

**T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TAZE VE KURU HACİHALİLOĞLU KAYISI ÇEŞİDİNDEN SİRKE ÜRETİMİ
ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hatice ÖZCAN

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Murat YILMAZTEKİN

NİSAN 2026

**T.C
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TAZE VE KURU HACIHALİLOĞLU KAYISI ÇEŞİDİNDEN SİRKE ÜRETİMİ
ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Hatice ÖZCAN
(36223220909)**

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Murat YILMAZTEKİN

NİSAN 2026

TEŞEKKÜR VE ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasının her aşamasında yardım, öneri, bilgi, tecrübe ve desteklerini esirgemedi beni her konuda yönlendiren çok değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Murat YILMAZTEKİN'e,

Tezimi değerlendirerek katkıda bulunan jüri üyesi hocalarım Sayın Prof. Dr. Adnan BOZDOĞAN'a ve Sayın Doç. Dr. Okan LEVENT'e,

Deneysel çalışmalarında desteğini esirgemeyen başta Sayın Prof. Dr. Ali Adnan HAYALOĞLU'na, sevgili arkadaşlarım Burçin AYDOĞAN'a, Melike VURMAZ'a, Büşra KAYA TURAN'a ve Şerife FİDAN'a,

Tez çalışması süresince bilgi ve görüşlerinden yararlandığım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin KARAKAYA'ya, Sayın Arş. Gör. Hilal KANMAZ'a, canım arkadaşım Arş. Gör. Fatma BOZANOĞLU'na,

Lisansüstü eğitim sürecimde manevi destekleriyle hep yanımda olan canım arkadaşlarım Meltem MAZI'ya ve Nil ASLANÖZ'e,

Tüm hayatım boyunca olduğu gibi bu çalışmalarım süresince de maddi ve manevi destekleri ile her zaman yanımda olan, ellerini her daim omzumda hissettiğim çok kıymetli canım AİLEM'e,

sonsuz teşekkür ederim.

ONUR SÖZÜ

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum “**Taze ve Kuru Hacihaliloğlu Kayısı Çeşidinden Sirke Üretimi Üzerine Bir Araştırma**” başlıklı bu çalışmanın bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığına ve yararlandığım bütün kaynakların hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

Hatice ÖZCAN



İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR VE ÖNSÖZ	i
ONUR SÖZÜ	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
SEMBOLLER VE KISALTMALAR	vii
ÖZET.....	viii
ABSTRACT	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR BİLGİLERİ.....	4
2.1 Sirkenin Tanımı	4
2.2 Sirkenin Tarihsel Gelişimi	4
2.3 Sirke Çeşitleri	5
2.3.1 Meyve sirkeleri.....	6
2.3.2 Hububat sirkeleri	6
2.3.3 Balzamik sirke	6
2.3.4 Şarap sirkesi.....	7
2.3.5 Diğer sirkeler	7
2.4 Sirkenin Kullanım Alanları.....	7
2.5 Sirkenin Üretim Mekanizması	8
2.5.1 Alkol fermantasyonu	8
2.5.2 Asetik asit fermantasyonu	9
2.6 Sirke Üretim Yöntemleri	9
2.6.1 Yavaş (geleneksel) yöntem.....	10
2.6.2 Çabuk (jeneratör) yöntem.....	10
2.6.3 Derin kültür (submers) yöntemi	10
2.7 Sirkenin Bileşimi ve Biyoaktif Özellikleri	11
2.8 Sirke Üretiminde Kullanılan Mikroorganizmalar.....	12
2.8.1 Mayalar.....	12
2.8.2 Asetik asit bakterileri.....	12
2.9 Sirkenin Sağlık Üzerine Etkileri	13
2.10 Sirkede Kaliteyi Etkileyen Etmenler	14
2.11 Sirke Üzerine Yapılan Bazı Çalışmaların Literatür Bilgileri	14
2.12 Kayısı Meyvesi	16
2.12.1 Hacihaliloğlu kayısı çeşidi	17
2.12.2 Dünya’da ve Türkiye’de kayısı üretimi ve kayısı pazarı.....	17
2.12.3 Kayısının kimyasal bileşimi ve biyoaktif bileşenleri	20
2.12.4 Kayısı üzerine yapılan bazı çalışmalar	21
3. MATERYAL VE YÖNTEM	24
3.1 Materyal.....	24
3.1.1 Denemelerde kullanılan araç ve gereçler	24
3.2 Yöntem	25
3.2.1 Kayısların sirkeye işlenmesi.....	25
3.3 Genel Analizler.....	28
3.3.1 Pulpta yapılan analizler	28
3.3.1.1 Suda çözünür kuru madde tayini.....	28
3.3.1.2 Yoğunluk tayini.....	28
3.3.2 Şarapta yapılan analizler.....	29
3.3.2.1 Toplam asit tayini.....	29

3.3.2.2 pH tayini.....	29
3.3.2.3 Kuru madde tayini.....	30
3.3.2.4 Kül tayini.....	31
3.3.2.5 Uçar asit tayini.....	31
3.3.2.6 Alkol tayini.....	31
3.3.3 Sirkede yapılan analizler	32
3.3.3.1 Toplam asit tayini.....	32
3.3.3.2 Antioksidan aktivite tayini.....	32
3.3.3.3 Toplam fenolik madde miktarı tayini.....	33
3.3.3.4 Renk analizi.....	33
3.3.3.5 Aroma maddeleri tayini.....	33
3.3.3.6 Duyusal analiz.....	34
3.3.3.7 İstatistiksek analiz.....	34
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	35
4.1 Kayısı Pulplarının Bileşimi.....	35
4.2 Kayısı Şaraplarının Bileşimi.....	37
4.3 Kayısı Sirkelerinde Asetik Asit Fermantasyonunun İlerleyişi	40
4.4 Kayısı Sirkelerinin Bileşimi	41
4.4.1 Kayısı sirkelerinde antioksidan kapasite	45
4.4.2 Kayısı sirkelerinde renk analizi	46
4.4.3 Sirkelerdeki aroma maddeleri.....	47
4.4.4 Duyusal analiz	50
5. SONUÇLAR.....	52
KAYNAKLAR.....	54
EKLER.....	64
ÖZGEÇMİŞ	66

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 : Yıllara göre Dünya kayısı üretimi (bin ton).....	18
Çizelge 4.1 : Kayısı pulplarının genel bileşimi.	35
Çizelge 4.2 : Kayısı şaraplarının genel bileşimi.....	37
Çizelge 4.3 : Kayısı sirkelerinin genel bileşimi.	42
Çizelge 4.4 : Sirke örneklerinin antioksidan kapasiteleri.....	46
Çizelge 4.5 : Sirke örneklerinin renk değerleri.	47
Çizelge 4.6 : Kayısı sirkelerinde tespit edilen aroma bileşenleri ve yüzdeleri	48
Çizelge 4.7 : Sirkelerin duysal analiz sonuçları.....	50



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 : Hacıhaliloğlu kayısı çeşidi.....	17
Şekil 2.2 : 2023 yılı Dünya kayısı üretiminin ülkelere göre dağılımı (%).	19
Şekil 2.3 : 2024 yılı Türkiye kayısı üretiminde en yüksek paya sahip iller (%).....	19
Şekil 3.1 : Hammadde olarak kullanılan kayısılar.	24
Şekil 3.2 : Pulp haline getirilmiş kayısılar.	25
Şekil 3.3 : Etil alkol fermantasyonuna bırakılan şıralar.	26
Şekil 3.4 : Kayısı şarabı üretimi akış şeması.....	27
Şekil 3.5 : Yavaş yöntemle kayısı sirkesi üretimi akış şeması.....	28
Şekil 3.6 : Titrasyon asitliği analizi.....	29
Şekil 3.7 : pH-metre ile pH ölçümü.	30
Şekil 3.8 : Kurutmada kullanılan etüv.....	30
Şekil 3.9 : Kül fırını.	31
Şekil 4.1 : KKS'nin fermantasyondaki alkol ve toplam asit miktarı değişimi.....	40
Şekil 4.2 : TKS'nin fermantasyondaki alkol ve toplam asit miktarı değişimi.....	41
Şekil 4.3 : Sirkelerin duyuusal analiz sonuçları radar grafiği.	51

SEMBOLLER VE KISALTMALAR

AAB	: Asetik Asit Bakterileri
ABTS	: 2,2'-Azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)
AOAC	: Association of Official Analytical Chemists
DPPH	: 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl
FAO	: Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
g	: Gram
GAE	: Gallik Asit Eşdeğeri
kg	: Kilogram
L	: Litre
LPS	: Lipopolisakkarit
mg	: Miligram
mL	: Mililitre
MÖ	: Milattan Önce
N	: Normalite
NaOH	: Sodyum Hidroksit
Na₂SO₃	: Sodyum Sülfıt
Na₂CO₃	: Sodyum Karbonat
nm	: Nanometre
pH	: Potansiyel Hidrojen Gücü
TE	: Troloks Eşdeğeri
TGK	: Türk Gıda Kodeksi
TSE	: Türk Standardları Enstitüsü
TÜRKOMP	: Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü
°C	: Santigrat Derece
L*	: Renk Parlaklığı Değeri
a*	: Kırmızılık veya Yeşillik Değeri
b*	: Sarılık veya Mavilik Değeri
%	: Yüzde
µg	: Mikrogram
µL	: Mikrolitre

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TAZE VE KURU HACIHALILOĞLU KAYISI ÇEŞİDİNDEN SİRKE ÜRETİMİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

HATİCE ÖZCAN

İnönü Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

66+ix sayfa

2026

Danışman: Prof. Dr. Murat YILMAZTEKİN

Sağlık açısından çeşitli faydaları olan fermente ürünlerin değeri günden güne daha iyi anlaşılmaktadır. Bu fermente ürünlerden biri de günümüzde kullanımı oldukça yaygın olan sirkelerdir. Sirke eldesinde çeşitli ham maddelerden yararlanılmaktadır. Bu çalışmada, besinsel açıdan (yüksek oranda vitamin ve mineral içeriğine sahip) büyük öneme sahip bir tarım ürünü olan kayısıdan sirke üretimi amaçlanmış olup Malatya yöresinde yetiştirilen Hacıhaliloğlu kayısı çeşidinin hem taze halinden hem de aynı çeşidin güneşte kurutulmuş halinden yavaş yöntemle sirke elde edilmiştir ve bu sirkelerde fiziksel, kimyasal ve duyuşal özelliklerin incelenmesi amaçlanmıştır.

İlk olarak kayılardan pulp elde edilmiş, ardından kayısı sırası elde edilmiştir. Elde edilen sıralara şeker ilavesi yapılarak bileşimleri ayarlanmış ve maya da eklenerek etil alkol fermantasyonu başlatılmıştır. Şarap elde edildikten sonra ise sirke eldesi için asetik asit fermantasyonu gerçekleştirilmiş olup ardından elde edilen sirkelerin fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri incelenmiştir.

Sirke örneklerindeki analiz sonuçları taze kayısıdan yapılan sirkede ve kuru kayısıdan yapılan sirkede sırasıyla; pH 3.31 ± 0.005 ile 3.11 ± 0.03 , % asitlik (asetik asit cinsinden) 6.24 ± 0.05 ile 5.43 ± 0.13 , brix 11.62 ± 0.09 ile 6.74 ± 0.26 , yoğunluk (g/cm^3) 1.048 ± 0.00 ile 1.027 ± 0.001 , kuru madde (g/L) 82.33 ± 0.6 ile 40.02 ± 2.32 , kül (g/L) 7.62 ± 0.365 ile 3.77 ± 0.035 , uçar asit (g/L) 12 ± 0.00 ile 8 ± 0.0 olarak belirlenmiştir. Antioksidan kapasite taze kayısıdan yapılan sirkede ve kuru kayısıdan yapılan sirkede sırasıyla; ABTS (mg Trolox/L) yöntemine göre 38.07 ± 0.12 ile 68.62 ± 0.44 , DPPH (mg Trolox/L) yöntemine göre taze ve kuru kayısı sirkesinde sırasıyla 583.20 ± 7.6 ile 560.03 ± 1.03 olarak belirlenmiştir. Toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/L), taze kayısıdan yapılan sirkede ve kuru kayısıdan yapılan sirkede sırasıyla; 114.81 ± 0.43 ile 70.72 ± 2.57 olarak belirlenmiştir. Renk analizinde ise değerler taze kayısıdan yapılan sirkede ve kuru kayısıdan yapılan sirkede sırasıyla; L^* değerleri 36.8 ± 5.22 ile 39.26 ± 3.46 , a^* değerleri -4.85 ± 0.65 ile -4.96 ± 0.04 , b^* değerleri ise 8.49 ± 0.07 ile 6.93 ± 0.35 olarak belirlenmiştir. Elde edilen sirkelerin analiz sonuçları değerlendirildiğinde; taze kayısıdan elde edilen sirke bulguları (pH, toplam asitlik, brix, toplam fenolik madde miktarı) literatürle daha uyumlu bulunmuştur ve bu değerlerin kuru kayısı sirkesinden elde edilen bulgulara göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç olarak; taze ve kuru kayısının her ikisinin de sirke üretiminde elverişli olduğu görülmüştür. Duyusal analiz sonuçlarına göre; görünüş ve koku kriteri bakımından en çok beğenilen taze kayısı olmuştur, genel beğeni de dahil diğer kriterler bakımından en çok beğenilen sirke kuru kayısı sirkesi olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Kayısı, sirke, kayısı sirkesi, Hacıhaliloğlu

ABSTRACT

Master Thesis

A RESEARCH ON VINEGAR PRODUCTION FROM FRESH AND DRIED HACİHALILOĞLU APRICOT VARIETY.

HATİCE ÖZCAN

Inonu University
Graduate School of Nature and Applied Sciences
Department of Food Engineering

66+ix sayfa

2026

Supervisor: Prof. Dr. Murat YILMAZTEKİN

The value of fermented products, which have various health benefits, is becoming increasingly understood. One of these fermented products is vinegar, which is widely used today. Various raw materials are used in vinegar production. This study aimed to produce vinegar from apricots, an agricultural product of great nutritional importance (due to its high vitamin and mineral content). Vinegar was obtained from both fresh and sun-dried Hacıhaliloğlu apricot varieties grown in the Malatya region using a slow process, and the physical, chemical, and sensory properties of these vinegars were investigated.

First, apricot pulp was obtained, followed by apricot juice. Sugar was added to the resulting juices to adjust their composition, and yeast was added to initiate ethyl alcohol fermentation. After wine was produced, acetic acid fermentation was carried out to produce vinegar, and then the physical, chemical, and sensory properties of the resulting vinegars were examined.

The analysis results of the vinegar samples were determined as follows for vinegar made from fresh apricots and vinegar made from dried apricots, respectively: pH 3.31 ± 0.005 and 3.11 ± 0.03 , % acidity (as acetic acid) 6.24 ± 0.05 and 5.43 ± 0.13 , brix 11.62 ± 0.09 and 6.74 ± 0.26 , density (g/cm^3) 1.048 ± 0.00 and 1.027 ± 0.001 , dry matter (g/L) 82.33 ± 0.6 and 40.02 ± 2.32 , ash (g/L) 7.62 ± 0.365 and 3.77 ± 0.035 , volatile acid (g/L) 12 ± 0.00 and 8 ± 0.0 . Antioxidant capacity in vinegar made from fresh apricots and vinegar made from dried apricots was determined as 38.07 ± 0.12 and 68.62 ± 0.44 respectively according to the ABTS (mg Trolox/L) method, and according to the DPPH (mg Trolox/L) method. The total phenolic content (mg GAE/L) was determined to be 114.81 ± 0.43 and 70.72 ± 2.57 in vinegar made from fresh apricots and vinegar made from dried apricots, respectively. In the color analysis, the values for vinegar made from fresh apricots and vinegar made from dried apricots were determined as follows: L* values were 36.8 ± 5.22 and 39.26 ± 3.46 , a* values were -4.85 ± 0.65 and -4.96 ± 0.04 , and b* values were 8.49 ± 0.07 and 6.93 ± 0.35 , respectively. When the analysis results of the obtained vinegars were evaluated, the findings (pH, total acidity, brix, total phenolic content) of vinegar obtained from fresh apricots were found to be more consistent with the literature, and these values were determined to be higher than those obtained from dried apricot vinegar.

In conclusion, both fresh and dried apricots were found to be suitable for vinegar production. According to sensory analysis results, fresh apricot vinegar was the most preferred in terms of appearance and smell, while dried apricot vinegar was the most preferred in terms of other criteria, including overall taste.

Keywords: Apricot, vinegar, apricot vinegar, Hacıhaliloğlu

1. GİRİŞ

Sirke; farklı hammaddelerden farklı yöntemlerle üretilen bir fermantasyon ürünüdür. Geçmişi çok eskilere kadar uzanır ve kelime manası, Fransızca Vin aigre "Ekşi şarap"tan gelmektedir. Bahsi geçen bu vin aigre; pekmez, hurma, elma, gibi ve hatta bunlarla da sınırlı kalmayıp hemen hemen her türlü fermente olabilir karbonhidrat kaynağından yapılabilir (İlik, 2019).

Fermantasyon, gıdaların muhafaza edilmesi amacıyla kullanılan eskilere dayanan bir yöntemdir ve basit, doğal ve kıymetli bir biyoteknolojik işlem olarak kabul görmektedir. Bu teknolojinin yararları; bitkilerden üretilen gıda ürünlerinin güvenlik, besinsel, duyuşsal ve raf ömrü özelliklerinin muhafaza edilmesi ve/veya güçlendirilmesidir (Luzón-Quintana ve diğ., 2021).

Sirkenin tarihi, MÖ 3000'li yıllara dayanır. Arkeolojik bulgulara bakıldığında bu bulgular; Sümerler, Hititler, Eski Mısırlılar, İraniler, Yunanlılar ve Romalıların sirke ürettiğini ortaya koymaktadır (Karataş, 2022).

Sirke, dünya genelinde pek çok farklı hammaddeden farklı üretim teknikleriyle elde edilmektedir (Budak ve diğ., 2014). Endüstriyel sirke üretiminde farklı meyveler (elma, dut, üzüm, çilek, vişne), sebzeler (soğan, domates vb.) ve tahıllar (arpa, buğday, pirinç) hammadde olarak kullanılabilir (Gaş, 2024).

Etil alkol, Acetobacter cinsindeki bakterilerin etkisiyle asetik aside çevrilerek sirke elde edilir. Üretimin başlangıç safhası; taze hammaddedeki şekerin, maya katılarak alkole çevrilmesidir. Meydana gelen bu alkol, Asetik Asit Bakterileri (AAB) tarafından son fermantasyona kadar asetik aside okside edilir. Sirke oluşumu sırasında, AAB'nin aktifleşebilmesi için oksijen gereklidir (Hemke ve diğ., 2019).

Sirke, alternatif metotlar ile elde edilebilmektedir. Bunlar; hızlı yöntem, derin kültür ve yavaş olmak üzere 3 gruba ayrılmaktadır. Ticari bakımdan en yaygın kullanılan metotlar hızlı ve derin kültür yöntemidir. Sebebi ise hem üretimi hızlıdır hem de maliyet bakımından üstünlükleri vardır. Ama bunun yanında her iki yöntem her ne kadar maliyet bazında üstün olsalar da kalite bakımından düşünüldüğünde ise yavaş yöntem tercih edilmektedir. Bunun

nedeni, yavaş metodla üretilen sirkelerin aroma içeriğinin zenginliği, diğer iki yöntemle göre daha fazladır (Gaş, 2024).

Eski çağlardan günümüze kadar insan beslenmesinde yer alan sirke; koruyucu, baharat, aroma verici ve sağlıklı bir içecek olmak üzere geniş bir kullanım alanı bulmaktadır. Tedavi edici niteliklerinden dolayı geleneksel olarak antik tıpta da tercih edilmiştir (Can, 2024). Bunun yanında yine eski medeniyetler, el dezenfeksiyonu amacıyla da sirkeyi kullanmışlardır (Büyükduman, 2021).

Sirkenin kimyasal yapısında %2'nin üzerinde protein, 8 esansiyel amino asit ve çok sayıda şeker (glikoz, fruktoz vb.) bulunmaktadır. Ayrıca sirke; suda çözünen vitaminler (B1, B2 ve C gibi) ile birlikte insan vücudunun büyüme, üreme ve metabolik faaliyetlerinde etkili olan bazı önemli mineral tuzları (K, Ca, Fe, Zn, Cu vb.) da içermektedir (Karataş, 2022). Bu besin maddelerinin görevleri arasında; enerji verme, hücre metabolizmasının düzenlenmesi, immün regülasyon, antioksidasyon, antikoagülan beyin gelişiminin desteklenmesi bulunmaktadır (Xia ve diğ, 2020). Bunlara ek olarak polifenoller, melanoidinler, organik asitler gibi biyoaktif bileşiklerinin de kan şekerinin kontrolü, kalp ve damar sağlığı, lipid metabolizması, kilo kontrolü ve böbrek sağlığına katkısı bulunmaktadır (Kadiroğlu, 2024).

Sirke kalitesi; hammaddenin niteliklerinden, ilk işleme sırasında tercih edilen uygulamalardan, alkollü fermantasyon ve asetifikasyon metodlarından ve son aşamadaki işlemlerden ileri gelmektedir. Tüm bu parametrelerin bir araya gelmesiyle sirkenin fizikokimyasal, biyoaktif ve organoleptik özellikleri meydana gelmektedir (Silva ve diğ, 2024).

Kayısı, hem besinsel değeri hem de ekonomik getirisi açısından tarım ürünleri içinde önemli bir konuma sahiptir (Ünal, 2025). Kuru ve taze kayısının ikisi de doğal enerji kaynaklarıdır ve yüksek oranda vitamin, mineral ile diyet lifi bulunmaktadır (Koç, 2023). Kayısı; konserve, reçel, meyve suyu, bebek mamalarında püre, şarap, likör ve sirke üretiminde yararlanılan bir hammaddedir (Coşkun, 2023).

Ülkemizde; üretildikleri coğrafi bölge ile özdeşleşen ve kendine has nitelikleri olan tarım ürünleri ve gıdalar vardır. Bunlardan biri de yüksek besin değerinin yanı sıra mineral ve vitamin bakımından da zengin olan kayısıdır. Kayısı; meyve suyu, reçel, dondurma, lokum, bisküvilerde dolgu maddesi, pestil ve benzeri ürünlerde kullanılmaktadır. Ancak kayısı ürünlerindeki çeşitliliğin artırılmasının, üretici açısından da tüketici açısından da

fayda sağlayacağı tartışılmazdır. Buna ilaveten; bilindiği üzere fermente ürünlerin sağlık açısından faydaları günden güne daha iyi anlaşılmakta ve bu sebepten kullanımı da yaygınlaşmaktadır. Sirke üretimi için birçok ham madde kullanılmaktadır ancak kayısıdan sirke üretimi diğer meyvelere oranla biraz daha sınırlı kalmıştır. Bu çalışmada, Malatya yöresinden temin edilen Hacıhaliloğlu kayısı çeşidinin hem taze halinden hem de aynı çeşidin güneşte kurutulmuş halinden sirke eldesi ve bu sirkelerin fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özelliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır.



2. LİTERATÜR BİLGİLERİ

2.1 Sirkenin Tanımı

Sirkenin tanımı, ülkeden ülkeye değişiklik arz etmektedir. Çin’de ‘sirke’ kavramı, Çin Ulusal Standart tanımlarına göre hem fermente edilmiş sirkeleri hem de yapay sirkeleri ifade etmektedir. Avrupa Birliği, sirkeyi çift kaynaklı yani alkolik ve asetik asit fermantasyonu yoluyla tarımsal kökenli hammaddelerden elde edilen bir ürün olarak açıklamaktadır (İlik, 2019).

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) gıda standartlarına göre sirke; nişasta ve/veya içerisinde şeker bulunan hammaddelerden ardışık olarak alkol ve asetik asit fermantasyonları yoluyla elde edilmektedir (Anonim, 2000).

TS 1880 EN 13188 sirke standardına göre sirke; tarımsal kökenli olan sıvılar ya da değişik hammaddelerden, alkol ve asetik asit fermantasyonu yoluyla çift kademeli olarak, biyolojik yolla üretilen kendine has bir mamuldür. Bu standarda göre; sirkenin toplam asitliği (suda serbest asetik asit bakımından), 1000 mL’de 50 g’dan düşük olmamalıdır. Sirkedeki mevcut kalıntı alkol de şarap sirkesi eldesindeki işlem temel alınarak üretilen şarap sirkesi haricindeki sirkelerden hacim bakımından %0,5’ten yüksek olmamalıdır (Anonim, 2003).

Türk Dil Kurumu (TDK)’na göre sirke; salatalara, gıdalara ekşi tat katmak amacıyla katılan ekşimiş elma, limon, üzüm vb. suyu olarak tarif edilmektedir (Gaş, 2024).

Sirke; tahıllar, meyveler ve sebzeler de dahil olmak üzere farklı malzemelerden elde edilen asidik bir sıvıdır ve dünya genelinde sirke üretimi yapılmaktadır. Sirkenin, bir dönemler şarabın hava ile muamelesi sonucu bozulmasıyla meydana gelen bir mutfak yan mamulü olduğu zannediliyordu (Chen ve diğ, 2023).

2.2 Sirkenin Tarihsel Gelişimi

Sirke, Divan-ü Lugat-it Türk’te de bahsedilmekte olup ve kullanımı bayağı eskilere dayanan geleneksel bir üründür (Saticı, 2021). Milattan önce 5000 yılına ait olduğu düşünülen Babil yazıtlarında, sirkenin saraydaki bir çalışan tarafından keşfedildiği, gıda koruyucusu olarak kullanıldığı ve hurma meyvesinden şarap ve sirke yapıldığı yer almaktadır (Keloğlu, 2020).

Doğada yalnızca sirkede görülen sirke solucanına, MÖ 3000 yıllarına ait eski bir Mısır küpündeki tortuda rastlanmıştır (Tekin, 2014). Türölü arkeolojik bulgular bize, İlk Çağ’larda Ortadoğu ve Akdeniz milletlerinden Sümerler, Hititler, Persler, Yunanlılar ve Romalılar’ın da antik dönemlerde sirke ürettiğini göstermektedir (Dıraman ve diğ, 2023).

Sirke üretiminde oksijenin gerekliliğini ilk olarak Becher (1625-1682) belirtmiştir. Persoon 1822 yıllarında, sıvının üst kısmında oluşan zarın sirkeleşmeyi sağladığını öne sürmüş ve buna ‘Mycoderma’ adını koymuştur. Kützing 1837’de bu bilgiyi doğrulamış ve tek hücreli bir organizma aracılığıyla sirke asidinin meydana geldiğini belirtmiştir. Bu organizmanın yokluğunda da sirkeleşmenin meydana gelmeyeceğini, Münih’teki bir sirke fabrikasında yaptığı çalışmalarla ispatlamıştır (Kan, 2021).

Zamanla sirkenin lezzetinin farkına varılmış ve insanlar onu önce mutfaklarda kullanmaya ardından da sağlık ve güzellik amacıyla faydalanmaya başlamışlardır. Tarihi belgelere baktığımızda sirkeden hastalık tedavilerinde de faydalandığı belirtilmiştir. Sirkenin kontaminasyonu önleyici özelliğinden dolayı kolera hastalığının ilerleme aşamasında, veba ve cüzzam gibi bulaşan hastalıklarda eşyaların sirke ile dezenfekte edildiği bilinmektedir (Karataş, 2022). 18. yüzyılda ABD’de doktorlar krupla, karın ağrısında, yüksek ateşte tedavi amacıyla sirkeyi kullanmışlar ve 1999 yılında ABD’de Uluslararası bir sirke müzesi açılışı olmuştur (Can, 2024). 19. yüzyılda Alman bilim adamı Schutzenbach, icat ettiğı jeneratör yöntemiyle sirkeyi 7 günde elde etmiştir (Chen ve diğ, 2023).

2.3 Sirke Çeşitleri

Dünya üzerinde en çok tüketilen sirke üzüm sirkesi olsa da kullanılan hammaddeye göre bu çeşitlilik değişmektedir (Luzón-Quintana ve diğ, 2021). Sirke; yaş ve kuru meyve, meyve şırası konsantresi, alkol gibi farklı hammaddelerden elde edilebilmekte olup aromatik bitkiler, bitki ekstraktları, meyve özleri veya bunların doğal aromalarının eklenmesiyle de çeşitli sirkeler üretilebilmektedir (Taşlıpınar, 2018). Örnek verilecek olursa dünya pazarında en yaygın olan sirke çeşitleri; pirinç sirkesi, malt sirkesi, şarap sirkesi, elma sirkesi, balzamik sirke, meyve sirkeleri gibi (Karataş, 2022). Sirke çeşitliliğı sadece hammadde kaynaklı olmayıp aynı zamanda üretim süreci de sirkedeki çeşitliliğı etkilemektedir (Çavdaroglu ve Özen, 2021).

2.3.1 Meyve sirkeleri

Tarihi belgelere göre; meyve sirkelerini ilk kez geliştirip, hazırlayıp ve bunları kullananların eski Mısırlılar, Sümerler ve Babilliler olduğu düşünülmektedir (Chen ve diğ, 2023). Meyve sirkesi üretimi; gıda endüstrilerinin , meyvelerin yan ürünlerini değerlendirme açısından başvurduğu bir yöntemdir. Çünkü fazla olan ve ikinci kalite olan meyveler, son ürünün kalitesini etkilemeden değerlendirilebilir (Luzón-Quintana ve diğ, 2021). Meyve sirkelerinin kendine has bir lezzet profilleri vardır (Ge ve diğ, 2025). Meyve sirkesinin popüleritesinin son dönemlerde artmasının sebebi olarak, biyoaktif bileşenler bakımından zengin sağlıklı bir içecek olması gösterilebilir. Meyve sirkesi tüketimi birçok sağlık problemlerini önleyebilir. Bunlar: diyabet, hiperkolesterolemi, oksidatif stres ve kanser. Ayrıca bağışıklığın artmasına katkı sağlayabilir ve mühim bir antioksidan özellik sağlayabilir (Ousaaïd ve diğ, 2022). Sirkenin fermantasyonu esnasında organik asitler, polifenoller, melanoidinler ve tetrametilpirazin gibi fonksiyonel maddeler meydana gelmektedir. Oluşan bu asetik asit gibi organik asitler ilk sırada olmak üzere ve polifenoller, sirkenin sağlığa faydasını artırmaktadır (Can, 2024).

2.3.2 Hububat sirkeleri

Tahıl sirkelerinde kullanılan başlıca hammaddeler; sorgum, pirinç, buğday, mısır, arpa gibi nişata bakımından zengin tahıllardan oluşmaktadır. Asya-Pasifik bölgesinde daha yaygın olan tahıl sirkeleri, çoğunlukla pirinçten elde edilmekte olup bunun haricinde darı, sorgum, arpa, buğday, mısır, çavdar gibi diğer tahıllardan da elde edilmektedir (Kandylis ve diğ, 2021). MÖ 1000 yıllarında tahıl sirkesi; Çin tarafından üretiliyordu ve Çin, Japonya, Kore ve diğer Asya ülkelerinde en sık kullanılan sirke çeşidiydi (Chen ve diğ, 2023). Pirinç sirkesi; Çin, Japonya ve Kore’de kullanılan geleneksel bir sirke çeşididir. Fermente pirinç şarabından (sake) elde edilmektedir (Bayram ve diğ, 2018). Turşularda, salata soslarında ve suşi pirinci de dahil olmak üzere Asya mutfağında sıklıkla kullanılan bir sirkedir (Perumpuli ve Dilrukshi, 2022).

2.3.3 Balzamik sirke

Tüm sirke türleri arasında balzamik sirkenin yaklaşık olarak 100 yıllık bir geçmişi vardır. Balzamik sirkenin yapılışında beyaz renkli trebbiano üzümü rol oynamaktadır (Hemke ve diğ, 2019). Balzamik sirke, İtalya’da sıklıkla üretilen sirke türleri arasındadır. Balzamik sirke üretiminde ilk olarak üzüm suyu kaynatılıp yoğun hale getirilir ve ardından fermente edilip sirke oluşumu sağlanır (Şengün ve Kılıç, 2019). Olgunlaştırma işlemi, farklı

kapasitelere sahip bir dizi fiçının olduğu ‘ricalzo’ adı verilen özel bir teknolojiyle yapılmaktadır. Her sene, en küçük fiçıdan bir miktar sirke alınır ve ardından bir sonraki büyük fiçıdan alınan sirkeyle tamamlanır. İlk fiçıda taze pişmiş şıra vardır, bu sebeple her fiçıda farklı olgunlukta sirke karışımı bulunur ve bu olgunluk son fiçıda, ilk fiçıya göre daha fazladır (Perumpuli ve Dilrukshi, 2022). Olgunlaştıkça daha değerli hale gelir. Olgunlaşma boyunca, mikrobiyal etkiyle kimyasal değişim sebebiyle alkollerin, aldehitlerin ve organik asitlerin bir araya gelmesinden kaynaklanan etkili bir aroma meydana gelir (Öztürk, 2016). Üretimi, diğer meyve sirkelerine göre değişiklik göstermektedir. Bundan dolayı ve tarihi niteliklerinden ötürü, korunmaya alınmış madde olarak da bilinmektedir. ‘Reggio Emilia Geleneksel Balsamik Sirkesi’ ve ‘Modena Geleneksel Balsamik Sirkesi’ muhafaza altına alınmış geleneksel balsamik sirke türlerindendir (Gaş, 2024).

2.3.4 Şarap sirkesi

TS 1880 EN 13188 sirke standardına göre şarap sirkesi; asetik asit fermantasyonu yoluyla sadece şaraptan üretilen sirke olarak tanımlanmaktadır ancak burada bahsi geçen şarabın yalnızca taze üzümden üretilen şarap olduğu belirtilmiştir (Anonim, 2003).

2.3.5 Diğer sirkeler

Sebze sirkelerinden domates sirkesi, Japonya başta olmak üzere Doğu Asya ülkelerinde yaygın olarak kullanılan bir sebze sirkesi çeşididir (Perumpuli ve Dilrukshi, 2022). İtalya, Fransa, Romanya ve İspanya’da sık olmasa da baldan yapılan sirke kullanılmaktadır. Asya ülkelerinde ise sirkeye benzeyen içecek olarak adlandırılan ‘kombucha sirkesi’ imal edilmektedir. Bu sirke, siyah ya da yeşil çaya şeker ilave edilerek önce alkol fermantasyonuna ardından da asetik asit fermantasyonuna bırakılarak elde edilmektedir (Karataş, 2022). Peynir endüstrisinin yan ürünü olan peynir altı suyundan da sirke elde edilmektedir. Bu sirke, alkol ve asetik asit olarak iki kademeli fermantasyona tabi tutulmaktadır. Meyve sirkesi üretiminden ayrılan yönü, alkol fermantasyonu esnasında laktozu fermantasyona uğratan *Kluyveromyces marxianus*’tan faydalanılmaktadır (Can, 2024).

2.4 Sirkenin Kullanım Alanları

Sirke; baharat, salata sosu ve diğer yiyeceklere tat katmak gibi farklı kullanımlara sahip bir gıdadır (Prisacaru ve diğ., 2021). Eski zamanlarda sirke, yalnızca sofralarda

kullanılmamış; ayrıca avda, tarla işlerinde, kara ve deniz seferlerinde de ferahlatıcı bir içecek olarak içilmiştir (Taşlıpınar, 2018). Sirkenin kullanımı, modern tıbbın babası Hipokrat’a kadar varmaktadır. Hipokrat sirkeyi; enfeksiyonun, iltihap ve ülserlerin giderilmesi amacıyla kullanmıştır. Hipokrat ve arkadaşları, eski bir ilaç olan sirke ve baldan elde edilen oksimele, öksürük tedavilerinde başvurmuşlardır (Tekin, 2014). Sirkenin gösterdiği antimikrobiyal özellikler, onu antibiyotiklere en iyi ikame yapmaktadır (Kahraman ve diğ., 2022). İnsanlar sirkenin içinde saklanan sebze ve meyvelerin bozulmadığını fark edince meyve ve sebzelerin muhafaza edilmesi, sirkenin ilk uygulama alanı olmuştur. Sirkenin yüksek asit ihtiva etmesi, mikroorganizmalar üzerinde gelişmeyi durdurucu özellik gösterdiği için dezenfeksiyon amacıyla da kullanılmaktadır (Karataş, 2022). Sirkeden ayrıca; et yumuşama ve gevşeme süresini kısaltma, balık kemiklerini yumuşatma, meyve sebze endüstrisinde turşu yapımı ve bunlarla birlikte balık ve farklı deniz mahsullerinin hazır hale getirilmesinde de yararlanılmaktadır. Bunlara ilaveten, hazır bir gıdanın niteliklerine katkı sağlar ve ortamın asitliğini artırarak gıdanın dayanıklılığının artırılmasına katkı sağlar (Satıcı, 2021). Geçmişten bugüne kadar çeşitli uygarlıkların birçok alanda faydalandığı sirkeyi; Romalılar gıdaları tatlandırmak, ilaç veya kozmetik ürünü olarak, Yunanlılar ise ilaç maksadıyla tercih etmiştir. Bununla birlikte sirke; Eski Mısırlılar, Bizanslılar, İranlılar ve Osmanlılar gibi birçok topluluğun kültüründe yer etmiştir (Gaş, 2024).

2.5 Sirkenin Üretim Mekanizması

Sirke; farklı hammaddelerle ve farklı metodlarla üretilen, bunlarla birlikte alkol ve asetik asit fermantasyonunu kapsayan biyokimyasal bir sürecin ürünüdür (Bilginer, 2018). Önce alkol fermantasyonu, sonrasında ise asetik asit fermantasyonu gerçekleşmektedir (Kadiroğlu, 2024).

2.5.1 Alkol fermantasyonu

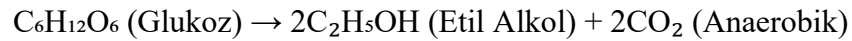
Sirke üretiminin birinci aşamasında; fermantasyona uğrayabilen şekerler, mayanın (özellikle *Saccharomyces* sınıfına ait) yardımıyla etanol oluşumunu sağlamaktadır (Öztürk, 2022). Şeker, bu aşamada substrat göreviyle eklenir (Hemke ve diğ., 2019). Bu fermantasyon, anaerobik koşullarda meydana gelmektedir (Etlik, 2024). Bu aşamada aynı zamanda, meyve sirkesinin kendine has aroma ve tadının oluşmasını sağlayan esterler, aldehitler ve yüksek alkoller gibi aroma maddeleri meydana gelmektedir (Ge ve diğ., 2025). Alkol fermantasyonu, kendiliğinden fermantasyon ve *S. Cerevisiae* mayası yardımıyla

olmak üzere farklı yöntemlerle yapılabilmektedir. Kendiliğinden fermantasyonla kıyaslandığında, maya ile fermantasyonda elde edilen alkol miktarının daha fazla olduğu görülmüştür (Chen ve diğ, 2023). Çoğu kendiliğinden fermantasyon sürecinde mikrobiyal olarak bir ardışıklık gözlemlenir ve fermantasyonun ilk aşamasında genellikle laktik asit bakterileri ve mayalar baskın gelmektedir. Mayalardan da *Saccharomyces* dışındaki mayalar fermantasyonu başlatırken daha sonra baskınlık kuran tür *S. Cerevisiae*'dir (Luzón-Quintana ve diğ, 2021).

2.5.2 Asetik asit fermantasyonu

Alkol fermantasyonu sonrasında süreci, havalı (oksijenli) ortamda *Asetik Asit Bakterileri* (AAB) devam ettirir (Tangüler ve diğ, 2021). AAB'nin katkısıyla sirke üretimi süreci, alkol içeren sıvının üst kısmında etanolü asetik aside dönüştüren bir bakteriyel zar oluşumunu ve bununla birlikte glukonik asit, glukuronik asit, polifenoller, vitaminler, amino asitler ve hidrolitik enzimlerin meydana gelmesi durumu kapsamaktadır (Kim ve diğ, 2023). Asetik asit fermantasyonu sürecine hâkim olan mikroorganizmalar *Acetobacter spp.*, *Gluconobacter spp.*, *Komagataeibacter spp.*'dir, ama başlıca *Lactobacillus spp.*, *Pediococcus spp.*, *Bacillus spp.* ve *Staphylococcus* olmak üzere başka bakteriler de bulunmaktadır (Chen ve diğ, 2023). Sirke, asetik asit bakterisi haricinde bir de sirke anasının alkol örneklerine eklenmesiyle de elde edilebilir (İlik, 2019). Geleneksel yöntemle sirke; genel olarak, önceki sirke üretiminde meydana gelen 'sirke anası' yardımıyla yapılır. Sirke anası, yüzey kısmında asetik asit bakterileri ve maya bulunan kalın, sert bir katmandır ve ekstraselüler (hücre dışı) selülozdan oluşmaktadır. Sirke anası, etil alkolü asetik aside çevirerek sirke oluşumunu sağlamaktadır (Kutlu, 2024).

Sirkenin iki aşamalı oluşum mekanizması aşağıda verilmiştir (Çetin, 2024).



2.6 Sirke Üretim Yöntemleri

Sirke; yavaş, hızlı (jeneratör) ve derin kültür (submers) olmak üzere üç değişik yöntemle üretilmektedir (Bozdemir ve diğ, 2021). Değişik metodlarla üretilen sirkelerin son ürünü de profil olarak birbirine göre değişiklik gösterir. Bu da sirkenin son ürün parametrelerini etkileyen hammadde, üretim metodları, sıcaklık, pH ve fermantasyon

sürecine katılan mikroorganizmalar gibi birçok faktörün mevcut olduğu anlamına gelir. Ve sonuç olarak, son ürünlerdeki bu farklılıklar sirkenin farmasötik ve tıbbi etkilerini etkiler (Kara ve diğ., 2022).

2.6.1 Yavaş (geleneksel) yöntem

Geçmişten günümüze sirke eldesinde daha çok kullanılan metot, geleneksel yöntem sirke üretim metodudur (Budak, 2024). Bu yöntemle yapılan fermantasyon, haftalar ya da aylar boyunca ağır ağır ilerler (Selimoğlu ve diğ., 2024). Alkollü sıvının içine, pastörize olmayan %25-30 oranda keskin sirke eklenerek 1.5-2 ay gibi uzun bir zaman 28-30°C arasında tutulması sonucunda sirke üretilmektedir (Gaş, 2024). Bu zaman diliminde, sıvının üstünde ‘sirke anası’ adı verilen bir zar meydana gelir (Aybek, 2019). Kalite yönünden bakıldığında zaman tercih edilen metot, yavaş üretim metodudur. Bunun nedeni olarak ise üretim sürecinin uzun zaman içerisinde yayılmış olması sonucu, iz elementlerin oluşması gösterilmiştir (İnci, 2019).

2.6.2 Çabuk (jeneratör) yöntem

Alman metodu veya jeneratör metodu olarak da bilinen çabuk yöntemde, üç bölümden meydana gelen ağaçtan yapılmış silindirik tanklar tercih edilmektedir (Yılmaz, 2021). Bu bölümlerden en üsttekinde şarap püskürtmesi yapan başlık, orta bölümde ise sirke bakterisi bulunan talaş vardır. En sonda meydana gelen sirkenin toplandığı kısım ise en altta bulunmaktadır (Altunbağ ve Zencir, 2018). Tahta tankların haricinde çelik tanklar da kullanılmaktadır. Bu tankların (tahta ve çelik) kullanılmasındaki amaç; hava sirkülasyonunu gerçekleştirerek asetik asit bakterilerinin oksijen ile teması sağlanıp sirke oluşum sürecini kısaltmaktır. Çabuk yöntemde asetik asit bakterilerinin tutunmasına olanak sağlamak için sirkeleşmenin meydana geleceği yüzey alanı, taneleri alınmış mısır koçanı, çalı demeti, cibre ya da yonga gibi dolgu malzemeleriyle kaplanır. Böylece yüzey alanı artırılmış olmaktadır (Karataş, 2022). Asetifikasyonun sona ermesi için gerekli olan süre, optimum sıcaklıkta (27-30°C) 3-7 gün civarındır. Bu metodun kontrollerinin kolay olması, işletme giderlerinin daha az olması, üretilen sirkenin asetik asit miktarının diğer metotlara göre daha yüksek olması başlıca üstünlükleri arasındadır (Yıldız, 2023).

2.6.3 Derin kültür (submers) yöntemi

Derin kültür metodunda sirke bakterileri eklenmiş şaraba, İnce damlacıklar halinde hava püskürtülür. Bu yöntemle sirke üretilen kaplar ‘Asetatör’ olarak adlandırılır. Bu kaplar

paslanmaz veya çelik malzemeden imal edilmiş olup içerisinde soğutucu borular ve altta da hava sağlayan bir düzen bulunmaktadır (Kobyas, 2018). Bu metodla sirke, 18-30 saat gibi kısa bir zamanda meydana gelmektedir. Alman metoduna göre daha kısa zamanda ve daha az maliyetle sirke elde edilebildiği için endüstride daha çok tercih edilmektedir (Kılıç, 2017).

2.7 Sirkenin Bileşimi ve Biyoaktif Özellikleri

Sirkenin biyomoleküller açısından zengin oluşu onun, tercih edilen ve değerli bir konuma sahip olan ürün olmasını sağlar (Kara ve diğ., 2022). Sirkenin %80'lik kısmı sudan, %20'lik kısmı ise mineraller, vitaminler, organik asitler, alkoller, amino asitler, fenolik ve uçucu bileşiklerden meydana gelmektedir. Bu bileşikler; sirkenin kendine has lezzet, kokuya sahip olmasını ve aynı zamanda biyoaktif özellik kazanmasını sağlar (Koyuncu ve Kilic, 2023). Sirkenin sağlığa faydaları da içerdiği bu biyoaktif bileşenlerle doğrudan bağlantılıdır (Tomar ve diğ., 2020a). Sirkedeki biyoaktif bileşenlerin çeşitliliği ve düzeyleri, sirkede kullanılan hammaddeye ve üretim yöntemine bağlı olarak farklılık göstermektedir (Kandylis ve diğ., 2021). Vücutta meydana gelen süperoksit ve hidrojen peroksit gibi reaktif oksijen çeşitlerinin kanser, hızlı yaşlanma ve DNA hasarıyla bağlantılı olduğu pek çok çalışma tarafından ortaya konmuştur. İşte gıdalarda bulunan bu biyoaktif bileşenler, antioksidan görevi üstlenerek bu tür hasarların ortaya çıkmasını önleyebilmektedir (Süzen, 2021). Sirkenin antioksidan özelliğine, biyoaktif bileşenlerle beraber E ve C vitaminlerinin de katkısı bulunmaktadır (Taşlıpınar, 2018). Sirkede en fazla bulunan minerallerin Na, K, Ca, P olduğu tespit edilmiştir (Çetin, 2024).

Sirke üretimi esnasında çok miktarda organik asit meydana gelir. Bunlara asetik asit, formik asit, laktik asit, sitrik asit, süksinik asit, malik asit ve tartarik asit örnek olarak verilebilir (Hemke ve diğ., 2019). Asetik asit, baskın uçucu asit olarak adlandırılır ve yoğun bir aroma ve ekşi bir lezzet sağlar (Tanamool ve diğ., 2020). Asetik asit, asidik olan gıdalarda tampon olarak da rol oynar (Terakye, 2019). Organik asitlerin; bir kısmı mide pH'sını azaltarak dolaylı yoldan bakteri popülasyonunu düşürür, diğer bir kısmı da gastro-intestinal sistemdeki bakterilerin hücre duvarlarında pH'yı düşürerek direkt bakteriye etki etmekte ve bakteriyel hücre ölümüne neden olmaktadır (Gaş, 2024).

Sirkedeki fenolik bileşikler, esas olarak kullanılan hammaddeden türemektedir. Bu bileşikler; kateşin, gallik asit, epikateşin, kafeik asit, ferulik asit, klorojenik asit olarak belirlenmiştir (Gaş, 2024). Fenolik bileşikler, güçlü antioksidanlar olarak bilinir ve antibakteriyel gibi farmakolojik özelliklerde önemli bir yere sahiptir (Kahraman ve diğ.,

2022). Fenolik içerik arttıkça antioksidan aktivitenin yükseldiğini gösteren pek çok bilimsel çalışma vardır (Bozdemir ve diğ, 2021). Fenolik bileşikler, hayatta kalmak için elzem değildir ancak birçok kronik hastalığa karşı korumada etkili olabilir. Bu faydalı bileşenlerin vücuda düzenli olarak alımı; nöronal hücreleri, Alzheimer hastalığına neden olan oksidatif strese karşı koruyucu etki gösterebilir (Tripathi ve Mazumder, 2020). Tüm bunlarla birlikte araştırma sonuçları; sirkede bulunan fenolik bileşiklerin lipit metabolizmasını düzenlediğini, kan basıncını düzenlediğini, kardiyovasküler sağlığa, karaciğer korumasına ve yaşlanma karşıtı etkilere katkı sağladığını göstermektedir (Hosseini ve diğ, 2025).

Sirkenin aroma profilini, içerdiği uçucu bileşenler belirlemektedir. Sirkenin aroma ve uçucu bileşenleri; hammadde türü ve kalitesi, üretim tekniği, fermantasyon sırasında ortaya çıkan bileşenler, dinlendirme aşaması ve sirke olgunlaştırma aşamasında tercih edilen kaplar gibi pek çok parametreye bağlıdır (Gaş, 2024).

2.8 Sirke Üretiminde Kullanılan Mikroorganizmalar

2.8.1 Mayalar

Ökaryotik ve tek hücreli yapıda olan mayalar, fungi aleminde *Ascomycetes* ve *Basidiomycetes* şubesine bağlı mikroorganizmalar olarak tanımlanmaktadır. Bunun yanında silindirik, yuvarlak veya oval bir hücre yapısına sahiptirler (Kadiroğlu, 2024). Sirke üretiminin alkol fermantasyonu basamağında, şekerin etil alkole dönüştürülmesi için kullanılan mayalar genellikle *Saccharomyces cerevisiae* ve *Saccharomyces bayanus*'tur (Karataş, 2022). *S.cerevisiae*, şeker oranı yüksek ve azot seviyesi düşük ortamlarda çoğalabilen bir maya cinsidir (Saticı, 2021). Maya, sirke yapımında çok önemli bir yere sahiptir. Çünkü fermantasyon hızına, şarabın tadına ve sirkenin son tadına direkt olarak etki sağlar (Hemke ve diğ, 2019). Sirke üretimi boyunca fermantasyon verimi ve kalitesini etkileyen pek çok parametre mevcuttur. Bunlardan biri *S.cerevisiae* mayasının derişimidir. *S.cerevisiae* tarafından oluşturulan alkol, son ürünlerdeki asetik asit miktarına etki edecektir (Marvie ve diğ, 2025). Ayrıca fermantasyonda tercih edilen farklı maya türleri de son sirkenin özelliklerini etkileyebilir. Maya türüne göre uçucu bileşikler ve alkol içerikleri de değişiklik gösterebilir (Ho ve diğ, 2017).

2.8.2 Asetik asit bakterileri

Asetik Asit Bakterileri (AAB), tabiatda şeker ve alkol içeriği yüksek ortamlarda sıkça rastlanan bakterilerdir. Özellikle sıcak ve nemli havaya sahip yerlerde çeşitli meyve ve çiçek

türlerinde bulunan bu bakteri grubu, böceklerle karşılıklı fayda ilişkisi kurar ve böcekler vasıtasıyla çevreye yayılım göstermektedir (Yücel Şengün ve Kılıç, 2016). *Acetobacteraceae* familyasına ait aerobik Gram-negatif özelliktedir. AAB içerisinde bugüne kadar *Acetobacter*, *Gluconobacter*, *Gluconacetobacter* ve *Komagataeibacter* başta olmak üzere 19 cins tanımlanmıştır. Endüstriyel sirke üretiminde tercih edilen AAB cinsi, etanol ve aside karşı direnci yüksek olması sebebiyle *Acetobacter*'dir (Kim ve diğ, 2023). Bu bakteriler için optimum gelişme sıcaklığı 25-30°C aralığındadır. Dayanabildikleri maksimum sıcaklık ise 40°C'ye kadar çıkabilir (Luzón-Quintana ve diğ, 2021). Optimum pH değerleri 5-6 aralığında olsa da pH değeri 4'ün altında olan ortamlarda da gelişimlerini sürdürebilirler (Bilginer, 2018). Sirke; etil alkolün, AAB'leri tarafından asetik aside dönüştürülmesi sonucu meydana gelmektedir (Román-Camacho ve diğ, 2023). Asetik asit; ürünün sirke olarak tanımlanmasını sağlayan uçucu organik asittir ve sirkenin sahip olduğu ekşi tat ve keskin, yakıcı koku da asetik asitten ileri gelmektedir (Gaş, 2024).

2.9 Sirkenin Sağlık Üzerine Etkileri

Fermente gıdalarda, insan sağlığına katkı sağlayan bazı fonksiyonel bileşenlerin bulunduğu yapılan güncel çalışmalar ile ortaya konmuştur (Oktay ve Özbaş, 2020). Sirke, özellikle asetik asit olmak üzere organik aside sahip olduğu için antibakteriyel özellik göstermektedir (Ousaaaid ve diğ, 2021). Sirkenin antibakteriyel etkisi; bakteri türüne göre değişiklik gösterir ve bu etki, kullanılan hammadde ile ilgilidir (Kahraman ve diğ, 2022). Sirkenin antimikrobiyal etkisi sebebiyle kullanıldığı alanlar; tırnak mantarı, baş biti, siğillerin temizlenmesi ve tedavisi gibi (Kara ve diğ, 2021). Sirke tüketiminin, yemek borusu kanserini hafifletmede ve rahim ağzı kanserinin önlenmesinde olumlu etki gösterdiği bildirilmiştir (Gaş, 2024). Sirke tüketiminin tokluk hissi sağladığı ve sonraki öğünlerde alınan kalori miktarını azalttığı, dolayısıyla bu durumun da kilo vermeye yardımcı olabileceği belirtilmektedir (Aydın ve Gökışık, 2019). Sirkede, aynı zamanda sirkenin olgunlaşması sürecinde asitliğin artması sonucu mikroorganizmaların yok edilmesiyle meydana gelen Lipopolisakkarit (LPS) gibi mikrobiyal kökenli maddeler de bulunmaktadır. LPS; diyabet, alerji ve kanser gibi pek çok hastalığın seyrini düzenleyici etki göstermektedir (Ousaaaid ve diğ, 2022). Meyve sirkeleri; sahip oldukları biyoaktif bileşenler sayesinde sindirimde kolaylık sağlayan, kalsiyum emilimini iyileştirici, kan basıncını düzenleyici, kardiyovasküler rahatsızlıklara karşı muhafaza edici, serum insülini seviyesini düzenleyici katkıları sebebiyle sağlıklı ürünler kategorisinde yer almaktadır (Budak, 2024).

2.10 Sirkede Kaliteyi Etkileyen Etmenler

Sirkenin sahip olduğu kimyasal özellikler sayesinde doğal ve yapay sirke ayrımı gerçekleştirilebilmektedir (Dıraman ve diğ., 2023). Çünkü yapay olan sirke, asetik asit ve su haricinde başka bir şey içermemektedir. Bu sayede, içeriklerinin analiz edilmesi halinde yapay ve doğal sirkenin ayrımı yapılabilmektedir (Aybek, 2019). Çeşit, iklim şartları, toprak yapısı ve yetiştirmede tercih edilen metodlardan direkt etkilenen hammadde bileşimi; sirkenin bileşimine de direkt olarak etki etmektedir. Sirke için kullanılan hammadde ne kadar kaliteli olursa sirkenin kalitesi de ona göre artmaktadır (Yıldız, 2023). Sirkenin fiziksel görüntüsü de tam olarak; tercih edilen hammaddeye, fermantasyon şartlarına ve üretim metodlarına bağlı olarak değişebilmektedir. Ayrıca fermantasyon hızı da sirkenin duysal özelliklerine etki etmektedir (Hemke ve diğ., 2019). Son sirke, fermantasyon süreci esnasında kullanılan maya türlerinden de etkilenmektedir. Farklı maya türleri, farklı derişimlerde uçucu maddeler ve alkol oluşturabilir (Chen ve diğ., 2023). Asitlik de sirke kalitesini etkileyen önemli bir etkidir (Ousaaaid ve diğ., 2022). Kalite açısından bir diğerkritik etken ise lezzet faktörüdür. Lezzet, 4 temel öğeden etkilenmektedir: hammaddelerin içerdiği aroma ve lezzet bileşikleri, alkol fermantasyonu esnasında mayaların meydana getirdiğı organik bileşikler, asetik asit fermantasyonu esnasında makromoleküler maddelerin daha çok parçalanması ve olgunlaşma boyunca küçük moleküller arasındaki kimyasal tepkimeler (Ge ve diğ., 2025).

2.11 Sirke Üzerine Yapılan Bazı Çalışmaların Literatür Bilgileri

Tomar ve diğ. (2020c) tarafından yapılan çalışmada; alıçtan (*Crataegus tanacetifolia*) konvansiyonel metotla elde edilen sirkenin bazı fiziksel, kimyasal ve duysal özellikleri ele alınmıştır. Elde edilen analiz bulgularına göre; kuru madde, pH, toplam asitlik ve kül değerleri sıralı olarak 2.08 ± 0.09 , 2.69 ± 0.08 , 20.49 ± 0.13 g/L ve 2.2 ± 0.10 g/L bulunmuştur. Bunun yanı sıra, bu örneklerde toplam antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde içeriğı sırayla 86.23 ± 8.12 µg troloks eşdeğeri (TE)/mL ve 751.11 ± 15.71 mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/L şeklinde bulunmuştur. Diğerk analizlerden ise brix değeri 2.24 ± 0.07 , yoğunluk 1.018 ± 0.02 g/cm³, ortalama renk değerleri; L* değerleri 27.80 ± 0.51 ; a* değerleri 1.33 ± 0.04 ve b* değerleri -0.30 ± 0.13 olarak bulunmuştur.

İbrahim (2019) tarafından yapılan çalışmada Türkiye’de değişik yerlerden alınan, 19 adet geleneksel yöntemle evde yapılmış sirke örneğı ile 6 adet endüstriyel olan sirke örneğı

karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiş ve aralarındaki kalite farkları araştırma konusu olmuştur. Eldeki bu 25 adet sirke örneğinde pH, kuru madde, briks, toplam asitlik ve kül miktarı gibi analizler yapılmıştır. Çalışmanın neticesine göre endüstriyel sirkelerin pH, brix, % asitlik, % kuru madde ve % kül değerleri sırasıyla 2.76-3.42 arasında, 2.40-11.13 arasında, 2.76-3.18 arasında, 0.76-3.44 arasında, 0.06-0.28 arasında olarak belirlenmiştir. Geleneksel olarak üretilen sirkelere bakıldığında ise pH, brix, % asitlik, % kuru madde ve % kül sonuçları sırasıyla 2.62-4.51 arasında, 1.30-7.83 arasında, 0.08-2.54 arasında, 0.89-13.17 arasında, 0.008-2.23 arasında olarak belirlenmiştir.

Tangüler ve diğ. (2021) tarafından yapılan çalışmada; yavaş metod ile değişik çeşitlerde atık elma kabukları ve çekirdek evlerinin sirke üretiminde kullanım potansiyeli incelenmiştir. Etil alkol fermantasyonu ile briks dereceleri hızlı bir düşüş göstermiştir ve ana ürün olarak etil alkol oluşmuş ve sonrasında meydana gelen asetik asit fermantasyonu ile etil alkol %0.5'in altına inmiştir. Ayrıca, üretilen sirkelerin analizlerinde pH değerleri 3.25-3.41, toplam asitlik 15.3-23.07 g/L ve toplam fenolik madde 259.8-387.1 mg GAE/L olarak bulunmuştur.

Tomar ve diğ. (2020a) tarafından yapılan çalışmada; kırmızı pancar sirkesinin fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyu özellikleri incelenmiştir. Kırmızı pancar sirkesinin renk değerleri L*: 2.55, a*: 1.54 ve b*: -0.98 olarak belirlenmiştir. Sirke örneklerinin ortalama pH, % kuru madde, °Brix, % kül, ve yoğunluk değerleri sırasıyla 2.94 ± 0.32 , 3.30 ± 0.12 , 3.71 ± 0.17 , 0.24 ± 0.21 ve 1.003 ± 0.002 g/cm³ şeklinde belirlenmiştir. Ayrıca örneklerin ortalama antioksidan değeri 96.14 ± 3.43 µg TE/mL ve toplam fenolik madde içeriği 1170.78 ± 20.95 mg GAE/L olarak belirlenmiştir.

Can (2024) tarafından gerçekleştirilen bu çalışmada; kübik şekilde kesilmiş elma ve elma suyu işlemenin yan ürünü olan elma posası, sirkeleşme sürecine bırakılmıştır. Fermantasyon boyunca sirkelerde pH, titrasyon asitliği, renk ve briks değerleri ölçülmüştür. Titrasyon asitliği ve pH değerleri elma sirkesi ve elma posası sirkesinde sırasıyla $\% 1.01 \pm 0.11$ - 3.45 ± 0.03 ve $\% 0.59 \pm 0.04$ - 3.60 ± 0.03 olarak bulunmuştur. Ayrıca elma suyu, elma sirkesi ve elma posası sirkelerinin sırayla toplam fenolik madde miktarları; 20.02 ± 3.20 - 25.29 ± 1.97 ve 7.89 ± 0.09 mg GAE/100 mL olarak belirlenmiştir.

2.12 Kayısı Meyvesi

Kayısı (*Prunus armeniaca* L.); Rosaceae familyasının *Prunus* cinsine, *Armeniaca* alt bölümüne ait bir meyve olarak tanımlanabilir (Koç, 2023). Botanik bakımından incelendiğinde kayısının; dıştaki etli kısmın (ekzokarp ve mezokarp), içinde tohum bulunan sert bir çekirdeği (endocarp) çevrelediği bir meyve olduğu bilinmektedir.

Yuvarlak veya elips şeklinde, 3-6 cm boyutunda olup sarımsı-turuncu bir renge sahiptir. Kayısı meyvesinin Mayıs-Ağustos ayları içerisinde hasadı yapılmaktadır (González-García ve diğ., 2020). Geçirgenliği yüksek, sıcak, yüksek organik ve inorganik besin içeriğine sahip olan, kireçli topraklarda gelişmektedir (Coşkun, 2023). Kayısının büyüklüğü ve tadı, çeşidine göre farklılık göstermektedir; bazı çeşitleri tatlı, bazı çeşitleri ise ekşi tattadır (Ünal, 2025).

Kayısı, taze meyve olarak tüketilebildiği gibi; kayısıdan sirke, likör, şarap yapımında; gıda ya da bebek mamalarında aroma sağlayıcı olarak; sos, meyve suyu, reçel ve konserve üretiminde olmak üzere farklı biçimlerde yararlanılabilmektedir (Semwal ve diğ., 2023).

Kayısının ana vatanı Çin'dir ve yetiştirildiği dönem MÖ 2000'lere kadar dayanmaktadır. Pers İmparatorluğu çağından geçerek Akdeniz'e gelmiş ve en iyi uyumu burada sağlamıştır. Günümüzde kayısı yetiştirilen başlıca bölgeler arasında Türkiye'den İran'a uzanan bir şerit, Himalayalar, Çin ve Japonya vardır (Ali ve diğ., 2015).

Dünya yaş ve kuru kayısı üretiminde ilk sırada bulunan Türkiye'nin hem gen kaynakları açısından hem de kayısı üretim alanları açısından önemli bir potansiyeli bulunmaktadır. Ve kayısı denince, Türkiye'nin önde gelen kayısı üretim merkezi olan Malatya akla gelmektedir (Solmaz, 2020). Ülkemizin farklı bölgelerinde farklı iklimler görülürken kayısı üretim miktarının yüksek olmasının nedeni olarak kayısı çeşitliliğinin fazla olması gösterilebilir (Erdoğan, 2021).

2.12.1 Hacıhaliloğlu kayısı çeşidi

Hacıhaliloğlu kayısı çeşidi (Şekil 2.1), Malatya bölgesinde yetiştirilen ve kurutmalık kayısılar arasında önde gelen bir çeşittir. Meyve ağırlığı 25-45 g aralığında, orta büyüklükte, eliptik şekle sahiptir (Anonim, 2016).



Şekil 2.1 : Hacıhaliloğlu kayısı çeşidi (Anonim, 2016).

Hacıhaliloğlu kayısı çeşidi; 1900'lü senelerin başında, bir seleksiyon çalışmasıyla tespit edilmiştir. Bölgede yaygın olarak yetiştirildiğinden kayısı ağaçlarının %70 civarı Hacıhaliloğlu kayısı ağaçlarına aittir. Bu kayısının ağaçları uzun boylu, dik, dalları geniş, çok kuvvetlidir ve çabuk büyümektedir. Hacıhaliloğlu kayısısı aroma ve suda çözünabilir kuru madde açısından zengindir (Çoban, 2018). Güzel sulama yapılan topraklarda her sene ürün elde edilir. Elde edilen verim orta seviyelerdedir. Kışın yaşanan don olaylarına karşı, yaz kuraklıklarına karşı ve hastalıklara (manolya ve çil) karşı duyarlıdır (Mutlu, 2020).

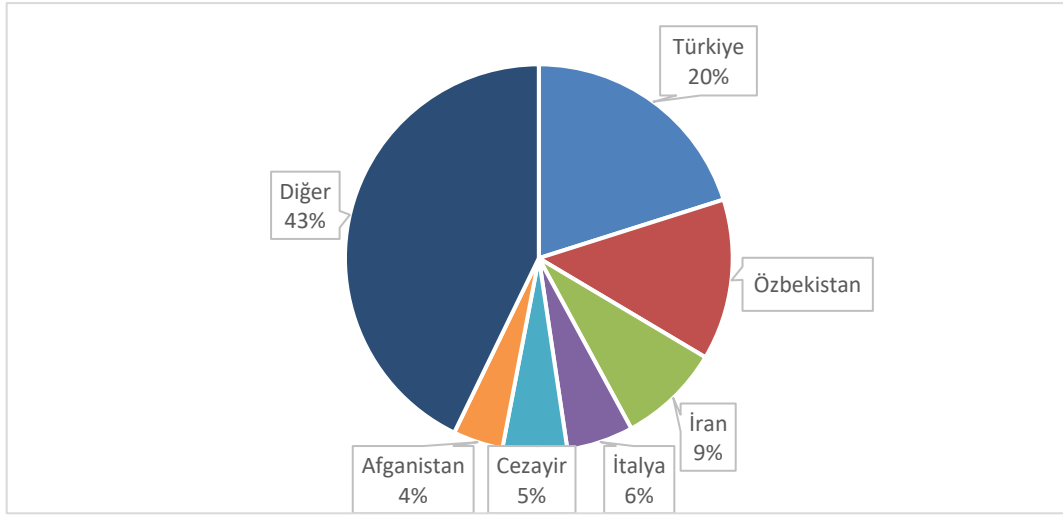
2.12.2 Dünya'da ve Türkiye'de kayısı üretimi ve kayısı pazarı

Dünya geneline bakıldığında zaman en yüksek kayısı üretim alanına, 2010 senesinde (585660 ha) erişilmiştir. 2022 yılına bakıldığında toplam kayısı üretim miktarı oran olarak %28 artmıştır (579255 ha alana erişilmiştir) (Kaynak, 2025). 2023 senesinde dünyada 554 bin ha alan içerisinde 3,7 milyon ton üretim gerçekleşmiştir ve bu üretimde birinci sırada Türkiye yer almakta olup Özbekistan ve İran onu takip etmektedir (Hasdemir, 2025). 2010-2023 yılları arasındaki bazı yılların Dünya kayısı üretimi (bin ton), Çizelge 2.1'de verilmiştir.

Çizelge 2.1 : Yıllara göre Dünya kayısı üretimi (bin ton) (FAO, 2025).

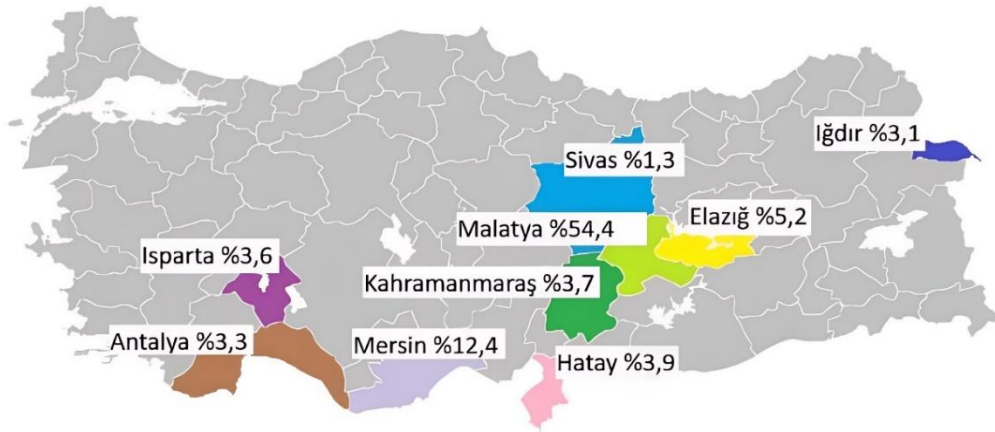
Ülkeler	2010	2015	2020	2021	2022	2023
Türkiye	450	680	833	800	803	750
Özbekistan	325	606	529	425	451	500
İran	388	252	316	257	306	318
İtalya	253	218	173	190	230	207
Cezayir	198	293	187	190	206	201
Pakistan	190	173	124	159	204	135
Afganistan	67	88	132	207	171	155
Fransa	143	159	85	55	128	128
Ermenistan	30	116	53	87	114	114
Yunanistan	63	95	126	77	112	98
Diğer	1.196	1.256	1.141	1.175	1.167	1.122
Dünya	3.303	3.936	3.699	3.622	3.892	3.728

2023 yılı Dünya kayısı üretiminin ülkelere göre dağılımı (%) Şekil 2.2’de verilmiştir.



Şekil 2.2 : 2023 yılı Dünya kayısı üretiminin ülkelere göre dağılımı (%) (FAO, 2025).

Ülkemizde 2023 yılı üretim sezonunda zerdali dahil 1,46 milyon dekar alanda kayısı üretimi yapılmıştır (Hasdemir, 2024). Ülkemiz, taze ve kuru kayısı üretiminde dünyada birinci sırada yer almaktadır. 2024/2025 üretim döneminde 1,52 milyon dekar alanda, 1.269 bin ton kayısı üretimi gerçekleştirilmiştir. Mevcut üretimin %54,4’ü Malatya’dan, %12,4’ü Mersin’den gelmektedir. 2024 yılı Türkiye kayısı üretiminde en yüksek paya sahip iller (%) Şekil 2.3’te verilmiştir.



Şekil 2.3 : 2024 yılı Türkiye kayısı üretiminde en yüksek paya sahip iller (%) (Hasdemir, 2025).

Malatya’da 11-12 Nisan 2025’te meydana gelen zirai don olayının sonucunda kayısı üretiminde %100’e varan ürün kaybına bağlı olarak 2025 yılı Ekim ayında bir önceki yılın sezonuna göre ihracat miktarı %70,70 düşerken ihracat geliri ise %43,84 oranında düşüş yaşamıştır (KAUGEM, 2025).

2.12.3 Kayısının kimyasal bileşimi ve biyoaktif bileşenleri

Kayısı meyvesi; diyet lifi, organik asitler, C vitamini, karoten ve eser elementler dahil olmak üzere besin öğeleri bakımından zengindir. Karbonhidrat bakımından da zengindir ve birçok antioksidan özelliğin mevcut olduğu fitokimyasalları, polifenoller ve karotenoidleri içermektedir. Bunlarla birlikte kayısı; lif, mineral ve tiamin, riboflavin, niasin ve pantotenik asit gibi vitaminler bakımından da zengindir (Koşar, 2023). Bundan dolayı kayısı, fonksiyonel gıdalar sınıfına dahil edilmekte ve kayısının tüketiminin, sağlıklı yaşamayı destekleyeceği belirtilmektedir (Kan ve Karaat, 2019). Taze kayısıda ortalama olarak %90,90 su, %5,66 karbonhidrat, %1,24 lif, %0,27 protein, %1,73 kül bulunmaktadır. Ayrıca 100 g taze kayısıda; 8,5 mg C vitamini, 328 mg potasyum, 16 mg kalsiyum, 19 mg fosfor, 13 mg magnezyum bulunmaktadır. Kuru kayısıda ise %20,93 su, %59,06 karbonhidrat, %8,09 lif, %2,98 protein, %8,59 kül bulunmaktadır. Ayrıca 100 g kuru kayısıda; 1282 mg potasyum, 62 mg kalsiyum, 81 mg fosfor, 43 mg magnezyum bulunmaktadır (TÜRKOMP, 2025).

Türkiye, Pakistan, Çin, Hindistan ve Batı Kafkasya bölgesinde kayısı meyveleri, çekirdekleri, sapları ve reçinelerinden kanser tedavisi için yararlanılmaktadır (Dikilitaş Saçkesen ve diğ, 2025). Meyvelerin, farklı farklı hastalık ve rahatsızlıklara karşı koruma sağlamanın yanı sıra antioksidan, iltihap giderici, antimikrobiyal, antidiyabetik ve yaşlanma önleyici nitelikler de dahil olmak üzere geniş bir alanda yarar sağladığı belirtilmiştir. Bu yararın da meyvelerin içerdikleri vitaminler, fenolik asitler, flavonoidler ve karotenoidler gibi biyoaktif bileşiklerin yüksek içeriğinden kaynaklandığı belirtilmektedir (Tyagi ve diğ, 2017). Kayısı, potasyum bakımından oldukça zengindir ve potasyum, hücre içi ve hücre dışı su seviyelerini dengeleyerek kan basıncını kontrol altına almaya yardımcı olmaktadır (Hussain ve diğ, 2021). Kayısı tüketmek, demir eksikliğine bağlı olarak gelişen anemi hastalığına yarar sağlayabilir. Çünkü kayısıda önemli miktarda demir ve bakır bulunmaktadır. Gönüllüler üzerinde yapılan çalışmalar, kayısı tüketiminin toplam kolesterol ve LDL kolesterol seviyelerini düşürdüğünü göstermiştir. Kayısı, içermiş olduğu yüksek orandaki B grubu vitamin sayesinde çeşitli sinir sistemi rahatsızlıklarının önlenmesinde

fayda sağlayabilir (Semwal ve diğ., 2023). Yine içeriğindeki yüksek miktardaki karoten, cilt ve göz sağlığı açısından önemlidir (Mutcu, 2024). Amerikan Kanser Derneği, kayısı da dahil birçok meyveyi kuvvetli bir antikarsinojen olarak kategorize etmiştir. Kayısının bu özelliğinin, içerdiği amigdalinden (B17 vitamini) kaynaklandığı belirtilmektedir. Kayısıda en fazla bulunan organik asit malik asittir, ardından ise sitrik asit gelmektedir. Bunlarla birlikte kayısıda laktik, oksalik, fumarik ve gliserik asit gibi organik asitler de mevcuttur. Bu organik asitler, midenin asit-baz dengesini muhafaza etmeyi sağlar ve demirin vücuttaki kullanılabilirliğini artırır (Hussain ve diğ., 2021).

2.12.4 Kayısı üzerine yapılan bazı çalışmalar

Filiz ve Cabaroğlu (2016) tarafından yapılan çalışmada, Malatya ilinde yetiştirilen Hacıhaliloğlu, Hasanbey ve Kabaası çeşidi kayısılarından şarap üretilmiş ve üretilen şaraplarda kimyasal ve duyuşsal analizler yapılarak bu çeşitlerin, kayısı şarabı üzerine elverişlilik durumlarına bakılmıştır. Yapılan çalışma sonucuna göre; çözünür kuru madde miktarının en fazla olduğu çeşidin Hacıhaliloğlu olduğu görülmüştür ve istatistik bakımından diğer kayısılarına göre önemli düzeyde farklı olduğu tespit edilmiştir. Toplam asit miktarının Hacıhaliloğlu çeşidinde 6.31 g/L, Hasanbey’de 5.92 g/L, Kabaası’da 6.44 g/L; pH değerleri Hacıhaliloğlu çeşidinde 4.16, Hasanbey’de 4.17, Kabaası’da ise 4.13 uçur asit miktarının Hacıhaliloğlu çeşidinde 0.88 g/L, Hasanbey’de 0.62 g/L, Kabaası’da 0.80 g/L olduğu görülmüştür. Duyuşsal açıdan en çok beğenilen çeşitler, Hacıhaliloğlu ve Kabaası olmuştur. Hacıhaliloğlu çeşidinden elde edilen şarabın tat ve görünüş bakımından, Kabaası çeşidi kayısıdan elde edilen şarabın ise koku bakımından daha çok beğenildiği sonuçlarına varılmıştır.

Karaat ve Serçe (2019)’ın yaptığı çalışmada, Türkiye’de yaygın olarak yetiştirilen 12 kayısı çeşidinden edinilen meyvelerin antioksidan kapasite ve toplam fenolik bileşik içerik değerlerine bakılmıştır. Bu özellikler bakımından çeşitler arasında önemli değişiklikler görülmüştür. Kayısı çeşitleri arasında antioksidan kapasiteler 0,62 ile 1,18 $\mu\text{mol TE/g FW}$ ($\mu\text{mol trolox eşdeğeri/g taze meyve ağırlığı}$) arasında değişirken, toplam fenolik içerikler 351,83 ile 1208,33 $\mu\text{g GAE/g FW}$ arasında tespit edilmiştir. Çalışmanın sonuçlarının, ilgili çeşitlerde ıslah çalışmaları yapmak isteyen kayısı ıslahçıları için ve ayrıca fitokimyasal içerik bakımından yüksek çeşitlerin seçilmesinde kayısı meyvesi tüketicileri için faydalı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Saridas ve diğ. (2023) tarafından yapılan çalışmada; Hasanbey, Hacıhaliloğlu, Kabaası ve Şalak gibi yerel çeşitlerle birlikte, özellikle Mikado ve Magador olmak üzere kıyı bölgelerinde yaygın olarak yetiştirilen yabancı çeşitler inceleme konusu olmuştur. Çalışmada, önemli kayısı üretim bölgelerinden alınan farklı çeşitlere ait meyveler kullanılmıştır. Bu çalışmaya göre; sağlıkla ilgili bileşenler açısından, yerli çeşitlerin yabancı çeşitlere göre bariz şekilde farklı olduğu görülmüştür. Bulgulara göre antioksidan aktivitenin 478,5 ile 1969 mg TE/kg arasında ve toplam fenol içeriğinin 122 ile 771 mg TE/kg arasında değiştiği görülmüştür. Şalak kayısı çeşidi, yüksek fenolik içeriği ve yüksek antioksidan aktivitesi sebebiyle diğerlerine göre önemli ölçüde farklılık göstermektedir. Sonuç olarak, kayısının yetiştirildiği yerin öneminden ziyade; genotipinin, değerlendirilen bu kalite özellikleriyle ilişkili olarak daha belirleyici bir rol oynadığı açıkça görülmüştür.

Rahimova ve diğ. (2024) tarafından yapılan çalışmada; Nahçıvan bölgesinde yetiştirilen kırmızı kayısı (*Prunus spp.*) ve siyah incir (*Ficus carica L.*), fenolik içerikleri ve antioksidan özellikleri bakımından kıyaslanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre kırmızı kayısısındaki fenolik içeriğinin (176,20 mg GAE/100 g), siyah incirdeki fenolik içeriğe (45,30 mg GAE/100 g) kıyasla üç kat daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, bu meyvelerin her ikisinde de sağlık açısından faydalı olan ikincil metabolitler mevcuttur.

Aslantürk ve diğ. (2022) tarafından yapılan bu çalışmanın amacı; metil jasmonat ve modifiye atmosfer paketlenme uygulamalarının, soğuk depolama sırasında kayısı meyvesinin (*Prunus armeniaca*) ağırlık kaybı, renk, çözünür kuru madde içeriği, titrasyon asitliği, toplam fenolikler ve antioksidan kapasitesi üzerine etkilerini gözlemlemektir. Elde edilen bulgulara göre bu iki uygulamanın da soğuk depolama boyunca kalite kayıplarını önlemek ya da bu kayıpları en aza indirmek amacıyla kullanılabileceği görülmüştür. Hatta ikisinin birlikte kullanılmasının daha etkili olabileceği belirtilmiştir.

Şahin ve Aybek (2020) tarafından yapılan çalışmadaki amaç, kayısı yetiştiriciliğinde farklı toprak işleme metodları uygulanarak bu metodların, kayısının verimi ve özelliklerini ne şekilde etkilediğini araştırmaktır. Çalışmada meyve ağırlığı, sertliği, asitliği, pH ve suda çözünen kuru madde üzerinde durulmuştur. Elde edilen bulgulara göre, farklı toprak işleme metodlarının; meyve eti sertliği ve pH değerleri üzerine tesirinin önemli olduğu, meyve suyu asitliği ve suda çözünen kuru madde değerlerine tesirinin ise önemsiz olduğu görülmüştür.

Özbek ve diğ. (2021) tarafından yapılan çalışmada; kükürtsüz, iki farklı konsantrasyonda kükürtlenmiş ve fıstık kabuğu ekstraktı uygulanmış kayısılar, yenilikçi

kombine güneş enerjisi destekli havalı ön kurutma ve hava destekli radyo frekans kurutma sisteminden faydalanarak kurutmaya tabi tutulmuştur. Kurutma sonucu elde edilen kuru kayısıların, 3 farklı sıcaklık değerinde (5°C, 20°C, 35°C) 48 hafta süresince saklanmasıyla renk değerlerinde ve özelliklerinde ne gibi değişiklikler olduğuna bakılmıştır. Bu 48 haftalık muhafaza süreci sonunda renk değer ve özelliklerinin en iyi korunduğu depolama sıcaklığının 5°C olduğu belirlenmiştir. Depolama sıcaklığının 35°C olduğu durumda ise ürünlerin hepsinde bariz bir renk yoğunluğu kaybı ve renkte kahverengileşme tespit edilmiştir. Bunlara ek olarak kükürtleme ön işlemi uygulanmış olan kayısılarda da renk değerleri ve özelliklerinin, kükürtleme yapılmamış olan kayılara göre ciddi oranda korunmuş olduğu belirlenmiştir.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Çalışmada kullanılan taze kayısılar; Malatya yöresinde yetiştirilen Hacıhaliloğlu kayısı çeşidine ait olup yerel satıcıdan temin edilmiştir. Kuru kayısılar da taze Hacıhaliloğlu kayısıların yarılıp çekirdeğinin çıkartılıp güneşte kurutulmasıyla elde edilmiştir. Asetik asit fermantasyonunun gerçekleşebilmesi için kullanılan sirke (pastörize edilmemiş alıç sirkesi) Malatya ilindeki yerel bir marketten temin edilmiştir.

Sirke için kullanılan taze ve kuru Hacıhaliloğlu çeşidi kayısılar Şekil 3.1’de gösterilmiştir.



Şekil 3.1 : Hammadde olarak kullanılan kayısılar.

3.1.1 Denemelerde kullanılan araç ve gereçler

Şaraba işlenecek kayısıları pulp haline getirmek için ezme işlemi, el rondosu yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Pastörizasyon işlemi cam damacanada ‘Şimşek Labortechnik ST-120’ marka etüvde gerçekleştirilmiştir.

Kayısı pulplarında depektinizasyon amacıyla Sihazym Extro pektolitik enzim kullanılmıştır.

Alkol fermantasyonunun gerçekleşebilmesi için *Saccharomyces cerevisiae* mayası kullanılmıştır.

Etil alkol fermentasyonu ve asetik asit fermentasyonu, ‘Mikrotest MSI-250’ marka inkübatörde gerçekleştirilmiştir. Etil alkol fermentasyonu için 1 L’lik cam şişeler.

Sirkeyi süzmek için bez torbalar kullanılmıştır.

3.2 Yöntem

3.2.1 Kayısların sirkeye işlenmesi

Taze kayıslar, ezik-çürük ayıklama ve çekirdek ayırma işleminden sonra hızlı bir şekilde (oksidasyon riskinden korumak için) mekanik el rondosu ile pulp haline getirilmiştir (kuru kayısı eldesi için de taze kayıslar, ezik-çürük ve çekirdek ayıklama işlemlerinden sonra yarılarak güneşte kurutma işlemine tabi tutulmuştur. Kayıslar kuruyup kullanıma hazır hale geldiğinde, pulp haline getirilmeden 1 gece önce suyu eklenerek +4°C’de şişirme işlemi uygulanmıştır. Eklenen su miktarı da şu şekildedir: Türkomp (2025)’e göre kuru kayısının 100 g’ında içerdiği su oranı yaklaşık %20, taze kayısının ise su oranı yaklaşık %90 olduğundan elimizdeki kuru kayıslara, kayısları pulp haline getirebilmek için, su oranı yaklaşık %90 olacak şekilde su eklendi ve sonra pulp aşamasına geçildi (Diğer aşamalar, taze kayısıda olduğu gibi aynen devam etmiştir). Pulp haline getirilmiş kayıslar Şekil 3.2’de verilmiştir.



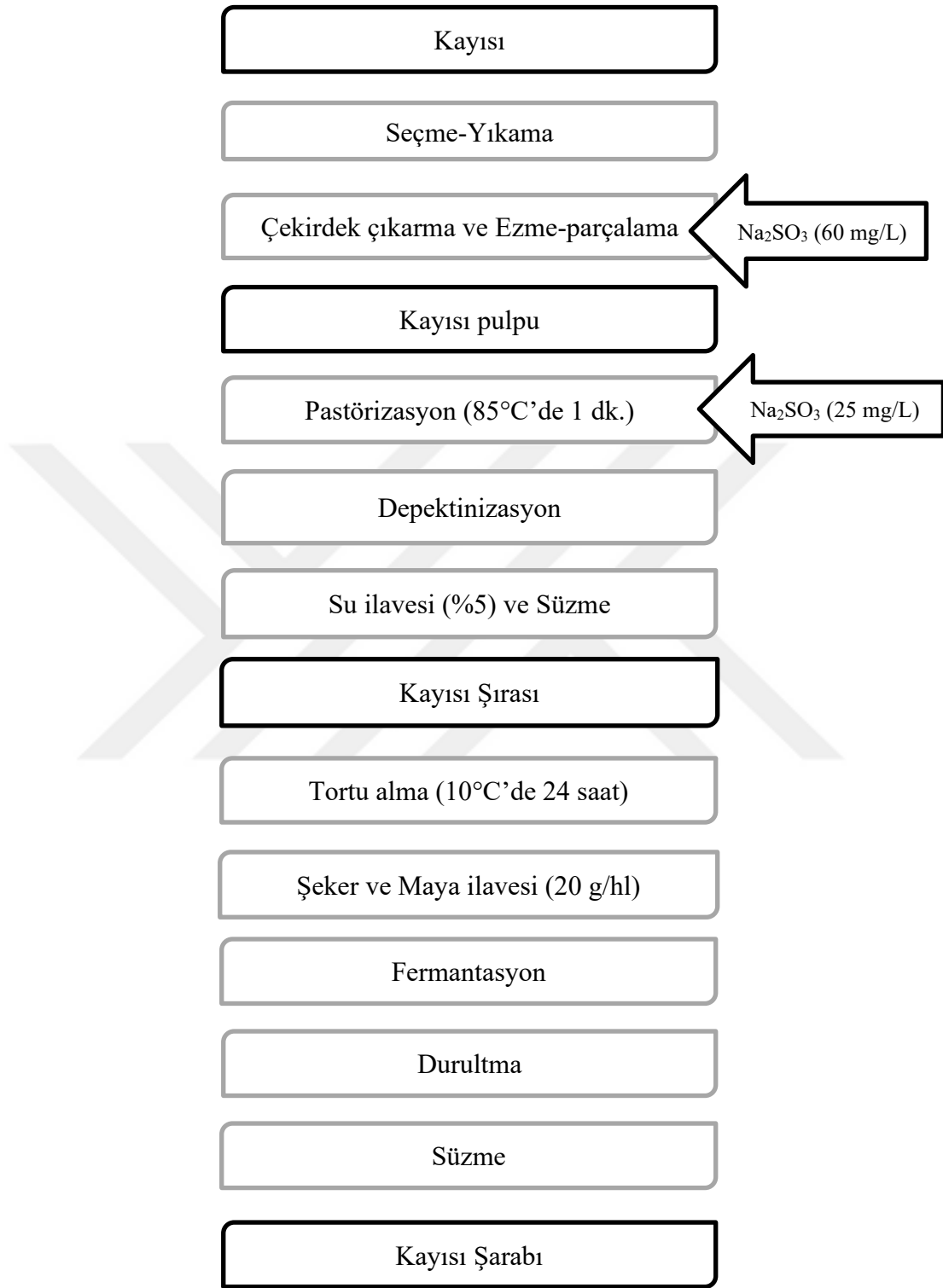
Şekil 3.2 : Pulp haline getirilmiş kayıslar.

Pulp eldesi sırasında oksitlenme yaşanmasını engellemek amacıyla kullanılmak üzere 60 mg/L düzeyinde Na_2SO_3 (Sodyum Sülfite) çözeltisi hazırlanıp ara ara pulpa eklenip karıştırılmıştır. Pulp işlemi sona erince, elde edilen pulp 85°C 'ye ısıtılmış ve 85°C 'ye geldiğinde de 1 dk pastörize edilmiştir. Pastörizasyonda meydana gelebilecek kükürt kaybını önlemek amacıyla 25 mg/L Na_2SO_3 ilave edilmiştir. Pulpta bulunan pektik maddelerin parçalanıp pulpun fermentasyona hazır hale gelmesi amacıyla 6 gr/100 kg oranında pektolitik enzim katılıp pulp, depektinizasyon işlemine bırakılmıştır. Depektinizasyon işleminden sonra pulpa, %5 oranında su ilave edilmiştir. Pulp süzülerek şıra elde edilmiş ve 2 gr/L bentonit kili kullanılarak 10°C 'de 24 saat süresince tortu alma işlemine tabi tutulmuştur. Tortusu uzaklaştırılmış olan şıraya, elde edilecek şarabın içerisinde %13 (h/h) oranında alkol öngörülerek şeker eklenmiştir. Sonrasında *S. cerevisiae* (20 g/hl) mayası ilave edilerek $18-20^\circ\text{C}$ 'de inkübatör içerisinde etil alkol fermentasyonuna bırakılmıştır. Etil alkol fermentasyonu için cam şişelere hava kilidi başlık takılmıştır. Etil alkol fermentasyonuna bırakılan şıralar Şekil 3.3'te verilmiştir.



Şekil 3.3 : Etil alkol fermentasyonuna bırakılan şıralar.

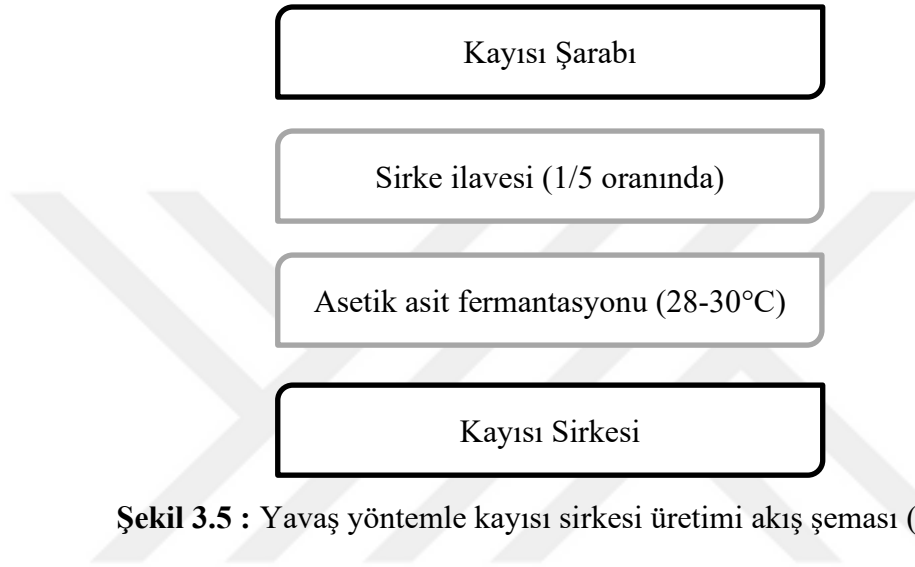
Etil alkol fermentasyonu süreci, belirli aralıklarla yoğunluk ve alkol ölçümü yapılarak takip edilmiştir. Şaraplarda tanen yardımıyla (2 gr/10L) durultma işlemi yapılmıştır. Kayısı şarabı üretimi akış şeması Şekil 3.4'te verilmiştir.



Şekil 3.4 : Kayısı şarabı üretimi akış şeması (Filiz, 2005).

Elde edilen şarapların alkol yüzdesi yüksek olduğu için %10 alkol seviyesine ayarlanıp taze kayısı da kuru kayısı da ikişer deneme ile yavaş yöntemde sirkeye işlenmiştir.

Asetik asit fermentasyonu için 1/5 oranında sirke eklenerek 28-30°C'ye ayarlanmış bir ortamda asetik asit fermentasyonu başlatılmıştır. Asetik asit fermentasyonunun ilerlemesi, belirli aralıklarla alınan örneklerde toplam asitlik, alkol analizleri yapılarak takip edilmiştir. TS 1880 EN 13188-2003 sirke standardına göre; kalıntı alkol miktarı, şarap sirkesi dışındaki sirkelerde hacim olarak %0.5'ten fazla olmamalıdır. Fermentasyon sonucu elde edilen sirke, bez torbalarla süzüldü ve cam şişelere konduktan sonra, analizleri yapılincaya kadar +4°C'de tutulmuştur. Yavaş yöntemle kayısı sirkesi üretimi akış şeması Şekil 3.5'te verilmiştir.



Şekil 3.5 : Yavaş yöntemle kayısı sirkesi üretimi akış şeması (Ünal, 2007).

3.3 Genel Analizler

Kayısıdan elde edilen pulp, şarap ve bu şaraplardan elde edilen sirkelerde yapılan analizler aşağıda verilmiştir.

3.3.1 Pulpta yapılan analizler

Pulplarda; toplam asitlik, pH, kül, suda çözünür kuru madde, yoğunluk tayinleri yapılmıştır.

3.3.1.1 Suda çözünür kuru madde tayini

Suda çözünür kuru madde, "Mettler Toledo Densito 30PX" marka cihaz ile ölçülmüştür.

3.3.1.2 Yoğunluk tayini

Yoğunluk analizleri de "Mettler Toledo Densito 30PX" marka cihaz ile ölçülmüştür.

3.3.2 Şarapta yapılan analizler

Şarapta toplam asitlik, pH, kuru madde, uçar asit, yoğunluk, alkol, kül ve toplam fenolik madde analizleri yapılmıştır.

3.3.2.1 Toplam asit tayini

Şaraplarda toplam asit tayini için öncelikle şarabın karbondioksidi uzaklaştırılmalıdır. Ardından fenolftalein indikatörü damlatılır, N/10'luk NaOH ile sabit bir pembe renk elde edene kadar titrasyon yapmak suretiyle tespit edilmiştir. Sonuçlar sitrik asit cinsinden g/L olarak bulunmuştur (Anonim, 1990). Titrasyon yapılışı Şekil 3.6'da verilmiştir.



Şekil 3.6 : Titrasyon asitliği analizi.

3.3.2.2 pH tayini

pH analizi, doğrudan cam elektrodlu bir pH-metre vasıtasıyla yapılmıştır (Anonim, 1990). pH ölçümlerinde "HANNA HI2002-02 Edge" marka pH-metreden yararlanılmıştır (Şekil 3.7).



Şekil 3.7 : pH-metre ile pH ölçümü.

3.3.2.3 Kuru madde tayini

Kuru madde tayininde, AOAC analiz yöntemi kullanılmıştır (AOAC, 1980). Örneklerden 5 gr alınarak daraları kaydedilen kurutma kaplarında tartılmıştır. Kurutma, $102^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'ye ayarlanmış ve etüvde (Şimşek Labortechnik ST-120) kurutulmuştur (Şekil 3.8). Kurutma sonrası desikatörde soğutulan kaplar, hassas terazide tartılır ve aşağıda verilen formül (3.1) yardımıyla % kuru madde miktarı hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Kuru madde} = [(M_1 - M_K) / M_0] \times 100 \quad (3.1)$$

M_0 = Örneğin başlangıçtaki ağırlığı (g)

M_1 = Örneğin kurutma sonrasındaki ağırlığı (g)

M_K = Kurutma kabının ağırlığı (g)



Şekil 3.8 : Kurutmada kullanılan etüv.

3.3.2.4 Kül tayini

Kül miktarı AOAC (1990)'da belirtildiği gibi tayin edilmiştir. Kül analizi için porselen krozel etüv içerisinde sabit tartıma gelecek şekilde kurutulmuştur ve sonrasında desikatörde soğutularak tara alma işlemi yapılmıştır. Krozelere konulan örnekler 550°C'deki kül fırınında (Carbolite Gero, United Kingdom) (Şekil 3.9) yakılmıştır. Kül fırınından alınan krozelere desikatörde sabit tartıma gelene kadar soğutulmuş ve tartımı yapılmıştır. Sonuçlar aşağıdaki formül (3.2) yardımıyla % olarak belirlenmiştir.

$$\% \text{ Kül miktarı} = \frac{M_3 - M_1}{M_2 - M_1} \times 100 \quad (3.2)$$

M₁: Porselen krozenin ağırlığı (gr)

M₂: Yakma işlemi öncesi kroze+örnek

M₃: Yakma işlemi sonrası kroze+örnek



Şekil 3.9 : Kül fırını.

3.3.2.5 Uçar asit tayini

Uçar asit tayini, buharlı damıtma metoduyla yapılmış ve elde edilen sonuçlar g/L olarak bulunmuştur (Anonim, 1990).

3.3.2.6 Alkol tayini

Alkol tayini, vinometre yardımıyla bulunmuştur.

3.3.3 Sirkede yapılan analizler

Sirkede; pulp ve şarap analizlerine ek olarak; aroma maddeleri tayini, duyu analizi, toplam antioksidan kapasite ve renk tayini yapılmıştır.

3.3.3.1 Toplam asit tayini

10 ml alınan sirke örnekleri, pH 8.1 olana dek 0.1 N NaOH ile titrasyon yapılmıştır. Titrasyon analizi sonuçları aşağıda verilen formül (3.3) yardımıyla hesaplanmış ve asetik asit (%) olarak hesaplanmıştır (AOAC, 1992).

$$\text{Titrasyon asitliği} = \frac{V.f.E}{M} \times 100 \quad (3.3)$$

V: Harcanan 0.1 N NaOH miktarı (ml)

f: NaOH çözeltisinin faktörü

E: 1 ml 0.1 N NaOH çözeltisinin eşdeğeri asit miktarı

M: Titre edilen örneğin gerçek miktarı (ml)

3.3.3.2 Antioksidan aktivite tayini

Antioksidan aktivite analizi 2,2'-Azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS^{•+}) Trolox eşdeğeri antioksidan kapasitesi yöntemi ve 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH[•]) radikal söndürücü kapasite yöntemi ile yapılmıştır.

ABTS^{•+} yöntemi

2.45 mM potasyum persülfat ile 10 mL'lik 7 mM ABTS^{•+} çözeltisi elde edilmiştir. Çözelti, karanlık ortamda 16 saat boyunca tutulmuş ve sonrasında etil alkol ile 734 nm dalga boyundaki absorbansı 0.700±0.02 olacak şekilde ayarlama yapılmıştır. Sirke örneklerinden 100 µL alınmış ve absorbansı 0.700'e ayarlanan ABTS^{•+} çözeltisinden 2.4 mL örneklerin üzerine eklenmiştir. 10 dk karanlıkta bekletilmiş ardından etanole karşı spektrofotometrede 734 nm'deki değerleri okunmuştur. Farklı konsantrasyonlarda (1-80 ppm) Trolox çözeltileri hazırlanıp kalibrasyon eğrisi elde edilmiştir. Sonuçlar mg Trolox Eşdeğeri/L örnek (mg TE/L) cinsinden verilmiştir (Xu ve diğ., 2010).

DPPH* yöntemi

100 mL metanol ile 2.5 mg DPPH* reaktifini karıştırarak DPPH* çözeltisi elde edilmiştir. Örneklerden 100 µL alınıp üzerine 4.9 mL DPPH çözeltisi ilave edilip ardından vorteksle karıştırılıp 45 dk karanlık ortamda bekletilmiştir. Örneklerin spektrofotometrede metanole karşı 517 nm’de okumaları yapılmıştır. Farklı konsantrasyonlara sahip trolox çözeltileri hazırlanıp kalibrasyon eğrisi çizilerek sonuçlar mg TE/L olarak verilmiştir (Lucena ve diğ, 2010).

3.3.3.3 Toplam fenolik madde miktarı tayini

Toplam fenolik bileşikler tayini İncili ve diğ. (2021)’de açıklanan Folin-Ciocalteu yönteminde bazı değişiklikler yapılarak uygulanmıştır. 400 µL sirke örneği, 400 µL Folin-Ciocalteu reaktifi (1:1 oranda saf su ile seyreltilmiş) ile karıştırılıp sonrasında 400 µL %2 Na₂CO₃ ilave edildi. Elde edilen karışım, oda sıcaklığında 2 saat bekledi. Ardından gallik asit standardı ile kıyaslanarak spektrofotometre cihazında (Shimadzu UV-1800, Japonya) 760 nm dalga boyunda okuma yapıldı. Farklı konsantrasyonlarda gallik asit çözeltileri hazırlanarak gallik asit eğrisi çizilmiştir ve bulunan sonuçlar mg Gallik Asit Eşdeğeri/L örnek (mg GAE/L) olarak verilmiştir.

3.3.3.4 Renk analizi

Renk analizinde elektronik göstergeye sahip Konica Minalto CR-10 (Japonya) renk ölçüm cihazı kullanılmıştır. Petri kabına konulan sirke örnekleri, düz bir zemine konularak L* (parlaklık), a* (kırmızılık), b* (sarılık) değerlerinin okuması her bir örnek için 5-6 paralel şeklinde yapılp sonuçlar ortalama olarak verilmiştir.

3.3.3.5 Aroma maddeleri tayini

Sirkelerde bulunan aroma maddeleri tayini için katı faz mikro ekstraksiyon (SPME) yönteminden faydalanılmıştır. Bunun için sirke örneklerinden, 15 mL’lik SPME viallerine 1 mL alınmıştır. Ekstraksiyonda 2 cm (Divinylbenzene-Carboxen-Polydimethylsiloxane (DVB-CAR-PDMS) 50/30 µm coating thickness; Supelco, Bellefonte, PA, ABD) fiber kullanılmıştır. Isıtıcının üzerine yerleştirilen vialler 70 °C’de 30 dk bekletilip ardından fiber vialle daldırılarak aroma bileşenlerinin fibere geçmesini sağlamak maksadıyla tekrar 30 dk beklenmiştir. Taşıyıcı gaz olarak helyum gazı kullanılmıştır. Helyumun akış hızı 1 mL/dk olacak biçimde ayar yapılmıştır. Uçucu bileşikler DB-Wax kapiler kolon (60 m × 0.25 mm × 0.25 µm; J&W Scientific, Folsom, CA, ABD)’dan ayrıştırılmıştır. Örneklerin uçucu aroma

bileşiklerinin tanımlanması amacıyla, Shimadzu GC-2010 gaz kromatografisi sistemi (Kyoto, Japonya) ve bu sisteme bağlı Shimadzu QP-2010 kütle spektrometresi sistemi (Kyoto, Japonya) kullanılmıştır. Aroma maddelerinin belirlenmesinde Wiley, National 35 Institute of Standards and Technology (NIST) kütüphaneleri ve her bir pikin alıkonma süreleriyle hidrokarbon standardının alıkonma süreleri kullanılarak hesap yapılan alıkonma indeksi (retention index, RI) değerleri referans alınmıştır. Sonuçlar, pik alanlarının toplam pik alanına oranı ile elde edilen yüzde miktarları olarak belirtilmiştir (Işık ve diğ, 2023).

3.3.3.6 Duyusal analiz

Sirke örnekleri; renk, görünüş, koku, tat ve genel beğeni kriterleri üzerinden 9 kişiden oluşan bir panelist grubu (gönüllülük esas alınarak seçilmiş) ile duyusal analize tabi tutulmuştur. Panelistler sirkeleri, 9 puanlı hedonik skala üzerinden; “9: çok fazla beğendim, 8: çok beğendim, 7: orta derecede beğendim, 6: az beğendim, 5: ne beğendim ne beğenmedim, 4: biraz beğenmedim, 3: orta derecede beğenmedim, 2: çok beğenmedim, 1: hiç beğenmedim” şeklinde değerlendirmiştir (Bailey Shaw ve diğ. 2012).

Değerlendirmede kullanılmak üzere 2 kayısı sirkesi (taze kayısı sirkesi ve kuru kayısı sirkesi) ve kontrol olarak da yerel marketten alınmış ticari üzüm sirkesi olmak üzere toplamda 3 örnek panelistlere sunulmuştur. Örnekler panelistlere, şeffaf plastik bardakların içerisinde servis edilmiştir ve beraberinde tadımlar arasında damağın ve ağızın temizlenmesi için içme suyu servis edilmiştir.

3.3.3.7 İstatistiksek analiz

Verilerin analizinde SPSS paket programı (IBM SPSS Statistics 26.0) kullanılmıştır. Kimyasal analizlerde elde edilen sonuçlar, T testi ile değerlendirilmiştir. Duyusal analizde elde edilen sonuçlar varyans analizine (one-way ANOVA) tabi tutulmuş, gruplar arası farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testine göre $p < 0.05$ önem düzeyinde test edilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1 Kayısı Pulplarının Bileşimi

Hacıhaliloğlu çeşidi taze ve kuru kayısılarından elde edilen pulpların bileşimi Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1 : Kayısı pulplarının genel bileşimi.

Analizler	Taze Kayısı Pulpu	Kuru Kayısı Pulpu	Önem Düzeyi
pH	4.37±0.00	4.77±0.01	**
Toplam asitlik ^x (g/L)	5.66±0.16	2.37±0.06	*
Suda çözünen kuru madde (%)	19.85±0.00	10.61±0.005	*
Yoğunluk (g/cm ³ , 20°C)	1.0797±0.00	1.0401±0.00	**
Kül (g/L)	7.52±0.015	3.41±0.01	*

*: p<0.05, **: p<0.01 seviyesinde önemli. ^x: sitrik asit cinsinden

Elde edilen pulplarda pH değerleri; taze kayısı pulpunda 4.37, kuru kayısı pulpunda ise 4.77 olarak tespit edilmiştir. İstatistiksel açıdan taze ve kuru kayısı pulplarının pH değerlerinin önemli düzeyde farklı olduğu belirlenmiştir (p<0.01). Coşkun (2017)’un, farklı lokasyonlardan temin ettiği kayısılarından elde ettiği pulpların pH değerleri 3.60-4.50 olarak belirlenmiştir. Filiz (2005)’in Hacıhaliloğlu, Hasanbey ve Kabaası kayısı çeşitleriyle kayısı şarabı üzerine yaptığı çalışmada, elde ettiği pulplarda pH değerleri sırasıyla 4.9, 5.1, 4.7 olarak belirlenmiştir. Nalçacı ve diğ. (2016) yaptığı çalışmada taze kayısı pulpunun pH değerinin 4.1 olduğu, gün kurusu kayısı pulpunun pH değerinin 4.5 olduğu belirtilmiştir. Akın (2006) yaptığı çalışmada 11 çeşit taze kayısı örneğinin pH değerlerinin 3.83-5.62 arasında değiştiğini belirtmiştir. Sakarlı (2009) Tokaloğlu kayısılarından şarap üretimi üzerine yaptığı çalışmada, kayısı pulpunun pH değerinin 3.9 olduğunu belirtmiştir. Sonuç olarak elde edilen pulplarda pH değerlerine bakıldığında literatürle uyumlu olduğu belirlenmiştir.

Elde edilen pulplarda sitrik asit cinsinden toplam asitlik (g/L) değerleri; taze kayısı pulpunda 5.66, kuru kayısı pulpunda 2.37 olarak tespit edilmiştir. İstatistiksel açıdan taze ve kuru kayısı pulpları toplam asitlik değerlerinin önemli düzeyde farklı olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Coşkun (2017) tarafından yapılan çalışmada, kayısı pulplarında toplam asitlik miktarının sitrik asit cinsinden 1.52-1.78 g/L olduğu bildirilmiştir. Filiz (2005)'in yaptığı çalışmada, elde edilen pulplarda toplam asitlik miktarları sitrik asit cinsinden Hacıhaliloğlu'nda 4.05 g/L, Hasanbey kayısı çeşidinde 3.56 g/L ve Kabaaşı çeşidinde 4.67 g/L olarak belirlenmiştir. Sakarlı (2009) yaptığı çalışmasında kayısı pulpu toplam asitliğinin 10.72 g/L (sitrik asit) olduğunu belirtmiştir. Sonuç olarak elde edilen pulplarda toplam asitlik değerlerine bakıldığında literatürle uyumlu olduğu belirlenmiştir.

Elde edilen pulplarda suda çözünen kuru madde (%) değerleri; taze kayısı pulpunda 19.85, kuru kayısı pulpunda 10.61 olarak tespit edilmiştir. İstatistiksel açıdan taze ve kuru kayısı pulpları suda çözünen kuru madde değerlerinin önemli düzeyde farklı olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Coşkun (2017) tarafından yapılan çalışmada, pulpların suda çözünen kuru madde miktarı, %11.20-17 olarak belirlenmiştir. Filiz (2005)'in yaptığı çalışmada, elde edilen pulplarda çözünmüş kuru madde miktarları Hacıhaliloğlu'nda %18.9, Hasanbey kayısı çeşidinde %14.6 ve Kabaaşı çeşidinde %17.7 olarak belirlenmiştir. Nalçacı ve diğ. (2016) yaptığı çalışmada taze kayısı pulpunda %20-22 olduğu, gün kurusu kayısı pulpunda ise %20-22 olduğu belirtilmiştir. Akın (2006)'ın yaptığı çalışmada kayısı örneklerinin suda çözünen kuru madde miktarlarının %11.83-25.81 arasında olduğu belirtilmiştir. Sakarlı (2009)'nın yaptığı çalışmada kayısı pulpunun suda çözünen kuru madde miktarının %16 olduğu belirtilmiştir. Sonuç olarak elde edilen pulplarda suda çözünen kuru madde değerlerine bakıldığında taze kayısı pulpu literatür ile uyumluyken kuru kayısı pulpunda suda çözünen kuru madde miktarı düşük kalmıştır.

Elde edilen pulplarda yoğunluk (g/cm^3) değerleri; taze kayısı pulpunda 1.0797, kuru kayısı pulpunda 1.0401 olarak tespit edilmiştir. İstatistiksel açıdan taze ve kuru kayısı pulpları yoğunluk değerlerinin önemli düzeyde farklı olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$). Filiz (2005)'in yaptığı çalışmada, elde edilen pulplarda yoğunluk miktarları Hacıhaliloğlu'nda 1.1066 g/cm^3 , Hasanbey kayısı çeşidinde 1.0820 g/cm^3 ve Kabaaşı çeşidinde 1.1008 g/cm^3 olarak belirlenmiştir. Nalçacı ve diğ. (2016) yaptığı çalışmada taze kayısı pulpunun yoğunluk değerinin 1.02 g/cm^3 olduğu, gün kurusu kayısı pulpunda ise 1.100 g/cm^3 olduğu belirtilmiştir. Sonuç olarak elde edilen pulplarda yoğunluk değerlerine bakıldığında literatürle uyumlu olduğu görülmektedir.

Elde edilen pulplarda kül (g/L) değerleri; taze kayısı pulpunda 7.52 g/L, kuru kayısı pulpunda ise 3.41 g/L olarak belirlenmiştir. İstatistiksel açıdan taze ve kuru kayısı pulpları kül değerlerinin önemli düzeyde farklı olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Filiz (2005)'in yaptığı çalışmada, elde edilen pulplarda kül miktarları Hacıhaliloğlu'nda 8.92 g/L, Hasanbey kayısı çeşidinde 6.96 g/L ve Kabaası çeşidinde 9.01 g/L olarak belirlenmiştir. Akın (2006) yaptığı çalışmada taze kayısı çeşitlerinin kül miktarlarının %0.50-0.89 arasında olduğunu belirtmiştir. Sakarlı (2009) yaptığı çalışmada kayısı pulpunun kül miktarının 4.74 g/L olduğu belirtilmiştir. Sonuç olarak elde edilen pulplarda kül değerlerine bakıldığında taze kayısı pulpunun literatürle uyumlu olduğu, kuru kayısı pulpunun ise literatürün bir miktar altında kaldığı görülmektedir.

4.2 Kayısı Şaraplarının Bileşimi

Hacıhaliloğlu çeşidi taze ve kuru kayısılarından elde edilen şaraplarda yapılan analizler, Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2 : Kayısı şaraplarının genel bileşimi.

Analizler	Taze Kayısı Şarabı	Kuru Kayısı Şarabı	Önem Düzeyi
pH	4.03±0.00	3.98±0.03	**
Toplam asitlik ^x (g/L)	10.73±0.08	8.8±0.06	**
Yoğunluk (g/cm ³ , 20°C)	1.0115±0.0005	1.000±0.00	**
Alkol (% hacim, 20°C)	10.2±0.00	10.15±0.01	**
Kül (g/L)	3.75±0.025	2.17±0.02	**
Kuru madde (g/L)	50.33±0.02	26.13±0.025	*
Uçar asit ^z (g/L)	0.024±0.0	0.02±0.00	**

*: $p<0.05$, **: $p<0.01$ seviyesinde önemlidir. ^x: tartarik asit cinsinden, ^y: gallik asit cinsinden, ^z: asetik asit cinsinden.

Elde edilen şaraplarda pH değerleri; taze kayısıda 4.03, kuru kayısıda 3.98 olarak tespit edilmiştir. İstatistiksel açıdan taze ve kuru kayısı şarapları pH değerlerinin önemli düzeyde farklı olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$). Filiz (2005) tarafından Hacıhaliloğlu, Hasanbey ve Kabaası kayısı çeşitleriyle kayısı şarabı üzerine yapılan çalışmada, elde edilen şaraplarda pH miktarları Hacıhaliloğlu'nda 4.16, Hasanbey kayısı çeşidinde 4.17 ve Kabaası çeşidinde 4.13 olarak belirlenmiştir. Nalçacı ve diğ. (2016) yaptığı çalışmada taze kayısı şarabının pH değerinin 4.14 olduğu, gün kurusu kayısı şarabının 4.1 pH değerinin olduğu belirtilmiştir. Wu ve diğ. (2025) üç çeşit kayısıdan elde ettikleri şarapların pH değerleri sırasıyla 3,5, 3,4 ve 3,7 olduğu belirtilmiştir. Sonuç olarak elde edilen şaraplarda pH değerlerine bakıldığında literatür değerleriyle uyumlu olduğu görülmektedir.

Elde edilen şaraplarda tartarik asit cinsinden toplam asitlik (g/L) değerleri; taze kayısıda 10.73, kuru kayısıda 8.80 olarak tespit edilmiştir. İstatistiksel açıdan taze ve kuru kayısı şarapları toplam asitlik değerlerinin önemli düzeyde farklı olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$). Filiz (2005) tarafından yapılan çalışmada, elde edilen şaraplarda toplam asitlik miktarları (sitrik asit cinsinden) Hacıhaliloğlu'nda 6.31 g/L, Hasanbey kayısı çeşidinde 5.92 g/L ve Kabaası çeşidinde 6.44 g/L olarak belirlenmiştir (tartarik asit cinsinden ise yine sırasıyla 7.4 g/L, 6.94 g/L ve 7.55 g/L'dir). TKG (2009)'nde şarabın toplam asitliğinin, tartarik asit cinsinden en az 3.5 g/L olması gerektiği belirtilmiştir. Nalçacı ve diğ. (2016) yaptığı çalışmada taze kayısı şarabının toplam asitliğinin 4.15 g/L olduğu, gün kurusu kayısı şarabının toplam asitliğinin 4.1 g/L olduğu belirtilmiştir.

Elde edilen şaraplarda yoğunluk (g/cm^3) değerleri; taze kayısıda 1.0115, kuru kayısıda 1.000 olarak tespit edilmiştir. İstatistiksel açıdan taze ve kuru kayısı şarapları yoğunluk değerlerinin önemli düzeyde farklı olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$). Filiz (2005) tarafından yapılan çalışmada, elde edilen şaraplarda yoğunluk miktarları Hacıhaliloğlu'nda 1.0242 g/cm^3 , Hasanbey kayısı çeşidinde 1.0136 g/cm^3 ve Kabaası 1.0138 g/cm^3 çeşidinde olarak belirlenmiştir. Nalçacı ve diğ. (2016) yaptığı çalışmada taze kayısı şarabının yoğunluk değerinin 1.01 g/cm^3 olduğu, gün kurusu kayısı şarabında ise 1.021 g/cm^3 olduğu belirtilmiştir. Sonuç olarak elde edilen şaraplarda yoğunluk değerlerine bakıldığında taze kayısı şarabının literatürle uyumlu olduğu görülmektedir, yalnız kuru kayısıdan elde edilen şarabın yoğunluğu bir miktar düşük kalmıştır.

Elde edilen şaraplarda alkol % (h/h) değerleri; taze kayısıda 10.2, kuru kayısıda 10.15 olarak tespit edilmiştir. İstatistiksel açıdan taze ve kuru kayısı şarapları alkol değerlerinin önemli düzeyde farklı olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$). Filiz (2005) tarafından yapılan

çalışmada, elde edilen şaraplarda alkol miktarları Hacıhaliloğlu'nda %8.67, Hasanbey kayısı çeşidinde %9.98 ve Kabaası çeşidinde %9.98 olarak belirlenmiştir. TKG (2009)'nde şarabın hacmen gerçek alkol miktarının en az %9 olması gerektiği belirtilmiştir. Nalçacı ve diğ. (2016) yaptığı çalışmada taze kayısı şarabının alkol değerinin %4.8 olduğu, gün kurusu kayısı şarabında ise %8.6 olduğu belirtilmiştir. Wu ve diğ. (2025)'nin yaptığı çalışmada elde ettikleri şarapların alkollerı sırasıyla %9,03, %8,55 ve %9,55'tir. Sonuç olarak elde edilen şaraplarda alkol değerlerine bakıldığında literatüre yakın ancak literatürdeki değerlerden yüksek olduğu görülmektedir.

Elde edilen şaraplarda kül (g/L) değerleri; taze kayısıda 3.75, kuru kayısıda 2.17 olarak tespit edilmiştir. İstatistiksel açıdan taze ve kuru kayısı şarapları kül değerlerinin önemli düzeyde farklı olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$). Filiz (2005) tarafından yapılan çalışmada, elde edilen şaraplarda kül miktarları Hacıhaliloğlu'nda 7.4 g/L, Hasanbey kayısı çeşidinde 5.52 g/L ve Kabaası çeşidinde 6.29 g/L olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak elde edilen şaraplarda kül değerlerine bakıldığında literatür değerlerinden düşük olduğu görülmektedir.

Elde edilen şaraplarda kuru madde (g/L) değerleri; taze kayısıda 50.33, kuru kayısıda 26.13 olarak tespit edilmiştir. İstatistiksel açıdan taze ve kuru kayısı şarapları kuru madde değerlerinin önemli düzeyde farklı olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Filiz (2005)'in yaptığı çalışmada, elde edilen şaraplarda kuru madde miktarları Hacıhaliloğlu'nda 68.24 g/L, Hasanbey kayısı çeşidinde 46.1 g/L ve Kabaası çeşidinde 46.42 g/L olarak belirlenmiştir. Nalçacı ve diğ. (2016) yaptığı çalışmada taze kayısı şarabının kuru madde değerinin 41.03 g/L olduğu, gün kurusu kayısı şarabında ise 48.1 g/L olduğu belirtilmiştir. Sonuç olarak elde edilen şaraplarda kuru madde değerlerine bakıldığında; taze kayısı şarabının kuru madde miktarının literatürle uyumlu olduğu, kuru kayısı şarabının kuru madde miktarının ise literatür değerlerinden düşük olduğu görülmektedir.

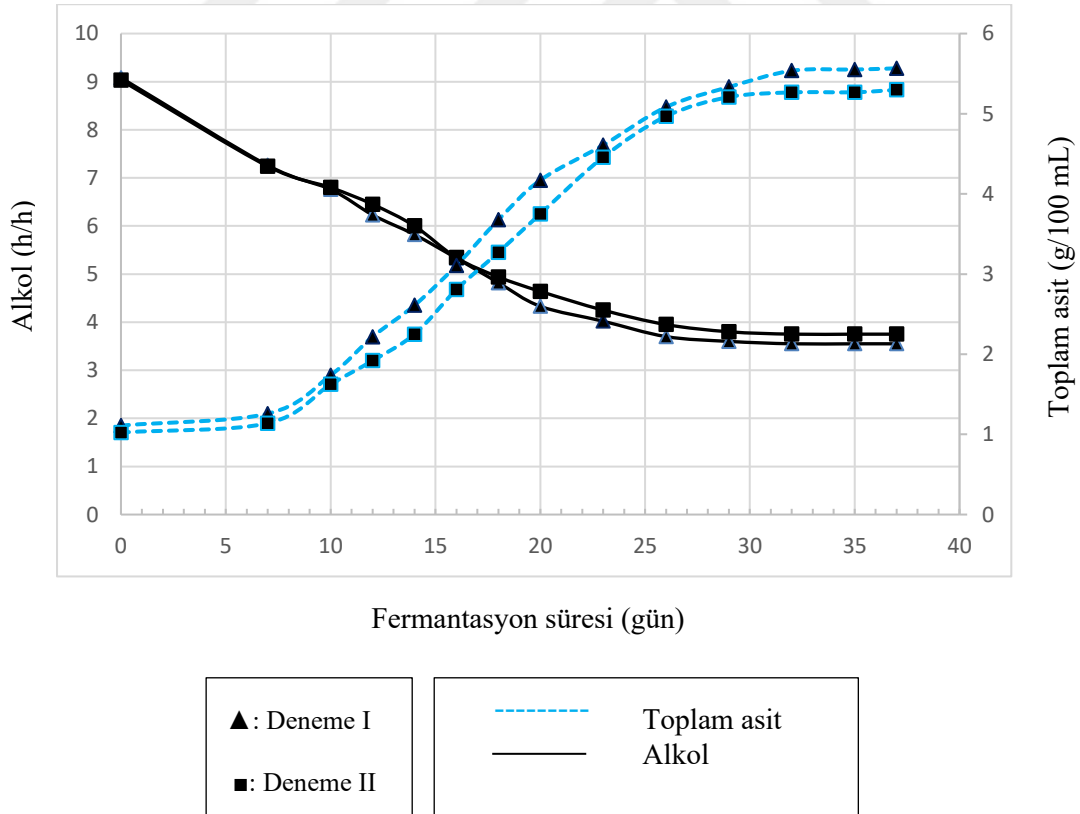
Elde edilen şaraplarda asetik asit cinsinden uçar asit (g/L) değerleri; taze kayısıda 0.024 g/L, kuru kayısıda 0.02 g/L olarak tespit edilmiştir. İstatistiksel açıdan taze ve kuru kayısı şarapları uçar asit değerlerinin önemli düzeyde farklı olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$). Filiz (2005) tarafından yapılan çalışmada, elde edilen şaraplarda uçar asit miktarları Hacıhaliloğlu'nda 0.88 g/L, Hasanbey kayısı çeşidinde 0.62 g/L ve Kabaası çeşidinde 0.80 g/L olarak belirlenmiştir. Ünal (2007) Dimrit üzümlerinden elde ettiği şarapta uçar asidin 0.34 g/L olduğunu belirtmiştir. Sonuç olarak elde edilen şaraplarda uçar asit değerlerine bakıldığında literatür değerlerinden çok düşük olduğu görülmektedir.

4.3 Kayısı Sirkelerinde Asetik Asit Fermantasyonunun İlerleyişi

Malatya kayısılarından elde edilen şaraplarda asetik asit fermantasyonunun ilerleyişi, toplam asitlik ve alkol analizleriyle takip edilmiştir.

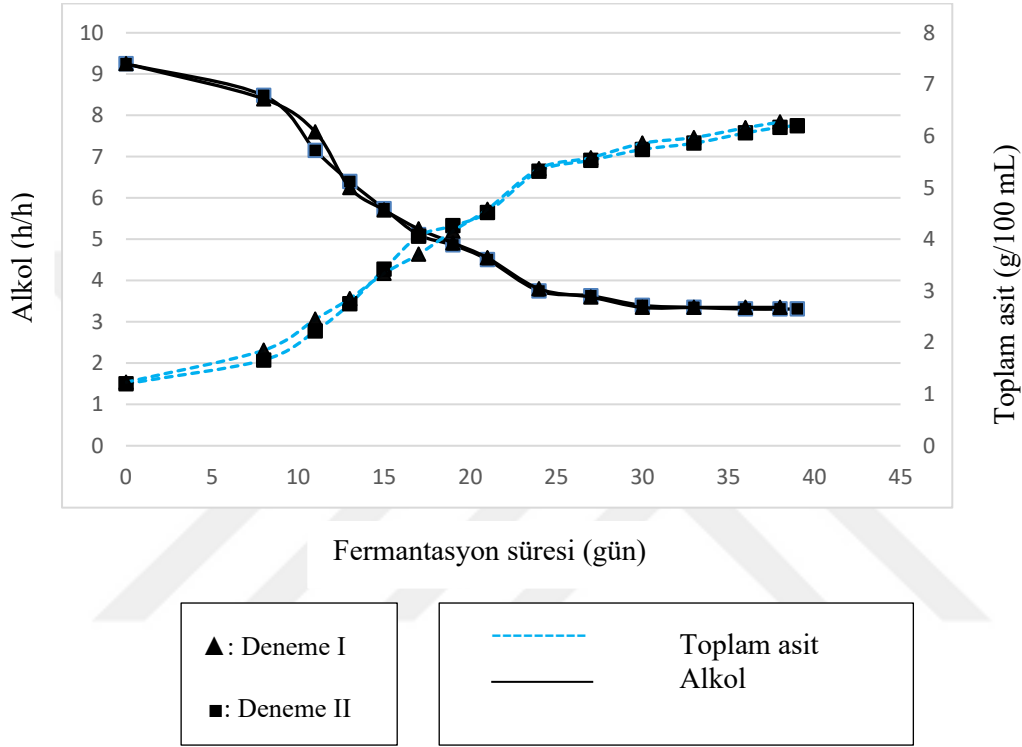
Asetik asit fermantasyonunda; taze kayısı örneğinin fermantasyonunun 6. gününde, kuru kayısının ise 8. gününde zar oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu zar oluşumundan birkaç gün sonra, aralıklarla örneklerden alınıp fermantasyonun gidişatı izlenmiştir. Bu aşamada alkol miktarı azalırken toplam asitlik yükselmiştir. Asitlik ilk günden itibaren yavaş da olsa artış göstermiştir.

Kuru kayısı sirkelerinde (KKS) fermantasyonun belirli bir aşamasından sonra alkolde değişim gözlenmediği için fermantasyona son verilmiştir ve I. denemenin fermantasyonu 32 gün II. denemenin fermantasyonu ise 36 gün sürmüştür (Şekil 4.1). Ancak sirkelerin alkolleri, olması gereken seviyelerin üzerinde kalmıştır. Fermantasyon sonunda kuru kayısı örneklerindeki toplam asitlik miktarları I. ve II. denemelerde sırasıyla 5.57 g/100 mL ve 5.3 g/100 mL olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.1 : KKS'nin fermantasyondaki alkol ve toplam asit miktarı değişimi.

Taze kayısı sirkesi (TKS) denemelerinde de kuru kayısı sirkelerinde olduğu gibi fermentasyonun belirli bir aşamasından sonra alkolde değişim gözlenmediği için fermentasyona son verilmiştir. I. denemenin fermentasyonu 38 gün, II. denemenin fermentasyonu ise 36 gün sürmüştür (Şekil 4.2). Fermentasyon sonunda taze kayısı örneklerindeki toplam asitlik miktarları I. ve II. denemelerde sırasıyla 6.19 g/100 mL ve 6.29 g/100 mL olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.2 : TKS'nin fermentasyondaki alkol ve toplam asit miktarı değişimi.

4.4 Kayısı Sirkelerinin Bileşimi

Hacıhaliloğlu çeşidi taze ve kuru kayısılarından elde edilen sirkelerde yapılan analizler Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Elde edilen sirkelerde pH değerleri; taze kayısı sirkesinde 3.31, kuru kayısı sirkesinde 3.11 olarak tespit edilmiştir. İstatistiksel açıdan taze ve kuru kayısı sirkeleri pH değerlerinin önemli düzeyde farklı olduğu belirlenmiştir ($p < 0.01$). Gerbi ve diğ. (1998) yaptığı çalışmada, 65 farklı sirke örneğinde pH değerlerinin 2.36-3.0 arasında olduğu belirtilmiştir. Silva ve diğ. (2024)'nin değerlendirilmemiş meyvelerden işlenen sirkenin kalitesi ve biyolojik özellikleriyle ilgili yaptığı çalışmada, kayısı sirkesinin pH'ı 3.22 olarak

belirtilmiştir. Bakir ve diğ. (2017) yaptığı çalışmada, kayısı sirkesindeki pH değeri 3.6 olarak belirtilmiştir. Sengun ve diğ. (2020) çeşitli hammaddelerden ürettiği meyve sirkeleri çalışmasında kayısı sirkesinin pH değerinin 3.33 olduğunu belirtmiştir. Nalçacı ve diğ. (2016)'nin çalışmasında taze kayısıdan yavaş yöntemle elde ettikleri sirkede pH değerinin 3.01 olduğu, gün kurusu kayısıdan yavaş yöntemle elde ettikleri sirkenin de pH değerinin 2.6 olduğu belirtilmiştir. Ozturk ve diğ. (2015), çeşitli illerden toplanan geleneksel ev yapımı Türk sirkeleriyle ilgili yaptıkları çalışmada sirkelerin pH değerlerinin 2.63 ile 3.90 arasında değiştiğini belirtmiştir. Sonuç olarak elde edilen sirkelerde pH değerlerine bakıldığında literatür ile genel olarak uyumluluk göstermektedir.

Çizelge 4.3 : Kayısı sirkelerinin genel bileşimi.

Analizler	Taze Kayısı Sirkesi	Kuru Kayısı Sirkesi	Önem Düzeyi
pH	3.31±0.005	3.11±0.03	**
Toplam asitlik^x (%)	6.24±0.05	5.43±0.13	**
Toplam fenolik madde miktarı^y (mg GAE/L)	114.81±0.43	70.72±2.57	**
Brix	11.62±0.09	6.74±0.26	**
Yoğunluk (g/cm³) (20°C)	1.048±0.00	1.027±0.001	**
Alkol (% hacim, 20°C)	%3.33±0.03	%3.65 ±0.1	**
Uçar asit^x (g/L)	12±0.00	8±0.00	**
Kül (g/L)	7.62±0.365	3.77±0.035	*
Kuru madde (g/L)	82.33±0.67	40.02±2.32	*

*: p<0.05, **: p<0.01 seviyesinde önemlidir. ^x: asetik asit cinsinden, ^y: gallik asit cinsinden

Elde edilen sirkelerde asetik asit cinsinden toplam asitlik (%) değerleri; taze kayısı sirkesinde 6.24, kuru kayısı sirkesinde 5.43 olarak tespit edilmiştir. İstatistiksel açıdan taze ve kuru kayısı sirkeleri toplam asitlik değerlerinin önemli düzeyde farklı olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$). TS 1880 sirke standardına göre sirkenin içerdiği toplam asit (suda serbest asetik asit cinsinden) miktarı, 1000 mL’de 50 g’dan az olmamalıdır. Silva ve diğ. (2024)’nin yaptığı çalışmada kayısı sirkesinin toplam asitliği %7.33 olarak belirlenmiştir. Bakir ve diğ. (2017) yaptığı çalışmada, kayısı sirkesindeki toplam asitlik değeri %1.7 olarak belirtilmiştir. Sengun ve diğ. (2020) çalışmasında kayısı sirkesinin toplam asitlik değerinin 4.27 g/100 mL olduğunu belirtmiştir. Nalçacı ve diğ. (2016) yaptığı çalışmada taze kayısı sirkesinde toplam asitliğin %4.4, kuru kayısı sirkesinde ise %7.1 olduğu belirtilmiştir. Ozturk ve diğ. (2015), yaptıkları çalışmada geleneksel ev yapımı sirkelerin toplam asitlik değerlerinin % 0.32 ile 7.20 arasında değiştiği belirtilmiştir. Sonuç olarak elde edilen sirkelerde toplam asitlik değerlerine bakıldığında literatür değerleri ile uyum göstermektedir.

Elde edilen sirkelerde toplam fenolik madde miktarı değerleri (mg GAE/L); taze kayısı sirkesinde 114.81, kuru kayısı sirkesinde 70.71 olarak tespit edilmiştir. İstatistiksel açıdan taze ve kuru kayısı sirkeleri toplam fenolik değerlerinin önemli düzeyde farklı olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$). Silva ve diğ. (2024)’nin yaptığı çalışmada kayısı sirkesindeki toplam fenolik bileşik değeri, 15.5 mg GAE/100 mL olarak belirtilmiştir. Bakir ve diğ. (2017) yaptığı çalışmada, kayısı sirkesindeki toplam fenolik bileşik değeri, 26 mg GAE/100 mL olarak belirtilmiştir. Sengun ve diğ. (2020) çalışmasında kayısı sirkesinde toplam fenolik içeriğin 100.5 mg GAE/L olduğu belirtilmiştir. Ozturk ve diğ. (2015), yaptıkları çalışmada geleneksel ev yapımı sirkelerin toplam fenolik madde içeriğinin 40.44 mg GAE/L ile 2228.29 mg GAE/L arasında değiştiği belirtilmiştir. Sonuç olarak elde edilen sirkelerde toplam fenolik madde miktarı değerlerine bakıldığında; değerler literatürle uyumludur, kuru kayısı sirkesinin toplam fenolik madde miktarı taze kayısı sirkesinden düşük kalmıştır.

Elde edilen sirkelerde briks değerleri; taze kayısı sirkesinde 11.62, kuru kayısı sirkesinde 6.74 olarak tespit edilmiştir. İstatistiksel açıdan taze ve kuru kayısı sirkeleri briks değerlerinin önemli düzeyde farklı olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$). Sengun ve diğ. (2020) çalışmasında kayısı sirkesinde briks değerinin 2 olduğu belirtilmiştir. Silva ve diğ. (2024)’nin yaptığı çalışmada kayısı sirkesinin °brix değerinin 5.13 olduğu belirtilmiştir. Nalçacı ve diğ. (2016) yaptığı çalışmada taze kayısı sirkesinde briksin 3.7 olduğu, kuru kayısı sirkesinde briksin 2.9 olduğu belirtilmiştir. Ozturk ve diğ. (2015), yaptıkları çalışmada farklı çeşitlerde hammaddelerden elde edilen sirkelerin brix değerlerinin 1.02 ile 20.80 gibi

geniş bir aralıkta olduğunu belirtmiştir. Sonuç olarak elde ettiğimiz sirkelerde briks değerlerine baktığımızda literatür ile uyumlu olduğu görülmektedir.

Elde edilen sirkelerde yoğunluk (g/cm^3) değerleri; taze kayısı sirkesinde 1.048, kuru kayısı sirkesinde 1.027 olarak tespit edilmiştir. İstatistiksel açıdan taze ve kuru kayısı sirkeleri yoğunluk değerlerinin önemli düzeyde farklı olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$). Nalçacı ve diğ. (2016) yaptığı çalışmada taze kayısı sirkesinde yoğunluğun 1.013 g/cm^3 olduğu, kuru kayısı sirkesinde ise 1.0056 g/cm^3 olduğu belirtilmiştir. Ünal (2007) Dimrit üzümünden yaptığı sirkede, sirkenin yoğunluğunun ortalama 1.013 g/cm^3 olduğunu belirtmiştir. Çağlar ve diğ. (2020) geleneksel yöntemle üretilen kaktüs meyvesi sirkesinin yoğunluk değerinin 1.023 g/cm^3 olduğunu belirtmiştir. Tomar ve diğ. (2020b) tarafından farklı yaban mersini türlerinden geleneksel yöntemlerle üretilen sirkelerde yoğunluk miktarlarının $1.014\text{-}1.039 \text{ g/cm}^3$ arasında değiştiği belirtilmiştir. Sonuç olarak elde edilen sirkelerde yoğunluk değerlerine bakıldığında taze kayısı sirkesinin yoğunluğu literatür değerlerinden yüksek, kuru kayısı sirkesinin yoğunluğu ise literatürle uyumludur.

Elde edilen sirkelerde alkol % (h/h) değerleri; taze kayısı sirkesinde 3.33, kuru kayısı sirkesinde 3.65 olarak tespit edilmiştir. İstatistiksel açıdan taze ve kuru kayısı sirkeleri alkol değerlerinin önemli düzeyde farklı olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$). TS 1880 EN 13188-2003 sirke standardına göre; kalıntı alkol miktarı, şarap sirkesi dışındaki sirkelerde hacim olarak %0.5'ten fazla olmamalıdır. Sonuç olarak elde edilen sirkelerde alkol değerlerine bakıldığında standartta belirtilen ve maksimum olması gereken değerden yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Elde edilen sirkelerde asetik asit cinsinden uçar asit (g/L) değerleri; taze kayısıda 12 g/L , kuru kayısıda 8 g/L olarak tespit edilmiştir. İstatistiksel açıdan taze ve kuru kayısı sirkeleri uçar asit değerlerinin önemli düzeyde farklı olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$). Ünal (2007) Dimrit üzümünden yaptığı sirke çalışmasında, sirkenin uçar asit miktarının 49.96 ile 54.94 g/L arasında değiştiğini belirtmiştir. Yılmaz (2021), yedi çeşit geleneksel karayemiş sirkesi, üzüm ve elma sirkesi üretimi yapmış olup asetik asit cinsinden uçar asitliğin 5.73-18.17 g/L arasında değiştiğini belirtmiştir. Sonuç olarak elde edilen sirkelerde uçar asit değerlerine bakıldığında literatürle uyumludur.

Elde edilen sirkelerde kül (g/L) değerleri; taze kayısıda 7.62, kuru kayısıda 3.77 olarak tespit edilmiştir. İstatistiksel açıdan taze ve kuru kayısı sirkeleri kül değerlerinin önemli düzeyde farklı olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Ünal (2007) Dimrit üzümünden

yaptığı sirke çalışmasında, sirkenin kül miktarının 1.74-1.71 g/L arasında olduğunu belirtmiştir. Tomar ve diğ. (2020b) tarafından farklı yaban mersini türlerinden geleneksel yöntemlerle üretilen sirkelerde kül miktarlarının 1.7-4.5 g/L arasında değiştiği belirtilmiştir. Karataş (2022) yaptığı çalışmasında kırmızı pancar sirkelerindeki kül değerlerinin %0.1 ve % 0.47 olduğunu belirtmiştir. Satıcı (2021), yaptığı çalışmada Trabzon hurmasından elde ettiği sirkede kül değerinin %0.17-0.18 arasında olduğunu belirtmiştir. Sonuç olarak elde edilen sirkelerde kül değerlerine bakıldığında taze kayısı sirkesinin kül miktarı literatür değerlerinden yüksek, kuru kayısı sirkesinin kül miktarı ise literatürle uyumludur.

Elde edilen sirkelerde kuru madde (g/L) değerleri; taze kayısıda 82.33, kuru kayısıda 40.02 olarak tespit edilmiştir. İstatistiksel açıdan taze ve kuru kayısı sirkeleri kuru madde değerlerinin önemli düzeyde farklı olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Ünal (2007) Dimrit üzümünden yaptığı sirke çalışmasında, sirkenin kuru madde miktarının 12.51-12.60 g/L arasında olduğunu belirtmiştir. Yılmaz (2021) karayemiş sirke örneklerinin toplam kuru madde miktarını 60.53-143.91 g/L arasında tespit etmiştir. Tomar ve diğ. (2020b) tarafından farklı yaban mersini türlerinden geleneksel yöntemlerle üretilen sirkelerde kuru madde miktarlarının 21-48 g/L arasında değiştiği belirtilmiştir. Nalçacı ve diğ. (2016) yaptığı çalışmada taze kayısı sirkesinde kuru madde miktarının 11.28 g/L olduğu, kuru kayısı sirkesinde kuru madde miktarının 15.02 g/L olduğu belirtilmiştir. Karataş (2022) yaptığı çalışmasında kırmızı pancar sirkelerindeki % kuru madde miktarlarının 2.44 ve 2.10 olduğu belirtilmiştir. Satıcı (2021), yaptığı çalışmada Trabzon hurmasından elde ettiği sirkede % toplam kuru maddenin %1.40-2.06 arasında değiştiğini belirtmiştir. Sonuç olarak elde edilen sirkelerde kuru madde değerlerine bakıldığında taze kayısı sirkesinin kuru madde miktarı literatür değerlerinden yüksek, kuru kayısı sirkesinin kuru madde miktarı ise literatürle uyumludur.

4.4.1 Kayısı sirkelerinde antioksidan kapasite

Taze kayısı sirkeleri ve kuru kayısı sirkelerinde ABTS ve DPPH analizlerinde elde edilen sonuçlar Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Elde edilen sirkelerde ABTS ve DPPH yöntemleri kullanılarak toplam antioksidan kapasite bakılmıştır. Elde edilen sirkelerde ABTS (mg Trolox/L) değerleri; taze kayısı sirkesinde 38.07 mg Trolox/L, kuru kayısı sirkesinde ise 68.62 mg Trolox/L olarak tespit edilmiştir. İstatistiksel açıdan taze ve kuru kayısı sirkeleri ABTS değerlerinin önemli düzeyde farklı olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$). DPPH (mg Trolox/L) değerleri ise; taze kayısı

sirkesinde 583.20 mg Trolox/L, kuru kayısı sirkesinde 560.03 mg Trolox/L olarak tespit edilmiştir. İstatistiksel açıdan taze ve kuru kayısı sirkeleri DPPH değerlerinin önemli düzeyde farklı olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$).

Çizelge 4.4 : Sirke örneklerinin antioksidan kapasiteleri.

	Taze Kayısı	Kuru Kayısı	Önem Düzeyi
ABTS (mg Trolox/L)	38.07±0.12	68.62±0.44	*
DPPH (mg Trolox/L)	583.20±7.6	560.03±1.03	*

*: $p<0.01$ seviyesinde önemlidir.

Silva ve diğ. (2024)'nin yaptığı çalışmada, kayısı sirkesinde DPPH yöntemi kullanılarak belirlenen toplam antioksidan kapasite 34.1 µg TE/100 mL olarak belirtilmiştir. Bakir ve diğ. (2017) yaptığı çalışmada, kayısı sirkesinde DPPH yöntemi kullanılarak belirlenen toplam antioksidan kapasite 34 mg Trolox/100 mL iken ABTS ile belirlenen toplam antioksidan kapasite 37 mg Trolox/100 mL olarak belirtilmiştir. Türker ve Bayram (2025) farklı ticari meyve sirkeleriyle yaptığı çalışmada kayısı sirkelerinde ABTS ile belirlenen toplam antioksidan kapasitenin 93.27 ve 170.09 mg TE/L olduğunu, DPPH yönteminde ise 24.65 ve 50.90 mg TE/L olduğunu belirtmişlerdir. Sonuç olarak elde edilen sirkelerde antioksidan kapasite değerlerine bakıldığında ABTS yöntemiyle elde edilen bulgular literatür değerlerinin altında kalmıştır, DPPH yöntemi ile elde edilen bulgular ise literatür ile uyumludur.

4.4.2 Kayısı sirkelerinde renk analizi

Elde edilen sirkelerde L^* , a^* , b^* değerleri sırasıyla taze kayısı sirkesinde 36.8, -4.85, 8.49 olarak, kuru kayısı sirkesinde ise 39.26, -4.96, 6.93 olarak tespit edilmiştir. İstatistiksel açıdan taze ve kuru kayısı sirkeleri L^* değerlerinin önemli düzeyde farklı olduğu ($p<0.01$), a^* değerlerinin önemli düzeyde farklı olduğu ($p<0.01$), b^* değerlerinin önemli düzeyde farklı olduğu ($p<0.01$) belirlenmiştir.

Silva ve diğ. (2024)'ün çalışmasında, kayısı sirkesinde bulunan L^* değeri 30.38, a^* ve b^* değerlerinin sırasıyla -0.029 ve 2.610 olarak bulunduğu belirtilmiştir. Sengun ve diğ.

(2020) çalışmasında kayısı sirkesinde renk özellikleri L^* , a^* , b^* değerleri sırasıyla 3.11-8.17, -1.50-0.60, 0.82-3.47 aralığında olduğu belirtilmiştir. Ozturk ve diğ. (2015) yaptığı çalışmada; parlaklığı ifade eden L^* değerlerinin 0.28 ile 20.15 arasında değiştiğini, a^* ve b^* değerlerinin ise yine değişkenlik gösterdiği ve bunun da sirkelerin renk özelliklerinin birbirinden bayağı farklı olduğunu ifade ettiğini belirtmiştir. Kılıç (2017), yapılan çalışmalarda; sirkeler için önemli bir kalite kriteri olan renk özelliklerinin önemli değişiklikler gösterdiğini belirtmiş ve bu değişikliklerin de sirke yapımında kullanılan hammaddeye ve üretim basamaklarına bağlı olduğunu eklemiştir.

Sirke örneklerine ait L^* , a^* , b^* renk değerleri Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.5 : Sirke örneklerinin renk değerleri.

	L^*	a^*	b^*	Önem Düzeyi
Taze Kayısı Sirkesi	36.08±5.22	-4.85±0.65	8.49±0.07	*
Kuru Kayısı Sirkesi	39.26±3.46	-4.96±0.04	6.93±0.35	*

*: $p < 0.01$ seviyesinde önemlidir.

4.4.3 Sirkelerdeki aroma maddeleri

Kayısı sirkelerinde toplam 46 aroma bileşeni tanımlanmıştır.

Kayısı sirkelerinde en yüksek oranda bulunan aroma bileşeni bilindiği üzere sirke asidi olan asetik asittir. Asetik asit, sirkenin aromasından ve keskin kokusundan sorumludur. Kuru kayısı sirkesinde asetik asit oranı %61.58, taze kayısı sirkesinde ise %72.78 olarak tespit edilmiştir.

Kuru kayısı sirkesinde, asetik asitten sonra en fazla orana sahip diğer aroma bileşenlerinin bazıları %6.09 ile Linalol, %4.13 ile Asetoin, %3.62 ile Fenetil alkol, %1.75 ile α -Terpinil propiyonat şeklindedir. Taze kayısı sirkesinde, asetik asitten sonra en fazla orana sahip diğer aroma bileşenleri ise %4.06 ile α -Terpinil propiyonat, %4.05 ile Fenetil alkol, %3.65 ile Linalol, %3.20 ile Asetoin şeklindedir. Kayısı sirkelerinde tespit edilen aroma bileşenleri Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6 : Kayısı sirkelerinde tespit edilen aroma bileşenleri ve yüzdeleri.

Ret. Index	Aroma bileşenleri	Kuru kayısı sirkesindeki oranı(%)	Taze kayısı sirkesindeki oranı(%)
665	Propiolik asit	0.63±0.05	0.86±0.07
727	Metil asetat	0.12±0.008	Tespit edilemedi
767	2,3-Bütanedion	0.32±0.026	0.16±0.011
793	Etil asetat	1.60±0.11	Tespit edilemedi
891	Asetik asit	61.58±5.20	72.78±6.35
937	Asetoin	4.13±0.38	3.20±0.25
951	3-metil-1-bütanol	0.49±0.04	Tespit edilemedi
955	2-metil-1-bütanol	0.24±0.018	Tespit edilemedi
999	İzobütil asetat	0.21±0.015	Tespit edilemedi
1016	2-metil-propanoik asit	1.43±0.13	1.13±0.1
1018	2,3-Bütandiol	Tespit edilemedi	0.19±0.012
1121	İzoamil asetat	1.29±0.11	Tespit edilemedi
1124	2-Metilbütil asetat	0.17±0.01	Tespit edilemedi
1136	İzovalerik asit	Tespit edilemedi	0.96±0.08
1149	2-Metilbütanoik asit	1.43±0.013	0.75±0.068
1160	Metoksifenil-oksim	0.20±0.018	0.30±0.025
1230	Benzaldehit	0.48±0.042	0.25±0.02
1239	Bois de Rose oksit	0.16±0.011	0.12±0.009
1263	Dehidroksilinalol oksit	Tespit edilemedi	0.13±0.009
1269	2-Etil-2,4,5-trimetil-1,3-dioksalan	Tespit edilemedi	0.20±0.014
1277	Hekzanoik asit	1.71±0.12	0.86±0.08
1302	2-Etilhekzanol	0.38±0.033	0.22±0.019
1307	Limonen	0.24±0.02	0.15±0.01
1312	Sabinen hidrat	Tespit edilemedi	0.04±0.0032
1326	Beta-Osimen	0.10±0.008	0.08±0.007
1339	Etil 2-hidroksikaproat	0.28±0.02	0.13±0.009
1361	Linalol oksit (cis)	0.32±0.028	0.13±0.011

(Çizelge 4.6'nın devamı)

Ret. Index	Aroma bileşenleri	Kuru kayısı sirkesindeki oranı(%)	Taze kayısı sirkesindeki oranı(%)
1373	Pentilallil bütirat	Tespit edilemedi	0.02±0.001
1389	Linalol	6.09±0.55	3.65±0.31
1378	3,7,7-trimetil-Bisiklo[4.1.0]hept-2-ene	0.25±0.02	0.20±0.017
1411	Fenetil alkol	3.62±0.32	4.05±0.34
1477	Etil süksinat	0.69±0.06	0.38±0.03
1503	α -Terpinil propiyonat	1.75±0.12	4.06±0.36
1541	Nerol	0.34±0.03	0.30±0.025
1561	Etil benzenasetat	0.23±0.016	Tespit edilemedi
1569	trans-Geraniol	0.29±0.024	0.35±0.03
1576	Fenetil asetat	1.61±0.1	1.10±0.06
1589	Nonanoik asit	0.63±0.056	0.10±0.008
1613	vitispiran	0.47±0.042	0.31±0.026
1637	Theaspiran B	0.26±0.022	0.23±0.02
1701	1,1,6-Trimetil-1,2- dihidronaftalin	3.63±0.3	0.53±0.046
1716	2-Etil-3-hidroksiheksil 2-metilpropanoat	0.59±0.055	0.40±0.036
1772	Dihidrodehidro- β -iyonon	0.09±0.0087	0.39±0.037
1803	Dihidro- β -iyonol	1.54±0.14	1.22±0.1
1931	Nerolidol	0.15±0.01	0.07±0.0067
2309	Metil palmitat	0.26±0.022	0.03±0.0026

Aroma maddelerinin belirlenmesinde Wiley, National 35 Institute of Standards and Technology (NIST) kütüphaneleri ve her bir pikin alıkonma süreleriyle hidrokarbon standardının alıkonma süreleri kullanılarak hesap yapılan alıkonma indeksi (retention index, RI) değerleri referans alınmıştır.

Şen ve Cabaroğlu (2014) Hacıhaliloğlu kayısı çeşidinde yaptıkları aroma maddeleriyle ilgili çalışmalarında Hacıhaliloğlu kayısı çeşidinde dihydro-.beta.-ionol, Theaspirane B, Linalool, Nerol aroma maddelerini tanımladıklarını belirtmişlerdir. Aroma; genetik ve çeşit nitelikleri, iklim özellikleri, olgunlaşma süreci ile belirlenmektedir. Bunlara ek olarak hasat süreci, hasat sonrası, depolama ve işleme koşulları gibi etkenlerle de bağlantılıdır.

Çömlekçioğlu ve diğ. (2024) yaptığı çalışmada 4 kayısı çeşidinde (Pincot, Luna, Farbaly, Carmen) şeker ve aroma bileşenlerini belirlemiş ve bu kayısılarda Sabinen hidrat, trans-Geraniol, Nonanoik asit aroma bileşenlerini tespit ettiklerini belirtmişlerdir.

Gökbulut ve Karabulut (2012) Yaptıkları çalışmada, 15 kayısı çeşidinde tespit ettikleri uçucu bileşenler arasında Limonene, β -Ocymene, Metil asetat, Etil asetat, Benzaldehit tanımladıklarını belirtmişlerdir. Etil asetat, meyvemsi bir aromaya sahiptir ve

olgun meyvenin başlıca uçucu ürünü olduğu bulunmuştur. Tanımlanan terpenler arasında limonene'nin meyvemsi ve turuncğil özelliklerinden sorumlu olduğu bildirilmiştir.

Lo ve diğ, (2010) yaptıkları çalışmada, kayısı çeşitlerinde 3-metil-1-bütanol, 2-Etil-1-hekzanol tanımladıklarını belirtmişlerdir.

Zhang ve diğ, (2019) yaptıkları çalışmada Pekin pirinç sirkesinde Asetik asit, Hekzanoik asit, 2,3-Bütanedion tespit ettiklerini belirtmişlerdir.

Özdemir ve diğ, (2022) yaptıkları çalışmada Trabzon hurması sirkesinde Asetik asit, Etil asetat, Fenetil asetat, Fenetil alkol, İzovaleik asit tespit ettiklerini belirtmişlerdir. Fenetil alkol, meyvemsi, gül gibi bir kokuya sahiptir. Fenetil asetat; çiçeksi, gül benzeri bir aromaya sahiptir.

2-metilbutil asetat, olgun meyvelerde elma benzeri karakteristik aromaya katkıda bulunan maddeler olarak kabul edilir (Karabulut ve diğ, 2018).

4.4.4 Duyusal analiz

Taze kayısı sirkesi, kuru kayısı sirkesi ve ticari üzüm sirkesinin duyusal analiz sonuçları Çizelge 4.7'de verilmiştir. Duyusal değerlendirmede renk, görünüş, koku, keskinlik, tat sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ($p>0.05$), genel beğeni sonuçları arasında $p<0.05$ düzeyinde fark bulunmaktadır.

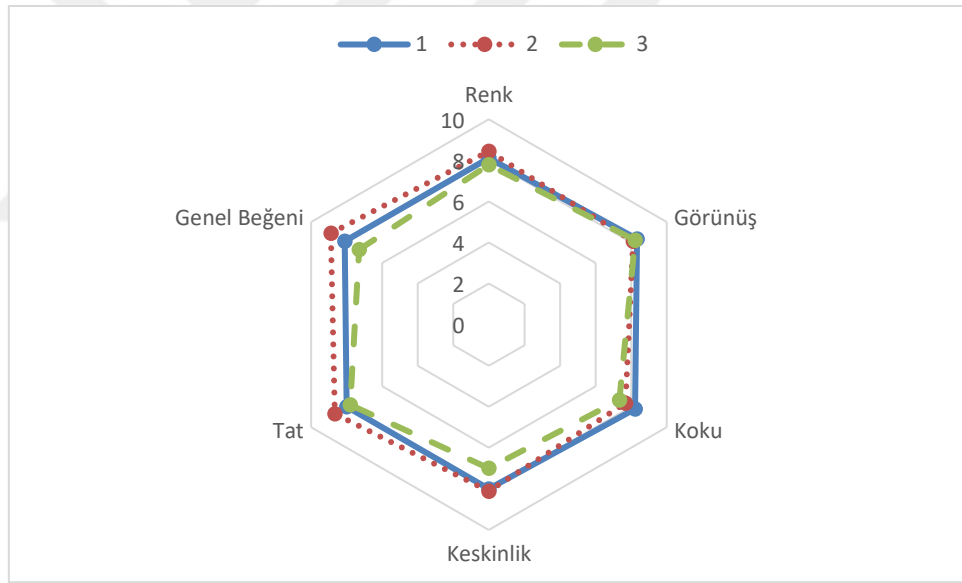
Çizelge 4.7 : Sirkelerin duyusal analiz sonuçları.

	Örnek Kodu			
Özellikler	1	2	3	Önem düzeyi
Renk	8.11±0,99 ^a	8.44±0,69 ^a	7.78±0,63 ^a	ö.d.
Görünüş	8.33±0,82 ^a	8.11±0,74 ^a	8.22±1,03 ^a	ö.d.
Koku	8.22±0,79 ^a	7.67±0,94 ^a	7.33±1,56 ^a	ö.d.
Keskinlik	8±0,82 ^a	8.11±0,87 ^a	7±1,41 ^a	ö.d.
Tat	8±0,94 ^a	8.67±0,67 ^a	7.8±0,99 ^a	ö.d.
Genel Beğeni	8.11±0,57 ^a	8.89±0,31 ^b	7.3±0,67 ^c	$p<0.05$

1: Taze kayısı sirkesi, 2: Kuru kayısı sirkesi, 3: Ticari üzüm sirkesi. Değerler ortalama ± standart sapma olarak ifade edilmiştir. Önemli farklılıklar Duncan testi ile $p<0.05$ güven aralığında belirlenmiştir. Aynı satırdaki farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır. 9 puanlı bir skala kullanılmıştır (1: çok düşük, 9: çok yüksek).

Duyusal analiz test sonuçları renk kriterine göre değerlendirildiğinde sonuçlar 7.78 ile 8.44 aralığında bulunmuş olup 8.44 ile rengi en fazla beğenilen örnek, kuru kayısı sirkesi olmuştur. Sirkeler görünüş kriterine göre kıyaslandığında sonuçlar 8.11 ile 8.33 aralığında bulunmuş olup en fazla beğenilen örnek, taze kayısı sirkesi olmuştur. Sirkeler koku kriterine göre kıyaslandığında sonuçlar 7.33 ile 8.22 aralığında bulunmuş olup en fazla beğenilen örnek, taze kayısı sirkesi olmuştur. Sirkeler keskinlik kriterine göre kıyaslandığında sonuçlar 7 ile 8.11 aralığında bulunmuş olup en fazla beğenilen örnek, kuru kayısı sirkesi olmuştur. Sirkeler tat kriterine göre kıyaslandığında sonuçlar 7.8 ile 8.67 aralığında bulunmuş olup en fazla beğenilen örnek, kuru kayısı sirkesi olmuştur. Sirkeler genel beğeni kriterine göre kıyaslandığında sonuçlar 7.3 ile 8.89 aralığında bulunmuş olup en fazla beğenilen örnek, kuru kayısı sirkesi olmuştur.

Taze kayısı sirkesi, kuru kayısı sirkesi ve ticari üzüm sirkesinin duysal analiz sonuçları radar grafiği Şekil 4.3'te verilmiştir.



Şekil 4.3 : Sirkelerin duysal analiz sonuçları radar grafiği.

5. SONUÇLAR

Son zamanlarda sağlık problemlerinin artış göstermesiyle birlikte insanlar doğal ürünlere yönelim göstermektedir. Bu doğal ürünlerden biri de fermente ürünlerden biri olan sirkedir. Sirke, yüzyıllardır hem yemeklere lezzet vermek amacıyla hem de sağlığa birçok faydası olması sebebiyle kullanılmaktadır ve günümüzde de kullanımı oldukça yaygınlaşmış durumdadır. Daha önce yapılan araştırmalara bakıldığında sirkenin, içerdiği organik asitler ve antioksidan bileşenler sayesinde sağlığa birçok faydası olduğu belirtilmiştir. Sirkenin biyoaktif özelliği, yapıldığı hammaddeye göre değişiklik göstermektedir.

Bu çalışmada; Malatya’da yetiştirilen Hacıhaliloğlu kayısı çeşidinin taze hali ve güneşte kurutulmuş hali, ayrı ayrı olacak şekilde önce şarap elde edilmiş ardından da yavaş yöntemle sirkeye işlenmiştir. Elde edilen sirkelerin fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri incelenmiş ve birbiriyle kıyaslanmıştır.

Elde edilen şarap bulgularına bakıldığında, taze kayısı şarabının; toplam asitlik, yoğunluk, kül, kuru madde bulgularının kuru kayısı şarabından yüksek olduğu ve literatürle daha uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Uçar asit miktarı her iki şarapta da literatüre göre düşük kalmıştır.

Elde edilen sirkelerin bulgularına bakıldığında; taze kayısıdan elde edilen sirke bulgularından pH, yoğunluk, toplam asitlik, briks, uçar asit, kül, toplam kuru madde, toplam fenolik miktarı, antioksidan kapasite (DPPH yöntemi) bulguları, kuru kayısıdan elde edilen sirke bulgularıyla kıyaslandığında daha yüksek ve pH, toplam asitlik, briks, toplam fenolik miktarı, antioksidan kapasitenin (DPPH) literatürle uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Kuru kayısıdan elde edilen sirke bulgularından ise pH, toplam asitlik, briks, yoğunluk, toplam fenolik miktarı, kuru madde, kül, antioksidan kapasitenin (DPPH) literatürle uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Uçar asit miktarı, her iki sirkede de literatür değerlerinin altında kalmıştır. Kalan alkol (% hacimce) ise taze kayısı sirkesinde %3.33 civarlarındayken kuru kayısı sirkesinde %3.65 civarındadır. TS 1880 EN 13188-2003 sirke standardına göre; kalıntı alkol miktarı, şarap sirkesi dışındaki sirkelerde hacim olarak %0.5’ten fazla olmamalıdır. Sonuç olarak elde edilen sirkelerde alkol değerlerine bakıldığında standartta belirtilen değerin üstünde olduğu tespit edilmiştir. Yani diğer bir deyişle fermantasyon tam olarak gerçekleşmemiştir.

Duyuşal analiz sonuçlarına göre; görünüş ve koku kriteri bakımından en çok beğenilen taze kayısı olmuşken, genel beğeni de dahil diğer kriterler bakımından en çok

beğenilen sirke kuru kayısı sirkesi olmuştur. Koku bakımından; taze kayısı sirkesi, kuru kayısı sirkesine göre daha çok beğenilmiştir ancak tat bakımından daha çok beğenilen kuru kayısı sirkesi olmuştur. Bunun nedeninin de taze kayısı sirkesinin asitliğinin daha yüksek olmasından kaynaklı, tat alımını zorlaştırmış olabileceği düşünülmektedir.

Aroma profili, sirkelerin tat ve koku algısını önemli ölçüde etkiler. Duyusal analiz sonucunda panelistlerin de yorumuyla destekleyecek olursak taze kayısı sirkesi, daha yüksek asetik asit oranıyla daha keskin ve asidik bir tada sahipken kuru kayısı sirkesi ise linalol gibi diğer bileşenleri kendi içerisinde daha yüksek oranda bulundurmasından dolayı zengin bir aroma profiline sahip olduğu düşünülmektedir.

Sonuç olarak; taze ve kuru kayısının her ikisinin de sirke üretiminde elverişli olduğu görülmüştür. Analizi yapan panelistlerin yorumları sonucunda duyusal bakımdan her iki sirkenin de beğenildiği, özellikle kuru kayısı sirkesinin bilhassa genel beğeni bakımından tercih edebilecekleri bir sirke çeşidi olduğu belirtilmiştir.

KAYNAKLAR

- Akın, E.B.** (2006). Coğrafi işaret olarak tescil edilmiş Malatya kayısının teknolojik özelliklerinin saptanması ve gıda güvenliği açısından araştırılması (Doktora Tezi). Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ali, S., Masud, T., Abbasi, K. S., Mahmood, T. & Hussain, A.** (2015). Apricot: Nutritional potentials and health benefits-A Review. *Food Sci. Technol*, 16(1), 175-189.
- Altunbağ, E. & Zencir, E.** (2018). Türk ve Akdeniz yemeklerinde sirke kullanımı (Use Of Vinegar In Turkish And Mediterranean Food). *Journal of Gastronomy*, 1(2), 45-54.
- 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 Standard for Vinegar, Codex Alimentarius Commission, Food and Agricultural Organization (FAO), World Health Organization (WHO), Rome.
- Anonim,** (2003). Sirke-Tarım Kökenli Sıvılardan Elde Edilen Ürün-Tarifler, Özellikler, İşaretleme, TS 1880 EN 13188, Türk Standartları Enstitüsü (TSE), Ankara. Erişim: 5 Aralık 2025, <https://www.scribd.com/document/348378873/TS-1880-EN-13188-2003>
Sirke#content=query:kuru,pageNum:2,indexOnPage:0,bestMatch:false
- Anonim,** (2016). Kayısı Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (KAEM), Hacıhaliloğlu kayısı çeşidi, 2016. Erişim: 26 Aralık 2025. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/kayisi/Belgeler/TescilliCesitler/Kayisi-1/HacihalilOglu.pdf>
- AOAC,** (1980). Official Methods of analysis of the association of official analytical chemist, XIIIth edition, 22, 13s.
- AOAC,** (1990). Official Methods of Analysis, 15th Ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- AOAC,** (1992). Association of Official Analytical Chemists, Official Methods of Analysis, 15th edition, AOAC, Washington DC.
- Aslantürk, B., Altuntas, E. & Ozturk, B.** (2022). Effects of Modified Atmosphere Packaging and Methyl Jasmonate Treatments on Fruit Quality and Bioactive Compounds of Apricot Fruit during Cold Storage. *Journal of Agricultural Sciences/Tarım Bilimleri Dergisi*, 28(1). <https://doi.org/10.15832/ankutbd.748453>
- 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.
- Aydın, S. & Gökışık, C. D.** (2019). Total phenolic and flavonoid contents and antioxidant capacity of home-made Isabella grape (*Vitis labrusca* L.) vinegar. *International Journal of Chemistry and Technology*, 3(1), 11-16. <http://dx.doi.org/10.32571/ijct.471953>

- Bailey-Shaw, Y. A., Salmon, C. N. A., Green, C. E., Hibbert, S. L., Smith, A. M. & Williams, L. A. D. (2012). Evaluation of the nutraceutical potential of *Rytidophyllum tomentosum* (L.) Mart.: HPTLC fingerprinting, elemental composition, phenolic content, and in vitro antioxidant activity. *Pharmaceutical Crops*, 3, 47-63.
- Bakir, S., Devecioglu, D., Kayacan, S., Toydemir, G., Karbancioglu-Guler, F. & Capanoglu, E. (2017). Investigating the antioxidant and antimicrobial activities of different vinegars. *European Food Research and Technology*, 243(12), 2083-2094.
- Bayram, M., Kaya, C., Yücel, E. E., Er, B., Gülmez, E. & Terzioğlu, E. (2018). Pirinç sirkesi ve çeşitli ticari sirkelerin bazı kalite özellikleri. *Akademik Gıda*, 16(3), 293-300. DOI: 10.24323/akademik-gida.475357
- Bozdemir, M., Kamer, D. D. A., Akgül, G. & Gümüş, T. (2021). Farklı hammaddelerden üretilen sirkelerin bazı fizikokimyasal ve fonksiyonel özellikleri, *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(1), 32-44.
- Budak, N. H., Aykin, E., Seydim, A. C., Greene, A. K. & Guzel-Seydim, Z. B. (2014). Functional properties of vinegar. *Journal of food science*, 79(5), 757-764.
- Büyükduman, E. (2021). Ev yapımı sirkelerden ve taze kayıslardan asetik asit bakterilerinin izolasyonu, moleküler identifikasyonu ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi (Yüksek lisans tezi). İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.
- Can, A. M. (2024). Sirke fermentasyonu uygulanan elma ve elma posasından elde edilen pektinlerin karakterizasyonu (Doktora tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Cemeroğlu, B. (1992). Meyve ve Sebze İşleme Endüstrisinde Temel Analiz Metotları. Biltav Yayınları, Üniversite Kitapları Serisi No: 02-2, Ankara, 381s.
- Chen, G. L., Zheng, F. J., Lin, B., Yang, Y. X., Fang, X. C., Verma, K. K. & Yang, L. F. (2023). Vinegar: A potential source of healthy and functional food with special reference to sugarcane vinegar, *Frontiers in nutrition*, 10, 1145862.
- Coşkun, A. L. (2017). Farklı üretim lokasyonlarından temin edilmiş kayısı meyvelerinden üretilen pulpların organik asit bileşimleri ile bazı fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi. *Journal of New Results in Engineering and Natural Sciences*, (7), 1-10.
- Coşkuner, G. (2023). Kuru kayısı diyet liflerinin kalın bağırsak mikroorganizmaları tarafından fermente edilebilirliklerinin in vitro şartlar altında belirlenmesi (Yüksek lisans tezi). Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.
- Çağlar, A., Akarca, G., Tomar, O. & Ekmekçi, E. (2020). Some physicochemical and sensory properties of cactus fruit (*Opuntia ficus-indica* L.) vinegar produced by traditional method. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (18), 952-957.
- Çavdaroglu, C. & Özen, B. (2021). Authentication Of Vinegars With Targeted And Non-Targeted Methods, *Food Reviews International*, 39(1), 41–58.

- Çetin, Z.** (2024). Sirkede penicillium expansum küfünün inaktivasyonu ve patulin degradasyonunda leuconostoc mesenteroides etkinliğinin incelenmesi (Yüksek lisans tezi). İstanbul Aydın Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.
- Çoban, E.** (2018). Hacıhaliloğlu ve Kabaası kayısı çeşitlerinde farklı olgunluk dönemleri, hasat ve kurutma şekillerinin gün kurusu kayısı kalitesine etkilerinin araştırılması (Yüksek lisans tezi). Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Malatya.
- Çömlekçioğlu, S., Kafkas, N. E., Mızrak, A. & İmrak, B.** (2024). Bazı Kayısı Çeşitlerinin Şeker ve Aroma İçeriklerinin Belirlenmesi. *Bahçe*, 53(Özel Sayı 1), 260-265.
- Dıraman, H., Karataş, D., Güner, S. & Ünsal, T. E.** (2023). Bir çeşni kaynağı olarak kırmızı pancar sirkesi: Üretimi ve özellikleri. *Helal ve Etik Araştırmalar Dergisi*, 5(1), 37-50.
- Dikilitaş Saçkesen, S. N., Karakaya, S., Durmaz, G., Gündüz, O., Şahingil, D. & Hayaloğlu, A. A.** (2025). Unveiling the Potential of EU PDO Registered Malatya Apricot (*Prunus armeniaca* L.): Compositional, Functional, Nutritional, and Economic Aspects. *ACS Food Science & Technology*, 5(3), 909-924.
- Etlık, R.** (2024). Nar sirkesine eklenen mikroenkapsüle *Saccharomyces boulardii* mayasının canlılığının belirlenmesi (Yüksek lisans tezi). Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aksaray.
- FAO**, (2025). FAOSTAT. Crops and livestock products. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Erişim: 26 Kasım 2025, <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
- Filiz, E.** (2005). Kayısı şarabı üretimi üzerine bir araştırma (Yüksek lisans tezi). Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Filiz, E. & Cabaroğlu, T.** (2016). Malatya yöresinde yetiştirilen önemli kayısı çeşitlerinin kayısı şarabı üretimine elverişlilik durumlarının belirlenmesi. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 31(1), 49-60.
- Gaş, E.** (2024). Kuşburnu sirkesi ve propolis ekstraktının gıda patojenleri üzerine antimikrobiyal etkisinin araştırılması ve sardalya (*Sardina Pilchardus*) balığında koruyuculuğunun incelenmesi (Doktora tezi). Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Gerbi, V., Zeppa, G., Beltramo, R., Carnacini, A. & Antonelli, A.** (1998). Characterisation of white vinegars of different sources with artificial neural networks. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 78(3), 417-422.
- Ge, Y., Wu, Y., Aihaiti, A., Wang, L., Wang, Y., Xing, J., ... & Hong, J.** (2025). The metabolic pathways of yeast and acetic acid bacteria during fruit vinegar fermentation and their influence on flavor development, *Microorganisms*, 13(3), 477.
- Gokbulut, I. & Karabulut, I.** (2012). SPME–GC–MS detection of volatile compounds in apricot varieties. *Food Chemistry*, 132(2), 1098-1102.

- González-García, E., Marina, M. L., García, M. C.** (2020). Apricot (Chapter 3). Department of Analytical Chemistry, Physical Chemistry and Chemical Engineering, Faculty of Science, Chemical Research Institute “Andre’s M. del Rí’o” (IQAR), University of Alcalá, Madrid, Spain.
- Hasdemir, M.** (2024). Ürün Raporu: Kayısı ürün raporu 2024, TEPGE (Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü), Ankara. TEPGE Yayın No:401. Erişim: 26 Aralık 2025, <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20Ürün%20Raporları/2024%20Ürün%20Raporları/Kayısı%20Ürün%20Raporu%202024-401%20TEPGE.pdf>
- Hasdemir, M.** (2025). Ürün Raporu: Kayısı Tarım Ürünleri Piyasaları Raporu Temmuz 2025. TEPGE (Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü), Ankara. Erişim: 26 Aralık 2025, <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20Tarım%20Ürünleri%20Piyasaları/2025-Temmuz%20Tarım%20Ürünleri%20Raporu/Kayısı%20Tarım%20Ürünleri%20Piyasaları%20Raporu%20Temmuz-2025.pdf>
- Hemke, J., Rasane, P., Kaur, S., Kumbhar, P. & Singh, J.** (2019). Vinegar: A traditional functional food, *Think India J*, 22, 581-629.
- Ho, C. W., Lazim, A. M., Fazry, S., Zaki, U. K. H. H. & Lim, S. J.** (2017). Varieties, production, composition and health benefits of vinegars: A review. *Food chemistry*, 221, 1621-1630.
- Hosseini, E., Tsegay, Z. T., Smaoui, S. & Varzakas, T.** (2025). Lactic acid bacteria in vinegar fermentation: Diversity, functionality and health benefits, *Foods*, 14(4), 698.
- Hussain, S. Z., Naseer, B., Qadri, T., Fatima, T. & Bhat, T. A.** (2021). Apricots (*Prunus armeniaca*)-Morphology, taxonomy, composition and health benefits. In *Fruits Grown in Highland Regions of the Himalayas: Nutritional and Health Benefits* (pp. 91-102). Cham: Springer International Publishing.
- Ibrahim, M. Z.** (2019). Geleneksel ve endüstriyel sirkelerin fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin belirlenmesi (Yüksek lisans tezi). Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Isık, S., Dagdemir, E., Tekin, A., & Hayaloglu, A. A.** (2023). Metabolite profiling of fermented milks as affected by adjunct cultures during long-term storage. *Food Bioscience*, 56, Article 103344.
- İlik, A.** (2019). Çeşitli kuruyemişlerden sirke benzeri fonksiyonel ürün üretimi ve bazı özellikleri (Yüksek lisans tezi). Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar.
- İnci, E. G.** (2019). Sirkede ota ve patulin ile bazı kalite parametrelerinin belirlenmesi (Yüksek lisans tezi). İstanbul Aydın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- İncili, G. K., Karatepe, P., Akgöl, M., Kaya, B., Kanmaz, H. & Hayaloğlu, A. A.** (2021). Characterization of *Pediococcus acidilactici* postbiotic and impact of postbiotic-fortified chitosan coating on the microbial and chemical quality of chicken breast fillets. *International journal of biological macromolecules*, 184, 429-437.
- Kadiroğlu, H.** (2024). Sirke üretiminde etkili olan mikroorganizmaların izolasyonu ve doğal probiyotik sirke üretiminde kullanılabilirliklerinin incelenmesi (Doktora Tezi). Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Kahraman, H. A., Tutun, H., Keyvan, E. & Balkan, B. M.** (2022). Bioactive components, antibacterial and antiradical properties of home-made apple and grape vinegar. *Veterinary Journal of Ankara University/Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 69(2), 139-148.
- Kan, K.** (2021). Karaman bölgesinde yetiştirilen bazı meyvelerden üretilen sirkelerin özelliklerinin araştırılması ve endüstriyel olarak üretilen sirkeler ile karşılaştırılması (Yüksek lisans tezi). Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Karaman.
- Kan, T. & Karaat, F. E.** (2019). Farklı rakımlarda yetiştirilen bazı kayısı çeşitleri ile zerdali meyvelerinde fenolik bileşiklerin incelenmesi. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 29(1), 88-93.
- Kandylis, P., Bekatorou, A., Dimitrellou, D., Plioni, I. & Giannopoulou, K.** (2021). Health promoting properties of cereal vinegars. *Foods*, 10(2), 344.
- Kara, M., Assouguem, A., kamaly, O. M. A., Benmessaoud, S., Imtara, H., Mechchate, H., ... & Bahhou, J.** (2021). The impact of apple variety and the production methods on the antibacterial activity of vinegar samples. *Molecules*, 26(18), 5437.
- Karaat, F. E. & Serçe, S.** (2019). Total phenolics, antioxidant capacities and pomological characteristics of 12 apricot cultivars grown in Turkey. *ADYUTAYAM Dergisi*, 7(1), 46-60.
- Karabulut, I., Gokbulut, I., Bilenler, T., Sislioglu, K., Ozdemir, I. S., Bahar, B., ... & Seyhan, F.** (2018). Effect of fruit maturity level on quality, sensory properties and volatile composition of two common apricot (*Prunus armeniaca* L.) varieties. *Journal of food science and technology*, 55(7), 2671-2678.
- Karakaya, H. & Yilmaztekin, M.** (2021). Elektrostatik ekstrüzyon tekniği ile kapsüllenmiş bazı aroma maddelerinde sıcaklığın depolama stabilitesi üzerine etkisi. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 11(3), 988-998.
- Karataş, D.** (2022). Kırmızı pancar (*Beta vulgaris* L.)’dan sirke üretimi ve kırmızı pancar sirkelerinin bazı fizikokimyasal ve duyuşal özellikleri (Yüksek lisans tezi). Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar.
- KAUGEM,** (2025). Kayısı ve Kayısı Ürünleri Geliştirme Uygulama ve Araştırma Merkezi, Kuru kayısı ihracatı aylık raporu 2025. Erişim: 2 Aralık 2025, <https://kaugem.ozal.edu.tr/contentFiles/1762229486181.Kuru%20Kayısı%202025%20Ekim%20Dış%20Ticaret%20Raporu.pdf>
- Kaynak, E.** (2025). Kayısının Türkiye ekonomisindeki yeri ve önemi (Yüksek lisans tezi). Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.

- Keloğlu, E.** (2020). Bazı sirke çeşitlerinin diyabet üzerine etkisi, antioksidan kapasitesi ve fenolik içeriği üzerine *in vitro* biyoyararlanım çalışmaları (Yüksek lisans tezi). Yeditepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kılıç, G.** (2017). Geleneksel yöntemlerle üretilen incir sirkesinin mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal özellikleri (Yüksek lisans tezi). Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Kim, S. H., Jeong, W. S., Kim, S. Y. & Yeo, S. H.** (2023). Quality and functional characterization of acetic acid bacteria isolated from farm-produced fruit vinegars, *Fermentation*, 9(5), 447.
- Koby, H. N.** (2018). Polen, propolis ve nohut ilavesiyle üretilen organik kestane balı sirkelerinin fiziksel, kimyasal ve biyoaktif bileşenlerinin tespiti (Yüksek lisans tezi). Gümüşhane Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gümüşhane.
- Koç, M. N.** (2023). Kayısı ve kayısı çekirdeği kullanarak sağlıklı atıştırmalık üretimi (Yüksek lisans tezi). Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çankırı.
- Koşar, M.** (2023). Malatya kayısı gamının fizikokimyasal ve yüzey aktif madde özelliklerinin araştırılması (Yüksek lisans tezi). İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- Koyuncu, G., Kilic, T.** (Ocak 2023) Organik elma sirkesinin toplam fenol madde miktarı, antioksidan kapasitesi ve antidiyabetik aktivitesi. 2. Uluslararası Paris Tarım ve Hayvancılık Kongresi. https://www.researchgate.net/publication/377211157_ORGANIK_ELMA_SIRKESININ_TOPLAM_FENOL_MADDE_MIKTARI_ANTIOKSIDAN_KAPASITESI_VE_ANTIDIYABETIK_AKTIVITESI
- Kutlu, G.** (2024). Mutfakta sıfır atık yaklaşımıyla sirke ve turşu üretimi üzerine bir derleme. *Gastro-World*, (4), 10-25.
- Lo Bianco, R., Farina, V., Indelicato, S. G., Filizzola, F. & Agozzino, P.** (2010). Fruit physical, chemical and aromatic attributes of early, intermediate and late apricot cultivars. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90(6), 1008-1019.
- Lucena, A.P.S., Nascimento, R.J.B., Maciel, J.A.C., Tavares, J.X., Barbosa-Filho, J.M. & Oliveira, E.J.** (2010). Antioxidant activity and phenolics content of selected Brazilian wines. *Journal of Food Composition and Analysis*, 23(1), 30-36.
- Luzón-Quintana, L. M., Castro, R. & Durán-Guerrero, E.** (2021). Biotechnological processes in fruit vinegar production. *Foods*, 10(5), 945.
- Marvie, I., Fithriyani, D., Wahyuningtyas, A., Talitha, Z. A., Rafifa, A. & Ardiansyah, R.** (2025). Effect of *Saccharomyces cerevisiae* concentration on chemical properties, antibacterial, and antioxidants activities of cascara vinegar. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1485, No. 1, p. 012011). IOP Publishing.
- Mutcu, S.** (2024). 'Perfect Red' ve 'Malatya' kayısı çeşitlerinde hasat öncesi oksalik asit uygulamasının meyve kalitesi ve antioksidan özellikleri üzerine etkisi (Yüksek lisans tezi). Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Isparta.

- Mutlu, M.** (2020). Malatya ilinde yetiştirilen bazı kayısı çeşitlerine ait çekirdek protein hidrolizatlarının biyoaktivitelerinin belirlenmesi (Yüksek lisans tezi). İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- Nalçacı S., Duran Z., Şahin Kovuk Ş., Saritepe Y. & Uğur Y.** (2016). Malatya yöresi endüstriyel kayısılarından sirke üretimi. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Projesi, PROJE NO: TAGEM/HSGYAD/15/A05/P03/92
- Oktay, B. A. & Özbaş, Z. Y.** (2020). Fermente gıdaların insan sağlığı üzerindeki etkileri. Gıda, 45(6), 1215-1226.
- Ough, C. S. & Amerine, M. A.** (1988). Methods for analysis of musts and wines, John Willey and Sons, New York, 377s.
- Ousaaïd, D., Imtara, H., Laaroussi, H., Lyoussi, B. & Elarabi, I.** (2021). An investigation of Moroccan vinegars: their physicochemical properties and antioxidant and antibacterial activities, Journal of Food Quality, 2021(1), 6618444.
- Ousaaïd, D., Mechchate, H., Laaroussi, H., Hano, C., Bakour, M., El Ghouizi, A., ... & El Arabi, I.** (2022). Fruits vinegar: Quality characteristics, phytochemistry, and functionality, Molecules, 27(1), 222.
- Ozturk, I., Caliskan, O., Tornuk, F., Ozcan, N., Yalcin, H., Baslar, M., Sagdic, O.** (2015). Antioxidant, antimicrobial, mineral, volatile, physicochemical and microbiological characteristics of traditional home-made Turkish vinegars. LWT-Food Science and Technology 63 (1), 144–151.
- Özbek, H. N., Elik, A., Işınay, B., Sever, M., Bulut, Ş. E., Yanık, D. K., ... & Göğüş, F.** (2021). Kombine kurutma sistemiyle kurutulan kayısıların renk parametreleri üzerine depolamanın etkisi. Akademik Gıda, 19(3), 257-266. <https://doi.org/10.24323/akademik-gida.1011216>
- Özdemir, N., Budak, N. H., Filiz, B. E. & Özer, E.** (2022). Occurrences and changes in aroma-associated volatile compound profiles and prominent bioactive compounds at different stages of persimmon vinegar production process. Journal of Food Processing and Preservation, 46(11), e17048.
- Öztürk, H. İ.** (2022). Kardinal Üzümlü, Napolyon Kirazı, Mürdüm Eriği, Kivi ve Şeftali meyvelerinden doğal fermentasyonla sirke üretim potansiyeli: fizikokimyasal ve duyuşal özellikler. Akademik Gıda, 20(1), 54-62.
- Öztürk, P.** (2016). Organik ev yapımı meyve sirkelerinde organik-inorganik koruyucular (benzoat ve sorbat) ve non-termal uygulamaların sirke kalitesi üzerine etkilerinin karşılaştırılması (Yüksek lisans tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- 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.
- Rahimova, S., Asadov, E. & Huseynova, A.** (2024). Comparative assessment of antioxidant activity in red apricot (*Prunus armeniaca* L.) and Fig fruits (*Ficus carica* L.) cultivated in Nakhchivan AR, Azerbaijan. International Journal of Secondary Metabolite, 11(4), 722-728. <https://doi.org/10.21448/ijsm.1416227>

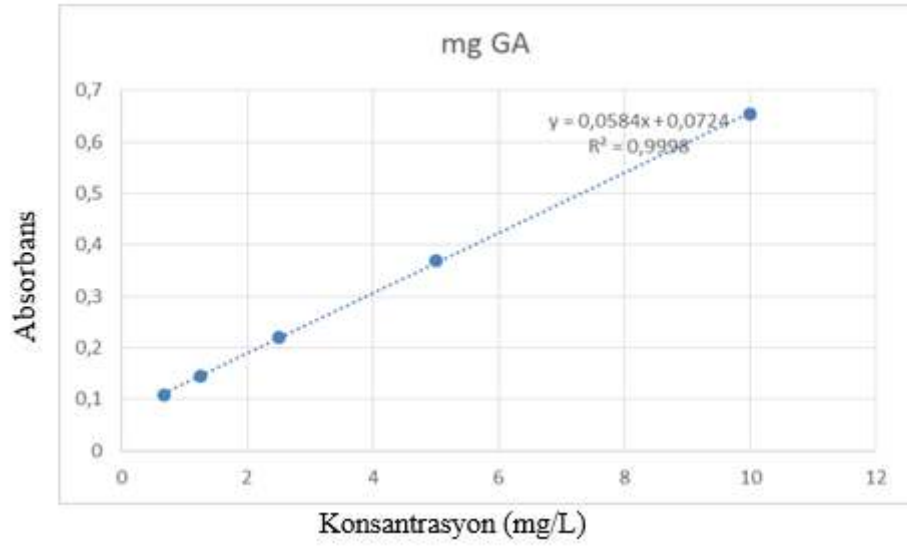
- Román-Camacho, J. J., García-García, I., Santos-Dueñas, I. M., García-Martínez, T. & Mauricio, J. C. (2023).** Latest trends in industrial vinegar production and the role of acetic acid bacteria: classification, metabolism, and applications—a comprehensive review. *Foods*, 12(19), 3705.
- Sakarlı, M. L. (2009).** Tokaloğlu kayısısından elde edilen şarapların aroma maddeleri üzerine bir araştırma (Yüksek lisans tezi). Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Saridas, M. A., Agcam, E. & Paydaş, S. (2023).** The nutritional composition of key apricot varieties cultivated in Türkiye with a focus on health-related compounds. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, 7(4), 934-939. <https://doi.org/10.31015/jaefs.2023.4.25>
- Satıcı, M. (2021).** Çeşitli hammaddelerden üretilen ev yapımı sirkelerin fizikokimyasal ve biyoaktif özelliklerinin belirlenmesi ile bazı gıda kaynaklı patojen mikroorganizmaların canlı kalma durumları üzerine etkilerinin tespiti (Yüksek lisans tezi). Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Giresun.
- Selimoğlu, F., Atak, Y. E., Akın, İ. & Ayhan, M. E. (2024).** Ev yapımı ve ticari sirke, pekmez ve şarabın sağlık açısından değerlendirilmesi. *Sustainable Welfare*, 2(2), 114-128.
- Semwal, P. C., Semwal, A., Bhatt, S. P., Parashar, T. & Jakhmola, V. (2023).** Apricot-a new source of chemically active constituents: a medicinal overview. *Biomedical and Pharmacology Journal*, 16(2), 1133-1142.
- Sengun, I. Y., Kilic, G. & Ozturk, B. (2020).** Screening physicochemical, microbiological and bioactive properties of fruit vinegars produced from various raw materials. *Food science and biotechnology*, 29(3), 401-408.
- Silva, V., Mehrpour, G., Soares, V., Santo, D., Nunes, P. & Quintas, C. (2024).** Quality and biological properties of vinegar processed from non-valorized fruits in Southern Portugal. *Future Foods*, 9, 100337.
- Solmaz, F. (2020).** Potansiyel bir tarih ve kültür turizmi merkezi örneği olarak Malatya. *Academic Knowledge*, 3(2), 110- 121.
- Süzen, M. K. (2021).** Sağlıklı yetişkinlerde elma sirkesinin postprandiyal glisemi üzerine etkisi (Yüksek lisans tezi). Trakya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Edirne.
- Şahin, S. & Aybek, A. (2020).** Farklı toprak işleme yöntemlerinin kayısı meyve özellikleri ve verimi üzerine etkileri. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 9(2), 256-267.
- Şen, K. & Cabaroğlu, T. (2014).** Malatya’da yetiştirilen Hacihaliloğlu kayısının glikozid yapılı bağlı aroma maddelerinin katı faz ekstraksiyon ve GC-MS-FID tekniğiyle belirlenmesi. *Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 31(2), 145-152.
- Şengün, İ. Y. & Kılıç, G. (2019).** Farklı sirke çeşitlerinin mikroflorası, biyoaktif bileşenleri ve sağlık üzerine etkileri. *Akademik Gıda*, 17(1), 89-101.

- Tanamool, V., Chantarangsee, M. & Soemphol, W. (2020).** Simultaneous vinegar fermentation from a pineapple by-product using the co-inoculation of yeast and thermotolerant acetic acid bacteria and their physiochemical properties. 3 Biotech, 10(3), 115.
- Tangüler, H., Mert, H., İlman, F., Yücel, B. & Gençtürk, S. (2021).** Elma atıklarından elma sirkesi üretimi üzerine bir araştırma, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 10(1), 132-139.
- Taşlıpınar, E. S. (2018).** Sirke üretim prosesinin bazı yabancı meyvelerin biyoaktif özelliklerine etkisi (Yüksek lisans tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Tekin, S. (2014).** Elma ve üzüm sirkelerinin ağır metal içeriklerinin ICP-MS (İndüktif Eşleşmiş Plazma-Kütle Spektrometresi) ile belirlenmesi (Yüksek lisans tezi). Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Terakye, E. (2019).** Elma sirkesinden yapılan içeceklerin fizikokimyasal ve duyuşal özelliklerin araştırılması (Yüksek lisans tezi), Bursa Uludağ Üniversitesi, FEN Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- TGK (Türk Gıda Kodeksi), (2009).** Türk Gıda Kodeksi Şarap Tebliği. 4 Şubat 2009, Resmi Gazete: 04.02.2009 - 27131, TEBLİĞ NO: 2008/67.
- Tomar, O., Akarca, G. & Çağlar, A. (2020a).** Physicochemical, microbiological and sensory properties of red beet vinegar, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 26(7), 1234-1238.
- Tomar, O., Akarca, G. & İstek, Ö. (2020b).** Farklı yabancı mersini türlerinden geleneksel yöntemle üretilen sirkenin bazı kalite özellikleri. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 10(4), 2595-2603.
- Tomar, O., Çağlar, A. Akarca, G. & Vatansever, H. (2020c).** Physicochemical and sensory quality properties of yellow hawthorn fruit (*Crataegus tanacetifolia*) vinegar produced by traditional fermentation method. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (19), 176-181.
- Tripathi, S. & Mazumder, P. M. (2020).** Apple cider vinegar (ACV) and their pharmacological approach towards Alzheimer's disease (AD): A review. *Indian J. Pharm. Educ. Res*, 54(2s), 67-74.
- Türker, S. T. & Bayram, M. (2025).** Determination of total phenolic compound, antioxidant activity, and some physicochemical properties of different commercial fruit vinegars. *Gıda*, 50(4), 606-619.
- TÜRKOMP, (2025).** Türk Gıda Kompozisyon Veri tabanı, Tarım ve Orman Bakanlığı. Erişim: 18.12.2025, <https://turkomp.tarimorman.gov.tr/database?type=foods>
- Tyagi, S., Sahay, S., Imran, M., Rashmi, K. & Mahesh, S. (2017).** Pre-harvest factors influencing the postharvest quality of fruits: A review, *Current Journal of Applied Science and Technology*, 23(4), 1-12.
- Ünal, Ş. Ö. (2025).** Gıda üretim yöntemlerinin çilek ve kayısıda bulunan pestisit kalıntıları üzerine etkileri (Yüksek lisans tezi). Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

- Wu, J., Chen, M., Xu, C., Qiu, L., Hu, W., Xue, X. & Zhao, X.** (2025). Analysis of the Aroma Composition of Different Varieties of Apricot Wine. *Fermentation*, 11(3), 125.
- Xia, T., Zhang, B., Duan, W., Zhang, J. & Wang, M.** (2020). Nutrients and bioactive components from vinegar: A fermented and functional food. *Journal of Functional Foods*, 64, 103681.
- Xu, C., Zhang, Y., Cao, L. & Lu, J.** (2010). Phenolic compounds and antioxidant properties of different grape cultivars grown in China. *Food Chemistry*, 119, 1557-1565.
- Yıldız, S.** (2023). Peynir altı suyundan üretilen sirkenin aroma bileşenleri ve biyolojik aktiviteleri (Yüksek lisans tezi). Ardahan Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Ardahan.
- Yılmaz, K.** (2021). Karayemiş (*Prunus laurocerasus* L) sirkesi üretimi, fiziksel, kimyasal ve biyoaktif özelliklerinin belirlenmesi (Yüksek lisans tezi). Gümüşhane Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Gümüşhane.
- Yücel Şengün, İ. & Kılıç, G.** (2016). Isolation, identification and current taxonomy of acetic acid bacteria. *Biological Diversity and Conservation*, 9(1), 154-162.
- Zhang, X., Wang, P., Xu, D., Wang, W. & Zhao, Y.** (2019). Aroma patterns of Beijing rice vinegar and their potential biomarker for traditional Chinese cereal vinegars. *Food Research International*, 119, 398-410.

EKLER

EK 1: Gallik asit kalibrasyon eğrisi



EK 2: Sirkelerin duyusal değerlendirme formu

Panelist Adı:

Tarih :

Deney Adı: Kayısı sirkesi örneklerinin renk, görünüş, koku, keskinlik, tat ve genel beğeni bakımından beğenilirlik düzeyinin belirlenmesi.

Tanım

Uygulanacak test, hedonik derecelendirme testidir. Örneklerimizi tattıktan sonra beğenme derecenizi, örnek kodlarının altında bulunan ilgili boşluklara yazınız.

DİREKTİFLER: Belirlenen parametreler aşığıdaki hedonik skalaya göre değerlendirilecektir.

Renk: Piyasadaki sirkelerin rengine göre değerlendirilecektir.

Görünüş: Sirkelerin berraklığı ve partikül iğerip iğermemesine göre değerlendirilecektir.

Koku: Aromatize edici maddelerin sirke üzerinde yarattığı etki yönünden değerlendirilecektir.

Tat: Sirkeye özgü tat yönünden değerlendirilecektir.

Genel kabul edilebilirlik: Sirkeler genel beğeni şeklinde değerlendirilecektir.

	Örnek Kodu		
Özellikler	1	2	3
Renk			
Görünüş			
Koku			
Keskinlik			
Tat			
Genel Beğeni			

9: çok fazla beğendim

4: biraz beğenmedim

8: çok beğendim

3: orta derecede beğenmedim

7: orta derecede beğendim

2: çok beğenmedim

6: az beğendim

1: hiç beğenmedim

5: ne beğendim ne beğenmedim

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Hatice ÖZCAN

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2014, Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği

