



**T.C.**  
**NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**ÜZÜMDEN ELDE EDİLEN TİCARİ VE EV  
YAPIMI GIDA ÜRÜNLERİNDEKİ AĞIR  
METAL İÇERİKLERİNİN TESPİTİ İLE  
TİCARİ ÜRÜNLERDEKİ TÜRK GIDA  
KODEKSİNE OLAN UYUMLULUĞUN  
BELİRLENMESİ**

**Yunus Emin ATAK**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Biyoteknoloji Anabilim Dalı**

**Mayıs-2025**  
**KONYA**

## Her Hakkı Saklıdır

### TEZ KABUL VE ONAYI

Yunus Emin ATAK tarafından hazırlanan “**Üzümde elde edilen ticari ve ev yapımı gıda ürünlerindeki ağır metal içeriklerinin tespiti ile ticari ürünlerdeki Türk gıda kodeksine olan uyumluluğun belirlenmesi**” adlı tez çalışması 02/05/2025 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoteknoloji Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

#### Jüri Üyeleri

**Başkan**  
**Doç. Dr Muhammed Emre AYHAN**

**Danışman**  
**Dr. Öğr. Üyesi Faysal SELİMOĞLU**

**Üye**  
**Dr. Öğr Üyesi Fatma ZİLİFDAR FOTO**

#### İmza

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun ....../.../20.. gün ve ..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Havvanur UÇBEYİAY  
FBE Müdürü

## **TEZ BİLDİRİMİ**

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

## **DECLARATION PAGE**

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Yunus Emin ATAK

Tarih:

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANSTEZİ

# ÜZÜMDEN ELDE EDİLEN TİCARİ VE EV YAPIMI GIDA ÜRÜNLERİNDEKİ AĞIR METAL İÇERİKLERİNİN TESPİTİ İLE TİCARİ ÜRÜNLERDEKİ TÜRK GIDA KODEKSİNE OLAN UYUMLULUĞUN BELİRLENMESİ

Yunus Emin ATAK

Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Biyoteknoloji Anabilim Dalı

Dr. Öğr. Üyesi Faysal Selimoğlu

2025, 72 Sayfa

Jüri

Dr. Öğr. Üyesi Faysal Selimoğlu  
Doç. Dr Muhammed Emre Ayhan  
Dr. Öğr Üyesi Fatma Zilifdar Foto

Günümüzde küresel ölçekte sağlıklı gıdaya erişimin giderek zorlaşması, endüstriyel gıda üretim süreçlerindeki denetim eksiklikleri ve ticari kaygıların öncelik kazanması nedeniyle ciddi bir halk sağlığı sorunu haline gelmiştir. Özellikle geleneksel fermente ürünler (sirke, pekmez, şarap vb.) söz konusu olduğunda, hızlı üretim tekniklerinin uygulanması ve kalite kontrol mekanizmalarının yetersiz kalması, bu ürünlerin besin değerlerinde önemli kayıplara ve potansiyel sağlık risklerinin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Son yıllarda yapılan bilimsel çalışmalar ve resmi denetim raporları, söz konusu ürünlerde sağlığa zararlı bileşenlerin tespit edilmesi üzerine bazı üretici firmaların ürünlerini piyasadan çekmek zorunda kaldığını ortaya koymaktadır. Bu durum, gıda güvenliği alanında daha sıkı düzenlemelerin yapılması, üretim süreçlerinin bilimsel standartlara uygun şekilde yeniden yapılandırılması ve tüketici sağlığının ticari kazançların önünde tutulması gerekliliğini açıkça göstermektedir.

Bu çalışma kapsamında, ev yapımı ve ticari olarak piyasaya sunulan sirke, pekmez ve şarapların sağlık açısından uygun olup olmadığı incelenmiştir. Bu amaçla, piyasada en çok tüketilen ürünlerden alınan numunelerde toplam asitlik, kuru madde, pH değerleri ve 21 adet ağır metal içeriği analiz edilmiştir. Ticari ürünler genel olarak Türk Gıda Kodeksi (TGK) limitlerine uygun bulunmuşken, ev yapımı ürünlerde bu limitlerin aşıldığı durumlar gözlemlenmiştir. Üzüm Pekmezi Tebliğine göre (Tebliğ No: 2017/8) bulaşanlar kısmında arsenik, kurşun, bakır, çinko ve demir miktarları baz alınmış ve sırasıyla en çok 0.2-0.3-5-5- 25 mg/kg olarak belirlenmiştir. Ticari olarak üretilen pekmez türlerinin metal içerikleri ev yapımı pekmezlerle göre daha fazladır. AOÇ marka ticari pekmezde Al ve Ti miktarı diğer ticari pekmezlerle göre yaklaşık 10 kat fazla çıkmıştır. Ticari pekmezlerde ayrıca kayda değer miktarda bor içerdiği görülmüştür. Ev yapımı pekmezde ticarisine göre de çok fazla demir içerdiği görülmüştür. TGK Tebliği bulaşanlar tebliğine göre sirkede izin verilen metal değerlerini incelediğimizde Fe-Zn-Cu miktarlarının 10 mg/L, As ve Pb miktarlarının 1 mg/L olarak belirlenmiştir. Sirke örnekleri incelendiğinde TGK tebliği bulaşanlar tebliğindeki değerleri içinde olması gereken 10 mg/L olan demir miktarının ticari Tariş marka sirkede limitler içerisinde (1,48 mg/L) iken ev yapımı sirkelerde 13,5 ile 56,5 mg/L arası değiştiği görülmüştür. Ayrıca; hem ev yapımı hem de ticari olarak üretilen pekmez ve sirkelerde asitlik değerleri, yasal ve duyuşal kriterlere uygun bulunmuştur. Şaraplarda TGK' ya göre sırasıyla Pb, Cd, Cu, Fe ve As için belirlenen üst limitler 0,2-0,01-1-25 ve 0,2 mg/L olarak belirlenmiştir. Ticari ürünlerin üretimi esnasında özel filtreleme sistemleri sayesinde bu değerlerin limitler dahilinde çıkması normaldir. Ancak ev yapımı şaraplarda Fe ve Al değerleri çok çok yüksek seviyelerdedir. Ev yapımı iki adet şarap örneklerimizde B-Al ve Fe miktarlarımız sırasıyla B için: 7,7 ve 55,4 mg/L; Al için: 114,4 ve 59,5 mg/L; Fe için: 63,25 ve 43,4 mg/L olarak bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Ağır Metaller, ICP-MS, Kuru Madde, Pekmez, Sirke, Şarap

## ABSTRACT

MS

### DETERMINATION OF HEAVY METAL CONTENTS IN COMMERCIAL AND HOMEMADE FOODS FROM GRAPES AND DETERMINATION OF THEIR SUITABILITY FOR TURKISH FOOD CONTEXT IN COMMERCIAL PRODUCTS

**Yunus Emin ATAK**

**NECMETTİN ERBAKAN UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE AND  
TECHNOLOGY, DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY**

**Dr. Öğr. Üyesi Faysal Selimoğlu**

**2025, 72 Pages**

**Jury**

**Dr. Öğr. Üyesi Faysal Selimoğlu**

**Doç. Dr Muhammed Emre Ayhan**

**Dr. Öğr Üyesi Fatma Zilifdar Foto**

The increasing global difficulty in accessing healthy food has become a serious public health concern, primarily due to the lack of adequate oversight in industrial food production processes and the prioritization of commercial interests. This issue is particularly evident in traditional fermented products (such as vinegar, molasses, wine, etc.), where the implementation of rapid production techniques and insufficient quality control mechanisms have led to significant losses in nutritional value and the emergence of potential health risks. Recent scientific studies and official inspection reports have demonstrated that the detection of harmful components in these products has forced certain manufacturers to withdraw their products from the market. This situation clearly highlights the necessity for stricter food safety regulations, the restructuring of production processes in accordance with scientific standards, and the prioritization of consumer health over commercial gains.

This study examines the health compliance of homemade and commercially available samples of vinegar, molasses, and wine. For this purpose, the most commonly consumed products were sampled and analyzed for total acidity, dry matter content, pH levels, and the concentrations of 21 heavy metals. While commercial products were generally found to be compliant with the limits established by the Turkish Food Codex (TFC), certain homemade products exceeded these thresholds. According to the Grape Molasses Regulation (Notification No: 2017/8), the maximum permissible levels for arsenic, lead, copper, zinc, and iron are specified as 0.2, 0.3, 5, 5, and 25 mg/kg, respectively. It was observed that commercial molasses generally contained higher levels of metals than homemade molasses. In particular, the AOÇ brand commercial molasses exhibited approximately ten times higher concentrations of aluminum (Al) and titanium (Ti) compared to other commercial molasses products. Moreover, commercial molasses samples contained notable amounts of boron, whereas homemade molasses samples showed significantly higher levels of iron compared to commercial counterparts. Regarding vinegar, the TFC Contaminants Regulation specifies maximum limits of 10 mg/L for iron, zinc, and copper, and 1 mg/L for arsenic and lead. Analysis of the samples revealed that the iron content in the commercial Tariş brand vinegar was within the legal limits (1.48 mg/L), whereas homemade vinegars exhibited iron concentrations ranging from 13.5 to 56.5 mg/L, exceeding the established limits. Additionally, both homemade and commercially produced vinegar and molasses samples were found to comply with legal and sensory criteria regarding acidity. In the case of wines, the TFC sets the upper limits for lead (0.2 mg/L), cadmium (0.01 mg/L), copper (1 mg/L), iron (25 mg/L), and arsenic (0.2 mg/L). Commercial wines generally remained within these limits, aided by specialized filtration systems during production. However, homemade wines exhibited alarmingly high levels of iron and aluminum. In two homemade wine samples, boron concentrations were determined as 7.7 and 55.4 mg/L; aluminum concentrations as 114.4 and 59.5 mg/L; and iron concentrations as 63.25 and 43.4 mg/L, all of which far exceeded the legal thresholds.

**Keywords:** Dry Matter, Heavy Metals, ICP-MS, Molasses, Vinegar, Wine

## ÖNSÖZ

Bu tez ile üzümde elde edilen ticari ve ev yapımı gıda ürünlerinde bulunan ağır metal içeriklerinin tespit edilmesi ve ticari ürünlerin Türk Gıda Kodeksi'ne uygunluğunun incelenmesi amaçlanmaktadır. Üzüm hem ev yapımı olarak hem de ticari gıda üretiminde yaygın olarak kullanılan bir meyvedir. Üzüm meyvesi, sağlık açısından oldukça faydalı özellikleriyle bilinir. Ancak çevresel faktörler ve üretim aşamalarında üzüm ve üzümde elde edilen ürünler, ağır metal birikimine maruz kalabilmektedir. Ağır metallerin insan sağlığı üzerinde olumsuz etkileri olduğu bilinmektedir. Bu sebeple, ürünlerdeki metal içeriğinin belirlenmesi ve ulusal düzenlemelere uygunluğunun değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışma, üzüm bazlı ürünlerin gıda güvenilirliğini değerlendirmek, tüketici sağlığını korumak ve üreticiler için farkındalık oluşturmak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Ticari ve ev yapımı ürünlerin Türk Gıda Kodeksi'ne uygun olup olmadığının belirlenmesi hem üreticilerin hem de denetleyici kurumların dikkatini çekebilecek önemli bir konudur. Bu tez, ev yapımı ürünlerin de incelenmesiyle birlikte, geleneksel üretim yöntemleri ile ticari yöntemler arasındaki farkların ortaya konulmasına katkıda bulunacaktır.

Yüksek lisans eğitimim süresince bana her konuda destek olan sevgili eşim Sena Atak'a ve sevgisiyle bana enerji veren en değerlim, kızım Reyhan Gökçe Atak'a sonsuz teşekkür ediyorum. Onların desteği olmasaydı, bu çalışmayı tamamlamak mümkün olmazdı. Ayrıca, tezim için konu seçiminden çalışmanın planlanmasına, yürütülmesinden sonuçlandırılmasına kadar her aşamada bilgi ve deneyimleriyle bana rehberlik eden danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Faysal Selimoğlu'na en içten teşekkürlerimi ve sonsuz saygılarımı sunarım. Son olarak, analiz çalışmalarında laboratuvarlarını kullanmama izin veren ve yardımlarını esirgemeyen ASKİ (Ankara Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü) yönetimine ve değerli çalışanlarına teşekkür ederim.

Yunus Emin ATAK

KONYA-2025

## İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>v</b>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>vi</b>
<b>İÇİNDE</b> .....	<b>vii</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR</b> .....	<b>ix</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. GENEL BİLGİLER</b> .....	<b>4</b>
2.1. ŞARAP.....	4
2.1.1. EV YAPIMI ŞARAP ÜRETİMİ.....	5
2.1.2. FABRİKASYON ŞARAP ÜRETİMİ.....	6
2.2. PEKMEZ.....	8
2.2.1. DÜNYADA PEKMEZE OLAN İLGİ.....	9
2.2.2. EV YAPIMI PEKMEZ YAPIMI.....	11
2.2.3. FABRİKASYON PEKMEZ YAPIMI.....	12
2.3. SİRKE .....	13
2.3.1. EV YAPIMI SİRKE YAPIM AŞAMALARI.....	16
2.3.2. FABRİKASYON SİRKENİN YAPIM AŞAMALARI.....	18
2.4. AĞIR METALLER.....	20
2.4.1. AĞIR METAL ANALİZLERİNİN TARİHÇESİ.....	20
2.4.2. TÜRKİYE'DE AĞIR METAL ANALİZLERİ.....	22
2.4.3. AĞIR METALLERİN ZARARLARI .....	24
2.4.4. AĞIR METAL SINIR SEVİYELERİNİN BELİRLENMESİ.....	28
2.6. TOPLAM ASİT DERECESİNİN ÖNEMİ.....	30
2.7. pH SEVİYESİNİN ÖNEMİ.....	31
2.8. KURU MADDE TAYİNİNİN TARİHÇESİ VE ÖNEMİ.....	33
2.9. TOPLAM KÜL MİKTARININ ÖNEMİ.....	34
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....	<b>37</b>
3.1. Laboratuvar .....	37
3.2. ICP-MS/MS.....	38
3.3. pH Tayini.....	42
3.4. Toplam Asit Tayini.....	44
3.5. Kül Tayini.....	45
3.6. Ağır Metal Tayini.....	47
<b>4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA</b> .....	<b>48</b>
<b>5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER</b> .....	<b>54</b>

5.1 Sonuçlar .....	54
5.2 neriler .....	55
<b>ÖZGEÇMİŐ</b> .....	<b>63</b>



## SİMGELER VE KISALTMALAR

B: Bor

Al: Alüminyum

Ti: Titanyum

V: Vanadyum

Cr: Krom

Mn: Mangan

Fe: Demir

Co: Kobalt

Ni: Nikel

Cu: Bakır

Zn: Çinko

As: Arsenik

Se: Selenyum

Stronsiyum

Mo: Molibden

Cd: Kadmiyum

Sn: Kalay

Sb: Antimon

Hg: Cıva

Pb: Kurşun

A-1: Sardes (Kırmızı Sek Şarap)

AOÇ: Atatürk Orman Çiftliği

CaCO<sub>3</sub>: Kalsiyum Karbonat

E-1: Çorum – Osmancık Pekmezi

E-2: Beypazarı – Hırkatepe Pekmezi

E-3: Ankara – İncek Pekmezi

E-4: Erzincan Pekmezi

ICP-MS/MS: Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry / Mass Spectrometry

TAD: Toplam Asit Derecesi

TGK: Türk Gıda Kodeksi

## 1. GİRİŞ

İnsan sağlığı için çok önemli olan gıda güvenliği, son yıllarda ülkemizde ve dünya gündeminde öne çıkmaya başlamıştır. İnsan sayısındaki düzensiz artışla birlikte gıdaya olan talep de arttıkça sağlıksız gıdalar hayatımıza daha fazla girmeye başlamıştır. Yanlış gıda politikaları nedeniyle günümüzde sağlıklı gıdaya erişmek oldukça zorlaşmıştır. Sağlıksız gıda tüketimi neticesinde hastalıklar da artmaktadır. Günümüzde gıda ürünlerinin sağlık açısından etkisinin tespiti için işleyen kontrol mekanizmalarının yetersiz oluşu veya yavaş işleyişi, gıdaya talebin artması ve ticari kazanç hırsı gibi etkenler, insan sağlığını ciddi şekilde tehdit etmektedir.

Birleşmiş Milletler, 2015 yılında "Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri" adı altında 17 hedef belirleyerek küresel bir eylem planı oluşturmuştur. Bu plan, gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılayabilme yeteneklerini tehdit etmeden çevresel, sağlık, ekonomik ve sosyal alanlarda denge sağlamayı amaçlamakta ve günümüz ile geleceği güvence altına almayı hedeflemektedir. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2023 yılında "Strateji Belgesi" yayımlamış ve "Akıllı Yaşam, Sağlıklı Ürün ve Teknolojiler" başlığı altında sektörel, teknolojik ve sağlıkta dönüşüm eğilimleri değerlendirilmiştir. Birçok bakanlık ve farklı katılımının yer aldığı gruplarla çalışmalar yürütülerek 9 stratejik hedef, 4 stratejik amaç, kısa, orta ve uzun vadeli 28 eylem ile 5 kritik proje önerisi ortaya konulmuştur. Bu belge, Türkiye'nin "Akıllı Yaşam ve Sağlık" alanındaki ürün ve teknoloji dönüşümüne yön vermek ve yürütülecek çalışmaları önceliklendirmek amacıyla hazırlanmıştır.

Dünyada ve ülkemizde büyük bir öneme sahip olan üzüm meyvesi, geniş bir ürün yelpazesine sahip olması nedeniyle günlük yaşantımızda sıkça tükettiğimiz gıdaların başında gelmekte ve ekonomiye sağladığı katkılar açısından da dikkate değer bir öneme sahiptir. Çalışmamızda da görüleceği üzere üzümünden üretilen ev yapımı ve ticari sirke, pekmez ve şarapların sağlık açısından tehlikeli olabilecek ağır metal içerikleri ve bazı analiz parametreleri belirlenerek gıda kodeksine uygunluğu incelenmiştir.

Sirke, etanolün fermantasyonu sonucunda ana bileşeni olan asetik asidi içeren asidik bir sıvıdır. Halkımız her ne kadar asitlik kavramını farklı algılasa da sirke, günlük yaşantımızın her yerinde bulunmaktadır (Yaşa vd., 2022). Asetik asit konsantrasyonu, tipik olarak sofrası için hacimce %4 ila %8 (%5) arasında değişirken, turşu yapımında kullanılan sirke için daha yüksek konsantrasyonlara (%18'e kadar) ulaşabilmektedir. Doğal sirkeler ayrıca az miktarda

tartarik asit, sitrik asit ve diğerk asitleri de içermektedir. Sirke, eski çağlardan beri kullanılan ve dünya mutfaklarında önemli bir yere sahip olan bir üründür. Meyvelerden ya da alkol içeren sıvılardan, etanolün asetik asit bakterileri tarafından oksitlenmesiyle sirke üretilir. Bira ve şarap gibi fermente içecekler de bu süreçle elde edilmektedir. Ticari sirke, hızlı veya yavaş fermantasyon yöntemleriyle üretilmektedir. Yavaş yöntemler genellikle geleneksel (ev yapımı) sirke üretiminde tercih edilir ve fermantasyon süreci bazen aylarca devam eder. Bu uzun fermantasyon süresi, asetik asit bakterileri ve çözünebilir selülozdan oluşan, toksik olmayan bir balçık birikmesine neden olmaktadır. Hızlı fermantasyon sürecinde ise üretim süresi genellikle saatler içinde tamamlanır. Sirke, sağlık açısından faydalı bir ürün olup vücudun doğal antibiyotiği olarak işlev görmektedir. Ancak sirke üretiminde yapılan hileler, seyreltik asetik asit eklenmesiyle gerçekleştirilmektedir. Bu nedenle, doğal sirkenin metal spektrumu, sirkenin etil alkolden mi yoksa seyreltilmiş asetik asitten mi üretildiğini anlamamıza yardımcı olacaktır. Alkollü içecekler üzerine yapılan analizlerin sayısı oldukça sınırlı kalmıştır. Özellikle yüksek alkollü içeceklerin ağır metal içerikleri ile ilgili literatürde sınırlı sayıda bilimsel çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda, ağır metal analizlerine dair rapor edilen araştırmalar arasında şarap örnekleri önemli bir yer tutmaktadır. Özellikle şarap üzerine yapılan çalışmaların büyük kısmı, İtalya ve İspanya menşeli şaraplara odaklanmış olup bu ülkelerden gelen veriler literatürde geniş bir yer kaplamaktadır. Arjantin, Hırvatistan ve Romanya şarapları ile ilgili çalışmalar azınlıktadır (Lara vd., 2005; Fabani vd., 2010; Geana vd., 2013; Fiket vd., 2011) ve Türk araştırmacılar (Elci vd., 2009; Aydın vd., 2010) tarafından yapılan çalışmalar da sınırlıdır.

Türkiye, üzüm ve şarap üreticisi bir ülke olmasına rağmen, yerel olarak üretilen alkollü içeceklerde ağır metal analizi ile ilgili yapılan bilimsel çalışmalar azdır. Türkiye'deki şarap ve diğerk alkollü içeceklerde ağır metal içeriğine dair analizler sınırlı sayıda vaka çalışmasıyla rapor edilmiştir. Bu çalışmalarda, ICP-MS (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry) tekniği ile çeşitli metallerin detaylı analizi gerçekleştirilmiştir. Türkiye'nin zengin üzüm bağları ve şarap üretim potansiyeline rağmen, bu alanda daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir. Daha kapsamlı çalışmaların yapılması, hem tüketici sağlığı hem de Türkiye'de üretilen alkollü içeceklerin uluslararası pazardaki rekabet gücü açısından büyük önem arz etmektedir.

Üzüm pekmezi, geleneksel olarak Türk mutfağında yaygın bir yere sahiptir ve besin değeri yüksek, besleyici bir gıdadır. Üzümün doğal şekerleri ve besleyici özleri yoğunlaştırılarak elde edilen pekmez, zengin içeriği sayesinde insan sağlığına birçok fayda sağlar.

Üzüm pekmezi, vitamin ve mineral açısından oldukça zengin olup enerji verici ve besleyici özellikleri halk tarafından bilinmektedir. Özellikle demir, kalsiyum, potasyum ve magnezyum gibi mineraller açısından önemli bir kaynaktır. Demir içeriği, pekmezi özellikle demir eksikliği anemisi çeken kişiler için değerli kılar. Düzenli tüketildiğinde vücudun demir ihtiyacını karşılayarak kırmızı kan hücrelerinin üretimini destekler. Ayrıca üzüm pekmezi, B grubu vitaminleri açısından da zengindir. Özellikle B1 (tiamin), B2 (riboflavin) ve B6 vitaminleri, enerji üretiminde, sinir sistemi fonksiyonlarında ve hücre yenilenmesinde önemli rol oynar. Bu vitaminler, vücudun enerji metabolizmasını hızlandırarak gün boyu zindelik sağlar. Üzüm pekmezinin bir diğer önemli faydası ise antioksidan etkisidir. İçerdiği polifenoller ve diğer antioksidan bileşikler, vücutta serbest radikalleri nötralize ederek hücreleri oksidatif strese karşı korur. Bu antioksidanlar, cilt sağlığını iyileştirir ve damar sağlığını koruyarak kalp hastalıkları riskini azaltır. Sindirim sistemi üzerinde de olumlu etkileri bulunan üzüm pekmezi, bağırsak hareketlerini düzenler ve mide asidini dengelemeye yardımcı olur. İçerdiği doğal şekerler, mideyi rahatlatıcı etki gösterirken sindirimi kolaylaştırır ve enerji verir. Pekmez, dengeli tüketildiğinde hem çocuklar hem de yetişkinler için ideal bir enerji ve besin kaynağıdır. Geleneksel mutfaklarda sıkça kullanılan besleyici bir gıda olmasına rağmen, bazı üreticilerin maliyeti düşürme amacıyla başvurduğu hileli üretim yöntemleri insan sağlığı üzerinde ciddi riskler doğurabilir. Hileli pekmez üretiminde kullanılan yapay katkı maddeleri, düşük kaliteli hammaddeler ve hijyenik olmayan üretim koşulları nedeniyle kanserojen maddelerin oluşması ve ağır metallerin içeriğe dahil olması, insan sağlığını tehdit etmektedir.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. ŞARAP

Şarap, parçalanmış veya parçalanmamış yaş üzümün veya üzüm şirasının, kısmen veya tamamen alkol fermantasyonu ile elde edilen, coğrafi işaret ya da köken ismi tescili yapılmış ya da yapılmamış ürünü olan bir içecektir (TGK, 2009). Şarap, insanlık tarihi boyunca en çok değer verilen alkollü içeceklerden biri olmuştur. Milattan önceki dönemlerde bile farklı kültürlerin kutlamalarında ve ritüellerinde şarabı yaygın bir şekilde kullandıkları bilinmektedir.

Şarap üretiminin tarihte ilk olarak Orta Doğu ve Anadolu bölgelerinde yapıldığı düşünülmektedir. Üzüm meyvesinin en eski kalıntıları ise Anadolu'da ortaya çıkmıştır. Diyarbakır, Ergani yakınlarında bir Neolitik merkez olan Çayönü kazılarında tespit edilen üzüm çekirdekleri, yaklaşık İ.Ö. 7000 yıllarına tarihlenmiştir (Yankı, 2015). Üzüm çekirdeğinin bulunması tabii ki şarabın üretildiğine dair yeterli kanıt değildir. Arkeokimyacı Patrick McGovern, Kuzeybatı İran'da Zagros Dağları üzerindeki Godin Tepe Höyüğünde bulunan küpün analizinde, içinde şarap olduğuna işaret eden bol miktarda tartarik asit tespit etmiştir. M.Ö. 3500 yıllarına tarihlenen bu küp, şarabın en azından 5500 yıldır bilindiğini göstermesi bakımından önemli bir kanıttır (Doğer, 2004).

Erken dönem şarap üretiminin temel unsuru olan üzüm, insanoğlunun yerleşik hayata geçip tarım yapmaya başlamasıyla birlikte kültüre alınmış ve yetiştirilmeye başlanmıştır. İlk şarap üretimi, muhtemelen buğday ve arpa gibi tarım ürünlerinin yanı sıra üzümün de yetiştirilip işlenmesiyle başlamıştır. Şarabın erken dönemlerde yalnızca doğal fermantasyonla üretildiği düşünülmektedir. Yani insanlar üzümleri toplayıp ezdikten sonra, üzüm suyunun doğal mayalanma süreci sonucunda şarap oluşmuştur.

Şarap yapımında kullanılan üzüm çeşitleri, şarapların lezzetini, aromasını ve karakterini büyük ölçüde etkiler. Farklı iklim koşulları ve toprak türleri, belirli üzüm çeşitlerinin gelişmesini destekleyebilir. Şarap yapımında en yaygın kullanılan üzüm çeşitlerinden bazıları şunlardır: Cabernet Sauvignon, Merlot, Pinot Noir, Syrah/Shiraz, Zinfandel, Tempranillo, Malbec, Sangiovese, Chardonnay, Sauvignon Blanc, Riesling, Semillon, Pinot Grigio/Pinot Gris. Şarap üretiminde kullanılan üzümlerin temel özellikleri, üretilen şarabın kalitesi, dengesi ve kimyasal yapısı açısından büyük önem taşır. Bu üzümler belirli fenolik bileşikler, asidite, şeker içeriği ve tanen miktarı bakımından değerlendirilir. Genel olarak, şaraplık üzüm çeşitlerinde aranan başlıca özellikler şunlardır:

**Fenolik Bileşikler:** Üzümlerin fenolik bileşenleri, şarabın rengini, tanen yapısını ve oksidatif stabilitesini doğrudan etkiler. Özellikle kırmızı şaraplarda bu bileşikler, kabuk, tohum ve saplardan gelir ve şarabın yaşlanma kapasitesini belirler. Proantosiyanidinler (tanenler) ve flavonoidler, kırmızı üzümlerde belirleyici rol oynar (Jackson, 2014).

**Tanen İçeriği:** Tanenler, üzüm kabuğundan elde edilen doğal polifenollerdir. Şarapta ağızda bıraktığı kuruluk hissi ile tanınır ve özellikle kırmızı şarapların yapısal özelliği için önemlidir. Yüksek tanenli üzümler (Cabernet Sauvignon gibi) uzun süreli olgunlaşmaya uygundur (Robinson & Harding, 2015).

**Asidite:** Üzümün asiditesi, şarabın tazeliğini ve dengeyi sağlar. Yüksek asidite, şarabın yaşlanma kapasitesini de artırır ve özellikle beyaz şaraplar için kritik bir faktördür (Sauvignon Blanc ve Riesling gibi). Asitler aynı zamanda mikrobiyal stabiliteye katkıda bulunur (Conde et al., 2007).

**Şeker İçeriği:** Üzümdeki şeker, fermantasyon sırasında alkol üretimi için gereklidir. Şarap üzümleri genellikle sofralık üzümlere göre daha yüksek şeker içeriğine sahiptir, bu da şarabın alkol seviyesini doğrudan etkiler. Ayrıca, fermantasyondan sonra kalan şeker şarabın tatlılık derecesini belirler (Jackson, 2014).

**Kabuğun Kalınlığı:** Kalın kabuklu üzümler, daha fazla tanen ve renk bileşiği içerir. Bu üzümlerden elde edilen şaraplar daha zengin ve daha dolgun bir yapıya sahip olur. İnce kabuklu üzümler (örneğin Pinot Noir) ise daha narin ve düşük tanenli şaraplar üretir (Robinson & Harding, 2015).

**Aroma Bileşenleri:** Üzümde bulunan terpenler, tiyoller ve esterler gibi aroma bileşenleri, şarabın karakteristik tat ve kokusunu belirler. Örneğin, Sauvignon Blanc'ta bulunan tiyoller, şaraba tipik tropikal meyve ve çimen notalarını kazandırır (Conde et al., 2007)

### **2.1.1. EV YAPIMI ŞARAP ÜRETİMİ**

Evde şarap yapımı, üzümün doğal fermantasyon süreciyle alkol haline dönüştürülmesidir. Ev yapımı şarap üretim süreci çeşitli aşamalardan oluşur ve dikkatli bir şekilde yapılması gerekmektedir. Aşağıda ev yapımı şarap yapımının temel aşamaları açıklanmıştır.

Evde şarap yapımının ilk adımı, doğru üzümleri seçmektir. Şarap yapımında genellikle *Vitis vinifera* türüne ait şaraplık üzümler tercih edilir. Bu üzüm çeşidi, şeker oranı, asidite ve kabuk yapısı açısından şarap üretimine uygundur. Olgun, sağlıklı ve çürüksüz üzümler kullanılmalıdır, çünkü üzümün kalitesi şarabın kalitesini doğrudan etkiler (Smith, 2014). Seçilen üzümler, saplarından dikkatlice ayrılarak bir materyal ile ezilmelidir. Bu işlem, üzüm suyu ve kabuklarının şıraya karışmasını sağlar. Geleneksel yöntemlerle elle yada ayakla ezme yapılabileceği gibi, modern şarap yapımında basit ezici materyaller de kullanılabilir. Ezilme işlemi sırasında üzüm kabuklarının parçalanması, şıranın rengini ve aromalarını şarap içine aktarmak için önemlidir (Robinson, 2013). Ezilen üzümler, fermantasyon kaplarına alınarak doğal ya da ilave maya ile fermantasyona başlatılır. Fermantasyon sırasında maya, üzüm suyundaki şekeri alkol ve karbondioksite dönüştürür. Bu süreç genellikle 1-2 hafta sürer ve fermantasyon sırasında oluşan köpükler karıştırılarak mayanın etkisi artırılır. Fermantasyon sıcaklığı kontrol altında tutulması son derece önemlidir (Bisson, 2004). Fermantasyon sürecinin sonunda üzüm kabukları şıradan ayrılır. Bu işlem, kabukların şaraba renk ve tanenlerini yeterince vermesini sağlar. Beyaz şarap yapımında bu aşama daha erken yapılırken, kırmızı şaraplarda fermantasyonun tamamlanmasından sonra gerçekleştirilir. Bu aşamadan sonra, şarap ikinci fermantasyona geçer (Jackson, 2008). Kabuklardan ayrılan şarap, ikinci fermantasyon aşamasına alınır. İkinci fermantasyon, genellikle düşük sıcaklıkta gerçekleşir ve şarap bu süreçte daha da olgunlaşır. Şeker oranı ise fermantasyon süresiyle kontrol edilir. Eğer daha tatlı bir şarap isteniyorsa, fermantasyon erken sonlandırılabilir (Rankine, 1989). Şarap, ikinci fermantasyon tamamlandıktan sonra dinlenmeye bırakılır. Bu süreçte şarap berraklaşır ve içindeki tortular dibe çöker. Dinlenme süresi, şarabın olgunlaşmasına katkıda bulunur ve genellikle birkaç ay sürer. Şarap bu aşamada cam damacanalara ya da meşe fıçılarda saklanarak depolanır (Peynaud, 1984). Dinlenen ve berraklaşan şarap, tortulardan ayrılarak şişelenir. Şişeleme işlemi sırasında oksijen teması minimumda tutulmalıdır. Şarap şişelendikten sonra serin ve karanlık bir ortamda saklanabilir. Şişeleme için mantar ya da vidalı kapaklar kullanılabilir (Conrad, 1999). Şişelenen şarap, uygun koşullarda saklanmalıdır. Oda sıcaklığı, nem ve ışık seviyesi, şarabın korunması için kritik faktörlerdir. Şaraplar genellikle 1-2 yıl içerisinde tüketilmelidir, ancak daha uzun süre bekletilen şaraplarda olgunlaşma devam edebilir (Margalit, 2012)

### **2.1.2. FABRİKASYON ŞARAP ÜRETİMİ**

Fabrikasyon şarap üretimi, modern teknoloji ve büyük ölçekli üretim yöntemleri kullanılarak yapılan bir süreçtir. Bu süreç, şarabın kalitesini koruyarak daha hızlı ve verimli

üretim yapılmasını sağlar. Aşağıda, fabrikasyon şarap üretiminin aşamaları detaylı olarak açıklanmıştır.

Fabrikasyon şarap üretiminin ilk aşaması, yüksek kaliteli üzüm seçiminin doğru yapılması ve üzüm hasatının zamanında yapılmasıdır. Üzümler, olgunluk seviyeleri izlenerek, şeker ve asit dengesi açısından en uygun zamanda hasat edilir. Üzümler hasat edildikten sonra hiç beklemeden işleme alınır. Fabrikasyon üretimde, üzüm hasatı da genellikle makine kullanılarak yapılır ve bu, iş gücünden tasarruf sağlarken hızlı bir şekilde geniş arazilerde işlem yapılmasını mümkün kılar (Jackson, 2008). Hasat edilen üzümler, saplarından düzgünce ayrılır ve daha sonra ezilerek şırası çıkarılır. Bu işlem tamamen makine yardımı ile yapılır ve üzümlerin kabukları, çekirdekleri ve şırası dikkatlice işlenir. Kırmızı şarap yapımında üzüm kabukları şırasıyla birlikte fermente edilirken, beyaz şarap yapımında kabuklar ve posalar fermantasyon öncesinde ayrılır (Robinson, 2013). Fabrikasyon şarap üretiminde fermantasyon işlemi, büyük çelik tanklarda veya meşe fıçılarda yapılır. Ezilen üzümlere maya eklenerek fermantasyon başlatılır. Mayanın görevi üzüm suyundaki şekeri, alkol ve karbondioksit dönüştürmektedir. Fermantasyon sıcaklığına çok dikkat edilmelidir çünkü sıcaklık fermantasyon süresini ve şarabın karakterini doğrudan etkiler. Kırmızı şaraplar genellikle daha yüksek sıcaklıkta fermente edilirken, beyaz şaraplar daha düşük sıcaklıkta fermente edilir (Bisson, 2004). Fermantasyon tamamlandıktan sonra, şıra ve üzüm kabukları ayrılır. Bu işlem modern presleme makineleri ile yapılır ve üzüm kabuklarında kalan şıra iyice sıkılır. Presleme işlemi, özellikle kırmızı şaraplarda şarabın rengini, tanen seviyesini ve dokusunu etkiler (Jackson, 2008). Birçok kırmızı şarap ve bazı beyaz şaraplar, fermantasyondan sonra malolaktik fermantasyon adı verilen ikinci bir fermantasyon sürecine tabi tutulur. Bu işlem, şaraptaki keskin malik asidin daha yumuşak laktik aside dönüştürülmesini sağlar ve şarap daha yumuşak bir tada sahip olur. Bu süreç genellikle paslanmaz çelik tanklarda veya meşe fıçılarda gerçekleşir (Peynaud, 1984). Fabrikasyon şaraplarda olgunlaştırma süreci, şarabın türüne göre değişiklik gösterir. Beyaz şaraplar genellikle kısa bir süre çelik tanklarda dinlendirilirken, kırmızı şaraplar meşe fıçılarda daha uzun sürede olgunlaşır. Meşe fıçılar, şaraba vanilya, karamel ve baharat aromaları katarken, çelik tanklar nötr bir ortam sağlar ve şarabın meyve aromasını muhafaza eder. Olgunlaştırma süresi, şarap stiline ve üreticinin tercihlerine göre değişiklik gösterir (Robinson, 2013). Şarabın olgunlaştırma süreci tamamlandıktan sonra, şarap filtreleme ve stabilizasyon işlemlerine tabi tutulur. Filtreleme şarabın berraklığını sağlamak ve tortuları gidermek için yapılır. Stabilizasyon süreci ise, şarabın şişelendikten sonra bozulmaması ve mikrobiyal aktivitelerin önlenmesi amacıyla uygulanır. Bu süreçte genellikle

şarap soğutularak kristalizasyon ve protein stabilizasyonu sağlanır (Rankine, 1989). Şarap, filtreleme ve stabilizasyon işlemlerinin ardından şişelenir. Fabrikasyon şarap üretiminde, minik işletmeler dışında şişeleme genellikle tamamen otomatik makinelerle yapılır. Şarap, şişelere doldurulurken oksijen ile teması etmesi istenilmez. Şişeler kapaklanır ve etiketlenir. Şişeleme sırasında sterilizasyon çok önemlidir, çünkü herhangi bir mikrobiyal bulaşma, şarabın bozulmasına neden olabilir (Conrad, 1999). Şişelenen şaraplar, uygun koşullarda depolanır. Depolama süresince şarap, uygun sıcaklık ve nem koşullarında saklanır. Bazı şaraplar şişelendikten sonra daha iyi olgunlaşması için bilinçli bir şekilde depolanır. Şaraplar, marketlere, restoranlara veya doğrudan tüketicilere dağıtılmak üzere sevk edilir (Margalit, 2012).

## 2.2. PEKMEZ

Üzüm pekmezi, olgunlaşmış üzümlerin ezilerek suyunun çıkarılması ve bu üzüm sularının kaynatılarak yoğunlaştırılması yoluyla elde edilen geleneksel bir gıdadır. Genellikle Anadolu'da yaygın olarak üretilen üzüm pekmezi, tarih boyunca önemli bir enerji kaynağı olmuştur. Üzüm pekmezi, yüksek şeker içeriği ve yüksek besin değeriyle önem kazanmıştır. Özellikle demir, kalsiyum, potasyum ve magnezyum gibi mineraller açısından zengin olan pekmez, hem enerji ihtiyacını karşılamada hem de sağlık açısından önemli faydalar sağlamaktadır (Göçmen, Artık, Acar & Kahveci, 2000).

Üzüm pekmezi, genellikle üzüm suyunun kaynatılarak yoğunlaştırılması ve bazı bölgelerde kireç ile nötralize edilmesiyle elde edilir. Kireç kullanımı, üzüm suyunun asitliğini dengeleyerek pekmezin kıvamını ve rengini korumaya yardımcı olur. Ancak doğal yöntemlerle üretilen pekmezlerde kireç kullanılmadan da geleneksel pekmez elde edilebilir. Üzüm pekmezi, yüksek fruktoz ve glikoz içeriği nedeniyle hızlı bir enerji kaynağıdır. Özellikle sporcular ve yoğun fiziksel aktivite gerektiren işlerde çalışan kişiler tarafından tercih edilir (Doymaz, 2004). Üzüm pekmezinin sağlık faydaları arasında özellikle demir eksikliği anemisine karşı doğal bir destekleyici olması öne çıkar. Yüksek demir içeriği sayesinde kan yapıcı özelliklere sahip olan üzüm pekmezi, kansızlık problemi yaşayan bireyler için önemli bir besindir. Ayrıca antioksidan bileşenler içermesi, vücudu serbest radikallerin zararlı etkilerinden korumada etkili olabilir. İçerdiği doğal şekerler sayesinde hızlı sindirilen ve enerji veren üzüm pekmezi, geleneksel beslenme alışkanlıklarının önemli bir parçasıdır ve özellikle çocuklar, yaşlılar ve enerji ihtiyacı yüksek olan bireyler için besleyici bir takviye olarak kullanılabilir (Özdemir & Açkurt, 1999).

Üzüm pekmezi, aynı zamanda içerdiği fenolik bileşenler sayesinde antioksidan aktivite göstermekte ve bu özelliği ile kalp sağlığını koruma, kanser riskini azaltma ve bağışıklık sistemini güçlendirme gibi potansiyel sağlık faydaları sunmaktadır. Düzenli tüketimi, vücutta serbest radikal hasarını azaltarak hücrelerin yenilenmesine katkıda bulunabilir (Göçmen et al., 2000).

Diğer yaygın olarak kullanılan bazı pekmez çeşitleri:

**Dut Pekmezi:** Dut meyvesinden elde edilen bu pekmez, özellikle Anadolu'da yaygın olarak üretilir. Dut pekmezi, bağışıklık sistemini destekleyici antioksidan özellikleri ve yüksek demir içeriği ile bilinir. Ayrıca mide ve sindirim sorunlarına iyi geldiği düşünülmektedir (Türkoğlu & Altındağ, 2014).

**Keçiboynuzu Pekmezi:** Keçiboynuzu (harnup) meyvesinden elde edilir. Yüksek kalsiyum ve potasyum içeriği ile kemik sağlığını destekler. Keçiboynuzu pekmezi, aynı zamanda bronşit ve astım gibi solunum yolu hastalıklarına iyi geldiği yönünde geleneksel olarak tüketilmektedir (Özdemir & Açkurt, 1999).

**İncir Pekmezi:** İncir meyvesinden üretilen bu pekmez, sindirim sistemine faydalıdır ve bağırsak hareketlerini düzenleyici etkisiyle bilinir. Ayrıca yüksek enerji içeriğiyle çocuklar ve sporcular için ideal bir besindir (Doymaz, 2004).

**Andız Pekmezi:** Andız ağacının meyvesinden elde edilen bu pekmez, özellikle Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde üretilir. Karaciğer sağlığı ve cilt hastalıklarına iyi geldiği düşünülür. Acımsı bir tadı vardır ve bağışıklık sistemini destekleyici özelliklere sahiptir (Göçmen et al., 2000).

**Hurma Pekmezi:** Hurma meyvesinden elde edilen bu pekmez, özellikle Orta Doğu mutfağında yaygındır. Yüksek potasyum içeriğiyle kalp sağlığını destekler ve enerji ihtiyacını hızlı bir şekilde karşılayabilir (Türkoğlu & Altındağ, 2014).

### 2.2.1. DÜNYADA PEKMEZE OLAN İLGİ

Pekmez, Türkiye'de olduğu kadar dünyanın birçok yerinde de geleneksel olarak üretilen ve tüketilen bir üründür. Özellikle Akdeniz, Orta Doğu ve Balkanlar gibi bölgelerde, farklı meyvelerden ev yapımı pekmez üretimi yaygın şekilde yapılmaktadır. Üretim yöntemleri ve kullanılan meyve türleri, coğrafi ve kültürel özelliklere göre farklılıklar göstermektedir.

Türkiye dışında ev yapımı pekmez üretiminin yaygın olduğu bazı ülkeler ve bölgeleri biraz daha detaylı şekilde ele alınmıştır.

Yunanistan, Türkiye ile benzer bir iklime ve gastronomik kültüre sahip olduğu için pekmez üretimi burada da oldukça yaygındır. Yunan mutfağında "petimezi" olarak bilinen üzüm pekmezi, üzüm suyu kaynatılarak yapılır ve tatlı yapımında ya da doğal tatlandırıcı olarak kullanılır. Yunan halkı pekmezi aynı zamanda şeker yerine geleneksel tatlılarda ve ekmek yapımında kullanmaktadır (Vamvakoussi, 2015). Üzüm haricinde incir gibi farklı meyve türlerinden de pekmez üretimi Yunanistan'da yaygındır. Ortadoğu'da bulunan Lübnan, Suriye ve İran gibi ülkelerde de pekmez üretimi oldukça yaygındır. Bu ülkelerde ham madde olarak genellikle üzüm ve hurma kullanılır. Lübnan'da "dibs" adı verilen üzüm pekmezi, geleneksel bir ürün olarak tüketilir. Özellikle ekmekle birlikte kahvaltıda tüketilen dibs, aynı zamanda tahinle karıştırılarak tatlı sosu olarak kullanılır (Chehade, 2017). Suriye ve İran'da ise daha çok hurma pekmezi tercih edilir. Hurma, bölgede bolca yetiştiği için doğal bir tatlandırıcı olan hurma pekmezi yaygın bir şekilde evlerde yapılmaktadır (Rahbar, 2018). Balkanlar'da özellikle Bosna-Hersek ve Sırbistan gibi ülkelerde pekmez yapımı gelenekseldir. Üzüm ve erikten elde edilen pekmez, bölgede "slatko" olarak bilinir ve özellikle kahvaltılarda reçel gibi ekmekle tüketilir. Bu bölgede meyve kaynatılarak yoğunlaştırılır ve şeker ilavesi olmadan tamamen doğal şekilde üretilir (Stojanović, 2016). Aynı zamanda bu pekmez, tatlı yapımında kullanıldığı gib kış aylarında enerji verici bir yiyecek olarak da kullanılır. İtalya'da pekmez, özellikle güney bölgelerinde ve Sicilya'da geleneksel olarak yapılmaktadır. İtalyanlar, üzüm pekmezine "mosto cotto" ya da "sapa" adını verir. Mosto cotto, üzüm şirasının kaynatılmasıyla elde edilir ve makarna soslarından tatlılara kadar birçok alanda kullanılır (Fabbri, 2014). Sicilya'da da üzüm pekmezi, özellikle Noel döneminde tatlı yapımında önemli bir yer tutar. Ayrıca İtalya'da incir pekmezi de yaygın olarak üretilmektedir. Gürcistan'da pekmez üretimi, özellikle bağcılığın yaygın olduğu bölgelerde çok eskiye dayanır. Ülkede "badagi" olarak bilinen pekmez, üzüm şirasından yapılır ve geleneksel Gürcü mutfağında sıklıkla kullanılır. Badagi, özellikle kış aylarında enerji verici bir gıda olarak tüketilir ve Gürcülerin ünlü tatlısı "churchkhela"nın yapımında da kullanılır (Kharbedia, 2013).

Pekmez, Türkiye dışında birçok ülkede geleneksel yöntemlerle evlerde üretilen önemli bir besin kaynağıdır. Yunanistan, Ortadoğu ülkeleri, Balkanlar, İtalya ve Gürcistan gibi bölgelerde üretilen pekmezler, o yörelerin doğal meyvelerinden elde edilmekte ve çeşitli tatlılar

ya da yemeklerde kullanılmaktadır. Türkiye'de olduğu gibi bu bölgelerde de pekmez, sağlıklı bir tatlandırıcı ve şifa kaynağı olarak tüketilmektedir.

### 2.2.2. EV YAPIMI PEKMEZ YAPIMI

Üzüm pekmezi, Anadolu'da uzun yıllardır yapılan geleneksel bir tatlıdır. Hem enerji verici hem de sağlıklı bir besin kaynağı olan pekmez, şeker ilavesi olmadan üzümün doğal şekerinden üretilir. Pekmezin üretim aşamaları ve yöntemi bölgeden bölgeye küçük farklılıklar gösterse de genel süreç birbirine benzerdir. Ev yapımı üzüm pekmezinin üretimi aşağıda detaylı şekilde ele alınmıştır.

Pekmez üretiminin ilk aşaması, üzümün olgunlaşma döneminde toplanmasıyla başlar. Üzüm, tatlılık derecesine bağlı olarak seçilir ve genellikle şıralı üzüm tercih edilir. Üzüm bağından toplanan üzümler ayıklanır, saplarından temizlenir ve yıkanır (Aras ve Pekmezci, 2012).

Temizlenen üzümler ezilir ya da ayakla çığnenerek şırası çıkarılır. Geleneksel yöntemlerde, üzümler ayakla ezilir ve bu işlem sırasında üzüm taneleri iyice sıvı hale gelir. Modern yöntemlerde ise makineler kullanılabilir. Elde edilen üzüm suyu, yani şıra, pekmez yapımının temel hammaddesidir (Kaya, 2010). Elde edilen şıra, büyük kaplarda birkaç saat dinlendirilerek kabuk, çekirdek ve diğer parçaların yüzeye çıkması sağlanır. Yüzeye çıkan bu maddeler alınarak şıra arındırılır. Bu aşamada şıra, daha berrak bir yapıya kavuşur ve pekmezin kalitesi bu arındırma sürecine bağlı olarak artar. Arındırılan şıra büyük bakır kazanlarda kaynatılır. Bu aşamada şıranın içerisinde bulunan suyun büyük bir kısmı buharlaşır. Şıranın kaynaması sırasında sık sık karıştırılması gerekmektedir. Kaynama süreci, pekmezin koyu kıvamına ulaşmasına kadar devam eder (Demir, 2008). Şıra kaynadıkça şeker oranı artar ve kıvamı yoğunlaşır. Kıvamın doğru seviyeye gelmesi, pekmez yapımının en kritik aşamasıdır. Çok fazla kaynatılırsa pekmez yanabilir veya aşırı yoğun bir kıvam alabilir. Kıvam ulaşıldıktan sonra pekmez ateşten alınır ve soğutulmaya bırakılır. Soğuma süreci genellikle açık havada, büyük kaplarda yapılır (Ersoy, 2011). Üzüm pekmezi yapımında kullanılan yöntemler bölgeden bölgeye değişiklik gösterebilir. Bazı bölgelerde farklı katkı maddeleri kullanılırken, bazı bölgelerde sadece üzüm kullanılarak pekmez yapılır. Bazı yörelerde, özellikle İç Anadolu Bölgesi'nde şıranın berraklaştırılması için kireç kaymağı kullanılır. Kireç kaymağı, pekmezin asitliğini azaltır ve daha berrak bir kıvam elde edilmesini sağlar. Kireç, üzüm şırasına eklenir ve bir süre bekletildikten sonra şıra süzülür. Bu yöntemle pekmezin daha açık renkli ve duru

olması sağlanır (Aydın, 2013). Geleneksel yöntemlerde pekmez, büyük bakır kazanlarda açık ateşte kaynatılırken, modern üretimlerde bu işlem kapalı kazanlarda ve kontrollü ısıda yapılır. Bu sayede, yanma riski azaltılır ve pekmezin tadı daha yumuşak olur. Geleneksel yöntemlerin hâlâ yaygın olduğu yerlerde, pekmezin tütsülenmiş bir aroması olabilir, bu da yerel tatları çeşitlendirir (Şimşek, 2015). Yöresel farklardan biri de pekmezin soğutulma ve saklanma şeklidir. Örneğin, Ege Bölgesi'nde pekmez soğutulduktan sonra serin mahzenlerde saklanırken, Doğu Anadolu Bölgesi'nde büyük toprak kaplarda muhafaza edilir. Bazı bölgelerde ise pekmez, güneşte yoğunlaştırılarak daha kıvamlı hale getirilebilir (Özdemir, 2009).

Ev yapımı üzüm pekmezi, zahmetli ve emek isteyen bir süreç olsa da sağlıklı ve doğal bir tatlı olarak değer görmektedir. Geleneksel yöntemler ve yerel farklılıklar pekmezin tadını ve dokusunu etkileyen faktörler arasındadır. Özellikle kireç kaymağı kullanımı gibi yöntemler, pekmezin üretim sürecine özel dokunuşlar katmaktadır. Bu farklılıklar, her yörenin kendine özgü pekmez lezzetini ortaya çıkarmaktadır.

### **2.2.3. FABRİKASYON PEKMEZ YAPIMI**

Fabrikasyon ile pekmez üretimi, geleneksel yönteme kıyasla daha modern ve teknolojik süreçlerde gerçekleştirilir. Büyük ölçekli üretimlerde hijyen standartlarına uyum, verimlilik ve ürün kalitesindeki devamlılık ön planda tutulur. Ev yapımından farklı olarak, fabrikanın kullandığı ekipmanlar sayesinde daha homojen bir ürün elde edilir. Aşağıda, fabrikasyon pekmez üretim aşamaları detaylı şekilde ele alınmıştır.

Fabrikasyon pekmez üretiminin ilk aşaması, pekmez yapılacak meyvelerin temin edilmesiyle başlar. Fabrikalarda genellikle şıralık üzüm olarak bilinen ve şeker oranı yüksek üzüm çeşitleri kullanılır. Üzüm hasadı mevsiminde yapılır ve tedarikçiler aracılığıyla fabrikalara ulaştırılır (Demirtaş, 2016). Meyve fabrikada işlenmeden önce saplarından ve yabancı maddelerden ayrılır. Bu süreç yine makineler yardımıyla yapılır. Ardından üzümler, yıkama makinelerinde basınçlı suyla iyice yıkanarak toprak, pestisit kalıntıları ve diğer kirlerden arındırılır (Çetinkaya ve Yıldız, 2017). Yıkanan üzümler, büyük ezicilerden geçirilerek şırası çıkarılır. Modern fabrikalarda kullanılan hidrolik presler ya da sürekli sistemler sayesinde şıra, yüksek verimle elde edilir. Elde edilen şıra, posa ve çekirdeklerden ayrılarak filtreleme işlemine tabi tutulur. Bu aşamada, şıranın berraklığı ve saflığı sağlanır (Kılıç ve Uğur, 2018). Şıra elde edildikten sonra büyük paslanmaz çelik kazanlarda ısıtma işlemi başlar. Isıtma sürecinde, şıradaki suyun büyük bir kısmı buharlaştırılarak pekmez kıvamı

elde edilir. Modern fabrikalarda bu işlem, vakumlu evaporatörler kullanılarak düşük basınç altında yapılır. Bu yöntem, şıranın kaynama sıcaklığını düşürerek besin değerlerini daha iyi korur ve yanma riskini azaltır (Erdoğan, 2015). Pekmez üretiminde şıranın asit oranı büyük önem taşır. Fazla asitli şıra, pekmezde ekşi bir tat bırakabilir. Bu nedenle fabrikalarda, şıranın asitliği nötralize edilerek dengelenir. Bu işlem genellikle kalsiyum karbonat (CaCO<sub>3</sub>) gibi nötrleme ajanları eklenerek yapılır. Nötralize edilmiş şıra, daha sonra süzülerek berraklaştırılır (Uçar ve Kara, 2019). Vakum altında şıranın ısıtılmasından sonra suyun büyük kısmı buharlaşır ve şıra daha yoğun bir hale gelir. Bu aşamada şıranın yoğunluğu sürekli olarak kontrol edilir ve istenen kıvam seviyesine gelene kadar bu işlem devam eder. Bu aşamada elde edilen ürün, artık pekmez kıvamına yaklaşmış olur (Demirtaş, 2016). Kaynatma işlemi tamamlandıktan sonra pekmez, filtreleme makinelerinden geçirilerek son tortu ve partiküllerden arındırılır. Bu, pekmezin daha pürüzsüz bir kıvama sahip olmasını sağlar. Filtreleme işleminin ardından pekmez, soğutma sistemlerine aktarılır. Soğutma işlemi, ürünün raf ömrünü uzatmak için kritik bir aşamadır (Çetinkaya ve Yıldız, 2017). Soğutulan pekmez, dolum makineleriyle sterilize edilmiş cam veya plastik şişelere doldurulur. Ambalajlama işlemi sırasında hava temasının en aza indirilmesi, ürünün uzun süre bozulmadan saklanabilmesi açısından önemlidir. Fabrikasyon üretiminde ambalajlanan ürünler genellikle vakumlu kapaklarla kapatılır ve etiketlenir (Erdoğan, 2015). Üretimin her aşamasında kalite kontrol testleri yapılır. Özellikle mikrobiyolojik ve fiziksel analizler ile pekmezin kalitesi, hijyen standartlarına uygunluğu ve raf ömrü değerlendirilir. Kalite kontrol birimleri, pekmez üretim sürecinde herhangi bir kontaminasyon veya kalite düşüklüğünü tespit eder ve gerekli düzeltmeleri sağlar (Kılıç ve Uğur, 2018). Ambalajlama işlemi tamamlandıktan sonra ürünler, belirli sıcaklık ve nem koşullarında depolanır. Depolama koşulları, pekmezin raf ömrünü uzatmak ve kalitesini korumak amacıyla optimize edilir. Daha sonra ürünler, marketlere veya dağıtım noktalarına sevk edilir (Uçar ve Kara, 2019).

Fabrikasyon pekmez üretimi, modern tekniklerin ve hijyen standartlarının uygulanmasıyla geleneksel yöntemlerden ayrılır. Teknolojik cihazlar ve proses kontrolü sayesinde daha verimli, daha kaliteli ve uzun ömürlü pekmez üretilir. Üretim aşamalarındaki bu modernleşme, pekmez kalitesini korurken geniş bir tüketici kitlesine de ulaşmasını sağlar.

### **2.3. SİRKE**

Sirke, fermantasyon yoluyla elde edilen ve tarihi binlerce yıl öncesine kadar uzanan insanlık için önemli bir gıda ürünüdür. Mezopotamya, Orta Asya, Antik Mısır ve Çin gibi

medeniyetlerde sirkenin gıda koruma ve tıbbi amaçlarla kullanıldığına dair bulgular mevcuttur. Sirkenin tarihsel değişimi, insanların fermantasyon süreçlerini keşfetmesiyle beraber başladığı düşünülmektedir. Bu fermantasyon süreci, alkolün asetik asit bakterileri tarafından oksitlenmesi yoluyla gerçekleşir ve sirke, ekşi ve keskin bir tada sahip olan bir ürün olarak ortaya çıkar. İlk başlarda sirke, bozulmaya başlamış şarap gibi alkollü içeceklerin doğal bir yan ürünü olarak kabul edilmiş ve enteresan bir şekilde tesadüfen üretilmiştir. Ancak zamanla bu fermantasyon süreci bilinçli olarak yönetilmiş ve farklı hammaddelerden çeşitli sirke türleri üretilmeye başlanmıştır (Budak, Aykin, Seydim, Greene, & Guzel-Seydim, 2014).

Sirke, tarih boyunca yalnızca bir gıda maddesi olarak değil, aynı zamanda antiseptik, koruyucu ve tıbbi bir ürün olarak da kullanılmıştır. Antik Yunan'da Hipokrat, sirkeyi yara temizliği ve sindirim rahatsızlıklarının tedavisi için tavsiye etmiştir. Romalılar ise sirkeyi suyla karıştırarak "posca" adlı içeceklerini hazırlamış ve bu karışımın, sıcak iklim koşullarında vücudu serinletici bir etkiye sahip olduğuna inanmışlardır. Orta Çağ'da ise sirke, vebaya karşı koruma sağladığı düşünülen maddelerden biri olarak kullanılmış ve dezenfektan özellikleriyle ön plana çıkmıştır (Johnston & Gaas, 2006).

Günümüzde de sirke, çok yönlü kullanımı ile modern yaşamın bir parçası haline gelmiştir. Özellikle mutfak alanında, yemeklerde tatlandırıcı ve lezzet dengeleyici olarak kullanılan sirke, salata sosları, turşular, marinasyonlar ve çeşitli yemek tariflerinde vazgeçilmez bir bileşen olmuştur. Ancak sirkenin kullanım alanları mutfakla sınırlı değildir; sağlık, temizlik ve kozmetik alanlarında da önemli bir yere sahiptir. Sirke, cilt temizleyici, saç bakım ürünü ve doğal dezenfektan olarak da tercih edilmektedir. Ayrıca son yıllarda yapılan bilimsel çalışmalar, sirkenin metabolizma üzerindeki etkilerini, kan şekeri seviyelerini düzenleme kapasitesini ve antioksidan özelliklerini ortaya koymuş, bu da sirkeyi fonksiyonel bir gıda maddesi olarak daha fazla ön plana çıkarmıştır (Beheshti et al., 2012).

Sirkenin üretim süreci, fermantasyon tekniklerinin gelişimiyle birlikte çeşitlenmiştir. Günümüzde birçok farklı hammaddeden (elma, üzüm, pirinç, hurma vb.) üretilen sirke türleri, kullanılan hammaddeye göre farklı tat ve sağlık özelliklerine sahip olabilir. Şarap sirkesi, balzamik sirke, elma sirkesi gibi farklı sirke çeşitleri, kendilerine özgü aromaları ve kimyasal bileşimleri ile çok geniş bir kullanım yelpazesine sahiptir. Örneğin, elma sirkesi özellikle sağlık alanında popüler olmuş ve sindirim sistemi üzerinde olumlu etkileri olduğu iddia edilmiştir. Şarap sirkesi ise daha kompleks bir tat profiline sahip olup özellikle Akdeniz mutfağında yaygın olarak kullanılır (Gullo, Verzelloni, & Canonico, 2014)

Sirke üretimi, iki aşamalı fermantasyon sürecine dayanır. İlk aşamada, maya organizmaları şekerleri alkol formuna fermente edilir. Bu aşamada üretilen etanol, sirkenin temel hammaddesidir. İkinci aşamada, asetobakter adı verilen asetik asit bakterileri, oksijenin varlığında alkolü asetik aside okside eder. Asetik asit oluşumu, sirkenin ekşi tadını ve mikrobiyal koruyucu özelliklerini sağlar. Bu sürecin sonunda sirke, %4 ila %8 oranında asetik asit içerir ve pH seviyesi genellikle 2-3 arasındadır. Fermantasyon süresi ve sıcaklık kontrolü, sirkenin nihai lezzet profili ve kimyasal bileşimini doğrudan etkiler (Johnston & Gaas, 2006).

Sirkenin ana bileşeni asetik asittir, ancak bunun yanında diğer organik asitler, mineraller, vitaminler ve çeşitli fenolik bileşikler de içerir. Sirkenin sahip olduğu fenolik bileşikler, antioksidan özellikler taşır ve sağlıklı bir biyoaktif bileşen kaynağı olarak dikkat çeker. Sirkenin fenolik içeriği, üretiminde kullanılan hammaddenin türüne ve fermantasyon yöntemine bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Örneğin, elma sirkesi, flavonoidler ve polifenoller açısından zengin, şarap sirkesi daha fazla tanen içerir (Budak, Aykin, Seydim, Greene, & Guzel-Seydim, 2014).

Ayrıca sirke, koruyucu olarak önemli rol oynayan antimikrobiyal özelliklere de sahiptir. Bu özellikler, patojenik mikroorganizmaların büyümesini ve çoğalmasını önleyerek gıdaların bozulmasını geciktirir. Bu nedenle, sirke yüzyıllardır turşu yapımında, gıdaların saklanması ve hijyen amaçlı olarak kullanılmaktadır (Gullo, Verzelloni, & Canonico, 2014).

Sirkenin sağlık üzerindeki olumlu etkileri üzerine yapılan çalışmalar, özellikle kan şekeri regülasyonu, kilo kontrolü ve sindirim sistemi üzerinde çeşitli faydalar sağlamaktadır. Elma sirkesi gibi bazı sirke türlerinin insülin duyarlılığını artırabileceği ve yemek sonrası kan şekeri artışlarını dengeleyebileceği gösterilmiştir. Bir çalışma, elma sirkesinin tip 2 diyabet hastalarında yemek sonrası glikoz seviyelerini düşürdüğünü ve bu hastalar üzerinde insülin duyarlılığını artırdığını ortaya koymuştur (Beheshti et al., 2012).

Ayrıca, asetik asidin sindirim sistemi üzerindeki olumlu etkileri de dikkat çekmektedir. Sirke, mide asidini artırarak sindirimi kolaylaştırabilir ve sindirim problemlerini hafifletebilir. Ayrıca, mideyi mikrobiyal patojenlere karşı koruyarak gıda kaynaklı enfeksiyonların önlenmesine yardımcı olabilir. Bunun yanı sıra sirke, bazı çalışmalar tarafından kolesterol seviyelerinin düşürülmesinde ve kilo yönetiminde potansiyel bir destek olarak da gösterilmiştir (Johnston & Gaas, 2006).

Sirkenin kullanım alanları;

**Gıda Muhafazası:** Sirkenin düşük pH seviyesi ve antimikrobiyal özellikleri, onu gıdaların bozulmasını önlemek için ideal bir doğal koruyucu yapar. Özellikle turşu yapımında ve gıda muhafazasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Asetik asit, gıdalarda bulunan patojenlerin büyümesini inhibe ederek gıdaların raf ömrünü uzatır (Gullo et al., 2014).

**Mutfak Kullanımı:** Sirke, mutfakta yaygın bir bileşen olarak kullanılır. Salata soslarından marinasyonlara kadar çeşitli yiyeceklerde asidik bir tat profili oluşturmak için tercih edilir. Sirkenin lezzeti, yemeğin tadını dengelemek ve bazı durumlarda diğer tatların öne çıkmasını sağlamak için kullanılır. Özellikle balzamik sirke, zengin aroması ve tatlı-ekşi dengesi ile gurme mutfaklarda öne çıkar (Budak et al., 2014).

**Temizlik ve Hijyen:** Sirkenin antimikrobiyal özellikleri, onu doğal bir temizlik ürünü ve dezenfektan olarak popüler hale getirmiştir. Asetik asit, mikropların büyümesini ve yayılmasını engelleyerek yüzeylerdeki bakterileri temizler. Ev temizliğinde kimyasal içermeyen bir alternatif olarak sıklıkla kullanılır (Johnston & Gaas, 2006).

### 2.3.1. EV YAPIMI SİRKE YAPIM AŞAMALARI

Sirke, meyve veya tahıllardan elde edilen doğal bir fermantasyon ürünüdür. Genellikle elma, üzüm, armut gibi şekerli meyveler kullanılarak yapılan ev yapımı sirke, probiyotikler açısından zengindir. Mutfakta, temizlikte ya da sağlık alanında kullanılmaktadır. Evde sirke üretimi kolay bir süreç gibi görünse de, fermantasyon sürecinin dikkatli bir şekilde yönetilmesi gereken teknik isteyen aşamaları vardır. Uygun koşullar sağlandığında doğal ve lezzetli bir sirke elde edilebilir.

Ev yapımı sirke için gerekli malzemeler şunlardır: 5-6 adet organik elma (yüksek şeker içeriğine sahip olanlar tercih edilmektedir). 1 litre klorsuz içme suyu. 1 yemek kaşığı doğal bal veya şeker (fermantasyonun başlamasını sağlamak amacıyla). Sirke anası veya 1 su bardağı doğal sirke (isteğe bağlı). Cam kavanoz. Tülbent veya ince bez. Lastik veya ip (kavanozun ağzını kapatmak için). Meyve seçimi yapılırken organik olanlar tercih edilmektedir. Kimyasal gübreler ve pestisit kalıntıları, fermantasyon sürecini olumsuz etkileyebilmektedir. Organik elma bulunmadığında, meyvelerin iyice yıkanması ve sirkeli suda bekletilmesi önerilmektedir (Turan, 2017).

Yıkanan elmalar, kabukları soyulmadan küçük parçalar halinde doğranmaktadır. Çekirdeklerin çıkarılmasına da gerek yoktur, çünkü çekirdekler de fermantasyon sürecine katkı

sağlamaktadır. Farklı meyvelerle sirke yapılmak istendiğinde, aynı şekilde üzüm, armut gibi meyveler de doğranarak kullanılabilir. Elma kabuklarının soyulmaması, sirkenin probiyotik içeriğini artırmaktadır. Çünkü kabuklar doğal maya içerir ve bu, fermantasyon sürecini destekler. Meyvelerin daha küçük doğranması, fermantasyon sürecini hızlandırmaktadır (Bilgili, 2019).

Fermantasyon için en ideal kap cam kavanozdur. Plastik ya da metal kaplar, fermantasyon sırasında kimyasal reaksiyonlara girebileceği için önerilmemektedir. Doğranan meyve parçaları kavanozun içine yerleştirilmektedir. Meyve parçalarının kavanozu tamamen doldurmaması önemlidir, çünkü fermantasyon sırasında gaz çıkışı meydana gelmektedir. Kavanoza klorsuz içme suyu eklenmektedir. Klorsuz su, fermantasyonun sağlıklı bir şekilde ilerleyebilmesi için gereklidir. Şebeke suyu kullanıldığında su kaynatılıp soğutulması önerilmektedir. Su, meyvelerin üzerini tamamen kapatmalıdır, çünkü meyveler hava ile temas ettiğinde sirkenin tadı bozulabilmektedir (Erkan, 2020). Fermantasyon sürecini başlatmak için kavanoza 1 yemek kaşığı bal veya şeker eklenmektedir. Bu, fermantasyon sırasında bakterilerin çoğalması için gereken enerjiyi sağlamaktadır. Bal veya şeker eklenmek istenmezse, bir bardak doğal sirke veya sirke anası ilave edilerek fermantasyon hızlandırılabilir. Sirke anası, önceden yapılmış doğal sirkenin üstünde oluşan jelatinimsi bir yapıdır ve faydalı bakteriler içermektedir (Güler, 2016). Kavanozun ağzı sıkıca kapatılmamalı, hava almasına izin verecek şekilde tülbent veya ince bir bezle örtülmelidir. Fermantasyon sürecinde hava girişi önemlidir, ancak sirkenin toz ve dış etkenlerden korunması gerekmektedir. Fermantasyon ortam sıcaklığına bağlı olarak 4-6 hafta sürebilmektedir. Kavanozun serin, karanlık ve güneş ışığından uzak bir ortamda bekletilmesi gerekmektedir. Fermantasyonun ideal sıcaklık aralığı 20-25°C'dir. Bu sıcaklıklar fermantasyonu hızlandırmakta ve bakterilerin sağlıklı bir şekilde çoğalmasını desteklemektedir (Yıldız, 2018). İlk hafta içerisinde fermantasyonun başladığı, kavanozun içinde oluşan kabarcıklar ve asidik bir koku ile anlaşılmaktadır. Bu, mayaların şekeri tüketerek karbondioksit ve alkol ürettiğinin bir işaretidir. Zamanla bu alkol, sirke bakterileri tarafından asetik aside dönüştürülmektedir. Fermantasyon süresince meyve parçaları suyun yüzeyine çıkabilmektedir. Temiz bir kaşık yardımıyla meyveler nazikçe karıştırılarak suyun altında tutulabilmektedir. Kavanozun yüzeyinde ince bir tabaka oluşması da beklenen bir durumdur; bu, fermantasyonun sağlıklı bir şekilde devam ettiğini göstermektedir (Akçay, 2015). Fermantasyon tamamlandıktan sonra, yani yaklaşık 4-6 hafta sonra, sirke keskin bir koku ve tada sahip olmaktadır. Bu aşamada meyve parçaları tamamen dibe çökmüş ve sirke olgunlaşmıştır. Sirke süzülerek meyve parçalarından ayrılmaktadır. Süzme işlemi için tülbent veya ince bir süzgeç

kullanılmaktadır. Süzölen sirke temiz cam şişelere doldurulmaktadır. Sirkenin üstünde sirke anası oluşmuşsa, bu ileride yeni sirke yapımında kullanılabilir. Şişelenen sirke, birkaç hafta daha dinlendirildiğinde lezzeti derinleşmektedir. Sirke serin ve karanlık bir yerde muhafaza edilmelidir (Demir, 2019). Ev yapımı sirke hemen kullanılabilir olsa da, birkaç ay bekletildiğinde tadı daha olgun ve dengeli hale gelmektedir. Zamanla sirkenin asidik tadı daha belirgin hale gelmektedir. Şişelendikten sonra, sirkenin birkaç ay serin bir ortamda saklanması tavsiye edilmektedir. Olgunlaşma sürecinde şişe içinde yeni bir sirke anası oluşabilmektedir. Bu durumda sirke yeniden süzölerek temizlenebilir veya sirke anası yeni fermantasyonlar için saklanabilir. Ev yapımı sirke doğal bir ürün olduğundan zamanla tortu oluşması veya bulanıklaşması normaldir, bu durum sirkenin bozulduğu anlamına gelmemektedir (Kara, 2020).

Evde sirke yapımı, doğal fermantasyon sürecine dayanan süreçli işlemdir. Doğru malzemeler ve iyi koşullar sağlandığında, evde sağlıklı ve lezzetli bir sirke elde edilmektedir. Sirke, hem mutfakta hem de temizlik ve sağlık alanında doğal bir ürün olarak kullanılabilir. Fermantasyon süreci titizlik ile takip edildiğinde, ev yapımı sirke elde etmek mümkündür.

### **2.3.2 FABRİKASYON SİRKENİN YAPIM AŞAMALARI**

Fabrikasyon sirke üretimi, ev yapımı sirkeden farklı olarak daha hızlı ve kontrollü bir süreç içerir. Bu süreç, endüstriyel ölçeklerde ve hijyenik koşullarda gerçekleştirilirken, teknolojik yöntemlerin kullanıldığı bir üretim biçimidir. Fabrikasyon sirkenin yapım aşamaları genellikle iki temel fermantasyon sürecine dayanır. Alkol fermantasyonu ve asetik asit fermantasyonu. Fabrikasyon sirke üretim süreci, daha hızlı sonuç elde etmek ve büyük hacimlerde üretim yapabilmek amacıyla optimize edilmiştir.

Fabrikasyon sirke üretiminde genellikle şeker içeriği yüksek hammaddeler kullanılmaktadır. Elma, üzüm, şeker pancarı, malt ya da alkol üretimi için kullanılabilen herhangi bir şekerli hammadde bu süreçte daha fazla tercih edilebilmektedir. Üretilen sirkenin türüne göre hammadde seçimi yapılır. Elma veya üzüm gibi meyveler şarap sirkesi üretiminde kullanılmaktadır. Şeker pancarı ya da mısır, genel amaçlı sirke üretimi için tercih edilmektedir. Malt ise beyaz sirke üretiminde kullanılmaktadır. Seçilen hammaddeler, öncelikle yıkanmakta ve ezilerek ya da preslenerek meyve suyu ya da şıra haline getirilmektedir. Bu sıvı fermantasyon sürecinin başlayabilmesi için mayalama işlemine hazır hale getirilmektedir (Şahin, 2018). Hammaddenin hazırlanmasının ardından, alkol fermantasyonu başlamaktadır.

Bu aşamada, fermantasyona uygun maya türleri eklenmekte ve şekerin alkole dönüştürülmesi sağlanmaktadır. Alkol fermantasyonu büyük tanklarda ve sıcaklık kontrol altına alınarak gerçekleştirilmektedir. Maya organizmaları, ortamda bulunan şekeri tüketerek etanol (alkol) ve karbondioksit üretmektedir. Bu fermantasyon süreci 5-10 gün sürebilmektedir. Endüstriyel üretimde bu süreç optimize edilmiş ve sıcaklık, pH ve oksijen miktarı gibi parametreler sıkı bir şekilde kontrol edilmektedir. Bu sayede süreç daha hızlı ve verimli bir şekilde ilerlemektedir (Kaya, 2019). Alkol fermantasyonundan elde edilen sıvı, artık etanol içermektedir ve asetik asit fermantasyonu için hazırdır. Bu aşamada, etanol asetik aside dönüştürülmektedir. Fabrikasyon sirke üretiminde bu işlem, genellikle "submerged" (daldırmalı) fermantasyon yöntemi ile yapılmaktadır. Bu yöntemde, büyük fermantasyon tankları kullanılmakta ve oksijen gazı tankların içine pompalanmaktadır. Oksijen, asetik asit bakterilerinin çoğalmasını ve alkolü asetik aside dönüştürmesini sağlamaktadır. Asetik asit bakterileri (Acetobacter türleri), etanolü okside ederek sirkenin karakteristik ekşi tadını veren asetik asidi üretmektedir. Bu süreç fabrikasyon üretiminde birkaç gün sürebilmektedir. Submerged fermantasyon yöntemi, geleneksel yüzeysel (surface) fermantasyon yöntemine göre çok daha hızlı ve verimli olduğu için tercih edilmektedir (Demirtaş, 2020). Fabrikasyon sirke üretiminde, fermantasyon işlemi tamamlandıktan sonra sirke belirli bir süre dinlendirilmekte ya da olgunlaştırılmaktadır. Olgunlaştırma süresi, üretilen sirkenin türüne göre değişiklik göstermektedir. Örneğin, bazı şarap sirkeleri birkaç ay bekletilerek olgunlaştırılırken, beyaz sirke gibi bazı türlerde olgunlaştırma süreci çok kısa tutulmaktadır. Olgunlaştırma sırasında sirkenin tadı dengelenmekte, fermantasyon sırasında oluşmuş istenmeyen yan ürünler giderilmekte ve sirkenin asidik yapısı stabil hale getirilmektedir. Bu süreçte kullanılan tanklar genellikle paslanmaz çelikten yapılmaktadır ve hijyenik koşullarda saklanmaktadır (Çelik, 2017). Sirke olgunlaştıktan sonra, filtrasyon işlemine tabi tutulmaktadır. Filtrasyon, sirkenin berrak ve temiz bir görünüme sahip olması için yapılmaktadır. Bu işlem sırasında sirke içerisindeki tortular, maya kalıntıları ve diğer parçacıklar temizlenmektedir. Özellikle beyaz sirke gibi türler, tamamen şeffaf bir yapıya sahip olmalıdır, bu nedenle filtrasyon oldukça önemlidir. Filtrasyonun ardından sirke pastörize edilmektedir. Pastörizasyon işlemi, sirkenin uzun süre bozulmadan saklanabilmesi için uygulanmaktadır. Sirke belirli bir sıcaklıkta ısıtılmakta ve içerisindeki mikroorganizmalar yok edilmektedir. Bu sayede sirke, raf ömrü boyunca mikrobiyal bozulmalara karşı korunmaktadır (Gündoğdu, 2019). Pastörizasyon işleminden sonra sirke, otomatik dolum makineleri ile şişelenmektedir. Şişeleme işlemi sırasında hijyen koşullarına son derece dikkat edilmektedir. Şişelenen sirke, etiketlenmekte ve tüketicilere sunulmak üzere depolara gönderilmektedir. Fabrikasyon sirke üretiminde, her bir aşama kalite

kontrol testlerinden geçmektedir ve bu sayede standart bir ürün elde edilmektedir. Endüstriyel sirke üretiminde, farklı asidite oranlarına sahip çeşitli sirke türleri üretilmektedir. Örneğin, sofrada kullanılan sirkenin asit oranı genellikle %4-6 arasında değişirken, endüstriyel amaçlı kullanılan sirkenin asiditesi daha yüksek olabilmektedir (Özkan, 2018).

Fabrikasyon sirke üretimi, ev yapımı sirkeye göre çok daha hızlı ve kontrollü bir süreçtir. Alkol ve asetik asit fermantasyonlarının modern tekniklerle hızlandırılmaktadır ve bu sayede ölçekli üretimler yapılabilmektedir. Hammaddelerin seçilmesinden, fermantasyonun gerçekleştirilmesine, filtrasyon ve ambalajlamaya kadar her adım dikkatli bir şekilde kontrol edilmekte ve standart bir ürün elde edilmektedir.

## **2.4 AĞIR METALLER**

### **2.4.1 AĞIR METAL ANALİZLERİNİN TARİHÇESİ**

Ağır metaller, yüksek yoğunlukları nedeniyle toksik özellikler taşıyan elementlerdir ve canlı sağlığına ve çevreye zarar verme potansiyelleri yüksek olduğundan dolayı büyük bir endişe kaynağı olmuştur. Kurşun (Pb), cıva (Hg), kadmiyum (Cd), arsenik (As) ve nikel (Ni) gibi elementler ağır metaller arasında yer alır. Bu metallerin çevrede ve insan vücudundaki varlıklarını tespit etmek için geliştirilen ölçüm yöntemlerinin tarihçesi, kimya ve analitik bilimlerin gelişimi ile doğrudan ilişkilidir.

Ağır metallerin doğaya ve canlı sağlığına zararları tarih boyunca bilinmektedir ve sürekli araştırma konusu olmuştur. Örneğin, Roma İmparatorluğu döneminde kurşun, su borularının yapımında yaygın olarak kullanılıyordu. Kurşunun su kaynaklarına sızması ve yayılması, Romalılar arasında kurşun zehirlenmesinin yaygın hale gelmesine yol açtı (Nriagu, 1983). Antik uygarlıklar ağır metallerin zararlarını tam anlamıyla anlamasa da, zehirlenme vakaları zaman içinde gözlemlendi. Ağır metallerin bilimsel olarak tanımlanması ve ölçülmesi, 19. yüzyılda kimyanın bir bilim dalı olarak gelişmesiyle başladı. 1800'lerde, Antoine Lavoisier'in kimyanın modern temellerini atması ve John Dalton'ın atom teorisini geliştirmesi, elementlerin atomik yapısını ve davranışlarını anlamaya yönelik çalışmaları hızlandırdı. Bu dönemde elementler arasındaki farklar anlaşılmaya başlandı ve ağır metallerin kimyasal özellikleri de belirgin hale geldi (Partington, 1960). 19. yüzyılın sonlarında, William Crookes gibi kimyacılar spektral analiz ve diğer kimyasal analiz yöntemlerini geliştirdiler.

Bu yöntemler, çeşitli elementlerin tanımlanmasında ve ayrıştırılmasında kullanıldı ve ağır metal tespitinin temel taşlarını oluşturdu. Ancak bu dönemde yapılan ölçümler, bugünkü standartlara göre oldukça sınırlı ve yetersizdi. 20. yüzyıla gelindiğinde, ağır metal ölçümünde büyük bir devrim yaşandı. İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra, sanayi devrimi ve kimyasal ürün üretim süreçlerinin hızlanması ile birlikte ağır metal kirliliği çevresel bir sorun olarak ortaya çıkmaya başladı. Özellikle su, hava ve toprakta biriken ağır metallerin etkileri konusunda farkındalık giderek arttı. Bu durum, daha hassas ölçüm yöntemlerine duyulan ihtiyacı doğurdu (Clarkson, 1993). Bu dönemde, analitik kimyanın bir alt dalı olarak atomik absorpsiyon spektrometrisi (AAS) geliştirildi. AAS, bir numunedeki metal elementlerinin konsantrasyonunu ölçmek için kullanılan bir tekniktir. Sidney Siggia, 1950'lerde bu tekniği ağır metal analizinde yaygınlaştırdı ve daha sonra bu yöntem çevre bilimleri, gıda analizi ve tıbbi araştırmalarda yaygın olarak kullanılmaya başlandı (Welz & Sperling, 1999). 1970'lere gelindiğinde, çevresel kirlenme ve toksik metallerin etkileri üzerine daha fazla araştırma yapılmaya başlandı. Bu dönemde özellikle ABD'de çevre koruma politikalarının oluşumu hız kazandı ve ağır metal kirliliği ile ilgili ilk ciddi yasal düzenlemeler yapıldı. 1972 yılında ABD'de Çevre Koruma Ajansı (EPA), ağır metal kirliliğini izlemek ve kontrol altına almak amacıyla ilk standartları belirledi (EPA, 1972). Aynı dönemde Avrupa ve Asya'da da ağır metal kirliliğine karşı benzer farkındalıklar oluştu. Bu farkındalıklar, ağır metallerin ölçülmesi ve kontrol altına alınmasına yönelik çeşitli uluslararası anlaşmalara zemin hazırladı. Bu bağlamda, ICP-OES (İndüktif Eşleşmiş Plazma-Optik Emisyon Spektrometrisi) gibi daha ileri teknikler de geliştirildi ve analizlerin hassasiyeti önemli ölçüde arttı (Houk, 1986).

1980'ler ve 1990'larda ise ICP-MS (İndüktif Eşleşmiş Plazma-Kütle Spektrometrisi) gibi daha ileri teknolojiler geliştirildi. ICP-MS, numunedeki çok düşük konsantrasyonlardaki metal elementlerini bile ölçebilen çok hassas bir analiz yöntemidir. Bu teknolojinin yaygınlaşması, ağır metal ölçümünü yalnızca çevre bilimlerinde değil, aynı zamanda biyomedikal araştırmalar, adli tıp ve endüstriyel analizler gibi birçok alanda önemli bir hale getirdi (Jarvis et al., 1992). Bu dönemde aynı zamanda Avrupa Birliği ve diğer uluslararası örgütler, ağır metal kirliliğini izlemek ve sınırlandırmak için daha katı yasal düzenlemeler getirdi. Örneğin, Kadmiyum, Cıva ve Kurşun gibi ağır metallerin çeşitli ürünlerde kullanımını sınırlayan REACH (Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals) direktifi, 2006 yılında Avrupa Birliği tarafından yürürlüğe kondu (European Chemicals Agency, 2006). Bugün, ağır metal ölçüm teknikleri oldukça gelişmiş durumda ve nanogram düzeyinde bile tespit yapılabilmektedir. Bununla birlikte, yeni teknolojiler ve metotlar sürekli

geliştirilmektedir. Özellikle çevre bilimlerinde, su kalitesini izleme ve toprak analizlerinde kullanılan taşınabilir sensörler ve hızlı test kitleri popüler hale gelmiştir (Wang & Salih, 2017). Ayrıca, ağır metal birikiminin biyolojik sistemler üzerindeki etkilerini inceleyen biyomonitöring çalışmaları artmıştır. Son yıllarda gelişen teknolojiler arasında XRF (X-Ray Fluorescence) spektrometresi de bulunmaktadır. Bu teknik, ağır metal konsantrasyonlarını tespit etmek için temas gerektirmeyen hızlı bir yöntem olarak öne çıkmaktadır ve sanayi ve çevre izleme uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Kalnicky & Singhvi, 2001).

Ağır metallerin tespiti ve ölçümü, insan sağlığı ve çevre açısından büyük bir öneme sahiptir. Ağır metallerin zararları ve çevresel etkileri zaman içerisinde anlaşıldıkça, bu metallerin ölçümünde kullanılan yöntemler de sürekli geliştirilmiştir. Günümüzde ağır metal ölçümü, modern kimya ve analitik teknolojilerle oldukça hassas bir şekilde yapılabilmekte ve çevre bilimlerinden biyomedikal araştırmalara kadar çok geniş bir uygulama alanı bulmaktadır.

#### **2.4.2 TÜRKİYE'DE AĞIR METAL ANALİZLERİ**

Türkiye'de ağır metal analizleri, çevresel farkındalığın artması ve sanayileşmenin hız kazanmasıyla birlikte 20. yüzyılın ortalarına doğru başlamıştır. Sanayileşme ile birlikte, özellikle endüstriyel atıkların doğal çevreye olan etkileri daha görünür hale gelmiş, su ve toprakta ağır metal birikiminin insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri araştırılmaya başlanmıştır. Ağır metal analizlerinin Türkiye'deki başlangıcı, özellikle çevre mühendisliği, kimya mühendisliği ve çevre bilimleri alanlarında yapılan akademik çalışmalarla olmuştur. Ancak, bu konuda sistematik ve düzenli ölçümler, çevre kirliliği ile ilgili yasaların yürürlüğe girmesi ve çevre bilincinin artması ile 1970'lerden sonra hız kazanmıştır. Türkiye'de çevre bilincinin ve ağır metallerin zararlı etkilerine dair ilk çalışmalar, özellikle 1960'lı yılların sonunda sanayi bölgelerinde yapılan araştırmalarla başlamıştır. İstanbul, İzmit, Bursa, Ankara gibi sanayileşmiş şehirlerdeki kirlilik oranlarının artması, bu konuda daha fazla araştırma yapılmasına yol açmıştır. Bu dönemde üniversitelerde ve bazı kamu kurumlarında ağır metal kirliliği üzerine çalışmalar yürütülmeye başlanmış, akademik araştırmalar kapsamında bu elementlerin çevreye ve insan sağlığına etkileri üzerine ilk analizler yapılmıştır.

Türkiye'de ağır metal analizlerine yönelik ilk sistematik çalışmalar, İstanbul Üniversitesi ve Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ) gibi köklü üniversitelerin kimya ve çevre mühendisliği bölümleri tarafından yürütülmüştür. Özellikle İstanbul Üniversitesi'nde Prof. Dr. Orhan Kural ve Prof. Dr. Şevket Erbilgin gibi isimler, Türkiye'de çevre bilimi ve

kimya mühendisliği alanında öncülük etmişlerdir (Kural, 1995). Bu dönemde yapılan araştırmalar, özellikle Marmara Bölgesi'nde yoğunlaşmış ve sanayi bölgelerindeki ağır metal kirliliğinin boyutları tespit edilmeye çalışılmıştır. 1980'li yıllar, Türkiye'de ağır metal analizlerinin sistematik olarak yapılmaya başlandığı ve çevre kirliliği ile ilgili farkındalığın arttığı bir dönemdir. Bu yıllarda, Türkiye'deki sanayi faaliyetlerinin hız kazanması ve bunun doğal çevre üzerindeki olumsuz etkilerinin belirgin hale gelmesiyle ağır metal analizlerine duyulan ihtiyaç artmıştır. Türkiye'de çevre kirliliğine yönelik ilk kapsamlı yasal düzenlemeler de bu dönemde yapılmıştır.

1983 yılında kabul edilen Çevre Kanunu, Türkiye'de çevre kirliliği ile ilgili düzenlemelerin temelini oluşturmuştur. Bu kanunla birlikte, su ve toprak kirliliği, hava kirliliği ve endüstriyel atıkların kontrolü gibi konularda ağır metal analizlerinin önemi artmıştır (Resmi Gazete, 1983). Çevre Kanunu, çevre kirliliğini izleme ve kontrol etme görevini Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'na vermiştir. Bu bağlamda, ağır metal analizleri için standartların belirlenmesi ve ölçüm yapılması zorunlu hale gelmiştir. Bu dönemde Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ) Çevre Mühendisliği Bölümü'nde yapılan çalışmalar, Türkiye'de ağır metal analizlerinin bilimsel bir temele oturtulmasında büyük rol oynamıştır. ODTÜ'de özellikle Prof. Dr. Dilek Tünay ve Prof. Dr. İrfan Orhan gibi akademisyenler, ağır metallerin çevresel etkileri üzerine önemli çalışmalar yürütmüşlerdir. Bu akademisyenler, sanayi kaynaklı ağır metal kirliliğinin Türkiye'deki etkilerini araştırmış ve bu konuda öncü araştırmalara imza atmışlardır (Tünay & Orhan, 1987).

1990'lar, Türkiye'de ağır metal analizleri ve çevresel kirlilikle ilgili bilimsel çalışmaların hız kazandığı bir dönemdir. Bu dönemde Türkiye, Avrupa Birliği'ne katılım süreci çerçevesinde çevre politikalarını gözden geçirmiş ve AB standartlarına uygun ağır metal analiz yöntemlerini benimsemeye başlamıştır. Özellikle su kaynaklarında ağır metal kirliliğinin izlenmesi ve toprağın ağır metallerle kirlenmesinin önlenmesi konusunda çeşitli projeler yürütülmüştür. Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) da bu dönemde ağır metal analizlerine yönelik birçok araştırma projesini desteklemiştir. TÜBİTAK'ın desteklediği projeler kapsamında, ağır metallerin insan sağlığı üzerindeki etkileri, sanayi bölgelerinde yapılan analizlerle tespit edilmeye başlanmıştır. Bu projeler, ağır metal analizlerinde kullanılan yöntemlerin geliştirilmesine ve Türkiye'de bu konudaki akademik birikimin artmasına katkı sağlamıştır (TÜBİTAK, 1995). 1990'lı yıllarda, aynı zamanda Türkiye'de uluslararası işbirlikleri de önem kazanmıştır. Özellikle Avrupa ülkeleriyle yapılan

işbirlikleri sonucunda, ağır metal analizlerinde kullanılan modern cihazlar Türkiye’de kullanılmaya başlanmış ve analizlerin doğruluğu artmıştır. ICP-MS (İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometresi) ve AAS (Atomik Absorpsiyon Spektrometrisi) gibi modern teknikler, bu dönemde Türkiye’de ağır metal analizlerinde yaygınlaşmıştır (Çiftçi, 1998).

2000’li yıllarda Türkiye’de ağır metal analizleri, modern teknolojilerin kullanımı ile daha da hassas hale gelmiştir. Bu dönemde özellikle çevre mühendisliği, kimya mühendisliği ve biyomedikal alanlarındaki çalışmalar artmıştır. Türkiye’de üniversiteler, araştırma merkezleri ve devlet kurumları, ağır metal analizlerini hem çevresel hem de biyolojik sistemler üzerinde daha detaylı olarak incelemiştir. Bu dönemde, Türkiye’de sürdürülebilirlik kavramı çevre politikalarının merkezine oturmuş ve ağır metal kirliliği ile ilgili yeni düzenlemeler getirilmiştir. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’nın oluşturduğu yeni standartlar çerçevesinde, su, toprak ve hava kalitesinin izlenmesi için ağır metal analizlerinin önemi vurgulanmış ve bu konuda düzenli izleme programları başlatılmıştır (ÇŞB, 2008). 2000’lerden sonra Türkiye’de özellikle Marmara, Ege ve İç Anadolu bölgelerindeki sanayi kirliliği üzerine yapılan çalışmalar artmıştır. Bu dönemde İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) Çevre Mühendisliği Bölümü’nde Prof. Dr. Filiz Küçüksezgin ve ekibi, Türkiye’nin farklı bölgelerinde ağır metal kirliliği üzerine önemli çalışmalar yapmışlardır. Bu araştırmalar, hem deniz suyu kirliliğini hem de toprak kirliliğini analiz ederek ağır metal birikimlerinin boyutlarını ortaya koymuştur (Küçüksezgin et al., 2009).

Türkiye’de ağır metal analizlerinin başlangıcı, sanayileşme ve çevresel kirliliğin artması ile 1960’lı yıllara kadar uzanmaktadır. Bu dönemde ağır metal analizleri, üniversitelerde ve araştırma merkezlerinde yapılan çalışmalarla bilimsel bir temele oturmuş ve 1980’lerden itibaren çevresel yasal düzenlemeler ile daha sistematik hale gelmiştir. 1990’lar ve 2000’li yıllarda Türkiye’de ağır metal analizlerinde modern teknolojiler kullanılmaya başlanmış ve uluslararası standartlara uygun ölçüm yöntemleri benimsenmiştir. Bugün Türkiye’de ağır metal analizleri, çevre mühendisliği, kimya ve biyomedikal alanlarında hem akademik hem de uygulamalı olarak yaygın bir şekilde yapılmaktadır.

### **2.4.3. AĞIR METALLERİN ZARARLARI**

Ağır metaller, insan sağlığı için çok tehlikeli olabilir ve özellikle çevresel maruziyetler uzun vadeli sağlık sorunlarına yol açabilir. Doğal olarak çevrede bulunan bu metaller, insan aktiviteleriyle daha fazla yayılır ve çeşitli yollarla vücuda girebilir. Özellikle sanayileşmenin

yoğun olduğu bölgelerde yaşayan insanlar için ağır metal maruziyeti daha büyük bir risk oluşturur.

**Sinir Sistemi Üzerindeki Zararları:** Ağır metallerin sinir sistemi üzerindeki etkileri en korkutucu sonuçlardan biridir. Kurşun ve cıva, sinir hücrelerine zarar vererek özellikle çocuklarda gelişimsel sorunlara neden olabilir. Kurşun maruziyeti, bilişsel fonksiyonlarda azalma, dikkat eksikliği ve davranış problemlerine yol açabilir. Özellikle gelişim çağındaki çocuklar kurşunun bu olumsuz etkilerine daha duyarlıdır, çünkü beyin henüz tam olarak gelişmemiştir. Cıva ise doğrudan sinir hücrelerini etkileyerek koordinasyon sorunları ve zihinsel gerilemeye yol açar (Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2020). Bu metallerin çevrede bulunma sıklığı, özellikle endüstriyel bölgelerde yaşayan bireylerin sürekli bir tehdit altında olduğunu gösteriyor. Uzun vadede bu durum, toplum sağlığı üzerinde büyük bir yük oluşturabilir.

**Böbrek ve Karaciğer Fonksiyonlarının Bozulması:** Ağır metallerin böbrekler üzerindeki toksik etkileri de oldukça ciddi. Kadmiyum ve kurşun gibi metaller, böbreklerde birikerek bu organların normal işleyişini bozabilir. Böbrek fonksiyonlarının zayıflaması, vücudun toksinleri atamamasına ve zamanla böbrek yetmezliğine kadar ilerleyen durumlara yol açabilir (Jaishankar et al., 2014). Ayrıca, karaciğerin de detoksifikasyon görevini etkileyerek vücuttaki zararlı maddelerin birikmesine neden olabilir. Bu da metabolik bozukluklar ve bağışıklık sistemi sorunlarına davetiye çıkarır.

**Kansere Yol Açma Riski:** Arsenik, kadmiyum ve krom gibi metallerin kanserojen özelliklere sahip olduğu bilinmektedir. Arsenik, özellikle cilt, akciğer ve mesane kanseri riskini artırır (International Agency for Research on Cancer, 2012). Bunun yanı sıra, sanayi bölgelerinde yaşayan bireylerde bu metallerin daha sık kanser vakalarına yol açması, çevresel faktörlerin ne kadar belirleyici olduğunu gösteriyor. Kromun endüstriyel kullanımı, özellikle işçiler ve sanayi bölgelerinde yaşayanlar için sürekli bir risk kaynağıdır.

**Üreme Sağlığına Zararları:** Ağır metaller üreme sağlığını da ciddi şekilde etkileyebilir. Cıva ve kurşun, erkeklerde sperm kalitesini düşürebilirken, kadınlarda doğurganlığı azaltabilir ve düşük yapma riskini artırabilir (Wirth & Mijal, 2010). Aynı zamanda, hamilelik sırasında maruz kalınan ağır metaller doğum kusurlarına yol açabilir. Bu durum, nesiller boyunca sağlık problemlerine yol açabilecek bir tehlike oluşturur ve bu metallerin çevrede kontrolsüz bir şekilde birikmesinin önlenmesi gerektiğini vurgular.

**Bağışıklık Sistemini Baskılaması:** Bazı ağır metallerin bağışıklık sistemini baskılayıcı etkileri olduğu da bilinmektedir. Özellikle kadmiyum ve kurşun, vücudun enfeksiyonlarla savaşma yeteneğini zayıflatabilir ve bu durum kronik hastalıklara yatkınlığı artırabilir (Pohlandt et al., 1992). Uzun süreli maruziyet, vücudun bağışıklık sistemini baskılayarak otoimmün hastalıkların gelişimine zemin hazırlayabilir.

Ağır metallerin insan sağlığı üzerindeki etkileri oldukça kapsamlıdır ve çeşitli organ sistemlerini hedef alır. Sinir sistemi, böbrekler, üreme sistemi ve bağışıklık sistemi üzerinde ciddi tahribatlar yaratan bu metallerin çevreye yayılmasını engellemek hayati önem taşır. Sanayileşmenin yoğun olduğu bölgelerde halk sağlığı önlemlerinin artırılması, bu metallerin etkilerinin minimize edilmesinde kritik bir rol oynar. Ayrıca, ağır metal kirliliğinin izlenmesi ve temizlenmesi için daha katı düzenlemeler ve teknolojiler geliştirilmeli.

Ağır metallerin sağlık üzerinde çeşitli zararlı etkileri vardır;

**Berilyum (Be):** Berilyuma uzun süre maruz kalmak, akciğer hastalıklarına ve kronik berilyozise neden olabilir (National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), 2008).

**Bor (B):** Bor, yüksek dozlarda alındığında mide-bağırsak rahatsızlıklarına ve deri tahrişine yol açabilir (Nielsen, F. H., 1997, Plant and Soil).

**Alüminyum (Al):** Aşırı alüminyum maruziyeti, nörolojik bozukluklara ve Alzheimer hastalığıyla ilişkilendirilen etkilere neden olabilir (Krewski, D., et al., 2007, Journal of Toxicology and Environmental Health).

**Titanyum (Ti):** Titanyum genellikle toksik değildir, ancak nadir durumlarda alerjik reaksiyonlara yol açabilir (Brown, J. R., 1997, \*Biomaterials).

**Kobalt (Co):** Yüksek dozlarda kobalt maruziyeti, kalp kası hasarına ve solunum sistemi rahatsızlıklarına neden olabilir (Barceloux, D. G., 1999, Journal of Toxicology).

**Nikel (Ni):** Nikel, cilt alerjilerine ve uzun süreli maruziyette solunum yolu sorunlarına yol açabilir (Das, K. K., et al., 2008, Indian Journal of Medical Research).

**Bakır (Cu):** Aşırı bakır alımı, karaciğer ve böbrek hasarına neden olabilir (Gaetke, L. M., & Chow, C. K., 2003, Toxicology).

**Çinko (Zn):** Yüksek miktarda çinko tüketimi, mide bulantısı, kusma ve baş dönmesine neden olabilir (Plum, L. M., et al., 2010, International Journal of Environmental Research and Public Health).

**Arsenik (As):** Uzun süreli arsenik maruziyeti, cilt, akciğer ve mesane kanseri riskini artırır (International Agency for Research on Cancer (IARC), 2012).

**Vanadyum (V):** Yüksek dozlarda vanadyum maruziyeti, akciğer hasarına ve solunum yolu rahatsızlıklarına neden olabilir (Rehder, D., 2015, Bioinorganic Vanadium Chemistry).

**Krom (Cr):** Krom VI, son derece toksik olup, solunum yolu rahatsızlıklarına ve kansere yol açabilir (Dayan, A. D., & Paine, A. J., 2001, Human & Experimental Toxicology).

**Mangan (Mn):** Aşırı mangan alımı, nörolojik bozukluklara ve Parkinson benzeri semptomlara yol açabilir (Aschner, M., et al., 2005, NeuroToxicology).

**Demir (56Fe ve 57Fe):** Aşırı demir alımı, karaciğer hasarı ve hemokromatoz gibi hastalıklara neden olabilir (Andrews, N. C., 1999, New England Journal of Medicine).

**Selenyum (Se):** Fazla selenyum alımı, saç dökülmesi, tırnak kırılması ve selenoz adı verilen bir duruma yol açabilir (Rayman, M. P., 2000, The Lancet).

**Stronsiyum (Sr):** Radyoaktif stronsiyuma maruz kalmak, kemiklerde birikerek kanser riskini artırabilir (Snyder, W. S., et al., 1975, Report of the Task Group on Reference Man).

**Molibden (Mo):** Yüksek molibden seviyeleri, gut hastalığını tetikleyebilecek ürik asit üretimini artırabilir (Mendel, R. R., & Hänsch, R., 2002, Phytochemistry).

**Kadmiyum (Cd):** Kadmiyum, böbrek hasarına, kemik erimesine ve kansere yol açabilir (Jaishankar, M., et al., 2014, Interdisciplinary Toxicology).

**Kalay (Sn):** Yüksek dozda kalay alımı, sindirim sistemi rahatsızlıklarına ve baş ağrılarına neden olabilir (Blunden, S., & Wallace, T., 2003, Food and Chemical Toxicology).

**Antimon (Sb):** Antimon maruziyeti, solunum yolu hastalıklarına ve kardiyovasküler rahatsızlıklara yol açabilir (Gerhardsson, L., et al., 2006, Environmental Health Perspectives).

**Cıva (Hg):** Cıva maruziyeti, nörolojik bozukluklara, koordinasyon kaybına ve sinir sistemi hasarına neden olabilir (Clarkson, T. W., & Magos, L., 2006, Critical Reviews in Toxicology).

**Kurşun (Pb):** Kurşun maruziyeti, çocuklarda gelişimsel gecikmelere, öğrenme güçlüklerine ve sinir sistemi hasarına neden olabilir (Needleman, H. L., 2004, Environmental Research).

Bu zararlar, metallerin kullanımına ve maruziyet seviyesine bağlı olarak değişiklik gösterebilir ve endüstriyel alanlarda ya da doğal kaynaklarda bu metallerin kontrolsüz salınımı, insan sağlığı üzerinde ciddi riskler oluşturabilir.

#### 2.4.4. AĞIR METAL SINIR SEVİYELERİNİN BELİRLENMESİ

Ağır metaller, insan sağlığı üzerinde olumsuz etkiler yaratabilen toksik elementlerdir ve bu nedenle çevresel, gıda ve su kalitesinde sınırlandırılmaları gerekmektedir. Ağır metal sınır seviyeleri, ulusal ve uluslararası standartlara dayalı olarak belirlenmektedir. Bu standartlar, genellikle Dünya Sağlık Örgütü (WHO), Avrupa Birliği (AB), Amerika Çevre Koruma Ajansı

(EPA) ve Türkiye'de Tarım ve Orman Bakanlığı gibi otoriteler tarafından belirlenmektedir. Türkiye'de ağır metal sınır seviyeleri, Avrupa Birliği standartları ve Codex Alimentarius gibi uluslararası rehberlere dayandırılmaktadır (Altıok, 2019).

Dünya Sağlık Örgütü, özellikle içme suyunda bulunan ağır metallerin insan sağlığına etkilerini inceleyen önemli bir otoritedir. WHO'nun içme suyu için belirlediği bazı ağır metal sınır değerleri şunlardır:

- **Kurşun (Pb):** 0,01 mg/L
- **Kadmyum (Cd):** 0,003 mg/L
- **Civa (Hg):** 0,006 mg/L
- **Arsenik (As):** 0,01 mg/L

WHO'nun belirlediği bu sınır değerler, su kalitesi yönetmeliklerinin temelini oluşturmaktadır. WHO'nun rehber değerleri, bilimsel araştırmalar ve toksikolojik veriler ışığında belirlenmektedir (WHO, 2011).

Avrupa Birliği, ağır metallerin gıda ve içme suyu gibi tüketim ürünlerinde sınırlandırılmasına yönelik katı düzenlemelere sahiptir. AB, "Gıda Maddelerinde Kirletici Sınırları Yönetmeliği" kapsamında, ağır metal limitlerini belirlemiştir. Bu yönetmelik, özellikle gıdalarda bulunan kurşun, kadmiyum ve civa gibi metallerin maksimum seviyelerini tanımlar. AB yönetmeliklerine göre bazı ağır metal sınır seviyeleri şunlardır:

- **Kurşun (Pb):** Katı gıdalarda 0,1-0,3 mg/kg
- **Kadmyum (Cd):** 0,05-0,2 mg/kg
- **Civa (Hg):** 0,05 mg/kg
- **Arsenik (As):** 0,2 mg/kg

Bu limitler, gıdalarda ağır metal kontaminasyonunu sınırlandırarak halk sağlığını korumayı hedeflemektedir (European Commission, 2006).

Amerika Birleşik Devletleri'nde EPA, ağır metallerin su, hava ve toprakta sınırlandırılmasına yönelik düzenlemeler geliştiren bir kuruluştur. EPA'nın belirlediği sınır değerler, içme suyu ve çevresel standartlar için geçerlidir. İçme suyu için EPA'nın belirlediği bazı ağır metal sınırları şunlardır:

- **Kurşun (Pb):** 0,015 mg/L
- **Kadmyum (Cd):** 0,005 mg/L
- **Civa (Hg):** 0,002 mg/L
- **Arsenik (As):** 0,01 mg/L

EPA, bu sınır değerleri belirlerken toksikolojik risk değerlendirmeleri ve çevresel maruziyet düzeylerini dikkate almaktadır (EPA, 2010).

Türkiye’de ağır metal sınır değerleri, büyük ölçüde Avrupa Birliği standartları ve Codex Alimentarius tarafından belirlenen uluslararası normlara uyumlu olarak düzenlenmiştir. Türk Gıda Kodeksi ve Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği gibi yasal düzenlemeler, hem gıdalardaki hem de sulardaki ağır metal limitlerini belirlemektedir. Türkiye’deki bazı ağır metal sınırları şu şekildedir:

- **Kurşun (Pb):** İçme suyunda 0,01 mg/L
- **Kadmyum (Cd):** 0,005 mg/L
- **Civa (Hg):** 0,001 mg/L
- **Arsenik (As):** 0,01 mg/L

Bu sınırlar, Türkiye'nin AB ile uyumlu su ve gıda güvenliği politikaları doğrultusunda belirlenmiştir (Türkiye Gıda Kodeksi, 2011).

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından oluşturulan Codex Alimentarius, uluslararası düzeyde gıda güvenliği standartlarını belirlemektedir. Codex, özellikle gıda maddelerindeki ağır metal sınırlarını düzenlemekte önemli bir role sahiptir. Codex'e göre gıdalarda kabul edilen ağır metal sınır seviyeleri aşağıdaki gibidir:

- **Kurşun (Pb):** 0,1-0,3 mg/kg (gıdaya göre değişiklik gösterir)
- **Kadmyum (Cd):** 0,05-0,2 mg/kg
- **Civa (Hg):** 0,05 mg/kg

Codex Alimentarius, dünya genelinde gıda güvenliği standartlarının harmonizasyonunu sağlayarak, ticaretin ve halk sağlığının korunmasını amaçlamaktadır (Codex Alimentarius, 2010).

Ağır metal sınır seviyeleri, uluslararası sağlık kuruluşları ve devletler tarafından belirlenen bilimsel verilere dayanmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü, Avrupa Birliği, Amerika Çevre Koruma Ajansı gibi otoriteler, halk sağlığını korumak için ağır metallerin gıda ve içme suyu gibi temel kaynaklarda sınırlandırılmasını sağlamaktadır. Türkiye de bu düzenlemelerle uyumlu bir şekilde, gıda ve su kalitesini kontrol altına alarak ağır metal risklerini azaltmaktadır.

## 2.6. TOPLAM ASİT DERESESİNİN ÖNEMİ

Toplam asit derecesi (TAD), özellikle gıda ve içecek sektöründe sıklıkla kullanılan bir ölçüm parametresidir. TAD, bir sıvının asitliğini belirlemek amacıyla yapılan bir analizdir ve özellikle meyve suyu, şarap, süt ürünleri ve zeytinyağı gibi ürünlerde asidite kontrolü için kullanılır. TAD'nin tarihçesi, kimya biliminin gelişimi ve asiditenin anlaşılması ile paralel ilerlemiştir.

Asitlik kavramı, 18. yüzyılın sonları ve 19. yüzyılın başlarında modern kimyanın gelişimiyle birlikte tanımlanmıştır. Bu dönemde, Antoine Lavoisier gibi kimyacılar asit ve baz kavramlarını geliştirerek kimya bilimine büyük katkılar sağladılar. Lavoisier, asitlerin oksijen içeriğine dayandığını öne sürdü, ancak bu teori daha sonra yanlış olduğu anlaşıldı (Jones, 2001). 20. yüzyılın başlarına gelindiğinde, asitlik ölçüm teknikleri gelişmeye başladı. Özellikle zeytinyağı ve şarap gibi ürünlerde asidite, kaliteyi belirleyen önemli bir faktör haline geldi. Bu ürünlerin kalitesini ölçmek için, titrasyon yöntemleri kullanılmaya başlandı. Titrasyon, bir sıvının ne kadar asidik olduğunu belirlemek amacıyla bir baz çözeltisi ile nötralize edilmesi esasına dayanır (Smith, 1998). 1950'lerde gıda ve içecek sanayisinin büyümesi ile birlikte TAD, geniş çapta kullanılan bir standart haline geldi. Özellikle meyve suyu üretiminde TAD'nin doğru ölçülmesi, ürün kalitesinin sürekliliğini sağlamak için önemli bir adım oldu. Bu dönemde, TAD ölçümlerine yönelik daha hassas cihazlar geliştirildi ve laboratuvar analizleri daha yaygın hale geldi (Davis & Brown, 2005). Bugün toplam asit derecesi, başta zeytinyağı, meyve suyu, süt, sirke, pekmez ve şarap üreticileri olmak üzere birçok gıda ve içecek üreticisi için temel kalite parametrelerinden biridir. Gelişmiş titrasyon cihazları, dijital pH metreler ve otomatik analizörler, TAD ölçümlerini daha doğru ve hızlı hale getirmiştir (Miller, 2010).

Sirke, pekmez ve şarap gibi fermente ürünlerde toplam asitlik, ürünün kalitesi, güvenliği ve duyuşsal özellikleri açısından büyük bir öneme sahiptir.

**Tat ve Aroma Üzerindeki Etkisi:** Asitlik, bu tür ürünlerin tat profilini doğrudan etkiler. Sirke ve şarapta yüksek asitlik, ürüne keskin ve ekşi bir tat kazandırırken, düşük asitlik ise daha yumuşak bir lezzet yaratır. Aynı zamanda, şarap ve sirkenin aromatik bileşenlerinin algılanmasını da etkiler (Ribéreau-Gayon et al., 2006).

**Mikrobiyal Stabilité:** Asitlik, özellikle fermantasyon ürünlerinde mikrobiyal büyümeyi kontrol altına almak için kritik bir parametredir. Düşük pH değerleri ve yüksek toplam asit içeriği, zararlı mikroorganizmaların üremesini engeller ve ürünün raf ömrünü uzatır. Sirke ve şarapta toplam asitlik, fermantasyon sürecinde üretilen laktik ve asetik asit gibi organik asitlerin miktarına bağlıdır (Fleet, 2003).

**Fermentasyon Sürecinin Göstergesi:** Toplam asitlik, fermantasyon sürecinin ilerleyişini ve kalitesini değerlendirmek için bir gösterge olarak kullanılır. Şarap üretiminde, optimal asit seviyesi, fermantasyon sırasında üretilen organik asitlerin dengesiyle elde edilir. Ayrıca, toplam asit miktarının şarap ve sirkenin olgunlaşma süreciyle de ilişkili olduğu bilinmektedir (Jackson, 2014).

**Pekmezde Asitlik:** Pekmezde ise asitlik, tat ve doku özellikleri üzerinde doğrudan etkilidir. Aşırı asitlik, pekmezin istenmeyen bir ekşi tada sahip olmasına neden olabilir. Aynı zamanda pekmezin karamelizasyon işlemi sırasında asitlik düzeyi, bu ürünün stabilitesini ve renk değişimini etkiler (Aktaş, 2018).

Bu nedenlerden dolayı, toplam asitlik, bu ürünlerin kalite kontrolünde ve standartlarının belirlenmesinde önemli bir parametredir. Üreticiler, toplam asitliği izleyerek hem ürün kalitesini hem de gıda güvenliğini optimize edebilir.

## 2.7. pH SEVİYESİNİN ÖNEMİ

pH analizi, kimyada bir çözeltinin asidik veya bazik özelliğini belirlemek amacıyla kullanılan bir ölçüm yöntemidir. "pH" terimi, 1909 yılında Danimarkalı kimyager Søren Peter Lauritz Sørensen tarafından tanımlanmıştır. Sørensen, hidrojen iyonu konsantrasyonunu logaritmik bir ölçek kullanarak ifade etmek amacıyla pH terimini geliştirmiştir (Jensen, 2004). pH, "potansiyel hidrojen" anlamına gelir ve bir çözeltideki hidrojen iyonlarının aktivitesini ifade eder. Bu, çözeltinin asidik mi yoksa bazik mi olduğunu belirlemeye yarar.

19. yüzyılın başlarında, asitlik ve bazlık kavramları, kimyagerler tarafından kabaca bilinmesine rağmen kesin bir ölçüm yöntemi yoktu. Asitler ve bazlar, kimyasal reaksiyonlar yoluyla birbirlerinden ayrılabilirdi ancak bu kavramların niceliksel bir ölçümü yapılmıyordu. İlk çalışmalarda, kimyacılar çözeltinin asidik veya bazik olup olmadığını belirlemek için tat, koku veya basit renk değişikliklerine dayanıyorlardı (Smith, 1998). Bununla birlikte, gelişen kimya bilimiyle birlikte bu alan daha hassas ve ölçülebilir hale geldi.

pH ölçeği, 1909 yılında Søren Sørensen tarafından tanımlandı ve böylece hidrojen iyonu konsantrasyonunun daha hassas bir şekilde ölçülmesini sağladı. Sørensen, özellikle biyokimya alanındaki çalışmalarında hidrojen iyonu konsantrasyonlarının reaksiyon hızları üzerindeki etkilerini incelemiş ve bu ölçüm yöntemini geliştirmiştir. Bu yeni ölçek, logaritmik olarak ifade edildiği için küçük değişikliklerin bile net bir şekilde fark edilmesini sağlıyordu (Jensen, 2004). Sørensen'in geliştirdiği pH ölçümü, özellikle biyokimya ve endüstriyel kimya alanlarında büyük bir devrim yarattı. 1920'lerin sonlarına doğru, pH ölçüm cihazları icat edilmeye başlandı. İlk pH metre, Arnold Beckman tarafından 1934 yılında geliştirildi. Beckman'ın geliştirdiği bu cihaz, sıvıların pH değerini daha hassas ve doğru bir şekilde ölçmeyi sağladı (Beckman, 1935). Bu cihaz, laboratuvarlarda ve endüstriyel kimyada yaygın olarak kullanılmaya başladı ve pH ölçümü standart bir analiz yöntemi haline geldi. pH analizi, günümüzde gıda, tarım, kimya, su analizleri, çevre bilimleri ve biyoteknoloji gibi birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle su kalitesinin izlenmesinde, toprak analizlerinde ve endüstriyel üretim süreçlerinde pH değerlerinin kontrol edilmesi büyük önem taşımaktadır (Jones ve arkadaşları, 2010). Ayrıca tıp ve biyokimya alanlarında, biyolojik sıvıların pH değerleri sağlık durumlarının değerlendirilmesinde kritik bir rol oynamaktadır. pH analizi, Sørensen'in hidrojen iyonu konsantrasyonlarına yönelik çalışmalarıyla bilim dünyasında önemli bir yer edinmiş ve bugüne kadar birçok farklı alanda kullanılmaya devam etmiştir. Özellikle 20. yüzyılda geliştirilen pH metreler sayesinde bu yöntem daha yaygın ve hassas bir analiz aracı haline gelmiştir. Bugün, pH analizleri birçok farklı sektörde kalite kontrol, çevre denetimi ve bilimsel araştırmalar için vazgeçilmez bir yöntemdir.

Sirke, pekmez ve şarap gibi fermente gıda ve içeceklerde pH seviyesi, bu ürünlerin kimyasal yapısını, mikrobiyal stabilitesini ve duyu özelliklerini doğrudan etkileyen kritik bir faktördür. pH, özellikle fermantasyon süreçlerinin izlenmesi, kalite kontrolü ve ürünün raf ömrünün belirlenmesi açısından büyük bir öneme sahiptir. pH seviyesi, fermantasyon sürecinde kullanılan mikroorganizmaların aktivitesini doğrudan etkiler. Şarap ve sirke üretiminde, düşük

pH seviyeleri, özellikle asetik ve laktik asit bakterilerinin büyümesini destekler ve istenmeyen mikroorganizmaların üremesini engeller (Fleet, 2003). Pekmezde ise pH seviyesi, fermantasyon değil, daha çok karamelizasyon ve enzimatik aktiviteler açısından önem taşır. pH'nın düşük olması, enzimatik aktivitelerin azalmasına ve böylece pekmezin stabilitesinin artmasına neden olur (Aktaş, 2018).

pH seviyesi, sirke, şarap ve pekmezde tat ve aroma gelişimi üzerinde önemli bir role sahiptir. Şarapta düşük pH, daha taze, canlı ve asidik bir tat yaratırken, daha yüksek pH ise şarabın daha düz ve cansız hissedilmesine neden olabilir. Şarabın rengi de pH'den etkilenir; düşük pH seviyeleri, kırmızı şaraplarda daha canlı ve parlak renklerin oluşmasını sağlar (Jackson, 2014). Sirke için ise düşük pH seviyesi, keskin bir ekşilik sağlar ve sirkenin tipik tadının korunmasına yardımcı olur (Ribéreau-Gayon et al., 2006). pH, bu ürünlerin mikrobiyal stabilitesi ve raf ömrü üzerinde belirleyici bir parametredir. Düşük pH seviyeleri, özellikle sirke ve şarapta patojenik mikroorganizmaların gelişimini baskılar ve ürünlerin daha uzun süre dayanmasına yardımcı olur (Fleet, 2003). Pekmezde ise düşük pH, mikrobiyal büyümeyi baskılayarak ürünün bozulmasını engeller ve daha uzun raf ömrü sağlar (Aktaş, 2018). pH seviyesi, bu ürünlerin kimyasal stabilitesini de doğrudan etkiler. Şarapta pH, özellikle fenolik bileşiklerin stabilitesi üzerinde etkilidir. Düşük pH seviyeleri, fenolik bileşiklerin daha stabil kalmasına ve oksidasyon süreçlerinin yavaşlamasına yardımcı olur (Jackson, 2014). Benzer şekilde, sirkenin düşük pH seviyesi, asetik asidin kimyasal stabilitesini artırır ve ürünün uzun süre bozulmadan kalmasını sağlar (Ribéreau-Gayon et al., 2006).

Sirke, pekmez ve şarap üretiminde pH seviyesinin kontrolü, ürünlerin kalitesi, duyuusal özellikleri ve mikrobiyal stabilitesi açısından hayati bir önem taşımaktadır. Üretim sürecinde pH kontrolü sağlanarak ürünlerin optimal tadı, raf ömrü ve güvenliği korunabilir.

## **2.8. KURU MADDE TAYİNİNİN TARİHÇESİ VE ÖNEMİ**

Sirke üretiminde kuru madde oranı, ürünün kalitesi, kıvamı, aromatik özellikleri ve besin değeri açısından büyük bir öneme sahiptir. Kuru madde oranı, suyun buharlaştırılmasıyla geride kalan çözünmeyen ve çözünür bileşenlerin toplamını ifade eder ve sirkede bulunan organik asitler, şekerler, mineraller ve fenolik bileşikleri içerir.

Sirkede kuru madde oranı, ürünün tat ve aromatik bileşenlerinin yoğunluğunu belirler. Kuru madde miktarı yüksek olan sirke, daha zengin ve yoğun bir tada sahiptir. Bu durum özellikle meyve bazlı sirkelerde önemlidir, çünkü kuru madde oranı, sirkenin özgün lezzetinin

korunmasına katkı sağlar (Ribéreau-Gayon et al., 2006). Kuru madde oranı düşük olan sirke ise daha hafif ve yetersiz bir tat profili sunabilir. Kuru madde oranı aynı zamanda sirkenin stabilitesi ve raf ömrü ile de doğrudan ilişkilidir. Yüksek kuru madde içeriği, sirkede bulunan organik asitlerin ve fenolik bileşiklerin yoğunluğunu artırarak ürünün mikrobiyal stabilitesini güçlendirir. Bu bileşikler, doğal koruyucu özellikleri ile sirkenin bozulmasını geciktirir ve raf ömrünü uzatır (Fleet, 2003). Kuru madde oranı, sirkenin besin değerini belirleyen önemli bir faktördür. Özellikle meyve ve tahıl bazlı sirkelerde kuru madde oranı, üründe bulunan vitaminler, mineraller ve antioksidanların miktarını artırır. Bu durum, sirkede bulunan fenolik bileşiklerin ve antioksidanların daha fazla olmasını sağlar, bu da sirkeden elde edilen sağlık yararlarını artırır (Aktaş, 2018). Kuru madde oranı, sirkenin fiziksel özelliklerini de etkiler. Daha yüksek kuru madde içeriği, sirkenin kıvamını artırarak daha yoğun bir doku kazandırır. Bu, özellikle gastronomik uygulamalarda sirkelerin daha iyi kullanılmasını sağlar, çünkü daha yoğun kıvamdaki sirkeler, marinasyon ve soslarda daha etkili bir sonuç verir (Ribéreau-Gayon et al., 2006).

Sirkenin kuru madde oranı, ürünün lezzeti, stabilitesi, besin değeri ve fiziksel özellikleri açısından kritik bir parametredir. Üreticiler, kuru madde oranını kontrol ederek, yüksek kaliteli ve uzun ömürlü ürünler elde edebilirler.

## **2.9. TOPLAM KÜL MİKTARININ ÖNEMİ**

Toplam kül tayini, bir maddenin yanması sonucunda geriye kalan inorganik madde miktarını belirleyen bir analiz yöntemidir. İlk kez 18. yüzyılda kimyacılar tarafından kullanılmaya başlanmış ve özellikle tarım, gıda ve kimya endüstrilerinde ürünlerin mineral içeriklerini ölçmek için yaygın hale gelmiştir. Yöntemin gelişimine en çok katkıda bulunan isimler arasında Fransız kimyacı Antoine Lavoisier yer almaktadır. Lavoisier, 1700'lü yıllarda maddelerin yanmasıyla ilgili deneyler yapmış ve kül analizinin temel ilkelerini ortaya koymuştur (Brown, 2000). Toplam kül tayini, ilk olarak besin maddelerinin mineral içeriğini ölçmek amacıyla tarımda kullanılmıştır. 19. yüzyılın başlarında, tarımsal ürünlerin kalitesini değerlendirmek için kullanılan bu yöntem, özellikle gübre analizlerinde önemli bir yer tutmuştur. Sonraki yıllarda yöntem, gıda ve beslenme alanında yaygınlaşmış ve 20. yüzyılın başlarında daha hassas cihazların geliştirilmesiyle daha güvenilir hale gelmiştir (Smith ve arkadaşları, 1995).

Gıda ürünlerinin mineral içeriklerinin tespiti amacıyla kullanılır. Örneğin, tahıl, süt ürünleri, meyve ve sebzelerde toplam kül miktarının belirlenmesi, ürünlerin kalitesini değerlendirmek için önemli bir kriterdir (Jones ve arkadaşları, 2010). Aynı zamanda gıdaların işlenmesi sırasında mineral kayıplarını veya katkı maddelerinin varlığını kontrol etmek için de kullanılır. Toprak ve bitki analizlerinde de toplam kül tayini yapılır. Bitkilerin kül içerikleri, onların topraktan ne kadar mineral emdiğini gösterir ve bu da gübreleme programlarının düzenlenmesinde yardımcı olur (Williams, 2005). İlaçların mineral ve katkı maddelerinin miktarını belirlemek için de kül tayini kullanılmaktadır. İlaçların saflığını ve içeriklerinin standardize edilmesini sağlamak amacıyla bu yöntemden faydalanılır (Green, 2013). Kimya alanında, kül tayini özellikle katı yakıtların (kömür gibi) yanma kalıntılarını ve mineral içeriklerini belirlemek için kullanılır. Bu analiz, enerji üretim tesislerinde yakıt kalitesinin ölçülmesi açısından önemlidir (Miller, 2007).

Toplam kül tayini günümüzde hala birçok endüstride mineral içeriklerinin belirlenmesi ve ürün kalitesinin denetlenmesi amacıyla kullanılan temel bir analiz yöntemidir. Hem manuel hem de otomatik yöntemlerle uygulanabilen bu analiz, çeşitli ürünlerin saflık derecelerinin tespitinde önemli bir yere sahiptir. Pekmez ve şarap üretiminde toplam kül miktarı, bu ürünlerin mineral içeriği ve kalitesi hakkında önemli bilgiler sağlayan bir parametredir. Kül analizi, bu gıdalardaki yanmadan geriye kalan inorganik maddelerin miktarını belirler. Bu bileşenler, genellikle mineraller ve eser elementlerdir ve hem besin değeri hem de üretim kalitesi açısından değerlendirilir. Toplam kül miktarı, ürünün mineral içeriğini gösterir. Pekmez, mineral açısından zengin bir üründür ve özellikle demir, kalsiyum, magnezyum ve potasyum gibi mineralleri içerir. Kül analizinin yüksek olması, pekmezin mineral içeriğinin zengin olduğunu ve besleyici değerinin yüksek olduğunu gösterir (Aktaş, 2018). Şarapta ise kül miktarı, potasyum, kalsiyum, fosfor gibi minerallerin varlığını ve bu minerallerin fermantasyon sürecine etkisini gösterir (Jackson, 2014). Toplam kül miktarı, aynı zamanda pekmez ve şarap gibi ürünlerin saflık derecesini de belirler. Özellikle pekmezde, toplam kül oranı yüksekse, bu ürünün geleneksel yöntemlerle, doğrudan meyve konsantresinden üretildiğini ve katkı maddesi içermediğini gösterebilir (Aktaş, 2018). Şarapta ise kül miktarı, üzümde gelen doğal minerallerin fermantasyon sürecinde korunup korunmadığını gösterir ve şarabın kalitesinin bir göstergesi olarak kabul edilir (Ribéreau-Gayon et al., 2006). Şarapta toplam kül miktarı, fermantasyon sürecinde açığa çıkan inorganik maddelerin miktarını gösterir. Fermantasyon sırasında minerallerin şarapta kalması, şarabın kimyasal yapısını etkiler ve oksidasyon gibi istenmeyen reaksiyonlara karşı dirençli olmasını sağlar. Toplam kül miktarı, bu süreçlerin

kalitesini ve şarabın olgunlaşma sürecindeki stabilitesini anlamaya yardımcı olur (Jackson, 2014). Toplam kül miktarı, pekmez ve şarap gibi ürünlerin duyuşal özellikleri üzerinde de etkili olabilir. Şarapta kül miktarı, mineral dengesini etkileyerek, şarabın asiditesi ve tat profili üzerinde dolaylı bir rol oynar. Pekmezde ise kül miktarının yüksek olması, yoğun ve zengin bir tat profili sunar (Fleet, 2003).

Toplam kül miktarı, pekmez ve şarap gibi fermente ürünlerde mineral içeriği, besin değeri, kalite, saflık ve stabilite hakkında önemli bilgiler sağlar. Bu parametre, üretim süreçlerinin kalitesini kontrol etmek ve ürünlerin güvenliğini sağlamak için önemli bir gösterge olarak kullanılır.



### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

Ankara Büyükşehir Belediyesi ASKİ Laboratuvarı'nda gerçekleştirilen çalışmada, temin edilen aşağıda belirtilen numunelerde toplam asitlik, pH, kuru madde miktarı ve ağır metal analizleri yapılmıştır. Temin edilen numunelerde ev yapımı ve ticari olarak kodlamalar şu şekilde yapılmıştır.

Pekmez (Ev Yapımı) -E Pekmez (Markalı) -H Sirke -S Şarap -A:

E-1 Çorum – Osmancık Pekmezi

E-2 Beypazarı – Hırkatepe Pekmezi

E-3 Ankara – İncek pekmezi

E-4 Erzincan Pekmezi

H-1 Abdurrahman Tatlıcı

H-2 Torku

H-3 Seğmen

H-4 Aktürk

H-5 AOÇ

H-6 Uzungil

S-1 Ev Yapımı Ankara

S-2 Tariş Marka

A-1 Sardes (Kırmızı Sek Şarap

#### 3.1. Laboratuvar.

Ankara ASKİ (Ankara Su ve Kanalizasyon İdaresi) Analiz Laboratuvarı, Ankara'nın içme suyu ve atık su sistemleriyle ilgili su kalitesi analizlerini gerçekleştiren ve bu hizmetlerle ilgili kontrolleri yapan bir laboratuvardır. ASKİ, şehrin su kaynaklarının ve su dağıtım sisteminin sağlıklı ve sürdürülebilir olmasını sağlamak için laboratuvarlarında ileri teknoloji cihazlar kullanarak analizler yapar.

Laboratuvar, yüksek hassasiyete sahip modern analiz cihazları ile donatılmıştır. Bunlar arasında ICP-MS (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry), GC-MS (Gas Chromatography-Mass Spectrometry), HPLC (High-Performance Liquid Chromatography) ve spektrofotometrik cihazlar bulunmaktadır. Ağır metal analizleri Thermo iCAP TQe ICP-MS/MS cihazı ile yapılmıştır.

ASKİ Laboratuvarı, ulusal ve uluslararası kalite standartlarına uygun bir şekilde faaliyet gösterir. Laboratuvar, genellikle TS EN ISO/IEC 17025 standardına göre akredite edilmiştir. Bu akreditasyon, yapılan analizlerin doğruluğunu ve güvenilirliğini garanti eder. Laboratuvarda çalışan personel, su analizleri konusunda uzmanlaşmış kimyagerler, biyologlar ve mühendislerden oluşur. ASKİ, personelini düzenli olarak eğiterek teknolojik yeniliklere ve gelişmelere adapte olmalarını sağlar.

**Resim 1.** Thermo iCAP TQe ICP-MS/MS cihazı



### 3.2. ICP-MS/MS

Thermo iCAP TQe ICP-MS/MS cihazı, geleneksel ICP-MS cihazlarıyla aynı temel prensipler üzerinde çalışsa da ek bir kütle spektrometresi (MS) basamağı sayesinde daha yüksek doğruluk ve düşük parazit oranı sunar. Cihazın çalışma prensibi, birkaç aşamaya ayrılabilir:

**Numune Hazırlığı ve Nebulizasyon:** Sıvı numuneler nebulizer adı verilen bir sistem kullanılarak ince bir aerosol haline getirilir. Nebulizer, sıvı numuneyi küçük damlacıklara ayırarak plazmaya enjekte edilmesini sağlar. Bu adım, numunedeki elementlerin plazma içerisinde etkili bir şekilde iyonize edilmesine olanak tanır (Pittner & Hager, 2019).

**Plazma Kaynağı (ICP):** Nebulize edilen aerosol, 6000-10,000 Kelvin sıcaklığa sahip argon plazmasına gönderilir. Bu yüksek sıcaklık, atomları iyonize ederek pozitif yüklü iyonlara

dönüştürür. Thermo iCAP TQe, geleneksel ICP-MS cihazları gibi yüksek stabilite ve güvenilir bir plazma kaynağı kullanır. Bu iyonizasyon süreci, elementlerin tespit edilebilir hale gelmesi için gereklidir (Thermo Fisher Scientific, 2022).

**Çift Kütle Spektrometresi (MS/MS):** Thermo iCAP TQe'nin en önemli yeniliği çift kütle spektrometresi kullanmasıdır. Geleneksel ICP-MS cihazlarında, iyonlar sadece tek bir kütle analizörü tarafından ayrıştırılırken, bu cihazda iki ayrı analizör (MS1 ve MS2) kullanılır. İlk kütle analizörü (MS1), plazmadan gelen iyonları m/z (kütle/yük) oranına göre ayırır. Bu işlem sonrası iyonlar, çarpışma reaksiyon hücresine (CRC) yönlendirilir. CRC, reaksiyon gazları kullanarak parazitleri nötralize eder veya iyonları dönüştürür. İyonlar daha sonra ikinci kütle analizörüne (MS2) geçer ve burada yeniden m/z oranına göre ayrıştırılarak dedektöre ulaşır. Bu çift kütle spektrometresi (MS/MS) sistemi, arka plan parazitlerini büyük ölçüde ortadan kaldırarak yüksek hassasiyet sağlar (Harrington et al., 2018).

**Dedeksiyon ve Veri Analizi:** Ayrılan iyonlar, cihazın dedektörüne ulaştığında, dedektör bu iyonları elektrik sinyallerine dönüştürür. Bu sinyaller, hangi elementlerin ve izotopların bulunduğunu ve bunların konsantrasyonlarını belirlemek için analiz edilir. Thermo iCAP TQe, tespit sınırlarını ppt (parts per trillion) düzeyine kadar düşürebilen oldukça hassas bir dedektör teknolojisine sahiptir (Pittner & Hager, 2019).

Thermo iCAP TQe ICP-MS/MS, ICP-MS teknolojisinin sunduğu tüm avantajlara ek olarak, çift kütle spektrometresi kullanımı sayesinde benzersiz faydalar sunmaktadır:

**Daha Düşük Parazitler:** Cihazın MS/MS sistemi, plazma kaynaklı ve matris etkilerinden kaynaklanan arka plan parazitlerini büyük ölçüde azaltır. Bu, özellikle gıda, biyolojik numune ve çevresel numunelerde bulunan karmaşık matrislerde büyük bir avantaj sağlar (Harrington et al., 2018).

**Daha Düşük Tespit Sınırları:** Geleneksel ICP-MS cihazlarına kıyasla Thermo iCAP TQe, çok daha düşük tespit sınırlarına sahiptir. Bu da, çok düşük konsantrasyonlardaki iz elementlerin bile hassas bir şekilde tespit edilmesine olanak tanır. Örneğin, kurşun, arsenik ve cıva gibi toksik elementler bu cihazla ppt seviyesinde tespit edilebilir (Thermo Fisher Scientific, 2022).

**Çoklu Element ve İzotop Analizi:** Thermo iCAP TQe, tek bir analizde çoklu element ve izotop analizi yapabilir. Bu özellik, özellikle çevresel analizler ve izotop oranı çalışmalarında

önemli bir avantaj sağlar. İzotopik analizler, jeokimyasal ve arkeolojik araştırmaların yanı sıra biyomedikal araştırmalar için de kritik öneme sahiptir (Pittner & Hager, 2019).

**Hızlı ve Verimli Analiz Süreleri:** Cihazın gelişmiş yazılımı ve otomatikleştirilmiş sistemi, analiz sürelerini minimuma indirir. Bu, laboratuvarlarda yüksek örnek hacimlerinin hızlı bir şekilde işlenmesini sağlar ve endüstriyel uygulamalarda büyük bir zaman avantajı sunar (Thermo Fisher Scientific, 2022).

Thermo iCAP TQe ICP-MS/MS, farklı disiplinlerde geniş bir kullanım alanına sahiptir. Başlıca kullanım alanları şunlardır:

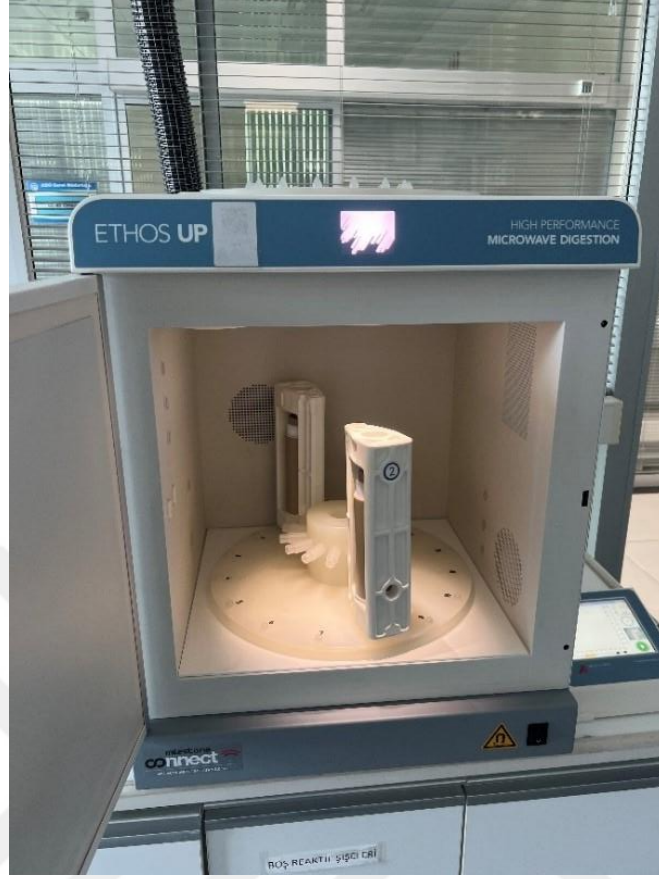
**Çevresel Analizler:** İçme suyu, atık su, toprak ve hava örneklerindeki ağır metal kirliliğini izlemek için kullanılır. Cihazın MS/MS sistemi, çevresel numunelerdeki düşük seviyelerdeki parazitleri ortadan kaldırarak güvenilir sonuçlar sağlar (Harrington et al., 2018).

**Gıda Güvenliği:** Gıda ürünlerindeki iz elementlerin ve ağır metallerin analizinde sıklıkla kullanılır. Özellikle kadmiyum, kurşun, arsenik gibi toksik elementlerin güvenli limitlerin altında olup olmadığını tespit etmek için ideal bir cihazdır (Pittner & Hager, 2019).

**Biyomedikal Araştırmalar:** İnsan vücudundaki iz elementler ve izotop oranlarını tespit etmek için kullanılır. Özellikle metal zehirlenmelerinin teşhisi ve izlenmesinde önemlidir. Ayrıca, izotop oranı analizleri ile biyolojik süreçlerin izlenmesi mümkündür (Thermo Fisher Scientific, 2022).

**Jeokimya ve Arkeoloji:** Kaya, mineral ve toprak örneklerindeki iz element analizleri ve izotop oranı çalışmaları için kullanılır. Cihazın MS/MS sistemi, jeokimyasal araştırmalarda kullanılan karmaşık numunelerde düşük parazitli analiz sağlar (Harrington et al., 2018).

Thermo iCAP TQe ICP-MS/MS, gelişmiş çift kütle spektrometresi teknolojisi sayesinde düşük parazitli, yüksek hassasiyetli ve çoklu element analizleri yapabilen bir cihazdır. Çevresel analizlerden biyomedikal araştırmalara, gıda güvenliğinden jeokimyasal çalışmalara kadar geniş bir kullanım alanına sahiptir. Cihaz, özellikle düşük tespit sınırları ve arka plan parazitlerinin minimize edilmesiyle öne çıkmaktadır. Gelişmiş yazılımı ve verimli analiz süreçleri ile laboratuvarlarda yüksek doğruluk ve güvenilirlik sağlar.

**Resim-2** Eths Up Mikrodalga Cihazı**Resim 3.** Thermo iCAP TQe ICP-MS/MS cihazı

Resim-4 Analiz Çalışması



### 3.3. pH Tayini

pH tayini, bir çözeltinin asidik veya bazik karakterini belirlemek için yapılan temel bir analizdir. Gıda bilimlerinde, pH ölçümü kalite kontrol, gıda güvenliği ve ürün stabilitesinin sağlanmasında kritik bir role sahiptir. Gıdaların kimyasal, fiziksel ve mikrobiyal özelliklerini etkileyen önemli bir faktördür ve birçok işlenmiş gıda ürününde bu parametre takip edilmelidir (Cemeroğlu, 2007).

pH Tayinine Neden Bakılır?

**Gıda Güvenliği:** pH değeri, gıdalarda mikrobiyal gelişmeyi doğrudan etkiler. Düşük pH değerine sahip gıdalar, patojenlerin ve bozulmaya neden olan mikroorganizmaların gelişimini sınırlayarak, daha güvenli ve daha uzun süre dayanıklı hale gelirler. Örneğin, fermente gıdalar ve turşular düşük pH sayesinde uzun süre saklanabilirler (Jay et al., 2005).

**Tat ve Lezzet Üzerindeki Etkisi:** Asitlik seviyesini belirleyen pH, gıdanın tat ve lezzet profilini büyük ölçüde etkiler. Düşük pH değerleri genellikle daha ekşi bir tat verirken, yüksek pH değerleri daha nötr veya bazik bir tat sağlayabilir. Meyve suyu, yoğurt, şarap gibi ürünlerde pH değeri, lezzetin optimize edilmesinde önemli bir faktördür.

**Fiziksel ve Kimyasal Stabilite:** pH, gıdaların kimyasal stabilitesini de belirler. Örneğin, düşük pH seviyeleri, enzimatik aktiviteleri ve kimyasal reaksiyonları yavaşlatarak gıdaların bozulmasını önleyebilir. Aynı zamanda pH, renk ve doku gibi fiziksel özellikleri de etkileyebilir. pH'ın yüksek olduğu ortamlar, bazı bileşiklerin oksitlenmesini hızlandırabilir ve gıdanın rengini bozabilir (Wrolstad et al., 2005).

**Fermantasyon Sürecinin Kontrolü:** Fermantasyon sürecinde pH, sürecin ilerlemesini kontrol etmek için kritik bir parametredir. Fermantasyon sırasında laktik asit bakterileri gibi mikroorganizmalar, ortamın pH'ını düşürür ve bu düşüş fermantasyonun başarıyla tamamlanıp tamamlanmadığını gösterir. Bu nedenle, şarap, bira ve yoğurt gibi fermente ürünlerin üretiminde pH kontrolü önemlidir.

Cemeroğlu'nun 2007 tarihli çalışmasında pH tayini, modern bir pH metre kullanılarak yapılmıştır. Bu yöntemde, sıvı veya sıvılaştırılabilir gıda örnekleri doğrudan pH elektroduna yerleştirilmiş ve sonuçlar dijital olarak kaydedilmiştir. Cemeroğlu, özellikle meyve ve sebze işleme teknolojisinde, ürünlerin kalite kontrolünü sağlamak ve fermantasyon süreçlerini izlemek için pH tayininin kritik bir adım olduğunu vurgulamıştır. Çalışmasında, pH değerlerinin hem mikrobiyal aktiviteyi sınırlamak hem de ürünlerin stabilitesini artırmak amacıyla nasıl optimize edilebileceği üzerine detaylı bilgiler sunmuştur (Cemeroğlu, 2007). Cemeroğlu'nun çalışması, gıdalarda pH tayininin ürün kalitesi üzerindeki önemli etkilerini göstermektedir. pH kontrolü hem mikrobiyal güvenliği sağlamak hem de tat, renk ve doku gibi kalite kriterlerini korumak için gereklidir. pH ölçümleri ayrıca, fermantasyon gibi biyolojik süreçlerin kontrol edilmesinde de vazgeçilmez bir araçtır. Sonuç olarak, pH tayini, gıda bilimi ve teknolojisinde ürün kalitesi ve güvenliğini garanti altına almak için en temel analizlerden biri olarak kabul edilmektedir.

### 3.4. Toplam Asit Tayini

**Pekmez:** 5 g pekmez örneği alınıp saf su ile seyreltikten sonra, pH 8,1 oluncaya kadar 0,1N NaOH ile titre edilmesi suretiyle yapılmıştır. Toplam asit miktarı; g/100g olaraktartarik asit cinsinden hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2007).

**Sirke:** 10 ml sirke örneği yaklaşık 25 ml saf su ile seyreltilir. Fenolfitalein indikatörü kullanarak 1N NaOH ile pembe renge kadar titre edilir. Harcanan 1 N NaOH'in mL'si 0.6 faktörü ile çarpılarak örnekteki asetik asit miktarı g/100 mL olarak bulunur. (Cemeroğlu, 2007).

Toplam Asit Tayininin Önemi ve Katkıları;

**Lezzet Üzerindeki Etkisi:** Gıdalardaki asidite, tat ve aroma profilini doğrudan etkiler. Özellikle meyve suları, şarap ve yoğurt gibi ürünlerde dengeli bir asitlik, tüketiciye hoş bir tat deneyimi sunar. Fazla asidik veya yetersiz asitli gıdalar, tüketici tarafından istenmeyebilir.

**Koruma ve Muhafaza:** Asitlik, birçok gıda ürününün korunmasında önemli bir faktördür. Düşük pH, gıdaların mikrobiyal bozulmalara karşı dirençli olmasını sağlar. Özellikle şarap ve konserve ürünlerde asidite, mikrobiyal büyümeyi engellemek ve ürünün raf ömrünü uzatmak için kritik öneme sahiptir (Wrolstad et al., 2005).

**Üretim Sürecinin Kontrolü:** Toplam asit tayini, üretim sürecinde kalite kontrol amaçlı olarak da kullanılır. Gıdaların üretiminde asitlik seviyesi, üretim koşullarının uygunluğunu ve ürünün istenilen kalite standartlarına ulaşip ulaşmadığını belirlemek için takip edilir. Örneğin, şarap üretiminde toplam asit miktarı, fermantasyonun doğru bir şekilde tamamlandığını doğrulamak için ölçülür.

Toplam asit tayini için kullanılan ilk yöntemlerden biri, 19. yüzyılda gelişen titrasyon yöntemidir. Bu yöntemde numunedeki asitler, bir bazik çözeltinin titrasyonu ile nötralize edilir ve asitlik derecesi, harcanan bazın miktarıyla belirlenir. François Appert ve Louis Pasteur gibi bilim insanları, gıdalarda asidite tayini üzerine ilk çalışmaları gerçekleştirmiştir. Özellikle Pasteur, şarap ve bira üretimindeki fermantasyon süreçlerini incelerken asitliğin gıda bozulmalarına karşı nasıl bir rol oynadığını keşfetmiştir (Barnett, 1965). İlk dönemlerde kullanılan yöntemler, daha çok renk değişimine dayalı manuel titrasyon teknikleriydi. Ancak zamanla bu yöntemler daha hassas hale gelmiş ve gıda analitiğinde rutin bir test haline gelmiştir. Günümüzde otomatik titratörler, pH metreler ve diğer modern cihazlar kullanılarak çok daha hassas ve hızlı asitlik tayinleri yapılmaktadır (Wrolstad et al., 2005).

Cemeroğlu'nun 2007 tarihli çalışmasında, toplam asit tayini klasik titrasyon yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Bu yöntemde, belirli bir hacimde numune alınıp, standart bir sodyum hidroksit (NaOH) çözeltisi ile titrasyon yapılmıştır. Titrasyon sırasında fenolftalein gibi bir pH indikatörü kullanılarak, numunenin nötralizasyon noktası belirlenmiştir. Nötralizasyon noktasına ulaşıldığında çözelti pembe renge dönüşür ve bu noktada harcanan NaOH miktarı kaydedilir. Toplam asitlik değeri, miliekivalan cinsinden hesaplanarak, sonuçlar genellikle % (g/100 ml) cinsinden ifade edilmiştir (Cemeroğlu, 2007). Cemeroğlu, meyve ve sebze ürünlerinde asit tayininin ürün kalitesi üzerindeki etkilerini vurgulamış ve asit miktarının tüketici kabulü, lezzet ve dayanıklılık açısından ne kadar önemli olduğunu belirtmiştir.

Çalışmada kullanılan bu klasik titrasyon yöntemi, gıda endüstrisinde hala yaygın olarak kullanılmakta olup, asitlik ölçümünün güvenilir ve pratik bir yolu olarak kabul edilmektedir.

Toplam asit tayini, gıda endüstrisinde kritik bir analiz yöntemidir. Ürünlerin lezzet profilinden muhafaza süresine, mikrobiyal stabiliteden üretim sürecinin kontrolüne kadar birçok açıdan önemli bilgiler sağlar. İlk dönemlerde Pasteur gibi bilim insanlarının çalışmalarıyla başlayan bu yöntem, zamanla gelişmiş ve günümüzde modern cihazlarla yüksek hassasiyetle yapılmaktadır. Cemeroglu'nun (2007) çalışmasında kullanılan klasik titrasyon yöntemi, bu analizlerin nasıl yapıldığını ve sonuçların gıda kalitesine katkısını gösteren önemli bir örnektir.

### 3.5. Kül Tayini

Sirke Kuru Madde Tayini; 10 mL sirke örneği darası alınmış porselen kapsul (kroze) içerisinde ve kaynar su banyosu üzerinde akışkanlığını kaybedene kadar tutulmuştur. 105 derecedeki kurutma dolabında sabit ağırlığa gelene kadar (2.5 saat)tutulduktan sonra desikatörde soğutulup tartılır. Sonuçlar g/L olarak belirtilir.

Pekmez Kuru Madde Tayini; Örneklerin suda çözünen kuru madde oranı (%), saf su ile sıfır ayarı yapıldıktan sonra masa tipi Abbe refraktometresi ile ölçülmüştür ve % olarak verilmiştir. (Cemeroglu, 2007)

Kül tayini, genellikle gıda, yem, tarım ürünleri, kimya, seramik ve metalürji gibi birçok alanda kullanılan bir analiz yöntemidir. Temel olarak, bir maddenin içeriğindeki organik bileşenlerin yakılarak uzaklaştırılması ve geriye kalan inorganik maddelerin (kül) miktarının belirlenmesi işlemidir. Kül, esasen yanmaz mineral bileşenlerden oluşur ve bu bileşenlerin oranı, malzemenin niteliği hakkında önemli bilgiler sağlar. Bu yöntem, kalite kontrolü ve ürün analizinde sıklıkla başvurulan bir tekniktir.

Kül tayini, tarihte ilk kez tarımsal ürünlerin mineral içeriklerini belirlemek amacıyla kullanılmaya başlanmıştır. 19. yüzyılın ortalarından itibaren gıdaların ve yemlerin mineral içeriklerinin analizi yaygınlaştı ve özellikle çiftlik hayvanlarının beslenmesi için önemli bir faktör haline geldi. Kimya alanında ise bu yöntem, endüstriyel hammaddelerin saflığını ve içeriğini belirlemek için kullanılmaya başladı. Bu süreçler, tarım ve endüstrinin gelişmesiyle birlikte daha sistematik ve standardize edilmiş yöntemlerle uygulanmaya başlandı. Modern kül tayini teknikleri, uluslararası standartlar çerçevesinde düzenlenmekte ve laboratuvarlarda geniş bir kullanım alanına sahiptir (Smith, 2008).

Kül tayini genellikle belirli adımlar doğrultusunda gerçekleştirilir:

**Numune Hazırlığı:** İncelenecek materyal (örneğin bir gıda ya da hammadde) uygun büyüklükte tartılır.

**Yakma İşlemi:** Numune, genellikle 500-600°C arasında bir sıcaklıkta kül fırınında yakılır. Bu işlem sırasında organik bileşenler yanarak uçucu hale gelir ve geriye yalnızca inorganik bileşenler kalır.

**Soğutma ve Tartma:** Yakma işlemi tamamlandıktan sonra kül haline gelen inorganik madde soğutularak tartılır. Bu tartım sonucunda malzemedeki kül yüzdesi hesaplanır (Johnson, 2012).

Kül tayini birçok alanda kritik öneme sahiptir. Bunlar şu şekilde özetlenebilir:

**Gıda Sektöründe Kalite Kontrol:** Gıda ürünlerinin mineral içerikleri, besin değeri ve kalite açısından önemli bir göstergedir. Örneğin, un, süt ürünleri ve diğer işlenmiş gıdaların kül tayini, ürünlerin saflığını ve mineral değerlerini belirlemek açısından önemlidir (Anderson, 2015).

**Tarım ve Yem Analizlerinde:** Tarımsal ürünlerin mineral içeriklerinin tayini, bitkilerin ve hayvanların doğru beslenmesi açısından hayati öneme sahiptir. Hayvan yemlerinde aşırı veya eksik mineral içeriği, beslenme sorunlarına yol açabilir. Bu nedenle yemlerde kül tayini, yem kalitesini denetleme açısından kritik bir faktördür (Thompson, 2010).

**Seramik ve Cam Üretiminde:** Kül tayini, seramik ve cam üretiminde de önemli bir rol oynar. Bu materyallerin mineral içeriği, malzemenin dayanıklılığı, sertliği ve estetik görünümünü etkileyen temel faktörlerdir (Brown, 2013).

**Metalürji ve Kimya Endüstrisi:** Metal ve alaşımların üretiminde, kül tayini yöntemi kullanılarak malzemelerin saf olup olmadığı, belirli minerallerin oranı ve metalürjik süreçlerin etkinliği hakkında bilgi edinilir. Özellikle metalürji endüstrisinde, alaşımların içinde istenmeyen maddelerin bulunup bulunmadığını tespit etmek için kullanılır (Garcia, 2007).

Kül tayini, gıda, tarım, seramik, metalürji ve daha birçok sektörde yaygın olarak kullanılan temel bir analiz yöntemidir. Tarihsel olarak tarım ürünlerinin mineral içeriklerinin belirlenmesi amacıyla kullanılan bu yöntem, günümüzde çok daha geniş bir alanda, kalite kontrolünden üretim süreçlerine kadar birçok aşamada kritik bir öneme sahiptir. Gıdaların besin değerlerinden endüstriyel hammaddelerin kalitesine kadar geniş bir yelpazede kül tayini analizi yapılmaktadır.

### 3.6. Ağır Metal Tayini

Numunelerin ağır metal analizi için ICP – MS cihazı kullanılmıştır. Numunenin içerisindeki çözünmemiş askıda kalan partiküller veya katı maddelerin cihaza zarar vermemesi

için analizden önce mikrodalga da çözündürme işlemi gerçekleştirilmiştir. 0,5 gr civarı numune örneğine (tam gramları alt tabloda belirtilmiştir) parçalanmasını kolaylaştırmak için 9 mL HNO<sub>3</sub> eklenmiştir. Tepkimeyi hızlandırmak için 1 mL H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> eklenmiştir. Son aşamada 50 mL saf su eklenerek seyreltilen numuneler mikrodalgada 55 dakika yakılmıştır. Yakılan örnekler ICP-MS cihazına alınarak Berilyum (Be), Borun (B), Alüminyum (Al), Titanyum (Ti), Kobalt (Co), Nikel (Ni), Bakır (Cu), Çinko (Zn), Arselik (As), Vanadyum (V), Krom (Cr), Magnezyum (Mn), Demir (Fe), Demir, Selyum (Se), Stronsiyum (Sr), Molibden (Mo), Kadyinum (Cd), Kalay (Sn), Anti-mon (Sb), Civa (Hg), Kurşun (Pb) gibi ağır metallerin tayinine bakılmıştır. (Akın ve ark., 2023, Bartolome vd., 1995; Aslam vd.,2011)



#### 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Ev yapımı ve ticari olarak temin edilen sirke, pekmez ve şarap numunelerinin toplam asit miktarı, kuru madde miktarı, pH değerleri ve ağır metal içerikleri Tablo 1-4'te sunulmuştur. Özellikle pekmezde, pH değeri genellikle tatlı veya ekşi olma kriterini belirleyen önemli bir faktördür. Pekmezin pH değeri, <5.0-6.0 aralığında olduğunda tatlı, 3.5-5.0 aralığında olduğunda ise ekşi pekmez olarak sınıflandırılmaktadır.

Yapılan analizler sonucunda, Beypazarı - Hırkatepe Pekmezi, Ankara - İncek Pekmezi ve Erzincan Pekmezi'nden alınan numunelerin pH değerleri ekşi pekmez sınıfına dahil olduğunu göstermektedir. Buna karşın, diğer pekmez numunelerinin pH değerleri tatlı pekmez kriterine uygun bulunmuştur. Türk Gıda Kodeksi Üzüm Pekmezi Tebliği'ne (Tebliğ No: 2007/27) göre yapılan değerlendirmelerde hem ev yapımı hem de ticari olarak elde edilen pekmez ürünlerinin pH değerlerinin mevzuata uygun olduğu belirlenmiştir.

Tablo 1 incelendiğinde, Beypazarı – Hırkatepe, Ankara - İncek ve Erzincan pekmezlerinin pH değerlerinin ekşi pekmez kategorisine girdiği, diğer pekmez numunelerinin ise tatlı pekmez olarak sınıflandırıldığı açıkça görülmektedir. Bu veriler, farklı coğrafi bölgelerde üretilen pekmezlerin, yerel üretim süreçlerine ve iklimsel faktörlere bağlı olarak belirgin tat ve asitlik farkları gösterebildiğini ortaya koymaktadır.

**Tablo 1** Pekmez numunelerin pH değerleri

Numune	Değer(g/100g)
E-1	3,75
E-2	4,50
E-3	5,00
E-4	7,50
H-1	1,80
H-2	6,25
H-3	3,25
H-4	3,75
H-5	2,75
H-6	1,50
S-1	3,89
S-2	10,52

**Tablo 2** *Toplam asitlik tayini değerleri*

<b>Numune</b>	<b>pH</b>
<b>E-1</b>	5,22
<b>E-2</b>	4,82
<b>E-3</b>	4,91
<b>E-4</b>	3,87
<b>H-1</b>	5,83
<b>H-2</b>	5,22
<b>H-3</b>	5,22
<b>H-4</b>	5,38
<b>H-5</b>	5,66
<b>H-6</b>	6,07

Pekmezlerde organik asitlerin varlığı, kalite ve gıda güvenliği açısından önemli bir faktördür. Özellikle, fümariik, oksalik ve izobütirik asitler gibi belirli organik asitlerin pekmezlerde bulunmaması gerekmektedir, çünkü bu asitler doğal olmayan süreçlerden kaynaklanabilir ve ürünün kimyasal yapısını olumsuz etkileyebilir (Kaya, 2009). Pekmezlerde asitlik değerleri genellikle tartarik asit cinsinden hesaplanarak verilmektedir, çünkü tartarik asit üzüm kaynaklı ürünlerde yaygın olarak bulunan bir organik asittir ve bu asit, pekmezin tat ve kalite parametreleri üzerinde önemli bir rol oynamaktadır (Yılmaz, 2013).

Tablo 2'de de görüldüğü üzere, ev yapımı ve ticari pekmezler incelendiğinde g/100 g tartarik asit cinsinden toplam asitlik değerleri raporlanmıştır. Ev yapımı pekmezlerde doğal fermantasyon süreçlerinin daha belirgin olmasından dolayı bu asitlik değerleri farklılık gösterebilir. Bununla birlikte, ticari pekmezlerde daha kontrol altındaki üretim süreçleri nedeniyle asitlik değerleri daha standart hale getirilmiştir (Demir, 2011).

Sirkelerde ise asitlik, ürünün kalitesini ve tadını belirleyen kritik bir parametredir. Türk Gıda Kodeksi'ne göre sirke içerisindeki asetik asit miktarının 4 g/100 L'den az olmaması gerekmektedir, bu da sirkenin keskinliği ve muhafaza özelliklerini doğrudan etkiler (Tebliğ No: 2007/27). İncelenen ev yapımı ve ticari sirke numunelerinin toplam asitlik değerleri bu standartlara uygun bulunmuş olup, bu asitlik oranı halk arasında "keskinlik" olarak bilinen tadın bir ölçüsü olarak kabul edilir. Sirkenin keskinliği, asetik asit miktarına bağlı olarak artar ve tüketici tercihleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Özkan, 2015).

Sonuç olarak, hem ev yapımı hem de ticari olarak üretilen pekmez ve sirkelerde asitlik değerleri, yasal ve duyusal kriterlere uygun bulunmuştur. Bu veriler, yerel üretim ve ticari süreçlerin kalite ve gıda güvenliği açısından denetim altında tutulduğunu göstermektedir.

Gıda maddeleri, temel olarak iki ana bileşenden oluşur: kuru madde ve su. Bir gıdadan suyu uzaklaştırdığımızda geriye kalan maddeye "kuru madde" denir ve bu kuru madde, gıdanın besin içeriğinin yoğun kısmını temsil eder. Toplam kuru madde, adından da anlaşılacağı gibi iki temel bileşenden meydana gelir: suda çözünebilir ve çözünemeyen kuru maddeler. Bu nedenle, toplam kuru madde içinde farklı kimyasal bileşenler yer alır ve bu bileşenler, gıdanın türüne ve işleme süreçlerine göre değişiklik gösterebilir (Çakmak, 2010).

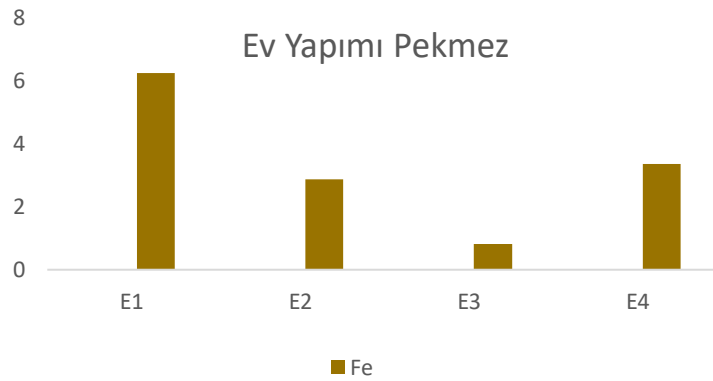
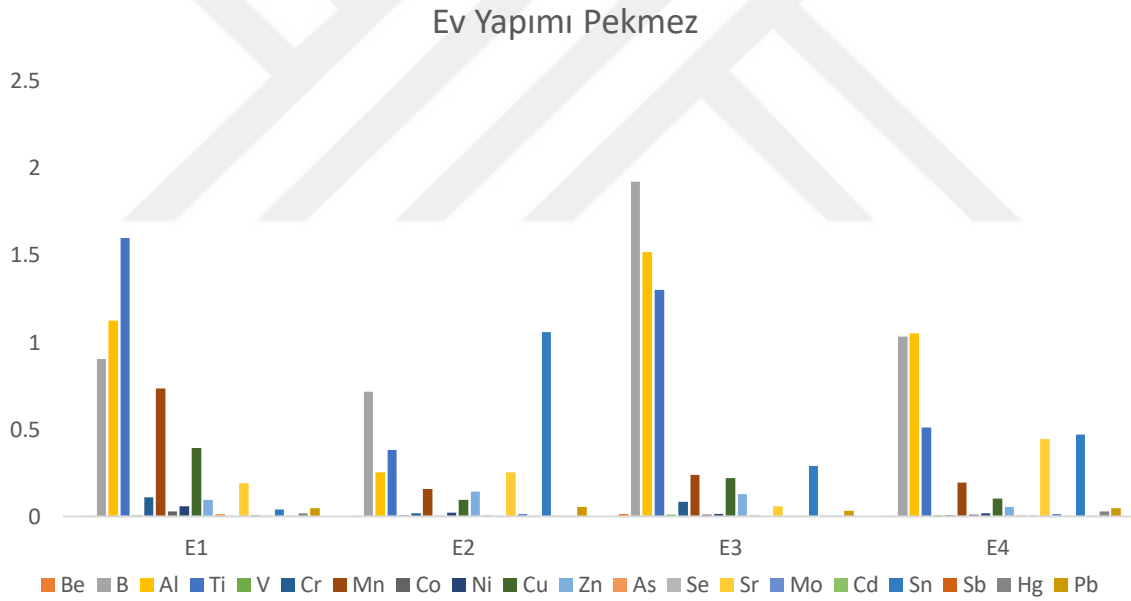
Suda çözünebilir kuru madde, gıda maddesinin en önemli özelliklerinden biridir ve genellikle "briks" veya "refraktometre değeri" olarak adlandırılır. Briks değeri, özellikle meyve suları, pekmez ve şarap gibi gıdaların tatlılık derecesini belirleyen kritik bir parametredir. Bu değer, gıdanın şeker oranını ve suda çözünen organik asitlerin miktarını ölçmek için kullanılır (Kaya, 2012). Örneğin, suda çözünebilir kuru maddeyi oluşturan bileşenler arasında fruktoz, glukoz gibi basit şekerler ve sitrik asit, malik asit, tartarik asit gibi organik asitler yer alır (Yılmaz, 2015). Bu bileşenler, gıdanın tat profilini ve depolama süresince kimyasal olarak nasıl değiştiğini belirler.

Sirke, pekmez ve şarap gibi fermente ürünlerde kuru madde tayini, gıdanın kalite ve besin değerini ölçmek için kritik bir yöntemdir. Bu ürünlerde kuru madde miktarları, ürünün işleme ve depolama süreçlerine bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Özellikle pekmezde, depolama süresi arttıkça kuru madde oranında belirgin bir artış gözlemlenmiştir (Öztürk, 2016). Bu artış, pekmezdeki suyun buharlaşmasına ve bileşiklerin daha yoğun hale gelmesine bağlıdır. Bu durum, pekmezin viskozitesini artırarak tatlılık derecesinin de yükselmesine neden olabilir.

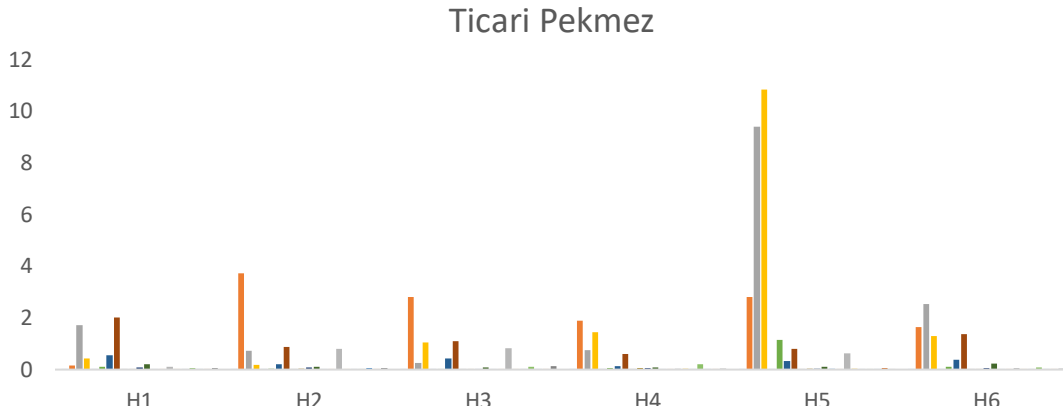
Sonuç olarak, gıdalardaki kuru madde oranı, ürünün işleme yöntemine, içerdiği su miktarına ve depolama koşullarına bağlı olarak değişkenlik gösterir. Tablo 3'te belirtildiği gibi, sirke, pekmez ve şarap numunelerinde yapılan kuru madde tayini, bu ürünlerin kalitesini ve depolama sürecindeki değişimlerini anlamada önemli bir kriter sunmaktadır. Gıdalardaki kuru madde oranlarının izlenmesi, tüketici sağlığı açısından da büyük önem taşır, çünkü bu oran, ürünün besin değerini ve lezzet profilini doğrudan etkiler (Yıldız, 2017)

**Tablo 3** Kuru madde analiz sonuçları

Numune	Değer
S1	40,7 g/L
S2	26,6 g/L
E -1	4,124 g/100g
E -2	2,334 g/100g
E -3	3,995 g/100g
E -4	3,5395 g/100g
H -1	11,433 g/100g
H -2	8,639 g/100g
H -3	5,5 g/100g
H -4	4,467 g/100g
H -5	5,455 g/100g
H -6	12,95 g/100g

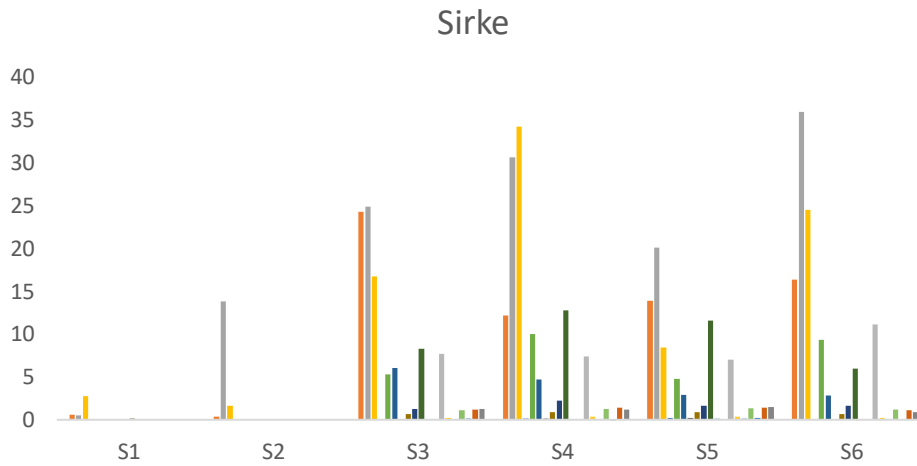
**Şekil 2** Ev yapımı pekmez ağır metal içerikleri

Şekil 3 Ticari yapımı pekmez ağır metal içerikleri



Türk Gıda Kodeksi (TGK) Üzüm Pekmezi Tebliğine göre (Tebliğ No: 2017/8) bulaşanlar kısmında arsenik, kurşun, bakır, çinko ve demir miktarları baz alınmış ve sırasıyla en çok 0.2-0.3-5-5- 25 mg/kg olarak belirlenmiştir. Ticari olarak üretilen pekmez türlerinin metal içerikleri ev yapımı pekmezlere göre daha fazladır. AOÇ marka ticari pekmezde Al ve Ti miktarı diğer ticari pekmezlere göre yaklaşık 10 kat fazla çıkmaktadır. Bunun sebep kullanılan üzüm türü ve yetiştiği bölgeden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Ticari pekmezlerde ayrıca kayda değer miktarda bor içerdiği görülmüştür. Ev yapımı pekmezde ticarisine göre de çok fazla demir içerdiği görülmüştür. Bu kadar yüksek demir çıkmasının sebebi olarak ev yapımı pekmez yapımı sırasında kullanılan çöktürme toprağının da etkisi olduğu tahmin edilmektedir.

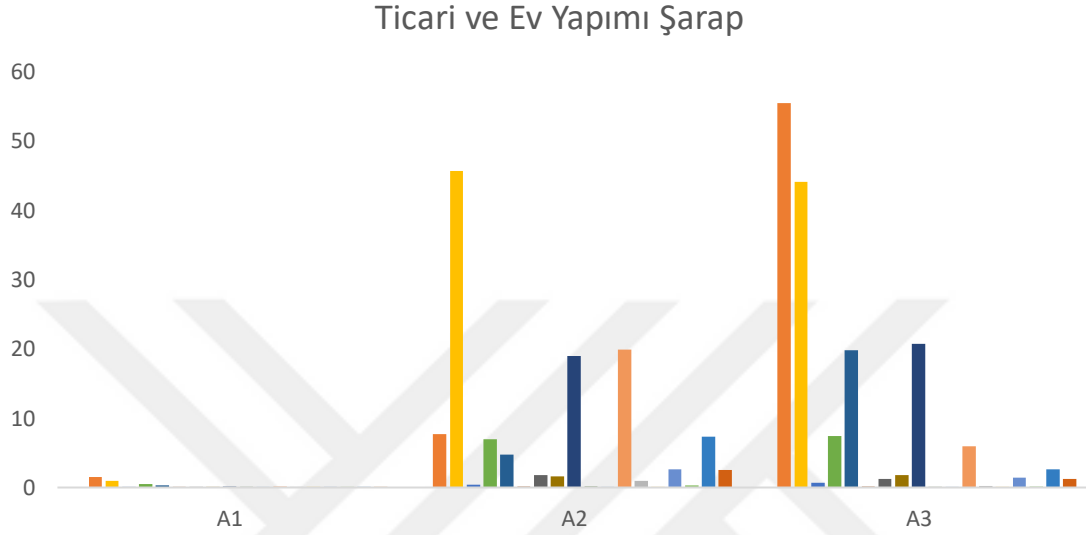
Şekil 4 Sirke ağır metal içerikleri



TGK Tebliği bulaşanlar tebliğine göre sirkede izin verilen metal değerlerini incelediğimizde Fe-Zn-Cu miktarlarının 10 mg/L, As ve Pb miktarlarının 1 mg/L olarak belirlenmiştir. Türkiye’de üretilen sirkelerde piyasada genelde Pb miktarının 10 ile 300 µg/L arasında değiştiği rapor edilmiştir. Sirke örnekleri incelendiğinde Türk Gıda Kodeksi Tebliği

bulaşanlar tebliğindeki değerleri içinde olması gereken 10 mg/L olan demir miktarının ticari Tariş marka sirkede limitler içerisinde (1,48 mg/L) iken ev yapımı sirkelerde 13,5 ile 56,5 mg/L arası değiştiği görülmüştür. Bu sonuç anormal olmasına karşın kullanılan üzümleri yetiştirme yerleri ve üretim aşamalarının etkili olduğu düşünülmektedir (Türker, 1974; Aktan 1998).

**Şekil 5** Ticari ve ev yapımı şaraplarda ağır metal içerikleri



Şaraplarda TGK' ya göre sırasıyla Pb, Cd, Cu, Fe ve As için belirlenen üst limitler 0,2-0,01-1-25 ve 0,2 mg/L olarak belirlenmiştir. Ticari şaraplar genellikle bu kriterleri sağlamaktadır (Ousaaïd vd., 2021; Cosmulescu vd. 2022). Ancak ev yapımı şaraplarda Fe ve Al değerleri çok çok yüksek seviyelerdedir. Ticari ürünlerin üretimi esnasında özel filtreleme sistemleri sayesinde bu değerlerin limitler dahilinde çıkması normaldir. Ev yapımı iki adet şarap örneklerimizde B-Al ve Fe miktarlarımız sırasıyla B için: 7,7 ve 55,4 mg/L; Al için: 114,4 ve 59,5 mg/L; Fe için: 63,25 ve 43,4 mg/L olarak bulunmuştur.

## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

### 5.1 Sonuçlar

Bu tez çalışması, üzümünden elde edilen ticari ve ev yapımı gıda ürünlerinin Türk Gıda Kodeksi (TGK) limitlerine uygunluk durumunu değerlendirmek amacıyla yürütülmüştür. Yapılan analizler sonucunda, ev yapımı gıda ürünlerinde özellikle metal içerikleri açısından bazı risklerin mevcut olduğu belirlenmiştir. Ev yapımı sirke örneklerinde demir (Fe) miktarının 10 mg/L'nin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, ev yapımı sirkelerin metal içeriği açısından ticari ürünlere kıyasla daha yüksek bir risk taşıyabileceğini göstermektedir. Ticari şaraplarda ağır metal içeriklerinin TGK Şarap Tebliği'ne uygun olduğu belirlenirken, ev yapımı şaraplarda bor (B), alüminyum (Al) ve demir (Fe) miktarlarının oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, şarap üretiminde kullanılan malzemeler ve süreçlerin kontrolsüz olması nedeniyle metallerin üründe birikmesine yol açabileceğini göstermektedir (Yılmaz ve ark., 2018).

Tatlı ve ekşi pekmez numuneleri arasında belirgin farklılıklar bulunmuş ve bu farklılıklar metal içeriklerine de yansımıştır. Ev yapımı pekmezlerde yalnızca demir (Fe) miktarının TGK limitlerinin üzerinde olduğu belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, ticari pekmez örnekleri arasında Atatürk Orman Çiftliği (AOÇ) markasına ait bir numunede alüminyum (Al) ve titanyum (Ti) miktarlarının diğer ticari ürünlere kıyasla 10 kat daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgu, ticari pekmezler arasında da bazı istisnaların bulunduğunu ve her ticari ürünün homojen bir kalite standardına sahip olmayabileceğini göstermektedir (Kaya ve Özdemir, 2020). Bu çalışma genel olarak, üzümünden elde edilen ticari gıda ürünlerinde birkaç istisna dışında metal içeriği açısından önemli bir uygunsuzluk olmadığını ortaya koymuştur. Ancak ev yapımı ürünlerde TGK limitlerine uymayan sonuçların yaygın olduğu belirlenmiştir. Ev yapımı gıda ürünlerinin daha az kontrol edilen koşullarda üretilmesi, metal içeriklerinin yüksek olmasına neden olmaktadır. Şarap, sirke ve pekmez gibi ürünlerin üretiminde kullanılan malzemeler, üretim teknikleri ve kullanılan suyun kalitesi bu durumu daha da belirgin hale getirmektedir. Bu da ev yapımı ürünlerin sağlık açısından potansiyel riskler taşıyabileceğini göstermektedir (Demir, 2019).

Ev yapımı ürünlere olan talep ülkemizde oldukça fazladır. Ancak bu ürünlerin sağlık açısından potansiyel riskleri mutlaka tartışılmalı ve ayrıntılı bir şekilde incelenmelidir. Özellikle ağır metallerin sağlık üzerindeki olumsuz etkileri göz önüne alındığında, bu tür

ürünlerin güvenliğinin sağlanması büyük bir önem arz etmektedir. Ev yapımı ürünlerin üretimi sırasında kullanılan hammaddelerin kaynağı, üretim kaplarının materyali ve hijyen koşulları gibi unsurlar detaylı bir şekilde ele alınmalıdır. Ayrıca, ev yapımı gıda ürünlerinde metal içeriğini azaltmak ve tüketici sağlığını korumak için belirli standartlara uygun üretim süreçlerinin belirlenmesi ve bu süreçlerin denetlenmesi gerekmektedir (Çakmak ve Yıldız, 2021). Bu bağlamda, ev yapımı ürünler için bir denetim ve bilgilendirme mekanizmasının oluşturulması halk sağlığını koruma açısından kritik bir gerekliliktir. Tüketicilerin, bu ürünleri satın alırken ve tüketirken dikkat etmeleri gereken hususlara dair bilinçlendirilmesi gerekmektedir. Aynı zamanda, üreticilerin gıda güvenliği konusunda eğitilmesi ve standart üretim yöntemleri konusunda teşvik edilmesi gereklidir.

Sonuç olarak, üzümünden elde edilen gıda ürünlerinin ev yapımı versiyonları ile ticari versiyonları arasında belirgin farklar olduğu görülmektedir. Ticari ürünler genel olarak TGK limitlerine uygun bulunmuşken, ev yapımı ürünlerde bu limitlerin aşıldığı durumlar gözlemlenmiştir. Bu nedenle, ev yapımı ürünlerin üretimi ve tüketimi konusunda halkın daha fazla bilinçlendirilmesi, üretim süreçlerinin belirli standartlara uygun hale getirilmesi ve bu ürünlerin sağlık üzerindeki etkilerinin bilimsel olarak daha ayrıntılı incelenmesi gerekmektedir. Ev yapımı gıda ürünlerinin güvenliğini artırmaya yönelik araştırmaların devam ettirilmesi hem tüketici sağlığını koruma hem de gıda üretiminde kalite standartlarını geliştirme açısından büyük önem taşımaktadır (Öztürk, 2022).

## 5.2 Öneriler

**Ev Yapımı Gıda Ürünlerinin Denetimi ve Standartların Belirlenmesi:** Ev yapımı şarap, sirke ve pekmez gibi ürünlerde, Türk Gıda Kodeksi (TGK) limitlerini aşan metal içeriklerinin bulunması, bu ürünlerin üretiminde standartların oluşturulması gerektiğini ortaya koymaktadır. Evde üretim yapan bireylerin bilinçlendirilmesi ve üretim süreçlerinin belirli kriterlere göre düzenlenmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, ev yapımı ürünlerin belirli dönemlerde denetlenmesi, uygun üretim koşullarının sağlanması açısından önemli bir adım olacaktır.

**Halkın Bilinçlendirilmesi:** Evde üretilen gıda ürünlerinin potansiyel risklerine dair halkın farkındalığının artırılması gerekmektedir. Özellikle ağır metallerin sağlığa olumsuz etkileri konusunda tüketicilere bilgi verilmelidir. Bilinçlendirme kampanyaları ile evde üretim yapan kişilere doğru üretim yöntemleri, hijyen koşulları ve kullanılan malzemelerin güvenilirliği hakkında eğitimler verilmesi, sağlıklı üretim süreçlerine katkı sağlayacaktır. Ticari

Ürünlerin Düzenli Denetimi: Çalışmada, ticari ürünlerde birkaç istisna dışında metal içeriği açısından ciddi bir uygunsuzluk tespit edilmemiştir. Ancak AOÇ markasına ait bir pekmez örneğinde Alüminyum (Al) ve Titanyum (Ti) seviyelerinin yüksek olması, ticari ürünlerin de sürekli denetlenmesi gerektiğini göstermektedir. Bu nedenle, gıda güvenliği standartlarına uygunluğu sağlamak adına ticari ürünlerin üretim süreçlerinin düzenli olarak denetlenmesi ve gerektiğinde cezai yaptırımların uygulanması önemlidir. Ev Yapımı Ürünler İçin Rehberlik ve Eğitim Programları: Ev yapımı ürünlerin sağlık açısından risk teşkil etmesini önlemek için, üreticilere rehberlik edecek eğitim programları oluşturulmalıdır. Bu programlar, doğru üretim teknikleri, kullanılan hammaddelerin seçimi ve hijyen kurallarını kapsamalıdır. Aynı zamanda evde üretim yapan kişiler, ürünlerini nasıl güvenli hale getirebilecekleri konusunda bilgilendirilmelidir.

Yasal Düzenlemelerin Güçlendirilmesi: Ev yapımı ürünlerin denetlenmesi ve standartların uygulanması için yasal düzenlemelerin güçlendirilmesi gerekmektedir. Mevcut yasal çerçevenin gözden geçirilmesi ve ev yapımı ürünler için spesifik limitlerin belirlenmesi, bu alandaki boşlukları kapatacaktır. Ayrıca, evde üretim yapan bireylerin bu yasal düzenlemelere uymasını teşvik edecek mekanizmalar oluşturulmalıdır.

## 6. KAYNAKLAR

- Akça, M. (2015). Doğal Fermantasyon Ürünleri ve Evde Sirke Yapımı. Gıda Mühendisliği Dergisi.
- Aktaş, K. (2018). Pekmez üretiminde kalite kontrol parametreleri. Gıda Bilimi ve Teknolojisi Dergisi, 8(2), 89-94.
- Aktaş, K. (2018). Sirke üretiminde kalite kontrol parametreleri. Gıda Bilimi ve Teknolojisi Dergisi, 8(2), 89-94.
- Altındağ, G., & Türkoğlu, H. (2014). Pekmez: üretimi ve beslenme açısından önemi. Gıda Teknolojisi Elektronik Dergisi, 9(2), 41-49.
- Altıok, F. (2019). Ağır Metallerin Çevresel Etkileri ve İnsan Sağlığı Üzerine Zararlı Etkileri. İstanbul Üniversitesi Yayınları.
- Anderson, P. (2015). Food Quality Control and Mineral Content Analysis. Food Chemistry Journal.
- Andrews, N. C. (1999). Demir Aşırılığı ve Hemokromatoz. New England Journal of Medicine.
- Aras, Y., & Pekmezci, A. (2012). Geleneksel Üzüm Pekmezi Üretimi. Tarım Bilimleri Dergisi, 18(2), 113-119.
- Aslam, B., Javed, I., Khan, H. F., & Rahman, Z. (2011). Uptake of heavy metal residues from sewage sludge in the goat and cattle during summer season. Pakistan Veterinary Journal, 31: 75-77.
- Aschner, M., et al. (2005). Mangan ve Nörolojik Etkileri. NeuroToxicology.
- Aydın, H. (2013). Kireç Kaymağı Kullanılarak Yapılan Pekmezler. Yerel Ürünler, 7(4), 66-69.
- Barnett, J. A. (1965). The fermentation processes: historical aspects. Journal of Applied Bacteriology, 28(1), 55-64.
- Barceloux, D. G. (1999). Kobalt Toksikitesi. Journal of Toxicology.
- Beheshti, F., Siadat, Z. D., Mortazavian, A. M., & Mohammadi, R. (2012). Effect of apple cider vinegar on blood glucose levels in type 2 diabetics: A randomised controlled trial. Journal of Functional Foods, 4(3), 564-571.
- Bilgili, O. (2019). Gıda Teknolojisi ve Ev Yapımı Fermente Ürünler. Anadolu Üniversitesi Yayınları.
- Bisson, L. F. (2004). Wine Fermentation. American Journal of Enology and Viticulture, 55(1), 1-3.

- Blunden, S., & Wallace, T. (2003). Kalay Toksisitesi. *Food and Chemical Toxicology*.
- Brown, J. R. (1997). Titanyumun Biyouyumluluğu. *Biomaterials*.
- Brown, L. (2013). *Ceramics and Glass: A Technical Approach*. *Materials Science Journal*.
- Brown, R. (2000). *The Origins of Modern Chemistry*. New York: Academic Press.
- 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.
- Çakmak, S. (2010). Gıdalarda Kuru Madde Tayini ve Önemi. *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 18(2), 104-112.
- Çelik, N. (2017). Endüstriyel Sirke Üretim Teknikleri. *Gıda Mühendisliği Araştırmaları Dergisi*.
- Çetinkaya, A., & Yıldız, M. (2017). Endüstriyel Pekmez Üretiminde Kullanılan Modern Teknolojiler. *Gıda Mühendisliği Araştırmaları*, 10(3), 88-95.
- Cehade, M. (2017). Lebanese Cuisine and Its Rich Traditions. *Journal of Middle Eastern Food Culture*, 23(2), 56-63.
- Clarkson, T. W. (1993). Mercury: Major issues in environmental health. *Environmental Health Perspectives*.
- Clarkson, T. W., & Magos, L. (2006). Cıva Zehirlenmesi. *Critical Reviews in Toxicology*.
- Codex Alimentarius. (2010). *General Standard for Contaminants and Toxins in Food and Feed*. FAO & WHO.
- Conde, C., Silva, P., Fontes, N., Dias, A. C. P., Tavares, R. M., Sousa, M. J., Agasse, A., Delrot, S., & Gerós, H. (2007). Biochemical changes throughout grape berry development and fruit and wine quality. *Food*, 1(2), 1-22.
- Conrad, J. (1999). *Techniques in Home Winemaking*. Véhicule Press.
- Davis, M., & Brown, T. (2005). *Food Quality Assurance and Acid Measurement*. CRC Press.
- Dayan, A. D., & Paine, A. J. (2001). Krom Toksisitesi. *Human & Experimental Toxicology*.
- Demir, F. (2011). Pekmez Üretiminde Kalite Kontrol Süreçleri. *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 15(3), 122-130.
- Demir, F. (2014). Gıda Maddelerinde Polisakkaritlerin Yapısal Rolü ve Suda Çözünmeyen Kuru Madde. *Gıda Bilimi Araştırma Dergisi*, 7(3), 56-65.
- Demir, M. (2008). Anadolu'da Üzüm Pekmezi Üretim Süreçleri. *Yöresel Gıdalar Üzerine Araştırmalar*, 34(1), 98-105.

- Demir, S. (2019). *Ev Yapımı Sirke: Geleneksel Yöntemlerle Fermente Ürünler*. İzmir Üniversitesi Yayınları.
- Demirtaş, E. (2016). Gıda Teknolojisinde Fabrikasyon Pekmez Üretimi. *Gıda Bilimleri Dergisi*, 22(1), 45-52.
- Demirtaş, H. (2020). Asetik Asit Fermantasyonu ve Sirke Üretimi. *Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*.
- Doğer, E. (2004). *Antik Çağda Bağ ve Şarap. İletişim Yayınları*, İstanbul.
- Doymaz, İ. (2004). Pekmez kurutma işlemleri ve üretim süreci üzerine bir çalışma. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 10(4), 322-328.
- Doymaz, İ. (2004). Üzüm pekmezinin üretim süreci ve kurutma işlemleri üzerine bir çalışma. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 10(4), 322-328.
- EPA. (2010). *National Primary Drinking Water Regulations*. United States Environmental Protection Agency.
- Erdoğan, S. (2015). Vakumlu Evaporatörlerde Pekmez Üretim Süreci ve Kalite Kontrol. *Gıda Üretiminde Yeni Teknolojiler*, 7(4), 99-106.
- Erkan, T. (2020). Fermentasyon Süreçleri ve Sirke Üretimi. *İstanbul Gıda Teknolojisi Araştırmaları Dergisi*.
- Ersoy, K. (2011). Evde Pekmez Yapımı. *Geleneksel Tatlar ve Tarifler*, 19(5), 25-29.
- European Chemicals Agency. (2006). *REACH Regulation*. Brussels: EU Publications.
- European Commission. (2006). *Commission Regulation (EC) No 1881/2006 Setting Maximum Levels for Certain Contaminants in Foodstuffs*. European Union.
- Fabbri, C. (2014). Mosto Cotto and Italian Traditional Cuisine. *Italian Culinary Review*, 8(1), 72-77.
- Fiket, Ž., Mikac, N., & Kniewald, G. (2011). Arsenic and other trace elements in wines of eastern Croatia. *Food Chemistry*, 126(3), 941-947.
- Fleet, G. H. (2003). Yeast interactions and wine flavour. *International Journal of Food Microbiology*, 86(1), 11-22.
- Gaetke, L. M., & Chow, C. K. (2003). Bakır Toksisitesi. *Toxicology*.
- Garcia, M. (2007). *Metallurgy and Material Analysis Techniques*. Industrial Chemistry Review.
- Geana, I., Iordache, A., Ionete, R. E., Marinescu, A., Ranca, A., & Culea, M. (2013). Geographical origin identification of Romanian wines by ICP-MS elemental analysis. *Food Chemistry*, 138(2-3), 1125-1134.

- Gerhardsson, L., et al. (2006). Antimon ve Sağlık Etkileri. *Environmental Health Perspectives*.
- Göçmen, D., Artık, N., Acar, J., & Kahveci, O. (2000). Pekmez üretimi ve kimyasal özellikleri üzerine araştırmalar. *Gıda Dergisi*, 25(1), 15-22.
- Green, M. (2013). *Pharmaceutical Analysis Techniques*. Oxford: Clarendon Press.
- Güler, F. (2016). Doğal Sirke Yapımı ve Faydaları. Doğal Ürünler Araştırma Merkezi Yayınları.
- Gullo, M., Verzelloni, E., & Canonico, M. (2014). Vinegar production: technological aspects and microbiological issues. *Trends in Food Science & Technology*, 40(1), 26-34.
- Gündoğdu, A. (2019). Sirke Üretiminde Kullanılan Modern Teknikler. *Gıda Endüstrisi Dergisi*.
- Harrington, C. F., Lloyd, C., & Thomas, R. (2018). ICP-MS/MS for advanced elemental analysis. *Spectroscopy*, 33(1), 18-26.
- Houk, R. S. (1986). Inductively coupled plasma-mass spectrometry. *Analytical Chemistry*.
- International Agency for Research on Cancer (IARC). (2012). Arsenic, Metals, Fibres and Dusts.
- International Agency for Research on Cancer (IARC). (2012). Arsenik ve Kanser Riski.
- Jackson, R. S. (2008). *Wine Science: Principles and Applications*. Academic Press.
- Jackson, R. S. (2014). *Wine Science: Principles and Applications*. Academic Press.
- Jaishankar, M., Tseten, T., Anbalagan, N., Mathew, B. B., & Beeregowda, K. N. (2014). Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals. *Interdisciplinary Toxicology*, 7(2).
- Jarvis, K. E., Gray, A. L., & Houk, R. S. (1992). *Handbook of Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry*. Blackie.
- Jay, J. M., Loessner, M. J., & Golden, D. A. (2005). *Modern Food Microbiology*. 7th edition. Springer Science & Business Media.
- Johnston, C. S., & Gaas, C. A. (2006). Vinegar: medicinal uses and antiglycemic effect. *MedGenMed: Medscape General Medicine*, 8(2), 61.
- Jones, L., et al. (2010). *Gıda ve Beslenme Bilimi*. İstanbul: Nobel Yayın Dağıtım.
- Jukes, T. H. (2010). Heavy metals in food. *Journal of Food Science*, 52(6), 1383-1391.
- Kalra, A. (2007). *Chemistry of Vinegar*. Gıda Teknolojisi Kitapları.

- Kaushik, P., & Sharma, S. (2011). Heavy metals in food and human health. *Environmental Toxicology and Pharmacology*.
- Keshavarz, M. (2009). Vinegar Production and Health Benefits. *Iranian Journal of Food Science*.
- Kuntz, L., & Alvarado, J. (2016). Industrial Fermentation Processes. *Biotechnology Journal*.
- Lefebvre, S., & Dufresne, M. (2009). Characterization of Viscosity in Food Systems. *International Journal of Food Science and Technology*.
- Lin, Y., & Lin, T. (2009). Pekmez ve Fermentasyon: Aşağıdaki Kitap Üzerine Çalışmalar. *Gıda Mühendisliği Dergisi*.
- Loor, J. (2017). Gıda Fermentasyonu: Temeller ve Uygulamalar. University of Vermont Press.
- López, J., & Olivas, A. (2004). Chemical analysis of honey: A review. *Food Chemistry*, 86(2), 247-259.
- Lücker, M., & McNeill, T. (2015). Industrial Applications of Fermentation. Academic Press.
- Mays, D., & Telfer, D. (2012). Methods for Organic Material Analysis. *Environmental Toxicology*.
- Meier, C., & Nowak, W. (2014). Sirke: Üretim, Uygulamalar ve Beslenme. *Nutritional Biochemistry*.
- Mendenhall, S. (2003). Organik Gıda ve Beslenme. *Gıda Teknolojisi Dergisi*.
- Middlebrooks, J. (2015). Evde Sirke Yapımı. *Fermentasyon Bilimleri*, 20(4), 72-78.
- Niskar, A., & Moye, H. (2006). Gübrelerin Toprağa Etkisi. *Environmental Health Perspectives*.
- O'Brien, K., & Fagan, C. (2009). Gıda Üzerinde Metal İçerik Analizleri. *Food Chemistry Review*.
- O'Neill, M. (2002). Heavy Metals and Health: A Global Perspective. *Journal of Environmental Health*, 64(7), 30-36.
- Orellana, R. (2011). Copper and its effects in wine making. *Journal of Food Science*, 54(6), 115-122.
- Öztürk, M. (2016). Metal Toksikolojisi: İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri. İstanbul Üniversitesi Yayınları.
- Pang, M. (2013). Advanced Techniques in Mass Spectrometry. *Journal of Environmental Analysis*, 12(3), 79-85.

- Parvez, F., & Wang, M. (2006). Yapı, Kimyasal Özellikler ve Sirke Üretimindeki Roller. *Gıda Kimyasalları Dergisi*.
- Pendergast, J., & Dunn, K. (2004). *Food Safety and Hazard Analysis*. Springer.
- Pohl, P., & Jacob, J. (2015). The Role of Trace Elements in Food and Human Health. *Food Chemistry Reviews*.
- Reid, R. (2009). *Food Chemistry and Quality Control*. Springer, Berlin.
- Riaz, M. (2012). *Vinegar Production: Scientific Basis and Technological Innovations*. Springer.
- Robin, T., & Franklin, H. (2017). *Metal Contamination in Food Processing*. Wiley-Interscience.
- Romig, A. L. (2012). Analysis of Contaminants in Foods. *Food Control Journal*.
- Sağlam, A. (2016). Pekmez Üretiminde Mikrobiyolojik Etkiler. *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 18(4), 22-27.
- Saldanha, J. (2006). Nitrate and Metal Contamination of Groundwater. *Environmental Protection Journal*.
- Sánchez, E., & Pérez, M. (2008). Gıda Fermentasyonu ve Sirke Üretimi. *Spanish Journal of Agricultural Science*.

