T.C.

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MEYVE SULARINDA ESER ELEMENT KONSANTRASYONLARININ TAYİNİ

GÜLTEKİN ÖZDEMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KİMYA ANABİLİM DALI

Doç. Dr. Yıldız KALEBAŞI

EDİRNE-2018

GÜLTEKİN ÖZDEMİR'in hazırladığı "MEYVE SULARINDA ESER ELEMENT KONSANTRASYONLARININ TAYİNİ" başlıklı bu tez, tarafımızca okunmuş, kapsam ve niteliği açısından Kimya Anabilim Dalında bir Yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri (Ünvan, Ad, Soyad): İmza

Doç. Dr. Yıldız KALEBAŞI

Doç. Dr. Aylin YILDIZ

Dr. Öğr. Üyesi Kenan SEZER

Tez Savunma Tarihi: 29/05/2018

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları sağladığını onaylarım.

İmza

Doç. Dr. Yıldız KALEBAŞI

Tez Danışmanı

Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü onayı

Prof. Dr. Murat YURTCAN

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

T.Ü.FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KİMYA ANABİLİM DALI YÜKSEK LİSANS PROGRAMI
DOĞRULUK BEYANI

Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında, tüm verilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini, kullanılan verilerde tahrifat yapılmadığını, tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını, kullanılan tüm literatür bilgilerinin bilimsel normlara uygun bir şekilde kaynak gösterilerek ilgili tezde yer aldığını ve bu tezin tamamı ya da herhangi bir bölümünün daha önceden Trakya Üniversitesi ya da farklı bir üniversitede tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

29 /05 /2018

Gültekin Özdemir

İmza



Yüksek Lisans Tezi

Meyve Sularında Eser Element Konsantrasyonlarının Tayini

T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü

Kimya Anabilim Dalı

ÖZET

Bu çalışmada ticari olarak piyasada satılan faklı hacimlerindeki ve farklı ambalaj materyalleri ile paketlenmiş meyve sularının bazı özellikleri araştırılmıştır. Portakal, şeftali, vişne, kayısı ve karışık meyve sularının eser element miktarlarının (Demir, Bakır, Kurşun, Kadmiyum, Nikel, Kalay, Mangan, Çinko, Sodyum, Potasyum, Magnezyum ve Kalsiyum) mikrodalga yöntemiyle çözünürleştirilip, Atomik Absorpsiyon Spektrometresi ile tayin edilmesi amaçlanmıştır.

Analiz edilecek meyve suyu örnekleri piyasaya hâkim üç faklı meyve suyu markası seçilerek marketlerden alınmıştır. Çözünürleştirilen meyve suyu numuneleri AAS (Perkin Elmer-Analyst-AA800) cihazı ile analiz edildi. Analiz sonuçlarına şu şekildedir: Fe; 0,111-0,936 mg/L, Cu; 0,004-1,009 mg/L, Zn; 1,996-0,004 mg/L, Ca; 9,948- 0,910 mg/L, Na; 12,534-1,71 mg/L, K; 4,785-0,412 mg/L, Mg; 7,312-1,648 mg/L. Meyve sularında Pb, Cd, Ni, Sn, Mn ise saptanmamıştır.

Bu meyve suyu analizleri sonuçları Türk Gıda Kodeksi standartlarına göre uygunluğu değerlendirilmiştir. Fe, Cu, Zn, metalleri belirtilen yasal limitleri aşmadığı ve yasal limitlerin çok altında olduğu belirlenmiştir..

Yıl : 2018

Sayfa Sayısı : 98

Anahtar Kelimeler : AAS, Meyve Suyu, Eser Element, Mikrodalga

Master Thesis

Determination of Trace Element Concentrations in Fruit Juices

Trakya University Institute of Natural Sciences

Department of Chemistry

ABSTRACT

In this study, some characteristics of fruit juices packed with different packaging materials in different volumes sold commercially in the market were investigated. It is aimed to analyze the trace element amounts (Iron, Copper, Zinc, Lead, Cadmium, Nickel, Tin, Manganese Sodium, Potassium, Magnesium and Calcium) of orange, peach, sour cherry, apricot and mixed fruit juices by microwave method and determine by Atomic Absorption Spectrometry.

The solubilized juice samples were analyzed by AAS (Perkin Elmer-Analyst-AA800) instrument. The results of the analysis are as follows: Fe; 0,111-0,936 mg/L, Cu; 0,004-1,009 mg/L, Zn; 1,996-0,004 mg/L, Ca; 9,948- 0,910 mg/L, Na; 12,534-1,71 mg/L, K; 4,785-0,412 mg/L, Mg; 7,312-1,648 mg/L. Pb, Cd, Ni, Sn, Mn were not detected in fruit juices.

The results of these fruit juice analysis were evaluated according to Turkish Food Codex standards**.** Fe, Cu, Zn, metals have not exceeded legal limits and are well below legal limits.

Year : 2018

Number of Pages : 98

Keywords : AAS, Fruit Juice, Trace Element, Microwave

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim, tez çalışmalarım ve iş hayatımda, tecrübe bilgi birikim ve önerileri ile yardımlarını esirgemeyen her zaman desteğini gördüğüm, tezin hazırlanmasında yardımlarından sürekli olarak yararlandığım hocam Sayın Doç. Dr**.** Yıldız KALEBAŞI'na sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım**.**

Laboratuvar çalışmalarım sırasında her konuda yardımlarını esirgemeyen Ali DEMİRKAN'a ve Gökhan GÜNDUĞAN'a çok teşekkür ederim. Yüksek lisans çalışmam sırasında ve tüm hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini sakınmayan dostlarıma teşekkür ederim.

Ayrıca iş hayıtım boyunca her türlü desteği sağlayan Sayın Prof. Dr. İrfan ÇİÇİN'e çok teşekkür ederim.

Hayatımın her anında olduğu gibi yüksek lisans eğitim ve iş hayatım da bana her türlü maddi ve manevi desteklerini sağlayan, her zor anımda yanımda olan aileme sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET i

ABSTRACT ii

ÖNSÖZ iii

İÇİNDEKİLER iv

SİMGELER ix

ŞEKİLLER xi

ÇİZELGELER xiv

BÖLÜM 1 1

GİRİŞ 1

1.1 Meyve Suyu ve Benzeri Ürünler 2

1.2. Türkiye' de Meyve Suyu Üretimi 3

1.3. Dünyada Ve Türkiye'de Meyve Suyu Tüketimi 5

BÖLÜM 2 8

ESER ELEMENTLER 8

2.1. Eser Elementler Ve Mineraller 8

2.2 Eser Elementlerin Önemi 10

2.3. Ağır Metaller 10

2.4. Hayati Öneme Sahip Bazı Eser Elementler 11
2.4.1. Demir 13
2.4.2. Bakır 14
2.4.3. Çinko 15
2.4.4. Kalsiyum 16
2.4.5. Magnezyum 17
2.4.6. Potasyum 17
2.4.7. Sodyum 18
2.5.Eser Elementlerde Numune Hazırlama Ve Çözünürleştirme 19
2.5.1. Kuru Yakma Yöntemi 20
2.5.2. Yaş Yakma Yöntemi 20
2.5.3. Mikrodalga ile Çözünürleştirme 21
2.6. Eser Element Analizinde Kullanılan Yöntemler 21
BÖLÜM 3 23
ATOMİK ABSORPSİYON SPEKTROSKOPİSİ 23
3.1 Absorpsiyonun Temel Kuralları 23
3.2 Beer yasası 25
3.3 Atomik Absorpsiyon Spektrofotometrisi 26
3.3.1 Işın Kaynakları 27
3.3.2 Atomlaştırıcı 30
3.3.3. Monokromatör 35

3.3.4. Dedektör 35

3.4. Atomik Absorbsiyon Spekrofotometresinde Analiz Yöntemleri 36

3.4.1. Doğrusal Kalibrasyon Yöntemi 36

3.4.2. Standart İlave Etme Yöntemi 36

BÖLÜM 4 38

MATERYAL METOD 38

4.1 Meyve Suyu Örneklerinin Toplanması 38

4.2 Cihaz ve Ekipman 38

4.3. Numunelerin Analizinde Kullanılan Kimyasal Maddeler 39

4.4. Meyve Suyu Numunelerinin Çözünürleştirilmesi ve Hazırlanması 39

4.5. pH Ölçümleri 39

4.6. Alevli Atomik Absorpsiyon Spektrometresi (FAAS) 40

BÖLÜM 5 41

SONUÇLAR 41

5.1. FAAS ile Yapılan Analiz Sonuçları 41

5.2. Portakal Suyu Analizi Bulguları 41

5.2.1. pH Analizi Sonuçları 41

5.2.2. Fe, Cu, Zn Analiz Sonuçları 42

5.2.3. Ca, Na, K ve Mg Analiz Sonuçları 44

5.3. Vişne Suyu Analizleri Bulguları 46

5.3.1. pH Analiz Sonuçları 46

5.3.2. Fe, Cu, Zn Analiz Sonuçları 47

5.3.3. Ca, Na, K ve Mg Analiz Sonuçları 49

5.4. Şeftali Suyu Analizleri Bulguları 51

5.4.1. pH Analizi Sonuçları 51

5.4.2. Fe, Cu ve Zn Analiz Sonuçları 52

5.4.3. Ca, Na, K ve Mg Analiz Sonuçları 54

5.5. Kayısı Suyu Analizleri Bulguları 56

5.5.1. pH Analiz Sonuçları 56

5.5.2. Fe, Cu, Zn Analiz Sonuçları 57

5.5.3. Ca, Na, K ve Mg Analiz Sonuçları 59

5.6. Karışık Meyve Suyu Analizleri Bulguları 61

5.6.1. pH Analiz Sonuçları 61

5.6.2. Fe, Cu, Zn Analiz Sonuçları 62

5.6.3. Ca, Na, K ve Mg Analiz Sonuçları 64

5.7. Meyve Sularında Toplam Eser Element Konsantrasyonları 66

5.8. Demir Analizi Sonuçları 72

5.9. Bakır Analizi Sonuçları 73

5.10. Çinko Analizi Sonuçları 75

5.11. Kalsiyum Analizleri 77

5.12. Magnezyum Analizleri 79

5.13.Potasyum Analizleri 81

5.14. Sodyum Analizleri 83

5.15. Daha Önce Yapılmış Olan Çalışmalar 85

KAYNAKLAR 89

ÖZGEÇMİŞ 98

SİMGELER DİZİNİ

AAS: Atomik Absorpsiyon Spektroskopisi

NAA: Nötron Aktivasyon Analizi

FAAS: Alevli Atomik Absorpsiyon Spektroskopisi

^{0}C: Santigrat Derece

mL: Mililitre

RNA: Ribonükleik Asit

DNA: Deoksiribo Nükleik Asit

mg: Miligram

µg: Mikrogram

ppm: Milyonda bir birim

ppb: Milyarda bir birim

ICP-AES: Endüktif Olarak Eşleşmiş Plazma Atomik Emisyon Spektrometri

SRM: Standart Referans Madde

UV: Ultraviyole

nm: Nanometre

CCD: Yüklenme İliştirilmiş Araç

HDPE: Yüksek Yoğunluklu Polietilen Malzeme Kap

MEYED: Meyve Suyu Endüstrisi Derneği

AB: Avrupa Birliği

ATP: Adenozin Trifosfat

WHO: Dünya Sağlık Örgütü

XRFS: X-Işınları Florans Spektrometrisi

XRDS: X-Işınları Difaksiyon Spektrometrisi

mA: Miliamper

US-EPA**:** Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Meyve suyuna 2010 yılında işlenen meyve miktar oranı (%)

Şekil 3. 1. Sodyum için spektrum. Üst spektrum (a) emilim spektrumudur ve alttaki (b) emisyon spektrumu.

Şekil 3. 2. Beer Yasası

Şekil 3. 3. Tek ışın yollu AAS

Şekil 3. 4. Çift ışın yollu AAS

Şekil 3. 5. Oyuk katot lambasının yan kesiti.

Şekil 3. 6. Elektrotsuz Boşalım Lambası. (Skoog, Holler, & Nieman, 1998)

Şekil 3. 7. Bir laminar akışlı bek. (Skoog, Holler, & Nieman, 1998)

Şekil 3. 8. Atomlaştırma sırasında alevde oluşan süreçler

Şekil 3. 9. Tipik bir grafit fırın programı. (Richard D. Beaty & Jack D. Kerber, 1993)

Şekil 3. 10. Bir grafit fırının kesiti

Şekil 3. 11. L'vov platform ve grafit fırındaki durumu. (Skoog, Holler, & Nieman, 1998)

Şekil 3. 12. Monokromatörün yapısı (a ve b tipi). (Tunç, 2006)

Şekil 3. 13. Fotoçoğaltıcılı tüplü ve yük eşleşmiş düzenekli dedektör. (Tunç, 2006).

Şekil 4. 1. AAS Cihazı (Perkin Elmer AAnalyst 800 model).

Şekil 5. 1. Portakal suyuna ait Fe, Cu ve Zn analiz sonuçları.

Şekil 5. 2. Portakal suyuna ait Fe, Cu ve Zn analiz detaylı sonuçları.

Şekil 5. 3. Portakal suyuna ait Ca, Na, K ve Mg Analiz Sonuçları

Şekil 5. 4. Portakal suyuna ait Ca, Na, K ve Mg Analiz Detaylı Sonuçları

Şekil 5. 5. Vişne suyuna ait Fe, Cu ve Zn analiz sonuçları .

Şekil 5. 6. Vişne suyuna ait Fe, Cu ve Zn detaylı analiz sonuçları

Şekil 5. 7. Vişne suyuna ait Ca, Na, K ve Mg analiz sonuçları

Şekil 5. 8. Vişne suyuna ait Ca, Na, K ve Mg detaylı analiz sonuçları

Şekil 5. 9. Şeftali suyuna ait Fe, Cu ve Zn analiz sonuçları .

Şekil 5. 10. Şeftali suyuna ait Fe, Cu ve Zn detaylı analiz sonuçları

Şekil 5. 11. Şeftali suyuna ait Ca, Na, K ve Mg analiz sonuçları

Şekil 5. 12. Şeftali suyuna ait Ca, Na, K ve Mg analiz detaylı sonuçları

Şekil 5. 13. Kayısı suyuna ait Fe, Cu ve Zn analiz sonuçları

Şekil 5. 14. Kayısı suyuna ait Fe, Cu ve Zn detaylı analiz sonuçları

Şekil 5. 15. Kayısı suyuna ait Ca, Na, K ve Mg analiz sonuçları

Şekil 5. 16. Kayısı suyuna ait Ca, Na, K ve Mg detaylı analiz sonuçları

Şekil 5. 17. Karışık meyve suyuna ait Fe, Cu ve Zn analiz sonuçları.

Şekil 5. 18. Karışık meyve suyuna ait Fe, Cu ve Zn detaylı analiz sonuçları.

Şekil 5. 19. Karışık meyve suyuna ait Ca, Na, K ve Mg analiz sonuçları

Şekil 5. 20. Karışık meyve suyuna ait Ca, Na, K ve Mg detaylı analiz sonuçları

Şekil 5. 21. Meyve sularının toplam eser element içerikleri

Şekil 5. 22. Meyve sularının toplam eser element içeriklerinin detayları

Şekil 5. 23. Meyve sularının toplam mineral madde içerikleri

Şekil 5. 24. Meyve sularının toplam mineral madde içerikleri detayları

.Şekil 5. 25. Meyve sularının toplam Demir içerikleri

Şekil 5. 26. Hacim ile meyve suyundaki toplam Demir konsantasyonu ilişkisi

Şekil 5. 27. Markalara göre toplam Demir konsantrasyonu

Şekil 5. 28. Meyve sularının toplam Bakır içerikleri

Şekil 5. 29. Hacim ile meyve suyundaki toplam Bakır konsantasyonu ilişkisi

Şekil 5. 30. Markalara göre toplam Bakır konsantrasyonu

Şekil 5. 31. Meyve sularının toplam Çinko içerikleri

Şekil 5. 32. Hacim ile meyve suyundaki toplam Çinko konsantasyonu ilişkisi

Şekil 5. 33 Markalara göre toplam Çinko konsantrasyonu

Şekil 5. 34. Meyve sularının Kalsiyum içerikleri

Şekil 5. 35. Hacim ile meyve suyundaki toplam Kalsiyum konsantasyonu ilişkisi

Şekil 5. 36. Markalara göre toplam Kalsiyum konsantrasyonu

Şekil 5. 37 Meyve sularının toplam Magnezyum içerikleri

Şekil 5. 38 Hacim ile meyve suyundaki toplam Magnezyum konsantasyonu ilişkisi

Şekil 5. 39 Markalara göre toplam Magnezyum konsantrasyonu

Şekil 5. 40 Meyve sularının toplam Potasyum içerikleri

Şekil 5. 41 Hacim ile meyve suyundaki toplam Potasyum konsantrasyonu ilişkisi

Şekil 5. 42 Markalara göre toplam Potasyum konsantrasyonu

Şekil 5. 43 Meyve sularının toplam sodyum içerikleri

Şekil 5. 44 Hacim ile meyve suyundaki toplam Sodyum konsantasyonu ilişkisi

Şekil 5. 45 Markalara göre toplam Sodyum konsantrasyonu

ÇİZELGELER

Çizelge 1. 1. Meyve suyu siteminde işlenen meyveler (bin ton)

Çizelge 1. 2. Ülkemizde toplam meyve suyu ve benzeri içeceklerin yıllara göre tüketimleri

Çizelge 1. 3. AB'deki toplam meyve suları ve nektar tüketimi (Milyon litre)

Çizelge 1. 4.Türkiye'de 2012-2016 yılları arası toplam meyve suları ve nektar tüketimi (Milyon litre)

Çizelge 2. 1. Eser element ve mineraller için günlük alınması gereken miktarlar

Çizelge 2. 2. Bazı eser element için günlük alınması tavsiye edilen miktarlar

Çizelge 2. 3.Bazı mineraller için günlük alınması tavsiye edilen miktarlar

Çizelge 3. 1. Alev Sıcaklıkları

Çizelge 5. 1. Portakal Suyu pH analiz sonuçları

Çizelge 5. 2. Vişne Suyu pH analiz sonuçları

Çizelge 5. 3. Şeftali suyu pH analizi sonuçları

Çizelge 5. 4. Kayısı Suyu pH analiz sonuçları

Çizelge 5. 5. Karışık meyve Suyu pH analiz sonuçları

Çizelge 5. 6. Meyve sularının toplam eser element içerikleri

Çizelge 5. 7. Meyve sularının toplam mineral madde içerikleri

Çizelge 5. 8. Meyve sularının farklı ambalajlama malzemelerindeki ağır metal konsantrasyon aralığı (mg / L)

Çizelge 5. 9. Ticari meyve suları içindeki elementlerin konsantrasyonları (µg mL^{-1}).

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Son yıllarda tüketiciler artan sağlık ve refah koşulları ile içtikleri içeceklerin daha sağlıklı ve doğal olması konusunda dikkat etmektedirler, dolayısıyla tüketiciler yapay aromalı içecekleri tercih etmemeye başladılar. Meyve suları doğal ve sağlıklı olmaları nedeniyle tüketiciler arasında popüler bir seçimdir (Mintel, 2009; 2015; Caswell, 2009). Meyve suları sağlıklı olmaları dışında, aynı zamanda satın alabileceğiniz ürünlerin emniyetini ve kalitesini garanti altına alan çok ayrıntılı bir mevzuata tabidirler ve biz tüketicilere içerdikleri maddeler ve beslenmemizdeki faydaları hakkında gerekli tüm bilgileri sağlarlar.

Bireylerin beslenmesinde oldukça önemli bir yer tutan meyveler, besin değerleri, beğenilen tatları ve sağlık açısından faydaları nedeniyle günlük hayatımızda oldukça sık ihtiyaç duyduğumuz besin guruplarındandır. Ülkemiz meyve türlülüğü ve yaygınlığı olarak değerlendirildiğinde zengin üretim potansiyeline sahip denilebilir. Meyveler mevsimleri dışında da kullanılabilir olması için işlenerek daha sonra tüketilmek amacıyla meyve suyu şeklinde değerlendirilip insanların tüketimine sunulmaktadır (Gülcü, 2008).

Meyve suyu düşük miktarda protein ve mineral madde içermektedir. Bazı meyve sularında doğal olarak fazla miktarda potasyum, A vitamini ve C vitamini içeriği

bulunur. Buna ek olarak, bazı meyve suları ve meyve suyu içecekleri, C vitamini ile takviye yapılabilmektedir. Meyve suyu içerisindeki C vitamini ve flavonoidler, kanser ve kalp hastalıkları tehlikesini azaltmak gibi oldukça faydalı uzun vadeli sağlık etkilerine sahip olabilir (Ames , 1998; Hollman , Hertog , & Katan, 1996). Gıdalar ile eş zamanlı olarak tüketilen askorbik asit(C vitamini) içeren içecekler, demir emilimini iki kat oranında artırabilir (Fairweather-Tait, Fox, Wharf , & Eagles , 1996; Abrams, O'Brien , Wen , Liang , & Stuff , 1996). Bu nedenler ile meyve suları, düşük demir biyoyararlanımını diyeti tüketen çocuklar için önemli olabilir.

1.1 Meyve Suyu ve Benzeri Ürünler

Meyve ve sebzeler insan diyetinde besinsel öneme sahiptirler. Meyveden Çıkarılan meyve suyu veya meyve posası temel alınarak çok çeşitli içecekler yapılabilir. Meyve suları su (veya başka sıvılar) ile inceltilirse, meyve suları olarak adlandırılamazlar ve meyve içecekleri veya başka bir ürün adı olarak satılmalıdırlar. Bu amaçla Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'nın hazırladığı 6 Ağustos 2014 tarihli resmi gazeteye göre "Türk Gıda Kodeksi Meyve suyu ve Benzeri Ürünler Tebliği" hazırlanmış ve bu tebliğe göre meyve suyu ve benzeri ürünler tanımlamıştır.

Buna göre **meyve suyu**: "meyvenin sağlam ve olgun aynı zamanda taze veya dondurularak uygun ortamlarda saklanmış, yalnız bir meyvenin veya çok daha fazla meyvenin yenilebilir bölümlerinin karışımından elde edilen, hangi meyveden elde edildiyse o meyvenin veya meyvelerin kendilerine özgü renk, aroma ve tat gibi özelliklerine sahip, henüz fermente olmamış ancak fermente olabilen ürünlerin tamamıdır." (Türk Gıda Kodeksi, 2014)

Meyve nektarı: "Meyve suyuna veya meyve suyu benzeri ürünler tebliğindeki meyveli içeceklere, meyve şekerleri ya da bal gibi tatlandırıcı maddelerin ilave edilmesiyle veya hiç ilave edilmeden seyreltilme amacıyla su ilave edilmesiyle elde edilen, minimum meyve suyu veya meyve püresi miktarı özelliklerine sahip, henüz fermantasyona uğramamış ancak fermentasyon yeteneği olan ürünlerin tamamıdır". **Meyve suyu konsantresi**: "Tek başına veya çoklu karışım halindeki meyve cinsinden meydana gelen meyve suyundan, farklı fiziksel yöntemler ile içerisindeki suyun belirtilen miktarlarda ortamdan uçurularak yok edilmesiyle ortaya çıkan ürünü tanımlar,

konsantreden üretilen meyve suyu: konsantrasyon nedeniyle ortamdan uçurulan su kadar ve gerekli olduğu koşullarda üretim yapılırken yok edilen aromanın, pulpun yeniden meyve suyuna eklenmesiyle çıkan üründür" (Türk Gıda Kodeksi, 2014).

Günümüzde meyve suları engin bir genişlikte tüketici grubu tarafından kabul gören tabiî meyvelerden katkısız şekilde veya meyve suyu konsantresine şeker, su ve ihtiyaç olursa asit katılarak üretilen alkolsüz meşrubatlardır. Meyve suyu veya meyve pulpu, oranı göz önüne alınarak üç ana gruba ayrılırlar. Meyve suyu veya meyve pulpu oranı %100 olan içecekler meyve suyu olarak adlandırılırken, meyve suyu veya meyve pulpu oranı %25-50 olan içecekler meyve nektarı olarak adlandırılırlar, aynı oran %6-30 olanlar ise meyve içeceği (meyve şerbeti) olarak isimlendirilir. Meyve nektarı ve meyve içeceği üretebilmek için bazı maddelere ihtiyaç duyulmaktadır, bu maddelerin başında şeker ve asit katkısı bulunur. Ülkemizde bu tarzdaki içeceklerin üretimi su ve şeker eklenerek meyve içeceği (meyve şerbeti) olarak piyasaya sunulmaktadır (Ekşi A. ,N & KARDENİZ, 1992).

1.2. Türkiye' de Meyve Suyu Üretimi

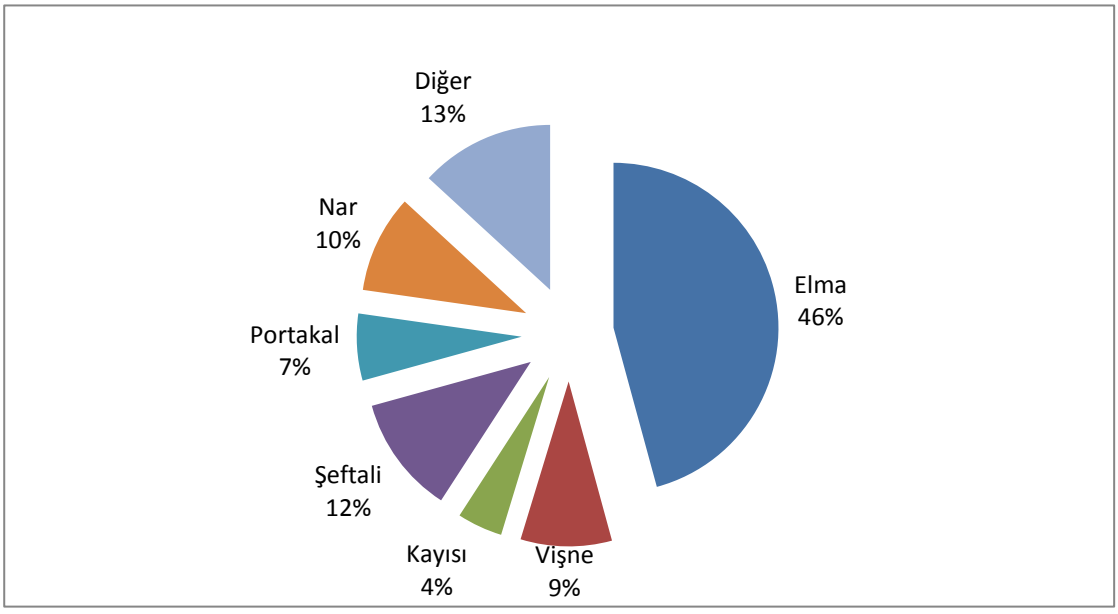
Dünya'da çağdaş ve modern yöntemler kullanılarak ilk meyve suyu üretilmeye 1896 yılında başlamıştır. Türkiye'de endüstriyel anlamda meyve suyu imalatı 1960'lı yıllarda başlanmış daha sonraki yıllarda meyve suyu üretimi giderek artmış 1980'li yıllarda durgunlaşmış 2000'li yıllarda ise üretimde büyüme hızlanmıştır (Ekşi, 2003).

Türkiye'de meyve suyu piyasasında işlenen meyve türleri son yıllarda çeşitlilik göstermekte fakat meyve suyu piyasasında en çok işlenen meyveler sabit kalmaktadır. Türkiye'de meyve suyu işlemede en çok kullanılan meyve türleri şu şekildedir: elma, şeftali, kayısı, vişne, portakal, nardır. 2006-2010 döneminde meyve suyu üretiminde hammadde olarak kullanılan meyve türleri ve miktarları Çizelge 1.1' de belirtilmektedir.

Çizelge 1. 1. Meyve suyu siteminde işlenen meyveler (bin ton)

	2006	2007	2008	2009	2010
Kayısı	36,1	38,2	74,9	41,9	36,5
Şeftali	65,3	90,1	118,8	80,2	95
Portakal	37,8	53,3	63,9	53,5	53,8
Nar	46,6	57,5	49,5	57,1	78,7
Vişne	52,2	72,6	54,6	49,7	73,5
Elma	282,9	365,8	333,8	307,9	376,1

Ülkemizde başlıca meyve suyu üretimi endüstrisinde işlenen meyvelerde en çok payı takribi % 46 gibi yüksek bir oranla elmaya ayrılmıştır. Ardında ikinci sırada yer edinen şeftaliyi, yakın zamanlarda kotasını arttırarak % 10'a çıkaran nar takip etmektedir. Bu artışı şu sıra izlemektedir; vişne, portakal ve kayısı. (Şekil 1.1 (MEYED, 2011)).



Şekil 1.1. Meyve suyuna 2010 yılında işlenen meyve miktar oranı (%)

1.3. Dünyada Ve Türkiye'de Meyve Suyu Tüketimi

Ülkemizde meyve suyu ve benzeri ürünler Amerika Birleşik Devletleri ve Avrupa Birliği' nde olduğu gibi Türk Gıda Kodeksine göre dört bölümde incelenmektedir. Bu bölümlerden birincisi meyveden üretilen ve içerisindeki meyvenin oranı yüzde yüz olan meyve sularıdır. İkinci bölümdekiler ise üretildiği meyveye göre en az bulunabilecek meyve oranı değişim gösteren (% 25-99) ve oranı yasal sınırlarla belirli olan meyve nektarlarıdır. Bazı meyveler ise tatları nedeniyle (çok tatlı ya da çok ekşi) veya yoğunlukları nedeniyle (şeftali, kayısı gibi) tek başlarına meyve suyu üretimi için uygun değillerdir. Bu nedenle bir miktar su ile seyreltilip tatlandırmak için şeker eklenebilir. Bu sebeplerle meyve nektarı üretimi yapılmaktadır. Meyve nektarlarına eklenebilecek şeker oranın ve meyve suyundaki minimum meyve oranı Türk Gıda Kodeksi ile sınırlandırılmıştır. Bu sınırlandırma ile diğer bölümdeki meyve suları tanımı ortaya çıkmıştır. Meyve oranlarına göre % 10 – 24 arasında meyve oranına sahip içecekler meyveli içecek, % 0 – 9 arasında değişen meyve oranına sahip içecekler ise aromalı içecekler olarak adlandırılır (MEYED, 2011).

Meyve suyu ve benzeri ürünlerin Türkiye'de 2006-2010 yılları arası üretim miktarları Çizelge 1.2' de verilmektedir.

Çizelge 1. 2. Ülkemizde toplam meyve suyu ve benzeri içeceklerin yıllara göre tüketimleri

	2006	2007	2008	20009	2010
Meyve Suyu	46,6	62,6	52,8	42	54
Meyve Nektar	339,5	502,3	513,8	534,4	561,1
Meyveli ve Aromalı İçecek	150,2	144,7	209,4	240,8	279,3
Toplamı	596,3	709,6	776,0	817,2	894,4

Türkiye'de tüketicilerin tercih ettikleri meyve suyu türü en yüksek tüketim miktarları ile meyve nektarıdır, bunu meyveli ve aromalı içecekler takip etmektedir (Çizelge 1.2). Ancak AB ülkelerine bakıldığında bu durum değişmektedir. AB

ülkelerinde tüketilen meyve suyu türü %100 meyve suyu olarak karşımıza çıkmaktadır (Çizelge 1.3). AB ülkelerinin 2012-2016 yılları arasında meyve suyu tüketimi incelendiğinde toplam tüketimde bir azalma mevcuttur.

Çizelge 1. 3. AB'deki toplam meyve suları ve nektar tüketimi (Milyon litre)

	2012	2013	2014	2015	2016
Genel Toplam	10,357	9,916	9,589	9,529	9,299
Toplam Nektar	3,609	3,473	3,415	3,420	3,291
Toplam Meyve Suyu (%100)	6,748	6,442	6,175	6,109	6,008
Konsantre Meyve Suyu Toplam	4,945	4,593	4,311	4,163	3,958
Konsantre Olmayan Meyve Suyu Toplam	1,803	1,849	1,864	1,946	2,050

Ülkemizde meyve suyu ve nektar tüketimini 2012-2016 yılları arasında incelediğimizde Genel toplamda tüketimin azaldığını görebiliriz. Ülkemizde tüketicinin meyve suyu tercihi halen meyve suyu nektarı iken son yıllarda bu durum değişmeye başlamıştır. Tüketicilerin meyve nektarı tüketimi 2015 yılında 638 milyon litre iken 2016 yılında %1.5 azalarak 618 milyon litre olmuştur. Aynı yıllar arasında %100 meyve suyu tüketimi 52 milyon litreden 62 milyon litreye yükselerek %19.1 artış gerçekleşmiştir (AIJN, 2017).

Çizelge 1. 4.Türkiye'de 2012-2016 yılları arası toplam meyve suları ve nektar tüketimi (Milyon litre)

	2012	2013	2014	2015	2016	Fark 2016 - 2015
Genel toplam	632	658	705	690	680	-1.5%
Toplam Nektar	581	607	652	638	618	-3.2%
Toplam Meyve Suyu (%100)	51	51	52	52	62	19.1%
Konsantre Toplam Meyve Suyu	42	42	43	41	50	22.0%
Toplam Meyve Suyu Konsantre Olmayan	9	9	10	11	12	8.2%

Bir kaç ülkenin dışında Avrupa meyve suyu ve nektar tüketimi 2013-2016 döneminde düşüş göstermektedir. Fakat 2013 yılına kıyasla 2016 yılında % 19 artışla Polonya'da istikrarlı bir artış kaydetmiştir. Macaristan (% 35), Çek Cumhuriyeti (% 21) ve Slovakya (% 26) da bu dönemde önemli artışlar göstermiş olmakla birlikte genel toplam için önemli bir artış ifade etmemektedir. 2016'da tüketimde ilk dört arasında yer alan Almanya, Fransa, İngiltere ve İspanya 2013'e göre% 10'dan fazla düşüş görülmektedir **(AIJN, 2017)**.

BÖLÜM 2

ESER ELEMENTLER

2.1. Eser Elementler Ve Mineraller

Yerkabuğunda doksan kadar kimyasal element doğal olarak bulunmaktadır. Bunların yaklaşık 25' inin hayati önem taşıdığı bilinmektedir ve bu nedenle elementler canlı hücrelerde belli oranlarda mevcutturlar. Yiyecekler sonuçta canlı bitkilerden veya hayvanlardan elde edildiğinden, bu 25 elementi de yiyeceklerde bulmayı umabiliriz. Yiyecekler ayrıca diğer unsurları da içerirler, çünkü canlı sistemler çevrelerinden önemli olmayan elementler biriktirebilirler. Dahası bu öğeler hasat, işleme ve saklama sırasında gıdalara kirletici madde olarak girebilir veya kasıtlı gıda katkı maddelerinde bulunabilirler (Fennema, 1996)

Gıda ve beslenme için "mineral" tanımında evrensel olarak kabul edilmese de, terim genellikle gıdalarda bulunan C, H, O ve N dışındaki elementleri belirtir. Bu dört mineral olmayan element esas olarak organik moleküller halinde bulunurlar ve su, canlı sistemdeki toplam atom sayısının yaklaşık% 99'unu oluştururlar (da Silva & Williams, 1991).

Tarihsel olarak, mineraller, bitkilerdeki ve hayvanların konsantrasyonlarına bağlı olarak majör veya eser olarak sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırma, analitik yöntemlerin küçük konsantrasyonların çok hassas bir şekilde ölçülmesi imkanının olmadığı bir dönemde ortaya çıktı. Dolayısıyla "Eser" terimi, doğru bir şekilde ölçülemeyen bir

elementin varlığını belirtmek için kullanılmıştır. Günümüzde modern yöntemler ve aletler, periyodik cetveldeki hemen hemen tüm elementlerin hassas ve doğru ölçümünü sağlar. Yine de, majör ve eser terimleri, biyolojik sistemlerde mineral elementleri tanımlamak için kullanılmaya devam etmektedir. Başlıca mineraller arasında kalsiyum, fosfor, magnezyum, sodyum, potasyum ve klorür bulunur. Eser elementler olarak demir, iyot, çinko, selenyum, krom, bakır, flor, kurşun ve kalay sayılabilir. (Fennema, 1996)

Bir numune içerisinde çok düşük derişimlerde bulunan ve mevcut yöntemler ile kantitatif analizi çok zor olan(sıvı numunelerde mg/L - µg/ml, katı numunelerde mg/kg - µg/g) elementlere eser element denir. Canlının başlıca yapısını oluşturan elementleri genel olarak majör ve minör elementler olarak iki başlık altında toplayabiliriz (Bertini, Gray, Lippard, & Valentine, 1994).

Bir başka şekilde tanımlanan minör elementler (eser elementler) de canlılardaki fizyolojik etkilerine göre esansiyel ve esansiyel olmayan elementler olarak gruplandırılabilir (Bertini, Gray, Lippard, & Valentine, 1994).

Sınırlı bir derişime kadar canlıların büyüme ve gelişmesinde belirli bir görevi olan bu esansiyel elementlere Fe, Cu, Zn, Mo, Ni, Co, As ve Se örnek gösterilirken bu sınırlı derişimin artmasıyla toksik etki gösterirler. Hg, Cd ve Pb gibi esansiyel olmayan elementler ise başlangıç derişiminden itibaren toksisite gösterirler (Bliefert, 2004; Heinz & Reinhardt, 1996).

Eser elementler gıdalarda 50 ppm ' in altında bulunurlar ve insan sağlığı açısından bazı toksikolojik veya besinsel öneme sahiplerdir. Na, K, Ca ve P gibi elementler insanlar için önemlidir; Pb, Cd, Hg ve As gibi metallerin düşük seviyelerde bile (10-50 ppm ‘de) insanlar için zararlı etkiler doğurduğu ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte, Fe, Cu ve Zn, gıdalarda belirli miktarlarda bulunması gerekmektedir, ama bu elementler yüksek miktarda vücuda alındıklarında çeşitli hastalıklara neden olmaktadır. Al, B, Cr, Ni ve Sn 100 ppm ‘in altındaki miktarlarda toksik zararlı etki göstermezler. Küçük miktarlarda bile (100 ppm'nin altında) zararlı etkileri olduğu bilinen, besleyici olmayan toksik metaller As, Sb, Cd, F, Pb, Hg 'dır. Bu gibi sebepler ile gıdaların majör ve eser miktardaki metal içeriğinin belirlenmesi hem gıda güvenliği hem de beslenme açısından önemlidir (Hague, Petroczi, Andrew, Barker, & Naughton, 2008).

2.2 Eser Elementlerin Önemi

İnsanlar için önemli olduğu bilinen yaklaşık 25 mineral vardır (Fennema, 1996). Fe, Zn, Mg ve Cu gibi elementlerin hepsi esansiyeldir. Fe, kandaki oksijen taşınımıyla ilgilidir; solunum sırasında oksijen moleküllerini bağlayan hemoglobinin bir parçasıdır. Mg ve Zn birçok enzim sisteminin yapısındadır ve Cu birçok oksitleyici enzimin bir parçasıdır. Cd insanlarda kanserojen ve böbrek fonksiyon bozukluğu ve osteoporoz ile ilişkili ağır bir metaldir Avrupa Birliği'nde, buğdayda Cd içeriğinin taze ağırlığa göre 200 ppb'nin (milyar başına μg / kg) üzerinde olmasına izin verilmez, Bu aynı zamanda pirinç, rüşeym ve kepek için de bir sınırdır. Diğer tüm tahıllar için sınır 100 ppb'dir (Regulation as regards maximum levels of cadmium in foodstuffs, 2006). Kalsiyum, fosfor, sodyum, potasyum, magnezyum, klor ve kükürt makro minerallerdir ve bu mineraller bir yetişkin günde 100 mg'ın üzerinde alınması gerekmektedir (Dietary reference intakes for calcium, phosphorus, magnesium, vitamin D, and fluoride., 1997; Food and Nutrition Board, 2002). Bunlara ek olarak günlük miligram veya mikrogram miktarlarında gerekli olan 10 element daha vardır. Bunlar arasında demir, iyot, çinko, bakır, krom, manganez, molibden, florür, selenyum ve silika gibi elementler yer almaktadır. Vanadyum, kalay, nikel, arsenik ve bor dahil olmak üzere, olası biyolojik fonksiyonlar için araştırılmakta olan, ancak şu anda açıkça tanımlanmış biyokimyasal rollere sahip olmayan Ultra iz adı verilen bir grup mineral de vardır. Bazı mineral elementler vücuda toksik olduğu belgelenmiştir ve bu nedenle diyetten kaçınılmalıdır. Bunlar arasında kurşun, cıva, kadmiyum ve alüminyum bulunmaktadır.

Florür ve selenyum gibi mineraller de belirli miktarlarda yararlı biyokimyasal işlevlere sahip oldukları halde aşırı miktarda tüketildiğinde zararlı oldukları bilinmektedir (Miller, 2008).

Eser elementler, insan sağlığı için besleyici özelliklerinin yüksek olması ve tahmin edilen toksik zararları ile insanların günlük beslenme diyetlerinde değerli bir yere tutmaktadırlar (Tuzen & Soylak, 2005).

2.3. Ağır Metaller

Metalik elementler, çevrenin özü oluşturan unsurlarıdır. Metaller, sayısız mesleki ve çevresel koşullarda karşılaşılan önemli bir toksik madde sınıfını

oluşturmaktadır. Ağır metaller tanımlaması yapmamız gerektiğinde genel olarak yoğunluğu 5 gr/cm^{3}' den büyük olan elementlere ağır metal denir (Heinz & Reinhardt, 1996). Bu tanıma Kurşun, kadmiyum, krom, demir, kobalt, bakır, nikel, cıva ve çinko gibi 60 ve üzeri çok fazla metal girmektedir.

Ağır metaller yüksek yoğunluğa sahip olan elementlerdir ve eser olanları bile toksisiteye neden olur. Ağır metaller, Arsenik (As), Cıva (Hg), Nikel (Ni), Bakır (Cu), Krom (Cr), Kurşun (Pb), Kadmiyum (Cd) içerir. (Millikan, 2012) Bu Ağır metaller eğer vücutta büyük konsantrasyonda bulunursa, vücutta zararlı olabilecek biyobirikim yapabilirler (FARID & ENANI, 2010). Bu ağır metaller genellikle çevre ve diyette bulunur. Küçük miktarlarda sağlıklarını korumak için gereklidir, fakat daha büyük miktarlarda toksik veya tehlikeli hale gelebilir. Uzun süreli ağrı metaller maruz kalma, Parkinson hastalığı, multipl skleroz, Alzheimer hastalığı ve kas distrofisi gibi tıbbi rahatsızlıkları taklit eden, giderek ilerleyen istenmeyen kötü süreçlere neden olabilir. Bazı metallerin ve bileşiklerinin tekrar tekrar uzun süre maruz kalması kansere neden olabilir (Järup, 2003).

Genel olarak, metal iyonlarının memeliler sistemlerine toksisitesi bu iyonların proteinlerle, enzimlerle ve membran sistemi ile kimyasal olarak reaktivitesinden kaynaklanmaktadır. Ağır metal toksisitesi, enerji seviyelerini düşürebilir ve beyin, akciğerler, böbrek, karaciğer, kan kompozisyonu ve diğer önemli organların işlevine zarar verebilir. Belirli metal toksisitelerinin hedef organları genellikle, in vivo olarak metalin en yüksek konsantrasyonlarını biriktiren organlardır. Bu, sıklıkla maruz kalma yoluna ve metalin kimyasal bileşiğine, yani valians durumuna, uçuculuk, lipit çözünürlüğüne bağlıdır.

2.4. Hayati Öneme Sahip Bazı Eser Elementler

İnsan hayatı için vücudun gereksinimleri yaklaşık olarak günde birkaç mikrogramdan bir grama kadar değişir. Belirli bir süre içerisinde alımı düşükse, eksiklik belirtileri gelişecektir. Tersine, aşırı alımlar toksisiteye neden olabilir. Neyse ki, çoğu mineral için güvenli ve yeterli alım alanı oldukça geniştir, bu nedenle yetersizlik veya toksisite nadiren görülür, bu da çeşitli bir diyetlerle çözülebilir.

Bazı eser element ve mineraller için günlük alınması tavsiye edilen miktarlar aşağıdaki çizelgelerde yer almaktadır (Food and Nutrition Board. National Research Council, 1989).

Çizelge 2. 1. Eser element ve mineraller için günlük alınması gereken miktarlar

Kategori	Yaş	Ca (mg)	P (mg)	Mg (mg)	Fe (mg)	Zn (mg)
Çocuk	1-3	800	800	80	10	10
	4-6	800	800	120	10	10
	7-10	800	800	70	10	10
Erkek	11-14	1200	1200	270	12	15
	15-18	1200	1200	400	12	15
	19-24	1200	1200	350	10	15
	25-50	800	800	350	10	15
	51+	800	800	350	10	15
Kadın	11-14	1200	1200	280	15	12
	15-18	1200	1200	300	15	12
	19-24	1200	1200	280	15	12
	25-50	800	800	280	15	12
	51+	800	800	280	10	12

Çizelge 2. 2. Bazı eser element için günlük alınması tavsiye edilen miktarlar

Kategori	Yaş	Cu (mg)	Mn (mg)	Cr (µg)	Mo (µg)
Çocuklar ve Ergenler	1-3	0.7-1.0	1.0-1.5	20–80	25-50
	4-6	1.0-1.5	1.5-2.0	30-120	30-75
	7-10	1.0-2.0	2.0-3.0	50-200	50-150
	11+	1.5-2.5	2.0-5.0	50-200	5-250
Yetişkinler		1.5-3.0	2.0-5.0	50-200	75-250

Çizelge 2. 3.Bazı mineraller için günlük alınması tavsiye edilen miktarlar

Yaş	Kilo (kg)	Na (mg)	Cl (mg)	K (mg)
1	11	225	350	1000
2-5	16	300	500	1400
6-9	25	400	600	1600
10-18	50	500	750	2000
>18	70	500	50	2000

2.4.1. Demir

Demir kırmızı kan hücrelerinde hemoglobin oluşumu için gereklidir; Hemoglobin oksijeni bağlar ve vücuda naklettirir. Günlük alım miktarı 10–15 mg/gün'dür. (Insel , Turner , & Ross, 2006) İnsan vücudunda yaklaşık 3-5 gr Fe bulunur. Vücuttaki demirin büyük çoğunluğu (% 60-70) hemoglobinde bulunur (Andrews, 1999).

Demir, yerkabuğunda dördüncü en bol elementtir ve neredeyse tüm canlı türleri için gerekli besindir. Biyolojik sistemlerde demir neredeyse tamamen proteinlerle kenetlenme maddesi olarak bulunur. Demir, biyolojik sistemlerde birçok önemli rol oynamaktadır bunlar oksijen nakliyesi ve gelişmiş hayvanlarda depolama (hemoglobin ve miyoglobin), ATP üretimi (demir-sülfür proteinleri ve sitokromlar), DNA sentezi (ribonükleotid redüktaz) ve klorofil sentezi. Ne yazık ki, serbest demir canlı hücreler için toksik olabilir. Muhtemelen bu toksisite, aktive edilmiş oksijen türlerinin üretilmesinden kaynaklanır ve bu da, lipit oksidasyonunu hızlandırabilir veya DNA moleküllerine zarar verebilir. (Fennema, 1996)

Çevredeki bolluğuna rağmen, demir eksikliği, bazı çiftlik hayvanları ve bazı topraklarda üretilen ürünlerde büyük oranlarda bir sorundur. Örneğin, çoğu gelişmekte olan ülkede çocukların ve doğurganlık yaşındaki kadınların üçte ikisinin demir eksikliği

çektiği bilinmektedir. (Scrimshaw, 1991) Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından yapılan bir ankette 1-5 yaş grubundaki çocukların% 47,4'ü, okul çocuklarının% 25,4'ü, gebelerin % 41,8'i ve gebe olmayan kadınların% 30,2'si, erkeklerin% 12,7'si, yaşlı nüfusun% 23.9'u demir eksikliğinden kaynaklanan anemiden mustariptir (Halliwell & Gutteridge, 1990).

Meyve sularında demir miktarı Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerinde Belirli Bulaşanların Maksimum Seviyelerinin Belirlenmesi Hakkında Tebliğ ile sınırlandırılmıştır. Bu Tebliğe göre meyve suları, meyve şurupları ve nektarlarda maksimum limit 15 mg/kg şeklinde belirtilmiştir (Türk Gıda Kodeksi, 2002).

2.4.2. Bakır

Bakırın biyokimyasal rolü öncelikli olarak katalitiktir ve birçok bakır metaloenzimi, moleküler oksijenin indirgenmesini sağlamak için oksidazlar gibi davranır. İnsanlarda birçok bakır metaloenzim tespit edilmiştir (Harris, 1997; da Silva & Williams, 1991). Birçok enzim ve proteinin yapısından bulunan bakır demirin fonksiyonel özelliklerini kullanabilmesi için aktivasyon sağlamaktadır. Ayrıca pigmentasyon, kemik gelişimi, Oksijen taşınması, nükleik asit sentezi, protein sentezi gibi biyokimyasal işlevleri bulunmaktadır.

İnsan sağlığı için gerekli olan eser elementlerden bakır, pek çok gıda da, içme sularımızda ya da hava da bulunabilir. Bu gibi yollarla yiyerek, içerek yada solunum yolu ile bakırı vücudumuza alırız. Erişkin insanlarda ortalama 50-120 mg civarında bakır bulunmaktadır. Bakır vücut fonksiyonları açısından saç, deri, iç organların en önemli temel birimi niteliğindedir. Normal insan diyetinde bakır eksikliği görülmez fakat eksikliğinde insanlarda osteoporoz, saç ve deride renk kaybı, demir hareketliliğinde azalma ve anemi görülebilir (Kahvecioğlu, Kartal, Güven, & Timur, 2004). Ancak fazla miktarda bakır alınımı insan sağlığı dikkate alındığında önemli sorunlara neden olabilir. Uzun süre Bakıra maruz kaldığımızda göz, burun, ağız tahrişine, baş ağrısına, karın ağrılarına, kusma, ishale ve baş dönmesi gibi problemlere neden olduğu bilinmektedir. Vücuda fazla miktarda bakır alınımında ise karaciğer hastalıkları ve ölümle sonuçlanabilmektedir (Ahmed & Uddin, 2007). İnsanlarda ortalama alım miktarı 260 ila 700 μg / gün arasında değişir.

Meyve sularında bakır miktarı Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerinde Belirli Bulaşanların Maksimum Seviyelerinin Belirlenmesi Hakkında Tebliğ ile sınırlandırılmıştır. Bu Tebliğe göre meyve suları, meyve şurupları ve nektarlarda maksimum limit 5 mg/kg şeklinde belirtilmiştir (Türk Gıda Kodeksi, 2002).

2.4.3. Çinko

İnsan metabolizmasında çinkonun başlıca fonksiyonu sayısız enzim için bir kofaktör gibi olmasıdır. İnsan vücudunda toplam 1-2,5 gram çinko bulunur. Kemiklerde, kaslarda, dişlerde, testislerde, saçta, deride ve karaciğerde depolanmış haldedir. Çinko, geniş bir reaksiyon yelpazesinde katalizör olarak önemli bir role sahiptir. Protein, lipit, karbonhidrat Hem sentezinde, gen ekspresyonu, doku sentezi, hücresel sinyal ileti mekanizması, embriyogenesisde ve enerji metabolizması ile ilgili ana metabolik yolaklarda doğrudan veya dolaylı olarak yer alır ve ayrıca hücre bölünmesi ve dolayısıyla büyüme ve doku onarımı için ve normal üreme gelişiminde gereklidir (Stefanidou , Maravelias , Dona, & Spiliopoulou, 2006). Buna ek olarak, bağışıklık sisteminin işleyişi ve cildin yapısı ve fonksiyonu için çinko gerekir ve bu nedenle yara iyileşmesinde hayati bir rol oynamaktadır.

Tavsiye edilen, güvenli ve yeterli alım günde 10-15 mg arasında değişmektedir. Çinko tüm vücut hücrelerin büyüme ve replikasyonu için elzem elementlerdendir (Akar & Belgemen , 2005). Çinko, proteinlerin yapısal bütünlüğünü korumaya yardımcı olan çeşitli enzimlerin bir bileşenidir. Çinko metaloenzimleri arasında ribonükleik asit polimerazları, alkol dehidrojenaz, karbonik anhidraz ve alkalin fosfataz bulunur. Çinko'nun biyolojik fonksiyonu katalitik, yapısal veya düzenleyici olabilir (King & Keen, 1999).

Bazı ülkelerde ergenlik gecikmesi ve ergenlik yetersizliği çinko eksikliği ile bağlantılıdır, ancak bunun yalnızca çinko eksikliğinden kaynaklandığı kesin değildir. Vücuttaki aşırı yüksek çinko miktarı, bakır metabolizmasına müdahale edebilir.

Çinko birçok gıdanın içinde bulunur ve en kolay şekilde etten emilir. Süt, peynir, yumurta, kabuklu deniz hayvanları, kepekli hububat, fındık ve bakliyat başlıca çinko kaynaklarıdır.

Meyve sularında çinko miktarı Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerinde Belirli Bulaşanların Maksimum Seviyelerinin Belirlenmesi Hakkında Tebliğ ile sınırlandırılmıştır. Bu Tebliğe göre meyve suları, meyve şurupları ve nektarlarda maksimum limit 5 mg/kg şeklinde belirtilmiştir (Türk Gıda Kodeksi, 2002).

2.4.4. Kalsiyum

Bitkilerdeki ve hayvanlardaki yapısal rolü yanı sıra, kalsiyum sayısız biyokimyasal ve fizyolojik süreçlerde önemli bir düzenleyici rol oynamaktadır. Örneğin, kalsiyum fotosentezler, oksidatif fosforilasyon, kan pıhtılaşması, kas kontraksiyonu, hücre bölünmesi, sinir impulslarının iletimi, enzim aktivitesi, hücre zarı fonksiyonu ve hormon sekresyonu ile ilgilidir. Canlı hücrelerdeki çoklu rolleri, proteinler, karbonhidratlar ve lipitler ile kompleksler oluşturma kabiliyetine bağlıdır (Fennema, 1996)

Kalsiyum bağlama seçicidir. Nötr oksijenlere bağlanma yeteneği, bunlara dahil olanlar alkoller ve karbonil grupları oluşturmak ve aynı anda iki merkeze bağlanmak için proteinlerin ve polisakaritlerin çapraz bağlayıcı olarak işlev görmesine izin verilmektedir (da Silva & Williams, 1991). Bu özellik Gıdalarda çok sayıda sonuç doğurmuştur

Günlük kalsiyum alımı yetişkin erkek ve kadınlarda 2500 mg'dır. Hiperkalsemi olarak tanımlanan kandaki aşırı yüksek kalsiyum seviyeleri böbrek yetmezliğine, vasküler ve yumuşak doku kalsifikasyonuna, hiperkalsiüriye (idrarda yüksek düzeyde kalsiyum) ve böbrek taşlarına neden olabilir. Yüksek kalsiyum alımı kabızlığa neden olabilir. Demir ve çinko emilimini de etkileyebilir, ancak bu etki iyi belirlenmemiştir. Bazı kanıtlar yüksek kalsiyum alımını prostat kanseri riski ile ilişkilendirir ancak süt ürünleri ile kalsiyum arasındaki potansiyel etkiyi ayırmak zor olduğu için bu etki kısmen anlaşılamamıştır. Uzun vadede, yetersiz kalsiyum alımı osteopeniye neden olur, eğer tedavi edilmezse osteoporoza neden olabilir. Özellikle yaşlı bireylerde kemik kırıkları riski de artar. Kalsiyum eksikliği raşitizme neden olabilir, ancak daha yaygın olarak D vitamini eksikliği ile ilişkilidir (Committee to Review Dietary Reference Intakes for Vitamin D and Calcium, Food and Nutrition Board, Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D, 2010).

2.4.5. Magnezyum

Magnezyum, tüm insan dokularında, özellikle kemikte bulunan önemli bir mineraldir. Hem fizyolojik hem de biyokimyasal fonksiyonlara sahiptir ve kalsiyum, potasyum ve sodyum ile birbiriyle ilişkileri vardır. Birçok enzimin aktivasyonu için ve kemik metabolizmasına karışan paratiroit hormonu sekresyonu için gereklidir. Ayrıca kas ve sinir fonksiyonları için de gereklidir.

İnsan vücudu doğumda yaklaşık 760 mg magnezyum, 4-5. ayda yaklaşık 5g ve yetişkinlerde 25 g içerir (Widdowson , McCance , & Spray, 1951; Forbes, 1987; Schroeder , Nason, & Tipton , 1969).Vücudun magnezyumunun% 30-40'ı kaslar ve yumuşak dokularda bulunmaktadır.

Mg eksikliği ve oksidatif stres, yaşlanmada, yaşlılıkta çok görülen hastalıkların ortaya çıkmasında rol oynayan faktörlerdir. İnsanlarda bu ilişki kesin kanıtlanmamış olmasına rağmen, deney hayvanlarında şiddetli Mg eksikliğinin oksidatif stresi arttırdığı gösterilmiştir (Manuel, et al., 2000).

Magnezyum hem bitki hem de hayvan hücrelerinde bulunur ve klorofildeki bu mineral, bitkilerde yeşil pigmenttir ve bu yüzden yaygın olarak bulunur. Magnezyum kaynakları olarak başta yeşil yapraklı sebzeler, fındık, ekmek, balık, et ve süt ürünlerini sayabiliriz.

Diyet kaynaklı magnezyum nispeten zararsızdır. Gıda veya su kaynaklarının magnezyum tuzuyla kirlenmesi, hipermagnezemi, mide bulantısı, hipotansiyon ve diyareye neden olduğu bilinmektedir. 1-3 yaş arası çocuklar için 65 mg'ın üst limitleri, 4-10 yaş arası çocuklar için 110 mg ve ergenler ve yetişkinler için 350 mg gıdalardan ve içme suyundan günlük magnezyum alımı için kabul edilebilir sınırlar olarak önerilmektedir (Dietary reference intakes for calcium, phosphorus, magnesium, vitamin D, and fluoride., 1997).

2.4.6. Potasyum

Potasyum, toplam vücut sıvısı hacminin, asit ve elektrolit dengesinin ve normal hücre fonksiyonunun bakımı için gerekli olan besleyici maddedir (Young , 2001). Potasyumun diyet alımlarının artması idrarda sodyum kaybını teşvik ettiği için kan

basıncında bir düşüş ile ilişkilendirilmiştir. Potasyum alımlarının artmasının, diyetteki bazı sodyumun etkisini telafi edebileceği ve dolayısıyla kardiyovasküler sağlığın korunmasına yardımcı olduğu düşünülmektedir.

WHO, yetişkinlerde kan basıncını ve kardiyovasküler hastalık, inme ve koroner kalp hastalığı riskini azaltmak için gıdalardaki potasyum alımının artırılmasını öneriyor. Ayrıca WHO' ya göre erişkinler için günlük potasyum alımının en az en 90 mmol / gün ya da 3510 mg / gün olmasını önermektedir. (WHO, 2012).

Potasyumun işlevi vücutta sodyum ile yakından ilişkilidir (Young , 2001). Artmış potasyum ve azaltılmış sodyum alımının bir kombinasyonunun kan basıncını, kardiyovasküler mortaliteyi ve tıbbi harcamaları azaltmada etkili olabileceğine dair randomize kontrollü araştırmalardan elde edilen kanıtlar vardır (Chang , et al., 2006; Kawasaki , Itoh , & Kawasaki , 1998).

Düşük kan potasyumu seviyeleri (hipokalemi) ciddi diyare problemleri yaratabilir. Hastalarda belirtileri zayıflık, zihinsel karışıklık ve eğer aşırı ise, kalp yetmezliği görülebilir. Yüksek potasyum dozu özellikle böbrekler düzgün çalışmıyorsa zararlı olabilir.

Potasyum hemen hemen tüm gıdalarda bulunur, ancak meyveler (özellikle muzlar), sebzeler, et, balık, kabuklu deniz hayvanları, fındık, tohum, bakliyat ve süt yararlı kaynaklardır. İşlenmiş gıdalar tipik olarak çiğ gıdalardan daha az içerir.

2.4.7. Sodyum

Sodyum vücuttaki hücre dışı sıvıdaki ana katyondur ve plazma hacminin, asit-baz dengesinin, sinir impulslarının iletimi ve normal hücre fonksiyonunun muhafaza edilmesi için gerekli olan besleyici maddedir. Sağlıklı bireylerde, vücuda alınan sodyumun neredeyse% 100'ü sindirim sırasında emilir ve idrar boşaltımı, sodyum dengesini korumanın ana mekanizmasıdır (Holbrook , et al., 1984).

Sodyum, vücut su içeriğini ve elektrolit dengesini düzenlemekle sorumludur. Kan sodyum düzeylerinin kontrolü sinirler ve hormonlar tarafından düzenlenen böbreklerde sodyum atılımı ve emilim arasındaki dengeye bağlıdır. Bazı besin maddelerinin ve suyun bağırsaktan emilmesi için sodyum da gereklidir. Sodyum, sodyum klorür olarak bilinen ortak tuzun bir bileşenidir

Bazı diğer minerallerde olduğu gibi, kan ve dokulardaki sodyum seviyeleri homeostatik kontrol altındadır. Böbrekler sodyum konsantrasyonunu sıkı bir şekilde düzenler ve arz fazlası olduğunda aşırı miktarı idrar ile uzaklaştırabilir. Genel olarak sodyum eksikliği olası değildir, ancak bazı durumlarda kayıplar ortaya çıkabilir

Aşırı terleme, ishal sıvı kaybına ve dehidrasyona neden olabilir, bu da sodyumun tükenmesine yol açar. Böbrekler normal olarak vücudun sodyum depoları korumak için hareket eder, ancak Addison hastalığında aldosteron (böbreklerin sodyumu ve su tutmasını sağlayan hormon) üretmedikleri için böbreklerin sodyumdan tasarruf edilememesine yol açar. Böbrek yetmezliği: Bazı böbrek yetmezliği tiplerinde böbrekler sodyumu da kaybedebilir. İlaçlar: İdrar söktürücü ilaçlar idrarda büyük miktarda sodyum çıkarabilir.

Sodyum, süt, et ve kabuklu deniz hayvanları gibi çeşitli gıdalarda doğal olarak bulunmaktadır Genellikle ekmek, kraker, işlenmiş et ve atıştırmalık gıdalar gibi işlenmiş gıdalarda yüksek miktarda bulunur. Birçok çeşnide de yüksek miktarda sodyum bulunur (örneğin soya ve balık sosları) (Wu Leung, Butrum , & Chang , 1972).

WHO, yetişkinlerde kan basıncını ve kardiyovasküler hastalık, inme ve koroner kalp hastalığı riskini azaltmak için sodyum alımının azaltılmasını önermektedir. Buna göre yetişkinlerde <2 g / gün sodyum (5 g / gün tuz) oranında bir azalmayı önermektedir (WHO, 2012).

2.5.Eser Elementlerde Numune Hazırlama Ve Çözünürleştirme

Çok sayıda atomik spektrometrik yöntemde, numune hazırlığı gereklidir, ancak kullanılan yöntem veya numune giriş tekniğine bağlı olarak, bir numunenin çözünmesine ve daha sonra analit-matris ayrılmasına kadar değişebilir.

Spektroskopik yöntemlerde ön koşul numunenin çözelti halinde olmasıdır. Analizi yapılacak numune çözelti haline getirilerek analize hazır hale getirilir (Florian, Barnes, & Knapp, 1998). Bu çözünürleştirme işlemi diğer analiz basamaklarında sorun teşkil etmeyecek şekilde seçilmelidir. Günümüzde genel olarak üç çeşit yöntem yöntemi kullanılmaktadır. Bunlar, Yaş yakma yöntemi, kuru yakma yöntemi ve mikrodalga çözünürleştirme yöntemidir.

2.5.1. Kuru Yakma Yöntemi

Kuru oksidasyon veya kül etme, mineral element tayininde organik materyallerin etkisini ortadan kaldırır veya en aza indirir. Atmosfer basıncında ve kapalı fırınında nispeten yüksek sıcaklıklarda (450-550 °C) hava ile organik bileşiklerin ateşlenmesinden oluşur. Elde edilen kül kalıntıları uygun bir asit içerisinde çözündürülür. Kuru yakma yönteminin pek çok yararı vardır. Bu yöntemde büyük numune miktarlarının yakılmasından sonra külün küçük hacimdeki asitlerle muamele edilmesi, bazı tekniklerdeki organik maddenin tamamen yok edilmesi ön şartına uygun olması, numune matrisinin ve son çözelti durumunun basitleştirilmesi ve çeşitli örneklerde uygulanabiliyor olması yaş yakma yönteminin avantajlarıdır. Bununla birlikte yaş yakma bazı sınırlamalarda getirmektedir. Yüksek sıcaklıklarda bazı uçucu elementlerin (As, Cd, Hg, Pb ve Se) kaybı ve bunları önlemek için yardımcı maddelerin kullanılması, bu yardımcı maddelerin eklenmesi inorganik tuzların miktarını arttırır ve eser element tayininde sorun oluşturur. Bitki analizi sırasında karşılaşılan silikatlı bileşiklerin ve dolayısıyla onunla ilişkili diğer elementlerin çözünmesini sağlamaz. Ayrıca açık sistemlerde havadan gelecek bulaşmalara neden olabilir (Hoenig, 2001; Sneddon, Hardaway, Reddy, & Bobbadi, 2006).

2.5.2. Yaş Yakma Yöntemi

Yaş yakma, numunelerin organik kısımlarını oksitlemek veya konsantre asitler veya bunların karışımları vasıtasıyla inorganik matrislerden element çıkarmak için kullanılır. Genellikle tüp, sıcak plaka üzerinde, ısıtma bloğu gibi açık kaplarda veya yüksek enerjili kapalı sistemlerde farklı enerji türleri kullanılarak gerçekleştirilen bir yöntemdir. Kuru yakma ile karşılaştırıldığında yaş yakmada kullanılan reaktifler ve cihazlar çok çeşitlilik gösterir. Genel olarak, organik numuneler, alaşımlar, mineraller, topraklar, kayalar ve silikatlar için HNO_3, HCl, H_2SO_4, H_3PO_4, $HClO_4$, HF ve H_20_2 kullanılır. Organik bileşiklerin yok edilmesi için en uygun oksidan madde konsantre HNO_3 olarak bilinir, fakat oksidasyon potansiyelinin düşük olması nedeniyle organik açıdan zengin matrisli örneklerin tam olarak çözünememesine yol açar. Organik açıdan zengin matrisli bu örneklere yağları, proteinleri ve amino asitle$_r$i parçalayabilmek için daha güçlü olan H_2SO_4 veya $HClO_4$ eklenmesi gerekir. HNO_3, H_2SO_4 ve H_20_2 karışımı

farklı yaş yakma prosedürleri için çok etkili bir sistemdir. H_2SO_4 kullanımıyla ilişkili temel dezavantajlar, çözünmeyen bileşikler oluşturma eğilimi ve yüksek kaynama noktasıdır. Yüksek kaynama noktası oksidasyonun tamamlanmasından sonra fazlalığının giderilmesini zorlaştırır. Toprakları, tortuları ve çamurları parçalamak için yaygın olarak sulu (HNO_3'lü HCl (3: 1)) kullanılmaktadır (Welna, Szymczycha-Madeja , & Poh, 2011).

2.5.3. Mikrodalga ile Çözünürleştirme

Günümüzde türlü inorganik ve organik numunelerin çözünürleştirilmesinde HNO_3 veya HCl veya H_2SO_4 ile karışımları mikrodalga destekli numune hazırlama metodu yoğun bir şekilde karşılaştığımız yöntemdir. Mikrodalga radyasyonun numuneler ve reaktiflerle etkileşimi, reaksiyon karışımlarının hızlı şekilde ısıtılması ve bunların randımanlı ayrışması ile neticelenir. Bu yöntemin geleneksel kuru ya da yaş yakma prosedürlerine göre üstünlükleri bulunmaktadır. Bu avantajları şu şekilde sayabiliriz: geniş uygulama, ihtiyaç duyulan sürenin daha kısa olması, numunelerin ve reaktiflerin doğrudan ısıtılması, agresif reaktifler için azaltılmış ihtiyaç, az bulaşma ve uçucu element kaybı olmaması. Az miktarda reaktif kullanımı, boşluktan gelen sinyalleri azaltır ve sonuçların doğruluğunu arttırır. Asit karışımları, metaller, alaşımlar, mineraller gibi inorganik malzemeler ve topraklardan ve çökeltilerden alınan numuneler için önerilir. Numune tipine göre kullanılan asit ve asit karşımı değişiklik göstermektedir. Biyolojik ve gıda numunelerinde HNO_3 ve H_2O_2 karışımı kullanılır, yağ içerikli numuneler için H_2SO_4 ve H_2O_2 karışımı kullanılmaktadır (Welna, Szymczycha-Madeja , & Poh, 2011). Mikrodalga çözünürleştirme yönteminde iki farklı tip sistem kullanılmaktadır. Bunlar Açık tüplerde atmosferik basınç sistemleri ve kapalı tüplerde yüksek basınç sistemleridir.

2.6. Eser Element Analizinde Kullanılan Yöntemler

Eser element analizinde günümüzde pek çok metot kullanılmaktadır. Bu yöntemleri seçerken analizi yapılacak element ve numunenin uygunluğu göz önünde bulunmalıdır. Belli başlı eser element analizinde kullanılan yöntemler şunlardır:

- UV-Vis spektrometrisi
- X-Işınları Florans Spektrometrisi (XRFS)

- X-Işınları Difaksiyon Spektrometrisi (XRDS)
- İndüktif Eşleşmiş Plazma Atomik Emisyon Spektrometrisi (ICP-AES)
- Nötron Aktivasyon Analizi (NAA)
- Alevli Atomik Absorpsiyon Spektrometrisi (FAAS)

Eser element tayininde FAAS; pratikliği, ucuz olması, analiz süresinin kısalığı, tayin sınırının düşüklüğü ve çok sayıda element için kullanılabilirliği açısından son yıllarda en yaygın kullanılan yöntemler arasındadır

BÖLÜM 3

ATOMİK ABSORPSİYON SPEKTROSKOPİSİ

Atomik absorpsiyon spektroskopisi (AAS), birçok elementin düşük konsantrasyonlarını, bazen de ppb'yi belirleyebilen bir yöntemdir. Atomik spektroskopi, gıdalardaki mineral besin maddeleri ve toksik maddelere karşı güncel veri tabanımızın geliştirilmesinde önemli bir rol oynamıştır. Atomik absorpsiyon spektrometreleri 1960'lı yıllarda yaygınlaştırılması ve AAS yöntemlerinin geliştirilmesiyle biyolojik numunelerdeki az miktarda mineral elementleri doğru bir şekilde ölçülmesini sağlamıştır. Bu sayede gıda analizi, beslenme, biyokimya ve toksikoloji gibi farklı alanlarda benzeri görülmemiş gelişmelerin yolu açılmıştır (Nielsen , 2009). Ayrıca AAS biyolojik, jeolojik, metalürjik, çimento, cam, yağ, farmakolojik, sediment ve atmosferik örneklerdeki eser element analizlerinde oldukça sık kullanılmaktadır (Lajunen L. H., 1992).

3.1 Absorpsiyonun Temel Kuralları

Temel durumdaki atomlar veya iyonlar bir radyasyon kaynağından gelen enerjiyi adsorbe ederek atomik adsorpsiyon spektrumu üretirler. Uyarılmış nötr atomlar temel durumuna veya daha düşük bir enerji durumuna geri döndüğünde enerji yayarak atomik emisyon spektrumu üretilir. Bir fotonunun adsorpsiyonu, dış kabuk elektronunun yüksek bir enerji seviyesine atlayarak atomu uyarılmış hale getirmesine neden olur. Uyarılan atom, süreçte bir foton serbest bırakarak daha düşük bir enerji durumuna geri

dönebilir. Atomlar, ayrı dalga boylarının radyasyonunu emer veya yayarlar; çünkü atomlarda elektronların izin verdiği enerji seviyeleri sabittir. Uyarılmış ve temel enerji durumları arasındaki ilişki 1900 yılında Planck tarafından şu eşitlik ile verilmiştir.

$$Ee - Eg = h\nu \quad (3.1)$$

Burada,

Ee = Uyarılmış durumdaki elektronun enerji

Eg = Temel durumundaki elektronun enerji

h = Plank sabiti

ν = radyasyonun frekansı

Yeniden düzenlendiğinde,

$$\nu = (Ee - Eg)/h \quad (3.2)$$

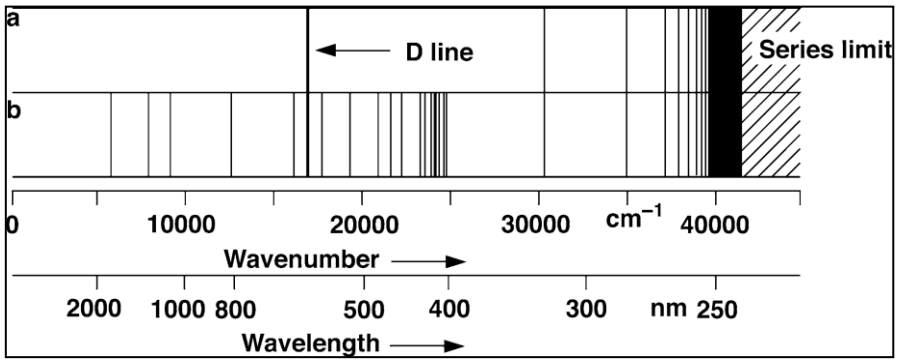
veya $\nu = c/\lambda$

$$\lambda = hc/(Ee - Eg) \quad (3.3)$$

Burada,

c = ışık hızı

λ = Absorplanan ışının dalga boyu

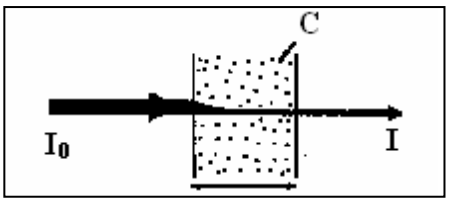


Şekil 3. 1. Sodyum için spektrum. Üst spektrum (a) emilim spektrumudur ve alttaki (b) emisyon spektrumu.

Yukarıdaki ilişkiler belirli bir elektronik geçiş için, ayrı bir dalga boyunun ışınımının adsorplandığını ya da yayıldığını açıkça gösteriyor. Her öğe izin verilen benzersiz geçiş setine ve bir spektruma sahiptir. Sodyum için adsorpsiyon ve emisyon spektrumu Şekil 3.1'de gösterilmektedir (Thomas, 2008). Absorpsiyon için, geçişler öncelikle elektronların temel haldeki uyarımını içerir, bu nedenle geçişlerin sayısı nispeten azdır. Emisyon ise diğer taraftan, çeşitli uyarılmış haldeki elektronlar, bunlarla sınırlı olmamak üzere, temel durumu da dahil olmak üzere daha düşük enerji seviyelerine düştüğünde meydana gelir. Bu nedenle, emisyon spektrumu absorpsiyon spektrumundan daha fazla hatta sahiptir. Atomik emisyon veya absorpsiyonda spektral bir çizginin, birisi temel halde olan iki elektronik enerji seviyesi arasındaki geçişine rezonans çizgisi adı verilir. (Nielsen , 2009).

3.2 Beer yasası

Numune tarafından absorbe edilen radyasyon miktarı Beer yasası ile verilir. Bu yasaya göre :



Şekil 3. 2. Beer Yasası

$A = - \text{Log } T = \text{Log } (I_0/I) = abc$ (3.4)

A = Absorbans

T = Geçirgenlik

I_o = Aleve gelen ışığın şiddeti

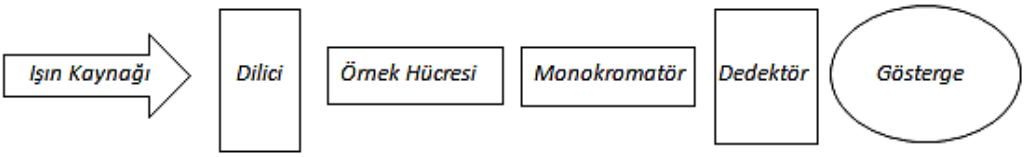
I = Alevden çıkan ışığın şiddeti

Absorbsiyon doğrudan alevdeki atom konsantrasyonu ile ilgilidir. Absorbans ışığın geçtiği tabaka kalınlığına (b) ve absorplayan maddenin derişimine (c) bağlıdır. Absorptivite katsayısı (a) ise dalga boyuna ve absorplayan maddenin cinsine bağlıdır (Tunçeli, 1991).

3.3 Atomik Absorpsiyon Spektrofotometrisi

Atomik Absorpsiyon Spektroskopisi prensip olarak elektromanyetik ışının gaz halinde bulunan atomlar tarafından adsorplanması prensibine dayanan analitik bir metottur (Welz & Sperling, 1999).

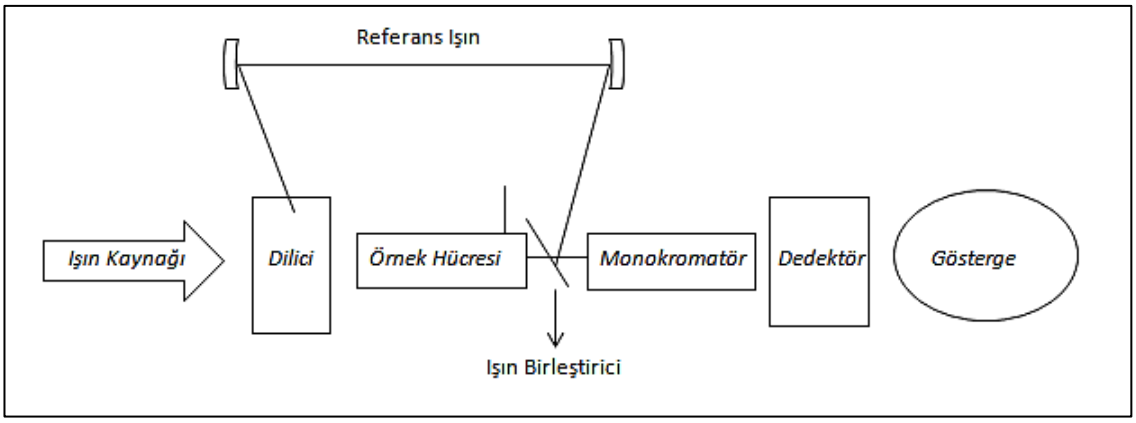
AAS'nin belli başlı temel kısımları şu şekildedir: (Welz, 1985)



Şekil 3. 3. Tek ışın yollu AAS

AAS temel olarak sırası ile absorplanacak ışınları yayan ışın kaynağıdan, atomlaştırma amacıyla analiz elementinin serbest atomların oluşmasını sağlayan atomlaştırıcıdan, dalga boyu seçme amacıyla monokromatörden, ışın sinyallerini algılayıp elektrik akımına dönüştüren elektronik devre olarak dedektörlerden ve sonuçların verildiği bir göstergelerden oluşur.

Aşağıda çift ışın yollu AAS cihazlarının şematik gösterimi bulunmaktadır. (Perkin Elmer Handbook, 2000)



Şekil 3. 4. Çift ışın yollu AAS

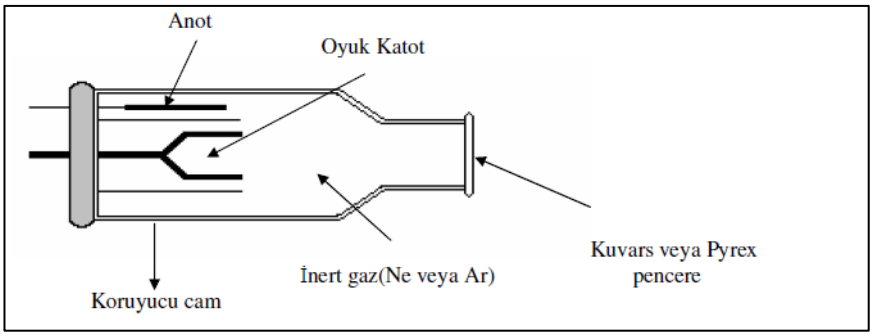
3.3.1 Işın Kaynakları

Atomik absorpsiyon spektrofotometresinde kullanılan ışık kaynakları analiz edilen elementlerin absorpsiyon hat genişliğinden daha dar emisyon spektrumu veren ışın kaynakları olmalıdır. Eğer dar emisyon spektrumu veren ışık kaynağı kullanılmazsa daha hassas ölçümlerin yapılamamasına ve daha düşük absorbans değerleri elde edilmesine neden olur.

Atomik absorpsiyon spektrofotometresinde kullanılan ışık kaynaklarını sınıflandırmak gerekirse; sıklık ile kullanılan "Oyuk katot lambaları", atomik absorpsiyon ve atomik floresans spektrometresinde kullanılan "Elektrotsuz boşalım lambaları", emisyonu kararlı ve özellikle birden fazla element analizinde kullanışlı olan "Sürekli ışın kaynakları" ve Sullivan ve Walsh tarafından geliştirilen "Yüksek ışımalı lambalar" şeklindedir.

3.3.1.1 Oyuk Katot Lambaları

Atomik absorbsiyon spektrometrelerinde çok çeşitli ışık kaynakları kullanılmaktadır. Dar hatlı emisyon veren oyuk katot lambalarının kullanılmasıyla, geniş hatlı kaynakların kullanılması halinde meydana gelen absorbans değerinin hat genişliği nedeniyle azalması sorun çözümlenmiştir Bu nedenle günümüzde sıklıkla oyuk katot lambaları kullanılmaktadır(Şekil 3.5) (Skoog, Holler, & Nieman, 1998).

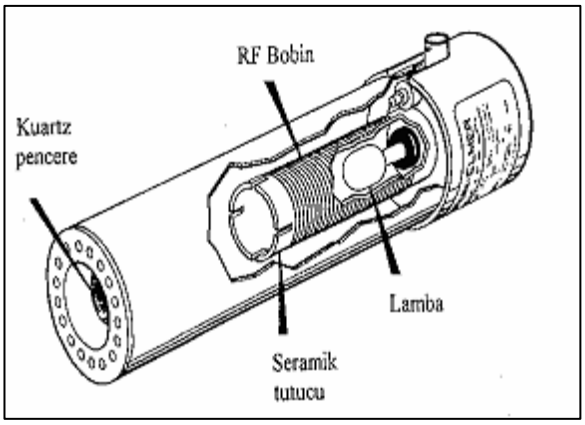


Şekil 3. 5. Oyuk katot lambasının yan kesiti.

Oyuk katot lambaları birkaç mm Hg gibi düşük basınçlı, içi neon ya da argon gibi asal gaz ile doldurulmuş silindirik şekilli lambalardır. Burada katot, oyuk silindir şeklindedir ve analizi yapılacak elementten yapılmıştır. Anot ise tungsten veya nikelden yapılmış teldir. 100 - 400 voltluk bir gerilim anot ve katot arasına uygulandığında lambada bulunan gaz atomları iyonlaşır. Bu iyonlaşmanın sonucunda iyonlar ve elektronlar meydana gelir. Gerilim sonucunda meydana gelen iyonlar, katod yüzeyine çarparak yüzeydeki metal atomlarını koparır. Atomlar, enerjik iyon ve elektronlarla çarpışarak uyarılırlar. Uyarılan atomlar, temel enerji düzeyine dönerken katot elementine özgü dalga boyunda ışın yayarlar. İncelenen her element için, o elemente özgü oyuk katot lambasının spektrometreye yerleştirilmesi gerekir. Oyuk katot lambaların yaklaşık kullanım ömrü 5000 mA/saat' tir. Lambaların uygun çalışma akımları elementten elemente değişmektedir (Welz, 1985).

3.3.1.2 Boşalım Lambaları

AAS ve AFS yöntemlerinde daha çok kullanılır. Oyuk katot lambalarına göre daha yüksek ışın şiddetine sahiplerdir ayrıca ekonomik olarak maliyetleri daha düşüktür. Bu lambaların içlerinde; inert gazlar düşük basıçta bulunur ve az miktarda tayin elementi de vardır. Yüksek frekanslarda boşalım özelliğine sahiptirler ve kapalı kuartz tüplerden meydana gelir (Şekil 3.6).



Şekil 3. 6. Elektrotsuz Boşalım Lambası. (Skoog, Holler, & Nieman, 1998)

Elektrotsuz boşalım lambalarının kötü özelliği ise kısa ömüre sahip olmasıdır (Lajunen J. , 1991). Bu lambalar, uçucu elementler için olduğu gibi analiz hattı kısa dalga boylarında bulunan elementler için kullanılır (Skoog, Holler, & Nieman, 2001).

3.3.2.3 Sürekli Işın Kaynakları

Sürekli Işın Kaynaklarının emisyonunun kararlı olması, çok sayıda element analizinde kullanılarak ucuza mal edilmesi ilk bakışta bize avantaj sağlamaktadır. Absorpsiyon hatlarının dar olması, analitik doğrusallıktan sapma oluştuğundan ve yüksek absorbanslarda analiz gerçekleştirilemediğinden dez avantalı sayılabilmektedir. Bu nedenle CCD (charge coupled device) dedektörlerin gelişmesi ile sürekli ışın kaynaklarının AAS' lerde kullanılmaya başlamıştır. (Yıldız, Genç, & Bektaş, 1997; Schuetz, 1997).

3.3.2.3 Yüksek Işımalı Lambalar

Sullivan ve Walsh tarafından geliştirilimiştir ve oyuk katot lambalarının dışında bir çift yardımcı elektrot bulunmaktadır. Yüksek ışımalı lambalar yapısının karmaşık olması ayrıca bir diğer ikinci bir güç kaynağı gereksin duyması gibi nedenlerle özel çalışmalar haricinde kullanılmaz.

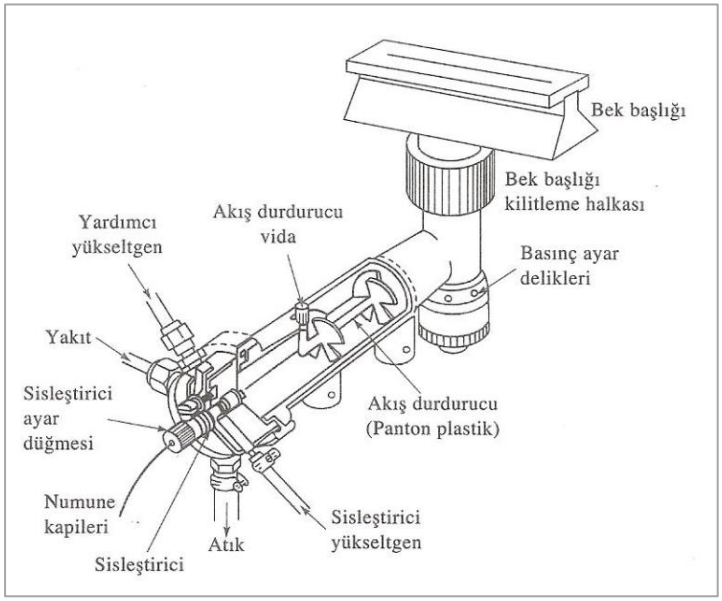
3.3.2 Atomlaştırıcı

Atomlaştırıcıların amacı analiz edilecek örnekteki iyon ya da moleküllerin gaz fazındaki temel haldeki atomlara dönüştürülmesidir. Analiz sonuçlarının etkinliği ve duyarlılığı atomlaştırma basamağına bağlıdır ve bu nedenle atomlaştırma basamağının önemi büyüktür (Cresser, 1991).

AAS, Gaz halindeki serbest atomlar tarafından mor ötesi veya görünür radyasyonun absorbe edilmesine dayanan analitik bir yöntemdir. Nispeten basit bir yöntemdir ve yıllarca gıda analizinde atom spektroskopisinin en çok kullanılan biçimi olmuştur. AAS'de iki tip atomizasyon yaygın olarak kullanılır. Bunlar Alevli ve Elektrotermal (grafit fırın) atomlaştırıcılardır. Ayrıca Soğuk buhar atomlaştırma ve Hidrür oluşturmalı atomlaştırıcılarda kullanılmaktadır.

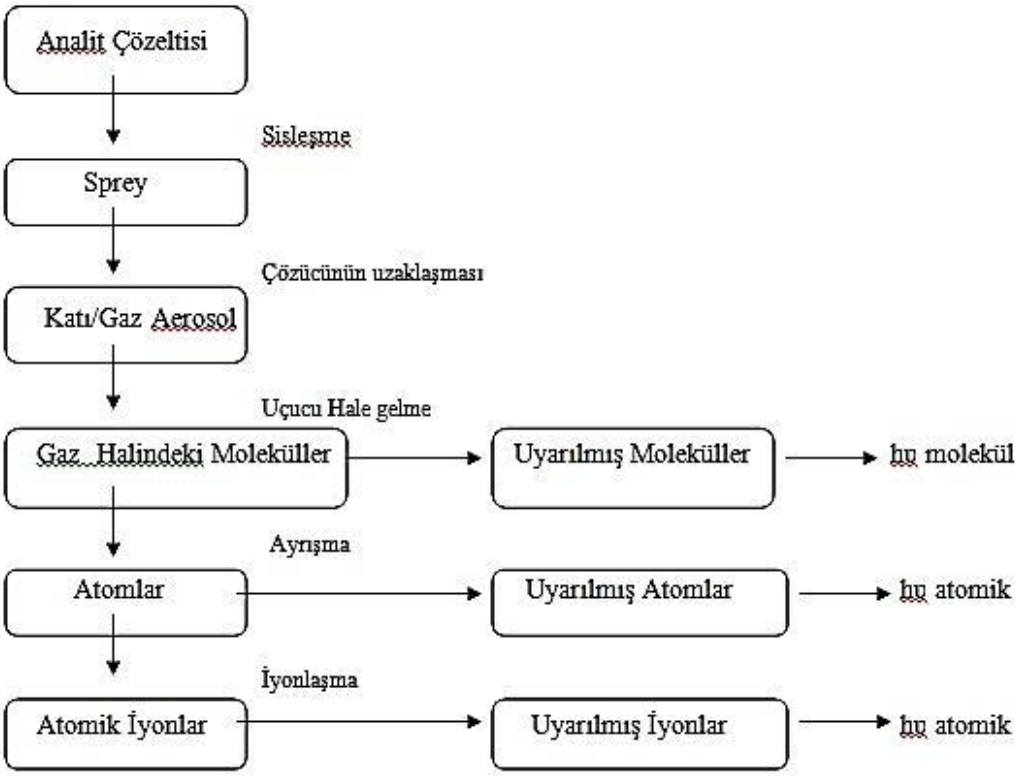
3.3.2.1 Alevli Atomlaştırıcılar

Alevli AAS'de, numunenin atomik buhara dönüştürmek için bir nebülizör-brülör sistemi kullanılır. Alev AAS ile analiz edilmeden önce numunenin çözeltide (genellikle sulu bir solüsyon) olmalıdır.



Şekil 3. 7. Bir laminar akışlı bek. (Skoog, Holler, & Nieman, 1998)

Numune çözeltisi sisleştirilir. (küçük damlacıklara dağılır), yakıt ve bir oksidant ile karıştırılır ve yakıttaki oksidan oksidasyonuyla üretilen bir alevle yakılır. Damlacık halindeki örnek sis haline geldikten sonra çözücü alevde buharlaştırılır. Analit bileşikleri yüksek sıcaklıklarla ayrıştığından atomlar ve iyonlar alev içerisinde oluşturulur. Alevin kendisi örnek bölme görevi görür. Atomlaştırma sırasında alevde oluşan süreçler şekilde gösterilmiştir.



Şekil 3. 8. Atomlaştırma sırasında alevde oluşan süreçler

Alevin sıcaklığı önemlidir çünkü bileşikleri atomlara ve iyonlara dönüştürme verimliliğini etkileyecektir ve alevdeki atomlar ve iyonlar arasındaki dağılımı etkilemektedir. Aynı elementin atomları ve iyonları, farklı dalga boylarının radyasyonunu absorbe eden farklı spektrumlar üretir Bu nedenle atomizasyonu en üst düzeye çıkaracak ve iyonlaşmayı en aza indirecek bir alev sıcaklığı seçmek arzu edilir, çünkü lambadan gelen radyasyon iyonlara değil karşılık gelen atomlara özgü emisyon hatlarına sahiptir. Bu, atomlar iyonlaştığında absorpsiyon verimliliği azalacağı anlamına

gelir. Alev sıcaklığı arttıkça hem atomizasyon etkinliği hem de iyonlaşma artar, bu nedenle en uygun alev seçimi basit bir mesele değildir. Alev karakteristikleri, oksidan ve yakıt seçimi ve ayarlama yoluyla manipüle edilebilir.

En yaygın oksidan-yakıt kombinasyonları, hava-asetilen ve azot oksitasetilendir. Ayrıca, düşük iyonizasyon enerjili bir element olan sezyumu numuneye eklemek, numunedeki diğer elementlerin iyonizasyonunu bastırır.

Çizelge 3. 1. Alev Sıcaklıkları

Yakıcı Gaz	**Yanıcı Gaz**	**Sıcaklık °C**
Hidrojen	Hava	2045
Hidrojen	Diazotoksit	2690
Hidrojen	Oksijen	2660
Asetilen	Hava	2400
Asetilen	Diazotoksit	2800
Asetilen	Oksijen	3140
Doğal gaz	Hava	1800

3.3.2.2. Elektrotermal Atomlaştırıcılar

Atomik absorpsiyon spektrometrelerinde atomlaştırıcı olarak fırınların kullanılması L'vov çalışmalarına kadar uzanır ve atomik absorpsiyon spektrometresinin daha yüksek duyarlılığa, daha düşük gözlenebilme sınırlarına ulaşmasını sağlamıştır (Broekaert, 2005).

Elektrotermal atomizörler tipik olarak bir elektrik güç kaynağına bağlı silindirik grafit tüplerdir. Genellikle grafit fırınları olarak anılır. Numune, bir mikrolitreli şırınga kullanarak küçük bir delik aracılığıyla tüpe verilir (numune hacimleri normalde 0.5 ila 10 μL arasında değişir). Çalışma sırasında, tüpün yanmasını önlemek ve numune bölmesindeki havayı dışarıda bırakmak için sistem inert bir gaz ile yıkanır. Tüp programlanabilir bir güç kaynağı ile aşamalı bir sıcaklık artışı ile önce örnek çözücü buharlaştırılır, daha sonra numune kırılır ve nihayet sıcaklık, numuneyi çabucak

buharlaştırmak ve atomize etmek için hızla 2.000-3.000 ° C'ye yükseltilir (Nielsen , 2009).

Grafit Fırınlarda farklı amaçlar için kullanılmak üzere düzenlenmiş aşamalı bir sıcaklık artışı gösteren çoklu basamaklar bulunmaktadır. Bu basamaklar şu şekildedir;

1) Kurutma

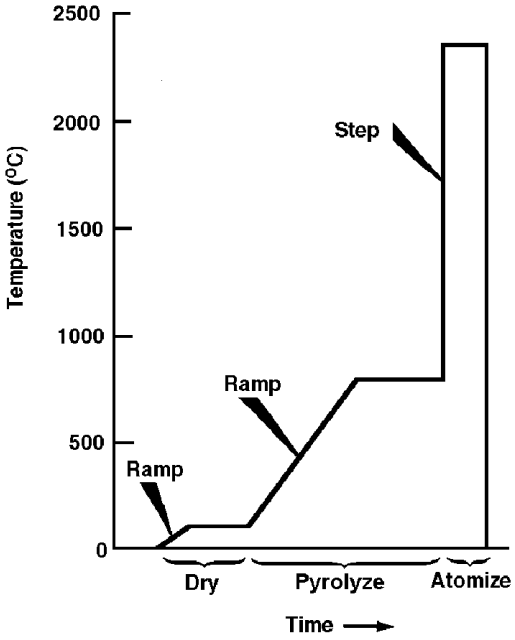
2) Piroliz

3) Soğutma (isteğe bağlı)

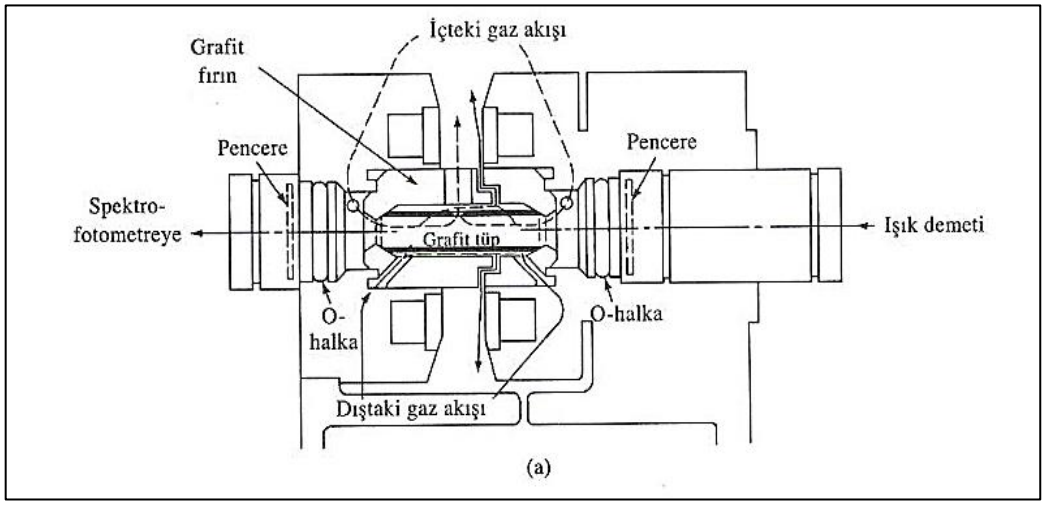
4) Atomizasyon

5) Temizle

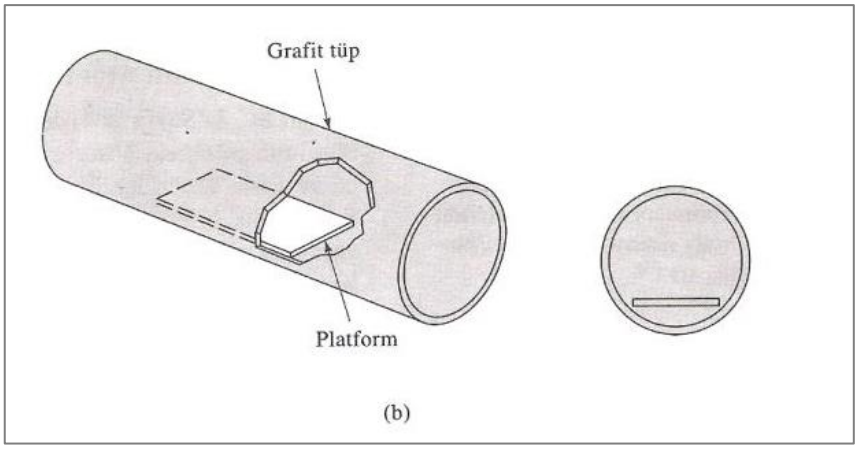
6) Soğutma



Şekil 3. 9. Tipik bir grafit fırın programı. (Richard D. Beaty & Jack D. Kerber, 1993)



Şekil 3. 10. Bir grafit fırının kesiti



Şekil 3. 11. L'vov platform ve grafit fırındaki durumu. (Skoog, Holler, & Nieman, 1998)

Buhar tekniği sadece cıva için işe yarar, çünkü cıva oda sıcaklığında gaz halindeki serbest atomlar olarak var olabilen tek mineral elementtir. Bu teknikte, bir numunedeki cıva bileşikleri, güçlü indirgeyici bir madde olan kalay klorür etkisi ile elementel cıvaya indirgenir. Temel cıva daha sonra bir emilim hücresine bir hava veya argon akımı içinde taşınır ve atom absorpsiyonu alev iyonlaştırma ve elektrotermal aletlerle aynı şekilde ölçülür. Bu yöntem, çok yüksek hassasiyet avantajına sahiptir

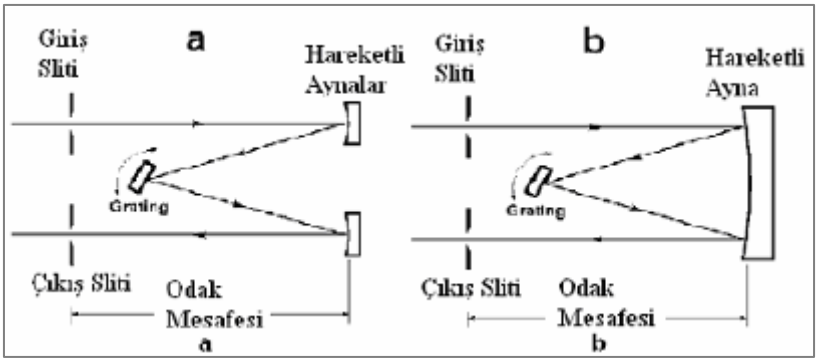
çünkü numunedeki cıvanın tümü emilim hücresine aktarılabilir ve ölçülebilir (Richard D. Beaty & Jack D. Kerber, 1993).

Hidrür oluşturma tekniğinde, elementlerin uçucu hidrürleri, numunelerin sodyum borohidrür ile reaksiyona sokulmasıyla oluşturulur. Hidrürler daha sonra bir emilim hücresine taşınır ve serbest atomlara ayrılması için ısıtılır. Daha sonra atom absorpsiyon ölçümleri, diğer atomizasyon teknikleriyle aynı şekilde gerçekleştirilir. Soğuk cıva buharı tekniğinde olduğu gibi hassasiyet yüksektir çünkü çok az numune kaybı vardır. Bununla birlikte, bu teknik, uçucu hidrürler oluşturabilen nispeten az sayıda element ile sınırlıdır. Bunlar arasında As, Pb, Sn, Bi, Sb, Te, Ge ve Se bulunur (Richard D. Beaty & Jack D. Kerber, 1993) .

3.3.3. Monokromatör

Analiz elementinin rezonans hattı ile oyuk katot lambası tarafından yayılan hatları ayırt etme işi için kullanılır. Monokromatör (dalga boyu seçicisi) Şekil 3.12'de gösterildiği gibi bir giriş ve çıkış olacak şekilde iki farklı yarık, dalga boyunu ayrıt edebilen bileşen ile birlikte optik bileşenlerden oluşmaktadır.

.

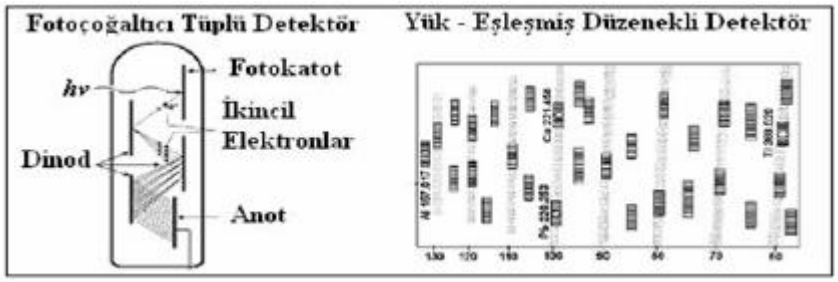


Şekil 3. 12. Monokromatörün yapısı (a ve b tipi). (Tunç, 2006)

3.3.4. Dedektör

Işın kaynağından gelen ışın şiddetinin ölçülmesi amacıyla dedektörler kullanılır. AAS'de elektrik sinyali oluşturmak amacıyla foto çoğaltıcılar kullanılır. Foto çoğaltıcılar şekil 1,9'da gösterildiği gibi katot, anot ve dinod olarak adlandırılan ekstra

bir elektrotlardan meydana gelir. Işığı elektrik sinyaline formuna dönüştürür. Katotlar hızlı bir şekilde iyonlaşabilen maddeyle örtülmüştür.



Şekil 3. 13. Fotoçoğaltıcılı tüplü ve yük eşleşmiş düzenekli dedektör. (Tunç, 2006).

3.4. Atomik Absorbsiyon Spekrofotometresinde Analiz Yöntemleri

AAS' de analiz yöntemi olarak iki farklı yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemler şunlardır:

- Doğrusal kalibrasyon yöntemi
- Standart ilave etme yöntemi

3.4.1. Doğrusal Kalibrasyon Yöntemi

Doğrusal kalibrasyon yöntemi Beer Yasasına temel alınarak yapılmaktadır. Beer yasasına göre absorbans ile derişim doğru orantılıdır. Analizlerde pek çok nedenle doğrusallıktan sapma olayları yaşanabilir Analiz yapılmadan hemen önce analizi yapılacak analite uygulanan konsantrasyon aralığını içeren kalibrasyon grafiği çizilmelidir. Analizi yapılacak element için derişimi bilinen standart çözeltilerin absorbansları ölçülerek y eksenine, derişimleri x eksenine yazılarak kalibrasyon grafiği denilen grafik çizilir. Daha sonra derişimi bilinmeyen örneğin absorbansı okunarak bu kalibrasyon grafiği ile derişimi bilinmeyen elementin derişimi bulunmuş olur.

3.4.2. Standart İlave Etme Yöntemi

Analizi edilecek olan örnek çözeltisinin yer aldığı ortamdaki matriks etkileri fiziksel ve kimyasal girişimler meydana getirerek analiz sonucunda farklılıklar oluşturabilir. Matriks etkisinin değeri bilinmediğinden, matriksin bu etkisini yok etmek

ve numune matriksi ile standartın matriksini birbirine benzetmek için standart ilave etme yöntemi kullanılarak bu belirlenebilir.

Standart ekleme yönteminde bilinmeyen numunenin bilinen bir hacmine yine bilinen hacimde ve belli derişimlerde standart çözeltiler ilave edilir. Böylece standartlarda numunenin sahip olduğu matrikse sahip olur. Doğal olarak matriks etkisi giderilmiş olur (DEMİRCİ, 2013).

BÖLÜM 4

MATERYAL METOD

4.1 Meyve Suyu Örneklerinin Toplanması

Analizi yapılacak olan meyve suyu örnekleri Edirne ilindeki süpermarketlerden, piyasaya en hakim olan 3 farklı meyve suyu markalarından seçilmiştir. Her markadan portakal, şeftali, vişne, kayısı ve karışık meyve suyu örneklerinden alınmıştır. Her meyve suyu türünden de farklı hacimlerinden(200 ml, 330 ml, 1000 ml) ve farklı ambalaj (Karton 200 ve 1000 ml, metal 330 ml) türlerinden seçilmiştir. Toplamda 45 adet örnek piyasadan temin edilmiştir. Daha sonra temin edilen bu örnekler laboratuvara getirilmiştir. Meyve suyu örnekleri analiz edilecekleri güne kadar oda koşullarında saklanmıştır.

4.2 Cihaz ve Ekipman

Deneylerde kullanılan tüm plastik ve cam malzemeler titizlikle temizlendi, çalışılan tüm tüpler ve balonlar dış etkenlerden, metal bulaşmalarından korunmak amacıyla su banyosunda saf su ile temizlenmiş ve 1/10'luk nitrik asit çözeltisi ile çalkalanmıştır. Ardından ultra saf suyu ile yıkanmıştır.

- 60 ml'lik teflon yakma kapları
- Mikrodalga Cihazı (CEM MARSXpress)
- Cam balon jojeler (50 ml ve 100 ml)

- Cam huni
- Yüksek yoğunluklu polietilen kaplar (HDPE)
- Çeker Ocak
- AAS cihazı (Perkin Elmer marka AAnalyst 800)
- pH metre

4.3. Numunelerin Analizinde Kullanılan Kimyasal Maddeler

- Derişik HNO_3 (Merck),
- Derişik H_2O_2 (Merck)

4.4. Meyve Suyu Numunelerinin Çözünürleştirilmesi ve Hazırlanması

Meyve suyu örnekleri markalarına, hacimlerine, türlerine ve ambalaj şekillerine göre sınıflandırıldı. Her bir meyve suyu örneğinde 2 ml alınarak üzerine 6 ml HNO_3 ve 2 ml H_2O_2 ilave edildi. Ardından mikrodalga tüplerine hazırlanan karışım eklenerek 20 dk. çeker ocakta bekletildi Daha sonra kapakları kapatılan mikrodalga tüpleri cihaza yerleştirilip çeşitli basamaklar uygulanarak çözünürleştirme işlemi gerçekleştirildi. Numunelerin çözünürleştirilmesinde CEM MARSXpress 5 mikrodalga sistemi kullanılmıştır. Çözünürleştirmenin ardından mikrodalga tüpleri çeker ocakta kapakları gevşetilerek açıldı. Mikrodalga tüplerinden cam huni yardımıyla süzgeç kâğıdı ile 50 ml cam balon jojelere aktarılarak ultra saf su ile 50 ml olacak şekilde seyreltilmiştir. Seyreltilen numuneler analiz yapılana kadar saklanmak için HDPE kaplarında ve -25 ^oC soğutucu dolapta muhafaza edildi.

Çözünürleştirme işlemi bitiminde mikrodalga tüpleri yıkamaya uygun programda yıkanarak temizlendi. Daha sonraki çözünürleştimeler için mikrodalga tüpleri uygun halde bırakıldı.

4.5. pH Ölçümleri

Meyve suyu örneklerinin pH analizleri pH değeri 4 ve pH değeri 7 olan tampon çözeltiler ile ayarlandıktan sonra çalkalanarak örneklerin pH değeri 20°C tespit edilmiştir.

4.6. Alevli Atomik Absorpsiyon Spektrometresi (FAAS)

Bu çalışmada elementlerin analizinde (Cu, Pb, Fe, Zn, Cd, Ni, Sn, Mn, Na, K, Ca, Mg,) tayin için Perkin Elmer marka AAnalyst 800 model atomik absorpsiyon spektrofotometre ile ölçümler yapıldı (Şekil 4.2). Alev olarak hava/asetilen alevi tercih edildi. Ölçümlerde kalibrasyon yöntemi kullanıldı.



Şekil 4. 1. AAS Cihazı (Perkin Elmer AAnalyst 800 model).

BÖLÜM 5

SONUÇLAR

5.1. FAAS ile Yapılan Analiz Sonuçları

Bu çalışmada piyasada satışa sunulan meyve sularının farklı tür, farklı hacim ve farklı ambalaj paketleme şekillerine göre içerdikleri eser element miktarları FAAS ile analiz edilmesi amaçlanmıştır. FAAS ile analiz yapılmadan önce numuneler mikrodalga yöntemiyle çözünürleştirilmiştir. Daha sonra analizler gerçekleştirilmişidir. Cu, Pb, Fe, Zn, Cd, Ni, Sn, Mn, Na, K, Ca, Mg analizleri yapılmıştır. Pb, Cd, Ni, Sn, Mn analizlerinde standart ilave yöntemi kullanılmıştır. Standart ilavesi yapıldıktan sonra elde edilen sonuçlara göre meyve sularında Pb, Cd, Ni, Sn, Mn tespit edilmemiştir. FAAS ile yapılan analizler sırasında absorbans okumaları tüm örnek çözeltilerinin her birisi için iki kez okuma şeklinde yapılmıştır.

Bu tezde kullanılan meyve suyu markaları etik kurallar gereği açık bir şekilde verilmemiştir. Markalar A,B ve C markası şeklinde belirtilmiştir.

5.2. Portakal Suyu Analizi Bulguları

5.2.1. pH Analizi Sonuçları

Portakal suyuna ait analiz pH sonuçları Çizelge 5.1’ de gösterilmiştir. Çizelge 5.1’ den elde edilen verilere göre pH değeri en düşük olan meyve suyu C markasına ait

1000 ml karton ambalajlı portakal suyudur. pH değeri en yüksek olan ise A markası, 1000 ml karton ambalajlı portakal suyudur. pH değeri için herhangi bir standart mevzuatta yoktur.

Çizelge 5. 1. Portakal Suyu pH analiz sonuçları

	200 ml Karton Ambalaj	**330 ml Metal Ambalaj**	**1000 ml Karton Ambalaj**
A Markası	3,58	3,54	3,61
B Markası	3,59	3.49	3,53
C Markası	3.46	3.49	3,45

5.2.2. Fe, Cu, Zn Analiz Sonuçları

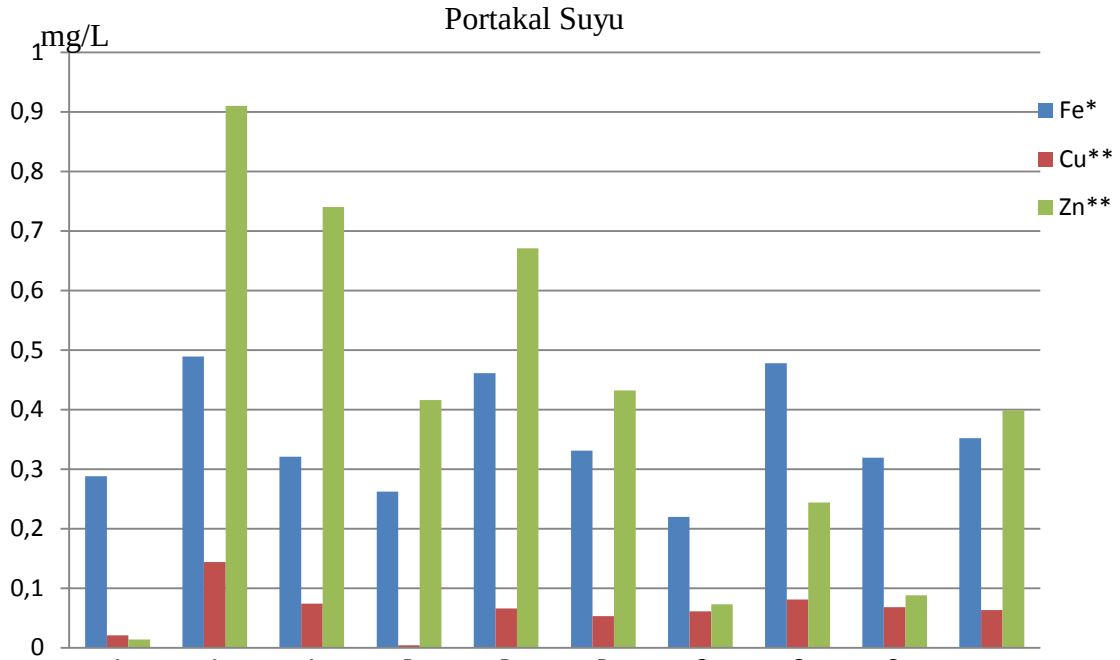
Portakal suyu örneklerinin Fe, Cu ve Zn analiz sonuçları Şekil 5.1' de gösterilmektedir. Bu çizelgeye göre en yüksek Fe miktarı 0,489 mg/L ile A markasına ait 330 ml metal ambalajlı portakal suyuna aittir. En düşük Fe miktarı ise 0,220 mg/L ile C markasına ait 200 ml karton ambalajlı portakal suyuna aittir.

Cu analizi sonuçlarına göre en yüksek miktara sahip örnek 0,144 mg/L ile A markası 330 ml metal ambalajlı portakal suyudur. En düşük miktar ise 0,004 mg/L ile B markası 200 ml karton ambalajlı portakal suyudur.

En yüksek Zn miktarı olan örnek 0,910 mg/L ile A markası 330 ml metal ambalajlı portakal suyu örneğidir. En düşük ise 0,014 mg/L ile A markası 200 ml karton ambalajlı portakal suyu örneğidir.

Türk Gıda Kodeksi "Gıda Maddelerinde Belirli Bulaşanların Maksimum Seviyelerinin Belirlenmesi Hakkında Tebliğ, Tebliğ No: 2002/63' e göre; FAAS ile yapılan analizler doğrultusunda meyve sularında bu tebliğin çok altında Fe, Cu ve Zn miktarı olduğu saptanmıştır

.

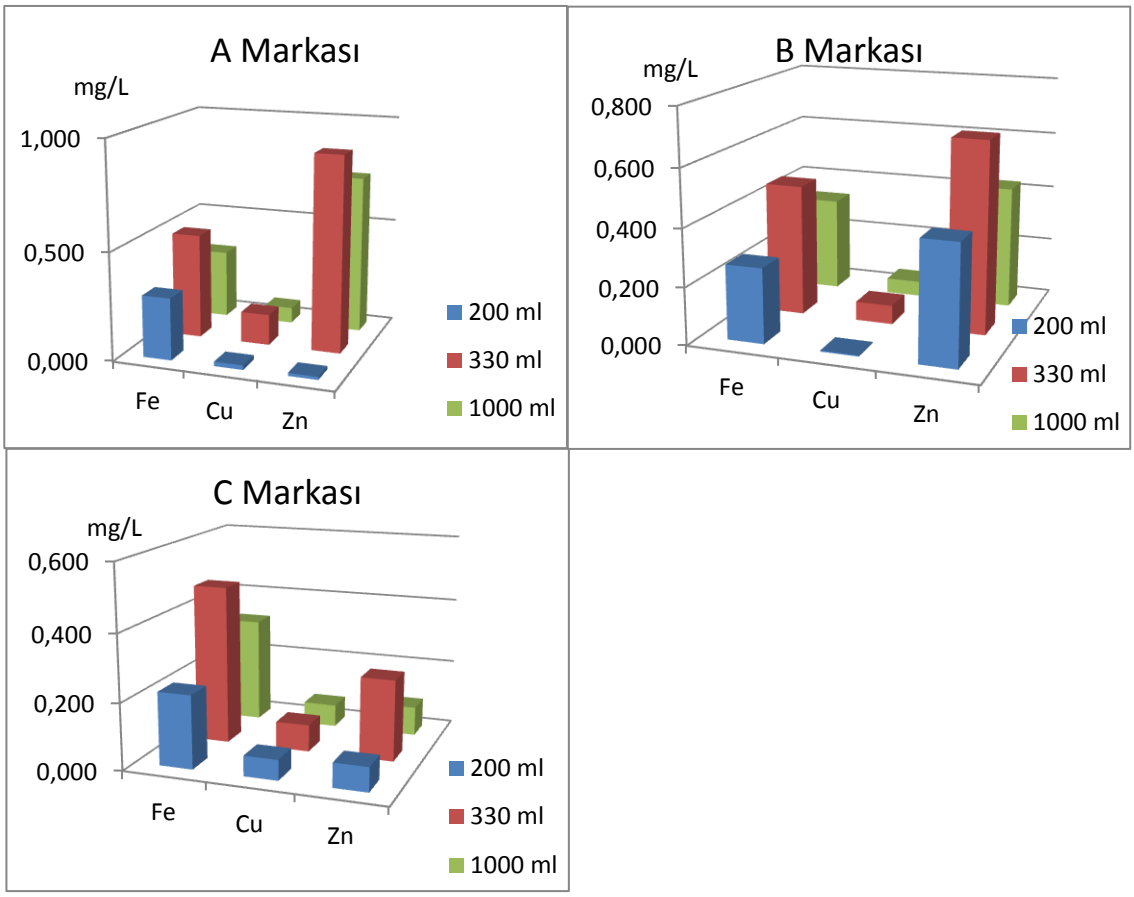


	A Markası 200 ml	A Markası 330 ml	A Markası 1000 ml	B Markası 200 ml	B Markası 330 ml	B Markası 1000 ml	C Markası 200 ml	C Markası 330 ml	C Markası 1000 ml	
Fe*	0,288	0,489	0,321	0,262	0,461	0,331	0,22	0,478	0,319	0,352
Cu**	0,021	0,144	0,074	0,004	0,066	0,053	0,061	0,081	0,068	0,064
Zn**	0,014	0,91	0,74	0,416	0,671	0,432	0,073	0,244	0,088	0,399

Şekil 5. 1. Portakal suyuna ait Fe, Cu ve Zn analiz sonuçları.

* Kabul Edilebilir En Yüksek Değer 15 mg/L olmalı (Türk Gıda Kodeksi, 2002),

** Kabul Edilebilir En Yüksek Değer 5 mg/L olmalı (Türk Gıda Kodeksi, 2002).



Şekil 5. 2. Portakal suyuna ait Fe, Cu ve Zn analiz detaylı sonuçları.

5.2.3. Ca, Na, K ve Mg Analiz Sonuçları

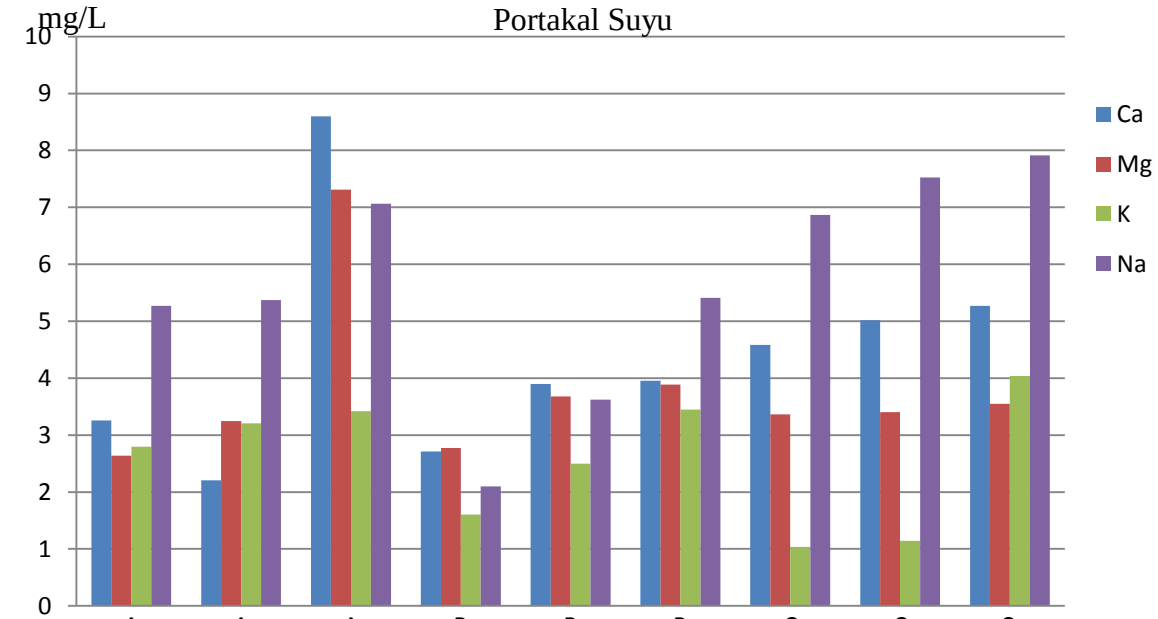
Portakal suyu örneklerinin Ca, Na, K ve Mg analiz sonuçları Şekil 5.3' de gösterilmektedir. Bu çizelgeye göre en yüksek Ca miktarı 8,600 mg/L ile A markasına ait 1000 ml karton ambalajlı portakal suyuna aittir. En düşük Ca miktarı ise 2,207 mg/L ile gene A markasına ait 330 ml metal ambalajlı portakal suyuna aittir

Na analizi sonuçlarına göre en yüksek miktara sahip örnek 7,912 mg/L ile C markası 1000 ml karton ambalajlı portakal suyudur. En düşük miktara sahip olan ise 2,100 mg/L ile B markası 200 ml karton ambalajlı portakal suyu örneğidir.

Portakal suyu örnekleri incelendiğinde en yüksek K miktarına sahip örnek 4,039 mg/L ile C markası 1000 ml karton ambalajlı örnektir. En düşük olan ise 1.037 mg /L ile C markası 200 ml karton ambalajlı örnektir.

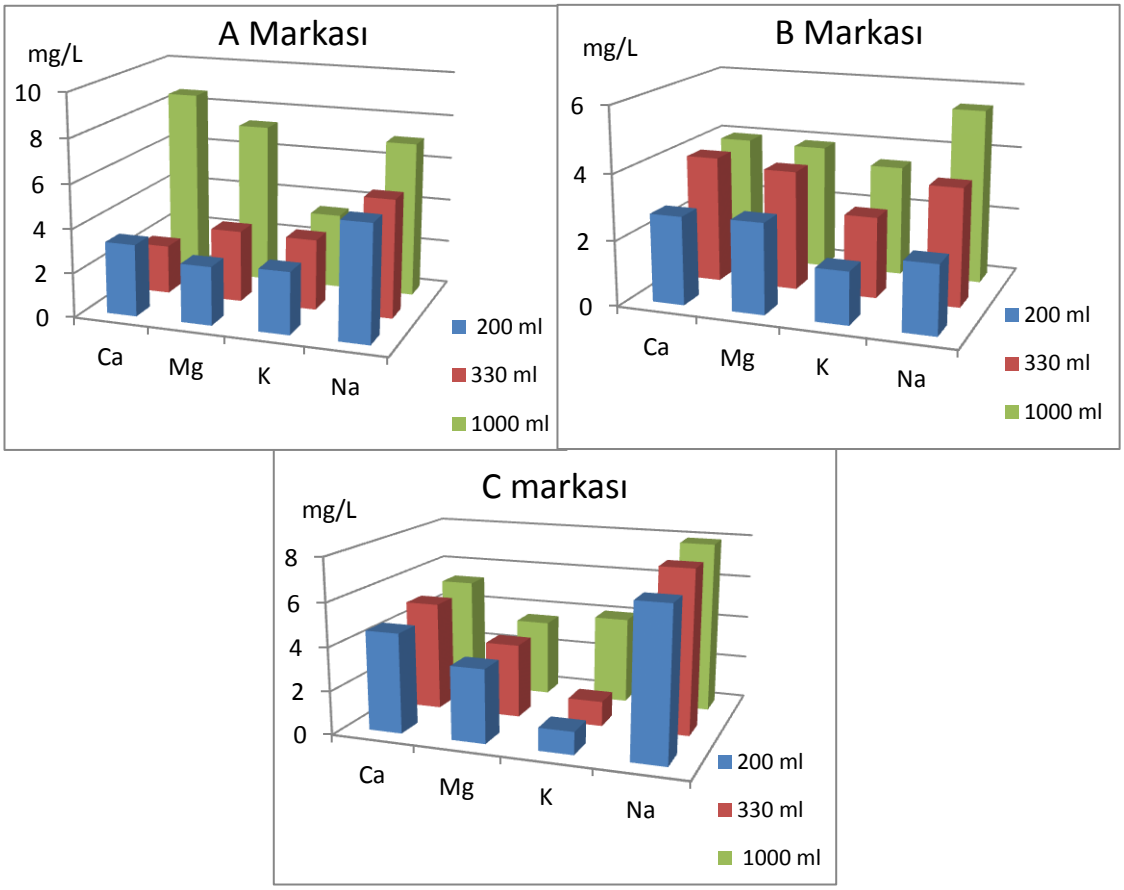
Mg analizi sonuçları ele alındığında 7,312 mg/L Mg miktar ile A markası 1000 ml karton ambalajlı örnek en yüksek Mg miktarına sahip örnektir. En düşük miktar ise 2,638 mg/L ile A markası 200 ml karton ambalajlı portakal suyu örneğidir.

Meyve sularında Ca, Na, K ve Mg ile ilgili Türk Kodeksinde bir sınırlama ya da düzenleme yapılmamıştır. (Türk Gıda Kodeksi, 2014)



	A Markası 200 ml	A Markası 330 ml	A Markası 1000 ml	B Markası 200 ml	B Markası 330 ml	B Markası 1000 ml	C Markası 200 ml	C Markası 330 ml	C Markası 1000 ml
Ca	3,258	2,207	8,6	2,712	3,9	3,956	4,585	5,018	5,269
Mg	2,638	3,248	7,312	2,774	3,678	3,888	3,366	3,406	3,55
K	2,798	3,206	3,419	1,607	2,5	3,446	1,037	1,141	4,039
Na	5,27	5,372	7,062	2,1	3,624	5,408	6,864	7,524	7,912

Şekil 5. 3. Portakal suyuna ait Ca, Na, K ve Mg Analiz Sonuçları



Şekil 5. 4. Portakal suyuna ait Ca, Na, K ve Mg Analiz Detaylı Sonuçları

5.3. Vişne Suyu Analizleri Bulguları

5.3.1. pH Analiz Sonuçları

Vişne suyuna ait analiz pH sonuçları Çizelge 5.2' de gösterilmiştir. Çizelge 5.2'den elde edilen verilere göre pH değeri en düşük olan meyve suyu C markasına ait 330 ml metal ambalajlı vişne suyudur. pH değeri en yüksek olan ise B markası, 330 ml metal ambalajlı vişne suyudur. pH değeri için herhangi bir standart mevzuatta yoktur.

Çizelge 5. 2. Vişne Suyu pH analiz sonuçları

	200 ml Karton Ambalaj	**330 ml Metal Ambalaj**	**1000 ml Karton Ambalaj**
A Markası	3,19	3,22	3,21
B Markası	3,09	3.29	3,03
C Markası	3.16	3.01	3,05

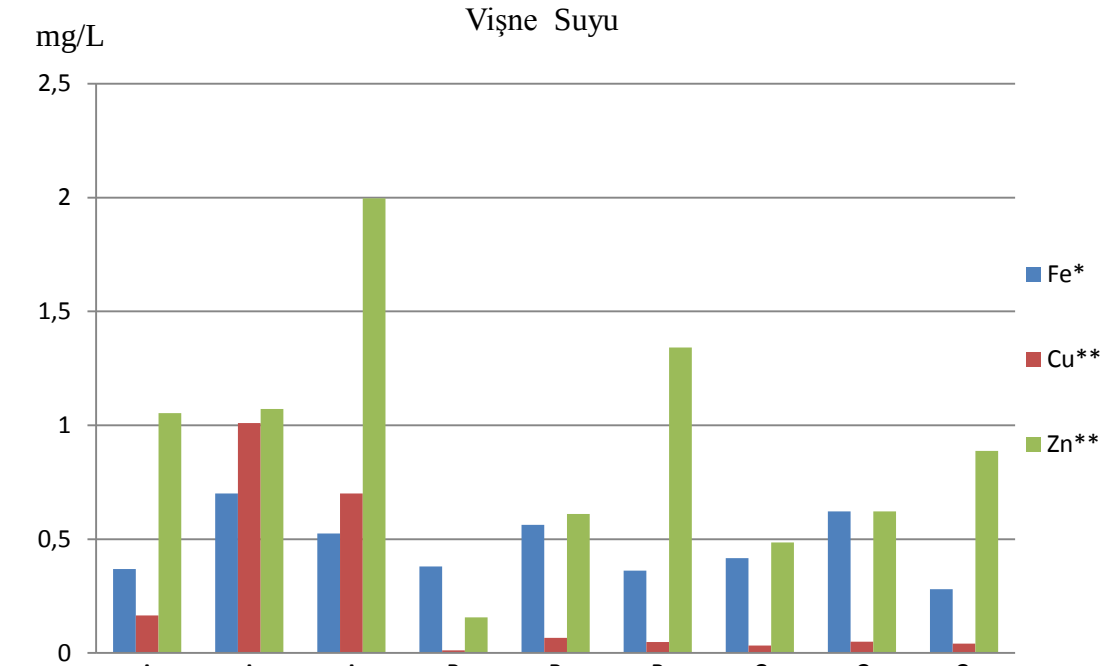
5.3.2. Fe, Cu, Zn Analiz Sonuçları

Vişne suyu örneklerinin Fe, Cu ve Zn analiz sonuçları Şekil 5.5' de gösterilmektedir. Bu çizelgeye göre en yüksek Fe miktarı 0,701 mg/L ile A markasına ait 330 ml karton ambalajlı portakal suyuna aittir. En düşük Fe miktarı ise 0,280 mg/L ile C markasına ait 1000 ml karton ambalajlı portakal suyuna aittir

En yüksek Cu miktarına sahip meyve suyu 1,009 mg/L ile A markasına ait 330 ml metal ambalajlı vişne suyudur. En düşük Cu miktarı ise B markası 0,011 mg/L ile 200 ml karton ambalajlı vişne suyudur.

Zn miktarı analizlerinde en yüksek Zn miktarına sahip numune 1,996 mg/L'ye sahip A markası 1000 ml karton ambalajlı vişne suyudur. En düşük Zn miktarı ise 0,157 mg/L ile B markası 200 ml karton ambalajlı vişne suyudur.

Türk Gıda Kodeksi "Gıda Maddelerinde Belirli Bulaşanların Maksimum Seviyelerinin Belirlenmesi Hakkında Tebliğ "Tebliğ No: 2002/63' e göre; FAAS ile yapılan analizler doğrultusunda meyve sularında bu tebliğin çok altında Fe, Cu ve Zn miktarı olduğu saptanmıştır.

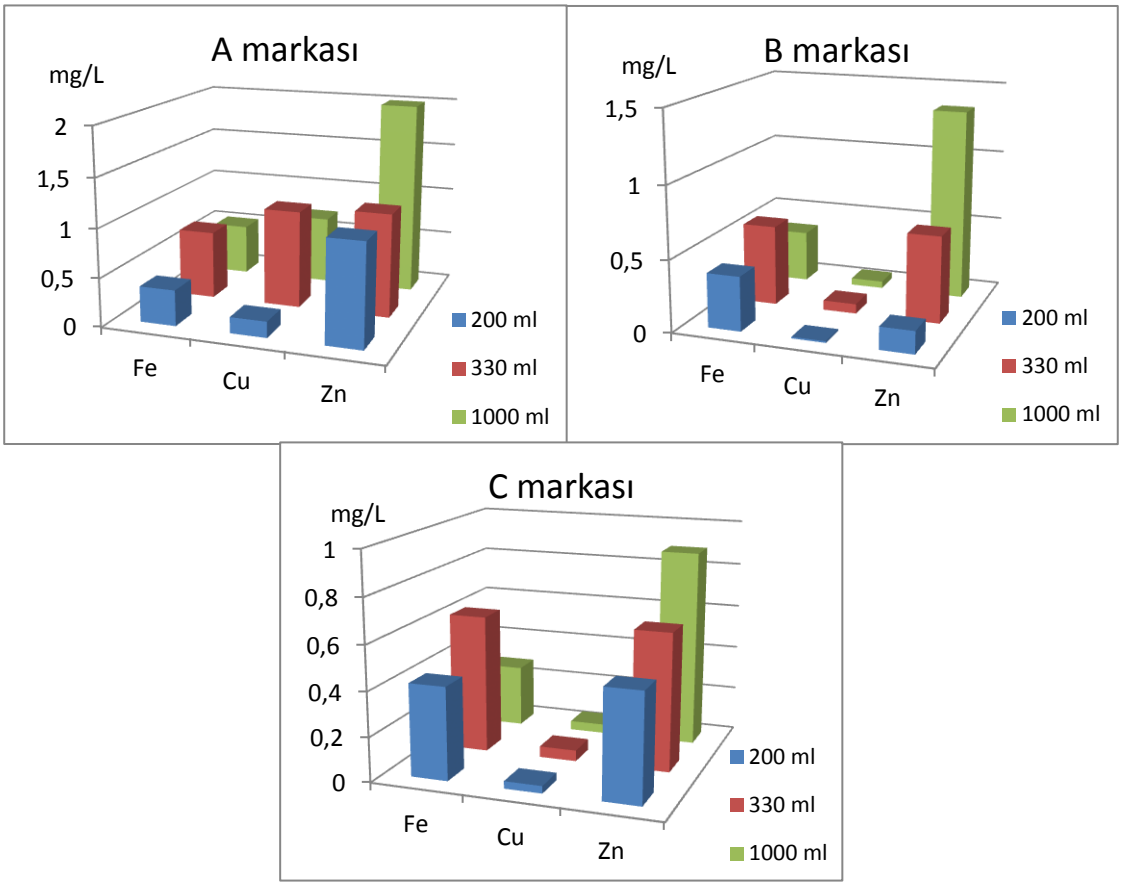


	A Markası 200 ml	A Markası 330 ml	A Markası 1000 ml	B Markası 200 ml	B Markası 330 ml	B Markası 1000 ml	C Markası 200 ml	C Markası 330 ml	C Markası 1000 ml
Fe*	0,368	0,701	0,525	0,38	0,562	0,362	0,416	0,621	0,28
Cu**	0,165	1,009	0,7	0,011	0,067	0,048	0,033	0,049	0,041
Zn**	1,053	1,071	1,996	0,157	0,61	1,342	0,485	0,621	0,888

Şekil 5. 5. Vişne suyuna ait Fe, Cu ve Zn analiz sonuçları .

* Kabul Edilebilir En Yüksek Değer 15 mg/L olmalı (Türk Gıda Kodeksi, 2002),

** Kabul Edilebilir En Yüksek Değer 5 mg/L olmalı (Türk Gıda Kodeksi, 2002).



Şekil 5. 6. Vişne suyuna ait Fe, Cu ve Zn detaylı analiz sonuçları

5.3.3. Ca, Na, K ve Mg Analiz Sonuçları

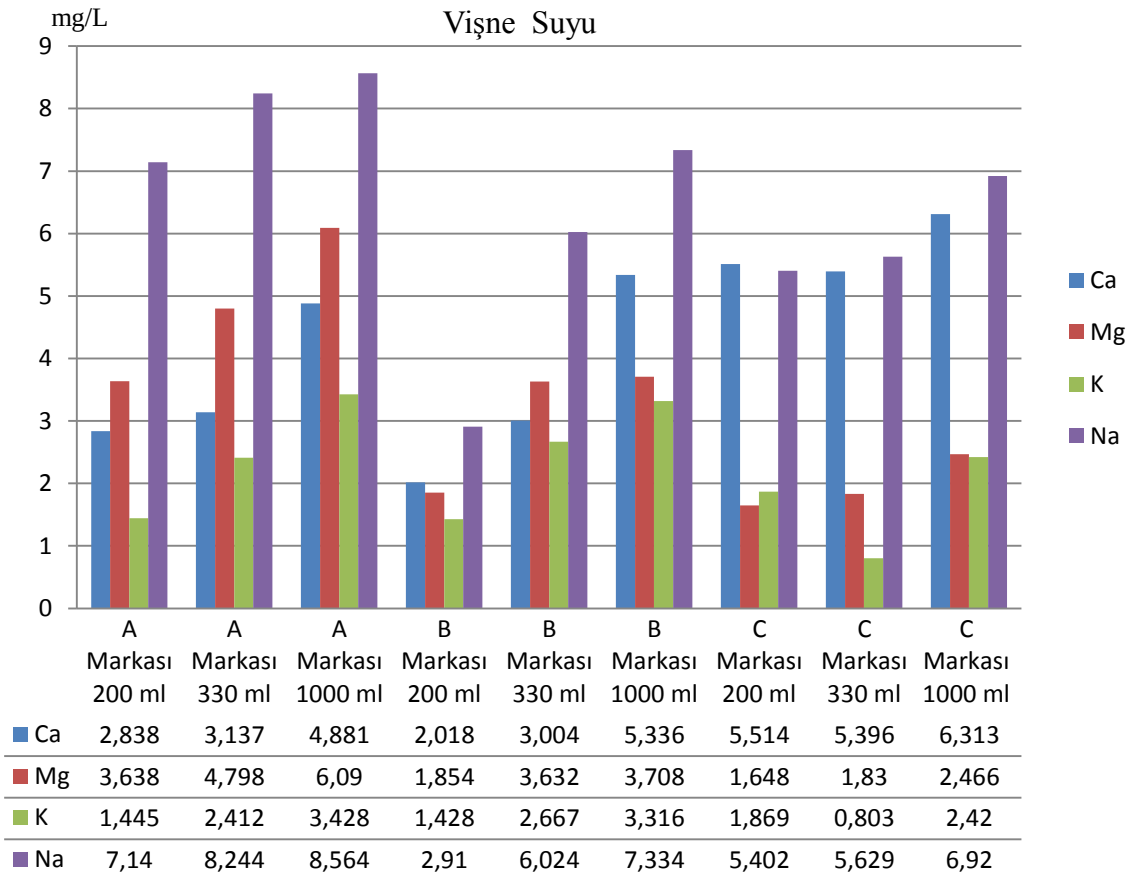
FAAS ile yapılan Ca analizinde en yüksek miktara sahip örnek 6,313 mg/L ile C markasına ait 1000 ml karton ambalajlı vişne suyudur. En düşük Ca miktarı ise 2,018 mg/L ile B markasına ait 200 ml karton ambalajlı örnektir.

Analiz sonuçlarına göre A markasına ait 1000 ml karton ambalajlı örnekte 8,564 mg/L Na saptanmıştır. En yüksek Na miktarı bu örnektedir. En düşük Na miktarı ise 2.910 mg/L ile B markasına ait 200 ml karton ambalajlı vişne suyu örneğidir.

Numuneler arasında en yüksek K miktarı 3,428 mg/L ile A markası 1000 ml karton ambalajlı örnektedir. En düşük miktar ise 0,803 mg/L' dir ve C markası 330 ml metal ambalajlı vişne suyu örneğidir.

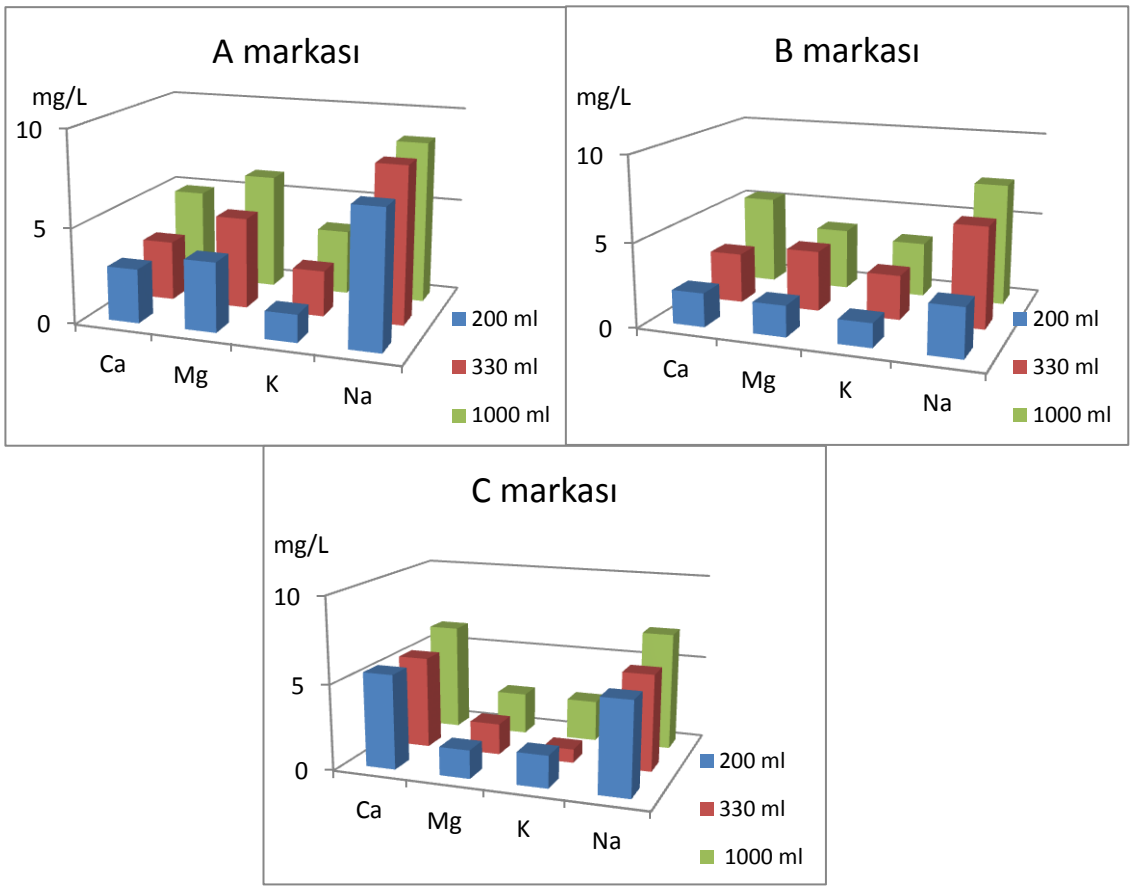
Mg analizi yapıldığında FAAS' de en yüksek miktar A markasına ait 1000 ml karton ambalajlı örnekte 6,090 mg/L bulunmuştur. En düşük sonuç 1,6488 mg/L ile C markası 200 ml karton ambalajlı vişne suyudur.

Meyve sularında Ca, Na, K ve Mg ile ilgili Türk Kodeksinde bir sınırlama ya da düzenleme yapılmamıştır. (Türk Gıda Kodeksi, 2014)



	A Markası 200 ml	A Markası 330 ml	A Markası 1000 ml	B Markası 200 ml	B Markası 330 ml	B Markası 1000 ml	C Markası 200 ml	C Markası 330 ml	C Markası 1000 ml
Ca	2,838	3,137	4,881	2,018	3,004	5,336	5,514	5,396	6,313
Mg	3,638	4,798	6,09	1,854	3,632	3,708	1,648	1,83	2,466
K	1,445	2,412	3,428	1,428	2,667	3,316	1,869	0,803	2,42
Na	7,14	8,244	8,564	2,91	6,024	7,334	5,402	5,629	6,92

Şekil 5. 7. Vişne suyuna ait Ca, Na, K ve Mg analiz sonuçları



Şekil 5. 8. Vişne suyuna ait Ca, Na, K ve Mg detaylı analiz sonuçları

5.4. Şeftali Suyu Analizleri Bulguları

5.4.1. pH Analizi Sonuçları

Şeftali suyunda yapılan pH analizi sonuçları Çizelge 5.3' gösterilmektedir. Bu sonuçlar incelendiğinde en düşük pH' a sahip örnek C markası 200 ml karton ambalajlı meyve suyu örneğidir. En yüksek pH ise B markası 1000 ml karton ambalajlı meyve suyu örneğidir.

Çizelge 5. 3. Şeftali suyu pH analizi sonuçları

	200 ml Karton Ambalaj	**330 ml Metal Ambalaj**	**1000 ml Karton Ambalaj**
A Markası	3,59	3,52	3,41
B Markası	3,49	3.55	3,63
C Markası	3.36	3.61	3,45

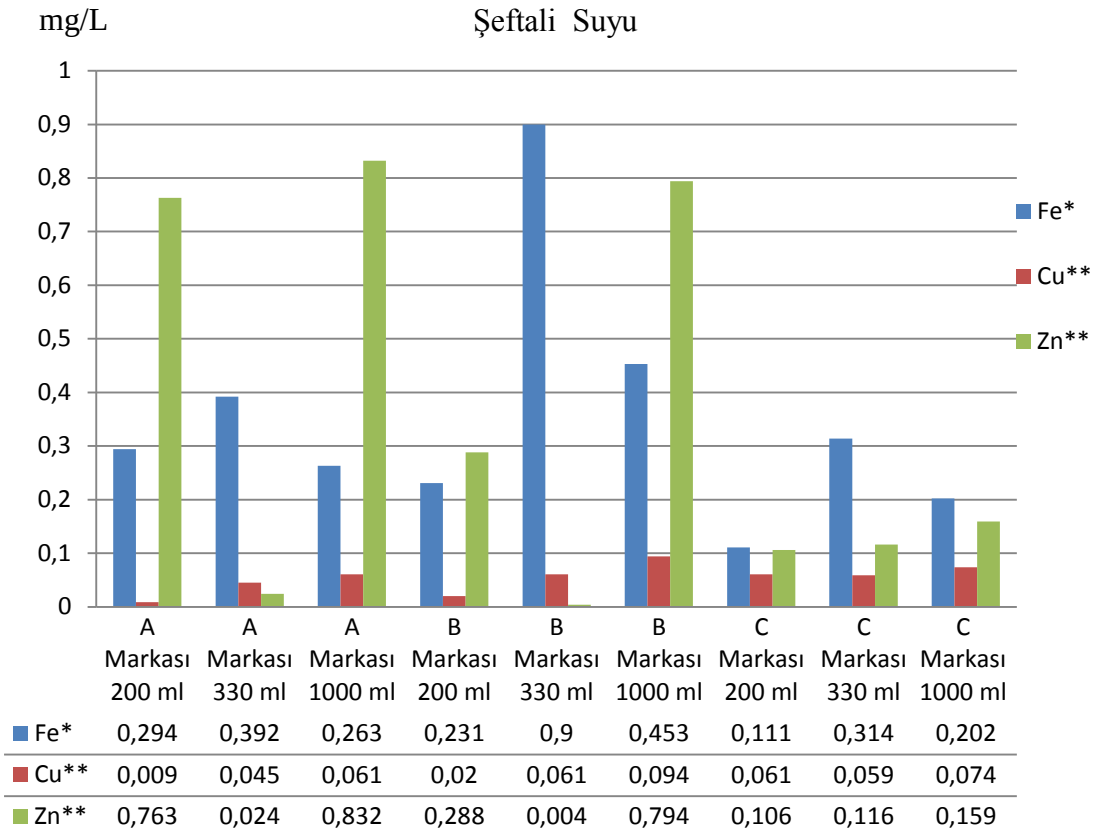
5.4.2. Fe, Cu ve Zn Analiz Sonuçları

Şeftali suyu örneklerinin Fe, Cu ve Zn analiz sonuçları Şekil 5.9' da gösterilmektedir. Bu çizelgeye göre en yüksek Fe miktarı 0,900 mg/L ile B markasına ait 330 ml metal ambalajlı şeftali suyuna aittir. En düşük Fe miktarı ise 0,111 mg/L ile C markasına ait 200 ml karton ambalajlı şeftali suyuna aittir

En yüksek Cu miktarına sahip meyve suyu 0,094 mg/L ile B markasına ait 1000 ml karton ambalajlı şeftali suyudur. En düşük Cu miktarı ise A markası 200 ml karton ambalajlı şeftali suyudur. Bu örnek içerisinde 0,009 mg/L Cu tespit edilmiştir.

Zn miktarı analizlerinde en yüksek Zn miktarına sahip numune 0,832 mg/L'ye sahip A markası 1000 ml karton ambalajlı şeftali suyudur. En düşük Zn miktarı ise 0,004 mg/L ile B markası 330 ml metal ambalajlı şeftali suyudur.

Türk Gıda Kodeksi "Gıda Maddelerinde Belirli Bulaşanların Maksimum Seviyelerinin Belirlenmesi Hakkında Tebliğ "Tebliğ No: 2002/63' e göre; FAAS ile yapılan analizler doğrultusunda meyve sularında bu tebliğin çok altında Fe, Cu ve Zn miktarı olduğu saptanmıştır.

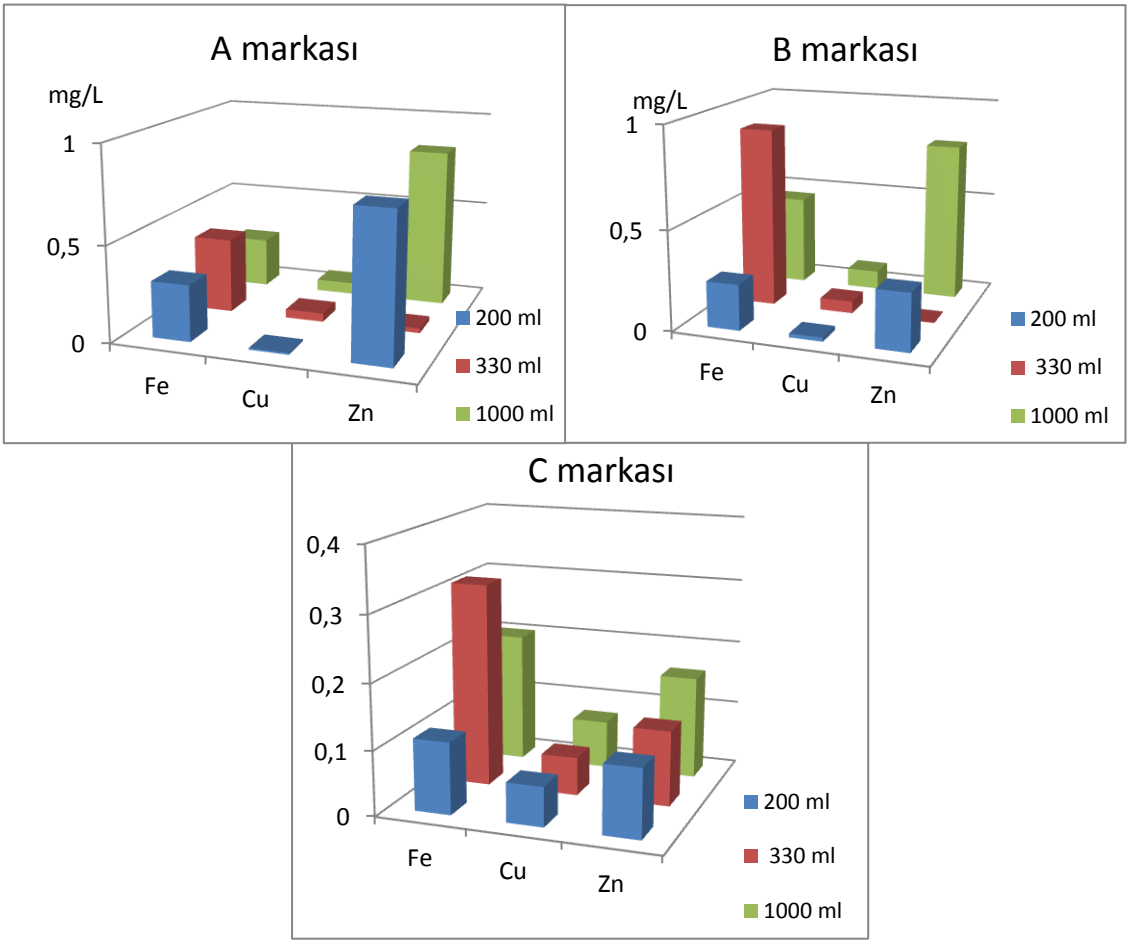


	A Markası 200 ml	A Markası 330 ml	A Markası 1000 ml	B Markası 200 ml	B Markası 330 ml	B Markası 1000 ml	C Markası 200 ml	C Markası 330 ml	C Markası 1000 ml
Fe*	0,294	0,392	0,263	0,231	0,9	0,453	0,111	0,314	0,202
Cu**	0,009	0,045	0,061	0,02	0,061	0,094	0,061	0,059	0,074
Zn**	0,763	0,024	0,832	0,288	0,004	0,794	0,106	0,116	0,159

Şekil 5. 9. Şeftali suyuna ait Fe, Cu ve Zn analiz sonuçları .

* Kabul Edilebilir En Yüksek Değer 15 mg/L olmalı (Türk Gıda Kodeksi, 2002),

** Kabul Edilebilir En Yüksek Değer 5 mg/L olmalı (Türk Gıda Kodeksi, 2002).



Şekil 5. 10. Şeftali suyuna ait Fe, Cu ve Zn detaylı analiz sonuçları

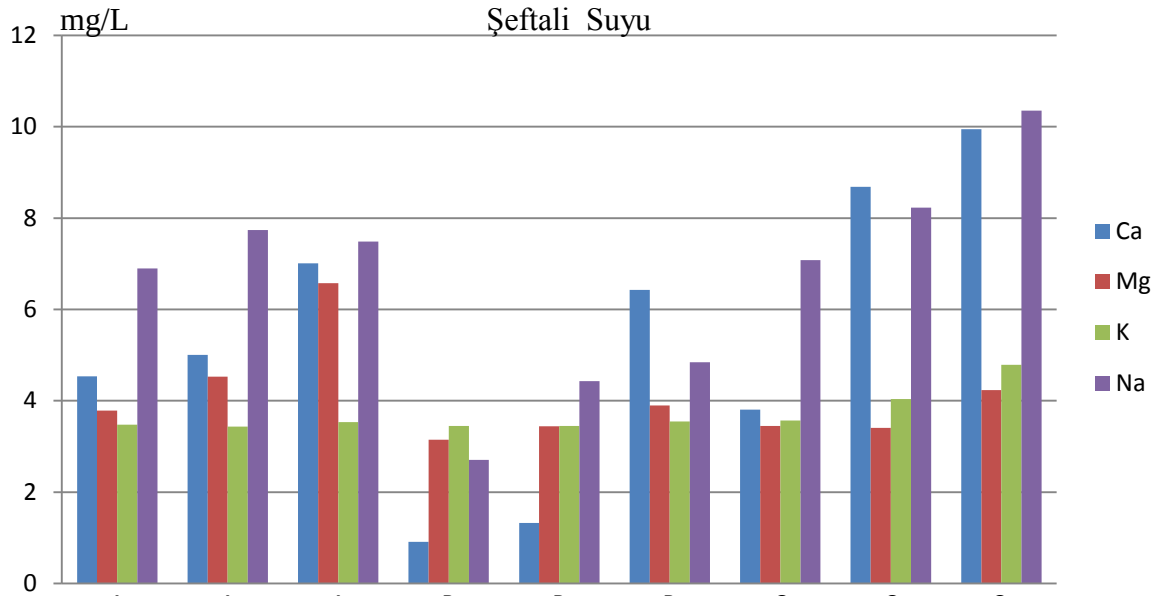
5.4.3. Ca, Na, K ve Mg Analiz Sonuçları

FAAS ile yapılan Ca analizinde en yüksek miktara sahip örnek 9,948 mg/L ile C markasına ait 1000 ml karton ambalajlı şeftali suyudur. En düşük Ca miktarı ise 0,091 mg/L ile B markasına ait 200 ml karton ambalajlı örnektir.

Analiz sonuçlarına göre C markasına ait 1000 ml karton ambalajlı örnekte 10,35 mg/L Na saptanmıştır. En yüksek Na miktarı bu örnektedir. En düşük Na miktarı ise 2,706 mg/L ile B markasına ait 200 ml karton ambalajlı şeftali suyu örneğidir.

Numuneler arasında en yüksek K miktarı 4,785 mg/L ile C markası 1000 ml karton ambalajlı örnektedir. En düşük miktar ise 3,436 mg/L' dir ve A markası 330 ml metal ambalajlı şeftali suyu örneğidir.

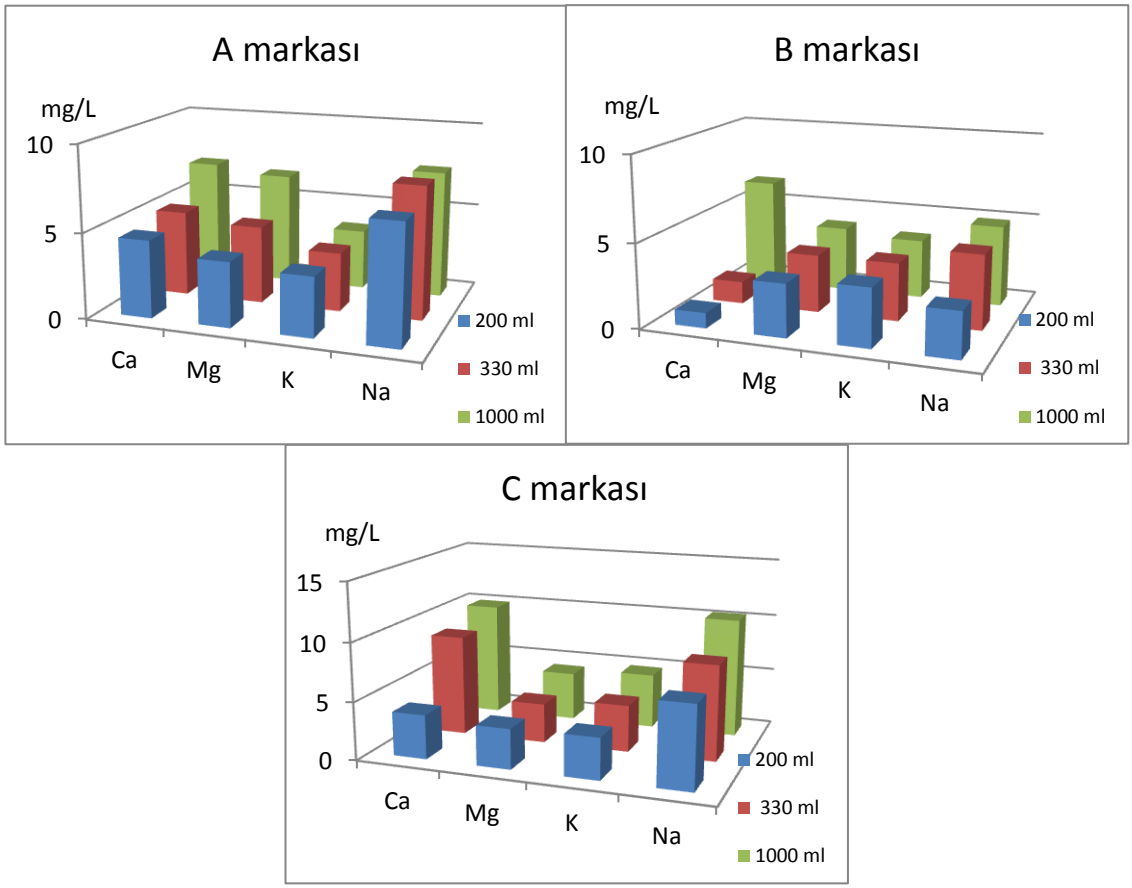
Mg analizi yapıldığında FAAS' de en yüksek miktar A markasına ait 1000 ml karton ambalajlı örnekte 6,573 mg/L bulunmuştur. En düşük sonuç 3,144 mg/L ile B markası 200 ml karton ambalajlı şeftali suyudur.



	A Markası 200 ml	A Markası 330 ml	A Markası 1000 ml	B Markası 200 ml	B Markası 330 ml	B Markası 1000 ml	C Markası 200 ml	C Markası 330 ml	C Markası 1000 ml
Ca	4,536	5,001	7,007	0,91	1,327	6,426	3,808	8,687	9,948
Mg	3,784	4,53	6,573	3,144	3,444	3,896	3,45	3,408	4,234
K	3,474	3,436	3,531	3,449	3,448	3,547	3,568	4,036	4,785
Na	6,9	7,736	7,485	2,706	4,432	4,842	7,08	8,226	10,35

Şekil 5. 11. Şeftali suyuna ait Ca, Na, K ve Mg analiz sonuçları

Meyve sularında Ca, Na, K ve Mg ile ilgili Türk Kodeksinde bir sınırlama ya da düzenleme yapılmamıştır (Türk Gıda Kodeksi, 2014).



Şekil 5. 12. Şeftali suyuna ait Ca, Na, K ve Mg analiz detaylı sonuçları

5.5. Kayısı Suyu Analizleri Bulguları

5.5.1. pH Analiz Sonuçları

Kayısı suyuna ait analiz pH sonuçları Çizelge 5.4' de gösterilmiştir. Çizelge 5.4' den elde edilen verilere göre pH değeri en düşük olan meyve suyu A markasına ait 330 ml metal ambalajlı kayısı suyudur. pH değeri en yüksek olan ise C markası, 1000 ml karton ambalajlı kayısı suyudur. pH değeri için herhangi bir standart mevzuatta yoktur.

Çizelge 5. 4. Kayısı Suyu pH analiz sonuçları

	200 ml Karton Ambalaj	**330 ml Metal Ambalaj**	**1000 ml Karton Ambalaj**
A Markası	3,44	3,42	3,51
B Markası	3,60	3.66	3,58
C Markası	3.71	3.65	3,75

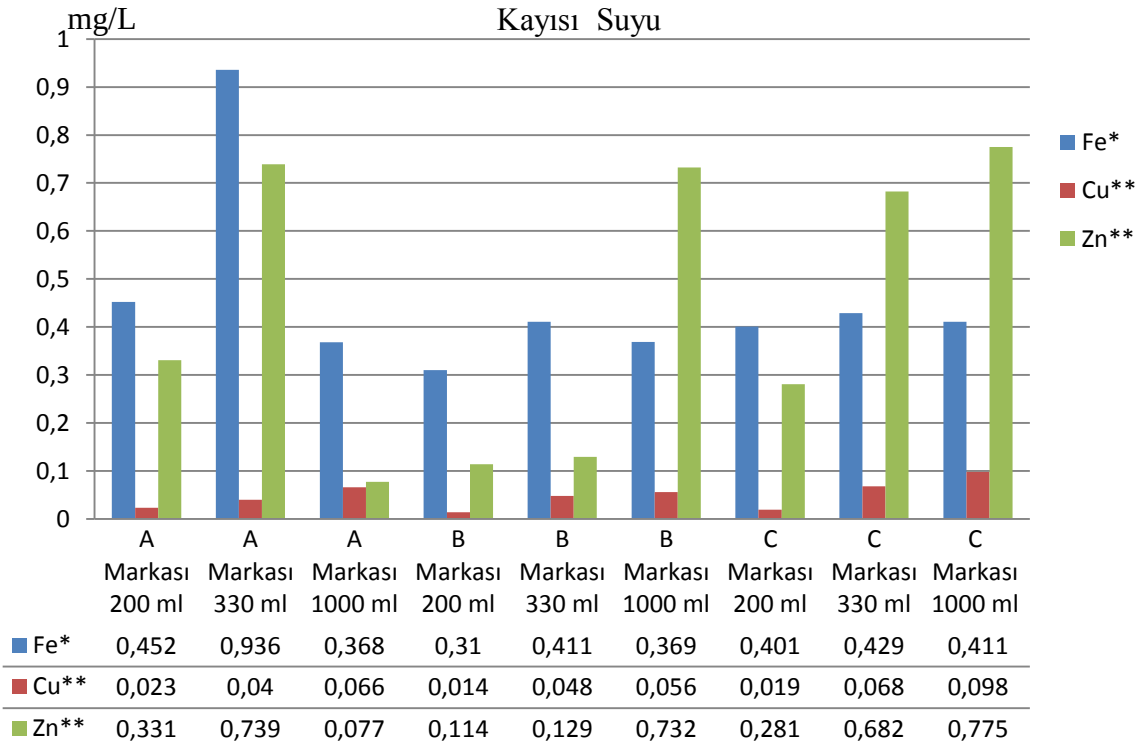
5.5.2. Fe, Cu, Zn Analiz Sonuçları

Kayısı suyu örneklerinin Fe, Cu ve Zn analiz sonuçları Şekil 5.13' de gösterilmektedir. Bu çizelgeye göre en yüksek Fe miktarı 0,936 mg/L ile A markasına ait 330 ml metal ambalajlı kayısı suyuna aittir. En düşük Fe miktarı ise 0,31 mg/L ile B markasına ait 200 ml karton ambalajlı kayısı suyuna aittir

En yüksek Cu miktarına sahip meyve suyu 0,098 mg/L ile C markasına ait 1000 ml karton ambalajlı kayısı suyudur. En düşük Cu miktarı ise B markası 200 ml karton ambalajlı kayısı suyudur. Bu örnek içerisinde 0,014 mg/L Cu tespit edilmiştir.

Zn miktarı analizlerinde en yüksek Zn miktarına sahip numune 0,775 mg/L'ye sahip C markası 1000 ml karton ambalajlı kayısı suyudur. A markası 1000 ml karton ambalajlı kayısı suyunda 0,077 mg/L Zn miktarı tespit edilmiştir ve en düşük konsantrasyona sahip örnektir.

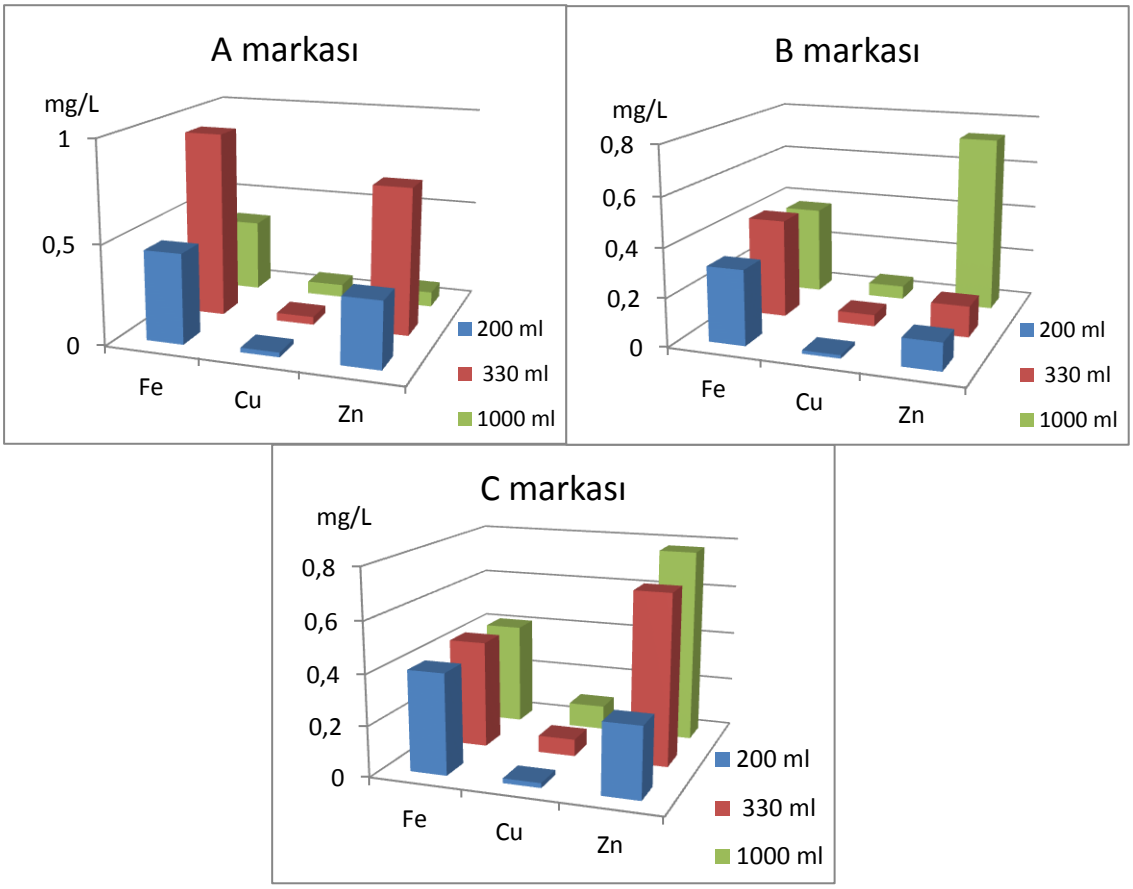
Türk Gıda Kodeksi "Gıda Maddelerinde Belirli Bulaşanların Maksimum Seviyelerinin Belirlenmesi Hakkında Tebliğ "Tebliğ No: 2002/63' e göre; FAAS ile yapılan analizler doğrultusunda meyve sularında bu tebliğin çok altında Fe, Cu ve Zn miktarı olduğu saptanmıştır.



Şekil 5. 13. Kayısı suyuna ait Fe, Cu ve Zn analiz sonuçları

* Kabul Edilebilir En Yüksek Değer 15 mg/L olmalı (Türk Gıda Kodeksi, 2002),

** Kabul Edilebilir En Yüksek Değer 5 mg/L olmalı (Türk Gıda Kodeksi, 2002).



Şekil 5. 14. Kayısı suyuna ait Fe, Cu ve Zn detaylı analiz sonuçları

5.5.3. Ca, Na, K ve Mg Analiz Sonuçları

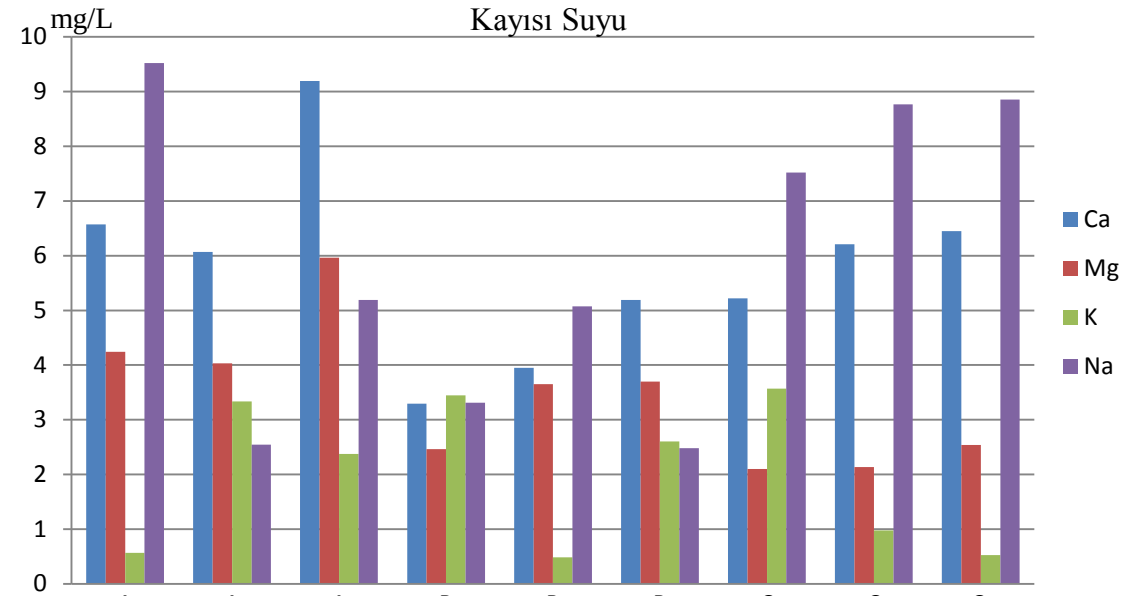
FAAS ile yapılan Ca analizinde en yüksek miktara sahip örnek 9,192 mg/L ile A markasına ait 1000 ml karton ambalajlı kayısı suyudur. En düşük Ca miktarı ise 3,295 mg/L ile B markasına ait 200 ml karton ambalajlı örnektir.

Analiz sonuçlarına göre A markasına ait 200 ml karton ambalajlı örnekte 9,520 mg/L Na saptanmıştır. En yüksek Na miktarı bu örnektedir. En düşük Na miktarı ise 2,484 mg/L ile B markasına ait 1000 ml karton ambalajlı kayısı suyu örneğidir.

Numuneler arasında en yüksek K miktarı 3,569 mg/L ile C markası 200 ml karton ambalajlı örnektedir. En düşük miktar ise 0,488 mg/L' dir ve B markası 330 ml metal ambalajlı kayısı suyu örneğidir.

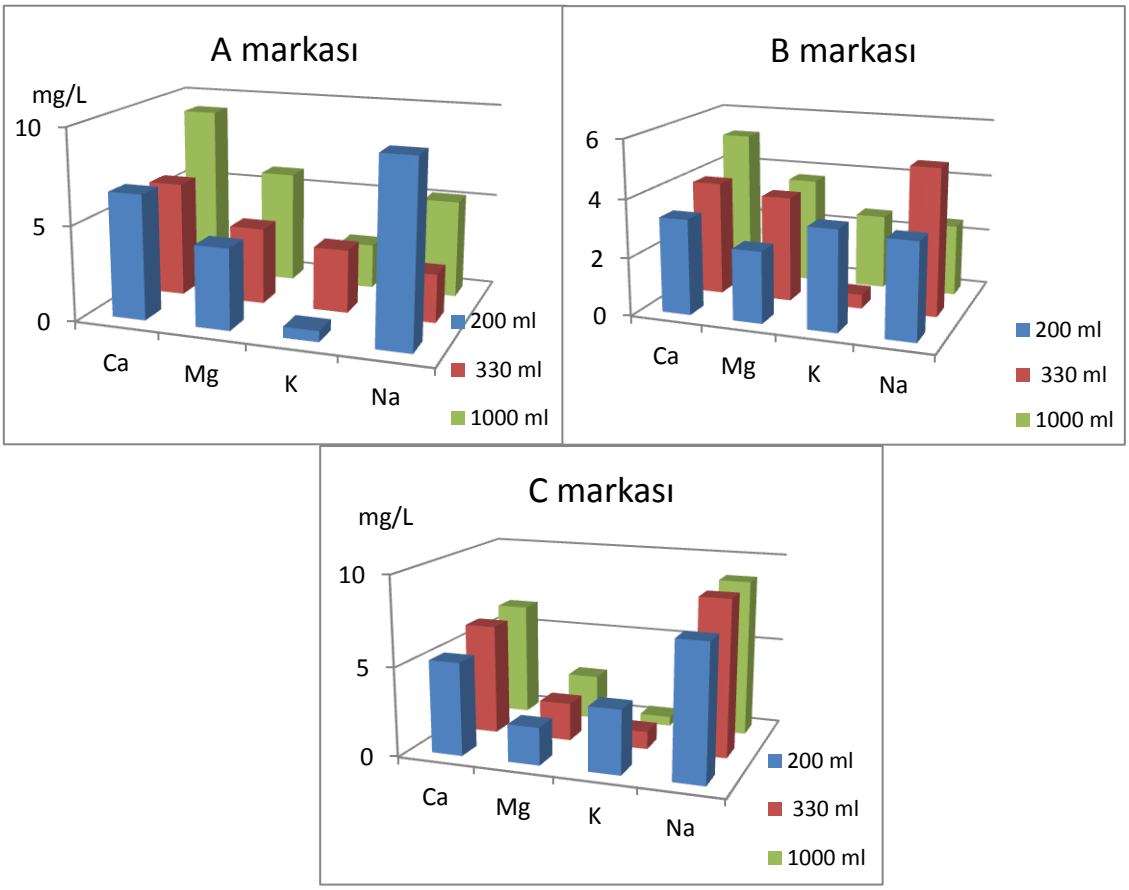
Mg analizi yapıldığında FAAS' de en yüksek miktar A markasına ait 1000 ml karton ambalajlı örnekte 5,962 mg/L bulunmuştur. En düşük sonuç 2,098 mg/L ile C markası 200 ml karton ambalajlı kayısı suyudur.

Meyve sularında Ca, Na, K ve Mg ile ilgili Türk Kodeksinde bir sınırlama ya da düzenleme yapılmamıştır. (Türk Gıda Kodeksi, 2014)



	A Markası 200 ml	A Markası 330 ml	A Markası 1000 ml	B Markası 200 ml	B Markası 330 ml	B Markası 1000 ml	C Markası 200 ml	C Markası 330 ml	C Markası 1000 ml
Ca	6,572	6,068	9,192	3,295	3,951	5,19	5,218	6,206	6,447
Mg	4,244	4,032	5,962	2,464	3,65	3,7	2,098	2,136	2,542
K	0,569	3,336	2,376	3,447	0,488	2,602	3,569	0,98	0,528
Na	9,52	2,544	5,192	3,312	5,072	2,484	7,52	8,766	8,852

Şekil 5. 15. Kayısı suyuna ait Ca, Na, K ve Mg analiz sonuçları



Şekil 5. 16. Kayısı suyuna ait Ca, Na, K ve Mg detaylı analiz sonuçları

5.6. Karışık Meyve Suyu Analizleri Bulguları

5.6.1. pH Analiz Sonuçları

Karışık meyve suyuna ait analiz pH sonuçları Çizelge 5.5' de gösterilmiştir. Çizelge 5.5' den elde edilen verilere göre pH değeri en düşük olan meyve suyu A markasına ait 200 ml karton ambalajlı karışık meyve suyudur. pH değeri en yüksek olan ise C markası, 330 ml metal ambalajlı karışık meyve suyudur. pH değeri için herhangi bir standart mevzuatta yoktur.

	200 ml Karton Ambalaj	330 ml Metal Ambalaj	1000 ml Karton Ambalaj
A Markası	2,99	3,02	3,11
B Markası	3,00	3.16	3,15
C Markası	3.41	3.45	3,35

Çizelge 5. 5. Karışık meyve Suyu pH analiz sonuçları

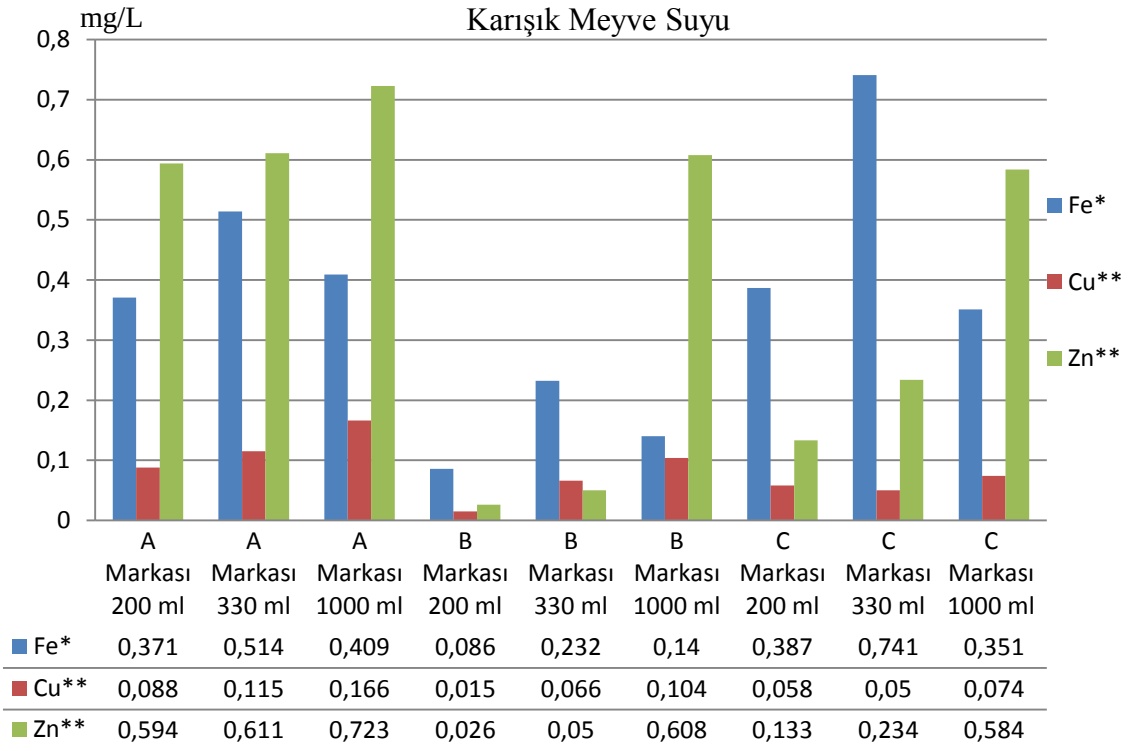
5.6.2. Fe, Cu, Zn Analiz Sonuçları

A Markasına ait karışık meyve suyu örneklerinin Fe, Cu ve Zn analiz sonuçları Şekil 5.17' de gösterilmektedir. Buna göre en yüksek Fe miktarı 0,741 mg/L ile C markasına ait 330 ml metal ambalajlı karışık meyve suyuna aittir. En düşük Fe miktarı ise 0,086 mg/L ile gene B markasına ait 200 ml karton ambalajlı karışık meyve suyuna aittir

En yüksek Cu miktarına sahip meyve suyu 0,166 mg/L ile A markasına ait 1000 ml karton ambalajlı karışık meyve suyudur. En düşük Cu miktarı ise B markası 200 ml karton ambalajlı karışık meyve suyudur. Bu örnek içerisinde 0,015 mg/L Cu tespit edilmiştir.

Zn miktarı analizlerinde en yüksek Zn miktarına sahip numune 0,723 mg/L'ye sahip A markası 1000 ml karton ambalajlı karışık meyve suyudur. B markası 200 ml metal ambalajlı karışık meyve suyunda 0,026 mg/L Zn miktarı tespit edilmiştir en düşük konsantrasyon olarak.

Türk Gıda Kodeksi "Gıda Maddelerinde Belirli Bulaşanların Maksimum Seviyelerinin Belirlenmesi Hakkında Tebliğ "Tebliğ No: 2002/63' e göre; FAAS ile yapılan analizler doğrultusunda meyve sularında bu tebliğin çok altında Fe, Cu ve Zn miktarı olduğu saptanmıştır.

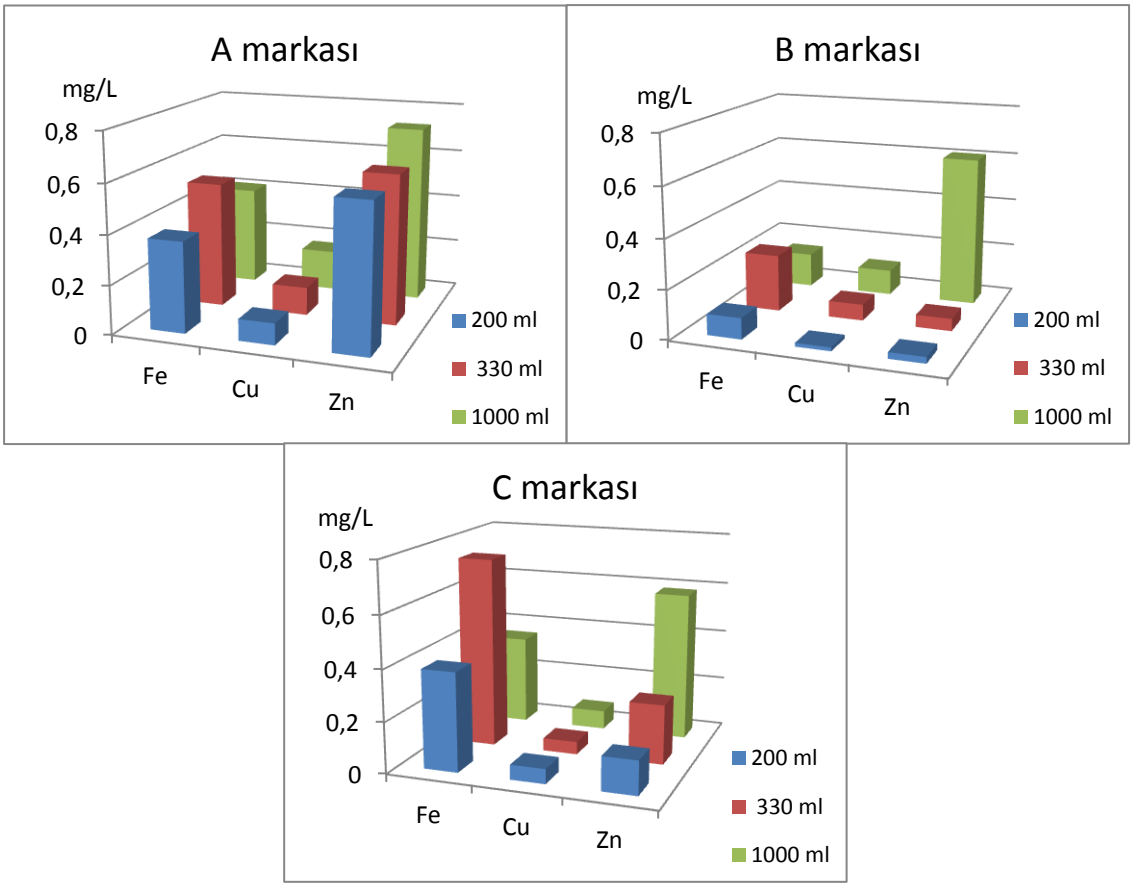


	A Markası 200 ml	A Markası 330 ml	A Markası 1000 ml	B Markası 200 ml	B Markası 330 ml	B Markası 1000 ml	C Markası 200 ml	C Markası 330 ml	C Markası 1000 ml
Fe*	0,371	0,514	0,409	0,086	0,232	0,14	0,387	0,741	0,351
Cu**	0,088	0,115	0,166	0,015	0,066	0,104	0,058	0,05	0,074
Zn**	0,594	0,611	0,723	0,026	0,05	0,608	0,133	0,234	0,584

Şekil 5. 17. Karışık meyve suyuna ait Fe, Cu ve Zn analiz sonuçları.

* Kabul Edilebilir En Yüksek Değer 15 mg/L olmalı (Türk Gıda Kodeksi, 2002),

** Kabul Edilebilir En Yüksek Değer 5 mg/L olmalı (Türk Gıda Kodeksi, 2002).



Şekil 5. 18. Karışık meyve suyuna ait Fe, Cu ve Zn detaylı analiz sonuçları.

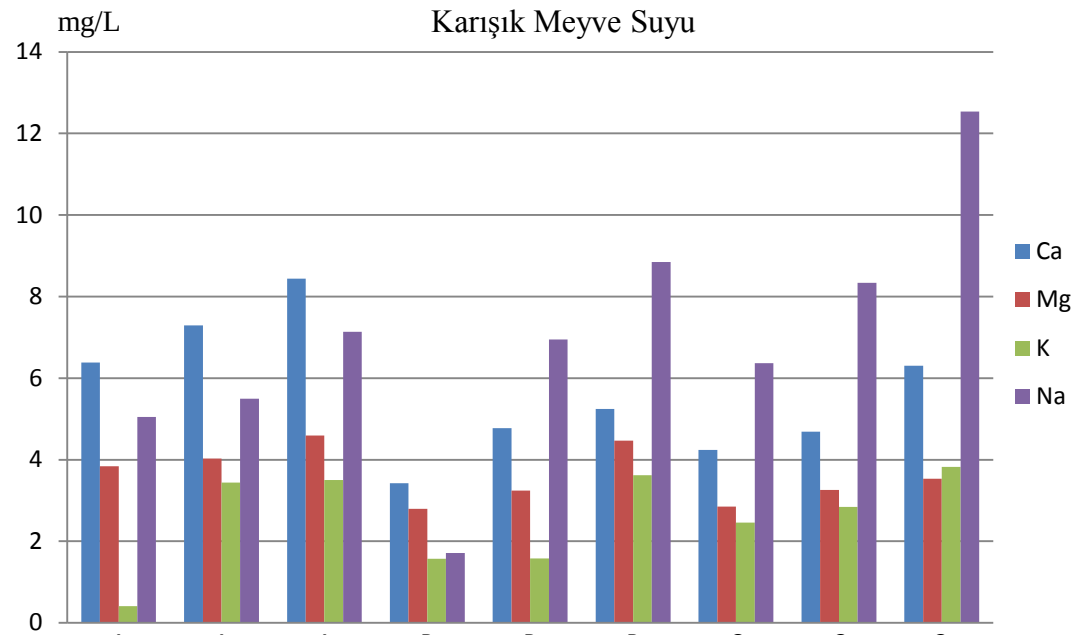
5.6.3. Ca, Na, K ve Mg Analiz Sonuçları

FAAS ile yapılan Ca analizinde en yüksek miktara sahip örnek 8,437mg/L ile A markasına ait 1000 ml karton ambalajlı karışık meyve suyudur. En düşük Ca miktarı ise 3,42 mg/L ile B markasına ait 200 ml karton ambalajlı örnektir.

Analiz sonuçlarına göre B markasına ait 200 ml karton ambalajlı örnekte 1,710 mg/L Na saptanmıştır. En düşük Na miktarı bu örnektedir. En yüksek Na miktarı ise 12,534 mg/L ile C markasına ait 1000 ml karton ambalajlı karışık meyve suyu örneğidir.

Numuneler arasında en yüksek K miktarı 3,825 mg/L ile C markası 1000 ml karton ambalajlı örnektedir. En düşük miktar ise 0,412 mg/L' dir ve A markası 200 ml karton ambalajlı karışık meyve suyu örneğidir.

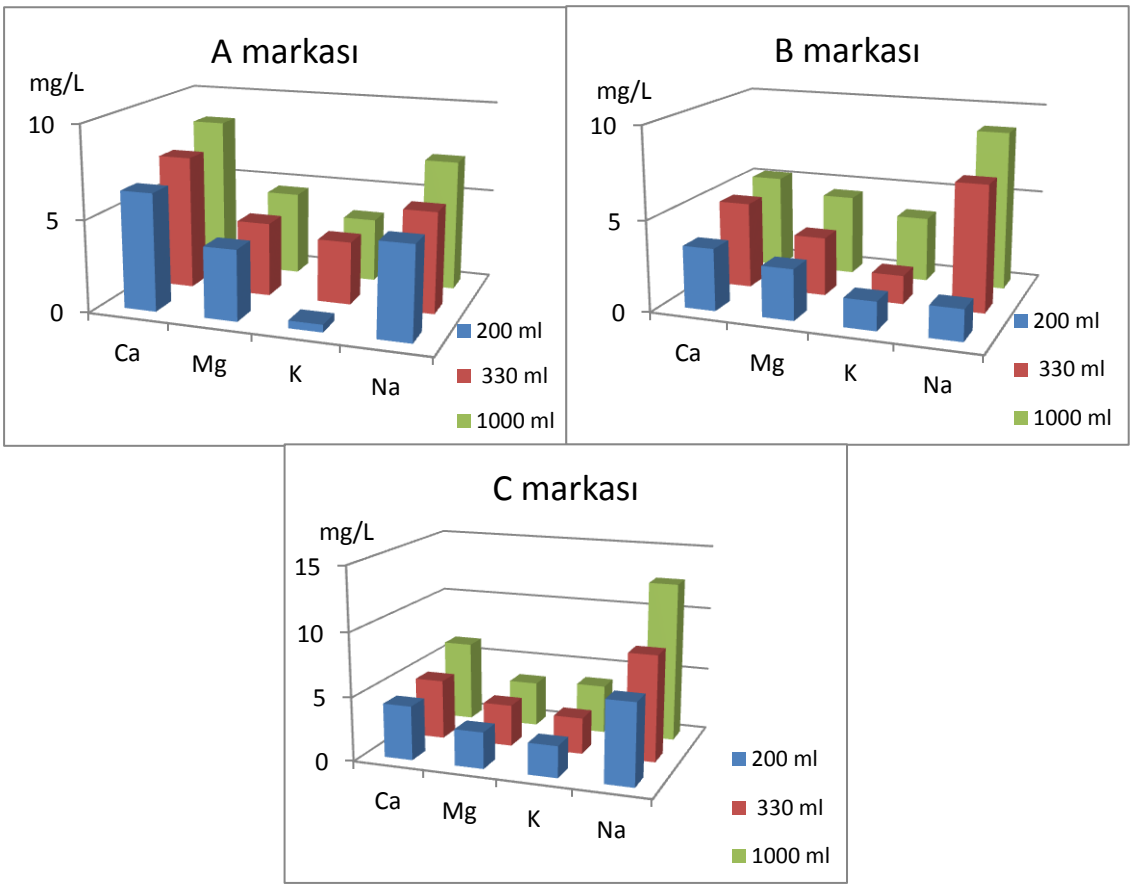
Mg analizi yapıldığında FAAS' de en yüksek miktar A markasına ait 1000 ml karton ambalajlı örnekte 4,593 mg/L bulunmuştur. En düşük sonuç 2,792 mg/L ile B markası 200 ml karton ambalajlı karışık meyve suyudur.



	A Markası 200 ml	A Markası 330 ml	A Markası 1000 ml	B Markası 200 ml	B Markası 330 ml	B Markası 1000 ml	C Markası 200 ml	C Markası 330 ml	C Markası 1000 ml
Ca	6,38	7,292	8,437	3,42	4,77	5,245	4,241	4,684	6,305
Mg	3,84	4,024	4,593	2,792	3,24	4,47	2,85	3,262	3,53
K	0,412	3,436	3,505	1,573	1,578	3,623	2,457	2,841	3,825
Na	5,048	5,492	7,134	1,71	6,952	8,844	6,366	8,337	12,534

Şekil 5. 19. Karışık meyve suyuna ait Ca, Na, K ve Mg analiz sonuçları

Meyve sularında Ca, Na, K ve Mg ile ilgili Türk Kodeksinde bir sınırlama ya da düzenleme yapılmamıştır. (Türk Gıda Kodeksi, 2014)



Şekil 5. 20. Karışık meyve suyuna ait Ca, Na, K ve Mg detaylı analiz sonuçları

5.7. Meyve Sularında Toplam Eser Element Konsantrasyonları

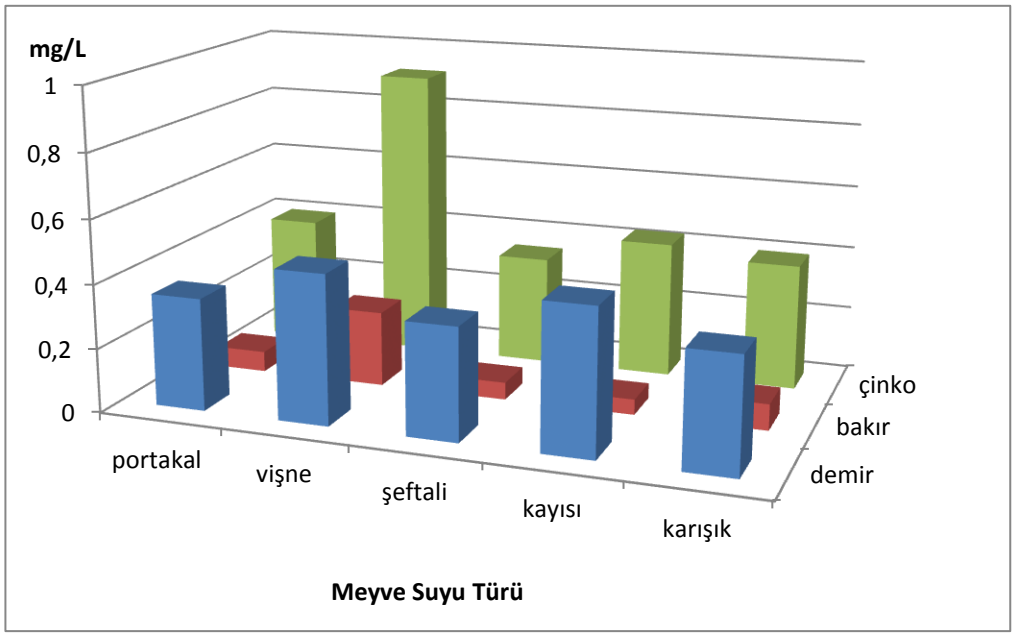
Meyve sularındaki toplam eser element konsantrasyonları incelendiğinde en yüksek miktarda demir içeren numune vişne suyuna aittir ve içerisinde 0,468 mg/L ±0,140 Fe bulunmaktadır. En düşük ise demir miktarı ise 0,351 mg/L ±0,229 ve şeftali suyudur. Sıralama ise Vişne >Kayısı >Karışık >Portakal >Şeftali şeklindedir içerdikleri Fe bakımından değerlendirildikleri zaman.

En yüksek miktarda bakır içeren numune 0,236 mg/L ±0,362 vişne suyuna aittir. En düşük ise bakır miktarı ise 0,048 mg/L ±0,027 ve kayısı meyve suyudur. İçerdikleri bakır bakımından meyve suları değerlendirildiklerinde sıralama Vişne >Karışık >Portakal >Şeftali>Kayısı şeklindedir.

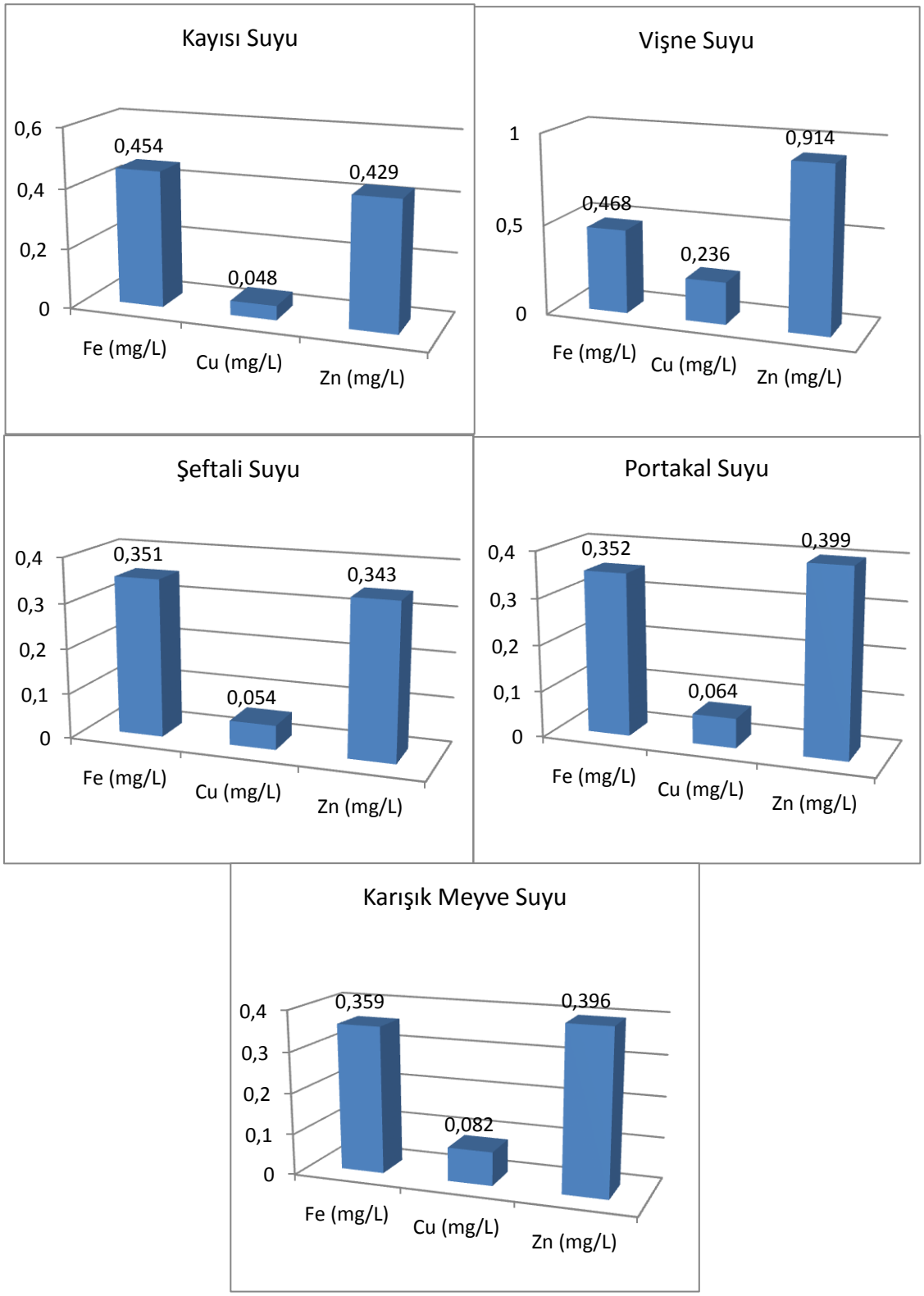
En yüksek miktarda çinko içeren numune 0,914 mg/L ±0,540 ile vişne suyuna aittir. En düşük çinko miktarı ise 0,343 mg/L ±0,350 ile şeftali suyudur. İçerdikleri Zn bakımından meyve suları değerlendirildiklerinde sıralama Vişne>Kayısı> Portakal > Karışık >Şeftali şeklindedir.

Çizelge 5. 6. Meyve sularının toplam eser element içerikleri

Meyve Suyu	Fe (mg/L)	Cu (mg/L)	Zn (mg/L)
Portakal	0,352 ±0,093	0,064±0,039	0,399±0,322
Vişne	0,468±0,140	0,236±0,362	0,914±0,540
Şeftali	0,351±0,229	0,054±0,026	0,343±0,350
Kayısı	0,454±0,185	0,048±0,027	0,429±0,299
Karışık	0,359±0,198	0,082±0,043	0,396±0,279



Şekil 5. 21. Meyve sularının toplam eser element içerikleri



Şekil 5. 22. Meyve sularının toplam eser element içeriklerinin detayları

Krejpcio, Sionkowski, & Bartela (2005), çalışmasında Bakır miktarını portakal suyunda ortalama 0,245 mg/L, Çinko miktarını portakal suyunda ortalama 1.177 mg/L bulmuştur.

DEMİR (1994), Meyve sularının Demir içeriği açısında en yüksek miktar 12,11 mg/L ile vişne suyunun, 8,30 mg/L ile portakal suyunun ise en düşük demir miktarı içerdiği bulunmuştur.

BENGÜ (2014), meyve sularında çinko miktarını 0,65ppm ve demir miktarlarını ortalama 0,86 ppm olarak tespit edilmiştir.

Tüfekci & Fenercioğlu (2010), Türkiye'de Üretilen Bazı Ticari Meyve Sularının Bakır miktarının 0,256-0,362 mg/L aralığında, çinko 0,336- 2,328 mg/L aralığında, demir ise 0,629- 1,006 mg/L aralığında değişmiştir.

FARID & ENANI (2010), çalışmasında Portakal suyundaki Zn, Fe, Cu, ppb cinsinden ortalama konsantrasyon değerleri sırasıyla: (894,80 ± 45,21); (361,27 ± 24,11); (500,00 ± 38,88) şeklinde olduğunu saptamıştır.

Analiz edilen meyve sularındaki toplam kalsiyum konsantrasyonları incelendiğinde en yüksek miktarda kalsiyum içeren numune kayısı meyve suyuna aittir ve içerisinde 5,793 mg/L ±1,702 Ca bulunmaktadır. En düşük kalsiyum miktarı ise 4,271±1,521 ve vişne suyudur. Ca bakımından değerlendirildikleri zaman sıralama ise Kayısı>Karışık>Şeftali>Portakal>Vişne şeklindedir.

En yüksek miktarda magnezyum içeren numune 4,051±1,042 ile şeftali suyuna aittir. En düşük ise magnezyum miktarı ise 3,296±1,504 ve vişne suyudur. İçerdikleri magnezyum bakımından meyve suları değerlendirildiklerinde sıralama Şeftali>Portakal>Karışık>Kayısı>Vişne şeklindedir.

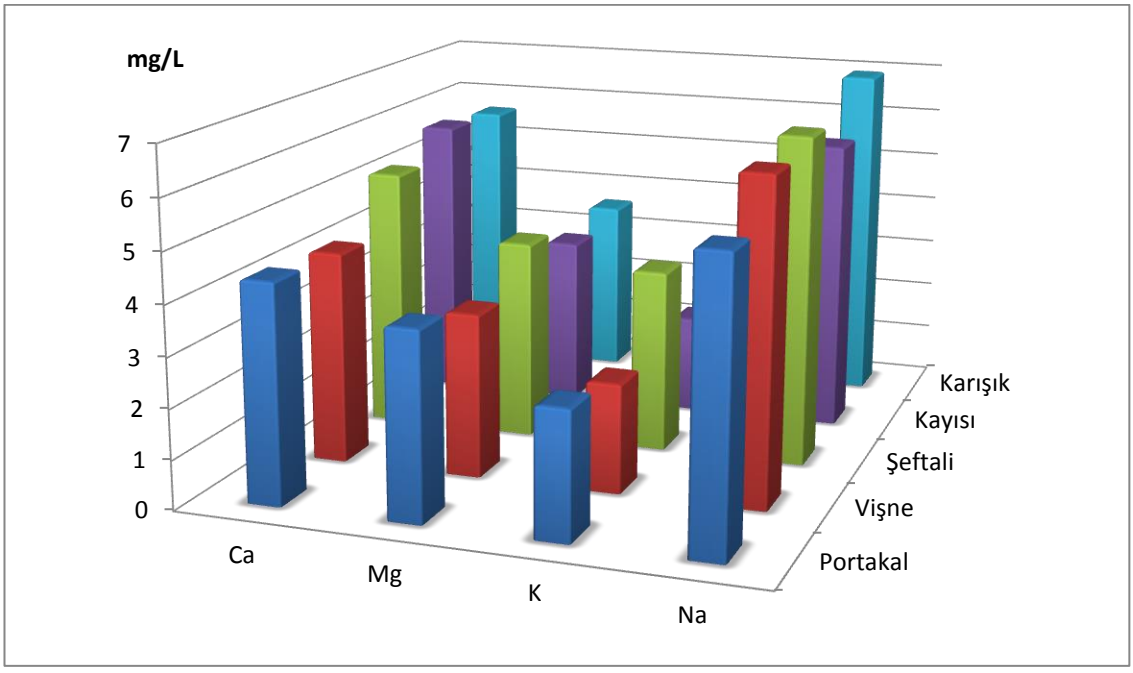
En yüksek miktarda potasyum içeren numune 3,697 mg/L ±0,448 ile şeftali suyuna aittir. En düşük potasyum miktarı ise 1,988±1,341'dır ve kayısı suyudur. İçerdikleri postasyum bakımından meyve suları değerlendirildikleri zaman şu sıralama ortaya çıkmıştı: Şeftali>Karışık>Portakal>Vişne>Kayısı.

En yüksek miktarda sodyum içeren numune 6,935 ± 2,964 ile karışık meyve suyuna aittir. En düşük ise sodyum miktarı ise 5,682 ± 1,797 ve portakal suyudur.

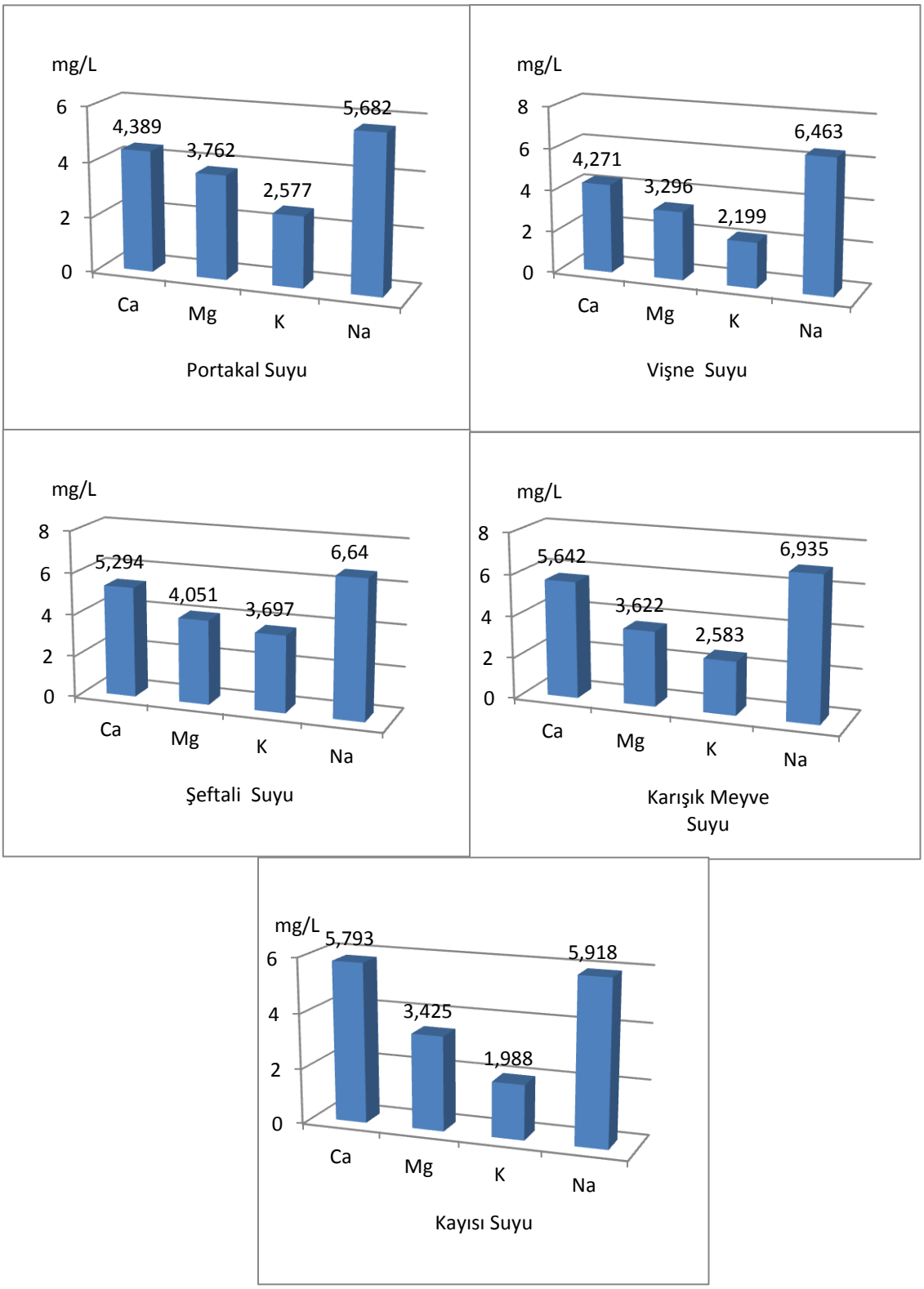
İçerdikleri Na bakımından meyve suları değerlendirildiklerinde sıralama Karışık>Şeftali>Vişne>Kayısı>Portakal şeklindedir.

Çizelge 5. 7. Meyve sularının toplam mineral madde içerikleri

Meyve Suyu	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	K (mg/L)	Na (mg/L)
Portakal	4,389±1,878	3,762±1,390	2,577±1,023	5,682±1,797
Vişne	4,271±1,521	3,296±1,504	2,199±0,887	6,463±1,719
Şeftali	5,294±3,066	4,051±1,042	3,697±0,448	6,640±2,292
Kayısı	5,793±1,702	3,425±1,261	1,988±1,341	5,918±2,817
Karışık	5,642±1,591	3,622±0,656	2,583±1,174	6,935±2,964



Şekil 5. 23. Meyve sularının toplam mineral madde içerikleri

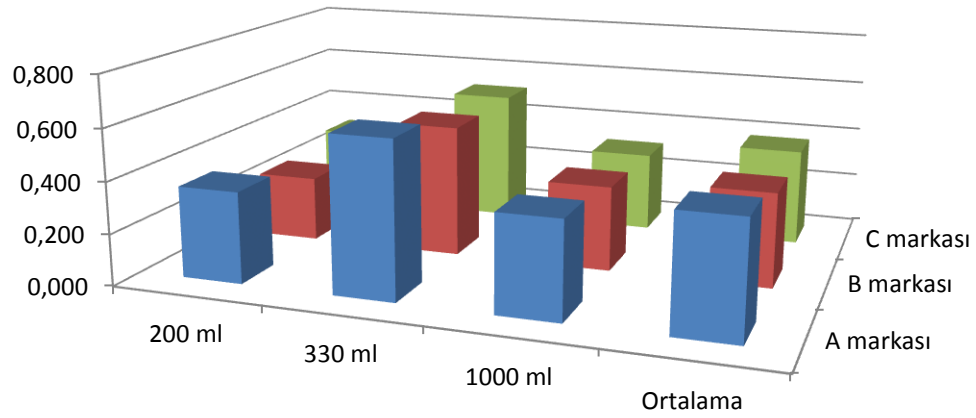


Şekil 5. 24. Meyve sularının toplam mineral madde içerikleri detayları

5.8. Demir Analizi Sonuçları

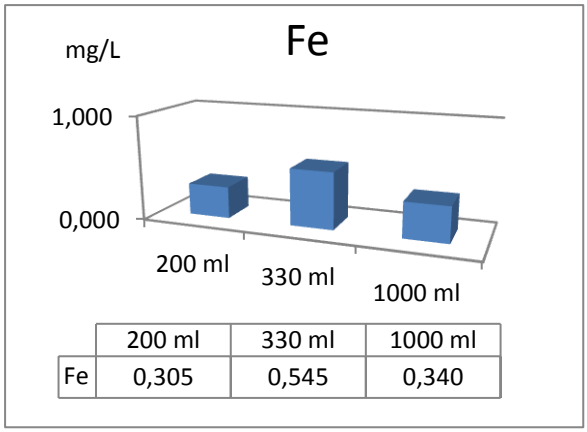
Yapılan analiz sonuçlarına göre toplamda en yüksek Demir konsantrasyonuna sahip meyve suyu 0,446 mg/L ile A markası, ardından 0,379 mg/L ile C markası ve en düşük konsantrasyon 0,366 mg/L ile B markasıdır.

Ambalaj türü göz önüne alındığında her üç markanın metal ambalajlı meyve sularında diğer karton ambalajlı meyve suyu örneklerine göre daha yüksek miktarda Demir bulunmuştur. Bu durumda ambalajlama türüne göre teneke ambalajlı meyve suyu örneklerinde ambalajdan meyve suyuna bir geçiş olabileceği düşünülmüştür. Ayrıca karton ambalajlı meyve suyu örnekleri hacimlerine göre karşılaştırıldığında 1000 ml ambalajlı örneklerde 200 ml ambalajlı örneklere göre daha yüksek demir konsantrasyonu görülmüştür. Bu durumda hacim miktarı ile meyve suyu içerisindeki Demir konsantrasyonu arasında ilişki olduğu söylenebilir.



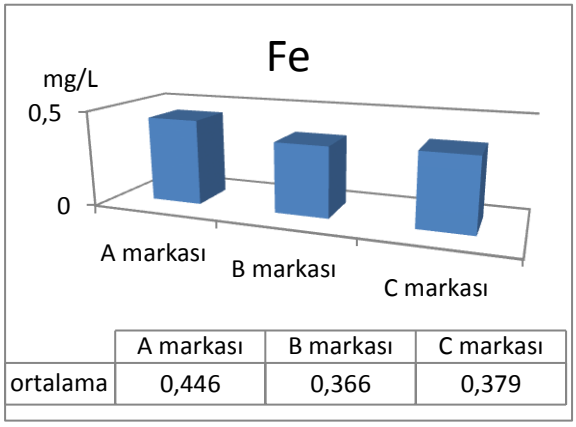
	200 ml	330 ml	1000 ml	Ortalama
A markası	0,355	0,606	0,377	0,446
B markası	0,254	0,513	0,331	0,366
C markası	0,307	0,517	0,313	0,379

Şekil 5. 25. Meyve sularının toplam Demir içerikleri



	200 ml	330 ml	1000 ml
Fe	0,305	0,545	0,340

Şekil 5. 26. Hacim ile meyve suyundaki toplam Demir konsantasyonu ilişkisi



	A markası	B markası	C markası
ortalama	0,446	0,366	0,379

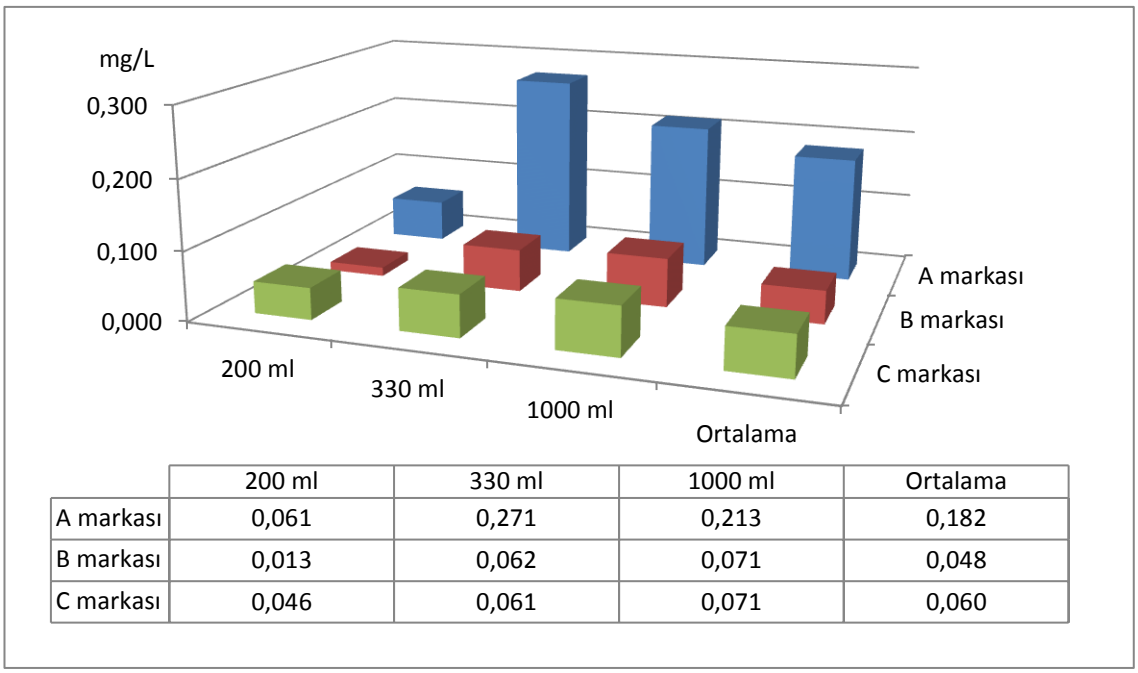
Şekil 5. 27. Markalara göre toplam Demir konsantrasyonu

5.9. Bakır Analizi Sonuçları

Yapılan analiz sonuçlarına göre toplamda en yüksek Bakır konsantrasyonuna sahip meyve suyu 0,182 mg/L ile A markası, ardından 0,060 mg/L ile C markası ve en düşük konsantrasyon 0,048 mg/L ile B markasıdır.

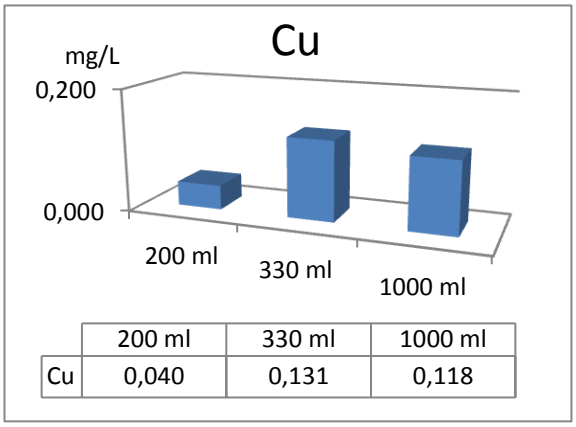
Ambalaj türü göz önüne alındığında metal ambalajlı meyve sularında toplamda diğer karton ambalajlı meyve suyu örneklerine göre daha yüksek miktarda bakır bulunmuştur. Bu durumda ambalajlama türüne göre metal ambalajlı meyve suyu örneklerinde ambalajdan meyve suyuna bir geçiş olabileceği düşünülmüştür. Ayrıca karton ambalajlı meyve suyu örnekleri hacimlerine göre karşılaştırıldığında 200 ml ambalajlı örneklerde, 1000 ml ambalajlı örneklere göre daha düşük bakır

konsantrasyonu görülmüştür Bu durumda hacim miktarı ile meyve suyu içerisindeki bakır konsantrasyonu arasında ilişki olduğu söylenebilir.



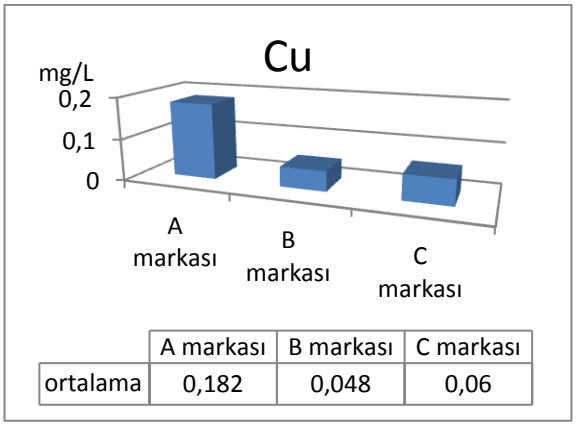
	200 ml	330 ml	1000 ml	Ortalama
A markası	0,061	0,271	0,213	0,182
B markası	0,013	0,062	0,071	0,048
C markası	0,046	0,061	0,071	0,060

Şekil 5. 28. Meyve sularının toplam Bakır içerikleri



	200 ml	330 ml	1000 ml
Cu	0,040	0,131	0,118

Şekil 5. 29. Hacim ile meyve suyundaki toplam Bakır konsantasyonu ilişkisi



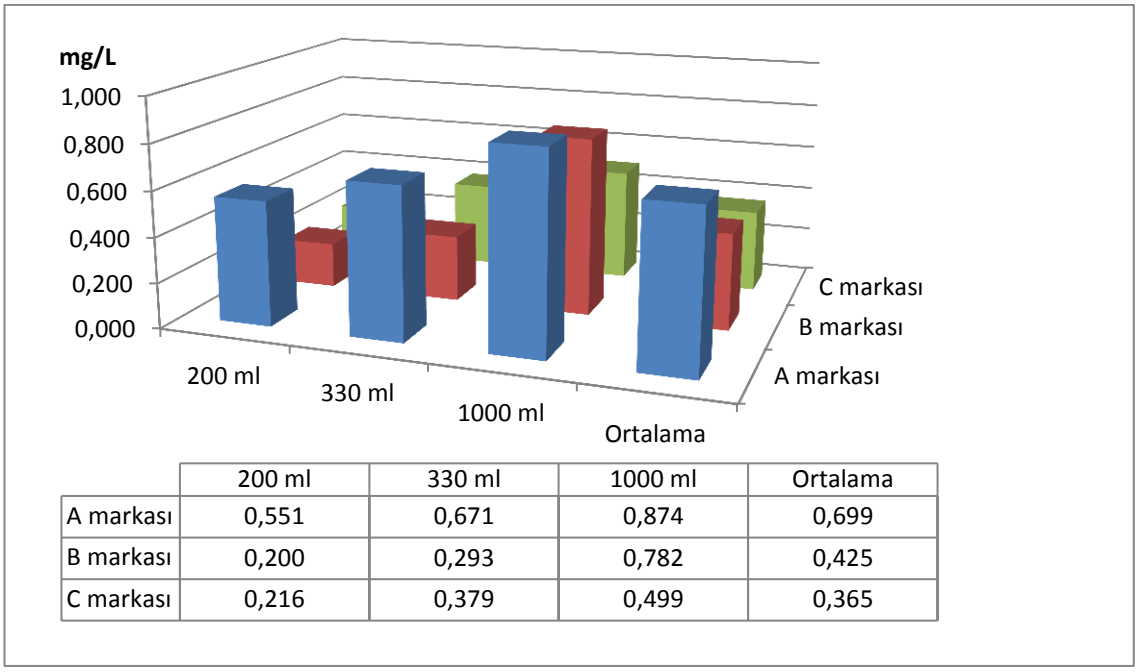
	A markası	B markası	C markası
ortalama	0,182	0,048	0,06

Şekil 5. 30. Markalara göre toplam Bakır konsantrasyonu

5.10. Çinko Analizi Sonuçları

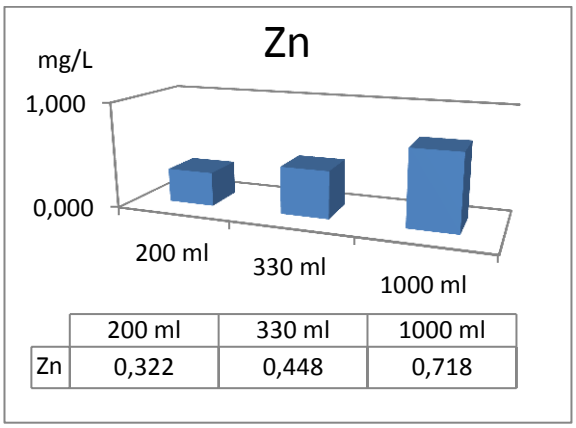
Yapılan analiz sonuçlarına göre toplamda en yüksek Çinko konsantrasyonuna sahip meyve suyu 0,699 mg/L ile A markası, ardından 0,425 mg/L ile B markası ve en düşük konsantrasyon 0,365 mg/L ile C markasıdır.

Ambalaj türü göz önüne alındığında metal ambalajlı meyve suları ile karton ambalajlı meyve suyu örnekleri arasında ilişki bulunamamıştır. Bu durumda ambalajlama türüne göre metal ambalajlı meyve suyu örneklerinde ambalajdan meyve suyuna bir geçiş olabileceği söylenemez. Ayrıca karton ve metal ambalajlı meyve suyu örnekleri hacimlerine göre karşılaştırıldığında 1000 ml>330 ml >200 ml şeklindendir. Bu durumda hacim miktarı arttıkça meyve suyu içerisindeki çinko konsantrasyonunda artış olduğu söylenebilir.



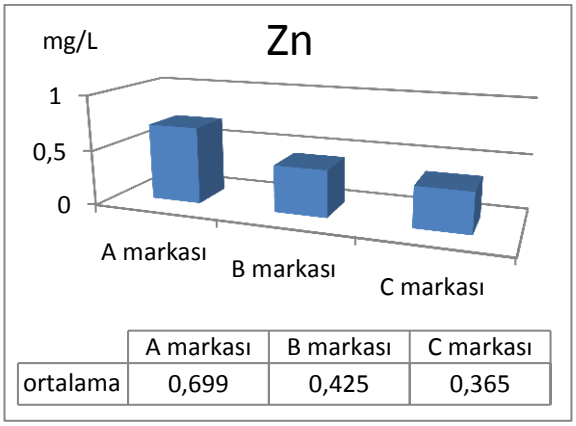
	200 ml	330 ml	1000 ml	Ortalama
A markası	0,551	0,671	0,874	0,699
B markası	0,200	0,293	0,782	0,425
C markası	0,216	0,379	0,499	0,365

Şekil 5. 31. Meyve sularının toplam Çinko içerikleri



	200 ml	330 ml	1000 ml
Zn	0,322	0,448	0,718

Şekil 5. 32. Hacim ile meyve suyundaki toplam Çinko konsantasyonu ilişkisi



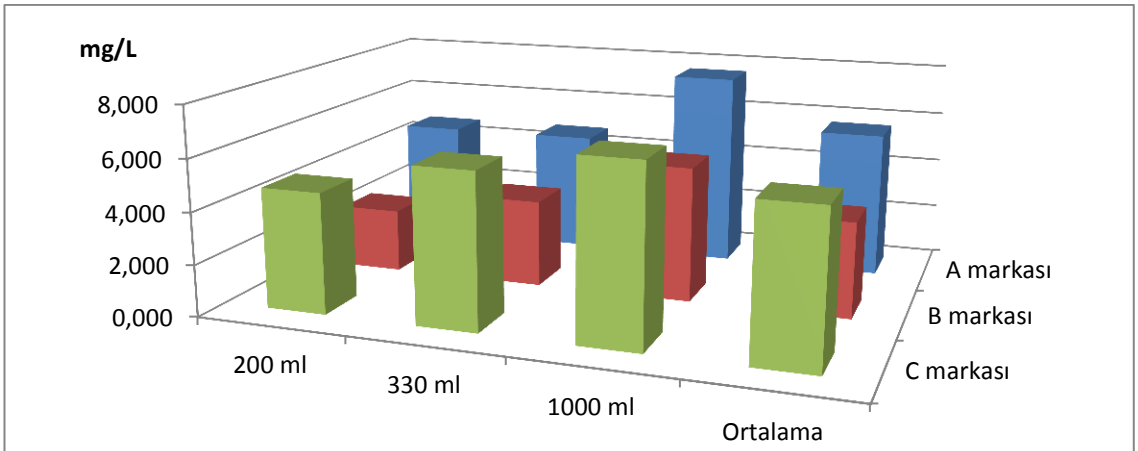
	A markası	B markası	C markası
ortalama	0,699	0,425	0,365

Şekil 5. 33 Markalara göre toplam Çinko konsantrasyonu

5.11. Kalsiyum Analizleri

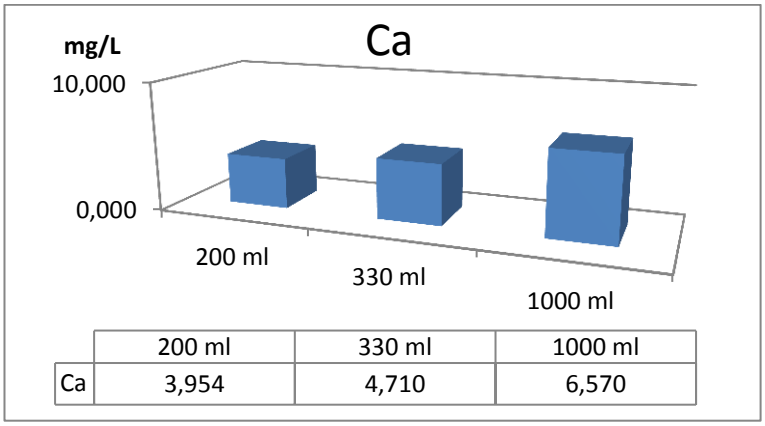
Yapılan analiz sonuçlarına göre toplamda en yüksek Kalsiyum konsantrasyonuna sahip meyve suyu 5,843 mg/L ile C markası, ardından 5,694 mg/L ile A markası ve en düşük konsantrasyon 3,697 mg/L ile B markasıdır.

Ambalaj türü göz önüne alındığında metal ambalajlı meyve suları ile karton ambalajlı meyve suyu örnekleri arasında ilişki bulunamamıştır. Bu durumda ambalajlama türüne göre metal ambalajlı meyve suyu örneklerinde ambalajdan meyve suyuna bir geçiş olabileceği söylenemez. Ayrıca karton ve metal ambalajlı meyve suyu örnekleri hacimlerine göre karşılaştırıldığında1000 ml>330 ml>200 ml şeklindendir. Bu durumda hacim miktarı arttıkça meyve suyu içerisindeki kalsiyum konsantrasyonunda artış olduğu söylenebilir.



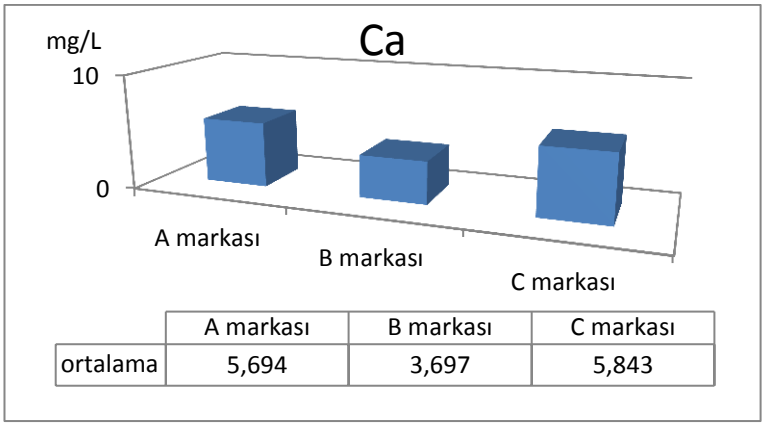
	200 ml	330 ml	1000 ml	Ortalama
A markası	4,717	4,741	7,623	5,694
B markası	2,471	3,390	5,231	3,697
C markası	4,673	5,998	6,856	5,843

Şekil 5. 34. Meyve sularının Kalsiyum içerikleri



	200 ml	330 ml	1000 ml
Ca	3,954	4,710	6,570

Şekil 5. 35. Hacim ile meyve suyundaki toplam Kalsiyum konsantasyonu ilişkisi



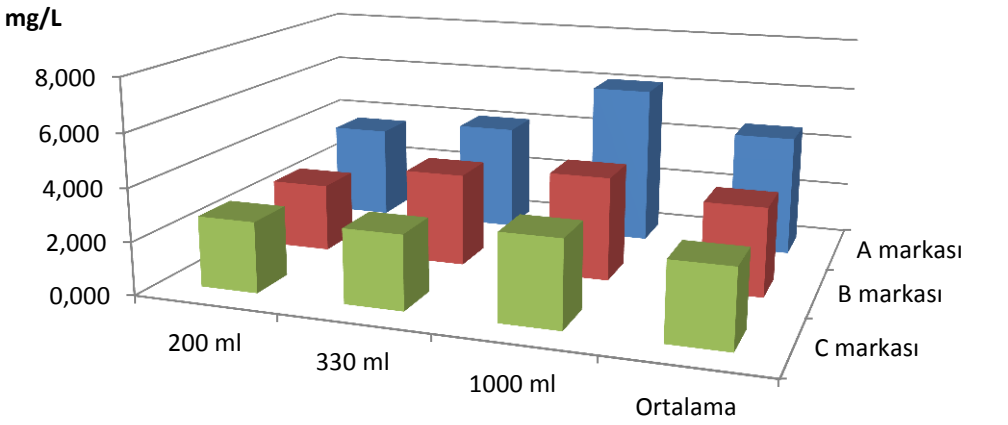
	A markası	B markası	C markası
ortalama	5,694	3,697	5,843

Şekil 5. 36. Markalara göre toplam Kalsiyum konsantrasyonu

5.12. Magnezyum Analizleri

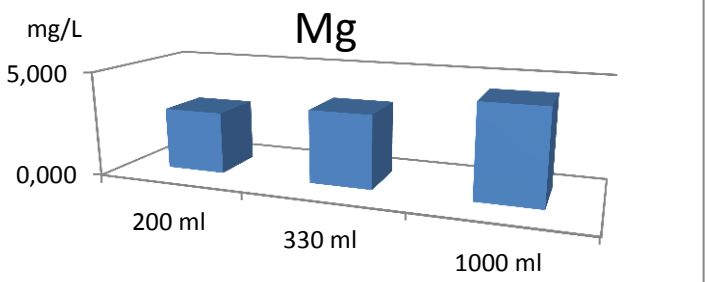
Yapılan analiz sonuçlarına göre toplamda en yüksek Magnezyum konsantrasyonuna sahip meyve suyu 4,620 mg/L ile A markası, ardından 3,356 mg/L ile B markası ve en düşük konsantrasyon 2.918 mg/L ile C markasıdır.

Ambalaj türü göz önüne alındığında metal ambalajlı meyve suları ile karton ambalajlı meyve suyu örnekleri arasında ilişki bulunamamıştır. Bu durumda ambalajlama türüne göre metal ambalajlı meyve suyu örneklerinde ambalajdan meyve suyuna bir geçiş olabileceği söylenemez. Ayrıca karton ve metal ambalajlı meyve suyu örnekleri hacimlerine göre karşılaştırıldığında 1000 ml >330 ml >200 ml şeklindendir. Bu durumda hacim miktarı arttıkça meyve suyu içerisindeki magnezyum konsantrasyonunda artış olduğu söylenebilir.



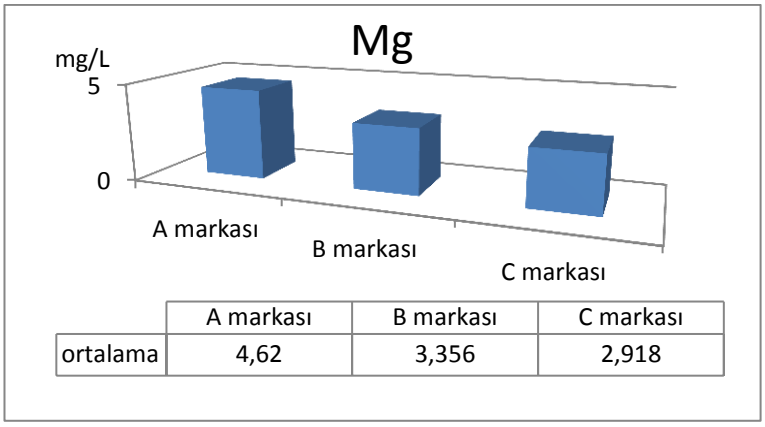
	200 ml	330 ml	1000 ml	Ortalama
A markası	3,629	4,126	6,106	4,620
B markası	2,606	3,529	3,932	3,356
C markası	2,682	2,808	3,264	2,918

Şekil 5. 37 Meyve sularının toplam Magnezyum içerikleri



	200 ml	330 ml	1000 ml
Mg	2,972	3,488	4,434

Şekil 5. 38 Hacim ile meyve suyundaki toplam Magnezyum konsantasyonu ilişkisi



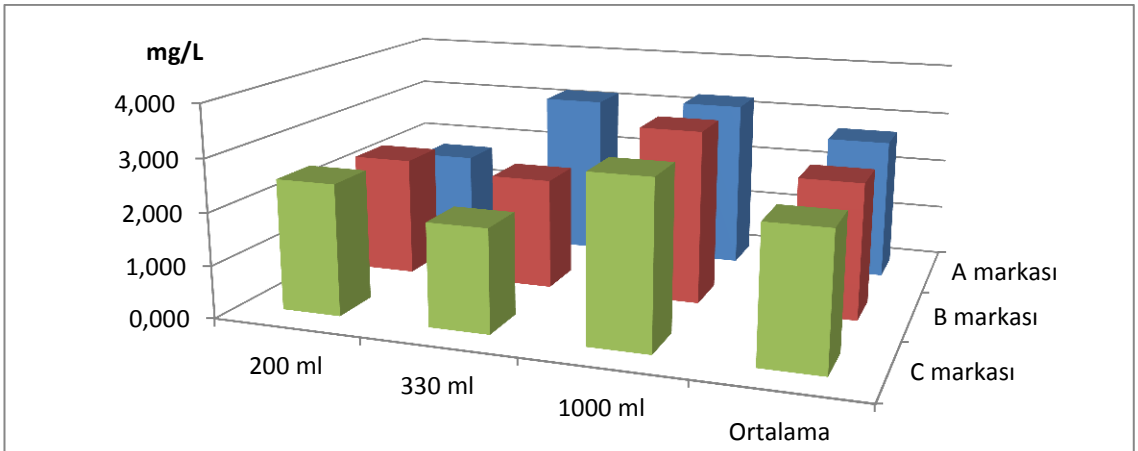
	A markası	B markası	C markası
ortalama	4,62	3,356	2,918

Şekil 5. 39 Markalara göre toplam Magnezyum konsantrasyonu

5.13.Potasyum Analizleri

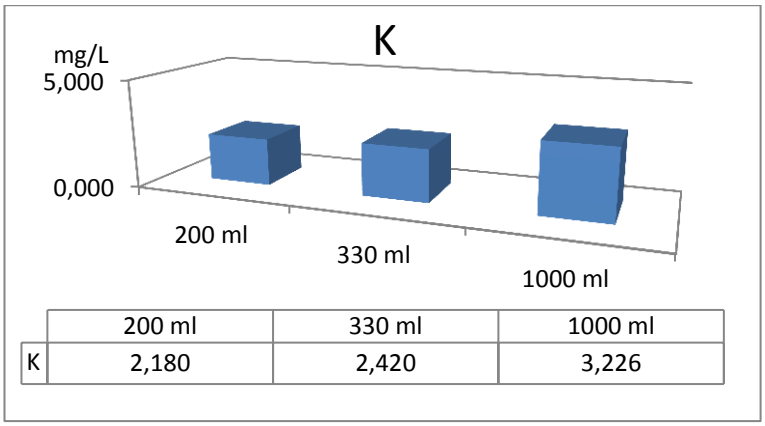
Yapılan analiz sonuçlarına göre toplamda en yüksek Potasyum konsantrasyonuna sahip meyve suyu 2.719 mg/L ile A markası, ardından 2,581 mg/L ile B markası ve en düşük konsantrasyon 2.527 mg/L ile C markasıdır.

Ambalaj türü göz önüne alındığında metal ambalajlı meyve suları ile karton ambalajlı meyve suyu örnekleri arasında ilişki bulunamamıştır. Bu durumda ambalajlama türüne göre metal ambalajlı meyve suyu örneklerinde ambalajdan meyve suyuna bir geçiş olabileceği söylenemez. Ayrıca karton ve metal ambalajlı meyve suyu örnekleri hacimlerine göre karşılaştırıldığında 1000 ml >330 ml >200 ml şeklindendir. Bu durumda hacim miktarı arttıkça meyve suyu içerisindeki potasyum konsantrasyonunda artış olduğu söylenebilir.



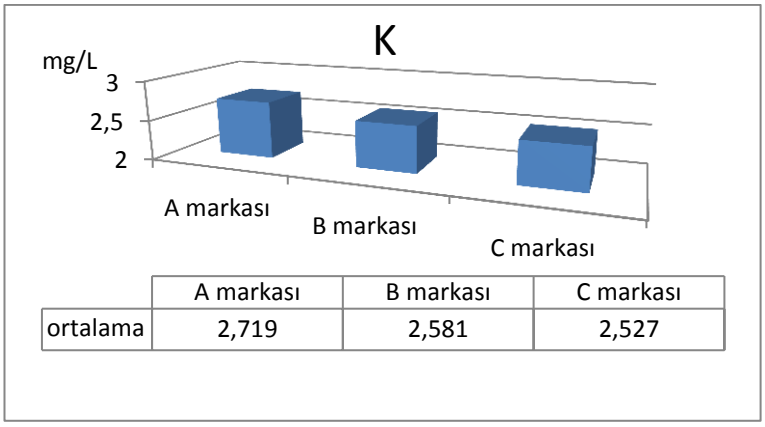
	200 ml	330 ml	1000 ml	Ortalama
A markası	1,740	3,165	3,252	2,719
B markası	2,301	2,136	3,307	2,581
C markası	2,500	1,960	3,119	2,527

Şekil 5. 40 Meyve sularının toplam Potasyum içerikleri



	200 ml	330 ml	1000 ml
K	2,180	2,420	3,226

Şekil 5. 41 Hacim ile meyve suyundaki toplam Potasyum konsantrasyonu ilişkisi



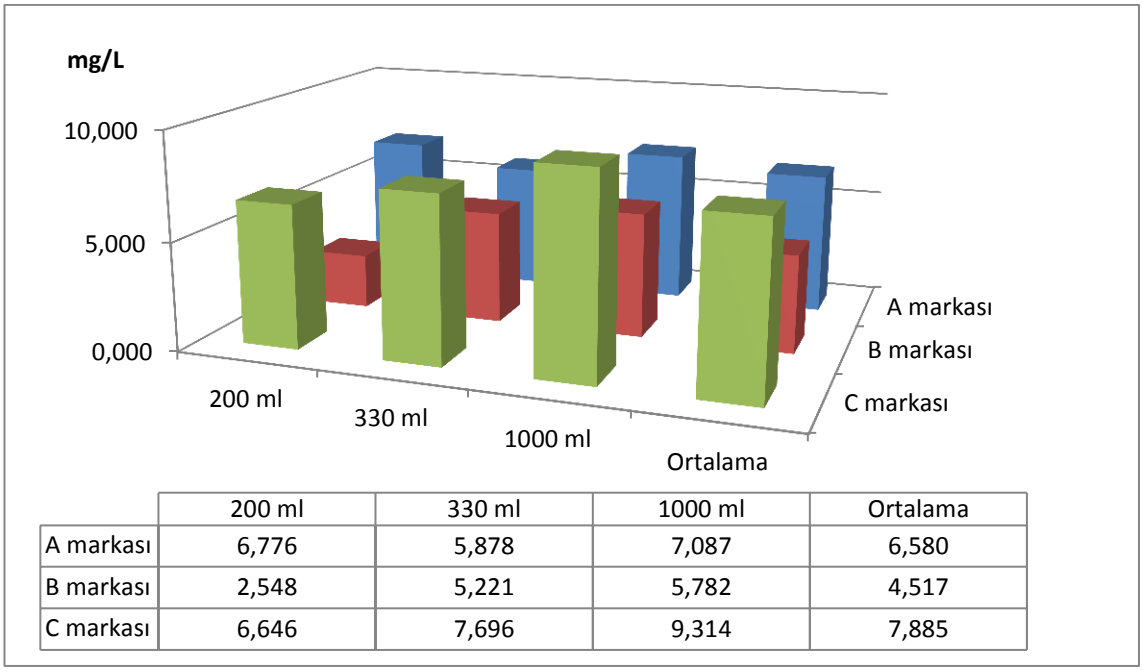
	A markası	B markası	C markası
ortalama	2,719	2,581	2,527

Şekil 5. 42 Markalara göre toplam Potasyum konsantrasyonu

5.14. Sodyum Analizleri

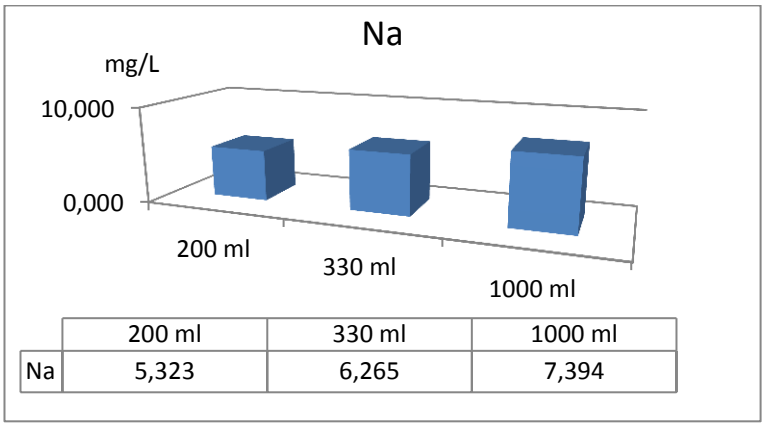
Yapılan analiz sonuçlarına göre toplamda en yüksek Sodyum konsantrasyonuna sahip meyve suyu 7,885 mg/L ile C markası, ardından 6,580 mg/L ile A markası ve en düşük konsantrasyon 4,517 mg/L ile B markasıdır.

Ambalaj türü göz önüne alındığında metal ambalajlı meyve suları ile karton ambalajlı meyve suyu örnekleri arasında ilişki bulunamamıştır. Bu durumda ambalajlama türüne göre metal ambalajlı meyve suyu örneklerinde ambalajdan meyve suyuna bir geçiş olabileceği söylenemez. Ayrıca karton ve metal ambalajlı meyve suyu örnekleri hacimlerine göre karşılaştırıldığında 1000 ml >330 ml >200 ml şeklindendir. Bu durumda hacim miktarı arttıkça meyve suyu içerisindeki sodyum konsantrasyonunda artış olduğu söylenebilir.



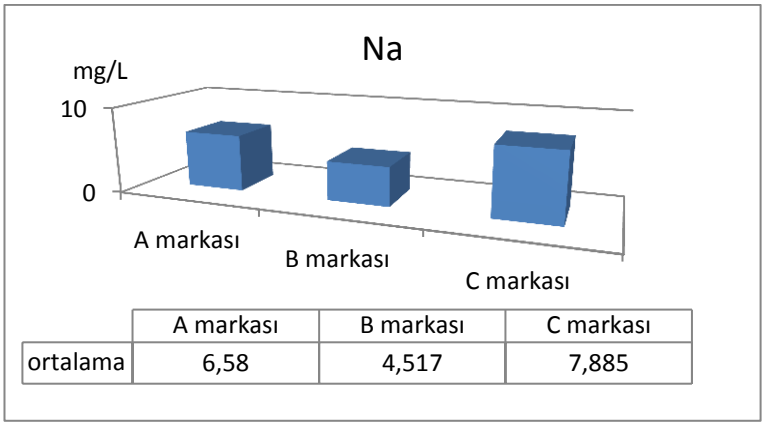
	200 ml	330 ml	1000 ml	Ortalama
A markası	6,776	5,878	7,087	6,580
B markası	2,548	5,221	5,782	4,517
C markası	6,646	7,696	9,314	7,885

Şekil 5. 43 Meyve sularının toplam sodyum içerikleri



	200 ml	330 ml	1000 ml
Na	5,323	6,265	7,394

Şekil 5. 44 Hacim ile meyve suyundaki toplam Sodyum konsantasyonu ilişkisi



	A markası	B markası	C markası
ortalama	6,58	4,517	7,885

Şekil 5. 45 Markalara göre toplam Sodyum konsantrasyonu

5.15. Daha Önce Yapılmış Olan Çalışmalar

Krejpcio, Sionkowski, & Bartela (2005), çalışmasında Polonya'da marketlerde satılan taze meyve ve meyve sularının Pb, Cd, Cu, Zn gibi ağır metal miktarlarını AAS ile tespit etmiştir. Kurşun miktarı portakal suyunda ortalama 0,095 mg/L, elma suyunda ortalama 0,130 mg/L bulunmuştur. Kadmiyum miktarı portakal suyunda ortalama 0,010 mg/L, elma suyunda ortalama 0,016 mg/L bulunmuştur. Bakır miktarı portakal suyunda ortalama 0,245 mg/L, elma suyunda ortalama 0,283 mg/L bulunmuştur. Çinko miktarı portakal suyunda ortalama 1.177 mg/L, elma suyunda ortalama 0,550 mg/L bulunmuştur.

DEMİR (1994), Ankara piyasasında tüketime sunulan ticari meyve sularının bazı analitik özelliklerinin saptanması üzerine araştırmalar yapmış. Bu amaçla çalışmasında, meyve sularının(vişne suyu, şeftali nektarı, portakal suyu ve kayısı nektarı) genel analitik özellikleri ve beslenme açısından önemli olan mineral madde miktarları incelenerek K, Na, Ca, Mg, P ve Fe analizleri yapmıştır. İçerdikleri mineral maddeler değerlendirildiğinde; potasyumca en yüksek miktara sahip meyve suyunun 1190,24 mg/L ile portakal suyu tespit edilmiştir. Ardından 1045,80 mg/L ile kayısı nektarı, 696,37 mg/L ile şeftali nektarı ve 474,63 mg/L ile vişne suyunun sıralandığı görülmüştür. Sodyum miktarı bakımından en yüksek meyve suyu 82,03 mg/L ile portakal suyu, en az sodyum içeren meyve suyunun ise 60,48 mg/L ile şeftali nektarı olduğunu saptanmıştır. En zengin kalsiyum 57,8 mg/L ile portakal suyu, en düşük

sodyum ise 27,14 mg/L ile şeftali nektarı olduğu bulunmuştur. Magnezyum miktarları açısından değerlendirmeler ise şu şekildedir: 122,11 mg/L ile vişne suyu en yüksek magnezyuma sahiptir. Fosfor miktarı analiz edildiğinde 59,47 mg/L ile kayısı nektarı en yüksek, 39,10 mg/L ile en düşük miktar fosfor vişne suyunda olduğu gözlenmiştir. Meyve sularının Demir içeriği açısında en yüksek miktar 12,11 mg/L ile vişne suyunun, 8,30 mg/L ile portakal suyunun ise en düşük demir miktarı içerdiği bulunmuştur.

BENGÜ (2014), Piyasadan Temin Edilen Meyve Suları ve Soğuk Çaylarda C vitamini, Fe, Zn, Na ve K Minerallerinin Düzeylerinin Tespiti çalışmasında 11 faklı meyve suyunda ve 3 farklı soğuk çayda C vitamini ve mineral analiz yapmıştır. Mineral analizleri AAS tekniği ile gerçekleştirilmiştir. Meyve sularında potasyum miktarı ortalama 131,05 ppm, sodyum miktarı 115,45 ppm, çinko miktarı 0,65 ppm ve demir miktarları ortalama 0,86 ppm olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada meyve sularında demir miktarı tespit edilebilmişken soğuk çaylarda tespit edilememiştir.

ESER (1998), çalışmasında kutu meyve suyu analizlerinde türlü firmaların Türkiye'de ürettiği ve piyasada tüketicilere satılan kayısı, şeftali, vişne, portakal, elma, böğürtlen meyve sularında sodyum, kalsiyum ve potasyum miktarlarını incelemiştir. Sodyum miktarları en düşük ve en yüksek olarak sırasıyla elma ve vişne için 4 mg/L, 164 mg/L şeklindedir. Potasyum analizleri için en düşük ve yüksek miktarı sırası ile 172 mg/L-1887 mg/L elma suyu ve vişne suyudur. İçerdikleri Kalsiyum bakımında ise 0-49 mg/L şeklinde bulunmuştur.

Tüfekci & Fenercioğlu (2010), Türkiye'de Üretilen Bazı Ticari Meyve Sularının Kimyasal Özellikler Açısından Gıda Mevzuatına Uygunluğu çalışmasında piyasada satılan elma, nar, portakal ve üzüm gibi meyve sularının Cu, Zn, Fe, Sn, Pb, Cd, As, K, Mg, P, Na, Ca, miktarları ICP-OES ile analiz edilmiştir. Portakal suyu örneklerinde analiz sonuçları şu şekilde ortaya çıkmıştır. Potasyum 1510,5 - 1690,6 mg/L aralığında, magnezyum 95,1 - 126,7 mg/L aralığında, sodyum 19,0 - 44,4 mg/L aralığında, kalsiyum ise 89,7 - 169,6 mg/L aralığındadır. Bakır 0,256-0,362 mg/L aralığında, çinko 0,336- 2,328 mg/L aralığında, demir ise 0,629- 1,006 mg/L aralığında değişmiştir.

FARID & ENANI (2010), çalışmasında Suudi Arabistan'da yaygın olarak tüketilen 15 farklı markanın elma, portakal ve mango meyve suyu örneklerinde Çinko, bakır, demir, krom, manganez, kobalt ve nikel analizleri grafit fırın atomik absorpsiyon

spektrometresi ile yapılmıştır. Analiz edilen numunelerde, ortalama konsantrasyon değerleri Elma suyunda Zn, Fe, Cu, Mn, Co, Cr ve Ni'nin ppb cinsinden sırasıyla: (524,00 ± 43,06); (325,36 ± 23,12), (317,79 ± 21,56); (23,48 ± 2,23); (8,07 ± 0,95); (6,36 ± 0,94); ve (6,21 ± 0,90) şeklindedir. Portakal suyundaki Zn, Fe, Cu, Mn, Co, Cr ve Ni'nin ppb cinsinden ortalama konsantrasyon değerleri sırasıyla: (894,80 ± 45,21); (361,27 ± 24,11); (500,00 ± 38,88); (20,93 ± 2,36); (7,93 ± 1,02); (5,93 ± 0,92) ve (5,73 ± 0,91) şeklindedir.

ANWAR, et al. (2014), Bu çalışmada farklı paketleme materyalleri (karton kâğıt, plastik şişe, lamineli kağıt) içeren toplamda 50 farklı Elma, Mango, Portakal, Guava, Punc (kokteyl meyve suyu), Üzüm, Ananas, Şeftali, Limon meyve suyu örneklerinin eser element konsantrasyonları AAS ile tayin edilmiştir. Çizelge 5.8 ’de analiz sonuçları verilmiştir.

Çizelge 5. 8. Meyve sularının farklı ambalajlama malzemelerindeki ağır metal konsantrasyon aralığı (mg / L)

Ağır Metal	Tetrapak	Plastik Şişe	Poşet Paket
Cr	0,119 - 2,595	0,41 - 0,608	0,124 - 0,609
Fe	0-9,286	0-5,782	3,136-4,012
Zn	0,11-0,222	0,026-0,298	0,046-0,264
Ni	0,584-5,275	1,648-4,944	1,15-3,789
Mn	0,03-3,433	0,002-0,219	0,049 - 13,492
Co	0-0,101	0,048-0,081	0-0,00369
Cu	0,025-0,161	0,14-0,144	0,044-0,154
Pb	0,098 - 1,061	0-0,116	0,363-0,754
Cd	0-0,032	0-,016	0,0091 -0,249

Szymczycha-Madeja & Welna (2013), çalışmasında Polonya’da yerel marketlerde 1L karton paketli elma, üzüm, greyfurt, portakal, ananas, armut ve erik meyve suyu örneklerinde ICP-OES ile Al, Ba, Ca, Cd, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Ni, P, Pb, Sr ve Zn miktarları analiz edilmiştir. Çizelge 5.9’ da analiz sonuçları listelenmiştir.

Çizelge 5. 9. Ticari meyve suları içindeki elementlerin konsantrasyonları (μg mL^{-1}).

Element	Elma	Üzüm	Greyfurt	Portakal	Ananas	Armut	Erik
Al	0.832	0,480	0,173	0.030	0.088	0.390	1.34
Ba	0,133	0,049	0,093	0.239	0.114	0.163	0.222
Ca	83,4	123	154	108	98.1	67.9	96.1
Cd	-	-	0.041	0.010	0.012	-	0.023
Cr	0,022	0,025	0.012	0.009	0.016	0.011	0.024
Cu	0,0083	1,68	0.201	0.198	0.209	0.071	0.155
Fe	1,79	2,75	0.576	0.549	1.25	0.607	1.49
Mg	44,3	48,8	96.3	71.2	75.0	47.1	51.4
Mn	0,406	0,886	0.217	0.316	0.725	0.533	0.834
Ni	0,069	0,055	0.122	0.063	0.088	0.063	0.114
P	75.0	136	159	235	71.0	116	129
Pb	0,670	0,106	0.228	0.091	0.236	0.189	0.786
Sr	0,648	0,906	1.17	0.792	0.621	0.717	0.747
Zn	0,210	0,351	0.284	0.235	0.381	0.334	0.434

Dehelean & Magdas (2013), Bu çalışmada Romen pazarında bulunan 21 adet ticari meyve sularının ağır metal ve mineral içerikleri ICP-MS ile tayin edilmiştir. Edinilen sonuçlar, literatürde bildirilenlerle ve USEPA ve WHO tarafından içme suyunda kabul edilebilir maksimum sınırla karşılaştırılmıştır. Mn için elde edilen değerler, bu uluslararası kuruluşların getirdiği sınırları üzerinde çıkmıştır. Ni ve Pb konsantrasyonları, bazı meyve suları için USEPA ve WHO tarafından öngörülen sınırları aşarken, Co, Cu, Zn, As ve Cd konsantrasyonları, tüm numuneler için içme suyu için kabul edilebilir sınırın altında bulunmuştur.

Khan, Mehmood, Khan, & Fatima (2016), bu çalışmada meyve sularının ağır metal kirliliğini araştırılmıştır. Ağır metallerin miktarı, Atomik absorpsiyon spektrofotometresi ile belirlenmiştir. Toplanan örneklerde (elma, mango, çam elması, kırmızı üzüm, şeftali ve karışık meyve suları), örneklerde ki ağır metaller Nikel, Kadmiyum ve Bakır içerikleri farklı seviyelerde bulunmuştur. Düşük konsantrasyonlarından dolayı, bütün meyve suyu örneklerinde üç ağır metalin hepsi tespit edilmemiştir. Birinci numunede 0.2429 ppm Ni, İkinci numunede 0.2480 ppm Cu ve 0.1755 Ni, üçüncü numunede 0.1012 ppm Cu ve 0.2020 ppm Ni, dördüncü , numunede 0.3515 ppm Cu ve 0.8905 ppm Ni, beşinci numunede ise 0.3389 ppm Cu ve 0.5823 ppm Ni tespit edilmiştir. Geri kalan numunelerde Bakır ve Nikel algılama limitinin altında bulunmuştur. Ayrıca tüm numunelerde kadmiyumun (Cd) algılama limitinin altında olduğu saptanmıştır.

KAYNAKLAR

Abrams, S., O'Brien , K., Wen , J., Liang , L., & Stuff , J. (1996). Absorption by 1-year-old children of an iron supplement given with cow's milk or juice. *Pediatr Res, 39*(1), 171–175.

Ahmed, M., & Uddin, M. (2007). A simple spectrophotometric method for the determination of cobalt in industrial, environmental, biological and soil samples using bis(salicylaldehyde)orthophenylenediamine. *Chemosphere*(67), 2020-2027.

AIJN. (2017). *AIJN*. Ocak 20, 2018 tarihinde AIJN - EUROPEAN FRUIT JUICE ASSOCIATION: http://www.aijn.org/publications/facts-and-figures/aijn-market-reports/ adresinden alındı

Akar, N., & Belgemen , T. (2005). Çinkonun Yasamsal Fonksiyonları ve Çinko Metabolizması ile İlişkin Genler. *Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*(57), 3.

Ames , B. (1998). Micronutrients prevent cancer and delay aging. *Toxicol Lett, 102–103*, 5–18.

Andrews, N. C. (1999). Disorders of iron metabolism. *The New England Journal of Medicine*(341), 1986–1995.

ANWAR, A., MAHMOOD, T., QAMAR- UI- HAQUE, KHAN, M. Z., KISWAR, F., PERVEEN, R., et al. (2014). Heavy Metals In Fruıt Juıces In Dıfferent Packıng Materıal . *FUUAST Journal of Biology, 4*(2), 191-194.

Baysal, A. (2005). *Slurry Tekniği İle Eser Elementlerin Zenginleştirilmesi ve Atomik Absorpsiyon Spektrometrisi İle Tayini(Yüksek Lisans Tezi).* İstanbul Teknik Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Bengü, A. Ş. (2014). Piyasadan Temin Edilen Meyve Suları ve Soğuk Çaylarda C vitamini, Fe, Zn, Na ve K Minerallerinin Düzeylerinin Tespiti. *Türk Doğa ve Fen Dergisi, 3*(1), 39-42.

Bertini, I., Gray, H., Lippard, S., & Valentine, J. (1994). Bioinorganic chemistry. California: University Science Books Mill Valley California, .

Bertini, I., Gray, H., Lippard, S., & Valentine, J. (1994). Bioinorganic Chemistry. California: University Science Books Mill Valley California.

Bliefert, C. (2004). *Umweltchemie* (3 b.). Weinheim: Wiley-UCH.

Broekaert, J. A. (2005). *Analytical Atomic Spectrometry with Flames and Plasmas* (2 b.). Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.

Caswell, H. (2009). The role of fruit juice in the diet: an overview. *Nutrition Bulletin, 34*(3), 273-288.

Chang , H. Y., Hu , Y. W., Yue, C. S., Yeh , W. T., Hsu , L. S., Tsai , S. Y., et al. (2006). Effect of potassium-enriched salt on cardiovascular mortality and medical expenses of elderly men. *American Journal of Clinical Nutrition,, 83*(6), 1289–1296.

Committee to Review Dietary Reference Intakes for Vitamin D and Calcium, Food and Nutrition Board, Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D. (2010). Washington, DC: National Academy Press.

Cresser, M. S. (1991). *Flame Spectromery İn Environmental Chemical Analysis.* Cambridge: The Royal Society Of Chemistry.

Çalışır, F. (2008). *Atomik absorbsiyon spektrofotometresinde bazı eser elementlerin tayin öncesi çeşitli yöntemlerle ayrılması ve zenginleştirilmesi(Doktora Tezi).*

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ/ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ, İSTANBUL.

da Silva, F. J., & Williams, R. (1991). Copper: Extracytoplasmic oxidases and matrix formation. F. da Silva, R. Williams, & (Ed.) içinde, *eds. The Biological Chemistry of the Elements:The Inorganic Chemistry of Life* (s. 388–399.). Oxford: Clarendon Press.

da Silva, J., & Williams, R. (1991). *The Biological Chemistry of the Elements: The Inorganic Chemistry Life.* Oxford: Clarendon Press.

Dehelean, A., & Magdas, D. (2013). Analysis of Mineral and Heavy Metal Content of Some Commercial Fruit Juices by Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry. *The ScientificWorld Journal, 2013,* 1-6.

DEMİR, N. (1994). *Ankara piyasasında tükatime sunulan ticari meyve sularının bazı analitik özelliklerinin saptanması üzerine araştırmalar(Yüksek Lisans Tezi).* Hacettepe Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

DEMİRCİ, H. (2013). *Triazol Türevi Bir Ligant Kullanılarak Çeşitli Matrikslerde Birlikte Çöktürme Yöntemi İle Eser Element Analizi (Yüksek Lisans Tezi).* Karadeniz Teknik Üniversitesi/ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Dietary reference intakes for calcium, phosphorus, magnesium, vitamin D, and fluoride. (1997). Washington, DC: National Academy Press.

Ekşi A. ,N, & KARDENİZ, F. (1992). Gıda kontrol ve mevzuatında meyve içeceği (Gıda Tüzüğü, TSE Standartları, CODAX Standartları, RSK Değerleri)Meyve İçeceği Endüstrisinde Kalite Kontrolü. *Gıda Araştırma Fonu Yayını* (1), 49-59.

Ekşi, A. (2003). Meyve suyu endüstrisi için gelecek tasarımı. *Meyve Suyundaki Gelismeler ve Egilimler Sempozyumu*, 7-12.

ESER, N. (1998). *Kutu meyva suyu analizleri (Yüksek Lisans Tezi).* Yıldız Teknik Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Fairweather-Tait, S., Fox, T., Wharf , S., & Eagles , J. (1996). The bioavailability of iron in different weaning foods and the enhancing effect of a fruit drink containing ascorbic acid. *Pediatr Res, 37*((4 pt 1)), 389–394.

FARID, S., & ENANI, M. (2010). Levels Of Trace Elements In Commercıal Fruıt Juıces In Jeddah, Saudı Arabı. *Medical Journal of Islamic World Academy of Sciences, 18*(1), 31-38.

Fennema, Q. R. (1996). *Food Chemistry* (3 b.). New York: Marcel Dekker, Inc.

Florian, D., Barnes, M., & Knapp, G. (1998). Comparision of Microwave Assisted Acid Leaching Techniques for the Determination of Heavy Metals in Sediments, Soils and Sludges. *Fresenius Journal of Analytical Chemistry*(362), 558-565.

Food and Nutrition Board, I. o. (2002). *Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc.* Washington, DC.: National Academy Press.

Food and Nutrition Board. National Research Council. (1989). *Recommended Dietary Allowances, 10*. Washington, DC: National Academy Press.

Forbes, G. B. (1987). *Human body composition: growth, aging, nutrition and activity.* New York: Springer-Verlag.

Gülcü, M. (2008). *Durultma yardımcı maddelerinin üzüm suyu kalitesi üzerine etkileri (Yüksek lisans tezi).* Namık Kemal Üniversitesi/ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.

Hague, T., Petroczi, A., Andrew, P. L., Barker, J., & Naughton, D. P. (2008). Determination of metal ion content of beverages and estimation of target hazard quotients: a comparative study. *Chemistry Central Journal, 2*(13), 1-9.

Halliwell, B., & Gutteridge, J. M. (1990). Role of free radicals and catalytic metal ions in human disease: An overview. *Methods Enzymol*(186), 1–85.

Harris, E. (1997). Copper. B. L. O'Dell, & R. (. Sunde içinde, *Handbook of Nutritionally Essential Mineral Elements* (s. 231–273). New York: Marcel Dekker.

Heinz, A., & Reinhardt, G. (1996). *Chemie und umwelt* (4 b.). Vieweg.

Hoenig, M. (2001). Preparation steps in environmental trace element analysis - facts and traps. *Talanta, 54*(6), 1021-1038.

Holbrook , J., Patterson , K., Bodner , J., Douglas , L., Veillon , C., Kelsay , J., et al. (1984). Sodium and potassium intake and balance in adults consuming self-selected diets. *American Journal of Clinical Nutrition, 40*(4), 786–793.

Hollman , P., Hertog , M., & Katan, M. (1996). Role of dietary flavonoids in protection against cancer and coronary heart disease. *Biochemical Society Transactions, 24*(3), 785–789.

Insel , P., Turner , R., & Ross, D. (2006). *Dıscovering nutrition* (2 b.). USA: American Dietetic Assocation.

Järup, L. (2003). Hazards of heavy metal contamination. *British Medical Bulletin, 68*(1), 167–182.

Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., Güven, A., & Timur, S. (2004). Metallerin Çevresel Etkileri-II. *Metalurji Dergisi*(137), 46-51.

Kawasaki , T., Itoh , K., & Kawasaki , M. (1998). Reduction in blood pressure with a sodium-reduced, potassium- and magnesium-enriched mineral salt in subjects with mild essential hypertension. *Hypertension Research, 21*(4), 235–243.

Khan, I., Mehmood, Z., Khan, M., & Fatima, T. (2016). Analysis and Detection of Heavy Metals Present in Fruit Juices of Lahore. *International Journal of Engineering Science and Computing, 6*(4), 3536-3539.

King , J. C., & Keen, C. L. (1999). Zinc. M. E. Shils, J. A. Olsen, M. Shike, A. C. Ross, & (. Ed.) içinde, *Modern Nutrition in Health and Disease(9.Baskı)* (s. 223-39). Baltimore: Williams & Wilkins.

Krejpcio, Z., Sionkowski, S., & Bartela, J. (2005). Safety of Fresh Fruits and Juices Available on the Polish Market as Determined by Heavy Metal Residues. *Polish Journal of Environmental Studies, 14*(6), 877-881.

Lajunen, J. (1991). *Spectrochemical Analysis by Atomic Absorptionand Emission.* Cambridge: The Royal Society of Chemistry.

Lajunen, L. H. (1992). *Spectrochemical Analysis by Atomik Absorption and Emission.* Britain: The Royal Society of Chemistry.

Manuel, Y., Keenoy, B., Moorkens, G., Vertommen , J., Noe, M., Neve, J., et al. (2000). Magnesium status and parameters of the oxidant balance in patients with chronic fatigue: Effect of suplementation with magnesium. *Journal of the American College of Nutrition*(19), 374-382.

MEYED. (2011). *Türkiye Meyve Suyu Vb. Ürünler Sanayi Raporu*.

Miller, D. D. (2008). Minerals. S. Damodaran , K. L. Parkin, & O. R. Fennema içinde, *Food Chemistry* (4 b.).

Millikan, M. (2012). Nutritional Metals in Foods by AAS. M. A. Farrukh (Dü.) içinde, *Atomic Absorption Spectroscopy* (s. 143-166). InTech, Europe.

Mintel. (2009). Ocak 21, 2018 tarihinde Market Research World: http://www.marketresearchworld.net/index.php?option=com_content&task=view&id=484&Itemid=48 adresinden alındı

Mintel. (2015). Ocak 21, 2018 tarihinde http://www.mintel.com/blog/drink-market-news/juice-market-review-a-squeeze-on-the-market adresinden alındı

Nielsen , S. S. (2009). *Food Analysis* (4 b.). USA: Springer Science, Business Media.

Perkin Elmer Handbook. (2000). *Analytical Methods for Atomic Absorption Spectrometry*.

Regulation as regards maximum levels of cadmium in foodstuffs. (2006). Official Journal of the European Union, (EC) No 1881/2006.

Richard D. Beaty, & Jack D. Kerber. (1993). *Concepts, Instrumentation and Techniques in Atomic Absorption Spectrophotometry* (2 b.). THE PERKIN-ELMER CORPORATION.

Schroeder , H. A., Nason, A. P., & Tipton , I. H. (1969). Essential metals in man: magnesium. *Journal of Chronic Diseases*(21), 815–841.

Schuetz, M. (1997). *Investigations into The Effect of The Correction for Background Absorption in Continuum Souce Atomic Absorption(Doktora Tezi).* Technical University of Berlin,Germany.

Scrimshaw, N. (1991). Iron deficiency. *Scientific American, 265*(1), 46–52.

Skoog, D. A., Holler, F. J., & Nieman, T. A. (1998). *Enstrümental Analiz İlkeleri* (1 b.). Ankara: Bilim Yayıncılık.

Skoog, D., Holler, F., & Nieman, T. (2001). *Principles of instrumental analysis, Saunders College Publishing.* (E. Kılıç, F. Köseoglu, & H. Yılmaz, Çev.) Bilim Yayıncılık.

Sneddon, J., Hardaway, C., Reddy, A. K., & Bobbadi, K. K. (2006). Sample Preparation of Solid Samples for Metal Determination by Atomic Spectroscopy-An Overview and Selected Recent Applications. *Applied Spectroscopy Reviews, 41*(1), 1-14.

Stefanidou , M., Maravelias , C., Dona, A., & Spiliopoulou, C. (2006). Zinc: A multipurpose trace element. *Arch Toxicol*(80), 1–9.

Szymczycha-Madeja, A., & Welna, M. (2013). Evaluation of a simple and fast method for the multi-elemental analysis in commercial fruit juice samples using atomic emission spectrometry. *Food Chemistry, 141*, 3466–3472.

Thomas, R. (2008). *Practical guide to ICP-MS: a tutorial for beginners* (2 b.). Boca Raton, FL: CRC, Taylor and Francis Group.

Tunç, M. (2006). *Biyolojik sıvılarda bazı eser elementlerin tayini ve metot geliştirme(Yüksek Lisans Tezi).* Yıldız Teknik Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Tunçeli, A. (1991). *Bazı eser elementlerin amberlit XAD-16 ile zenginlik Şartlarının Araştırılması ve Alevli Atomik Absorpsiyon Spektroskopisi ile Tayinleri(Yüksek Lisans Tezi).* Gazi Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstiüsü, Ankara.

Tuzen, M., & Soylak, M. (2005). Trace heavy metal levels in microwave digested honey samples from Middle Anatolia, Turkey. *Journal of Food and Drug Analysis, 13*(4), 343-347.

Tüfekci, H. B., & Fenercioğlu, H. (2010). Türkiye'de Üretilen Bazı Ticari Meyve Sularının Kimyasal Özellikler Açısından Gıda Mevzuatına Uygunluğu. *Akademik Gıda, 8*(2), 11-17.

Türk Gıda Kodeksi. (2002, Eylül 23). *Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerinde Belirli Bulaşanların Maksimum Seviyelerinin Belirlenmesi Hakkında Tebliğ(24885)*, (Tebliğ No:2002/63). Tarım ve Köyişleri Bakanlığı ve Sağlık Bakanlığı.

Türk Gıda Kodeksi. (2014). *Meyve Suyu ve Benzeri Ürünler Tebliği.Resmi Gazete 29080, (TEBLİĞ NO: 2014/34).*

Welna, M., Szymczycha-Madeja , A., & Poh, P. (2011). Quality of the Trace Element Analysis:. I. Akyar içinde, *Wide Spectra of Quality Control.* InTech,(https://www.intechopen.com/books/wide-spectra-of-quality-control).

Welz, B. (1985). *Atomic Absorption Spectrometry.* Weinheim: Verlag Chemie.

Welz, B., & Sperling, M. (1999). *Atomic Absorption Spectrometry,Third Completely Revised Edition.* Weinheim: Wiley-VCH.

WHO. (2012). *Guideline: Sodium intake for adults and children*. Geneva: World Health Organization (WHO).

WHO. (2012). Guideline: Potassium intake for adults and children. Geneva: World Health Organization (WHO).

Widdowson , E. M., McCance , R. A., & Spray, C. M. (1951). The chemical composition of the human body. *Clinical Science*(10), 113–125.

Wu Leung, W., Butrum , R., & Chang , F. (1972). *Food composition table for use in East Asia*. Rome and Washington: FAO and US Department of Health, Education, and Welfare.

Yıldız, A., Genç, Ö., & Bektaş, S. (1997). *Enstrümental Analiz Yöntemleri.* Ankara: Hacettepe Üniversitesi Yayınları.

Young , D. B. (2001). *Role of potassium in preventive cardiovascular medicine*. Boston: Kluwer Academic Publishers.

ÖZGEÇMİŞ

Gültekin ÖZDEMİR 29 Temmuz 1991 yılında Kırklareli'nde doğdu. İlk ve orta öğrenimini Lüleburgaz'da tamamladı. 2009 yılında Lüleburgaz Düvenciler Lisesi'nden mezun oldu. Aynı yıl 2009 yılında Trakya Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü'nde lisans eğitiminde başladı. 2013 yılında Trakya Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü'nden mezun oldu. Ardından 2013 yılında Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Kimya dalında yüksek lisansa başladı.