T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI ÖZELLİKTEKİ MEYVE SULARININ ELEMENT İÇERİKLERİNİN ICP-OES YÖNTEMİ KULLANILARAK BELİRLENMESİ VE SAĞLIĞA OLAN ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

FUNDA DEMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ
KİMYA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
KİMYA MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI

DANIŞMAN
YRD. DOÇ. DR. EMEK MÖRÖYDOR DERUN

İSTANBUL, 2015

T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI ÖZELLİKTEKİ MEYVE SULARININ ELEMENT İÇERİKLERİNİN ICP-OES YÖNTEMİ KULLANILARAK BELİRLENMESİ VE SAĞLIĞA OLAN ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Funda DEMİR tarafından hazırlanan tez çalışması 02.06.2015 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Yrd. Doç. Dr. Emek MÖRÖYDOR DERUN

Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Yrd. Doç. Dr. Emek MÖRÖYDOR DERUN

Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Gamze GÜÇLÜ

İstanbul Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Nurcan TUĞRUL

Yıldız Teknik Üniversitesi

Bu çalışma, Yıldız Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'nün 2015-07-01-YL03 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

ÖNSÖZ

Üniversite eğitimim süresince ve çalışmalarım boyunca bana her zaman destek olan, bilgi, tecrübe ve hoşgörüsünü benden esirgemeyen, fikirleriyle çalışmama ışık tutan, her anlamda yanımda olan, yanında çalışmaktan onur duyduğum değerli danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Emek MÖRÖYDOR DERUN'a

Deneysel çalışmalarımı gerçekleştirebilmem için laboratuvar imkanlarını bana sunan ve engin tecrübelerinden faydalandığım saygıdeğer hocam Sayın Prof. Dr. Sabriye PİŞKİN'e,

Eğitimim süresince bilgi, tecrübelerini benimle paylaşan, sabır ve hoşgörüsü ile bana destek olan saygıdeğer hocam Yrd. Doç. Dr. Nurcan TUĞRUL'a

Eğitimim süresince bilgilerini benimle paylaşan, sabır ve hoşgörü ve desteğini benden esirgemeyen, fikirleri ile bana yol gösteren saygıdeğer hocam Arş. Gör.Dr. Seyhun KIPÇAK'a ve deneylerim sırasında her zaman bana destek olan, tecrübelerini benden esirgemeyen sevgili hocam Arş.Gör. Dr. Özgül DERE ÖZDEMİR'e

Tez yazım aşamasında ve öncesinde hem yardımlarından dolayı hem de manevi desteklerinden dolayı arkadaşlarım Meral YILDIRIM, Fatma Tuğçe ŞENBERBER, Fatma DUR, Sıla KIZILTAŞ ve Sibel KAVCI'ya

Hayatım boyunca her zaman bana destek olan ve eğitim hayatımda boyunca hiçbir fedakarlıktan kaçınmayan çok sevdiğim anneme, babama ve kardeşime

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Haziran, 2015

Funda DEMİR

İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGE LİSTESİ viii

KISALTMA LİSTESİ ix

ŞEKİL LİSTESİ x

ÇİZELGE LİSTESİ xi

ÖZET xii

ABSTRACT xiv

BÖLÜM 1

GİRİŞ 1

1.1 Literatür Özeti 1
1.1.1 Meyve Suları ve Sağlıklı Yaşamdaki Yeri 1
1.1.2 Türkiye'de ve Dünyada Meyve Suyu Üretimi 3
1.1.3 Türkiye'de Meyve Suyu Üretiminde Kullanılan Başlıca Meyveler 4
1.1.3.1 Elma 5
1.1.3.2 Nar 5
1.1.3.3 Şeftali 6
1.1.3.4 Vişne 6
1.1.3.5 Portakal 6
1.1.3.6 Kayısı 6
1.1.3.7 Üzüm 7
1.1.3.8 Limon 7
1.1.3.9 Greyfurt 7
1.1.3.10 Ayva 8
1.1.3.11 Ananas 8
1.1.3.12 Armut 8
1.1.3.13 Çilek 8
1.1.3.14 Siyah Havuç 8
1.1.3.15 Karadut 9
1.1.3.16 Kızılcık 9

1.1.4 Meyve Suyu Üretim Teknolojisine Genel Bakış 9
1.1.5 Türkiye'de ve Dünyada Meyve Suyu Tüketimi 11
1.1.6 Meyve Sularının Element İçerikleri ve İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri 12
1.1.7 Eser Element Analiz Yöntemleri 18
1.1.7.1 Spektroskopik Yöntemler 19
1.1.7.2 Elektroanalitik Metodlar 20
1.1.7.3 Kromatografik Metodlar 20
1.1.7.4 Termal analiz yöntemleri 21
1.1.8 Mikrodalga Çözümlendirme Yöntemi 22
1.1.8.1 Orta Basınçta Çalışan Mikrodalga Kapları 23
1.1.8.2 Yüksek Basınçta Çalışan Mikrodalga Kapları 23
1.1.8.3 Mikrodalga Etüvleri 24
1.1.9 İndüktif Eşleşmiş Plazma Optik Emisyon Spektrometresi (ICP-OES) 24
1.1.9.1 Tez Çalışması Kapsamında Literatüre Yapılan Katkılar 29
1.2 Tezin Amacı 29
1.3 Hipotez 30

BÖLÜM 2

DENEYSEL YÖNTEM 32

2.1 Hammaddelerin Temini ve Hazırlanması 32
2.1.1 Mikrodalga ile Çözümlendirme 33
2.2 ICP-OES ile Element Analizi 34
2.2.1 Standart Hazırlama veSeyreltme 34
2.2.2 Kalibrasyon Aralıklarının Belirlenmesi 35
2.2.3 ICP-OES ile element analizi 36

BÖLÜM 3

DENEYSEL SONUÇLAR 37

3.1 ICP-OES Element Analizi Sonuçları 37
3.1.1 Meyve Suyu Numunelerinde Esansiyel Element Analizi Sonuçları 37
3.1.2 Meyve Suyu Numunelerinde Esansiyel Olmayan Element Analizi Sonuçları çerikleri ve İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri 44

BÖLÜM 4

SONUÇLAR ve ÖNERİLER 48

4.1 Günlük Dozaj Hesaplama 48
4.1.1 Esansiyel Elementlerin Günlük Tüketim Miktarlarının Hesaplanması 48
4.1.2Esansiyel Olmayan Elementlerin Günlük Tüketim Miktarlarının Hesaplanması 64
4.1.3 Esansiyel Olmayan Elementlerin Risk Analizinin Yapılması 65
4.2 Sonuçlar ve Öneriler 70

KAYNAKLAR 73

ÖZGEÇMİŞ 77

SİMGE LİSTESİ

dk	Dakika
λ	Dalgaboyu
g	Gram
kW	Kilowatt
lt	Litre
mg	Miligram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
µm	Mikrometre
ppb	Parts per billion, milyarda bir
ppm	Parts per million, milyonda bir
°C	Santigrat derece

KISALTMA LİSTESİ

AAS	Atomik Absorpsiyon Spektrokopisi
AB	Avrupa Birliği
ACE	Anjiotensin dönüştürücü enzim
A_t	Ortalama yaşam süresi
B_w	Ortalama ağırlık
c.l.a.	Cihazın okuma limitinin altında
C_i	Element konsantrasyonu
DTA	Diferansiyel Termal Analiz
DSC	Diferansiyel Taramalı Kalorimetre
D_v	Günlük tüketim
E_d	Maruz kalma süresi
FAO	Gıda Tarım Örgütü
HMF	Hidroksimetil furfural
HI	Tehlike indeksi
ICP-OES	İndüktif Eşleşmiş Plazma Optik Emisyon Spektrometresi
m	Element miktarı
ORAC	Oksijen radikali emme kapasitesi
RfD	Referans doz
STD 1	Standart 1
STD 2	Standart 2
STD 3	Standart 3
SÇMK	Suda çözünür katı madde
UV	Ultraviyole
WHO	Dünya Sağlık Örgütü

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1. 1 Meyve Suyu 1
Şekil 1. 2 2010 yılında üretilen meyve suyu konsantrelerinin çeşit dağılımı (%) 4
Şekil 1. 3 Türkiye'de işlenen meyvelerin çeşit dağılımı (%) 5
Şekil 1. 4 Meyve suyu üretiminde uygulanan işlemler 10
Şekil 1. 5 Meyvenin bileşiminde bulunan su içerisinde çözünmüş ve süspansiyel halde bulunan bileşenler 13
Şekil 1. 6 Orta basınçlı mikrodalga kabı 23
Şekil 1. 7 Yüksek basınçlı mikrodalga kabı 23
Şekil 1. 8 Mikrodalga etüvü 24
Şekil 1. 9 ICP-OES Cihazı 25
Şekil 1. 10 Plazma lambasının şematik kesiti 26
Şekil 1. 11 ICP-OES çalışma prensibi 26
Şekil 2. 1 Mikrodalga çözümlendirme sistemi 33
Şekil 2. 2 Çözümlenen meyve suyu numuneleri 34
Şekil 2. 3 Standart stok element çözeltileri 35
Şekil 3. 1 Meyve sularının K içerikleri 40
Şekil 3. 2 Meyve sularının Ca, P, Mg ve Na içerikleri 41
Şekil 3. 3 Meyve Sularının Fe içerikleri 41
Şekil 3. 4 Meyve sularının Mn, Zn, Cu içerikleri 42
Şekil 3. 5 Meyve Sularının Co, Mo, Cr içerikleri 43
Şekil 3. 6 Meyve sularının Al içeriği 46
Şekil 3. 7 Meyve sularının Ni, Ti, Ba ve Pb içerikleri 47
Şekil 4. 1 K elementinin günlük ihtiyacı karşılama oranları (%) 51
Şekil 4. 2 Ca, Na, Mg ve P elementlerinin günlük ihtiyacı karşılama oranları (%) 52
Şekil 4. 3 Fe elementinin günlük ihtiyacı karşılama oranları (%) 53
Şekil 4. 4 Cu, Mn ve Zn elementlerinin günlük ihtiyacı karşılama oranları (%) 54
Şekil 4. 5 Co, Mo ve Cr elementlerinin günlük ihtiyacı karşılama oranları (%) 55

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 1. 1 Kişi başına yıllık ortalama meyve suyu ve benzeri içecek tüketimleri (lt) ... 32
Çizelge 2. 1 İncelenen meyve sularının ambalajlı ürün miktarları ... 32
Çizelge 2. 2 Mikrodalga çözümlendirme programının işlem koşulları ... 33
Çizelge 2. 3 Ön okuma için standart aralığı değerleri ... 36
Çizelge 3. 1 Meyve suyu numunelerinde bulunan esansiyel elementler ... 38
Çizelge 3.1 Meyve suyu numunelerinde bulunan esansiyel elementler-devamı ... 39
Çizelge 3. 2 Meyve sularında bulunan esansiyel olmayan elementler ... 45
Çizelge 4. 1 Önerilen günlük element miktarları ... 49
Çizelge 4. 2 %100 Portakal suyu tüketimi ile günlük element alımı (%) ... 56
Çizelge 4. 3 %100 Nar suyu tüketimi ile günlük element alımı (%) ... 56
Çizelge 4. 4 %100 Üzüm suyu tüketimi ile günlük element alımı (%) ... 56
Çizelge 4. 5 Portakal nektarı tüketimi ile günlük element alımı (%) ... 56
Çizelge 4. 6 Vişne nektarı tüketimi ile günlük element alımı (%) ... 60
Çizelge 4. 7 Kayısı nektarı tüketimi ile günlük element alımı (%) ... 61
Çizelge 4. 8 Şeftali nektarı tüketimi ile günlük element alımı (%) ... 62
Çizelge 4. 9 %100 Elma suyu tüketimi ile günlük element alımı (%) ... 63
Çizelge 4. 10 Tolere edilebilen günlük esansiyel olmayan element alımı ... 64
Çizelge 4. 11 Meyve sularında 200 ml ve 330 ml için element miktarı (mg) ... 65
Çizelge 4. 12 Esansiyel olmayan elementler için kabul edilen referans dozlar ... 66
Çizelge 4. 13 200 ml meyve suyu tüketimi için hesaplanan HI değerleri ... 68
Çizelge 4. 14 330 ml meyve suyu tüketimi için hesaplanan HI değerleri ... 69

ÖZET

FARKLI ÖZELLİKTEKİ MEYVE SULARININ ELEMENT İÇERİKLERİNİN ICP-OES YÖNTEMİ KULLANILARAK BELİRLENMESİ VE SAĞLIĞA OLAN ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Funda DEMİR

Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Emek MÖRÖYDOR DERUN

Meyve suyu, dünyada ve Türkiye'de yaygın olarak tüketilen içeceklerden bir tanesidir. Sağlıklı yaşam için önerilen içeceklerin başında gelen meyve suları çocuk ve yetişkinler tarafından sıklıkla tercih edilmektedir. Bu nedenle meyve sularının içeriğinin bilinmesi bilinçli tüketim için önemlidir.

Meyve sularının içeriğinde bulunan elementler ve bu elementlerin insan sağlığı üzerindeki etkileri merak edilen bir konudur.

Bu tez kapsamında, en çok tüketilen %100 meyve suyu (Portakal, Elma, Üzüm, Nar) ve nektarın (Portakal, Vişne, Kayısı, Şeftali)içeriğinde bulunan esansiyel (Ca, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Na, P, Se, Zn) ve esansiyel olmayan (Al, As, Ba, Cd, Ni, Pb, Sb, Ti) elementler belirlenmiştir.

Seçilen meyve suları öncelikle mikrodalga çözümlendirme işleminden geçirilmiş daha sonra İndüktif Eşleşmiş Plazma Optik Emisyon Spektrometresi (ICP-OES) ile element içerikleri belirlenmiştir.

Belirlenen elementlerin günlük 200 ml, 330 ml ve 1000 ml meyve suyu tüketimi ile vücuda alım miktarları hesaplanmıştır.

Esansiyel elementler grubunda incelenen elementlerin çeşitli yaş gruplarındaki bireyler için önerilen günlük element ihtiyaçları ile karşılaştırılarak bu ihtiyacın yüzde kaçını karşıladığı belirlenmiştir.

Esansiyel olmayan elementler grubunda incelenen elementler ise insan sağlığı için günlük tolere edilebilen alım miktarları ile kıyaslanmış ve sağlık üzerinde zararlı etki gösterebilecek bu elementlerin tehlike indeksi hesaplanarak risk analizi yapılmıştır.

Gerçekleştirilen deneysel çalışmalar sonucunda, meyve sularında en çok bulunan esansiyel elementin K olduğu görülmüş ve günlük ihtiyacı çocuklarda %5-%15 oranında, yetişkinlerde ise %5-%9 oranında karşıladığı görülmüştür.

Esansiyel olmayan elementlerin risk analizi sonuçlarına göre ise %100 meyve sularının ve nektarların 200 ml ve 330 ml tüketimi için hesaplanan tehlike indeksinin 1'den küçük olduğu görülmüş ve düşük risk grubuna dahil edilmişlerdir.

Anahtar Kelimeler: Element, Meyve suyu, Sağlık etkisi, ICP-OES

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE ELEMENT CONTENTS OF DIFFERENT TYPES OF FRUIT JUICES USING ICP-OES METHOD AND DETERMINATION OF THEIR HEALTH EFFECTS

Funda DEMIR

Department of Chemical Engineering

MSc. Thesis

Adviser: Assist. Prof. Emek MOROYDOR DERUN

Fruit juice is one of widely consumed beverage in the World and Turkey. Fruit juices, which are recommended for healthy life, are generally preferred by children and adults. Therefore, it is important to know the element content of juices for conscious consumption. The element contents of fruit juices and their influence on human health is a wondering issue.

Within the scope of the thesis, essential (Ca, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Na, P, Se, Zn) and non-essential (Al, As, Ba, Cd, Ni, Pb, Sb, Ti) element contents of the widely consumed 100% fruit juices (Orange, Apple, Grapes, Pomegranate) and nectars (Orange, Cherry, Apricot and Peach) were investigated.

Firstly, the chosen fruit juices were subjected to microwave digestion and then their element contents were determined by Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometer (ICP-OES).

The intake amounts of determined elements for fruit juices of 200 ml, 330 ml and 1000 ml were calculated.

The daily intake of elements, which were in the essential elements group, was compared with the recommended daily intake requirement for people in the various age groups and determined which percent of this requirement was covered by fruit juices.

The elements analysed in non-essential element group were compared with the daily tolerable intake for human health and hazard index of these elements, which can show harmful effects, was calculated and risk analysis was conducted.

As a result of experimental results, it has been shown that the most abundant essential element is K in fruit juices and it has been demonstrated that intake of K covers the daily needs of 5% to 15% for children and 5% to 9% for adults.

According to the results of the risk analysis of the non-essential elements, the hazard index was founded as less than 1 which is calculated for 200 ml and 330 ml consumption of 100% fruit juices and nectars and these juices have been included the low risk group.

Keywords: Element, fruit juice, health effect, ICP-OES.

BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1 Literatür Özeti

1.1.1 Meyve Suları ve Sağlıklı Yaşamdaki Yeri

Meyve suyu ve meyve suyu konsantresi sanayii; ana hammadde girdisi olarak meyve ve az miktarda da sebze işleyen, ara ürün olarak meyve suyu konsantresi ve meyve püresi elde eden ve bu ürünlerden meyve suyu, meyve nektarı ve meyveli içecekleri üreten bir gıda sanayii koludur.

Meyve suyu (Şekil 1.1); taze, olgun, sağlam ve meyve suyu üretimine elverişli meyvelerin tekniğine uygun olarak işlenmesiyle elde edilen meyve suyu veya pürenin (pulpun), su, şeker ve izin verilen asit ilaveleri yapılarak veya yapılmadan ambalajlanması ve ısıl işlem uygulanarak dayanıklı hale getirilmesiyle üretilen bir içecekolarak tanımlanmaktadır [1].



Şekil 1.1 Meyve Suyu [2]

Dünyada tüketimi sürekli olarak artan gıdaların başında meyveler gelmektedir. Şüphesiz bu ilgi ve talep artışının bir başka nedeni de Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Gıda-Tarım Örgütü (FAO) gibi kuruluşların kanser ve kardiyovasküler hastalık riskinin

azaltılması için daha fazla ve olabildiğince doğal haldeki meyve tüketilmesini önermesidir [3]. Meyvelerin insan beslenmesindeki önemi, esas olarak mineral madde ve bazı vitaminlerin kaynağı olmasından ileri gelmektedir. Gerçekten birçok meyve, belli vitaminleri (A vitamini, B1 vitamini, C vitamini) önemli düzeyde içermektedir. Diğerleri ise, insan için alınması zorunlu minerallerin (Kalsiyum (Ca), Fosfor (P), Sodyum (Na), Potasyum (K)) ana kaynağını oluşturmaktadır [4]. Bu yüzden son yıllarda meyveye en yakın içecek olan meyve suyuna duyulan ilgi hem ülkemizde hem de tüm dünyada giderek artmaktadır [5].

Meyve suyu ve konsantreye dönük yurtiçi pazarda büyük kavram yanlışlıkları yaşanmaktadır. Meyve suyu ve türevi tanımları birbirine karıştırılmakta ve hem tüketiciler hem de üreticiler açısından haksız rekabet oluşturmaktadır. Bu duruma açıklık kazandırmak amacıyla Tarım Bakanlığı 9 Haziran 1998 tarihli Resmi Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe giren Meyve Suyu ve Benzeri Ürünleri kapsayan Türk Gıda Kodeksi'nde (1998 d) [6] bu tanımları net olarak ortaya koymuştur. Avrupa Birliği'nin 96/C2331/04 sayılı konsey direktiflerine de uygun olarak hazırlanan bu kodekste;

- Meyve; domates hariç tüm meyveler,
- Meyve Suyu; sağlıklı, olgun, taze veya soğukta muhafaza edilmiş bir veya birkaççeşit meyveden elde edilen, elde edildiği meyvenin tipik renk, tat ve koku özelliklerini gösteren, fermente olmamış ancak fermente olabilen ürünler,
- Meyve Suyu Konsantresi; bir çeşit meyveden elde edilen meyve suyundan, suyunbelirli bir kısmının fiziksel yolla ayrılması ile elde edilen ürünler,
- Meyve Püresi-Pulpu; meyvelerin suyu ayrılmaksızın, soyularak veya bütün olarak,yenilebilen kısımlarının ezilmesi ile elde edilen fermente olmamış, ancak fermente olabilen ürünler,
- Meyve Nektarı; meyve suyu, meyve suyukonsantresi, meyve püresi vebunların karışımına şeker ve/veya bal, su katılmasıyla elde edilen fermente olmamış, ancak fermente olabilen ürünler,
- Meyve Püresi Konsantresi; meyve püresinden suyun belirli bir kısmının fizikselyolla ayrılması ile elde edilen ürünler,

- Meyve Suyu Tozu; bir çeşit meyveden elde edilen meyve suyundan, suyunolabildiğince tamamının fiziksel yolla ayrılması ile elde edilen ürünler olarak açıklanmıştır.

Daha önce içeriğinde % 100 meyve olan içeceklerin yanında %10 ve hatta içeriğinde hiç meyve olmayan sadece meyve esansı içeren içeceklerin de meyve suyu olarak adlandırılmasından dolayı çeşitli karışıklıklar ortaya çıkmıştır.

Bu karışıklığın önüne geçebilmek için gerek ilgili AB direktifi [7], gerekse ilgili Türk Gıda Kodeksi Tebliği'ne[6] göre yapılan son düzenlemelerde, meyve oranları şöyle belirlenmiştir:

İçeriğinde %100 meyve bulunan içecekler Meyve Suyu, meyvenin türüne göre en az %25-99 arasında meyve içeren içecekler Meyve Nektarı, meyvenin türüne göre en az %10-24 meyve içeren içecekler Meyveli İçecek, %0-9'dan arasında meyve içeren içeceklerde Meyve Aromalı İçecek olarak adlandırılmıştır [8].

1.1.2 Türkiye'de ve Dünyada Meyve Suyu Üretimi

Ülkemiz ekonomisi ve gelişimi açısından tarım ve tarıma dayalı sanayi çok büyük önem taşımaktadır. Tarım sektörünün en önemli alanlarından biri olan "meyve üretimi ve işleme sanayisinin" ülkemizde büyük bir potansiyeli olduğu bilinmektedir.

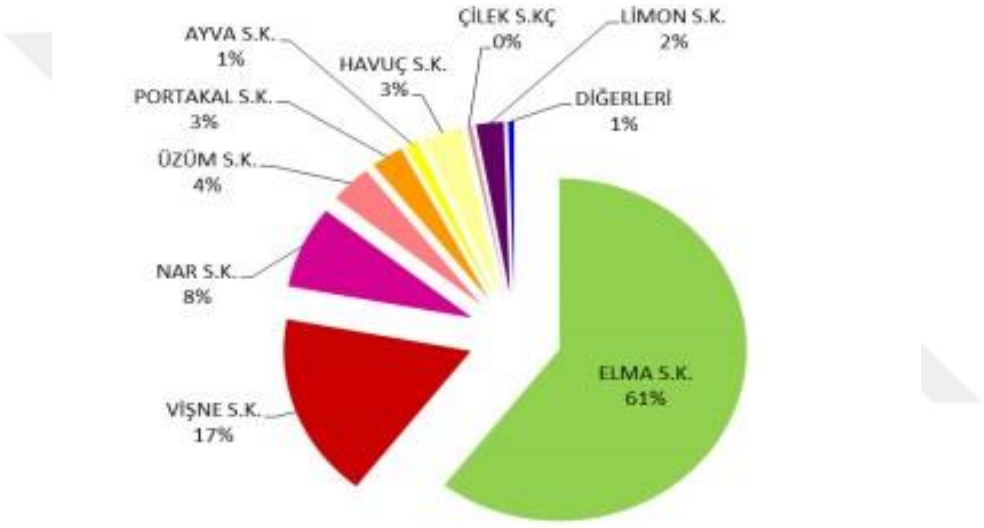
Türkiye ürettiği 16.3 milyon ton meyve ile dünya üretiminde 6. sırada olup, dünya meyve üretiminin yaklaşık %3'ünü karşılamaktadır. Ülkemizin, meyve suyu sanayisinin işlediği başlıca meyvelerin dünya sıralamasına bakıldığında, en üst sıralarda yer aldığı görülmektedir. Türkiye, dünyada kayısı ve vişne üretiminde birinci, nar üretiminde üçüncü, elma ve domates üretiminde dördüncü ve şeftali ile üzüm üretiminde ise altıncı sırada yer almaktadır.

2000 ile 2008 yılları arasını kapsayan Türkiye Meyve Suyu Endüstrisi İstatistiki Değerlendirme Raporu'na göre, Türkiye'de meyve suyuna işlenen başlıca meyveler; elma, kayısı, şeftali, vişne, portakal, üzüm ve nardır.

Ancak son dönemde hem Türkiye tarımsal üretimindeki, hem de meyve suyu sanayisindeki gelişmelere paralel olarak işlenen meyvelerde çeşitlendirme artmaktadır. Yukarıda bahsedilen meyvelere ek olarak havuç, limon, üzüm, çilek, ayva, domates, armut, mandalina, kuşburnu, karadut gibi meyvelerin de sanayiye giden oranları her geçen gün talebe bağlı olarak artmaktadır.

Bütün dünyada olduğu gibi ülkemizde de meyvelerin işlenmesiyle elde edilen meyve suyu önce konsantre ya da püre adı verilen ara mamule dönüştürülür. Dünya meyve suyu ticareti de markalı ürünler dışında genel olarak bu ara mamuller üzerinden gerçekleştirilir. İç ve dış taleplere göre, üretilen meyve suyu konsantresi ve püresinin bir kısmı yurt içi tüketim için meyve suyu ve benzeri ürünlere dönüştürülürken, bir kısmı ise ihraç edilmektedir.

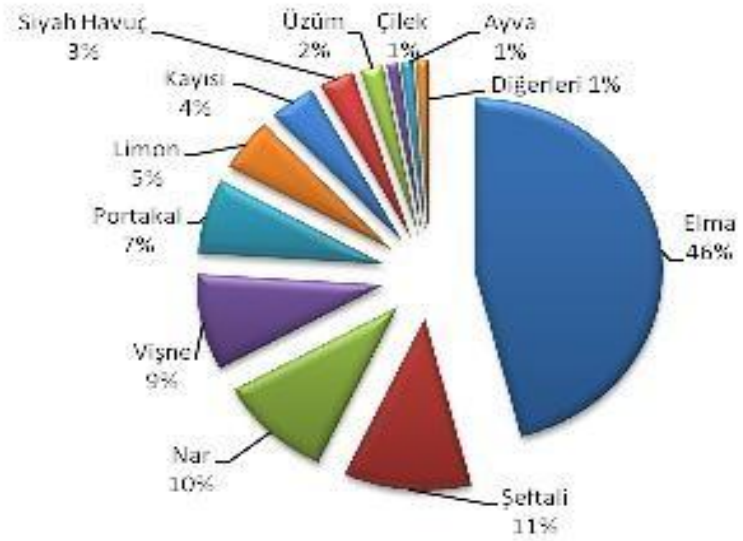
Türkiye'de üretilen meyve suyu konsantresi çeşitlerinde ilk sırayı büyük bir farkla elma almakta, bunu sırasıyla vişne, nar, üzüm ve portakal izlemektedir (Şekil 1.2) [9].



Şekil 1.2 2010 yılında üretilen meyve suyu konsantrelerinin çeşit dağılımı (%) [9]

1.1.3 Türkiye'de Meyve Suyu Üretiminde Kullanılan Başlıca Meyveler

Türkiye meyve suyu endüstrisinde işlenen başlıca meyveler elma, kayısı, şeftali, vişne, portakal, üzüm ve nardır. Meyve suyuna işlenen meyve miktarı 2000 yılında 433 bin ton iken, 2007 yılında 737 bin tona çıkmış, 2010 yılında ise 825 bin tona yükselmiştir. Meyve suyuna işlenen meyveler arasında elma %46 pay ve 376 bin ton ile ilk sırada gelmektedir (Şekil 1.3) [10].



Şekil 1.3 Türkiye'de işlenen meyvelerin çeşit dağılımı (%) [10]

1.1.3.1 Elma

Dünyada elma çeşitlerinin sayısı 6500'ü aşmaktadır. Türkiye'de ise bu sayı 460'ı bulmaktadır. En verimli elma çeşitleri Starking, Golden, Starkrimson, Granny Smith, Starkspur, Jonathan ve Amasya elmasıdır. Elma; A, B1, B2, C ve E vitaminleri; fosfor, kalsiyum, potasyum, sodyum, magnezyum, silisyum gibi bir çok mineral maddeleri; organik asitleri; doğal aroma maddeleri ile fenolik bileşenler, askorbik asit, pigmentler ve antioksidan maddeler gibi fitokimyasalları içermektedir [10].

1.1.3.2 Nar

Nar özellikle potasyum ve karbonhidrat açısından oldukça zengin bir meyvedir [11].Nar suyuna duyulan ilginin en önemli nedeni, antioksidanca zengin olmasıdır. Nar suyu; ACE (Anjiotensin dönüştürücü enzim) denilen enzimi engellemek suretiyle tansiyon düşürücü bir etki gösterebileceği, kan damarlarında başlayan zararlanmayı önlemesinin yanında ilerlemiş durumdaki zararlanmaları da tersine çevirebildiği, prostat kanserine karşı etkili olabileceği, kemik eklemi iltihabını önlemede etkili olduğu, ateşli hastalıklarda ateş düşürücü etkisinin olduğu ve bunun gibi birçok araştırılmakta olan özellikleri sebebiyle nar ve nar suyu dünyada önemi giderek artan bir üründür [10].

1.1.3.3 Şeftali

Şeftali (Prunus persica (L.) Batsch) ve nektarin (Prunus persica var. nucipersica (Borkh) C. K. Schneider), ülkemiz tarımı ve ekonomisinde önemli bir yere sahip olup Marmara, Ege, Karadeniz ve Akdeniz Bölgelerinde yaygın olarak yetiştirilmektedir. Dünya şeftali ve nektarin üretiminde, ABD ile İtalya, Fransa, İspanya ve Türkiye gibi Akdeniz'e kıyısı olan ülkelerde erkenci çeşitlerin yetiştiriciliği önem arz etmektedir [12].

1.1.3.4 Vişne

Mineral maddeler bakımından oldukça zengin olan vişne özellikle gıda sanayisinde kullanılan ve ekonomik öneme sahip bir meyve türüdür. Antioksidanlarca yüksek olan besinler, 'Oksijen Radikali Emme Kapasitesi' (ORAC) yüksek olan besinler olarak adlandırılmaktadırlar ve vişne meyvesi de bu önemli besinler içerisinde yer almaktadır. Özellikle mineral madde açısından oldukça zengin olan vişnenin yapılan bir çalışmaya göre fitokimyasal ve antosiyanin içerdiği ve antioksidant özelliğe sahip olduğu bildirilmiştir.Meyve suyu randımanının (%70-75) ve toplam asitliğin (%3) yüksek olması nedeniyle, meyve suyu olarak işlenmeye çok uygundur [13].

1.1.3.5 Portakal

Portakal, Latince Citrussinensis adıyla bilinen, sulu ve tatlı meyvesi olan küçük bir ağaçtır. Kendisine özgü bir kokusu olan portakal, C vitamini açısından da oldukça zengindir. Portakalın yapısında B1, B2, B3, B5, B6, B9 ve C vitaminleri, kalsiyum, demir, magnezyum, fosfor, potasyum, çinko, karbonhidrat, şeker, lif, yağ ve protein bulunmaktadır.L-Askorbik asit, karotenoidler, flavonoidler ve diğer polifenolik bileşikler toplam antioksidan aktiviteye katkıda bulunan, portakal suyunun en önemli maddeleridir[14].

1.1.3.6 Kayısı

İnsan sağlığı bakımından önemli bir yere sahip olan kayısı meyvesinin karakteristik aromasını; miyrisetin, kuersetin, limonin, terpinolin, trans-2- hexanal, linalul, kaproik asit, laktonlar ve benzil alkol gibi uçucu bileşikler oluşturmaktadır. Kayısımeyvesinde yüksek miktarda potasyum ve düşük sodyum oranı olması sebebi ile kan basıncının düzenlenmesi, yüksek tansiyonun kontrolünde önemlidir. Bunun yanında bol miktarda

A, C, E vitamini ve fenolik maddeler bakımından oldukça zengindir. Önemli bir A vitamini ve beta karoten kaynağı olarak bilinmektedir [15].

1.1.3.7 Üzüm

Üzüm botanikte cins adı *Vitis* olan ve asma olarak adlandırılan bitkinin meyvesidir. Genel olarak üzümlerin bileşiminde su, şekerler, mineraller, organik asitler, azotlu maddeler, aroma maddeleri, enzimler, vitaminler ve fenolik bileşikler bulunur. Üzümde bulunan şekerler glikoz ve fruktoz olup difüzyon yolu ile doğrudan kana geçme özelliğinden dolayı özellikle bebek ve çocukların beslenmesinde önemlidir. Potasyum, kalsiyum, fosfor, sodyum, demir, magnezyum gibi mineral maddeler asma tarafından topraktan alınır ve meyveye taşınır. Özellikle üzümde buluna demir insan bünyesinin çok rahat bir şekilde kullanabileceği +2 değerlikli demir formunda olması, demirin emilimi açısından önemlidir [16].

1.1.3.8 Limon

Limonlar ve laymlar asitli olmaları nedeniyle diğer turunçgillerden tüketim yönüyle farklılık göstermekte ve diğer gıdalarla birlikte tüketilmektedirler.Limon ve diğer turunçgiller farklı tutarlarda kimyasal içerirler. En önemli içeriklerini C vitamini oluşturur. 100 mililitre limon suyu yaklaşık olarak 50 miligram C Vitamini (tavsiye edilen günlük değerin % 55'i)vardır. Aynı zamanda Terpene (hidrokarbon) olarak adlandırılan D-limone içerirler. Bunlar limonun koku ve tadını verirler.Limonlar önemli miktarda sitrik asit içerirler. Bu nedenle düşük değerde pH ve ekşi tada sahiptirler [17].

1.1.3.9 Greyfurt

Yaz mevsimi dışında üç mevsim boyunca acımsı tatlı ama çok şifalı suyunu sıkarak içilen greyfurt meyvesini veren altıntop ağacı, turunçgillerdendir. Greyfurt yüksek orandaki C vitaminiyle bedenin hastalıklara karşı direnci artırır. Greyfurtun kolesterolü düşürücü etkisi vardır. Kılcal damarlarımızdaki kan dolaşımını hızlandırır. Damarlarımızı hastalıklardan korur. Greyfurt'un özellikle mide ve pankreas kanserlerine yakalanma riskini önemli ölçüde azalttığı saptanmıştır. Ayrıca greyfurt, zengin potasyum içeriğiyle yüksek tansiyonu kontrol altında tutar [18].

1.1.3.10 Ayva

Ayva yumuşak çekirdekli bir meyve türüdür. Ayva meyvesi taze tüketim için oldukça asitli, buruk ve serttir, bu nedenle genellikle reçel veya jöle yapılarak tüketilmektedir.Son yıllarda meyve suyu sanayiinde de kullanılmaya başlayan ayva meyve suyu ve nektar olarak da işlenmektedir. Ayva; okzalik, sitrik, askorbik, malik, kuinik, şikimik ve fumarik asit olmak üzere 7 adet organik asit içermektedir [19].

1.1.3.11 Ananas

Ananas (*Ananas comosus*), ananasgiller (*Bromeliaceae*) familyasından sıcak ülkelerde yetişen bitki ve onun meyvesine verilen addır.Ananas bitkisi genel olarak yaklaşık 90 cm yüksekliğe sahiptir. Her zaman yeşildir. Yaprakları rozet şeklinde, uzun, dar, uçları sivri, yaprak kenarları sarı ve testere biçimindedir. Meyvelerinin iri, güzel kokulu ve lezzetli olması nedeniyle meyve suyu üreminde kullanılmaktadır [20].

1.1.3.12 Armut

Armutlar genelde taze olarak tüketilmektedirler. Ancak bir kısmı püre, konsantre, nektar, berrak armut suyu, pulplu meyve suyu karışımları üretiminde kullanılmaktadır. Ayrıca A.B.D.'de üretimin önemli bir kısmı konserveye islenmekte ve bir kısmı da kurutulmaktadır.İnsan beslenmesinde önemli bir meyve olan armudun yapısında büyük oranda K, Ca, Mg, S ve Fe bulunmaktadır. Vitaminler açısından elmaya göre daha az zengin olan armut meyvesinde çok az miktarda A ve B vitaminleri bulunur [21].

1.1.3.13 Çilek

Üzümsü meyveler grubunda yer alan çilek; *Rosales* takımı *Rosaceae* familyası, Fragaria cinsi içerisinde yer almaktadır. Çilek meyvesi önemli miktarda salisilik asit, A, B vitaminleri, kalsiyum, demir, fosfor, gibi mineral maddeler ile çok az miktarda brom, silisyum, iyot ve kükürt de içermektedir [22].

1.1.3.14 Siyah Havuç

Siyah havuç antosiyaninleri, asidik pH'larda mükemmel düzeyde parlak çilek kırmızısı rengi sağlamalarından dolayı, siyah havuç suyu veya konsantreleri; meyve suları ve nektarlarının, meşrubatların, reçellerin, marmelatların ve şekerlemelerin renklendirilmesinde kullanılmaktadır [23].

1.1.3.15 Karadut

Karadut (*Morusnigra*) *Moraceae* familyasından *Morus* türüne ait bir meyvedir.Karadut meyvelerindeki mineral madde miktarları incelendiğinde en yüksek konsantrasyonda potasyumun bulunduğu ve bunu sırasıyla fosfor ve kalsiyumun izlediği bildirilmektedir [24].

1.1.3.16 Kızılcık

Kızılcık (*Cornus mas L.*), *Apiaceae* takımının ait çok yıllık odunsu bir bitkidir. Kızılcık meyvesinde kolay hazım olabilir şekerler, glikoz, fruktoz, organik asitler, glikozit, fruktozit, aromatik bileşikler, tanen, salisilik asit, pektin ve mineral maddeler, askorbik asit, kateşin, antosiyanin, flavanol gibi biyolojik aktif maddeler bulunur [25].

1.1.4 Meyve Suyu Üretim Teknolojisine Genel Bakış

Meyve suları berrak ve bulanık tip olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Berrak meyve suyu üretiminde durultma ve filtrasyon işlemi uygulanmaktadır. Meyveden meyve suyunun ekstraksiyonu presle yapılmaktadır. Elma, üzüm, vişne ve nar berrak tip meyve suyuna işlenmektedir.

Bulanık tip meyve suyu; palper (finisher) veya sitrus ekstraktörleri ile üretilmektedir. Bu tip meyve suyunun hazırlanmasında, meyve suyuna göre değişmekle birlikte şeker şurubu, sitrik asit, askorbik asit kullanılmakta, şeker şurubu dışında filtrasyon işlemi uygulanmamaktadır.Bulanık tip meyve suyu (meyve nektarı) üretilen meyveler; şeftali, kayısı, erik, domates, kızılcık ve armuttur. Armudun berrak tipi üretilebildiği gibi, elmadan bulanık tip meyve suyu da üretilebilmektedir.

Meyve suyu üretiminde uygulanan işlemler Şekil 1.4'te gösterilmiştir.



Şekil 1. 4 Meyve suyu üretiminde uygulanan işlemler

➢Ayıklama: Fabrikaya gelen meyveler, içindeki yaprak, sap gibi yabancı maddeler ileçürük, ezik ve kötü olanlarından ayrılır.

➢Yıkama: Yıkama, ürünün toz, toprak, yaprak ve kırıntılarının uzaklaştırılması içinyapılır.

➢Sınıflama: Konserve yapımında olduğu gibi dikkatli bir sınıflama olmasa bileörneğin turunçgillerde iriliğe göre bir ayırma yapmak gerekir.

➢Sap Ayırma, Çekirdek Çıkarma: Üzüm, vişne v.s. gibi zorunlu olarak sapları ile elde edilen meyvelerin sapları, işlenmeden önce özel makinelerde ayrılır. Aksi halde saptan geçerek fenollü maddeler ve klor gibi bileşikler meyve suyunun tadını bozar. Çekirdek çıkarma işlemi, sadece pulpa işlenecek şeftali, kayısı ve erik gibi sert çekirdekli meyvelere uygulanır.

➢Meyvenin Parçalanması: Meyvenin parçalanması özel meyve değirmenlerinde yapılır. Meyve değirmenleri, işlenen meyve çeşidine göre farklı yapılardadır. Meyvelerin öğütülmesi çok ince olursa presleme ve durultma güçleşir, kaba olursa da meyve suyu randımanı düşer. Bu nedenle bu işlem itina ile yapılır.

➢Mayşenin Isıtılması: Parçalanmış meyveye “mayşe” denir. Mayşenin ısıtılması ile enzimler inaktif hale getirilir, böylece meyve suyu randımanı artar. Isıtılan renkli üzüm, vişne gibi meyvelerin kabuklarındaki renk maddeleri meyve suyuna geçer. Mikroorganizma yükü de azalır. Isıtma işlemi, 85-87 derecelerde 2-3 dakika yapılır. Ancak berrak meyve suyuna işlenecek mayşe ısıtılmaz.

➢Presleme: Presleme ile mayşedeki sıvı faz, meyve suyu olarak ayrılır. Presler, paketli, pnomatik, vidalı veya bant tipi olabilir. Sadece turunçgil presleri biraz farklı yapılmıştır.

➢Durultma: Preslenen meyve suyu bu haliyle de şişelenebilir, fakat görünüşünü daha cazip kılmak için genelde durultma yapılır. Meyve suyunda bulanıklık yapan etmenler (meyve parçacıkları, parçalanmış hücreler ve diğer koloidal parçalardır), meyve suyundaki pektin nedeni ile dibe çökemez. Bu bakımdan pektinler, pektolitik enzimler katılarak parçalanır. 3-4 saat sonra da jelatin çözeltisi (yaklaşık %10'luk) katılarak bulanıklık yapan parçalar bir araya getirilip çöktürülür. Üstte kalan berrak kısım filtre edilir. Genellikle jelatinle durultmadan sonra kieselsol veya bentonit uygulaması ile meyve sularında sonradan bulanmaya neden olan bazı kolloid parçacıklarda ayrılır. Bu işleme "berraklaştırma" denir.

➢Filtrasyon: Berrak meyve suyunun içinde bulanıklık yapan parçalar, filtrasyonla ayrılır. Ancak meyve suyu fazlaca bulanıklık unsurları içeriyorsa o zaman önce bir seperatörden geçirilerek kaba parçalara ayrılır. Sonra filtre edilir.

➢Pastörizasyon: Meyve suyu elde edildikten sonra hemen ısıl işlem uygulayarak dayanıklı hale getirilir ve steril ambalaj kaplarına doldurulur veya şişelenip ağızları kapatıldıktan sonra ısıya arz edilir. Meyve dönemlerinde kısa sürede fazla miktarda meyve işleme zorunluluğu olduğu için elde edilen ürünün ambalajlanması sorun yaratır. Bu nedenle filtrasyondan ve ısıl işlemden sonra meyve suyu konsantre edilerek hacmi azaltılır [26].

1.1.5 Türkiye'de ve Dünyada Meyve Suyu Tüketimi

Türkiye meyve suyu sanayisi 2000'li yılların başından bu yana istikrarlı bir büyüme göstermektedir. Ülkemiz meyve suyu sanayisi küresel krizin yaşandığı 2008 yılına kadar yıllık ortalama % 15–20 gibi dikkat çekici büyüme oranlarıyla ilerlemiştir. Ekonomik krizin etkisiyle 2008 ve 2009 yıllarında bir yavaşlama yaşansa da meyve suyu sanayisi büyümesini sürdürmüştür. Ekonomik krizin etkilerinin silinmeye başladığı 2010 yılına gelindiğinde ise büyüme hızı tekrar artış eğilimine dönmüştür.

Ülkemizde üretilen meyve suyu ve benzeri ürünlerin miktarı 2010 yılında yaklaşık 900 bin tona ulaşmış durumdadır. Son beş yıllık büyüme oranlarına bakıldığında ilk sırada meyveli ve aromalı içeceklerin yer aldığı gözlemlenmektedir. Bunları % 40 ile meyve nektarı izlemiş, meyve suyunun büyüme oranı ise % 16 civarında gerçeklemiştir. Önceki

yıla göre değişimler incelendiğinde ise, en hızlı büyüyen kategorinin %100 meyve suyu olduğu görülmektedir.

Türkiye'de kişi başına düşen meyve suyu tüketimi her geçen yıl artıyor olsa da henüz Amerika ve AB ortalamalarıyla kıyaslandığında oldukça düşük seviyelerde seyretmektedir. 2010 yılında kişi başına düşen ortalama meyve suyu ve benzeri ürünlerin tüketim miktarı 12 litre civarına ulaşmıştır. Bunun yaklaşık 9 litresini % 100 meyve suyu ve nektarı oluşturmaktadır. 2006-2010 yılları arasında gerçekleşen, kategorilere göre ortalama yıllık kişi başına tüketim rakamları Çizelge 1.1'de verilmektedir.

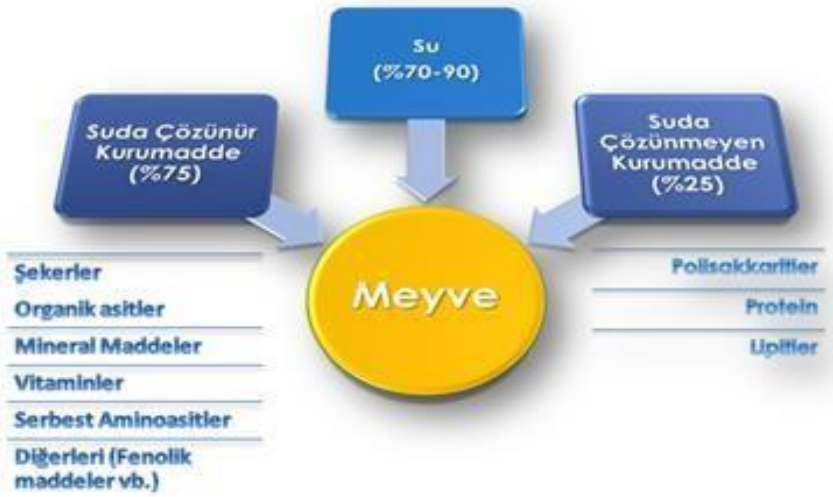
Çizelge 1.1 Kişi başına yıllık ortalama meyve suyu ve benzeri içecek tüketimleri (lt) [9]

	2006	2007	2008	2009	2010
Meyve suyu	0,6	0,9	0,7	0,6	0,7
Meyve nektarı	5,4	7,1	7,2	7,4	7,6
Meyveli + Aromalı içecek	2,0	2,0	2,9	3,3	3,8
Toplam	8,0	10,1	10,9	11,3	12,1

Avrupa'da kişi başına düşen yıllık ortalama meyve suyu ve nektarı tüketimi 23 litre civarında olup, neredeyse ülkemizdeki tüketimin 3 katıdır. Ayrıca Avrupa'daki gelişmiş pazarlarda tüketim oranları, bu ortalamanın da oldukça üzerindedir. Örneğin Kanada'da tüketim 52 litre, Amerika'da 43 litre, Almanya'da 39 litre civarındadır. Ancak Avrupa'daki doymuş pazarın tersine, Türkiye meyve suyu pazarı hızla büyümektedir ve sağlıklı beslenme trendinin de etkisiyle, tüketim bilincindeki gelişmelere paralel olarak ülkemizdeki tüketimin de artmaya devam etmesi beklenmektedir [9].

1.1.6 Meyve Sularının Element İçerikleri ve İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri

Meyvelerin bileşiminde en çok bulanan bileşen sudur ve taze meyvelerde %70-90 (~%80-85)'dir. Bu su saf su olmayıp içerisinde çeşitli maddelerin çözündüğü ya da süspansiyon olarak bulunduğu bir çözelti halindedir (Şekil 1.5). Bu çözeltide suda çözünen (mineraller, organik asitler, şekerler) ve suda çözünmeyen (polisakkarit, protein, lipit) kuru maddeler bulunur [27].



Şekil 1.5 Meyvenin bileşiminde bulunan su içerisinde çözünmüş ve süspansiyel halde bulunan bileşenler [27]

Meyve sularının yapısında esansiyel ve esansiyel olmayan birçok element bulunmaktadır. Bu elementler ve insan sağlığı üzerindeki etkileri aşağıda belirtilmiştir.

- *Alüminyum*, toksik elementlerden olan alüminyumun aşırı miktarda alınmasına bağlı olarak merkezi sinir sistemi üzerine olumsuz etkileri saptanmıştır. Öte yandan Alzheimer hastalığının da vücutta aşırı alüminyum birikmesi sonucunda ortaya çıktığı tahmin edilmektedir. Çünkü bu hastalığa yakalanan hastaların beyin dokularındaki alüminyum miktarı diğerlerinden daha fazla olduğu tespit edilmiştir [28].
- Antimon, vücuda alınması normal olmayan toksik elementlerdendir. Kirli havadan vücuda alınabilen antimon saç ve kemikte birikmektedir. Gıda ile de alınabilen antimonun %40'ı idrar ile vücuttan atılmaktadır. Gıda ile 0,15 mg/gün 'den daha az alınmaktadır ve 0,011 mg/gün ter ile atılırken, 6,5 µg/g saçta birikmektedir. Tümörler antimondan etkilenmemektedir [29].
- Arsenik, ve arsenik bileşikleri doğal koşullara oldukça dayanıklıdır, bu bakımdan bunların endüstri atıkları ve pestisit ilaçlarda kullanımları çevredeki bitki ve besinleri önemli ölçüde kirletir ve zaman zaman bunlardaki birikim miktarları zehirlenmeye neden olabilecek düzeyine ulaşabilir. Toksikolojik öneme sahip arsenik bileşikleri sindirim kanalından kolaylıkla emilirler. Ayrıca hatalı uygulamalar sonucu deriden ve solunum yolundan da organizmaya dahil olabilirler. Arsenik

organizmada daha çok kemiklerde, deride ve paranşimatöz dokularda birikir. Birikim düzeylerine göre arseniğin ter, idrar ve dışkı ile organizmadan atılma miktarları farklılıklar gösterir. Bu duruma göre organizmada birikim niteliğine sahip arsenik bileşikleri sağlık açısından ayrı bir önem taşır [30].

- Bakır, metabolizmanın normal çalışması için gerekli olan bir elementtir. Bazı bakırlı enzimlerin beyin metabolizması ile ilgili olduğu bilinir. Ayrıca enzim aktivatörü görevi de yapmaktadır. C vitamininin oksitlenmesinde de rol oynar. Beslenme yoluyla alınan bakırın yaklaşık %10'luk kısmı emilir. Bakırın kan kolesterolünün düzenlenmesinde rolü olduğuna dair kanıtlar vardır [28].
- Baryum, insan beslenmesi için gerekli olan esas maddelerden değildir. Baryum sülfat gibi baryumun suda erimeyen şekilleri çok güçlükle absorbe olur ve çok az toksivitesi vardır. Suda eriyebilen baryum tuzları kolay emilirler ve bu şekilde %50'den fazla miktarı vücuda girer. Normal olarak gıdalarla çok az miktarda baryum absorbe olur. Emilen baryumun büyük miktarı kemiklerde toplanmakta ise de böbrek, karaciğer ve kalpte de saptanmıştır. Baryumun vücut içinde izlediği yol kalsiyumda olduğu gibidir. Ancak kalsiyumdan daha süratle atılır [28].
- Çinko, A vitamini metabolizması için oldukça gerekli bir mineraldir. Vücuttaki pek çok fonksiyonda görev alır. Protein sentezi, büyüme ve bilhassa bağışıklık sistemi için gereklidir. Vücudun kendi kendini iyileştirmesi ve yenilemesi gereken durumlarda ve zihinsel fonksiyonlarda önemli roller üstlenir. Cildin ve kasların erken yaşlanmasını önler. Hücre yenilenmesini destekleyerek cildi güzelleştirir, tırnakları güçlendirir ve saç dökülmesini önler. Çinko eksikliğinde, bağışıklık sistemi zayıflar; halsizlik, yaraların geç iyileşmesi, saçlarda zayıflama ve dökülme gibi belirtiler görülür. Ayrıca, gelişme geriliği, iştahsızlık, öğrenme ve dikkat eksikliği görülebilir. Tırnaklardaki beyazlama çinko eksikliğinin belirtileri arasındadır. Yemeklerin yanlış pişirilmesi sonucu besin değerlerini kaybetmesi, alkol ve stres çinko eksikliğine neden olan başlıca faktörlerdir. Çinko fazlalığında; bulantı, kusma ve ishal, huzursuzluk, terleme ve titreme gibi sorunlara ve kolesterol dengesizliğine neden olabilir. Ayrıca, bağışıklık sisteminin zayıflamasına ve aşırı kullanımlarda tümör oluşumuna neden olur [28], [31].

- Demir, vücudun enzim sisteminde hayati önem taşıyan bir elementtir. Hemoglobin, miyoglobin ve transferin proteininin yapısında bulunur. Hemoglobin yapısına katılan demir mineralinin oldukça önemli bir görevi vardır. Bu görev, hücrelerin yaşamını devam ettirmesi için bu yapılara oksijen taşımaktır. Vücutta demir eksikliği olması durumunda "demir yetersizliği anemisi" görülmektedir. Bu tip anemide kan hücrelerinin sayısı azalır, hemoglobin sayısı düşer [28].
- Fosfor, kalsiyumla birlikte kemiklerin ve dişlerin oluşumunda, besin öğelerinin metabolizmasında görev alan enzimlerin yapısında bulunur ve hücre çalışması için gereklidir. Ayrıca fosfor vücut sıvılarının asit ortama dönüşümünü engeller, hücre içi ve dışı sıvıların dengede tutulmasını sağlar. Vücuttaki fosforun %90'ı kemiklerde ve dişlerde, geri kalan %10'u ise vücut sıvılarında ve hücrelerde bulunur. Kemik ve diş yapısının temelini oluşturan fosfor, kalp düzeni, böbrek fonksiyonları, kaslar, sinirler ve beyin için gereklidir. Hücrelerin büyümesine yardım eder. Proteinlerin sentezlenmesi, enzimler ve hücrede enerji üretimi ile ilgili kimyasal olaylara katılır [32].
- Kadmiyum, toksik bir metal olan kadmiyum en saf halde bile Zn ile karışık olarak bulunur. Bu element vücuda alındıktan sonra kolayca uzaklaştırılamaz. Zehirli etkisini genellikle enzim sistemlerinde çinko ile yer değiştirerek bu sistemleri çalışamaz hale getirmek suretiyle gösterir. İnsanlarda kadmiyumun esas biriktiği yer böbreklerin korteks bölgesidir [28].
- Kalsiyum, vücudun hemen tüm işlevlerinde iyonize bir şekilde tepkimelerde, kasların kasılma işlevlerinde, kanın pıhtılaşmasının sağlanmasında veya kompakt bir şekilde kemiklerin ve dişlerin yapısında önemli roller üstlenen yaşamsal bir maddedir. Her bireyin günlük belli miktarlarda kalsiyum alması gerekir. Ancak özellikle kemik yapımının hızlı bir şekilde devam ettiği ergenlik döneminde, bebeğin rahim içinde gelişmekte olduğu gebelik döneminde, kadınlarda emzirme döneminde ve kemik yapılarının nispeten hızlı bir şekilde "erime" riskinin arttığı menopoz döneminde bedenin kalsiyum dengesinin korunması olağanüstü önem taşımaktadır [28].Kalsiyum eksikliğinde, başta kemiklerin ve dişlerin zayıflaması sonucu raşitizm, kemik erimesi ve diş çürümesi gibi sorunlar ortaya çıkar. Saç ve tırnaklarda kırılmalar meydana gelebilir. Ayrıca, eklem ağrıları, kas krampları,

egzama, kalp çarpıntısı, yüksek tansiyon, sinirlilik, uykusuzluk ve depresyona neden olabilir. Fazla kalsiyum alınması böbrek taşı ve kireçlenmesi, kas güçsüzlüğü, kemiklerde kireçlenme gibi sağlık sorunlarına neden olabilmektedir.

- Kobalt, temel bir eser elementtir ve ancak B12 vitamini ile birlikte verildiğinde fizyolojik açıdan olumlu etkileri olduğu bilinir. Ancak aşırı miktarda kobalt alınması durumunda kandaki alyuvar miktarında önemli derecede artmaların meydana geldiği saptanmıştır [28].
- Kromun, kan şekerinin düzenlenmesinde rol aldığı bilinmektedir. Krom miktarının vücutta belli bir seviyenin altına düşmesi durumunda eksiklik belirtileri ortaya çıkmakta ve kan şekeri düzeyinin denetimi azalarak bazı kronik dejeneratif bozukluklar meydana gelebilmektedir. Uzun süre yüksek ve orta düzeylerde maruz kalındığında burun kanaması ve yaraları, akciğer hasarı ve kanser dışındaki akciğer hastalıklarında artışa neden olabilir [28].
- Kurşun, gelişmekte olan ülkelerde kentleşme ve sanayileşmenin hızla artması, bunun yanı sıra gerekli önlemlerin aynı hızda alınmaması sonucu, halk sağlığını tehdit eden toksik bir maddedir. Çocuklar kronik kurşun zehirlenmesine erişkinlerden daha duyarlıdır ve çok daha düşük kan konsantrasyonlarında mental ve bedensel yönden olumsuz etkilenme göstermektedirler [33].
- Magnezyum, gebelikte yüksek tansiyonu engellemek amacıyla kullanımı oldukça eskilere dayanmaktadır. Birçok metabolik işlem için, özellikle de sodyumun, potasyumun ve kalsiyumun hücre zarından doğru biçimde yayılmasını sağlayan hücresel pompalar için gereklidir [28]. Magnezyum, sinir sisteminin aşırı duyarlılığını azaltarak sakinleşmeye yardımcı olduğu için "Anti-stres Minerali" olarak da bilinir. Enzimlerin harekete geçirilmesi ve kandaki şekerin enerjiye dönüştürülmesinde rol alır. C vitamini, sodyum, potasyum, kalsiyum ve fosfor gibi vitamin ve minerallerin daha etkili kullanılması için de gereklidir. Ayrıca cildi düzgünleştirir, saçı güzelleştirir, tırnakları kuvvetlendirir. Sinir sistemi sağlığı, vücut ısısının dengede tutulması gibi pek çok fonksiyonda görev alan magnezyum, kemik ve diş gelişimi ve sağlığı açısından da gereklidir. Astım ve alerjik nezleyi hafiflemesi de Magnezyumun Faydaları arasındadır. Adet dönemi öncesi magnezyum takviyesi adet sancılarını azaltır. Gebelikte görülen kramplara karşı koruyucudur.

Magnezyum eksikliği kalp, böbrek, beyin ve karaciğer fonksiyonlarında aksaklıklara yol açarak halsizlik, iştahsızlık, huzursuzluk ve uyku bozukluları, dalgınlık, hafıza zayıflığı, öğrenme güçlüğü, böbrek yetmezliği, kalp çarpıntısı, kramp gibi sağlık sorunlarına neden olabilmektedir. Bebeklerde havale tehlikesini arttırır. Stres, gebelik ve emzirme gibi durumlarda vücudun günlük magnezyum ihtiyacı artar. Alkol kullanımı magnezyum eksikliğine yol açtığı için özellikle "alkol bağımlılarında" ve sık alkollü içki içenlerde magnezyum eksikliği çok görülür. Vücut fazla alınan magnezyumu vücuttan uzaklaştırır fakat kalsiyum eksikliği magnezyum fazlalığının oluşmasına neden olabilir. Magnezyum fazlalığı bitkinlik, böbrek ve sindirim sistemi hastalıkları, terleme ve depresyon gibi sağlık sorunlarına yol açar [28], [31].

- Mangan, vücutta değişik yoğunluklarda olmak üzere kemikte, yumuşak dokularda, hipofiz bezinde, karaciğerde ve böbrekte bulunur. Ceninin dölyatağı içinde gelişebilmesi, normal kıkırdak dokusu ve sinir dokusunun işlevini yapabilmesi için gereklidir. Ayrıca aminoasit ve karbonhidrat metabolizmaları içinde çok gereklidir. Mn eksikliğinde büyüme geriliği, iskelet bozuklukları ve üreme bozuklukları gibi istenmeyen durumlar ortaya çıkabilmektedir. Vücutta fazla miktarda Mn birikmesi sonucunda ise nörolojik bozukluklar ve hormon bozuklukları görülmektedir [28].
- Nikel, gerek insan gerekse hayvan metabolizmasındaki fizyolojik rolü oldukça önemli bir elementtir. Tavşanlarda ve köpeklerde bağırsak dışındaki dokularda bulunan nikel, insülin hormonunun kan şekerini düşürme etkisini artırır. Büyük dozlardaki Ni ise yağ metabolizmasını değiştirir. İnsanlarda ise, adrenalinin kan basıncını yükseltme etkisine karşı bir panzehir görevi yapmaktadır [28].
- Potasyum, iyonunun kandaki eksikliğinde vücutta yorgunluk, kaslarda kramplar, kabızlık, kalpte ritim bozuklukları görülmektedir [34]. Potasyum elementi, beslenmede hayati önemi olan bir mineraldir. Vücuttaki su ve mineral dengesinin korunmasına yardımcı olur. Besinlerin hücre içine taşınması, sinir sistemindeki mesajların iletilmesi, kalp ve kaslar için önemlidir. Tansiyonu dengeler. Beyne oksijen taşıyarak zihin faaliyetlerini destekler. Alkolün, vücuttaki fazla suyun, şekerin ve tuzun vücuttan uzaklaştırılmasında görev alır. Potasyumun aşırı miktarda alınması başta böbrekleri ve kalbi etkiler ve kas zayıflığı, kalp çalışmasının ve ritminin bozulması gibi rahatsızlıklara neden olur. Potasyum fazlalığı,

potasyumun çeşitli nedenlerle aşırı miktarda alınması ya da böbrek hastaları ve ameliyat sonrası idrar azlığı gibi potasyum fazlasının yeterince uzaklaştırılamamasına neden olan durumlardan kaynaklanmaktadır [31].

- Sodyum, vücut element içeriğinin %2'sini, potasyum %5'ini ve %3'ünü ise klor oluşturur. Sodyum, klor ve potasyum tüm vücut sıvılarında ve dokularda bulunur. Bu elementlerin vücuttaki en önemli görevleri vücut su dengesini, asit-baz dengesini ve kas çalışmasını sağlamaktır. Sodyum, klor ve potasyum ince bağırsaklardan emilir, idrar, dışkı ve terle atılır. İshal, kusma, aşırı idrar yapma, aşırı terleme ile vücuttan bu mineraller kayba uğrar [32].
- Selenyum, vitamin E ile yakın ilişkisi olan bir elementtir. Her iki madde de biyolojik zarları oksidatif dejenerasyondan korurlar. Bu maddelerin yoklukları dokularda parçalanmaya neden olur. Selenyum organizmada şu fizyolojik görevleri yapar. Başta hücre zarlarını oksidatif zararlardan koruyan glutation peroksidaz olmak üzere bir çok enzimin öğesidir, spermatozoaların özel bir proteininin bileşiminde bulunur, purin ya da primidin bazlarına bağlanabildiği için RNA'da fonksiyonu vardır, prostaglandin sentezi ve esansiyel yağ asitleri metabolizmasında rolü vardır, Vitamin E ile birlikte ruminatlar tarafından yeterli bir bağışıklık için gereklidir [34].
- Titanyum, vücuda alınması normal olmayan toksik olmayan elementlerdendir. Kirli havadan ve gıdalardan vücuda alınan titanyumun %40'ı idrar ile atılmaktadır. Tümörler titanyumdan etkilenmemektedir. Alınan titanyum akciğerde birikmektedir. Gıdalardan günlük 0.85 mg alınan titanyumun 0.001 mg'ı ter ile atılmaktadır. Doğumsal anormalliklere, cüceliğe neden olmaktadır [29].

1.1.7 Eser Element Analiz Yöntemleri

Ağır metal analizleri teknolojik ve endüstriyel alanlardaki gelişmeye paralel olarak artan bir şekilde önem kazanır. Kimya, biyoloji, tıp, çevre, ziraat, hammadde ve kalite kontrolünde eser element analizleri büyük öneme sahiptir. Eser analizde, çok düşük konsantrasyonlarda bulunan maddelerin veya elementlerin, kendi miktarlarından çok büyük miktarlardaki maddeler (ortam-matriks) yanında tayini söz konusudur. Eser terimi, bir sistemde ppm veya ppb düzeyinde bulunan bileşenler için kullanılır. Eser elementlerin konsantrasyonları için değişik tanımlar verilse de, genellikle 100 ppm – 1 ppm arası konsantrasyonlar eser ve 1 ppm'in altındaki konsantrasyonlar ise ultra eser

olarak kabul edilir. Çok küçük derişimlerde olan eser elementler bulundukları ortamda ana bileşen yanında, aletli analiz yöntemleri kullanılarak tayin edilirler. Gıda ve içecek maddelerinin element analizlerinde kullanılan başlıca yöntemler aşağıda verilmiştir [35], [36].

1.1.7.1 Spektroskopik Yöntemler

Işın-madde etkileşmesini inceleyen bilim dalına spektroskopi denir. Bir örnekteki atom, molekül veya iyonların bir enerji düzeyinden diğerine geçişleri sırasında absorblanan veya yayılan elektromanyetik ışımanın ölçülmesi ve değerlendirilmesi şeklinde de sınıflandırılmaktadır. En geniş tanımıyla spektroskopi, yüklü ve yüksüz taneciklerle maddenin etkileşmesi sonucu meydana gelen olayların incelenmesine denir. Bu tanımla, kütle spektrometresi de spektroskopiye girmektedir.

Elektromanyetik ışıma, uzayda çok büyük bir hızla hareket eden enerji türüdür. Türleri arasında; görünür ışık, ısı şeklinde algılanan infrared (kırmızı ötesi) ışınları, X-ışınları ve radyo dalgaları sayılabilir. Işık, dalga ve tanecik özellikleriyle tanımlanmaktadır.

Belli bir potansiyel enerji düzeyinde bulunan atomlar hu enerjili ışını absorpladıklarında dış elektronları belirli enerji düzeylerine geçiş yaparlar. Temel düzeydeki bir atomun ışık absorplayarak veya yüksek enerjili elektron, iyon veya moleküllerle çarpışarak yüksek enerjili uyarılmış düzeylere ulaşmasına ait geçişler atomun absorpsiyon spektrumunu oluşturur. Atomun yüksek enerjili düzeylerden daha düşük enerjili düzeylere geçişlerinden dolayı emisyon spektrumu gözlenir. Moleküller de atomlarda olduğu gibi uygun enerjili fotonlarla etkileştiklerinde bu fotonları absorplayarak uyarılmış hale geçerler. Uyarılmış moleküller bu kararsız durumdan fazla enerjilerini yayarak kurtulurlar ve böylece moleküler emisyon gözlenir. Bir molekül UV-visible fotonunu absorpladığı zaman elektronik enerjisiyle beraber dönme ve titreşim enerjisi de değişebilir. Bu nedenle moleküler spektrum, atomik spektrum gibi basit olmayıp (keskin değil), hem karmaşık hem de geniş bantlar şeklindedir.

- Tek Işık Yollu Spektrofotometreler; kaynaktan çıkan ışığın mercekte toplanarak monokromatöre, oradan da örnekle etkileştikten sonra uygun bir dedektörle ölçülerek ve çoğaltılarak galvanometrede okunmasına tek ışık yollu spektrofotometre denir. Böyle bir cihazın başlıca 3 ayar düğmesi vardır:

1. Optik ağ veya prizmayı mekanik olarak döndürebilen düğme,

2. Işık yolunu tamamen kapatarak galvanometrede sıfır geçirgenlik ayarını yapan düğme,
3. Işığın geçtiği aralığın enini değiştiren düğme.

- Çift Işık Yollu Spektrofotometreler; Her λ'da "sıfır" ve "yüz" ayarlarının yapılması dezavantajını gidermek ve ışık şiddetinde meydana gelebilecek değişikliklerden etkilenmemesi için çift ışık yollu cihazlar geliştirilmiştir. Böylece örneğin geçirgenliği (yani absorbansı) sürekli olarak çözücününki ile karşılaştırılmış olur. Çift ışık yollu spektrofotometrede iki dedektör kullanılabildiği gibi tek dedektör de kullanılabilir. Spektroskopilere örnek olarak mikrodalga spektroskopisi, Raman spektroskopisi, kütle spektroskopisi, atomik absorpsiyon spektroskopisi (AAS) verilebilir [36].

1.1.7.2 Elektroanalitik Metodlar

Elektrokimyasal hücre, incelenen maddeyi içeren bir çözelti ya da erimiş tuz, maddenin kimyasal dönüşüme uğradığı elektrotlar ve bu elektrotları birbirine bağlayan bir dış devreden oluşur. Bu elektrotlardan indirgenmenin olduğu elektroda katot yükseltgenmenin olduğu elektroda anot denir. Böylece meydana gelen elektron iletilmesi sonucu elektrik akımı oluşur. Metallerde metalik iletkenlik çözeltilerde ise iyonik iletkenlik söz konusudur. Elektrik akımının birimi olan amper birim zamanda (sn) elektrik yük miktarı (coulomb) olarak tanımlanır. Bir elektrokimyasal hücrede 2 elektrot birleştirildiğinde bir kimyasal reaksiyon oluşuyor ve akım geçiyorsa böyle hücrelere Galvani Hücresi denir. Dıştan elektrik enerjisi verilmek suretiyle kimyasal reaksiyon oluşuyorsa elektrolitik hücre ve olaya da elektroliz denir[36].

1.1.7.3 Kromatografik Metodlar

Bir karışımdaki bileşenlerin birbirinden ayrılmasını gerçekleştiren yöntemlerin genel adıdır. Genellikle belli uzunluktaki bir kolon, bir dolgu maddesi ile doldurulur ve bu madde sabit faz adını alır. Örnek, kolonun bir ucundan bırakılır ve öteki ucuna kadar hareketli bir faz ile taşınır. Dolgu maddesi ile etkileşme nedeniyle örnekteki bileşenler değişik sürelerde kolonu terk ederler. Örnekteki bileşenlerin sabit faz ile hareketli faz arasındaki dağılımı X bileşeni için Xh=Xs dengesine ulaştıktan sonra iki fazdaki derişimlerin oranına dağılma katsayısı denir.

[X]s/[X]h=Kx Kx'in büyük oluşu X'nin sabit fazda iyi tutulduğunu gösterir.

Kolondan çıkan bileşenlerin derişimlerinin uygun bir yöntemle ölçülerek zaman veya hareketli fazın hacmine karşı çizilen grafiğine kromatogram denir. Kolondan bir bileşen ne kadar erken çıkarsa ona ait pik keskin olur, geç çıkan bileşenin piki genişler.Piklerin altındaki alanın eşit olması A ve B miktarlarının eşit olduğunu gösterir [36].

1.1.7.4 Termal analiz yöntemleri

Örneğe ait bir fiziksel özelliğin sıcaklığın bir fonksiyonu olarak ölçüldüğü veya bir tepkimede absorblanan veya açığa çıkan ısının izlendiği yöntemlere denir.

- Termogravimetri; sıcaklık artışına karşı örneğin kütlesindeki değişim ölçülür. Elde edilen sıcaklık-kütle eğrilerine termogram denir. Erime gibi kütle değişimine neden olmayan faz değişimleri TG ile incelenmez.
- Diferensiyel Termal Analiz (DTA); örnek ile termal olarak inert olan bir referans arasındaki sıcaklık farkı, her iki maddeye aynı sıcaklık programı uygulanarak ölçülür. Örnekteki kimyasal bir reaksiyon, faz değişimi veya yapısal bir değişim gerçekleştiğinde sıcaklık farkı gözlenir. Endotermik olaylara giren erime, buharlaşma, süblimleşme absorpsiyon, desorpsiyon ve genellikle egzotermik olan adsorpsiyon olayları DTA ile incelenebilir. DTA eğrileri hem nitel hem de nicel analiz için uygundur. Piklerin hangi sıcaklıkta gözlendiği ve şekli örnek bileşiminin tayininde kullanılabilir m karbür veya cam boncuklar kullanılır. DTA'nın başlıca uygulama alanları; alaşım, seramik, cam ve minerallerin yüksek sıcaklıklarda incelenmesidir.
- Diferensiyel Taramalı Kalorimetri (DSC); Bu metotta örnek ve referansa aynı sıcaklık programı uygulanırken, örnekte bir değişiklik olması halinde örneğe veya referansa bir elektrik devresi yardımıyla dışarıdan ısı eklenerek her ikisinin sıcaklığının eşit olması sağlanır. DSC eğrileri eklenen ısının sıcaklığa karşı çizilen grafikleridir.DSC'nin uygulama alanları; polimerlerin incelenmesi ve karakterizasyonudur. İlaç endüstrisinde de termal yöntemlerin yeri vardır [36].

1.1.8 Mikrodalga Çözümlendirme Yöntemi

Mikrodalga ile çözümlendirme metodu diğer metotlara göre daha yeni bir metottur. Mikrodalga ile çözümlendirme metoduyla hem organik hem de inorganik maddeler parçalanabilir. Bu parçalama işlemini istersek açık kapta istersek kapalı kapta yapabiliriz. Yüksek basınç ve sıcaklık elde edilmesi bakımından kapalı kaplar tercih edilir.

Kapalı kapların yüksek basınç ve sıcaklık sağlaması dışındaki bir avantajı da buharlaşma kayıplarının önüne geçilebilmesidir. Burada az miktarda kullanılan reaktif parçalama için yeterli olacaktır. Böylece reaktiften gelen kirlenmelerinde önüne geçilebilecektir.

Ayrıca böyle bir analiz kolaylıkla otomatik hale getirilerek, zamandan tasarruf sağlanabilir.

Mikrodalga ile çözümlendirme metodu son derece hızlı yapılabilen bir metottur. Diğer metotlarla saatler süren bir çözümleme işlemi bu metotla beş on dakika sürer. Bu mikrodalga ile çözümleme işleminin diğer metotlara karşı bir üstünlüğüdür. Bu üstünlüğü sağlayan, enerjinin çözelti moleküllerine diğer metotlardan farklı olan bir mekanizma üzerinden aktarılmasıdır. Bu da mikrodalgada kap hiç ısıtılmadan enerji aktarımı yapılabilirken diğerlerinde bir ısı iletiminin sağlanması için beklenmesi zorunluluğundan olur.

- Mikrodalga Fırınları;

Mikrodalga fırınlar kuvars yalıtkan maddesi ile çevrelenmiş silisyum karbürden yapılmış küçük bir odadan oluşur. Mikrodalga bu odaya odaklandığı zaman sıcaklık hemen 1000°C'ye kadar yükselir. Mikrodalga fırınlar büyük miktarlarda organik madde içeren numunelerin parçalanması ve eritişlerin hazırlanması için geliştirilmiştir. Bu fırınlar normal fırınlara göre daha kısa süre çalıştırılır. Ayrıca mikrodalga fırınların bir avantajı da fırını kullanırken yüksek sıcaklığa maruz kalmamamızdır. Yalnız mikrodalga fırınların tek dezavantajı kroze konan yerin hacminin diğer fırınlara nazaran daha küçük olmasıdır [37].

1.1.8.1 Orta Basınçta Çalışan Mikrodalga Kapları

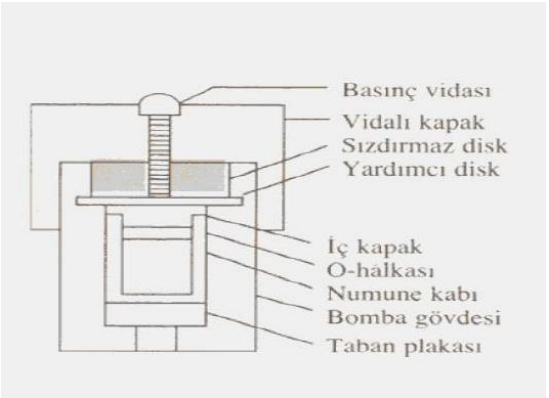
Orta basınçlı bir kapta basıncın çok yüksek olduğu durumlarda güvenlik vanası açılır ve sonra tekrar kapanır. Böylelikle olası bir tehlikeyi önlemiş oluruz (Şekil 1.6). Bu kaplar genellikle teflondan yapılır. Bunların kullanılmasının sebebi teflon benzeri maddelerin mikrodalga ışınlarını geçirgen ve düşük kayıplı maddeler olmalarıdır. Aynı zamanda bu malzemeler ısıya ve asitlere karşı dirençlidir. Teflon 300°C erime noktasına sahip olan ve parçalanma esnasında asitlerden etkilenmeyen bir maddedir. Teflon yerine bazen kuvars veya borosilikat cam kaplar da kullanabilir [37].



Şekil 1.6 Orta basınçlı mikrodalga kabı [37]

1.1.8.2 Yüksek Basınçta Çalışan Mikrodalga Kapları

Mikrodalga bombası olarak da adlandırılan yüksek basınçlı mikrodalga kapları orta basınçla çalışan mikrodalga kaplarından daha yüksek basınçta çalışılmak üzere tasarlanmıştır. Mikrodalga bombasının gövdesi bir polimerik malzemeden üretilmiştir. Parçalama, bomba gövdesi içinde desteklenen bir kap içerisinde yapılır. Bu kapta da basınç fazlalığında açılmak üzere yapılmış bir o-halkası bulunur (Şekil 1.7).

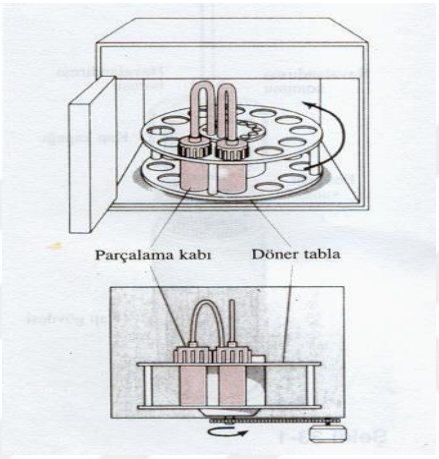


Şekil 1.7 Yüksek basınçlı mikrodalga kabı [37]

Mikrodalga bombasının üstünlüğü; orta basınçlı kapta tamamen çözünmeyen yüksek refrakter maddeleri çözebilmesidir.

1.1.8.3 Mikrodalga Etüvleri

Mikrodalga etüvü orta basınçlı 12 mikrodalga kabından oluşmaktadır. Bu 12 kabın aynı anda ısıtılmasını sağlayan bir sistem vardır. Bu kaplar sürekli 360^{o} açıyla dönen bir tabla üzerine yerleştirilmiştir. Böylelikle her kabın ortalama aynı enerjiye sahip olması sağlanmıştır (Şekil 1.8). Böyle bir sistemle parçalama işleminde avantaj sağlanmıştır[37].

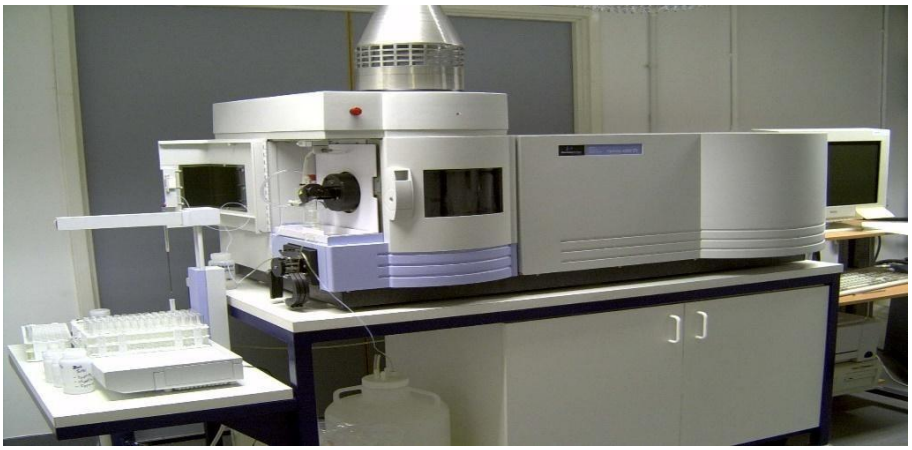


Şekil 1.8 Mikrodalga etüvü [37]

1.1.9 İndüktif Eşleşmiş Plazma Optik Emisyon Spektrometresi (ICP-OES)

ICP (Inductively Coupled Plasma) indüktif eşleşmiş plazma anlamına gelen ve elementlerin tayininde kullanılan bir cihazdır (Şekil 1.9). ICP'de yüksek düzeyde enerji söz konusudur ve Alev Emisyon spektroskopisinde yapılamayan tayinler ICP ile kolaylıkla yapılabilir. ICP-OES, 70 civarında kimyasal elementin eser, minör ve major konsantrasyon düzeylerinde analizine olanak tanıyan hızlı bir tekniktir. Ppm'den % mertebesine kadar geniş bir ölçüm aralığına sahiptir.ICP-OES yüksek sıcaklık ortamında uyarılan atomların doğal hallerine dönerken yaydıkları ışınların saptanmasına dayanan bir metot ile çalışır. Her element kendine özgü enerji düzeylerine bağlı olarak emisyon yapabilecekleri dalga boylarına sahiptir. Dalga boyu ve emisyon şiddeti ölçülerek bir örnekte bulunan elementler ve miktarları saptanabilmektedir [38].ICP kimyasal analizlerde oldukça hassas ve başarılı bir tekniktir. ICP kaynaklı spektrometreler su

analizlerinden radyoaktif analizlere kadar çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Kayaç ve mineral analizi yapan ticari laboratuvarlarda kullanılan standart metot haline gelmiştir.

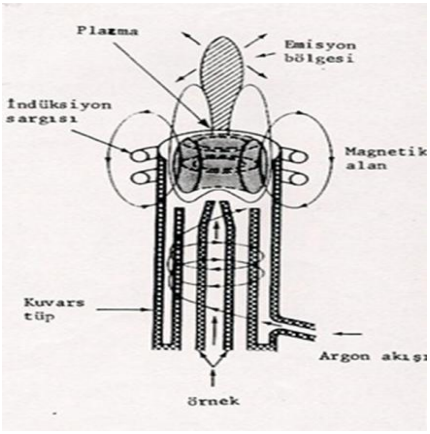


Şekil 1.9 ICP-OES Cihazı [38]

Katyon ve elektronlardan meydana gelen ve elektrik akımını ileten ortama plazma denir. Diğer bir ifadeyle plazma; içerisinde iyonların ve elektronların dengede bulunduğu ve elektriksel olarak iletken özelliğe sahip gaz karışımıdır. Plazmanın dışarıya yükü sıfırdır. Yani negatif yüklerin toplamı yaklaşık pozitif yüklerin toplamına eşittir. Plazmadaki katyonlar farklı katyonlardan meydana gelir. Örneğin argon plazmasında, argon katyonları, elektronlar ve analiz yapılan numuneden buharlaşan atomların katyonları bulunmaktadır. Numuneden buharlaşan atomların katyonları miktar olarak argon katyonları ve elektronlardan azdır. Bir plazmada argon iyonları oluştuktan sonra bu iyonlar, daha fazla iyonlaşma ile plazma halini sürdürülmesini sağlayacak bir düzeyde sıcaklık oluşturmak için bir dış kaynaktan yeterli güç absorblama yeteneğine sahiptir. Yani argon katyonları enerji absorblayarak ortamın sıcaklığı yaklaşık 10.000 K'de sabit olarak tutulur. Stabil bir plazmanın oluşumu için gereken iyonizasyonu sağlar[39].

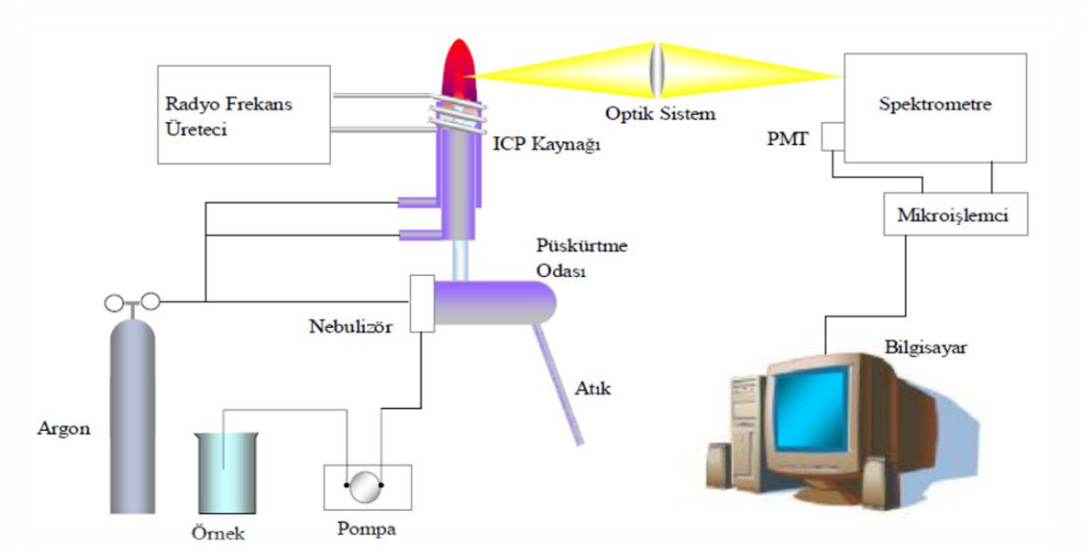
Plazma bir manyetik alanda etkileşir ve bu ICP lambasının esasını oluşturur (Şekil 1.10). Kuvars tüpün içindeki argon gazı akımı, lambanın üst kısmındaki indüksiyon sargısının içinden geçer. Bu indüksiyon sargısına bir üreteçten 27 MHz'lik akım uygulanır. Bu yüksek frekanstaki akım sargıda bir manyetik akım oluşturur. Elde edilen indüksiyon akımlı argon gazı iyonize edilerek 10.000 Kelvin dereceli plazma alevi oluşturur. Bu yüksek sıcaklıktaki plazma küreselliği bozularak dik ekseni uzamış ve üst kısmı

konikleşmiş şekildedir. Bu şeklin eksen kısmına püskürtülen örnek şiddetle atomize olur ve atomları en etkin emisyonu verir.



Şekil 1.10 Plazma lambasının şematik kesiti [39]

ICP'nin çalışma prensibi ise şu şekilde özetlenebilir: Argon gazı yandığında sıcaklık 10000 K seviyesine kadar çıkar. Radyofrekans elektrik akımı metal indükleme sarmalından geçer ve bu akım sarmalın içine yerleştirilmiş kuartz tüplerden geçerek manyetik bir alan oluşturur. Tesla sarmalından çıkan kıvılcım çekirdek elektron ve iyonlar meydana getirir (Şekil 1.11).



Şekil 1.11 ICP-OES çalışma prensibi [38]

Elektronlar kuartz tüp içinde dairesel orbitallerde hareket etmeleri için manyetik alan vasıtası ile hızlandırılırlar. Enerji elektronların gaza çarpmasıyla aktarılır ve bunun

sonucu olarak gaz ısınır. Bu noktada ulaşılan sıcaklık yüksek konsantrasyonlarda uyarılmış atom ve iyonların oluşmasını sağlar.Elementlere has emisyon spektrumları dağıtıcı bir spektrometreden geçirilir ve ışığa duyarlı bir cihaz (CCD dedektör) ile şiddetleri özgün dalga boylarında izlenir. Bu da bir bilgisayar sistemi tarafından işlenir ve kontrol edilir.

Ayrıca kullanılan argon gazının 3 temel görevi vardır. Bunlar:

1. Plazmayı oluşturmak
2. Numuneyi sürüklemek
3. Dışarıdan geçirilerek tüplerin soğumasını sağlamaktır.

Bunun dışında numuneyi püskürtmek için çeşitli nebülizerler (sisleştiriciler) kullanılır. Bunlar çapraz akış, konsantrik veya babington tipi sisleştiriciler olabilir.

ICP-OES'in bilinen ilk problemlerinden biri örneğin verilmesiyle ilgiliydi. Eğer plazma yaklaşık 4-5 MHz gibi frekanslarda çalıştırılırsa gözyaşı damlası şeklinde plazma elde edilir. Böyle olursa numune plazmanın yüksek sıcaklık bölgesine numune nüfuz edemez ve tayinde hatalar ortaya çıkar.

Bunun yanında ICP-OES'de kimyasal girişim açısından sorun oluşmamaktadır. ICP-OES'in en önemli kısmı nebülizerin dizaynıdır. Emisyon sinyalindeki gürültünün büyük bir kısmı nebülizasyon problemlerinden kaynaklanmaktadır.

ICP-OES'in Temel Özellikleri

1. Analiz yüksek sıcaklıkta (6000-10000 K) gerçekleşir.
2. Yüksek elektron yoğunluğu (birkaç iyonlaşma girişimi) vardır.
3. Kimyasal olarak inert bir ortamda serbest atomlar oluşur.
4. Alt seviyelerde moleküler türler yoktur veya çok azdır.
5. Optik olarak incedir.
6. Elektrodsuzdur.
7. Patlayıcı gaz yoktur.

İnert kimyasal ortamın anlamı, serbest atomların bağıl olarak plazma içinde uzun ömürlü olması demektir. Argon ICP-OES'teki yüksek elektron yoğunluğu kolayca iyonlaşabilen elementlerin ilavesi ile önemli oranda değiştirilemez [38], [39].

ICP-OES ile element analizi hakkında çeşitli çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmalarda çoğunlukla tek tür meyve suları kullanıldığı görülmektedir. Gerçekleştirilen çalışmalar yakından incelenirse;

Tüfekçi vd. tarafından yapılan çalışmada piyasada satışa sunulan bazı meyve sularının (elma, nar, portakal ve üzüm) Türk Gıda Kodeksi ve meyve suyu standardına uygunluğunu araştırılmıştır. Bu amaçla, %100 nitelikli ürünler üzerinde pH, toplam asitlik, suda çözünür katı madde (SÇKM), formol sayısı, hidroksimetil furfural (HMF), koruyucu madde (benzoik ve sorbik asit), mineral madde içeriği (potasyum, magnezyum, fosfor, sodyum ve kalsiyum), metal bileşenler (bakır, çinko, demir ve kalay) ve ağır metal (kursun, kadmiyum ve arsenik) analizleri yapılmıştır [40].

Cindrikvd. Elma suyunda 17 element (Ag, Al, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Sr, Zn) belirlemişlerdir [41].

Magdas vd. farklı portakal suyu türlerinde 13 (Na, Mg, K, Ca, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, As, Cd, Pb) element belirlemişlerdir [42].

Velimirović vd. Sırbistan'da bulunan bazı ticari meyve sularında majör ve minör element düzeylerini araştırmışlardır. Kiraz, siyah kızılcık, siyah üzüm, yaban mersini, şeftali, elma, çilek, kayısı sularının analizleri yapılmış ve berrak ve bulanık olmak üzere iki farklı tip meyve suyu kullanılmıştır. Araştırmalar sonucu bulanık ve berrak tipteki meyve sularında en fazla bulunan elementin potasyum (K) olduğu tespit edilmiştir. Potasyum'u (K) ikinci sırayla Demir(Fe) takip etmiş ve ardından sırasıyla Bakır, Çinko ve Nikel elementleri gelmiştir. Ayrıca toksik etki yaratabilen Alüminyum (Al) ve Kadminyum (Cd) elementleri de incelenmiş ve izin verilen sınırlar içerisinde oldukları tespit edilmiştir [43].

Velioğlu vd. Vişne sularının kimyasal bileşimi hakkında bir araştırma yapmış ve değişik bölgelerden alınan 25 vişne suyunun bileşimi 22 kimyasal kriter açısından incelenmiştir. Element içeriği açısından yapılan değerlendirmelerde Potasyum (K) oranının vişne

suyunda yüksek çıktığı fakat Magnezyum (Mg) oranının daha düşük olduğu görülmüştür [44].

Barnes K.W., meyve, meyve suyu ve meyve suyu ürünlerinde ICP-OES cihazı kullanarak metal belirlemesi yapmıştır. Meyve suyu olarak elma ve limon sularını kullanılmıştır. İçeriklerinde bulunan Ag, Al, As, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mg, K, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Sb, Se, Sr, Tr, Tl, V, Zn elementlerinin tayini yapılmıştır [45].

Barnes K.W. bir başka çalışmasında, greyfurt suyu, kızılcık suyu, elma-kızılcık suyu, portakal-çilek-muz sularında besin analizi yaparak Ca, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mo, Na, P, Se, Zn elementlerinin değerlerini incelemiştir [46].

Bayazıt A., ICP-OES cihazı ile nar suyunun mineral içerik analizini yapmış ve P, Na, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn, Ni, Pb, Sn, Cd elementlerinin tayini yapılmıştır. Potasyum (K), Kalsiyum (Ca), Sodyum (Na), Fosfor (P) ve Magnezyum (Mg) elementleri diğer elementlere kıyasla yüksek miktarlarda bulunmuştur [47].

1.1.9.1 Tez Çalışması Kapsamında Literatüre Yapılan Katkılar

Bu tez kapsamında,%100 meyve suları ve nektarların içeriğinde bulunan element miktarları belirlenerek kendi içlerinde kıyaslanması ve sağlık etkilerinin incelenmiştir. Yapılan çalışmalar uluslararası arenalarda yayınlanmıştır.

Demir vd. tarafından gerçekleştirilen çalışmada Elma suyu'nda bulunan Ca, Mg ve Na elementleri analiz edilmiş ve değerleri hesaplanarak 200 ml, 330 ml ve 1000 ml'lik tüketimler ile insan vücuduna alınan element miktarı hesaplanmıştır. Bu değerlerden yararlanılarak günlük element ihtiyacının karşıma yüzdesi hesaplanmış ve insan sağlığına olan etkisi araştırılmıştır. Numunelerin element analizleri ICP-OES cihazı ile gerçekleştirilmiştir.

1.2 Tezin Amacı

Meyve suyu içeriğindeki element miktarı ile ilgili yapılan çeşitli araştırmalar incelendiğinde %100 meyve suyu ve nektar olarak sınıflandırılan meyve sularının element içerikleri ve karşılaştırılması ile ilgili bir araştırma yapılmadığı görülmektedir.Tezin öncelikli olarak amacı, %100 meyve suları (Portakal, Elma, Üzüm, Nar) ve nektarlarda (Portakal, Vişne, Kayısı, Şeftali) bulunan elementlerin miktarları,

aynı meyveden üretilen meyve suyu ve nektarlarda bu element miktarlarının farklılığının belirlenmesidir. Tez kapsamında belirlenen meyve suyu ve nektarlarda bulunan Kalsiyum (Ca), Kobalt (Co), Krom (Cr), Bakır (Cu), Demir (Fe), Potasyum (K), Magnezyum (Mg), Mangan (Mn), Molibden (Mo), Sodyum (Na), Fosfor (P), Selenyum (Se), Çinko (Zn), Alüminyum (Al), Arsenik (As), Baryum (Ba), Kadmiyum (Cd), Nikel (Ni), Kurşun (Pb), Antimon (Sb) ve Titanyum (Ti) elementleri analiz edilecek ve miktarları belirlenecektir. Element analizi yapılacak meyve suları ve nektarlara mikrodalga çözümlendirme işlemi yapıldıktan sonra ICP- OES (İndüktif Eşleşmiş Plazma-Optik Emisyon Spektrometresi) ile element miktarı tespit edilecektir.

Ayrıca seçilen meyve suyu ve nektarı tüketimiyle vücuda alınan element miktarları ve bu elementlerin sağlığa olan etkileri ile günlük ihtiyacımızın ne kadarını karşıladığı araştırılacaktır. Böylece günlük meyve suyu tüketiminin beslenmemizdeki yeri ve önemi belirlenecektir.

1.3 Hipotez

Meyveler ve meyve suları ülkemizde ve dünyada yaygın olarak tüketilmekte ve insan beslenmesinde önemli yer tutmaktadır. Meyve ve meyve sularının beslenme fizyolojisi ve sağlık açısından önemleri çeşitli vitamin ve elementleri içermelerinden kaynaklanır. Aynı zamanda diğer gıdalarda eksik olan ve insan organizması için gerekli olan maddeleri yapılarında bulundurmaları ve olumsuz özellik gösteren maddeleri diğer gıdalardan daha az içermeleri nedeniyle sağlık açısından önemlidirler.

Meyveler esas olarak element kaynağı olarak görülür ve içerdikleri mineral maddelerin insan beslenmesinde önemli rolleri vardır. Meyve sularının element içeriği bakımından vücut dengesine faydası insan sağlığı için bilinmesi gereken önemli bir unsurdur.

Meyvelerdeki element miktarları tür ve çeşide bağlı olarak büyük farklılıklar göstermektedir. Meyvelerde çoğunlukla suda çözünür formda bulunan elementlerin büyük bir kısmı meyve suyuna geçmektedir. Ancak bazı meyvelerde ise kabukta kalmaktadırlar. Bunun sonucu olarak da, meyve suyunda element miktarı meyveye göre daha düşük olabilmektedir.

Bu çalışmada %100 meyve suları (Portakal, Elma, Üzüm, Nar) ve nektarların (Portakal, Vişne, Kayısı, Şeftali) içerdiği esansiyel ve esansiyel olmayan element miktarlarının belirlenmesi hedeflenmiştir. Ayrıca aynı meyveden üretilen meyve suyu ve nektarların element içerikleri karşılaştırılmış olacaktır.

Gerçekleştirilen çalışmalar boyunca, meyve suyu içeriğinde bulunan elementlerin belirlenerek, meyve suyu türüne ve tüketim miktarına göre çeşitli yaş grupları üzerindeki sağlık etkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

BÖLÜM 2

DENEYSEL YÖNTEM

2.1 Hammaddelerin Temini ve Hazırlanması

Deneylerde kullanılan meyve suları İstanbul'da bulunan yerel marketlerden temin edilmiştir. Ürün çeşitliliği ve tüketim talepleri göz önüne alınarak Türkiye pazarında satışa sunulan meyve suyu markaları araştırılmış ve belirlenen markalar arasından zengin ürün çeşidine ve yüksek tüketim oranına sahip olan bir marka seçilmiştir. Deneylerde kullanılan tüm meyve suları aynı markaya aittir.

Deneysel çalışmalarda %100 Elma suyu, %100 Portakal suyu, %100 Nar suyu, %100 Üzüm suyu ile Portakal, Vişne, Kayısı, Şeftali nektarları kullanılmıştır. İncelenen meyve sularına ait ürün bilgileri Çizelge 2.1'de verilmiştir.

Çizelge 2. 1 İncelenen meyve sularının ambalajlı ürün miktarları

Ürünün Adı	Ambalajlı Ürün Miktarı	Ambalajlı Ürün Miktarı	Ambalajlı Ürün Miktarı
%100 Elma Suyu	200 ml	Portakal Nektarı	200 ml
%100 Portakal Suyu	1 lt	Vişne Nektarı	200 ml
%100 Nar Suyu	1 lt	Kayısı Nektarı	200 ml
%100 Üzüm Suyu	1 lt	Şeftali Nektarı	200 ml

Meyve suları karıştırılarak homojenize edilmiş ve akabinde ICP-OES ile element analizi için mikrodalga ile çözümlendirme işlemine tabi tutulmuştur.

2.1.1 Mikrodalga ile Çözümlendirme

Mikrodalga çözümlendirme kaplarına homojen hale getirilen meyve suyu numunelerinden 5 ml konulmuş ve üzerine 10 ml nitrik asit (HNO_3) (Merck, 100456, %65 saflıkta) ilave edilmiştir. Nitrik asit ilavesinden sonra numuneler 30 dk çeker ocakta bekletilmiştir. Bekleme süresinin sonunda kapakları kapatılan kaplar, mikrodalga çözümlendirme (Berghof MWS-Four)cihazına (Şekil 2.1) konularak 55 dk süren çözümlendirme işlemine tabi tutulmuştur. Her bir seferde 8 kap işleme girmiştir.



Şekil 2.1 Mikrodalga çözümlendirme sistemi

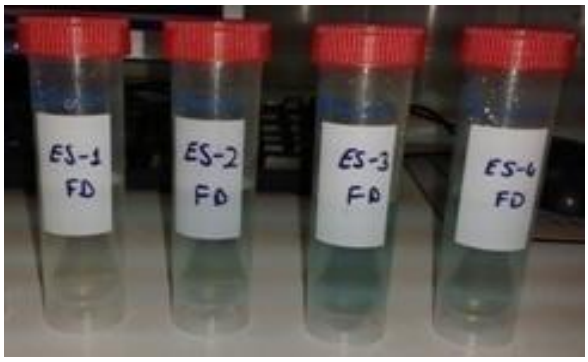
Cihaz içinde numunelere 55 dk boyunca 100-190°C arasında değişen sıcaklıklar uygulanmıştır. Çözümlendirme programının işlem koşulları Çizelge2.2'de verilmiştir.

Çizelge 2.2 Mikrodalga çözümlendirme programının işlem koşulları

Adım	1	2	3	4
Sıcaklık (°C)	150	160	190	100
İşlem süresi (dk)	10	10	10	3
Bekleme süresi (dk)	5	5	10	2

Çözümlendirme işlemi sonunda kaplar çıkartılarak 1 saat boyunca çeker ocakta soğumaya bırakılmıştır. Kapağı gevşetilerek soğumaya bırakılan kapların içeriği 50

ml'lik tüplere aktarılarak ultra saf su (GFL 2004, Gesellschaft für Labortechnik, Burgwedel, Germany) ile 25 ml'ye tamamlanmıştır.



Şekil 2.2 Çözümlenen meyve suyu numuneleri

Böylece meyve suyu numunelerine 5 kat seyreltme yapılmıştır (Şekil 2.2). Bu işlem sonucunda element analizi yapılacak numuneler hazır hale gelmiştir. Ancak bazı eser elementlerin konsantrasyonları yüksek olduğundan analiz sırasında gerekli görüldüğünde ayrıca seyreltmeler uygulanmıştır.

2.2 ICP-OES ile Element Analizi

2.2.1 Standart Hazırlama veSeyreltme

Standartların hazırlanmasında ‰ 3'lük HNO_3 çözeltisi kullanılmıştır. Kullanılan çözelti GFL 2004 cihazından elde edilen bir miktar ultra saf su üzerine 3ml HNO_3 asidi eklenip, yine ultra saf su ile 1000 ml'ye tamamlanarak hazırlanmıştır.

Bu elementlerinin ölçümü ICP-OES cihazında yapılacağından mix standart hazırlama yöntemi seçilmiştir. Bu yönteme göre 50 ml'lik standart hazırlama tüplerine ‰ 3'lük HNO_3çözeltisinden bir miktar konulmuştur. Okuması yapılacak olan elementlerin, 1000 ppm'lik standart stok çözeltilerinden (Şekil 2.3)otomatik pipet yardımıyla asit çözeltisi içine önceden belirlenen miktarlarda eklenmiştir.



Şekil 2.3 Standart element çözeltileri

Pipetin ucu değiştirilmeden önce 3 kez asitle yıkama yapılarak pipette kalan elementler de hazırlanan çözeltiye eklenerek olası kayıplar engellenmiştir. Hazırlanan bu standart yine nitrikasit çözeltisi ile 50 ml'ye tamamlanmış ve homojen hale gelmesi için iyice çalkalanır elde edilen bu standarttan (STD3) 1:3 oranında seyreltme yapılarak ikinci standart (STD2) elde edilmiştir. STD2'den de yine 1:3 oranında yapılan seyreltmeyle de son ve en düşük konsantrasyona sahip olan standart (STD1) elde edilmiştir. Böylelikle 3'er kat seyreltilmiş üç adet standart çözeltisi hazırlanmıştır.

2.2.2 Kalibrasyon Aralıklarının Belirlenmesi

Elementlerin miktarlarının tespiti için öncelikle cihazlarda miktar tanımlaması yapılması gerekmektedir. Bu amaçla cihaza örnekler verilmeden önce hazırlanan standartlarla cihazda tayini yapılacak element için kalibrasyoneğrisi çizdirilmesi gerekmektedir.Kalibrasyon eğrisi çizdirilmesi için gerekli olan standart aralığı yapılan bir ön okuma ile belirlenmektedir. Ön okuma yapılmasının amacı her elementin kendi standart aralığının belirlenmesidir. Bu durum doğru sonuçların elde edilmesi açısından önemlidir.

Elementlerin standart aralığını belirlemek için düşük konsantrasyonlarda hazırlanan örnek standartlarla her meyve suyu numunesi için ön okuma yapılmıştır. Yapılan ön okumada tüm elementler için aynı standart değeri kullanılmıştır ve kullanılan değerler Çizelge 2.3'de belirtilmiştir.

Çizelge 2.3 Ön okuma için standart aralığı değerleri

Standartlar	STD 1	STD 2	STD 3
Çözümlendirilmiş meyve suyu numuneleri	0.001	0.003	0.009

Ön okuma sonucu elde edilen değerler kullanılarak her meyve suyu numunesi için standart değerleri belirlenmiş ve bu değerlere göre analizlerde kullanılacak olan standartlar hazırlanmıştır.

2.2.3 ICP-OES ile element analizi

Meyve suyu numunelerinin element miktarlarının tayini Perkin Elmer Optima 2100 DV ICP-OES cihazı kullanılarak yapılmıştır. Al, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mo, Mn, Na, Ni, P, Pb, Sb, Se, Ti, Zn olmak üzere toplam 21 tane element belirlenmiştir. Her bir numune için en az 3 paralel olacak şekilde mikrodalga çözümlendirme yapılmış ve ICP-OES cihazında element içerikleri belirlenmiştir.

ICP-OES cihazı element okuma işlemini hazırlanan bu standartlar ile kendisine bir kalibrasyon eğrisi çizerek gerçekleştirir.

Ölçüm koşulları; güç için 1.45 kW, nebulizer için 1 $L.min^{-1}$ olarak ayarlanmıştır. Aynı zamanda plazma akışı 15.0 $L.min^{-1}$, yardımcı (auxiliary) akış: 0.8 $L.min^{-1}$ olarak ayarlanmıştır.

BÖLÜM 3

DENEYSEL SONUÇLAR

3.1 ICP-OES Element Analizi Sonuçları

Meyve suyu numunelerinde incelenen elementler esansiyel elementler (Ca, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Na, P, Se, Zn) ve esansiyel olmayan elementler (Al, As, Ba, Cd, Ni, Pb, Sb, Ti) olarak iki grupta değerlendirilmiştir.

3.1.1 Meyve Suyu Numunelerinde Esansiyel Element Analizi Sonuçları

Meyve suyu numunelerinin ICP-OES cihazı kullanılarak yapılan element analizi sonuçları ppm olarak hesaplanmıştır. Esansiyel elementlerin hesaplanan değerleriÇizelge 3.1'de verilmiştir. Çizelgede yer alan değerlere göre esansiyel elementler yüksek miktarda bulunanlar (K,Ca, P, Mg, Na), orta miktarda bulunanlar (Fe) ve düşük miktarda bulunanlar (Co, Cr, Cu, Mn, Mo, Se, Zn) olmak üzere 3 gruba ayrılmıştır.

Sonuçlar incelendiğinde analizi yapılan tüm meyve sularında en yüksek miktarda bulunan elementin potasyum olduğu görülmektedir. Meyve suyu numuneleri K içeriklerine göre kıyaslandığında en fazla potasyuma sahip olan meyve suyunun türünün %100 Portakal suyu olduğu görülmektedir. %100 Portakal suyunu sırasıyla %100 Üzüm suyu, Kayısı nektarı, Portakal nektarı, %100 Nar suyu, %100 Elma suyu, Şeftali nektarı ve Vişne nektarı takip eder. K içeriklerine göre meyve sularının kıyaslanması Şekil 3.1'degösterilmiştir.

Çizelge 3.1 Meyve suyu numunelerinde bulunan esansiyel elementler

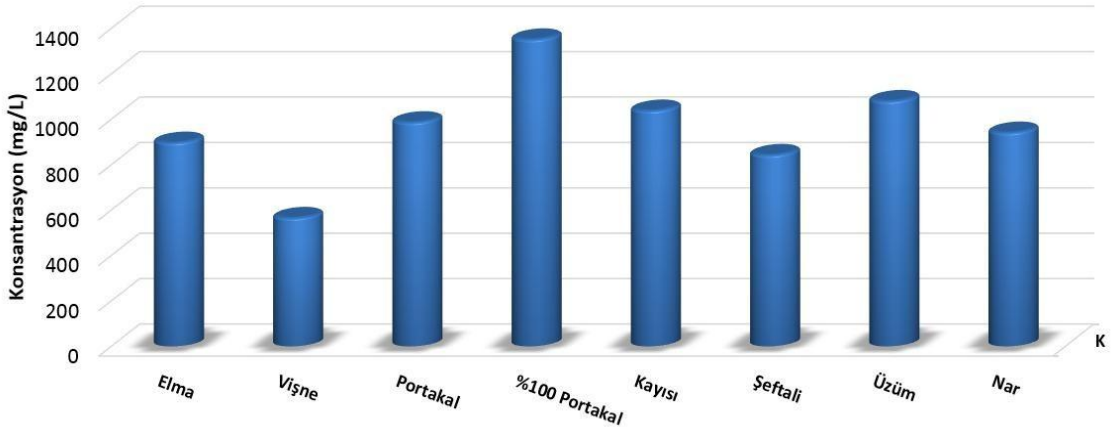
Elementler (ppm) / Meyve Suları	Ca	Co	Cr	Cu	Fe	K	Mg
%100 Elma Suyu	64,135 ± 0,190	c.l.a.	0,012 ± $7x10^{-4}$	0,007 ± $6x10^{-4}$	0,227 ± $5x10^{-4}$	896,350 ± 13,930	33,035 ± 0,388
%100 Portakal Suyu	89,275 ± 0,304	c.l.a.	c.l.a.	0,048 ± 0,001	0,455 ± 0,007	1351 ± 121,213	73,255 ± 1,195
%100 Nar Suyu	161,500 ± 16,970	c.l.a.	c.l.a.	0,082 ± 0,004	0,211 ± $6x10^{-4}$	940,650 ± 30,334	61,665 ± 0,883
%100 Üzüm Suyu	176,900 ± 3,676	c.l.a.	0,006 ± $6x10^{-4}$	0,083 ± 0,002	0,343 ± 0,016	1079 ± 16,617	71,010 ± 1,216
Portakal Nektarı	120,150 ± 4,454	c.l.a.	c.l.a.	0,015 ± 0,001	0,066 ± 0,004	986 ± 19,798	33,760 ± 1,103
Vişne Nektarı	68,770 ± 2,192	c.l.a.	0,006 ± $6x10^{-4}$	0,013 ± $7x10^{-4}$	0,195 ± 0,004	564,800 ± 15,273	31,420 ± 0,098
Kayısı Nektarı	66,090 ± 3,945	0,001 ± $7x10^{-4}$	0,007 ± $6x10^{-4}$	0,074 ± 0,001	0,894 ± 0,035	1037 ± 50,204	30,805 ± 1,096
Şeftali Nektarı	53,810 ± 3,860	c.l.a.	0,011 ± $7x10^{-4}$	0,083 ± $6x10^{-4}$	0,205 ± 0,014	842 ± 4,949	27,673 ± 2,167

c.l.a.: cihazın okuma limitinin altında

Çizelge 3.1 Meyve suyu numunelerinde bulunan esansiyel elementler-devamı

Elementler (ppm) / Meyve Suları	Mn	Mo	Na	P	Se	Zn
%100 Elma Suyu	0,105 ± 0,003	0,006 ± $6x10^{-4}$	22,895 ± 0,091	36,690 ± 0,070	c.l.a.	0,015 ± $6x10^{-4}$
%100 Portakal Suyu	0,029 ± $6x10^{-4}$	0,004 ± $4x10^{-4}$	7,695 ± 0,260	89,275 ± 0,233	c.l.a.	0,050 ± $7x10^{-4}$
%100 Nar Suyu	0,013 ± $7x10^{-4}$	c.l.a.	15,945 ± 0,233	90,420 ± 1,979	c.l.a.	0,080 ± 0,007
%100 Üzüm Suyu	0,087 ± $7x10^{-4}$	c.l.a.	17,095 ± 0,784	100,875 ± 1,590	c.l.a.	0,094 ± 0,002
Portakal Nektarı	0,001 ± $7x10^{-4}$	c.l.a.	6,372 ± 0,026	51,300 ± 2,630	c.l.a.	0,016 ± 0,001
Vişne Nektarı	0,015 ± $7x10^{-4}$	c.l.a.	22,990 ± 0,268	48,485 ± 0,728	c.l.a.	0,006 ± $5x10^{-4}$
Kayısı Nektarı	0,047 ± $7x10^{-4}$	c.l.a.	3,074 ± 0,159	46,550 ± 0,721	c.l.a.	0,081 ± 0,004
Şeftali Nektarı	0,090 ± 0,006	0,006 ± $6x10^{-4}$	4,760 ± 0,0197	48,113 ± 2,365	c.l.a.	0,046 ± 0,002

c.l.a.: cihazın okuma limitinin altında



Şekil 3.1 Meyve sularının K içerikleri

Meyve suyu numuneleri incelendiğinde K'dan sonra yüksek miktarda bulunan esansiyel elementlerin Ca, P, Mg, Na olduğu görülmektedir.

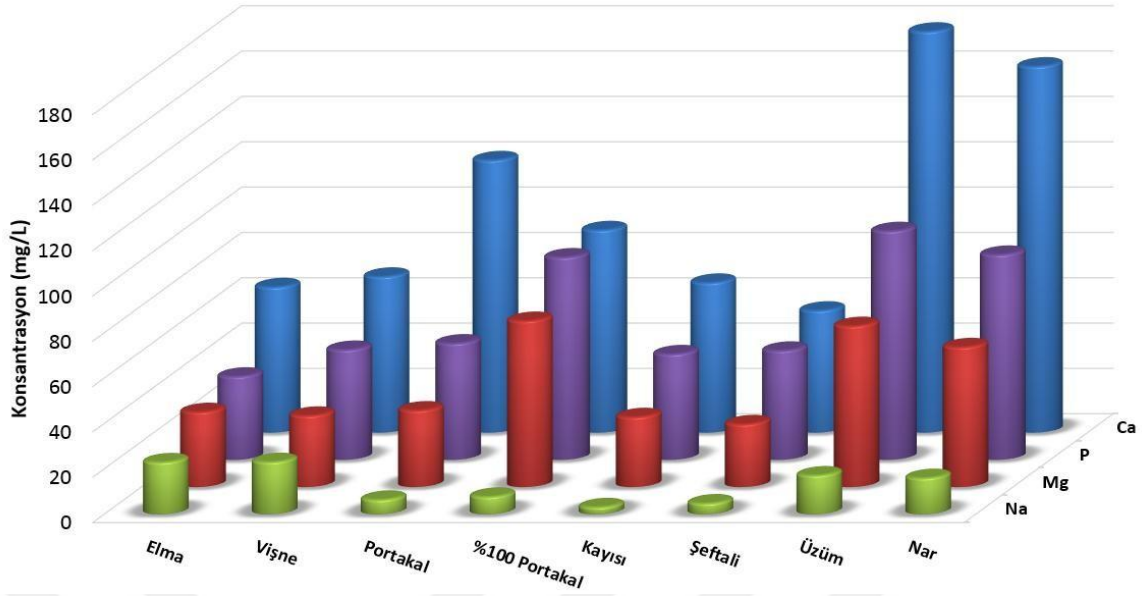
Meyve suyu numuneleri Ca içeriklerine göreincelendiklerinde en yüksek Ca oranına sahip meyve suyu%100 Üzüm suyu olarak belirlenmiştir. %100 Üzüm suyunu sırasıyla Portakal nektarı, %100 Portakal suyu, Vişne nektarı, Kayısı nektarı, %100 Elma suyu, Şeftali nektarı ve %100 Nar suyu takip etmektedir.

Aynı şekilde numuneler P içeriklerine göre kıyaslandığında en yüksek P oranının %100 Üzüm suyunda olduğu görülmüştür. %100 Üzüm suyunu sırasıyla %100 Nar suyu, %100 Portakal suyu, Portakal nektarı, Vişne nektarı, Şeftali nektarı, Kayısı nektarı ve %100 Elma suyu takip etmektedir.

Meyve suyu numunelerinin Mg içerikleri incelendiğinde ise %100 Portakal suyunun en yüksek Mg içeriğine sahip olduğu görülmektedir. %100 Portakal suyunu sırasıyla %100 Üzüm suyu, %100 Nar suyu, Portakal nektarı, %100 Elma suyu, Vişne nektarı, Kayısı nektarı ve Şeftali nektarı takip etmektedir.

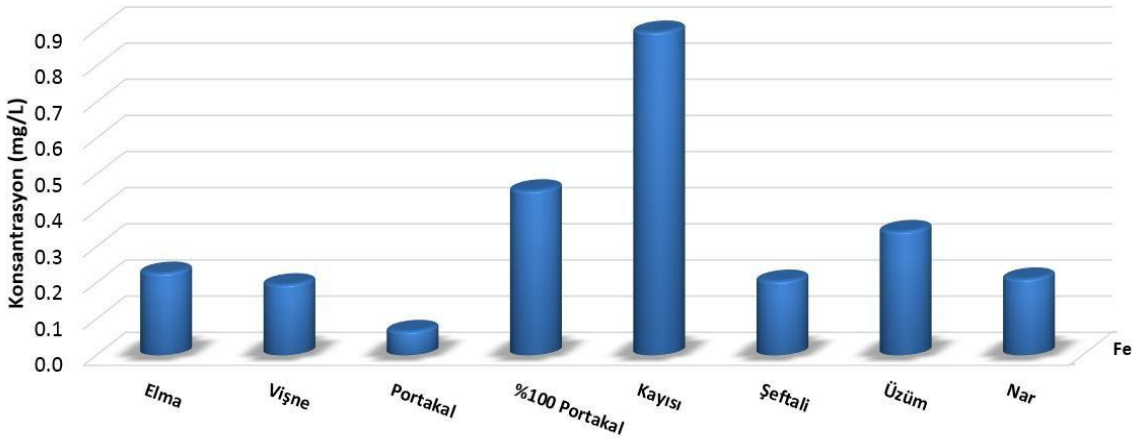
Meyve suyu numunelerinin Na içeriklerine göre kıyaslandığında en yüksek miktarın Vişne nektarında olduğu görülür. Bunu sırasıyla %100 Elma suyu, %100 Üzüm suyu, %100 Nar suyu, %100 Portakal suyu, Portakal nektarı, Şeftali nektarı, Kayısı nektarı izlemektedir.

Meyve sularının Ca, P, Mg ve Na içeriklerine göre karşılaştırılmasıŞekil 3.2'deverilmiştir.



Şekil 3.2 Meyve sularının Ca, P, Mg ve Na içerikleri

Meyve suyu numuneleri Fe içeriklerine göre kıyaslandıklarında, en yüksek Fe oranının Kayısı nektarında olduğu görülmüştür. Bunu sırasıyla %100 Portakal suyu, %100 Üzüm suyu, %100 Elma suyu, %100 Nar suyu, Şeftali nektarı, Vişne nektarı ve Portakal nektarı izlemektedir. Meyve sularının Fe içeriklerine göre karşılaştırılması Şekil 3.3'de verilmiştir.



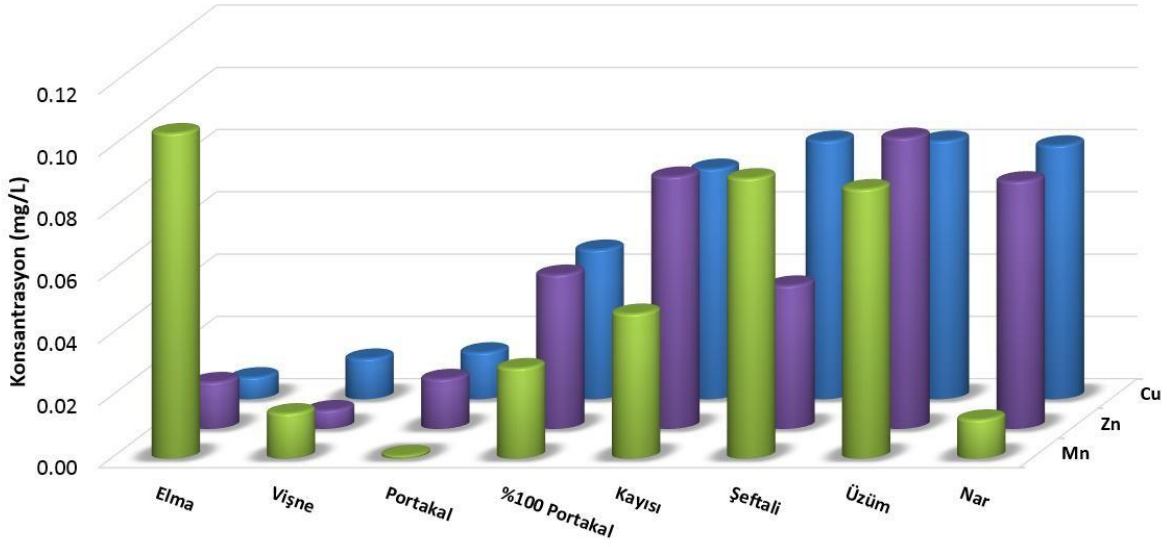
Şekil 3.3 Meyve Sularının Fe içerikleri

Yapılan analizlerde Mn, Zn, Cu, Co, Mo ve Cr meyve suyu numunelerinde düşük miktarlarda bulunan esansiyel elementler olarak belirlenmiştir. Meyve suyu numunelerinin çoktan aza doğru sıralanışı sırasıyla;

Mn içeriğine göre;%100 Elma suyu, Şeftali nektarı, %100 Üzüm suyu, Kayısı nektarı, %100 Portakal suyu, Vişne nektarı, %100 Nar suyu, ve Portakal nektarı olarak belirlenmiştir.

Aynı sıralanış şekline göre Zn içeriği incelendiğinde en yüksek oranın %100 Üzüm suyunda olduğu görülmektedir. Bunu sırasıyla Kayısı nektarı, %100 Nar suyu, %100 Portakal suyu, Şeftali nektarı, Portakal nektarı, %100 Elma suyu ve Vişne nektarı takip etmektedir.

Cu içeriğine göre ise ilk sırada %100 Üzüm suyu yer alır. %100 Üzüm suyundan sonra çoktan aza doğru Şeftali nektarı, %100 Nar suyu, Kayısı nektarı, %100 Portakal suyu, Portakal nektarı, Vişne nektarı ve %100 Elma suyu gelmektedir. Meyve sularının Mn, Zn ve Cu içeriklerine göre karşılaştırılması Şekil 3.4'de verilmiştir.



Şekil 3.4 Meyve sularının Mn, Zn, Cu içerikleri

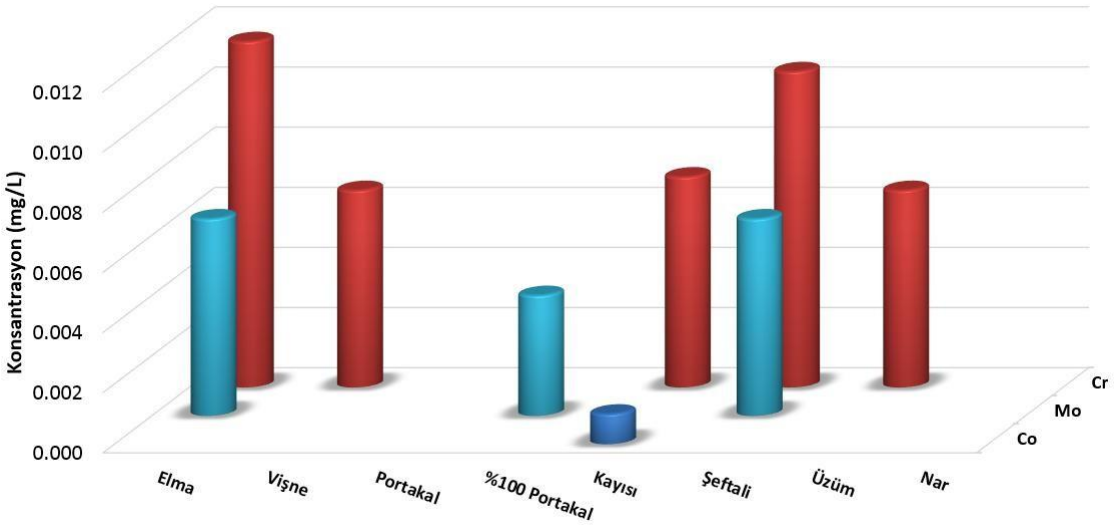
Co, Cr ve Mo meyve suyu numunelerinde en düşük miktarda bulunan elementler olarak belirlenmişlerdir. %100 Elma suyu, %100 Portakal suyu, %100 Üzüm suyu, %100 Nar suyu, Portakal nektarı, Vişne nektarı ve Şeftali nektarı için Co miktarının ICP-OES cihazı tarafından okunabilecek minimum değerin altında çıkması nedeniyle bu meyve

suyu numunelerinin Co içermediği kabul edilir. İncelenen numuneler içinde sadece Kayısı nektarı'nın 0,001 ppm kadar küçük bir miktarda Co içerdiği belirlenmiştir.

Meyve suyu numunelerinin Cr miktarlarına bakıldığında %100 Elma suyu ve Şeftali suyunda sırasıyla 0,012 ppm ve 0,011 ppm olarak hesaplandığı görülmektedir. Çizelge 3.1'de görüldüğü gibi Cr içeriği Kayısı ve Vişne nektarı ile %100 Üzüm suyunda sıfıra yakın değerler olarak belirlenmiş ayrıca %100 Portakal suyu, %100 Nar suyu ve Portakal nektarında ICP-OES cihazı tarafından okunabilecek minimum değerin altında çıkması nedeniyle bu meyve suyu numunelerinde bulunmadığı kabul edilmiştir.

Şeftali nektarı, %100 Elma suyu ve %100 Portakal suyu numunelerinin Mo içeriği ise sıfıra yakın değerler olarak belirlenmiştir. %100 Nar suyu, %100 Üzüm suyu, Portakal nektarı, Vişne nektarı ve Kayısı nektarında ise belirlenebilecek minimum değerin altında olması nedeniyle bu meyve suyu numunelerinin Mo içermedikleri kabul edilmiştir. Meyve sularının Co, Mo, Cr içerikleri Şekil 3.5'de gösterilmektedir.

İncelenen tüm meyve suyu numunelerinde Se elementi ICP-OES cihazının belirleyebileceği minimum değerin altında çıkmıştır. Bu nedenle incelenen meyve suyu numunelerinin içeriklerinde Se bulunmadığı kabul edilmiştir.



Şekil 3.5 Meyve Sularının Co, Mo, Cr içerikleri

Meyve suyu numuneleri esansiyel element oranlarına göre incelenecek olursa tüm meyve sularında ilk sırada K'nın yer aldığı görülmüştür. İncelenen tüm meyve suları için en yüksek miktarda bulunan element olan K'yı sırasıyla; %100 Elma suyundaCa, P, Mg,

Na, Fe, Zn, Mn, Cr, Cu ve Mo elemetleri, %100 Nar suyunda ise P, Mg, Ca, Na, Fe, Cu, Zn ve Mn elementlerinin takip ettiği belirlenmiştir.

%100 Portakal suyu içeriğindeki K'yı takip eden P ve Ca miktarlarının ise birbirine eşit olduğu tespit edilmiştir. Bu iki elementi sırasıyla Mg, Na, Fe, Zn, Cu, Mn ve Mo izlemektedir.

%100 Üzüm suyu içeriğindeki element miktarlarının ise K'dan sonra sırasıyla Ca, P, Mg, Na, Fe, Zn, Mn, Cu ve Cr olduğu belirlenmiştir.

Portakal nektarı, Vişne nektarı, Kayısı nektarı ve Şeftali nektarında K'dan sonra gelen ilk beş element sırasıyla Ca, P, Mg, Na ve Fe'dir. Bu sırayı Portakal nektarında Zn, Cu ve Mn izlemiştir. Vişne nektarında Fe elementini Mn ve Cu takip eder bu iki elementten sonra gelen Cr ve Zn'nin Vişne nektarında eşit miktarda olduğu belirlenmiştir.

Kayısı nektarında bu sırayı Zn, Cu, Mn, Cr ve Co; Şeftali nektarında ise Mn, Cu, Zn, Cr ve Mo izlemiştir.

ICP-OES cihazının okuyabileceği minimum değerin altında kalan elementler sıralamaya dahil edilmemiştir.

3.1.2 Meyve Suyu Numunelerinde Esansiyel Olmayan Element Analizi Sonuçları

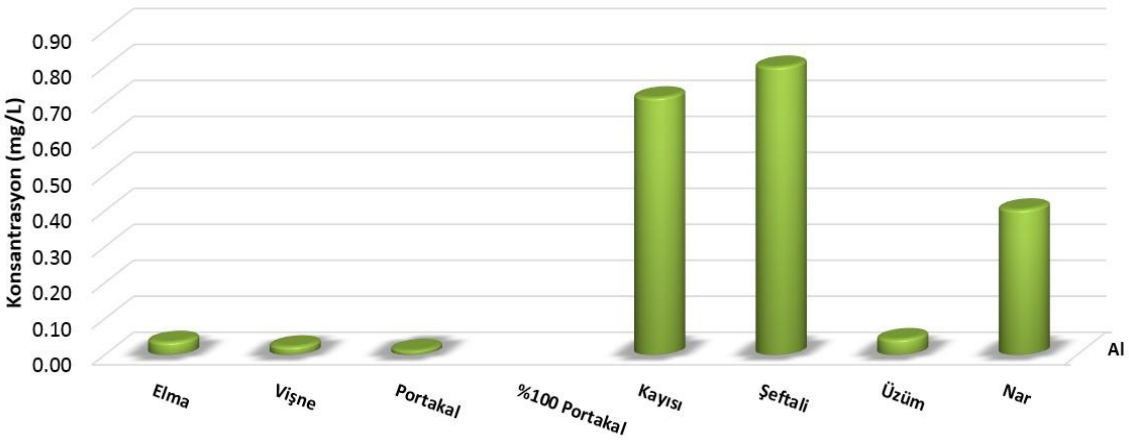
Meyve suyu numunelerinin esansiyel olmayan elementanalizi sonuçları ppm olarak Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Meyve suları Al içeriklerine göre incelendiklerinde en yüksek Al miktarının Şeftali nektarında olduğu görülmektedir. Şeftali nektarını sırasıyla Kayısı nektarı, %100 Nar suyu, %100 Üzüm suyu, %100 Elma suyu, Vişne nektarı ve Portakal nektarı takip etmektedir. %100 Portakal suyu için Al değeri ICP-OES cihazının okuyabileceği minimum değerin altında kaldığından dolayı içeriğinde Al bulunmadığı kabul edilmiştir. Meyve sularının Al içeriklerine göre karşılaştırılması Şekil 3.6'da verilmiştir.

Çizelge 3.2 Meyve sularında bulunan esansiyel olmayan elementler

Elementler (ppm) / Meyve Suları	Al	As	Ba	Cd	Ni	Pb	Sb	Ti
%100 Elma Suyu	0,036	c.l.a.	0,037	c.l.a.	c.l.a.	0,058 ± 0,004	c.l.a.	0,010
%100 Portakal Suyu	c.l.a.	c.l.a.	0,029 ± 0,002	c.l.a.	c.l.a.	b.l.a	c.l.a.	c.l.a.
%100 Nar Suyu	0,404 ± 0,037	c.l.a.	0,075	c.l.a.	0,001	0,056 ± 0,004	c.l.a.	c.l.a.
%100 Üzüm Suyu	0,043	c.l.a.	0,015	c.l.a.	c.l.a.	0,032	c.l.a.	0,004
Portakal Nektarı	c.l.a.	c.l.a.	0,029 ± 0,002	c.l.a.	c.l.a.	c.l.a.	c.l.a.	c.l.a.
Vişne Nektarı	0,023	c.l.a.	0,042	c.l.a.	c.l.a.	c.l.a.	c.l.a.	c.l.a.
Kayısı Nektarı	0,715 ± 0,033	c.l.a.	0,028	c.l.a.	0,018	0,122 ± 0,0106	c.l.a.	0,024 ± 0,001
Şeftali Nektarı	0,801 ± 0,079	c.l.a.	0,014	c.l.a.	0,003	0,135 ± 0,005	c.l.a.	0,042 ± 0,002

c.l.a.: cihazın okuma limitinin altında



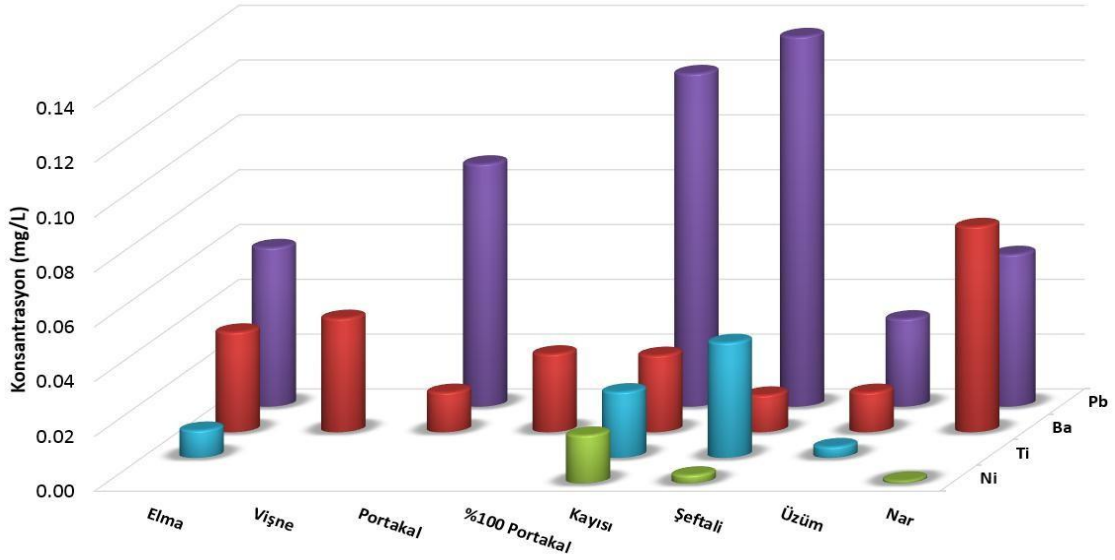
Şekil 3.6 Meyve sularının Al içeriği

Meyve suyu numunelerinin Ba içerikleri incelendiğinde ilk sırada %100 Nar suyunun yer aldığı görülmektedir. % 100 Nar suyunu sırasıyla Vişne nektarı, %100 Elma suyu, %100 Portakal suyu ve Portakal nektarı, Kayısı nektarı, %100 Üzüm suyu ve Şeftali nektarı izlemektedir. Yapılan analizler sonucunda %100 Portakal suyu ve Portakal nektarının Ba içeriklerinin aynı değerde olduğu hesaplanmıştır.

Pb içeriklerine göre meyve suyu numuneleri incelendiğinde ise %100 Portakal suyu, Portakal nektarı ve Vişne nektarında Pb değeri ICP-OES tarafından okunabilen minimum değerin altında olduğu görülmektedir. Kalan numunelerin Pb içeriğine göre sıralanışı ise çoktan aza doğru sırasıyla Şeftali nektarı,Kayısı nektarı, %100 Elma suyu, %100 Nar suyu ve %100 Üzüm suyu olarak belirlenmiştir.

%100 Elma suyu, %100 Portakal suyu, %100 Üzüm suyu, Vişne nektarı ve Portakal nektarının Ni içeriklerinin ICP-OES tarafından okunabilen minimum değerin altında olduğu tespit edilmiştir. Aynı şeklide yapılan analizler sonucunda %100 Nar suyu ve Şeftali nektarının Ni içerikleri de sıfıra çok yakın değerler olarak hesaplanmıştır. İncelenen numuneler içinde en yüksek Ni oranına sahip meyve suyunun Kayısı nektarı olduğu görülmektedir

İçerdikleri Ti oranına göre meyve suyu numuneleri incelendiğinde en yüksek oranın Şeftali nektarında bulunduğu ve bunu sırasıyla Kayısı nektarı ve %100 Elma suyunun takip etmekte olduğu görülmektedir. %100 Üzüm suyunun Ti içeriği sıfıra çok yakın bir değer olarak hesaplanmış olup kalan numunelerin Ti içeriklerinin ICP-OES tarafından belirlenen minimum değerin altında kaldıkları saptanmıştır. Meyve suyu numuneleri Pb, Ba, Ti ve Ni içeriklerine göre Şekil 3.7'de gösterilmektedir.



Şekil 3.7 Meyve sularının Ni, Ti, Ba ve Pb içerikleri

Meyve suyu numuneleri esansiyel olmayan element oranlarına göre incelendiğinde%100 Elma suyunda en fazla bulunan elementin Pb olduğu görülmüştür. Bunu sırasıyla Ba, Al ve Ti takip etmektedir. %100 Nar suyu, %100 Üzüm suyu, Kayısı nektarı ve Şeftali nektarı içeriklerinde ise en yüksek miktarda bulunan elementin Al olduğu belirlenmiştir. Bu sıralama %100 Nar suyunda Ba, Pb, Ni; %100 Üzüm suyunda Pb, Ba, Ti; Kayısı nektarında Pb, Ba, Ti, Ni; Şeftali nektarında ise Pb, Ti, As ve Ni olarak devam etmektedir. Vişne nektarında en yüksek oranda bulunan element Ba olarak belirlenirken buna Al'nin takip ettiği görülmüştür.

Analizler sonucunda %100 Portakal suyu ve Portakal nektarında sadece Ba elementi belirlendiği için bir sıralama yapılamamıştır. Aynı zamanda ICP-OES cihazının okuyabileceği minimum değerin altında kalan elementler sıralamaya dahil edilmemiştir.

BÖLÜM 4

SONUÇLAR ve ÖNERİLER

4.1 Günlük Dozaj Hesaplama

Tez çalışmasının ‘’Bölüm 3, ICP-OES Analiz Sonuçları’’ kısmında yer alanmeyve suyu numunelerinin içerdiği element miktarlarına göre günlük esansiyel element ihtiyacının karşılanma yüzdesi hesabı ve esansiyel olmayan elementlerin tüketiminin tolere edilebilen miktarlarla karşılaştırılarak risk analizi yapılmıştır.

4.1.1 Esansiyel Elementlerin Günlük Tüketim Miktarlarının Hesaplanması

Yapılan çalışmada 8 çeşit meyve suyu numunesi için element analizi yapılmış ve ppm olarak hesaplanmıştır.

Meyve suyu pazarında ürünler 200 ml, 330 ml ve 1000 ml olarak tüketime sunulmaktadır. Yapılan analizler sonucu bulunan değerler, her esansiyel element için günlük alınabilecek maksimum miktarına oranlanarak sırasıyla 200 ml, 330 ml ve 1000 ml meyve suyu tüketen insanların aldıkları element miktarları ve bu miktarların günlük ihtiyacın yüzde kaçını karşıladığı hesaplanmıştır.

1-18 yaş aralığındaki çocuklar ile 19-70 yaş aralığındaki bay ve bayanlar için önerilen günlük element miktarı Çizelge 4.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1 Önerilen günlük element miktarları [48-51]

Kişi / Element	Çocuk (1-19 yaş)	Bay (19-70 yaş)	Bayan (19-70 yaş)
Ca (g/gün)	0,5-2,5	1,0-2,5	1,0-2,5
Co (mg/gün)	1,40	1,40	1,40
Cr (µg/gün)	11-35	30-35	20-25
Cu (mg/gün)	0,34-8	0,9-1	0,9-1
Fe (mg/gün)	7-45	8-45	18-45
K (g/gün)	3-4,7	4,70	4,70
Mg (mg/gün)	80-410	400-420	310-320
Mn (mg/gün)	1,2-9	2,3-11	1,8-11
Mo (µg/gün)	75-250	75-250	75-250
Na (g/gün)	1-2,3	1,5-2,3	1,3-2,5
P (g/gün)	0,46-4	0,7-4	0,7-4
Se (µg/gün)	20-400	55-400	55-400
Zn (mg/gün)	3-34	11-40	8-40

Meyve suyu tüketimi ile günlük element ihtiyacının yüzde kaçının karşılandığı, tüketim miktarı (200 ml, 330 ml, 1000 ml), yaş grubu ve cinsiyet gibi faktörler dikkate alınarak aşağıdaki eşitliklere göre hesaplanmıştır.

$$m(mg) = C\left(\frac{mg}{l}\right) \times \frac{l}{1000\,ml} \times 200\,ml \tag{4.1}$$

$$m(mg) = C\left(\frac{mg}{l}\right) \times \frac{l}{1000\,ml} \times 330\,ml \tag{4.2}$$

$$m(mg) = C\left(\frac{mg}{l}\right) \times \frac{l}{1000\,ml} \times 1000\,ml \tag{4.3}$$

Eşitlik 4.1, 4.2 ve 4.3'e göre;

m: Element miktarı (mg)

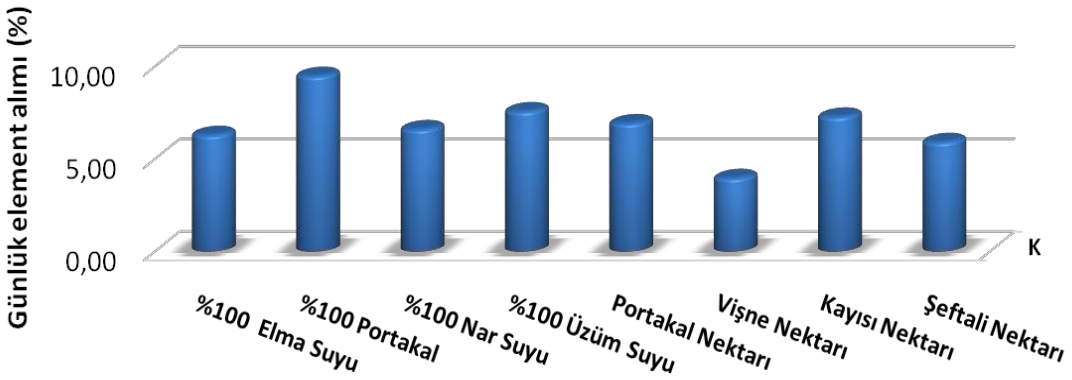
C: Element konsantrasyonu (mg/l)'nu ifade etmektedir. Bu üç eşitlik günlük tüketime göre alınan element miktarını verir.

$$\%Element = m \times 100 / \ önerilen.miktar \qquad (4.4)$$

Eşitlik 4.4'ten yararlanılarak 1-18 yaş aralığındaki çocuklar ile 19-70 yaş aralığındaki bay ve bayanlar için meyve suyu tüketimi ile günlük esansiyel element ihtiyaçlarının ne kadarının karşılandığı yüzde olarak hesaplanmıştır.

Sırasıyla %100 Portakal suyu, %100 Nar suyu, %100 Üzüm suyu, Portakal nektarı, Vişne nektarı, Kayısı nektarı, Şeftali nektarı ve %100 Elma suyu için hesaplanan değerler Çizelge 4.2 ile Çizelge 4.9 arasında verilmektedir.Değerler200 ml, 330 ml ve 1000 ml değerleri için hesaplanmıştır.

Yapılan analizler sonucu meyve sularında en yüksek oranda bulunan element olduğu tespit edilen K, insan vücudu içinde hayati önem taşıyan bir elementtir. Sinir sistemi, kalp ve kas fonksiyonlarında yer alan K aynı zamanda beyne oksijen iletimini sağlayarak zihin faaliyetlerini destekler [31]. Meyve suyu tüketimi ile günlük K alımı çocuk ve yetişkinler için 330 ml tüketim ile %15'e kadar çıkmaktadır.K'nın yetişkinler için günlük element ihtiyacını karşılama oranı yüzde olarak Şekil 4.9'de verilmiştir.



Şekil 4.1 K elementinin günlük ihtiyacı karşılama oranları (%)

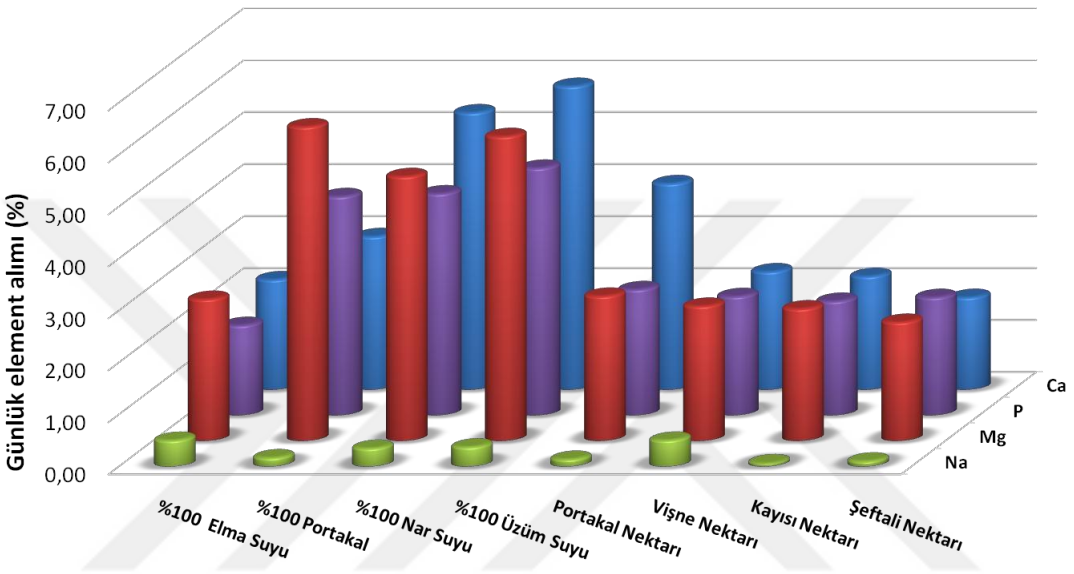
Kalsiyum vücutta kemik ve diş yapısında yer alan, ayrıca doku sıvılarında bulunarak kas kontraksiyonu (kasılma) ve relaksiyonunda (gevşeme), kanın pıhtılaşmasında, sinirsel uyarıların iletilmesinde, asit baz dengesinde ve demirin etkin biçimde kullanılmasında rol oynar [28]. Hesaplanan değerler incelendiğinde 330 ml meyve suyu tüketimiyle, Ca'nın insan vücudunun günlük ihtiyacını yaklaşık %5-12 oranında karşıladığı görülür. Bu oran yaş grubu ve cinsiyete göre farklılık gösterebilir. Yapılan çalışmada en yüksek Ca miktarına sahip meyve suyu %100 Üzüm suyu olarak belirlenmiştir. Üzüm suyunun günlük Ca ihtiyacını karşılama yüzdesine bakıldığında 1-18 yaş aralığındaki çocuklar için %11,675, 19-70 yaş aralığındaki bay ve bayanlar için ise %5,838 oranında olduğu görülmektedir.

Vücudun sıvı dengesini düzenlemekle görevli olan Na elementi[32], 330 ml meyve suyu tüketimi ile çocuk ve yetişkinlerin günlük Na ihtiyacını % 0,1- % 0,8 oranında karşılamaktadır.

Sinir sistemi sağlığı için önemli olan bir diğer element ise magnezyumdur. Mg'nın aynı zamanda kemik ve diş sağlığı, vücut ısısının dengesini sağlama gibi birçok görevi vardır[31]. 1-18 yaş aralığındaki çocuklar için en yüksek Mg alımı 330 ml %100 Portakal suyunda ve % 100 Üzüm suyunda görülmektedir. Bu değerler sırasıyla %30,218 ve %29,292 olarak hesaplanmıştır. Kalan meyve suyu türleri için çocuklarda günlük ihtiyacı karşılama oranı %11-%13 arasında değişmektedir. 19-70 yaş aralığındaki bay ve bayanların günlük Mg ihtiyacının %2-%7'si de meyve suyu tüketimi ile karşılanabilmektedir.

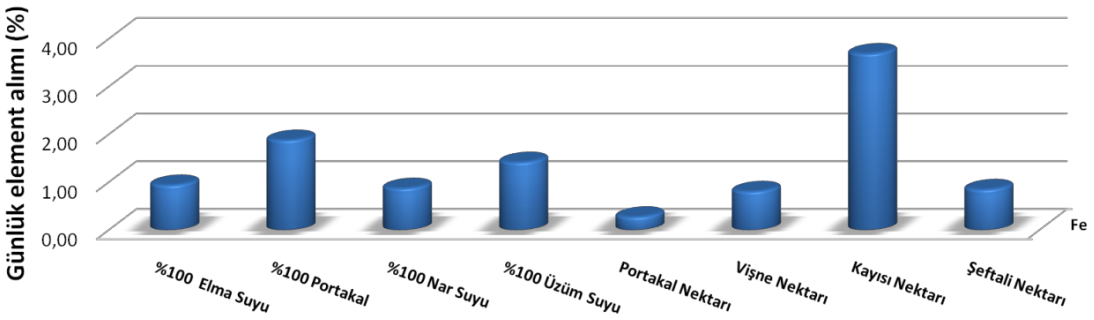
Kemik ve dişlerin yapısında bulunan ve aynı zamanda enzimlerin yapısında bulunan P elementinin [32] meyve suyu tüketimi ile alınan miktarı günlük ihtiyacın %10'undan azını karşılamaktadır.

Ca, Na, Mg ve P elementlerinin yetişkinler için günlük element ihtiyacını karşılama oranları yüzde olarak Şekil 4.2'de verilmiştir.



Şekil 4.2 Ca, Na, Mg ve P elementlerinin günlük ihtiyacı karşılama oranları (%)

Fe, vücutta kırmızı kan hücrelerinde hemoglobinin, kasta ise miyolobinin yapısında bulunur. Aynı zamanda çeşitli enzim komplekslerinin ve sitokromların (solunum zincirindeki elektron taşıyıcı) içinde yer alır [28]. 330 ml Kayısı nektarı tüketimi ile günlük Fe ihtiyacının karşılanma oranı 1-18 yaş aralığındaki çocuklar için % 4,215, 19-70 yaş aralığındaki bay ve bayanlar için sırasıyla % 3,688 ve % 1,639'dur. İncelenen diğer meyve sularında bu oran çocuklar ve yetişkinler için küçük farklılıklar gösterse de genel olarak yaklaşık %1 civarındadır. Fe'nin yetişkinler için günlük element ihtiyacını karşılama oranı yüzde olarak Şekil 4.3'de verilmiştir.

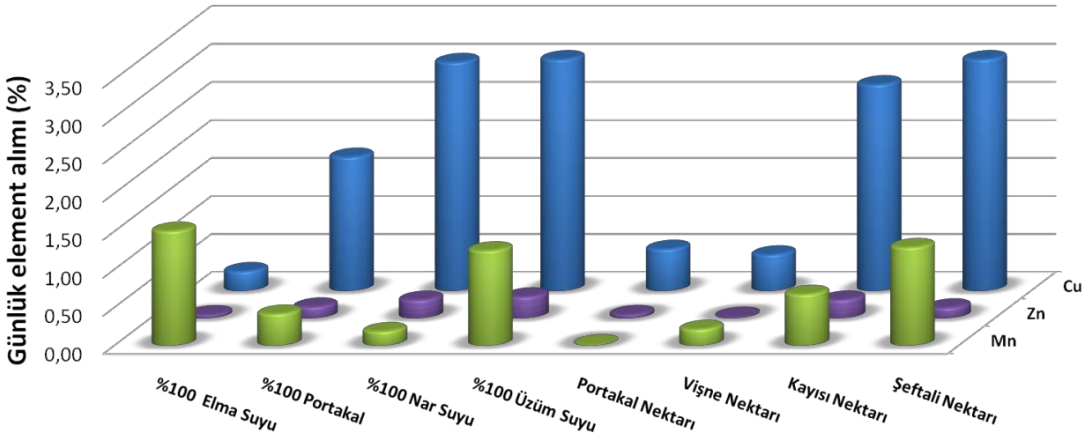


Şekil 4. 3 Fe elementinin günlük ihtiyacı karşılama oranları (%)

Vücutta değişik miktarlarda bulunan ve eksikliği büyüme geriliğine neden olan Mn'nin [28] insan vücudu için günlük ihtiyacının meyve suları tarafından karşılanma oranı çocuklar ve yetişkinler için meyve suyu türüne göre de çeşitlilik göstermekle birlikte genel olarak % 0,1 ile % 3 arasında değişiklik göstermektedir.

A vitamini metabolizması için oldukça gerekli bir mineral olan ve vücutta pek çok fonksiyonda görev alan Zn'nin[28] insan vücudu için günlük ihtiyacının meyve suları tarafından karşılanma oranı çocuklar ve yetişkinler için meyve suyu türüne göre de değişmekle birlikte genel olarak % 0,06 ile % 2 arasında değişiklik göstermektedir.

Vücutta enzim aktivatörü olarak görev yapmakta olan Cu elementinin[28] meyve suyu tüketimi ile alımına bakıldığında 330 ml meyve suyu tüketimi ile günlük Cu ihtiyacının karşılanma oranının çocuklar ve yetişkinler için %10'un altında olduğu görülmektedir. Mn, Zn ve Cu elementlerinin yetişkinler için günlük element ihtiyacını karşılama oranları yüzde olarak Şekil 4.4'de verilmiştir.



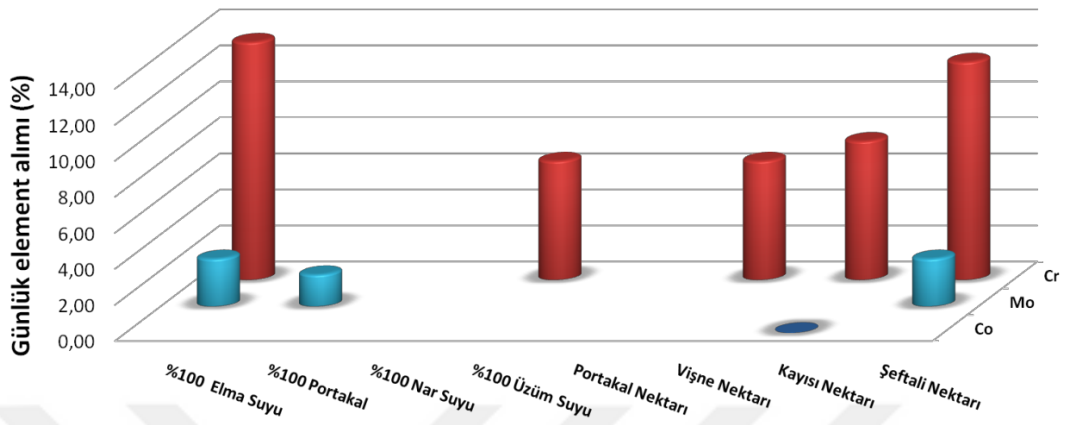
Şekil 4. 4 Cu, Mn ve Zn elementlerinin günlük ihtiyacı karşılama oranları (%)

B12 vitamininin bir parçası olan ve aynı zamanda kırmızı kan hücrelerini uyarıcı etkisi olan [28] Co elementi incelenen meyve suyu numunelerinin içinde sadece Kayısı nektarının yapısında tespit edilmiştir. Bu nedenle sadece Kayısı nektarı tüketimi için günlük ihtiyacının yüzde kaçını karşıladığı belirlenebilmiştir. Hesaplanan değerler Çizelge 4.7'de yer almaktadır. Buna göre 330 ml Kayısı nektarı tüketimi ile günlük Co ihtiyacının % 0,024 kadar düşük bir miktarı karşılanabilmektedir.

Meyve suları tarafından alınan Mo'nun günlük ihtiyacı karşılama oranına bakılacak olursa %100 Elma suyu, %100 Portakal suyu ve Şeftali nektarının 330 ml oranında tüketilmesiyle çocuklar ve yetişkinler için %1- %3 arasında değiştiği görülür. Ancak %100 Üzüm suyu, %100 Nar suyu, Kayısı, Vişne ve Portakal nektarının yapısında Mo elementi bulunmadığından bu meyve sularının tüketimi ile vücuda Mo alımı gerçekleşmemektedir.

Kan şekerin yükselmesinde rol oynayan Cr elementinin [28] günlük ihtiyacı karşılama yüzdesine bakıldığında bu oranın en yüksek olduğu meyve suyunun %100 Elma suyu olduğu Çizelge 4.9'de görülmektedir. %100 Üzüm suyu, Vişne, Kayısı ve Şeftali nektarının 330 ml tüketimi ile Cr elementinin karşılanma oranı çocuklar için %18-40, bay ve bayanlar için ise %6-20 aralığı içerisinde yer almaktadır. Bu durumun aksine %100 Portakal ve %100 Nar suyu ile Portakal nektarının yapısında Cr elementi bulunmadığından bu meyve sularının tüketimi ile vücuda Cr alımı

gerçekleşmemektedir.Co, Mo ve Cr elementlerinin yetişkinler için günlük element ihtiyacını karşılama oranları yüzde olarak Şekil 4.5'de verilmiştir.



Şekil 4. 5 Co, Mo ve Cr elementlerinin günlük ihtiyacı karşılama oranları (%)

Selenyum elementi önemli antioksidan enzimler olan selenoproteinleri yapmak için proteinlerle bağlanmakla görevlidir [34]. Ancak incelenen meyve sularının içeriklerinde Se bulunmadığı belirlenmiştir. Bu nedenle meyve suyu tüketimi ile vücuda Se alımı gerçekleşmemektedir.

Çizelge 4.2 %100 Portakal suyu tüketimi ile günlük element alımı (%)

Günlük Alım(%) / Element	Çocuk			Bay			Bayan		
	200 ml	330 ml	1000 ml	200 ml	330 ml	1000 ml	200 ml	330 ml	1000 ml
Ca	0,714 - 3,571	1,178 - 5,892	3,571 - 17,855	0,714 - 1,785	1,178 - 2,946	3,571 - 8,927	0,714 - 1,785	1,178 - 2,946	3,571 - 8,927
Cu	0,120 - 2,824	0,198 - 4,659	0,600 - 14,118	0,960 - 1,067	1,584 - 1,760	4,800 - 5,333	0,960 - 1,067	1,584 - 1,760	4,800 - 5,333
Fe	0,202 - 1,300	0,334 - 2,145	1,011 - 6,500	0,202 - 1,138	0,334 - 1,877	1,011 - 5,688	0,202 - 0,506	0,334 - 0,834	1,011 - 2,528
K	5,749 - 9,007	9,486 - 14,861	28,745 - 45,033	5,749 - 5,749	9,486 - 9,486	28,745 - 28,745	5,749 - 5,749	9,486 - 9,486	28,745 - 28,745
Mg	3,573 - 18,314	5,896 - 30,218	17,867 - 91,569	3,488 - 3,663	5,756 - 6,044	17,442 - 18,314	4,578 - 4,726	7,554 - 7,798	22,892 - 23,631
Mn	0,064 - 0,483	0,106 - 0,798	0,322 - 2,417	0,053 - 0,252	0,087 - 0,416	0,264 - 1,261	0,053 - 0,322	0,087 - 0,532	0,264 - 1,611
Mo	0,320 - 1,067	0,528 - 1,760	1,600 - 5,333	0,320 - 1,067	0,528 - 1,760	1,600 - 5,333	0,320 - 1,067	0,528 - 1,760	1,600 - 5,333
Na	0,067 - 0,154	0,110 - 0,254	0,335 - 0,770	0,067 - 0,103	0,110 - 0,169	0,335 - 0,513	0,062 - 0,118	0,102 - 0,195	0,308 - 0,592
P	0,446 - 3,882	0,737 - 6,405	2,232 - 19,408	0,446 - 2,551	0,737 - 4,209	2,232 - 12,754	0,446 - 2,551	0,737 - 4,209	2,232 - 12,754
Zn	0,029 - 0,333	0,049 - 0,550	0,147 - 1,667	0,025 - 0,091	0,041 - 0,150	0,125 - 0,455	0,025 - 0,125	0,041 - 0,206	0,125 - 0,625

Çizelge 4.2'de verilen değerler incelendiğinde, 330 ml %100 Portakal suyu tüketimi ile alınan Ca, Cu, Fe, K, Mn, Mo, Na, P ve Zn element değerlerinin, çocuk ve yetişkinler için önerilen günlük miktarın %20'sinden azını karşılamakta olduğu görülmektedir. Ancak 330 ml %100 Portakal suyu tüketimi ile çocukların günlük Mg ihtiyacı %30 oranında karşılanmaktadır.

İncelenen %100 Portakal suyu numunelerinde Co, Cr ve Se elementleri belirlenemediğinden Çizelge 4.2'de yer almamaktadır.

Çizelge 4.3 %100 Nar suyu tüketimi ile günlük element alımı (%)

Günlük Alım(%) / Element	Çocuk			Bay			Bayan		
	200 ml	330 ml	1000 ml	200 ml	330 ml	1000 ml	200 ml	330 ml	1000 ml
Ca	1,292 - 6,460	2,132 - 10,659	6,460 - 32,300	1,292 - 3,230	2,132 - 5,330	6,460 - 17,690	1,292 - 3,230	2,132 - 5,330	6,460 - 16,150
Cu	0,205 - 4,828	0,338 - 7,959	1,025 - 24,118	1,640 - 1,822	2,706 - 3,007	8,200 - 9,111	1,640 - 1,822	2,706 - 3,007	8,200 - 9,111
Fe	0,094 - 0,603	0,155 - 0,995	0,469 - 3,014	0,094 - 0,528	0,155 - 0,870	0,469 - 2,637	0,094 - 0,234	0,155 - 0,387	0,469 - 1,172
K	4,003 - 6,271	6,605 - 10,347	20,014 - 31,355	4,003 - 4,003	6,605 - 6,605	20,014 - 20,014	4,003 - 4,003	6,605 - 6,605	20,014 - 20,014
Mg	3,008 - 15,416	4,963 - 25,437	15,040 - 77,081	2,936 - 3,083	4,845 - 5,087	14,682 - 15,416	3,854 - 3,978	6,359 - 6,564	19,270 - 19,892
Mn	0,029 - 0,217	0,048 - 0,357	0,144 - 1,083	0,024 - 0,113	0,039 - 0,187	0,118 - 0,565	0,024 - 0,144	0,039 - 0,238	0,118 - 0,722
Na	0,139 - 0,319	0,229 - 0,526	0,693 - 1,595	0,139 - 0,213	0,229 - 0,351	0,693 - 1,063	0,128 - 0,245	0,210 - 0,405	0,638 - 1,227
P	0,452 - 3,931	0,746 - 6,487	2,261 - 19,657	0,452 - 2,583	0,746 - 4,263	2,261 - 12,917	0,452 - 2,583	0,746 - 4,263	2,261 - 12,917
Zn	0,533 - 0,533	0,880 - 0,880	2,667 - 2,667	0,040 - 0,145	0,066 - 0,240	0,200 - 0,727	0,040 - 0,200	0,066 - 0,330	0,200 - 1,000

Çizelge 4.3'de verilen değerlere göre, 330 ml %100 Nar suyu tüketimi ile alınan Ca, Cu, Fe, K, Mn, Mo, Na, P ve Zn element değerleri, çocuk ve yetişkinler için önerilen günlük miktarın %20'sinden azını karşılamaktadır. Mg'un ise aynı miktarda %100 Nar suyu tüketimi ile çocukların günlük ihtiyacının yaklaşık %25'ini karşıladığı görülmektedir. İncelenen %100 Nar suyu numunelerinde Co, Cr ve Se elementleri belirlenemediğinden Çizelge 4.3'de yer almamaktadır.

Çizelge 4.4 %100 Üzüm suyu tüketimi ile günlük element alımı (%)

Günlük Alım(%) / Element	Çocuk			Bay			Bayan		
	200 ml	330 ml	1000 ml	200 ml	330 ml	1000 ml	200 ml	330 ml	1000 ml
Ca	1,415 - 7,076	2,335 - 11,675	7,076 - 35,380	1,415 - 3,538	2,335 - 5,838	7,076 - 17,690	1,415 - 3,538	2,335 - 5,838	7,076 - 17,690
Cr	3,429 - 10,909	5,657 - 18,000	17,143 - 54,545	3,429 - 4,000	5,657 - 6,600	17,143 - 20,000	4,800 - 6,000	7,920 - 9,900	24,000 - 30,000
Cu	0,208 - 4,882	0,342 - 8,056	1,037 - 24,412	1,660 - 1,844	2,739 - 3,043	8,300 - 9,222	1,660 - 1,844	2,739 - 3,043	8,300 - 9,222
Fe	0,152 - 0,980	0,252 - 1,617	0,762 - 4,900	0,152 - 0,857	0,252 - 1,415	0,762 - 4,288	0,152 - 0,381	0,252 - 0,629	0,762 - 1,906
K	4,591 - 7,193	7,576 - 11,869	22,957 - 35,967	4,591 - 4,591	7,576 - 7,576	22,957 - 22,957	4,591 - 4,591	7,576 - 7,576	22,957 - 22,957
Mg	3,464 - 17,752	5,715 - 29,292	17,320 - 88,762	3,381 - 3,551	5,579 - 5,858	16,907 - 17,753	4,438 - 4,581	7,323 - 7,559	22,191 - 22,906
Mn	0,193 - 1,450	0,319 - 2,392	0,967 - 7,250	0,158 - 0,757	0,261 - 1,248	0,791 - 3,783	0,158 - 0,967	0,261 - 1,595	0,791 - 4,833
Na	0,149 - 0,342	0,245 - 0,564	0,743 - 1,710	0,149 - 0,228	0,245 - 0,376	0,743 - 1,140	0,137 - 0,263	0,226 - 0,434	0,684 - 1,315
P	0,504 - 4,386	0,832 - 7,237	2,522 - 21,929	0,504 - 2,882	0,832 - 4,756	2,522 - 14,411	0,504 - 2,883	0,832 - 4,756	2,522 - 14,411
Zn	0,055 - 0,627	0,091 - 1,034	0,276 - 3,133	0,047 - 0,171	0,078 - 0,282	0,235 - 0,855	0,047 - 0,235	0,078 - 0,388	0,235 - 1,175

330 ml %100 Üzüm suyu tüketiminin çocuklar için önerilen günlük Mg ihtiyacının yaklaşık %30 'unu karşıladığı Çizelge 4.4'de görülmektedir. Aynı oranda %100 Üzüm suyu tüketimi ile Mg alımı bay ve bayanların günlük ihtiyacının %20'sinden azını karşılamaktadır.

Ca, Cu, Fe, K, Mn, Cr, Na, P ve Zn element değerlerinin, çocuk ve yetişkinler için önerilen günlük miktarın %20'sinden azını karşılamakta olduğu görülmektedir.

İncelenen %100 Üzüm suyu numunelerinde Co, Mo ve Se elementleri belirlenemediğinden Çizelge 4.4'de yer almamaktadır.

Çizelge 4.5 Portakal nektarı tüketimi ile günlük element alımı (%)

Günlük Alım(%) / Element	Çocuk			Bay			Bayan		
	200 ml	330 ml	1000 ml	200 ml	330 ml	1000 ml	200 ml	330 ml	1000 ml
Ca	0,961 - 4,806	1,586 - 7,930	4,806 - 24,830	0,961 - 2,403	1,586 - 3,965	4,806 - 12,015	0,961 - 2,403	1,586 - 3,965	4,806 - 12,015
Cu	0,038 - 0,882	0,062 - 1,456	0,188 - 4,412	0,300 - 0,333	0,495 - 0,550	1,500 - 1,667	0,300 - 0,333	0,495 - 0,550	1,500 - 1,667
Fe	0,029 - 0,189	0,048 - 0,311	0,147 - 0,943	0,029 - 0,165	0,048 - 0,272	0,147 - 0,825	0,029 - 0,073	0,048 - 0,121	0,147 - 0,367
K	4,196 - 6,573	6,923 - 10,846	20,979 - 32,867	4,196 - 4,196	6,923 - 6,923	20,979 - 20,979	4,196 - 4,196	6,923 - 6,923	20,979 - 20,979
Mg	1,647 - 8,440	2,717 - 13,926	8,234 - 42,200	1,608 - 1,688	2,653 - 2,785	8,038 - 8,440	2,110 - 2,178	3,481 - 3,594	10,550 - 10,890
Mn	0,002 - 0,017	0,004 - 0,028	0,011 - 0,083	0,002 - 0,009	0,003 - 0,014	0,009 - 0,043	0,002 - 0,011	0,003 - 0,018	0,009 - 0,056
Na	0,055 - 0,127	0,091 - 0,210	0,277 - 0,637	0,055 - 0,085	0,091 - 0,140	0,277 - 0,425	0,051 - 0,098	0,084 - 0,162	0,255 - 0,490
P	0,257 - 2,230	0,423 - 3,680	1,283 - 11,152	0,257 - 1,466	0,423 - 2,418	1,283 - 7,329	0,257 - 1,466	0,423 - 2,418	1,283 - 7,329
Zn	0,009 - 0,107	0,016 - 0,176	0,047 - 0,533	0,008 - 0,029	0,013 - 0,048	0,040 - 0,145	0,008 - 0,040	0,013 - 0,066	0,040 - 0,200

Çizelge 4.5'de verilen değerlere göre Portakal nektarı tüketimi ile alınan Ca, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, P ve Zn elementleri bay ve bayanlar ile çocukların günlük element ihtiyaçlarının %10'dan azını karşıladığı görülmektedir.

İncelenen Portakal nektarı numunelerinde Co, Cr ve Se elementleri belirlenemediğinden Çizelge 4.5'de yer almamaktadır.

Çizelge 4.6 Vişne nektarı tüketimi ile günlük element alımı (%)

Günlük Alım(%) / Element	Çocuk			Bay			Bayan		
	200 ml	330 ml	1000 ml	200 ml	330 ml	1000 ml	200 ml	330 ml	1000 ml
Ca	0,550 - 2,750	0,908 - 4,539	2,751 - 13,754	0,550 - 1,375	0,908 - 2,269	2,751 - 6,877	0,550 - 1,375	0,908 - 2,269	2,751 - 6,877
Cr	3,429 - 10,909	5,657 - 18,000	17,143 - 54,545	3,429 - 4,000	5,657 - 6,600	17,143 - 20,000	4,800 - 6,000	7,920 - 9,900	24,000 - 30,000
Cu	0,033 - 0,765	0,054 - 1,262	0,163 - 3,824	0,260 - 0,289	0,429 - 0,477	1,300 - 1,444	0,260 - 0,289	0,429 - 0,477	1,300 - 1,444
Fe	0,087 - 0,557	0,143 - 0,919	0,433 - 2,786	0,087 - 0,488	0,143 - 0,804	0,433 - 2,438	0,087 - 0,217	0,143 - 0,357	0,433 - 1,083
K	2,403 - 3,765	3,966 - 6,213	12,017 - 18,827	2,403 - 2,403	3,966 - 3,966	12,017 - 12,017	2,403 - 2,403	3,966 - 3,966	12,017 - 12,017
Mg	1,553 - 7,855	2,529 - 12,961	7,663 - 39,275	1,496 - 1,571	2,469 - 2,592	7,481 - 7,855	1,964 - 2,027	3,240 - 3,345	9,819 - 10,135
Mn	0,033 - 0,250	0,055 - 0,413	0,167 - 1,250	0,027 - 0,130	0,045 - 0,215	0,136 - 0,652	0,027 - 0,167	0,045 - 0,275	0,136 - 0,833
Na	0,200 - 0,460	0,330 - 0,759	1,000 - 2,299	0,200 - 0,307	0,330 - 0,506	1,000 - 1,533	0,184 - 0,354	0,303 - 0,584	0,920 - 1,768
P	0,242 - 2,108	0,400 - 3,478	1,212 - 10,540	0,242 - 1,385	0,400 - 2,286	1,212 - 6,926	0,242 - 1,385	0,400 - 2,286	1,212 - 6,926
Zn	0,004 - 0,040	0,006 - 0,066	0,018 - 0,200	0,003 - 0,011	0,005 - 0,018	0,015 - 0,055	0,013 - 0,015	0,005 - 0,025	0,015 - 0,075

Çizelge 4.6'da verilen değerler incelendiğinde, 330 ml Vişne nektarı tüketimi ile alınan Ca, Cu, Fe, K, Mn, Na, P ve Zn element değerlerinin, çocuk ve yetişkinler için önerilen günlük miktarın %20'sinden azını karşılamakta olduğu görülmektedir. Ancak 330 ml Vişne nektarı tüketimi ile çocukların günlük Cr ihtiyacı %18 oranında, Mg ihtiyacı ise yaklaşık %13 oranında karşılanmaktadır.

İncelenen vişne nektarı numunelerinde Co, Mo ve Se elementleri belirlenemediğinden Çizelge 4.6'da yer almamaktadır.

Çizelge 4.7 Kayısı nektarı tüketimi ile günlük element alımı (%)

Günlük Alım(%) / Element	Çocuk			Bay			Bayan		
	200 ml	330 ml	1000 ml	200 ml	330 ml	1000 ml	200 ml	330 ml	1000 ml
Ca	0,529 - 2,664	0,872 - 4,362	2,664 - 13,218	0,529 - 1,322	0,872 - 2,181	2,664 - 6,609	0,529 - 1,322	0,872 - 2,181	2,664 - 6,609
Co	0,014 - 0,014	0,024 - 0,024	0,071 - 0,071	0,014 - 0,014	0,024 - 0,024	0,071 - 0,071	0,014 - 0,014	0,024 - 0,024	0,071 - 0,071
Cr	4,000 - 12,727	6,600 - 21,000	20,000 - 63,636	4,000 - 4,667	6,600 - 7,700	20,000 - 23,333	5,600 - 7,000	9,240 - 11,550	28,000 - 35,000
Cu	0,185 - 4,353	0,305 - 7,182	0,925 - 21,765	1,480 - 1,644	2,442 - 2,713	7,400 - 8,222	1,480 - 1,644	2,442 - 2,713	7,400 - 8,222
Fe	0,397 - 2,554	0,656 - 4,215	1,987 - 12,771	0,397 - 2,235	0,656 - 3,688	1,987 - 11,175	0,397 - 0,993	0,656 - 1,639	1,987 - 4,967
K	4,413 - 6,913	7,281 - 11,407	22,064 - 34,567	4,413 - 4,413	7,281 - 7,281	22,064 - 22,064	4,413 - 4,413	7,281 - 7,281	22,064 - 22,064
Mg	1,503 - 7,701	2,479 - 12,707	7,513 - 38,506	1,467 - 1,540	2,420 - 2,541	7,335 - 7,701	1,925 - 1,987	3,177 - 3,279	9,627 - 9,937
Mn	0,104 - 0,783	0,172 - 1,293	0,522 - 3,917	0,085 - 0,409	0,141 - 0,674	0,427 - 2,043	0,085 - 0,522	0,141 - 0,862	0,427 - 2,611
Na	0,027 - 0,061	0,044 - 0,101	0,134 - 0,307	0,027 - 0,041	0,044 - 0,068	0,134 - 0,205	0,025 - 0,047	0,041 - 0,078	0,123 - 0,236
P	0,233 - 2,024	0,384 - 3,339	1,167 - 10,120	0,233 - 1,330	0,384 - 2,195	1,164 - 6,650	0,233 - 1,330	0,384 - 2,195	1,164 - 6,650
Zn	0,048 - 0,540	0,079 - 0,891	0,238 - 2,700	0,040 - 0,147	0,067 - 0,243	0,202 - 0,736	0,040 - 0,202	0,067 - 0,334	0,202 - 1,013

330 ml Kayısı nektarı tüketiminin çocuklar için önerilen günlük Cr ihtiyacının %21 'ini karşıladığı Çizelge 4.7'de görülmektedir. Aynı oranda Kayısı nektarı tüketimi ile alınan Ca, Co, Cu Fe, K, Mg, Mn, Na, P ve Zn element değerlerinin, çocuk ve yetişkinler için önerilen günlük miktarın %20'sinden azını karşılamaktadır.

İncelenen Kayısı nektarı numunelerinde Mo ve Se elementleri belirlenemediğinden Çizelge 4.7'de yer almamaktadır.

Çizelge 4.8 Şeftali nektarı tüketimi ile günlük element alımı (%)

Günlük Alım(%) / Element	Çocuk			Bay			Bayan		
	200 ml	330 ml	1000 ml	200 ml	330 ml	1000 ml	200 ml	330 ml	1000 ml
Ca	0,430 - 2,152	0,710 - 3,551	2,152 - 10,762	0,430 - 1,076	0,710 - 1,776	2,152 - 5,381	0,430 - 1,076	0,710 - 1,776	2,152 - 5,381
Cr	6,286 - 20,000	10,371 - 33,000	31,429 - 100,000	6,286 - 7,333	10,371 - 12,100	31,429 - 36,667	8,800 - 11,000	14,520 - 18,150	44,000 - 55,000
Cu	0,208 - 4,882	0,342 - 8,056	1,037 - 24,412	1,660 - 1,844	2,739 - 3,043	8,300 - 9,222	1,660 - 1,844	2,739 - 3,043	8,300 - 9,222
Fe	0,091 - 0,586	0,150 - 0,966	0,456 - 2,929	0,091 - 0,513	0,150 - 0,846	0,456 - 2,563	0,091 - 0,228	0,150 - 0,376	0,456 - 1,139
K	3,583 - 5,613	5,912 - 9,262	17,915 - 28,067	3,583 - 3,583	5,912 - 5,912	17,915 - 17,915	3,583 - 3,583	5,912 - 5,912	17,915 - 17,915
Mg	1,350 - 6,918	2,227 - 11,415	6,750 - 34,591	1,318 - 1,384	2,174 - 2,283	6,589 - 6,918	1,730 - 1,785	2,854 - 2,946	8,648 - 8,927
Mn	0,200 - 1,500	0,330 - 2,475	1,000 - 7,500	0,164 - 0,783	0,270 - 1,291	0,818 - 3,913	0,164 - 1,000	0,270 - 1,650	0,818 - 5,000
Mo	0,480 - 1,600	0,792 - 2,640	2,400 - 8,000	0,408 - 1,600	0,792 - 2,640	2,400 - 8,000	0,480 - 1,600	0,792 - 2,640	2,400 - 8,000
Na	0,041 - 0,095	0,068 - 0,157	0,207 - 0,476	0,041 - 0,063	0,068 - 0,105	0,207 - 0,317	0,038 - 0,073	0,063 - 0,121	0,190 - 0,366
P	0,241 - 2,092	0,397 - 3,452	1,203 - 10,459	0,241 - 1,375	0,397 - 2,268	1,203 - 6,873	0,241 - 1,375	0,397 - 2,268	1,203 - 6,873
Zn	0,027 - 0,307	0,045 - 0,506	0,135 - 1,533	0,023 - 0,084	0,038 - 0,138	0,115 - 0,418	0,023 - 0,115	0,038 - 0,190	0,115 - 0,575

Çizelge 4.8 incelendiğinde 330 ml Şeftali nektarı tüketiminin çocuklar için önerilen günlük Cr ihtiyacının %33'ünü karşıladığı görülmektedir. Diğer esansiyel elementler için günlük ihtiyacı karşılama oranı %20'nin altındadır.

İncelenen Şeftali nektarı numunelerinde Co ve Se elementleri belirlenemediğinden Çizelge 4.8'de yer almamaktadır.

Çizelge 4.9 %100 Elma suyu tüketimi ile günlük element alımı (%)

Günlük Alım(%) / Element	Çocuk			Bay			Bayan		
	200 ml	330 ml	1000 ml	200 ml	330 ml	1000 ml	200 ml	330 ml	1000 ml
Ca	0,513 - 2,565	9,847 - 4,233	2,565 - 12,827	0,513 - 1,283	0,847 - 2,116	2,565 - 6,414	0,513 - 1,283	0,847 - 2,116	2,565 - 6,414
Cr	6,857 - 21,818	11,314 - 36,000	34,286 - 109,091	6,857 - 8,000	11,314 - 13,200	34,286 - 40,000	9,600 - 12,000	15,840 - 19,800	48,000 - 60,000
Cu	0,017 - 0,412	0,029 - 0,679	0,088 - 2,059	0,140 - 0,156	0,231 - 0,257	0,700 - 0,778	0,140 - 0,156	0,231 - 0,257	0,700 - 0,778
Fe	0,101 - 0,649	0,166 - 1,070	0,504 - 3,243	0,101 - 0,568	0,166 - 0,936	0,504 - 2,838	0,101 - 0,252	0,166 - 0,416	0,504 - 1,261
K	3,814 - 5,976	6,294 - 9,860	19,071 - 29,878	3,814 - 3,814	6,294 - 6,294	19,071 - 19,071	3,814 - 3,814	6,294 - 6,294	19,071 - 19,071
Mg	1,611 - 8,259	2,659 - 13,627	8,057 - 41,294	1,573 - 1,652	2,596 - 2,725	7,865 - 8,259	2,065 - 2,131	3,407 - 3,517	10,323 - 10,656
Mn	0,233 - 1,750	0,385 - 2,888	1,167 - 8,750	0,191 - 0,913	0,315 - 1,507	0,955 - 4,565	0,191 - 1,167	0,315 - 1,925	0,955 - 5,833
Mo	0,480 - 1,600	0,792 - 2,640	2,400 - 8,000	0,480 - 1,600	0,792 - 2,640	2,400 - 8,000	0,480 - 1,600	0,792 - 2,640	2,400 - 8,000
Na	0,199 - 0,458	0,328 - 0,756	0,995 - 2,290	0,199 - 0,305	0,328 - 0,504	0,995 - 1,526	0,183 - 0,352	0,302 - 0,581	0,916 - 1,761
P	0,183 - 1,595	0,303 - 2,632	0,917 - 7,976	0,183 - 1,048	0,303 - 1,730	0,917 - 5,241	0,183 - 1,048	0,303 - 1,730	0,917 - 5,241
Zn	0,009 - 0,100	0,015 - 0,165	0,044 - 0,500	0,008 - 0,027	0,012 - 0,045	0,038 - 0,136	0,008 - 0,038	0,012 - 0,062	0,038 - 0,188

330 ml %100 Elma suyu tüketiminin çocuklar için önerilen günlük Cr ihtiyacının %36'sını karşıladığı Çizelge 4.9'da görülmektedir. Diğer esansiyel elementler için günlük ihtiyacı karşılama oranı %20'nin altındadır.

İncelenen %100 Elma suyu numunelerinde Co ve Se elementleri belirlenemediğinden Çizelge 4.9'da yer almamaktadır.

4.1.2 Esansiyel Olmayan Elementlerin Günlük Tüketim Miktarlarının Hesaplanması

Element analizi yapılan 8 çeşit meyve suyu için hesaplanan esansiyel olmayan element miktarları Çizelge 3.2'de verilmiştir. Burada belirtilen miktarlardan yola çıkarak günlük 200 ml, 330 ml ve 1000 ml tüketim için vücuda alınan esansiyel olmayan elementlerin miktarları tolere edilebilen miktarlarla karşılaştırılmıştır.

Esansiyel olmayan elementlerin insan vücudu tarafından tolere edilebilen günlük maksimum alımı miktarı Çizelge 4.10'da verilmiştir. Verilen değerler 19-70 yaş aralığındaki bay ve bayanlar için belirlenen ortalama değerlerdir.

Çizelge 4.10 Tolere edilebilen günlük esansiyel olmayan element alımı [48-51]

Kişi / Element	Bay	Bayan
Al	11,43 mg/gün	8,57 mg/gün
As	2,5 µg/gün	2,5 µg/gün
Ba	2 mg/gün	1,5 mg/gün
Cd	0,08 mg/gün	0,06 mg/gün
Ni	1 mg/gün	1 mg/gün
Pb	0,57 mg/gün	0,43 mg/gün
Sb	0,069 mg/gün	0,051 mg/gün

Çizelge 4.11 Meyve sularında 200 ml ve 330 ml için element miktarı (mg.10^{-1})

	(ml)	Al (mg)	Ba (mg)	Ni (mg)	Pb (mg)	Ti (mg)
%100 Elma Suyu	200	0,072	0,074	-	0,116	0,020
	330	0,118	0,122	-	0,191	0,033
%100 Portakal Suyu	200	-	0,058	-	-	-
	330	-	0,095	-	-	-
%100 Nar Suyu	200	0,808	0,15	0,002	0,112	-
	330	1,333	0,247	0,003	0,184	-
%100 Üzüm Suyu	200	0,086	0,030	-	0,064	0,008
	330	0,141	0,049	-	0,105	0,013
Portakal Nektarı	200	-	0,058	-	-	-
	330	-	0,095	-	-	-
Vişne Nektarı	200	0,046	0,084	-	-	-
	330	0,075	0,138	-	-	-
Kayısı Nektarı	200	1,430	0,056	0,036	0,244	0,048
	330	2,359	0,092	0,402	0,402	0,079
Şeftali Nektarı	200	1,602	0,028	0,006	0,270	0,084
	330	2,643	0,046	0,445	0,445	0,138

Meyve sularının içerdikleri esansiyel olmayan element miktarları 200 ml ve 330 ml için mg olarak hesaplanmış ve Çizelge 4.11'de verilmiştir. Bu değerler insan vücudu tarafından tolere edilebilen maksimum element alım değerleri ile karşılaştırıldığında incelenen meyve sularında bulunan esansiyel olmayan elementlerin bu değerlerin altında kaldığı ve toksik etkiye neden olan üst sınırı geçmedikleri görülmektedir.

4.1.3 Esansiyel Olmayan Elementlerin Risk Analizinin Yapılması

Esansiyel olmayan elementlerin insan sağlığına olan olumsuz etkileri sırasıyla risk değerleri ve tehlike indisleri kullanılarak karakterize edilir. Bu elementlerin sağlık üzerindeki çeşitli etkileri, belirli bir süre boyunca (örneğin yaşam boyu) maruz kalınan kirletici miktarının benzer bir maruz kalma süresi için hesaplanmış olan referans dozu ile karşılaştırılmasıyla hesaplanır. Maruz kalınan miktarın referans doza oranı tehlike indisi, HI olarak adlandırılır [52].

Risk analizi yapılırken kullanılan aşağıda belirtilen Eşitlik 4.5, 4.6 ve 4.7'den yararlanılmaktadır.

$$\text{Maruz Kalınan Doz} = C_i \cdot D_v \cdot E_d / B_w \cdot A_t \quad (4.5)$$

C_i : Element konsantrasyonu

D_v : Günlük tüketim

E_d : Maruz kalma süresi

B_w : Ortalama ağırlık

A_t : Ortalama yaşam süresi

Maruz kalınan doz ayarlanırken maruz kalma süresi 50 yıl, ortalama ağırlık 70 kg, ortalama yaşam süresi ise 70 yıl olarak kabul edilmiş ve hesaplamalar buna göre yapılmıştır.

$$HI = \sum \text{Maruz kalınan doz} / RfD \quad (4.6)$$

RfD: Referans doz

Tehlike indisi hesaplanırken kullanılan RfD değerleri Çizelge 4.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.12 Esansiyel olmayan elementler için kabul edilen referans dozlar [52]

Element	RfD (mg)
As	$3x10^{-4}$
Ba	$2x10^{-1}$
Cd	$1x10^{-3}$
Ni	$2x10^{-2}$
Pb	$3,5x10^{-2}$
Sb	$4x10^{-4}$

Maruz kalınan dozun her element için verilen RfD değerine bölünerek çıkan değerlerin toplanması ile tehlike indeksi (HI) elde edilir [48].

Bu çalışma kapsamında incelenen meyve sularının günlük 200 ml ve 330 ml tüketimi ile alınan esansiyel olmayan elementler için hesaplanan tehlike indeksi değerleri Çizelge 4.13 ve Çizelge 4.14'de verilmiştir.

Çizelge 4.13 200 ml meyve suyu tüketimi için hesaplanan Tehlike indeksi (HI) değerleri

Element / Meyve Suyu	Ba ($x5.10^{-1}$)	Cd (x10)	Ni (x5)	Pb (x2,9)	Sb (x2,5)	Tehlike indeksi ($x2.10^{-8}$)	($x5.10^{-9}$)	($x1,6.10^{-8}$)	($x2,7.10^{-8}$)
% 100 Elma Suyu	0,074	-	-	0,116	-	0,190			
% 100 Portakal Suyu	0,058	-	-	-	-		0,058		
% 100 Nar Suyu	0,150	-	0,002	0,112	-			0,264	
% 100 Üzüm Suyu	0,030	-	-	0,064	-	0,094			
Portakal Nektarı	0,058	-	-	-	-		0,058		
Vişne Nektarı	0,084	-	-	-	-		0,084		
Kayısı Nektarı	0,056	-	0,036	0,244	-				0,336
Şeftali Nektarı	0,028	-	0,006	0,270	-				0,304

Çizelge 4.14 330 ml meyve suyu tüketimi için hesaplanan Tehlike indeksi (HI) değerleri

Element / Meyve Suyu	Ba ($x5.10^{-1}$)	Cd (x10)	Ni (x5)	Pb (x2,9)	Sb (x2,5)	Tehlike indeksi ($x2.10^{-8}$)	($x5.10^{-9}$)	($x1,6.10^{-8}$)	($x2,7.10^{-8}$)
% 100 Elma Suyu	0,122	-	-	0,191	-	0,313			
% 100 Portakal Suyu	0,095	-	-	-	-		0,095		
% 100 Nar Suyu	0,247	-	0,003	0,184	-			0,434	
% 100 Üzüm Suyu	0,049	-	-	0,105	-	0,154			
Portakal Nektarı	0,095	-	-	-	-		0,095		
Vişne Nektarı	0,138	-	-	-	-		0,138		
Kayısı Nektarı	0,092	-	0,059	0,402	-				0,553
Şeftali Nektarı	0,046	-	0,009	0,445	-				0,500

Tehlike indeksi hesaplanan meyve sularında incelenen tüm meyve suları için HI değerinin 1'in altında olduğu görülmektedir. Sağlık etkileri sırasıyla risk değerleri ve tehlike indisleri kullanılarak karakterize edilir.1 değeri tehlike indeksi için sınır değer olarak kabul edilir. HI'nın 1'den yüksek çıkması durumunda incelenen numune yüksek risk grubuna, 1'den düşük çıkması durumunda ise düşük risk grubunadahil edilmektedir.

Bu bilgi doğrultusunda incelenen meyve sularının 200 ml ve 330 ml tüketimi ile vücuda alınan esansiyel olmayan elementlerin toplamı miktarı düşük risk grubunda bulunmaktadır.

4.2 Sonuçlar ve Öneriler

Tez çalışması kapsamında ICP-OES Yöntemi kullanılarak belirlenen %100 meyve suları (Portakal, Elma, Üzüm, Nar) ve nektarlarda (Portakal, Vişne, Kayısı, Şeftali)esansiyel (Ca, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Na, P, Se, Zn) ve esansiyel olmayan (Al, As, Ba, Cd, Ni, Pb, Sb, Ti) elementlerin analizi yapılmıştır.

Yapılan analiz sonuçları incelendiğinde tüm meyve suyu çeşitlerinde esansiyel elementler arasında en yüksek miktarda bulunan elementin potasyum olduğu tespit edilmiştir. Meyve suları K oranına göre kıyaslandığında en yüksek oranın 1351 ppm oranı ile %100 Portakal suyunda, en düşük miktarın ise 842 ppm ile Şeftali nektarında olduğu görülmüştür.

En yüksek Ca, Cu, P ve Zn miktarının %100 Üzüm suyunda bulunduğu tespit edilirken içeriğindeki oranları sırasıyla 176,900 ppm, 0,083 ppm, 100,875 ppm ve 0,094 ppm olarak belirlenmiştir.

En yüksek Cr, Mn ve Mo oranının sırasıyla 0,012 ppm, 0,105 ppm ve 0,006 ppm miktarları ile %100 Elma suyunda olduğu görülmüştür.

Ayrıca en yüksek Fe miktarı Kayısı nektarında (0,894 ppm) ve Na miktarı Vişne nektarında (22,990 ppm) tespit edilmiştir.

Esansiyel elementler kapsamında incelenen Se elementinin hiçbir meyve suyu çeşidinde bulunmadığı tespit edilmiştir. Co elementi ise sadece Kayısı nektarında 0,001 ppm kadar düşük bir değerde bulunmakta ve diğer meyve suyu türlerinin içeriklerinde yer almamaktadır.

Belirlenen esansiyel element değerleri önerilen günlük maksimum element alım miktarlarıyla kıyaslanmış ve çeşitli yaş grupları için tüketim miktarına göre (200 ml, 330 ml ve 1000 ml) günlük element ihtiyacını karşılama oranları hesaplanmıştır. Meyve suyunda en çok bulunan element olan K'nın 330 ml meyve suyu tüketimi için 0-18 yaş aralığındaki çocuklarda günlük ihtiyacı %5- %15 oranında, 18-70 yaş aralığındaki bay ve bayanlarda ise %5-%9 oranında karşıladığı belirlenmiştir.

Aynı şekilde çeşitli tüketim miktarları için tüm meyve sularının günlük element ihtiyacını karşılama yüzdeleri hesaplanmıştır.Sonuçlara göre %100 Üzüm suyunun 330 ml tüketimi ile 1-18 yaş aralığındaki çocukların günlük Ca, Cu, P ve Zn ihtiyacının sırasıyla %11,675, %8,056, %7,237 ve %1,034'ünün karşılandığı görülmüştür. Bu oran 19-70 yaş aralığındaki baylarda ve bayanlarda Ca elementi için %5,838, Cu elementi için %3,043, P elementi için %4,756 ve Zn elementi için baylarda %0,282 bayanlarda %0,388 olarak belirlenmiştir.

330 ml %100 Elma suyun tüketiminin çocuk ve yetişkinlerin Mo ihtiyacını % 2,640 oranında karşılamakta olduğu hesaplanmıştır. Aynı zamanda %100 Elma suyu tüketimi ile Cr ihtiyacının çocuklar için %36'sı, bayların %13,200 ve bayanların %12'sinin karşılanmakta olduğu görülür. Mn için bu oran çocuk ve yetişkinler için %1-%3 arasında değişmiştir.

En yüksek Fe miktarına sahip olan Kayısı nektarının 330 ml tüketimi ile günlük Fe ihtiyacının 1-18 yaş aralığındaki çocuklar için % 4,215'inin 19-70 yaş aralığındaki baylar için % 3,688 ve bayanlar için % 1,639'unun karşılandığı görülmüştür.

Na elementi alımı için ise bu oran 330 ml Vişne nektarı tüketimi ile çocuklar için %0,759, baylarda %0,506 ve bayanlarda %0,584 olarak hesaplanmıştır.

Esansiyel olmayan elementler kapsamında incelenen elementlerde sırasıyla en yüksek miktarının %100 Nar suyunda (0,075 ppm), Ni miktarının Kayısı nektarında (0,018 ppm) olduğu görülmüştür. En yüksek Al miktarının (0,801 ppm), Pb miktarının (0,135 ppm) ve Ti miktarının (0,042 ppm) ise Şeftali nektarında bulunduğu tespit edilmiştir.

As ve Sb elementlerinin ise incelenen meyve sularında bulunmadığı belirlenmiştir. Esansiyel olmayan elementlerin belirlenen değerleri çeşitli yaş gruplarındaki bireyler için günlük tolere edilebilen maksimum miktarlar ile karşılaştırılmış ve tüketim oranlarına göre risk analizleri yapılarak tehlike indisi (HI) hesaplanmıştır. 200ml ve 330

ml tüketim için tüm meyve suyu numunelerinin HI değerleri 1'den küçük çıktığı için esansiyel olmayan elementlerin sağlık etkileri açısından düşük risk grubuna dahil edilmiştir.

Tüm sonuçlar incelendiğinde %100 Elma suyu, %100 Portakal suyu, %100 Üzüm suyu, %100 Nar suyu, Vişne nektarı, Portakal nektarı,Kayısı nektarı ve Şeftali nektarı için 200 ml ve 330 ml tüketimin esansiyel element ihtiyacını karşılamada yardımcı olduğu ve sağlık açısından olumlu etki yarattığı görülmüştür.

Aynı zamanda bu meyve suyu numuneleri için esansiyel olmayan elementlerin vücuda alımıaz miktarda olduğundandüşük risk grubunda değerlendirilmiştir.

İncelenen meyve sularının günlük 200 ml ve 330 ml oranında tüketimi sağlık açısından önerilmektedir.

KAYNAKLAR

[1] Doyuran S.D. ve Gültekin M., Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Gıda Mühendisliği Dergisi, Türkiye'de Meyve Suyu Sektörü,http://www.gidamo.org.tr/resimler/ekler/a942ab2bfa6ebda_ek.pdf?dergi=13, 17 Mart 2015.

[2] Pictures of Fruit Juices, http://www.greenvalu.ie/category/juicing-recipes/, 15 Nisan 2015.

[3] Allende, A., Tomas-Barberan, A.F. ve Gil, M.I.,(2006). ''Minimal Processing for Healthy Traditional Foods'', Trends in Food Science and Technology, 17(9):513-519.

[4] Cemeroğlu, B.,(2004). ''Meyve ve Sebze İsleme Teknolojisi'', Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, 35(2).

[5] Eksi, A. ve Akdağ, E.,(2008). ''2000'en 2007'ye Türkiye'de Meyve Suyu Üretimi ve Tüketimi'', Mevsim Meyve Suyu, 6(2):18-23.

[6] Türk Gıda Kodeksi, (1998). Meyve Suyu ve Benzeri Ürünler Tebliği, Teblig No: 98/9, Ankara.

[7] Council Directive Relating to Fruit Juice and Certain Similar Products (1993). Official Journal of the EC, 93/77/EEC.

[8] Kapucu, G., (1999). Türkiye'de Meyve Suyu Endüstrisinin Durumu, Gelişmesi, Sorunları ve Geleceğe Yönelik Öneriler, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

[9] MEYED, (2011). Türkiye Meyve Suyu v.b. Ürünler Sanayi Raporu, İstanbul.

[10] Taştan Ö., (2014). Berrak Meyve Suyu Üretiminde Durultma Ajanı Olarak Kitosan Kullanımının Meyve Suyu ve Konsantresinin Kalite Özelliklerine Etkilerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

[11] Kurt, H., (2013). ''Bir Ziraat Coğrafyası Çalışması: Türkiye'de Nar Tarımı'', Marmara Coğrafya Dergisi Sayı:27.

[12] Hazır, A., (2008). Doğu Akdeniz Bölgesi Şeftali ve Nektarinlerde Zararlı Türler ile Parazitoit ve Predatörlerin Saptanması, Önemli Zararlıların Popülasyon

Gelişmesi ve Mücadelede Kullanılan Bazı Pestisitlerin Chilocorusbipustulatus l. (coleoptera: coccınellıdae)'a Etkisi, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

[13] Celepaksoy, F., (2011). Bazı Vişne (Prunus cerasus l.) Tohumlarının Çimlenmesi Üzerine Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

[14] Kökyar N., (2012). Portakal Suyu Endüstrisi Atıklarından Fenolik Bileşiklerin Derişiklendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[15] Cengiz, E., (2011). Kayısı (prunus armeniaca l.) ve Kayısı Çekirdeğinde Kuersetinin HPLC-MS ile Tayini, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.

[16] Akbaş, A., (2014). Üzüm Çekirdeğinin Polifenol Ekstraksiyonunda Uygun Eşdeğer Yarıçap ve Şeklin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze.

[17] Demirtaş, B., (2005). Limon Üretim Ekonomisi ve Pazar Yapısı, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

[18] MEGEB, (2013). Greyfurt Yetiştiriciliği, Ankara.

[19] Oğraşıcı, E., (2010). Ayva Nektarında Biyoaktif Bileşenler ve Antioksidan Aktivitenin Depolamada Değişimi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

[20] MEGEB, (2013). Ananas Yetiştiriciliği, Ankara.

[21] Karadeniz, F., (1999). ''Armut Suyunun Kimyasal Bilesimi Üzerine Arastırma'', Tr. J. of AgricultureandForestry,23.

[22] Akın, İ., (2014). Bazı Çilek (Fragariavesca l.) Çeşitlerinde Modifiye Atmosferde Muhafaza Süresince Fiziksel ve Kimyasal Değişimler, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.

[23] Dereli, U., (2010). Siyah Havuç Suyu Konsantresi Üretimi ve Depolanması Sürecinde Fenolik Maddelerdeki Değişimler ve Bu Değişimlerin Antioksidan Aktivite ile İlişkisi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

[24] Boranbayeva, T., (2011). Karadut Suyunda Biyoaktif Bileşikler ve Antioksidan Aktivitenin Depolamada Değişimi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

[25] Karaaslan, N.M., (2012). Kiraz (Prunus Avium), Çilek (Fragariavesca) ve Kızılcık (Cornus Mas l.) Meyvelerindeki Antosiyanin Bileşiklerinin HPLC-ESI-MS ile Tayini ve Karakterizasyonu, Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.

[26] Artık, N., Kıvanç, M., Elgün, A. ve Poyrazoğlu E.S., (2010). ''Bitkisel Ürünlerin Kalite Kontrolü'', T.C. Anadolu Üniversitesi Yayını, No:2079.

[27] Kola, O., (2013). ‘’Meyve Suyu, İçecek ve Benzeri Ürünler’’, Uluslararası 2. Helal ve Sağlıklı Gıda Kongresi, 447.

[28] Başgel, S., (2005). Çeşitli Şifalı Bitkilerde Eser Element ve Bazı Önemli Polifenollerin Tayini, Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya.

[29] Schroeder, H.A. ve Nason, A.P., (1971). ‘’Trace Element Analysis in Clinical Chemistry’’, Clinical Chemistry, 6:461-474.

[30] Doğan, A. ve Liman, C., (1994). ‘’Kars ve Erzurum Bölgelerindeki Yem ve Yem Maddelerinde Arsenik Düzeyleri’’, A.Ü. Vet. Fak. Derg., 41 (2): 226-233.

[31] Duran, M., (2004).‘’Kahve Etüdü’’, Dış Ticaret Araştırma Servisi.

[32] Samur, G., (2008).‘’Vitaminler, Mineraller ve Sağlığımız’’, Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Ankara.

[33] Şanlı, C., Hızel, S. ve Albayrak, M., (2005).‘’Kurşun ve Çocuk Sağlığı’’ Kırıkkale Ü. Tıp Fak. Çocuk Sağ. ve Hast. AD, 14(4).

[34] Varol, S., Davraz, A. ve Varol, E. (2008).‘’Yeraltısuyu Kimyasıve Sağlığa Etkisinin Tıbbi Jeoloji Açısından Değerlendirilmesi’’, TAF Preventive Medicine Bulletin: 7(4).

[35] Tüfekçi, M., (1989). Türk Çaylarında Bazı Toksik Metallerin (Kurşun, Kadmiyum, Cıva) Araştırılması, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

[36] Yaman, M., Enstrumental Analiz Ders Notları,http://www.profdrmehmetyaman.com/ders_notlari/ens.pdf, 16 Nisan 2015.

[37] Nakışçı, A., (2003). Yaş Çözme İşlemlerinde Eser Element Kayıpları ve Önlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

[38] Ağca, A.C., (2007). Anadolu Kaynaklı Camellia Sinensis (L.) O.Kuntze Bİtkisi Üzerinde Farmakognozik Araştırmalar, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

[39] YEBIM, Inductively Coupled Plasma Emission Spectrometry, http://yebim.ankara.edu.tr/?p=185, 10 Nisan 2015.

[40] Tüfekçi, H.B. ve Fenercioğlu H., (2010). ‘’Türkiye’de Üretilen Bazı Ticari Meyve Sularının Kimyasal Özellikler Açısından Gıda Mevzuatına Uygunluğu’’, Akademik Gıda, No:8.

[41] Cindric, I.J., Krizman, I., Zeiner, M., Kampic, S., Medunic, G., ve Stingeder, G. (2012).‘’ICP-AES Determination of Minor and Major Elements in Apples after Microwave Assisted Digestion’’, Food Chemistry, 135:2675–2680.

[42] Magdas, D.A., Dehelean, A., Puscas, R., (2012). “Isotopic and Elemental Determination in Some Romanian Apple Fruit Juices“, TheScientificWorld Journal.

[43] Velimirovic D.S., (2013).''Levels of Major and Minor Elements in Some Commercial Fruit Juices Available in Serbia'', Tropical Journal of Pharmaceutical Research, 12(5):805-811.

[44] Velioğlu S., ve Yıldız O., (1996). ''Türk Vişne Sularının Kimyasal Bileşimi'', Gıda, 103-107.

[45] Barners K.W., (1997).''Trace Metal Determinations in Fruit, Juice, and Juice Products Using an Axially Viewed Plasma'', Atomic Spectroscopy, 18(3):84-100.

[46] Barners K.W., (1999).''The Nutritional Analysis of Fruit Juices'', Perkin Elmer Instruments.

[47] Bayazıt A.A., (2010).''Analysis of Mineral Content in Pomegranate Juice by ICP-OES'', 22 (8):6542-6546.

[48] IMFNB, (2000). Dietary Reference Intakes: Vitamin C, Vitamin E, Selenium, and Carotenoids, Washington, DC, USA.

[49] IMFNB, (2001). Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc, Washington, DC, USA.

[50] EGVM, (2003). Safe Upper Levels for Vitamins and Minerals, Food Standards Agency.

[51] U.S. department of agriculture (USDA) and U.S. department of health and human services (HHS), (2010). Dietary Guidelines for Americans, Washington, DC, USA.

[52] ODTÜ, ''Arıtma Çamurlarının Tarımda Kullanımı'', http://www.csb.gov.tr/db/cygm/editordosya/IP_10.pdf, 24 Nisan 2015.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı :Funda DEMİR

Doğum Tarihi ve Yeri :04.12.1990 / İstanbul

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta :demirfunda1@hotmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Lisans	Kimya Mühendisliği	Yıldız Teknik Üniversitesi	2013
Lise	Fen	Adile Mermerci Anadolu Lisesi	2008

YAYINLARI

Makale (Diğer Uluslararası Hakemli Dergiler)

1. Derun, E. M., Kipcak, A. S., Ozdemir, O. D., Demir, F., Karakoc, M., & Piskin, S. (2013). Caffeine Content Investigation in the Turkish Black Teas,. International Journal of Chemical, Materials Science and Engineering, 7(9), 263-266

Bildiri (Uluslararası)

1. Demir, F., Kipcak, A. S., Ozdemir, O. D., Derun, E. M., & Piskin, S. (2014, Ekim). The investigation of the element contents in the apple juice. CHEMTECH ’14: Chemical Technologies and Chemical Engineering Conference. Istanbul, Turkey.
2. Kipcak, A. S., Demir, F., Ozdemir, O. D., Derun, E. M., & Piskin, S. (2014, Ekim). The investigation of the element contents in the classic, decaf and filter coffees. CHEMTECH ’14: Chemical Technologies and Chemical Engineering Conference. Istanbul, Turkey.
3. Piskin, M. B., Demir, F., Kipcak, A. S., Ozdemir, O. D., & Derun, E. M. (2013, Aralık). The Investigation of the Caffeine Contents in the Classic, Gold and Turkish Coffees. International Conference on Emerging Trends in Engineering and Technology (ICETET'2013). Patong Beach, Phuket, Thailand
4. Demir, F., Kipcak, A. S., Ozdemir, O. D., Derun, E. M., & Piskin, S. (2015, Mayıs).Determination and Comparison of Some Elements in Different Types of Orange Juices and Investigation of Health Effects. ICFE 2015: 17th International Conference on Food and Environment. Rome, Italy.

Bildiri (Ulusal)

1. Karakoc, M., Demir, F., Kipcak, A. S., Ozdemir, O. D., Derun, E. M., & Piskin, S. (2013, Mayıs). Türkiye Pazarında Bulunan Siyah Çayın Kafein Miktarının Deneysel Yöntemle Belirlenmesi ve Sağlığa Olan Etkilerinin İncelenmesi. 2. Ulusal Kimya Mühendisliği Öğrenci Kongresi (UKMÖK2). Ankara, Türkiye.