

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

**MİKRODALGA PARÇALAMA VE ULTRASONİK NEBÜLİZASYON
YARDIMIYLA FINDIKTA BOR'UN SORBİTOL EKLENEREK ICP-
OES İLE BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gülşah TUNCA

Enstitü Anabilim Dalı : KİMYA
Enstitü Bilim Dalı : ANALİTİK KİMYA
Tez Danışmanı : Prof. Dr. Mustafa Şahin DÜNDAR

Ocak 2017

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MİKRODALGA PARÇALAMA VE ULTRASONİK NEBÜLİZASYON
YARDIMIYLA FINDIKTA BOR'UN SORBİTOL EKLENEREK ICP-
OES İLE BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gülşah TUNCA

Enstitü Anabilim Dalı : KİMYA
Enstitü Bilim Dalı : ANALİTİK KİMYA

Bu tez 05.01.2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir

Prof. Dr.
Mustafa Şahin DÜNDAR
Jüri Başkanı



Doç. Dr.
Ümit AY
Üye



Doç. Dr.
Hüseyin ALTUNDAĞ
Üye



BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Gülşah TUNCA

05/01/2017

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca değerli bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, her konuda bilgi ve desteğini almaktan çekinmediğim, araştırmanın tüm aşamalarında yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Mustafa Şahin DÜNDAR'a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım sırasında bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım ve bana her zaman yardımcı olan sayın hocam Doç. Dr. Hüseyin ALTUNDAĞ'a teşekkür ederim.

Eğitim hayatım boyunca maddi ve manevi desteğini benden esirgemeyen, her zaman yanımda olan, beni cesaretlendiren başta annem Aysel TUNCA ve babam Mehmet TUNCA olmak üzere tüm aileme teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimime devam ettiğim süreçte çalışmakta olduğum ve benden desteğini esirgemeyen Kocaeli Sistem Özel Gıda Kontrol Laboratuvarı ailesine teşekkür ederim.

Ayrıca bu çalışmanın maddi açıdan desteklenmesine olanak sağlayan Sakarya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Komisyon Başkanlığına (Proje No: 2012-150-01-022) teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vi
TABLOLAR LİSTESİ	vii
ÖZET	viii
SUMMARY	ix

BÖLÜM 1.

GİRİŞ.....	1
1.1. Fındık.....	1
1.1.1. Türkiye’de fındık ve ihracatı	2
1.1.2. Türk fındığı ve çeşitleri	5
1.1.3. Fındık ve sağlık	11
1.2. Bor Analiz Yöntemleri	14
1.3. İndüktif Eşleşmiş Plazma Spektroskopisi.....	14
1.3.1. İndüktif eşleşmiş plazma-optik emisyon spektroskopisi	16
1.4. Numune Girişi	20
1.4.1. Numune giriş sistemi	20
1.4.2. Sisleştirici çeşitleri ve yöntemleri	22
1.4.2.1. Pnömatik sisleştiriciler	22
1.4.2.2. Ultrasonik sisleştiriciler	22
1.4.2.3. Elektrotermal buharlaşma.....	23
1.4.2.4. Hidrür oluşumu	23
1.5. Element Analizleri için Çözündürme Teknikleri.....	23
1.5.1. Kuru yakma	25

1.5.2. Yaş yakma	25
1.5.3. Eritiş	26
1.5.4. Uv ışına ile bozundurma.....	26
1.5.5. Mikrodalga ile bozundurma	27
1.6. Bor	28
1.6.1. Bor ve bitkiler.....	28
1.6.2. Bor ve insanlar	30
1.6.3. Hafıza etkisi	32
BÖLÜM 2.	
DENEYSEL ÇALIŞMA	34
2.1. Materyal ve Metot.....	34
2.1.1. Numune alınması	34
2.1.2. Numune kurutma ve saklama	35
2.1.3. Numunelerin analize hazırlanması	35
2.2. Kullanılan Laboratuvar Malzemeleri	35
2.3. Kullanılan Kimyasallar.....	35
2.4. Kullanılan Cihazlar.....	36
2.5. Kullanılan Metot ve Metodun Optimizasyonu.....	36
2.5.1. Kalibrasyon grafiğinin çizilmesi	36
2.5.2. Sorbitol yüzdesinin belirlenmesi	36
2.5.3. Ultrasonik nebulizer sıcaklık optimizasyonu	36
2.6. Mikrodalga Çözündürme Sistemi.....	39
2.6.1. Fındık örneklerinin çözündürülmesi	39
2.6.2. Toprak örneklerinin çözündürülmesi.....	39
2.7. ICP-OES ile Numunelerin Ölçümü	40
2.8. Tanık Numune Ölçümü	40
BÖLÜM 3.	
ARAŞTIRMA BULGULARI	41

BÖLÜM 4.	
TARTIŞMA VE SONUÇ	43
KAYNAKLAR	45
ÖZGEÇMİŞ	48

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

AAS	: Atomik Absorpsiyon Spektrometresi
AES	: Atomik Emisyon Spektrometresi
B	: Bor
CRM	: Standart Referas Malzeme
ICP	: İndüktif Eşleşmiş Plazma
ICP OES	: İndüktif Eşleşmiş Plazma Optik Emisyon Spektrometresis
MS	: Kütle Spektrometresi
OES	: Optik Emisyon Spektroskopisi
USN	: Ultrasonik Nebulizer
UV	: Ultraviyole

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Yuvarlak fındık	6
Şekil 1.2. Çakıldak fındık	7
Şekil 1.3. Kalıncara fındık.....	7
Şekil 1.4. Sivri fındık	8
Şekil 1.5. ICP plazma.....	15
Şekil 1.6. ICP-OES cihazına ait şematik gösterim	17
Şekil 1.7. Sıvı numunenin plazmaya girişi	19
Şekil 1.8. Numune giriş sistemi.....	21
Şekil 1.9. Ultrasonik sisleştirci.....	23
Şekil 2.1. Sorbitol yüzdesine göre değişim.....	37
Şekil 2.2. Çözünme sıcaklığına göre değişim.....	38
Şekil 2.3. Yoğunlaşma sıcaklığına göre değişim.....	38

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1.1. Yıllara göre iç fındık ihracatı	4
Tablo 1.2. 01/01/2015-31/12/2015 tarihleri arasında kayda alınan Türkiye fındık ihracatı (ilk 20 ülke)	5
Tablo 1.3. Şubelere göre fındık çeşitleri ve mahalli adları.....	10
Tablo 1.4. Fındığın genel kimyasal bileşimi.....	11
Tablo 1.5. Fındığın içindeki vitaminler.....	11
Tablo 1.6. Fındığın içindeki mineraller.....	11
Tablo 1.7. ICP-OES'in elemental uygulama alanlarına genel bakış.....	17
Tablo 2.1. ICP plazma çalışma koşulları.....	36
Tablo 2.2. Fındık örnekleri için mikrodalga programı.....	39
Tablo 2.3. Toprak örnekleri için mikrodalga programı.....	39
Tablo 3.1. Fındık örneklerindeki bor miktarı.....	41
Tablo 3.2. Toprak örneklerindeki bor miktarı.....	41
Tablo 3.3. Standart referans malzeme içinde bulunan bor miktarı.....	42

ÖZET

Anahtar kelimeler: Bor, USN, hafıza etkisi, mikrodalga parçalama, ICP-OES, fındık, sorbitol

Bu çalışmada Sakarya'nın farklı bölgelerinden toplanan fındık örneklerinde Bor elementi tayini yapıldı. Sakarya'nın Ferizli ilçesinden; Delisava ve Sivri, Sapanca ilçesinden (Yanıkköy) ise Kara ve Tombul fındık çeşitleri toplandı. Ayrıca fındık örneklerinin yanı sıra fındıkların yetiştiği bölgelerden farklı derinliklerden olmak üzere toplanan toprak örneklerinde de Bor elementi analiz edildi. Bor analizi ultrasonik nebulizer kullanılarak ICP-OES de yapıldı. Fındık ve toprak örneklerinin çözündürülme işlemlerinde mikrodalga çözündürme sistemi kullanıldı.

Bor, aerosol çemberlerinin cam duvarlarına ve USN'in çözünme ve yoğunlaştırma tüplerine bağlanma eğilimindedir bu da hafıza etkisi denilen kavramı ortaya çıkarır. Hafıza etkisi analiz hassasiyetinde düşüşe neden olur. Hafıza etkisini indirmek için sorbitol kullanıldı. Uygun sorbitol yüzdesi ve USN'in çalışma koşulları yapılan çalışmalar sonucu belirlendi. Optimisasyon çalışmaları sonucu elde edilen verilere göre fındık ve toprak örnekleri sorbitol eklenerek analiz edildi. Fındık çeşitlerinde ki B miktarı 9,45 ile 17,28 mg/kg aralığındadır. Toprak örneklerinde ise sonuçlar 16,20 ile 68,03 mg/L aralığında değişmektedir.

Bütün çalışmaların sonucu sorbitolün ekisinin olumlu yönde olduğunu ve sorbitolün Bor'un hafıza etkisini azalttığını gösteriyor. Sonuçlar fındık ve toprak örneklerinin Bor içeriği bakımından zengin olduğunu gösterir.

DETERMINATION OF BORON IN HAZELNUT VARIETIES WITH THE ADDITION OF SOBITOL BY USING ICP-OES AND ULTRASONIC NEBULIZATION AFTER MICROWAVE DIGESTION SYSTEM

SUMMARY

Keywords: Boron, USN, memory effect, microwave digestion system, ICP-OES, hazelnut, sorbitol

In this study, boron in hazelnut samples which were collected different areas of Sakarya was analysed. The hazelnut varieties of Delisava and Sivri from Ferizli and the varieties of Kara and Tombul from Sapanca Yanıkköy were collected. Furthermore analysis of Boron in soil samples collected from different depths at region where hazelnuts grown up was performed. Boron was analysed with ICP-OES using USN. Microwave digestion system was used to dissolve the hazelnut and soil samples.

Memory effect is formed by reaction of Boron with the glass walls of aerosol chamber also condensing and desolvating tubes. Boron binds the glass wall therefore Boron signals decrease. Sorbitol was used to reduce memory effect of Boron. Optimization of appropriate percent of sorbitol and temperature of USN were performed. Hazelnut and soil samples were analysed in accordance with optimization results adding sorbitol. Varieties of hazelnut results are between 9,45 and 17,28 mg/kg. Soil samples results are between 16,20 and 68,03 mg/L aralığındadır.

All of these results are shown that sorbitol effect is positive and it was observed that memory effect of boron was decreased with sorbitol. The results are shown that hazelnut varieties and soils have rich Boron content.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

1.1. Fındık

Ülkemizde ekonomik, sosyal ve doğal kaynakların korunması yönünden fındık önemli bir yere sahiptir. Fındık üreten ülkeler arasında saha, üretim ve ihracat bakımından ilk sırada yer almamıza karşın birim sahada alınan ürün bakımından diğer üretici ülkelerin gerisinde bulunmaktayız.

Fındık, *Plantae* aleminin *Magnoliophyta* bölümüne; *Magnoliopsida* sınıfının *Fagales* takımının *Betulaceae* familyasına aittir. *Corylus* cinsi olup türü *Corylus colurna L.*'dir. Türkçe adı ise Türk fındığı olarak geçmektedir.

Fındığın Kuzey Yarım Küre'nin ılıman iklim kuşağını, Japonya'dan Çin, Mançurya, Kafkasya, Türkiye, Avrupa ve Kuzey Amerika'ya kadar yabancı formlar biçiminde kapladığı bilinmektedir. Kültür formlarını oluşturan en önemli türler ise Artvin'den Kırklareli'ne kadar uzanan Kuzey Anadolu Dağları ve kuzey geçit bölgelerinde yoğun olarak bulunmaktadır. Fındığın kültüre alınma tarihi 2500 yıl öncelerine kadar dayanmaktadır. *Enophen*, MÖ 400 yıllarında Kuzey Anadolu'da *Pontus Euxinus*'da (Kerasus(Giresun)) Pontus Yemişi adını verdiği ufak bir meyveden bahsetmektedir. Bu kadar eski kültür izine rastlanması sonucu fındığın anavatanının yurdumuzun Karadeniz Bölgesi olduğu ve kültür fındığının dünyaya buradan yayıldığı kabul edilmektedir. Bu meyvenin 600 yıldan beri ticareti yapılmaktadır.

Kültür fındığı, Kuzey Anadolu'dan önce Yunanistan'a oradan da İtalya'ya götürülmüş; bu ülkede *Avella* Şehri civarında yaygın olarak yetiştirilmeye başlanmış ve önemli türü olan *Corylus Avellana L.* adını bu yöreden almıştır.

Sicilya ve İspanya'ya Araplar eli ile ulaşmıştır. Fransa'da çok yakın zamanlara kadar önemli bir kültür bitkisi olarak ele alınmıştır. İngiltere ve Almanya'da çoğunluğunu

Corylus Maxima Mill.'in oluşturduğu ve doğal flordan seçilmiş tipler büyük ilgi uyandırmıştır. ABD'de ise fındık yetiştiriciliği son 70 yıl içinde gelişme göstermiş, güçlü araştırma ve geliştirme programları ile desteklenerek önemli bir sıçrama yapmıştır [1].

1.1.1. Türkiye'de fındık ve ihracatı

Tarihi belgelerde günümüzden 2300 yıl önce Türkiye'nin kuzeyinde Karadeniz kıyılarında fındık üretildiği belirtilmekte ve fındığın son 6 yüzyıldan beri Türkiye'den diğer ülkelere ihraç edildiği bilinmektedir [2]. Dünya'nın fındık üretimi için gerekli uygun hava koşullarına sahip bir kaç ülkesinden biri olan Türkiye, toplam Dünya üretiminin % 75'ini, ihracatının ise % 70-75'ini gerçekleştirmektedir ve ekonomik anlamda Karadeniz sahil kuşağında yetiştirilmektedir [2,3].

Türkiye'de 550-600 bin hektar alan üzerinde üretimi yapılan fındık ile dolaylı ve dolaysız olarak 4.000.000 insan ilgilenmekte olup, bu durum fındığın sosyo-ekonomik önemini artırmaktadır. Türkiye'nin Dünya'daki diğer fındık üreten ülkeler arasında, üstün kalitesi nedeniyle seçkin bir yeri olup, üretim ve ihracatta liderliğini sürdürmeye devam etmektedir [2].

Türkiye'de fındık üretimi 33 ilde yapılmasına karşın, üretimin tamamına yakın kısmı 6 ilde toplanmıştır. Bu iller; eski üretim bölgesi olarak adlandırılan Ordu, Giresun ve Trabzon ile yeni üretim bölgesi olarak adlandırılan Sakarya, Düzce ve Samsun illeridir [3].

Türkiye'de fındık yetiştiren bölgeler iki alt bölgeye ayrılabilir:
1) Birinci Standart Bölge (Karadeniz Bölgesi'nin Doğu Bölümü): Ordu, Giresun, Rize, Trabzon ve Artvin illeri.

2) İkinci Standart Bölge (Karadeniz Bölgesi'nin orta ve batı bölümü) : Samsun, Sinop, Kastamonu, Bolu, Düzce, Sakarya, Zonguldak ve Kocaeli illeri [2].

Türkiye'nin Karadeniz sahillerinde yoğun bir şekilde yer alan fındık bahçeleri, sahilden içeriye doğru en fazla 30 km'yi geçmeyen alanda bulunmaktadır. Batı Karadeniz'de Zonguldak'tan (İstanbul'un doğusu) başlayarak doğuya doğru tüm Karadeniz boyunca deniz ve dağlar arasında yeşil bir kuşak gibi hemen hemen Gürcistan sınırına kadar uzanır [2].

Karadeniz Bölgesi'nin iklim özellikleri, fındık için en ideal ortamı oluşturur. Fındık, kış aylarında çiçeklenen ve döllenerek tek bitkidir. Dişi çiçeklerin çanak yaprakları "çotanak" adı verilen fındık kadehini oluşturur. Fındığın çeşitli türleri vardır. Ülkemizdeki kültür fındıkları, 5-6 metre boylanabilir. '*Corylus Avellana*' ile '*Corylus Maxima*' türlerinin melezleridir. Ağustos ayında olgunlaşan fındıklar toplanıp kurutulduktan sonra, Eylül ve Ekim aylarında pazara getirilip satışa çıkarılır [4].

Tablo 1.1. Yıllara göre iç fındık ihracatı [5, 6]

Yıl	İhracat (Ton-İç)	Döviz(Dolar)
1995	242,632	771,356,919
1996	198,366	612,999,000
1997	202,909	925,651,050
1998	201,883	866,313,561
1999	190,088	720,993,000
2000	177,653	588,452,000
2001	258,124	739,970,130
2002	252,779	605,040,840
2003	220,938	661,871,172
2004	217,651	1,220,695,000
2005	209,364	1,928,378,000
2006	247,186	1,467,017,317
2007	233,138	1,519,478,325
2008	228,401	1,407,871,663
2009	219,354	1,172,597,746
2010	252,305	1,544,785,708
2011	243,766	1,759,162,313
2012	265,714	1,802,462,907
2013	274,657	1,767,276,552
2014	252,528	2,314,253,067
2015	184,734	1,750,273,840

Tablo 1.2. 01/01/2015-31/12/2015 tarihleri arasında kayda alınan Türkiye fındık ihracatı (İlk 20 Ülke) [7]

	2015	
	Miktar (kg)	Değer(\$)
Almanya	61,007,815	713,336,427
İtalya	51,484,888	572,658,924
Fransa	24,365,760	288,900,682
Polonya	11,412,727	140,791,105
Kanada	9,410,418	107,666,872
Belçika	8,815,767	102,389,658
Avusturya	8,731,773	104,783,654
İsviçre	8,524,779	109,428,079
Hollanda	6,566,307	78,983,959
İngiltere	4,232,405	56,201,583
İspanya	3,988,468	47,216,334
Çin	3,549,901	42,540,571
Rusya Fed.	3,180,749	40,543,201
Mısır	2,925,088	31,315,792
Avustralya	2,784,315	34,426,899
Brezilya	2,729,270	30,643,369
A.B.D	2,165,088	27,775,733
Meksika	1,910,375	25,648,208
İsveç	1,871,462	25,198,356
Yunanistan	1,581,330	18,291,513

1.1.2. Türk fındığı ve çeşitleri

Türk fındığı kalite açısından Giresun ve Levant olmak üzere ikiye ayrılır.

1) Giresun Kalite: Giresun ilinin tamamında yetiştirilen tombul fındıklar ile az çok Giresun kalitesi özelliği taşıyan Trabzon ilinin Beşikdüzü, Vakfıkebir, Çarşıbaşı ve Akçaabat ilçelerinde yetiştirilen tombul fındıklardır. Dünyanın en üstün özellikli fındıklarıdır. Dünyadaki fındık çeşitleri içinde en yüksek oranda zar atan fındıktır.

2) Levant Kalite: Giresun kalite fındığın üretim bölgesi dışında kalan bölgelerde üretilen tüm fındıklara verilen ortak isimdir. Yetiştirildiği yere göre Levant Akçakoca, Levant Ordu, Levant Trabzon ve Levant Samsun olarak isimlendirilen bu

findıklar Giresun kalite findıklardan daha az yağ oranı içermesine rağmen diğer ülkelerde yetiştirilen findıklardan genellikle daha yüksek yağ oranına sahip olup, tat bakımından da üstün niteliktedirler [8].

Ülkemizde yetiştirilen fındık çeşitleri meyve şekil ve özelliklerine göre üç grupta toplanmaktadır.

- 1) Yuvarlak findıklar
- 2) Sivri findıklar
- 3) Badem findıklar

- 1) Yuvarlak gruba giren fındık çeşitleri



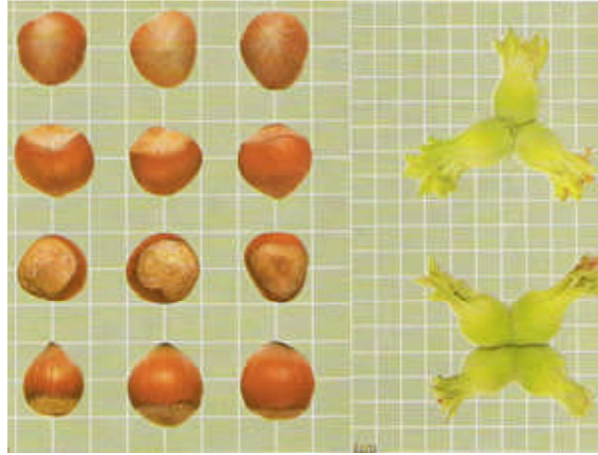
Şekil 1.1. Yuvarlak fındık

a) Tombul fındık: Ülkemizde yetişen en önemli fındık çeşididir. Daha ziyade Giresun ilinde yaygın olarak yetiştirilmektedir. Meyve kalitesinin çok iyi olması uluslararası pazarlarda kolayca tutunmasını sağlamış ve Türk fındığı dünya ülkelerince aranır duruma gelmiştir. Ortalama uzunluğu 17,04 mm olan tombul fındığın randımanı % 50-52 oranındadır.

b) Palaz fındık: Lezzet ve kalitesi orta olan bu fındık çeşidi daha ziyade Ordu ilinde yaygın olarak yetiştirilmektedir. Ortalama 16,01 mm uzunluk ve 19,26 mm genişliktedir ve randımanı % 49-51 oranındadır.

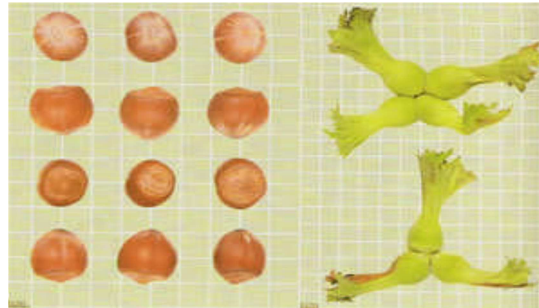
c) Foşa fındığı: Daha çok Trabzon yöresinde yetiştirilen iri ve gösterişli bir fındık çeşididir. Ortalama 17,87 mm uzunluk ve 18,37 mm genişlikte kabuklu meyveye sahiptir ve iç randımanı % 48-50 oranındadır.

d) Çakıldak fındık: Ordu ilinde yaygın olarak yetiştirilen bu fındık çeşidi Batı Karadeniz bölgesinde Delisava adı ile tanınmakta ve geni ölçüde üretimi yapılmaktadır. Diğer fındık çeşitlerimizden çok da geç uyandığından ilkbaharın geç donlarından az zarar görmekte, her türlü iklim ve torak koşullarına kolay uyabilmekte olan bu çeşidin verimi çok yüksektir. Oldukça iri ve nispeten uzunca olan meyvelerin lezzet ve kalitesi iyi değildir. Kabuklu meyve ortalama 18,41 mm uzunluk ve 17,76 mm genişlikte ve randımanı % 48-50 oranındadır.



Şekil 1.2. Çakıldak fındık

e) Kalınkara fındık: Diğer fındık çeşitlerinin zor yetiştiği zayıf topraklarda dahi kolayca yetiştirilen bu fındık çeşidine fındık bahçeleri içerisinde sık rastlanmakta ve ömrü azdır. İç meyve randımanı % 48-49 oranındadır ve kabuklu meyvesi 19,27 mm uzunluk ve 19,03 genişlikte.



Şekil 1.3. Kalınkara fındık

f) Kargalak fındık: Trabzon ve Hopa dolaylarında kısmen yetiştirilen çok iri bir fındık çeşididir. Kabuğu kalın ve iç doldurması zayıf olduğundan yetiştiriciliği

yapılmamakta, fındık bahçeleri içerisinde azda olsa rastlanmaktadır. Kabuklu meyve ortalama 18,58 mm uzunlukta ve 23,75 mm genişliktedir. İç meyve randımanı % 48-50 oranındadır.

g) Uzunmusa fındığı: Daha çok Ordu yöresinde yetiştirilme alanı bulunan bu fındık çeşidi iri, dolgun, ince kabuklu, oldukça verimli ve kalitelidir. Kabuklu meyve ortalama 18,85 mm uzunlukta ve 17,52 mm genişliktedir. Randımanı % 48-50 oranındadır.

h) Mincane fındığı: Daha ziyade Trabzon yöresinde yetiştirilmektedir. Kabuklu meyve ortalama 18,96 mm uzunluk ve 17,50 mm genişliktedir. Randımanı % 48-50 oranındadır.

ı) Cavcava fındığı: Yetiştirilme alanı çok az olan bu fındık çeşidinin kabuğu kahve renkli, ortalama 0,9-1 mm kalınlıktadır. Kabuklu meyvesi ortalama 18,46 mm uzunluk ve 1,53 mm genişliktedir. Randımanı % 52-54 oranındadır.

i) Kan fındığı: Çok lezzetli olan bu fındık çeşidinin kabuğu koyu kırmızı-kahve renktedir. Nispeten Trabzon yöresindeki fındık bahçelerinde yer yer rastlanmaktadır. Kabuklu meyve 18,29 mm uzunluk ve 17,32 mm genişliktedir. Randımanı % 52-54 oranındadır.

2) Sivri gruba giren fındık çeşitleri



Şekil 1.4. Sivri fındık

a) Sivri fındık: Hemen hemen fındık üretilen bütün yörelerde bu fındık çeşidine rastlanılmaktadır. Kabuklu meyve ortalama 20,71 mm uzunlukta ve 14,88 mm genişliktedir. Randımanı % 49-50 oranındadır.

b) İncekara fındık: Diğer fındık çeşitlerinin üretildiği fındık bahçelerinde yer yer rastlanılmakta olan bu çeşit zayıf topraklarda dahi kolaylıkla yetişebilmektedir. Kabuğu kolay kırılan bu çeşidin kabuklu meyvesi 21,19 mm uzunluk ve 17,47 mm genişliktedir. Randımanı % 50-52 oranındadır. Bu fındık çeşidinin ikiz fındık oluşturması fazla olup arzu edilmeyen bu özellik ticari değerini düşürmektedir.

c) Acı fındık: Verim ve kalitesi düşük olan bu fındık çeşidinin meyvesi yaş iken acıdır. Kabuklu meyve ortalama 18,68 mm uzunluk ve 16,63 mm genişliktedir. Randımanı % 50-52 oranındadır.

d) Kuş fındığı: Sivri fındığa çok benzeyen bu fındık çeşidinin tablası düz ve kabuğu ince olup kuşlar tarafından kolay kırıldığı için bu adı almıştır ve verimi oldukça düşüktür. Meyvesi 19,08 mm uzunluk ve 16,28 mm genişlemektedir. Randımanı % 49-51 oranındadır.

3) Badem grubuna giren çeşitleri

a) Yuvarlak badem fındığı: Meyveleri oldukça uzun ve sivri olan bu fındık çeşidinin kabukları incedir. Kabuklu meyve ortalama 24,3 mm uzunlukta ve 15,14 mm genişliktedir. Randımanı % 51-52 oranındadır.

b) Yassı badem fındığı: Verimi oldukça düşük olan bu fındık çeşidinin meyvesi her iki yandan basıkça ve oldukça uzundur. Ortalama 24,45 mm uzunluk, 14,93 mm genişliktedir. İç randımanı % 48-49 oranındadır.

c) Değirmendere fındığı: Taze olarak tüketilen, iri, kalın kabuklu, turfanda ve çok lezzetli bir fındık çeşidi olup daha ziyade İzmit civarında yetiştirilmektedir. İç meyve randımanı % 47-48 oranındadır [9].

Tablo 1.3. Şubelere göre fındık çeşitleri ve mahalli adları [10]

İlin Adı	Giresun Kalite	Levant Kalite	Sivri
		Foşa (Boyhane)	
		Mincane (Sıra Fındık)	
Trabzon	Tombul Fındık (Yağlı Fındık,Giresun Yağlısı)	Cav Cava Kargalak	Trabzon Sivrisi (Giresun Sivrisi)
Giresun	Tombul Fındık (Giresun Yağlısı, Yağlı Fındık)	Kalınkara (Giresun Karası) Palaz	
		Çakıldak Fındık (Göğ Fındık, Çakıl Fındık) Palaz Fındık	
		Kalınkara (Kara Fındık) Uzunmusa (Oskara Yağlısı, İnce Kabuk, Kuş Fındığı)	Sivri Fındık (Giresun Fındık)
Ordu	Tombul Fındık (Yağlı Fındık, Giresun Yağlısı)	İkiz Fındık	
Samsun	Tombul Fındık (Yağlı Fındık, Giresun Yağlısı)	Palaz Çakıldak (Göğ Fındık)	Hanım Fındığı
(Akçakoca)		Tombul Fındık (Mehmet Arif)	
Düzce			
Sakarya		Karayağlı (Kara Fındık)	
Kocaeli		Mincane (Sarı Yağlı)	
Zonguldak		Foşa (Yomra)	
Bartın		Çakıldak (Delisava) Palaz	

1.1.3. Fındık ve sağlık

Bileşimi

Tablo 1.4. Fındığın genel kimyasal bileşimi (g/100g) [11]

Nem	4,6
Yağ	62,7
Karbonhidrat	11,6
Protein	16,2
Seluloz	2,7
Kül	2,2

Tablo 1.5. Fındığın içindeki vitaminler (mg/100) [11]

B1 Vitamini	0,33
B6 Vitamin	0,24
B2 Vitamin	31,4
E Vitamin	20,0
Nisain	1,75

Tablo 1.6. Fındığın İçindeki Mineraller (mg/100) [11]

Demir	1-5,8
Potasyum	465-750
Bakır	1-1,3
Kalsiyum	141-250
Sodyum	2,1
Manganez	5,1
Çinko	2-2,45
Magnezyum	14-16,2

Fındık; ekonomik değeri yanında, besleyici değeri ile de önde gelen besinlerden biridir. 100 gram fındık ortalama olarak 634 kalori vermektedir. Normal bir işte çalışan işçinin enerji ihtiyacını 350-400 gram iç fındık karşılar. Ayrıca sindirilebilme özelliği çok yüksektir. Örneğin, protein içeriğinin hazmolabilirlik değeri fındıkta yüzde 82.91'dir. Fındığın ortalama yağ oranı yüzde 62,7'dir. Bileşimindeki bitkisel yağda bulunan yüzde 83 oranındaki oleik asidin özelliğinden dolayı fındık yağı vücutta donmayan yağlardandır. Bu yönüyle kalbe ve damarlara hiçbir şekilde zarar

vermemekte, aksine kanda kolestrolün yükselmesini önleyerek, kalp-damar hastalıklarına karşı koruyucu etkisi olduğu bilinmektedir [12].

Yağ (oleik asit çoğunlukta olmak üzere), protein, karbonhidrat, vitaminler (vitamin E), mineraller, diyabetik lifler, fitosterol (beta- sitosterol) ve anitoksidant fenoliklerin özel bileşimleri nedeniyle insan beslenmesi ve insan sağlığı açısından fındık, kuruyemiş çeşitleri arasında önemli bir yere sahiptir [13].

Fındığın besleyici ve duyumsal özellikleri, onu gıda ürünleri için benzersiz ve ideal bir malzeme haline getirmektedir. % 60,5 oranında yağ içerdikleri için fındıklar iyi birer enerji kaynaklarıdır [12].

Beslenme uzmanları genel olarak günlük beslenmede fındık ve fındık ürünlerine daha fazla yer verilmesini önermekte, özellikle çocuklar, gençler, sporcular, askerler ve işçiler için büyük enerji kaynağı olduğunu belirtmektedirler [4].

Birçok araştırmacı, fındık tüketiminin insan beslenmesi üzerine olumlu etkileri olduğunu söylemiştir. Bu etkiler, tekli ve çoklu doymamış yağ asidi (% 82,8 oleik ve % 8,9 linoleik) bakımından zengin olan fındık lipidlerinin yağlı asit profiliyle ilgili olabilir. Araştırmalar göstermiştir ki doymuş yağ oranının düşük ve tekli doymamış yağ oranının (MUFA) yüksek olduğu beslenme çeşitleri kan lipiti düzeyinin kontrolünde etkili olmaktadır; benzer bir sonuç, koroner kalp rahatsızlığı (CHD) riskinde de olumlu bir etken olabilir. Ayrıca (fındık yağında yüksek oranda bulunan) tekli doymamış yağ oranıyla zenginleştirilmiş beslenme çeşitleri CHD vakalarının azlığı, tansiyon düşüklüğü, toplam kolesterol dengesinde düşüklük, lipoprotein yoğunluğunun (LDL) azaltımı veya tersinin çoğaltımı ve kan trigliserin değerinin düşmesi gibi insanlarda benzer, olumlu etkiler oluşturur [13].

Fındık insan vücuduna yararlı karbonhidrat ve yağ ile metabolizmayı düzenleyen B grubu vitaminler yönünden de zengin bir kaynaktır. Kan yapımı ve ruhsal sağlık için gerekli olan B2 ve B6 vitaminleri, gelişme çağındaki çocukların beslenmesinde büyük önem taşır [4,11].

E vitamini açısından bitkisel yağlardan sonra fındık en iyi ikinci kaynaktır. E vitamini çözülebilir bir lipit fenolik antioksidandır. Fenoliklerin antioksidan aktiviteleri, hidrojen atomlarını bağımsız köklere dönüştürme özelliğinden kaynaklanır. Bu bileşimler bağımsız kökler oluşturabileceği için, diyabetik hastalarda, kanser ve atherosclerosis önlemede potansiyelleri olduğuna inanılmaktadır. E vitamininin antioksidan görevi ve koroner kalp rahatsızlığı ve kanserle olan ilişkisinden dolayı, fındık ve fındık ürünlerini de içeren doğal gıda maddelerine tüketici ve sanayi tarafından olan ilgi artmaktadır [8].

Bu vitaminin kalp ve diğer kasların sağlığı üreme sistemlerinin normal çalışması için gereklidir. Alyuvarların parçalanmasını önleyerek yine ülkemizde yaygın olan kansızlığa karşı koruyucu etki oluşmasını önleyerek veya oluştuktan sonra onları etkisiz hale getirerek kanser hastalığına karşı korumasıdır [11].

Her gün sadece 25-30 gr fındık yemek, günlük E vitamini ihtiyacının % 100'ünü karşılamaktadır. Son zamanlarda yapılan araştırmalar göstermiştir ki fındıkta bol miktarda bulunan beta- sitosterol maddesi kolesterolü düşürmek ve kanser (kolon, prostat, göğüs) gibi pek çok hastalığı önlemede önemli bir rol oynayabilmektedir. Bu husus tümör büyümesini engelleme ve apoptosis uyarımı içinde geçerlidir. Ayrıca, kalsiyum, magnezyum, fosfor ve potasyum başta olmak üzere fındıklar iyi birer mineral kaynağıdır. Tansiyonun dengelenmesinin yanı sıra, sodyum bakımından düşük fakat mineraller bakımından oldukça cömert olan fındığın kemik gelişimi ve sağlığı açısından da önemi büyüktür. Bu minerallerin sağlık açısından olumlu etkileri iyi bilinmektedir [8,13].

Fındık kemiklerin ve dişlerin yapımı için gerekli olan kalsiyum kan yapımında demir, büyüme ve cinsiyet hormonlarının gelişmesinde rol oynayan çinko için en iyi kaynaklardır. Ayrıca sinirlerin uyarımı ve kas dokusunun çalışması için gerekli olan potasyumda zengindir [11]. Potasyum, magnezyum ve kalsiyum içeriği yüksek, sodyum miktarı düşük olan fındığın, kemik gelişimi ve sağlığı ile kan basıncının düzenlenmesinde büyük önemi vardır. Bu açıdan da fındık sağlıklı yaşam için önemlidir [4].

Fındık ayrıca tüm gerekli amino asitleri ve en gerekli mineralleri de içermektedir. Fındık cystine ve methionine bakımından düşük olan baklagil kökenli gıdalarla birlikte protein kaynağı olarak kullanılabilir. Daha önce de belirtildiği üzere, doğal antioksidanlar bakımından fındık iyi bir kaynaktır. Bu, fındığın ve fındık mamullerinin nutraceutical potansiyelini işaret etmektedir. Sonuç olarak, fındık, günlük dengeli beslenmede hayati bir besin ve katkı maddesidir ve kalp sağlığı açısından da en faydalı nutraceutical maddedir. Günde bir avuç fındık yemek, yukarıda bahsi geçen birçok hastalıktan koruyabilir [8,13].

1.2 Bor Analiz Yöntemleri

Bor'un çeşitli materyallerde kalitatif veya kantitatif analizlerini mümkün kılan birçok analitik tayin yöntemi mevcuttur. Bunlar aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

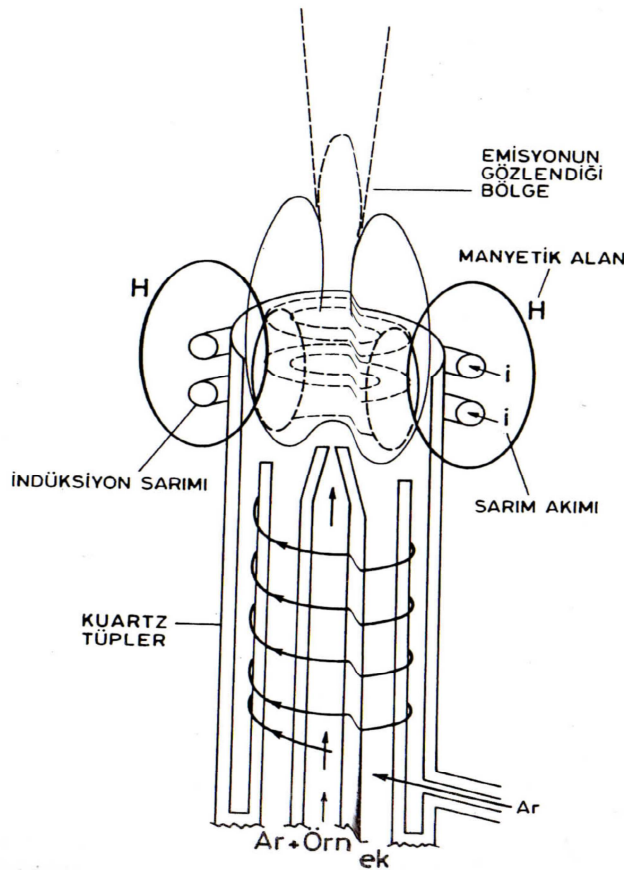
- 1) Kolorimetrik metotlar
 - 2) Florimetrik metodlar
 - 3) Potansiyometrik metodlar
 - 4) Atomik spektrometrik metodlar
 - Alev atomik spektroskopisi: AES, AAS
 - Plazma kaynaklı metodlar: OES, MS
 - 5) İyon Kromatografisi
 - 6) Nötron aktivasyon analizleri
- [14]

1.3. İndüktif Eşleşmiş Plazma Spektroskopisi (ICP)

Atomik emisyon spektroskopisinde elektrik boşalımına dayanan atomlaştırma ve uyarma kaynakları, son yıllarda yerini plazmalara bırakmıştır. Plazma, gaz halindeki iyon akımı olarak tanımlanabilir. Plazma oldukça yüksek derişimde katran ve buna eşdeğer derişimde elektron içeren elektriksel olarak iletken bir gaz ortamıdır. Plazma görüntüsü alev gibi olmakla beraber bir yanma olayı yoktur. Hem kıvılcım ve şerare kaynaklı ve hem de alev kaynaklı yayım spektroskopisinin kullanımı son yıllarda

yaygınlaşmıştır. Plazmanın elde edilmiş şekline göre farklı plazma spektroskopileri vardır. Bunlardan en yaygın kullanılanı İndüktif Eşleşmiş Plazma'dır (ICP) [15].

ICP Yayın Spektroskopisi günümüzde iyi optimize edilmiş bir element analiz tekniğidir. Bu tekniğin önemi ilk kez 1964 de Greenfield ve Fassel in iki ayrı çalışma grubu tarafından anlaşılmışsa da yöntemin yaygınlaşmasını sağlayan aletler ancak 1975 den sonra çıkmıştır [15,16,17].



Şekil 1. 5. ICP plazma [18]

Şekil 1.5.'de görüldüğü gibi, örnek çözeltisi argon gazı ile birlikte silindirik bir kuartz tüp içinden plazmaya pompalanır. Çapı bu silindirik tüpten biraz daha büyü olan ikinci bir kuartz silindirin içinden ise, plazmayı oluşturacak argon gazı geçer. Dış silindirin uç kısmına değişik sayıda indüksiyon sarımı sarılır ve bu sarımlar bir radyofrekans jeneratörüne bağlanır. Dıştaki silindirin ucunda, radyofrekans jeneratöründen gelen ve indüksiyon sarımlarından geçen akım nedeniyle bir elektromanyetik alan oluşur. Radyofrekans jeneratörünün frekansı, 3-75 MHz arasında değişir. Argon gazı akımında ilk elektronların oluşturulması, bir elektron

kaynağı (Tesla boşalımı) ile sağlanır ve elektronlar, indüksiyon sarımının oluşturduğu manyetik alanda hızlanarak, argon atomlarıyla çarpışırlar ve argon iyonları ile daha fazla sayıda elektronun oluşmasını sağlarlar. Bu prosesin sürekli olarak tekrarlanmasıyla, ortamdaki argon iyonu ve elektron sayısının artması sonucu oluşan plazma, manyetik alandan enerji absorplayarak 6000-10000 K arasında değişen bir sıcaklığa ulaşır. Plazmanın manyetik alandan enerji absorplaması, elektrik transformatorlerinde, birincil sarımdan ikincil sarıma enerji aktarımına benzer bir prostedir. Bu plazmanın içine giren örnek çözeltisi, atomlaşır ve uyarılır [18]. Örnek, genellikle sıvı fazda, aerosol şeklinde yüksek sıcaklıktaki plazmaya gönderilir ve aerosol tanecikleri plazmada sıra ile kurur, parçalanır, atomlaşır, iyonlaşır ve oluşan atom ve iyonlar uyarılır. Analit elementin atomik ve iyonik çizgileri bir spektrometre ve uygun bir software'e sahip bilgisayar ile değerlendirilerek analiz yapılır. 70'den fazla element için sınırı ng/ml düzeyindedir [15].

1.3.1. İndüktif eşleşmiş plazma –optik emisyon spektroskopisi (ICP-OES)

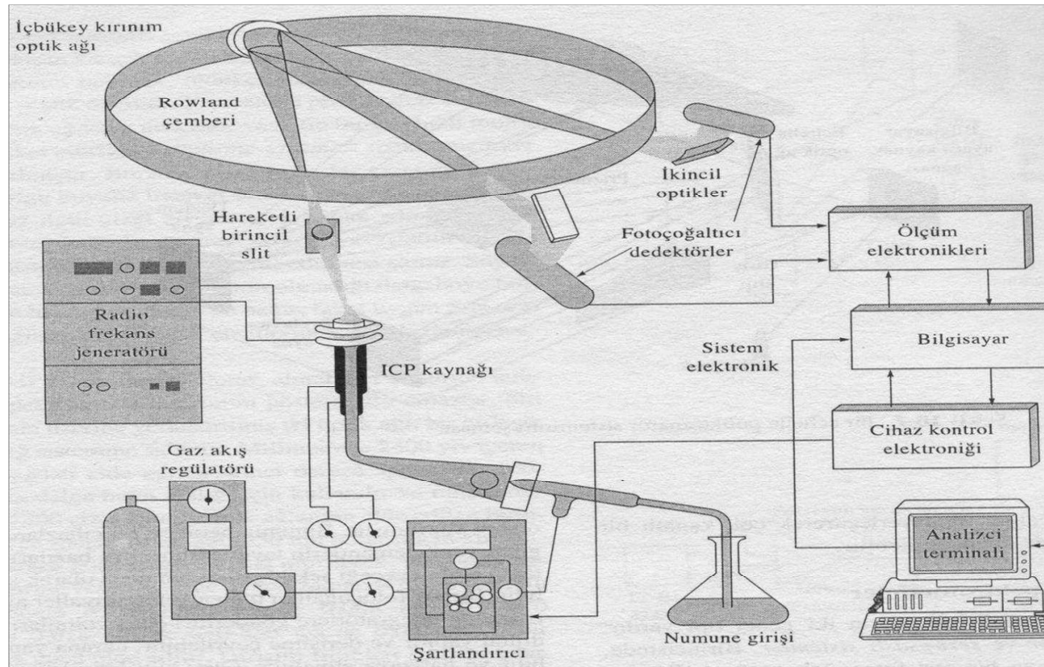
ICP-OES, farklı örnek matrikslerindeki metallerin tayini için güçlü bir cihazdır. Bu teknik ile sıvı örnekler nebulizer çeşitlerinden bir tanesi kullanılarak radyofrekans (RF)- indüklenmiş argon plazması içine enjekte edilir. Plazmaya ulaşan sisleşmiş örnek hemen kurur, buharlaşır ve yüksek sıcaklıkta uyarılır. Tekli element analizleri basit bir monokromatör/foto çoğaltıcı tüp (PMT) kombinasyonu ile çalışır. Aynı anda çoklu element analizi (70'den fazla element) ise bir polikromatör ve array dedektör kombinasyonu ile yapılır [16].

ICP cihazında monokromatör ve polikromatör olmak üzere iki spektrometre bulunmaktadır. Monokromatör, bir tane ikincil yarığa sahip olduğundan sadece bir dalga boyunda ölçüm yapabilir. Polikromatör ise seçilen her bir analit için ikincil bir yarığa sahip olduğundan numunedeki elementler aynı anda tayin edilebilir [19].

ICP-OES çok sayıda örnek tipindeki eser elementlerin analizi için kullanılan en güçlü ve en popüler analitik araçlardan biridir.

Tablo 1.7. ICP-OES in elementel uygulama alanlarına genel bakış [16]

Kategoriler	Örnekler
Zirai ve Gıda	Hayvansal dokular, içkiler, yemler, gübreler, sarımsak, besinler, pestisitler, bitki materyalleri, pirinç unu, topraklar, sebzeler, buğday unu
Biyolojik ve Klinik	Beyin dokuları, kan, kemik, sığır karaciğeri, dışkı, balıklar, süt tozu, meyve yaprakları, ilaçlar, polen, serum ve idrar
Jeolojik	Kömür, mineraller, fosil yakıtlar, cevher, kayalar, sedimentler, toprak ve su
Çevresel ve Su	Okyanus suyu, kömür külü, içme suyu, toz, mineral su, atık su, sulama suyu, kanalizasyon, cüruf, deniz suyu, toprak
Metaller	Alaşımalar, alüminyum, yüksek saflıkta metaller, demir, kıymetli metaller, lehimler, çelik, kalay
Organik	Yapıştırıcılar, amino asitler, antifriz, yanıcı materyaller, kozmetikler, selüloz, kuru odun, boyar maddeler, elastomerler, epoksi, yağlayıcı maddeler, organometaller, organofosfatlar, yağlar, organik solventler, polimerler, şekerler
Diğer Materyaller	Asitler, karbon, katalizörler, elektronikler, fiber, film, paketlenme materyalleri, boyalar ve kaplama ürünleri, fosfatlar, yarı iletkenler, süper iletkenler



Şekil 1.6. ICP-OES cihazına ait şematik gösterim [19]

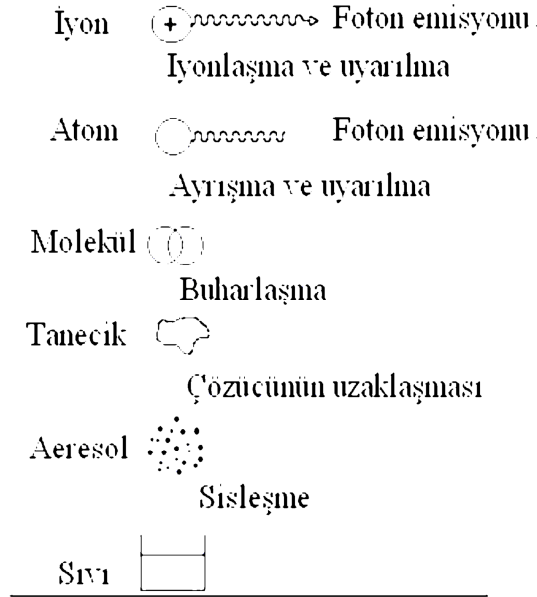
ICP kaynağı, argon gibi inert gazlardan yüksek enerjili ve yüksek frekanslı iyonlaşmış bir plazmayı üretir. Bir numune plazmanın merkezine enjekte edildiğinde, 10000 K sıcaklıktaki plazma, numunedeki elementlerin ayrışma, atomlaşma ve uyarılma işlemlerinin gerçekleşmesini sağlar. Bu olaylar, çalışılan elementlerin kendilerine özgü frekansta ışığı yayması ile sonuçlanır. Bu ışık şiddeti, numune içerisindeki elementlerin derişimi ile doğru orantılıdır ve bir emisyon spektrometresi ile ölçülür. Spektrometre özgün frekansları farklı dalga boylarına ayırabilme ve nicel sonuç alabilmeyi sağlar [20].

ICP ortak merkezli iç içe geçmiş 3 kuartz tüpten oluşur. Bunlar; dış, orta, ve iç gaz tüpleridir. En dıştaki borunun çapı 9 ile 27 mm arasındadır [16]. Bu borunun üst kısmını, yaklaşık 27 veya 41 MHz'de 0,5-2 kW güç oluşturabilen bir radyofrekans jeneratörü ile beslenen su soğutmalı, indüksiyon bobini sarar. Akan argonun iyonlaşması, bir Tesla bobininden bir kıvılcımla başlatılır. Oluşan iyon ve elektronlar indüksiyon bobini tarafından oluşturulan manyetik alan salınımlarıyla etkileşir. Bu etkileşim kapalı, düzenli bir yol içinde bobin içindeki iyon ve elektronların akmasına neden olur. Bu yolla oluşan plazma sıcaklığı, dıştaki kuartz silindirin termal iyonizasyonunu gerektirecek kadar yüksektir. Bu izolasyon borunun duvarlarına teğet olacak şekilde argon akışıyla sağlanır. Teğet akış, radyal olarak plazma merkezini ve içteki tüpün duvarlarını soğutur [21].

Dış borudan argon gazı akış hızı 10-5 L/min'dir. En dıştaki boru, 15 L/min hızla argon gazı taşır ve böylelikle plazmayı besler, korur ve soğumasını sağlayarak kuartz tüpünün erimesini önler. Ortadaki boru, organik numunelerle çalışırken yardımcı gaz olarak plazmaya 1L/min argon gazı taşır. En içteki boru ise 0,3-1,5 L/min aralığında numuneyi plazmaya taşır. [20] Örnek aerosolleri iç borudan taşınır. Argon akış hızı 0.5-1.5 L/min'dir. Ortadaki tüpten argon gazı akışı 0-1,5 L/min'dir [16].

Sisleştirme sonunda numune sulu bir aerosol olarak plazma içerisine gelir. Aerosol plazma içerisinde yukarıya doğru hareket ettikçe birçok olay meydana gelir. Bu olaylar Şekil 1.7.'de özetlenmiş ve aşağıda ayrıntılı olarak anlatılmıştır [22].

İlk olarak; aerosol damlacıklarındaki çözücü buharlaşır ve katı bir tuz oluşur. Daha sonra, gaz fazındaki moleküler türlerin oluşumu için bu parçacıklar buharlaştırılır. Moleküler türler iyonlaşma için yeterli enerji ile atom veya iyonları oluştururlar. Atomlar ve iyonlar kararlı moleküler türlerin oluşumu için diğer serbest atomlarla bir araya gelebilirler [22].



Şekil 1.7. Sıvı numunenin plazmaya girişi [22]

ICP özellikleri: ICP kaynağının yararlı bazı özellikleri aşağıda listelenmiştir.

- 1) Yüksek sıcaklık (7000-8000 K)
- 2) Yüksek elektron yoğunluğu (10^{14} - 10^{16} cm⁻³)
- 3) Birçok element için farklı derecede iyonlaşma
- 4) Aynı anda çoklu element kapasitesi (70'den fazla)
- 5) Düşük background emisyonu, düşük kimyasal girişim
- 6) Yüksek hassasiyet, kesinlik ve yüksek kararlılık
- 7) Geniş doğrusal çalışma aralığı
- 8) Yüksek ısıya dayanıklı elementler için uygulanabilir [16,17].

1.4. Numune Giriş

1.4.1. Numune giriş sistemi

Standart numune giriş sistemi; nebulizere örnek çözeltisini sağlayan bir peristaltik pompa ile birlikte bir nebulizer ve sprej çemberinden oluşur. Plazma girişinde ilk olarak örnek çözeltisi yığın plazmadan yeterli enerji transferini sağlamak için aerosol haline dönüştürülmelidir. Bu ayrıca torç püskürtücüsünün katı partiküllerle tıkanma veya plazmanın sönmeye olasılığını ve proses boyunca olası torç hasarını azaltır. Eğer örnek katı ise ilk olarak analiti sulu çözelti haline getirmek için bir ekstraksiyon ve ayrıştırma yöntemi gereklidir ve bunu genellikle uygun bir seyreltme veya ön konsantrasyon işlemi takip eder.

Optimum performans için, nebulizasyon sistemi değişen örnek matrislerine karşı plazmaya tekrar örnek iletebilecek şekilde hem kararlı hemde yüksek taşıma yeterliliğine sahip olmalı. Yüksek taşıma yeterliliği, plazma giren analit miktarı ile aspire edilen analit miktarının oranı olarak tanımlanır. Bu da sprej çemberinden çıkan atık hacim ile toplam alım örnek hacminin karşılaştırılması ile değerlendirilebilir. Taşıma yeterliliğini sırasıyla etkileyici duyarlılık ve belirtme sınırlarıyla nebulizasyon sistemi belirler [17].

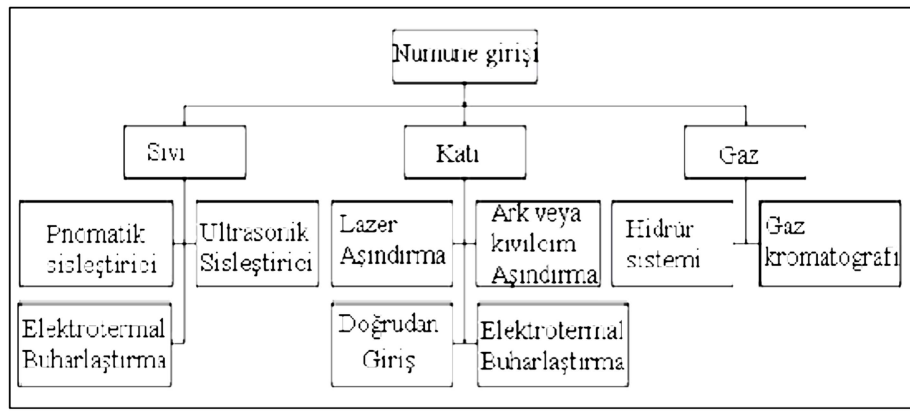
Bir ICP yöntemindeki en büyük gürültü kaynağı numune verme basamağından kaynaklanır. Burada numune bir argon akışıyla çapraz-akışlı sisleştirici içinde sisleştirilir ve oluşan çok küçük damlacıklar plazmaya taşınır. Aerosollerde, ultrasonik bir sisleştirici vasıtasıyla sıvılardan da oluşturulmaktadır.

Numune atomları, zamanla gözlenen noktaya ulaşır ve atomlar burada 4000-8000 K sıcaklık aralığında yaklaşık 2 ms kalırlar. Bu zaman ve sıcaklıklar, alev yöntemlerinde kullanılan (asetilen/nitröz oksit) en sıcak alevlerde görülenden yaklaşık 2-3 kat daha büyüktür. Bunun sonucunda daha iyi bir atomlaşma olur ve çok daha az kimyasal girişim sorunu ile karşılaşılır. İyonlaşma girişimi etkileri ise ya çok küçük veya hiç yoktur, çünkü argonun iyonlaşmasından gelen elektron derişimi,

numune bileşenlerinin iyonlaşması sonucu oluşan elektron konsantrasyonuna göre çok büyüktür [21].

ICP-OES cihazı; sıvı, gaz ve katı numunelerin cihaza girişi için gerekli olan birçok değişik aletle kullanılabilir bir cihazdır [22].

ICP-OES için mevcut numune girişi teknikleri Şekil 1.8.'de gösterilmekte olup, bu tekniklerden bazıları aşağıda anlatılmaktadır.



Şekil 1. 8. Numune Giriş Sistemi [22]

1) Sıvı numune girişi: Sıvı örneklerin kullanımında çoğunlukla sisleştirme metodu kullanılır. Metotta sıvının girişi, uyarılma kaynağına aerosol halinde gönderilmesiyle sağlanır. Sisleştirme teknikleri basittir, güvenilir ve bağıl olarak ucuzdur. Dezavantajı ise yavaş olusu, girişimlerin oluşması ve % 99,5 oranına kadar numunenin atık olmasıdır. Sisleştirici seçimi aşağıda anlatılmıştır [22].

2) Katı numune girişi: Katı numune girişi, sıvılara ait yapılan araştırmalar kadar ayrıntılı araştırılmamıştır. Kalibrasyonu, numune ortamı ve analitik performans göz önüne alındığında bazı tekniklerin zorluğu vardır. Buna rağmen, doğrudan giriş, ark ya da kıvılcım kaynaklı aletler, elektrotermal buharlaştırma ve lazer aşındırma uygulamaları katı numune girişi için başarılı olarak uygulanmaktadır [22].

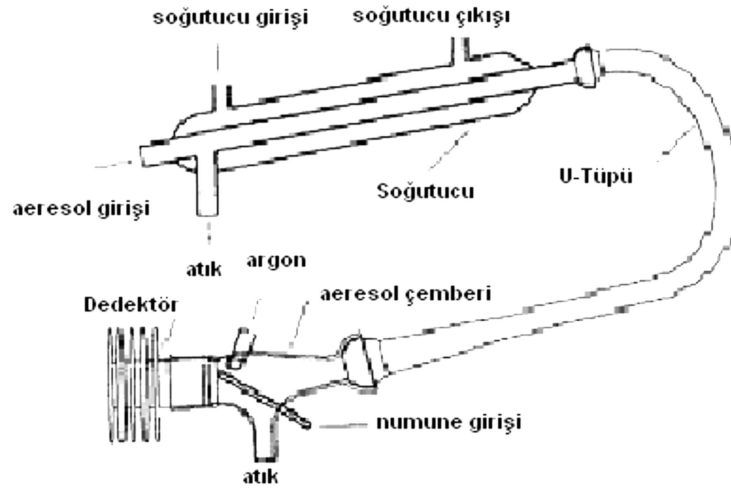
3) Gaz numunelerinin girişi: Gaz numuneleri herhangi bir işleme tabii tutulmadan doğrudan ICP'ye gönderilebilirler [22].

1.4.2. Sisleştirici çeşitleri ve yöntemleri

1.4.2.1 Pnömatik sisleştiriciler

ICP-OES için birçok tipte pnömatik sisleştirici kullanılır. Bunlardan bazıları; Es merkezli sisleştirici, çapraz akışlı sisleştirici ve babington sisleştiricisidir. Numuneler sisleştirici içersine bir pompa ya da aspirasyon ile beslenir. Sonrasında aerosol taşınmasını da sağlayan yüksek hızlı gaz akışı ile numune çözeltisi damlacıklar haline dönüştürülür. Girişi sağlanan numunenin sadece bir kesiti sisleştirilir, geri kalan kısmı atık kısmına gider. Aerosol içerisinde damlacık büyüklükleri farklı olan damlalar vardır ve büyük damlacıkların giderilmesi için aerosol bir sprej çemberi içersine gönderilir [22].

1.4.2.2. Ultrasonik sisleştiriciler



Sekil 1.9. Ultrasonik sisleştiriciler [22]

Burada numune çözeltisi dedektör bir tabaka üzerine gönderilir (Sekil 1.9.). Piezoelektrik bir membran dedektör tabaka olarak görev yapar ve 1 MHz'lik RF enerjisi uygulamasıyla yüksek enerjide titreşim yapar. Numune çözeltisi hızlıca

titresen dedektör üzerine geldiğinde parçacık büyüklüğü iyi olan damlacıklar haline geçer. Damlacıklar ICP' ye gitmeden önce, bir gaz buharı ile muamele edilir ve ısıtıcı/yoğunlaştırıcı yardımıyla çözücüsü uzaklaştırılır. Ultrasonik sisleştiriciler oldukça başarılı tayin edebilme gücüne sahiptir fakat özellikle yüksek tuz içeriği olan çözeltilerde gösterdikleri kararsızlıkları ve çözücünün uzaklaştırılma mecburiyeti dezavantajlarındandır [22].

1.4.2.3. Elektrotermal buharlaşma

Elektrotermal buharlaşmada, katı ya da sıvı haldeki numunenin küçük bir miktarı bir iletken üzerine yerleştirilir (örneğin karbon çubuk ya da tantal tel). İletken buhar elde edebilmek için sürekli olarak ısıtılır, oluşan buhar ise ICP' ye enjektör gazı ile taşınır. Yeterli düzeyde ısıtma sağlanırsa, çözücü, ortam ve analitin ayrılması başarı ile sağlanmaktadır [22].

1.4.2.4. Hidrür oluşumu

Hidrür oluşumu, arsenik, antimon, selenyum ve bizmut gibi uçuculuğu düşük elementleri uçucu hidrürlerine dönüştürerek gaz halinde plazmaya göndermek suretiyle daha düşük gözlenebilme sınırlarına ulaşmayı amaçlayan bir tekniktir. Bu teknikte; analit buhar fazına hidrürü halinde gönderilir. Bu teknikte numune hazırlığı, asitlik ve kullanılan reaktif miktarı elementten elemente değişmektedir. Hidrür oluşumu ile aynı anda bir elementin analizi yapılabilmektedir [22].

1.5. Element Analizleri için Çözündürme Teknikleri

Örnek hazırlama, atomik absorpsiyon spektroskopisi ile eser element ve mineral analizinde kritik bir adımdır. Örneklerin uygun bir şekilde alınıp bazı ön hazırlık işlemlerinden geçirildikten sonra çözeltilmeye alınmaları, örnek hazırlama işlem basamaklarını oluşturmaktadır.

Örnek hazırlama yöntemleri, büyük ölçüde kullanılacak tayin yöntemine ve analizi yapılacak numuneye bağlıdır [23].

Çözünme denilince bir katı, sıvı veya gaz fazındaki maddenin uygun bir sıvı içerisinde, düşük sıcaklıkta, kimyasal bir tepkime varlığında veya yokluğunda çözünmesi anlaşılır. Bozunma ise, bir maddenin yüksek sıcaklıkta ve gerektiğinde yüksek basınç altında ayrışmasıdır. Bu iki tanım arasında kesin bir ayırım yapmak zordur. Örneğin bir maddenin sıcak sülfürik asit ile işlem görmesi sonucu; madde hem çözünürleştirilir hem de bozundurulur.

Eser analizde karşılaşılan örnekler basit yapılmayabilir ve içerdikleri diğer maddeler yönü ile analizde girişimci etkiler önem kazanabilir. Bu nedenle örneğin seçilen analitik yöntemle analiz hale hazır getirilmesi çok önemli bir aşamadır. Analizler genellikle çözelti fazında yürütüldüğü için, uygun işlemlerle alınan örneğin özellikle çözünür hale getirilmesi çok önemli bir aşamadır. Analizler genellikle çözelti fazında yürütüldüğü için, uygun işlemlerle alınan örneğin özellikle çözünür hale getirilmesi gereklidir. Kimi örnekler suda kolaylıkla çözünürken, kimileri ise çok güçlü reaktiflerin etkisiyle ve yüksek basınç ve sıcaklıkta çözünür hale getirilebilir.

Örnekler tayin edilmek istenen maddenin türüne göre işlem görür.

Anorganik örnekler kayalar, cevherler, tuzlar, suda veya uygun asit veya baz çözeltisinde veya kompleksleştirici reaktifler yardımıyla hazırlanabilir. Bu yolla çözünmeyen maddeler için eritiş yöntemi uygulanır.

Organik örnekler ise katı ise öğütülür ve homojenize edilir. Sıvı örnekler vücut sıvı, sebze ve meyve suları ya doğrudan yada kuruluğa dek deriştirilip homojenize edildikten sonra analiz edilir [24].

Çözündürme işlemi için birçok teknik kullanılır. Bunlar kuru yakma, yağ yakma, eritiş, Uv ışını ile bozundurma ve mikrodalga ile bozundurma teknikleridir.

1.5.1. Kuru yakma

En eski çözümlenme tekniğidir. Bu teknikte örnekteki organik kısım havada kömürleştirildikten sonra örnek, uygun bir kaba (kroze gibi) alınarak alevde veya kül fırında yakılır. Organik matriks genellikle önce kömürleşir, yanar ve kül şeklinde kalır. Kalan bu kısım inorganik maddeleri içermektedir. Bazı örneklerde ise oluşan CO₂ gazı karbonat şeklinde kül içinde kalabilir. Bunu önlemek için örnek, oksijence zengin alevde veya saf oksijenle yakılmalıdır.

Kuru yakma yöntemi genellikle pek tavsiye edilmemektedir. Bunun nedeni ise selenyum ve civa gibi uçuculuğu yüksek olan elementlerin kayba uğramasıdır. Kuru yakmanın tam olabilmesi için gereken sıcaklık değerlerine ulaşıldığında sodyum ve potasyumda kayıplar da meydana gelebilmektedir [23].

1.5.2. Yaş yakma

Çoğu durumda yaş yakma eser elementlerin çok uçucu formdaki kayıplarını azalttığından tercih edilir. Bununla birlikte bu tekniğin özellikleri korrozif ayıraçların kullanımıyla bozunmaya dayanır. Ayıraçlar (genellikle nitrik, klorik, sülfürik ve diğer organik asitler) saf olmalı ve numunenin bulunduğu kabın maddesi yakıma bağlı olarak inert olmalı ve tayin sırasında eser elementler soğurulmamalıdır.

Organik maddelerin yaş yakılması için H₂O₂ dışında tüm ayıraçlar, asitlerdir. En çok yükseltgeyici asitler HNO₃ ve HClO₄'dür; HClO₄ tek başına kullanılabilir fakat emniyet nedeniyle sadece HNO₃ seyreltildiğinde kullanılmalıdır. Daha az olarak HCl ve HClO₄ kullanılır. H₂SO₄, bazen HNO₃' e ya da HNO₃-HClO₄ karışımına katılarak organik maddelerin kaynama noktasını yükseltmeye ve düşürmeye yardım eder [24].

Yaş yakma tekniğinde en önemli noktalardan biri de uygun bir ısıtma işleminin uygulanmasıdır. Özellikle nitrik asit kullanıldığında bu daha da önem kazanır. Çünkü nitrik asitin uçuculuğu sülfürik asit ve perklorik asitin uçuculuğundan daha fazladır. Isıtma yüksek sıcaklıklarda yapılırsa numune tamamen okside olmadan asit uçacaktır

ve etkin bir yakma işlemi yapılamayacaktır. Aromatik hidrokarbon, yağ, protein ve diğer organik bileşenleri içeren örneklerdeki yakma işlemi ise daha fazla dikkat gerektirmektedir. Çünkü bu bileşenler nitrik asit ve sülfürik asitle etkileştirildiklerinde sülfone ve nitrate olacaklar ve bu formlarını yakma işlemi boyunca koruyacaklardır. İşte bu yüzden yaş yakma işlemine geçilmeden önce mutlaka kömürleştirme yapılmalıdır [23].

Yaş yakma işleminin kuru yakma işlemine göre daha fazla çözücü gerektirmesinden, reaktiflerden gelen kirlenmeler, örnek miktarında sınırlama ve daha fazla dikkat gerektirmesi gibi dezavantajları da vardır [23].

1.5.3. Eritiş

Silikatlar, bazı mineral oksitleri ve kimi alaşımlar için diğer yöntemlerle çözündürme tam gerçekleşemez. Bu durumda eritiş yöntemine başvurulur. Örnek toz haline getirildikten sonra yaklaşık 10 katı kadar bir alkali metal tuzu ile karıştırılarak, yüksek sıcaklıklarda (300-1000 °C) ısıtılır. Eritiş süresi örnek türüne bağlı olarak birkaç dakikadan birkaç saate dek değişebilir. Bu yöntemin sakıncaları örnek miktarına göre reaktif miktarı fazla olduğu için reaktiflerden gelebilecek safsızlıklar ve elde edilen ürünün tuz içeriğinin yüksek oluşudur. Yüksek sıcaklıklarda çalışma sonucu uçucu madde kayıpları ve kap materyali ile etkileşim de söz konusu olur [15].

1.5.4. UV ışınlama ile bozundurma

Bu bozundurma işlemi yukarıdaki yöntemlerden farklı olarak daha düşük sıcaklıklarda gerçekleştirilir. Örnek ortamına H₂O₂ eklendikten sonra örnek görece düşük bir sıcaklıkta (30-70 °C) UV ışınla etkileştirilir ve oluşan peroksit radikalleri organik yapıyı parçalar [15].

1.5.5. Mikrodalga ile bozundurma

1970' lerden bugüne giderek artan bir ilgi ile kullanıma sunulan mikrodalga ile bozundurma işleminin en önemli üstünlüğü hızlı olmasıdır. Açık kapta ısıtma ile yürütülen analizlerde ısı iletiminin hızını kullarılan kapların ısı iletim katsayıları belirler. Bu amaçla kullanılan ısı ceketı, bek alevı, sıcak tabla ve benzerı ısıtma araçlarında ısı kaynağı ile temas eden kaptaki çözelteye ısı kısmen aktarılır ve temas yüzeyinden iç çözelteye ise konveksiyon ile geçer. Isıtma yavaş olup, çözelteının ulaşabileceğı maksimum sıcaklığı çözelteının kayma noktası ve basınç belirler.

Mikrodalga bozundurma sistemlerinde ise ısı doğrudan çözelte bileşenlerine aktarılır ve istenilen sıcaklığa hızla ulaşılır. Mikro dalga ile ısıtma da çözelte ancak mikrodalga ile ısıtmada çözelte ancak mikrodalga enerjisini soğurduğunda ısınır. Bu soğurma işleminde dipol dönme ve iyonik iletkenlik önemli rol oynar. Dipol dönme mekanizmasında moleküler dipoller uygulanan elektriksel alanın etkisi ile sıraya dizilir ve bu elektriksel alan dipol moleküllerinin hareketini sağlayarak çözelteının ısınmasını sağlar. İyonik iletkenlik mekanizmasında ise, iyonik türler uygulanan elektromanyetik alanın polaritesine bağılı olarak bir taraftan diğereine göç ederler. Bu göç sırasında karşılaştıkları her engele karşı direnç göstereceklerinden çözelteının ısınması kaçınılmazdır. Ayrıca kapalı kaplar kullanıldığında bozunma ürünü olan gazlar açığa çıktıkça basınç artar ve bunun sonucu olarak sıcaklık daha da yükselir ve uçucu bileşenlerin kaybı söz konusu değildir [15].

Diğere çözümdürme yöntemleri güvenilirler fakat sakıncaları vardır. Örneğın; kuru yakma ile bir analitik çözelteının hazırlanması 2-3 gün alabilir. Asit ayrıştırma kuru yakmaya göre daha hızlıdır (3-4 saat) ama çok dikkat edilmesi gereken bir iştir. Üçlü asit ayrıştırma (nitrik/perklorik/sülfürük) iyi bir ayrıştırma sunar, fakat güvenlik kaygıları ve tehlikeli atık yönetmeliğine göre perklorik asit kullanımını önerilmez.

Mikrodalga yönteminin kullanımını diğere ayrıştırma yöntemlerine göre çok fazla avantaj sunar. Mikrodalga ayrıştırma da genellikle nitrik asitin kaynama noktasının üstünde

bir sıcaklıkta kapalı teflon (PTFE) kaplarda nitrik asit kullanılır. Bu özellikler asit sarfiyatını, kirliliğini ve zamanı azaltır. Mikrodalga işlemi genellikle 1 saat içinde tamamlanır. Mikrodalga sistemi bilgisayar tarafından kontrol edilir ve istenilen sıcaklık, basınç ve güç kontrol edilerek işlem yürütülür [25].

1.6. Bor

Bor adının Arapça 'Buraq' veya Farsça 'Burah' kelimesinden geldiği tahmin edilmektedir. Tarihte bilinen ilk bor kullanımı ise Babiller tarafından altın elde etmek amaçlı olmuştur. Mısırlıların Bor'u mumyalama, metal oymacılığı ve tedavide, Yunan ve Romalıların ise temizlik maddesi olarak kullandığı tahmin edilmektedir. Modern bor endüstrisinin ise 13. yüzyılda boraksın Marco Polo tarafından Tibet'ten Avrupa'ya getirilmesiyle başladığı belirtilmektedir [26].

Bor element olarak periyodik sistemin üçüncü grubunun başında bulunur. Bor'un sembolü "B", atomik çapı 1,17 Å, atomik hacmi 4,6 cm³/mol, elektron sayısı (yüksüz) 5, nötron sayısı 6, proton sayısı 5'tir. Kimyasal özellikleri; elektrokimyasal eşdeğeri 0,1344 g/anp-hr, elektronegativite 2,04, füzyon ısısı 50,2 kJ/mol, valans elektron potansiyeli 190'dır. Fiziksel özellikleri ise; atomik kütlesi 10,8 amu, görünüşü sarı, kahverengi ametal kristal, buharlaşma ısısı 489,7 kJ/mol, fiziksel durumu katıdır. Bor'un kimyasal özellikleri tane büyüklüğüne ve sıcaklığına bağlıdır. Yüksek sıcaklıktaki su ile reaksiyona giren bor, borik asit ve diğer ürünleri oluşturabilmektedir [26].

1.6.1. Bor ve bitkiler

Bor, bitkiler tarafından topraktan veya sulama suyundan alınan, gerekli bir mikro besin elementidir. Bitkiler topraktan Bor'u borik asit [B(OH)₃] formunda almaktadır ve bitkilerin bor içeriği topraktan alabildiği kadarı ile sınırlıdır. Toprağın ana maddesi, pH'ı, nemi, sıcaklığı ve topraktaki elementlerin etkileşimi bitkilerin topraktan bor alımında etkili olan faktörlerdir. Bor, bitkilerde şekerlerin taşınması,

solunum, karbonhidrat metabolizması ve hücre duvarı yapısının oluşması gibi yapısal ve fonksiyonel özellikler üzerinde önemli işleve sahiptir.

Bor'un bitkiler için mutlak gerekli bir besin elementi olmasının yanı sıra eksikliğinde ve fazlalığında toksik belirtilere yol açmaktadır. Bitkinin bulunduğu ortamda 5 mg/kg'dan fazla alınabilir bor bulunması toksisiteye neden olabilmektedir. Bor toksisitesi daha çok kurak ve yarı kurak bölgelerin topraklarında görülmektedir. Bu bölgelerde zamanla sulama sularının bor derişiminde de yükselme tespit edilmektedir. Bor miktarı 10 mg/kg'ın üstüne çıkan bölgelerde toksik etki belirgin şekilde gözlenmektedir [26].

Bor'un bitkilerin büyüme ve gelişmesinde önemli bir element olduğu ilk olarak 1923'te Warrington tarafından kanıtlanmıştır. Bitkilerdeki bor içeriği topraktan alabildiği kadardır. Aynı bitkinin büyüme değişimi bulunduğu topraktaki bor miktarına göre farklılıklar göstermektedir.

En iyi bilinen bor kaynağı bitkiler; yapraklı sebzeler, turunçgil dışındaki meyveler, kuruyemişler, baklagiller, tahıllar ve su bitkileridir [14].

Bor bitkilerde:

- 1) Şekerlerin taşınmasında,
- 2) Hücre duvarı sentezinde,
- 3) Lignifikasyon olgusunda,
- 4) Hücre duvarı yapısının oluşumunda,
- 5) Karbonhidrat metabolizmasında,
- 6) RNA metabolizmasında,
- 7) Solunumda,
- 8) İAA (indolasetik asit) metabolizmasında,
- 9) Fenol metabolizmasında,
- 10) Biyolojik membranların yapısal ve fonksiyonel özellikleri üzerinde önemli ve belirgin işlevlere sahiptir.

Bor fazlalığında yaşlı yapraklarda yaprak uçları sararır ve nekrozlar oluşur. Daha sonra belirtiler yaprak kenarlarına ve orta damara doğru yayılır. Yapraklar yanık bir görünüm alır ve erken dökülür [14].

1.6.2. Bor ve insanlar

Borun insan vücuduna girmesi öncelikli olarak yiyecekler ve su ile gerçekleşmektedir. İkincil olarak ise bor madeninin çıkarıldığı veya işlendiği bölgelerde gaz veya toz halinde solunum veya temas yolu ile gerçekleşmektedir. Temas yoluyla borun insan vücuduna girmesinde bir diğer etmende kozmetik maddeler ve ilaçlarla mümkün olmaktadır.

İnsan vücuduna giren borun % 90-95'lik miktarı 24 saat içinde hiçbir değişikliğe uğramadan idrarla atılmaktadır. Sadece bir miktar bor kemik, tırnak, karaciğer ve dalakta birikim yapabilmektedir. Bor kemik ve tırnaklarda 4,3 ile 17,9 mg/kg gibi düşük derişimlerde birikim yapabilmektedir. Genel olarak ise insan vücudunda bor derişimi 3 ile 20 mg arasında değişim göstermektedir.

Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'nun verilerine göre hava yoluyla insan vücuduna giren Bor miktarı günde ortalama 0,44 µg, içme suları ile 0,2-0,6 mg ve besinler yolu ile de 1,2 mg'dır. Yapılan araştırmalarda az miktarda bor içeriğine sahip olmasına rağmen insanların gün içerisinde tüketim sıklığını arttırdığı zaman kahve ve süt günlük alınan bor miktarının % 12'sini oluşturabilmektedir.

Borun toksik etkilerinin yanında belirli miktarlarda alındığında insan vücuduna yararlı etkileri de bulunmaktadır. Bu yararlı etkilerin başında kalsiyum ve D vitamini başta olmak üzere vücut minerallerini düzenlemesi, kalsiyum ve magnezyum azalmasını önleyerek kemik yapısını koruması yer almaktadır [26].

Son yıllarda daha çok Bor'un eklem ve kemik sağlığı açısından önemi üzerinde durulmaktadır. Ayrıca beyin fonksiyonları ile ilgili çalışmalar da yapılmaktadır. Bor vücuttaki kalsiyum, magnezyum ve fosfor absorpsiyonunu dengeleyici rolü ile kemik

sağlığı açısından önemli bir elementtir. 1994'de kadın atletlerle yapılan bir çalışmada, borun kandaki fosfor seviyesini azalttığını ve magnezyum konsantrasyonunu artırdığını göstermiştir. Bu iki değişken kemik yapımında çok önemlidir [14].

En yaygın olarak osteoartrit, osteoporoz ve romatoid artirit'in tedavilerinde kullanılmaktadır. Bor, bu hastalıkları önlediği gibi tedavilerinde de önemli yer teşkil etmektedir. Günlük 3 mg bor alımı menopozlu kadınlardaki östrojen etkisini artırmaktadır. Bu etki osteoporoz tedavisi için borun önemini vurgulamaktadır.

Yapılan bir çalışmada koroner kalp hastalıklarına iyi geldiği ve HDL kolesterolde azalma sağladığı rapor edilmiştir.

Bor'un başlıca etkileri;

- 1) Bağışıklık sistemini güçlendirir,
- 2) Optimal dozda ömür uzunluğunu artırır,
- 3) Beyinde atıklığı ve bilmeye ait performansın güçlenmesini sağlar,
- 4) Hormon seviyesinin ayarlanmasında,
- 5) Osteoporozun önlenmesinde,
- 6) Osteoartritin önlenmesinde,
- 7) Cilt ile ilgili müzmin hastalıklar,
- 8) Romatizma,
- 9) Vajinal enfeksiyonlar ve
- 10) Kanser tedavisinde (BNCT yöntemi) rol oynar [14].

Borun, çok yüksek derişimlerde alınmasının karaciğer, böbrek ve merkezi sinir sisteminde anormalliklere, kusma, ishal ve baş dönmesi gibi belirtilere yol açmasının yanı sıra zehir etkisinin düşük olduğu yapılan çalışmalarla kanıtlanmıştır. Çocuklarda 15-30 gr boraks veya 2-5 gr borik asidin doğrudan alınması durumunda havale ve koma, yetişkinlerde ise baş ağrısı, ishal ve kusma gibi belirtiler ortaya çıktığı gözlenmiştir [26].

100 mg üzeri alımların toksik etkiye yol açtığı bilinmektedir. Öldürücü doz ise yetişkinlerde; 15-20 g çocuklarda 3-6 g olarak belirtilmiştir. Kaza eseri yiyeceklerle büyük miktarlarda bor bileşikleri vücuda girdiğinde zehirlenmelere sebep olur. Borik asit hasarlı dokulardan doğrudan absorbe edilir. Borik asitin antiseptik maddeler içerisinde bir miktar bulunması bebek ve yeni doğanlarda toksik kazaların yaygın nedenlerinden biri olarak bilinmektedir.

Akut bor zehirlenmelerinin en yaygın belirtileri; mide bulantısı, kusma ve ishal (mavi-yeşil renkte), karın ağrısı, deri ve mukoz membranında kızarıklık, böbrek kanallarında hasar, ciğer fonksiyonlarında bozukluk, sarılık, idrarda riboflavin salgısı azalmasıdır.

Kronik zehirlenme semptomları ise; anoreksia, sindirim sistemi bozuklukları ve zayıflık, deri iltihabı, adet düzensizlikleri, anemi, konvüzyon (havale) ve saç dökülmesidir.

Toksisiteyi azaltmak için tercih edilen müdahale, bor ekstraksiyonunu artırması nedeniyle N-asetil sistein uygulamasıdır [14].

1.6.3. Hafıza etkisi

B veya Hg gibi elementler borosilikat cam veya quartz sprej çemberlerine bağlanma eğilimindedirler buda hafıza etkisine yol açmaktadır. Hafıza etkisi; lineer olmayan kalibrasyon eğrisi, çalışma hassasiyeti ve matris bağımlı analit sinyal yoğunluğunda düşüşle sonuçlanır. Hafıza etkisinin sonuçlarının üstesinden; HBr veya KBr-Na₂S ile yıkama veya çözeltilere Au, Triton X-100/amonyak/etilendiamin tetra asetik asit veya 2- merkaptoetanol eklenerek gelinebilir [11].

ICP-OES ile bor tayini USN nin kullanılmasında hafıza etkisinin önemli bir dezavantaj olduğu kabul edilmiştir. Güçlü hafıza etkisi bor'un eser analizlerde USN nin pratik uygulamalarını sınırlar. Bu etkiyi azaltmak veya yok etmek için önce hafıza etkisi mekanizması anlaşılmalıdır. Bu hafıza etkisinin kullanılan can

yoğunlaştırma ve çözünme tüplerinin B ile reaksiyonundan olduğunu anlarız. Örnek aerosoller ve çıkan parçacıklar USN nin aerosol boşluklarından transfer olduğu zaman, B doğrudan cam duvarlara bağlanabilir. Eğer girişim kaçınılmaz ise bor ve cam arasındaki reaksiyon engellendiği zaman hafıza etkisi giderilebilir veya önemli derecede azaltılabilir [27,28].

BÖLÜM 2. DENEYSEL ÇALIŞMA

2.1. Materyal ve Metot

2.1.1. Numune Alınması

Sakarya ilinin Ferizli ilçesinden; Delisava ve Sivri ve Sapanca ilçesinden (Yanikköy); Kara ve Tömbül toplamda 4 çeşit olmak üzere ikişer fındık çeşidi çalışmada kullanılmak üzere alındı.

Ferizli, Sakarya ilinin bir ilçesidir. Sakarya'nın merkezini oluşturan 10 metropol ilçeden biridir. Ferizli İlçesi Adapazarı Ovası'nın (Ak Ova) kuzeyinde, Kocaeli platosunun doğusunda ve Batı Karadeniz dağ uzantılarının batısında bulunur. İlçe merkezi Sakarya Nehri ile Göksu'nun (Çark Suyu) çatağında bulunur. İlçe merkezi Adapazarı'na 22 km mesafededir [29].

Sapanca, Sakarya iline bağlı bir ilçedir. Kuzeyinde Sapanca Gölü, doğusunda Sakarya merkez ilçesi Adapazarı, güneyinde Samanlı Dağları, Geyve ve Pamukova ilçesi, batısında Kocaeli merkez ilçesi İzmit yer alır. Yanikköy Sakarya iline 24 km, Sapanca ilçesine 7 km uzaklıktadır. Sapanca-İzmit yolu üzerindedir [30].

Fındık çalışmalarına ek olarak fındıkların yetiştirildiği topraklardan da örnek alındı. Toprak örnekleri fındık yetiştirilen tarlanın 3 farklı bölgesinden 5 cm derinlikten ve 20 cm derinlikten olmak üzere alındı.

2.1.2. Numune kurutma ve saklama

Alınan fındık numuneleri kabuklarından ayrıştırılıp porselen havanda iri bir şekilde parçalanıp 100 °C'de 24 saat süre ile kurutuldu. Aynı şekilde toprak örnekleri de kurutuldu. Kurutulan örnekler tekrar havanda iyice öğütüldü ve analize kadar kapalı numune kaplarına saklandı.

2.1.3. Numunelerin analize hazırlanması

Öğütülmüş olan fındık örneklerinden 0,5'er gram alınarak mikrodalga ile ayrıştırıldı. Toprak numuneleri ise üç farklı noktadan aynı derinliklerden alınan toprak örneklerinden eşit miktarlarda alınarak homojen bir karışım elde edilip 0,5'er gram alınarak mikrodalga ile ayrıştırıldı. Her örnekten analiz edilmek üzere iki paralel numune hazırlandı.

2.2. Kullanılan laboratuvar malzemeleri

Çalışma süresinde balon joje, huni, erlen, saat camı, baget, spatül, otomatik pipet, süzgeç kağıdı gibi laboratuvar malzemeleri kullanıldı. Kullanılan bütün cam ve plastik malzemeler her kullanımdan önce deterjanla yıkandı. Daha sonra olabilecek herhangi bir kimyasal kirliliği önlemek için malzemeler kullanılmadan önce % 10'luk HNO₃'te bekletilip deiyonize su ile iyice durulanarak etüvde kurutulup kullanıma hazır hale getirildi. Bu işlem her bir kullanımdan önce yapılarak oluşabilecek kimyasal kirlilik engellenmeye çalışıldı.

2.3. Kullanılan Kimyasallar

Analitik saflıkta kimyasallar kullanıldı. Nitrik Asit; % 65'lik suprapur kalite (Merck, Darmstadt, Germany), Hidroklorik Asit; % 30'luk HCl suprapur kalite (Merck, Darmstadt, Germany), Peroksit; % 30'luk H₂O₂ suprapur kalite (Merck, Darmstadt, Germany), Standart Çözeltiler; Spectroscan SS-02837 (10 µg/ml), Sorbitol; D(-)-Sorbitol analitik derecede (Merck, Darmstadt, Germany)

2.4. Kullanılan Cihazlar

1) ICP-OES: Spectro Arcos ICP-OES (Spectro Analytical Instruments GmbH, Germany)

Tablo 2.1. ICP OES çalışma koşulları

Plazma Gücü	1450 Watt
Pompa Hızı	30 Rpm
Soğutucu Gaz Akış	13,0 lt/dk
Auxiliary Akış	1,0 lt/dk
Nebulizer Akış	0,8 lt/dk

2) Ultrasonic nebulizer: CETAC U5000A⁺ (Ohama, Ne, USA)

3) Mikrodalga parçalama sistemi: Milestone Start D Microwave digestion system (Via fatebenefratelleli Sorisale, Italy)

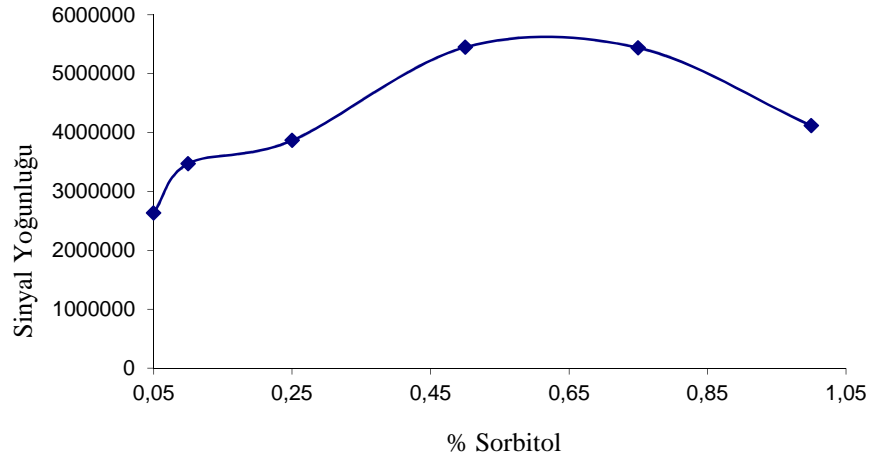
2.5. Kullanılan Metot ve Metodun Optimizasyonu

2.5.1. Kalibrasyon grafiğinin çizilmesi

Bu aşamada kullanılan standart SS-028317 numaralı standart kullanıldı. Bu standartın içeriğinde Al, As, B, Ba, Ca, Cd, Co, Cr⁺³, Cs, Cu, Fe, Ga, Li, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Rb, Sr, Th, Tl, U, V, Zn elementleri olmak üzere toplamda 25 element vardı. Öncelikle 10 ppm limk bu standart çözeltisinden 1 ppm (1000 ppb) lik ara stok çözeltisi hazırlandı. Bu ara stok çözeltisinden 0,2-0,4-2-4-8-20-20-100 ve 1000 ppb lik matriksi 0,5 M nitrik asit olan standart çözeltiler hazırlandı. Bu çözeltiler ile kalibrasyon eğrisi çizildi.

2.5.2. Sorbitol yüzdesini belirlemek

Daha sonra 1 ppm B içeren sırasıyla % 0- % 0,05- % 0,1- % 0,25- % 0,5- % 0,75- % 1 oranında sorbitol içeren çözeltiler hazırlandı ve ICP-OES ile ölçümler alındı.

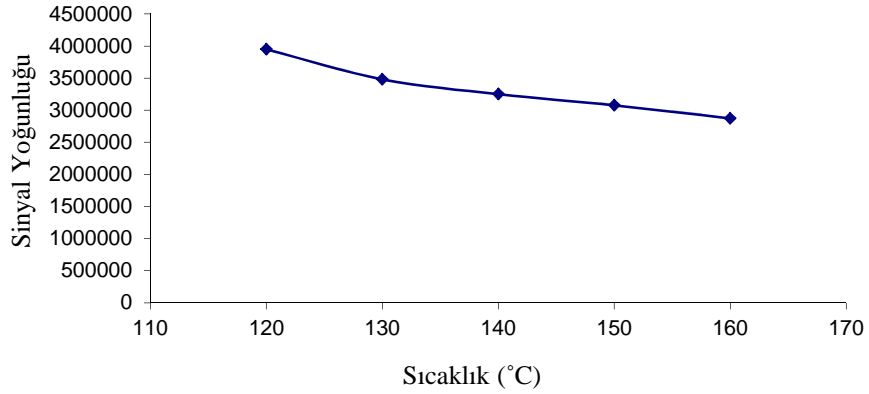


Şekil 2.1. Sorbitol yüzdesine göre değişim

2.5.3. Ultrasonik nebulizer sıcaklık optimizasyonu

Ultrasonik nebulizerde çözünme ve yoğunlaşma sıcaklığı olmak üzere iki tür sıcaklık kullanılmaktadır.

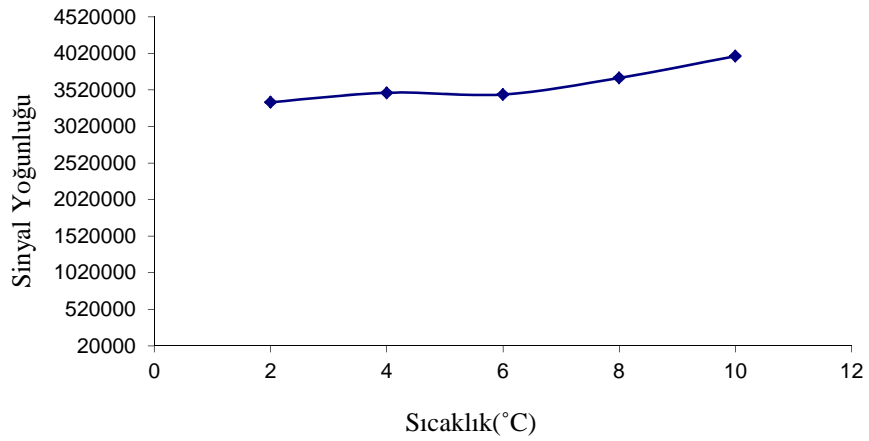
Yoğunlaşma sıcaklığı 4 °C te sabit tutularak ısıtıcı (çözünme sıcaklığı) sırasıyla 120 °C- 130 °C- 140 °C- 150 °C- 160 °C olmak üzere 5 farklı sıcaklıkta % 0,5'lik sorbitol içeren 1 ppm'lik standart çözeltisi ile ICP-OES de ölçümler alındı. Ölçüm sonuçları grafiğe geçirildi.



Şekil 2.2. Çözünme sıcaklığına göre değişim

Bu sonuçlara göre çözünme sıcaklığı için 120 °C'ye karar verilmiştir.

Yoğunlaşma sıcaklığını belirlemek içinde ısıtıcı 120 °C'de sabit tutulmak üzere soğutucu (yoğunlaşma sıcaklığı) sırasıyla 2°C- 4 °C- 6 °C- 8 °C- 10 °C olmak üzere 5 farklı sıcaklıkta % 0,5'lik sorbitol içeren 1 ppm'lik standart çözeltisi ile ICP-OES'de ölçümler alındı. Ölçüm sonuçları grafiğe geçirildi.



Şekil 2.3 Yoğunlaşma sıcaklığına göre değişim

Bu sonuçlara göre yoğunlaşma sıcaklığı için 10 °C ye karar verilmiştir

2.6. Mikrodalga Çözündürme Sistemi

2.6.1. Fındık örneklerinin çözündürülmesi

Tablo 2.2 Fındık örnekleri için mikrodalga programı

Adım	Zaman	Güç	Sıcaklık
1	10 dk	800 W	200 °C
2	20 dk	800 W	200 °C

Numune miktarı: 0,5 gram

Tabloda yer alan değerler; 7 ml % 65'lik HNO₃ ve 1ml % 30 H₂O₂ çözeltilerinin karışımıyla elde edilmiştir.

0,5 gram örnek yukarıdaki kimyasallar kullanılarak tablodaki programa göre çözündürüldü. Çözündürme işlemi sonunda berrak ve saydam renkli çözeltiler elde edildi. Aynı şekilde mısır unu sertifikalı referans malzemesi fındık örnekleri ile birlikte çözündürüldü. Her bir örnek iki paralel olmak üzere çözündürüldü.

2.6.2. Toprak örneklerinin çözündürülmesi

Tablo 2.3. Toprak örnekleri için mikrodalga programı

Adım	Zaman	Güç	Sıcaklık
1	10 dk	800 W	200 °C
2	15 dk	800 W	200 °C

Numune miktarı: 0,5 gram

Tabloda yer alan değerler; 3 ml % 65'lik HNO₃ ve 9 ml % 30 HCl çözeltilerinin karışımlarıyla elde edilmiştir.

0,5 gram örnek yukarıdaki kimyasallar kullanılarak tablodaki programa göre çözündürüldü. Çözündürme işlemi sonunda elde edilen çözeltilerin içinde partiküller vardı. Çözünmeyen partiküllerin silis olduğu düşünöldü. ICP-OES ile ölçüm alınmadan önce bu çözeltiler süzgeç kağıdı ile süzöldü.

2.7. ICP-OES İle Numunelerinin Ölçümü

Mikrodalga ile çözüldürülen fındık, toprak ve standart referans malzeme numuneleri % 0,5 sorbitol içerecek şekilde 100 ml'ye deiyonize su ile tamamlandı. Ultrasonik nebulizerin ısıtıcısı 120 °C'ye soğutucusu 10 °C'ye ayarlandı. Bor için 249.773 nm de ölçüm alındı. Bütün örneklerin ölçümleri 3'er tekrarlı olarak, kör ölçümleri ise 10'ar kez ölçülerek yapıldı.

2.8. Tanık Numune Ölçümü

Tanık numune ölçümü sadece analizde kullanılan reaktifler kullanılarak yapıldı. Fındık ve toprak numunelerine uygulanan aynı işlemler tanık numuneye de uygulandı.

BÖLÜM 3. ARAŞTIRMA BULGULARI

Tablo 3.1. Fındık örneklerinde bor miktarı

Fındık Çeşitleri	Bor Miktarı (mg/kg)	
	Ölçülen	Diğerleri[31] Diğerleri[32]
Delisava (Çakıldak)	38,6	16,8 14,28
Kara	18,2	17,8 13,31
Sivri	28,3	15,7 17,27
Tombul	17,6	17,3 13,63

Tablo 3.1.'de bizim bulduğumuz sonuçlar ile başka bir çalışmada elde edilen sonuçlar verilmiştir. Delisava hariç diğer sonuçlar genel olarak benzerdir. Aynı fındık çeşitlerindeki farklılıklar çeşitlerin farklı bölgelerden olmasından kaynaklanabilir. Bölgelere göre ve fındığın yetiştiği toprağın çeşidine göre bor miktarı değişkenlik gösterebilir.

Tablo 3.2. Toprak örneklerindeki bor miktar

Toprak Örnekleri	Sonuçlar (mg/kg)
Kara (5 cm)	32,46
Kara (20 cm)	30,44
Tombul (5 cm)	196,79
Tombul (20 cm)	157,68
Sivri (5 cm)	38,83
Sivri (20 cm)	35,90
Delisava (5 cm)	49,89
Delisava (20 cm)	35,06

Tablo 3.2.'de ise çalışmamızda kullandığımız fındıkların yetiştirildiği bölgelerden alınan toprak örneklerindeki bor miktarlarını gösterir. Da-hai Sun, James K. Waters and Thomas P. Mawhinney (Determination Total Boron in Soils by Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry using Microwave Assisted

Digestion, 1998) yapılan bu çalışmada farklı tip toprak örneklerindeki bor miktarları 19,0-79,0 mg/kg arasında bulunmuştur [27].

Özgür Emiroğlu, Arzu Çiçek, Naime Arslan, Serdar Aksan, Melih Rüzgar (Boron Concentration in Water, Sediment and Different Organisms around Large Borate Deposits of Turkey,2010)'ın yaptıkları çalışmalarda farklı bölgelerden alınan sediment örneklerinde bor miktarları 10,0-36,0 mg/kg arasındadır.[33] Ayrıca Şana Sugur, Ramazan Okur (Using Azomethine-H Method Determination of Boron Contents of Various Foods Consumed in Hatay Region in Turkey, 2009)'un Hatay bölgesinde yaptıkları bir çalışma da ise toprak örneklerinde bor miktarı 32,43-93,43 mg/kg arasında bulunmuştur. Sonuçlar karşılaştırıldığında geniş bir aralık ortaya çıkmaktadır. Bunun nedeni ise örneklerin alındığı bölgelerin farklı jeolojik yapılarla sahip olmasından kaynaklanabilir.

Çalışma sonuçlarımıza karşılaştırma olarak gösterdiğimiz 3 çalışmada da bor tayini ICP-OES ile yapılmıştır ve bu çalışmaların ikisinde de ayrıştırma yöntemi olarak mikrodalga ayrıştırma yöntemi kullanılmıştır.

Tablo 3.3. Standart referans malzeme içinde bulunan bor miktarı

Standart Referans	Ölçülen Değer	Gerçek Değer	Geri Kazanım
Malzeme			
Mısır Unu [35]	1,038±0,012 mg/kg	0,86±0,11 mg/kg	% 120,69

BÖLÜM 4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Öncelikli olarak bu çalışmadaki amaç bor elementinin hafıza etkisini inceleyip bu etkiyi en aza indirgeyebilmektir. Bunun için sorbitol kullanılarak çeşitli koşullarda çalışmalar yapılmıştır.

Çalışmada güvenilir sonuçlar elde etmek adına Bor tayini için ICP-OES cihazı kullanılmıştır. Yeterli hassasiyeti sağlamak adına ICP-OES'in tipik pnömatik nebülizeri yerine ultrasonik nebülizer kullanıldı. Pnömatik nebülizerler düşük konsantrasyonlarda bor tayini için yeterli hassasiyete sahip değildirler. USN ' in kullanımı ile birlikte bor elementinin hafıza etkisi devreye girmektedir. Bor, aerosol çemberlerinin cam duvarlarına ve USN'in çözünme ve yoğunlaşma tüplerine bağlanma eğilimindedir bu da hafıza etkisi denilen kavramı ortaya çıkarır. Hafıza etkisi analiz hassasiyetinde düşüşe neden olur. Sorbitol Bor elementinin cama bağlanmasına engel olarak hafıza etkisini azaltır.

Fındık bitkisi ise çalışma için matriks olarak seçildi. Fındık, Sakarya ili ve çevresinde çokça yetişen bir bitki olduğu için tercih sebebi olmuştur. Bunun yanı sıra fındık numunelerinin alındığı bölgelerden toprak örnekleri de alınarak analiz edildi.

Kullanılan örneklerin çözündürme işlemin son yıllarda yaygın hale gelen mikrodalga çözündürme yöntemi kullanıldı. Çünkü mikrodalga çözündürme yönteminin diğer yöntemlere (kuru yakma, asit ayrıştırma, eritiş vb.) göre avantajları fazladır. Diğer yöntemlerde güvenilirdir fakat mikrodalga yöntemi daha hızlı, daha güvenilir, az tehlikeli ve az kimyasal kullanımı gibi avantajları vardır

Metot optimizasyonu için çeşitli oranlarda sorbitol kullanılarak çalışmalar yapılmış ve % 0,5 oranının uygun olduğu belirlenmiştir (Şekil 2.1.). Bunun yanı sıra USN'in sıcaklık değerleri de optimize edilerek çözünme sıcaklığı için 120 °C, yoğunlaşma

sıcaklık ise 10 °C uygun bulunmuştur (Şekil 2.2 ve Şekil 2.3.). Ve bu değerlere göre numuneler (findık ve toprak) ve standart referans malzeme analiz edilmiştir.

Analiz sonuçlarına bakıldığında ise findığın bor elementi açısından zengin olduğu görülmektedir. En çok bor içeren findık türü Delisava findık, en az içeren ise Tombul findıktır (Tablo 3.1.).

Findıkların, yetiştiği topraklarda bor elementi açısından zengin olduğu görülmektedir. Tombul findığın yetiştiği topraklarda bor miktarı çok yüksek çıkmıştır (Tablo 3.2.). Ayrıca her bir toprak örneği için iki farklı derinlikten numune alınıp analiz yapılmıştır. Genel olarak baktığında 5 cm'den alınan toprak örneklerindeki bor miktarı 20 cm'den alınan numune sonuçlarından daha yüksektir (Tablo 3.2.). İki yükseklik arasındaki fark bor içeren gübre kullanılmış olabildiğinden kaynaklanabilir. Ayrıca örnekteki ve literatürde yapılmış diğer çalışmalardaki bor miktarı arasındaki farklılıklar topraklar arasındaki jeolojik, ekolojik, organik madde, sıcaklık ve PH gibi farklılıklardan, bor tayini için kullanılan yöntemlerin farklı olmasından ve bitkilerin gelişmesi için kullanılan gübrelerden kaynaklanabilir[34].

Tüm sonuçlar şunu gösterir ki sorbitol çalışmaya olumlu yönde etki etmiştir ve bor elementinin hafıza etkisini azaltmıştır.

KAYNAKLAR

- [1] M.E.B., ‘‘Fındık Yetiştiriciliği’’, Bahçecilik Eğitim Modülü, Ankara, 2011.
- [2] <http://www.ftg.org.tr/tr/turk-findigi-turkiyede-findik.html>, Eriřim Tarihi: 02.02.2016.
- [3] Sıray, E., ‘‘Fındık Bakış Raporu’’, Fındık Araştırma İstasyonu, 2013.
- [4] <http://www.fiskobirlik.org.tr/findigin-anatomisi/>, Eriřim Tarihi: 02.02.2016.
- [5] <http://www.ordutb.org.tr/pdf/FINDIK%20IHRACATI%2028.01.1015>, Eriřim Tarihi: 04.06.2016.
- [6] <http://www.giresuntb.org.tr/Istatistikler/Urunyillarınagoreihracat>, Eriřim Tarihi: 04.06.2016.
- [7] <http://www.kib.org.tr/files/downloads/ulke2015.pdf>, Eriřim Tarihi: 04.06.2016.
- [8] <http://www.kib.org.tr/tr/birlikler-findik-ve-mamulleri-ihracatciları-birliği-findik-hakkında-findik-ve-sağlik.html>, Eriřim Tarihi: 02.02.2016.
- [9] http://www.kalitelifindik.org/index.php?sayfa=findik_cesitleri.33&d=tr, Eriřim Tarihi: 02.02.2016.
- [10] <http://www.tmo.gov.tr/Main.aspx?ID=198>, Eriřim Tarihi: 02.02.2016.
- [11] http://www.kalitelifindik.org/index.php?sayfa=findik_ve_saęlik.18&d=tr, Eriřim Tarihi: 02.02.2016.
- [12] <http://www.ito.org.tr/Dokuman/Sektor/1-33.pdf>, Eriřim Tarihi: 02.02.2016.
- [13] <http://www.ftg.org.tr/tr/turk-findigi-findik-ve-saęlik.html>, Eriřim Tarihi: 02.02.2016.
- [14] Demir, Saygıdeğer, B., Bor’un İnsan ve Bitki için önemi ve Bazı zm eřitlerinde Bor Tayini, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Kimya Bölümü, 2005.

- [15] Henden, E., Gökçel, İ. ve Ertaş, N., Eser Analiz (Kimyasal İz Analiz), Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü Analitik Kimya Anabilim Dalı Yaz Okulu 25-29 Haziran, İzmir, 2001.
- [16] Hou, X., and Jones, B.T., Inductively Coupled Plasma/Optical Emission Spectrometry, in Encyclopedia of Analytical Chemistry, R.A. Meyers (Ed.), pp. 9468–9485, John Wiley & Sons Ltd, Chichester, 2000.
- [17] Makonnen, Y.W., Expanding the Capabilities of Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry and Mass Spectrometry: Optimisation of Plasma and Sample Introduction Conditions, Graduate Program in Chemistry, Queen's University, Kingston, Ontario, Canada ,January, 2015.
- [18] Yıldız, A., Genç, Ö., Bektaş, S., Enstrümantal Analiz Yöntemleri, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, A-64, 1997.
- [19] Daş, B.Ö., ICP-OES Kullanılarak Bitkilerdeki Makro Ve Mikro Elementlerin Birlikte Tayininde Çok Değişkenli Kalibrasyon Tekniklerinin Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Kimya Bölümü, 2013.
- [20] Özcan, N., Sakarya 1. Organize Sanayi Bölgesi Cadde Tozlarında Eser Element Türlendirme Çalışması, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Kimya Bölümü, Mayıs, 2011.
- [21] Bakırcıoğlu, D., Toprakta Makro ve Mikro Element Tayini, Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi Kimya Bölümü, 2009.
- [22] Yiğenoğlu, A., Eser Element Tayini İle Ban Otu Bitkisinin Yetiştigi Bölgenin Tahmini, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Nisan, 2007.
- [23] M.E.B., Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi, Kimya Teknolojisi Eğitim Modülü, Ankara, 2012.
- [24] Muslu, C., Sakarya İlinde Yetiştirilen Fındık Türlerinde Demir ve Bakır Elementlerinin AAS ile Tayini, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Kimya Bölümü, Haziran, 2002.
- [25] Scott P.Dolan and Stephen Capar Multi-element Analysis of Food by Microwave Digestion and Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry. Journal of food Composition and Analysis 15, 593-615, 2002.
- [26] Uylaş, M., Seyitgazi Yöresi (Eskişehir) İçme Sularında Bor Seviyelerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü, 2013.

- [27] Sun D., Waters, J.K., and Mawhinney, T. P., Determination Total Boron in Soils by Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry using Microwave Assisted Digestion, *Commun. Soil. Sci Plant Anal.* , 29 (15&16), 2493-2503, 1998.
- [28] Sun D., Waters, J.K., and Mawhinney, T. P., Microwave Digestion and Ultrasonic Nebulization for Determination of Boron in Animal Tissues by Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry With Internal Standization and Addition of Mannitol. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, June 1997, Vol. 12 (675-679), 1997.
- [29] <http://tr.m.wikipediaorg/wiki/Ferizli>, Eriřim Tarihi: 02.06.2016.
- [30] http://tr.m.wikipediaorg/wiki/Sapanca,_Sakarya, Eriřim Tarihi: 02.02.2016.
- [31] řimřek, A, Korkmaz, D., Velioglu, Y.S., Ataman O.Y., Determination of Boron in Hazelnut (*Corylus Avella L.*) Varietis by Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry and Spectrophotometry, *Food Chemistry*, 83, 293-296, 2003.
- [32] řimřek, A., Aykut, O., Evaluation of the Microelement Profile of Turkish Hazelnut (*Corylus Avella L.*) Varities for Human Nutrtrion and Health, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 58(8):677-688, 2007.
- [33] Emiroglu, Ö., Çiçek A., Arslan, N., Aksan, S., Rüzgar, M., Boron Concentration in Water, Sediment and Different Organisms around Large Borate Deposits of Turkey, *Bull Environ Contam Toxicol* , (84:427–431), 2010.
- [34] Sungur, ř., Okur, Ramazan., Using Azomethine-H Method Determination of Born Contents of Various Foods Consumed in Hatay Region in Turkey, *Food Chemistry*, 115, 711-714, 2009.
- [35] NIM-GBW10012 Corn Flour.

ÖZGEÇMİŞ

Gülşah Tunca, 03.03.1988'de Kocaeli'de doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Kocaeli'de tamamladı. 2005 yılında Kocaeli Atılım Lisesi'nden (Yabancı Dil Ağırlıklı) mezun oldu. 2006 yılında başladığı Zonguldak Karaelmas Üniversitesi (Bülent Ecevit Üniversitesi) Kimya Bölümü'nü 2010 yılında bitirdi. 2011 yılında Sakarya Üniversitesi Kimya Bölümü'nde yüksek lisans eğitimine başladı. 2012 yılında özel bir gıda kontrol laboratuvarında çalışmaya başladı. Halen Kocaeli Sistem Özel Gıda Kontrol Laboratuvarında Fiziksel Analiz Laboratuvarı Sorumlusu ve Kimyasal Analiz Sorumlusu olarak çalışmaktadır.