



T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KİMYA ANABİLİM DALI

HATAY BÖLGESİNDE YETİŞEN ÇEŞİTLİ SEBZE VE MEYVELERDEKİ
BOR SEVİYELERİNİN BELİRLENMESİ

RAMAZAN OKUR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Antakya / HATAY

ŞUBAT - 2008

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET.....	IV
ABSTRACT.....	V
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	VI
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VIII
1. GİRİŞ	1
1. 1. Bor ile İlgili Genel Bilgiler	1
1. 2. Bor Elementinin Tarihçesi	1
1. 3. Borun Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	2
1. 4. Türkiye Bor Yatakları	4
1. 5. Dünya Bor Rezervi	5
1. 6. Bor Mineralleri	6
1. 7. Bor Ürünlerinin Başlıca Kullanım Alanları	7
1. 7. 1. Cam Sanayi	7
1. 7. 2. Cam Elyafı	7
1. 7. 3. Seramik Sanayi	8
1. 7. 4. Temizleme ve Beyazlatma Sanayi	8
1. 7. 5. Yanmayı Önleyici (Geciktirici) Maddeler	8
1. 7. 6. Tarım Sektörü	9
1. 7. 7. Metalürji Sanayi	9
1. 7. 8. Nükleer Uygulamalar	9
1. 7. 9. Enerji Depolama	10
1. 7. 10. Otomobil Hava Yastıkları ve Antifriz	10
1. 7. 11. Atık Temizleme	10
1. 7. 12. Sağlık	10
1. 8. Borun Fizyolojik Etkileri	11
1. 8. 1. Bitkiler Açısından Borun Gerekliliği	11

1. 8. 2. Hayvanlar Açısından Borun Gerekliği	12
1. 8. 3. İnsanlar Açısından Borun Gerekliği	12
1. 9. UV / VIS Absorbsiyon Spektroskopisi ile İlgili Genel Bilgiler.....	13
1. 9. 1. UV / VIS Absorbsiyon Spektrofotometreleri.....	14
1. 9. 1. 1. Işık Kaynakları.....	15
1. 9. 1. 2. Dedektörler.....	15
Fotovoltaik Dedektörler	15
Fototüp Dedektörleri	16
Fotoçoğaltıcı Tüp Dedektörleri	16
1. 9. 1. 3. Monokromatörler (Dalgaboyu Seçicileri)	16
1. 9. 2. Spektrofotometre Çeşitleri	17
1. 9. 2. 1. Tek Işık Yollu Spektrofotometreler	17
1. 9. 2. 2. Çift Işık Yollu Spektrofotometreler	18
1. 9. 3. Işık Absorbsiyonunun Nicel Yorumu	18
1. 9. 4. UV / VIS Absorbsiyon Spektroskopisi ile Analitik Uygulamalar.....	19
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	21
3. MATERYAL VE METOD	25
3. 1. Materyal	25
3. 1. 1. Kullanılan Kimyasal Maddeler	25
3. 1. 2. Kullanılan Cihazlar	25
3. 2. Metod	26
3. 2. 1. Kullanılan Çözeltilerin Hazırlanması	26
3. 2. 2. Örnek Alınan İstasyonların Seçimi	26
3. 2. 3. Örneklerin Alınması	28
3. 2. 4. Toprak Analizleri	28
3. 2. 5. Bitki Analizleri.....	29
3. 2. 6. Toprak ve Bitki Örneklerinin Bor Derişimlerinin Belirlenmesi	29
3. 2. 7. Toprak ile Bitki Örnekleri Arasındaki Korelasyonun İncelenmesi	30
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	32
4. 1. Toprak Analizleri ile İlgili Tartışmalar	32

4. 2. Bitki Analizleri ile İlgili Tartışmalar	34
4. 3. Toprak ve Bitki Örneklerinin Bor Derişimlerinin Belirlenmesi ile İlgili Tartışmalar	39
4. 4. Toprak ile Bitki Örnekleri Arasındaki Korelasyonun İncelenmesi ile İlgili Tartışmalar	41
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	43
KAYNAKLAR.....	46
TEŞEKKÜR.....	50
ÖZGEÇMİŞ.....	51

ÖZET

**HATAY BÖLGESİNDE YETİŞEN ÇEŞİTLİ SEBZE VE MEYVELERDEKİ
BOR SEVİYELERİNİN BELİRLENMESİ**

Bor, koroner kalp hastalıkları, kireçlenme, osteoporoz gibi belirli metabolik işlemler üzerinde önemli etkilere sahiptir. Belirli steroid hormonların üretimini arttırarak bu gibi kronik hastalıkları önleyebilmektedir. Bu nedenle, yiyeceklerin bor içeriklerinin belirlenmesi son derece önemlidir. Literatürde, bu konuda yurtdışında yapılmış birçok çalışma bulunmaktadır. Bununla birlikte, Türkiye’de yiyeceklerdeki bor içeriklerinin belirlenmesi ile ilgili sadece bir çalışma yapılmıştır.

Bu çalışmada, Hatay’ın altı farklı ilçesinden (Amik Ovası, Reyhanlı, Kırıkhan, Samandağ, İskenderun, Dört Yol) toprak örnekleri ve bu topraklarda yetişen çeşitli bitki örnekleri (32 çeşit sebze ve 17 çeşit meyve) alınmıştır. Örneklerin bor içeriklerinin saptanmasında azometin-H metodu kullanılmıştır. Ayrıca, toprakların bor içerikleri ile bitkilere geçen bor miktarları arasındaki korelasyon incelenmiştir. Toprak örneklerindeki bor konsantrasyonları 32.43 (± 2.90) - 93.43 (± 2.75) mg.kg⁻¹ arasında bulunmuştur. Bu sonuçlar, Hatay Bölgesi topraklarının bor açısından zengin olduğunu göstermiştir. En fazla bor içeren bitkilerin kekik, nane, kırmızı lahana, bakla, ayva, nar ve portakal olduğu belirlenmiştir. Toprak örneklerinin bor içerikleri ile, bitkilere geçen bor miktarları arasında kuvvetli korelasyon olduğu saptanmıştır.

Sonuç olarak, yiyeceklerdeki bor konsantrasyonlarının belirlenmesi, beslenme açısından gerekliliği ve sağlık yönünden faydaları tespit edilmiş olan borun günlük alınacak miktarının tayininde yararlı bilgi sağlayacaktır.

2008, 51 sayfa

Anahtar Kelimeler : Bor, yiyecek, meyveler, sebzeler, UV-VIS spektroskopisi, azometin-H metodu.

ABSTRACT**DETERMINATION OF BORON LEVELS OF VARIOUS VEGETABLE AND FRUITS CONSUMED IN HATAY REGION**

Boron has a significant effect on certain metabolic processes, such as coronary heart disease, arthritis, osteoporosis. Boron may prevent these chronic diseases by increasing the production of certain steroid hormones. For this reason, determination of the boron content of foods was very important. In the literature, there are a number of studies in this matter. However, there is only one study about the boron content of selected foods consumed in Turkey .

In this study, samples of soil and plant (32 species of vegetable and 17 species of fruit) were collected from six different regions of Hatay (Amik Plant, Reyhanlı, Kırıkhan, Samandağ, Dörtyol, İskenderun). The azomethine-H method was used to determine boron content of samples. Furthermore, the correlation among boron content of soil with boron content of plants was investigated. The boron concentrations in the soil samples, were found between 32.43(\pm 2.90) and 93.43 (\pm 2.75) mg.kg⁻¹. According to the this results, Hatay soils were contained boron at high amount. High concentrations of boron were determined in thyme, mint, red cabbage, broad-bean, quince, pomegranate and orange. The strongly correlation was determined between soil and plant boron concentrations.

As a result, determination of the boron concentration in foods will provide useful information for the assesment of daily intake levels of boron once its nutritional essentiality and health benefits are confirmed.

2008, 51 pages

Key Words: Boron, food, fruits, vegetables, UV-VIS Spectroscopy, azomethine-H method.

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

EDTA	Etilendiamintetraasetikasit
ϵ	Molar absorpsiyon katsayısı
λ	Dalgaboyu
UV-VIS	Ultra Viyole – Görünür Bölge
ICP-OES	İndüktif Eşleşmiş Plazma – Optik Emisyon Spektrofotometresi
ICP-AES	İndüktif Eşleşmiş Plazma – Atomik Emisyon Spektrofotometresi
ICP-MS	İndüktif Eşleşmiş Plazma – Kütle Spektrofotometresi
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
A	Absorbans
BNCT	Bor nötron yakalama terapisi

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1. 1. Borun atomik yapısı	2
Çizelge 1. 2. Borun kimyasal özellikleri	3
Çizelge 1. 3. Borun fiziksel özellikleri	3
Çizelge 1. 4. Türkiye bor rezervi	5
Çizelge 1. 5. Dünya bor rezervi	5
Çizelge 1. 6. Ticari önemi olan bor mineralleri	6
Çizelge 4. 1. Toprak örneklerinin bor içerikleri (* N = 9)	32
Çizelge 4. 2. Sebze örneklerinin bor içerikleri (* N = 9)	35
Çizelge 4. 3. Meyve örneklerinin bor içerikleri (* N = 9)	36
Çizelge 4. 4. Sebze ve meyve örneklerine ait korelasyon katsayıları ve hesaplanan t değerleri.....	42

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. 1. Bir spektrofotometrenin temel bileşenleri	14
Şekil 1. 2. Kalibrasyon doğrusu	20
Şekil 3. 1. Örnek alınan istasyonların haritası	27
Şekil 4. 1. Toprak örneklerinin pH'ları	33
Şekil 4. 2. Toprak örneklerinin bor içerikleri	33
Şekil 4. 3. Sebze örneklerinin ortalama bor derişimleri	37
Şekil 4. 4. Meyve örneklerinin ortalama bor derişimleri	38
Şekil 4. 5. Toprak pH'ına bağlı olarak bor alımındaki değişimler.....	39
Şekil 4. 6. Bor için kalibrasyon doğrusu.....	40
Şekil 4. 7. Bor için kalibrasyon doğrusu.....	40

1. GİRİŞ

1.1. Bor ile İlgili Genel Bilgiler

Bor, periyodik tabloda B simgesi ile gösterilen, atom numarası 5, atom ağırlığı 10.81 g mol^{-1} olan, metalle ametal arası, yarı iletken özelliğe sahip bir elementtir. Bor bileşikleri binlerce yıldan beri bilinmesine rağmen, elementel bor, 1808 yılında Gay-Lussac, Louis Jacques Thenard ve Sir Davy tarafından, bor oksidin potasyum ile ısıtılması sonucunda keşfedilmiştir.

Bor tabiatta serbest halde bulunmamaktadır. Doğada 250'den fazla mineral ile bileşik halinde bulunmaktadır. Çeşitli metal veya ametal elementlerle yaptığı bileşiklerin gösterdiği farklı özellikler, endüstride birçok bor bileşiğinin kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Amorf bir toz halindeki bor elementinin rengi koyu kahverengidir. Kristal halinin rengi ise, sarımsı kahverengidir. Kristalize bor görünüm ve optik özellikleri açısından elmasa benzemektedir ve neredeyse de elmas kadar serttir.

Tabii olarak iki tane izotopu vardır. Bunlar: ^{10}B (% 18.8) ve ^{11}B (%81.2) izotoplarıdır. Her ikisinin çekirdeği de, spine sahip olduğu için nükleer magnetik rezonans araştırmalarında kullanılmaktadır. Borun radyoaktif izotopları ise, ^8B ve ^{12}B 'dir (Greenwood ve Earnshaw, 1984).

Yeryüzünün 51. yaygın elementi olan bor, yeryüzünde toprak, kayalar ve suda yaygın olarak bulunan bir elementtir. Toprağın bor içeriği ortalama $10\text{-}80 \text{ mg kg}^{-1}$, deniz suyunda $0.5\text{-}9.6 \text{ mg kg}^{-1}$, tatlı sularda ise $0.001\text{-}1.5 \text{ mg kg}^{-1}$ aralığındadır. Yüksek tenörlü ve ekonomik boyutlardaki bor yatakları, borun oksijen ile bağlanmış bileşikleri olarak daha çok Türkiye ve ABD'nin kurak, volkanik ve hidrotermal aktivitesinin yüksek olduğu bölgelerde bulunmaktadır (Ediz ve Özday, 2001).

1.2. Bor Elementinin Tarihçesi

Tarihte ilk olarak 4000 yıl önce Babiller Uzak Doğu'dan boraks ithal etmiş ve bunu altın işletmeciliğinde kullanmışlardır. Mısırlıların boru, mumyalamada, tıpta ve metalurjide kullandıkları bilinmektedir. İlk boraks kaynağı, Tibet Göllerinde bulunmuştur. Boraks, koyunlara bağlanan torbalarda Himalayalar'dan Hindistan'a

getirilmiştir. Eski Yunanlılar ve Romalılar boratları temizlik maddesi olarak kullanmıştır. İlaç olarak, ilk kez Arap doktorlar tarafından M.S. 875 yılında kullanılmıştır. Borik asit 1700'lü yılların başında borakstan yapılmış, 1800'lü yılların başında ise elementer bor elde edilmiştir. Elementel bor 1808 yılında Fransız Kimyacı Gay-Lussac ile Baron Louis Thenard ve bağımsız olarak İngiliz kimyacı Sir Humphry Davy tarafından bulunmuştur.

Modern bor endüstrisi ise, 13. yy' da Marco Polo tarafından Tibet' ten Avrupa'ya getirilmesiyle başlamıştır. 1771 yılında, İtalya'nın Tuscani bölgesindeki sıcak su kaynaklarında Sassolit bulunduğu anlaşılmış, 1852' de Şili' de endüstriyel anlamda ilk boraks madenciliği başlamıştır. Nevada, California, Caliko dağları ve Kramer yöresindeki yatakların bulunarak işletilmeye alınmasıyla ABD, dünya bor gereksinimini karşılayan birinci ülke haline gelmiştir. Türkiye' de ilk işletmenin 1861 yılında çıkartılan Maadin Nizannamesi uyarınca 1865 yılında bir Fransız şirketine işletme imtiyazı verilmesiyle başladığı bilinmektedir.

1950 yılında Bigadiç ve 1952 yılında Mustafa Kemal Paşa yöresindeki kolemanit yatakları bulunmuştur. 1956 yılında Kütahya Emet Kolemanit, 1961 yılında Eskişehir Kırka boraks yataklarının bulunması ve işletilmeye başlatılmasıyla Türkiye, dünya bor üretimi içinde % 3 olan payını 1962'de % 15, 1977' de % 39 düzeyine yükseltmiştir (Çalık, 2002).

1.3. Borun Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Borun atomik yapısı, kimyasal özellikleri ve fiziksel özellikleri sırasıyla Çizelge 1.1, 1.2 ve 1.3'de gösterilmiştir.

Çizelge 1.1. Borun atomik yapısı (Greenwood ve Earnshaw, 1984)

Atomik çapı	1.17Å
Atomik hacmi	4.6 cm ³ /mol
Kristal yapısı	Rhombohedral
Elektron konfigürasyonu	1s ² 2s ² p ¹
İyonik çapı	0.23Å
Elektron sayısı (yüksüz)	5
Nötron sayısı	6
Proton sayısı	5
Valans elektronları	2s ² p ¹

Çizelge 1.2. Borun kimyasal özellikleri (Greenwood ve Earnshaw, 1984)

Elektrokimyasal eşdeğer	0.1344g/amp-hr
Elektronegativite (Pauling)	2.04
Füzyon ısısı	50.2kJ/mol
İyonizasyon potansiyeli	
- Birinci	8.298
- İkinci	25.154
- Üçüncü	37.93
Valans elektron potansiyeli (-eV)	190

Çizelge 1.3. Borun fiziksel özellikleri (Greenwood ve Earnshaw, 1984)

Atomik kütlesi	10.811
Kaynama noktası	4275K, 4002°C, 7236°F
Termal genişleme katsayısı	0.0000083 cm/cm/°C (0°C)
Kondüktivite	
- Elektriksel	$1.0E^{-12} 10^6/cm \Omega$
- Termal	0.274 W/cmK
Yoğunluk	2.34g/cc (300K)
Görünüş	Sarı – kahverengi, ametal kristal
Elastik modülü	
- Bulk	320/GPa
Atomizasyon entalpisi	573.2 kJ/mol (25°C)
Füzyon entalpisi	22.18 kJ/mol
Buharlaşma entalpisi	480 kJ/mol
Sertlik	
- Mohs	9.3
- Vickers	49000 MN m ⁻²
Buharlaşma ısısı	489.7kJ/mol
Ergime noktası	2573K 2300°C 4172°F
Molar hacmi	4.68 cm ³ /mol
Fiziksel durumu	(20°C & 1atm) Katı
Spesifik ısısı	1.02J/gK
Buhar basıncı	0.348Pa (2300°C)

Bor elementinin kimyasal özellikleri, morfolojisine ve tane büyüklüğüne bağlıdır. Mikron boyutundaki amorf bor, kolaylıkla ve bazen şiddetli olarak reaksiyona girerken; kristalin bor, kolay reaksiyona girmemektedir. Mineral asitleri ile reaksiyonu,

konsantrasyona ve sıcaklığa bağılı olarak yavaş veya patlama şeklinde olabilmekte ve ana ürün olarak borik asit oluşmaktadır.

Bor, bilinen çözücülerin hiçbirinde çözünmemektedir. Kristal bor kimyasal olarak inerttir. Bor hidroklorik ve hidroflorik asitlerle kaynatıldığında bozulmamaktadır. Sadece çok ince öğütülmüş bor, konsantre nitrat asidi ile yavaşça oksitlenmektedir.

Kimyasal özellikleri bakımından, karbon, silisyum, alüminyum gibi elementlere benzemektedir. Bor elmasan sonra, ametaller içinde elektropozitifliği en yüksek olan elementtir. Oda sıcaklığında elektrik iletkenliği zayıftır, fakat yüksek sıcaklıklarda çok yüksektir.

Bor, kükürt, karbon ve halojenlerle bileşikler oluşturabilmektedir. Bir çok metal ile yüksek sıcaklıkta borürleri oluşturmaktadır. İyi bir indirgendir. Bor elementi, ametal oksitlerin tümünü, metal oksitlerin de büyük bir kısmını elementel hale indirgeyebilmektedir. Bileşikleri çok kararlı olduğundan elementel olarak üretmek güçtür. Tamamen saf kristal şeklindeki elementel bor, yaklaşık 650-1000 °C'de ergimiş KCl ve KBF₄ banyosunda elektroliz yöntemi ile elde edilebilmektedir.

Bor yanıcıdır, fakat tutuşma sıcaklığı yüksektir. Buna ilaveten yanma sonucunda kolaylıkla aktarılabilir katı ürün vermesi ve çevreyi kirletecek emisyon açığa çıkarmaması gibi bir özelliğe sahip olduğundan dolayı katı yakıt hücresi olarak kullanılmaktadır (Çalık, 2002).

1.4. Türkiye Bor Yatakları

Türkiye'de bilinen başlıca bor madeni yatakları Balıkesir, Bursa, Eskişehir ve Kütahya'da yer almaktadır ve bu yataklar dünya rezervinin % 60 - 70' ine karşılık gelmektedir. Türkiye rezervlerinin % 37'si Bigadiç, % 34'ü Emet, % 28'i Kırka ve %1'i Kestelek bölgesinde bulunmaktadır. Türkiye'deki bor rezervi yataklara göre Çizelge 1.4'de gösterilmiştir.

Bor madenlerini ve bor işleme tesislerini devlet adına Eti Bor A.Ş. Genel Müdürlüğü işletmekte olup, Genel Müdürlük Merkezi Bandırma'da bulunmaktadır. Genel Müdürlüğe bağlı 5 işletme müdürlüğü, Emet Bor İşletme Müdürlüğü, Bandırma Bor ve Asit Fabrikaları İşletme Müdürlüğü, Kırka Bor İşletme Müdürlüğü, Bigadiç Bor İşletme Müdürlüğü ve Kestelek Bor İşletme Müdürlüğüdür (Helvacı, 2004).

Çizelge 1.4. Türkiye bor rezervi

Yatak	Maden Cinsi	Rezerv (milyon ton) (B ₂ O ₃)
Bigadiç / Balıkesir	Kolemanit, Üleksit	935
Emet / Kütahya	Kolemanit	545
Kestelek / Bursa	Kolemanit	7
Kırka / Eskişehir	Tinkal	520

1.5. Dünya Bor Rezervi

Dünya bor rezervleri Çizelge 1.5.'de gösterilmiştir. Türkiye bor rezervi bakımından dünyada birinci sıradadır. Türkiye'den sonra ikinci kaynak ülke ABD'dir. Ancak, ABD boru uzun süreden beri endüstrinin çeşitli alanlarında kullanmakta olduğundan, yakın gelecekte bor rezervlerinin tükenmesi tehlikesi ile karşı karşıyadır. Türkiye'deki bor madenlerinin kalitesi ABD'dekinden yüksektir. Dünya bor rezervlerinin kalan kısmı Rusya, Çin, Şili, Bolivya, Peru, Arjantin ve Sırbistan'da bulunmaktadır (Helvacı, 2004).

Çizelge 1.5. Dünya bor rezervi

Ülke	Rezerv (Bin Ton) (B ₂ O ₃ içeriği)	Rezerv Ömrü (Yıl)
Türkiye	644.000	240
A.B.D.	140.000	33
Rusya	105.000	16
Çin	36.000	17
Şili	41.000	5
Bolivya	19.000	3
Peru	22.000	3
Arjantin	9.000	1
Sırbistan	3.000	2
TOPLAM	1.019.000	320

1.6. Bor Mineralleri

Bor minerallerinin sayısı oldukça fazladır. Bazı mineraller her yatakta gözlenirken, bazıları çok ender gözlenmektedir. Ticari öneme sahip bor mineralleri, kimyasal bileşimleri ve buldukları yerler Çizelge 1.6.'da verilmiştir.

Çizelge 1. 6 Ticari önemi olan bor mineralleri

Mineral	Formülü	% B ₂ O ₃	Bulunduğu Yer
Boraks (Tinkal)	Na ₂ B ₄ O ₇ .10H ₂ O	36.6	Kırka, Emet, Bigadiç, A.B.D
Kernit (Razorit)	Na ₂ B ₄ O ₇ .4H ₂ O	51.0	Kırka, A.B.D., Arjantin
Üleksit	NaCaB ₅ O ₉ .8H ₂ O	43.0	Bigadiç, Kırka, Emet, Arjantin
Propertit	NaCaB ₅ O ₉ .5H ₂ O	49.6	Kestelek, Emet, A.B.D
Kolemanit	Ca ₂ B ₆ O ₁₁ .5H ₂ O	50.8	Emet, Bigadiç, Küçükler, A.B.D
Pandermit (Priseit)	Ca ₄ B ₁₀ O ₁₉ .7H ₂ O	49.8	Sultan çayır, Bigadiç
Borasil	Mg ₃ B ₇ O ₁₃ Cl	62.2	Almanya
Szaybelit	MgBO ₂ (OH)	41.4	Rusya
Hidroborasil	CaMgBO ₁₁ .6H ₂ O	50.5	Emet

Bu Çizelge'deki minerallerin dışında, genellikle ileri teknoloji gerektiren metodlarla dünyada ticari olarak üretilen ve değişik kullanım alanları olan yüzden fazla özel bor ürünü bulunmaktadır. Bunların bazıları, susuz borik asit, elementer bor, çinkoborat, ferrobor, borkarbür, bor nitrürdür.

Bor mineralleri doğada diğer mineral ve kayaçlarla birlikte veya çözelti halinde sulara bulunmaktadır. Üretim yöntemleri buldukları yer ve derinliğe göre değişmektedir. Karada bulunan bor bileşikleri, cevherin bulunduğu derinliğe ve fiziksel yapısına bağlı olarak açık veya kapalı ocak yöntemi veya çözelti madenciliği yöntemi

ile üretilmektedir. Sularda bulunan bor bileşikleri ise, çözelti madenciliği yöntemi ile üretilmektedir (Çalık, 2002).

1.7. Bor Ürünlerinin Başlıca Kullanım Alanları

Çok çeşitli sektörlerde kullanılan bor mineralleri ve ürünlerinin kullanım alanları giderek artmaktadır. Üretilen bor minerallerinin % 10 'a yakın bir bölümü, doğrudan mineral olarak tüketilirken; geriye kalan kısmı bor ürünleri elde etmek için kullanılmaktadır. Bor ürünlerinin başlıca kullanım alanları aşağıda verilmiştir.

1.7.1 Cam Sanayi

Özel camlarda borik asit vazgeçilemeyen bir unsur olup, rafine sulu / susuz boraks, borik asit veya kolemanit / boraks gibi doğal haliyle kullanılmaktadır. Çok özel durumlarda potasyum pentaborat ve bor oksitler kullanılmaktadır. Bor, ergimiş haldeki cam ara mamulüne katıldığında onun viskozitesini arttırıp, yüzey sertliğini ve dayanıklılığını arttırdığından ısıya karşı izolasyonun gerekli görüldüğü cam mamullerine katılmaktadır.

Camın ısıya dayanmasını, cam imalatı sırasında çabuk ergimesini sağlayan bor; yansıtma, kırma, parlama gibi özelliklerini de arttırmaktadır. Bor, camı asitlere ve çizilmeye karşı korumaktadır. Cam tipine bağlı olarak, cam eriyiğinin % 0.23 ile % 0.5'i bor oksitten oluşmaktadır.

1.7.2 Cam Elyafı

Hafifliği, fiyatının düşüklüğü, gerilmeye olan direnci ve kimyasal etkilere dayanıklılığı nedeniyle plastiklerde, sınav elyafı, lastik ve kağıtta yer edinmiş olan cam elyaf, kullanıldığı malzemelere sertlik ve dayanıklılık kazandırmaktadır. Böylece sertleşmiş plastikler otomotiv, uçak sanayilerinde, çelik ve diğer metalleri ikame etmeye başlamıştır. Ayrıca spor malzemelerinde de (kayaklar, tenis raketleri v.b.) kullanılmaktadırlar. Bu gibi mamullerde cam elyafı kullanıldığından, rafine kolemanit tercih edilmektedir. Otomobillerde borun kullanılması, arabaların ağırlığını azaltmakta

ve dolayısıyla yakıt tüketimini azaltmaktadır. Ayrıca, araçlarda paslanmayı geciktirmektedir.

1.7.3. Seramik Sanayi

Emayelerin viskozitesini ve doygunlaşma ısısını azaltan borik oksit, % 20'ye kadar kullanılabilir. Özellikle emayeye katılan hammaddelerin % 17-32' si borik oksit olup, sulu boraks tercih edilmektedir.

Seramiği çizilmeye karşı dayanıklı kılan bor, %3-24 oranında, kolemanit halinde sırlara katılmaktadır.

1.7.4. Temizleme ve Beyazlatma Sanayi

Sabun ve deterjanlara mikrop öldürücü ve su yumuşatıcı etkisi nedeniyle % 10 boraks dekahidrat ve beyazlatıcı etkisini artırmak için de, toz deterjanlara % 10-20 oranında sodyum perborat katılmaktadır.

Çamaşır yıkamada kullanılan deterjanlara katılan sodyum perborat ($\text{NaBO}_2\text{H}_2\text{O}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), aktif bir oksijen kaynağı olduğundan etkili bir ağartıcıdır. Perboratların çamaşır yıkamada klorlu temizleyicilerin yerini alması sıcak veya soğuk su kullanımına bağlıdır. Çünkü perboratlar, ancak 55 °C' nin üstünde aktif hale geçmektedir.

1.7.5. Yanmayı Önleyici (Geciktirici) Maddeler

Borik asit ve boratlar selülozik maddelerde, ateşe karşı dayanıklılık sağlamaktadır. Tutuşma sıcaklığına gelmeden selülozdaki su moleküllerini uzaklaştırmakta ve oluşan kömürün yüzeyini kaplayarak daha ileri bir yanmayı engellemektedirler.

Bor bileşikleri plastiklerde yanmayı önleyici olarak da, giderek artan oranlarda kullanılmaktadırlar. Bu amaç için kullanılan bor bileşiklerinin başında çinko borat, baryum metaborat, borfosfatlar ve amonyum floroborat gelmektedir.

1.7.6. Tarım Sektörü

Bor mineralleri, bitki örtüsünün gelişmesini artırmak veya önlemek amacıyla kullanılmaktadır. Bor, değişken ölçülerde, birçok bitkinin temel besin maddesidir. Bor eksikliği görülen bitkiler arasında yumru köklü bitkiler (özellikle şeker pancarı), lahana, kaba yoncalar, meyva ağaçları, üzüm, zeytin, kahve, tütün ve pamuk gelmektedir. Bu gibi hallerde susuz boraks ve boraks pentahidrat içeren karışık bir gübre kullanılmaktadır. Bu ise, suda kolayca eriyebilen sodyum pentaborat ($\text{NaB}_5\text{O}_8 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) veya disodyum oktaboratın ($\text{Na}_2\text{B}_8\text{O}_{13}$) mahsulün üzerine püskürtülmesi suretiyle uygulanmaktadır.

Bor, sodyum klorat ve bromosol gibi bileşiklerle birlikte otların temizlenmesi veya toprağın sterilleştirilmesi gereken durumlarda da kullanılmaktadır. Karıncalar ve hamam böcekleri için etkili bir öldürücüdür.

1.7.7. Metalürji Sanayi

Boratlar yüksek sıcaklıklarda düzgün, yapışkan, koruyucu ve temiz, çapaksız bir sıvı oluşturma özelliği nedeniyle demir dışı metal sanayisinde koruyucu bir cüruf oluşturu ve ergitmeyi hızlandırıcı madde olarak kullanılmaktadır.

Alaşımelerde, özellikle çeliğin sertliğini artırıcı olarak kullanılmaktadır. Bu konuda ferrobör oldukça önem kazanmıştır. Çelik üretiminde 50 mg kg^{-1} bor ilavesi çeliğin sertleşme niteliğini geliştirmektedir.

Elektro kaplama sanayisinde, kaplama banyolarına borik asit veya serbest floroboratlar eklenmektedir.

1.7.8. Nükleer Uygulamalar

Atom reaktörlerinde borlu çelikler, bor karbürler ve titanbor alaşımları kullanılmaktadır. Paslanmaz borlu çelik, nötron absorpanı olarak tercih edilmektedir. Yaklaşık her bir bor atomu bir nötron absorbe etmektedir.

Atom reaktörlerinin kontrol sistemleri ile soğutma havuzlarında ve reaktörün alarm ile kapatılmasında ¹⁰ B kullanılmaktadır. Ayrıca, nükleer atıkların depolanması için kolemanit kullanılmaktadır.

1.7.9. Enerji Depolama

Termal depolama pillerindeki, sodyum sülfat ve su ile yaklaşık % 3 ağırlıktaki boraks dekahidratın kimyasal karışımı gündüz güneş enerjisini depolayıp, gece ısınma amacıyla kullanılabilir. Ayrıca, binalarda tavan malzemesine konulduğu takdirde güneş ışınlarını emerek, evlerin ısınmasını sağlayabilir.

Bor, demir ve nadir toprak elementleri kombinasyonu % 70 enerji tasarrufu sağlamaktadır. Bu güçlü manyetik ürün; bilgisayar disk sürücülerinde, otomobillerde, doğru akım motorlarında ve ev eşyaları ile portatif güç aletlerinde kullanılmaktadır.

1.7.10. Otomobil Hava Yastıkları ve Antifriz

Bor, hava yastıklarının hemen şişmesini sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. Çarpma anında, elementel bor ile potasyum nitrat toz karışımı elektronik sensör ile harekete geçirilmektedir. Sistemin harekete geçirilmesi ve hava yastıklarının harekete geçirilmesi için geçen toplam zaman 40 milisaniyedir. Ayrıca otomobillerde antifriz olarak ve hidrolik sistemlerde de kullanılmaktadır.

1.7.11. Atık Temizleme

Sodyum borohidrat, atık sulardaki civa, kurşun, gümüş gibi ağır metallerin sulardan temizlenmesi amacıyla kullanılmaktadır.

1.7.12. Sağlık

BNCT (Boron Neutron Capture Therapy) kanser tedavisinde kullanılmaktadır. Özellikle; beyin kanserinin tedavisinde, hasta hücrelerin seçilerek imha edilmesinde

kullanılmakta ve sağlıklı hücrelere zararının minimum düzeyde olması nedeniyle tercih edilmektedir.

İnsan vücudunda normalde bulunan bor, bazı ülkelerde tabletler şeklinde üretilmeye başlanmıştır (Acarkan, 2002).

1.8. Borun Fizyolojik Etkileri

1.8.1. Bitkiler Açısından Borun Gerekliği

Bor bitkilerde karbonhidrat metabolizması, şeker iletimi, polen çimlenmesi, hormon hareketleri, büyüme, nükleik asit sentezi ve membran fonksiyonları üzerinde son derece önemli etkilere sahiptir (Howe, 1998). Bor, özellikle kök uçlarındaki ve büyüme uçlarındaki meristem dokuların oluşumunda önemli görevler üstlenmektedir (Keren ve Gast, 1981). Bir çok bitki türünde yeterince bor alındığı takdirde enzimlerin aktivitesinde artış meydana gelmektedir (Barr ve ark., 1993).

Bor eksikliğinde, gövde ve yapraklarda büyüme durmakta, kabuklar kırılmakta, enzim reaksiyonları yavaşlamakta, polen çimlenmesi azalmakta hatta ölüm gerçekleşmektedir (Lovatt ve Dugger, 1984). Yaprakların rengi değişerek sarımsı yeşil bir renk almakta ve bu değişim yaprakların dibinden başlayarak ucuna doğru ilerlemektedir (Mengel ve Kirby, 1982). Bitkilerde bor eksikliği görüldüğünde, toprakta yeterince kalsiyum bulunsa bile, bitkiler topraktan bu kalsiyumu alamamaktadır (Halilova, 1996). Bor eksikliğinde karbon ve protein metabolizması bozulur. Bitkilerde şekerin ve nişastanın yoğunluğu artar. Şeker, bitkide gereksinim duyulan büyüme uçlarına taşınmaz ve önemli zararlar ortaya çıkar (Keren ve Gast, 1981). Bor baklagiller açısından son derece önemli olup, eksikliğinde baklagillerin köklerindeki modüllerin ve mikroorganizmaların gelişimi engellenmektedir (Halilova ve Özmen, 2006). Ayçiçeklerine dışarıdan bor verildiğinde, serbest yağ asitlerinin ve fosfolipidlerin konsantrasyonunda artış, trigliseridlerin bozunmasında ise gecikme meydana gelmektedir (Belver ve Donaire, 1983).

1.8.2. Hayvanlar Açısından Borun Gerekliği

Bor, hayvanlar için besinsel açıdan önemlidir. Piliçlerde uzun kemiklerin gelişmesinde rol oynamaktadır (Hunt, 1994). Sıçanların beyin aktivitesini etkilemektedir (Penland ve Eberhardt, 1993).

Bor eksikliğinde, piliçlerde gelişim engellenmektedir (Hunt ve ark., 1994). Domuzlarda ve sıçanlarda kemik gücü azalmaktadır (Armstrong ve ark., 2000; Nielsen, 2004). Kurbağalarda, kol ve bacak gelişiminde anormallikler meydana gelmektedir (Fort ve ark., 2000). Sıçanlarda kalsiyum, magnezyum ve fosfor absorpsiyonunda azalma meydana gelmektedir (Hegsted ve Keenan, 1991). Borik asit eksikliği, kurbağalar larvalarının gelişimini olumsuz etkilemektedir (Fort ve ark., 1998). Balıkların embriyo-larva dönemindeki gelişimleri, bor eksikliğine duyarlıdır (Rowe ve Eckhart, 1999). Kemirgenlerde, dişkiye düşük bor diyeti uygulaması, blastosist oluşumunda ve blastosist hücre sayısında azalmaya ve ölü embriyo sayısında artışa neden olmaktadır (Lanoue ve ark., 1998).

1.8.3. İnsanlar Açısından Borun Gerekliği

Bor; insanlarda beyin fonksiyonlarının, kavrama performansının, kemik ve eklemlerin gelişmesinde, kalsiyumun, bayanlarda östrojen hormonunun işlevlerini yerine getirmesinde son derece önemli rol oynamaktadır (Nielson, 1994). Glukoz ve trigliseridler gibi enerji maddelerinin, azot içeren metabolitlerin, reaktif oksijen türlerinin metabolizmalarını etkilemektedir (Nielson, 1996).

Kalsiyum, fosfor, alüminyum, magnezyum, molibden gibi mikro elementlerin metabolizmalarını etkileyerek kemik sağlığını güçlendirmektedir (Wilson ve Ruszler, 1996). Benzer şekilde, osteoporoz hastalığını önlemektedir (Nielson, 1990). D vitamini eksikliğinin ortaya çıkardığı problemleri azaltmaktadır (Hunt ve ark., 1994). Bazı spesifik steroid hormonların oluşumundaki adımlardan biri olan hidroksilleme aşamasında önemli rol oynamaktadır. Borun kimyasal yapısı hidroksil grubu içeren organik bileşiklerle kompleks oluşturmaya uygundur. Böylece bazı steroid hormonların oluşumunu artırarak kalp, damar ve kemik hastalıklarını önlemede kullanılmaktadır (Naghii ve Samman, 1997). Kolesterolü ve yağ birikimini azaltıcı etkisinden dolayı

damar tıkanıklığına karşı kullanılan ilaçlarda bordan yararlanılmaktadır (Hall ve ark., 1989).

Bor açısından yetersiz diyetle beslenen insanlar üzerinde yapılan çalışmalarda, beynin elektriksel aktivitesinde azalma, dikkat ve kısa dönemli hafızada bozukluklar kaydedilmiştir (Penland, 1994).

Literatürde borun insanlar üzerindeki etkilerini belirlemeye yönelik yapılan çalışma sayısı çok fazla olmamasına rağmen, mevcut yapılmış çalışmalar içme suyu ve yiyeceklerle normal maruziyet koşullarında bor ve bileşiklerinin insan sağlığını olumsuz etkilemediğini göstermiştir (Hera, 2005). Aksine, son yıllarda yapılan gerek epidemiyolojik, gerekse hayvan ve laboratuvar çalışmaları borun bazı kanser türleri üzerinde koruyucu, tedavi edici etkileri hakkında ümit verici sonuçlar ortaya koymuştur (Korkmaz ve ark., 2007; Barranco ve ark., 2006; Cui ve ark., 2004; Gallardo-Williams ve ark., 2004).

İnsanlarda borun toksik etkiye neden olduğunu gösteren bir çalışma bulunmamaktadır. Çünkü borun fazlası idrar yoluyla atılabilmektedir (Harchelroad ve Peskind, 1993).

1.9. UV / VIS Absorpsiyon Spektroskopisi ile İlgili Genel Bilgiler

Moleküler UV / VIS absorpsiyon spektroskopisi, inorganik, organik ve biyokimyasal türlerin kantitatif analizinde kullanılmaktadır. UV / VIS ışınlarının moleküller tarafından absorpsiyonu, bir veya daha çok sayıda elektronik absorpsiyon bandı şeklinde olmakta ve bu bantlar, pek çok sayıda yakın dalgaboylu çizgilerden oluşmaktadır. Her çizgi, bir elektronun temel halden uyarılmış elektronik hallerden birine geçmesi sonucu oluşmaktadır. Bu elektronik geçişle birlikte, titreşim ve dönme enerji düzeyleri arasında da geçişler olduğu için absorpsiyon bantları gözlenmektedir.

Herhangi bir molekülde, belli bir dalgaboyu aralığındaki ışığın absorpsiyonundan sorumlu olan fonksiyonel gruba “kromofor grup”, ışığı absorplamadığı halde kromofor grupların absorpladığı ışığın dalgaboyunu daha büyük değerlere kaydıran ve absorpsiyon katsayısını arttıran gruplara ise, “okzokrom grup” adı verilmektedir.

Moleküllerde, aralarında elektronik geçişlerin olduğu molekül orbitallerinin enerjileri birçok faktör tarafından etkilenebilmektedir. Bunlar, çözücü ve substitüentlerin etkisi ile konjugasyon etkisi olarak sıralanmaktadır. Bileşiklerin, çözeltilerinin ışığı absorplama özelliği incelenirken, kullanılan çözücünün absorpsiyonunun göz önünde tutulması gerekmektedir. Her bir çözücü için, belli bir dalgaboyu sınırının altında, maddelerin absorpsiyon bantları incelenememektedir. Çünkü bu sınırdan sonra çözücü ışığı absorplamaktadır. Bunun sonucunda da absorpsiyon bandı daha uzun dalgalılarına kaymaktadır. Bu sonucu doğuran diğer bir etken ise konjugasyon etkisidir.

Çözeltide bir elektron verici ve bir elektron alıcı molekül beraber bulunuyorsa, böyle bir sistemin ışığı absorplaması sonucu elektron, vericiden alıcıya aktarılmakta, yani bir fotoredoks olayı gerçekleşmektedir. Bu tür absorpsiyon bandına “yük transferi bandı” adı verilmektedir. Pek çok inorganik ve organik kompleks, yük transferi bandında absorpsiyon gösterdikleri için, “yük transferi kompleksleri” adını almaktadır. Bu tür komplekslerde, metal iyonu genellikle elektron alıcı konumundadır.

1.9.1 UV / VIS Absorpsiyon Spektrofotometreleri

Maddenin ışığı absorplamasını incelemek için kullanılan düzeneğe absorpsiyon spektrometresi veya absorpsiyon spektrofotometresi adı verilmektedir. Bir spektrofotometre düzeneği Şekil 1.1’de görüldüğü gibi ışık kaynağı, dalgaboyu seçicisi ve dedektörden oluşmaktadır.



Şekil 1.1. Bir spektrofotometrenin temel bileşenleri

Bu ana bileşenlere ek olarak spektrofotometrelerde ışığı toplamak, odaklamak, yansıtmaq, iki demete bölmek ve örnek üzerine belli bir şiddette göndermek amacıyla mercekler, aynalar, ışık bölücüler ve giriş-çıkış aralıkları bulunmaktadır. Örnek ise,

kullanılan dalgaboyu bölgesinde ışığı geçiren maddeden yapılmış örnek kaplarına konularak ışık yoluna yerleştirilmektedir.

1.9.1.1. Işık Kaynakları

Ultraviyole bölgede en çok kullanılan lambalar, hidrojen veya döteryum elektriksel boşalım lambalarıdır. Düşük basınçta (5 mmHg) H₂ veya D₂ gazı içeren bu lambalarda 40 voltluk doğru akım uygulanarak elektriksel boşalım elde edilmektedir. Bu lambalar, 180 nm ile 380 nm arasında ışık yaymaktadırlar. Daha pahalı ve daha uzun ömürlü olan D₂ lambasının yaydığı ışığın şiddeti, H₂ lambasına göre çok daha fazladır. UV / VIS bölgenin tümünde (150 nm – 700 nm) kullanılabilir bir başka şiddetli ve sürekli ışık kaynağı, Xe ark lambasıdır. Bundan başka civa buhar lambası da her iki bölgede ışımaya yarayan bir ışık kaynağıdır.

Kuartz 200 – 320 nm arasındaki ultraviyole ışığı geçirdiğinden, bu bölgedeki ışıkla çalışabilmek için, lambaların pencereleri, mercekler, örnek kaplarının duvarları ve dedektörün giriş penceresi kuartzdan yapılmaktadır. 320 – 700 nm arasındaki bölgede ise, bu kısımların camdan yapılmış olması yeterlidir.

1.9.1.2. Dedektörler

Maddenin ışığı absorplayıp absorplamadığını anlamak için, ışık kaynağından gelen ışığın şiddetinin ölçülmesi amacıyla spektrofotometrelerde kullanılan bileşene dedektör adı verilmektedir. Bir dedektörün ışığa duyarlı olması, ışık şiddeti ile doğru orantılı bir sinyal üretmesi, üzerine düşen ışığa cevap vermesi, yani sinyal üretme süresinin kısa olması, kararlı olması ve üretilen elektriksel sinyalin yardımcı devrelerle çoğaltılabilmesi istenmektedir. Ultraviyole ve görünür bölgede kullanılabilen üç tür dedektör bulunmaktadır.

Fotovoltaik Dedektörler

Fotovoltaik dedektörlerde ışık, Se veya Si gibi bir yarıiletken madde tarafından absorplandığında, iletkenlik bandına geçen elektronlar nedeniyle, bu yarıiletkenle

temasta olan bir metal filmi (Ag) arasında bir gerilim farkı oluşmaktadır. PbS, CdSe ve CdS gibi yarıiletken maddelerle ise fotoiletken dedektörler yapılmaktadır. Bu tür dedektörlerde, ışık absorpsiyonu ile iletkenlik bandına çıkarılan elektronlar, ışık şiddeti ile orantılı bir elektrik akımı oluşturmaktadır.

Fototüp Dedektörleri

Fototüp dedektörlerinde, alkali metal oksit filmlerden yapılmış fotokatotlar üzerine düşen fotonlar bu yüzden elektron koparmakta ve elektronlar bir anotta toplanarak elektrik akımına çevrilmiştir.

Fotoçoğaltıcı Tüp Dedektörleri

Bu tip dedektörlerde ise, fotokatot yüzeyinden foton çarpması ile fırlatılan elektronlar dinot denilen yüzeylere doğru, elektriksel alanda hızlandırılmakta ve dinoda çarpan her bir elektron, dinot yüzeyinden 3-5 elektron daha koparmaktadır. Böylece sayıları giderek artan elektronlar en sonunda bir anotta toplanarak elektrik akımına çevrilmiştir.

Bir absorpsiyon spektrumundaki değişmelerin sadece incelenen örneğin özelliği olduğundan emin olabilmek için, absorbans ölçümünün yapıldığı her dalgaboyunda kaynaktan yayılan ışığın eşit şiddette ve dedektörün duyarlılığının her dalgaboyunda aynı olması istenmektedir. Bu yüzden kaynağın şiddetinin az olduğu ve dedektörün duyarlılığının düşük olduğu dalgaboylarında ışığın geçtiği aralık geniş tutulmakta ve daha şiddetli ışık elde edilmektedir. Ancak bu durumda, ışığın bant genişliği büyük olduğu için monokromatiklikten sapmalar olmaktadır.

1.9.1.3. Monokromatörler (Dalgaboyu Seçicileri)

Absorbansın ölçülmesi sırasında, ışık kaynağından gelen polikromatik ışıktan tek bir dalgaboyunda ışık seçilerek örneğe gönderilmektedir. Polikromatik ışıktan monokromatik ışık elde edilmesini gerçekleştiren düzeneğe monokromatör adı

verilmektedir. Monokromatör olarak prizmalar veya optik ağ adını alan parçalar kullanılmaktadır.

Prizmalarda dalgaboyunun seçilmesi, farklı dalgaboylarındaki ışığın prizmaya girişte ve çıkışta farklı miktarlarda kırılması ilkesine dayanmaktadır. Prizma ışık kaynağına doğru döndürülerek çeşitli dalgaboyu değerlerine sahip ışığın bir aralıktan geçerek madde ile etkileşmesi sağlanmaktadır.

Prizmanın yapıldığı maddenin kırılma indisi, içinden geçen ışığın dalgaboyuna bağlı olduğundan prizmayı terk eden ışığın yüzeyle yaptığı açı da dalgaboyunun bir fonksiyonunu oluşturmaktadır.

1.9.2. Spektrofotometre Çeşitleri

1.9.2.1. Tek Işık Yollu Spektrofotometreler

En basit bir spektrofotometrede kaynaktan çıkan ışık, bir mercek ile toplanarak monokromatöre gönderilmekte ve dalgaboyu seçiminden sonra bir aralıktan geçirilerek örnek üzerine düşürülmektedir. Örneğin ışığı absorplama miktarı uygun bir dedektörle ölçülmektedir. Bu sinyal elektronik olarak çoğaltılmakta ve bir galvonometrede okunmaktadır. Bu bileşenlerin tümünün aynı ışık yoluna yerleştirildiği böyle bir spektrofotometreye, tek ışık yollu spektrofotometre adı verilmektedir.

Bu aletin başlıca üç ayar düğmesi bulunmaktadır. Bunlardan biri, alette kullanılan optik ağ veya prizmayı mekanik olarak döndürmeyi sağlayan düğmedir. Işık yolu tamamen kapatılarak galvonometre “sıfır” geçirgenlik ayarını yapmak için ikinci bir düğme kullanılmaktadır. Bir üçüncü düğmeyle de ışığın geçtiği aralığın eni değiştirilmektedir. Ölçümün yapılacağı dalgaboyu birinci düğme ile ayarlandıktan sonra ışık yolu kapatılarak ikinci düğme ile “sıfır” ayarı yapılmaktadır. Daha sonra üçüncü düğme ile ışığın geçtiği aralığın eni değiştirilerek ve örnek kabında sadece çözücü kullanılarak galvonometre 100 değerine getirilmektedir. Bu işlemlerin, yani “sıfır” ve “yüz” ayarlarının, her dalga boyunda yeniden yapılması gerekmektedir. Ancak bu iki ayarlamadan sonra içinde örneğin bulunduğu çözelti ile geçirgenlik ölçülürse, örneğe ait absorpsiyon spektrumu, ışık kaynağındaki şiddet değişmesinden ve dedektördeki duyarlık farklarından bağımsız olarak ortaya çıkmaktadır.

1.9.2.2. Çift Işık Yollu Spektrofotometreler

Her dalgaboyunda “sıfır” ve özellikle “yüz” ayarlarının yapılması oldukça zaman alıcı bir işlemdir. Spektrofotometrede, monokromatörden çıkan ışığın eşit şiddette iki demete bölünerek birinin örneğe, diğerinin ise sadece çözücünün bulunduğu kaba gönderilmesi ile bu işleme gerek kalmamaktadır. Böylece örnekteki geçirgenlik değeri sürekli olarak çözücününki ile karşılaştırılmış olmaktadır. İkiye ayrılan ışık, iki ayrı dedektörle algılanmakta ve dedektörlerde oluşan sinyallerin oranı ölçülmektedir. Bu tür aletlere çift ışık yollu spektrofotometreler denmektedir. Burada iki dedektörün tam uyumlu olması, yani eşit şiddetteki ışık ile aynı sinyali oluşturması gerekmektedir.

Çift ışık yollu spektrofotometrelerde, tek dedektör kullanılarak da ölçüm yapmak mümkündür. Bunun için örnekten ve çözücüden geçen ışık demetleri dedektör üzerine, dedektör önüne yerleştirilmiş dönen bir ışık bölücü yardımıyla ve ardı ardına gönderilmektedir. Gelen bu ışık demetlerinin oluşturdukları sinyal ise, alternatif yani periyodik türden olmaktadır. Işık bölücünün frekansına ayarlı bir elektronik çoğaltıcı yardımı ile bu alternatif sinyal kaydedilmektedir. Her iki ışık yolundan birbiri peşine gelen ışığın şiddetleri eşit ise, dedektörde herhangi bir sinyal oluşmamaktadır. Örnek bölmesinden geçen ışığın, absorpsiyon nedeniyle azalması durumunda ise, dedektöre gelen sinyal alternatif sinyal olarak algılanmaktadır. Çift ışık yollu aletlerde, ışık kaynağının şiddetindeki değişmelerden doğan hatalar ortadan kalkmaktadır.

1.9.3. Işık Absorpsiyonunun Nicel Yorumu

Absorplanan fotonların sayısı, ortamdaki absorpsiyon yapan türlerin sayısı ile doğru orantılıdır. Monokromatik ve I_0 şiddetinde ışıma, b uzunluğunda ve n sayıda absorpsiyon yapabilen tanecik içeren bir ortamda geçtikten sonra, ortamı I şiddetinde terk etmektedir.

Kabın çeperlerinde ortaya çıkan yansımalar ve çözeltide asılı halde bulunabilecek taneciklerin neden olduğu saçılma gibi etkileşimler sonucu ortaya çıkan şiddet azalmaları dikkate alınmazsa, $I_0 \rightarrow I$ şiddet azalmasının nedeni, sadece ortamdaki türlerin ışımayı absorplamasından kaynaklanmaktadır.

$$\log I_0 / I = \varepsilon b C \quad (1-1)$$

Beer-Lambert yasası adı verilen bu eşitlikte $\log I_0/I$ absorbands adını almakta ve A ile gösterilmektedir.

$$A = \log I_0/I = \varepsilon bC \quad (1-2)$$

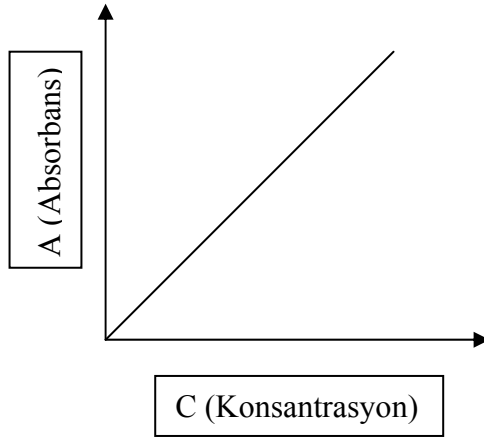
A ile C arasındaki bu sabit doğrusal ilişkiden analitik uygulamalarda yararlanılmaktadır. Eşitlikte derişim C mol L⁻¹, örnek kabının kalınlığı b ise cm birimindedir. ε , molar sönüm veya molar absorpsiyon katsayısı yada molar absorptivite olup, birimi L mol⁻¹ cm⁻¹'dir. A ise absorbands adını almaktadır. A 'ya optik yoğunluk veya sönüm adları da verilmektedir.

Beer-Lambert eşitliğinin geçerli olması için uygulanan ışığın gerçekten monokromatik yani tek dalgaboyu değerinde olması, absorpsiyon olayının örneğin her yerinde eşit miktarda olması yani, örneğin homojen olması, ayrıca birden fazla ışığı absorplaması halinde, her bir bileşenin, diğerlerinin absorpsiyonunu etkilememesi gerekmektedir. Bu koşulların sağlanması halinde, A ile C arasındaki ilişki doğrusaldır. Genellikle C değerinin küçük olduğu durumlarda bu doğrusallık sağlanmaktadır. Daha derişik çözeltilerde, tanecikler arasındaki etkileşimler önem kazanmakta ve bu etkileşimler A ile C arasındaki doğrusallık ilişkisinin bozulmasına neden olmaktadır.

1.9.4. UV / VIS Absorpsiyon Spektroskopisi ile Analitik Uygulamalar

UV / VIS absorpsiyon spektroskopisi ile analiz pek yapılmamaktadır. Fakat bu yöntem, nicel analiz için çok uygundur. Bir maddenin nicel analizinin yapılacağı dalgaboyu ve kullanılacak çözücüyü kararlaştırmak için, örneğin absorpsiyon spektrumunu bilmek gerekmektedir. Spektrum incelenerek Beer-Lambert eşitliğine uyulan ve maksimum absorbands veren bir dalgaboyu seçilmektedir. Çözeltide analizi yapılacak türden başka türler de bulunuyorsa, bunların ışığı absorplamadığı dalgaboylarının seçilmesine özen gösterilmektedir. Çözücünün ve çözeltide bulunan başka türlerin ışığı absorplamadığı, Beer-Lambert eşitliğine uyulduğu ve nicel analizin en duyarlı bir biçimde yapılabileceği dalgaboyu değeri saptandıktan sonra, analizi yapılacak maddeyi içeren ve derişimleri bilinen bir dizi standart çözelti ile bu dalgaboyunda A değerleri ölçülmektedir. A değerleri, standart çözeltilerin bilinen derişimlerine karşı grafiğe geçirilmektedir. Bu doğruya "kalibrasyon doğrusu" veya

“çalışma doğrusu” adı verilmektedir (şekil 1.2). Nicel analiz, kalibrasyon doğrusunun doğrusal olduğu bölgede yapılmaktadır. Konsantrasyonu bilinmeyen rneğin A değeri llmekte ve kalibrasyon doğrusunda bu değere karşılık gelen konsantrasyon saptanmaktadır.



şekil 1.2. Kalibrasyon doğrusu

Molar absorpsiyon katsayısının değerinin bilindiği durumlarda, Beer-Lambert eşitliğinin nicel analizde doğrudan kullanılması da mümkündür. Kalibrasyon doğrusunu kullanırken molar absorpsiyon katsayısının önceden bilinmesine gerek yoktur. İstendiğinde bu katsayı doğruların eğiminden hesaplanabilmektedir (Yıldız ve ark., 1997).

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Anderson ve ark. (1990), Kanada'da yetiştirilen 31 çeşit yiyecekteki ve süt tozu, buğday unu, pirinç unu, ıspanak, narenciye yaprağı, domates yaprağı gibi çeşitli biyolojik referans maddelerdeki bor miktarlarını nötron aktivasyon metodu ile belirlemişlerdir. Yiyeceklerle ilgili elde ettikleri sonuçları literatürdeki benzer çalışmalarla, referans maddelerle ilgili elde ettikleri sonuçları da ilgili sertifikalarda belirtilen sonuçlarla karşılaştırmışlar ve bütün verilerin son derece uyumlu olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Hunt ve ark. (1991), hayvansal ürünler, su, meyveler, sebzeler ve hububatlardan oluşan yiyecek gruplarındaki ve çeşitli amaçlarla kullanılan ilaçlardaki bor, kalsiyum, bakır, demir, magnezyum, mangan, molibden ve çinko miktarlarını ICP aracılığıyla belirlemişlerdir. Sulardaki bor konsantrasyonunun coğrafi konuma bağlı olarak değiştiğini, meyvelerin, sebzelerin ve baklagillerin hububatlardan, hayvansal ürünlerden daha fazla bor içerdiğini ve borun ilaçlardaki ana bileşenlerden biri olduğunu ortaya koymuşlardır.

Anderson ve ark. (1994), 234 çeşit yiyecekteki bor, sodyum, kükürt, klor ve potasyum miktarlarını nötron aktivasyon analizi ile belirlemişlerdir. En yüksek bor konsantrasyonlarını meyve, sebze ve çerezlerde tespit etmişlerdir. Meyve ve sebze tüketimi arttıkça vücuda giren bor miktarının da arttığını ortaya koymuşlardır.

Lu ve ark. (1994), yiyeceklerdeki bor miktarlarını polarografik metot ile belirlemişlerdir. Bu metotta, pH'ı 3.7- 4.6 arasında olan potasyum hidrojen ftalat çözeltisi ve damlayan civa elektrot ile çalışılmış ve borun berilyum (III) (4-(4-dietilamino-2 hidroksifenil)-azo)-5-hidroksi-2,7-naftalendisülfonik asit) ile oluşturduğu kompleksin absorpsiyon özelliğinden yararlanılmıştır. Pik yüksekliğinin bor konsantrasyonu ile direkt olarak orantılı olduğu ilkesine dayanarak, yiyeceklerdeki bor konsantrasyonlarını $5 \cdot 10^{-9}$ – $5 \cdot 10^{-7}$ g.ml⁻¹ olarak belirlemişlerdir. Sonuç olarak, yöntemin az miktarda bor içeren yiyeceklerdeki bor miktarlarının belirlenmesinde başarıyla uygulandığını ortaya koymuşlardır.

Ziaziaris ve Kacprzak (1995), pişmemiş şehriyeleri mikrodalga fırında HNO₃-H₂O₂ karışımı ile çözünürleştirilmişler ve sonra ICP-AES aracılığıyla içerdikleri bor miktarlarını belirlemişlerdir. Ortalama olarak şehriyelerin kg'ı başına 1,5 mg B

içerdiklerini ortaya koymuşlardır. Kullandıkları yöntemin hızlı ve çok sayıdaki örneğe uygulamak açısından ideal olduğunu vurgulamışlardır.

Naghii ve ark. (1996), Avusturalya'da tüketilen taze meyve ve sebzeler, kurutulmuş meyveler, tahıllar, kuruyemişler ve hayvan ürünlerinden oluşan 66 çeşit yiyeceğin bor içeriğini kolorimetrik metot ile belirlemişlerdir. Sonra, elde ettikleri sonuçları, Finlandiya, Amerika ve Almanya'da gerçekleştirilen benzer çalışmalar ile karşılaştırmışlardır. Sonuçlar arasında pozitif ve kuvvetli bir korelasyon bulunduğunu ortaya koymuşlardır. Yiyeceklerin içerdiği bor miktarlarını göz önünde bulundurarak, günlük bor tüketimini 2.23 ± 1.23 mg olarak saptamışlardır.

Rainey ve ark. (1999), Amerika, İngiltere ve Almanya'da en çok tüketilen 15 yiyecek (kahve, süt, elma, patates, fasulye, portakal suyu, yer fıstığı ezmesi, şarap, elma suyu, kola, şeftali, ekmek, muz, üzüm, tahıl) vücuda alınan bor yüzdelerini karşılaştırmışlardır. Amerika'da tüketilen yiyecekler arasında en fazla bor alımı kahve ile (%7) gerçekleşirken, İngiltere ve Almanya'da şarap ile (%14-15) gerçekleşmektedir. Benzer şekilde, Mısır, Kenya ve Meksika'da en çok tüketilen 15 yiyecek (fasulye, patates, avokado, domates, süt, yumurta, ekmek, soğan, pirinç, kabak, üzüm, muz, mısır, patlıcan, lahana) vücuda alınan bor yüzdeleri karşılaştırılmıştır. Meksika'da mısır (%56), Mısır'da ekmek (%27), Kenya'da ise fasulye (%35) tüketimi ile en fazla bor alımı gerçekleşmektedir. Sonuç olarak, benzer çalışmaların diğer ülkelerde de yapılması gerektiğini vurgulamışlardır.

Rainey ve ark. (1999), Amerika'da tüketilen yiyeceklerin bor içeriklerini ve günlük vücuda alınan bor miktarlarını belirlemek amacıyla, 1989-1991 yılları arasında geniş bir literatür taraması yapmışlardır. Bu literatürlerden yararlanarak 50 çeşit yiyeceğe ait verileri bir araya getirmişlerdir. Bor açısından en zengin olan yiyeceklerin yer fıstığı, şarap ve kuru üzüm olduğunu belirtmişlerdir. Yiyeceklerin içerdiği bor miktarlarından yararlanarak, insanların bir günde en fazla 24.3 mg, en az ise 0.72 mg, vejeteryanların ise vejeteryan olmayanlara göre çok daha fazla bor alabileceklerini öne sürmüşlerdir.

Sun ve ark. (2000), ıstiridye, karaciğer, ıspanak, yumurta, pirinç unu, süt tozu gibi farklı çeşitteki yiyeceklerdeki 13 yaygın elementi (B, Al, Ca, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, P, S, Sr, Zn) ICP-AES aracılığıyla tayin etmişlerdir. Yiyeceklerin mikrodalga fırın kullanılarak çözünürleştirilmesinde 5 farklı yöntem ($\text{HNO}_3\text{-HClO}_4$; sadece HNO_3 ;

HNO₃-HCl ; HNO₃-H₂O₂ ; HNO₃-H₂O₂-HF) uygulamışlardır. En iyi sonucu HNO₃-H₂O₂-HF karışımı ile elde etmişlerdir. HNO₃-HClO₄ karışımı ile gerçekleştirilen yöntemin en basit yöntem olduğunu, ancak Al ve B hariç diğer elementlerin tayininde başarılı olduğunu belirtmişlerdir.

Rainey ve ark. (2002), yukarıdaki çalışmalarına benzer bir başka çalışma daha yapmışlardır. Bu çalışmada da, Amerika'da tüketilen yiyeceklerin bor içeriklerini belirlemeye yönelik olarak, 1994-1996 yılları arasında gerçekleştirilen çalışmaları taramışlardır. 50 çeşit yiyeceğin bor içeriklerini verdikten sonra, yaş gruplarına ve cinsiyetlerine göre insanların günlük bor alımlarını incelemişlerdir. Erkeklerin günlük bor alımlarının bayanlara göre daha fazla olduğunu ve en fazla borun meyveler ve içeceklerle alındığını ortaya koymuşlardır.

Dolan ve Capar (2002), biftek, bira, brokoli, peynir, mısır, yumurta, süt, limonata, mayonez, yerfıstığı ezmesi, spagetti, patates, ekmek, mezgıt, armut, pastırma, erik ve ton balığı gibi yiyeceklerin ve 7 adet sertifikalı referans maddenin içerdiği B, Al, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Se, Sr, Tl, V ve Zn miktarlarını ICP-AES aracılığıyla tayin etmişlerdir.

Şimşek ve ark. (2003), Ankara'da tüketilen 22 çeşit meyve, 17 çeşit sebze ve 12 çeşit hububatın içerdikleri bor miktarlarını Azometin-H metodunu kullanarak spektrofotometrik yöntem ile tayin etmişlerdir. Yiyeceklerin literatürde verilen değerlerden çok daha fazla bor içerdiğini ve dolayısıyla Türkiye topraklarının bor açısından oldukça zengin olduğu sonucuna varmışlardır. Bu çalışmanın Türkiye'de bu konuda gerçekleştirilen ilk çalışma olduğunu ve bu nedenle de benzer çalışmalarla bir karşılaştırma yapılamadığını belirtmişlerdir.

Pieczynska ve ark. (2003), Polonya'da bulunan Wroclaw kreşinde ve yatılı okulunda Aralık, Mart, Haziran ve Eylül aylarında çıkan yiyeceklerin bor içeriklerini belirlemişlerdir. Tayinleri ICP-OES aracılığıyla gerçekleştirmişlerdir. Kreşte çıkan yiyeceklerin ortalama bor içeriğini 2.31 mg kg⁻¹ olarak, yatılı okulda çıkan yiyeceklerin ortalama bor içeriğini ise 2.15 mg kg⁻¹ olarak saptamışlardır. Bu sonuçlara dayanarak, çocukların günlük bor alımlarını hesaplamışlardır. Kreşteki çocukların yedikleri yiyeceklerle günde yaklaşık 1.01 mg, yatılı okuldakilerin ise günde yaklaşık 1.2 mg bor aldıklarını belirlemişlerdir. Elde ettikleri sonuçları, diğer ülkelerde yaşayan genç öğrencilerin günlük bor alımları ile karşılaştırmışlardır. Amerika'da yaşayan gençlerin

günlük olarak 0.89-1.17 mg, Almanya'dakilerin 1.62-1.72 mg, Meksika'dakilerin 1.74-2.12 mg, Kenya'dakilerin ise 1.8-1.95 mg bor tükettiklerini belirtmişlerdir. Ayrıca Amerika'da yaşayan 6-8 yaş arası çocukların günlük 0.85 mg, 16-18 yaş arası gençlerin ise 1.06 mg bor tükettiklerini ve bu değerleri Polonya'da yaşayan hemen hemen aynı yaş grupları için kendi elde ettikleri sonuçlarla karşılaştırdıklarında oldukça benzerlik gösterdiklerini ileri sürmüşlerdir.

Sroor ve ark. (2003), 7 farklı çeşit süt tozundaki ana ve eser elementleri ICP-OES ve nötron aktivasyon analizi aracılığıyla belirlemişler ve her iki yöntemle elde ettikleri sonuçları birbirleriyle karşılaştırmışlardır. Ca, K, Mg, Na, P, S'ün süt tozunda bulunan ana elementler olduğunu, B, Ba, Co, Cr, Cu, Fe, Li, Mn, Mo, Ni, Sb, Sr, V, W ve Zn'nun ise eser elementler olduğunu saptamışlardır. Belirlemiş oldukları hem ana hem de eser elementlerin insan sağlığı açısından ne denli önemli olduklarını ve sütün günlük yaşamda en çok tüketilen gıdalardan biri olduğunu vurgulamışlardır.

Yazbeck ve ark. (2005), Kuzey Fransa'da tüketilen içme sularının bor miktarlarını ICP-MS aracılığıyla tayin ettikten sonra inceleme alanlarını bor içermeyen, az içeren ve çok içeren şeklinde bölgelere ayırmışlardır. Bu bölgelerde yaşayan insanların kanlarındaki bor seviyelerini aynı yöntemle belirleyerek, içme sularındaki bor miktarları ile aralarındaki korelasyonu incelemişlerdir. Ancak, bor açısından zengin olan suyu tüketen insanların kanlarındaki bor miktarlarının, borca fakir olan suyu tüketenlerinkinden çok daha fazla olmadığını görmüşlerdir. Sonuç olarak, kandaki bor seviyesinin sadece tüketilen içme suyuna değil, birçok faktöre bağlı olduğunu ortaya koymuşlardır.

Zaijun ve ark. (2006), azometin-H'nin yeni bir türevi olan 3,4-dihidroksi azometin-H'ı sentezlemişler ve tavuk, kahve çekirdeği, karides, pirinç, soya fasulyesi, mısır ve yeşil fasulye gibi yiyeceklerdeki bor miktarlarının spektrofotometrik yöntemle belirlenmesinde kullanmışlardır. Aynı yiyeceklerin bor içeriğini ICP-AES aracılığıyla da belirlemişler ve sonuçların son derece benzer olduğunu görmüşlerdir. Sonuç olarak, kullandıkları yöntemin, özellikle yiyeceklerdeki bor miktarlarının belirlenmesinde kullanılabilecek düşük maliyetli ve basit bir yöntem olduğunu ortaya koymuşlardır.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

3.1.1. Kullanılan Kimyasal Maddeler

Deneysel çalışmalar sırasında aşağıdaki kimyasal maddeler kullanılmıştır. Kimyasal maddeler kullanılmadan önce herhangi bir saflaştırma işleminden geçirilmemiştir. Kimyasal maddelerin adı, formülü, alındıkları firma ve katalog numaraları aşağıda verilmiştir.

<u>Kimyasal madde adı ve formülü</u>	<u>Firma adı ve katalog numarası</u>
Amonyum asetat ($\text{CH}_3\text{COONH}_4$)	Merck 1.01116
Asetik asit (CH_3COOH)	Merck 1.00063
Askorbik asit ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$)	Aldrich 255564
Azometin-H ($\text{C}_{17}\text{H}_{12}\text{NNaO}_8\text{S}_2$)	Aldrich 285196
Borik asit (H_3BO_3)	Merck 1.00165
Etil alkol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)	Merck 1.00971
Etilen di amin tetra asetik asit di sodyum tuzu ($\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2\text{Na}_2\text{O}_8 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)	Merck 1.08416
Fenolftalein ($\text{C}_{20}\text{H}_{14}\text{O}_4$)	Merck 1.07227
Hidroklorik asit (HCl)	Merck 1.00317
Nitrik asit (HNO_3)	Merck 1.00456
Sodyum karbonat (Na_2CO_3)	Merck 1.06392
Sülfürik asit (H_2SO_4)	Merck 1.00713

3.1.2. Kullanılan Cihazlar

Çalışma süresince kullanılan cihazlar ve özellikleri aşağıda verilmiştir.

<u>Cihazın adı</u>	<u>Özellikleri (Marka / Model)</u>
UV/ VIS spektrofotometre	UV-1208 SHIMADZU
pH metre	İnoLab. wtw serisi
Fırın	Protherm PLF 120/5
Analitik terazi	Sartorius BL210S
Etüv	Nüve FN 400

3.2. Metot

3.2.1. Kullanılan Çözeltilerin Hazırlanması

- a) Borik asit : 0.275 mg L⁻¹, 0.55 mg L⁻¹, 1.1 mg L⁻¹, 2.2 mg L⁻¹, 3.3 mg L⁻¹, 4.4 mg L⁻¹, 5.5 mg L⁻¹, 11 mg L⁻¹, 22 mg L⁻¹, 33 mg L⁻¹, 44 mg L⁻¹, 55 mg L⁻¹ borik asidin sudaki çözeltileri hazırlandı.
- b) HCl : Şişe üzerindeki özellikler kullanılarak (d : 1.19 g/cm³ , % 37'lik) 0.1 N'lik HCl çözeltisi hazırlandı.
- c) H₂SO₄ : Şişe üzerindeki özellikler kullanılarak (d : 1.84 g/cm³ , % 95- 98'lik) 4 N'lik H₂SO₄ çözeltisi hazırlandı.
- d) NaOH : 0.2 N NaOH'ın sudaki çözeltisi hazırlandı.
- e) Askorbik asit : Askorbik asitin % 1'lik sudaki çözeltisi hazırlandı.
- f) Tampon çözelti : 25 g amonyum asetat, 1.5 g EDTA di sodyum tuzu, 40 ml su, 12.5 ml asetik asit eklenerek tampon çözelti hazırlandı.
- g) Azometin-H : 0.45 g azometin-H katısı, 100 ml % 1'lik askorbik asit çözeltisinde çözülerek azometin-H çözeltisi hazırlandı.

3.2.2. Örnek Alınan İstasyonların Seçimi

Hatay, Türkiye'nin güneyinde bulunan, 5403 km²'lik alana sahip, İskenderun Körfezi, Adana, Osmaniye, Gaziantep ve Suriye arasında yer alan bir sınır şehridir. Hatay topraklarının % 46'sı dağlardan, % 34'ü ovalardan ve % 20'si platolardan oluşmaktadır. Akdeniz'de 152 km kıyısı bulunmaktadır. Nüfusu 2000 nüfus sayımına

göre 1.253.726'dır. Nüfusun % 61.63'ü tarım, % 8.41'i sanayi, % 26.4'ü hizmetler ve % 3.6'sı inşaat sektöründe çalışmaktadır.

Hatay'ın en kuzeyinde Dört Yol, ortasında İskenderun ve en güneyinde Samandağ olmak üzere üç istasyon Amanos dağları ile Akdeniz arasında seçilmiştir. Diğer 3 istasyon ise, Amik ovasının kuzeyinde Kırıkhan, doğusunda Reyhanlı ve ovanın merkezi olmak üzere Amanos dağlarının arkasındaki Amik ovasının karakteristiğini ortaya koyacak şekilde belirlenmiştir. Ovanın güneyi ve batısı dağlarla kaplı olduğu için tarım yapılamamaktadır.



Şekil 3.1. Örnek alınan istasyonların haritası

3.2.3. Örneklerin Alınması

Yukarıda belirtilen 6 farklı istasyondan toprak örnekleri ve bu topraklarda yetişen çeşitli bitki örnekleri, 32 çeşit sebze (bakla, bezelye, kabak, fasulye, ıspanak, havuç, karnabahar, domates, lahana, salatalık, patlıcan, pırasa, patates, roka, nane, kekik, maydanoz, kırmızılâhana, turp, marul, beyaz turp, tere, limon, kuru soğan, yeşil soğan, ebegümece, dolma biber, kırmızıbiber, yeşilbiber, sarımsak, balkabağı, pazı) ve 17 çeşit meyve (ayva, armut, çilek, çağla, kavun, kayısı, karpuz, erik, yenedünya, portakal, mandalina, elma, greyfurt, nar, muz, kiraz, şeftali) alınmıştır. (Her istasyona ait hem toprak hem de bitkilerden üçer örnek alınmıştır). Toprak örnekleri 0-30 cm derinlikten alınmıştır. Tüm bitki ve toprak örnekleri PET kapların içerisine konularak, analizlerin yapılacağı laboratuara getirilmiş ve bekletilmeden analizleri yapılmıştır.

3.2.4. Toprak Analizleri

Laboratuara getirilen toprak numuneleri, temiz ve kalın kâğıtlar üzerine serilerek kurutulmuştur. Kurumayı kolaylaştırmak için, gözle görülebilen taş parçaları alınmış, büyük topraklar elle ufalanmış ve ara sıra karıştırılarak topraklar alt üst edilmiştir. Kurutma işlemi tamamlanan toprak örnekleri 100 mesh'lik elekten geçirilerek homojenleştirilmiştir. Öncelikle, toprak örneklerinin pH'ları belirlenmiştir. Bu amaçla, toprak örneklerinden 4'er gram alınarak üzerlerine 10 ml saf su eklenmiştir. 24 saat bekletildikten sonra, süzgeç kâğıdından süzülerek, pH metre aracılığıyla süzüntülerin pH'ları ölçülmüştür. Daha sonra, kurutulmuş toprak örneklerinden yaklaşık 1'er gram alınarak üzerlerine 5'er g kuru sodyum karbonat eklenmiştir. İyice karıştırıldıktan sonra 900 °C'de sabit tutulan fırında 30 dakika süre ile tutulmuşlardır. Yeterince soğutulduktan sonra, 50 ml saf su içeren kaplara alınarak, her seferinde 5 ml 4 N H₂SO₄ eklenerek ergitilmiş kütlelerin çözünmesi sağlanmıştır. Birkaç damla fenolftalein eklenmiş ve çözeltilerin pH'ları 0.2 N NaOH aracılığıyla hafif bazik yapıldıktan sonra, etil alkol ile çözeltilerin hacmi 100 ml'ye tamamlanmıştır. Süzgeç kâğıdından süzülükten sonra süzüntülerin hacmi 25 ml kalıncaya kadar su banyosunda buharlaştırılmıştır (Kacar, 1995). Daha sonra, 1'er ml alınıp, üzerlerine 2 ml asetik asit / amonyum asetat tamponu ve 2 ml azometin-H çözeltisi eklenerek iyice

karıştırılmışlardır. 30 dakika bekletildikten sonra 420 nm dalga boyuna ayarlanmış UV/VIS spektrofotometresinde absorbanları ölçülmüştür (Downing ve Strong, 1998).

3.2.5. Bitki Analizleri

Bitki numuneleri porselen havanda iyice ezilip, homojen hale getirildikten sonra yaklaşık 0.5'er gramlık örnekler alınarak 24 saat süre ile derişik (% 65'lik) HNO₃'de bekletilmişlerdir. Süzgeç kağıdından süzöldükten sonra, süzöntölerden 1'er ml alınarak saf su ile 25 ml'ye seyreltilmişlerdir (Zaijun ve ark., 2006). Sonra bu özöeltölerden 1'er ml alınıp, özerlerine 2 ml asetik asit / amonyum asetat tamponu ve 2 ml azometin-H özöeltisi eklenerek iyice karıştırılmışlardır. 30 dakika bekletildikten sonra 420 nm dalga boyuna ayarlanmış UV/VIS spektrofotometresinde absorbanları ölçölmüştür (Downing ve Strong, 1998).

3.2.6. Toprak ve Bitki Örneğlerinin Bor Derişimlerinin Belirlenmesi

Öncelikle, borik asit kullanılarak, uygun konsantrasyonlarda (0.275 mg L⁻¹, 0.55 mg L⁻¹, 1.1 mg L⁻¹, 2.2 mg L⁻¹, 3.3 mg L⁻¹, 4.4 mg L⁻¹, 5.5 mg L⁻¹, 11 mg L⁻¹, 22 mg L⁻¹, 33 mg L⁻¹, 44 mg L⁻¹, 55 mg L⁻¹) standart bor özöeltöleri hazırlanmıştır. Bu konsantrasyonlar, kalibrasyon eğrisinin lineer olduğu bölgede seçilmiştir. Hazırlanan standart özöeltölerden 1'er ml alınıp, özerlerine 2 ml asetik asit / amonyum asetat tamponu ve 2 ml azometin- H özöeltisi eklenerek iyice karıştırılmışlardır. 30 dakika bekletildikten sonra 420 nm dalga boyuna ayarlanmış UV/VIS spektrofotometresi aracılığıyla absorbanları ölçölmüştür. Absorbans şiddetleri standart özöeltölerin bilinen konsantrasyonlarına karşı grafiğe geçirilmiş ve böylece kalibrasyon doğruları elde edilmiştir. Daha sonra, gerekli işlemler uygulanarak analize hazırlanan bitki ve toprak numunelerinin absorbanları ölçölmüş ve kalibrasyon doğrularından yararlanılarak bor içerikleri belirlenmiştir. Tüm ölçömler üçer kez tekrarlanmıştır.

3.2.7. Toprak ile Bitki Örnekleri Arasındaki Korelasyonun İncelenmesi

Korelasyon analizinde, bir ana kütlede seçilmiş en az iki veya daha fazla örnek grup alınarak, bu gruplar arasındaki etkileşime bir katsayı yardımıyla bakılmaktadır. Bu katsayıya korelasyon katsayısı adı verilmekte ve r ile gösterilmektedir.

Korelasyon katsayısının alabileceği en küçük değer -1 , en büyük değer ise $+1$ olmakta, başka bir anlatımla korelasyon katsayısı r , $-1 \leq r \leq +1$ arasında değerler almaktadır.

Korelasyon katsayısının işareti pozitifse, değişkenlerden birinin değerinin artarken (azalırken) diğerinin de arttığını (azaldığını) göstermektedir. Korelasyon katsayısının işareti negatifse, değişkenlerden birinin değeri artarken (azalırken) diğerinin değerinin azaldığını (arttığını) göstermektedir. Yani ters yönlü bir ilişki söz konusudur.

$r = 0$ olduğunda ise, değişkenler arasında doğrusal bir ilişki bulunmamaktadır.

r 'nin $+1$ 'e eşit olması, değişkenler arasında pozitif ve tam doğrusal bir ilişkinin varlığını ortaya koymaktadır.

r 'nin -1 'e eşit olması ise, değişkenler arasında negatif ve tam doğrusal bir ilişkiyi belirlemektedir. Değişkenler arasındaki ilişki kuvvetlendikçe ± 1 'e, zayıfladıkça da sıfıra yaklaşan bir korelasyon katsayısı elde edilmektedir.

Korelasyon katsayısının yorumunu, tam değerler dışında ara değerler için yapmak oldukça güçtür. Ara değerler için katsayı değerlendirilirken, örnek gözlem sayısı (n) oldukça önemlidir. Çok fazla gözleme dayanan (serbestlik derecesi = 60) değerlendirmelerde 0.25 'e kadar düşmüş bir korelasyon katsayısı bile anlamlı sayılabilmektedir. Fakat az sayıda, 5 gözleme dayanan değerlendirmelerde önemli bir korelasyon için katsayının 0.7545 'in üstünde olması gerekmektedir.

X ve Y diye adlandırabileceğimiz n adet gözlem değerine ait, iki değişken grup varsa, (iki grup aralarında neden sonuç ilişkisi olan gruplar da olabilir) bu gruplar arasındaki korelasyon katsayısı aşağıda verilen formülden yararlanılarak hesaplanabilmektedir.

$$r = \frac{\sum x \cdot y}{\sqrt{(\sum x^2)(\sum y^2)}} \quad (3.1)$$

1. X ve Y, n adet gözlemden oluşan iki değişken gözlem dizisini ifade etmektedir.
2. $(Y - \bar{Y}) = y$ olarak, $(X - \bar{X}) = x$ olarak ifade edilmektedirler. Tüm gözlem değerleri ortalamadan çıkarılarak x ve y dizileri oluşturulmaktadır.
3. x ile y dizisinin değerleri teker teker çarpılarak toplamları bulunmaktadır.
4. x dizisinin ve y dizisinin ayrı ayrı kareleri alınarak toplamları bulunmaktadır.
5. x ile y dizisinin çarpılarak toplamları alınmış değer, x dizisinin karesi alınarak toplamı bulunmuş değer ile y dizisinin çarpılarak toplamları alınmış değere bölünmektedir.

Korelasyon katsayısının anlamlılığı t testi kullanılarak, n-2 serbestlik derecesine göre aşağıdaki bağıntıdan yararlanılarak $\alpha = 0.05$ ve $\alpha = 0.01$ için test edilmektedir.

$$t = \frac{r \cdot \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \quad (3.2)$$

$\alpha = 0.05$ için $t_{\text{hesap}} > t_{0.95}$ ise, $\alpha = 0.01$ için $t_{\text{hesap}} > t_{0.01}$ ise, r istatistiksel olarak anlamlıdır denilmektedir (Orhunbilge, 1996).

Toprak ve bitki örnekleri için belirlenmiş olan bor derişimlerinden ve eşitlik 3-1'den yararlanılarak, toprak örneklerindeki bor miktarları ile bitkilere geçen bor miktarları arasındaki korelasyon incelenmiştir. Daha sonra, korelasyon katsayılarının anlamlılıkları t testi kullanılarak test edilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Yapılan tüm deneysel çalışmalar, bu teze kaynak oluşturan önceki çalışmalar ve elde edilen bulgular tartışılmıştır. Araştırma bulguları ve tartışma, materyal ve metot kısmındaki alt başlıklara uygun olarak verilmiştir.

4.1. Toprak Analizleri ile İlgili Tartışmalar

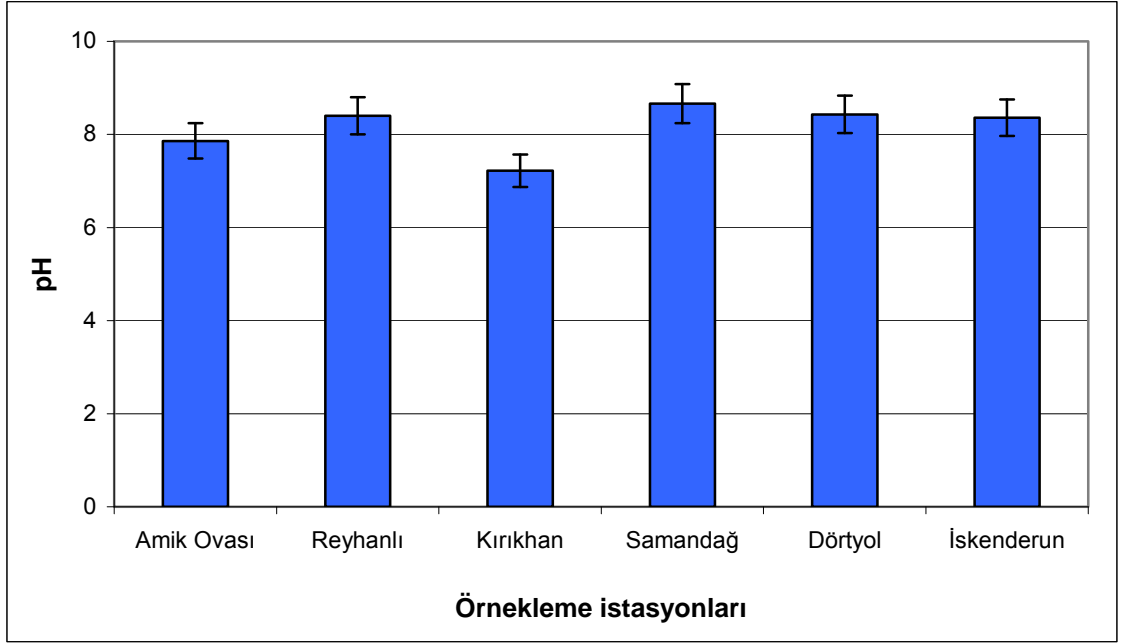
Hatay'ın 6 farklı bölgesinden (Amik Ovası, Reyhanlı, Kırıkhan, Samandağ, Dört Yol, İskenderun) alınarak, analiz edilen toprak örneklerinin bor içerikleri Çizelge 4.1.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Toprak örneklerinin bor içerikleri (* N = 9)

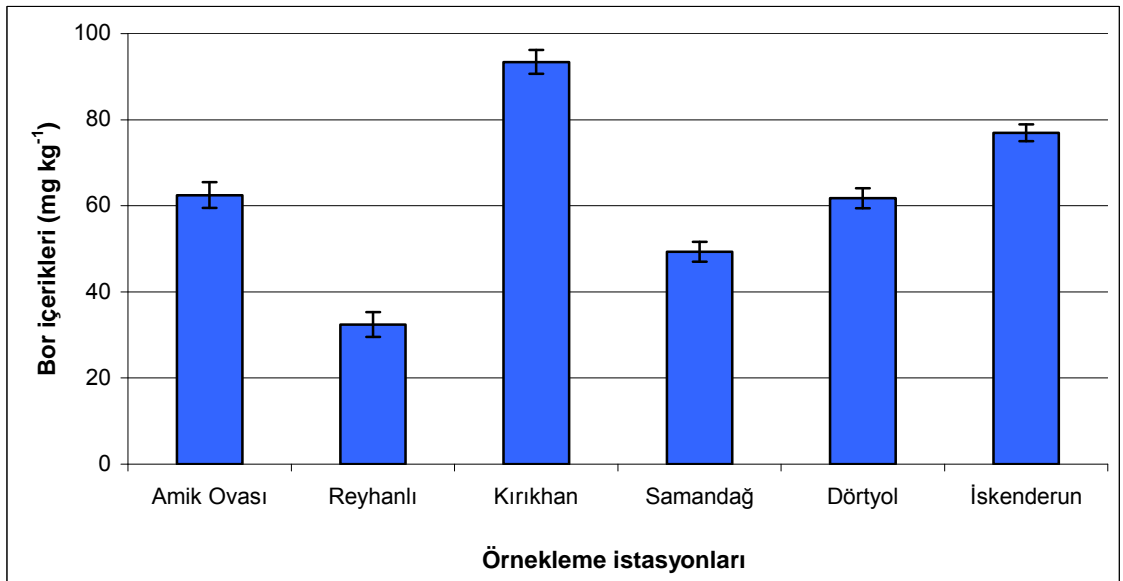
Örnek Alınan İstasyonlar	Toprak pH'ı	Bor Derişimi (mg kg ⁻¹)*
Amik Ovası	7.86 ± 0.38	62.49 ± 2.98
Reyhanlı	8.40 ± 0.40	32.43 ± 2.90
Kırıkhan	7.22 ± 0.35	93.43 ± 2.75
Samandağ	8.66 ± 0.42	49.32 ± 2.29
Dört Yol	8.43 ± 0.40	61.77 ± 2.35
İskenderun	8.36 ± 0.39	76.95 ± 1.98

Elde edilen sonuçları daha rahat karşılaştırabilmek amacıyla, toprak örneklerinin pH'ları ve bor içerikleri sütun grafiklerle, sırasıyla Şekil 4.1. ve 4.2.'de gösterilmiştir. Bu şekillerden, toprak örneklerinin pH'larının 7.22 (± 0.35) – 8.66 (± 0.42) arasında, bor içeriklerinin ise, 32.43 (± 2.90) – 93.43 (± 2.75) mg kg⁻¹ arasında olduğu görülmektedir. Literatürde, topraklardaki toplam bor miktarlarının genellikle, 7 - 80 mg kg⁻¹ arasında değiştiği ve bor içerikleri < 10 mg kg⁻¹ olan toprakların borca fakir, 10-100 mg kg⁻¹ arasında olan toprakların ise borca zengin olarak ifade edildiği belirtilmektedir (Güneş ve ark., 2000). Bu da, Hatay Bölgesi topraklarının bor açısından zengin olduğunu göstermektedir. Hatay'ın ilçeleri arasında, Kırıkhan bor bakımından en zengin toprağa sahipken (93.43 ± 2.75 mg kg⁻¹), Reyhanlı bor açısından en fakir toprağa

sahiptir ($32.43 \pm 2.90 \text{ mg kg}^{-1}$). Samandağ toprağının pH'ı en yüksek (8.66 ± 0.42), Kırıkhan toprağının pH'ı ise, en düşüktür (7.22 ± 0.35).



Şekil 4.1. Toprak örneklerinin pH'ları



Şekil 4.2. Toprak örneklerinin bor içerikleri

4.2. Bitki Analizleri ile İlgili Tartışmalar

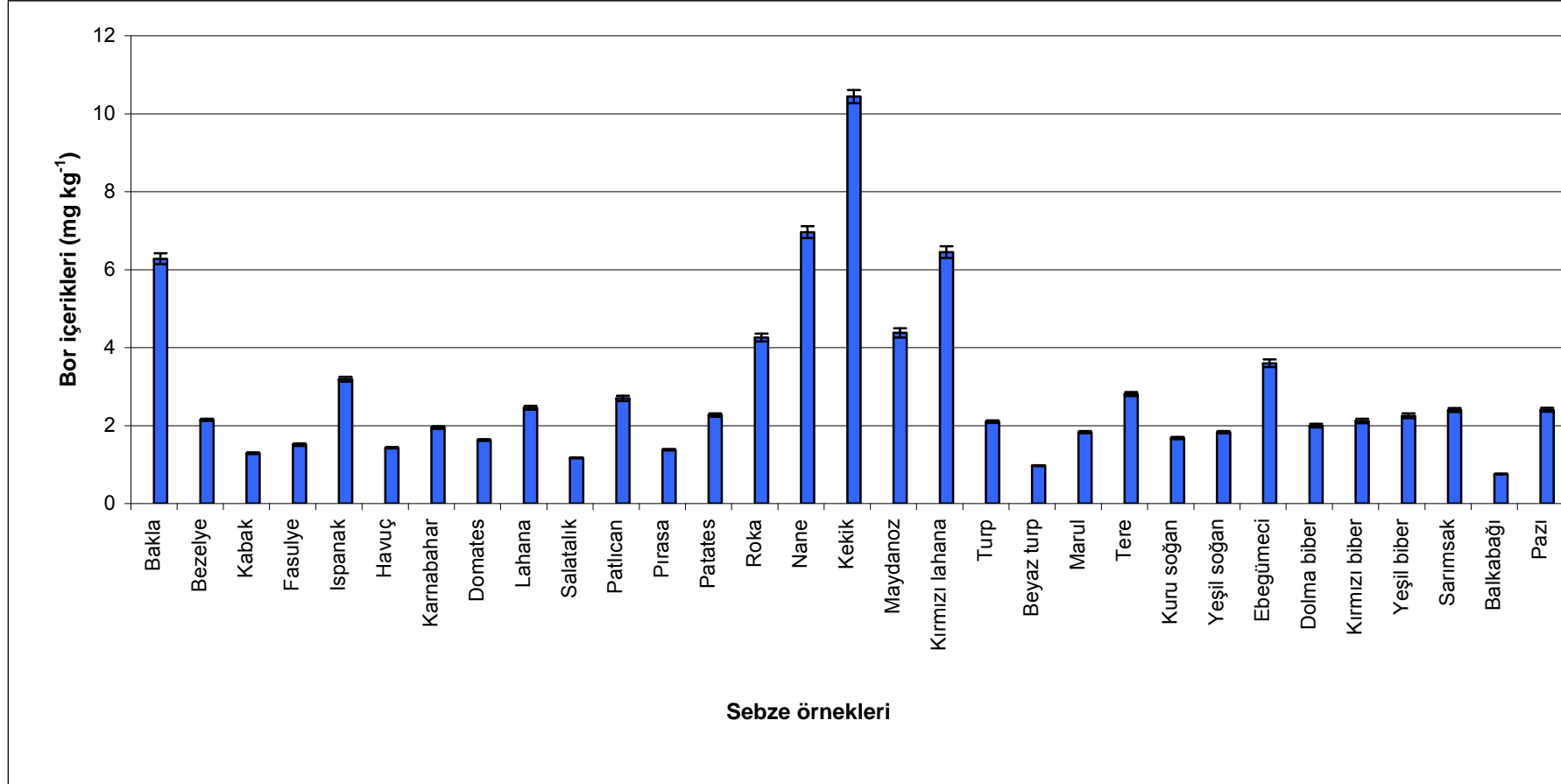
Analiz edilen sebze ve meyve örneklerinin bor içerikleri sırasıyla Çizelge 4.2 ve 4.3'de verilmiştir. Ayrıca, 6 farklı istasyona ait veriler kullanılarak oluşturulan sebze ve meyve örneklerinin ortalama bor derişimleri sütun grafiklerle gösterilmiştir (Şekil 4.3 ve Şekil 4.4). Çizelge 4.2 ve 4.3 incelendiğinde, en fazla borun Kırıkhan'da yetişen sebze ve meyvelere geçtiği görülmektedir. Bitkilerce topraktan borun alınabilirliğini etkileyen en önemli faktör toprağın pH'ıdır. Literatürde, toprakların çözünür bor konsantrasyonu ile toprakların pH'ı arasında negatif bir korelasyonun olduğu ve toprak pH'ının artmasıyla bir taraftan ortamdaki borik asit borat anyonlarına dönüşürken, diğer taraftan da borun bitkiler tarafından alınmasında azalma görüldüğü belirtilmiştir (Şekil 4.5) (Elrashidi ve O'connor, 1982; Güneş ve ark., 2000). Tüm ilçeler içerisinde Kırıkhan'ın toprağı hem en düşük pH'a, hem de borca en zengin toprağı sahiptir. Bor bakımından en fakir olan ve pH'ı da yüksek olan Reyhanlı ilçesinde yetişen bitkilere ise, bor çok az miktarlarda geçebilmiştir. Tüm ilçeleri kapsayan ortalama bor derişimlerine bakıldığında (Şekil 4.3 ve Şekil 4.4), en fazla bor içeren bitkilerin kekik, nane, kırmızı lahana, bakla, ayva, nar ve portakal olduğu görülmektedir. Ayrıca, portakal, mandalina, greyfurt, limon gibi narenciyelerin sıkılmasıyla elde edilen suların daha az bor içerdiği, posa kısımlarının bor bakımından daha zengin olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.2. Sebze örneklerinin bor içerikleri (* N = 9)

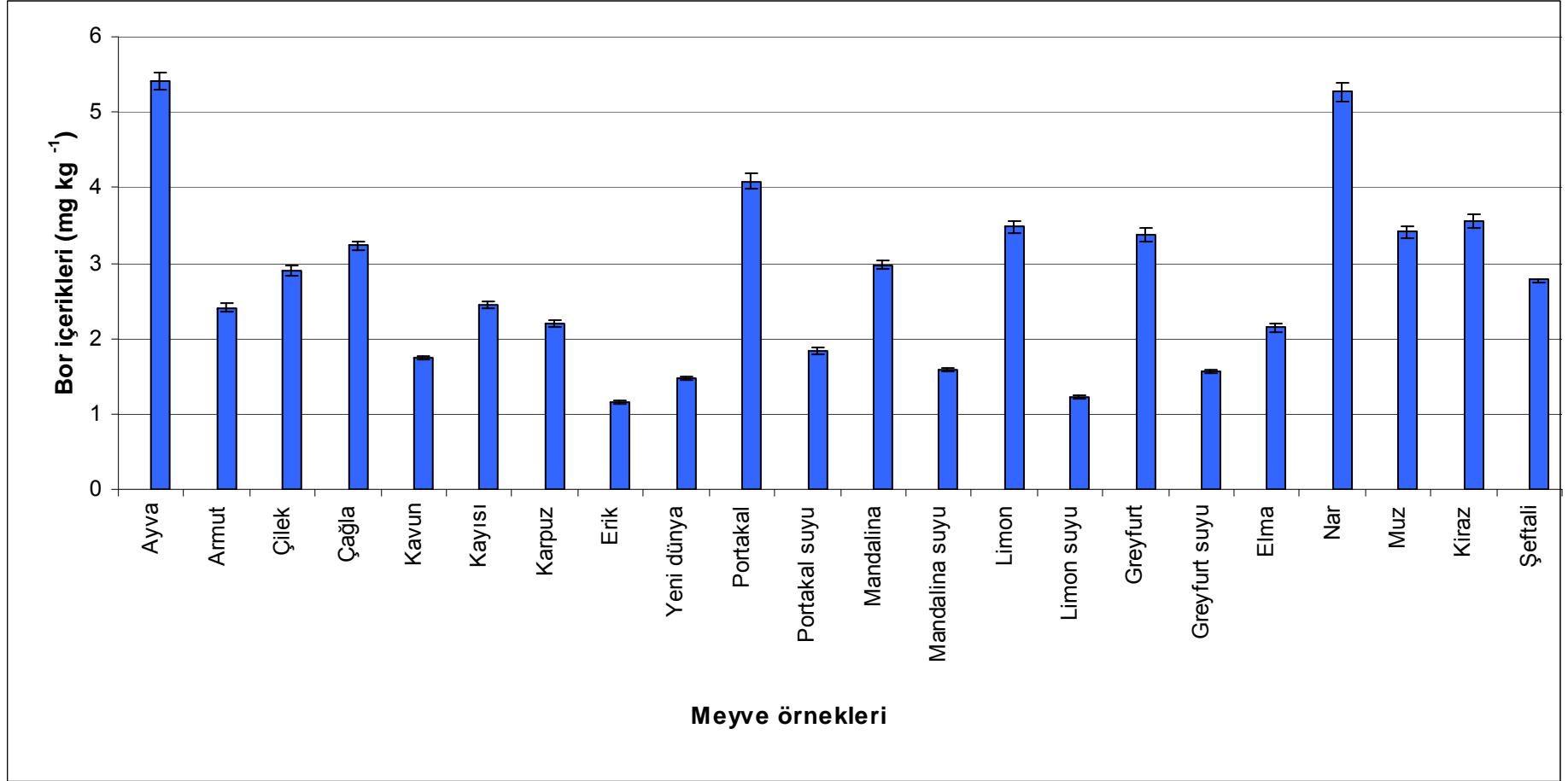
Sebze Örnekleri	Örnek Alınan İstasyonlar						Ortalama Bor içeriği
	Amik Ovası	Reyhanlı	Kırıkhan	Samandağ	Dörtüyl	İskenderun	
Bor İçeriği (mg kg ⁻¹)*							
Bakla	6.18 ± 0.38	3.02 ± 0.20	11.10±0.44	3.68 ± 0.22	5.05 ± 0.32	8.65 ± 0.40	6.28 ± 0.14
Bezelye	2.21 ± 0.10	1.55 ± 0.05	2.67 ± 0.10	1.94 ± 0.06	1.98 ± 0.06	2.53 ± 0.10	2.15 ± 0.03
Kabak	1.42 ± 0.05	1.06 ± 0.04	1.51 ± 0.06	1.08 ± 0.04	1.25 ± 0.04	1.43 ± 0.06	1.29 ± 0.02
Fasulye	1.42 ± 0.05	1.08 ± 0.04	2.49 ± 0.12	1.24 ± 0.04	1.38 ± 0.05	1.43 ± 0.05	1.51 ± 0.03
Ispanak	3.24 ± 0.18	2.56 ± 0.14	3.78 ± 0.20	2.98 ± 0.10	3.08 ± 0.15	3.49 ± 0.16	3.19 ± 0.06
Havuç	1.46 ± 0.05	1.02 ± 0.02	1.76 ± 0.06	1.32 ± 0.04	1.43 ± 0.06	1.57 ± 0.08	1.43 ± 0.02
Karnabahar	2.10 ± 0.07	1.24 ± 0.04	2.67 ± 0.10	1.57 ± 0.04	1.84 ± 0.06	2.28 ± 0.08	1.95 ± 0.03
Domates	1.65 ± 0.05	1.02 ± 0.02	2.69 ± 0.10	1.16 ± 0.04	1.38 ± 0.04	1.85 ± 0.06	1.63 ± 0.02
Lahana	2.86 ± 0.12	1.37 ± 0.03	3.53 ± 0.20	1.52 ± 0.04	2.48 ± 0.10	3.03 ± 0.20	2.46 ± 0.05
Salatalık	1.18 ± 0.04	0.39 ± 0.01	1.98 ± 0.05	0.98 ± 0.02	1.08 ± 0.04	1.43 ± 0.05	1.17 ± 0.01
Patlıcan	2.38 ± 0.12	1.14 ± 0.04	6.30 ± 0.38	1.57 ± 0.04	2.31 ± 0.08	2.49 ± 0.10	2.70 ± 0.07
Pırasa	1.43 ± 0.05	0.98 ± 0.01	1.93 ± 0.06	1.12 ± 0.04	1.38 ± 0.04	1.43 ± 0.05	1.38 ± 0.02
Patates	2.90 ± 0.12	1.04 ± 0.02	3.08 ± 0.12	1.66 ± 0.06	1.98 ± 0.06	2.98 ± 0.12	2.27 ± 0.04
Roka	4.59 ± 0.30	2.35 ± 0.12	5.94 ± 0.32	3.34 ± 0.16	4.32 ± 0.28	5.03 ± 0.30	4.26 ± 0.10
Nane	6.48 ± 0.40	3.69 ± 0.22	12.60±0.45	4.72 ± 0.30	6.42 ± 0.40	7.88 ± 0.41	6.96 ± 0.15
Kekik	8.39 ± 0.42	6.12 ± 0.38	17.90±0.45	7.25 ± 0.39	7.95 ± 0.40	15.00± 0.42	10.44 ± 0.17
Maydanoz	4.54 ± 0.29	3.79 ± 0.26	4.85 ± 0.32	4.12 ± 0.26	4.34 ± 0.28	4.63 ± 0.30	4.38 ± 0.12
Kırmızı lahana	6.85 ± 0.40	5.42 ± 0.34	7.62 ± 0.40	5.55 ± 0.34	6.12 ± 0.38	7.16 ± 0.40	6.45 ± 0.15
Turp	2.16 ± 0.08	1.38 ± 0.05	3.08 ± 0.12	1.43 ± 0.06	2.08 ± 0.08	2.46 ± 0.10	2.10 ± 0.03
Beyaz turp	1.12 ± 0.04	0.38 ± 0.01	1.58 ± 0.05	0.54 ± 0.01	0.96 ± 0.01	1.26 ± 0.04	0.97 ± 0.01
Marul	2.10 ± 0.06	0.84 ± 0.01	2.42 ± 0.10	1.51 ± 0.05	1.88 ± 0.06	2.25 ± 0.08	1.83 ± 0.03
Tere	3.05 ± 0.12	1.86 ± 0.06	3.71 ± 0.14	2.08 ± 0.10	2.86 ± 0.12	3.33 ± 0.13	2.81 ± 0.05
Kuru soğan	1.87 ± 0.06	1.18 ± 0.04	2.15 ± 0.10	1.36 ± 0.05	1.43 ± 0.05	2.08 ± 0.10	1.68 ± 0.03
Yeşil soğan	1.66 ± 0.05	0.92 ± 0.01	2.75 ± 0.10	1.55 ± 0.05	1.62 ± 0.05	2.45 ± 0.10	1.83 ± 0.03
Ebegümeci	4.23 ± 0.25	1.08 ± 0.03	5.40 ± 0.34	1.93 ± 0.08	4.02 ± 0.26	4.95 ± 0.30	3.60 ± 0.10
Dolma biber	1.51 ± 0.04	0.88 ± 0.01	5.32 ± 0.32	1.20 ± 0.04	1.43 ± 0.05	1.66 ± 0.05	2.00 ± 0.05
Kırmızı biber	1.83 ± 0.05	0.84 ± 0.01	5.72 ± 0.34	0.98 ± 0.01	1.39 ± 0.04	1.97 ± 0.05	2.12 ± 0.06
Yeşil biber	1.80 ± 0.05	1.14 ± 0.04	5.48 ± 0.32	1.43 ± 0.05	1.66 ± 0.05	1.98 ± 0.08	2.25 ± 0.06
Sarımsak	2.47 ± 0.10	1.47 ± 0.05	3.80 ± 0.24	1.66 ± 0.05	2.14 ± 0.08	2.85 ± 0.14	2.40 ± 0.05
Balkabağı	0.73 ± 0.01	0.38 ± 0.01	1.47 ± 0.04	0.45 ± 0.01	0.72 ± 0.01	0.81 ± 0.01	0.76 ± 0.01
Pazı	2.21 ± 0.08	1.39 ± 0.05	3.83 ± 0.24	1.97 ± 0.06	2.19 ± 0.08	2.89 ± 0.10	2.41 ± 0.05

Çizelge 4.3. Meyve örneklerinin bor içerikleri (* N = 9)

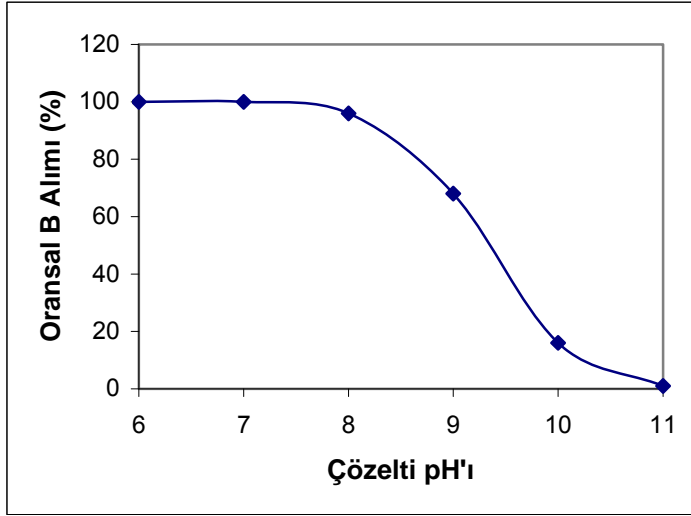
Meyve Örnekleri	Örnek Alınan İstasyonlar						Ortalama Bor İçeriği
	Amik Ovası	Reyhanlı	Kırıkhan	Samandağ	Dört Yol	İskenderun	
	Bor içeriği (mg kg ⁻¹)*						
Ayva	4.48 ± 0.30	1.79 ± 0.05	13.61±0.45	2.85 ± 0.08	4.16 ± 0.28	5.60 ± 0.32	5.41 ± 0.11
Armut	2.56 ± 0.06	1.39 ± 0.04	4.22 ± 0.28	1.66 ± 0.05	2.06 ± 0.05	2.57 ± 0.06	2.41 ± 0.05
Çilek	2.30 ± 0.04	1.59 ± 0.04	7.07 ± 0.40	1.66 ± 0.05	2.02 ± 0.05	2.69 ± 0.06	2.89 ± 0.07
Çağla	3.32 ± 0.13	2.48 ± 0.10	3.81 ± 0.24	3.04 ± 0.12	3.28 ± 0.13	3.44 ± 0.14	3.23 ± 0.06
Kavun	1.98 ± 0.06	0.63 ± 0.01	2.21 ± 0.08	1.66 ± 0.05	1.92 ± 0.05	2.06 ± 0.07	1.74 ± 0.02
Kayısı	2.48 ± 0.10	1.12 ± 0.04	4.18 ± 0.28	2.10 ± 0.05	2.23 ± 0.08	2.61 ± 0.06	2.45 ± 0.05
Karpuz	2.05 ± 0.07	0.57 ± 0.01	5.10 ± 0.30	1.35 ± 0.05	1.98 ± 0.05	2.10 ± 0.07	2.19 ± 0.05
Erik	1.33 ± 0.05	0.41 ± 0.01	1.59 ± 0.05	0.94 ± 0.01	1.24 ± 0.04	1.44 ± 0.05	1.16 ± 0.02
Yeni dünya	1.55 ± 0.05	0.41 ± 0.01	2.81 ± 0.10	0.94 ± 0.01	1.46 ± 0.05	1.69 ± 0.06	1.48 ± 0.02
Portakal	4.18 ± 0.28	2.01 ± 0.06	7.11 ± 0.40	2.25 ± 0.05	4.02 ± 0.26	4.89 ± 0.30	4.08 ± 0.10
Portakal suyu	1.83 ± 0.05	0.92 ± 0.01	3.52 ± 0.22	1.19 ± 0.04	1.68 ± 0.05	1.87 ± 0.05	1.84 ± 0.04
Mandalina	2.96 ± 0.12	1.97 ± 0.06	5.03 ± 0.28	2.25 ± 0.08	2.58 ± 0.06	3.00 ± 0.20	2.97 ± 0.06
Mandalina suyu	1.85 ± 0.05	0.82 ± 0.01	2.63 ± 0.06	1.03 ± 0.04	1.26 ± 0.04	1.87 ± 0.05	1.58 ± 0.02
Limon	3.44 ± 0.15	1.93 ± 0.08	6.39 ± 0.38	2.30 ± 0.08	3.00 ± 0.12	3.81 ± 0.24	3.48 ± 0.08
Limon suyu	1.16 ± 0.04	0.34 ± 0.01	2.66 ± 0.10	0.76 ± 0.01	1.11 ± 0.04	1.28 ± 0.04	1.22 ± 0.02
Greyfurt	3.55 ± 0.16	1.59 ± 0.05	5.19 ± 0.34	1.87 ± 0.06	3.05 ± 0.20	4.96 ± 0.32	3.37 ± 0.09
Greyfurt suyu	1.70 ± 0.04	0.78 ± 0.01	2.51 ± 0.08	0.96 ± 0.01	1.62 ± 0.04	1.83 ± 0.05	1.57 ± 0.02
Elma	2.06 ± 0.07	0.86 ± 0.01	4.67 ± 0.30	1.19 ± 0.04	1.91 ± 0.05	2.14 ± 0.07	2.14 ± 0.05
Nar	5.55 ± 0.30	2.89 ± 0.10	7.71 ± 0.40	3.55 ± 0.22	5.21 ± 0.34	6.69 ± 0.40	5.27 ± 0.13
Muz	3.32 ± 0.14	2.52 ± 0.08	5.05 ± 0.30	2.93 ± 0.12	3.06 ± 0.20	3.60 ± 0.22	3.41 ± 0.08
Kiraz	3.79 ± 0.23	1.18 ± 0.04	6.23 ± 0.34	1.90 ± 0.05	3.49 ± 0.15	4.73 ± 0.28	3.55 ± 0.09
Şeftali	3.44 ± 0.14	1.22 ± 0.04	3.82 ± 0.24	1.57 ± 0.04	3.05 ± 0.12	3.63 ± 0.22	2.79 ± 0.06



Şekil 4.3. Sebze örneklerinin bor içerikleri



Şekil 4.4. Meyve örneklerinin bor içerikleri



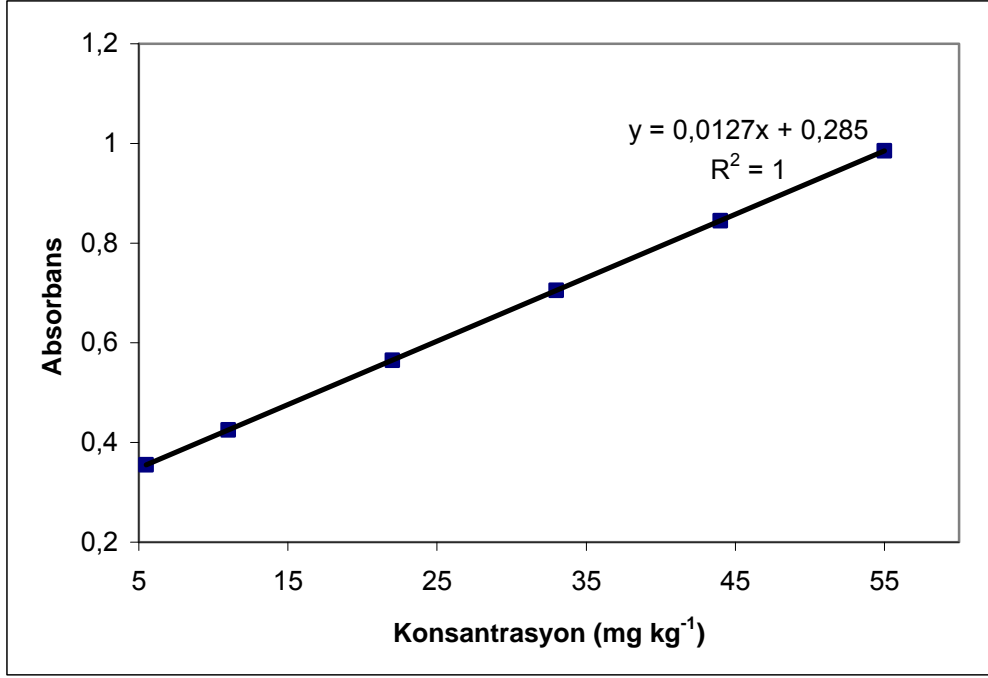
Şekil 4.5. Toprak pH'ına bağlı olarak bor alımındaki değişimler

4.3. Toprak ve Bitki Örneklerinin Bor Derişimlerinin Belirlenmesi ile İlgili Tartışmalar

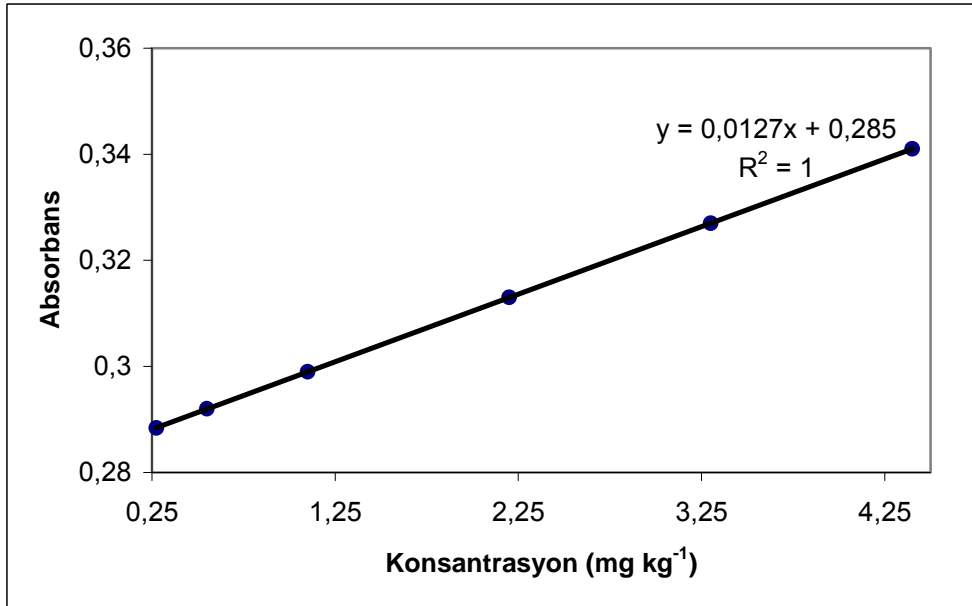
Bor tayininde kullanılan en yaygın metotlar spektrofotometrik metotlardır. Bu metotlarda kullanılan başlıca reaktifler ise, curcumin, azometin-H, quinalizarin ve karmimik asittir. Bunlar içerisinde azometin-H metodu, diğerlerine kıyasla daha hızlı, basit, hassas bir metot olması ve derişik asit kullanımını gerektirmemesi nedeniyle en çok tercih edilen metot olarak bilinmektedir (Zaijun ve ark., 2006). Bu bilgiler ışığı altında, gerek toprak örneklerindeki, gerekse sebze ve meyve örneklerindeki bor derişimlerinin belirlenmesinde azometin-H metodu kullanılmıştır.

Bor ile azometin-H'in meydana getirdikleri şelatta, renk oluşumu pH 4.5 ile 7.3 arasında ve minimum 30 dakikada tamamlanmaktadır (Harp, 1997). Bu nedenle, pH'ı ayarlamak için asetik asit / amonyum asetat tamponundan yararlanılmış ve UV/VIS spektrofotometresi aracılığıyla absorbanlar ölçülmeden önce, çözeltiler 30 dakika süre ile bekletilmiştir.

Hem toprak örneklerindeki, hem de bitki örneklerindeki bor derişimlerini belirleyebilmek amacıyla, standart borik asit çözeltileri kullanılarak elde edilen kalibrasyon doğruları Şekil 4.6. ve 4.7.'de verilmiştir.



Şekil 4.6. Bor için kalibrasyon doğrusu



Şekil 4.7. Bor için kalibrasyon doğrusu

4.4. Toprak ile Bitki Örnekleri Arasındaki Korelasyonun İncelenmesi ile İlgili Tartışmalar

Topraklardaki bor miktarları ile bitkilere geçen bor miktarları arasındaki korelasyon incelenmiştir. Sebze ve meyve örnekleri için hesaplanan korelasyon katsayıları Çizelge 4.4.'de verilmiştir. Çizelgeden de görüleceği gibi, tüm sebze ve meyve örnekleri için elde edilen korelasyon katsayıları 0.75'den büyüktür. Bu da, topraklardaki bor miktarları ile bitkilere geçen bor miktarları arasında kuvvetli bir korelasyonun olduğunu göstermektedir. Ayrıca, korelasyon katsayılarının anlamlılığı, *t* testi aracılığıyla test edilmiş ve hesaplanan *t* değerleri yine Çizelge 4.4'de verilmiştir. Bütün korelasyon katsayıları için hesaplanan *t* değerleri, gerek % 95 güven seviyesi için tablodan belirlenen $r_{0,95} = 0.8114$ değerinden, gerekse % 99 güven seviyesi için belirlenen $r_{0,01} = 0.9172$ değerinden büyük bulunmuştur. Bu da, tüm sebze ve meyve örnekleri için elde edilen korelasyon katsayılarının istatistiksel olarak anlamlı olduklarını göstermektedir.

Çizelge 4.4. Sebze ve meyve örneklerine ait korelasyon katsayıları ve hesaplanan t değerleri

Bitki Örnekleri	Korelasyon Katsayısı	t hesap	Bitki Örnekleri	Korelasyon Katsayısı	t hesap	Bitki Örnekleri	Korelasyon Katsayısı	t hesap
Bakla	0.967	7.59	Kırmızılâhana	0.943	5.67	Çağla	0.976	8.96
Bezelye	0.973	8.43	Turp	0.971	8.12	Kavun	0.878	3.67
Kabak	0.913	4.47	Beyaz turp	0.975	8.77	Kayısı	0.953	6.29
Fasulye	0.864	3.43	Marul	0.948	5.96	Karpuz	0.911	4.42
Ispanak	0.991	14.81	Tere	0.967	7.59	Erik	0.946	5.84
Havuç	0.987	12.28	Kuru soğan	0.920	4.69	Yenidünya	0.977	9.16
Karnabahar	0.986	11.83	Yeşil soğan	0.974	8.60	Portakal	0.968	7.71
Domates	0.948	5.96	Ebegümeci	0.948	5.96	Mandalina	0.903	4.20
Lahana	0.949	6.02	Dolma biber	0.815	2.81	Limon	0.935	5.27
Salatalık	0.987	12.28	Kırmızıbiber	0.847	3.19	Greyfurt	0.956	6.52
Patlıcan	0.873	3.58	Yeşilbiber	0.825	2.92	Elma	0.911	4.42
Pırasa	0.958	6.68	Sarımsak	0.970	7.98	Nar	0.984	11.04
Patates	0.905	4.25	Balkabağı	0.932	5.14	Muz	0.930	5.06
Roka	0.988	12.79	Pazı	0.978	9.38	Kiraz	0.989	13.37
Nane	0.954	6.36	Ayva	0.893	3.97	Şeftali	0.907	4.31
Kekik	0.923	4.80	Armut	0.931	5.10			
Maydanoz	0.975	8.77	Çilek	0.824	2.91			

Sd=4 için $r_{0.05}=0,8114$, $r_{0.01}=0,9172$; korelasyon ilişkisinde kullanılan t değerleri $t_{0.05}=2,776$, $t_{0.01}=4,604$

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

İnsanlarda bor alımı, bor açısından zengin topraklarda yetiştirilen ya da bor içeren tarım ilaçlarıyla ilaçlanan veya bor gübresi uygulanan bitkilerin yenilmesi, yüksek miktarda bor içeren sulara avlanan balık gibi su ürünlerinin tüketilmesi ve bor kaynaklarına yakın bölgelerden elde edilen içme sularının içilmesiyle gerçekleşmektedir. Günümüzde, borun insan sağlığı açısından çok fazla yararının olduğu bilinmektedir. Hatta küçük çocukların öğrenme yetenek ve okul becerilerinin artmasına katkıda bulunduğu, sportif performans ve atletik yapının gelişmesini sağladığı için bor tabletleri satılmaktadır (Uygar ve Çetin, 2004). Bebeklerin ihtiyacını karşılamak amacıyla bor katkılı mamalar tercih edilmektedir (Velioğlu ve Şimşek, 2003). Ayrıca, 1980 yılından beri iz element olarak tanımlanan bor, Dünya Sağlık Örgütü tarafından “insan sağlığı için olası temel elementler” sınıfına alınmıştır (WHO, 1996). Diyetle alınması gereken ortalama bor miktarları, 0-2 yaş arasındaki çocuklarda 853 mg, 25-30 yaş arasındaki bayanlarda 690 mg, erkeklerde 890 mg, 60-65 yaş arasındaki bayanlarda 754 mg, erkeklerde ise, 883 mg olarak belirlenmiştir (Velioğlu ve Şimşek, 2003). Bu kapsamda, günlük alınacak bor miktarının belirlenmesi insan sağlığı açısından son derece önem taşımaktadır. Yiyeceklerin içerdikleri bor miktarları bilirse, uygun yiyecekler tüketilerek günlük alınması gereken bor miktarı sağlık açısından yararlı olacak seviyede tutulabilir.

Birçok yabancı ülkede toprakların, bitkilerin, gıdaların, hayvan ve insanların bor statüsünü belirlemek için giderek artan araştırmalar yapılırken, ülkemizde tatmin edici bir çalışma bulunmamaktadır. Her şeyden önce, ülkemiz topraklarının bor içeriğinin belirlenmesi gerekmektedir. Ayrıca, bitkilerin, gıdaların, hayvanların ve insanların bor statülerinin de araştırılması gerekmektedir. Ülkemizde bor eksikliği ya da toksikliğinin bir yandan boyutlarının ne olduğu, diğer yandan da ekonomi ve sağlık açısından getirdiği olumsuzlukların hangi düzeyde olduğu ancak yapılacak çalışmalarla belirlenebilir. Bu çalışmada, Hatay Bölgesi topraklarının ve bu topraklarda yetişen çeşitli bitkilerin bor içerikleri saptanmıştır. Bu kapsamda, Hatay Bölgesinde gerçekleştirilen ilk çalışma olması nedeniyle büyük önem taşımaktadır.

Hatay Bölgesi topraklarının bor içeriğinin 32.43 (\pm 2.90) – 93.43 (\pm 2.75) ppm arasında olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bu değerler, Hatay Bölgesi topraklarının bor

açısından oldukça zengin olduğunu göstermektedir. İlçeler bazında bir karşılaştırma yapıldığında, borca en zengin topraktan en fakir toprağa doğru, sıranın Kırıkhan, İskenderun, Amik Ovası, Dört Yol, Samandağ ve Reyhanlı şeklinde olduğu görülmektedir.

Toprak örneklerinin pH değerlerinin $7.22 (\pm 0.35) - 8.66 (\pm 0.42)$ arasında olduğu saptanmıştır. İlçeler arasında, Samandağ toprağının pH'ı en yüksek, Kırıkhan toprağının pH'ı ise en düşük olarak bulunmuştur.

Borun topraktan bitkilere geçişi açısından, ilçeler arasında bir karşılaştırma yapıldığında, Kırıkhan'da yetişen bitkilere en fazla, Reyhanlı'da yetişen bitkilere ise en az geçtiği görülmüştür. Bu, Kırıkhan'ın hem en düşük pH'lı, hem de borca en zengin toprağa sahip olmasından, Reyhanlı'nın ise, aksine hem yüksek pH'lı ve hem de borca en fakir toprağa sahip olmasından kaynaklanmaktadır. $pH > 8$ olan topraklarda, bor $B(OH)_4^-$ anyonu halinde bulunmakta ve bu formda, hem demir ve alüminyum oksitlerin yüzeylerine kolayca adsorplanabilmekte, hem de kil minerallerinin yan yüzeylerinde bulunan OH^- grupları ile kolayca yer değiştirebilmektedir. Dolayısıyla, toprakta kalmayı tercih etmekte ve bitkiler tarafından alınamamaktadır.

Tüm ilçeleri kapsayan ortalama bor derişimlerine bakıldığında, en fazla bor içeren bitkilerin kekik (10.44 ± 0.17), nane (6.96 ± 0.15), kırmızılâhana (6.45 ± 0.15), bakla (6.28 ± 0.14), ayva (5.41 ± 0.11), nar (5.27 ± 0.13) ve portakal (4.08 ± 0.10) olduğu, en az bor içerenlerin ise, balkabağı (0.76 ± 0.01), beyaz turp (0.97 ± 0.01), salatalık (1.17 ± 0.01), erik (1.16 ± 0.02) ve yenedünya (1.48 ± 0.02) olduğu belirlenmiştir.

Kış sebze ve meyveleri ile, yaz sebze ve meyveleri arasında bor zenginliği açısından kayda değer bir fark bulunamamıştır.

Portakal, mandalina, limon, greyfurt gibi narenciyelerin bor içerikleri ile bu narenciyelerin sıkılması sonucunda ortaya çıkan sularının bor içerikleri karşılaştırıldığında, narenciyelerin kendilerinin daha fazla bor içerdiği görülmüştür. Bu, narenciyelerin sularından çok, posa kısımlarının bor açısından zengin olduğunu göstermektedir.

Topraklardaki bor miktarları ile bitkilere geçen bor miktarları arasındaki korelasyon incelendiğinde, tüm sebze ve meyve örnekleri için elde edilen korelasyon katsayıları $0.815 - 0.991$ arasında bulunduğu için, aralarında kuvvetli bir korelasyonun

olduğunu anlaşılmıştır. Altı farklı ilçede yetişen hem sebze, hem de meyve örneklerine geçen bor miktarları arasında bir karşılaştırma yapıldığında, bor geçişi en fazla olandan en az olana doğru sıranın Kırıkhan, İskenderun, Amik Ovası, Dörtyol, Samandağ ve Reyhanlı şeklinde olduğu belirlenmiştir. Bor açısından en zengin olan topraktan, en fakir olan toprağa doğru bir sıralama yapıldığında da, sıranın değişmediği, aynı olduğu görülmüştür.

Sonuç olarak, en azından Hatay Bölgesi topraklarının ve bu topraklarda yetişen çeşitli sebze ve meyvelerin bor içerikleri belirlenmiştir. Bu çalışmanın, ülkemizin diğer bölgelerinde de, benzer çalışmaların yapılması için, bir örnek teşkil edeceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Acarkan, N., 2002. Bor ürün çeşitleri ve kullanım alanları. **I. Uluslar arası Bor Sempozyumu**, 1-3.
- Anderson, D. L., Cunningham, W. C., Mackey, E. A., 1990. Determination of boron in food and biological reference materials by neutron capture prompt- γ activation. **Fresenius J. Anal. Chem.**, 338 : 554-558.
- Anderson, D.L., Cunningham, W. C., Lindstrom, T. R., 1994. Concentrations and intakes of H, B, S, K, Na, Cl, NaCl in foods. **J. Food Comp. Anal.**, 7:59-82.
- Armstrong, T. A., Spears, J. W., Crenshaw, T. D., Nielsen, F. H., 2000. Boron supplementation of a semipurified diet for weanling pigs improves feed efficiency and bone strength characteristics and alters plasma lipid metabolites. **J. Nutr.**, 130 : 2575-2581.
- Barr, R., Bottger, M., Crane, F. L., 1993. The effect of boron on plasma membrane electron transport and associated proton secretion by cultured carrot cells. **Biochem. Mol. Biol. Int.**, 31 : 31-39.
- Barranco, W. T., Eckhert, C.D., 2006. Cellular changes in boric acid treated DU-145 prostate cancer cells, **British Journal of Cancer**, 94 : 884-890.
- Belver, A., Donaire, J. P., 1983. Partial purification of soluble lipoxygenase of sunflower cotyledons : Action of boron on the enzyme and lipid constituents. **Z. Pflanzphysiol Bd.**, 109 : 309-317.
- Cui, Y., Winton, M. I., Zhang, Z. F., Rainey, C., Marshall, J. De Kernion, J. B., Eckhert, C. D., 2004. Dietary boron intake and prostate cancer risk, **Oncol. Rep.**, 11 (4) : 887-892.
- Çalık, A., 2002. Türkiye'nin bor madenleri ve özellikleri. **Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendis ve Makine Dergisi**, 508 : 36-41.
- Dolan, S. P., Capar, S. G., 2002. Multi-element analysis of food by microwave digestion and inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry. **Journal of Food Composition and Analysis**, 15 : 593-615.
- Downing, R. G., Strong, P. L., 1998. A round-robin determination of boron in botanical and biological samples. **Biol. Trace Elem. Res.**, 66 : 23-37.
- Ediz, N., Özday, H., 2001. Bor mineralleri ve ekonomisi, **Dumlu Pınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, Sayı, 2, Kütahya.
- Elrashidi, M. A., O'connor, G. G., 1982. Boron sorption and desorption in soils. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, 46 : 27-31.
- Fort, D. J., Propst, T. L., Stover, E. L., Strong, P. L., Murray, F. J., 1998. Adverse reproductive and developmental effects in xenopus from insufficient boron. **Biol. Trace Element Res.**, 66 : 237-259.
- Fort, D. J., Stover, E. L., Rogers, R. L., Copley, H. F., Morgan, L. A., Foster, E. R., 2000. Chronic boron or copper deficiency induces limb teratogenesis in xenopus. **Biol. Trace Elem. Res.**, 77 : 173-187.
- Gallardo-Williams, M. T., Chapin, R. E., King, P. E., Moser, G. J., Goldsworthy, T. L., Morrison, J. P., Maronpot, R. R., 2004. Boron supplementation inhibits the growth and local expression of IGF-1 in human prostate adenocarcinoma tumors in nude mice. **Toxicol. Pathol.**, 32 (1) : 73-78.
- Gmelin, 1981. **Handbook of Inorganic Chemistry, Boron Supplement**. Vol. 2, Elemental Boron, Boron Carbides, p. 242.
- Greenwood, N. N., 1975. **Boron**. Pergamon Press, p. 327, Oxford.

- Greenwood, N. N., Earnshaw, A., 1984. **Chemistry of the elements**. Pergamon Press, p. 155-160, Oxford.
- Güneş, A., Alpaslan, M., İnal, A., 2000. **Bitki Besleme ve Gübreleme**. Ankara Üniversitesi Yayınları. 461-463 s.
- Halilova, H., 1996. Mikroelementlerin biyojeokimyası ve çevredeki yeri. **Tarım ve Köyişleri Bakanlığı TOK dergisi**. Eylül-Ekim, s. 52-56.
- Halilova, H., Özmen, L., 2006. **Bor elementinin doğada bulunuşu ve etkisinin araştırılması**. III. Uluslar arası bor sempozyumu, s. 495, Ankara.
- Hall, I. H., Spielvogal, B. F., Griffin, T. S., et al., 1989. The effects of boron hyperlipidemic agents on LDL and HDL receptor binding and related enzyme activities of rat hepatocytes, aorta cells and human fibroblasts. **Res. Comm. Chem. Pathol. Pharmacol.**, 65 : 297-317.
- Harchelroad, F., Peskind, R., 1993. Boric acid ingestion during the second trimester pregnancy. **Int. Congr. Clin. Toxicol.**, 93 : 105.
- Harp, D. L., 1997. Modifications to the azomethine-H method for determining boron in water. **Anal. Chim. Acta**, 346 : 373-379.
- Hegsted, M., Keenan, M. J., 1991. Effect of boron on vitamin D deficient rats. **Biol. Trace Elem. Res.**, 28 : 243-255.
- Helvacı, C., 2004. Türkiye borat yatakları : Jeolojik konumu, ekonomik önemi ve bor politikası. **5. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu**, İzmir.
- Hera, 2005. **Human and Environmental Risk Assessment on Ingredients of Household Cleaning Products**.
- Howe, P. D., 1998. A review of boron effects in the environment. **Biol. Trace Elem. Res.**, 66 : 153-166.
- Hunt, C. D., Shuler, T. R., Mullen, L. M., 1991. Concentration of boron and other elements in human foods and personal-care products. **J. Am. Diet Assoc.**, 91 : 558-568.
- Hunt, C. D., 1994. The biochemical effects of physiologic amounts of dietary boron in animal nutrition models. **Environ. Health Perspect.**, 102 : 35-43.
- Hunt, C. D., Herbel, J. L., Idso, J. P., 1994. Dietary boron modifies the effects of vitamin D3 nutriture on indices of energy substrate utilization and mineral metabolism in the chick. **J. Bone Min. Res.**, 9 : 171-182.
- Kacar, B., 1995. **Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri : III Toprak Analizleri**. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, 3 s.
- Keren, R., Gast, R. G., 1981. Effect of wetting and drying and of exchangeable cations, on boron adsorption and release by montmorillonite. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, 45 : 478-482.
- Korkmaz, M., Uzgoren, E., Bakırdere, S., Aydın, F., Ataman, O. Y., 2007. Effects of dietary boron on cervical cytopathology and on micronucleus frequency in exfoliated buccal cells, **Environmental Toxicology**, 22 : 17-25.
- Lanoue, L., Taubeneck, M. W., Muniz, J., Hanna, L. A., Strong, P. L., Murray, F. J., Nielsen, F. H., Hunt, C. D., Keen, C. L., 1998. Assessing the effects of low boron diets on embryonic and fetal development in rodents using in vitro and in vivo model systems. **Biol. Trace Element Res.**, 66 : 271-298.
- Lovatt, C. J., Dugger, W. M., 1984. **Boron, biochemistry of the essential ultratrace elements**. Frieden, E., Ed.; Plenum Press : New York, Vol. 3 : 389-421.

- Lu, G., Li, X., Deng, Y, 1994. Polarographic determination of trace boron in foods. **Food Chem.**, 50 : 91-93.
- Mengel, K., Kirby, E., 1982. **Principles of plant nutrition**. International potash institute. Bern, Switzerland.
- Naghii, M. R., Wall, P. M. L., Samman, S., 1996. The boron content of selected foods and the estimation of its daily intake among free living subjects. **Journal of the American College of Nutrition**, 15 (6) : 614-619.
- Naghii, M. R., Samman, S., 1997. The effect of boron supplementation on its urinary excretion and selected cardiovascular risk factors in healthy male subjects. **Biol. Tr. Elem. Res.**, 56 : 273-286.
- Nielson, F. H., 1990. In **“Present Knowledge in Nutrition” 6th Ed. (M. L. Brown, ed.)** p. 294. Internatinol life science institute, nutrition foundation, Washington, D. C.
- Nielson, F. H., 1994. Biochemical and physiologic consequences of boron deprivation in humans. **Environ. Health Perspect.**, 7 : 59-63.
- Nielson, F. H., 1996. Evidence for the nutritional essentiality of boron. **The Journal of Trace Elements in Experimental Medicine.**, 9 : 215-229.
- Nielson, F. H., 2004. Dietary fat composition modifies the effect of boron on bone characteristics and plasma lipids in rats. **Biofactors.**, 20 : 161-171.
- Orhunbilge, N., 1996. **Uygulamalı Regresyon ve Korelasyon Analizi**. İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi, 267-276 s. İstanbul.
- Penland, J. G., Eberhardt, M. J., 1993. Effects of dietary boron and magnesium on brain function of mature male and female long-evans rats. **J. Trace Elem. Exp. Med.**, 6 : 53-64.
- Penland, J. G., 1994. Dietary boron, brain function, and cognitive performance. **Environ. Health Perspect.**, 102 (7) : 65-72.
- Pieczynska, J., Borkowska-Burnecka, J., Biernat, J., Grajeta, H., Zrynicki, W., Zechalko-Czajkowka, A., 2003. Boron content in daily meals for preschool children and school youth. **Biol. Trace Element Res.**, 96 : 1-8.
- Rainey, C., Nyquist, L., Casterline, J., Herman, D., 1999. Estimation of dietary boron intake in six countries : Egypt, Germany, Great Britain, Kenya, Mexico and the United States. **The Journal of Trace Elements in Experimental Medicine.**, 12 : 263-270.
- Rainey, C. J., Nyquist, L. A., Coughlin, J. R., Downing, R. G., 2002. Dietary boron intake in the United States : Continuing survey of food intakes by individuals (CSFII) 1994–1996. **Journal of Food Composition and Analysis**, 15 : 237-250.
- Rowe, R. I., Eckhert, C. D., 1999. Boron is required for zebrafish embryogenesis. **J. Experimental Biol.**, 202 : 1649-1654.
- Sroor, A., El-Dinel, N. W., El-Shershaby, A., Abdel-Haleem, A. S., 2003. Major and ace elemental analysis in milk powder by inductively coupled plasma-optical emission spectrometry (ICP-OES) and instrumental neutron activation analysis (INAA). **Journal of Environmental Sciences-China**, 15 (4) : 570-576.
- Sun, D. H., Waters, J. K., Mawhinney, T. P., 2000. Determination of thirteen common elements in food samples by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry : comparison of five digestion methods. **J. AOAC Int.**, 83 : 218-224.

- Şimşek, A., Velioglu, Y. S., Coskun, A. L., Saylı, B. S., 2003. Boron concentration in selected foods from borate producing regions in Turkey. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 83 : 586-592.
- Uygar, D., Çetin, Ö., 2004. Borun tarımsal ve çevresel etkileri, II. Uluslararası bor sempozyumu, 23-25 Eylül, **Maden Mühendisleri Odası Yayınları**, Ankara.
- Velioglu, S., Şimşek, A., 2003. İnsan sağlığı ve beslenme açısından bor, Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 4 (2) : 123-130.
- WHO (World Health Organization), 1996. Trace elements in human nutrition and health, Geneva.
- Wilson J. H., Ruzsler P. L., 1996. Effects of dietary boron supplementation on laying hens. **British Poultry Science.**, 37 : 723-729.
- Yazbeck, C., Kloppmann, W., Cottier, R., Sahuquillo, J., Debotte, G., Huel, G., 2005. Health impact evaluation of boron in drinking water : A geographical risk assessment in Northern France. **Environmental Geochemistry and Health**, 27 : 419-427.
- Yıldız, A., Genç, Ö., Bektaş, S., 1997. **Enstrümental Analiz Yöntemleri**. Hacettepe Üniversitesi Yayınları. 44-63 s. Ankara.
- Zaijun, L., Zhengwei, C., Jian, T., 2006. The determination of boron in food and seed by spectrophotometry using a new reagent 3,4-dihydroxyazomethine-H. **Food Chem.**, 94 : 310-314.
- Ziaziaris, J., Kacprzak, J. L., 1995. Microwave digestion-inductively coupled plasma atomic emission spectrometric determination of boron in raw noodles. **J. AOAC Int.**, 78 (3) : 874-877.

TEŞEKKÜR

Master tez konumun belirlenmesinde ve çalışmamın her aşamasında bilgi ve deneyimi ile bana yol gösteren, manevi yönden de desteğini esirgemeyen danışman hocam Doç. Dr. Şana Sungur'a teşekkürü bir borç bilirim.

Bölüm imkanlarından faydalanmamı sağladığı için Prof. Dr. Nureddin Çolak'a teşekkür ederim.

Deneysel aşamalarda katkılarını gördüğüm MKÜFAM müdürlüğünden Uzman Mehmet Bayrakçioğlu ve Hidayet Duman'a ve Ziraat Mühendisliği Zootekni Bölümü Ar. Gör. Aziz Gül'e teşekkür ederim.

Çalışmamın numune toplama aşamasında meslektaşım Abdo Özkan'a ve Halil İbrahim Meniz'e teşekkür ederim.

Tez düzenleme ve yazım aşamasında desteğini esirgemeyen Yusuf Kılboz'a ve Fatih Bağış'a teşekkür ederim.

Son olarak bugüne kadar her zaman yanımda olan ve beni destekleyen aileme teşekkür ederim.

ÖZGEÇMİŞ

1981 yılında Kırıkhan'da doğdum. İlk, orta, lise öğrenimimi Kırıkhan'da tamamladım. 2001 yılında girmiş olduğum Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü'nü 2005 yılında bitirdim ve aynı yıl Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalında Yüksek Lisans programına yerleştim.