

T.C.  
YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ  
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
EĞİTİM BİLİMLERİ ANABİLİMDALI  
KİMYA BİLİM DALI

**VAN VE İSTANBUL'DA BAZI SULARDA VE İSTANBUL'DA EN FAZLA  
TÜKETİLEN GIDALARDA BULUNAN AĞIR METAL VE TOKSİK  
MADDELERİN KANTİTATİF ANALİZLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Cengiz EKEN

VAN -2012

T.C.  
YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ  
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
EĞİTİM BİLİMLERİ ANABİLİMDALI  
KİMYA BİLİM DALI

**VAN VE İSTANBUL'DA BAZI SULARDA VE İSTANBUL'DA EN FAZLA  
TÜKETİLEN GIDALARDA, BULUNAN AĞIR METAL VE TOKSİK  
MADDELERİN KANTİTATİF ANALİZLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Cengiz EKEN

VAN -2012

T.C.  
YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ  
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
EĞİTİM BİLİMLERİ ANABİLİMDALI  
KİMYA BİLİM DALI

**VAN VE İSTANBUL'DA BAZI SULARDA VE İSTANBUL'DA EN FAZLA  
TÜKETİLEN GIDALARDA, BULUNAN AĞIR METAL VE TOKSİK  
MADDELERİN KANTİTATİF ANALİZLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Cengiz EKEN

DANIŞMAN

Prof.Dr. Mehmet Maşuk KÜÇÜK

VAN -2012

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

**Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı, Kimya Bilim Dalı**'nda Prof.Dr. Mehmet Maşuk KÜÇÜK danışmanlığında, Cengiz EKEN tarafından hazırlanan '**Van ve İstanbul'da Bazı Sularda ve İstanbul'da En Fazla Tüketilen Gıdalarda, Bulunan Ağır Metal ve Toksik Maddelerin Kantitatif Analizleri**' isimli bu çalışma 04/10/2012 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile başarılı bulunmuş ve YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan:

.....

Üye:

.....

Üye:

.....

Üye:

.....

Üye:

.....

Enstitü Müdürü

## ÖZET

# VAN VE İSTANBULDA BAZI SULARDA VE İSTANBULDA EN FAZLA TÜKETİLEN GIDALARDA BULUNAN AĞIR METAL VE TOKSİK MADDELERİN KANTİTATİF ANALİZLERİ

EKEN, Cengiz

Yüksek Lisans Tezi, Kimya Eğitimi Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mehmet Maşuk KÜÇÜK

Ekim 2012, 94 sayfa

Canlı hayatı için hava, su ve gıda maddeleri, vazgeçilmez ihtiyaçlardır. Bu ihtiyaçların, özellikle insan hayatı için temiz olması son derece önemlidir. Günümüzde, birçok hastalığın besinlerden kaynaklandığı bilinmektedir.

Özellikle, sanayileşme ile birlikte doğal hayatın kirlenmesi kaçınılmaz olmuştur. Oluşan çevre kirliliğinin en önemlilerinden birisi de, ağır metal kirliliğidir. Toksik metaller zamanımızın en zararlı çevre kirleticileri arasında yer almaktadır. Bazı toksik metallerin kanserojen etkisi yapılan çalışmalarla ortaya çıkmış ve bunun önüne geçmek için birtakım düzenlemeler yapılmış, halende yapılmaya devam etmektedir.

Su tüketiminde çoğunlukla hazır sular kullanılıyor olsa da, halkın kullanımına açık kaynak su çeşmeleri de bu amaçla kullanılmaktadır. Halkın kullanımına açık ve çok daha kolay ulaşma imkânı olan bu suların, tüketimini de arttırmaktadır. Haftalık pazar ihtiyaçlarımızı gördüğümüz semt pazarları da her yerde bulunmaktadır.

Van ve İstanbul çevresindeki kaynak suları ile İstanbul'da pazardan alınarak tüketilen bazı gıda ürünlerinin, ağır metal yönünden incelenerek miktarlarının tespit edilmesini hedef alan bu çalışma, insan sağlığının korunmasına katkı sağlamak amacı ile yapılmıştır.

Van ve İstanbul çevresinden 2011 yılı Nisan, Mayıs, Haziran ayları olmak üzere su numuneleri toplanmıştır. Van ve İstanbul çevresinden orijinal ambalajda satışı yapılan beşer numune ve halka açık su çeşmelerinden beşer numune olmak üzere üç ay süresince 60 kaynak suyu numunesinin her birinde toplam 20 ağır metal elementinin miktar analizi yapılmıştır.

İstanbul Zeytinburnu Pazartesi Pazarından, Nisan, Mayıs, Haziran 2011 aylarında Roka, Domates, Ispanak, Kıvırcık, Salatalık, Maydanoz, Siyah Dut, Semiz

Otu olmak üzere sekiz gıda numunesinden üç ay süresince 24 numune toplanmış ve her bir numunede toplam 20 ağır metal elementinin, miktar analizi yapılmıştır.

İstanbul Zeytinburnu Pazartesi Pazarından, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz 2011 aylarında Peynir ve Süzme Yoğurt numunelerinden dört ay süresince 8 gıda numunesi toplanmış, ayrıca piyasadan temin edilen üç ayrı Arı Poleni numunesi ile toplamda 11 numunede 20 ağır metal elementinin miktar analizi yapılmıştır.

Çalışmalar için toplanan su ve gıda numuneleri, ICP MS 7500ce model bir elementel analiz cihazı ile ağır metal analizleri gerçekleştirilmiştir. Su numuneleri sadece asitlendirilmiş, gıda numuneleri ise Anton Paar kapalı parçalama cihazı ile parçalandıktan sonra, ICP MS cihazı ile ağır metal analizi yapılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Van, İstanbul, Toksik Metal, Su, Gıda.

## **ABSTRACT**

### **QUANTITATIVE ANALYSES OF HEAVY METALS AND TOXIC SUBSTANCES IN CERTAIN WATERS IN VAN AND ISTANBUL CITIES AND MAXIMUM CONSUMED FOODS IN ISTANBUL**

EKEN, Cengiz

Master Thesis, Department of Chemistry Education

Thesis Advisor: Prof. Dr. Mehmet Maşuk KÜÇÜK

October 2012, 94 pages

Air, water and foodstuffs are essential for all living creatures. All of these basic needs to be clean are extremely important, especially for human life. Nowadays known that many diseases caused by foods.

In particular, the industrialization and pollution of the natural world has become inevitable. One of the most important environmental pollution is heavy metal pollution. Toxic metals stayed in most harmful pollution materials. Some of the toxic metals, carcinogenic studies have emerged, and some arrangements were made to prevent it and continue to be made.

Although mainly used prepared water for water consumption, the public resources used for this purpose by the water fountains. Public waters that open to use for human is more available and for this reason, usage is in progress. However public markets are common.

In this research, we aimed to contribute to protect human health. Therefore, Van and Istanbul cities' spring waters and commonly used foods bought from public markets will be analyzed for to determine the heavy metals.

The water samples collected in Istanbul and Van city surroundings in April, May and June in 2011. Five sample of water in the original packaging for sale and five different common used water resource will analyzed for 20 heavy metal, in the period of three month.

Eight different food samples bought from Zeytinburnu public market in April, May and June in Istanbul in 2011. All collected samples will analyze for 20 heavy metals in the period of three month. These foods are rocket, tomato, spinach, lettuce, cucumber, parsley, black mulberry and portulaca.

On the other hand, cheese and strained yoghurt samples that totally eight sampels and add to this three different bee's pollen samples bought from Zeytinburnu Monday public market and markets in April, May, June and July in Istanbul in 2011. All these samples will analyze for heavy metal amount.

In this research, ICP MS 7500ce model elemental analyzer will use for food and water samples. Waters samples will be acidified for analyses and food samples will break in to peaces

by Anton Paar model device. After the sample preparation, all water and food samples will analyze by ICP MS analyzer to detect heavy metals.

**Key words:** Van, İstanbul, toxic metals, water, food.



## ÖNSÖZ

Günümüze kadar yapılan laboratuvar çalışmalarında, bazı ağır metallerin Halk sağlığı üzerinde olumsuz etkilerinin olduğu ortaya çıkmıştır.

Özellikle, sanayileşme ile birlikte doğal hayatın kirlenmesi kaçınılmaz olmuştur. Oluşan çevre kirliliğinin en önemlilerinden birisi de, ağır metal kirliliğidir. Toksik metaller zamanımızın en zararlı çevre kirleticileri arasında yer almaktadır. Bazı toksik metallerin kanserojen etkisi yapılan çalışmalarla ortaya çıkmış ve bunun önüne geçmek için birtakım düzenlemeler yapılmış, halende yapılmaya devam etmektedir.

İnsanların sürekli kullandıkları bazı sebze ve kaynak suyu numunelerinde ağır metal analizleri çalışmasında, tez konusunu öneren ve çalışma sürecini takip eden danışmanım, Prof. Dr. Mehmet Maşuk KÜÇÜK hocama, saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca çalışmalarım esnasında yardımlarını esirgemeyen Vet. Dr. Gültekin BİLGİN beye, ICP MS cihazı kullanımında yardımcı, olan çalışma arkadaşım Ferhan APARİ hanımefendiye, ve çalışmalarımın tüm aşamalarında manevi desteğini hiç esirgemeyen çok sevdiğim aileme, sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

**Cengiz EKEN**

## İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
ÖZET	v
ABSTRACT	vii
ÖN SÖZ	ix
İÇİNDEKİLER	xii
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xv
SİMGELER VE/VEYA KISALTMALAR DİZİNİ	xvi
1. GİRİŞ	1
1.1. Amaç ve Kapsam	5
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ	6
2.1. Çalışılan Bazı Element Hakkında Bilgiler	14
2.1.1. Alüminyum	14
2.1.2. Krom	15
2.1.3. Demir	16
2.1.4. Nikel	17
2.1.5. Çinko	18
2.1.6. Arsenik	19
2.1.7. Kadmiyum	20
2.1.8. Cıva	21
2.1.9. Kurşun	22
3. MATERYAL VE YÖNTEM	23
3.1. Materyal	23
3.1.1. Numunelerin Temin Edildiği Yerler	23
3.1.2. ICP-MS Cihazı	31
3.1.3. Anton Paar Parçalama Cihazı	36
3.1.4. Analizde Kullanılacak Kimyasal Maddeler	38
3.2. Yöntem	38
3.2.1. Kalibrasyon Eğrisi	38
3.2.2. Numunelerin Analiz Öncesi Ön İşlemi	40
3.2.3. Analizin Kalite Kontrolü	41
3.2.4. Numunelerin ICP-MS Cihazında Okunması	41
4. BULGULAR	42
4.1. Sonuçların Çizelge Halinde İncelenmesi.	44
4.1.1. Van ve İstanbul'da Kullanılan Hayrat ve Hazır Su Örnekleri İle Yapılan Analiz Sonuç Çizelgesi.	44
4.1.2. İstanbul Zeytinburnu Pazartesi Pazarından Gıda Örnekleri İle Yapılan Analiz Sonuç Çizelgesi.	48
4.1.3. Analizlerin Doğruluğunu Kontrol Etmek Amacıyla Yapılan Geri Kazanım Çalışması.	52
4.2. Sonuçların Grafikler Halinde İncelenmesi.	53
4.2.1. Van ve İstanbul'daki, Hazır ve Hayrat Sularında Tespit Edilen Ağır Metal Grafikleri.	54

4.2.2. İstanbul Zeytinburnu Pazartesi Pazarından Temin Edilen Roka, Domates, Ispanak, Kıvırcık, Salatalık, Maydanoz, Siyah Dut ve Semiz Otu Örneklerinde Tespit Edilen Ağır Metal Grafikleri.	69
4.2.3. İstanbul Zeytinburnu Pazartesi Pazarından Temin Edilen Peynir, Süzme Yoğurt ve Arı Poleni Örneklerinde Tespit Edilen Ağır Metal Grafikleri.	76
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	81
5.1. Van ve İstanbul'daki Hazır ve Hayrat Suyu Sonuçlarının Değerlendirilmesi.	82
5.2. İstanbul Zeytinburnu Pazartesi Pazarından Temin Edilen Roka, Domates, Ispanak, Kıvırcık, Salatalık, Maydanoz, Siyah Dut ve Semiz Otu Sonuçlarının Değerlendirilmesi.	84
5.3. İstanbul Zeytinburnu Pazartesi Pazarından Temin Edilen Peynir, Süzme Yoğurt ve Arı Poleni Sonuçlarının Değerlendirilmesi.	85
KAYNAKLAR	88
ÖZ GEÇMİŞ	94

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. İstanbul Kemerburgaz Mevkiinde Bulunan Fatih Sultan Çeşmesi.	24
Şekil 3.2. Van İlindeki, Kalecik Taş Ocağı Yakınlarında Çıkan Kaynak Suyu.	24
Şekil 3.3. Van İlindeki, Van Kalesi İçerisinde Çıkan Kaynak Suyu.	26
Şekil 3.4. Van İlindeki, Erek Dağında Bulunan Sarmaç Köyü Yakınlarında Zernebat Suyu Olarak'da Bilinen İki Farklı Kaynak Suyu Noktası.	26
Şekil 3.5. Van İli Yakınlarında Bulunan, Tatvan İlçesi Park Alanındaki Su Çeşmesi.	27
Şekil 3.6. İstanbul Kemerburgaz Mevkiinde Kaynak Suyuna Kurulan Pompa Sistemli İle Yapılan Su Dolun Tesisi.	27
Şekil 3.7. İstanbul İli Fatih Camii Civarında Hayrat Çeşmesi.	28
Şekil 3.8. İstanbul İli, Ümraniye İlçesinde Bulunan Kaynak Suyu Çeşmesi.	28
Şekil 3.9. İstanbul İli, Ümraniye İlçesinde Bulunan Kaynak Suyu Çeşmesi.	29
Şekil 3.10. İstanbul Kemerburgaz Mevkiinde Bulunan Üç Farklı Noktada Çıkan Kaynak Suyu Çeşmeleri.	29
Şekil 3.11. İstanbul Kemerburgaz Mevkiinde Bulunan Bir Hayrat Çeşmesi.	30
Şekil 3.12. İstanbul Zeytinburnu İlçesinde Bulunan Pazartesi Pazarı.	30
Şekil 3.13. Agilent ICP MS 7500ce Cihazı.	31
Şekil 3.14. Agilent ICP MS 7500ce Cihazının Octopole Reaction Cell Kısımının Görüntüsü.	33
Şekil 3.15. ICP'de Plazma Oluşum Aşamaları	34
Şekil 3.16. Anton Paar Multiwave 3000 Microwave Cihazı.	37
Şekil 3.17. Cıva Elementinin 7 Noktalı Kalibrasyon Eğrisi.	39
Şekil 3.18. Arsenik Elementinin 7 Noktalı Kalibrasyon Eğrisi.	39
Şekil 4.1. Çevre Kirliliğine Neden Olan Görüntüler.	42
Şekil 4.2. Van ve İstanbul'daki, Hayrat ve Hazır Sularda Tespit Edilen Sodyum Miktarı.	54
Şekil 4.3. Van ve İstanbul'daki, Hayrat ve Hazır Sularda Tespit Edilen Magnezyum Miktarı.	55
Şekil 4.4. Van ve İstanbul'daki, Hayrat ve Hazır Sularda Tespit Edilen Potasyum Miktarı.	56
Şekil 4.5. Van ve İstanbul'daki, Hayrat ve Hazır Sularda Tespit Edilen Kalsiyum Miktarı.	57
Şekil 4.6. Van ve İstanbul'daki, Hayrat ve Hazır Sularda Tespit Edilen Bor Miktarı.	58
Şekil 4.7. Van ve İstanbul'daki, Hayrat ve Hazır Sularda Tespit Edilen Alüminyum Miktarı.	59
Şekil 4.8. Van ve İstanbul'daki, Hayrat ve Hazır Sularda Tespit Edilen Krom Miktarı.	60
Şekil 4.9. Van ve İstanbul'daki, Hayrat ve Hazır Sularda Tespit Edilen Mangan Miktarı.	61
Şekil 4.10. Van ve İstanbul'daki, Hayrat ve Hazır Sularda Tespit Edilen Demir Miktarı.	62
Şekil 4.11. Van ve İstanbul'daki, Hayrat ve Hazır Sularda Tespit Edilen Nikel Miktarı.	63

Şekil 4.12. Van ve İstanbul'daki, Hayrat ve Hazır Sularda Tespit Edilen Bakır Miktarı.	64
Şekil 4.13. Van ve İstanbul'daki, Hayrat ve Hazır Sularda Tespit Edilen Çinko Miktarı.	65
Şekil 4.14. Van ve İstanbul'daki, Hayrat ve Hazır Sularda Tespit Edilen Arsenik Miktarı.	66
Şekil 4.15. Van ve İstanbul'daki, Hayrat ve Hazır Sularda Tespit Edilen Selenyum Miktarı.	67
Şekil 4.16. Van ve İstanbul'daki, Hayrat ve Hazır Sularda Tespit Edilen Baryum Miktarı.	68
Şekil 4.17. İstanbul Zeytinburnu Pazarından Temin Edilen Roka, Domates, Ispanak, Kıvırcık, Salatalık, Maydanoz, Siyah Dut ve Semiz Otu'nda Sodyum Miktarı.	69
Şekil 4.18. İstanbul Zeytinburnu Pazarından Temin Edilen Roka, Domates, Ispanak, Kıvırcık, Salatalık, Maydanoz, Siyah Dut ve Semiz Otu'nda Magnezyum Miktarı.	69
Şekil 4.19. İstanbul Zeytinburnu Pazarından Temin Edilen Roka, Domates, Ispanak, Kıvırcık, Salatalık, Maydanoz, Siyah Dut ve Semiz Otu'nda Potasyum Miktarı.	70
Şekil 4.20. İstanbul Zeytinburnu Pazarından Temin Edilen Roka, Domates, Ispanak, Kıvırcık, Salatalık, Maydanoz, Siyah Dut ve Semiz Otu'nda Kalsiyum Miktarı.	70
Şekil 4.21. İstanbul Zeytinburnu Pazarından Temin Edilen Roka, Domates, Ispanak, Kıvırcık, Salatalık, Maydanoz, Siyah Dut ve Semiz Otu'nda Bor Miktarı.	71
Şekil 4.22. İstanbul Zeytinburnu Pazarından Temin Edilen Roka, Domates, Ispanak, Kıvırcık, Salatalık, Maydanoz, Siyah Dut ve Semiz Otu'nda Alüminyum Miktarı.	71
Şekil 4.23. İstanbul Zeytinburnu Pazarından Temin Edilen Roka, Domates, Ispanak, Kıvırcık, Salatalık, Maydanoz, Siyah Dut ve Semiz Otu'nda Krom Miktarı.	72
Şekil 4.24. İstanbul Zeytinburnu Pazarından Temin Edilen Roka, Domates, Ispanak, Kıvırcık, Salatalık, Maydanoz, Siyah Dut ve Semiz Otu'nda Mangan Miktarı.	72
Şekil 4.25. İstanbul Zeytinburnu Pazarından Temin Edilen Roka, Domates, Ispanak, Kıvırcık, Salatalık, Maydanoz, Siyah Dut ve Semiz Otu'nda Demir Miktarı.	73
Şekil 4.26. İstanbul Zeytinburnu Pazarından Temin Edilen Roka, Domates, Ispanak, Kıvırcık, Salatalık, Maydanoz, Siyah Dut ve Semiz Otu'nda Nikel Miktarı.	73
Şekil 4.27. İstanbul Zeytinburnu Pazarından Temin Edilen Roka, Domates, Ispanak, Kıvırcık, Salatalık, Maydanoz, Siyah Dut ve Semiz Otu'nda Bakır Miktarı.	74
Şekil 4.28. İstanbul Zeytinburnu Pazarından Temin Edilen Roka, Domates, Ispanak, Kıvırcık, Salatalık, Maydanoz, Siyah Dut ve Semiz Otu'nda Çinko Miktarı.	74

Şekil 4.29. İstanbul Zeytinburnu Pazarından Temin Edilen Roka, Domates, Ispanak, Kıvırcık, Salatalık, Maydanoz, Siyah Dut ve Semiz Otu'nda Arsenik Miktarı.	75
Şekil 4.30. İstanbul Zeytinburnu Pazarından Temin Edilen Roka, Domates, Ispanak, Kıvırcık, Salatalık, Maydanoz, Siyah Dut ve Semiz Otu'nda Baryum Miktarı.	75
Şekil 4.31. İstanbul Zeytinburnu Pazarından Temin Edilen Roka, Domates, Ispanak, Kıvırcık, Salatalık, Maydanoz, Siyah Dut ve Semiz Otu'nda Kurşun Miktarı.	76
Şekil 4.32. İstanbul Zeytinburnu Pazarından Temin Edilen, Peynir ve Süzme Yoğurt İle Arı Polen'inde Sodyum Miktarı.	76
Şekil 4.33. İstanbul Zeytinburnu Pazarından Temin Edilen, Peynir ve Süzme Yoğurt İle Arı Polen'inde Magnezyum Miktarı.	77
Şekil 4.34. İstanbul Zeytinburnu Pazarından Temin Edilen, Peynir ve Süzme Yoğurt İle Arı Polen'inde Potasyum Miktarı.	77
Şekil 4.35. İstanbul Zeytinburnu Pazarından Temin Edilen, Peynir ve Süzme Yoğurt İle Arı Polen'inde Kalsiyum Miktarı.	77
Şekil 4.36. İstanbul Zeytinburnu Pazarından Temin Edilen, Peynir ve Süzme Yoğurt İle Arı Polen'inde Bor Miktarı.	78
Şekil 4.37. İstanbul Zeytinburnu Pazarından Temin Edilen, Peynir ve Süzme Yoğurt İle Arı Polen'inde Alüminyum Miktarı.	78
Şekil 4.38. İstanbul Zeytinburnu Pazarından Temin Edilen, Peynir ve Süzme Yoğurt İle Arı Polen'inde Mangan Miktarı.	78
Şekil 4.39. İstanbul Zeytinburnu Pazarından Temin Edilen, Peynir ve Süzme Yoğurt İle Arı Polen'inde Demir Miktarı.	79
Şekil 4.40. İstanbul Zeytinburnu Pazarından Temin Edilen, Peynir ve Süzme Yoğurt İle Arı Polen'inde Nikel Miktarı.	79
Şekil 4.41. İstanbul Zeytinburnu Pazarından Temin Edilen, Peynir ve Süzme Yoğurt İle Arı Polen'inde Bakır Miktarı.	79
Şekil 4.42. İstanbul Zeytinburnu Pazarından Temin Edilen, Peynir ve Süzme Yoğurt İle Arı Polen'inde Çinko Miktarı.	80
Şekil 4.43. İstanbul Zeytinburnu Pazarından Temin Edilen, Peynir ve Süzme Yoğurt İle Arı Polen'inde Kalay Miktarı.	80
Şekil 4.44. İstanbul Zeytinburnu Pazarından Temin Edilen, Peynir ve Süzme Yoğurt İle Arı Polen'inde Baryum Miktarı.	80

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. T.G.K. 'ne Göre, Sebzelerde Maksimum Ağır Metal Konsantrasyonları	6
Çizelge 2.2. T.S. 'ye Göre Yoğurt ve Peynirdeki Maksimum Metal Konsantrasyonları	6
Çizelge 2.3. Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO) ve 17.02.2005 / 25730 Tarih ile Sayılı Resmi Gazetede Yayımlanan 'İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik' Sınır Değerleri	7
Çizelge 2.4. Bazı Gıda Maddelerindeki Cıva Zehirlenmeleri İle İlgili Ölüm Raporları	9
Çizelge 2.5. İnsanlarda, Kansere Oluşumuna Sebep Olan Toksik Metaller	12
Çizelge 2.6. Deney Hayvanlarında Metallerin Karsinojenik Etkileri	12
Çizelge 3.1. Van ve İstanbul'dan Alınan Su Örnekleri ile İstanbul Zeytinburnu Pazartesi Pazarından Alınan Gıda Örneklerinin Listesi	25
Çizelge 3.2. Analizi Gerçekleşecek Olan İzotop Element ile, Aynı Kütlede Girişim Oluşturabilecek Kimyasal Yapılara Bazı Örnekler	32
Çizelge 3.3. Elementlerin Seçilen İzotop Kütleleri ve Bu Kütlelerin Doğada Bulunma Yüzdeleri ile Bu Kütleyle Karşılık Metot da Kullanılan İnternal Standart Elementlerinin Kütleleri	35
Çizelge 3.4. Tunc Çözeltisinde Bulunan Elementlerin Minimum Count ve %RSD Değerleri	36
Çizelge 3.5. Anton Paar Multiwave 3000 Microwave Kapalı Sistemde Gıda Numunelerini Parçalamak İçin Kullanılan Program	37
Çizelge 3.6. Kalibrasyon Eğrisi Çizdirmek İçin Hazırlanan Standart Konsantrasyonları	40
Çizelge 4.1. İstanbul'da Kullanılan Hazır Suların Analiz Sonuçları	44
Çizelge 4.2. İstanbul'da Hayrat Çeşmelerinden Kullanılan Suların Analiz Sonuçları	45
Çizelge 4.3. Van'da Hayrat Çeşmelerinden Kullanılan Suların Analiz Sonuçları	46
Çizelge 4.4. Van da Kullanılan Hazır Suların Analiz Sonuçları	47
Çizelge 4.5. İstanbul Zeytinburnu Pazartesi Pazarından Alınan Roka, Domates, Ispanak Örneklerinin, Analiz Sonuçları	48
Çizelge 4.6. İstanbul Zeytinburnu Pazartesi Pazarından Alınan Kıvırcık, Salatalık, Maydanoz Örneklerinin, Analiz Sonuçları	49
Çizelge 4.7. İstanbul Zeytinburnu Pazartesi Pazarından Alınan Siyah Dut, Semiz Otu, Arı Poleni Örneklerinin, Analiz Sonuçları	50
Çizelge 4.8. İstanbul Zeytinburnu Pazartesi Pazarından Alınan Peynir, Süzme Yoğurt Örneklerinin, Analiz Sonuçları	51
Çizelge 4.9. İki Örnekte Yapılan Geri Kazanım Çalışmasının Sonuçları	52

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

### SİMGELER

Al	Alimünyum
Ar	Argon
As	Arsenik
ATP	Adenozin Trifosfat
B	Bor
Ba	Baryum
Bi	Bizmut
°C	Santigrat derece
Ca	Kalsiyum
Ce	Seryum
Cd	Kadmiyum
Cl	Klor
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Karbonat
Cr	Krom
Cu	Bakır
F	Flor
Fe	Demir
g	Gram
Ge	Germanyum
GIS	Gastro İntestinal Sistem
Hg	Cıva
HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Mono Hidrojen Fosfat
I	Iyot
In	İndiyum
K	Potasyum
°K	Kelvin derece
kg	Kilogram
km	Kilometre
L	Litre
La	Lantan
Li	Lityum
Lu	Lutetium
µg	Mikrogram
Mg	Magnezyum
mg	Miligram
ml	Mililitre
Mn	Mangan
N	Azot
Na	Sodyum
NH <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Amin
Ni	Nikel
OH <sup>-</sup>	Hidroksit



Pb	Kurşun
Rh	Rodyum
ROS	Reaktif Oksijen Türleri
R-S-	Tiyoller
S	Kükürt
Sb	Antimon
Sc	Skandiyum
Se	Selenyum
Sn	Kalay
Sr	Stronsiyum
Tb	Terbiyum
Ti	Titanyum
Tl	Talyum
V	Vanadyum
W	Güç
Y	Yitriyum
Zn	Çinko

## KISALTMALAR

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AB	Avrupa Birliği
Asetil-CoA	Asetil Koenzim A
CAC	Kodeks AlimentariusKomisyonu
CN	Siyanür
CPA	Chemical Pharmaceutical Association
DNA	Deoksiribonükleik Asit
EPA	Environmental Protection Agency
FAO	Amerikan İlaç ve Gıda Örgütü
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Peroksit
HCl	Hidroklorik Asit
HNO <sub>3</sub>	Nitrik Asit
ICP	İndüktif Eşleşmiş Plazma
ICP-MS	İndüktif Eşleşmiş Plazma- Kütle Spektrometresi
kg	Kilogram
mg	Miligram
MS	Kütle Spektrometresi
m/z	kütle/yük
NH <sub>2</sub> -	Amino grubu
NRC	Ulusal Araştırma Konseyi (National Research Council)
OH	Hidroksit
pH	Hidrojen Konsantrasyonunun (-) Logaritması
ppb	Milyarda Bir (1/1.000.000.000)
ppm	Milyonda Bir (1/1.000.000)
RNA	Ribonükleik Asit
RSD	Relative Standart Deviation
SH	Sülfhidril
T.S.	Türk Standartları
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu ve benzerleri
WHO	World HealthOrganization (Dünya Sağlık Örgütü)
ZnO	Çinko oksit





## 1. GİRİŞ

Doğal çevreyi meydana getiren öğeler, insanlar, hayvanlar ve bitkilerdir. Bu öğelerin, fiziksel ve kimyasal özelliklerinin, hayati aktivitelerinin olumsuz yönde etkilenmesi ve değişmesi olayına çevre kirliliği denir. Canlılar, doğada yaşamlarını hava, su ve topraktan oluşan bir ekosistem içerisinde sürdürürler. Bu üçlü ekolojik denge çok düzenli bir şekilde işlemektedir. Dünyamızda ki bu muhteşem ahenk sayesinde, bazı zararlı maddeler ekosistemde elimine edilmektedirler. İnsanoğlunun teknoloji ile tanışmasından sonra çevre kirlenmesi ve dolayısıyla doğal dengenin bozulması süreçleri hızla artmış, günümüzde insan ve çevre sağlığını tehdit eder duruma gelmiştir. Günümüz teknolojisine paralel olarak toprak, su ve atmosfere bırakılan ağır metal iyonu miktarının ve çeşidinin artması, maden alanlarının işletimi, endüstriyel faaliyetler sonucu oluşan katı, sıvı ve gaz atıkların çevreye kontrolsüzce bırakılması, artan nüfus ile birlikte fosil yakıtların konutlarda ve araçlarda kullanım miktarının artması, tarımda zirai ilaçlama ve gübreleme faaliyetlerinin bilinçsizce yapılması, insan ve çevre sağlığını olumsuz etkileyen en önemli sebeplerdendir (Şişli, 1999).

Bilindiği gibi doğada var olan en iyi çözücü sudur ve su aynı zamanda iyi bir taşıyıcıdır. Doğal halinde pek çok çözünmüş madde, parçacık ve canlı organizma içerir. İnsanlar, yaşamsal ve ekonomik gereksinimleri için suyu hidrolojik çevrim denilen bir döngüden alır ve kullandıktan sonra çevirime geri verirler. Değinen işlevler sırasında suya karışan maddeler, suların kimyasal, fiziksel ve biyolojik özelliklerini değiştirirler ki, bu olay su kirliliği olarak adlandırılmaktadır. Söz edilen özellik değişimleri aynı zamanda ekosistemlerin etkilenmesine, dengelerin bozulmasına ve giderek doğadaki tüm suların sahip oldukları özümleme (asimilasyon) ve kendi kendini temizleme kapasitesinin de azalmasına veya yok olmasına yol açabilir (Keleş ve Hamamcı, 2001).

Çevre kirliliğini arttıran ve ekolojik dengenin bozulmasında önemli rol oynayan endüstri kuruluşlarının başında, atık sularında ağır metal içeren kuruluşlar gelmektedir. İlgili endüstri kuruluşları, süreçleri gereği çeşitli ağır metalleri kullanmakta ve atıkları da, cıva, çinko, kobalt, bakır, demir, kurşun, krom, arsenik ve gümüş gibi metal iyonlarını ihtiva etmektedir (Sağlam ve Cihangir, 1995).

Endüstriyel faaliyetler sonucu ortaya çıkan atık sular yüksek konsantrasyonda metal bulundurabilmektedirler. Bu suların arıtma işlemine tabi tutulmaksızın akarsu,

göl, baraj veya denizlere bırakılması sonucunda ağır metaller ekolojik dengeyi tehdit eder düzeye ulaşmaktadır. Kadmiyum, bakır, krom, nikel, çinko ve mangan gibi ağır metaller su ortamında eser miktarda bulunmalarına karşılık organizmadaki doğal düzeyleri ve birikimleri farklı olmaktadır (Yarsan ve ark., 2000).

Metal kirliliği içeren atık suları; başlıca maden işletmeleri (kurşun, çinko, demir, bakır, gümüş, krom, altın ve uranyumun elde edilmesine yönelik süreçler sonucunda), metal endüstrileri (demir – çelik, bakır, çinko, krom, vb.) ve diğer metal kaplama, kurşun batarya, seramik, matbaacılık, fotoğrafçılık, tekstil, elektrik elektronik, kimya, boya ve otomotiv endüstrileri oluşturmaktadır (Şengül,1991).

Atık suların kirliliği, fiziksel, kimyasal ve biyolojik kirlilik olarak başlıca üç kısımda incelenir. Fiziksel kirlilik, renklenme, koku, sıcak atıkların etkisiyle su kaynaklarının sıcaklığında yükselme, bulanıklık, askıda maddeler ve köpüklenmeyle kendini gösterir. Atık suyun kimyasal özelliklerini ise içerdiği çözünmüş organik maddeler, zehirli maddeler, azotlu ve fosforlu maddeler belirler. Bu anlamda kimyasal kirliliğe, organik ve inorganik atıklarla gazlar neden olur. Ağır metaller, inorganik atıklar içinde başlıca kimyasal kirleticilerden sayılmaktadır. Hayvansal ve bitkisel atıklarla organik atıkların etkisiyle üreyen bakteriler, alg, fungus ve virüsler biyolojik kirliliğe neden olurlar (Pekin, 1980).

Geçtiğimiz yüzyılın sonlarına doğru yeryüzü ikliminde hissedilir değişimler ortaya çıkmış ve temiz su kaynaklarının zamanla azalacağına dair kuşku ortaya atılmıştır. Diğer taraftan su kaynaklarındaki önlenemeyen kirlenmeler de, yakın zamanda bütün dünyada bir su sorununun ortaya çıkacağına işaretleri olarak görülmektedir (Yalçın ve Gürü, 2002).

Ağır metal kirliliğine neden olan proseslerden bazıları, metal kaplamacılığı, metal cilalama prosesleri, madencilik ve maden cevheri prosesleri, metal prosesleri, pil ve akümülatör üretim prosesleri, termal güç üretimi (kısmen kömür yakan fabrikalar), nükleer güç üretimi vb. olarak sıralanabilir (Gavrilescu, 2004).

Çevresel kirliliğine sebep olan ve insan vücudu için esansiyel olmayan metaller, genel popülasyona başta besinler olmak üzere hava ve içme suları yardımıyla ulaşmaktadır. Böylece “vücut metal yükü” oluşmaktadır. Bu metallere Al, V, Ti, Cr, Sr, Sn, Cd ve Pb gibi bazıları ise insan vücudunda ortalama 40 yaşına kadar sürekli birikmekte ve dolayısıyla vücuttaki konsantrasyonları artmaktadır (Vural, 1996).

Havanın metallere kirlenmesinde ise en önemli faktör, fosil kaynaklı yakıtların kullanılmasıdır. Katı ve sıvı yakıtların içerdiği As, Se, Pb ve Cd gibi metaller baca ve egzoz gazları ile havaya karışmaktadır. Ayrıca metal endüstrisinde metal filizlerinin kavrulması sırasında ortama salınan baca gazları ve tozlar hava kirliliğine neden olan önemli faktörleri oluşturmaktadır (Mor, 2002).

Birçok metal, besinlerin normal bileşeni olabileceği gibi kirlilik olarak da bulaşabilir. Besinlerdeki metal kirliliğinin nedeni; metal ve tuzlarını içeren gübreler ve pestisit kalıntıları, metalden yapılmış besin kapları ve ambalajın besin maddelerine teması, çevre kirliliği nedeniyle toprak ve suda bulunan metallerin bitki ve hayvanlarda biyolojik olarak birikmesi sonucunda besin zincirine geçmesidir (Işık ve ark., 1996).

Metaller biyolojik parçalanmaya dayanıklı olduğu bilinmektedir. Fakat akarsularda ve toprakta bileşik veya metalik halde bulunan metaller, anaerobik bakteriler ve bitkiler yardımıyla lipofil özellik kazanarak kolaylıkla besin zincirine dahil olurlar (Krauss ve Diez, 1997).

Ağır metallere zehirli karakterleri şu şekilde görülmektedir;

- Zehirlilik, doğada uzun bir süre devam edebilir.
- Bazı ağır metaller, bazı ortamlarda düşük zehirli türlerden daha yüksek zehirli türlere dönüşebilirler.
- Ağır metallere besin zinciri tarafından biyoakümüasyonu, normal fizyolojik aktiviteye zarar verebilir ve sonunda insan yaşamını tehlikeye sokabilir.
- Metaller yalnızca farklı türlere dönüşebilirler, ancak biyolojik süreçler dahil hiçbir yöntemle bozulamazlar (Alkorta ve ark., 2004).

Endüstriyel işletmeler; gazlar, parçacık emisyonu, atık sular ve katı atıklar üretmektedir. Bunlar hava, su ve toprak sistemlerinde birikmektedirler. Endüstriyel işletmelerin çeşitli şekillerde ürettikleri atık ürünler içerisinde, önemli düzeylerde ağır metaller ve iz elementler bulunmaktadır. Endüstriyel işletmelerin baca emisyonlarından başlıca; kükürt dioksit, azot dioksit, hidrojen florür, klorür, etilen, ozon gibi gazların yanı sıra, ağır metaller gibi kirlenmeler yayılmaktadır (Kızılkaya, 1998 ).

Ağır metaller binlerce yıl içinde yaşadıkları kayalardan fiziksel, kimyasal ve biyolojik ayrışma olayları ile çözünerek karasal ekosistemdeki toprak yapısına katılmışlardır. Bu maddeler toprak mikroorganizmaları ve bitki kökleri tarafından alınarak toprak üstü biyokütle taşınırlar. Bu biyokütle besin, yem ve yenilenebilir

enerji kaynağı olarak kullanılır. Bu durumda yer üstü biokütlesindeki organizmalar, hayvanlar ve insanlar genetik olarak ağır metallerin doğal veya yerel derişiklerine uyum sağlayabilmektedirler. Son yüzyılın ortalarına kadar, ağır metallerin büyük kısmı fosilenerji kaynakları ve yenilenemeyen ham maddeler olarak yer kürenin derinliklerinde inert olarak kalmışlardır. Endüstriyel kullanımın gereksinim duyduğu ham madde talebi arttıkça, buldukları yerlerden alınıp işlenmeleri ve doğaya seyreltilip bırakılmaları yanında fosil kökenli maddelerin enerji üretimi amacıyla yakılmaları ve diğer endüstriyel atıklarla biyosfere salınmaları sonucu bu elementlerden kaynaklanan kirlilik sorunları da gün geçtikçe artış göstermiştir. Bu elementlerin biyolojik dolaşımlarının bir kısmını oluşturan topraklar aynı zamanda bu bileşiklerin büyük miktarlarının son depolanma bölgesini de oluşturmaktadır. Bu süreçte toprakların doğal filtre edici özellikleri yanında tamponlama kapasiteleri ve toprakların pH, redoks potansiyeli, kanyon değişim kapasitesi, Cl, S, N içerikleri, organik maddelerin miktar ve niteliği gibi fiziksel/kimyasal özellikleri de büyük önem taşımaktadır. Toprak çözeltilisinde serbest kalan ağır metaller toprak organizmaları ve bitki kökleri tarafından alınmakta veya yeraltı suyuna karışarak su kalitesinin bozulmasına ve besin döngüsünün kirlenmesine neden olmaktadır (Haktanır, 1998).

Endüstrileşme ve kentleşmeye bağlı olarak artan çevre kirliliği ile birlikte toprak kirliliği de ortaya çıkmış ve canlılar üzerinde tehlikeli olabilecek boyutlara ulaşmıştır. Doğrudan ve dolaylı yollardan oluşabilen çevre ve toprak kirliliği probleminden besin zinciri yoluyla bütün organizmaların etkilenmesi, bu problemin büyüklüğünü ve tehlikesini daha da arttırmaktadır. Çevre ve toprak kirliliğine neden olan faktörlerden en önemlisi ağır metallerdir (Stresty ve MadhavaRao, 1999).

Bitkinin yaş artışıyla, birçok mineral madde, iz element ve mutlak gerekli olmayan ağır metallerin miktarları azalır. Bitkideki ağır metal miktarında, bitki gelişim dönemi de önemlidir. Hızlı gelişim devresinde seyrelme etkisi nedeniyle daha az ağır metal bulunmaktadır (Hasselbach, 1992).

Bitkilerde bütün ağır metaller için belli bir tolerans sınırı vardır. Bu sınırdan sonra bitki metabolizmasında işlevsel bozukluklar meydana gelmekte ve daha sonra da verim düşmektedir. Tolerans sınırı elemente ve araştırılan bitkiye göre değişmektedir (Hasselbach, 1992).



Kirliliğe yol açan ağır metallerin bitkilerce alınımında ağır metal-transfer faktörü, bitkinin çeşidi, bitkinin kısmı, bitki ve bitki organlarının yaşı, bitkinin gelişim dönemi, bitki türü, bitkinin ağır metale dayanıklılığı gibi faktörler önem taşımaktadır (Hasselbach, 1992).

Bitkiler, yüksek miktarlardaki Cr, Cu, Ni ve Zn'ya hayvanlardan daha hızlı reaksiyon gösterdiklerinden dolayı, iyi bir indikatör olmaktadır. Cd, Hg, Tl için durum tam tersidir. Bu elementlerin insanlar ve hayvanlar için yüksek olan konsantrasyonları bitkiler tarafından oldukça iyi talere edilebilmektedir (Seçer ve Elmacı, 1991).

Ağır metallerin insan ve hayvanlar tarafından düşük seviyelerde de olsa sürekli olarak yiyecek maddeleri ile alınması vücuttan atılma zorluklarından dolayı bir takım zararlı etkilere neden olmaktadır. Aynı zamanda ağır metaller, vücutta birikim özelliği göstermektedir. Bitkiler ağır metalleri topraktan ve kirli havayla maruz kalan yapraklarından yaplarına almaktadırlar (Zurera ve ark.,1989).

### 1.1. Amaç ve Kapsam

İnsanların yaşamlarını devam ettirmeleri için kullandıkları içme suları ve sebzelerin toksik metal yönünden temiz olması son derece önemlidir.

Günlük yaşamımızda çok tüketilen kaynak sularının toksik metal değerleri, yönetmeliklerle sınırlandırılmış ve bunların kontrolleri yapılmaktadır. Bu çalışmada, İstanbul ve Van'dan temin ettiğimiz kaynak suyu numunelerinin, bazı element konsantrasyonlarını tespit ederek yönetmeliklere göre karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Sanayideki hızlı gelişmeler ile, tarım alanlarının kirlenmesi beraberinde bazı sorunlar getirmiştir. Genellikle çok tüketilen sebzelerdeki ağır metal değerleri, sanayileşmenin artması ile birlikte bir artış gösterdiği görülmektedir.

Su ve gıda örneklerinde çalışılacak metaller; ' bor, sodyum, magnezyum, alüminyum, potasyum, kalsiyum, krom, mangan demir, nikel, bakır, çinko, arsenik, selenyum, kadmiyum, kalay, antimon, baryum, cıva, kurşun olarak belirlenmiştir.

Bu çalışma, Van ve İstanbul illerinde üretim izni alınarak hazır satılan ve halkın kullanımına açık hayrat suları ile, İstanbul'un Zeytinburnu ilçesindeki pazartesi pazarından alınan bazı sebzeler, peynir ve yoğurt örneklerini kapsamaktadır. Ayrıca piyasadan temin edilen arı poleni örneği de, bu kapsamdadır.

## 2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

Metaller toksik ve toksik olmayanlar diye ikiye ayrılır. Canlı bünyesine girdiği zaman ona zarar verebilecek metallere toksik metaller denir. Toksik etki metalden metale, canlıdan canlıya değiştiği gibi konsantrasyona bağlı olarak da değişmektedir. Toksik metaller canlı bünyesine havadan, sudan ve özellikle de alınan besinlerden girer. Toksik metaller zamanımızın en zararlı çevre kirleticileri arasında yer almaktadır. 150’yi aşkın kirleticinin 84 tanesi metaldir. Toksik olan metallerin sayısı, toksik olmayanların sayısından daha azdır. Ayrıca, toksik olanlardan bir kısmı yer kabuğunda eser oranda bulunur, bir kısmının da tuzları suda çok az çözünür. Böylece potansiyel toksik metallerin sayısı bir hayli azalmış olur (Gündüz, 1994).

Toksik atık konsantrasyonunun artışı ve su kirliliği, endüstrisi gelişen ülkelerde baş gösteren bir sorun olarak ortaya çıkmış ve insan sağlığına zarar vermesi açısından önemli bir sorun olarak görülmüştür. Bu kirliliğin kontrol altında tutulabilmesi için, bazı yasaların getirilmesiyle engellenmeye çalışılmıştır. Uygun kirlilik giderme yöntemleri, yasal süreçlerde önem kazanmaya başlamıştır (Tünay, 1996).

Çizelge 2.1. T.G.K.’ne göre, sebzelerde maksimum ağır metal konsantrasyonları

Element	Sebzeler T.G.K. mg/kg yaş ağırlık
Cd	0.05
Sn	200
Pb	0.1

Çizelge 2.2. T.S.’ye göre yoğurt ve peynirdeki maksimum metal konsantrasyonları

Element	Yoğurt /T.S.1330 mg/kg	Peynir /T.S.591 mg/kg
Cu	1	1
Sn	200	250
Pb	0.02	0.05
Hg	0.03	0.03

WHO ve FAO yiyecek ve içeceklerdeki zararlı maddeler üzerine ısrarla durmakta ve bu konuda bir seri çalışmalar yapmaktadırlar. Özellikle ağır metal iyonlarının gıdalara bulaşması ve günlük tolare edilebilir sınırların üzerinde çıkması, bu örgütlerin üzerinde durduğu öncelikli konulardır. FAO ve WHO' nün ortaklaşa kurmuş oldukları ve dünya standartlarını oluşturmaya yönelik çalışmaların yapıldığı Kodeks Alimentarius Komisyonu (CAC), belirli gıdalarda ağır metaller için limit değerlerin ve bazı ülkelerin kendilerine özgü maksimum değerlerin belirlenmesine yönelik çalışmalar sürdürmektedirler. (Yüzbaşı, 2001).

Özellikle metallerin insan sağlığı üzerinde olan etkilerinin ortaya konulmasıyla birlikte, belirli bir dozun üzerine çıktığında sağlık açısından tehlike oluşturabilecek kurşun, kadmiyum, krom, arsenik ve cıva gibi toksik metallerle, demir, bakır, çinko, magnezyum, mangan, potasyum, sodyum gibi metallerin düzeylerinin belirlenmesi yoluna gidilmiş ve yasal sınırlamalar oluşturulmuştur (Sajit, 2003).

Çizelge 2.3. Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO) 2006 ve 17.02.2005 tarih 25730 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan 'İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik' ile ilgili sınır değerleri

Parametre	Birim	İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik Değerleri	Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO) 2006
Antimon	µg/L	5	5
Arsenik	µg/L	10	10
Bor	mg/L	1	Sınır Belirtilmemiştir.
Kadmiyum	µg/L	5	3
Krom	µg/L	50	50
Bakır	mg/L	2	2
Baryum	mg/L	1	0.7
Kurşun	µg/L	10	10
Cıva	µg/L	1	1
Nikel	µg/L	20	Sınır Belirtilmemiştir.
Selenyum	µg/L	10	10
Mangan	µg/L	50	400
Alüminyum	µg/L	200	200
Demir	µg/L	200	300
Kalsiyum		Sınır Belirtilmemiştir.	Sınır Belirtilmemiştir.
Magnezyum		Sınır Belirtilmemiştir.	Sınır Belirtilmemiştir.
Potasyum		Sınır Belirtilmemiştir.	Sınır Belirtilmemiştir.
Sodyum	mg/L	200	200

Endüstriyel aktiviteler sonucunda ortaya çıkan ve doğaya bırakılan ağır metallerin miktarı her geçen gün artmaktadır. Bu metaller, zehirli olmaları, doğada bozulmadan kalabilmeleri, besin zinciri boyunca dolaşmaları ve birikmeleri dolayısıyla çevre ve insan sağlığı için ciddi bir tehdit oluşturmaktadır (Yetiş ve ark.,1998).

Başta gıda maddeleri olmak üzere su ve hava yolu ile vücuda alınan ağır metaller, konsantrasyonlarına bağlı olarak vücutta çeşitli düzensizlikler ve zararlar oluşturabilmektedirler. Bu düzensizlikler; uyku bozuklukları, merkezi sinir sistemi bozuklukları, baş dönmesi, iştahsızlık, nefes darlığı ve hafıza yetersizliği gibi belirtilerle ortaya çıkmaktadır (Clayton ve Clayton, 1994; Klaassen,1996). Ağır metaller, kalp ve damar hastalıklarının ortaya çıkmasında ve kan oluşum sistemlerinin bozulmasında da rol oynayabildikleri gibi, bunların kanser, anemi, zehirlenme ve erken ölüm gibi olaylara da neden oldukları belirtilmektedir (Işık ve ark.,1996; Kılıçel ve ark., 2000). Ayrıca bu metaller, proteinlerin fonksiyonel gruplarına bağlanarak birçok biyokimyasal reaksiyonu etkileyebilir, farklı yollardaki enzimatik aktivitelerde rol alabilir, çekirdek metabolizmasına ve ATP sentezine etki edebilirler (Viarengo, 1985).

Metallerin zehirli etkileri her metalin özelliğine göre değişmektedir. Ancak genel olarak metallerin hepsi birden fazla organ ve sistemi etkilemektedir. Zehirli ağır metaller; sinirlere ve kemiklere zarar vermekte, vital enzim gruplarının fonksiyonlarını bloke etmekte ve kansere neden olmaktadır (Siloniz ve ark.,2002).

Maden yataklarından geçen akarsuların buradaki As, Cd, Hg, Pb gibi metalleri çözerek doğal kirlenmenin yanı sıra, endüstriyel atıkların akarsu, deniz ve göllere kontrolsüzce atılması, ağır metal kirliliğinin boyutunu giderek arttırmaktadır. Kirlenen suların, tarım ve hayvancılıkta kullanılması sonucunda, ağır metaller canlı bünyesine girmektedir. İnsanların kullandığı hayvansal ve tarımsal gıdalardaki ağır metaller insan yapısına geçerek birikmekte ve ciddi bir sağlık sorunu oluşturmaktadır. Çok fazla kirlenmiş olan deniz ve göllerdeki su canlılarının, insanlar tarafından besin olarak tüketilmesi sonucunda Minamata Körfezi olayında olduğu gibi toksik metal ile zehirlenme vakaları görülmektedir (WHO ve FAO, 1972).

Güçlü kimyasal duyarlılığı, kolay soğurulması, yüksek zehirleyici etkisi ve çok yavaş salgılanması nedeniyle, metil cıva suda yaşayan canlılar için çok zararlıdır. Metil cıva ( $\text{CH}_3\text{Hg}$ ), cıvadan 25 kez daha zehirlidir. İlk cıva zehirlenmesi Japonya'da, Minamata körfezi kıyısındaki köylerde yaşayan balıkçılarda gözlenmiştir. Bundan

dolayı bu hastalığa “Minamata hastalığı” adı verilmiştir. Cıva, endüstriyel atıklarla deniz suyuna geçer ve balıkların organizmalarında birikerek, dolaylı olarak insanları etkiler. Minamata hastalığının belirtileri, insan hareketlerinde bozukluklar, titreme, ağız ve dudaklarda uyuşma, görüşün zayıflaması ve konuşma yetersizliğidir (Şahinci, 1991).

Bugüne kadar cıva ile kirlenmiş gıda maddelerinin tüketilmesi sonucu birçok zehirlenme olayı rapor edilmiştir. Bu olayların en önemlileri Çizelge 2.4.' de verilmiştir (Vural, 1993).

Çizelge 2.4. Bazı gıda maddelerindeki cıva zehirlenmeleri ile ilgili ölüm raporları

Yer	Yıl	Gıda	Cıva Formu	Zehirlenme Sayısı	Ölü Sayısı
Japonya, Minamata	1953-1970	Balık ve Kabuklular	Metil Cıva	700	46
Japonya, Nilgataı	1953-1970	Balık ve Kabuklular	Metil Cıva	48	6
Pakistan	1961	Buğday	Fenil cıvaasetat/ etilcıva	34	5
Guatemala		Buğday	Metil Cıva disyandiamid	45	459
Irak	1971-1972	Buğday	Etilcıva	6530	36
Gana		Mısır	Etilcıvaklorit	65	17
ABD, New Meksiko	1969	Domuzeti	Metil Cıva disyandiamid	7	

Yapılan birçok çalışmada krom ( $\text{Cr}^{4+}$ ), nikel ( $\text{Ni}^{2+}$ ), kobalt ( $\text{Co}^{2+}$ ), berilyum (Be) kadmiyum ( $\text{Cd}^{2+}$ ) ve arsenik bileşiklerinin insan için kanserojen oldukları doğrulanmıştır. Kobalt ( $\text{Co}^{2+}$ ) ve ferik nitrilotriasetat ( $\text{Fe}^{2+}$ -NTA)’ın hayvanlar üzerindeki çalışmaları, bunlarında kanserojenik olduklarını göstermektedir. Metal iyonları; süperoksit anyonu ( $\text{O}_2^-$ ) ve hidrojen peroksit radikali ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) ile birlikte hidroksil ( $\text{OH}\cdot$ ) radikali, singlet  $\text{O}_2$  ( $\text{O}_2^-$ ) radikali ve metal oksijen komplekslerini oluşturarak oksidatif DNA hasarlarına yol açmaktadır. Diğer taraftan DNA onarım sistemleri de kanserojen metallere karşı hassas bir işleve sahiptir. Arsenik ve kadmiyum gibi birçok metal SH gruplarına bağlanarak DNA onarım sisteminin inhibisyonunu ve 8-oxo-dGua oluşumunu arttırarak DNA hasarlarının oluşumuna sebep olmaktadır (Soruga ve ark.,1994).

Pearson, metalik iyonları, onların F- ve I- ile bağlanma kuvveti şeklinde tanımlanan bir sertlik ölçütüne göre sınıflandırmıştır. Nierboer ve Ruchardson, biyolojik sistemler için, metallerin elektronegativite, yük ve iyonik yarıçaplarını göz önüne alan yeni bir metal sınıflandırması önermişlerdir. Bu sınıflandırmaya göre,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  ve  $\text{Mg}^{+2}$  gibi sert metaller, genellikle zehirli değildir ve mikrobiyal gelişim için gerekli bileşenlerdir. Bunlar genellikle  $\text{OH}^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{R-COO}^-$  ve  $\text{=C=O}$  gibi oksijen içeren (sert) ligandlara bağlanmayı tercih ederler.  $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$  ve  $\text{Pb}^{2+}$  gibi yumuşak metaller genellikle yüksek zehirlilik sergilerler ve  $\text{CN}^-$ ,  $\text{R-S}^-$ ,  $\text{-SH}^-$ ,  $\text{NH}_2^-$  ve imidazol gibi azot veya kükürt içeren (yumuşak) ligandlarla kararlı bağlar oluştururlar. Orta veya ara metaller daha az zehirlidirler ve bazı biyomoleküllerde özel biyokimyasal reaksiyonlara katılmak için bulunurlar (Avery ve Tobin,1993).

Bununla birlikte ağır metaller, böbrek işlevselliğinin son bulmasına, karaciğer, beyin ve merkezi sinir sisteminin zarar görmesine de neden olmaktadır (Senthilkumaar ve ark., 2000).

Toksik metalin bitkilerde gösterdiği etki çok daha yavaş gerçekleşmektedir. Aynı metalin insan organizmasındaki etkileri çok daha çabuk meydana gelmektedir (Muslu, 1985).

Bitkilerde ağır metal toksitesi üzerine çalışmışlar ve bitkilerde ağır metal toksitesinin büyüme ve gelişmede yavaşlama, enzim aktivitesinde bozulma, kökte zararlar, depolama faaliyetlerinde bozulma, fotosentez aktivitesinde gerileme, diğer besin elementlerinin alımında yavaşlama ve verimde düşme gibi zararlara neden olduğunu belirtmişlerdir (Yağdı ve ark.,2000).

Beşir (2010), Van ilindeki kaynak sularında ağır metal analizinde; Van kalesi suyunda As (7.0-9.6 ppb), Cr (7.9-10.4 ppb), Kalecik suyunda, As (0.5-0.8 ppb), Cr (2.3-3.1 ppb), Pb (1.2-3.1 ppb), Erek suyunda As, Cr, Pb elementleri minimum seviyede tespit ettiğini bildirmiştir.

Tanak (2006), Samsun'un Tekkeköy Aşağıçınık kırsalından temin ettiği ve kurutarak yaptığı marul analizinde, Mn 10.2 mg/kg, Ni 10.2 mg/kg, Pb 6.1 mg/kg bulmuş, maydanoz analizinde Mn 7.3 mg/kg, Ni 1.6 mg/kg, Pb 6.7 mg/kg olarak bildirmiştir. Endüstri bölgesi olan Tekkeköy merkezden temin ettiği ve kurutarak yaptığı marul analizinde, Mn 25.4 mg/kg, Ni 23.8 mg/kg, Pb 17.6 mg/kg bulmuş, maydanoz analizinde Mn 15.7 mg/kg, Ni 7.6 mg/kg, Pb 13.4 mg/kg olarak bildirmiştir.

Sebzeler, sindirim sırasında oluşan asit bileşiklerini tamponlamaları yönünden de çok önemlidir. Fakat bitkiler içerdikleri esansiyel maddelerin yanında toksik elementler (arsenik ve cıva gibi) de içerebilmektedirler (Alam ve ark.,2003).

Arı Poleni sahip olduğu değerli bileşiklerle insan vücudu için çok yararlı bir gıda maddesidir. Vücudu zindeleştirdiği ve bağışıklık sistemini güçlendirdiği bilinmektedir. Polenin düzenli olarak her gün sabahları aç karnına çocuklar için iki çay kaşığı, yetişkinler için ise 20 g civarında tüketilmesi tavsiye edilmektedir. İyice çiğnenerek tüketilmesinin daha faydalı olacağı belirtilmektedir (Tutkun 2000; Doğaroğlu 1999).

Osma (2009), İstanbul'da 7 farklı tarladan topladığı maydanoz örneklerinde ağır metal analizi yapmıştır. Yıkamadan ve yıkayıp kuruttuğu maydanoz örneklerinde, topraktan, sudan ve havadan bulaşan ağır metalleri araştırmıştır. Yıkamadan kurutulup analizi yapılan maydanozda; Cd (0.27-0.8 mg/kg), Cr (4.64-14.01 mg/kg), Cu (1.71-3.81 mg/kg), Ni (4.62-10.7 mg/kg), Pb (37.86-79.89 mg/kg), Zn (4.04-5.74 mg/kg) şeklindedir. Yıkayıp kurularak analizi yapılan maydanozda; Cd (0.24-0.58 mg/kg), Cr (3.73-11.19 mg/kg), Cu (1.53-3.17 mg/kg), Ni (4.21-7.32 mg/kg), Pb (35.61-67.95 mg/kg), Zn (3.48-4.62 mg/kg) olarak bildirmiştir.

Çeşitli hastalıklara neden olabilen elementlerin ve minerallerin saptanabilmesi için jeoloji ve tıbbın sıkı bir işbirliği içinde çalışmaya başlaması Tıbbi Jeoloji'yi doğurmuştur. Tıpkı vücudumuzu oluşturan hücrelerin benzeri, yerkabuğunu oluşturan kayalar (kayaçlar) da çeşitli mineraller ve elementlerden oluşmuştur. Yaşamları boyunca insanlar bu mineraller ve elementlerle doğrudan ya da dolaylı olarak ilişki içindedir. Yaşanılan bölgenin jeolojik yapısı, içme suyu ve toprak kalitesinin bilinmesi özellikle kardiyovasküler hastalıkların tespit edilmesi ve önlenmesi açısından önem taşımaktadır. Eser elementlerin eksikliği veya toksik dozda metallere maruz kalma çeşitli organ sistemlerini etkileyebildiği gibi özellikle kardiyovasküler sistemde değişikliklere sebep olabilir. Klinik, patolojik ve epidemiyolojik bulgular, elementlerle genel olarak üç kardiyovasküler hastalık grubunun ilişki içinde olduğunu göstermiştir. Bunlar; dilatekardiyomiopati, ateroskleroz ve hipertansiyon. (Varol ve ark.,2009).

Çinko rafinerisi tarafından kirletilen bölgelerde (20 km), sığırların karaciğer ve böbreklerinde kirlenmemiş bölgelere göre yaklaşık 1.5 kat yüksek oranda kurşun saptanmıştır. (Vural, 1993)

Hill (2001), İnsanlarda ve deney hayvanlarında, kanser oluşumuna neden olan toksik metaller üzerine yaptığı çalışma, Çizelge 2.5. ve Çizelge 2.6.'da gösterilmiştir.

Çizelge 2.5. İnsanlarda, kanser oluşumuna sebep olan toksik metaller

Metaller	Kanser Türü
Arsenik	Pulmoner Karsinoma Lenfoma, Lösemi Dermal Karsinoma Hepatik Anjiyosarkoma
Kadmiyum	Pulmoner Karsinoma
Krom	Pulmoner Karsinoma Gastrointestinal Karsinoma
Nikel	Pulmoner Karsinoma Nazolarenks Karsinoması Gastrik ve Renal Karsinoma Sarkoma

Çizelge 2.6. Deney hayvanlarında metallerin karsinojenik etkileri

Metal	Deney Hayvanı	Tümör	Bölge
Berilyum	Fare, Sıçan, Maymun	Osteosarkom Karsinoma	Kemik Akciğer
Kadmiyum	Fare, Sıçan, Tavuk	Sarkoma Teratoma	Enjeksiyon Bölgesi Testisler
Kobalt	Sıçan, Tavşan	Sarkoma	Enjeksiyon Bölgesi
Krom	Fare, Sıçan, Tavşan	Sarkoma Karsinoma	Enjeksiyon Bölgesi Akciğer
Demir	Hamster, Fare, Sıçan, Tavşan	Sarkoma	Enjeksiyon Bölgesi
Nikel	Kedi, Fare, Sıçan Hamster, Tavşan, Kobay	Sarkoma Karsinoma Karsinoma	Enjeksiyon Bölgesi Akciğer Böbrek
Kurşun	Fare, Sıçan	Karsinoma	Böbrek
Titanyum	Sıçan	Sarkoma	Enjeksiyon Bölgesi
Çinko	Sıçan, Tavuk Hamster	Karsinoma Teratoma	



İnsan vücudu metalleri işleyemez ve kullanamaz. Bunun sonucu olarak metaller çeşitli organlarda birikmektedir (Gavrilescu,2004).

Deney hayvanları üzerinde yapılan çalışmalar kurşunun sinir sistemi, kan, mide, bağırsak ve böbrekler üzerinde olumsuz etkilere neden olduğunu göstermiştir. Üreme ve akciğerler de etkilenen organlardır. Kurşunun akut belirtileri kalp yetmezliği, koma ve ölümdür. Deney hayvanlarında kansere neden olduğu da saptanmıştır. (Vural, 1993)

Yaman ve Güçer (1995), Elazığ yöresinde ana yola yakın ve gübreleme işleminin yoğun olarak yapıldığı bir bölgeden toplanan sebze örneklerinde Cd ve Pb konsantrasyonlarını sırasıyla ıspanakta 0.45 ve 0.82 ppm, marulda 0.80-0.85 ppm, domateste 0.20 ve 0.73 ppm olarak tespit etmişlerdir.

Othman ve ark.(1997), Şam'da yaptığı bir araştırmada, yoldan farklı uzaklıklardan alınan sebzelerdeki Pb konsantrasyonunun, maydanozda 5m'de 4.5 mg/kg, 20 m'de 3.5 mg/kg, 50 m'de 2.5 mg/kg bulmuşlar ve sebzelerin yola en az 200m mesafede yetiştirilmesi gerektiğini vurgulamışlardır.

Mor (2002), Bursa'da yoğun araç trafiği, sanayi ve kentleşmenin bulunduğu bir yerden alınan marul numunesinde, ortalama Cd için 0.638 mg/kg ve Pb için 1.402 mg/kg tespit etmiştir.

Çalışkan (2007), Çorlu ve civarında yetişen sebzeleri kurutarak yaptığı ağır metal analizi sonucunda, Pb miktarı, marulda 1.47-3.52 mg/kg, maydanozda 2.01-2.32 mg/kg, Cd miktarı, marulda 0.5-0.62 mg/kg, maydanozda 0.21-0.4 mg/kg, Cr miktarı, marulda 2.04-3.28 mg/kg, maydanozda 0.90-1.35 mg/kg, olarak tespit etmiştir.

Schmidt ve Buchmann (1997), arıların toplamış oldukları polenlerde yaptıkları ağır metal analizleri sonucunda, potasyum % 0.15-1.1 kalsiyum % 0.1-0.5 magnezyum % 0.1-0.35 sodyum % 0.15-0.8 şeklinde olduğunu, demir, mangan, çinko ve bakır elementlerinin konsantrasyonlarını, 6-25 mg/kg arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Basovic ve ark. (1986), yıkanmamış marul yapraklarını kurutarak yaptığı analiz sonucunda, yoldan 4 m uzaklıkta 32-33 mg/kg, 50 m uzaklıkta 8.45-9.22 mg/kg Pb elementi tespit ettiğini bildirmiştir. Aynı araştırmacılar trafik akımının olmadığı alanda yetişen marul yapraklarında 2.00-3.65 ppm Pb elementi tespit ettiğini bildirmişlerdir.

Albering ve ark. (1999), Maure nehri ile sulanan marulda, yaş olarak yaptığı ağır metal analizinde, Cd (0.03 mg/kg -0.21 mg/kg), Cu (0.3 mg/kg -1.1 mg/kg), Pb (0.04 mg/kg -0.13 mg/kg), Zn (5.9 mg/kg -9.1 mg/kg), olarak bildirmiştir.

## 2.1. Çalışılan Bazı Elementler Hakkında Bilgiler

Birçok metalin kanserojenik potansiyele sahip olduğu bilinmektedir. Metal kanserojenlerin metabolizması önemli ölçüde araştırılmış ve metallerin kanser oluşumunda endojen reaktif oksijen türlerini (ROS) de içine aldığı saptanmıştır. Buna dayanarak Cr'un  $H_2O_2$  varlığında kansere neden olduğu doğrulanmıştır. Daha sonra değişik metal bileşiklerinin de  $H_2O_2$  varlığında oksidatif DNA hasarına yol açabileceği düşünülmüş ve bilimsel çalışmalarda bulunulmuştur. *\_n-vivo* kanserojen metallerin kullanıldığı bir çok çalışma, oksidatif DNA hasarı üzerindeki bu hipotezi desteklemektedir. Bu metal bileşikler, DNA hasarlarında spesifitelerine göre farklılıklar gösterirler (Soruga ve ark.,1994)

Demir ve bakır vücut için gerekli olan metallerdir. Demir eksikliğinde hipokromik ve mikrositik anemi oluşurken, fazlalığında sideroz, kalıtsal hemokromatosis oluşumu gözlenmektedir. Bakır eksikliğinde anemi, ikincil beslenme bozuklukları oluşurken fazlalığında Wilson hastalığı oluşmaktadır. Mangan vücutta bazı enzimlerin yapısında kofaktör olarak kullanılmaktadır ancak insan için faydaları net olarak bilinmemektedir. Fazlalığında ise Parkinson benzeri hastalıklara ve psikotik belirtilere yol açmaktadır. Nikelin pankreas ve karaciğeri etkilediği bilinmektedir ancak fayda zarar ilişkisi bilinmemektedir. Kadmiyum ise vücut için toksik bir elementtir (Murray ve ark.,1991).

### 2.1.1. Alüminyum (Al) :

Biyosferde oldukça yüksek oranlarda bulunan  $Al^{+3}$ 'ün bilinen fizyolojik rolü olmayıp insanlar için oldukça toksik olan esansiyel bir elementtir. Buna rağmen alüminyumun uzun yıllar boyunca insan sağlığı için zararsız bir element olduğu sanılıyordu. Ancak son yıllarda yapılan çalışmalarla alüminyumun toksisitesi tespit edilmiş ve Alzheimer gibi nörolojik hastalıkların etiyolojisinde ve amiyotropik lateral sklerosis ve alüminosis, osteodistrofi ve demir eksikliği, mikrositik anemi gibi diğer hastalıklara neden olduğu bilinmektedir (Anthony ve ark., 1986).

Metallerin birçoğu GİS den ve renal yol ile dışarı atılır. Alüminyum başta beyin olmak üzere, kalp kası, kemikler ve akciğerler dahil tüm vücutta birikerek toksik etkiler oluşturabilir. Sağlıklı insanlarda absorbe edilen alüminyum miktarı idrardan çıkan

miktara bağılı olup bu şekilde bu elementin normal seviyeleri korunur. İnsanlarda birikmiş geniş oral alüminyum bilinmemektedir(Belles ve ark., 1999).

İnsanlarda gelişen bazı nörolojik hastalıklar alüminyumun intoksikasyonuna yolulmaktadır. Bunlar hafıza kaybı, titreme, irkilme, denge bozukluğu, merak kaybı, atoxia, myoclonik irkilme ve kusma ile kendini gösterir (Kamboj ve Kar ,1964).

### 2.1.2. Krom (Cr) :

Beyaz kristalize yapılı bir element olan kromun, biyolojik sistemler içerisinde en fazla bulunan formu stabil ve (+3) değerlidir. Karbonhidrat, protein ve lipid metabolizmalarında önemli fonksiyonları olan krom, memeliler için temel besin maddelerinden biridir (Güneral, 1985).

Bu eser elementin, insan vücudu üzerindeki etkileri araştırılmış, krom ile insülin arasında ilişki bulunmuştur. Kromun, insülin ve insüline duyarlı hücre membranlarında etkisi olduğu görülmüş, eksikliğinde glukoz toleransının bozulduğu, özellikle Tip II Diyabet gelişim riskinin artığı bildirilmiştir (Güneral, 1985).

Gebelerde yapılan çalışmalarda; krom düzeylerinin, glukoz toleransı, serum lipid ve insülin düzeyleri ile yakından ilişkili olduğu görülmüş, kromun da tıpkı kalsiyum, magnezyum, demir, nitrojen, karbon gibi vücudun ihtiyacı olan temel elementler kadar yaşam için gerekli olduğu öne sürülmüştür. Birçok çalışmada, krom destek tedavisi alan insanlarda, diyabet gelişim riskinin az olduğu gösterilmiştir. Bu eser elementin, insan vücudunda, insülinin normal fonksiyon görmesi için bulunması gerektiği ve karbonhidrat ve lipid metabolizmasında rol oynayan önemli bir eser element olduğu bildirilmiştir (Güneral, 1985).

Krom eksikliğinin en sık görülen bulguları;

- Glikoz toleransında bozulma
- Açlık hiperglisemisi
- Glikozüri
- Hipoglisemi
- Serum insülin miktarında artış
- İnsülin reseptör sayısında azalma
- İnsülinin reseptöre bağlanmasında azalma
- Yağsız vücut kitlesinde azalma

- Vücut yağ yüzdesinde artış
- Göz içi basınçta artış
- Periferik nöropati
- Ensefalopati
- Anormal azot metabolizması (Harshita ve ark.,2000).

İnsanlarda, (+) 6 değerli kromun inhalasyonuna bağlı toksik semptomlar bildirilmiştir. Bu semptomlar arasında; nazal septumun ülserasyonu ve perforasyonu, nazal mukozanın inflamasyonu, kronik bronşit ve amfizem yer alır. (+) 6 değerli krom bileşikler, alerjik kontakt dermatite ve akciğer kanser insidansında artışa neden olabilmektedir (Johansen ve ark.,1994).

### 2.1.3. Demir (Fe) :

Bazı metabolik ve enzimatik olaylarda ana rol oynayan demirin varlığı büyüme için zorunludur. Demir hemoglobin sentezi (kan volümünün genişlemesi ve dokulara oksijen taşınabilmesi), myoglobin sentezi (kaskütlesinin büyümesi), demir içeren enzimlerin senteziyle, ferritin ve hemosiderin şeklinde demir depolarının idamesi için gereklidir (Taşyenen, 2006).

Kırmızı et ve yumurtada bol miktarda ( $Fe^{++}$ ) bulunmaktadır ve kolaylıkla (%30 oranında) emilmektedir. Tavuk ve balık gibi beyaz etlerde ise demir oranı yeterli değildir. Bitkisel gıdalarda yeşil sebzelerde, ıspanak, fasulye ve kabakta bol miktarda demir olmasına karşın ( $Fe^{+++}$ ) değerli oldukları için, emilimi son derece az (%5 civarında) olmaktadır (Taşyenen,2006).

Diyetle alınan ve şelatlarla bağlanan inorganik demir henüz aydınlatılmamış bir mekanizma ile özel nakledicilerle mukozal hücreler içine girer ve derhal ferrik hale yükseltilir. Mukozal hücrelerde bir intrasellüler demir taşıyıcısı bulunur. Demirin bir kısmı bu taşıyıcı ile mitokondriuma götürülür. Burada demir sülfür ve diğer demir içeren solunum zinciri bileşenlerine döndürülür. Yine aynı taşıyıcı molekül, geri kalan demiri mukoza hücreleri içerisindeki apoferritin'e ve plazmada demir taşıyan protein, transferin'e taksim eder. Diğer birçok dokularda da bulunan apoferritin demir ile birleşerek ferritin'i oluşturur. Demir ya doğrudan sirkülasyona geçer veya hücre içinde ferritin şeklinde depo edilir. Eğer demir ihtiyacı yüksekse, mukozal hücreye giren demirin büyük fraksiyonu hızla 1-2 dakikalık bir zaman içinde sirkülasyona geçer. Eğer

demir depoları dolu ise, mukozal hücreye gittikçe artan olaylarda giren demir ferritin şeklinde depolanır ve sekestre olan hücrelerde 3-4 gün sonra vücuttan atılır. İnsan vücut demir konsantrasyonunun sabit kalmasında gastrointestinal mukozanın rolü uzun zamandan beri bilinmektedir. Radyoizotopik ölçümler uygulama alanına girdikten sonra bu görüşlerin doğru olduğu anlaşılmıştır. İnsanda izotopik çalışmalara göre ilerlemiş demir eksikliğinde günlük kayıp yaklaşık 0.5 mg kadar azalabilir ve demir birikimi durumunda ise 1.5 mg/gün kadar da artabilir. Bazal demir emilimi 1 mg/gün'dür. Demir birikiminde emilim %50 azalırken demir eksikliğinde 3-5 mg/gün arasında artış gösterir. Demirin normal diyetle günlük emilimi 1 mg dolaylarındayken, günlük demir kaybı da hemen hemen buna eşittir. Organizma demir konusunda son derece cimridir. Bir kan kaybı olmadığı sürece, demir ancak tırnak, saç ve deskuame epitel hücreleri ile yitirilir (Taşyenen,2006).

Demir; insan vücudunda en çok iyon değişimi görülen metaldir. Demir bütün yaşam şekilleri için esansiyel bir element olmasına rağmen vücutta aşırı depolanması kanser riskini arttırmaktadır. Örneğin  $Fe^{2+}$ -NTA ya maruz bırakılmış ratlarda renal hücre kanseri olduğu görülmüştür.  $Fe^{2+}$ -NTA,  $H_2O_2$  bulunan ortamlarda OH radikallerini oluşturarak bütün nükleotitlerde DNA hasarlarına yol açmaktadır. Yapılan birçok çalışmada  $Fe^{2+}$ -NTA'nın in vivo oksidatif DNA hasarlarına yol açtığı görülmüştür.  $Fe^{2+}$ -NTA'e maruz bırakılmış sıçanların idrarında 8-oxo-dG miktarında artma olduğu görülmüştür. Ayrıca  $Fe^{2+}$ -NTA'nın rat hepatosit hücre kültüründe başta 8-oxo-dG olmak üzere birçok bazda hasarlar meydana getirdiği de görülmüştür.  $Fe^{2+}$ -NTA aynı zamanda p15 ve p16 tümör engelleyici genlerde de hasarlara yol açarak DNA hasarını meydana getirdiği görülmüştür (Olinskive ark.,1992).

#### 2.1.4. Nikel (Ni) :

Ağız yoluyla alınan nikelin büyük kısmı vücut tarafından absorplanmadan dışkı ile dışarı atılır, bir kısmı akciğer, bağırsak ve deri gibi dokularda birikebilir. Nikel organizmada ribonükleik asit gibi moleküllerle kuvvetlice bağlanabilir. Sistin, metiyonin ve histidin gibi aminoasitler, fosfolipidler, asetil-CoA ve sitrik asit gibi komponentlerle birleşebilir. (Vural, 1993)

Rusya'da nikel rafinasyon işçileri üzerinde yapılan bir çalışmada, mide ve akciğer kanserine yakalanma oranının yüksekliği dikkat çekicidir. Aynı sonuçlar İngiltere ve Japonya'daki rafinasyon işçileri üzerinde de saptanmıştır (Vural, 1993)

#### 2.1.5. Çinko (Zn) :

Çinko ve çinko tuzlarından zehirlenme nadir görülmektedir. Besin kaplarından çinkonun çözünmesiyle kirlenen besinin tüketilmesi veya mesleki koşullar altında çinko ya da çinko oksit tozunun solunumuyla zehirlenme ortaya çıkabilmektedir. Uzun süre ZnO buhar soluyanlarda çinko-ateşi olarak adlandırılan rahatsızlıklar ortaya çıkar ve belirtiler herhangi bir yan etki bırakmadan bir kaç gün içinde kendiliğinden kaybolur. Akut zehirlenme belirtileri sindirimde sıkıntı, ishal, mide bulantısı ve karın ağrısı şeklinde ortaya çıkar. Aşırı dozda çinko elementine maruz kalındığında uyuşukluk, kas fonksiyonlarında düzensizlik ve yazmada zorluk çekme gibi semptomlar gözlenmektedir (Haghiri, 1973).

Diğer taraftan çinko, insanlar ve tüm bitki formları ile hayvan yaşamları için önemli ve yaşamsal elementlerden biridir (günlük doz 10 - 20 mg). Gelişme, deri bütünlüğü ve fonksiyonu, yumurta olgunlaşması, bağışıklık gücü, yara iyileşmesi ve karbonhidrat, yağ, protein, nükleik asit sentezi ya da degradasyon gibi çeşitli metabolik işlemler için gereklidir. Alkol dehidrojenaz, karbonik anhidraz ve karboksipeptidaz gibi 70 den fazla metal enzim fonksiyonu için koenzim bileşeni olarak gereklidir. Fizyolojik miktarlardaki çinko, Cd, Hg, Pb ve Sn gibi diğer ağır metal iyonlarının zehirleyici etkilerini azaltmaktadır (www.metalurji.org.tr ).

RNA ve DNA oluşumu ve proteinlerin enerjiye dönüştürülmesi için çok önemlidir. Özellikle kalp, beyin ve üreme sistemi çinkoya ihtiyaç duyar. Zihinsel fonksiyonlarda, vücudun kendini yenilemesi gereken durumlarda, kanın stabilizasyonunda, vücuttaki alkali dengesinin korunmasında önemli roller üstlenir. Vücuttaki yoğunluğu demirden sonra en fazla olan ikinci element olan çinko, büyümenin ve cinsel gelişimin normal olmasını, yaraların iyileşmesinde etkilidir. Vücudumuzda en çok erkeklerde prostat bezinde bulunur. Her iki cinste de bulunduğu diğer dokular göz retinası, kalp, dalak, deri, beyin ve böbrek üstü bezidir. Dışkı ile atılır. Az miktarda idrar ile de atılabilir. Ter ile doğal olarak kaybolur (www.inchem.org).

### 2.1.6. Arsenik (As) :

Arsenik ve arsenikli bileşiklerin insanlarda karsinogen olması nedeniyle içme sularının arsenikle kirlenmesi, büyük bir halk sağlığı sorunu oluşturmaktadır. Arseniğe maruz kalmanın insan sağlığı üzerine genel olumsuz etkileri arasında kardiyovasküler ve periferik vasküler hastalıklar, gelişme anomalileri, nörolojik ve davranış bozuklukları, diyabet, işitme kayıpları, portal fibrozis, hematolojik bozukluklar (anemi, lökopeni ve eozinofili) ve multipl kanserler, deri, akciğer, karaciğer, idrar kesesi, böbrek ve kolon kanserleri sonucu ölüm oranlarında artış göstermektedir (Tchounwouve ark.,2003).

Arsenik tarım sektöründe böcek ve tarım ilacı olarak, ek besin ve gübre üretiminde oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle pamuk üretiminde zararlı ot ve böcek üremesini kontrol altına almak için kalsiyum arsenat formunda kullanılmaktadır. Yarı iletken malzemeler için elektronik sanayide metalik arsenik formunda sarf edilmektedir. Cam endüstrisinde arsenik trioksit, renk giderme ve rafine ajanı olarak kullanılmaktadır. Ayrıca orman endüstrisinde kereste koruyucusu olarak kromatlı bakır arsenat, amonyaklı bakır asetat gibi formlarda kullanılmaktadır (Mortazavi, 1995).

Zehirliliği kimyasal formuna bağlı olan arsenik, organik ve inorganik bileşikler halinde bulunabilmektedir ve inorganik bileşikleri, organik bileşiklerinden çok daha zehirlidir. Arsenikle kirlenmiş suların kullanımı pek çok deri ve iç organ hastalığına sebep olabilir. Büyük miktarlarda arsenik tüketimi mide bulantısı, mide ağrısı, kusma, ishal, koma ve hatta ölüme dahi yol açabilir. Arsenik zehirlenmesinin hipertansiyon, koroner kalp hastalıkları, gastrit, anoraksiya, saç dökülmesi ve kilo kaybı, hiperkermatosis, pigmentasyon değişimleri, dolaşım sistemi bozukluğu ve sinir sistemi bozukluğuna sebep olduğu gözlenmiştir. Arsenik saç, tırnak, deri ve kemiklerde birikir. Anorganik arsenik türlerinin solunum yoluyla alınması, akciğer kanseri riskini arttırmaktadır. Yapılan çalışmalarda, içme suyu ile arsenik alımına uzun süre maruz kalan insanlarda mesane, karaciğer, böbrek ve deri kanseri riskinin çoğaldığı tespit edilmiştir. (NRC, 2001).

Yüzey ve içme sularında yüksek düzeyde arsenik bulunması deri ve guatr kanserine neden olmaktadır. İçme sularında 0.5-1.0 mg/L arsenik bulunması insan zehirlenmelerine neden olmaktadır. (Vural, 1993)

Tarımda kullanılan insektisit, herbisit ve pestisitler gıda maddelerinin arsenik ile kontaminasyonunda önemli etkenlerdir. Son yıllarda arsenik içeren bu komponentlerin kullanımı yasaklanmıştır. (Vural, 1993)

Arsenik en çok deniz ürünlerinde bulunmaktadır. Amerika'da yapılan çalışmalar, gıda maddeleriyle alınan arseniğin büyük kısmının et, balık ve tavuktan kaynaklandığını göstermektedir. (Vural, 1993)

Arsenik zehirlenmesi; doza, elementin kimyasal bileşiminin şekline ve diğer birçok faktöre bağlı olarak değişmektedir. Arsin ve arsenitler yüksek değerlikli arsenik bileşiklerinden daha zehirleyicidir. Arsenik ile kirlenen süttten zehirlenen bebeklerde, karaciğer büyümesi ve kansızlık belirtileri, bazılarında deride kahve renkli pigmentler, tırnaklarda çizgiler ve anormal elektrokardiyogram saptanmıştır. Sudan zehirlenen yetişkinlerde deri dökülmesi, deride nasır şeklinde kalınlaşma, idrarda protein ve reflekslerde yavaşlama görülmüştür. Bira zehirlenmelerinde, acı veren sinirsel krizler, kas zayıflığı, kol ve bacaklarda uyuşma, iştah kaybı, karaciğer rahatsızlığı, deride kahve renkli pigmentler ve deri altında aşırı derecede sıvı toplanması gözlenmiştir. Kemik ve solunum sistemi kanseri de görülebilir. (Vural, 1993)

### **2.1.7. Kadmiyum (Cd) :**

Ağır metallere biri olan Cd, tarım topraklarında bulunması ana materyal kaynaklı olabileceği gibi, endüstriyel faaliyetler, fosforlu gübreler, lağım atıkları ve atmosferik depozitler gibi insan faaliyetleri sonucunda da olabilmektedir (Assche ve Clijsters, 1990).

Kadmiyum toprakta hareketli bir element olup bitkiler tarafından kolaylıkla alınabilmektedir. Bitkiler tarafından alınması sonucunda besin zincirine girmesi ya da topraktan yıkanarak su ortamına ulaşma olasılığı önemli bir çevre sorunu yaratmaktadır. Bunun yanı sıra Cd topraktaki şelatlayıcı ajanlarla topraktan aşağı taşınması hızlanır, yeraltı suyuna karışarak içme ve sulama sularında kirliliğe neden olmaktadır (Köleli ve Kantar, 2005).

Kadmiyum en toksik çevresel kirleticilerden biri olup düşük konsantrasyonları bile su canlıları için son derece zararlı etkilere sahiptir. Kadmiyumun özellikle çevre kirliliği görülen denizlerde besin zincirinin önemli bir halkası olan balıklar tarafından



alınarak biriktirildiği ve değişik seviyelerde zararlı toksik etkiler meydana getirdiği görülmüştür (Katalay ve Parlak, 2004).

Vücuda alınan kadmiyumun %3-8'i özellikle ciğer ve böbreklerde birikim gösterir. Bu miktar Cd tüm vücutta bulunan miktarın yaklaşık %50'si kadardır. Kadmiyumun biyolojik yarılanma ömrünün insanlarda uzun olması sonucunda (19-38 yıl), ciğer ve böbreklerdeki kadmiyum miktarı yaşa bağlı olarak artmaktadır. Bu nedenle yüksek Cd'dan kaynaklanan böbrek rahatsızlıkları genellikle elli yaşın üzerindeki insanlarda görülmektedir (Özbek ve ark., 1995).

Günümüzde Cd zehirlenmesinin en bariz örneği olarak; Japonya'nın Toyama kentinde aşırı Cd karışan pirinçler nedeniyle 200 kişide ağır Cd zehirlenmesine bağlı olarak kalıcı kemik ve böbrek rahatsızlıklarının ortaya çıkması gösterilmektedir. Kronik Cd zehirlenmesinde ortaya çıkan en önemli etki akciğer ve prostat kanseridir. Kemik erimesi, kansızlık, diş dökülmesi ve koku duyumunun yitilmesi önemli etkilerindendir (Yağmur ve ark., 2003).

#### **2.1.8. Cıva (Hg) :**

Metil cıva organik yapısıyla kana karışıp özellikle hamileleri, fetüsü, bebekleri ve küçük yaştaki çocukların sağlığını çok ciddi biçimde tehdit etmektedir. Organik formda olduğundan vücutta birikmeye, beyin hücrelerini tahrip etmeye, hafızada bozukluğa, kaslarda eşgüdüm kaybına, böbreklerde birikime ve hatta bebeklerin özürülü doğmasına sebep olmaktadır. 1972 yılında Dünya Sağlık Örgütü (WHO) insan vücudundaki cıva limit değerini günde 0.47 µg/kg insan ağırlığı olarak belirtmişken 1995 yılında limit değeri günde 0.1 µg/kg insan ağırlığına düşürmüştü ve halen bu değer günde 0.02 µg/kg insan ağırlığına kadar düşürülmesi gerektiği üzerinde tartışmalar sürmektedir. WHO ve AB içme suyunda cıva limit değerini 1 µg/L, olarak kabul etmiştir (Mukherjee ve ark., 2008).

Akut cıva etkileşiminde, ciddi hava yolu iritasyonu, kimyasal pnömonisi, ağır vakalarda ise akciğer ödemi oluşmaktadır. İnorganik bileşiklerin ağızdan alınması, kusma, kanlı ishal, mide ağrısı gibi gastrointestinal sistem hasarına bağlı semptomlara neden olmaktadır. Daha sonra böbrek fonksiyon bozukluğu ve şok gelişebilmektedir. Gastrointestinal kanama sık görülen bir komplikasyondur. Cıva bileşikleri deride lokal iritasyona neden olabilmektedir. Kronik intoksikasyon belirtileri cıva etkilenişinin

birkaç haftasından sonra ortaya çıkmaya başlamaktadır. Semptomlar, etkileşim derecesi ve cıva türüne bağlıdır. Ağız boşluğu, sinir sistemi ve böbreklere ait semptomlar olabilmektedir ( Grandjean ,1998).

Cıvanın organik veya inorganik formlarda bulunması toksikolojik açıdan büyük öneme sahiptir. Cıvanın kimyasal yapısı toksisitesinin belirlenmesinde en önemli faktördür. Gıda maddelerindeki cıva; element, inorganik, iyonik veya organik formda bulunabilir. Bakteriyel ve enzimatik reaksiyonlar sonucu toksik etkileri çok yüksek olan cıva bileşikleri oluşmaktadır. Kolaylıkla çevrede ve hayvan dokularında oluşabilen alkil cıva toksikolojik açıdan büyük öneme sahiptir. Bu formlar cıvanın en toksik formudur. (Vural, 1993)

Cıva zehirlenmesi sonucu ortaya çıkan klinik ve patolojik bulgular; halsizlik, ağız ve dudaklarda yanma, yürümede dengesizlik, işitme ve görme bozuklukları, reflekslerin yavaşlaması ve zihinsel bozukluklar şeklindedir (Vural, 1993).

#### **2.1.9. Kurşun (Pb) :**

Çevre kirliliğine neden olan kurşunun büyük bölümü motorlu araçlarda kullanılan benzinin yanması sonucu ortaya çıkan tetra etil kurşundan kaynaklanmaktadır. Endüstriyel atıkların su yolu ile taşınması sonucu denizlerde ve buradaki canlılarda da kurşun bulamışına rastlanmaktadır. Kurşun, petrol rafinerisi yakınlarındaki topraklarda 1000 mg/kg düzeyinde saptanmıştır. Yapısında kurşun bulunan borulardan geçen su, gıdaların taşınması ve saklanması için kullanılan kaplardaki kurşun lehimleri de, gıdalarda kirlenmeye neden olmaktadır. Boyaların yapısında bulunan kurşun da bir diğer kirlilik nedenidir. Otomobillerden çevreye yayılan kurşun, boyalardan bulaşanın yaklaşık üçte biridir. (Vural, 1993)

Kurşunun vücutta toksik etki yaratabilmesi için kanda veya yumuşak dokularda belli bir düzeye kadar birikmesi gerekir. Yaş, beslenme ve fizyolojik durumlar gibi birçok faktöre bağlı olarak etkisi değişmektedir. Çocuklar için; 40-80 µg Pb/100 mL toksik belirtilerin görülebileceği, 80 µg Pb /100 mL kurşun zehirlenmelerinin görüldüğü düzeydir. Saç, kemik ve dişlerdeki kurşun miktarı, muhtemel kurşun zehirlenmeleri hakkında bilgi vermektedir (Vural, 1993).

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Numunelerin temin edildiği yerler

Van çevresinden temin edilen sular;

Halkın kullanımına açık, kaynak suyu olarak kullanılan beş farklı su çeşmesinin tespiti yapılmıştır. Tespit edilen su çeşmelerinden üç farklı zaman da su numuneleri alınmış ve alınan su numuneleri ICP MS cihazı ile analiz edilmek üzere laboratuara getirilmiştir.

Su firmaları tarafında üretilerek orijinal ambalajıyla satışa sunulan beş farklı kaynak suları tespit edilmiştir. Tespit edilen sular üç farklı zaman da herhangi bir yerden orijinal ambalajlı şekilde alınmış ve alınan su numuneleri ICP MS cihazı ile analiz edilmek üzere laboratuara getirilmiştir.

İstanbul çevresinden temin edilen sular;

Halkın kullanımına açık, kaynak suyu olarak kullanılan beş farklı su çeşmesi tespit edilmiştir. Tespit edilen su çeşmelerinden üç farklı zaman da su numuneleri alınmış ve alınan su numuneleri ICP MS cihazı ile analiz edilmek üzere laboratuara getirilir.

Su firmaları tarafında üretilerek orijinal ambalajıyla satışa sunulan beş farklı kaynak suyu tespit edilmiştir. Tespit edilen sular üç farklı zaman da herhangi bir yerden orijinal ambalajlı şekilde alınmış ve alınan su numuneleri ICP MS cihazı ile analiz edilmek üzere laboratuara getirilir.

İstanbul ilinden temin edilen gıda numuneleri;

Gıda numuneleri İstanbul Zeytinburnu Pazartesi pazarında satışı yapılan ürünlerden temin edilmiştir. Herhangi bir tezgâhta satılan roka, domates, ıspanak, kıvırcık, salatalık, maydanoz, siyah dut, semiz otu örneklerinden üç farklı zamanda, peynir ve süzme yoğurttan dört farklı zamanda numune alınmış ve alınan gıda numuneleri ICP MS cihazı ile analiz edilmek üzere laboratuara getirilmiştir.

Arı poleni numunesi, piyasadan temin edilen üç farklı numune üzerinden ağır metal analizi gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.1. İstanbul Kemerburgaz mevkiinde bulunan Fatih sultan çeşmesi.

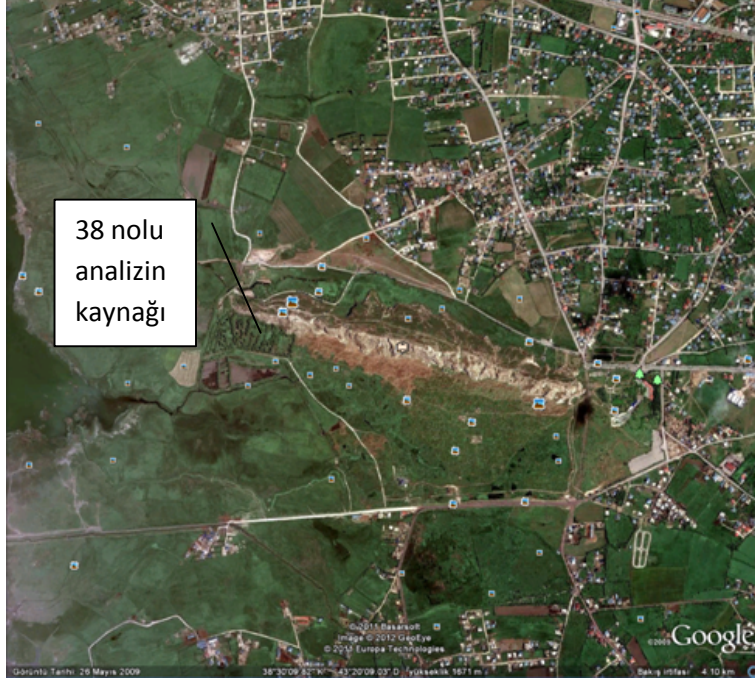


Şekil 3.2. Van ilindeki, Kalecik taş ocağı yakınlarında çıkan kaynak suyu.

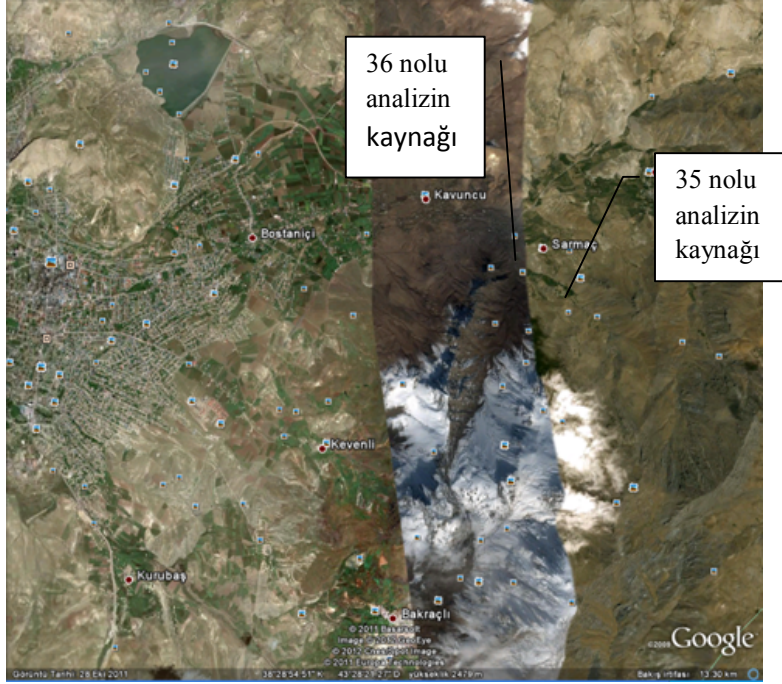
Çizelge 3.1. Van ve İstanbul'dan alınan su örnekleri ile İstanbul Zeytinburnu pazartesi pazarından alınan gıda örnekleri

Numune Kodu	Numunenin Alınış Tarihi	Alınan Su ve Gıda Örneklerinin Yeri	Alınan Numunenin Varsa Koordinatları
11	2011 Nisan	Kaynak Suyu	Orijinal Ambalajlı
12	2011 Nisan	Kaynak Suyu	Orijinal Ambalajlı
13	2011 Nisan	Kaynak Suyu	Orijinal Ambalajlı
14	2011 Nisan	Kaynak Suyu	Orijinal Ambalajlı
15	2011 Nisan	Kaynak Suyu	Orijinal Ambalajlı
21	2011 Nisan	Ümraniye	41°00'47.65"K 29°04'30.94"D
22	2011 Nisan	Fatih camii	41°01'10.42"K 28°56'59.59"D
23	2011 Nisan	Göktürk -1	41°09'56.12"K 28°56'00.32"D
24	2011 Nisan	Göktürk -2	41°10'06.74"K 28°56'40.48"D
25	2011 Nisan	Göktürk -3	41°10'13.93"K 28°57'27.18"D
31	2011 Nisan	Erek dağı sarmaç üstü	38°30'23.11"K 43°28'47.98"D
32	2011 Nisan	Erek dağı sarmaç altı	38°30'36.20"K 43°28'40.03"D
33	2011 Nisan	Kalecik taş ocağı	38°32'44.26"K 43°20'16.30"D
34	2011 Nisan	Kale suyu	38°30'15.65"K 43°19'55.85"D
35	2011 Nisan	Tatvan park suyu	38°30'10.86"K 42°16'48.24"D
41	2011 Nisan	Kaynak Suyu	Orijinal Ambalajlı
42	2011 Nisan	Kaynak Suyu	Orijinal Ambalajlı
43	2011 Nisan	Kaynak Suyu	Orijinal Ambalajlı
44	2011 Nisan	Kaynak Suyu	Orijinal Ambalajlı
45	2011 Nisan	Kaynak Suyu	Orijinal Ambalajlı
51	2011 Nisan	Roka	Zeytinburnu Pazartesi Pazarı
52	2011 Nisan	Domates	Zeytinburnu Pazartesi Pazarı
53	2011 Nisan	Ispanak	Zeytinburnu Pazartesi Pazarı
54	2011 Nisan	Kıvırcık	Zeytinburnu Pazartesi Pazarı
55	2011 Nisan	Salatalık	Zeytinburnu Pazartesi Pazarı
56	2011 Nisan	Maydanoz	Zeytinburnu Pazartesi Pazarı
57	2011 Nisan	Siyah Dut	Zeytinburnu Pazartesi Pazarı
58	2011 Nisan	Semiz Otu	Zeytinburnu Pazartesi Pazarı
59	2011 Nisan	Arı Poleni	Piyasadan Temin Edilen
60	2011 Nisan	Peynir	Zeytinburnu Pazartesi Pazarı
61	2011 Nisan	Süzme Yoğurt	Zeytinburnu Pazartesi Pazarı

Çizelge 3.1. deki listede sadece Nisan 2011 tarihinde temin edilen su ve gıda örnekleri görülmektedir. Analiz için, nisan 2011, mayıs 2011, haziran 2011, temmuz 2011 tarihlerinde olmak üzere üç veya dört kez numune toplanmıştır.



Şekil 3.3. Van ilindeki, Van kalesi içerisinde çıkan kaynak suyu.



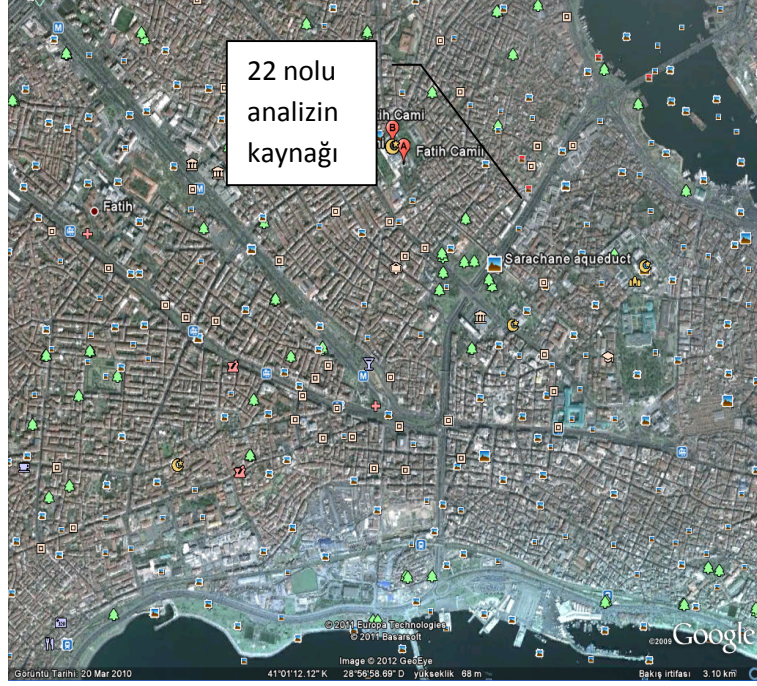
Şekil 3.4. Van ilindeki, Ereğ dağında bulunan Sarmaç köyü yakınlarında, Zernebat suyu olarak da bilinen iki farklı kaynak suyu noktası.



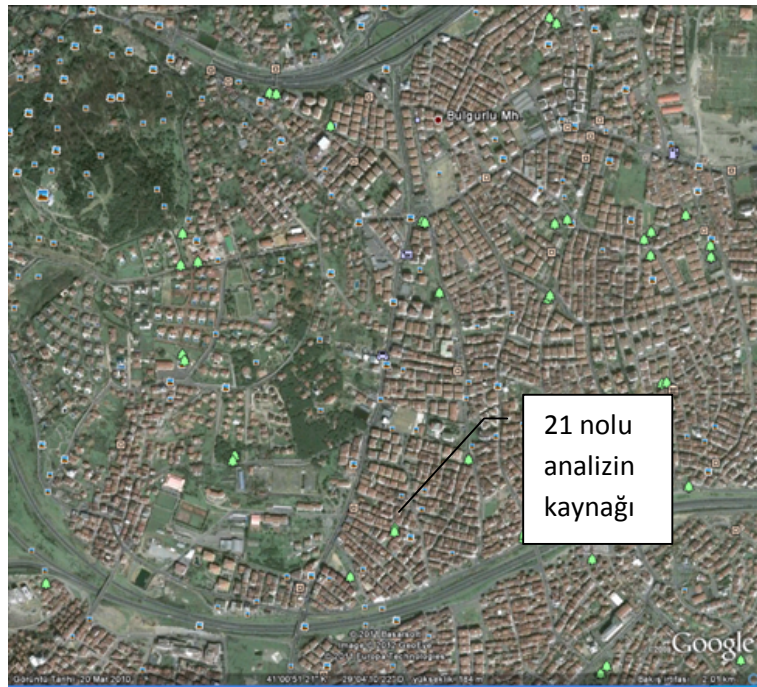
Şekil 3.5. Van ili yakınlarında bulunan, Tatvan ilçesi park alanındaki su çeşmesi.



Şekil 3.6. İstanbul Kemerburgaz mevkiinde halkın kullanımına açık olan kaynak suyuna kurulan su dolum istasyonu.



Şekil 3.7. İstanbul ili Fatih Camii civarındaki hayrat çeşmesi.

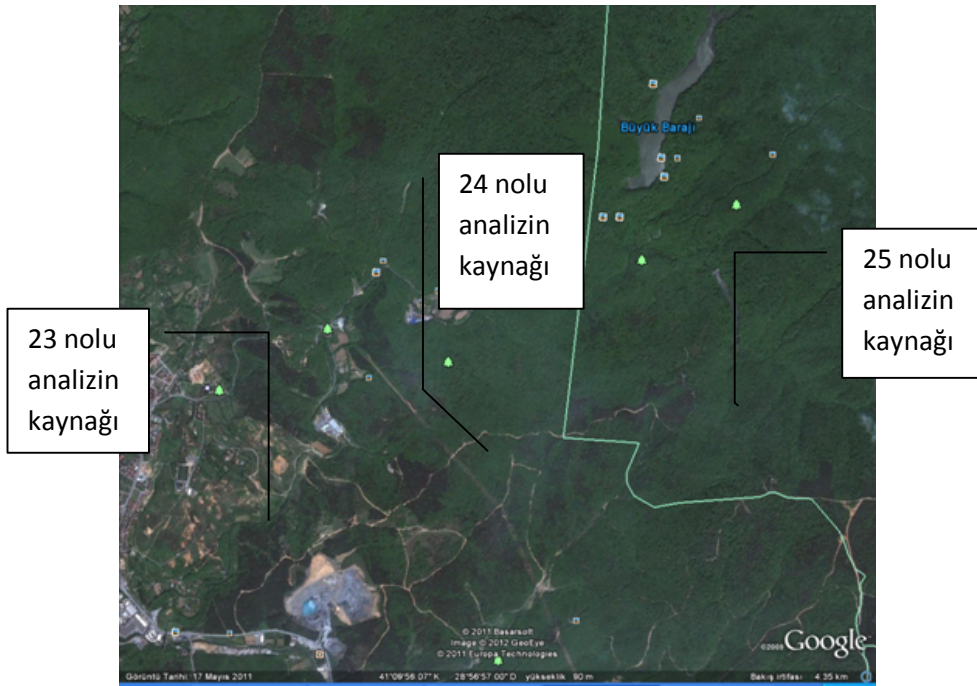


Şekil 3.8. İstanbul ili, Ümraniye ilçesinde bulunan kaynak suyu çeşmesi.





Şekil 3.9. İstanbul ili, Ümraniye ilçesinde bulunan kaynak suyu çeşmesi.



Şekil 3.10. İstanbul Kemerburgaz mevkiinde bulunan, üç farklı noktada çıkan kaynak suyu çeşmeleri.



Şekil 3.11. İstanbul Kemerburgaz mevkiinde bulunan bir hayrat çeşmesi.



Şekil 3.12. İstanbul Zeytinburnu ilçesinde bulunan pazartesi pazarı.

### 3.1.2. ICP MS cihazı

ICP-MS cihazı; ICP (İndüktif Eşleşmiş Plazma) ve MS (Kütle Spektrometresi) olmak üzere iki üiteden oluşmuştur. Numunedeki elementler ICP de iyonlaştırıldıktan sonra kütle spektroskopisine (MS) gönderilir. Burada kütle/yük ( $m/z$ ) oranlarına göre ayrılarak ölçüm yapılır.

ICP-MS katı ve sıvı örneklerde çok sayıda elementin hızlı, hassas ve doğru biçimde, niteliksel, niceliksel ya da yarı-niceliksel olarak ölçülmesine imkân sağlayan ileri teknoloji ürünü bir analiz cihazıdır. Elektromanyetik indüksiyonla Şekil 3.15.'de gösterildiği gibi 10.000 °K sıcaklığa ulaşan plazmaya gelen numunelerin iyonize edilmesi; iyon haline gelen elementlerin kütle spektrometresi tarafından ayrıştırılması ve ayrışan elementlerin bir detektör tarafından ölçülmesi aşamalarını içerir.

ICP MS cihazının çok çeşitli kullanım alanları vardır. İçme suyu, havuz suyu, atık su gibi su numuneleri, katı atıklar, toprak, çamur gibi çevre örnekleri, gıda numuneleri, kan, saç, idrar gibi klinik örnekler, toprak, kaya gibi jeolojik örnekler bunlardan bazılarıdır.



Şekil 3.13. Agilent ICP MS 7500 cihazı.

ICP MS cihazı ile elementlerin kütlelerine göre analiz yapıldığından dolayı izotop atomların seçimi önemlidir. Bir elementin farklı nötron sayısına sahip her bir türüne izotop denir. Elementler bir ya da daha fazla sayıda izotopa sahip olabilirler. Örneğin kalsiyum elementinin tüm atomlarında proton sayısı 20 iken izotoplarının kütleleri 40, 42, 43, 44, 46, 48'dir. ICP-MS tekniğinde konsantrasyon ölçümü seçilen izotoplar üzerinden gerçekleştirilir. Bu amaçla, rutin uygulamalarda, elementin doğada en bol bulunan ve diğer izotoplar, argidler ve çoklu atomik türler ile girişim yapmayan izotopunun seçilmesi daha uygundur. Örneğin, Ca miktar ölçümleri, doğadaki tüm Ca izotoplarının %96.94'nün oluşturan, 40 izotopu üzerinden gerçekleştirilmektedir.

ICP MS çalışmalarında bir elementin seçilen kütlesi, başka bir elementin izotopunun kütlesi ile aynı olabildiği gibi, birden fazla elementin birleşmesiyle oluşan kimyasal yapıların kütlesi de analizi yapılacak elementin kütlesi ile aynı olabilir.

Cd 112 ve 115 kütle numaralı izotop elementleri, Sn 112 ve 115 kütle numaralı izotop elementleri ile aynı kütlede, Ca 40 kütle numaralı izotop elementi, Ar 40 kütle numaralı izotop elementi ile aynı kütlede, Ni 58 kütle numaralı izotop elementi, Fe 58 kütle numaralı izotop elementi ile aynı kütlede, Zn 64 kütle numaralı izotop elementi, Ni 64 kütle numaralı izotop elementi ile aynı kütlede, Ba 138 kütle numaralı izotop elementi, La ve Ce 138 kütle numaralı izotop elementleri ile aynı kütlede bulunmaktadır.

Bazı durumlarda da analizi yapılacak element ile aynı kütleyle sahip olan kimyasal yapılar olabilmektedir. Buna kimyasal analizlerde interferans (girişim) etkisi denmektedir. Bu girişim etkisinden dolayı, analizi yapılan elementin sonucu hakkında tereddütler oluşabilir. Element kütlesi ile aynı olan kimyasal bileşiklerin bazıları Çizelge 3.2.'de gösterilmiştir.

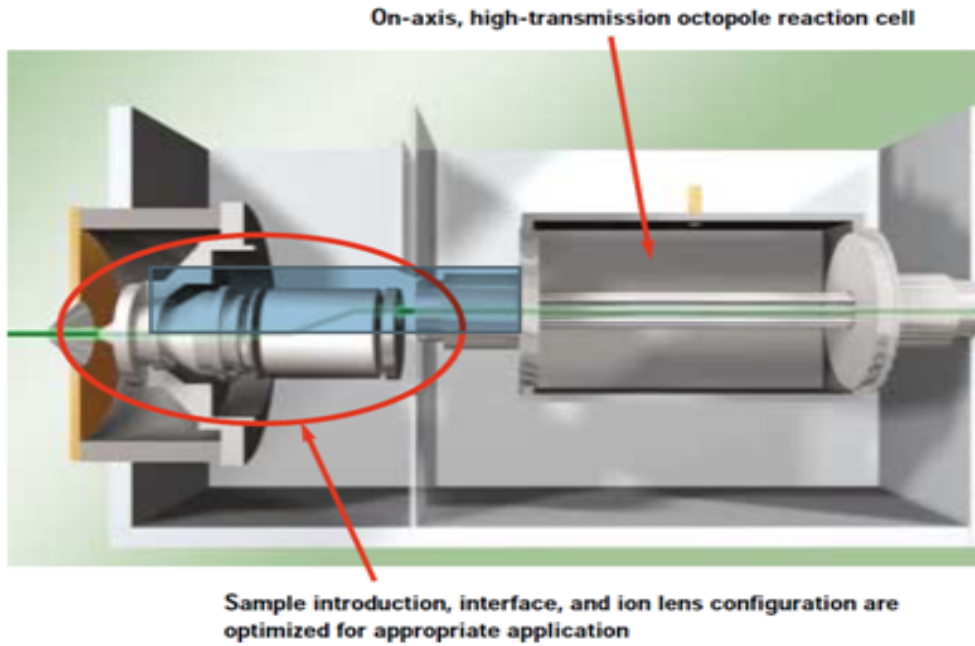
Çizelge 3.2. Analizi gerçekleştirilecek olan izotop element ile, aynı kütlede girişim oluşturabilecek kimyasal yapılara bazı örnekler

Analiz Yapılacak Element İzotopunun Kütlesi	Girişim Yapabilecek Kimyasal Yapının Kütlesi
K 39	ArH 39
V 51	ClO 51
Cr 52	ArC 52
Cu 63	NaAr 63
As 75	ArCl 75
Fe 56	CaO 56

ICP MS teknolojisinde Çizelge 3.2.' de gösterilen, girişim etkisini en aza indirmek için bazı çalışmalar yapılmıştır. Bunlardan biri de octopole reaction cell yöntemidir.

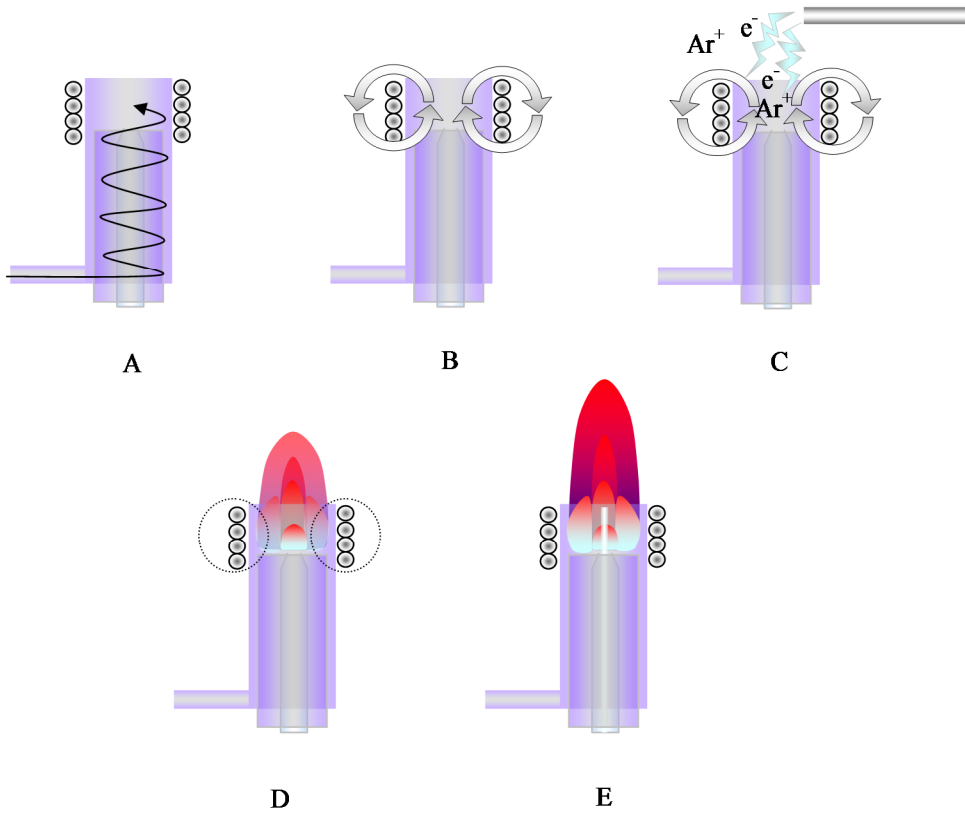
Octopole reaction cell yönteminde, ICP MS cihazı içerisinde numune detektöre gitmeden önce Şekil 3.14.'de gösterildiği gibi octopole reaction cell bölmesinde helyum gazları ile karşılaşılır. Numunede girişim etkisi yapabilecek bileşikler Helyum gazları ile detektöre gitmeden ortamdan uzaklaştırılır. Bu sayede elementlerin doğru bir şekilde analiz edilmesi sağlanmış olur.

Kimyasal analizlerde interferans etkisini ortadan kaldırmak çok kolay olmamakla birlikte, özellikle enstrümental analiz çalışmalarında son yıllarda ciddi mesafeler alınmış ve yeni teknolojiler geliştirilmiştir.



Şekil 3.14. Agilent ICP MS 7500 cihazının octopole reaction cell kısmının görüntüsü.

ICP cihazında plazmayı başlatmak için tesla bobini ile argonda ilk iyonlaşma yapılır ve oluşan ilk çekirdek elektronlar güçlü radyofrekans alanda yüksek enerjiye ulaşarak çarptıkları diğer argon atomlarını da iyonlaştırırlar. Elektron derişimi ve enerjisindeki artış sonucu çarpışma ile uyarma gerçekleşir ve bunun sonucu alev benzeri boşalım gözlenir (Şekil 3.15). Aerosol argon gaz akışı plazmanın merkezine girer ve torroidal bir yapı oluşturur. Örnek çözeltisi sis biçiminde uzun ve dar merkez kanalı boyunca ilerleyip, 5000-10000 °K sıcaklığa erişmiş plazma ortamına ulaşır.



Şekil 3.15. ICP'de plazma oluşum aşamaları.

- A) Argon gazı verilmesi
- B) Radyofrekans uygulanması
- C) Kıvılcımla ilk serbest elektronların oluşması,
- D) Radyofrekans etkisi ile elektronların artması ve plazma oluşması,
- E) Örneğin plazmaya gönderilmesi.

Çizelge 3.3. Elementlerin seçilen izotop kütleleri ve bu kütlelerin doğada bulunma yüzdeleri ile, bu kütleyle karşılık metot da kullanılan internal standart elementlerinin kütleleri

İzotop Elementlerin			
Elementler	Kütlesi	Doğada Bulunma %'si	İnternal Standart İçin Kullanılan Elementlerin Kütlesi
B	11	80.10	6
Na	23	100.00	45
Mg	24	78.99	45
Al	27	100.00	45
K	39	93.26	45
Ca	44	2.09	45
Cr	52	83.79	45
Mn	55	100.00	45
Fe	56	91.75	45
Ni	60	26.22	72
Cu	63	69.17	72
Zn	66	27.90	72
As	75	100.00	72
Se	78	23.77	72
Cd	111	12.80	115
Sn	118	24.22	115
Sb	121	57.21	115
Ba	137	11.23	115
Hg	202	29.86	209
Pb	208	52.40	209

ICP MS çalışmalarında kullanılan İnternal standart, cihazdan kaynaklanan anlık değişimlerin analiz sonucunu etkilememesi için kullanılır.

İnternal standart, içerisinde Li, Sc, Ge, Rh, In, Tb, Lu, Bi elementleri bulunan bir çözeltilidir. Bu stok çözeltiliden, %5 ultrapure HNO<sub>3</sub> ile 1 ppm'lik internal standart çözeltisi hazırlanır. Standart ve numune okumalarıyla birlikte internal standart sürekli olarak ICP MS cihazına verilir.

ICP MS çalışmalarında kullanılan Tune çözeltisi,analize başlamadan önce cihazın performansını kontrol etmek amacı ile kullanılır.

Tune çözeltisi, içerisinde Li, Y, Tl elementleri bulunur. Stok tune çözeltisinden 1 ppb olacak şekilde çözelti hazırlanır. Bu çözelti ICP MS cihazında okutulur ve tune kontrol panelinde elementlerin count değerleri görülür. Tune çözeltisinin count değerleri Çizelge 3.4.' e göre uygun olması gerekmektedir.

Çizelge 3.4. Tune çözeltisinde bulunan elementlerin minimum count ve %RSD değerleri

Element ve Kütlesi	Count Değeri	% RSD
Li (Lityum) / 7	> 2000	< 15%
Y (Yitrium) / 89	> 6000	< 15%
Tl (Talyum) / 205	> 3000	< 15%

### 3.1.3. Anton paar parçalama cihazı

Katı numuneleri, ICP MS cihazı ile element tayini yapmak için, numunelerin uygun bir metot ile parçalanarak bir çözelti içerisine alınması gerekmektedir.

Anton Paar Multiwave 3000 Microwave Reaction System, numune hazırlama uygulamaları için kullanılan, kapalı sistem bir cihazdır. Numunenin, parçalama, ayrıştırma, buharlaştırma, numune materyalinin kurutulması için kullanılır. İki magnetrondan elde edilen 1400 W' lık darbesiz mikro dalga gücü ve gelişmiş sensör teknolojisi mevcuttur. Hızlı ve homojen ısıtma, mükemmel reaksiyon kontrolü sağlar, buda katı numunelerin tamamen parçalanmasını kolaylaştırır.





Şekil 3.16. Anton Paar multiwave 3000 microwave cihazı.

Kapalı sistem içinde mikrodalga ile direkt olarak ısıtılan numuneler, aşırı yüksek basınç ve kullanılan ayıracın kaynama noktasından daha yüksek bir sıcaklıkta parçalanırlar. Bu sayede numune hazırlama için gerekli olan süre düşer ve ayrışmanın kalitesi artar.

Gıda numuneleri için, 0.5g numune tartılır ve üzerine 6 mL HNO<sub>3</sub> ilave edilir. Anton Paar Multiwave 3000 Microwave cihazı ile Çizelge 3.5.' deki gibi bir program kullanılarak parçalama işlemi yapılır.

Çizelge 3.5. Anton Paar multiwave 3000 microwave kapalı sistemde gıda numunelerini parçalamak için kullanılan program

Kademe	Güç (W)	Güç Tırmanma Süresi (Dakika)	Güç Uygulama Süresi (Dakika)	Fan Kuvveti
1	800	15:00	30:00	1
2	0	--	15:00	3

### 3.1.4. Analizde kullanılan kimyasal maddeler

Mix.standart çözelti	: CPA chemical Lot No: T23720
HNO <sub>3</sub>	: Merck Marka, %60'lık Ultrapure, Seri No: B0309714837
HCl	:Merck Marka, %30'luk Ultrapure, Seri No: B0180518744
İnternal Standart	: Agilent Marka, 10 ppm stok, Seri No: 5183-4681
Tune Solusyonu	:Agilent Marka, 10 ppm stok, Seri No: 850-6943

### 3.2. Yöntem

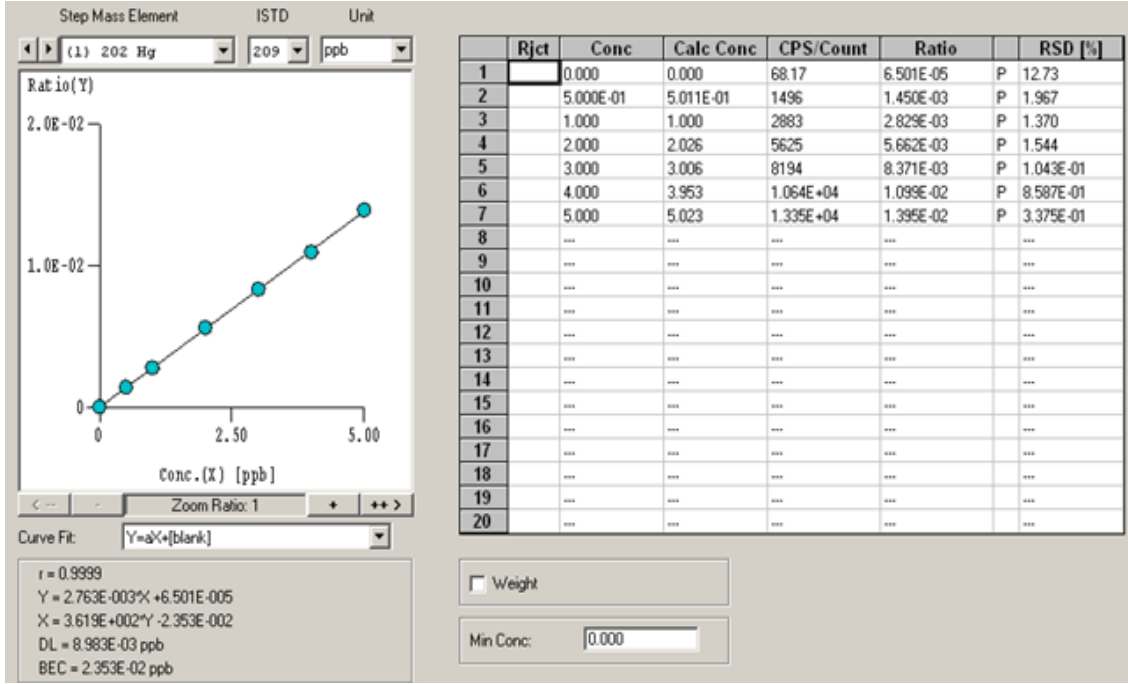
Su numuneleri, %1 olacak şekilde HNO<sub>3</sub> ve HCl ilavesi ile ön işleme tabi tutulacak ve EPA 200.8 metodu takip edilerek, ICP MS cihazı ile analizi yapılacaktır.

T.G.K. gıda maddelerinde bulaşanlar (2011/28157- ek 1) tebliğine göre, sebzeler yıkandıktan sonra yaş olarak analizi yapılacaktır. Yaş olarak tartılan sebzeler, Anton Paar Multiwave parçalama cihazı ile çözeltiliye alınarak ICP MS cihazı ile analizi yapılacaktır.

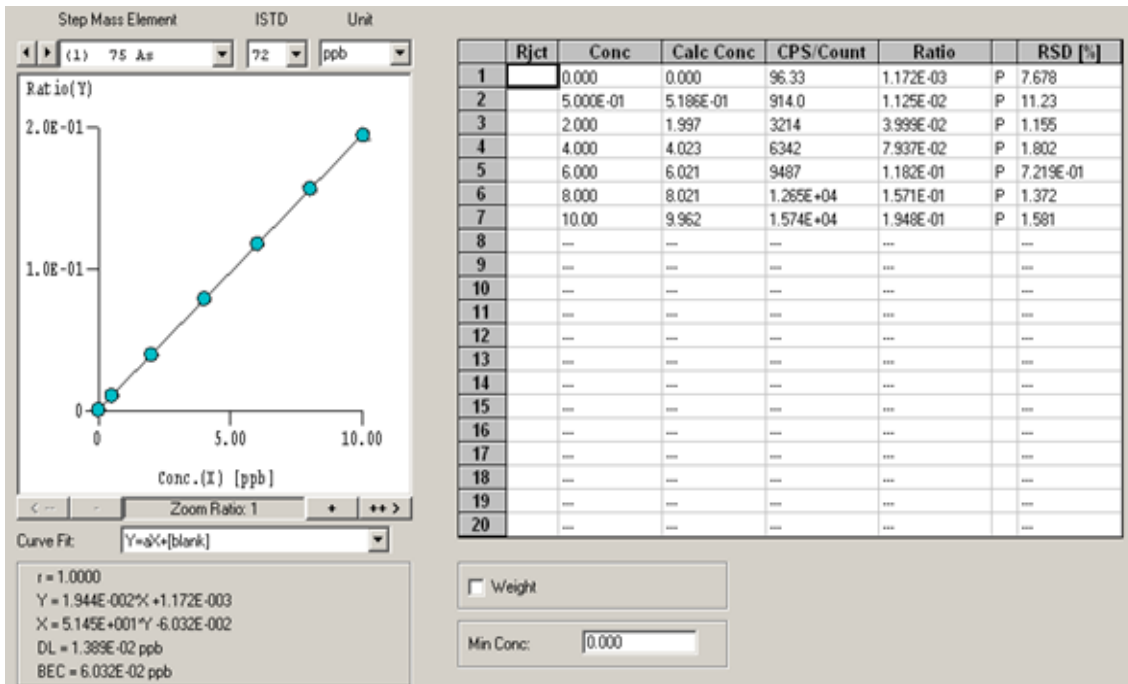
Polen, yoğurt ve peynir örnekleri tartılarak, Anton Paar Multiwave parçalama cihazı ile çözeltiliye alınarak ICP MS cihazı ile analizi yapılacaktır.

#### 3.2.1. Kalibrasyon eğrisi

Mix. olarak alınan sertifikalı stok standart çözeltisi ile, Çizelge 3.6.'deki tabloda belirtilen konsantrasyonlarda, standart çözeltiler ve blank hazırlanmıştır. Hazırlanan blank ve standart çözeltiler ile ICP MS cihazında kalibrasyon eğrisi çizdirilmiştir. Çizdirilen kalibrasyon eğrisinin korelasyon (r) değerinin 1'e yakın olması, hazırlanan standart çözeltilerinin düzgün olduğunun göstergesidir. Şekil 3.17. ve Şekil 3.18.'da 7 noktalı çizdirilen Hg ve As elementlerinin kalibrasyon eğrisi görülmektedir.



Şekil 3.17. Cıva elementinin 7 noktali kalibrasyon eğrisi.



Şekil 3.18. Arsenik elementinin 7 noktali kalibrasyon eğrisi.

Çizelge 3.6. Kalibrasyon eğrisi çizdirmek için hazırlanan standart konsantrasyonları

Element	Birim	Blank	St-1	St-2	St-3	St-4	St-5	St-6
B	ppb	Blank	5	20	40	60	80	100
Na	ppm	Blank	0.5	2	4	6	8	10
Mg	ppm	Blank	0.5	2	4	6	8	10
Al	ppb	Blank	5	20	40	60	80	100
K	ppm	Blank	0.5	2	4	6	8	10
Ca	ppm	Blank	0.5	2	4	6	8	10
Cr	ppb	Blank	5	20	40	60	80	100
Mn	ppb	Blank	5	20	40	60	80	100
Fe	ppb	Blank	5	20	40	60	80	100
Ni	ppb	Blank	5	20	40	60	80	100
Cu	ppb	Blank	5	20	40	60	80	100
Zn	ppb	Blank	5	20	40	60	80	100
As	ppb	Blank	0.5	2	4	6	8	10
Se	ppb	Blank	0.5	2	4	6	8	10
Cd	ppb	Blank	0.5	2	4	6	8	10
Sn	ppb	Blank	5	20	40	60	80	100
Sb	ppb	Blank	0.5	2	4	6	8	10
Ba	ppb	Blank	5	20	40	60	80	100
Hg	ppb	Blank	0.5	1	2	3	4	5
Pb	ppb	Blank	5	20	40	60	80	100

### 3.2.2. Numunelerin analiz öncesi ön işlemleri

Temin edilen su numuneleri 15 veya 50 mL' lik Polipropilen tüplere konarak, üzerine %1 olacak şekilde ultrapure HNO<sub>3</sub> ve ultrapure HCl ilave edilir. Bu şekilde su numuneleri analize hazır hale getirilmiş olur. Gıda numunelerinde ise, '3.1.2. Anton

Paar Parçalama Cihazı' bölümünde anlatıldığı gibi katı numuneler parçalanarak çözelti haline getirilerek analizi gerçekleştirilir.

### 3.2.3. Analizin kalite kontrolü

Kalibrasyon standartlarından farklı olarak konsantrasyonları bilinen bir çözelti ile ya da, geri kazanım yöntemi ile yapılan çalışmaların, doğruluğu kontrol edilir. İki farklı numunede geri kazanım çalışması yapılarak, Çizelge 4.9.'da tabloya aktarılmıştır.

Geri kazanım yöntemi şu şekilde yapılır. Herhangi bir su numunesinin bir kısmına konsantrasyonu bilinen bir standart eklenir. ICP MS cihazında su numunesi ve ekleme yapılan su numunesi ayrı ayrı okutulur. Okutulan değerlere göre geri kazanım %'si hesaplanır.

A : Eklenen standart konsantrasyonu

B : Numune konsantrasyonu

C : Standart eklenen Numunenin Konsantrasyonu.

$$\% \text{ Geri Kazanım} = \frac{C-B}{A} \times 100$$

### 3.2.4. Numunelerin ICP MS cihazında okunması

ICP MS cihazı açılmadan önce soğutucu su sirkülatörü, helyum ve argon gazları açılır. Havalandırma düğmesi çalıştırılır. ICP MS cihazının plazması yakılarak dengeye gelmesi beklenir. Tune çözeltisi ile ayarlar kontrol edilerek tune raporu alınır. İnternal standart sisteme takılarak değerleri kontrol edilir.

Çalışılacak elementlere göre uygun bir metot hazırlanır. Çizelge 3.6.'deki konsantrasyonlarda hazırlanan standart çözeltiler ile kalibrasyon eğrisi çizdirilir. Kalibrasyon eğrilerinin korelasyonu kontrol edilir. Kalibrasyonun korelasyonu uygun ise analize başlanabilir.

#### 4. BULGULAR

Sanayileşmenin artması ile hızla gelişen endüstriyel faaliyetler beraberinde çevre kirlenmesi meydana getirmektedir. Çevre kirliliği içerisinde oluşan en önemli kirliliklerden birisi de ağır metal kirliliğidir.

Ağır metal doğada kayalarda bileşik halinde bulunduğu gibi, endüstriyel faaliyet sonucu da ortaya çıkmaktadır. Gerek doğada bulunan gerekse kirlilik sonucu oluşan ağır metaller suyun etkisi ile göl, deniz ve barajlara taşınarak canlılar için ciddi bir sağlık tehdidi oluşturmaktadır.



Şekil 4.1. Çevre kirliliğine neden olan görüntüler.

İnsanların en çok ihtiyaç duyduğu su ve gıda maddelerinde çok az miktarda ağır metal bulunması bile sağlık açısından istenmeyen sonuçlar ortaya çıkarabilir. Bundan dolayı su ve gıda ekosistemi ağır metal yönünden sürekli olarak izlenmekte ve gerekli tedbirler alınmaya çalışılmaktadır.

Van ve İstanbul'dan temin edilen, hayrat suları ve hazır sularda Ph değerleri bakılmış ve şu sonuçlar elde edilmiştir.

Van'dan temin edilen hayrat sularında Ph değerleri; 11 nolu Erek dağı Sağmaç köyü üst kısmındaki suda (7,72–7.93), 12 nolu Erek dağı Sağmaç köyü mezarlık yanındaki çeşmede (8.02-8.09), 13 nolu Kalecik taş ocağı suyunda (8.10-8.18), 14 nolu kale suyunda (7.86-7.96), 15 nolu Tatvan ilçesi park alanı suyunda (7.39-7.70) olarak tespit edilmiştir.

Van'dan temin edilen ambalajlı sularda Ph değerleri; 21 nolu suda (7.91-8.12), 22 nolu suda (7.95-8.01), 23 nolu suda (7.37-8.09), 24 nolu suda (7.65-7.70), 25 nolu suda (7.81-8.21) olarak tespit edilmiştir.

İstanbul'dan temin edilen hayrat sularında Ph değerleri; 41 nolu Ümraniye çeşmesinde (7.27-7.43), 42 nolu Fatih Camii çeşmesinde (8.0-8.05), 43 nolu Göktürk binbaşı çeşmesinde (7.32-7.45), 44 nolu Göktürk Fatih Sultan çeşmesinde (7.36-7.55), 45 nolu Göktürk kirazlıbent piknik alanı çeşmesinde (7.20-7.40) olarak tespit edilmiştir.

İstanbul'dan temin edilen ambalajlı sularda Ph değerleri; 31 nolu suda (7.44-7.87) 32 nolu suda (7.45-7.52), 33 nolu suda (7.52-7.59), 34 nolu suda (7.40-7.49), 35 nolu suda (7.46-7.64) olarak tespit edilmiştir.











#### 4.1.2. İstanbul Zeytinburnu pazartesi pazarından gıda örnekleri ile yapılan analiz sonuç çizelgesi

Çizelge 4.5. İstanbul Zeytinburnu pazartesi pazarından temin edilen roka, domates, ıspanak örneklerinin, analiz sonuçları

Element	Birimi	Roka			Domates			Ispanak		
		Nisan	Mayıs	Haziran	Nisan	Mayıs	Haziran	Nisan	Mayıs	Haziran
B	mg/kg	2.30	2.50	2.80	1.00	1.00	1.30	2.30	3.80	7.50
Na	mg/kg	296.20	132.00	182.00	36.90	70.00	40.60	422.70	172.00	138.00
Mg	mg/kg	987.20	323.00	418.00	112.00	99.40	125.00	336.00	586.00	1409.00
Al	mg/kg	8.40	43.00	38.00	<0.1	2.90	3.60	22.00	28.00	72.00
K	mg/kg	4289.20	4358.00	4661.00	2636.00	2442.00	3102.00	5522.00	8378.00	9433.00
Ca	mg/kg	1258.60	2593.00	3322.00	85.50	68.00	124.00	577.00	1815.00	3647.00
Cr	mg/kg	0.30	0.10	0.10	<0.02	<0.02	<0.02	0.10	0.10	0.10
Mn	mg/kg	5.40	7.00	4.30	0.38	0.60	0.70	4.44	4.00	11.00
Fe	mg/kg	18.00	25.00	20.00	1.95	3.00	1.96	22.00	17.00	34.00
Ni	mg/kg	0.20	0.20	0.40	0.20	0.30	0.30	0.20	0.20	0.30
Cu	mg/kg	0.70	0.50	0.80	0.30	0.30	0.60	0.90	0.30	0.80
Zn	mg/kg	3.34	4.60	7.90	0.78	1.20	2.10	6.50	2.78	11.60
As	mg/kg	0.02	0.07	0.04	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.02	0.08
Se	mg/kg	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Cd	mg/kg	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Sn	mg/kg	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Sb	mg/kg	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Ba	mg/kg	0.80	1.50	1.00	0.10	< 0.1	< 0.1	0.71	< 0.1	1.50
Hg	mg/kg	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Pb	mg/kg	0.10	0.10	0.40	0.05	<0.02	0.03	0.04	0.03	0.08

Çizelge 4.6. İstanbul Zeytinburnu pazartesi pazarından temin edilen kıvırcık, salatalık, maydanoz örneklerinin, analiz sonuçları

Element	Birim	Kıvırcık			Salatalık			Maydanoz		
		Nisan	Mayıs	Haziran	Nisan	Mayıs	Haziran	Nisan	Mayıs	Haziran
B	mg/kg	6.00	1.00	2.00	2.00	1.40	2.00	5.00	5.00	7.00
Na	mg/kg	1286.00	138.00	46.00	30.60	21.00	47.00	1930.00	332.00	1497.00
Mg	mg/kg	739.60	180.00	133.00	134.80	136.00	173.00	512.00	499.00	675.00
Al	mg/kg	6.00	74.00	27.00	6.00	10.00	9.00	28.00	131.00	42.00
K	mg/kg	1207.00	4847.00	2675.00	1918.00	1665.00	2774.00	2848.00	6618.00	6091.00
Ca	mg/kg	1646.00	681.00	272.00	393.80	371.00	533.00	1116.00	2674.00	2661.00
Cr	mg/kg	0.10	0.40	0.04	0.03	0.03	<0.02	0.23	0.70	0.10
Mn	mg/kg	18.00	3.00	3.00	1.19	0.70	1.10	8.00	14.00	12.00
Fe	mg/kg	9.00	60.00	15.00	2.00	5.00	3.00	31.00	95.00	32.00
Ni	mg/kg	0.10	0.40	0.20	0.20	0.20	0.20	2.50	1.10	0.60
Cu	mg/kg	0.90	0.20	0.90	0.30	0.10	0.40	1.80	1.30	2.10
Zn	mg/kg	3.70	1.95	4.30	1.82	1.80	1.60	6.21	6.60	5.20
As	mg/kg	0.02	0.02	<0.02	<0.02	0.03	<0.02	<0.02	0.03	0.03
Se	mg/kg	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Cd	mg/kg	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Sn	mg/kg	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Sb	mg/kg	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Ba	mg/kg	0.50	0.90	0.30	0.20	0.20	0.40	0.40	12.00	5.00
Hg	mg/kg	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02
Pb	mg/kg	0.08	0.05	0.02	0.02	<0.02	< 0.02	0.10	0.10	0.10

Çizelge 4.7. İstanbul Zeytinburnu pazartesi pazarından temin edilen siyah dut, semiz otu, arı poleni örneklerinin, analiz sonuçları

Element	Birim	Siyah Dut			Semizotu			Arı Poleni		
		Nisan	Mayıs	Haziran	Nisan	Mayıs	Haziran	Nisan	Mayıs	Haziran
B	mg/kg	1.24	1.65	3.00	2.00	2.00	3.00	10.00	38.00	19.00
Na	mg/kg	5.74	18.00	3.90	361.00	140.00	230.00	24.00	53.00	48.00
Mg	mg/kg	166.00	208.00	172.00	742.00	460.00	882.00	497.00	1028.00	1402.00
Al	mg/kg	6.00	7.00	28.00	14.00	15.00	67.00	24.00	50.00	404.00
K	mg/kg	1477.00	1875.00	3026.00	3265.00	5215.00	5035.00	53320.00	59020.00	63150.00
Ca	mg/kg	550.00	753.00	487.00	715.00	798.00	1456.00	6212.00	18040.00	13110.00
Cr	mg/kg	0.09	<0.02	0.06	0.60	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Mn	mg/kg	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	5.00	12.00	27.00	53.00
Fe	mg/kg	6.00	7.00	8.00	12.00	11.00	32.00	39.00	53.00	295.00
Ni	mg/kg	0.80	0.20	0.50	0.60	0.20	0.50	1.70	0.70	2.30
Cu	mg/kg	0.30	0.30	0.80	0.90	0.60	1.50	8.40	9.40	8.30
Zn	mg/kg	1.37	2.16	2.00	3.00	5.00	5.00	28.00	43.00	40.00
As	mg/kg	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Se	mg/kg	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Cd	mg/kg	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Sn	mg/kg	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Sb	mg/kg	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Ba	mg/kg	0.40	0.70	0.50	3.00	1.40	12.00	1.40	2.00	10.00
Hg	mg/kg	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Pb	mg/kg	<0.02	<0.02	0.05	0.03	0.03	0.05	< 0.02	0.70	0.20



#### 4.1.3. Analizlerin doğruluğunu kontrol etmek amacıyla yapılan geri kazanım çalışması

Çizelge 4.9. İki su örneğinde yapılan geri kazanım çalışmasının sonuçları

Element	Birimi	1. Örneğin Sonucu	1. Örneğe Eklenen Miktar	1. Örneğe Ekleme Yapıldıktan Sonraki Sonucu	1. Örneğin % Geri Kazanımı	2. Örneğin Sonucu	2. Örneğe Eklenen Miktar	2. Örneğe Ekleme Yapıldıktan Sonraki Sonucu	2. Örneğin % Geri Kazanımı	1. ve 2. Örneklerin Geri Kazanımlarının Ortalaması
B	ppb	71.3	50	114.3	86	121.0	50	168.0	94	90
Na	ppm	4.4	5	9.4	100	10.2	5	15.1	98	99
Mg	ppm	4.4	5	9.2	96	3.2	5	8.3	101	99
Al	ppb	0.0	50	63.3	121	0.0	50	57.1	114	117
K	ppm	0.0	5	5.5	106	0.4	5	5.9	109	108
Ca	ppm	22.4	5	26.9	90	8.4	5	13.3	98	94
Cr	ppb	0.5	50	52.6	104	1.3	50	53.5	104	104
Mn	ppb	0.0	50	53.5	107	0.0	50	53.7	107	107
Fe	ppb	0.0	50	54.2	108	0.0	50	53.4	107	108
Ni	ppb	3.4	50	54.2	102	0.0	50	51.2	102	102
Cu	ppb	20.5	50	69.0	97	0.0	50	50.5	101	99
Zn	ppb	65.2	50	113.0	96	1.7	50	55.3	107	101
As	ppb	0.0	5	5.6	106	4.7	5	9.8	102	104
Se	ppb	0.0	5	4.9	98	0.0	5	5.3	103	100
Cd	ppb	0.0	5	5.4	108	0.0	5	5.3	106	107
Sn	ppb	0.0	50	54.1	108	0.0	50	52.7	105	107
Sb	ppb	0.0	5	5.1	102	0.0	5	5.3	102	102
Ba	ppb	0.0	50	54.8	109	3.0	50	57.2	108	109
Hg	ppb	0.0	5	5.2	104	0.0	5	5.3	106	105
Pb	ppb	0.0	50	54.3	108	0.0	50	54.5	109	109

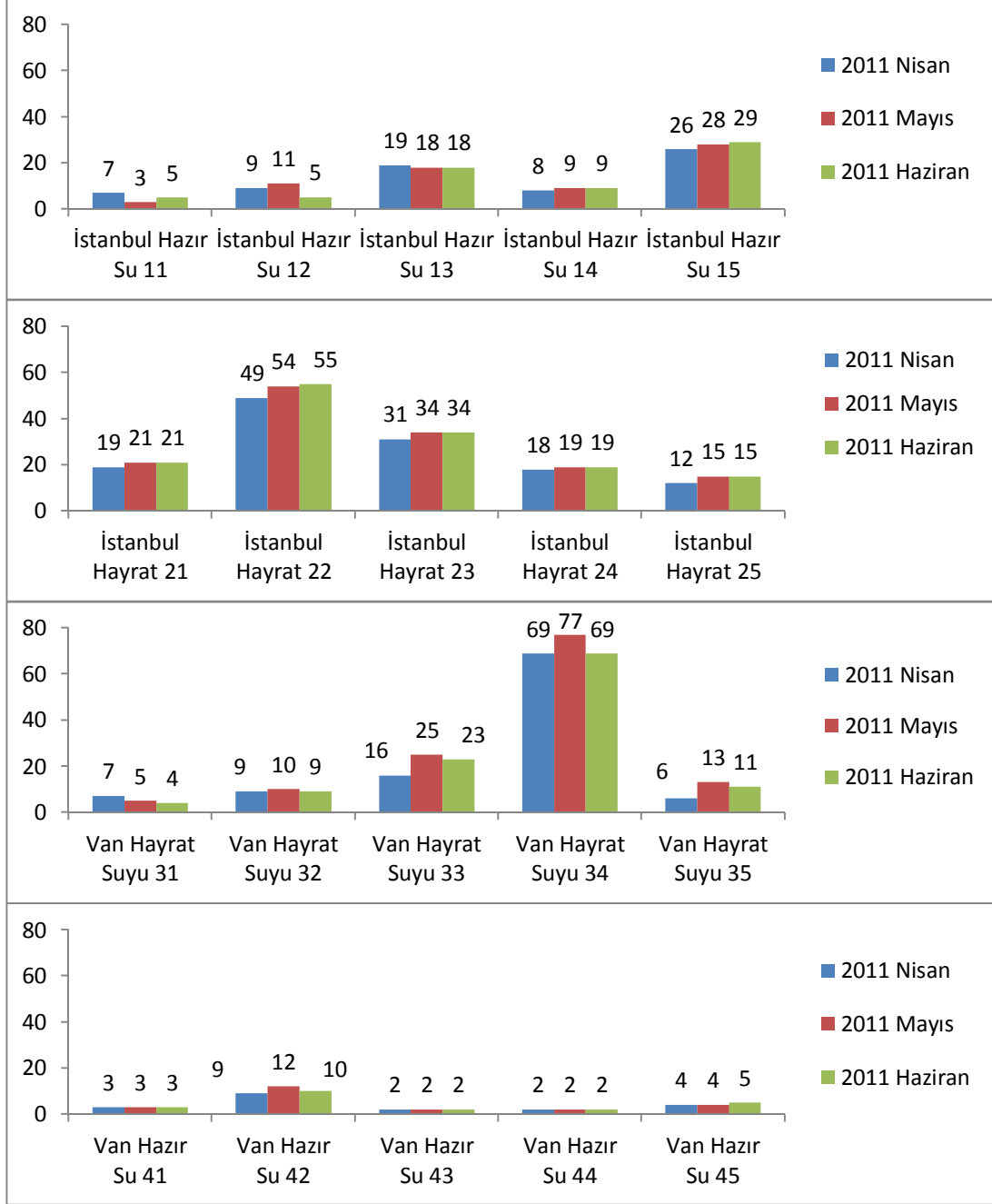


#### 4.2. Sonuçlarının Grafikler Halinde İncelenmesi

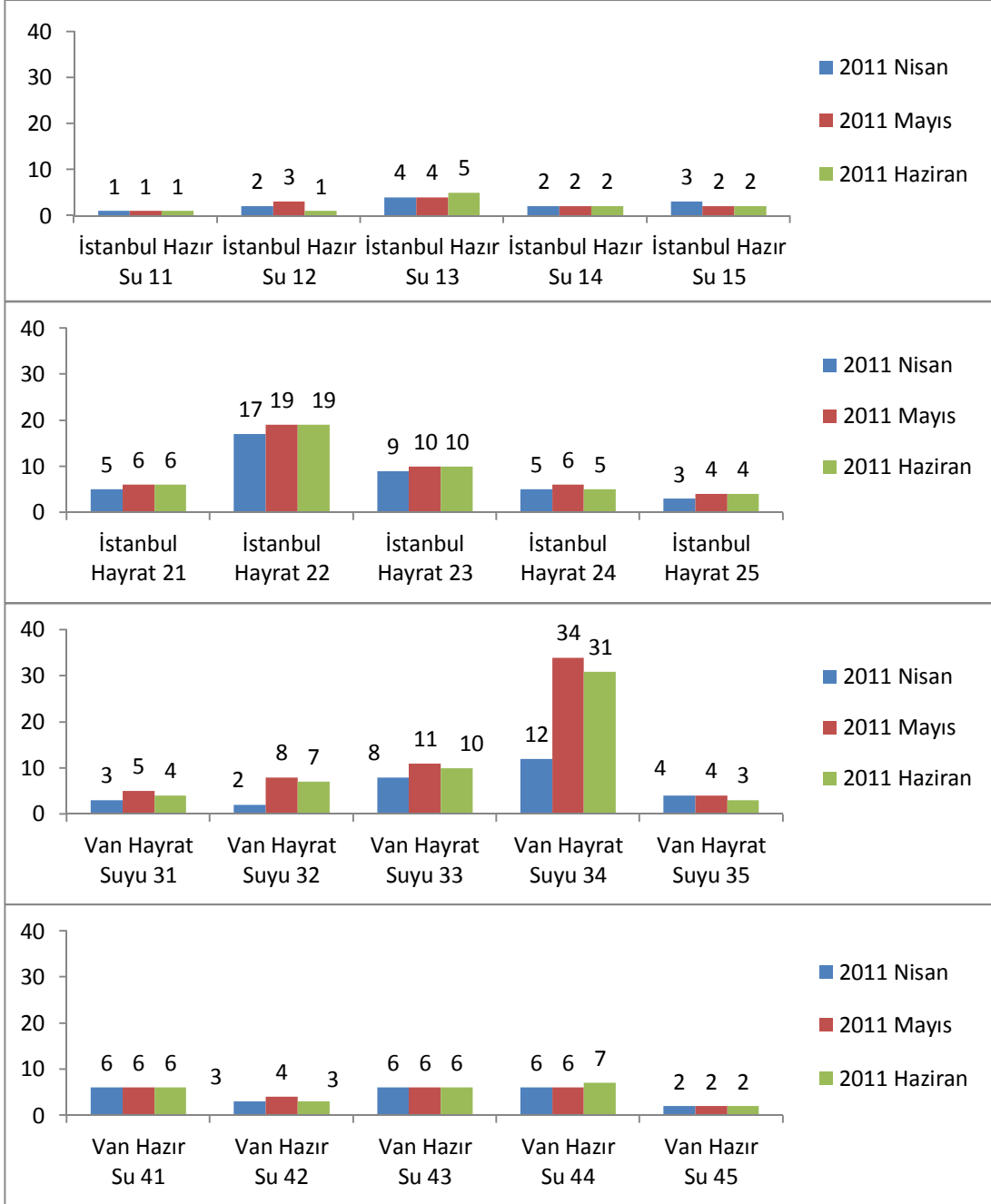
Grafikler numunelerin özelliklerine göre u bölümde hazırlanmıştır. Birinci bölümde Van ve İstanbul'daki kaynak suları ağır metal sonuçları grafiğe aktarılmış ve kaynak sularının element konsantrasyonları toplu olarak incelenmiştir. İkinici bölümde Roka, Domates, Ispanak, Kıvırcık, Salatalık, Maydanoz, Siyah Dut, Semiz Otu numunelerinin ağır metal sonuçları grafiğe aktarılmış ve element konsantrasyonları toplu olarak incelenmiştir. Unc bölümde Peynir, Süzme Yoğurt ve Arı Poleni numunelerinin ağır metal sonuçları grafiğe aktarılmış ve element konsantrasyonları toplu olarak incelenmiştir.

Grafikler element konsantrasyonlarına göre hazırlanmıştır. Grafiklerde, çalışılan örneklerin element konsantrasyonları aynı grafikte gösterilerek, numunelerin element sonucu hakkında kıyaslama yapma imkânı hazırlanmıştır. Örneğin, çalışılan bütün su numunelerinin arsenik sonucu bir grafikte gösterilmiş ve o elementle ilgili numunelerin kıyaslanması düşünülmüştür.

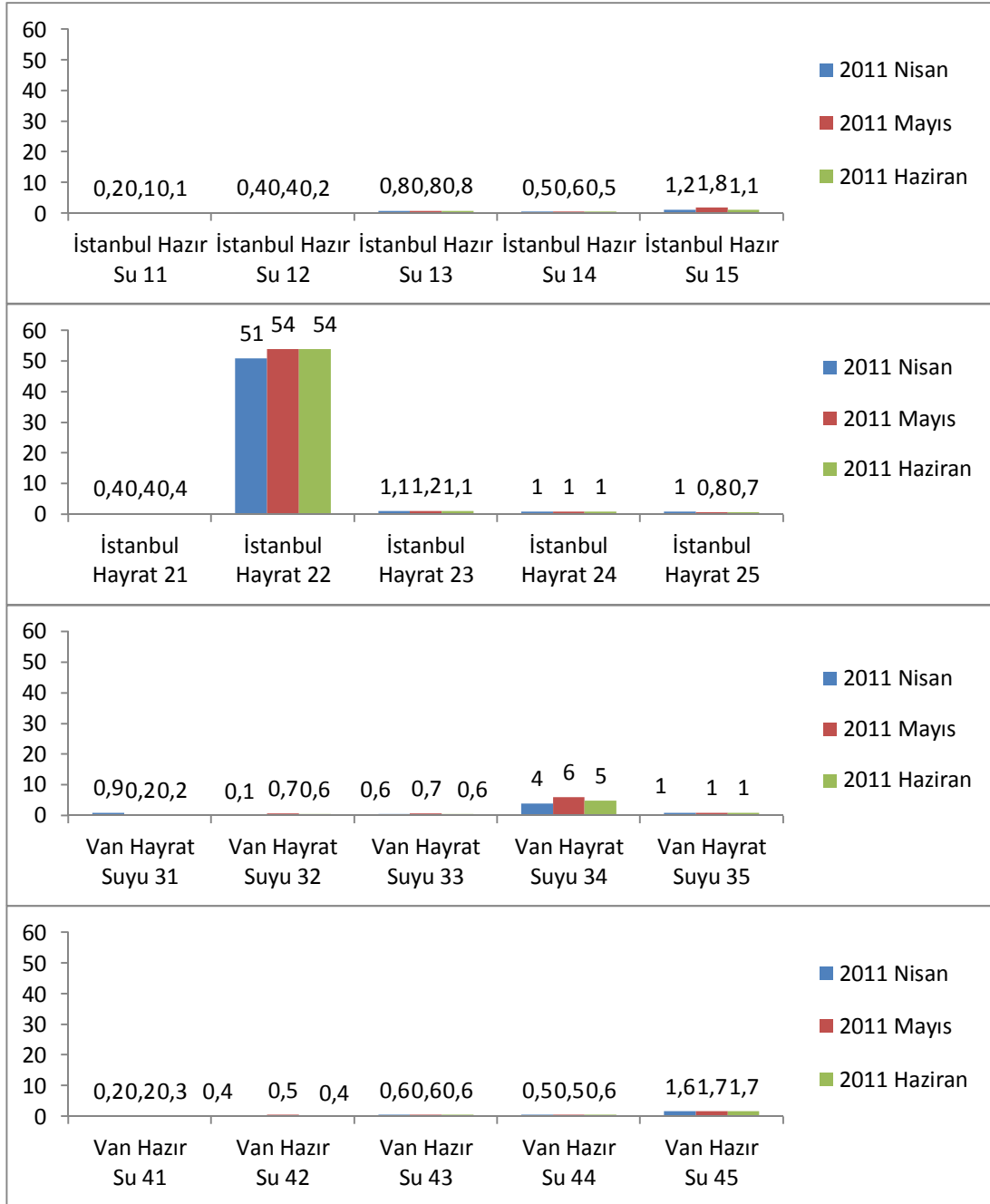
#### 4.2.1. Van ve İstanbul'daki, hazır ve hayrat sularında tespit edilen ağır metal grafikleri.



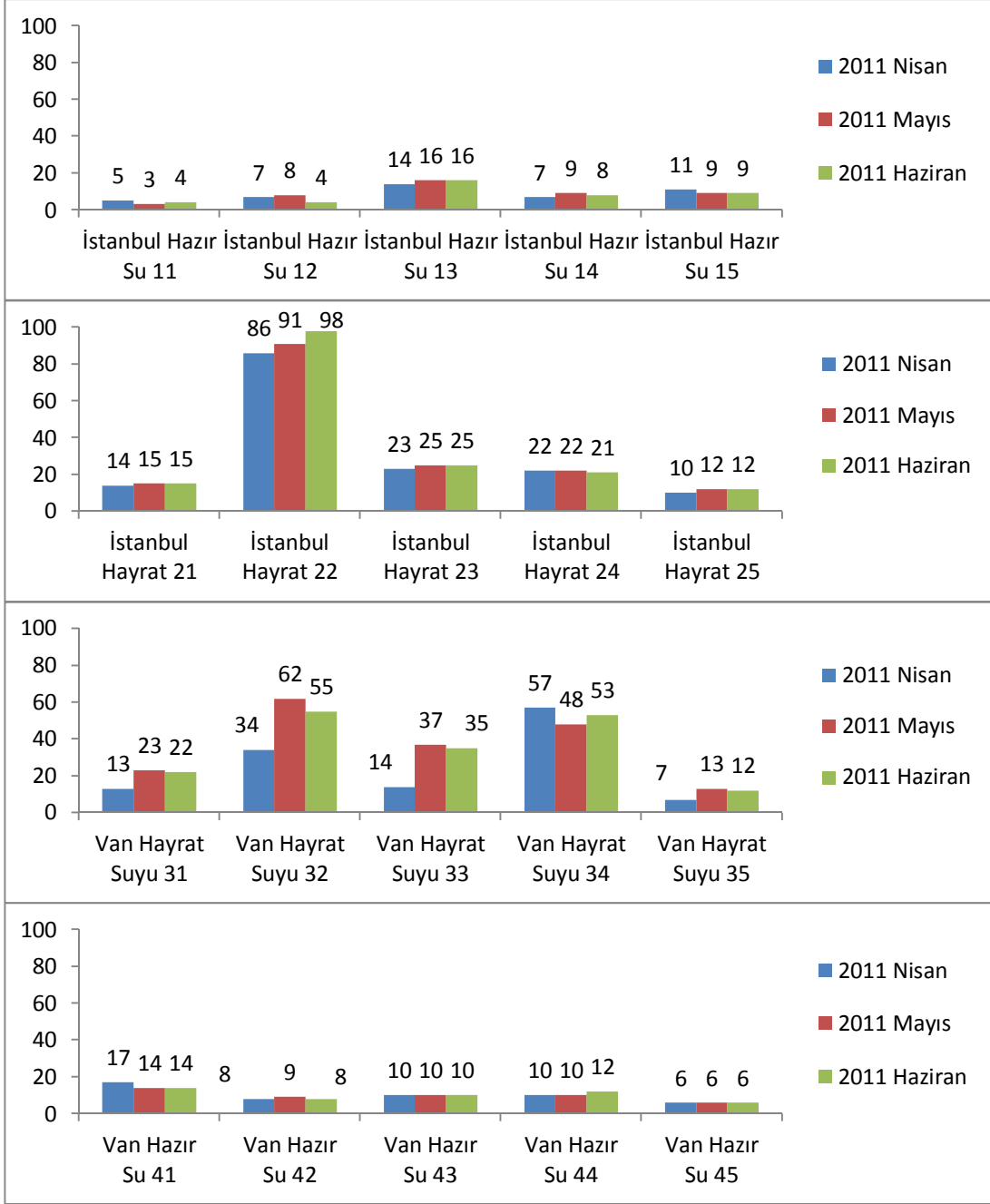
Şekil 4.2. Van ve İstanbul'daki, hayrat ve hazır sularda tespit edilen sodyum (Na) miktarı. Sonuçlar ppm olarak verilmiştir.



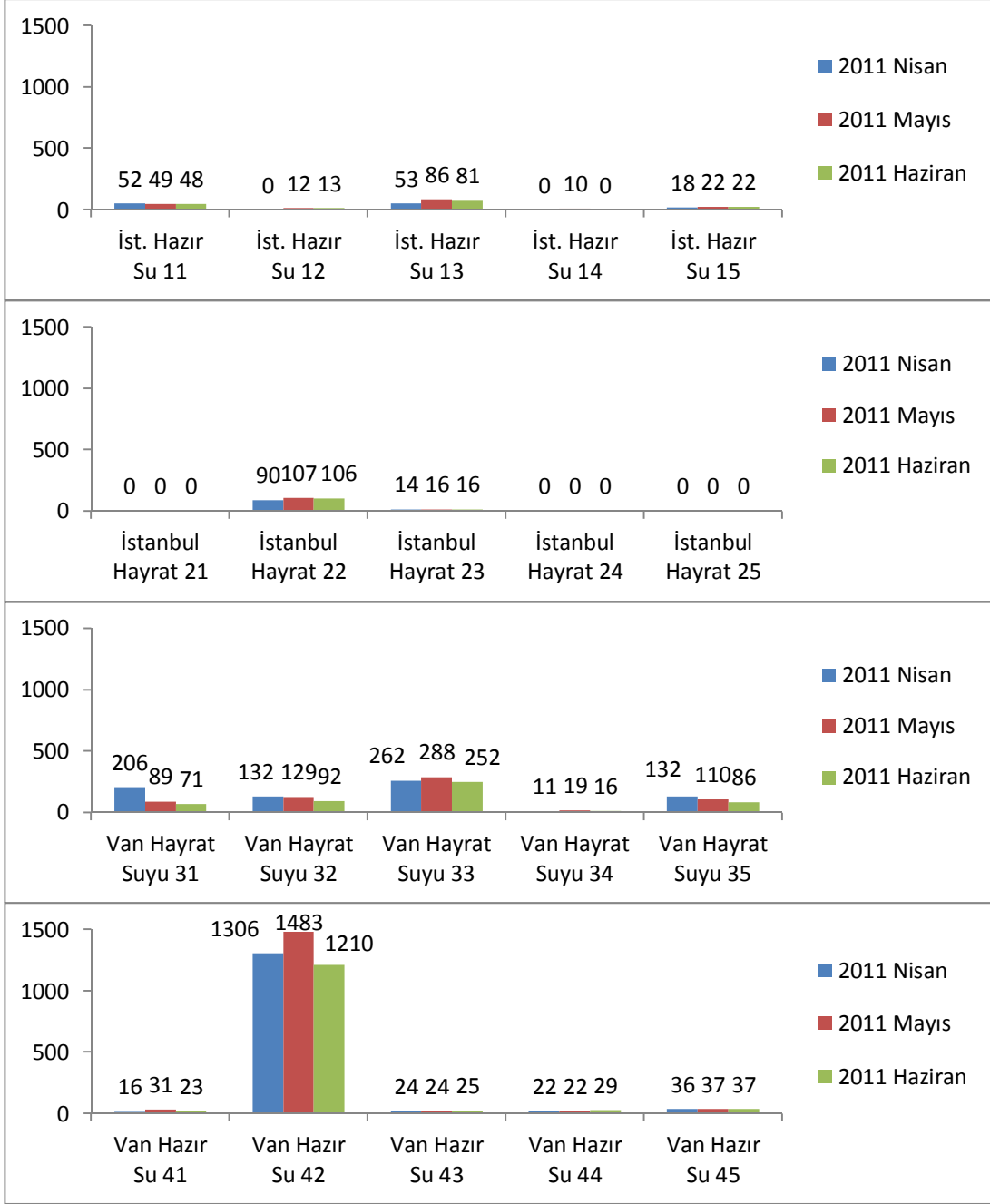
Şekil 4.3. Van ve İstanbul'daki, hayrat ve hazır sularda tespit edilen magnezyum (Mg) miktarı. Sonuçlar ppm olarak verilmiştir.



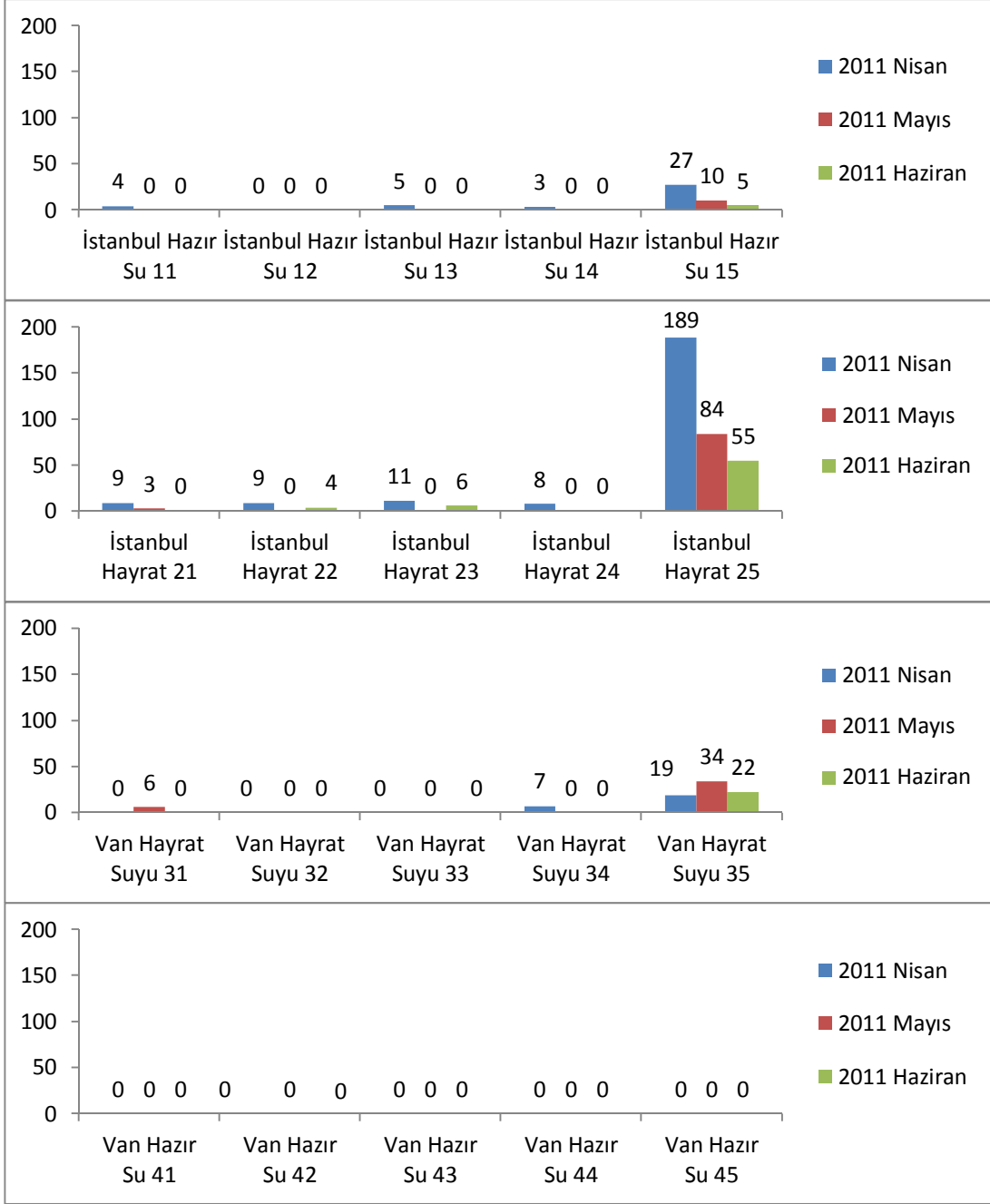
Şekil 4.4. Van ve İstanbul'daki, hayrat ve hazır sularda tespit edilen potasyum (K) miktarı. Sonuçlar ppm olarak verilmiştir.



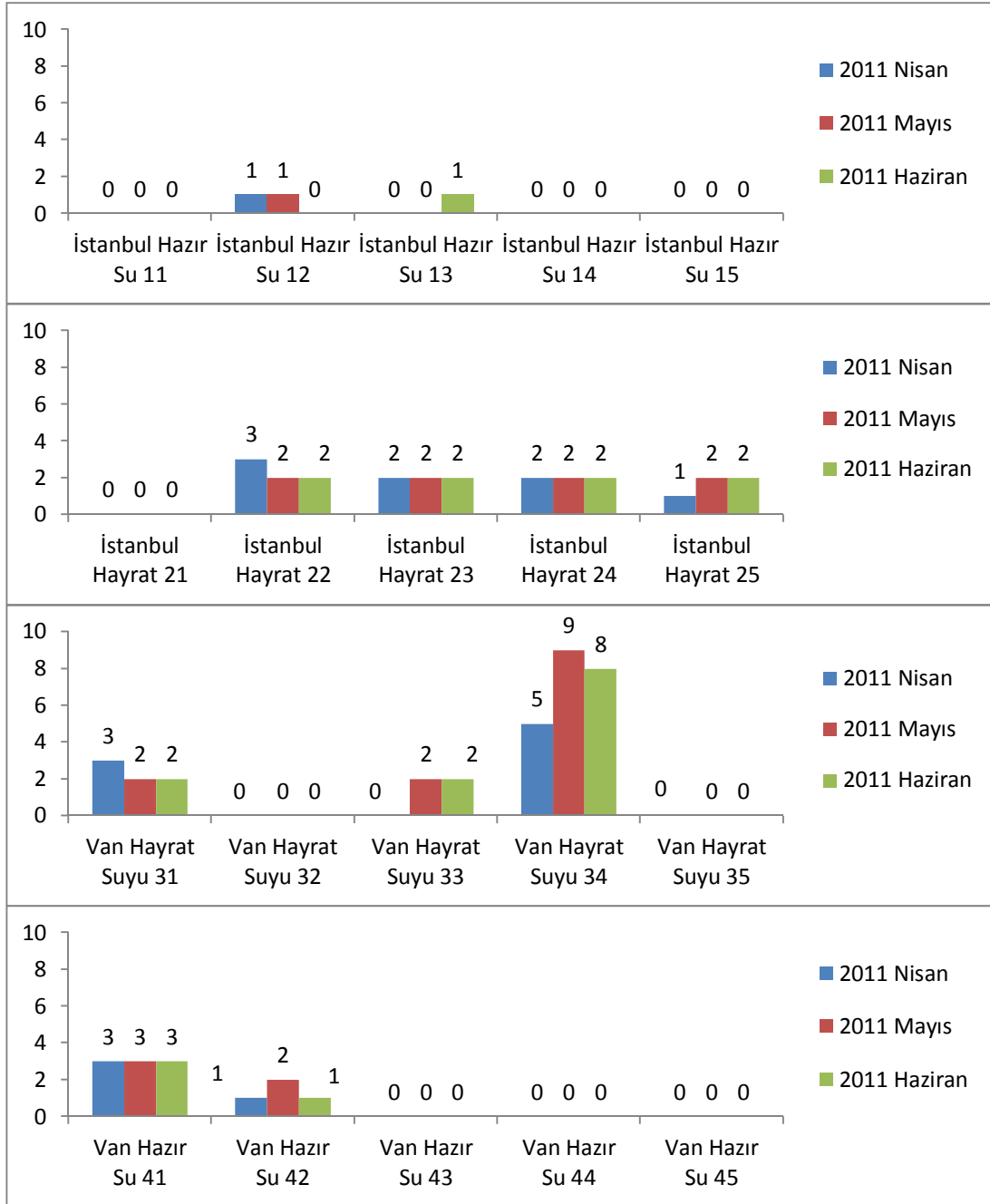
Şekil 4.5. Van ve İstanbul'daki, hayrat ve hazır sularda tespit edilen kalsiyum (Ca) miktarı. Sonuçlar ppm olarak verilmiştir.



Şekil 4.6. Van ve İstanbul'daki, hayrat ve hazır sularda tespit edilen bor (B) miktarı. Sonuçlar ppb olarak verilmiştir.

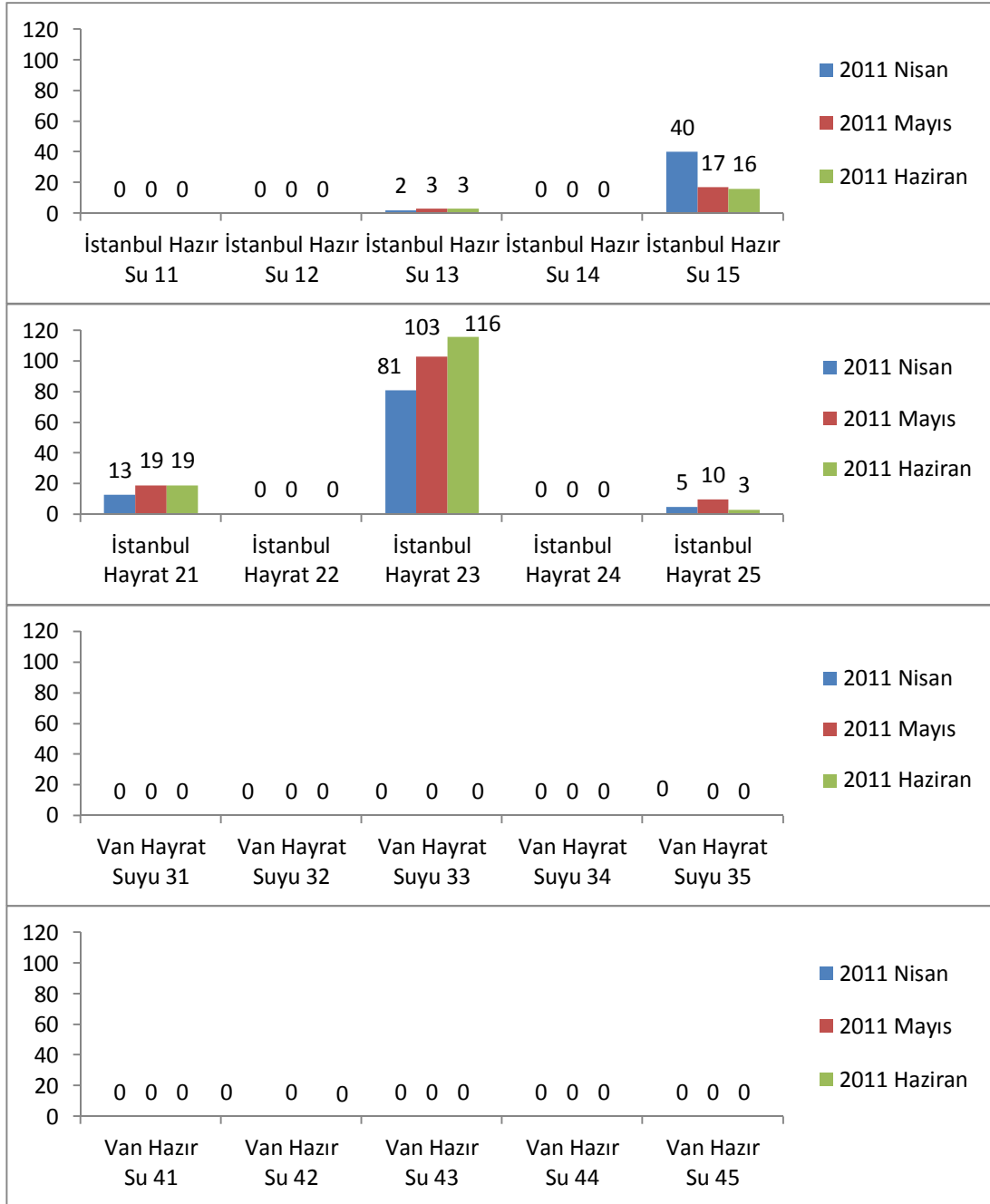


Şekil 4.7. Van ve İstanbul'daki, hayrat ve hazır sularda tespit edilen alüminyum (Al) miktarı. Sonuçlar ppb olarak verilmiştir.

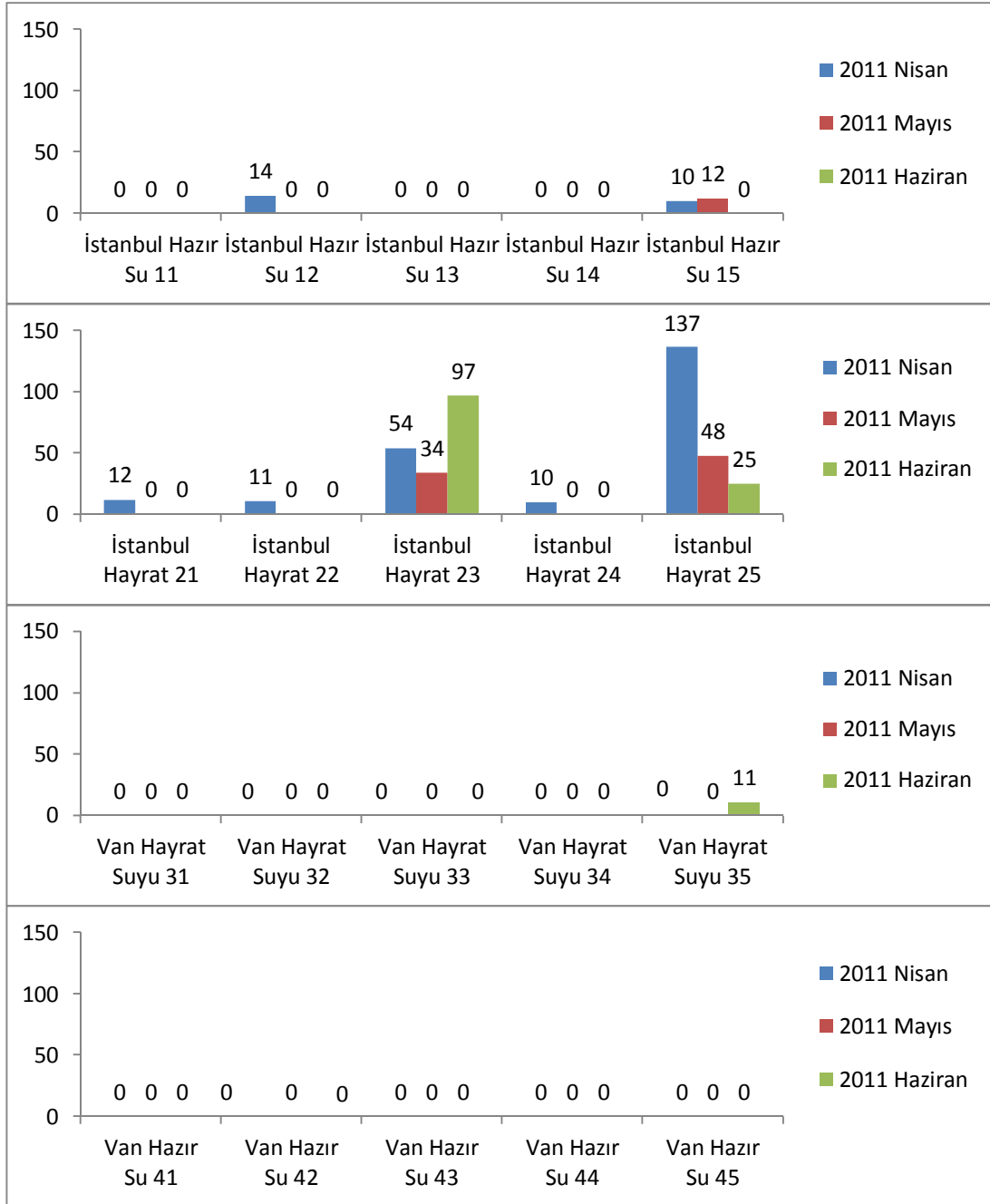


Şekil 4.8. Van ve İstanbul'daki, hayrat ve hazır sularda tespit edilen krom (Cr) miktarı. Sonuçlar ppb olarak verilmiştir.

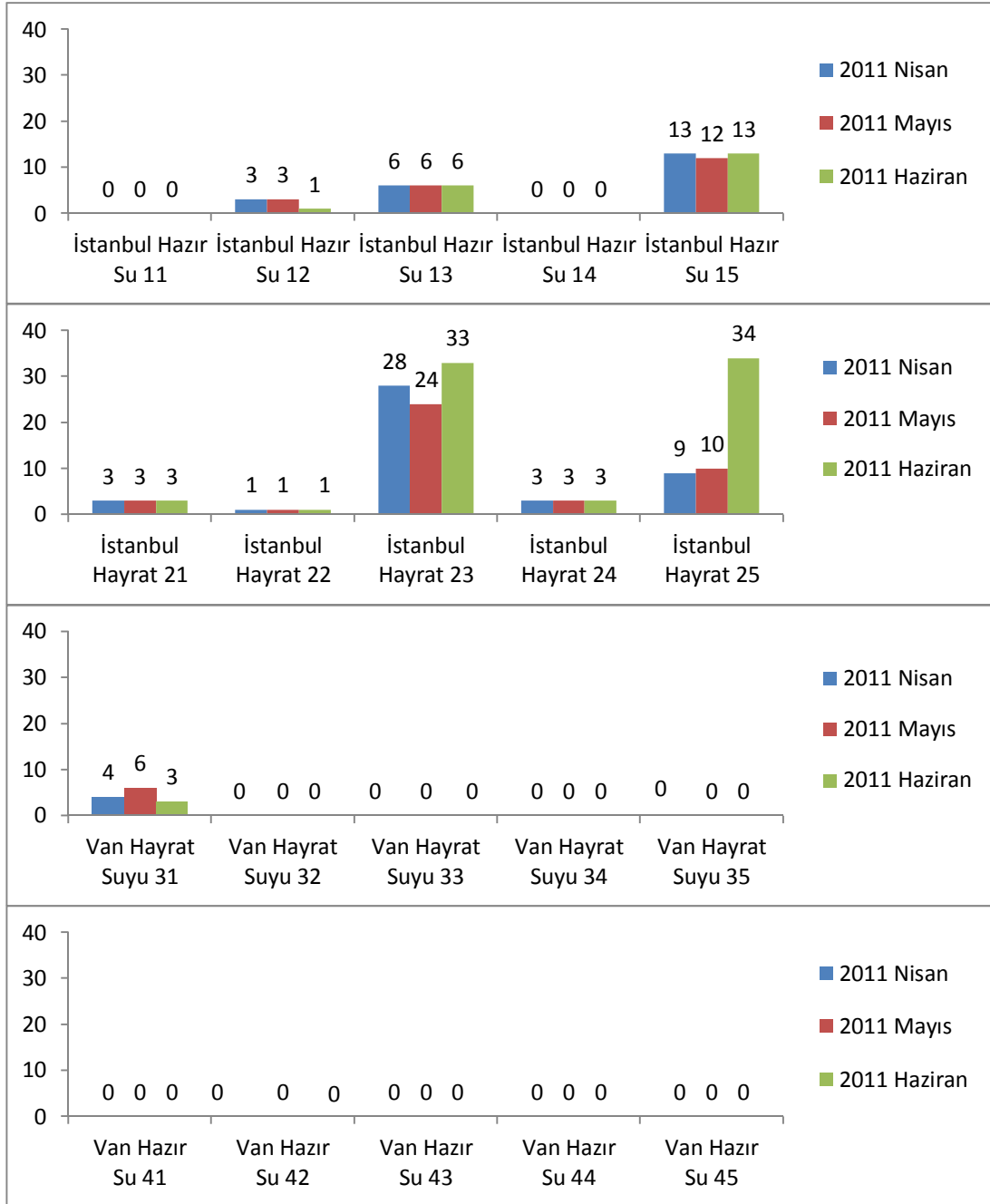




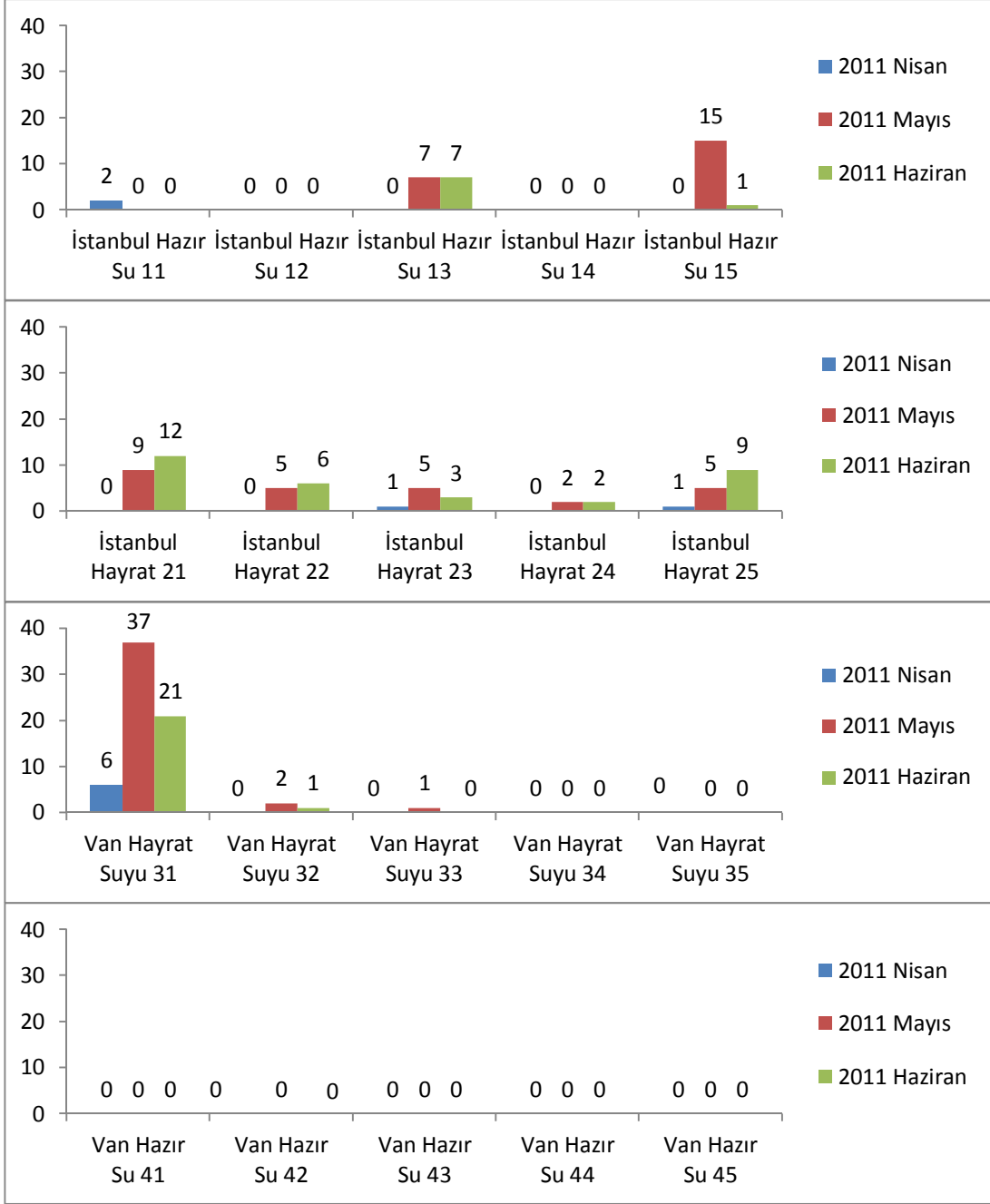
Şekil 4.9. Van ve İstanbul'daki, hayrat ve hazır sularda tespit edilen mangan (Mn) miktarı. Sonuçlar ppb olarak verilmiştir.



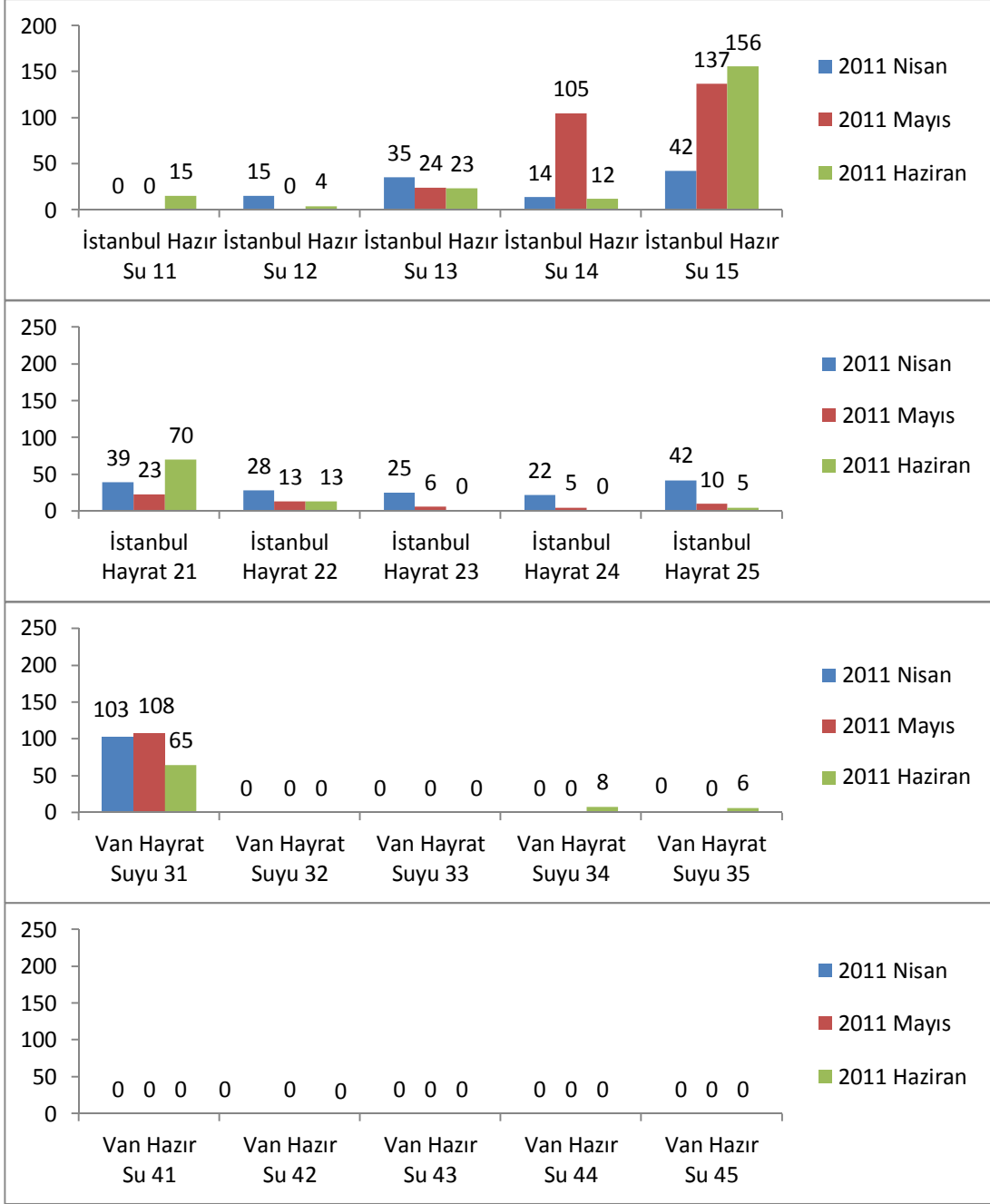
Şekil 4.10. Van ve İstanbul'daki, hayrat ve hazır sularda tespit edilen demir (Fe) miktarı. Sonuçlar ppb olarak verilmiştir.



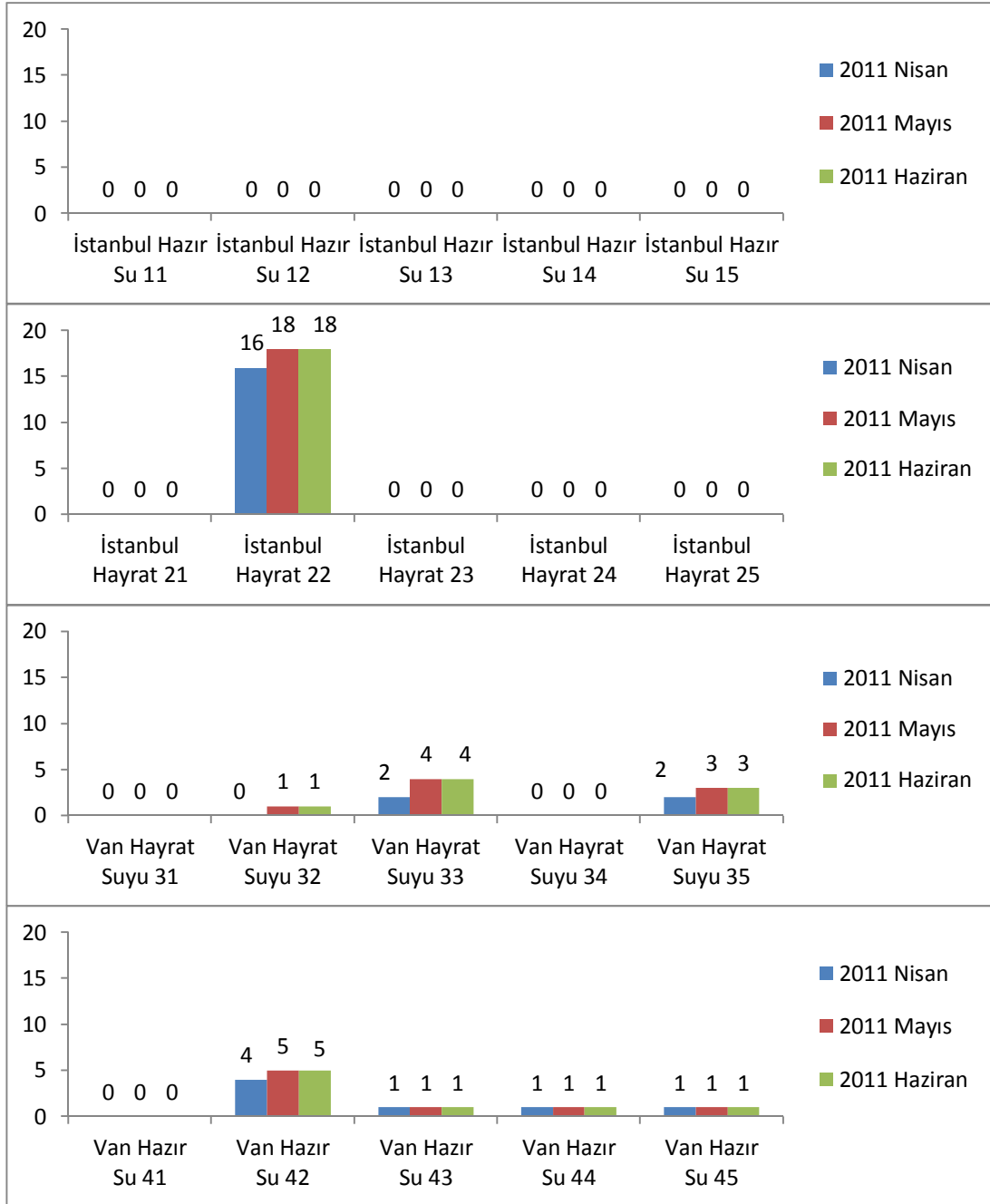
Şekil 4.11. Van ve İstanbul'daki, hayrat ve hazır sularda tespit edilen nikel (Ni) miktarı. Sonuçlar ppb olarak verilmiştir.



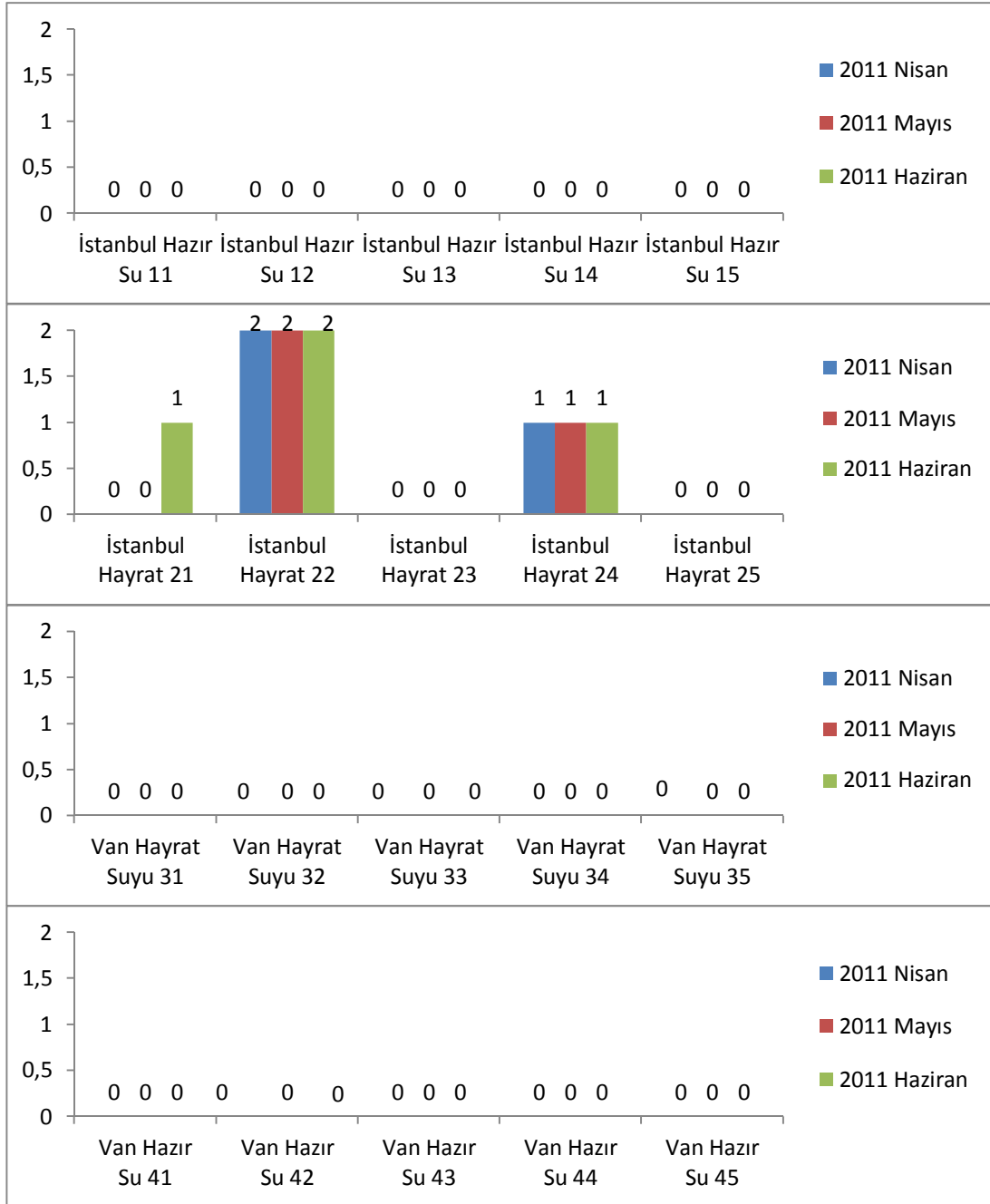
Şekil 4.12. Van ve İstanbul'daki, hayrat ve hazır sularda tespit edilen bakır (Cu) miktarı. Sonuçlar ppb olarak verilmiştir.



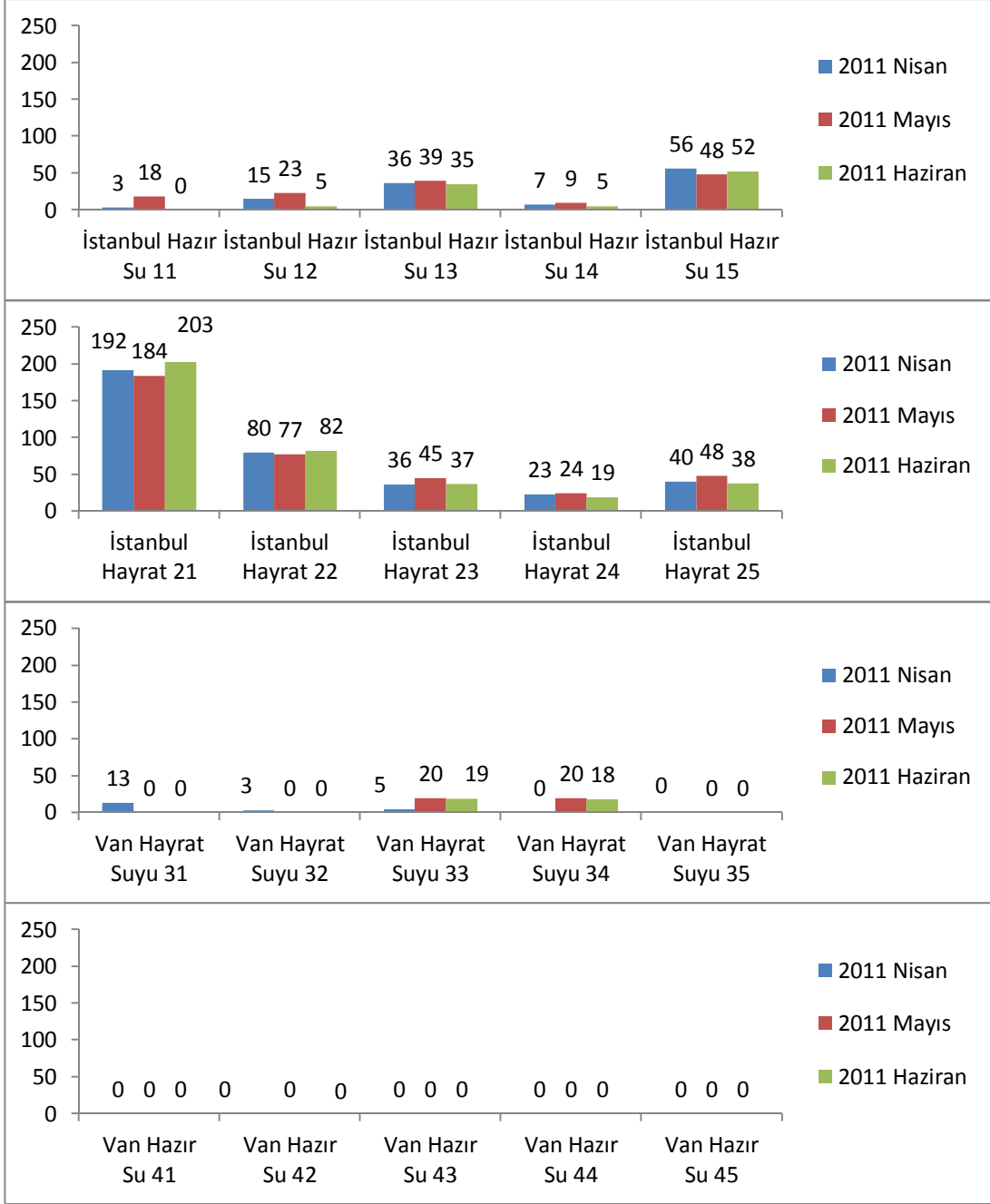
Şekil 4.13. Van ve İstanbul'daki, hayrat ve hazır sularda tespit edilen çinko (Zn) miktarı. Sonuçlar ppb olarak verilmiştir.



Şekil 4.14. Van ve İstanbul'daki, hayrat ve hazır sularda tespit edilen arsenik (As) miktarı. Sonuçlar ppb olarak verilmiştir.



Şekil 4.15. Van ve İstanbul'daki, hayrat ve hazır sularda tespit edilen selenyum (Se) miktarı. Sonuçlar ppb olarak verilmiştir.

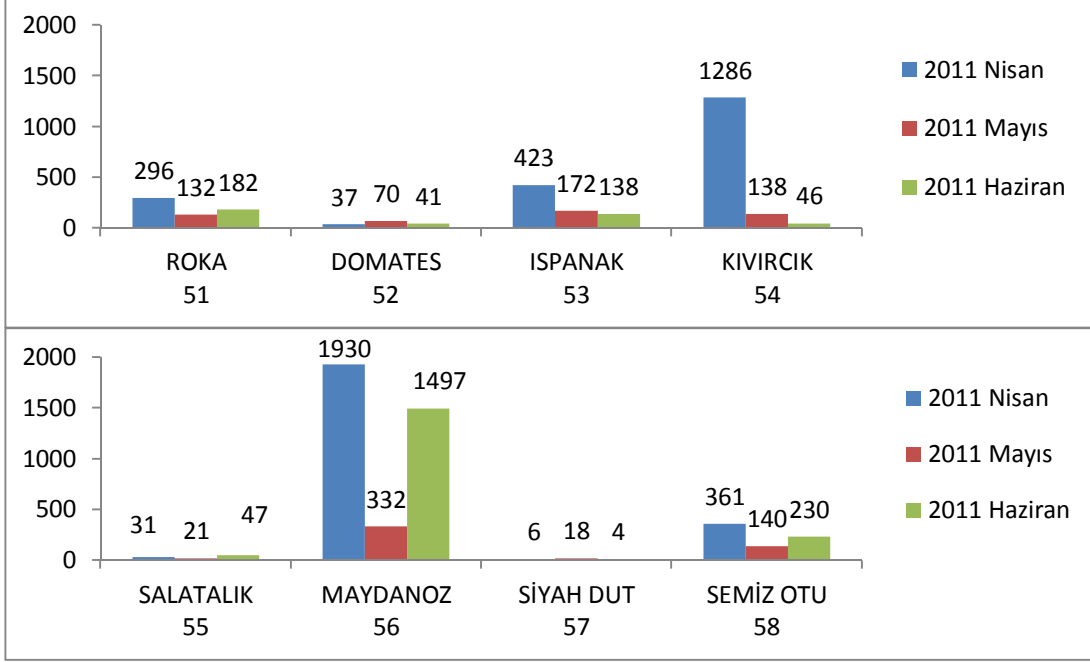


Şekil 4.16. Van ve İstanbul'daki, hayrat ve hazır sularda tespit edilen baryum (Ba) miktarı. Sonuçlar ppb olarak verilmiştir.

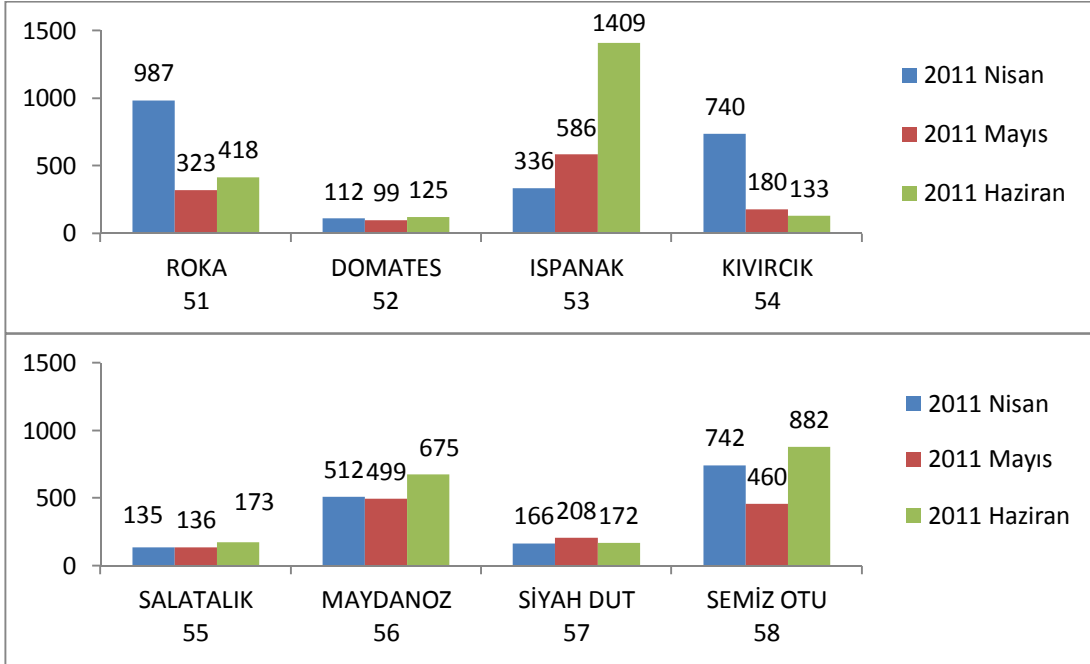
Van ve İstanbul'dan temin edilen su örneklerinde Kadmiyum, Kalay, Antimon, Kurşun sonuçları 1 ppb olan sınır değerinin altında, Cıva sonucu 0.3 ppb olan sınır değerinin altında bulunmuştur.



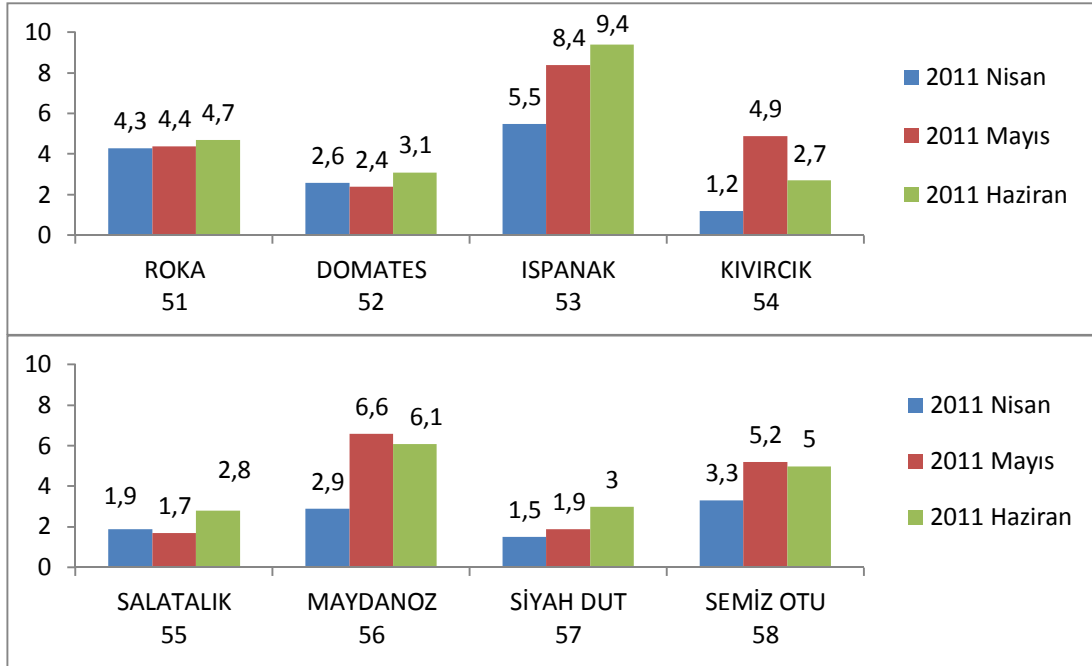
**4.2.2. İstanbul Zeytinburnu pazartesi pazarından temin edilen roka, domates, ıspanak, kıvırcık, salatalık, maydanoz, siyah dut ve semizotu örneklerinde tespit edilen ağır metal grafikleri**



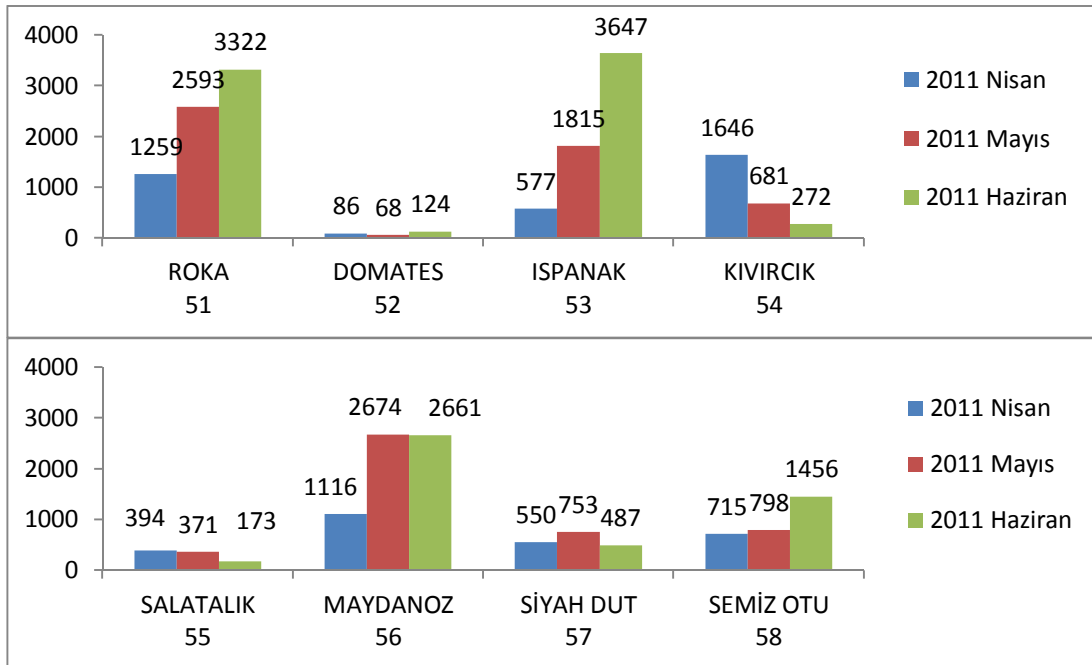
Şekil 4.17. İstanbul Zeytinburnu pazarından temin edilen roka, domates, ıspanak, kıvırcık, salatalık, maydanoz, siyah dut ve semizotu'nda sodyum (Na) miktarı. Sonuçlar mg/kg olarak verilmiştir.



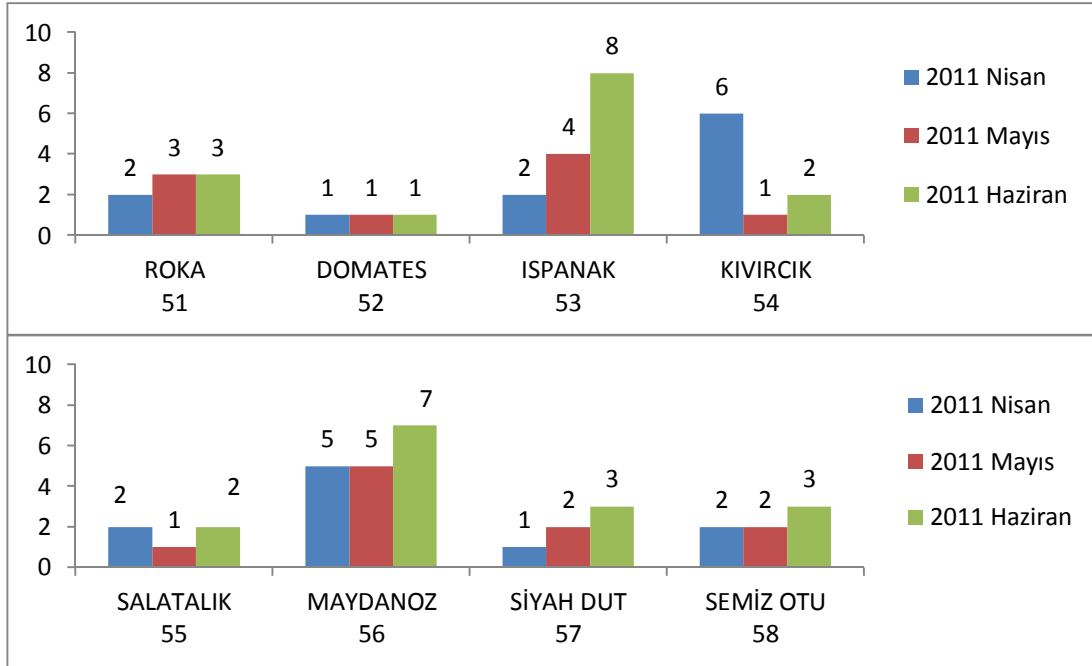
Şekil 4.18. İstanbul Zeytinburnu pazarından temin edilen roka, domates, ıspanak, kıvırcık, salatalık, maydanoz, siyah dut ve semizotu'nda magnezyum (Mg) miktarı. Sonuçlar mg/kg olarak verilmiştir.



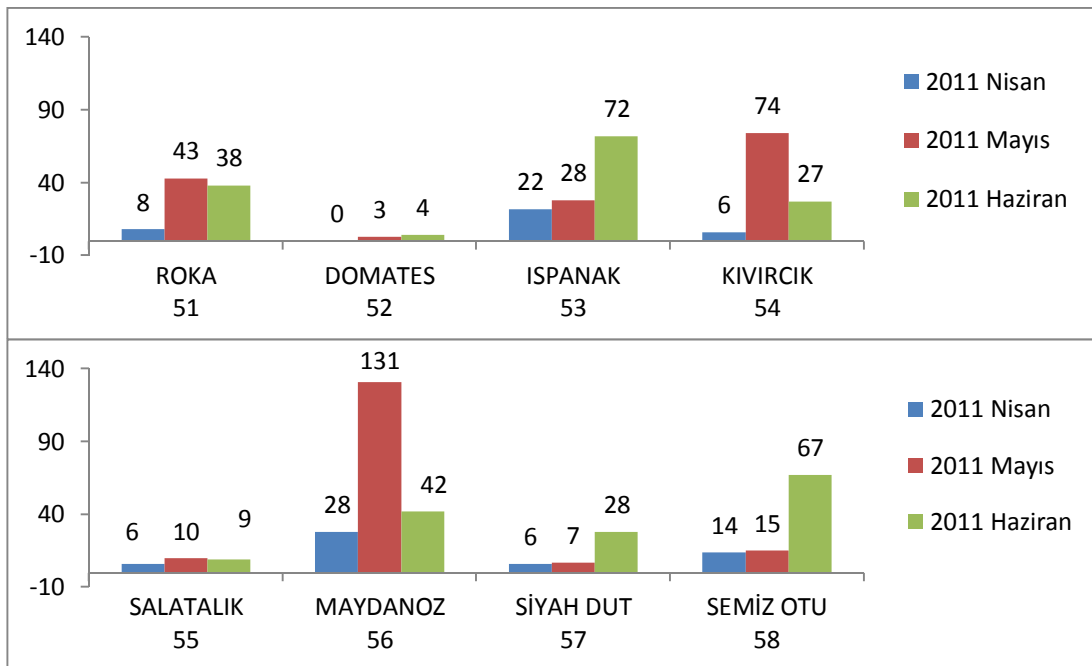
Şekil 4.19. İstanbul Zeytinburnu pazarından temin edilen roka, domates, ıspanak, kıvırcık, salatalık, maydanoz, siyah dut ve semiz otu'nda potasyum (K) miktarı. Sonuçlar g/kg olarak verilmiştir.



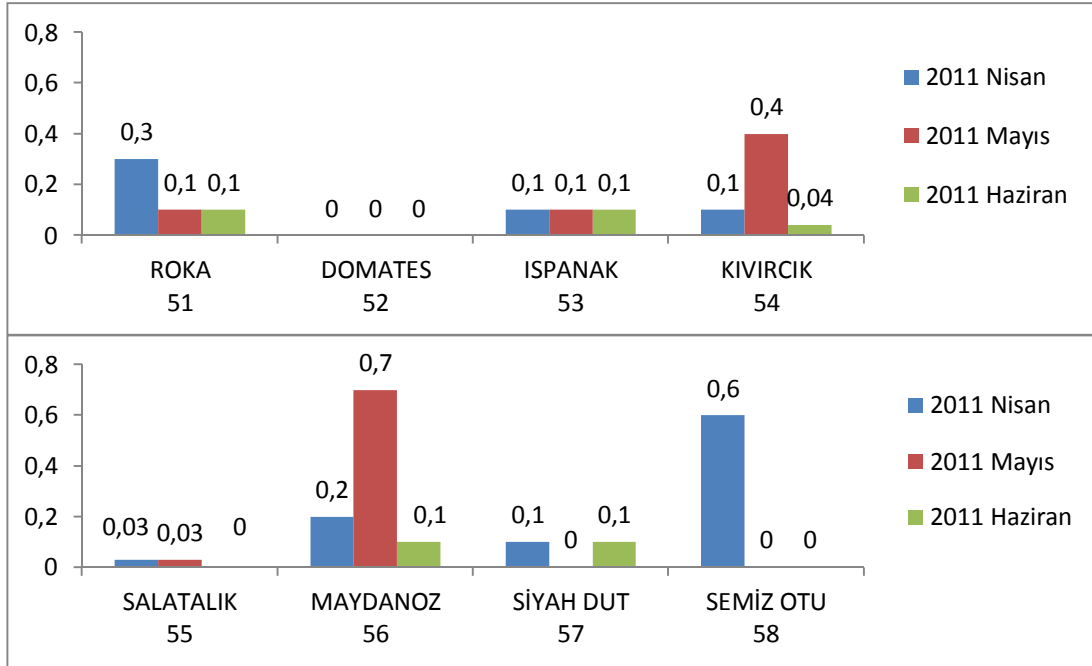
Şekil 4.20. İstanbul Zeytinburnu pazarından temin edilen roka, domates, ıspanak, kıvırcık, salatalık, maydanoz, siyah dut ve semiz otu'nda kalsiyum (Ca) miktarı. Sonuçlar mg/kg olarak verilmiştir.



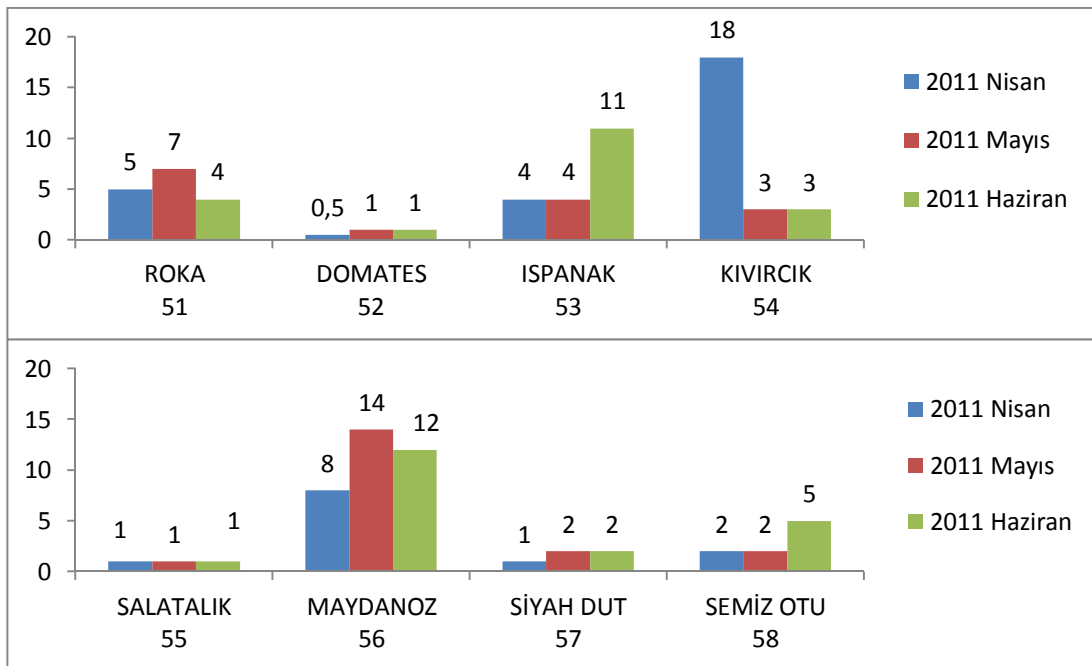
Şekil 4.21. İstanbul Zeytinburnu pazarından temin edilen roka, domates, ıspanak, kıvırcık, salatalık, maydanoz, siyah dut ve semiz otu'nda bor (B) miktarı. Sonuçlar mg/kg olarak verilmiştir.



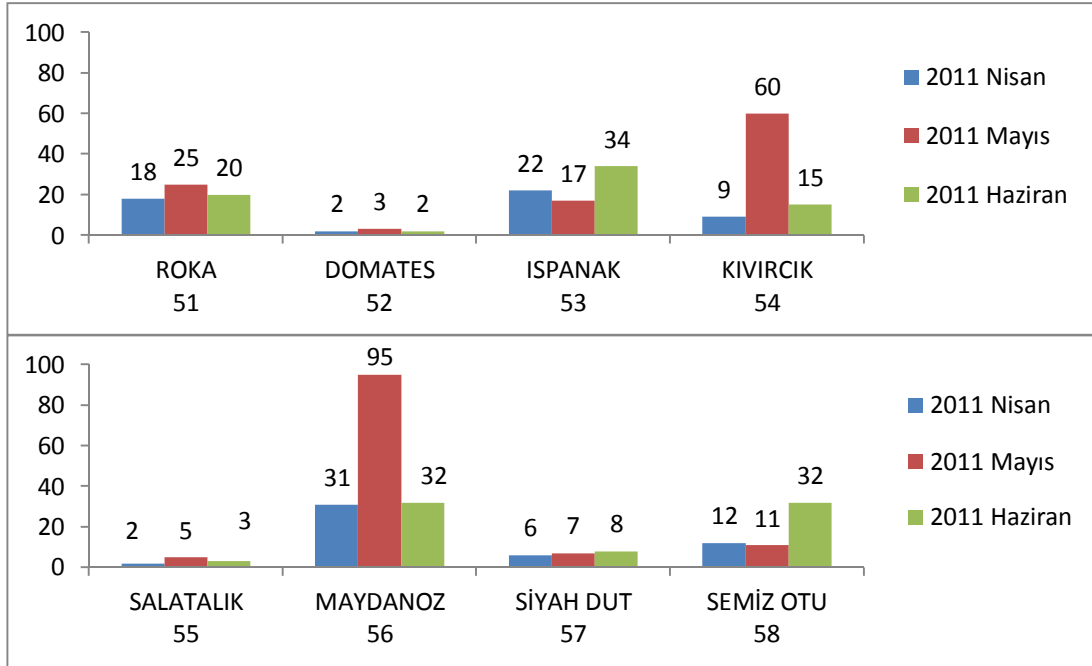
Şekil 4.22. İstanbul Zeytinburnu pazarından temin edilen roka, domates, ıspanak, kıvırcık, salatalık, maydanoz, siyah dut ve semiz otu'nda alüminyum (Al) miktarı. Sonuçlar mg/kg olarak verilmiştir.



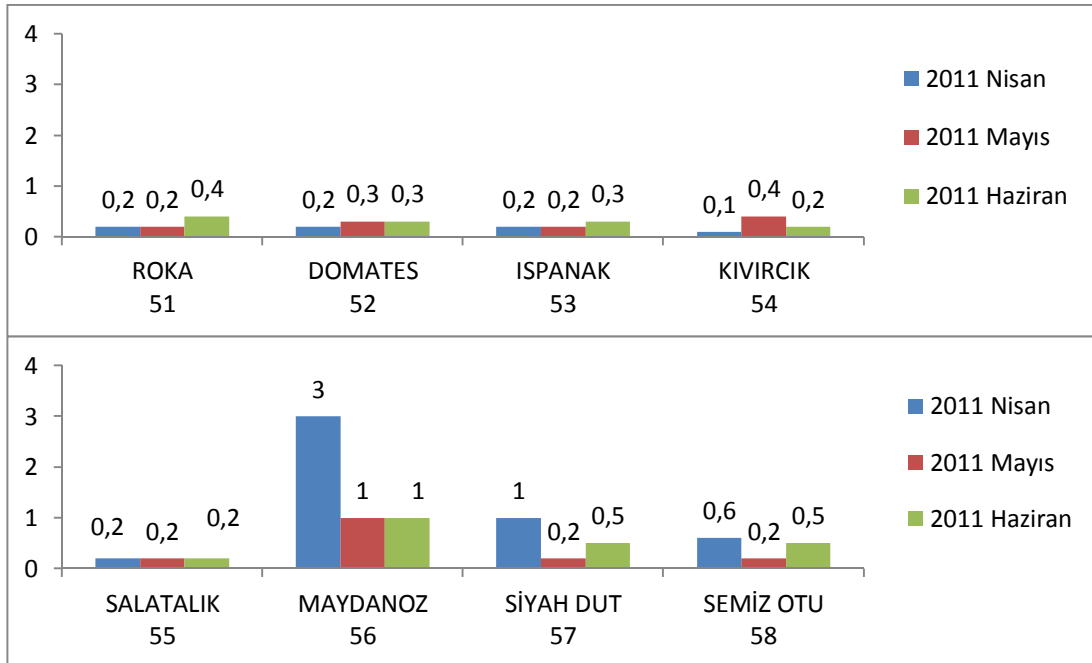
Şekil 4.23. İstanbul Zeytinburnu pazarından temin edilen roka, domates, ıspanak, kıvırcık, salatalık, maydanoz, siyah dut ve semiz otu'nda krom (Cr) miktarı. Sonuçlar mg/kg olarak verilmiştir.



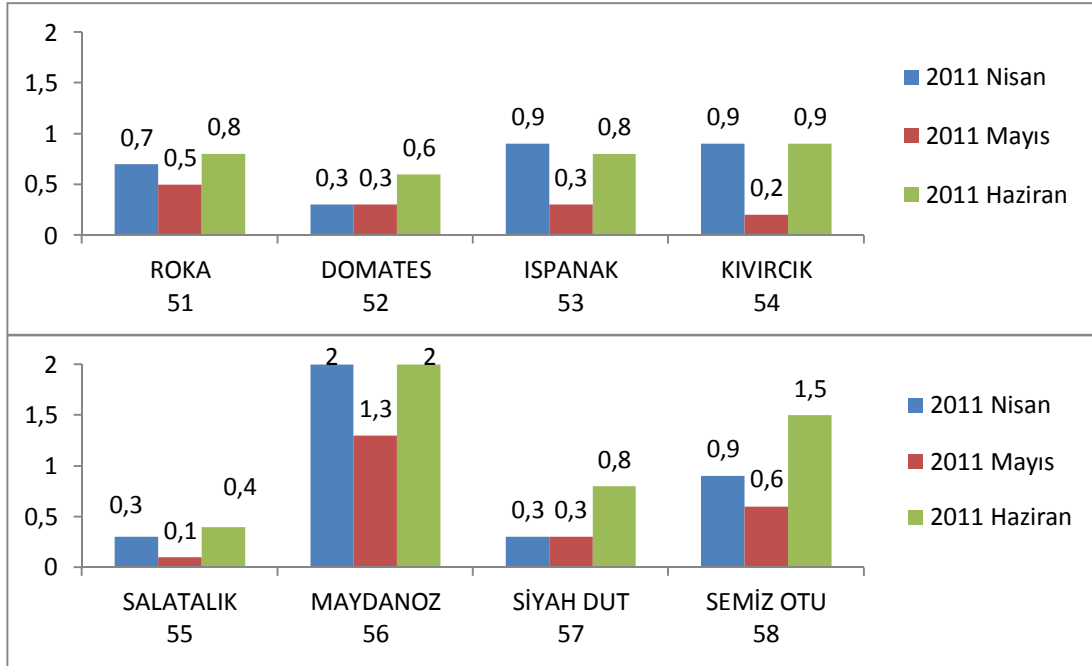
Şekil 4.24. İstanbul Zeytinburnu pazarından temin edilen roka, domates, ıspanak, kıvırcık, salatalık, maydanoz, siyah dut ve semiz otu'nda mangan (Mn) miktarı. Sonuçlar mg/kg olarak verilmiştir.



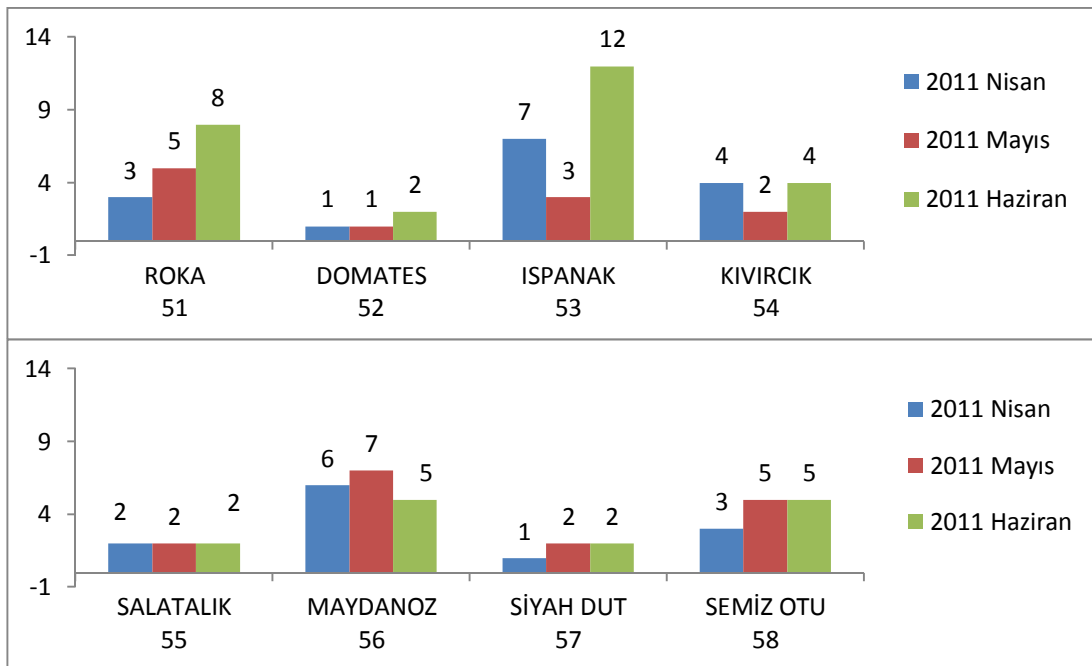
Şekil 4.25. İstanbul Zeytinburnu pazarından temin edilen roka, domates, ıspanak, kıvırcık, salatalık, maydanoz, siyah dut ve semiz otu'nda demir (Fe) miktarı. Sonuçlar mg/kg olarak verilmiştir.



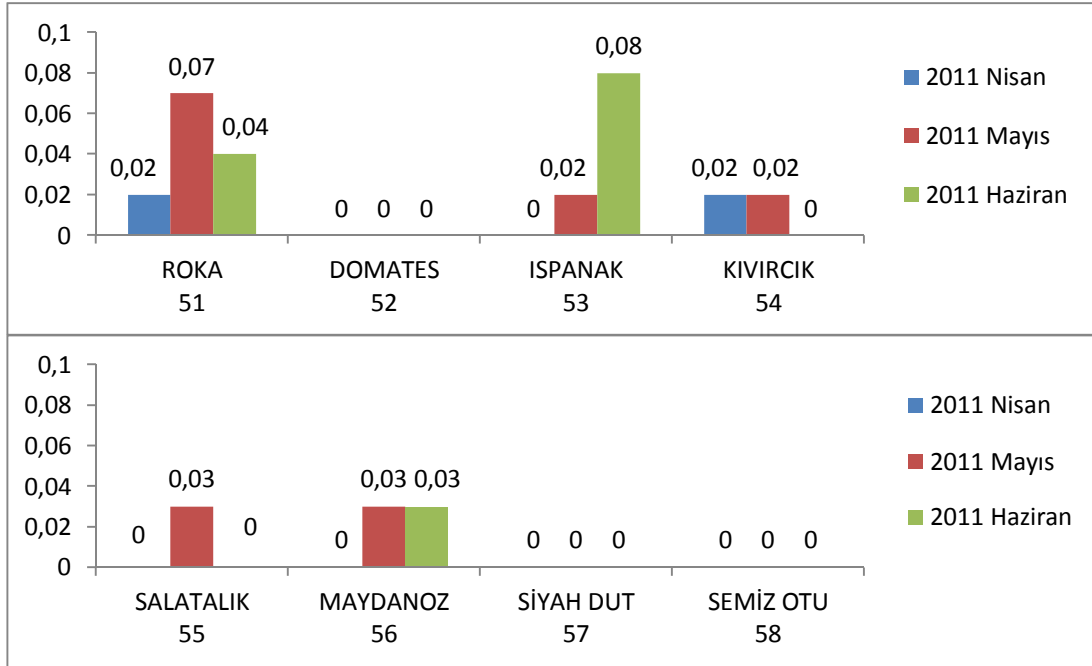
Şekil 4.26. İstanbul Zeytinburnu pazarından temin edilen roka, domates, ıspanak, kıvırcık, salatalık, maydanoz, siyah dut ve semiz otu'nda nikel (Ni) miktarı. Sonuçlar mg/kg olarak verilmiştir.



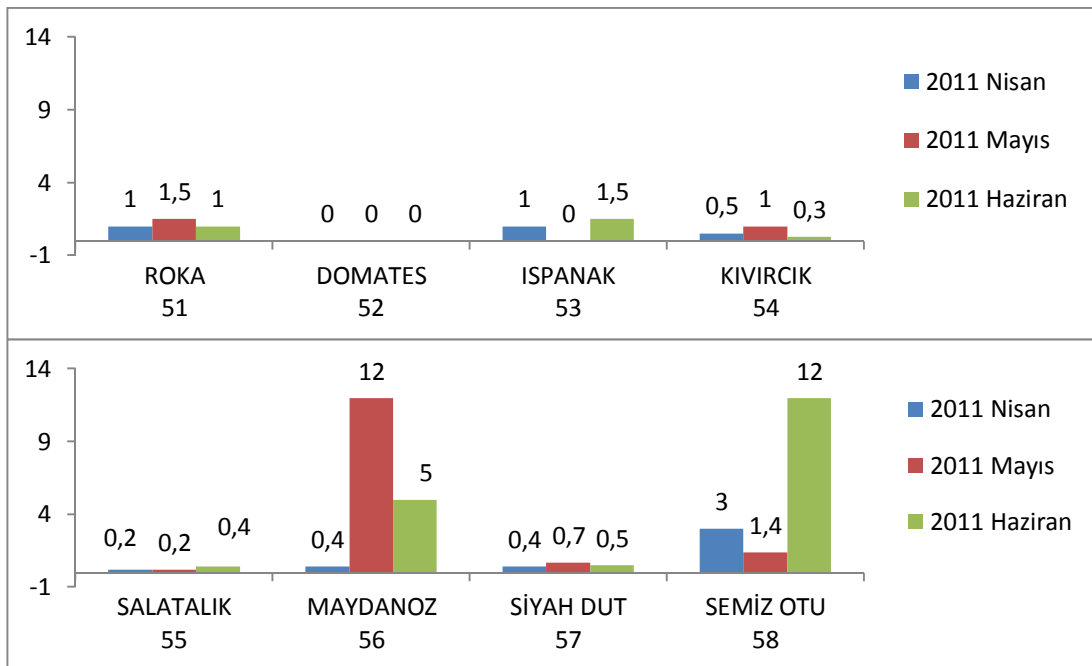
Şekil 4.27. İstanbul Zeytinburnu pazarından temin edilen roka, domates, ıspanak, kıvırcık, salatalık, maydanoz, siyah dut ve semiz otu'nda bakır (Cu) miktarı. Sonuçlar mg/kg olarak verilmiştir.



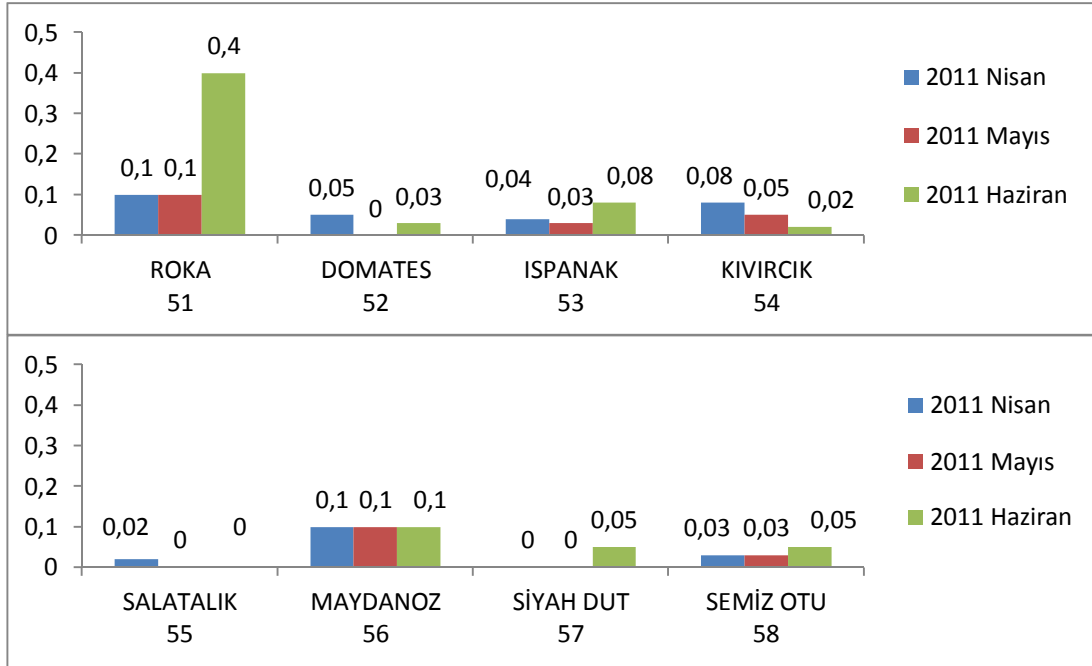
Şekil 4.28. İstanbul Zeytinburnu pazarından temin edilen roka, domates, ıspanak, kıvırcık, salatalık, maydanoz, siyah dut ve semiz otu'nda çinko (Zn) miktarı. Sonuçlar mg/kg olarak verilmiştir.



Şekil 4.29. İstanbul Zeytinburnu pazarından temin edilen roka, domates, ıspanak, kıvırcık, salatalık, maydanoz, siyah dut ve semiz otu'nda arsenik (As) miktarı. Sonuçlar mg/kg olarak verilmiştir.



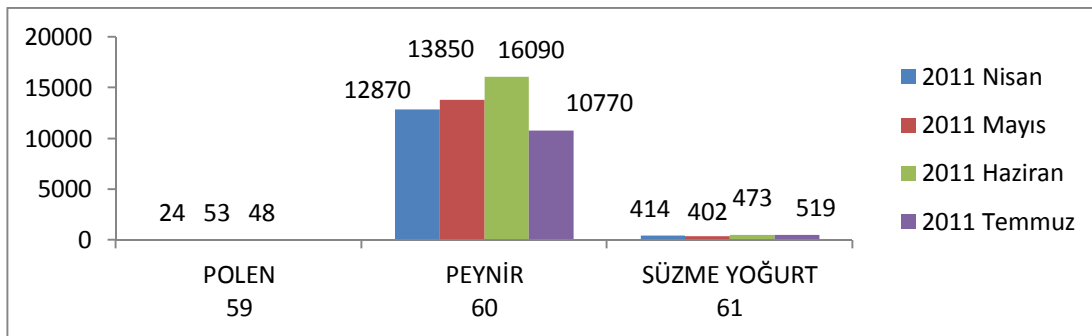
Şekil 4.30. İstanbul Zeytinburnu pazarından temin edilen roka, domates, ıspanak, kıvırcık, salatalık, maydanoz, siyah dut ve semiz otu'nda baryum (Ba) miktarı. Sonuçlar mg/kg olarak verilmiştir.



Şekil 4.31. İstanbul Zeytinburnu pazarından temin edilen roka, domates, ıspanak, kıvırcık, salatalık, maydanoz, siyah dut ve semiz otu'nda kurşun (Pb) miktarı. Sonuçlar mg/kg olarak verilmiştir.

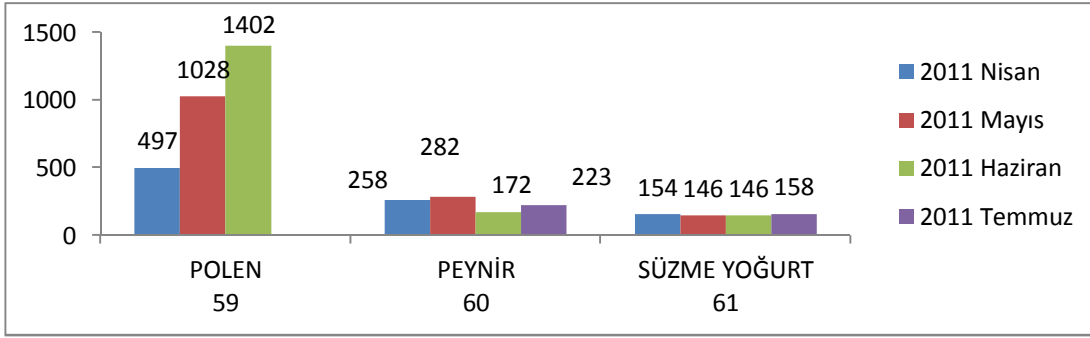
Roka, Domates, Ispanak, Kıvırcık, Salatalık, Maydanoz, Siyah Dut ve Semiz Otu'nda; Selenyum, Kadmiyum, Kalay, Antimon ve Cıva sonuçları 0.02 ppb olan sınır değerinin altında bulunmuştur.

#### 4.2.3. İstanbul Zeytinburnu pazartesi pazarından temin edilen peynir, süzme yoğurt ve arı poleni örneklerinde tespit edilen ağır metal grafikleri

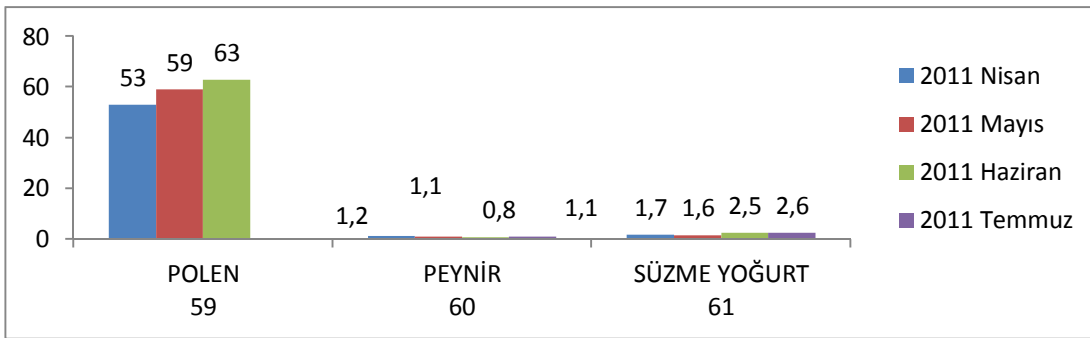


Şekil 4.32. İstanbul Zeytinburnu pazarından temin edilen, peynir ve süzme yoğurt ile arı poleni'nde sodyum (Na) miktarı. Sonuçlar mg/kg olarak verilmiştir.

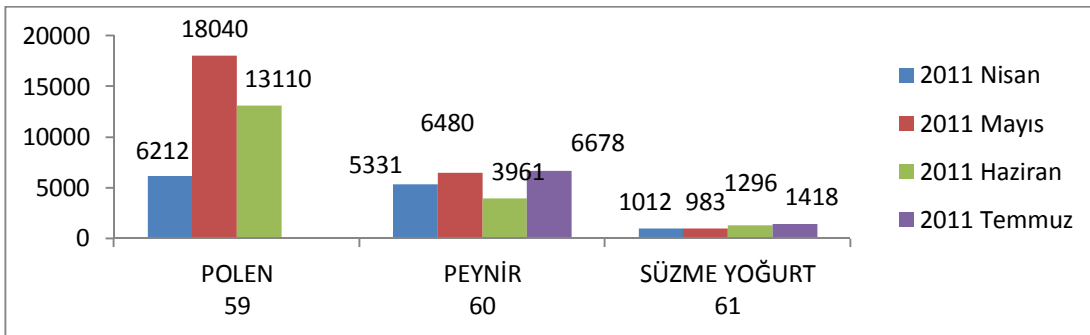




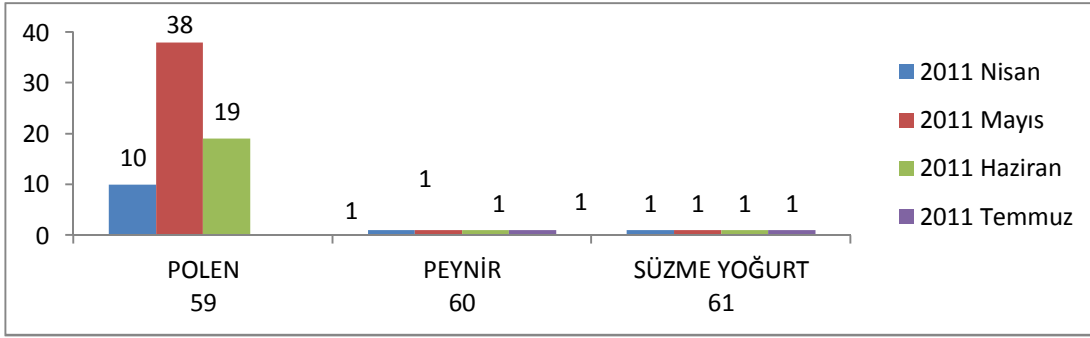
Şekil 4.33. İstanbul Zeytinburnu pazarından temin edilen, peynir ve süzme yoğurt ile arı polen'inde magnezyum (Mg) miktarı. Sonuçlar mg/kg olarak verilmiştir.



Şekil 4.34. İstanbul Zeytinburnu pazarından temin edilen, peynir ve süzme yoğurt ile arı polen'inde potasyum (K) miktarı. Sonuçlar g/kg olarak verilmiştir.



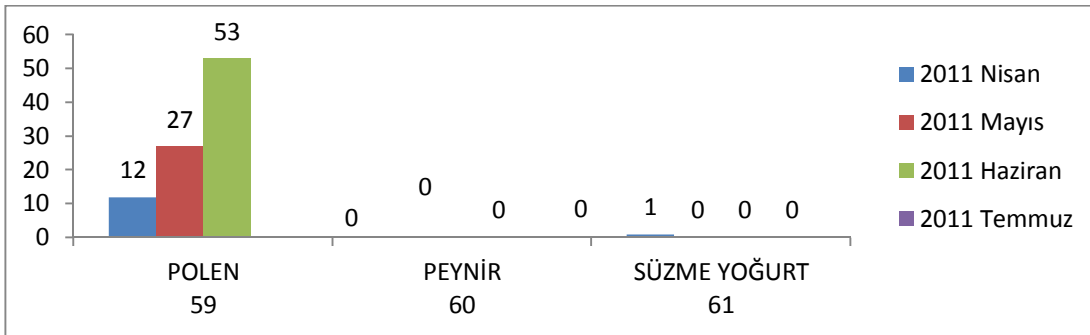
Şekil 4.35. İstanbul Zeytinburnu pazarından temin edilen, peynir ve süzme yoğurt ile arı polen'inde kalsiyum (Ca) miktarı. Sonuçlar mg/kg olarak verilmiştir.



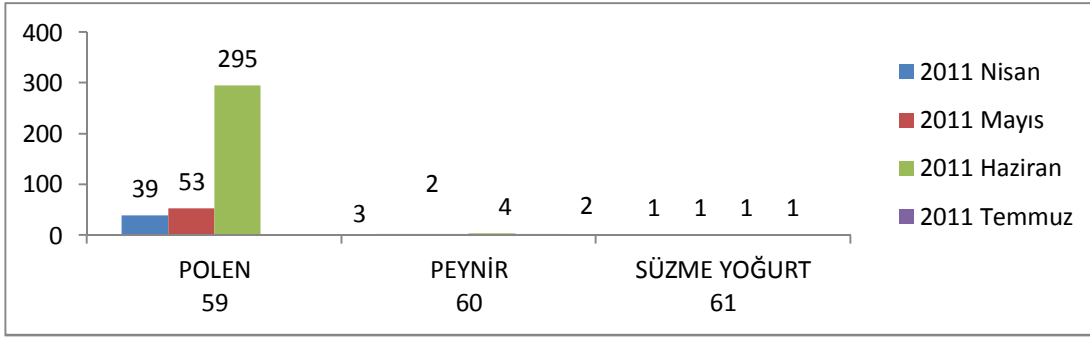
Şekil 4.36. İstanbul Zeytinburnu pazarından temin edilen, peynir ve süzme yoğurt ile arı polen'inde bor (B) miktarı. Sonuçlar mg/kg olarak verilmiştir.



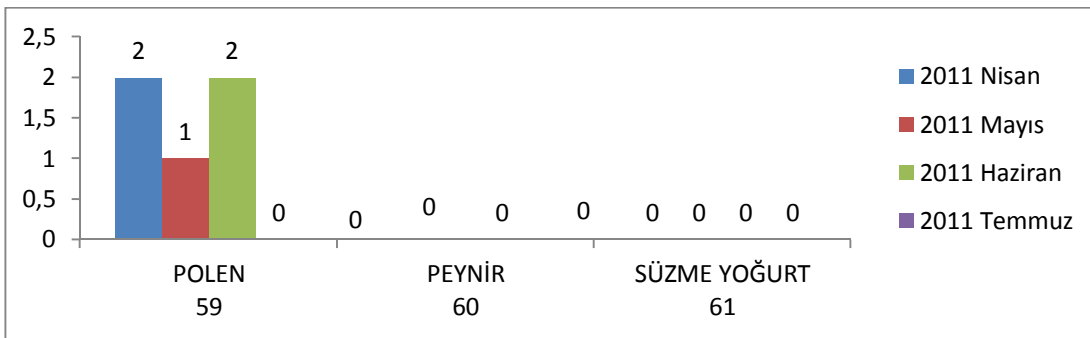
Şekil 4.37. İstanbul Zeytinburnu pazarından temin edilen, peynir ve süzme yoğurt ile arı polen'inde alüminyum (Al) miktarı. Sonuçlar mg/kg olarak verilmiştir.



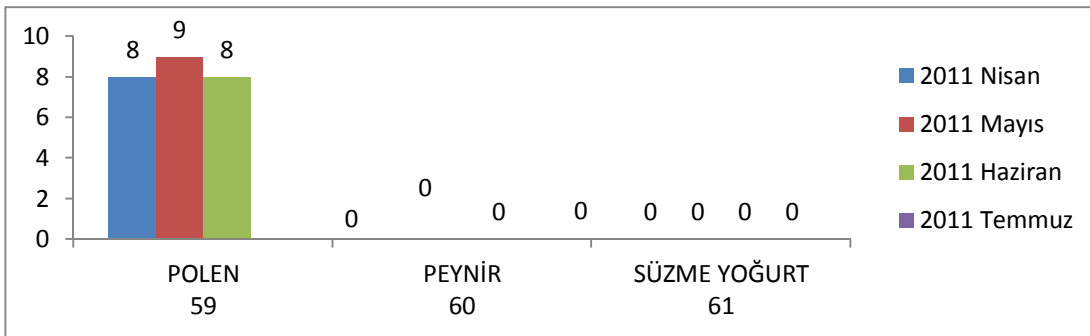
Şekil 4.38. İstanbul Zeytinburnu pazarından temin edilen, peynir ve süzme yoğurt ile arı polen'inde mangan (Mn) miktarı. Sonuçlar mg/kg olarak verilmiştir.



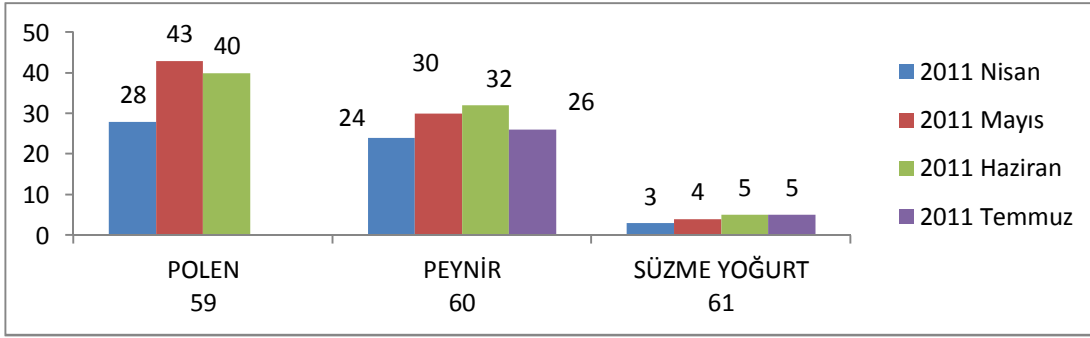
Şekil 4.39. İstanbul Zeytinburnu pazarından temin edilen, peynir ve süzme yoğurt ile arı polen'inde demir (Fe) miktarı. Sonuçlar mg/kg olarak verilmiştir.



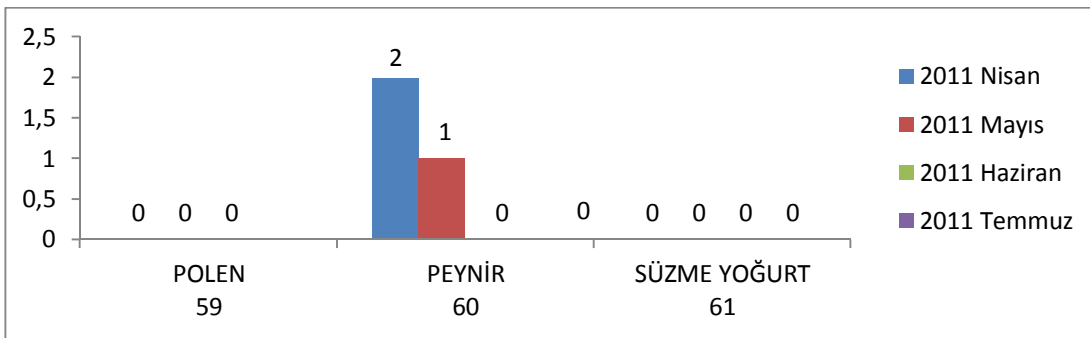
Şekil 4.40. İstanbul Zeytinburnu pazarından temin edilen, peynir ve süzme yoğurt ile arı polen'inde nikel (Ni) miktarı. Sonuçlar mg/kg olarak verilmiştir.



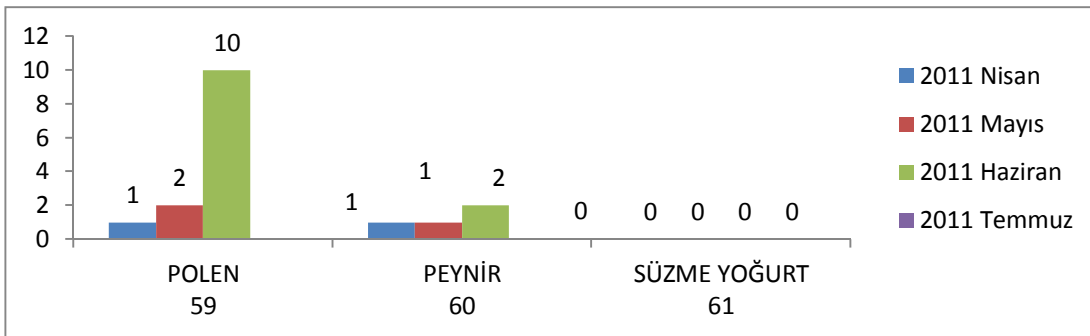
Şekil 4.41. İstanbul Zeytinburnu pazarından temin edilen, peynir ve süzme yoğurt ile arı polen'inde bakır (Cu) miktarı. Sonuçlar mg/kg olarak verilmiştir.



Şekil 4.42. İstanbul Zeytinburnu pazarından temin edilen, peynir ve süzme yoğurt ile arı polen'inde çinko (Zn) miktarı. Sonuçlar mg/kg olarak verilmiştir.



Şekil 4.43. İstanbul Zeytinburnu pazarından temin edilen, peynir ve süzme yoğurt le arı polen'inde kalay (Sn) miktarı. Sonuçlar mg/kg olarak verilmiştir.



Şekil 4.44. İstanbul Zeytinburnu pazarından temin edilen, peynir ve süzme yoğurt ile arı polen'inde baryum (Ba) miktarı. Sonuçlar mg/kg olarak verilmiştir.

Peynir, süzme yoğurt ve arı polen'i numunelerinde krom, arsenik, selenyum, kadmiyum, antimon, cıva, kurşun sonuçları 0.02 mg/kg olan, sınır değerinin altındadır.

## 5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Su ve gıda numunelerinin her birinde ICP MS cihazı ile bor, sodyum, magnezyum, alüminyum, potasyum, kalsiyum, krom, mangan, demir, nikel, bakır, çinko, arsenik, selenyum, kadmiyum, kalay, antimon, baryum, cıva, kurşun olmak üzere 20 elementin konsantrasyonları tespit edilmiştir.

Metalik kirlenmelerin çoğu sularda toplanır. Sularda toplanma, sularda çözünme şeklinde olacağı gibi, çözünmeden suların dibinde toplanma şeklinde de olabilir. Bu şekilde olan kirlenme şehir endüstriyel ve zirai atıklardan ileri geldiği gibi, herhangi bir yolla atmosfere verilen metalik maddelerden de gelebilir. Atmosfere verilen metalik maddeler sonunda yeryüzüne döner ve akarsular vasıtasıyla su yataklarına sürüklenirler. Metalik kirlenmeler, organik kirlenmeler gibi kimyasal ve biyolojik yollarla parçalanamazlar. Bir metal bileşiği başka bir metal bileşiğine dönüşebilir. Dönüşme ne olursa olsun metal iyonu kaybolmaz. Bu dönüşmeler esnasında bir metalin çok toksik ve suda çözünen bileşiği de meydana gelebilir. Bütün bunlara ilave olarak metalik kirlenmeler rüzgâr ve sular vasıtasıyla bir yerden başka bir yere sürüklenirler. Bu şekilde dağılmanın yararlı yönleri yanında zararlı yönleri de vardır. Çünkü hiç kirlenmemiş temiz bölgeler böylece kirlenmiş olur.

Su ve toprağın ağır metaller ile kirlenmesi sonucunda, buna bağlı olarak tarımsal ürünlerinde kirlenmesine sebebiyet verecektir. Sulama sularının ağır metal analizlerinin yapıldıktan sonra, eğer uygunsa kullanılması daha uygun bir yol olacaktır. Özellikle sanayi bölgelerinde tarım alanlarının olmamasına dikkat edilmesi, yada çevre kirliliğine sebep olmayacak şekilde önlemlerin alınması gerekmektedir. Özellikle sık tüketilen sebzelerde, çevre etkisi ile oluşabilecek ağır metal kirliliği, insan sağlığı açısından son derece tehlikeli olabilmektedir.

Arıların dolaştığı çevrede yüksek miktarda ağır metal bulunması durumunda, polen ve bal gibi çok yararlı yiyeceklerin kirliliğine sebebiyet verebilecektir. Balcılık yapanların, arıları sanayi bölgesinden uzak yerlerde konuşturması kirlilik bulaşmaması için, daha uygun olacağı görülmektedir.

### 5.1. Van ve İstanbul'daki Hazır ve Hayrat Suyu Sonuçlarının Değerlendirilmesi

İstanbul ve Van kaynak sularında tespit edilen ağır metal sonuçları Şekil 4.2. ile Şekil 4.16. arasında grafiklere aktarılmıştır.

Şekil 4.2. ile Şekil 4.5.' de görüldüğü gibi İstanbul ve Van'daki hayrat sularında bulunan Na, K, Ca, Mg elementlerinin konsantrasyonları, İstanbul ve Van'daki hazır sulara göre daha yüksektir.

Na değeri (69-77 ppm), Mg değeri (12-34 ppm ), İstanbul 22 nolu hayrat suyunun K değeri (51-54 ppm), Ca değeri (86-91 ppm) diğer sulara göre en yüksek seviyede tespit edilmiştir. Özellikle göl ve deniz kenarına yakın yerlerden alınana su örneklerinin Na, K, Ca, Mg değeri diğerlerine göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Şekil 4.6.'ya göre, B elementi, Van hayrat sularında az miktarda da olsa tespit edilmiştir. Van 42 nolu (1.2-1.5 ppm) hazır su örneğinde 1 ppm olan yönetmelik sınır değerinden yüksek bor elementine rastlanmıştır.

Şekil 4.7.'ye göre, Al elementi İstanbul 25 nolu hazır su örneği haricinde yok denecek kadar azdır. İstanbul 25 nolu (55-189 ppb) su örneği de yönetmeliğe göre 200 ppb olan sınır değerinin altındadır.

Şekil 4.9.'a göre, Mn elementi Van ili sularında tespit edilememiştir. İstanbul 23 nolu (81-116 ppb) hayrat suyunda 50 ppb olan yönetmelik sınır değerinin üstünde mangan elementi tespit edilmiştir.

Şekil 4.10.'a göre, Fe elementi Van ili sularında tespit edilememiştir. İstanbul hayrat sularının bazılarında (10-137 ppb), yönetmeliğe göre 200 ppb olan sınır değerinin altında Fe elementi tespit edilmiştir.

Şekil 4.11.'e göre, Ni elementi Van ili su örneklerinde çok düşük seviyelerdedir. İstanbul 23 nolu hayrat (24-33 ppb) ve 25 nolu hayrat (9-34 ppb) sularında 20 ppb olan yönetmelik sınır değerinden yüksek Nikel elementine rastlanmıştır. Şekil 4.13.'e göre, Zn elementi İstanbul 15 nolu hazır (42-156 ppb) su ve Van 31 nolu hayrat (65-108 ppb) su örneklerinde, diğer kaynak sularına göre daha yüksek seviyede tespit edilmiştir.

Şekil 4.14.'e göre, As elementi Van'daki su örneklerinde genelde düşük seviyede tespit edilmiştir. İstanbul'da bir su örneği haricinde tespit edilememiştir. İstanbul 22 nolu hayrat (16-18 ppb) suyunda 10 ppb olan yönetmelik sınır değerinden yüksek arsenik elementi tespit edilmiştir.

Şekil 4.16.'ya göre, Ba elementi Van'daki su örneklerinde tespit edilememiş, İstanbul'daki su örneklerinde özellikle hayrat sularında rastlanmıştır.

Van ve İstanbul'dan temin edilen su örneklerinde Bakır, Krom, Selenyum, Kadmiyum, Kalay, Antimon, Cıva, Kurşun elementleri çok düşük seviyede, ya da hiç tespit edilememiştir.

Genel olarak Van ve İstanbul çevresinden temin edilen 20 kaynak suyunun her birinde 20 element olmak üzere toplam 400 elementin konsantrasyonu tespit edilmiştir. Tayini yapılan 400 adet elementten 5 tanesinde yönetmelik sınır değerlerinden yüksek ağır metal tespit edilmiştir. Bunlar Van 42 nolu hazır su numunesinde bor elementi (1.2-1.5 ppm), İstanbul 22 nolu hayrat suyu numunesinde arsenik elementi (15-18 ppb), İstanbul 23 nolu hayrat suyu numunesinde mangan (81-116 ppb) ve nikel (28-34 ppb) elementleri, İstanbul 25 nolu hayrat suyu numunesinde nikel (19-34 ppb) elementi, olarak tespit edilmiştir. Çizelge 2.3.' de belirtilen yönetmelik sınır değerlerinden daha yüksek ağır metal tespit edilmiştir.

Beşir (2010), Van ilinde, kaynaktan temin ettiği sularda ağır metal sonuçlarına göre, bazı parametrelerde kayda değer farklılıklar gözlemlenmiştir. Van kalesi suyunda As, (7.0-9.6 ppb) olarak bildirmiş, bizim çalışmamızda aynı bölgedeki As konsantrasyonu 1 ppb' nin altında tespit edilmiştir. Kalecik suyunda Pb, (1.2-3.1 ppb) olarak bildirmiş, bizim çalışmamızda aynı bölgedeki Pb konsantrasyonu 1 ppb' nin altında tespit edilmiştir. Aynı bölgelerden alınan kaynak sularında mevsime ve yıllara göre bir farklılık olabileceği tahmin edilmektedir. Bundan dolayı suların belirli zaman aralıklarında ağır metal analizlerin yapılması daha uygun olacaktır.

Van ve çevresinden temin edilen hayrat suyu örneklerinde ağır metal yönünden herhangi bir kirliliğe rastlanmamış, bununla birlikte İstanbul'dan temin edilen bazı hayrat suyu örneklerinde yüksek ağır metal elementlerine rastlanmıştır. Bunun sebebi, İstanbul'un Van'a göre sanayisinin ve insan nüfusunun daha fazla olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

## 5.2. İstanbul Zeytinburnu Pazartesi Pazarından Temin Edilen Roka, Domates, Ispanak, Kıvırcık, Salatalık, Maydanoz, Siyah Dut ve Semiz Otu Sonuçlarının Değerlendirilmesi.

İstanbul Zeytinburnu pazartesi pazarından temin edilen roka, domates, ıspanak, kıvırcık, salatalık, maydanoz, siyah dut, semiz otu örneklerinde tespit edilen ağır metal miktarları şekil 4.17. ile şekil 4.31.' arasında grafiğe aktarılmıştır.

Sebze örnekleri farklı zamanlarda aynı pazardan toplanmıştır. Sebzelerin yetiştiği yerler farklı olabilmektedir. Bundan dolayı, aynı sebzenin üç farklı zamanda alınan örneklerin element konsantrasyonları, birbirinden çok farklı çıkabilmektedir. Örneğin, şekil 4.18.'de ıspanakta, 336 mg/kg, 568 mg/kg, 1409 mg/kg magnezyum elementi tespit edilmiştir. Birçok sebze örneği analizinde buna rastlanmaktadır. Sebzelerin yetiştiği ortam, toprak ve sulama suyu gibi faktörlerin farklılığından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Şekil 4.17. ile Şekil 4.20.'ye göre, Na, Mg ve Ca elementlerinin maydanoz, kıvırcık, ıspanak, semizotu, roka numunelerindeki konsantrasyonları, domates, salatalık, siyah dut numunelerine göre daha yüksek olduğu görülmektedir.

Şekil 4.19.'a göre, K elementi sebzelerde g/kg seviyesinde tespit edilmiştir. Maydanoz, kıvırcık, ıspanak, semizotu, roka numunelerindeki konsantrasyonları, domates, salatalık, siyah dut numunelerine göre daha yüksek olduğu görülmektedir.

Şekil 4.21.'deki B elementi, şekil 4.24.'deki Mn elementi, şekil 4.28.'deki Zn elementi ile, şekil 4.30.'daki Ba elementinin, sebzelerdeki ağır metal konsantrasyonları, genelde 10 mg/kg seviyesinin altında tespit edilmiştir.

Şekil 4.23.'deki Cr elementi, şekil 4.26.'daki Ni elementi ile şekil 4.27.'deki Cu elementinin, sebzelerdeki ağır metal konsantrasyonları, genelde 1 mg/kg seviyesinin altında tespit edilmiştir.

Şekil 4.22.'ye göre, Al elementi konsantrasyonu maydanoz, kıvırcık, ıspanak, semizotu, roka numunelerinde, 6 mg/kg - 131 mg /kg arasında farklılıklar göstermektedir. Domates, salatalık ve siyah dut örneklerinde, genelde 10 mg/kg seviyesinin altındadır.

Şekil 4.25.'e göre, Fe elementi konsantrasyonu maydanoz, kıvırcık, ıspanak, semizotu, roka numunelerinde, 9 mg/kg - 95 mg /kg arasında farklılıklar



göstermektedir. Domates, salatalık ve siyah dut örneklerinde, genelde 10 mg/kg seviyesinin altındadır.

T.G.K.' ne göre sebzelerde olması gereken maksimum Pb elementinin konsantrasyonu, Çizelge 2.1.'de görüldüğü gibi, yaş sebzelerde 0.1 mg/kg olarak belirlenmiştir. Analizi yapılan domates, ıspanak, kıvırcık, salatalık, semizotu numunelerinde 0.1 mg/kg' ın altında Pb elementi tespit edilmiştir. Şekil 4.31.'e göre, maydanozda (0.1 mg/kg), roka numunesinde (0.1 mg/kg -0.4 mg/kg), Pb elementi tespit edilmiştir. Özellikle roka ve maydanoz numunelerinde Pb elementinin, T.G.K.' ne göre sınır seviyesinde olduğu görülmektedir.

Albering ve ark. (1999), Maure nehri ile sulanan marulda, yaş olarak yaptığı ağır metal analizinde, Pb miktarını (0.04 mg/kg -0.13 mg/kg) olarak bildirmiştir.

Se, Cd, Sn, Sb ve Hg sonuçları, 0.02 ppb olan sınır değerinin altında bulunduğundan dolayı, grafik halinde gösterilmemiştir.

Bergmann (1993) sebze bitkilerinin yenilebilir kısımlarındaki ağır metal miktarlarını incelediğinde, sıralamanın; Zn>Pb>Cu>Ni>Cr>Cd şeklinde olduğunu bildirmiştir. Bizim çalışmamızdaki sebzelerdeki ağır metal konsantrasyonlarını Bergmann'a göre bir sıralamaya tabi tutarsak, Zn>Cu>Ni>Pb>Cr>Cd şeklinde olduğu görülecektir. Kurşun elementi haricinde sıralamanın aynı olduğu görülmektedir.

### **5.3. İstanbul Zeytinburnu Pazartesi Pazarından Temin Edilen Peynir, Süzme Yoğurt ve Arı Poleni Sonuçlarının Değerlendirilmesi.**

İstanbul Zeytinburnu pazartesi pazarından temin edilen peynir, süzme yoğurt numunelerindeki ağır metal miktarları şekil 4.32. ile şekil 4.44. arasında grafiğe aktarılmıştır.

Polen örneklerindeki ağır metal konsantrasyonları, genelde yoğurt ve peynir örneklerine göre daha yüksek tespit edilmiştir.

Şekil 4.32.'ye göre, peynir numunesinde Na miktarı (10.8 g/kg -16.1 g/kg ) olarak tespit edilmiştir.

Polen örneklerinde, şekil 4.33.'e göre Mg miktarı, ( 0.5 g/kg -1.4 g/kg) olarak, şekil 4.34.'e göre K miktarı (53 mg/kg -63 mg/kg) olarak, şekil 4.35.'e göre Ca miktarı (6.2 g/kg -18 g/kg ) olarak tespit edilmiştir.

Şekil 4.33.'e göre, Mg miktarı peynirde (172 mg/kg -282 mg/kg), yoğurtta (146 mg/kg -158 mg/kg ) olarak, şekil 4.35.'e göre, Ca miktarı peynirde (4.0 g/kg -6.7 g/kg), yoğurtta (1.0 g/kg -1.4 g/kg) olarak tespit edilmiştir.

Peynir ve süzme yoğurt örneklerinde B, Al, Mn, Fe, Ni ve Ba elementleri çok düşük yada hiç tespit edilememiştir. Polen örneklerinde, şekil 4.36.'ya göre, B elementi (10 mg/kg -38 mg/kg), şekil 4.37.'ye göre, Al elementi (24 mg/kg -404mg/kg), şekil 4.38.'e göre, Mn elementi (12 mg/kg -53 mg/kg), şekil 4.39.'a göre, Fe elementi (39 mg/kg -295 mg/kg), şekil 4.40.'a göre, Ni elementi (1 mg/kg -2 mg/kg), şekil 4.41.'e göre, Cu elementi (8 mg/kg -9 mg/kg), şekil 4.44.'e göre, Ba elementi (1 mg/kg -10 mg/kg), olarak tespit edilmiştir.

Şekil 4.42.'ye göre, Zn miktarı polen de ( 28 mg/kg -43 mg/kg), süzme yoğurtta (3 mg/kg -5 mg/kg), peynirde (24 mg/kg -32 mg/kg) olarak tespit edilmiştir.

Cu elementinin çizelge 2.2.'ye göre, T.S.' deki maksimum değeri 1 mg/kg' dır. Şekil 4.41'e göre, peynir ve yoğurt analizlerinde Cu elementi tespit edilememiştir. Peynir ve yoğurt numunelerinde Cu açısından sağlığı tehdit eden bir sonuca rastlanmamıştır.

Şekil 4.43.'e göre, Sn elementi peynir numunesinde (1 mg/kg -2 mg/kg) olarak, yoğurt numunesinde ise Sn tespit edilememiştir. Sn'nin çizelge 2.2.'ye göre, T.S.' deki maksimum değeri 250 mg/kg' dır. Peynir ve yoğurt, eskiden kalay kaplarına konulduğundan dolayı yüksek bir T.S. limit belirlenmiş olabilir. Günümüzde kalay kapları kullanılmadığı için tespit edilemediği düşünülmektedir.

Peynir, Süzme Yoğurt ve Arı Polen'i örneklerinde, Cr, As, Se, Cd, Sb, Hg, Pb elementlerinin sonucu 0.02 olan sınır değerinin altında bulunmuştur.

Polen analizinde, potasyum % 5.3-6.3 kalsiyum % 0.6-1.8 magnezyum % 0.05-0.14 sodyum % 0.02 -0.05 olduğu görülmektedir.

Haziran ayında analizi yapılan polen numunesinde diğer aylara göre daha yüksek Al (24-404 mg/ kg) ve Fe (39-295 mg/ kg) elementine rastlanmıştır. Bu farklılıkların sebebi, arıların gezdikleri bölgelerden aldıkları polen örneklerinin çevresel farklılıklardan kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Bu sebepten dolayı polenin kimyasal kontaminasyonu, arının dolaştığı bölge hakkında, çevre kirliliği açısından bir fikir verebileceği yönünde bir sonuca varılmaktadır.

Sonuç olarak; su ve gıda gibi çok tüketilen besin maddeleri için, halk sağlığının korunması amacıyla başta Sağlık Bakanlığı olmak üzere, çeşitli kamu kuruluşları ve özel sektör, kontrol ve izlemeler yapmaktadırlar. Her ülkenin kendine göre bir kontrol mekanizması olmakla birlikte, özellikle dünya genelinde faaliyet gösteren WHO, FAO gibi kuruluşlar, sağlık sektöründeki gelişmelere göre su ve gıda sağlığı ile ilgili devamlı güncellemeler ile diğer ülkelere öncülük yapmaktadırlar. Ülkemizde sularla alakalı Sağlık Bakanlığının hazırladığı ve çizelge 2.3.'de tablolaştırılan, 'İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik' ile ilgili sınır değerleri bu amaçla kullanılmak üzere hazırlanmıştır. Ayrıca sebzeler ile ilgili çizelge 2.1.'de tablolaştırılan, 'Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği' ve çizelge 2.2.' de tablolaştırılan, peynir ve yoğurtla ilgili TS. tebliği hazırlanmıştır.

İçme suları, kaynağının ve tüketim yerlerinin kontrol edilmesi ile güvenli şekilde tüketilmesi mümkün olacaktır. İnsanlar hazır suları ve halkın kullanımına açık hayrat sularını direkt olarak kullandıkları için, bu suların belirli periyotlarda yönetmeliğe göre kontrol edilerek, uygun suların kullanılması halk sağlığı açısından son derece önemli olmaktadır. Özellikle halkın çok ziyaret ettiği camilerin içindeki veya çevresindeki suların, şifa niyetiyle çok kullanılıyor olması, bu suların sık kontrol edilmesini kaçınılmaz kılmaktadır. Birçok ilimizde belediyeler tarafından merkezi yerleşim yerlerine getirilerek, çeşme konulan kaynak suları da, çok tüketildiğinden dolayı kontrolü gerekmektedir.

Özellikle sanayi ve şehirlerdeki artan nüfus ile birlikte birtakım çevre kirliliğinin olması kaçınılmazdır. Sanayi ile uğraşan insanımızın su, gıda ve çevre kirliliği açısından atıklarını arıtarak, çok iyi bir şekilde kontrol etmeleri gerekmektedir. Tarım alanlarının araç trafiği olan yol kenarlarından ve sanayi bölgelerinden uzak yerlerde olması, çevre kirliliği açısından önleyici bir tedbir olarak görülmektedir. Bu hususta, sanayi ve tarım ile uğraşan insanlara periyodik bilgilendirme çalışması yapılması faydalı olacaktır. Özellikle yeşil sebzeler, su, toprak ve havadan en çok etkilenen gıdalardır. Bu gıdaların çok sık tüketiliyor olması, bu gıdaların kontrollerinin yapılmasını gerektirmektedir. Kirlenme varsa sebeplerinin ortaya çıkarılarak, çözüm üretilmesi toplum sağlığı açısından son derece önemli görülmektedir.

## KAYNAKLAR

- Akçelik, Ö., 2008. "Ağır metallerin *saccharomyces Cerevisiae* mikroorganizmasıyla biyosorpsiyonunun ortam koşullarına bağlı olarak incelenmesi" GÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Alam, M.G.M., Snow, E.T., Tanaka, A. 2003. Arsenic and heavy metal contamination of vegetables grown in Satma village, Bangladesh. *The Science of the Total Environment* 308. 83-96.
- Albering, J. H., van Leuson, S.M., Moonen, E.J.C., Attogewerff, J.A., Kleinjans, J.C.S., 1999. Human health risk assessment: A case study involving heavy metal soil contamination after the flooding of river meuse during the winter of 1993-1994. *Environmental Health Perspectives*, 107(1): 1-13.
- Alkorta, I., Hernández-Allica Becerril, J. M., Amezaga, I., Albizu, I., Garbisu, C., "Recent findings on the phytoremediation of soils contaminated with environmentally toxic heavy metals and metalloids such as zinc, cadmium, lead, and arsenic", *Rev. Environ. Sci. Biotechnol.*, 3: 71-90 (2004).
- Anthony, J., Fadl S., Mason C., Davidson A., Berry J., Absorption, deposition and distribution of dietary aluminum in immature rats: Effects of dietary vitamin D<sub>3</sub> and food-borne chelating agent. *J. Environ. Sci. Health B* 1986; 21:191–205 pp.
- Assche, F.V and Clijsters, H., 1990. Effects of metals on enzyme activity in plants, *Plant and Cell Environment*. 13: 195-206.
- Avery, S. V., Tobin, J. M., "Mechanism of adsorption of hard and soft metal ions to *Saccharomyces Cerevisiae* and influence of hard and soft anions", *Appl. Environ. Microbiol.*, 59: 2851-2856 (1993).
- Belles, M., Albina M. L., Sanchez DJ., and Domingo J. L., Lack of protective effects of dietary silicon on aluminium-induced maternal and developmental toxicity in mice. *Pharmacol. Toxicol.* 1999; 85:1–6 pp.
- Bergmann, W., 1993. "Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen", Dritte, erweiterte Auflage, Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart.
- Clayton, L.W., and Clayton, F.E., 1994. "Patty's Industrial Hygiene and Toxicology", Vol: 2. New York.

- Çalışkan, S., 2007. ‘Çorlu ve Civarında Yetişen Bitkilerde Ağır Metal Konsantrasyonunun Belirlenmesi’ Trakya üniversitesi Çorlu Mühendislik Fakültesi Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.
- Dağ, B., 2010. ‘Van yöresindeki bazı kaynak ve maden sularındaki ağır metal düzeylerinin aktif karbon zenginleştirme yöntemi kullanarak AAS ve ICP-MS ile tayini ve florür seviyesinin araştırılması’ YYÜ Doktora Tezi, Van.
- Doğaroğlu, M., 1999. Modern Arıcılık Teknikleri. Tekirdağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 296 ss., Tekirdağ.
- Fritz, P.D., Foroughi, M., Venter, F., 1977. “Scwer metal gehalte in Einigen Gemüsearten Landwirtsch”, Forsch. Sonderhelft, Vol:33(1), p: 335-343.
- Gavrilescu, M., “Removal of heavy metals from environment by biosorpstion”, *Eng. Life Sci.*, 4(3): 219-232 (2004).
- Grandjean P., Health Significance of Metal Exposures Mercury. In: Wallace RB, editör. Maxcy-Rosenau-Last, Public Healthand Preventive Medicine. Fourteenth Edition. USA: Apletonand Large;1998. 502-3.
- Gündüz, T., “Çevre Sorunları”, *Kağıtsan Ltd. Şti. Yayınları*, Ankara, 130-148(1994).
- Güneral, F., Eser elementler. *Katkı Dergisi*, 1985; 6(3): 249-250.
- Haghiri, F., 1973. Cadmium Uptake by Plants. *J. Environ Quality*, vol 2. no. 1. 93-96.
- Haktanır, K., ve Arak, S., 1998. “Çevre Kirliliği”, Ankara Üniv., Zir. Fak., Yayınları, Ankara.
- Harshita, V., Kobla and Stella L., Chromium, exercise and body composition. *Critical reviews in food science and nutrition*, 2000; 40: 291-308.
- Hasselbach, G., 1992. Ergebnisse zum Schwermetalltransfer Boden/Pflanze aufgrund von Gefabversuchen und chemischen Extraktionsverfahren mit Böden aus Langjährigen Klarsclamm-Feldversuchen. Inaugural- Dissertation zur Erlangungdes Doctor- Grades (Dr.arg.) beim Fachbereich Agrarwissenschaften der Justus- Liebig- UniversitätGeiben.
- Işık, N., Konca, R., Gümüş, Y., “Gıdalarda Katkı-Kalıntı ve Bulaşanların İzlenmesi”, T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Gıda Teknolojisi Araştırma Enstitüsü, Bursa 1996.
- İnternet, Çevre ve Orman Bakanlığı “Su Kirliliği” <http://www.styd-cevreorman.gov.tr/sukirliligi.htm> (2008)

- Johansen, M., Overgard, E., Toft, A., Severe chronic inflammation of the mucous membranes in the eyes and upper respiratory tract due to work related exposure to hexavalent chromium. *J. Larygol.Otol.*, 1994; 108: 591- 592.
- Kamboj, V.P., and Kar, A.B., Antitesticular effect of metabolic and rare earth salts. *J. Reprod. Fert.* 1964; 7:21–28 pp.
- Katalay, S., ve Parlak, H., 2002. Su Kirliliğinin, *Gobiusniger* Linn., 1758 (Pisces: Gobiidae)’nin Kan Parametreleri Üzerine Etkileri *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi* 19 (1-2):115-121.
- Keleş, R., Hamamcı, C., ‘Heavy metals, a mean inglessterm’, *Chemistry International*, 3(6): 243-252 (2001).
- Kılıçel, F., Türkdöğän, M.K., Dağ, B., Ağırtaş, M.S., 2000. “Bazı Gastrointestinal Kanseri Böğelerindeki Toparklarda Toksik Ağır Metal Düzeyleri”, XIV. Ulusal Kimya Kongresi, Diyarbakır.
- Kızılkaya, R., 1998. Samsun Azot Sanayi (TÜGSAŞ ) ve Karadeniz Bakır işlemleri (KBİ ) Çevresindeki Tarım Topraklarında Ağır Metal Birikiminin Toprakların Bazı Biyolojik Özellikleri Üzerine Etkisi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Klaassen, C.D.,1996. “Casarett&Doull’s Toxicology. The Basic Science of Poisons”. International Edition.
- Köleli, N., ve Kantar, Ç., 2005. Fosfat Kayası, Fosforik Asit ve Fosforlu Gübrelerdeki Toksik Ağır Metal (Cd, Pb, Ni, As) Konsantrasyonu. *Ekoloji Dergisi*, 14(55).
- Krauss, M., Diez, T., 1997. “Uptake of Heavy Metals by Plants From Highly Contaminated Soils”, *Agrobiological-Research*, Vol: 50(4), p: 343-349.
- McGrawHill.,Casarett&Doull’s Toxicology “The Basic Science of Poisons”, Curtis Klaassen Publisher: 2001. 6th Edition
- Mor, F., 2002. “Bursa’da Yoğun Araç Trafığı, Sanayi, Kentleşme ve Tarımsal Faaliyetlerin Etkileri Bakımından Sebzelerde ve Yem Bitkilerinde Kadmiyum ve Kurşunla Kontaminasyonu” Uludağ Üniv., Sağ. Bil. Ens., Farmakoloji ve Toksikoloji Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Bursa.
- Mortazavi, S.A., 1995. An in vitro assessment of mucus/mucoadhesive interactions. *Int. J. Pharm.*124:173-182.

- Mukherjee, A.B., Zevenhoven, R., Bhattacharya, P., Sajwan, K.S., Kikuchi, R., "Mercury flow viacoal and coalutilization by-products: A global perspective", *Resources, Conservationand Recycling*, 52 (4), 571-591. (2008).
- Murray, R.K., Granner, D.K., Mayes, P.A., Rodwell, V.W., 1991. Harper's *Biochemistry*. 22. edition,720s.
- Muslu, Y., Su Temini ve Çevre Sağlığı 3. *Cilt, İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası*, İstanbul, 3: 71- 81 (1985).
- Olinski, R., Zastawny, T., Budzban, J., DNA base modifications in chromation of human cancerous tissues. *FEBBS Lett* 1992; 309:193–94pp.
- Osmar, E., 2009. 'İstanbul'da Yetişen Bazı Sebzelerde Ağır Metal Birikiminin Tespiti' Marmara Üniversitesi Doktora Tezi,İstanbul.
- Othman, I., Al-Oudat, M., Al-Masri, M.S., 1997. "Lead Levels in Roadside Soils and Vegetation of Damascus City", *The Science of the Total Environment*, Vol:207. p: 43-48.
- Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M. ve Kaptan, H., 1995. *Toprak Bilimi.Çukurova Üniversitesi Ziraat Fak. Genel Yayın No: 73 Ders Kitapları Yayın No:16,Adana.*
- Pekin, B., "Biyokimya Mühendisliği (Temel İlkeler), II. Kısım", *E.Ü., Kimya Fakültesi Yayınları*, İzmir, 401-430. 555-635 (1980). 149
- Sağlam, N., Cihangir, N., "Ağır metallerin biyolojik süreçlerle biyosorpsiyonu çalışmaları", *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*,11:157-161(1995).
- Sajit, F., 2003. "Heavy metal ions concentration in wheat plant ( triticum aestivum L.) irrigated with city effluent", *food resarch international*, Vol:46 (6), p:395-398.
- Schmidt, J. O., and Buchmann, S.L., 1997. *Pollen*. Chapter 22. *The Hive and the Honey Bee*. Revised Edition. Dadant and Sons, Hamilton, pp. 928-931. Illinois.
- Seçer, M., Elmacı, Ö.L., 1991. "Tarımda Ürün Oluşumunda Beslenme Bilimi Esaslarının Uygulanması", *Ege Üniv. Zir. Fak. Dergisi*, Cilt:28, No:1, s:199/210.
- Senthilkumaar, S., Bharathi, S., Nithyanandhi, D., Subburam, V., "Biosorption of toxic heavy metals from aqueous solutions", *Bioresource Technology*, 75: 163-65 (2000).
- Silóniz, M. I., Balsalobre, L., Alsa, C., Valderrama, M. J., Peinado, J. M., "Feasibility of copper uptake by they east *Pichiagu illiermondii* isolated from sewage sludge", *Research in Microbiology*, 153: 173-180 (2002).

- Soruga, P., Zastawny, T.H., Skakowski, J., and et.al; Oxidative DNA base damage and antioxidant enzyme activities in human lung cancer, *FEBS Lett.*1994; 34: 59-64. pp.
- Stresty, T.V.S., and Madhava Rao, K.V., 1999. Ultrastructur alalterations in response to zinc and nickel stress in the rootcell of pigeonepea, *Environmental and Experimental Botany.* 41: 3-13.
- Şahinci, A., Doğal suların jeokimyası, Reform matbaası, İzmir, 1991. sayfa 394-543.
- Şengül, F., “Endüstriyel atık suların özellikleri ve arıtılması”, 1. Baskı, *Dokuz Eylül Üniv. Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Basımevi Ünitesi*, İzmir, 365 (1991).
- Şişli, M.N., 1999. “Çevre Bilim Ekoloji”, Hacettepe Üniv., Fen Fak., Biyoloji Böl., Gazi Kitabevi, 2.Baskı, Ankara.
- Tanak, A.G., 2006. ‘Samsun Çevresinde Yetişen Bazı Yeşil Bitkilerdeki Ağır Metallerin Tayini’ On Dokuz Mayıs Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Samsun.
- Taşyenen, V., (2006). ‘Manisa Yöresinde Demir Eksikliği Anemi Prevalansı ve Demir Eksikliği Anemisinde Tarama Testi Olarak Rutin Hemogram, RDW ve Ferritin Kullanımı’ Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı, Manisa.
- Tchounwou, P.B., Patlolla, A.K., Centeno, J.A., (2003) : Carcinogenic and systemic health effects associated with arsenic exposure : acritical review. *Toxicol Pathol* 31(6) : 575-588.
- TGK., 28157 Nolu Resmi Gazete, ‘Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği Ek-1’ 29.12.2011.
- TS., 591/Mart 2006 ‘Peynir tebliği’.
- TS., 1330/Nisan 2006 ‘Yoğurt tebliği’.
- Tutkun, E., 2000. Teknik Arıcılık El Kitabı. Türkiye Kalkınma Vakfı Yayını, No: 6. 230 ss., Ankara.
- Tünay, O., “Endüstriyel Kirlenme Kontrolü”, *İTÜ., Yayınları*, İstanbul 79-87 (1996).
- Varol, S., Davraz, A., Varol, E., 2009 “Tıbbi jeoloji ve kardiyovasküler hastalıklarla ilişkisi” *Genel Tıp Dergisi*: 19 (1).
- Viarengo, A., 1985. “Biochemical Effects of Trace Metals”, *Marine Pollution Bulletin.* Vol.16(4), p: 153-158.
- Vural, H., 1993. ‘Ağır Metal İyonlarının Gıdalarda Oluşturduğu Kirlilikler’ *Ekoloji* (8).



- Vural, N., 1996. “Toksikoloji”, Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi, s: 73, Ankara.
- WHO and FAO, 1972. “Evaluation of Certain Food Additives and the Contaminants [www.inchem.org](http://www.inchem.org) International Programme on Chemical Safety (IPCS)
- [www.metalurji.org.tr](http://www.metalurji.org.tr) Metallerin çevresel etkileri II Environmental Health Criteria 221 zinc.
- Yağdı, K., Kaçar, O., Azkan, N., 2000. “Topraklardaki Ağır Metal Kirliliği ve Tarımsal Etkileri”, On Dokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. Cilt: 15(2), s:109–115.
- Yağmur, B., Hakerler, H., ve Kılınç, R., 2003. Gübreler ve İnsan Sağlığı. Çiftçi Dergisi sayı: 2.
- Yalçın, H., Gürü, M., “Su Teknolojisi”, *Palme Yayıncılık*, Ankara, 1-3. 372. 427 (2002).
- Yaman, M., Güçer, Ş., 1995. “Determination of Cadmium and Lead in Vegetables After Activated, Carbon Enrichment by Atomic Absorption Spectrometry”, *Analyst*, Vol:120. p: 101-105.
- Yarsan, E., Bilgili, A., ve Türel, İ., 2000. Van Gölü’nden Toplanan Midye (*Unio stevenianus* Krynicki) Örneklerindeki Ağır Metal Düzeyleri. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*. 24:93-96.
- Yetiş, Ü., Dilek, F.B., Özcengiz, G., Dölek, A., Ergen, N., Erbay, A., “Ağır metallerin *P. Chrysosporium* ve *C. Versicolor* ile biyosorpsiyonu – Atık çamurun biyosorbent olarak kullanılması”, **TÜBİTAK YDABÇAG-203**. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Ankara, 1.1-1.3. 4.26. 4.48-4.57(1998).
- Yüzbaşı, N., 2001. “Kaşar Peynirinde Bazı Ağır Metal Düzeyi ve Prosesdeki Değişimi”, Ankara Üniv., Süt Teknolojisi Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara.
- Zurera, G., Moreno, R., Salmeron, J., Pozo, R., 1989. Heavy metal uptake from greenhouse border soils from edible vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 49. 307-314.

## ÖZGEÇMİŞ

Cengiz EKEN, 1970 yılında Ankara’da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Antalya’da tamamladı. 1989 yılında Konya Selçuk Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya bölümünde eğitimine başladı. 1994 yılında kimya bölümünden mezun olduktan sonra, özel eğitim kurumlarında kimya öğretmenliği ve idarecilik yaptı. 1999 yılında Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Eğitimi Anabilim Dalı’nda araştırma görevlisi olarak bir yıl çalıştı. 2000 yılında Sağlık Bakanlığı Hıfzıssıhha Enstitüsüne geçiş yaptı. Halen İstanbul Zeytinburnu Hıfzıssıhha Enstitüsü’nde kimyager olarak görev yapmaktadır. Evli ve üç çocuk babasıdır.