

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

**PİYASADAN TEMİN EDİLEN KAYA TUZLARININ MİNERAL
İÇERİKLERİNİN ICP-MS, FT-IR VE SEM-EDX TEKNİKLERİ İLE
TESPİT EDİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Muhammed Abdullah ÜSTEK

KİMYA ANABİLİM DALI

**TEZ DANIŞMANI
Dr. Öğr Üyesi Aydın Şükrü BENGÜ**

BİNGÖL-2019

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın ortaya çıkmasında birlikte çalışma fırsatı bulduğum ve bilimsel anlamda değerli katkılarını esirgemeyen danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Aydın Şükrü BENGÜ'ye, laboratuvar çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Bingöl Üniversitesi Merkez laboratuvarının değerli personeline ve Öğr. Gör. İnan DURSUN'a tüm kalbim ve içtenliğimle teşekkür ederim.

Bugüne kadar hayatımın her aşamasında maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen, her türlü fedakârlığı yapan annem, babam, kardeşlerim, eşim ve çocuklarıma ayrı ayrı teşekkür ederim.

Muhammed Abdullah ÜSTEK

Bingöl 2019

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vi
TABLolar LİSTESİ.....	viii
ÖZET.....	ix
ABSTRACT.....	x
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Tuz Nedir?.....	1
1.2. Tuzun Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	6
1.3. Tuzun Önemi ve Kullanım Alanları.....	7
1.4. Kaynaklarına Göre Tuz.....	8
1.4.1. Deniz Tuzu.....	8
1.4.2. Kaya Tuzu.....	10
1.5. Ülkemizde Üretilen Tuz Çeşitleri Nelerdir?.....	13
1.6. Kaya Tuzu Nedir? Özellikleri Nelerdir?.....	13
1.7. Kaya Tuzundan Tuz Üretimi.....	14
1.8. Kaya Tuzunda Bulunan Mineraller ve Sağlık Açısından Önemi.....	15
2. MATERYAL VE YÖNTEM.....	20
3. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	31
3.1. JEOL JSM-6510 Scanning Electron Microscope İle Alınan Bulgular.....	31
3.2. ICP-MS NexION® 2000 İle Alınan Bulgular.....	35
3.2.1. Gümüş (Ag).....	40
3.2.2. Alüminyum (Al).....	41

3.2.3. Bor (B).....	42
3.2.4. Baryum (Ba).....	42
3.2.5. Berilyum (Be).....	43
3.2.6. Bizmut (Bi).....	43
3.2.7. Kalsiyum (Ca).....	44
3.2.8. Kadmiyum (Cd).....	45
3.2.9. Kobalt (Co).....	46
3.2.10. Krom (Cr).....	47
3.2.11. Sezyum (Cs).....	48
3.2.12. Bakır (Cu).....	48
3.2.13. Demir (Fe).....	50
3.2.14. Galyum (Ga).....	51
3.2.15. Cıva (Hg).....	51
3.2.16. İndiyum (In).....	52
3.2.17. Potasyum (K).....	52
3.2.18. Lityum (Li).....	53
3.2.19. Magneyum (Mg).....	54
3.2.20. Mangan (Mn).....	55
3.2.21. Nikel (Ni).....	55
3.2.22. Kurşun (Pb).....	56
3.2.23. Rubidyum (Rb).....	57
3.2.24. Skandiyum (Sc).....	57
3.2.25. Stronsiyum (Sr).....	58
3.2.26. Talyum (Tl).....	58
3.2.27. Uranyum (U).....	59
3.2.28. Vanadyum (V).....	59
3.2.29. Yitriyum (Y).....	60
3.2.30. Çinko (Zn).....	60
4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	62
KAYNAKLAR.....	65
ÖZGEÇMİŞ.....	67

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

µm	: mikrometre
g	: gram
mg	: miligram
mL	: mililitre
kg	: kilogram
ppb	: milyarda bir
m ³	: metreküp
W	: watt
°C	: derece santigrat
ms	: mikrosaniye
V	: volt
L	: litre
MTA	: Maden Tetkik Arama Enstitüsü

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1.	JEOL JSM-6510 Scanning Electron Microscope	20
Şekil 2.2.	Tartım İşleminin Yapıldığı Hassas Terazî.....	21
Şekil 2.3.	Mars 6 mikrodalga fırın.....	22
Şekil 2.4.	Mars 6 mikrodalga fırın.....	22
Şekil 2.5.	Teflon Tüplere Konulan Numuneler	23
Şekil 2.6.	Mars 6 Metod 1.....	23
Şekil 2.7.	Mars 6 Metod 2.....	24
Şekil 2.8.	Mars 6 Metod 3.....	24
Şekil 2.9.	Mars 6 Metod 4.....	25
Şekil 2.10.	Mars 6 Metod 5.....	25
Şekil 2.11.	Mars 6 Metod 6.....	26
Şekil 2.12.	ICP-MS NexION® 2000 (PerkinElmer® Inc., USA) cihazı genel görünüm.....	27
Şekil 2.13.	ICP-MS NexION® 2000 (PerkinElmer® Inc., USA) cihazı ve Numuneler.....	27
Şekil 2.14.	ICP-MS NexION® 2000 (PerkinElmer® Inc., USA) Kalibrasyon Standartları.....	28
Şekil 2.15.	ICP-MS NexION® 2000 (PerkinElmer® Inc., USA) Kalibrasyon Standartları.....	28
Şekil 3.1.	Numune 1'in 50, 250, 500 ve 1000 µm luk kesitleri.....	31
Şekil 3.2.	Numune 2'in 50, 250, 500 ve 1000 µm luk kesitleri.....	32
Şekil 3.3.	Numune 3'ün 50, 250, 500 ve 1000 µm luk kesitleri.....	32
Şekil 3.4.	Numune 4'ün 50, 250, 500 ve 1000 µm luk kesitleri.....	33
Şekil 3.5.	Numune 5'in 50, 250, 500 ve 1000 µm luk kesitleri.....	33
Şekil 3.6.	Numune 6'nın 50, 250, 500 ve 1000 µm luk kesitleri.....	34
Şekil 3.7.	Numune 6'nın (Kırmızı) 50, 250, 500 ve 1000 µm luk kesitleri.....	34
Şekil 3.8.	Numune 6'nın (Toz) 50, 250, 500 ve 1000 µm luk kesitleri.....	35

Şekil 3.9.	Gümüş metalinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb).....	40
Şekil 3.10.	Alüminyum metalinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb).....	41
Şekil 3.11.	Bor elementinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb).....	42
Şekil 3.12.	Baryum (Ba) elementinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb).....	42
Şekil 3.13.	Berilyum elementinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb).....	43
Şekil 3.14.	Bizmut elementinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb).....	43
Şekil 3.15.	Kalsiyum elementinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb).....	44
Şekil 3.16.	Kadmiyum elementinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb).....	45
Şekil 3.17.	Kobalt elementinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb).....	46
Şekil 3.18.	Krom elementinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb).....	47
Şekil 3.19.	Sezyum elementinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb).....	48
Şekil 3.20.	Bakır elementinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb).....	48
Şekil 3.21.	Demir (Fe) elementinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb).....	50
Şekil 3.22.	Galyum (Ga) elementinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb).....	51
Şekil 3.23.	Cıva (Hg) elementinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb).....	51
Şekil 3.24.	İndiyum (In) elementinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb).....	52
Şekil 3.25.	Potasyum (K) elementinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb).....	52
Şekil 3.26.	Lityum (Li) elementinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb).....	53
Şekil 3.27.	Magnezyum (Mg) elementinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb).....	54
Şekil 3.28.	Mangan (Mn) elementinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb).....	55
Şekil 3.29.	Nikel (Ni) elementinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb).....	55
Şekil 3.30.	Kurşun (Pb) elementinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb).....	56
Şekil 3.31.	Rubidyum (Rb) elementinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb)...	57
Şekil 3.32.	Skandiyum (Sc) elementinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb)...	57
Şekil 3.33.	Stronsiyum (Sr) elementinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb)...	58
Şekil 3.34.	Talyum (Tl) elementinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb).....	58
Şekil 3.35.	Uranyum (U) elementinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb).....	59
Şekil 3.36.	Vanadyum (V) elementinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb).....	59
Şekil 3.37.	Yitriyum (Y) elementinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb).....	60
Şekil 3.38.	Çinko (Zn) elementinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb).....	60

TABLÖLER LİSTESİ

Tablo 1.1.	Yaş'a göre tüketilmesi önerilen günlük tuz ve sodyum miktarları.....	8
Tablo 1.2.	Dünya Denizlerinin Tuzluluk Oranları (kg/m ³).....	9
Tablo 1.3.	Türkiye Kaya Tuzu Rezervleri.....	11
Tablo 2.1.	Kalibrasyon standartları.....	29
Tablo 2.2.	Cihaz koşulları.....	30
Tablo 3.1.	Su ile hazırlanan tuz numunelerinde metal analiz sonuçları.....	36
Tablo 3.2.	Su ile hazırlanan tuz numuneleri metal analiz sonuçları.....	37
Tablo 3.3.	HCl Asidi ile hazırlanan tuz numuneleri metal analiz sonuçları.....	38
Tablo 3.4.	HCl Asidi ile hazırlanan tuz numuneleri metal analiz sonuçları.....	39
Tablo 4.1.	İçme Sularında Bulunabilen Ağır Metallerin Üst sınırları (µg/L).....	63

PİYASADAN TEMİN EDİLEN KAYA TUZLARININ MİNERAL İÇERİKLERİNİN ICP-MS, FT-IR VE SEM-EDX TEKNİKLERİ İLE TESPİT EDİLMESİ

ÖZET

Temel besin maddesi olarak kullanılan ve hemen her besine eklenen tuz, kimyasal formülü NaCl (Sodyum klorür) olan, kokusuz, suda iyi çözünen, besinleri koruma, saklama ve tatlandırmada kullanılan billursu maddedir. Bu çalışmada piyasada paketlenerek satılmakta olan 6 farklı kaya tuzu markasından elde edilen tuz numunelerinde ağır metal analizleri yapılmıştır. Alınan tuz numuneleri JEOL JSM-6510 Scanning Electron Microscope cihazında 50 µm, 250 µm, 500 µm ve 1000 µm'lik ölçülere büyütülerek fotoğrafları çekilmiş, element analizlerinin yapılması için tuz numunelerinin her birine ilk önce CEM marka Mars 6 One Touch (USA) model mikrodalga cihazı kullanılarak numune yakma ve analiz işlemi uygulanmış, daha sonra da element analizleri çeşitli standart çözeltiler kullanılarak kuarz nebulizer gazlaştırıcı, cyclonic spray chamber ve entegre bir auto-sampler bulunduran ICP-MS NexION® 2000 (PerkinElmer® Inc., USA) cihazı ile yapılmıştır.

Yapılan analizler sonucunda kaya tuzu numunelerinde sodyum ve klor elementlerinin yanında çeşitli miktarlarda ⁷Li, ⁹Be, ¹¹B, ²³Na, ²⁴Mg, ²⁷Al, ³⁹K, ⁴³Ca, ⁵¹V, ⁵²Cr, ⁵⁵Mn, ⁵⁷Fe, ⁵⁹Co, ⁶⁰Ni, ⁶³Cu, ⁶⁶Zn, ⁶⁹Ga, ⁴⁵Sc, ⁸²Se, ⁸⁵Rb, ⁸⁸Sr, ¹⁰⁷Ag, ¹¹¹Cd, ¹¹⁵In, ¹³³Cs, ¹³⁸Ba, ⁸⁹Y, ²⁰²Hg, ²⁰⁵Tl, ²⁰⁸Pb, ²⁰⁹Bi, ²³⁸U, ²⁰⁹Bi-1, elementlerinden de bulunduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kaya tuzu, sodyum, klor, element.

DETERMINATION OF MINERAL CONTENTS OF ROCK SALTS OBTAINED FROM THE MARKET USING ICP-MS, FT-IR AND SEM-EDX TECHNIQUES

ABSTRACT

Salt which is used as basic nutrition matter and added to all kinds of meal is formulated as NaCl (Sodium chloride), unscented and a matter that is used to keep, save and give flavour and crystalloid matter. In this study we made the analysis of heavy metal existence in the salt examples of 6 different salt trade marks in the industry. The salt examples photos were taken as 50 µm 250 µm 500 µm and 1000 µm in extended scales with the JEOL JSM-6510 Scanning Electron Microscope each of the salt examples were burnt and analysed by using the CEM Mars 6 One Touch (USA) microwave device, then the element analysis were applied using ICP-MS NexION® 2000 (PerkinElmer® Inc., USA) which has quartz nebuliser volatilizer, cyclonic spray chamber and integrated auto sampler.

At the end of these analysis results, apart from Sodium and Chloride elements, there are ⁷Li, ⁹Be, ¹¹B, ²³Na, ²⁴Mg, ²⁷Al, ³⁹K, ⁴³Ca, ⁵¹V, ⁵²Cr, ⁵⁵Mn, ⁵⁷Fe, ⁵⁹Co, ⁶⁰Ni, ⁶³Cu, ⁶⁶Zn, ⁶⁹Ga, ⁴⁵Sc, ⁸²Se, ⁸⁵Rb, ⁸⁸Sr, ¹⁰⁷Ag, ¹¹¹Cd, ¹¹⁵In, ¹³³Cs, ¹³⁸Ba, ⁸⁹Y, ²⁰²Hg, ²⁰⁵Tl, ²⁰⁸Pb, ²⁰⁹Bi, ²³⁸U, ²⁰⁹Pb-1.

Keywords: Rock salt, sodium, chloride, elements

1. GİRİŞ

1.1. Tuz Nedir?

İnsanoğlu tuzu ilk insanlarla birlikte keşfetmeye başlamıştır. Bir efsaneye göre insanlar avladıkları hayvanların etlerini yerken, yerkabuğunda bulunan tuz bileşikleri üzerine düşürmüş ve lezzetlendiğini görerek ete lezzet veren bu maddeyi merak etmeye başlamıştır. Böylelikle gıdalara lezzet katan bu maddeyi hayatlarının her alanında kullanmaya başlamışlardır. İnsanlar yiyecekleri gıda maddelerini hazırlarken, pişirirken kullanmaya başladıkları tuzu, besinlerin bozulmaya ve küflenmeye karşı dayanıklılıklarının artırılması ve gıdaların daha uzun süreler saklanması da kullanmışlardır. Beslenme sistemimizde belki de en vazgeçilmez gıdalarımızdan biri olan tuzun özellikleri, 16 Ağustos 2013 tarihinde 28737 sayılı Resmi gazetede yayınlanan *Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Türk Gıda Kodeksi Tuz Tebliğinde* belirtilmiştir. Bu tebliğde, gıda olarak kullanılabilecek özelliğe sahip işlenmiş tuzun, üretim aşamaları, tuz çeşitleri, elde edilme kaynaklarına göre özellikleri, renk, koku, paketlenme özellikleri, depolama şartları, içerebileceği ve içermemesi gereken yabancı madde durumu gibi özellikleri belirlenmiştir.

Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Türk Gıda Kodeksi Tuz Tebliğine göre, İşlenmiş tuz, temel bileşenleri sodyum ve klorür iyonları olan, insanların tüketmeleri amacıyla üretilen ve sodyum klorür bileşiği dışında fiziksel anlamda safsızlık içermeyen madde olarak tanımlanmaktadır. Aynı tebliğe göre tüketim amacına göre tuz çeşitlerinin tanımları şöyle yapılmaktadır (URL-3).

- ✓ “*Deniz tuzu*: Deniz suyundan tekniğine uygun olarak üretilen tuzları,”
- ✓ “*Gıda sanayi tuzu*: Gıda sanayinde kullanılan, doğrudan son tüketiciye sunulmayan, iyotlu veya iyotsuz olarak üretilen işlenmiş tuzu veya yeraltı kaynak tuzunu,”

- ✓ “*Göl tuzu*: Göl suyundan tekniğine uygun olarak üretilen tuzları,”
- ✓ “*İri salamura tuzu*: Doğrudan son tüketiciye sunulan, özellikle evlerde konserve, turşu, salamura ve benzeri ürünlerin yapımında gıda muhafaza amaçlı kullanılan, iyot içermeyen işlenmiş tuzu veya yeraltı kaynak tuzunu,”
- ✓ “*İşlenmiş tuz*: Ana maddesi sodyum klorür olan ve insan tüketimine uygun nitelikte üretilen deniz, göl ve kaya tuzlarını,”
- ✓ “*Kaya tuzu*: Yer altındaki tuz galerilerinden tekniğine uygun olarak üretilen tuzları,”
- ✓ “*Sofra tuzu*: Doğrudan son tüketiciye sunulan, ince öğütülmüş, iyotla zenginleştirilmiş, rafine edilmiş veya edilmemiş işlenmiş tuzu,”
- ✓ “*Sofrada öğütme tuzu*: Tüketici tarafından sofrada öğütülmek üzere son tüketiciye sunulan, kristal halde bulunan, iyot ilave edilmeyen işlenmiş tuzu veya yeraltı kaynak tuzunu,”
- ✓ “*Yabancı madde*: Tuz tanecikleri dışında gözle görülebilir her türlü organik ve inorganik maddeleri,”
- ✓ “*Yeraltı kaynak tuzu*: Yeraltından yeryüzüne kendiliğinden çıkan sudan tekniğine uygun olarak elde edilen tuzları” ifade eder.

Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Türk Gıda Kodeksi Tuz Tebliğinde bahsedilen tuz çeşitlerinin özellikleri tebliğin 5. maddesinde şu şekilde ifade edilmiştir.

- a) “Tuz yabancı madde içermez.”
- b) “İşlenmiş tuz rafine edilmeden veya yıkanmadan piyasaya sunulmaz.”
- c) “Yeraltı kaynak ve deniz tuzlarında rutubet miktarı kütlece en çok %2, diğer tuzlarda %0,5 olmak zorundadır.”

ç) “Yeraltı kaynak ve kaya tuzlarında kuru maddede sodyum klorür miktarı en az %97, diğer tuzlarda %98 olmak zorundadır.”

d) “İşlenmiş tuzlarda asitte çözünmeyen madde miktarı, kütlece en çok %0,5 olur.”

e) “İşlenmiş tuzlarda suda çözünmeyen madde miktarı, kütlece en çok %0,5 olur.”

f) “Sofra tuzu ile ilgili kurallar aşağıda belirtilmiştir:”

1) “Homojen olur ve tane büyüklüğü; göz açıklığı 1000 µm'lik elekten tamamı, 210µm'lik elekten ise en çok %20'lik kısmı geçecek büyüklükte olur.”

2) “Sofra tuzuna 25-40 mg/kg oranında potasyum iyodat katılması zorunludur. İyot için belirlenmiş üst limit +3 mg/kg farklılık gösterebilir.”

3) “İyot tüketmemesi gereken kişiler için iyotsuz sofratuzu üretimi yapılabilir.”

g) “Gıda sanayituzusu ile ilgili kurallar aşağıda belirtilmiştir:”

1) “İyot eklenmesi zorunlu değildir.”

2) “İyot eklenmesi durumunda sofratuzu için belirlenen özellikleri sağlar.”

3) “Perakende satış yerlerinde doğrudan son tüketiciye sunulamaz; ancak, tuz üretim yerleri ve gıda toptancılarında satışa sunulabilir.”

ğ) “Yeraltı kaynak tuzları hariç iri salamuratuzunun tane büyüklüğü, göz açıklığı en az 6000 µm'lik elekten tamamı, 2000 µm'lik elekten ise en çok %10'luk kısmı geçecek büyüklükte olur.”

h) “Yeraltı kaynak tuzları hariç sofrada öğütme tuzunun tane büyüklüğü, göz açıklığı en az 4000 µm'lik elekten tamamı, 1000 µm'lik elekten ise en çok %10'luk kısmı geçecek büyüklükte olur.”

1) “Bu Tebliğ kapsamında kaynağına göre üretilen tuzlar birbirleri ile karıştırılarak piyasaya sunulamaz.”

i) “Coğrafi işaretten doğan haklara aykırı olmamak koşulu ile bölgesel ve yöresel adları ile bilinen tuzlar bu adlar ile üretilebilir.”

j) “Yer altı kaynak tuzları sadece iri salamura tuzu, gıda sanayi tuzu ve sofrada öğütme tuzu olarak piyasaya sunulur.”

Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Türk Gıda Kodeksi Tuz Tebliğine göre ülkemizde satılmakta olan tuz ve tuz ürünlerinin, 29/12/2011 tarih ve 28157 3.mükerrer sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Türk Gıda Kodeksinin Gıda Maddelerinin Genel Etiketleme ve Beslenme Yönünden Etiketleme Kuralları Tebliği’nde üretim aşamaları ve özellikleri belirtilmektedir. Söz konusu tebliğe göre, tuz ve tuz ürünlerinin ticari amaçla paketlenen ambalaj etiketlerinde aşağıda belirtilen hususlarında yer alması gerekmektedir (URL-4).

a) “İyotlu tuzda, Ek-1’de yer alan sembol kolay görünen boyutta ve ürün adı ile aynı yüzde bulunur.”

b) “İyot ilave edilen tuzun etiketinde tavsiye edilen tüketim tarihi belirtilir.”

c) “Bu Tebliğ kapsamında yer alan ürünlerde ürünün işleme tekniği etiket üzerinde yer alır.”

ç) “Bu Tebliğ kapsamında yer alan ürünler etiketi üzerinde tuzun kullanım amacına göre *sofra tuzu, sofrada öğütme tuzu, iri salamura tuzu ve gıda sanayi tuzu* olarak adlandırılır.” Bunun yanında tuzun elde edildiği kaynak “*deniz tuzu veya deniz tuzundan üretilmiştir, kaya tuzu veya kaya tuzundan üretilmiştir, göl tuzu veya göl tuzundan üretilmiştir ve yeraltı kaynak tuzu veya yeraltı kaynak tuzundan üretilmiştir*” şeklinde belirtilir.

d) “Sofra tuzu ile ilgili kurallar aşağıda belirtilmiştir:”

1) “Ürün adı *iyotlu sofra tuzu* olarak belirtilir.”

2) “Etiketinde kullanım bilgisi olarak *serin, kuru ve ışıksız ortamda ağzı kapalı olarak muhafaza edilmelidir* ifadesi yer alır”.

3) “Net miktar 3000 g’yi geçmez.”

4) “İyot tüketmemesi gereken kişiler için üretilen iyotsuz sofra tuzunda ambalaj büyüklüğü 250 g’yi geçmez. Etiket üzerinde, ambalajla kontrast teşkil edecek renkte ürün adı olarak *iyotsuz sofra tuzu* ifadesi yer alır.”

e) “Gıda sanayi tuzu ile ilgili kurallar aşağıda belirtilmiştir:”

1) “Etiket üzerinde *Gıda sanayi için üretilmiştir* ifadesi ürün adıyla birlikte ve ambalajla kontrast teşkil edecek renkte yer alır.”

2) “İyot ilave edilip edilmediği etiket üzerinde belirtilmelidir. İyot ilave edilen gıda sanayi tuzlarında *iyotlu gıda sanayi tuzu* ifadesi yer alır.”

3) “Net miktar en az 10 kg olur.”

f) “İri salamura tuzu için net miktar en az 1500 g olur.”

g) “Sofrada öğütme tuzun etiketi üzerinde ambalajla kontrast oluşturacak şekilde *iyot ilave edilmemiştir* ifadesi yer alır.”

ğ) “Sofrada öğütme tuzu için net miktar 500 g’yi geçmez.”

h) “Bu Tebliğ kapsamında piyasaya arz edilen ürünlerin etiketlerinde tuzun kaynağından kaynaklanan bir üstünlük ibaresi yer alamaz.”

1) “Bu Tebliğ kapsamında yer alan ürünlerin etiketi üzerinde *Tuzu azaltın, sağlığını koruyun* ibaresine yer verilir.”

şeklinde ifade edilmiştir.

1.2. Tuzun Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Tuzlar kimyasal anlamda bir asit ile bir bazın birleşimiyle suyun yanında oluşan iyonik bağlı kimyasal maddelerdir. Yemek tuzu, kimyasal formülü HCl olan hidroklorik asit ile yine kimyasal formülü NaOH olan sodyum hidroksit bazının nötrleşme reaksiyonu sonucu elde edilmektedir.

Temel besin maddesi olarak kullanılan ve hemen her besine eklenen tuz, kimyasal formülü NaCl (sodyum klorür) olan, kokusuz, suda iyi çözünen, besinleri koruma, saklama ve tatlandırmada kullanılan billursu maddedir. Gıdalara lezzet vermesi ve tatlandırıcı olarak kullanılması özelliklerinin yanında tuz; dericilik ve tabaklama sektöründe, sert suların yumuşatılmasında, hayvanların tuz ihtiyacının karşılanmasında yalama taşları olarak, sabun ve deterjan sektöründe ve diğer kimya sanayisinde yaygın olarak kullanılır. Tuz, her ne kadar NaCl formülü ile bilinse de yapılan araştırmalarda yemek tuzunda Na ve Cl elementlerinin yanında potasyum (K), magnezyum (Mg) ve kalsiyum (Ca) gibi elementlerin de varlığı tespit edilebilmiştir.

MTA’ya göre, “Kimya sanayinde çok geniş anlamda kullanılan tuz NaCl sembolü ile ifade edilmektedir. Kübik sistemde kristalleşen tuz, "Na" ve "Cl" iyonlarından oluşur, saf halde iken yaklaşık %39,65 sodyum, %60,35 klordan meydana gelir. Yüksek basınç altında plastik özellik gösteren tuzun sertliği 2-2,5 olup, özkütlesi $2,1-2,55 \text{ gr/cm}^3$ arasında değişir. Erime noktası 800°C , kaynama noktası ise 1412°C dir.” Her ne kadar beyaz renkli olarak görünse de tuz kristalleri, elde edildiği kaynağa bağlı olarak turuncu, sarı, pembe, gri, kırmızı, kahverengi gibi farklı renklerde olabilir. Örneğin Himalaya tuzu, kahverengi, kırmızı, pembe, beyaz gibi farklı renklerde kristal karışımı halinde bulunmaktadırlar (URL-1).

1.3. Tuzun Önemi ve Kullanım Alanları

Tuz, insan ve hayvan beslenmesi açısından önemli bir gıda maddesidir. İnsanlar tuzu en çok, yiyeceklerine lezzet katması, yiyeceklerin korunması ve saklaması, sanayi faaliyetleri ve buzlanmada kullanmaktadırlar. Tuz, hayvanların beslenmesinde de önemli yer tutar. Süt ve besi hayvanlarında, süt kalitesi ve miktarının artırılması ve hayvanların etlerinin lezzetlerinin artırılması amacıyla kullanılmaktadır. Eski çağlarda yaşamış insanların avladıkları hayvanların etlerini tuzlayarak daha uzun süre sakladıkları bilinmektedir. Tuzsuz beslenme ve aşırı tuzlu beslenme insan sağlığı açısından tehlikeler arz etmektedir. Tuz yoksunu beslenme, insanlarda zayıflamaya ve sinirliliğe sebep olurken bu durumun uzun sürmesi halinde kan basıncının düşmesine, vücudun su tutamamasına neden olur. Son aşamada ise koma ve ölüm kaçınılmazdır. Aşırı tuzlu beslenme sisteminde ise insanlar kan basıncının artması, yüksek tansiyon, vücudun ödem tutması gibi sorunlar ortaya çıkmakta bu durumun son aşaması da ölümle sonuçlanmaktadır (Karatay 2018).

Öztürk ve Garipağaoğlu (2018)'a göre “Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de tüketilmesi gereken günlük tuz miktarı 5 g (1 silme tatlı kaşığı) ile sınırlandırılmıştır. Yaşa göre tüketilmesi gereken tuz ve sodyum miktarları farklılık göstermektedir. Aşırı terleme, ishal ve kusma durumlarında vücutta sodyum kaybı olmaktadır. Bu nedenle çok fazla terleyenler, ağır işlerde çalışanlar veya sıcak iklim bölgelerinde yaşayan bireylerin, günlük beslenmeleriyle tükettikleri suyun her bir litresi için fazladan 2 g NaCl eklemeleri önerilmektedir. Aşırı kusma ve ishal durumlarında verilen ağızdan sıvı tedavisinin 3,5 g tuz, 2,5 g karbonat, 1,5 g potasyum kloroid, 20g glukoz içermesi vücuttan atılan minerallerin yerine konulmasını sağlamaktadır. Dünyanın birçok ülkesinde tuz ve sodyum tüketiminin incelendiği çalışmalarda, hem tuzun hem de sodyumun önerilenin üzerinde olduğu; gelişmekte olan ülkelerde, kent ve kırsal kesim fark etmeksizin tuz tüketiminin 7-42 g/gün arasında değiştiği gösterilmiştir. Ülkemizde 2008 yılında Türkiye Hipertansiyon ve Böbrek Hastalıkları Derneği tarafından 14 ilde 1.970 kişi üzerinde yapılan ve Türk Toplumunda Tuz Tüketimi Çalışması “SALTürk” adı verilen çalışmada, tuz tüketiminin ortalama 18 g/gün olduğu görülmüştür.”

Öztürk ve Garipağaoğlu (2018) yaşa göre tüketilmesi önerilen günlük tuz ve sodyum miktarlarını Tablo 1.1. de aşağıdaki gibi ifade etmiştir.

Tablo 1.1. Yaşa göre tüketilmesi önerilen günlük tuz ve sodyum miktarları.(Öztürk ve Garipağaoğlu, 2018)

Yaş	Tuz (g)	Sodyum (mg)
0-6 ay	<1	<400
7-12 ay	1	800
1-3 yaş	2	1.200
4-6 yaş	3	1.600
7-10 yaş	5	2.000
≥11 yaş	6	2.400

1.4. Kaynaklarına Göre Tuz

URL-1'e göre, Ekonomik olarak değeri olan tuz madeni yeryüzünde kaynaklarına göre katı tuz kaynakları ve sıvı tuz kaynakları olarak iki farklı şekilde bulunmaktadır. Tuz sıvı halde, tuz gölleri, denizler, tuz oranı yüksek kaynak suları ve yeraltında bulunan tuzlu su kuyularında bulunmakta iken tuz, katı halde ülkemizin çeşitli yerlerinde bulunan kaya tuzu madenleri ve kaya tuzu mağaralarında bulunmaktadır.

1.4.1. Deniz Tuzu

Dünyanın yaklaşık %70'i sulardan %30'u karalardan oluşmaktadır. Dünyada bulunan suyun da yaklaşık %97'si tuzlu sulardan oluşmaktadır. Tuzlu su kaynaklarının tuzluluk oranını etkileyen en önemli etken buharlaşma olayıdır. Buharlaşma arttıkça tuzluluk oranı da artmaktadır (URL-7).

Ülkemizde ve dünyada bulunan tuz gölleri ve denizlerden çeşitli tekniklerle elde deniz tuzu en çok kullanılan tuz çeşididir. Ülkemizde bulunan denizlerdeki tuz oranları aşağıdaki gibidir.

Karadeniz’de denizin tuz oranı %18,

Marmara denizinin üst kısımlarında tuz yüzdesi %23 iken Marmara denizinin alt Ege denizine bakan kısımlarında tuz oranı ise %36 civarındadır. Bunun temel nedeni Karadeniz’in tuz oranının Ege denizine göre daha düşük olması olarak ifade edilmektedir.

Ege denizinin Marmara denizine bakan kısmında tuz oranı %33 Akdeniz’e bakan kısmında ise bu oran %37 seviyesindedir. Bunun da temel nedeni Akdeniz’in Marmara denizine göre daha yüksek tuz oranına sahip olması olarak ifade edilebilir.

Akdeniz’in tuz oranı %33 ila %39 değerleri arasında değişmektedir (URL-6).

Denizlerimizde tespit edilen tuz oranları mevsimler ve yağışlara göre değişiklik göstermektedir.

Köseoğlu (2013), dünya denizlerinde tuz oranlarını 1m^3 suda bulunan tuz miktarını kg cinsinden aşağıdaki Tablo1.2. tablodaki gibi ifade etmiştir.

Tablo1.2. Dünya Denizlerinin Tuzluluk Oranları (kg/m^3) (Köseoğlu, 2013)

Baltık Denizi	17 kg/m^3
Hazar Denizi	6 kg/m^3
Kuzey Denizi	30-35 kg/m^3
Pasifik Okyanusu	32-35 kg/m^3
Atlantik Okyanusu	32-36 kg/m^3
Akdeniz	38-40 kg/m^3
Kızıldeniz	43-45 kg/m^3

Gözlev (2006)’e göre Türkiye’nin göl tuzu üretiminde en çok başvurulacak gölü olan Tuz gölüdür. Tuz gölünün dört bir tarafında gelişigüzel kurulan yerleşim alanlarında hızla artan nüfus yoğunluğu, göl etrafında bulunan ve atık bertaraf tesisi bulunmayan sanayi tesisleri ile yerleşim yerlerinin kanalizasyon atıklarının Tuz gölüne akıtılması gölü, gölde yaşayan canlıları ve tuz üretimini tehdit eden temel unsurlardır. Konya ilinde 1974

yılında açılan drenaj kanallarına aktarılan sular, evsel atıklar ve endüstriyel atıklar Tuz gölüne akıtılmaya başlanmış söz konusu bu atıklar hala Tuz gölüne şarj edilmektedir.

Deniz ve göllere, yerleşim yerlerinden akıtılan kanalizasyon atıklarından, evsel atıklardan ve endüstriyel atıkların oluşturduğu bu kirliliklerden dolayı deniz ve göl tuzu kullanımlarında sağlık açısından çeşitli sakıncalar ortaya çıkmaktadır.

1.4.2. Kaya Tuzu

Ülkemizde çok geniş alanlara yayılmış, bazıları bilinen ve henüz gün yüzüne çıkarılmamış çok zengin kaya tuzu kaynaklarına sahiptir.

Köseoğlu (2013)'na göre İç Anadolu Bölgemizde bulunan Yozgat, Çankırı ve Çorum ile Doğu Anadolu Bölgemizde bulunan Kars, Erzincan, Erzurum ve Sivas illerini kapsayan bölgeden başlayarak İran içlerine kadar uzanan yer altı tuz madenlerinde 30 civarında kaya tuzu kaynakları yer almaktadır. Bunun dışında Adana ve Siirt yöresinde de yeraltı tuz kaynakları bulunmaktadır. Kars, Çayırılı, Adana, Sivas gibi bölgelerde de petrol ve yer altı madenlerinin rezervlerinin araştırılması esnasında bazı kaya tuzu kaynakları tespit edilmiştir.

Köseoğlu (2013) Türkiye kaya tuzu rezervlerini aşağıda bulunan Tablo 1.3.'teki gibi olduğunu bildirmiştir.

Tablo 1.3. Türkiye Kaya Tuzu Rezervleri. (Köseoğlu, 2013)

Tuzlanın Adı	Yeri	Görünür (Ton)	Muhtemel (Ton)	Mümkün (Ton)
Sekili	Yozgat	107 Milyon	359 Milyon	300 Milyon
Çankırı	Çankırı	821 Milyon	358 Milyon	959 Milyon
Gülşehir	Nevşehir	75 Milyon	96 Milyon	20 Milyon
Tepesidelik	Kırşehir	-	-	20 Milyon
Tuzluca	Iğdır	-	-	100 Milyon
Kağızman	Kars	-	-	60 Milyon

Bugün Dünya genelinde olduğu gibi ülkemizde de tüketilen tuz genellikle denizlerden, göllerden ve bazı yer altı tuz madenlerinden elde edilmektedir. Ancak tarih boyunca insanoğlu, tuzun nerede bulunduğunu bilemediğinden 20.yüzyıla kadar tuzun peşinden koşmuştur. Modern yer bilimi teknikleri ile yeraltındaki rezervleri kolayca tespit edilebilen tuz, insanlar tarafından her zaman önemsenmiştir.

Kurlansky (2003)'ye göre bazı dönemlerde asker ve işçilerin maaşlarının tuz olarak ödendiği ifade edilmiştir. Çin ve Orta Avrupa'daki birçok uygarlıkta savaşların finansmanı için tuz vergisi koydukları tarih belgelerinde yer almaktadır. Romalılar için ise tuz, imparatorluk kurmanın zorunlu bir parçası olarak kabul edilmiştir. Egemen oldukları her bir toprak parçasında tuzlalar kurup, geliştirip ticaretin gelişmesi için deniz kıyılarında buluna yerleşim yerlerine, bataklıklara, tuz kaynaklarının yakın olduğu her yere tuzlarlar ve tuz ocakları kurmuşlardır.

Kurlansky (2003) kitabında tuzu, “Ortaçağda onur kazandıran bir madde, Rönesans döneminde zenginlerin lüksü, farklı kültürlerde tanrı, böcek ısırılmaları ve diken batmaları gibi durumlarda da ilaç olarak kullanıldığını” ifade etmiştir. Roma döneminde tuzun, sofrada mutlaka bulunduğu, savaş sonrası veya anlaşmazlık sonrası taraflar arasında bir anlaşmanın sağlandığı yemek masalarında tuzlukların mutlaka bulunduğu ve aksi bir durumda masada tuzluk olmamasının düşmanca bir tavır olarak kabul edildiği ifade edilmektedir. Yemek masasında tuz ve tuzluk olmaması kuşku duyulacak bir davranış olarak kabul edilmiştir. Roma İmparatorluğu döneminde Roma şehrinin başkent olması ve öneminin artmasından şehrin nüfusu artmış ve şehir büyümeye başlamıştır. Şehrin tuz ihtiyacının karşılanması tuzu taşımak için şehre giden birçok yol inşa edilmiştir. İnşa edilen ve günümüzde de kullanılan yolların en önemlisi “Via Salaria” yoludur. Bu yol Roma şehrini Adriyatik denizine bağlamaktadır. Roma’da günümüzde de önemini kaybetmemiş tarihi yollardan biri “Via Salaria” yoludur.

Tarih kaynaklarında Orta Asya’da da tuzun önemli bir besin olduğu ifadelerine yer verilmektedir. Orta Asya’da yaşamış Türk boylarının yaşantıları incelendiğinde tuz ile ilgili farklı yaşantıların olduğu görülmektedir. Manas destanında tuz zenginliği temsil ederken, Kutadgu Bilig destanında cömertlik ve misafirperverliği temsil ettiği görülmektedir. Yunus Emre şiirlerinde, Kadı Burhaneddin’in Divan adlı eserinde de tuzla ilgili birçok ifadeye yer verilmiştir.

Kurlansky (2003), “Tuz- İnsanlığın Tuzlu Tarihi” adlı kitabında Osmanlı döneminde tuzun önemi hayattaki yeri ile ilgili “Osmanlı Devleti’nde deniz ve büyük göllerin kıyısında bulunan yerleşim birimlerindeki tuzlarda ve yer altı tuz yataklarında üretilen tuz, sanayide, yiyecek maddelerinin uzun süre saklanması ve gündelik tüketimde fazlasıyla ihtiyaç duyulan maddelerdendi. Gelirleri Osmanlı hazinesinin önemli kalemlerinden olan tuzlalar ülkenin birçok yerinde faaliyet göstermekteydiler. Osmanlı devletinde bulunan başlıca tuzlalar şunlardır. Akdeniz sahillerinde, Kıbrıs, Becin (Menteşe Livası), Batnos (Aydın Livası), İzmir, Menemen, Rodos, Çandarlı, Midilli, Kızılcaturzla, Enez Gümlüce, Selanik, Ağrıboz, Mora, İnebahtı. Adriyatik sahillerinde, Avlonya ve Delvine’de. Karadeniz bölgesinde Ahyolu Tekfürköyü’nde. Anadolu’da Koçhisar Gölü’nde, Hacıbektaş ve Divriği’de. Rumeli’de İzvornik’teydi. Bağlı devletlerden Boğdan, Eflak, Transilvanya ve Ragusa’da bulunan tuzlaların gelirleri

çoğunlukla ya padişah haslarının ya da yüksek görevlilerin dirliklerinin gelir kalemleri arasında yer almaktaydı.” İfadelerini kullanmıştır.

Kurlansky (2003)’e göre “Günümüzde ise en büyük tuz üreticisi ve tüketicisi ABD’dir. Yılda 40 milyon tondan fazla tuz üreten ABD, satış gelirleri bakımından 1 trilyon dolardan fazla kazanıyor. Tuz üretiminde ABD’yi sırasıyla Çin, Almanya, Kanada ve Hindistan izliyor. ABD’de tuz üretiminin sadece %8’i gıda sektörüne giderken, tuz üretiminin %51’i yolların buzlanmasını engellemek için kullanılıyor.”

1.5. Ülkemizde Üretilen Tuz Çeşitleri Nelerdir?

Ülkemizde tuz üretimi, Deniz sularından, Göl sularından, Yeraltı Madenciliği yöntemiyle kaya tuzundan ve Yeraltı Kaynak sularından olmak üzere 4 farklı doğal kaynak kullanılarak yapılmaktadır.

Bu çalışmada yeraltı madenciliği yöntemiyle elde edilen kaya tuzları kullanılmıştır.

1.6. Kaya Tuzu Nedir? Özellikleri Nelerdir?

Türkiye’de genel olarak Çankırı, Nevşehir-Gülşehir ve Yozgat-Sekili’de bulunan kaya madenlerinden kapalı madencilik yöntemiyle elde edilen, temel olarak NaCl’den oluşan ancak içerisinde birçok minerali barındıran, rafine işlemi gibi herhangi bir işleme maruz bırakılmadığı için kimyasal olarak yabancı madde içermeyen bir tuz çeşididir.

Kaya tuzu yeraltında bulunan tuz madenlerinde üretilip yeryüzüne çıkarıldığından deniz ve göl tuzlarına göre çevre kirliliğinden daha az etkilenir ve genellikle kaynağına göre beyaz veya gri renkte bulunur.

Ergin (1988)’e göre yeraltında farklı derinliklerde kaya halinde bulunan Sodyum Klorür madeni kaya tuzu olarak tanımlanmaktadır. Jeolojik devirlerde, denizlerin veya kapalı iç havzaların yüksek oranda buharlaşmaları sonucu kaya tuzu yataklarını oluşturmuştur. Kaya tuzları deniz tuzlarından farklı olarak bulundukları katmanlara göre bileşimleri farklı olabilmektedir. Öyle ki aynı katmandan alınan farklı numunelerin bileşimi bile farklılık

gösterebilmektedir. Bulundukları katmanının saflık oranına ve içeriğinde ki yabancı maddelerin varlığına göre kaya tuzları gri, koyu gri, ne nadiren de olsa beyaz ve şeffaf renkte bulunurlar.

Kaya tuzu kristalleri, insan organizmasında bulunması gereken 92 mineral ve elementten 84 tanesini içermektedir. Kaya tuzu kristalleri rafine edilmemiş, katkı maddesi içermeyen ve çevresel kirlenmelere uğramamış kristallerdir. Kaya tuzu kristallerinde eser miktarda bulunan mineraller alfabetik sıralamaya göre; aktinyum, alüminyum, antimon, arsenik, astatin, baryum, berilyum, bizmut, bor, brom, kadmiyum, kalsiyum, karbon, seryum, sezyum, klor, disporsiyum, erbiyum, europiyum, flor, fransiyum, galyum, germanyum, altın, hafniyum, holmiyum, hidrojen, indiyum, iyot, iridyum, demir, lantan, lityum, lutesyum, molibden, neodim, nikel, azot, osmiyum, oksijen, palladiyum, fosfor, platin, polonyum, plütonyum, potasyum, radyum, renyum, rodyum, rubidyum, rutenyum, tantalyum, tellür, terbiyum, talyum, toryum, uranyum, vanadyum, wolfram, yitriyum, çinko ve zirkonyum olarak sıralanabilirler (Karatay 2018).

Kaya tuzu kristalleri yukarıda sayılan elementleri eser miktarda içerdiği için adeta bir mineral deposudur. Bütün bu mineral ve elementler doğada bitki ve hayvan bütün canlıların yaşayabilmesi için gereklidir. 2000 yıldan fazla yaşayan ve hala zeytin vermeye devam eden zeytin ağaçlarını doğada kaya tuzları beslemektedir. Asırlarca dallarını yenileyerek ve dört mevsim yeşil kalarak yaşayan çam ağaçları da güç ve kuvvetlerini yetiştikleri topraklarda bulunan kaya tuzlarından almaktadırlar. Anadolu'da birçok yerde hayvanlara kaya tuzlarından yapılmış yalama taşları ile günlük tuz ihtiyaçları kadar tuz yalatılmaktadır.

1.7. Kaya Tuzundan Tuz Üretimi

Dünyanın oluşumundan ve ilk insanların tuzu lezzet vermesi amacıyla keşfedip kullanmalarından beri kaya tuzu yeraltı madenciliği veya açık madencilik şeklinde yeryüzüne çıkarılıp işlenmektedir. Günümüzde ülkemizin çeşitli şehirlerinde kaya şeklinde bulunan kaya tuzu kaynaklarından, açık madencilik ve yeraltı madenciliği yöntemleriyle önemli bir miktar kaya tuzu üretilmektedir. Çıkarılan tuz kayaları yıkanıp

fiziksel olarak temizlendikten sonra mekanik öğütücülerde öğütülerek paketlenmekte ve piyasaya arz edilmektedir.

Kaya tuzu çıkarmanın ve işlemenin günümüzde en çok kullanılan yöntemi sulu yöntem olarak bilinir. Tarih kaynaklarından günümüzden 1000 yıl önce kullanıldığı kabul edilen sulu yöntemde kaya tuzu kaynaklarına yüzeyden açılan yollarla sıkılan su yeryüzüne tuzlu su olarak çıkarılmakta ve buharlaştırılarak tuzlu sudan tuz üretilmektedir. Buharlaştırmada güneş ışınlarından yararlanıldığında elde edilen tuz solar tuz olarak adlandırılmaktadır. Birçok tuz gölünde ve açık kaynaklarda güneş ışınları yardımıyla buharlaştırma yöntemi kullanılmaktadır (Avcı 2003).

1.8. Kaya Tuzunda Bulunan Mineraller ve Sağlık Açısından Önemi

İnsan vücudunun günlük belli bir miktar tuz almaya ihtiyacı vardır. Tuz ve su hayattır ve tuzsuz yaşam olmaz.

Karatay (2018) “Senelerden beri tüketmekte olduğumuz ve korkarak tükettiğimiz rafine sofr tuzu olan saf (NaCl) sodyum klorür aslında sağlık açısından zararlıdır. Çünkü en başta adından da anlaşılacağı üzere fabrikasyon işlem görerek rafine edilmiştir, içerdği tüm minerallerden arındırılmıştır, birçok işlemden geçerek ve kimyasal maddeler eklenerek ‘akar’ hale getirilmiştir. Geriye sadece saf sodyum klorür kalmıştır.”

“Evet şimdiye kadar verdiğimiz bütün bilimsel kanıtlar rafine sofr tuzu diye bildiğimiz saf sodyum klorürle yapılmıştır, ancak yine de tuzun vücut için önemini kanıtlamıştır. Bu araştırmalar bir de doğal mineral içeren kristal kaya tuzu ile yapılmış olsa daha ne faydalı etkileri çıkacaktı ortaya.”

“Vücudumuzun her halükarda tuza ihtiyacı vardır. Ancak doğal, rafine olmamış ve işlem görmemiş olan kristal kaya tuzuna ihtiyacı daha fazladır. Tuz endüstrisi oluşmadan önce, tuzun asırlarca, binlerce yıl beyaz altın olarak kabul gördüğü tarihi bir gerçektir.”

“Tabiatta insanlar, hayvanlar ve bitkiler için tuz ihtiyacını doğal yollardan karşılamak amacıyla yaratılmış doğal tuz madenleri/mağaraları varken, doğal olanın tüm canlılar için

en sağlıklı olan olduğu tartışılmaz bir gerçekken, tuzun işlenmiş rafine olanı mı, yoksa doğal olanı mı daha sağlıklı diye tartışmaya gerek yok sanırım!”

Vücudumuzun ideal bir şekilde çalışabilmesini saplamak amacıyla, eksik olan tuz ihtiyaını gidermek son derece kolay ve basit bir uygulamadır.

Doğal ve yeteri kadar tuzlu besinler tüketerek, tüm vücudumuzda ve kanımızda, vücut sıvılarımızda gelişmiş olan tuz açığına kapamamız mümkün ve en kolay yoldur. Metabolizmamız hızlanacak, enerjimiz artacak, sık acıkma, açlık hissi ve doymama korkusu, aç kalacağım korkusu da sona erecektir. Vücudumuzda sinsi olarak gelişen kronik inflamasyon başlayamadığı gibi, vücut tuzumuzun optimum yani ideal düzeyse kalması da sağlanacaktır.

Senelerden beri tuz zararlıdır algısıyla yaşamış olan kişiler, özellikle tuz kısıtlaması uygulanan hastalar, bir de tuz düşürücü kalp ve tansiyon düşürücü ilaçlar kullanıyorlarsa, tuz ihtiyaçları daha fazla artmaktadır. Bu kişilerin daha fazla kristal kaya tuzu kullanmaları gerekmektedir.

Vücudumuzda tuzumuzu azaltan ya da düşüren ilaçlar arasında, başta idrar söktürücü dediğimiz diüretikler gelmektedir. Ayrıca tansiyon düşürücü olarak kullanılan ACE inhibitörleri grubu ilaçlar kullananların ideal tuz düzeylerini sağlamaları gerekmektedir.

Kanımızda oluşan çok düşük tuz değerleri de doğal olarak kardiyovasküler sağlığımıza zarar verebilmektedir.

Aşırı halsizlik, çarpıntı ve baş dönmesi gibi yakınmaların temel nedeni tuz azlığına ve dehidratasyona bağlı olarak gelişmeleridir.

Daha önce de belirttiğimiz gibi, sağlıklı bir şekilde çalışan böbreklerimiz ve bütün hormonlarımız kanımızda, bütün hücrelerimizde ve vücudumuzda tuzun yükselmemesi için termostat olarak çalışmaktadırlar.

Tuzlu yemeklerimiz her zaman daha lezzetli olur, damak tadımızı tatmin eder ve tokluk hissimiz gelişir. Bu nedenle tuzlu yemekler yediğimiz zaman suçluluk hissetmek doğru değildir. İçimiz rahat etsin.

Aslında yeterli kaya tuzu tüketmekle organizmamız da gelişmiş olan kronik inflamasyon ve buna bağlı kronik dejeneratif hastalıklardan kurtulmak mümkün olmaktadır.

Diğer bir deyişle tansiyonumuz düzelir, kan şekerimiz düzelir, obeziteden kurtuluruz, insülin direncimiz düzelir, şeker hastalığımız düzelir, kalp yetersizliğimiz de düzelir.

Kaya tuzu kristali insan vücudunun temel ihtiyacı olan, bir organizma için olmazsa olmaz olan 92 mineralin 84'ünü içerir. Doğal ve bozulmamış, yani rafine edilmemiş, fabrikaya uğramamış, direkt olarak doğadan elde edilen dengeli 84 mineral içerir kaya tuzu.

Kristal kaya tuzu bağışıklık sistemini güçlendirir. Daha enerjik olmanızı sağlar, sık sık hasta olmanızı önler, ayrıca hücrelerinize ve kritik organlarınıza fazla stres yüklenmesini önler.

Rafine sofrata tuzu yalnız iki mineral, yani sadece sodyum ve klorür içerir. Rafine edilerek beyazlaştırılmıştır. Kimyasal işlemlerden geçirilerek 84 mikro-mineralinin 82 adedinden yoksun bırakılmıştır. Ayrıca topaklanmasını önlemek amacıyla, yani akışkanlığı sağlamak adına Alüminyum hidroksit (Alzheimer hastalığına neden olan) ve yararlı olan iyot tuzu da eklenmiştir.

Kristal kaya tuzu ise saftır, işlem görmemiştir. Kimyasal katkı maddeleri içermez, çevresel kirlenmeye maruz kalmamıştır. Kristal kaya tuzunda saydığımız bütün minerallerle birlikte doğal olan iyot da bulunmaktadır.”

Kaya tuzu kaynakları bakımından zengin iki ülke olan İspanya ve Polonya’ da başta astım olmak üzere birçok hastalığın tedavisinde yeryüzünün metrelerce altında bulunan kaya tuzu otelleri kullanılmaktadır. Tıp literatüründe kaya tuzu ve tuz mağaraları kullanılarak uygulanan tedavi yöntemi Haloterapi olarak adlandırılmaktadır.

Karatay (2018), “Haloterapi ile başta kronik bronşit gibi solunum sistemi hastalıkları olmak üzere çeşitli sağlık sorunlarının giderildiği birçok bilimsel çalışmayla gösterilmiştir.” demektedir.

Bilimsel araştırmalarda yer alan gerçeklerden yola çıkarak tuz da su gibi hayat kaynağıdır demek mümkündür.

Tuzun vücudumuzda olası eksiklikleri ile “Alman doktor Barbara Hendel ve Peter Ferreira’nın Wassere-Salt (Su ve Tuz, Yaşam Kaynağı) adını verdiği kitapta, bilimsel araştırmalar ışığında vücuttaki su ve tuz eksikliği ile kronik yorgunluk, sinüzit, hiperaktivite, tansiyon rahatsızlıkları, stres, bronşit, cilt sorunları, astım, göz rahatsızlıkları, sedef gibi hastalıkların ilişkisini ortaya koymuştur.” ifadelerini kullanmıştır (Karatay 2018).

Kalp damar hastalıklarını araştıran bilim adamı Dr. James Dinicolantonio da kaya tuzunun insan sağlığı üzerinde etkilerini “*The Salt Fix. Why the Experts Got it All Wrong and How Eating More Might Save Your Life*” adlı kitabında 2017 yılında detaylı olarak işlemektedir.

Bunun yanında Himalayalar’ın eteklerinde yer alan Pakistan’daki Himalaya tuzu, Khewra Tuz Madenleri’nden çıkarılmaktadır. Dünyadaki en büyük ikinci tuz madeni ve Khewra madeninin resmi kayıtları 13. yüzyıla kadar uzanmaktadır. Khewra’dan elde edilen tuz saydam, beyaz, pembe, kırmızı ve koyu kırmızı tuzları içermektedir. Bugün madenler 11 seviyeye kadar uzanan yaklaşık 25mil tünel içermekte ve neredeyse yarım mil dağlara uzanmaktadır.

Himalaya tuzu, makromineraller ve eser mineraller dahil olmak üzere sağlığınız için gerekli olan mineralleri içerir. Makromineraller nispeten bol miktarda gereklidir ve kalsiyum, klorür, demir, magnezyum, fosfor, potasyum ve sodyum içerir. Bu makromineralin önerilen günlük miktarı yaşınıza, aktivite düzeyinize ve genel sağlığınıza bağlıdır. Kalsiyum vücudunuzdaki en yaygın mineraldir ve kemiklerinizde ve dişlerinizde bulunur, ayrıca sinir ve kas sağlığında hayati bir rol oynar. Küçük miktarlarda eser mineraller gereklidir ve Himalaya tuzunda bulunanlar arasında bor, krom, bakır, florür,

iyot, manganez, molibden, selenyum ve çinko bulunur. Himalaya tuzundaki diğer mineraller alüminyum, karbon, platin, selenyum, sülfür ve titanyumu içerir.

Himalaya tuzunun sağlığını için iyi olan 84 mineral içerdiği söylenir. Bununla birlikte, Himalaya tuzu içerisindeki bileşenlerin hepsi teknik olarak mineral değildir; Bazıları, hidrojen ve oksijen gibi elementlerdir, fakat mineral değildir. Himalaya tuzu üzerine yapılan spektral analizler, kalsiyum ve klorür gibi makromineraleri ve demir ve çinko içeren eser mineraller içerdiğini göstermektedir.

Mineral, kristal yapıya özel kimyasal bileşimlerle doğal olarak oluşan inorganik elementlerdir. Kristaller, kendilerine eşsiz şekilleri veren çok düzenli bir atom düzenlemesine sahiptir. Himalaya tuzu, jeologlarca mineral haliti olarak da bilinen sodyum klorür de dahil olmak üzere birçok mineral içerir. Sodyum klorür kübik bir yapıya sahiptir ve beyazdır, fakat Himalaya tuzundaki pembe demir oksitlerden gelir.

Günümüzde Himalaya pembe tuzu, yemeklerde kullanılmak ve yemek masasına eklemek için bir gurme tuzu olarak satılmaktadır. Mineral içeriği nedeniyle, Himalaya tuzu, çoğu zaman anti-cilalama maddesi sodyum ferrosiyanit gibi katkı maddelerine sahip olan normal sofradan daha sağlıklı kabul edilir. Himalaya tuzu, kurşun ve plütonyum da dahil olmak üzere büyük miktarlarda toksik olan, ancak eser miktarlarda güvenli olan bazı mineraller içerir.

URL-2'ye göre, "Himalaya tuzunda bulunan elementler sodyum ve klorüre ek olarak alfabetik sıraya göre, aktinyum, alüminyum, antimon, arsenik, astatin, baryum, berilyum, bizmut, bor, brom, kadmiyum, kalsiyum, karbon, seryum, sezyum, klor, krom, kobalt, bakır, disprosyum, erbiyum, europyum, flor, fransyum, gadolinyum, galyum, germanyum, altın, hafniyum, holmiyum, hidrojen, indiyum, iyot, iridyum, demir, lantan, kurşun, lityum, magnezyum, manganez, cıva, molibden, neodim, neptün, nikel, niyobyum, azot, osmiyum, oksijen, paladyum, fosfor, platin, plütonyum, polonyum, potasyum, praseodimyum, protaktinyum, radyum, renyum, rodyum, rubidyum, rutenyum, samaryum, skandiyum, selenyum, silikon, gümüş, sodyum, stronsiyum, kükürt, tantal, tellür, terbiyum, talyum, toryum, tülyum, kalay, titanyum, uranyum, vanadyum, wolfram, yitriyum, yittrbiyum, çinko ve zirkonyumdur.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma kapsamında ülkemizde satışta bulunan çeşitli tuz üretici firmalarına ait Kaya Tuzu örnekleri ve Himalaya tuzu katı olarak temin edilmiştir. Elde edilen numuneler numaralandırılarak sıralanmıştır.

Tuz numuneleri JEOL JSM-6510 Scanning Electron Microscope cihazında 50 μm , 250 μm , 500 μm ve 1000 μm 'lik ölçülere büyütülerek fotoğrafları çekilmiştir.



Şekil 2.1. Jeol JSM-6510 Scanning Electron Microscope

Tuz numuneleri CEM marka Mars 6 One Touch (USA) model mikrodalga cihazı kullanılarak numune yakma ve analiz işlemi uygulanmıştır. Numune yakma ve analiz işlem basamakları şöyledir;

- ✓ 0.5g örnek tartılarak cihazın teflon tüplerine boşaltılır,
- ✓ Üzerine 10mL HCl eklenerek ağzı sıkıca kapatılır,
- ✓ 15 dakikada maksimum sıcaklık 210°C ye çıkar ve 15 dakikada bu sıcaklıkta bekler, toplam süre 30 dakikadır. Cihaz bu esnada 400-1800W güç harcamaktadır,
- ✓ Teflon tüpler çeker ocak altında açılır ve 10mL ultra saf su ile beraber ağzı kapaklı cam erlenlere alınır, eğer partikül varsa filtre edilir.

Son aşamada numuneler Perkin Elmer FT-IR cihazında elementel analize tabi tutulacaktır.



Şekil 2.2. Tartım İşleminin Yapıldığı Hassas Terazi



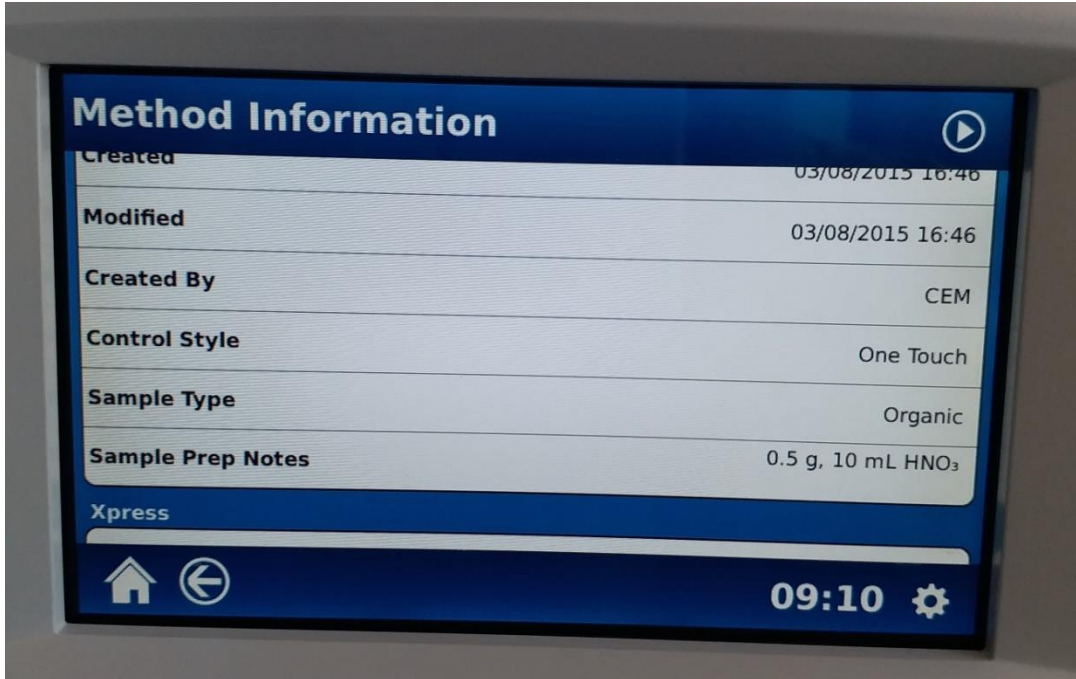
Şekil 2.3. Mars 6 mikrodalga fırın



Şekil 2.4. Mars 6 mikrodalga fırın



Şekil 2.5. Teflon Tüplere Konulan Numuneler



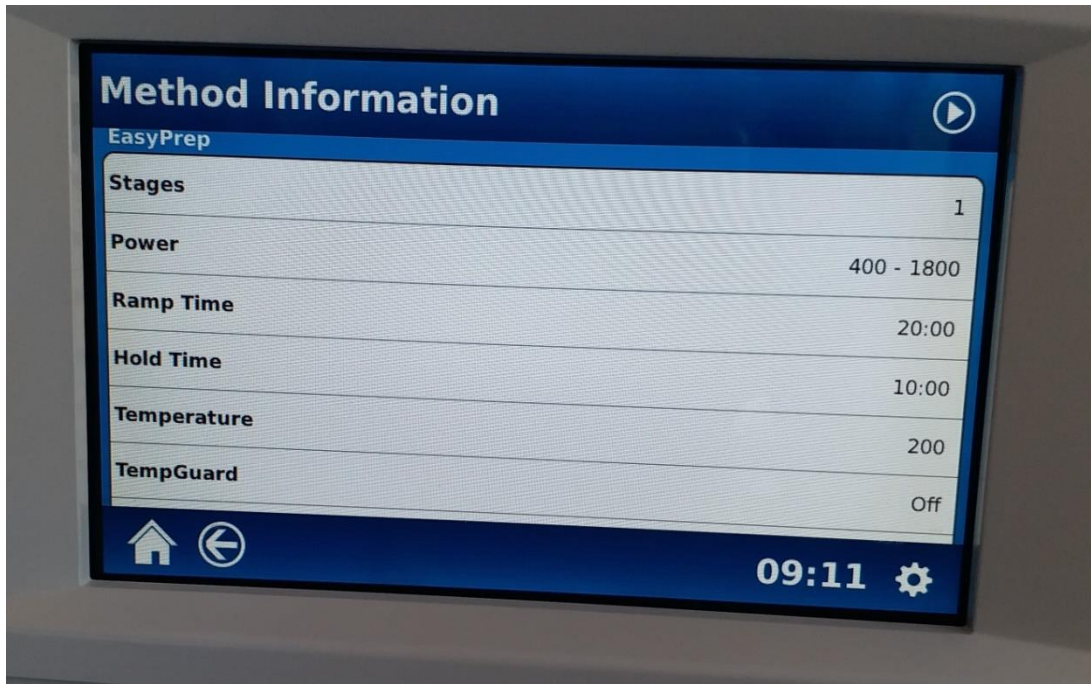
Şekil 2.6. Mars 6 Metod 1



Şekil 2.7. Mars 6 Metod 2



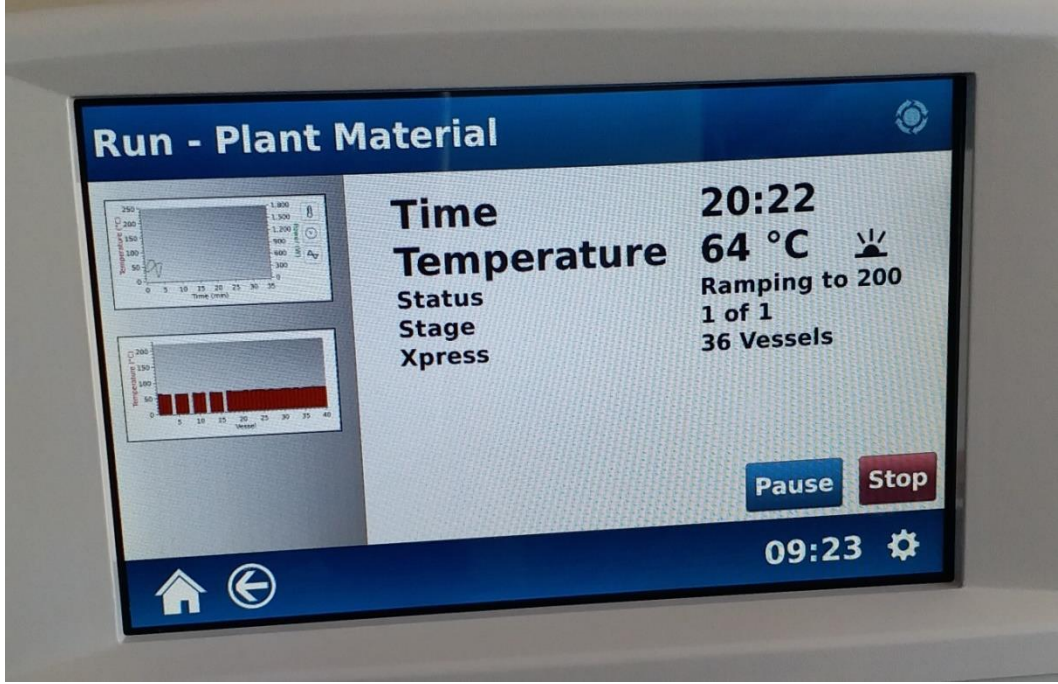
Şekil 2.8. Mars 6 Metod 3



Şekil 2.9. Mars 6 Metod 4

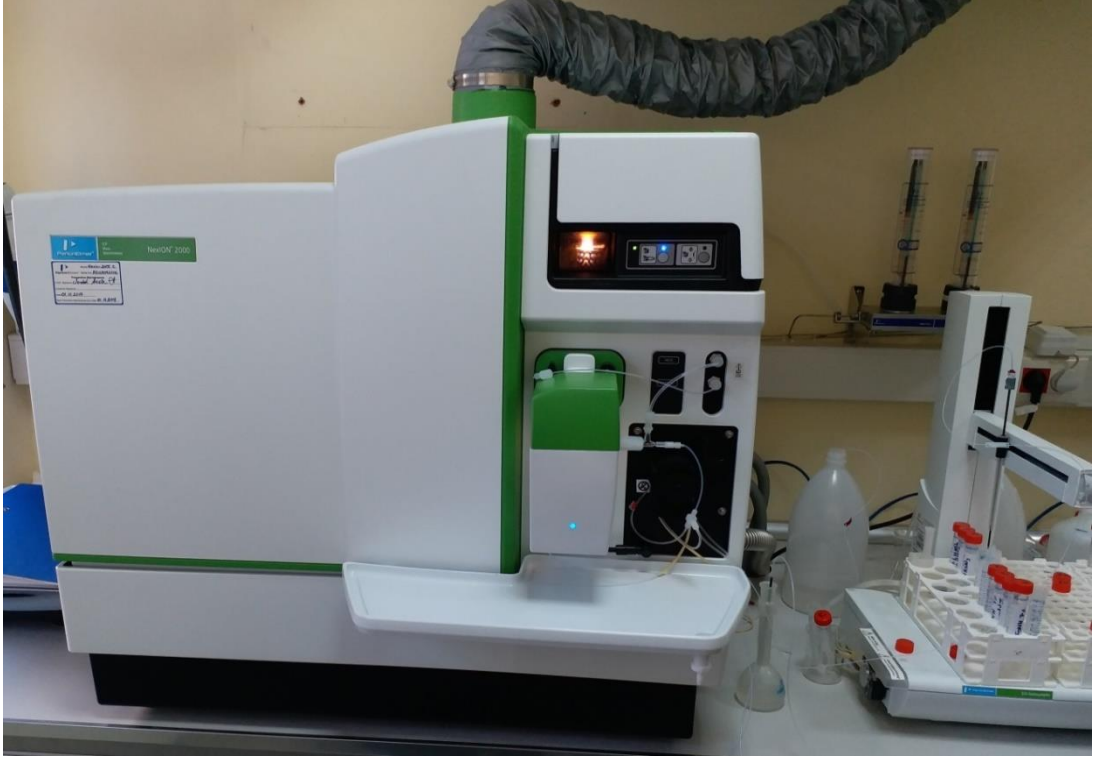


Şekil 2.10. Mars 6 Metod 5



Şekil 2.11. Mars 6 Metod 6

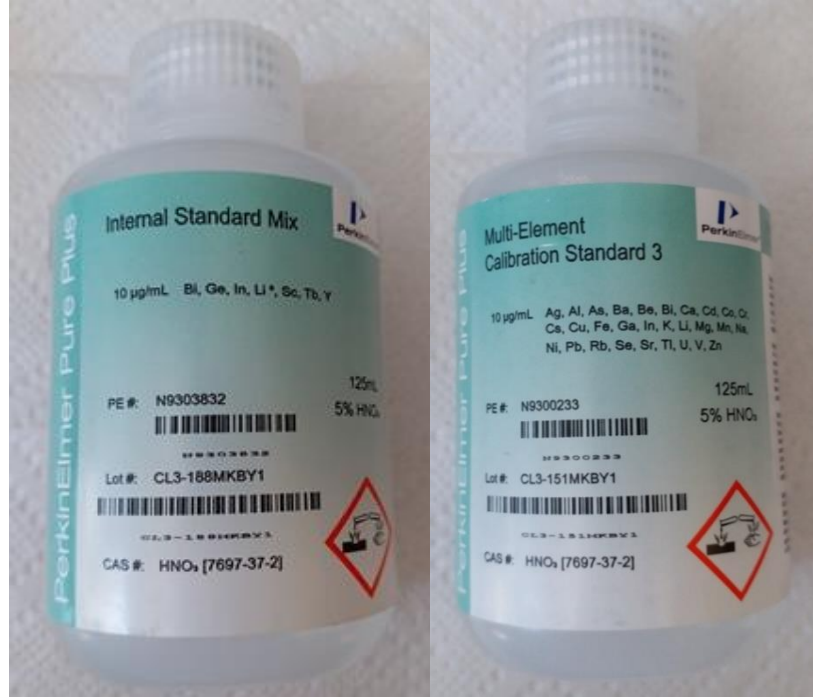
Numune analizlerinin ikinci aşamasında numunelerin element analizleri için kuarz nebulizer gazlaştırıcı, cyclonic spray chamber ve entegre bir auto-sampler bulunduran ICP-MS NexION® 2000 (PerkinElmer® Inc., USA) cihazı kullanılmıştır. Human power I cihazından elde edilen 18,3MΩ ultra saf su kullanılarak %1 hidroklorik asit-ultra saf su içeren yıkama çözeltisi hazırlanmıştır. ICP-MS metodu, numune hazırlanmasında 1.guruptaki her bir tuz numunesi için 10ml saf su ve 2.guruptaki her bir tuz numunesi için pH'sı yaklaşık 2 olan 10ml hidroklorik asit çözeltisi mikro dalgada hazırlanmıştır. ICP-MS kalibrasyon çözeltileri ticari olarak satılan çoklu element standartları %1'lik (nitrik asit-ultra saf su) ile seyreltilerek Tablo 1'de belirtilen konsantrasyonlarda hazırlanmıştır. Ayrıca, her ölçümden önce ICP- MS kalibrasyonu yapılmıştır.



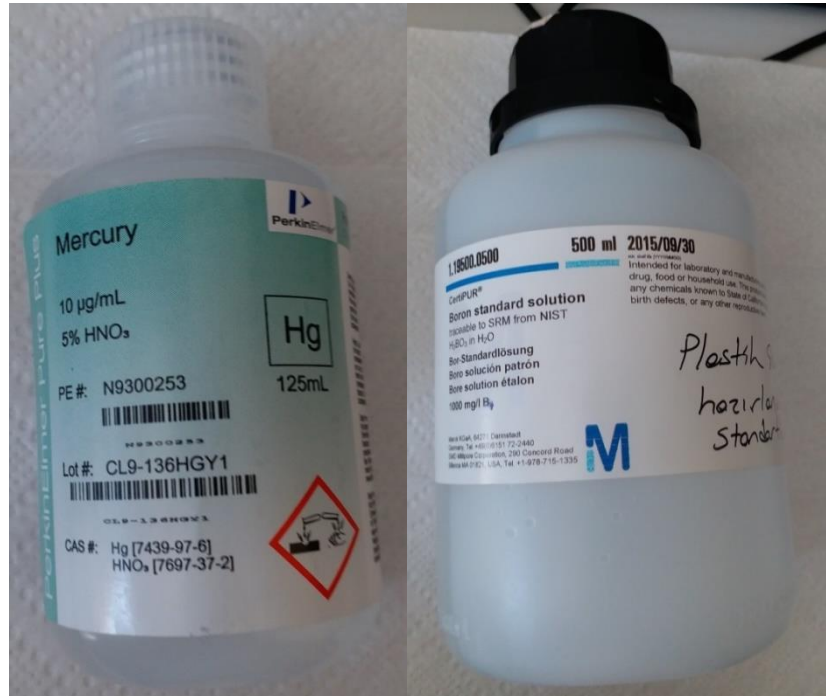
Şekil 2.12. ICP-MS NexION® 2000 (PerkinElmer® Inc., USA) cihazı genel görünüm



Şekil 2.13. ICP-MS NexION® 2000 (PerkinElmer® Inc., USA) cihazı ve Numuneler



Şekil 2.14. ICP-MS NexION® 2000 (PerkinElmer® Inc., USA) Kalibrasyon Standartları



Şekil 2.15. ICP-MS NexION® 2000 (PerkinElmer® Inc., USA) Kalibrasyon Standartları

Tablo 2.1. Kalibrasyon standartları

	1.Standart 0,1 (ppb)	2.Standart 1 (ppb)	3.Standart 10 (ppb)	4.Standart 50 (ppb)	5.Standart 125 (ppb)	6.Standart 250 (ppb)	7.Standart 500(ppb)	Internal standart
Analitler	Cr Cd Ni Li Be B Na Mg Al K Ca V Cr Mn Fe Co							Sc
	Ni Cu Zn Ga							
	Se Rb Sr Ag Cd In Cs Ba							Y
	Hg Tl Pb U							Bi

Bir peristaltik pompa yardımıyla numuneler argon gazı akışı ile cyclonic spray chamber'e gönderildi. Ölçümlerde ayarlama, girişimler, veri toplama ve veri analizi dahil olmak üzere cihazı kontrol etmek için ICP-MS NexION cihaz yazılımı kullanıldı. Girişimleri önlemek için argon gazına ek olarak yüksek oranda helyum gazı kullanılmıştır. ICP cihazının tüm çalışma koşulları Tablo 2.2'de gösterilmiştir.

Tablo 2.2. Cihaz koşulları

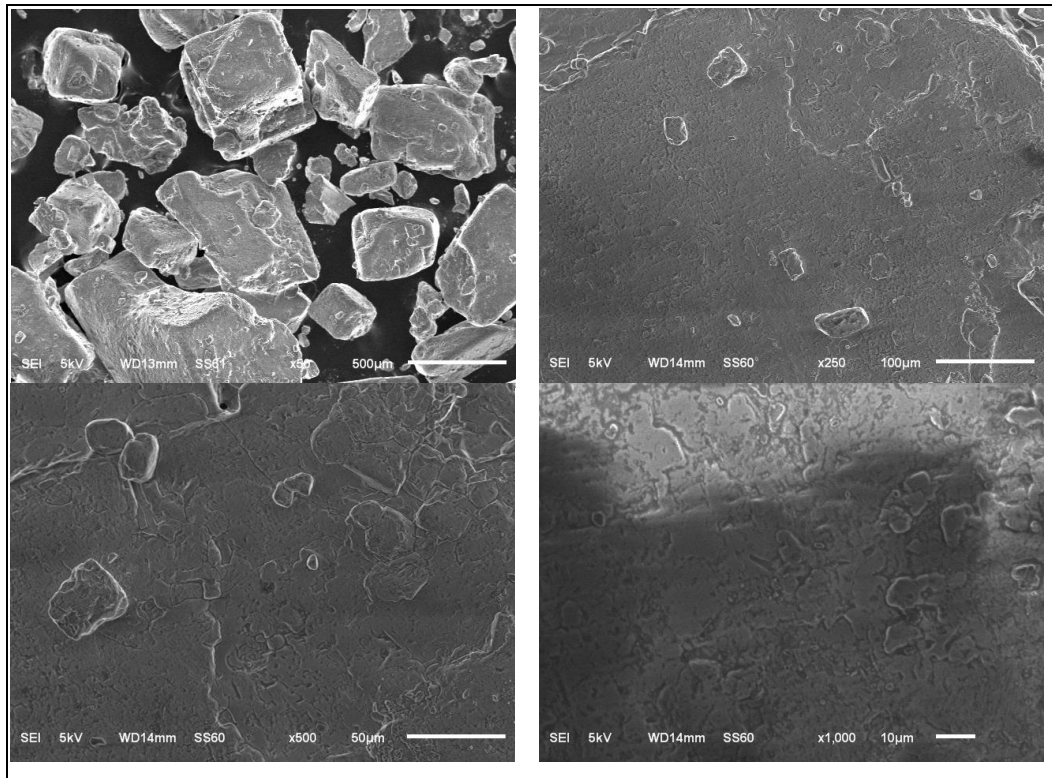
Parametre	Açıklama/ Değer
Nebulizer	MEINHARD® plus Glass Type C
Spray Chamber	Glass cyclonic (baffled), 2 °C
Injector	2.0 mm i.d.
Nebulizer Flow	Optimized for < 2% oxides
RF Power	1600 W
Cones	Ni
Replicates	3
Dwell time	50 ms
Aerosol Dilution	Set to 2.5x
Sample Delivery Rate	350 µL/min
Rinse time	45 saniye
Nebulizer gas flow rate	0,93 L/min
deflector voltage	-12 V,
analog stage voltage	-1750 V
pulse stage voltage	1100 V,
discriminator threshold	26,
Alternating current (AC) rod offset	-4,

Ölçümlerde ayarlama, girişimler, veri toplama ve veri analizi dahil olmak üzere cihazı kontrol etmek için ICP-MS NexION cihaz yazılımı kullanıldı.

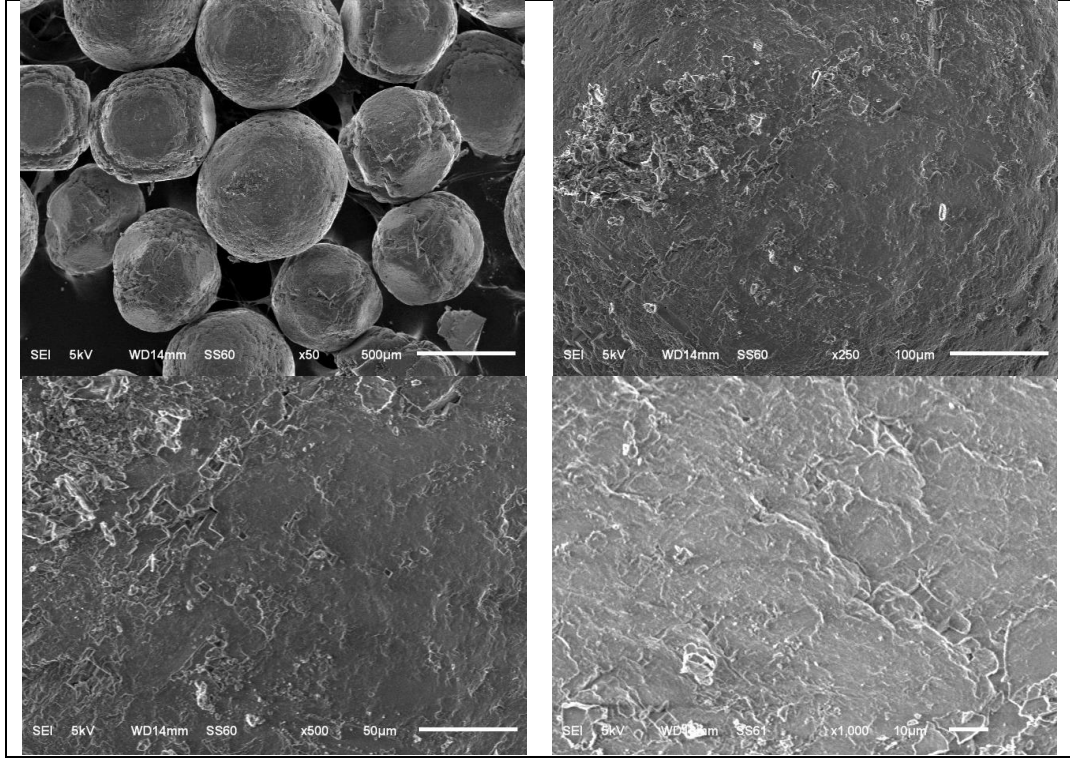
3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. JEOL JSM-6510 Scanning Electron Microscope İle Alınan Bulgular

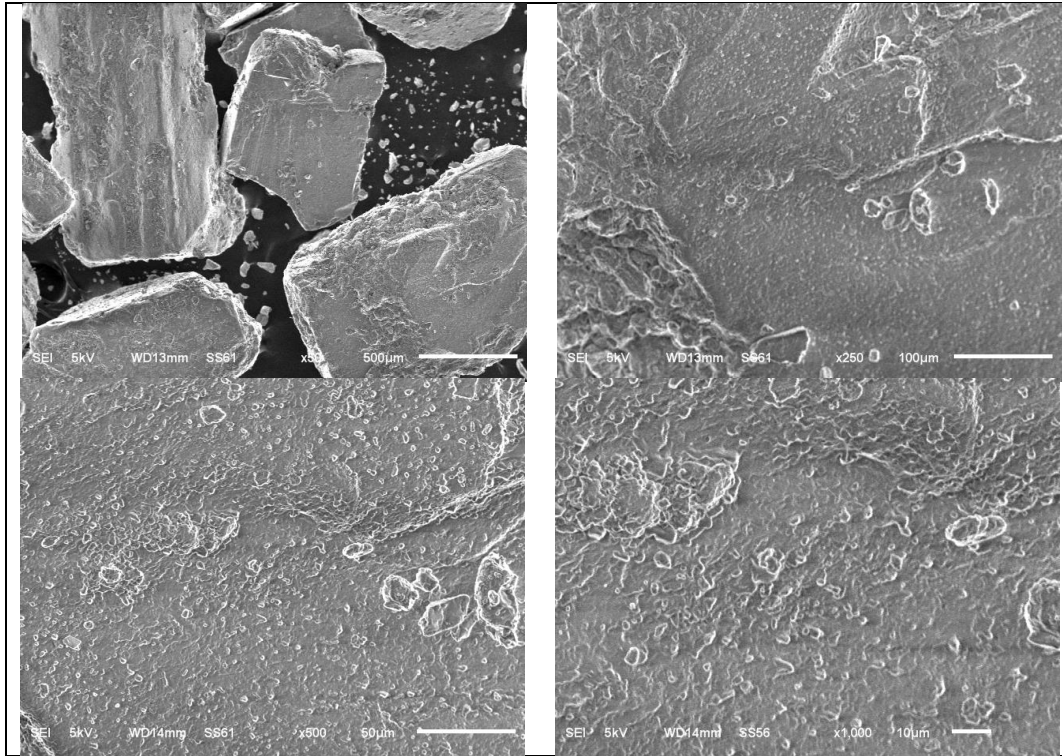
Bu tez kapsamında yapılan deneylerde kullanılan 6 farklı tuz numunesinin ilk etapta JEOL JSM-6510 Scanning Electron Microscope cihazında 50 μm , 250 μm , 500 μm ve 1000 μm 'lik ölçülere büyütülerek fotoğrafları çekilmiştir.



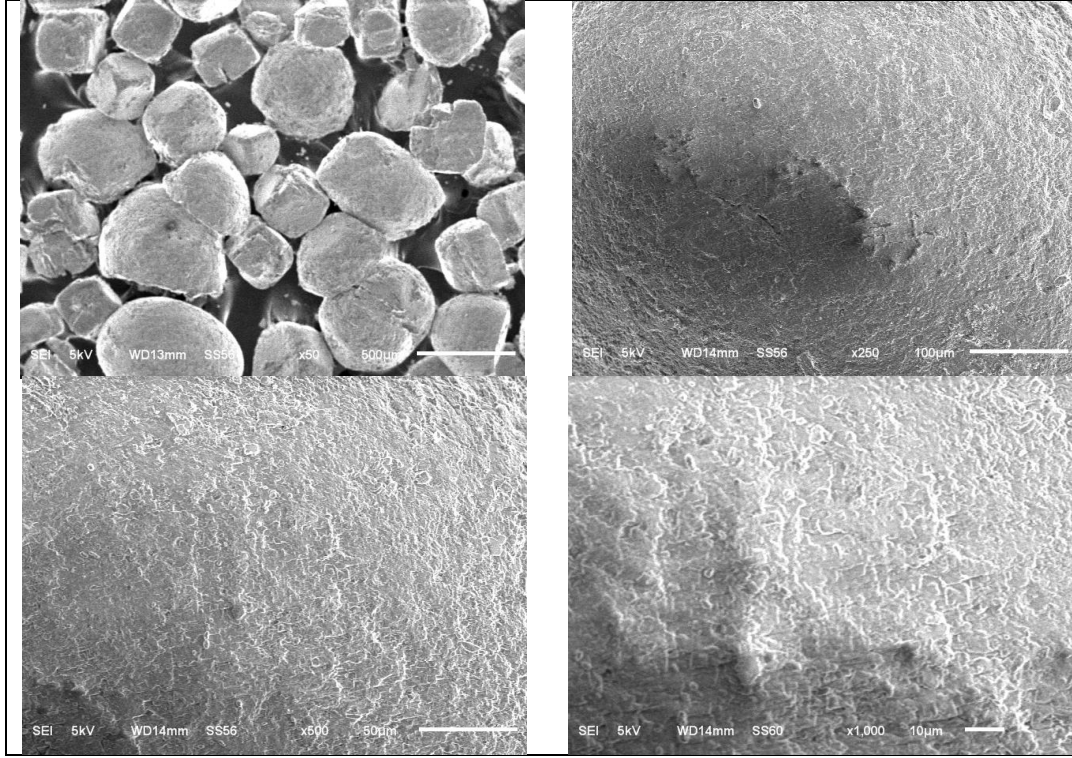
Şekil 3.1. Numune 1'in 50, 250, 500 ve 1000 μm lik kesitleri



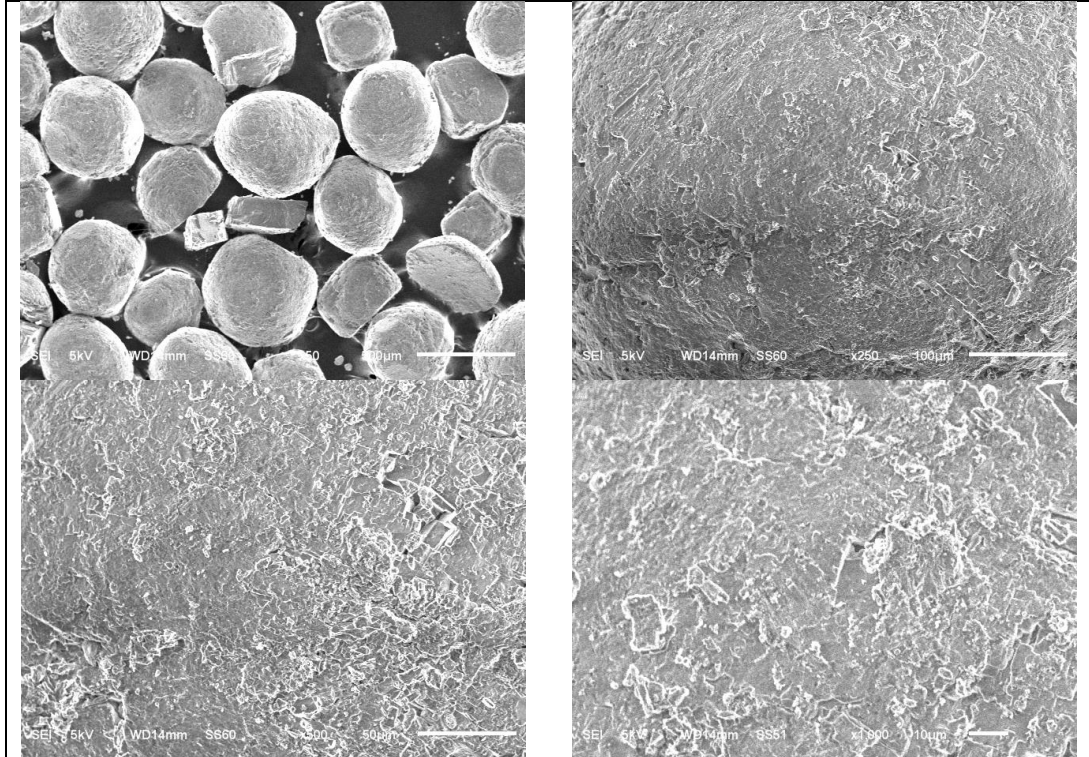
Şekil 3.2. Numune 2'in 50, 250, 500 ve 1000 μm lik kesitleri



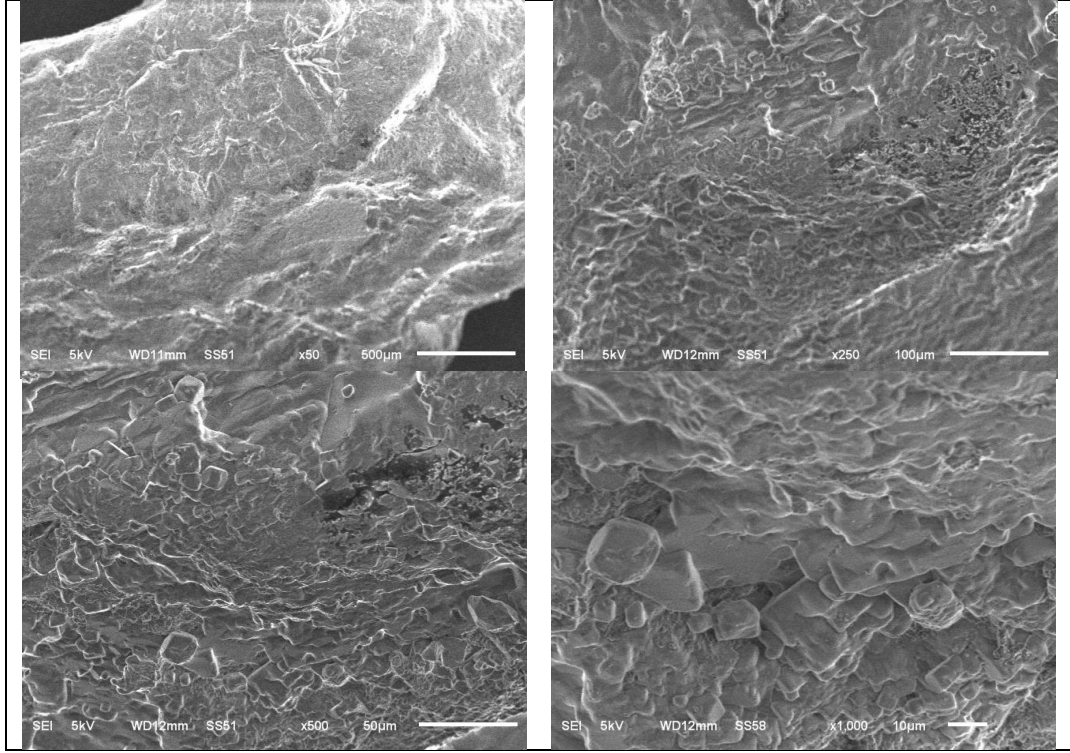
Şekil 3.3. Numune 3'ün 50, 250, 500 ve 1000 μm lik kesitleri



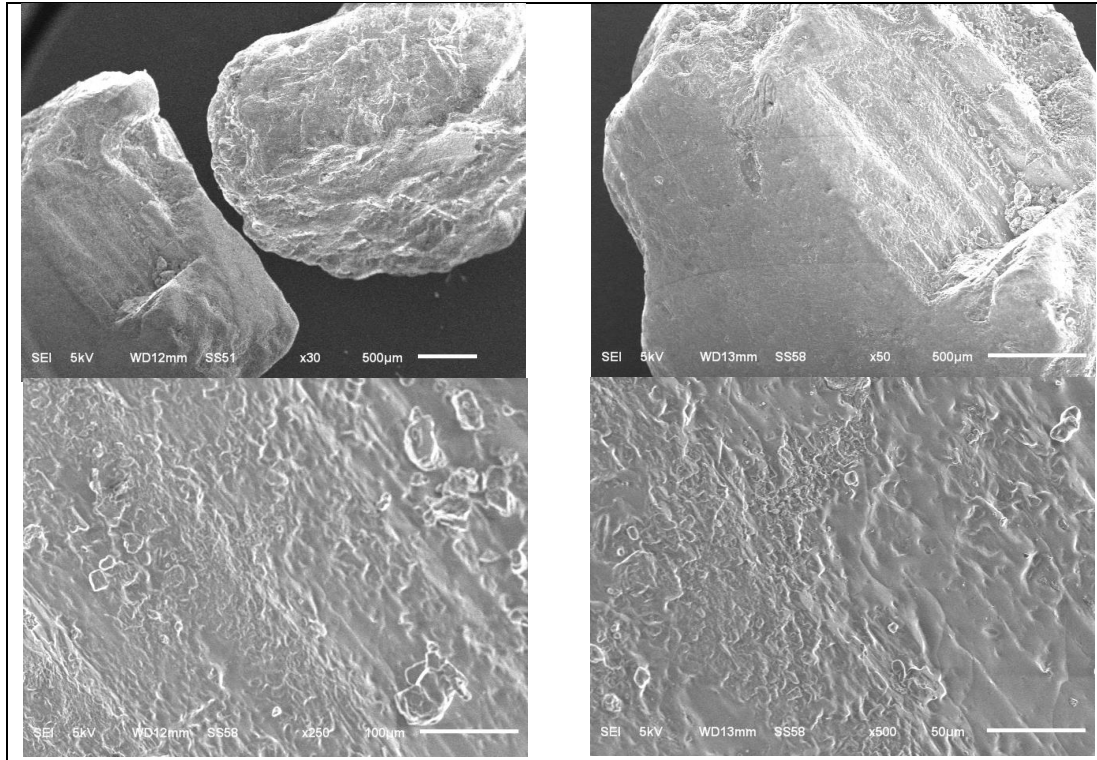
Şekil 3.4. Numune 4'ün 50, 250, 500 ve 1000 μm lik kesitleri



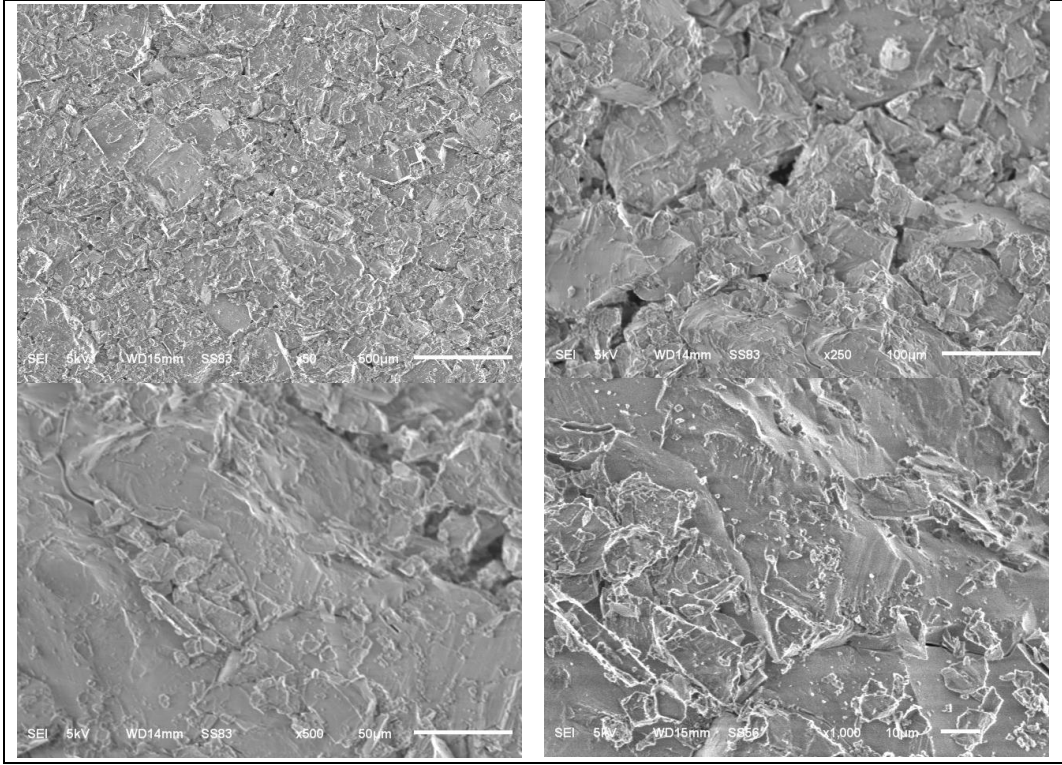
Şekil 3.5. Numune 5'in 50, 250, 500 ve 1000 μm lik kesitleri



Şekil 3.6. Numune 6'nın (Beyaz Kristaller) 50, 250, 500 ve 1000 μm lik kesitleri



Şekil 3.7. Numune 6'nın (Kırmızı Kristaller) 50, 250, 500 ve 1000 μm lik kesitleri



Şekil 3.8. Numune 6'nın (Toz haline getirilmiş numune) 50, 250, 500 ve 1000 µm luk kesitleri

3.2. ICP-MS NexION® 2000 İle Alınan Bulgular

Tuz numunelerinin element analizlerinin yapılması için tuz numunelerinin her birine ilk önce CEM marka Mars 6 One Touch (USA) model mikrodalga cihazı kullanılarak numune yakma ve analiz işlemi uygulanmış, daha sonra da element analizleri çeşitli standart çözeltiler kullanılarak kuarz nebulizer gazlaştırıcı, cyclonic spray chamber ve entegre bir auto-sampler bulunduran ICP-MS NexION® 2000 (PerkinElmer® Inc., USA) cihazı ile yapılmıştır. Yapılan bu analizlerden elde edilen bulgular aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

Tablo 3.1. Su ile hazırlanan tuz numunelerinde metal analiz sonuçları

			SU İLE HAZIRLANAN ÖRNEKLER		
	Atom No	ÖRNEK	1.Numune	2.Numune	3. Numune
ELEMENTLER	3	Li	1311,53±46,46	953,90±23,96	7537,90±402,59
	4	Be	0,73±0,23	0,80±0,17	0,80±0,17
	5	B	474,76±22,46	172,2±6,82	316,1±27,32
	12	Mg	918944,5±33195,18	9961,86±5939,54	310164,86±21430,47
	13	Al	1142,13±180,06	674,76±54,17	544,96±21,98
	19	K	773799,43±19992,41	54179,6±10706,40	356178,23±26597,01
	20	Ca	20722,83±1325,76	365,8±138,58	7981,7±1240,87
	21	Sc	28582,46±1591,99	27541,3±976,37	8185,53±8185,53
	23	V	3082,76±255,61	1809,4±195,26	759,03±80,88
	24	Cr	11516,16±6428,36	3363,9±1154,12	838,26±497,22
	25	Mn	14655,56±567,80	660,2±109,67	4386,73±316,52
	26	Fe	1311,66±297,85	813,5±151,84	587,63±31,71
	27	Co	344,5±75,37	187,2±15,38	176,26±21,37
	28	Ni	2330,3±800,99	978,7±198,35	381,6±153,96
	29	Cu	5333,33±1196,07	4568,6±490,83	3308,43±128,47
	30	Zn	3245,6±356,54	2671,33±265,68	337,76±12,56
	31	Ga	279,56±67,20	198,93±59,20	115,4±4,78
	37	Rb	1516,7±309,76	429,13±53,06	1110,8±58,38
	38	Sr	1131241±38637,94	10913,93±6403,03	499725,6±61683,74
	39	Y	116463,56±5129,16	121462,56±3265,19	36697,6±3280,31
	47	Ag	1981,86±110,04	1291,93±289,08	663,36±162,29
	48	Cd	19,1±0,55	31,53±3,17	11,63±1,72
	49	In	134803±7092,22	141894,06±5275,01	38340,76±2955,55
	55	Cs	804,76±356,06	95,2±5,84	195,36±10,35
	56	Ba	16274,03±1886,04	4353,03±92,72	14327,26±839,96
	80	Hg	3588,03±1911,38	3205,5±386,23	411,13±124,77
	81	Tl	216,7±9,04	169,6±25,43	101,33±4,97
	82	Pb	5540±122,82	33476,33±2141,20	3927,1±260,40
	83	Bi	303376,66±13320,24	325603,4±21260,52	91842±2024,06
	92	U	192,06±21,29	70,2±5,57	71,2±8,58

Tablo 3.2. Su ile hazırlanan tuz numuneleri metal analiz sonuçları

			SU İLE HAZIRLANAN ÖRNEKLER		
	Atom No	ÖRNEK	4. Numune	5. Numune	6. Numune
ELEMENTLER	3	Li	2467,50±42,84	1026,00±41,10	1536,10±227,60
	4	Be	0,2±0,10	0,36±0,23	3,1±0,75
	5	B	487,53±16,36	276,26±8,77	248,6±26,09
	12	Mg	602899,8±15570,40	345996,56±4032,03	3544527,5±639926,61
	13	Al	193,76±14,88	245,60±72,63	8576,3±3466,48
	19	K	1041262,36±25427,28	591691,53±9370,54	5058673,1±682847,58
	20	Ca	7267,9±221,92	4484±235,43	14325,76±1895,71
	21	Sc	5980,4±141,12	5948,06±189,16	6229,83±140,10
	23	V	498,36±16,59	493,8±15,54	1072,3±157,20
	24	Cr	273,9±8,21	456,36±137,35	1247,4±318,57
	25	Mn	822,8±42,75	733,8±38,92	11437,16±1331,98
	26	Fe	514,83±20,60	496,43±20,40	2615,76±971,12
	27	Co	191,26±16,65	215,96±10,83	642,96±131,49
	28	Ni	466,76±16,91	707,233±57,13	545,43±127,03
	29	Cu	7374,9±1173,16	18338,76±2956,24	23239,4±628,72
	30	Zn	295,53±9,24	308,46±21,43	384,73±11,22
	31	Ga	84,36±1,63	68,36±2,37	183,83±15,53
	37	Rb	537,5±11,01	237,86±9,00	2102,26±290,50
	38	Sr	939715,7±30791,71	366743,73±18758,37	522660,86±80508,2
	39	Y	25913,96±264,47	26652,66±531,47	27562,7±366,08
	47	Ag	238,93±114,91	954,9±233,85	1417,4±1074,41
	48	Cd	15,03±1,05	14,93±0,87	11,93±1,02
	49	In	28199,56±593,86	29292,2±520,28	29143,03±421,36
	55	Cs	94,73±1,70	38,7±0,46	138,03±31,01
	56	Ba	8951,96±293,95	3890,66±203,11	33087,6±2222,74
	80	Hg	300,86±16,59	221,96±32,44	164,16±22,40
	81	Tl	95,63±2,69	82,76±4,58	110,86±13,04
	82	Pb	4832,03±101,01	7623,1±361,09	8952,3±42,83
	83	Bi	80660,16±696,51	77664,86±847,80	75970,8±479,93
	92	U	984,2±159,50	837,46±8,95	694,93±105,69

Tablo 3.3. HCl Asidi ile hazırlanan tuz numuneleri metal analiz sonuçları

	ASİT İLE HAZIRLANAN ÖRNEKLER				
	Atom No	ÖRNEK	1. Numune	2. Numune	3. Numune
ELEMENTLER	3	Li	910,43±24,88	588,43±21,31	6271,00±124,00
	4	Be	0,43±0,23	1,13±0,16	0,56±,26
	5	B	284,80±9,62	31,3±6,53	229,5±10,61
	12	Mg	779808,86±4868,29	5081,66±1328,54	227058,13±4041,36
	13	Al	1679,83±64,82	2460,76±1172,79	1488,66±707,34
	19	K	615575,66±16142,16	34202,66±4395,90	255594,46±2746,45
	20	Ca	16105,76±685,39	246,66±12,67	5346,6±442,33
	21	Sc	6774,06±206,81	6254,26±215,20	6361,4±69,77
	23	V	750,43±19,38	707,73±40,62	195,26±36,18
	24	Cr	6230,93±1971,77	4939,8±1745,39	5258,46±460,11
	25	Mn	12571,53±500,32	451,73±25,57	3344,03±14,29
	26	Fe	1734,63±177,75	1275,26±106,95	1211,16±81,72
	27	Co	1122,96±112,40	1033,36±207,78	1789,83±457,57
	28	Ni	1231,63±550,66	980,23±332,48	959,86±138,07
	29	Cu	10207,23±558,37	22374,5±1897,39	16824,53±667,99
	30	Zn	1089,76±67,17	982,5±95,58	808,46±9,09
	31	Ga	97,33±2,31	62,4±6,11	82,76±3,46
	37	Rb	557,56±9,17	382,2±129,54	796,03±44,13
	38	Sr	959327,46±22135,30	2822,5±182,15	328825,23±23528,39
	39	Y	27916,7±407,08	27073,73±634,74	26443,2±143,65
	47	Ag	766,9±224,63	164,96±11,41	6763±1499,38
	48	Cd	15,73±0,26	28,26±2,45	14,5±3,36
	49	In	30582,73±606,68	30687,03±1018,99	28735,5±485,49
	55	Cs	95,53±5,86	96,7±41,86	131,56±14,61
	56	Ba	13994,06±463,85	4023,1±1184,60	9472,26±695,89
	80	Hg	34,3±22,79	7,66±0,89	7,9±0,7
	81	Tl	145,0±8,37	77,56±9,03	61±3,47
	82	Pb	36894,96±7224,76	56641,33±6505,56	37343,26±8516,49
	83	Bi	74834,4±3126,23	73765,76±2064,96	71608,86±1844,45
	92	U	287,36±18,58	84,53±13,57	111,56±36,50

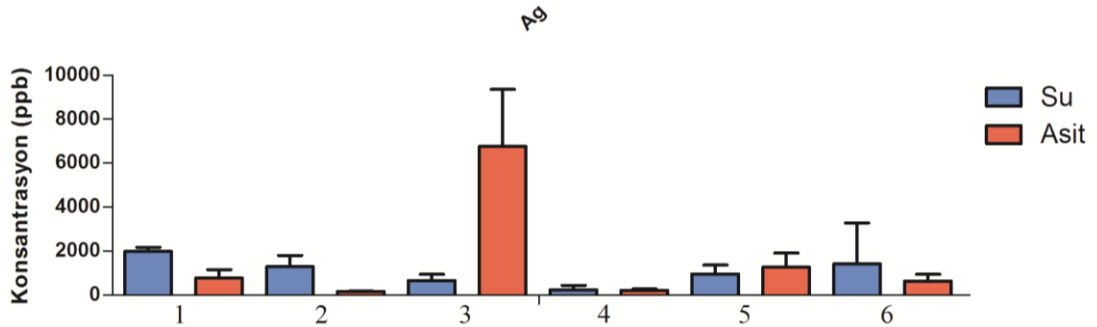
Tablo 3.4. HCl Asidi ile hazırlanan tuz numuneleri metal analiz sonuçları

	ASİT İLE HAZIRLANAN ÖRNEKLER				
	Atom No	ÖRNEK	4. Numune	5. Numune	6. Numune
ELEMENTLER	3	Li	2843,40±53,21	1111,40±2,94	2287,20±149,28
	4	Be	0,43±,06	0,46±,16	4,26±0,82
	5	B	526,83±15,42	303,53±3,51	245,66±9,89
	12	Mg	649990,66±15783,03	365150,5±579,68	2918521,5±159807,83
	13	Al	1046,73±638,63	898,43±501,61	18604,86±1925,48
	19	K	1143598,66±30171,83	653381,6±9982,64	4923100,8±232296,03
	20	Ca	8902,26±455,64	5824,4±337,91	15280,56±1113,54
	21	Sc	6654,93±76,24	6657,4±86,19	6469,56±87,60
	23	V	639,13±24,96	649,8±65,17	1366,8±55,15
	24	Cr	5061,23±289,32	8534,93±3757,81	6728,33±927,50
	25	Mn	1089,06±44,54	1425,8±439,63	12901,53±808,26
	26	Fe	1370,1±106,03	1100,4±55,38	4160,13±730,48
	27	Co	2814,43±164,19	3151,23±496,86	4854,5±830,71
	28	Ni	1417,16±122,69	4329,8±2218,75	2004,8±179,84
	29	Cu	18127,73±1946,04	18576,66±1794,94	39414,36±3805,36
	30	Zn	897,1±17,72	899,4±62,34	994,8±102,20
	31	Ga	84,8±2,66	76,53±6,00	154,66±13,34
	37	Rb	595,83±33,88	336,96±59,37	2028,66±129,39
	38	Sr	1075398,9±58702,79	458104,66±25533,60	453891,26±34179,30
	39	Y	27103,43±589,84	27000,2±364,37	28031,96±341,36
	47	Ag	212,96±37,19	1270,66±367,68	636,96±177,58
	48	Cd	25,23±1,42	27,9±3,56	27,1±3,69
	49	In	28714,66±943,21	29149,76±240,38	28842,86±305,99
	55	Cs	95,2±9,67	70,2±28,05	141,33±2,62
	56	Ba	8866,3±405,10	4470,46±184,98	26598,36±1583,61
	80	Hg	8±0,63	7,03±1,91	7,63±0,46
	81	Tl	67±2,98	62,86±4,98	70,06±1,70
	82	Pb	56955,43±3778,30	60628,53±5223,33	80153,16±80153,16
	83	Bi	65708,1±3040,51	63371,36±1111,85	63545,96±1058,55
	92	U	1367,7±67,60	961,3±30,75	927,23±79,32

Periyodik tablo içerisinde bulunan metallere kurşun, kadmiyum, civa, alüminyum, çinko, bakır, krom, nikel, arsenik, kobalt, uranyum, mangan gibi metaller ağır metal olarak kabul edilmektedir. Yerkabuğundan vücudumuza kadar uzanan her alanda bulunan ağır metallerin miktarları belli bir düzeyin üzerine ulaştığında vücudu zehirlenmeye başlanmaktadır. Belli miktarları vücuttan çok zor uzaklaştırılabilen ağır metaller ciddi sağlık sorunlarına sebep olabilmektedir. Kabuklu deniz canlıları, somon, kefal gibi yağlı ve deniz diplerine yakın yerlerde yaşayan balıklar, bakır tesisat boruları, alüminyum pişirme aletleri, bazı tasarruflu ampuller, sanayi tesislerine yakın yeraltı ve yerüstü su kaynakları ve gıda tesisleri gibi bir insanların hayatları boyunca temasta bulunduğu kaynaklar insan vücuduna ağır metallerin girişini kolaylaştırmaktadır.

Çalışmanın bu bölümünde elde edilen bulgular her bir metal için ayrı ayrı değerlendirilerek veriler grafik haline getirilmiştir.

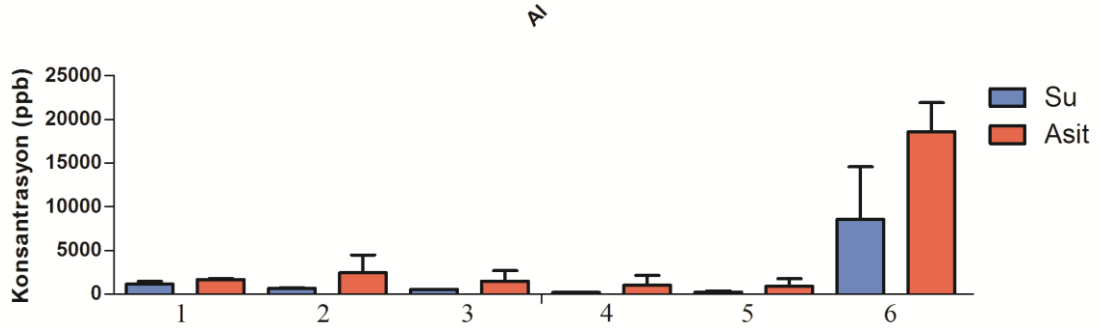
3.2.1. Gümüş (Ag)



Şekil 3.9. Gümüş metalinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb)

Yapılan analiz sonucu elde edilen verilere göre tuz numuneleri içerisinde 2000 ppb'nin altında gümüş (Ag) metalinin bulunduğu, gümüş (Ag) metal konsantrasyonunun su ile hazırlanan numunelerde HCl ile hazırlanan numunelere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

3.2.2. Alüminyum (Al)

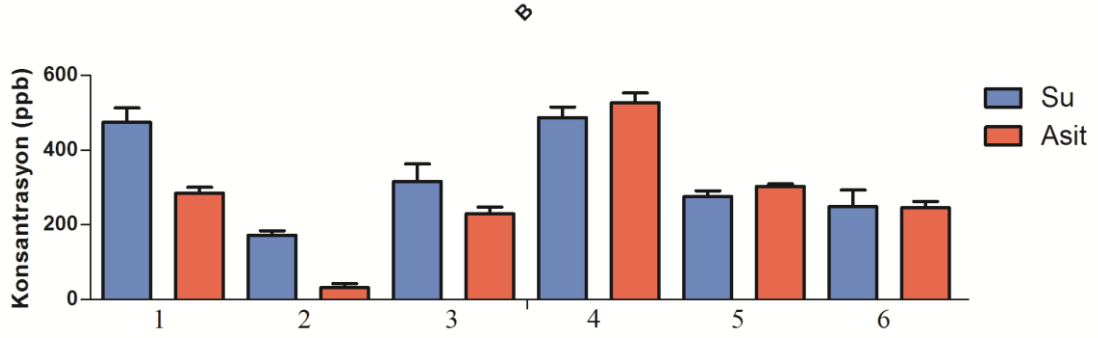


Şekil 3.10. Alüminyum metalinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb)

Yapılan analiz sonucu elde edilen verilere göre tuz numuneleri içerisinde 2000 ppb'nin altında alüminyum (Al) metalinin bulunduğu, alüminyum (Al) metal konsantrasyonunun HCl asidi ile hazırlanan numunelerde çok büyük bir fark olmamakla birlikte daha yüksek olduğu, Himalaya tuzu olan 6.numunede alüminyum (Al) miktarının çok yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Yerkabuğunda yaklaşık %8 oranında bulunan alüminyum (Al) metali insan vücuduna genel olarak sindirim sistemi yoluyla girmektedir. Alüminyum vücutta büyük ölçüde kemik ve akciğer başta olmak üzere çeşitli dokularda depolanmaktadır. Sağlıklı insanlarda böbrek yoluyla dışarı atılmaktadır. Alüminyum (Al)'un insan vücudunda bilinen en önemli etkisi sinir sistemi üzerine olanıdır. Yapılan deneysel çalışmalar Alzheimer Demansı (AD) ile Alüminyum miktarı arasında bir bağlantı olduğunu göstermektedir. Alzheimer Demansı (AD) ve Parkinson görülen hastaların beyinlerinde Alüminyum miktarının yüksek olduğu tespit edilmiştir. Alüminyum miktarının yüksek olması Alzheimer Demansı (AD) ve Parkinson görülen hastaların beyinlerinde Alüminyum kaynaklı hasarın görülmesine neden olmaktadır (Bakar ve Baba 2009).

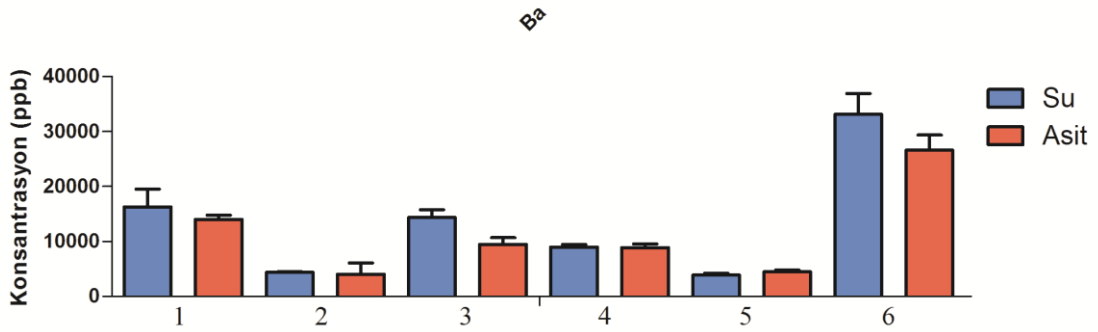
3.2.3. Bor (B)



Şekil 3.11. Bor elementinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb)

Yapılan analiz sonucu elde edilen verilere göre tuz numuneleri içerisinde 600 ppb'nin altında bor (B) elementinin bulunduğu, 4 ve 5. numuneler hariç diğer numunelerde sudaki Bor konsantrasyonunun HCl'deki konsantrasyonlarından daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

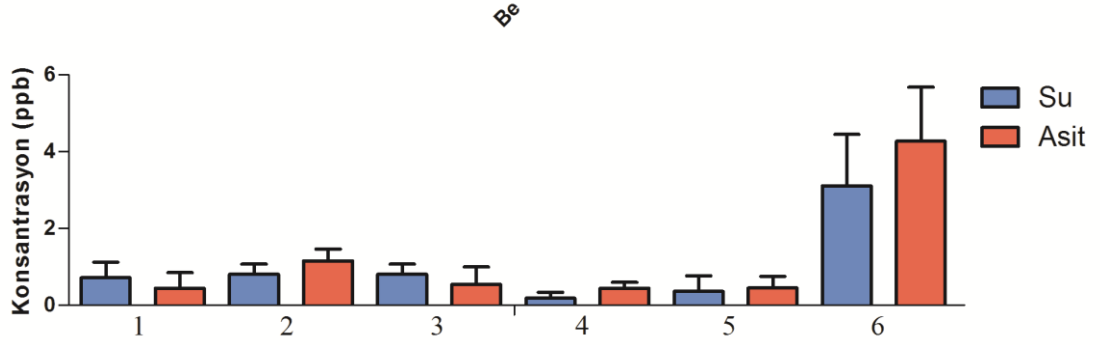
3.2.4. Baryum (Ba)



Şekil 3.12. Baryum (Ba) elementinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb)

Yapılan analiz sonucu elde edilen verilere göre tuz numuneleri içerisinde 30000 ppb'nin altında baryum (Ba) elementinin bulunduğu, 6. numune olan Himalaya tuzunda baryum konsantrasyonunun diğer numunelere göre yüksek olduğu, su ile hazırlanan numunelerde baryum konsantrasyonunun HCl'deki konsantrasyonlarından daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

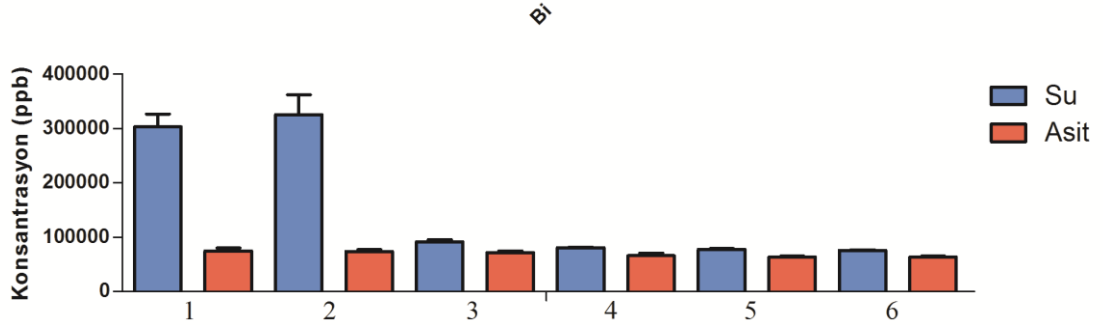
3.2.5. Berilyum (Be)



Şekil 3.13. Berilyum elementinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb)

Yapılan analiz sonucu elde edilen verilere göre tuz numuneleri içerisinde 6 ppb'nin altında berilyum (Be) metalinin bulunduğu, berilyum metal konsantrasyonunun 1, 3 ve 4. numunelerde berilyum metalinin sudaki konsantrasyonunun 2, 5 ve 6. numunelerde HCl asidindeki konsantrasyonunun daha yüksek olduğu, Himalaya tuzu olan 6.numunede berilyum (Be) miktarının diğer numunelere göre çok yüksek olduğu tespit edilmiştir.

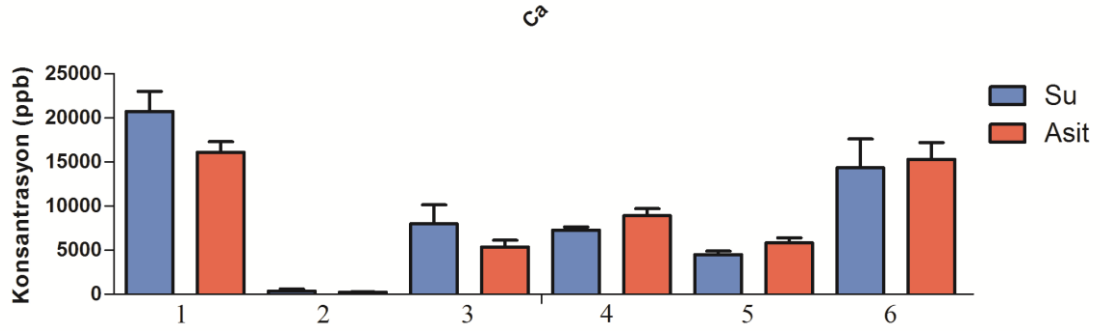
3.2.6. Bizmut (Bi)



Şekil 3.14. Bizmut elementinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb)

Yapılan analiz sonucu elde edilen verilere göre tuz numuneleri içerisinde 300,000 ppb'nin altında bizmut (Bi) metalinin bulunduğu, bizmut (Bi) metal konsantrasyonunun su ile hazırlanan numunelerde HCl ile hazırlanan numunelere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. 1 ve 2. numunede bizmutun suda belirgin oranda daha fazla çözündüğü tespit edilmiştir.

3.2.7. Kalsiyum (Ca)

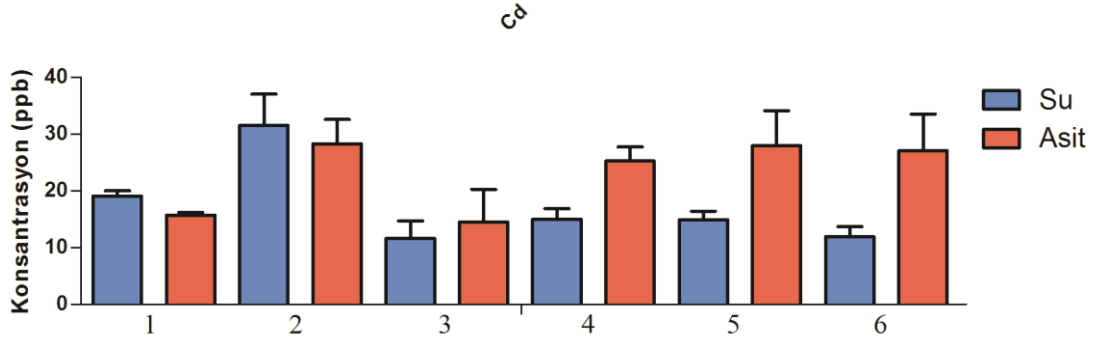


Şekil 3.15. Kalsiyum elementinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb)

Yapılan analiz sonucu elde edilen verilere göre tuz numuneleri içerisinde 25000 ppb'nin altında kalsiyum (Ca) metalinin bulunduğu, kalsiyum metal konsantrasyonunun 1,2 ve 3. numunelerde sudaki konsantrasyonunun, 4, 5 ve 6. numunelerde HCl asidindeki konsantrasyonunun daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Kalsiyum insan vücudunda bulunan kemik ve dişlerin temel bileşenidir. Kas ve sinir fonksiyonlarının düzenlenmesinde, enzimlerin aktivasyonunda önemli rol oynamaktadır. Kaslarda kasılma, kanın pıhtılaşmasında, sinir uyarılarının normal iletiminde rol oynamaktadır. Kalsiyum eksikliği kemik ve dişlerin yapısında bozulmalara, kaslarda kramplara, sinir ve uyarıların iletimlerinde sorunlara yol açmaktadır (Soetan ve Ark. 2010).

3.2.8. Kadmiyum (Cd)

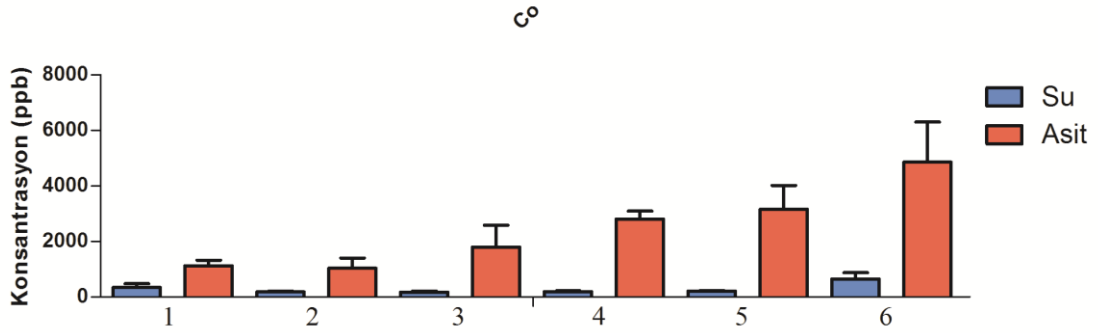


Şekil 3.16. Kadmiyum elementinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb)

Yapılan analiz sonucu elde edilen verilere göre tuz numuneleri içerisinde 40 ppb'nin altında kadmiyum (Cd) metalinin bulunduğu, kadmiyum metalinin 1 ve 2. numunelerde sudaki konsantrasyonunun, 3, 4, 5 ve 6. numunelerde ise HCl asidindeki konsantrasyonunun daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu durum kadmiyum metalinin mide de daha iyi çözünebildiğini göstermektedir.

Kadmiyum metali pillerde yaygın olarak kullanılan bir metaldir. Kadmiyum insan vücuduna havadan, sudan, besinlerden, sigaradan ve kullanılan kaplardan girebilmektedir. Kadmiyum insan vücudu için en tehlikeli ağır metallerden biri olarak kabul edilmektedir. İnsan vücudunda kalsiyuma etki ederek kemiklerin ve dişlerin kırılmaşmasına sebep olabilmektedir. Omurgada ve kemik sisteminde meydana gelen deformasyon ve kırılmalıklardan dolayı yaşam kalitesinde düşüşe sebep olmaktadır (Soetan ve Ark. 2010).

3.2.9. Kobalt (Co)

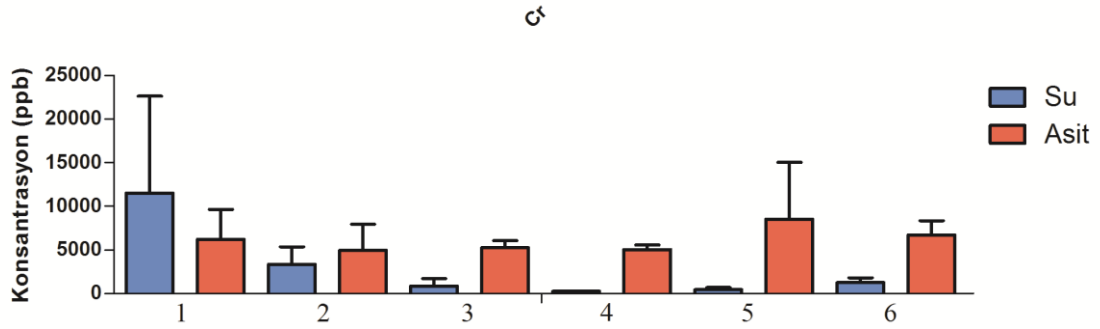


Şekil 3.17. Kobalt elementinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb)

Yapılan analiz sonucu elde edilen verilere göre tuz numuneleri içerisinde 6000 ppb'nin altında kobalt (Co) metalinin bulunduğu, kobalt metalinin bütün numunelerde HCl asidindeki konsantrasyonunun daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu durum kobalt metalinin mide de daha iyi çözünbildiğini göstermektedir.

Kobalt doğada çok miktarda bulunan bir metaldir. Bitki, hayvan, su ve toprakta bulunan doğal bir elementtir. Doğada radyoaktif olan ve olmayan izotopları halinde bulunmaktadır. Radyoaktif Kobalt kanser tedavisinde kullanılan tıbbi aletlerin üretiminde, alaşımlarda, kanser hastalarının tedavisi gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Ancak radyoaktif olan kobalt metaline temas etmek oldukça tehlikelidir. Bulantı, kusma ve ishale sebep olabilirken yüksek doz ölümlere sebep olabilmektedir. İnsan vücudu için yararlı olmakla birlikte yüksek dozda bulunması çeşitli zararlara neden olmaktadır. B12 vitaminin yapısında yer alan kobalt, DNA sentezinde ve aminoasit metabolizmasında yer almaktadır. Kobalt kırmızı kan hücrelerinin üretiminde kullanıldığından anemi tedavisinde önemli rol oynamaktadır. Karaciğer, kalp, böbrek, pankreas gibi organların yapısında bol miktarda bulunan kobalt yeşil yapraklı bitkilerde deniz mahsullerinde, ıstiridye, yumurta ve süt gibi gıdalarda bulunmaktadır (Soetan ve Ark. 2010).

3.2.10. Krom (Cr)



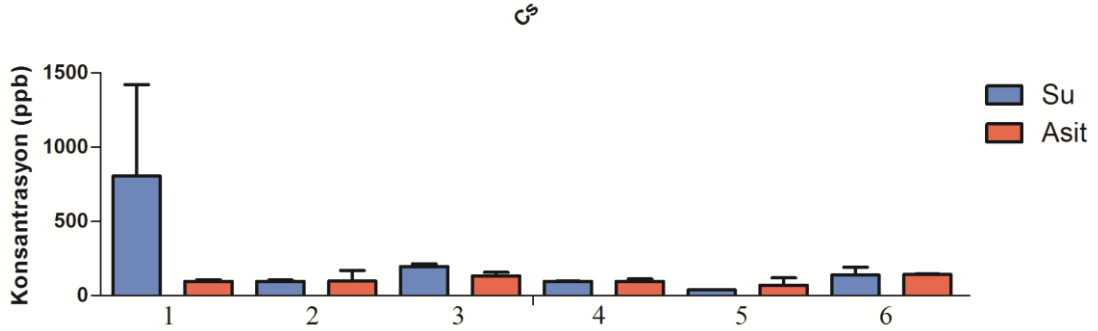
Şekil 3.18. Krom elementinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb)

Yapılan analiz sonucu elde edilen verilere göre tuz numuneleri içerisinde 12000 ppb'nin altında krom (Cr) metalinin bulunduğu, krom metalinin ilk numune hariç diğer bütün numunelerde HCl asidindeki konsantrasyonunun sudaki konsantrasyonundan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu durum kobalt metalinin mide de daha iyi çözünbildiğini göstermektedir.

Krom metal yaygın olarak kullanılan bir elementtir. Krom elementi en çok (0), (III) ve (IV) yüklerine sahip olarak bulunmaktadır. Paslanmaz çelik tencere, çatal, kaşık gibi ürünlerin yapımı ve kaplanmasında, kalça protezlerinde, tekstil ürünleri gibi farklı alanlarda kullanılmaktadır. Tütün ve tütün ürünlerinde de bulunmaktadır.

Yüksek oranda krom bileşiklerinin vücuda alınması kusma, bulantı, cilt hastalıkları, böbrek ve karaciğerlerde çeşitli hasarlara yol açtığı bilinmektedir (Soetan ve Ark. 2010).

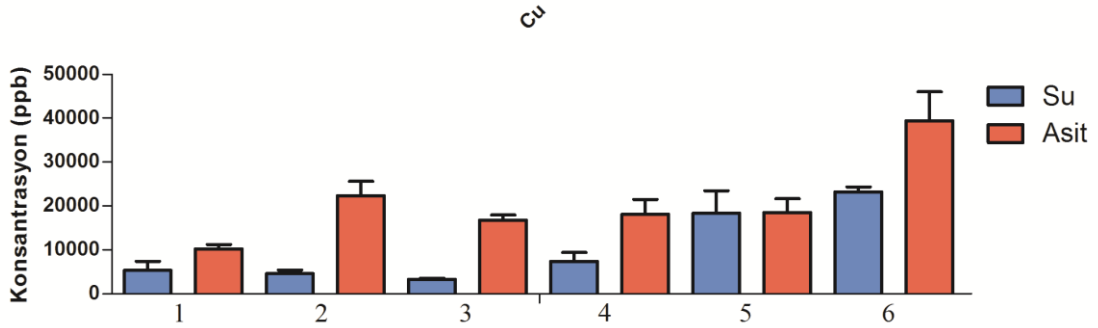
3.2.11. Sezyum (Cs)



Şekil 3.19. Sezyum elementinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb)

Yapılan analiz sonucu elde edilen verilere göre tuz numuneleri içerisinde 800 ppb'nin altında sezyum (Cs) metalinin bulunduğu, sezyum metalinin ilk numune hariç diğer bütün numunelerde düşük seviyede olduğu tespit edilmiştir.

3.2.12. Bakır (Cu)



Şekil 3.20. Bakır elementinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb)

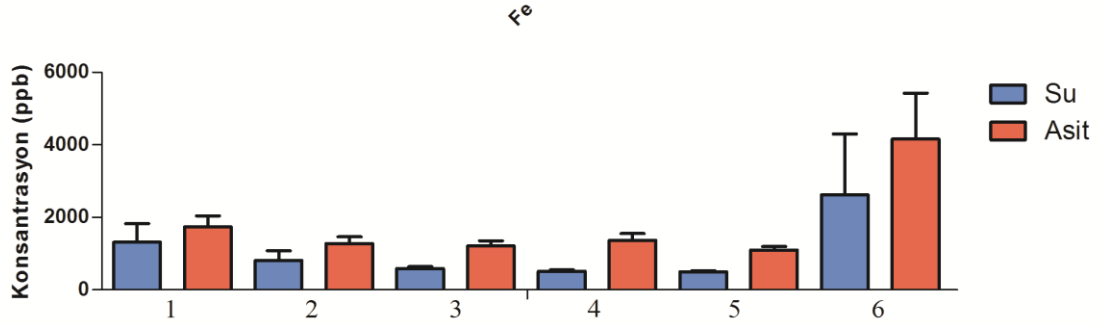
Yapılan analiz sonucu elde edilen verilere göre tuz numuneleri içerisinde 40000 ppb'nin altında bakır (Cu) metalinin bulunduğu, bakır metalin bütün numunelerde HCl asidindeki konsantrasyonunun sudaki konsantrasyonundan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu durum bakır metalinin HCl asidinden ibaret olan mide öz suyunda iyi çözünbildiğini göstermektedir.

Bakır demirin vücutta emiliminde önemli rol oynayan, nörolojik ve hematolojik sistemler için gerekli temel besin maddesidir. Sinir sistemi ve kemiklerin büyümesi için gerekli bir mineraldir. Kemiklerde kırmızı kan hücrelerinin yapımında önemli rol oynamaktadır. Ancak vücut için çok az miktarda ihtiyaç duyulmaktadır. Vücutta artan bakır miktarı akut enfeksiyonlar ve karaciğer hasarlarına yol açmaktadır. Vücutta bakır eksikliği anemi, kemik bozuklukları, bozulmuş büyüme ve üreme performansı gibi bozukluklara sebep olmaktadır (Soetan ve Ark. 2010).

Doğumdan itibaren bakırın vücuttan atılma mekanizmasında yaşanan sorunlar dolayı vücut dışına atılamayan bakırın karaciğer başta olmak üzere pankreas, böbrek, göz ve kemiklerde depolanması sonucu Wilson Hastalığı görülür.

Wilson hastalığı yaklaşık 30 binde 1 kişide görülen ve tedavi edilmediğinde ölümcül olabilen bir hastalıktır. Karaciğerde aşırı miktarda biriken bakır, sarılık, karında şişkinlik, halsizlik, çabuk yorulma, karın ağrısı gibi şikayetler ile kendini gösterirken, beyinde aşırı miktarda biriken bakır, depresyon, davranış bozukluğu, okul başarısında düşüklük, kaslarda kasilma, ellerde titreme, yürüme ve vücudun dengesini sağlayamaması olarak ortaya çıkabilmektedir. Gözlerde meydana gelen bakır birikmesi gözbebeklerinin çevresinde Kayser-Fleischer (KF) halkası denilen yeşil, kahverengi halkaların oluşmasına sebep olabilmektedir. Bu halkalar çıplak gözle görülebildiği gibi özel tekniklerle de ortaya çıkarılabilmektedir (URL-8).

3.2.13. Demir (Fe)

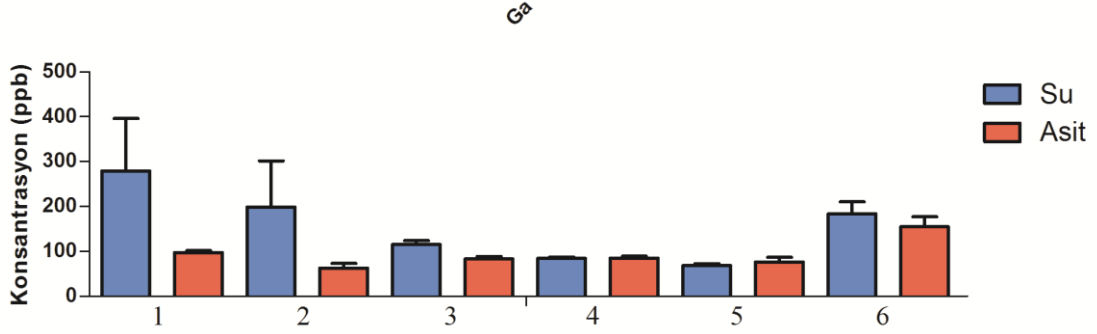


Şekil 3.21. Demir (Fe) elementinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb)

Yapılan analiz sonucu elde edilen verilere göre tuz numuneleri içerisinde 4000 ppb'nin altında demir (Fe) metalinin bulunduğu, demir metalin bütün numunelerde HCl asidindeki konsantrasyonunun sudaki konsantrasyonundan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu durum demir metalinin HCl asidinden ibaret olan mide özsuğunda iyi çözünbildiğini göstermektedir.

Periyodik tablonun VIIIB grubunda bulunan demir elementi doğada manyetit, limonit ve hematit gibi kompleks bileşiklerinde Fe^{+2} ve Fe^{+3} iyonları halinde bulunmaktadır. Demir havadaki oksijenle tepkimeye girerek pas adı verilen demir (III) oksit bileşğini oluşturmaktadır. Demir insan vücudunda oksijen taşınmasında hemoglobin içerisinde işlev görmektedir. Vücutta demir eksikliği anemi ve huzursuz bacak sendromuna sebep olduğu bilinmektedir. Vücutta demir birikimi ise bazı nörolojik bozuklukların yanında Parkinson, nöro-dejenereasyon gibi durumlara sebep olmaktadır. Vücutta aşırı demir birikimi karaciğer, pankreas, kalp, akciğer ve diğer bazı dokularda hemosiderozise neden olmaktadır. Demir alımına kaynaklık eden başlıca gıdalar, kırmızı et, dalak, kalp, karaciğer, böbrek, balık, yumurta sarısı, fındık, baklagiller, pekmez ve koyu renkli yeşil yapraklı bitkiler olarak sayılabilmektedir (Soetan ve Ark. 2010).

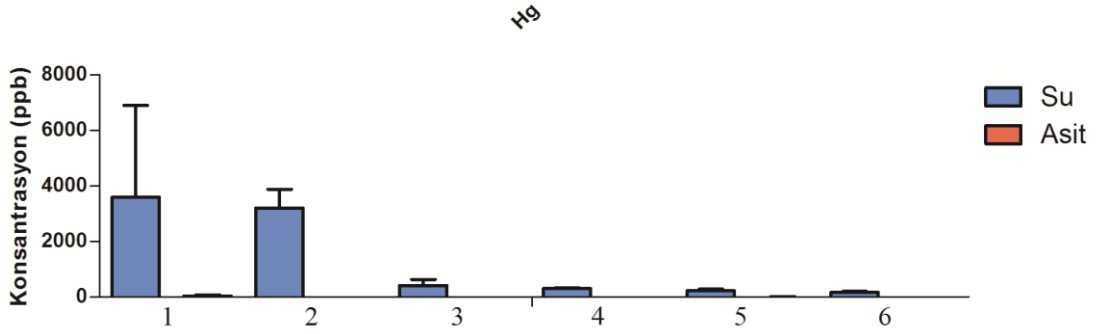
3.2.14. Galyum (Ga)



Şekil 3.22. Galyum (Ga) elementinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb)

Yapılan analiz sonucu elde edilen verilere göre tuz numuneleri içerisinde 300 ppb'nin altında galyum (Ga) metalinin bulunduğu, galyum metalin bütün numunelerde sudaki konsantrasyonunun HCl asidindeki konsantrasyonundan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

3.2.15. Cıva (Hg)

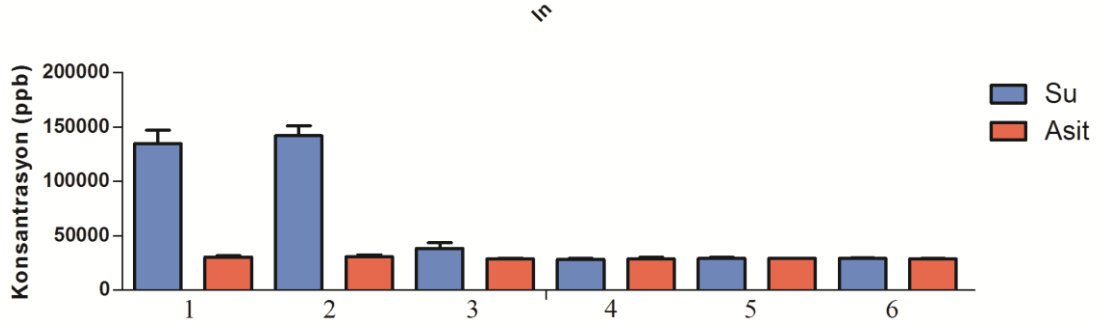


Şekil 3.23. Cıva (Hg) elementinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb)

Yapılan analiz sonucu elde edilen verilere göre tuz numuneleri içerisinde 4000 ppb'nin altında cıva (Hg) metalinin bulunduğu, cıva metalin bütün numunelerde sudaki konsantrasyonunun HCl asidindeki konsantrasyonundan çok daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Cıva metalinin HCl içerisinde neredeyse hiç çözünmediği tespit edilmiştir.

Bu durum da tuz numunelerinde bulunan cıva miktarının az olduğu ve midede çok az çözündüğü için emiliminin az olacağını ortaya koymaktadır.

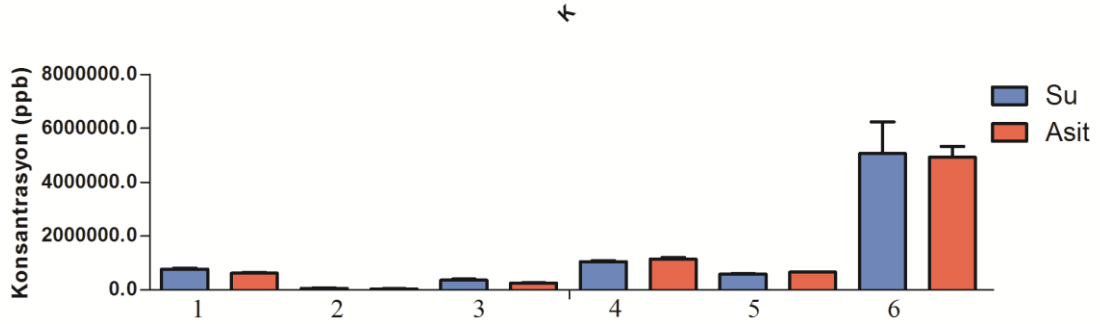
3.2.16. İndiyum (In)



Şekil 3.24. İndiyum (In) elementinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb)

Yapılan analiz sonucu elde edilen verilere göre tuz numuneleri içerisinde 150000 ppb'nin altında indiyum (In) metalinin bulunduğu, indiyum metalin bütün numunelerde sudaki konsantrasyonunun HCl asidindeki konsantrasyonundan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

3.2.17. Potasyum (K)



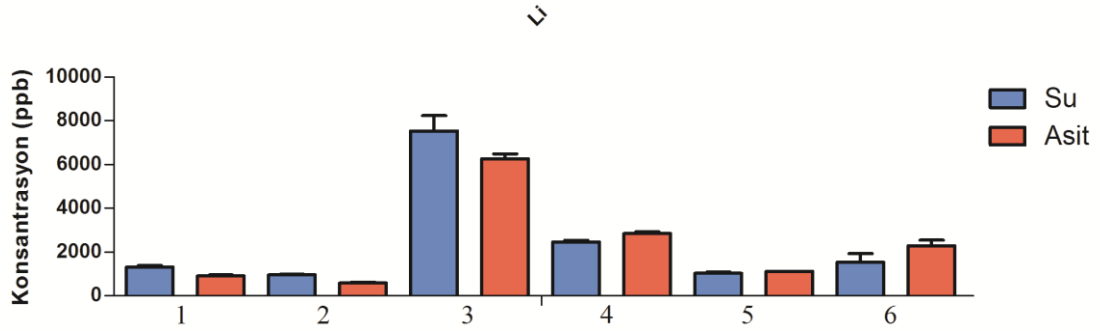
Şekil 3.25. Potasyum (K) elementinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb)

Yapılan analiz sonucu elde edilen verilere göre tuz numuneleri içerisinde potasyum (K) metalinin yüksek oranda bulunduğu, potasyum (K) metalinin özellikle 6.numune olan Himalaya tuzunda çok yüksek miktarda bulunduğu tespit edilmiştir.

Potasyum elementi periyodik tablonun IA gurubunda bulunan aktif bir metaldir. Doğada bileşikleri halinde bulunur. Kaya tuzu gibi tuz kaynaklarında yüksek oranda bulunan bir elementtir. Potasyum metali hücre stoplazma sıvısında bulunan ana katyonlardan biridir.

Hücrede asit baz dengesinin sağlanmasında, ozmotik basınç, sinir impulslarının iletimi, özellikle kalp kası olmak üzere vücut kaslarının kasılmasında Na metali ile önemli roller oynamaktadır. Hiperkalemi, potasyum seviyesinin artması olarak bilinir ve Addison hastalığı, ileri kronik böbrek yetmezliği, kalbin dilatasyonu, kalp durması, ince bağırsak ülseri gibi sonuçlarla sonuçlanmaktadır. Hipokalemi ise potasyum seviyesinin düşmesi olarak tanımlanmaktadır. Düşük potasyum seviyesi, ishal, metabolik alkaloz ve felç olarak kendini gösterebilmektedir (Soetan ve Ark. 2010).

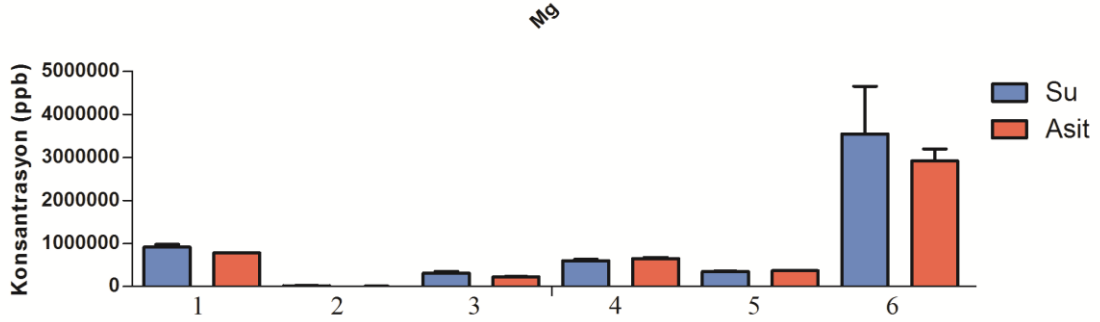
3.2.18. Lityum (Li)



Şekil 3.26. Lityum (Li) elementinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb)

Yapılan analiz sonucu elde edilen verilere göre tuz numuneleri içerisinde 8000 ppb'nin altında lityum (Li) metalinin bulunduğu, lityum metalinin 3. numunede en yüksek konsantrasyonda olduğu tespit edilmiştir.

3.2.19. Magnezyum (Mg)



Şekil 3.27. Magnezyum (Mg) elementinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb)

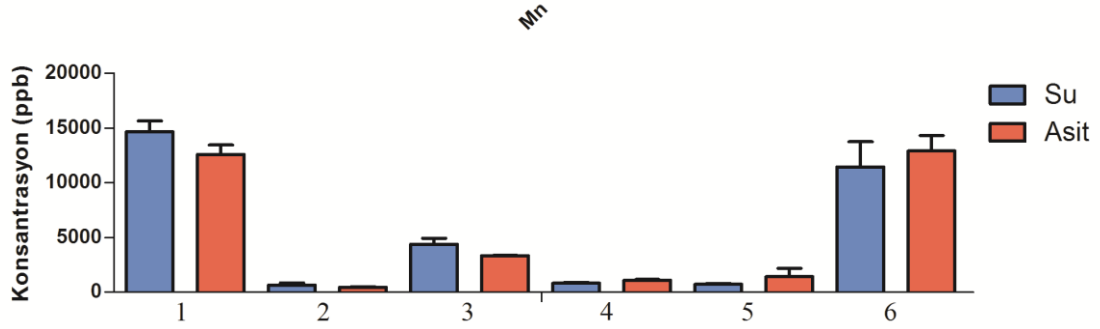
Yapılan analiz sonucu elde edilen verilere göre tuz numuneleri içerisinde magnezyum (Mg) metalinin yüksek miktarda bulunduğu, 6. numune olan Himalaya tuzunda en yüksek konsantrasyonda olduğu tespit edilmiştir.

Periyodik tablonun IIA grubunda bulunan magnezyum metali vücudumuz için çok gerekli, enzimler ve kofaktörleri için çok önemli bir mineraldir. Potasyum metali ile birlikte vücudun asit baz dengesinin sağlanmasında, kasve sinir sisteminin çalışmasında önemli roller oynamaktadır. Örneğin potasyum metali başta kalp kası gibi diğer kasları kasılmasını sağlarken magnezyum metali ise kasılan kasların gevşemesine sebep olmaktadır. Kemik ve dişlerin yapısında bulunan önemli elementlerden biri olan magnezyum metali damarların elastiki yapısında ve kan basıncının düzenlenmesinde önemli rol oynamaktadır.

Fındık, fıstık, kaju, kabak çekirdeği, badem, ceviz gibi kuru yemişlerle kuru baklagillerden nohut, fasulyede, muz, çilek hurma, karpuz, incir gibi meyvelerde bol miktarda magnezyum bulunmaktadır (Soetan ve Ark. 2010).

Magnezyum içeren ilaçları bilinçsizce kullanılması sonucu vücutta magnezyum seviyesinin artmasına sebep olurken ishal, kusma, huzursuzluk, sürekli uyku ve uyuşukluk gibi durumlara sebep olabilmektedir. Magnezyum eksikliği ise sebepsiz kalp çarpıntıları, kasların kasılması, kronik yorgunluk, halsizlik, isteksizlik, uykuya dalmakta zorlanma, sinirli olma gibi durumları ortaya çıkarabilmektedir (URL-9).

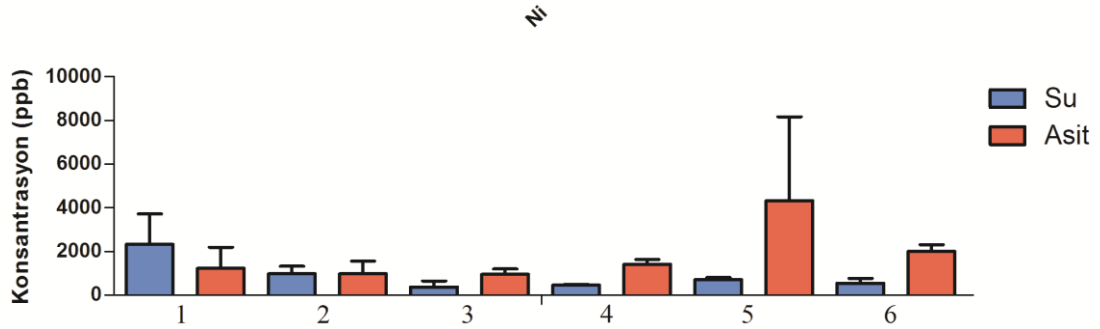
3.2.20. Mangan (Mn)



Şekil 3.28. Mangan (Mn) elementinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb)

Yapılan analiz sonucu elde edilen verilere göre tuz numuneleri içerisinde 15000 ppb'nin altında mangan (Mn) metalinin bulunduğu, mangan metalinin 1 ve 6. numunelerde en yüksek konsantrasyonda olduğu tespit edilmiştir.

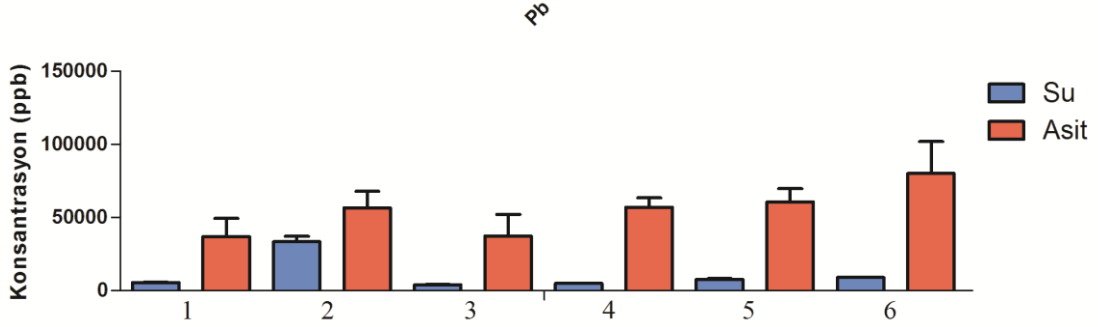
3.2.21. Nikel (Ni)



Şekil 3.29. Nikel (Ni) elementinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb)

Yapılan analiz sonucu elde edilen verilere göre tuz numuneleri içerisinde 4000 ppb'nin altında nikel (Ni) metalinin bulunduğu, nikel metalinin 5. numunede HCl asidi içerisindeki konsantrasyonunun yüksek olduğu tespit edilmiştir.

3.2.22. Kurşun (Pb)



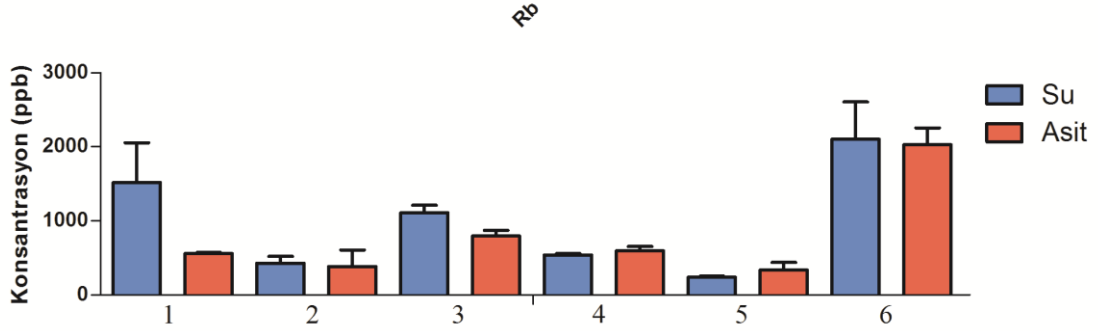
Şekil 3.30. Kurşun (Pb) elementinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb)

Yapılan analiz sonucu elde edilen verilere göre tuz numuneleri içerisinde 100000 ppb'nin altında kurşun (Pb) metalinin bulunduğu, kurşun metalinin bütün numunelerde HCl asidindeki konsantrasyonu ile sudaki konsantrasyonu arasında farkın yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu durum kurşun metalinin HCl asidinden ibaret olan mide özsuyunda iyi çözünmediğini göstermektedir.

Kurşun biyolojik ve ekolojik sistemler için çok büyük bir kirleticidir. Havada, suda ve toprakta olması ciddi bir kirletici rol oynamasına sebep olmaktadır. Petrol ürünleri ve X-Ray cihazlarında yüksek oranda kurşun bulunabilmektedir. Petrol ürünlerinden elde edilen oyuncaklarda bulunabilecek kurşun konsantrasyonları çocuk sağlığı açısından sakıncalı sonuçlar doğurabilmektedir. Plastikler, boya ve boya ürünlerinde de kurşun bulunabilmektedir. Bu ürünlerin sağlık standartlarına uygun olarak üretilmeleri halk sağlığı açısından önem taşımaktadır.

Vücutta kurşun miktarının artması ile üreme fonksiyonları ve sperm kalitesinde azalma arasında bir ilişki olduğunu öne sürmektedir. Kurşun, kadmiyum, cıva ve arsenik gibi ağır metallerin vücutta sperm sayımlarını ve üreme fonksiyonlarını olumsuz etkiledi ifade etmektedir (Chia ve Ark. 1992).

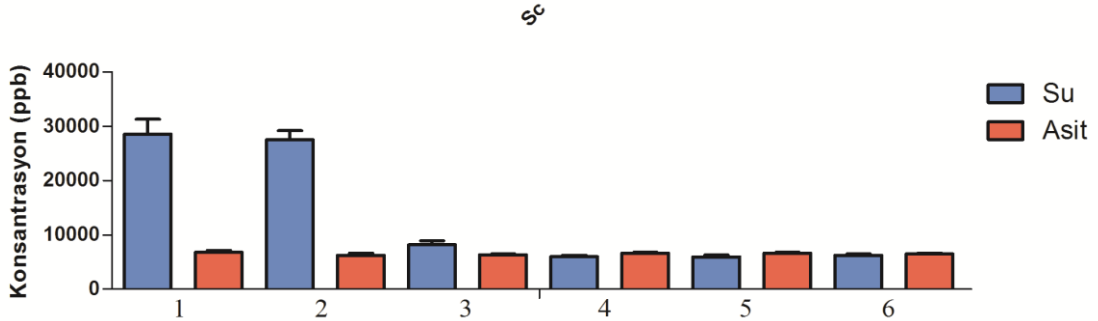
3.2.23. Rubidyum (Rb)



Şekil 3.31. Rubidyum (Rb) elementinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb)

Yapılan analiz sonucu elde edilen verilere göre tuz numuneleri içerisinde 3000 ppb'nin altında rubidyum (Rb) metalinin bulunduğu, rubidyum metalinin 6. numunede konsantrasyonunun yüksek olduğu tespit edilmiştir.

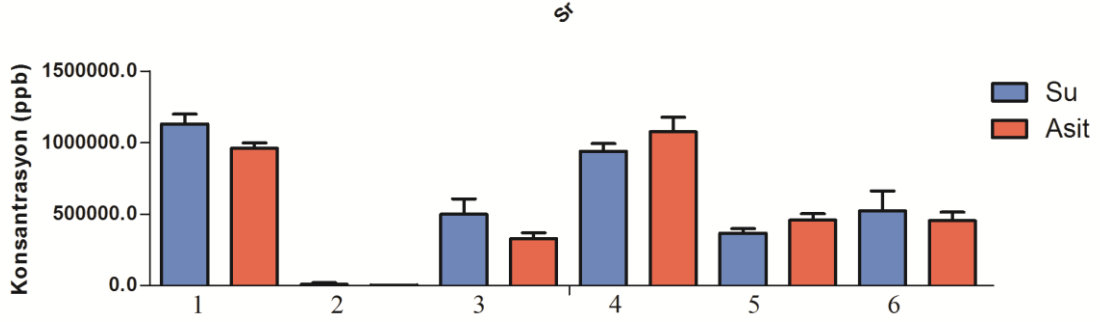
3.2.24. Skandiyum (Sc)



Şekil 3.32. Skandiyum (Sc) elementinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb)

Yapılan analiz sonucu elde edilen verilere göre tuz numuneleri içerisinde 3000 ppb'nin altında skandiyum (Sc) metalinin bulunduğu, skandiyum (Sc) metalinin 1 ve 2. numunede sudaki konsantrasyonunun yüksek olduğu, diğer bütün numunelerde 1000 ppb'nin altında ve her iki çözeltide yaklaşık değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir.

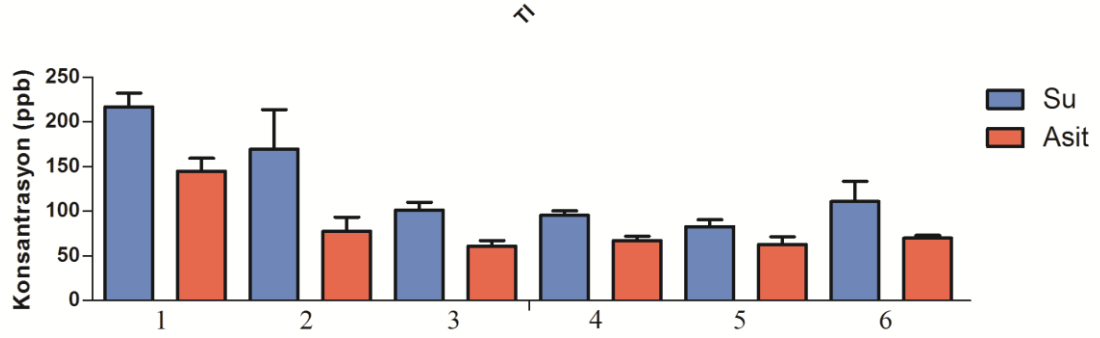
3.2.25. Stronsiyum (Sr)



Şekil 3.33. Stronsiyum (Sr) elementinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb)

Yapılan analiz sonucu elde edilen verilere göre tuz numuneleri içerisinde stronsiyum (Sr) metalinin yüksek oranda bulunduğu, stronsiyum metalinin miktarının en düşük 2. numunede bulunduğu, diğer bütün numunelerde çok yüksek miktarda bulunduğu tespit edilmiştir.

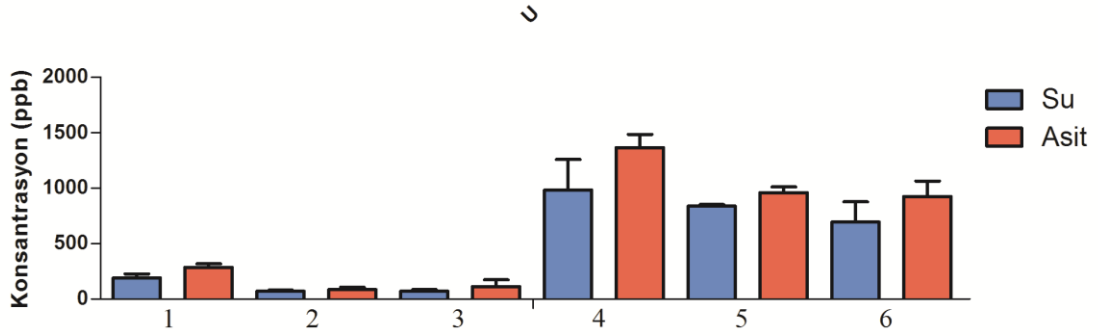
3.2.26. Talyum (Tl)



Şekil 3.34. Talyum (Tl) elementinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb)

Yapılan analiz sonucu elde edilen verilere göre tuz numuneleri içerisinde 250 ppb'nin altında talyum (Tl) metalinin bulunduğu, talyum metalin bütün numunelerde sudaki konsantrasyonunun HCl asidindeki konsantrasyonundan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

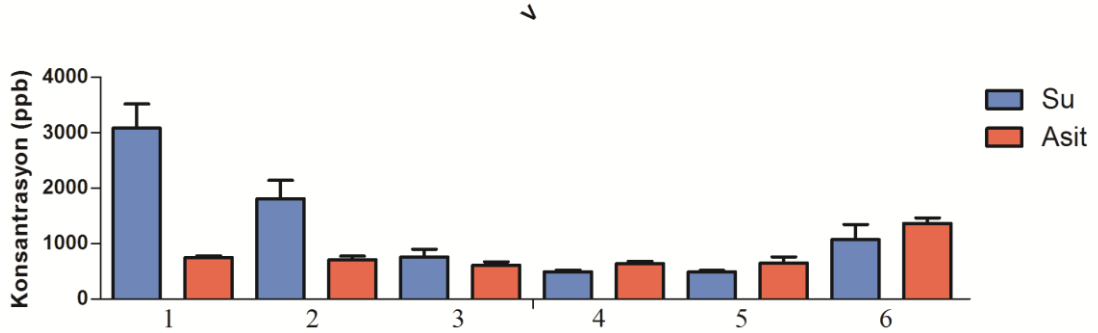
3.2.27. Uranyum (U)



Şekil 3.35. Uranyum (U) elementinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb)

Yapılan analiz sonucu elde edilen verilere göre tuz numuneleri içerisinde uranyum (U) metal konsantrasyonunun 2000 ppb'nin altında olduğu, uranyum metalinin 4,5 ve 6. numunede en yüksek konsantrasyonlara sahip olduğu, ilk üç numunede Uranyum miktarının çok düşük olduğu, 4,5 ve 6. numunede HCl asidindeki uranyum konsantrasyonunun sudaki konsantrasyonlarından daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

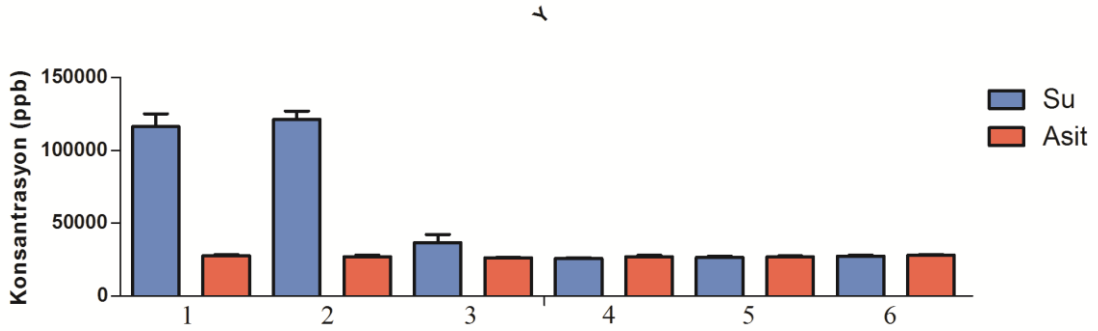
3.2.28. Vanadyum (V)



Şekil 3.36. Vanadyum (V) elementinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb)

Yapılan analiz sonucu elde edilen verilere göre tuz numuneleri içerisinde 4000 ppb'nin altında vanadyum (V) metalinin bulunduğu, vanadyum metalin en yüksek miktarda 1 ve 2. numunede bulunduğu diğer bütün numunelerde 1000 ppb civarında bulunduğu tespit edilmiştir.

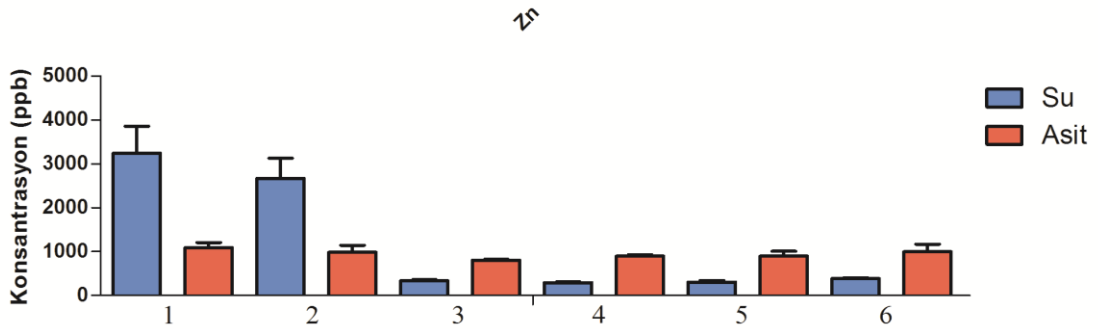
3.2.29. Yitriyum (Y)



Şekil 3.37. Yitriyum (Y) elementinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb)

Yapılan analiz sonucu elde edilen verilere göre tuz numuneleri içerisinde 150000 ppb'nin altında yitriyum (Y) metalinin bulunduğu, yitriyum metalin en yüksek miktarda 1 ve 2. numunede bulunduğu, diğer bütün numunelerde 50000 ppb civarında bulunduğu tespit edilmiştir.

3.2.30. Çinko (Zn)



Şekil 3.38. Çinko (Zn) elementinin numunelere göre konsantrasyonu (ppb)

Yapılan analiz sonucu elde edilen verilere göre tuz numuneleri içerisinde 4000 ppb'nin altında çinko (Zn) metalinin bulunduğu, çinko metalin en yüksek miktarda 1 ve 2. numunede bulunduğu, diğer bütün numunelerde 1000 ppb civarında bulunduğu, 3, 4, 5 ve 6. numunelerde çinko metalinin HCl asidindeki konsantrasyonunun sudaki konsantrasyonundan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Periyodik tablonun IIB grubunda bulunan çinko elementi, bitki ve hayvanların birçok dokusunda yaygın olarak bulunmaktadır. DNA ve RNA da dahil birçok enzimin kofaktör olarak işlev görmektedir. Yaraların iyileşmesinde, dokuların onarımında, damak tadı işlevlerinde ve protein sentezinde hayati rol oynamaktadır. Sindirim ve insülin seviyesinin ayrılmaz bir bileşenidir. Çinko eksikliği, büyüme ve gelişimde bozukluklara, yaraların iyileşme sürecinin artmasına, tat ve koku algısında azalma gibi bozukluklara sebep olabilmektedir. Çinkonun vücuda fazla alınması durumunda boşaltım sistemi önemli bir kısmının vücuttan atılmasını sağlarken midede tahriş, kusma, bağışıklık fonksiyonlarının azalması gibi durumları ortaya çıkarabilmektedir (Soetan ve Ark. 2010).

Numunelerin FT-IR analizlerinde anlamlı herhangi bir sonuca ulaşılammıştır.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Tuz numuneleri JEOL JSM-6510 Scanning Electron Microscope cihazında 50 µm, 250 µm, 500 µm ve 1000 µm'lik ölçülere büyütülerek fotoğrafları çekilmiştir. Tuz numunelerinin belirlenen ölçülerde çekilen fotoğrafları arasında belirgin bir fark olmadığı tespit edilmiştir.

Sonraki aşamada tuz numunelerine CEM marka Mars 6 One Touch (USA) model mikrodalga cihazı kullanılarak numune yakma işlemi uygulanmış, bu aşamadan sonra numunelerin ICP-MS NexION® 2000 (PerkinElmer® Inc. USA) cihazı ile elementel analizleri gerçekleştirilirken her bir tuz numunesinin hazırlanmasında 1. gruptaki her bir tuz numunesi için 10 ml saf su ve 2. gruptaki her bir tuz numunesi için pH'sı yaklaşık 2 olan 10 ml hidroklorik asit çözeltisi kullanılmıştır. Analizlerde ⁷Li, ⁹Be, ¹¹B, ²³Na, ²⁴Mg, ²⁷Al, ³⁹K, ⁴³Ca, ⁵¹V, ⁵²Cr, ⁵⁵Mn, ⁵⁷Fe, ⁵⁹Co, ⁶⁰Ni, ⁶³Cu, ⁶⁶Zn, ⁶⁹Ga, ⁴⁵Sc, ⁸²Se, ⁸⁵Rb, ⁸⁸Sr, ¹⁰⁷Ag, ¹¹¹Cd, ¹¹⁵In, ¹³³Cs, ¹³⁸Ba, ⁸⁹Y, ²⁰²Hg, ²⁰⁵Tl, ²⁰⁸Pb, ²⁰⁹Bi, ²³⁸U, ²⁰⁹Bi-1, elementlerini içeren standartlar kullanılmıştır. Tuz numunelerinin metal içerikleri elde edilerek sonuçlar her bir metal için ayrı ayrı grafikler haline getirilmiştir. Grafiklerle beraber yukarıda sıralanan metaller arasında bulunan ağır metaller sağlık açısından değerlendirilmiştir.

Bütün numuneler için hazırlanan su ve HCl asidindeki örnekler değerlendirildiğinde ⁷Li, ²³Na, ²⁴Mg, ³⁹K, ⁴³Ca, ⁵¹V, ⁵²Cr, ⁵⁵Mn, ⁴⁵Sc, ⁸⁸Sr, ¹¹⁵In, ¹³⁸Ba, ⁸⁹Y, ²⁰²Hg, ²⁰⁹Bi metal konsantrasyonlarının yüksek olduğu, ⁹Be, ¹¹B, ⁵⁷Fe, ⁵⁹Co, ⁶⁰Ni, ⁶⁹Ga, ⁸⁵Rb, ¹¹¹Cd, ¹³³Cs, ²⁰⁵Tl, ²³⁸U, metal konsantrasyonlarının da düşük seviyede olduğu tespit edilmiştir. Cd ve Be metallerinin konsantrasyonlarının çok düşük seviyede kaldığı dikkat çeken hususlardandır.

Tablo 4.1. İçme Sularında Bulunabilen Ağır Metallerin Üst sınırları (µg/L) (Yalçın ve Oğuz, 2010)

METAL	Sağlık Bakanlığı	TS-266	98/83/EC	WHO
Alüminyum (Al)	200	200	200	200
Bakır (Cu)	2000	3000	2000	2000
Baryum (Ba)	-	300	-	700
Çinko (Zn)	-	5000	-	3000
Demir (Fe)	200	200	200	2000
Gümüş (Ag)	-	10	-	100
Kadmiyum (Cd)	5	5	5	3
Krom (Cr)	50	50	50	50
Kurşun (Pb)	10	50	10	10
Mangan (Mn)	50	50	50	500
Nikel (Ni)	20	50	20	20

Biyolojik ve ekolojik sistemler için çok büyük bir kirletici olan, havada, suda ve toprakta olması ciddi bir kirletici olarak kabul edilen, çocukların sağlığı açısından daha tehlikeli olan, plastik pencereler, oyuncaklar, balıklar, deniz kabukluları ve canlıları gibi bir çok yerde yaygın olarak bulunabilen ²⁰⁸Pb metalinin özellikle HCl asidi ile hazırlanan numunelerde miktarının 5000 ppb civarında bulunması dikkat çeken bir unsurdur. Tablo 3.30’da görüldüğü gibi Kurşun metali suda HCl asidine göre daha az çözünmektedir. Soluma yoluyla ve besin maddeleri ve yüksek tuz tüketimi ile vücuda alınan kurşun midede HCl asidi içerisinde daha fazla çözünerek daha fazla emilmesi sağlanmaktadır. Yüksek tuz tüketimi ile vücuda alınacak Kurşun miktarının vücutta yine yüksek miktarda tutulmasına neden olacağından özellikle çocukların tuz tüketiminin artması içerdiği kurşun konsantrasyonu bakımından tehlikeli boyutlara ulaşacağı düşünülmektedir.

Tuz, cipsler, krakerler ve hazır gıdalar çocukların da ilgisini çeken besin maddelerinde koruyucu ve tatlandırıcı olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Aşırı miktarda tuz içeren besinlerin tüketimi istenmeyen metallerin vücutta daha fazla tutulmalarına sebep olacağından sağlık araştırmalarının öngördüğü tuz miktarlarının aşılmamasına özen gösterilmelidir.

Yapılan literatür araştırmasında kaya tuzunun mineral içerikleri açısından yeteri kadar çalışmanın olmadığı, tuzun tüketiminin sağlık açısından yarar veya zararları üzerine karşıt görüşlerin olduğu ve bu görüşlerin kalp ve damar sağlığı, vücut fonksiyonları, kemik, diş ve omurga sağlığı gibi farklı parametrelere ve etki alanlarına göre değerlendirildiği görülmüştür. Kaya tuzu tüketiminin sağlık açısından değerlendirilmesi amacıyla daha geniş kapsamlı ve daha uzun süreli çalışmaların yapılmasına ihtiyaç vardır.

Elde edilme kaynakları ve kaynakların temizliği değerlendirildiğinde kaya tuzunun göl ve deniz tuzlarına göre daha sağlıklı olduğu değerlendirilmiştir.

Kaya tuzlarının mineral içeriğinin çok zengin olduğu tespit edilmiştir. Bu zengin içeriğin büyük kısmı insan sağlığı için faydalı ve tüketimi elzem iken bir kısmı da ağır metal kategorisine girip sağlığa zararlıdır.

Fakat elementlerin çözünme ortamının farklı olması (su veya asit) konsantrasyonu da etkilediği gözlenmiştir.

Sofralarda kaya tuzunun güvenle kullanılabilmesi için kaynağı belirli ve detaylı analizi yapılmış ürünlerin tercih edilmesi ve paket üzerinde bu bilgilerin olması gerektiğini düşünüyoruz.

Numunelerin FT-IR cihazı ile yapılan analizlerinde anlamlı sonuçlara ulaşamadığı için çalışmamızda bu sonuçlara yer verilmemiştir.

KAYNAKLAR

Avcı S (2003) Ekonomik Coğrafya Açısından Önemli Bir maden: Tuz. Coğrafya Dergisi, İstanbul Sayı 11, s. 21-45

Bakar C, Baba A (2009) Metaller ve İnsan Sağlığı: Yirminci Yüzyıldan Bugüne ve Geleceğe Miras kalan Çevre Sağlığı Sorunu. 1.Tıbbi Jeoloji Çalıştayı, 30 Ekim–1 Kasım, Ürgüp Bld., Kültür Merkezi, Ürgüp/ Nevşehir s. 171-180

Chia ve Ark (1992) The Importance of mineral elements for humans, domestic animals and plants: A review. African Journal of Food Science 4(5): 200-222

Ergin Z (1988) Tuzun üretim Teknolojisi ve İnsan Sağlığındaki Yeri. Madencilik Dergisi Cilt 27 Sayı 1 s. 10-16

Gözlev S (2003) tuz gölü Tuzlalarındaki Ağır Metal Değişimi (Yükseklisans Tezi) Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Çevre Mühendisliği ABD- Gebze s.13-25

Karatay C (2018) Gerçek Tıbbın 10 Şifresi. HayyKitap Yayıncılık s.129-157

Köseoğlu Ç (2013) Tuz Gölünden Entegre Membran Sistemleri İle Tuz Elde Edilmesi (Yükseklisans Tezi) Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Çevre Mühendisliği ABD- Gebze

Kurlansky M (2003) Tuz- İnsanlığın Tuzlu Tarihi. (Çev. A. Çakıroğlu), Aykırı Yayıncılık, İstanbul

Öztürk ve Garipağaoğlu (2017) Tuz tüketimi ve sağlık- Türkiye Klinikleri Dergisi J Health Sci 2017; 3(1):57-65

Soetan K O, Olaiya C O and Oyewole O E (2010) The Importance of mineral elements for humans, domestic animals and plants: A review. African Journal of Food Science 4(5): 200-222

Yalçın M, Oğuz H (2010) Konya Bölgesinde içme Sularındaki Ağır Metal Düzeylerinin Araştırılması. Selçuk Üniversitesi fen Fakültesi Dergisi 35: 9-18

URL-1: <http://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/kaya-tuzu> (erişim tarihi: 11/07/2018)

URL-2: <https://www.livestrong.com/article/387840-himalayan-rock-salt-health-benefits/> (erişim tarihi: 10.07.2018)

URL-3: <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/08/20130816-15.html> (16 Ağustos 2013 tarihinde 28737 sayılı Resmi gazetede yayınlanan Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Türk Gıda Kodeksi Tuz Tebliği) (erişim tarihi: 08/08/2018)

URL-4: <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2006/01/20060122-6.htm> (Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerinin Genel Etiketleme ve Beslenme Yönünden Etiketleme Kuralları Tebliğinde Değişiklik Yapılması Hakkında Tebliğ, No (2006/3) (erişim tarihi: 08/08/2018)

URL-5: <http://drahmetdobrucali.com/wilson-hastaligi/> (erişim tarihi: 21/01/2019)

URL-6: <https://www.tatilpanosu.net/denizlerin-tuzluluk-oranlari.php> (erişim tarihi: 11/07/2018)

URL-7: <https://www.bbc.com/turkce/vert-fut-39646356> (erişim tarihi: 10/07/2018)

URL-8: <http://drahmetdobrucali.com/wilson-hastaligi/> erişim tarihi: 25/04/2019)

URL-9: <https://www.memorial.com.tr/saglik-rehberleri/magnezyum-eksikligi-hasta-ediyor/> (erişim tarihi: 25/04/2019)

ÖZGEÇMİŞ

1979 yılında Mardin’de doğan Muhammed Abdullah ÜSTEK, İlkokulu Mardin Vatan İlkokulunda, Ortaokulu Ankara İli Şereflikoçhisar Ortaokulunda, Liseyi Bolu Atatürk Lisesinde tamamladıktan sonra son olarak 2000 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fatih Eğitim Fakültesi Kimya Öğretmenliği bölümünden mezun olmuştur.

Öğretmenlik kariyerinde 6 yıl sınıf öğretmenliği yaptıktan sonra Fen ve Anadolu Liselerine öğretmen seçme sınavında başarılı olarak Kimya öğretmenliği kariyerine başlamıştır. Mardin ilinde çeşitli ortaöğretim kurumlarında çalışmıştır. Öğretmenlik kariyerine halen Mardin Fen Lisesinde Kimya Zümre Başkanı olarak devam etmektedir.

2011 yılı bahar döneminde Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyokimya Anabilim dalında yüksek lisans eğitimine başlamıştır.

Evli ve iki çocuk babasıdır.