

**T.C.  
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
KİMYA ANABİLİM DALI  
ANALİTİK BİLİM DALI**

**YÖRESEL SULARIN FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN  
İNCELENMESİ VE DİĞER İÇME SULARI İLE  
KARŞILAŞTIRILMASI**

**Ayşe DEMİRTAŞ**

**Danışman  
Doç. Dr. V. Nüket TİRTOM**



**MANİSA-2019**

## **TAAHHÜTNAME**

Bu tezin Manisa Celal Bayar Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü'nde, akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

**Ayşe DEMİRTAŞ**

## İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
İÇİNDEKİLER	I
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	II
ŞEKİLLER DİZİNİ	III
TABLO DİZİNİ	IV
TEŞEKKÜR	V
ÖZET	VI
ABSTRACT	VII
1. GİRİŞ	1
1.1. Suyun Vücudumuzdaki Görevleri	1
1.2. İçilebilir Suyun Özellikleri	2
2. GENEL BİLGİLER	5
2.1. Eser Elementler	7
2.1.1. Demir (Fe)	8
2.1.2. Bakır (Cu)	9
2.1.3. Kalsiyum (Ca)	11
2.1.4. Çinko (Zn)	12
2.1.5. Magnezyum (Mg)	14
2.1.6. Sodyum (Na)	16
2.1.7. Potasyum (K)	17
2.2. Üriner Sistem Taş Hastalığı	18
2.2.1. Süpersaturasyon-kristalizasyon teorisi	20
2.2.2. İnhibitör eksikliği teorisi	21
2.2.3. Matrix-nükleasyon teorisi	21
2.2.4. Epitaksi teorisi	22
2.2.5. Kombine teoriler	22
2.3. Taş Tedavisinde Çözündürücü Ajanlar	28
2.4. Literatür Araştırması	29
2.5. Tezin Amacı	34
2.6. Atomik Absorpsiyon Spektroskopisi (AAS)	34
2.6.1. Atomik absorpsiyon spektrometrelerinin temel bölümleri	36
2.7. Atomik Emisyon Spektroskopisi (AES)	40
2.7.1. Alev emisyon spektrometrelerinin temel bölümleri	41
3. DENEYSEL KISIM	43
3.1. Analizi Yapılan Su Örnekleri	43
3.2. Kullanılan Cihazlar	44
3.3. Kullanılan Kimyasal ve Çözeltileri	45
3.4. Yöntemler	45
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	47
4.1. Analiz Sonuçları	47
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	60
KAYNAKLAR	61
ÖZGEÇMİŞ	68

## **SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ**

<b>AAS</b>	Atomik Absorpsiyon Spektroskopisi
<b>AES</b>	Atomik Emisyon Spektroskopisi
<b>COM</b>	Kalsiyum oksalat monohidrat
<b>COD</b>	Kalsiyum oksalat dihidrat
<b>EBT</b>	Eriochrome Black T
<b>EDTA</b>	Etilen Diamin Tetra Asetik Asit
<b>SOD</b>	Süperoksit Dismutaz
<b>ATP</b>	Adenozin Trifosfat
<b>TSE</b>	Türk Standartları Enstitüsü
<b>PSMA</b>	Poli(-stiren-alt-maleik asit)
<b>PSSS</b>	Poli(sodyum 4-stirensülfonat)
<b>RNA</b>	Ribo Nükleik Asit
<b>Al</b>	Alüminyum
<b>Cd</b>	Kadmiyum
<b>Cu</b>	Bakır
<b>Fe</b>	Demir
<b>Pb</b>	Kurşun
<b>Zn</b>	Çinko

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Şekil 2.1 Kalsiyum oksalat monohidrat taşı	25
Şekil 2.2 Kalsiyum oksalat dihidrat taşı	25
Şekil 2.3 Ürik asit taşı	26
Şekil 2.4 Sistin taşı	26
Şekil 2.5 Kalsiyum fosfat taşı	26
Şekil 2.6 Magnezyum amonyum fosfat (Struvite) taşı	26
Şekil 2.7 Poliakrilat (Poly AA), Poli-L-aspartat (Poly D) ve Poli-L-glutomat (PolyE) açık gösterimi	30
Şekil 2.8 Atomik absorpsiyon spektrometresinin bölümleri	36
Şekil 2.9 Oyuk katot lambası	38
Şekil 2.10 Alev emisyon spektrometresinin genel şeması	40
Şekil 4.1 Alev Fotometresi ile ölçülen Na değerlerinin kalibrasyon eğrisi	54
Şekil 4.2 Alev Fotometresi ile ölçülen Na değerleri	55
Şekil 4.3 Alev Fotometresi ile ölçülen K değerlerinin kalibrasyon eğrisi	56
Şekil 4.4 Alev Fotometresi ile ölçülen K değerleri	56

## TABLO DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Tablo 1.1 İçme sularında bazı parametrelerin kabul edilebilir değerleri Türk Standartları Enstitüsü TS-266 (2005)	3
Tablo 1.2 İçme sularının Fransız sertliği cinsinden sınıflandırılması	4
Tablo 2.1 Üriner sistemde gözlenen taşların dağılımı	23
Tablo 2.2 En sık görülen taşlar	25
Tablo 2.3 Kimyasal yapısına göre böbrek taşları	27
Tablo 2.4 Kalsiyum oksalat kristalizasyonunun engellenmesinde metallerin etkisi	31
Tablo 3.1 Analizi yapılan içme suları	43
Tablo 4.1 İletkenlik, pH, toplam sertlik analiz sonuçları	47
Tablo 4.2 Günlük mineral ihtiyacının sudan karşılandığı varsayılan miktarları, Manisa	50
Tablo 4.3 AAS (Zn, Pb, Fe, Cu, Mg, Ca) ve AES (Na, K) ile yapılan metal analiz sonuçları	51
Tablo 4.4 Defam su kimyasal analiz sonuçları	53

## TEŞEKKÜR

Çalıőmamın her aşamasında bana destek olan, bilgi ve tecrübesi ile lisansüstü öğrenim hayatımın tüm zorlu aőamalarında her yönden yardımcı olan, tecrübeleri ile beni aydınlatan ve desteğini hiç eksik etmeyen, kendisini tanımaktan büyük onur duyduğum sevgili danışman hocam Sayın Doç. Dr. V.Nüket TİRTOM'a, yüksek lisans eğitimim sırasında bilgisini esirgemeyen hocam Sayın Kenan DOST'a, güleryüzü ve muhabbeti ile destek olan Sayın Enstitü Sekreteri Mehmet AKIN'a, deneysel çalışmamda yardımlarını esirgemeyen Sayın Arő. Grv. Mert Can ÖKSÜZ'e, çalışmam sırasında özellikle çocuklarımın bakımı konusunda yardım ve desteklerini her zaman hissettiğim değerli arkadaşlarım ve komőularım Ferah DERELİ, Songül GÜRBÜZ, Fadime Çoban, Derya ÇOBAN, Hülya KÜMÜRCÜ'ye, çalışmam esnasında beni maddi ve manevi olarak destekleyen ve hep yanımda olan aileme, eşime ve çocuklarıma yürekten teşekkür ederim.

Bu tez Manisa Celal Bayar Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından 2019-065 nolu Hızlı destek projesi tarafından desteklenmiştir. MCBÜ BAP'a ve su analizlerinin yapıldığı Deneysel Fen Bilimleri Araştırma Merkezi DEFAM müdürü Prof. Dr. Mustafa ESKİCİ ve DEFAM çalışanlarına teşekkür ederim.

Ayşe DEMİRTAŞ  
Manisa, 2019

## ÖZET

### Yüksek Lisans Tezi

## Yöresel Suların Fiziksel Ve Kimyasal Özelliklerinin İncelenmesi Ve Diğer İçme Suları İle Karşılaştırılması

Ayşe DEMİRTAŞ

Manisa Celal Bayar Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Kimya Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. V. Nüket TİRTOM

Günümüzde mide rahatsızlıkları, sindirim sistemi hastalıkları, idrar yolları hastalıkları, kalp damar hastalıkları, böbrek taşı, diyabet (şeker) hastalığı, gut, prostat, tansiyon hastalığı gibi çok çeşitli hastalıklara iyi geldiğine inanılarak yöresel şifalı olduğu söylenen sular tedavi amaçlı içilmektedir. Bu hastalıklardan biri olan böbrek taşı hastalığı çok ağrılı olup, yaşam kalitesini ciddi anlamda düşürmekte ve malesef her geçen gün de hasta sayısı artmaktadır. Hastaların bir umut olarak şifalı diye içtikleri bu yöresel sular çoğunlukla Sağlık Bakanlığının yapmış olduğu rutin su kontrollerinin yapılmadığı sulardan oluşmaktadır.

Bu çalışmada özellikle böbrek taşı hastalığına iyi geldiğine inanılarak içilen dört ayrı bölgeden (İzmir, Manisa, Bursa, Giresun) aldığımız yöresel şifalı sular ile karşılaştırma yapabilmek içinde aynı bölgelerden temin ettiğimiz kaynak, şebeke, şişelenmiş suların içme suyu yönetmeliğine (TS 266) uygunluk ve aralarındaki farklar incelendi. Suların iletkenlik, pH, toplam sertlik ölçümleri ile bazı ağır metal (kurşun, civa, kadmiyum, arsenik), anyon (florür, klorür, nitrit, bromür, nitrat, fosfat, sülfat) katyon (sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum, alüminyum, mangan) analizleri yapıldı. Manisa-Demirci ve İzmir-Kınık şifalı sularında sodyum ve potasyum değerleri diğer su örneklerine göre yüksek olduğu, Bursa şifalı, şişelenmiş, kaynak suları, Manisa Demirci şifalı, şişelenmiş, İzmir Dikili şifalı, şişelenmiş sularının demir değerlerinin izin verilen sınır değeri (200 µg/L) aştığı hatta Bursa Kaynak ve İzmir Dikili şifalı sularının sınırın çok üstünde olduğu görüldü.

Bu çalışmada bilimsel dayanaktan yoksun şifalı diye bilinen yöresel suların bilimsel anlamda verilerle değerlendirerek böbrek taşı hastalarına kolay, ucuz, hiçbir yan etkisi olmayan tedavi seçeneği sunmayı ve öz kaynaklarımızdan daha etkin ve bilinçli yararlanılmasına katkı sağlamayı amaçladık.

**Anahtar Kelimeler:** Üriner sistem taş hastalığı (ürolityazis), böbrek taşı (nefrolitiazis), ağır metal analizi, İçme suyu, şifa

2019, 77 sayfa



## **ABSTRACT**

**M.Sc. Thesis**

### **Determination of Physical and Chemical Properties of Local Waters and Comparison With Other Drinking Water**

**Ayşe DEMİRTAŞ**

**Manisa Celal Bayar University  
Graduate School of Applied and Natural Sciences  
Department of Chemistry**

**Supervisor: Assoc. Prof. Dr. V. Nüket TİRTOM**

Nowadays, it is believed that it is good for a variety of diseases such as stomach diseases, diseases of the digestive system, urinary tract diseases, cardiovascular diseases, kidney stones, diabetes (sugar) disease, gout, prostate, blood pressure disease. One of these diseases, kidney stone disease is very painful, quality of life seriously reduces and unfortunately, the number of patients with each passing day is increasing. These local waters, which are drunk as a hope of patients, consist mostly of waters where the Ministry of Health has not carried out routine water checks.

In this study, especially in terms of kidney stone disease is believed to be good to drink from four different regions (Izmir, Manisa, Bursa, Giresun) to compare with the local healing waters in order to obtain the source, network, bottled water compliance with drinking water regulations (TS 266) and between them differences were examined. Water conductivity, pH, total hardness, measurements of some heavy metals (lead, mercury, cadmium, arsenic), anion (fluoride, chloride, nitrite, bromide, nitrate, phosphate, sulfate), cation (sodium, potassium, calcium, magnesium, aluminum, manganese) analysis. Manisa-Demirci and İzmir-Kınık medicinal waters have higher sodium and potassium values compared to other water samples, Bursa medicinal, bottled, spring waters, Manisa Demirci medicinal, bottled, İzmir Dikili medicinal, bottled water permissible limit values (200 µg / L) exceeding even the source of Bursa and İzmir Dikili healing waters were found to be far above the border.

In this study, we aimed to evaluate the regional waters, which are known as ina healing without any scientific basis, in terms of scientific data and to provide easy, inexpensive treatment options without any side effects to kidney stone patients and to contribute more effectively and consciously to our own resources.

**Keywords: Urinary stone disease, kidney stones, heavy metal analysis, drinking water, healing**

**2019, 77 pages**

## 1.GİRİŞ

Vücudumuzun 3/2 si, dünyanın ise yaklaşık %71'i sudur. İyi bir çözücü olma özelliğinden dolayı doğada saf su bulunmaz. Su temas ettiği her şeyden az çok çözüdürür. Bundan dolayı çıktığı (bulunduğu) bölgenin taş, toprak yapısına, iklimine göre içinde çözülmüş olarak bulunan organik, anorganik maddeler, gazlar ve organizmalar değişiklik gösterir. İhtiva ettiği bileşenlerin farklılığı şifa kaynağı olarak kullanılmasına neden olmuştur. Su çeşitliliği bakımından ülkemiz jeolojik yapısı ve arazisinin morfolojik durumunun etkisiyle çok zengin bir memleketir [1-5].

Su yaşam için en temel ve zorunlu maddelerden biridir. Susuz hayat mümkün değildir. İnsan vücudunun ortalama %60-70'i sudur. Bu oran yaşa, cinsiyete ve vücuttaki yağ oranına göre değişir. Su vücudun her bölümüne dağılmış haldedir. Suyun 2/3'ü hücre içerisinde, geriye kalan kısmı ise dokular arası sıvıda ve kanda bulunur. Çok katı ve sert gibi gözüken kemiklerin %25 i, kasların %75-80 i, kanın % 91'i sudur.

İnsan yalnız su içerek, yemek yemeden yaklaşık 5 hafta hayatını sürdürebildiği halde susuzluğa ancak 7-12 gün dayanır. Vücut suyunun %10'unun kaybı ciddi aksaklıklara, %20'sinin kaybı ise ölüme neden olur. Tüm bunlar suyun insan hayatındaki rolü ve önemini göstermektedir. İnsan, sağlığı için yeterli miktarda, kaliteli, sağlıklı su tüketmelidir.

### 1.1. Suyun Vücudumuzdaki Görevleri

Sindirim sisteminde besinlerin taşınıp sindirilmesinde, besin maddelerinin kana verilmesinde, kandaki metabolizma artıklarının akciğer ve böbreklere taşınıp dışarı atılabilmesinde, vücut ısısının düzenlenmesinde (terleme ile vücuttan suyun buharlaşması ile) eklemlerin kayganlığının sağlanmasında, kısacası su, vücuttaki bütün fizyolojik olayların yürütülmesinde ya doğrudan ya da dolaylı olarak metabolik işlemlere katılır. Çünkü hücre içinde yüzdesi en fazla olan madde sudur. DNA, proteinler gibi biyomoleküller su ile etkileşerek fonksiyonel üç boyutlu hallerini alırlar. Vücuttaki hemen her reaksiyon sulu ortamda enzimlerle katalize olur [6].

## 1.2. İçilebilir Suyun zellikleri

- 1) Kokusuz, renksiz, berrak ve tortusuz olmalı (fenoller, yağlar kötü koku ve tat verirler. Bunları içermemeli)
- 2) Hastalık yapıcı mikroorganizmaları (vibrio cholera, salmonella typhi, hepatit virüsü) içermemeli
- 3) Zararlı kimyasal maddeler içermemeli (Arsenik, kadmiyum, krom, kurşun, civa gibi kimyasallar zehirli etki yaparken; baryum, nitrat, florür, radyo aktif maddeler, amonyum, klorür gibi maddeler sınır değerlerinin üzerinde olumsuz etkileri olur).
- 4) Aşındırıcı olmamalı, yeterli derecede yumuşak olmalıdır.

Suyun içme ve kullanmaya uygunluğu Türk Standartları Enstitüsü tarafından standardize edilmiş olup TS-266 da içme ve kullanmaya uygunluk parametreleri verilmiştir. Tablo 1.1’de bu parametrelerden bazıları yer almaktadır.

Tablo 1.1: İçme sularında bazı parametrelerin kabul edilebilir değerleri Türk Standartları Enstitüsü TS-266 (2005)

<b>İÇME SULARINDA KABUL EDİLEBİLİR MAKSİMUM DEĞERLER</b>			
		<b>ŞEBEKE</b>	<b>KAYNAK</b>
<b>PARAMETRELER</b>		<b>TS-266 Türk Standartları Enstitüsü (2013)</b>	<b>TS-266 Türk Standartları Enstitüsü (2013)</b>
<b>pH</b>		6,5-9,5	6,5-9,5
<b>İletkenlik20°C</b>	<b>µS/cm</b>	2500	650
<b>Na</b>	<b>mg/L</b>	200	100
<b>Al</b>	<b>mg/L</b>	0,2	0,2
<b>Cu</b>	<b>mg/L</b>	2	0,1
<b>Fe</b>	<b>mg/L</b>	0,2	0,05
<b>Cd</b>	<b>mg/L</b>	0,005	0,005
<b>Pb</b>	<b>mg/L</b>	0,01	0,01
<b>Mn</b>	<b>mg/L</b>	0,05	0,02

Suların sertliğinin bir sınırı olmamakla beraber içimi hoş olmayan bir tat oluşturmaktadır. Çeşitli sınıflandırmalar mevcuttur. Ülkemizde Tablo 1.2’de verilen Fransız sertliği kullanılmaktadır.

Tablo 1.2: İçme sularının Fransız sertliği cinsinden sınıflandırılması

<b>SERTLİK DERECESİ</b>	<b>FRANSIZ SERTLİĞİ</b>
<b>Çok yumuşak su</b>	0-5 Fr sertliği
<b>Yumuşak su</b>	5-10 Fr sertliği
<b>Orta sert su</b>	10-20 Fr sertliği
<b>Sert su</b>	20-30 Fr sertliği
<b>Çok sert su</b>	> 30 Fr sertliği

İçilebilen sular tedavi amacıyla kullanıldığında ‘şifalı sular’ olarak adlandırılır. Bu sular bünyesinde insanlar için faydalı anyonlar ve katyonlar içerir. Yeryüzünde şifalı sular jeolojik ve tektonik çeşitliliğin fazla olduğu alanlarda yoğunluktadır. Bu alanlardan biri de Türkiye'dir. Genç tektonik birliklerin fazla olması, kısa mesafelerde jeolojik birimlerin çeşitlilik göstermesi, çok sayıda şifalı suyun oluşmasına neden olmuştur. Türkiye'de sayıları 1300 aşan şifalı su kaynağı vardır. Sular, hem yerin derinliklerine inerken hem de yüzeye çıkarken farklı tabakalardan geçer. Bu farklı tabakalarda yer alan birçok minerali çözüdürerek bünyelerine alırlar. Böylece sıcak ve soğuk şifalı su kaynakları oluşur [7].

Doğal termal ve mineralli suların iyileştirici özellikleri antik çağlardan beri bilinmektedir. Özellikle Eski Mısır'da, Anadolu'da Hititler zamanında şifalı sulardan faydalanmanın oldukça yaygın olduğu bilinmektedir [8]. Günümüzde de mide rahatsızlıkları, sindirim sistemi hastalıkları, idrar yolları hastalıkları, kalp damar hastalıkları, böbrek taşı, diyabet (şeker) hastalığı, gut, prostat, tansiyon hastalığı gibi çok çeşitli hastalıklara iyi geldiğine inanılarak yöresel şifalı olduğu söylenen sular içilmektedir.

Bu hastalıklardan biri olan böbrek taşı hastalığı çok ağrılı olup, yaşam kalitesini ciddi anlamda düşürmekte ve maalesef her geçen gün de hasta sayısı artmaktadır. Tedavide çeşitli tıbbi yöntemlerden faydalanılmaktadır. Böbrek taşı olan hastaların rutin olarak taş oluşma riskini azaltmak için sıvı alımını arttırmaları tavsiye edilmektedir. Yeni araştırmalar da genel olarak sıvı tüketiminin ve özellikle su

tüketiminin böbrek taşı hastalığı riski üzerinde etkili olabileceğini göstermektedir [9]. İçilen sıvının içeriğinin ek sıvı alımından daha fazla şey ifade ettiği, taş oluşumu üzerinde bir etkisi olabileceği sonucuna varılmıştır [10].

Sıvı alımının böbrek taşı hastalığına iyi geldiği bilirse de, sıvı içeriği ile ilgili zıt görüşler ortaya konmuştur [11]. Özellikle böbrek taşlarının %75-80 ini teşkil eden kalsiyum oksalat taşlarının tedavisinde Ca alımının azaltılması önerilirken son yıllarda yapılan çalışmalarda bunun doğru olmadığı ortaya konmuştur. Hatta sert suların taş oluşumunu azalttığı yönünde çalışmalar mevcuttur [12].

İçilen limonatanın idrardaki sitrat düzeyini arttırdığını bildiren çalışmalar olmakla birlikte Stacey G. Koff ve grubu yaptıkları çalışmada (2007); 21 taş hastasına tedavisinde limonata ve potasyum sitrat içirilmiş ve hastaların 24 saatlik idrarları karşılaştırılmıştır. Potasyum sitrat içen grupta idrar sitrat ve pH düzeyi anlamlı derecede artmış olmakla beraber idrar hacminde azalma olmuştur. Limonata içen grupta ise idrar hacminin arttığı gözlemlenmiştir [13].

Amacım toplumda ciddi bir sorun olan böbrek taşı hastalığına iyi geldiği söylenen ve hiçbir yan etkisi olmayan, şifa kaynağı olarak bilinen yöresel sulardan, bir kaçının fiziksel, kimyasal özellikleri, anyonlar, katyonlar, ağır metaller yönünden incelemektir. Ayrıca bu yöresel suları, diğer sularla karşılaştırmak, bu suların diğer içme sularından farklılığını ortaya koyarak öz kaynaklarımızdan daha etkin ve bilinçli yararlanılmasına katkı sağlamaktır.

## 2. GENEL BİLGİLER

Aynı cins atomlardan oluşan, fiziksel yada kimyasal yollarla kendinden daha basit ve farklı maddelere ayrılamayan saf maddelere element denir. Günümüzde bilinen 118 element vardır. Bu elementlerin 92 tanesi doğada bulunurken geri kalanı da laboratuvarlarda elde edilen yapay elementlerdir.

Canlı organizmada organik yapıya katılan C, H, O, N ile birlikte Ca, P, Mg, K, Na, Cl, S, Fe, Cu, Co, Zn, Mn, Cr, Mo, F, Se, I, B, As, Br, Si, Ni, Al gibi elementlerin bulunduğu farklı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir. Bu elementlerden Ca, P, Mg, K, Na, Cl, S diğerlerine göre daha fazla miktarlarda bulunur. Organizmada kanda % mg düzeyinde olmalarından dolayı bu elementlere makro elementler denir. Diğer elementlere de Fe, Cu, Co, Zn, Mn, Cr, Mo, F, Se, I, B, As, Br, Si, Ni, Al; eser(iz) elementler denir. Bunlar daha çok enzim, hormon ve vitaminlere bağlı olarak görev yaparlar.

Doğal şekilde oluşan, homojen, belirli kimyasal bileşime sahip inorganik kristalleşmiş katı maddelere mineral denir. Mineraller, canlıların sentezleyemediği, su ve besinlerle dışarıdan almak zorunda olduğu inorganik maddelerdir. Vücutta oransal olarak çok az (%4 gibi) bulunmasına rağmen canlılık için gerekli ve önemlidir [14].

Mineraller vücutta gereksinim duyulan miktarlara göre iki grupta toplanır. Günlük gereksinmemiz 250 mg'ın üzerinde olan mineraller makro, günlük gereksinmemiz 20 mg'ın altında olan elementlere mikro [eser (iz)] elementler denir. Organizmada mevcut minerallerin çoğu doğada da en yaygın bulunan maddelerdir [15].

**Makro Mineraller:** Kalsiyum, fosfor, potasyum, sodyum, magnezyum, sülfat ve klordur.

**Mikro Mineraller (Eser Elementler):** Demir, çinko, iyot, bakır, mangan, molibden, selenyum, kobalt, flor, kromdur.

İnsanların sağlıklı yaşamaları ve hayatlarını devam ettirebilmelerinde suyun özellikleri ve içindekiler son derece önemlidir. İnsan metabolizmasındaki sıvılar ekstraselüler (hücre dışı) ve intraselüler (hücre içi) olmak üzere iki kısımdan oluşur.

Hücre dışı sıvıda plazma ve dokular arası (interstitial) olarak ikiye ayrılır. İnsan vücudunda, yaşamsal fonksiyonların yerine gelmesi için hücre içi ve hücre dışı sıvıların dengede olması gereklidir [16].

Sağlıklı bir yaşam metabolizmanın düzgün çalışması ile olur. Vücudumuzdaki elementlerin vücut fonksiyonlarında çok önemli görevleri vardır. Elementlerin görevlerini yerine getirebilmesi için vücudumuzda yeterli miktarda bulunmaları gerekir. Yetişkin insan vücudunun ortalama % 4'ü minerallerden oluşur. Vücudumuz ihtiyacı olan elementleri genel olarak besinlerden (sindirim), havadan (solunum), deri yoluyla (emilim) ve sudan karşılar. İçme suyu ile karşılanan miktar her bir element için farklılık göstermektedir [17]. Mineral ihtiyacımızın ortalama % 5-10'unu sudan karşılamaktayız. Minerallerin vücuttaki görevlerine bakıldığında ve günde ortalama 2-2,5 litre su içildiği ya da içilmesi gerektiği düşünüldüğünde suyun önemi bir kez daha anlaşılacaktır. Kişilerin diyetleri yeteri kadar kalsiyum, magnezyum, potasyum ve diğer asit tamponlayıcı mineralleri içermiyorsa bu mineraller kemik, karaciğer ve kalp gibi dokuların depolarından çekilir ve ciddi problemlere yol açabilir [18].

Son 10 bin yılda tarımdaki yenilikler ve son 200 yılda oluşan endüstrileşmenin etkisi ile diyetle potasyumda düşüş ve klorürde artış gözlenmiştir. Günümüz insanları daha öncekilere göre magnezyum, potasyum ve sodyum fakir; doymuş yağ asidi, basit şeker, sodyum ve klorürden zengin beslenmektedir [19].

Düşük karbonhidratlı ve yüksek proteinli diyetler asit yükünü artırarak üriner sistemde değişikliklere yol açmaktadır. İdrarda magnezyum, sitrat ve pH seviyesi azalırken; kalsiyum, çözünmemiş ürik asit ve fosfat seviyesi artmaktadır. Tüm bu sonuçlar böbrekte taş oluşum riskini artırmaktadır [20].

## **2.1. Eser Elementler**

Matriks içinde çok küçük düzeyde olup fakat etkinliği çok büyük olan elementlere eser elementler denir.

Vücut ağırlığımızın sadece %1'i eser elementlerden oluşmaktadır. %99'u ise altı elementten oluşur. Bu elementler: %65 oksijen, %18 karbon, %10 hidrojen, %3



azottan, %1,5 kalsiyum ve %1 fosfor dur. Vücut metabolizmasının düzgün çalışabilmesi için yukarıdaki elementler dışında bir çok elemente gereksinim duyar. Bu mineraller (elementler) vücudumuz da son derece düşük oranda bulunması nedeni ile eser elementler olarak adlandırılrsa da vücut fonksiyonlarımız açısından son derece önemlidir. Vücut ağırlığının %1'lik kısmını oluşturan eser elementler şunlardır: Potasyum (%0.35), sülfür (%0.25), sodyum(%0.15), magnezyum (%0.05), flor, bakır, demir, çinko, manganez, kobalt, selenyum, iyot, klor, krom, molibden, lityum, stronsiyum, alüminyum, silisyum, kurşun, vanadyum, arsenik, brom. Bu minerallerin diyetle yeteri oranda alınması çok önemli olmakla birlikte kontrolsüz şekilde tüketilmesi de son derece sakıncalıdır. Yüksek dozlarda toksik etkiler görülmesi kaçınılmazdır [21].

Ağır metal yoğunluğu  $5 \text{ g/cm}^3$ 'ün üzerinde olan metallerdir. Zehirlilik derecesi ve canlı bünyedeki işlevlerine göre ağır metaller sınıflandırılabilir.

**Birinci grup metaller:** En zararlı ağır metaller olup her derişimde zehirlidirler. Vücudumuzda biyolojik işlevleri olmayan bu grup ağır metaller kurşun (Pb), kadmiyum (Cd) ve cıva (Hg) dir.

**İkinci grup metaller:** Vücudumuzda biyokimyasal açıdan gerekli olmamakla birlikte eser düzeyleri tolere edilebilmektedir. Bu grup ağır metaller arsenik (As), bizmut (Bi), indiyum (In), antimon (Sb) ve talyum (Tl) dir.

**Üçüncü grup metaller:** Vücudumuzda biyokimyasal olarak gerekli metallerdir. Bununla birlikte bu metaller belli konsantrasyon değerlerinin üzerinde toksik olmaktadır. Bu grup ağır metaller bakır (Cu), çinko (Zn), kobalt (Co), nikel (Ni), vanadyum (V), selenyum (Se), krom (Cr) ve demir (Fe) dir. Bu grup elementlerden Ni, Cr, Cu ve Se nükleik asitlerle etkileşimi nedeniyle kanserojen etki göstermektedirler [22].

Ağır metaller vücutta bozunmayıp özellikle beyin, karaciğer gibi yaşamsal organlarda biriktiğinden zaman içinde sağlığa zararı artmaktadır.

Bazı elementlerin vücudumuzdaki fonksiyonları ve eksiklik-fazlalık durumlarında ortaya çıkabilecek komplikasyonları aşağıda sıralanmıştır.

### 2.1.1. Demir (Fe)

Yeryüzünde çok bulunan bir elementtir. Bazı bakteriler hariç hemen hemen tüm canlılar için temel bir elementtir. Metalik halde tabiatta pek az rastlanır. Tabiatta daha çok oksijenli ve kükürtlü bileşikler halinde bulunur. Vücudumuzda ise başlıca kanda hemoglobin, kaslarda miyoglobin, sitokromlar, peroksidaz ve katalaz enzim sistemlerinde olmak üzere çeşitli dokulara dağılmış halde bulunur ve bundan dolayıda hayati öneme sahiptir [23]. Beyin gelişiminde ve immün sistemde, hücrelerde biyokimyasal oksidasyonlarda görev alır [24]. Besinlerde çoğunlukla  $Fe^{3+}$  şeklinde, etlerde porfirin sisteminde kompleks halde, sebzelerde anorganik demir halinde, hayvan ve insan organizmasında ise iyonlaşan demir halinde bulunur [25].

Yetişkin bir insan vücudunda ortalama 3-5 gram demir bulunur [15]. Günlük demir ihtiyacı, vücuttan atılan demir kadardır. Bu miktar ortalama 1-2 mg'dır. Demirin vücuttaki emilim hızı günde ancak birkaç miligramdır. Besinlerle alınan demirin az bir miktarı vücutta kullanılabilir. Beslenme ile alınan demirin 1/10'unun vücut tarafından kullanıldığı varsayılırsa, günlük demir ihtiyacı 10-15 mg olur. Bu oran yaşa ve cinsiyete göre farklılık gösterir. Kadınların demir ihtiyacı erkeklerden fazladır. Vücuttaki fazla demir daha sonra kullanılmak üzere, yoğun olarak ferritin şeklinde karaciğer, dalak, bağırsak mukozası ve kemik iliğinde depolanır.

Besinlerle alınan demirin büyük bir bölümü üç değerli ferri demir bileşikleri şeklindedir. Fakat bu üç değerli demir bileşikleri kolayca emilmez, ancak iki değerli ferro demir bileşiklerine dönüşünce kolayca emilir. Midede demir emilimi çok az düzeydedir. Mide salgısının düşük pH'sı, C vitamini, sülfidril grupları ve diğer indirgeyici maddeler besinlerdeki üç değerli demiri iki değerli demire indirger. Demirin büyük bir bölümü ince bağırsağın üst kısımlarında emilir. Bağırsak çeperinden absorbe edilen demir yalnız iki değerlikli demirdir [26].

Kan hücrelerinde hemoglobin yapısında bulunan demir, hemoglobinin yapı taşını oluşturur. Tüm vücut tartısının %7'sini oluşturan kan, demirin %70'ini içerir. Kanın %15'ini teşkil eden hemoglobinde %0,335 demir vardır. Kanda oksijenin taşınması hemoglobin vasıtasıyla olmaktadır. Oksijen, hemoglobinin bileşimindeki demir mineraline yapışarak, hücrelere taşınır ve kullanılır [27].

Demir için en iyi kaynaklar; karaciğer, böbrek, kalp, sakatatlar, yumurta sarısı, balık, istiridye, buğday ve yulaf unu, yeşil yapraklı sebzeler, ıspanak, fasulye, kuşkonmaz, kuru fasulye, mercimek, bezelye gibi baklagiller, hurma, ceviz, fındık, kuru kayısı, incir ve pekmez dir [28].

Birçok besinin demir içermesine rağmen etteki hem formundaki demir bitkisel kaynaklı olandan daha iyi emilir. Buna karşın yemekle içilen çay, demirin emilimini azaltır. Demir eksikliğinde, hemoglobin konsantrasyonunun düşmesine bağlı olarak dokularda oksijen azalacağından, pek çok sistem olumsuz yönde etkilenir. Kansızlık (anemi), kronik yorgunluk, saç dökülmesi, derinin pullanması, iştahsızlık, baş dönmesi, hâlsizlik, kalp çarpıntısı, sinirlilik, öğrenme, algılama ve dikkat azalması, enfeksiyonlara karşı direnç azalması, fazlasında ise çocuklarda zehirlenme, karaciğer iltihabı, hemokramatozis (demirin genetik ya da sonradan hipofiz bezi, eklemler, deri, kalp, karaciğer, pankreas gibi çeşitli organlarda birikmesi) görülür [29].

### **2.1.2. Bakır (Cu)**

Bakır, bitki ve hayvan yaşamı için gerekli temel elementlerdendir. Toprakta bakır, bakır bileşikleri ve  $Cu^{2+}$  iyonları halinde bulunabilir. İnsan metabolizmasında biyokatalizör olarak görev yapan bakır birçok metalloenziminin ve bazı doğal pigmentlerin yapısında yer alır. Birçok enzimin ve proteinin bileşenidir. Amino asitler, yağ asitleri ve vitaminlerin normal koşullarda metabolizmadaki reaksiyonlarının vazgeçilmez ögesidir. Demirin fonksiyonlarını yerine getirmesinde aktivatör görevi üstlenir. Hemoglobin sentezinde demire yardımcı olur. Saç, deri, kemik ve iç organların temel bileşenidir [30].

Yetişkin bir insan vücudunda 100–120 mg bakır bulunur. Günlük alım miktarı 1–1,6 mg/gün'dür. Diyetle alınan bakırın büyük bir kısmı duedonumda olmak üzere, ancak %5'i vücut tarafından emilir. Günlük alınan bakırın yaklaşık % 80'e yakın atılımı safra yolu ile kalan kısmın atılımı ise idrar ve feçesle gerçekleştirilir. Bakırın vücutta homeostazini (iç denge) sağlayan organ karaciğerdir. Ca, Zn, Cd, Mo, askorbik asit ve fitik asit bakır emilimini azaltırken, taze bitkiler ve aminoasitler bakır emilimini arttırır [24].

Vücutta bakırın % 10'u karaciğer, beyin, kalp, böbrek, kas, kemik ve endokrin salgı bezlerindedir. % 90'lık kısmı ise kanda plazmaya ve eritrositlerde bulunur [31].

Karaciğer, balık, kabuklu hayvanlar, yapraklı sebzeler, bezelye, fındık, ceviz, mantar, çavdar, elma, ay çekirdeği, kuru erik gibi pekçok sebze ve meyve de değişen oranlarda bakır içerir.

Bakır eksikliği sıklıkla demir eksikliği ile beraber görülür. Fazla çinko alımı da bakır eksikliğine yol açabilir. Eksikliğinde; bakırın emilimindeki bozukluktan kaynaklanan çelik gibi sert ve dolaşık saç sendromuna yol açan, (çeliksi saçın oluşumu bakırın katalizlediği disülfid bağının kaybına bağlıdır) Menkes sendromu, büyümede gecikme, kansızlık (anemi), solunum sisteminde enfeksiyonlar, kemik erimesi, sinir sisteminde bozukluklar, saç ve deride renk kaybı, egzema, fazlalığında ise Wilson hastalığı (vücuttan atılamayan bakırın karaciğer, beyin ve göz de toksik seviyede birikmesi), sindirim sistemi mukazası tahrişi, ishal, mide ağrıları görülür [14].

Pizarro ve arkadaşları (1999) yapmış oldukları bir araştırmada altmış sağlıklı kadına 0, 1, 3 ve 5 mg/L bakır sülfat içeren içme sularını iki hafta boyunca vermişler ve sonucunda 3 ve 5 mg/L bakır içeren içme suyunu içenlerde gastrointestinal septomlar (mide bulantısı, karın ağrısı, kusma, ishal) görmüşlerdir [32].

Aydemir ve Özcan (2003) yapmış oldukları araştırmada, sıçanlara 10 ve 20 mg/kg/gün bakır içeren içme suları dört hafta boyunca verilmiştir. Sonucunda yüksek miktarda alınan bakırın, pankreas Zn ve Cu düzeyi ile eritrosit SOD (Süperoksit Dismutaz {antioksidan enzim}) aktivitesini düşürdüğünü, karaciğer ağırlığını ve serum Cu düzeyini arttırdığını tespit etmişlerdir [33].

### **2.1.3. Kalsiyum (Ca)**

Kalsiyum yeryüzünde en fazla bulunan metaller arasındadır. Kalsiyum çok aktif bir element olduğu için, doğada serbest halde bulunmaz. Çeşitli element ve gruplarla bileşikleri halinde bulunur [30].

Vücutta en fazla bulunan mineraldir. Erişkin bir insanda yaklaşık 1,2 kg kalsiyum bulunur. Yani vücudun % 1–2’si kalsiyumdur. Bu miktarın % 98’i kemiklerde, % 1’i dişlerimizde, % 1’i ise yumuşak dokularda ve kanda bulunmaktadır. Bu %1’lik kısım hayati rol oynamaktadır. İnsan vücudunda kalsiyum dengesi, paratiroid bezleri ve D vitamini tarafından düzenlenir. D vitamini kalsiyum ve fosforun sindirim sisteminden emilmesine yardımcı olur [14].

Kemik ve dişlerin gelişimi, kasların kasılması, hücre zarı geçirgenliği, kanın pıhtılaşması, sinirlerin uyarımları iletmesi, bazı enzimlerin (lipaz, ATPaz, süksinik dehidrogenaz) çalışması için gereklidir [14].

Yetişkin bireyler için günlük ihtiyaç 500 mg’dır. Gelişme dönemlerinde çocuklarda ve gebelikte kadınlarda kalsiyum gereksinimi artmaktadır. Başlıca kalsiyum kaynakları süt ve süt ürünleri (peynir, yoğurt, dondurma vb.) dir. Ayrıca pekmez, susam, yağlı tohumlar, yumurta, bezelye, lahana, fasulye de kalsiyum yönünden oldukça zengin besinlerdir. Bitkisel kökenli kalsiyumun emilimi zordur. Buna yeşil yapraklı sebzelerde bulunan okzalatlara (okzalik asit) ve tahıllarda bulunan fitatların (fitik asit) kalsiyumla birleşmesi neden olur. Bu sebepten bitkisel kökenli kalsiyum, süt ve süt ürünlerine göre vücuda daha az katkı sağlamaktadır. Diyetin posa miktarının fazla olması da kalsiyum emilimini olumsuz yönde etkiler. Mayalandırılmamış undan yapılan ekmeğin tüketimi, antasitli ilaçların uzun süre ve fazla miktarda kullanılması da emilimi engeller. D vitamini, sütte bulunan laktoz, C vitamini, organik asitler, bazı amino asitler kalsiyum emilimini kolaylaştırır [15, 34].

Kaslarda kalsiyum iyonlarının tripinine bağlanması ile kasılma olayı başlar. Steroid dışında tüm hormonların nörotransmitter ve nöromodülatörlerin salgılanması kalsiyum ile ilişkilidir [34].

Eksikliğinde; vücut kaslarının kasılmasında, kanın pıhtılaşmasında ve sinir iletiminde aksaklıklar, büyüme geriliği, çocuklarda raşitizm (kemiklerin gelişmemesi, yumuşaması ve eğilmesi), yetişkin kadınlarda osteomalasia (kemiklerin gelişmemesi, yumuşaması ve eğilmesi), yaşlılarda osteoporoz (kemiklerin kırılabilir duruma gelmesi) fazlalığında ise iştahsızlık, ateş görülür.

#### 2.1.4. Çinko (Zn)

Çinko insan ve hayvan hayatı bununla birlikte tüm bitki formları için yaşamsal temel elementlerden biridir. Toprakta birçok mineralin yapısında  $Zn^{2+}$  şeklinde ve çoğu kez düşük miktarlarda bulunur. Özellikle bazik ve kireç miktarı yüksek olan topraklarda çinko oldukça düşük miktarlardadır. Bunun neticesinde bu gibi topraklarda yetişen bitkilerde çinko noksanlığı görülür. Yüksek fosfat konsantrasyonu da çinkonun fizyolojik yararıyla olumsuz etkilemektedir.

Demirden sonra vücudumuzda en çok bulunan ikinci eser elementtir. İnsan vücudunda 1,4–2,3 g çinko yer alır. Yetişkin bireyler için günlük çinko ihtiyacı 15-22 mg'dır. Diyetle alınan çinkonun yaklaşık %10-15'i emilebilmektedir. Bu emilim onikiparmak bağırsağında ve proksimal jejunumda olmak üzere ince bağırsakta gerçekleşir. Histidine, sistein ve D vitamini çinko emilimini artırır. Fitik asit, bakır, kalsiyum, demir, metal kompleksleri, proteinler, hemiselülozlar, kil ve lifli gıdalar emilimi engeller[35]. Emilmeyen çinkonun atılımının büyük kısmı feçesle olmakla birlikte geriye kalan kısım safra ve idrar ile dışarı atılır. Çinko metabolizmasında rol oynayan en önemli organ karaciğerdir. Çinko en fazla karaciğerde olmak üzere böbrek, kemik, retina, pankreas, prostat, kas dokusu, eritrositler, saç, deri gibi çeşitli organ ve dokularda bulunmaktadır [36].

Çinkonun hidrofilik olması ve pasif difüzyon ile hücreye girememesinden dolayı çinkonun hücre içine girip dolaşıma geçmesi için özel taşıyıcı sistemlere ihtiyaç vardır. Hepatositler, intestinal hücreler, fibroblastlar, endotelial hücreler ve plasental hücrelerde özel taşıyıcı sistemlerin olduğu gösterilmiştir [37, 38].

N, O ve S tetrahedral kompleksler oluşturmasından dolayı enzim reaksiyonlarında fonksiyonel (katalitik) ve strüktürel (yapısal) rol oynar. İnsan vücudunda 300'den fazla enzim, aktivitesi için (dehidrogenazlar, aldolazlar, izomerazlar, transfosforilazlar, ppiiazlar, Mg.ppiiaz, Zn.ppiiaz, Zn-metal proteini gibi) çinkoya ihtiyaç duyar ve 100'den fazla enzimin de bileşenidir ( karbonik anhidraz, karboksi peptidaz, alkol dehidrogenaz, alkali fosfataz, fosfolipaz, karboksipeptidaz, RNA polimeraz gibi) [39]. Bu enzimlerin gerekli olduğu durumlarda ve görevlerini sağlıklı yerine getirebilmesinde çinko çok önemli bir yere sahiptir.

Çinko, insülin hormonunun depolanması, salgılanması ve aktivitesinde, kadmiyum detoksifikasyonunda (toksik maddeden arınma), asit-baz dengesinde, A vitamininin plazmada normal seviyelerde yer almasında, hücrelerin yaşlanmaya karşı korunmasında, tat ve koku almada, yara iyileşmesinde, sinir myelinizasyonunda, hipofizden hormon salgılanmasında, virüslere ve bakterilere karşı allerjen durumlarda, immün sistem üzerinde, gebelik sürecinde, bebeklik ve çocukluk döneminde vücudun büyümesi ve gelişmesinde, spermilerin oluşmasında ve fetüsün gelişiminde önemli bir role sahiptir. Çinko enzimatik fonksiyonlar dışında hücre membranlarını oksidatif olaylara karşı koruyarak stabilizasyonunu sağlar. İnsülin ile kompleks bir yapı oluşturur. Diyabet hastalığında hastalara insülin yerine çinko insülin verildiğinde, insülin daha uzun süreli etki sağlamış olur [40].

Fizyolojik miktarlardaki çinko Cd, Hg, Pb ve Sn gibi diğer ağır metal iyonlarının zehirleyici etkilerini azaltmaktadır. Fazla miktarda demir alımı çinkonun, fazla çinko alımında demirin kullanımını azaltır [41].

Çinko ve bileşiklerinin diğer ağır metaller ile karşılaştırıldığında zehirlilik etkisinin daha düşük olduğu görülür. Çinkonun zehirleyiciliğini bileşiklerinin yapısında bulunan anyonik kısımlar belirleyici olur. Örneğin; çinko kromatin ( $ZnCrO_4$ ) yüksek toksik ve kanserojen özelliği  $Zn^{2+}$  yüzünden değil anyonik  $CrO_4^{2-}$ 'dan dolayıdır [42].

Çinko için ana besin kaynakları kırmızı et, tavuk, balık, deniz ürünleri, tüm tahıllar ve süt ürünleri, yağlı tohumlardır. Aşırı saflaştırılmış unlarda çinko miktarı azalır.

Çinko eksikliğinde, büyüme ve gelişim bozuklukları, bağışıklık sisteminde bozukluklar, cücelik, cinsiyet organlarının gelişmesinde gecikme, deri lezyonları, mat saçlar, kırılabilir tırnaklar, kuru ve pürüzlü cilt, tat ve koku almada azalma, yaraların iyileşmesinde gecikme, ishal, kellik, iştah azalması ve davranışlarda değişikliklere yol açmaktadır [43]. Fazlalığı gibi bir durum söz konusu değildir. Çünkü vücutta depo edilmemektedir. Tedavi amaçlı günlük önerilen dozlardan daha fazla alınması önemli bir patolojik etki yaratmamaktadır. Deney hayvanlarına günlük önerilen dozdan 100 kat fazla çinko verildiğinde dahi önemli bir patolojik etki yaratmamaktadır [44]. Ancak süt ve süt ürünlerinin çinko galvenizli kaplarda uzun süre bekletilmesi akut çinko

zehirlenmesine neden olabilir ve bunun gibi yüksek doz alımlara bağı olarak zehirlenme belirtileri ateş, karın ağrısı, bulantı, kusma, ishal görülür.

### **2.1.5. Magnezyum (Mg)**

Magnezyum bitki ve hayvan yaşamı için gerekli temel elementlerdendir. Magnezyum bitki dünyasının demiridir. İnsanlardaki demir-hemoglobin ilişkisine benzer şekilde, bitkilerde magnezyum klorofil yapısına girer. Toprakta yeterli magnezyum bulunsa bile yüksek miktarda bulunan hidrojen, amanyum, potasyum, kalsiyum gibi iyonlar magnezyumun bitkiler tarafından emilimini engelleyerek bitkilerde magnezyum noksanlığı görülebilmektedir.

İnsan vücudunda yaklaşık 20- 28 g magnezyum vardır. Yetişkin bir bireyin günlük magnezyum ihtiyacı 280-350 mg'dır. Gebelik ve emzirme gibi özel durumlarda bu miktar 450-700 mg'ye kadar çıkabilir. Stres, karbonhidratlı ve yüksek yağlı diyet, fiziksel ve mental stres gibi durumlarda da vücudun magnezyuma ihtiyacı artar. Fazla terleyen, laksatif veya diüretik ilaç kullanan kişilerde vücuttan daha fazla magnezyum atılır. Magnezyum homeostazı büyük oranda böbrekler tarafından kontrol edilir. İnsan vücudundaki magnezyumun % 60'ı kemik (kalsiyum ve fosfatla birlikte bulunur) ve dişlerde dir. Geri kalanı doku (beyin ve kalpte daha fazla) ve diğer vücut sıvılarında yer alır. Toplam magnezyumun %1'inden azı kanda serbest halde bulunur. Kandaki Mg düzeyini sabit tutmak, fonksiyonların sürdürülmesi için önemlidir [45].

Magnezyum kas ve sinir sisteminin çalışması (tiamin pirofosfat kofaktör aktivitesi için Mg gerekli), kan glikozu kontrolü (insilün salgısına ve aktivitesine etki eder), kemiğin yapısal gelişimi (DNA, RNA ve antioksidan glutatyonun sentezi için gereklidir), enerji üretimi, protein sentezi, kan basıncının düzenlenmesi, biyokimyasal reaksiyonları düzenleyen 300'den fazla enzim sisteminin aktivitesi, hücre zarları boyunca kalsiyum ve potasyum iyonlarının aktif taşınması, kalsiyumun kullanımı, kemik ve dişlerin büyümesi, D vitamini üretimi ve işlevi, karbonhidrat metabolizması, hücrelerin büyümesinde ve yenilenmesinde gereklidir. Magnezyum hücreyi alüminyum, nikel, kadmiyum, cıva ve kurşundan korur [45].



Magnezyum kuru yemişlerde (ceviz, fındık, fıstık, badem), baklagillerde (mercimek, soya fasulyesi, bezelye, nohut), tohumlarda (keten, kabak çekirdeği), tam tahıllar (buğday, yulaf, arpa), yeşil sebzeler (ıspanak, karalahana, maydonoz, nane), balık, bitter çikolata, avakado, muz, elma, kayısı, limon, soğan, hurma, sert su, deniz tuzun da farklı oranlarda bulunmaktadır [15].

Bazı sebzelerde ve tahıllarda bulunan oksalat ve fitat (fitik asit), demiri olduğu gibi, magnezyumu da bağlayarak emilmesini güçleştirir.

Magnezyum eksikliği, sıklıkla magnezyum kaybına neden olan üriner, gastrointestinal sistem rahatsızlıklarına, magnezyum absorpsiyon azlığına veya kronik olarak az magnezyum alımına bağlıdır [46].

Hücrenin potasyum tutma kapasitesi magnezyum yetersizliğinde magnezyuma bağımlı bir enzim olan  $Na^+-K^+$ - adenozin trifosfataz aktivitesinin düşmesiyle azalır. Magnezyum yetersizliğinde, kalsiyumun yumuşak dokularda (böbrekler, arterler, eklemler, beyin) birikmesi ve potasyum, kalsiyumun idrarla atılması gözlenir [46].

Magnezyum eksikliğinde büyüme geriliği, kas ve sinir sistemi hastalıkları, kas krampları, kalp ritminde bozulmalar, koroner spaz, konfüzyon, oryantasyon bozukluğu, sinirlilik, depresyon, iştahsızlık fazlalığında ise bulantı, ishal, iştahsızlık, solunumda güçlük, kalp ritminde bozulma, düşük kan basıncı görülür [14, 34].

#### **2.1.6. Sodyum (Na)**

Toprağın tuzluluğunu etkileyen en önemli elementtir. Tuzluluk derecesine göre topraklarda bitkiler gelişemez veya yalnız tuzlu topraklarda yaşayabilen bitkiler gelişir. Sodyum oranı yüksek olan topraklar sulanınca toprak tanecikleri birbirine yapışarak su ve havanın toprak içinde hareketi kısıtlanır. Sodyum oranının yüksekliği nedeni ile bazı toprak türlerinin geçirgenliği, fazla miktarda azaldığı görülür. Yüksek sodyum oranı toprağın fiziksel yapısının bozulmasına sebep olur [47].

Hücre içindeki potasyum ve hücre dışındaki sodyum gibi elektrolitler ve proteinler vücutta, hücre içi ve hücre dışı sıvının dengede olmasını sağlar [48].

Sodyum vücut sıvılarının ve asit-baz dengesinin korunmasında, sinir hücrelerinde impuls iletiminde, kalp ve kas kasılmalarında önemli görevler üstlenmektedir.

Yetişkin bir bireyin günlük sodyum ihtiyacı 0,5 gramdır. Çok aktif ve sıcak bölgelerde yaşayanlarda ihtiyaç 2-12 gram arasında değişiklik göstermektedir. Aşırı ishal, aşırı idrara çıkma, kusma ve terleme sodyum kaybına neden olur. Sodyum kaybını karşılamak için tuzlu su verilir. Sodyumun temel kaynağı tuzdur. Organizmada idrar ve ter ile atılan sodyum metamolizmasını mineralokortikoidler düzenlemektedir.

Her besin belirli oranlarda sodyum içermektedir. Meyvelerde sodyum oranı çok düşüktür. Normal koşullarda yetersizliği söz konusu değildir. İhtiyaçtan fazlası tuz ve yiyeceklerden karşılanmaktadır. Sodyum eksikliğinde hipotansiyon, kas krampları, yorgunluk fazlalığında ise hipertansiyon, konvülsiyon(kasılma), kaslarda seyirmeler ve hassasiyet, serebral(beyne ait) ve pulmoner( solunum sistemine ait) ödem görülebilir [4].

### **2.1.7. Potasyum (K)**

Toprakta verime etki eden temel elementlerden biridir. Vücudumuzdaki potasyumun büyük bir kısmı (%98) hücre içinde bulunur. Vücut sıvılarının su ve asit-baz dengesinin korunmasında, sinir hücrelerinde impuls iletiminde sodyum ile birlikte görev yaparlar. Özellikle kalp kası aktivitesi üzerine etkilidir. Hipertansiyon ve osteoporoza karşı koruyucu etki gösterir. Sodyumun potansiyel zararlarının engellenmesine yardımcıdır. Hücrelerde çoğalmayı hızlandırır, hücre içi sıvısında osmatik basınç ve metabolik faaliyetler için gereklidir [34].

Yetişkin bir bireyin günlük potasyum ihtiyacı 2-4 gramdır. Et, süt, sebze ve meyvelerde özellikle kayısı, muz, portakal ve patatete bulunur. Potasyum eksikliğinde aritmi (kalp ritim bozukluğu), kramp, halsizlik fazlalığında ise aritmi, kas güçsüzlüğü, kusma görülür [14].

Anlaşılabacağı üzere vücudumuzdaki eser elementlerin çok önemli görevleri vardır. Öneme binaen çok çeşitli araştırmalar yapılmaktadır. Bununla birlikte, içme suyundaki elementler ve miktarları birçok çalışmada incelenmiş olmasına rağmen, içme suyundan alınan miktarın hastalıkların tedavisine katkısına dair yeterli çalışma mevcut değildir. Yapılmış çalışmaların geneli ise ağır metallerin zararları üzerinedir. Biz bu çalışmamızda; halk tarafından çeşitli bölgelerdeki suların hastalıklara iyi geldiği (özellikle böbrek taşı hastalığına) söylenip içilmesi ve şifa bulduklarını ifade etmelerinden yola çıktık ve yöresel şifalı kabul edilen sulardan birkaçını diğer sularla (kaynak, şebeke, şişelenmiş) karşılaştırmak suretiyle analizlerini yaptık.

## **2.2. Üriner Sistem Taş Hastalığı**

Üriner sistem taş hastalığının tarihi insanlık tarihi kadar uzundur. Mısır mumyaları muayene edildiğinde 5000 yaşında mesane taşları saptanmıştır. Üriner sistem taş hastalığı (ürolityazis), idrarın üretimi ve böbrekten dışarı atılımı sırasında aşırı doygunluktan dolayı içinde bulunan kristallerin, epitel hücrelerde çekirdeklenme, büyüme aşamasından sonra kümeleşip çökmesi sonucu oluşan, mineral içerikli sert kitlelerdir. Üriner sistem taşları vücutta birden fazla mekanizmanın bozulmasının bir ürünüdür. Taşlar üriner sistemin değişik yerlerinde ve sıklık sırasına göre de böbrek, ureter, mesane ve uretra taşları olarak bulunurlar. Üriner sistem taş hastalığı genetik, metabolitik, çevresel faktörlerin sorumlu olduğu multifaktöriyel bir hastalıktır. Dehidratasyon (yetersiz sıvı alımı), hiperkalsiüri, hiperoksalüri, hipernatriüri, hiperürükozüri, hipositratüri, hipomagnezüri ve düşük idrar pH'sı bu hastalığın oluşmasına yol açan önemli metabolik anormalliklerdir. Genetik faktörler arasında sistinüri ve primer hiperoksalüri (idrarda oksalatın çok olması) göze çarparken çevresel faktörler arasında diyet ön plana çıkmaktadır. Ailesinde taş hastalığı öyküsü olanların taş hastalığına yatkınlığının daha fazla olduğu belirtilmiştir [49].

Hastalığın altında yatan çok sayıda moleküler mekanizmalar henüz tam olarak aydınlatılamamıştır. Ürolojide üriner enfeksiyonlar ve prostat hastalıklarından sonra en sık görülen 3. hastalıktır.

Üriner sistem taş hastalığı sıcak olan tropikal bölgelerde daha sık, soğuk olan kuzey ülkelerinde daha nadir görülen bir durumdur. Hayat boyu görülme sıklığı % 1-

15, tekrarlama olasılığı 5-10 yılda %50, 20 yılda %75 dir. Erkeklerde daha fazla görülmekte birlikte kadın hastaların oranı da gittikçe artmaktadır[50]. Zencilerde daha az görülmektedir. En sık görülme yaş aralığı 20-40 yaşdır. Amerika Birleşik Devletleri'nde epidemiyolojik kayıtlar ülkemize nazaran daha düzenli tutulmaktadır. Üriner sistem taş hastalığı son 30 yılda beslenme değişiklikleri ve hareketsiz hayat nedeniyle daha sık gözlemlenmiştir. Ülkemiz iklim kuşağı, beslenme ve çevre koşulları nedeniyle taş hastalığı oranının yüksek olduğu ülkeler arasındadır. 1991 yılında yapılan araştırmada Türkiye'de taş hastalığı oranı %14,8 olarak bildirilmiştir [3]. Tüm dünyada, diğer alanlarda olduğu gibi taş tedavisinde de, daha az invazif (cerrahi müdahale) yöntemlere doğru gidiş vardır. Tedavi seçenekleri son 30 yıllık gelişmelerle perkütan nefrolitotomi (PNL), vücut dışı şok dalga tedavisi (ESWL) ve retrograd intrarenal cerrahiye (RIRC) çeşitlenmiştir. Uygulamada yeterli ekipman ve bilgi birikimi şarttır [51].

Üriner sistem taş hastalığında gelişen teknoloji ve bilimin katkılarıyla medikal tedavide büyük ilerlemeler sağlanmıştır. Üriner sistem taş hastalığının medikal tedavisinde amaç bu hastalığın tekrarlanmasının önlenmesi ve var olan taş yükünün azaltılması ile birlikte idrarda yüksek oranda bulunan aktivatörlerin azaltılması, düşük oranda bulunan inhibitörlerin artırılması, idrar völümünün uygun seviyelere çekilmesi ve risk faktörü olabilecek etkenlerin diyet ile düzenlenmesini içermektedir.

Taş hastalarının üriner alışkanlıkları, taş formlarının kristalizasyonuna etki eder ve bunların süpersaturasyonunu artırır ve/veya inhibitör aktivitelerini azaltır. Taş hastalıklarında bir metabolik ya da çevresel etiyoloji (nedenleri) yaklaşık %97 oranında bulunmuştur [52].

Taş oluşumunun anatomik yönü bakımından 2 tip'ten bahsedilebilir.

1. Böbrekteki lokalize lezyon: Papillarda oluşan harabiyet üzerine kalsiyum tuzlarının çökerek suprapapiller kalsiyum plaklarını oluşturur (Randall Plakları). Carr (1954) intrarenal lenf akımının bozulması ile taş oluşumu arasında bir bağ olduğunu ileri sürmüştür. Önce taşlar ufak mikrolitler halinde böbrekte oluşur. Lenfatiklerle pelvise taşınıp lenfatik staz olunca da mikrolitler büyür ve cidarı nekroze edip pelvise düşer ve taş meydana gelir [53-55].

2. Matriks, hibereksresyon- kristalizasyon, kristalizasyon-inhibisyon gibi teoriler taş oluşumunun idrar içinde başladığını savunmaktadır [56].

Üriner sistem taş hastalığının nasıl oluştuğu tam olarak aydınlatılabilmemiş olmamakla birlikte bazı teoriler vardır. Bunların hiç biri tek başına bütün taşların oluşumunu açıklamak için yeterli değildir. Birçok olguda birden fazla teori ile taş oluşumu açıklanmaya çalışılır. Süpersaturasyon-kristalizasyon, idrar inhibitörlerinin eksikliği, matriks-nükleasyon ve epitaksi teorisi gibi teoriler birlikte bu dört mekanizmayı birleştiren kombine teori ve aynı zamanda; intranefronik ve fiks nükleasyon, ekstranefronik ve serbest partikül nükleasyonu gibi kombine teoriler de ileri sürülmüştür [57].

### **2.2.1 Süpersatürasyon-kristalizasyon teorisi**

İdrarın (çözücü), çözünen bir madde ile aşırı doyumluğa ulaşması ve doymuş idrarda kristallerin oluşması ve bu kristallerin birleşerek büyümesi ve sonrasında çökmesi teorinin temelini oluşturur [57].

Üriner sistem taş oluşumunda temel olay idrarın süpersaturasyonu(çözünen bir madde ile aşırı doyumluk) dur. Doymuş haldeki madde kristalize olmaya başlar. Elementlerin çözünürlüğü, ortam sıcaklığı ve pH'sı kristalizasyonda çok önemlidir [58]. Sıcaklık ya da pH değişikliği olmazsa ya da tuzun erimesini sağlayan diğer kimyasal maddeler eklenmezse oluşan kristaller çökerler.

İdrarın çözünmüş tuzlar ile satüre hale geldiği ve kristalizasyonun başladığı sınır, termodinamik çözünebilirlik ürünü [thermodynamic solubility product ( $K_{sp}$ )] olarak bilinir [59]. İdrarda litojenik tuzların süpersatürasyon değerleri derişimlerinin çözünürlüklerine oranı ile hesaplanır. Bu oran 1 değerinin altında ise çözelti satürasyon seviyesinin altındadır ve çözünme gerçekleşecektir. Bu oran 1'i aşarsa, spontan kristalizasyon oluşabilir ve idrarın bu durumu "metastable (yarı kararlı)" olarak adlandırılır[60]. Metastabil bölgede kendiliğinden kristal oluşumu sık olarak görülmesine de var olan kristaller büyüyebilir [61].

### 2.2.2 İnhibitör eksikliği teorisi

Eser elementlerin taş oluşumunda inhibitör etkileri olabileceği düşünülmektedir. İnhibitörler, kristallerin gelişim ve agregasyonunu (kristallerin birbirine bağlanarak büyümesi) önlerler. Kristalizasyon inhibitörleri çerçevesinde Mg, Zn, Sr, Be, Cu, Mn, Al gibi eser elementler araştırılmaktadır [62].

İdrarda kristalizasyonu önleyen bazı inhibitör maddeler vardır. Taş oluşumunun saturasyon ve inhibitörler arasındaki balansa bağlı olduğu söylenebilir. İnhibitörler organik (üre, alanin, sitratlar, düşük moleküllü peptidler, yüksek moleküllü glikoproteinler, sülfidril içeren mukoidler) ve inorganik (magnezyum, çinko, fosfatlar, pirofosfatlar, ortofosfatlar) yapıda olabilirler. Taş oluşumunun değişik aşamalarına etki yaparak inhibitör olarak görev üstlenirler. Bunlar bioelektrik etkileri yoluyla kristallerin birbiri ile birleşmesini engeller. Glikozaminoglikanlar aynı zamanda kristallerin yüzeyine bağlanarak da etki gösterebilirler [63].

İyonlarla çözünebilir kompleksler oluşturarak serbest iyonik aktiviteyi düşüren yapılara kompleksör denir. Böylece taş oluşturan maddenin saturasyon düzeyi düşmüş olur. Örneğin sitrat potent bir kalsiyum kompleksörüdür. Magnezyum ise oksalatla kompleks yapar. Yani kalsiyum fosfat sisteminde sitrat ve magnezyum; kalsiyum oksalat sisteminde ise magnezyum kompleksör olarak görev yapmaktadır [64]. Sitrat, kalsiyum taşlarının önlenmesi için kalsiyuma bağlanarak süpersaturasyonu azaltır [56].

### 2.2.3 Matrix-nükleasyon teorisi

İdrarda bulunan çeşitli proteinler bir nüve oluşturur ve bunun üzerine çöken kristaller taş meydana getirir. Matriks; idrardaki proteinlerin ürünü olup, protein, heksan, heksanaminler içerir. Böbrekten salgılanan sialidase (N-Acetyl-Muramidase) enzimi ile uromukoidlerdeki sialik asidin çıkarılması sonucu oluştuğu söylenir. Proksimal tüp hücrelerinde yapılır. Kalsiyum taşlarında %2,5, ürik asit taşlarında %2 ve strüvit taşlarında %1,1 gibi oranlarda bulunmaktadır. Randall, renal papillaların subepitelyal bölgesinde bulunan kalsifiye plakların taş oluşumuna bir nüve meydana

getirdiğini ileri sürmüştür. Matriks bir taraftan kristal büyüme ve agregasyonunu engelleyerek inhibitör etki yaparken, diğer yandan taş yapısının %2-10'nu oluşturup üzerinde kolayca kristalizasyon ve agregasyon oluşturarak taş oluşumuna yol açar. Matriks içeriği taştan taşa değişmekle beraber, çoğu sert taşlar %3'ü oranında matrikse sahiptir [52, 65-70].

#### **2.2.4 Epitaksi teorisi**

Bir biri üstünde kafes şeklinde örgü oluşturarak farklı kristal yapıda taşların oluşmasına denir. İdrarda kristal oluşumuna neden olan madde bir noktadan sonra tükendiğinden kristal oluşumu durur. Ortamda başka bir maddenin konsantrasyonu fazla ise var olan kristallerin üstüne yapışarak iç ve dış tabakası birbirinden farklı taşların oluşmasına neden olur. Bu olaya epitaksiyal oluşum denir. Örneğin Fazla miktarda idrarla ürik asit atılımı olduğu durumlarda, oksalat içeren gıdaların fazla alınması sonucunda, ürik asit nükleusu üzerinde kalsiyum oksalat tabakası bulunan taşların oluşumu [71].

#### **2.2.5 Kombine teoriler**

Tüm teorilerin birlikte değerlendirilmesi ve bununla birlikte böbreğin kristalize olacak maddeyi atabilmesi ve uygun pH'ı oluşturabilmesinden bahseder. Taş oluşumunda ileri sürülen kombine teoriler:

1. Ekstranefronik ve serbest partikül nükleasyonu teorisi: İdrarda serbest olarak oluşan kristallerin idrardaki inhibitörlerin etkisinden dolayı büyüyüp taş oluşturmasıdır [72].
2. İntranefronik ve fiks nükleasyon teorisi: Tüp hücrelerinde başlayan ilk kristal çekirdeklerinin buradan tüp içindeki idrara atılmasıdır. Bu teori serbest kristal nükleasyonuna ihtiyaç olmadığını söyler [73].

Her taş hastasının durumu yukarıda belirtilen taş oluşum mekanizmaları ile açıklanamamaktadır. Hiç bir neden belirlenemeyen bu gibi durumlara, idiyopatik taş hastalığı (sebebi bilinmeyen) denir. Bu grupta en çok kalsiyum içeren taşlar bulunur [74].

Tablo 2.1: Üriner sistemde gözlenen taşların dağılımı

TAŞ TİPİ	%
Kalsiyum oksalat	52
Kalsiyum fosfat	13
Kalsiyum oksalat ve fosfat	15
Strüvit	4
Ürik asit	8
Diğerleri	8

Tablo 2.1'den de anlaşılacağı üzere üriner sistem taşlarının yaklaşık %75-80 kadarını kalsiyum oksalat ve fosfat taşları, geri kalan %25'lik kısmı ise magnezyum amonyum fosfat (MAP), ürik asit, hidroksiapatit ve sistin taşları oluşturmaktadır [126]. Kalsiyum içeren üriner sistem taşlarının oluşumunda, idrardaki elementlerin kristalizasyonu engelleyen ve kolaylaştıran mekanizmalar arasındaki etkileşimin önemli bir rol oynadığı düşünülmektedir. Kalsiyum ile kompleks oluşturan sitrat, fosfat, pirofosfat ve glikozaminoglikanlar (GAG) gibi maddelerin ya da oksalatı bağlayan magnezyum, sodyum gibi elementlerin idrardaki atılımının azalması CaOx kristalizasyonunu kolaylaştırabilir [75]. Kalsiyum taşı olan hastaların %30-60'ında serum kalsiyum düzeyi yüksek olmamasına rağmen idrardan kalsiyum atılımı artmıştır [76].

Kalsiyum oksalatın suda çözünürlüğünün asidik ortamda arttığı bilinmekte birlikte pH'ın fizyolojik sınırlar içinde asit tarafa kaymasının fazla bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Kalsiyum oksalatın çözünürlüğü ortamda üre, sitrat ve magnezyum gibi iyonların bulunması ile de artar [77,78].

Kalsiyum taşı oluşumunda en sık gözlenen bozukluk hiperkalsiüridir. Hiperkalsiüri günlük 1000 mg'lık kalsiyum diyeti sonrası idrar kalsiyum miktarının erkeklerde 300 mg, bayanlarda 250 mg'dan fazla olması durumudur. Kalsiyum taşı olan hastaların % 20 ila 40'ında hiperkalsiüri saptanır [80].



Ürik asit, pürin metabolizmasının son ürünüdür ve ürik asit taşı oluşumunda ana neden hiperürikozüri'dir. Ürik asitin 10 mg/kg/gün'den fazla atılımı hiperürikozüri olarak kabul edilir. Asidik idrar ürik asit taş oluşumunu hızlandırır. Ürik asit ve sistin taşlarının tedavisinde idrarın alkali (7.0-7.2 arasındaki pH-düzeyinde) yapılması taşı çözümler hale getirdiğinden tedavide potasyum sitrat içeren ilaçlar kullanılmaktadır. Ayrıca limonata, sirke, maden suyu içmeleri bu tür taşı olan hastalara önerilmektedir [79].

Günlük 45 mg dan fazla idrar oksalat miktarına hiperoksalüri denir ve artmış idrar oksalat ekskresyonu taşı olan erkeklerde % 40 bayanlarda % 10 oranında saptanır [80].

24 saatlik idrarda 320 mg'ın altında sitrat olmasına hipositratüri denir. Hipositratüri taş oluşum riskini artırır ve ilk kez taş saptanan hastaların % 5 ile 11 arasında gözlenir [80]. İdrarda azalmış sitrat miktarının yüksek hatta normal sınırlara getirmenin bile taş oluşum riskini azalttığına yönelik kesin kanıtlar mevcuttur.

Günlük düşük idrar miktarı sık karşılaşılan ve düzeltilebilen risk faktörüdür. İlk kez taş saptanan hastaların % 12 ila 25'inde düşük idrar miktarı saptanır. İdrar miktarının artması ile taş oluşum riskinin azaldığı ispatlanmıştır [80].

Doğada, üç farklı hidrat şeklinde bulunan kalsiyum oksalat, termodinamik bakımından oda sıcaklığında en kararlı olan yapı şekli kalsiyum oksalat monohidratdır. Kalsiyum oksalat dihidrat ve kalsiyum oksalat trihidrat termodinamik açıdan oda sıcaklığında yarı kararlı yapıdadır. COM ve COD böbrek taşlarında ana yapı olarak bulunmaktadır. COT ( $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , COT ya da caoxite) yapısı ise böbrek taşında çok nadir olarak bulunmaktadır [81]. Tablo 2.2'de en sık görülen taşlar sınıflandırılmıştır.

Tablo 2.2: En sık görülen taşlar [82]

<b>Oksalatlar</b>		
Kalsiyum oksalat monohidrat	whewellite	$\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , COM
Kalsiyum oksalat dihidrat	weddellite	$\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , COD
<b>Fosfatlar</b>		
Kalsiyum fosfat	apatit	$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$
Kalsiyum hidrojen fosfat	brushite	$\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Magnezyum amonyum fosfat	strüvit	$\text{Mg}(\text{NH}_4)(\text{PO}_4) \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
<b>Purinler</b>		
Ürik asit		$\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_4\text{O}_3$
Monosodyum ürat monohidrat		$\text{NaC}_5\text{H}_3\text{N}_4\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
<b>Diğerleri</b>		
Sistin		$(-\text{SCH}_2\text{CHNH}_2\text{COOH})_2$

Vücudumuzda oluşan taşlardan birkaçı Şekil 1, 2, 3, 4, 5, 6'da verilmiş olup farklı ebat ve şekilleri dikkat çekmektedir.



Şekil 2.1: Kalsiyum oksalat monohidrat taşı Şekil 2.2 : Kalsiyum oksalat dihidrat taşı



Şekil 2.3: Ürik asit taşı



Şekil 2.4: Sistin taşı



Şekil 2.5: Kalsiyum fosfat taşı    Şekil 2.6: Magnezyum amonyum fosfat (Struvite)

Böbrek taşlarını kimyasal yapısına göre iki sınıfa ayırabiliriz. Bu sınıflandırma Tablo 2.3'de gösterilmektedir.

Tablo 2.3: Kimyasal yapısına göre böbrek taşları [64]

<b>İnorganik Taşlar</b>	Kalsiyum oksalat Kalsiyum fosfat Kalsiyum oksalat- Kalsiyum fosfat, karbonat ve magnezyum amonyum fosfat'ın kombinasyonları (mikst) Sülfonamid (nadir) Fenozipiridin (nadir)
<b>Organik Taşlar</b>	Magnezyum amonyum fosfat ( strüvit) Ürik asit Sistin Ksantin Triamteren

Kalsiyum oksalat monohidrat (COM) kristallerinin çökmesi ve büyümesinin engellenmesi ya da COM çekirdeklerinin daha az kararlı bir yapı olan kalsiyum oksalat dihidrat (COD) kristallerine dönüştürülmesi böbrek taşı gelişimini önlemektedir [83]. Daha önce yapılan birçok araştırmada, COD yapısındaki kristallerin kolaylıkla idrar ile vücuttan dışarı atıldığı belirlenmiştir [84].

İdrar miktarı günde 1 litrenin altına düştüğünde taş oluşum riski belirgin derecede artar [85]. Kahve, çay, bira ve şarabın taş oluşumunu azalttığı gösterilmiştir [86, 87]. Teorik olarak narenciye sularının taş oluşumunu azalttığı düşünülse de portakal suyu tüketimi ile bu ilişki ortaya konulamamış; greyfurt suyu tüketiminin taş oluşumu riskini bilinmeyen bir mekanizma ile % 40 artırdığı gösterilmiştir [86-88]. Su alımında çok önemlidir. Fazla miktarda su tüketimi idrar miktarını arttıracığından taş oluşumunu azaltır. İdrar miktarının günde 800 ml'den 1200 ml'ye artması taş oluşumunu % 86 oranında azaltır. Diürezin kristal oluşumunu hızlandırması idrardaki iyon aktivitesini arttırmasındandır. Suyun içerisindeki bazı minerallerin varlığı ve

yokluğu taş oluşumunda etkilidir. Çinko kalsiyum kristalizasyonunu önlediğinden idrarda çinko seviyesi düştüğünde taş oluşma olasılığı artar [89-91].

Pürin, oksalat, kalsiyum, fosfat ve diğer maddelerin diyetle aşırı alınması idrarda bu maddelerin aşırı atılmasına ve taş oluşumunun kolaylaşmasına yol açabilir. Taş yapan hastalarda bu durum daha da önemlidir [90].

Üriner sistem taş hastalarında taşın konumu, boyutu, sayısı, üriner sistemin özellikleri, hastada ek hastalıkların olup olmadığı, kişinin yaşı gibi etkenler tedavi seçiminde önem taşımaktadır. Düşürülebilecek taşı olan hastaların sıvı alımları artırılarak, günlük idrar miktarı 3000 cc'nin üzerine çıkarılmalı, taşın boyutu ve yerine göre hasta takip edilmelidir. Boyutları 5 mm ve altında olan taşların ilaç tedavisiyle % 40-50 oranında kendiliğinden düşme ihtimali vardır. 10 mmden daha küçük taşa sahip olan hastalar radyolojik olarak daha sık ve sürekli takip edilmeli çünkü 10 mm altındaki taşların düşme olasılığı daha düşüktür [92]. Taşın kendiliğinden düşmesinin mümkün olmadığı durumlarda hastalara diğer tedavilere ek olarak günlük idrar çıkışının en az 2-3 L/gün olacak şekilde sıvı alımlarını artırmaları ve taş yapılarına uygun beslenmeleri önerilmelidir.

### **2.3. Taş Tedavisinde Çözündürücü Ajanlar**

Bu tedavi taşın ve idrarın kimyasal yapısına göre değişmektedir. Ağızdan veya bir kateter aracılığıyla böbrek içerisine vermek suretiyle taşın çözünmesi istenmektedir. Bu amaçla Suby G solüsyonu ve hemiacidrin böbrek içine perkütan nefrostomi katateri ile verilmektedir [93].

Tedavide; ürik asit taşlarında kandaki ürik asit miktarını azaltmak için Allopurinol, idrarı alkali yapmak için potasyum sitrat veya potasyum bikarbonat, sistin taşlarında D-penicillamine (sistin taş çözünürlüğünü artırmak), tiopronin (sistin atılım hızını kontrol etmek için) ve captopril ( sistini bağlayarak çözünürlüğünü artırmak) kullanılmaktadır [94, 95]. Magnezyum amonyum fosfattan oluşan struvit taşları enfeksiyon kaynaklı taşlar olduğundan uygun antibiyotik tedavisi verilir ve taşın çözündürülmesine yönelik idrarın asitleştirilmesi önerilir. Kalsiyum oksalat ( $\text{CaC}_2\text{O}_4$

) ve kalsiyum fosfat taşlarında ise tiazid gurubu idrar miktarını artırıcılar (diüretikler) kullanılır [96, 97].

Organik ve inorganik tabiattaki katkı maddeleri ve safsızlıklar kristalizasyon olayında çok önemlidirler. Çok küçük miktarlarda bulunsalar bile kristal/çözelti ara yüzeyinde kuvvetli ilgi gösteren yabancı moleküllerin hepsi kristalizasyonun her aşamasında etkili olabilirler [98]. Fazla  $Ca^{+2}$  COD kristallerinin oluşumu için uygun iken fazla oksalat ise COM kristallerinin oluşumu için uygun koşullar sağlamaktadır [99].

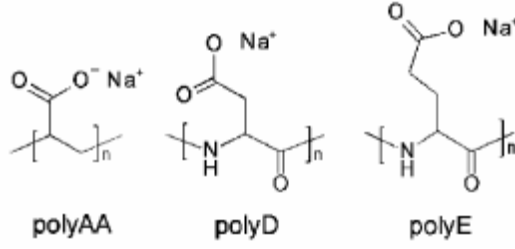
#### **2.4. Literatür Araştırması**

1940'dan sonra taş teşekkülü ile ilgili birtakım fizyolojik gözlem ve araştırmaların sonuçları sunulmaya başlanmıştır.

Semra Kirboğa (2006) araştırmalarında; kalsiyum oksalatın aşırı doymuş çözeltilerinde  $SiO_2$ 'nin varlığı, kalsiyum oksalat çökme hızında bir azalmaya ve kalsiyum oksalatın çözünürlüğünde bir artışa yol açtığını gözlemlemiştir [100].

Yu ve arkadaşları (2005) araştırmalarında ortamın pH'sı, sıcaklığı ve ortamdaki  $SiO_2$  varlığı, poli (sodyum 4-stirensülfonat) (PSSS) varlığında COM, COD ve COT kristallerinin morfolojilerini incelemiş ve herbirinin değişimine bağlı farklı kristal oluşumunu, oluşan kristallerin birbiri içinde daha az kararlı kristallere dönüşmesini, kristal oluşum hızının değişmesini gözlemlemiştir [84].

Jung ve arkadaşları (2005) kalsiyum oksalat kristallerinin morfolojik dönüşümüne katkı maddelerinin moleküler konfigürasyonunun etkilerini araştırmış ve farklı moleküler konfigürasyonlardaki Poly D (poli-Laspartat), Poly E (poli-L-glutomat) ve Poly AA (poliakrilat) ürener proteini olarak anyonik polimerler (Şekil 2.7) kullanmıştır [101].



Şekil 2.7: Poliakrilat (Poly AA), Poli-L-aspartat (Poly D) ve Poli-L-glutomat (Poly E) açık gösterimi [101]

Bu çalışmada kristal morfoloji ve kalsiyum oksalatın yapısının katkı maddesinin derişimine ve moleküler konfigürasyonuna göre değiştii ortaya konmuştur. Moleküldeki karboksilat gruplarının sayısı açısından; 1.45 kat fazla karboksilat grubu içeren Poly AA'nın kalsiyum oksalatın kristal şekli ve yapısı üzerinde Poly D'den daha etkili olduğu belirlenmiştir. Fonksiyonel grupların konfigürasyonu açısından; Poly AA, Polly D'den kalsiyum oksalat kristal yüzeyin iyonik düzenine daha uyumlu olduğu belirlenmiştir. Fonksiyonel grupların sayısı bakımından karşılaştırıldığında Poly AA'nın kristal yapı ve faz üzerine etkisi tahmin edilenden daha büyüktür. Poly AA az bir karboksilat grubu vardır. Bununla birlikte karboksilat grupları aynı yöne yönelmiş olup arasındaki mesafe kısa ( $2.42 \text{ \AA}$ ) dır. Kalsiyum oksalat dihidrat kristallerinin yüzeyindeki kalsiyum iyonları ile Poly AA, uzaysal eşleşme açısından daha avantajlıdır. COD kristal yüzler üzerinde düzenlenmiş kalsiyum iyonları ile uzaysal eşleşme için daha avantajlıdır. Poly AA yan zincirde metilen gruplarının olmayıp küçük moleküler yapıya sahip olmasından dolayı kristal büyümede önemli bir etkiye sahiptir [101].

Tablo 2.4: Kalsiyum oksalat kristalizasyonunun engellenmesinde metallerin etkisi [102]

Metal iyonları	Zn <sup>+2</sup>	Fe <sup>+3</sup>	Cu <sup>+2</sup>	Sn <sup>+2</sup>	Pb <sup>+2</sup>	Al <sup>+3</sup>	Ni <sup>+2</sup>	Cd <sup>+2</sup>	Mn <sup>+2</sup>
Temsil edilen aralık (µg/l)	0-767	0-170	0-55	0-35	0-4	0-34	0-12	0-11	0-2
Test edilen aralık (µg/l)	0-2000	0-250	0-100	0-50	0-50	0-50	0-50	0-50	0-50
Gözlenen max. Engelleme	6±3	55±4	3±2	2±2	3±2	4±2	0±1	1±1	2±1

Tablo 2.4'deki sonuçlar, idrarda bulunan metallerden Fe<sup>+3</sup> iyonlarının haricinde diğerlerinin kalsiyum oksalat kristalizasyonunun önlenmesinde etkili olmadığını gösterir [102].

İnhibitör moleküllerinin kristal büyümesini önlemesi anyonik bağla kalsiyum atomlarına bağlanmasındandır [60, 103]. Bakteriyel enfeksiyonlardan üreaz üretenlerin (pseudomonas, stafilokok gibi) struvite taşlarının oluşumunda etkisi olduğu kanıtlanmıştır. İdrardaki üre enfeksiyonlarla amonyak ve karbondioksit parçalanır. Amonyum iyonlarına ve bikarbonata hidrolize olan üre, sonrasında kationlara bağlanıp magnezyum amonyum fosfat (strüvit) ve karbonat apatit taşlarının oluşması ile neticelenir [104]. Sitratın taş üzerindeki koruyucu etkisi üriner sistemdeki kationlarla kompleks yapma etkisine bağlıdır. Aynı etki kalsiyumda da mevcuttur. Üriner sistem enfeksiyonlarında sitrat bakteriler tarafından metabolize edildiğinden baskılanma daha az olur [105].

Howard, Finka, Joseph ve ark. (2009) böbrek taşı hastalığının ikincil yollarla önlenmesi için diyet, sıvı alımı veya ilave girişimlerin etkinliğini ve emniyetini belirlemek için Ocak 1950'den Mart 2008'e kadar olan daha önce yapılmış olan çalışmalarını derlemişlerdir. Yapılan çalışmaların değerlendirilmesinin sonucunda, fazla miktarda sıvı alımı böbrek taşı hastalığının nüks riskini azaltmaktadır [106].



Sierakowski ve ark. (1978) ABD'nin farklı coğrafi bölgelerinde su sertliği ile böbrek taşı görülme sıklığı arasında ters orantı olduğunu, sert su içilen bölgelerde üriner sistem taş hastalığının az görüldüğünü belirtmişlerdir [107].

Allen Rodgers (1998) sıvı alımının artırılmasının böbrek taşı üzerindeki olumlu etkisini incelerken Kola'yı kullanmış ve Kola tüketiminin kalsiyum oksalat taşı oluşumuyla ilişkili risk faktörlerinde olumsuz değişikliklere neden olduğu ve bu nedenle hastaların sıvı alımını artırma çabalarında bu meşrubattan kaçınmaları gerektiği sonucuna varmıştır [108].

Emel Akyol (2016) tarafından yapılan çalışmada; üriner sistem taş hastalığının tedavisine katkı sağlamak amacıyla karahindiba (*taraxacum officinale*) ekstraktının kalsiyum oksalat monohidrat kristal kinetiği ve morfolojisine etkisi laboratuvar ortamında in vitro olarak incelemiştir. %5 gibi yüksek oranda potasyum içeren karahindiba ekstraktı miktarının artmasıyla kristal oluşum hızı azalmış ve 5 mL ekstrakt miktarı ile kristalizasyonun gerçekleşmediği gözlenmiştir. Karahindiba ekstraktının çok az miktarının bile kalsiyum oksalat monohidrat kristal oluşumunu engellediği ve daha az kararlı olan kalsiyum oksalat dihidrat kristallerinin oluştuğu gözlemlenmiştir [109]. Karahindiba, % 5 gibi yüksek oranda potasyum içeriği ile en iyi doğal potasyum kaynaklarından. A, C vitaminleri, nikotik asit, kalsiyum ve çeşitli mineraller açısından da zengindir. Karahindiba taş oluşumunun kristalizasyonunu engellemede etkili olduğu inanılan fenolik asit bakımından da zengindir.

Takasaki, E. (1971) sıçanlar üzerine yaptığı araştırmalar da; B<sub>6</sub> vitamin eksikliğinin ne yoldan taş teşekkülüne yol açtığını anlamak üzere yaptığı çalışmada sıçanlara B<sub>6</sub> dan yoksun bir diyet verilirken ayrıca bir kısmına Mg bakımından da fakir besinler verilmiş. Sadece B<sub>6</sub> eksikliği olan sıçanlarda Mg dan yana fakir beslenenlere göre daha az kristalizasyon gözlenmiştir [110].

Rushton, HG., Spector, M. (1982) yaptıkları araştırmada da içme suyuna %1'lik etilen glikol katılan erkek sıçanlara magnezyumdan fakir diyetin de eklenmesi kristalüri (idrarda kristallerin olması) ve nefrolithiasisi (böbrek taşı) hızlandırmış ve artırmıştır. Bu durumda kristaller hem korteks hem de medullada birikmiştir [111].

Su CJ. ve arkadaşları (1991) yaptıkları araştırmada yüzde 1'lik etilen glikol solüsyonu verilen erkek sıçanların diyetine magnezyum oksit eklenmesi üriner oksalat eksresyonunu (boşaltım) anlamlı oranda azaltarak CaOx nefrolithiasisini (böbrek taşı) durdurmuştur [112].

Serdar Seçkin (2003) yapmış olduğu tez çalışmasında; eser elementlerin taş oluşumundaki inhibitör etkilerini araştırmak için kurşun, çinko, demir, magnezyum ve bakır elementlerini incelemiştir. Hasta ve kontrol grubunun kan serumu ve idrar örneklerini karşılaştırmıştır. Hasta grubunun idrar magnezyum ve çinko atılımının normal gruptan daha az olduğunu fakat kurşun atılımının arttığını belirlemiştir [113].

Eser elementlerin taşların oluşum aşamasındaki inhibitör etkileri kristal gelişimi ve agregasyonu önleme üzerinedir. Eser elementlerden özellikle iki değerli olanlar araştırılmaktadır. Litaratürde sağlıklı bireylerin idrarıyla taş hastalarının idrarı karşılaştırıldığında ilgili elementlerin ( Zn, Mg, Ca gibi) idrarda olmadığı yada çok azaldığı görülmüştür. Magnezyumun taş hastalarının idrarında daha az olduğu kabul edilmiştir [114].

Alkali diyetin ve bikarbonatın insanlarda kemik erimesini azalttığını söyleyen bir araştırmada yaşları 18-45 yaş ve beden kütle indeks değerleri 18.5-25.0 kg/m<sup>2</sup> arasında değişen iki grup kadına içerikleri farklı olan A ve B mineralli suları 28 gün boyunca günde 1.5 litre olmak üzere içirilmiştir. Alkali su (B) içen grupta idrar pH'sı artmış olmakla birlikte idrardan bikarbonat atımında artmıştır. Böbrekteki elektrolit değişimini gösteren serum C-telopeptid ve parathormon seviyeleri düşmüştür. A suyunu içen grupta ise değişiklik görülmemiştir [115].

Yüksek asitli diyetlerin böbrek taşı oluşumuna sebep olabileceği yönünde de kanıtlar vardır. İki yüz birey ile yapılan bir çalışmada, kişilerin diyetlerindeki asit yükünün böbrek taşı oluşumunda oldukça önemli bir risk faktörü olduğu, alkali minerallerin (potasyum ve kalsiyum) ise taş oluşumunu azalttığı bulunmuştur[116].

Kahraman ve Uçar (2007) Konya garnizon birliklerindeki kuyu suları ile şehir şebeke sularının su kalitesi ve ağır metaller yönünden karşılaştırmasını yapmışlar. Alüminyum, mangan, bulanıklık ve iletkenlik değerleri açısından farklılıklar olduğunu

belirlemişlerdir. Bununla birlikte gerek şehir şebeke gerekse kuyu sularının incelenen parametreler açısından insan sağlığı açısından olumsuz bir durum oluşturmadığı sonucuna varmışlardır [17].

Akçay ve grubunun (2014) çalışmasında; İnegöl-Oylat jeotermal kaynağının fiziksel, kimyasal su analizleri, kaynağın bulunduğu bölgenin jeolojik ve mineralojik yapısı incelenmiştir. Ayrıca iklim ve doğal bitki örtüsünün termal turizme etkileri ile insan sağlığı açısından faydaları belirlenmiş, termal turizm kapsamındaki uygulamalar ve etkileri üzerine önerilerde bulunmuşlardır [117].

## **2.5. Tezin Amacı**

Üriner sistem taş hastalığı nedeni tam olarak tespit edilememiş multifaktöriyel bir hastalık olmakla birlikte yaşam, beslenme şeklinin ve sıvı alımının hastalığa etkisi önemlenecek boyutta olduğu araştırmalarda ortaya konmuştur. Bu nedenle su çeşitliliği bakımından ülkemizin jeolojik yapısı ve arazisinin morfolojik durumunun etkisiyle çok zengin bir memleket olduğunu dikkate aldığımızda ki yapılan su analizleri ilgili literatür bunu açıkça göstermektedir. Çok çeşitli sulara sahibiz. Suyun içindeki maddelerin miktarı ve hatta bunların birbiri içindeki uyum ve oranı böbrek taşı hastalığında tedaviye katkı sunabileceğini ve bu amaçla araştırmamızda özellikle böbrek taşına iyi geldiği düşünülerek içilen yöresel sular ile diğer içme sularını karşılaştırdık.

Çalışmalarımızda metal ve ağır metal tayinleri AAS, AES ve ICP-AES cihazları ile yapılmıştır.

## **2.6. Atomik Absorpsiyon Spektroskopisi (AAS)**

Spektroskopi, bir örnekteki atom, molekül veya iyonların, bir enerji düzeyinden diğerine geçişleri sırasında soğurulan veya yayılan (emisyon) elektromanyetik ışımının ölçülmesi ve yorumlanmasıdır.

Elektromanyetik ışım, boşlukta hızından ve enerjisinden bir şey kaybetmeden sinüsoidal olarak yayılan, dalga ve tanecik özelliğine sahip bir enerji türüdür. Elektromanyetik ışın, dalga karakterine bağlı olarak interferans (girişim) ve

difraksiyon (kırınım), dalga boyu, frekans, periyot özelliklerine sahiptir. Tanecik karakterinden kaynaklanan özellikleri ise, metal yüzeyinden ışığa ile elektronların koparılması (fotoelektrik olay), ışığa enerjisinin madde tarafından absorpsiyonu (soğurulması) ve emisyonudur (yayılması).

Atomik absorpsiyon spektroskopisi gaz halinde ve temel enerji düzeyinde bulunan atomların, UV ve görünür bölgedeki ışığı absorplaması(soğurulması) ve derişimle doğru orantılı olan absorpsiyonun ölçülmesi ilkesine dayanan, bir çok metal ve az sayıda ametalin analizi için kullanılan kantitatif (nicel) analiz metodlarından biridir. Bu prensip üzerine çalışan aletlerde Atomik Absorpsiyon Spektrometreleri denir. Atomik absorpsiyon spektrofotometresi, analiz süresinin kısalığı, kullanım kolaylığı, çok sayıda element için iyi bir tayin sınırının olması nedeniyle eser element analizinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Atomik absorpsiyon spektroskopisinde element, elementel hale dönüştürüldükten sonra buharlaştırılır ve kaynaktan gelen ışın demetine maruz bırakmak suretiyle analizler gerçekleştirilir. Yani elementleri atomik absorpsiyon spektroskopisinde analizlemek için analizlenecek elementin önce nötral hale, sonra atomik buhar haline getirilmesi, sonrasında da bir kaynaktan gelen elektromanyetik ışın demetiyle etkileştirilmesi gerekmektedir.

Atomik absorpsiyonda çözeltinin derişimi ölçülen absorpsiyon değeri ile orantılıdır ve Lambert-Beer yasasıyla verilir. Bu yasaya göre,  $I_0$  şiddetindeki monokromatik radyasyon (ışın) demeti uzunluğu  $l$  olan bir kaptaki çözeltiden geçirildiği zaman, çözeltideki maddelerin ışını absorplamasından dolayı şiddetinde bir azalma olur. Absorpsiyondan dolayı kaptan geçen ışının şiddeti  $I$ 'dir. Işının girişte ve çıkıştaki şiddetlerinin logaritmalarının farkı içinden geçtiği çözeltinin derişimiyle orantılıdır [118].

$$\text{Absorbans (A)} = \epsilon \cdot c \cdot l = \log I_0/I$$

$c$  → çözelti konsantrasyonu (mol/L)

$l$  → ışığın çözelti içinde kattığı yol (cm)

$\epsilon$  → molar absorpsiyon katsayısı (L/mol. cm)

## 2.6.1. Atomik absorpsiyon spektrofotometrelerinin temel bölümleri

**Işın kaynağı:** Analiz edilecek elementin absorplayacağı ışının yayıldığı bölüm

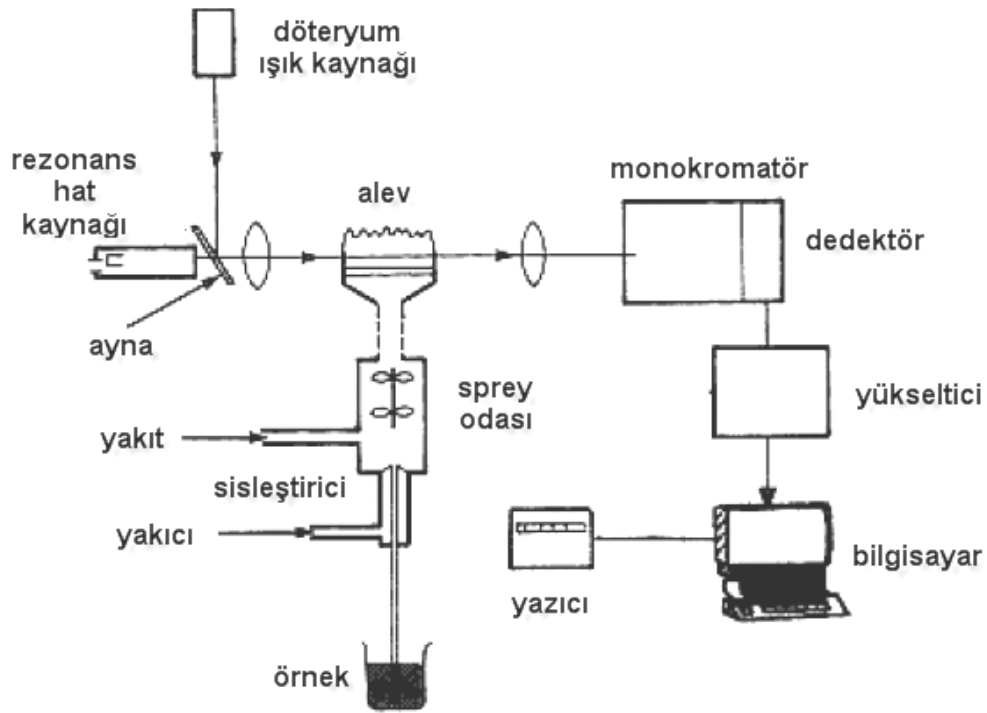
**Atomlaştırıcı:** Analiz edilecek çözeltinin atomik buhar haline getirildiği bölüm

**Monokromatör:** Dalga boyu ayırıcısı

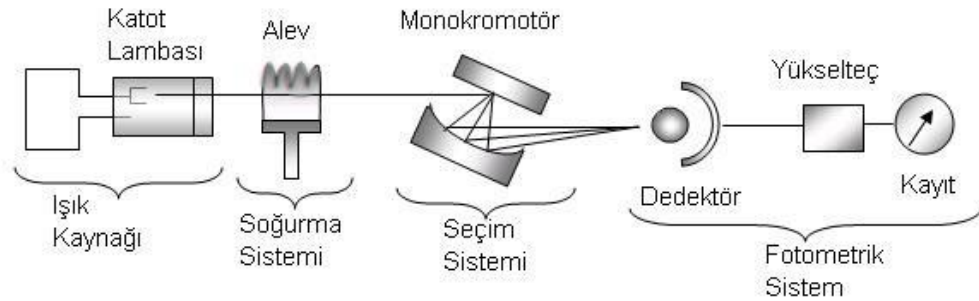
**Dedektör:** Işın kaynağından gelip örnekten geçen ışının şiddetinin ölçüldüğü bölüm

**Kaydedici:** Dedektörden alınan sinyal, analizi yapılan elementin absorpsiyonu, derişimi, bilgisayar ve yazıcı ortamına aktarılarak kaydedilir.

Atomik absorpsiyon spektrometresinin temel bölümleri Şekil 1, 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2.8a



Şekil 2.8b

Şekil 2.8a, b : Atomik absorpsiyon spektrofotometresinin bölümleri

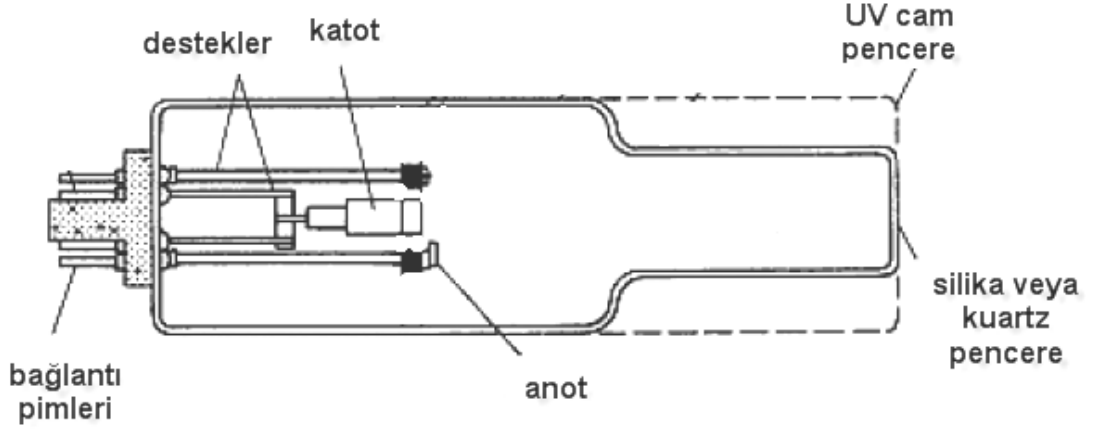
## **Işın kaynakları**

Analizin doğru yapılmasında uygun dalga boyundaki ışınların elde edilmesi çok önemlidir. Atomlar çok dar dalga boyu aralığında ( $\sim 0,002$  nm) absorpsiyon yaparlar. Bu hatlar sürekli ışık kaynakları için çok dardır ve bu ışık kaynakları kullanılırsa hatların gözlenmesi çok güç olur. Sürekli ışık kaynağı olarak bilinen hidrojen, döteryum, tungsten ve yüksek basınçlı kseneon lambaları geniş bir spektrumda ışımaya yapmaktadırlar. Atomlar ise çok dar bir hatta absorpsiyon yaptıkları için kullanılan ışık kaynaklarının da dar bir hatta emisyon yapmaları gerekmektedir. Spektrumların örtüşmesinden kaynaklanan girişimi azaltmak için absorpsiyon hattından daha dar emisyon hattı veren ışın kaynağı kullanılmalıdır.

AAS'de kullanılan ışık kaynakları oyuk katot lambaları (OKL), yüksek ışımali oyuk katot lambaları, buhar boşalım lambaları, elektrotsuz boşalım lambaları (EDL), çok elementli lambalar, alev ve sürekli ışık kaynaklarıdır. Bunlar arasında AAS'de en yaygın kullanılanları oyuk katot ve elektrotsuz boşalım lambalarıdır.

## **Oyuk Katot Lambası**

AAS'de kullanılan ışık kaynaklarından en fazla tercih edilen oyuk katot lambası düşük basınçta asal gazla (Ne, Ar gibi) doldurulmuştur. Silindirik şekilde olan lambanın içinde anot ve katot bulunmaktadır. Anot tungsten veya nikelden yapılmıştır. Katot ise analizi yapılacak olan elementten yapılmıştır. Anot ile katot arasına gerilim (100-400 V) uygulanır ve lamba içerisindeki asal gazın iyonlaşması sağlanır. Ortamdaki iyon ve elektronlar katoda çarparak yüzeyden metal atomlarını kopararak uyarılmış hale geçmesini sağlarlar. Uyarılmış enerji düzeyindeki atomlar kararsızdır ve temel enerji düzeyine dönmek ister. Uyarılmış atomlar temel enerji düzeyine dönerken katot elementine özgü dalga boyunda ışımaya yapar. Hangi elementin analizi yapılacaksa, o elemente ait oyuk katot lambası kullanılmalıdır. Oyuk katot lambasının görüntüsü Şekil 2.9'da verilmiştir.



Şekil 2.9: Oyuk katot lambası

### **Atomlaştırıcı**

Analiz edilecek elementin gaz fazında temel haldeki atom buharını oluşturmaktır. AAS'de analiz sonuçlarının duyarlılığı analiz edilecek metalin atomlaşma oranına bağlıdır. Yani atomlaştırıcının atomlaştırma etkinliği çalışmanın başarısında çok önemlidir. Alevle veya elektrotermal atomlaştırma yöntemleri kullanılır.

### **Alevli Atomlaştırıcılar**

Alevli atomlaştırıcılar ilk olarak Alkemade ve Milatz (1955) ve Walsh ve arkadaşları (1957) tarafından kullanılmıştır. Atomlaşma alev içinde gerçekleşir. Analizi yapılan çözelti aleve doğru yanıcı-yükseltgen gaz karışımı ile püskürtülür. Alevli atomlaştırıcılarda çözelti, sıvı halde alevi oluşturan gaz karışımı ile karşılaşmış olur. Bu gaz karışımı içinde çözeltinin sis halinde dağılması sağlanır [119].

### **Monokromatör**

Işık kaynağından gelen polikromatik ışıktan tek bir dalgaboyunda monokromatik ışın elde edilmesini gerçekleştiren optik düzeneklerdir. Başlıca üç kısımdan oluşur. Işın demetinin giriş ve çıkış yaptığı iki yarık, mercek sistemi, gelen ışını tek dalga boyulu demetlere ayırmaya yarayan prizma veya optik ağ.

Analizin duyarlılığını azaltan veya girişim yapan diğer çizgilerden ölçüm çizgisini ayırmak için monokromatör yeterli dar bir bant genişliği sağlayabilmelidir. Bu amaçla cihazlar elementin dalga boyuna göre 0,2-2 nm aralığında çeşitli bant

genişliklerinin kullanımına imkan sağlar. Geniş bant aralıklarının kullanımı ışının daha büyük miktarlarda detektöre ulaşmasını sağlar. Odak mesafesinin uzunluğu da monokromatörün ışın ayırma gücünü arttıran bir özelliktir [120].

### **Dedektör**

Monokromatörden çıkan ışın şiddetinin ölçülmesi amacıyla elektrik sinyaline dönüştüren aletlerdir. Bu amaç için çoğunlukla da fotoçoğaltıcılar kullanılır. Fotoçoğaltıcılar ışığa duyarlı bir katot, bir seri(sıra sıra dizilmiş) dinot ve en sonda yer alan bir anottan oluşur. Katot Cs, Sb gibi kolaylıkla iyonlaşabilen bir malzeme ile kaplanmıştır. Fotoçoğaltıcının hassasiyeti katodu örten bu maddeye bağlıdır [120].

### **Kaydedici**

Dedektörden alınan sinyal, analizi yapılan elementin absorbanı, derişimi, bilgisayar ve yazıcı ortamına aktarılarak kaydedilir.

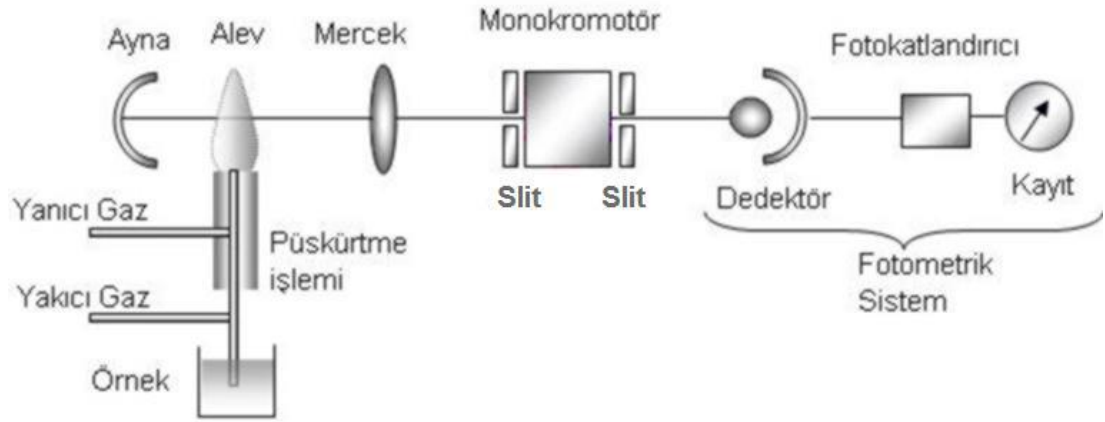
## **2.7. Atomik Emisyon Spektroskopisi (AES)**

Atomik emisyon spektroskopisi uyarılmış halde bulunan atomların ve moleküllerin temel hale dönerken yaydıkları (emisyon) UV ve görünür bölge ışınlarının ölçülmesi ilkesine dayanan analiz yöntemidir. Bu prensip üzerine çalışan aletlere de Atomik Emisyon Spektrometreleri denir. Atom ve moleküllerin uyarılmasını sağlayan enerji kaynağının türüne göre sınıflandırılır. Analiz örneğini atomlaştırmak ve uyarmak için alevin kullanıldığı yönteme Alev Emisyon Spektroskopisi, atomlaşmanın ve uyarmanın elektriksel boşalım veya plazma gibi bir enerji kaynağı ile gerçekleştirildiği yöntemde Atomik Emisyon Spektroskopisi (AES) denir. Atomik Emisyon Spektroskopisinde atomlaştırmacı kaynak olarak indüktif eşleşmiş plazma kullanılan yönteme **indüktif eşleşmiş plazma-atomik emisyon spektroskopisi (ICP-AES)** denir. Sadece alev emisyon spektroskopisi yönteminin uygulanabileceği şekilde üretilen spektrofotometrelere alev fotometresi (flame fotometre) adı verilir.

Yöntemde analiz için seçilen dalgaboyu genellikle analiz edilecek elementin rezonans dalga boyudur. Yayınlanan ışınların dalga boyu, atomun cinsine ve şiddetide derişimine bağlı olduğundan, elde edilen yayım spektrumlarından yayım dalga boyu



ve şiddeti ölçülerek nitel ve nicel analiz yapılır. Alev emisyon spektrometresinin genel şeması Şekil 2.10'da verilmiştir.



Şekil 2.10: Alev emisyon spektrometresinin genel şeması

### 2.7.1. Alev emisyon spektrometrelerinin temel bölümleri

Alev emisyon spektrometrelerinde ışık kaynağı kullanılmaz.

#### Alev

Atomik emisyon spektroskopisinde atomlaşma ve uyarılma alev ile sağlanır. Alev kaynağı için propan-hava, asetilen-hava,  $N_2O$ -asetilen kullanılır. Alev de gerçekleşen olaylar; yakıcıya gelen çözeltinin çözücüsünün buharlaşması, örnekteki metal atomlarının atomlaştırılması ve uyarılarak ışın yayması sırasıyla gerçekleşir. Alev sıcaklığı artınca uyarılmış düzeydeki atom sayısı ve buna bağlı olarak da emisyon şiddeti artar. Yöntemin duyarlılığı çok yüksek sıcaklıklardaki alevlerin kullanılmasıyla analiz elementi iyonlaşacağından azalır. IA grubu elementleri için düşük sıcaklığa sahip alevler, diğer bazı elementler için ise,  $N_2O/C_2H_2$  gibi yüksek sıcaklıkların elde edilebildiği alevler kullanılır.

#### Aynalar

Sistemde yayılan ışınları alıcıda toplamak için aynalar kullanılır. Yakıcı sistemin arkasına bir ayna konularak ışınlar yansıtılır. Alevden çıkan ve yansıtılan ışınlar ışık yoluna gönderilir.

### **Slit (Yarıklar )**

Işınların diğer ışıklardan ayrılması için slit yani yarıklar monokromatörden önce ve sonra kullanılır. Giriş yarığı sadece alevden yayılan ve aynadan yansıyan ışınların optik sisteme girmesine olanak sağlar. Çıkışa yerleştirilen yarıktan ise belli bir dalga boyu aralığındaki ışınlar alıcıya geçer.

### **Monokromatör**

UV ve görünür bölgedeki ışınları ayırmak için monokromatörler kullanılmaktadır. Bu amaç için çoğunlukla prizmalar dalga boyu ayırıcı olarak kullanılır. Sadece sodyum ve potasyum analizleri için geliştirilen alev fotometrelerinde filtre kullanmak yeterlidir. Bu filtrelerden dedektöre ulaşması istenen ışık geçer.

### **Dedektör**

Işığın şiddetinin ölçülmesi için dedektörler kullanılır. Dedektörler üzerine düşen ışınları elektrik sinyaline dönüştürürler. Fotoçalıştırıcı tüpler en yaygın kullanılan detektörlerdendir.

## **2.7. Sularda Sertlik Analizi**

Temelinde kompleksleşme ilkesine dayanan titrasyon yöntemi kullanılarak sertlik tayini yapılır. Kompleksler, bir pozitif iyonun ( özellikle bir metal iyonunun), başka iyon yada moleküllerle sarılarak oluşturduğu yeni iyon yada moleküllerdir. Kompleks oluşumu üzerine kurulmuş olan bu yöntemde su örnekleri, Eriochrome Black T indikatörü yanında EDTA çözeltisi ile titre edilir.  $Ca^{2+}$  ve  $Mg^{2+}$  nin indikatör ile oluşturduğu mor renkli kompleks, ortama EDTA ilavesi ile renksiz ve daha sağlam olan Ca-EDTA ve Mg-EDTA kompleksine dönüşür. Titrasyon sonunda indikatörün tamamı serbest kalır ve çözelti rengi indikatörün pH=10'daki rengi olan maviye dönüşür.

### **3. DENEYSEL KISIM**

#### **3.1. Analizi Yapılan Su Örnekleri**

Araştırmamızda analizi yapılmak üzere toplam 19 su numunesi İzmir, Manisa, Bursa, Giresun illerinden alınmıştır. Su örnekleri Sağlık Bakanlığı numune alma kriterlerine uygun olarak; suyun kimyasal yapısını değiştirmeyecek temiz polietilen kaplara ve numuneler doldurulmadan öncede en az üç defa numune alınacak suyla çalkalamak suretiyle analiz için yeterli miktarda (2 L) alınmıştır. Toplanan su örnekleri analiz öncesi ve sırasında buzdolabında muhafaza edilerek, daha doğru ve güvenilir sonuçlara ulaşmak için çok kısa bir süre içinde analizler yapılmıştır. Analizler öncesi ağır metal analizi yapılacak olan su numuneleri pH 2.0 olacak şekilde asitlendirilmiştir. Asitlendirilen kısımda ağır metal (Zn, Pb, Cu, Cd, Fe, Mn, Na, K, Ca, Mg) analizleri yapılmıştır. Alınan su örneklerinde herhangi bir asitlendirme işlemi yapılmayan kısımlarında pH, iletkenlik, toplam sertlik, tayinleri yapılmıştır. Örneklerdeki ağır metal düzeyleri atomik absorpsiyon spektrofotometresinin belirtme alt sınırının altında kaldığı için alınan örneklerin bir kısmının ağır metal analizleri tekrar Deneysel Fen Bilimleri Araştırma Merkezi DEFAM'da yapılmıştır. Analiz yapılmak üzere alınan içme suları Tablo 3.1 'de verilmiştir.

Tablo 3.1: Analizi yapılan içme suları

<b>ŞİFALI SULAR</b>	<b>KAYNAK SULARI</b>	<b>ŞİŞELENMİŞ İÇME SULARI</b>	<b>ŞEHİR ŞEBEKE SULARI</b>
İZMİR Dağtekke Torbalı	İZMİR Dağtekke Torbalı	İZMİR Egelife (Menemen)	İZMİR Eşrefpaşa
İZMİR Kınık Değirmeneli Köyü	MANİSA Kırmızı Köprü Aşağıdaki		
MANİSA Demirci Köyü	MANİSA Kırmızı Köprü Yukarıdaki	MANİSA Frida (Salihli)	MANİSA CBÜ Kampüsü (Laboratuvar)
BURSA Nilüfer Kadriye Köyü	BURSA Nilüfer	BURSA Erikli (Uludağ)	BURSA Nilüfer
GİRESUN Acı Su	GİRESUN Sis Dağı		GİRESUN Görele
	GİRESUN Ege Köyü		
	GİRESUN Görele Yolu Taşaltı		

### 3.2. Kullanılan Cihazlar

Alevli Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi: Ağır metal analizleri, Manisa Celal Bayar Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü Analitik Kimya Ana Bilim Dalı'nda bulunan Varian 220 FS AAS ile gerçekleştirildi. Alev olarak hava/asetilen alevi kullanıldı.

Alev Emisyon Spektrofotometresi: Sodyum ve potasyum analizleri, Manisa Celal Bayar Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü Analitik Kimya Ana Bilim Dalı'nda bulunan Jenway marka Alev Fotometresinde yapıldı. Atomik Emisyon ölçümleri Manisa Celal Bayar Üniversitesi Deneysel Fen Bilimleri Araştırma Merkezinde bulunan Agilent marka ICP-MS ile gerçekleştirilmiştir.

pH metre: pH ölçümleri için inolab WTW series model pH metre kullanıldı.

Kondüktometre: İletkenlik ölçümleri için Hanna Instruments EC215 kondüktometre kullanıldı.

Analitik terazi: Kullanılacak kimyasalların tartımları Sartorius GC803S-0CE tipi analitik terazide yapıldı.

Manyetik Karıştırıcı: Çalışmalar esnasında çözeltilerin homojen karışmasını sağlamak için Sherwood Scientific model manyetik karıştırıcı kullanıldı.

Saf Su Cihazı: Deneysel çalışmalar boyunca ihtiyaç duyulan saf su MILLIPORE model saf su cihazı kullanılarak elde edildi.

Buzdolabı: Deneylerde kullanılan çözeltilerin saklanması ve numunelerin soğutulma işlemlerinde ALTUS AL366 model buzdolabı kullanılmıştır.

### **3.3. Kullanılan Kimyasallar ve Çözeltileri**

Deneysel çalışmalarda kullanılan tüm kimyasallar analitik saflıktadır. EDTA (etilendiamin tetra asetik asit) çözeltisi (Merck), CaCO<sub>3</sub> (kalsiyum karbonat) tozu (Merck), NH<sub>4</sub>Cl (amonyum klorür) (Merck), NH<sub>3</sub> (amonyak) (Merck), Erichrome Black T (1-(1-hidroksi-2-naftilazo)-5-nitro-2-naftol-4-sülfonik asit) (Merck)'den temin edilmiştir.

KNO<sub>3</sub> (potasyum nitrat) (Merck), NaCl (sodyum klorür) (Merck), CaCl<sub>2</sub> (kalsiyum klorür) (Merck), MgCl<sub>2</sub> (magnezyum klorür) (Merck), CuCl<sub>2</sub> (bakır klorür) (Merck), FeCl<sub>3</sub> (demir klorür) (Merck) 'den temin edilmiştir.

0,01 M EDTA çözeltisi: 3,7224 g EDTA disodyum tuzu bir miktar saf suda çözülerek 1 litreye tamamlandı. Bu çözeltinin 1 mL'si 1,00 mg CaCO<sub>3</sub> 'a eşdeğerdir. Veya 0,4008 mg Ca'a eşdeğerdir.

Tampon Çözelti: 67,5 g NH<sub>4</sub>Cl 570 ml amonyakta çözüldü ve 1litreye tamamlandı. pH: 10 tamponu elde edildi.

Eriochrome Black T. İndikatörü: 0,5 g Eriochrome Black T.(EBT) 100 g NaCl ile havanda toz haline getirildi. Koyu renkli şişede saklandı.

AAS'de ve AES'de Kullanılan Standartlar: Çalışılan herbir metalin 1000 ppm (mg/L)'lik ana stok çözeltisi hazırlandı. Hazırlanan bu ana stoktan 100 ve 50 ppm'lik ara stoklar hazırlandı. Ve her metal için inebileceği alt limitler düşünülerek 10, 8, 5, 2.5, 1, 0.5, 0.3, 0.1, 0.08, 0.05 ppm'lik standartlar hazırlandı.

### **3.4. Yöntemler**

Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresinde ağır metal tayini: Mn, Fe, Cu, Zn, Cd, Pb, Mg gibi elementleri ppm ve ppb düzeyinde tayini edebilmek için ise atomik absorpsiyon spektroskopisi yöntemi kullanıldı. Uygun ve günlük olarak taze hazırlanmış standartlarla kalibrasyon eğrileri çizildi, ardından örnekler cihaza verilerek, çizilen kalibrasyon grafiklerinden örnekler için sonuçlar elde edildi.

Alev Fotometresinde Na ve K tayini: NaCl ve KNO<sub>3</sub> çözeltileri kullanılarak standart çözeltiler günlük olarak hazırlandı ve bu standartlarla oluşturulan kalibrasyon eğrileri kullanılarak örnekler için Na ve K sonuçları elde edildi.

pH tayini: Suların analizlerinde, H iyonu aktifliğinin (mol/L) eksi logaritması olan pH, potansiyometrik olarak tayin edildi.

İletkenlik tayini: Suda iyonize olan maddelerin toplam konsantrasyonuna ve sıcaklığa bağlı olan, suyun elektrik akımını iletme kapasitesini gösteren iletkenliği, kondüktometre ile ölçüldü. Birimi  $\mu\text{S}/\text{cm}$  dir.

Toplam Sertlik Tayini: 100 mL su numunesi alındı. 0,5 – 2,0 mL kadar (pH'ı 10'da tutmak için gerekli miktar) tampon çözeltisi ( $\text{NH}_4\text{Cl}+\text{NH}_4\text{OH}$ ) ilave edildi. Bir ölçü (0,1 g kadar) toplam sertlik indikatörü EBT katıldıktan sonra, renk şarap kırmızısından, maviye dönene kadar 0,01 M EDTA çözeltisi ilave edildi.

#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Çalışma kapsamında su örneklerinin pH ve iletkenlik ölçümleri ile bazı ağır metal, anyon, katyon analizleri yapıldı. Kaynak, şebeke, şişelenmiş ve şifalı olduğu söylenen yöresel sulardan oluşan örneklerin analiz sonuçları birbiri ile karşılaştırıldı. İçme sularında bazı parametrelerin kabul edilebilir değerleri Tablo1.1 'de verilmiştir. İçme amaçlı kullanılan suların parametrelerinin TS-266 yönetmeliğindeki parametrelere uyması gerekmektedir.

##### 4.1. Analiz sonuçları

Tablo 4.1: pH, iletkenlik, toplam sertlik analiz sonuçları

ANALİZİ YAPILAN SULAR	pH	İLETKENLİK (µS/cm)	TOPLAM SERTLİK Fr (100 mL de 1 mg CaCO <sub>3</sub> 1 Fr dir.)
BURSA Şişelenmiş	7,68	110	13,00
BURSA Şebeke	7,74	267	31,20
BURSA Kaynak	7,60	305	38,40
BURSA Şifalı	7,46	260	34,00
MANİSA Şişelenmiş	7,56	156	14,00
MANİSA Şebeke	7,43	422	40,40
MANİSA Kaynak 1	7,81	338	42,00
MANİSA Kaynak 2	7,60	350	48,00
MANİSA Şifalı	7,24	284	21,60
İZMİR Şişelenmiş	7,57	139	9,00
İZMİR Şebeke	7,68	428	52,80
İZMİR Kaynak	7,41	535	55,20
İZMİR Şifalı Dağteke	7,34	163	14,40
İZMİR Şifalı Kınık	6,60	2540	179,20
GİRESUN Şebeke	7,33	240	30,00



<b>GİRESUN Kaynak 1 Sis Dağı</b>	7,40	32	3,60
<b>GİRESUN Kaynak 2 Görelle Yolu Taşaltı</b>	7,28	171	17,40
<b>GİRESUN Kaynak 3 Ege Köyü</b>	7,58	165	14,00
<b>GİRESUN Şifalı Acı Su</b>	6,70	482	59,60

İletkenlik, toplam sertlik, pH analiz sonuçları Tablo 4.1’de verilmiş olup, İzmir Kınık Şifalı suyu hariç diğerleri içilebilir su standartlarına (TS 266) uygundur. Suların böbrek taşına etkisi bakımından pH’ları karşılaştırıldığında; şebeke sularının pH ortalaması 7.55 (4 su), şişelenmiş suların pH ortalaması 7.60 (3 su) kaynak sularının pH ortalaması 7.52 (7 su), şifalı su pH ortalaması 7.07 (5 su) olduğu görülmektedir. İdrar pH’sının böbrek taşı oluşum sürecinde kristalizasyon aşamasında idrarda ki inhibitörlerin (Tamm-Horsfall proteini (THP), Fetuin-A, Sitrat (Bir trikarboksilik asittir ve 37°C, pH<6,5 iken iyonizedir) etkinliğini önemli ölçüde etkilediği bilinmektedir [121]. Alkali idrar; Mg-amonyum fosfat ve kalsiyum fosfat taşları oluşurken asidik idrar; kalsiyum oksalat, ürik asit ve sistin taşları oluşur. Yediğimiz ve içtiklerimizin idrar pH’sını değiştirebildiğini düşündüğümüzde nasıl olduğunu bilmesekde şifalı diye bilinip içilen yöresel suların böbrek taşına pH değişimi üzerinden bir etkisi olabilir. Herne kadar yapılan çalışmaların çoğunluğunda hasta ve kontrol grup idrar pH’ları arasında bir fark bulunmamış olsada, sıçanlarda deneysel çalışmalarda taş oluşturmak için idrar pH değişikliği destekleyici yöntemler arasındadır [122-124].

Yu ve arkadaşlarının kalsiyum oksalat kristal oluşum ve yapısını etkileyip değiştiren 2004’de Poli(-stiren-alt-maleik asit) (PSMA) varlığında, 2005’de poli (sodyum 4-stirensülfonat) (PSSS) varlığında kalsiyum oksalatın morfolojisi ve kristal yapısını incelenmiştir. Yaptığı çalışmalarda ortam pH’sının düşüklüğünün kristal oluşum eğilimini arttırdığını ortaya koymuştur [84, 125].

Su örneklerimizin incelenmesinde AAS ve AES cihazlarıyla bakmış olduğumuz elementler ve sonuçları Tablo 4.3’de görülmektedir. Bakılan parametreler açısından içilebilir su standardına (TS 266) göre; Pb değerleri Bursa Şişelenmiş, Bursa Şifalı, Manisa Şişelenmiş, Manisa Şebeke, İzmir Şişelenmiş, İzmir Şifalı Dağtekk, İzmir Şifalı Kınık, Giresun Şifalı suları sınır değerlerin üstünde olup TS 266’ya göre Pb değerleri açısından içime uygun değildir. Na değerleri İzmir Şifalı Kınık suyu hariç içime uygundur. Fe değerleri Giresun Kaynak3 Ege Köyü hariç içime uygun. Cu değerleri İzmir Şişelenmiş hariç içime uygundur. K, Zn, Ca, Mg değerleri açısından TS 266’da içime uygunluk açısından sınır değer belirtilmemiştir.

İdrardaki eser elementlerin inhibitör etkileri araştırılmakta olup Mg’un taş oluşumu üzerine olumlu etkisi kanıtlanmıştır [110-112]. Bununla birlikte Zn, K, Fe ve Ca’unda olumlu etkilerine dair bilgiler mevcuttur [89-91,102]. Vücudumuzun ihtiyaç duyduğu minerallerin vücutta üretilmediği bilinmektedir.

## **Mg**

Günlük Mg ihtiyacının 280-350 mg arasında olduğu bilinmekte

Günlük ortalama ihtiyaç: 315 mg

Manisa Şebeke Su Mg miktarı: 15,84 mg/L

Manisa Demirci Şifalı Su Mg miktarı: 10,35 mg/L

Manisa Şişelenmiş Su Mg miktarı: 4,54 mg/L

Manisa Kaynak1 su Mg miktarı: 17,55 mg/L

Taş hastasının ortalama 3,5 L su içtiği varsayılırsa

Günlük şebeke suyundan alınan Mg miktarı  $15,84 \times 3,5 = 55,44$  mg olur.

Günlük şifalı sudan alınan Mg miktarı  $10,35 \times 3,5 = 36,23$  mg olur.

Günlük şişelenmiş sudan alınan Mg miktarı  $4,54 \times 3,5 = 25,89$  mg olur.

Günlük kaynak suyundan alınan Mg miktarı  $17,55 \times 3,5 = 61,43$  mg olur.

Ca, Fe, Zn, Na, K için de aynı işlemleri yaptığımızda Tablo 4.2’deki verileri elde etmiş oluruz.

Tablo 4.2: Günlük mineral ihtiyaının sudan karşılanandığı varsayılan miktarları,  
Manisa

Mineraller	Mg (mg)	Ca (mg)	Fe (mg)	Zn (mg)	Na (mg)	K (mg)
Günlük ort. ihtiyaç	315	500	1,5	19	7000	3000
şebeke Suyundan	55,44	566,65	0,018	3,08	-	29
şifalı Sudan	36,23	303,10	0,077	-	113	25
şişelenmiş Sudan	25,89	196,35	0,012	-	42	9
Kaynak Suyundan	61,43	589,05	0,018	-	21	3

Tablo 4.3: AAS (Zn, Fe, Cu, Mg, Ca) ve AES (Na, K) ile yapılan metal analiz sonuçları (n=3)\*

Parametre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sınır Değer (İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmeliğe göre- 07.03.2013 TS-266)
	Bursa Şişelenmiş Suyu	Bursa Şebeke Suyu	Bursa Kaynak Suyu	Bursa Şifalı Suyu	Manisa Şişelenmiş Suyu	Manisa Şebeke Suyu	Manisa Kaynak1 Suyu	Manisa Kaynak2 Suyu	Manisa Şifalı Suyu	İzmir Şişelenmiş Suyu	
Na (mg/L) RSD 0,004	b.s.a	5,68	1,99	2,79	11,96	b.s.s	6,04	4,29	32,19	b.s.a	200
K (mg/L) RSD 0,009	1,04	1,59	0,50	0,56	2,60	8,57	0,97	0,89	7,05	4,91	-
Zn (mg/L) RSD 0,004	b.s.a	b.s.a	b.s.a	b.s.a	b.s.a	0,88	b.s.a	0,19	b.s.a	b.s.a	-
Fe (mg/L) RSD 0,016	0,016	0,010	b.s.a	0,019	0,034	0,005	0,005	b.s.a	0,022	0,043	0,2
Cu (mg/L) RSD 0,009	0,062	b.s.a	b.s.a	b.s.a	0,065	0,013	b.s.a	b.s.a	b.s.a	0,080	2
Mg (mg/L) RSD 0,001	4,46	20,29	6,06	15,37	4,54	15,84	17,55	29,81	10,35	5,18	-
Ca (mg/L) RSD 0,005	52,10	125	153,90	136,30	56,10	161,90	168,30	192,40	86,60	36,10	-

Tablo 4.3: AAS (Zn, Fe, Cu, Mg, Ca) ve AES (Na, K) ile yapılan metal analiz sonuçları (n=3)\* DEVAMI

Parametre	11 İzmir Şebeke Suyu	12 İzmir Kaynak Suyu	13 İzmir Şifalı Dağtekke	14 İzmir Şifalı Kınık Suyu	15 Giresun Şebeke	16 Giresun Kaynak1 Sisdağı	17 Giresun Kaynak2 Taşaltı	18 Giresun Kaynak3 Ege Köyü	19 Giresun Şifalı Acı Su	Sınır Değer(İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmeliğe göre- 07.03.2013 TS- 266)
Na (mg/L) RSD 0,004	16,94	9,44	6,93	448,44	3,38	b.s.a	8,34	17,26	5,36	200
K (mg/L) RSD 0,009	2,57	0,84	1,07	30,72	0,19	0,20	0,20	0,58	1,68	-
Zn (mg/L) RSD 0,004	2,49	b.s.a	b.s.a	b.s.a	b.s.a	b.s.a	b.s.a	b.s.a	b.s.a	-
Fe (mg/L) RSD 0,016	0,045	0,012	b.s.a	0,024	b.s.a	b.s.a	0,001	<b>0,212</b>	0,040	0,2
Cu (mg/L) RSD 0,009	0,005	b.s.a	0,013	0,043	b.s.a	b.s.a	b.s.a	b.s.a	0,056	2
Mg (mg/L) RSD 0,001	29,45	15,67	6,39	125,56	23,08	1,46	11,78	6,15	29,81	-
Ca (mg/L) RSD 0,005	211,60	221,20	57,50	718,20	120	14,40	69,70	56,10	238,90	-

b.s.a. : Belirtme sınırının altında Belirtme alt sınırları: Na: 0,2 µg/L, K: 3 µg/L, Zn: 1 µg/L, Fe: 6 µg/L, Cu: 3 µg/L, Mg: 0,3 µg/L, Ca: 1 µg/L

\*n= Örnek Sayısı

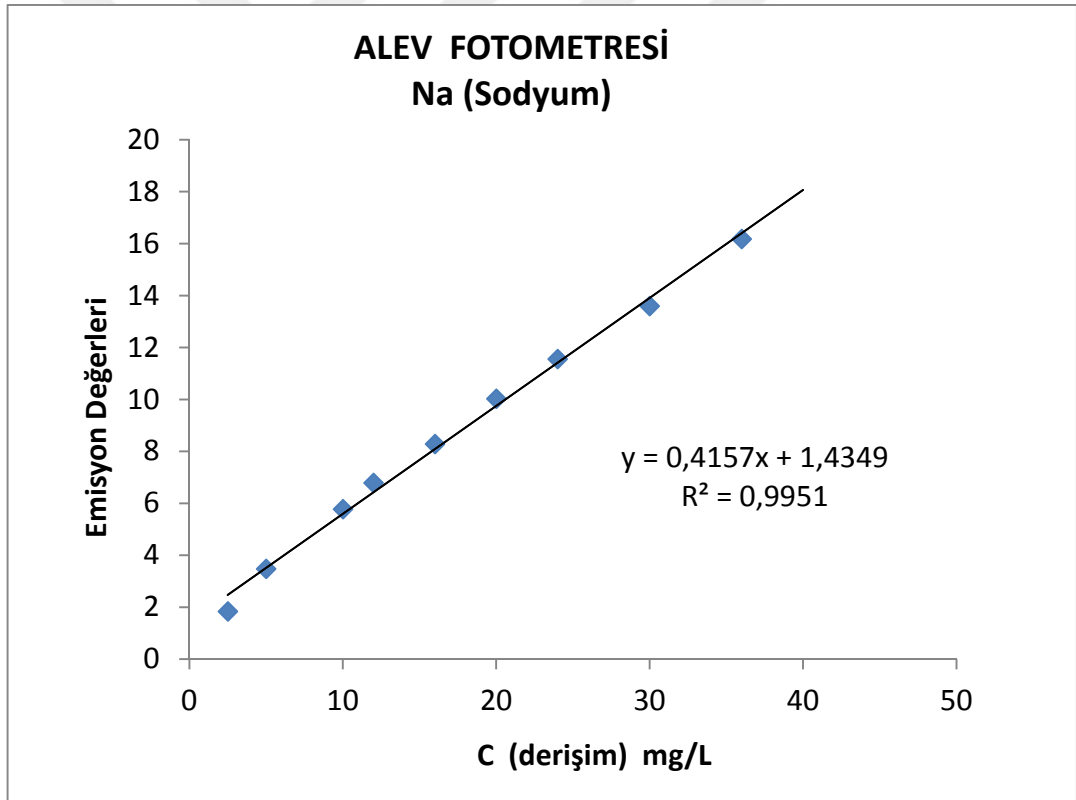
**TÜRKİYE CUMHURİYETİ**  
**MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ**  
**DENEYSEL FEN BİLİMLERİ FAKÜLTESİ**  
**ARAŞTIRMA MERKEZİ**

Tablo 4.4: 1900115-00 no'lu Su kimyasal analiz sonuçları (su analizi paket-1)

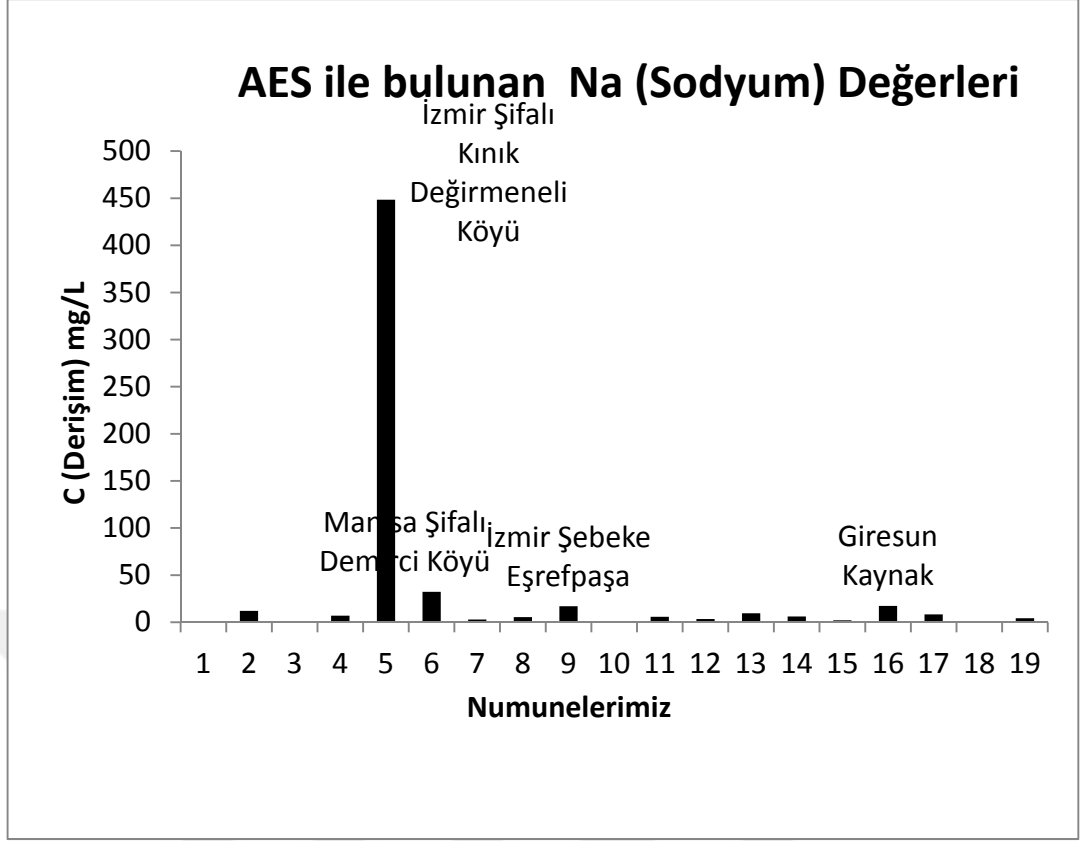
Parametre	1	2	3	4	5	6	7	Sınır Değer
	Bursa Şifalı Suyu	Bursa Şişelenmiş Suyu	Bursa Nilüfer Kaynak Suyu	Manisa Demirci Şifalı Suyu	Manisa Hazır Şişelenmiş Suyu	İzmir Şifalı Dikili Kaynak Suyu	İzmir Hazır Şişelenmiş Suyu	(İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmeliğe göre-07.03.2013)
Na (mg/L)	5,15	1,43	4,42	34,17	14,19	104,51	9,77	200 mg/L
Mg (mg/L)	10,28	2,86	2,41	8,42	3,18	27,03	5,31	-
Al (µg/L)	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	2,12	200 µg/L
K (mg/L)	0,51	1,31	0,7	6,17	2,55	7,27	3,62	-
Ca (mg/L)	44,51	25,94	120,64	36,71	22,87	97,42	17,96	-
Cr (µg/L)	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	1,26	50 µg/L
Mn(µg/L)	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	9,45	< 1,00	50 µg/L
Fe (µg/L)	553,86	328,27	1583,41	447,42	281,49	1265,74	225,25	200 µg/L
Ni (µg/L)	< 1,00	< 1,00	4,04	< 1,00	< 1,00	3,89	4,04	20 µg/L
Cu (µg/L)	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	2 mg/L
As (µg/L)	< 1,00	< 1,00	< 1,00	3,97	< 1,00	6,51	< 1,00	10 µg/L
Cd (µg/L)	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	5 µg/L
Sb (µg/L)	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	4,73	< 1,00	< 1,00	5 µg/L
Hg (µg/L)	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	1 µg/L
Pb (µg/L)	< 1,00	< 1,00	< 1,00	2,87	< 1,00	< 1,00	< 1,00	10 µg/L
Florür (mg/L)	0,08	<0,02	0,03	0,06	0,03	0,55	0,02	1,5 mg/L
Klorür (mg/L)	2,54	1,18	2,99	12,16	3,9	117,5	8,43	250 mg/L
Nitrit (mg/L)	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,5 mg/L
Bromür (mg/L)	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,36	<0,10	-
Nitrat (mg/L)	5,2	1,28	0,41	1,45	6,6	0,18	0,64	50 mg/L
Fosfat(mg/L)	22,13	11,82	19,01	2,86	19,36	384,91	17,57	-
Sülfat (mg/L)	<0,10	<0,10	<0,10	0,1	<0,10	<0,10	0,17	250 mg/L
Toplam sertlik (Fransız Sertliği)	20	8	36	12	8	36	7	-
İletkenlik	317	145	625	360	193	1095	172	2500 µS/cm
pH	7,47	7,66	7,39	7,18	7,19	7,53	7,88	≤ 9,5-6,5≤

Tablo 4.3 ile Tablo 4.4'e bakıldığında farklı sonuçlar görülmektedir. Bunun nedeni AAS ve AES ile yapılan çalışmalar öncelikli yapılmış olup belirtme sınırının yeterli olmamasından dolayı ICP-MS analizine ihtiyaç duyulmuştur. Aynı bölgelerden yedi ay sonra yeniden numune alınıp analiz ettirilmiştir. Sonuçlardaki farklanma örneklerin farklı zamanlarda alınmasından kaynaklanmaktadır. Çalışmamızda amaç örneklerimizde şifalı ve diğer suları karşılaştırmak olduğundan örnek ve cihazdan kaynaklanan farklar göz ardı edilmiştir.

Alev fotometresi ile yapmış olduğumuz Na ve K sonuçları ve bu sonuçların kalibrasyon eğrisi ve çubuk grafikleri grafiksel olarak Şekil 4.1, 2, 3, 4'de gösterilmiştir.



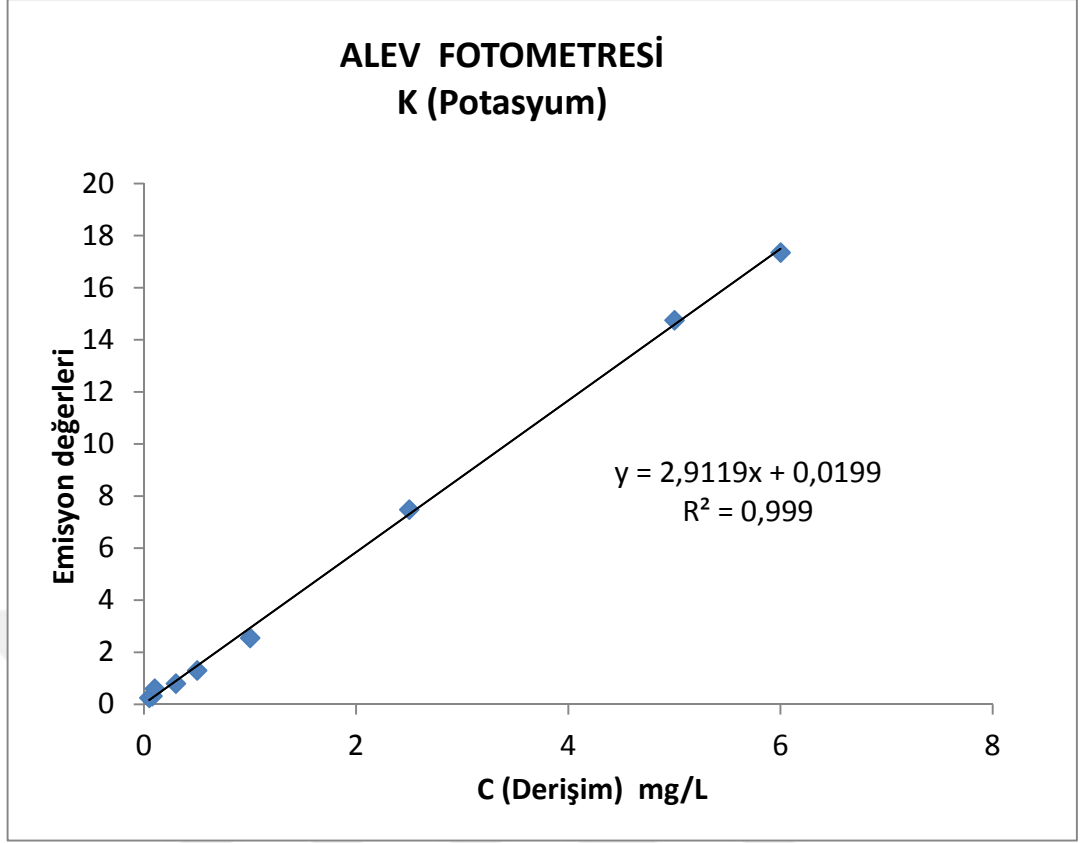
Şekil 4.1: Alev Fotometresi ile ölçülen Na değerlerinin kalibrasyon eğrisi



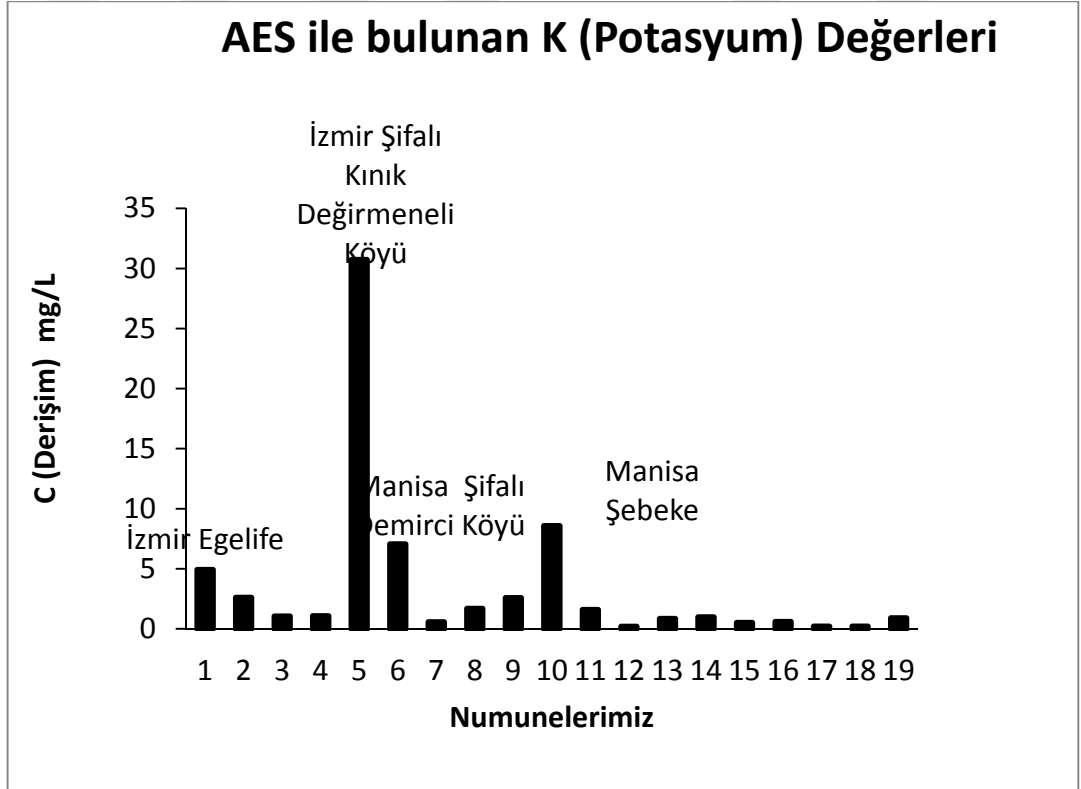
Şekil 4.2: Alev Fotometresi ile ölçülen Na değerleri

Şekil 4.2'deki Na değerlerinden İzmir Şişelenmiş (Egelife), Bursa Şişelenmiş (Erikli), Manisa Şebeke, Giresun Kaynak (Sis dağı)'na ait numunelerimiz belirtme sınırının altındadır.





Şekil 4.3: Alev Fotometresi ölçülen K değerlerinin kalibrasyon eğrisi ile



Şekil 4.4: Alev Fotometresi ile ölçülen K değerleri

Rakamlara karşılık gelen numune örnekleri

- |  |                                  |
|--|----------------------------------|
| 1→ İzmir Şişelenmiş Egelife            | 10→ Manisa Şebeke Lab            |
| 2→ Manisa Şişelenmiş Salihli           | 12→ Giresun Şebeke               |
| 3→ Bursa Şişelenmiş Erikli             | 13→ İzmir Kaynak Dağteke         |
| 4→ İzmir Şifalı Dağteke Torbalı        | 14→ Manisa Kaynak1 Kırmızı Köprü |
| 5→ İzmir Şifalı Kınık Değirmeneli Köyü | 15→ Bursa Kaynak Nilüfer         |
| 6→ Manisa Şifalı Demirci Köyü          | 16→ Giresun Kaynak 3 Ege Köyü    |
| 7→ Bursa Şifalı Nilüfer                | 17→ Görele Kaynak 2 Taşaltı      |
| 8→ Giresun Şifalı Acısu                | 18→ Giresun Kaynak 1 Sis Dağı    |
| 9→ İzmir Şebeke Eşrefpaşa              | 19→ Manisa Kaynak2 Kırmızı Köprü |



## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Elde edilen sonuçların değerlendirilmesinde içme ve kullanmaya uygunluk bakımından Türk Standartları Enstitüsünün belirlediği (TS 266) standartları dikkate aldığımızda pH, iletkenlik değerleri açısından, İzmir Şifalı Kınık suyunun iletkenliğinin sınırın biraz üstünde olduğunu, diğer suların sınır değerleri aşmadığı görülmüştür. Sodyum değerlerine bakıldığında yine İzmir Şifalı Kınık suyunun sınır değerleri aştığını diğer suların sınır değerler içinde olduğunu, bakır değerleri bakımından tüm suların yönetmeliğe uygun olduğunu görmekteyiz. Kurşun değerleri incelendiğinde, Bursa Şişelenmiş, Bursa Şifa, Manisa Şişelenmiş, Manisa Şebeke, İzmir Şişelenmiş, İzmir Şifalı sular ve Giresun Şifalı sular olmak üzere sekiz suyumuzun yönetmeliğe uygun olmayıp sınır değerlerin üstünde olduğu gözlenmiştir. Demir değerlerine bakıldığında ise Giresun Kaynak3 suyu hariç diğerleri sınır değerler içerisindedir. Yönetmelikte potasyum, çinko, kalsiyum ve magnezyum bakımından sınır aralığı söz konusu değildir.

Yöresel şifalı diye bilinen suların böbrek taşına etkisi ve diğer sulardan farklılığı açısından yapılan değerlendirmede; taş hastalığına katkısı anlamında şifalı diye söylenip içilen sular karşılaştırıldığında aralarında anlamlı bir ortak özellik tespit edemedik. Bununla birlikte taş oluşumunu etkileyen faktörler arasında idrar pH'sının ve inhibitör maddelerinden K, Zn, Mg, Ca ve Fe 'in etkisi olduğu ve vücudumuza giren besin ve sıvıların idrar içeriğini etkilediği bilinmektedir. Taşı olan hastalara yöresel şifalı ve diğer sular içirilip sonrasında idrar analizlerinin yapılması araştırma konusu olup yöresel şifalı suların bir farklılığının olup olmadığına katkı sunacağını düşünmekteyiz.

Bir diğer husus sağlıklı bir birey günlük 2-2,5 L su içerken, taş hastası bireyler günlük 4-5 L'ye kadar su içmektedir. Bu durumda alınan sıvının içeriği daha da önem arz etmektedir. Hatta suyun içindeki herbir maddenin miktarının yanı sıra birbiri yanındaki oranında önemlidir diye düşünmekteyiz. Daha kapsamlı araştırma ve çalışmalar ilgi çekici sonuçlar ortaya koyabilir.

## KAYNAKLAR

1. Yılmaz, M., Kara, İ. H., Poyraz, B., Mayda, A. S., Konuralp Beldesinde İçme Sularının Elementer Analizi ve İçerdiği Ağır Metaller: Şebeke Suyu, Doğal Kaynak Suyu ve Zemzem Suyunun Karşılaştırılması. *Konuralp Tıp Dergisi*. 2014, 54-58. DOI:10.18521/ktd.71419
2. Tofan, S., Konya Bölgesindeki İçme Sularında Metal Tayini, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya, Konya, 2008, 77 s. (Yüksek Lisans Tezi)
3. Zengin, B., Eker, N., Sakarya İli Termal Turizm Potansiyelinin Değerlendirilmesi. *Kastamonu Üniversitesi. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 2016, 13.
4. Boysan, F., Şengörür, B., Su Sertliğinin İnsan Sağlığı İçin Önemi. *Sakarya Üniversitesi. Mühendislik Fakültesi Çevre Müh. Böl. Fen Bilimleri Dergisi*. 2009, 13, 1, 7-10.
5. Akın, M., Akın, G., Suyun Önemi, Türkiye'de Su Potansiyeli, Su Havzaları ve Su Kirliliği. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*. 2007, 47, 2, 105-118.
6. Demirer, A., Su Hijyeni. *Ankara Üniversitesi. Veterinerlik Fakültesi. Teksir*, 1995.
7. Gürbüz, M., Korkmaz, H., Kahramanmaraş İl'in de Şifalı Su Potansiyeli Ve Değerlendirilmesi, *Kahramanmaraş Sempozyumu*, 1543.
8. Şimşek, M., Şifalı Sulara Yolculuk Kaplıcalar İçmeler, *İnkılap Yayınları*, İstanbul, 2003, 21 s.
9. Kleiner S. M., Water: An essential but overlooked nutrient. *J Am Diet Assoc*. 1999, 99(4), 411. DOI: 10.1016/S0002-8223(99)00048-6.
10. Gary C., Curhan Walter C., Willett Eric B., Rimm Donna Spiegelman Meir J. Stampfer Prospective Study of Beverage Use and the Risk of Kidney Stones. *Am J Epidemiol*. 1996, 143, 3, 240-247.
11. Bellizzi V., DeNicola L., Minutolo R., Russo D., Cianciaruso B., Andreucci M., Conte G., Andreucci V.E. Effects of Water Hardness on Urinary Risk Factors for Kidney Stones in Patients with Idiopathic Nephrolithiasis. *Nephron*. 1999, 81(1), 66-70.
12. Caudarella, R., Rizzoli, E., Buffa, A., Bottura, A. & Stefoni, S. Comparative Study of the Influence of 3 Types of Mineral Water in Patients With Idiopathic Calcium Lithiasis. *J. Urol*. 1998, 159, 3, 658-663.
13. Stacey, G., Koff, Edmond, L. Paquette, Jenny Cullen, Kevin K. Gancarczyk, Paulette R. Tucciarone, ve Noah S. Schenkman. Böbrek Taşı Olan Hastalarda Limonata ve Potasyum Sitrat'ın İdrar pH ve 24 Saatlik İdrar Parametrelerine Etkisinin Karşılaştırılması. *Urology*. 2007, 3, 138-143.
14. Timurkaan, H. S., Timurkaan, S., Özen, G., Meriç, F., Uğraş, S., Çelik Çoban, D. Spor ve Beslenme. Ed.: Dr. Mehmet Güllü, Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları, Ders Kitapları Dizisi, 2011, 166 s.
15. Gülhan Samur, G. Vitaminler Mineraller ve Sağlığımız. Sağlık Bakanlığı Yayınları, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Ankara, 2008, 27 s.
16. Demirkan, E., Koz, M., Kutlu, M. Sporcularda Dehidrasyonun Performans Üzerine Etkileri Ve Vücut Hidrasyon Düzeyinin İzlenmesi. *Spor metre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 2010, 8 (3), 81-92.

17. Kahraman, U. C., Konya Garnizon Birliklerindeki Kuyu Suları İle Şehir Şebeke Sularının Su Kalitesi ve Ağır Metaller Yönünden Karşılaştırılması, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Besin Hijyeni Ve Teknolojisi Ana Bilim Dalı, Selçuk Üniversitesi, Konya, 2007. (Yüksek Lisans Tezi)
18. Turner, L. Balancing your body's pH for better health. *Alternative Medicine*, 2012, 53-55.
19. Sebastian, A., Frassetto, L. A., Sellmeyer, D. E., Merriam, R. L., Morris Jr R C. Estimation of the net acid load of the diet of ancestral preagricultural Homo sapiens and their hominid ancestors. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2002, 76(6), 1308–1316.
20. Reddy, S. T., Wang, C. Y., Sakhaee, K., Brinkley, L., Pak, C. Y. Effect of low-carbohydrate high-protein diets on acid-base balance, stone-forming propensity, and calcium metabolism. *American Journal of Kidney Diseases*. 2002, 40(2), 265-274.
21. <https://www.ahmetuslu.dr.tr/eser-element-ve-mineraller> Erişim Tarihi: 5.5.2019
22. Henden, E., Gökçel, İ., Ertaş, N. Eser Analiz (Kimyasal İz Analiz) Yaz Okulu. Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi Kimya Bölümü, Analitik Kimya Anabilim Dalı. İzmir, 2001.
23. [http://www.reva.com.tr/tr/bilgi\\_bankasi/Minerallerin\\_Siniflandirilmai](http://www.reva.com.tr/tr/bilgi_bankasi/Minerallerin_Siniflandirilmai) Erişim Tarihi: 5.5.2019
24. Akarsu, T. Tokat İli Bölgesi Eser Elementleri (Selenyum, Çinko, Bakır) Referans Aralıkları. Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı, Tokat, 2013, 106 s. (Yüksek Lisans Tezi)
25. <http://yeniturkiye.com/samplechapters/88/017.pdf> Erişim Tarihi: 7.5.2019
26. <http://www.yaklasansaat.com/dunyamiz/dunya/demir1.asp> Erişim Tarihi: 9.4.2019
27. Ezer, M., Laçın, A. Kahramanmaraş Bölgesindeki Keçi Sütünde Eser Element Analizi, Kahramanmaraş, 2005.
28. <http://www.yaklasansaat.com/dunyamiz/dunya/demir1.asp> Erişim Tarihi: 9.4.2019
29. [http://www.reva.com.tr/tr/bilgi\\_bankasi/Minerallerin\\_Siniflandirilmasi](http://www.reva.com.tr/tr/bilgi_bankasi/Minerallerin_Siniflandirilmasi) Erişim Tarihi: 9.4.2019
30. Kafaoglu, B. Bazı Kuruyemişlerdeki Ağır Metal İçeriklerinin Ve Biyoerişilebilirliklerinin Kemometrik Olarak Değerlendirilmesi. Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Balıkesir, 2012, 164 s. (Yüksek Lisans Tezi)
31. Adam, B., Yiğitoğlu, M. R. Tıbbi Biyokimya. Nobel Tıp Kitabevleri, 2012, 512-513.
32. Pizarro, R., Olivares, M., Uauy, R., Contreras, P., Rabelo, A. and Gidi, V. Acute Gastrointestinal Effect of Graded Levels of Copper in Drinking Water. *Environmental Health Perspectives*, 1999, 107(2), 117-121.
33. Aydemir, S., Özcan, M. Sıçanlarda Yüksek Bakır ve Çinkonun Bazı Hematolojik Parametreler Üzerine Etkileri. *Türk J Vet Anim Sci*, Tübitak, 23, 165-172.
34. Güven, A. Biyokimya Kitabı. Başkent Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu, Ankara, 2018, 143 s.
35. Akdeniz, V., Kınık, Ö., Yerlikaya, O., Akan, E. İnsan Sağlığı ve Beslenme Fiziolojisi Açısından Çinkonun Önemi. Derleme Makale. Ege Üniversitesi,

- Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü ve Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü. İzmir, 2016.
36. Ünalı, M., Yöntem, M. Biyokimya Kitabı. Aybil Dijital Baskı Sistemleri ve Matbaa, 2011, 86-105.
  37. Taneli, B. Anadolu toplumunda çinko. Ege Tıp Dergisi, 2005, 44(1), 1-10.
  38. Plum, L.M., Rink, L., Haase, H. The essential toxin: Impact of zinc on human health. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2010, 7, 1342-1365.
  39. Onat, T., Emerk, K., Sözman, E.Y. İnsan Biyokimyası. Palme Yayıncılık, Ankara, 2006, 597-608.
  40. Taşkapan, Ç., Atambay, M., Aycan, Ö.M., Özyalın, F., Yolođlu, S., Miman, Ö., Daldal, N. Giardiosisli hastalarda serum çinko(zn) düzeyleri. Türkiye Parazitoloji Dergisi, 2007, 31(1), 14-16.
  41. Baysal, A., Genel Beslenme. 10.Baskı, Hatipođlu Yayınevi, Ankara, 2000, 45-50.
  42. Habashi, F. Handbook of Extractive Metallurgy, WILEY-VCH, Germany, 1997, 2.
  43. Das, S., Green, A., Importance of zinc in crops and human health. Journal of SAT Agricultural Research, 2013, 11, 1-7.
  44. Hambidge, M. Zinc and health: Current status and future directions. The Journal of Nutrition. 2000, 130, 1344-1349.
  45. Işık, Z., Görmüş, S., Ergene, N. Magnezyumun Klinik Önemi. Selçuk Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, Genel Tıp Dergisi, Konya, 2003, 12(2), 69-75.
  46. Ferda Özdemir, F., Meliha Rodoplu, M. Magnezyum ve Osteoporoz. Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Osteoporoz Dünyasından Dergisi, 2004, 10(1).
  47. Kaya, N., Öztürk, M. Elazığ İl Sınırları İçerisindeki Sulama Sularının İncelenmesi. Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, Dođu Anadolu Bölgesi Araştırması, Elazığ, 2003, 3.
  48. Valentine, V. The Importance of Salt in The Athlete's Diet. Curr Sports Med Rep. 2007, 6, 237-240.
  49. Worcester, E. M., Coe, FL. Nephrolithiasis. Prim Care. 2008, 35(2), 369-91.
  50. Munver, R., Preminger, G. M. Urinary tracy Stones. In: Comprehensive Urology. Eds. Weiss R. B, George N. JR., O'Reilly P.H. Chapter 2001, 22, 313-333.
  51. Benli, E., Koca, O., Geçit, İ. Bingöl Çevresinde Üroloji Polikliniđine Başvuran Hastalardaki Ultrasonografik Böbrek Taşı Saptanma Sıklığı. Yeni Üroloji Dergisi. 2011, 6 (2), 13-16.
  52. Özçelik, R., Satar, N., Doran, Ş., Arıdoğan, İ., Bayazıt, Y., Zeren, S., Anafarta, K., Yaman, Ö. Üriner Sistem Taş Hastalığı In: Anafarta, K., Gögüş, O., Arıkan, N., Bedük, Y. Temel Üroloji, Ankara, 1998, 561-603.
  53. Korkud, G., K.Karabay, Böbrek Taşları. Üroloji, İstanbul Üniversitesi Basımevi, 1993, 8, 284-310.
  54. Lynwood, H. S., The Medical Aspects of Urolithiasis. J. Urol. 1989, 141, 707.
  55. Spirnak, J. P., Resnick, I. Urinary Stones. Smith's General Urology, 1992, 16, 271-298.
  56. Narter, F., Sarıca, K. Üriner Sistem Taş Hastalığının Biyomoleküler Mekanizması. Endoüroloji Bülteni, 2013, 6, 135-142, DOI: 10.5350/ENDO2013060301

57. Anafarta, K., Bedük, Y., Arıkan, N. Üriner Sistem Taş Hastalığı. Temel Üroloji 3.baskı, Güneş Kitabevi, 2007, 621-646.
58. Baş, N., Tek Taraflı Böbrek Taşlı Hastalarda Sırtüstü ve Yan Yatar Pozisyonda mtc-mag<sup>3</sup> Sintigrafi ile Eswl Sonrası Değişikliklerin Değerlendirilmesi. Selçuk Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi, Konya, 2008, 56 s. (Tıpta Uzmanlık Tezi)
59. Wiessner, J. H., Hasegawa, A. T., Hung, L. Y. et al. Mechanisms of calcium oxalate crystal attachment to injured renal collecting duct cells. *Kidney Int*, 2001, 59, 637-644.
60. Coe, F. L., Evan, A. Worcester E. Kidney stone disease. *J Clin, Invest*, 2005, 115, 2598-2608.
61. Matlaga, B. R., Pathogenesis of renal calculi. In: Pearle, M. S., Nakada, S., ark. Urolithiasis. Medical and Surgical Management. London: Informa Healthcare, 2009, 9-23.
62. Şeren, G., Kaplan, M., Aktoz, T., Üriner Sistem Taşlarının Bazı Eser Element İçeriklerinin İncelenmesi, XVI. Ulusal Kimya Kongresi, Konya, 2002.
63. Topal, U., Taş Hastalarında Böbreğe ESWL Uygulanmasının Oksidatif Stress İndeksine Etkisi, Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi, Şanlıurfa, 2009. (Tıpta Uzmanlık Tezi)
64. Kaya, C., Twinkling Artefaktının Böbrek taşlarının in vivo Biyokimyasal Yapıları ile İlişkilendirilmesi. Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Eskişehir, 2013, 69 s. (Tıpta Uzmanlık Tezi)
65. Randal, A. The origin and growt of renal caculi. *Ann Surg*, 1937, 105, 1009.
66. Finlasyon, B. Renal lithiasis in review. *Urol Clin North Am.*, 1974, 1, 181-212.
67. Khan, SR., Shevock, PN., Hackett, RL. In vitro precipitation of calcium oxalat in the presence of whole matrix or lipid components of urinary stones. *J Urol.*, 1988, 139, 418-22.
68. Evan, A. P., Lingeman J. E., Coe, F. L., Parks, J. H., Bledsoe, S. B. Randll's plaque of paients with nephrolithiasis begins in the basement membranes of thin loops of Henle. *J Clin Invest.*, 2003, 111, 607-16.
69. Menon, M., Resnick, M. I. Urinary lithiasis: etiology, diagnosis and medical management. In: Walsh, R. C., Retik, A. B., Vaughan, A. B., Kavoussi, L. R., Novick, A. C., Partin, A. W., Peters, C. A., Wein A. J. *Campbell's Urology 8th edition*. W.B. Saunders Company, Philadelphia, 2002, 3229-304.
70. McDaugall, E. M., Liatsikos, E. N., Dinlenc, C. Z., Smith, A. D. Percutaneous approaches to the upper urinary track. In Walsh, R. C., Retik, A. B., Vaughan, A. B., Kavoussi, L. R., Novick, A. C., Partin, A. W., Peters, C. A., Wein A. J. *Campbell's Urology 8th edition*. W.B. Saunders Company, Philadelphia, 2002, 3320-60.
71. Özkeçeli, R., Satar, N., Saban, D. Üriner Sistemin Tas Hastalığı. Temel Üroloji. Ed.: Prof. Dr. Kadir Anafarta, 1998, 15, 559-604.
72. Kok, D. J., Papapoulos, S. E., Bijvoet, O. L. Crystal agglomeration is a majör element in calcium oxalate urinary stone formation. *Kidney Int*. 1990, 37, 51-56.
73. Brown, C. M., Purich, D. L. Physical chemical processes in kidney stone formation. In Coe FL, Flavus MJ (eds): *Disorders of Bone and Mineral Metabolism*. New York Raven Press 1992, 613-624.
74. Kuş, A., Van Yöresindeki Staghorn Böbrek Taşlarının Biyokimyasal Analiz Sonuçları Ve Bakteriyolojik Çeşitliliği, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi Üroloji Anabilim Dalı, Van, 2008. (Tıpta Uzmanlık Tezi)

75. Selvam, R. Calcium oxalate stone disease role of lipid peroxidation and antioxidants. *Urol Res.* 2002, 30(1), 35-47.
76. Balaji, KC., Menon, M. Mechanism of stone formation. *Urol Clin North Am.* 1997, 24(1), 1-11.
77. Elliot, J. S., Eusebio, E. Calcium oxalate solubility: The effect of inorganic salts. *Invest. Urol.* 1965, 3, 72.
78. Miller, G.H., Vermeulen, C. W., Moore, J. D. Calcium oxalate solubility in urine. *Experimental urolithiasis XIV. J. Urol.* 1958, 79, 60.
79. Özbey, İ. Ürik Asit Taşları. *Türkiye Klinikleri J Urology-Special Topics*, 2009, 2(3), 30-7.
80. Curhan, G. C., Willett, W. C., Speizer, F. E., Stampfer M. J. Twenty-four-hour urine chemistries and the risk of kidney stones among women and men. *Kidney Int.* 2001, 59(6), 2290–8.
81. Sheehan, M. E., The kinetics of crystal growth of calcium oxalate. State University of New York at Buffalo, PhD Thesis, 1981, 200.
82. Ongun, K. Kalsiyum Oksalat Kristalizasyonuna Doğal Ve Sentetik Katkı Maddelerinin Etkilerinin İncelenmesi. YÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2011. (Yüksek Lisans Tezi)
83. Jung, T., Kim, W. S., Choi, C. K. Crystal Structure and morphology control of calcium oxalate using biopolymeric additives in crystallization. *Journal of Crystal Growth*, 2005, 279, 154-162.
84. Yu, J., Tang, H., Cheng, B. Influence of PSSS additive and temperature on morphology and phase structures of calcium oxalate. *Journal of Colloid and Interface Science*, 2005, 288, 407–411.
85. Curhan, G. C., Willett, W. C., Knight, E. L., Stampfer M. J. Dietary factors and the risk of incident kidney stones in younger women (Nurses' Health Study II). *Arch Intern Med.* 2004, 164, 885–891.
86. Curhan, G. C., Willett, W. C., Rimm, E. B., Spiegelman, D., Stampfer M. J. Prospective study of beverage use and the risk of kidney stones. *Am J Epidemiol.* 1996, 143(3), 240–7.
87. Curhan, G. C., Willett, W. C., Speizer, F. E., Stampfer M. J. Beverage use and risk for kidney stones in women. *Ann Intern Med*, 1998, 128(7), 534–40.
88. Wabner, C., Pak, C. Effect of orange juice consumption on urinary stone risk factors. *J Urol.* 1993, 149, 1405–1409.
89. Kılıç, S., Altınok, M. T., Ipek, D., Beytur, A., Baydınç, Y. C., Güneş, G. Color doplersonography examination of partially obstructed kidneys associated with ureteropelvic junction stone before and after percutaneous nephrolithotripsy: Preliminary report. *International Journal of Urology.* 2005, 12, 429-35.
90. Kabalin, J. N. Surgical Anatomy of the retroperitoneum, kidneys and ureters. In: Walsh RC, Retik AB, Vaughan AB, Kavoussi LR, Novick AC, Partin AW, Peters CA, Wein AJ Eds *Campbell's Urology*, 8th ed. Philadelphia, Pennsylvania, 2002, 1-70.
91. Hasan, A., Seçilmiş Böbrek Taşı Hastalarına Uygulanan Tüplü ve Tüpsüz Peruktan Nefrolitotomi Olgularının Hematolojik Biyokimyasal Parametreler ve Postoperatif Ağrı Skorları Yönünden Değerlendirilmesi. İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Üroloji Anabilim Dalı Malatya, 2007, 47 s. (Uzmanlık Tezi)
92. Parivar, F., Low, RK., Stoller, ML. The influence of diet on urinary stone disease. *J Urol.* 1996, 155, 432-40.
93. Stoller, L. M, Bolton, D. M., Üriner Taş Hastalığı. Tanagho EA, McAninch JW, Smith Genel Üroloji, İstanbul, 1999, 15: 277-04.



94. Pak, C. Y. C., Sakhaee, K., Fuller, C. Successful management of uric acidnephrolithiasis with potassium citrate. *Kidney Int.* 1986, 30, 422-8.
95. Cohen, T. D., Strem, S. B., Hall, P. Clinical effect of captopril on the formation and growth of cystine calculi. *J Urol.* 1995, 154, 164-6.
96. Segura, J. W., Preminger, G. M., Assimos, D. G., Dretler, S. P., Kahn, R. I., Lingeman, J. E. ark. Nephrolithiasis Clinical Guidelines Panel summary report on the management of staghorn calculi. *J Urol.* 1994, 151, 1648-51.
97. Laerum, E., Larsen, S. Thiazide prophylaxis of urolithiasis. *Acta Med Scand.* 1984, 215, 383-9.
98. Akyol, E., Polimerik Katkı Maddelerinin Kalsiyum Sülfat Kristalizasyonuna Etkisi. YÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 2000. (Yüksek Lisans Tezi)
99. Jung, T., Kim, W. S., Choi, C. K. Biomineralization of Calcium Oxalate for Controlling Crystal Structure and Morphology. *Materials Science and Engineering.* 2004, 24, 31-33.
100. Kırboga, S., Polietilenglikol Metakrilat ve Vinil Sülfonik Asit Kopolimerinin Kalsiyum Oksalat Kristalizasyonu Üzerindeki Etkisi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2006, 81 s.
101. Jung, T., Kim, W. S., Choi, C. K., Crystal Structure and Morphology Control of Calcium Oxalate Using Biopolymeric Additives in Crystallization. *Journal of Crystal Growth,* 2005, 279, 154-162.
102. Munoz, J. A., Valiente, M. Effects of Trace Metals on the Inhibition of Calcium Oxalate Crystallization. *Urol Res.* 2005, 33, 267-272.
103. Miller, N. L., Evan, A. P., Lingeman, J. E. Pathogenesis of renal calculi. *Urol Clin N Am.* 2007, 34, 295-313.
104. Healy, K. A., Ogan, K. O. Pathophysiology and management of infectious staghorn calculi. *Urol Clin N Am.* 2007, 34, 363-374.
105. Hesse, A., Heimbach, D. Causes of phosphate stone formation and the importance of metaphylaxis by urinary acidification. *World J Urol.* 1999, 17, 308-315.
106. Howard, A., Finka, J., Joseph, W. Akornor, Pranav, S. Garimella, Rod MacDonald, Andrea Cutting, Indulis R. Rutks, Manoj Mongae, Timothy J. Wilt Böbrek Taşı Hastalığının İkincil Yollarla Önlenmesi İçin Diyet, Sıvı Alımı veya İlave Maddeler: Randomize Çalışmaların Meta-Analizi ve Sistematik Bir Derleme. *European Urology.* 2009, 1, 4.
107. Sierakowski, R., Finlayson, B., Landes, R., Stone Incidence as Related to Water Hardness in Different Geographical Regions of the United States. *Urol Res.* 1979, 7, 157-160.
108. Rodgers, A., Effect of cola consumption on urinary biochemical and physicochemical risk factors associated with calcium oxalate urolithiasis. *Urol Res.* 1999, 27, 1, 77-81.
109. Akyol, E., Kalsiyum Oksalat Monohidrat Kristal Büyümesine Karahindiba (*Taraxacum Officinale*) Bitkisinin Etkisinin İncelenmesi. Araştırma Makalesi. İğdır Üniversitesi. *Fen Bilimleri Enst. Der.* 2016, 6(3), 97-105.
110. Takasaki, E. Ultramicroscopic study on the kidney of vitamin B6 deficient rats. Mechanism of. Oxalate stone formation. *Vitamins* 1971, 44, 105.
111. Rushton, H. G., Spector, M. Effects of magnesium deficiency on intratubular calcium oxalate formation and crystalluria in hyperoxaluric rats. *J Urol.* 1982, 127, 598-604.

- 112.Su, C. J., Shevock, P. N., Khan S. R., Hackett, R. L. Effect of magnesium on calcium oxalate urolithiasis. *J Urol.* 1991, 145, 1092-109.
- 113.Seçkin, S., Vücut sıvıları ve üriner sistem taşlarında alevli AAS ile Pb, Zn, Fe, Mg ve Cu tayini. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya, Edirne, 2003, 59 s. (Yüksek Lisans Tezi)
- 114.Charles, D., Scales, Jr., Gregory, E. Tasian, Andrew L. Schwaderer, David S. Goldfarb, Robert A. Star, Ziya Kirkali. Urinary Stone Disease: Advancing Knowledge, Patient Care, and Population Health. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2016, 11, 1305–1312.
- 115.Wynn, E. et al. Alkaline mineral water lowers bone resorption even in calcium sufficiency: Alkaline mineral water and bone metabolism. *Bone*, 2009, 44, 120 –124.
- 116.Palmer, S. The alkaline diet. *Environmental Nutrition.* 2016, 3.
- 117.Akçay, Y., Çıtıroğlu, K. Ç., Çakır, A., Bacak, G. İnegöl-Oylat Jeotermal Kaynağının Termal Turizm Açısından Değerlendirilmesi. *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi.* 2014, 4, 2, 27-37.
- 118.Eyice, M. İ. Emülsiyon Sıvı Membran Tekniği ile  $Cu^{2+}$  ve  $Cd^{2+}$  İyonlarının Ekstraksiyonunun İncelenmesi. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2013, 113 s. (Yüksek Lisans Tezi)
- 119.Gülmez, Ş. Altın-apdc Birlikte Çöktürme Yöntemiyle Bazı Eser Elementlerin Deriştirilmesi ve AAS ile Tayinleri. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Denizli, 2010, 67 s. (Yüksek Lisans Tezi)
- 120.Çalışır, F., Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresinde Bazı Eser Elementlerin Tayin öncesi Çeşitli Yöntemlerle Ayrılması ve Zenginleştirilmesi. İstanbul, 2008. (Doktora Tezi)
- 121.Stejskal, D., Karpisek, M., Vrtal, R., Student, V., Solichova, P., Fiala, R., Stejskal, P. Urine fetuin-A values in relation to the presence of urolithiasis. *BJU Int.* 2008, 101(9), 1151-4.
- 122.Parvin, M., Shakhssalim, N., Basiri, A., Miladipour, AH., Golestan, B., Mohammadi Torbati P. et al. The most important metabolic risk factors in recurrent urinary stone formers. *Urol J.* 2011, 8(2), 99-106.
- 123.Polat, H. Üriner Sistem Taş Hastalığı Etyolojisinde Alfa-2 Heremans Schmid Glikoproteinini (Fetuin-A). Göztepe Epitim ve Araştırma Hastanesi, İstanbul, 2008. (Tıpta Uzmanlık Tezi)
- 124.Aksoy, H., Aksoy, Y., Ozturk, N., Aydın, HR., Yildirim, K., Akçay, F. Fetuin-A gene polymorphism in patients with calcium oxalate stone disease. *Urology.* 2010, 75(4), 928-32.
- 125.Yu, J., Tang, H., Cheng, B. ve Zhao, X. Morphological Control of Calcium Oxalate Particles in the Presence of Poly-(styrene-alt-maleic acid). *Journal of Solid State Chemistry*, 2004, 177, 3368-3374.
- 126.Gault, M., Chafe L. Relationship of frequency, age, sex, stone weight and composition in 15,624 stones:comparison of results for 1980 to 1983 and 1995 to 1998. *The journal of Urology.* 2000, 162,2, 302-307.

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Ayşe DEMİRTAŞ  
Doğum Yeri ve Yılı : Rize, 1980  
Medeni Hali : Evli, 3 çocuk sahibi  
Yabancı Dili : İngilizce  
E-posta : aysehrtm@hotmail.com

## Eğitim Durumu

Lise :70.Yıl Cumhuriyet Sağlık Meslek Lisesi Hemşirelik Bölümü, 1998  
Lisans : Ege Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü, 2004  
Tezsiz Yüksek Lisans : Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Anabilim Dalı, Kimya Eğitimi, 2005  
Yüksek Lisans : Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Bölümü, 2019

## Mesleki Deneyim

Kurum bilgisi : İzmir Bozyaka Eğitim Ve Araştırma Hastanesi, 2001-2007  
Kurum bilgisi : Bursa İl Halk Sağlığı Laboratuvarı, 2007-2009  
Kurum bilgisi : Manisa İl Halk Sağlığı Laboratuvarı, 2009-2016