

**T.C.  
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
KİMYA ANABİLİM DALI  
2014-YL-059**

**AZAP GÖLÜ'NÜN SEDİMENTLERİNDEKİ VE  
SULARINDAKİ AĞIR METAL MİKTARLARININ  
BELİRLENMESİ**

**Aykut KİRACI**

**Tez Danışmanı:**

**Prof. Dr. Mustafa DEMİR**

**AYDIN**



**T.C.**  
**ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE**  
**AYDIN**

Kimya Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı öğrencisi Aykut Kiracı tarafından hazırlanan “Azap Gölü'nün sedimentlerindeki ve sularındaki ağır metal miktarlarının belirlenmesi” başlıklı tez, (17.10.2014) tarihinde yapılan savunma sonucunda aşağıda isimleri bulunan jüri üyelerince kabul edilmiştir.

Ünvanı, Adı Soyadı	Kurumu	İmzası
Başkan Üye : Prof. Dr. Mustafa DEMİR	ADÜ	.....
Üye : Prof. Dr. A. Ersin KARAGÖZLER	ADÜ	.....
Üye : Prof. Dr. Cafer TURGUT	ADÜ	.....

Jüri üyeleri tarafından kabul edilen bu yüksek lisans tezi, Enstitü Yönetim Kurulunun .....Sayılı kararıyla .....tarihinde onaylanmıştır.

Prof. Dr. Cengiz ÖZARSLAN  
Enstitü Müdürü



**T.C.**  
**ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE**  
**AYDIN**

Bu tezde sunulan tüm bilgi ve sonuçların, bilimsel yöntemlerle yürütülen gerçek deney ve gözlemler çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce, sonuç ve bilgilere bilimsel etik kuralların gereği olarak eksiksiz şekilde uygun atıf yaptığımı ve kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

...../...../20...

Aykut KİRACI



## ÖZET

### AZAP GÖLÜ'NÜN SEDİMENTLERİNDEKİ VE SULARINDAKİ AĞIR METAL MİKTARLARININ BELİRLENMESİ

Aykut Kiracı

Yüksek Lisans Tezi, Kimya Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mustafa DEMİR

2014, 109 sayfa

Yaşamımızın en önemli sorunlarının başında çevre kirliliği gelmektedir. Çevre kirliliği ekosistemlerimizi büyük ölçüde tehdit etmektedir. Hızlı kentleşme ve sanayileşmenin neden olduğu çevre kirliliği sucul ortamları olumsuz yönde etkilemektedir. Son dönemlerde sucul ortamlarda çevre kirliliği çalışmaları hızlı bir şekilde artmıştır.

Bu çalışmada Aydın ilinin Söke ilçesinde bulunan Azap Gölünün su kalitesinin belirlenmesinde kullanılan bazı parametreler ve su kirliliğine neden olabilecek bazı faktörler incelenmiştir.

Azap gölünün çeşitli özellikleri dikkate alınarak beş farklı istasyon belirlenmiştir. Her bir istasyonda iki aylık periyotlar halinde eylül 2013 - mayıs 2014 tarihleri arasında 5 kez su ve sediment örnekleri alınmıştır.

Alınan sediment örneklerinde ağır metal (Fe, Al, Mn, Cr, Co, Cd, Cu, Ni, Ba, Pb, Zn, B) analizi; su örneklerinde ise pH, sıcaklık, iletkenlik, toplam sertlik, alkanite ve ağır metal (Fe, Al, Mn, Cr, Co, Cd, Cu, Ni, Ba, Pb, Zn, B) analizi yapılmıştır. Ağır metal analizleri ICP-OES cihazı ile pH, sıcaklık ve iletkenlik tayinleri ph metre ile, toplam sertlik ve alkalinite tayinleri ise titrimetrik yöntem ile yapılmıştır. Su ve sediment örneklerindeki ağır metal derişimlerine bakıldığında Fe, B ve Al diğer ağır metallere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Su örneklerinde genel olarak Cr, Co, Cd ve Pb; sediment örneklerinde ise Pb tayin edilememiştir.

**Anahtar Sözcükler:** Azap Gölü, Su, Sediment, Ağır metal, ICP-OES





## ABSTRACT

### DETERMINATION OF HEAVY METALS IN AZAP LAKE'S SEDIMENT AND WATER

Aykut KİRACI

M. Sc. Thesis, Department of Chemistry

Supervisor: Prof. Dr. Mustafa DEMİR

2014, 109 pages

The most significant problem in our life is environmental pollution. It is the most probably threatening in our ecosystems. Environmental problem which can lead to ill urbanization and industrialization affects negatively in hydrophilous stage. Recently, scientific research continues quickly in hydrophilus stage.

For this study, it has examined some factors to cause water pollution and using parameter to be identified the quality of water in a lake of Azap in Aydın-Söke.

In the different time interval, it has determined variable features in lake of azap in different 5 stations. It has taken five times water and sediment between September 2013- May 2014 two months periods in every station.

Taking sediment examples have done heavy metal analysis (Fe, Al, Mn, Cr, Co, Cd, Cu, Ni, Ba, Pb, Zn, B). As to water examples have done Ph, temperature, conductivity, total hardness, alkanite, and heavy metal (Fe, Al, Mn, Cr, Co, Cd, Cu, Ni, Ba, Pb, Zn, B) Heavy metal analyses were analysed with ICP-OES test device. Ph, temperature and conductivity were investigated with Ph meter. Other analysis which are total hardness and alkanite were tested with titrimetric method. When heavy metal molalities are looked in the water and sediment examples, Fe, B and Al are detected higher than other heavy metals. Generally, Cr, Co, Cd and Pb are not analysed in water examples. As for that sediment example; Pb is not analysed.

**Key Words:** Azap Lake, Water, Sediments, Heavy Metal, ICP-OES



## ÖNSÖZ

Bu tezin hazırlanmasında bana yol gösteren, bilimsel birikim ve deneyimleri ile çalışmamın her aşamasında desteğini esirgemeyen danışmam hocam Prof. Dr. Mustafa DEMİR' e,

Tez çalışmalarımı yürütebilmek için ihtiyaç duyduğum imkanları bana sağlayan Adnan Menderes Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü Başkanlığı'na ve araştırma projeme kaynak sağlayan Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu' na,

Deneysel çalışmalardaki yardımlarından ve desteklerinden dolayı Arş. Gör. Gülşen GÜVEN' e,

Bu günlere gelmemin en önemli nedeni olan annem Fatma KİRACI'ya, babam Nurdoğan KİRACI'ya ve kardeşim Rıdvan KİRACI'ya ,

Ve emeği geçen herkese çok teşekkür ederim.

Aykut KİRACI



## İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI.....	iii
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI .....	v
ÖZET.....	vii
ABSTRACT .....	ix
ÖNSÖZ .....	xi
SİMGELER DİZİNİ.....	xv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xvii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	xxiii
1. GİRİŞ .....	1
1.1. Suyun Genel Özellikleri .....	2
1.2. Doğal Sular.....	3
1.3. Atık Sular .....	5
1.3.1. Endüstriyel kaynaklı atık sular .....	6
1.3.2. Evsel kaynaklı atık sular .....	6
1.3.3. Tarım kaynaklı atık sular .....	6
1.4. Su Kalite Standartları .....	7
1.5. Su Kirliliği .....	11
1.5.1. Sularda Kirletici Etki Yapılabilecek Unsurlar .....	12
1.5.1.1. Bakteriler, Virüsler ve diğer hastalık yapıcı canlılar.....	12
1.5.1.2. Deterjanlar .....	13
1.5.1.3. Organik maddeler .....	13
1.5.1.4. Petrol ve türevleri.....	14
1.5.1.5. Pestisitler .....	15
1.5.1.6. Radyoaktivite .....	15
1.5.1.7. Atık ısı .....	16
1.5.1.8. Gübreler .....	16
1.5.1.9. Tuzluluk .....	17
1.5.1.10. Ağır Metaller ve toksiteleri .....	17
1.6. Su Kalitesini Etkileyen Unsurlar .....	22
1.6.1. pH .....	22

1.6.2. Sıcaklık .....	23
1.6.3. İletkenlik .....	23
1.6.4. Toplam Sertlik .....	23
1.6.5. Alkanite .....	24
2. KAYNAK ÖZETLERİ .....	25
3. MATERYAL VE YÖNTEM .....	28
3.1. MATERYAL.....	28
3.1.1. İstasyonların Tespiti ve Numunelerin Alınması.....	28
3.1.2. Deneyde Kullanılan Cihazlar .....	37
3.1.3.Kullanılan Kimyasal Maddeler ve Stok Çözeltilerin Hazırlanması .....	32
3.2. YÖNTEM.....	35
3.2.1. Titrimetrik Yöntemle Yapılan Tayinler .....	35
3.2.1.1. Alkanite Tayini.....	35
3.2.1.2.Toplam Sertlik Tayini .....	36
3.2.2. Su Numunelerinin Ağır Metal Analizi İçin Hazırlanması .....	36
3.2.3. Sediment Numunelerinin Ağır Metal Analizi İçin Hazırlanması .....	37
3.2.4. ICP-OES ile Yapılan Analizler .....	37
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	45
4.1. Analizleri yapılan parametrelerin sonuçları .....	45
4.2. Elde edilen verilerin zamana ve istasyonlara göre karşılaştırma grafikleri .....	58
5. SONUÇ .....	98
KAYNAKLAR.....	105
ÖZGEÇMİŞ .....	109

**SİMGELER DİZİNİ**

ABS	Alkil benzen sülfonat
BOİ	Biyolojik oksijen ihtiyacı
$C_{10}H_{14}N_2Na_2O_8 \cdot 2H_2O$	Disodyum EDTA di hidrat
$C_{14}H_{14}N_3NaO_3S$	Metil oranj
$C_{20}H_{12}N_3NaO_7S$	Erio krom siyahı- T
$C_{20}H_{14}O_4$	Fenol ftaleyn
Fr °	Fransız sertlik derecesi
$H_2Se$	Hidrojen selenit
$H_2Te$	Hidrojen tellürit
ICP-OES	İndüktif Eşleşmiş Plazma Optik Emisyon spektrometresi
KOİ	Kimyasal oksijen ihtiyacı
MBAS	Metilen mavisi ile reaksiyon veren yüzey aktif maddeleri
T.E.	Tayin Edilemedi
TSE	Türk standartları enstitüsü





## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Türkiye’deki 26 topoğrafik su havzası haritası .....	4
Şekil 3.1. Aydın- Azap Gölü güzergahı .....	28
Şekil 3.2. Azap Gölü’nün topografik yapısı ve örneklerin alındığı istasyonlar . ....	30
Şekil 3.3. Sediment örneklerinin alınmasında kullanılan aparat .....	30
Şekil 3.4. Teledyne Leeman labs Prism model ICP-OES analiz cihazı .....	36
Şekil 3.5. Questron Technologies Corp QLAB 8000 marka mikro dalga cihazı .....	37
Şekil 3.6. Fe için kalibrasyon grafiği .....	38
Şekil 3.7. Mn için kalibrasyon grafiği.....	39
Şekil 3.8. Cu için kalibrasyon grafiği.....	39
Şekil 3.9. Zn için kalibrasyon grafiği.....	40
Şekil 3.10. Ba için kalibrasyon grafiği.....	40
Şekil 3.11. Cr için kalibrasyon grafiği .....	41
Şekil 3.12. Co için kalibrasyon grafiği.....	41
Şekil 3.13. Pb için Kalibrasyon grafiği .....	42
Şekil 3.14. Ni için kalibrasyon grafiği .....	42
Şekil 3.15. Cd için kalibrasyon grafiği.....	43
Şekil 3.16. Al için kalibrasyon grafiği .....	43
Şekil 3.17. B için kalibrasyon grafiği.....	44
Şekil 4.1. Su örneklerinin pH değerlerinin istasyonlara göre karşılaştırma grafiği	59
Şekil 4.2. Su örneklerinin pH değerlerinin zamana göre karşılaştırma grafiği .....	59
Şekil 4.3. Su örneklerinin sıcaklık değerlerinin istasyonlara göre karşılaştırma..... grafiği.....	60
Şekil 4.4. Su örneklerinin Sıcaklık değerlerinin zamana göre karşılaştırma grafiği .....	61

Şekil 4.5. Su örneklerinin iletkenlik değerlerinin istasyonlara göre karşılaştırma grafiği.....	62
Şekil 4.6. Su örneklerinin iletkenlik değerlerinin zamana göre karşılaştırma grafiği .....	62
Şekil 4.7. Su örneklerinin toplam Sertlik değerlerinin istasyonlara göre karşılaştırma grafiği .....	63
Şekil 4.8. Su örneklerinin toplam sertlik değerlerinin zamana göre karşılaştırma grafiği.....	64
Şekil 4.9. Su örneklerinin alkanite değerlerinin istasyonlara göre karşılaştırma grafiği .....	65
Şekil 4.10. Su örneklerinin alkanite değerlerinin zamana göre karşılaştırma grafiği .....	65
Şekil 4.11. Su örneklerinin demir derişimlerinin istasyonlara göre karşılaştırma grafiği .....	66
Şekil 4.12. Su örneklerindeki demir derişimlerinin zamana göre karşılaştırma grafiği .....	67
Şekil 4.13. Sediment örneklerindeki demir derişimlerinin istasyonlara göre karşılaştırma grafiği.....	68
Şekil 4.14. Sediment örneklerindeki demir derişimlerinin zamana göre karşılaştırma grafiği.....	68
Şekil 4.15. Su örneklerindeki alüminyum derişimlerinin istasyonlara göre karşılaştırma grafiği.....	69
Şekil 4.16.Su örneklerindeki alüminyum derişimlerinin zamana göre karşılaştırma grafiği .....	70
Şekil 4.17. Sediment örneklerindeki alüminyum derişimlerinin istasyonlara göre karşılaştırma grafiği.....	71
Şekil 4.18. Sediment örneklerindeki alüminyum derişimlerinin zamana göre karşılaştırma grafiği.....	71
Şekil 4.19. Su örneklerindeki bor derişimlerinin istasyonlara göre karşılaştırma grafiği .....	72

Şekil 4.20. Su örneklerindeki bor derişimlerinin zamana göre karşılaştırma grafiği .....	73
Şekil 4.21. Sediment örneklerindeki bor derişimlerinin istasyonlara göre karşılaştırma grafiği .....	74
Şekil 4.22. Sediment örneklerindeki bor derişimlerinin zamana göre karşılaştırma grafiği .....	74
Şekil 4.23. Su örneklerindeki mangan derişimlerinin istasyonlara göre karşılaştırma grafiği .....	75
Şekil 4.24. Su örneklerindeki mangan derişimlerinin zamana göre karşılaştırma grafiği .....	76
Şekil 4.25. Sediment örneklerindeki mangan derişimlerinin istasyonlara göre karşılaştırma grafiği .....	77
Şekil 4.26. Sediment örneklerindeki mangan derişimlerinin zamana göre karşılaştırma grafiği .....	77
Şekil 4.27. Su örneklerindeki nikel derişimlerinin istasyonlara göre karşılaştırma grafiği .....	78
Şekil 4.28. Su örneklerindeki nikel derişimlerinin zamana göre karşılaştırma grafiği .....	79
Şekil 4.29. Sediment örneklerindeki nikel derişimlerinin istasyonlara göre karşılaştırma grafiği .....	80
Şekil 4.30. Sediment örneklerindeki nikel derişimlerinin zamana göre karşılaştırma grafiği .....	80
Şekil 4.31. Su örneklerindeki bakır derişimlerinin istasyonlara göre karşılaştırma grafiği .....	81
Şekil 4.32. Su örneklerindeki bakır derişimlerinin zamana göre karşılaştırma grafiği .....	82
Şekil 4.33. Sediment örneklerindeki bakır derişimlerinin istasyonlara göre karşılaştırma grafiği .....	83
Şekil 4.34. Sediment örneklerindeki bakır derişimlerinin zamana göre karşılaştırma grafiği .....	83

Şekil 4.35. Su örneklerindeki krom derişimlerinin istasyonlara göre karşılaştırma grafiği .....	84
Şekil 4.36. Sediment örneklerindeki krom derişimlerinin istasyonlara göre karşılaştırma grafiği.....	85
Şekil 4.37. Sediment örneklerindeki krom derişimlerinin zamana göre karşılaştırma grafiği .....	86
Şekil 4.38. Su örneklerindeki baryum derişimlerinin zamana göre karşılaştırma grafiği .....	87
Şekil 4.39. Su örneklerindeki baryum derişimlerinin zamana göre karşılaştırma grafiği .....	87
Şekil 4.40. Sediment örneklerindeki baryum derişimlerinin istasyonlar göre karşılaştırma grafiği.....	88
Şekil 4.41. Sediment örneklerindeki baryum derişimlerinin zamana göre karşılaştırma grafiği.....	89
Şekil 4.42. Su örneklerindeki çinko derişimlerinin istasyonlara göre karşılaştırma grafiği .....	90
Şekil 4.43. Su örneklerindeki çinko derişimlerinin zamana göre karşılaştırma grafiği .....	90
Şekil 4.44. Sediment örneklerindeki çinko derişimlerinin istasyonlara göre karşılaştırma grafiği.....	91
Şekil 4.45. Sediment örneklerindeki çinko derişimlerinin zamana göre karşılaştırma grafiği .....	92
Şekil 4.46. Su örneklerindeki kobalt derişimlerinin zamana göre karşılaştırma grafiği .....	93
Şekil 4.47. Sediment örneklerindeki kobalt derişimlerinin istasyonlara göre karşılaştırma grafiği.....	94
Şekil 4.48. Sediment örneklerindeki kobalt derişimlerinin zamana göre karşılaştırma grafiği.....	94
Şekil 4.49. Su örneklerindeki kadmiyum derişimlerinin zamana göre karşılaştırma grafiği .....	95

- Şekil 4.50. Sediment örneklerindeki kadmiyum derişimlerinin istasyonlara göre karşılaştırma grafiği .....96
- Şekil 4.51. Sediment örneklerindeki kadmiyum derişimlerinin zamana göre karşılaştırma grafiği .....97



## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Türkiye’deki 26 topoğrafik su havzası ve su potansiyeli .....	4
Çizelge 1.2. Yüzeysel suların kalite standartları fiziksel ve kimyasal parametreler.....	9
Çizelge 1.3. Yüzeysel suların kalite standartları organik parametreleri .....	9
Çizelge 1.4. Yüzeysel suların kalite standartları bakteriyolojik parametreler .....	10
Çizelge 1.5. Yüzeysel suların kalite standartları inorganik parametreler .....	10
Çizelge 1.6. Suların sertlik derecesine sınıflandırılması .....	24
Çizelge 1.7. Bazı ülkeler tarafından hazırlanan sertlik derecesi birimleri .....	24
Çizelge 3.1. Azap Gölü’nde su ve sediment örneklerinin alındığı istasyonlar ve seçilme nedenleri .....	29
Çizelge 3.2. Deneysel olarak kullanılan Cihazlar .....	31
Çizelge 3.3. Deneysel olarak kullanılan Kimyasallar .....	32
Çizelge 3.4. Deneysel olarak çözümlerin Hazırlanması .....	33
Çizelge 3.5. Azap Gölünden alınan su ve sediment örneklerinden elde edilen parametre değerlerinin minimum ve maksimum değerleri.....	34
Çizelge 4.1. ICP-OES ile yapılan ağır metal analizlerinin tayin ve gözlemlenebilir sınırları.....	46
Çizelge 4.2. Azap Gölünden alınan su ve sediment örneklerinden elde edilen parametrelerinin minimum ve maksimum değerleri.....	47
Çizelge 4.3. Eylül ayında alınan sediment numunelerinin analiz sonuçları.....	48
Çizelge 4.4. Eylül ayında alınan su numunelerinin analiz sonuçları.....	49
Çizelge 4.5. Kasım ayında alınan sediment numunelerinin analiz sonuçları .....	50
Çizelge 4.6. Kasım ayında alınan su numunelerinin analiz sonuçları.....	51
Çizelge 4.7. Ocak ayında alınan sediment numunelerinin analiz sonuçları .....	52
Çizelge 4.8. Ocak ayında alınan su numunelerinin analiz sonuçları.....	53
Çizelge 4.9. Mart ayında alınan sediment numunelerinin analiz sonuçları.....	54
Çizelge 4.10. Mart ayında alınan su numunelerinin analiz sonuçları.....	55

Çizelge 4.11. Mayıs ayında alınan sediment numunelerinin analiz sonuçları.....	56
Çizelge 4.12. Mayıs ayında alınan su numunelerinin analiz sonuçları.....	57
Çizelge 4.13. Analiz sonucu elde edilen pH değerleri .....	58
Çizelge 4.14. Analiz sonucu elde edilen sıcaklık değerleri .....	60
Çizelge 4.15. Analiz sonucu elde edilen iletkenlik değerleri .....	61
Çizelge 4.16. Analiz sonucu elde edilen toplam sertlik değerleri .....	63
Çizelge 4.17. Analiz sonucu elde edilen alkanite değerleri.....	64
Çizelge 4.18. Su örneklerini analizi sonucu elde edilen demir derişimleri .....	66
Çizelge 4.19. Sediment örneklerini analizi sonucu elde edilen demir derişimleri ..	67
Çizelge 4.20. Su örneklerini analizi sonucu elde edilen alüminyum derişimleri ...	69
Çizelge 4.21. Sediment örneklerini analizi sonucu elde edilen alüminyum derişimleri.....	70
Çizelge 4.22. Su örneklerini analizi sonucu elde edilen bor derişimleri .....	72
Çizelge 4.23. Sediment örneklerini analizi sonucu elde edilen bor derişimleri ....	73
Çizelge 4.24. Su örneklerini analizi sonucu elde edilen mangan derişimleri .....	75
Çizelge 4.25. Sediment örneklerini analizi sonucu elde edilen mangan derişimleri .. .....	76
Çizelge 4.26. Su örneklerini analizi sonucu elde edilen nikel derişimleri.....	78
Çizelge 4.27. Sediment örneklerini analizi sonucu elde edilen nikel derişimleri...79	
Çizelge 4.28. Su örneklerini analizi sonucu elde edilen bakır derişimleri .....	81
Çizelge 4.29. Sediment örneklerini analizi sonucu elde edilen bakır derişimleri ..	82
Çizelge 4.30. Su örneklerini analizi sonucu elde edilen krom derişimleri .....	84
Çizelge 4.31. Sediment örneklerini analizi sonucu elde edilen krom derişimleri ..	85
Çizelge 4.32. Su örneklerini analizi sonucu elde edilen baryum derişimleri .....	86
Çizelge 4.33. Sediment örneklerini analizi sonucu elde edilen baryum derişimleri .....	88
Çizelge 4.34. Su örneklerini analizi sonucu elde edilen çinko derişimleri.....	89



Çizelge 4.35. Sediment örneklerini analizi sonucu elde edilen çinko derişimleri..	91
Çizelge 4.36. Su örneklerini analizi sonucu elde edilen kobalt derişimleri .....	92
Çizelge 4.37. Sediment örneklerinin analizi sonucu elde edilen kobalt derişimleri .....	93
Çizelge 4.38. Su örneklerinin analizi sonucu elde edilen kadmiyum derişimleri ..	95
Çizelge 4.39. Sediment örneklerinin analizi sonucu elde edilen kadmiyum derişimleri .....	96



## 1. GİRİŞ

20. ve 21. Yüz yıllarda en büyük sorunlardan birisi de çevre kirliliğidir. Çevre kirliliği; nüfus artış hızı, hızlı kentleşme ve endüstriyel aktivitedeki yükselmeye birlikte artış göstermektedir (Arslan vd., 2005).

18. yüzyılın son döneminde, 1 milyara ulaşan dünya nüfusu, 1950 yılında 2.5 milyara, 2005 sonunda ise yaklaşık 6.5 milyara yükselmiştir. Dünya nüfusunun çok hızlı artışı, sanayi ve teknolojinin aşırı gelişmesi, ayrıca çevre bilincinin yeterince yerleşmemesi veya yaygınlaşmaması gibi sebepler ile dünyada kullanılabilir su miktarında azalmalar olmuştur.

Çevre kirliliğinden en çok etkilenen ekosistemlerin başında göller ve akarsular gelmektedir. Evsel ve endüstriyel atıkların su kaynaklarına karışması, doğrudan ya da dolaylı olarak su havzalarını olumsuz yönde etkilemektedir.

Ağır metaller, sucul ortamdaki anorganik kirlenmelere neden olmaktadır. Ağır metaller çeşitli yollarla sucul ortamlara (göl, nehir vb) geçerek canlı metabolizmalarını tehdit etmektedir.

Besin zinciri yoluyla canlı organizmalara giren bazı ağır metaller (Cd, Hg, Pb ve Cr), fizyolojik mekanizmalarda birikim gösterirler. Bu birikimle ağır metal konsantrasyonu artarak canlı organizmalarda toksik etki yapmaktadır. Toksik etki ile sucul ortamda yaşayan canlıların hayatları tehlikeye girmektedir. Bu canlılar ile beslenen diğer canlı gruplarında düşük konsantrasyonlarda bile sağlığın olumsuz etkilemesi söz konusudur. Bu etki hastalanmalara hatta ölümlere bile sebep olmaktadır. Öte yandan, önemli kirleticilerden olan bazı ağır metaller (Fe, Mn, Zn, Cu, Co, Mo) düşük konsantrasyonlarda canlı organizmaların yaşamını sürdürebilmesi için gereklidir (Kır vd., 2007).

Yaşamsal önemi bulunan bu metallerin konsantrasyonlarındaki küçük bir artış dokularda tahribata yol açarak organları ve dokuları görevlerini yapamaz hale getirmektedir (Kır vd., 2007).

## 1.1. Suyun Genel Özellikleri

Su molekülleri oda koşullarında gaz değil sıvı formda bulunmaktadır. Bunun nedeni ise molekül yapısının kırıklı olmasındandır. Açısız yapısı nedeniyle su molekülü polar özellik taşımaktadır. Suyun moleküler geometrisi açısaldır (Su molekülünde merkez oksijen atomunun hibrit yörüngelerinin uzaydaki yönelmesi düzgün dörtyüzlüdür). Bu durum suyun merkez atomu olan oksijenin  $sp^3$  hibritleşmesi yaptığını göstermektedir.

Su buharının IR spektrumuna bakıldığında O-H bağ açılarının  $104,5^\circ$  ve uzaklıklarının ise  $0,96 \text{ \AA}$  olduğu görülmektedir. Serbest elektron çiftlerinin oksijene olan uzaklıkları  $0,84 \text{ \AA}$ , iki hidrojen arasındaki uzaklık ise  $1,54 \text{ \AA}$ 'dır. Suyun kaynama noktası  $H_2S$ ,  $H_2Se$  ve  $H_2Te$ 'nin kaynama noktalarından oldukça yüksektir. Bunun nedeni ise molekül yapısında hidrojen bağlarının bulunmasıdır.

Su; minareler ve iyonik yapılı maddeler için çok iyi bir çözücü olmasının sebeplerinin başında kararlı ve polar yapı özelliklerine sahip olması gelmektedir. Diğer yapısal özellikleri ise sıvı olması, iyonlara kolaylıkla hidratlar verebilmesi ve dielektrik sabitinin yüksek olması olarak sıralanmaktadır (Solak ve Doğan, 2000).

Su yaşamın temel yapı taşlarından birisidir. Su, bir besin maddesi olmasının yanında, içerisinde yer alan mineral ve bileşiklerle vücudumuzdaki her türlü biyokimyasal reaksiyonların gerçekleşmesinde önemli derecede etkin rol oynamaktadır. Vücudumuzun pH dengesinin korunmasından başlayarak, fizyolojik olayları gerçekleşmesi, besinlerin ve artık maddelerin ilgili yerlere taşınmasına kadar pek çok görevi bulunmaktadır (Akın ve Akın, 2007).

Su ayrıca hücre metabolizmalarının meydana geldiği sitoplazmanın, besinlerin hücrelere ulaşmasına ve atıkların hücrelerden uzaklaştırılmasını sağlayan kanın büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Kandaki su oranı normalin % 3'ü kadar azaldığında bile böbreklerin işlevinin kaybolmasına neden olmaktadır. Kimi hastalıklar, hücrelerin susuz kalmasına neden oldukları için yaşamsal faaliyetleri olumsuz etkilemektedir (Güler ve Çobanoğlu, 1994).

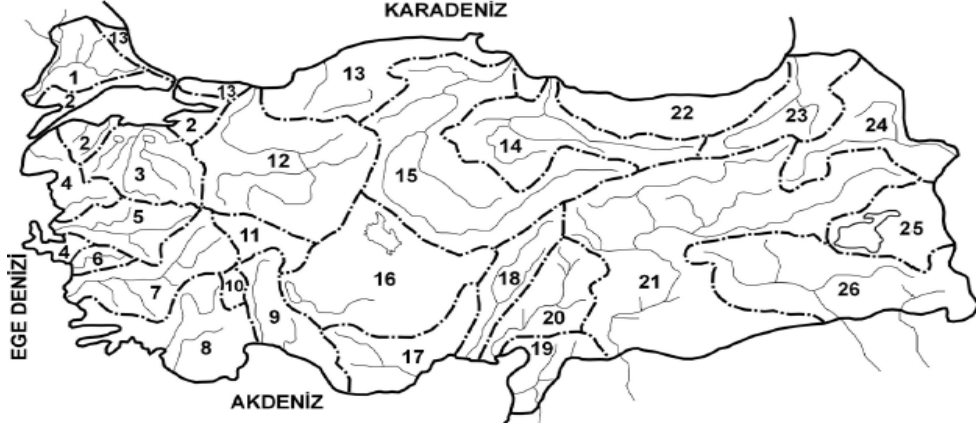
## 1.2. Doğal Sular

Dünyada yaklaşık 1,4 milyar  $\text{km}^3$  su mevcut olup bunun büyük bir kısmı okyanus ve denizlerde (% 97) tuzlu su olarak, küçük bir bölümü ise (% 3) tatlı su olarak bulunur. Bu tatlı suyun büyük bir bölümü buzullarda buz halinde bulunmaktadır. Diğer büyük bir kısmı ise yer altı ve yer üstü kaynakları şeklinde dünyanın tatlı su havzalarını oluşturmaktadır. Bu oranlara bakıldığında insanların yararlanabileceği su % 0,003 civarındadır (Kocataş, 2008).

Ülkeler, bir yılda kişi başına düşen kullanılabilir su miktarına göre gruplandırılmaktadır. Buna göre, yıllık kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı  $1000 \text{ m}^3$  değerinden az ise su fakiri,  $1000-2000 \text{ m}^3$  değerleri arasında ise su azlığı çeken ve  $2000 \text{ m}^3$  değerinden fazla ise su zengini ülkeler olarak tanımlanmaktadır. Bugün ülke nüfusumuzun tahmini 76 milyon olduğu kabul edilirse, kişi başına düşen  $1555 \text{ m}^3$ 'lük yıllık kullanılabilir su miktarıyla ülkemiz su azlığı çeken ülkeler grubunda yer almaktadır.

Ülkemizde yıllık ortalama yağış miktarı  $643 \text{ mm}^3$  olup, bu yağış değeri ortalama olarak  $501 \text{ milyar m}^3$  su miktarına karşılık gelmektedir. Yağışlar ile yüzeye düşen suyun  $158 \text{ milyar m}^3$ 'ü irili ufaklı pek çok akarsu, deniz veya göllere taşınmaktadır. Yer altı ile yüzey sularının toplamı ise o bölgedeki su havzalarını oluşturmaktadır. Ülkemiz topoğrafik yapıya bağlı olarak 26 hidrolojik su havzasına ayrılmıştır. Şekil 1.2.'de Türkiye'deki topoğrafik su havzaları gösterilmektedir. Bu topoğrafik su havzalarının su potansiyelleri Çizelge 1.1.'de yer almaktadır.

Hidrolojik su havzalarının her birinde yıllık yağış miktarı aynı olmadığından, verimleri ve su potansiyelleri de farklılık göstermektedir. Fırat Havzası  $31.61 \text{ milyar m}^3$  ile en yüksek su verimine sahip iken Dicle Havzası  $21.33 \text{ milyar m}^3$  ile ikinci sırada yer almaktadır. Fırat ve Dicle havzaları ülkemizin su potansiyelinin yaklaşık % 28.5'ini oluşturmaktadır. Akarçay Havzası  $0.49 \text{ milyar m}^3$  su verimi, Burdur Gölü Havzası  $0.50 \text{ milyar m}^3$  su verimi ile su potansiyeli en düşük havzalardır (Akın ve Akın, 2007).



Şekil 1.1. Türkiye'deki 26 topoğrafik su havzası haritası (Akın ve Akın, 2007).

Çizelge 1.1. Türkiye'deki 26 topoğrafik su havzası ve su potansiyeli (Akın ve Akın, 2007).

Havza Adı		Su potansiyeli (milyar m <sup>3</sup> )
1	Meriç-Ergene	1,33
2	Marmara	8,33
3	Susurluk	5,43
4	Kuzey Ege	2,09
5	Gediz	1,95
6	Küçük Menderes	1,19
7	Büyük Menderes	3,03
8	Batı Akdeniz	8,93
9	Antalya (Orta Akdeniz)	11,06
10	Burdur Gölü	0,50
11	Akarçay (Afyon)	0,49
12	Sakarya	6,40
13	Batı Karadeniz	9,93
14	Yeşilırmak	5,80
15	Kızılırmak	6,48

Çizelge 1.1. Türkiye'deki 26 topoğrafik su havzası ve su potansiyeli (Akın ve Akın, 2007) (Devamı)

16	Konya (Orta Anadolu)	4,52
17	Doğu Akdeniz	11,07
18	Seyhan	8,01
19	Asi (Hatay)	1,17
20	Ceyhan	7,18
21	Fırat	31,61
22	Doğu Karadeniz	14,90
23	Çoruh	6,30
24	Aras	4,63
25	Van	2,39
26	Dicle	21,33
	Toplam	186,05

Bugünkü koşullarda 95 milyar m<sup>3</sup> yüzey suyu potansiyeline sahip ülkemizde ancak 27.5 milyar m<sup>3</sup> (%29) oranında yararlanılmaktadır. Bu yararlanılan su potansiyelinin 20.9 milyar m<sup>3</sup>'ü (%76) sulamada, 3.85 milyar m<sup>3</sup>'ü (%14) belediyeler tarafından içme suyu olarak, 2.75 milyar m<sup>3</sup>'ü (%10) de sanayide kullanılmaktadır (Akın ve Akın, 2007).

### 1.3. Atık Sular

Su kirliliğinde kirleticilerin kaynakları, etkileri ve kimyasal yapıları bakımından çok değişkenlik göstermektedir. Bu nedenle sularda kirlenmeye neden olacak unsurların sınıflandırılması oldukça zordur. Genel olarak evsel atıklar, endüstriyel atıklar, tarımsal aktiviteden kaynaklanan atıklar ve nükleer santrallerden kaynaklanan kirlilik kaynakları olarak sınıflandırılmaktadır. Bu kirleticiler ayrıntılı olarak gruplandırılırsa: organik maddeler, besleyici tuzlar, anorganik maddeler, askıda katı maddeler, deterjanlar, pestisidler, ağır metaller, radyoaktif maddeler ve yağ-petrol ürünleri olarak gruplandırılabilir (Kocataş, 2008).

### **1.3.1. Endüstriyel Kaynaklı Atık Sular**

Endüstriyel kuruluşlarının oluşturduğu atık sular belli bir arıtma işlemine tabi tutulmadan çevreye deşarj edilmektedir. Bu atıklar çevrenin kimyasal, fiziksel ve biyolojik olarak çevre kirliliğine neden olmaktadır. Çünkü bu atıkların bir kısmı toksik bileşikleri, zararlı çözücülerini ve tuzları içerebilmektedirler. Bazı endüstriyel kaynaklı atıklar biyolojik olarak yok edilebilirken bazıları ise yok edilemezler. Polietilen teraftalat (PET) şişeler buna birer örnektir.

Enerji santralleri, rafineriler, çelik, kağıt ve otomobil fabrikaları çevreye toksik özellik gösteren madde salınımına yol açabilecek endüstri kollarının başında gelmektedir. Diğer bir endüstriyel kirleticiler grubu da yağ ve petrol atıklarıdır. Sucul ortamlara çeşitli nedenler ile akan petrolün yarattığı kirlilik canlılar için çok tehlikelidir. Su kuşları ve suda yaşayan canlılarının büyük çoğunluğunun bu tip kirlenmeler nedeniyle nesilleri tükenme tehlikesi altındadır.

Endüstriyel kaynaklı kirlenmenin neden olduğu organik maddelerin bakteriler tarafından parçalanması işleminde ortamda bulunan oksijen miktarı düşmektedir. Bu durum da sucul ortamda yaşayan canlı organizmaların olumsuz etkilenmesine neden olmaktadır (Güler ve Çobanoğlu, 1994).

### **1.3.2. Evsel Kaynaklı Atık Sular**

Evsel atıkların en büyük kaynağını kanalizasyon ve çöpler oluşturmaktadır. Kanalizasyon ile kirlenen sularda bakteri ve virüslerin sayısını arttırdığı görülmektedir. Tifo, dizanteri, hepatit, kolera ve diğer bulaşıcı hastalıkların yayılmasına kanalizasyon atıkları neden olmaktadır. Evsel kirlilik kaynağı olan çöplerin denizlere ve akarsulara atılmasıyla veya toprağa gömülmesiyle birlikte yer altı ve yüzey sularında fiziksel ve kimyasal (parçalanma ile) kirliliğe neden olmaktadır (Güler ve Çobanoğlu, 1994).

### **1.3.3. Tarım Kaynaklı Atık Sular**

Tarımda verimliliği artırmak amacıyla kullanılan kimyasal içerikli gübreler, böcekler ile istenmeyen bitkilerin yok olması için kullanılan pestisitler yağmur suları ile toprağa, yer altı sularına ve yüzey sularına geçerek kirliliğe neden



olmaktadır. Sucul ekosisteme geçen bu kimyasal kirleticiler canlı hayatının sona ermesine neden olabilmektedir. (Güler ve Çobanoğlu, 1994).

#### **1.4. Su Kalite Standartları**

Su kalite kriterleri ile su kalitesi standartları arasındaki ayrımı yapmak oldukça önemlidir. Su kalite kriterleri, kullanılan suyun belli bir kalitede olması için fiziksel, kimyasal ve biyolojik değerlere sınırlamalar getirilen kalitatif ve kantitatif parametrelerin bütünüdür. Su kalite kriterleri ancak yeni bilimsel veriler elde edilmesiyle değişmektedir. Kriterlerin belli şartlar altında değişimleri, bazı faktörlerin birbiriyle olan etkileşimleri göz önüne alınarak yapılmaktadır.

Su kalite standartları ise, su kalite kriterleriyle beraber belirli kullanım amaçlarını ve kalitesini koruyabilecek şekilde planlanan denetim yollarıdır. Su kalite kriterleri belli bilimsel hükümlerden oluşurken su kalite standartları ise atıkların bertaraf edilmesinden ve su kullanımlarında uyulması gereken kuralları kapsayan açıklamalardan oluşmaktadır.

Dünyada ve ülkemizde su kalitesi standartlarını belirleyen çeşitli kurum ve kuruluşlar bulunmaktadır. Örneğin içme suyunda Dünya Sağlık Örgütü'nün, Avrupa Birliği'nin ve Türkiye Standartlar Enstitüsü'nün (TSE-266) oluşturduğu çeşitli su standartları bulunmaktadır. Ayrıca 31.12.2004 tarihinde resmi gazetede yayımlanan su kontrol yönetmeliği, su havzalarının kalitesini ve kullanılabilirliğini kapsamaktadır (Güler ve Çobanoğlu, 1994).

31.12.2004 tarihinde 25687 sayısı ile Resmi Gazetede yayımlanan su kirliliği kontrol yönetmeliğinde yüzeysel su kaynaklarının kalitelerine göre sınıflandırılması yapılmaktadır. Sınıflandırılan kaynak sularının kullanım alanları aşağıda verilmektedir. Ayrıca su kalitesinin belirlenmesinde kullanılan fiziksel ve kimyasal parametrelerin sınır değerleri Çizelge 1.4.1.'de, organik parametrelerin sınır değerleri Çizelge 1.4.2.'de, bakteriyolojik parametrelerin sınır değerleri Çizelge 1.4.3.'de, inorganik parametrelerin sınır değerleri Çizelge 1.4.4.'de verilmektedir.

### I. Sınıf – Yüksek Kaliteli Su

Birinci sınıf yüksek kaliteli sular, yalnızca dezenfeksiyon ile içme suyu temininde, hayvan üretimi, çiftlik ihtiyaçları gibi rasyonel amaçlar (yüzme gibi vücut teması gerektiren dahil) için kullanılabilir.

### II. Sınıf - Az Kirlenmiş Su

İkinci sınıf sular, ileri veya uygun bir arıtma ile içme suyu temininde, kimyasal madde üretimi için, alabalık dışında balık üretiminde, Teknik Usuller Tebliği'ndeki verilecek olan sulama suyu kalite kriterlerini sağlamak şartıyla sulama suyu olarak ve birinci sınıf yüksek kaliteli sular dışındaki bütün kullanımlar için uygundur.

### III. Sınıf – Kirlenmiş Su

Gıda, tekstil gibi kalite su gerektiren endüstriler hariç olmak üzere uygun bir arıtmadan sonra endüstriyel su olarak kullanılabilir.

### IV. Sınıf – Çok Kirlenmiş Su

Yukarıdaki I, II, III sınıfları için verilen kalite parametreleri bakımından daha düşük kalitedeki yüzey sularını ifade eder.

Çizelge 1.2. Yüzey suları kalite standartları fiziksel ve kimyasal parametreler (Resmi gazete, 2004)

SU KALİTE PARAMETRELERİ	SU KALİTE SINIFLARI			
	I	II	III	IV
A) Fiziksel ve kimyasal parametreler				
1) Sıcaklık (°C)	25	25	30	> 30
2) pH	6.5-8.5	6.5-8.5	6.0-9.0	6.0-9.0 dışında
3) Çözünmüş oksijen (mg O <sub>2</sub> /L)	8	6	3	< 3
4) Oksijen doygunluğu (%)	90	70	40	< 40
5) Klorür iyonu (mg Cl <sup>-</sup> /L)	25	200	400	> 400
6) Sülfat iyonu (mg SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> /L)	200	200	400	> 400
7) Amonyum azotu (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N/L)	0.2	1	2	> 2
8) Nitrit azotu (mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N/L)	0.002	0.01	0.05	> 0.05
9) Nitrat azotu (mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N/L)	5	10	20	> 20
10) Toplam fosfor (mg P/L)	0.02	0.16	0.65	> 0.65
11) Toplam çözünmüş madde (mg/L)	500	1500	5000	> 5000
12) Renk (Pt-Co birimi)	5	50	300	> 300
13) Sodyum (mg Na <sup>+</sup> /L)	125	125	250	> 250

Çizelge 1.3. Yüzey suları kalite standartları organik parametreleri (Resmi gazete, 2004)

SU KALİTE PARAMETRELERİ	SU KALİTE SINIFLARI			
	I	II	III	IV
A) Organik parametreler				
1) Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) (mg/L)	25	50	70	> 70
2) Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) (mg/L)	4	8	20	> 20
3) Toplam organik karbon (mg/L)	5	8	12	> 12
4) Toplam kjeldahl-azotu (mg/L)	0.5	1.5	5	> 5
5) Yağ ve gres (mg/L)	0.02	0.3	0.5	> 0.5
6) Metilen mavisi ile reaksiyon veren yüzey aktif maddeleri (MBAS) (mg/L)	0.05	0.2	1	> 1.5
7) Fenolik maddeler (uçucu) (mg/L)	0.002	0.01	0.1	> 0.1
8) Mineral yağlar ve türevleri (mg/L)	0.02	0.1	0.5	> 0.5
9) Toplam pestisid (mg/L)	0.001	0.01	0.1	> 0.1

Çizelge 1.4. Yüzeý suları kalite standartları bakteriyolojik parametreler (Resmi gazete, 2004)

SU KALİTE PARAMETRELERİ	SU KALİTE SINIFLARI			
	I	II	III	IV
A) Bakteriyolojik parametreler				
1) Fekal koliform(EMS/100 mL)	10	200	2000	> 2000
2) Toplam koliform (EMS/100 mL)	100	20000	100000	> 100000

Çizelge 1.5. Yüzeý suları kalite standartları inorganik parametreler (Resmi gazete, 2004)

SU KALİTE PARAMETRELERİ	SU KALİTE SINIFLARI			
	I	II	III	IV
A) İnorganik parametreler				
1) Civa ( $\mu\text{g Hg/L}$ )	0.1	0.5	2	> 2
2) Kadmiyum ( $\mu\text{g Cd/L}$ )	3	5	10	> 10
3) Kurşun ( $\mu\text{g Pb/L}$ )	10	20	50	> 50
4) Arsenik ( $\mu\text{g As/L}$ )	20	50	100	> 100
5) Bakır ( $\mu\text{g Cu/L}$ )	20	50	200	> 200
6) Krom (toplam) ( $\mu\text{g Cr/L}$ )	20	50	200	> 200
7) Krom ( $\mu\text{g Cr}^{+6}/\text{L}$ )	Ölçülmeyecek kadar az	20	50	> 50
8) Kobalt ( $\mu\text{g Co/L}$ )	10	20	200	> 200
9) Nikel ( $\mu\text{g Ni/L}$ )	20	50	200	> 200
10) Çinko ( $\mu\text{g Zn/L}$ )	200	500	2000	> 2000
11) Siyanür (toplam) ( $\mu\text{g CN/L}$ )	10	50	100	> 100
12) Florür ( $\mu\text{g F}^{-}/\text{L}$ )	1000	1500	2000	> 2000
13) Serbest klor ( $\mu\text{g Cl}_2/\text{L}$ )	10	10	50	> 50
14) Sülfür ( $\mu\text{g S}^{-}/\text{L}$ )	2	2	10	> 10
15) Demir ( $\mu\text{g Fe/L}$ )	300	1000	5000	> 5000
16) Mangan ( $\mu\text{g Mn/L}$ )	100	500	3000	> 3000
17) Bor ( $\mu\text{g B/L}$ )	1000	1000	1000	> 1000
18) Selenyum ( $\mu\text{g Se/L}$ )	10	10	20	> 20
19) Baryum ( $\mu\text{g Ba/L}$ )	1000	2000	2000	> 2000
20) Alüminyum ( $\text{mg Al/L}$ )	0.3	0.3	1	> 1

## 1.5. Su Kirliliği

Yeryüzünde katı, sıvı ve gaz halinde bulunan su, güneşin sağladığı enerjiyle birlikte sürekli bir döngü oluşturmaktadır. Bu döngüye Hidrolojik döngü denilmektedir. İnsanlar yaşamlarını devam ettirmek için su gereksinimini bu döngüden alır ve kullandıktan sonra aynı döngüye geri verir. Bu süreç sırasında suya geçen kimyasal maddeler, suyun kimyasal, biyolojik ve fiziksel yapısında değişmeye yol açarak su kirliliğine neden olmaktadır. Su kirliliği, sularda insan etkisinden kaynaklanan ekolojik dengeleri olumsuz yönde bozan kalite değişimleri olarak tanımlanmaktadır (Kocataş, 2008).

Suyun kirlenmesinde en önemli etkenlerin başında suyun çözücü özelliği gelmektedir. Bu çözücü özelliği çözünen maddenin moleköl yapısına bağlıdır. Su; alkol, şeker, üre gibi organik maddeleri çok iyi çözerken yağları ve bazı hidrokarbonları çözmez. Su, hidrolojik döngüde karşılaştığı bazı maddeleri çözerken sahip olduğu bazı özellikleri de değişir. Bu durum su kirliliğine neden olmaktadır (Solak ve Doğan, 2000).

Yakın zamana kadar su kirliliği sadece sağlık açısından ele alınmaktaydı. Az gelişmiş ya da gelişmekte olan ülkelerde bu durum devam etmektedir (Az gelişmiş veya gelişmekte olan ülkelerde ortaya çıkan hastalıkların %80'i, içme ve kullanma suyunun yeterli miktarda olmamasından kaynaklanmaktadır). Bugün ise su kirliliği hakkındaki çalışmalar sadece sağlık açısından değil var olan kaynakların korunması ve uygun kullanılması yönünde gerçekleştirilmektedir (Karpuzcu, 2007).

Az gelişmiş ya da gelişmekte olan birçok ülkede atık sular temizleme işlemine tabi tutulmadan akarsulara deşarj edilmektedir. Bunun sonucunda kamu sağlığı ciddi bir şekilde etkilenmektedir. Kirlenen suyun içeriğinde bulunan patojen bakteriler ve toksik maddeler önemli hastalık kaynağı oluşturmaktadır. Nüfusun şehirlerde yoğunlaşmasıyla birlikte kanalizasyon sularının kaynak sularına karışması ya da kullanma suyunun yetersiz oluşu dünyada ve özellikle Türkiye'de çevre ve halk sağlığı sorunu olarak devam etmektedir (Toroğlu vd., 2006).

İncelemiş olduğumuz yüzey sularından olan göller ciddi çevre kirliliğine maruz kalmaktadır. Göllerde görölen en büyük çevre sorunlarının başında ikincil kirlenme adı verilen ötrifikasyon, fosfor miktarının yüksek olduğu tarımsal drenaj,

evsel atıklar, bazı endüstriyel atıklar, göldeki fotosentez yapan alglerin üremesi ve organik madde miktarının artmasına neden olarak kimyasal ve biyolojik dengelerin değişmesini sağlamaktadır. Göl tabanında ölü halde bulunan bitkilerin, balıkların ve alglerin parçalanmasıyla zehirli hidrojen sülfür gazı oluşur. Ağır metaller, hidrojen sülfür ile reaksiyona girerek sülfürleri halinde göl tabanına çökmektedir. Bu durum gölün sedimentlerindeki ağır metal konsantrasyonunun artmasına neden olmaktadır. Derinlerde oksijen miktarının azalmasıyla birlikte mangan ve demir bileşikleri suda çözülmüş halde dağılmaktadır. Bu durumlar gölün su kalitesinde azalmaya neden olmakta ve kirlilik sebeplerinin başında gelmektedir (Solak ve Doğan, 2000).

### **1.5.1. Sularda Kirletici Etki Yapılabilecek Unsurlar**

#### **1.5.1.1. Bakteriler, virüsler ve diğer hastalık yapıcı canlılar**

Suda kabul edilebilir miktarlarda zararlı olmayan mikroskobik ve makroskobik canlılar yaşamaktadır. Bunlardan bazıları tek hücreli canlılar, bitkiler, kurtlar ve kabuklulardır. Bu canlıların az miktarda olmasının pek zararı yoktur (Hastalık yapıcı özellikte olanlar dışındakiler), ayrıca belirli bir oranda suların doğal olarak temizlenmesine de katkı sağlamaktadır. Ancak, sağlık açısından son derece önemli olan hastalık yapıcı canlı organizmaların (patojenler) bulunması önemlidir (Güler ve Çobanoğlu, 1994).

Su ortamında bulunan patojenlerin sınıflandırılması aşağıdaki gibidir:

- a) Bakteriyel patojenler
- b) Viral patojenler
- c) Protozoal patojenler
- d) Parazitler

Patojenler genellikle hastalık taşıyan canlıların atıklarının yüzey sularına karışmasıyla çoğalırlar. Atık suların deşarj olduğu yüzey suyunun kullanılması (tarım, içme suyu ve balık yetiştiriciliği gibi) sağlık açısından büyük riskler oluşturmaktadır. Bu nedenle ülkemizde atık sularının kullanılmasıyla ilgili bazı esaslar ve teknikler getirilmiştir. Örneğin tohum üretiminde ve sulama suyu olarak kullanılacak olan atık suların biyolojik arıtmadan ve klorlama işleminden geçirilmesi gerekmektedir (Topbaş vd., 1998).

### 1.5.1.2. Deterjanlar

Deterjanlar evsel ve endüstriyel atıklardan kaynaklanan kirleticilerdir. Düşük konsantrasyonda bile yüzey gerilimini azaltan özellik gösterdiklerinden yüzey aktif maddeler olarak da tanımlanabilmektedirler.

Deterjanlar genel olarak petrol türevlerinden elde edilmektedir. Bunların başında dedosilbenzen sülfonatlar (DDB) , alkil benzen sülfonatlar (ABS), alkil sülfonatlar gelir (Kocataş, 2008).

Düz zincirli anyonik deterjanlar biyolojik parçalanmaya daha uygundur. Halkalı yapıdaki anyonik deterjanlar ise çok zor parçalanabilen hatta bazen parçalanmayan maddelerdir. Bu özelliklerine göre anyonik deterjanların düz zincirli olanları yumuşak deterjan, dallanmış zincirli olanlara da sert deterjan olarak tanımlanır. Yumuşak deterjanların alıcı ortama zararı daha azdır. Bu nedenden dolayı son yıllarda sert deterjanların kullanımı yasaklanmıştır (Kocataş, 2008).

Deterjanların içeriğinde bulunan fosfatın ve nitratın yüksek miktarlarda olduğu bilinmektedir. Bu durum yüzey sularında ötrifikasyona neden olan alglerin sayısını artırır. Alglerin aşırı derecede artması sulardaki biyolojik dengenin bozulmasına neden olmaktadır. Sonuç olarak ortamdaki besin miktarında azalma olur. Besin miktarının azalmasıyla birlikte miktarı hızla artan alglerin bile ölmesine neden olabilmektedir (Güler ve Çobanoğlu, 1994).

### 1.5.1.3. Organik maddeler

Atıklardan kaynaklanan organik kirlenmeler sucul ortamda bulunan mikroorganizmalar tarafından parçalanmaktadır. Bu parçalanma işleminin başlangıcı oksijenli (aerobik) koşullarda gerçekleşmektedir. Çözünmüş halde bulunan oksijen, bakterilerin yaşamsal aktivitelerini devam ettirebilmeleri için oldukça önemlidir. Aerobik koşullarda ayrışma devam ettiği sürece organik maddelerin çevresel açıdan bir zararı bulunmamaktadır. Bunun nedeni ise reaksiyon sonucunda oluşan son ürünlerin kirliliğe neden olmamasıdır. Bakteriler tarafından gerekli olan bu oksijen miktarına Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ) denir. Bakteriler oksijensiz ortamda da organik maddeleri ayrıştırabilmektedir. Ancak bu biyokimyasal reaksiyonlar sonucunda oluşan amonyak, hidrojen sülfür ve metan gibi yarı kararlı ürünler, biyolojik dengeyi olumsuz olarak etkilemektedirler. Organik madde miktarı artan yüzey sularında biyolojik oksijen

ihtiyacı artar. Biyolojik oksijen ihtiyacı artmasıyla birlikte çözünmüş oksijen miktarı azalır. Çözülmüş oksijenin azalması sucul ortamdaki yaşamın büyük ölçüde azalmasına neden olmaktadır. Su havzalarında biyolojik oksijen ihtiyacı kirlilik miktarı hakkında fikir vermektedir (Kocataş, 2008).

#### **1.5.1.4. Petrol ve türevleri**

Bir hidrokarbon karışımı olan ve doğada sıvı halde bulunan ham petrol; karbon ve hidrojen gibi temel elementlerin yanında azot, kükürt, oksijen ve diğer bir takım elementler içermektedir.

Petrol ve türevleri çoğunlukla petrokimya endüstrisi rafinerileri ve taşımacılık yapılan yerlerde sulara karışmaktadır. Petrol, su yüzeyinde çeşitli kalınlıklarda film oluşturmaktadır. Film tabakası sucul ortamın gaz alışverişini engellemektedir. Petrol ürünlerinin tamamı su yüzeyinde kalmamaktadır. Örneğin ağır yağlar akarsu ve nehirlerin tabanına çökerek organizmaların yaşamsal faaliyetlerini olumsuz yönde etkilemektedir (Topbaş vd., 1998).

Petrol ve türevlerinin çevreye olan etkileri aşağıda verilmiştir.

1. *Işığı absorbe etme:* Özellikle kükürt ve zift içeriği fazla olan petrol atıklarının ışığı absorbe özelliği çok yüksektir. Bundan dolayı sucul yaşamda petrol atıklarının oluşturduğu tabakalardan dolayı ışığın fotosentez yapan canlılara ulaşması engellenmektedir.
2. *Çözülmüş oksijen düzeyine etkisi:* Petrol atıklarının oluşturduğu tabakalar nedeniyle oksijen transferi önemli ölçüde engellenmektedir. Bundan dolayı suyun alt kesimlerindeki oksijen konsantrasyonu azalmaktadır.
3. *Toksik etkileri:* Sucul sisteme yeni deşarj olan petrol atıkları organizmalar üzerinde hızlı bir şekilde olumsuz etki göstermektedir.
4. *Hayvan ve bitki üzerindeki diğer etkileri:* Hücre bölünmelerinin gecikmesinde, normal olmayan yavruların görülmesinde, balık besleme aktivitesinin azalmasında, kuşların olumsuz etkilenmesi gibi etkileri görülmektedir (Topbaş vd., 1998).



### **1.5.1.5. Pestisitler**

Pestisitler hayvan, bitki, bakteri ve mantarda dahil olmak üzere canlı organizmaları yok etmek üzere ortama verilen toksik kimyasallardır. Kullanımları genellikle insana zarar vermeyecek dozajda olmasına karşın uzun süreler kullanılmaları sonucunda oluşan zararlı etkiler zamanla kendini göstermektedir. Pestisitlerin biyokimyasal reaksiyonlar sonucunda doğal yaşam ortamından yok olması oldukça yavaş gerçekleşmektedir. Bu kimyasalların besin zincirinde biyoakümülyasyonlara uğramaları ekosistemlerde çeşitli sorunlarla karşılaşılmasına neden olmaktadır (Kocataş, 2008).

### **1.5.1.6. Radyoaktivite**

Yeryüzündeki enerji ihtiyacının artmasıyla birlikte nükleer santrallerin sayısı hızlı bir şekilde artmıştır. Nükleer tesislerde kullanılan kimyasallar radyoaktif özellik taşımaktadır (Örneğin; Plütonyum). Nükleer atıkların su altında ya da denizaltında uzun sürelerde saklanması için kullanılan saklama ünitelerinde görülen sızmaların oluşturabileceği toksik atıklar çevreye olan etkileri açısından çok önemlidir. Radyoaktif kirlenme bunun dışında hastaneler, araştırma kuruluşları, bazı endüstriyel kuruluşlar ve atmosferde yapılan nükleer silah denemeleri sonucunda oluşan radyoaktivite, yağmur sularının olumsuz etkilemesiyle birlikte yüzey suları ciddi bir şekilde kirletmektedir (Solak ve Doğan, 2000).

Radyoaktivitenin çevreye olan etkisi radyasyonun şiddeti, etki süresi ve ışınların türüne bağlı olarak değişmektedir. Örneğin doğal radyoaktivitenin şiddeti bölgesel düzeyde kalabilir. Ancak nükleer santrallerde ve savaşlarda kullanılan atom bombaları büyük alanları etkilemektedir. Bu etki sonucunda canlı toplumlarda önemli değişimler görülmektedir. Radyoaktivitenin çok yüksek olduğu bölgelerde fotosentez durmasına (oluşacak duman ve toz bulutu ile güneş ışınlarının yeryüzüne inmesi engellenecek olması nedeniyle), yeryüzünde ısı düşmesi dolayısıyla iklimlerin değişmesine neden olmaktadır. Ayrıca çevredeki radyasyon miktarındaki artışla canlılardaki kanser vakalarında artış görülecektir (Kocataş, 2008).

### **1.5.1.7. Atık ısı**

Atık ısı, çeşitli nedenlerle (termik santraller ve endüstride kullanılan soğutma suyunun yüzey sularından alınması gibi) sucul ortamlardaki sıcaklık miktarının artışı olarak tanımlanmaktadır. Atık ısının su ekosistemine olumsuz etkileri şu şekildedir (Bozyiğit ve Karaaslan, 1998).

1. Suda çözünen oksijen yüzdesi düşer
2. Kimyasal reaksiyonlar hızlanır
3. Akuatik hayatın dengeleri bozulur

Su sıcaklığındaki artış oksijenin sudaki doygunluk derişimini azaltmaktadır. Bu durumla birlikte anaerobik ortama geçiş hızlanır. Su sıcaklığının artmasıyla birlikte canlılar ölebilir ve içme suyu kaynağı olarak kullanılmasını da engeller.

Balıkların ve diğer canlıların üreyebilmesi için çeşitli sıcaklık değerleri vardır. Larvaların ve küçük bireyleri yaşaması için yüksek sıcaklık uygun değildir. Göç etme özelliklerine sahip yetişkin balıklar o sucul ortamdan uzaklaşarak yaşamlarını devam ettirebilmektedir. Bir başka olumsuz durum ise biyokimyasal reaksiyonların çok yüksek sıcaklıklarda gerçekleşmemesi veya veriminin düşük olmasıdır.

Sucul ortamdaki sıcaklığın artması alg türlerinin değişmesine neden olur. Bentik organizmaların sayıları ve türleri 32 °C'nin üstüne çıkması halinde azalmaya başlar bu durumda su ekosisteminde sorunların ortaya çıkmasına neden olur (Solak ve Doğan, 2000).

### **1.5.1.8. Gübreler**

Tarımda kullanılan gübrelerin ancak belli bir kısmı bitkiler tarafından kullanılır geriye kalan kısmı akarsulara, içme suyuna ve çevreye yayılarak insan, bitki ve hayvan sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir.

Gübre içeriğinde yüksek miktarlarda nitrat iyonu bulunmaktadır. İçme sularına nitratın karışması, insan hayatını olumsuz etkiler. Bunlardan birisi, yüksek konsantrasyonlardaki nitrat iyonu insan metabolizmasında toksik etki göstermesidir. Diğer bir olumsuz etkisi ise hemoglobinin ile birleşerek kandaki

oksijen taşıma kapasitesini düşürmesidir. Dünya Sağlık Örgütüncce (WHO) içme sularındaki nitrat iyonunun konsantrasyonu 5-10 ppm arasında belirlemiştir.

Gübre sektöründe üretimin büyük bir bölümünü azotlu gübreler oluşturmaktadır. Azotlu gübre üreten tesislerin atık sularında amonyum azotu ve nitrat azotu miktarı oldukça yüksektir.

Sentetik gübreler ile iz metaller toprağa geçmektedir. Yağmur suyu gibi çeşitli yollar ile yer altı ve yüzey sularına ulaşan iz metaller, canlı organizmada toksik etki yapabilmektedir. Ayrıca, ağır metal içeriği en yüksek olan gübre çeşidi fosforlu gübrelerdir. Fosforlu gübrelerin üretiminde kullanılan fosforların yapısında stabil halde kadmiyum bulunmaktadır. Kadmiyum elementi gübre üretimi esnasında başka bileşiklere dönüşerek çözünebilir özellik kazanabilir. Bu durum toprağa ve sucul ekosisteme karışarak kirlilik nedeni oluşturabilir (Topbaş, 1998).

#### **1.5.1.9. Tuzluluk**

Tüm inorganik tuzlar suda çözünmektedir. Yağışlar, yer altı suları ve yüzey sularının çeşitli yer değiştirmeler sırasında zeminde bulunan tuzları bünyesine katarak sucul ortamlara taşımaktadır.

Evsel ve endüstriyel atık suların yüzey sularına deşarjı sonucunda sularda bulunan klor, nitrat, fosfat ve sülfat derişimleri yükselir. Atık sular sucul ortama ayrıca toksik özelliğe sahip elementleri de taşımaktadır. Taşınan bu elementler ile anyon gruplarının reaksiyonunu gerçekleştirmektedir. Dolayısıyla tuz içeriği fazla olan suların kullanılması büyük problemlere yol açmaktadır (Topbaş vd., 1998).

#### **1.5.1.10. Ağır metaller ve toksisiteleri**

Yoğunluğu 6 g/mL'den daha yüksek olan metallere ağır metaller denir. Başlıca ağır metaller Cu, Pb, Hg, Cd, Fe, Mn, Cr, Ni ve Zn gibi elementlerdir. Bu ağır metallere çevre kirletici elementlerde denilmektedir. Ağır metaller; toprağa, sedimentlere ve sulara dağılmış halde bulunmaktadır (Gündüz, 2012).

Ekosistemlerdeki ağır metal kirliliği küresel bir sorun oluşturmaktadır. Ağır metaller toksik etkileri nedeniyle çevreyi büyük ölçüde tehdit etmektedir. Hızlı

sanayileşme sonucunda ağır metal kirlenmeleri nehirler aracılığıyla sucul sistemlere deşarj olmaktadır (Ruilian vd., 2008).

Yapılan çalışmalarda su canlılarında metal birikimin; ortamın konsantrasyonuna, suyun sıcaklığına, tuzluluğu ve derinliğinin yanı sıra canlının türüne, boyuna, ağırlığına ve yaşına bağlı olduğunu sonucuna ulaşılmıştır (Kayhan, 2006).

Sucul ortamdaki ağır metal kirliliğini oluşturan atık sular genellikle akarsular, nehirler ve haliçler yardımıyla denizlere ve göllere ulaşmaktadır. Ancak atık suların dışında atmosfere ulaşan ağır metaller de kirlilik yaratabilmektedir. Atmosfere ulaşan ağır metaller, yağmurlar ile yeryüzüne dönerek yer altı ve yüzey sularına ulaşırlar. Ağır metal kirliliğini oluşturan kimyasal bileşikler kimyasal olarak tamamen parçalanamazlar. Bir metal bileşiği başka bir metal bileşiğine dönüşür. Dönüşüm ne olursa olsun metal iyonları yok olmamaktadır (Taylan ve Özkoç, 2007).

Suda çözünebilen metal bileşikler sucul ekosistemlerde büyük tehlike yaratmaktadır. Çevredeki kalıcılıkları, yüksek konsantrasyonlarda toksik özellikleri, canlı dokulardaki birikme eğilimleri ve besin zincirinde biyomagnifikasyona ( suda bulunan ve canlı vücudunda birikim özelliği gösteren bir maddenin sudaki besin zincirinin daha üst seviyelerine doğru gittikçe artan bir yoğunluk göstermesi) uğramaları nedeniyle insanlar için büyük tehdit oluşturmaktadır. Bu yüzden sucul ekosistemde ağır metallerin izlenmesi ve kontrolü bilimsel araştırma konusu olmuştur (Uluturhan vd., 2005).

Atık sular ile sucul sistemlere deşarj olan ağır metallerin düşük bir miktarı suda çözülmektedir. Geri kalan kısmı ise sucul sistemin tabanına çökmektedir. Bundan dolayı ağır metal kirliliğinin belirlenmesinde sedimentlerin incelenmesi doğru bir yöntemdir (Wang vd., 2014).

Sedimentlerde biriken ağır metallerin konsantrasyonu, sedimentin parçacık boyutuna ve organik madde içerip içermediğine göre farklılık göstermektedir (Kır vd., 2007).

Ağır metallerin canlı organizmalarda birikme eğilimi gösterdikleri gibi toksik ve kanserojen etki de yapmaktadır. Civa, krom, kurşun, kadmiyum, mangan, kobalt, nikel, bakır, çinko gibi ağır metaller doğada genellikle sülfür, oksit, karbonat ve silikat minareleri şeklinde bulunmakla birlikte suda ki çözünürlüklerini düşüktür.

Çok düşük miktarlarda bile kuvvetli zehir etkisine sahip olan ağır metaller suda katyon, tuz ve kısmen anyon şeklinde bulunurlar (Topbaş vd., 1998).

Ağır metal kirliliğinin önemli bir kaynağı, madenlerin işlenmesi sırasında ortaya çıkan endüstriyel atık sularıdır. Ağır metaller, doğal ortamdan uzaklaştırılması oldukça zor olmakla birlikte ikincil kirlenmelere neden olmaktadır (Ning vd., 2011).

Deri işleme sanayinde en popüler tabaklama işlemi **krom** ile yapılmaktadır. Bununla birlikte kirlilik teşkil eden kromlu bileşikler atık sular olarak çevreye deşarj edilmektedir. Krom, canlı metabolizmasında çeşitli etkiler göstermektedir. Bunlar enzimlerin aktivitelerindeki azalmalar, proteinlerin çökmesi ve ayrışma inhibitörleri olarak işlev göstermektedir (Kanagaraj vd., 2008).

**Kadmiyum** metali toksikolojik açıdan sorun teşkil etmeyeceği düşünülen bir metal olmasına karşın endüstride kullanılmasıyla birlikte kurşun, cıva gibi ekotoksikolojik bakımdan önemi artmıştır. Genel olarak bakır, çinko ve kurşun gibi metallerin üretiminde bir alt ürün olarak veya fosfatlı gübrelere önemli miktarlarda kullanılmaktadır. Kadmiyum diğer ağır metaller gibi hava, toprak ve su ortamlarından bitki ve hayvan tarafından emilerek beslenme yolu ile birlikte insanlara geçmektedir. Kadmiyum canlı organizmaya solunum ve sindirim yoluyla geçmekle birlikte hedef organı böbrektir. Kadmiyum teratojenik (ilaç ve yabancı maddelerin anne karnından plasenta yoluyla yavrunun dolaşımına geçmesi sonucu yavruda biçim bozuklukları bozukluklar) ve karsinojenik (kanseri yapıcı maddelerin oluşturduğu etki) etkisi gösteren toksik bir metal olarak kabul edilmektedir. Ayrıca kanser ve kardiyovasküler hastalıklara neden olarak toplum sağlığı açısından birçok rahatsızlığa neden olmaktadır (Kayhan, 2006).

**Demir**, sudaki bir çok kimyasal reaksiyonlarda katalizör görevi yapmakla birlikte hayvanların solunum pigmentlerinde bulunmasından dolayı çok önemlidir. Ayrıca klorofilin yapısında bulunmamasına rağmen üretiminde bulunması zorunludur. Suda demir oksit miktarı 0.2-2 ppm olduğunda alglerin büyümesi hızlanır. Ancak 5 ppm'i aştığı değerlerde zehirli etki yapmaktadır. Bununla beraber 5 ppm'i aşan değerlerdeki sulara; kalsiyum tuzların ve organik bileşiklerin bulunması tampon etkisi göstererek zehirli etki göstermemektedir. (Tanyolaç, 2004). İnsan vücudunda toksite özelliği taşıyan demir miktarındaki artış hemoglobini bozukluklarına dayanan yaygın komplikasyonlara neden olur (Coates, 2014).

**Kobalt** yaşam için gerekli bir metaldir. Eksikliğinde enzimlerin aktivitesinin durmasına neden olur. Kobalt ve diğer metaller (bakır, çinko, demir, magnezyum) kofaktör (enzimatik reaksiyonlarda enzimin işlev görebilmesi bağlanan mineral vitamin yada metal iyonlarından oluşan yan grup) ve koenzim (enzimde esas işi yapan organik ya da inorganik kısım) görevi yapmaktadır. Kobalt sadece B12 vitamini bulmaktadır. Ayrıca mavi yeşil alglerin çoğunun siyanokobalamin ihtiyacı vardır ve bunu sentezleyebilme yeteneğine sahiptirler (Tanyolaç, 2004). Kobalt insanlar için gerekli olan bir elementtir ancak yüksek konsantrasyonlarda toksik özellik gösterir. Uluslararası kanser araştırma ajansı kobaltın bazı kimyasal bileşiklerini kanserojen sınıfına almıştır. Yüksek konsantrasyonlardaki kobalt; zatürre (pnömoni), fibrozis, ve astım gibi akciğer hastalıklarının nedenlerinden biri olabilmektedir (Darolles vd., 2014).

**Kurşun** gündelik hayatta çok kullanılan toksik özelliği olan bir ağır metaldir. İnsanlar kurşuna su, gıda, hava, toprak, geleneksel ilaçlar, seramik, kozmetik ürünler ve benzin yoluyla maruz kalırlar. Kurşun solunum ve ağız yoluyla alındığında yaş grubu önemsiz zehirli etki gösterir. 800 ppb'den yüksek değerlerde nöbet, koma ve ölüm semptomlarına neden olmaktadır. 100 ppb'den yüksek değerlerde çocuklar için kurşun zehirlenmesiyle birlikte dikkat süresinde azalma ve davranış problemleri oluşur. Çocuklar için 100 ppb'in altındaki değerler bile güvende değildir (Wang vd., 2009). Kurşunun kimyasal bileşiklerinin türü kadar, ortamın pH'ı, organik maddelerin ve diğer elementlerin varlığı, suyun sertliği gibi faktörlerde kurşunun toksik özelliğini etkilemektedir. Sucul ortamdaki canlıların kurşunu biriktirmeleri kurşun zehirlenme potansiyelini artırmaktadır (Baykurt vd., 1987).

Yetişkin bir insanda toplam **mangan** miktarı yaklaşık olarak 10-20 mg/kg'dır. Mangan derişimi insanın yaşına ve organlarının yapısına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Mitokondri bakımından zengin olan dokularda (bağırsak, karaciğer ve böbrekler) mangan konsantrasyonu daha yüksektir. İnsanlarda manganın yarattığı toksik etki psikolojik ve sinir rahatsızlıklarına neden olmaktadır. Hayvanlarda mangan toksik özelliğiyle birlikte büyümede gerileme, kansızlık, mide ve bağırsaklarda bozulmalarda görülmektedir. Bitkilerde ise yaşlı yapraklarda mangan oksitinin çökmesine bağlı olarak kahverengi lekeler oluşmaktadır (Topbaş vd., 1998).

Tıbbi araştırmalara göre **bor** bileşikleri toksik maddeler sınıfından 2. grupta yer almaktadır. Borun; kalsiyum, bakır ve azot gibi besin metabolizmasına olumlu bir etkisi vardır. İnsanların beslenmesinde önemli bir unsurdur ancak bitkilere olan yararı kadar net bilinmemektedir. Bor eksikliğinde kalsiyum, magnezyum ve fosfor emiliminde azalma görülür. Bor elementinin birçok organın işleyişinde olumlu bir etkisi vardır. Ancak yüksek konsantrasyonlarda kan bileşenlerinde değişime, çocukların zihinsel gelişmesine, kardiyovasküler, koroner, sinir ve üreme sistemlerinde olumsuz etkiler yapmaktadır. Dünya Sağlık rgtne göre sağlıklı bir bireyin günde 1-13 mg arasında alması yeterlidir. Borun bitkiler için nemi XX. yüzyılda anlaşılmıştır. Borun bitkilerde büyüme işlemine katkı sağlamaktadır. Ancak gerekli olan miktar ile zararlı etki yapabilecek miktarı birbirine çok yakındır. Eksikliğinde normal hücre oluşumunda bozulmalara, meristematik doku gelişiminde inhibisyona ve enzimatik reaksiyonlarda yavaşlamaya neden olmaktadır. Yüksek konsantrasyonlarda ise toksik etki yaparak bitkilerde yaprak dökümü, meyvelerde olgunlaşmadan dökülme, lekelenme ve çürüme gibi etkiler göstermektedir (Wolska ve Bryjak, 2013).

İnsanlarda **bakır** zehirlenmeleri ender grlen bir durumdur. Bakır zehirlenmeleri siroz, karaciğerde lekelenme, sinir sisteminde bozulmalar, böbrek işlevlerinde azalmalara neden olmaktadır. Bakır bitkiler için yüksek konsantrasyonlarda son derece toksik etki yapmaktadır. Bu etki ilk olarak köklerde başlar. Daha sonra yapraklarda bir çok fizyolojik işlemi engelleyebilir. Bakır, bitkilerin büyümesini, minarel alımını azalttığı gibi protein sentezini, enzim aktivitesi, fotosentez ve solunum süreçlerinde değişikliğe uğratabilmektedir (Canbrolle vd., 2015).

**Çinko**, zehirlenmeleri insanda yaygın olarak görülmeyen bir durumdur. Çinko fazlalığında bakır fonksiyonunu da engellemektedir. Çinko yaklaşık 200 enzim ve diğer proteinler için mutlak gerekli bir elementtir. Ayrıca inko; nükleik asit ve protein metabolizmasında, hücre bölünmesinde önemli rol oynamaktadır. Çinkonun hayvanlar üzerinde olumsuz etkilerine bakıldığında; kansızlık, adale gelişmemesi, doğurganlığın azalması, gelişmede gerileme gibi olumsuz etkiler meydana getirmektedir (Topbaş vd., 1998).

Özellikle ağız yoluyla alınan **nikel** bileşikleri insanlara zehirlenme yapmaktadır. Nikel az miktarda da olsa bağırsaklardan emilerek vücuda yayılır. İnsan da en yüksek konsantrasyon karaciğerde ve beyinde tespit edilmiştir. En büyük tehlike ise burun boşluğunda kansere neden olmasıdır. Nikel zehirlenmeleri sonucunda

bitki kökleri tahrip olma durumu, yaprak ve tahıllarda boydan boya sarı çizgiler görülür. Daha yüksek konsantrasyonlarda ise yaprak uçlarında yanma görülmektedir (Topbaş vd., 1998).

**Alüminyum** biyolojik açıdan spesifik bir görevi olmayan ancak dünyada makro düzeyde bulunan elementtir. Mineralli toprak yapısında yoğun olarak bulunan alüminyumun biyoyararlanım açısından kullanılabilirliği toksisitesi nedeniyle sadece asitli ortamlarla sınırlıdır (Poschenrieder vd., 2008).

## **1.6. Su Kalitesini Etkileyen Unsurlar**

### **1.6.1. pH**

Göllerin pH'ı genellikle 6-9 arasındadır. Kireçli bölgelerde bulunan göllerde çözülmüş karbonat pH'ı artırarak 9 civarına yükseltebilir. Hatta akıntı olmayan göllerde buharlaşmanın etkisiyle alkali maddeler birikerek pH 12'ye kadar çıkabilir. Diğer bir spesifik durum ise, volkanik arazide bulunan göllerde sülfürik asit gibi asitlerin birikmesi sonucunda pH 1.7'ye kadar düşebilmektedir. pH 4-6 değerleri arasındaki göllere yumuşak sulu göl, pH değeri nötr değerine yakınsa orta-sert sulu göl, pH değeri 8.5 ve üstü değerlere sahip göllere sert sulu göl denir (Sert sulu göllerde karbonatlar bikarbonata dönüşmüştür). İlman bölgelerdeki göllerde kış aylarında yüzey sularında genellikle fenol ftaleyn alkanitesi yoktur ve karbonat bulunmaz.

Her canlının belli bir pH aralığında yaşama toleransı vardır. Bir gölün pH'ının ölçülmesiyle serbest CO<sub>2</sub> ve alkali miktarı, ayrıca asidik özellikte olup olmadığı belirlenebilir. pH ile oksijen arasında zıt bir ilişki bulunmaktadır. Yüksek pH ve düşük oksijen canlılar üzerinde öldürücü etki göstermektedir. Bazen düşük oksijen miktarından kaynaklanan olumsuz durumlar aslında pH'ın yüksek olmasından kaynaklanmaktadır (Tanyolaç, 2004).



### 1.6.2. Sıcaklık

Göl suyu sıcaklığı coğrafi konuma, mevsimlere, derinliğe, alanına, içerisinde bulunan çözülmüş madde miktarına ve soğurduğu güneş enerjisine bağlı olarak değişir. Genel olarak göl suyuna giren ışık enerjisinin % 53'ünü ilk metrelerde ısı enerjisine dönüştürür.

Su canlılarında sıcaklık oldukça önemli bir parametredir. Su sıcaklığının 1°C yükselmesi metabolizma hızını %10 artırmaktadır. Örneğin sıcaklık 10°C arttığında oksijen tüketimi ve karbondioksit oluşumu iki katına çıkar. Sıcak sularda sucul canlıların günlük besin gereksinimi, solunumu, kalp atışı, enzim etkinliği ve diğer fizyolojik olayları hızlanmaktadır. Ayrıca her canlının yaşayabildiği bir sıcaklık aralığı vardır ve sıcaklık değerleri türlere göre değişiklik göstermektedir (Tanyolaç, 2004).

### 1.6.3. İletkenlik

İletkenlik, su bileşenlerinin iyonlarına ne kadar ayrıştığıнын ölçüsüdür. Suda tuz içeriği ne kadar fazla ise iletkenlik değeri de o kadar yüksektir. İletkenlik suyun kalitesinin belirlenmesinde oldukça önemli bir parametredir. İletkenlik değeri 0-250  $\mu\text{S}/\text{cm}$  değerleri arasındaki sulara düşük tuzlu sular, 250-750  $\mu\text{S}/\text{cm}$  değerleri arasındaki sulara orta tuzlu sular, değeri 750-2250  $\mu\text{S}/\text{cm}$  değerleri arasındaki sulara yüksek tuzlu sular, 2250  $\mu\text{S}/\text{cm}$  değerinden daha yüksek sulara da aşırı yüksek tuzlu sular denir. Canlıların sucul ortamda yaşamlarını devam ettirmeleri için ortamda bulunan tuz miktarlarına karşı dayanıklı olmaları gerekmektedir (Güven, 2004).

### 1.6.4. Toplam Sertlik

Kalsiyum ve magnezyum tuzları sulara sertlik vermektedir. Suyun temas ettiği yüzeydeki minareleri çözümesiyle birlikte sertlik düzeyi artmaktadır. Bu nedenle yer altı sularının sertlik derecesi yüzey sularına göre daha yüksektir.

Sudaki sertlik derecesi ile ilgili birçok ölçekler hazırlanmıştır. Ülkeler tarafından kullanılan sertlik derece birimleri Çizelge 1.6.4.2'de verilmiştir. Bu ölçeklerden en çok kullanılanı "Fransız Sertlik Derecesi"dir. Buna göre 1 Fransız Sertlik derecesi (1Fr °) 1L sudaki 10 mg kalsiyum karbonat miktarı ile ifade edilir. Buna göre

suların sertlik derecesine sınıflandırılması Çizelge 1.7.'de, verilmiştir (Bozyiğit ve Karaaslan, 1998).

Çizelge 1.6. Suların sertlik derecesine sınıflandırılması (Bozyiğit ve Karaaslan, 1998).

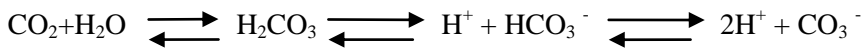
Sertlik Derecesi (1Fr °)	Su sınıfı
0-10	Menba Suyu
11-22	Tatlı Su
23-32	Sert Su
33-54	Çok Sert Su
55'den fazla	Aşırı Sert Su

Çizelge 1.7. Bazı ülkeler tarafından hazırlanan sertlik derecesi birimleri (Güven, 2004)

Sertlik Derecesi	Esas alınan Özellik
Fransız	10 mg/L CaCO <sub>3</sub>
Alman	10 mg/L CaO
İngiliz	14.3 mg/L CaCO <sub>3</sub>
Rus	1 mg/L Ca
Amerikan	17.16 mg/L CaCO <sub>3</sub>

### 1.6.5. Alkanite

Suyun alkalitesi, o suyun asitleri nötrale edebilme kapasitesi olarak tanımlanır. Sularda bikarbonat-karbonat dengesi ortamın alkanitesini ortaya çıkarmaktadır. Asit miktarındaki artış, ortamdaki karbondioksit miktarı azalmasına neden olur. Bu reaksiyonlardan yararlanılarak sucul ekosistemdeki alkanite miktarı tespit edilir. Alkanitenin üç formundan söz edilebilir; bikarbonat (metil oranj alkanitesi), karbonat (fenolftalin alkanitesi) ve OH alkanitesidir (Tanyolaç, 2004).



## 2. KAYNAK ÖZETİ

Özbay vd. (2013), Mersin ili sınırlarında bulunan Berdan Çayında mevsimsel olarak alınan sediment örneklerindeki Cd, Cr, Mn, Ni, Zn, Cu, Pb, Fe, Al ağır metallerin birikimleri incelenmiştir. Sonuçlara bakıldığında, ağır metal derişimleri Fe>Al>Mn>Ni>Cr>Zn>Cu>Pb>Cd olarak sıralama göstermiştir. Sonuç olarak Berdan Çay'ında kirlilik tehdidi altında olduğu saptamıştır.

Sönmez vd. (2012), Karasu Nehrinde belirlenen 5 istasyondan alınan su örneklerinde Cu, Zn, Mn, Pb, Ni, Cd ve Fe ağır metal miktarları incelenmiştir. Elde edilen veriler ışığında yapılan değerlendirmede ırmağın yoğun kirlilik unsurları ile karşı karşıya olduğu ve durumun devamı halinde ekolojik dengenin olumsuz yönde etkileneceği saptanmıştır.

Kır ve Tumantozlu (2012), Nisan 2009-Mart 2010 tarihleri arasında Karacaören-II barajındaki kirlilik nedenlerini tespit etmek amacıyla su, sediment ve sazan balığından alınan doku örnekleri alınmıştır. Alınan numunelerden Fe, Cu, Zn, Mn, Al, Sr, Cr, Pb, Cd ve Hg derişimleri saptanmıştır. Göl suyunun pH değeri 7,42-8,02 arasında ölçülmüştür. Suda yapılan analizlerde en fazla birikmenin Sr olduğu, sedimentte ise Fe olduğu belirlenmiştir. Sazan balıklarının farklı dokularından alınan örneklerde en fazla birikmenin Fe olduğu ve genel olarak karaciğer ve solungaç dokularındaki ağır metal birikmenin kas dokusuna göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Yılgör (2012), Bafa Gölünün kirliliğini araştırmak için gölden sediment örnekleri alınmıştır. Alınan sediment örneklerinden Fe, Cr, Mn, Pb, Ni, Zn, Cu, Hg metallerinin konsantrasyonları belirlenmiştir. Karot örneklerinde radyometrik yöntemler kullanılarak yakın zaman tarihlemesi yapılmış, sediment çökelim hızı tespit edilmiştir. Ayrıca sediment örneklerine tane boyu, organik karbon, karbonat analizleri, göl suyuna ait akıntı ölçümleri ve fizikokimyasal parametreler tayin edilmiştir.

Shazilli vd. (2011), Malezya bulunan Terengganu tropik su havzasında alınan toprak, sediment ve yüzey suyu örneklerinde Pb, As, Cd, Sn ve Hg dağılımı ve konsantrasyonu incelenmiştir. Hem toprak hem de sedimentteki metal sıralamasının Pb>Sn>As>Cd>Hg şeklinde olduğu belirlenmiştir.

Akbaba (2010), 2009 yılının Mayıs ve Eylül tarihlerinde Kars Çayı'nın suyunda, sedimentinde ve buradan avlanan Karabalıkların kas, kemik ve solungaç dokularında demir, çinko, bakır, mangan, kurşun, nikel ve kadmiyum ağır metallerin konsantrasyonları belirlenmiştir. Metal konsantrasyonuna göre incelendiğinde ağır metal sıralanması sediment>su>kemik>solungaç>kas şeklinde belirlenmiştir.

Kannan vd. (2008), Endüstriyel atık sularının etkilediği Pulicat Gölünün (Hindistan) 6 farklı istasyondan alınan su, sediment ve yeşil alg örneklerinden Cr, Cd ve Pb ağır metallerinin analizleri yapılmıştır. Krom ve kadmiyum konsantrasyonlarının sedimentte daha yüksek, kurşun konsantrasyonunun ise yeşil alglerde daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Sediment ve yeşil alg örneklerinde ağır metal konsantrasyonu Cd>Cr>Pb, su örneklerinde ise Cr>Pb>Cd olarak sıralandığı saptanmıştır.

Kır vd. (2007), Kovada gölünde 04.2005-23.02.2006 tarihleri arasında su ve sedimentindeki bazı ağır metallerin birikimi incelenmiştir. Suda en ağır metal konsantrasyonun Fe olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, ağır metal analiz sonuçlarında en yüksek değerlerin ilkbahar ve kış aylarında tespit edilmiştir. Sedimentlerde en yüksek ağır metal derişiminin alüminyum olduğu tespit edilmiştir. Ancak, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı'nın verdiği sucul ortamda ağır metallerin kabul edilebilir değerlerine bakıldığında ise demirin Yaz-2005, çinkonun İlkbahar-2005 ve Kış-2006'daki konsatrasyonları dışında herhangi bir tehlikenin olmadığı saptanmıştır.

Nguyen vd. (2005) 1999-2000 yıllarında Balaton Gölü'nde (Macaristan) on sekiz adet (Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb, Al, Ba, Ca, Fe, K, Mg, Mn, Na, P, S, Sr) metal derişimleri analiz edilerek metallerinin kaynakları ve dağılımları belirlenmiştir.

Güven (2004), Menderes Nehri'nin Aydın yöresindeki kollarından Kasım 2003-Haziran 2004 tarihleri arasında alınan yüzey sularının bazı kirletici parametreleri incelenmiştir. İncelenen parametreler askıda katı madde, pH, çözünmüş oksijen, iletkenlik, sıcaklık, alkanite, toplam sertlik, bulanıklık ve organik madde ile florür, klorür, fosfat, nitrat, nitrit, amonyum, bor, sülfat, demir ve bakır iyonlarıdır.

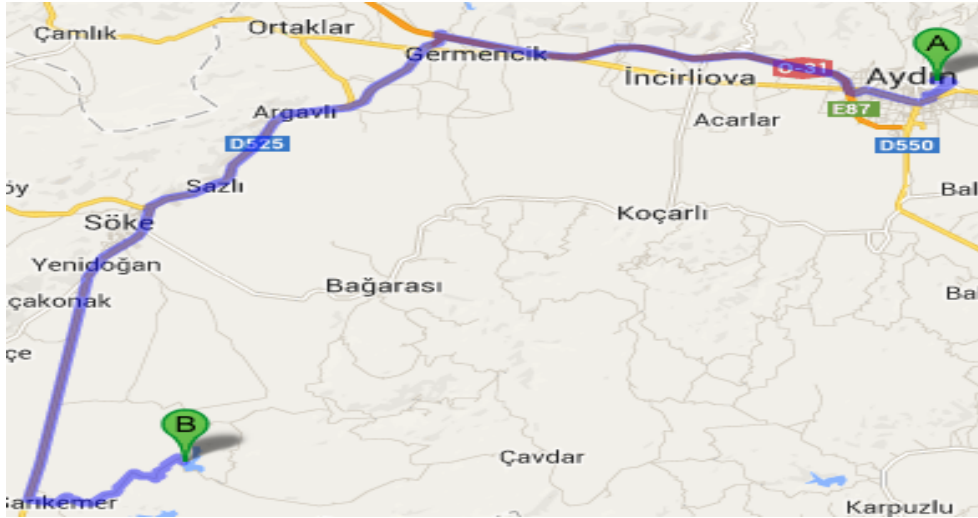
Göktan (2003), Çorum ili sınırları içerisinde bulunan Çomar, Hatap, Yenihayat ve Alaca baraj göletlerinden alınan su, sediment örnekleri alınarak Cu, Cd, Cr, Fe, Pb ve Zn ağır metal konsantrasyonları mevsimsel olarak incelenmiştir. Ayrıca Yenihayat baraj gölünden alınan yosun, toprak örneklerinde Cu, Cd, Cr, Fe, Pb ve Zn ağır metallerinin konsantrasyonları mevsimsel olarak incelenmiştir. Örnek alınan 4 barajdan kadmiyum metali dışındaki ağır metallerin TSE ve WHO kriterlerine göre uygun olduğu belirlenmiştir.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. MATERYAL

##### 3.1.1. İstasyonların Tespiti ve Numunelerin Alınması

Aydın ili Söke ilçesi sınırlarında yer alan Azap Gölü, Aydın'a 110 km uzaklıkta bulunan doğal bir göldür. Gölün maksimum derinliği yaz mevsiminde 2,5 m, kış mevsiminde ise 5 m kadardır. Gölde Sazan, İsrail Çipurası, Yılan Balığı ve sonradan göle atılan Güneş Balığı yetişmektedir. Ayrıca gölde Meke, Ördek, Su Tavuğu, Karakulak Martı, Pelikan ve Flamingo Kuşlarının sürekli veya mevsimsel olarak yaşadıkları gözlenmiştir. Gölün yer aldığı çevresel konuma bakıldığında büyük oranda gölü etkilediği düşünülün iki faktör bulunmaktadır. Bunlardan birincisi gölün kuzeyinde bulunan Büyük Menderes Nehri iken ikincisi ise gölün güney kısmında yer alan kuvars maden ocağı ve zeytinyağı fabrikasının atıklarını taşıyan Karasu Deresi'dir.



Şekil 3.1. Aydın- Azap Gölü güzergahı (Google Maps, 20.06.2014) (A: Aydın, B: Azap Gölü)

Çevre kirleticilerini tespit etmek üzere gölden alınan su ve sediment örnekleri farklı fiziksel ve kimyasal özellikleri göz önüne alınarak istasyonlar seçilmiştir. Çalışma için beş farklı istasyon belirlenmiştir. Bu istasyonlardan birincisini göl

üzerinde olmayan, ancak gölün menderes nehriyle olan bağlantı noktası oluşturmaktadır. Seçilen diğer dört istasyon göl üzerindeki farklı noktalardadır. İkinci istasyon gölün batı kısmında yer alan ve tarımsal faaliyetlerin varlığı nedeniyle sulama sularının göle karıştığı noktadadır. Üçüncü istasyon gölün batısındaki koy kısmında olup bu nokta göl hareketliliğinin en az olduğu noktadır. Dördüncü istasyon gölün güney kısmında ve gölde su hareketliliğinin en fazla olduğu noktadadır. Beşinci ve son istasyonu gölün güneydoğusunda zeytinyağı ve maden fabrikalarının kimyasal kirliliğini taşıyan Karasu Çayına bağlantı noktası oluşturmaktadır. İstasyonların seçilme nedenleri Çizelge 3.1.'de, yerleri ise Şekil 3.2.'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Azap Gölü'nde su ve sediment örneklerinin alındığı istasyonlar ve seçilme nedenleri

<b>İstasyonlar</b>	<b>Yeri</b>	<b>Seçilme Nedeni</b>
<b>1</b>	Gölün Kuzey Kısmı	Gölün Menderes Nehrine olan bağlantı noktası olması
<b>2</b>	Gölün Batı Kısmı	Tarımsal faaliyetlerin varlığı ve sulama sularının göle karışma noktası olması
<b>3</b>	Gölün Batısında Bulunan Koy Kısmı	Gölde su hareketliliğinin en az olduğu nokta olması
<b>4</b>	Gölün Güney Kısmı	Gölde su hareketliliğinin en fazla olduğu nokta olması
<b>5</b>	Gölün Güneydoğu Kısmı	Zeytinyağı ve maden fabrikalarının kimyasal kirliliğini taşıyan Karasu Çayına bağlantı noktası olması



Şekil 3.2. Azap Gölü'nün topografik yapısı ve Örneklerin Alındığı İstasyonlar  
(Google Earth, 20.06.2014)

Belirlenen istasyonların yüzey suyundan ve sedimentinden incelenmek üzere üçer adet numune alınmıştır. Numunelerin alınması sırasında kayık kullanılmıştır. Sediment örneklerinin alınmasında kullanılan aparat Şekil 3.1.1.3.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Sediment örneklerinin alınmasında kullanılan aparat

Sediment örnekleri için 500 mL cam kavanoz, su örnekleri için ise polietilen teraftalattan yapılmış 1,5 L'lik numune kapları kullanıldı. Numune kapları ilk önce saf su daha sonrada göl suyu ile çalkalanarak temizlendi. Numuneler gölün kıyıya 2-3 m uzaklıkta olan bölgelerinden alındı. Numuneler genel olarak 12:00-14:00 saat diliminde alınmıştır. Numune alınması sırasında pH, sıcaklık ve iletkenlik analizleri yerinde yapılarak belirlendi. Analizler bittikten sonra su ve sediment örnekleri sıcaklıklarının yükselmemesi için mini oto buzdolabına konularak araştırma laboratuvarına getirildi.



Laboratuvara getirilen su numunelerinin aynı gün toplam sertlik ve alkanite analizleri titrimetrik yöntemler ile gerçekleştirildi. Geriye kalan su numunelerinin pH'ı nitrik asit ile 1,5-2 değerleri arasına getirildi. Su ve sediment örnekleri buzdolabına kaldırılarak muhafaza edildi.

### 3.1.2. Deneyde Kullanılan Cihazlar

Numunenin alındığı istasyonlarda WTW Multiline P3 pH/LF-SET pH-metre marka analiz cihazı ile pH, sıcaklık ve iletkenlik analizleri yapıldı. Ağır metal analizleri ve sedimentlerin çözünürleştirme işlemi Adnan Menderes Üniversitesi Merkez Araştırma Laboratuvarında yapıldı. Ağır metal analizinde Teledyne leeman Labs Prism model indüktif Eşleşmiş Plazma Optik Emisyon spektrometresi (ICP-OES) kullanıldı. Sedimentlerin çözünürleştirme işlemi için de Questron Technologies Corp QLAB 8000 marka mikrodalga cihazı kullanıldı. Toplam sertlik ve alkanite analizleri, Adnan Menderes Üniversitesi Analitik Kimya Araştırma laboratuvarında titrimetrik yöntem ile yapıldı. Deneyler sırasında kullanılan cihazlara ilişkin bilgiler Çizelge 3.2.'de verilmektedir.

Çizelge 3.2. Deneylerde Kullanılan Cihazlar

	<b>Cihazın Adı</b>	<b>Cihazın Markası</b>
<b>1</b>	pH metre	WTW Multiline P3 pH/LF- SET pH-metre/Sıcaklık
<b>2</b>	ICP-OES Analiz Cihazı	Teledyne Leeman labs Prism Model aksiyal görüş
<b>3</b>	Mikrodalga Cihazı	Questron Technologies Corp QLAB 8000
<b>4</b>	Analitik Terazî	Sartorius GC 1603-OCE

### 3.1.3. Kullanılan Kimyasal Maddeler ve Stok Çözeltilerin Hazırlanması

Deneylerde kullanılan kimyasal maddelerin kimyasal formülleri ve sağlandığı firmalar detaylı olarak Çizelge 3.3.'de verilmiştir. Deneylerde kullanılan çözeltilerin hazırlanması Çizelge 3.4.'de yer almaktadır.

Çizelge 3.3. Deneylerde kullanılan Kimyasallar

	<b>Malzemenin Adı</b>	<b>Kimyasal Formülü</b>	<b>Markası</b>	<b>Katalog No</b>
1	Alüminyum Hidroksit	$\text{Al(OH)}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Merck	1.01091
2	Amonyak	$\text{NH}_3$	Merck	1.05422
3	Amonyum Klorür	$\text{NH}_4\text{Cl}$	Merck	1.01145
4	Bakır(II) Nitrat	$\text{Cu(NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Merck	1.02752
5	Baryum Klorür	$\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Merck	1.01717
7	Borik asit	$\text{H}_3\text{BO}_3$	J.T. Baker	501
8	Çinko Nitrat	$\text{Zn(NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Merck	1.08836
9	Demir(III) Amonyum Sülfat	$(\text{NH}_4)_2 \text{Fe(SO}_4)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$	Riedel-de Hean	12304
10	Disodyum EDTA	$\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2\text{Na}_2\text{O}_8 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Merck	1.08414
11	Erio Krom Siyahı- T	$\text{C}_{20}\text{H}_{12}\text{N}_3\text{NaO}_7\text{S}$	Merck	1.03170
12	Etil Alkol	$\text{CH}_3\text{OH}$	Yerli	
13	Fenolftaleyn	$\text{C}_{20}\text{H}_{14}\text{O}_4$	J.T. Baker	1159
15	Hidroflorik asit	$\text{HF}$	Merck	B0876037
16	Hidroklorik Asit	$\text{HCl}$	J.T. Baker	6081
17	Hidroksilamin Hidroklorür	$\text{NH}_3\text{OH.HCl}$	Merck	8.22334

Çizelge 3.3. DeneYlerde kullanılan Kimyasallar (Devamı)

18	Hidrojen Peroksit	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Merck	1.08595
19	Kadmiyum Metali	Cd	Merck	1.02001
20	Kobalt(II) Nitrat	Co(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	Merck	1.02536
21	Krom(III) Klorür	CrCl <sub>3</sub> .6H <sub>2</sub> O	Merck	1.02487
23	Kurşun Nitrat	PbNO <sub>3</sub>	Merck	1.07397
24	Mangan Metali	Mn	Merck	1.12237
25	Metil Oranj	C <sub>14</sub> H <sub>14</sub> N <sub>3</sub> NaO <sub>3</sub> S	Merck	1.01322
26	Nikel Nitrat	Ni(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	Merck	1.06727
27	Nitrik Asit	HNO <sub>3</sub>	Merck	1.00443

Çizelge 3.4. DeneYlerde çözeltilerin Hazırlanması

	Stok Çözeltiler	Çözeltilerin Hazırlanması
1	Stok Alüminyum Çözeltisi, 1000 mg/L	0.356 g Al(OH) <sub>3</sub> .H <sub>2</sub> O saf suda çözüldü ve 10 mL derişik HNO <sub>3</sub> eklendikten sonra saf su ile 100 mL'ye tamamlandı.
2	Stok Bakır Çözeltisi, 1000 mg/L	0.381 g Cu(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .3H <sub>2</sub> O saf suda çözüldü ve 10 mL derişik HNO <sub>3</sub> eklendikten sonra saf su ile 100 mL'ye tamamlandı.
3	Stok Nikel Çözeltisi, 1000 mg/L	0.312 g Ni(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> saf suda çözüldü ve 10 mL derişik HNO <sub>3</sub> eklendikten sonra saf su ile 100 mL'ye tamamlandı.
4	Stok Baryum Çözeltisi, 1000 mg/L	0.165 g BaCl <sub>2</sub> .H <sub>2</sub> O saf suda çözüldü ve 10 mL derişik HNO <sub>3</sub> eklendikten sonra saf su ile 100 mL'ye tamamlandı.

## Çizelge 3.4. Deneylerde çözeltilerin Hazırlanması (Devamı)

5	Stok Kadmiyum Çözeltisi, 1000 mg/L	0.100 g Cd metali, 10 mL derişik HNO <sub>3</sub> 'te çözüldükten sonra saf su ile 100 mL'ye tamamlandı.
6	Stok Kurşun Çözeltisi, 1000 mg/L	0.160 g Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> 10 mL derişik HNO <sub>3</sub> 'de çözüldü sonra saf su ile 100 mL' ye seyreltildi.
7	Stok Demir Çözeltisi, 1000 mg/L	0.703 g (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> [Fe(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ].6H <sub>2</sub> O saf suda çözüldü ve 10 mL derişik HNO <sub>3</sub> eklendikten sonra saf su ile 100 mL'ye tamamlandı.
8	Stok Mangan Çözeltisi, 1000 mg/L	0.100 g Mn metali, 10 mL derişik HNO <sub>3</sub> 'te çözüldükten sonra saf su ile 100 mL'ye tamamlandı.
9	Stok Krom Çözeltisi, 1000 mg/L	0.513 g CrCl <sub>3</sub> .6H <sub>2</sub> O saf suda çözüldü ve 10 mL derişik HNO <sub>3</sub> eklendikten sonra saf su ile 100 mL'ye tamamlandı.
10	Stok Kobalt Çözeltisi, 1000 mg/L	0.494 g Co(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O saf suda çözüldü ve 10 mL derişik HNO <sub>3</sub> eklendikten sonra saf su ile 100 mL'ye tamamlandı.
11	Stok Çinko Çözeltisi, 1000 mg/L	0.290 g Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> saf suda çözüldü ve 10 mL derişik HNO <sub>3</sub> eklendikten sonra saf su ile 100 mL'ye tamamlandı.
12	Stok Bor Çözeltisi, 1000 mg/L	0.572 g H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> saf suda çözüldü ve 10 mL derişik HNO <sub>3</sub> eklendikten sonra saf su ile 100 mL'ye tamamlandı.

## 3.2. YÖNTEM

### 3.2.1. Titrimetrik Yöntemle Yapılan Tayinler

#### 3.2.1.1. Alkanite tayini

Alkanite miktarını belirlenmesinde kullanılan yöntem asit sarfiyatına dayanmaktadır. Bu yöntem ile numunelerdeki karbonat, bikarbonat ve toplam alkanite değerleri hesaplandı.

Beyaz bant süzgeç kağıttan süzülen 50 ml su numuneleri 250 ml'lik erlenlere aktarıldı. İndikatör olarak kullanılan fenol ftaleyn çözeltisinden 2-3 damla numuneler üzerine eklendi. Daha önceden ayarlanmış olan yaklaşık 0.02 N HCl (ayarlı HCl çözeltisi, üç anlamlı sayı hassaslığında hazırlanmıştır) ile pembe renkten renksiz olana kadar titre edilip hacim kaydedildi. Renksiz olan örneklerin üzerine indikatör olarak kullanılan metil oranj çözeltisinden 2-3 damla eklendi. İndikatör eklenmesinden sonra daha önceden ayarlanmış 0.02 N HCl ile pembe renkte olana kadar titre edilip elde edilen hacim kaydedildi. Alkanite değerleri aşağıdaki denklemler ile hesaplandı.

$V_f$ : Fenol ftaleynli ortamdaki asit sarfiyatı

$V_m$ : Metil oranjlı ortamdaki asit sarfiyatı

$V_t$ : Toplam Asit sarfiyatı

$$\text{Karbonat alkalinitesi } \text{ppmCO}_3^{2-} = \frac{N_{\text{HCl}} \cdot V_f (\text{mL}) \cdot 50 \cdot 1000 (\text{mL/L})}{V_{\text{numune}} (\text{mL})}$$

50 = CaCO<sub>3</sub>'ün eşdeğer ağırlığı (Ma/Td)

$$\text{Bikarbonat alkalinitesi } \text{ppmHCO}_3^- = \frac{N_{\text{HCl}} \cdot (V_m - V_f) (\text{mL}) \cdot 61 \cdot 1000 (\text{mL/L})}{V_{\text{numune}}}$$

61 = HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>'ün eşdeğer ağırlığı (Ma/Td)

$$\text{Toplam alkalinite} = \text{ppmCaCO}_3 = \frac{N_{\text{HCl}} \cdot V_T (\text{mL}) \cdot 50 \cdot 1000 (\text{mL/L})}{V_{\text{numune}} (\text{mL})}$$

### 3.2.1.2. Toplam sertlik

Beyaz bant süzgeç kağıdından süzülen 50 mL'lik su numuneleri, 250 mL'lik erlenlere aktarıldı. Daha sonra pH'ın 8-10 değerleri arasına gelmesi için üzerine derişik NH<sub>3</sub> eklendi. Numunelerin üzerine 1mL Hidroksilamin hidroklorür çözeltisi ve NH<sub>4</sub>OH – NH<sub>4</sub>Cl tampon çözeltisi ilave edilerek pH değeri 10±0.1 değerine getirildi. İndikatör çözeltisi olarak kullanılan Erio krom siyahı – T çözeltisinden 2-3 damla eklenerek 0.02 N EDTA ile titrasyona başlandı. Morumsu renkten açık mavi renge dönünce titrasyon işlemi bitirilerek hacim kaydedildi. Numunelerdeki toplam sertlik (CaCO<sub>3</sub>) miktarı aşağıdaki denklem ile hesaplandı.

$$\text{ToplamSertlik} = \text{mg/L CaCO}_3 = \frac{N_{\text{EDTA}} \cdot V_{\text{EDTA}} (\text{mL}) \cdot 50 \cdot 1000 (\text{mL/L})}{V_{\text{numune}} (\text{mL})}$$

50 = CaCO<sub>3</sub>'ün eşdeğer ağırlığı (Ma/Td)

### 3.2.2. Su Numunelerinin Ağır Metal Analizi İçin Hazırlanması

Su numunelerinin ağır metal analizi için hazırlanmasına numuneye ilk olarak derişik nitrik asit çözeltisi eklenerek pH'ın 1.5 - 2.0 aralığına getirilmesiyle başlandı. pH'ı ayarlanarak mikrobiyal faaliyetleri durdurulan su numuneleri, buzdolabında +4 °C'de muhafaza edildi. Ağır metal analizi yapılmadan önce su numunelerine, mavi süzgeç kağıdı ile süzme işlemi yapılarak analize hazır hale getirilme işlemi yapıldı.



Şekil 3.4. Teledyne Leeman labs Prism model ICP-OES analiz cihazı

### 3.2.3. Sediment Numunelerinin Ağır Metal Analizi İçin Hazırlanması

Buzdolabında muhafaza edilen sediment örnekleri ilk olarak 80 °C'ye ayarlanmış etüvde 6 saat boyunca kurutuldu. Bu işlem ile sediment örneklerindeki nemin uzaklaştırılması sağlandı.

Kurutulan örneklerden yaklaşık 0,1 g tartılıp teflon kaplara konuldu. (örnekler dört anlamlı sayı hassaslığında tartılmıştır.) Teflon kaplara konulan sediment örneklerinin üzerine 5 mL derişik nitrik asit, 2 mL derişik hidrojen florür, 1 mL derişik hidroklorik asit ve 1 mL hidrojen peroksit ilave edildi. Daha sonra mikrodalga cihazında yapılacak çözdürme işlemi öncesi, 15 dk oda sıcaklığında bekletildi. Yapılan bu işlem ile oda koşullarındaki reaksiyonların gerçekleşmesi sağlandı. Böylece çözdürme işlemi daha verimli hale getirildi.



Şekil 3.5. Questron Technologies Corp QLAB 8000 marka mikro dalga cihazı

Mikrodalga cihazında, numuneler yarım saat boyunca 180°'de 1000 W'da çözdürme işlemine tabi tutuldu. Çözdürme işlemi bittiğinde sediment örnekleri mavi bant süzgeç kağıdı ile süzüldü. Süzülen çözeltiler 25 mL hacimdeki balon jodelere aktarılıp ultra saf su ile tamamlandı. Böylelikle sediment örnekleri ağır metal analizi için hazır hale getirildi.

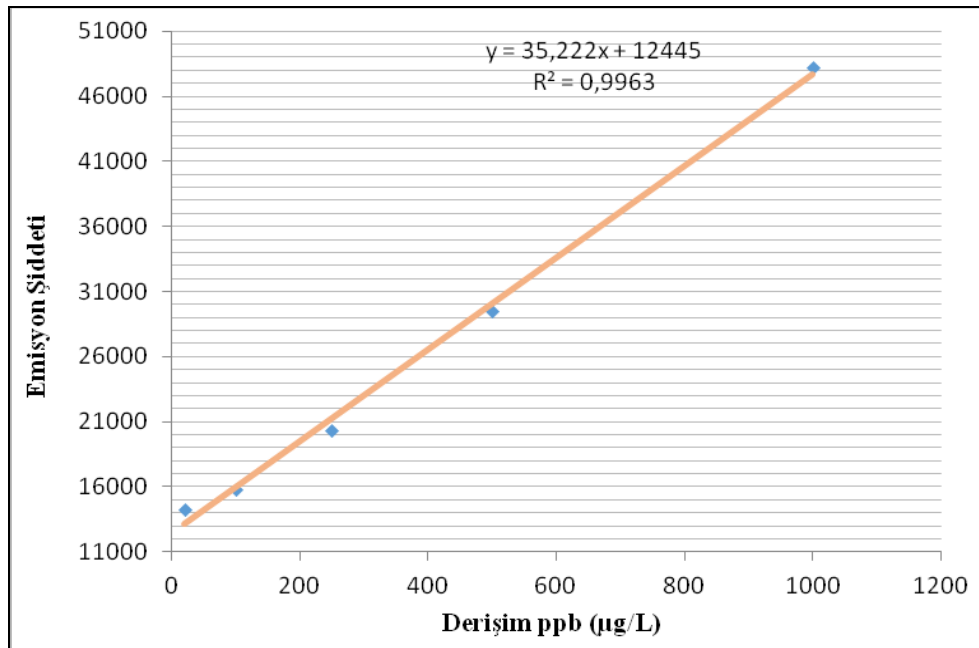
### 3.2.4. ICP-OES ile Yapılan Analizler

Ağır metal analizine hazır hale getirilen su ve sediment örneklerinin ICP-OES cihazı ile derişimleri tayin edilmiştir. ICP-OES ile analizinde her metal için 5

farklı derişimde kalibrasyon çözeltileri hazırlanmıştır. Kalibrasyon eğrileri çizilen metallerin tayin ve gözlenebilme sınırları hesaplanmıştır. Hesaplanan tayin sınırları ve gözlenebilme sınırları Çizelge 4.1. 'de yer almaktadır.

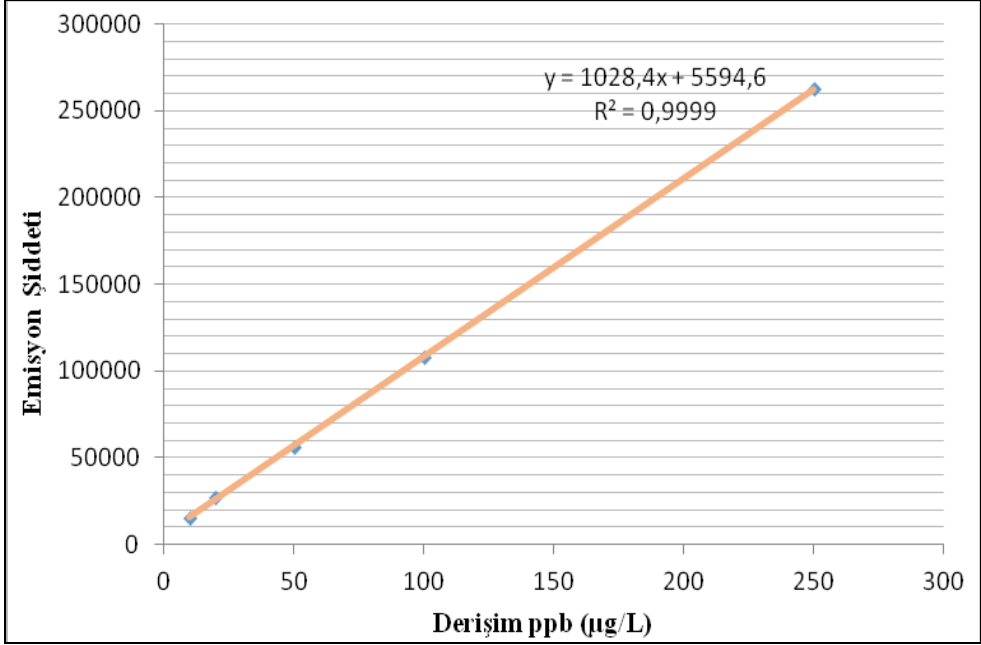
Ağır metal analizi yapılmadan önce bazı su ve sediment örneklerinde çeşitli seyreltme işlemleri yapılmıştır. Seyreltme işlemi yapılmadan önce örnekler ICP-OES cihazı ile ağır metallerin derişimleri belirlenmiştir. Elde edilen analiz sonuçlarına dayanarak örneklerin ne kadar seyreltme işlemi yapılacağı tespit edilmiştir. Seyreltme işlemi ile kalibrasyon çözeltilerindeki linner değer aralığında sonuçlar elde etmemiz sağlanmıştır. Elde edilen sonuç ile seyreltme faktörü çarpılarak gerçek sonuca ulaşılmıştır.

Kalibrasyon çözeltilerinin grafikleri aşağıdaki gibidir.

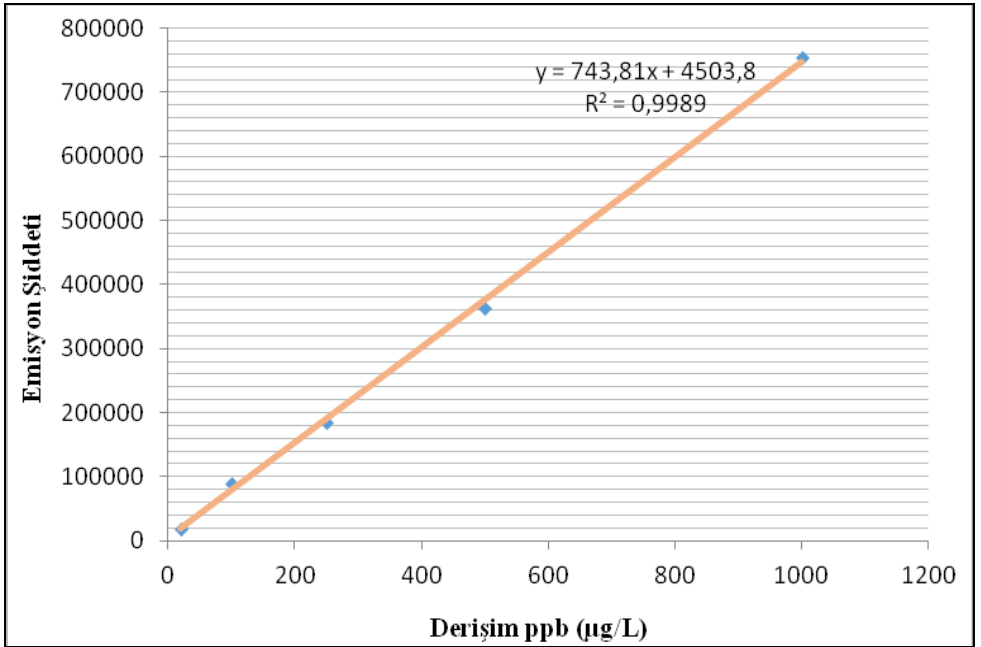


Şekil 3.6. Fe için kalibrasyon grafiği

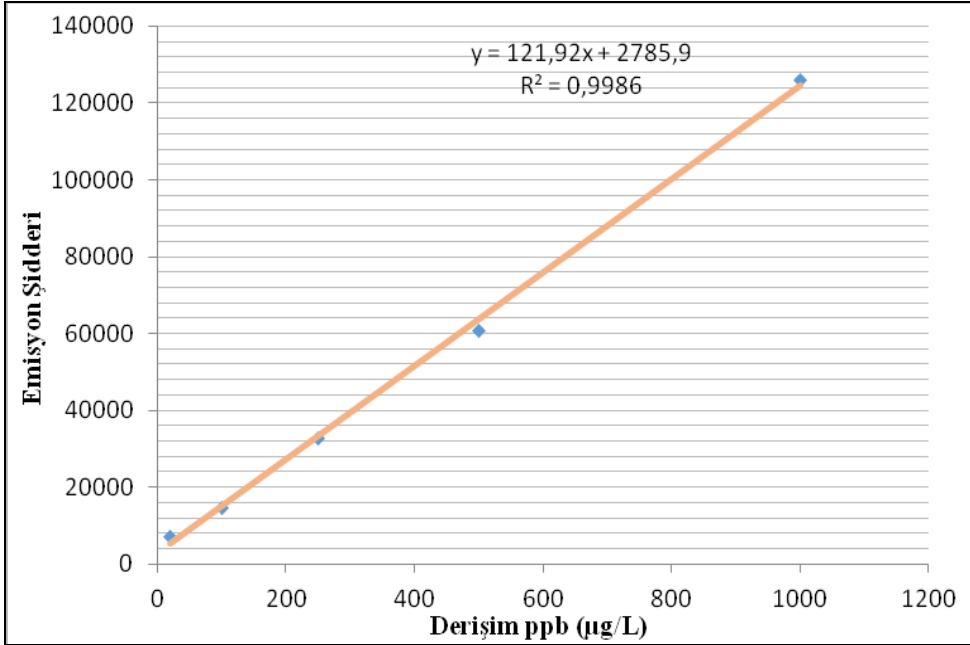




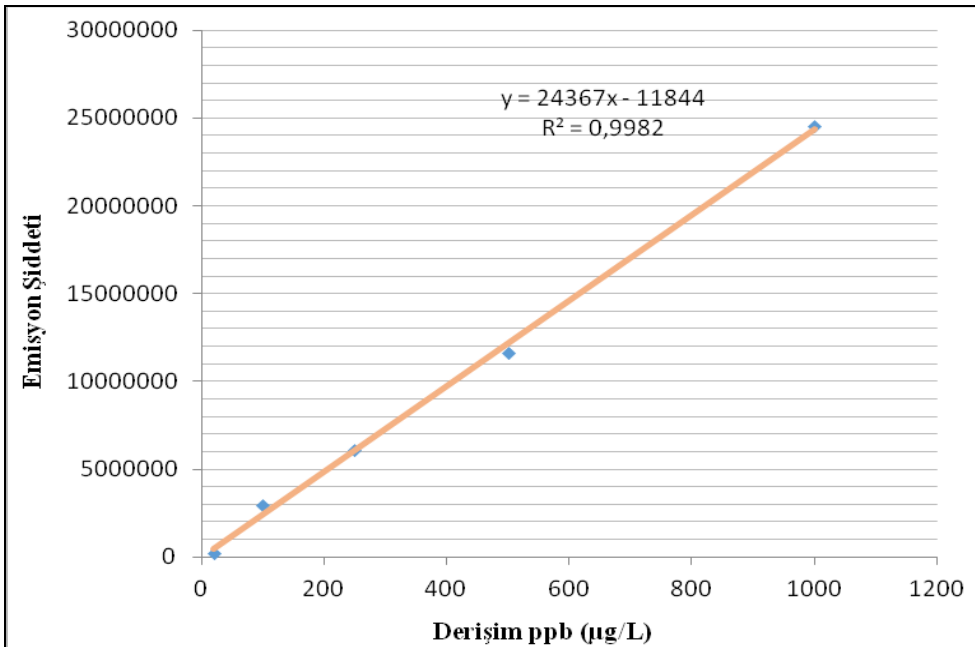
Şekil 3.7. Mn için kalibrasyon grafiği



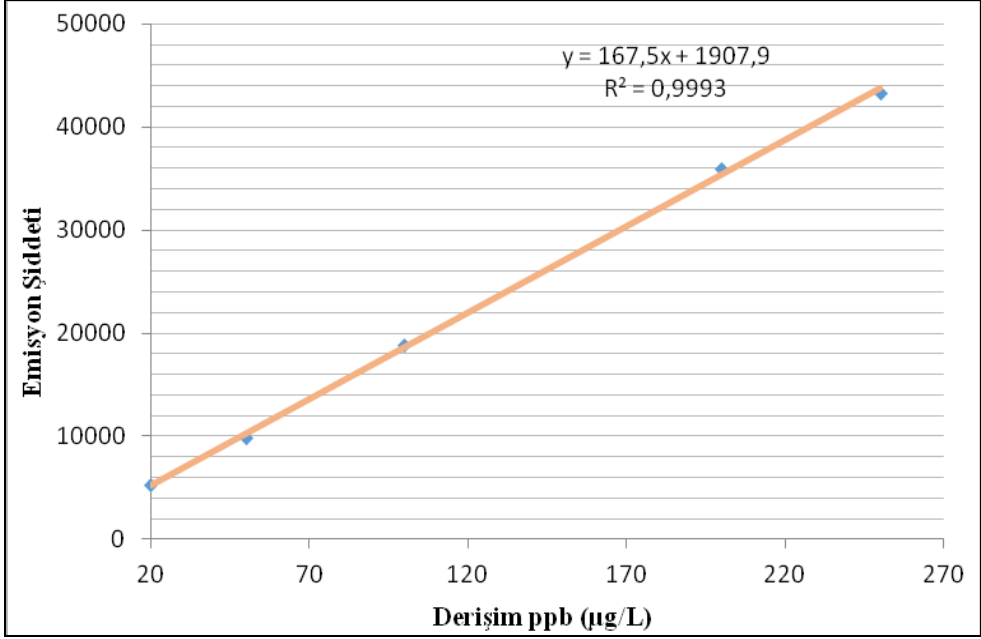
Şekil 3.8. Cu için kalibrasyon grafiği



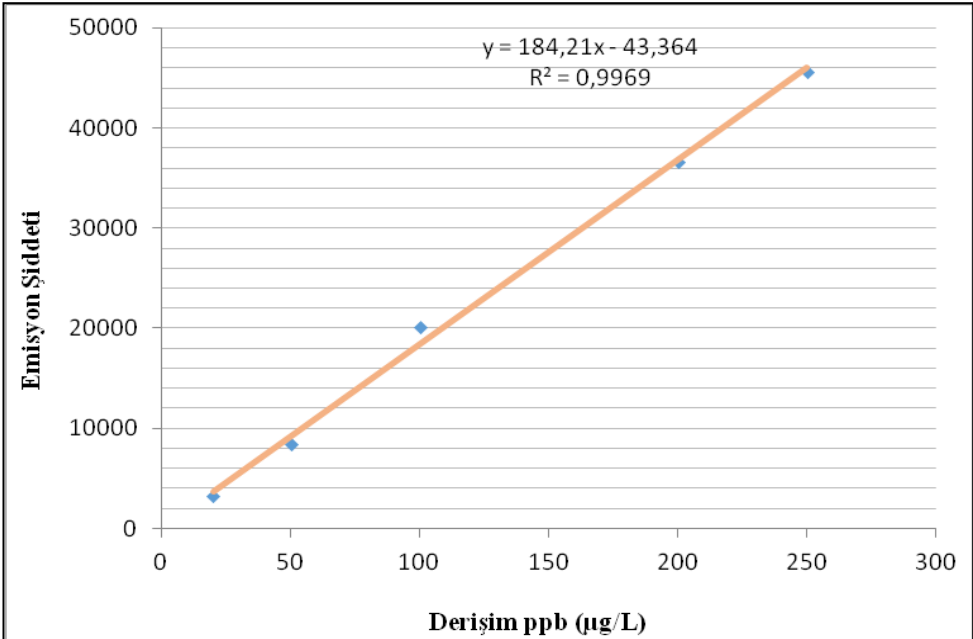
Şekil 3.9. Zn için kalibrasyon grafiği



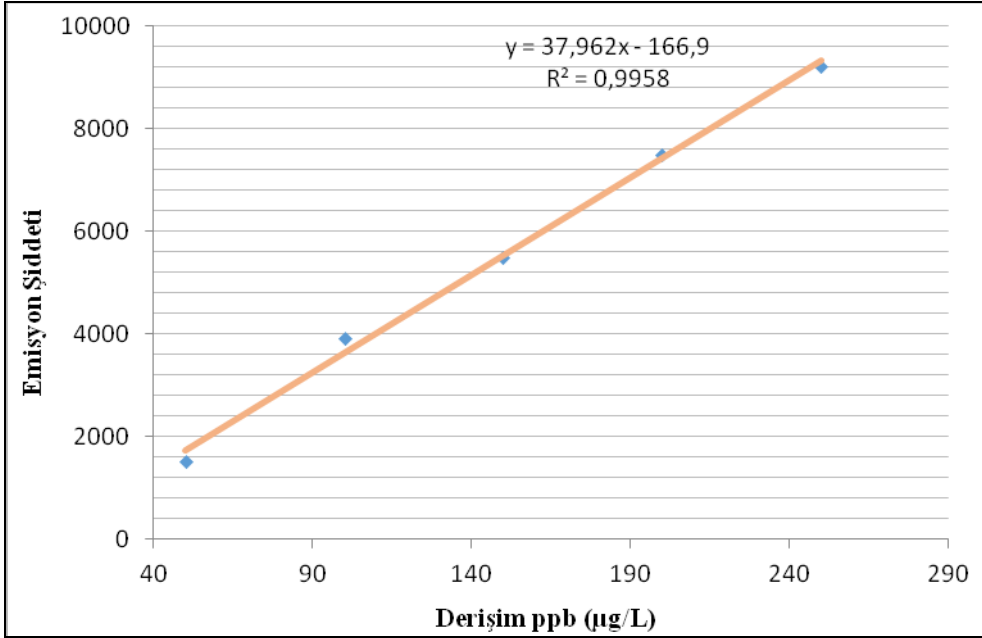
Şekil 3.10. Ba için kalibrasyon grafiği



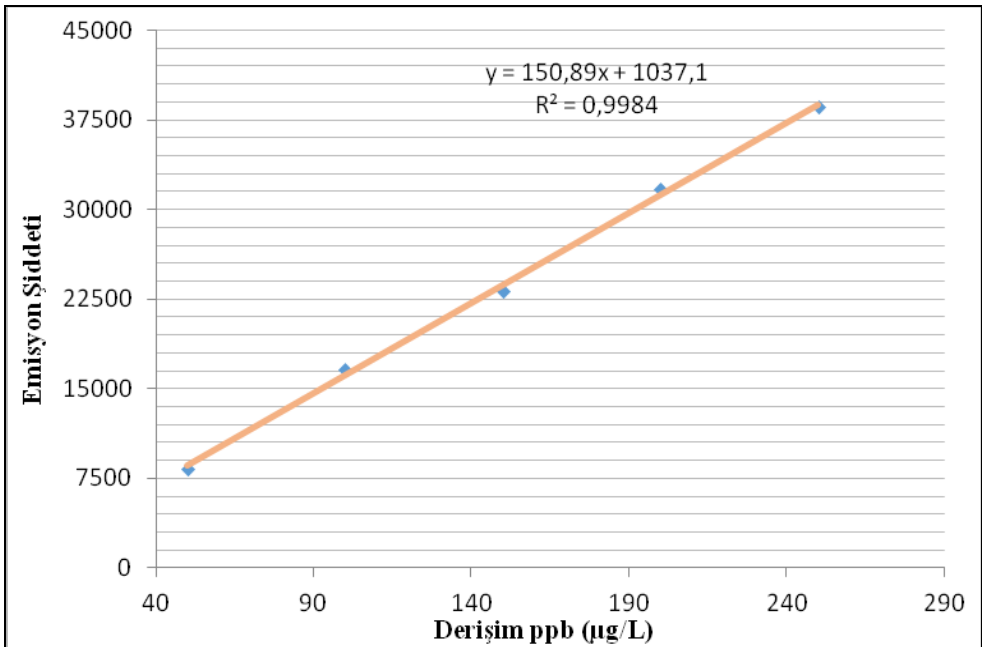
Şekil 3.11. Cr için kalibrasyon grafiği



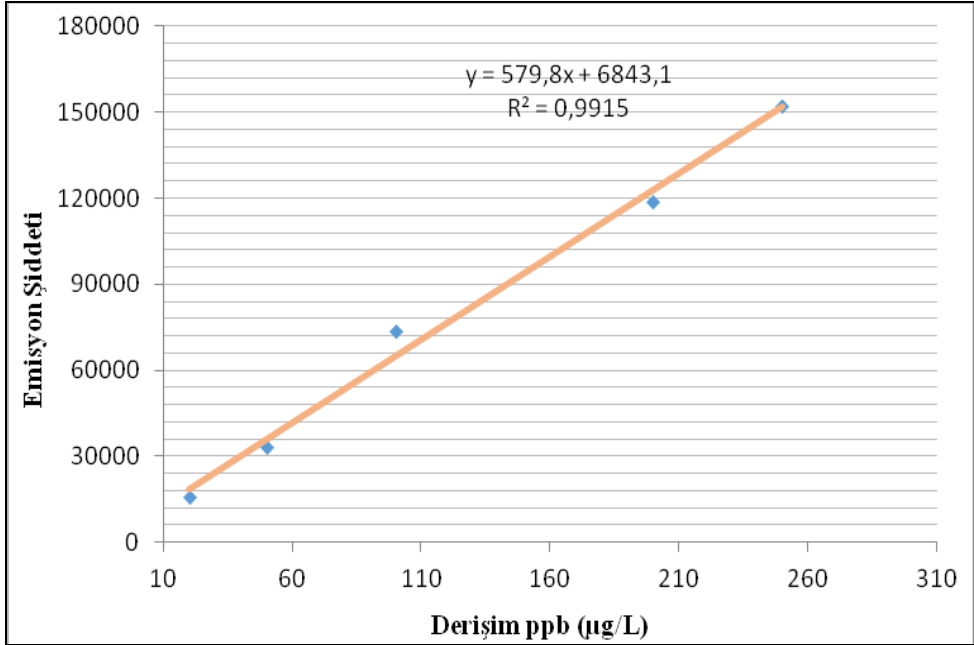
Şekil 3.12. Co için kalibrasyon grafiği



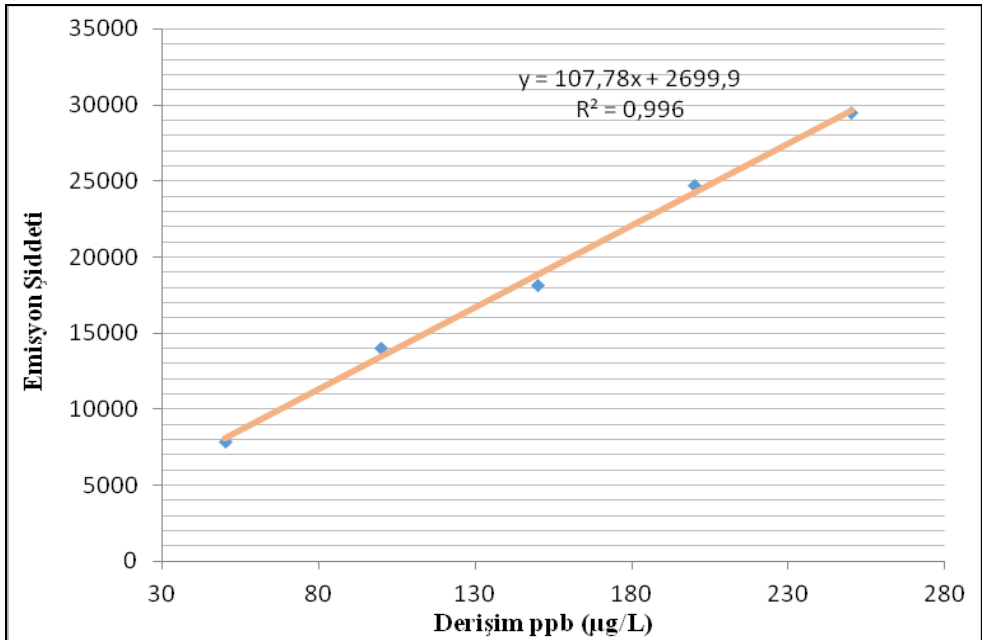
Şekil 3.13. Pb için kalibrasyon grafiği



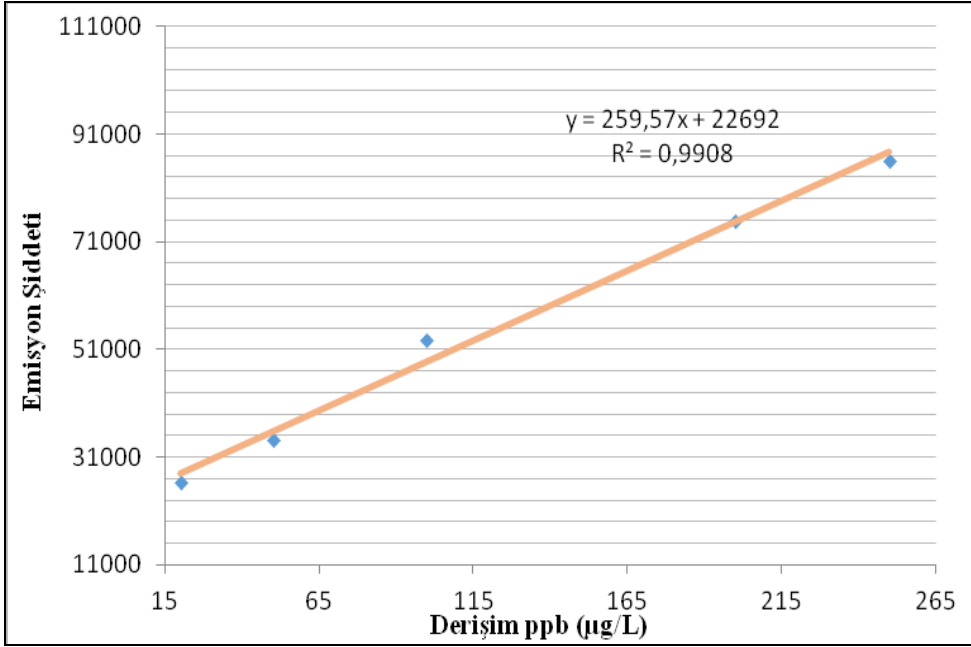
Şekil 3.14. Ni için kalibrasyon grafiği



Şekil 3.15. Cd için kalibrasyon grafiği



Şekil 3.16. Al için kalibrasyon grafiği



Şekil 3.17. B için kalibrasyon grafiği

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1. Analizleri Yapılan Parametrelerin Sonuçları

Yaptığımız çalışma kapsamında Azap Gölünün su kalitesinin belirlenmesinde kullanılan bazı parametreler ve su kirliliğine neden olabilecek bazı faktörler incelenmiştir. Su kirliliği yaratabilecek on iki tane ağır metalin analizi yapılmıştır. Ayrıca gölün çeşitli özellikleri dikkate alınarak beş farklı istasyon seçilmiştir.

Bir numaralı istasyonun alındığı noktada açılır kapanır bir kapak sistemi bulunmaktadır. Bu sistem sayesinde Menderes Nehrinden kaynaklanan su taşkınları önlenmektedir. Karasu çayının kirliliğini etkileyen alpik madeni ve iki adet zeytinyağı fabrikası bulunmaktadır. Karasu Çayı 2013 yılının Eylül ayında kurumuş haldeydi. Ancak Ocak ve Mart aylarında Azap gölüne su deşarj ettiği gözlemlenirken Mayıs ayında su taşımadığı ve su deşarjının olmadığı gözlemlenmiştir.

Her bir istasyondan çeşitli zaman dilimlerinde (Eylül-Kasım-Ocak-Mart-Mayıs) üçer adet su ve sediment örnekleri alınmıştır. Ocak ayında Azap Gölünde Karasu Çayından kaynaklı taşkın olmuştur. Bundan dolayı 5. İstasyondan alınması gereken örnekler istasyonun 50 m batısından alınmak zorunda kalınmıştır. Ayrıca Mayıs ayında pH metrenin bozulmasından dolayı pH ve iletkenlik laboratuvarında ölçülürken Sıcaklık değeri ölçülememiştir. Sıcaklık değeri numunelerin laboratuvara getirilirken oto mini buzdolabına konulmasından dolayı ölçülememiştir.

Su ve sediment örneklerindeki ağır metaller derişimleri ICP-OES cihazı ile belirlenmiştir. Farklı derişimlerdeki kalibrasyon çözeltilerinin emisyon şiddetleri kullanılarak gözlenebilme ve tayin sınırları hesaplanmıştır. Hesaplanan Gözlenebilme ve tayin sınırları Çizelge 4.1.'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.1. ICP-OES ile yapılan ağır metal analizlerinin tayin ve gözlenebilme sınırları

Metaller	Gözlenebilme Sınırı	Tayin Sınırı
<b>Fe ppm (µg/L)</b>	83,31	277,44
<b>Al ppm (µg/L)</b>	17,45	58,12
<b>Mn ppm (µg/L)</b>	2,52	8,39
<b>Ni ppm (µg/L)</b>	10,84	36,16
<b>Cu ppm (µg/L)</b>	45,85	152,82
<b>Cr ppm (µg/L)</b>	9,20	30,66
<b>Co ppm (µg/L)</b>	18,99	63,35
<b>Cd ppm (µg/L)</b>	31,49	104,86
<b>B ppm (µg/L)</b>	32,83	109,33
<b>Ba ppm (µg/L)</b>	19,28	64,21
<b>Zn ppm (µg/L)</b>	52,08	173,61
<b>Pb ppm (µg/L)</b>	17,86	59,54

Azap Gölünden alınan su ve sediment örneklerinden elde edilen parametrelerinin minimum ve maksimum değerleri Çizelge 4.2.'de verilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında Fe, Ba, Al derişimlerinin diğer ağır metallere yüksek olduğu tespit edilmiştir. Su örneklerinde Cr, Co, Cd, Pb; Sediment örneklerinde ise Pb genel olarak tayin edilememiştir.



Çizelge 4.2. Azap Gölünden alınan su ve sediment örneklerinden elde edilen parametrelerinin minimum ve maksimum değerleri

<b>Parametreler</b>	<b>Sediment</b>	<b>Su</b>
<b>Fe ppm</b>	323450,12-76703,75	45,18-2,22
<b>Cr ppm</b>	195,75-T.E.	38,25-T.E.
<b>Cu ppm</b>	73,73-2,13	0,0766-T.E.
<b>Mn ppm</b>	29217,75-139,25	30,53-0,0219
<b>Ni ppm</b>	367,75-9,12	0,224-0,00741
<b>Pb ppm</b>	406,25-T.E.	0,00178-T.E.
<b>Zn ppm</b>	12509,56-55,87	0,196-0,00217
<b>Ba ppm</b>	1796,56-70,24	0,0981-T.E.
<b>B ppm</b>	217962,56-39959,19	4,016-0,172
<b>Al ppm</b>	54900,25-10913,75	0,196-0,0267
<b>Co ppm</b>	23,27-0,42	0,0597-T.E.
<b>Cd ppm</b>	3,94-0,28	0,00288-T.E.
<b>pH</b>	-----	10,52-6,88
<b>Sıcaklık °C</b>	-----	26,1-11,8
<b>İletkenlik <math>\mu</math> S/cm</b>	-----	1016-513
<b>Toplam Sertlik ppm</b>	-----	764-146
<b>İletkenlik ppm</b>	-----	714-118

Çizelge 4.3. Eylül ayında alınan sediment numunelerinin analiz sonuçları (n=3)

İstasyonlar	1. İstasyon		2. İstasyon		3. İstasyon		4. İstasyon		5. İstasyon	
	Değer	STD S.	Değer	STD S.	Değer	STD S.	Değer	STD S.	Değer	STD S.
Fe ppm (mg/kg)	163875,32	±6293,78	272350,20	±12707,17	209575,74	±15199,16	323450,12	±2212,42	258650,60	±1728,24
Al ppm (mg/kg)	16378,51	±185,03	24677,54	±1003,20	25681,25	±1309,05	20794,00	±848,89	26185,25	±1666,41
Mn ppm(mg/kg)	344,25	±6,13	188,75	±3,15	139,25	±1,50	481,25	±22,54	166,19	±14,80
Ni ppm (mg/kg)	224,65	±6,35	93,75	±4,59	34,25	±2,99	143,82	±6,55	39,21	±1,31
Cu ppm (mg/kg)	16,17	±1,00	23,67	±1,71	20,57	±0,75	38,25	±1,35	2,13	±0,32
Cr ppm (mg/kg)	93,25	±6,49	18,35	±1,22	T.E.		26,25	±0,42	T.E.	
Co ppm (mg/kg)	17,22	±0,35	13,32	±0,66	3,52	±0,11	20,47	±1,37	10,15	±0,37
Cd ppm (mg/kg)	2,12	±0,13	2,18	±0,081	0,313	±0,014	2,34	±0,096	2,43	±0,11
B ppm (mg/kg)	93962,59	±1136,68	99015,36	±1542,20	111315,92	±1770,94	107682,58	±986,74	104757,52	±2555,44
Ba ppm (mg/kg)	196,25	±1,93	183,21	±2,87	135,54	±2,92	196,46	±2,66	160,83	±3,19
Zn ppm (mg/kg)	79,75	±0,34	111,37	±1,13	96,75	±2,92	188,25	±2,09	116,95	±3,44
Pb ppm (mg/kg)	T.E.		T.E.		T.E.		T.E.		T.E.	

T.E: Tayin Edilemedi    STD. Sapma: Standart Sapma

Çizelge 4.4. Eylül ayında alınan su numunelerinin analiz sonuçları (n=3)

İstasyonlar	1. İstasyon		2. İstasyon		3. İstasyon		4. İstasyon		5. İstasyon	
	Değer	STD	Değer	STD	Değer	STD	Değer	STD	Değer	STD
pH	8,01	±0,22	8,51	±0,045	9,80	±0,017	10,23	±0,05	10,52	±0,026
Sıcaklık (°C)	23,3	±0,00	26,1	±0,0575	25,1	±0,057	23,1	±0,00	23,9	±0,00
İletkenlik (µS/cm)	954	±7,93	804	±2,64	719	±2,64	536	±5,56	513	±2,88
Alkanite (mg/L)	250	±3,46	246	±5,29	538	±2,0	688	±2,00	714	±2,00
Toplam Sertlik (mg/L)	402	±5,29	230	±2,00	208	±0,0	218	±3,46	254	±2,00
Fe ppm (mg/L)	3,404	±0,029	3,272	±0,096	8,371	±0,15	3,548	±0,11	11,739	±0,14
Al ppm (mg/L)	0,0866	±0,0040	0,0726	±0,011	0,173	±0,010	0,0510	±0,0073	0,173	±0,013
Mn ppm (mg/L)	0,0601	±0,0038	0,208	±0,024	0,126	±0,011	0,0907	±0,021	0,227	±0,018
Ni ppm (mg/L)	0,0246	±0,0030	0,00741	±0,0019	0,0242	±0,0066	0,114	±0,061	0,0224	±0,0091
Cu ppm (mg/L)	0,0395	±0,0081	0,0424	±0,012	0,0464	±0,011	0,0426	±0,014	0,0718	±0,0081
Cr ppm (mg/L)	0,00756	±0,0037	0,00660	±0,00277	0,00735	±0,0038	0,0787	±0,022	0,0608	±0,0071
Co ppm (mg/L)	0,00594	±0,0022	0,00428	±0,00060	0,0597	±0,027	0,00566	±0,0025	0,00373	±0,0011
Cd ppm (mg/L)	0,00237	±0,00045	0,00223	±0,00053	0,00288	±0,0015	0,00245	±0,00096	0,00193	±0,00082
B ppm (mg/L)	0,266	±0,056	2,986	±0,11	3,994	±0,18	3,359	±0,11	4,016	±0,12
Ba ppm (mg/L)	0,0981	±0,0086	0,0839	±0,011	0,0768	±0,014	0,0731	±0,0073	0,0822	±0,0036
Zn ppm (mg/L)	0,109	±0,018	0,0948	±0,017	0,0537	±0,011	0,0516	±0,016	0,0935	±0,013
Pb ppm (mg/L)	T.E		0,00178	±0,00	T.E		T.E		T.E	

T.E: Tayin Edilemedi STD: Standart Sapma

Çizelge 4.5. Kasım ayında alınan sediment numunelerinin analiz sonuçları (n=3)

İstasyonlar	1. İstasyon		2. İstasyon		3. İstasyon		4. İstasyon		5. İstasyon	
	Değer	STD	Değer	STD	Değer	STD	Değer	STD	Değer	STD
Fe ppm (mg/kg)	211586,52	±1340,85	220050,09	±1335,17	250950,32	±1720,06	268575,39	±1425,07	198895,75	±2608,67
Al ppm (mg/kg)	15913,59	±879,26	18446,24	±254,16	22453,25	±949,79	24005,75	±590,38	26670,75	±1147,42
Mn ppm(mg/kg)	392,50	±6,56	304,54	±3,64	331,75	±3,00	597,09	±3,01	124,25	±1,95
Ni ppm (mg/kg)	367,75	±5,25	246,78	±3,17	98,37	±0,93	178,85	±1,57	53,42	±2,06
Cu ppm (mg/kg)	26,95	±0,77	29,35	±0,76	71,97	±1,29	30,87	±0,18	2,46	±0,079
Cr ppm (mg/kg)	195,75	±0,58	88,91	±1,37	17,29	±0,69	23,95	±0,99	T.E.	
Co ppm (mg/kg)	22,01	±0,72	20,06	±0,95	8,04	±0,81	9,50	±0,28	0,42	±0,098
Cd ppm (mg/kg)	2,06	±0,12	2,43	±0,39	2,45	±0,21	3,94	±0,091	2,70	±0,20
B ppm (mg/kg)	217962,56	±7790,86	95917,57	±1712,71	94488,25	±578,06	155597,52	±5921,59	96402,18	±1382,97
Ba ppm (mg/kg)	223,72	±2,72	208,91	±1,49	119,87	±1,07	203,12	±1,69	143,27	±1,55
Zn ppm (mg/kg)	120,75	±2,02	101,55	±0,73	196,26	±2,28	296,54	±1,94	111,77	±1,14
Pb ppm (mg/kg)	T.E.		T.E.		T.E.		T.E.		T.E.	

T.E: Tayin Edilemedi STD: Standart Sapma

Çizelge 4.6. Kasım ayında alınan su numunelerinin analiz sonuçları (n=3)

İstasyonlar	1. İstasyon		2. İstasyon		3. İstasyon		4. İstasyon		5. İstasyon	
	Değer	STD	Değer	STD	Değer	STD	Değer	STD	Değer	STD
pH	8,16	±0,02	7,93	±7,92	8,22	±0,036	8,85	±0,036	8,43	±0,017
Sıcaklık (°C)	19,1	±0,00	19,7	±0,00	19,1	±0,10	18,4	±0,00	18,9	±0,00
İletkenlik (µS/cm)	941	±7,93	963	±2,64	901	±2,00	833	±3,60	824	±2,30
Alkanite (mg/L)	336	±1,15	264	±4,00	276	±1,15	256	±0,00	216	±2,00
Toplam Sertlik (mg/L)	302	±0,00	372	±2,00	264	±0,00	270	±3,46	284	±2,00
Fe ppm (mg/L)	2,228	±0,055	24,639	±0,51	4,361	±0,12	2,326	±0,12	25,371	±0,48
Al ppm (mg/L)	0,0584	±0,0019	0,188	±0,016	0,0424	±0,0037	0,196	±0,022	0,147	±0,053
Mn ppm (mg/L)	0,0219	±0,0019	0,162	±0,014	0,201	±0,011	0,167	±0,017	0,431	±0,034
Ni ppm (mg/L)	0,0284	±0,0018	0,0435	±0,0050	0,00864	±0,0030	0,0163	±0,0031	0,0227	±0,0083
Cu ppm (mg/L)	0,000428	±0,00016	0,00150	±0,00057	T.E.		T.E.		T.E.	
Cr ppm (mg/L)	0,000198	±0,00010	T.E.		T.E.		T.E.		T.E.	
Co ppm (mg/L)	T.E.		0,0176	±0,00012	T.E.		T.E.		T.E.	
Cd ppm (mg/L)	0,00249	±0,00047	T.E.		T.E.		T.E.		T.E.	
B ppm (mg/L)	1,671	±0,16	0,597	±0,051	0,447	±0,051	0,401	±0,11	0,277	±0,055
Ba ppm (mg/L)	0,0576	±0,0077	0,0737	±0,014	0,0404	±0,013	0,0386	±0,0038	0,0511	±0,019
Zn ppm (mg/L)	0,0315	±0,0072	0,0243	±0,0073	0,00423	±0,003	0,0170	±0,0049	0,0112	±0,00045
Pb ppm (mg/L)	T.E.		T.E.		T.E.		T.E.		T.E.	

T.E. : Tayin Edilemedi STD: Standart Sapma

Çizelge 4.7. Ocak ayında alınan sediment numunelerinin analiz sonuçları (n=3)

İstasyonlar	1. İstasyon		2. İstasyon		3. İstasyon		4. İstasyon		5. İstasyon	
	Değer	STD	Değer	STD	Değer	STD	Değer	STD	Değer	STD
Fe ppm (mg/kg)	108362,82	±1964,46	143437,37	±1271,61	148715,83	±1988,98	173416,41	±1022,48	131964,22	1725,75
Al ppm (mg/kg)	34237,56	±981,51	54900,25	±341,05	46390,61	±681,30	35255,56	±1245,64	51232,34	1050,48
Mn ppm (mg/kg)	29217,75	±1759,13	13725,54	±990,38	18781,56	±998,04	26350,75	±717,89	14425,69	551,53
Ni ppm (mg/kg)	202,92	±1,63	32,27	±0,17	64,73	±0,94	111,55	±1,21	46,51	2,06
Cu ppm (mg/kg)	11,55	±0,71	27,75	±0,68	24,28	±0,95	21,23	±0,99	10,22	1,17
Cr ppm (mg/kg)	145,77	±1,33	T.E.		T.E.		36,02	±1,02	5,19	1,07
Co ppm (mg/kg)	20,49	±1,98	23,27	±1,32	19,01	±0,53	12,36	±0,95	7,15	0,85
Cd ppm (mg/kg)	1,317	±0,22	1,63	±0,17	0,91	±0,11	0,47	±0,095	0,371	0,065
B ppm (mg/kg)	70890,03	±679,61	91609,57	±1797,65	79663,57	±812,76	72199,25	±1304,89	80785,52	799,86
Ba ppm (mg/kg)	1796,56	±11,95	105,62	±2,74	130,45	±1,39	162,46	±2,68	70,24	1,39
Zn ppm (mg/kg)	1237,25	±34,74	12509,56	±177,20	2990,25	±63,68	110,15	±1,53	64,29	2,65
Pb ppm (mg/kg)	15,82		406,25		T.E.		T.E.		T.E.	

T.E: Tayin Edilemedi STD: Standart Sapma

Çizelge 4.8. Ocak ayında alınan su numunelerinin analiz sonuçları (n=3)

İstasyonlar	1. İstasyon		2. İstasyon		3. İstasyon		4. İstasyon		5. İstasyon	
	Değer	STD	Değer	STD	Değer	STD	Değer	STD	Değer	STD
pH	7,86	±0,04	7,95		7,85	±0,01	7,94	±0,026	7,01	±0,02
Sıcaklık (°C)	12,2	±0,00	12,1	±0,00	12	±0,00	11,8	±0,01	12,4	±0,00
İletkenlik (µS/cm)	861	±8,88	817	±2,64	887	±3	884	±4,35	1016	±2,00
Alkanite (mg/L)	476	±8,71	192	±2,00	166	±5,03	152	±4,00	118	±2,00
Toplam Sertlik (mg/L)	764	±6,00	178	±0,00	174	±5,29	152	±3,46	146	±2,00
Fe ppm (mg/L)	2,232	±0,24	4,858	±0,274	10,372	±1,73	5,974	±0,19	20,293	±1,62
Al ppm (mg/L)	0,0941	±0,0019	0,0841	±0,034	0,135	±0,012	0,0912	±0,0029	0,0319	±0,0022
Mn ppm (mg/L)	0,0847	±0,016	0,122	±0,0090	0,277	±0,0091	0,170	±0,017	0,276	±0,019
Ni ppm (mg/L)	0,0817	±0,018	0,0747	±0,0088	0,224	±0,080	0,103	±0,016	0,211	±0,036
Cu ppm (mg/L)	0,0505	±0,0050	0,00778	±0,00044	0,0530	±0,0033	0,0627	±0,0069	0,0766	±0,0027
Cr ppm (mg/L)	0,00113	±0,00032	T.E.		T.E.		T.E.		T.E.	
Co ppm (mg/L)	T.E.		T.E.		T.E.		T.E.		T.E.	
Cd ppm (mg/L)	T.E.		T.E.		T.E.		T.E.		T.E.	
B ppm (mg/L)	1,508	±0,15	0,510	±0,0043	0,308	±0,044	0,278	±0,017	0,172	±0,021
Ba ppm (mg/L)	0,0670	±0,016	0,0207	±0,0017	0,0271	±0,0017	0,0235	±0,0027	0,0213	±0,0064
Zn ppm (mg/L)	0,0271	±0,0031	0,0616	±0,0050	0,148	±0,014	0,0668	±0,0020	0,196	±0,0086
Pb ppm (mg/L)	T.E.		T.E.		T.E.		T.E.		T.E.	

T.E: Tayin Edilemedi STD: Standart Sapma

Çizelge 4.9. Mart ayında alınan sediment numunelerinin analiz sonuçları (n=3)

İstasyonlar	1. İstasyon		2. İstasyon		3. İstasyon		4. İstasyon		5. İstasyon	
	Değer	STD	Değer	STD	Değer	STD	Değer	STD	Değer	STD
Fe ppm (mg/kg)	108824,63	±465,47	128913,74	±1076,96	126793,40	±3699,80	108431,12	±623,02	136386,02	±2158,61
Al ppm (mg/kg)	30963,55	±766,36	47861,43	±567,13	45738,18	±352,49	29163,80	±1192,92	33696,91	±926,05
Mn ppm (mg/kg)	27372,68	±1584,28	10258,87	±714,21	11753,16	±338,91	22851,36	±468,27	19743,98	±1050,03
Ni ppm (mg/kg)	209,53	±0,79	36,26	±1,05	46,73	±2,55	80,39	±1,14	56,65	±1,40
Cu ppm (mg/kg)	13,74	±0,72	16,98	±1,18	59,34	±2,26	11,49	±0,34	6,28	±0,71
Cr ppm (mg/kg)	130,69	±1,10	1,28	±0,081	T.E.		94,86	±0,24	110,96	±1,32
Co ppm (mg/kg)	19,03	±1,52	14,75	±1,48	12,61	±0,44	9,32	±0,96	8,37	±0,73
Cd ppm (mg/kg)	1,23	±0,085	1,04	±0,30	0,86	±0,11	T.E.		T.E.	
B ppm (mg/kg)	76967,59	±881,86	80397,15	±228,12	82962,36	±870,12	55649,45	±364,52	69682,98	±880,23
Ba ppm (mg/kg)	391,18	±0,34	99,82	±0,97	110,34	±0,96	439,11	±1,87	541,96	±0,92
Zn ppm (mg/kg)	694,53	±3,07	4576,06	±195,32	852,49	±89,23	201,47	±0,77	187,31	±1,30
Pb ppm (mg/kg)	T.E.		T.E.		T.E.		T.E.		T.E.	

T.E: Tayin Edilemedi STD: Standart Sapma



Çizelge 4.10. Mart ayında alınan su numunelerinin analiz sonuçları (n=3)

İstasyonlar	1. İstasyon		2. İstasyon		3. İstasyon		4. İstasyon		5. İstasyon	
	Değer	STD	Değer	STD	Değer	STD	Değer	STD	Değer	STD
pH	7,64	±0,01	7,83	±0,00	8,26	±0,02	7,19	±0,017	7,37	±0,065
Sıcaklık (°C)	16,7	±0,00	16,9	±0,057	16,4	±0,00	16,3	±0,10	16,7	±0,00
İletkenlik (µS/cm)	831	±2,00	719	±4,58	694	±6,55	836	±3,00	973	±3,46
Alkanite (mg/L)	264	±3,46	184	±2,00	152	±2,00	148	±3,46	166	±0,00
Toplam Sertlik (mg/L)	358	±6,92	214	±2,00	192	±2,00	170	±0,00	230	±3,46
Fe ppm (mg/L)	9,961	±0,52	8,743	±0,481	7,748	±0,82	4,103	±0,93	34,621	±0,66
Al ppm (mg/L)	0,164	±0,0070	0,0983	±0,0060	0,0891	±0,0031	0,0764	±0,0046	0,0267	±0,011
Mn ppm (mg/L)	19,399	±0,66	14,912	±0,59	17,482	±0,3815	18,783	±0,5745	13,517	±0,26
Ni ppm (mg/L)	0,0637	±0,0023	0,0708	±0,0035	0,0964	±0,0047	0,0578	±0,011	0,0618	±0,0043
Cu ppm (mg/L)	0,0468	±0,0085	0,0294	±0,0066	0,0437	±0,0040	0,0608	±0,0017	0,0586	±0,0010
Cr ppm (mg/L)	T.E		T.E		T.E		T.E		T.E	
Co ppm (mg/L)	T.E		T.E		T.E		T.E		T.E	
Cd ppm (mg/L)	T.E		T.E		T.E		T.E		T.E	
B ppm (mg/L)	1,832	±0,076	0,561	±0,041	0,373	±0,0467	0,309	±0,0149	0,216	±0,042
Ba ppm (mg/L)	0,00378	±0,00068	0,00964	±0,0024	0,00568	±0,0005	0,00217	±0,00033	0,0109	±0,0011
Zn ppm (mg/L)	0,00784	±0,00051	0,0138	±0,00036	0,0437	±0,0018	0,0231	±0,0055	0,0589	±0,0069
Pb ppm (mg/L)	T.E		T.E		T.E		T.E		T.E	

T.E: Tayin Edilemedi STD: Standart Sapma

Çizelge 4.11. Mayıs ayında alınan sediment numunelerinin analiz sonuçları (n=3)

İstasyonlar	1. İstasyon		2. İstasyon		3. İstasyon		4. İstasyon		5. İstasyon	
	Değer	STD	Değer	STD	Değer	STD	Değer	STD	Değer	STD
Fe ppm (mg/kg)	109133,35	±374,90	117276,16	±509,59	118315,23	±630,89	76703,75	±717,98	149241,70	±18613,23
Al ppm (mg/kg)	28745,54	±227,46	39162,25	±1936,78	40794,54	±964,11	20258,75	±312,23	10913,75	±127,67
Mn ppm (mg/kg)	25857,25	±827,96	9987,78	±190,61	6407,57	±193,98	14071,75	±233,05	28289,68	±433,66
Ni ppm (mg/kg)	215,75	±5,08	39,63	±1,43	9,12	±0,59	28,65	±0,51	67,22	±1,67
Cu ppm (mg/kg)	10,89	±0,72	12,65	±0,50	73,73	±1,35	6,78	±0,62	5,92	±0,81
Cr ppm (mg/kg)	120,15	±1,99	11,16	±0,71	4,54	±0,94	129,85	±3,69	189,45	±1,10
Co ppm (mg/kg)	18,09	±1,91	4,31	±1,23	7,51	±1,09	8,92	±0,77	10,45	±1,25
Cd ppm (mg/kg)	0,28	±0,036	0,81	±0,062	0,61	±0,052	T.E.		T.E.	
B ppm (mg/kg)	74632,75	±675,40	78952,48	±1036,39	78250,25	±85,72	39959,19	±130,66	44581,25	±306,59
Ba ppm (mg/kg)	193,96	±2,42	95,76	±0,49	106,65	±1,13	614,25	±99,74	715,56	±2,70
Zn ppm (mg/kg)	71,32	±0,31	55,87	±0,94	62,72	±2,37	220,02	±1,39	226,42	±1,88
Pb ppm (mg/kg)	T.E.		T.E.		T.E.		22,44	±0,54	24,65	±0,58

T.E: Tayin Edilemedi STD: Standart Sapma

Çizelge 4.12. Mayıs ayında alınan su numunelerinin analiz sonuçları (n=3)

İstasyonlar	1. İstasyon		2. İstasyon		3. İstasyon		4. İstasyon		5. İstasyon	
	Değer	STD	Değer	STD	Değer	STD	Değer	STD	Değer	STD
pH	7,55	±0,04	7,69	±0,045	9,03	±0,017	6,88	±0,026	7,41	±0,02
İletkenlik (µS/cm)	688	±2,64	661	±1,73	540	±3,00	851	±1,00	910	±4,35
Alkanite (mg/L)	144	±3,46	178	±2,00	140	±3,46	144	±0,00	250	±2,00
Toplam Sertlik (mg/L)	296	±4,00	250	±3,46	228	±4,00	206	±0,00	352	±0,00
Fe ppm (mg/L)	4,72	±0,51	13,92	±0,75	5,37	±0,50	2,39	±0,56	45,18	±1,66
Al ppm (mg/L)	0,573	±0,015	0,128	±0,0095	0,0649	±0,012	0,0417	±0,0035	0,00748	±0,00021
Mn ppm (mg/L)	18,24	±0,59	21,76	±1,61	12,64	±0,52	10,22	±0,47	30,53	±1,14
Ni ppm (mg/L)	0,0354	±0,0026	0,0651	±0,00092	0,0278	±0,0052	0,0228	±0,0050	0,0493	±0,0013
Cu ppm (mg/L)	0,0475	±0,0054	0,0611	±0,0082	0,0380	±0,0019	0,0531	±0,0076	0,0438	±0,0023
Cr ppm (mg/L)	T.E.		T.E.		T.E.		T.E.		T.E.	
Co ppm (mg/L)	T.E.		T.E.		T.E.		T.E.		T.E.	
Cd ppm (mg/L)	T.E.		T.E.		T.E.		T.E.		T.E.	
B ppm (mg/L)	2,206	±0,16	0,607	±0,076	0,416	±0,014	0,336	±0,020	0,253	±0,031
Ba ppm (mg/L)	T.E.		0,00357	±0,00033	T.E.		T.E.		T.E.	
Zn ppm (mg/L)	0,00378	±0,0039	0,00964	±0,00061	0,00568	±0,00040	0,00217	±0,00081	0,0109	±0,0011
Pb ppm (mg/L)	T.E.		T.E.		T.E.		T.E.		T.E.	

T.E: Tayin Edilemedi STD: Standart Sapm

## 4.2. Elde Edilen Verilerin Zamana ve İstasyonlara Göre Karşılaştırma Grafikleri

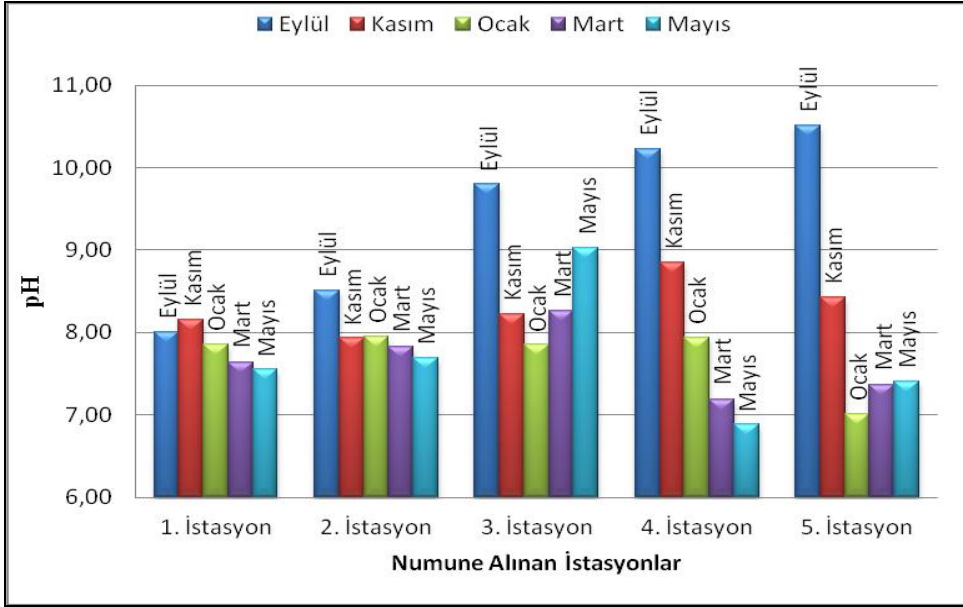
Azap gölünden Eylül-Kasım-Ocak-Mart-Mayıs aylarında sediment ve su örnekleri alınmıştır. Alınan sediment örneklerinde ağır metal miktarları, su örneklerinde ise pH, sıcaklık, iletkenlik, toplam sertlik, alkanite ve ağır metal miktarları belirlenmiştir.. Analizi yapılan parametrelerin her biri için istasyonlara ve numune alınan periyotlara göre grafikleri ayrı ayrı çizilmiştir. İncelenen parametrelerin değerleri tablolar şeklinde verilmiştir.

### pH

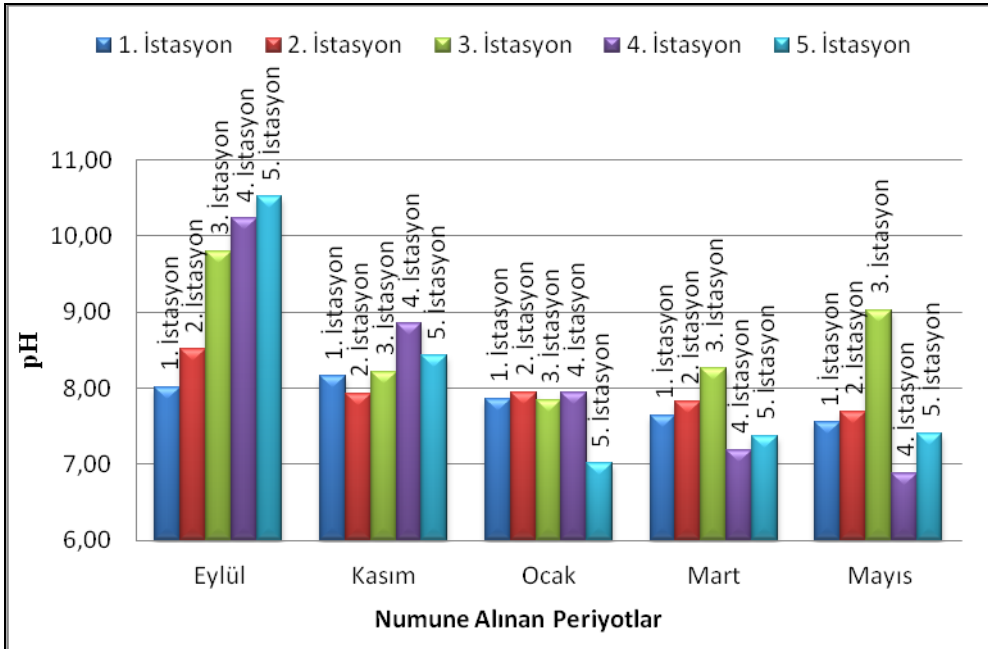
Numunelerin alınması esnasında ölçümünü yaptığımız pH değerleri Çizelge 4.13.'de, grafikleri ise Şekil 4.1. ve Şekil 4.2.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.13. Analiz sonucu elde edilen pH değerleri

İstasyonlar	Eylül	Kasım	Ocak	Mart	Mayıs
1. İstasyon	8,01	8,16	7,86	7,64	7,55
2. İstasyon	8,51	7,93	7,95	7,83	7,69
3. İstasyon	9,8	8,22	7,85	8,26	9,03
4. İstasyon	10,23	8,85	7,94	7,19	6,88
5. İstasyon	10,52	8,43	7,01	7,37	7,41



Şekil 4.1. Su örneklerinin pH değerlerinin istasyonlara göre karşılaştırma grafiği



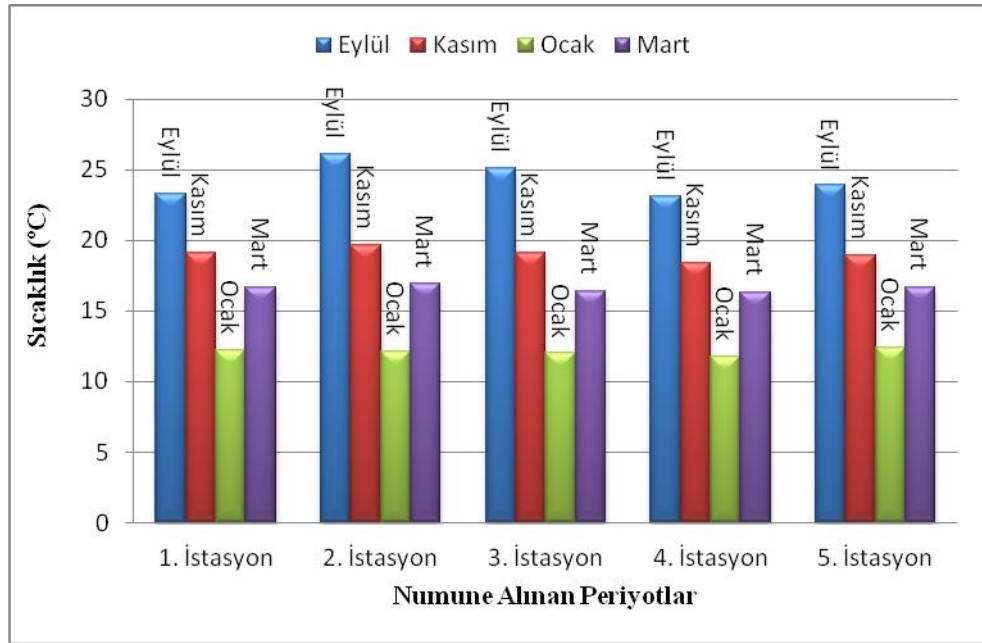
Şekil 4.2. Su örneklerinin pH değerlerinin istasyonlara göre karşılaştırma grafiği

## Sıcaklık

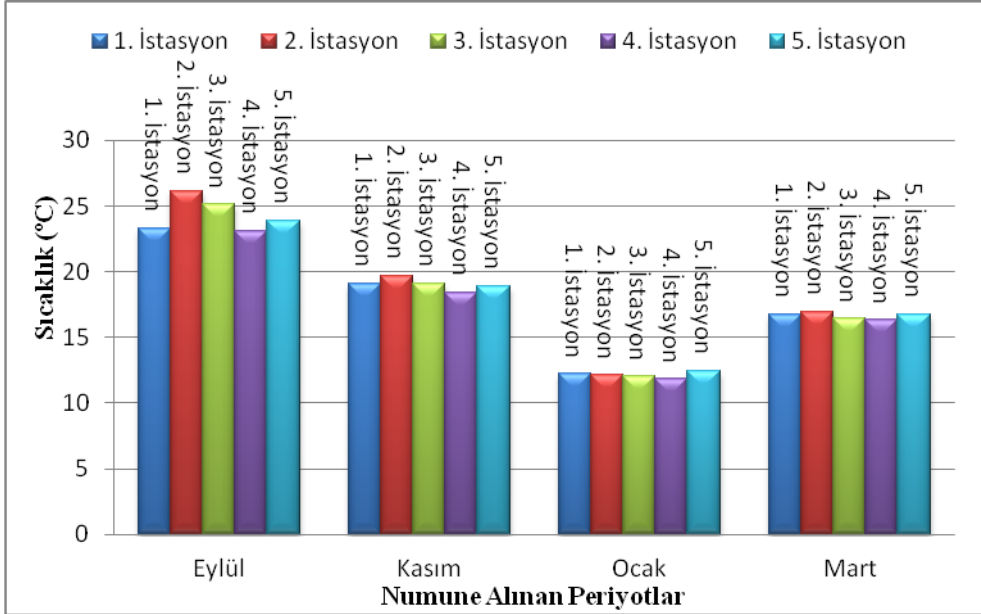
Numunelerin alınması esnasında ölçümünü yaptığımız sıcaklık değerlerini Çizelge 4.14’de, grafikleri ise Şekil 4.3. ve Şekil 4.4.’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.14. Analiz sonucu elde edilen sıcaklık değerleri (°C)

İstasyonlar	Eylül	Kasım	Ocak	Mart
1. İstasyon	23,3	19,1	12,2	16,7
2. İstasyon	26,1	19,7	12,1	16,9
3. İstasyon	25,1	19,1	12,0	16,4
4. İstasyon	23,1	18,4	11,8	16,3
5. İstasyon	23,9	18,9	12,4	16,7



Şekil 4.3. Su örneklerinin sıcaklık değerlerinin istasyonlara göre karşılaştırma grafiği



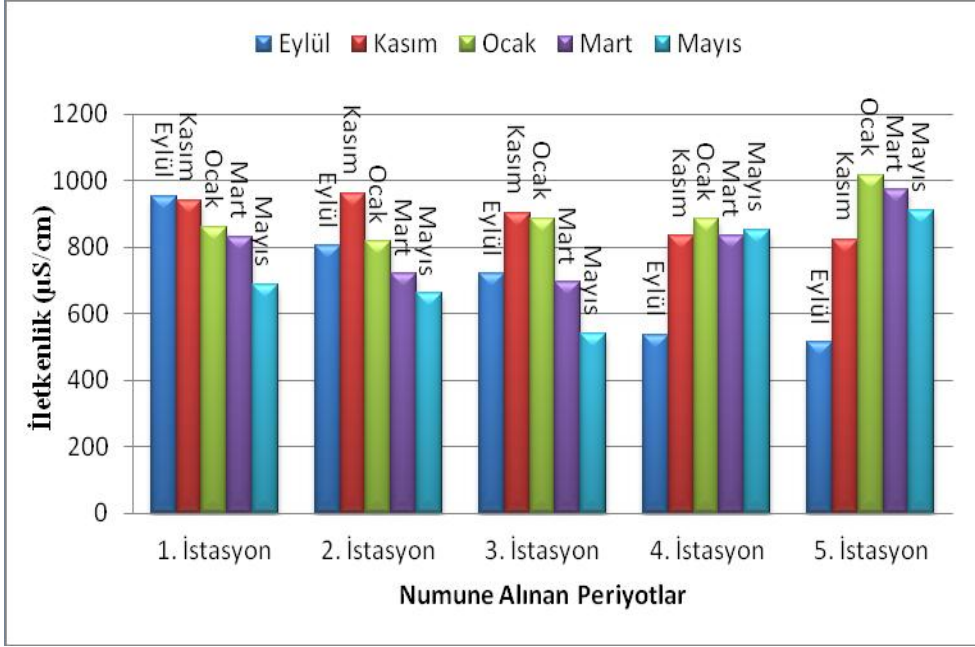
Şekil 4.4. Su örneklerinin Sıcaklık değerlerinin zamana göre karşılaştırma grafiği

### İletkenlik

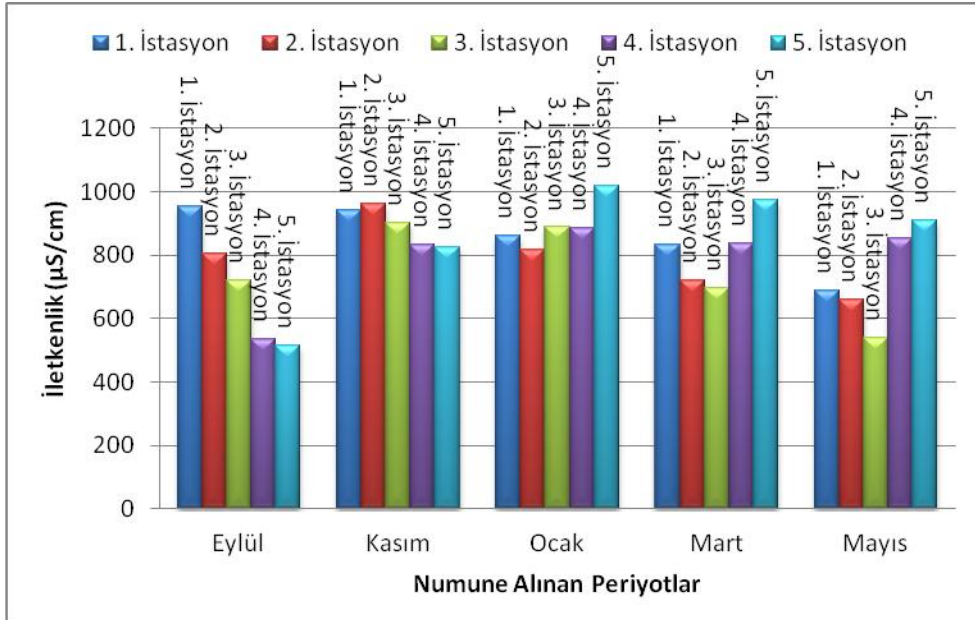
Numunelerin alınması esnasında ölçümünü yaptığımız iletkenlik değerleri Çizelge 4.15.'de, grafikleri ise Şekil 4.5. ve Şekil 4.6.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.15. Analiz sonucu elde edilen iletkenlik değerleri ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )

İstasyonlar	Eylül	Kasım	Ocak	Mart	Mayıs
1. İstasyon	954	941	861	831	688
2. İstasyon	804	963	817	719	661
3. İstasyon	719	901	887	694	540
4. İstasyon	536	833	884	836	851
5. İstasyon	513	824	1016	973	910



Şekil 4.5. Su örneklerinin iletkenlik değerlerinin istasyonlara göre karşılaştırma grafiği



Şekil 4.6. Su örneklerinin iletkenlik değerlerinin zamana göre karşılaştırma grafiği

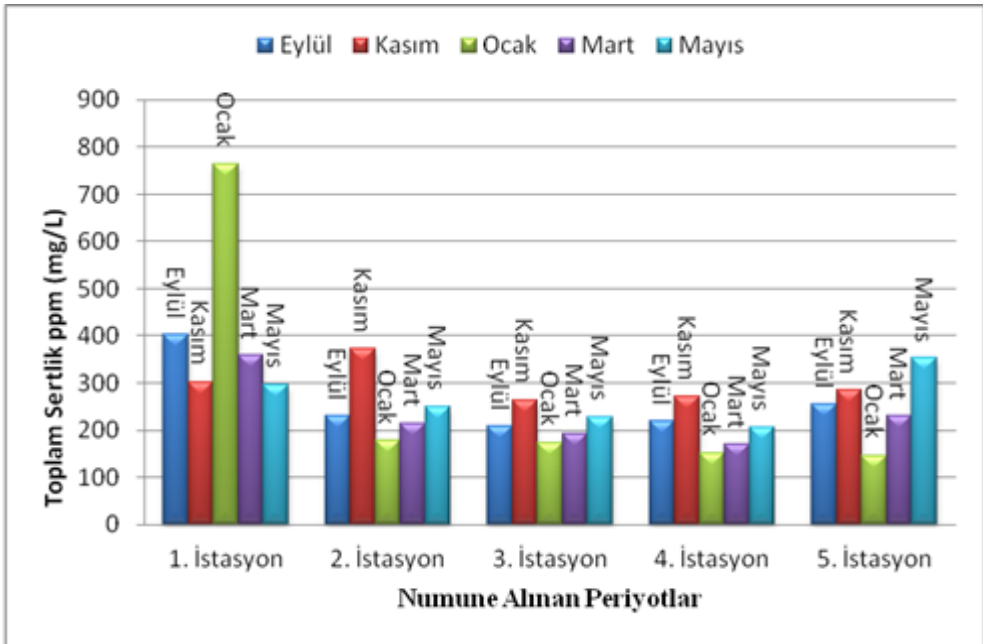


## Toplam Sertlik

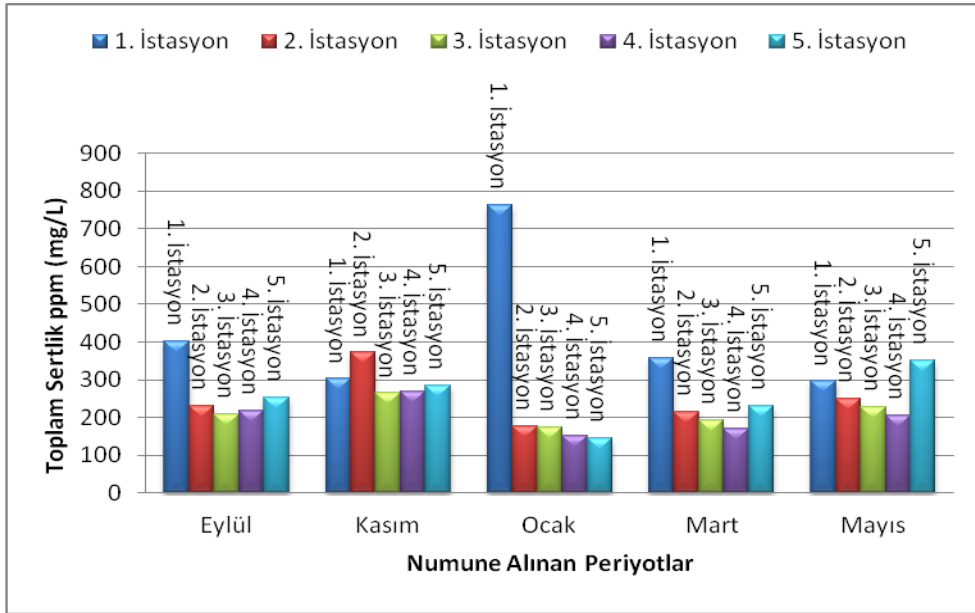
Laboratuarda titrimetrik yöntem ile elde ettiğimiz toplam sertlik değerleri Çizelge 4.16.'da, grafikleri ise Şekil 4.7. ve Şekil 4.8.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.16. Analiz sonucu elde edilen toplam sertlik değerleri (mg/L)

İstasyonlar	Eylül	Kasım	Ocak	Mart	Mayıs
1. İstasyon	402	302	764	358	296
2. İstasyon	230	372	178	214	250
3. İstasyon	208	264	174	192	228
4. İstasyon	218	270	152	170	206
5. İstasyon	254	284	146	230	352



Şekil 4.7. Su örneklerinin toplam Sertlik değerlerinin istasyonlara göre karşılaştırma grafiği



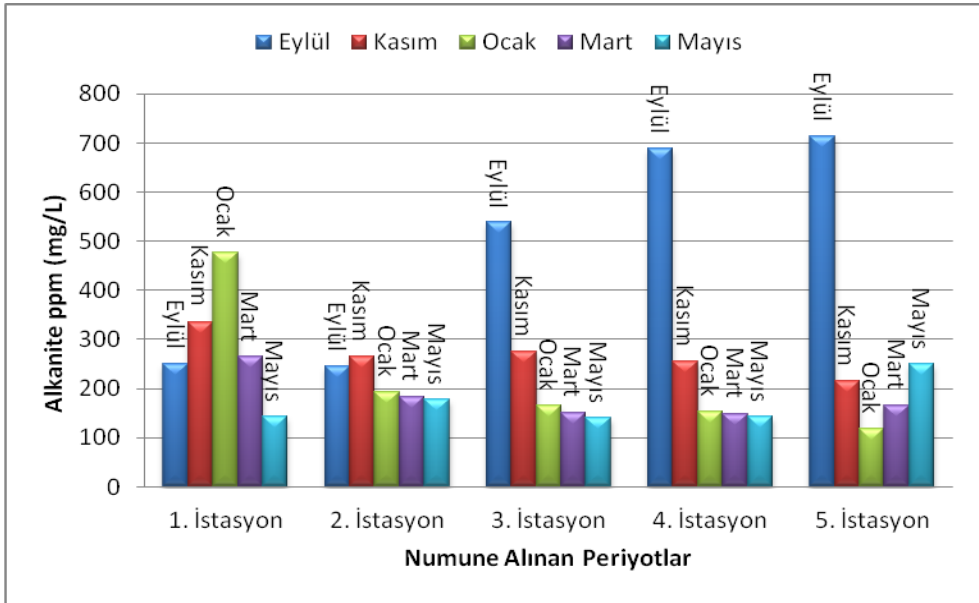
Şekil 4.8. Su örneklerinin toplam sertlik değerlerinin zamana göre karşılaştırma grafiği

### Alkanite

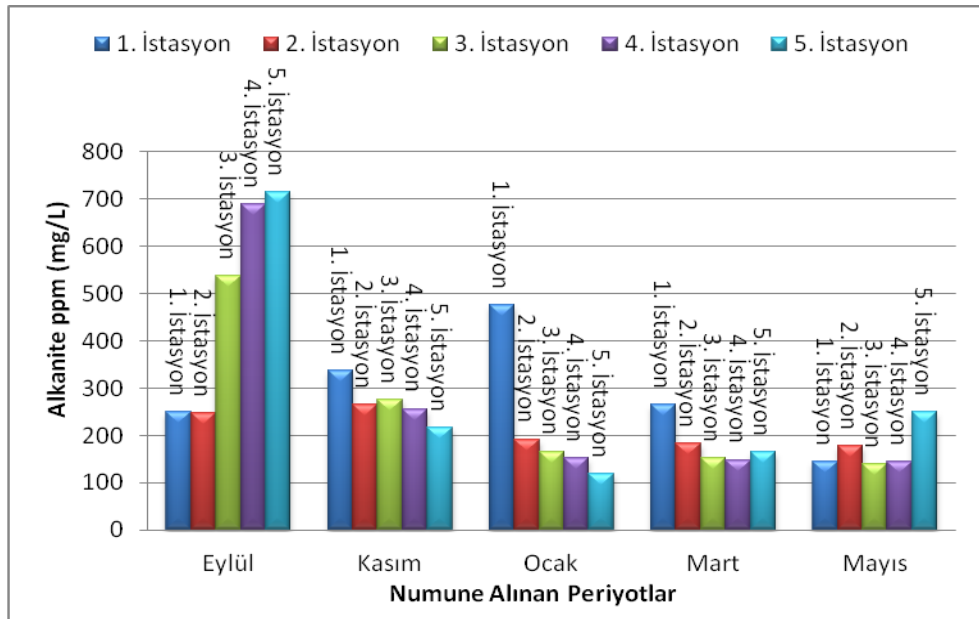
Laboratuvarda titrimetrik yöntem ile elde ettiğimiz alkanite değerleri Çizelge 4.17.'de, grafikleri ise Şekil 4.9. ve Şekil 4.10.'de gösterilmiştir

Çizelge 4.17. Analiz sonucu elde edilen alkanite değerleri (mg/L)

İstasyonlar	Eylül	Kasım	Ocak	Mart	Mayıs
1. İstasyon	250	336	476	264	144
2. İstasyon	246	264	192	182	178
3. İstasyon	538	276	166	152	140
4. İstasyon	688	256	152	148	144
5. İstasyon	714	216	118	166	250



Şekil 4.9. Su örneklerinin alkanite değerlerinin istasyonlara göre karşılaştırma grafiği



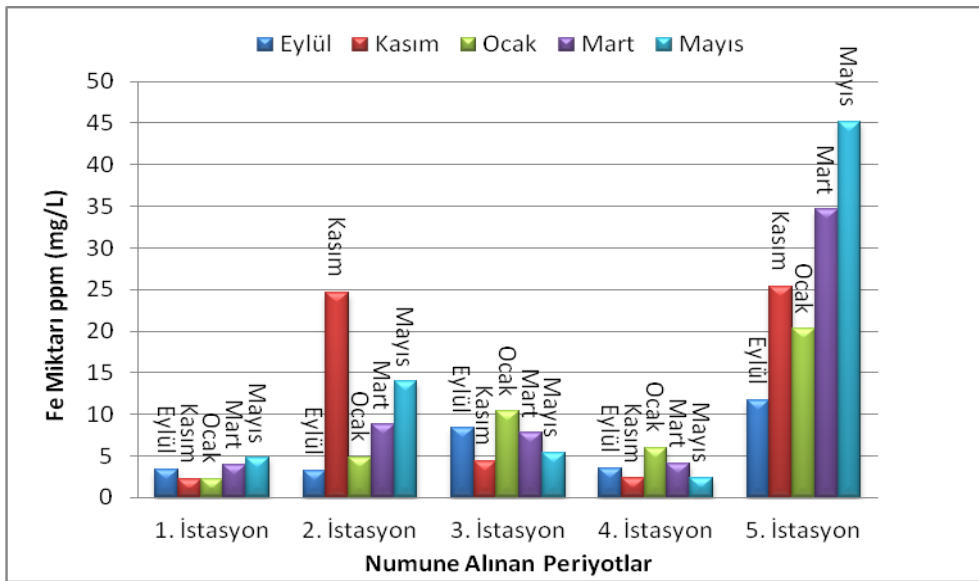
Şekil 4.10. Su örneklerinin alkanite değerlerinin zamana göre karşılaştırma grafiği

## Demir

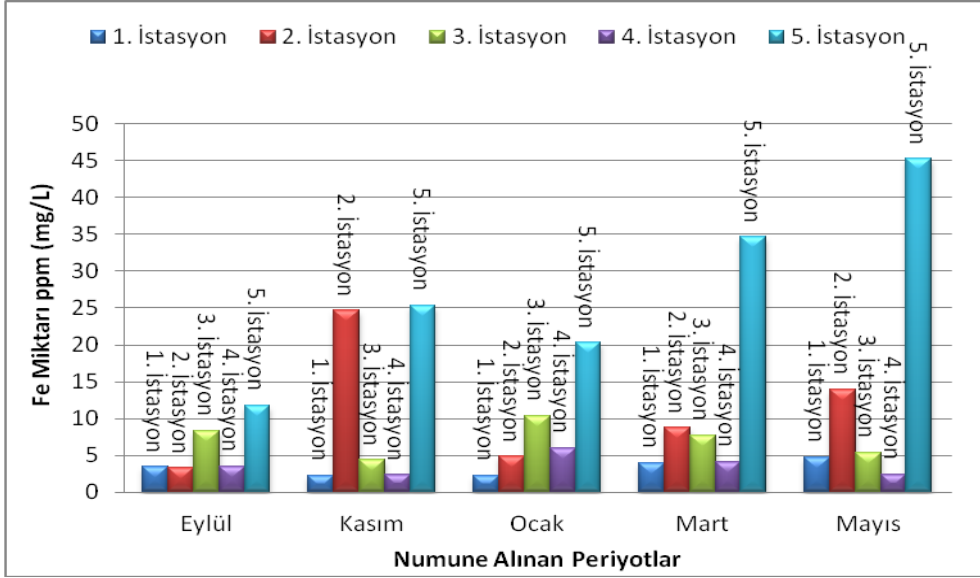
Su numunelerindeki analizi sonucunda elde ettiğimiz demir derişimleri Çizelge 4.18.'de, grafikleri ise Şekil 4.11. ve Şekil 4.12.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.18. Su örneklerini analizi sonucu elde edilen demir derişimleri (mg/L)

İstasyonlar	Eylül	Kasım	Ocak	Mart	Mayıs
1. İstasyon	3,40	2,22	2,23	3,96	4,72
2. İstasyon	3,27	24,63	4,85	8,74	13,92
3. İstasyon	8,37	4,36	10,37	7,74	5,37
4. İstasyon	3,54	2,32	5,97	4,10	2,39
5. İstasyon	11,73	25,37	20,29	34,62	45,18



Şekil 4.11. Su örneklerinin demir derişimlerinin istasyonlara göre karşılaştırma grafiği

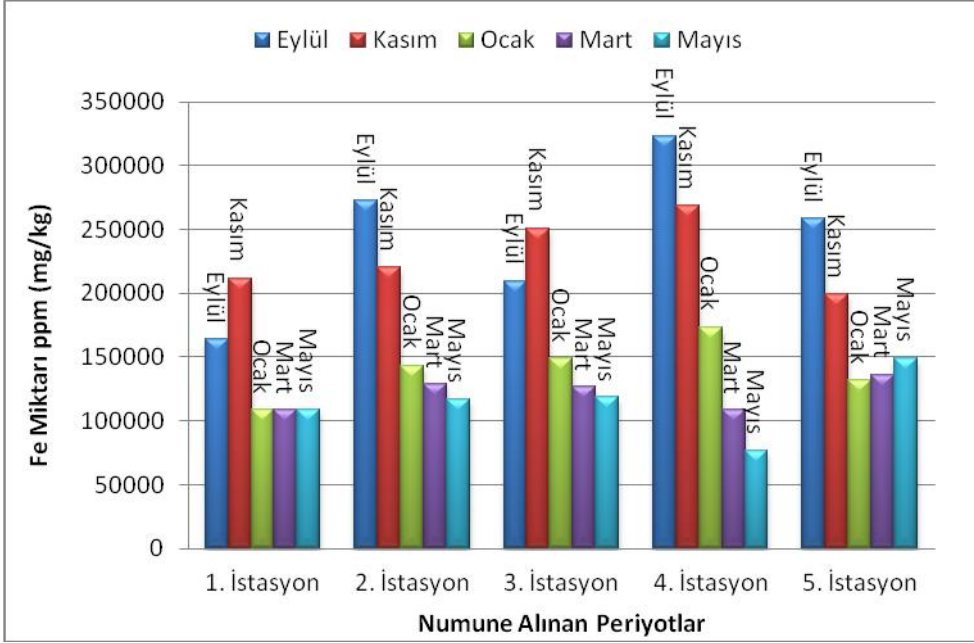


Şekil 4.12. Su örneklerindeki demir derişimlerinin zamana göre karşılaştırma grafiği

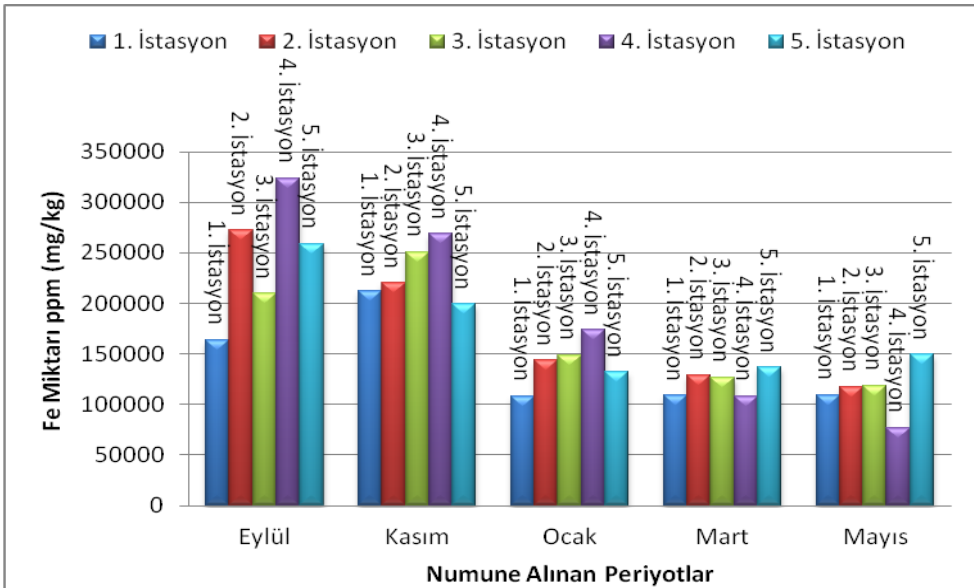
Sediment numunelerinin analizi sonucunda elde ettiğimiz demir derişimleri Çizelge 4.19.'da, grafikleri ise Şekil 4.13. ve Şekil 4.14.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.19. Sediment örneklerini analizi sonucu elde edilen demir derişimleri (mg/kg)

İstasyonlar	Eylül	Kasım	Ocak	Mart	Mayıs
1. İstasyon	163875,32	211586,52	108362,82	108824,63	109133,35
2. İstasyon	272350,20	220050,09	143437,37	128913,74	117276,16
3. İstasyon	209575,74	250950,32	148715,83	126793,40	118315,23
4. İstasyon	323450,12	268575,39	173416,41	108431,12	76703,75
5. İstasyon	258650,60	198895,75	131964,22	136386,02	149241,70



Şekil 4.20. Sediment örneklerindeki demir derişimlerinin istasyonlara göre karşılaştırma grafiği



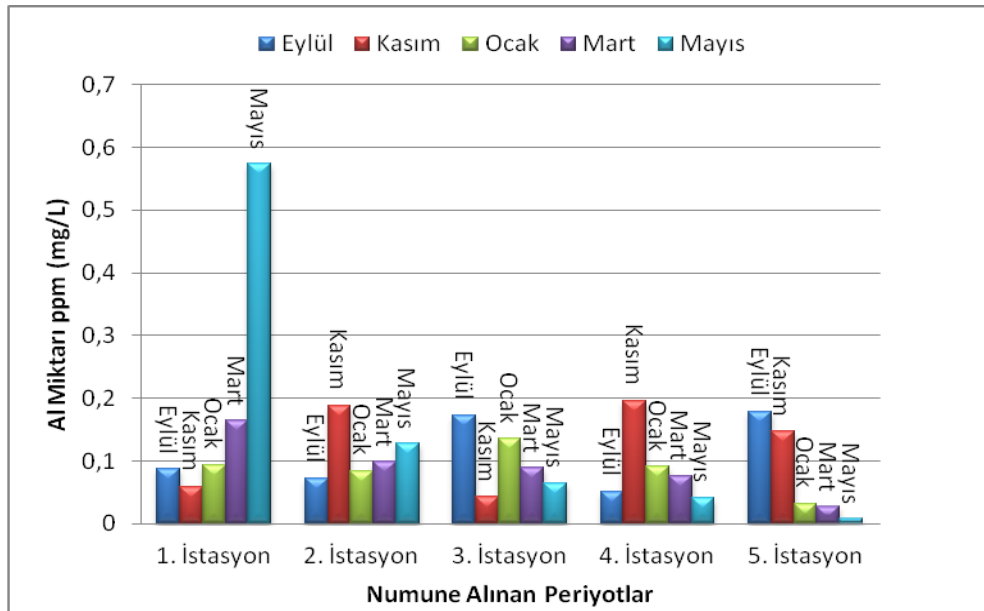
Şekil 4.14. Sediment örneklerindeki demir derişimlerinin zamana göre karşılaştırma grafiği

## Alüminyum

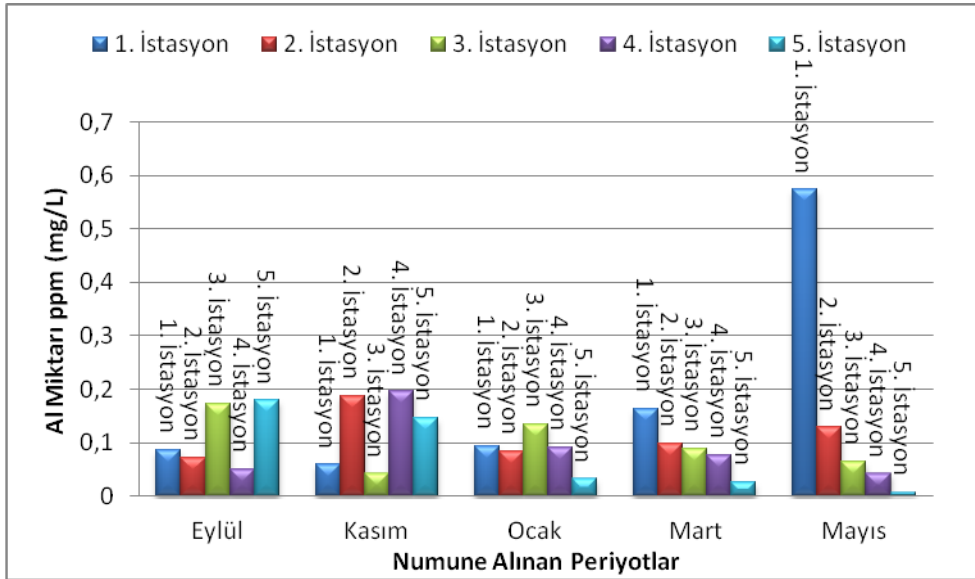
Su numunelerindeki analizi sonucunda elde ettiğimiz alüminyum derişimleri Çizelge 4.20’de, grafikleri ise Şekil 4.15. ve Şekil 4.16.’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.20. Su örneklerini analizi sonucu elde edilen alüminyum derişimleri (mg/L)

İstasyonlar	Eylül	Kasım	Ocak	Mart	Mayıs
1. İstasyon	0,0866	0,0584	0,0941	0,164	0,573
2. İstasyon	0,0726	0,188	0,0841	0,0983	0,128
3. İstasyon	0,173	0,0424	0,135	0,0891	0,0649
4. İstasyon	0,0510	0,196	0,0912	0,0764	0,0417
5. İstasyon	0,173	0,147	0,0319	0,0267	0,00748



Şekil 4.15. Su örneklerindeki alüminyum derişimlerinin istasyonlara göre karşılaştırma grafiği



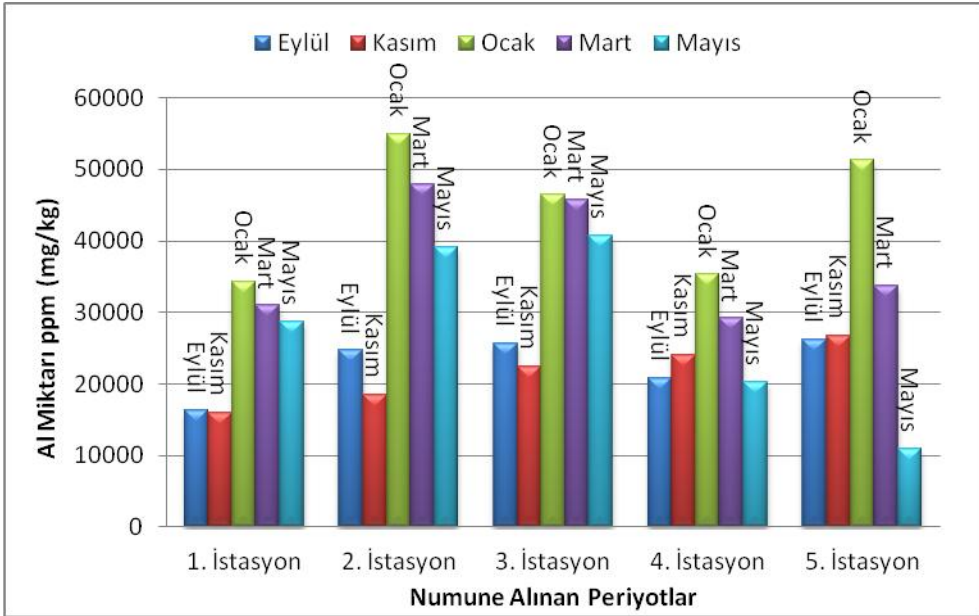
Şekil 4.16. Su örneklerindeki alüminyum derişimlerinin zamana göre karşılaştırma grafiği

Sediment numunelerindeki analizi sonucunda elde ettiğimiz alüminyum derişimleri Çizelge 4.21.'de, grafikleri ise Şekil 4.17. ve Şekil 4.18.'de gösterilmiştir.

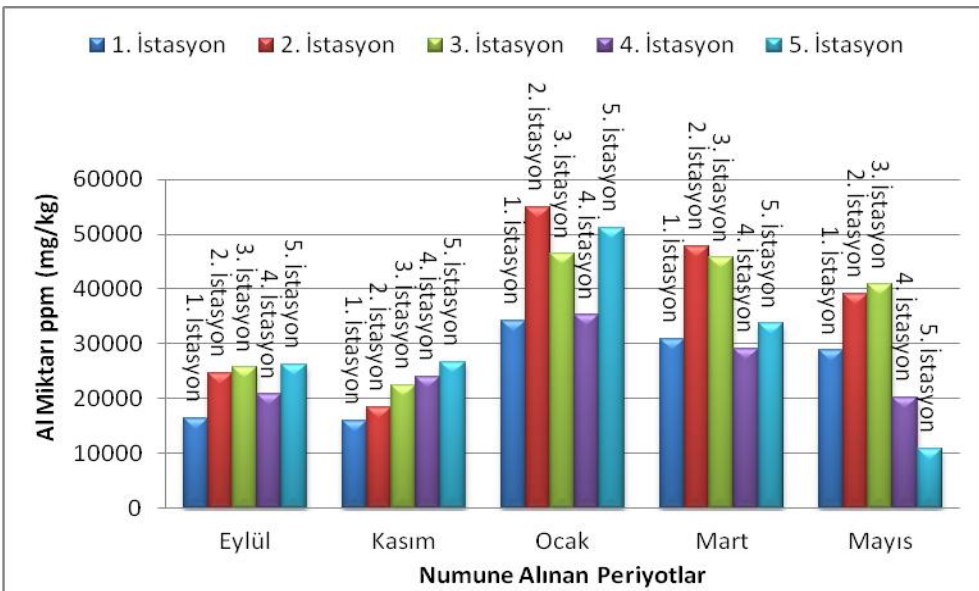
Çizelge 4.21. Sediment örneklerini analizi sonucu elde edilen alüminyum derişimleri (mg/kg)

İstasyonlar	Eylül	Kasım	Ocak	Mart	Mayıs
1. İstasyon	16378,51	15913,59	34237,56	30963,55	28745,54
2. İstasyon	24677,54	18446,24	54900,25	47861,43	39162,25
3. İstasyon	25681,25	22453,25	46390,61	45738,18	40794,54
4. İstasyon	20794,00	24005,75	35255,56	29163,80	20258,75
5. İstasyon	26185,25	26670,75	51232,34	33696,91	10913,75





Şekil 4.19. Sediment örneklerindeki alüminyum derişimlerinin istasyonlara göre karşılaştırma grafiği



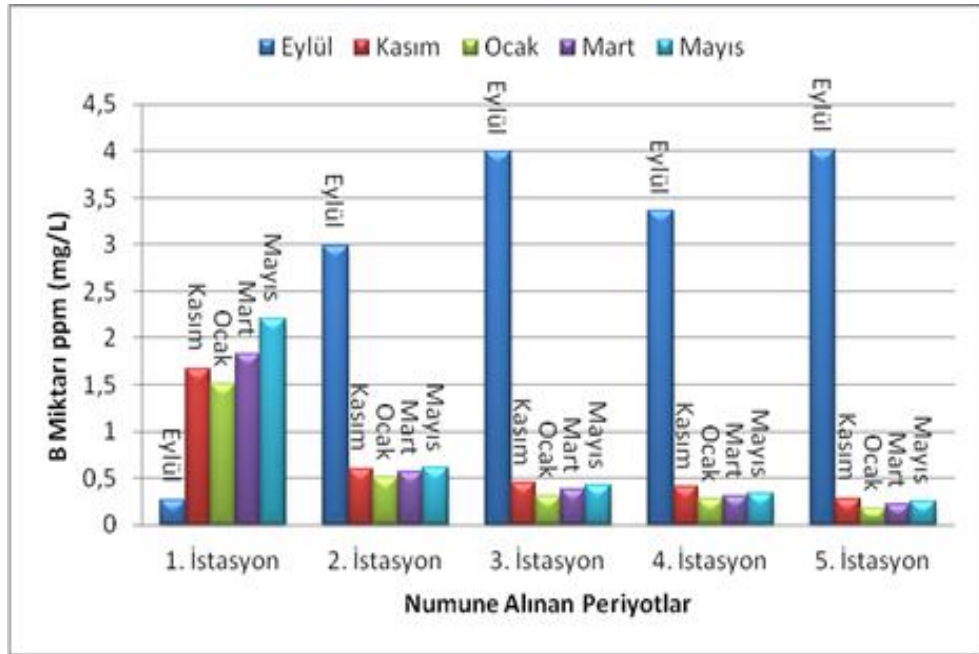
Şekil 4.18. Sediment örneklerindeki alüminyum derişimlerinin zamana göre karşılaştırma grafiği

## Bor

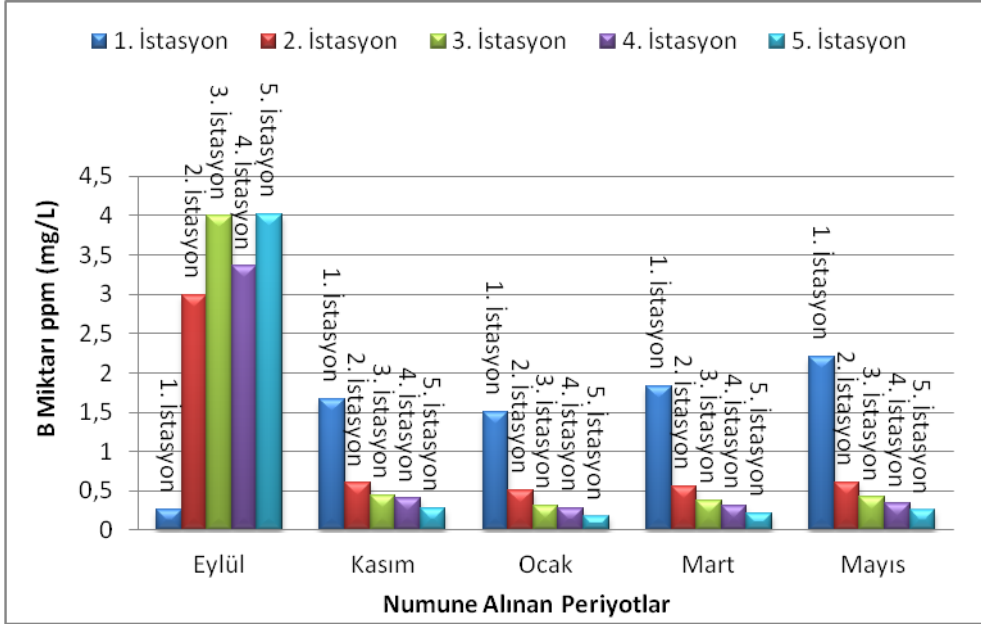
Su numunelerindeki analizi sonucunda elde ettiğimiz bor derişimleri Çizelge 4.22.'de, grafikleri ise Şekil 4.19. ve Şekil 4.20.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.22. Su örneklerini analizi sonucu elde edilen bor derişimleri (mg/L)

İstasyonlar	Eylül	Kasım	Ocak	Mart	Mayıs
1. İstasyon	0,266	1,671	1,508	1,832	2,206
2. İstasyon	2,986	0,597	0,510	0,561	0,607
3. İstasyon	3,994	0,447	0,308	0,373	0,416
4. İstasyon	3,359	0,401	0,278	0,309	0,336
5. İstasyon	4,016	0,277	0,172	0,216	0,253



Şekil 4.19. Su örneklerindeki bor derişimlerinin istasyonlara göre karşılaştırma grafiğı

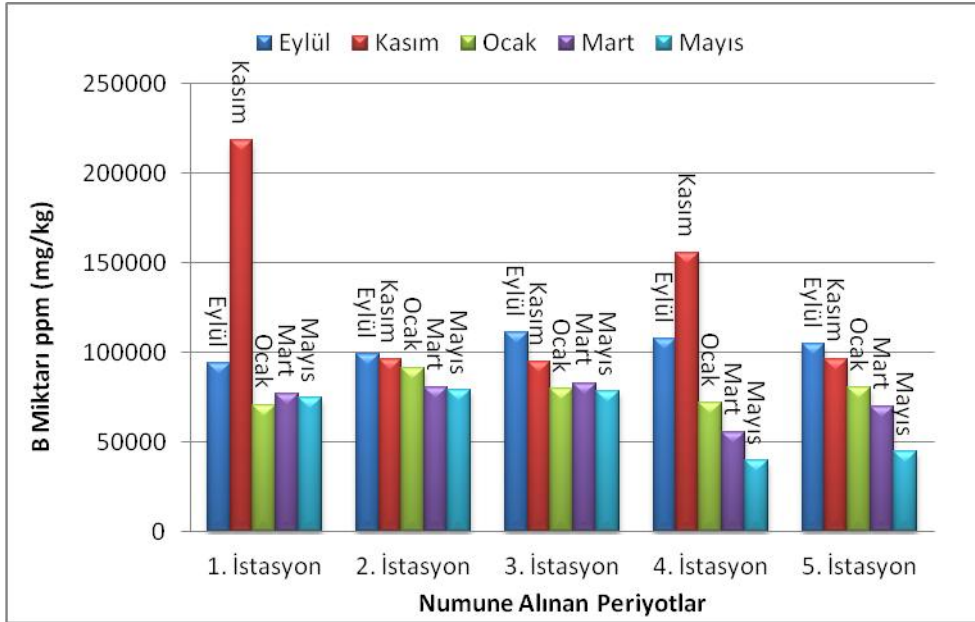


Şekil 4.20. Su örneklerindeki bor derişimlerinin zamana göre karşılaştırma grafiği

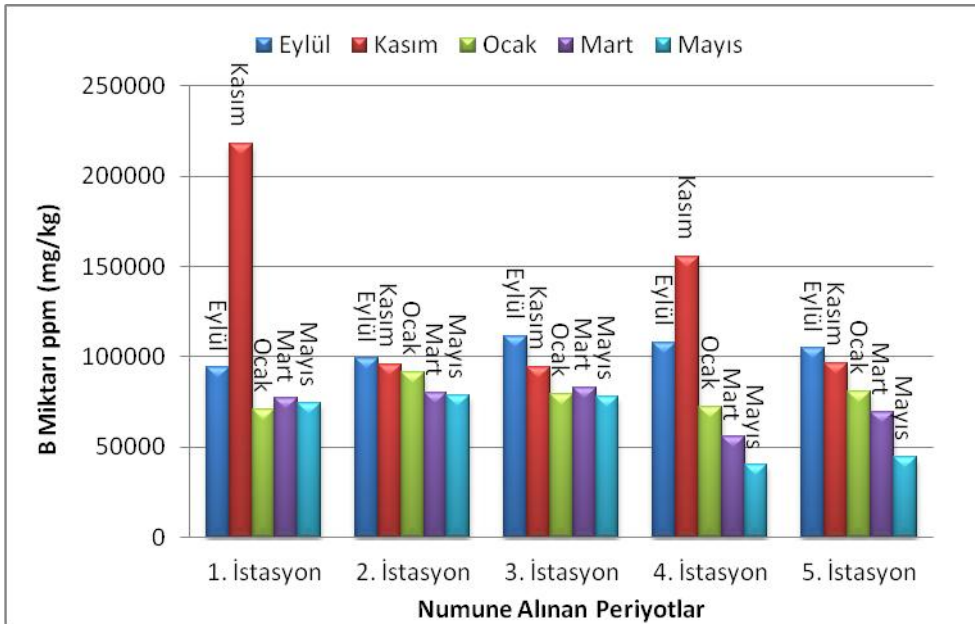
Sediment numunelerindeki analizi sonucunda elde ettiğimiz bor derişimleri Çizelge 4.23.'de, grafikleri ise Şekil 4.21. ve Şekil 4.22.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.23. Sediment örneklerini analizi sonucu elde edilen bor derişimleri (mg/kg)

İstasyonlar	Eylül	Kasım	Ocak	Mart	Mayıs
1. İstasyon	93962,59	217962,56	70890,03	76967,59	74632,75
2. İstasyon	99015,36	95917,57	91609,57	80397,15	78952,48
3. İstasyon	111315,92	94488,25	79663,57	82962,36	78250,25
4. İstasyon	107682,58	155597,52	72199,25	55649,45	39959,19
5. İstasyon	104757,52	96402,18	80785,52	69682,98	44581,25



Şekil 4.21. Sediment örneklerindeki bor derişimlerinin istasyonlara göre karşılaştırma grafiği



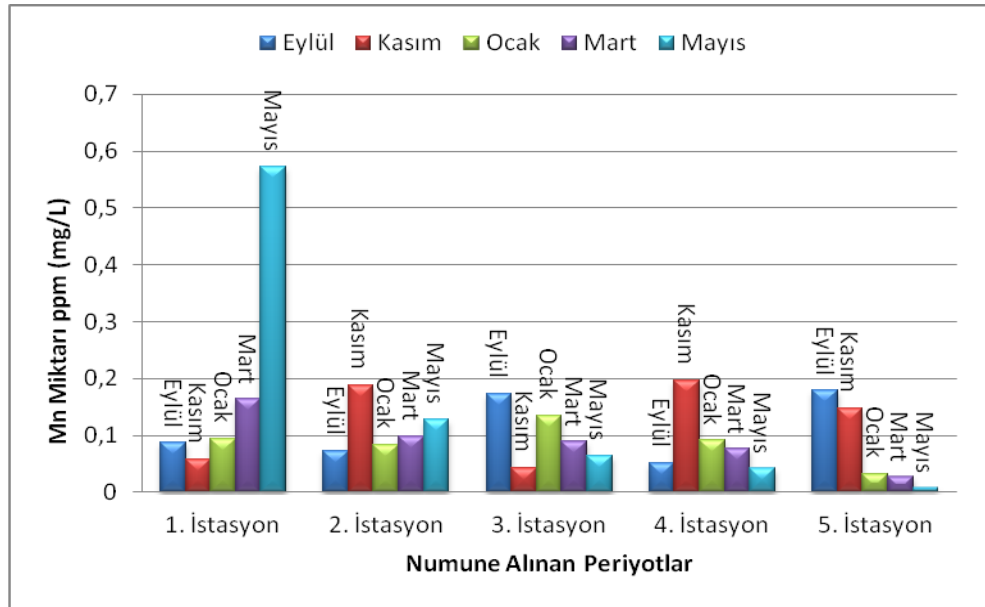
Şekil 4.22. Sediment örneklerindeki bor derişimlerinin zamana göre karşılaştırma grafiği

## Mangan

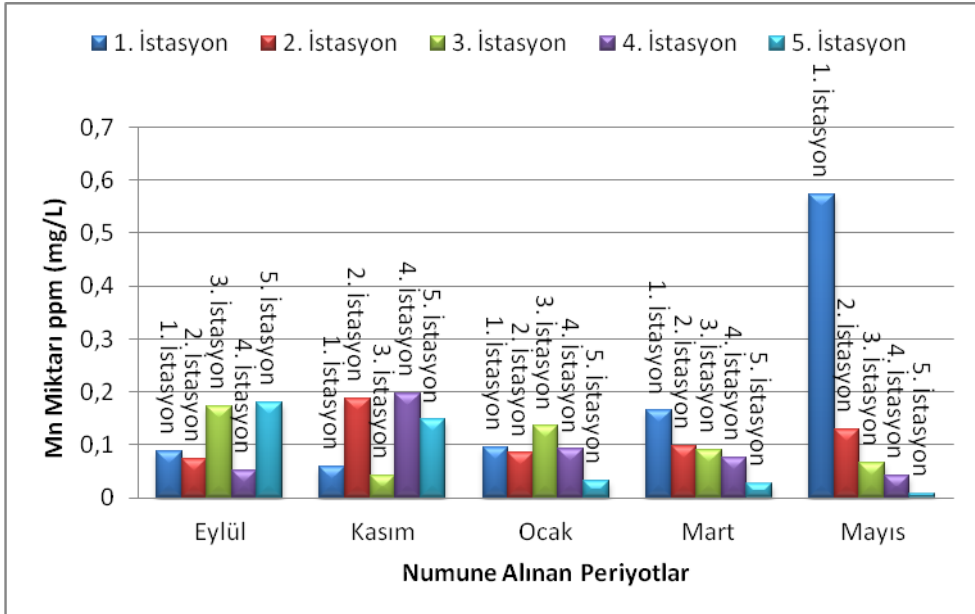
Su numunelerindeki analizi sonucunda elde ettiğimiz mangan derişimleri Çizelge 4.24.'de, grafikleri ise Şekil 4.23. ve Şekil 4.24.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.24. Su örneklerini analizi sonucu elde edilen mangan derişimleri (mg/L)

İstasyonlar	Eylül	Kasım	Ocak	Mart	Mayıs
1. İstasyon	0,0601	0,0219	0,847	19,399	18,24
2. İstasyon	0,208	0,162	0,122	14,912	21,76
3. İstasyon	0,126	0,201	0,277	17,482	12,64
4. İstasyon	0,0907	0,163	0,170	18,783	10,22
5. İstasyon	0,227	0,0227	0,276	13,517	30,53



Şekil 4.23. Su örneklerindeki mangan derişimlerinin istasyonlara göre karşılaştırma grafiği

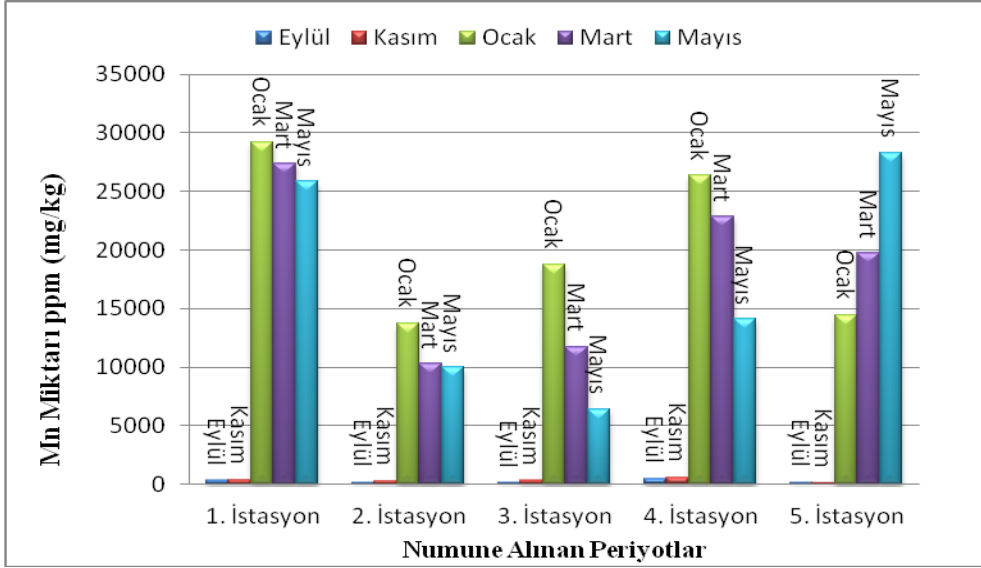


Şekil 4.24. Su örneklerindeki mangan derişimlerinin zamana göre karşılaştırma grafiği

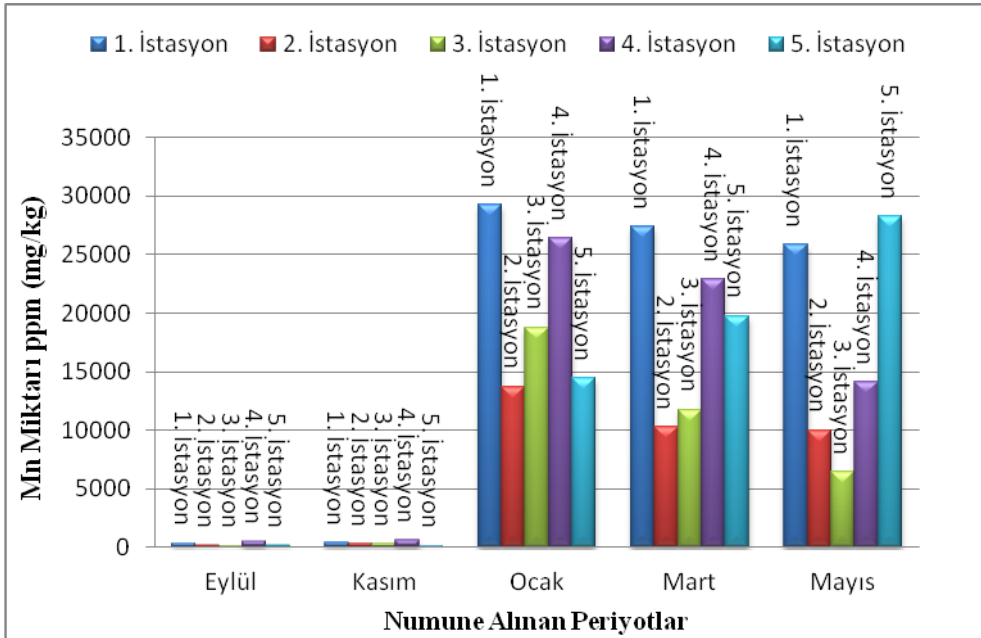
Sediment numunelerindeki analizi sonucunda elde ettiğimiz mangan derişimleri Çizelge 4.25.'de, grafikleri ise Şekil 4.25. ve Şekil 4.26.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.25. Sediment örneklerini analizi sonucu elde edilen mangan derişimleri (mg/kg)

İstasyonlar	Eylül	Kasım	Ocak	Mart	Mayıs
1. İstasyon	344,25	392,50	29217,75	27372,68	25857,25
2. İstasyon	188,75	304,54	13725,54	10258,87	9987,78
3. İstasyon	139,25	331,75	18781,56	11753,16	6407,57
4. İstasyon	481,25	597,09	26350,75	22851,36	14071,75
5. İstasyon	166,19	124,25	14425,69	19743,98	28289,68



Şekil 4.25. Sediment örneklerindeki mangan derişimlerinin istasyonlara göre karşılaştırma grafiği



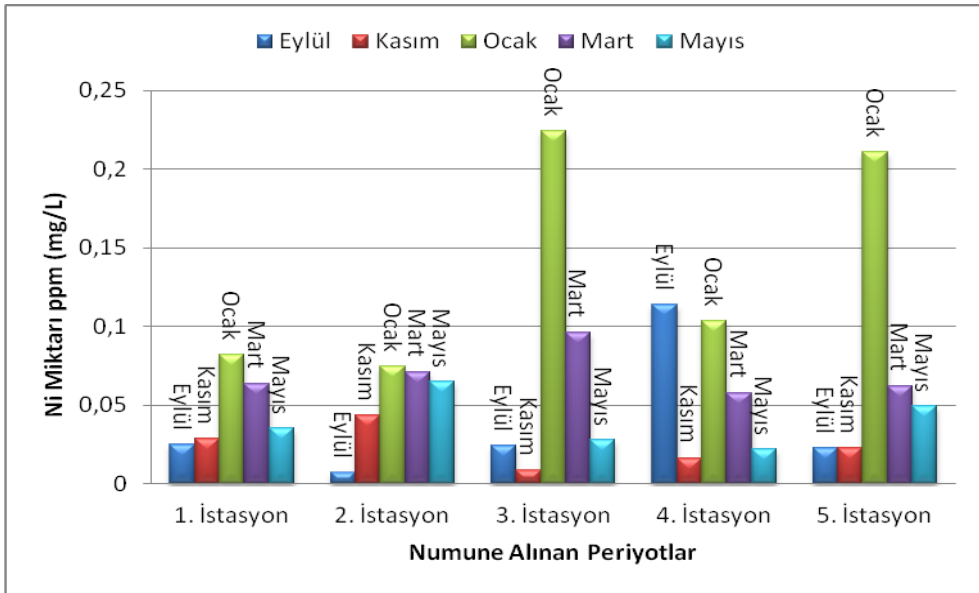
Şekil 4.26. Sediment örneklerindeki mangan derişimlerinin zamana göre karşılaştırma grafiği

## Nikel

Su numunelerindeki analizi sonucunda elde ettiğimiz nikel derişimleri Çizelge 4.26'da, grafikleri ise Şekil 4.27. ve Şekil 4.28.'de gösterilmiştir.

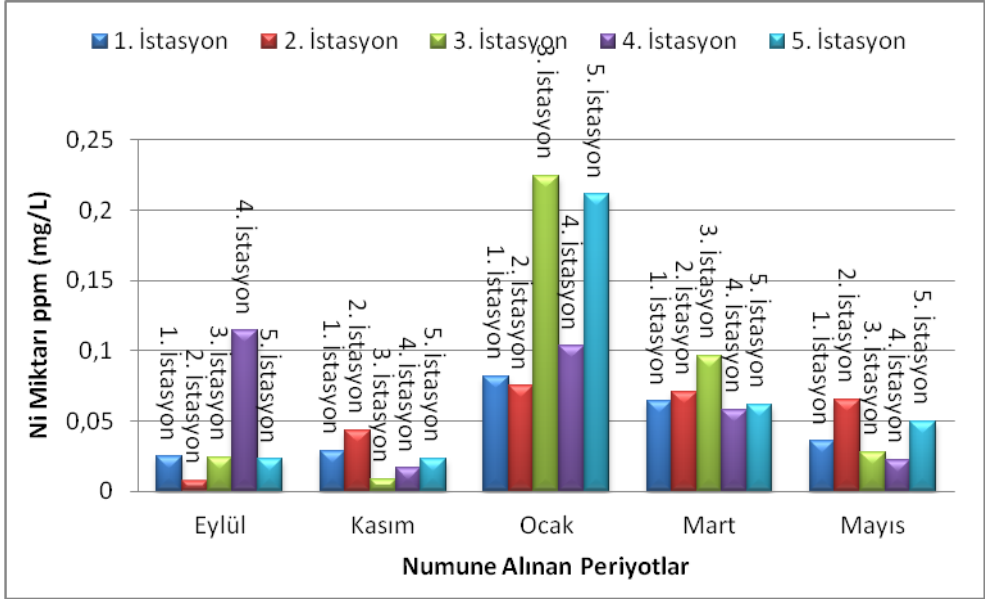
Çizelge 4.26. Su örneklerini analizi sonucu elde edilen nikel derişimleri (mg/L)

İstasyonlar	Eylül	Kasım	Ocak	Mart	Mayıs
1. İstasyon	0,0246	0,0284	0,0817	0,0637	0,0354
2. İstasyon	0,00741	0,0435	0,0747	0,0708	0,0651
3. İstasyon	0,0242	0,00864	0,224	0,0964	0,0278
4. İstasyon	0,114	0,0163	0,103	0,0578	0,0228
5. İstasyon	0,0224	0,0227	0,211	0,0618	0,0493



Şekil 4.27. Su örneklerindeki nikel derişimlerinin istasyonlara göre karşılaştırma grafiği



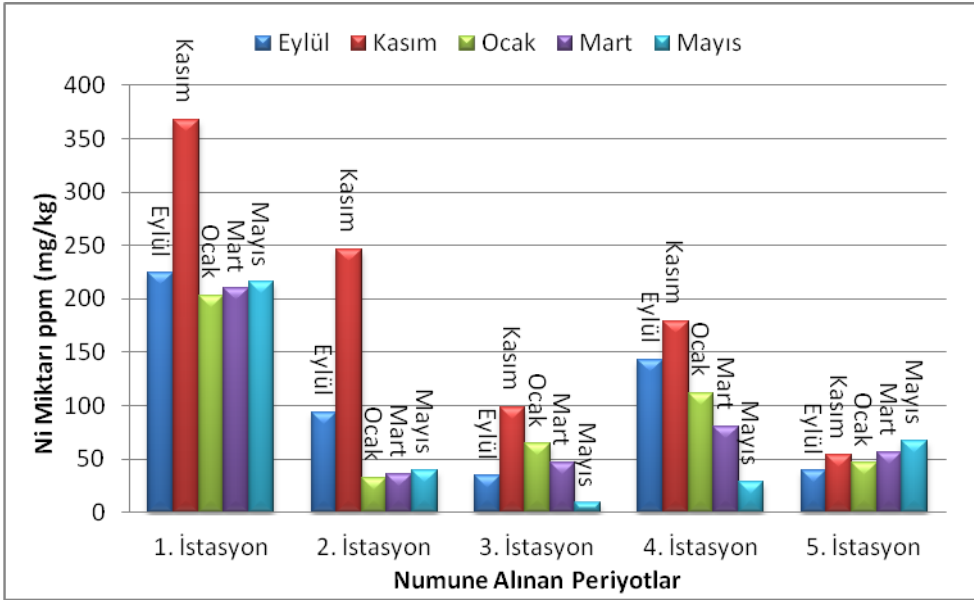


Şekil 4.28. Su örneklerindeki nikel derişimlerinin zamana göre karşılaştırma grafiğı

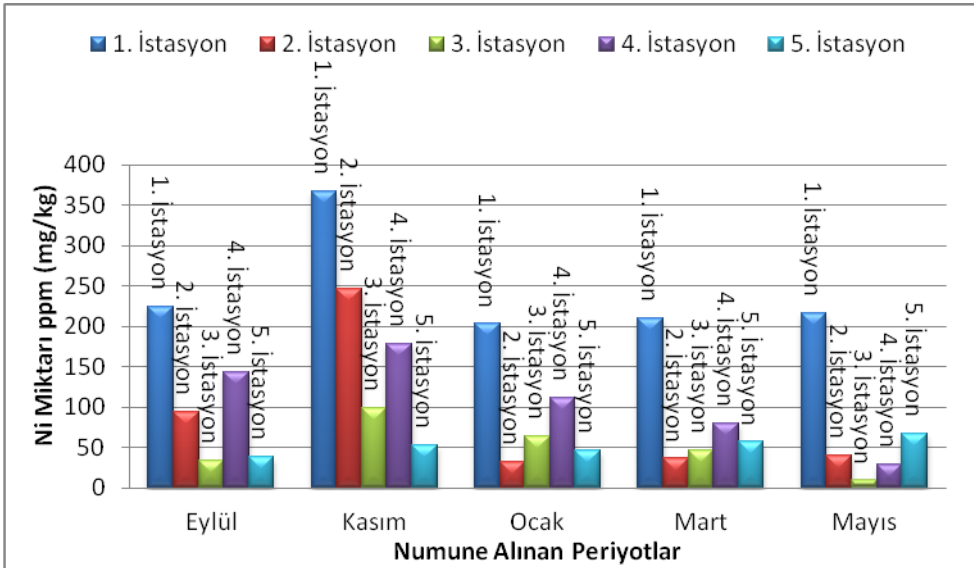
Sediment numunelerindeki analizi sonucunda elde ettiğimiz nikel derişimleri Çizelge 4.27.'de, grafikleri ise Şekil 4.29. ve Şekil 4.30.'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.27. Sediment örneklerini analizi sonucu elde edilen nikel derişimleri (mg/kg)

İstasyonlar	Eylül	Kasım	Ocak	Mart	Mayıs
1. İstasyon	224,65	367,75	202,92	209,53	215,75
2. İstasyon	93,75	246,78	32,27	36,26	39,63
3. İstasyon	34,25	98,37	64,73	46,73	9,12
4. İstasyon	143,82	178,85	111,55	80,39	28,65
5. İstasyon	39,21	53,42	46,51	56,65	67,22



Şekil 4.29. Sediment örneklerindeki nikel derişimlerinin istasyonlara göre karşılaştırma grafiği



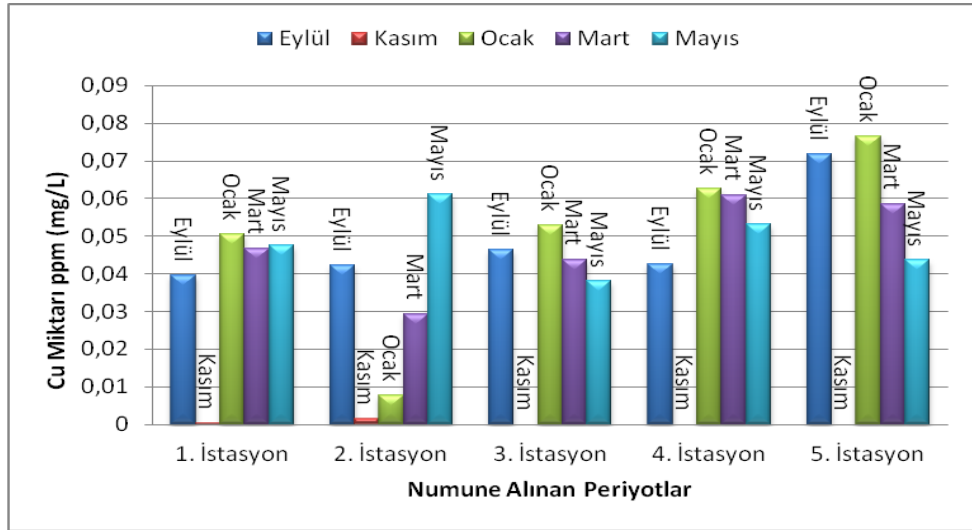
Şekil 4.30. Sediment örneklerindeki nikel derişimlerinin zamana göre karşılaştırma grafiği

## Bakır

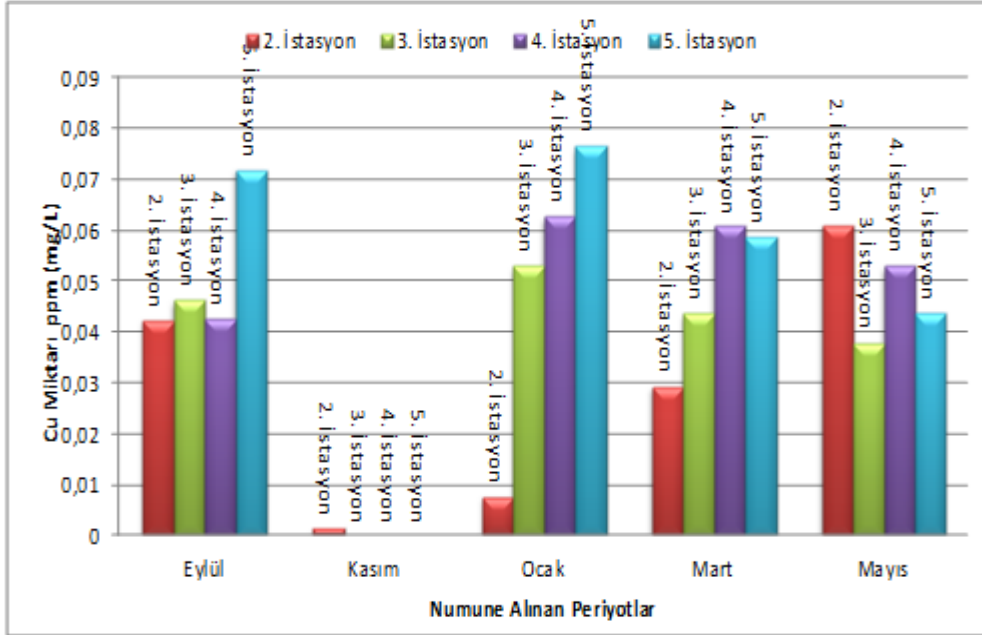
Su numunelerindeki analizi sonucunda elde ettiğimiz bakır derişimleri Çizelge 4.28.'de, grafikleri ise Şekil 4.31. ve Şekil 4.32.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.28. Su örneklerini analizi sonucu elde edilen bakır derişimleri (mg/L)

İstasyonlar	Eylül	Kasım	Ocak	Mart	Mayıs
1. İstasyon	0,0395	0,000428	0,0505	0,0468	0,0475
2. İstasyon	0,0424	0,00150	0,00778	0,0294	0,0611
3. İstasyon	0,0464	T.E.	0,0530	0,0437	0,0380
4. İstasyon	0,0426	T.E.	0,0627	0,0608	0,0531
5. İstasyon	0,0718	T.E.	0,0766	0,0586	0,0438



Şekil 4.31. Su örneklerindeki bakır derişimlerinin istasyonlara göre karşılaştırma grafiği

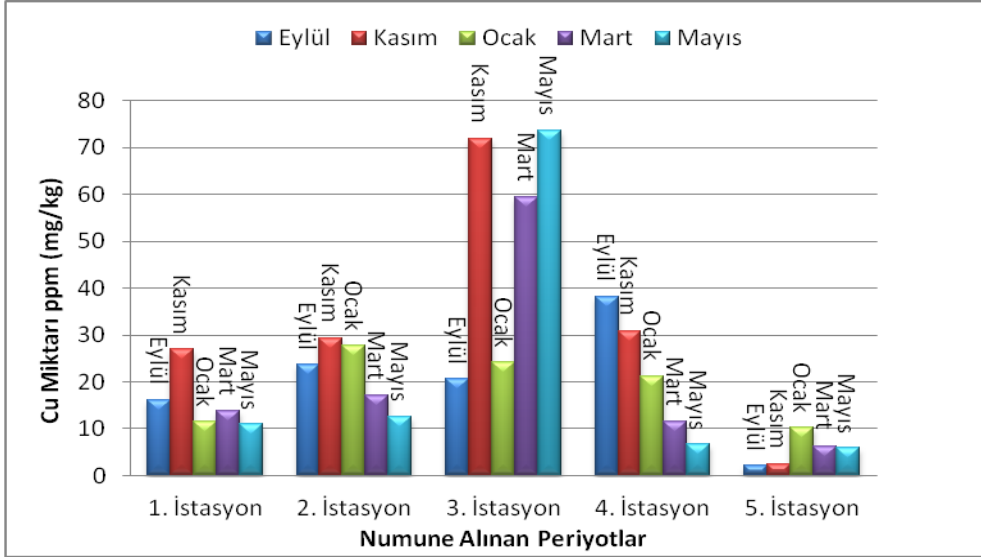


Şekil 4.32. Su örneklerindeki bakır derişimlerinin zamana göre karşılaştırma grafiğı

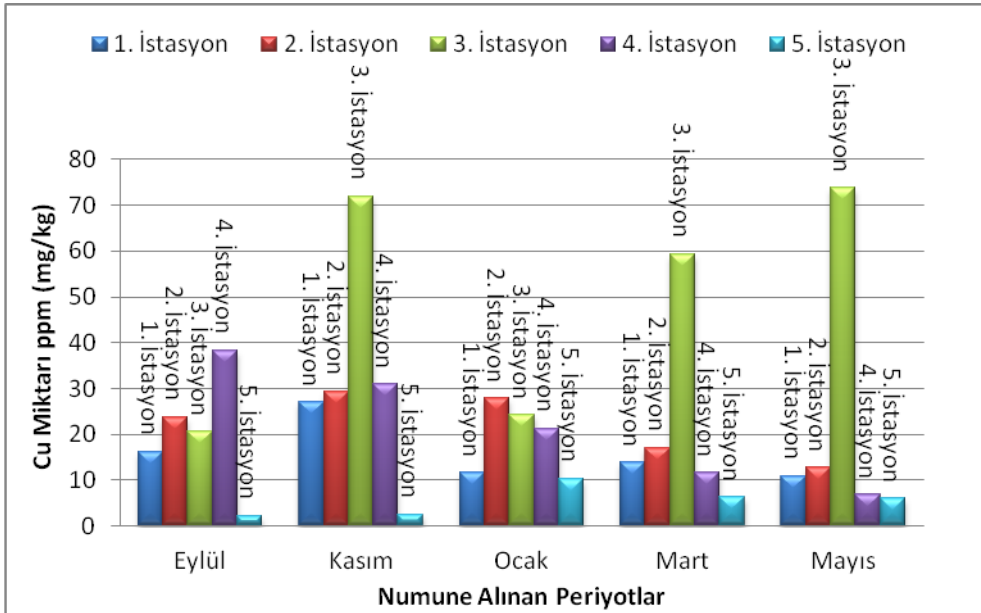
Sediment numunelerindeki analizi sonucunda elde ettiğimiz bakır derişimleri Çizelge 4.29.'de, grafikleri ise Şekil 4.33. ve Şekil 4.34.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.29. Sediment örneklerini analizi sonucu elde edilen bakır derişimleri (mg/kg)

İstasyonlar	Eylül	Kasım	Ocak	Mart	Mayıs
1. İstasyon	16,17	26,95	11,55	13,74	10,89
2. İstasyon	23,67	29,35	27,75	16,98	12,65
3. İstasyon	20,57	71,97	24,28	59,34	73,73
4. İstasyon	38,25	30,87	21,23	11,49	6,78
5. İstasyon	2,13	2,46	10,22	6,28	5,92



Şekil 4.33. Sediment örneklerindeki bakır derişimlerinin istasyonlara göre karşılaştırma grafiği



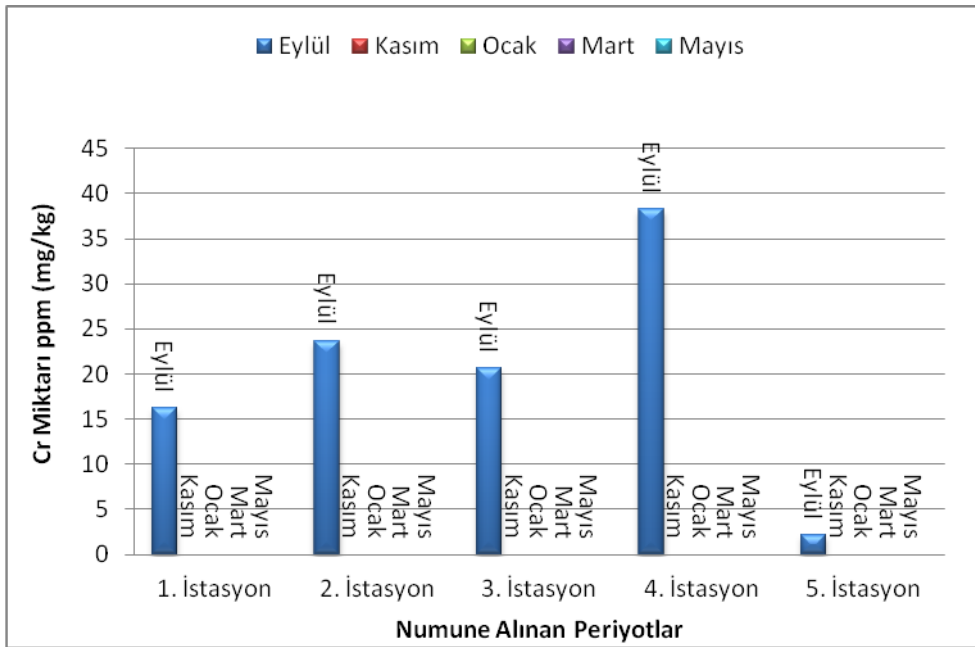
Şekil 4.34. Sediment örneklerindeki bakır derişimlerinin zamana göre karşılaştırma grafiği

## Krom

Su numunelerindeki analizi sonucunda elde ettiğimiz krom derişimleri Çizelge 4.30.'da, grafiği Şekil 4.35.'de gösterilmiştir. Kasım, ocak, mart ve mayıs aylarında alınan su numunelerinde krom tayin edilememiştir.

Çizelge 4.30. Su örneklerini analizi sonucu elde edilen krom derişimleri (mg/L)

İstasyonlar	Eylül
1. İstasyon	16,17
2. İstasyon	23,67
3. İstasyon	20,57
4. İstasyon	38,25
5. İstasyon	2,12

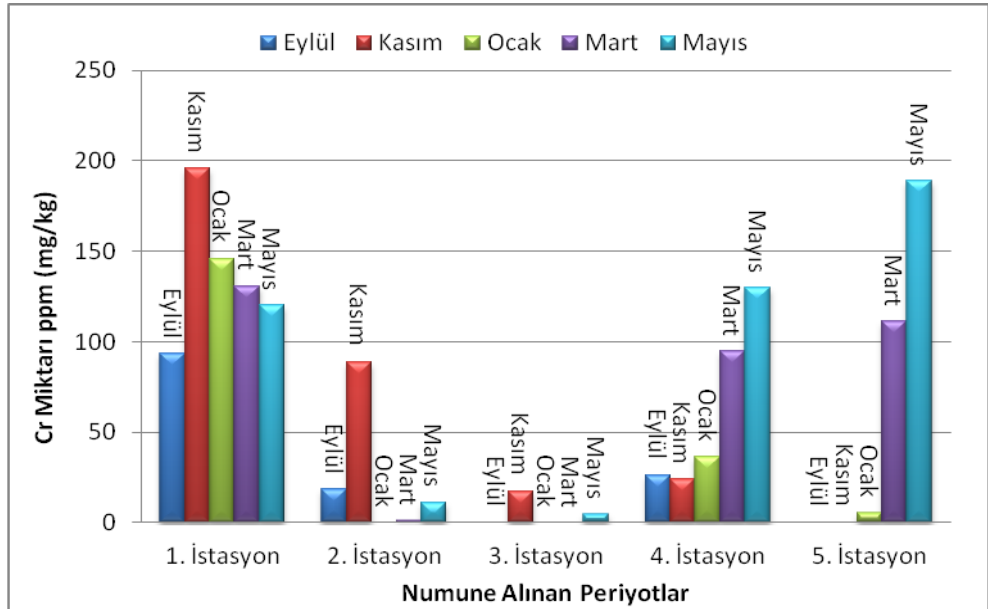


Şekil 4.35. Su örneklerindeki krom derişimlerinin istasyonlara göre karşılaştırma grafiği

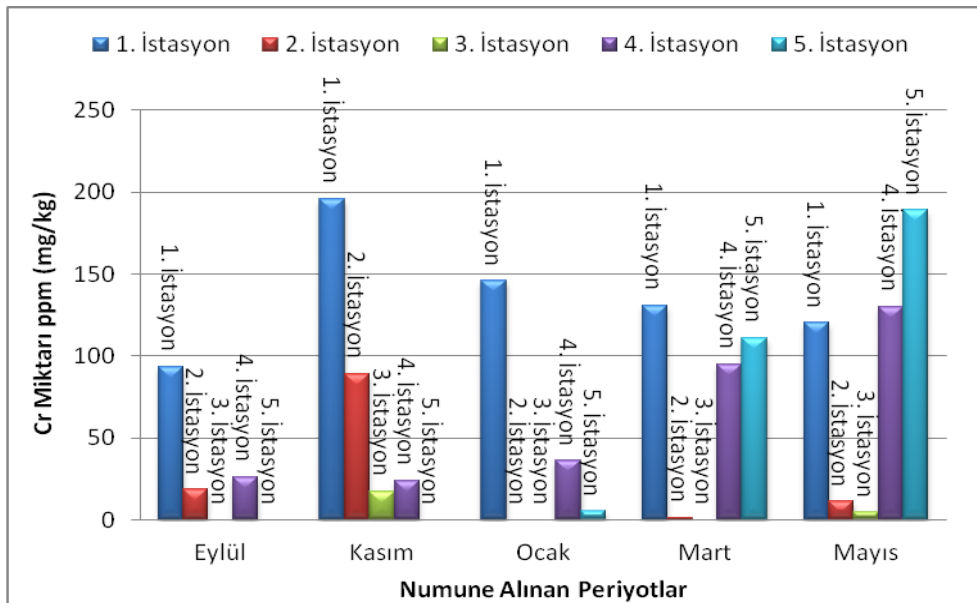
Sediment numunelerindeki analizi sonucunda elde ettiğimiz krom derişimleri Çizelge 4.31.'de, grafikleri ise Şekil 4.36. ve Şekil 4.37.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.31. Sediment örneklerini analizi sonucu elde edilen krom derişimleri (mg/kg)

İstasyonlar	Eylül	Kasım	Ocak	Mart	Mayıs
1. İstasyon	93,25	195,75	145,77	130,69	120,15
2. İstasyon	18,35	88,91	T.E.	1,28	11,16
3. İstasyon	T.E.	17,29	T.E.	T.E.	4,54
4. İstasyon	26,25	23,95	36,02	94,86	129,85
5. İstasyon	T.E.	T.E.	5,19	110,96	189,45



Şekil 4.36. Sediment örneklerindeki krom derişimlerinin istasyonlara göre karşılaştırma grafiğı



Şekil 4.37. Sediment örneklerindeki krom derişimlerinin zamana göre karşılaştırma grafiği

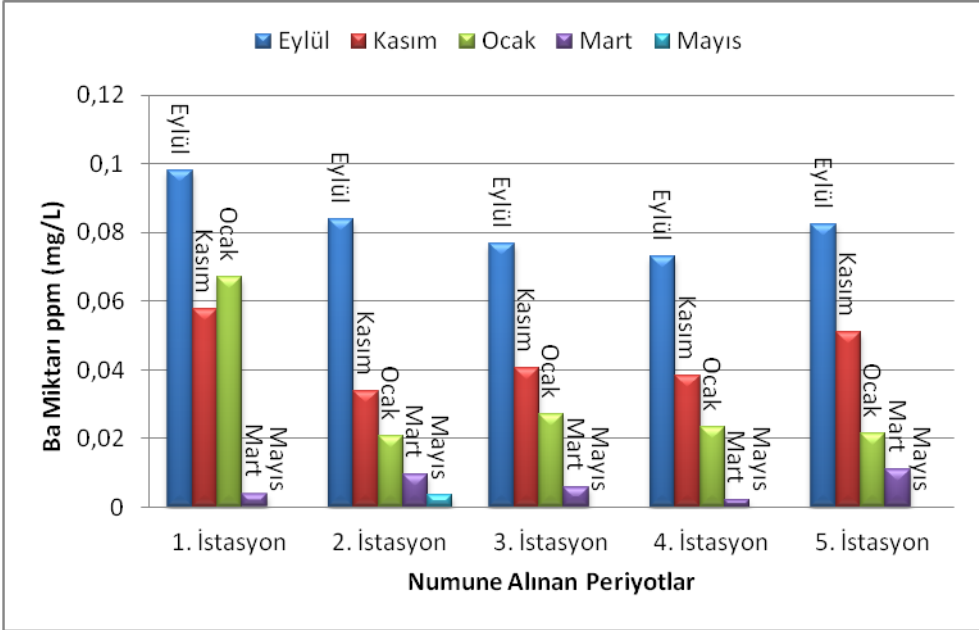
### Baryum

Su numunelerindeki analizi sonucunda elde ettiğimiz baryum derişimleri Çizelge 4.32.'de, grafikleri Şekil 4.38 ve Şekil 4.39.'de gösterilmiştir.

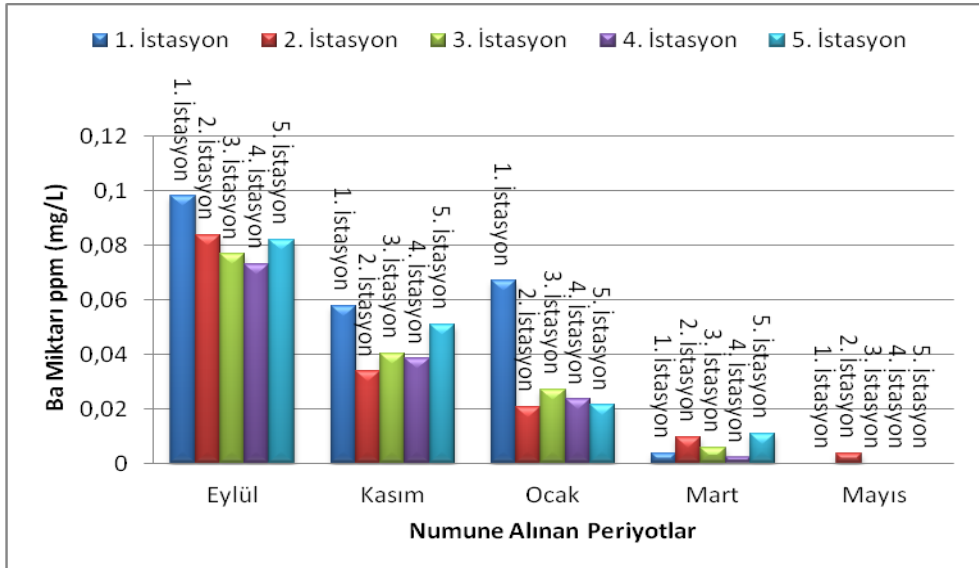
Çizelge 4.32. Su örneklerini analizi sonucu elde edilen baryum derişimleri (mg/L)

İstasyonlar	Eylül	Kasım	Ocak	Mart	Mayıs
1. İstasyon	0,0981	0,0576	0,0670	0,00378	0
2. İstasyon	0,0839	0,0337	0,0207	0,00964	0,00357
3. İstasyon	0,0768	0,0404	0,0271	0,00568	0
4. İstasyon	0,0731	0,0386	0,0235	0,00217	0
5. İstasyon	0,0822	0,0511	0,0213	0,0109	0





Şekil 4.38. Su örneklerindeki baryum derişimlerinin zamana göre karşılaştırma grafiği

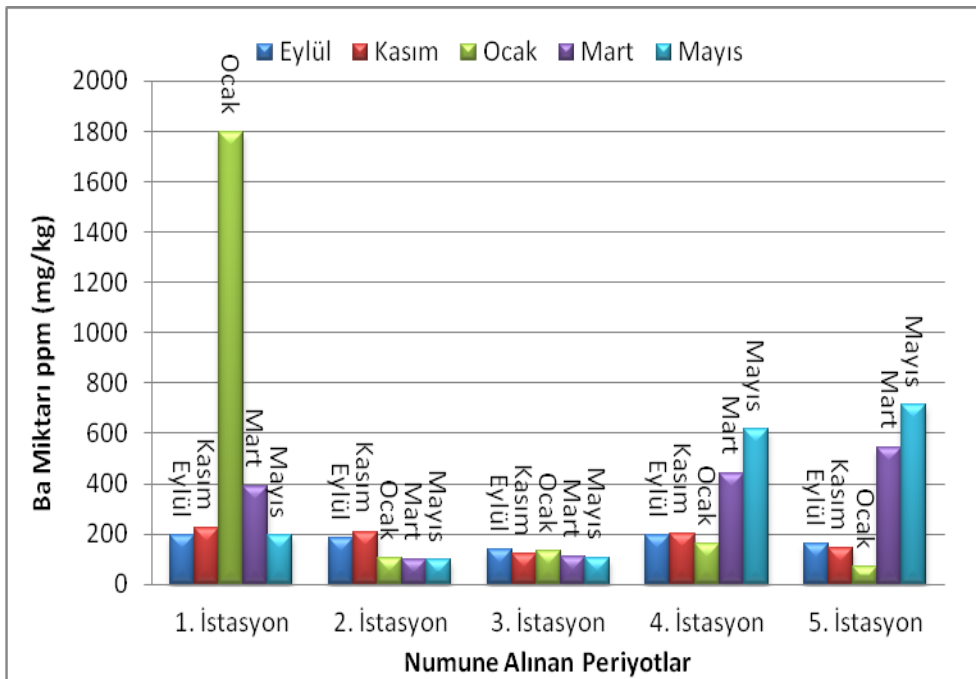


Şekil 4.39. Su örneklerindeki baryum derişimlerinin zamana göre karşılaştırma grafiği

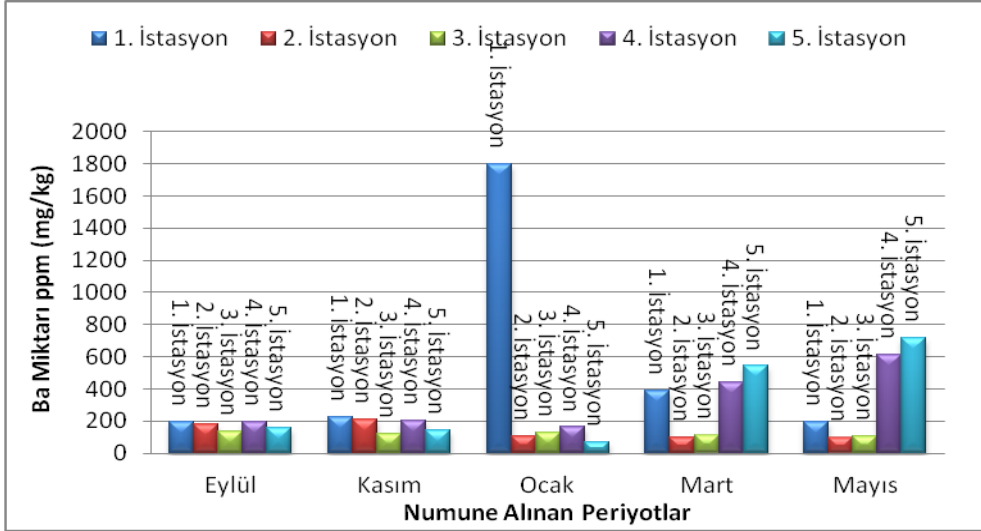
Sediment numunelerindeki analizi sonucunda elde ettiğimiz baryum derişimleri Çizelge 4.33.'de, grafikleri Şekil 4.40 ve Şekil 4.41.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.33. Sediment örneklerini analizi sonucu elde edilen baryum derişimleri (mg/kg)

İstasyonlar	Eylül	Kasım	Ocak	Mart	Mayıs
1. İstasyon	196,25	223,72	1796,56	391,18	193,96
2. İstasyon	183,21	208,91	105,62	99,82	95,76
3. İstasyon	135,54	119,87	130,45	110,34	106,65
4. İstasyon	196,46	203,12	162,46	439,11	614,25
5. İstasyon	160,83	143,27	70,24	541,96	715,56



Şekil 4.40. Sediment örneklerindeki baryum derişimlerinin istasyonlar göre karşılaştırma grafiği



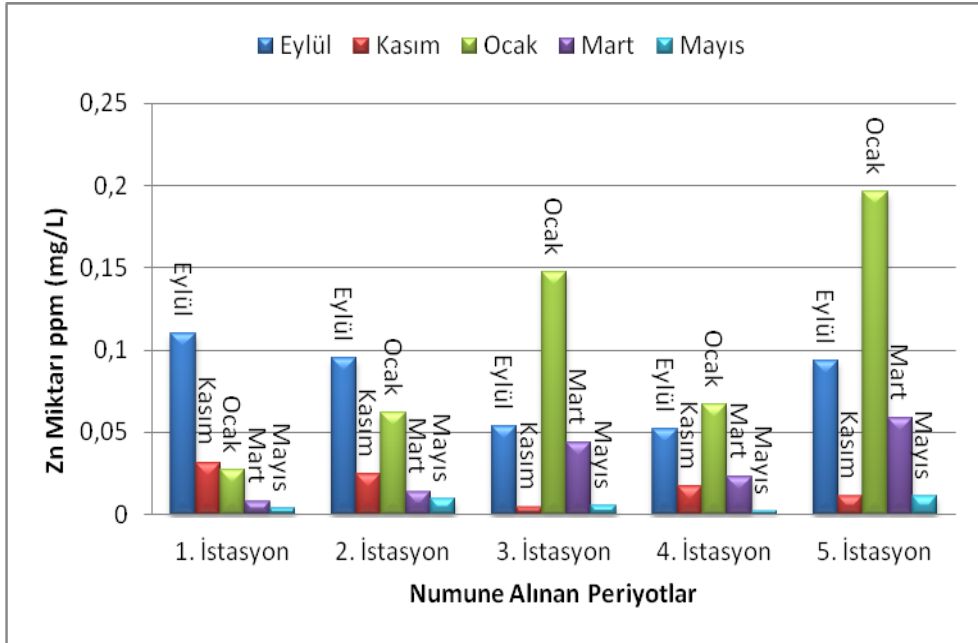
Şekil 4.41. Sediment örneklerindeki baryum derişimlerinin zamana göre karşılaştırma grafiği

### Çinko

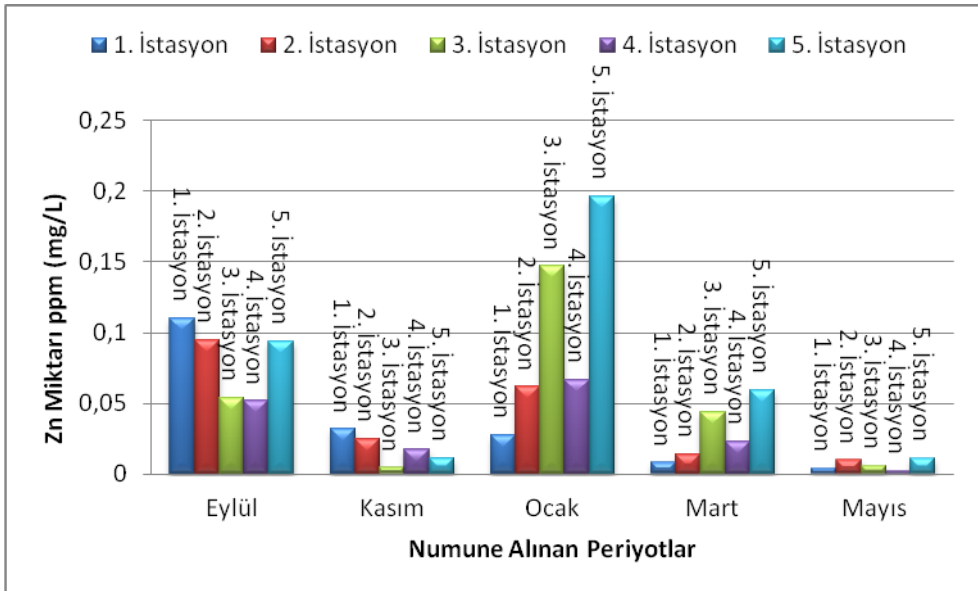
Su numunelerindeki analizi sonucunda elde ettiğimiz çinko derişimleri Çizelge 4.34.'de, grafikleri Şekil 4.42 ve Şekil 4.43.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.34. Su örneklerini analizi sonucu elde edilen çinko derişimleri (mg/L)

İstasyonlar	Eylül	Kasım	Ocak	Mart	Mayıs
1. İstasyon	0,109	0,0315	0,0271	0,00784	0,00378
2. İstasyon	0,0948	0,0243	0,0616	0,0138	0,00964
3. İstasyon	0,0537	0,00423	0,148	0,0437	0,00568
4. İstasyon	0,0516	0,0170	0,0668	0,0231	0,00217
5. İstasyon	0,0935	0,0112	0,196	0,0589	0,0109



Şekil 4.42. Su örneklerindeki çinko derişimlerinin istasyonlara göre karşılaştırma grafiğı



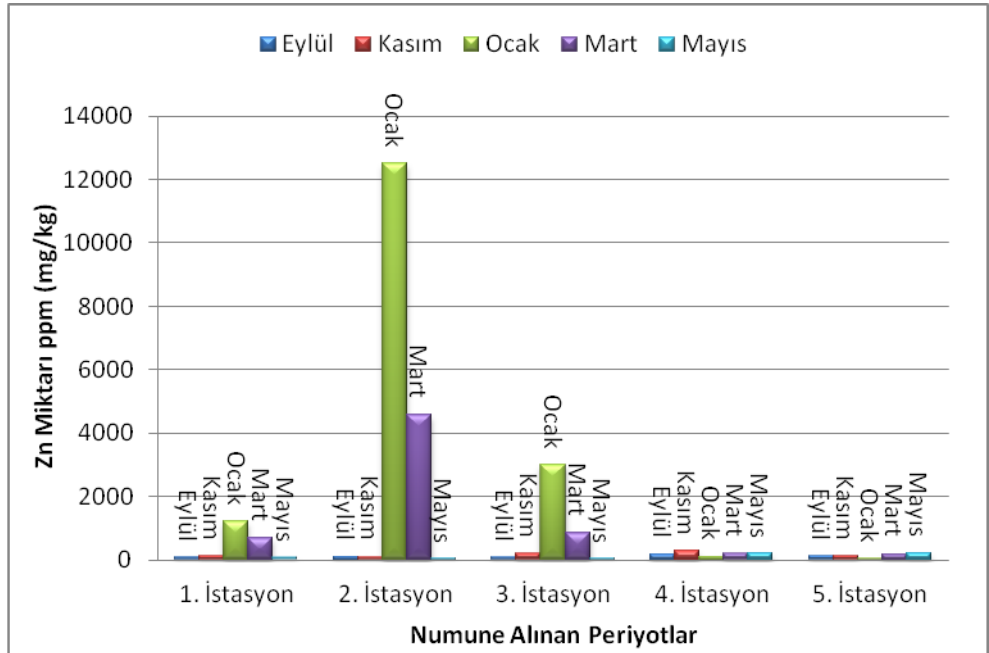
Şekil 4.43. Su örneklerindeki çinko derişimlerinin zamana göre karşılaştırma grafiğı

Sediment numunelerindeki analizi sonucunda elde ettiğimiz çinko derişimleri Çizelge 4.35’de, grafikleri Şekil 4.44 ve Şekil 4.45.’de gösterilmiştir.

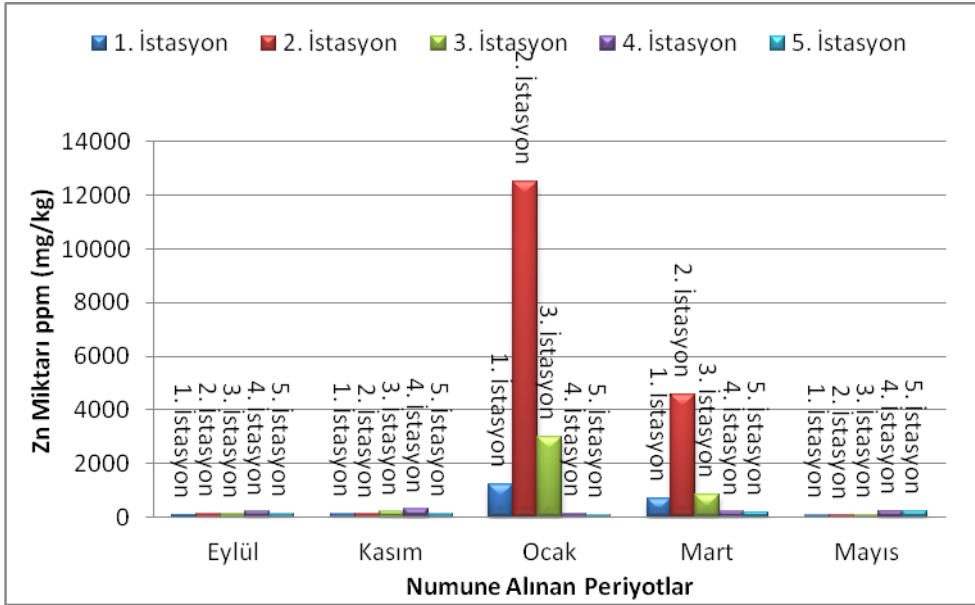
Birinci istasyondaki çinko derişimleri ocak ve mart aylarında olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.35. Sediment örneklerini analizi sonucu elde edilen çinko derişimleri (mg/kg)

İstasyonlar	Eylül	Kasım	Ocak	Mart	Mayıs
1. İstasyon	79,75	120,75	1237,25	694,53	71,32
2. İstasyon	111,37	101,55	12509,56	4576,06	55,87
3. İstasyon	96,75	196,26	2990,25	852,49	62,72
4. İstasyon	188,25	296,54	110,15	201,47	220,02
5. İstasyon	116,95	111,77	64,29	187,31	226,42



Şekil 4.44. Sediment örneklerindeki çinko derişimlerinin istasyonlara göre karşılaştırma grafiği



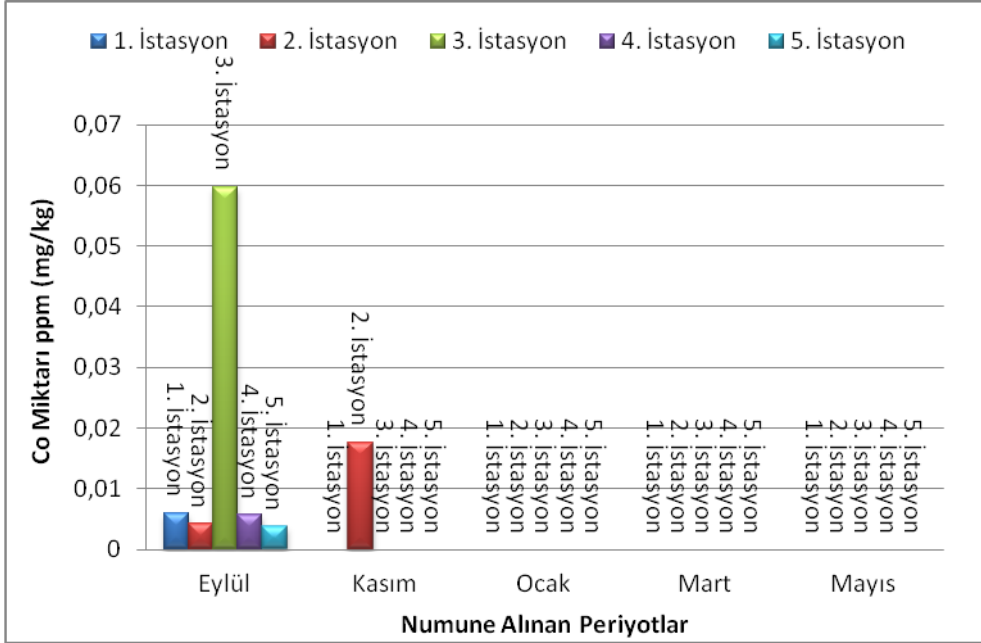
Şekil 4.45. Sediment örneklerindeki çinko derişimlerinin zamana göre karşılaştırma grafiği

### Kobalt

Su numunelerindeki analizi sonucunda elde ettiğimiz kobalt derişimleri Çizelge 4.36.'da, grafiği Şekil 4.46.'da gösterilmiştir. Ocak, mart ve mayıs aylarında alınan su numunelerinde kobalt tayin edilememiştir.

Çizelge 4.36. Su örneklerini analizi sonucu elde edilen kobalt derişimleri (mg/L)

İstasyonlar	Eylül	Kasım
1. İstasyon	0,00594	T.E.
2. İstasyon	0,00428	0,0176
3. İstasyon	0,0597	T.E.
4. İstasyon	0,00566	T.E.
5. İstasyon	0,00373	T.E.

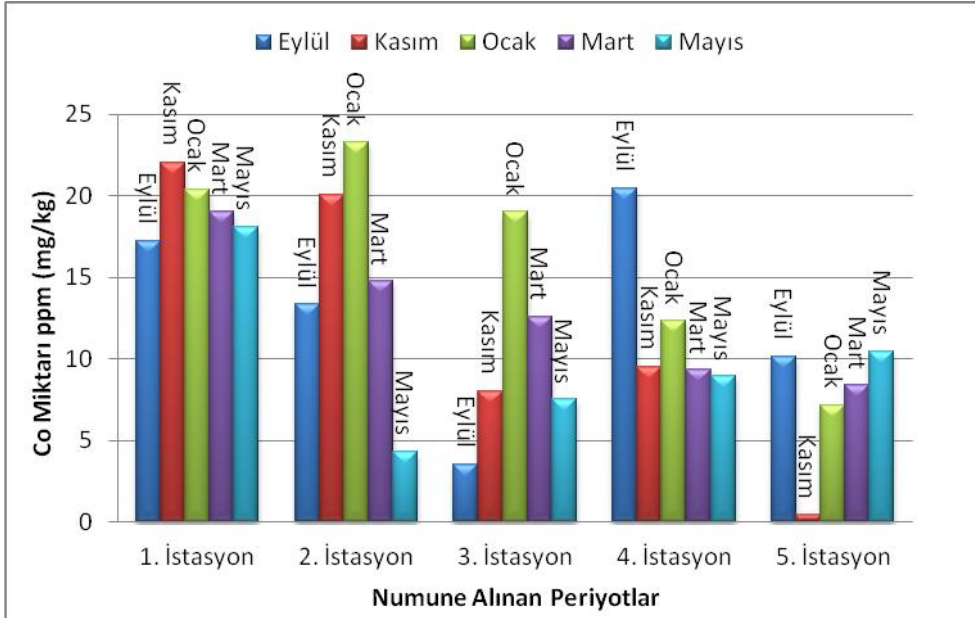


Şekil 4.46. Su örneklerindeki kobalt derişimlerinin zamana göre karşılaştırma grafiği

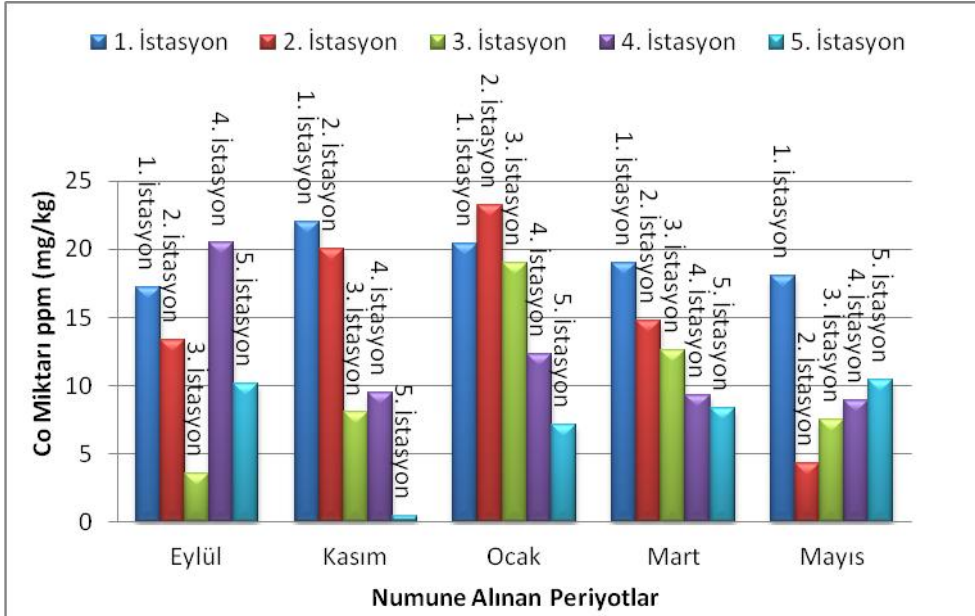
Sediment numunelerindeki analizi sonucunda elde ettiğimiz kobalt derişimleri Çizelge 4.37.'de, grafikleri Şekil 4.47. ve Şekil 4.48.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.37. Sediment örneklerinin analizi sonucu elde edilen kobalt derişimleri (mg/kg)

İstasyonlar	1. İstasyon	2. İstasyon	3. İstasyon	4. İstasyon	5. İstasyon
<b>Eylül</b>	17,22	13,32	3,52	20,47	10,15
<b>Kasım</b>	22,01	20,06	8,04	9,50	0,42
<b>Ocak</b>	20,49	23,27	19,01	12,36	7,15
<b>Mart</b>	19,03	14,75	12,61	9,32	8,37
<b>Mayıs</b>	18,09	4,31	7,51	8,92	10,45



Şekil 4.47. Sediment örneklerindeki kobalt derişimlerinin istasyonlara göre karşılaştırma grafiği



Şekil 4.48. Sediment örneklerindeki kobalt derişimlerinin zamana göre karşılaştırma grafiği

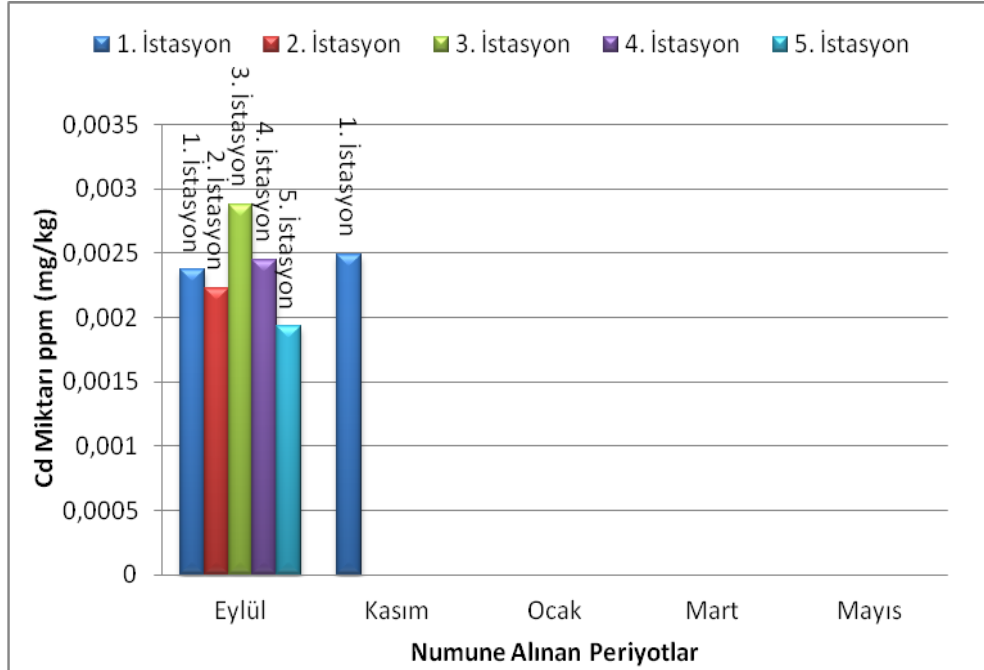


## Kadmiyum

Su numunelerindeki analizi sonucunda elde ettiğimiz kadmiyum derişimleri Çizelge 4.38.'de, grafiği Şekil 4.49.'da gösterilmiştir. Ocak, mart ve mayıs aylarında alınan su numunelerinde kadmiyum tayin edilememiştir.

Çizelge 4.38. Su örneklerinin analizi sonucu elde edilen kadmiyum derişimleri (mg/L)

İstasyonlar	Eylül	Kasım
1. İstasyon	0,00237	0,00249
2. İstasyon	0,00223	T.E.
3. İstasyon	0,00288	T.E.
4. İstasyon	0,00245	T.E.
5. İstasyon	0,00193	T.E.

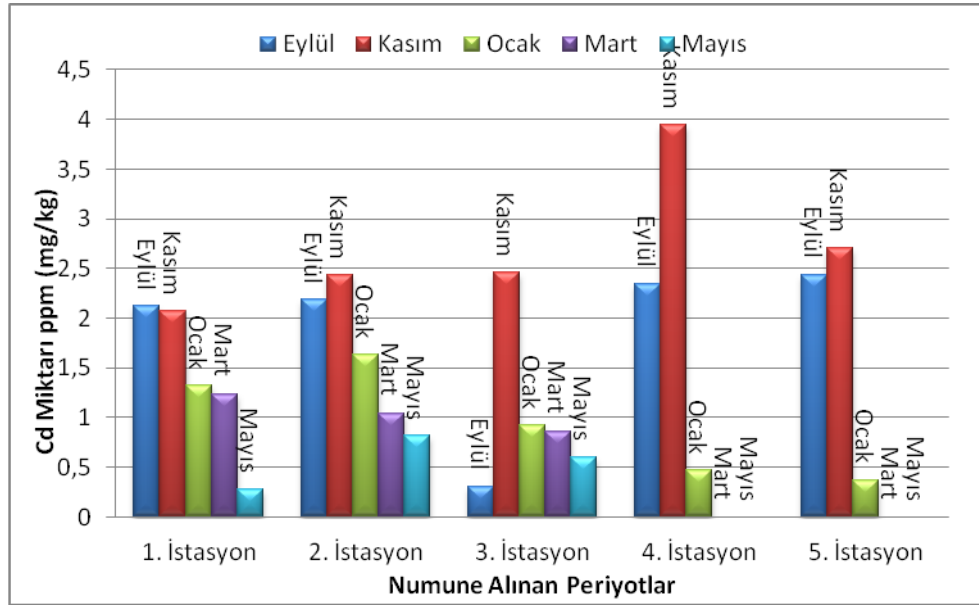


Şekil 4.49. Su örneklerindeki kadmiyum derişimlerinin zamana göre karşılaştırma grafiği

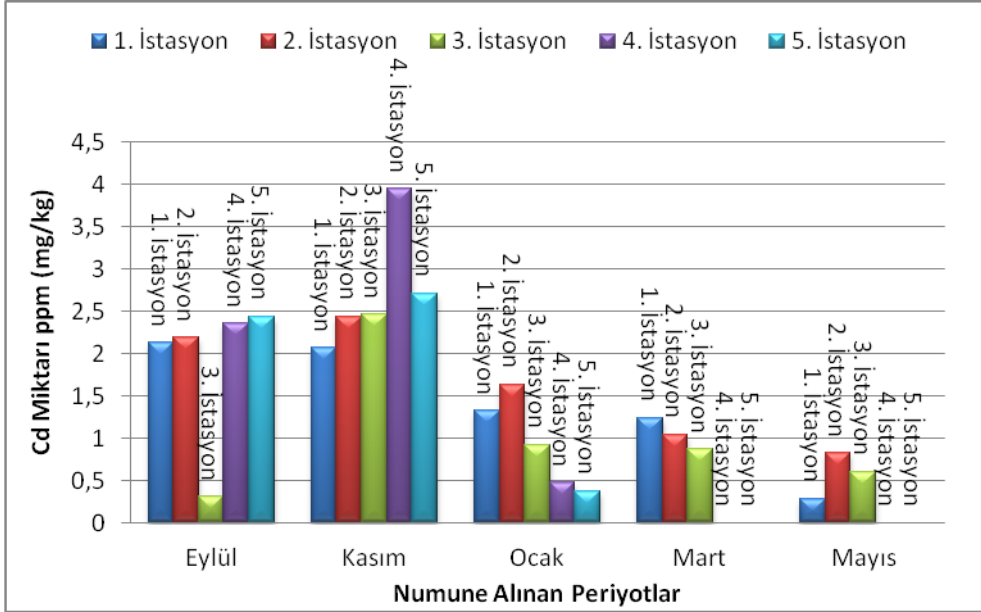
Sediment numunelerindeki analizi sonucunda elde ettiğimiz kadmiyum derişimleri Çizelge 4.39.'da, grafikleri Şekil 4.50. ve Şekil 4.51.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.39. Sediment örneklerinin analizi sonucu elde edilen kadmiyum derişimleri (mg/kg)

İstasyonlar	Eylül	Kasım	Ocak	Mart	Mayıs
1. İstasyon	2,12	2,06	1,31	1,23	0,28
2. İstasyon	2,18	2,43	1,63	1,04	0,81
3. İstasyon	0,31	2,45	0,91	0,86	0,61
4. İstasyon	2,34	3,94	0,47	T.E.	T.E.
5. İstasyon	2,43	2,70	0,37	T.E.	T.E.



Şekil 4.50. Sediment örneklerindeki kadmiyum derişimlerinin istasyonlara göre karşılaştırma grafiği



Şekil 4.51. Sediment örneklerindeki kadmiyum derişimlerinin zamana göre karşılaştırma grafiği

## 5. SONUÇ

Çalışmamızı yaptığımız Azap Gölünün su ve sediment örneklerindeki ağır metal miktarları belirlenmiştir. Su örneklerinde ağır metal dışında pH, sıcaklık, iletkenlik, alkanite ve toplam sertlik parametreleri incelenmiştir. İncelemiş olduğumuz parametreler aşağıda yorumlanmıştır (Birinci istasyon Menderes Nehrinin göle ulaşmadığı noktada bulunduğundan sonuçları diğer dört istasyondan ayrı olarak yorumlanmıştır). Mayıs ayında numunelerin alınması sırasında pH metrenin arızalanması nedeniyle pH ve iletkenlik değerleri laboratuarda okunmuştur.

### pH

pH analiz sonuçlarına bakıldığında en yüksek değerlerin üçüncü, dördüncü ve beşinci istasyonların eylül ayında olduğu tespit edilmiştir. pH değerlerinin yüksek olmasının nedeni olarak ötrifikasyon ve buharlaşmanın etkili olduğu düşünülmektedir. Birinci istasyonda elde edilen pH değerlerine bakıldığında değerlerin birbirine yakın olduğu ve en yüksek değerlerin kasım ayında, en düşük değerlerin mayıs ayının olduğu tespit edilmiştir.

### Sıcaklık

Yüzey suyu sıcaklık değerlerine bakıldığında en yüksek yüzey suyu sıcaklık değerleri eylül ayında, en düşük sıcaklık değerlerinin ise ocak ayında olduğu tespit edilmiştir. Mayıs ayında numune alınması sırasında pH metre arızalandığından sıcaklık değeri okunamamıştır. Birinci istasyonda elde edilen sıcaklık değerlerine bakıldığında yüksek değerlerin eylül ayında en düşük değerlerin ocak ayının olduğu tespit edilmiştir.

### İletkenlik

Analiz sonuçlarına bakıldığında bütün istasyonlarda kasım ve ocak aylarında iletkenliğin arttığı, mart ve mayıs aylarında azaldığı tespit edilmiştir. Birinci istasyonda eylül ayından mayıs ayına kadar belirli bir azalma tespit edilmiştir.

### Toplam Sertlik

Analiz sonuçlarına bakıldığında istasyonlarda toplam sertlik miktarlarının en yüksek kasım ayında, en düşük ocak ayında olduğu tespit edilmiş ayrıca mart ve mayıs aylarında artış gösterdiği ortaya çıkarılmıştır. Birinci istasyonda diğer istasyonlardan farklı olarak ocak ayında toplam sertlik miktarında çok büyük bir yükselme görülmektedir.

### Alkanite

Analiz sonuçlarına bakıldığında alkanite değerlerinin üçüncü, dördüncü ve beşinci istasyonlarda eylül ayında en yüksek değerde olduğu ocak, mart ve mayıs aylarında ise düşük değerlerde olduğu tespit edilmiştir. Birinci istasyonun diğer istasyonlardan farklı olarak ocak ayında en yüksek, mayıs ayında ise en düşük alkanite değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Alkanite değerleri ile pH arasında bir ilişki bulunmaktadır. Suyun asiditesi azaldığında alkanite değerinin yükseldiği grafiklerde de görülmektedir.

### Demir

Yüzey suyu numunelerinin analiz sonuçlarına bakıldığında demir derişimlerinin beşinci istasyonda kasım, ocak, mart, mayıs aylarında, ikinci istasyonun da kasım ayındaki demir miktarının yüksek olduğu tespit edilmiştir. Beşinci istasyondaki demir derişiminin yüksek olması Karasu Çayından göle yüksek miktarda demir içerikli bileşiklerin deşarj olduğunu düşünmemize neden olmuştur. Birinci istasyonda diğer istasyonlardan daha düşük demir derişiminin olduğu görülmektedir. Bu durum ile Menderes Nehrinden göle demir içerikli bileşiklerin deşarj olmadığı düşünölmektedir.

Sediment numunelerinin analiz sonuçlarına bakıldığında bütün istasyonlardaki demir derişimlerinin eylül ve kasım aylarında diğer aylara göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Birinci istasyonda da diğer istasyonlarda olduğu gibi eylül ve kasım aylarında demir derişiminin diğer aylara göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

## Alüminyum

Su numunelerindeki analiz sonuçlarına bakıldığında en yüksek alüminyum derişimleri ikinci istasyon da kasım ayında, üçüncü istasyon da eylül ve ocak aylarında, dördüncü istasyon da kasım ayında, beşinci istasyon da eylül ve kasım aylarında olduğu tespit edilmiştir. Birinci istasyondan alınan mayıs ayındaki su örneklerinin alüminyum derişimi çok yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu durumda Menderes Nehrinden göle alüminyum içerikli bileşiklerin deşarj olduğu düşünülmektedir.

Sediment numunelerindeki analiz sonuçlarına bakıldığında alüminyum derişimi bütün istasyonlarda ocak ayında en yüksek; eylül, kasım ve mayıs aylarında ise alüminyum derişimlerinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Birinci istasyondan alınan sediment örneklerindeki alüminyum derişimlerinin ocak ayında en yüksek; eylül ve kasım aylarında ise düşük seviyelerde olduğu tespit edilmiştir.

## Bor

Su numunelerindeki analiz sonuçlarına bakıldığında bütün istasyonlardaki bor derişimlerinin eylül ayında çok yüksek, diğer aylarda ise daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Birinci istasyondan alınan su örneklerindeki bor derişimleri eylül ayında düşük; diğer aylarda ise daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu durumda eylül ayında göle Menderes Nehrinden bor içerikli bileşiklerinin deşarjının diğer aylara göre daha az miktarda olduğu tespit edilmiştir.

Sediment numunelerindeki analiz sonuçlarına bakıldığında dördüncü istasyonda en yüksek değerin kasım ayında en düşük değerin ise mayıs ayında olduğu; ikinci, üçüncü ve beşinci istasyonlarda eylül ayından mayıs ayına doğru bor derişiminde bir azalma olduğu tespit edilmiştir. Birinci istasyonda bor derişiminin kasım ayında en yüksek, ocak ayında ise en düşük seviyede olduğu tespit edilmiştir.

## Mangan

Su numunelerindeki analiz sonuçlarına bakıldığında mangan derişimleri beşinci istasyonda eylül ve kasım aylarında; ikinci ve üçüncü istasyonlarda ise kasım ayında; üçüncü istasyonda eylül ayında yüksek olduğu tespit edilmiştir. Birinci istasyonda mangan derişiminin mayıs ayında en yüksek, kasım ayında ise en düşük seviyede olduğu tespit edilmiştir.

Sediment numunelerindeki analiz sonuçlarına bakıldığında mangan derişimlerinin ocak, mart ve mayıs aylarında yüksek; eylül ve kasım aylarında düşük değerde olduğu görölmektedir. Mangan derişimi ile demir derişimi biyolojik olarak birbiriyle ters orantılıdır. Yaptığımız çalışmada da mangan ile demir derişimlerinin birbiriyle ters orantılı olduğu tespit edilmiştir.

#### Nikel

Su numunelerindeki analiz sonuçlarına bakıldığında mangan derişimlerinin ikinci, üçüncü ve dördüncü istasyonlarda ocak ayında; dördüncü istasyonda ise eylül ayında yüksek olduğu tespit edilmiştir. Birinci istasyonda nikel derişiminin en yüksek ocak ayında, en düşük ise eylül ayında olduğu tespit edilmiştir.

Sediment numunelerindeki analiz sonuçlarına bakıldığında nikel derişimlerinin ikinci, üçüncü ve dördüncü istasyonlar kasım ayında; beşinci istasyonda da mayıs ayında en yüksek değerlerde olduğu tespit edilmiştir. Birinci istasyondaki nikel derişimlerine bakıldığında diğer istasyonlara göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu durum da göle nikel içerikli bileşiklerin Menderes Nehrinden deşarj olduğu düşünölmektedir.

#### Bakır

Su numunelerindeki analiz sonuçlarına bakıldığında bakır derişiminin üçüncü, dördüncü ve beşinci istasyonlarda ocak ayında; ikinci istasyonda ise mayıs ayında en yüksek değerde olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca en düşük bakır derişimlerinin kasım ayında olduğu tespit edilmiştir. Birinci istasyondaki bakır derişimleri diğer istasyonlarda olduğu gibi en yüksek ocak en düşük kasım ayında olduğu tespit edilmiştir.

Sediment numunelerindeki analiz sonuçlarına bakıldığında bakır derişiminin üçüncü istasyonda kasım, mart ve mayıs aylarında yüksek; beşinci istasyonda ise düşük olduğu görölmektedir. Bundan dolayı beşinci istasyonun bulunduğu Karasu Çayından bakır içerikli bileşiklerin göle deşarj olmadığı düşünölmektedir. Birinci istasyonda bakır derişiminin kasım ayında en yüksek, ocak ayında en düşük seviyede olduğu tespit edilmiştir.

## Krom

Su numunelerindeki analiz sonuçlarına bakıldığında krom derişimleri eylül ayı dışında tayin edilememiştir. Krom derişimi en yüksek dördüncü istasyonda, en düşük beşinci istasyonda tayin edilmiştir.

Sediment numunelerindeki analiz sonuçlarına bakıldığında krom derişimlerinin ikinci istasyonda kasım ayında; dördüncü ve beşinci istasyonlarda mart ve mayıs aylarında yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu durum Karasu Çayının mart ve mayıs aylarında kromlu bileşiklerin göle deşarj olduğu düşünülmektedir. Birinci istasyonda en yüksek krom derişimi kasım ayında en düşük krom derişimi ise eylül ayında olduğu tespit edilmiştir. Birinci istasyondaki krom derişimleri diğer istasyonlara göre genel olarak daha yüksektir. Bunun nedeni olarak Menderes Nehrinden kromlu bileşiklerin deşarj olduğu düşünülmektedir.

## Baryum

Su numunelerindeki analiz sonuçlarına bakıldığında baryum derişimlerinin bütün istasyonlarda eylül ayında en yüksek, mayıs ayında ise en düşük seviyede olduğu tespit edilmiştir. Birinci istasyonda ise baryum derişiminin eylül ayında en yüksek, mayıs ayında ise en düşük olduğu tespit edilmiştir.

Sediment numunelerindeki analiz sonuçlarına bakıldığında baryum derişimlerinin dördüncü ve beşinci istasyonlarda mart ve mayıs aylarında yüksek seviyede olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle Karasu Çayından baryum içerikli bileşiklerin göle deşarj olduğu düşünülmektedir. Birinci istasyondaki analiz sonuçlarına bakıldığında ocak ayında diğer bütün analizlere göre çok yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle Menderes Çayından baryum içerikli bileşiklerin göle deşarj olduğu düşünülmektedir.

## Çinko

Su numunelerindeki analiz sonuçlarına bakıldığında çinko derişimlerinin üçüncü, dördüncü ve beşinci istasyonlarda eylül ve ocak ayında yüksek; kasım ve mayıs aylarında düşük olduğu ikinci istasyonda ise eylül ve ocak aylarında yüksek; mart, mayıs ve kasım aylarında düşük olduğu tespit edilmiştir. Birinci istasyonda çinko derişimlerinin eylül ayından mayısa doğru bir azalma gösterdiği tespit edilmiştir.



Sediment numunelerindeki analiz sonuçlarına bakıldığında çinko derişimlerinin ikinci istasyonda ocak ve mart aylarında; üçüncü istasyonda ise ocak ayında yüksek olduğu tespit edilmiştir.

#### Kobalt

Su numunelerindeki analiz sonuçlarına bakıldığında kobalt derişimi ikinci istasyonun kasım ayı dışındaki bütün istasyonlarda sadece eylül ayında tespit edilmiştir. En yüksek kobalt derişimi üçüncü istasyonda eylül ayında tespit edilmiştir.

Sediment numunelerindeki analiz sonuçlarına bakıldığında çinko derişimleri ikinci istasyonda kasım ve ocak aylarında; üçüncü istasyonda ocak ayında; dördüncü istasyonda eylül ayında; beşinci istasyonda eylül ve mayıs aylarında yüksek seviyede olduğu tespit edilmiştir. Birinci istasyondaki kobalt derişimi kasım ayında en yüksek, eylül ayında ise en düşük seviyede olduğu tespit edilmiştir.

#### Kadmiyum

Su numunelerindeki analiz sonuçlarına bakıldığında kadmiyum derişiminin birinci istasyonun kasım ayı dışındaki bütün istasyonlarda sadece eylül ayında tespit edilmiştir. En yüksek kobalt derişimi üçüncü istasyonun ocak ayında tespit edilmiştir.

Sediment numunelerindeki analiz sonuçlarına bakıldığında kadmiyum derişimleri bütün istasyonlarda eylül ve kasım aylarında yüksek, mayıs ayında ise düşük seviyede olduğu tespit edilmiştir. Birinci istasyonda eylül ayında mayıs ayına doğru bir azalmanın olduğu tespit edilmiştir.



## KAYNAKLAR

- Akbaba, G. B. 2010. Kars Çayının Suyunda, Sedimentinde ve Buradan Avlanan Karabalıklarda (*Capoeta capoeta capoeta Guldenstaedt,1772*) Bazı Ağır Metallerin Derişim Düzeylerinin İncelenmesi. Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kars.
- Akın, M., Akın, G. 2007. Suyun önemi, Türkiye’de su potansiyeli, su havzaları ve su kirliliği. **Ankara Üni. Dil ve Tarih-Çoğrafya Fak. Der.**, 47(2): 105-118.
- Anonim (20.06.2014). Google Maps. Aydın-Azap Gölü Güzergahı, [https://www.google.com/maps/mm?authuser=0&hl=tr].
- Arslan, Ç., Parlak, H., Katalay, S. 2005. Ege denizinde yaşayan balıkların (*Gobius niger L., 1758*) karaciğer dokusundaki bazı ağır metallerin birikimi. **Ege Üni. Su Ürünleri Dergisi**, 22: 385-388.
- Baykurt, F., Baykurt, S., Aydın, A. 1987. Su kirleticileri ve özellikleri. Çevre Sorunları ve Korunma. İstanbul Üniversitesi Yayınları, pp.131-134, İstanbul.
- Bozyiğit, R., Karaaslan, T. 1998. Su kirliliği. Çevre Bilgisi. **Nobel Yayınları**, pp. 57-92, Ankara.
- Canbrolle, J., Garcia, J., Figueroa, M., Cantos, M. 2015. Evaluating wild grapevine tolerance to copper toxicity. **Chemosphere**, 120: 171-178.
- Coates, T. 2014. Physiology and pathophysiology of iron in hemoglobin-associated diseases. **Free Radical Biology and Medicine**, 72: 23-40.
- Darolles, C., Sage, N., Armengaud, J., Malard, V. 2013. *In vitro* assessment of cobalt oxide particle toxicity: İdentifying and circumventing interference. **Toxicology in vitro**, 27: 1699-1710.
- Gökten, A. 2013. Çorum ili barajlarındaki su, sediment, toprak ve biyolojik materyallerde ağır metal izlenmesi ve değerlendirilmesi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Güler, Ç., Çobanoğlu, Z. 1994. Sağlıklı içme sularının nitelikleri. Su Kirliliği, Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi, pp.12-30, Ankara.

- Güven, G. 2004. Büyük Menderes Nehri, Aydın Yöresindeki Sularda Bazı Kirleticilerin Düzeylerinin Araştırılması. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Aydın.
- Gündüz, T. 2012. Çevre kirlenmeleri ve kimyasal temelleri. Çevre Kimyası, Gazi Kitap Evi, pp.53-81, Ankara.
- Kanagaraj, J., Babu, N., Mandal, A. 2008. Recovery and reuse of chromium from chrome tanning waste water aiming towards zero discharge of pollution, **Journal of Cleaner Production**, 16: 1807-1813.
- Kannan, S., Batvari, D., Lee, K., Kannan, N., Krishnamoorthy, R., Shanthi, K., Jaryaprakash, M. 2008. Assessment of heavy metals (Cd, Cr and Pb) in water, sediment and seaweed (*Ulva lactuca*) in the pulicat lake, **Chemosphere**, 71: 1233-1240.
- Karpuzcu, M. 2007. Çevre Kirlenmesi ve Kontrolü, 9. Baskı, Kubbealtı Yayınları, İstanbul.
- Kayhan, F. 2006. Su Ürünlerinde kadmiyum biyobirikimi ve toksitesisi. **Ege Üni. Su Ürünleri Der.**, 23: 215-220.
- Kır, İ., Tuncay, Y., Tekin, S. 2007. Kovada Gölü'nün su ve sedimentlerindeki bazı ağır metallerin mevsimsel değişimi. **Ege Üni. Su Ürünleri Der.**, 24: 155-158.
- Kır, İ., Tumantozlu, H., 2012. Karacaören-II Baraj Gölündeki su, sediment ve sazan (*Cyprinus carpio*) örmeklerindeki bazı ağır metal birikiminin incelenmesi. **Ekoloji Der.**, 21(82): 65-70.
- Kocataş, A. 2008. Çevre kirlenmesi, Çevre Biyolojisi. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, pp. 456-471, İzmir.
- Mumcu F., Barlas, M., Kalyoncu, H. 2009. Dipsiz- Çine çaylarının (Muğla-Aydın) epilitik diyaomeleri. **Süleyman Demirel Üni. Fen Bil. Der.**, 4: 23-34.
- Ning, L., Liyuan, Y., Jurui, D., Xugui, P. 2011. Heavy metal pollution in surface water of linglong gold mining area. **Procedia Environmental Sciences**, 10: 914-917.

- Nguyen, H., Leermakers, .M., Osan, J., Török, S., Baeyens, W. 2005. Heavy metals in lake Balaton: water column, suspended matter, sediment and biota. **Science of the Total Environment**, 340:213-230.
- Özbay, Ö., Göksu, Z., Alp, M., Sungur, M. 2013. Bardan Çay'ı (Tarsus-Mersin) sedimentinde ağır metal düzeylerinin araştırılması. **Ekoloji Der.**, 22(86): 68-74.
- Poschenrieder, C., Gunse, B., Carrales, İ., Barcelo, J. 2008. A glance into aluminum toxicity and resistance in plants. **Science of The Total Environment**, 356-368.
- Ruilian, Y., Xing, Y., Yuanhui, Z., Gongren, H., Xianglin, T. 2008. Heavy metal pollution in intertidal sediments from Quanzhou Bay. **Journal of Environmental Sciences**, 20: 664-669.
- Solak, M., Doğan, M. 2000. Suyun özellikleri ve suyun kirliliği. Su Kimyası. Erciyes Üni. Yayınları, pp.1-155, Kayseri.
- Sönmez, A., Hisar, O., Yanık, T. 2012. Karasu ırmağında ağır metal kirliliğinin tespiti ve su kalitesine göre sınıflandırılması. **Atatürk Üni. Ziraat Fak. Der.**, 43(1): 69-77.
- Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği, 31.12.2004, Resmi Gazete Sayısı : 25687
- Taylan, Z., Özkoç, H. 2007. Potansiyel ağır metal kirliliğinin belirlenmesinde akuatik organizmaların biokullanabilirliği. **Balıkesir Üni. Fen Bil. Der.**, 9(2): 17-33.
- Uluturhan, E., Küçüksezgin, F., Cihangir, B. 2005. Ege denizi kıyılarındaki Kıрма Mercanda ( *Pagellus Erythrinus*) ağır metal birikimi. Dokuz Eylül Üni. Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü, İzmir.
- Tanyolaç, J. 2004. Suyun kimyasal özellikleri. Limnoloji. Hatiboğlu Yayınları, pp.63-73, Ankara.
- Topbaş, M., Brohi A., Karaman, M. 1998. Çevre kirliliğine sebep olan faktörler. Çevre Kirliliği. Çevre Bakanlığı Yayınları, pp.12-61, Ankara.
- Toroğlu, E., Toroğlu, S., Alaeddinoğlu, F. 2006. Aksu Çayı'nda (Kahramanmaraş) akarsu kirliliği. **Coğrafi Bilimler Der.**, 4: 93-103.

- Wang, L. F., Yang, L.Y. , Kong, L. H., Li, S., Zhu, J. R., Wang, Y. Q. 2014. Spatial distribution, source identification and pollution assessment of metal content in the surface sediments of Nansi Lake, China. **Journal of Geochemical Exploration**, p. 9, China.
- Wang, Q., Chen, J., Gu,K., Zhang, Y., Zhu, Y., Zhou, Y., Ye, L. 2009. Adverse health effects of lead exposure on children and exploration to internal lead indicator. **Science of the Total Environment**, 407: 5986-5992.
- Wolska, J., Bryjak, M. 2013. Methods hor boron removal from aqueous solutions. **Desalination**, 3(10): 18-24.
- Yılgör, S. 2012. Bafa Gölü Sedimanlarındaki Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması. Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir.

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Aykut KİRACI  
Doğum Yeri ve Tarihi : Fatih, 15.09.1990

### EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Edebiyat  
Fakültesi, Kimya Bölümü  
2007-2012  
Yüksek Lisans Öğrenimi : Adnan Menderes Üniversitesi,  
Fen Bilimleri Enstitüsü,  
Kimya Anabilim Dalı  
2012-2014  
Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

### İŞ DENEYİMİ

	Yıl	Görev
Jmw Jant San.	2012-2013	Kimyager
Fen Bilimleri Dershaneleri	2011-2012	Kimya Öğretmeni

### İLETİŞİM

E-posta Adresi : aykut\_kiraci@hotmail.com  
Tarih : 17.10.2014