

T.C.
GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GEBZE VE CİVARINDAKİ YÜZEY
SULARININ KALİTESİNİN BELİRLENMESİ

Emrah UYSAL
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

GEBZE
2010

T.C.
GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GEBZE VE CİVARINDAKİ YÜZEY
SULARININ KALİTESİNİN BELİRLENMESİ

Emrah UYSAL
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI
Yrd. Doç. Dr. Salim ÖNCEL

GEBZE
2010



YÜKSEK LİSANS TEZİ JÜRİ ONAY SAYFASI

G.Y.T.E. Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun tarih ve sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından tarihinde tez savunma sınavı yapılan Emrah UYSAL'ın tez çalışması Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

JÜRİ

ÜYE

(TEZ DANIŞMANI) : Yrd. Doç. Dr. Salim ÖNCEL

ÜYE

: Doç. Dr. Aziz TANRISEVEN

ÜYE

: Doç. Dr. Ahmet KARAGÜNDÜZ

ONAY

G.Y.T.E. Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun/...../20... tarih ve/..... sayılı kararı.

İMZA/MÜHÜR

ÖZET

TEZİN BAŞLIĞI: GEBZE VE CİVARINDAKİ YÜZEY SULARININ KALİTESİNİN BELİRLENMESİ

YAZAR ADI : EMRAH UYSAL

Bu çalışmada, Kocaeli İli'nin Gebze İlçesi ve civarındaki yüzey sularının kalitesinin tespiti üzerinde çalışılmıştır.

Gebze ve civarında bulunan yüzey ve yer altı suları bugün büyük bir tehdit altındadır. Bu çalışmada, yüzey sularının farklı noktalarından numuneler alınmıştır. Alınan numuneler TÜBİTAK ULUSAL METROLOJİ ENSTİTÜSÜ (UME) Kimya Grubu İnorganik Analitik Kimya laboratuvarlarında HR-ICP-MS cihazında analiz edilmiştir. Analizlerde Al, As, B, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Sb, Se, Sr, V, Zn konsantrasyonları tespit edilmiş ve değerlendirilmiştir. Bunlara ek olarak pH, iletkenlik ve çözünmüş oksijen ihtiyacı ölçümleri de yapılmıştır.

SUMMARY

**TITLE OF THE THESIS : THE DETERMINATION OF THE QUALITY OF
SURFACE WATERS IN GEBZE AND
SURROUNDINGS**

AUTHOR : EMRAH UYSAL

In this study, the determination of the quality of surface waters in Gebze and surroundings which is the district of Kocaeli Province has been studied .

The surface waters and groundwaters in Gebze and surroundings are under a great threat today. In this study, samples have been taken from different points of the surface waters. The samples have been analysed in the laboratories of Chemistry Department in TÜBİTAK National Metrology Institute. The concentrations of Al, As, B, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Sb, Se, Sr, V, Zn have been determined and evaluated. In addition to these analyses, pH, conductivity and dissolved oxygen demand have been measured.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmamda beni yönlendiren, bilimsel katkılarını benden esirgemeyen ve her türlü desteği sağlayan danışman hocam Çevre Mühendisliği Bölüm Başkan Yardımcısı Yrd. Doç. Dr. Salim ÖNCEL'e,

Bu tez çalışması sürecince vermiş oldukları destek ile TÜBİTAK ULUSAL METROLOJİ ENSTİTÜSÜ Müdür Vekili Sayın M. Sermet Süer'e, Teknik Müdür Yardımcısı Sayın Dr. Şakir Baytaroğlu'na, Kimya Grubu Laboratuvarları sorumlusu Sayın Doç. Dr. Oktay CANKUR'a, Doç. Dr. Nilgün TOKMAN'a ve Kimya Grubu çalışanlarından Recep ÇAPKIN'a,

Ve her zaman yanımda olan ve bana maddi ve manevi destek veren aileme en içten duygularıyla teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	IV
SUMMARY	V
TEŞEKKÜR	VI
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	VII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ	IX
TABLolar DİZİNİ	XI
 1. GİRİŞ	 1
1.1. Amaç ve Kapsam	1
1.2. Coğrafi Özellikler	3
1.3. Literatür Özeti	4
 2. GEBZE VE ÇEVRESİNİN GENEL ÖZELLİKLERİ	 6
2.1. Gebze'deki Nüfus ve Yıllara Bağlı Olarak Değişimi	7
2.2. Ulaşım ve yerleşim	8
2.3. İklim Özellikleri	8
2.3.1. Sıcaklık	8
2.3.2. Rüzgar	9
2.3.3. Yağış	10
2.4. Hidrografik Özellikler	11
2.4.1. Akarsular	11
2.4.2. Göletler	11
2.4.3. Yeraltı Suları	11
 3. YÜZEY SUYU ÖZELLİKLERİ VE KİRLİLİK	 12
3.1. Ağır Metal İçeren Atık Sular	12
3.2. Atık Sulardan Numune Alma ve Hazırlama Yöntemleri	13
3.3. Ağır Metallerin Toksik Etkileri	14
3.4. Ağır Metal içeren Sular İçin Kalite Kriterleri	15
3.5. Ağır Metal içeren Sular İçin Su Kalitesi Sınıfları	16

4. MATERYAL VE METOT	17
4.1. Materyal	17
4.2. Kullanılan Kimyasallar	19
4.3. Kullanılan Referanslar	19
4.4. Kullanılan Cihazlar	19
4.4.1. Thermo Finnigan Element 2 HR-ICP-MS	19
4.4.2. Diğer Cihazlar	21
4.5. Laboratuvardaki Çevre Şartları	21
4.6. Metot	21
4.6.1. Çözünmüş Oksijen İhtiyacı	21
4.6.2. İletkenlik	22
4.6.3. pH	22
5. DENEYSEL BULGULAR VE TARTIŞMA	23
5.1. Analiz Sonuçlarının Lokasyonel Değerlendirilmesi	23
5.1.1. Ballıkaya	23
5.1.2. Denizli Göleti	24
5.1.3. Mollafenari	25
5.1.4. GYTE Çayırova Kampüsü	26
5.1.5. Cumaköy	27
5.1.6. Dilderesi	27
5.1.7. Tavşanlı	28
5.1.8. Dilovası	28
5.1.9. Yediler	29
5.2. Analiz Sonuçlarının Genel Değerlendirilmesi	29
5.3. Ağır Metal Sonuçları ve İstatistiksel Değerlendirilmesi	31
5.4. pH Tayin Sonuçları ve Grafikleri	50
5.5. İletkenlik Tayin Sonuçları ve Grafikleri	51
5.6. Çözünmüş Oksijen İhtiyacı Sonuçları ve Grafikleri	52
4. SONUÇ VE ÖNERİLER	53
KAYNAKLAR	55

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AAS	Atomik Absorbsiyon Spektrometresi
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
GYTE	Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü
DSİ	Devlet Su İşleri
LR	Low Resolution
MR	Medium Resolution
HR	High Resolution
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
UME	Ulusal Metroloji Enstitüsü
HR-ICP-MS	High Resolution ICP-MS
EPA	Environmental Protection Agency
EC	European Community
WHO	World Health Organization

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Açıklama</u>	<u>Sayfa</u>
1.1.	Gebze ve Civarını Gösteren Harita	3
2.1.	Gebze'nin Yıllık Rüzgar Gülü	10
4.1.	İnceleme Alanını Gösteren Harita	18
5.1.a.	Ağustos Ayına ait metal-metal korelasyon grafikleri	37
5.1.b.	Ağustos Ayına ait metal-metal korelasyon grafikleri	38
5.1.c.	Ağustos Ayına ait metal-metal korelasyon grafikleri	39
5.2.a.	Kasım Ayına ait metal-metal korelasyon grafikleri	40
5.2.b.	Kasım Ayına ait metal-metal korelasyon grafikleri	41
5.2.c.	Kasım Ayına ait metal-metal korelasyon grafikleri	42
5.3.	Ağustos ve Kasım Aylarında Gebze Civarından Alınan Su Numunelerindeki Alüminyum Derişimi	43
5.4.	Ağustos ve Kasım Aylarında Gebze Civarından Alınan Su Numunelerindeki Arsenik Derişimi	43
5.5.	Ağustos ve Kasım Aylarında Gebze Civarından Alınan Su Numunelerindeki Bor Derişimi	44
5.6.	Ağustos ve Kasım Aylarında Gebze Civarından Alınan Su Numunelerindeki Kadmiyum Derişimi	44
5.7.	Ağustos ve Kasım Aylarında Gebze Civarından Alınan Su Numunelerindeki Kobalt Derişimi	45
5.8.	Ağustos ve Kasım Aylarında Gebze Civarından Alınan Su Numunelerindeki Krom Derişimi	45
5.9.	Ağustos ve Kasım Aylarında Gebze Civarından Alınan Su Numunelerindeki Bakır Derişimi	46
5.10.	Ağustos ve Kasım Aylarında Gebze Civarından Alınan Su Numunelerindeki Demir Derişimi	46
5.11.	Ağustos ve Kasım Aylarında Gebze Civarından Alınan Su Numunelerindeki Manganez Derişimi	47
5.12.	Ağustos ve Kasım Aylarında Gebze Civarından Alınan Su Numunelerindeki Nikel Derişimi	47
5.13.	Ağustos ve Kasım Aylarında Gebze Civarından Alınan Su Numunelerindeki Kurşun Derişimi	48
5.14.	Ağustos ve Kasım Aylarında Gebze Civarından Alınan Su Numunelerindeki Antimon Derişimi	48
5.15.	Ağustos ve Kasım Aylarında Gebze Civarından Alınan Su Numunelerindeki Selenyum Derişimi	49
5.16.	Ağustos ve Kasım Aylarında Gebze Civarından Alınan Su Numunelerindeki Vanadyum Derişimi	49
5.17.	Ağustos ve Kasım Aylarında Gebze Civarından Alınan Su Numunelerindeki Çinko Derişimi	50
5.18.	Gebze Civarında Ağustos ve Kasım Aylarındaki pH Değerleri	51
5.19.	Gebze Civarında Ağustos ve Kasım Aylarındaki İletkenlik Değerleri	52
5.20.	Gebze Civarında Ağustos ve Kasım Aylarındaki Çözünmüş Oksijen İhtiyacı Değerleri	53

TABLOLAR DİZİNİ

<u>Tablo</u>	<u>Açıklama</u>	<u>Sayfa</u>
2.1.	Sayım Yıllarına Göre Gebze Nüfusu	7
3.1.	TSE, WHO, EC ve ABD Çevre Koruma Ajansına Göre Toksik Maddelerin Sınır Değerleri (mg/L)	16
4.1.	Ağır Metal Analizlerinde Kullanılan Referans Madde	19
5.1.	Ağustos ayına ait ağır metal analiz sonuç derişimleri ve standart sapma değerleri (ppb)	32
5.2.	Kasım ayına ait ağır metal analiz sonuç derişimleri ve standart sapma değerleri (ppb)	33
5.3.	Ağustos Ayına Ait Metal-Metal Korelasyon ve Anlamlılık Değerleri	35
5.4.	Kasım Ayına Ait Metal-Metal Korelasyon ve Anlamlılık Değerleri	36
5.5.	Ağustos ve Kasım Aylarına ait pH değerleri	50
5.6.	Ağustos ve Kasım Aylarına ait iletkenlik değerleri ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	51
5.7.	Ağustos ve Kasım aylarına ait iletkenlik değerleri (ppm)	52

1. GİRİŞ

1.1. Amaç ve Kapsam

Canlılar için yaşamsal bir değere sahip olan su, bu özelliğinden dolayı geniş bir kullanım alanı bulmaktadır. Oldukça fazla miktarlara ulaşan kullanılmış suların uygun bir biçimde uzaklaştırılması çevre kirliliğinin önlenmesi açısından oldukça önemlidir.

Su içerisinde mevcut olan her türlü madde belirli bir konsantrasyonu aştığı zaman sağlık için zararlıdır. Eser miktarlarda olması halinde bile toksik olabilen maddeler arasında alüminyum (Al), arsenik (As), bor (B), kadmiyum (Cd), kobalt (Co), krom (Cr), bakır (Cu), demir (Fe), mangan (Mn), nikel (Ni), kurşun (Pb), antimon (Sb), selenyum (Se), stronsiyum (Sr), vanadyum (V), çinko (Zn) gibi başlıca ağır metaller sayılabilir.

Ağır metalleri içeren atıksular genellikle endüstrilerden kaynaklanmakta, ya bir ön arıtmadan sonra veya hiç arıtılmadan kanalizasyon sistemine deşarj edilmektedir.

Modern teknoloji ağır metallerin kullanımına, geçmiştekinden daha fazla gereksinim duymaktadır. Maden tasfiyeleri, fosil maddelerin yakılması ve diğer endüstriyel atıklarla bu elementlerin tonlarcası atmosfere ve sulara karışmaktadır.

Ağır metalleri ihtiva eden kullanılmış suların doğrudan alıcı ortamlara verilmesi, bu ortamdaki canlı hayatını tehlikeye sokar. Kitle halindeki balık ölümleri çoğu zaman zehirli maddelerin su yataklarına verilmesi neticesinde ortaya çıkmaktadır. Had safhadaki zehirlenmeler, zehirleyici tesiri yüksek olan maddelerin düşük konsantrasyonlarında veya zehirleyici tesiri düşük olan maddelerin yüksek konsantrasyonlarında meydana gelebilir. Su ortamındaki zehirlenme olaylarının fark edilmesi için bazen haftalar hatta aylar geçmesi gerekebilir.

Gerek ekosistem değerlerinin korunması ve gerek insan sağlığının

korunması bakımından hava, su, toprak gibi alıcı ortamların kirlenmeye karşı korunması için neler yapılması gerektiği günümüz toplumlarının çevreye duyarlı grupları tarafından ciddi bir şekilde araştırılmaktadır.

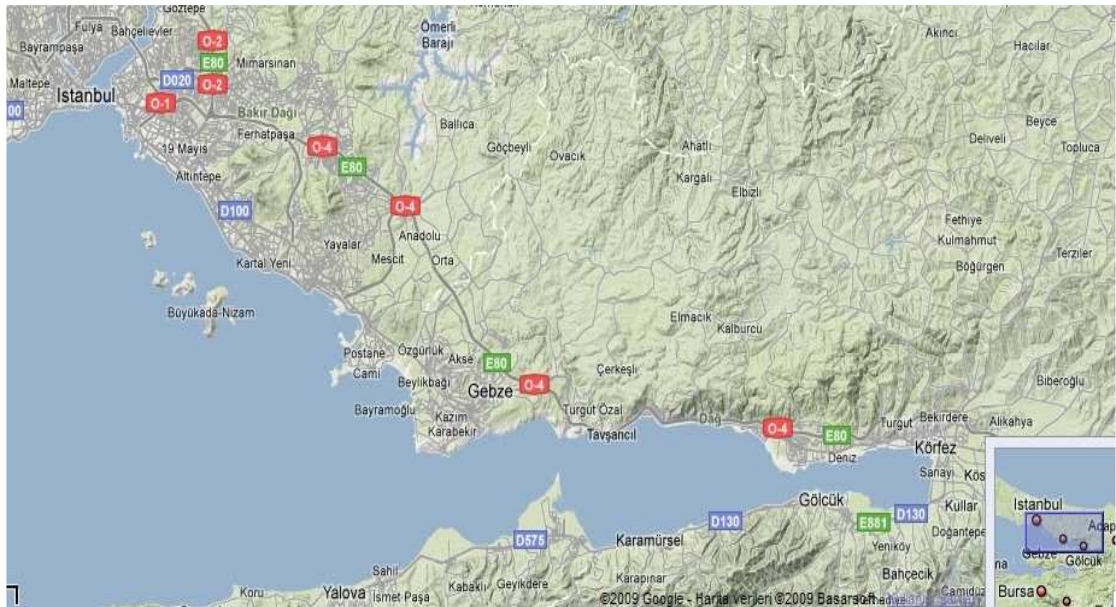
Bu tezde; Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Çevre Mühendisliği Bölümü Yüksek Lisans bitirme tezi çalışması olarak Gebze yüzey sularının kalitesinin belirlenmesi amacıyla Gebze ve civarında belirlenen lokasyonlardan alınan su örneklerinin analizi, sonuçların yorumlanması ve standartlarla karşılaştırılması amaçlanmıştır. Çalışma boyunca TÜBİTAK UME altyapısında bulunan ve ileri teknoloji ürünü High Resolution ICP-MS cihazı ile ağır metal analizleri yapılmıştır. Analizlerde alüminyum (Al), arsenik (As), bor (B), kadmiyum (Cd), kobalt (Co), krom (Cr), bakır (Cu), demir (Fe), mangan (Mn), nikel (Ni), kurşun (Pb), antimon (Sb), selenyum (Se), stronsiyum (Sr), vanadyum (V), çinko (Zn) konsantrasyonları tespit edilmiş ve değerlendirilmiştir. Bunlara ek olarak pH, iletkenlik ve çözünmüş oksijen ihtiyacı ölçümleri de yapılmıştır.

1.2. Coğrafi Özellikler

Araştırma sahasını oluşturan Gebze İlçesi, Marmara Bölgesinin Kocaeli İli sınırları içerisinde yer alır. İdari bakımdan Kocaeli İli'ne bağlı olan Gebze bu merkeze yaklaşık 45 km uzaklıktadır. Gebze İlçesi denizden 130 m yükseklikte bulunmaktadır.

Gebze İlçesi yönetim bölgesi alanı, yaklaşık 584 km² kadardır. Bu arazi batıdan Tuzla ve Pendik ve Beykoz, kuzeyden Şile, doğudan Körfez ve güneyden de İzmit Körfezi ile çevrilidir. Gebze ve civarı Şekil 1'deki haritada görülmektedir.

Gebze, Marmara Bölgesi içinde yer alan Kocaeli İli'nin sınırları içerisinde olup 40⁰.48' kuzey enlemleri ile 29⁰.26' doğu boylamlarında yer almaktadır. Saha coğrafi konumu nedeni ile Akdeniz iklimi ile Karadeniz iklimi arasında bir geçiş iklimine sahiptir. Gebze'de yıllık ortalama toplam yağış miktarı 814.1 mm, ortalama sıcaklık ise 14.5 °C kadardır.



Şekil 1.1. Gebze ve Civarını Gösteren Harita

1.3. Literatür Özeti

Bu bölümde diğer yüzey sularında, göllerde ve bölgede yapılmış çalışmalardaki ağır metallerin sulardaki toksik etkilerine değinen literatür bilgilerine yer verilmiştir.

Yaramaz (1981), İzmir Körfezinde kurşun ve kadmiyum elementlerinin dağılımını ve kaynaklarını araştırmışlardır. Yüzey sularındaki kurşun ve kadmiyumun aylık dağılımlarında farklı değişimler bulmuş ve kirlenme kaynaklarının yağmur suları, sel suları ve havadan geldikleri sonucuna varmışlardır.

Uysal ve Tunçer (1984), İzmir körfezindeki yaptıkları çalışmada balık türlerinde ve denizde bulunan ağır metal miktarları üzerinden giderek su kirliliği hakkında bir sonuca ulaşmaya çalışmışlardır. Körfezde buldukları ağır metal miktarlarının İzmir iç körfezinde, dış körfezden çok daha fazla olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Karapire (1998), tarafından açıklandığı üzere 1989 yılındaki bir çalışmada, Gediz nehrindeki demir derişiminin diğerlerine oranla daha düşük olduğunu belirlenmiştir. Bunun nedeni nehirlerdeki yüksek karbon bileşikleri ve organik maddeler bakımından zenginliğe bağlamışlardır.

Aksu (1998), İzmir Körfezinde deniz kirliliğinin boyutlarını araştırmıştır. 24 örnek üzerinde belirlenen 41 elementin analizleri sonucu iç ve orta körfezde toplam organik karbon ve sülfür ile gelişen Ag, As, Cd, Cr, Cu, Hg, Mo, P, Pb, Sb, Sn, Ti, V ve Zn gibi ağır metallerin derişimlerinde önemli bir artış olduğunu saptamıştır. Yapılan jeo-akümülyasyon hesapları ise iç ve orta körfezin Ag, Cd, Hg, Mo ve Sb yönünden kirli ve çok kirli, As, Co, Cu, Pb ve Zn yönünden ise az kirli olduğu sonucuna varmıştır. Cr, V ve Tl yönünden ise bir kirlilik olmadığı sonucuna varmıştır. Dış körfezde ise Tuzla bölgesinin bazı bölgeleri dışında bir kirlilik saptanmamıştır.

Özyurt ve ark. (2004) Porsuk Baraj Havzası'ndaki su kalitesi ve kirliliğini konu alan araştırmalarında kurşun ve kadmiyum elementlerine ait yüksek derişimler ve düşük çözünmüş oksijen ihtiyacı tespit etmişlerdir. Araştırmalarının sonucunda Porsuk Baraj Havzası'ndaki kirliliğin Kütahya

kökenli olduğu belirlenmiştir. Kütahya İli'nin atık suları, azot, şeker ve magnezit fabrikası, Seyitömer Termik Santrali ve tarımsal kökenli kirleticilerin Porsuk Çayı'nı kirleten en önemli etkenler olduğu sonucuna da varılmıştır.

Arık ve ark. (2009), Kütahya ve civarında yaptıkları bir araştırmada bölgede bulunan maden yataklarından kaynaklanan ağır metal kirliliği üzerine bir çalışma yapmışlardır. Buna bağlı olarak Gümüşköy ve Şahin köyleri arasında bulunan gümüş, kurşun, çinko ve antimon yatakları ve bunlarla ilişkili olan As, Cd, Cu, Tl, Mn, Ba ve Sr ile temsil edilen polimetallik cevherleşme olduğu belirtilmiştir. ICP-MS ve ICP-OES cihazları kullanılarak yapılan analizler sonucunda su kirliliğinin maden yataklarına olan mesafeye doğru olarak arttığı ve Pb, Zn, Sb, Ag, Cd, ve As miktarlarının maden yataklarına yakın olan bölgelerde yüksek miktarda olduğu tespit edilmiştir.

Mutluay ve Demirok (1996) tarafından ağır metaller üzerine yapılan bir araştırmada Pb, Hg, Cu, Zn, gibi ağır metaller incelenmiştir. Bu ağır metallerin tamamının suda yaşayan canlılar için 1 ppm sınırında toksik olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca bu çalışmada iki ağır metal yada bir ağır metalin farklı bir madde ile yapmış olduğu sinerjik etki incelenmiştir. Örnek verilecek olursa bakır-çinko kombinasyonları bazen tek başına bakır veya çinkodan daha zehirlidir.

Brohi ve ark. (1998) tarafından çevre kirleticileri üzerine yapılan bir çalışmada ağır metaller ve iz elementler incelenmiş içme ve kullanma sularında izin verilebilir konsantrasyonları hakkında bilgi verilmiştir.

Barth ve ark. (1965) tarafından yapılan bir çalışmada krom, bakır, nikel, kadmiyum, civa gibi ağır metallerin kaynakları incelenmiş ve endüstrilerden kaynaklanan atıkların arıtılmadan kanalizasyon sistemlerine verilmesi sonucu bu ağır metallerin yüksek dozlarının atık su arıtma tesislerinde biyolojik sistemleri olumsuz yönde etkilediği hatta çalışmaz hale getirdiği tespit edilmiştir.

Higman ve ark. (2001) Amerika'da yapmış oldukları çalışmada Florida'da yer alan Cedar ve Ortega isimli nehirlerde ağır metal araştırması yapmışlardır. Analizler için 58 ayrı nokta seçilmiştir. Pb, Cu, Zn konsantrasyonlarının 0.10-1.5m arasında artış gösterdiği saptanmıştır. Pb miktarı derinliklere göre 4.47-420 mg/kg, Cu miktarı 2.30-107 mg/kg, Zn 2.05-9.75 mg/kg, Cd 0.07-3.83 mg/kg arasında değişim göstermiştir. 1.5 m

üzerindeki derinlikte ağır metal konsantrasyonunun sınır değerleri aşarak canlı hayatını tehdit eder boyuta ulaştığı gözlenmiştir.

Tahawy ve ark. (2006), Mısır'ın Sadat Şehri'nde yaptıkları bir çalışmada yüzey sularındaki ağır metal derişimlerini tespit etmeyi amaçlamışlardır. Hızla gelişen ve bir sanayi şehri olan Sadat Şehri'nde yapılan bu çalışma sırasında 18 lokasyondan toplanan su örneklerinde Pb, Cr, Cu, Cd, Zr ve V ICP-MS ile tayin edilmiştir. Sonuçlar WHO standartlarıyla karşılaştırılmış ve Pb ve Zr derişimlerinin sınır değerleri aştığı tespit edilmiştir.

Aastrup ve Thunholm (2000), İsveç'in Stockholm Şehri'nin yüzey sularını incelemişlerdir. Çalışmaları sırasında yüzey suları ve belirli lokasyonlardaki yeraltı suları ile de karşılaştırmışlardır. Bu çalışma sırasında toplanan su numunelerinde As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb ve Zn elementleri ICP-AES ve ICP-MS ile tayin edilmiştir. Yeraltı sularının tüm ağır metal düzeylerini yükselttiği belirlenmiştir. Özellikle hemen hemen tüm lokasyonlarda Cu derişimi ve Brunnsviken Koyu olarak adlandırılan bölgede Hg derişimi tehlikeli boyutlara ulaşmıştır. İsveç Çevre Koruma Ajansı (SEPA) ve Stockholm Çevre ve Sağlık Koruma Kurulu (EHPAS) tarafından finanse edilen bu çalışmada yüzey suları kirliliğinin sadece belli başlı nedenlerde kaynaklanmadığı aynı zamanda yeraltı sularının da kirlilikte etkili olduğu ispatlanmıştır.

2. GEBZE VE ÇEVRESİNİN GENEL ÖZELLİKLERİ

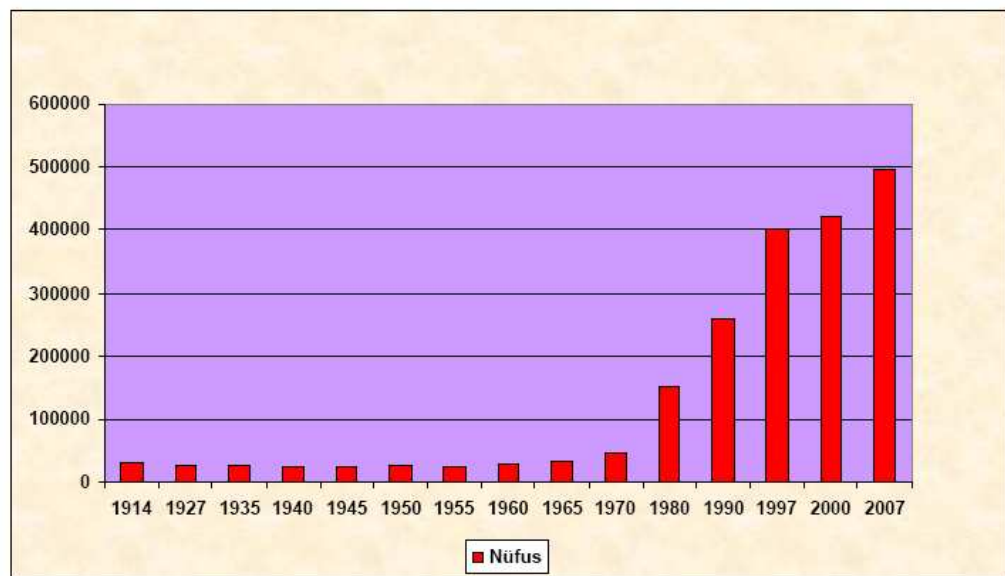
Gebze, Marmara Bölgesi'nin doğusunda, İzmit Körfezi'nin kuzey kesiminde yer alan, zengin bir tarihi geçmişe sahip, ekonomisi, tarım, hayvancılık ve sanayiye dayalı Türkiye'nin hızla gelişen ve büyüyen bir ilçesidir. Gebze, Kocaeli'nin endüstrisinin büyük bölümünü barındıran, Marmara Denizi'nin kuzeyi ile İstanbul'un 45 kilometre doğusunda yer alan bir ilçedir. Marmara bölgesinin en büyük ikinci ilçesi olup Türkiye sanayisinin %15'ini barındırmaktadır. Yoğun sanayi yapılanması ile dikkat çeken Gebze, her ne kadar idari olarak Kocaeli'ye bağlıysa da, İstanbul İli'ne daha yakın olduğu için, bu ille hem ticari hem de sosyal ilişkileri gelişmiştir. Uzun yıllar il

olması için mücadele edilmiş olsa da hali hazırda Kocaeli Büyükşehir Belediyesi sınırları içindedir. İstanbul Büyükşehir Belediyesi, yıllar boyu Gebze'yi kendisine bağlamak istemiş ancak buna izin verilmemiştir [www.gebze.bel.tr].

2.1. Gebze'deki Nüfus ve Yıllara Bağlı Olarak Değişimi

Gebze İlçesi'nin nüfusu 2007 verilerine göre 495670'tir. Gebze İlçesi'nde 5 belde ve 21 köy bulunmaktadır. Tablo 2.1'de Cumhuriyet'in kurulmasından önce ve Cumhuriyet'in ilk yıllarındaki nüfus çok az olmakla beraber 1980'li yıllarda sanayileşme ve beraberindeki yoğun göç ile birlikte nüfus artışı yüksek boyutlara ulaşmıştır.

Ülkemizde son 50 yıldır doğudan batıya doğru hızlı bir göç yaşanmaktadır. Bu göç nedeniyle nüfusu en fazla artan kentlerden biri olan Gebze'de tarım alanları imara açılarak yerleşme ve sanayi arsası haline dönüştürülmüşlerdir. Böylece mevcut arazi kullanım şekilleri temelden değişmiş, gerek şehir merkezinde is ve ticaret alanlarının gelişmesi sonucu konut alanlarının is yerine dönüşmesi, gerekse şehri çevreleyen alanların konut ve sanayi fonksiyon alanlarına dönüşmesi için arazi kullanımında önemli farklılıklar ortaya çıkmıştır.



Tablo 2.1. Sayım Yıllarına Göre Gebze Nüfusu (Bom, A.)

2.2. Ulaşım ve Yerleşim

Kocaeli İli'ne bağlı Türkiye'nin sanayi merkezlerinde biri olan Gebze Marmara Bölgesini Karadeniz Bölgesi ve İç Anadolu Bölgesine bağlayan kara ve demiryollarının uğrak yeri olup aynı zamanda Türkiye sanayisinin ve iş dünyasının kalbi olan İstanbul'a en yakın gelişmiş bir yerleşim merkezidir. Araştırma sahasındaki yerleşimleri coğrafi açıdan şöyle sınıflandırabiliriz:

1. Kırsal Yerleşmeler
2. Şehir Yerleşmeleri

Gebze'de 1 ilçe merkezi, 3'ü şehrsel özellik gösteren olmak üzere 5 belde ve 22 köy bulunmaktadır. 2007 yılındaki nüfus sayımına göre Gebze'nin nüfusu 495 670'dir. Bu nüfusun %60'ı şehirde, %40 ise kırsal yerleşmelerde yaşamaktadır. Aşağıdaki grafikte de görüldüğü gibi 1980'li yıllarla beraber sanayileşmenin ve göçlerin hızla artmasıyla beraber nüfus hızla artmaktadır [Bom, 2007].

2.3. İklim Özellikleri

2.3.1. Sıcaklık

Gebze'de yıllık ortalama sıcaklık 14.6 °C 'dir. Aylık ortalama sıcaklık eğrisinin yıl içerisindeki seyrine bakıldığında en soğuk ayın Ocak (6.2 °C), en sıcak ayın ise Temmuz (23.6 °C) olduğu görülmektedir Ocak ayından Temmuz ayına kadar sıcaklık değerlerindeki sürekli artış, Temmuz ayından sonra ise sürekli bir azalış dikkati çekmektedir.

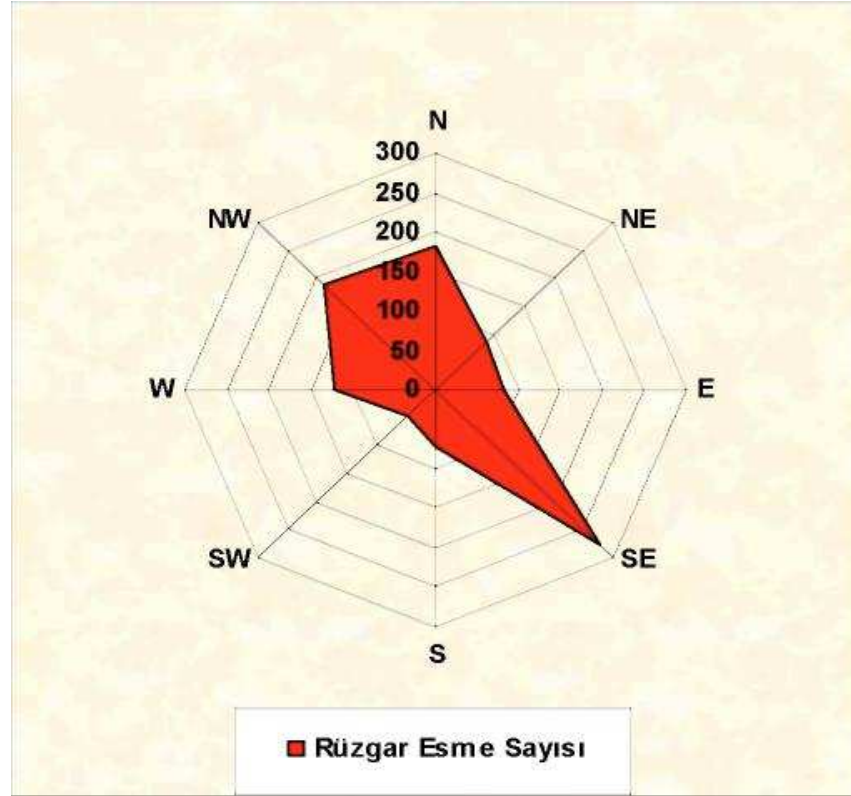
İnceleme sahasında ortalama yüksek sıcaklıklar, ortalama sıcaklıklarda olduğu gibi Ocak ayından itibaren Temmuz ayına kadar sürekli artış göstererek, Temmuz'da maksimum değere ulaşır. Temmuz'dan sonra tedricen azalan ortalama yüksek sıcaklıklar, Eylül'den sonra sert düşüşlerle Ocak'ta en düşük değere erişir.

Sıcaklığın mevsimlere dağılışına baktığımızda en soğuk mevsimin Kış (6.9 °C), en sıcak mevsimin ise Yaz (22.0 °C) olduğu görülür. Sonbahar'ın (15.7 °C) İlkbahar'a (12.9 °C) göre daha sıcak olduğu görülmektedir [Bom, 2007].

2.3.2. Rüzgar

Türkiye, kuzeyde "Batı Rüzgarları Sistemi"nin etkisinde bulunan Orta ve Batı Avrupa'nın her mevsimi yağışlı ılıman iklimi ile Doğu Avrupa'nın karasal iklimi ve güneyde "Subtropikal Yüksek Basınç Sistemi"nin etkisinde bulunan her mevsimi kurak, tropikal bölge arasında bir geçiş kuşağı üzerinde bulunmaktadır. İklim özellikleri bakımından, esaslı farklar gösteren bu kuşak ve bölgeler arasında bulunan Türkiye'nin, yıl içinde bu bölgelerdeki yağış ve sıcaklık koşullarını düzenleyen basınç ve rüzgar rejimlerinin etkileri altında kaldığı açıktır [Koçman, 1993].

Gebze ve çevresinde rüzgarların yönü ve frekansları üzerinde etkili olan faktör, araştırma sahasındaki basınç merkezlerinin yıl içerisindeki dağılışının değişmesinden çok yeryüzü şekilleridir. Şekil 2.1'de de görüleceği gibi araştırma sahasındaki hakim rüzgar yönü ise baskın bir şekilde güneydoğudur. İkinci hakim yön ise kuzeybatıdır. İlkbahar rüzgar hızının en fazla olduğu mevsim olup, bunu Kış, Yaz ve Sonbahar takip eder [Bom, 2007].



Şekil 2.1. Gebze'nin Yıllık Rüzgar Gülü (Bom, A.)

2.3.3. Yağış

Gebze İlçesi'nde Marmara İklimi adı da verilen bir geçiş iklimi hüküm sürer. Gebze'de yıllık ortalama toplam yağış miktarı 814.1 mm'dir. Türkiye ortalamasının üzerinde yağış alan inceleme sahasında yaz aylarında yağış azalırken kış aylarında yağış fazlalaşır.

Ağustos ayında yükselişe geçen yağış Eylül ayında kesintiye uğrayıp ekimden sonra devamlı yağış trendine geçerek Aralık'ta maksimuma ulaşır. İnceleme sahasında en yağışlı mevsim kış, en kurak mevsim ise yazdır. Kış mevsimini sonbahar ve ilkbahar takip eder [Bom, 2007].

2.4. Hidrografik Özellikler

2.4.1. Akarsular

Gebze sınırları içerisinde Tepecik köyü yakınlarından doğan 71 km. uzunluğunda Riva (Çayağzı deresi) İstanbul Boğazı'nda Karadeniz'e dökülür. Yine Denizli köyünde doğup Karadeniz'e dökülen Kocadere'nin uzunluğu 50 km'dir. Yaz ayları boyunca su seviyesini koruyan tek akarsu hal arasında Tavşancıl Deresi olarak da bilinen Dilderesidir. Denizli köyü sınırları içerisinde doğan bu dere Pelitli köyünün güneyinden geçtikten sonra Tavşanlı köyünün de kuzeyinden geçerek Diliskelesinden İzmit Körfezi'nde dökülür. Uzunluğu 17 km. yi bulmaktadır.

Bir diğer akarsu ise Sancaktepe'den doğup Marmara Denizine dökülen yaklaşık 10 km uzunluğundaki Sazdere (Çayırova)'dır. Gebze sınırları içerisinde bunlardan başka yaz aylarında kuruyan ya da kurumaya yüz tutan Çakal Dere, Saf Dere, Mahmutboğan Dere, Aşıroğlu Dere'leri gibi akarsular da bulunmaktadır [Bom, 2007].

2.4.2. Göletler

Denizli Köyünde sulama amaçlı olarak kullanılan Denizli Göleti yapılmıştır. 1998 yılında inşaatı biten bu göletten Denizli Mollafenari ve Cumaköy yerleşim yerindekiler yararlanmaktadır. Bununla beraber TÜBİTAK Yerleşkesi sınırları içinde de yağmur sularının biriktirilmesi ile oluşan iki adet küçük yapay gölet de bulunmaktadır. Bu göletlerinin suları toplanarak TÜBİTAK Yerleşkesi içerisinde kullanılmaktadır.

2.4.3. Yeraltı Suları

Gebze'de Dilovası, Mollafenari, Çayırova, Şekerpınar, Balçık ve Pelitli'de yeraltı suyu bulunmaktadır. Bu yeraltı sularının debisi 1-3 L/sn'dir. Dilovası Belediyesi sınırları içerisinde akan Dilderesi'nin D-100 karayolunun

1500 m kuzeyinden başlayarak Marmara Denizi'ne kadar olan yatak ve etrafındaki fabrikalarla kaplı düz alan içerisinde yeraltı suyu zengindir.

Fakat fabrikalar bu yeraltı suyunu kirleterek kullanamaz hale getirmiştir. Çerkesli, Demirciler, Köşeler, Tepecik ve Nuh Çimento Fabrikasının kuzeyindeki karstik kalkerlerde yeraltı suyunca zengindir. Cumaköy, Mollafenari sınırları içerisindeki kalkerli birimler içerisinde de su alınabilir. Gebze ana su deposu, Çayırova Belediyesi, Şekerpınar, Balçık, Pelitli yerleşim yerleri arasındaki alanda 1-3 L/sn debili düşük sertlikte, granitlerden su alınabilir (Pelitli Köyü civarında ise çıkacak sular sert sulardır).

Gebze-Dil Deresi Ovası yeraltısuyu rezervi 2×10^6 m³/yıl olup, Gebze Çayırova Ovası yeraltısuyu rezervi 2.5×10^6 m³/yıl'dır.

3.YÜZEY SUYU ÖZELLİKLERİ VE KİRLİLİK

Bu çalışmada materyal olarak sanayi ve çevresel kirlenmenin yoğun olarak görüldüğü Kocaeli İli'nin Gebze İlçesi'nde örnek olarak seçilen temel yerleşim bölgeleri ve sanayi merkezlerinin bulunduğu alanlar üzerinde bulunan yüzeysel sulardan su örnekleri alınmıştır. Alınan örnekler ile TÜBİTAK ULUSAL METROLOJİ ENSTİTÜSÜ (UME) İnorganik Analitik Kimya Laboratuvarlarında High Resolution ICP-MS Cihazı ile alüminyum (Al), arsenik (As), bor (B), kadmiyum (Cd), kobalt (Co), krom (Cr), bakır (Cu), demir (Fe), mangan (Mn), nikel (Ni), kurşun (Pb), antimon (Sb), selenyum (Se), stronsiyum (Sr), vanadyum (V), çinko (Zn) analizleri yapılmıştır. Buna ek olarak çözünmüş oksijen ihtiyacı, pH ve iletkenlik değerleri ölçülmüştür.

3.1. Ağır Metal İçeren Atıksular

Ağır metalleri içeren atıksular genellikle endüstrilerden kaynaklanmakta ve bu atıklar ya bir ön arıtım sonrası veya hiç arıtım gerçekleşmeden kanalizasyon sistemlerine deşarj edilmektedirler. Bu kirleticiler belirli düzeylerden sonra normal ortamda yaşayan ekosistem bireylerinin yaşamsal aktivitelerinde olumsuz etkiler oluşturmaktadırlar.

Ağır metal içeren atık sular genel olarak biyokimyasal oksijen ihtiyacı

(BOİ) değeri düşük, asidik suda yaşayan ve bu suyu kullanan canlılar için çok zehirli ve inorganik karakterli sulardır. Kirliliği oluşturan; krom, kurşun, bakır, demir, çinko, arsenik, civa, kadmiyum gibi ağır metal iyonlarıdır, özellikle metal kaplama ve demir çelik endüstrilerinden gelen atık sular içindeki ağır metallerden kadmiyum, civa, kurşun ve krom besin zinciri ile girdikleri canlı bünyelerinden atılmadıkları için, canlılarda fizyolojik birikime neden olurlar. Bünyede belirli sınır derişimlerinin aşılması halinde ise canlıda toksik etkiler söz konusu olur. Bu birikim sonucunda sularda yaşayan balıklar ve diğer canlılar ölebilir ve hatta bu tür su ürünleriyle beslenen insanlarda olumsuz etkilere uğramaları söz konusudur [Kalender, 1993].

Söz konusu ağır metallerden Cr(VI), özellikle metal kaplama ve deri tabaklama tesislerinden kaynaklanmaktadır. Genel olarak, bu metalin aktif çamur prosesine olumsuz etkilerinin olduğu bilinmektedir.

Kullanılmış suların hiçbir muameleye tabi tutulmadan doğrudan doğruya alıcı ortama verilmesi insan sağlığını ilgilendiren problemlere sebep olduğu gibi yüzeysel sulardan istifade etmeyi gittikçe imkansız hale getirmektedir [B. Belediyesi, 2001].

3.2. Atıksulardan Numune Alma ve Hazırlama Yöntemleri

Numune Alma: Hiçbir analiz sonucunun gerçeği yansıtmadaki başarısı, analizlenen numunenin bütünü yansıtmadaki başarısından daha iyi olamaz. Çoğu hatalı deney sonucu hatalı numune almaktan ileri gelir.

Laboratuvar analizlerinin de kesin ve doğru sonuçların alınabilmesi için en önemli nokta numunenin şartlara uygun olarak en iyi şekilde alınmasıdır. Atıksu derinliğine, genişliğine göre numune alınmalıdır. En iyisi atıksuyun ortasından ve yüzeyden dibe doğru akışa göre bileşik numune alınmasıdır. Tek numune alınacaksa atıksuyun ortasından ve orta derinlikten alınmalıdır. Numunenin, alındığı suyun bütün özelliklerini, bileşimini en iyi ve tam gösterecek şekilde alınması gerekir. Bazı sularda bileşik numune alınması gerekebilir. Buda şartlara göre belli zaman aralıklarında alınan numunelerin veya değişik numune alma noktalarından alına numunelerin birleştirilmesi

şeklinde yapılabilir. Yerel şartlara göre numune alma şekli çok değişiklik gösterebilir ve bir bileşik numune yerine, ayrı ayrı alınan numunelerin analizi daha uygundur [Şengül, 1997].

Numune Miktarı: Fiziksel ve kimyasal tayinlerin çoğu için en az 2 litre numune yeterlidir. Bazı özel tayinlerde daha fazla numune almak gerekir.

Numune Kapları: Numune kapları çok iyi kaliteli renksiz cam veya polietilen kaplar olmalıdır. Numune kapları çok iyi temizlenmiş olmalı ve numune alınacak su ile en az üç kez çalkalanmalıdır.

Numune Alma ve Analize Başlama Arasında Geçecek Süre: Analiz sonuçlarının güvenilir olması için numune alma ve analize başlama arasında geçecek süre kısa olmalıdır. Numunede organizmaların etkisiyle olabilecek değişimler numuneyi karanlıkta ve düşük sıcaklıkta tutarak önlenir.

3.3. Ağır Metallerin Toksik Etkileri

Ağır metaller suda çok az miktarlarda bulunurlar. Bunların hepsi suda yaşayan canlılar için toksiktir. Çoğu 1 ppm sınırında öldürücüdür. Ağır metallerin toksik etkileri aşağıda verilmiştir.

Lityum: Nörolojik yan etkiler, yorgunluk, kas güçsüzlüğü, konsantrasyon güçlüğü, entelektüel yetersizlik.

Kurşun: Diş eti mavileşmesi, kansızlık, inme, akıl bozukluğu, beyin kanaması sinir sistemi hastalıklarına neden olur.

Bakır: Karın ağrısı, kusma, kanama, bitkinlik, kansızlık, sarılık, solunum güçlüğü, akyuvar çoğalması.

Selenyum: Aşırı dozda solunum artar, nefes kesilmesiyle ölüme neden olur, kanı zehirler.

Mangan: Akut zehirlenmelerde sindirimde, böbrekte ve kalpte bozukluklar belirir. Mangan; akciğer ve beyinde toplanır.

Bor: 8 gramı bulantı ve bel ağrısı yapar. 20 gramı hamilelerde düşüğe yol açar.

Kadmiyum: Böbrek üstü bezi etkileri, kansızlık, indirgenmiş hemoglobin düzeylerine yol açar.

Demir: Özellikle sanayi bölgelerinin yakınlarında yaşayan insanlarda

zaman zaman demir toksikliğine rastlanır. Bazı alerjik rahatsızlıklar ve siroz gibi hastalıklar ortaya çıkar.

Arsenik: Solunum, sindirim ve deri yoluyla alınır. Saç, tırnak, karaciğer ve böbreklerde birikim gösterir. Kanserojen etkiye sahiptir.

Kobalt: Toksikliği çok nadir görülen bir elementtir. Ancak kobalt düzeyinin 3000 katı kobalt derişimlerinde ortaya çıkar.

Çinko: Buharlarının solunması ile akut metal duman humması, boğaz tahrişi, öksürme, solunum güçlüğü, adale ve eklem ağrıları, mide tahrişi, peptik ülserler ve çeşitli karaciğer etkileri çinkonun kötü etkileridir.

Krom: Deri lezyonları, ülser kanser, sindirim yaraları, solunum yolları zedelenmesine yol açar.

Nikel: Aşırı dozları kansere neden olur.

3.4. Ağır Metal İçeren Sular İçin Kalite Kriterleri

Ağır metalleri diğer toksik maddelerden ayıran en önemli özellikleri insanlar tarafından insanlar tarafından ne oluşturulabilir ne de yok edilebilir olduklarıdır. Birçok ağır metal canlılar için yaşamsaldır. Yaşamsal olanlar eksikliklerinde oldukları gibi fazla miktarlarda alındıklarında da vücut homeostazını bozarak toksik etki oluşturabilmektedirler [Konuk ve Liman]. Ağır metallerin üst sınırları belirli kurum ve kuruluşlarca belirlenmiştir. Ağır metalleri ihtiva eden yüzey sular için genel kalite kriterleri Tablo 3.1.'de verilmiştir.

Parametre	Türk standartları TSE 266	Dünya Sağlık Teşkilatı	ABD Çevre Koruma Ajansı	EC
Cd	0.005	0.005	0.005	0.005
Cr (Toplam)	0.05	0.05	0.05	0.05
Mn	0.10	0.50	0.05	0.05
Al	0.20	0.20	0.20	0.20
Co	0.01	0.01	0.01	0.01
Zn	5.00	—	5.00	—
Ni	0.02	0.02	0.02	0.02
V	1.00	1.00	1.00	1.00
Se	0.01	0.01	0.01	0.01
B	1.00	1.00	1.00	1.00
Pb	0.05	0.05	0.05	0.01
Cu	2.00	2.00	1.00	2.00
As	0.01	0.05	0.05	0.01
Fe	0.30	0.10	0.30	0.30

Tablo 3.1. TSE, WHO, EC ve ABD Çevre Koruma Ajansına Göre Toksik Maddelerin Sınır Değerleri (mg/L).

3.5. Ağır Metal İçeren Sular İçin Su Kalitesi Sınıfları

Göl ve akarsu gibi kıta içi su kaynakları için Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, 13 Şubat 2008 tarih ve 26786 sayılı T.C. Resmi Gazetede yayınlanmıştır.

A- Sınıf I-Yüksek Kaliteli Su

Yüksek kaliteli sular yalnızca dezenfeksiyon ile içme suyu temininde, yüzme gibi vücut teması gerektiren sularda, alabalık üretiminde, hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyaçlarında kullanılır.

B-Sınıf II-Az Kirlenmiş Su

İleri ve uygun bir arıtma ile içme suyu temininde, alabalık dışında balık üretiminde, Teknik Usuller Tebliği'nde, sulama suyu kriterlerini sağlamak şartıyla sulama suyu olarak ve Sınıf I dışındaki bütün kullanımlar için kullanılabilir.

C-Sınıf III-Kirlenmiş Su

Gıda, tekstil gibi kaliteli su gerektiren alanlar hariç olmak üzere uygun bir arıtmadan sonra endüstriyel su temininde kullanılır.

D.Sınıf IV-Çok Kirlenmiş Su

Yukarıdaki sınıflar için verilen kalite parametreleri bakımından daha düşük kalitedeki yüzeysel suları ifade eder [Güven, 2004].

4. MATERYAL VE METOT

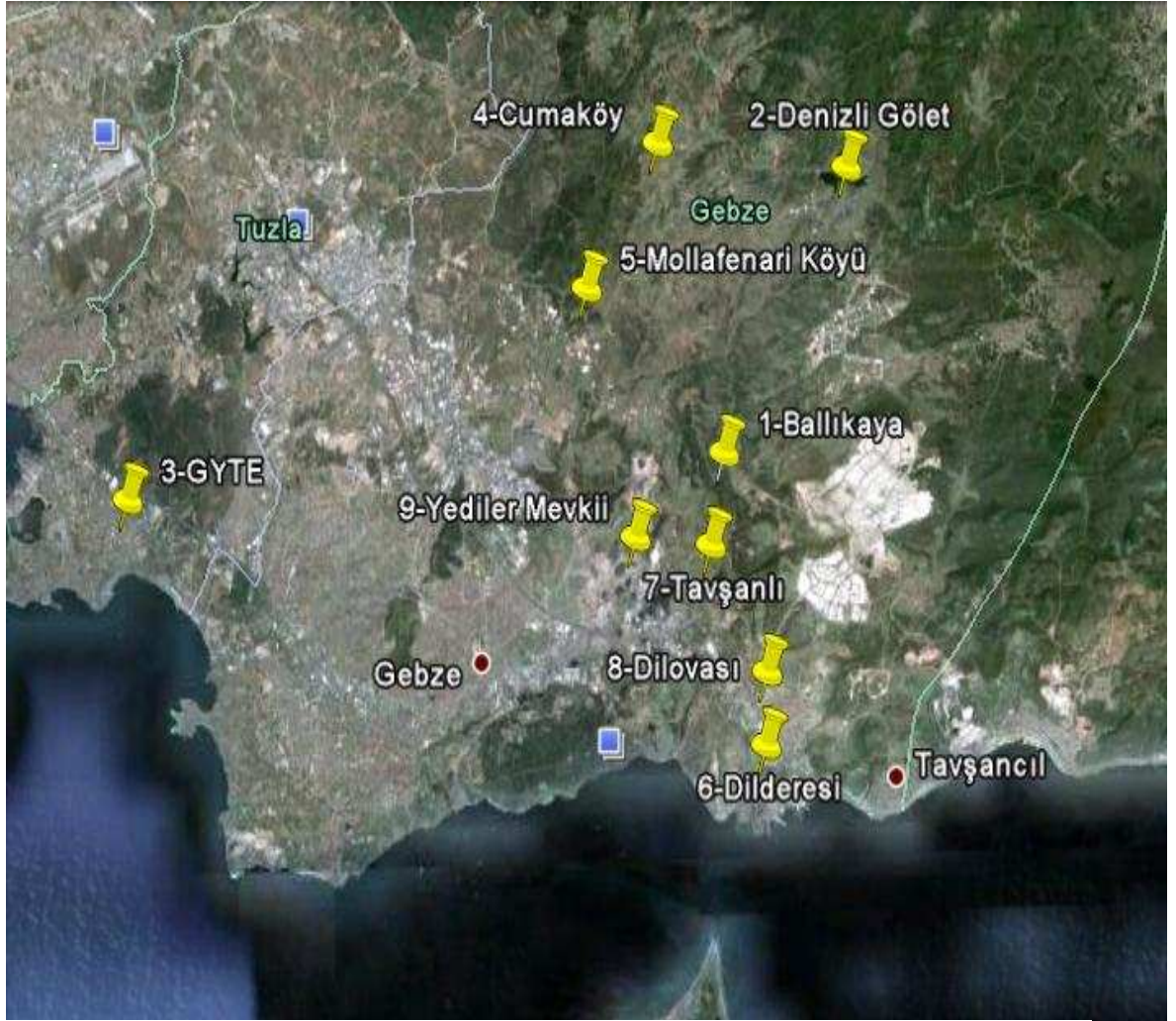
4.1. Materyal

Arazi çalışmalara başlamadan önce inceleme alanı ile ilgili jeoloji, hidrojeoloji, su kalite ve kirliliği çalışmalarına ait veriler toplanarak incelenmiştir. Ağustos 2009-Kasım 2009 tarihleri arasında dönemler halinde arazi çalışmaları yürütülmüştür. Çalışmalar esnasında inceleme alanında bulunan kaynak, gölet, sulu dereler gibi önemli su noktaları belirlenmiştir. Su noktalarından örnekleme yapılacak yerler ile yüzey suyunun kalitesini, kirliliğini ortaya koyabilecek lokasyonlar belirlenmiştir. Şekil 4.1.'de inceleme yapılan alanın haritası görülmektedir. Bu alanda belirlenen lokasyonlardan numuneler alınmıştır. Bu lokasyonlarda olası kirleticiler de tespit edilmiş ve çalışma metodu belirlenmiştir.

Yüzey sularından su örnekleme için belirlenen lokasyonlardan yılın kurak sezonu ve yağışlı sezonu karakterize edecek şekilde iki dönem örnekleme yapılmıştır.

Buna göre belirlenen lokasyonlar şunlardır:

1. Ballıkaya
2. Denizli Göleti
3. Mollafenari Köyü
4. GYTE Çayırova Kampüsü
5. Cumaköy
6. Dilderesi
7. Tavşanlı Köyü
8. Dilovası
9. Yediler Mevkii



Şekil 4.1. İnceleme Yapılan Alanın Haritası

Belirlenen lokasyonlardan üçer örnekleme yapılacağından bu örnekleme imkanı sağlayacak ölçüde numuneler toplanmıştır. Numunelerin sıcaklıktan etkilenmemesi ve doğal özelliklerinin kaybolmaması için numuneler 250 mL'lik polietilenden yapılmış kaplara alınmıştır. Bu kaplar steril olup daha önce herhangi amaçla kullanılmamıştır. Ancak ağır metal analizi esnasında en küçük bir kirliliğin analiz sonuçlarını etkileyebileceği de gözönüne alınarak daha önce hiç kullanılmamış polietilen kaplar örnekleme aşamasının hemen öncesinde 24 saat %30 Nitrik asit içeren deiyonize suyun içerisinde bekletilmiştir. Bu işlemin sonrasında kaplar asitli sudan çıkarılarak deiyonize su ile yıkanıp kurutulmuşlardır.

Alınan numunelerin üzerine alındıkları noktaların isimleri, grup numaraları, hangi ortamdan nasıl ve ne şekilde alındığı, numune alınma

tarihi ve numunenin görünür özellikleri yazılmıştır. Yapılan deneysel çalışmalarda bu bilgiler değerlendirilerek analizler yapılmıştır.

4.2. Kullanılan Kimyasallar

Deneylerde Merck Suprapure HNO₃, 65% (w/w) (Nitrik asit), % Merck Suprapure HCl %35 (w/w) (hidroklorik asit) deiyonize su kullanılmıştır.

4.3. Kullanılan Referanslar

Ağır metal analizlerinde kullanılan referans malzemeye ait bilgiler Tablo 4.1'de verilmiştir.

Referans Madde / Reference Material	Firma / Company	Tip / Model	Katalog No/ Catalog No	İzlenebilirlik / Traceability
Referans Çözelti	High Purity Standards	Multi Element ICP Analytical Mixture 6 solution A	ICP-AM-6	High Purity,USA Standard Solution (NIST SRM 3100 serisi üzerinden)

Tablo 4.1. Ağır Metal Analizlerinde Kullanılan Referans Madde

4.4. Kullanılan Cihazlar

4.4.1. Thermo Finnigan Element 2 HR-ICP-MS

HR-ICP-MS üç farklı çözünürlükte çalışır. Böylece ICP-MS'ten farklı olarak daha fazla sayıda izotopla çalışma imkanı bulunur. ICP-MS'te quadrupole yapı varken; HR-ICP-MS'te magnet sector field yapı bulunmaktadır ve bu yapı cihazın üç farklı çözünürlükte çalışmasını sağlar. Bunlar Düşük Çözünürlük (Low Resolution), Orta Çözünürlük (Medium Resolution), Yüksek Çözünürlük (High Resolution) olarak isimlendirilir.

Dolayısıyla diğer ICP-MS'lere göre hem daha yüksek duyarlılık sağlanır hem de quadropole yapının bile engelleyemediği bazı girişimlerin önüne geçilmiş olur.

I.Argon Plazma

Kıvılcımlanarak iyonlaşan argonlar elektronlarla çarpıştırılır. Plazma sıcaklığı 7000-10000 K arasında değişir. Plazmada RF sarmal ve iletici bakır tel kullanılır. İyonlar plazmada yüksek vakum altında ortam boşaltılarak iyon hareketlerine katkı sağlar. Yüksek vakumdan geçen (düşük basınç) iyonlar MS'e gönderilir. MS'den önce ara geçiş bölgesinden geçer.

Argon gazının üç temel işlevi vardır:

- 1.Taşıyıcı gaz (örneği taşımada kullanılır)
- 2.Plazma oluşturma gazı
- 3.Soğutucu gaz

II.Nebuliser

Çözeltiyle gazın birleştiği ve çözeltinin sisleştirildiği parçadır.

III.Magnet

Ayırma işlemini yapar. Magnetik alan geçecek iyonu belirler. İyonların aldıkları yollar uzun, basınçları düşük tutulur.

IV.Slitler

Çözünürlük artırma işlemini yapar. Cihaz açılınca kontrol amaçlı tarama yapılır. Bütün dalga boylarında genel performans için düşük, orta, yüksek çözünürlükte elementlere bakılır.

Fe elementi pik genişliği en yüksek izotoptur. ArO ile aynı mol kütesine sahip olduğu için aynı piki verme durumları söz konusudur. ArO de plazma da bulunduğundan ayırt edilmesi zordur. Ancak bu şekilde aynı piki veren iyonlar high ve medium resolution ile ayırt edilebilir.

İstenilen Çözünürlük (R) = Pike ait en yüksek sinyali veren değer / En uç iki pikin kütle aralığı

Çözünürlük (R) değeri, sinyallerin büyüklüğü ve analize başlanmasına uygunluğu açısından; LR'da 400, MR'da 4000, HR'da 10000 civarında olmalıdır.

4.4.2. Diğer Cihazlar

HACH HQd Meters and IntelliCAL Conductivity Standard Probe, IntelliCAL pH Standard Probe, IntelliCAL LDO Standard Probe.

4.5. Laboratuvardaki Çevre Şartları

Sıcaklık : (23 ± 5) °C

Bağıl Nem : % (45 ± 15)

4.6. Metot

4.6.1. Çözünmüş Oksijen İhtiyacı

Oksijen sudaki çözünmüş gazlar içerisinde en önemlisidir. Oksijen, su ortamındaki canlıların yaşamını düzenler ve sınırlar. Sular içerdikleri oksijen miktarına göre kirlilik derecelerine ayrılırlar. Buna göre; 20 °C'de çözünmüş oksijen miktarı ppm olarak 8.0-9.0 olan sular iyi, 6.7-8.0 olan sular hafif kirli, 4.5-6.7 olan sular kısmen kirli, 4.0-4.5 olan sular kirli, 4.0 altında olan sular da çok kirli olarak sınıflandırılabilir [Soylak ve Doğan, 2000].

Su Kalitesi Kontrol Yönetmeliği'ne göre ise çözünmüş oksijen miktarı ppm olarak 8 ve üzeri I. Su Kalitesi Sınıfında, 6.0-8.0 olan sular II., 3.0-6.0, olan sular III. ve 3.0 ppm'den düşük olan sular ise IV. Su Kalitesi Sınıfında değerlendirilmektedir.

4.6.2. İletkenlik

Bir suyun bileşenlerinin iyonlarına ne dereceye kadar ayrılmış olduğunun ölçüsü, iletkenliğidir. Yüksek tuz içeriğine sahip suların iletkenliği de yüksektir. İletkenlik değeri sulama suyu kalitesi açısından çok önemlidir. İletkenlik değeri 0-250 $\mu\text{S}/\text{cm}$ aralığında olan tuzlar düşük tuzlu sulardır. Bu sınıf sulama suyu her türlü toprak ve bitki için uygundur. İletkenlik değeri 250-750 $\mu\text{S}/\text{cm}$ aralığında olan sular orta tuzlu sulardır ve tuza orta derecede dayanıklı sular için uygundur. İletkenlik değeri 750-2250 $\mu\text{S}/\text{cm}$ aralığında olan sular yüksek tuzlu sulardır. Tuza dayanıklı bitkiler için kullanılır. İletkenlik değeri 2250 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'den yüksek olan sular ise yalnızca tuza çok dayanıklı bitkiler için kullanılır [Yaramaz, 1992].

Sulardaki kirlilik arttıkça iletkenlik değeri de artmaktadır. İletkenlik değeri 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ değerini aşan sular kullanım açısından kirli su olarak kabul edilmektedir [Polat, 1997].

4.6.3. pH

Yeryüzünde alkali tuzları fazla olduğundan doğal sular genellikle bazik karakterlidirler. Ancak evsel ve endüstriyel atıklar, asit yağmurları yüzey sularının pH değerini değiştirmektedir [Soylak ve Doğan, 2000].

Sudaki bazı maddelerin toksisiteleri ortam pH'ına göre artar veya azalır. Örneğin amonyum iyonunun toksik etkisi pH yükseldikçe artar pH düştükçe azalır. Sulardaki pH değeri genellikle karbonat sistemi ile dengelenir. Tatlı su organizmalarının yaşamları için pH 5-9 arasında uygundur. Ancak bazı maddelerin toksik özelliği pH ile değiştiğinden su canlıları da dolaylı olarak etkilenir [Sawyer and McCarty, 1985].

Su Kalitesi Kontrol Yönetmeliğine göre pH değerleri 6.5-8.5 pH aralığına giren sular I. ve II. Su Kalitesi Sınıfında, 6.0-9.0 pH aralığındaki sular III., 6.0 dan düşük ve 9.0'dan büyük pH değerine sahip sular ise IV. Su Kalitesi Sınıfına giren sular olarak tanımlanmıştır.

5. DENEYSEL BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada Gebze ve yakın çevresinde yerleşim birimleri ve sanayiden etkilenen alanların bulunduğu lokasyonlardan yüzey suyu numuneleri toplanmıştır. Bu numuneler üzerinde pH, iletkenlik ve çözünmüş oksijen ihtiyacı analizleri örnekler alınır alınmaz yapılmıştır. Metal analizleri için ise örnekler önce kaba filtre kağıdı ile süzülerek askıda katı madde gibi sıvı özelliği göstermeyen maddeler uzaklaştırılmıştır. Bu işlemin akabinde örneklerle %2'lik asit içeriği gösterecek şekilde nitrik asit eklenmiştir.

Ağır metal analizlerinde, literatürde içme, atık ve kullanım sularında önemle araştırıldığı tespit edilen 16 elementin analizi yapılmıştır. Bu elementlere ait üst sınır değerleri TSE, EPA, WHO, ve EC standartlarıyla karşılaştırılmıştır. Ancak stronsiyum elementine ait, yukarıda ismi geçen kuruluş ve organizasyonlar tarafından kesin olarak belirlenen bir değer bulunmadığı için nihai bir yorum yapmak yerine, bulunan derişim değerleri kendi içinde değerlendirilmiştir.

5.1. Analiz Sonuçlarının Lokasyonal Değerlendirilmesi

Gebze ve civarındaki belirlenen dokuz noktadan yüzey suyu örnekleri alınarak, bu örneklerin pH, çözünmüş oksijen miktarı, iletkenlik ve ağır metal derişim miktarları belirlenmiştir.

5.1.1. Ballıkaya

Ballıkaya korunmuş doğal yapısı, mesire alanı özelliği ve karstik yapısal özellikleriyle Gebze sınırları içinde yer alan önemli bir tabii ortam olma özelliğine sahiptir. Gebze merkezinin kuzey doğusunda bulunan Ballıkaya aynı zamanda kayalık yapısı, şelalesi ve doğal göleti nedeniyle trekking gibi etkinliklere de ev sahipliği yapan bir bölgedir. Ballıkaya lokasyonundan alınan su örneklerinin analiz sonuçları incelendiğinde pH ve çözünmüş oksijen ihtiyacı değeri açısından I. Su kalite sınıfında, iletkenlik açısından incelendiğinde ise orta tuzlu sular sınıfında yer aldığı belirlenmiştir. Ağır

metaller analizleri sonuçlarında ise tüm değerler standart sınır değerlerinin altında bulunmuştur. Sadece Kasım ayına ait nikel tayin değeri, standart sınır değerlerinin üzerinde çıkmıştır. Nikel özellikle, metal proses endüstrileri, çelik dökümhaneleri, motorlu taşıt ve uçak endüstrileri, boya pigmentlerinde, kozmetikte, makine parçaları, batarya ve elektriksel kontakların üretiminde kullanılır. Nikel içeren atıksular alıcı ortamlara karıştığında zararlılık sınırının balıklarda 1-5 mg/L, balıklara yem olan küçük su canlıları için ise 3-4 mg/L olmaktadır [Brohi, 1998].

Ancak Ballıkaya lokasyonunda bulunan nikel derişim değeri yukarıda belirtilen değerlerin çok altında olduğu için su canlılarına herhangi bir etkisi yoktur. Erzurum ovasının su kalitesinin belirlenmesiyle ilgili yapılan bir çalışmada benzer bir durum gözlenmiş sadece bir lokasyonda nikel derişiminin uygun değerler dışında olduğu tespit edilmiş ve bölgenin kirlilik kaynağı olarak şeker fabrikası, mezbaha atıkları ve sanayi bölgesi gösterilmiştir [Kali, 2008].

Ballıkaya yüzey sularındaki nikel derişiminin sadece bir aylık bir dönemde tespit edilmesi nedeniyle sistematik ve sürekli bir kirlilikten söz edilemez. Ballıkaya civarında herhangi bir tesis ya da fabrika bulunmaması nedeniyle bu kirliliğin kaynağının endüstriyel olmadığı sonucuna varılmıştır. Nikel elementi bitkilerin bünyesinde bulunan ve çürüme, bozunma ya da aşırı su alınması nedeniyle bitki bünyesi dışına difüz edebilen bir elementtir. Kasım ayındaki yağışlı süreçler sonucunda toprağa ya da yüzey sularına karışma ihtimali var olan nikel elementinin bu süreç içinde belirli bir miktarda kirliliğe neden olduğu tahmin edilmektedir.

5.1.2. Denizli Göleti

Denizli Göleti, Gebze'nin merkezine 18 km. uzaklıkta bulunan Karadeniz iklimi altındaki Denizli köyünün civarında bulunmaktadır. Bölgede bulunan 500 civarındaki serayı beslediği gibi 2006 yılından itibaren sanayinin kullanımına da açılmıştır. 2007 yılındaki yüksek sıcaklık ve kuraklık nedeniyle su seviyesinde düşme gözlenmiştir. Gölet içinde aynı zamanda sazan balığı gibi tatlı su balıkları da bulunmakta ve zaman zaman balıkçılık da yapılmaktadır. Göletten alınan su numunelerinin analiz sonuçlarına göre pH

değeri ve çözülmüş oksijen ihtiyacı değerinin I. Su kalite sınıfında, iletkenlik açısından incelendiğinde ise orta tuzlu sular sınıfında yer aldığı tespit edilmiştir. Ağır metaller analizleri sonuçlarında ise tüm değerler standart sınır değerlerinin altında bulunmuştur. Bu sonuçlar değerlendirildiğinde gölet suyunun sulamaya uygun özelliğe sahip olduğu ve ayrıca uygun arıtma ve filtrasyon metotlarıyla içmeye de uygun olduğu belirlenmiştir.

5.1.3. Mollafenari

Üçüncü lokasyon olan Mollafenari Köyü Gebze'ye bağlı bir köy olup önceki yıllarda insanların geçimlerinin tarım ve hayvancılığa dayandığı bir köyken şimdi endüstrinin konum olarak yaklaşmasıyla, geçimlerinin endüstriye dayandığı ve ekonomik anlamda gelişen bir köydür. Bu lokasyondan alınan su örneklerinin analizleri sonucunda pH ve çözülmüş oksijen ihtiyacı değerleri açısından I. Su kalite sınıfında, iletkenlik değeri açısından incelendiğinde ise orta tuzlu sular sınıfında yer aldığı tespit edilmiştir. Ağır metal analizleri sonucunda sadece mangan derişim değerinin tüm standart sınır değerlerinin üstünde olduğu sonucu çıkmıştır.

Mangan derişimlerinin her iki ayda da sınır derişim değerlerinin üstünde çıkması tesadüfi bir olayın değil, sistematik bir kirlilik nedeniyle kaynaklandığı sonucunu doğurmaktadır. Mollafenari Köyü yakınlarında herhangi bir sanayi tesisinin ya da fabrikanın olmadığı için bu kirlilik kaynağının endüstriyel olması düşünülemez. Buna karşılık Mollafenari Köyü'nün yakın çevresi araştırıldığında su beslemesinin çoğunluğunun Denizli Göleti'nden karşılandığı ve bu lokasyonda sayıları 1500 civarında olan seraların bulunduğu tespit edilmiştir. Seracılıkta kullanılan yapay gübrelerin bir kısmının da mangan içeriğine sahip olduğu bilinmektedir. Mollafenari Köyü yüzey sularındaki mangan kirliliğinin bu tür yapay gübrelerden kaynaklandığı sonucuna varılmıştır.

Mangan vücutta protein sentezlenmesinde, sindirimde ve besinlerden enerji üretilmesinde görev alan önemli bir mineraldir. Eksikliğinde sürekli yorgunluk, hafıza problemleri, kısırlık, kilo kaybı, özellikle çocuklarda ve bebeklerde büyüme geriliği gibi belirtiler görülür. Mangan bitkiler için de çok

önemli bir elementtir ve günümüz modern tarım sektöründe vazgeçilmez bir gübre içeriğidir [tr.wikiedia.org].

5.1.4. GYTE Çayırova Kampüsü

Bir diğer lokasyon olan GYTE Çayırova kampüsünden alınan su örnekleri pH değerleri açısından I. Su kalite sınıfında yer almaktadır. Ancak buradaki suların yüksek tuzlu ve çözünmüş oksijen değerleri açısından IV. Su kalite sınıfında yer aldığı belirlenmiştir. Bunlara ek olarak bulunan mangan, antimon ve kobalt derişim değerleri standart sınır değerlerin üzerinde bulunması arazinin ağır metal açısından da sorunlu sulara sahip olduğunu göstermektedir.

Toprakta yetiştirilen bitkilerin kuru maddesinde kobalt konsantrasyonu, normal olarak 0.02-0.5 ppm arasında değişmektedir. Bitki köklerinde kobalt absorpsiyonu metabolik olarak gerçekleştirilmektedir. Nodul sistemine sahip bitkiler, atmosferik azotu bağlayabilmek için kobalta ihtiyaç duyarlar.

Yüksek konsantrasyonlarda Co, bitkilere şiddetli toksik etki yapabilir. Kobalt zehirlenmesinin bitkilerdeki etkileri, en sonunda çoğunlukla ayrı ayrı tümüyle ortadan kalkan klorotik ve nekrotik yaprakların oluşması şeklinde kendini göstermektedir [Brohi, 1998].

Eski çağlardan beri bilinen antimonu ilk kez Mısır’lılar Stibnit formunda makyaj malzemesi olarak kullanmışlardır. 1707 senesinde metalik olarak elde edilen antimon, 6.68 g/cm³ yoğunluğa sahip, gümüş renginde bir metaldir. Antimonun Yunanca da ki anlamı “yalnız başına bulunmayan metal”dir. Kurşun alaşımlarında, ilaç sanayinde, pil endüstrisinde ve elektronik sanayinde yoğun kullanılan antimon insan vücudu için gerekli bir metal değildir. Bulunabildiği iki oksidasyon kademesine (3+, 5+) ait bileşikleridir. Vücutta bıraktığı temel hasarlar; bağışıklık sisteminde çökme, sinir sisteminde, solunum ve sindirim sistemlerinde ve vücudun diğer sistemlerindeki negatif etkileri olarak tanımlanabilir [www.webelements.com].

GYTE Çayırova Kampüsü, kuzeyinde E-5 otoyolunun ve Darıca yan yolunun; kuzeybatı, doğu ve güneydoğu taraflarındaki bölgelerde ise çeşitli alanlarda çalışan endüstriyel kuruluşların bulunduğu bir alanda kurulmuştur. Dolayısıyla yukarıda bahsi geçen kirliliklerin nedeninin kampüsün

konumundan; çevresinde yoğun trafik ve endüstriyel faaliyetlerden kaynaklandığı sonucunda varılmıştır.

5.1.5. Cumaköy

Cumaköy, Karadeniz ve karasal iklimin etkisi altında olan, insanların geçiminin tarım ve hayvancılığa dayandığı Gebze merkeze 17 km. uzaklıkta bulunan bir köydür. Bu lokasyondan alınan su örneklerinin pH'ı ve çözünmüş oksijen ihtiyacı değerleri I. Su kalite sınıfında yer almaktadır. Ağustos ayında alınan su örneklerindeki nikel ve kobalt derişim değerleri standart sınır değerlerinin hemen üstünde çıkmıştır. Ancak Kasım ayında yapılan aynı iki elementin tayini sonucunda bulunan derişim değerleri çok düşük çıkmıştır. Cumaköy suları genel itibariyle temiz ve kullanıma açık olmakla beraber bu iki elementin takibi yapılmaya devam edilmeli ve gerekirse uygun yöntemlerle filtrasyon yapılmalıdır.

5.1.6. Dilderesi

Dilderesi su örnekleri diğer lokasyonlarda olduğu gibi pH değeri açısından I. Su kalite sınıfında yer almakla beraber çözünmüş oksijen ihtiyacı açısından II. Su kalite sınıfında olduğu tespit edilmiştir. Tuzluluk açısından da iletkenlik değerlerinin yüksek tuzlu su sınıfında olduğu belirlenmiştir. Kasım ayında yapılan su örneklerindeki metal analizlerinde mangan, nikel, alüminyum ve demir değerleri açısından oldukça kirli olduğu tespit edilmiştir.

Sinir sistemi bozukluklarına neden olan alüminyum mutfak kaplarından, içme suyundan, ilaçlardan ve alüminyum işleyen tesislerden kaynaklanabilir. Alüminyum akciğere ve sinir sitemine etki etmektedir. Hemodiyaliz deneyimleri sonucunda alüminyumun beyinde zararlara yol açtığı ve Alzheimer hastalığına neden olduğu saptanmıştır (dialize giren hastalara yüksek dozlara alüminyum hidroksit verilmektedir). Kronik maruz kalma ile akciğer kanseri, astım görülebilir.

Demir en çok ham metal sanayi atık sularından kaynaklanır. Demir yer altı sularında hemen her zaman, yüzeysel sularda ise yılın bazı

dönemlerinde yüksek konsantrasyonlarda bulunması nedeniyle içme ve kullanma suları bakımından sorun olmaktadır. İçinde demir ihtiva eden sular hava ile temas ettiklerinde bulanık, renkli bir hal alır. Bunun nedeni $Fe(+2)$ 'nin $Fe(+3)$ 'e oksitlenmesi ve suda çözünmeyen bir kısım renkli kolloidler oluşturmalarıdır. Oksitlenme yavaş olduğundan bu bulanıklık uzun süre devam eder. Bu reaksiyonlar pH 6'dan daha küçük ise daha büyük boyutlarda meydana gelir. Demir kullanma sularında kalıcı renkleri nedeniyle sakıncalıdır. Demir suya karakteristik bir tat verir. Bu nedenle içme suyunda demir 0.3 mg/L'den fazla olmamalıdır [Şengül, 1997].

5.1.7. Tavşanlı Köyü

Gebze'ye 7 km. uzaklıkta olan ve Karadeniz iklimi altında bulunan Tavşanlı köyü su örnekleri, pH değerleri açısından I. Su kalite sınıfında, çözünmüş oksijen ihtiyacı açısından IV. Su kalite sınıfında olduğu belirlenmiş, iletkenlik değerleri açısından ise yüksek tuzlu sular sınıfında yer aldığı tespit edilmiştir. Alüminyum, demir, mangan, nikel derişim değerleri her iki aydaki analizlerde standart derişim değerlerini aşmıştır. Bunlara ek olarak sadece ağustos ayındaki kobalt tayini sınır değerlerinin üstünde olduğu tespit edilmiştir.

Dilderesi, Tavşanlı Köyünün 750 metre kadar kuzeydoğusunda başka bir boğaz vadiye girer. Boğaz vadinin kuzeyde 30 metre yükseltide bulunan Tavşanlı Ovası, güneyde ise yine 30 metre yükseltide bulunan Dilovası ile sınırlanması onun bir "birleştirme boğazı" olması ihtimalini akla getirir. Dilderesi boğazdan sonra Dilovası'nı kat ederek Marmara Denizi'ne dökülür [Erginal, 2000].

5.1.8. Dilovası

Gebze'ye 8 km uzaklıkta bulunan Dilovası, D-110 ve TEM karayollarının içinden geçtiği ve birçok sanayi kuruluşunun sınırları içinde uzun yıllardır faaliyetlerine devam ettikleri bir beldedir. Buradaki yüzey suyu örneklerinin, analizler sonucunda pH değerleri açısından I. Su kalite sınıfında, çözünmüş

oksijen ihtiyacı açısından IV. Su kalite sınıfında olduğu, iletkenlik değerleri açısından yüksek tuzlu sular sınıfında olduğu belirlenmiştir. Bu analizlere ek olarak yapılan ağır metal analizleri sonucundan; alüminyum, demir, mangan, nikel, her iki ayda, kobalt sadece ağustos ayı içinde standart değerlerin üstünde derişimlere sahip olduğu belirlenmiştir.

5.1.9. Yediler Mevkii

Ballıkaya ve Dilderesi arasında bulunan Yediler mevkiindeki yüzey suyu örneklerinde yapılan analizler sonucunda ise; yüzey suları pH ve çözünmüş oksijen ihtiyacı değerleri açısından I. Su kalite sınıfında olduğu, iletkenlik değerleri açısından orta tuzlu sular sınıfında yer aldığı tespit edilmiştir. Ağır metal analizleri sonucunda ise sadece kasım ayında alüminyum değerlerinin standartların üstünde olduğu tespit edilmiştir.

5.2. Analiz Sonuçlarının Genel Değerlendirilmesi

Verilere toplu olarak bakıldığında Ballıkaya, Denizli Gölet, Cumaköy ve Mollafenari Köyü için genel anlamda bir kirlilikten bahsedilememektedir. Ancak Dilovası, Tavşanlı Köyü ve Dilderesi yüzey sularında ciddi bir kirlilik görülmektedir. Bu bölgelerin özellikle endüstriyel faaliyetlerin yoğunlaştığı bölgeler olması dikkate değer bir durumdur. Aynı şekilde GYTE Çayırova Kampüsü ve Yediler Mevkii'nde de kirlilikten söz edilebilmektedir. Özellikle kampüs yüzey sularında elde edilen çözünmüş oksijen, iletkenlik ve bazı ağır metallerdeki sonuçlar kirliliği açık bir şekilde göstermektedir. Bahsi geçen alanlarda evsel ve endüstriyel atıkların neden olabileceği bir kirlenme ihtimalinde bulunmaktadır. Ayrıca Gebze çevresinde bulunan tarım arazilerinden kaynaklanabilecek kirlilik de söz konusu olabilmektedir.

Elde edilen veriler ışında dünyada yapılan yüzey suyu kalitesi çalışmalarına kısaca göz atmak gerekmektedir. Özellikle Dilovası, Tavşanlı Köyü ve Dilderesi gibi endüstri ve tarımsal faaliyetlerden doğrudan etkilenen bölgelerle ilgili çalışmalara bakıldığında söz konusu sorunlar gerçekte küresel bir gerçek olduğu da görülmektedir.

Yeni Zelanda'da Temmuz 2008'de yayınlanan ve Waikato bölgesindeki yüzey suları ve toprak kirliliği üzerine yapılan kapsamlı bir çalışmada, 100 noktada yapılan ölçümler sonucunda iletkenlik değeri bakımından yüksek tuzlu sular ihtiva ettiği, pH ve çözünmüş oksijen ihtiyacı açısından da canlıların yaşamasına uygun olmadığı belirlenmiştir. Arsenik değerleri incelendiğinde ise arsenik derişim değerlerinin kimi bölgelerde yüksek çıkması nedeniyle , nehrin arsenik açısından bir kirlenme trendinde olduğu sonucuna varılmıştır. Bir çok noktada balık yaşamasına uygun olmadığı dolayısıyla kirliliğin yüksek boyutlarda olduğu sonucuna varılmıştır [www.ew.govt.nz].

Bolivya yüzey suları ve sedimentleriyle ilgili yapılan bir araştırma sırasında Poopó ve Uru Uru gölleri ve bunlara bağlı nehirler üzerinde ağır metal analizleri tespit edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, Poopó golünde yüksek alkalite, diğer bölgelerde ise çok düşük pH ve standart sınırların çok üstünde arsenik, kadmiyum, demir ve çinko derişimlerine rastlanmıştır. Yüzey sularındaki kirliliğine araştırma sahasının kuzey ve doğu bölgelerinde varolan maden yataklarının yol açtığı ve kullanıma uygun olmadığı sonucuna varılmıştır [Garcia, 2009].

Çin'in güneydoğusunda yapılan ilginç bir çalışma'da ise Guiyu bölgesi ve yakınlarında bulunan yüzey suları ve sedimentlerdeki ağır metal kirliliği izlenmiştir. Bunun için hem yağmurlu hem de güneşli günlerde örnekleme yapılması tercih edilmiştir. Çalışma sonucunda özellikle nikel, kurşun, arsenik ve kadmiyum kirliliklerine rastlanmıştır. Endüstriyel elektronik atıklarından kaynaklanan bu kirliliğin ciddi boyutlara ulaştığı tespit edilmiş ve de çözüm önerisi olarak da elektronik atıkların geri dönüşümünü konusunun üzerinde önemle durulması gerektiği belirtilmiştir [Guo ve ark., 2009].

İran'da yapılan bir başka yüzey suyu ile ilgili çalışmada, İsfahan kenti yakınlarında bulunan Zayandeh nehri üzerinde belirlenen belirli istasyonlardan toplanan su örneklerindeki ağır metal derişimleri incelenmiştir. Bu nehrin özelliği hem içme suyu olarak, hem tarımsal faaliyetler hem de endüstriyel amaçlar için kullanılmaktadır. Yapılan analizde Cd, Cu, Mn, Ni, Pb, ve Zn tayinleri yapılmıştır. Yedi çalışma istasyonuna ait su örneklerinde belirli bir fark gözlenmemekle beraber farklı noktalar ve farklı mevsimlerdeki kadmiyum ve nikel derişimleri EC standartlarının üstüne bulunmuştur. Buna

sebeup olarak gelişen endüstriyel faaliyetler, atıksuların kuyu sularına ve kırsal alanlardaki yüzey sularına kontrolsüz deşarjının ve belediye ve tarımsal atıksuların nehirlerle direk verilmesi olarak gösterilmiştir [Y., Sanayei ve ark., 2009].

Benzer bir çalışma da Meksika'da yapılmıştır. Tecate nehrinde belirlenen on bölgeden alınan yüzey suyu ve sediment örneklerinde yapılan kadmiyum, kurşun, nikel ve krom elementlerinin analizleri sonucunda, ciddi bir kadmiyum kirliliği gözlenmiştir. Bunun yanı sıra iki bölgede ise bahsedilen dört elemente ait kirlilik tespit edilmiştir. Makaleye göre bu iki bölgede antropojenik aktivitenin etkisinden bahsedilmektedir. Nikel ve kadmiyum derişimleri arasında bir bağıntı söz konusu olduğu ve bunun da genel bir kaynaktan geldiği yorumunda bulunulmuştur. Bu metallerin elektro-kaplama (electroplating) sanayinde yoğun olarak kullanılan elementler olduğu için kirliliğin bu sektörden kaynaklandığı sonucuna varılmış ve bu metallerin kontrolünün sürekli yapılması önerisinde bulunulmuştur [Wakida ve ark., 2008].

5.3. Ağır Metal Sonuçları ve İstatistiksel Değerlendirilmesi

Gebze İlçesi'nin farklı bölgelerinden 2009 yılı içerisinde Ağustos ve Kasım arasında alınan yüzey suyu örneklerindeki ağır metal tayinlerinin derişim ve standart sapma değerleri Tablo 5.1 ve Tablo 5.2'de verilmiştir. Bu sonuçlar birbiriyle ve TSE, WHO, EPA ve EC standart sınır değerleri ile karşılaştırılıp beraberce Şekil 5.3-17 arasında verilmiştir.

	Al	As	B	Cd	Co	Cr	Cu	Fe
Ballıkaya	136.75±1.49	20.54±2,71	43.22±1.55	1.34±0.10	9.84±0.10	2.81±1.11	1.00±0.10	148.28±9,37
Denizli Gölet	31.21±4.44	10.91±1.21	20.40±1.29	1.28±0.10	8.77±0.10	2.28±0.69	1.00±0.10	37.78±4.06
Gyte	79.45±13.62	21.25±0.30	324.01±8.08	2.51±0.10	18.85±0.16	5.29±0.23	6.70±0.85	244.12±7.15
Cumaköy	32.10±1.41	7.59±0.35	11.95±0.99	1.52±0.10	10.41±0.10	2.08±0.19	15.90±0.75	27.09±1.90
Mollafenari	31.25±2.19	6.60±0.19	21.39±0.88	1.34±0.10	8.86±0.07	1.67±0.29	1.00±0.10	52.12±16.10
Dilderesi	463.13±3.34	8.34±0.20	244.54±0.54	2.39±0.10	9.78±0.06	5.98±0.82	27.90±0.49	730.07±32.89
Tavşanlı	1890.47±40.40	15.33±0.16	273.23±1.83	2.57±0.10	21.20±0.15	18.69±2.29	18.20±1.41	3124.60±75.65
Dilovası	15766.81±143.02	21.24±0.19	233.08±2.39	2.57±0.10	26.35±0.19	34.94±3.17	24.80±1.22	12355.08±246.77
Yediler	214.95±43.99	5.77±0.14	46.59±0.38	1.26±0.10	9.47±0.10	2.19±0.51	1.40±0.10	228.27±10.21
	Mn	Ni	Pb	Sb	Se	Sr	V	Zn
Balıklaya	58.95±0.93	15.09±3.65	0.10±0.01	0.25±0.05	1.59±0.47	205.98±9.28	11.64±0.10	45.62±6.11
Denizli Gölet	24.32±0.23	2.82±0.75	0.10±0.01	0.14±0.03	1.32±0.32	85.04±3.32	10.95±0.10	67.40±0.70
Gyte	459.01±17.26	13.05±3.04	0.10±0.01	0.75±0.05	4.35±0.37	209.37±4.90	22.07±0.07	81.53±0.33
Cumaköy	14.33±0.21	31.0±4.14	1.32±0.34	0.10±0.02	1.53±0.24	27.00±1.62	9.91±0.10	128.74±2.88
Mollafenari	1412.48±14.58	11.68±6.89	0.56±0.19	0.10±0.01	2.04±0.15	201.02±2.69	9.99±0.10	78.13±0.15
Dilderesi	152.25±7.05	12.11±0.19	4.29±0.50	1.21±0.10	2.12±0.15	473.45±1.26	12.77±0.12	240.42±8.95
Tavşanlı	653.78±5.06	34.23±0.65	8.23±1.80	0.82±0.01	3.42±0.10	447.69±10.38	24.35±0.28	405.79±4.95
Dilovası	560.94±9.66	58.43±3.05	15.36±1.63	0.92±0.01	1.92±0.01	752.90±11.97	43.84±1.40	563.15±13.38
Yediler	300.41±0.61	6.42±0.72	0.10±0.01	0.50±0.01	1.22±0.06	182.06±5.24	10.39±0.18	83.85±4.91

Tablo 5.1. Ağustos ayına ait ağır metal analiz sonuç derişimleri ve standart sapma değerleri (ppb)

	Al	As	B	Cd	Co	Cr	Cu	Fe
Ballıkaya	9.95±1.59	21.19±6.22	43.42±7.96	1.60±0.10	9.07±0.19	3.31±0.26	2.00±0.74	43.36±1.91
Denizli Gölet	53.88±13.01	9.40±1.83	16.39±1.60	1.63±0.10	0.10±0.01	0.64±0.10	2.38±0.51	36.79±1.57
Gyte	152.35±5.33	15.47±0.60	343.20±3.94	3.21±0.10	0.10±0.01	1.50±0.21	12.06±2.19	250.33±0.46
Cumaköy	10.17±2.81	4.73±0.33	14.18±1.90	1.73±0.05	0.78±0.10	0.83±0.09	18.43±1.00	9.20±0.29
Mollafenari	32.88±3.29	3.72±0.47	23.96±0.37	1.62±0.09	1.00±0.10	0.33±0.06	2.08±0.76	61.16±0.12
Dilderesi	9511.50±424.20	10.41±0.45	244.19±1.10	1.97±0.07	6.57±0.10	25.81±0.39	31.90±2.48	9837.99±6.26
Tavşanlı	3977.02±104.23	9.98±0.18	277.83±7.81	3.29±0.08	4.88±0.33	24.67±0.35	24.03±2.44	5780.01±49.79
Dilovası	14597.70±398.87	14.69±0.11	242.46±7.63	3.18±0.10	6.64±0.14	27.95±1.00	30.49±2.03	12283.11±97.95
Yediler	419.84±41.98	3.05±0.10	50.84±1.27	1.53±0.10	0.10±0.01	0.45±0.07	2.37±0.41	169.11±1.86±
	Mn	Ni	Pb	Sb	Se	Sr	V	Zn
Ballıkaya	18.58±0.47	30.63±4.63	0.42±0.05	3.24±0.05	2.38±0.41	200.38±1.89	14.72±0.14	18.42±2.18
Denizli Gölet	6.76±0.08	1.07±0.10	0.10±0.01	3.18±0.01	0.93±0.01	89.36±1.93	14.27±0.02	10.40±1.34
Gyte	444.60±4.68	6.56±0.16	0.44±0.04	11.81±0.09	1.87±0.54	226.16±4.62	29.03±0.20	72.15±2.43
Cumaköy	1.00±0.10	6.68±1.42	0.90±0.05	3.11±0.01	2.35±0.63	28.78±0.83	13.23±0.10	56.21±0.85
Mollafenari	1440.84±3.61	6.03±1.71	0.10±0.01	3.13±0.01	1.31±0.45	201.38±1.66	13.25±0.04	4.16±0.14
Dilderesi	560.97±8.19	30.44±1.88	13.83±0.71	3.96±0.05	1.67±0.32	649.03±2.79	30.19±0.98	424.56±3.70
Tavşanlı	755.91±3.62	41.86±3.33	16.62±0.61	7.07±0.04	2.24±0.21	585.72±6.48	34.76±0.40	628.00±0.10
Dilovası	531.56±7.73	119.31±0.36	11.31±1.31	7.01±0.04	2.44±0.05	752.21±8.87	49.11±1.66	388.67±5.27
Yediler	264.71±2.15	3.35±0.47	0.10±0.01	3.70±0.02	1.07±0.01	182.53±3.04	13.56±0.09	7.72±1.66

Tablo 5.2. Kasım ayına ait ağır metal analiz sonuç derişimleri ve standart sapma değerleri (ppb)

Bu sonuçlara göre sınır değerleri aşan ağır metallere Al, As, Fe, Mn, Ni ve Co derişimleri SPSS 10.0 istatistik programı ile değerlendirilmiştir.

Sonuçlar arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığını anlamak için farklı aylardaki ağır metal derişimler sonuçlarına iki değişkenli Pearson korelasyon testi (Pearson correlation) uygulanmıştır ve sonuçlar Tablo 5.3 ve Tablo 5.4'te; bu sonuçlara ait şekiller de Şekil 5.1 ve Şekil 5.2'de gösterilmiştir. Tablodaki verilere göre Ağustos ayındaki bazı ağır metal tayin elementi derişimleri arasında istatistiksel anlamda pozitif yönde korelasyonlar gözlenmiştir ($p < 0.05$ ve $p < 0.01$). En önemli korelasyonlar Al-Fe ($r = 0.991$ $p = 0.000$), Al-Ni ($r = 0.844$ $p = 0.004$), Co-Fe ($r = 0.821$ $p = 0.007$), Co-Ni ($r = 0.808$ $p = 0.008$) ve Fe-Ni ($r = 0.873$ $p = 0.002$) olarak bulunmuştur. Bunlara ek olarak anlamlılık düzeyi 0.05 kabul edildiğinde Al-Co ($r = 0.768$ $p = 0.016$) ve Co-As ($r = 0.697$ $p = 0.037$) sonuçları arasında korelasyon gözlenmiştir.

Tablodaki verilere göre Kasım ayındaki ağır metal tayin elementi konsantrasyonları arasında da istatistiksel anlamda pozitif yönde bazı korelasyonlar gözlenmektedir ($p < 0.05$ ve $p < 0.01$). En önemli korelasyonlar Al-Fe ($r = 0.983$ $p = 0.000$), Al-Ni ($r = 0.883$ $p = 0.002$) ve Fe-Ni ($r = 0.840$ $p = 0.005$) olarak bulunmuştur. Anlamlılık düzeyi 0.05 kabul edildiğinde sadece Co-As ($r = 0.677$ $p = 0.045$) sonuçları arasında korelasyon gözlenmiştir.

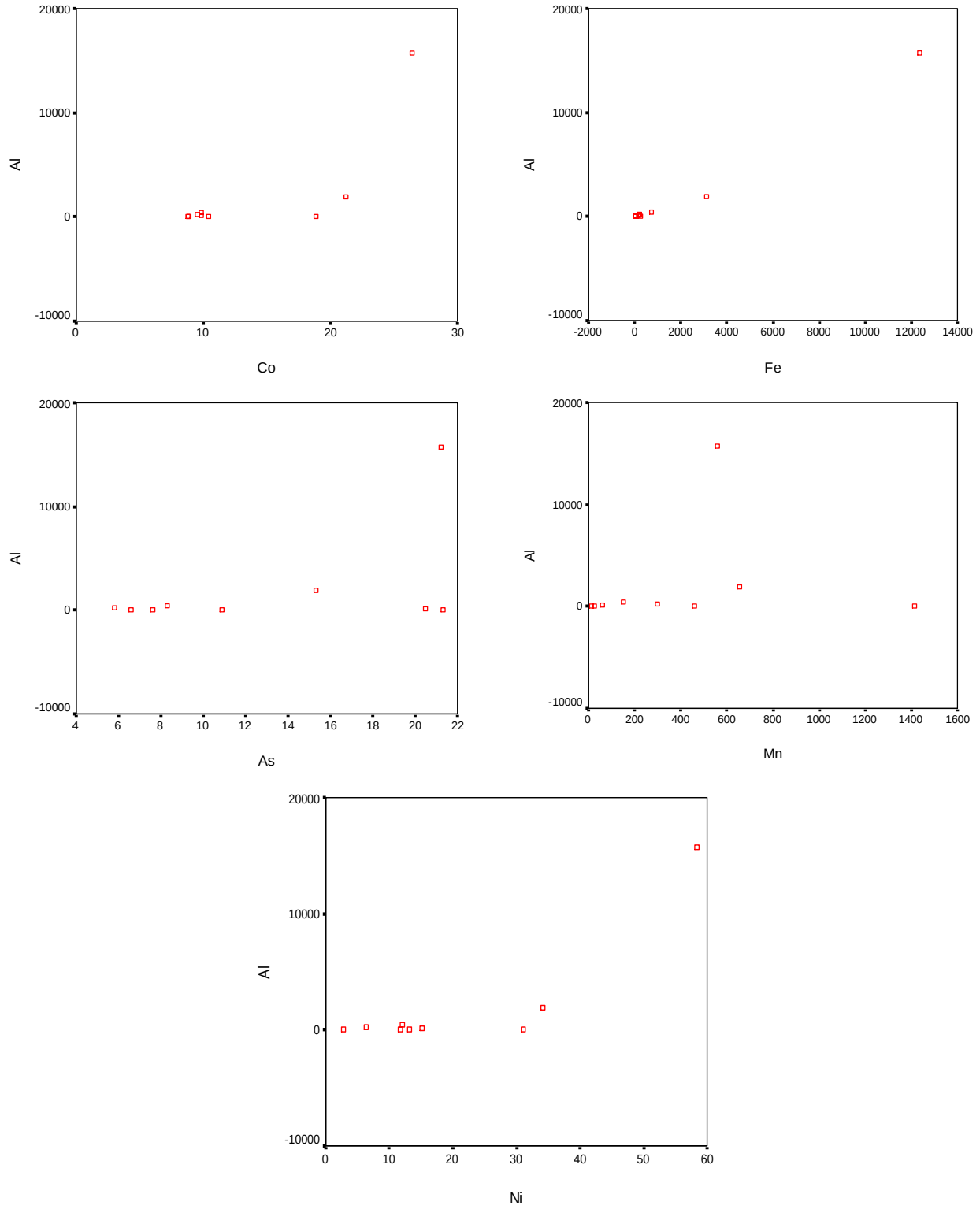
Hem Ağustos hem de Kasım ayında Al-Fe, Al-Ni, Fe-Ni ($p < 0.01$) ve Co-As ($p < 0.05$) korelasyonlarının gözlenmesi bu ağır metaller arasındaki doğrusal ilişkinin aynı kaynaktan gerçekleştiği yıl boyunca süregeldiği sonucunu doğurmaktadır. Gerçekten de araştırma bölgesinin sınırları içerisinde iki büyük organize sanayi bölgesi bulunmaktadır. Bunlardan Gebze Organize Sanayi Bölgesi'nde 124, Dilovası Organize Sanayi Bölgesi'nde ise 196 adet firma bulunmaktadır. Bu sanayi bölgeleri özellikleri ve çalışma alanları geniş bir yelpazeye yayılmış firmalardan oluşmaktadır. Al, Fe, Ni ve As gibi elementler sanayi bölgeleri civarındaki yüzey ve yeraltı suları kirliliklerinde en çok karşılaşılan elementlerden birkaçıdır. Bu sebepten dolayı analizler sonucunda elde edilen metal derişimleri arasında korelasyon bulunması doğal bir sonuç olarak gözlenmektedir.

	Pearson Korelasyon	p (Anlamlılık)
Al-Co	0.768	0.016
Al-Fe	0.991	0.000
Al-Mn	0.150	0.700
Al-Ni	0.844	0.004
Al-As	0.478	0.193
Co-Fe	0.821	0.007
Co-Mn	0.221	0.568
Co-Ni	0.808	0.008
Co-As	0.697	0.037
Fe-Mn	0.173	0.657
Fe-Ni	0.873	0.002
Fe-As	0.493	0.177
Mn-Ni	0.130	0.740
Mn-As	-0.081	0.837
Ni-As	0.451	0.223

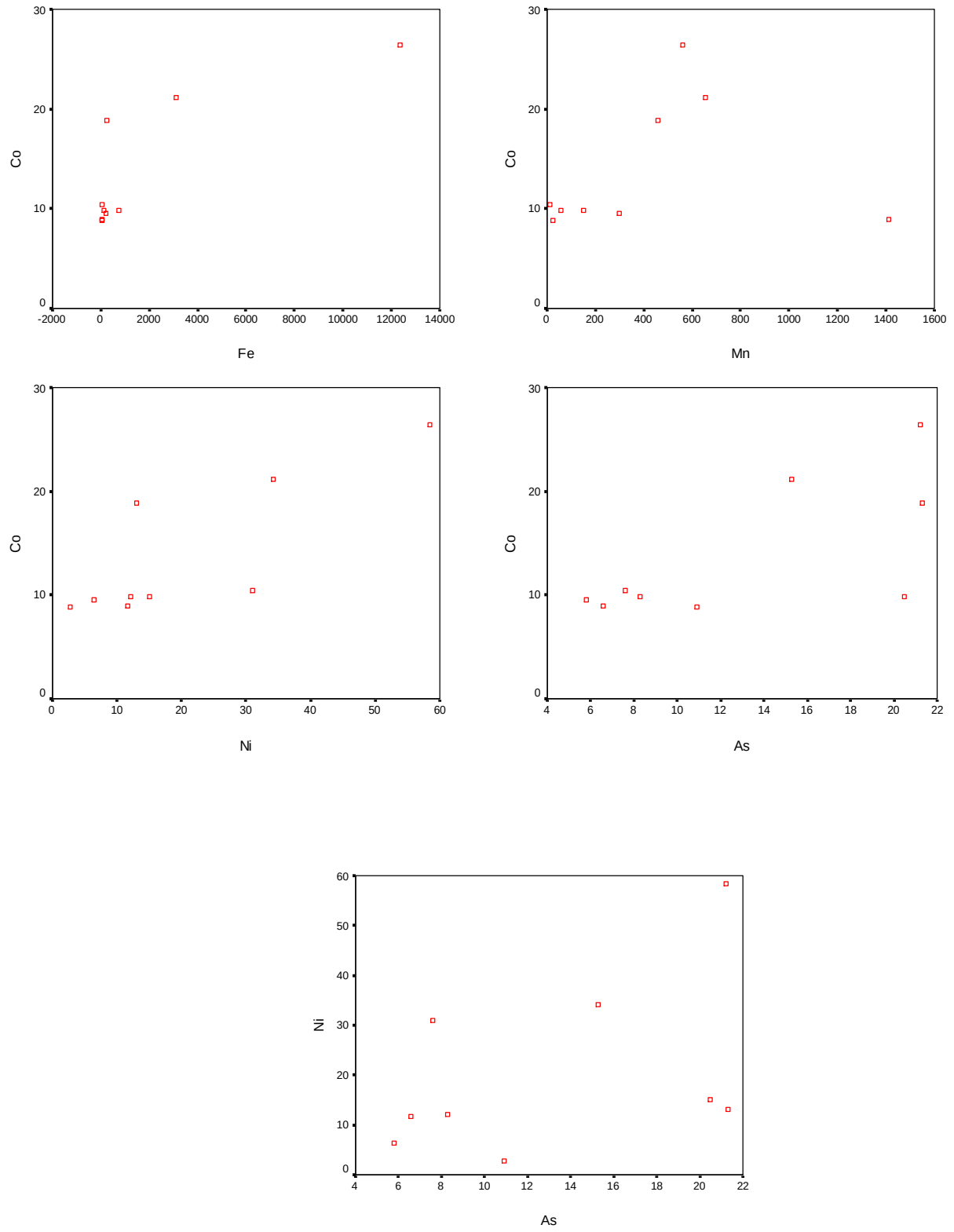
Tablo 5.3. Ağustos ayına ait metal-metal korelasyon ve anlamlılık değerleri

	Pearson Korelasyon	p (Anlamlılık)
Al-Co	0.564	0.114
Al-Fe	0.983	0.000
Al-Mn	0.175	0.652
Al-Ni	0.883	0.002
Al-As	0.238	0.537
Co-Fe	0.594	0.092
Co-Mn	-0.039	0.921
Co-Ni	0.643	0.062
Co-As	0.677	0.045
Fe-Mn	0.217	0.574
Fe-Ni	0.840	0.005
Fe-As	0.225	0.560
Mn-Ni	0.109	0.779
Mn-As	-0.300	0.432
Ni-As	0.430	0.248

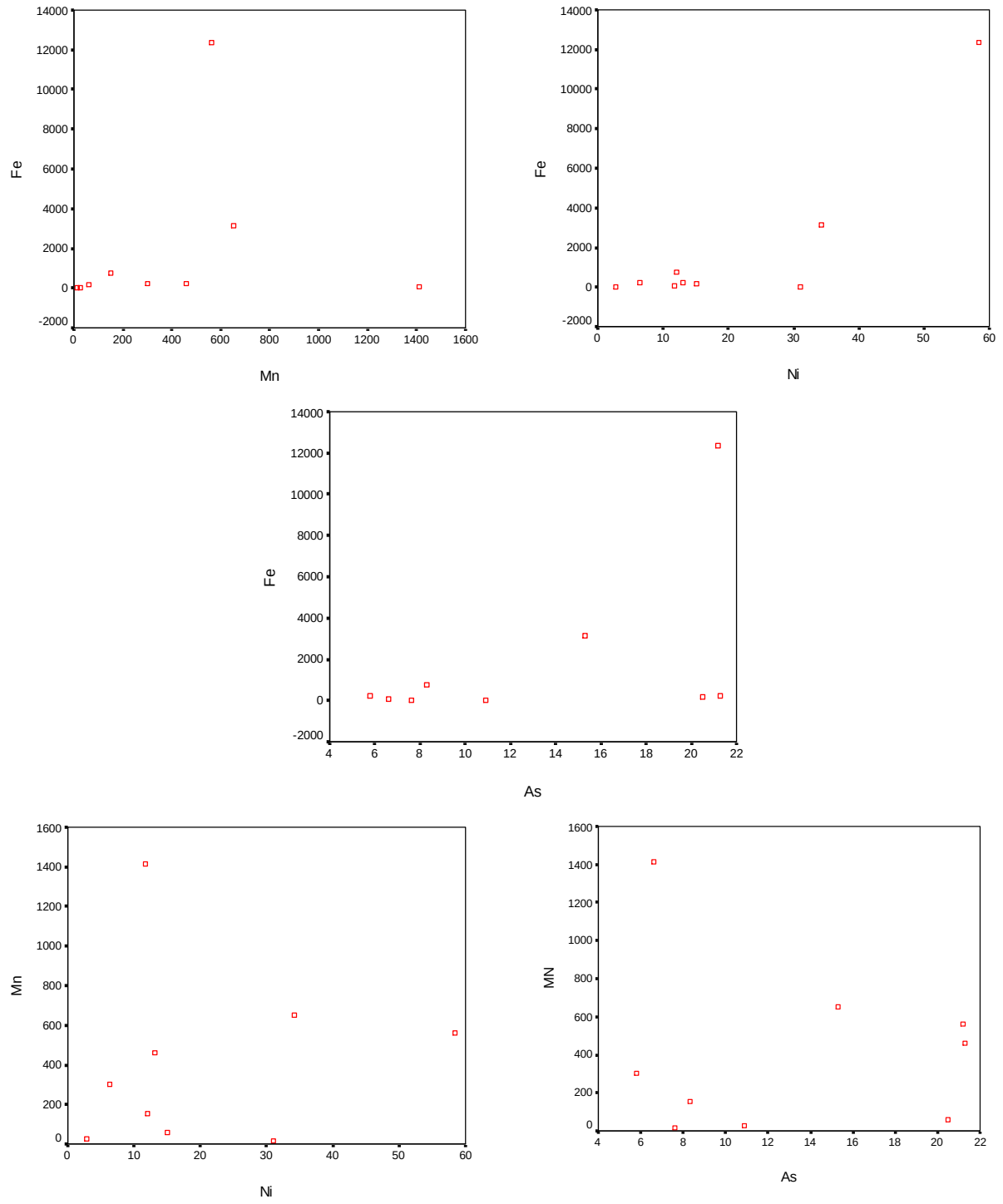
Tablo 5.4. Kasım ayına ait metal-metal korelasyon ve anlamlılık değerleri



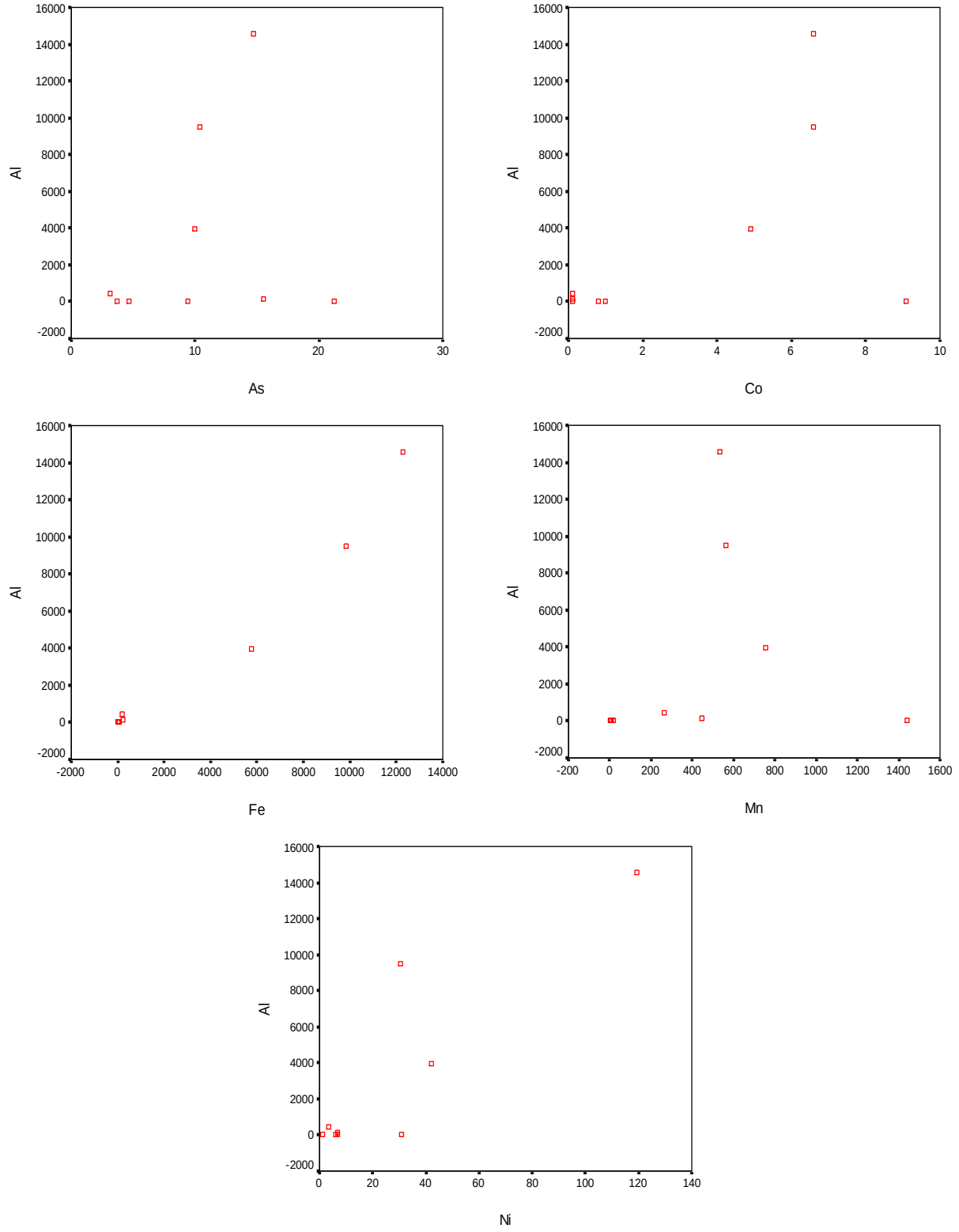
Şekil 5.1. a. Ağustos ayına ait metal-metal korelasyon grafikleri



Şekil 5.1. b. Ağustos ayına ait metal-metal korelasyon grafikleri

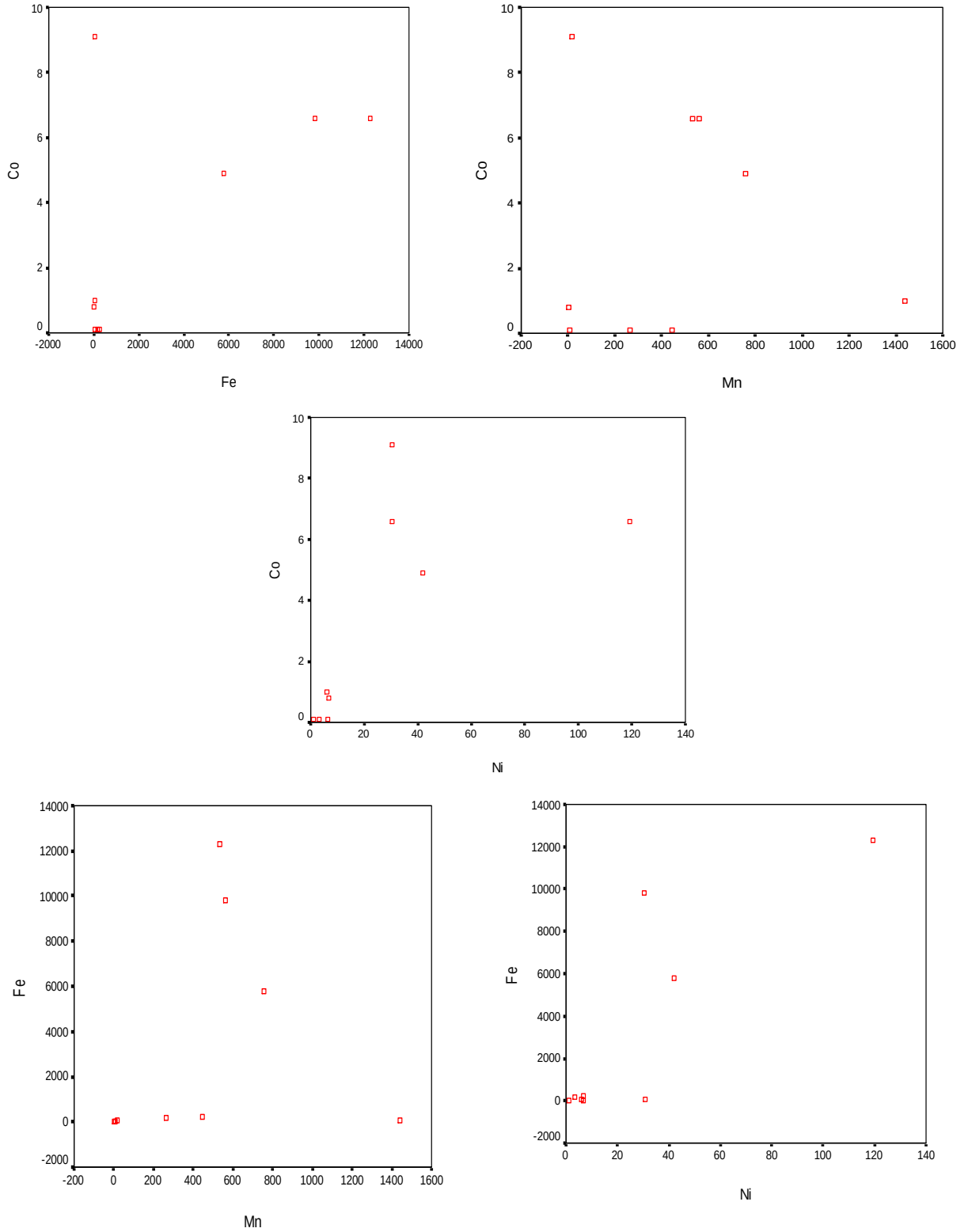


Şekil 5.1. c. Ağustos ayına ait metal-metal korelasyon grafikleri

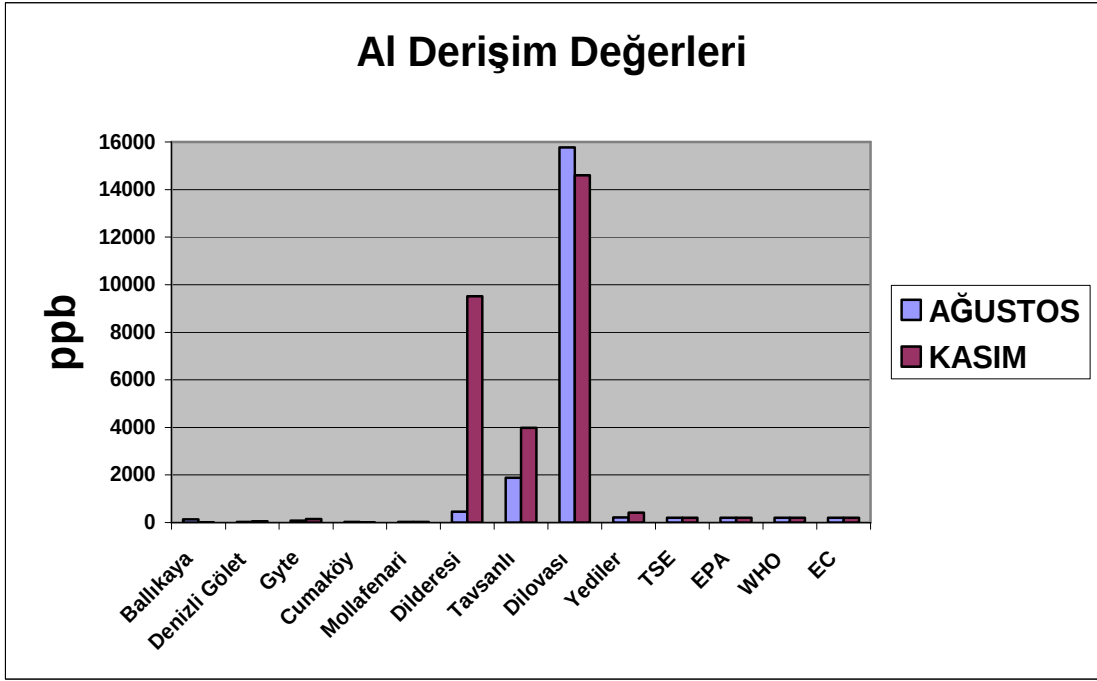


Şekil 5.2. a. Kasım ayına ait metal-metal korelasyon grafikleri

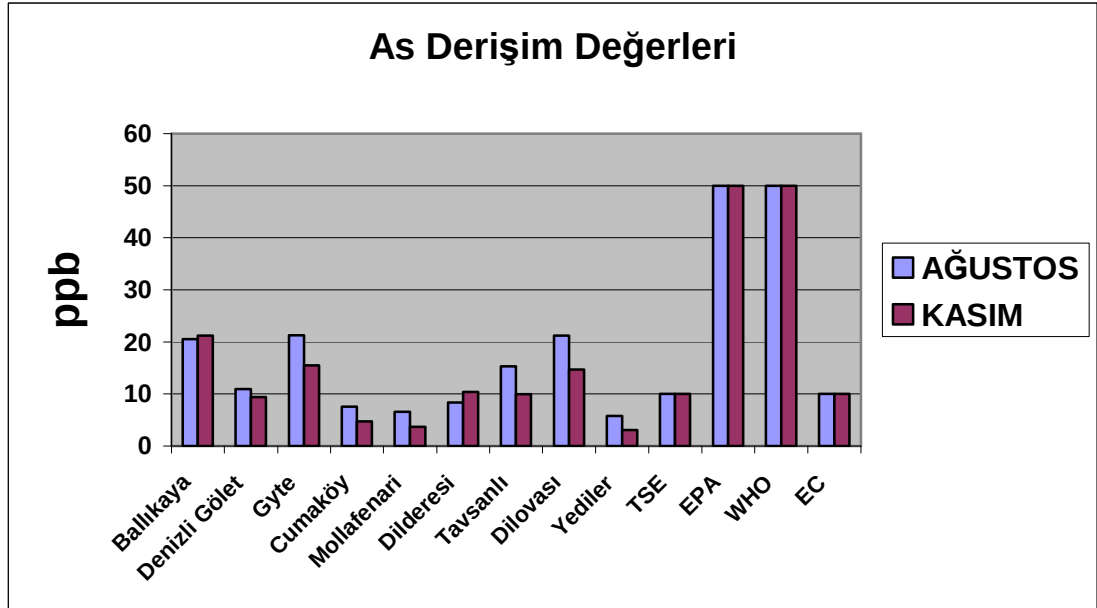
Şekil 5.2. b. Kasım ayına ait metal-metal korelasyon grafikleri



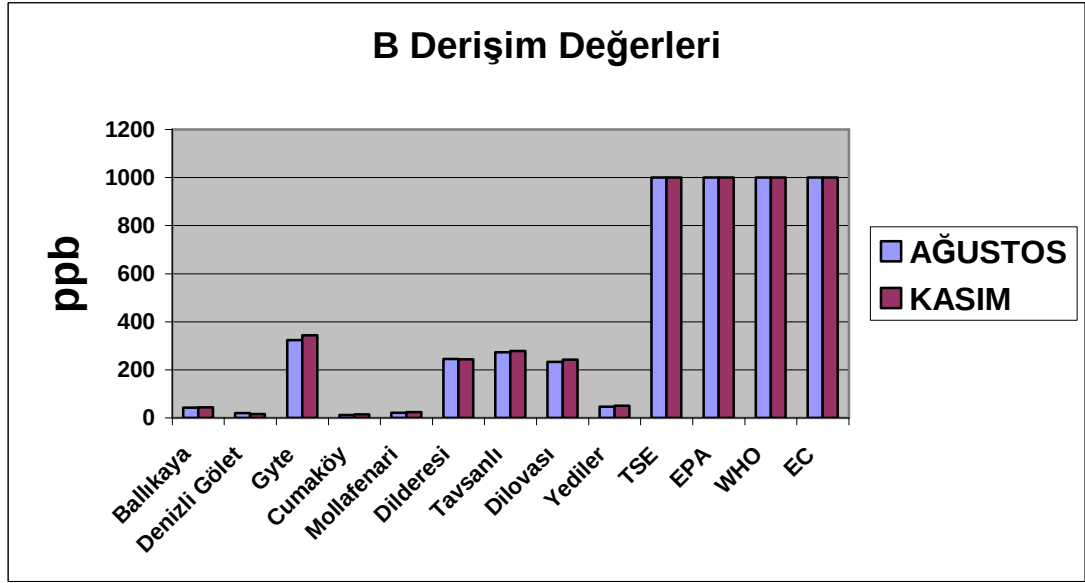
Şekil 5.2. c. Kasım ayına ait metal-metal korelasyon grafikleri



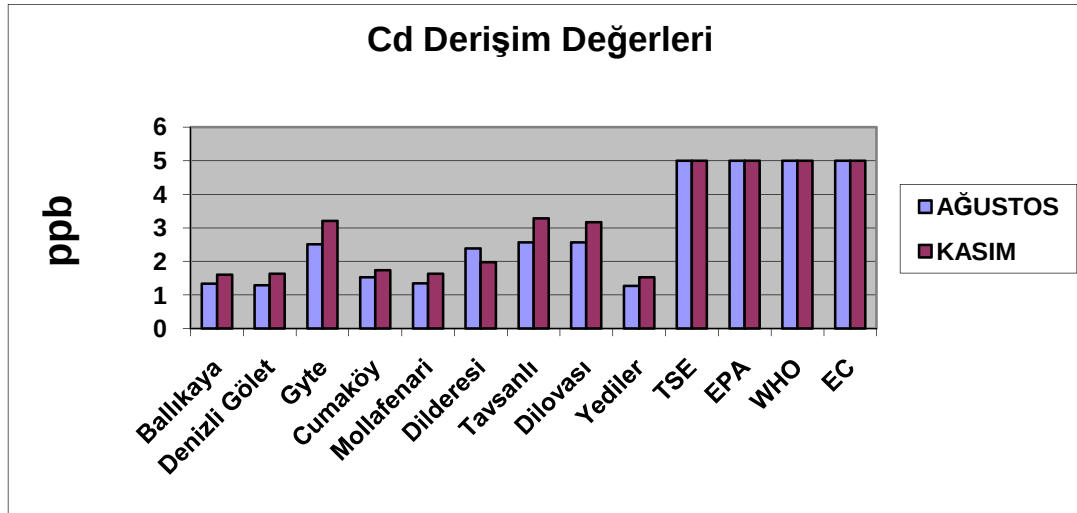
Şekil 5.3. Ağustos ve Kasım Aylarında Gebze Civarından Alınan Su Numunelerindeki Alüminyum Derişimleri



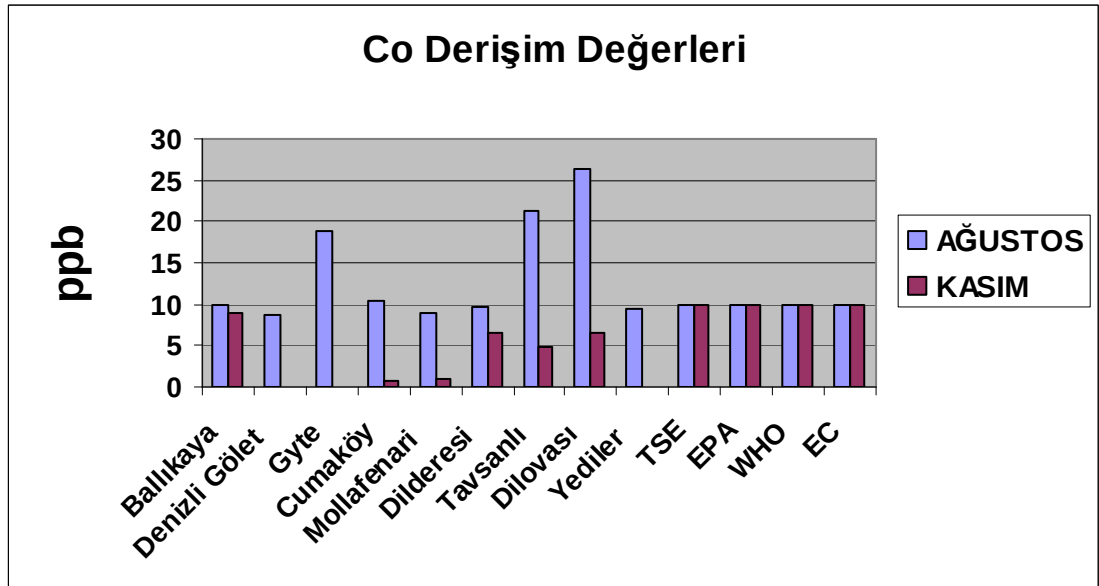
Şekil 5.4. Ağustos ve Kasım Aylarında Gebze Civarından Alınan Su Numunelerindeki Arsenik Derişimleri



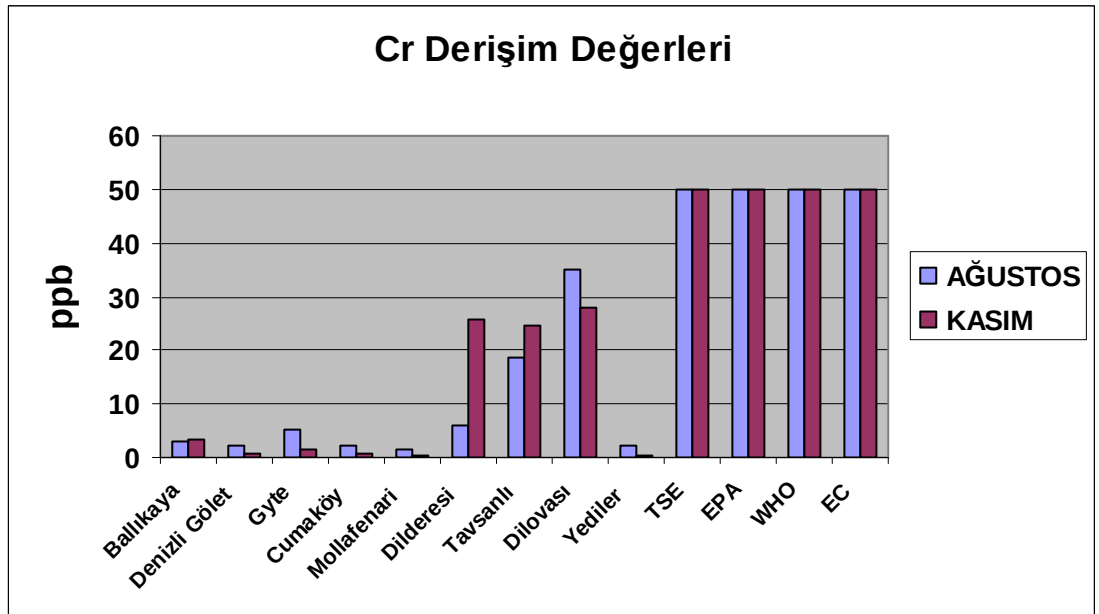
Şekil 5.5. Ağustos ve Kasım Aylarında Gebze Civarından Alınan Su Numunelerindeki Bor Derişimleri



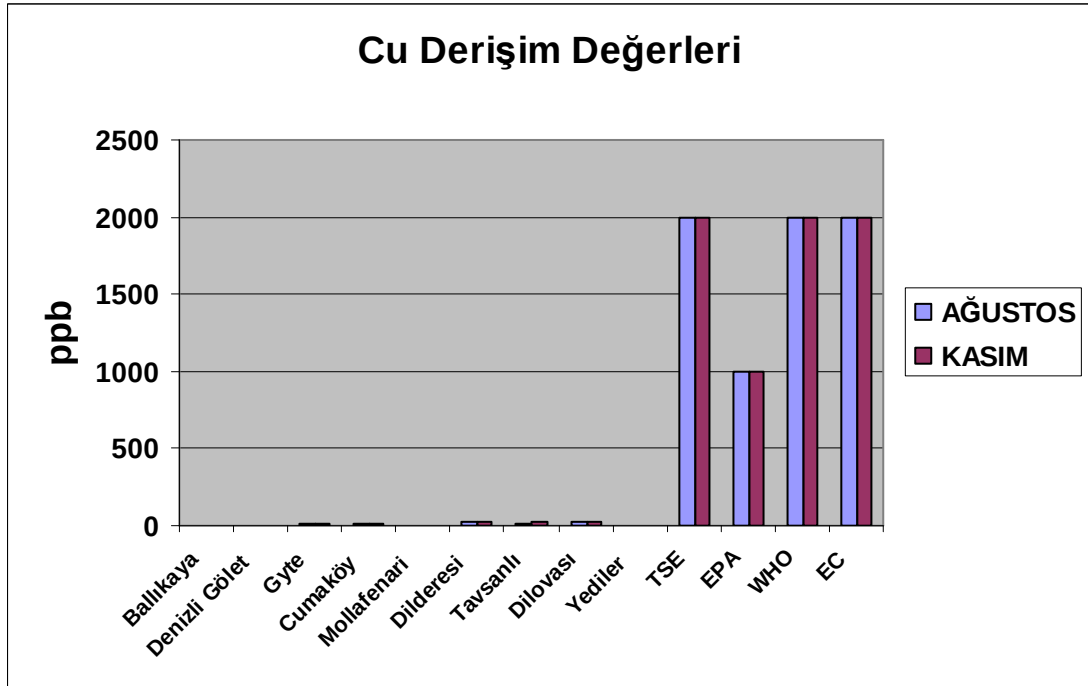
Şekil 5.6. Ağustos ve Kasım Aylarında Gebze Civarından Alınan Su Numunelerindeki Kadmiyum Derişimleri



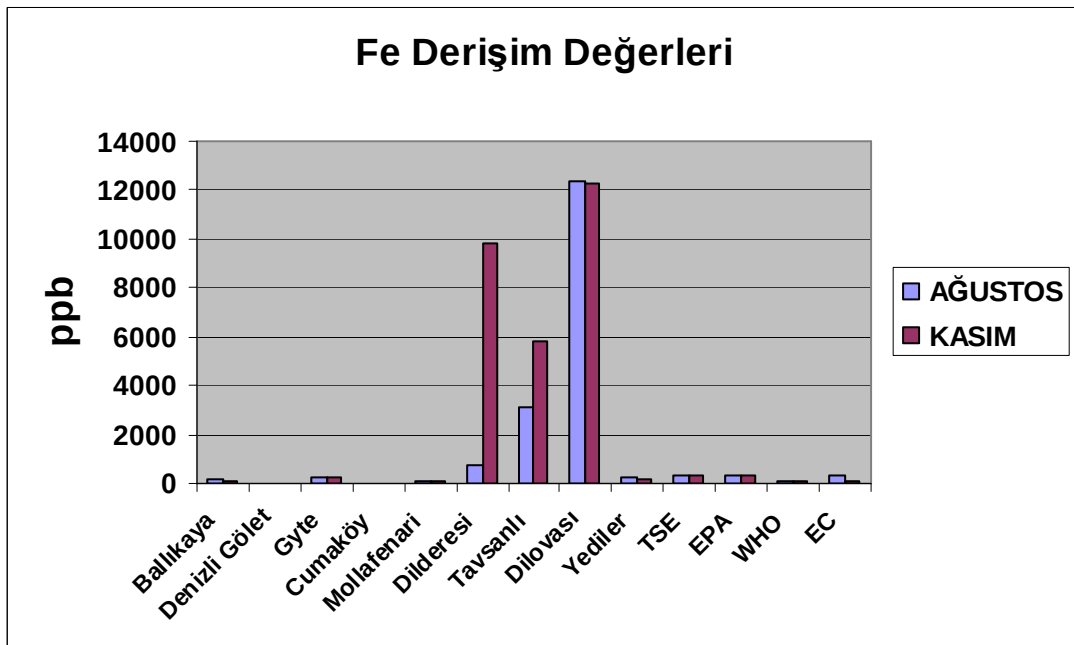
Şekil 5.7. Ağustos ve Kasım Aylarında Gebze Civarından Alınan Su Numunelerindeki Kobalt Derişimleri



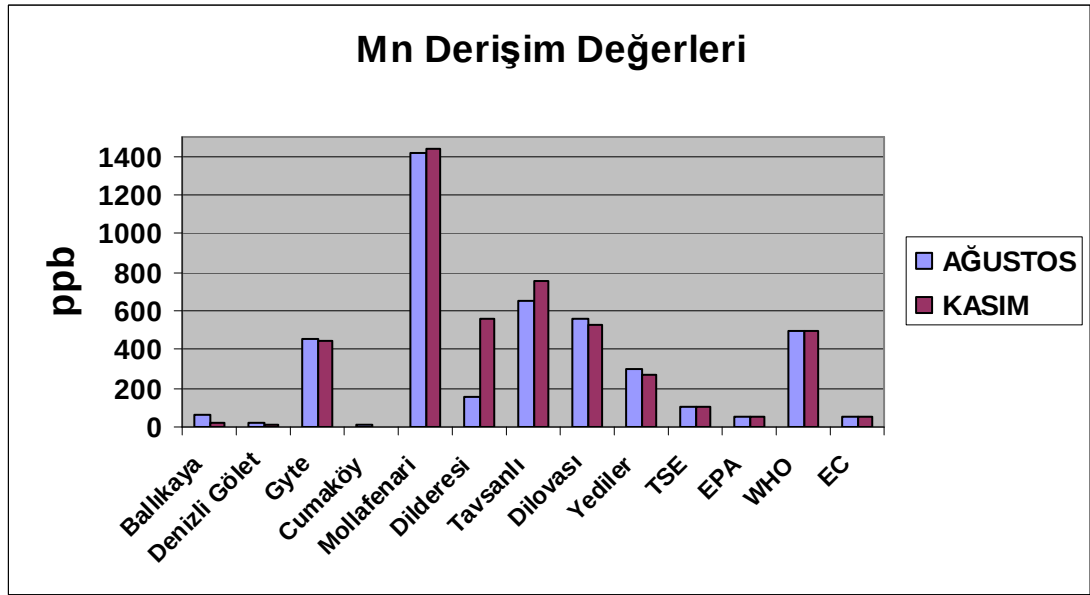
Şekil 5.8. Ağustos ve Kasım Aylarında Gebze Civarından Alınan Su Numunelerindeki Krom Derişimleri



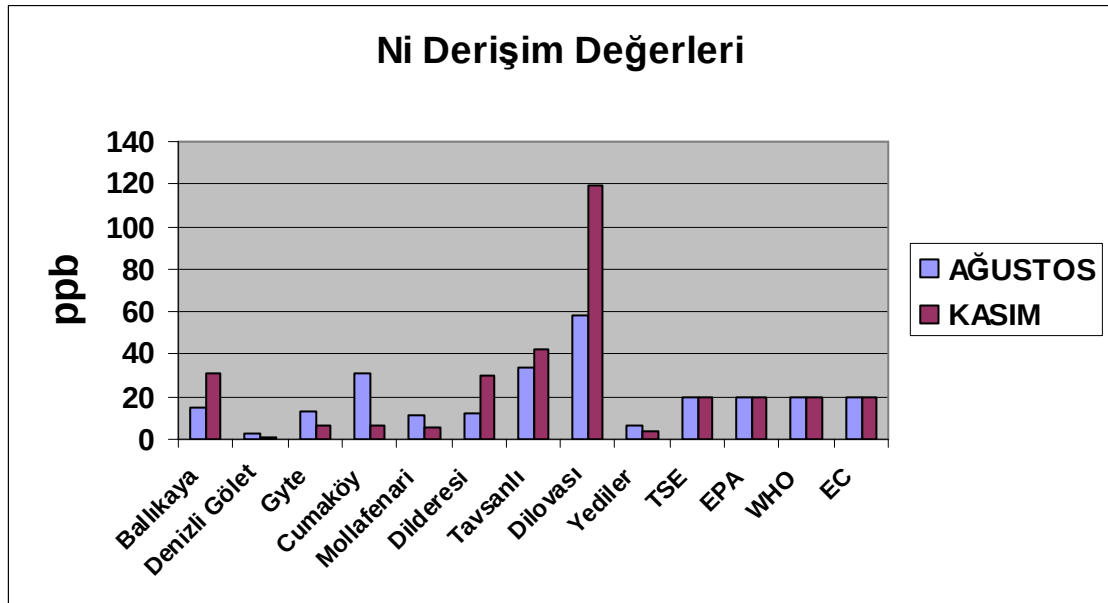
Şekil 5.9. Ağustos ve Kasım Aylarında Gebze Civarından Alınan Su Numunelerindeki Bakır Derişimleri



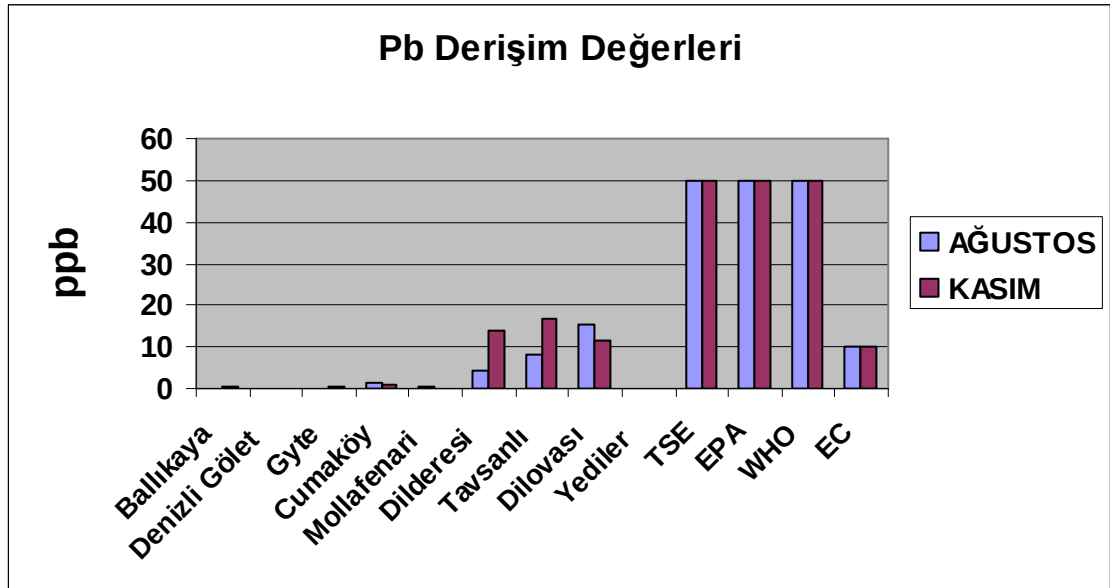
Şekil 5.10. Ağustos ve Kasım Aylarında Gebze Civarından Alınan Su Numunelerindeki Demir Derişimleri



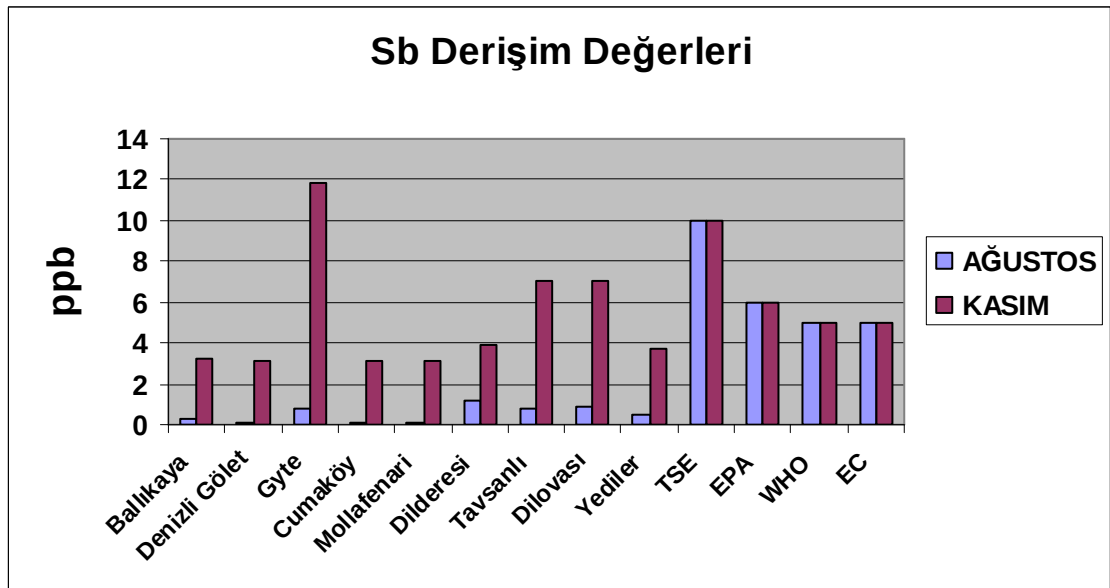
Şekil 5.11. Ağustos ve Kasım Aylarında Gebze Civarından Alınan Su Numunelerindeki Mangan Derişimleri



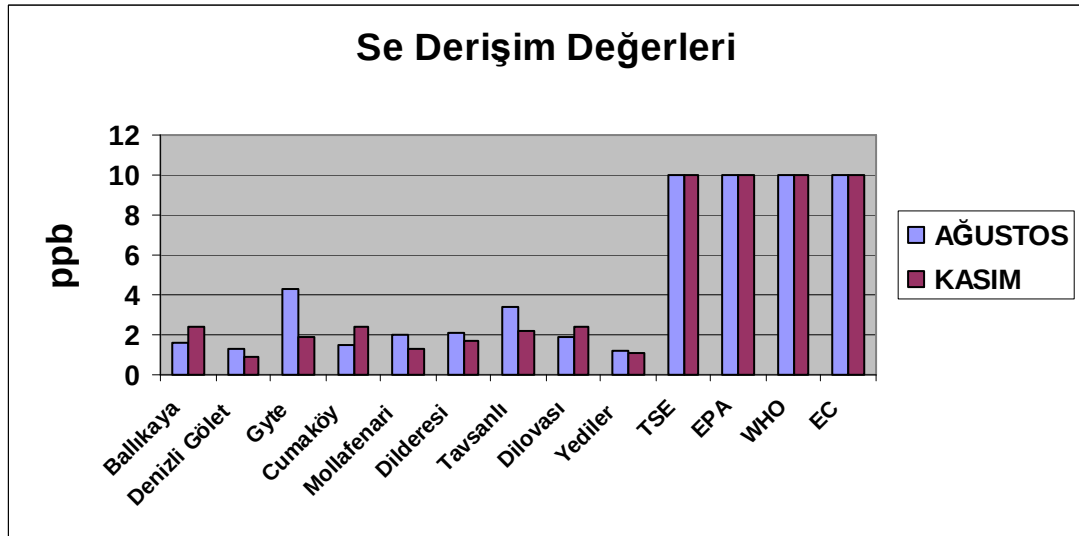
Şekil 5.12. Ağustos ve Kasım Aylarında Gebze Civarından Alınan Su Numunelerindeki Nikel Derişimleri



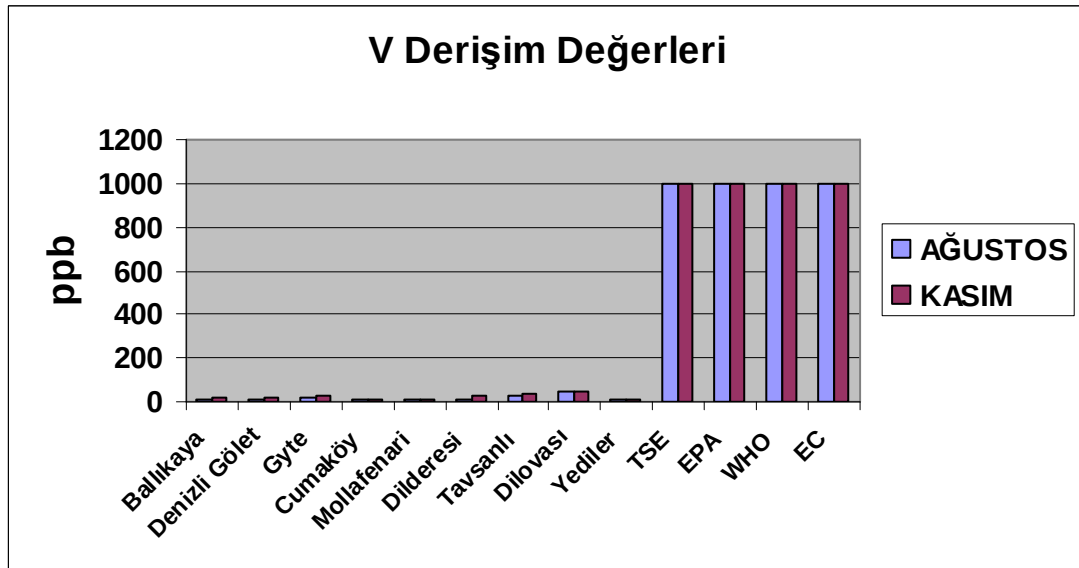
Şekil 5.13. Ağustos ve Kasım Aylarında Gebze Civarından Alınan Su Numunelerindeki Kurşun Derişimleri



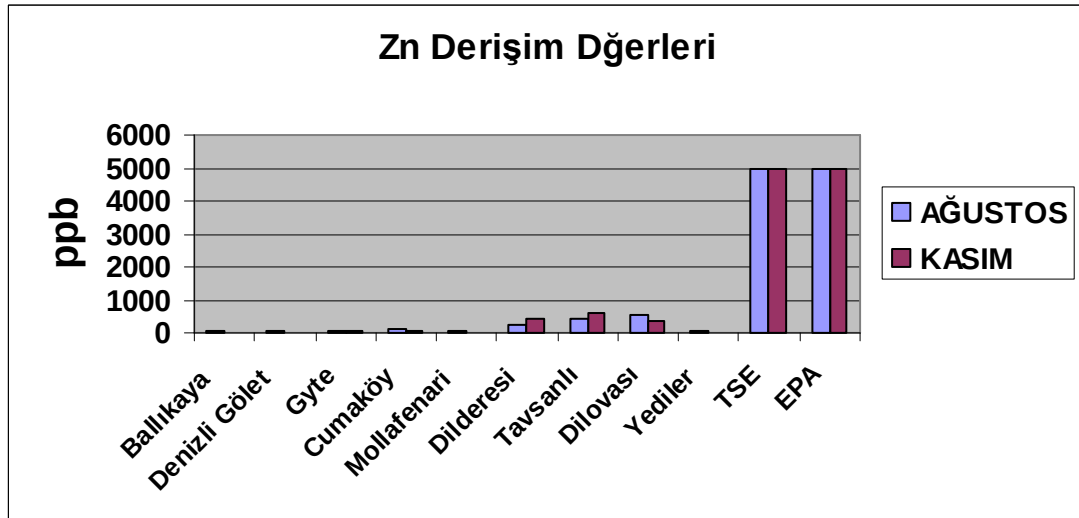
Şekil 5.14. Ağustos ve Kasım Aylarında Gebze Civarından Alınan Su Numunelerindeki Antimon Derişimleri



Şekil 5.15. Ağustos ve Kasım Aylarında Gebze Civarından Alınan Su Numunelerindeki Selenyum Derişimleri



Şekil 5.16. Ağustos ve Kasım Aylarında Gebze Civarından Alınan Su Numunelerindeki Vanadyum Derişimleri



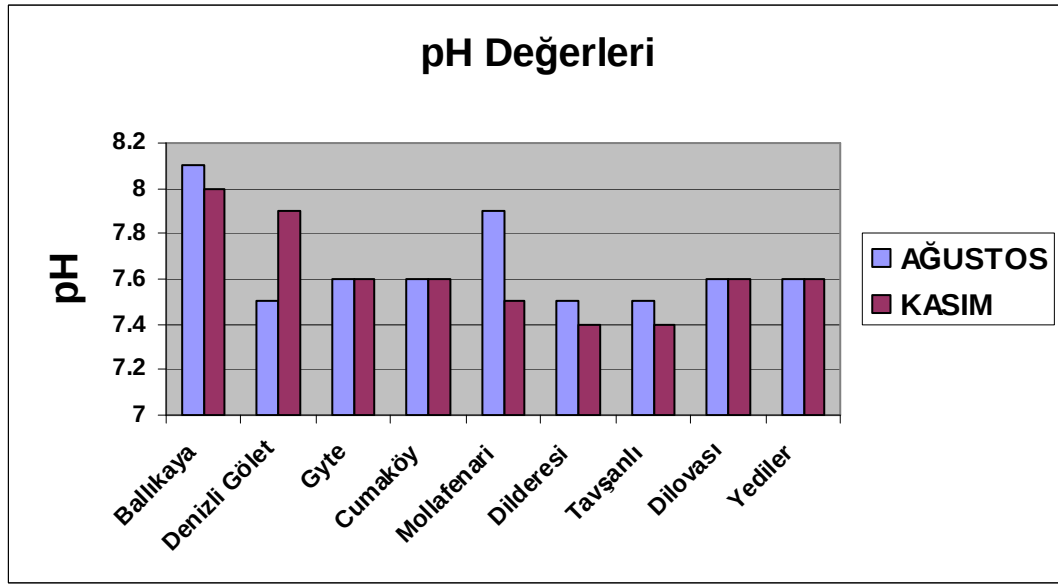
Şekil 5.17. Ağustos ve Kasım Aylarında Gebze Civarından Alınan Su Numunelerindeki Çinko Derişimleri

5.4. pH Tayin Sonuçları ve Grafikleri

Gebze İlçesi'nin farklı lokasyonlarındaki yüzey suyu örneklerinin her iki aydaki pH tayin sonuçları Tablo 5.5 ve Şekil 5.18'de verilmiştir.

	AĞUSTOS	KASIM
Ballıkaya	8.1	8.0
Denizli Gölet	7.5	7.9
Gyte	7.6	7.6
Cumaköy	7.6	7.6
Mollafenari	7.9	7.5
Dilderesi	7.5	7.4
Tavşanlı	7.5	7.4
Dilovası	7.6	7.6
Yediler	7.6	7.6

Tablo 5.5. Ağustos ve Kasım Aylarına ait pH değerleri



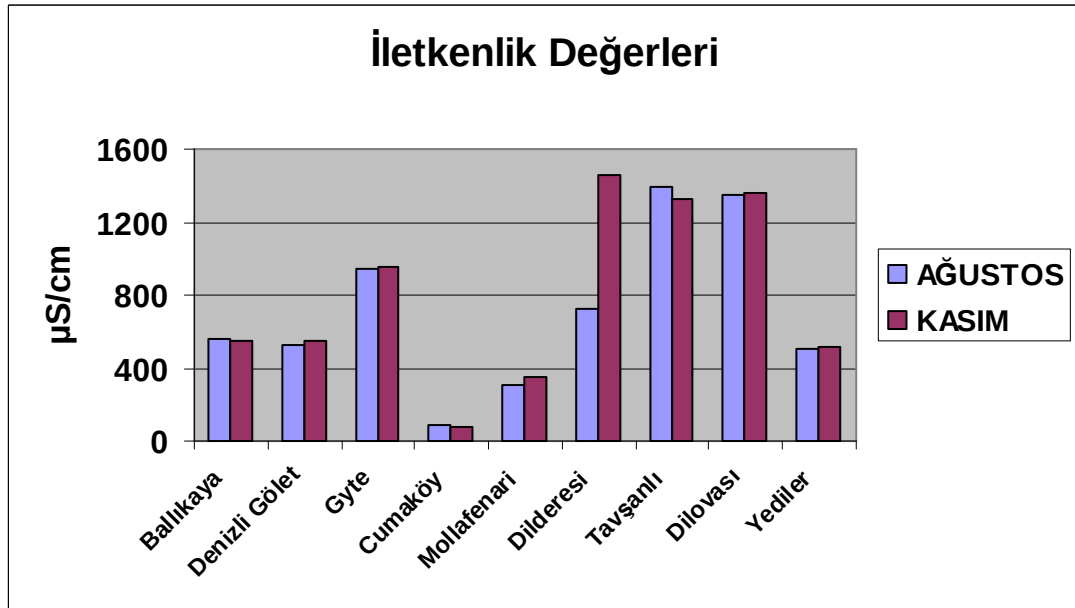
Şekil 5.18. Gebze Civarında Ağustos ve Kasım Aylarındaki pH Değerleri

5.5. İletkenlik Tayin Sonuçları ve Grafikleri

Gebze İlçesi'nin farklı lokasyonlarındaki yüzey suyu örneklerinin her iki aydaki iletkenlik tayin sonuçları Tablo 5.6 ve Şekil 5.19'da verilmiştir.

	AĞUSTOS	KASIM
Ballıkaya	554	547
Denizli Gölet	530	550
Gyte	943	951
Cumaköy	84.6	81.6
Mollafenari	306	355
Dilderesi	720	1463
Tavşanlı	1393	1321
Dilovası	1347	1356
Yediler	503	510

Tablo 5.6. Ağustos ve Kasım Aylarına ait iletkenlik değerleri ($\mu\text{S}/\text{cm}$)



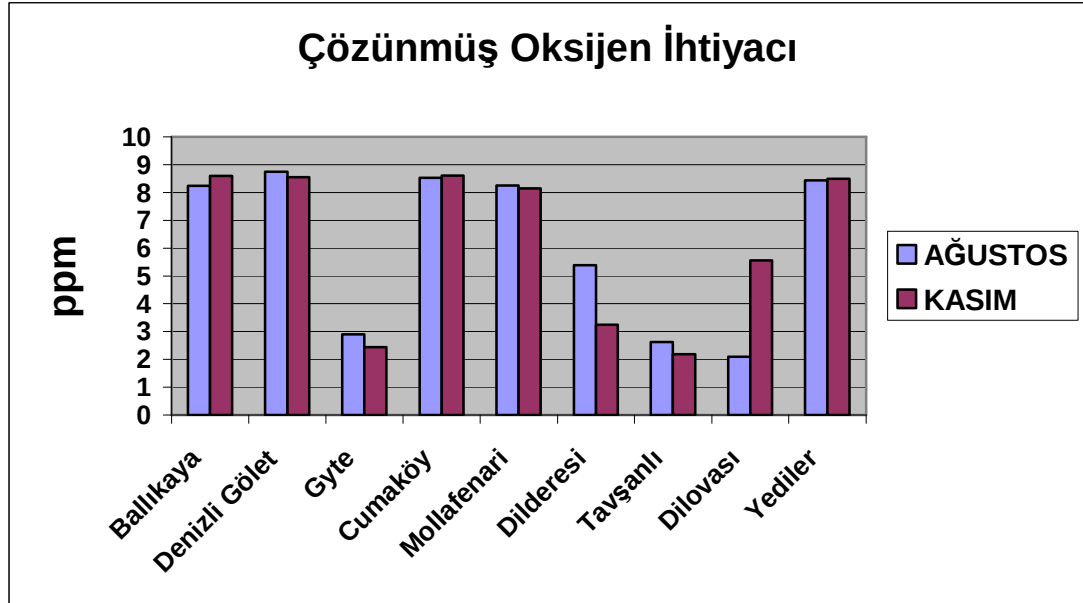
Şekil 5.19. Gebze Civarında Ağustos ve Kasım Aylarındaki İletkenlik Değerleri

5.6. Çözünmüş Oksijen İhtiyacı Sonuçları ve Grafikleri

Gebze İlçesi'nin farklı lokasyonlarındaki yüzey suyu örneklerinin her iki aydaki çözünmüş oksijen ihtiyacı Tablo 5.7 ve Şekil 5.20'de verilmiştir.

	AĞUSTOS	KASIM
Ballıkaya	8.24	8.60
Denizli Gölet	8.75	8.55
Gyte	2.90	2.44
Cumaköy	8.53	8.61
Mollafenari	8.25	8.15
Dilderesi	5.39	3.25
Tavşanlı	2.62	2.19
Dilovası	2.10	5.56
Yediler	8.44	8.49

Tablo 5.7. Ağustos ve Kasım aylarına ait iletkenlik değerleri (ppm)



Şekil 5.20. Gebze Civarında Ağustos ve Kasım Aylarındaki Çözünmüş Oksijen İhtiyacı Değerleri

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Dünyada olduğu gibi ülkemizde de nüfus artışı, teknolojinin ve endüstriyel faaliyetlerin gelişimi ile birlikte pek çok sorunu da beraberinde getirmektedir. Refah düzeyi yükselmekte bununla birlikte üretim ve tüketim artmakta ve bunun sonucunda kişi başına düşen atık miktarları da çoğalmaktadır.

Bu çalışmada yapılan pH, çözünmüş oksijen ihtiyacı, iletkenlik ve ağır metal analizleri sonuçlarında elde edilen verilen Su Kalite Kirliliği Kontrol Yönetmeliği, TSE, WHO, EPA ve EC standart değerleri ile karşılaştırılmıştır. Dilovası, Tavşanlı Köyü ve Dilderesi yüzey sularında ciddi bir kirlilikten söz edilebilmektedir.

Gebze ve çevresinde de hızla artan nüfusun etkisi ve çevresel faktörleri yeteri kadar değerlendirilmeden ve sınırlandırılmadan kurulan sanayi kuruluşları, evsel ve kanalizasyon atıklarının yeterli arıtmaya tabii tutulmadan yüzey sularına ve toprağa boşaltılmaları Gebze ve çevresini dolayısıyla da canlıların sağlıklarını tehdit eden başlıca unsurlardır.

Gebze Türkiye’de çevre kirliliğinin en fazla olduğu ilçelerinden biridir. Bunun en önemli nedeni gelişigüzel dağılmış olan sanayinin yeterli arıtma tesislerinden yoksun olmasıdır. Organize Sanayi Bölgelerindeki tesislerin arıtmaları olmasına rağmen Gebze’deki, diğer sanayi kuruluşlarıyla karşılaştırıldığında sayıları henüz azdır.

Çevre kirlenmesini artıran diğer bir neden de yerleşmeler ile iç içe geçmiş dağınık haldeki fabrikaların önüne geçilemediği takdirde Gebze’de çevre kirliliği sorunu artarak devam edecektir. Bu mahalle aralarındaki sanayi kuruluşlarının yeni kurulan Organize Sanayi Bölgelerine taşınma mecburiyeti getirilmelidir [Bom, 2007].

Gebze ve çevresinde ekolojik dengenin korunması, sürdürülebilir gelişmenin sağlanması ve akılcı kullanılması için su kalitesi izleme çalışmalarının devam ettirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmanın Gebze ve çevresindeki sucul ekosistemlerin su kalitesinin belirlenmesinin ileride yapılacak olan detaylı çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Aksu, E., Yaşar, D., Uslu, O., 1998, Assessment of Marine Pollution in İzmir Bay: Heavy Metal and Organic Compound Concentrations in Surficial Sediments. TÜBİTAK.
- Arık ve ark., 2009, Köprüören, Çobanköy ve Köreken (Kütahya) arasındaki bölgede metalik maden yataklarına bağlı ağır metal kirliliği, I. Tıbbi Jeolojisi Çalıştayı, Nevşehir.
- Aastrup, M. and Thunholm, B., 2000, Heavy Metals in Stockholm Groundwater Concentrations and Fluxes, Water, Air and Soil Pollution, Focus 1, 25-41.
- Barth, E. F., Ettinger, M.C., Salotto, B.V., and Mc Dermott, G.N., 1965, Summary Report on the Effects of Heavy Metals on the Biological Treatment Processes", J. Wat. Pollut. Control Fed.
- Baykut, F, Aydın, A.. Baykul. S., 1987, "Çevre Sorunları ve Korunma". 131-143. İstanbul Üniversitesi Yayınları.
- Bom, A., 2007, Gebze ve Yakın Çevresinin Coğrafi Özellikleri ve Şehir İçi Arazi Kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Brohi, R. ve Topbaş, T., Karaman, R., 1998. "Çevre Kirliliği", T.C. Çevre Bakanlığı Yayınları, Ankara.
- Büyükşehir Belediyesi, 2001, "Tuz Gölü Kirliliği Semineri", Konya.
- Derrell, 1991, "Trace Elements in Human Nutrition Micronutrients in Agriculture", SSSA. Book Series 4, USA.
- Dökmeci, A. H., 2005, Gala Gölü ve Gölü Besleyen Su Kaynaklarında Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Edirne.
- Duran, M. ve Demirer, G., "Su Arıtımında Temel İşlemler", Çevre Mühendisleri Odası, Ankara, 1997.
- Erginal, A., E., 2000, Morfodinamik Süreçlere Dayanarak 1/50.000 Ölçekli İstanbul İli ve Yakın Çevresinin Jeomorfoloji Haritası (Şile Paftası) ve Açıklaması, Yüksek Lisans Tezi, İ. Ü., İstanbul.

- Wakida, F., T. ve ark., 2008, Heavy Metals in Sediments of The Tecate River, Mexico.
- Garcia, M., 2009, Portland GSA Annual Meeting, Arsenic Distrubition in Surface Water and Sediments in The Bolivian Central Highland.
- Guo, Y. ve ark., 2009, Heavy Metal Contamination From Electronic Waste Recycling At Guiyu, Southeastern China.
- Güven, G., 2004, Büyük Menderes Nehri, Aydın Yöresi Yüzey Sularında Bazı Kirleticilerin Düzeylerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.
- Henden, E., 1998, "Ağır Metal Türlerinin Analizlerinde Yönelimler ve Gelişmeler", Ege Analitik Kimya Günleri, Uluslararası Katılımı Eğitsel Toplantısı, İzmir.
- Higman J. and Thompson J., 2001, "Characterization and Spatial Distribution of Heavy Metals in Sediment from Cedar and Ortega Rivers Subbasin", Journal of Contaminant Hydrology.
- Kalender, A., 1993, Deri Sanayii Sıvı Atıklarının Aktif Çamur Metodu ile Tasfiyesinin Kinetiği Üzerine Bir Araştırma, Doktora Tezi, İTÜ. İnşaat Fakültesi, İstanbul.
- Kali, Nuri, 2008, Erzurum Ovası Su Kalitesi ve Kirliliğinin Tespiti, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Karapire, C., 1998, Determination of Some Trace Elements in Gediz River Sediments, Degree of Master Science, Dokuz Eylül University, İzmir.
- Kavaf, N., 2007, Kütahya Ovasının Su kalitesi ve Kirliliği, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Koçman, A. 1993. Türkiye İklimi, Ege Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 72, İzmir.
- Konuk, M. ve Liman, R, Metal Toksisitesi.
- Mutluay H. ve Demirok A., Su Kimyası, Beta Basım, Yayım, Dağıtım A.Ş., S: 83-84. 1996, İstanbul.
- Özyurt, M. S. ve ark., (2004), Porsuk Baraj Havza'sının Kütahya Kökenli Kirlilik Problemi, Fen Bilimleri Dergisi, Sayı 6, Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya.
- Polat, M., 1997, Akarsu ve Göllerde İzlenen Fiziksel ve Kimyasal Parametreler. Su Kalitesi Yönetimi Semineri, D.S.İ. Genel Müdürlüğü,

Ankara.

RDAS. National Research Council, 1989, "Food and Nutrient"., 1989, 10th Edition Acad Press Washington, DC.

Resmi Gazete, 13 Şubat 2008, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği. Sayı 26786.

ANKARA.

Sawyer, C. N. and McCarthy, 1985, Chemistry for Environmental Engineering, McGraw-Hill, Tokyo.

Soylak, M. ve Doğan, M., 2000. Su Kimyası, Erciyes Yayınları, Kayseri.

Şengül, F. ve Müezzinoğlu, A., 1987, "Çevre Kimyası" Dokuz Eylül Üniversitesi Müh. Fak. Yayınları, İzmir.

Şengül. F. ve Küçükgül, Y., 1997 "Çevre Mühendisliğinde Fiziksel Kimyasal Temel İşlemler" , Dokuz Eylül Üniversitesi Yayınları, İzmir.

Tahawy, M. S. El, ve ark., (2006), Determination of Some Heavy Metals In The Environment of Sadat Industrial City., 2nd Environmental Physics Conference, Egypt.

Uysal, H. and Tuncer, S., 1984, A Comparative Study On Heavy Metal Concentrations In Some Fish Species and In The Sediments From İzmir Bay.

Vegueria J. and Godoy M., 2002, "Environmental Impact in Sediments and Seawater due to Discharge of Ba, Ra, V, Ni, Pb, by Produced Water from the Bacia de Campos Oil field Offshore Platforms", Environmental Forensics .

Velicangil, 1987, "Endüstri Sağlığı ve Meslek Hastalıkları", TC. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Yakın ve Ortadoğu Çalışma Eğitim Merkezi, Ankara.

www.earth.google.com.

www.ew.govt.nz

www.gebze.bel.tr

www.tr.wikipedia.org

www.webelements.com

Y., S. ve ark., 2009, Determination of Heavy Metals in Zayandeh Rood River, Isfahan, IRAN.

Yaramaz, Ö., 1981, İzmir Körfezi'nde Kurşun ve Kadmiyum Kirlenmesinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.

Yıldız, S., 2004, Konya Tahliye Kanalındaki Ağır Metal Kirliliğinin ICP-MS Tekniği İle İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.

ÖZGEÇMİŞ

1979 yılında Eskişehir’de doğan Emrah Uysal, ilkokulu Eskişehir’de, ortaokulu Bilecik’in Osmaneli İlçesi’nde, liseyi ise Eskişehir’de tamamlamıştır. 2005 yılında Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü’nde lisans öğrenimini tamamlamıştır. 2007-2008 yılı güz döneminde Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Çevre Mühendisliği Bölümü’nde yüksek lisans öğrenimine başlamıştır.