

T.C
MUĞLA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KİMYA ANA BİLİM DALI

GÖKOVA KÖRFEZİ DENİZ VE AZMAKLARININ ASKIDA KATI MADDE
ve SEDİMENTİNDE AĞIR METAL İÇERİĞİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hanife AYDIN (YILMAZ)

ŞUBAT 2010
MUĞLA

T.C
MUĞLA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KİMYA ANA BİLİM DALI

GÖKOVA KÖRFEZİ DENİZ VE AZMAKLARININ ASKIDA KATI MADDE
ve SEDİMENTİNDE AĞIR METAL İÇERİĞİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ


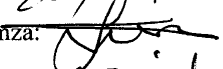

Hanife AYDIN (YILMAZ)

ŞUBAT 2010
MUĞLA

T.C
MUĞLA ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü

Yrd. Doç. Dr. Ahmet DEMİRAK danışmanlığında Hanife AYDIN (YILMAZ) tarafından hazırlanan “Gökova Körfezi Deniz ve Azmaklarının Askıda Katı Madde ve Sedimentinde Ağır Metal İçeriğinin İncelenmesi” başlıklı tez, ~~27.01.2010~~ tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Kimya Anabilim Dalı’nda yüksek lisans tezi olarak oybirliği/oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Başkan :Prof. Dr. Özdemir EGEMEN
Üye :Doç.Dr. Fevzi YILMAZ
Üye :Yrd.Doç.Dr.Ahmet DEMİRAK

İmza: 
İmza: 
İmza: 

ÖNSÖZ

Bu tez çalışması, Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Analitik Kimya Anabilim Dalı Yüksek Lisans programı için hazırlanmıştır.

Yüksek lisans öğrenimim boyunca engin bilgi ve düşünceleriyle bana yol gösteren güler yüzünü esirgemeyen yüksek lisans tez danışmanım değerli hocam Yrd.Doç.Dr. Ahmet DEMİRRAK'a şükranlarımı ve saygılarımı sunar teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca deneysel çalışmalarımnda beni yalnız bırakmayan ve parametrelerin ölçümünde emeği geçen Uzman Dilek YILDIZ'a , Cansu GÖKÇE ve Evşen YAVUZ'a, teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamda ve yazımında beni yalnız bırakmayan, maddi ve manevi desteğini esirgemeyen, bana güvenen biricik eşim Sezer AYDIN'a ve kıymetli aileme teşekkürü bir borç bilirim.

Hanife AYDIN (YILMAZ)

MUĞLA 2010

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	V
ABSTRACT.....	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
TABLolar DİZİNİ.....	X
SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	XII
1.GİRİŞ.....	1
1.1. Deniz Ortamındaki Ağır Metaller.....	5
1.2. Deniz Suyundaki Ağır Metaller.....	5
1.3. Sedimentlerdeki Ağır Metaller.....	8
1.3.1 Sedimentasyon.....	8
1.3.2. Sedimentlerden Ağır Metallerin Salımı.....	8
1.3.3. Hava Etkisiyle Kimyasal Dönüşüm.....	9
1.4.Deniz ortamında Çinko, Kadmiyum, Kurşun, Demir ve Bakır.....	9
1.4.1. Zn'in Dağılımı.....	9
1.4.2. Cd'nin Dağılımı.....	10
1.4.3. Pb'nin Dağılımı.....	12
1.4.4. Cu'nun Dağılımı.....	13
1.4.5. Fe'nin Dağılımı.....	14
1.5. Fe,Zn, Cd, Pb ve Cu'nun Toksisitesi (Zehirliliği).....	15
1.5.1. Çinko.....	16
1.5.2. Kadmiyum.....	16
1.5.3. Kurşun.....	17
1.5.4. Bakır.....	17
1.5.5. Demir.....	18
2.LİTERATÜR ÖZETİ.....	19
3. MATERYAL METOD.....	21
3.1. Çalışma Alanının Tanımı.....	21
3.1.1. Ege Denizi.....	21
3.1.2. Gökova Körfezi.....	22

3.1.2.1. Çalışma Alanının Hidrolojik Özellikleri.....	25
3.1.2.2. Çalışma Alanının Jeomorfolojisi.....	25
3.1.2.3. Çalışma Alanının İklimi.....	26
3.1.2.4. Çalışma Alanının Tarımsal Yapısı.....	26
3.1.2.5. Çalışma Alanının Nüfus Hareketliliği Yapısı ve Sosyo Ekonomik Yapısı.....	27
3.1.2.6 Çalışma Alanının Turizm Yapısı	28
3.2. Çalışma İstasyonlarının Tespiti ve İstasyonların Özellikler.....	28
3.3. Örnek Alınması ve Saklanması.....	35
3.4. Kullanılan Materyaller.....	35
3.5. Kullanılan Yöntemler.....	36
3.5.1. Askıda Katı Maddede Ağır Metal Analizi.....	36
3.5.2. Sedimentte Ağır Metal Analizi.....	36
3.5.3. Standart Çözeltiler.....	36
4. BULGULAR.....	37
4.1. Askıda Katı Madde İçin Bulgular.....	37
4.2. Sediment İçin Bulgular.....	40
5. TARTIŞMA.....	43
6. SONUÇLAR.....	64
7. ÖNERİLER.....	65
KAYNAKLAR.....	66

**GÖKOVA KÖRFEZİ DENİZ VE AZMAKLARININ ASKIDA KATI MADDE
ve SEDİMENTİNDE AĞIR METAL İÇERİĞİNİN İNCELENMESİ**

(Yüksek Lisans Tezi)

Hanife AYDIN (YILMAZ)

**MUĞLA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

2010

ÖZET

Gökova Körfezi tektonik hareketler sonucunda Ege Bölgesi'nde doğu-batı doğrultusunda çukur alanlardan oluşan bir körfezdır. Doğü kıyıları yakınında sığ olan körfezin derinliği, açıklara ve batıya gidildikçe artar. Körfezin en önemli özelliği, güneydoğu kıyısının Türkiye'nin en girintili çıkıntılı kıyı kesimi olmasıdır. Bu kesimde iç içe geçmiş, genellikle daire biçiminde ve yörede *bük* adıyla anılan çok sayıda koy vardır. Körfezin karakterini belirleyen önemli unsurlardan biri de körfeze akan Kadın azmağı ve Akçapınar Azmağıdır.

Körfezin doğusunda yer alan Gökova ve Kızılyaka ovaları tarım alanı olarak kullanılmaktadır. Bölge halkının %60'ı turizmle, %20'si balıkçılıkla ve geriye kalan %20'si de tarımla uğraşmaktadır. Gökova Körfezi su kalitesi evsel atık sular, turizm aktiviteleri, tarım, balıkçılık faaliyetleri ve deniz taşımacılığından etkilenmektedir.

Bu çalışmada Gökova Körfezi, Kadın Azmağı ve Akçapınar Azmağı'nda 9 istasyon seçilmiş, deniz ve azmak sularının askıda katı maddede Şubat 2008-Eylül 2008 tarihleri arasında her ay, sedimentde Nisan, Haziran ve Temmuz aylarında Cd, Cu, Fe, Pb, Zn konsantrasyonları ölçülmüştür. Çalışmanın amacı Gökova körfezi, Kadın Azmağı ve Akçapınar Azmağı'nın askıda katı madde ve sedimentinde aylara göre Cd, Cu, Fe, Pb, Zn metallerinin konsantrasyon değişiminin, Akçapınar ve Kadın Azmağı yoluyla metal kirliliğinin taşınıp taşınmadığının araştırılmasıdır.

Azmaclarda ölçülen metal konsantrasyonları genelde deniz ortamından ölçülen metal konsantrasyonlardan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Askıda katı maddede antropojenik etkilerden dolayı yaz aylarında Pb, Cd ve Cu konsantrasyonları daha yüksek bulunurken Fe ve Zn konsantrasyonlarında yaz ve kış aylarında belirgin bir farklılık gözlenmemiştir. Sediment örneklerinde ağır metal konsantrasyonları aylara göre değişimi incelendiğinde ise Fe konsantrasyonlarının aylara göre anlamlı farklılıklar gösterirken, diğer metaller anlamlı farklılıklar göstermemiştir. Elde edilen sonuçlar azmaclardaki askıda katı maddelerle bölgedeki karasal ortamlarda ve kıyı alanlarında faaliyet gösteren tarımsal, evsel ve turizm aktivitelerden kaynaklanan ağır metallerin Gökova Körfezine taşındığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Gökova Körfezi, Askıda Katı Madde, Sediment, Ağır Metal

Sayfa Adedi:75

Tez Yöneticisi: Yrd. Doç. Dr. Ahmet DEMİRRAK

**INVESTIGATION OF HEAVY METAL CONTENT IN THE SUSPENDED
SOLIDS AND SEDIMENTS OF GÖKOVA GULF, SEA AND AZMAKS**

(M. Sc. Thesis)

Hanife AYDIN (YILMAZ)

MUĞLA UNIVERSITY

INSTITUTE of SCIENCE AND TECHNOLOGY

2010

ABSTRACT

As a result of tectonic movements in the Aegean region, one of the pit areas in the east-west direction, which is located in the southernmost, is the Gulf of Gökova. The depth of the Gulf, which is shallow near the east coast, increases putting off the offshore and west. The most important feature of the south eastern part of the Gulf is its being the most intricate coast of Turkey. In this area, there are a large number of bays, which are nested, usually in the form of circle and known as “bük” in the region. Kadın Azmağı and Akçapınar Azmağı flowing into the Gulf are one of the important factors in determining the character of the Gulf.

Gökova and Kızılyaka Plains located in the eastern Gulf is used as agricultural lands. 60% of the people of the region with tourism, 20% of people with fishing and the remaining 20% of the people get along with agriculture. Water quality of Gökova Gulf is affected by municipal waste water, tourism activities, agriculture, activities of fishery and maritime transport.

In this study, 9 stations were selected in the Gulf of Gokova, Kadın Azmağı and Akçapınar Azmağı, and the concentrations of Cd, Cu, Fe, Pb, Zn were measured in suspended solids of the water of this stations every month between February 2008-September 2008 and in sediments in April, June and July. The aim of the study is searching the change of concentrations of Cd, Cu, Fe, Pb, and Zn in suspended solids and sediments in the Gulf of

Gökova, Kadın Azmağı and Akçapınar Azmağı according to the months and whether there is transport of trace metals from Kadın Azmağı and Akçapınar Azmağı to the Gulf.

It has been identified that measured metal concentrations in the *Azmaks* are higher than the metal concentrations in marine environment. It has also been observed that due to anthropogenic effects in suspended solids while Pb, Cd and Cu have been higher in summer, Fe and Zn concentrations have not shown a significant difference in summer and winter months. When heavy metal concentrations in sediment samples were examined by months, it shows that the concentrations of Fe show significant differences by months, while the other metals have not shown significant differences. The obtained results shows that heavy metals, caused by the agricultural, municipal and tourism activities operating in the coastal areas and terrestrial environment, are transported to the Gulf Gökova by suspended solids in *Azmaks*.

Key Words: Gulf of Gökova, Suspended Solid, Sediment, Heavy Metal

Page Number: 75

Adviser: Asist. Prof. Dr. Ahmet DEMİRRAK

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil No</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Gökova Körfezi'nin Haritası.....	23
Şekil 2. Araştırma alanının uydu görüntüsü.....	24
Şekil 3. Çalışma alanının temel geçim kaynakları	28
Şekil 4. Çalışma bölgesinin Türkiye'deki yeri ve çalışma istasyonlarının genel hatları	30
Sekil 5. Bir Numaralı istasyonun uydu görüntüsü	31
Şekil 6. İki numaralı istasyonun uydu görüntüsü	31
Şekil 7. Üç numaralı istasyonun uydu görüntüsü	31
Şekil 8. Dört numaralı istasyonun uydu görüntüsü	32
Şekil 9. Beş numaralı istasyonun uydu görüntüsü.....	32
Şekil 10. Altı numaralı istasyonun uydu görüntüsü	33
Şekil 11. Yedi numaralı istasyonun uydu görüntüsü	33
Şekil 12. Sekiz numaralı istasyonun uydu görüntüsü	34
Şekil 13. Dokuz numaralı istasyonun uydu görüntüsü	34
Şekil 14. Azmaklar ve Gökova Körfezi askıda katı maddesinde aylara göre Cd ortalamaları	43
Şekil 15. Azmaklar ve Gökova Körfezi askıda katı maddesinde aylara göre Cu ortalamaları	44
Şekil 16. Azmaklar ve Gökova Körfezi askıda katı maddesinde aylara göre Fe ortalamaları	45
Şekil 17. Azmaklar ve Gökova Körfezi askıda katı maddesinde aylara göre Pb ortalamaları	46
Şekil 18. Azmaklar ve Gökova Körfezi askıda katı maddesinde aylara göre Zn ortalamaları	47
Şekil 19. Azmaklar ve Gökova Körfezi sedimentinde aylara göre Cd ortalamaları	48
Şekil 20. Azmaklar ve Gökova Körfezi sedimentinde aylara göre Cu ortalamaları	49
Şekil 21. Azmaklar ve Gökova Körfezi sedimentinde aylara göre Fe ortalamaları	50
Şekil 22. Azmaklar ve Gökova Körfezi sedimentinde aylara göre Pb ortalamaları	51
Şekil 23. Azmaklar ve Gökova Körfezi sedimentinde aylara göre Zn ortalamaları	51

TABLolar/ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Tablo No</u>	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Bazı Ağır Metallerin Yoğun Olarak Kullanıldıkları Endüstri Dalları	3
Tablo 2. Deniz Suyunda Bulunabilecek Metal Konsantrasyonları	6
Tablo 3. Deniz suyundaki metallerin muhtemel fiziko-kimyasal yapıları	6
Tablo 4. Çalışma alanında bulunan yerleşim birimlerinin 2009 yılına ait tarımsal desen verileri	27
Tablo 5. Çalışma alanınının 2007 yılına ait nüfus ve hane bilgileri	27
Tablo 6. İstasyonların koordinatları ve özellikleri	29
Tablo 7. Askıda katı madde de elde edilen Cd verileri	37
Tablo 8. Askıda katı madde de elde edilen Cu verileri.....	38
Tablo 9. Askıda katı madde de elde edilen Fe verileri	38
Tablo 10. Askıda katı madde de elde edilen Pb verileri.....	38
Tablo 11. Askıda katı madde de elde edilen Zn verileri	39
Tablo 12. AKM’de Cd içeriği için en düşük, en yüksek, ortalama değer ve standart sapma	39
Tablo 13. AKM’de Cu içeriği için en düşük, en yüksek, ortalama değer ve standart sapma	39
Tablo 14. AKM’de Fe içeriği için en düşük, en yüksek, ortalama değer ve standart sapma	39
Tablo 15. AKM’de Pb içeriği için en düşük, en yüksek, ortalama değer ve standart sapma	40
Tablo 16. AKM’de Zn içeriği için en düşük, en yüksek, ortalama değer ve standart sapma	40
Tablo17. Sedimentte Cd içeriği	40
Tablo18. Sedimentte Cu içeriği	40
Tablo19. Sedimentte Fe içeriği	41
Tablo 20. Sedimentte Pb içeriği	41
Tablo 21. Sedimentte Zn içeriği	41
Tablo 22. Sedimentte Cd içeriği için en düşük, en yüksek, ortalama değer ve standart sapma	41

Tablo 23. Sedimentte Cu içeriği için en düşük, en yüksek, ortalama değer ve standart sapma	41
Tablo 24. Sedimentte Fe içeriği için en düşük, en yüksek, ortalama değer v standart sapma	42
Tablo 25. Sedimentte Pb içeriği için en düşük, en yüksek, ortalama değer ve standart sapma	42
Tablo 26. Sedimentte Zn içeriği için en düşük, en yüksek, ortalama değer ve standart sapma	42
Tablo 27. Askıda katı maddede Cd, Cu Fe ,Pb ve Zn Korelasyon Verileri	53
Tablo 28. Askıda katı madde için istasyonlar arası korelasyon verileri	55
Tablo 29. Askıda katı maddede Cd konsantrasyonları varyans analizi sonuçları	56
Tablo 30. Askıda katı maddede Cu konsantrasyonları varyans analizi sonuçları	56
Tablo 31. Askıda katı maddede Fe konsantrasyonları varyans analizi sonuçları	57
Tablo 32. Askıda katı maddede Pb konsantrasyonları varyans analizi sonuçları	57
Tablo 33. Askıda katı maddede Zn konsantrasyonları varyans analizi sonuçları	58
Tablo 34. Sediment örnekleri içinCd, Cu Fe ,Pb ve Zn Korelasyon Verileri	59
Tablo 35. Sediment örnekleri için istasyonlar arası korelasyon verileri	60
Tablo 36. Sedimentte Cd varyans analizi sonuçları	60
Tablo 37. Sedimentte Cu varyans analizi sonuçları	61
Tablo 38. Sedimentte Fe varyans analizi sonuçları	61
Tablo39. Sedimentte Pb varyans analizi sonuçları	62
Tablo 40. Sedimentte Zn varyans analizi sonuçları	62

SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ

g :Gram

m³ : Metreküp

AKM : Askıda Katı Madde

nm : Nanometre

µm : Mikrometre

mg : Miligram

L : Litre

nmol : Nanomol

kg : Kilogram

ng : Nanogram

pmol : Pikomol

µg : Mikrogram

ppb : Milyarda kısım

ppm : Milyonda kısım

1.GİRİŞ

Kıyılar, kara, deniz ve hava gibi yerküreyi oluşturan üç farklı ortamın arakesiti durumunda olan bölgeleridir. Kara ve açık denizin arasında yer alan bu arakesit “**Kıyasal Alan**” olarak adlandırılmakta ve ülkelerin sahip olduğu en önemli doğal kaynakların başında gelmektedir (Demirak, 2003)

Üç tarafı çevreleyen kıyı bölgeleri ve denizleri Türkiye'nin en değerli doğal ve ekonomik kaynaklarıdır. Ekonomik kalkınmayı sağlayan kurum ve kuruluşlar, kentleşme ve iç göç dolayısıyla nüfus kıyı bölgelerinde ve kıyıda 20-30 kilometre içerideki bölgelerde en yoğundur. Bu nedenle, bu bölgelerde bir yandan uzun yıllardan beri süre gelen önemli derecede kimyasal içerikli gübrelerin kullanıldığı, denetimsiz ve yoğun tarımsal üretim yapısı sürdürülürken bir yandan da buralar sanayi yatırımlarının büyük bir bölümüne, iç ve dış turizm, deniz ulaşımının yanı sıra hava ve kara ulaşımı, depolama, kafes balıkçılığı gibi gün geçtikçe büyüyen hemen her çeşit ekonomik faaliyetlere sahne olmaktadır. Ekonomik ve sosyal büyüme, endüstriyel ve evsel atıkların, konut yapımının, yol inşaatının ve kıyılardaki dolmuş faaliyetlerinin etkilerini denetleyebilecek bir biçimde yönetilmemektedir. Meydana gelen kazalar ve döküntüler, denizlere katı atık boşaltılması, çevresel boyutları gözetmeyen liman ve marina yapımları, deniz kıyılarını tehdit etmektedir (Demirak, 2003). Oysa bu bölgeler biyolojik üretim için tüm bölgeler arasında en verimli olan ve pek çok canlı türüne ev sahipliği yapan bölgelerdir (Tanyolaç, 2000).

Kirlenmenin varlığı, yarattığı zararın açık olarak görülmesi esasına dayanmamaktadır. Bu yüzden kirlenme tanımı görecelidir. Ancak kirlenme olgusu dünyanın karşı karşıya olduğu en önemli sorunlarından biridir. Su kirliliği ise günümüzde karşılaşılan çevre sorunlarının en önemlilerinden birini oluşturmaktadır (Uslu ve Türkman, 1987).

İnsan sağlığını doğrudan etkileyen kirlenmenin yanında suyun faydalı kullanımını kötü yönde etkilemesi de kirlenme olarak tanımlanmaktadır. International Oceanographic Commission (IOC)'nun tanımına göre ise, su kirliliği, sucul ortamların çevresine insanoğlu tarafından doğrudan ve dolaylı olarak verilen madde veya enerji sonucunda su canlıları için zararlı olan, insan sağlığını tehdit eden, balıkçılık dahil olmak üzere sucul ortamdaki aktiviteyi değiştiren, suyun içme suyu olarak kullanımında kaliteyi bozan ve tatlılığını düşüren faktörlerin tümüdür. Food Agricultural Organisation (FAO)'nun tanımına göre ise, su kirliliği, canlılara zarar veren, insan sağlığı için tehlikeli, balıkçılığı engelleyici, su kalitesini bozucu etkiler yapabilecek maddelerin suya atılmasıdır (Egemen, 2006).

Kirliliği oluşturan maddeler suya, nehirlere ve son olarak da denizlere ulaşır ve denizlerin kirlenmesine sebep olurlar. Bunun sonucu deniz canlılarında ölüm ve türlerin yok olması görülür (Güven ve Öztürk,2005). Sularda bulunabilecek her türlü madde belirli bir derişimin üzerinde sağlık için zararlıdır. Ancak bunlardan bir kısmı için bu sınır derişim oldukça yüksektir (örneğin sülfat iyonları için 300 g/m^3). Zehirli maddeler ise suda çok küçük derişimlerde bulunmaları halinde bile (örneğin $1,0 \text{ g/m}^3$) insan sağlığına zarar vererek hastalıklara ve hatta ölümlere neden olabilirler. Eser miktarda bile sakıncalı olabilen bu maddeler arasında en önemli grubu “ağır metaller” diye adlandırılan Sb, Ag, As, Be, Cd, Cr, Cu, Pb, Mn, Hg, Ni, Se ve Zn gibi elementler oluşturur (Eckenfelder,2000). Bu metallerin belirli çevresel şartlar altında biriktirilebilir olması, yüksek derecede toksik olmaları ve bütün sucul sistemlerde kararlı olarak bulunmalarından dolayı, önemli bir grubu oluşturmaktadır (El-Sikaily ve ark., 2004).

Günümüzde maden ve metal işletmelerinin gerek sayı gerekse kapasite olarak artması, kimyasal tarım ve ziraat uygulamalarının yaygınlaşması, nüfus artışına paralel olarak evsel atık deşarjlarındaki artış, kömür, motorin ve fuel oil gibi fosil yakıtların yaygın bir şekilde kullanılması sonucu yağmur gibi atmosferik olaylar aracılığı ile ağır metaller sulara karışmaktadır (Haritonidis ve Malea, 1999).

Metallerin sucul ortamlara girişleri, doğal ya da insan kaynaklı olabilmektedir. Bu girişler, kayaların aşınması, topraktan süzölmeler, volkanik aktiviteler, madencilik çalışmaları, maden cevherinin ayrıştırılması, fosil yakıtların kullanımı, tekne ve gemi aktiviteleri, kentsel ve endüstriyel atıkların deşarjı ile olmaktadır (Lobban ve Harrison, 1997; Kennish,1998). Ayrıca bunlara orman yangınları ve rüzgar esintileri ile gelen tozlar da ilave olmaktadır (Clark ve ark.,1997). Sucul ortamlara en önemli metal girdileri ise endüstriyel deşarjlarla olmaktadır. Bunun dışında yağmurlar, atmosferden okyanuslara kadmiyum, bakır, çinko ve özellikle kurşunun önemli miktarlarını taşımaktadır. Atmosferdeki bu metaller fosil yakıtlarının yanmasından ve uçucu organo-metal bileşiklerinden kaynaklanır (Haritonidis ve Malea, 1999).

Ağır metaller endüstrinin birçok dalında yaygın olarak kullanılmakta ve atık olarak doğaya karışabilmektedir (Tablo 1).

Tablo 1. Bazı Ağır Metallerin Yoğun Olarak Kullanıldıkları Endüstri Dalları (Egemen, 2000)

Endüstri Dalı	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Pb	Ni	Sn	Zn
Kağıt Karton ve Selüloz Sanayi		*	*		*		*	*		*
Organik kimyasallar ve Petrokimya	*	*		*	*		*		*	*
Alkaliler, Klor ve İnorganik Kimyasallar	*	*		*	*		*		*	*
Kimyasal Gübreler	*	*	*	*	*	*	*			*
Petrol Rafinerileri	*	*	*	*			*			*
Demir Çelik Dökümhaneleri	*	*	*	*	*		*			*
Demir Çelik Dışıdaki Metal Sanayi	*	*	*		*		*			*
Motorlu Taşıt ve Uçak Kaplaması	*	*	*		*			*		
Cam, Çimento ve Asbest Üretimi		*								
Tekstil Sanayi		*								
Deri Tabaklanması		*								
Buhar Gücüyle Çalışan Elektrik Sanayi		*								

Metalik kirlenmeler, organik kirlenmeler gibi kimyasal ve biyolojik yollarla parçalanamazlar. Ancak bir metal bileşiği başka bir bileşiğe dönüşür. Dönüşme ne olursa olsun metal iyonu kaybolmaz. Bu dönüşmeler esnasında bazen bir metalin çok toksik ve suda çözünen bileşiği de meydana gelebilir. Bütün bunlara ilave olarak, metalik kirlenmeler konveksiyon, rüzgar ve sular vasıtasıyla bir yerden başka bir yere sürüklenirler (Rether,2002).

FAO'nun tanımına göre ağır metal kirliliği içeren atık suların biyolojik oksijen ihtiyacı(BOİ) değeri düşük, genellikle asidik, suda yaşayan ve bu suyu kullanan canlılar için çok zehirli, kendi kendine temizlenme veya arıtmada etken mikroorganizmaları öldürücü nitelikte inorganik karakterli sulardır.

Gerek doğal gerekse antropojenik faktörlerin etkisi ile sucul ortamda derişimi artan ağır metaller, sucul organizmalar tarafından ortamdan alınmakta ve besin zinciri aracılığıyla üst trofik düzeylere artan derişimlede iletilerek metabolik bakımdan aktif doku ve organlarda birikmektedir. Bu şekilde, hücresel veya moleküler düzeyde yapısal ve işlevsel bozukluklara neden olmaktadır (Rainbow ,1990) .

Son on yılda antropojenik aktiviteler ile deniz ortamına önemli miktarda ağır metal karışmıştır.Ağır metaller denize doğrudan akarsu girdileri ya da atmosferik taşınma aracılığıyla kıtalar üzerinde yer alan kaynaklardan girmektedir(Lambert ve ark.,1991).Ağır

metaller gibi birçok kirlenme içeren organik madde ya da askıda katı madde fiziko-kimyasal ve biyolojik süreçler tarafından deniz suyundan ayrılarak, deniz yatağındaki sedimentlere karıştırılmaktadır (Gibbs,1986). Çok sayıda araştırma, geniş sanayi ve kent merkezi yakınındaki kıyı bölgelerdeki kıyıya yakın sedimentlerin ağır metaller yönünden kirli olduğunu göstermektedir (Van Geen ve ark.,1997).

Akarsular, lağım ve kanalizasyondan akan birçok kirleticiler askıda katı maddelerin kimyasal içeriğini değiştirmektedirler (Palanques ve ark.,1994). Bu yüzden deniz ortamına gelen kirliliği belirleyen önemli unsurlardan biri de deniz ortamına taşınan askıda katı maddelerdir (Gibbs,1973). Sularla taşınan ağır metaller ise aşırı derecede seyrelirler ve kısmen karbonat, sülfat, sülfür, hidroksit, klorür olarak katı bileşik oluşturarak su tabanına çöker ve sedimentte birikirler (Rether,2002). Askıdaki katı maddeler su ortamında doğrudan kirlilik yarattıkları gibi, bünyelerinde barındırdıkları kimyasal ve biyolojik maddelerle de su ortamının kirlenmesine neden olurlar. Organik ve inorganik kökenli askı yük maddelerin su ortamındaki konsantrasyonlarının ve taşınımının bilinmesi, bunlarla taşınan bazı kirleticilerin neden olduğu su kirliliğinin tespitinde anahtar rol oynar (De Madron ve ark., 1990).

Suda çözünmemiş halde bulunan katı maddelerin partikül boyutları kendilerini çevreleyen su moleküllerinden çok daha büyük ve yoğunluğu suyun yoğunluğundan farklıdır. Akarsular; hareketleri sırasında, yoğunluğu suyunkinden fazla olan büyük boyutlu tanecikleri tabanda sürükleyerek harekete geçirirler. Bu hareket düşük hızlarda tanelerin taban üzerinden kayma ve yuvarlanması şeklinde olur. Sürüntü hareketi yapan tanelerin ağırlığını doğrudan doğruya kanal tabanı taşımaktadır. Daha yüksek hızlarda veya küçük boyutlu tanecikler, suyun türbülansı nedeniyle suda askı halinde taşınırlar. Askıdaki katı maddeler (AKM) hafif olduklarından akarsularda ve denizel ortamlarda uzun mesafelere taşınabilirler. Fakat sudan daha yoğun olmaları nedeniyle belirli bir süre sonunda çökelerek sedimentte birikirler (Lund-Hansen ve Skuyum.,1992). Kara kökenli deniz suyunda askı halindeki maddelerinin öncelikli depolama alanları akarsu ağızları ve kıyılardır. Depolanan malzemeler partikül boyutuna bağlı olarak hem kıyı boyunca ve hem de açık denize doğru taşınırlar. Bu yolla hem deniz suyunun hem de sedimentin kimyasal yapısını değiştirirler (Goldberg, 1972).

Çalışma alanı olan Gökova Körfezi korunması gereken bir doğa harikasıdır. Turizm cenneti sayılan Gökova Körfezi'nin korunması ülkemizin geleceğini korumakla eş değerdedir. Bodrum-Marmaris-Datça-Ula dörtgeninde yer alan ve büyük bölümü özel korumaya alınan Gökova Körfezi, ülkemize gelen milyonlarca turist için hayranlık ve kıskançlıkla izledikleri bir bölgedir ve bu bölgeye sahip çıkmak gerekir. Bölgenin gelecek nesillere bir dünya mirası olarak bırakılması için bölgenin bilinçli kullanılması ve korunması zorunludur. Çalışmanın

yapıldığı Akçapınar Azmağı ve Kadın Azmağı, denizel bölge içerisinde bulunan Gökova Körfezi ile su girişlerinin bulunduğu iki farklı tatlı su bölgesidir. Bu iki azmağın ağır metal yönüyle kirlenip kirlenmediğini ve ağır metallerin bu iki azmak yoluyla Gökova körfezine taşınıp taşınmadığını araştırılması, bölgenin gelecek nesiller için korunup, sürdürülebilirliğinin devam ettirilmesi açısından önemlidir.

Çalışmada deniz ve azmamlarda sekiz ay süreyle askıda katı maddede ve üç ay süreyle sedimentte ağır metal kirliliği izlenmiş, 9 ayrı istasyondan askıda katı madde örnekleri alınmıştır. Bu istasyonlarda zamana göre askıdaki katı maddelerdeki metal konsantrasyonlarının nasıl ve ne yönde değiştiği incelenmiştir. Ayrıca hem azmamlarda hem de deniz ortamında sediment örnekleri alınarak sediment içinde metal konsantrasyonları tespit edilmiştir.

Yapılan çalışma sonucu elde edilen veriler istatistiki varyans ve korelasyon analizleriyle değerlendirilmiştir.

1.1. Deniz Ortamındaki Ağır Metaller

Deniz organizmalarının ağır metal bileşimi, tuna balığı gibi deniz organizmalarında potansiyel olarak tehlikeli seviyedeki civanın biriktirilebildiği keşfedildikten sonra bilimsel çevre tarafından artan bir ilgi görmeye başlamıştır. İlginin çoğu ağır metallerinin organizmalarda insan sağlığı açısından tehlike teşkil eden seviyelerdeki birikmesinin belirlenmesi üzerine odaklansa da, deniz ortamındaki ağır metallerin dönüşüm mekanizmalarını ve deniz biotasında neden olabilecekleri muhtemel hasarı belirleme üzerinde de bir çok çalışmalar yapılmıştır (Morneau, 1997).

Deniz ortamında ağır metallerin dönüşüm mekanizmalarını belirlemek için, ağır metallerin birikimi tespit edilmeli ve rezervlerdeki var olan metallerin miktarlarının belirlenmesi gerekmektedir. Wolfe ve Rice(1972) sucul çevrenin hemen hemen tüm metal içeriği sediment ve suya bağlı olduğunu ve sadece küçük bir kısmının biotaya ait olduğunu ifade etmişlerdir.

1.2. Deniz Suyundaki Ağır Metaller

Deniz suyunda bulunabilecek bazı metal konsantrasyonları Tablo 2 de verilmiştir.

Tablo 2. Deniz Suyunda Bulunabilecek Metal Konsantrasyonları (Su Kalite Kontrol Yönetmeliğine Göre)

<u>Metal</u>	<u>Konsantrasyon (mg/L)</u>
Zn	0.1
Cd	0.01
Pb	0.1
Cu	0.

Ağır metallerin bağıl dağılımının ardından elde edilen en önemli bilgi metallerin farklı bileşikleri ya da toplam konsantrasyonu oluşturan ayrı elementlerin fiziko-kimyasal yapılarıdır. Metal türlerinin kararlılığı, metallerin biyoyararlılığı ve sedimentlerle askıdaki partiküllerin etkileşimi hakkında bilgi sağlamaktadır. Bu tip bilgiler ağır metallerin taşınmasıyla ilgili ve metallerin sucul organizmalardaki toksisitesini araştırmada doğrudan rol oynar (Morneau, 1997).

Tablo 3. Deniz suyundaki metallerin muhtemel fiziko-kimyasal yapıları (Florence, 1982)

Fiziko-kimyasal yapı	Örnek	Çapı (nm)
Partikül	0,45 µm filtre ile saptanan	>450
Basit hidrat iyonları	$Cd(H_2O)_6^{-2}$	0,8
Basit inorganik kompleksler	$Pb(H_2O)_4Cl_2$	1
Basit organik kompleksler	Cu-glisinat	1-2
Kararlı inorganik bileşimler	$ZnCO_3$	1-2
Kararlı organik kompleksler	Cu-fuluvat	2-4
İnorganik kolloidlerde Absorbsiyon	$Cu^{+2}-Fe_2O_3$	10-500
Organik kolloidlerde absorpsiyon	Cu^{+2} -humik asit	10-500
Karışık kolloidlerde absorpsiyon	Cu^{+2} -humik asit- Fe_2O_3	10-500

Su içinde var olan farklı metal türlerini birbirinden ayırt etmek için suda çözülmüş metallere çeşitli sınıflara ayrılırlar; serbest metal iyonu, kararsız metal kompleksleri (organik ve inorganik), inert metal kompleksleri (organik ve inorganik), kolloidal partiküllerle alakalı metallere (organik ve inorganik) (Florence ve Batley, 1980). Konveksiyon yoluyla deniz suyunda var olan metallere çözülmüş parçaları 0,45 µm'luk filtreden geçenleridir, ancak bunlar kolloidal fraksiyonu da içerecektir (Morneau, 1997).

Tuzluluk ve pH ağır metallere çeşitlenmesinde önemli bir etkiye sahiptir. Nispeten deniz suyunun yüksek pH'ı metal iyonların organik ve inorganik kollidlerde adsorpsiyonuna sebep olabilirler. Ancak deniz suyundaki birçok ağır metalin başlıca inorganik formu klorürlü bileşikleridir (Morneau, 1997).

1.3. Sedimentlerdeki Ağır Metaller

Sedimentlerdeki ağır metallere dağılımı, biyolojik topluluklarla ağır metallere bağılı ilişkisini değerlendirmede yararlı olabilir (Morneau, 1997).

Kirlenmemiş sularda ağır metallere birincil kaynağı jeolojik aşınmalardır. Metal kaynaklı yapılarla karakterize edilen alanlarda ağır metallere genellikle su içinde ve dipteki sedimentlerde yüksek seviyelerde birikirler (Morneau, 1997).

1.3.1 Sedimentasyon

Askıda katı maddelerde ağır metallere adsorpsiyonu deniz ortamında metallere izledikleri yol açısından önemli role sahiptir çünkü partiküllerin dağılımı ve taşınması suyun hareketine bağılı olarak askıda katı maddenin taşınması ve taşınma oranına dayanmaktadır. Çözülmüş metallere suyun hareketiyle taşınır ancak partiküller sudan daha büyük yer çekimine ve böylece de daha az net taşıma oranına sahiptirler. Ağır metallere partiküllerle taşınmasının sonucu sedimentasyondur. Bu yüzden deniz suyundaki ağır metallere genellikle sedimentteki ağır metallere daha az rastlanırlar. Haliçler ve kıyıya yakın bölgelerde ise ağır metallere, çökelen adsorptif partiküllerle sudan ayrılır ve dibe çökerler (Pagenkopf, 1978).

1.3.2. Sedimentlerden Ağır Metallerin Salımı

Dünyanın birçok bölgesinde sedimentteki ağır metal düzeyleri çok iyi bilinmektedir. Konsantrasyonları hakkında önemli bir soru şudur; ağır metaller sedimentlerde ne kadar süre kalmaktadır? Bu soru metallerin deniz organizmalarına zehirli etkileri göz önüne alındığında oldukça büyük önem taşır (Morneau, 1997).

Askıda katı maddeden ağır metali desorpsiyon oranı hızlı bir süreç değildir ve tam desorpsiyon nadiren oluşur (Pagenkopf, 1978). Bu yüzden çözünme yoluyla sedimentlerden ağır metal salımı önemli bir süreç değildir. Sedimentlerin fiziksel olarak parçalanması daha fazla yüzey oluşturduğundan ağır metallerin salınımını kolaylaştırır. Sedimentlerin kimyasal doğasını değiştiren reaksiyonlar da sedimentten ağır metal salınımını üzerinde etkiye sahiptirler. Sedimentlerdeki oksijen tüketildiğinde ve böylece sistem indirgendiğinde bazı adsorbe edilmiş metaller salınabilirler. Sedimentlerden metallerin salınımında en önemli süreç biyolojik aktivitedir (Pagenkopf 1978).

1.3.3. Hava Etkisiyle Kimyasal Dönüşüm

Ağır metallerin çözünmesi, sülfid ya da oksit cevherlerinin kimyasal oksidasyonundan veya karbonatlarının asidik çözünmesinden meydana gelebilir (Faust ve Aly, 1981). Sülfid cevherinin hava etkisiyle dönüşümünün elektron alıcısı olarak oksijen gazıyla oksidasyonu olduğuna inanılır. Sonraki reaksiyon şu şekilde meydana gelebilir;



Diğer birçok ağır metal için de benzer reaksiyonlar muhtemeldir. Bu tip reaksiyonlar sadece ağır metallerin deniz suyuna değil aynı zamanda deniz organizmalarında salınımında da önemli bir süreçtir. Sülfid cevherinde yüksek konsantrasyonlarda Cu, Zn, Mo, Ag, Hg, ve Pb içerir ve genellikle Se, As, ve Cd barındırır. Bu cevherler genellikle hızlı bir şekilde havayla yükseltildiğinde çözünmüş ağır metallerin bölgesel konsantrasyonlarının artmasına sebep olurlar (Drever, 1988).

1.4. Deniz Ortamında Çinko, Kadmiyum, Kurşun, Demir ve Bakır

Yapılan çalışma Zn, Cd, Pb, Fe ve Cu'yu içermektedir. Bu metal grubu birçok ağır metal grubunun aksine biota, sediment ve deniz suyunda saptanabilir konsantrasyonlarda bulunur. Bu yüzden ağır metallerin deniz ortamındaki dönüşümlerini incelenmesinde özel öneme sahiptirler. Bu metaller hakkında bir önemli özelliği de üçünün (Fe, Zn ve Cu) esas elementler olarak bilinmesi ve diğer ikisinin (Cd ve Pb) deniz organizmaları için zehirli olarak göz önüne alınmasıdır. Ancak Fe, Zn ve Cu'nun yüksek konsantrasyonları da zehirli etki göstermektedir (Morneau, 1997) .

1.4.1. Zn'nun Dağılımı

Canlıların yaşamlarını sağlıklı olarak devam ettirmesi için gerekli ana elementlerden birisidir (Yemenicioğlu, 2000). Zn'nun en toksik formu, doğal sularda toplam Zn'nun sadece küçük bir kısmını oluşturan serbest iyon formudur. Deniz suyu pH'ında bulunan Zn bileşikleri $Zn(OH)_2$, $ZnCl^+$, $ZnCl_2$ ve $ZnCl^{3-}$ 'dir (Neff, 2002). Yaklaşık 300 kadar çeşitli tiplerdeki enzimlerin (dehidrogenaz, aldolaz, izomeraz DNA ve RNA polimeraz) aktiviteleri için gereksinim duyulur (Neff, 2002; Prasad, 2004) fakat fazla miktarlarda alındığı zaman canlılar üzerinde toksik etkilerinin olduğu bilinmektedir. Zn'nun toksisitesi diğer toksik elementlere (Hg, Cd, Pb) oranla daha düşüktür. Diğer bir deyişle diğer toksik elementlere oranla canlılar tarafından daha çok tolere edilebilmektedir. Dolayısıyla toksik derişimleri oldukça yüksek seviyelerdedir (Güven ve Öztürk, 2005).

Çinko doğada genellikle zinkit (ZnO), vurtzit (ZnS), vellemit ($Zn_2S.SiO_4$) ve Simitserit ($ZnCO_3$) mineralleri şeklinde bulunur. Kurşun mineralleri ile birlikte bulunan çinko minerallerinde Cu, Ag ve Cd bileşikleri de yer alır (Alpan, 1977).

Zn elementlerin periyodik sınıflandırılmasında özellikle amonyak, aminler, halido iyonları ve siyanit ile kompleksler oluşturma özelliğindeki geçiş elementlerindedir. IIB grubunun üyesidir. Sulu çözeltilerde Zn^{2+} halido iyonlarını sert asit metali olarak bağlar. pH > 8'de nispeten değişmez $Zn(OH)_2$ oluştururken, pH 7 ila 7,5 de hidroliz olmaktadır. pH 6,7'de Zn divalent Zn olarak bulunur ve organik maddelerle bileşik oluşturması askıdaki kolloidlerde sorpsiyonu sağlar. Zn-klorit kompleksleri klorit konsantrasyon $\geq 0,4$ (89 000 mg/L)' e kadar oluşmaz (Moore ve Rammamoorthy, 1984). Deniz suyunda çözülmüş inorganik Zn'in; Zn^{2+} (% 27), Kloro Kompleksleri (%47) ve $ZnCO_3$ (%17) arasında dağıldığı kabul edilmektedir. (Florence ve Bartley 1980).

Zn deniz suyunda 0,05 ila 9 $\mu\text{mol/kg}$ konsantrasyonlarında besleyicidir. Fitoplankton gibi fotosentetik deniz organizmaları için Zn' nin düşük konsantrasyonları ($\sim 0.1 \mu\text{mol/kg}$) besleyici biyolimitir (Bruland, 1983).

1.4.2. Cd'un Dağılımı

Cd IIB Grubu elementlerinin diğeri bir üyesidir. Günümüzde Cd Ni/Cd pillerde, korozyona karşı dayanıklı olduğundan gemi sanayinde çeliklerin kaplanmasında, boya sanayinde, PVC stabilizatörü olarak, alaşımlarda ve elektronik sanayide kullanılır. Deterjanlarda ve rafine petrol türevlerinde bulunur. Bunların yaygın kullanımını sonucu önemli miktarda kadmiyum kirliliği oluşur. Kadmiyum cevherlerin temizlenmesi ve saflaştırması sırasındaki işlemlerle atmosfere bırakılır, hızla oksitlenerek kadmiyum oksit haline dönüşür ve serpinti yoluyla yeryüzüne döner. Madenlerin çıkarılması esnasında, termik santrallerde, elektroliz endüstrilerinde yüksek miktarda kadmiyum açığa çıkmaktadır (Kayhan, 2006).

Kadmiyum doğada çinkonun bulunabileceği her yerde %1'i geçmeyen oranda bulunur ve doğada bilinen herhangi bir biyolojik fonksiyonu da bulunmamaktadır. Kadmiyumun insanlardaki yarı ömrü 16-33 yıl olarak belirlenmiş ve esas birikim yerlerinin böbrekler ve karaciğer olduğu belirtilmiştir.

Cd, en toksik ağır metallerden biridir. Düşük derişimlerde bile sucul canlılar için son derece zararlı etkilere sahiptir (Kayhan, 2006). Sularda çift değerlikli katyon olarak serbest iyonik fazda bulunur. Cd suda çözünmez fakat klorür ve sülfat tuzları ile serbestçe çözünebilir (Neff, 2002). Doğal olarak çok düşük seviyelerde bulunmaktadır. Çevrede bulunan Cd, insanlar tarafından ve sanayileşmenin bir sonucu olarak çevreye verilen atıklardan kaynaklanmaktadır (Yemenicioğlu, 2000). Genellikle çinko, bakır, kurşun üretiminde ortaya çıkan atıklarla birlikte çevreye salınan bu metal, çeşitli endüstri kollarında da giderek artan miktarlarda kullanılmaktadır. Ayrıca fosfatlı gübreler de önemli miktarlarda Cd içermektedir (Kayhan, 2006). Asidik ve nötral sularda toksisitesi en yüksektir. Ortamda bulunan diğeri metaller, birikim ve toksik etkisini azaltabilirler (Yılmaz, 2002). Ortamdaki $0.1\mu\text{g/L}$ lik normal seviyesinden daha yukarı bir değere ulaştığında, özellikle endüstriyel alanlarına yakın kıyısularda yaşayan bitkiler ve hayvanlar için önemli bir kirleticidir. Endüstrileşmiş şehirlerden kıyısularda taşınan kadmiyum derişimi $1-100 \mu\text{g/L}$ iken, açık denizlerde $0.1-60 \mu\text{g/L}$ seviyelerinde bulunmuştur (Kennish, 1998).

Cd 'nin çevredeki değişmez yapısı Cd^{2+} dir. Yağda çözünlüğü fazladır. Bu da canlılarda ve sucul ortamlarda biyoakümülyasyonunun ve zehirliliğinin artmasına sebep olmaktadır. Metallothionein gibi metollenzimler Zn ve Cd'ü bu iki elementin metabolizmalarındaki benzerliklerden dolayı aynı zamanda bağlar ve taşır (Moore ve Rammamoorthy, 1984). Cd doğal pH değerlerinde hidrolize uğrar. pH 8'den yukarı olduğunda (sülfid ve fosfat varlığı hariç) divalent halde bulunur. Anyonların yokluğunda Cd^{2+} organik maddelerle bileşik oluşturur ve askıdaki katı maddede adsorbe edilir. Klorürler Cd ile etkileşen en yaygın kompleksleştiricilerdir. Deniz suyunda $CdCl^+$ ve $CdCl_2$ kompleksleri (%92) var olduğuna inanılır (Florence,1982).

Cd aynı zamanda denizlerde 1 μ mol kg-1.1 η mol/kg arasındaki konsantrasyonlarda canlılarda tolere edilebilir (Bruland 1983). Bu dağılım fosfat ve nitrata benzer sığ

1.4.3. Pb'un Dağılımı

Kurşun doğada serüsit ($PbCO_3$), anglesit ($PbSO_4$), bournonit ($Pb_5Sb_4S_{11}$) ve galenit (PbS) mineralleri halinde bulunur.Kurşun düşük erime noktasına sahip olması ve dayanıklılığı nedeni ile günümüz endüstrisinde geniş bir kullanım alanına sahiptir. Kurşun akü yapımında, benzin katkı maddesi olarak, lehim yapımında, cephanelerde, kablo yapımında, boya sanayinde ve su borusu yapımında kullanılmaktadır (Demirak, Yüksek Lisans Ders Notları,2008).

Pb, metabolizma için gerekli elementlerden değildir (Ansari ve ark., 2004). İnsanlar tarafından çevreye çok yoğun bir şekilde atılan metallerden biridir. İçten yanmalı motorlarda vuruntuyu önlemek için yakıtlarda katkı maddesi olarak kullanılan tetraetil kurşun yakıtın yakılması neticesinde, egzoz gazları ile birlikte çevreye atılmakta ve çeşitli taşınım yolları (atmosferden kuru ve yağ çökelme, sel ve nehir suları gibi) ile denizel ortama ulaşmaktadır (Yemenicioğlu, 2000). Bununla birlikte okyanuslara en fazla taşınım atmosfer yolu ile olmaktadır. Deniz suyunda yediden fazla inorganik Pb türü belirlenmiştir. Deniz suyunun normal pH ve tuzluluğunda karbonat ($PbCO_3$) ve kloritli ($PbCl_n$) bileşikler ve hidroksitli bileşikler ($Pb(OH)_n$)şeklinde bulunmaktadır (Neff, 2002). Pb'nin deniz suyundaki iki ana inorganik türü $PbCO_3$ (%83) ve $PbCl_2$ (%11) dir (Florence, 1983). Pb'nin deniz suyunda dağılımı insan aktivitelerinden büyük ölçüde etkilenmektedir. Pb derişimi açık denizlerde 0.001–0.014 μ g/L olarak belirlenmiştir (Kennish, 1998). Hg gibi Pb'de düşük çözünlüğe sahip olduğundan deniz suyunda yüksek derişimlerde bulunmaz fakat organizmalardaki

birikimleri yüksek seviyelere ulaşabilir (Dawes, 1998). Deniz suyundaki 500µg/L'lik Pb varlığının alglerin büyümesini engellediği gözlenmiştir (Egemen ve Sunlu, 1999).

Pb IVA Grup elementlerinin üyesidir. Pb kimyasal olarak halidler, hidroksitler, sülfatlar ve fosfatlar gibi az çözünürlüklü Pb tuzları haricinde IVA grubundaki metallere çok divalent alkalın grubu metallerine benzer (Moore ve Ramamoorthy, 1984). Sularda çökelme dengesi, inorganik ve organik ligandlarla oluşturduğu bileşiklerin bir kombinasyonudur.

Pb'un organik ligandlardan çok, özellikle demir oksit içeren inorganik adsorbentlere karşı daha ilgili olduğundan pH 7'den fazla olan sularda Pb'un suda çözünmüş Fe₂O₃ inorganik kolloid fraksiyonuyla ilişkili olması muhtemeldir (Florence, 1986).

1.4.4. Cu'nun Dağılımı

Cu'nun kimyasal özellikleri (bileşik ve oksidasyon yapısı) yarı dolu d orbitallerinden kaynaklanmaktadır. Cu'nun bilinen oksidasyon yapıları +1, +2 ve +3'tür ancak Cu²⁺ en yaygın olanıdır. Cu gerekli bir elementtir ve birçok enzim sistemlerinde önemli rol oynar.

Denizlerde sucül birincil üreticiler için önemli besin elementlerinden olmasına rağmen, Hg'dan sonra ikinci derecede toksik metaldir. Fotosentez süresince elektron taşınımında, çeşitli enzimatik reaksiyonlarda görev almaktadır (Correa ve ark., 1999). Kirlenmemiş denizlerde Cu derişimi genellikle 0.05- 0.35µg/L arasında değişmektedir. Deniz suyunun iyonik bileşenlerinde ve pH'ında en çok bulunan inorganik Cu bileşikleri CuCO₃, çeşitli bakır-klorür bileşikleri ve Cu(OH)₂ şeklindedir. Cu, humik maddeler, çözünmüş organik maddeler ve bakteriyel partiküller gibi organik ligandlar ile yüksek derecede bileşik oluşturma yeteneğindedirler. Bu nedenle toksik inorganik türleri deniz suyunda az miktarlarda bulunur. Deniz suyundaki neredeyse bütün çözünmüş Cu, karbonat olarak ya da metal-organik bileşikler şeklinde bulunur. Deniz suyunda çözünmüş toplam Cu'nun %1 ya da daha azı serbest iyonik durumundadır. Cu toksisitesi toplam Cu derişimine bağlı değil, serbest Cu⁺² derişimine bağlıdır. Bununla birlikte bazı yağda çözülebilen Cu bileşikleri iyonik Cu'dan çok daha toksiktir. Çünkü yağda çözünebilen bileşikler hücre içine doğrudan nüfuz edebilir (Neff, 2002). Alglerde Cu toksisitesinin etkileri, hücre geçirgenliğinin artması ile hücreden potasyum iyonlarının kaybı ve hücre hacminin değişimi, hücre bölünmesine zarar vermesi, mitokondriyal elektron taşınımı, solunum, ATP üretimi ve fotosentezin engellenmesi şeklinde olabilmektedir. Bunlarla birlikte yüksek derişimlerde Cu, kloroplast zarlarında geri dönüşümsüz hasarlara neden olur ve ölümle sonuçlanır (Kennish, 1998).

Cu deniz ortamında Partikül, koloidal ve çözünmüş olarak 3 kategoride bulunmaktadır. Çözünmüş hal organik ve inorganik olarak karmaşık yapılar kadar serbest iyonik yapı da içerir. Deniz suyunda Cu'nun çeşitlenmesi deniz suyunun fiziko-kimyasal, hidrodinamik özellikleri ve biyolojik durumuna bağlıdır (Morneau, 1997).

Cu karbonat, nitrat, sülfat, klorit, amonyak ve hidroksit gibi sert bazlarla kompleksler oluşturur. (Moore ve Ramamoorthy, 1984). Cu humik metaryeller gibi ligandalar içeren nitrojen ve sülfürle biesik oluşturur.

Florence (1982) deniz suyunda baskın inorganik formların CuCO_3 (%82) CuOH^- ve Cu(OH)_2 , (%6.5) , $\text{Cu(OH)(CO}_3^-)$ (%6.3), CuHCO_3^- (%1.0) ve Cu^{2+} (2.9) olduğunu belirtmektedir. Ancak deniz suyundaki bakır konsantrasyonunun %98 'den fazlasının organik maddeyle ve inorganik koloidal partikülleriyle ilişkili olduğunu işaret etmektedir.

1.4.5. Fe'in Dağılımı

Diğer metallere oranla doğada en yüksek derişimlerde bulunmasına rağmen, doğal suların kapsamında az miktarda bulunur (Tunçer, 1985). Bunun nedeni demirin sudan hızla çökerek ayrılmasıdır. Suda demir iki değerlikte olabilir. Bunlar, iki değerlikli demir (ferro) ve üç değerlikli demir (ferri) halidir.

Ferro demir kararlı bir iyon olmayıp ortamda oksijen varsa demir -3- hidroksit halinde çökerek sudan ayrılır. İndirgeyici koşullar altında suda bol miktarda ferro demir bulunabilir, pH değerinin 6-8 değerlikleri arasında üç değerlikli ferri demirin çözünürlüğü sınırlandırılmış olup, çözünürlük çarpımı 4.1010 dan 5.106 dolayında olur. Daha düşük pH değerlerinde ferri demirin çözünürlüğü artar, çoğunlukla alkali karakterdeki sularda ferri demir, koloidal halde görülür. Havanın etkisi veya klor ilavesiyle demir, ferri (+3) haline yükseltgenir ve hidrolize olarak çözünmeyen demir 3 oksit haline döner. Özel koşullar altında havadan toplanan laboratuvar numunelerinin çoğunda demir bu şekilde bulunur. Alkali yüzey sularında demir ender olarak 1 mg/L değerinden daha fazla konsantrasyonlarda bulunur. Diğer taraftan bazı yeraltı suları ve asidik yüzey sularında fazla miktarda Fe bulunabilir. Litrede 0.3 mg dan itibaren demir içeren suların lezzeti hoş değildir. Böyle sular sanayi ve günlük gereksinim bakımından kullanılmaya da uygun değildir. Çünkü bazı küçük canlıların oluşumuna yardım ettikleri gibi bunların çoğalarak (alg oluşumu) çöken hidroksitle beraber boruları tıkama tehlikesi vardır (Demirak, Yüksek Lisans Ders Notları, 2008).

Hem doğal ve hem de insan aktiviteleri sonucu denizel ortama girmektedir. Kirli olmayan açık denizlerdeki derişimi 2.8 ile 29 $\mu\text{g/L}$ arasındadır (Güven ve Öztürk, 2005). Fe,

çoğu organizmaların büyümeleri için gerekli elementlerdendir ve hücre metabolizmasında birçok özel role sahiptir. Solunum ve fotosentezde elektron taşınımına yardım eden sitokrom ve ferrodoksinin merkezindedir ve klorofil molekülünün bir parçası olmamasına rağmen klorofil sentezinde gerek duyulur. Dünya yüzeyinde Fe'nin büyük bir kısmı, organizmaların kullanımına uygun olmayan Fe^{+3} formundadır. Ortamda oksijen varlığıyla Fe^{+2} hızlı bir şekilde okside olarak Fe^{+3} 'e dönüştürülmektedir. Fe alınımının gerçek mekanizması tam olarak bilinmemekle birlikte, sideropor olarak isimlendirilen ve biyolojik olarak üretilen şelatların Fe^{+3} ile bileşik oluşturmaları ve bu bileşiğin membran ile alınıp, hücre yüzeyinde Fe^{+2} formuna dönüştürmeleri şeklindedir. Açık denizlerde atmosferik tozlardan oluşan sediment, demirin en önemli kaynağını oluşturmaktadır (Lobban ve Harrison, 1997). Demir kirliliğinin doğal kaynaklarından biri de Sahra'dan gelen hava kütlelerinden kaynaklanmaktadır (Krom ve ark.,2001).

1.5. Fe,Zn, Cd, Pb ve Cu'nun Toksisitesi (Zehirliliği)

Akuatik çevrede metallerin varlığı biyotaya zararlı etkilerin varolduğu anlamına gelmez. Zararlı etkilerin oluşması için metallerin biyotada biyolojik dokularda zararlı bir reaksiyon ile biriktirilmesi gerekir. Aynı zamanda biota da belli seviyedeki metal her zaman aynı etkiye sahip olmayabilir. Metallerin zehirli etkileri maruz kalmaya bağlı olarak deniz ortamındaki şartlar tarafından kontrol edilir (Morneau, 1997).

Toksisite ve akümülyasyonun oluşması için belirli miktarda bir metale maruz kalınması, metalin sirkülasyonu ve bileşik oluşturması gerekmektedir . Kıyı sularının doğal dönüşümü yeterli seyrelmeyi sağlar ve böylece birçok metal zehirli etkiye sebep olacak seviyelerin altında bulunur. Metallerin çökmesi ve sedimentler tarafından kompleksyonu sulu ortamda metallerin varlığı üzerinde büyük derecede kontrol sağlar. Biotik ve abiotik olan organik partiküller de suda oluşan metalleri bağlar ve biota tarafından alınımı azaltır (Starodub ve ark.,1987). Sedimentlerin yapısındaki organik kompleksleştiriciler de algde metal toksisitesini önemli ölçüde azaltır. Ancak sedimentlerdeki çökme zamanla zehirlilikte zıt etkiye sebep olabilir. Ağır metalin askıda katı maddelerle bileşik oluşturması ve çökmesi sedimentte zenginleşmesine sebep olur. Bu bentik organizmalarda kaçınılmaz maruziyete sebep olur. Bu organizmalarla, sedimentle ve suyla beslenen balık tarafından alınmasıyla metaller doğrudan balığa geçer (Morneau, 1997).

Luoma,1986'da yaptığı çalışmada organik kirleticilerle biyomagnifikasyonunun aksine metallerle biyominifikasyonun meydana geldiğini göstermiştir. Bu yüzden besin

zincirinde organik kirleticiler arttıkça (organociva bileşiklerinin özel durumlarının hariç) metal konsantrasyonlarında bir düşüş vardır. Zehirli etkiler canlı metabolizması, depolama ve detoksifikasyon mekanizmaları alım oranını daha fazla karşılamadığından meydana gelir. Bu kapasite türler, popülasyon ve bireyler arasında çeşitlilik göstermektedir ve organizmaların hayat evrelerine bağlıdır. Zehirli etkiler bioakümülyasyona bağlıdır ve organizmalardaki metal yükleri genellikle çevresel konsantrasyonların bir fonksiyonudur; böylece deniz suyundaki metallerin kimyasal çeşitlenmesi toksisitesini ve biovarlığını büyük ölçüde değiştirebilir. Biyolojik varlık Cu gibi metaller için doğal organik şelatlaştırıcıların varlığıyla azaltılabilir. Bu yüzden ortaya çıkan biyolojik olarak en aktif türler serbest iyonlarıdır (Morneau, 1997).

1.5.1. Çinko

Biyolojik eser elementler arasında özel bir öneme sahiptir. Hemen hemen tüm biyolojik sistemlerde rol alır. Büyüme ve gelişmede, yara iyileşmesinin hızlanmasında, hücre yenilenmesinde ve serbest radikal inhibitörü olarak rol oynar. Eksikliğinde gelişme geriliği, cilt problemleri, iştahsızlık, tat ve koku alma bozuklukları, bağışıklık sisteminin zayıflaması ile saç dökülmesi gibi problemler meydana gelmektedir (Dinçer, 2002). Fazla miktarda alınmasında da toksik etki meydana getirmektedir .

Çinko birçok organizma için mikro besleyicidir. Rainbow (1990) deniz omurgasızlarının esas Zn gereksiniminin 34,5 µg/g olduğu hesaplanmıştır. Zn'in aquatik biota tarafından kolayca emildiğini fakat mekanizmaların eliminasyonları için var olduğunu göstermiştir. Zn konsantrasyonları en alt trofik seviyelerde en yüksektir ancak kirli alanlarda normal seviyesinin 100 katını aşabilmektedir .

Öldürücü deniz suyu konsantrasyonları omurgasızlar için su kalitesine üzerinde çalışılan türlere bağlı olarak 72 ila 60.000 µg/L arasında değişmektedir. Çinkonun balık için öldürücülüğü yine su kalitesi test edilen türler ve hayat evrelerine bağlı olarak büyük ölçüde yaklaşık 70 ila 40.000 µg/L arasında değişmektedir. En hassas hayat evreleri kuluçka sonrası (larval) evredir (Spear ,1981).

Bakır ve nikel, çinkonun zehir etkisini artırır. İçme suyunda 5 mg/L düzeyindeki çinko zararsız kabul edilmektedir (EPA).

1.5.2. Kadmiyum

Cu ve Zn'in aksine Cd metabolizma için gerekli değildir. Akuatik organizmalar tarafından Cd'nin kentsel ve endüstriyel gelişmelere bağlı olarak artan seviyelerde kolayca depolandığı vurgulamaktadır. Cd balığın iç organlarında özellikle karaciğer ve böbreklerde ve ilerleyen yaşlarda konsantrasyon edilir (Eisler, 1985).

Kadmiyum tiyol gruplarına bağlanması ve homeostatik kontrol mekanizmasının olmaması nedeniyle güçlü toksisiteye sahiptir. Oral yoldan kronik maruziyette hedef böbreklerdir.

Birçok akuatik biyotaya karşı şiddetli zehir olan Cd seviyeleri 0.8 ila 10 µg/L kadar azdır. Bu seviyeler balıkların ve omurgasızların kronik maruz kalmaları esnasında büyüme, gelişme ve üremelerine zarar verebilir. Bazı balıklarda hücre oluşumunun engellediği belirtilmiştir (Eisler, 1985).

EPA içme sularında 5 ppb 'in aşılmaması gerektiğini bildirmektedir. FDA'ya göre yiyecekler için bu düzey 15 ppb'dir .

1.5.3. Kurşun

Kurşun akuatik çevreye inorganik kurşun tuzları ve nadir olmalarına rağmen organokurşun bileşiği olarak girebilir. İnorganik Pb 20000'in üzerinde biokonsantrasyon faktörlerine sahip algler gibi organizmalarla organik ve inorganik kompleksleştiriciler aracılığıyla sedimentlerde hızlıca çökeltilir. Pb akümülyasyonu artan trofik seviyelerde biomagnifikasyonu ortaya koyar. (Luoma,1986)

Suda ve sedimentte bulunan Pb biyolojik olarak alınabilir ancak sedimentlerde Pb'un çökmesine ve zenginleşmesine neden olan süreçler aynı zamanda biota tarafından sudan alınımı da azaltır ve böylece yüksek organik ve inorganik kompleks kapasitesi Pb'nun alınımı ve zehirliliğini azaltır (Morneau, 1997).

Kirlenmiş sulardaki kurşun konsantrasyonu 0.1 mg/L'den az ise suda yaşayan canlılar bundan pek etkilenmezler. Hassas balıklar için 0.1-0.2 mg Pb/L toksisite sınırını teşkil eder (sert sularda bu sınır 1 mg Pb/L'dir). İçme sularında en fazla 0.05 mg Pb/L bulunmalıdır (EPA).

1.5.4. Bakır

Bakır birçok organizma için temel mikrobisleyicidir. Bazı metalloenzimlerle ve omurgasızların solunum pigmentlerinde hayati rol oynar. Cu sucul canlılarda kolayca

depolanır, temini sınırlı olduğundan tutulur ve alım oranı zehirli seviyelere yaklaştığında aktif bir şekilde atılır. Deniz suyunun yüksek organik ve inorganik bileşik kapasitesi Cu'nun varlığını çok düşük seviyelere indirebilir (Morneau, 1997).

Cu alımı şu şekilde tanımlanmıştır; Cu (II) iyonları başlangıçta 10 ila 12 arasında amino asit karboksilik grupları ile kompleks oluşturarak fitoplanktona kararlılık değişmeziyle ($\log \beta 1$) bağlanır. Cu iyonları daha sonra sitozolda reaksiyona girdiği yerlerde kolaylaştırılmış difüzyonla taşıyıcı protein tarafından zardan geçirilir ve Cu (I) 'e indirgenir (Florence 1986). Bir çok çalışma en zehirli Cu türleri olarak iyonik metalleri işaret etse de Cu hidroksil kompleksleri ve daha önemlisi yağda çözünen Cu kompleksleri gibi diğer inorganik Cu komplekslerinin de zehirli olduğu bilinmektedir (Magnusson ve ark., 1976) .

Omurgasızlar üzerinde Cu'nun kronik etkileri 5 ila 10 $\mu\text{g/L}$ den daha büyük konsantrasyonlarda bellidir. Bunlar; ölüm, büyüme ve üreme oranları üzerinde zararlı etkileri içermektedir. Yeni yumurtadan çıkmış organizmalar, yumurtalar ve yetişkinlerden daha hassastır ve direnç vücut örtüsüyle artmaktadır (örn. geçirmez evoskeleton) diğer kronik etkiler düşük beslenme ve çift kabuklu yumuşakçalar tarafından pompalama oranları, besine zayıf reaksiyon ve omurgasızların günlük dikey göçlerindeki değişikliklerdir. (Hodson ve ark.,1979).

İnsan metabolizmasında bakır esas elementlerden birisidir. Yetişkinlerin günde 2. 0 mg bakıra ihtiyaç duyduğu tahmin edilmektedir. İnsan kanında ise litrede 0. 8 mg Cu^{++} iyonu vardır. Eritrosit oluşumunda doku demirin serbest bırakılmasında, kemik, merkezi sinir sistemi ve bağ doku gelişmesinde önemli rol oynar. Fazla miktarda alınması halinde mukoza iltihaplanması, damar hastalıkları, karaciğer ve böbrek hastalıkları ve depresyonla seyreden merkezi sinir sistemi irritasyonları görülebilir.Bakır özellikle küçük canlılar için yüksek derecede toksiktir.Bakır, balıklar için kuvvetli bir zehirdir.Sert sularda toksik etkisi daha azdır.2.5 mg Cu/L yüksek su bitkilerine zarar vermez. İçme sularında en fazla 0.05 mg Cu/L bulunmalıdır (Beaumont ve ark., 2000).

1.5.5. Demir

Demir insan organizmasında özellikle alyuvarların yapısında bulunan, hemoglobinin fonksiyonel bir parçası olması yönünden önemlidir. Bunun dışında demir, kasların miyoglobininde, sitokrom, peroksidaz ve katalaz sistemlerinde yer alan yaşamsal önemde bir mineraldir. Bütün insan vücudundaki toplam miktarının ancak 4-5 g arasında olmasına karşın bunun 700 mg kadarı karaciğerdedir. Demirin biyokimyasal reaksiyonlar yönünden özellikle solunum sisteminde büyük görevleri vardır. Hayvansal organizma büyük kısmıyla alyuvarlarda yer alan demir içeriğini tekrar tekrar kullanma yeteneğindedir. Bu nedenle günlük demir gereksinimi oldukça küçüktür. Bu çocuklar için 10-15 mg arasında değişir, büyüklerin demir gereksiniminde kadın, erkek, genç veya yaşlı oluşuna göre farklılık gösterir. Genç kadınlarda ve emziren annelerde 18 mg kadardır. Vücuttan dışkı, idrar ve terle atılan demir miktarı ise sadece 1 mg civarındadır. Fazlası karaciğer, kemik iliği ve dalakta toplanır(Demirak Ağır Metal Yüksek Lisans Ders Notları,2008).

2.LİTERATÜR ÖZETİ

Türkiye sahip olduğu deniz kıyılarının uzunluğu yönünden, Akdeniz ülkeleri arasında ilk sırada yer almaktadır. Buna karşın askıda katı madde ve sediment üzerine yapılan çalışmalar Batı Akdeniz ülkelerine oranla daha azdır (Cirik ve Cirik, 1999).

Batki ve ark. (1999), Ege Denizi'nde yaptıkları çalışmada, 13 istasyondan alınan sediment örneklerinde 0.20- 0.42 $\mu\text{g/g}$ Cd, 30–50 $\mu\text{g/g}$ Pb, 14- 40 $\mu\text{g/g}$ Cu ve 27–106 $\mu\text{g/g}$ Zn değerlerini saptamışlardır.

Topçuoğlu ve ark. (2002), 1997–1998 yılları arasında Karadeniz'in Türkiye kıyılarında sediment değerlerini ise Cd için $<0.02\text{--}0.93\mu\text{g/g}$, Zn için 33.9-267.4 $\mu\text{g/g}$, Pb için $<0.05\text{--}31.10\mu\text{g/g}$, Cu için 4.0-95.5 $\mu\text{g/g}$ olarak belirlemişlerdir.

Topçuoğlu ve ark. (2004), Marmara Denizi'nin batı kıyılarında yaptıkları sediment örneklerinde ise Cd için 0.02–0.502 $\mu\text{g/g}$, Zn için 34.1–50.9 $\mu\text{g/g}$, Fe için 5956–14896 $\mu\text{g/g}$, Pb için 21.6- 31.9 $\mu\text{g/g}$, Cu için 12.7 $\mu\text{g/g}$ değerlerini belirlemişlerdir.

Yiğiterhan ve Murray, (2007) Karadenizi besleyen Türk Irmakları ve Tuna Nehri'nin askıda katı maddesinde yaptıkları çalışmada Yenice Nehri (281 mg/L) ve Sakarya Nehri (429 mg/L) askıda katı madde için ortalama değerleri yüksek iken Tuna, Kızılırmak ve Yeşil Irmak için ortalama değerler (1-3 mg/L) daha düşük bulunmuştur. Cu, Zn, Ba oranları (biyojenik elemanları) ve Ag, Cd, Pb (kirlilik göstergeleri), özellikle Tuna Nehrinin askıda katı maddesinde yüksek olduğunu göstermiştir. Askıda katı maddede Fe 13.3007 $\mu\text{g/g}$, Zn 19347 $\mu\text{g/g}$, Cu 3287 $\mu\text{g/g}$, Pb 2367 $\mu\text{g/g}$, Cd 3,2 7 $\mu\text{g/g}$ olarak belirlemişlerdir. Sedimentte Fe 42,800 $\mu\text{g/g}$, Zn 170 $\mu\text{g/g}$, Cu 64 $\mu\text{g/g}$, Pb 41,6 $\mu\text{g/g}$, Cd 0,6 $\mu\text{g/g}$ olarak bulmuşlardır.

Pempkowiak ve ark. (1999), Baltık ve Norveç denizlerinden aldıkları sediment örneklerinde 0.57–16.40 mg/kg Cd, 2.4–114.40 mg/kg Pb, 20.20- 213.70 mg/kg Cu, 124-3465 mg/kg Zn ve 0.14- 3.36 mg/kg Fe belirlemişlerdir.

Storelli ve ark. (2001), İtalya'nın Güney Adriyatik kıyısında sediment örneklerinde ortalama 0.20 $\mu\text{g/g}$ Cd, 4.43 $\mu\text{g/g}$ Pb, 16.98 $\mu\text{g/g}$ Cu, 95.8 $\mu\text{g/g}$ Zn ve 8838 $\mu\text{g/g}$ Fe değerlerini belirlemişlerdir.

Buccolieri ve ark. (2006), İyon Denizi (İtalya) kıyılarından toplam 19 istasyondan aldıkları sediment örneklerinde ortalama Cu için 47.4 $\mu\text{g/g}^{-1}$, Fe için 31566 $\mu\text{g/g}^{-1}$, Pb için 57.8 $\mu\text{g/g}^{-1}$ ve Zn için 102.2 $\mu\text{g/g}^{-1}$ değerlerini rapor etmişlerdir.

Birch ve Tailor (1999) tarafından Avustralya'da Port Jacson halici sedimentinde Cu konsantrasyonları en yüksek ($> 200 \mu\text{g/g}$) ,Cd konsantrasyonunu ($<0,3 \mu\text{g/g}$) ,Pb

konsantrasyonunu ($>200 \mu\text{g/g}$) ve Zn konsantrasyonları da Pb'a benzer şekilde yüksek bulunmuştur.

Dural ve Göksu (2006) Çamlık Lagününde sedimentte yıllık ortalama olarak en yüksek miktarda $24336,50 \pm 1850,91 \mu\text{g/g}$ ile Fe ölçmüş olup, ağır metallerin $\text{Fe} > \text{Zn} > \text{Pb} > \text{Cu} > \text{Cd}$ şeklinde sıralandığı belirtmişlerdir.

Sunlu ve ark (1996), tarafından yapılan bir çalışmada Güllük lagününden alınan sedimentlerde metallerinin birikimini değerlendirmiştir. Bu çalışma sonunda Fe $2742,1-3039,9 \mu\text{g/g}$; Zn $9,69-10,39 \mu\text{g/g}$; Cd $0,85-1,7 \mu\text{g/g}$; Cu $25,4-26,38 \mu\text{g/g}$; Pb $13,5-21,05 \mu\text{g/g}$ arasında tespit edilmiştir.

Yaramaz ve ark (1992) tarafından yapılan diğer bir çalışmada ise, Karine dalyanında metal düzeyleri Zn için $33,5-63,0 \mu\text{g/g}$; Cd için $2,0-2,5 \mu\text{g/g}$; Cu için $14,0-20,0 \mu\text{g/g}$ ve Pb için $15,0-40,0 \mu\text{g/g}$ olduğu bildirilmiştir.

Millward ve ark. (1999) tarafından Chupa halisinde sedimentin $<63\mu\text{m}$ kısmını kullanarak yaptıkları metal çalışmasında Fe için $64,5 \text{ mg/g}$; Zn için $95,0 \text{ mg/g}$; Cu için $22,0 \text{ mg/g}$ ve Pb için $18,5 \text{ mg/g}$ belirlenmiştir.

Sarihan ve ark. (2006) tarafından İskenderun Körfezi'nde yapılan çalışmada, sediment örneklerinde en fazla birikim gösteren metalin Fe olduğu belirlenmiş ve çökeltide ağır metal sıralaması $\text{Fe} > \text{Pb} > \text{Zn} > \text{Cu} > \text{Cd}$ olarak bildirilmiştir.

Qu ve Kelderman (2001) Deft Kanallarında yaptığı çalışmada $0,01$ güven seviyesinde; Cd ile Cu arasında $0,48$, Pb ile Cu arasında $0,66$, Zn ile Cd arasında $0,55$, Pb ile Cd arasında $0,18$, Zn ile Cd arasında $0,55$, Zn ile Cu arasında $0,85$, Zn ile Pb arasında $0,53$, Fe ile Cd arasında $0,59$, Fe ile Cu arasında $0,75$, Fe ile Pb arasında $0,31$, Fe ile Zn arasında $0,81$ korelasyon değerlerini tespit etmiştir. Askıda katı madde ve sedimentte ağır metal konsantrasyonlarını $\text{Zn} > \text{Pb} > \text{Cu} > \text{Cd}$ olarak tespit etmişlerdir.

Dalman ve ark. (2006) Ege Denizi'nin Güllük Körfezi sediment örneklerinde ortalama Pb, Zn, Cu ve Cd derişimlerini sırasıyla $20,0 \text{ mg/kg}^{-1}$, $80,8 \text{ mg/kg}$, $25,2 \text{ mg/kg}$ ve $0,56 \text{ mg/kg}$ olarak belirlemişlerdir.

Puig ve ark.(1999) Barselona'da yaptıkları çalışmada sedimentte en yüksek konsantrasyonları: Cu için $3,81 \mu\text{mol/g}$, Zn için $31,98 \mu\text{mol/g}$, askıda katı maddede Cu için $19,17 \mu\text{mol/g}$, Pb için $2,34 \mu\text{mol/g}$, Zn için $71,68 \mu\text{mol/g}$ olarak tespit etmişlerdir. Ayrıca metal konsantrasyonlarının deniz ortamındaki sedimentlerde akarsu yatağındaki sedimentlerden daha düşük olduğunu göstermişlerdir.

3. MATERYAL METOD

Bu çalışma Şubat 2008 ile Eylül 2008 tarihleri arasında, aylık olarak Gökova Körfezinde ve körfeze karışan azmamlarda belirlenen 9 istasyonda gerçekleştirilmiştir.

3.1. Çalışma Alanının Tanımı

3.1.1. Ege Denizi

Ege Denizi, 41'-35' kuzey enlemleriyle 23'-27'/28' doğu boylamları arasında yer alır. Kuzeyden güneye yaklaşık 660km uzanır; genişliği kuzeyde 270, ortada 150, güneyde ise 400km kadardır. Balkan yarımadasının doğu bölümü ile Anadolu arasında yer alan deniz. Çanakkale Boğazı aracılığıyla Marmara Denizi'ne ve Karadeniz'e bağlanan Ege Denizi'nin yüzölçümü 214000km²'dir. Ege Denizi Anadolu ve Yunanistan Yarımadası arasında bulunan irili ufaklı 3000 kadar ada ve ada görünümündeki kara parçalarına da içine alan yarı kapalı bir denizdir. Anadolu Yarımadasının batı kıyılarının çok fazla girintili ve çıkıntılı olması ve bu kıyılara çok yakın konumda çok sayıda ada bulunması, Ege denizinin daha önce büyük bir kara parçası olduğunu düşündürmektedir. Ege denizinin, başka yerlerde çok az görülen, girintili çıkıntılı kıyılara; bu kıyılarda bulunan çok sayıdaki koy, körfez, boğaz ve yarımada gibi bir başka özelliği daha vardır.

Ege Denizi, yakın bir geçmişte "Aegeis" ya da "Egeid" adı verilen bir kara parçasının, büyük bir bölümünün sular altında kalmasıyla oluşmuştur; üstündeki adaların çokluğu nedeniyle "Adalar Denizi" diye de adlandırılır.

Ege'de gelgit önemsizdir ve yol açtığı düzey genişliği ancak bazı dar boğazlarda, rüzgarlarla meydana gelen yığılmaların da etkisiyle 30-40 cm'yi bulur. Adalar arasındaki bazı dar ve dolambaçlı boğazlar şiddetli ve karmaşık yerel akıntılara neden olur. Bunların en ünlüsü Eğriboğaz Körfezi'nde görülür.

Ege Denizi'nde, kuzeyde Saros Körfezi'nden başlayarak güneye doğru "S" biçiminde uzanan, tabanının derinliği yer yer 1000 m'yi aşan bir oluk yer alır. Ege Denizi'nde çok sayıda ada bulunur. Toplam yüzölçümleri yaklaşık olarak 23.000 km² olan bu adalar, her yana serpilmiş gibi görünmelerine karşın, belli bir düzen ve gruplaşma gösterirler.

Ege Denizi üstünde egemen olan Akdeniz iklimi, bu büyük su kütesinin etkisiyle bazı değişikliklere uğrar: Ege Denizi'nin etkisi, donlu günlerin sayısını azaltır. Denizi suyu

sıcaklıkları da genelde kuzeyden güneye doğru artar. Bu artış kışın daha çok belirlidir. Kıyı ve adalarda kışları yağışlı bir Akdeniz iklimi görülür.

Yazın bütün Ege Denizi ısınır. Kuzey ve güney yüzey suları arasındaki sıcaklık farkı, 1°-2°C'a iner. Sıcaklığın en yüksek olduğu ayda Ege Denizi'nin her yanında deniz suyu sıcaklığı 23°-24°C arasındadır.

Ege Denizi'nde yıllık yağış tutarı kuzeyden güneye gidildikçe azalır. Yağışlar genellikle kış aylarında toplanmıştır. Komşu karalarda olduğu gibi, Ege Denizi alanında da yazlar çok kuraktır. Yazın Ege Denizi'nin her yanında, kuzeyden ve kuzeydoğudan “etezyen” adı verilen şiddetli bir rüzgar eser. Ege Denizi, biyoloji ve hidroloji özellikleri bakımından Karadeniz ile Akdeniz arasında bir geçiş alanı oluşturur.

Çanakkale Boğazı'ndan ve altüst akıntısıyla gelen ve besin tuzları, oksijen ve plankton bakımından zengin olan Karadeniz suları, kuzeydeki balık yaşamını olumlu yönde etkiler. Ege Denizi, oksijen bakımından zengin olmasına karşın, fosfat ve nitrat bakımından yoksuludur. Bu yüzden güney bölümü, dünyanın balık bakımından en yoksul denizlerindedir. Son yıllarda Ege Denizi'nde, deniz kirlenmesi ve öteki konulardaki bilimsel araştırmalar yoğunlaşmıştır.

3.1.2. Gökova Körfezi

Tektonik hareketler sonucunda Ege Bölgesi'nde doğu-batı doğrultusunda oluşan çukur alanlardan en güneyde yer alanı Gökova Körfezidir. Doğu kıyıları yakınında sığ olan körfezin derinliği, açıklara ve batıya gidildikçe artar. Körfezin kuzey kıyıları dik ve yüksektir. Bu kıyıların ardında Yaran Dağı uzanır. Körfezin en önemli özelliği, güneydoğu kıyısının Türkiye'nin en girintili çıkıntılı kıyı kesimi olmasıdır. Bu kesimde iç içe geçmiş, genellikle daire biçiminde ve yörede *bük* adıyla anılan çok sayıda koy vardır. Körfeze dökülen çok sayıda kısa akışlı dere yazları kurur; bu derelere yörede azmak adı verilir. Gökova'dan geçerek körfeze dökülen Çaydere, Akçapınar ile Akyaka köyleri arasında bir bataklık alanı oluşturur.

Kuzeyde Bodrum, güneyde Reşadiye (Datça) yarımadaları arasında, kabaca üçgen biçiminde doğu-batı doğrultusunda uzanır. İlkçağda Kerameikos adıyla bilinen körfez daha sonra İstanköy ve Kerme adlarıyla anılmıştır. Eskiden körfezin doğu kesimini belirtmek için kullanılan ve doğu ucundaki ovoidan gelen Gökova adı bugün körfezin bütünü için kullanılır.

Gökova Körfez'nin iç kısımlarında deniz zaman içinde alüvyonlarla dolmaya başlamış denizin bu dolma işlemi günümüzde de halen devam etmektedir. Öte yandan Gökova Körfezi'nde denizin içinde birçok tatlı su kaynağı bulunuyor. Bu tatlı su kaynaklarının

bulunduğu bölgeler suyun akıntısı sayesinde hiçbir zaman alüvyonlar ile dolamamıştır. Böylece Gökova'nın kuzey kıyısında Kadın Azmak, Güney kıyısında ise Akçapınar Azmakları oluşmuştur (Şekil 1, 2). Akçapınar Azmak'ın debisi düşük olduğu için suyu daha bulanık, Kadın Azmak'ın yüksek debide akmasının ve suyunun berrak olmasının asıl nedeni ise bu derenin kuzey kıyılarında dereyi besleyen yüzlerce irili ufaklı kaynak bulunmasıdır. Körfeze dökülen çok sayıda kısa akışlı dere yazları kurur; bu derelere yörede azmak adı verilir. Körfez yüksekliği 878 m civarında olan Menteşe dağlarıyla çevrelenmiştir. Ege Denizinin Akdeniz ile birleştiği bölgede yer alan Gökova Körfezi 24500 hektarı kara alanı olmak üzere 52 bin hektarlık alan ile Türkiye'nin sekiz deniz koruma bölgesinden biri olarak 1989 yılından itibaren Özel Çevre Koruma Bölgesi ilan edilmiştir (Akyol ve ark., 2007).



Şekil 1. Gökova Körfezi'nin Haritası



Şekil 2. Araştırma alanının uydu görüntüsü.

Çalışma alanı içerisinde bulunan Kadın Azmağı, Gökova' nın kuzeyi ile Akyaka yerleşim alanının kesişim noktasından çıkar. Gökova beldesinden Akyaka Beldesi' ne doğru giden karayolun güneyinden, yolun şevinin bittiği yerle sınır oluşturur. Suyun çıktığı yer beton taş duvarla çevrilmiş ve su belli noktaya kanalize edilmiştir. Çıkış yerinde suyun debisi 700 L/s 'dir. Denize kadar 2 km uzunluğunda olan azmakta yer yer yoğun bir yosunlaşma olduğu gözlenmektedir. Kadın Azmağı suyunun çıkış noktasında tarımda sulama amaçlı da kullanılmaktadır. Azmağın çıkış noktasından denize doğru gidildikçe debinin de artması ile sadece taşımacılık amaçlı kullanılmaktadır. Azmağın içi sazlıkla kaplı olup, dere yatağı geniştir. Akyaka yerleşim alanından yer yer yüzeyden gelen akışların katıldığı görülmektedir (Erdinç, 2010).

Araştırma alanı içerisinde bulunan bir diğer azmak ise Akçapınar Azmağı' dır. Akçapınar Azmağı'nın kaynağı Muğla-Marmaris karayolunun Marmaris sapağından sonra 1 km mesafede yolun kuzeydoğusunda yer alan Ataköy Köyü sınırlarından çıkıp, 2 km boyunca tarım alanlarından geçerek denize ulaşmaktadır. Akçapınar Azmağı kesiti 7-20 m arasında değişen taban genişliğine ve 4-15 m arasında değişen yan yüksekliğine sahiptir. Akçapınar Azmağı'nın içi sazlıklarla ve kenarı da okaliptus ağaçları ile kaplıdır. Akçapınar Azmağı' nın kaynak çıkış noktasındaki suyun debisi 80 L/s' dir (Erdinç, 2010).

3.1.2.1. Çalışma Alanın Hidrolojik Özellikleri

Gökova Körfezi ve ovasının kuzeyi ile güneyi arasında jeolojik ve jeomorfolojik farklılıklar vardır. Kuzeydeki kalker kütlede karstik formlar ve karstik hidrografiya gelişmiştir. Güneyde peridotit kütleleri, doğuda filladlar vardır. Muğla ile Gökova arasında çeşitli karstik şekillerin gelişmiş olduğu ortalama 600 - 700 m yükseklikte bir plato uzanmaktadır.(Kayan, 1971) Muğla ve çevresinde yer alan bu karstik platodan sızan sular muhtemelen kalkerlerin çatlak ve boşluklarından geçerek tekrar Gökova körfezi kıyılarında kaynaklar teşkil ederek yüzeye çıkmaktadır (Kayan,1971, Darkot,B.&Erinç,S., 1953-54) bu konuda aynı görüşü paylaşmaktadır.

Gökova'nın kuzeyinde Marmaris' e giden karayolu boyunca kısa bir dere (Azmak) ile Gökova Körfezine akan çok sayıda karstik kaynak mevcuttur. Bundan başka, Tenbeller dağının güneyindeki Karaağaç Mevkiinde dipten çıkan kaynaklar bol akışlı Akçapınar deresini beslemektedir. Körfeze kuzeyden, Ula ilçesinden dökülen Kapız deresinin devamı ve yağışlı mevsimde en büyük akarsu olan Çaydere sadece bol yağışlarda. Sel sularını taşıyan bir deredir. Gökova Körfezinin kuzey kıyıları boyunca bir kısmı karada, bir kısmı da denizin içinde bulunan karstik kaynaklar mevcuttur. Gökova'nın doğusundan güneybatıya doğru uzanan filladlar Üzerinde yer yer çatlak sistemleri vasıtasıyla suyu geçiren kalker kütleleri bulunmaktadır. Bu durumda kalker tabakalardan sızan yeraltı suları geçirimsiz filladlara rastlayınca daha derinlere sızamamakta ve uygun yerlerde yeryüzüne çıkmaktadır(Barlas ve ark.,1995).

3.1.2.2. Çalışma Alanının Jeomorfolojisi

Gökova Körfezi ve ovası üst pliosenden itibaren meydana gelen genç tektonik hareketler ile Egeid karasının çökmesi sonucunda oluşan Ege denizinin Anadolu'ya doğru sokulan çöküntü hendeklerinden (Graben) biri olan Kerpe Körfezi çukurluğunun içinde yer alır. Bu çukurluk farklı iki jeolojik üniteyi birbirinden ayıran bir tektonik sınıra karşılık gelir.

Kuzeyde paleozoik ve mezozoik yaşlı metamorfik kayalardan (yarı kristalize kalker ve mermerler) oluşan bir blok ile bunun üzerinde pliosen konglomeraları bulunur. Gökova Körfezinden 600 - 700 m yükseklikte dik bir fay yamacı ile başlayan bu kalker kütle karstik. bir plato özelliğindedir. Kalkerler yoğun, geçirimli, gözenekli ve kalın olup yer yer disloke olmuştur. Bu özellikler karstik erime ve gelişmeyi kolaylaştırmış Polye,Uvala, Dolin vb. gibi karstik formlar meydana getirmiştir. Güneyde ise peridotitlerden oluşan ultrabazik intrasif bir

masif ile pliosen konglomeraları bulunmaktadır. Akarsu aşınımı ile bu saha tepelik bir arazi görünümü kazanmıştır.

Doğuda permo-karbonifer yaşlı filladlardan oluşan bir eşik ünitesi yer alır. 150200 m yükseklikteki bu hafif dalgalı arazi Gökova'yı doğudaki çukur sahalardan ayırır. Gökova ise çevresindeki yüksek kısımlardan taşınan değişik aluviyal materyalin biriktiği bir düzlüktür (Barlas ve ark., 1995).

3.1.2.3. Çalışma Alanının İklimi

Gökova Körfezi Akdeniz iklim bölgesi içerisinde bulunmaktadır. Bölgede polar hava kütleleri ile tropikal hava kütlelerinin etkisi görülmektedir. Kış mevsiminde bu farklı özellikteki hava kütlelerinin karşılaşması ile oluşan cephelerin etkisinde kalmakta; serin, ılık ve yağışlı hava şartları hakim olmaktadır. Yaz aylarında ise tropikal hava kütleleri bölgeyi etki altına aldığı için sıcak ve kurak hava şartları hakim olmaktadır.

Bölgede hakim rüzgar yönü NW (Kuzey-batı) dır. Yıllık sıcaklık ortalaması 18,4 °C'dir. Ocak ayı ortalaması 10,6 °C , Temmuz ortalaması 27,8 °C'dir. Buna göre Gökova Körfezi'nde kışları serin ve ılıktır, donlu günlerin sayısı ise birkaç günü geçmemektedir, Yazları sıcak hava şartları hüküm sürmektedir. Yağış değerleri ise, Yıllık yağış miktarı 1190 mm olup bu yağışın %56,7 si kış mevsiminde, % 1,5 i yaz mevsiminde kalanı da diğer mevsimlerde düşmektedir. Yıllık yağış miktarı fazla olmasına rağmen yaz mevsiminde yağış yetersizliği yani kuraklık çok belirgindir (Barlas ve ark., 1995).

3.1.2.4 Çalışma Alanının Tarımsal Yapısı

Çalışma alanında, susam ve narenciye ön planda olan tarımsal ürünlerdir (Tablo 4). Bu ürünlerle beraber buğday, arpa, mısır, yulaf, nar, yer fıstığı ve zeytin bölgede mevcut olan diğer tarımsal ürünlerdir.

Tablo 4. Çalışma alanında bulunan yerleşim birimlerinin 2009 yılına ait tarımsal desen verileri (Anonim, 2009).

Belde	<u>Susam</u> (da)	<u>Narenciye</u> (da)
Akçapınar	1120	749
Akyaka	329	31
Gökova	998	518
GENEL TOPLAM	2447	1298

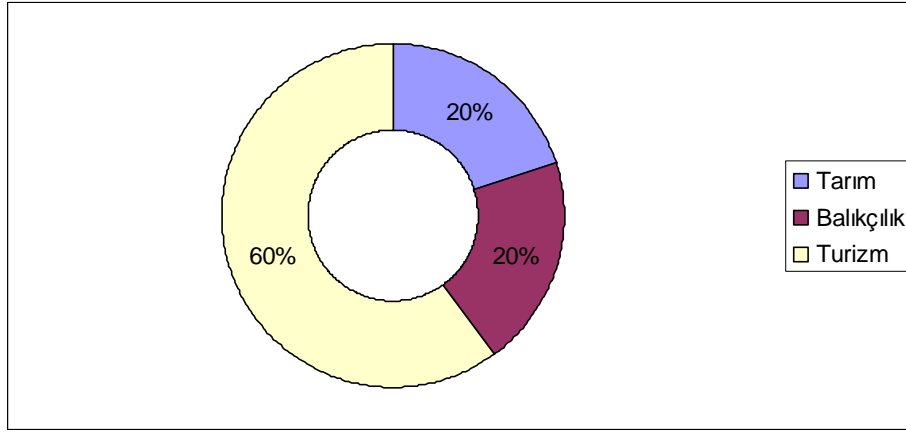
3.1.2.5 Çalışma Alanın Nüfus Hareketliliği Yapısı ve Sosyo Ekonomik Yapısı

Çalışma alanın nüfus, 2007 Nüfus sayımına göre 2269' dur. Çalışma alanında, yaz aylarında turizmin etkisiyle yaklaşık 15000 kişiye kadar çıkmaktadır. Çalışma alanında yer alan Akyaka Beldesi'nde 2009 verilerine göre toplam konut sayısı 2100' dür (Tablo 5). Bu konutların 133' ü ticarethane, 750' si sürekli oturlan konut olup, 1212 konut da ikincil konut olarak kullanılmaktadır (Anonim, 2009).

Araştırma alanının temel geçim kaynakları turizm (%60), balıkçılık (%20), tarım (%20) olarak sıralanabilir (Şekil 3). (Anonim, 2008).

Tablo 5. Çalışma alanının 2007 yılına ait nüfus ve hane bilgileri (Anonim, 2008).

Köy/Belde	Nüfus	Hane Sayısı
Akçapınar	596	283
Akyaka	2269	2100
Gökova	2256	900
TOPLAM	5121	3283



Şekil 3. Çalışma alanının temel geçim kaynakları (Anonim, 2008).

3.1.2.6 Çalışma Alanın Turizm Yapısı

Çalışma alanı olarak seçilen Akyaka Beldesi; denizi, sahili, azmakları, orman piknik alanları, yürüyüş parkurları, deniz sporları, dağ yürüyüşü alanları, kuş gözlemleme yerleri, tarihi dokusu ve kalıntıları, Sedir Adası, Gökova Körfezi turları, Kleopatra kumu ile gözde bir bölgeyi meydana getirmektedir (Çınar, 2007).

Gökova Körfezi, Muğla İl merkezinin denize ulaşan ilk noktası olup, turistik bir alandır. Ayrıca Sedir Adası, İncekum, Çınar ve Akbük Koyu başta olmak üzere daha birçok koyalara günlük gezilerin düzenlendiği yat turizmi de önemli özelliklerinden biridir (Çınar, 2007).

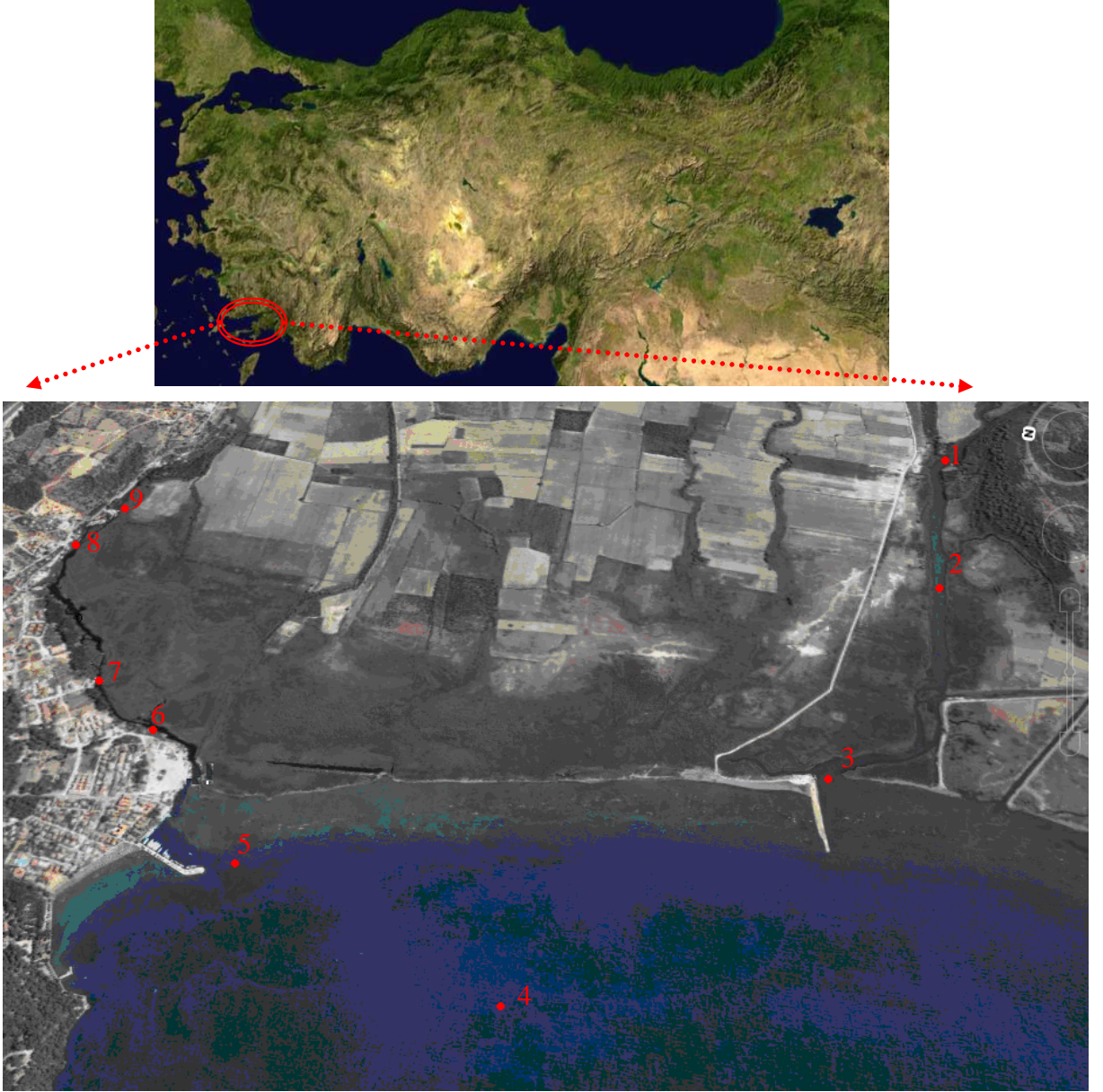
Çalışma alanının turizm yapısı nedeniyle son yıllarda barınma ile ilgili pansiyon, apart ve otellerin sayılarında artış olup, bu sayı 2009 yılı verilerine göre 53' tür. Bu barınma yerlerinin toplam oda sayıları 509, yatak kapasiteleri ise 1158'dir (Anonim, 2009).

3.2. Çalışma İstasyonlarının Tespiti ve İstasyonların Özellikleri

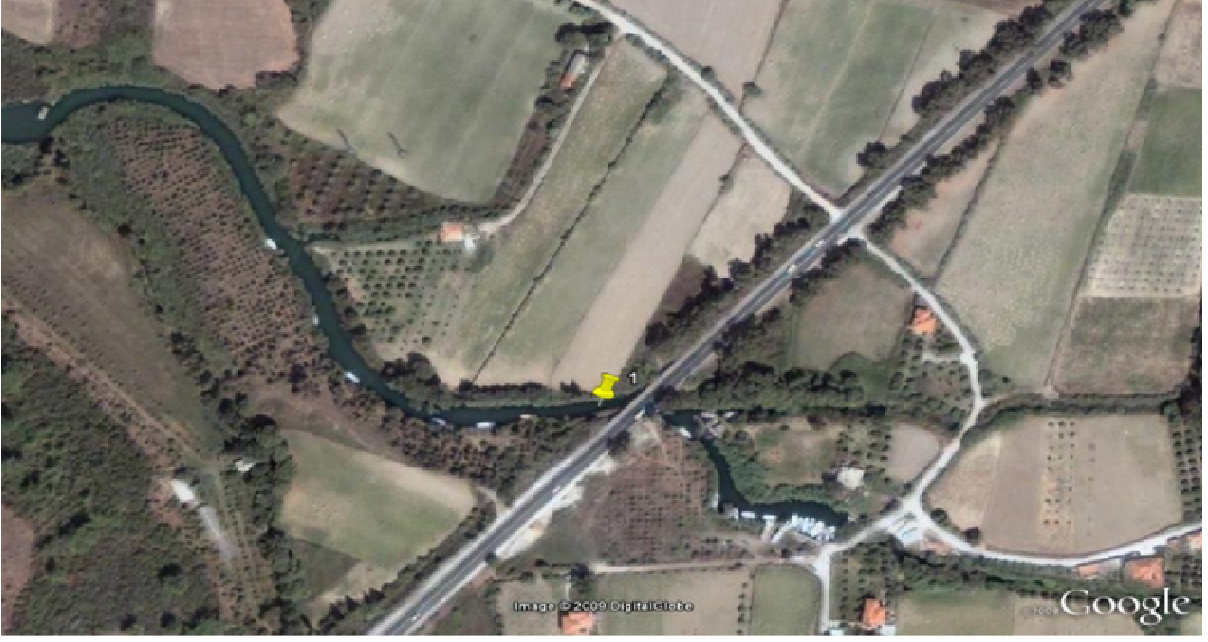
Çalışma alanında seçilen ilk üç istasyon Akçapınar Azmağında, dördüncü istasyon deniz ortamında (Gökova Körfezi'nde belirlenen üç nokta), beşinci ve altıncı istasyonlar limanda, yedi, sekiz, dokuzuncu ve onuncu istasyonlar Kadın Azmağı'ndadır. Çalışma istasyonlarının koordinatları ve özellikleri Tablo 6'da, Türkiye'deki yeri ve istasyonların genel hatları Şekil 4'de, uydu görüntüleri ise Şekil 5,6,7,8,9,10,11,12,13'de verilmektedir.

Tablo 6. İstasyonların koordinatları ve özellikleri

1. İstasyon: Akçapınar Azmağı	37°01'43 K 28°21'02 D
2. İstasyon: Akçapınar Azmağı'nın ortası	37°01'54 K 28°20'37 D
3. İstasyon: Akçapınar Azmağı ile deniz bağlantısı	37°02'05 K 28°19'37 D
4. İstasyon: Deniz Ortası	Gökova Körfezi'nde üç nokta
5.İstasyon: Deniz Kıyısı	Limanda belirlenen üç nokta
6. İstasyon: Kadın Azmağına karışan tatlı su kaynaklarından biri (Kordon)	37°03'08 K 28°19'45 D
7. İstasyon: Ottoman Otelinin karşısı	37°03'10 K 28°19'45 D
8. İstasyon: Azmakkapı Restaurant karşısı (ehlikeyf)	37°03'13 K 28°19'55 D
9. İstasyon: Cennet Restaurant'ın aşağısı	37°03'21 K 28°20'07 D



Şekil 4. Çalışma bölgesinin Türkiye’deki yeri ve çalışma istasyonlarının genel hatları



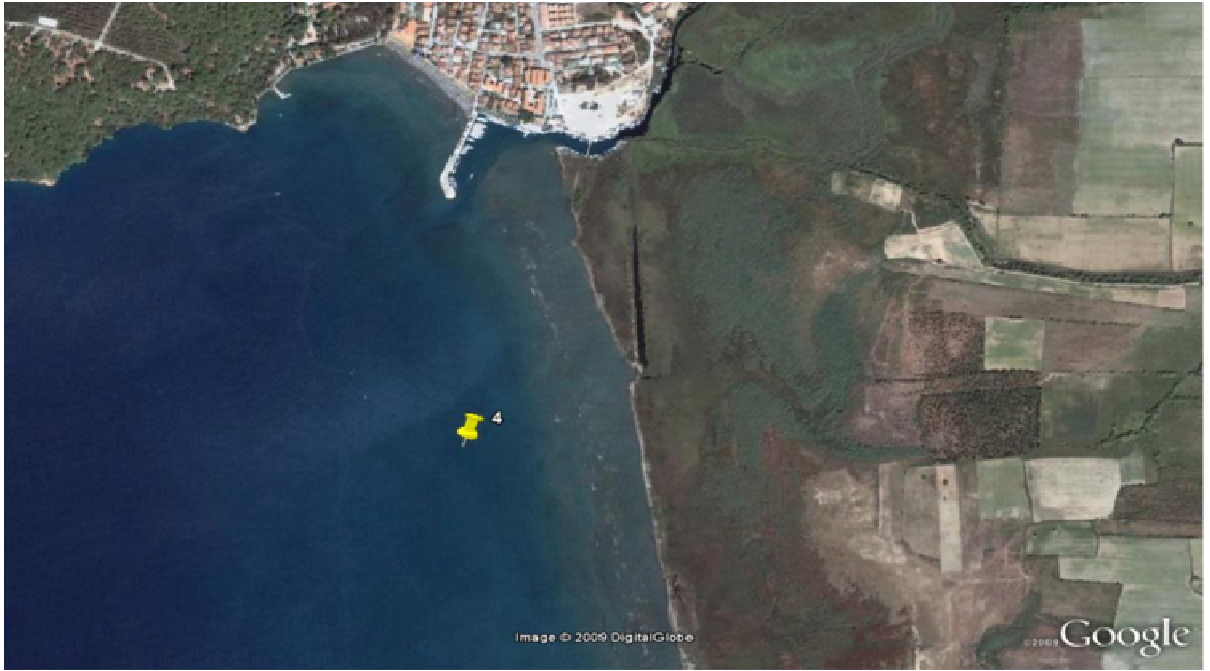
Şekil 5. Bir Numaralı istasyonun uydu görüntüsü



Şekil 6. İki numaralı istasyonun uydu görüntüsü



Şekil 7. Üç numaralı istasyonun uydu görüntüsü



Şekil 8. Dört numaralı istasyonun uydu görüntüsü



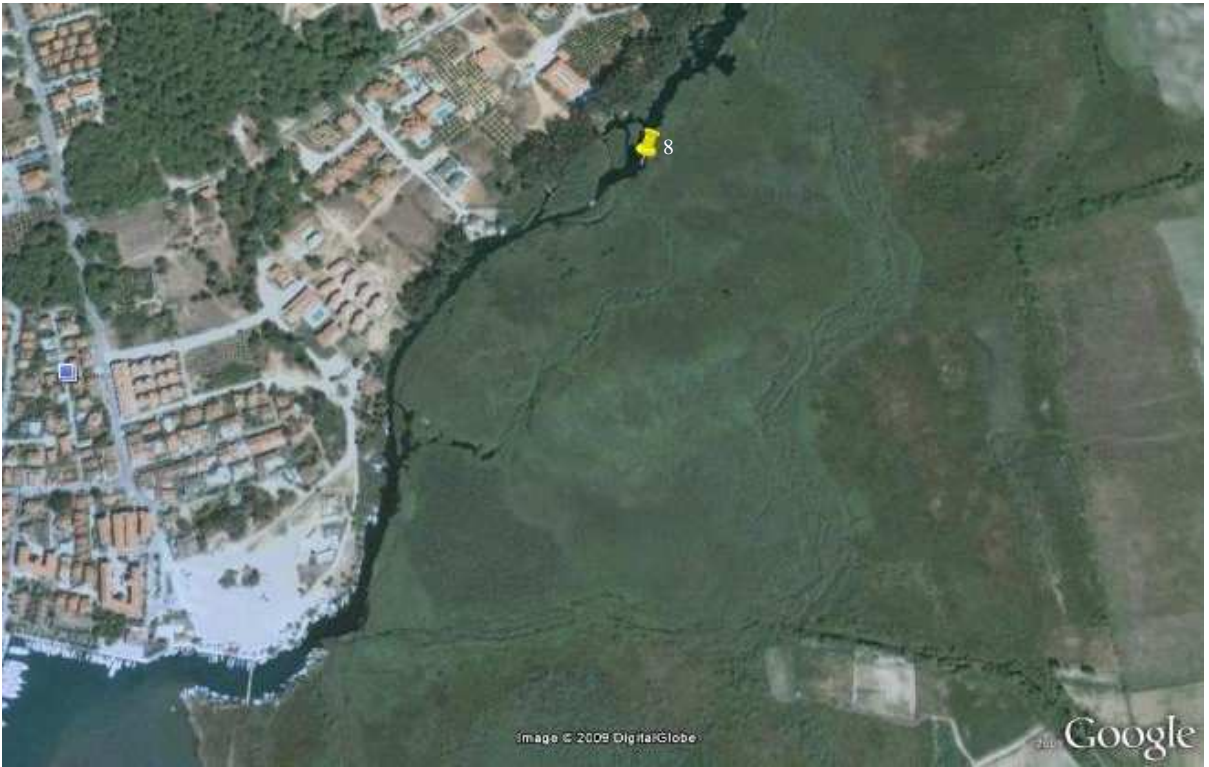
Şekil 9. Beş numaralı istasyonun uydu görüntüsü



Şekil 10. Altı numaralı istasyonun uydu görüntüsü



Şekil 11. Yedi numaralı istasyonun uydu görüntüsü



Şekil 12. Sekiz numaralı istasyonun uydu görüntüsü



Şekil 13. Dokuz numaralı istasyonun uydu görüntüsü

3.3. Örnek Alınması ve Saklanması

Su numuneleri Şekil 4,5,6,7,8,9,10,11,12’de gösterilmiş olan istasyonlardan Deniz ve Azmaklarda belirlenen noktalardan 5L’lik nansen şişesiyle alınmıştır. Askıda katı madde miktarı ölçümleri için 2L’lik polietilen şişelere doldurulmuştur.

Sediment örnekleri ise 2, 5 ve 8 numaralı istasyonlardan Krap Yöntemi (sediment alma kepçesi) ile belirlenen istasyonlardan 200 ml’lik polietilen şişelere alınmıştır. Sediment örnekleri Nisan, Haziran ve Temmuz aylarında alınmıştır.

3.4. Kullanılan Materyaller

Çalışma sahasında; istasyonların tespiti için GPS (Magellan Explorist 600) cihazı kullanılmıştır.

Laboratuarda ;Spektroskopik ölçümler için GBC Avanta Sigma 906 Model Alevli Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi, mikrodalga fırın (CEM), gerekli kimyasallar (Merck),tablalı ısıtıcı, etüv ve cam malzemeler kullanılmıştır.

3.5. Kullanılan Yöntemler

Sediment ve Askıda katı Madde örnekleri yaş yakma yöntemiyle Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresinde analiz edilmek üzere hazırlanmıştır (APHA,2005). Çalışmada; Cd:228.8nm, Zn:213.9nm, Fe:248,3nm, Cu:324,7nm, Pb:217 nm'de ölçümleri alınmıştır.

Yaş yakmada temel amaçlar organik maddeleri uzaklaştırmak, hedef element ya da elementleri çözelti fazına geçirmekti varsa girişim yapan maddeleri gidermekti.

3.5.1.Askıda Katı Maddede Ağır Metal Analizi: 1L su numunesi darası belli borsilikat mikrofiber filtreden süzülüp 105 °C etüvde 12 saat kurutulup sabit tartıma getirildi.

AKM = son tartım-boş süzgeç kağıdı formülünden hesaplandı.

Yaş yakma yöntemiyle akıda katı madde Atomik absorpsiyon spektroskopisinde ağır metal analizine hazırlandı.

Süzgeç kağıdıyla beraber askıda katı madde alındı, üzerine 10 ml Nitrik Asit, Hidroflorik Asit,Hidroklorik Asit (4:4:2) oranında ilave edildi.Mikrodalga fırında çözme işlemi yapıldı.Üzerlerine 25 ml H₃BO₃ ilave edilip 20 dakika bekletildi.Sonra mavi bant süzgeç kağıdından süzülerek 50 ml'lik balon jöjeye süzüldü ve 50 ml'ye saf su ile tamamlandı(APHA,2005). Üç adet kör örnekler hazırlandı.

3.5.2. Sedimentte Ağır Metal Analizi: Azmak ve denizlerden alınan sediment numuneleri 105 °C etüvde 12 saat kurutuldu. Kurutulan numuneler 200 mesh elekten elendi ve 2g elenmiş numune tartıldı.Yaş yakma yöntemiyle atomik absorpsiyon spektroskopisinde analize hazırlandı. Bu amaçla sediment örneği üzerine 21 mL Nitrik Asit, 3 mL Sülfürik Asit, 3 mL Perklorik asit ilave edilip geri soğutucu altında ısıtıldı. Isıtma tamamlandıktan sonra 15 mL saf su eklendi 100 mL balon jöjeye mavi banttan süzüldü ve 100 mL'ye saf su ile tamamlandı(APHA,2005).

3.5.3. Standart Çözeltiler: 0.2, 0.4, 0.8, 1.6 ppm konsantrasyonlarında Cd, 1, 2, 3, 4 ppm konsantrasyonlarında Cu, 2, 4, 6, 8 ppm konsantrasyonlarında Fe, 2, 4, 8, 16 ppm konsantrasyonlarında Pb, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6 ppm konsantrasyonlarında Zn standart çözeltileri hazırlandı.

Analize hazırlanan askıda katı madde ve sedimentlerin ağır metal içeriği standart katma yöntemiyle atomik absorpsiyon spektrometresinde ölçüldü.

4. BULGULAR

Çalışmada, elde edilen veriler tablolar haline getirilerek verilmiştir. Askıda katı madde de elde edilen Cd verileri Tablo 7, Askıda katı madde de elde edilen Cu verileri Tablo 8, Askıda katı madde de elde edilen Fe verileri Tablo 9, Askıda katı madde de elde edilen Pb verileri Tablo 10, Askıda katı madde de elde edilen Zn verileri Tablo 11, Cd içeriği için en düşük, en yüksek, ortalama değer ve standart sapma Tablo 12, Cu içeriği için en düşük, en yüksek, ortalama değer ve standart sapma Tablo 13, Fe içeriği için en düşük, en yüksek, ortalama değer ve standart sapma Tablo 14, Pb içeriği için en düşük, en yüksek, ortalama değer ve standart sapma Tablo 15, Zn içeriği için en düşük, en yüksek, ortalama değer ve standart sapma Tablo 16, Sedimentte Cd içeriği Tablo17, Sedimentte Cu içeriği Tablo18, Sedimentte Fe içeriği Tablo19, Sedimentte Pb içeriği Tablo 20, Sedimentte Zn içeriği Tablo 21, Cd içeriği için en düşük, en yüksek, ortalama değer ve standart sapma Tablo 22, Cu içeriği için en düşük, en yüksek, ortalama değer ve standart sapma Tablo 23, Fe içeriği için en düşük, en yüksek, ortalama değer ve standart sapma Tablo 24, Pb içeriği için en düşük, en yüksek, ortalama değer ve standart sapma Tablo 25, Zn içeriği için en düşük, en yüksek, ortalama değer ve standart sapma Tablo 26 ile verilmektedirler.

Tablolarda ölçüm alınamayan değerler “-“ ile, analiz limitinin altında kalan ölçüm değerleri ise “ALA” ile gösterilmiştir.

Akçapınar Azmağı’ndaki istasyonlardan elde edilen değerlerin ortalaması Akçapınar Azmağı olarak, Kadın Azmağı’ndaki istasyonlarda elde edilen değerlerin ortalaması Kadın Azmağı olarak, kıyıda ve deniz ortamında elde edilen ortalama değerleri de Deniz Kıyısı ve Deniz Ortamı olarak isimlendirilerek ana istasyonlar tespit edilmiştir.

4.1. Askıda Katı Madde İçin Bulgular:

Tablo 7. Askıda katı maddede elde edilen Cd verileri (mg/g)

	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül
1.İstasyon	ALA	ALA	6,467	0,075	ALA	ALA	0,125	ALA
2.İstasyon	ALA	ALA	1,892	ALA	ALA	0,437	ALA	ALA
3.İstasyon	ALA	ALA	1,415	ALA	ALA	0,049	ALA	ALA
4.İstasyon	-	0,126	0,121	0,020	ALA	0,008	0,015	ALA
5.İstasyon	ALA	ALA	0,579	ALA	ALA	0,078	ALA	ALA
7.İstasyon	ALA	ALA	7,813	0,160	ALA	0,125	ALA	ALA
8.İstasyon	ALA	ALA	3,891	ALA	ALA	ALA	0,042	ALA
9.İstasyon	ALA	ALA	1,253	ALA	ALA	0,200	0,292	ALA
10.İstasyon	ALA	ALA	5,268	0,038	ALA	ALA	ALA	ALA

Tablo 8. Askıda katı maddede elde edilen Cu verileri (mg/g)

	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül
1.İstasyon	ALA	ALA	5,800	3,050	5,071	ALA	ALA	ALA
2.İstasyon	ALA	ALA	1,432	1,852	2,929	ALA	ALA	ALA
3.İstasyon	ALA	ALA	2,012	0,868	1,598	ALA	ALA	ALA
4.İstasyon	-	0,085	0,193	0,379	ALA	ALA	ALA	ALA
5.İstasyon	ALA	ALA	0,427	1,677	2,876	ALA	ALA	ALA
7.İstasyon	ALA	ALA	1,313	5,186	4,538	ALA	ALA	ALA
8.İstasyon	ALA	ALA	1,061	7,850	4,235	ALA	ALA	ALA
9.İstasyon	-	ALA	2,613	3,789	1,313	ALA	ALA	ALA
10.İstasyon	-	ALA	1,105	5,308	4,944	ALA	ALA	ALA

Tablo 9. Askıda katı maddede elde edilen Fe verileri (mg/g)

	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül
1.İstasyon	60,004	45,667	29,733	35,975	47,500	26,375	19,300	16,35
2.İstasyon	25,113	4,219	7,092	14,193	27,500	72,375	5,458	16,413
3.İstasyon	4,109	2,445	13,146	16,241	17,354	18,292	4,256	23,889
4.İstasyon	-	2,090	2,337	4,234	5,964	1,053	0,976	1,826
5.İstasyon	12,619	11,650	4,591	12,063	21,519	7,685	4,711	5,063
7.İstasyon	21,815	30,444	9,688	24,601	28,462	19,531	10,672	18,940
8.İstasyon	44,641	23,450	25,723	56,200	30,265	25,500	10,917	25,176
9.İstasyon	-	27,619	26,453	25,632	34,625	17,800	12,271	18,675
10.İstasyon	-	60,455	45,752	29,538	21,028	ALA	11,269	27,281

Tablo 10. Askıda katı maddede elde edilen Pb verileri (mg/g)

	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül
1.İstasyon	ALA	ALA	17,800	22,600	40,786	3,188	20,100	ALA
2.İstasyon	ALA	0,524	10,859	28,568	29,786	30,188	7,313	6,870
3.İstasyon	ALA	0,017	5,488	10,797	21,707	3,118	4,676	3,972
4.İstasyon	-	0,184	0,394	4,348	1,532	0,922	0,917	0,376
5.İstasyon	ALA	0,276	1,980	17,830	36,784	6,613	4,668	2,030
7.İstasyon	ALA	2,500	53,563	59,282	56,808	12,938	10,344	0,920
8.İstasyon	ALA	ALA	38,971	88,550	57,029	31,600	17,271	ALA
9.İstasyon	-	ALA	ALA	56,553	32,906	30,100	19,917	0,363
10.İstasyon	-	5,000	ALA	87,385	52,444	ALA	14,231	ALA

Tablo 11. Askıda katı maddede elde edilen Zn verileri (mg/g)

	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül
1.İstasyon	679,482	340,000	499,500	388,3	561,503	79,630	290,160	252,765
2.İstasyon	450,600	54,000	329,151	175,561	377,737	749,281	118,675	325,966
3.İstasyon	49,136	31,000	240,890	73,303	185,239	83,253	64,988	417,286
4.İstasyon	-	31,122	36,290	37,171	69,154	18,464	16,839	30,779
5.İstasyon	186,622	185,000	146,394	169,654	408,435	136,921	78,119	98,680
7.İstasyon	287,677	504,000	604,382	404,209	608,691	383,499	184,688	299,889
8.İstasyon	987,567	455,000	619,871	791,082	454,902	602,301	254,040	430,520
9.İstasyon	-	444,000	545,493	409,182	485,227	597,576	252,671	376,812
10.İstasyon	-	830,000	886,279	591,708	426,623	ALA	238,449	464,221

Tablo 12. AKM'de Cd içeriği için en düşük, en yüksek, ortalama değer (mg/g) ve standart sapma değerleri

İstasyonlar	En Düşük Değer	En Yüksek Değer	Ortalama	Std. Sapma
<i>Akçapınar Azmağı</i>	0,0486	6,466	1,494	±2,138
<i>Kadın Azmağı</i>	0,0385	7,813	1,908	±2,632
<i>Deniz Kıyısı</i>	0,078	0,579	0,328	±0,250
<i>Deniz Ortamı</i>	0,008	0,126	0,058	±0,054

Tablo 13. AKM'de Cu içeriği için en düşük, en yüksek, ortalama değer (mg/g) ve standart sapma değerleri

İstasyonlar	En Düşük Değer	En Yüksek Değer	Ortalama	Std. Sapma
<i>Akçapınar Azmağı</i>	0,867	5,800	2,735	±1,591
<i>Kadın Azmağı</i>	1,061	7,850	3,605	±2,056
<i>Deniz Kıyısı</i>	0,427	2,876	1,660	±0,999
<i>Deniz Ortamı</i>	0,085	0,379	0,219	±0,122

Tablo 14. AKM'de Fe içeriği için en düşük, en yüksek, ortalama değer (mg/g) ve standart sapma değerleri

İstasyonlar	En Düşük Değer	En Yüksek Değer	Ortalama	Std. Sapma
<i>Akçapınar Azmağı</i>	2,445	72,375	23,042	±17,785
<i>Kadın Azmağı</i>	9,688	60,455	26,359	±12,271
<i>Deniz Kıyısı</i>	4,591	21,519	9,988	±5,402
<i>Deniz Ortamı</i>	0,976	5,964	2,640	±1,688

Tablo 15. AKM'de Pb içeriği için en düşük, en yüksek, ortalama değer (mg/g) ve standart sapma değerleri

İstasyonlar	En Düşük Değer	En Yüksek Değer	Ortalama	Std. Sapma
<i>Akçapınar Azmağı</i>	0,017	40,786	14,124	±11,729
<i>Kadın Azmağı</i>	0,363	88,550	34,699	±26,471
<i>Deniz Kıyısı</i>	0,276	36,784	10,026	±12,195
<i>Deniz Ortamı</i>	0,184	4,348	1,239	±1,338

Tablo 16. AKM'de Zn içeriği için en düşük, en yüksek, ortalama değer (mg/g) ve standart sapma değerleri

İstasyonlar	En Düşük Değer	En Yüksek Değer	Ortalama	Std. Sapma
<i>Akçapınar Azmağı</i>	30,892	749,281	284,048	±200,709
<i>Kadın Azmağı</i>	184,688	987,567	497,275	±193,682
<i>Deniz Kıyısı</i>	78,119	408,435	176,228	±95,015
<i>Deniz Ortamı</i>	16,839	69,154	34,260	±16,059

4.2.Sediment İçin Bulguları

Sediment verileri Nisan ayında Akçapınar Azmağı'nda üç, Kadın Azmağı'nda üç, Deniz Kıyısında bir istasyondan, Haziran ayında azmaklarda ve denizde üçer istasyondan ve Temmuz ayında Akçapınar Azmağı'nda üç Kadın Azmağı'nda ve Deniz Kıyısı'nda iki istasyonda ölçülmüştür ve bu değerlerin ortalamaları alınarak oluşturulmuştur.

Tablo17. Sedimentte Cd içeriği (mg/g)

İstasyonlar	Nisan	Haziran	Temmuz
<i>Akçapınar Azmak</i>	0,001	ALA	ALA
<i>Kadın Azmak</i>	0,001	ALA	ALA
<i>Deniz Kıyı</i>	ALA	ALA	ALA

Azmaklar ve Gökova Körfezi sedimentinde Cu içeriği (mg/g) Tablo 18'de verilmiştir.

Tablo18. Sedimentte Cu içeriği (mg/g)

İstasyonlar	Nisan	Haziran	Temmuz
<i>Akçapınar Azmağı</i>	0,302	0,008	0,004
<i>Kadın Azmağı</i>	0,015	0,021	0,015
<i>Deniz Kıyısı</i>	0,014	0,002	0,003

Azmaklar ve Gökova Körfezi sedimentinde Fe içeriği (mg/g) Tablo 19’da verilmiştir.

Tablo19. Sedimentte Fe içeriği (mg/g)

İstasyonlar	Nisan	Haziran	Temmuz
<i>Akçapınar Azmağı</i>	4,491	5,145	5,325
<i>Kadın Azmağı</i>	4,253	5,532	5,367
<i>Deniz Kıyısı</i>	4,522	4,777	5,173

Azmaklar ve Gökova Körfezi sedimentinde Pb içeriği (mg/g) Tablo 20’de verilmiştir.

Tablo 20. Sedimentte Pb içeriği (mg/g)

İstasyonlar	Nisan	Haziran	Temmuz
<i>Akçapınar Azmağı</i>	0,0252	0,028	0,020
<i>Kadın Azmağı</i>	0,017	0,011	0,023
<i>Deniz Kıyısı</i>	0,004	0,006	0,034

Azmaklar ve Gökova Körfezi sedimentinde Zn içeriği (mg/g) Tablo 21’de verilmiştir.

Tablo 21. Sedimentte Zn içeriği (mg/g)

İstasyonlar	Nisan	Haziran	Temmuz
<i>Akçapınar Azmağı</i>	0,052	0,034	0,027
<i>Kadın Azmağı</i>	0,060	0,052	0,040
<i>Deniz Kıyısı</i>	0,035	0,024	0,037

Tablo 22. Sedimentte Cd içeriği için en düşük, en yüksek, ortalama değer (mg/g) ve standart sapma değerleri

İstasyonlar	En Düşük Değer	En Yüksek Değer	Ortalama	Std. Sapma
<i>Akçapınar Azmağı</i>	ALA	0,001	0,001	±0,001
<i>Kadın Azmağı</i>	ALA	0,001	0,001	±0,001
<i>Deniz Kıyısı</i>	ALA	ALA	ALA	0

Tablo 23. Sedimentte Cu içeriği için en düşük, en yüksek, ortalama değer (mg/g) ve standart sapma değerleri

İstasyonlar	En Düşük Değer	En Yüksek Değer	Ortalama	Std. Sapma
<i>Akçapınar Azmağı</i>	0,0037833	0,3015	0,104303	±0,171
<i>Kadın Azmağı</i>	0,01445	0,02085	0,017	±0,004
<i>Deniz Kıyısı</i>	0,00165	0,01395	0,001	±0,007

Tablo 24. Sedimentte Fe içeriği için en düşük, en yüksek, ortalama değeri (mg/g) ve standart sapma değeri

İstasyonlar	En Düşük Değeri	En Yüksek Değeri	Ortalama	Std. Sapma
<i>Akçapınar Azmağı</i>	4,491	5,325	4,987	±0,439
<i>Kadın Azmağı</i>	4,253	5,532	5,051	±0,696
<i>Deniz Kıyısı</i>	4,522	5,173	4,824	±0,328

Tablo 25. Sedimentte Pb içeriği için en düşük, en yüksek, ortalama değeri (mg/g) ve standart sapma değeri

İstasyonlar	En Düşük Değeri	En Yüksek Değeri	Ortalama	Std. Sapma
<i>Akçapınar Azmağı</i>	0,020	0,028	0,024	±0,004
<i>Kadın Azmağı</i>	0,011	0,023	0,017	±0,006
<i>Deniz Kıyısı</i>	0,004	0,035	0,014	±0,017

Tablo 26. Sedimentte Zn içeriği için en düşük, en yüksek, ortalama değeri (mg/g) ve standart sapma değeri

İstasyonlar	En Düşük Değeri	En Yüksek Değeri	Ortalama	Std. Sapma
<i>Akçapınar Azmağı</i>	0,027	0,052	0,038	±0,013
<i>Kadın Azmağı</i>	0,040	0,060	0,051	±0,010
<i>Deniz Kıyısı</i>	0,024	0,037	0,032	±0,007

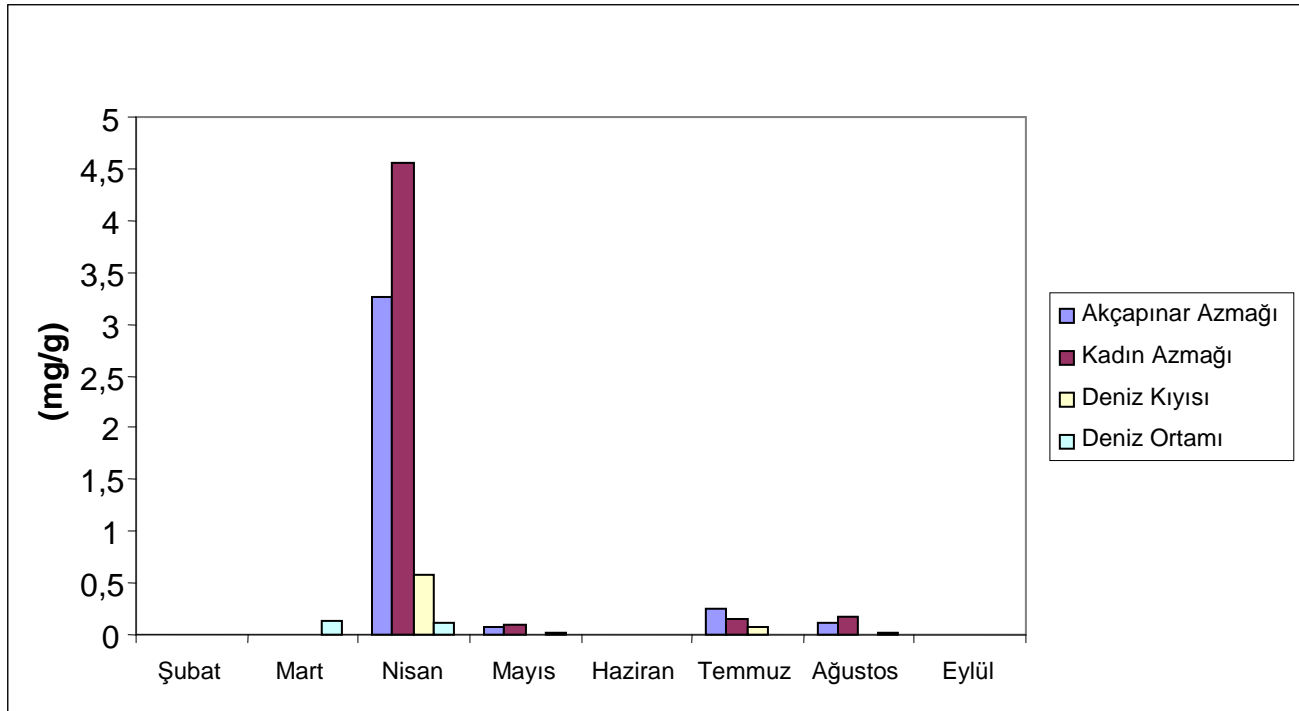
5. TARTIŞMA

Çalışmamızda Gökova Körfezi deniz ortamında, deniz kıyısında ve azmıklarda alınan su örneklerindeki askıda katı maddelerde ve sedimentlerdeki Cd, Cu, Fe, Pb ve Zn metallerinin konsantrasyonları Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresinde ölçülmüştür.

Askıda katı maddede elde ettiğimiz tüm ölçüm sonuçlarında, Cd konsantrasyon değerleri 0,008-6,466 mg/g arasında değişmektedir. En düşük Cd değeri Temmuz ayında 4. İstasyonda en yüksek değer ise Nisan ayında 1.İstasyonda ölçülmüştür (Tablo 7). En yüksek değer 1. İstasyon'da ölçülmesinin nedeni, bu noktada evsel atıklar, akarsu girdilerin varlığı ve bu noktanın tarım arazilerine yakın olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Yine en yüksek konsantrasyonun Nisan ayında ölçülmesi tarım aktivitelerinin bu dönemde artması, yağmur ve sulama sularıyla gübre ve tarım ilaçlarında bulunan Cd'un azmıklara karıştığını göstermektedir. Çünkü bu istasyon diğer istasyonlara göre tarım alanlarına daha yakın konumda bulunmaktadır.

Azmıklardaki ölçüm noktalarında elde edilen değerlerin ortalaması alınarak, her bir azmak tek bir ölçüm noktası olarak düşünülmüştür.

Azmıklarda, Deniz Ortamı'nda, Deniz Kıyısı'nda alınan su örneklerindeki askıda katı maddede ölçülen Cd konsantrasyon değerleri ortalamasının aylara göre değişimi Şekil 13'de verilmektedir.

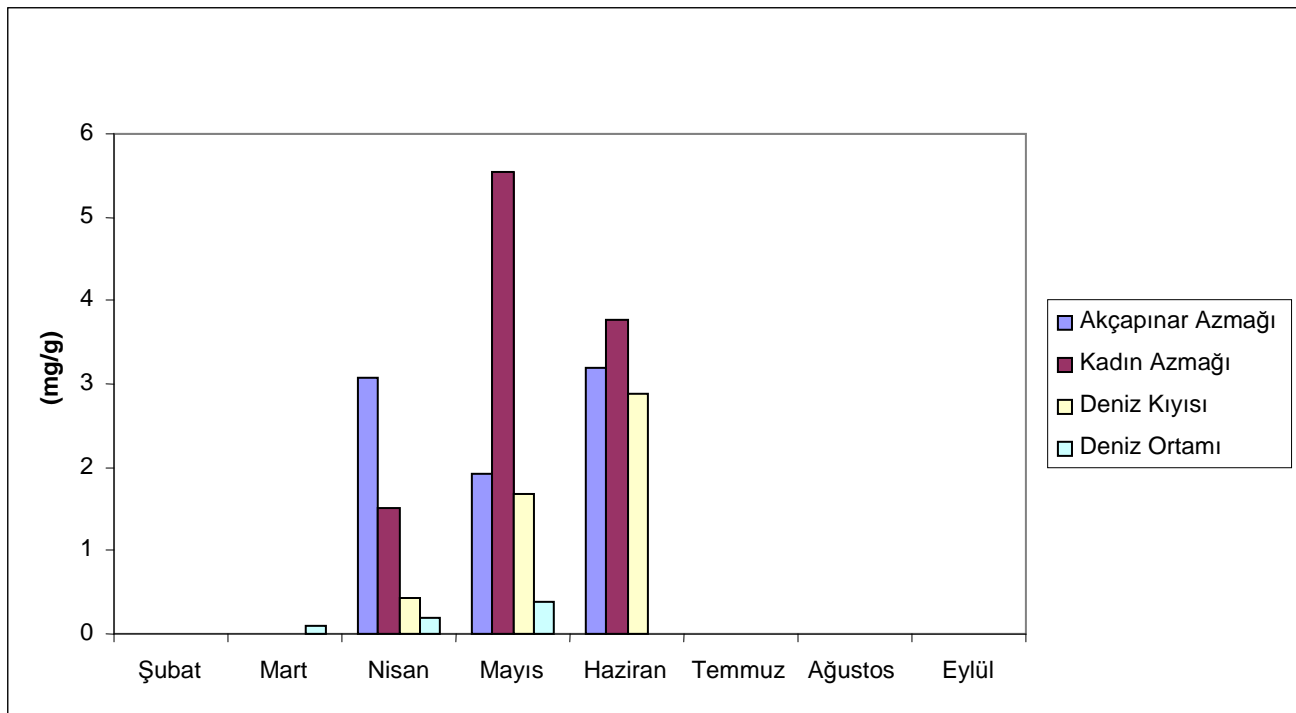


Şekil 14. Aylara göre ortalama Cd konsantrasyon değerleri

En yüksek Cd konsantrasyon ortalaması (4,556 mg/g) evsel atıkların daha yoğun olduğu Kadın Azmağı'nda ve Nisan ayında, en düşük ortalama değerleri ise evsel atıkların azaldığı kış dönemlerinde ölçülmüştür.

Azmaqlarda ve deniz ortamındaki askıda katı maddede elde edilen en yüksek Cu konsantrasyonu 7,85 mg/g'dır. En düşük Cu konsantrasyon değerleri ise Şubat ve Mart aylarında istasyonların çoğunda ölçüm limitlerinin altında ölçülmüştür. En yüksek değer Mayıs ayında evsel atığın fazla olduğu Kadın Azmağı içerisinde bulunan 8. istasyonda ölçülmüştür (Tablo 8). Bu durum, Kadın Azmağı da Akçapınar Azmağı gibi turizm, tarım gibi etkenlerin etkisi altında olduğunu ancak azmak boyunca uzanan restoranların kirliliğinin artmasında başlıca rol oynadığını göstermektedir. Yiğiterhan ve Murray 2007'de Karadeniz'e karışan akarsuların askıda katı maddesinde yaptıkları çalışmada insan aktivitelerinin yoğun olduğu bölgelerde ağır metal konsantrasyonlarının daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Aylara göre Cu konsantrasyon ortalamalarının değişimi Şekil 14'de verilmektedir.



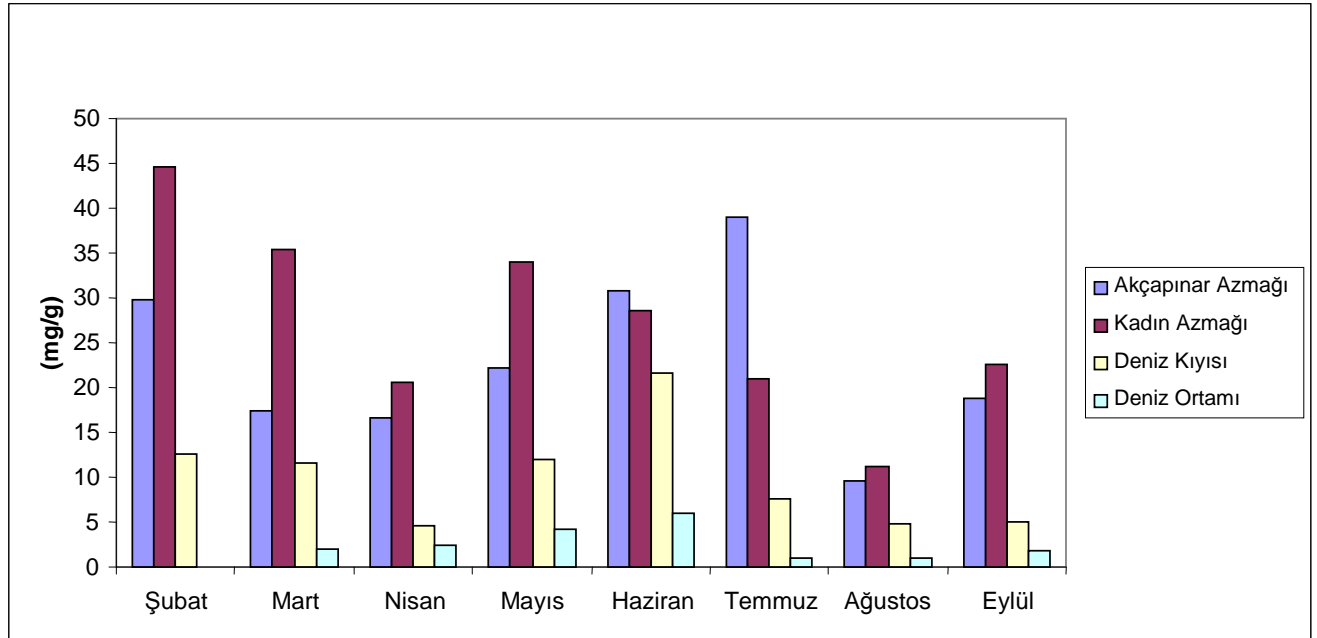
Şekil 15. Aylara göre ortalama Cu konsantrasyon değerleri

En yüksek Cu konsantrasyon ortalaması yine Mayıs ayında Kadın Azmağı'nda, en düşük konsantrasyon ortalaması Şubat ve Mart aylarında istasyonların çoğunda analiz limitlerinin altında ölçülmüştür. En yüksek ortalamanın Mayıs ayında görülmesinde artan turizm aktiviteleri ve tarımsal sulamaların etkili olduğu düşünülmektedir.

Azmaqlarda, Deniz Ortamı'nda, Deniz Kıyısı'nda askıda katı maddede elde ettiğimiz Fe konsantrasyonları 0,976-72,375 mg/g arasında değişmektedir. En düşük değer Ağustos

ayında Deniz Ortamı'nda, en yüksek değer Temmuz ayında Akçapınar Azmağı üzerindeki 2. İstasyonda gözlenmiştir (Tablo 9).

Aylara göre Fe konsantrasyon ortalamalarının değişimi Şekil 15'de verilmektedir.



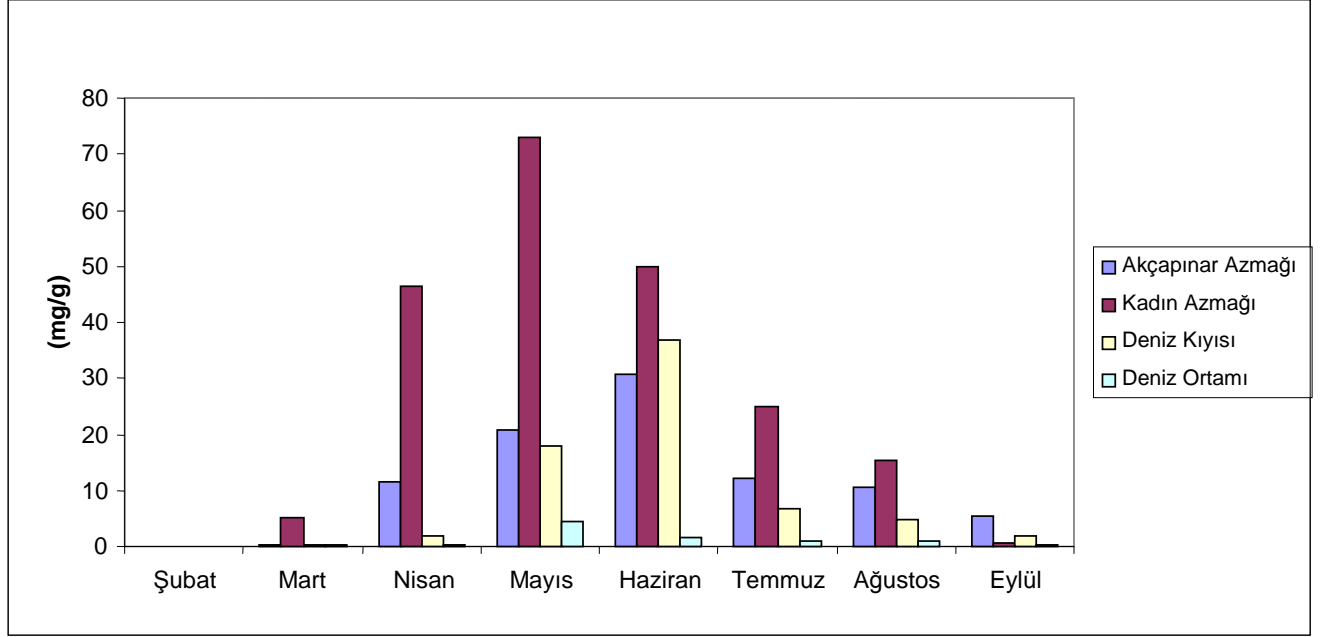
Şekil 16. Aylara göre ortalama Fe konsantrasyon değerleri

En yüksek Fe konsantrasyon ortalaması Şubat ayında Kadın Azmağı'nda , en düşük ortalama değer Temmuz ayında Deniz Ortamında tespit edilmiştir. Şubat ayında en yüksek konsantrasyonun gözlenmesinde Fe'in doğada en çok bulunan elementlerden biri olması ve kış aylarında yağmur sularının neden olduğu toprak erozyonundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu durum, bu metalin azmamlara ve dolayısıyla denize taşınmasından antropojenik kaynaklardan gelmediğini göstermektedir.

Krom ve arkadaşları İsrail'de yaptıkları çalışmada Cd, Cu ve Pb'nin antropojenik kaynaklardan, Fe'nin ise doğal kaynaklardan (Sahra'dan gelen hava kütlelerinden) kaynaklandığını göstermektedir (Krom ve ark., 2001).

Azmamlarda ve deniz ortamında askıda katı maddesinde elde ettiğimiz Pb konsantrasyonları en yüksek değer Mayıs ayında Kadın Azmağı üzerinde bulunan 8. İstasyonda ölçülmüştür. En düşük değerler ise şubat ayında istasyonların hepsinde analiz limitlerinin altında ölçülmüştür (Tablo 10).

Aylara göre Pb konsantrasyon ortalamalarının değişimi Şekil 16'da verilmektedir.

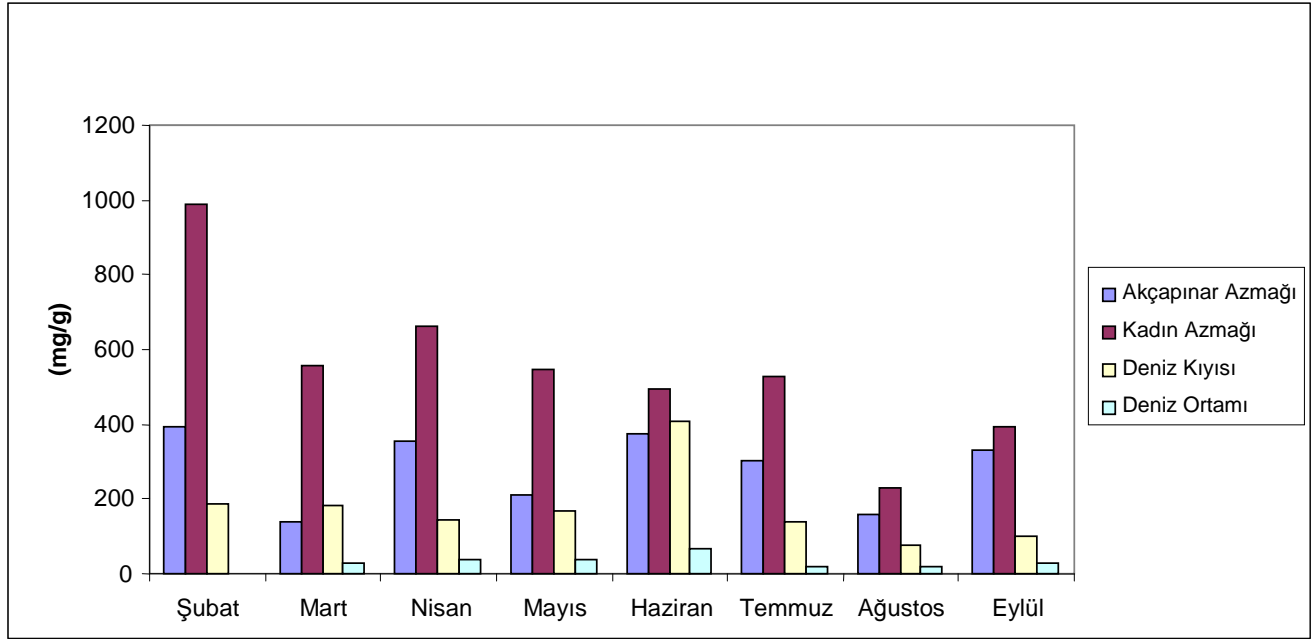


Şekil 17. Aylara göre ortalama Pb konsantrasyon değerleri

En yüksek Pb konsantrasyon ortalaması ölçtüğümüz diğer metaller gibi Kadın Azmağı'nda tespit edilmiştir.

Azmaclarda ve deniz ortamında askıda katı maddesinde elde ettiğimiz Zn konsantrasyonları 16,839-987,567 mg/g arasında değişmektedir. En düşük konsantrasyon Deniz Ortamı'nda Ağustos ayında, en yüksek değer Kadın Azmağı'nda bulunan 8. İstasyonda Şubat ayında ölçülmüştür (Tablo 11). Zn'nin de Fe gibi Şubat ayında daha yüksek çıkması ilgi çekicidir bunun nedeni çinko metali de antropojenik kaynaklardan daha çok erozyon gibi doğal kaynaklardan azmaclardan deniz ortamına taşındığıdır.

Aylara göre ortalama Zn konsantrasyon değişimleri Şekil 17’de verilmektedir.



Şekil 18. Aylara göre ortalama Zn konsantrasyon değerleri

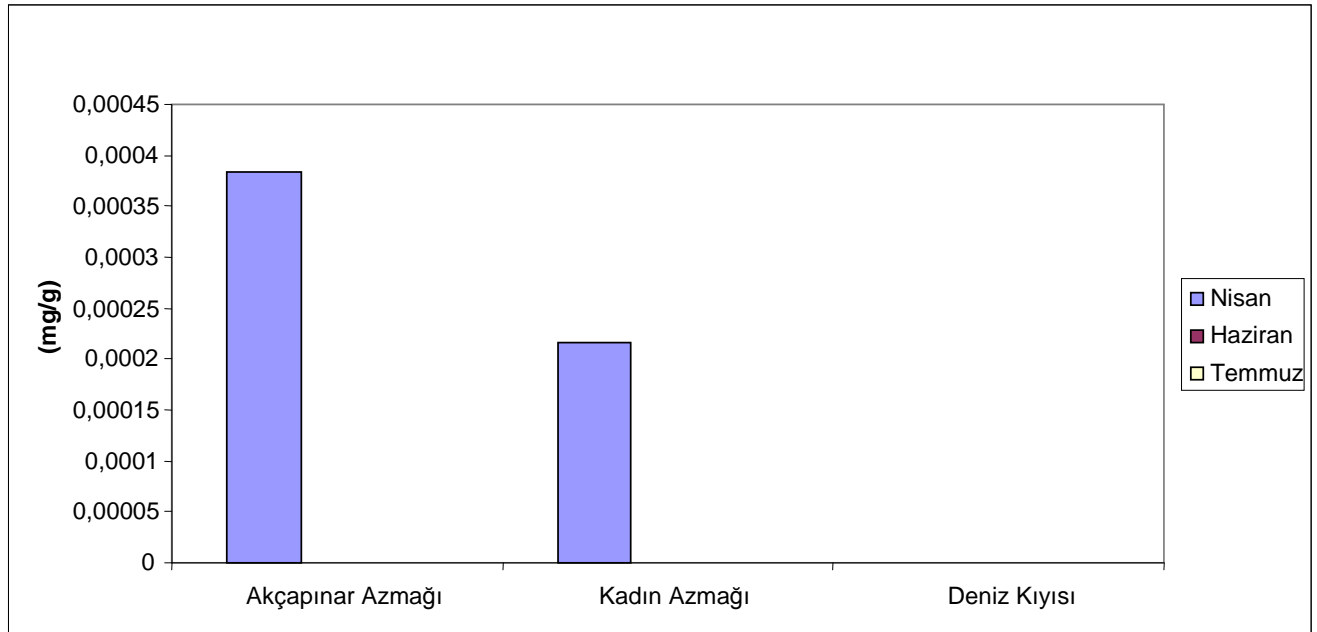
En yüksek Zn konsantrasyon ortalaması Şubat ayında Kadın Azmağı’nda, en düşük konsantrasyon ortalaması ise Ağustos ayında Deniz Ortamında tespit edilmiştir. Ölçülen tüm metallerin deniz ortamındaki askıda katı maddelerde genelde daha düşük çıkması metallerin deniz ortamında çökme, seyrelme veya adsorpsiyon mekanizmalarının biri veya her üçü olabileceği düşünülmektedir.

Woitke ve arkadaşları(2003) Tuna Nehri’nde yaptıkları çalışmada askıda katı maddede Cd 1.1- 7.6 $\mu\text{g/g}$, Cu 28.3-193.7 $\mu\text{g/g}$, Fe 14300- 38300 $\mu\text{g/g}$, Pb 18.2-85.0 $\mu\text{g/g}$, Zn 99-398 $\mu\text{g g}^{-1}$ olarak, metal konsantrasyonları sıralamasını Fe>Zn> Cu >Pb >Cd şeklinde bulmuşlardır. Yapılan çalışma, bu çalışmayla Zn ve Cu hariç uyum sağlamaktadır. Akçapınar Azmağı, Kadın Azmağı, Deniz Kıyısı ve Deniz Ortamı’nın ağır metal kirlilikleri bu çalışma ile kıyaslandığında Cd, Cu, Pb ve Zn için daha fazla, Fe için daha azdır (Tablo12, Tablo13, Tablo14, Tablo 15, Tablo16).

Sedimentte elde edilen en yüksek Cd konsantrasyonu ortalaması yaklaşık 0,001 mg/g Akçapınar Azmağı'nda Nisan ayında, en düşük değerler ise Haziran ve Temmuz aylarında tüm ölçüm noktalarında ölçüm limitlerinin altında ölçülmüştür (Tablo 17). Sedimentlerde Akçapınar Azmağı'nda Cd konsantrasyonunun diğer istasyonlara göre yüksek bulunması iki nedenden kaynaklanmaktadır; birincisi Akçapınar Azmağı diğer istasyonlara oranla tarım alanlarına daha yakındır ve Cd tarım ilaçlarının çoğunda bulunmaktadır, ikincisi ise bu azmağın debisi çok düşüktür ve bu yüzden metal buralarda çökelmekte ve sedimentte daha fazla biriktirilmektedir.

Cd derişiminin kirlenmemiş deniz çökellerinde 0.0001-0.0006mg/g değerleri arasında bulunduğu bildirilmektedir (Neff, 2002).Bu çalışmada Deniz Kıyısı'nda Cd değerleri ölçme limitlerinin altında bulunmuştur (Tablo 22). Bu da sedimentlerde Cd kirliliğinin olmadığını göstermektedir.

Azmalarda ve deniz kıyısındaki sediment örneklerinde ortalama Cd konsantrasyonları Şekil 18'de verilmektedir.



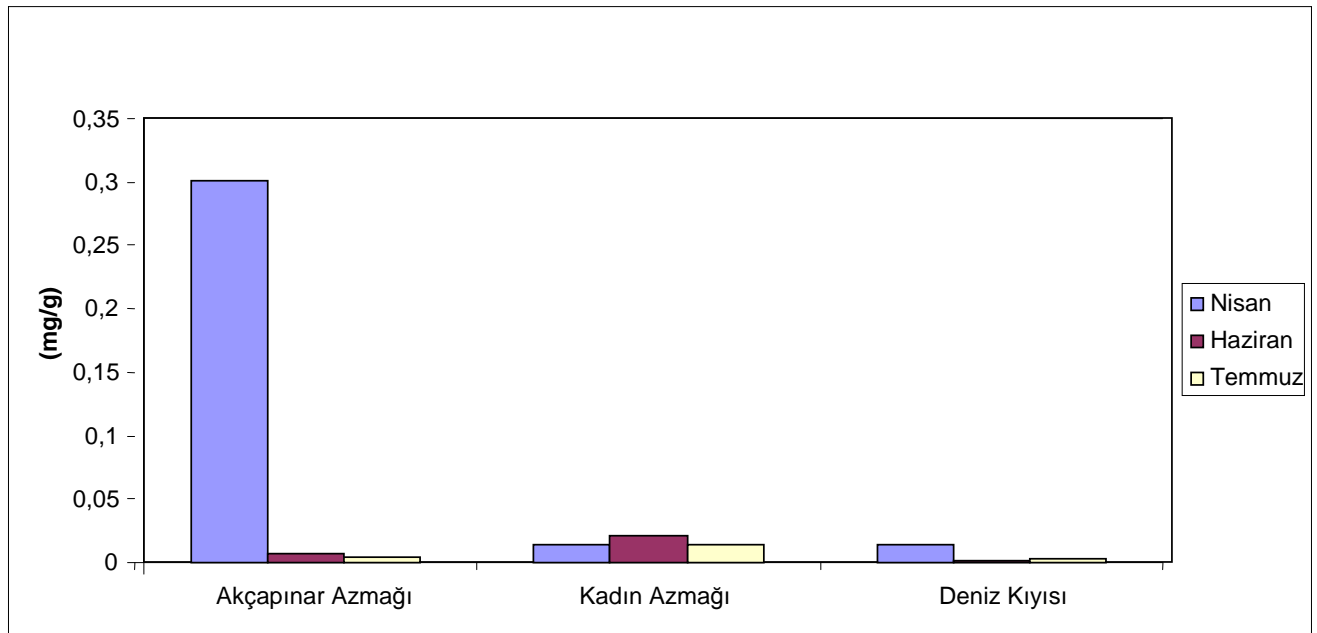
Şekil 19. Azmalarlarda ve Deniz Kıyısı'nda sediment örneklerindeki Cd konsantrasyonunun ortalama değerleri

Azmalardan ve deniz kıyısından alınan sedimentlerdeki Cu konsantrasyon ortalama değerleri en düşük 0,002 mg/g Haziran ayında Deniz kıyısında, en yüksek konsantrasyon ortalaması Nisan ayında Akçapınar Azmağında 0,302 mg/g olarak tespit edilmiştir (Tablo 18). Bakır konsantrasyonu da Cd gibi Akçapınar Azmağı'nda daha fazla bulunmuştur.Çünkü

Cu da Cd gibi tarım ilaçlarında bulunmakta ve bu Azmağın debisinin düşük olması metalin sedimentte birikmesine yol açmaktadır.

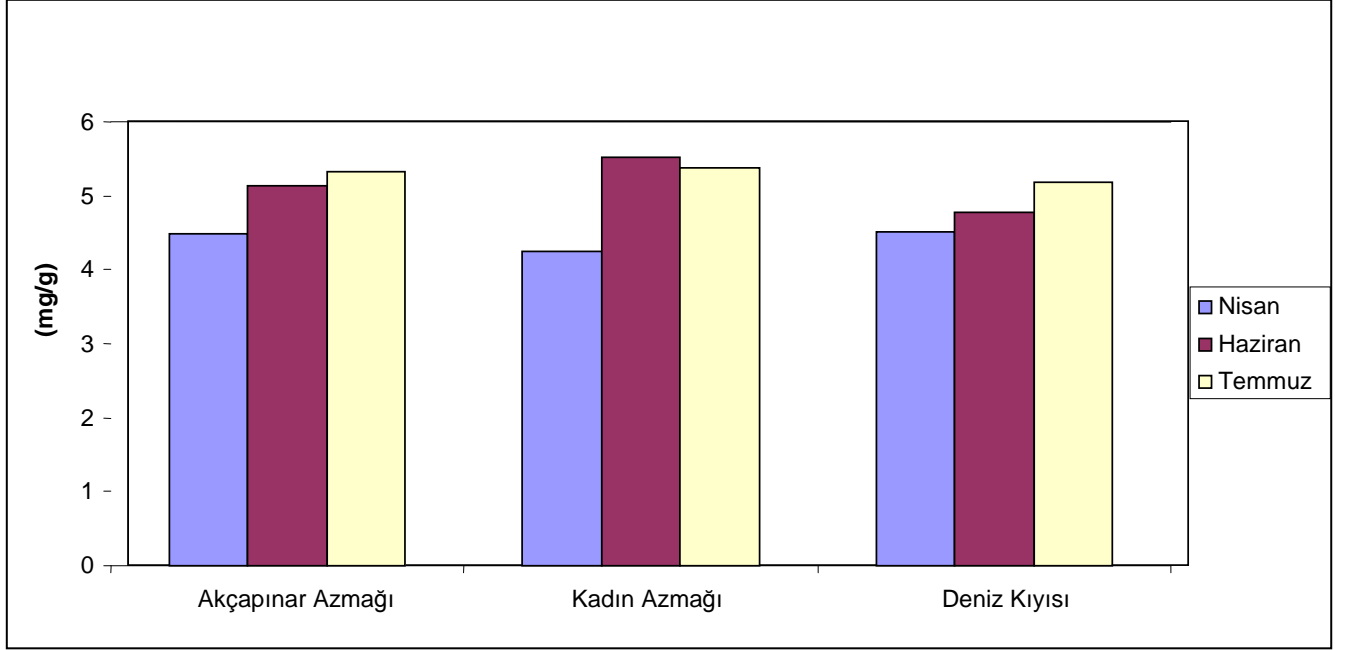
Cd ve Cu metalleri Nisan ayında en yüksek değerde ölçülmüştür çünkü Nisan ayında bu bölgede tarımsal aktiviteler ve sulama artmaktadır ve azmıklara daha fazla metal taşınmaktadır.

Azmıklarda ve deniz kıyısında sediment örneklerinde ortalama Cu konsantrasyonlar değerleri Şekil 19'da verilmektedir.



Şekil 20. Azmıklarlarda ve Deniz Kıyısı'nda sediment örneklerindeki Cu konsantrasyonunun ortalama değerleri

Azmıklardan ve deniz kıyısından alınan sediment örneklerinde elde edilen ortalama Fe konsantrasyon değerleri, en düşük 4,253 mg/g Nisan ayında Kadın Azmağı'nda, en yüksek 5,532 mg/g Haziran ayında yine Kadın Azmağı'nda ölçülmüştür. Azmıklarda ve deniz kıyısından alınan sedimentlerde elde edilen ortalama Fe konsantrasyonları Şekil 20'de verilmektedir.

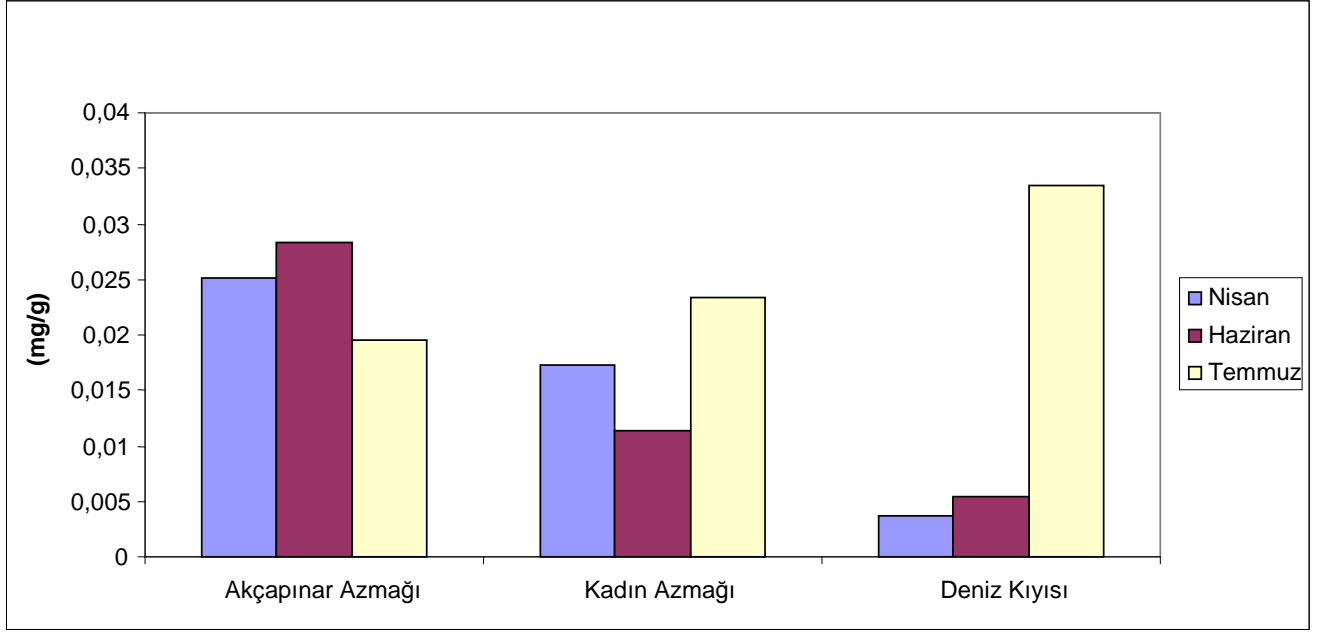


Şekil 21. Azmaklarda ve Deniz Kıyısı'nda sediment örneklerindeki Fe konsantrasyonunun ortalama değerleri

Azmaklardan ve deniz kıyısından alınan sediment örneklerindeki Pb konsantrasyon değerlerinin ortalamaları en düşük 0,004mg/g Nisan ayında deniz kıyısında, en yüksek 0,034 mg/g Temmuz ayında yine deniz kıyısında ölçülmüştür. En yüksek değer Temmuz ayında deniz kıyısında ölçülmesinde yaz aylarında artan tekne turlarıyla birlikte denize bilinçsizce boşaltılan ve bol miktarda Pb içeren sularının neden olduğu düşünülmektedir.

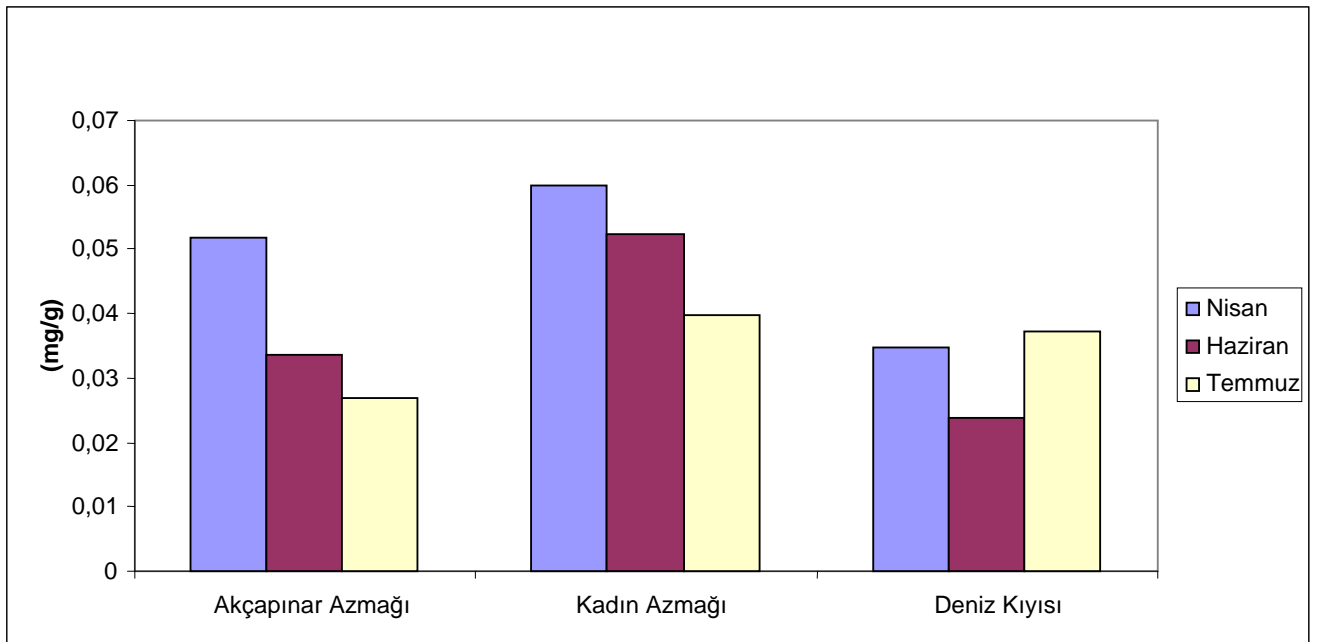
Metal kirliliği olmayan deniz çökellerinde Pb derişimi 0,005–0,03 mg/g arasında olmaktadır (Neff,2002). Bu çalışmada ise, Deniz Kıyısı'nda ölçülen ortalama Pb derişimi 0,014 mg/g'dır (Tablo 25). Bu da istasyonlarda Pb kirliliğinin olmadığını göstermektedir.

Azmaklarda ve deniz kıyısından alınan sedimentlerdeki Pb konsantrasyonlarının ortalama değerleri Şekil 21'de verilmektedir.



Şekil 22. Azmaklarda ve Deniz Kıyısı'nda sediment örneklerindeki Pb konsantrasyonun ortalama değerleri

Azmaklarda ve deniz kıyısından alınan sedimentlerindeki Zn konsantrasyonlarının ortalamaları en düşük 0,024 mg/g Haziran ayında deniz kıyısında, en yüksek 0,060 mg/g Nisan ayında Kadın Azmağı'nda ölçülmüştür. Azmaklarda ve deniz kıyısından alınan sedimentlerdeki Zn konsantrasyonlarının ortalama değerleri Şekil 22'de verilmektedir.



Şekil 23. Azmaklarda ve Deniz Kıyısı'nda sediment örneklerindeki Zn konsantrasyonun ortalama değerleri

Elde edilen ölçüm sonuçlarına göre, genelde askıda katı madde ve sedimentte deniz ortamındaki ağır metal konsantrasyonlarının azmaktara oranla daha düşük olduğu saptanmıştır.

Puig ve arkadaşları 1999'da Barselona sediment sisteminde yaptıkları çalışmada deniz sedimentlerinde ağır metal konsantrasyonlarını akarsu sedimentlerine göre daha düşük olduğunu belirtmişler ve bunun nedeninin deniz ortamında ağır metalin çözünmüş hale geçmesinden kaynaklanabileceğini ve ayrıca akarsuların debisinin artmasıyla kirliliğin taşınma mesafesinin de arttığını ileri sürmüşlerdir. Aynı durum bu çalışma için de geçerlidir. Akçapınar Azmağı'nın debisinin Kadın Azmağı'ndan daha düşük olduğu göz önüne alındığında Kadın Azmağı'nın daha fazla ağır metal kirliliğini deniz ortamına taşıdığı söylenebilir.

Nyugen ve arkadaşları, 2005'de Balaton Gölü'nün sedimentinde yaptıkları çalışmada metal konsantrasyonlarının Zn>Cu>Pb>Cd olarak bulmuşlardır. Yapılan çalışma Cu hariç bu çalışma ile uyum sağlamaktadır.

Yiğiterhan ve Murray (2007) Karadeniz'e karışan Türk nehirlerinin sedimentinde yaptıkları araştırmada Tuna Nehri'nde metal konsantrasyonlarını Fe 42.800 µg/g, Zn 170 µg/g, Cu 64 µg/g, Pb 41,6 µg/g, Cd 0,6 µg/g olarak bulmuşlardır. Bu çalışmayla Akçapınar Azmağı, Kadın Azmağı ve Deniz Kıyısının sedimentlerinin ağır metal kirlilikleri karşılaştırıldığında Akçapınar Azmağının Cu için daha fazla, Cd, Fe, Pb ve Zn bakımından daha az, Kadın Azmağının ve Deniz Kıyısının ise Cd, Cu, Fe, Pb, ve Zn bakımından daha az kirlendiği söylenebilir.

Gökova Körfezinde ve azmaktardaki askıda katı madde de ölçülen Cd, Cu Fe ,Pb ve Zn konsantrasyonlarının aralarındaki ilişkiyi belirlemek için istatistiki korelasyon analizi uygulanmıştır, elde edilen sonuçlar Tablo 27'de verilmektedir.

Tablo 27. Askıda katı maddede Cd, Cu Fe ,Pb ve Zn Korelasyon Verileri

		Cd	Cu	Fe	Pb	Zn
Cd	Pearson Correlation	1	,228	,096	,269	,420(*)
	Sig. (2-tailed)		,242	,628	,167	,026
	N	28	28	28	28	28
Cu	Pearson Correlation	,228	1	,522(**)	,856(**)	,539(**)
	Sig. (2-tailed)	,242		,004	,000	,003
	N	28	28	28	28	28
Fe	Pearson Correlation	,096	,522(**)	1	,610(**)	,829(**)
	Sig. (2-tailed)	,628	,004		,001	,000
	N	28	28	28	28	28
Pb	Pearson Correlation	,269	,856(**)	,610(**)	1	,726(**)
	Sig. (2-tailed)	,167	,000	,001		,000
	N	28	28	28	28	28
Zn	Pearson Correlation	,420(*)	,539(**)	,829(**)	,726(**)	1
	Sig. (2-tailed)	,026	,003	,000	,000	
	N	28	28	28	28	28

* Korelasyon 0,05 güven seviyesinde önemli .

** Korelasyon 0,01 güven seviyesinde önemli .

Tablo 27 incelendiğinde metallerin hepsi arasında pozitif korelasyon elde edilmiştir. Bu durum metaller arasında anlamlı bir ilişkinin olduğunu göstermektedir. Güçlü ilişkinin nedeni çalışılan metallerin hepsinin organik ligandlarla güçlü kompleksler oluşturabilmelerinden kaynaklandığını ve bu metallerin genelde aynı kaynaklardan su ortamına gelebileceklerini göstermektedir. Förstner ve Wittmann, 1979; Piatina ve Hering, 2000'de yaptıkları çalışmada Cu, Cd, Fe, Pb ve Zn metalleri arasında güçlü korelasyonlar saptamışlardır ve bunu bu metallerin organik maddelerle güçlü ligandlar oluşturmasından kaynaklandığını ileri sürmüşlerdir.

Cd'un diğer metallerle olan ilişkisi incelendiğinde; Cd ile Cu, Fe ve Pb arasında 0,05 güven seviyesinde önemli bir ilişki saptanmazken Cd ile Zn arasında (0,420) 0,05 güven seviyesinde anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir.

Cu ile diğer metaller arası korelasyon verileri incelendiğinde, 0,01 güven seviyesinde; Cd ile anlamlı bir ilişki saptanamazken , Fe ile 0,522, Pb ile 0,856, Zn ile 0,539 anlamlı ilişkiler saptanmıştır. Pb ve Cu arasındaki ilişki en yüksek bulunmuştur.

Fe ile diğer metaller arası korelasyon verileri incelendiğinde 0,01 güven seviyesinde; Cu ile 0,522, Pb ile 0,610 ve Zn ile 0,829 olarak saptanmıştır.

Pb ile diğer metaller arası korelasyon verileri incelendiğinde 0,01 güven seviyesinde; kadmiyum ile anlamlı bir ilişki saptanmazken, Cu ile 0,856, Fe ile 0,610, Zn ile 0,726 anlamlı ilişkiler saptanmıştır. En yüksek ilişki Cu ile Pb arasında tespit edilmiştir. Fe ile Pb arasındaki güçlü korelasyonun demir oksitler ve hidroksitlerin organik maddelerde tutunmasında etkili olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim, Förstner ve arkadaşları, 1990; Izquierdo ve arkadaşları, 1997'de yaptıkları çalışmada demir oksit ve hidroksitlerin Pb'nun organik maddelerde tutulmasında rol oynadığını ileri sürmüşlerdir.

Tüm veriler incelendiğinde en yüksek korelasyon Pb ile Cu arasında 0,01 güven seviyesinde 0,856 olarak tespit edilmiştir. P.Censi ve arkadaşları 2006'da Tayland Körfezi'nde yaptıkları çalışmada Fe-Zn arasında 0,33, Cu -Fe arasında 0,58 ve Cu-Zn arasında 0,74 pozitif korelasyonlar elde etmişlerdir.

Qu ve Kelderman (2001) Deft Kanallarında yaptığı çalışmada 0,01 güven seviyesinde ; Cd ile Cu arasında 0,48, Pb ile Cu arasında 0,66, Zn ile Cd arasında 0,55, Pb ile Cd arasında 0,18, Zn ile Cd arasında 0,55, Zn ile Cu arasında 0,85, Zn ile Pb arasında 0,53, Fe ile Cd arasında 0,59, Fe ile Cu arasında 0,75, Fe ile Pb arasında 0,31, Fe ile Zn arasında 0,81 korelasyon değerlerini tespit etmiştir. Askıda katı madde ve sedimentte ağır metal konsantrasyonlarını $Zn > Pb > Cu > Cd$ olarak tespit etmişlerdir. Bu çalışmalar yapılan çalışmayla benzerlik göstermektedir.

Askıda katı madde örneklerinin alındığı istasyonlar arasında ağır metal konsantrasyonlarının istatistiki korelasyon analizi yapılmıştır, .Böylelikle istasyonlar arası ilişki olup olmadığı araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 28'de verilmiştir.

Tablo 28. Askıda katı madde için istasyonlar arası korelasyon verileri

		Akcapınar	Kadın	Denizk	Denizo
Akcapınar Azmağı	Pearson Correlation	1	,999(**)	1,000(**)	1,000(**)
	Sig. (2-tailed)		,000	,000	,000
	N	5	5	5	5
Kadın Azmağı	Pearson Correlation	,999(**)	1	1,000(**)	,999(**)
	Sig. (2-tailed)	,000		,000	,000
	N	5	5	5	5
Deniz Kıyı	Pearson Correlation	1,000(**)	1,000(**)	1	,999(**)
	Sig. (2-tailed)	,000	,000		,000
	N	5	5	5	5
Deniz Orta	Pearson Correlation	1,000(**)	,999(**)	,999(**)	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	
	N	5	5	5	5

** Korelasyon 0,01 güven seviyesinde önemli.

Korelasyon tablosu olan Tablo 28 incelendiğinde tüm istasyonlar arasında güçlü bir pozitif korelasyonun var olduğu görülmektedir. Korelasyon değerine göre; 0,01 güven seviyesinde Akçapınar ve Kadın Azmakları arasında 0,999, Akçapınar azmağı ile Deniz Kıyısı arasında 1,000, Kadın Azmağı ile Deniz Kıyı arasında 1,000, Kadın azmağı ile Deniz Ortamı arasında 0,999 ve Deniz Kıyı ile Deniz Ortamı arasında 0,99 mükemmel bir pozitif ilişki tespit edilmiştir. Korelasyon değerleri ve istasyonların metal konsantrasyonları göz önüne alındığında, azmaklardan denize doğru bir metal aktarımının olduğu sonucuna varılabilir.

Askıda katı maddede her bir metal konsantrasyonunun aylara göre değişiminde anlamlı bir farklılık olup olmadığını incelemek için istatistiksel varyans analizi yapılmıştır.

Askıda katı maddedeki Cd konsantrasyonları için yapılmış olan varyans analizi Tablo 29'da verilmektedir.

Tablo 29. Askıda katı maddede Cd konsantrasyonları için varyans analizi sonuçları

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.(p)
Between Groups	15,317	7	2,188	3,841	,006
Within Groups	13,671	24	,570		
Total	28,988	31			

Cd ortalaması bakımından yapılmış olan varyans analizinde aylar arasında fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur $p= 0,006$ ($p<0,05$). Cd konsantrasyonu aylara göre anlamlı farklılıklar göstermektedir. Tablo 7 incelendiğinde Cd kirliliğinin kış aylarında çoğu zaman ölçüm limitlerinin altındayken, ilkbahar ve yaz aylarında tarım ve turizm aktivitelerinin artmasıyla arttığı görülmektedir.

Askıda katı maddedeki Cu değerleri için aylara göre değişimin varyans analizi sonuçları Tablo 30'da verilmektedir.

Tablo 30. Askıda katı maddede Cu konsantrasyonları varyans analizi sonuçları

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	34,625	7	4,946	4,192	,004
Within Groups	28,322	24	1,180		
Total	62,947	31			

Cu ortalaması bakımından yapılmış olan varyans analizinde aylar arasında fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur; $p= 0,004$ ($p<0,05$). Cu konsantrasyonu aylara göre anlamlı farklılıklar göstermektedir. Tablo 8 incelendiğinde kış aylarında Cu konsantrasyonları çoğu istasyonda ölçüm limitlerinin altındayken ilkbahar ve yaz aylarında artış göstermiştir. Bu durum ise bu dönemlerde artan tarımsal aktivitelerin ağır metal kirliliğinde etkili olduğunun göstergesidir.

Askıda katı maddede Fe ortalaması bakımından yapılmış olan varyans analizi sonuçları Tablo 31'de verilmektedir.

Tablo 31. Askıda katı maddede Fe konsantrasyonları varyans analizi sonuçları

Fe Konsantrasyonları

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	819,881	7	117,126	,706	,667
Within Groups	3980,92	24	165,872		
Total	4800,80	31			

Fe ortalaması bakımından yapılmış olan varyans analizinde aylar arasında fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ; $p= 0,667$ ($p>0,05$). Fe konsantrasyonu aylara göre anlamlı farklılıklar göstermemektedir. Bu da Fe kirlenmesinin insan aktivitelerine bağlı olmadığını göstermektedir.

Fe ortalamaları bakımından aylar arasında istatistiki bir farklılık bulunmazken, , Fe için en yüksek değer 60,004 mg/g Şubat, en düşük değer 0,976mg/g Ağustos ayında bulunmuştur (Tablo 9).

Askıda katı maddede Pb ortalaması bakımından yapılmış olan varyans analizi sonuçları Tablo 32’de verilmektedir.

Tablo 32. Askıda katı maddede Pb konsantrasyonları varyans analizi sonuçları

Pb Konsantrasyonları

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3922,751	7	560,393	2,308	,060
Within Groups	5826,965	24	242,790		
Total	9749,715	31			

Pb ortalaması bakımından yapılmış olan varyans analizinde aylar arasında fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ; $p= 0,06$ ($p>0,05$). Pb konsantrasyonu aylara göre anlamlı farklılıklar göstermemektedir.

Pb ortalamaları bakımından aylar arasında istatistiki bir farklılık bulunmazken, , Pb için en yüksek değer 88,550 mg/g Mayıs , en düşük değer 0,917 mg/g Ağustos ayında bulunmuştur (Tablo 10).

Askıda katı maddede Zn ortalaması bakımından yapılmış olan varyans analizi sonuçları Tablo 33'de verilmektedir.

Tablo 33. Askıda katı maddede Zn konsantrasyonları varyans analizi sonuçları

Zn Konsantrasyonları

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	199353,947	7	28479,135	,480	,839
Within Groups	1423544,406	24	59314,350		
Total	1622898,353	31			

Zn ortalaması bakımından yapılmış olan varyans analizinde aylar arasında fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ; $p= 0,839$ ($p>0,05$). Zn konsantrasyonu aylara göre anlamlı farklılıklar göstermemektedir. Bu da Zn metalinin de Fe gibi su ortamına insan aktivitelerine bağlı olarak karışmadığının göstergesidir.

Zn ortalamaları bakımından aylar arasında istatistiki bir farklılık bulunmazken, , Zn için en yüksek değer 987,567 mg/g Şubat , en düşük değer 16,839 mg/g Ağustos ayında bulunmuştur (Tablo 11).

Elde edilen değerlere göre, metallerin benzer kaynaklardan su ortamına girdiği söylenebilir. Sonuçlar özellikle Cd, Cu ve Pb antropojenik kaynaklardan Zn ve Fe ise daha çok doğal kaynaklardan su ortamına karıştığını göstermektedir.

Gökova Körfezi ve azmaklarla ilgili yaptığımız çalışmada sedimentte ölçtüğümüz değerlerden yola çıkarak Cd, Cu Fe ,Pb ve Zn konsantrasyonlarına aralarındaki ilişkiyi belirlemek için istatistiki korelasyon analizi uygulanmıştır, elde ettiğimiz sonuçlar Tablo 34'de verilmektedir.

Tablo 34. Sediment örnekleri için Cd, Cu Fe ,Pb ve Zn Korelasyon Verileri

		Cd	Cu	Fe	Pb	Zn
Cd	Pearson Correlation	1	,863(**)	-,653(*)	,197	,653(*)
	Sig. (1-tailed)		,001	,028	,306	,028
	N	9	9	9	9	9
Cu	Pearson Correlation	,863(**)	1	-,380	,223	,411
	Sig. (1-tailed)	,001		,157	,282	,136
	N	9	9	9	9	9
Fe	Pearson Correlation	-,653(*)	-,380	1	,266	-,314
	Sig. (1-tailed)	,028	,157		,245	,205
	N	9	9	9	9	9
Pb	Pearson Correlation	,197	,223	,266	1	,140
	Sig. (1-tailed)	,306	,282	,245		,360
	N	9	9	9	9	9
Zn	Pearson Correlation	,653(*)	,411	-,314	,140	1
	Sig. (1-tailed)	,028	,136	,205	,360	
	N	9	9	9	9	9

** Korelasyon 0,01 güven seviyesinde önemli.

* Korelasyon 0,05 güven seviyesinde önemli

Tablo incelendiğinde 0,01 güven düzeyinde; Cd ile Cu arasında 0,863 anlamlı pozitif ilişki, 0,05 güven seviyesinde Cd ile Fe arasında 0,653 anlamlı negatif ilişki, Cd ile Zn arasında 0,653 anlamlı pozitif ilişki tespit edilmiştir. Cd ile Pb arasında anlamlı bir ilişki saptanmamıştır.

Cu ile Fe arasında 0,380 negatif korelasyon, Cu ile Pb arasında 0,223 pozitif korelasyon, Cu ile Zn arasında 0,411 pozitif korelasyon tespit edilmiştir. Cu ile Fe, Pb, Zn arasında anlamlı bir ilişki saptanmamıştır.

Fe ile Pb arasında 0,266 pozitif , Fe ile Zn arasında 0,314 negatif korelasyon tespit edilmiştir. Fe ile Pb ve Zn arasında anlamlı bir ilişki saptanmamıştır.

Pb ile Zn arasında 0,140 pozitif korelasyon tespit edilmiştir aralarında anlamlı bir ilişki saptanmamıştır.

Sediment örneklerinde genellikle metaller arasında anlamlı ilişkiler saptanamamıştır. Bunun nedeni sediment matrisinin çok karmaşık olması ve elementlerin sediment ortamında birbirleriyle etkileşiminin zorlaşmasından kaynaklanmaktadır.

Sediment örneklerindeki ağır metal konsantrasyonlarından yola çıkarak istasyasyonlar arası istatistiki korelasyon analizi yapılmıştır. Böylelikle istasyonlar arası ilişki olup olmadığı araştırılmıştır. Elde edilen sonuç sonuçları Tablo 35’de verilmektedir.

Tablo 35. Sediment örnekleri için istasyonlar arası korelasyon verileri

		Akcapınar	Kadin	Deniz
Akcapınar Azmağı	Pearson Correlation	1	1,000(**)	1,000(**)
	Sig. (2-tailed)		,000	,000
	N	5	5	5
Kadin Azmağı	Pearson Correlation	1,000(**)	1	1,000(**)
	Sig. (2-tailed)	,000		,000
	N	5	5	5
Deniz Kıyı	Pearson Correlation	1,000(**)	1,000(**)	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	
	N	5	5	5

** Korelasyon 0,01 güven seviyesinde önemli.

Korelasyon tablosu incelendiğinde istasyonların hepsi arasında 0,01 güven seviyesinde güçlü bir pozitif korelasyon elde edilmiştir. Akçapınar ve Kadın Azmakları, Deniz Kıyısı arasında 1,000 korelasyon ile mükemmel bir pozitif ilişki tespit edilmiştir.

Sediment örneklerinin metal konsantrasyonlarının değişiminde aylara göre anlamlı bir farklılık olup olmadığını incelemek için istatistiksel varyans analizi yapılmıştır.

Sedimentte Cd ortalaması bakımından yapılmış olan varyans analizi sonuçları Tablo 36’da verilmektedir.

Tablo 36. Sedimentte Cd varyans analizi sonuçları Cd Konsantrasyonları

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,000	2	,000	3,249	,111
Within Groups	,000	6	,000		
Total	,000	8			

Cd ortalaması bakımından yapılmış olan varyans analizinde aylar arasında fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır $p= 0,111$ ($p>0,05$). Cd konsantrasyonu aylara göre anlamlı farklılıklar göstermemektedir.

Cd ortalamaları bakımından aylar arasında istatistiki bir farklılık bulunmazken, Cd için en yüksek değer 0,001 mg/g Nisan, en düşük değerler Haziran ve Temmuz aylarında araştırma limitlerinin altında bulunmuştur (Tablo 17).

Sedimentte Cu ortalaması bakımından yapılmış olan varyans analizi sonuçları Tablo 37'de verilmektedir.

Tablo 37. Sedimentte Cu varyans analizi sonuçları Cu Konsantrasyonları

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,021	2	,010	1,115	,387
Within Groups	,055	6	,009		
Total	,076	8			

Cu ortalaması bakımından yapılmış olan varyans analizinde aylar arasında fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır $p= 0,387$ ($p>0,05$). Cu konsantrasyonu aylara göre anlamlı farklılıklar göstermemektedir.

Cu ortalamaları bakımından aylar arasında istatistiki bir farklılık bulunmazken, Cu için en yüksek değer 0,302 mg/g Nisan, en düşük değer 0,002 mg/g Haziran ayında bulunmuştur (Tablo 18).

Sedimentte Fe ortalaması bakımından yapılmış olan varyans analizi sonuçları Tablo 38'de verilmektedir.

Tablo 38. Sedimentte Fe varyans analizi sonuçları Fe Konsantrasyonları

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1,301	2	,651	11,190	,009
Within Groups	,349	6	,058		
Total	1,650	8			

Fe ortalaması bakımından yapılmış olan varyans analizinde aylar arasında fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur $p= 0,009$ ($p<0,05$). Fe konsantrasyonu aylara göre anlamlı farklılıklar göstermektedir.

Sedimentte Pb ortalaması bakımından yapılmış olan varyans analizi sonuçları Tablo 39'da verilmektedir.

Tablo39. Sedimentte Pb varyans analizi sonuçları Pb Konsantrasyonları

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,000	2	,000	1,018	,416
Within Groups	,001	6	,000		
Total	,001	8			

Pb ortalaması bakımından yapılmış olan varyans analizinde aylar arasında fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır $p= 0,416$ ($p>0,05$). Pb konsantrasyonu aylara göre anlamlı farklılıklar göstermemektedir.

Pb ortalamaları bakımından aylar arasında istatistiki bir farklılık bulunmazken, , Pb için en yüksek değer 0,034 mg/g Temmuz, en düşük değer 0,004 mg/g Nisan ayında bulunmuştur (Tablo 20)

Sedimentte Zn ortalaması bakımından yapılmış olan varyans analizi sonuçları Tablo 40'da verilmektedir.

Tablo 40. Sedimentte Zn varyans analizi sonuçları Zn Konsantrasyonları

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,000	2	,000	1,258	,350
Within Groups	,001	6	,000		
Total	,001	8			

Zn ortalaması bakımından yapılmış olan varyans analizinde aylar arasında fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır $p= 0,350$ ($p>0,05$). Zn konsantrasyonu aylara göre

anlamli farklılıklar göstermemektedir. Zn ortalamaları bakımından aylar arasında istatistiki bir farklılık bulunmazken, Zn için en yüksek değer 0,060 mg/g Nisan, en düşük değer 0,024 mg/g Haziran ayında bulunmuştur (Tablo 21).

Sedimentte metal konsantrasyonlarının aylara göre değişimi genel olarak incelendiğinde Fe hariç diğer metaller aylara göre anlamli farklılıklar göstermemektedir. Bu da sedimentte metallerin uzun süreli tutulmadığını ve su ortamına çözünerek geçtiğini desteklemektedir.

Dural ve Göksu 2006'da Çamlık Lagününden alınan sediment örneklerinde yaptıkları çalışmada, Pb ortalamaları bakımından mevsimler arasında istatistiki bir farklılık bulamazken, metal konsantrasyonlarını Zn için kış, Fe için kış, Cd için ilkbahar ve yazın, Cu için kış ve ilkbaharda, diğer mevsimlere göre daha yüksek bulmuşlardır. Diğer taraftan, mevsimlere göre saptanan en yüksek ortalamalar, Zn için $67,41 \pm 8,27$ µg/g kışın, Fe için $30441,7 \pm 6510,43$ µg/g kışın; Cd için $1,66 \pm 0,63$ µg/g sonbaharda, Pb için $67,29 \pm 6,31$ µg/g sonbaharda; Cu için $32,23 \pm 0,14$ µg/g olarak ilkbaharda bulmuşlardır. Çamlık Lagününde sedimentte yıllık ortalama olarak en yüksek miktarda $24336,50 \pm 1850,91$ µg/g ile Fe ölçülmüş olup, ağır metallerin Fe>Zn>Pb>Cu>Cd şeklinde sıralandığı belirlenmiştir. Bu çalışma yürütülen çalışma ile metal konsantrasyonları sıralanışı açısından uyum göstermektedir. Ayrıca yürütülen çalışmadaki istasyonların sedimentlerinde Cd en yüksek 0,001 mg/g (Tablo 22), Cu en yüksek 0,104 mg/g (Tablo 23), Fe en yüksek 5,051 mg/g (Tablo 24), Pb en yüksek 0,024 mg/g (Tablo 25), ve Zn en yüksek 0,051 mg/g (Tablo 26) olarak bulunmuştur. Güllük Lagünü sedimentinin metal kirliliği ile bu çalışmada elde edilen değerler kıyaslandığında sedimentlerin Fe, Pb ve Zn bakımından daha az, Cd ve Cu bakımından daha fazla kirlendiği söylenebilir.

6. SONUÇLAR

Gökova körfezi ve azmakların askıda katı madde ve sedimentinde yapılan çalışma sonucu askıda katı madde örneklerinde çalışılan 4 ana istasyonda da ağır metal derişimleri sıralaması $Zn > Fe > Pb > Cu > Cd$ olarak, sediment örneklerinde ise en yüksek derişimlerde bulunan metalin doğada en yüksek düzeylerde bulunan Fe olduğu belirlenmiştir. Çalışılan üç istasyonda da genellikle metal konsantrasyonları $Fe > Zn > Pb > Cu > Cd$ olarak belirlenmiştir.

Askıda katı madde örneklerinde ağır metal konsantrasyonları aylara göre değişimi incelendiğinde Cd ve Cu konsantrasyonları aylara göre anlamlı farklılıklar gösterdiği, Zn, Pb ve Fe'nin ise aylara göre anlamlı farklılıklar göstermediği tespit edilmiştir. Cd, Cu ve Pb konsantrasyonları ilkbahar ve yaz aylarında artmıştır. Bu artışın bu aylarda artan turizm ve tarımsal aktivitelerden kaynaklandığı sonucuna varılmıştır. Fe ve Zn konsantrasyonları ise Şubat'tan Eylül ayına doğru sürekli bir azalma göstermiştir. Metal konsantrasyonları arası ilişki incelendiğinde ise Zn-Cd, Cu-Zn, Cu-Fe, Cu-Pb, Pb-Fe, Pb-Zn, Zn-Fe arasında anlamlı pozitif ilişkiler saptanmıştır. Metaller arasında belirlenen önemli pozitif ilişkinin, metallerin aynı veya benzer kaynaklardan gelmesi ya da metaller arası sinerjik etkileşimler ile ilişkili olduğu düşünülmektedir.

İstasyonlar arasındaki korelasyon verilerinden yola çıkıldığında istasyonların birbirleriyle mükemmel bir ilişki içinde olduğu tespit edilmiş ayrıca istasyonların metal konsantrasyonları göz önüne alındığında her ayda azmaklarda metal konsantrasyonları deniz kıyısı ve deniz ortamından çok daha yüksek olduğu saptandığından azmaklardan denize doğru bir metal aktarımının olduğu sonucuna varılmıştır.

Sediment örneklerinde ağır metal konsantrasyonları aylara göre değişimi incelendiğinde Fe konsantrasyonlarının aylara göre anlamlı farklılıklar gösterirken, diğer metaller anlamlı farklılıklar göstermemiştir. Metal konsantrasyonları arası ilişki incelendiğinde ise Cd-Cu ve Cd-Zn arasında pozitif korelasyon, Cd-Fe arasında negatif korelasyon tespit edilmiştir. Ayrıca sediment örnekleri için istasyonlar arası ilişki incelendiğinde istasyonlar arasında mükemmel bir ilişki olduğu görülmüştür. Bu ilişki de askıda katı madde istasyonlarında olduğu gibi azmaklardan denize ağır metal aktarımı olduğu şeklinde yorumlanmıştır.

7. ÖNERİLER

Tarım, balıkçılık, turizm ve yerleşim gibi faaliyetler bölgedeki azmaklar, yeraltı ve yüzey yağış suları ile denize ağır metal taşınmasında doğrudan etkilidir. Körfezin korunması için:

- Tarımsal faaliyetlerde kullanılan ilaçlarda bulunan Cd ,Cu, Fe, Pb ve Zn metalleri kirlenmeyi doğrudan etkilediğinden bu faaliyetlerde kullanılan ilaçlarla ilgili bir denetleme getirilmesi ya da daha etkili bir çözüm için bölge çiftçilerini organik tarıma yönlendirilmesi esastır.
- Kadın Azmağı boyunca sıralanan Turizm işletmelerinin atık sularıyla Azmağa karışan ağır metaller doğrudan denize taşınmaktadır. Bu etkiyi ortadan kaldırmak için işletmelerin atık sularını arındıracak etkin bir alt yapı sisteminin hayata geçirilmesi ve Özel Çevre Koruma tarafından denetlenmesi şarttır.
- Tur ve Balıkçı Teknelerinin sintine ve pis suları başta kurşun olmak üzere çeşitli kirleticiler içerdiğinden sintine toplama tankının en kısa zamanda hayata geçirilmesi ve bu yönde sıkı bir denetlemenin getirilmesi kaçınılmazdır.
- Ağır metal birikiminin deniz canlılarını olumsuz etkileyebileceği ve besin zinciri yoluyla en yüksek trofik düzeyde bulunan insanlara kadar ulaşabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle, bu tür ortamlarda süreklilik arz eden denizel izleme çalışmalarına ihtiyaç vardır. Bu ortamlarda ağır metal düzeylerinin besin zincirinin farklı kademelerinde belirlenmesi ve bunun periyodik olarak yapılması, ortamdaki değişimlerin gözlenmesi yönünden oldukça önem taşımaktadır.

KAYNAKÇA

- Akyol, O., Ceyhan, T., İlkyaz, A., Erdem, M., 2007. Gökova Körfezi (Ege Denizi) Uzatma Ağları Balıkçılığı Üzerine Araştırmalar, *Anadolu University Journal of Science and Technology*, (1), 139-144.
- Algan, O., Gazioglu, C., Yucel, Z., Cağatay, N., 1987, Input of Sediment and Fresh Water to Black Sea by Turkish Rivers, *IOC-BSRC Workshop on The Black Sea Fluxes*, 10-12 June, Istanbul 339-346
- Alpan, I., *Engineering Geology. Earth Science Reviews*, Volume 13, Issue 2, September, 1977, p220.
- Anonim, Muğla İli Ula Tarım İlçe Müdürlüğü, 2008.
- Anonim, Muğla İli Akyaka Beldesi' nde 1972-2009 Tarihleri Arasındaki Meteorolojik Verileri, *Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü*, Ankara, 2009.
- Anonim, Ula Nüfus Müdürlüğü, 2009.
- Ansarı, T. M., Marr, I. L., Tariq, N. 2004. Heavy Metals in Marine Pollution. *Perspective-A. Journal of Applied Science* 4 (1), 1-20.
- APHA, AWWA, Wef, 2005. *Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 21st Edition, American Public Health Association, Washington.
- Barlas, M., İkiel, C., Özdemir, N., 1995. Gökova Körfezi'ndeki Akarsu Kaynaklarının Fiziksel ve Kimyasal Açısından İncelenmesi, *Doğu Anadolu Bölgesi I. (1993) ve II. (1995) Su Ürünleri Sempozyumu*, Erzurum, Atatürk Üniversitesi, 704-712 ss.
- Batkı, H.; Kucuksezgin, F., Uslu, O., 1999. Trace Metal Distribution in Different Chemical Fractions of Marine Sediments Along the Eastern Aegean Shelf. *Toxicological and Environmental Chemistry*, Vol:70, 243-258.
- Batley, G.E., Interferences in the determination of copper in natural waters by anodic stripping voltammetry. *Anal Chim Acta* 189: 371-377 (1986).
- Beaumont, R., Larval Growth, Juvenile Size and Heterozygosity in Laboratory Reared Mussels, *Mytilus Edulis Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. Volume 254, Issue 1, November 2000, p1-17.
- Birch, G., Taylor, S., 1999. Source of Heavy Metals in Sediments of the Port Jackson Estuary, Australia. *The Science of the Total Environment* 227, 123-138.
- Bostrom, K., Burman, J.O., Ponter, C., Ingri, J., 1981. Selective remove of trace elements from the Baltic by suspended matter. *Mar. Chem.* 10, 335-354.

- Bruland, K. Trace elements in sea water. In: Chemical Oceanography. Vol. 8. J.P. Riley and R. Chester (eds), Academic Pres, London, 1983, pp. 157-220.
- Bruland, K. Complexation of cadmium by natural organic ligands in the Central North Pacific. *Limnol. Oceanogr.* 37: 1008-1007 (1992)
- Buccolieri, A., Buccolieri, G., Cardellicchio, N., Dell'atti, A., Dileo, A., Maci, A., 2006. Heavy Metals In Marine Sediments Of TarantoGulf (Ionian Sea, Italy). *Marine Chemistry*, Vol:99, 227-235.
- Cappuzo, J.M., Burt, W.V., Duedall, I.W., Park, P.K., Kester, D.R., 1985. The impact of waste of disposal in nearshore environment In: Ketchum, B.H., Duedall, I.W., Capuzzo, J.M., Burt, W.V., Duedall, I.W., Park, P.K., Kester, D.R., (eds), *Nearshore Waste Disposal*. Wiley, pp. 4-29.
- Censi, P., Mazzolla, S., Sprovieri, M., Nardone, G., A., Pati, B., Puntoro, R., Spoto, S.E., Saiano, F., Geronimo, S.I., Ottonello, D., 2004. Heavy Metals in Coastal Water Systems. A case Study From the Northwestern Gulf of Thailand. *Chemosphere* 64, 1167-1176.
- Cirik, Ş., Cirik S., 1999. Su Bitkileri (Deniz Bitkilerinin Biyolojisi Ekolojisi Yetiştirme Teknikleri), Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No:58. Ders Kitabı, 188s.
- Cirik, Ş., Aysel V., Benli H. A., Cihangir B., Ünlüoğlu A., 2000. Preliminary Studies on The Marine Vegetation of Northern Cyprus. *Turkish J. Marine Sciences* 6 (1): 31-40.
- Clark, R. B., Frid C., Attrill M., 1997. *Marine Pollution*. Fourth Edition Oxford University Press, 161p.
- Çınar, A. A., 2007. Akyaka Sözlü Tarihi ve Gökova Havzası Halk Kültürü, Akyaka Belediyesi Yayınları: 2, 336 s.
- Dalman, Ö., Demirak, A., Balcı, A., 2006. Determination of Heavy Metals (Cd, Pb) and Trace Elements (Cu, Zn) in Sediments and Fish of The Southeastern Aegean Sea (Turkey) by Atomic Absorbtion Spectrometry. *Food Chemistry*. Vol:95, 157-162.
- Darkot, B.&Erinç, S(1953-54):Güneybatı Anadolu'da Coğrafi Müşahedeler, İst. Üniv. Coğ. Enst. Derg. S:5-6. İstanbul.
- Dawes, C .J., 1998. *Marine Botany*. Second Edition. University of South Florida Tapma, Florida, 478p.
- De Madron, X.D., Nyffeler, F., Godet, C.H., 1990, Hydrographic Structure and Nepheloid Spatial Distributionin the Gulf of Lions Continental Margin, *Continental Shelf Research*, 10, 19-11, 911-929.

- Demirak, A., Muğla İli Güllük Körfezindeki Kirliliğin Araştırılması, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2003.
- Demirak, A. 2008 Analitik Kimya Yüksek Lisans Ders Notları Muğla Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi.
- Dinçer, I., Development of Anew Bi-Di Correlation for Solids Drying Internatiol Journal of Heat and Mass Transfer, Volume 45, Issue 15, July 2002, p 3065-3069.
- Drever, J.I. The Geochemistry of Natural Waters. Second Edition, Prentice Hall, New Jersey, 1988, pp. 326-346.
- DSI, 2004, TC Devlet Su işleri Genel Müdürlüğü Rasatları, Ankara.
- Dural, M., 2004. Çukurova Bölgesindeki Akyatan, Tuzla ve Çamlık Lagünlerinde (Adana/Türkiye) Ağır Metal Araştırması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 100s.
- Dural, M., Göksu, M.Z.L., 2006. Çamlık Lagünü (Karataş, Adana) Seston, Bentoz ve Sedimentinde Mevsimsel Ağır Metal Değişimi. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi.
- Eckenfelder, W.W., Industrial Water Pollution Control, McGraw-Hill, Singapore, 2000.
- Egemen, Ö., Sunlu, U., 1999. Su Kalitesi (Ders Kitabı). III. Baskı Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayın No:14, Ege Üniversitesi Basımevi Bornova-İzmir, 148.
- Egemen, Ö., 2006. Çevre ve Su Kirliliği III. Baskı Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayın No: 42, Ege Üniversitesi Basımevi Bornova –İzmir, 116s.
- Eisler, R. Chromium hazards to fish, wildlife, and invertebrates: a synoptic review. U.S. Dept. Of Interior, Fish, and Wildlife Service, Biological Report 85 (1.2.), 1985, p.46.
- El-Sıkaly, A., Khaled, A., El-nemr, A., 2004. Heavy Metals Monitoring Using Bivalves from Mediterranean Sea and Red Sea. Environmental Monitoring and Assessment. Vol:98, 41-58.
- EPA, U.S. Environmental Protection Agency, 2009.
- Erdinç, S. 2010 Gökova Körfezi' ni Besleyen Kadın Azmağı ve Akçapınar Azmağı' nın Su Kalitesi Yönünden İncelenmesi, Yüksek lisans tezi (savunma aşamasında), Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- FAO, Food and Agriculture Organisation of the United Nations, 2008.
- Faust, S.D. and Aly, O.M. Chemical weathering reactions. In: Chemistry of Natural Waters, Ann Arbour Science, Michigan, 1981, pp. 209-243.
- FDA, U.S. Food and Drug Administration, 2007.

- Florence, T.M. The speciation of trace elements in waters. *Talanta* 29: 345-364 (1982).
- Florence, T.M. and Batley, G.E. Chemical speciation in waters. *CRC Critic. Rev. Anal. Chem.* 9: 219-296 (1980).
- Förstner, V., Wittmann, G.T.W. *Metal pollution in the aquatic environment*. New York: Springer-Verlag, Berlin, 486 pp.
- Förstner, U., Ahlf, W., Calmano, W., Kertsen, M., Schoer, J., 1990. Assessment of metal mobility in sludges and solid wastes. In: Broecker, J.A.C., Gücer, S., Adams, F. (Eds.). *Metal Speciation in the Environment*. Springer, Berlin, pp. 1-41
- Förstner, V., Wittmann, G.T.W., 1983. *Metal Pollution in the Aquatic Environment*. Springer-Verlag, 1979.
- Gibbs, R.J., 1973. Mechanism of trace metal transport in rivers. *Science* 180, 71-72.
- Gibbs, R.J., 1986. Segregation of metals by coagulation in estuaries. *Mar. Chem.* 18, 149-159.
- Goldberg, E., D., 1972. *A Guide to Marine Pollution*, Gordon and Breach Science Publishers, New York, London, Paris, 81-110.
- Gözenç, S. (1964): Muğla-Gökova arasındaki coğrafi müşahedeler, *İstanbul Üniv. Coğ. Enst. Derg.* S:14
- Güven, K. C., Öztürk, B. 2005., *Deniz Kirliliği Temel Kirleticiler ve Analiz Yöntemleri*. Tüdv Yayınları, No:21, 512s.
- Hakanson, L., Jansson, M., 1983. *Principles of Lake Sedimentology*. Springer, Berlin.
- Haritonidis, S., Malea, P., 1994. Seasonal and Local Variation of Cr, Ni and Co Concentrations in *Ulva rigida* C. Agardh and *Enteromorpha linza* (Linnaeus) from Thermaikos Gulf, Greece. *Environmental Pollution*. Vol: 3, 319-327.
- Haritonidis, S., Malea, P., 1999. Bioaccumulation of Metals by the Green Alga *Ulva rigida* from Thermaikos Gulf, Greece. *Environmental Pollution* 104/ 365-372.
- Herut, B., Nimmo, M., Medway, A., Chester, R., Krom, M., D., (2001) . Dry atmospheric inputs of trace metals at the Mediterranean coast of Israel (SE Mediterranean): sources and fluxes. *Atmospheric Environment* 35, 803-813
- Hodson, P.V., Borgmann, U., and Shear, H. Toxicity of copper to aquatic biota. In: *Copper in the Environment*. Part 2. Health Effects. J.O. Nriagu (ed.), Wiley Interscience, New York, 1979, p. 489.
- Hodson, P.V., The effects on aquatic biota of exposure to lead. In: *Pathways, Cycling and Transformation of Lead in the Environment*. P.M. Stokes (ed.), Commission of Lead in the Environment, Royal Society of Canada, 1986. p. 415.

- Izquierdo, C., Usero, J., Gracia, I., 1997. Speciation of heavy metals in sediments from salt marshes on the southern Atlantic coast of Spain. *Mar. Pollut. Bull.* 34(2), 123-128
- Jickells, T.D., Deuser, W.G., Knap, A.H., 1984. The sedimentation rates of trace elements in the Sargasso Sea measured by sediment trap. *Deep-Sea Res.* 31, 1169-1178.
- Kayan, I. (1971): Gökova ve çevresinde fiziki coğrafya araştırmaları. Ankara Üniv. Coğ. Araştırmaları Dergisi, sayı:3-4 S:295-336
- Kayhan, F. E., 2006. Su Ürünlerinde Kadmiyumun Biyobirikimi ve Toksisitesi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, Vol:23, Sayı: 1-2, 215-220.
- Kelderman, P., Qu, W., 2001. Heavy Metals Contents in the Deft Canal Sediments and Suspended Solids of the River Rhine: Multivariate Analysis for Source Tracing. *Chemosphere*, Volume 45, p919-925.
- Kennish, M. J., 1998. Pollution in Estuarine and Marine Environments, Pollution Impacts on Marine Biotic Communities. Institute of Marine and Coastal Sciences, Rutgers University, New Jersey, 310s.
- Kut, D., Topçuoğlu, S., Esen, N., Küçükcezzar, R., Güven, K. C., 2000. Trace Metals in Marine Algae and Sediment Samples from the Bosphorus. *Water, Air, and Soil Pollution*. Vol:118, 27-33.
- Lobban, C. S., Harrison, P. J., 1997. *Seaweed Ecology and Physiology*. Cambridge University Press, 366p.
- Lund-Hansen, L.C., Skyum, P., 1992, Changes in Hydrography and Particulate Matter During a Barotropic Forced Inflow. *Oceanologica Acta*, 15, 14.
- Luoma, S.N. Cycling and Transformation of Lead in the Environment. P.M. Stokes (Ed.), *Commission of Lead in the Environment*, Royal Society of Canada, 1986, p.415.
- Magnusson, V.R., Harris, D.K., Sun, M.S., Taylor, D.K., and Glass, G.E. In: *Chemical Modeling in Aqueous Systems*. E. A. Jenne (ed.), ACS Symposium Series 93, American Chemical Society, Washington, D.C., 1979, p. 635.
- Malea, P., Haritonidis, S., 2000. Use of the Green Alga *Ulva rigida* C. Agardh as an Indicator Species to Reassess Metal Pollution in the Thermaikos Gulf, Greece, after 13 years. *Journal of Applied Phycology*. 12, 169–176.
- Martin, J.H. The possible transport of trace metals via moulted copepod exoskeletons. *Limnol. Oceanogr.* 15: 756 (1970)
- Martin, J.H., and Knauer, G.A. The elemental composition of plankton. *Geochim. Cosmochim. Acta* 37:1639-1653 (1973).

- Martin, J.M., Elbaz-Polichet, F., Guieu, C., Loye-Pilot, M.D., Han, G., 1989. River versus atmospheric input of material to the mediterranean Sea: an overview. *Mar. Chem.* 28, 159-189.
- Martin, J.M., Windom, H.L., 1991. Present and future roles of ocean margins in regulating marine biogeochemical cycles of trace elements. In: Mantoura, R.F.C., Martin, J.M., Wollast, R. (Eds), *Ocean Margin Processes in Global Change*. John Wiley & Sons Ltd.
- Millward, G.E., Rowley, C., Sands, T.K., Howland, R.J.M., Pantulin, A., 1999. Metals in the Sediments and Mussels of the Chupa Estuary (White Sea) Russia. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. Vol. 48, pp. 13-25.
- Moore, J.W., and Ramammoorthy, S., *Heavy Metals in Natural Waters: Applied Monitoring and Impact Assessment*. Springer-Verlag, New York, 1984, 253 pp.
- Morneau, J.P., Trace Metal Analysis of Marine Zooplankton From Conception Bay, Newfoundland, 1997. Environmental Science Programme Memorial University of Newfoundland.
- Morselli, L., Brusori, B., Passarini, F., Bernardi, E., Francaviglia, R., Gataleta, L., Marchionni, M., Aromolo, R., Benedetti, A., Oliveri, P., 2004. Heavy metals monitoring at a Mediterranean natural ecosystem of Central Italy. Trends in different environmental matrixes. *Environment International*, 30,173-181.
- Murray, R.W., Leinen, M., 1993. Chemical transport to the seafloor of the equatorial Pacific Ocean across a latitudinal transect at 135° W: tracking sedimentary major, minor, trace, and rare earth element fluxes at the Equator and the Intertropical Convergence Zone. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 57, 4141-4163.
- Neff, J. M., 2002. Bioaccumulation in Marine Organisms: Effect of Contaminants from Oil Well Produced Water. Battelle, Coastal Resources and Environmental Management, Duxbury, Massachusetts 02332, USA. Elsevier Ltd. 452p.
- Nguyen, H.L., 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.
- Nolting, R.E., Helder, W., 1991. Lead and zinc as indicator for atmospheric and riverine particle transport to sediments in the Gulf of Lions. *Oceanol. Acta* 14, 357-367.
- Olgunoğlu, M.P., 2008. İskenderun Körfezi Kıyısındaki Bazı Makroalg Türleri ve Çökeline Ağır Metal Birikimlerinin Mevsimsel Değişimi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Doktora Tezi. 94s.

- Osuna, P.F., Ochoa-Izaguirre, M.J., Bojorquez-Leyva, H., Michel-Reynoso, I.L., 2000. Macroalgae as Biomonitors of Heavy Metal Availability in Coastal Lagoons from the subtropical Pacific of Mexico. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* Vol.64, pp. 846-851.
- Öztürk, M., 1983. Taxonomy of Some Dictyotaceae (Phaeophyta) from the Bay of İzmir. *Doğa Bil. Dergisi* 7: 85-92.
- Öztürk, M., 1996. Taxonomy and Distribution of Fucales (Phaeophyta) Members on Aegean and Mediterranean Coasts of Turkey. *Tr. Journal of Botany* 20: 109-118.
- Öztürk, M. ve Taşkın, E., 1999. İskenderun Körfezi (Hatay Kıyıları) Phaeophyta (Kahverengi Algler) Üyelerinin Yayılışı ve Taksonomisi. *Çukurova Üniversitesi, X. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu*, 22- 24 Eylül 1999, Adana. Vol:2, 856 -864.
- Pagenkopf, G.K. Transport of trace elements in natural water systems. In *Introduction to Natural Water Chemistry*. Marcel Dekker, Inc., New York, 1978, pp. 220-238.
- Palanques, A., 1994. Distribution and heavy metal pollution of the suspended particulate matter on the Barcelona continental shelf (Northwestern Mediterranean). *Environ. Pollut.* 85, 205-215.
- Palanques, A., Diaz, J.I., Farran, M., 1995. Contamination of heavy metals in the suspended and surface sediment of the Gulf of Gádiz (Spain): the role of sources, currents, pathways and sinks. *Oceanol. Acta* 18, 469-477.
- Pempkowiak, J., Sikora, A., Biernacka, E., 1999. Speciation of Heavy Metals in Marine Sediments vs Their Bioaccumulation by Mussels. *Chemosphere*, Vol:39, No:2, 313-321.
- Prasad, M. N. V., 2004. *Heavy Metal Stress in Plants, From Biomolecules to Ecosystems*. Second Edition, 462s.
- Puig, P., Palanques, A., Joan, A., Sanchez-Cabeza, Masque, P., 1999. Heavy Metals in Particulate Matter and Sediments in the Southern Barcelona Sedimentation System (North-western Mediterranean). *Marine Chemistry*, 63, 311-329.
- Qu, W., Kelderman, P., 2001. Heavy Metal Contents in the Delf Canal Sediments and Suspended Solids of the River Rhine: Multivariate Analysis for Source Tracing. *Chemosphere* 45, 919-925.
- Rainbow, P.S. Heavy Metal Levels in marine invertebrates. In: *Heavy Metals in the Marine Environment*. R.W. Furness and P.S. Rainbow (eds.), Boca Raton: CRC Press, 1990, pp. 67-69.

- Rether, A., 2002, Doktora Tezi, Münih Teknik Üniversitesi, Entwicklung und Charakterisierung wasserlöslicher Benzoylthioharnstofffunktionalisierter Polymere zur selektiven Abtrennung von Schwermetallionen aus Abwässern und Prozesslösungen.
- Salomons, W., Förstner, U., 1984. Metals in the Hydrocycle. Springer-Verlag. Berlin. 349pp.
- Sarıhan, E., Avşar, D., Göksu, M.Z.L., Polat, S., Çevik, C., Çevik, F., Özütok, M., Fındık, Ö., Dural, M., Piner, M.P., Keskinan, O., 2006. İskenderun Demir Çelik Fabrikasından Çıkan Cürufun Yapısı, Çözünürlüğü ve Denizel Ortama Olası Etkileri. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi. 23, Ek (1/1), 127-134.
- Spear, P.A. Zinc in the Aquatic Environment: Chemistry, Distribution, and Toxicology. Associate Committee on Scientific Criteria fo Environmental Quality. National Research Council of Canada. Publication No. 17589, 1981, p. 145.
- Storelli M. M., Storelli, A., Marcotrigiano G. O., 2001. Heavy Metals in the Aquatic Environment of the Southern Adriatic Sea, Italy Macroalgae, Sediments and Bentic Species. Environment International 26/ 505-509p.
- Sunlu, U., 1994. Süfa Dalyanı ve Ege Denizi'nin Farklı Bölgelerindeki Kirlenme Durumu ile Bazı Ekonomik Balık Türlerinde Ağır Metal Düzeylerinin Araştırılması. Doktora Tezi. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi. İzmir.
- Sunlu, U., Egemen, Ö., Önen, M., 1996. Güllük Lagünü Girişinde Dağılım Gösteren Mamun(*Upogebia pusilla*)'da Bazı Ağır Metal Düzeylerinin Araştırılması. II.International Symposium on Aquatic Products September 21-23, İstanbul-Türkiye.
- Tanyolaç, J., 2000. Limnoloji Tatlı Su Bilimi , Hatipoğlu Yayınevi, Ankara.
- Taşkın E., 1999. İskenderun Körfezi (Hatay Sahili) Makroalgleri. Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 165s.
- Taşkın E., Öztürk M., Kurt O., Öztürk M., 2001. Check-list of Marine Flora of Turkey. Phycologia 40 (4), supplement, 71p.
- T.C. Resmi Gazete, Su Kalite Kontrol Yönetmeliği, 25687, 31.12.2004.
- Topçuoğlu S., Kırbasoğlu Ç., Güngör N., 2002. Heavy Metals in Organisms and Sediments from Turkish Coast of the Black Sea 1997-1998. Environment International, 27/ 521-526p.
- Topçuoğlu, S., Kırbasoğlu Ç., Yılmaz, Y. Z., 2004. Heavy Metal Levels in Biota and Sediments in the Northern Coast of the Marmara Sea. Environmental Monitoring and Assesment, Vol: 96, 183-189.

- Tunçer, S., 1985. İzmir ve Çandarlı (Aliağa Limanı) Körfezlerinde Yaşayan Bazı Mollusk, Alg ve Ortamlarındaki Ağır Metal Kirlenmesi ile İlgili Araştırmalar. Ege Üniversitesi Hidrobiyoloji ve Su ürünleri Araştırma Uygulama Merkezi, Doktora Tezi, 86s.
- Türkmen A., 2003 İskenderun Körfezi'nde Deniz Suyu, Askıdaki Katı Madde, Sediment ve Dikenli Taş İstiridyesinde (*Spondylus spinosus* Schreibers 1973) Oluşan Ağır Metal Birikimi Üzerine Araştırma, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi. 152s.
- Uslu, O., Türkman, A., 1987. Su Kirliliği ve Kontrolü, T.C. Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Yayınları Eğitim Dizisi 1, Ankara, 348.
- Yalçınlar, İ. (1964): Muğla bölgesinde jeomorfolojik araştırmalar. İstanbul Üniv. Coğ. Enst. Derg. S:14, İstanbul.
- Yaramaz, Ö., Mordoğan, H., Sunlu, U., Önen, M., 1992. A Comparative Study on Heavy Metal Concentrations (Zn, Cu, Pb, Cd, Ni, Cr) in the Sediments from Homa (İzmir-Turkey) and Karine (Aydın-Türkiye) Fisheries Lagoons. Rapp. Comm. Int. Medit., 33, pp.87.
- Yemenicioğlu, S., 2000. Kuzeydoğu Akdeniz'de Ağır Metal Kirliliği. Tubitak Projesi. No: Ydabçağ-460/G, 42s.93.
- Yılmaz, M., 2002. Kadmiyumun *Oreochromis niloticus*'da Karaciğerde Antioksidant Enzim Aktivitelerine Etkileri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. 50s.
- Yiğiterhan, O., 2007. Trace Metal Composition of Particulate Matter of the Danube River and Turkish Rivers Draining in to the Black Sea, Marine Chemistry.
- Yiğiterhan, O., Murray, J.W., Tugrul, S., submitted for publication. Trace Metal Composition of Particulate Matter in the Water Column of the Black Sea.
- Van Geen, A., Adkins, J.F., Boyle, E.A., Nelson, C.H., Palanques, A., 1997. A 120yr record of wide spread contamination from mining of the Iberian pyrite belt. Geology 25, 291 – 294.
- Woitke, P., Wellmitz, J., Helm, D., Kube, P., Lepom, P., Litheraty, P., 2003. Analysis and Assessment of Heavy Metal Pollution in Suspended Solids and Sediments of the River Danube. Chemosphere 51, 633-642.
- Wolfe, D.A. and Rice, T.R. Cycling of elements in estuaries Fish Bull. 70: 959-972 (1972).

ÖZGEÇMİŞ

Hanife YILMAZ 13.02.1984 Muğla'da doğdu. İlköğretimi Zeytinköy İlköğretim Okulunda tamamladı. Orta öğretimini 2002 yılında Köyceğiz Naip Hüseyin Lisesinde tamamladı. 2003 yılında Muğla Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümünü kazandı. 2007 yılında lisans eğitimini tamamladı. Aynı yıl Muğla Üniversitesi Kimya Bölümü Analitik Kimya Ana Bilim Dalında tezli yüksek lisansa başladı. 2010 yılında yüksek lisansını tamamladı. Yabancı dili İngilizce'dir.