



GİRESUN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

YAĞLIDERE ÇAYI (GİRESUN) SEDİMENT KALİTESİNİN BELİRLENMESİ

İLHAMİ KAYIŞ

OCAK 2016

GİRESUN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

YAĞLIDERE ÇAYI (GİRESUN) SEDİMENT KALİTESİNİN BELİRLENMESİ

İLHAMİ KAYIŞ

Danışman: Doç. Dr. Cengiz MUTLU

Ortak Danışman: Yrd. Doç. Dr. Arzu AYDIN UNCUMUSAOĞLU

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Bülent VEREP

Doç. Dr. Cengiz MUTLU

Doç. Dr. Elif Neyran SOYLU

Yrd. Doç. Dr. Arzu AYDIN UNCUMUSAOĞLU

Yrd. Doç. Dr. Özlem TUNÇ DEDE

OCAK 2016

GİRESUN

Fen Bilimleri Enstitü Müdürünün Onayı.

Doç. Dr. Mustafa SERKAN SOYLU

Müdür

..../..../.....

Bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak Biyoloji Anabilim Dalı standartlarına uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. İhsan AKYURT

Ana Bilim Dalı Başkanı

Bu tezi okuduğumuzu ve Yüksek Lisans Tezi olarak bütün gerekliliklerini yerine getirdiğini onaylarız.

Yrd. Doç. Dr. Arzu AYDIN UNCUMUSAOĞLU

Ortak Danışman

Doç. Dr. Cengiz MUTLU

Danışman

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Bülent VEREP

Doç. Dr. Cengiz MUTLU

Doç. Dr. Elif Neyran SOYLU

Yrd. Doç. Dr. Arzu AYDIN UNCUMUSAOĞLU

Yrd. Doç. Dr. Özlem TUNÇ DEDE

ÖZET

YAĞLIDERE ÇAYI (GİRESUN) SEDİMENT KALİTESİNİN BELİRLENMESİ

KAYIŞ, İlhami

Giresun Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Cengiz MUTLU

Ortak Danışman: Yrd. Doç. Dr. Arzu AYDIN UNCUMUSAOĞLU

OCAK 2016, 55 sayfa

Sucul ekosistemlerde sedimentler endüstriyel ve tarımsal deşarjlar, evsel atıklar, atık su arıtma tesisleri ve yağmur gibi doğa olayları sonrasında çeşitli kirleticiler tarafından sıklıkla kirlenmektedir. Bu etkilerinden dolayı sucul ekosistem ve insan sağlığını korumak için sedimentlerin kalitelerinin geliştirilmeye ihtiyacı vardır.

Yağlıdere Çayı'ndan 5 istasyondan toplanan sediment örneklerinden bazı metallerin (As, Se, Ag, Cd, Na, K) ve pH, elektriksel iletkenlik, su içeriği ve organik madde miktarı analiz edilmiştir. Elde edilen veriler ile yerkabuğundaki iz element miktarlarından faydalanılarak Jeokümülyasyon İndeks değeri tahmin edilmiş ve örneklerin çoğunda antropojenik etkinin varlığı belirlenmiştir.

Sonuç olarak, çalışma alanında K, Na, As ve Se'nin baskın olarak biriktiği gözlemlenmiştir. Bu metaller Yağlıdere Çayı'nda olumsuz etkiye sahip ve çevresel risk yaratabilir.

Anahtar Kelimeler Sediment, Kirlilik, Jeokümülyasyon İndeks, Yağlıdere

ABSTRACT

DETERMINATION OF SEDIMENT QUALITY IN YAĞLIDERE STREAM (GİRESUN)

KAYIŞ, İlhami

Giresun University

Graduate School Of Natural and Applied Sciences

Department of Biology, Master Thesis

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Cengiz MUTLU

Co-Supervisor: Assist. Prof. Dr. Arzu AYDIN UNCUMUSAOĞLU

JANUARY 2016, 55 pages

Sediments in aquatic systems are often contaminated with a variety of pollutants stemming from sources including industrial and agricultural discharges, municipal wastewater treatment plants and storm water. These effects underscore the need to develop sediment quality objectives that protect aquatic ecosystems and human health.

The sediment samples were collected from 5 sampling sites and analyzed to identify the concentrations of some metals (As, Se, Ag, Cd, Na, K) and pH, conductivity, water content, organic matter in the Yağlıdere Stream. Finally, geo-accumulation index values calculated using estimates of background trace element concentrations suggested anthropogenic influences in most of the samples.

Consequently, it was observed that K, Na, As and Se dominantly accumulated in the study area. These metals may have negative impact in the research area and create an environmental risk.

Key Words: Sediment, Pollution, Geo-accumulation Index, Yağlıdere

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam sırasında değerli bilgi, birikim ve tecrübeleri ile bana yol gösterici ve destek olan değerli danışman hocalarım Sayın Doç. Dr. Cengiz MUTLU ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Arzu AYDIN UNCUMUSAOĞLU' na teşekkür ederim.

Lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca yardım, bilgi ve tecrübeleri ile bana sürekli destek olan çalışmalarım esnasında bilgilerinden yararlandığım ve her zaman destek olan Sayın Dr. Tamer AKKAN' a çok teşekkür ederim.

Bütün hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen tüm aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tüm üniversite eğitimim boyunca yanımda olan sevgili eşim Huriye TEMİZ KAYIŞ'a ve birbirinden değerli tüm dostlarıma teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	I
ABSTRACT.....	II
İÇİNDEKİLER	IV
TABLolar DİZİNİ.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	VII
1. GİRİŞ	1
1.1. Sediment.....	2
1.2. Sediment Kaynakları.....	2
1.2.1. Litojenik (Karasal) Kökenli Sedimentler	3
1.2.1.1. Akarsu Girdisi	4
1.2.1.2. Rüzgâr Girdisi	4
1.2.1.3. Biyojenik Girdi.....	5
1.2.1.4. İnsan Kaynaklı Girdi	5
1.2.1.5. Buzul Girdisi	5
1.2.1.6. Volkanik Girdi	5
1.2.2. Hidrojenik Kökenli Sedimentler	6
1.2.3. Kozmojenik Kökenli Sedimentler.....	6
1.3. Sediment Birikim Türleri	6
1.3.1. Neritik Sediment Birikimi.....	6
1.3.2. Pelajik Sediment Birikimi	7
1.4. Sediment Çeşitleri	7
1.5. SEDİMENT KİRLİTİCİLERİ	8
1.5.1. Pestisitler	8
1.5.2. Deterjanlar.....	8
1.5.3. Ağır Metal Kirliliği	9
1.5.4. Poliaromatik Hidrokarbonlar.....	13
1.6. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	14
2. MATERYAL VE METOT	17
2.1. Sediment Örneklerinin Toplanması	17
2.2. Sediment Örneklerinin Analizi.....	18
2.2.1. pH ve Elektriksel İletkenlik analizi	18
2.2.2. Organik Madde Miktarı Analizi	18
2.2.3. % Su İçeriği Analizi	18
2.2.4. Element Analizi.....	18
2.2.5. İstatistiksel Hesaplamalar.....	19

2.2.6. Jeoakümülayon İndeks Analizi (I_{geo})	19
3. BULGULAR.....	20
3.1. Sediment pH.....	20
3.2. Sediment Elektriksel İletkenlik Değişimi.....	21
3.3. Sediment % Su İçeriği.....	22
3.4. Sediment Organik Madde Miktarı.....	23
3.5. Sediment As İçeriği.....	24
3.6. Sediment Se İçeriği	25
3.7. Sediment Ag İçeriği	26
3.8. Sediment Cd İçeriği.....	27
3.9. Sediment Na İçeriği.....	28
3.10. Sediment K İçeriği	29
3.11. Parametreler Arasında İlişkiler	30
3.12. Jeoakümülayon İndeksi Analizi	31
4. TARTIŞMA VE SONUÇ	33
EK-I	37
EK II	47
KAYNAKLAR.....	49
ÖZGEÇMİŞ.....	55

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 2. 1 Örnek toplama noktaları koordinatları.....	17
Tablo 2. 2 Jeokümülyasyon indeks tablosu.....	19
Tablo 3. 1 Mevsimlere göre ortalama pH değeri 20	20
Tablo 3. 2 Mevsimlere göre ortalama EC değeri.....	21
Tablo 3. 3 Mevsimlere göre ortalama sediment % su içeriği değeri.....	22
Tablo 3. 4 Mevsimlere göre ortalama sediment % organik madde değeri 23	23
Tablo 3. 5 Mevsimlere göre ortalama As değeri.....	24
Tablo 3. 6 Mevsimlere göre ortalama Se değeri.....	25
Tablo 3. 7 Mevsimlere göre ortalama Ag değeri.....	26
Tablo 3. 8 Mevsimlere göre ortalama Cd değeri.....	27
Tablo 3. 9 Mevsimlere göre ortalama Na değeri.....	28
Tablo 3. 10 Mevsimlere göre ortalama K değeri.....	29
Tablo 3. 11 Parametrelerin korelyasyon matrisi.....	30
Tablo 3. 12 Elementlerin jeokümülyasyon indeks analizi.....	32
Tablo 4. 1 Parametrelerin aylara göre değeri.....	47
Tablo 4. 1 (devam).....	48

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2. 1 Çalışma alanı ve istasyonlar	17
Şekil 3. 1 pH'nın aylara göre değişimi	37
Şekil 3. 2 Elektriksel iletkenliğin aylara göre değişimi	38
Şekil 3. 3 % Su içeriğinin aylara göre değişimi	39
Şekil 3. 4 Organik madde miktarının aylara göre değişimi	40
Şekil 3. 5 As miktarının aylara göre değişimi	41
Şekil 3. 6 Se miktarının aylara göre değişimi	42
Şekil 3. 7 Ag miktarının aylara göre değişimi	43
Şekil 3. 8 Cd miktarının aylara göre değişimi	44
Şekil 3. 9 Sodyum miktarının aylara göre değişimi	45
Şekil 3. 10 Potasyum miktarının aylara göre değişimi	46

1. GİRİŞ

Canlılar yaşamsal ve diğer aktivitelerini gerçekleştirebilmek için suya gereksinim duymaktadır. Dünyamızın % 71'i sularla kaplı olmasına karşın, yeryüzünde kullanılabilecek suyun toplam su miktarına oranı % 2,5'tur. Ayrıca yeryüzündeki sularda zamanla azalma görülmektedir. Oysa insan nüfusu gün geçtikçe hızla artmaktadır (1). Günlük olarak evlerde kullanılan, endüstride tüketilen ve tarımda harcanan suların hesabı yapıldığında sınırlı olan su kaynaklarının en iyi yöntemlerle kullanılmasının insanlığın geleceği için ne derece önemli olduğu ortaya çıkmaktadır.

Son yıllarda dünya nüfusunun hızla artması, hızlı kentleşme, plansız yerleşim, turizm, yanlış arazi planlaması, yoğun endüstriyel ve teknolojik gelişim sonucu oluşan evsel atıklar, petrol, yağlar, deterjanlar, radyoaktif atıklar, pestisitler, yapay veya doğal tarımsal gübreler, ağır metaller sucul ortamlara ulaşmaktadır. Kirletici maddelerin su kaynaklarına ulaşması, denge halinde olan doğal ortamların dengesini bozmaktadır.

Nitekim ekosistemin bir bölümünü oluşturan su ortamı kullanılmış sular ve diğer atıklar için bir alıcı ve uzaklaştırıcı bölge olarak kullanıldığında, ekosistem içinde hava ve toprağa oranla en yoğun kirlenmeye uğrayan kısım halini almıştır. Evsel ve endüstriyel atıkların arıtılmadan veya gerektiği gibi arıtım yapılmadan nehir sularına karışması ve birikimi nedeniyle, nehirlerde yaşayan birçok canlı yok olma tehlikesiyle karşılaşmaktadır. Hava, su, toprak, güneş ve bitkiler gibi kaynaklardan en iyi şekilde faydalanmak ve bu kaynakları sonsuza kadar en uygun şekilde korumak için gerekli özeni göstermemiz gerekir. Denizler, göller ve akarsular, her zaman atık alanları olarak düşünülmüş, ancak atıkların, bu sularda yaşayan su ürünlerinde ve insanlarda çeşitli etkiler yapabileceği düşünülmemiştir. Günümüzde gelişen çevre bilinciyle, zararlı atıkların sulara atılması önlenirken, besin zinciri ve insan üzerindeki etkileri de araştırılmaktadır (2).

Su ortamları, içme suyu ve kullanma suyu temini, rekreatif amaçla kullanım ve artan protein ihtiyacını karşılamada önemli bir yere sahiptir. Böyle çok amaçlı kullanıma sahip su kaynaklarının kirlenmesi önemli bir çevre sorununu meydana getirmektedir.

Kirleticiler, genelde iki ana kaynaktan sucul ortama ulaşmaktadırlar. Noktasal deşarjlar; atık su deşarjları, endüstriyel kaynaklardan gelen atık sular; noktasal olmayan deşarjlar; tehlikeli atıkların ortadan kaldırıldığı bölgeler ve kaza sonucu sızmalardan salınan maddeler şeklinde olmaktadır.

Noktasal kaynakların tiplerini karakterize etmek genelde kolaydır. Aksine noktasal olmayan deşarjlar, zirai alanlardan gelen pestisitler, kontamine olmuş topraklar ve akuatik sedimentlerden, atmosferik birikimlerden ve yerleşim alanlarından gelen sızıntı kaçaklarını karakterize etmek daha zordur. Çoğu durumda noktasal olmayan kaynaklardan gelen deşarjlar kompleks karışımlardır. Toksik maddelerin miktarını, deşarjların miktarını ve zamanlamasını tahmin etmek zordur. Noktasal olmayan deşarjlardaki en zor görüşlerden biri bileşenlerin toksik karakterlerini değiştirebilmesidir (3).

Kirletici maddelerin bir bölümünü oluşturan ağır metallerin özellikle nehirler, erozyon, yağmur ve sel suları ile sucul ortamlara taşınması ile su ve sediment tabakasındaki derişim oranı artmaktadır.

1.1. Sediment

Bir su kütlesinin bünyesinde taşınmış olan katı maddelerin çökmesi ile oluşan çamur tabakasına sediment denilmektedir. Sedimentler denizlerde olduğu gibi göller, nehirler, çukur alanlar ve buna benzer daha birçok karasal bölgede de oluşabilmektedir (4).

1.2. Sediment Kaynakları

Denizel ortamlarda sediment tabakaları incelendiğinde bunların çeşitli kaynaklardan geldiği görülür. Deniz sedimentlerinin oluşumunda genel olarak; karalardan akarsu ya da rüzgâr yolu ile taşınan materyal, biyogenik ya da insan kaynaklı (antropojenik) organik maddeler, sulardan çökelen tuz, volkanlardan kaynaklanan kül ve buzulların erimesiyle ortaya çıkan partiküller etkili olmaktadır.

Sedimentlerin büyük kısmı karalardaki kayaların parçalanması sonucu kopan partiküllerin, deniz ve göl gibi büyük su kütlelerine taşınmasıyla oluşur.

Buz kütlelerinin erimesi, sularda meydana gelen hareketler ve sıcak-soğuk değişiklikleri, don olayları, sıkışmalar, termal genişlemeler, organik aktiviteler ve benzeri olaylar sediment oluşumunu sağlayan diğer önemli unsurlardır.

Sediment birikiminde sıcaklık da oldukça önemlidir. Örneğin, düşük rakımlı yerlerde, yüksek ısı varlığında feldispatlar kile dönüşürler. Aşırı yağmur yağışı ve benzer diğer meteorolojik etkenlerle küçük parçalara ayrılan kayalar, daha çözünebilir minerallere ayrışarak denizel ortamlara taşınır.

Denizlerdeki dalga hareketleri ve gelgit olayları da, karalar üzerinde, ufalanan veya kopan kaya parçalarının kıta sahanlığında, kıta eğiminde veya deniz dibi düzlüklerinde birikmesinde etkili olmaktadır. Bir kısım sediment değişik etkenlerle karalara geri taşınabilir veya yeraltı kaynaklarına katılabilir (5).

Deniz tabanını kaplayan sediment tabakasının kalınlığı ve yapısı; denizlerde olan fiziksel, kimyasal, jeolojik ve biyolojik olaylara bağlıdır ve bu olaylar denizlerin dip yapılarının farklı olmasının temel nedenidir.

1.2.1. Litojenik (Karasal) Kökenli Sedimentler

Kayaların parçalanması ile oluşan kalıntılar ve volkanik aktiviteler sonucu oluşan kül, süngerimsi taş gibi unsurlar tarafından meydana getirilen litojenik kökenli sedimentler; biotit, olivin gibi demirli magnezyum oksit içeren yaygın kaya minerallerini içermektedir. Ancak, bu sedimentler feldispat ve kuartz içermez. Bu sedimentler nehirler, buzullar ve rüzgar aracılığıyla denize taşındıktan sonra, dalgalar ve akıntılar yardımıyla dağılırlar. Sedimentteki litojenik bileşenler: Bataklıklarda olduğu gibi organik bakımdan zengin, killi, kök parçalı olabileceği gibi; delta başlangıçlarında olduğu gibi ince parçalı, kumlu, alüvyonlu, küçük kabuklu ya da plajlarda olduğu gibi tabakalı kum şeklinde olabilir (5).

Deniz sedimentlerinin büyük çoğunluğunu (~ %70) ince taneli litojenik kökenli sedimentlerin oluşturması durumu büyük oranda kıta sınırları ile ilişkilidir.

Terrijenik parçalardan oluşan litojenik kökenli sedimentler, genellikle gri-mavi ya da gri-yeşilden açık zeytin yeşiline değişen renklerdedir. Renklerdeki bu farklılıkların nedeni, sedimentteki organik maddeler ve indirgenmiş demir bileşikleridir.

Organik bileşiklerde görülen bozunma ya da ayrışma olayı, sedimentlerdeki oksijeni tüketip demiri indirgenmiş düzeyde (Fe^{+2}) tutmaktadır. Organik maddeler

tamamen ayrıştığında ise sediment siyah bir renk alır, ancak sediment hava ile etkileştiğinde bu renk kaybolmaktadır. Su kolonlarında oksijenle temas eden sediment renkleri, yeşilimsi açık kahverengiden, hafif kırmızımsı kahverengiye değişkenlik gösterir (6).

Sedimentler, akıntılar ve dalgaların etkisi ile taşınır ve denizde yerleşirler. Yuvarlanarak ilerleyen büyük taneciklerin daha güçlü itilmeleri gerekir. Akıntının ani hızlandığı zamanlarda uygun boyutlu tanecikler hareket etmeye ve taşınmaya başlar; akıntı aniden kesildiğinde ise önce büyük boyutlu taneler daha sonra da ince tanecikler yerleşirler. Böylece büyük boyutlu parçacıklar akarsu ağzları ve plajlar gibi ortamlara yerleşirken, küçük boyutlu parçacıklar ise kıta sahanlığı ve kıta eğimine doğru taşınmaktadır (5).

1.2.1.1. Akarsu Girdisi

Sedimentin asıl kaynağı, akarsuların oluşturduğu çözünmüş yüküdür. Nehir ağzlarındaki alüvyal yelpaze deltaları; yağmur yağışı ve karların erimesi sonucu toprağın yıkanması, kayaların parçalanması, erozyon ve heyelan olayları sonucu büyük kara parçalarının taşınması gibi olaylar neticesinde meydana gelmektedir.

Deniz ve göl gibi su kütlelerine taşınan sediment, kıtasal eğimde kanyonlar oluşturabilir. Yağışlarla yıkanan topraklardaki organik ve inorganik maddeler de çözünmüş olarak ya da bütün halde taşınarak sediment yapısına katılmaktadır. Ayrıca endüstrinin yoğun olduğu bölgelerde akarsular yardımıyla taşınan fabrika atıkları da deniz sedimentinin yapısına katılmaktadır (5).

1.2.1.2. Rüzgâr Girdisi

Rüzgârlarla sadece çok küçük materyaller taşınmaktadır ve bu taşınım “Sahra Tozları”nın taşınımında olduğu gibi çok uzak mesafelere olabilir. Sadece çok küçük materyalleri taşıma kapasitesine sahip rüzgârlar, organik ve inorganik partikülleri çok uzak mesafelere taşıyabilmektedir. Rüzgârlar; bazı zehirleyici gazları, volkanik partikülleri ve radyonüklidleri de taşımaktadırlar. Bünyesinde radyonüklidleri yoğun olarak barındıran nükleer serpinti bulutları da rüzgârlar tarafından sürüklenilmekte, kaynaklandıkları noktalardan çok uzaklara taşınabilmekte ve deniz sedimentinde birikebilmektedir (5).

1.2.1.3. Biyojenik Girdi

Yoğun miktarda kalsiyum karbonat, kalsiyum fosfat ve opal içeren organizma kalıntıları biyojenik girdiyi oluşturmaktadır.

Denizlerin pelajik ve bentik bölgelerinde yaşayan protistler, bitkiler, omurgalı ve omurgasız hayvanlar canlı kaynaklı girdilerin çoğunu oluşturmakla birlikte; tatlı su canlıları, littoral bölge canlıları ve uçan canlılar da sedimente biyojenik girdi sağlayan ek unsurlardır (5).

1.2.1.4. İnsan Kaynaklı Girdi

Sedimentin yapısına katılan unsurlar içerisinde ön sıralarda yer almayan ancak, çevreye en fazla zarar verdiği düşünülen girdi insan kaynaklı atıklardır.

Bu atıklardan en önemlileri, tonlarca ağır metal içeren ve büyük nehirler vasıtasıyla denizlere taşınan fabrika atıkları ve kıyı kesimlerine yakın yerleşim birimlerinden kaynaklanan kanalizasyon, çöp gibi evsel atıklardır.

Yerleşim alanlarının bulunduğu bölgelerde gözlenen ötrifikasyon ise bu atıkların ekolojik dengeyi nasıl olumsuz etkilediğinin en önemli göstergesidir (5).

1.2.1.5. Buzul Girdisi

Kutuplara yakın bölgelerde eriyen buzul kütleleri de sedimenti oluşturan unsurlardan biridir. Oluştukları yerden çok uzaklara taşınabilen bu buzullar, küçük ya da kaba parçalar halinde olabilir.

Bu parçalardan sıcak-soğuk sular arasındaki sınırların ve buz hareketinin belirlenmesinde yararlanılmaktadır (5).

1.2.1.6. Volkanik Girdi

Sediment materyaline en büyük katkıyı sağlayan kaynaklardan biri de volkanlardır. Okyanuslardaki aktif volkanlardan gelen; kül yığınları ve süngerimsi partiküller, rüzgâr ve akıntılar etkisiyle taşınarak sedimentin yapısına katılmaktadır.

Bu katkılar çok uzak mesafelerdeki sedimentlerde de gözlenebilmektedir. Bu katkılara ek olarak, gazlar ve hidrotermal çözeltiler de volkanik aktiviteler aracılığıyla okyanuslara eklenmektedir (5).

1.2.2. Hidrojenik Kökenli Sedimentler

Adlandırılması kökenine ya da kimyasal kompozisyonuna göre yapılan hidrojenik kökenli sedimentler, deniz suyundan ve zemin sedimentindeki çatlaklar arasına sızan sudan kaynaklanmaktadır.

Bu sedimentleri oluşturan unsurlar, iskelet kökenli olmayan kalsit ve aragonit gibi karbonatlar ile fosforitli kayalar gibi kalsiyum karbonatlar; potasyum, magnezyum ve demir iyonları içeren bir silikat olan glokonit; farklı konsantrasyonlarda magnezyum içeren, su içi buharlaşma, ısı, tuzluluk gibi koşullara bağlı olarak oluşan bir kalsit olan dolomit; atmosfer kaynaklı volkanik materyallerden, hidrotermal kaynaklardan, karalardan gelen çözülmüş demir ve mangan kaynaklarında bulunan mangan nodülleri; fosforitler ve kara kökenli olmayan kildir (5).

1.2.3. Kozmojenik Kökenli Sedimentler

Mikro-meteoritlerden oluşan bu sediment türü, göktaşı, kozmik toz ve meteoritlerin yeryüzüne sürekli bir yağışı olmasına karşın sedimentlerin çok küçük bir kısmını (~%1) oluştururlar. Yapılan incelemelerde, okyanuslara düşen bu tür kozmik materyal çaplarının bir mikrondan 0,5 mm'ye kadar değişen boyutlarda olduğu tayin edilmiştir (7).

1.3. Sediment Birikim Türleri

1.3.1. Neritik Sediment Birikimi

Neritik birikimde, genel olarak kıta sahanlığından ve biyojenik kaynaklardan gelen sedimentler kıta eğimi yüzeyinde karışırlar. Bu tür sedimentlerin oluşumunda büyük alanlarda meydana gelen çökmeler, depremler, erozyonlar ve yüzey akıntıları etkilidir. Neritik sediment oluşumuna buzullardan kaynaklanan taneciklerin de katkısı vardır. Buzul kaynaklı sediment birikiminin sınıflandırılması zordur. Kayadan kile farklı büyüklüklerde olabilen bu tanecikler, enlemi daha büyük olan bölgelerdeki kıta sınırlarında bulunurlar. Sonuç olarak çeşitli unsurlarla karışıp sürüklenen sedimentler yerçekimiyle deniz dibi düzlüğüne yerleşir. Ayrıca hızlı akıntılarla gelen kumtaşları paralel tabakalaşmış kumtaşları ve ince ya da çok ince taneli kumtaşları

neritik sediment unsurlarıdır. Tabakalaşmış çamur, flora ve fauna ile sediment tabakasının en üstünde yerleşir (5).

1.3.2. Pelajik Sediment Birikimi

Pelajik sedimentlerin oluşumunda birçok farklı unsur tarafından meydana gelen; kil, balçık, kıta düzlüğü killeri, kuvarslı kayalar gibi farklı kimyasal yapıya ve bileşime sahip taneciklerin katkısı vardır.

Pelajik kökenli killeri, genellikle ince tanecikli litojenik ya da volkanik tortulardan meydana gelirler. Balçığın yapısında; Planktonik foraminifer kabukları, radiolaryalar, kokolitoforidler ve diatomların kabukları gibi biyojenik materyaller vardır. Bu sebeple eğer sediment %30 ya da daha fazla iskelet materyal içeriyorsa balçık olarak adlandırılır. Balçığın içindeki organizma ürünü olan kabuklar deniz akıntılarıyla pasif olarak sürüklenirler ve bazen sürüklenmeler yukarı ya da aşağı doğru olabilir ve farklı derinliklerde farklı akıntıların etkisi görülebilir.

Derin deniz kuvarslı kayalar; opal hareketlerden ve çökeliminden meydana gelir. Sediment oluşumu süresince, opal iskeletleri çözünür. Bu esnada volkanik materyal silikayı serbest bırakır ve silika yönünden zengin çözelti yatak ya da yarıklar boyunca hareket ederek sedimentin yapısına katılır (5).

1.4. Sediment Çeşitleri

Okyanus ve deniz diplerinde bulunan sediment tipleri coğrafik konuma ve bölgesel koşullara bağlı olarak farklılık göstermektedir. Bunun nedeni ise sedimentlerin düşey ve yatay doğrultudaki dağılımının farklı etkenlerin kontrolünde gelişmesi ve sediment birikiminin gerek yapısı gerekse kalınlığının bölgelere ve derinliğe bağlı olarak değişmesidir (8).

Denizlerdeki sediment tabakaları, içerdikleri materyallerin geldiği kaynağa göre; litojenik, hidrojenik, biyojenik ve kozmojenik kökenli sedimentler olarak dört gruba ayrılır. Okyanus kıyılarında bunlara ek olarak tuz birikimleri de bulunmaktadır. Okyanusların %75'ine yakın bir kısmını oluşturan litojenik ve biyojenik kökenli sedimentler, diğer sediment türlerine oranla baskındır. Okyanuslarda ve denizlerde derinlere inildikçe biyolojik kökenli sedimentler daha baskın bir rol oynamaktadır (9).

1.5. SEDİMENT KİRLETİCİLERİ

1.5.1. Pestisitler

Günümüzde dünya nüfusu hızla artmakta, artan nüfus sayısı da yiyecek talebindeki hızlı artışı beraberinde getirmektedir. Artan yiyecek ihtiyacının karşılanmasının yolu tarımda birim alandan daha fazla verim alınmasını sağlamaktan geçmektedir. Ancak tarım arazilerinde yüksek verim alınmasını etkileyen pest denilen doğal zararlılar (böcekler, mantarlar, kemirgenler, nematodlar ve akarlar vb.) mevcuttur. Böceklerden mantarlara ve kemirgenlere, akarlar ve nematodlar gibi canlılara kadar değişen canlı grupları, tarımda yüksek verim alınmasını etkilemekte bir anlamda da insanların yiyeceklerine ortak olmaktadır. İşte bu durumun önlenmesi ve insanlarla hayvanlara zararlı olan çeşitli hastalıkların engellenmesi amacıyla pestisit adı verilen kimyasal maddeler tarımda kullanılmaktadır. Çeşitli endüstriyel faaliyetlerden kaynaklanan suni organik kimyasal maddeler, tarım alanlarında kullanılan pestisit ve herbisitler suda doğal olarak güç parçalanarak bileşiklerdir. Bu tür bileşiklerin bir kısmı canlı bünyelerinde birikime ve toksik etkilere neden olurlar. Diğer bir kısmı ise canlı bünyede mutajen ve kanserojen etkiler yapar. Ayrıca, pestisitlerin belirli konsantrasyondan fazlası akuatik organizmalar için toksik etki yapmakla birlikte, toksisitenin seviyesi balık türüne ve pestisit grubuna göre değişmektedir (10,11).

1.5.2. Deterjanlar

Sentetik deterjanların içerdikleri fosfor nedeni ile alıcı ortamlarda ötrifikasyona neden olmalarının yanı sıra ayrıca deterjanların sularda oluşturduğu köpük estetik bir sorun olarak ortaya çıkar. Bunun ötesinde deterjanlar kimyasal yapılarına bağlı olarak alıcı su ortamlarında çeşitli düzeylerde kirliliğe neden olabilirler.

Deterjanların ham maddesi olan alkil benzen sülfanatların (ABS) alıcı ortamlarda parçalanması çok güçtür. Bu nedenle pek çok ülkede deterjan üreten endüstriler ABS üretimini durdurmuş ve onun yerine Lineer Alkil Benzen (LAB) üretimine başlamışlardır. LAB'lar aerobik koşullarda biyolojik olarak kolay ayrışabilmekte ve deterjanlarla kirlenme problemi azalmaktadır.

Bir diğer önemli kirletici maddede deterjanlarda katkı maddesi olarak kullanılan ve yüzey aktif maddelerin etkinliğini artırma özelliği olan Sodyum

Tripolifosfat (STPP) olup, kullanımında da çeşitli kısıtlamalar ve yasaklamalar söz konusudur.

Katkı maddelerinin birinci görevi suyu yumuşatmaktır. Bunların birçok avantajları yanı sıra fosfor içermesi nedeni ile önemli çevre problemlerine yol açmaktadır. Çünkü STPP içerdiği yüksek düzeydeki P (fosfor) nedeni ile sularda alg çoğalmasına, dolayısıyla oksijen azaltımına neden olmaktadır. Bu durumda su canlıları yok olup, ötrifikasyon ortaya çıkmaktadır. Hatta çoğu sucul canlılarda yapısal inhibisyonların olduğu da bilinmektedir (12,13).

1.5.3. Ağır Metal Kirliliği

Ağır metal terimi atom ağırlıkları yüksek olan (çoğunlukla atom numarası 20'den büyük) ve periyodik sistemin geçiş elementleri grubundaki metalleri ifade etmektedir.

Fiziksel özellik açısından yoğunluğu 5 g/cm^3 'ten daha fazla olan elementlerdir. Bu gruba cıva, nikel, kurşun, arsenik, çinko, kadmiyum, alüminyum, platin ve bakır olmak üzere 60'dan fazla metal dâhildir. Bu elementler doğaları gereği yer kürede genellikle karbonat, oksit, silikat ve sülfür halinde stabil bileşik olarak veya silikatlar içinde hapis olarak bulunurlar.

Ağır metal, nispeten yüksek yoğunluğa sahip ve canlı bünyesine girdiğinde düşük konsantrasyonlarda bile toksik veya zehirleyici olarak bilinen metallerdir. Toksik metaller canlı bünyesine havadan, sudan ve özellikle de alınan besinlerden girer. Su ve sedimentlerde birikim göstererek canlı yaşamını olumsuz düzeyde etkileyen başlıca ağır metaller, kadmiyum, kurşun, kobalt, bakır, çinko, manganez, demir, krom'dur.

Endüstriyel dünyada son derece yaygın olarak kullanılan bir iz element olan kadmiyumun, yer kabuğundaki ortalama konsantrasyonu genellikle $0,1-0,5 \text{ mg/kg}$ olarak bildirildiği halde, tortul kayalarla, deniz fosfatları ve fosforitlerinde depolanmış olarak daha yüksek düzeylerde bulunmaktadır. Çinko ve kurşun üretiminde oluşan bir yan ürün olduğundan, eğer ortamda çinko ve kurşundan kaynaklanan ağır metal kontaminasyonu varsa, kadmiyumun da bulunması beklenen bir sonuçtur. Diğer önemli kaynakları, fosil yakıtlar ve atık ürünlerin yanmasıdır (14). Ayrıca, kimyasal, manur ve kompost gübrelerle birlikte lağımlarda

bulunmaktadır. Metal kaplama ve alaşım, boyalar, piller ve elektronik endüstrisi gibi geniş bir kullanım alanına sahiptir.

Pek çok organizma için toksik olan kadmiyum, direk sudan, bir dereceye kadar havadan ve besin yoluyla alınarak, bitkisel ve hayvansal organizmalarda birikme özelliğine sahiptir. Bütün gıdalarda çok az da olsa bulunur. Özellikle mantarlar başta olmak üzere, kabuklular, karaciğer ve böbrek etleri kadmiyumca zengindir. Cd, larvaların büyüme ve yaşama oranlarının düşmesine sebep olmasıyla sucul organizmalar için son derece toksiktir. Balıkta iyon dengesinin bozulmasına sebep olan Cd zehirlenmesi, kalsiyum metabolizmasını engelleyerek de zararlı olur (15).

Krom, kayalar, hayvan, bitki, toprak, volkanik toz ve gazlarda doğal olarak bulunan bir element olup, çevrede birkaç formu olabilir. Bunlardan en yaygını; Cr^0 , Cr^{+3} ve Cr^{+4} 'tür. Çelik üretiminde, alaşım yapımında, metal endüstrisinde, krom kaplamada ve paslanmayı kontrol edici madde olarak kullanılmaktadır. Aynı zamanda, boya, tuğla ve deri endüstrisi ile gıda koruyucu madde olarak kullanılmaktadır. Kromun farklı tipleri organizmalarda farklı toksik etkilere sahiptir. Cr^{+3} doğal olarak pek çok taze meyve, sebze, et, bira mayası ve hububat tohumlarında bulunabilir. Farklı işleme, depolama ve hazırlama metotları gıdanın krom içeriğini değiştirebilir. Paslanmaz çelik kutular ve pişirme kaplarında depolanan asitli gıdalar paslanmaz çelik kaplardan dolayı yüksek miktarda krom içerebilir. Dünya Sağlık Örgütü, nefes yoluyla yüksek dozlarda kroma maruz kalmanın akciğer kanseri riskini artırdığını, su ve gıdayla alımların ise, mide ülserleri, böbrek ve karaciğer hastalıkları ve hatta ölümlere sebep olduğunu bildirmektedir. Krom, hava, su ve toprağa genellikle Cr^{+3} ve Cr^{+4} formlarında girer. Havada ince toz parçacıkları halinde bulunan krom bileşikleri doğal olarak toprak ve suya düşer (15).

Bakır, insanoğlunun kullandığı en eski metallere birisi olup, yer kabuğundaki ortalama konsantrasyonu yaklaşık 55 mg/kg, topraklarda ise 20-30 mg/kg olarak bildirilmiştir (16). Çevredeki bakır kontaminasyonu kaynaklarının; araba mezarlıkları, soğutma suyu deşarjları, bakır içeren pestisitler, su dağıtım boruları, otomobil, kamyon, otobüs ve tır gibi vasıtaların fren balataları, metal kaplama ve işleme endüstrisi, rafineriler, dam, çatı malzemeleri ve maden eritme işlemleri olduğu bildirilmektedir (17). Bakır aynı zamanda doğal olarak bitki ve hayvanlarda da bulunan, insanlar ve diğer bütün canlılar için, esansiyel bir elementtir. Tarımsal

yüzey akışlarından gelen çözülebilir bakır bileşikler, son derece zararlı olabilir. Bunlar, sucul ekosistemlere girdiklerinde yaklaşık bir günde sudaki parçacıklara bağlanır ve bu şekilde ortam şartlarına bağlı olarak çevreye daha az bir tehdit oluşturur. Bakırın kanserojen olmadığı bildirilmektedir. Yüksek düzeylerde bakır içeren su, kusma, ishal, mide bulantısı ve kramplarına sebep olur. İnsanlarda, yüksek dozları ağız, burun ve gözleri tahriş eder, baş dönmesi ve ağrısı, ishal ve mide bulantısı gibi etkilere yol açar. En çok karaciğer, böbrek, mide, akciğer, bağırsak, kalp, beyin ve adrenal bezde birikim yapar.

Yerkabuğunda yaygın bir element olan kurşun, toprakta yaklaşık 12.5 mg/kg'lık bir konsantrasyona sahip olup, toprak ve sediment parçacıkları tarafından son derece yüksek oranlarda absorbe edilir. Aynı zamanda, sucul ortamlarda kurşun alımı, sertlik, pH, tuzluluk, sıcaklık ve organik madde gibi çevresel faktörler tarafından son derece etkilenmektedir (16). Çevredeki ana kaynakları, maden ve metal endüstrileri, otomobil aküleri, tıbbi ekipmanlar, kurşunlu boyalar, seramik endüstrisi, kaplama, bilimsel ve optik aletler, cepheleler, katı atık yakımı ve kurşunlu benzin kullanımıdır. Balık ve kabuklularda öncelikle solungaç, karaciğer, böbrek ve kemikte biriken kurşun, organizmalarda son derece uzun bir yarılama ömrüne sahiptir. Larvaları tamamen öldürmese de önemli hasarlar verebilir. Önce iskelete girer ve vücudu terk etmesi 20 yıl alır. Yumurta ve embriyolarda birikebilir. Genellikle, karaciğer, böbrek, iskelet ve dalakta birikim yaptığı bildirilmektedir. Farklı canlı gruplarında yüksek düzeyde kurşun zehirlenmesinden, gastrointestinal sistem ve sinirlerde hasarlar bildirilmiştir. Düşük düzeylerde bile, beynin büyüme ve gelişimini engellemektedir. Ayrıca, plasentayı geçip, cenini etkileyebilir. Bundan başka, kırmızı kan hücrelerinin sağlığını olumsuz etkileyerek anemiye sebep olabilir. Dünya Sağlık Örgütü tarafından kanserojen olabileceği bildirilmektedir (15).

Çinko, her vücut sıvısında, dokuda, insan hücre ve organlarında bulunan esansiyel bir elementtir. Hava, toprak, su ve bütün gıdalarda mevcut olup, mineral olarak bol bulunan bir elementtir. Yerkabuğu çinko bakımından zengin olup, konsantrasyonu yaklaşık 70 mg/kg, temiz topraklarda ise 10-300 mg/kg arasındadır (18). Çinko diğer elementlerle birleşerek, çinko klorit, çinko oksit, çinko sülfat ve çinko sülfid bileşiklerini oluşturur. Demir ve diğer metallerin kaplama işlemlerinde, kuru hücre akülerde, alaşım imalatında, beyaz boya üretiminde, seramiklerde, kauçuk sanayiinde, gübrelerde, bazı kozmetik ve sağlık alanında kullanılmaktadır (15).

Kurşun gibi çinko da madenler ve işleme merkezlerinden yayılarak, atmosferik olaylarla uzun mesafelere taşınıp, depolanır. Sucul organizmalarda çinkoyu biriktirmektedir. En çok birikim gösterdiği organlar, prostat, böbrek, kas ve karaciğerdir. Çinkonun yetersiz miktarda alımı, 200'den fazla enzimi olumsuz etkilediği gibi, yüksek düzeyleri de canlılarda çeşitli hasarlara sebep olmaktadır. Çinkonun toksikolojik açıdan, arsenik, kadmiyum, krom, bakır ve kurşundan daha az hasara sebep olduğu bildirilmektedir. Arsenik çok yüksek, Cd, Cu ve Pb orta derecede, Zn ise hafif derecede toksik etkiye sahiptir (16).

Mangan, kayaların çoğunda doğal olarak bulunur. Saf manganiz gümüş renginde olup, doğal olarak bulunmaz, ancak oksijen, sülfür ve klorin gibi diğer maddelerle bileşik halinde bulunur. Yaşam için gerekli olup, hububat, tahıl ve çay gibi pek çok gıdalarda bulunan esansiyel bir iz elementtir. Demir ve çelik fabrikaları, güç santralleri, yakma fırınları ve maden yataklarının tozlarından havaya karışabilir. Suyu ve toprağa karışımı doğal kaynaklardan, atıkların deşarjıyla, atmosferik taşınımıyla olur. Nehir, göl ve yer altı sularında doğal olarak bulunur ve sudaki bitkiler tarafından bir miktar alınarak birikebilir (15). Genellikle karaciğer, böbrek ve pankreasta birikir.

Doğal olarak yerkabuğunun yaklaşık %8'ini oluşturan Alüminyum, gümüş beyazı renginde ve esnek bir metaldir. Daima oksijen, silikon ve florin gibi diğer elementlerle birlikte bulunur. Mutfak ekipmanları, boya, havai fişek, cam, seramik ve kauçuk sanayiinde bol miktarda kullanılır. Havadaki parçacıklara bağlanan bu metal, göl, dere, nehir ve denizlerde suyun kalitesine bağlı olarak çözülebilir. Asit yağmurlarıyla toprak ve kayalardan çözülebilir (15).

Kobalt, kaya, toprak, su, bitki ve hayvanlarda doğal olarak bulunan bir elementtir. Stabil kobalt olarak adlandırılan, radyoaktif olmayan formları, önemli miktarlarda uçak motoru, mıknaş, delici ve kesici aletler sanayiinde kullanılan metal karışımı alaşımların imalatında kullanılır. Ayrıca kobalt bileşikleri boya, renkli cam ve seramik yapımında da kullanılmaktadır (15). Kobalt, çevreye doğal kaynaklardan ve kömür, petrol ya da kobalt alaşımı ürünlerin yanmasıyla girer. Havada parçacık halinde bulunup, birkaç günde su veya toprağa düşerek, parçacıklara bağlanır. Bazı kobalt bileşikleri suda çözülebilir, çevrede yok olmaz ancak form değiştirir. Çevredeki radyoaktif kobalt miktarının artmasının tek sebebi radyoaktif bozulmadır. En fazla karaciğerde birikip, yüksek düzeylerde alımı, insanlarda ve hayvanlarda

akciğer, kalp, karaciğer, böbrek ve deri hastalıklarına sebep olabilir. Yüksek düzeyde kobalt radyasyonu, hücrelerdeki genetik materyalleri değiştirerek, bazı kanser tiplerinin gelişmesine sebep olabilir (15,19).

Nikel, esas olarak çevrede oksijen ve sülfürle bileşik oluşturan çok bol bir element olup, volkanlardan kaynaklanır ve bütün topraklarda bulunur. Saf nikel, sert, gümüş renkli bir metal olup, alaşımları oluşturmak üzere diğer metallerle birleşir. Nikel alaşımlı bazı önemli metaller, demir, bakır, krom ve çinko olup, madeni para ve mücevher yapımında kullanılmaktadır. Nikel bileşikleri aynı zamanda, nikel kaplama, seramik renklendirme ve bazı pillerin yapımında kullanılır. Genellikle toprak ve sedimentteki demir ve mangan içeren parçacıklara bağlı olarak bulunur. Havada çok düşük miktarda bulunup, balık, bitki ve hayvanlarda pek bulunmaz (15,19).

Demir, son derece yaygın bir metal olup, toprak ve kayalarda bol miktarda bulunur. Bitkiler, hayvanlar ve insanlar tarafından düşük miktarlarda bile ihtiyaç duyulan bir elementtir. Alüminyumdan sonra % 4,2 ile yer kabuğunda en sık rastlanan metaldir. Normal olarak çözünemeyen formda olmasına rağmen, doğal olarak gerçekleşen pek çok reaksiyonla, demirin çözülebilir formları oluşabilir ve bunlar girdikleri suyu kirletirler. Bu yüzden aşırı demir, yer altı sularında genel bir problemdir (20). En fazla kemik iliği, kırmızı kan hücreleri, karaciğer, akciğer ve dalakta birikir. Esansiyel bir element olan demirin sularındaki yüksek konsantrasyonları sağlığı tehdit eder. Bu yüzden aşırı miktarlarda arzu edilmez ve pek çok probleme sebep olur. Demir Fe^{+2} formda çözülebilir haldedir ve havanın varlığında çözünemeyen Fe^{+3} formuna oksitlenir (15,19).

1.5.4. Poliaromatik Hidrokarbonlar

Poliaromatik Hidrokarbonlar (PAH) sudaki canlıların bünyelerinde kolayca birikerek canlı bünyesinde su ortamından daha yüksek seviyelere ulaşırlar. Su ekosisteminde PAH'lar genellikle sedimentte en yüksek miktardadır, su canlılarında orta ve su kütlesinde en düşük miktardadırlar. PAH'lar insanlar ve diğer canlılar üzerinde toksik özellikler taşımaktadırlar. Yapılan araştırmalarda PAH'ların birçok olumsuz sağlık etkileri olmasına karşın en çok dikkat çeken özellikleri kanserojen olmalarıdır.

1.6. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Seng ve ark. (1995), Penang Nehri'nde ve nehre dökülen su kaynaklarında Zn, Cu, Pb ve Ni konsantrasyonlarını incelemişlerdir. Nehrin dar kesimlerine gidildikçe sedimentteki ağır metal seviyelerinde önemli artışlar olduğunu kaydetmişlerdir. Nehirde bulunan ve nehre giren su kaynaklarındaki kirliliğin antropojenik faaliyetlerden kaynaklandığını bildirmişlerdir (21).

Abdel-Baky ve ark. (1998), Mısır'ın Manzala Gölü'nde yaptıkları çalışmada su ve sediment örneklerinde ağır metal seviyelerini ve bazı kimyasal parametreleri incelemişlerdir. Sedimentteki ağır metal içeriğinin sudakinden daha yoğun olduğunu tespit etmişlerdir. Su ve sedimentte ağır metal konsantrasyon düzeyini sırasıyla $Zn > Pb > Cd > Cu$ şeklinde sıralamışlardır. Çalışılan metal konsantrasyonlarının istasyonlar arası önemli bir değişikliği olmamasına rağmen mevsimsel olarak önemli değişimler gösterdiğini bildirmişlerdir (22).

Karapire (1998), Gediz Nehri sedimentinde bazı ağır metalleri tayin etmiş ve metal derişimlerinin Gediz havzasının sanayi bölgelerinde yüksek olduğunu saptamıştır. Tarımsal ve endüstriyel aktivitelerin yer aldığı yoğun yerleşim alanlarında kurşun, krom, mangan ve bakır derişimlerinin önemli boyut kazandığını bildirmiştir (23).

Karadede ve Ünlü (2000), Atatürk Baraj Gölü'nden aldıkları su, sediment ve bazı balık türlerinde Cd, Co, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb ve Zn düzeylerini incelemişlerdir. Balık örneklerinin farklı dokularında sadece Cu, Fe, Mn, ve Zn konsantrasyonlarını ölçebilmişler, diğer metallerin konsantrasyonlarını tespit edilebilir sınırların altında bulmuşlardır. Su ve sediment örneklerinde ise balık örneklerinden farklı olarak Ni değerlerini de tespit edilebilir sınırların altında bulmuşlardır. Sonuç olarak Atatürk Baraj Gölü'nde çalışılan dönemde ciddi bir kirliliğin olmadığını, ancak önlemlerin alınmaması durumunda kirliliğin tehlikeli boyutlara ulaşabileceğini bildirmişlerdir (24).

Cataldo ve ark. (2001), Arjantin'de yaptıkları çalışmada Parana Deltası'nın aşağısında 4 bölgeden toplanan su ve sediment örneklerinde ağır metal konsantrasyonlarını ölçmüşlerdir (25).

Kirby ve ark. (2001), Avustralya'nın Macquarie Gölü'nde yaptıkları çalışmada sediment ve kefaletin (*Mugil cephalus*) kas dokusunda Se, Cd, Cu ve Zn konsantrasyonlarını ölçmüşlerdir (26).

Rashed (2001), Mısır'ın Nasser Gölü'nde yaptığı çalışmada su bitkileri, su, sediment ve *Tilapia nilotica*'da ağır metal birikimlerini incelemişler. Balık dokuları arasında en yüksek birikimi Cr, Fe ve Sr hariç karaciğerde saptamıştır. Cr, Fe ve Sr konsantrasyonlarını en yüksek solungaçta bulmuştur (27).

Yiğit ve Altındağ (2002), Burdur Gölü besin zincirindeki Pb, Cd, Cr ve Hg'nin tespitini 2001 yılının ilkbahar aylarında 3 istasyondan su, sediment, plankton ve balıklar üzerinde 5 örnekleme yaparak gerçekleştirmiştir (28).

Akçay ve ark. (2003), Büyük Menderes ve Gediz nehirlerinde yaptıkları çalışmada su örneklerinde Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn metallerinin yaz ve kış mevsiminde birikimini incelemişlerdir (29).

Özmen ve ark. (2003) Hazar Gölü Sedimentinde Fe, Mg, Ca, Mn, Zn, Ni, Cr, Cu, Co ve Pb düzeyini tespit ederek, ağır metal düzeyinin tehlikeli boyutta olmadığı sonucuna varmışlardır.

Turgut (2003), 2000-2002 yılları arasında Küçük Menderes Nehri'nde yaptığı çalışmada yüzey sularında pestisit ve ağır metal kirliliğini incelemiştir (31).

Dural (2004), Akdeniz Bölgesinde bulunan Akyatan, Tuzla ve Çamlık lagünlerinden aldığı balık, seston, bentoz ve sediment örneklerinde Pb, Cu, Zn, Cd, Fe'nin birikim miktarları ve bunların mevsimsel değişimlerini belirlemiştir (32).

Audry ve ark. (2004) Lot Nehri (Fransa)'ndeki sediment örneklerinde Cu, Zn, Cd ve Pb miktarlarını araştırarak ortamdaki metal kirliliğini ortaya çıkartmışlardır (33).

Landajo ve ark. (2004), Bilbao Nehri (İspanya)'ndeki çalışmalarında sedimentte As, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb ve Zn düzeylerini araştırmışlar ve sonuç olarak; en yüksek konsantrasyonların yaz aylarında, en düşük konsantrasyonların ise kış aylarında olduğunu tespit etmişlerdir (34).

Altındağ ve Yiğit (2005), Beyşehir Gölü besin zincirindeki Cd, Pb, Hg ve Cr konsantrasyonlarını belirlemek üzere su, sediment, plankton ve bazı balık örneklerinde analizler yapmıştır (35).

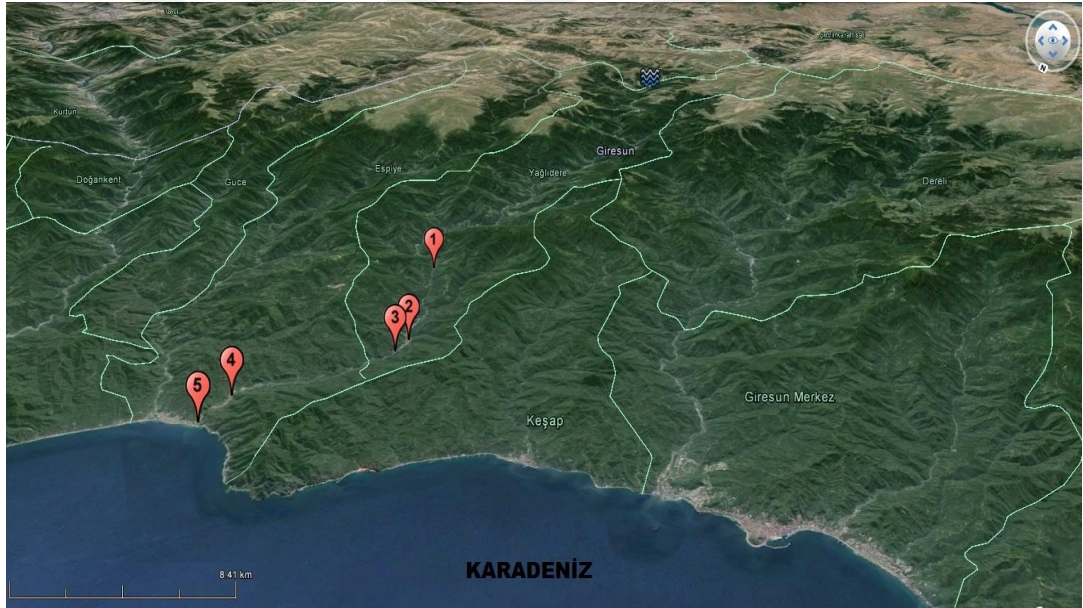
Singh ve ark. (2005), Hindistan'daki Gomti Nehri'nin sediment örneklerinde Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb ve Zn düzeylerini araştırmışlar ve sedimentteki ağır metal konsantrasyonlarının nehir suyundakinden oldukça yüksek olduğunu rapor etmişlerdir (36).



2. MATERYAL VE METOT

2.1. Sediment Örneklerinin Toplanması

Giresun ili 2690 m rakıma sahip Erimez Dağı'ndan doğan ve 70 km'lik memba-mansap uzunluğuna sahip Espiye ilçe merkezi batı sınırlarından Karadeniz'e dökülen Yağıldere Çayı'nın sediment örnekleri, Kasım 2013 ile Ekim 2014 aralığında aylık olarak her bir istasyonda 3 farklı noktadan olmak üzere Ekman tipi (15x15x15 cm) sediment kepçesiyle alınmıştır. Çalışma süresince 60 sediment numunesi toplanmış ve buz korumalı kaplarda laboratuvara getirilen örnekler analiz yapılincaya kadar laboratuvar koşulları altında -21 °C de saklanmıştır. Örnek toplama istasyonları Şekil 2.1'deki gibidir.



Şekil 2. 1 Çalışma alanı ve istasyonlar

Tablo 2. 1 Örnek toplama noktaları koordinatları

İstasyon	Koordinat		Yükseklik (m)
1	40°50'5.23"K	38°38'4.22"D	165
2	40°51'48.11"K	38°37'24.32"D	102
3	40°52'24.06"K	38°37'30.36"D	87
4	40°55'35.36"K	38°41'22.54"D	20
5	40°56'45.76"K	38°41'30.66"D	8

2.2. Sediment Örneklerinin Analizi

2.2.1. pH ve Elektriksel İletkenlik Analizi

Sediment örneklerinin pH analizi için, yaş olarak tartılan numuneler 1:2,5 oranında saf su ile muamele edilmiş, iyice karıştırılan örneklerin çökelmesini takiben üstte kalan sıvı kısmın pH ve elektriksel iletkenlik değerleri ölçülmüştür (37).

2.2.2. Organik Madde Miktarı Analizi

Sediment örneklerinden organik madde miktarı belirlenmesi amacıyla 60 °C'de kurutularak 2 gr toz haline getirilmiş sediment örneği, sabit tartıma getirilen porselen krozelere koyulmuş ve 550 °C'ye ayarlanmış kül fırınında 2 saat bekletilmiştir. Süre sonunda desikatörde oda sıcaklığına getirilen numuneler tekrar tartılmış ve Egemen (2000)'de belirtilen denklemden faydalanılarak % organik madde miktarı saptanmıştır (38).

2.2.3. % Su İçeriği Analizi

Sediment % su içeriğini belirlemek amacıyla sabit ağırlıktaki numuneler örnek kabına koyulmuş ve 105 °C'de kurutularak desikatörde soğutulmuştur. Ağırlık farklarından faydalanılarak su miktarı yüzdesi hesaplanmıştır (37).

2.2.4. Element Analizi

As, Se, Ag ve Cd analizi için, istasyonların dip kısımlarından 0-10 cm'lik tabakadan alınan sediment örnekleri 0,5 µm'lik elek kullanılarak elenmiştir. Elenen örnekler 102-105 °C'de sabit ağırlığa gelene kadar kurumaya bırakılmıştır. Kuruyan örneklerden 1 gr alınarak üzerlerine 3 mL HCl ve 1 mL HNO₃ eklenerek 24 saat oda sıcaklığında bekletilmiştir. Daha sonra örnekler ısı tablası üzerine alınarak 120 °C'de berraklaşana kadar muamele edilmiştir. Hazır hale getirilen örnekler 50 mL'ye deiyonize su ile seyreltilmiş ve mavi bant süzme kâğıtlarından süzülerek okunmaya hazır hale getirilmiştir (39,40). Na ve K analizi için alev fotometresinde standart metot basamakları kullanılmıştır.

2.2.5. İstatistiksel Hesaplamalar

Mevsimler arasındaki farklılıklar Varyans analizi, One Way ANOVA yapılarak, Tukey çoklu karşılaştırma testi ile değerlendirilmiştir. Bütün istatistiksel hesaplamalar SPSS 17.0 istatistik program kullanılarak yapılmıştır.

2.2.6. Jeoakümülyasyon İndeks Analizi (I_{geo})

Müller (1969, 1979) tarafından önerilen Jeoakümülyasyon indeksi günümüzdeki metal içeriğinin endüstrileşme öncesi değerler ile karşılaştırarak artan kirliliğin belirlenmesinde kullanılmaktadır. İndeks aşağıdaki formül ile hesaplanır (41,42);

$$I_{geo} = \log_2 \left(\frac{C_n}{B_n} \right)$$

Elde edilen değere göre kirlenme sınıflarının ifadesi Tablo 2.2 şeklindedir (43-45).

Tablo 2. 2 Jeoakümülyasyon indeks tablosu

SINIF	DEĞER	TANIM
Sınıf 0	$I_{geo} < 0$	Kirlenmemiş
Sınıf 1	$0 < I_{geo} < 1$	Kirlenmemiş-Orta Derecede Kirli
Sınıf 2	$1 < I_{geo} < 2$	Orta Derecede Kirli
Sınıf 3	$2 < I_{geo} < 3$	Orta - Kuvvetli Derecede Kirli
Sınıf 4	$3 < I_{geo} < 4$	Aşırı Derecede Kirli
Sınıf 5	$4 < I_{geo} < 5$	Aşırı – Çok Aşırı Derecede Kirli
Sınıf 6	$I_{geo} > 5$	Çok Aşırı Derecede Kirli

3. BULGULAR

3.1. Sediment pH

Yağıldere Çayı sedimentindeki pH değişimi 6,20 ile 8,50 aralığında seyretmekte olup, mevsimlere göre ortalama değerler sırasıyla; yaz mevsiminde 7,50 ($\pm 0,132$), sonbaharda 7,78 ($\pm 0,088$), kış mevsiminde 7,86 ($\pm 0,072$) ve ilkbaharda 7,25 ($\pm 0,117$) olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, mevsimsel olarak sedimentlerdeki pH değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli düzeyde olduğu belirlenmiştir (Tablo 3.1). Aylara göre pH değişimi EK-I Şekil 3.1'deki gibidir.

Tablo 3. 1 Mevsimlere göre ortalama pH değerleri

		İSTASYON					
		1	2	3	4	5	Ortalama
Yaz	Ortalama Değer	7,33	7,50	7,57	7,47	7,63	7,50 ^{ab}
	Std. Hata	0,393	0,404	0,285	0,296	0,318	0,132
	Minimum Değer	6,80	6,70	7,00	6,90	7,00	6,70
	Maksimum Değer	8,10	8,00	7,90	7,90	8,00	8,10
Sonbahar	Ortalama Değer	8,17	7,53	7,70	7,80	7,70	7,78 ^b
	Std. Hata	0,167	0,120	0,200	0,153	0,231	0,088
	Minimum Değer	8,00	7,30	7,30	7,50	7,30	7,30
	Maksimum Değer	8,50	7,70	7,90	8,00	8,10	8,50
Kış	Ortalama Değer	8,07	8,00	7,67	7,83	7,73	7,86 ^b
	Std. Hata	0,186	0,100	0,203	0,176	0,088	0,072
	Minimum Değer	7,70	7,80	7,30	7,50	7,60	7,30
	Maksimum Değer	8,30	8,10	8,00	8,10	7,90	8,30
İlkbahar	Ortalama Değer	7,23	6,83	7,57	7,37	7,27	7,25 ^a
	Std. Hata	0,384	0,376	0,067	0,120	0,176	0,117
	Minimum Değer	6,50	6,20	7,50	7,20	7,00	6,20
	Maksimum Değer	7,80	7,50	7,70	7,60	7,60	7,80

Aynı sütundaki farklı harfler arasındaki benzerlik istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0,05$).

3.2. Sediment Elektriksel İletkenlik Değişimi

Yağlıdere Çayı sedimenti EC değeri 60 ile 710 mS/cm aralığında seyretmekte olup, mevsimlere göre ortalama değerler sırasıyla; yaz mevsiminde 309 ($\pm 47,983$) mS/cm, sonbaharda 245 ($\pm 41,796$) mS/cm, kış mevsiminde 198 ($\pm 30,898$) mS/cm ve ilkbaharda 234 ($\pm 43,247$) mS/cm olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, mevsimsel olarak sedimentlerdeki EC değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli düzeyde olmadığı belirlenmiştir (Tablo 3.2). Aylara göre EC değişimi EK-I Şekil 3.2'deki gibidir.

Tablo 3. 2 Mevsimlere göre ortalama EC değerleri

		İSTASYON					
		1	2	3	4	5	Ortalama
Yaz	Ortalama Değer	133	180	297	580	357	309
	Std. Hata	20,276	34,641	51,747	105,987	58,119	47,983
	Minimum Değer	100	120	240	370	250	100
	Maksimum Değer	170	240	400	710	450	710
Sonbahar	Ortalama Değer	160	298	193	337	240	245
	Std. Hata	45,826	105,843	23,333	177,514	72,111	41,796
	Minimum Değer	70	190	150	130	140	70
	Maksimum Değer	220	510	230	690	380	690
Kış	Ortalama Değer	80	165	197	180	370	198
	Std. Hata	11,547	22,546	12,019	60,277	80,829	30,898
	Minimum Değer	60	120	180	110	270	60
	Maksimum Değer	100	190	220	300	530	530
İlkbahar	Ortalama Değer	113	110	230	413	303	234
	Std. Hata	24,037	23,094	15,275	148,586	92,616	43,247
	Minimum Değer	80	70	210	250	150	70
	Maksimum Değer	160	150	260	710	470	710

3.3. Sediment % Su İçeriği

Yağlıdere Çayı sediment % su içeriği değeri 12,422 ile 41,293 aralığında değişmekte olup, mevsimlere göre ortalama değerler % olarak sırasıyla; yaz mevsiminde 20,046 ($\pm 1,451$), sonbaharda 22,750 ($\pm 1,882$), kış mevsiminde 23,014 ($\pm 1,563$) ve ilkbaharda 22,732 ($\pm 1,963$) olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, mevsimsel olarak sedimentlerdeki % su içeriği değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli düzeyde olmadığı belirlenmiştir (Tablo 3.3). Aylara göre % su içeriği değişimi EK-I Şekil 3.3'deki gibidir.

Tablo 3. 3 Mevsimlere göre ortalama sediment % su içeriği değerleri

		İSTASYON					
		1	2	3	4	5	Ortalama
Yaz	Ortalama Değer	13,637	17,057	19,615	24,499	25,420	20,046
	Std. Hata	0,483	0,777	0,398	4,811	0,302	1,451
	Minimum Değer	12,987	15,941	18,852	18,085	24,837	12,987
	Maksimum Değer	14,582	18,552	20,194	33,917	25,851	33,917
Sonbahar	Ortalama Değer	16,239	31,845	20,089	23,132	22,446	22,750
	Std. Hata	3,533	6,048	0,655	2,422	1,540	1,882
	Minimum Değer	12,422	20,581	19,007	20,679	20,487	12,422
	Maksimum Değer	23,297	41,293	21,270	27,976	25,483	41,293
Kış	Ortalama Değer	16,059	19,952	22,043	26,565	30,451	23,014
	Std. Hata	0,857	1,584	1,226	3,684	1,955	1,563
	Minimum Değer	14,743	17,554	19,628	19,207	27,497	14,743
	Maksimum Değer	17,669	22,945	23,617	30,567	34,147	34,147
İlkbahar	Ortalama Değer	14,167	16,811	23,751	28,230	30,702	22,732
	Std. Hata	0,700	1,898	0,495	3,895	3,709	1,963
	Minimum Değer	13,086	13,407	23,131	21,861	26,261	13,086
	Maksimum Değer	15,478	19,967	24,729	35,298	38,068	38,068

3.4. Sediment Organik Madde Miktarı

Yağlıdere Çayı sediment % organik madde değeri 0,250 ile 7,600 aralığında seyretmekte olup, mevsimlere göre ortalama değerler % olarak sırasıyla; yaz mevsiminde 1,951 ($\pm 0,124$), sonbaharda 1,912 ($\pm 0,013$), kış mevsiminde 2,587 ($\pm 0,313$) ve ilkbaharda 3,160 ($\pm 0,529$) olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, mevsimsel olarak sedimentlerdeki organik madde miktarları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli düzeyde olduğu belirlenmiştir (Tablo 3.4). Aylara göre organik madde miktarı değişimi EK-I Şekil 3.4'deki gibidir.

Tablo 3. 4 Mevsimlere göre ortalama sediment % organik madde değerleri

		İSTASYON					
		1	2	3	4	5	Ortalama
Yaz	Ortalama Değer	1,563	1,783	2,090	2,263	2,053	1,951 ^a
	Std. Hata	0,417	0,147	0,150	0,373	0,159	0,124
	Minimum Değer	0,730	1,490	1,940	1,880	1,870	0,730
	Maksimum Değer	1,980	1,940	2,390	3,010	2,370	3,010
Sonbahar	Ortalama Değer	1,953	1,873	1,923	1,887	1,923	1,912 ^a
	Std. Hata	0,022	0,029	0,015	0,050	0,015	0,013
	Minimum Değer	1,910	1,820	1,900	1,790	1,900	1,790
	Maksimum Değer	1,980	1,920	1,950	1,960	1,950	1,980
Kış	Ortalama Değer	2,587	2,253	2,027	3,123	2,943	2,587 ^{ab}
	Std. Hata	0,632	0,298	0,087	1,188	1,054	0,313
	Minimum Değer	1,950	1,950	1,930	1,930	1,850	1,850
	Maksimum Değer	3,850	2,850	2,200	5,500	5,050	5,500
İlkbahar	Ortalama Değer	1,033	1,950	3,167	4,717	4,933	3,160 ^b
	Std. Hata	0,434	0,506	0,689	1,120	1,353	0,529
	Minimum Değer	0,250	1,100	1,800	3,450	3,200	0,250
	Maksimum Değer	1,750	2,850	4,000	6,950	7,600	7,600

Aynı sütundaki farklı harfler arasındaki benzerlik istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$).

3.5. Sediment As İçeriği

Yağlıdere Çayı sedimentindeki As konsantrasyonu 1,502 ile 8,961 ppm aralığında seyretmekte olup, mevsimlere göre ortalama değerler ppm olarak sırasıyla; yaz mevsiminde 3,162 ($\pm 0,332$), sonbaharda 4,870 ($\pm 0,437$), kış mevsiminde 4,373 ($\pm 0,289$) ve ilkbaharda 3,952 ($\pm 0,313$) olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, mevsimsel olarak sedimentlerdeki arsenik değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli düzeyde olduğu belirlenmiştir (Tablo 3.5). Aylara göre As değişimi EK-I şekil 3.5'deki gibidir.

Tablo 3. 5 Mevsimlere göre ortalama As değerleri

		İSTASYON					
		1	2	3	4	5	Ortalama
Yaz	Ortalama Değer	3,691	2,395	3,232	3,188	3,305	3,162 ^a
	Std. Hata	0,638	0,080	0,302	0,972	1,403	0,332
	Minimum Değer	2,867	2,242	2,799	2,095	1,502	1,502
	Maksimum Değer	4,946	2,514	3,813	5,127	6,068	6,068
Sonbahar	Ortalama Değer	4,768	3,855	3,820	6,929	4,976	4,870 ^b
	Std. Hata	0,266	0,798	0,244	1,643	0,132	0,437
	Minimum Değer	4,242	2,872	3,356	3,676	4,824	2,872
	Maksimum Değer	5,102	5,435	4,182	8,961	5,238	8,961
Kış	Ortalama Değer	4,924	4,326	3,365	4,695	4,554	4,373 ^{ab}
	Std. Hata	0,873	0,435	0,223	0,183	1,078	0,289
	Minimum Değer	3,312	3,458	2,921	4,350	2,487	2,487
	Maksimum Değer	6,309	4,815	3,626	4,972	6,119	6,309
İlkbahar	Ortalama Değer	3,827	3,405	3,022	3,678	5,829	3,952 ^{ab}
	Std. Hata	0,259	0,282	0,514	0,230	0,755	0,313
	Minimum Değer	3,539	2,907	2,048	3,406	4,937	2,048
	Maksimum Değer	4,343	3,882	3,792	4,135	7,331	7,331

Aynı sütundaki farklı harfler arasındaki benzerlik istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$).

3.6. Sediment Se İçeriği

Yağlıdere Çayı sedimentindeki Se birikimi 0,011 ile 0,409 ppm aralığında seyretmekte olup, mevsimlere göre ortalama değerler ppm olarak sırasıyla; yaz mevsiminde 0,101 ($\pm 0,015$), sonbaharda 0,188 ($\pm 0,031$), kış mevsiminde 0,161 ($\pm 0,012$) ve ilkbaharda 0,136 ($\pm 0,020$) olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, mevsimsel olarak sedimentlerdeki Se içeriği değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli düzeyde olduğu belirlenmiştir (Tablo 3.6). Aylara göre Se değişimi EK-I Şekil 3.6'daki gibidir.

Tablo 3. 6 Mevsimlere göre ortalama Se değerleri

		İSTASYON					
		1	2	3	4	5	Ortalama
Yaz	Ortalama Değer	0,146	0,071	0,083	0,098	0,106	0,101 ^a
	Std. Hata	0,038	0,005	0,029	0,047	0,046	0,015
	Minimum Değer	0,098	0,065	0,053	0,051	0,050	0,050
	Maksimum Değer	0,222	0,082	0,141	0,191	0,196	0,222
Sonbahar	Ortalama Değer	0,170	0,189	0,105	0,317	0,160	0,188 ^b
	Std. Hata	0,039	0,105	0,016	0,091	0,020	0,031
	Minimum Değer	0,103	0,049	0,074	0,135	0,122	0,049
	Maksimum Değer	0,237	0,395	0,126	0,409	0,192	0,409
Kış	Ortalama Değer	0,188	0,148	0,122	0,181	0,169	0,161 ^{ab}
	Std. Hata	0,036	0,028	0,008	0,020	0,036	0,012
	Minimum Değer	0,130	0,106	0,109	0,142	0,096	0,096
	Maksimum Değer	0,254	0,200	0,136	0,206	0,207	0,254
İlkbahar	Ortalama Değer	0,135	0,105	0,093	0,122	0,224	0,136 ^{ab}
	Std. Hata	0,033	0,022	0,044	0,011	0,067	0,020
	Minimum Değer	0,078	0,062	0,011	0,107	0,141	0,011
	Maksimum Değer	0,193	0,136	0,161	0,144	0,357	0,357

Aynı sütundaki farklı harfler arasındaki benzerlik istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$).

3.7. Sediment Ag İçeriği

Yağlıdere ayı sedimentindeki Ag birikimi 0,070 ile 0,844 ppm aralığında seyretmekte olup, mevsimlere göre ortalama değerler ppm olarak sırasıyla; yaz mevsiminde 0,100 ($\pm 0,007$), sonbaharda 0,170 ($\pm 0,024$), kış mevsiminde 0,100 ($\pm 0,006$) ve ilkbaharda 0,33 ($\pm 0,065$) olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, mevsimsel olarak sedimentlerdeki Ag içeriği değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli düzeyde olduğu belirlenmiştir (Tablo 3.7). Aylara göre Ag değişimi EK-I şekil 3.7'deki gibidir.

Tablo 3. 7 Mevsimlere göre ortalama Ag değerleri

		İSTASYON					
		1	2	3	4	5	Ortalama
Yaz	Ortalama Değer	0,114	0,088	0,095	0,099	0,103	0,100 ^a
	Std. Hata	0,022	0,001	0,012	0,019	0,021	0,007
	Minimum Değer	0,092	0,085	0,070	0,078	0,076	0,070
	Maksimum Değer	0,157	0,089	0,110	0,138	0,145	0,157
Sonbahar	Ortalama Değer	0,147	0,124	0,148	0,304	0,127	0,170 ^a
	Std. Hata	0,034	0,032	0,060	0,060	0,005	0,024
	Minimum Değer	0,112	0,084	0,081	0,184	0,119	0,081
	Maksimum Değer	0,214	0,187	0,268	0,368	0,137	0,368
Kış	Ortalama Değer	0,110	0,093	0,089	0,104	0,103	0,100 ^a
	Std. Hata	0,019	0,012	0,005	0,009	0,018	0,006
	Minimum Değer	0,091	0,080	0,082	0,087	0,079	0,079
	Maksimum Değer	0,148	0,117	0,098	0,115	0,138	0,148
İlkbahar	Ortalama Değer	0,392	0,400	0,270	0,274	0,327	0,333 ^b
	Std. Hata	0,213	0,228	0,152	0,093	0,108	0,065
	Minimum Değer	0,117	0,084	0,082	0,090	0,113	0,082
	Maksimum Değer	0,812	0,844	0,572	0,382	0,464	0,844

Aynı sütundaki farklı harfler arasındaki benzerlik istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$).

3.8. Sediment Cd İçeriği

Yağlıdere Çayı sedimentindeki Cd birikimi 0,009 ile 0,473 ppm aralığında seyretmekte olup, mevsimlere göre ortalama değerler ppm olarak sırasıyla; yaz mevsiminde 0,132 ($\pm 0,014$), sonbaharda 0,155 ($\pm 0,027$), kış mevsiminde 0,175 ($\pm 0,020$) ve ilkbaharda 0,102 ($\pm 0,028$) olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, mevsimsel olarak sedimentlerdeki Cd içeriği değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli düzeyde olmadığı belirlenmiştir (Tablo 3.8). Aylara göre Cd değişimi EK-I Şekil 3.8'deki gibidir.

Tablo 3. 8 Mevsimlere göre ortalama Cd değerleri

		İSTASYON					
		1	2	3	4	5	Ortalama
Yaz	Ortalama Değer	0,183	0,119	0,134	0,130	0,093	0,132
	Std. Hata	0,041	0,035	0,024	0,014	0,031	0,014
	Minimum Değer	0,123	0,050	0,088	0,106	0,035	0,035
	Maksimum Değer	0,262	0,167	0,171	0,153	0,139	0,262
Sonbahar	Ortalama Değer	0,204	0,159	0,086	0,136	0,188	0,155
	Std. Hata	0,068	0,035	0,019	0,049	0,111	0,027
	Minimum Değer	0,115	0,117	0,050	0,064	0,052	0,050
	Maksimum Değer	0,338	0,229	0,114	0,231	0,409	0,409
Kış	Ortalama Değer	0,244	0,157	0,129	0,141	0,206	0,175
	Std. Hata	0,078	0,020	0,001	0,012	0,050	0,020
	Minimum Değer	0,097	0,120	0,127	0,118	0,107	0,097
	Maksimum Değer	0,364	0,186	0,130	0,154	0,263	0,364
İlkbahar	Ortalama Değer	0,099	0,203	0,050	0,062	0,095	0,102
	Std. Hata	0,027	0,135	0,037	0,009	0,012	0,028
	Minimum Değer	0,049	0,065	0,009	0,052	0,071	0,009
	Maksimum Değer	0,142	0,473	0,123	0,080	0,108	0,473

3.9. Sediment Na İçeriği

Yağlıdere Çayı sedimentindeki Na değerleri 4,90 ile 18,10 ppm aralığında seyretmekte olup, mevsimlere göre ortalama değerler ppm olarak sırasıyla; yaz mevsiminde 8,77 ($\pm 0,567$), sonbaharda 8,81 ($\pm 0,717$), kış mevsiminde 7,17 ($\pm 0,499$) ve ilkbaharda 8,31 ($\pm 0,753$) olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, mevsimsel olarak sedimentlerdeki Na değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli düzeyde olmadığı belirlenmiştir (Tablo 3.9). Aylara göre Na değişimi EK-I Şekil 3.9'daki gibidir.

Tablo 3. 9 Mevsimlere göre ortalama Na değerleri

		İSTASYON					
		1	2	3	4	5	Ortalama
Yaz	Ortalama Değer	7,00	7,40	7,97	11,53	9,97	8,77
	Std. Hata	1,320	0,115	1,235	0,617	0,481	0,567
	Minimum Değer	5,30	7,20	6,10	10,30	9,30	5,30
	Maksimum Değer	9,60	7,60	10,30	12,20	10,90	12,20
Sonbahar	Ortalama Değer	7,20	8,70	7,73	11,57	8,87	8,81
	Std. Hata	0,702	0,757	0,219	3,292	0,593	0,717
	Minimum Değer	6,40	7,50	7,30	7,60	8,00	6,40
	Maksimum Değer	8,60	10,10	8,00	18,10	10,00	18,10
Kış	Ortalama Değer	5,80	6,30	6,57	7,00	10,17	7,17
	Std. Hata	0,153	0,643	0,751	1,050	0,769	0,499
	Minimum Değer	5,60	5,30	5,30	4,90	8,70	4,90
	Maksimum Değer	6,10	7,50	7,90	8,10	11,30	11,30
İlkbahar	Ortalama Değer	9,43	6,07	7,97	9,23	8,83	8,31
	Std. Hata	3,583	0,484	0,260	0,921	1,444	0,753
	Minimum Değer	5,80	5,10	7,50	7,90	6,30	5,100
	Maksimum Değer	16,60	6,60	8,40	11,00	11,30	16,60

3.10. Sediment K İçeriği

Yağlıdere Çayı sedimentindeki K değerleri 0,30 ile 7 ppm aralığında seyretmekte olup, mevsimlere göre ortalama değerler ppm olarak sırasıyla; yaz mevsiminde 1,69 ($\pm 0,252$), sonbaharda 1,69 ($\pm 0,179$), kış mevsiminde 2,45 ($\pm 0,302$) ve ilkbaharda 2,20 ($\pm 0,465$) olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, mevsimsel olarak sedimentlerdeki K değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli düzeyde olmadığı belirlenmiştir (Tablo 3.10). Aylara göre K değişimi EK-I Şekil 3.10'daki gibidir.

Tablo 3. 10 Mevsimlere göre ortalama K değerleri

		İSTASYON					
		1	2	3	4	5	Ortalama
Yaz	Ortalama Değer	0,53	1,27	1,63	2,87	2,13	1,69
	Std. Hata	0,120	0,273	0,333	0,674	0,145	0,252
	Minimum Değer	0,30	0,90	1,30	1,60	1,90	0,30
	Maksimum Değer	0,70	1,80	2,30	3,90	2,40	3,90
Sonbahar	Ortalama Değer	0,90	1,73	1,57	2,20	2,03	1,69
	Std. Hata	0,231	0,088	0,498	0,513	0,203	0,179
	Minimum Değer	0,50	1,60	0,80	1,50	1,70	0,50
	Maksimum Değer	1,30	1,90	2,50	3,20	2,40	3,20
Kış	Ortalama Değer	1,63	1,83	2,03	2,30	4,47	2,45
	Std. Hata	0,240	0,296	0,384	0,265	0,418	0,302
	Minimum Değer	1,30	1,40	1,60	1,90	4,00	1,30
	Maksimum Değer	2,10	2,40	2,80	2,80	5,30	5,30
İlkbahar	Ortalama Değer	1,40	0,87	1,27	3,53	3,93	2,20
	Std. Hata	0,200	0,088	0,570	0,797	1,586	0,465
	Minimum Değer	1,00	0,70	0,60	2,50	1,70	0,60
	Maksimum Değer	1,60	1,00	2,40	5,10	7,00	7,00

3.11. Parametreler Arasında İlişkiler

Analizi gerçekleştirilen sediment numunelerindeki parametreler arasındaki ilişkiler Tablo 3.11'deki gibidir. Organik madde miktarının Su İçeriği, EC ve K ile, Su içeriğinin EC ve K ile, As'nin Se ile, EC'nin Na ve K ile, Na'nın K ile pozitif yönde kuvvetli ilişkili olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$). Ayrıca, Ag ile pH arasında negatif yönde kuvvetli ilişki belirlenmiştir ($p<0.01$). Yine Ag ve Cd ile As ve Se arasında pozitif yönde yakın ilişki saptanmıştır.

Tablo 3. 11 Parametrelerin korelasyon matrisi

	Organik Madde	Su İçeriği	As	Se	Ag	Cd	EC	Na	K	pH
Organik Madde	1									
Su İçeriği	0,532**	1								
As	-0,053	0,061	1							
Se	-0,041	0,036	0,894**	1						
Ag	0,045	-0,025	0,147	0,089	1					
Cd	-0,126	-0,124	0,206	0,224	-0,313*	1				
EC	0,375**	0,648**	-0,039	-0,041	-0,033	-0,068	1			
Na	0,123	0,326*	0,163	0,133	-0,008	-0,122	0,638**	1		
K	0,582**	0,688**	0,114	0,089	0,063	-0,027	0,653**	0,388**	1	
pH	-0,122	-0,051	0,249	0,179	-0,455**	0,078	-0,175	-0,133	-0,075	1

** $p<0.01$

* $p<0.05$

3.12. Jeoakümülyasyon İndeksi Analizi

Akarsular sürekli alıcı ortam özelliği taşıdığından kirlenmelere son derece açık olan doğal kaynaklardır. Mevcut ortamda meydana gelen kirlenmeler bulunduğu yerde kalmayıp suyun akışına göre ortamda taşınabilmektedir. Özellikle toksik kökenli olan kirleticilerin ekosistemde birikim eğiliminin olması canlı yaşamı için son derece tehlikeli bir durum oluşturmaktadır. Dolayısıyla son derece hassas alan niteliğinde olan akarsulardaki kirleticilerin kaynağının tespiti çok büyük önem arz etmektedir. Sedimentteki metal birikimi kaynağının antropojenik aktivitelerden kaynaklandığını doğrulayabilmek için Jeoakümülyasyon İndeksi gibi bazı kalite indekslerinden faydalanılmaktadır. Çalışmamız süresince toplanan 60 sediment örneğinin 6 element için hesaplanan Jeoakümülyasyon indeks değeri Tablo 3.12'deki gibidir.

Yağlıdere Çayı sediment örneklerinden hesaplanan I_{geo} değeri; As: 1,17 (0-2,5), Se: 1,69 (0-5,2), Ag: -1,55 (-4,2 - -0,6), Cd: 0,79 (-1,2-4,5), Na: 9,65 (8,5-10,4) ve K: 13,35 (11,3-15,9) olarak hesaplanmıştır. Ag hariç diğer tüm elementlerde kirlenmeye doğru eğilim olduğu, Na ve K değeri ise çok aşırı derecede kirlenme özelliği taşıdığı da tespit edilmiştir.

Tablo 3. 12 Elementlerin jeoakümülyasyon indeks analizi

	Haziran					Temmuz					Ağustos					Eylül					Ekim					Kasım				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
As	1,4	1,8	1,2	2,0	2,5	1,6	1,8	1,5	1,9	1,9	0,8	2,0	1,6	0,8	0,5	0,8	1,6	1,1	0,0	0,8	0,8	0,7	1,1	0,1	0,8	1,0	1,4	1,4	1,2	0,7
Se	2,0	2,3	1,5	3,0	3,0	1,7	2,6	2,8	3,0	2,5	0,9	2,6	2,9	1,1	1,0	1,2	3,0	2,4	0,0	1,7	0,8	0,0	1,7	0,0	1,3	2,0	1,7	1,8	1,6	1,1
Ag	-1,0	-0,9	-1,2	-0,8	-0,9	-1,0	-0,9	-0,6	-0,7	-0,7	-1,7	-0,9	-1,2	-1,6	-1,6	-1,3	-0,8	-0,8	-3,0	-1,6	-1,3	-1,1	-1,0	-2,0	-1,3	-2,2	-2,0	-2,5	-3,0	-1,4
Cd	0,7	0,5	0,5	0,6	0,9	0,3	0,3	0,2	0,4	0,5	-0,4	2,0	1,2	0,9	2,5	-0,8	0,8	0,8	-0,2	0,9	0,3	-0,2	1,1	0,8	1,9	0,8	0,6	2,0	1,6	-1,0
Na	9,4	9,8	9,3	9,0	9,4	10,2	9,8	10,0	9,0	9,4	10,0	9,7	9,7	9,3	9,2	10,0	9,7	9,6	8,5	9,3	9,9	9,6	9,8	9,5	9,6	9,5	9,3	9,7	9,7	9,5
K	15,9	14,0	12,9	12,2	12,9	14,6	13,3	13,7	12,5	13,2	14,9	14,3	13,7	13,4	13,0	13,7	13,2	14,4	12,4	12,9	15,1	13,4	13,6	13,5	13,1	14,3	13,3	12,8	13,2	13,3
	Aralık					Ocak					Şubat					Mart					Nisan					Mayıs				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
As	0,5	0,8	1,3	1,0	0,5	0,8	0,9	1,3	0,9	0,8	1,4	1,3	1,6	0,8	1,8	1,3	1,6	2,1	1,1	0,2	1,0	1,2	1,4	1,3	0,7	1,3	1,3	1,2	1,3	0,8
Se	0,7	1,6	1,6	1,5	0,9	1,2	1,0	1,9	1,0	1,0	1,6	1,9	1,7	1,0	2,1	1,6	1,8	5,2	1,5	0,2	1,1	1,6	1,9	1,9	1,5	2,4	2,7	1,3	1,8	1,2
Ag	-1,7	-0,8	-0,9	-0,9	-1,6	-1,0	-1,3	-0,8	-1,3	-1,0	-1,0	-0,8	-1,1	-1,2	-0,8	-2,4	-2,5	-1,7	-3,0	-3,3	-1,3	-0,8	-0,8	-1,0	-1,3	-4,1	-4,2	-3,6	-2,9	-3,1
Cd	1,0	0,1	0,6	0,4	-0,3	-0,4	0,7	0,6	0,8	-0,4	-0,9	0,3	0,7	0,4	0,9	2,0	1,5	3,5	1,9	1,5	0,5	-1,2	0,7	1,3	0,9	0,9	1,6	4,5	1,9	0,9
Na	10,1	10,0	9,7	9,6	9,3	10,2	10,2	10,2	10,4	9,5	10,0	9,7	9,9	9,6	9,1	8,6	9,9	9,6	9,2	10,0	10,1	9,9	9,7	9,7	9,1	10,1	10,3	9,6	9,5	9,5
K	13,7	13,6	12,6	13,0	12,1	13,5	13,3	13,3	12,6	11,7	13,0	12,9	13,4	13,2	12,1	13,4	14,3	14,9	12,5	13,3	13,4	14,1	14,4	12,8	12,5	14,1	14,6	12,9	11,8	11,3

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Yapısı itibarı ile kirleticiler için en uygun depolama görevi gören sediment, sucul ekosistemlerdeki metallerinde doğal olarak birikim gösterdiği yerlerdir. Doğal süreçlerde sedimentlerdeki metal birikimi kirliliğe yol açtığı gibi günümüzde insan kaynaklı kirlenme de göz ardı edilemeyecek duruma gelmiştir. Metallerin tespiti yanı sıra sedimentteki organik madde (%) miktarı, pH ve su tutma kapasitesinin tespiti de sediment kalitesinin belirlenmesinde önem arz etmektedir (46).

Mert Irmağı (Samsun)'nda sediment pH'sının 6,8-7,65 sedimentte yanabilir organik madde miktarı % 5,61 (47), Bursa Susurluk Havzası sedimentindeki organik madde miktarı % 0,13-%5,97 aralığında tespit edilmiştir (48). Yağlıdere Çayı'ndan 12 ay boyunca 5 farklı istasyondan toplanan sediment örneklerinin pH değerleri 6,20 ile 8,50 arasında seyretmekte olup en düşük değer ilkbahar mevsiminde 2 nolu istasyonda, en yüksek değer sonbahar mevsiminde 1 nolu istasyonda belirlenmiştir. Literatür ile mukayese edildiğinde pH değerinin yüksek seyretmesinin nedeni olarak, akarsu yatağının jeomorfolojik yapısının gösterilebileceği düşünülmektedir. Sedimentte yanabilir organik madde miktarı bakımından % olarak 0,250 ile 7,600 arasında değerler değişmekte olup, en düşük ve en yüksek değerler ilkbahar mevsiminde sırasıyla 1 ve 5 nolu istasyonlarda tespit edilmiştir. Numunelerin % su içeriği değerleri 12,422 ile 41,293 arasında değiştiği tespit edilmiş olup en yüksek değere sonbahar mevsiminde 2 nolu istasyonda, en düşük değere yine sonbahar mevsiminde 1 nolu istasyonda rastlanılmıştır. Bir diğer önemli kalite parametresi olan elektriksel iletkenlik değerleri çalışma süresince 60 ile 710 mS/cm aralığında seyretmekte olup, en düşük değer kış mevsiminde 1 nolu istasyon, en yüksek değer yaz ve ilkbahar mevsimlerinde 4 nolu istasyonda kayıt edilmiştir.

Yüzeysel sularda sedimentteki metallerin birikimi onların partiküller yapısı, jeokimyasal özellikler, organik madde niteliği, tane boyutu ve katyon transfer kapasitesi gibi özelliklerine göre değişebilir (43). Sucul ekosistemdeki biyolojik döngü için son derece önemli yere sahip olan metaller belli konsantrasyonlardan sonra toksik özelliği taşıdığından sediment kalitesi çalışmalarında dikkat edilen önemli parametreler arasında yer almaktadır.

Kılıçözü Deresi sediment örneklerindeki metal konsantrasyonları ppb düzeyinde; İlkbahar: Pb 11, Cr 41,4, Cu 42,5, Ni: 37,7, Zn 53,1 ve Cd 2,8, Yaz: Pb 13,3, Cr 55,7, Cu 29,6, Ni: 42, Zn 71,9 ve Cd 3,8, Sonbahar: Pb 14,4, Cr 43,8, Cu 29,4, Ni: 43, Zn 50,9 ve Cd 6,2, Kış: Pb 12,3, Cr 46,3, Cu 33,2, Ni: 40, Zn 51,8 ve Cd 3,3 olarak tespit edilmiştir (49).

Yeşilırmak Nehrinde sediment örneklerindeki ağır metal değerleri $\mu\text{g/g}$ olarak: Fe: en düşük 1097 en yüksek 3566, Zn: en düşük 26,5 en yüksek 45,5, Cu: en düşük 28,6 en yüksek 38,7, Pb: en düşük 5,2 en yüksek 17,3, Mn: en düşük 294 en yüksek 446, Ni: en düşük 70,3 en yüksek 7,2, Cd: en düşük limit altı en yüksek 0,55 olarak tespit edilmiştir (50). Gürleyik Çayı Kaynağındaki metallerin birikimi mg/kg düzeyinde Zn: 49,60, Cr: 2,22, Cu: 1,18, Ni: 2,20, Pb: 7,83, Mn: 3,76, Se: 1,93, Al: 41,27, Fe: 86,07, Cr ve Ag limit düzeyinin altında (51), Gümüşler Çayı'nda ppm düzeyinde; Cd:4,4, As: 268,6, Ag:4,4, Na:2627,6 ve K:15584 olarak belirlenmiştir (52). Lot Nehri (Fransa)'nde ppb düzeyinde; Cu için 97,7-26,9, Zn için 134-4430, Cd için 0,81-125, Pb için 43,6-523 (33), Bilbao Nehri (İspanya)'nde ppb düzeyinde; Cd: 1,2-381,4, Cr: 51-1650, Cu: 53-1290, Fe: 14190-86560, Mn: 123-1011, Ni: 29-1270, Pb: 60-4570 ve Zn: 320-11570 (34), Grote Beek ve Grote Laak Nehirleri'nden ppb düzeyinde; Zn: 282-574, Ni: 14-29, Cd: 8-17, Cu: 42-97 ve Fe: 6,3-21 (53), Gomti Nehri (Hindistan)'nden ppm düzeyinde; Cd: 0,34-8,38; Cr: 2,22-19,13; Cu: 0-35,03; Fe: 1606-3142; Mn: 82,6-263,1; Ni: 6,5-29,8; Pb: 6,3-75,3 ve Zn: 3,1-101,7 (36) olarak belirlemişlerdir. Çalışmamız süresince toplam 60 sediment numunesinin bazı element analizleri; As: 1,502-8,961, Se: 0,011-0,409, Ag: 0,070-0,844, Cd: 0,009-0,473 ve Na: 4,9-18,10, K:0,30-7 ppm olarak tespit edilmiştir. En düşük ve en yüksek değerler sırasıyla; As için yaz mevsiminde 5 nolu istasyon ile sonbahar mevsiminde 4 nolu istasyonda, Se için ilkbahar mevsiminde 3 nolu istasyon ile sonbahar mevsiminde 4 nolu istasyonda, Ag için yaz mevsiminde 3 nolu istasyon ile ilkbahar mevsiminde 2 nolu istasyonda, Cd için ilkbahar mevsiminde 3 ve 2 nolu istasyonlarda, Na için kış mevsiminde 4 nolu istasyon ile sonbahar mevsiminde 4 nolu istasyonda ve K için yaz mevsiminde 1 nolu istasyon ile ilkbahar mevsiminde 5 nolu istasyonda kayıt edilmiştir.

Tiaozi Nehri (Çin) sediment kalite indeks sonucunda; jeoakümülayon indeksine göre analiz yapılan 3 bölgenin sınıf 0 ile sınıf 1 arasında değişiklik gösterdiği rapor edilmiştir (54). Mamut Nehri (Malezya) I_{geo} değerleri; Co: Sınıf 5 ile

6, Cu: Sınıf 6, Ni: Sınıf 6, Pb: Sınıf 0 ile 6, Zn: Sınıf 6 (55), Day Nehri (Morocco); Cd: Sınıf 3, Cr: Sınıf 1, Cu: Sınıf 0, Pb: Sınıf 2, Zn ve Fe: Sınıf 0 olarak belirtilmiştir (56). Lich Nehri (Vietnam) I geo indeks sonuçları; Mn, Fe, Ni ve Cr bakımından Sınıf 0, Cu için Sınıf 1, Pb ve Zn için Sınıf 2, As için Sınıf 3 ve Cd için Sınıf 4 olarak belirlenmiştir (57). Kor Nehri (İran): Cd için Sınıf 0, Cr, Pb, Ni, Zn, Cu ve Mo için 1 ve 7 nolu istasyonlarda Sınıf 0, diğer istasyonlarda Sınıf 3, Cr, Pb ve Ni diğer istasyonlarda Sınıf 2 ve 3 olarak rapor edilmiştir. Aynı çalışmada Hg değeri için 4 ve 8 nolu istasyonların çok yüksek düzeyde kirli, 9 nolu istasyonun ise yüksek düzeyde kirli olduğu da belirtilmiştir (58). Brahmani Nehri'nde (Hindistan) I_{geo} değerleri; Fe, Mn, Cu, Ni ve Zn için Sınıf 0, Pb için Sınıf 0 ile 1, Cd için Sınıf 3 ile 4, Co için Sınıf 1 ile 2, Cr için Sınıf 1 olarak tespit edilmiştir (59). Kavak Deltasında I_{geo} değerleri; Cd, Li, Ni, Pb ve Se'nin pozitif değerlerde, Ba, Cr, Cu, Sr ve Zn'nin negatif değerlerde seyrettiği kayıt edilmiştir. Aynı çalışmada Cd ve Se değerlerinin Sınıf 2, Li, Ni ve Pb ise Sınıf 1 özellik taşıdığı da belirtilmiştir (60). Yağlıdere Çayı sediment örneklerine uygulanan Jeokümülyasyon indeksi sonuçlarına göre; As: Sınıf 1 ile 3, Se: tüm sınıflarda, Ag: Sınıf 0, Cd: Sınıf 0 ile 5, Na ve K Sınıf 6 arasında tespit edilmiştir. En yüksek I_{geo} değerleri sırasıyla; As için Haziran ayında 5 nolu istasyonda 2,50, Se için Mart ayında 3 nolu istasyonda 5,20, Cd için Mayıs ayında 3 nolu istasyonda 4,50, Na için Ocak ayında 4 nolu istasyonda 10,4 ve K için Haziran ayında 1 nolu istasyonda 15,9 olarak tespit edilmiştir.

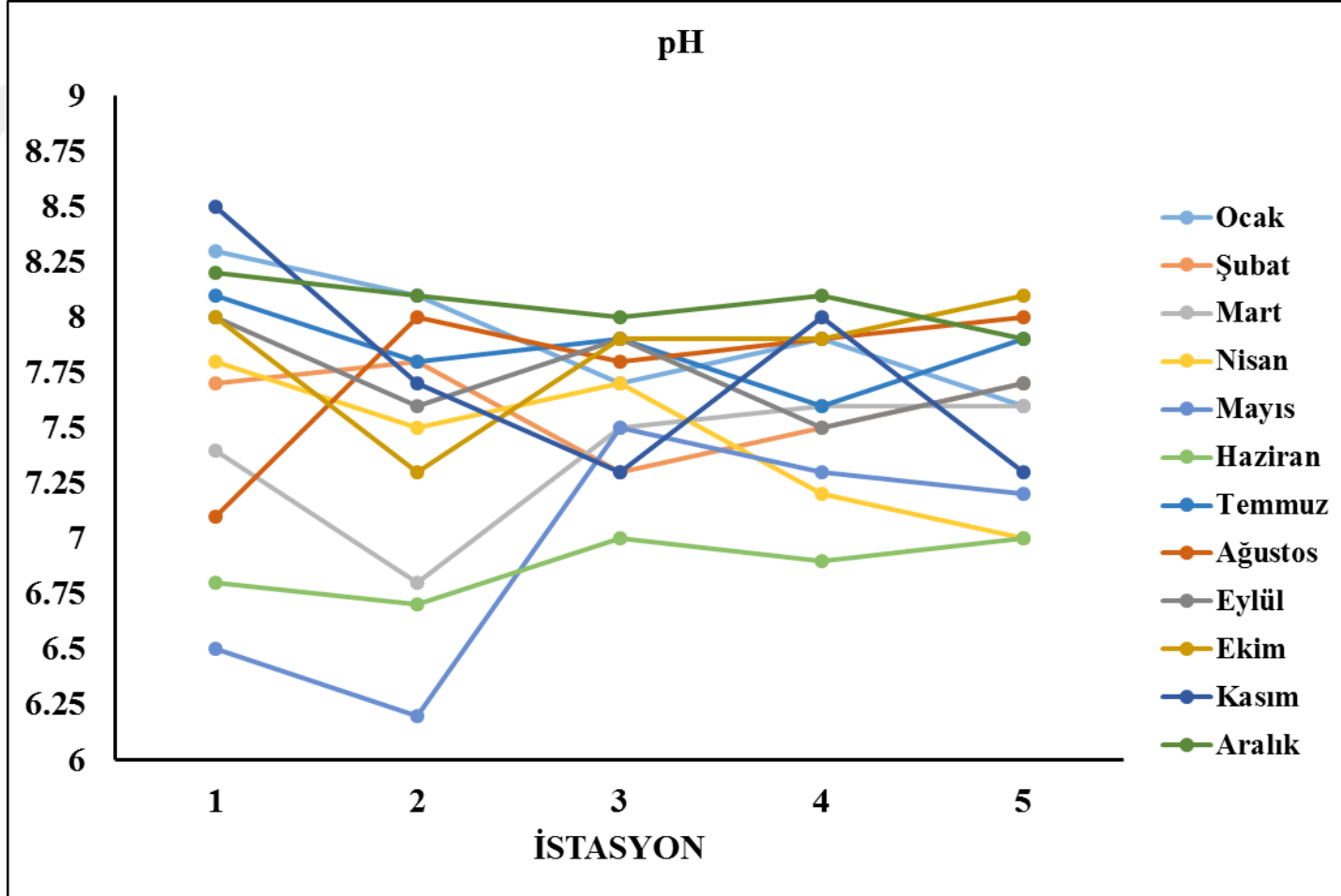
Çalışma süresince aylık olarak elde ettiğimiz tüm bulguların (EK-II Tablo 4.1 ve Tablo 4.2) literatür ile karşılaştırılması yapıldığında diğer çalışmalara oranla endüstriyel faaliyetlerin çok yoğun olmadığı akarsu yatağındaki zenginleşmenin dikkate değer oranda olduğu tespit edilmiştir. Yine bulguların indeks analizi sonuçlarına göre; akarsu yatağının insan aktivitelerine karşı oldukça hassas olduğu sonucu ortaya çıkartılmıştır. Ayrıca, mevsimsel değişikliklerin akarsu yatağındaki bazı parametrelere etki ettiği sonucuna da varılmıştır. Özellikle çalışma süresince akarsu yatağı boyunca yoğun HES faaliyetleri dikkat çekmekle birlikte özellikle Yağlıdere ilçe merkezinden akarsuya doğrudan noktasal atıkların deşarj olduğu da gözlemlenmiştir. Örneklem zamanı boyunca akarsu debisinde yoğun düşüşlerin yaşandığı ve yöredeki HES'lerin bundan sorumlu olduğu da yine arazi çalışmalarımız esnasında gözlemlenmiştir. Akarsu sedimentindeki metal zenginleşmesine diğer bir kaynak olarak, yörenin jeomorfolojik özelliklerinden

dolayı yıl boyunca farklı zamanlarda doğal ve antropojenik etkiler sonucunda meydana gelen heyelan olayları çalışma süresince sıkça gözlemlenmiştir.

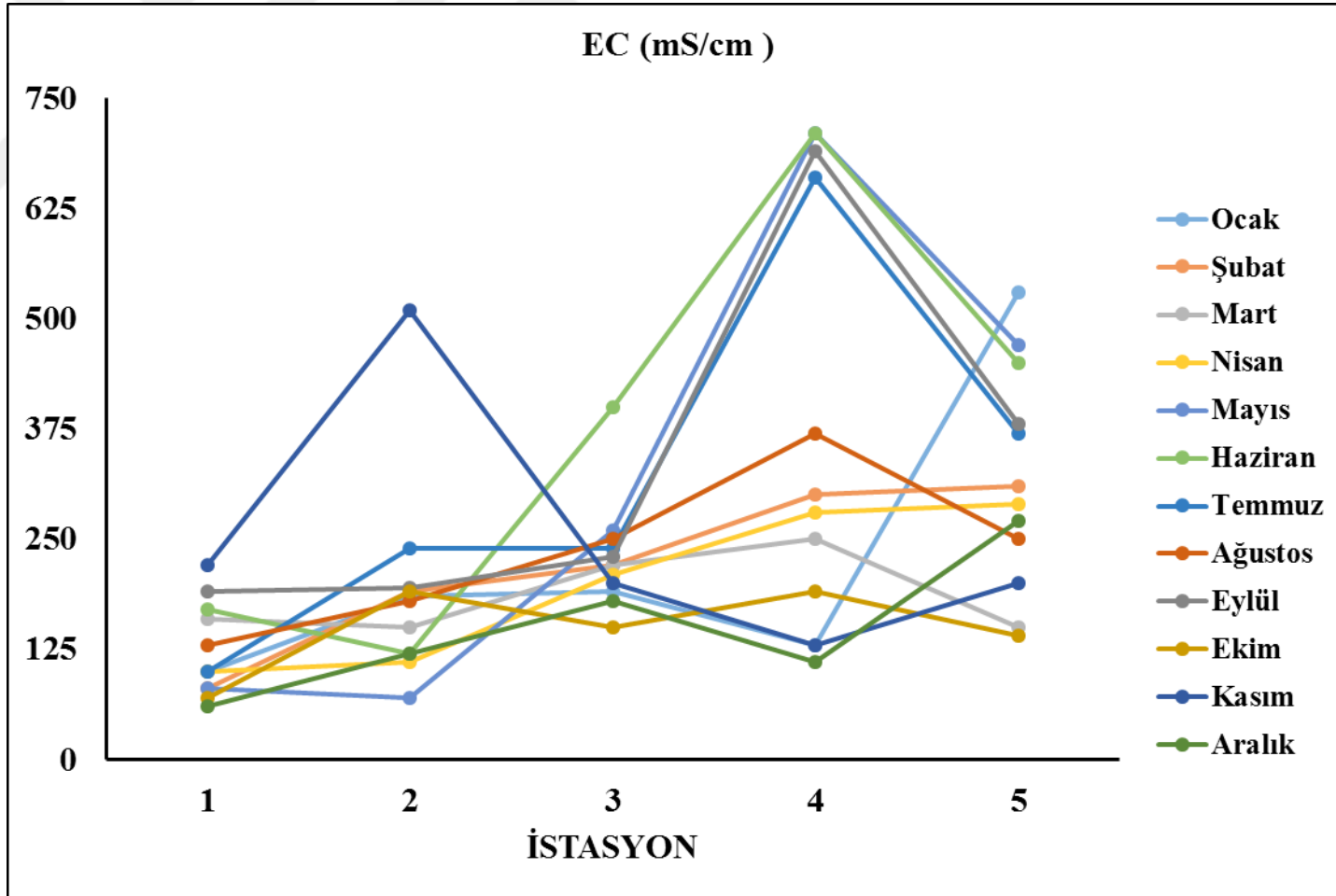
Sonuç olarak Yağlıdere Çayı akarsu yatağının antropojenik aktivitelerden etkilenebilecek hassasiyette olduğu, Yağlıdere ilçe merkezi ile Espiye ilçesine doğru akarsu kenarında yerleşim gösteren petrol dolum tesisi ile mermer fabrikası, kum ve çakıl işletme tesislerindeki deşarj noktalarının düzenli olarak kontrol altında tutulmadığı sürece sedimentteki metal zenginleşmesinin biyolojik yaşamı tehdit edebileceği ön görülmektedir.



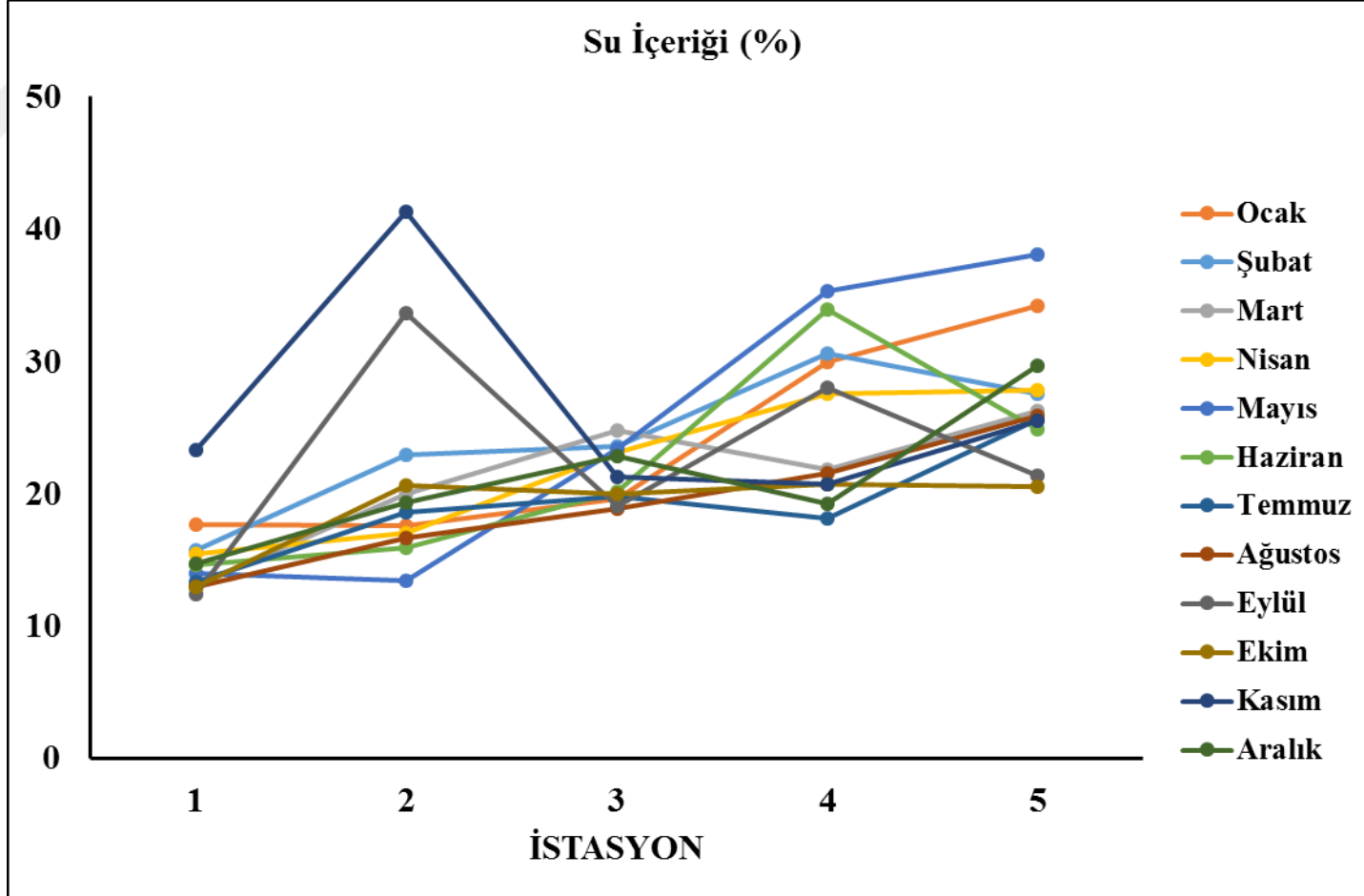
EK-I



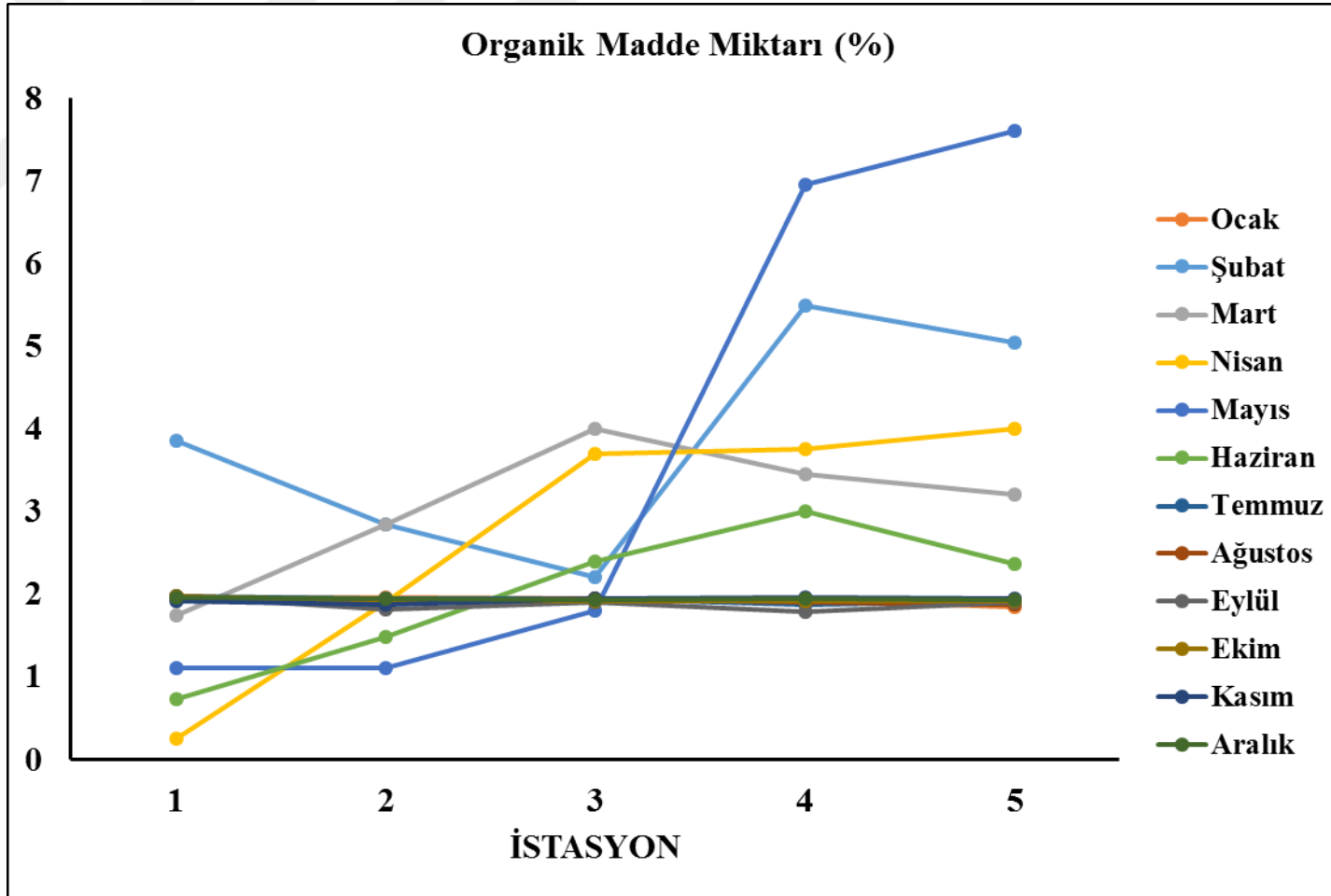
Şekil 3. 1 pH'nın aylara göre değişimi



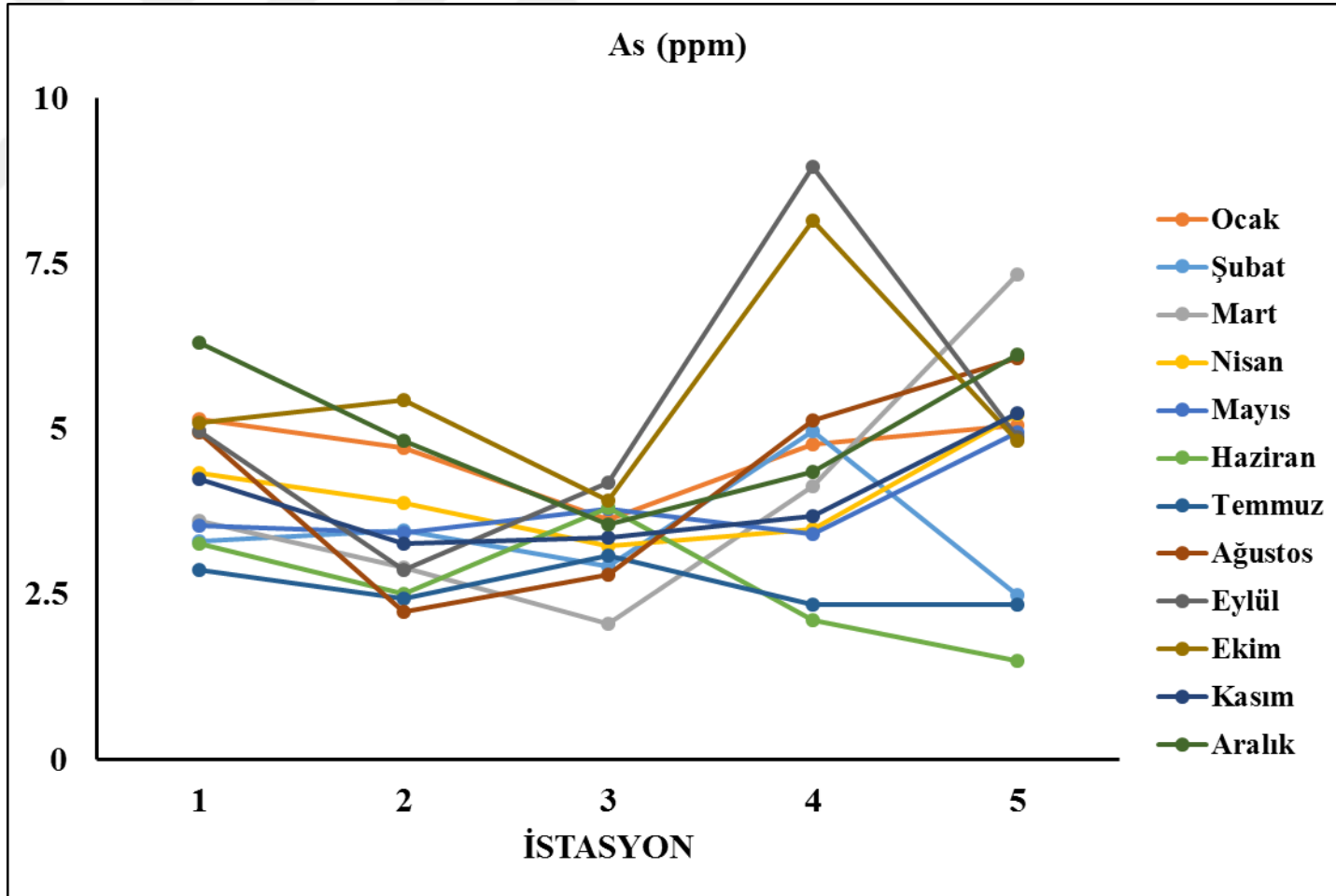
Şekil 3. 2 Elektriksel iletkenliğin aylara göre değişimi



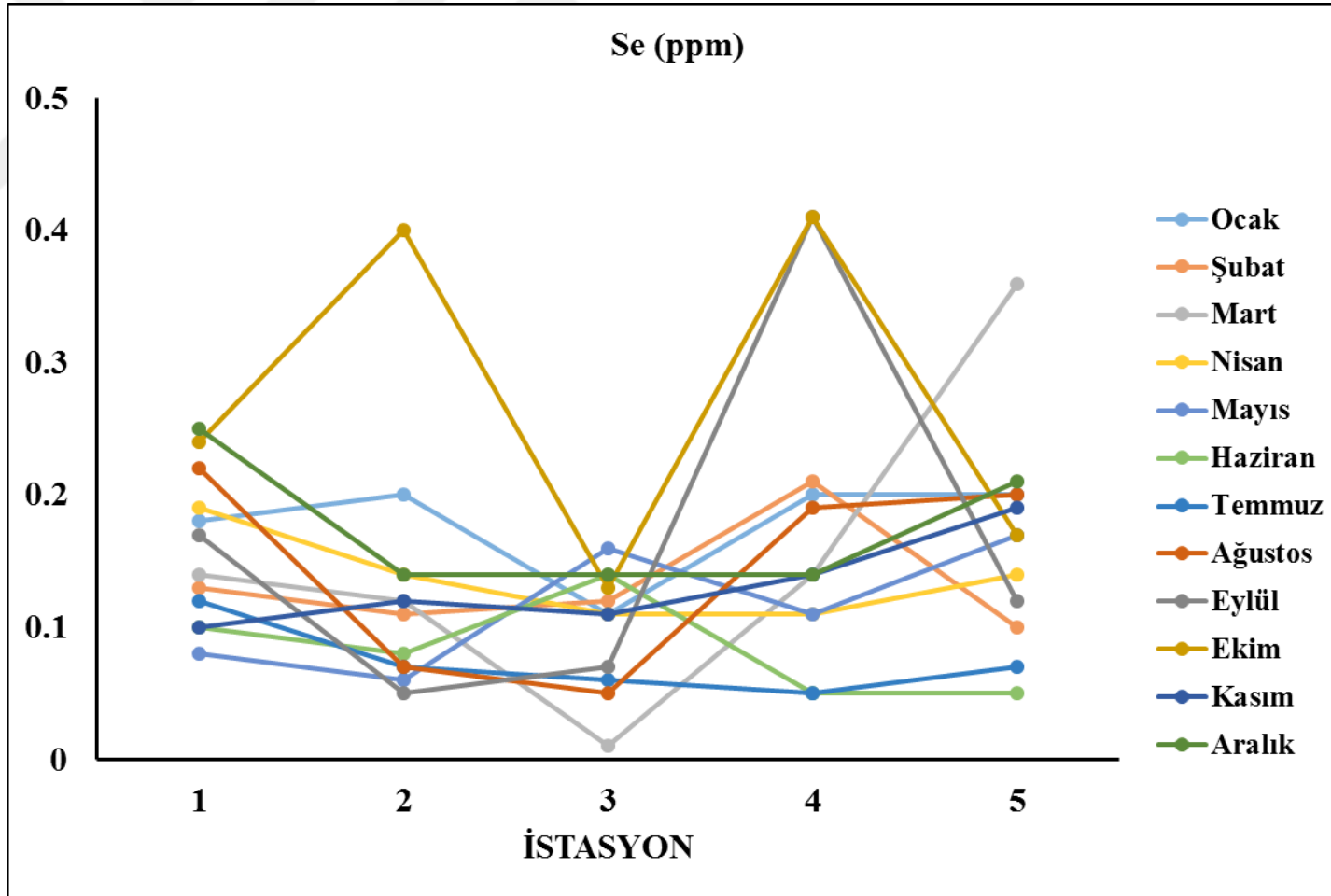
Şekil 3. 3 % Su içeriğinin aylara göre değişimi



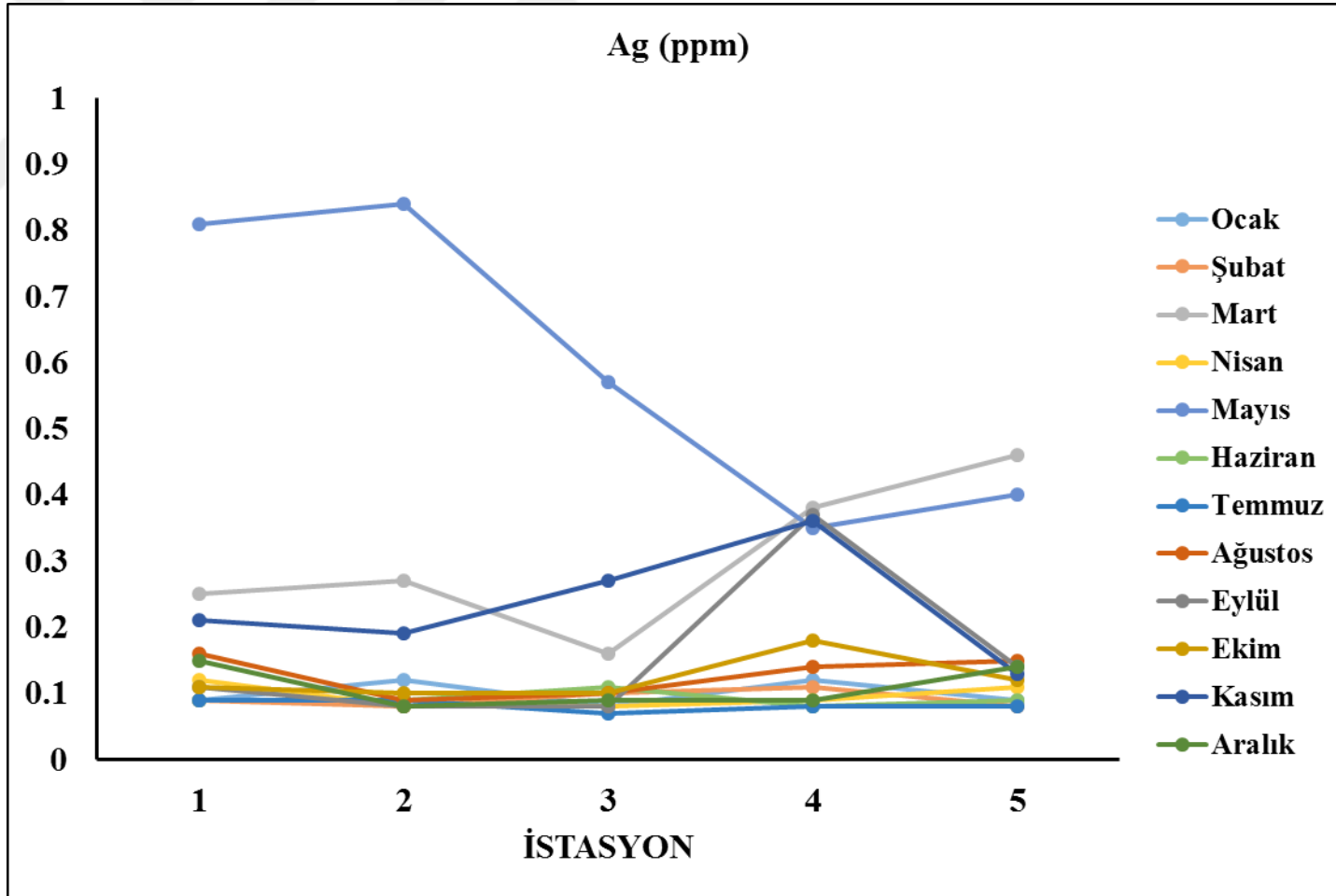
Şekil 3. 4 Organik madde miktarının aylara göre değişimi



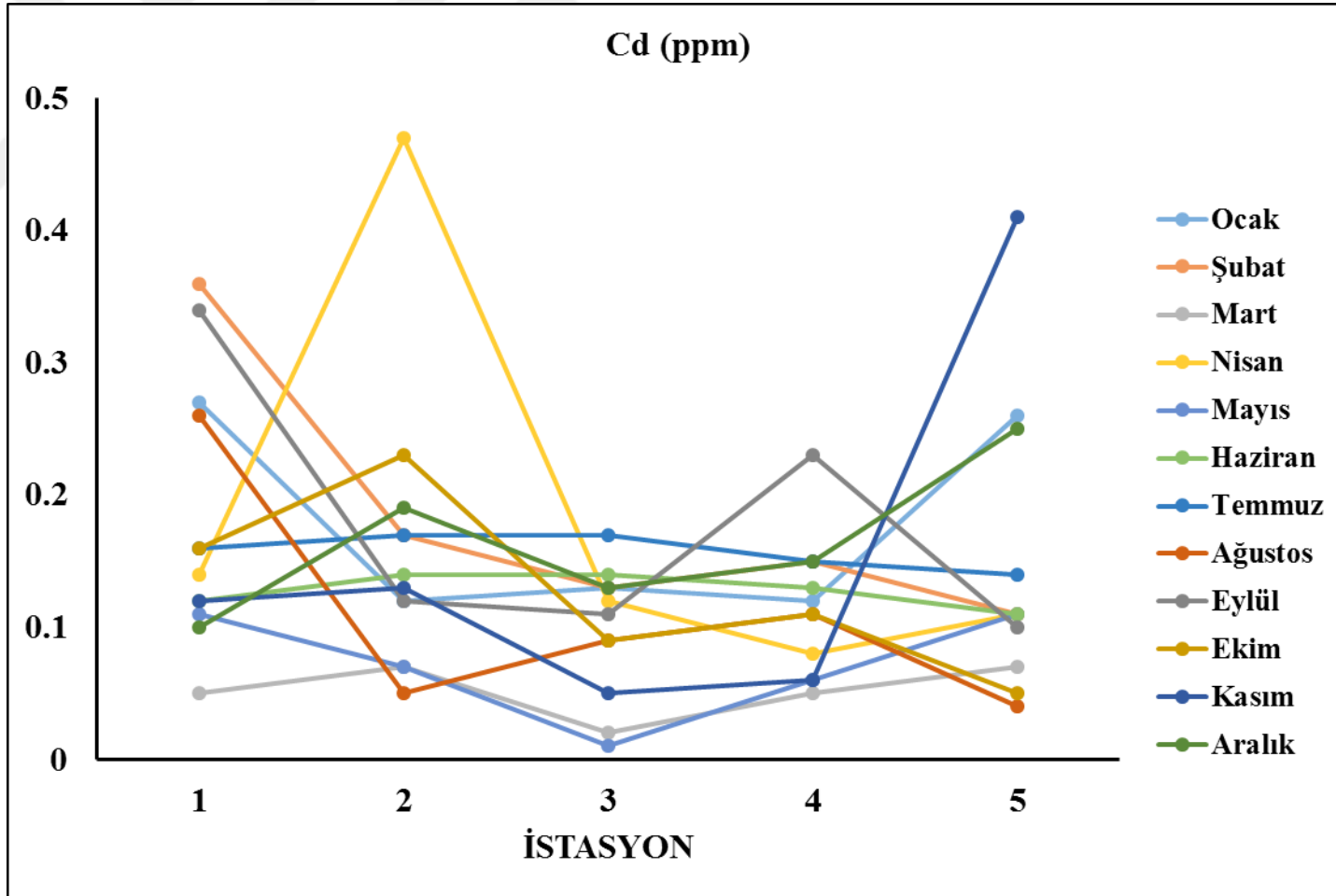
Şekil 3. 5 As miktarının aylara göre değişimi



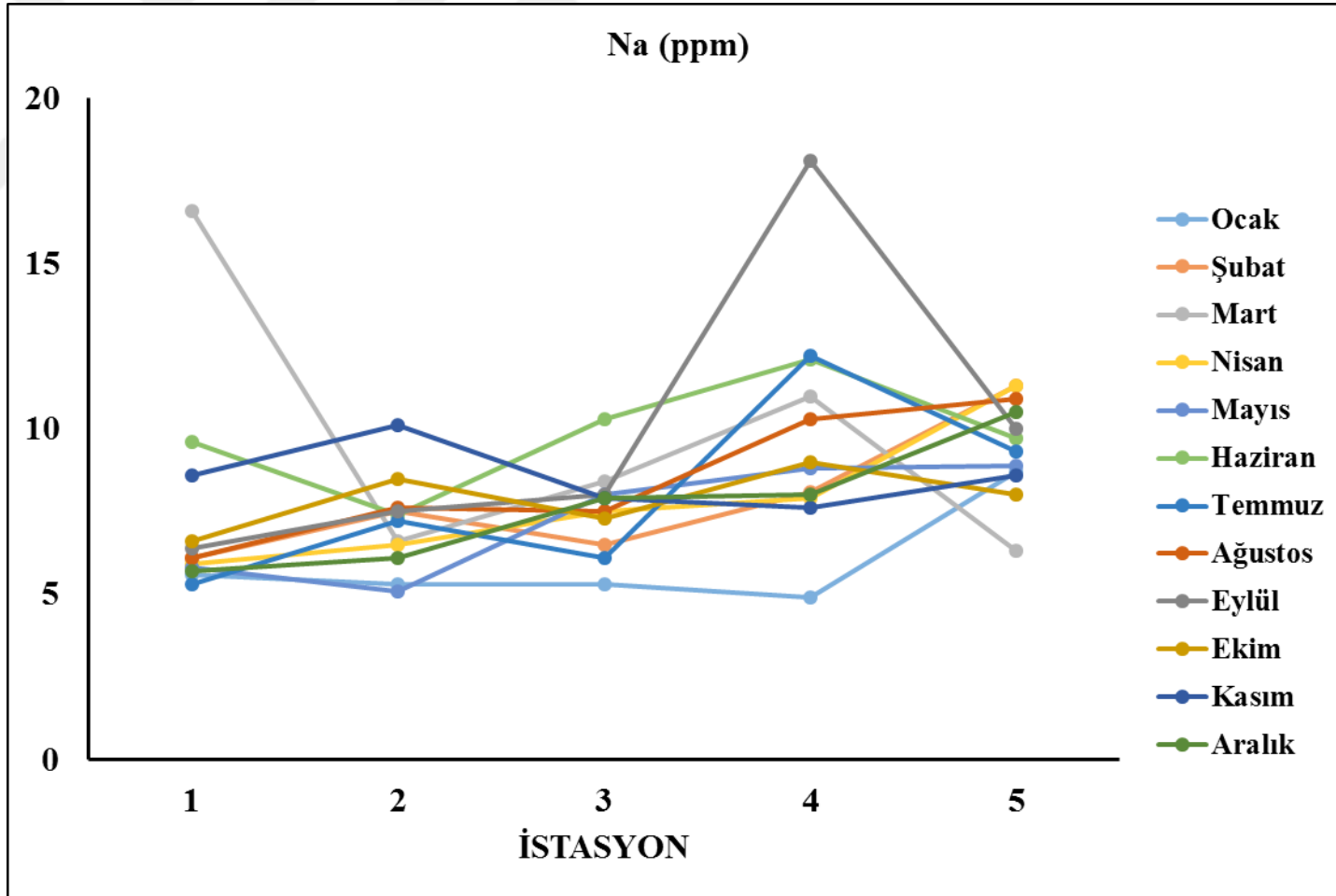
Şekil 3. 6 Se miktarının aylara göre değişimi



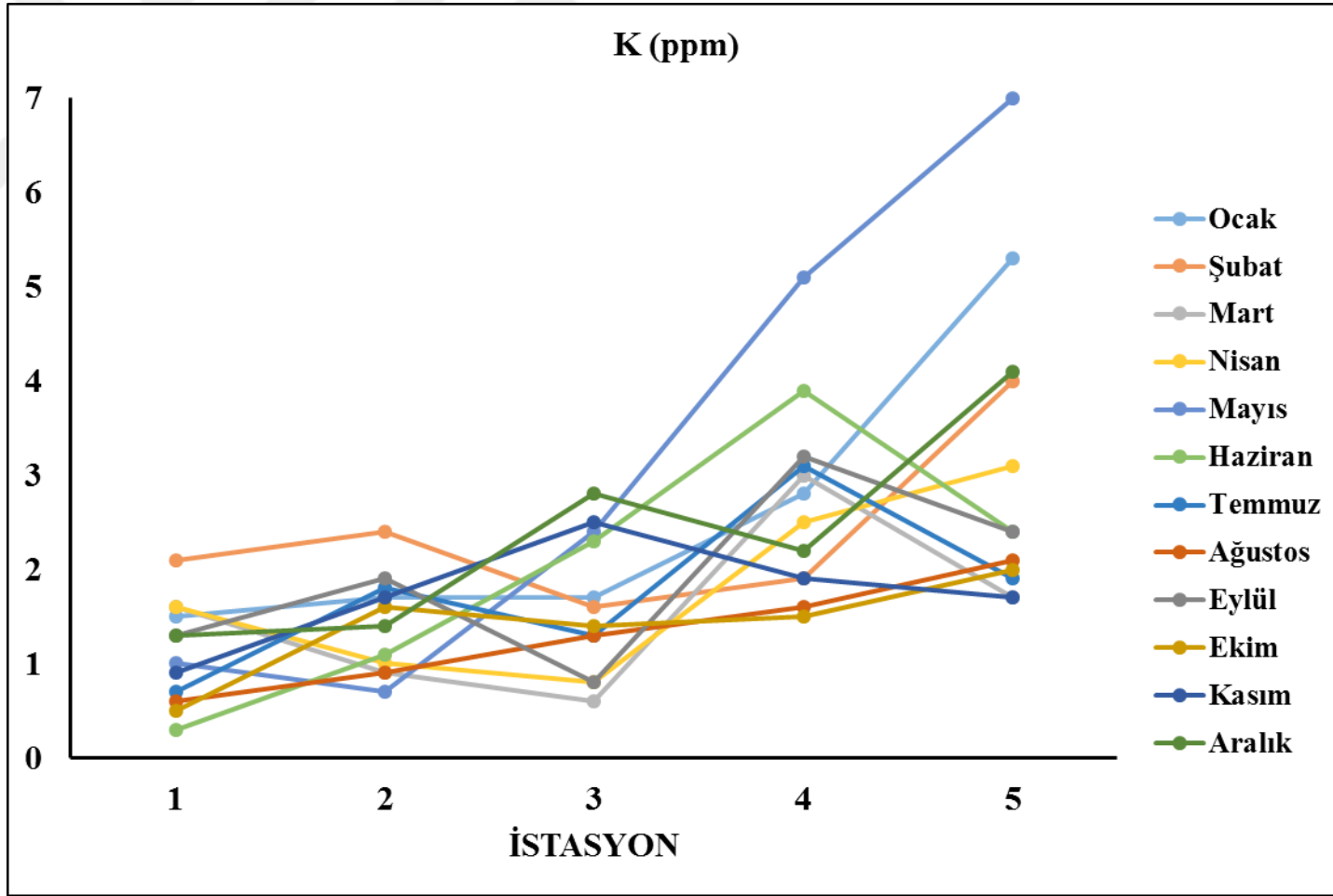
Şekil 3. 7 Ag miktarının aylara göre değişimi



Şekil 3. 8 Cd miktarının aylara göre değişimi



Şekil 3. 9 Sodyum miktarının aylara göre değişimi



Şekil 3. 10 Potasyum miktarının aylara göre değişimi

EK II

Tablo 4. 1 Parametrelerin aylara göre değerleri

	İSTASYON	pH	EC (mS/cm)	Organik Madde Miktarı (%)	Su İçeriği (%)	As (ppm)	Se (ppm)	Ag (ppm)	Cd (ppm)	Na (ppm)	K (ppm)
Ocak 2014	1	8,30	100	1,95	17,67	5,150	0,180	0,090	0,270	5,6	1,5
	2	8,10	185	1,96	17,55	4,710	0,200	0,120	0,120	5,3	1,7
	3	7,70	190	1,95	19,63	3,630	0,110	0,080	0,130	5,3	1,7
	4	7,90	130	1,93	29,92	4,760	0,200	0,120	0,120	4,9	2,8
	5	7,60	530	1,85	34,15	5,060	0,200	0,090	0,260	8,7	5,3
Şubat 2014	1	7,70	80	3,85	15,77	3,310	0,130	0,090	0,360	6,1	2,1
	2	7,80	190	2,85	22,95	3,460	0,110	0,080	0,170	7,5	2,4
	3	7,30	220	2,20	23,62	2,920	0,120	0,100	0,130	6,5	1,6
	4	7,50	300	5,50	30,57	4,970	0,210	0,110	0,150	8,1	1,9
	5	7,70	310	5,05	27,50	2,490	0,100	0,080	0,110	11,3	4,0
Mart 2014	1	7,40	160	1,75	13,09	3,600	0,140	0,250	0,050	16,6	1,6
	2	6,80	150	2,85	19,97	2,910	0,120	0,270	0,070	6,6	0,9
	3	7,50	220	4,00	24,73	2,050	0,010	0,160	0,020	8,4	0,6
	4	7,60	250	3,45	21,86	4,140	0,140	0,380	0,050	11,0	3,0
	5	7,60	150	3,20	26,26	7,330	0,360	0,460	0,070	6,3	1,7
Nisan 2014	1	7,80	100	0,25	15,48	4,340	0,190	0,120	0,140	5,9	1,6
	2	7,50	110	1,90	17,06	3,880	0,140	0,080	0,470	6,5	1,0
	3	7,70	210	3,70	23,13	3,230	0,110	0,080	0,120	7,5	0,8
	4	7,20	280	3,75	27,53	3,490	0,110	0,090	0,080	7,9	2,5
	5	7,00	290	4,00	27,78	5,220	0,140	0,110	0,110	11,3	3,1
Mayıs 2014	1	6,50	80	1,10	13,94	3,540	0,080	0,810	0,110	5,8	1,0
	2	6,20	70	1,10	13,41	3,430	0,060	0,840	0,070	5,1	0,7
	3	7,50	260	1,80	23,39	3,790	0,160	0,570	0,010	8,0	2,4
	4	7,30	710	6,95	35,30	3,410	0,110	0,350	0,060	8,8	5,1
	5	7,20	470	7,60	38,07	4,940	0,170	0,400	0,110	8,9	7,0
Haziran 2014	1	6,80	170	0,73	14,58	3,260	0,100	0,090	0,120	9,6	0,3
	2	6,70	120	1,49	15,94	2,510	0,080	0,090	0,140	7,4	1,1
	3	7,00	400	2,39	20,19	3,810	0,140	0,110	0,140	10,3	2,3
	4	6,90	710	3,01	33,92	2,100	0,050	0,080	0,130	12,1	3,9
	5	7,00	450	2,37	24,84	1,500	0,050	0,090	0,110	9,7	2,4

Tablo 4. 1 (devam)

	İSTASYON	pH	EC (mS/cm)	Organik Madde Miktarı (%)	Su içeriği (%)	As (ppm)	Se (ppm)	Ag (ppm)	Cd (ppm)	Na (ppm)	K (ppm)
Temmuz 2014	1	8,10	100	1,98	13,34	2,870	0,120	0,090	0,160	5,3	0,7
	2	7,80	240	1,94	18,55	2,430	0,070	0,090	0,170	7,2	1,8
	3	7,90	240	1,94	19,80	3,090	0,060	0,070	0,170	6,1	1,3
	4	7,60	660	1,88	18,09	2,340	0,050	0,080	0,150	12,2	3,1
	5	7,90	370	1,92	25,57	2,350	0,070	0,080	0,140	9,3	1,9
Ağustos 2014	1	7,10	130	1,98	12,99	4,950	0,220	0,160	0,260	6,1	0,6
	2	8,00	180	1,92	16,68	2,240	0,070	0,090	0,050	7,6	0,9
	3	7,80	250	1,94	18,85	2,800	0,050	0,100	0,090	7,5	1,3
	4	7,90	370	1,90	21,50	5,130	0,190	0,140	0,110	10,3	1,6
	5	8,00	250	1,87	25,85	6,070	0,200	0,150	0,040	10,9	2,1
Eylül 2014	1	8,00	190	1,98	12,42	4,960	0,170	0,110	0,340	6,4	1,3
	2	7,60	195	1,82	33,66	2,870	0,050	0,080	0,120	7,5	1,9
	3	7,90	230	1,90	19,01	4,180	0,070	0,080	0,110	8,0	0,8
	4	7,50	690	1,79	27,98	8,960	0,410	0,370	0,230	18,1	3,2
	5	7,70	380	1,90	21,37	4,870	0,120	0,140	0,100	10,0	2,4
Ekim 2014	1	8,00	70	1,97	13,00	5,100	0,240	0,110	0,160	6,6	0,5
	2	7,30	190	1,92	20,58	5,440	0,400	0,100	0,230	8,5	1,6
	3	7,90	150	1,92	19,99	3,920	0,130	0,100	0,090	7,3	1,4
	4	7,90	190	1,91	20,68	8,150	0,410	0,180	0,110	9,0	1,5
	5	8,10	140	1,92	20,49	4,820	0,170	0,120	0,050	8,0	2,0
Kasım 2013	1	8,50	220	1,91	23,30	4,240	0,100	0,210	0,120	8,6	0,9
	2	7,70	510	1,88	41,29	3,260	0,120	0,190	0,130	10,1	1,7
	3	7,30	200	1,95	21,27	3,360	0,110	0,270	0,050	7,9	2,5
	4	8,00	130	1,96	20,74	3,680	0,140	0,360	0,060	7,6	1,9
	5	7,30	200	1,95	25,48	5,240	0,190	0,130	0,410	8,6	1,7
Aralık 2013	1	8,20	60	1,96	14,74	6,310	0,250	0,150	0,100	5,7	1,3
	2	8,10	120	1,95	19,36	4,820	0,140	0,080	0,190	6,1	1,4
	3	8,00	180	1,93	22,88	3,550	0,140	0,090	0,130	7,9	2,8
	4	8,10	110	1,94	19,21	4,350	0,140	0,090	0,150	8,0	2,2
	5	7,90	270	1,93	29,71	6,120	0,210	0,140	0,250	10,5	4,1

KAYNAKLAR

- 1 Cirik, S., Cirik. Ş. 1991. *Limnoloji* Ege Üniversitesi Su Ürünleri Yüksekokulu Yayınları No: 21, Ege Üniversitesi Basım Evi Bornova, İzmir.
- 2 Göksu, M.Z.L., Çevik, F., Fındık, Ö., Sarıhan, E. 2003. Seyhan Baraj Gölü'ndeki Aynalı Sazan (*Cyprinus carpio* L., 1758) ve Sudak (*Stizostedion lucioperca* L.,1758)'larda Fe, Zn, Cd Düzeylerinin Belirlenmesi , *E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 20(1-2):69 – 74.
- 3 Çetinkaya, M. 2015. Co(II), Cr(III) ve Ni(II) Metal İyonlarının Sulu Ortamlarda *Mucor pusillus* (Lindt., 1886) İmmobilize Edilmiş Aktif Al₂O₃ Biyokompozitte Zenginleştirilme Şartlarının Araştırılması ve Alevli AAS İle Tayini. Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Nevşehir.
- 4 Küçükil, O. 1988. İzmir Körfezi dip sedimentlerinde kirlilik dağılımı. Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- 5 Ergül, H.A. 2004. Karadeniz'in Trabzon yöresinde Oksik Zon'da sedimentasyon yapan materyalin bazı ağır metal, radyonüklid, organik karbon ve klorofil-a düzeylerinin araştırılması. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bil. Ens. Doktora Tezi, Trabzon.
- 6 İçhedef, M. 2006. İzmir Körfezi'nde sedimentasyon hızının radyometrik yöntemlerle tayini. Ege Üniversitesi., Fen Bil. Ens., Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- 7 Gönülalan, F. 2006. Ege Denizi Kıyı Sedimentlerinde Denge Üstü Radyoaktif Kurşun Birikiminin Alfa ve Gama Spektroskopisi İle İncelenmesi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- 8 Geldiay, R., Kocataş, A. 2001. Deniz Biyolojisine Giriş. *Ege Üniv., Fen Fakültesi Kitaplar Serisi*, No: 31, İzmir.
- 9 Uğur, A., Yener, G., Topcuoglu, S., Sunlu, U., Aközcan, S., Özden, B. 2006. Polonium-210 in Mussels (*Mytilus galloprovincialis* L.1758) and Sediments in Turkish Coast of the Aegean Sea, Environmental Radioactivity Book Series. Elsevier Science.
- 10 Atamanalp, M., Yanık, T. 2001. Pestisitlerin *Cyprinidae*'lere Toksik Etkileri. E. Ü. Su Ürünleri Dergisi, 18:555-563.

- 11 Ribeiro, C.A.O., Vollaie, Y., Sanchez-Chardi, A., Roche, H. 2005. Bioaccumulation and The Effects Of *Organochlorine* Pesticides, Pah And Heavy Metals in The Eel (*Anguilla Anguilla*), At The Camargue Nature Reserve, France. *Aquatic Toxicology*, 74(1):53-69.
- 12 Ostroumov, S.A. 2003. *Studying Effects Of Some Surfactants And Detergents On Filter-Feeding Bivalves*, Russia, Kluwer Academic Publishers, *Hydrobiologia*, 500:341-344.
- 13 Ekici, H., Yarsan, E. 2009. Akuakültür Canlılarında Zehirli Etki Oluşturabilecek Maddeler. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, 26(3):229-233.
- 14 Cook, M.E., Morrow, H. 1995. Anthropogenic Sources Of Cadmium In Canada: National Workshop On Cadmium Transport Into Plants, Canadian Network Of Toxicology Centres, 20-21,165-183.
- 15 ATSDR, 2003. Agency For Toxic Substances And Disease Registry, <http://www.Atsdr.Cdc.Gov/Toxfaq.Html>. Web adresinden 20.05.2014 tarihinde edinilmiştir.
- 16 Kesler, S.E. 1994. *Mineral Resources, Economics And The Environment*, New York: Macmillan College Publishing Company, Inc. 223 s, Amerika Birleşik Devletleri.
- 17 Fialkowski, W., Newman, W.A. 1998. A Pilot Study Of Heavy Metal Accumulations in A Barnacle From The Salton Sea, Southern California. *Mar. Poll. Bull.* 36(2), 138-143.
- 18 Griscom, S., Fisher, N.C., Luoma, S.N. 2000. Geochemical Influences On Assimilation Of Sediment-Bound Metals In Clams And Mussels. *Environ., Sci., Technol.*, 34, 91-99.
- 19 Özdilek, H.G. 2002. Distribution and Transport Of Copper And Lead In The Blackstone River, Massachusetts, Worcester Polytechnic Institute, Phd Thesis, 242 s, Amerika Birleşik Devletleri.
- 20 Gray, N.F. 1996. *Drinking Water Quality: Problems and Solutions*, John Wiley & Sons Ltd., Baffins Lane, Chichester, 315 s. İngiltere.
- 21 Seng, C.E., Lim, P.E., Chong, P.K. and Wong, L.M. 1995. Heavy Metal Pollution and Waters of the Penang River, Malaysia. *Water Qual. Res. J. Canada*, 30(1): 39-43.

- 22 Abdel-Baky, T.E. and Zyadah, M.A. 1998. Effect of Accumulation of Copper, Cadmium, and Zinc on Some Biological Parameters of Some Marine Fishes from the Northern Region of Lake Manzalah, Egypt. *J. Egypt. Ger. Soc. Zool.* 27(B): 1-19.
- 23 Karapire, C. 1998. Determination of Some Trace Elements in Gediz River Sediments. Graduate School of Naturel and Applied Sciences of Dokuz Eylül University, The Degree of Master Science.
- 24 Karadere, H. and Ünlü, E. 2000. Concentrations of Some Heavy Metals in Water, Sediment and Fish Species from the Atatürk Dam Lake (Euphrates), Turkey. *Chemosphere*, 41(9): 1371-1376.
- 25 Cataldo, D., Colombo, J.C., Boltovskoy, D., Bilos, C. and Landoni, P. 2001. Environmental Toxicity Assessment in the Paraná River Delta (Argentina): Simultaneous Evaluation of Selected Pollutants and Mortality Rates of *Corbicula fluminea*. *Environmental Pollution*, 112(3): 379–389.
- 26 Kirby, J., Maher, W. and Krikowa, F. 2001. Selenium, Cadmium, Copper, and Zinc Concentrations in Sediments and Mullet (*Mugil Cephalus*) from the Southern Basin of Lake Macquarie, NSW, Australia. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 40, 246-256.
- 27 Rashed, M.N. 2001. Monitoring of Environmental Heavy Metal in Fish from Nasser Lake. *Environment International*, 27: 27-33.
- 28 Yiğit, S., Altındağ, A. 2002. Accumulation of Heavy metals on the food web components of Burdur Lake, Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 11(12a): 1048-1052.
- 29 Akcay, H., Oguz, A., Karapire, C. 2003. Study of heavy metal pollution and speciation in Buyak Menderes and Gediz river sediments. *Water Research*, 37 (4): 813–822.
- 30 Özmen, H., Külahcı, F., Çukurovalı, A., Doğru, M. 2003. Concentrations of heavy metal and radioactivity in surface water and sediment of Hazar Lake (Elazığ, Turkey). *Chemosphere*, 55(3): 401–408.
- 31 Turgut, C. 2003. The Contamination with Organochlorine Pesticides and Heavy Metals in Surface Water in Küçük Menderes River in Turkey. *Environ. Int.* 29: 29-32.

- 32 Dural, M. 2004. Çukurova Bölgesindeki Akyatan, Tuzla Ve Çamlık Lagünlerinde (Adana/Türkiye) Ağır Metal Araştırması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana.
- 33 Audry, S., Schafer, J., Blanc, G. and Jouanneau, J.M. 2004. Fifty-Year Sedimentary Record of Heavy Metal Pollution (Cd, Zn, Cu, Pb) in the Lot River Reservoirs (France). *Environmental Pollution*, 132: 413-426.
- 34 Landajo, A., Arana G., Diego, A.D., Etxebarria N., Zuloaga, O. and Amouroux, D. 2004. Analysis of Heavy Metal Distribution in Superficial Estuarine Sediments (Estuary of Bilbao, Basque Country) by Open-Focused Microwave-Assisted Extraction and ICP-OES. *Chemosphere*, 56: 1033–1041.
- 35 Altındağ, A., Yiğit, S. 2005. Assesment of heavy metal concentrations in the food web of lake Beyşehir, Turkey. *Chemosphere*, 60: 552-556.
- 36 Singh, K.P., Malik, A., Sinha, S. 2005. Water quality assessment and apportionment of pollution sources of Gomti river (India) using multivariate statistical techniques—a case study, *Analytica Chimica Acta*, 538 (1–2): 355–374.
- 37 Anonim, 1995b. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 19 th Ed. APHA, AWWA, WPCF, Washington.
- 38 Egemen, Ö. 2000. *Çevre ve Su Kirliliği*. E. Ü. Su Ürünleri Fak., Yayın No 42, 116, Bornova, İzmir.
- 39 Anonim, 1984. Determination of Total Cadmium, Zinc, Lead and Copper in Selected Marine Organisms by Flameless Atomic Absorption Spectrophotometry United Nations Environment Programme. Reference Methods for Marine Pollution Studies No 11, Revision 1, Geneva.
- 40 Dural M., Göksu M.Z.L. 2006. Çamlık Lagünü (Karataş, Adana), Seston, Bentoz ve Sedimentinde Mevsimsel Ağır Metal Değişimi, *E. Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 23(1): 65-69.
- 41 Muller, G. 1969. Index of geo-accumulation in sediments of the Rhine River, *Geojournal*, 2,108–118.
- 42 Müller, G. 1979. ‘Schwermetalle in den Sedimenten des Rheins - Veränderungen seit 1971’, *Umschau*, 79(24): 778–783.

- 43 Vertacnik, A., Prohic, E., Kozar, S., ve Juracic, M. 1995. "Behavior of some trace elements in alluvial sediments, Zagreb water-well field area, Croatia", *Water Research*, 29, 237-46.
- 44 Wardas, M., Budek, L., ve Rybicka, E.H. 1996. "Variability of heavy metals content in bottom sediments of the Wilga River, a tributary of the Vistula River (Krakow area, Poland)", *Applied Geochemistry*, 11, 197-202.
- 45 Marvin, C., Grapentine, I. ve Painter, S. 2004. "Application of a sediment quality index to the lower laurentian great lakes, *Environmental Monitoring and Assessment*, 91, 1–16.
- 46 Leong, L.S., Tanner, P.A. 1999. Comparision of methods for determination of organic carbon in marine sediment, *Marine Pollution Bulletin*, 38(10): 875-879.
- 47 Bakan, G., Şenel, B. 2000. Samsun Mert Irmağı-Karadeniz Deşarjında Yüzey Sediman (Dip Çamur) ve Su Kalitesi Araştırması, *Turk. J. Engin. Environ. Sci.*, 24,135-141.
- 48 Kalaycı, S., Kahya, E. 1998. Susurluk Havzası Nehirlerinde Su Kalitesi Trendlerinin Belirlenmesi, *Tr. J. of Engineering and Environmental Science*, 22, 503–514.
- 49 Ürey, E. 2014. "Kılıçözü deresi (Kırşehir) su, sediment ve *Typha angustifolia* örneklerinde ağır metal konsantrasyonlarının mevsimsel olarak incelenmesi", Erciyes Üniversitesi. Kayseri.
- 50 Ünal, Ö.F. 2010. Yeşilırmak Nehri'nden Toplanan Balık ve Sediment Örneklerinde Eser Element Tayini. Gazi Osman Paşa Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Tokat.
- 51 Köse, E., Tokatlı, C., Çiçek, A. 2013. Antropojenik Baskıdan Uzak Gürleyik Çayı Kaynağından (Eskişehir) Bazı Makro ve Mikro Element Konsantrasyonları. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 6(1): 40-43, 2013.
- 52 Yalçın, M.G., Narin, İ., Soylak, M. 2007. Multivariate analysis of heavy metal contents of sediments from Gumusler creek, Niğde, Turkey. *Environ Geol*, 54:1155-1163.
- 53 Cappuyns, V., Swennen, R. 2005. Kinetics of element release during combined oxidation and pH_{stat} leaching of anoxic river sediments *Applied Geochemistry*, 20(6):1169–1179.

- 54 Dong, D., Liu, X., Guo, Z., Hua, X., Su, Y., Liang, D. 2015. Seasonal and Spatial Variations of Heavy Metal Pollution in Water and Sediments of China's Tiaozi River. *Pol. J. Environ. Stud.* 24(6): 2371-2379.
- 55 Ali, B.N.M., Lin, C.Y., Cleophas, F., Abdullah, M.H., Musta, B. 2014. Assessment of heavy metals contamination in Mamut river sediments using sediment quality guidelines and geochemical indices. *Environ Monit Assess*, 187:4190-4200.
- 56 Barakat, A., Baghdadi, M.E., Rais, J., Nadem, S. 2012. Assessment of Heavy Metal in Surface Sediments of Day River at Beni-Mellal Region, Morocco. *Research Journal of Environmental and Earth Sciences*, 4(8): 797-806.
- 57 Thuong, N.T., Yoneda, M., Ikegami, M., Takakuro, M. 2013. Source discrimination of heavy metals in sediment and water of To Lich River in Hanoi City using multivariate statistical approaches. *Environ Monit Assess*, 185:8065-8075.
- 58 Sheykhi, V., Moore, F. 2012. Evaluation of potentially toxic metals pollution in the sediments of the Kor river, southwest Iran. *Environ Monit Assess*, 185:3219-3232.
- 59 A, S.C., Rath, P. 2014. Sediment quality assessment through Geaccumulation index of Brahmani river –estuarine system, Odisha, India. *International Journal of Energy, Sustainability and Environmental Engineering*, 1(1):13-15.
- 60 S, A., Özcan, H. 2014. Chemometric and geochemical study of the heavy metal accumulation in the soils of a salt marsh area (Kavak Delta, NW Turkey). *J Soils Sediments*, 15:323-331.

ÖZGEÇMİŞ

1983 yılında Giresun’da doğdu. İlkokulu Barça Köyü İlkokulu’nda, ortaokulu Aksu-Seka İlköğretim Okulu’nda, liseyi Atatürk Sağlık Meslek Lisesi’nde tamamladı. 2010 yılında girdiği Giresun Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü’nden 2013 yılında mezun oldu. 2013 yılı Eylül ayında girdiği Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Programında öğrenim görmeye devam etmektedir. Ayrıca 2005 yılında Sağlık Memuru Laboratuvar Teknisyeni ünvanı ile memuriyet hayatına başlamıştır. Ağrı ve Gümüşhane illerinde çalıştıktan sonra Giresun’a atanmış ve halen Giresun Kadın Doğum ve Çocuk Hastalıkları Hastanesi’nde görev yapmaktadır. Evli ve 2 çocuk babasıdır.