

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BÜYÜK MENDERES NEHRİ ÇÖKELLERİNDE
AĞIR METAL KİRLİLİĞİ VE DELTAYA OLAN
ETKİLERİ

Alican YILGÖR

Mart, 2009

İZMİR

**BÜYÜK MENDERES NEHRİ ÇÖKELLERİNDE
AĞIR METAL KİRLİLİĞİ VE DELTAYA OLAN
ETKİLERİ**

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Doktora Tezi

Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Bölümü, Deniz Jeolojisi ve Jeofiziği Anabilim Dalı

Alican YILGÖR

Mart, 2009

İZMİR

DOKTORA TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

ALİCAN YILGÖR, tarafından **PROF. DR. DOĞAN YAŞAR** yönetiminde hazırlanan “**BÜYÜK MENDERES NEHRİ ÇÖKELLERİNDE AĞIR METAL KİRLİLİĞİ VE DELTAYA OLAN ETKİLERİ**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Doğan YAŞAR

Danışman

Prof. Dr. Nihayet BİZSEL

Tez İzleme Komitesi Üyesi

Prof. Dr. Filiz KÜÇÜKSEZGİN

Tez İzleme Komitesi Üyesi

Prof. Dr. Namık ÇAĞATAY

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Hüseyin Avni BENLİ

Jüri Üyesi

Prof.Dr. Cahit HELVACI

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŐEKKÖR

Bu çalışmanın yapılmasına olanak sağlayan Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü Prof. Dr. Cahit HELVACI'ya; tezi yöneten ve yönlendiren danışmanım Prof. Dr. Doğan YAŞAR'a, Jeoloji laboratuvarı çalıőmalarındaki katkılarından dolayı eőim Sinem YILGÖR'e; kimyasal analizlerin yapılmasında büyük yardımlarını gördüğüm Prof. Dr. Filiz KÜÇÜKSEZGİN'e, Arő. Gör. Esin ULUTURHAN'a, uydu görüntülerini kullanmamı sağlayan Dr. Hüsnü ERONAT'a ve BAP 2005. KB. Fen 013 nolu proje desteklerinden dolayı Dokuz Eylül Üniversitesi'ne teőekkürü bir borç bilirim.

Alican YILGÖR
Jeoloji Yük.Müh.

BÜYÜK MENDERES NEHRİ ÇÖKELLERİNDE AĞIR METAL KİRLİLİĞİ VE DELTAYA OLAN ETKİLERİ

ÖZ

Çalışmada Ege bölgesinin en büyük nehirlerinden birisi olan Büyük Menderes nehrinin kirliliği araştırılmış ve bu amaçla Büyük Menderes nehri ile bu nehre dökülen yan dereler ve dalyan bölgesinden karot şeklinde sediment örnekleri alınmıştır. Çalışma alanı delta, dalyan, aşağı ve yukarı Büyük Menderes nehri ile bu nehre dökülen yan kollar olmak üzere beş ayrı bölgeye ayrılmıştır. Nehirde oluşan kirliliğin derecesini ortaya koymak amacıyla yüzey ve dip sedimentlerinde Pb, Zn, Cu, Mn, Cr, Ni, Fe, Hg metallerinin konsantrasyonları ile organik karbon ve karbonat içerikleri saptanmıştır. Karotların alt ve üst seviyelerinde, 63 mikrondan küçük sediment örneklerinde atomik absorpsiyon spektrometre ve ICP-ES yöntemiyle, metal konsantrasyonları belirlenmiştir. Buna göre aşağı ve yukarı Büyük Menderes ile bunlara dökülen yan kollar ve delta bölgesinde metal konsantrasyonları ortalama şeyl standartının üzerinde çıkmıştır.

Çalışma alanında ayırt edilen bölgelerde jeolojik akümülyasyon indeksi (Igeo) hesaplanması sonucu, delta, aşağı Büyük Menderes ve yukarı Büyük Menderes bölgelerinde kirlenmenin başladığı belirlenmiştir. Aşağı Büyük Menderes bölgesi Mn ve Zn metalleri için, Delta bölgesi Hg metali için orta kirli sınıfına girmektedir. Büyük Menderes nehrinde dökülen yan kollarda ise Pb, Zn, Cu, Mn, Fe metalleri için kirlenme başlamış olup, Cr metali için ise orta kirli sınıfına girmektedir. Çalışma alanında Dalyan bölgesinden alınan örneklerin tamamında yapılan analizlerde, ağır metal konsantrasyonlarının ortalama şeyl standartları dahilinde olduğu saptanmıştır. Nehirden alınan BM-1, BM-4 ve BM-23 nolu karotlar incelendiğinde karotların üst kısmı olan 0-5cm seviyelerinden alınan örneklerde ağır metal değerlerinin ortalama şeyl standartların üzerinde ve yüksek çıktığı, aynı karotların sanayi öncesini temsil ettiğini düşündüğümüz dip seviyelerinde yapılan analizlerde ise ağır metal değerlerinin genellikle ortalama şeyl standartları altında kaldığı görülmüştür. Bu da bize Büyük Menderes nehri ve deltasında yüksek metal değerlerinin antropojenik kökenli olduğunu göstermektedir.

Anahtar sözcükler: Büyük Menderes nehri, kirlilik, ağır metal, jeoakümülyasyon indeksi

HEAVY METAL POLLUTION IN THE SEDIMENTS OF THE BUYUK MENDERES RIVER AND THE EFFECTS ON THE DELTA

ABSTRACT

In this study, the pollution of Buyuk Menderes one of the biggest river in Aegean Region has been investigated by taking core type sediment samples from Büyük Menderes, brunch rivers and their lagune. Study areas are, delta, lagune, lower Büyük Menderes, upper Büyük Menderes and brunch rivers that is reaching to Menderes River. In order to determine pollution level, Pb, Zn, Cu, Mn, Cr, Ni, Fe, Hg observed concentrations has been sedimental type, organic carbon and carbonic ingredients have been measured on the surface and deep core sediments. Metallic concentrations have been determined using atomic absorption spectrophotometer and ICP-ES from sediment core samples (less than 63 micrometer) taken from the surface and deep level. As a result of this determination metal concentrations at lower and upper Buyuk Menderes, brunch rivers and delta area are above average shale values.

In the study area, geoaccumulation index has been calculated and metal pollution of delta, lower and upper Buyuk Menderes has been started. Lower Buyuk Menderes area has been found as moderately polluted in terms of Mn and Zn metal elements. Delta area has been found as moderately polluted in terms of Hg metal elements. It is also determined that the pollution has been started at the brunch rivers in the Büyük Menderes River in terms of Pb, Zn, Cu, Mn, Fe and determined as moderately polluted in terms of Cr. After analyses of the samples from lagune study area, heavy metal concentration has been determined under average shale standards. Core sediments numbered BM-1, BM-4 ve BM-23 that is taken from the study area are investigated and determined heavy metal concentrations at the top of core sediment are above the standard level. The heavy metal concentrations at the bottom level of the same core sediments are at the standard level and those sediments are belong preindustrial period. All results showed us heavy metal concentrations at Büyük Menderes River are from anthropogenic sources.

Keywords: Büyük Menderes river, pollution, heavy metals, jeoakümülayson index

İÇİNDEKİLER

Sayfa

DOKTORA TEZİ SINAV SONUÇ FORMU	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZ	iv
ABSTRACT	v

BÖLÜM BİR – GİRİŞ 1

1.1 Amaç	1
1.2 Önceki Çalışmalar	1
1.3 Çalışma Alanı	4
1.3.1 Delta.....	4
1.3.2 Dalyan.....	5
1.3.3 Aşağı Büyük Menderes Nehri	7
1.3.4 Yukarı Büyük Menderes Nehri.....	7
1.3.5 Yan Kollar	8
1.3.6 Coğrafya	9
1.3.7 Topoğrafya.....	10
1.3.8 İklim ve bitki Örtüsü.....	10
1.3.9 Nüfus yoğunluğu ve Yerleşim	12
1.4 Büyük Menderes Havzası yüzey suları	12
1.4.1 Akarsular	12
1.4.2 Göller	14
1.4.3 Barajlar	15
1.5 Büyük Menderes Havzası Jeotermal Kaynakları	16
1.6 Büyük Menderes Havzası Jeolojisi	17

BÖLÜM İKİ - KULLANILAN YÖNTEMLER..... 28

2.1 Örnekleme	28
---------------------	----

2.2 Laboratuvar Yöntemleri	32
2.2.1 Tane Boyu Analizleri.....	32
2.2.1.1 Elek Analizi	33
2.2.1.2 Hidrometre Analizi	33
2.2.2 Karbonat Analizleri	34
2.2.2.1 Kalsiyum Karbonat Analizleri	34
2.2.2.2 Organik Karbon Analizleri	34
2.2.2.3 Ağır Metal Analizleri.....	35
BÖLÜM ÜÇ – BÜYÜK MENDERES NEHRİ SEDİMANTOLOJİSİ.....	37
3.1 Nehirsel Ortamlar ve Sedimentleri.....	37
3.2 Büyük Menderes Nehri Sedimentleri	38
3.2.1 Deltadan Alınan Örneklerin Sedimentolojisi	39
3.2.2 Dalyandan Alınan Örneklerin Sedimentolojisi.....	40
3.2.3 Aşağı Büyük Menderes Nehrinden Alınan Örneklerin Sedimentolojisi	41
3.2.4 Yukarı Büyük Menderes Nehrinden Alınan Örneklerin Sedimentolojisi	42
3.2.5 Yan Derelerden Alınan Örneklerin Sedimentolojisi.....	43
BÖLÜM DÖRT – SEDİMENT ÖRNEKLERİNİN ORGANİK KARBON VE	
KARBONAT İÇERİKLERİ	44
4.1 Yüzey Sedimentlerinin CaCO ₃ İçerikleri.....	44
4.2 Dip Sedimentlerinin CaCO ₃ İçerikleri	44
4.3 Yüzey Sedimentlerinin Toplam Organik Karbon (TOC) İçerikleri	45
4.4 Dip Sedimentlerinin Toplam Organik Karbon (TOC) İçerikleri.....	45
BÖLÜM BEŞ - BÜYÜK MENDERES NEHRİ SEDİMENTLERİNDE AĞIR	
METAL DAĞILIMLARI.....	51
5.1 Sedimentde Ağır Metal Birikimi.....	51
5.2 Büyük Menderes Nehri Sedimentlerinde Ağır Metal Dağılımı	52

5.2.1	Yüzey ve Dip Sedimentlerinde Bakır Dağılımı.....	54
5.2.2	Karot Sedimentlerinde Bakır Dağılımı.....	54
5.2.3	Yüzey ve Dip Sedimentlerinde Çinko Dağılımı.....	54
5.2.4	Karot Sedimentlerinde Çinko Dağılımı.....	55
5.2.5	Yüzey ve Dip Sedimentlerinde Demir Dağılımı.....	55
5.2.6	Karot Sedimentlerinde Demir Dağılımı.....	55
5.2.7	Yüzey ve Dip Sedimentlerinde Krom Dağılımı.....	62
5.2.8	Karot Sedimentlerinde Krom Dağılımı.....	62
5.2.9	Yüzey ve Dip Sedimentlerinde Kurşun Dağılımı.....	62
5.2.10	Karot Sedimentlerinde Kurşun Dağılımı.....	63
5.2.11	Yüzey ve Dip Sedimentlerinde Mangan Dağılımı.....	68
5.2.12	Karot Sedimentlerinde Mangan Dağılımı.....	68
5.2.13	Yüzey ve Dip Sedimentlerinde Nikel Dağılımı.....	68
5.2.14	Karot Sedimentlerinde Nikel Dağılımı.....	72
5.2.15	Yüzey ve Dip Sedimentlerinde Civa Dağılımı.....	72
5.2.16	Karot Sedimentlerinde Civa Dağılımı.....	72
5.3.	Ağır Metal Bulgularının Değerlendirilmesi.....	76
5.3.1	Dalyan Bölgesinde Ağır Metal Bulgularının Değerlendirilmesi.....	76
5.3.2	Delta Bölgesinde Ağır Metal Bulgularının Değerlendirilmesi.....	77
5.3.3	Aşağı Büyük Menderes Nehri Bölgesinde Ağır Metal Bulgularının Değerlendirilmesi.....	77
5.3.4	Yukarı Büyük Menderes Nehri Bölgesinde Ağır Metal Bulgularının Değerlendirilmesi.....	78
5.3.5	Yan Kollarda Ağır Metal Bulgularının Değerlendirilmesi.....	78

BÖLÜM ALTI – BÜYÜK MENDERES NEHRİNDE KİRLİLİK VE KİRLİTİCİ ETKENLER..... 80

6.1	Kirlilik Tanımı ve Kirleticiler.....	80
6.1.1	Jeolojik Kirlilik.....	82
6.1.2	Endüstriyel ve Sanayi Atıkları.....	82
6.1.3	Evsel Atıklar.....	83

6.1.4 Zirai Atıklar	83
6.2 Akarsularda Kirlilik	84
6.3 Büyük Menderes Nehrinde Kirleticiler	85
6.3.1 Aydın İlinden Kaynaklanan Kirlilik	87
6.3.2 Denizli İlinden Kaynaklanan Kirlilik	93
6.3.3 Uşak İlinden Kaynaklanan Kirlilik	94
6.4 Büyük Menderes Nehrinde Kirlilik Derecesi ve Deltaya Olan Etkisi	96
BÖLÜM YEDİ - SONUÇ VE ÖNERİLER	99
KAYNAKLAR	102

BÖLÜM BİR

GİRİŞ

1.1 Amaç

Büyük Menderes (BM) nehri doğduğu noktadan denize ulaştığı noktaya kadar tarımı ve ürün çeşitliliği bakımından çok zengin ve çeşitli mahsul verebilen bir konumda olan Büyük Menderes Havzasını beslemektedir. Ancak son yıllarda kirlenme nedeni ile özellikle tarım alanlarını negatif etkilemektedir.

Çalışmanın amacı Türkiye'nin önemli nehirlerinden biri olan Büyük Menderes nehrinin kirliliği ve bu kirliliğe neden olan etkenlerin araştırılmasıdır. Afyon, Denizli ve Aydın illerinden geçen Büyük Menderes nehri evsel, endüstriyel ve tarımsal atıklar nedeni ile kirlenmektedir. Türkiye'nin çevre normlarını AB (Avrupa Birliği) su kirlilik yönetmeliklerine ve çevre normlarına uygun düzenleme noktasında 10, 15 yıl içerisinde 45-50 milyar Euro değerinde yatırım yapılması gerektiği düşünülürse, Menderes nehrinde yapılacak bu çalışma gerek halk sağlığı, gerek BM nehrinin ekonomiye kazanımı açısından temel verileri sağlayacaktır. Çalışma birçok araştırma alanında örneğin: kirlilik çalışmaları, tarım, su kaynakları ve jeokimya çalışmalarında kullanılabilir.

1.2 Önceki Çalışmalar

Büyük Menderes nehri bölgesinde daha önce yapılan çalışmalar iklim, tektonik, hidrojeoloji, kirlilik ve radyoaktivite çalışmaları olmak üzere beş ana başlık altında toplanmıştır; İklim çalışmalarıyla ilgili çalışmalar şunlardır;

— Ergin ve diğ. (2007) Büyük Menderes Deltası kıyı sedimentlerinde Holosendeki iklim ve deniz seviyesindeki değişimlerin etkisini incelemişler ve bu amaçla Deltadan sediment grab ve karot örnekleri almışlardır. Bunlar üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda delta sedimentlerinden ince taneli olanların güncel, daha iri taneli olan sedimentlerin ise son 10.400 yılda çökeldiğini saptamışlardır. Ayrıca

erken ve orta Holosen boyunca deniz seviyesindeki yükselme sonucu transgresyon olmuş ve sonra fluviyal sedimentlerin nehir vasıtasıyla denize taşınmasıyla delta suları gerilemiş ve bugünkü şeklini aldığını belirlemişlerdir.

Altıparmak (1999), Büyük Menderes Havzasında kuraklık sorunu üzerine bir çalışma yapmış ve Büyük Menderes havzasında en çok yağışın kış aylarında düştüğünü yaz aylarının kurak geçtiğini belirtmiştir. Bölgedeki istasyonlarda tespit edilen en yüksek sıcaklıkların genelde Temmuz ve Ağustos aylarında görüldüğünü en yüksek evapotranspirasyon değerinin de Temmuz ayına rastladığını tespit etmiştir.

Bölgede geçmiş yıllarda yapılan hidrojeolojik çalışmalar DSİ tarafından yapılmıştır.

- Aşağı Büyük Menderes Havzası hidrojeolojik etüdünü DSİ 1975 yılında yapmış ve Aşağı Büyük Menderes, Çine ve Akçay ovalarında yeraltısuyunun nerelerde ne miktarda bulunduğu tespit ederek, özellikle bunlardan ne ölçüde faydalanabileceğini belirlemiştir. Buna göre o yıllarda Aşağı Büyük Menderes ovasında su bilançosu; Beslenme: $397 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ Boşalım: $399.5 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ olup, $279.5 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ suyun yeraltından emniyetle çekilebileceğini belirtmiştir. Havzadaki sular orta tuzlu az sodyumlu olup, ikinci ve üçüncü kaliteli su sınıfına girdiğini belirlemişlerdir.

Büyük Menderes nehri su ve sedimentlerinde yapılmış olan kirlilik çalışmaları şunlardır;

— Çevre Bakanlığınca MATRA programına önerilen “Su Çerçeve Direktifinin Türkiye’de Uygulanması Projesi” çerçevesinde DSİ ve RBWGBM 2005 de pilot bölge olarak seçilen Büyük Menderes havzası’nda proje uygulanmaya başlanmıştır. Projenin ana hedefleri; havza genelinde bulunan tüm suların, kalitelerinin ortaya konması, akarsulara kirlilik bazında yapılan baskıların ortaya çıkarılması ve bunların etkilerinin giderilmesi ve sonuçta havza yönetim planının ortaya çıkarılmasıdır. Amaca uygun olarak havzada değişik bölgelerdeki belirlenen su istasyonlarında kirlilik çalışması yapılmıştır.

—Akar (1998), Büyük Menderes Havzasındaki sulamaların çevreye olan olumsuz etkileri ve bu etkilerin giderilmesi üzerine yaptığı çalışmada, sulama sularında yapılan analizler sonucunda havza boyunca yer alan yerleşim birimlerindeki evsel ve endüstriyel atıksuların arıtılmadan Büyük Menderes'e boşaltıldığını tespit etmiştir. Sulama ile birlikte, kullanımında büyük artış meydana gelen kimyasal gübre ve tarımsal mücadele ilaç atıkları ve Sarayköy yakınlarındaki jeotermal atıksuların Büyük Menderes'e veya yan kollarına karışması sonucu havzada sulama suyunun önemli ölçüde kirlenmesine neden olduğunu, bu suların içerisinde yüksek oranda bulunan ağır metallerin bitki ve insan sağlığı için büyük tehlike oluşturduğunu, toprakların kirlenmesine ve biyolojik çeşitliliğin yok olmasına neden olduğunu belirtmiştir.

— Akçay ve diğ. (2003), Büyük Menderes ve Gediz nehri su ve sedimentlerinde aldıkları örneklerde atomik absorpsiyon yöntemiyle ağır metal analizleri yapmışlar ve Gediz nehrinde Pb, Cr, Mn, Zn, Büyük Menderes nehrinde de Co, Mn ve Zn miktarının yüksek olduğu, bu kirliliğinde evsel atıklar, sanayi ve zirai atıklardan kaynaklandığını belirlemişlerdir.

—Kumru(1990), Bölgesel hidrojeokimyasal ve jeokimyasal uranyum keşif yöntemlerinin kombinasyonu, bu yöntemlerin Büyük Menderes nehri bölgesinde uygulanması ve verilerin istatistiksel analizini yapmıştır. Araştırmacı çalışmasında, Büyük Menderes havzası su ve sedimentlerinde yaptığı uranyum çalışmalarında nehir boyunca uranyumca zengin 8 bölge tespit etmiş olup, bunların 3 tanesinin uranyumca zengin yatakların yanında olduğu, diğerlerinin bu bölgelerin dışında olduğunu belirlemiştir.

—Hakyemez ve diğ. (1999), tektonik üzerine yapmış oldukları çalışmada, Gediz ve Büyük Menderes nehrinin Holosen boyunca Paleocoğrafik evrime uğradığını ve günümüz sedimentlerinin bu tektonik faaliyetlerle kontrol edildiğini ortaya koymuşlar, Büyük Menderes nehrinin yatağının da kuzeyden güneye doğru en az üç kez yer değiştirdiğini ve bugünkü konumunu aldığını belirlemişlerdir.

1.3 Çalışma Alanı

Çalışma alanı Büyük Menderes (BM) nehri olup nehir, delta, dalyan, aşağı Büyük Menderes, yukarı Büyük Menderes ve yan kollar olmak üzere 5 ayrı bölgeye ayrılmıştır (Şekil1.1). Büyük Menderes ırmağı 584km uzunluğunda olup Ege Bölgesinin en uzun akarsuyudur. Batı Anadolu'da Sandıklı ve Dinar (Afyon) arasındaki platolar ile Çivril ve Honaz (Denizli) yakınlarından sızan kaynaklardan doğar. Işıklı gölünü dolduran sularla beslenir. Uşak'tan katılan Banaz Çayı ve Muğla'dan Çine Çayı sularını bünyesine katarak 24976km² lik bir havzaya adını vererek Ege Denize dökülür.... Irmak her yıl 13milyon m³ alüvyon taşıyarak 320 km² lik bir alüvyon ovası oluşturmuştur. Her yıl 200 ha. Tarım arazisi alüvyonla örtülmekte yine her yıl 2000ha. Arazide taşkın altında kalmaktadır. Iрмаğı çok sayıda yan dere beslemektedir. (Aydın İl Çevre ve Orman Müdürlüğü AİÇOM,2006 s.45)

1.3.1 Delta Bölgesi

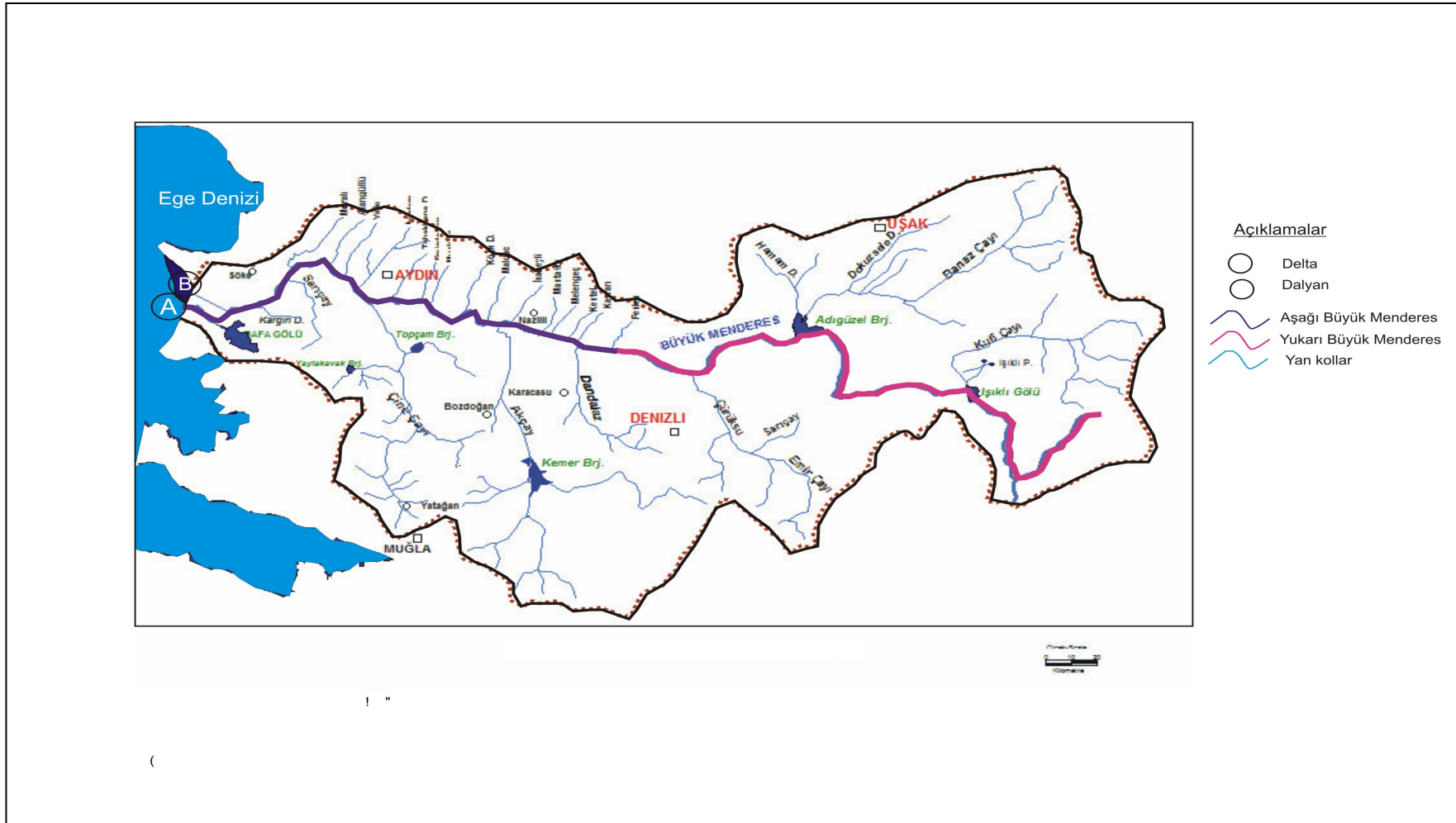
Büyük Menderes nehrinin Ege denizine döküldüğü bölgedir. Balat-Tuzburgazı mevkiinde BM nehri Ege denizine dökülmektedir. Menderes nehrinin denize döküldüğü yerde, nehrin yatak değiştirmesi ve taşıdığı alüvyonların eski koy ve körfezlerin önüne tıkararak denizden ayırması sonucunda irili ufaklı pek çok göl ve lagün oluşmuştur. İdari olarak Aydın ili sınırları içerisinde. Deltanın 16.675 hektarlık kısmı 8.7.1994 tarihinde Dilek Yarımadası Milli Parkı sınırlarına dahil edilerek koruma altına alınmıştır.

Menderes Deltası sulak alan ekosistemi, Ege Bölgesinde Menderes nehrinin denize döküldüğü yerde, nehrin taşıdığı alüvyonlar, deniz hareketlerinin oluşturduğu lagünler ve taşkın ovalardan oluşmaktadır. Deltada yer alan lagünler (Karine Lagünü, Mavi Göl, Derin Göl, Kara Göl) arasında kuş varlığı ve yaban hayatı yönünden en önemlisi yaklaşık 2100 hektar büyüklüğündeki Karine Lagünüdür (Dil gölü). İnce uzun bir kordonla denizden ayrılan lagünün kuzeyden denizle bağlantısı vardır. Derinliği ortalama 1 m. civarındadır.

Delta ağız ve çevresindeki topraklarda tuzluluk oranı fazla olduğu için bitki örtüsü zayıftır. Yer yer tuzcul bitkiler bulunmaktadır. Lagünler, Menderes nehrinin ve denizin etkisi altındadır. Kış mevsiminde yağışların ve Menderes nehrinin etkisiyle tuzluluk azalmakta, yaz sonlarında ise buharlaşmanın etkisiyle Ege Denizinden daha tuzlu olabilmektedir.

1.3.2 Dalyan

Karine lagünü diğer adıyla Dil gölü Ege Bölgesinin en önemli dalyanlarından biridir. Balıkçılık yöre halkının temel geçim kaynağı olup, başta kefal, sazan, çipura, barbun ve yayın balığı bulunmaktadır. Lagünlerin sık ve zengin tatlı su kaynaklarına sahip olması, kuşlar için olduğu kadar diğer canlıların ve balıkların üremesi ve beslenmesi için de ideal ortamlar oluşturmaktadır. Ege Bölgesindeki balık çiftliklerinin yavru balık ihtiyacının tamamına yakını Menderes deltasındaki lagünlerden karşılanmaktadır....Yapılan gözlemler sonucunda, delta ve çevresinde 208 kuş türü tespit edilmiştir. Bu türlerden 68'i delta ve çevresinde kuluçkaya yatmaktadır. Sayıları yıllara göre 50.000 ile 100.000 arasında değişen sokuşları deltayı üreme, beslenme ve kışlama amacıyla kullanmaktadır (Şek1.2). Tüm dünyada nesli tehlikede olan ve sadece 2000 birey civarında kaldığı tahmin edilen Tepeli pelikanın dünyadaki üçüncü büyük kolonisi de burada kuluçkaya yatmaktadır. (AİÇOM,2006 s.48)



Şekil 1.1 Çalışma alanını gösterir harita



Şekil 1.2 Dil gölü genel görünüm

1.3.3 Aşağı Büyük Menderes Nehri

Doğuda Feslek nehrinden batıda Ege denizinde Büyük Menderes nehri mansabına kadar uzanmaktadır. Kuzeyde Büyük ve Küçük Menderes havzalarını birbirinden ayıran dağlar bulunmaktadır. Bunlar doğudan batıya doğru Karadağ (1353 m), Oyuk dağ (1460 m), Kalkoç (1343 m), Cevizli (1646 m) ve Samson (229 m) dur. Havzayı güneyden çevreleyen dağlar ise Çubuk d (1081 m), Karıncalı d (1669 m), Topçam d (1367 m) , Mardan d (1792 m) dir.

1.3.4 Yukarı Büyük Menderes Nehri

Burası çalışma alanı olarak Feslek çayının BM nehrine döküldüğü alandan, Işıklı gölü doğusundaki Gümüşsu beldesine kadar olan alanı içerir. Bölge genellikle Denizli il hudutları içinde kalmakla beraber kot olarak yüksektir.



Şekil 1.3 Denizli – Sarayköy’de Büyük Menderesin görünümü

1.3.5 Yan Kollar

BM nehrine dökülen derelerdir. Bunlar ağırlıklı olarak Akçay, Çine, Feslek, Dandalaz, İkizdere, Cılımbız, Söke çayı, Sarıçay, Çürüksu nehri, Banaz, Dokuzsele ve Hamam dereleridir. Bunların tamamından örnek alınamamış sadece Çine, Akçay, Çürüksu ve dolaylı olarak Banaz çayına dökülen Kazancı dereden örnek alınmıştır.

Akçay deresi: Muğla’nın kuzey doğusundaki dağlardan doğar. Tavas ovasına bakan yamaçlardan gelen Yenidere ile birleşir. Dar ve derin vadiler içinde hızla akmaya başlar. Bozdoğan yakınlarında, ova düzeyine inmeden önce üzerinde Kemer Barajı kurulmuştur. Karıncalıdağ ve Madran arasındaki vadiyi kuzey batıya doğru akarak geçer. Yenipazar yakınında B. Menderes’e kavuşur.

Çine Çayı: Yatağan ovasında toplanan Bencik ve Kamış derelerine, Bozüyük köyü kenarında Pınarbaşı denilen büyük bir kaynaktan çıkan suların katılmasıyla oluşur. Sağnan, Gökçay ve Madran derelerini içine alır. Eskiçine’de ovaya iner. Çine ovasını suladıktan sonra soldan Karpuzlu Çayı katılır. Çiftlikburnu yakınında B. Menderes’e ulaşır.

Çürüksu Çayı: Honaz Dağı, Kaklık ve Kocabaş Yöresi’nin suyunu toplar. Çürüksu adı altında Böceli Köyü’nden ovaya iner, Gökpınar Çayı’nı da alarak Denizli Ovasına geçer. Tarımda sulama amacıyla kullanılmaktadır.

Kazancı Dere: Uşak ili, Ulubey ilçesi sınırlarından geçen dere, Banaz çayına dökülmektedir. Banaz çayıda güneyde Adıgüzel Barajına karışmaktadır.



Şekil 1.4 Kazancı derenin genel görünümü

Bunun dışında Aydın ili sınırları içinde B. Menderes'e katılan pek çok dere vardır. Kuzey yandan; Feslek, Kestel, Malgaç, Köşk, Musluca, İmamköy ile Aydın'dan katılan; Tabakhane deresi. Aydın-Germencik arasında; Karagöz, Yalkı, İkizdere, Alangüllü Dereleridir. Güney yandan katılanlar; Kocadere, Dalama dereleri. Çine çayından sonra; Çakırbeyli, Çakmar, Koçarlı, Sarıçay dereleridir.

1.3.6 Coğrafya

“Büyük Menderes nehri havzası 37 12'- 38 40' kuzey enleminde, 27 15'-30 15' doğu boylamları arasında yer almaktadır. Basen kuzeyde İzmir, Manisa, Uşak, güneyde Muğla, batıda Ege denizi, doğuda Afyon ve Burdur illeri ile sınırlıdır. Yüzey alanı 24.873 km² olan basenin 1/1.000.000 ölçekli haritası şekil1.1' de verilmiştir.” (River Basin Working Group Büyük Menderes, RBWGBM 2005 s. 11)

1.3.7 Topoğrafya

Havzanın en yüksek dağı Denizli de bulunan 2571m yüksekliğiyle Honaz dağıdır. Ondan hemen sonra 2308 m yüksekliğiyle Baba Dağı gelir. Aydın ilinde en yüksek dağı Menteşe dağlarıdır. Bunun dışında Samsun ve Beşparmak dağları yer alır. Bölge tipik horst-graben yapısındadır. Bölgenin tipolojisi şekil1.5 de verilmiştir.

1.3.8 İklim ve Bitki Örtüsü

“Havzanın sahil kesimlerinde her ne kadar Akdeniz iklimi gözüke de yukarı kısımlarında karasal iklim gözlenmektedir. Havzanın batı kısmında maximum yağış aylık 79 mm–132,3 mm arasındadır. Doğu kesimlerde ise yağış 14mm ile 80.2mm arasında değişmektedir. Havzada yıllık ortalama yağış 635mm olup yıllık ortalama buharlaşma 2122mm dir (RBWGBM, 2005 s11)”. Havzada iklime bağlı olarak Akdeniz bitki örtüsü hakim durumdadır. Florası ve faunası oldukça zengin olan havzada, biyolojik çeşitlilik de çok zengindir. Özellikle havzanın mansabında yer alan Büyük Menderes deltası, ekolojik olarak çok büyük önem taşımaktadır... (Akar,1998 s.31).

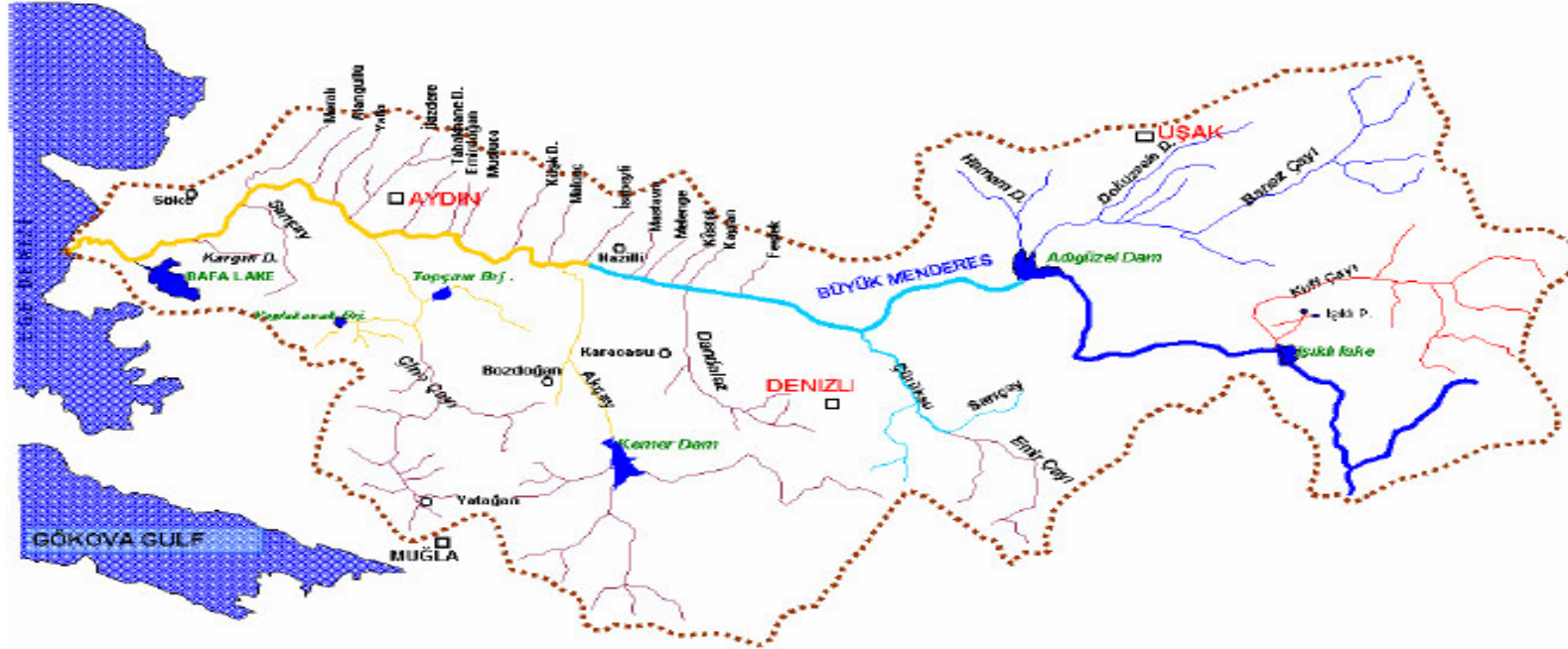


Figure 5.4. Altitudes of river and streams

- > 1000 m
- 500-1000 m
- 100-500 m
- 200-1000 m
- < 200 m

Şekil 1.5 Çalışma alanının tipolojisi

1.3.9 Nüfus Yoğunluğu ve Yerleşim

2007 yılı adrese dayalı nüfus kayıt sonuçlarına göre il ve ilçe merkezlerinin nüfus yoğunluğu aşağıdaki Tablo1.1 de verilmiştir. Buna göre Aydın, Denizli, Uşak ve Afyon illerinde toplam 2.889.983 kişi bulunmaktadır (TÜİK, 2008) .

1.4 Büyük Menderes Havzası Yüzeysel Suları

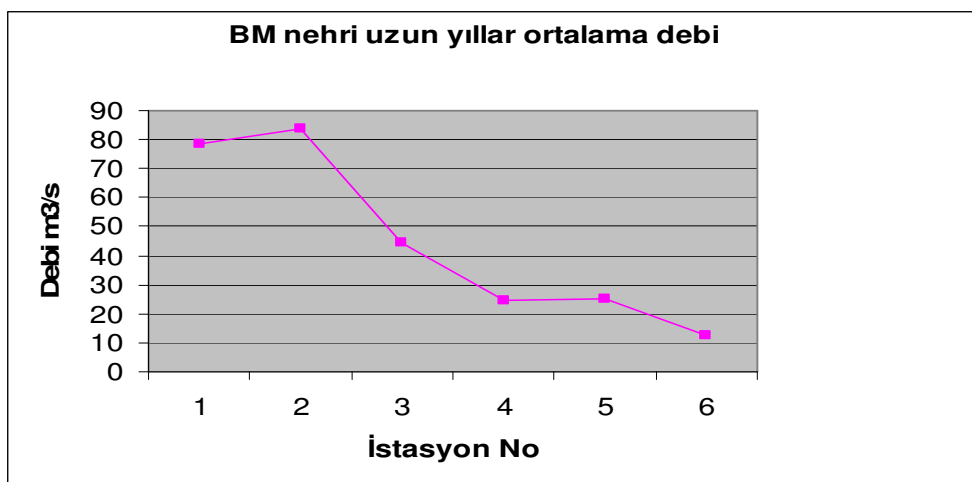
Havzadaki yüzeysel sularının sektörel dağılımı aşağıdaki gibidir.

- Toplam yüzeysel suyu potansiyeli = 3800 hm³/yıl
- İçme ve kullanma suyu potansiyeli = 106,93 hm³/yıl

Sulama suyu = 1846 hm³/yıl (RBWGBM, 2005 s 22).

1.4.1 Akarsular

Bölgedeki akarsular ve debileri tablo 1.2 de verilmiştir (RBWGBM, 2005 s23). Büyük Menderes nehrinin uzun yıllar ortalama debi değerlerine bakıldığında (Şekil 1.6) debinin delta ve aşağı Büyük Menderes kesimlerinde, nehrin üst kesimlerine göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 1.6 BM nehri uzun yıllar ortalama debi değerleri (1-Dalyan Köprüsü, 2- Koçarlı Köprüsü, 3- Nazilli köprüsü, 4-Sarayköy, 5-Adıgüzel barajı çıkışı, 6-Işıklı gölü regülatör çıkışı)

Tablo1.1 Büyük Menderes Havzasındaki İllere İlişkin Nüfus TÜİK (2008)

İL	İLÇE/ BELDE	NÜFUS	TOPLAM NÜFUS	
			Şehir	Köy
AFYON	Dinar	50.311	355,073	346,499
	Hocalar	11.683		
	Kızılören	2.889		
	Sandıklı	61.843		
UŞAK	Merkez	209.033	217,267	116,848
	Banaz	38.594		
	Eşme	36.732		
	Karahallı	12.614		
	Sivaslı	21.827		
	Ulubey	15.315		
DENİZLİ	Merkez	494,961	460,747	446,578
	Akköy	5.225		
	Babadağ	7.950		
	Baklan	6.913		
	Bekilli	8.691		
	Beyağaç	7.122		
	Bozkurt	11.834		
	Buldan	27.380		
	Çal	24.157		
	Çivril	61.301		
	Güney	12.422		
	Honaz	28.941		
	Kale	22.542		
	Sarayköy	30.028		
	Tavas	53.475		
AYDIN	Merkez	231.884	536,758	410,213
	Bozdoğan	36.463		
	Buharkent	12.527		
	Çine	53,820		
	Germencik	43.803		
	İncirliova	41.566		
	Karacasu	21.447		
	Karpuzlu	12.836		
	Koçarlı	27.221		
	Köşk	27.039		
	Kuyucak	30.534		
	Nazilli	140.922		
	Söke	115.939		

Tablo 1.2 Büyük Menderes Nehrinin Kolları İle İlgili Bilgiler RBWGBM (2005)

Nehir adı	Rakım (m)	Jeoloji	Drenaj ağı (km ²)	Ortalama debi (hm ³ /yıl)	Akış rejimi
Kayran nehri	>500	Paleozoyik(şist,gnays)- Neojen(marn,çakıltaşı)- Kuvaterner(alüvyon)	< 100	-	Bazen kuru
Kestel	>500	Paleozoyik-Neojen-Kuvaterner	< 100	-	Bazen kuru
Melengeç	>500	Paleozoyik-Neojen-Kuvaterner	< 100	-	Bazen kuru
Mastavra	>500	Paleozoyik-Neojen-Kuvaterner	< 100	-	Bazen kuru
İsabeyli	>500	Paleozoyik-Neojen-Kuvaterner	< 100	-	Bazen kuru
Malgaç	>500	Paleozoyik-Neojen-Kuvaterner	< 100	-	Bazen kuru
Köşk	>500	Paleozoyik-Neojen-Kuvaterner	< 100	33,113	Bazen kuru
Musluca	>500	Paleozoyik-Neojen-Kuvaterner	< 100	-	Bazen kuru
Emirdoğan	>500	Paleozoyik-Neojen-Kuvaterner	< 100	-	Bazen kuru
Tabakhane	>500	Paleozoyik-Neojen-Kuvaterner	< 100	12,173	Bazen kuru
Cımbız	>500	Paleozoyik-Neojen-Kuvaterner	< 100	3,974	Bazen kuru
Yalkı	>500	Paleozoyik-Neojen-Kuvaterner	< 100	3,910	Bazen kuru
Alangüllü	>500	Paleozoyik-Neojen-Kuvaterner	< 100	-	Bazen kuru
Moralı	>500	Paleozoyik-Neojen-Kuvaterner	< 100	-	Bazen kuru
Feslek	>500	Paleozoyik-Neojen-Kuvaterner	100-1000	-	Bazen kuru
İkizdere	>500	Paleozoyik-Neojen-Kuvaterner	100-1000	70,009	Bazen kuru
Çine	>500	Neojen-Kuvaterner	> 100	290,131	Devamlı akışlı
Sarıçay	>500	Neojen-Kuvaterner	100-1000	31,378	Bazen kuru
Kargın	>500	Neojen	<100	6,938	Bazen kuru
Kufi	>500	Paleozoyik-Metamorfik-	>100	-	Devamlı akışlı

1.4.2 Göller

Büyük Menderes havzasındaki göller aşağıdaki tabloda verilmiştir. Havzada toplam dört adet göl bulunmaktadır.

Tablo 1.3 Bölgedeki göller RBWGBM (2005)

Göl Adı	Yükseklik (m)	Derinlik (m)	Alan (ha)	Jeoloji
Işıklı	-	6,55	6586	Kiltaşı-silt-kum
Gökgöl	821	2	566	Mesozoyik kireçtaşı
Azap	-	-	123	Gnays-alüvyon
Bafa	10	2-21	6708	Gnays, rekristalize kçt ve alüvyon

1.4.3 Barajlar

Havzada içme ve kullanma suyu temini, taşkın kontrolü ve elektrik üretimi amacıyla inşa edilen ve halen faaliyette olan barajlar Tablo1.4 de verilmiştir.

(RBWGBM, 2005, s. 29)

Tablo 1.4 Bölgedeki barajlar

Baraj Adı	Lokasyon	Göl Alanı (ha)	Rezerv hm³	Max. Su derinliği (m)	Jeoloji
Işıklı Gölü	Denizli-Çivril	6586	248,2	6,55	Kiltaşı,silt,kum
Adıgüzel	Denizli	2590	1076	90	Şist, mermer
Kemer	Aydın-Bozdoğan	1158	358,5	101,45	Şist, kiltaşı, kumtaşı
Topçam	Aydın-Çine	418	97,70	54,15	Gnays
Yaylakavak	Aydın-Karpuzlu	99	31,42	68,5	Gnays

1.5 Büyük Menderes Havzası Jeotermal Kaynakları

BM grabeninde yaklaşık olarak 20 jeotermal saha bulunmaktadır. Bölgedeki jeotermal sahalar periyodik jeotermal sistem özelliği sunarlar. Bu sistemde meteorik sular faylar ve tektonik kırıklar boyunca yeraltına süzülürler ve magma yardımıyla ısınarak tekrar fay kırıkları boyunca yüzeye çıkarlar. Havzadaki jeotermal sahalar ve bunların özellikleri aşağıdaki tabloda verilmiştir (RBWGBM, 2005 s40).

Tablo 1.5 Bölgedeki jeotermal sahaların fiziksel ve kimyasal özellikleri. RBWGBM (2005)

İL	Kaynak Bölgesi	Özellik	Sıcaklık C°	Bor İçeriği mg/l	Tip
AFYON	Sandıklı	Yüksek sıcaklık	210	29,7	Sodyum bikarbonat
DENİZLİ	Kızıldere	Yüksek sıcaklık	115	19	Sodyum sülfat
	Gölemezli	Yüksek sıcaklık	200	-	Sodyum kalsiyum sülfat
	Pamukkale	Düşük sıcaklık	90	-	Kalsiyum bikarbonat
	Yenice-Kamara	Düşük sıcaklık	130 140	-	Sodyum kalsiyum bikarbonat ve sülfat
AYDIN	Germencik-Ömerbeyli	Yüksek sıcaklık	231	71	Sodyum bikarbonat klorid, yüksek bor içerikli
	Bozköy		231		
	Çamur		59		
			90		
	Salavatlı	Yüksek sıcaklık	172	54	Sodyum bikarbonat
	İlıcabaşı-İmamköy	Düşük sıcaklık	38,5	0	Sodyum bikarbonat klorid
Gümüşköy Sazlıköy	Düşük sıcaklık	35	-	Kalsiyum magnezyum bikarbonat	
Davutlar	Düşük sıcaklık	100-130	-	Sodyum klorid bikarbonat	

1.6 Büyük Menderes Havzası Jeolojisi

Büyük Menderes havzası, Menderes masifi olarak tanımlanan başkalaşım kompleksinin ortasında yer alır. Büyük Menderes ovası, Büyük Menderes ırmağının ve yüzeysel suların taşıyıp biriktirdiği alüvyon birimleri üzerinde şekillenen arazi düzlüklerinden oluşur. Havzayı çevreleyen kayalar iki ana grup altında tanımlanır. Bunlardan birincisi Paleozoik-Mesozoik yaşlı temeli oluşturan ve Menderes masifi kayaları olarak isimlendirilen başkalaşım kayalardır. İkinci grubu oluşturanlar ise Neojen yaşlı karasal tortullardır.

Havzanın temelini oluşturan kayalar, alttan üste doğru gnayslar, metavolkanitler, şistler ve mermerlerdir. Bu metamorfik kayalar, granit ve gabro türü magmatik kayalar tarafından kesilmişlerdir. Gnaysların temel mineral bileşiminde kuvars, plajyoklas, ortoklas, mikroklin, biotit, muskovit, granat ve apatit bulunmaktadır.

Şistler, eski tortulların başkalaşım şekli olup, mikaşist, muskovit, granat ve kuvarsşist alt gruplarını içerirken; mermerler, genelde bölgede dolomit ile kalsit bileşimindedir. Ege Graben sistemine bağlı olarak havzanın çökme süreci günümüzde de halen işlevini sürdürmektedir. Havzanın graben bölümlerinde yoğunlaşan alüvyon birikintileri, metamorfik kayalardan köken alan kırıntılardan oluşmuştur.

Mermerler, beyaz, gri ve siyah renklerde, küçük veya iri taneli ve masif görümlü olarak ortaya çıkarlar.

Mermerler ile mikaşistler arasındaki dokanak geçişlidir ve sonuçta dokanak çalışma alanı içerisinde net olarak gözlenemez. Neojenler, kumlu, killi, marnlı, greli ve konglomeralı seviyelerden oluşurken, Neojen tabakalar arasında gerek yanal ve gerekse de dikey geçişler ve çapraz tabakalanmalar gözlenir (Yıldırım, 1995).

Aşağı Büyük Menderes ovasının kuzeydoğusunu sınırlayan Aydın-Ortaklar hattının kuzeyi ile, Büyük Menderes ırmağının alt bölümündeki Akköy çevresindeki araziler Neojen devrine, ovanın kuzeybatısında bulunan araziler ise Permiyen – Mesozoik jeolojik sürece aittir. Ovanın doğusunu çevreleyen ayrışmamış metamorfikler ise, gnays, amfibolit ve mikaşistlerden ibarettirler.

Menderes Masifi kayaları içinde yer alan şist ve mermerler, çalışma alanında en alt düzeyde gözlenen kaya topluluğudur. Alt dokanağı gözlenemeyen bu birimin üst dokanağı geçişli ve dokanağa yakın seviyeleri karbonatça zengindir. Metamorfik birimin üzerine, çimento hammaddesi olarak kullanılan, bol çatlaklı, zımpara, diasporit, şist ara seviyeli ve kuvars mercekleri içeren rekristalize kireçtaşlarından oluşan birim gelmektedir.

Çalışma alanının yükselteleri arasında gelişmiş çöküntü havzalarında, Neojen çökelleri yerleşmiştir. Karasal kökenli marn, kil, silt, kumtaşı ve temelden türeme çakıllardan oluşan bu topluluk, daha genç yaşlı bazaltik volkaniklerce kesilmiştir. Alüvyon ve yamaç molozları en üstte yer almıştır.

Söke ve civarında bulunan arazilerde kalker, marn ve konglomera karışımlarına rastlanır. Genelde dalgalı görünümlü olan bu tortulların kimi bölümleri 800 m. yüksekliğe kadar çıkmaktadır. Menderes Masifi' ni çevreleyen kuşağın batı ve güney bölümlerinde özellikle gri ve beyaz renk gösteren mermerler bulunmaktadır. Bu arada aynı bölgede gnays, mika ve hornblendli şistlere de rastlanılır (Başarır, 1970).

Ege bölgesinde doğu-batı doğrultulu çöküntü alanlarının en büyüğünü Büyük Menderes grabeni oluşturur. Büyük Menderes deltası Kuvaterner yaşlı alüvyonlardan oluşmuş, kuzey kanadında bulunan birimleri Paleozoik yaşlı Menderes Masifi'ne ait metamorfik birimlerden meydana gelmiş, güneyindeki tortul kayaç birimi ise Neojen yaşlı kumlu, killi, marnlı, çakıllı, konglomeralı tabakaların çapraz stratigrafisinden şekillenmiştir.

Büyük Menderes çöküntü havzasının kuzey bölümüne koşut uzanan Aydın dağlarında üç ana kaya topluluğu belirlenmiştir. Bunlar alttan üste doğru otokton birimler, allokton birimler ve Neojen yaşlı çökellerdir. Başkalaşıma uğramış otokton ve allokton kayalar Menderes Masifi'ne ait metamorfiklerdir.

Masifin en alt bölümünü oluşturan otokton kayalar, şist, fillit ve mermer bileşimlerinden oluşmaktadır. Litolojiyi oluşturan şistler, genelde granat-mikaşist ve mikaşist bileşimindedir. Otokton seri içinde ikinci ana kaya türünü oluşturan fillitler, şistlerle beraber sürekli aralanma göstermektedir. Bunlar granat fillit ve klorit fillit bileşimindedir. Otokton serinin hemen hemen her tabakasında gözlenen mermerler, çeşitli kalınlıklarda oluşum gösteren ara tabaka ve mercekler şeklinde yoğunlaşırlar.

Bölgede allokton topluluk olarak tanımlanan kayalar; gözlü gnays, metavolkanit ve nadir olarakta yüksek dereceli şistlerden oluşmuşlardır. Allokton birimin en alt bölümünde limonitleşmiş gözlü gnayslar yer almaktadır. Gnayslar uyumlu bir dokanak ile metavolkanitler tarafından üstlenir ve dokanak boyunca değişik kalınlıklarda bir geçiş zonu oluştururlar. Bu geçiş zonunda, gerek metavolkanit içindeki gözlü gnays ve gerekse gnays içinde metavolkanit düzeyleri yaygın olarak aralanırlar. Sillimanit-ortoklas-almandin topluluğu içeren ve yüksek derecede metamorfizmaya uğramış bu metavolkanitlerde pigmatik yapıların yanı sıra, bazik damar kayaları da yaygın olarak gözlenmektedir. Umurlu köyü çevresinde yer alan kayaç bileşimlerinde seyrek olarak şistlere rastlanmaktadır. Bu yörede jeolojik yapılanmanın en üst düzeylerini oluşturan şistler, ditsen-granat-şist bileşiminde olup, yer yer ufak boyutlu, distence zengin pekmatoid damarları içerirler. Otokton ve allokton topluluklarda Menderes ırmağının taşıyıp biriktirmesiyle oluşturduğu alüvyonlar arasında yamaçlarda gözlenen kayalar Neojen yaşlı çökeller tarafından aşıl uyumsuzlukla örtülmüştür. Kuzey Menderes Grabeninin kuzey bölümünde bu genç çökeller tabanda, metamorfik temelden türeme kaba taneli bloklu bir görünüm sergilerken, üst bölümlere doğru kumtaşı, çamurtaşı, kiltası ve gölsel kireçtaşları şeklinde geçiş oluştururlar (Başarır, 1982).

Ege Bölgesi' nin orta bölümünü içeren Menderes masifi ilk bakışta, Gediz vadisinin kuzeyinde kalan ve genellikle Gördes masifi şeklinde adlandırılan bir bölge ile Gediz vadisinin güneyinde yer alan ve Menderes masifi şeklinde tanımlanan diğer bir bölgeden oluşmaktadır. Güneyde kalan Menderes Masifi, coğrafik olarak üç bölüme ayrılmaktadır. Küçük Menderes ırmağının kuzey bölümünde kalan bölgeye masifin kuzey kanadı, Büyük Menderes ırmağının güneyinde kalan bölge ise Güney kanadı olarak isimlendirilmektedir. Küçük ve Büyük Menderes ırmakları arasında kalan kısım ise Menderes Masifinin orta bölümünü oluşturmaktadır. Çine Masifinin güney kanadını çeviren örtü şistlerinde çalışan Başarır (1970), detritik kökenli bu şistlerin yeşil şist fasiyeslerindeki şistlerden oluştuklarını; gnaysların ise anahtar mineral olmamasına karşın, plajjoklaslardaki anortit oranına göre almandin-amfibolit fasiyesine ait olduklarını belirtmişlerdir.

Menderes masifinin temel litolojik birimini migmatit, gözlü gnays, granitik gnays ve bantlı gnayslardan yapıllı gnays birimleri oluşturur. Birimin tabanını görmek olası

değildir ve görünür kalınlığı 2-3km kadardır. Gnays birimini uyumlu olarak metavolkanitler üstler. Gnayslar gibi şiddetli bir metamorfizma geçirmiş olan metavolkanitlerde de çok sık migmatizasyon izlerine rastlanır. Migmatizasyonun çok ilerlediği bölümlerde gnays ve metavolkanitlerin düzensiz olarak birbirlerine geçişi gözlenir. Metavolkanitler kalkalkalen özelliklerdedir ve bunlar, andezitten riyolite kadar değişen mineral ve kimyasal içeriği gösterirler. Kalınlıkları 30 ile 1000 m arasında değişmektedir (Dora ve diğ., 1987).

Metavolkanit birimini, ilk bakışta uyumlu izlenimi veren bir dokanak ile şistler üstler. Şiddetli metamorfizma ve yapraklanma sonucu uyumlu görünümlü bu dokanağın, temelde eski bir uyumsuzluk yüzeyini simgelediği varsayılmaktadır. Şistlerin ilksel kayasını oluşturan kırıntılı sedimentlerin, ada yayı türü geniş alanlar kaplayan volkanitler ile uyumlu olarak gelişmesinin mümkün olamayacağı bir gerçektir. Öte yandan, şistlerin kimi zaman metavolkanitler, kimi zaman da doğrudan gnayslar üzerine gelmesi, aradaki uyumsuzluğun varlığı ile ilgili önemli bir arazi verisidir. Çeşitli metamorfik alt fasiyesleri içeren şistler, 2-3km dolayında bir kalınlık gösterirler ve bunlar üst bölümlerinde kalkışistlerle aralanma verirler.

Şistleri uyumlu bir dokanakla mermerler örter. Tabanda şistler ile aralanmalı olan ve iyi tabakalanma sunan mermerler, üst düzeylerinde som, kaba taneli ve tabakasız bir görünüm kazanırlar. Beyaz, iri taneli mermerlerin özellikle alt düzeyleri dolomitiktir. Menderes Masifinin güney kanadında mermerlerin üst düzeylerinde kilometrelerce uzanan ve yükselme hareketinin sonucunda mostra veren zımpara cevherli kuşak yer alır. Masif'in en üst birimini oluşturan mermer ve rekrystalize kireçtaşlarının Üst Trias-Üst Kretase yaşlı oldukları bilinmektedir (Çağlayan ve diğ., 1980).

Menderes Masifi'nde asit ve ortaç plütonlar, metamorfik şistler içine genelde "stok" veya "siller" biçiminde sokulurlar. Derin sokulumların stok türü yerleşimlerine karşın, yüzeysel sokulumlarda değişik kalınlıkta siller mevcuttur. Bu plütonların volkanik eşdeğeri andezitik türevlere masifin çeşitli yörelerinde (Selçuk, Kiraz, Demirci) rastlanır. Gabrolar ise genellikle çizgisel tektonik hatlar boyunca dizilirler. Küçük stoklar biçimindeki bu kayalar bugüne kadar Çine, Birgi, Tire, Bozdoğan dolaylarında gözlenmiştir. Masifi kateden en genç bazik ve ortaç volkanitler Kiraz, Söke ve Kula çevresinde izlenmektedir.

Araştırma alanında alttan üste doğru gözlenen metamorfik kayalar aşağıda tanımlandığı gibi üç ana grup altında açıklanabilir. En altta kalk-şist ve mermer ardalanmalı biotit ve granat şistler, bunun üzerinde ince taneli gnayslar, en üst bölümde ise, gözlü gnayslar ve migmatitler yörenin temel kayaç gruplarını oluştururlar.

Kalk-şist ve mermer ardalanmalı biotit-granat şistler: Kahverenkli sarı renklerde ortaya çıkan mikaşistler, düşey ve yatay olarak biotit-granat şistlere, kimi zamanda kuvarsşistlere geçiş oluştururlar. Bu şistlerin genel görünümü ve mineral içeriği, Bafa gölü doğusunda gnayslara yakın olarak yer alan biotit-kuvars şistler ile mermer mercekli granat şistlere çok benzerlik gösterirler.

İnce taneli gnayslar: Şistlerin üzerine uyumlu olarak gelen ince taneli gnaysların kalınlığı 50–100 m arasında değişmektedir. Şistlerin üstteki gözlü gnayslara geçmeden önce, birkaç kez şist-ince taneli gnays ardalanması görülmektedir.

Gözlü gnayslar ve migmatitler: Bölgede geniş bir alan içeren gözlü gnayslardaki feldspat gözleri 5 cm büyüklüğe kadar ulaşmaktadır. Ortoklas, plajyoklas, kuvars, biotit, muskovit vb. temel mineraller ile zirkon, apatit, turmalin vb. tali mineralleri içerir. Çine Masifini oluşturan gözlü gnayslar geniş bir alanı örtmektedir.

Ödemiş-Kiraz Masifinin güney bölümündeki Aydın dağları, Büyük Menderes grabeninin kuzey kenarına koşut uzanım göstermektedir. Bölgede başlıca üç ana kaya topluluğu belirlenmiş ve bunlar alttan üste doğru otokton birimler, allokton birimler ve Neojen yaşlı çökeller şeklinde isimlendirilmiştir. Ayrımlı koşullarda metamorfizmaya uğramış serilerden oluşan allokton ve otokton kayalar Menderes masifine ait metamorfiklerdir (Candan ve diğ.1992).

Bölgedeki fiziki yapılanmanın en alt düzeylerini oluşturan ve otokton topluluk başlığı altında tanımlanan kayalar değişik bileşimdeki şist, fillit ve mermer birimlerinden oluşmaktadır. Baskın litolojiyi oluşturan şistler, genelde granat-mikaşist ve mikaşist bileşimindedir. Şistlerin arasında yer yer muskovit-kuvarsşit, kalkşist ve değişik kalınlıklarda amfibolitlere rastlanılmaktadır. Otokton seri içerisindeki ikinci ana kaya türünü oluşturan fillitler, şistlerle sürekli ardalanma göstermektedirler. Gerek arazi ve gerekse mikroskobik çalışmalarda fillitlerin yapılanmanın alt düzeylerinde ditsen-staurolit-granat fillit, üst düzeylerinde ise azalan metamorfizma derecesine bağlı olarak granat fillit ve klorit fillit

bileşimindedirler. Otokton serinin hemen her düzeyinde gözlenen mermerler ise çeşitli kalınlıklarda ortaya çıkan ara tabakalı ve merccekler şeklindedirler.

Bölgede allokton topluluk olarak tanımlanan ve gözlü gnays, metavolkanit ve ender olarak yüksek dereceli şistlerden oluşan kaya topluluklarına rastlanılır. Bölgede klipler şeklinde uzanan allokton birimlerin en alt düzeylerinde genelde aşırı derecede milonitleşmiş gözlü gnayslar yer alır. Birçok klipte gnayslar uyumlu bir dokanak ile metavolkanitler tarafından üstlenir. Dokanak boyunca değişik kalınlıklarda bir geçiş zonu bulunur ve buralarda, gerek metavolkanit içinde gözlü gnays, gerekse gözlü gnays içinde metavolkanit düzeyleri yaygın olarak aralanırlar. Sillimanit-ortoklas-almandin topluluğu içeren yüksek derecede metamorfizmaya uğramış bu metavolkanitler, bazik damar kayaları ile beraber yaygın olarak gözlenmekte ve Umurlu çevresinde yer alan kliplerde (tektonik dilim) ise bu kayalara seyrek olarak şistler de eşlik etmektedir. Bu yörede, birimlerin en üst düzeylerini oluşturan şistler, disten-granat şist bileşiminde olup yer yer ufak boyutlu, disten'ce zengin pegmatoid damarları içerirler.

Bölgede allokton ve otokton topluluklar başlığı altında toplanan kayalar inceleme alanının güney bölümünde yer alan Neojen yaşlı çökeller tarafından açısız uyumsuzlukla örtülmektedir. Büyük Menderes grabeninin kuzey bölümündeki bu genç çökeller tabanda, metamorfik oluşumlardan kaynak almış kaba taneli, bloklu bir sınırla başlamakta ve üst düzeylere doğru kumtaşı, çamurtaşı, kiltası ve gösel kireçtaşlarına geçiş oluşturmaktadır.

Çalışma alanında allokton oluşumlar olarak adlandırılan kayalar, temelde gözlü gnays ve metavolkanit yapılıdır. Menderes masifi genel istifinin en alt düzeylerine karşılık gelen bu kayalar genelde gözlü gnays, yer yer de granitik gnays özelliğindedirler. Kuyucak yerleşim biriminin kuzeyinde yer alan gnayslar iri amfibol kristalleri içermeleri sonucu amfibollü gnays olarak isimlendirilirler. Bu tür gnayslara, özellikle Nazilli'nin güneyinde, Karıncalı dağda otokton konumda yaygın olarak rastlanılmaktadır. Aşırı deformasyon sonucu ultralimonite kadar kataklastik doku gösteren gnayslar, kirli beyaz-sarımsı renklindedir. Gözlü gnaysların genel mineral bileşimleri kuvars-plajioloklas-ortoklas/ mikroklin-biotit-klorit-granat-apatit-turmalin-zirkon şeklinde saptanmıştır. Kayalarda 5-6 cm ye ulaşabilen gözler,

potasyum feldspatlardan oluşmaktadır. Bunlar baskın olarak ortoklas türü olup, yer yer mikrokline dönüşümleri gözlenmektedir.

Büyük Menderes Masifinin genel istifinde, gnayslar ile şistler arasına yerleştirilen metavolkanitler Aydın, Umurlu, Köşk ve Sultanhisar'ın kuzeyindeki kliplerde yaygın olarak gözlenmektedir. Bölgede metavolkanitler, makroskobik olarak morumsu-gri renkleri, ince taneli, genelde yönlensiz, sert ve masif görünümleri ile ortaya çıkarlar. Bunun yanı sıra, yaygın olarak çevre kayalardan daha bazik bileşimli olan ve bugün baskın olarak anortit ve diopsitten oluşan bazik damar kayalarını içermeleri bu kayaların diğer bir ayırım özelliğidir

(Kun ve Candan 1987).

Bölgede oluşum gösteren metavolkanitler, Menderes masifinin çeşitli yörelerindeki benzer şekilde, mavi gözlü gnays olarak tanımlanan kayaçlarla beraber kimi zaman santimetre boyutlarında aralanmalı olarak gözlenmektedir. Tabanda yer alan gözlü gnayslar ile bunları üstleyen metavolkanit birimleri arasında aralanmalı bir geçiş zonu yer almaktadır. Geçiş zonu düzeyine karşılık gelen kliplerde, mavi gözlü gnays/metavolkanit aralanmaları sıkça gözlenmektedir. Metavolkanitlerden mavi gözlü gnayslara olan geçiş süreçlerinde, matriksi morumsu-gri renkli metavolkanitin oluşturduğu, içinde küçük feldspat gözleri ve bantları bulunan geçiş kayaları ortaya çıkmaktadır. Mavi gözlü gnayslar içinde metavolkanit kalıntılarının sıkça gözlenmesi, bu gnaysların ilksel kayalarının da volkanik kökenli olduğunu ve son ana metamorfizma olayı ile gnays yapısı kazandığını göstermektedir. Bu gnaysların araştırma bölgesindeki genel mineral bileşimleri, kuvars-plajyoklas-ortoklas-biotit-granat-sillimanit-muskovit-turmalin-apatit-zirkon şeklinde saptanırken, bunların oldukça ince taneli kayaçlar olup poligonal doku özelliği gösterdiği belirlenmiştir.

Disten-granat şist: Disten-granat şistler araştırma alanının orta bölümünde, Eğrikavak köyü çevresindeki kliplerde gözlenmektedir. Disten-granat şist içinde granat-mikaşist, mikaşist yanında küçük boyutlu disten pegmatoid damarları da gözlenmektedir. Allohton birimlerin en üst düzeylerini oluşturan bu kayalar uyumlu olarak metavolkanitleri üstlerler. Mikroskobik gözlemlerde disten-granat şistlerin genel mineral bileşimleri kuvars-turmalin-zirkon-apatit-rutil şeklinde gözlenmiştir.

Otokton topluluk: Bölgede otokton kayalar olarak adlandırılan topluluk, çeşitli bileşimlerde şist ve fillit aralanmalarının yanı sıra, bu birimler içinde mercer ve ara katman konumundaki mermer ve amfibolitleri içerirler.

Bölgede çok geniş alanlarda yüzlek veren şistler, otokton serinin en baskın kaya türünü oluştururlar. Bu kayaların temelde granat-mikaşist, mikaşist, klorit-muskovitşist ve muskovit-kuarsşist bileşiminde olduğu ve çok değişik kalınlıklarda aralanmalar gösterdiği saptanmıştır.

Şist serisi içinde en baskın litolojiyi granat-mikaşistler oluşturur. Kuvarsça zengin bu kayalarda baskın mika türünü biotit ve muskovit oluşturmaktadır. Granat-mikaşistlerde tipik lepidoblastik ve yer yer de porfiroblastik doku özelliği gözlenmektedir.

Otokton serideki ikinci baskın kaya türü olan mikaşistler ise gerek makroskobik ve gerekse mikroskobik açıdan granat-mikaşistlere çok büyük benzerlik gösterirler. Özellikle bölgenin kuzey bölümündeki istifin daha üst düzeylerinde gözlenen klorit-muskovitşistler açık gri-yeşil renkleri ile sahada diğer şistlerden ayrılırlar.

Muskovit-kuarsşistler, otokton seri içindeki diğer bir şist türünü oluşturur. Açık sarı-kirli beyaz renklerdeki bu sert ve dayanaklı kayalar çeşitli kalınlıklarda ara katmanlar şeklinde gözlenmektedir.

Otokton serideki ikinci baskın kaya türü olan mikaşistler ise gerek makroskobik ve gerekse mikroskobik açıdan granat-mikaşistlere çok büyük benzerlik gösterirler. Özellikle bölgenin kuzey bölümündeki istifin daha üst düzeylerinde gözlenen klorit-muskovitşistler açık gri-yeşil renkleri ile sahada diğer şistlerden ayrılırlar.

Muskovit-kuarsşistler, otokton seri içindeki diğer bir şist türünü oluşturur. Açık sarı-kirli beyaz renklerdeki bu sert ve dayanaklı kayalar çeşitli kalınlıklarda ara katmanlar şeklinde gözlenmektedir.

Fillitler: Bölgede dağılım gösteren fillitler, genelde şistler içerisinde ve çeşitli kalınlıklarda ortaya çıkan ara katmanlar şeklinde gözlenmektedir. Yörede iki ayrımlı fillit türü yoğunlaşırken, bunlardan klorit fillitler, istifin üst düzeylerinde yer alan düşük dereceli metamorfikler içerisinde bulunur.

Klorit fillitler: Mikaşist, klorit-muskovitşist ve muskovit-kuarsşist aralanmalı seri içinde ara katmanlar şeklinde bulunan klorit fillitler, bölgenin kuzey bölümünde geniş alanlarda yüzlek verirler.

Disten-Staurolit-Granat fillitler: Otokton serinin en alt düzeylerinde, mikaşist ve mermer birimleri içerisinde ara katmanlar şeklinde gözlenen bu kayalar, özellikle Eğrikavak köyü çevresinde geniş alanlarda arazi yüzeyinde yoğunlaşırlar.

Amfibolitler: Amfibolitler bölgenin orta bölümlerinde ve yoğunlukla da, Terziler köyü kuzeyinde mermerler ile ardalanmalı olarak gözlenir.

Mermer ve Kalkşistler: Mermerler, bölgede şist/fillit birimleri içinde ara katman ve mercek şeklinde gözlenir. Gri ve kirli beyaz renkli bu kayalar, iri kristallidir ve mikroskobik gözlemlerde mermerlerin mineral bileşiminde kalsitin yanı sıra az içerikte muskovit ve kuvarsa da rastlanır. Bu arada mermer dokanaklarına yakın bölümlerde eski killi kireçtaşlarından kalkşist geçiş zonlarına rastlanılır.

Aydın dağlarının güney bölümünü içeren alanlarda, kalın şist serisi içinde bulunan fillitlerin güneyden kuzeye doğru disten-staurolit-granat fillit, granat fillit ve klorit fillit bileşiminde olmaları otokton birimlerin metamorfizma koşullarının yeşil şist fasiyesi düzeyinden başlayarak güneye doğru arttığını ve istifin en alt düzeylerinde almandin-amfibolit fasiyesinin disten zonuna ulaştığını göstermektedir. Bu metapelitik kayaçları tektonik dokanaklarla üstleyen allokton birimleri almandin-amfibolit fasiyesinin sillimanit zonunda metamorfizmaya uğramışlardır.

Salavatlı ve Germencik yakınlarında yapılan sondajlarda gnaysların altında, kalınlığı 800 m ulaşan mermerler ve şist birimleri kesilmiştir (Şimşek ve diğ.,1983). Otokton toplulukları oluşturan ve Menderes masifi' nin örtü birimleri olarak adlandırılan şist, fillit ve mermer ardalanmalı serinin üzerinde, Menderes masifinin çekirdek bölümünü oluşturan yüksek dereceli metamorfikler, klipler şeklinde bulunmaktadır.

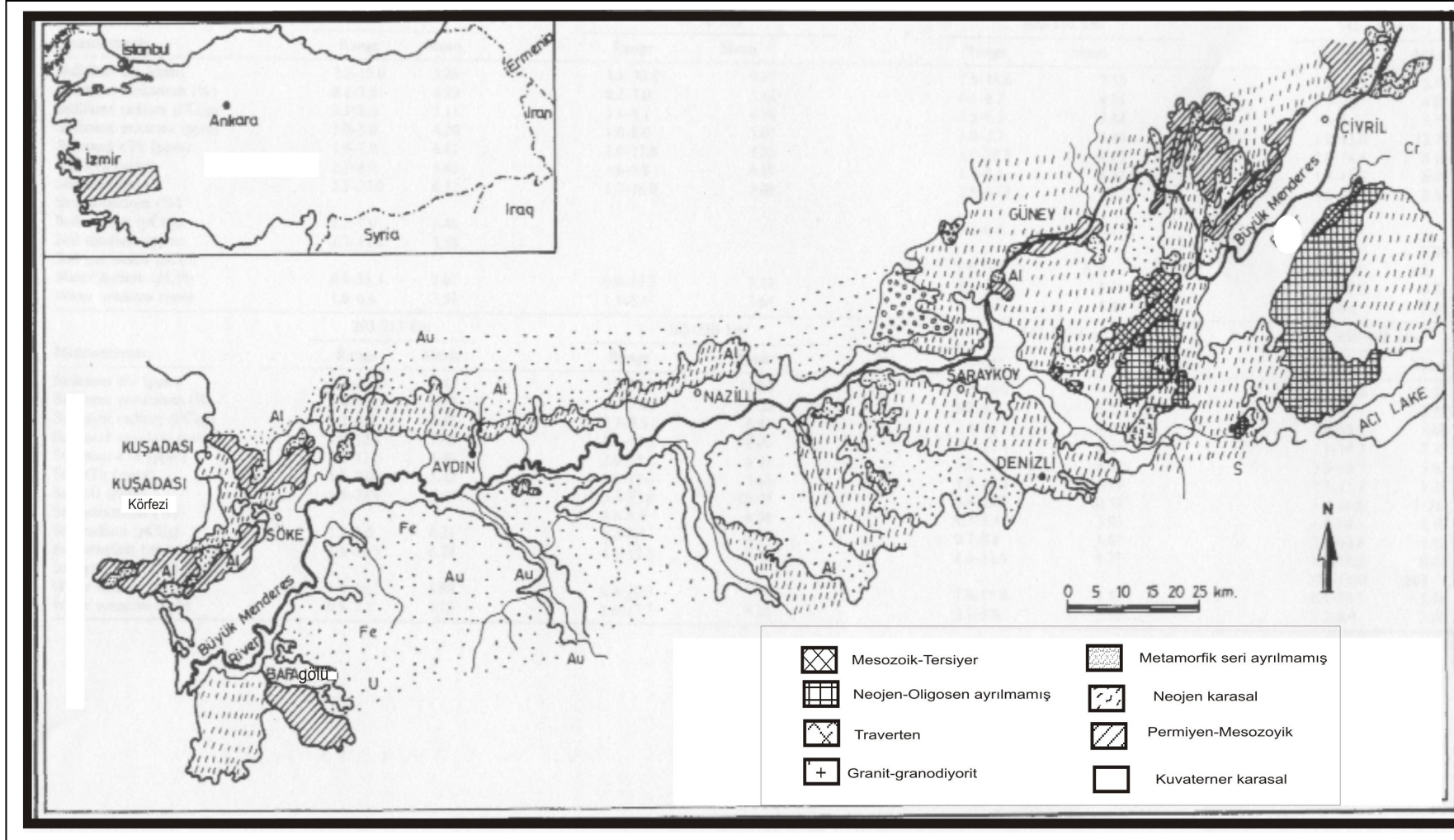
Germencik' in kuzeyinde ve Habipler köyü çevresinde gözlenen bu gnays klibi Menderes Masifi' nin batı bölümünde gözlenen en uç yüzleği oluşturur. Bölge, mermer ara katmanlı düşük dereceli klorit fillit ve mikaşist ardalanmasından oluşmaktadır. Gnaysların yanı sıra otokton bölümü oluşturan şist ve fillitlerde de dokanak boyunca tektonik izleri görmek mümkündür. İncirliova çevresinin kuzeyinde gözlü ve granitik gnayslardan oluşan irili ufaklı çok sayıda klip bulunmaktadır.

Menderes masifinin metamorfik evrimi konusunda önceleri ayrımlı görüşler ileri sürülmüş olmasına karşın, masife bugünkü yapısını kazandıran son etkin

metamorfizmanın Neotetis' in evrimine bağılı olarak Eosen yaşı olduğu günümüzde kabul görmektedir. Ana metamorfizmasını Erken Eosen' de tamamlamış olan Menderes masifinde, Batı Anadolu' da sıkışma tektoniği rejiminin en son evresinin hüküm sürdüğu, Erken Miosen döneminde gnays, metavolkanit, yüksek dereceli şist ve post-metamorfik Plütonlardan oluşan birimlerin, kuzeye doğru uzun mesafelere itildiği ve bu evrenin Neotektonik rejimin başıladığı Geç Miosen' den önce sona erdiği anlaşılmaktadır. Sıkışmanın Batı Anadolu' nun genelinde kabul edildiği gibi K-G yönlü olmasına karşın, itilmelerin Likya Napları' nın tersine, kuzeye doğru olması büyük olasılıkla Erken Miosen süresince, sıkışma rejiminin son evresinde, etkin kuvvet yönünde kuzeye doğru bir değişmenin gerçekleştiğini göstermektedir. Metamorfik kayalar, Paleozoyik yaşı olan bu kayalar tabandan tavana doğru gnays serisi, mikaşist serisi, kuvarsitler, mermerler ve kristalin kalkerlerdir.

Şahin (2004) yaptığı çalışmada Büyük Menderes grabeninde Menderes metamorfiklerini Menderes masifi adı verilen 200x300km çekirdek ve onu üzerleyen örtü birimlerinden oluştuğunu belirtmiştir. Masifin çekirdeği granitik gözlü gnayslardan oluşmakta olup en iyi kesitini Yatağan-Aydın-Çine karayolunda vermektedir. Gözlü gnaysların zirkon yaşları Protorozoyik Erken Paleozoyiktir. Metasedimenter kayalardan oluşan örtü birimleri ise orta, düşük derecede metamorfizma olmuş, fillit, kuvars, şist, kalkşist ve mermerlerden oluşmakta olup Paleozoyik – Erken Tersiyer zaman aralığında çökelmiştir.

Ergin ve diğ. (2007) Büyük Menderes nehrinin çok çeşitli kayaları yalayarak aktığını kıyıdağı kil minerallerinin başlıca kaynağının ayrışmış metamorfik kayalar ve pliyokuvaterner yaşı kayalar olduğunu belirtmiştir. “Büyük Menderes Havzası batı-doğu yönünde uzanan iki büyük fayla oluşmuş bir grabendir. Büyük Menderes nehri bu grabenin çökmüş kompartımanı üzerinde akmaktadır. Grabenin her iki kenarında Ortaklardan Denizliye kadar sıra ile sıcaksu kaynaklarına rastlanmıştır. Bölgede Hersiniyen ve Alpin orojenik hareketleri rol oynamıştır. Bölgede rastlanan faylar değişik zamanlarda oluşmuş olup, Neojen serilerini kateden faylar, Neojen esnasında ve Neojenden sonra hakim olan alpin hareketleriyle meydana gelmişlerdir” (DSİ 1975) .



Şekil.1.7 Çalışma alanının genelleştirilmiş jeoloji haritası Kumru (1997)

BÖLÜM İKİ

KULLANILAN YÖNTEMLER

2.1 Örnekleme

Örnekleme, nehrin Işıklı (Çivril) gölü başlangıç noktası olmak üzere, Ege denizine döküldüğü noktaya kadar güncel nehir sedimentlerinde, nehir mendereslerinde ve deltada alınarak yapılmıştır. Örnekleme sedimentte yapılmasının nedenini Bermejo ve diğ. (2002) sediment kalitesinin su kirliliğinin önemli bir göstergesi olması ve sedimentin antropojenik kirliliği kalıcı olarak kayıtlaması ve bünyesine alması olarak açıklamaktadır. Swennen ve diğ. (1997) Belçika Jeolojik Araştırma Enstitüsü olarak yaptıkları çalışmada 3 tip örnekleme yapmışlardır. Karotun yüzeyden 5-25cm lik kısım yüzey örneği (Upper) olarak adlandırılmıştır. Bu kısım endüstriyel ve antropojenik kirliliği göstermektedir. Karotun alt kısmı (Lower) dip örneği olarak adlandırmıştır. Örneğin dip kısmı endüstri öncesi, insan etkisinden uzak, doğal jeokimyasal çeşitliliği göstermektedir. Bu çalışmada da sediment örnekleri karot şeklinde alınmıştır. Örnekleme yapılırken öncelikle çalışma istasyonları belirlenmiş, çalışma istasyonları belirlenirken aşağıdaki noktalara dikkat edilmiştir;

Öncelikle BM nehrine ait, 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritalar ve uydu görüntüleri temin edilerek, nehre bağlı olan yan derelerin birleşim noktalarından ve nehrin menderes yapan kesimlerinden örnekleme yapılmıştır. Örnekler karot sistemi ile alınmıştır. Arazi çalışmaları akarsuyun debisinin asgari düşük olduğu Eylül ayında yapılmıştır.

Örnek alınmasında kullanılan ekipmanlar şunlardır; Yaklaşık 1–1,5m uzunluğunda hazırlanan karotiyer tüplerinin ucuna örnek almasını kolaylaştırmak amacıyla çelikten hazırlanmış keskinleştirilmiş uçlar hazırlanmıştır (core nose). Bu uçların içine örneğin geriye düşmesini önlemek amacıyla numune tutucu dediğimiz aparat yerleştirilmiştir (Şekil 2.1). Karotiyer tüpünün zemin içine doğru ilerlemesini sağlamak amacıyla çakma başlığı yapılmış, çekiç darbesiyle ilerleme sağlanmıştır (Şekil 2.2).



Şekil 2.1 Örnek tüpü görünümü



Şekil 2.2 Örnek alınması

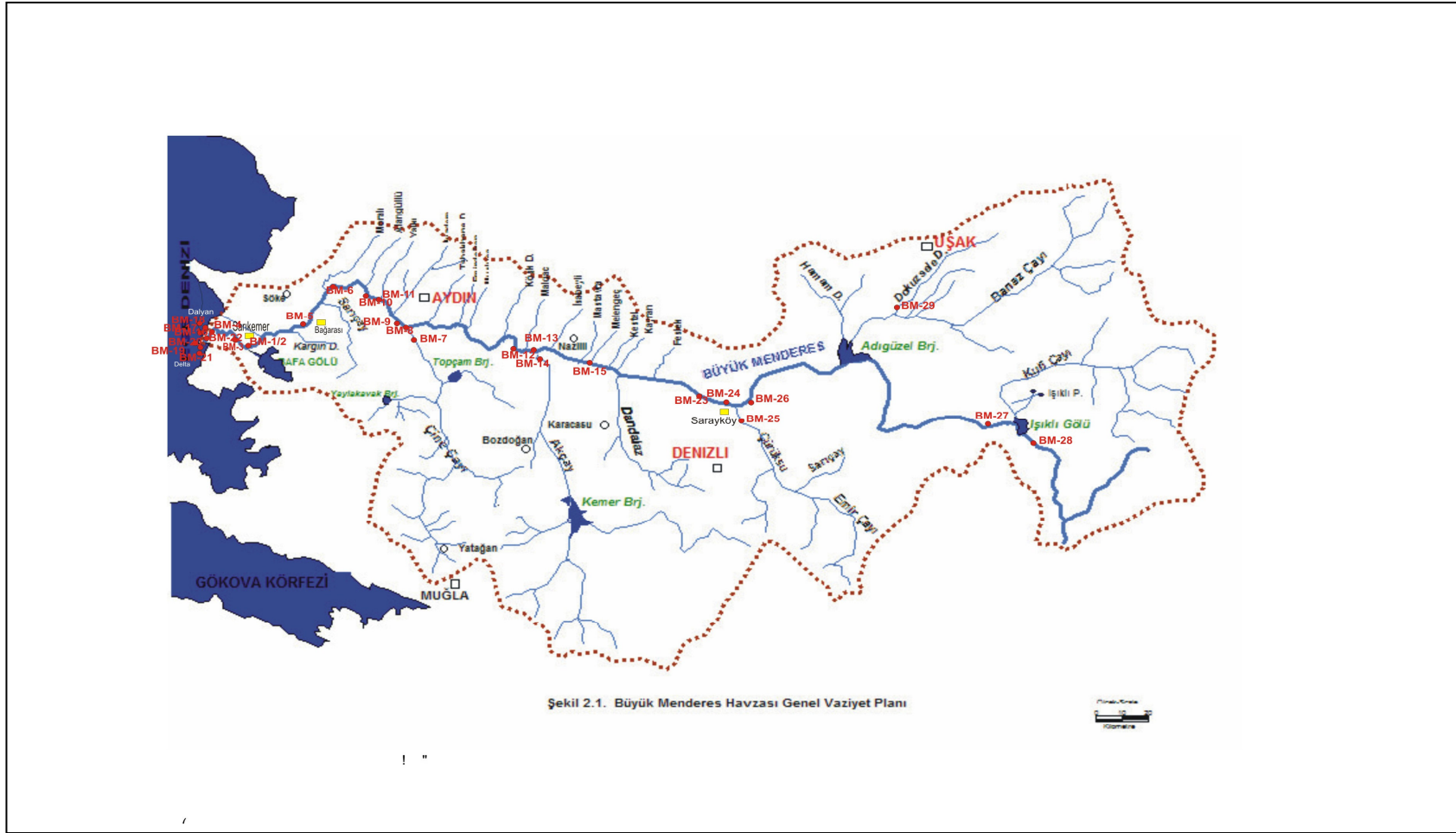
Ağustos 2006- Şubat 2007 döneminde ağırlıklı olarak örnekleme çalışmaları yapılmış, nehir ve Ege denizinden olmak üzere toplam 29 adet numune alınmıştır (Şekil 2.3). Alınan örneklerin 6 adedi BM nehrinin denize döküldüğü kısım olan delta ağzından ve dalyandan alınmıştır. Geri kalan 23 örnek ise Aydın-Denizli ve

Uşak illerinde BM nehrinin geçtiği güzergâh ve nehre dökülen ana derelerden alınmıştır. Örnek lokasyonları Erdas uydu programı kullanılarak haritalanmış ve Ek-3 deki uydu görüntüsünde gösterilmiştir. Alınan her örneğe ait örnek tanımlama tablosu hazırlanmış buna göre 29 örneğin tanımlama tablosu ek-1 deki gibi yapılmıştır.

Büyük Menderes nehri ve yan kollarından alınan örnekler Dalyan, Delta, Aşağı Büyük Menderes, Yukarı Büyük Menderes ve Yan kollar olmak üzere 5 Bölgeye ayrılmıştır.

Tablo 2.1 Bölgelere göre örneklerin dağılımı

BÖLGE	ÖRNEK NO
DALYAN	BM-16, BM-17, BM-18
DELTA	BM-19, BM-20, BM-21, BM-22 (Deltadan 3km içeride)
AŞAĞI BÜYÜK MENDERES	BM-1/2, BM-3, BM-4, BM-5, BM-6, BM-9, BM-10, BM-11, BM-12, BM-13, BM-15
YUKARI BÜYÜK MENDERES	BM-23, BM-24, BM-26, BM-27, BM-28
YAN KOLLAR	BM-7 (Çine Çayı), BM-8, BM-14 (Akçay çayı), BM-25 (Çürüksu çayı), BM-29 (Kazancı dere)



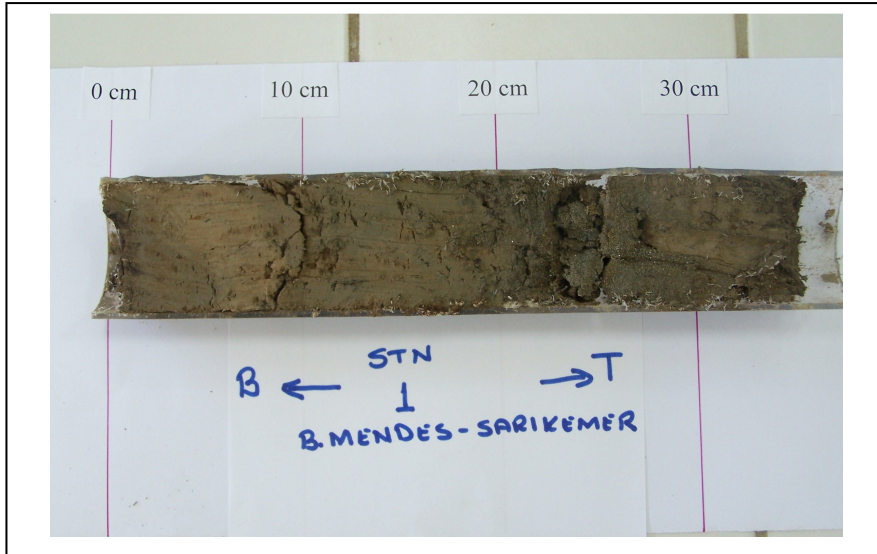
Şekil.2.3 Büyük Menderes nehrinden alınan örnek yerlerini gösterir harita

2.2 Laboratuvar Yöntemleri

Alınan karot örneklerinde belirlenen seviyelerde her 10 cm de bir tane boyu analizleri daha sonrada karbon, organik karbon ve belirlenen seviyelerden de ağır metal analizleri yapılmıştır.

2.2.1 Tane boyu Analizi

Alınan karot örnekleri laboratuvarda kesilmiş, karotlardan her 10 cm' de bir numune alınarak ayrılmış ve her karotun ayrı ayrı 10 cm de bir tanımlaması yapılmıştır (Şekil 2.4). Yüzey örnekleri karotların 0-10cm aralığındaki yüzeyden ilk 2cm kalınlığındaki kısım dilimlenerek hazırlanmış, dip sedimentlerinde de karotun son 10cm lik kısmından 2cm kalınlığındaki dilimler kesilerek örnekler hazırlanmıştır.



Şekil 2.4 Karotların açılması

Tane boyu analizleri TSE (1987)' e göre, tane boyu 63 mikrondan büyük olan kısım için standart kuru elek tekniği ile, 63 mikrondan küçük olan kısım için ise hidrometre tekniği ile gerçekleştirilmiştir. Elek ve hidrometre analizi sonuçları yarı logaritmik kâğıda işlenerek tane boyu dağılımı ortaya konmuştur. Tane boyu gösteriminde phi ölçeği kullanılmıştır.

2.2.1.1 Elek Analizi

Sediment örneği etüvde kurutulduktan sonra 0,1gr hassasiyetli terazide tartılmış ve su içerisinde çözülmeye kadar bekletilmiştir. Çözünen örnek su yardımıyla 63 mikronluk elekten elenmiş ve eleğin altına geçen kısım hidrometre deneyinde kullanılmak üzere ayrılmıştır. Eleğin üstünde kalan 63 mikrondan iri olan malzeme ise etüvde kurutulduktan sonra 4.2.1, 0,5, 0,250, 0,125, 0,075 mm açıklığından oluşan elek takımından elenmiş, her elek üzerinde kalan miktar tartılarak kaydedilmiştir. Toplam örnek ağırlığı esas alınarak her elekte kalan malzemenin ve 63mikronluk elekten geçen miktarın yüzdesi ve her elekten geçen toplam malzemenin yüzdesi hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar yarı logaritmik kâğıt üzerine işlenmiştir.

2.2.1.2 Hidrometre Analizi

Elek analizi sırasında 63 mikronluk elekten elenerek alta geçen kısım attenberg kabına boşaltılarak, üzerine saf su eklenerek bir litreye tamamlanmış bu sırada topaklaşmayı önlemek amacıyla sodyum hekza metafosfat ilave edilmiş ve mekanik karıştırıcıyla karıştırılmıştır.

Attenberg kabının ağzı kapatılarak, süspansiyonun homojen hale gelmesi için çalkalanmıştır. Çalkalama işleminden sonra zaman kaybetmeden kap düz bir yüzeye konarak hidrometre ile okumalar başlatılmış ve 2,5,10,15,30 ve 60 dakikalar ile 2.3.4.5. ve 24. saatlerde okuma yapılarak her okumada da süspansiyon sıcaklığı not edilmiştir. Ön işlemler sonucunda elde edilen numune ağırlığı esas alınarak, ilgili eşdeğer tane çapından daha küçük tanelerin yüzdesi (K) aşağıdaki formülden hesaplanmıştır.

$$K = 100 G_s / W_b (G_s - 1) (R_h + M_t)$$

G_s = Bağlı yoğunluk

W_b = Örneğin toplam ağırlığı

R_h = Hidrometre okuması

M_t = Sıcaklık düzeltmesi

2.2.2 Karbonat Analizleri

Karotlardan alınan yüzey ve dip sedimentlerinden hazırlanan örneklerde yapılmıştır. Kalsiyum karbonat analizleri ve organik karbon analizleri olmak üzere iki aşamada gerçekleştirilmiştir.

2.2.2.1 Kalsiyum Karbonat Analizleri

Karbonat analizleri için Grimaldi ve diğ.(1966) ve Carver (1971) yöntemlerinin kombinasyonu olan Piper (1974)' e ait yöntem kullanılmıştır. Oldukça hızlı ve doğru olan bu yöntemde hassasiyet % 1 dir.

Karbonat içeriği 0.5 gr düşünülen, 5 gr ağırlığındaki kuru sediment örneği üzerine 20 ml HCL ilave edilmiş ve 90 C° de 20 dakika ısıtılmıştır. Bu işleme pH, 2 nin altına düşene kadar devam edilmiştir. Soğutma ve kil içeriğinin uzaklaştırılması için yapılan süzme işleminden sonra Bromophenol blue indikatörü ilave edilmiş ve fazlalık asit, mavi renk görülünceye kadar NAOH ile geri titrasyona tabi tutulmuştur. Karbonat yüzdesi aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Karbonat} = 100 \times 0.05 (V_a N_a - V_b N_b) / \text{Örnek Ağırlığı}$$

Va: Asit hacmi

Vb: Baz hacmi

Na: Asit normalitesi

Nb: Baz normalitesi

2.2.2.2 Organik Karbon Analizleri

Toplam organik karbon analizleri Gaudette vd. (1974) e ait ıslak oksidasyon yöntemi ile yapılmıştır. Sediment örnekleri 0.2 -0.5 gr tartılıp 10ml K₂Cr₂O₇, 20 ml H₂SO₄ eklenip karıştırıldıktan sonra 30 dakika beklemeye alınmıştır. Üzerlerine 200ml saf su, 10ml. H₃PO₄, 0.2 gr NaF ve 15 damla diphenylamine indikatörü eklenerek 0.5 N. Ferro amonyum sülfat çözeltisi ile yeşil renk alıncaya kadar titrasyona tabi tutulmuştur. Organik karbon yüzdesi aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$\% \text{ OC} = 10x (1-T/S) x (1N x 0.003) x (100/ Ws)$$

10: $K_2Cr_2O_7$ çözeltilisinin hacmi

T: demir çözeltilisi (ml)

S: demir 2 sülfat ayarlaması faktörü

1N: $K_2Cr_2O_7$ çözeltilisinin normalitesi

0.003: 12/400 moleküler C ağırlığı

Ws: örnek ağırlığı

2.2.3 Ağır Metal Analizleri

Örnekler etüvde 42C° de kurutulmuş (Tessier vd;1979), çıkan örnekler analiz için kullanılan tane boyu silt ve aşağısı kabul edildiğinden sedimentler 63 mikron açıklıktaki plastik elekten elenmiştir. Tane boyu 63 mikrondan küçük yaklaşık 0,2 gr lık örnekler, HNO_3 / HF / $HClO_4$ / HCl asitleri karışımıyla, “ Mikrodalga Çözünürleştirme Sisteminde “ (Milestone 1200) işleme tabi tutularak Atomic Absorbsion Spektrometre (AAS) de okunmaya uygun solüsyonlar haline getirilmiştir. Metallerin toplam konsantrasyonlarını saptamak için hazırlanan solüsyonlar “ Varian, Model Atomic Absorbsion Spektrometre” alevli ünitesi kullanılarak analiz edilmiştir. İncelenen metallerin analizinde kullanılan dalga boyları ve çalışma konsantrasyon aralıkları Tablo2.2’ de verilmiştir. Metallerin deteksiyon limitleri Hg: 0.05 μgkg^{-1} , Mn: 0.02 $mgkg^{-1}$, Ni: 0.10 $mgkg^{-1}$, Cu: 0.03 $mgkg^{-1}$, Zn: 0.01 $mgkg^{-1}$, Pb: 0.10 μgkg^{-1} Cr: 0.06 $mgkg^{-1}$, Fe: 0.06 $mgkg^{-1}$. Kalibrasyon örneği (SD-MEDPOL-1/ TM) analitik metodların kontrolü için kullanılmıştır (Uluslararası Deniz Radyoaktivite Labrotuarı, IAEA, Monaco). Bu örnekte altı paralel okuma yapılmış ve metaller için şu değerler ($mg kg^{-1}$ dry wt) bulunmuştur. Hg (sertifikalandırılmış 0.132 \pm 0.014; bulunan 0.133, s.d: 0.00), Pb (sertifikalandırılmış 39.40 \pm 4.80; bulunan 37.4, s.d: 1.44), Cr (sertifikalandırılmış 74.2 \pm 5.80; bulunan 74.45, s.d: 0.29), Cu (sertifikalandırılmış 48.3 \pm 4.3; bulunan 48.71, s.d: 0.25), Zn (sertifikalandırılmış 141 \pm 9.0; bulunan 142, s.d: 1.44), Mn (sertifikalandırılmış 357 \pm 24; bulunan 357.5 s.d: 2.74), Ni (sertifikalandırılmış 30 \pm 2.90; bulunan 31.14, s.d: 0.59).

Örneklerin bir kısmı ICP-OES de okunmuştur. Tane boyu 63 mikrondan küçük yaklaşık 0,2 gr lık örnekler, HNO₃ / HCL asitleri karışımıyla, “ Mikrodalga Çözünürleştirme Sisteminde “ (Milestone 1200) işleme tabi tutularak solüsyon haline getirilmiştir. Solüsyon haline gelen örnekler mavi banttardan süzülerek ICP-OES de okunmaya uygun hale getirilmiştir. Metallerin toplam konsantrasyonlarını saptamak için hazırlanan solüsyonlar “ Varian, 710 ES model ICP-OES ” ünitesi kullanılarak analiz edilmiştir.

Tablo 2.2 Dalga boyları ve çalışma konsantrasyonları

Metal	Dalga Boyu	Çalışma Konsantrasyonu (ppm)
Cu	324.7	0.03-10
Pb	217	0.20-4
Zn	213.9	0.01-2
Ni	232	0.1-20
Cr	357.9	0.06-15
Mn	279.5	0.02-5
Fe	248.3	0.06-15
Hg	253.7	0.001-0.004

BÖLÜM ÜÇ

BÜYÜK MENDERES NEHRİ SEDİMANTOLOJİSİ

3.1 Nehirler ve Nehir Sedimentleri

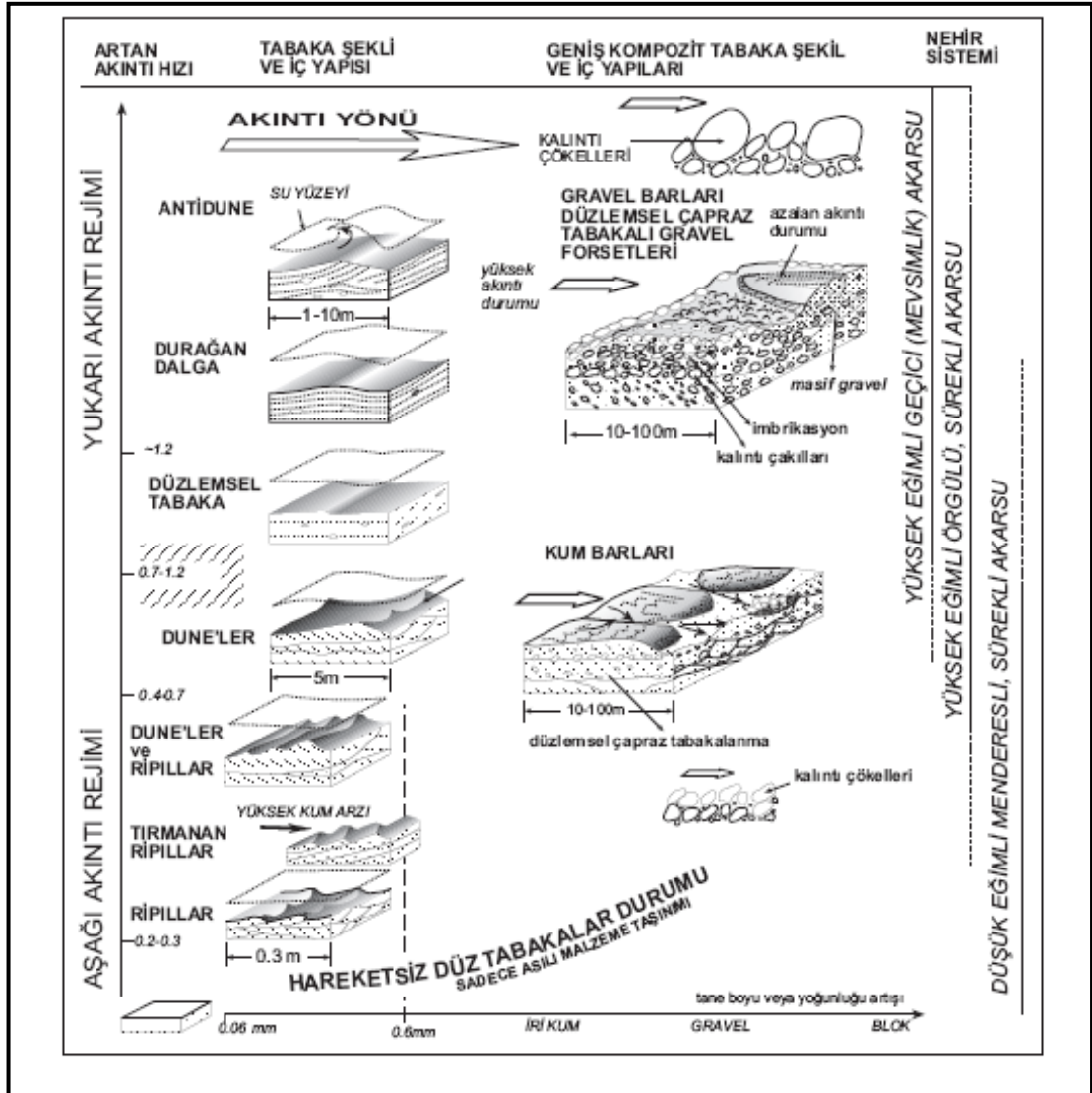
Nehirlerce depolanan sedimentleri kanal, kıyı ve taşkın havza sedimentleri olmak üzere 3 gruba ayırmak mümkündür. Nehirlerde değişik akıntı hızı ve tane boylarında oluşan sedimanter yapılar şekil.3.1' de görülmektedir.

Kanal Sedimentleri: Kanal gecikme sedimentleri, burun setleri ve kanal dolguları bu gruba girer. Kanalda, kum zemin yükü olarak ilerlerken daha iri olan çakıllar geride kalır ve derin kısımlarda kesikli merceksel parçalar halinde birikirler ve kanal gecikme çökeli olarak adlandırılırlar. Burun setleri, menderesli nehirlerin en göze çarpan jeomorfolojik özellikleridir. Ufak nehirlerdeki burun setleri, mendereslerin konveks yüzeylerindeki basit birikimlerdir. Burun setlerindeki depolanma sellenmeler sırasında menderesli nehirlerin yanal olarak yer değiştirmesinden oluşur ve kalınlığı nehrin derinliği kadar olabilir. Burun setlerinde nehirler, eğer çamurdan çakıla kadar değişen materyal taşıyorsa en altta çakıl, sonra kaba ve ince kum, en üstede silt bulunur.

Bir nehir tarafından terk edilen nehir kanallarındaki sedimantasyon kanal dolgu çökelleri olarak adlandırılır. Bu terk etme kanalın bir kısmının aniden terk edilmesi veya sedimantasyon hızındaki ani artma ve derinlikteki ani azalma sonucu kanalın dolmasıyla oluşur. Bu durum menderesli nehirlerle özgü ve nehrin rotasını kısaltarak eğimini artırabileceği yerlerde oluşur.

Taşkın havza sedimentleri: Büyük taşkınlar sırasında oluşan ve esas olarak ince taneli sedimentlerdir. Sedimantasyon hızı genellikle düşüktür. Bir sel periyodu boyunca 1-2 cm kalınlıkta bir kil silt katmanı depolanır. Bir taşkın havzası sedimenti kıyı seti ve burun seti çökellerinden daha ince taneli silt ve kildir.

Alüvyon Yelpazesi Sedimentleri: Yelpaze şekilli, kötü boylanmış kaba tanelerden oluşur. Çakıl, blok ve iri bloklar egemendir. Bunlar dağlık bölgede dik bir eğimin birdenbire yumuşaklaştığı dağ eteklerinde oluşur.



Şekil.3.1 Değişik akıntı hızı ve tane boylarında oluşan depozisyonel sedimanter yapılar (Kaymakçı 2001).

3.2. Büyük Menderes Nehri Sedimentleri

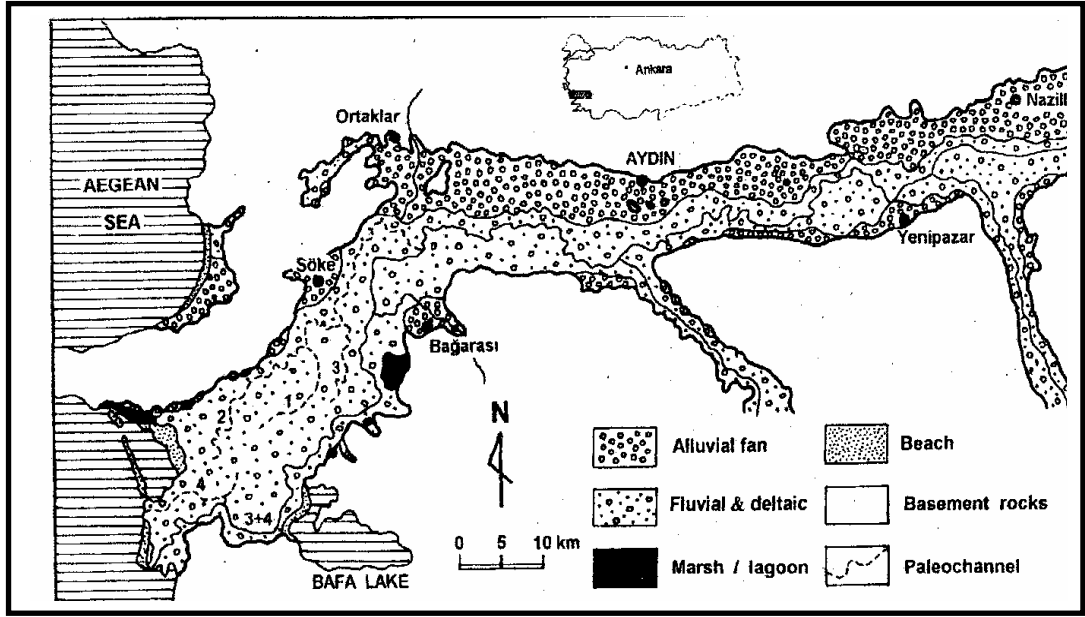
Büyük Menderes nehri doğduğu ve denize döküldüğü noktalar arasında kalan bölgenin jeomorfolojisine paralel olarak değişen bir akış hızına ve yoğunluğa sahiptir. Buna göre nehir 4 ana bölgeye ayrılmıştır Ek-3. A) Nehrin denize döküldüğü delta, geniş ağızlı ve düşük eğim gradyanlıdır. Delta bölgesinden Yenipazar (Aydın) ilçesinin batısı civarına kadar eğimi düşük ve dolayısıyla daha geniş bir tabana sahip olan nehir daha düşük bir hızla akmakta ve daha yoğun bir

mendereslenme örgüsü sunmaktadır. B) Yenipazar ilçesinin batısı ile Sarayköy (Denizli) ilçesinin kuzeyi arasında ise eğim ve akış hızı biraz artmakta, menderesler azalmaktadır. C) Sarayköy ilçesinin kuzeyinden Çal (Denizli) ilçesinin doğusuna kadar, yer yer yüksek eğim ve daha dar tabana sahip olan nehrin akış hızı artmaktadır. D) Çal ilçesinin doğusundan nehrin doğduğu yer olan Dinar (Afyon) ilçesine kadar bir çöküntü havzasından geçen nehir geniş tabanlı, düşük eğim ve akış hızına sahip bir rejimde az menderesler yaparak devam etmektedir. Büyük Menderes nehri doğduğu ve denize döküldüğü noktalar arasında düz, örgülü ve menderesli olmak üzere üç çeşit kanal modeli akışı göstermektedir. Nehrin yaşlı evresinde genellikle menderesli kanal modeline uygun bir akış şekli vardır. Nehrin olgun evresinde genel olarak düz kanal modeline ve nadiren menderesli ve örgülü kanal modeline uygun akış görülmektedir. Büyük Menderes nehri gerek yıkayıp geçtiği jeolojik formasyondan, gerek kendisine birleşen ve yine masifin metamorfik kayaçlarını yıkayarak gelen yan kolların katkısıyla bölgenin jeolojisine özgü bir su ve tortul kimyasına sahiptir (Kumru, 1990).

Hakyemez ve diğ. (1999), yaptıkları çalışmada Gediz ve Büyük Menderes grabenlerinin Kuvaterner yaşlı evrimini incelemişler ve buna göre; Büyük Menderes grabeninin doğu- batı yönelimli olup, geç Pliyosenden beri evrim gösterdiğini en yaşlı alüvyal ve flüvyal sedimentlerin bu yarı grabenlerin açılmasıyla aktif fay sınırları boyunca ortaya çıktıklarını belirtmişlerdir (Şekil 3.2). Büyük Menderes grabeni boyunca akan nehir yatağı, Güneybatıya doğru bükülmüş ve alüvyonel fanların gelişimiyle ve tekrarlanan tektonik aktiviteyle de nehrin ana yatağı kuzeyden güneye doğru en az 3 kez değişmiştir.

3.2.1 Deltadan Alınan Örneklerin Sedimentalojisi

Ergin ve diğ. (2007) yapmış oldukları çalışmada, deltadan Piri Reis gemisiyle sediment core ve grab örnekleri almışlar ve bunlarda yaptıkları çalışmalarda kil içeriğinin deltanın KB sına doğru arttığını ve %30–55 kil taşınımının deltanın dışına doğru olduğunu belirtmişlerdir. Karotlarda yapılan incelemede kil yüzdesinin derine doğru karotlarda arttığı gözlenmiştir.



Şekil.3.2 Büyük Menderes nehri baseninde genç sedimentlerin dağılımı Hakyemez ve diğ. (1999)

Delta bölgesinden BM-19, 20, 21, 22 nolu örnekler alınmıştır. Örneklerin tane boyu dağılımı grafiğine ek-2'de bakınca alınan örneklerin;

BM-19: Örnek nehrin tam denize çıkış noktası olup, nehrin getirdiği ince ve iri kumdan ibarettir. Karotta derine gittikçe ince kum % si artmaktadır.

BM-20: Örnek genel olarak kumdan oluşmakla beraber 20cm ve 40cm de kil oranında bir artış vardır.

BM-21: Örnek ağırlıklı olarak ince kum ve siltten oluşmuştur. Kil ve silt miktarı 90 cm de aniden artmaktadır.

BM-22: Deltadan 3 km içeride nehrinden alınmıştır. Kil %' desı 5-8 arasında değişmektedir.

Shepard (1954) ün dokusal tip sınıflamasına göre deltadan alınan örneklerin yüzey ve dip sedimentlerinin siltli kum ve kumdan oluştuğu belirlenmiştir.

3.2.2 Dalyandan Alınan Örneklerin Sedimentalojisi

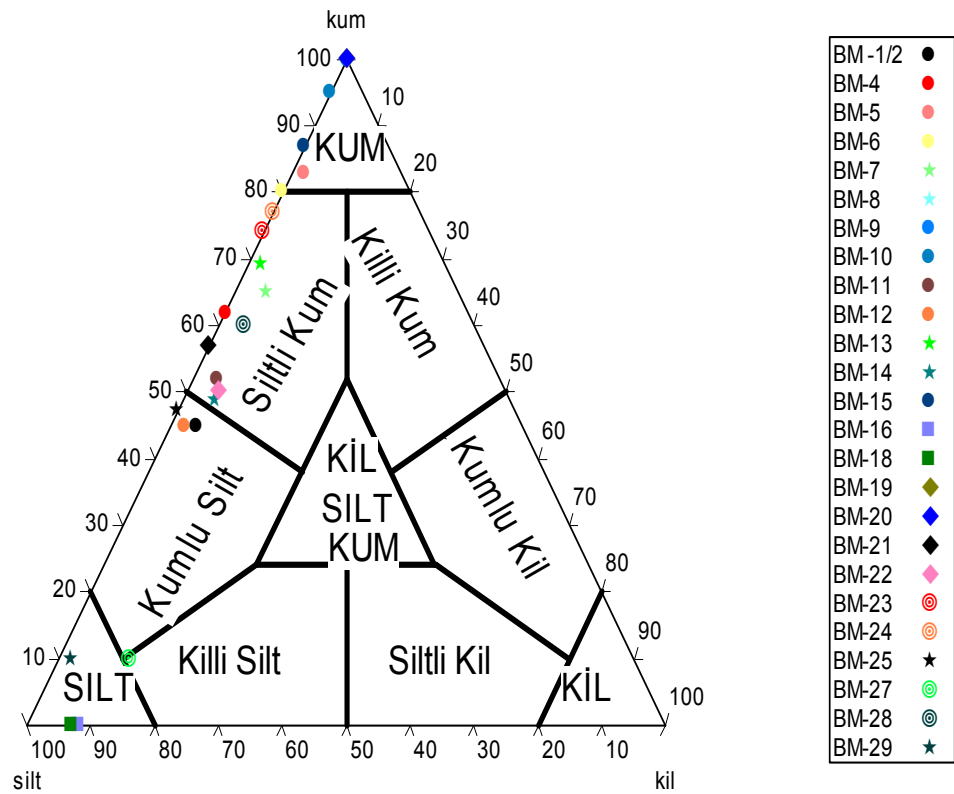
Dalyan Bölgesinden 3 adet örnek (BM-16, 17, 18) tekne yardımıyla denizden alınmış olup, bunlardan BM-16 ve BM-18 nolu örneklerden tane boyu analizi yapılmıştır. Dalyan bölgesindeki örnekler silt ve kilden oluşmakla beraber ağırlıklı

olarak siltden meydana gelmişlerdir. Örneklerin tane boyu dağılımı grafiğine ek-2’de bakınca alınan örneklerin;

BM-16: Örnekte derine doğru gittikçe % kil miktarı kademeli olarak artmaktadır.

BM-18: Örnek 5 cm de bir incelenmiş olup derine doğru kil miktarı artmaktadır.

Shepard (1954) ün dokusal tip sınıflamasına göre dalyandan alınan örneklerin yüzey ve dip sedimentlerinin silt olduğu belirlenmiştir



Şekil 3.3 Yüzey sedimentlerinin dokusal tip sınıflaması (Shepard, 1954)

3.2.3 Aşağı Büyük Menderes Nehrinden Alınan Örneklerin Sedimentolojisi

Aşağı Büyük Menderes nehri bölgesinden BM-1/2, 4, 5, 6, 9,10, 11,12, 13 ve 15 nolu örnekler alınmıştır. Örneklerin tane boyu dağılımına bakınca alınan örneklerin; BM-1/2 ve BM-4, BM-6, BM-12, BM-13 nolu örneklerde derine doğru % kil miktarı artmaktadır.

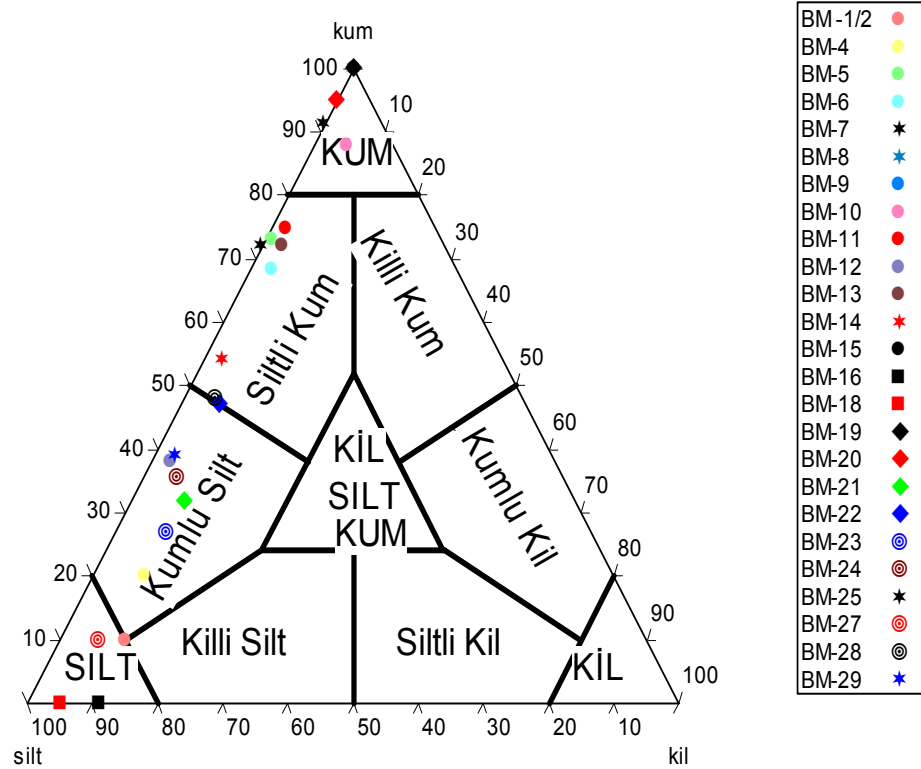
BM-5: yüzeyden 40 cm’ye kadar kil miktarı artmakta ondan sonra azalmaktadır.

BM-9, BM-10: genel olarak kumdan oluşmuşlardır.

BM-11: İnce tane miktarı oldukça fazla ve %kil oranı derine doğru azalmaktadır.

BM-15: Derine doğru iri taneli sediment oranı artmakta, silt ve kil azalmaktadır.

Shepard (1954) ün dokusal tip sınıflamasına göre Aşağı BM nehrinden alınan örneklerin yüzey sedimentlerinin kum, siltli kum, ve kumlu silt olduğu, dip sedimentlerinin ise siltli kum, kumlu silt, kum ve silt olduğu belirlenmiştir.



Şekil 3.4 Dip Sedimentlerinin dokusal tip sınıflaması (Shepard, 1954)

3.2.4 Yukarı Büyük Menderes Nehrinden Alınan Örneklerin Sedimentolojisi

Yukarı Büyük Menderes nehri bölgesinden BM-23, 24, 27 ve 28 nolu örnekler alınmıştır. Örneklerin tane boyu dağılımına bakıldığında;

BM-23. BM-24 : Derine doğru kil ve silt oranı artmaktadır.

BM-27 : Derine doğru kil oranı azalmakta, silt oranı artmaktadır.

BM-28 : Derine doğru kum azalmakta, silt ve kil miktarı artmaktadır.

Shepard (1954) ün dokusal tip sınıflamasına göre Yukarı Büyük Menderes nehri bölgesinden alınan örneklerin yüzey sedimentlerinin siltli kum, kumlu silt olduğu, dip sedimentlerinin ise kumlu silt ve silt olduğu belirlenmiştir.

3.2.5 Yan Derelerden Alınan Örneklerin Sedimentolojisi

Büyük Menderes nehrine dökülen yan kollardan BM-7, 8, 13, 14, 25, 29 nolu örnekler alınmıştır. Örneklerin tane boyu dağılımı incelendiğinde;

BM-7 (Çine Çayı): Derine doğru çakıl ve kum % desini artmakta, silt ve kil azalmaktadır.

BM-8 (Çine çayı ile Büyük Menderes nehri birleşim noktası): Örnek genel olarak kumdur.

BM-13 (Akçay çayı ile Büyük Menderes nehri birleşim noktası): Derine doğru kil oranı artmaktadır.

BM-14 (Akçay çayı): İnce kum ve siltten oluşmuştur. Derine doğru kil oranı azalmaktadır.

BM-25 (Çürüksu çayı) : Derine doğru kil ve silt azalmakta çakıl ve kum oranı artmaktadır.

BM-29 (Kazancı dere) : Kil oranı derine doğru artmaktadır.

Shepard (1954)' ün dokusal tip sınıflamasına göre yan derelerden alınan örneklerin yüzey sedimentlerinin siltli kum ve kumlu silt olduğu, dip sedimentlerinin ise siltli kum, kumlu silt ve kum olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak Shepard (1954)' ün dokusal tip sınıflamasına göre Büyük Menderes nehrinden alınan karot örneklerin yüzeyinden alınan sedimanlar incelendiğinde bunların çoğunun siltli kum olduğu, diğerlerinin ise kum, silt ve siltli kum sınıfına girdiği belirlenmiştir. Karot örneklerinin dibinden alınan sedimanlar incelendiğinde bunların çoğunun Kumlu silt olduğu diğerlerinin ise siltli kum, kum ve siltten oluştuğu anlaşılmıştır. Genel olarak karotlarda derine doğru gittikçe tane boyu küçülmektedir.

BÖLÜM DÖRT

BÜYÜK MENDERES NEHRİ SEDİMENTLERİNİN KARBONAT VE ORGANİK KARBON İÇERİKLERİ

4.1 Yüzey Sedimentlerinin Karbonat İçerikleri

Büyük Menderes nehri ve yan kollarından alınan karot örneklerinin en üst kısmı olan 0-2 cm seviyesinden alınan sedimentlerin karbonat içeriği % 5.9 – 30.54 arasında değişmektedir (Şekil 4.1). En yüksek karbonat içeriği % 30.54 ile Büyük Menderesin yan kollarından biri olan Kazancı dereeden alınan BM-29 nolu örnektir. Bunun nedeni derenin geçtiği formasyonun jeolojik olarak Ulubey formasyonu olarak tanımlanan Neojen yaşlı killi kireçtaşlarından oluşmasıdır. Deltadan alınan yüzey örnekleri incelendiğinde bunlardaki karbonat miktarının %8.7–15.4 arasında değiştiği Dalyandan alınan örneklerde % 16.67–17.32 arasında olduğu, aşağı Büyük Menderes nehrinde bu değerlerin %5.9–17.57 arasında değiştiği saptanmıştır. Yukarı Büyük Menderes nehrinde % 8.24–18.25 arasında olduğu, yan kollarda ise %6.61–30.54 arasında değiştiği saptanmıştır.

4.2 Dip Sedimentlerinin Karbonat İçerikleri

Büyük Menderes nehri ve yan kollarından alınan karot örneklerinin dip kısmı olan 20–90 cm seviyelerinden alınan sedimentlerin karbonat içeriği % 4,52-19,11 arasında değişmektedir (Şekil 4.2). Deltadan alınan dip sediment örnekleri incelendiğinde bunlardaki karbonat miktarının %6.9–17.55 arasında değiştiği saptanmıştır. Bunlar çalışma alanında ayırt edilen bölgelere göre değişiklik göstermektedir. Dalyandan alınan örneklerde karbonat içerikleri % 12.27–17.43 arasında olduğu, aşağı Büyük Menderes nehrinde ise bu değerlerin %4.52—16.65 arasında değiştiği saptanmıştır. Yukarı Büyük Menderes nehrinde karbonat içeriklerinin % 8.57–17.89 arasında olduğu, yan kollarda ise %4.52–19.11 arasında değiştiği belirlenmiştir.

4.3 Yüzey Sedimentlerinin Organik Karbon İçerikleri

Büyük Menderes nehri ve yan kollarından alınan karot örneklerinin yüzeyden alınan sedimanlarda organik karbon içeriği % 0,1–4,87 arasında değişmektedir (Şekil 4.3). Deltadan alınan örnekler incelendiğinde (BM 19-20-21-22) ise bunların diğer örneklerle göre organik karbon içeriğinin yüksek olduğu (% 2,3-4,11 arasında olduğu) saptanmıştır. Bunun nedeni karasal kökenli lağım ve sanayi atıkları ile sera ve sebze meyve hallerinden çıkan atıkların arıtılmadan nehre verilmesidir.

Organik karbonun Dalyandan alınan örneklerde % 0,2-0,28 arasında olduğu, Aşağı Büyük Menderes nehrinde % 0,1-3,35 arasında değiştiği, Yukarı Büyük Menderes nehrinde bu değerlerin % 0,35-3,7 arasında olduğu saptanmıştır. Yukarı Büyük Menderes nehrinde saptanan % 3,7 lik organik karbon değerinin örnekteki tane boyunun silt ve kil oranının yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü Organik karbon ince taneli sedimentlerle doğru bir orantı izlemektedir (Avcı, 1996). Aşağı Büyük Menderes nehrinde ise yüksek çıkan % 3,5 organik karbon değerlerinin evsel ve endüstriyel atıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

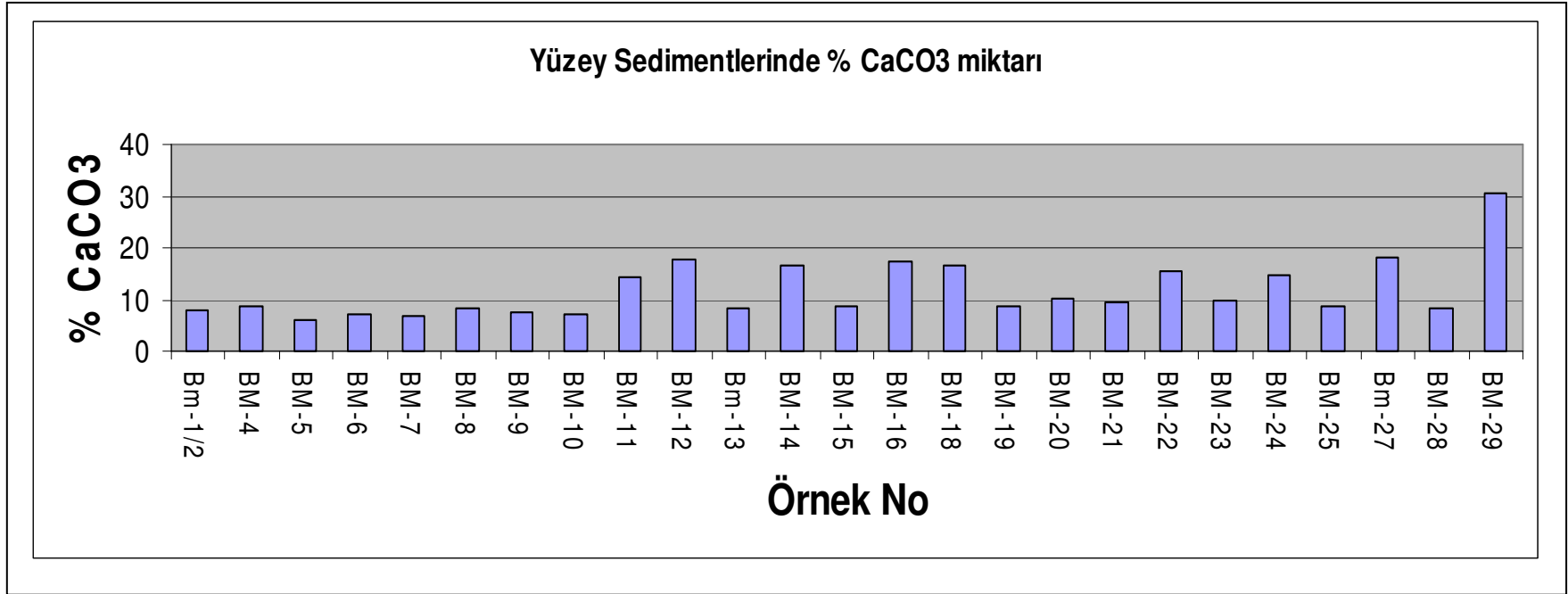
Yan derelerden alınan örneklerin Organik karbon değerleri ise % 0,14–4,87 arasında değişmekte olup, yüksek değerler BM-29 nolu Kazancı dereden alınan örnektir. Bunun nedeninin ise Uşak İlinin sanayi ve evsel atıklarından, Çine çayında ise evsel atıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.3 Dip Sedimentlerinin Organik Karbon İçerikleri

Dip Sedimanlarının organik karbon içeriklerinin %0,01-4,77 arasında değiştiği belirlenmiştir (Şekil 4.4). Deltadan alınan örneklerde Organik karbon içeriğinin yüksek olduğu, bu yüksek değerlerin de denizel canlılardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Aşağı Büyük Menderes nehrinde bu değerler 0,26-4,77 arasında değişim göstermektedir. Yüksek organik karbon içeriğinin BM-12 nolu örnekteki tane boyunun silt ve kil oranının yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Dalyan bölgesinden alınan örneklerde organik karbon değeri % 0,2-0,54 arasında değişmekte olup, en düşük değerler burada gözlenmiştir.

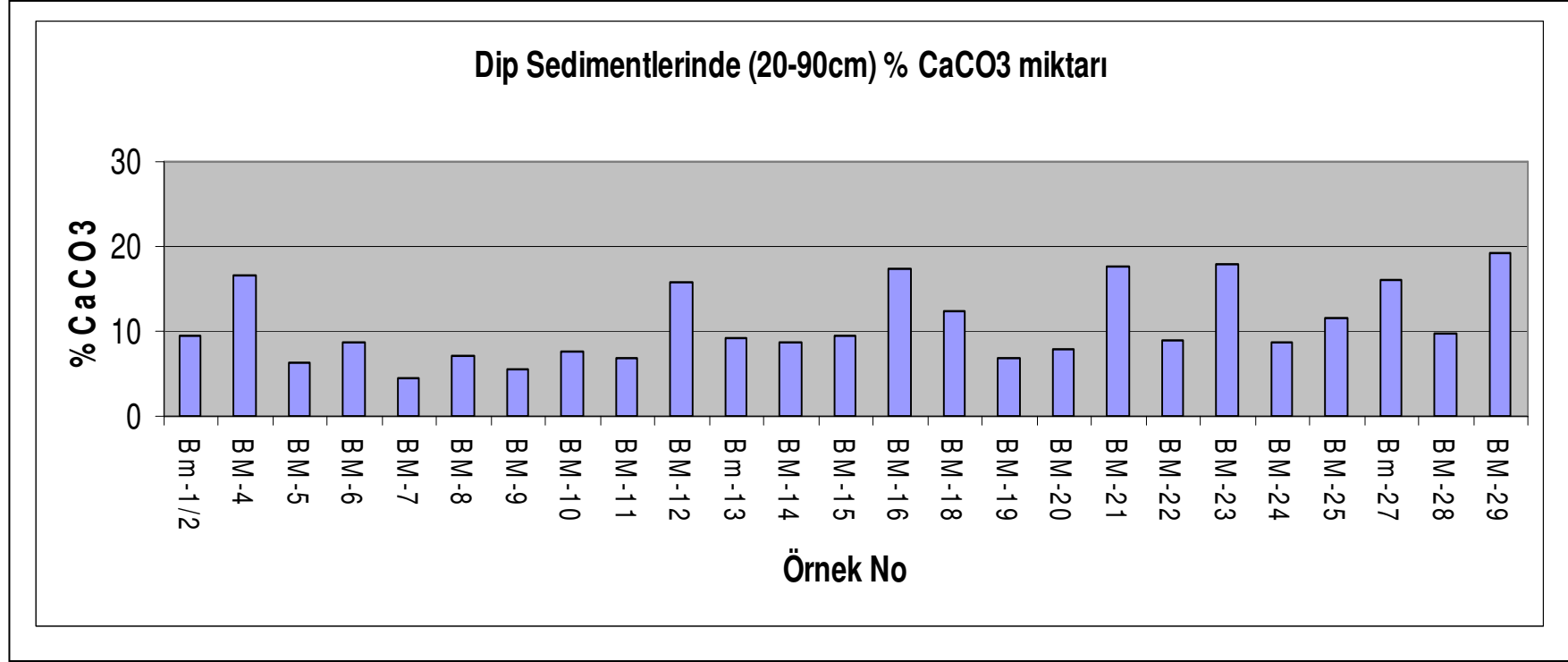
Yukarı Büyük Menderes nehrinde bu değerler % 0,01-2,6 arasında, yan derelerde ise % 0,29-3,83 arasında değişmektedir. Organik karbon değeri % 3,83 olarak gözlenen

BM-25 nolu örnek Çürüksu çayından alınmış olup, bu nehir Denizli ilinin sanayi ve evsel atıklarını taşımaktadır. Uşak ili yakınlarından alınan BM-29 nolu örnekteki yüksek organik karbonun nedeni ise evsel ve sanayi atıklarıdır.



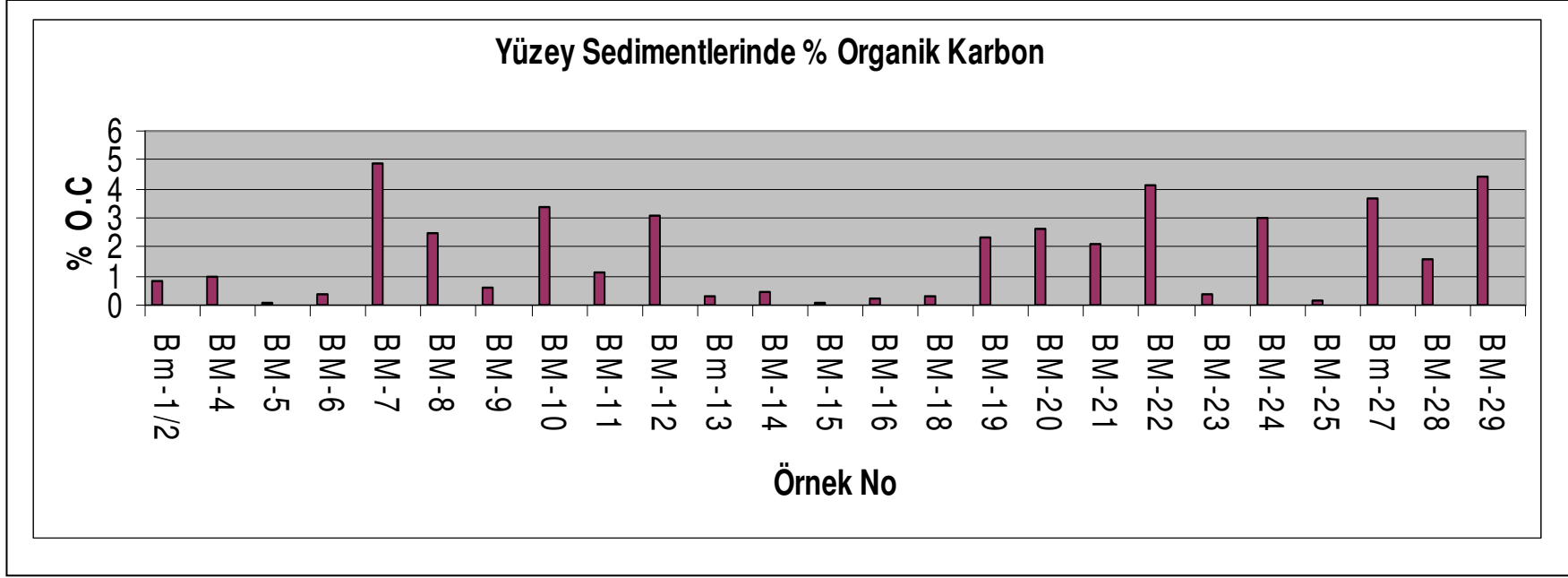
Söke (Bm-1/2-4-5), Aydın (Bm-6,8,9,10,11), Çine çayı(Bm-7), Akçay çayı (Bm-12,13,14), Dalyan (Bm-16,18), Delta (Bm-19,20,21,22), Yukarı Büyük Menderes (Bm-23,24,25,27,28), Bm-29 (Kazancı dere) bölgesinden alınan örneklerdir.

Şekil 4.1 Yüzey sedimentlerinin % CaCO₃ derişimleri

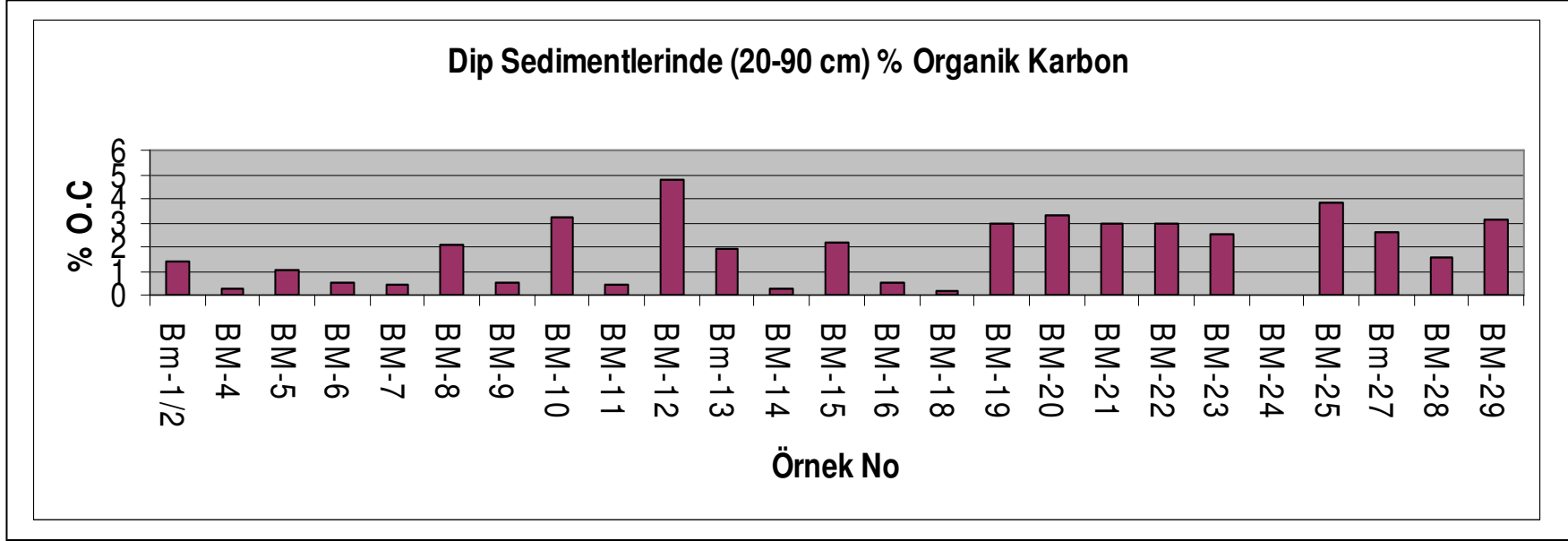


Söke (Bm-1/2-4-5), Aydın (Bm-6,8,9,10,11), Çine çayı(Bm-7), Akçay çayı (Bm-12,13,14), Dalyan (Bm-16,18), Delta (Bm-19,20,21,22), Yukarı Büyük Menderes (Bm-23,24,25,27,28), Bm-29 (Kazancı dere) bölgesinden alınan örneklerdir.

Şekil 4.2 Dip sedimentlerinin % CaCO₃ derişimleri



Şekil.4.3 Yüzey sedimentlerinde organik karbon yüzdesini gösterir grafik



Şekil.4.4 Dip sedimentlerinde (20-90cm) organik karbon yüzdesini gösterir grafik

BÖLÜM BEŞ

BÜYÜK MENDERES NEHRİ SEDİMENTLERİNDE AĞIR METAL DAĞILIMLARI

5.1 Sedimentde Ağır Metal Birikimi

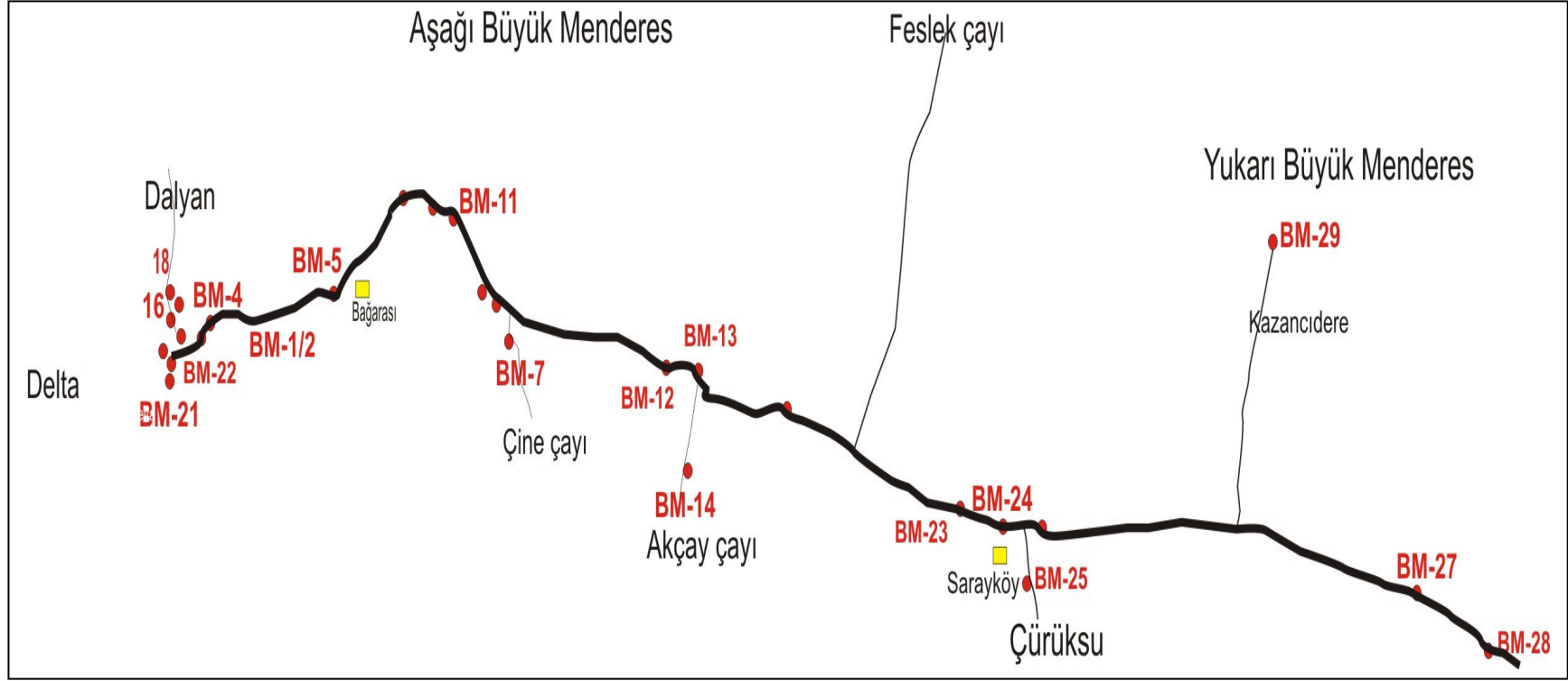
Ağır metal birikimine neden olan kaynakların süreçleri başlıca beş ana başlık altında toplanmıştır. Bunlar, i) Nehirler, yağmur suları ve rüzgar erozyonu yoluyla oluşan ve metal içeren formasyonlarla temsil edilen alanlardaki metallerin ayrışma ve aşınma sonunda sucul ortamın su ve dip sedimentlerinde birikmesiyle sonuçlanan “ jeolojik ayrışma ve aşınma “ süreci, ii) Ağır metal içeren madenlerin işletilmesi sonucu çıkan atıkların doğaya verilmesi ve sucul ortamda birikmesi ile sonlanan madencilik etkileri, iii) Endüstrileşme; Ağır çelik endüstrisi, kimyasal ve petrokimyasal endüstrileşme sonunda üretilen katı ve sıvı ve bunların kanalizasyon şebekesi ile sucul ortama taşınması iv) İnsan kaynaklı katı ve sıvı haldeki çöp ve atıkların sucul ortama deşarjından kaynaklanan ağır metal kirlenmesi v) Yağışlar ve kanalizasyon tarafından sucul ortama taşınan, taşıtların yaydıkları partikül haldeki ağır metalleri de içeren “atmosferik atıklar” olarak belirlenmiştir (Forstner ve Wittmann, 1983). Sedimentde tane boyuyla metal konsantrasyonu arasında ters orantı vardır. Özellikle 63µm altındaki tanelerde metal konsantrasyonu yüksektir. Bunun nedeni tabakalı silikatların metalleri absorbe etmesiyle ve yüksek organik madde içeriğiyle ilgilidir (Förstner, Wittaman 1983). Sedimentlerin ağır metal içeriği, partikülün tane boyu ile ilişkili olan kimyasal ve minerolojik kompozisyonu ve organik madde içeriğinin fonksiyonudur. Bu nedenle ağır metal yoğunluğu, sedimentin ince taneli fraksiyonuyla beraber bulunur. Bundan dolayı bizim çalışmamızda da sedimentin kil ve silt boyutundaki seviyelerinde ağır metal analizleri yapılmış ve sonuçlar bu tane boyuna göre normalleştirilmiştir. Sedimentteki metal konsantrasyonu kıyaslamasında şeyl standartı genellikle çabuk ve pratik bir methodur. Bazı nehirlerde ortalama şeylde saptanan metal konsantrasyonları aşağıdaki tabloda verilmiştir (Kunwar P. ve diğ. 2005).

Tablo 5.1 Dünyada farklı nehirlerdeki sedimentlerde ortalama şeyl değerine göre ağır metal miktarları
(Kunwar P. ve diğ. 2005).

Nehirler	Cd (µg/g)	Cr (µg/g)	Cu (µg/g)	Fe (µg/g)	Mn (µg/g)	Ni (µg/g)	Pb (µg/g)	Zn (µg/g)	Referans
Ortalama Şeyl değeri	0,30	90	45	46,700	850	68	20	95	Turekian and Wedepohl (1961)
Ganga	2,55	-	10,8	-	-	-	25,6	36,1	Saika (1987)
Ganga	-	-	21	-	-	-	25	46	Subramanian et al. (1987)
Genesse	-	-	18	-	-	23	40	69	Reddy (1979)
Brahmaputra	-	-	17	-	-	-	-	47	Subramanian et al. (1987)
Yamuna	9,5	-	22,2	-	-	-	60	59,2	Jain (2004)
İllinois, USA	2	-	19	-	-	-	28	81	Mathis and Cummings (1973)
Toyohira	0,20	-	22	-	-	-	24	152	Sakai et al. (1986)
Guadaira river	3	38	25	25,000	477	37	20	51	Gonzalez et al. (2000)
Neckar river	1,81	13	108	23,700	496	44	74	370	Muller et al. (1993)
Gomti river	2,42	8,15	5	2660	148	15,17	40,33	41,67	Present study

5.2 Büyük Menderes Nehri Sedimentlerinde Ağır Metal Dağılımları

Büyük Menderes nehrinde belirlenen 18 lokasyonun (Şekil5.1) yüzey ve dip sedimentlerinde, 3 lokasyonda da tüm karot boyunca her 10 cm de bir Fe, Ni, Cu, Mn, Pb, Zn, Cr, Hg olmak üzere toplam 8 metalin analizleri yapılmış ve bu değerler tane boyuna göre (% kil+silt) normalleştirilmiştir.



Şekil.5.1 Ağır metal ölçümü yapılan örnekleme istasyonlarının konumu

5.2.1 Yüzey ve Dip Sedimentlerinde Bakır Dağılımı

Büyük Menderes nehri yüzey ve dip sedimentlerinde Cu konsantrasyonları 16,10 ppm ile 139,78 ppm arasında değişmektedir (Şekil 5.2-5.3). Turekian ve Wedepohl (1961)'e göre şeyllerde ortalama Cu değeri 45 ppm olarak ifade edilmekte olup, BM-5, BM-7, BM-11, BM-12, BM-13, BM-14, BM-21, BM-22, BM-23, BM-24 BM-28 ve BM-29 nolu örneklerde bu değerler 45 ppm üzerine çıkmaktadır. Yüzey sedimentlerinde Cu konsantrasyonu BM-5 nolu örneğin yüzey sedimentinde en yüksek değerine ulaşmakta olup, genellikle Aşağı Büyük Menderes, Yukarı Büyük Menderes nehri ve Delta bölgelerinde birikim göstermektedir.

5.2.2. Karot Sedimentlerinde Bakır Dağılımı

Dalyandan alınan BM-18 nolu karot boyunca saptanan bakır konsantrasyonları 16-30ppm arasında, Delta bölgesinden alınan BM-21 nolu karotta 16-66ppm arasında, Aşağı Büyük Menderes bölgesinden alınan BM-4 nolu karotta ise 29-80ppm arasında değişmektedir (Şekil 5.4).

5.2.3 Yüzey ve Dip Sedimentlerinde Çinko Dağılımı

Büyük Menderes nehri yüzey ve dip sedimentlerinde Zn konsantrasyonları 47,30 ppm ile 367,83 ppm arasında değişmektedir (Şekil 5.5-5.6). Turekian ve Wedepohl (1961)'e göre şeyllerde ortalama Zn değeri 95 ppm olarak ifade edilmekte olup, BM-1, BM-4, BM-7, BM-11, BM-21, BM-23, BM-25 nolu örneklerin yüzey sedimentlerinde, BM-5, BM-12, BM-13, BM-14, BM-22, BM-24, BM-28, BM-29 nolu örneklerin hem yüzey hem de dip sedimentlerinde Zn değerleri 100 ppm değerini aşmaktadır. Yüzey sedimentlerinde Zn konsantrasyonu BM-5 nolu örneğin yüzeyinde en yüksek değerine ulaşmakta olup, genellikle aşağı Büyük Menderes, yukarı Büyük Menderes nehri, delta ve yan kollardaki bölgelerde birikim göstermektedir.

5.2.4 Karot Sedimentlerinde Çinko Dağılımı

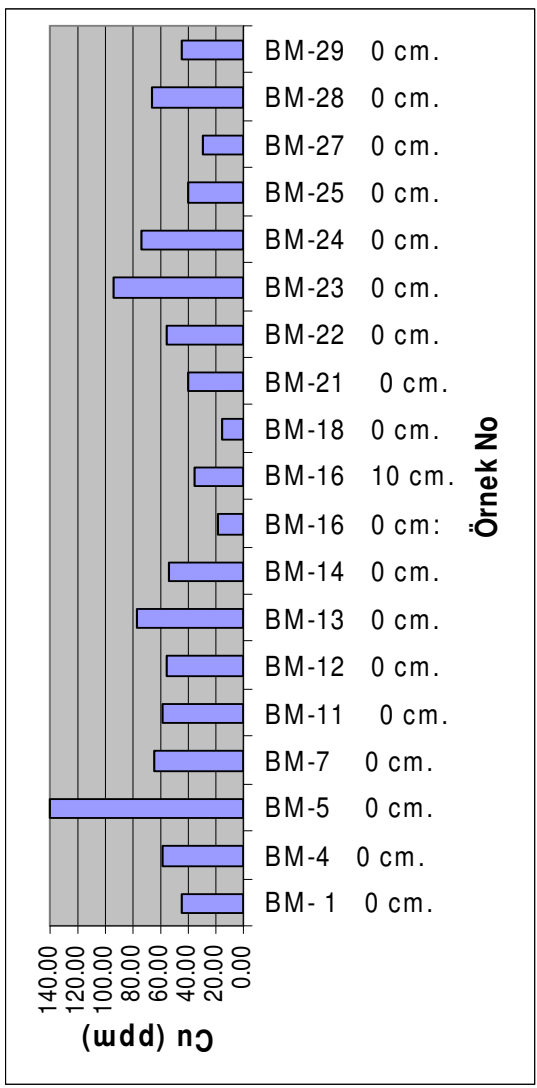
Dalyandan alınan BM-18 nolu karot boyunca saptanan çinko konsantrasyonları 45-67 ppm arasında, Delta bölgesinden alınan BM-21 nolu karotta 46-129 ppm arasında, Aşağı Büyük Menderes bölgesinden alınan BM-4 nolu karotta ise 61-165 ppm arasında değişmektedir (Şekil 5.7).

5.2.5 Yüzey ve Dip Sedimentlerinde Demir Dağılımı

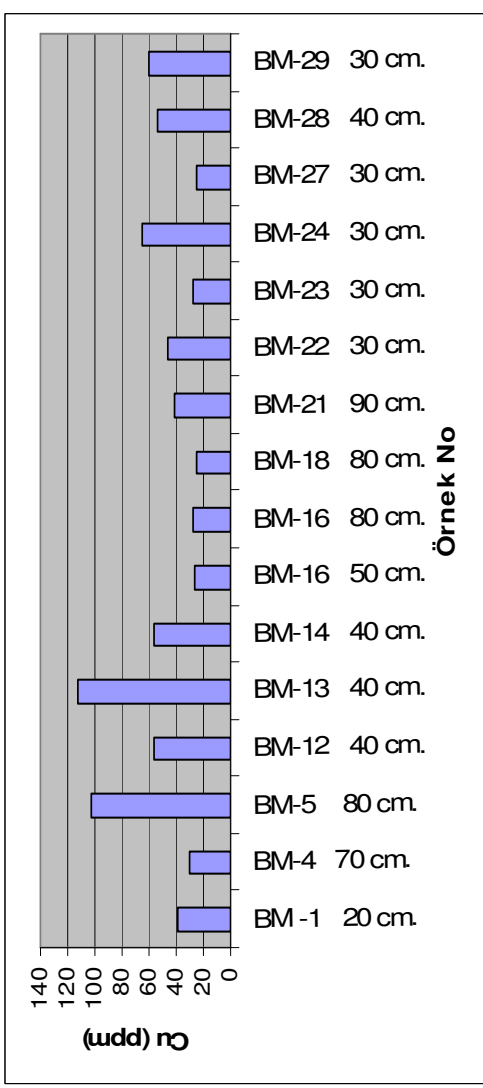
Büyük Menderes nehri yüzey ve dip sedimentlerinde Fe konsantrasyonları %1,60ppm ile %17,3 ppm arasında değişmektedir (Şekil 5.8-5.9). Demir BM-5 nolu örnek ile BM-23 ve BM-24 nolu örneklerin yüzey sedimentlerinde en yüksek değerine ulaşmaktadır. Tüm örneklerde Fe değerlerinin yüksek olmasının sebebi bölgedeki jeolojik yapı ve formasyondur. Demirdeki yüksek değerlerin bölgede Menderes Masifi olarak adlandırılan demirce zengin metamorfik kayalardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

5.2.6 Karot Sedimentlerinde Demir Dağılımı

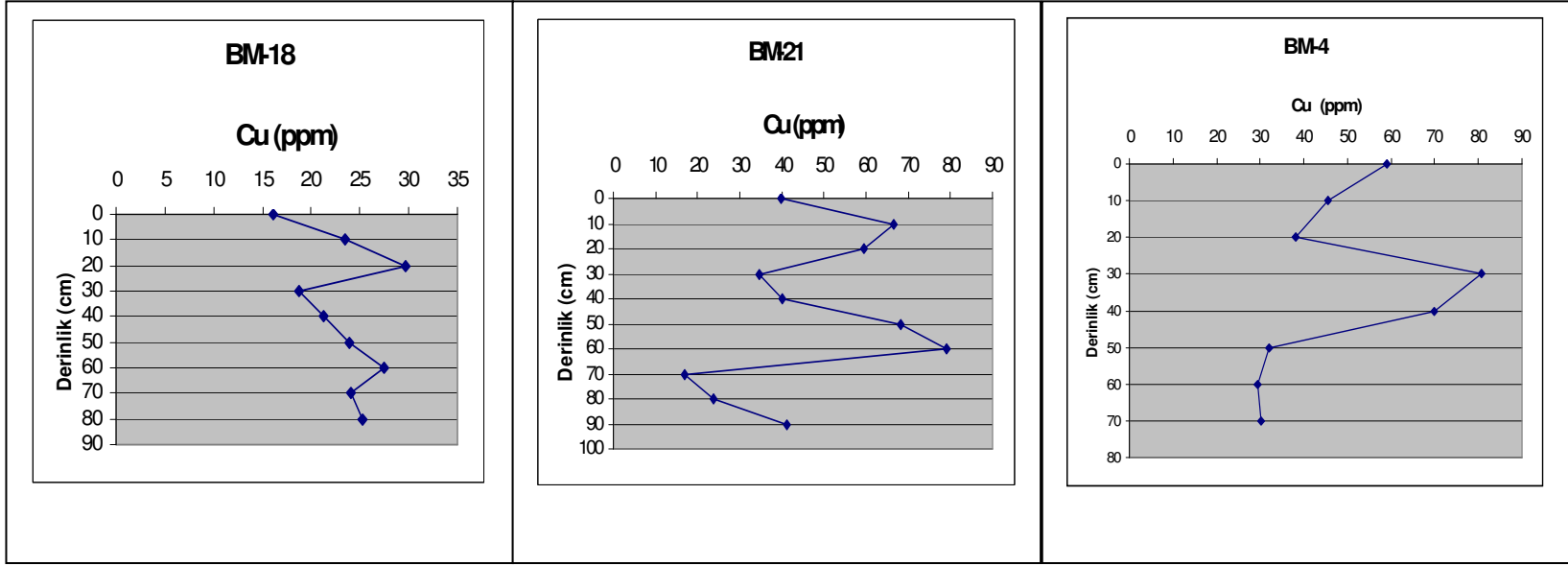
Dalyandan alınan BM-18 nolu karot boyunca saptanan demir konsantrasyonları %2-3.59 arasında, Delta bölgesinden alınan BM-21 nolu karotta % 3.2-12.6 arasında, Aşağı Büyük Menderes bölgesinden alınan BM-4 nolu karotta ise % 3.9-13.9 arasında değişmektedir (Şekil 5.10).



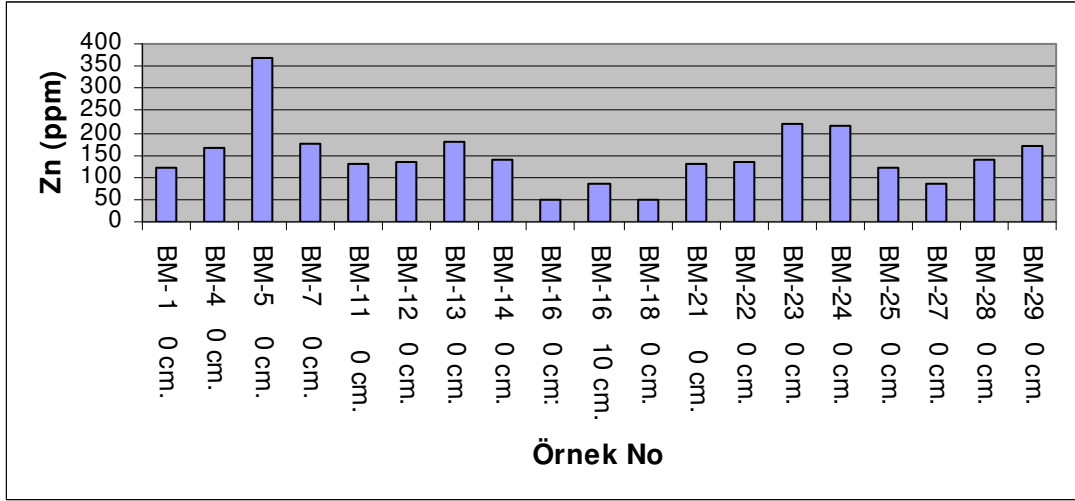
Şekil 5.2 Yüzeysel sedimenterinde bakır dağılımı



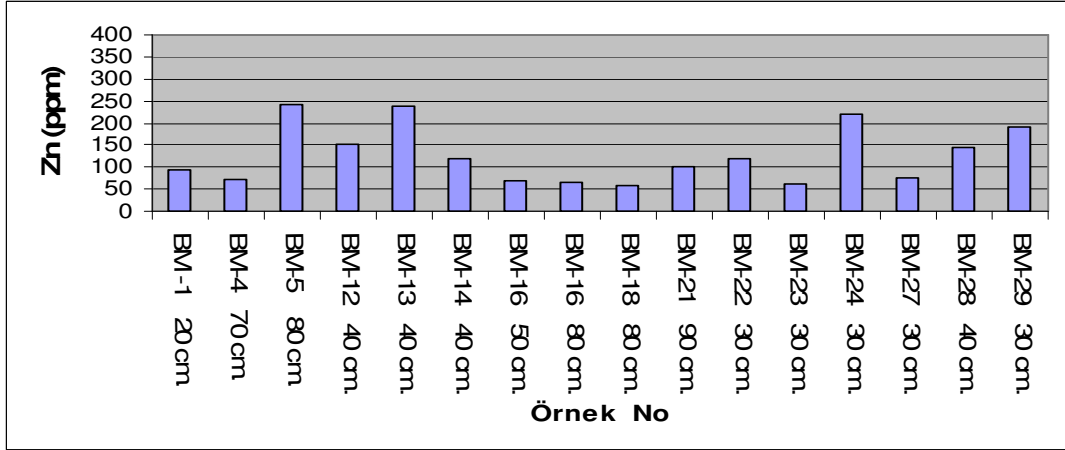
Şekil 5.3 Dip sedimenterinde bakır dağılımı



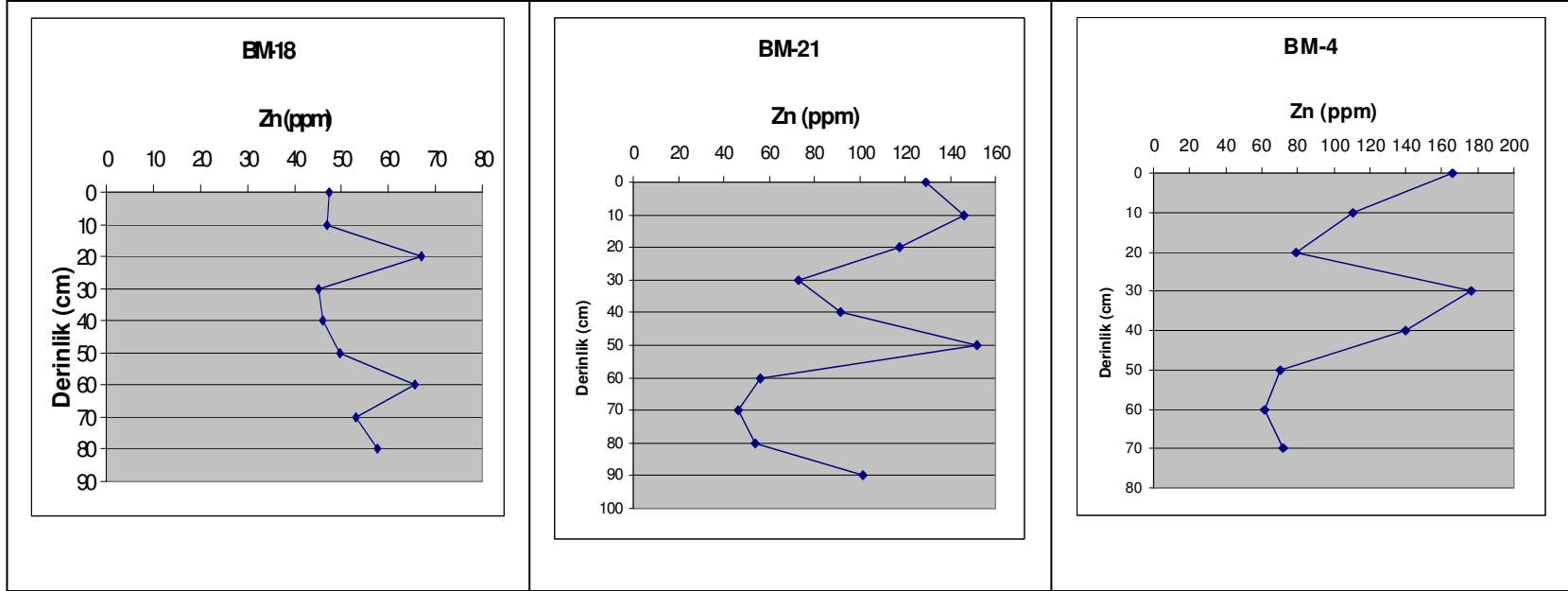
Şekil 5.4 Karot sedimentlerinde bakır dağılımı



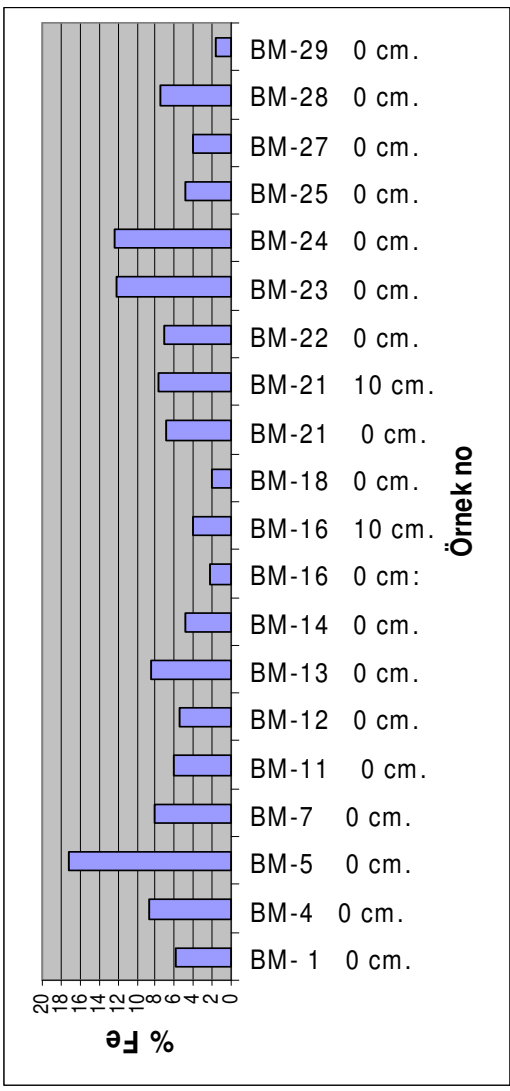
Şekil 5.5 Yüzey sedimentlerinde çinko dağılımı



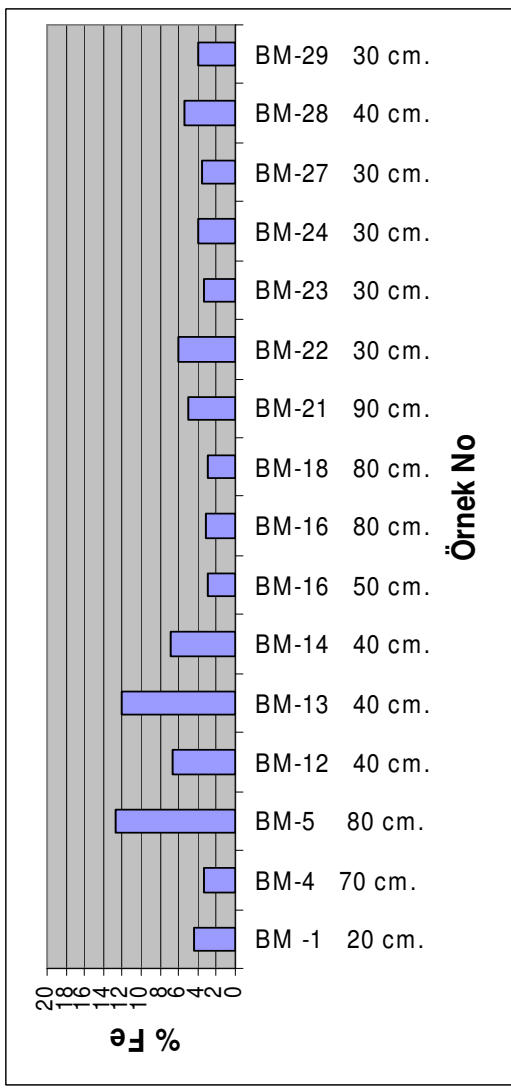
Şekil 5.6 Dip sedimentlerinde çinko dağılımı



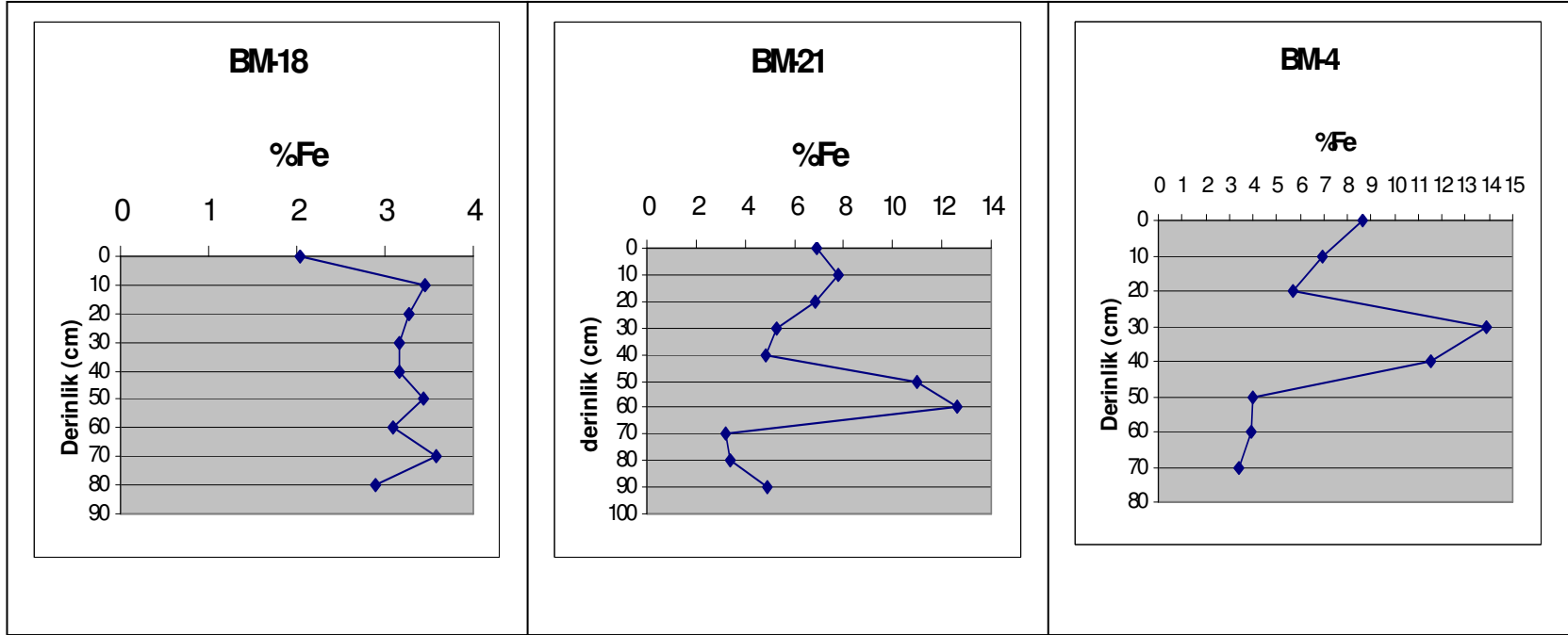
Şekil 5.7 Karot sedimentlerinde çinko dağılımı



Şekil 5.8 Yüzev sedimentlerinde demir dağılımı



Şekil 5.9 Dip sedimentlerinde demir dağılımı



Şekil 5.10 Karot sedimentlerinde demir dağılımı

5.2.7 Yüzey ve Dip Sedimentlerinde Krom Dağılımı

Büyük Menderes nehri yüzey ve dip sedimentlerinde Cr konsantrasyonları 109 ppm ile 6072 ppm arasında değişmektedir (Şekil 5.11-5.12). Turekian ve Wedepohl (1961)' e göre şeyllerde ortalama Cr değeri 90 ppm olarak ifade edilmekte olup, BM-1, BM-4, BM-21, BM-23, BM-24, BM-25 nolu örneklerin yüzey sedimentlerinde, BM-5, BM-13, BM-14, BM-22 ve BM-29 nolu örneklerin yüzey ve dip sedimentlerinde 90 ppm aşmaktadır. Özellikle Uşak iline yakın Kazancı dereden alınan BM-29 nolu örnekte Cr değerleri aşırı yüksek olup, 6000 ppm seviyelerine kadar çıkmaktadır. Bunun Uşak bölgesinde bulunan deri endüstrisinin atıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Krom genellikle Aşağı Büyük Menderes, Yukarı Büyük Menderes nehri, delta ve yan kollardaki bölgelerde birikim göstermektedir.

5.2.8 Karot Sedimentlerinde Krom Dağılımı

Dalyandan alınan BM-18 nolu karot boyunca saptanan krom konsantrasyonları 121-247 ppm arasında, Delta bölgesinden alınan BM-21 nolu karotta 200-577 ppm arasında, Aşağı Büyük Menderes bölgesinden alınan BM-4 nolu karotta ise 125-589 ppm arasında değişmektedir (Şekil 5.13).

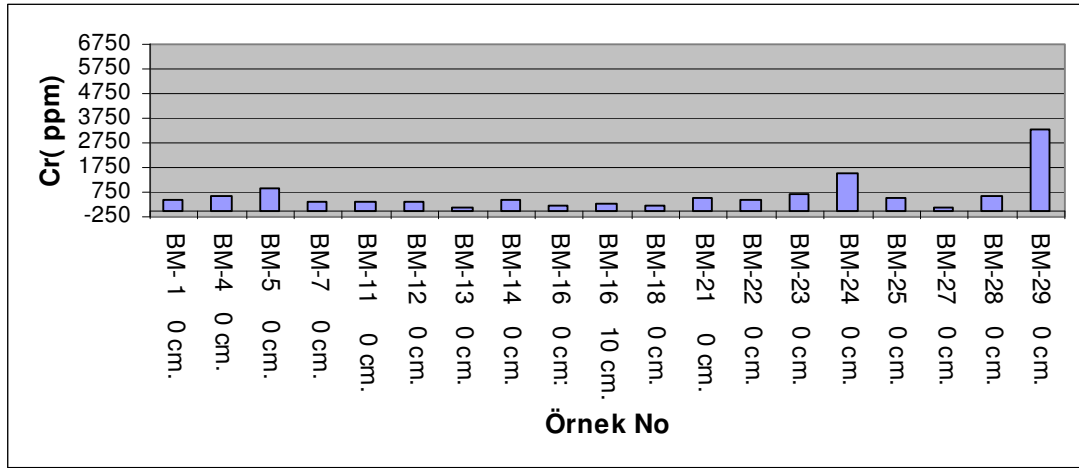
5.2.9 Yüzey ve Dip Sedimentlerinde Kurşun Dağılımı

Büyük Menderes nehri yüzey ve dip sedimentlerinde Pb konsantrasyonları 3,45 ppm ile 63,78 ppm arasında değişmektedir (Şekil 5.14-5.15). Turekian ve Wedepohl (1961)' e göre şeyllerde ortalama Pb değeri 20 ppm olarak ifade edilmekte olup, BM-1, BM-4, BM-7, BM-11, BM-12, BM-23 nolu örneklerin yüzey sedimentlerinde BM-5, BM-13, BM-21, BM-22, BM-24 nolu örneklerin yüzey ve dip sedimentlerinde, BM-29 nolu örneğin ise dip sedimentinde 20 ppm aşmaktadır. Özellikle Denizli ili Sarayköy bölgesi, Menderes tekstil fabrikası önünden alınan BM-24, Aydın Söke'den alınan BM-4 ve BM-5 nolu örnekte Pb değerleri standartın

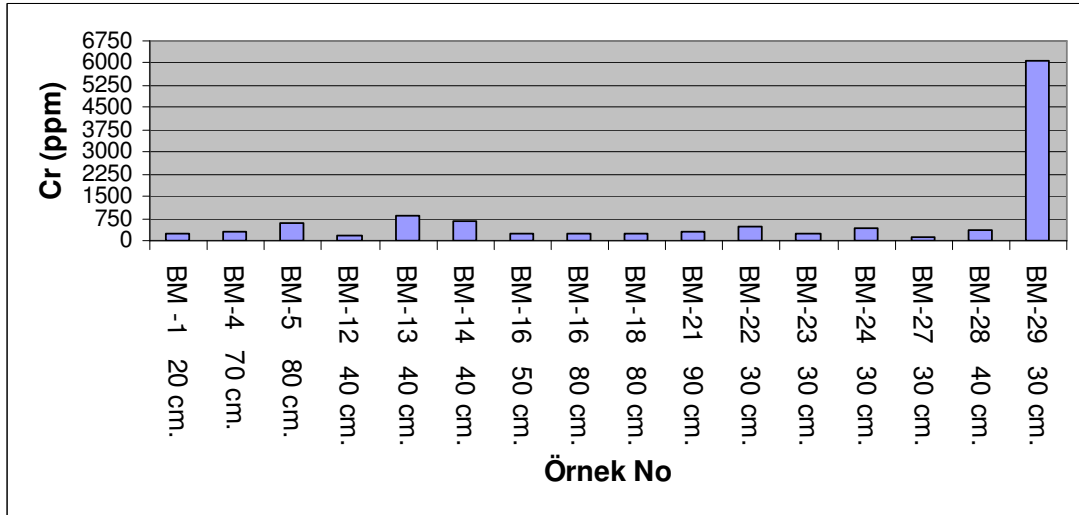
yaklaşık 3 katı olup, 64 ppm seviyelerine kadar çıkmaktadır. Bunun Denizli ve Söke bölgesinde bulunan tekstil endüstrisinin atıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Kurşun genellikle Aşağı Büyük Menderes, Yukarı Büyük Menderes nehri, Delta ve Yan kollardaki bölgelerde yüksek değerler göstermektedir.

5.2.10 Karot Sedimentlerinde Kurşun Dağılımı

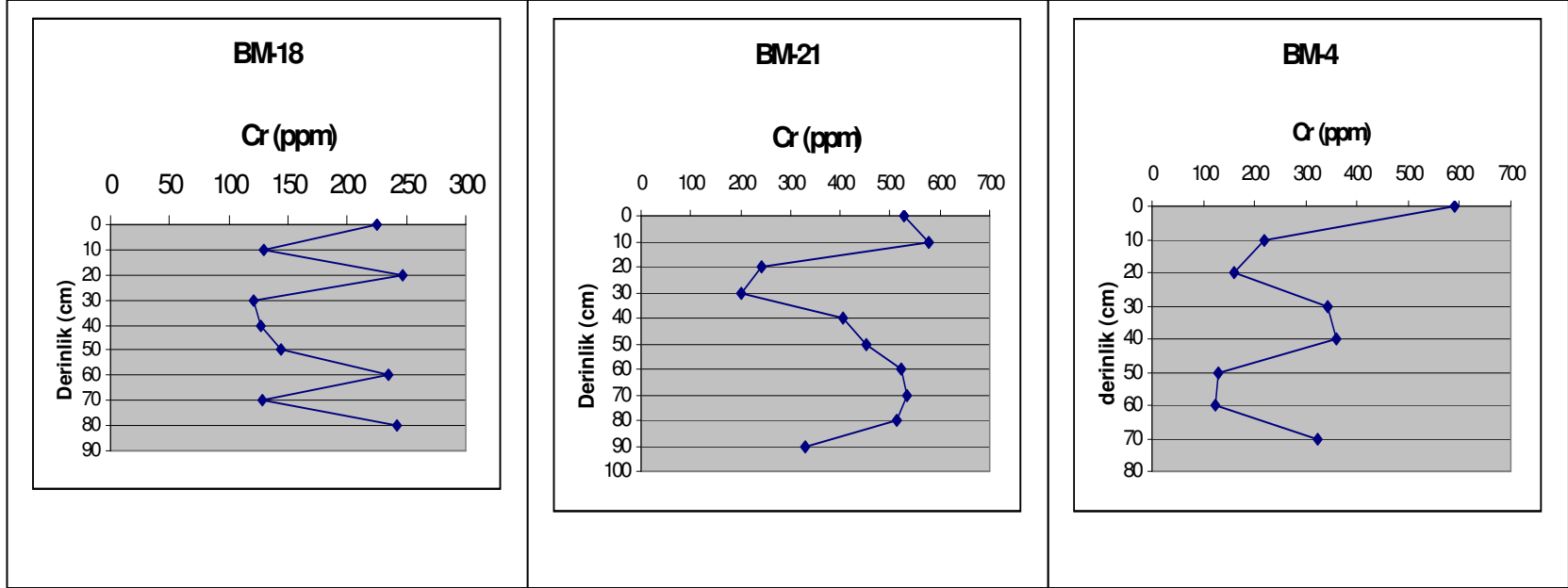
Dalyandan alınan BM-18 nolu karot boyunca saptanan kurşun konsantrasyonları 13.5-17.8 ppm arasında, Delta bölgesinden alınan BM-21 nolu karotta 0.5-40.7 ppm arasında, Aşağı Büyük Menderes bölgesinden alınan BM-4 nolu karotta ise 9-47 ppm arasında değişmektedir (Şekil 5.16).



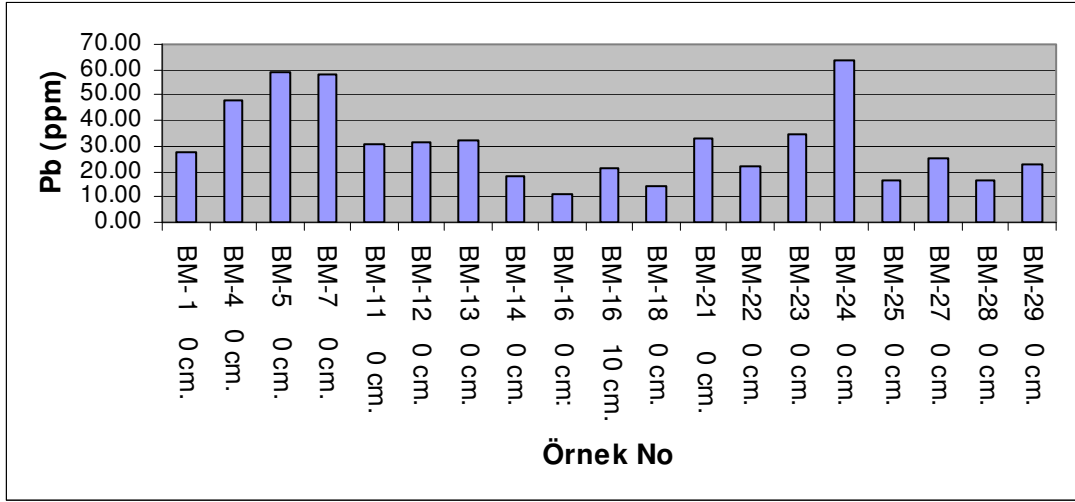
Şekil 5.11 Yüzey sedimentlerinde krom dağılımı



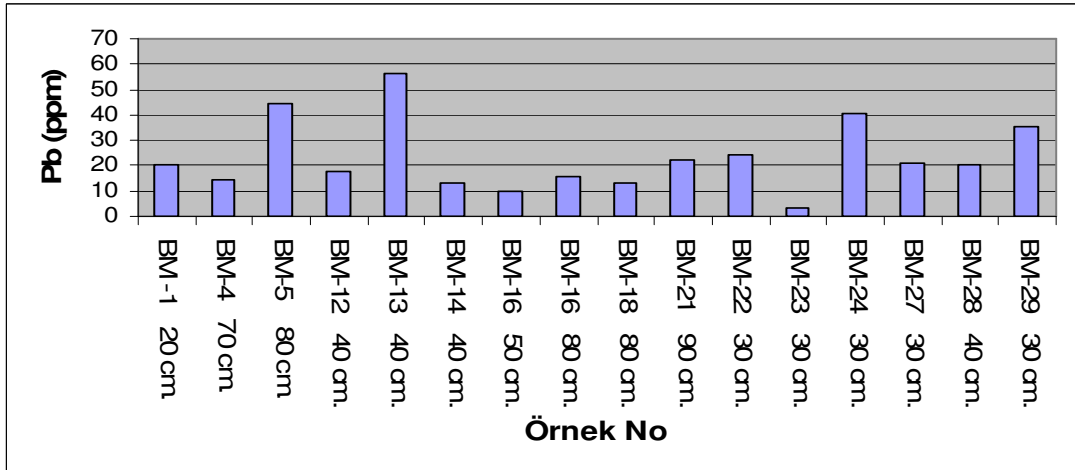
Şekil 5.12 Dip sedimentlerinde krom dağılımı



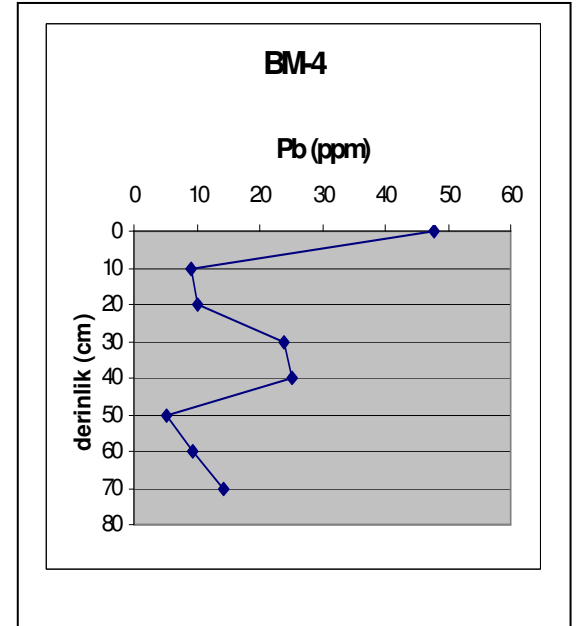
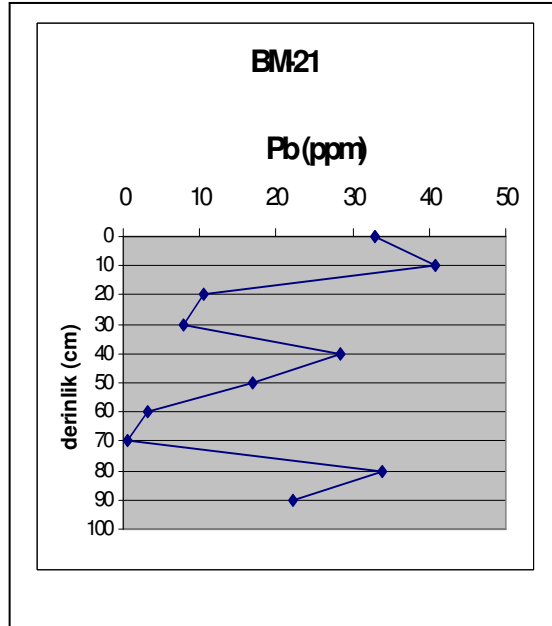
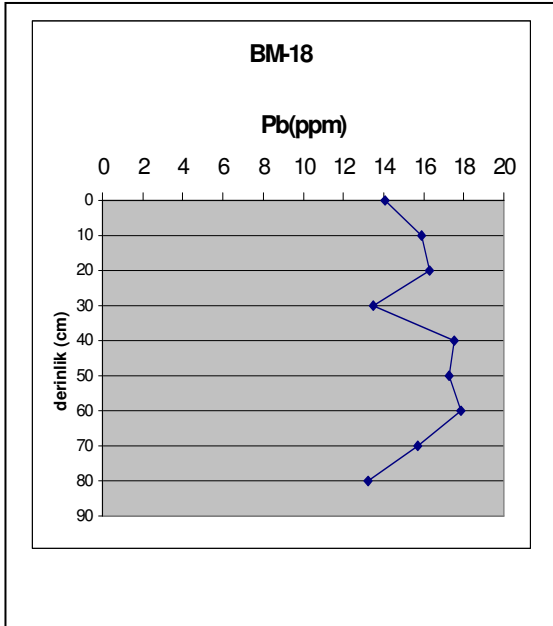
Şekil 5.13 Karot sedimentlerinde krom dağılımı



Şekil 5.14 Yüze sedimentlerinde kurşun dağılımı



Şekil 5.15 Dip sedimentlerinde kurşun dağılımı



Şekil 5.16 Karot sedimentlerinde kurşun dağılımı

5.2.11 Yüzey ve Dip Sedimentlerinde Mangan Dağılımı

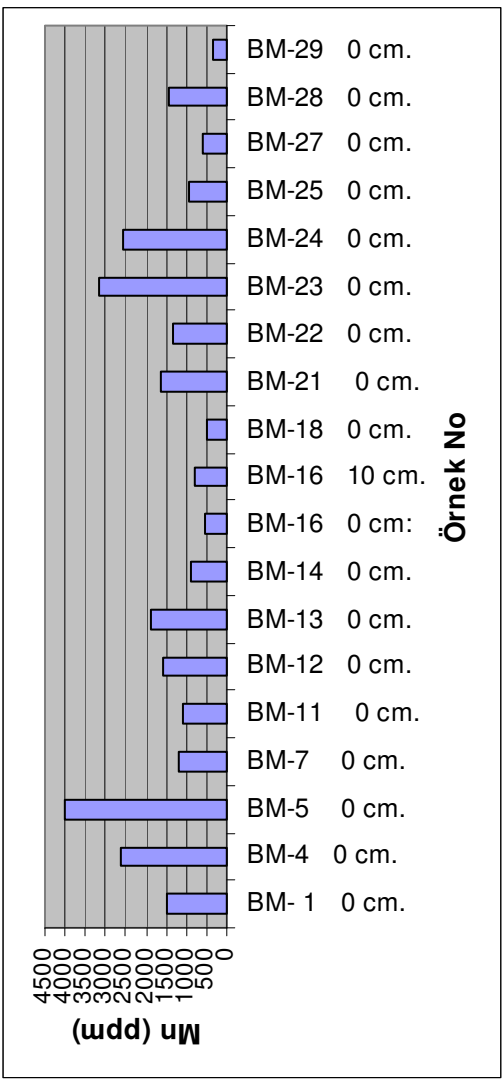
Büyük Menderes nehri yüzey ve dip sedimentlerinde Mn konsantrasyonları 361 ppm ile 4016 ppm arasında değişmektedir (Şekil 5.17–5.18). Turekian ve Wedepohl (1961)' e göre şeyllerde ortalama Mn değeri 850 ppm olarak ifade edilmekte olup, BM-1, BM-4, BM-7, BM-12, , BM-21, BM-23, BM-24, BM-28 nolu örneklerin yüzey sedimentlerinde, BM-5, BM-13, BM-22 nolu örneklerin yüzey ve dip sedimentlerinde BM-14 nolu örneğin ise dip sedimentinde 850 ppm aşmaktadır. Mangan değerlerinin yüksek çıkması Manganın redoksa duyarlı bir element olmasından dolayıdır. Mangan genellikle aşağı Büyük Menderes, yukarı Büyük Menderes nehri, delta ve bazı yan kollardaki bölgelerde (Akçay ve Çine çayı) yüksek değerler göstermektedir.

5.2.12 Karot Sedimentlerinde Mangan Dağılımı

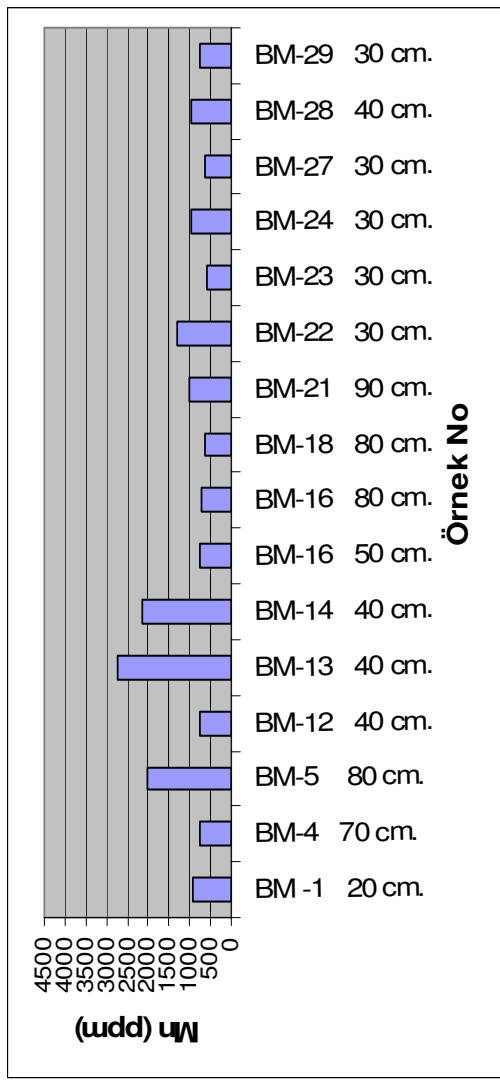
Dalyandan alınan BM-18 nolu karot boyunca saptanan mangan konsantrasyonları 412-729 ppm arasında, Delta bölgesinden alınan BM-21 nolu karotta 540-1992 ppm arasında, Aşağı Büyük Menderes bölgesinden alınan BM-4 nolu karotta ise 541-2645 ppm arasında değişmektedir (Şekil 5.19).

5.2.13 Yüzey ve Dip Sedimentlerinde Nikel Dağılımı

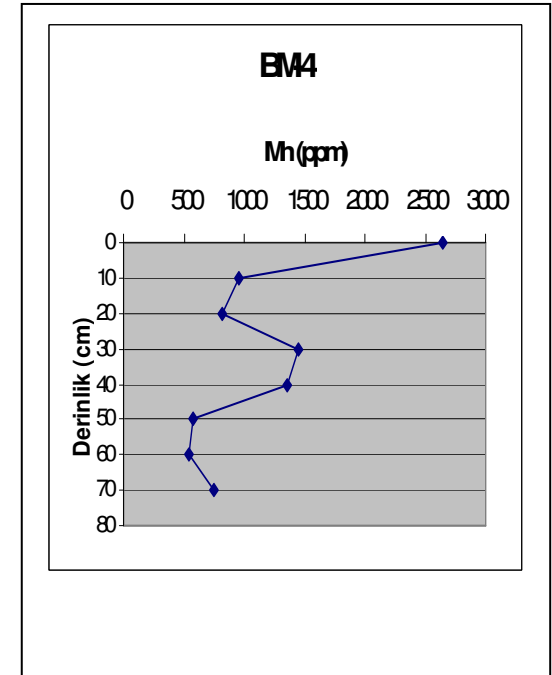
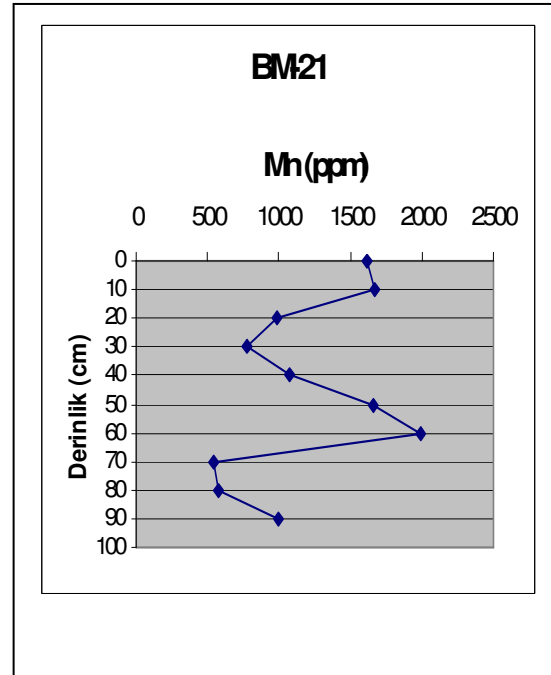
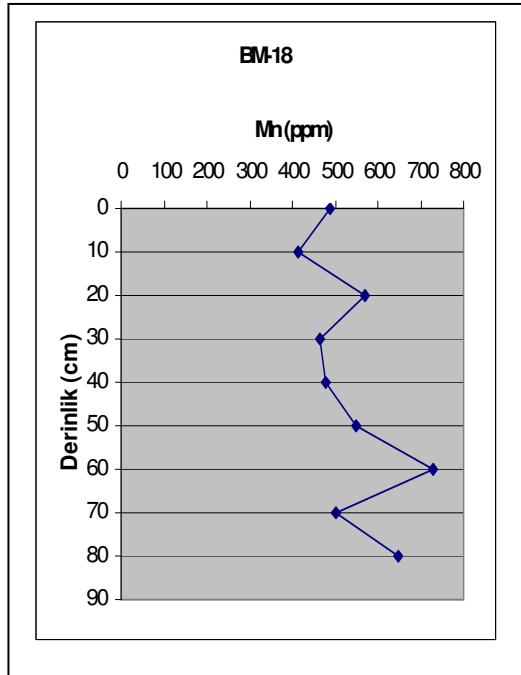
Büyük Menderes nehri yüzey ve dip sedimentlerinde Ni konsantrasyonları 12 ppm ile 1344 ppm arasında değişmektedir (Şekil 5.20–5.21). Turekian ve Wedepohl (1961)'e göre şeyllerde ortalama Ni değeri 68 ppm olarak ifade edilmekte olup, BM-7 nolu örnek dışında tüm örneklerde bu değer çok fazla miktarda aşılmaktadır. Akçay ve diğ.(2003), bölgede yaptıkları çalışmada nikelin antropojenik kökenli olmadığını silikatlara bağlı olarak bulunduğunu ve bu yüzden yüksek değerlerde olduğunu belirtmişlerdir.



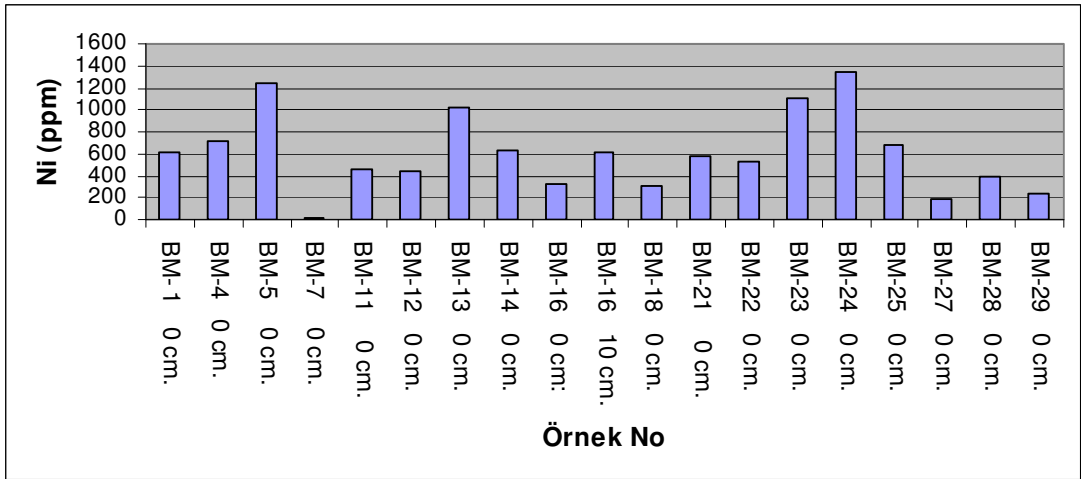
Şekil 5.17 Yüzeysel sedimentlerinde mangan dağılımı



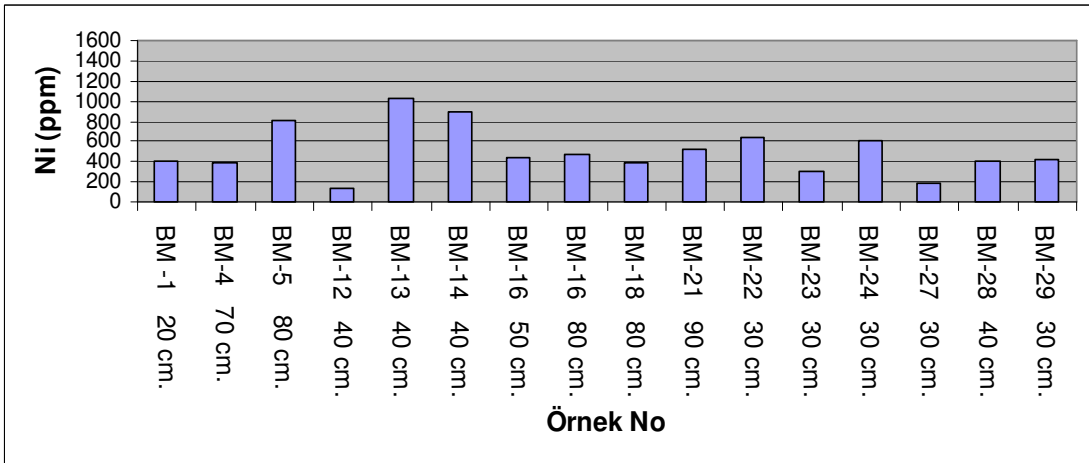
Şekil 5.18 Dip sedimentlerinde mangan dağılımı



Şekil 5.19 Karot sedimentlerinde mangan dağılımı



Şekil 5.20 Yüzev sedimantlerinde nikel dağılımı



Şekil 5.21 Dip sedimantlerinde nikel dağılımı

5.2.14 Karot Sedimentlerinde Nikel Dağılımı

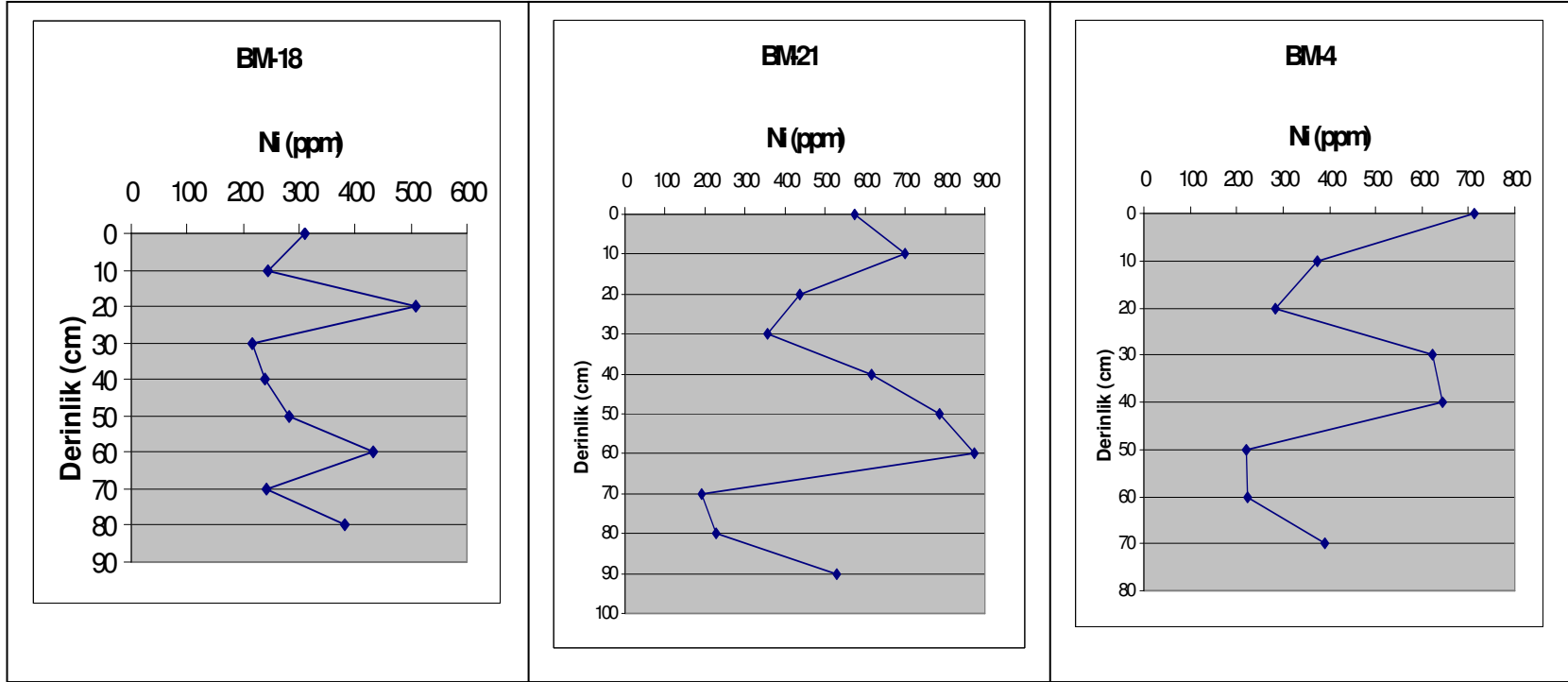
Dalyandan alınan BM-18 nolu karot boyunca saptanan nikel konsantrasyonları 215-509 ppm arasında, Delta bölgesinden alınan BM-21 nolu karotta 191-873 ppm arasında, Aşağı Büyük Menderes bölgesinden alınan BM-4 nolu karotta ise 250-710 ppm arasında değişmektedir (Şekil 5.22).

5.2.15 Yüzey ve Dip Sedimentlerinde Civa Dağılımı

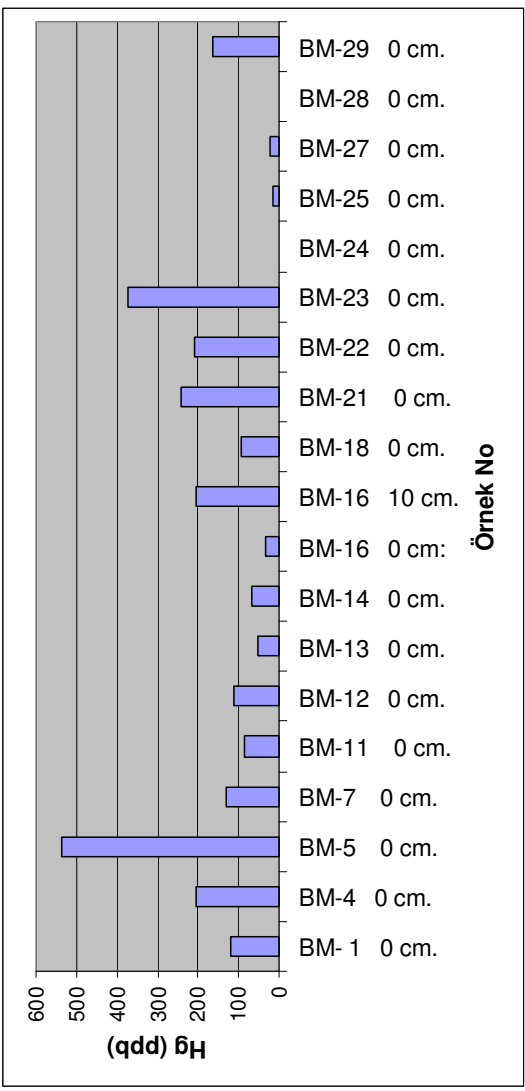
Büyük Menderes nehri yüzey ve dip sedimentlerinde civa konsantrasyonları 0 ppb ile 537 ppb arasında değişmektedir (Şekil 5.23–5.24). Turekian ve Wedepohl (1961)'e göre şeyllerde ortalama civa değeri 400 ppb olarak ifade edilmekte olup, BM-5 nolu örneğin yüzey sedimentlerinde bu değer aşılımaktadır.

5.2.16 Karot Sedimentlerinde Civa dağılımı

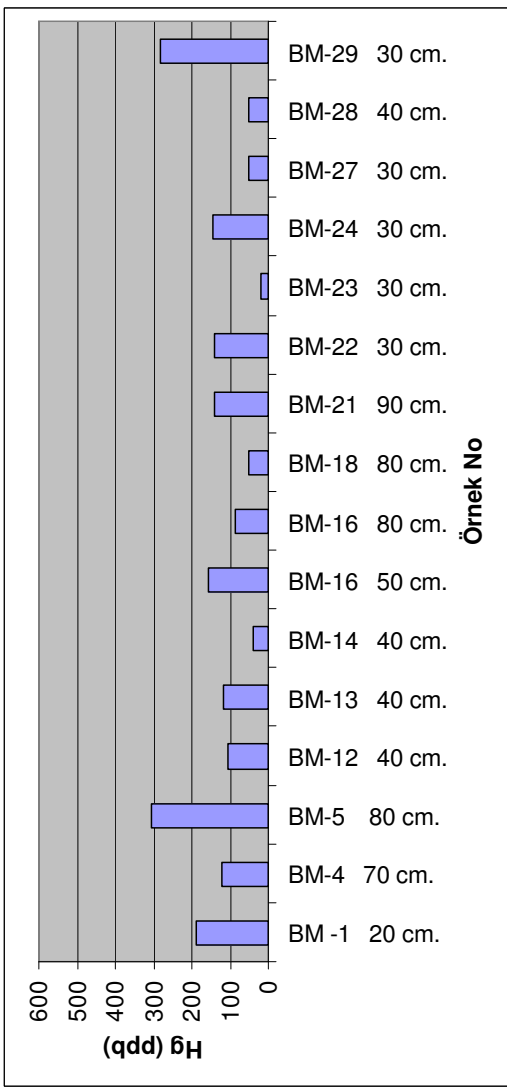
Dalyandan alınan BM-18 nolu karot boyunca saptanan civa konsantrasyonları 50-535 ppb arasında, Delta bölgesinden alınan BM-21 nolu karotta 86-814 ppb arasında, Aşağı Büyük Menderes bölgesinden alınan BM-4 nolu karotta ise 123-1250 ppb arasında değişmektedir (Şekil 5.25).



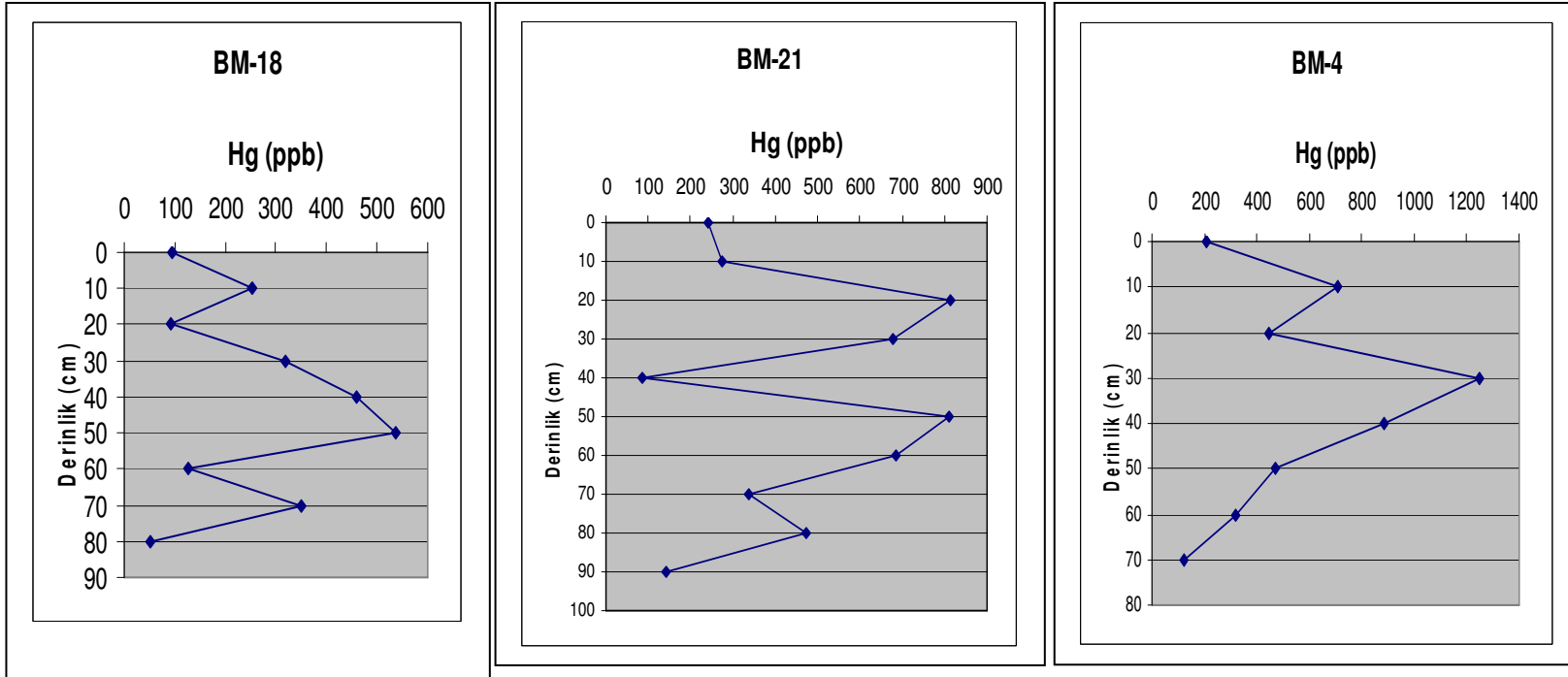
Şekil 5.22 Karot sedimentlerinde nikel dağılımı



Şekil 5.23 Yüzeysel sedimenterinde civa dağılımı



Şekil 5.24 Dip sedimenterinde civa dağılımı



Şekil 5.25 Karot sedimentlerinde civa dağılımı

5.3 Ağır Metal Bulgularının Değerlendirilmesi

Ağır metal bulguları, çalışma alanında ayırt edilen Delta, Dalyan, Aşağı Büyük Menderes, Yukarı Büyük Menderes ve yan kollara göre incelenmiştir. Çalışma alanında, Büyük Menderes nehrinin eskiden boşaldığı dalyan bölgesinden alınan örnekler (BM-16 ve 18) incelendiğinde, bu bölgede Ni haricinde diğer metallerin normal şeyl standartları dâhilinde kaldığı görülmüştür. Dalyanın hemen güneyinde nehrin denize boşaldığı delta ve diğer bölgelerden alınan örneklerde metal değerlerinin normal şeyl standartlarının çok üzerinde çıktığı tespit edilmiştir. Bunun sebebi DSİ ve yöredeki balıkçılarla yapılan sözlü görüşmelerde Büyük Menderes nehrinin yaklaşık 20-25 sene önce yapılan ana tahliye kanalıyla dalyan yerine şimdiki deltasına boşalması ve bunun sonucu olarak da nehrin taşıdığı endüstriyel ve evsel atıklardan etkilenmemesidir. Bunun yanı sıra BM-1, BM-4, BM-23 ve BM-24 nolu karotlar incelendiğinde karotların yüzeylerinden alınan örneklerde yapılan analizlerde ağır metal değerlerinin standartların üzerinde ve yüksek çıktığı, aynı karotların sanayi öncesini temsil ettiğini düşündüğümüz dip seviyelerinde yapılan analizlerde ağır metal değerlerinin genellikle ortalama şeyl standartları altında kaldığı görülmüştür. Bu da bize yüksek metal değerlerinin antropojenik kökenli olduğunu göstermektedir.

5.3.1 Dalyan Bölgesinde Ağır Metal Bulgularının Değerlendirilmesi

Dalyan bölgesinde alınan BM-16 ve BM-18 nolu örneklerde Pb, Fe, Mn, Zn, Cu, Cr, Hg değerleri genellikle ortalama şeyl değerlerine yakın veya altındadır. Bunun nedeni bu bölgenin kapalı bir dalyan olması ve Büyük Menderes nehrinin buraya boşalmayıp, yaklaşık 20-25 yıldır ana tahliye kanalıyla vasıtasıyla şimdiki delta bölgesine boşalmasıdır. Böylece dalyan, nehir yoluyla taşınan evsel ve endüstriyel atıklardan etkilenmemiştir. Bu bölgede sadece Ni değerleri ortalama şeyl değerinin üzerine çıkmaktadır. Krom değerleri karot boyunca 121-247 ppm arasında değişmekte ve zikzaklı bir artış ve azalış göstermektedir. Karotta 121-144 ppm arasında değişim gösteren krom değerleri ICP-ES yöntemiyle okunmuş ve örneklerin hazırlanmasında çözünürleştirme esnasında asit olarak HNO₃ ile HCL kullanılmış ve dolayısıyla örneklerdeki silis çözülmemiştir. Düşük çıkan krom değerlerinin örnek

hazırlanmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. AAS yöntemiyle okunan krom değerleri ise toplam krom değerleri olup, 220-245 ppm arasında değişim göstermektedir.

5.3.2 Delta Bölgesinde Ağır Metal Bulgularının Değerlendirilmesi

Delta bölgesinden alınan BM-21 ve BM-22 nolu örneklerde yapılan analizlerde Pb değerleri 21-40 ppm arasında olup, ortalama şeyl değerinin üzerindedir. Özellikle BM-21 nolu karotda 10cm den yapılan analizde Pb değeri ortalama şeyl değerinin yaklaşık 2 katıdır. Manganez, çinko, bakır değerlerini incelediğimizde bunların karot örneklerinin üst seviyelerinde yüksek olduğu, dip sedimentlerinde ise normal şeyl değerleri içinde kaldığı tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra Cr ve Ni değerleri yüzey ve dip sedimentlerinde ortalama şeyl değerlerinin, Cr için yaklaşık 5-6 katı, Ni için ise 8-10 katı üzerindedir. Delta bölgesinde saptanan yüksek metal birikiminin sebebi, Büyük Menderes nehrinin taşıdığı sedimentlerden kaynaklanmaktadır. BM-21 nolu karotun profili boyunca yapılan analizlerde krom, kurşun, çinko metal değerleri en yüksek seviyesine karotun 10.cm de civa için ise karotun 20. ve 50. cm lerinde en yüksek değerlerine ulaşmaktadır. Bu bize delta bölgesinin nehrin taşıdığı sedimentlerle antropojenik olarak kirletildiğini göstermektedir.

5.3.3 Aşağı Büyük Menderes Nehri Bölgesinde Ağır Metal Bulgularının Değerlendirilmesi

Bu bölgeden alınan BM-1, BM-4, BM-5, BM-11, BM-12, ve BM-13 nolu karot örneklerinde yapılan analizlerde Pb değerleri özellikle BM-4-5 ve BM-13 nolu örneklerde şeyl ortalamasının yaklaşık 2-3 katı üzerindedir. Mn, Zn, Cu değerleri ise standartın 2-4 üzerindedir. Ni değerleri bu bölge de yüksek olup ortalama şeyl standartının yaklaşık 2-18 katı üzerindedir. Özellikle BM-5 ve BM-13 nolu örneklerde en yüksek seviyesine ulaşmaktadır. Cr değerleri ise BM 1-4-5 ve 13 nolu örneklerde standartın 4-5 katı fazladır. Civa değerleri özellikle BM-5 nolu örneğin yüzey sedimentlerinde şeyl ortalamasının üzerindedir.

Bölgeden alınan BM-4 nolu karot profili boyunca Hg metal değerleri incelendiğinde civanın karotun 10.cm ile 30. cm sinde yüksek değerlere ulaştığı gözlenmiştir. Bölge Aydın, Denizli ve Uşak İllerinden kaynaklanan evsel ve endüstriyel kirlilikten etkilenmektedir. Bu bölgede ağır metal birikiminin yüksek olması Menderes nehrinin geçtiği güzergâhlar boyunca taşıdığı metalce zengin sedimentlerden kaynaklanmaktadır.

5.5.4 Yukarı Büyük Menderes Nehri Bölgesinde Ağır Metal Bulgularının Değerlendirilmesi

Bu bölgeden alınan BM-23-24 ve 27 nolu örneklerde özellikle karotların üst seviyelerindeki yüzey sedimentlerinde Pb, Mn, Zn değerleri şeyl ortalamasının 2-3 katıdır. Nikel değeri tüm örneklerde yaklaşık standartın 4-20 katı üzerindedir, özellikle yüzey sedimentlerinde standartın oldukça üzerinde değerler tespit edilmiştir. Bakır değerleri genellikle yüzey sedimentlerinde yüksek olup, BM-23 nolu örnekte standartın yaklaşık 2 katına çıkmaktadır. Krom değerleri ise özellikle BM-24 nolu örnekte standartın yaklaşık 16 katında olup, yüzey sedimentlerinde yüksektir.

5.5.5 Yan Kollarda Ağır Metal Bulgularının Değerlendirilmesi

Çine çayından alınan BM-7 nolu örnekte Pb değeri şeyl ortalamasının yaklaşık 3 katına ulaşmaktadır. Bunun yanı sıra Büyük Menderes nehri ile Akçay çayının birleşim yerinde ve Kazancı dereinde, Pb değerleri standartın üzerinde tespit edilmiştir. Mn ise Çine ve Akçay çayından alınan örneklerde standartın 2-4 katı üzerindedir. Çinko değerleri Çine, Akçay, Çürüksu ve Kazancı derelerde standartın üzerindedir. Çinko özellikle Çine ve Kazancı dereinde standartın yaklaşık 2 katına ulaşmaktadır. Nikel değerleri Çine çayı hariç tüm yan kollarda standartın üzerindedir. Bakır değerleri Çürüksu çayında standartlar dâhilinde olup, Çine Akçay ve Kazancı derelerde standartın üzerine çıkmaktadır.

Krom metal değerleri özellikle Uşak bölgesindeki Kazancı dereeden alınan BM-29 nolu örnekte aşırı yükselmekte ve şeyl ortalamasının krom için 65 katı üzerine çıkmaktadır. Bunun nedeni Uşak ilindeki deri ve tekstil sanayinin atıklarından kaynaklanmaktadır. Ayrıca yan kolların civarında bulunan evsel ve endüstriyel atıklarda metal değerlerinin yüksek çıkmasına sebep olmaktadır.

BÖLÜM ALTI

BÜYÜK MENDERES NEHRİNDE KİRLİLİK VE KİRLİTİCİ ETKENLER

6.1. Kirlilik Tanımı ve Kirleticiler

Kirlilik bir ortamdaki bulunan elementin yoğunluğunun normalin üzerinde çıkmasıdır. Metal kirliliğinin kaynağı aşağıdaki faktörlerdir (Förstner ve Wittman 1983).

- 1-Jeolojik; yüksek metal içerikli kayalar ve cevherli zonların fiziksel ve kimyasal ayrışma ürünleri
- 2-Endüstriyel ve sanayi atıkları
- 3-İnsan ve hayvan atıkları (Evsel atıklar)
- 4-Zirai atıklar

Kirlilik tanımı yapılırken kirliliğin derecesinin ne olduğu ve nasıl tanımlanacağı konusunda çeşitli araştırmacılar farklı yöntemler ortaya koymuşlardır. Bunlardan en çok kullanılanı Müller (1979) tarafından ortaya konulan jeo-akümülyasyon indeksi olarak tanımlanan Igeo dur. $I_{geo} = \log_2 \frac{C_n}{1,5 \times B_n}$

C_n = Pelitik sedimentteki ölçülmüş ağır metal konsantrasyonu

B_n = Sedimentteki (ortalama şeyl) jeokimyasal background değeri

Aksu ve Yaşar (1997), İzmir Körfezi sedimentlerinde yaptıkları kirlilik çalışmasında, körfezdeki kirlilik derecesini ortaya koymaya çalışmışlar ve bunun için 3 farklı teknik kullanmışlardır. Bunlardan 1) Normalizasyon; elemental konsantrasyonların tane boyuna göre normalleştirilmesi (Ackerman ve diğ. 1983) veya element /Al oranına göre normalize edilmesi 2) Sediment içerisindeki ağır metal miktarı (C_f) : kirlilik faktörü olarak tanımlamıştır. $C_f = C_e / C_{pi}$

C_e = Örnekteki element konsantrasyonu

C_{pi} = Element için örnekteki sanayi öncesi referans değer

C_d = Kirlilik derecesi, çeşitli ağır metaller için tüm kirlilik faktörlerinin toplamı olarak tanımlanır. (Hakanson, 1980)

3) Sucul sedimentlerdeki diğer bir niteliksel ölçüm $I_{geo} =$ jeo akümülyasyon indeksidir.

Genel olarak sıra iz elementler ve metaller sedimentte 2 kaynağa sahiptir. Bunlar Litojenik ve antropojenik kaynaklardır. Litojenik olarak depolanma doğal yolla olurken; antropojenik depolanma insan eliyle gerçekleşir. Metallerde zirkon, stronsiyum ve rubidyum kayalardan ayrışma yoluyla depolanırken; krom, kobalt, nikel, bakır, çinko, kadmiyum, civa ve kurşun insan faktörü veya doğal yolla sedimentte depolanır. Förstner ve Wittaman (1983) aşağıdaki tabloda çeşitli kayalarda ve şeyl sedimentindeki ortalama ağır metal değerlerini vermiştir.

Tablo 6.1 Çeşitli kayaç ve sedimentlerde ortalama ağır metal değerleri (ppm)
Förstner ve Wittaman (1983)

Metaller	Granitik kayaçlar	Şeyller	Derin deniz killeri	Kumtaşları	Karbonatlar
Manganez	540	850	6700	390	1100
Baryum	420	580	2300	190	10
Stronsiyum	440	300	180	20	610
Vanadyum	88	130	120	20	20
Bor	9	100	230	35	20
Çinko	60	95	165	16	20
Krom	22	90	90	35	11
Nikel	15	68	225	2	20
Lityum	24	66	57	13	5
Bakır	30	45	250	15	4
Kurşun	15	20	80	7	9
Kobalt	7	19	74	0,3	0,1
Arsenik	1,9	13	13	1	1
Uranyum	3,0	3,7	1,3	0,45	2,2
Berilyum	2,0	3,0	2,6	0,3	0,2
Molibden	1,0	2,6	27	0,2	0,4
Tungsten	1,3	1,8	4,5	1,6	0,6
Antimuan	0,2	1,5	1,0	0,04	0,2
Selenyum	0,05	0,6	0,17	0,05	0,08
Civa	0,08	0,4	0,001-0,4	0,03	0,04
Kadmiyum	0,13	0,3	0,43	0,02	0,035
Gümüş	0,15	0,27	0,11	0,12	0,19

6.1.3 Evsel atıklar

Bunlar genellikle 3 e ayrılırlar

- Arıtmadan geçirilmiş atıklar
- Arıtılmamış atıklar
- Denize deşarj edilen atıklar

Evsel atıklarda örneğin arsenik en çok deterjan kullanımından kaynaklanmaktadır. Gümüş en çok fotokimyasal kullanımından kaynaklanmaktadır. Förstner ve Wittaman (1983) Aşağıdaki tabloda lağım çamurundaki ortalama metal değerleri verilmektedir.

Tablo 6.3 Lağım çamurundaki ortalama metal değerleri (Förstner ve Wittaman 1983)

	Ortalama Lağım çamuru (mg/kg) ^a	Ortalama kıtasal kabuktaki kayalar (mg/kg) ^b	Ratio (a)/(b)
Nikel	60	80	0,8
Krom	240	200	1,2
Bakır	700	45	15
Kurşun	450	15	30
Çinko	2600	65	40
Kadmiyum	10	0,2	50
Gümüş	20	0,1	200

6.1.4 Zirai Atıklar

Zirai ilaçlar ve pestisitler bunların başında gelir. Ürün koruyucu ilaçlar ve gübre yüksek oranda nitrit, fosfat, arsenik ve civa içerirler. Toprak bu ağır metallerce zenginleşir ve toprak erozyonuyla bu sedimentler nehirlerle taşınırlar.

6.2 Akarsularda Kirlilik

Nehir sedimentlerinde kirlilik çalışmasını etkileyen iki ana etmen vardır. Bunlar; 1)Yüksek akışın olduğu, debinin yükseldiği koşullarda, nehir yatağındaki erozyon genellikle kirliliği azaltır. Örneğin nehir çalışmalarında suyun debi miktarında artış ve azalmanın sediman ve sudaki kirlilik miktarını etkilediği bilinmektedir. Debi artması (sel, yağış vs.) sonucu nehir yatağındaki erozyon genellikle kirliliği indirger ve azaltır. Ciszewski (2001) yaptığı nehir çalışmalarında suyun debi miktarında artış ve azalmanın sediman ve sudaki kirlilik miktarını etkilediğini belirtmiştir. Örneğin Macaristandaki Sajo nehrinde selden 3 ay sonra dip sedimentlerinde ölçülen Hg konsantrasyonları, selden önceki değerlerinin çeyreği kadar azalmıştır. 2) Nehir sedimanlarında metal analizlerini tane boyuna göre normalleştirilmesi zorunludur (Förstner ve Wittaman 1983). Bu işlemin amacı tüm örnekleri sedimandaki kil ve silt oranına göre normalleştirmektir.

Ham atık suların doğrudan akarsulara boşaltılması neticesinde, başta yüksek enerji potansiyeline sahip organik maddeler olmak üzere çeşitli kirleticiler bu su ortamına girmiş olur. Boşaltma noktasının mansap tarafından kalan nehir parçasında birçok değişimler meydana gelir. Organik maddelerin ayrışması sırasında ortamdaki mevcut oksijen çok hızlı şekilde sarf edilmeye başlar ve çözülmüş oksijen konsantrasyonu azalır. Kirlenmiş su yatağındaki biyolojik hayat ve ekolojik sistem de değişikliğe uğrar. Çökebilen maddeler, bulanıklık ve düşük çözülmüş oksijen konsantrasyonu balıkların ve diğer su canlılarının normal yaşama çevresini değiştirir. Azot bileşikleri bir kirlenme indikatörü olarak kullanılabilir. Gerek aerobik ve gerekse anaerobik ortamda, organik azot amonyum azotuna dönüşür. Bunun için organik azot azalırken, amonyum azotu artmaktadır. Daha sonra nitrit ve son ürün olarak nitrat meydana gelir. (UIÇOM, 2006 s. 51).

Azot ve azotlu maddeler ile yüzeysel suların ve kirlenmiş su kütlelerinin içerdiği çeşitli organik ve inorganik azotlu bileşikler ölçülerek, suyun kalitesi hakkında karar verilebilmektedir. Örneğin içme suyunda amonyak bulunması, suda kısa bir süre önce olası bir fekal kirlenmenin gerçekleştiğini göstermektedir. Amonyak azotu büyük oranda organik azot içeren bileşikler ve ürenin hidrolizi sonucu meydana

gelmektedir. Amonyak azotu konsantrasyonu, yüzey ve yeraltılarında 10 µg/l den atıksulardaki 30 mg /l ye kadar değişen aralıklarda bulunabilmektedir.

Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ) aerobik koşullarda mikroorganizmaların sudaki organik maddeleri ayrıştırmaları için gerekli oksijen miktarı olarak tanımlanmaktadır. Alıcı ortamlara verildiklerinde, evsel ve endüstriyel atıksuların tüketilecekleri çözünmüş oksijen miktarının belirlenmesiyle, kirlenme potansiyelinin ve alıcı ortamın özümle kapasitesinin tayininde kullanılan bir parametredir. BOİ parametresi biyolojik olarak ayrışabilen organik maddenin toplamını gösteren kolektif bir parametredir.

Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ), su örneğinin asidik ortamda kuvvetli bir kimyasal oksitleyiciyle oksitlenebilen organik madde miktarının oksijen eşdeğeri cinsinden ifadesidir. KOİ, organik maddelerin türleri arasında ayırım yapmadığı için kolektif bir parametredir. KOİ, su ve atıksuların karakterizasyonunda önemli ve çabuk sonuç veren bir parametredir. Bir suya ait KOİ değeri, BOİ den farklı olarak biyolojik yollarla ayrışmayan bazı maddeleri de içerebilmektedir. Bu sebeple KOİ değeri her zaman BOİ ye eşit veya büyüktür.

Askı maddeleri suların estetik, içme, endüstriyel kullanım gibi çeşitli amaçlar için yararlanılmasını doğrudan etkiler. Doğal sularda, ışık geçirgenliğini azaltıp dip birikintilerine yol açarak ya da doğrudan zarar vererek su canlılarını etkiler. Kanallarda ve arıtma sistemlerinde önlem alınmasını ihtiyacını ortaya koyar. Bu özellikleri ile AKM yüzey suları ve atık sularda önemli bir parametredir (İTÜ, bt).

6.3 Büyük Menderes Nehrinde Kirleticiler

Büyük Menderes nehri Aydın, Denizli ve Uşak illerinden kaynaklanan evsel, sanayi ve zirai atıklarla kirlenmektedir (ek-3). Yapılan çalışma sonucunda Çine, Akçay, Çürüksu ve Kazancı dereden alınan örneklerde yapılan analizlerde Pb, Mn, Zn ve Cu değerlerinin yüksek çıkmasının nedeni, endüstriyel ve zirai atıklar olduğu düşünülmektedir. Özellikle Kazancı dereden alınan örneklerde Cr değerlerinin çok yüksek olması Uşak deri sanayinin atıklarından kaynaklanmaktadır (Tablo 6.4). Krom deri ve tekstil işleme endüstrisinde yoğun olarak kullanılan bir metaldir (Tablo 6.2). Bunun yanında Sarayköy mevkiinde Menderes tekstil fabrikasının önünden

alınan örnekte de yüksek Cr değerlerine rastlanmıştır. Aşağı ve Yukarı Büyük Menderes nehri bölgesinden alınan örneklerde yüksek Pb, Zn, Cu değerlerinin çıkması bu bölgelerdeki yoğun endüstriyel atıklardan kaynaklanmaktadır. Yüksek Mangan değerleri ve kaynağının sebebi Mn'nın redoksa duyarlı bir element olması ve diyajenetik süreçlerle ilgilidir. Nikel değerleri tüm örneklerde yüksek çıkmıştır. Akçay ve diğ.(2003), bölgede yaptıkları çalışmada nikelin antropojenik kökenli olmadığını silikatlara bağlı olarak bulunduğunu tespit etmişlerdir. Nikel zenginleşmesinin kaynağının bölgede bulunan bazik ve ultrabazik kökenli volkanik kayalar olduğu düşünülmektedir. Özellikle havzanın güneyinde Burdur ve Muğla civarında gözlenen peridotit, serpantinit türü ultramafik kayalar ve Çine, Birgi, Tire, Bozdoğan dolaylarında gözlenen gabro türü kayalar nikelce zengin kayalardır. Delta bölgesinden alınan örneklerde tüm metal değerlerinin yüksek çıkmasının nedeni ise Büyük Menderes nehrinin güzergâhı boyunca taşıdığı sedimentlerin delta bölgesinde yığılması ve burada birikmesinin bir sonucudur. Deltadan alınan BM-21 nolu karotun profili boyunca yapılan analizlerde metal değerleri en yüksek seviyesine özellikle krom, kurşun, çinko için karotun 10.cm de civa için ise karotun 20. ve 50. cm inde en yüksek değerlerine ulaşmaktadır. Bu bize delta bölgesinin nehrin taşıdığı sedimentlerle antropojenik olarak kirletildiğini göstermektedir.

Büyük Menderes nehri havzası çalışma grubu (2005) yılında yaptığı çalışmada Büyük Menderes nehrinde belirlediği lokasyonlardan su numuneleri almış ve bunlar üzerinde çeşitli parametrelere bakarak nehrde bir kirlilik çalışması yapmıştır. İstasyonlardan alınan örneklerde Elektrik geçirgenliği (EC), askıda katı madde (AKM), amonyak azotu (NH₃-N), biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ), kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), klor (Cl), toplam koliform (T.koliform) ve bor (B) parametre değerlerini incelediğimizde amonyak azotu, biyolojik ve kimyasal oksijen ihtiyacı ve toplam koliform parametrelerinin Denizli, Sarayköy ve Çubukdağ köprüsü istasyonlarında diğer kısımlara göre yüksek olduğu gözlenir (Şekil 6.1 ve 6.2). Aynı bölgeden alınan BM-23 ve BM-24 nolu karotlarda da Pb, Zn, Cu ve Mn konsantrasyonlarının yüksek çıkması Denizli ve Uşak İlinden gelen evsel ve endüstriyel kirliliği göstermektedir.

Büyük Menderes nehrine dökülen yan dereler olan Çine Çayı, Dokuzsele çayı ve Çürüksu çayındaki gözlem istasyonlarında yapılan grafiklerde, amonyak azotu, biyolojik ve kimyasal oksijen ihtiyacı, Cl ve toplam koliform miktarının Dokuzsele ve Çürüksu çaylarında yüksek olduğu belirlenmiştir (Şekil6.3 ve 6.4). Aynı bölgelerde Kazancı dereden alınan BM-29 nolu örnekte Cr değerlerinin yüksek çıkması ise Uşak ilinden kaynaklanan endüstriyel atıklardan kaynaklanmaktadır.

6.3.1 Aydın İlinden Kaynaklanan Kirlilik

Aydın Çevre ve Orman İl Müdürlüğü 2006 yılında hazırladığı, Aydın çevre durum raporunda Büyük Menderes nehrinin kirlenmesine neden olan faktörleri tespit etmiştir. Buna göre Aydın il sınırları içerisinde bulunan en önemli akarsu Büyük Menderes Nehri'dir. Bu nehri besleyen diğer önemli yan dere ve çaylar ise; Çine Çayı, İkizdere, Dandalaz Çayı, Akçay, Karpuzlu Çayı, Tabakhane Deresidir. Büyük Menderes nehri, menbadan mansaba kadar tüm kısımlarında, yapılan atık su deşarjları, endüstriyel faaliyetler, tarımsal faaliyetler ve jeotermal kaynaklı doğal salınımlar vasıtası ile kirlenmektedir. Karacasu İlçesinde sayıları artan yaklaşık 25 adet deri işleme tesisinden kaynaklanan atıksular, Dandalaz Çayı vasıtası ile Büyük Menderes Nehri'ni kirlenmektedir. Bu deri işleme fabrikalarında gerekli arıtmayı yapacak tesisler mevcutsa da, bu arıtma tesisleri yüksek enerji maliyeti nedeniyle düzenli ve sağlıklı olarak çalıştırılmamaktadır...

Aydın ilinde bulunan 143 adet zeytinyağı fabrikasında zeytinlerin işleme tabii tutulması sırasında çıkan ve karasu diye anılan atık sular, ortalama olarak 5,19 ppm yoğunluğunda Bor minerali içermekte ve Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ) değerleri yüksek bulunmaktadır. Bu işletmelerin sezonluk olarak faaliyet göstermelerine rağmen, çok sayıda olmaları, yüksek miktarlarda atık su oluşturmaları, oluşan karasuyun kimyasal içeriği ve arıtım teknolojisinin bulunmaması nedeniyle bölgede yarattıkları kirlilik küçümsenemez boyuttadır. Aşağıdaki (Tablo 6.4) da zeytin karasuyunun karakterine ilişkin parametrelerin ortalama değerleri verilmiştir.

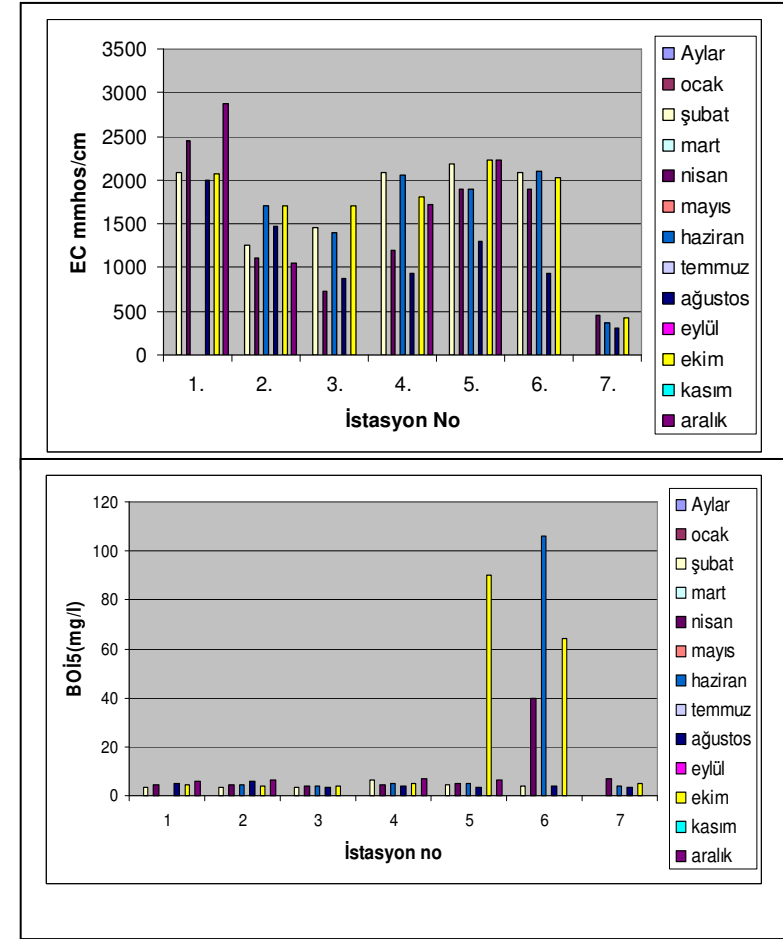
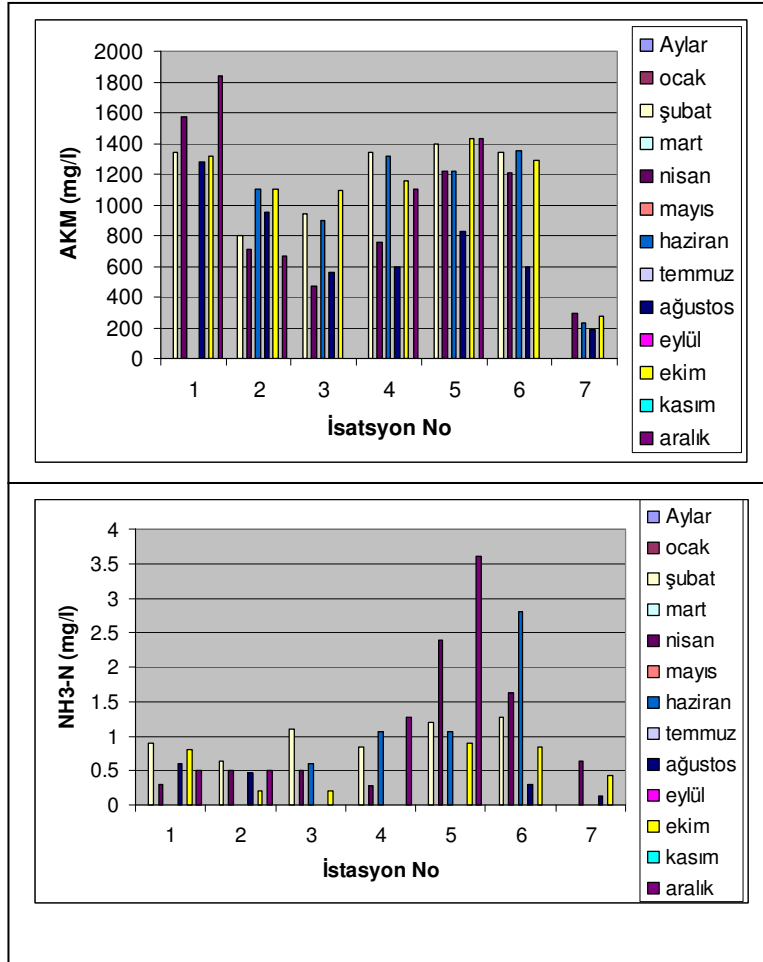
Büyük Menderes Havzası çok yoğun bir karayolu trafiğine sahiptir. Aydın karayolu üzerindeki akaryakıt istasyonlarından kaynaklanan atıklar ve kara taşıtlarının

etkisiyle Büyük Menderes nehri kirlenmektedir. Ayrıca Aydın ilinde, merkez ilçede ve Umurlu Beldesinde olmak üzere 2 adet Organize sanayi Bölgesi bulunmaktadır. Bunlardan yalnızca Umurlu Organize Sanayi Bölgesinin atık su arıtma tesisi bulunmaktadır.

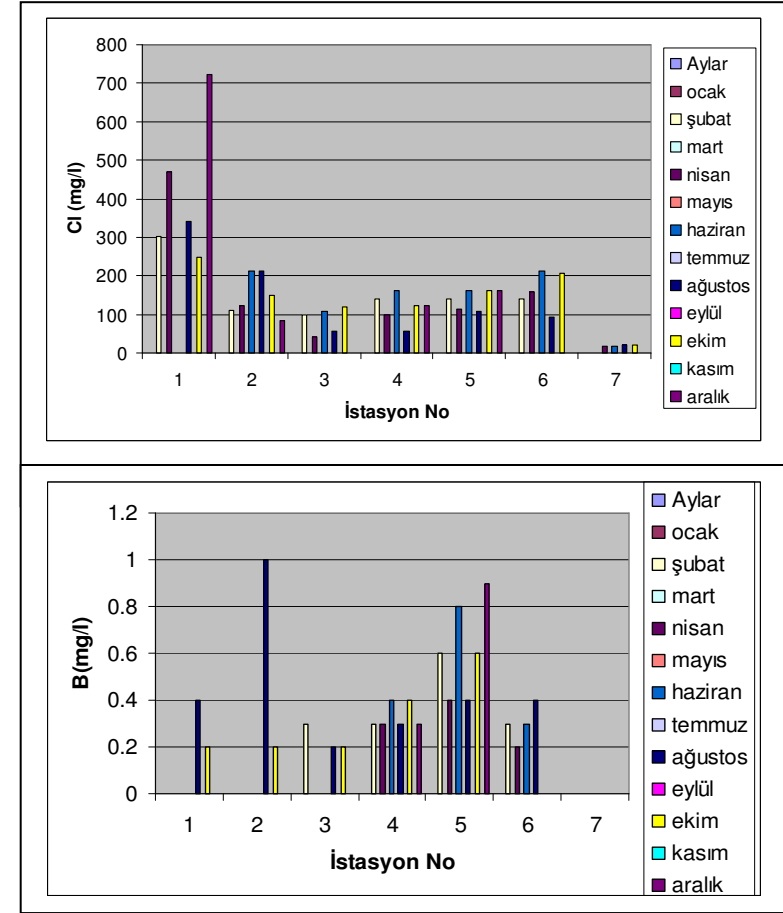
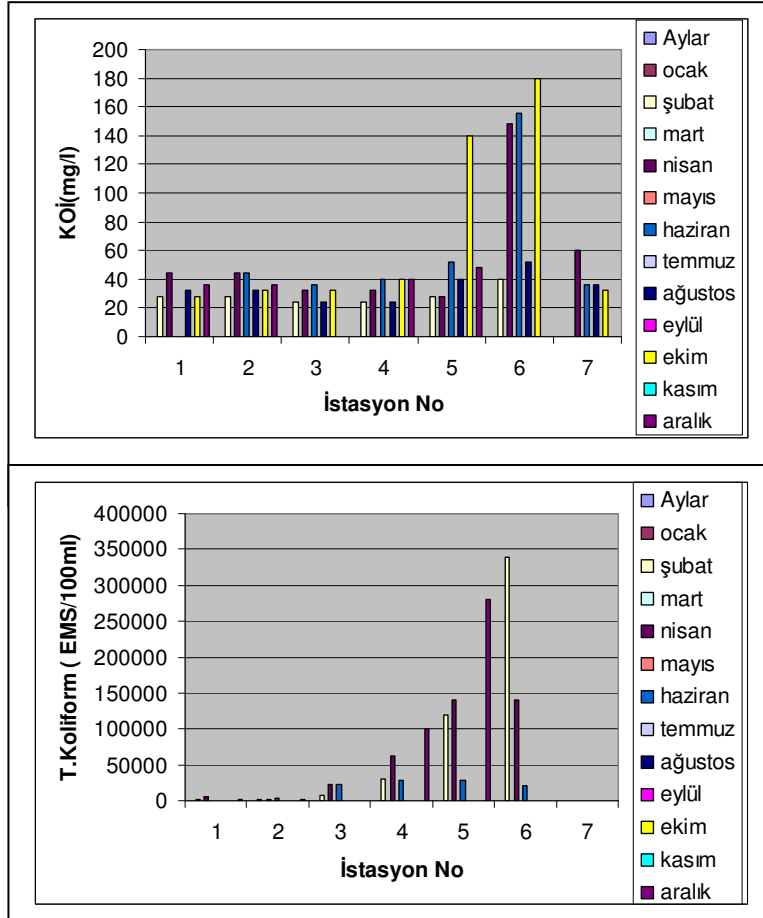
Tablo 6.4 Zeytin karasuyuna ait kimyasal değerler AİÖÇM (2006)

KARAKTERİ	ORTALAMA DEĞERLER
PH	4,93
KOİ (0,2mgr/lt)	1083330
BOİ5 (0,2mgr/lt)	77850
Toplam katı madde (mgr/lt)	47748
Suspense katı madde (mgr/lt)	4823
Çökebilene madde (mgr/lt)	1,86
Fosfor (ppm)	153,7
Azot (ppm)	504
Yağ (mgr/lt)	1827
Bor (ppm)	5,9
Kalsiyum (ppm)	149
Potasyum (ppm)	1866
Magnezyum (ppm)	76,4
Çinko (ppm)	0,91
Demir (ppm)	18,7
Bakır (ppm)	0,366

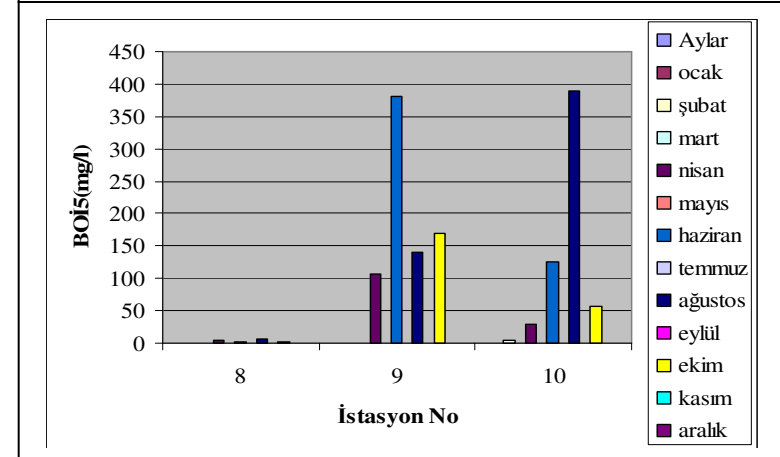
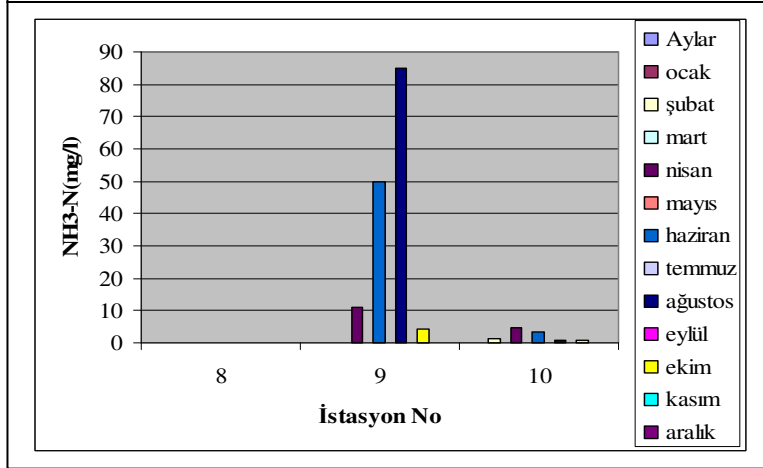
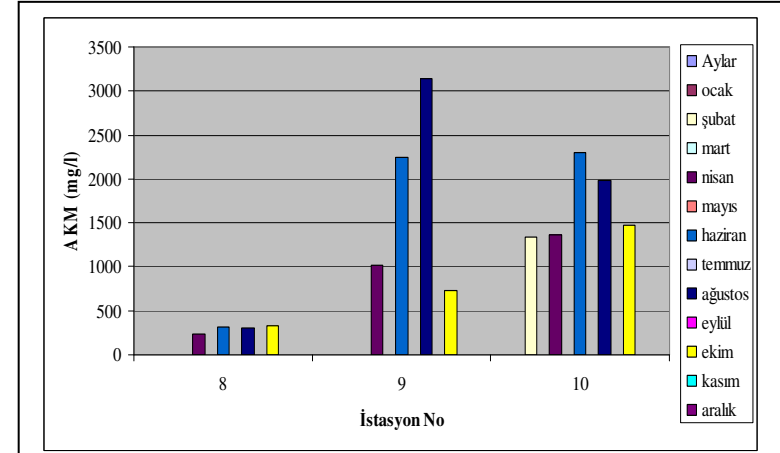
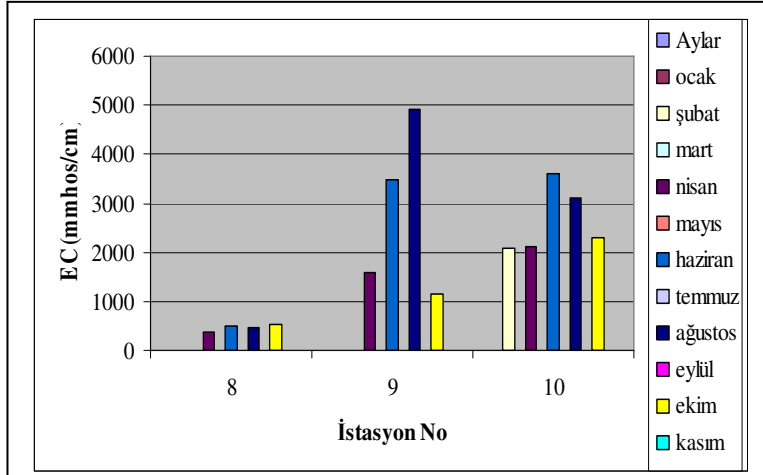
Çalışma alanında Aydın civarından (Aşağı Büyük Menderes bölgesinden) alınan örneklerde de ağır metal değerleri, özellikle Pb, Zn, Cu ve Hg oldukça yüksek çıkmaktadır. Bu metaller genellikle gübre ve kimyasal sanayiinde kullanılan metallerdir. Özellikle bölgede çok miktarda bulunan zeytinyağı fabrikalarının atığı olan zeytin karasuyunda da Zn ve Cu ağır metali (Tablo 6.4) bulunması bunların antropojenik kaynaklı olduğunu göstermektedir. Bunun yanında bölgede tarım alanlarının fazlalığından olayı zirai ilaç ve yoğun gübre kullanımı Hg metalinin kaynağı olabilir.



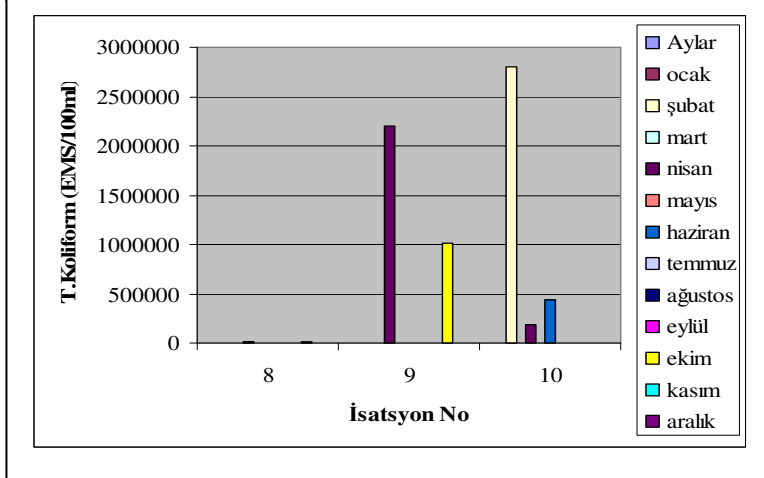
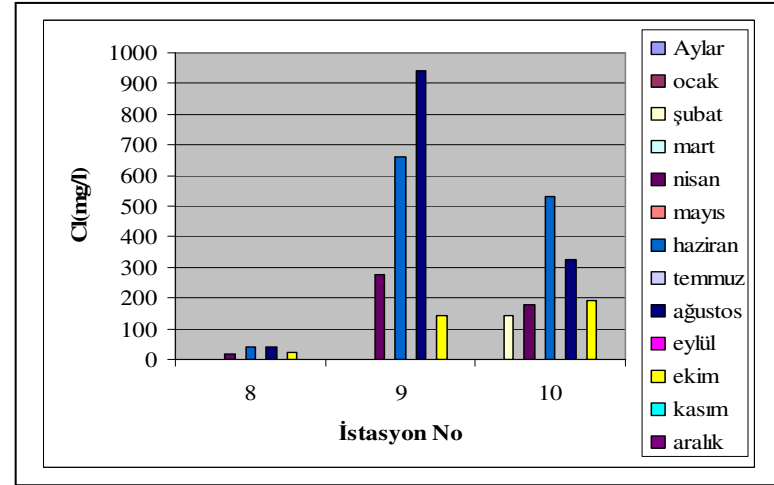
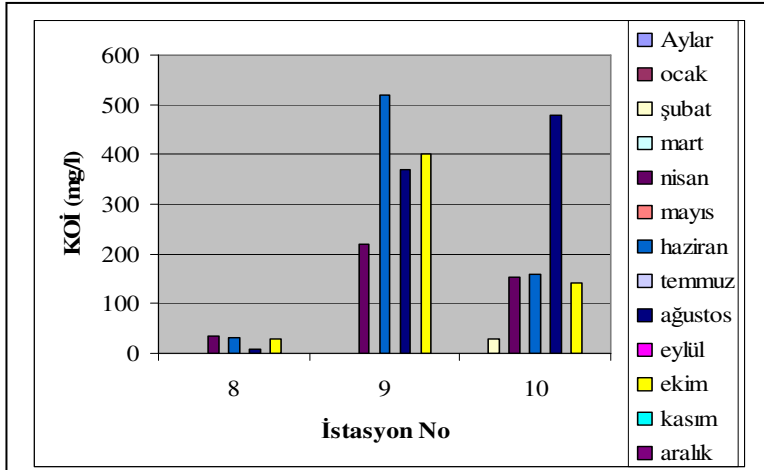
Şekil 6.1 Büyük Menderes nehrinde belirlenen istasyonlarda 2002 yılı aylık, Askıda katı madde (AKM), Elektrik geçirgenlik (EC), Amonyak azotu (NH3-N) ve Biyolojik oksijen ihtiyacını (BOİ) gösteren grafik. İstasyon No 1: (Büyük Menderes nehri Aydın-Balat-Tuzburgazı Köprüsü), 2: (Aydın Söke-Milas Karayolu Köprüsü), 3: (Aydın Koçarlı Köprüsü), 4: (AydınYenipazar Köprüsü), 5: (Denizli Çubukdağ Köprüsü), 6: (Denizli-Sarayköy Köprüsü), 7: (Denizli Işıklı gölü su alma yapısı) RBWGBM (2005)



Şekil 6.2 Büyük Menderes nehrinde belirlenen istasyonlarda 2002 yılı aylık, Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), Klor (Cl), Toplam kolliform (T.Koliform) ve B ihtiyacını (B) gösteren grafik. İstasyon No 1: (Büyük Menderes nehri Aydın-Balat-Tuzburgazı Köprüsü), 2: (Aydın Söke-Milas Karayolu Köprüsü), 3: (Aydın Koçarlı Köprüsü), 4: (AydınYenipazar Köprüsü), 5: (Denizli Çubukdağ Köprüsü), 6: (Denizli-Sarayköy Köprüsü), 7: (Denizli Işıklı gölü su alma yapısı) RBWGBM (2005)



Şekil 6.3 Büyük Menderes nehrine dökülen yan derelerde belirlenen istasyonlarda 2002 yılı aylık, Askıda katı madde (AKM), Elektrik geçirgenlik (EC), Amonyak azotu (NH₃-N) ve Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ₅) gösteren grafik. İstasyon No 8: (Aydın Çine Çayı-eski Çine Köprüsü), 9: (Uşak Dokuzsele çayı), 10: (Denizli Çürüksu çayı-Yukarışamlı köprüsü) RBWGBM (2005)



Şekil 6.4 Büyük Menderes nehrine dökülen yan derelerde belirlenen istasyonlarda 2002 yılı aylık, Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), Klor (Cl), Toplam kolliform (T.Koliform)gösteren grafik. İstasyon No 8: (AydınÇine Çayı-eskiÇine Köprüsü), 9: (Uşak Dokuzsele çayı), 10: (Denizli Çürüksu çayı-Yukarışamlı köprüsü) RBWGBM(2005)

6.3.2 Denizli İlinden Kaynaklanan Kirlilik

Denizli Çevre ve Orman İl müdürlüğünce hazırlanan, Denizli çevre durum raporunda (2006), Büyük Menderes nehrinin kirlenmesine neden olan faktörleri hızlı sanayileşme ve şehirleşme sonucunda oluşan sanayi ve evsel atıklar ile kısmen bilinçsiz kullanılan tarımsal gübre ve ilaçlardan kaynaklandığını belirtmiştir.

Denizli tekstil boyama, iplik yıkama ve tabakhanelerden oluşan tekstil ağırlıklı bir sanayi şehridir. Yakın bir zamana kadar kostik özellikli atıksuların bir kısmı kanalizasyona verilmekte bir kısmı da açıktan akarak sulama suyuna karışmaktaydı. Denizli Çevre ve Orman Müdürlüğü'nün bu konuda yapmış olduğu çalışmalar sonucunda; su kirliliği yaratan özel sektör fabrikaların hemen hepsi arıtma tesisini yapmıştır ve çalıştırmaktadır.

İlde hiçbir Belediyenin atıksu arıtma tesisi bulunmamaktadır. Denizli Organize Sanayi Bölgesi'nde faaliyette bulunan sanayi tesislerinin sektörel dağılımı aşağıdaki gibidir.

Tablo 6.5 Aydın, Denizli, Uşak illerinde endüstrinin sektörel dağılımı

SEKTÖR	AYDIN (adet)	DENİZLİ	UŞAK
Gıda	198	44	77
Bitkisel yağ	136	-	-
Tekstil	30	517	147
Kağıt	22	10	-
Kimyasal ve plastik	27	59	5
Kum, çakıl endüstrisi	30	4	22
Deri	12	11	300
Mekanik	50	107	1
Madencilik	29	43	43
Hayvansal gıda	5	6	4
Toplam	539	801	599

6.3.3 Uşak İlinden Kaynaklanan Kirlilik

Uşak ili özellikle deri sanayi ve evsel atıklarla Büyük Menderes nehrini kirletmektedir. Uşak deri sanayi atıkları Dokuzsele nehrine oradan da dolaylı olarak Büyük Menderes nehrine dökülen Banaz çayına atılmaktadır. Uşak ilinin kanalizasyon yapım çalışmaları ise devam etmekte olup, henüz bir evsel atıksu arıtma tesisi bulunmamaktadır. Uşak, Denizli ve Aydın illerinin evsel atık miktarları Tablo 6.6 da verilmiştir. İ.Arslan-alaton ve diğ. (2005), yapmış oldukları çalışmada Büyük Menderes havzasındaki atıksu miktarının yıllık 76 572 439 m³/yıl olduğunu bunun 17 989 408 m³/ yıl arıtıldığını belirtmişlerdir.

Bölgeden alınan BM-29 nolu örnekte krom metal değerlerinin yüksek çıkması bölgede yoğun bulunan deri ve tekstil sanayinin atıklarından kaynaklanmaktadır.

Tablo 6.6 Şehirlerin evsel atık miktarları RBWGBM(2005)

İL	İLÇE	Atık miktarı m3/gün	Deşarj noktası	Arıtma Tesisi
UŞAK	Merkez	27400,2	Dokuzsele deresi	Yok
	Banaz	3242,4	Banaz çayı	Yok
	Eşme	2323	Eşme, avcı dereleri	Yok
	Karahallı	1048,6	Mezbaha deresi	Yok
	Sivaslı	1367,4	Kocagöl çayı	Yok
	Ulubey	1026,4	arazi	Yok
DENİZLİ	Merkez	55096	Çürüksu çayı	Yapım aşamasında
	Akköy	543,2	-	Mevcut
	Babadağ	966	Koz çayı	Yok
	Baklan	577,4	-	Yok
	Bekilli	786,2	Kuru dere	Yok
	Buldan	2797,2	Buldan deresi	Yok
	Çivril	2749,8	-	Yok
	Güney	1255,4	-	Yok
	Honaz	1788,4	Dinama çayı	Yok
	Beyağaç	557,8	-	Yok
	Kale	1437,8	-	Yok
	Sarayköy	3552	Büyük Menderes	Yok
AYDIN	Merkez	28653,4	Büyük Menderes	Mevcut
	Bozdoğan	1660	Büyük Menderes	Yok
	Buharkent	1414,8	Büyük Menderes	Yok
	Çine	3573,4	Çine çayı	Yapım aşamasında
	Germencik	2319,4	Büyük Menderes	Yok
	İncirliova	3509,6	Büyük Menderes	Yok
	Karacasu	1183	Dandalaz çayı	Yok
	Karpuzlu	463,6	Karpuzlu çayı	Yok
	Koçarlı	1785,4	Büyük Menderes	Yok
	Köşk	1669,8	Büyük Menderes	Yok
	Kuyucak	1456,4	Büyük Menderes	Yok
	Nazilli	21133	Büyük Menderes	Mevcut
	Söke	12476	-	Mevcut
	Sultanhisar	1251,2	Büyük Menderes	Yok
Yenipazar	1401,2	Büyük Menderes	Yok	

6.4 Büyük Menderes Nehrinde Kirlilik Derecesi ve Deltaya Olan Etkisi

Çalışma alanı Delta, Dalyan, Aşağı Büyük Menderes, Yukarı Büyük Menderes ve Yan kollar olmak üzere 5 ayrı bölgeye ayrılmıştır. Tüm bu bölgelerde analizi yapılan 8 metal için jeo akümülyasyon indeksi hesaplanmış ve kirlilik derecesi ortaya konulmaya çalışılmıştır (Tablo 6.8). Çalışılan alanda endüstri öncesi temel background metal değeri BM-18 nolu dalyan bölgesinden alınan karotun 80cm indeks değerler olarak seçilmiştir. Bu karotun seçilmesinin sebebi karotun uzunluğunun fazla olması ve dalyan bölgesinin sanayi öncesi kirlilik faktörlerinden etkilenmemesidir. BM-18 nolu karot, alınan örnekler içinde ve bölgede en düşük metal değerlerini içermektedir. Bu karotun 80cm' ne ait metal değerleri (Tablo 6.7)' da verilmiştir.

Tablo 6.7 Ortalama metal backround değerleri

Metal	Cu	Pb	Mn	Fe	Zn	Ni	Cr	Hg
ppm	25.2	13.2	646.9	28956	57.7	382.3	241.7	0.050

Tablo 6.8 Çalışma alanındaki bölgelerde belirlenen jeo akümülyasyon indeks değerleri

Element	I geo				
	DALYAN	DELTA	AŞAĞI BÜYÜK MENDERES	YUKARI BÜYÜK MENDERES	YAN KOLLAR
Cu	< 0	0-1	0-1	0-1	0-1
Pb	< 0	0-1	0-1	0-1	0-1
Mn	< 0	0-1	1-2	0-1	0-1
Fe	< 0	0-1	0-1	0-1	0-1
Zn	< 0	0-1	1-2	0-1	0-1
Ni	< 0	0-1	0-1	0-1	< 0
Cr	< 0	0-1	0-1	0-1	1-2
Hg	< 0	1-2	0-1	0<	0-1

Jeo Akümülyasyon İndeksine göre kirlilik derecesi Tablo 6.9 da tanımlanmıştır. Buna göre Dalyan bölgesini incelediğimizde bu bölgenin Igeo değerinin tüm ağır

Tablo 6.9 Jeo Akümülyasyon İndeksine (Igeo) göre kirlilik derecesi (Müller 1979)

Igeo	Igeo sınıflaması	Kirlilik derecesi
>5	6	Çok aşırı kirli
4-5	5	Aşırı - çok aşırı kirli
3-4	4	Aşırı kirli
2-3	3	Kirli- aşırı kirli
1-2	2	orta kirli
0-1	1	Kirlenmeye başlamış
<0	0	Kirli değil

metaller için 0 ın altında olduğu ve bu bölgenin kirli olmadığını göstermektedir. Delta, aşağı Büyük Menderes ve yukarı Büyük Menderes bölgelerinde tüm metallerde Igeo=0-1 arasında olup, bu bölgelerde kirlenme başlamıştır.

Aşağı Büyük Menderes bölgesinde Mn ve Zn için I geo=1-2 arasında olup bu metaller için orta kirli sınıfına girmektedir. Manganın dağılımını ve zenginleşmesini etkileyen en önemli parametre redoksa bağlı diyajenetik süreçlerdir. Çinko nun ise evsel ve endüstriyel atıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Büyük Menderes nehrinde dökülen yan kollarda ise Pb, Zn, Cu, Mn, Fe değerlerinde I geo=0-1 arasında olup, bu metaller için kirlenmeye başlamıştır. Yan kollarda Cr için I geo=1-2 arasında olup, orta kirli sınıfına girmektedir. Bu da Uşak Bölgesindeki Kazancı dereeden kaynaklanmaktadır. Civa değerleri delta bölgesinde yüksek olup, orta kirli sınıfına girmektedir. Bunun nedeni ise Büyük Menderes nehrinin geçtiği güzergahlar boyunca taşıdığı sedimentleri delta bölgesine yığılması ve burada biriktirmesinden dolayıdır.

New York Eyaleti Çevre Koruma Departmanı (NYSDEC) sedimentteki metal konsantrasyonunun doğal yaşama ve biotaya etkisini ortaya koyan bir sınıflama yapmış ve sedimentteki metal miktarını, biotaya az ve aşırı zararlı olmak üzere iki

sınıfa ayırmıştır (Tablo 6.10) (Graney ve Eriksen 2004). Buna göre Büyük Menderes nehri deltasındaki ortalama metal değerlerine baktığımızda Krom, Manganez ve Nikel miktarlarının yüksek olup, doğal yaşama ve biyotaya aşırı zarar verecek etkide olduğu belirlenmiştir (Tablo 6.10).

Tablo 6.10 Sedimentteki metal miktarının doğal yaşama ve biyotaya etkisi (Graney ve Eriksen 2004).

Element	Düşük etki seviyesi ($\mu\text{g/g}$)	Yüksek etki seviyesi ($\mu\text{g/g}$)	Delta Bölgesi Ortalama Metal konsantrasyonu
Krom	26	110	527
Bakır	16	110	54
Kurşun	31	110	31,6
Manganez	460	1100	1541
Nikel	16	50	602
Çinko	120	270	136

BÖLÜM YEDİ

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Büyük Menderes nehrinin kirliliği ve deltaya olan etkileri araştırılmış, bunun için nehir güzergâhı boyunca karot örnekleri alınmış, sediment örneklerinin tane boyu dağılımı, organik karbon ve karbonat içerikleri ile yüzey ve dip sedimentlerindeki ağır metal birikimleri saptanmış ve şu değerlendirmeler yapılmıştır.

Çalışma alanı Delta, Dalyan, Aşağı Büyük Menderes nehri, Yukarı Büyük Menderes nehri ve Menderese dökülen yan kollar olmak üzere beş ayrı bölgeye ayrılmıştır.

Çalışma alanı yüzey ve dip sedimentleri dokusal tip sınıflamasına göre silt, kumlu silt, siltli kum ve kumdur. Genel olarak karotlarda derine doğru gittikçe tane boyu küçülmektedir.

Organik karbon içerikleri çalışma alanındaki yüzey sedimentlerinde % 0,1 – 4,87 arasında değişmektedir. Dip sedimentlerinde ise %0,01–4,77 arasında değiştiği belirlenmiştir. Yüksek organik karbon değerlerinin evsel atıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Karbonat içerikleri yüzey sedimentlerinde % 5.9 – 30.54 arasında, dip sedimentlerinde % 4.52-19.11 arasında değişmektedir. En yüksek karbonat içeriği % 30.54 ile Büyük Menderesin yan kollarından biri olan Kazancı dereden alınan örnektir. Bunun nedeni derenin geçtiği formasyonun jeolojik olarak Ulubey formasyonu olarak tanımlanan karbonatça zengin Neojen yaşlı killi kireçtaşlarından oluşmasıdır.

Çalışma alanındaki yüzey ve dip sedimentlerinde ağır metal dağılımı incelendiğinde, Büyük Menderes nehrinin eskiden boşaldığı Dalyan bölgesinden alınan örneklerde (BM-16 ve 18) Ni haricinde Pb, Zn, Cu, Mn, Cr, Hg metallerin ortalama şeyl değerlerinin altında kaldığı görülmüştür. Dalyanın hemen güneyinde nehrin denize boşaldığı delta ve diğer bölgelerden alınan örneklerde metal değerlerinin ortalama şeyl değerlerinin çok üzerinde çıktığı tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra BM-1, BM-4,

BM-23 ve BM-24 nolu karotlar incelendiğinde karotların yüzey (0-2cm) seviyelerinden alınan örneklerde yapılan analizlerde ağır metal değerlerinin ortalama şeyl standartlarının üzerinde ve yüksek çıktığı, aynı karotların sanayi öncesini temsil ettiğini düşündüğümüz dip seviyelerinde yapılan analizlerde ağır metal değerlerinin genellikle standartlar dahilinde kaldığı görülmüştür. Bu da bize yüksek metal değerlerinin antropojenik kökenli olduğunu göstermektedir.

Krom değerleri özellikle Uşak bölgesindeki Kazancı dereden alınan BM-29 nolu örnekte aşırı yükselmekte ve krom için şeyl standartının yaklaşık 65 katı üzerine çıkmaktadır. Bunun Uşak bölgesindeki deri ve tekstil sanayinin atıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Civa değerleri Aşağı Büyük Menderes bölgesi ve Delta bölgesinde de yüksek değerler göstermektedir. Bunun nedeni bu bölgelerin tarım alanı olması ve buna bağlı olarak aşırı miktarda zirai ilaç ve gübre kullanılmasıdır.

Çalışmada Büyük Menderes nehrinin, mabadan mansaba kadar tüm kısımlarında yapılan atık su deşarjları, endüstriyel atıklar ve tarımsal faaliyetler sonucu kirletildiği belirlenmiştir.

- Evsel atıklar genellikle Büyük Menderes ve yan kollarına arıtılmadan deşarj edilen lağım ve kanalizasyon suları vasıtasıyla nehri kirletmektedir. Bölgede başlıca Uşak ve Denizli illeri olmak üzere halen birçok belediyenin atıksu arıtma tesisi olmaması kirliliğe sebep olmaktadır.
- Bölgedeki tarım alanlarında zirai ilaçların ve gübrenin bilinçsizce kullanılması nehri kirletmektedir. Söke ve Denizli Sarayköy bölgelerinden alınan örneklerde tespit edilen yüksek Hg değerlerinin yoğun gübre ve zirai ilaç kullanımından kaynaklandığı düşünülmektedir.
- Bölge içindeki kentlerde bulunan Uşak deri sanayi, Denizli tekstil sanayi ve Aydın ilindeki gıda ve tekstil sanayinin atıkları nehre karışmaktadır.

Çalışma alanında analizi yapılan 8 metal için (Cu, Pb, Zn, Mn, Fe, Ni, Cr, Hg) jeo akümülyasyon indeksi (Igeo) hesaplanmış ve Büyük Menderes nehrinde kirlilik derecesi ortaya konulmaya çalışılmıştır. Buna göre, Aşağı Büyük Menderes ve Yukarı Büyük Menderes bölgelerinde tüm metallerde Igeo=0-1 arasında olup, bu bölgelerde kirlenmenin başladığı tespit edilmiştir. Aşağı Büyük Menderes bölgesinde

Mn ve Zn, Delta bölgesinde de Hg metal değerleri için $I_{geo}=1-2$ arasında olup, bu metaller için bu bölgelerin orta kirli sınıfına girdiği belirlenmiştir.

Büyük Menderes nehrinde başlayan kirliliğin önlenmesi için başlıca sanayi kuruluşlarının arıtma tesislerini tamamlamaları ve faaliyete sokmaları gerekmektedir. Büyük Menderes nehri ve yan kollarına atıksularını deşarj eden Belediyelerin de biran önce atıksu arıtma tesislerini kurmaları ve çalıştırmaları önerilmektedir.

Bölgedeki tarım arazilerinde zirai ilaç ve gübre kullanımını kontrollü olarak yapılmalı, bunların nehir ve yeraltısularına karışımı önlenmelidir.

Büyük Menderes Havzasında yapılacak diğer çalışmalarda, araştırmacılara metal kirliliğinin delta ve canlı yaşam üzerindeki etkilerinin belirlenmesi için, metallerin çökellerdeki ve sulardaki formlarını incelemeleri önerilmektedir. Ayrıca Delta bölgesinde çözünmüş ve askıda maddede metal analizlerinin yapılması, radyoizotop yöntemleri ile kirliliğin ne zaman başladığının tarihlendirilmesi konusunda çalışmalar yapılabilir.

KAYNAKLAR

- Ackerman, F., Bergmann, H., Scheicert, U., (1983). Monitoring of heavy metals in coastal and estuarine sediments -a question of grain size: <20 μ m vs <60 μ m. *Environmental Technology Letters*, 4: 317-328
- Aksu A.E., Yaşar D., Uslu O. (1997). Assessment of marine pollution in İzmir Bay: Heavy Metal and Organic Compound Concentrations in Surficial Sediments *Tr. J. of Engineering and Environmental Science* 22 (1998), 387-415 Tübitak
- Akar, D. (1998). Büyük Menderes Havzasındaki sulamaların çevreye olan olumsuz etkileri ve bu etkilerin giderilmesi üzerine bir araştırma, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora tezi Tarımsal yapılar ve sulama anabilim dalı 62s.
- Akçay H., Oğuz A., Karapire C., (2003). Study of heavy metal pollution and speciation in Büyük Menderes and Gediz River sediments *Water Research.*, 37 813-822
- Altıparmak İ. (1999). Büyük Menderes Havzasında kuraklık sorunu üzerine bir inceleme Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü –Yüksek lisans tezi 86sf.
- Arslan-Alaton İ., Eremektar G., Ongan P., Gürel M., Övez S., Tanık A. (2005) . Türkiye'nin havza bazında su-atıksu kaynakları ve kentsel arıtma potansiyeli *İtü mühendislik dergisi* 4 (3)13-21
- Avcı, M. (1996). İskenderun körfezi Holosen sedimentlerinin sedimentolojik ve jeokimyasal incelenmesi Dokuz Eylül Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü Doktora tezi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Anabilim Dalı
- Aydın Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü AİÇOM (2006). Aydın ili çevre durum raporu Rap. Yayınlanmış.

- Başarır, E., (1970). Bafa gölü doğusunda kalan Menderes Masifi güney kanadının jeolojisi ve petrografisi *Scien. Rep. Fac. Scien. Ege Üniv.*, 102
- Başarır, E., (1982). Bağarası (Söke) bölgesindeki metamorfik kayaların tektonik konumu ve petrografisi, *Doğa Bilim Dergisi, Temel Bilimler*, cilt 6, 1-8
- Bermejo, J.C. Beliven R., Gomez J. (2002). “ Spatial variations of heavy metals contamination in sediments from Odiel river (Southwest Spain)” *Environment International* 29 69-77
- Carver, (1971). *Procedures in Sedimenter Petrology*. Wiley.
- Candan O, Dora Ö, Kun, N., Akal, C., Koralay, E., (1992). Aydın dağları (Menderes Masifi) Güney kesimindeki allokton metamorfik birimler *TPJD bülteni* Aralık 1992 s 93.110
- Ciszewski D. (2001). “ Flood-related changes in heavy metal concentrations within sediments of the Biala Przemska river “ *Geomorphology* 40 (2001) 205-218,
- Çağlayan, M.A., Öztürk, E.M., Öztürk, Z., Sav, h., Akat, v., (1980). Menderes Masifi güneyine ait bulgular ve yapısal yorum. *Jeoloji Müh.*, 9, 17
- Devlet Su İşleri Genel Müd. DSİ (1975). Aşağı Büyük Menderes Havzası hidrojeolojik etüt raporu Ankara yayınlanmış
- Denizli Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü DİÇOM (2007). Denizli ili çevre durum raporu Rap.yayımlanmış
- DSİ (Devlet Su İşleri) (b.t). Açık gözlem istasyonları uzun yıllar ortalama akım değerleri 12 Şubat 2007, <http://www.dsi.gov.tr/agibilgi/agibilgi.aspx>
- Dora, Ö., Savaşın, M.Y., Kun, N. ve Candan., O., (1987). Menderes Masifinde postmetamorfik plutonlar, *Yerbilimleri*, 14, 79-89

- Ergin M., Kadir S., Keskin Ş., Akyüz N., Yaşar D.(2007). Late Quaternary climate and sea-level changes recorded in sediment composition off the Büyük Menderes River delta (eastern Aegean Sea, Turkey) *Science direct Quaternary International* 167-168 162-176
- Förstner ,U.,ve Wittmann, G.T. (1983). *Metal pollution in the aquatic environment* Berlin: Springer Verlag 2th edition
- Gaudette, H.E., Flight, W.R., Toner, L., & Folger, D.W. (1974). An inexpensive titration method for the determination of organic carbon in recent sediments. *J. Sedimentary Petrology*, 44, 249-253.
- Grimaldi, F. S. (1996). Determination of carbondioxide in limestone and dolomite by acid-base titration *U.S. Geol. Prof. Pap. 550B*, 186-188
- Graney J.R. ve Eriksen T.M. (2004). Metals in pond sediments as archives of anthropogenic activities: a study in response to health concerns. *Applied Geochemistry* 19 1177-1188
- Hakanson, L., (1980). An ecological risk index for aquatic pollution control: a sedimentological approach. *Water Research*, 14: 975-1001.
- Hakyemez Y.H., Erkal T., Göktaş F. (1999). Late Quaternary evolution of the Gediz and büyük Menderes grabens, Western Anatolia, Turkey *Quaternary Science Reviews* 18 549-554
- İTÜ Çevre Müh. Laboratuvarı temel parametre analizleri (b.t). 15 Temmuz, 2008
<http://www.ins.itu.edu.tr/cevre/labor/dokuman/Foyler/BOI.pdf>
- Kaymakçı.N. (2001). Sedimentoloji ders notları 18 Mart 2008,
http://www.metu.edu.tr/~kaymakci/turkish/sedimentoloji_dersnotlari.pdf

- Kumru, N. (1990). Bölgesel hidrojeokimyasal ve jeokimyasal uranyum keşif yöntemlerinin kombinasyonu, bu yöntemlerin Büyük Menderes nehri bölgesinde uygulanması ve verilerin istatistiksel analizi Ege Üniversitesi Nükleer Bilimler enstitüsü Doktora tezi 185.s.
- Kumru, N. (1997). Possible uranium rich areas in the Aegean region of Turkey *Appl. Radiat. Isot.* Vol. 48, No.2, p. 295-299
- Kun, N., Candan, O., (1987). Menderes Masifi'ndeki Erken Paleozoik yaşlı bazik damar kayaları, *Hacettepe Üniv. Yerbil. Uygulama ve araş. Merkezi bülteni*, 14, s. 121-132
- Kunwar P., Mohan D., Vinod K., Malik A. (2005) . Studies on distribution and fractionation of heavy metals in Gomti river sediments tributary of the Ganges, India *Journal of Hydrology* 312 14-27
- Müller, G. (1979). Schwermetalle in der sedimenten des Rheins- Veranderugen seit Umschau 72: 192-193
- Piper, D.J.W (1974). Manuel of Sedimentological Techniques. Dalhousie Univ.
- RBWGBM (2005). Analysis reports of the River Basin Working Group Grontmij Consulting Engineers Houten, March 147sf
- Swennen R. Skuys J., Hindel R., Brusselmans A. (1997). Geochemistry of overbank and high order stream sediments in Belgium and Luxemburg: a way to assess environmental pollution *Journal of Geochemical Exploration* 62 67–79.
- Shepard, F.P. (1954) . High velocity turbidity currents, a discussion. *Royal Soc.* London, Proc., 222, 323-326.

Şahin., İ.(2004). Gediz grabeninden Büyük Menderes grabenine sismik anatoloji ve Büyük Menderes grabeninin sismik yorumu Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi 79 s.

Şimşek , S., Karamanderesi, İ. H., T., Yılmaz, S., Güner, A., (1983). The importance of Bozköy Overthrusts (Germencik) trough B. Menderes Graben in respect of geothermal energy possibilities, 3. *The scientific and technical meeting of geothermal energy association*, p. 166-167 Ankara

Tessier, A., Campbell, P.G.C., & Bisson, M. (1979). Sequential extraction procedure for speciation of particulate trace metals. *Anal. Chem.*, 51, 544-851

TSE (Türk Standartları Enstitüsü) (1987). İnşaat mühendisliğinde zemin deneyleri. Ankara 150 s.

Türkiye İstatistik Kurumu, nüfus kayıt sistemi (TÜİK 2008) (b.t). 8 Mayıs 2008, www.tuikapp.tuik.gov.tr/adnksdagitimapp/adnks.zul.

Turekian, K.K., & Wedepohl, K.H. (1961). Distribution of the elements in some major units of the earth's crust. *Geol. Soc. Am. Bull.*,72, 175-192

Uşak Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü UİÇOM (2006) : Uşak ili çevre durum raporu, yayınlanmış.

Yıldırım, S., (1995). Söke-Sazlıköy arasının jeolojisi ve Sazlıköy taşocaklarının mühendislik jeolojisi, Bitirme projesi

EK- 1
ÖRNEK TANIMLAMA TABLOSU

ÖRNEK NO : BM-1/2

Örnek tipi : Karot

Yer: Sarıkemer-Aydın

Mevkii : Köprü

Koordinat : 57.725N/32.770E

Kot :

Tarih:07/07/2006

Kirlilik Kaynağı :

1Zirai (Ürün çeşidi) : Pamuk

**2Yerleşim (nüfus) : Sarıkemer
beldesi**

3Kanalizasyon (atıksu debisi) :

4Sanayi (imalat türü):

5Maden (çeşidi) :

6Diğer :



ÖRNEK NO : BM-3

Örnek tipi : Karot

Yer: Didim-akbük yol ayrımı

Mevkii : Dalyan köprüsü

Koordinat : 51.125N/ 29.820E

Kot :

Tarih: 30/08/2006

Kirlilik Kaynağı :

1Zirai (Ürün çeşidi) : Pamuk

2Yerleşim (nüfus) :

3Kanalizasyon (atıksu debisi) :

4Sanayi (imalat türü):

5Maden (çeşidi) :

6Diğer : Karayolu



ÖRNEK NO : BM-4

Örnek tipi : Karot

Yer: Milet har. Aydın

Mevkii : Balat köprüsü

Koordinat : 55.875N/ 20. 880 E

Kot :

Tarih: 30/08/2006

Kirlilik Kaynağı :

1Zirai (Ürün çeşidi) : Pamuk

2Yerleşim (nüfus) :

3Kanalizasyon (atıksu debisi) :

4Sanayi (imalat türü):

5Maden (çeşidi) :

6Diğer : Karayolu



ÖRNEK NO : BM-5

Örnek tipi : Karot

Yer: BM-Söke-Aydın

Mevkii : Söke-Bağarası köprüsü

Koordinat :

Kot :

Tarih:30/08/2006

Kirlilik Kaynağı :

1Zirai (Ürün çeşidi) : Pamuk

2Yerleşim (nüfus) :

3Kanalizasyon (atıksu debisi) :

4Sanayi (imalat türü):

5Maden (çeşidi) :

6Diğer : Karayolu



ÖRNEK NO : BM-6

Örnek tipi : Karot

Yer: Ovaeymir-Aydın

Mevkii : Aydın-Çakırbeyli köprüsü

Koordinat : 82.175 N/ 74.00E

Kot :

Tarih:16/09/2006

Kirlilik Kaynağı :

1Zirai (Ürün çeşidi) : Mısır

2Yerleşim (nüfus) :

3Kanalizasyon (atıksu debisi) :

4Sanayi (imalat türü):

5Maden (çeşidi) :

6Diğer : Karayolu



ÖRNEK NO : BM-7

Örnek tipi : Karot

Yer: Çine çayı

Mevkii : Türbe Köprüden 100m mesafede

Koordinat : 80.050N/ 71.250E

Kot :

Tarih: 16/09/2006

Kirlilik Kaynağı :

1Zirai (Ürün çeşidi) :

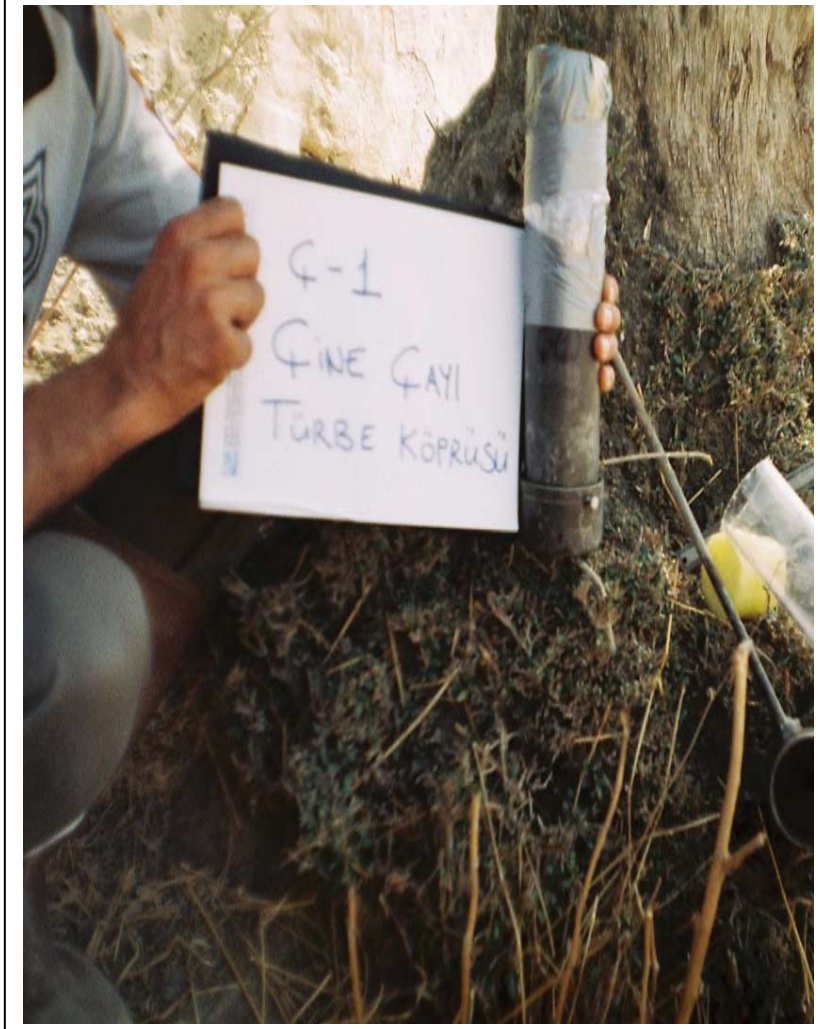
2Yerleşim (nüfus) :

3Kanalizasyon (atıksu debisi) :

4Sanayi (imalat türü):

5Maden (çeşidi) :

6Diğer : Karayolu



ÖRNEK NO : BM-8

Örnek tipi : Karot

Yer: Çine çayı ile BM nehrinin birleşimi

Mevkii :

Koordinat : 81.00N/71.250E

Kot :

Tarih: 16/09/2006

Kirlilik Kaynağı :

1Zirai (Ürün çeşidi) : Pamuk

2Yerleşim (nüfus) :

3Kanalizasyon (atıksu debisi) :

4Sanayi (imalat türü):

5Maden (çeşidi) :

6Diğer :



ÖRNEK NO : BM-9

Örnek tipi : Karot

**Yer: BM nehri ile Çine çayının birleşim nok.
200m geçince**

Mevkii :

Koordinat : 80.850 N/ 71.000 E

Kot :

Tarih:16/09/2006

Kirlilik Kaynağı :

1Zirai (Ürün çeşidi) : Pamuk

2Yerleşim (nüfus) :

3Kanalizasyon (atıksu debisi) :

4Sanayi (imalat türü) :

5Maden (çeşidi) :

6Diğer :



ÖRNEK NO : BM-10

Örnek tipi : Karot

Yer: Koçarlı-İncirliova köprüsü

Mevkii : Koçarlı

Koordinat : 85.075 N/ 62.775 E

Kot :

Tarih: 17/09/2006

Kirlilik Kaynağı :

1Zirai (Ürün çeşidi) : Pamuk

2Yerleşim (nüfus) :

3Kanalizasyon (atıksu debisi) :

4Sanayi (imalat türü):

5Maden (çeşidi) :

6Diğer : Karayolu



ÖRNEK NO : BM-11

Örnek tipi : Karot

Yer: Koçarlı-İncirliova köprüsü 700m ilerisi

Mevkii :

Koordinat : 85.150N/63.500E

Kot :

Tarih: 17/09/2006

Kirlilik Kaynağı :

1Zirai (Ürün çeşidi) : Pamuk-mısır

2Yerleşim (nüfus) :

3Kanalizasyon (atıksu debisi) :

4Sanayi (imalat türü):

5Maden (çeşidi) :

6Diğer :



ÖRNEK NO : BM-12

Örnek tipi : Karot

Yer: Yenipazar

Mevkii : Yenipazar-Aydın köprüsü

Koordinat : 90.917N/ 05.141 E

Kot :

Tarih:17/09/2006

Kirlilik Kaynağı :

1Zirai (Ürün çeşidi) :Pamuk

2Yerleşim (nüfus) :

3Kanalizasyon (atıksu debisi) :

4Sanayi (imalat türü):

5Maden (çeşidi) :

6Diğer : Karayolu



ÖRNEK NO : BM-13

Örnek tipi : Karot

Yer: BM ile Akçay nehri birleşim noktası

Mevkii :

Koordinat : 90.225 N/12.100 E

Kot :

Tarih: 17/09/2006

Kirlilik Kaynağı :

1Zirai (Ürün çeşidi) : Pamuk

2Yerleşim (nüfus) :

3Kanalizasyon (atıksu debisi) :

4Sanayi (imalat türü) :

5Maden (çeşidi) :

6Diğer :



ÖRNEK NO : BM-14

Örnek tipi : Karot

Yer: akçay nehri

Mevkii : Direcik-Nazilli köprüsü

Koordinat : 89.566N/ 13.440E

Kot :

Tarih: 17/09/2006

Kirlilik Kaynağı :

1Zirai (Ürün çeşidi) : Pamuk

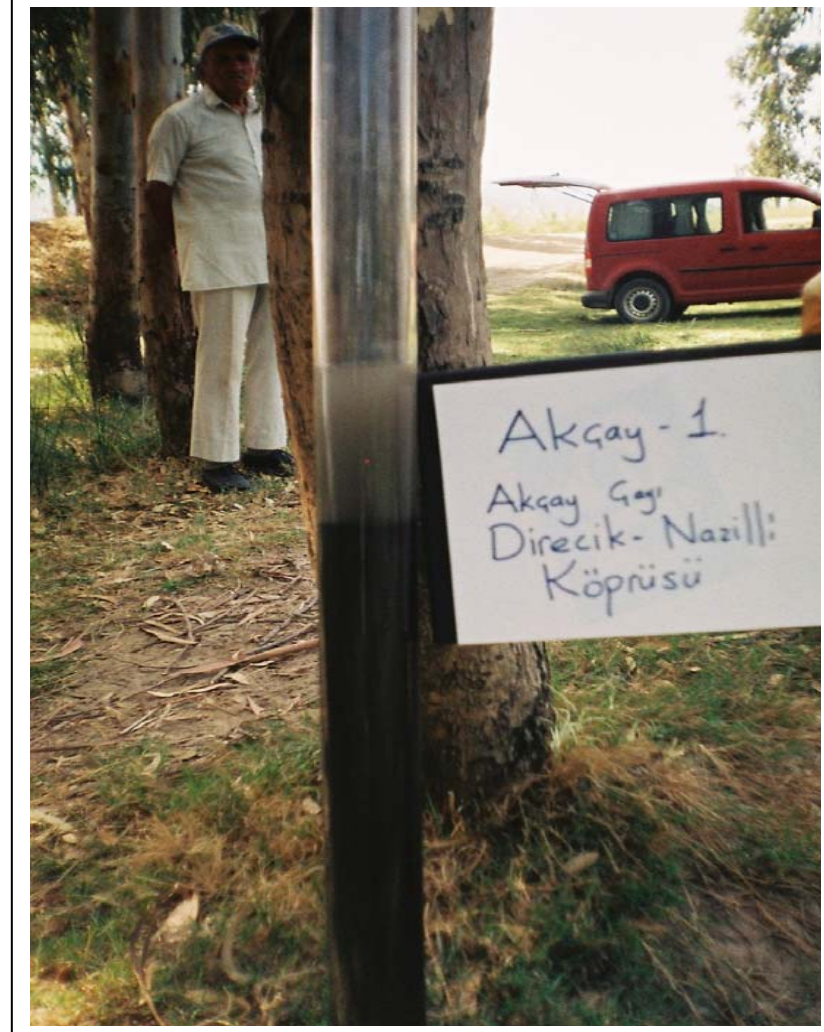
2Yerleşim (nüfus) :

3Kanalizasyon (atıksu debisi) :

4Sanayi (imalat türü) :

5Maden (çeşidi) :

6Diğer :



ÖRNEK NO : BM-15

Örnek tipi : Karot

Yer: BM nehri

Mevkii : Azizabat yol köprüsü

Koordinat : 95.924N/ 36.375E

Kot :

Tarih:17/09/2006

Kirlilik Kaynağı :

1Zirai (Ürün çeşidi) : pamuk

2Yerleşim (nüfus) :

3Kanalizasyon (atıksu debisi) :

4Sanayi (imalat türü) :

5Maden (çeşidi) :

6Diğer :karayolu



ÖRNEK NO : BM-16

Örnek tipi : Karot

Yer: Dalyan

Mevkii : ege denizi

Koordinat :56.250N/15.650E

Kot :0m

Tarih: 4/11/2006

Kirlilik Kaynağı :

1Zirai (Ürün çeşidi) :

2Yerleşim (nüfus) :

3Kanalizasyon (atıksu debisi) :

4Sanayi (imalat türü):

5Maden (çeşidi) :

6Diğer :



ÖRNEK NO : BM-17

Örnek tipi : Karot

Yer:Dalyan

Mevkii :

Koordinat : 56.375N/15.750N

Kot :0m

Tarih:4/11/2006

Kirlilik Kaynağı :

1Zirai (Ürün çeşidi) :

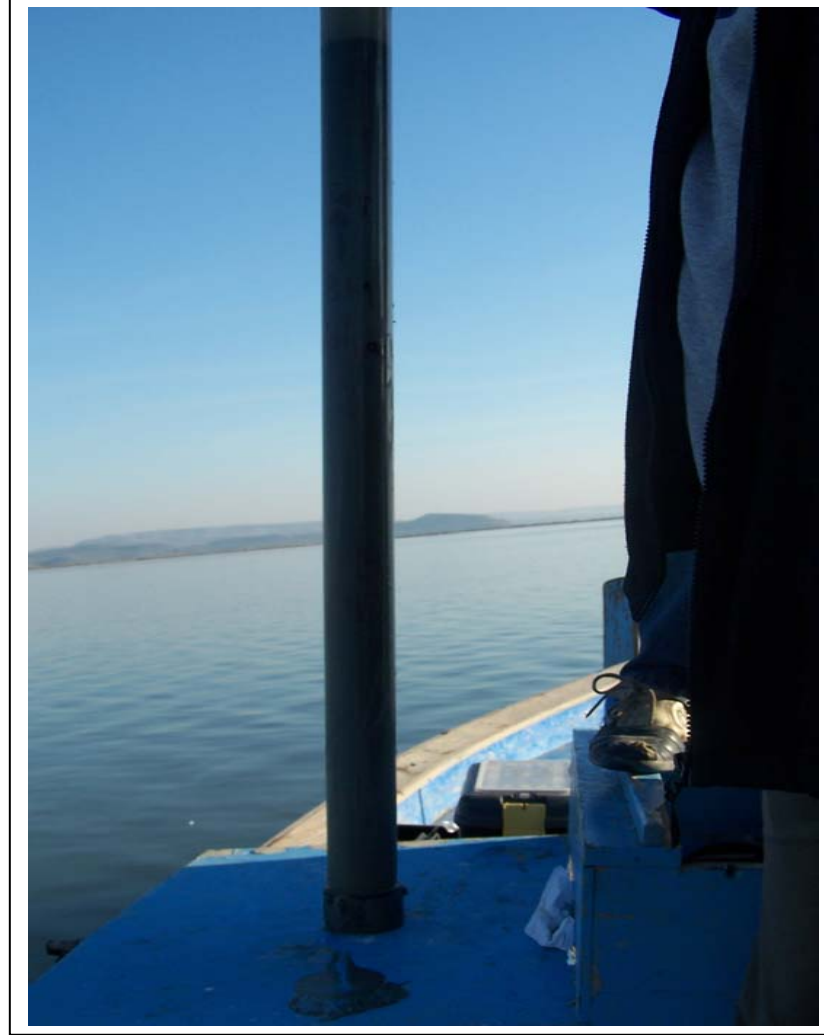
2Yerleşim (nüfus) :

3Kanalizasyon (atıksu debisi) :

4Sanayi (imalat türü):

5Maden (çeşidi) :

6Diğer :



ÖRNEK NO : BM-18

Örnek tipi : Karot

Yer:Dalyan

Mevkii :

Koordinat :56.125N/15.800E

Kot :0m

Tarih:4/11/2006

Kirlilik Kaynağı :

1Zirai (Ürün çeşidi) :

2Yerleşim (nüfus) :

3Kanalizasyon (atıksu debisi) :

4Sanayi (imalat türü):

5Maden (çeşidi) :

6Diğer :



ÖRNEK NO : BM-19

Örnek tipi : Karot

Yer: Delta

Mevkii : Denize çıkış

Koordinat : 55.025N/ 14.775E

Kot :0m

Tarih:11/11/2006

Kirlilik Kaynağı :

1Zirai (Ürün çeşidi) :

2Yerleşim (nüfus) :

3Kanalizasyon (atıksu debisi) :

4Sanayi (imalat türü):

5Maden (çeşidi) :

6Diğer :



ÖRNEK NO : BM-20

Örnek tipi : Karot

Yer:Delta

Mevkii : Kuzey

Koordinat : 55.125N/ 14.875E

Kot : 0m

Tarih:11/11/2006

Kirlilik Kaynağı :

1Zirai (Ürün çeşidi) :

2Yerleşim (nüfus) :

3Kanalizasyon (atıksu debisi) :

4Sanayi (imalat türü):

5Maden (çeşidi) :

6Diğer :



ÖRNEK NO : BM-21

Örnek tipi : Karot

Yer: Delta

Mevkii : Güney kesim

Koordinat : 55.000N/15.075E

Kot : =0m

Tarih: 11/11/2006

Kirlilik Kaynağı :

1Zirai (Ürün çeşidi) :

2Yerleşim (nüfus) :

3Kanalizasyon (atıksu debisi) :

4Sanayi (imalat türü):

5Maden (çeşidi) :

6Diğer :



ÖRNEK NO : BM-22

Örnek tipi : Karot

Yer: BM nehri

Mevkii : Deltadan 3km içerde

Koordinat : 56.150N/17.125E

Kot :

Tarih:11/11/2006

Kirlilik Kaynağı :

1Zirai (Ürün çeşidi) :

2Yerleşim (nüfus) :

3Kanalizasyon (atıksu debisi) :

4Sanayi (imalat türü) :

5Maden (çeşidi) :

6Diğer :



ÖRNEK NO : BM-23

Örnek tipi : Karot

Yer: Büyük menderes

Mevkii : Buharkent-Demirköprü geçidi

Koordinat : 00.500N/ 58.150E

Kot :

Tarih: 16/12/2006

Kirlilik Kaynağı :

1Zirai (Ürün çeşidi) : Pamuk

2Yerleşim (nüfus) :

3Kanalizasyon (atıksu debisi) :

4Sanayi (imalat türü):

5 Maden (çeşidi) : Jeotermal

6Diğer :



ÖRNEK NO : BM_24

Örnek tipi : Karot

Yer: BM

Mevkii : Sarayköy

Koordinat : 02.525N/ 68.525E

Kot :

Tarih: 16/12/2006

Kirlilik Kaynağı :

1 Zirai (Ürün çeşidi) :

2 Yerleşim (nüfus) :

3 Kanalizasyon (atıksu debisi) :

4 Sanayi (imalat türü): Tekstil

5 Maden (çeşidi) :

6 Diğer : Karayolu



ÖRNEK NO : BM-25

Örnek tipi : Karot

Yer: ;Çürüksu çayı

Mevkii : Acimenderes köprüsü

Koordinat : 00875N/ 74.525 E

Kot :

Tarih:16/12/2006

Kirlilik Kaynağı :

1Zirai (Ürün çeşidi) : Pamuk

2Yerleşim (nüfus) :

3Kanalizasyon (atıksu debisi) :

4Sanayi (imalat türü):

5Maden (çeşidi) :

6Diğer : Karayolu



ÖRNEK NO : BM-26

Örnek tipi : Karot

Yer: BM

Mevkii : Pamukkale yolu

Koordinat :

Kot :

Tarih: 16/12/2006

:

Kirlilik Kaynağı :

1 Zira (Ürün çeşidi) :

2 Yerleşim (nüfus) :

3 Kanalizasyon (atıksu debisi) :

4 Sanayi (imalat türü) :

5 Maden (çeşidi) : Mermer

6 Diğer : Karayolu



ÖRNEK NO : BM-27

Örnek tipi : Karot

Yer: BM

Mevkii : Çıtak

Koordinat : 26.625N/ 31.300 E

Kot :

Tarih: 17/12/2006

Kirlilik Kaynağı :

1Zirai (Ürün çeşidi) :

2Yerleşim (nüfus) : Çıtak

3Kanalizasyon (atıksu debisi) :

**4Sanayi (imalat türü): Meyvesuyu
fb**

5Maden (çeşidi) :

6Diğer : Karayolu



ÖRNEK NO : BM-29

Örnek tipi : Karot

Yer: BM

Mevkii :Gümüşsu

Koordinat :30.750N/60.490E

Kot :

Tarih:17/12/2006

Kirlilik Kaynağı :

1Zirai (Ürün çeşidi) : Buğday

2Yerleşim (nüfus) :

3Kanalizasyon (atıksu debisi) :

4Sanayi (imalat türü):

5Maden (çeşidi) :

6Diğer : Karayolu



ÖRNEK NO : BM-29

Örnek tipi : Karot

Yer: Kazancı dere

Mevkii : Ulubey-Uşak

Koordinat : 50.525N/01. 375E

Kot :

Tarih: 17/12/2006

Kirlilik Kaynağı :

1 Zirai (Ürün çeşidi) :

2 Yerleşim (nüfus) :

3 Kanalizasyon (atıksu debisi) :

4 Sanayi (imalat türü): Uşak Deri

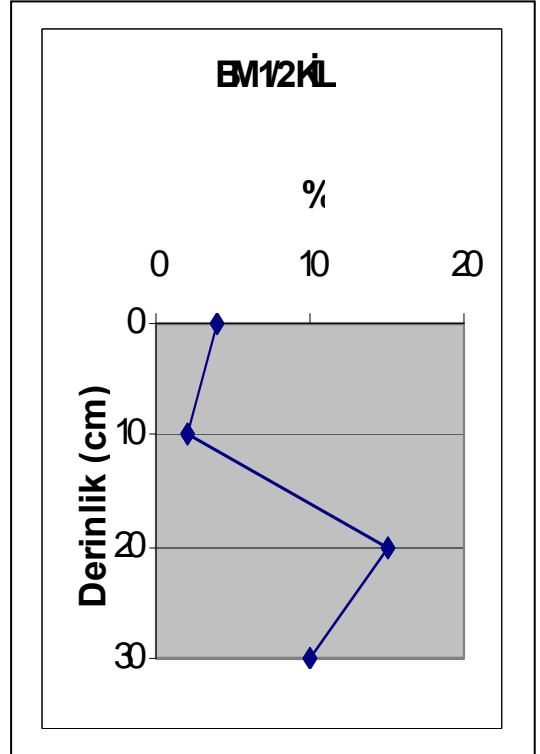
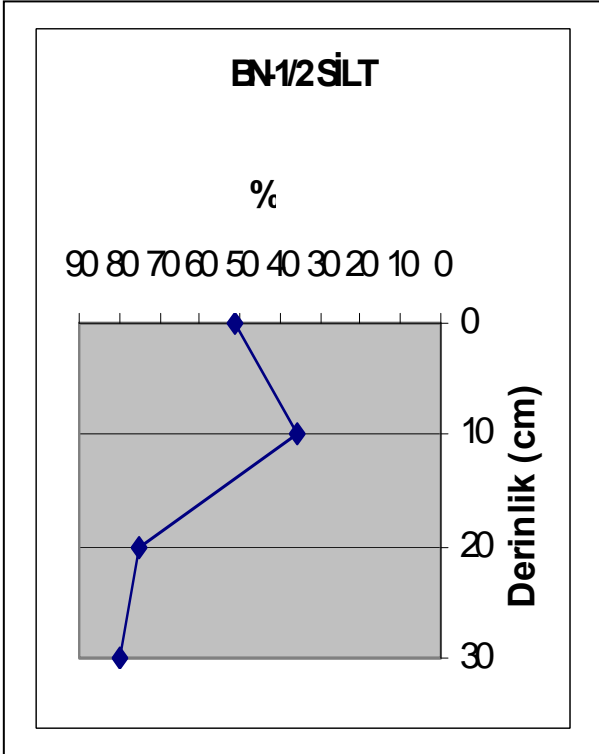
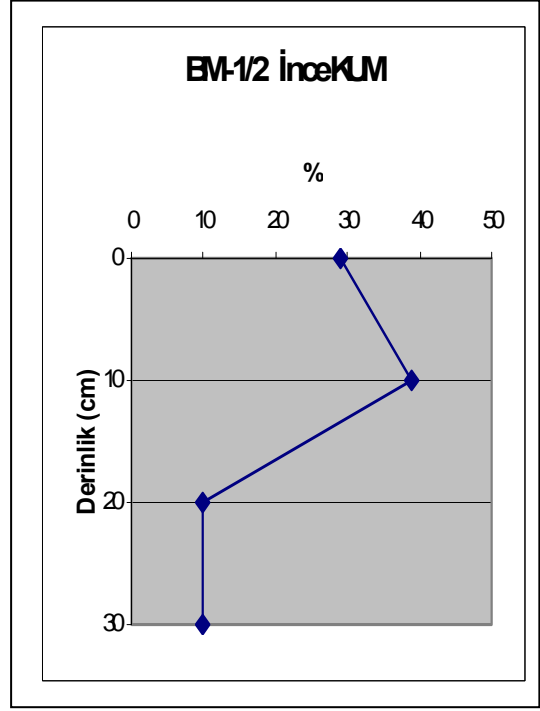
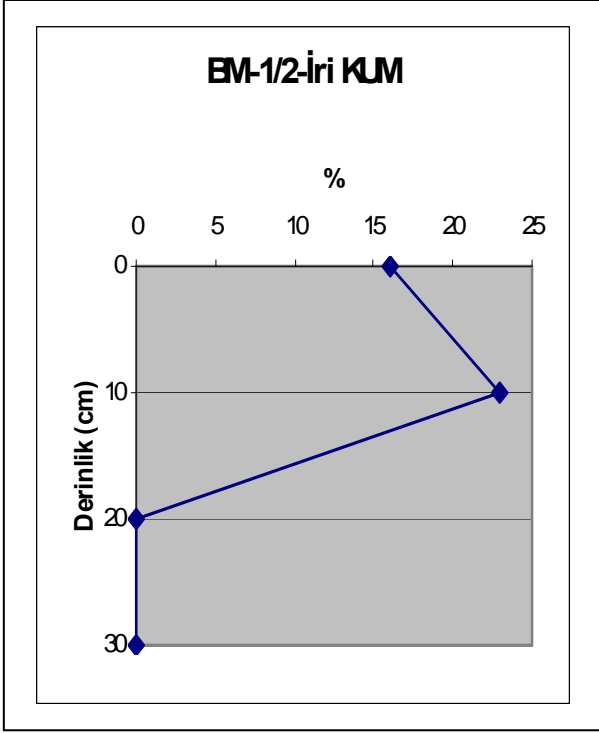
5 Maden (çeşidi) :

6 Diğer : Karayolu

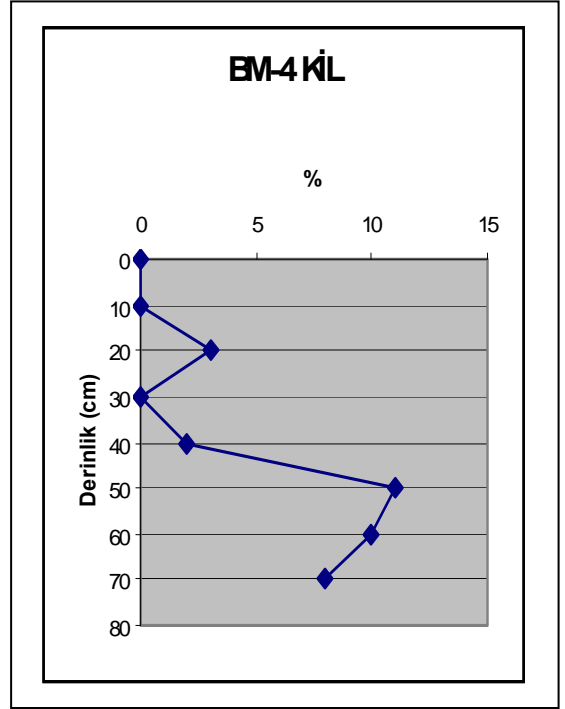
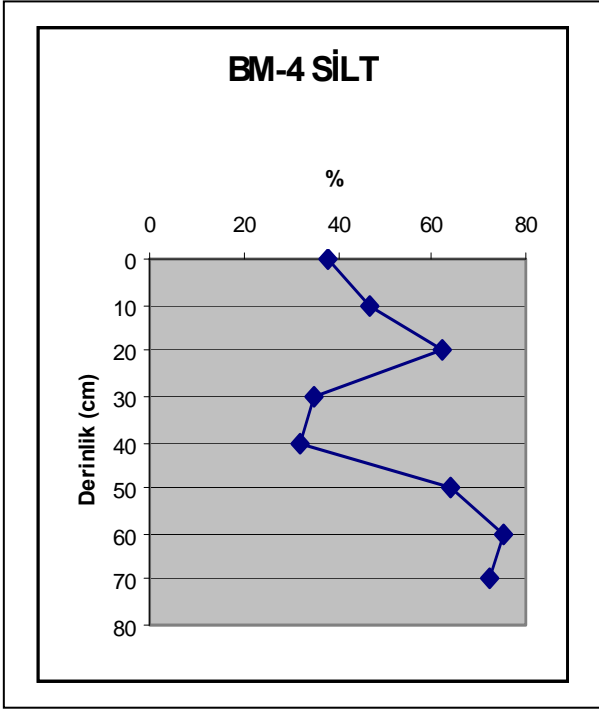
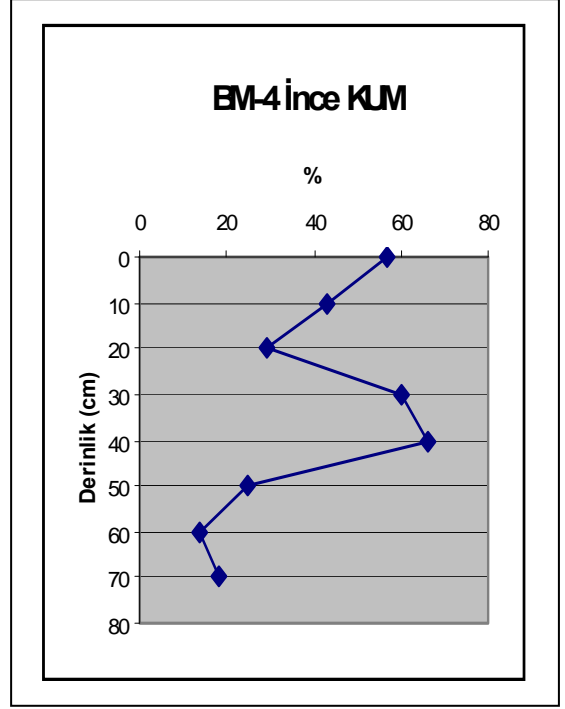
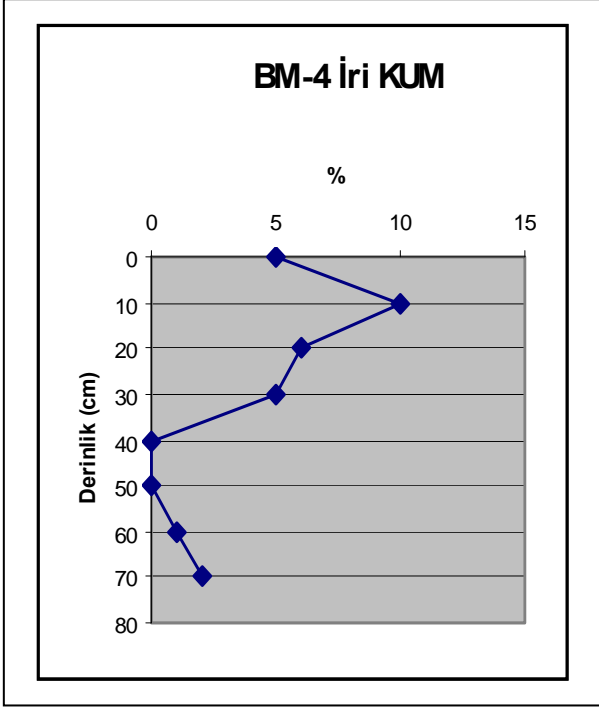


EK-2

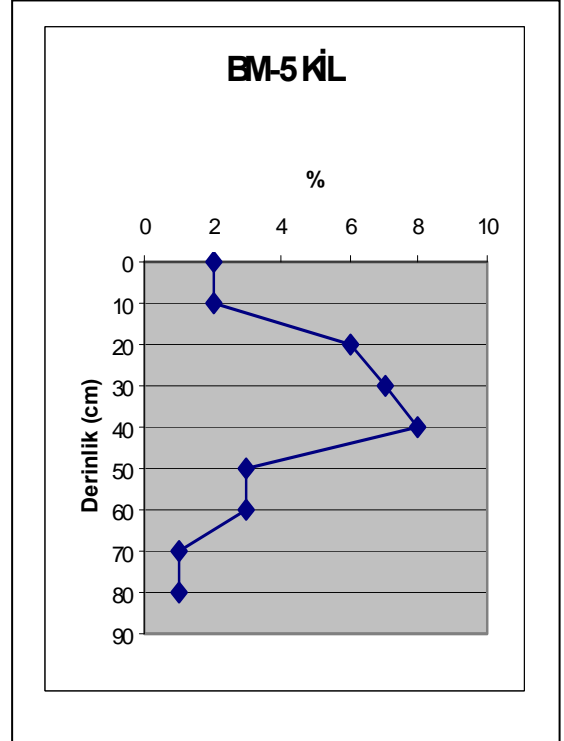
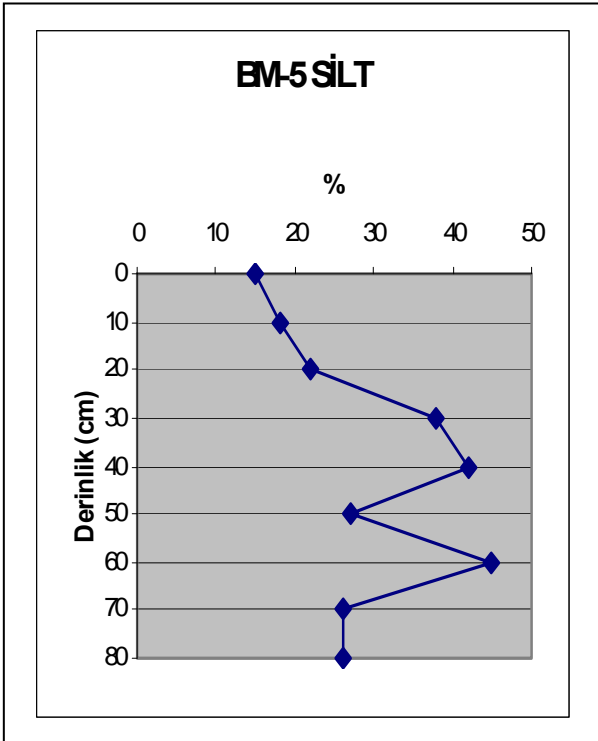
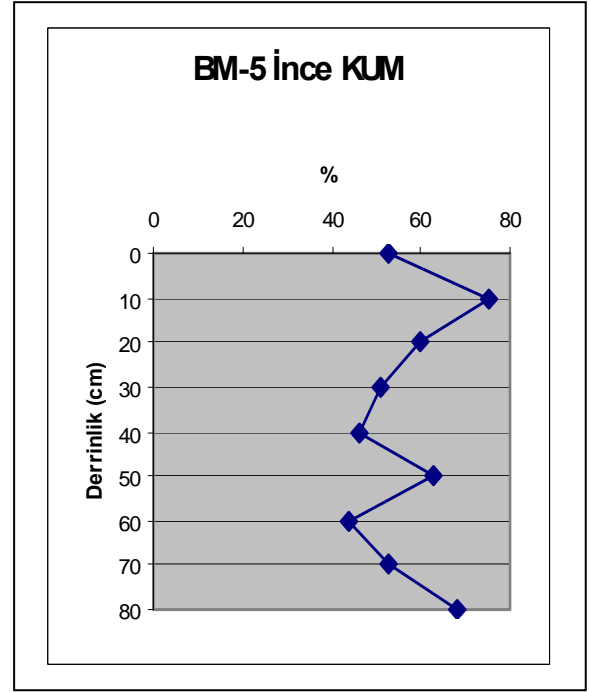
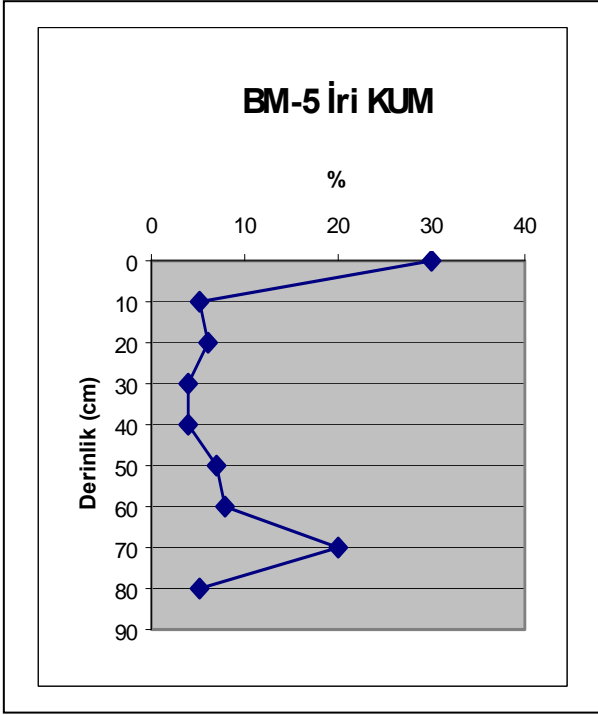
**ÖRNEKLERİN TANE BOYU DAĞILIM
GRAFİKLERİ**



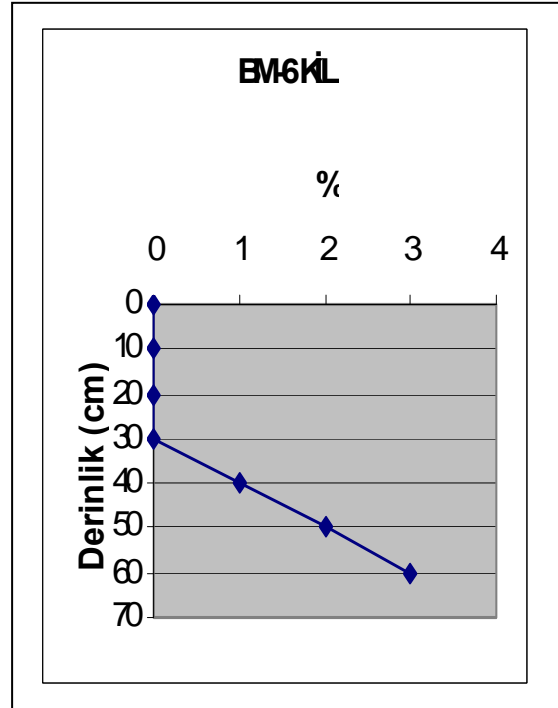
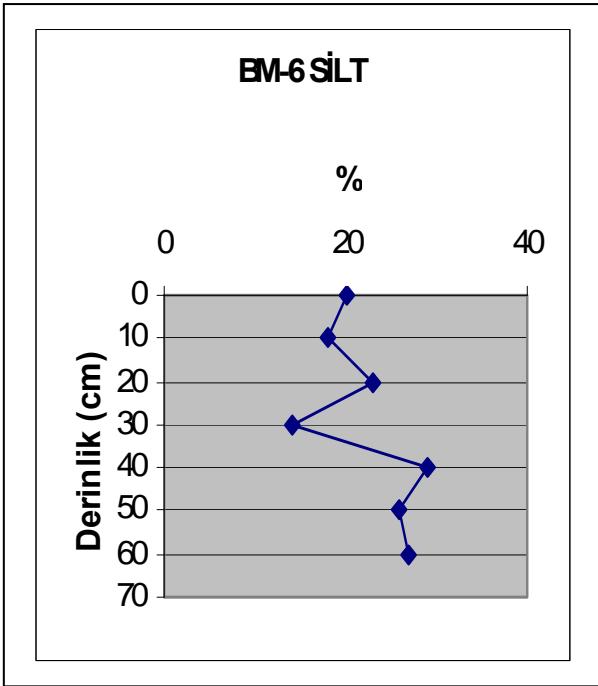
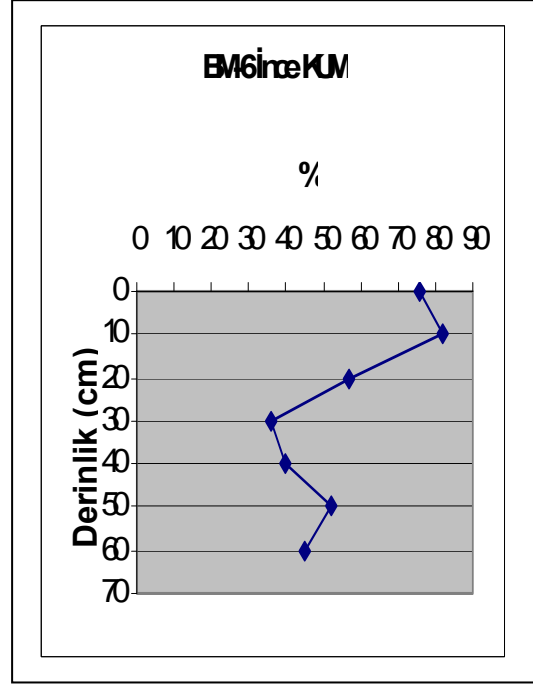
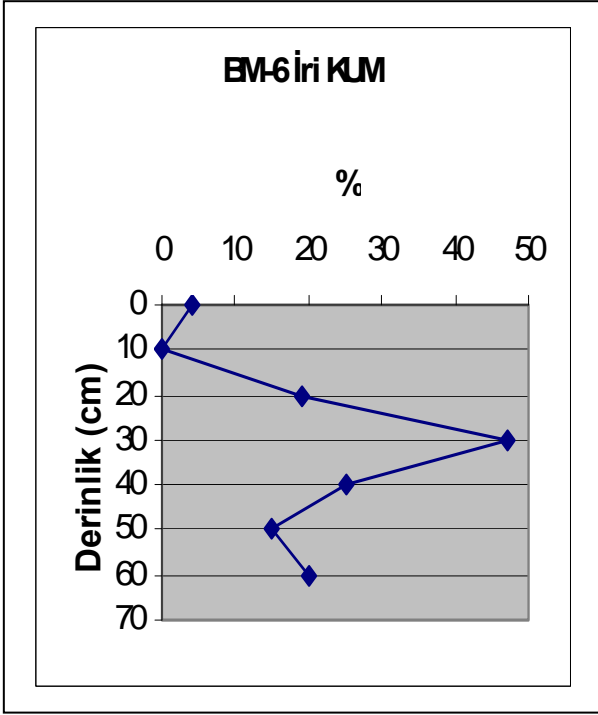
BM-1/2 : Sarıkemer (AYDIN)



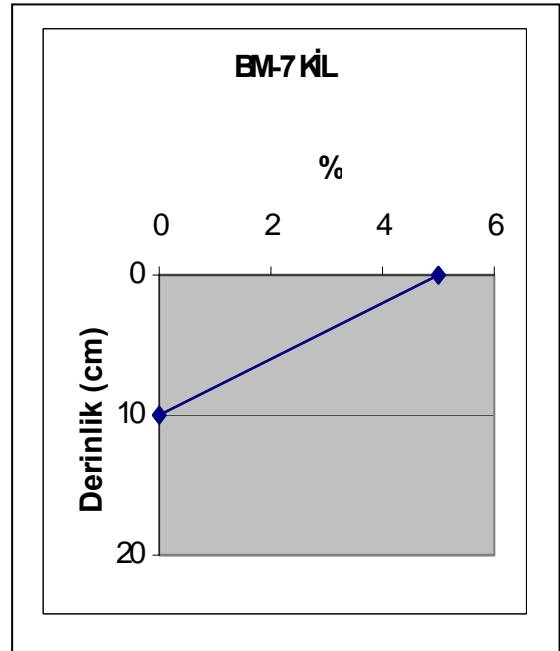
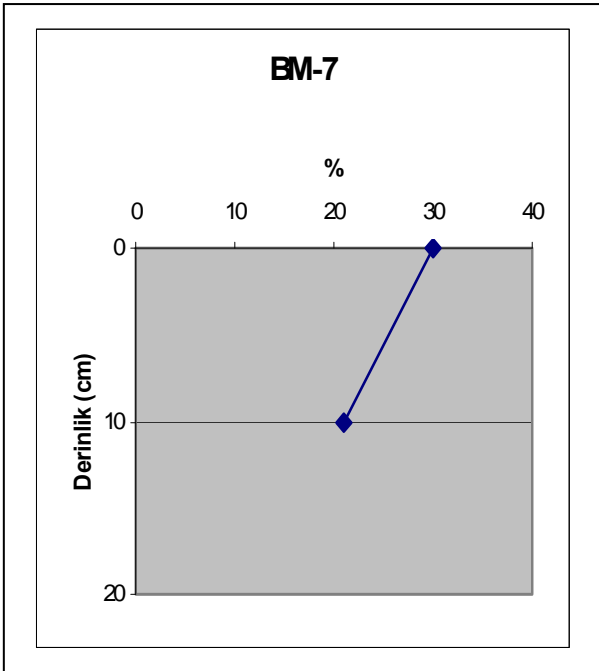
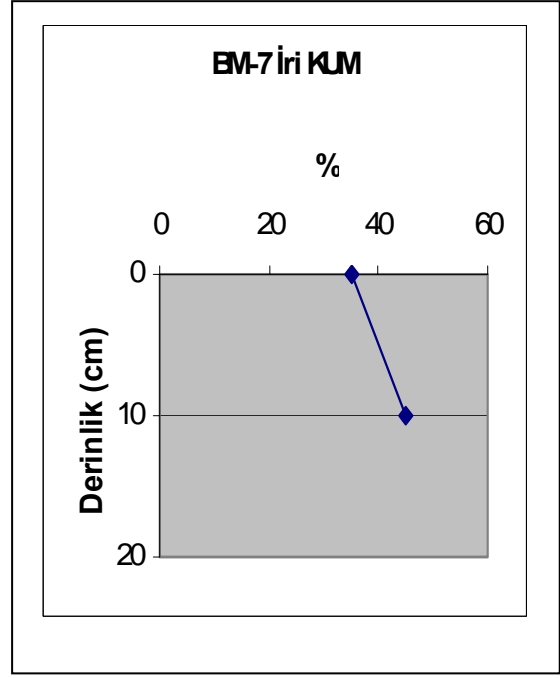
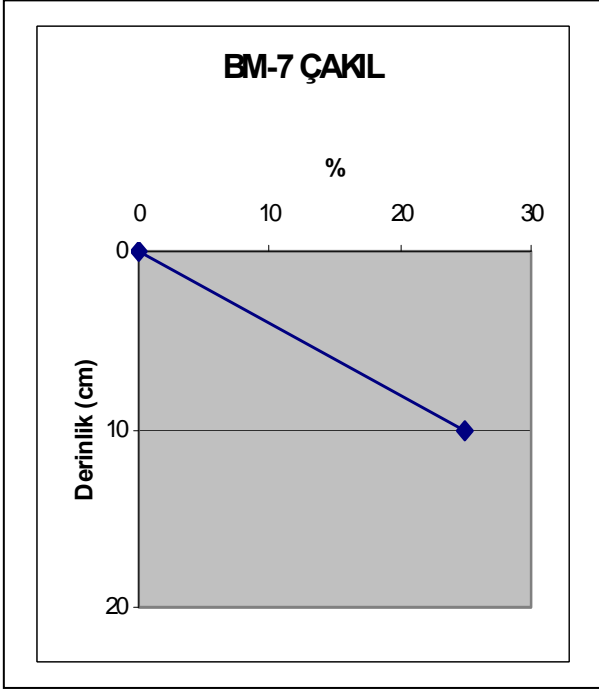
BM-4 Balat Köprüsü (Milet Harabeleri yakını –AYDIN)



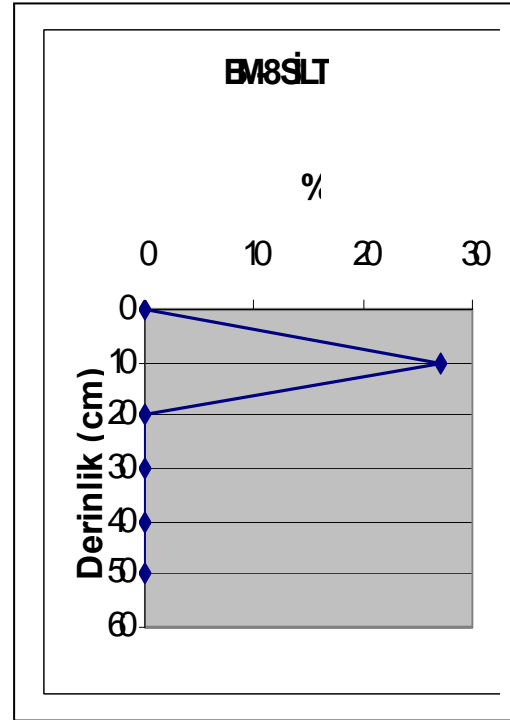
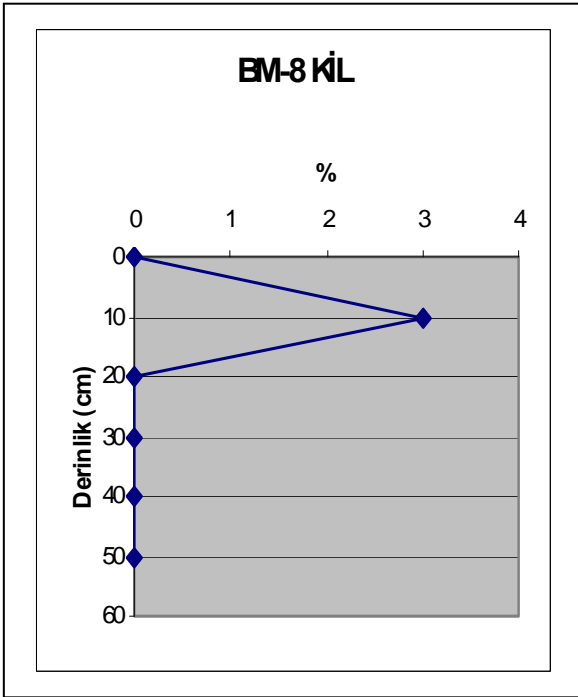
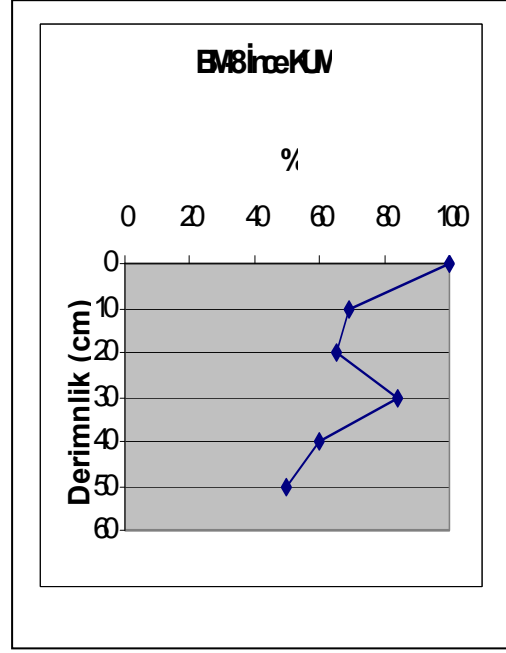
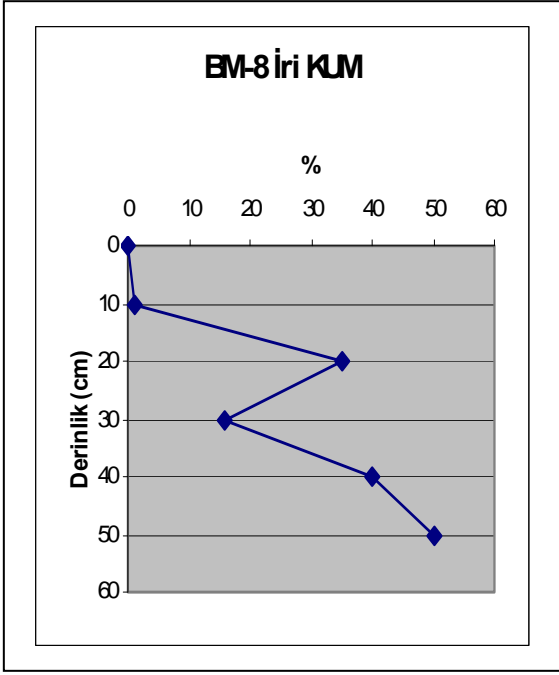
BM-5 Söke-Bağarası köprüsü (AYDIN)



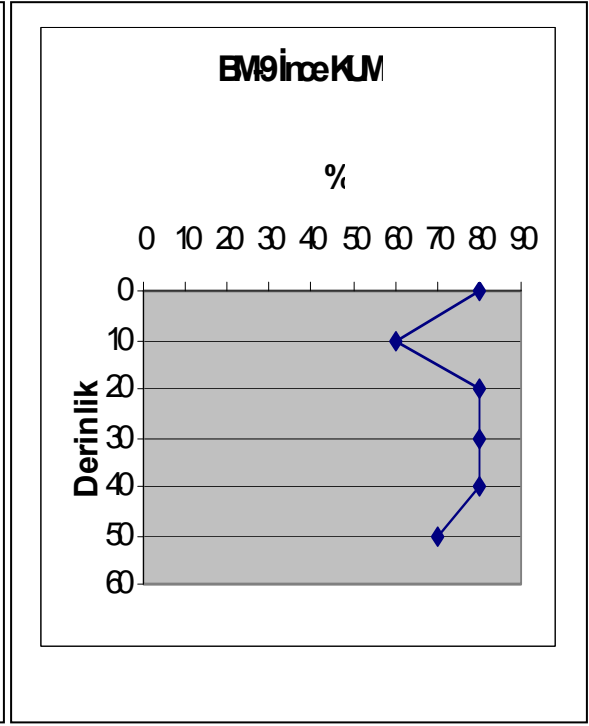
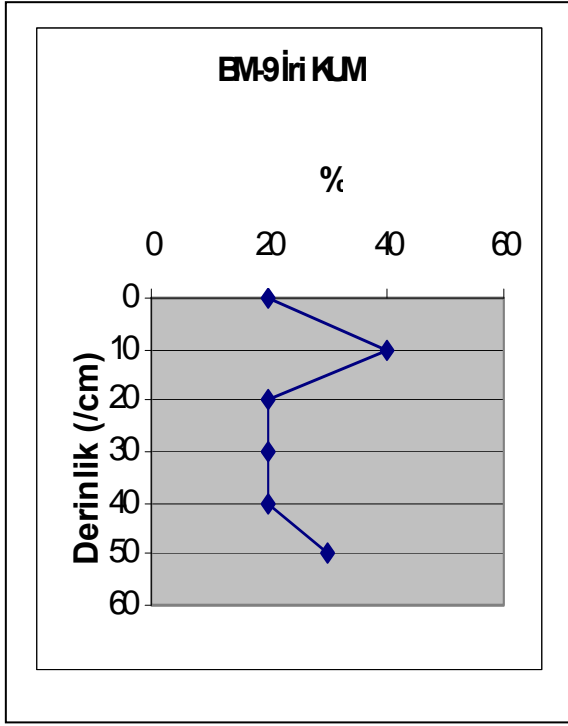
BM-6 Ovaeymir (Çakırbeyli Köprüsü AYDIN)



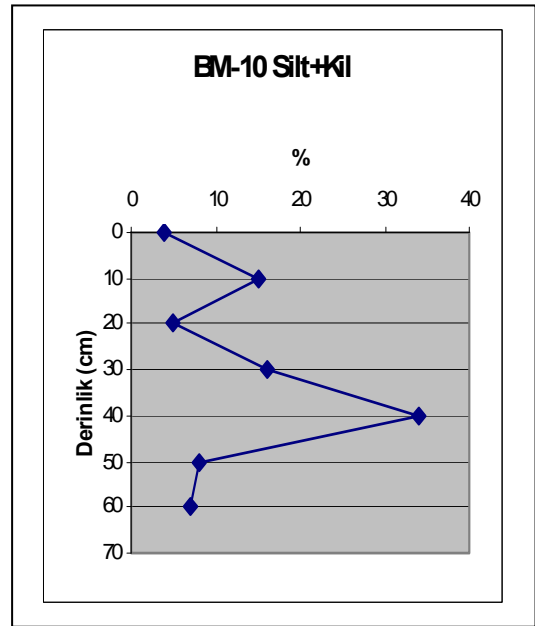
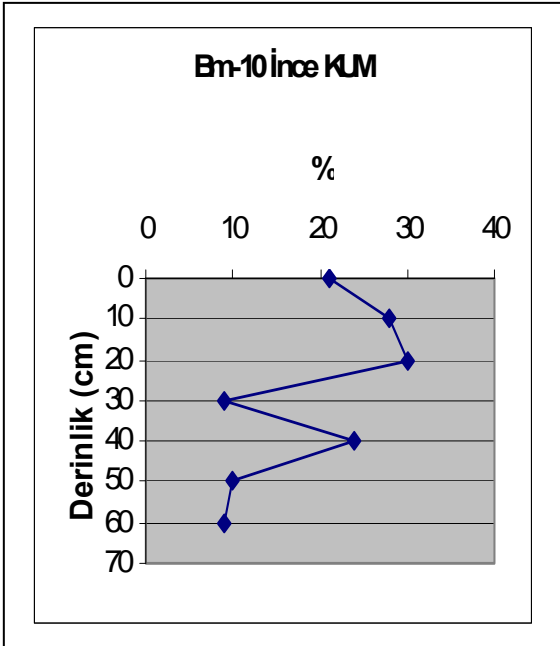
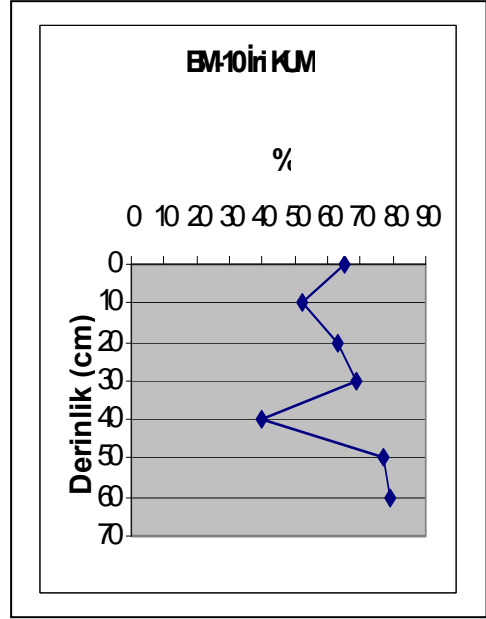
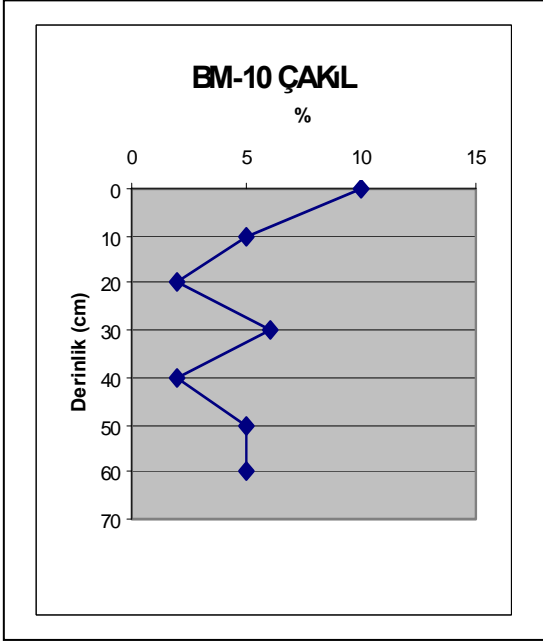
BM-7 Çiğ Çakıl



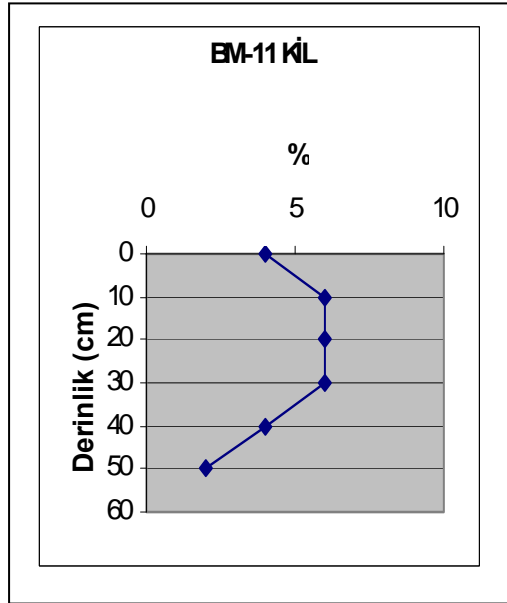
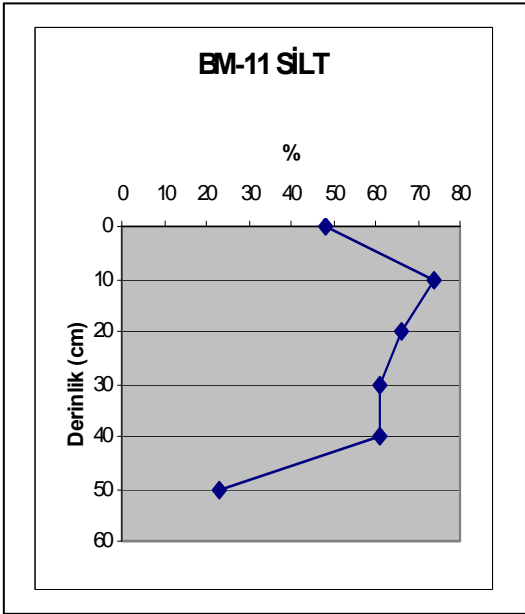
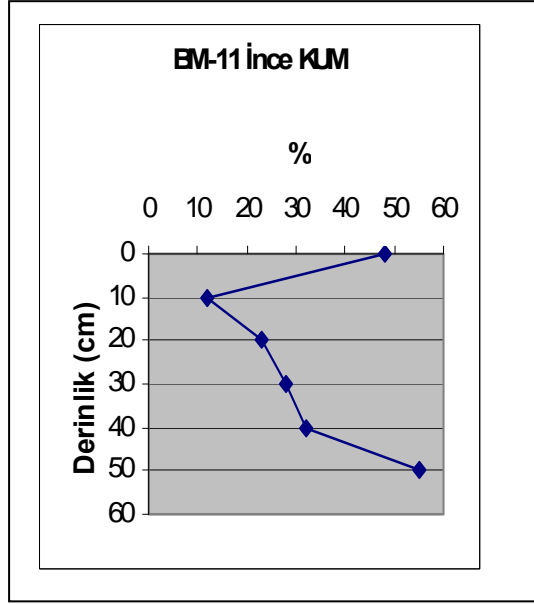
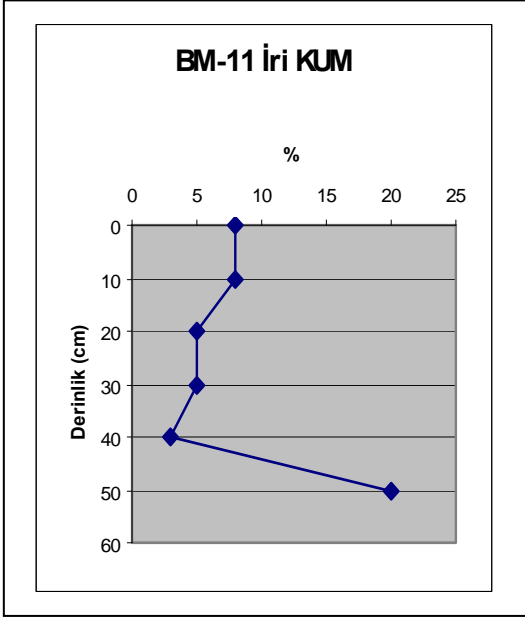
BM-8 Çine Çayı ile Büyük Menderes nehri birleşim yeri



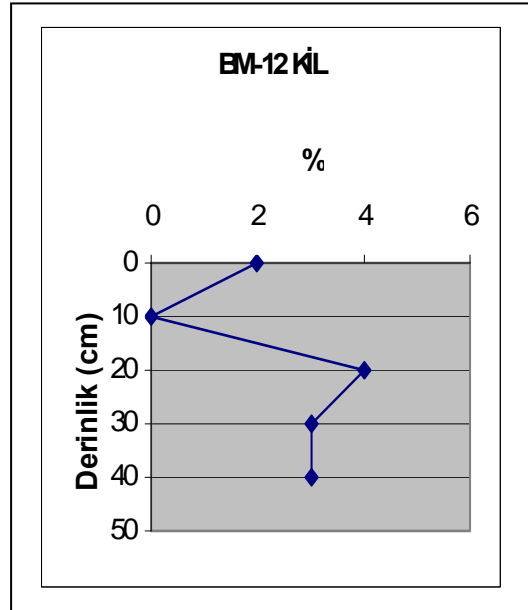
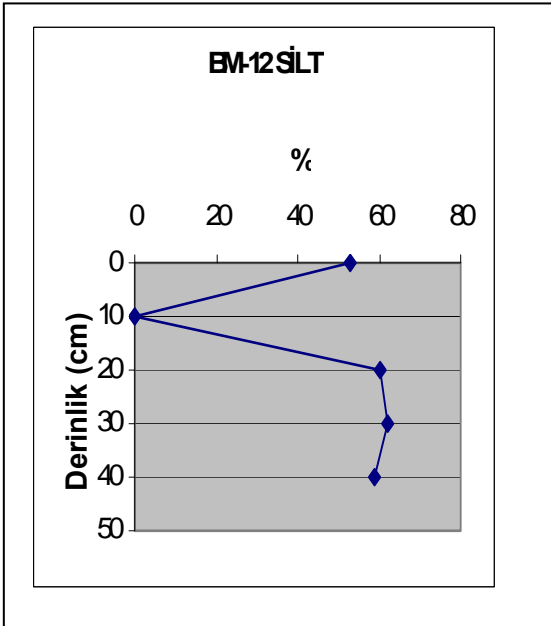
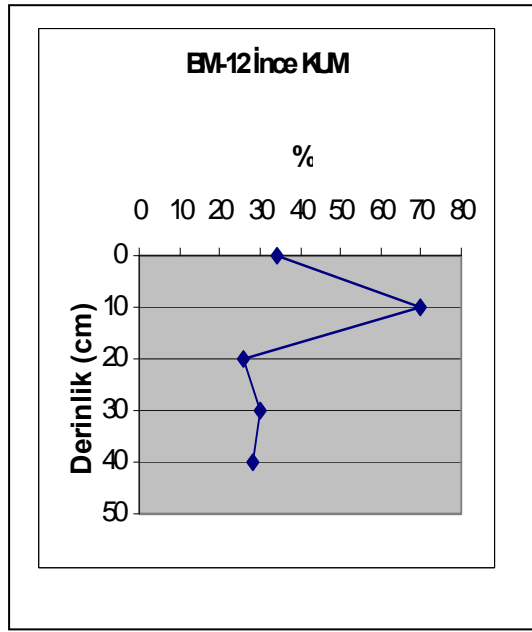
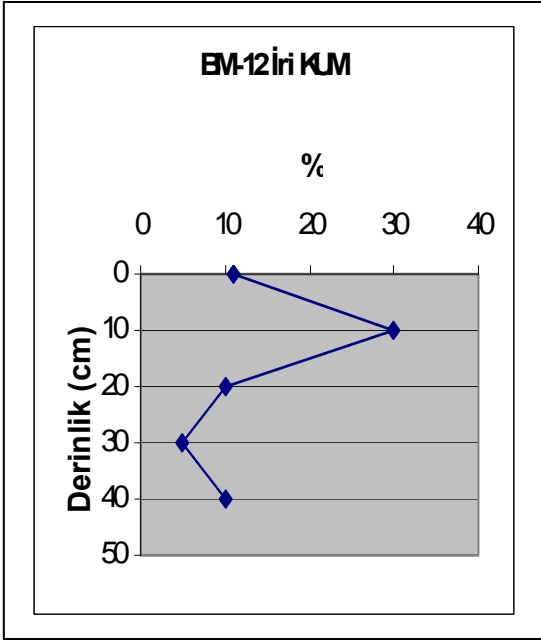
BM-9 Çine çayı ile BM nehri bileşim noktasını 200m geçince



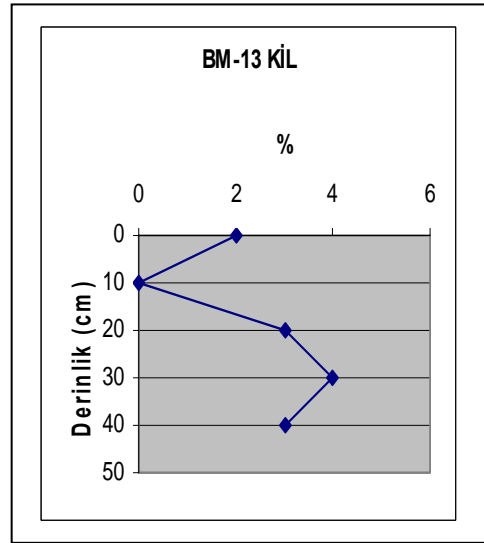
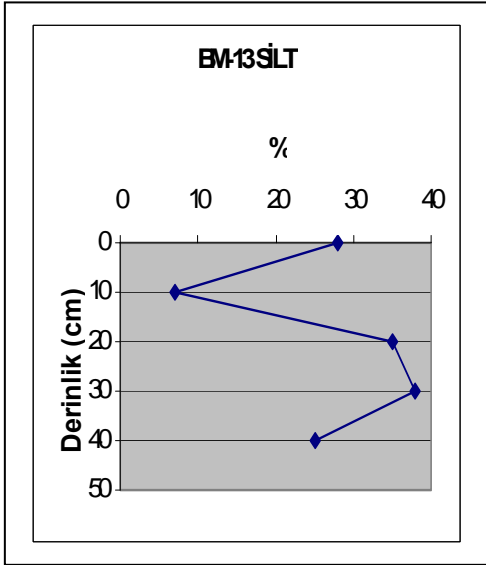
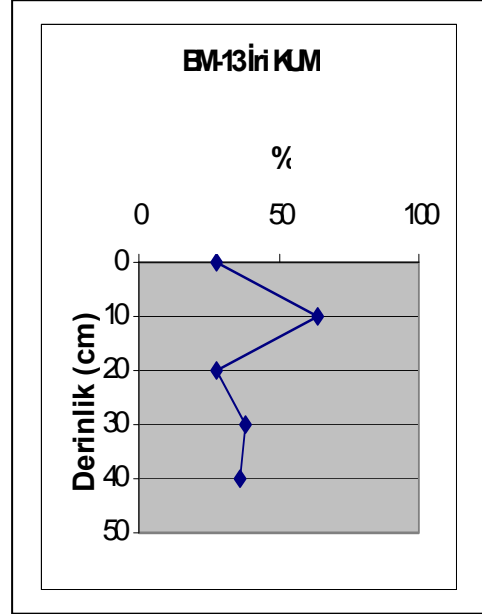
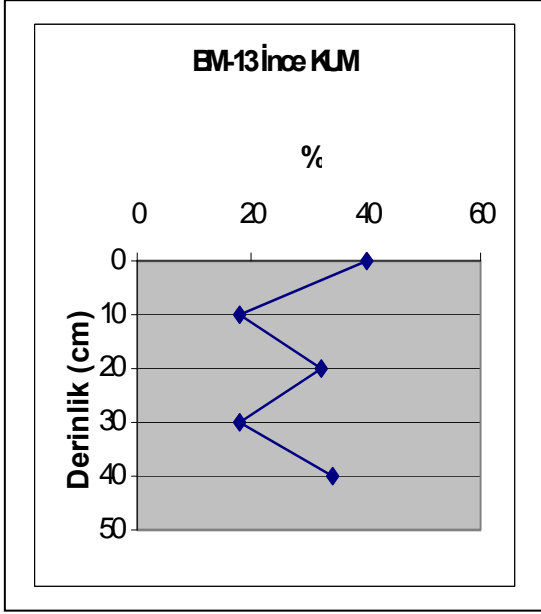
BM-10 Koçarlı İncirliova köprüsü AYDIN



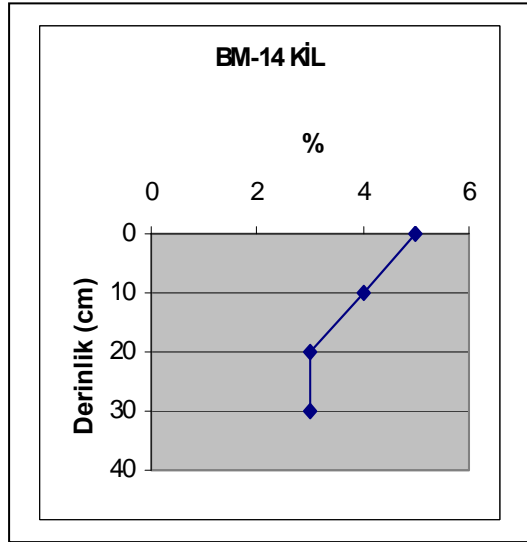
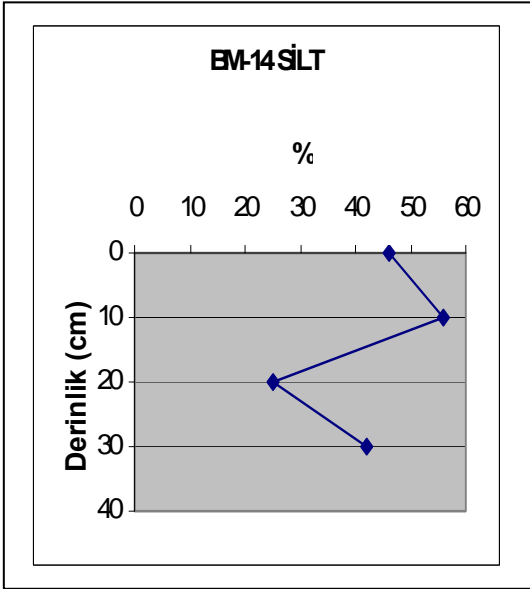
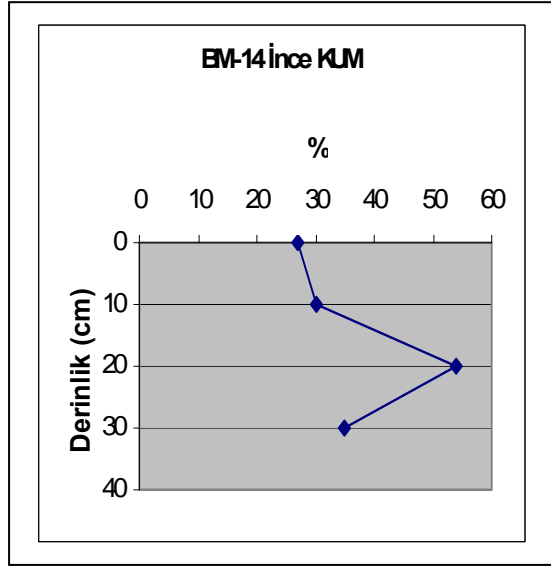
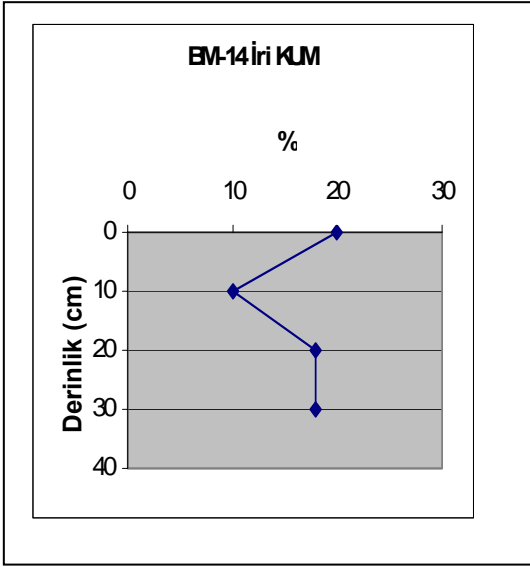
BM-11 Koçarlı-İncirliova köprüsünü 700m geçince



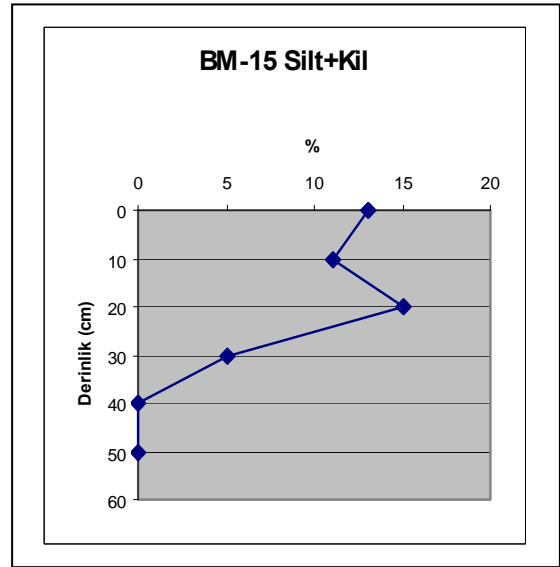
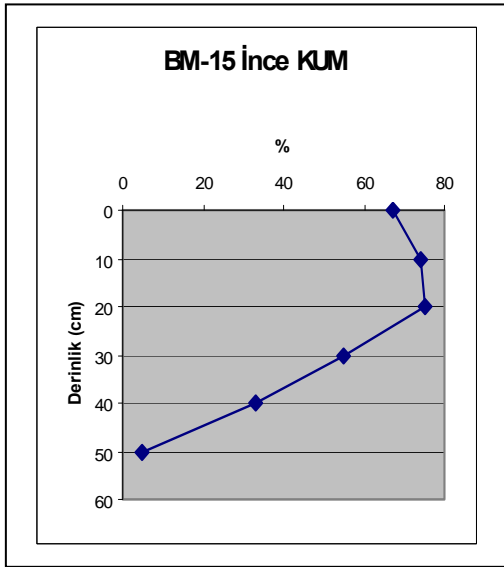
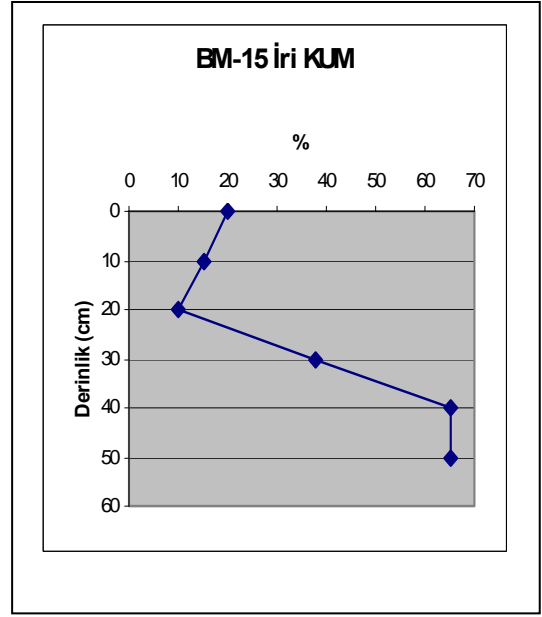
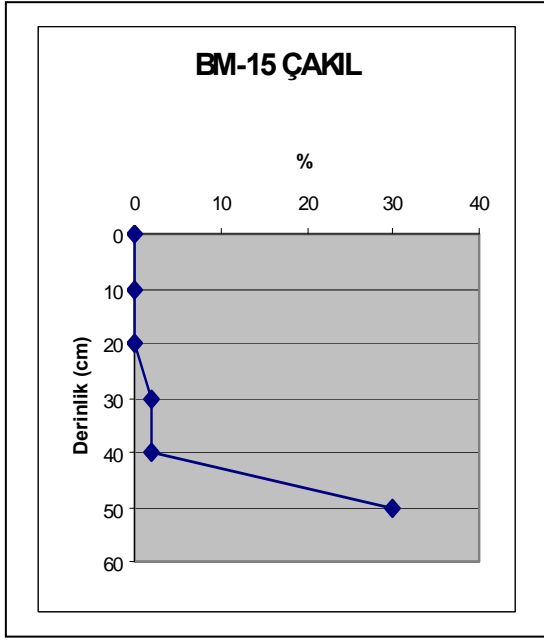
BM-12 Yenipazar Köprüsü AYDIN



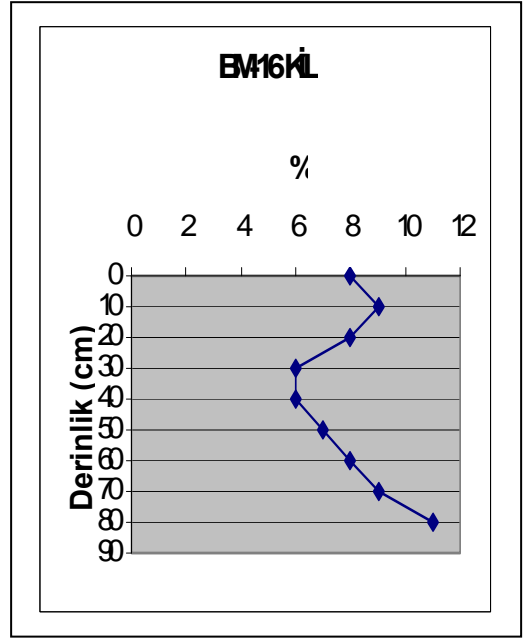
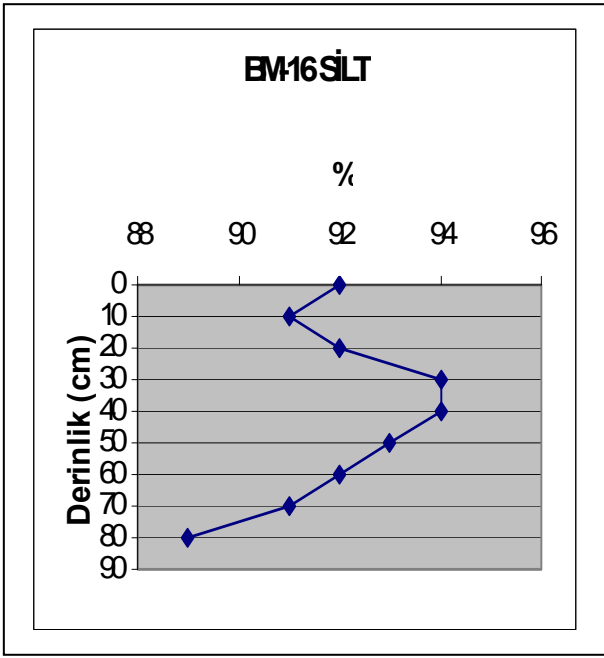
BM-13 BM nehri ile Akçay nehri birleşim noktası



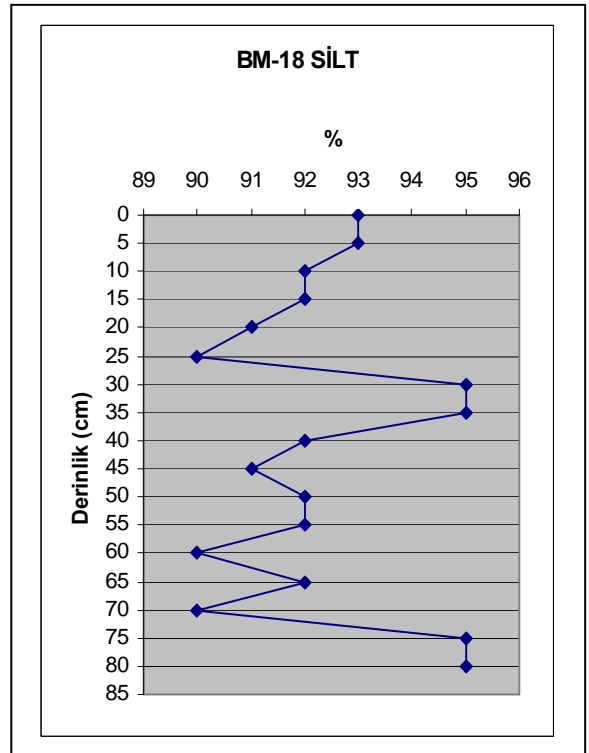
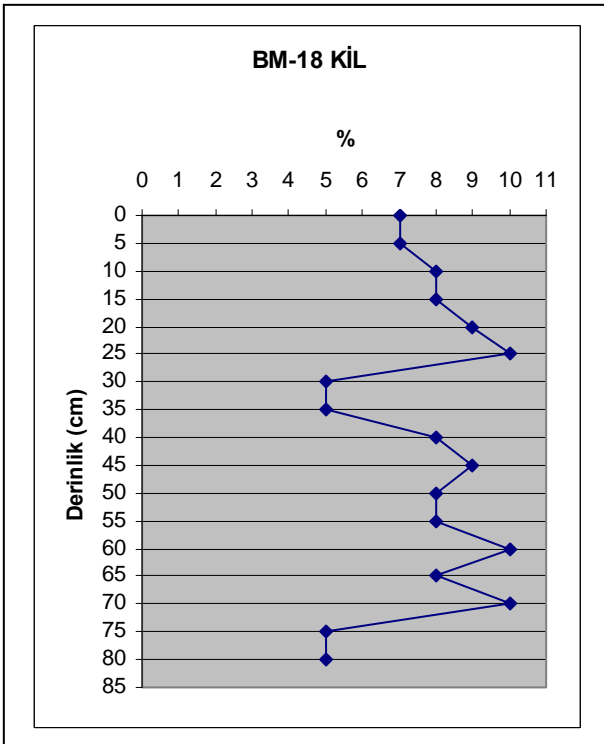
BM-14 Akçay nehri



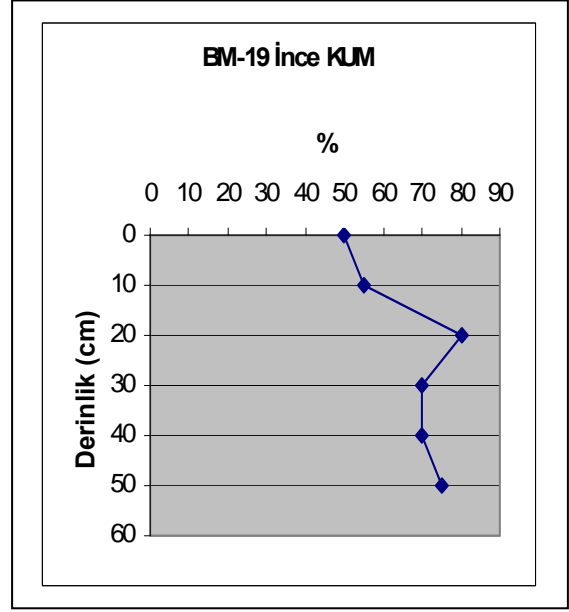
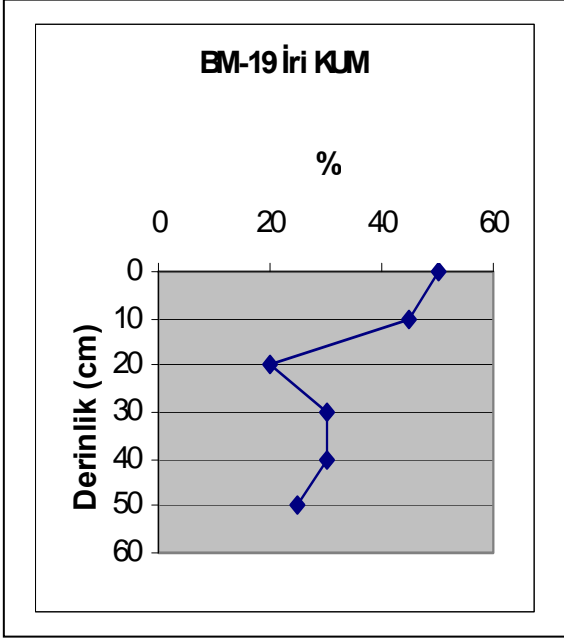
BM-15 Azizabat yol köprüsü



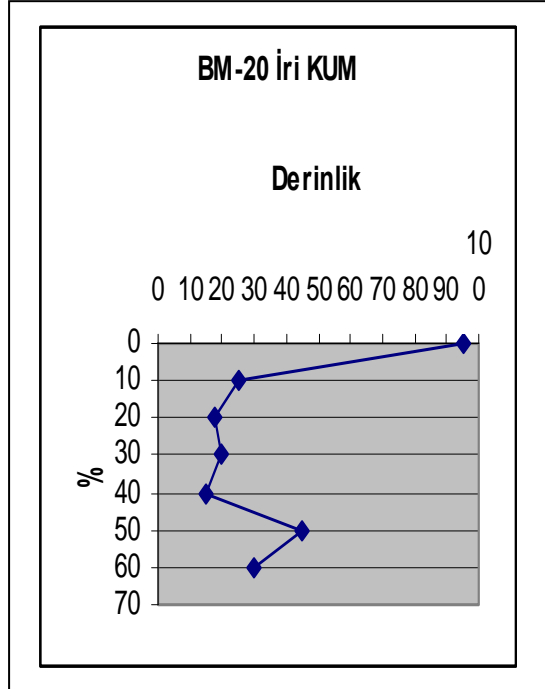
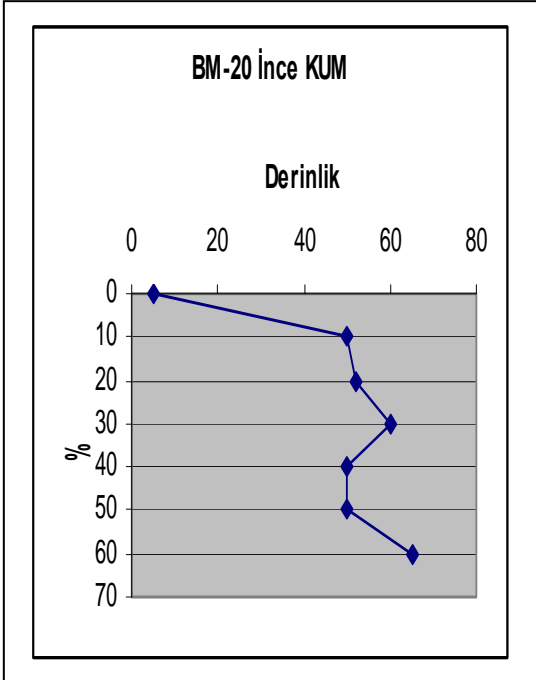
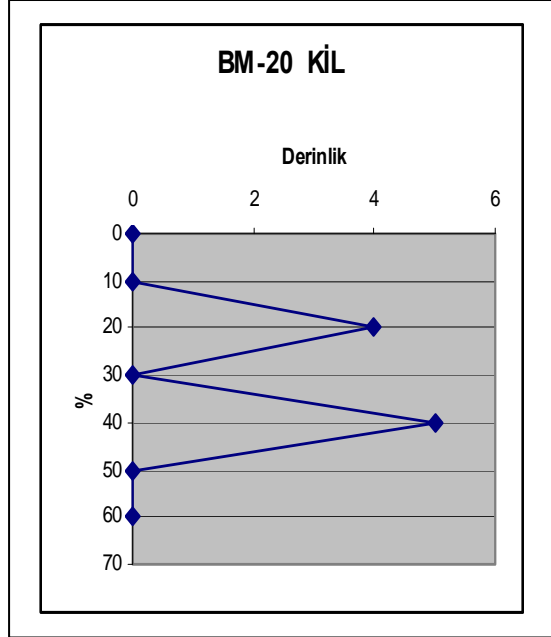
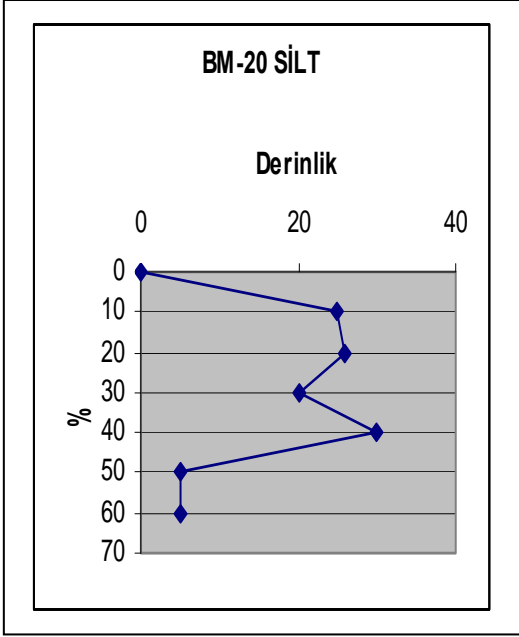
BM-16 Ege Denizi -DALYAN



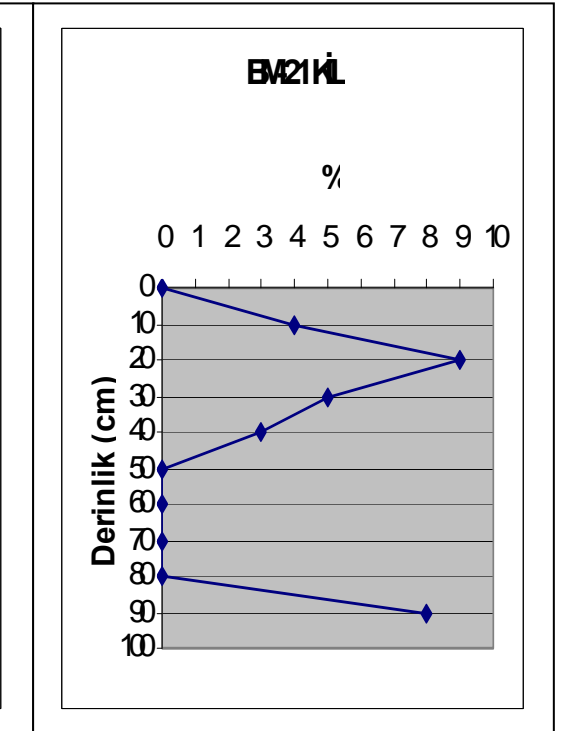
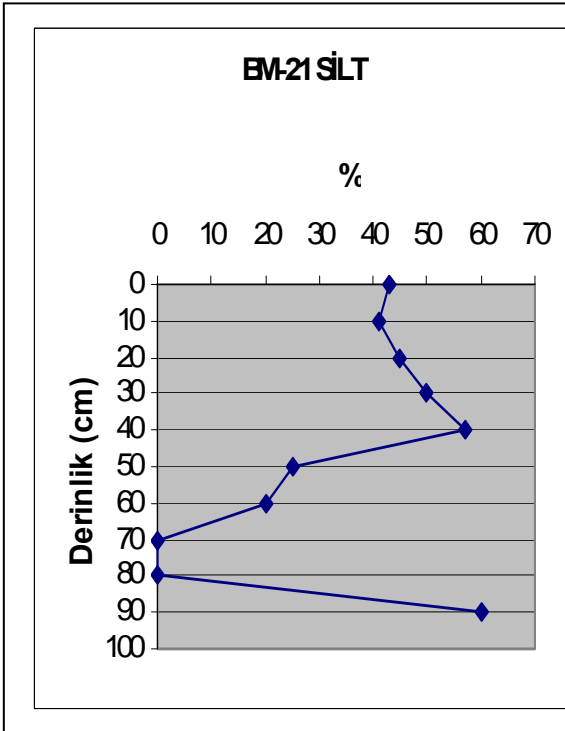
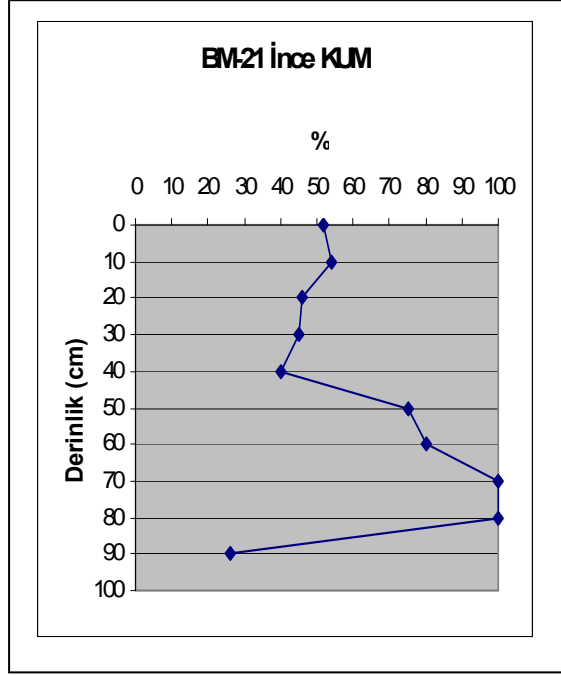
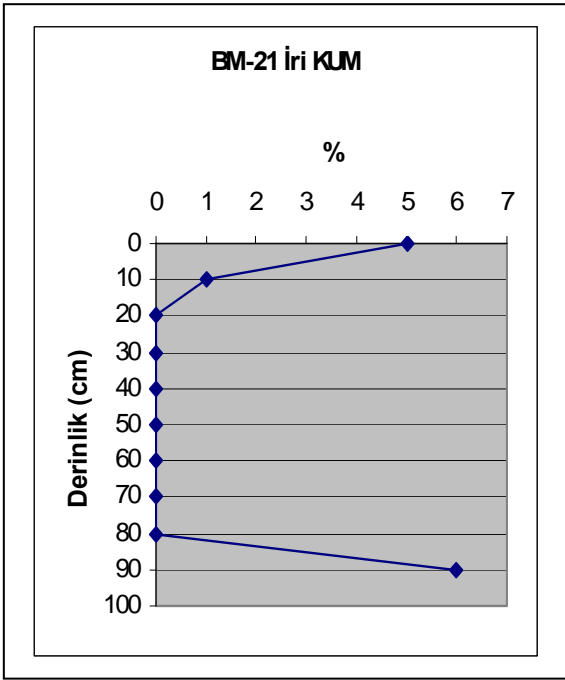
BM-18 Ege Denizi – DALYAN



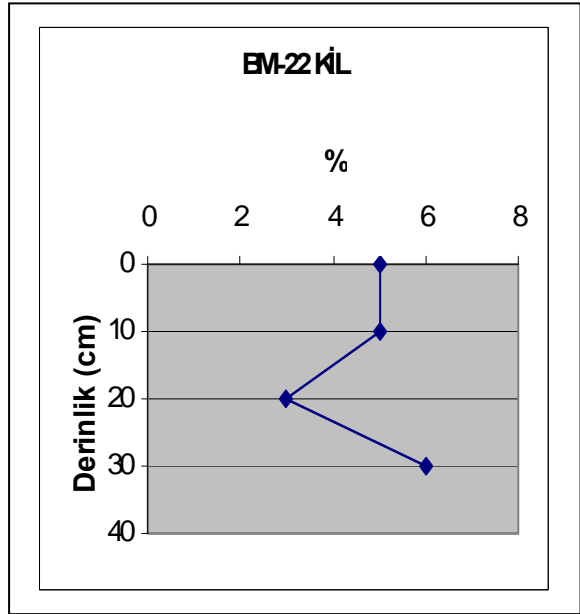
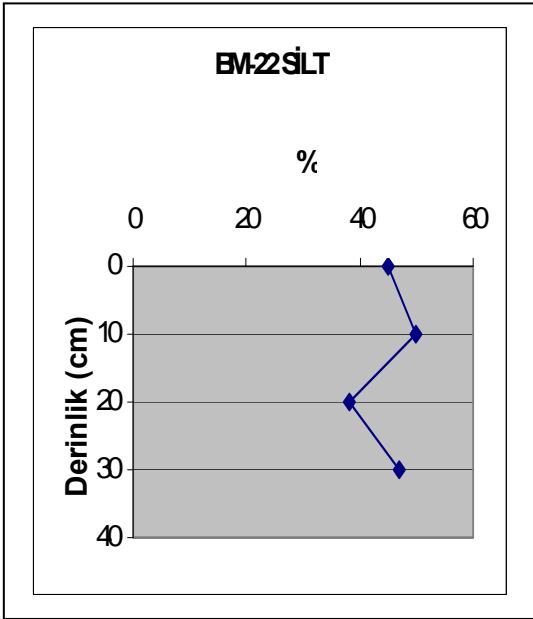
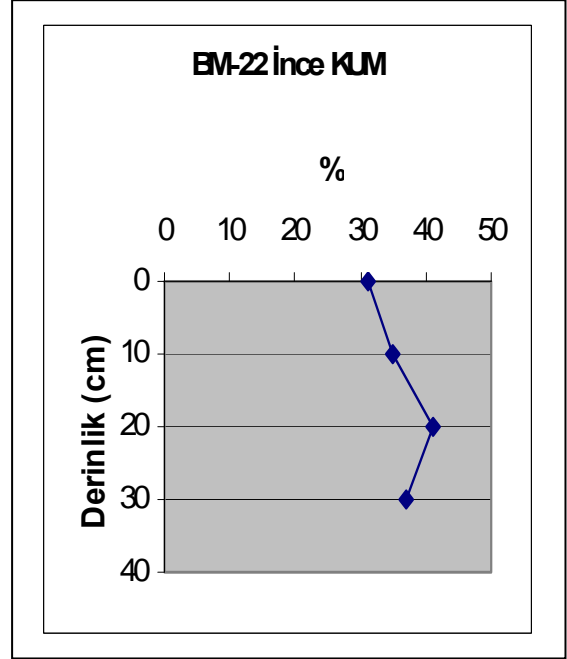
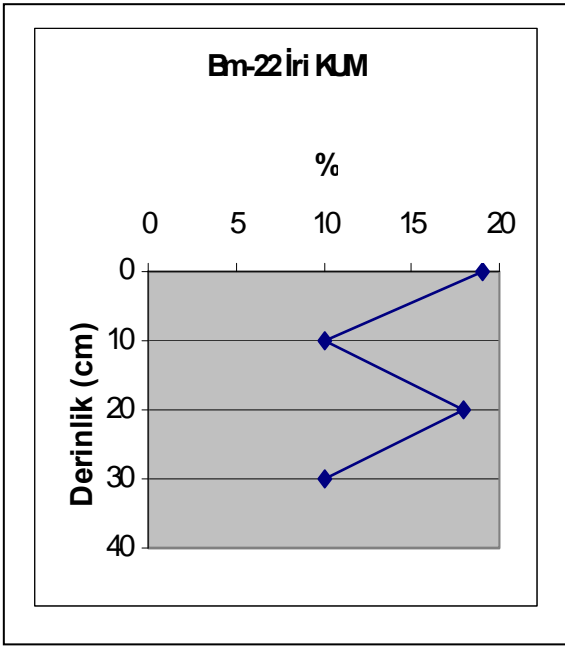
BM-19 Ege Denizi – DELTA (denize çıkış)



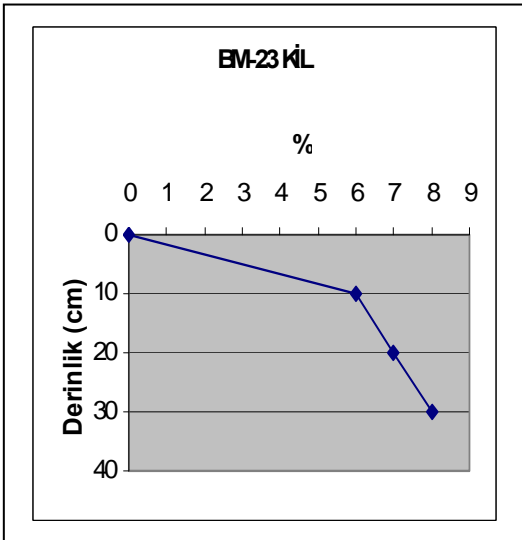
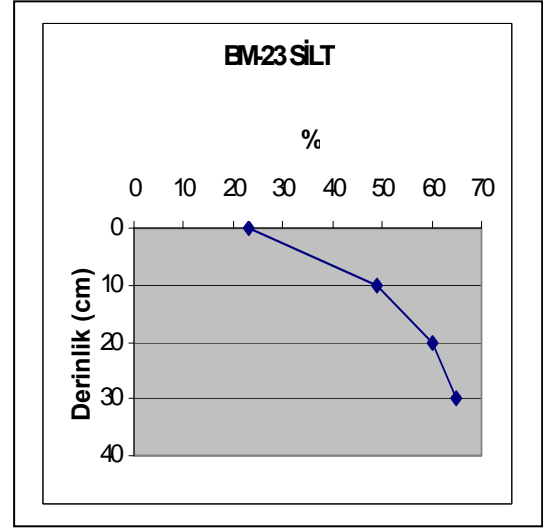
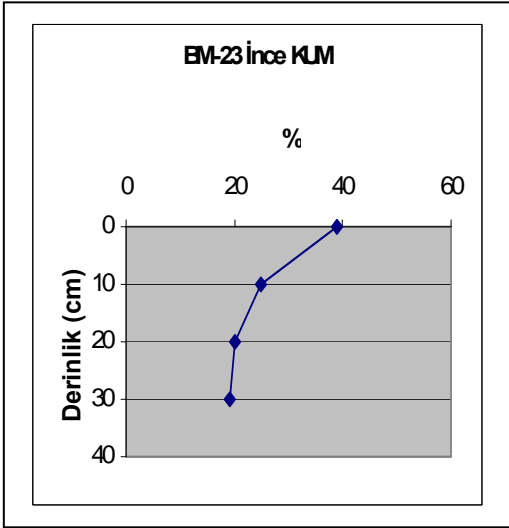
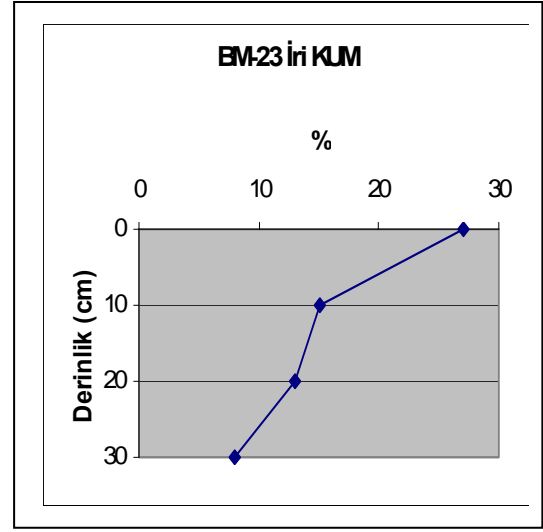
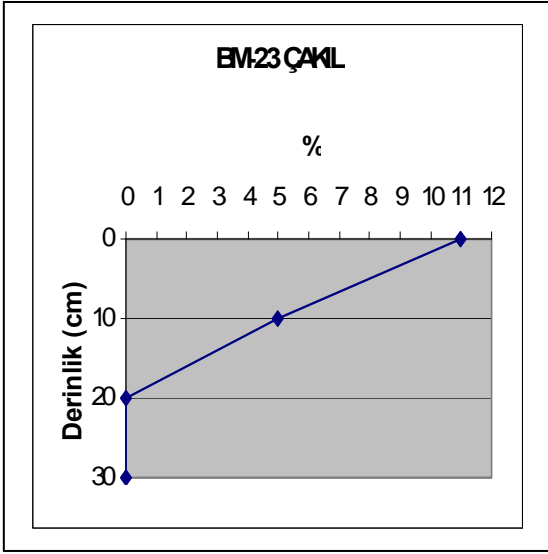
BM-20 Ege Denizi –DELTA -Kuzey



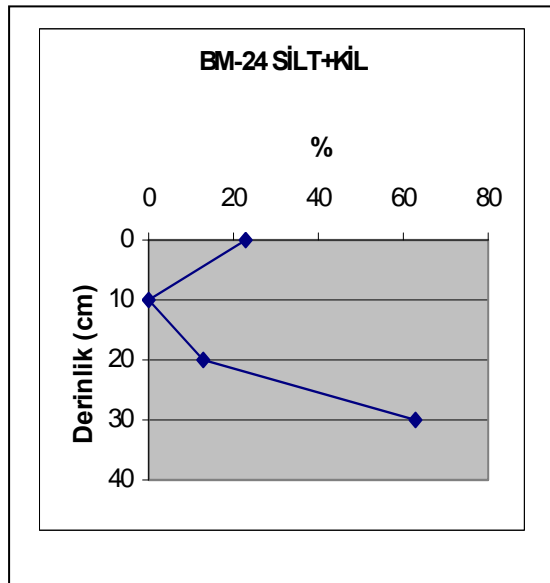
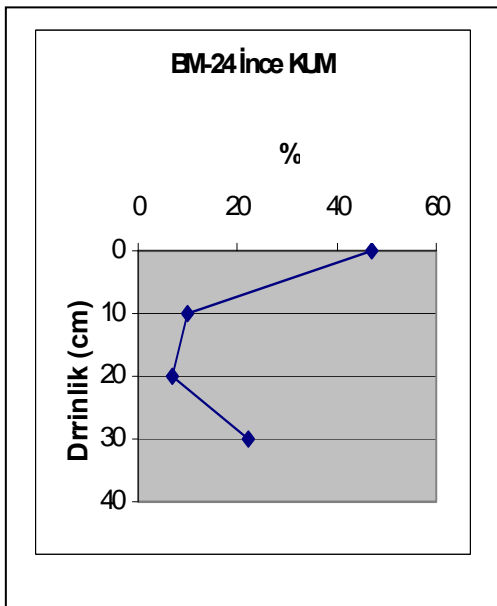
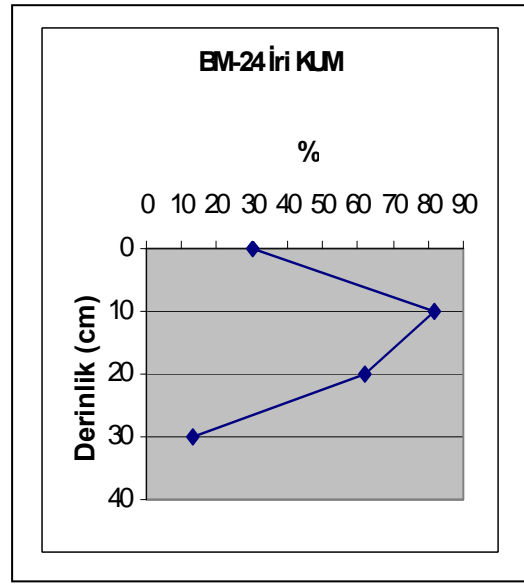
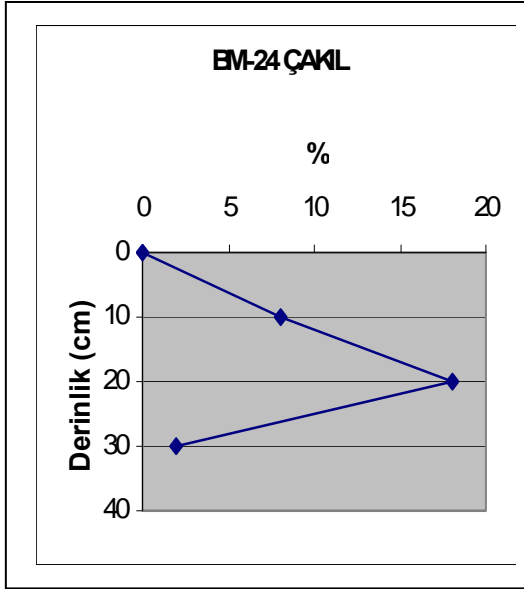
BM-21 Ege denizi-DELTA- Güney



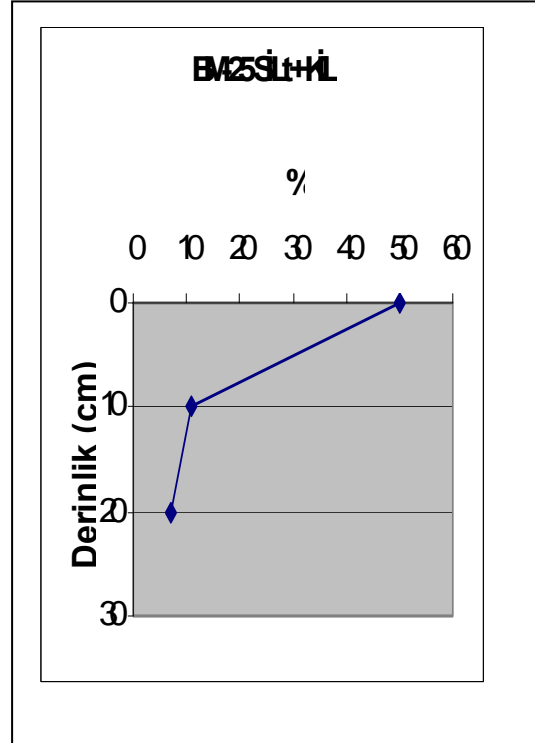
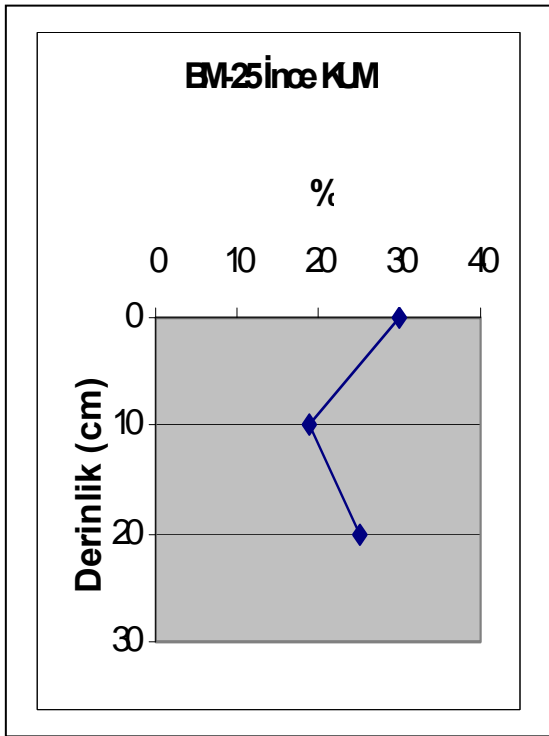
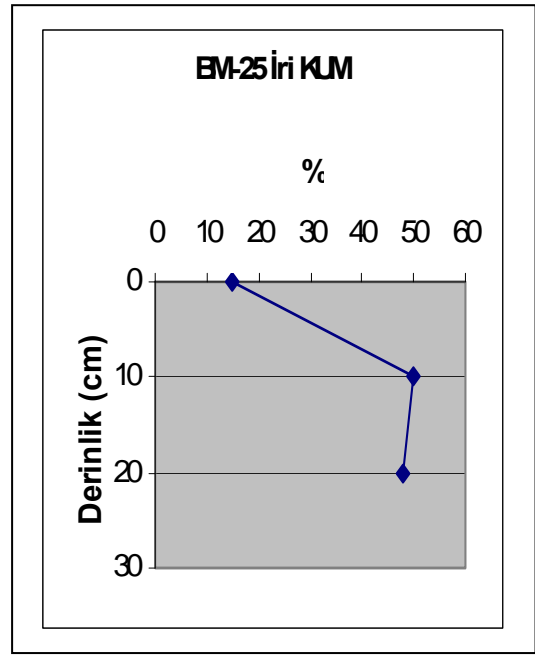
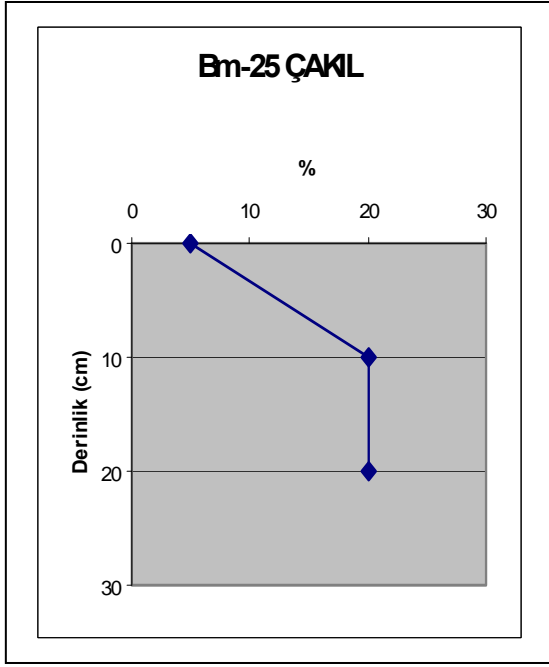
BM-22 BM nehri –DELTA dan 3km içeride



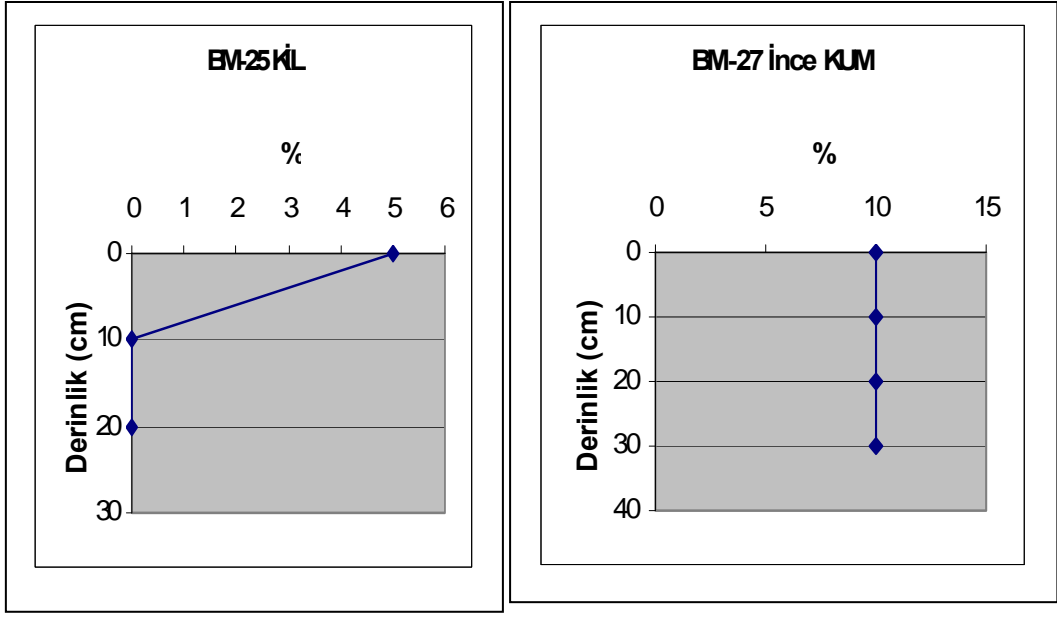
BM-23 Buharkent –Kızıldere köyü



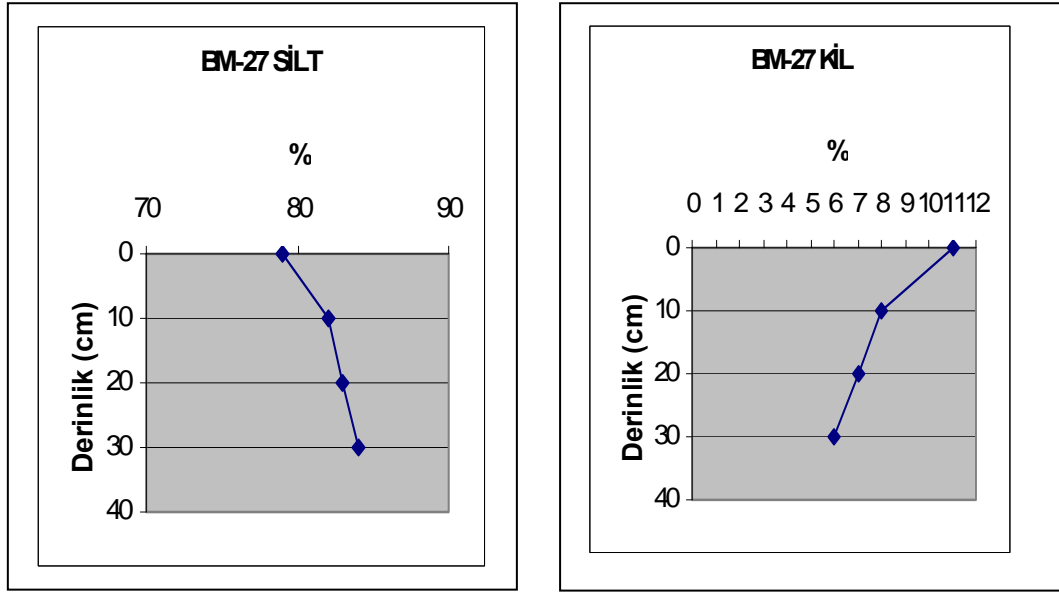
BM-24 Sarayköy –Menderes tekstil fabrikası önü



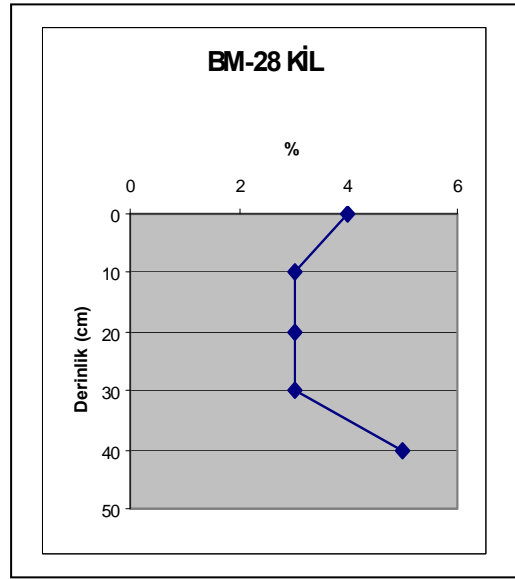
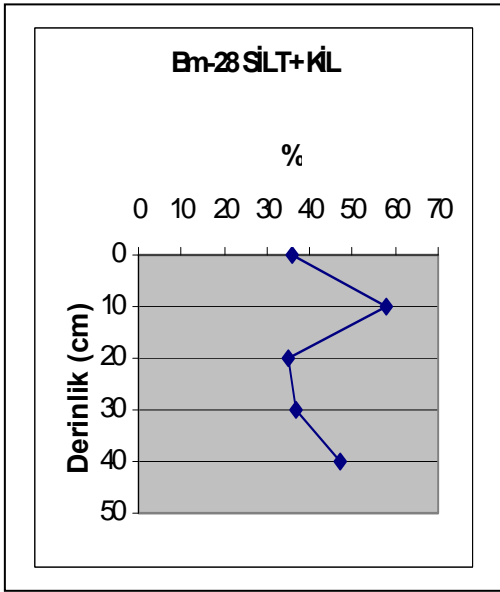
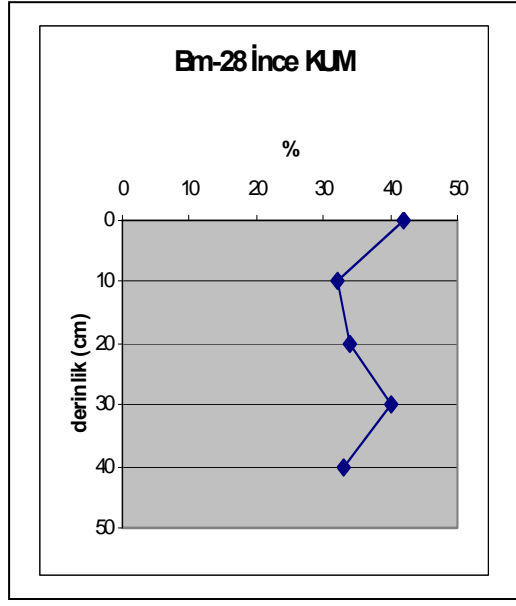
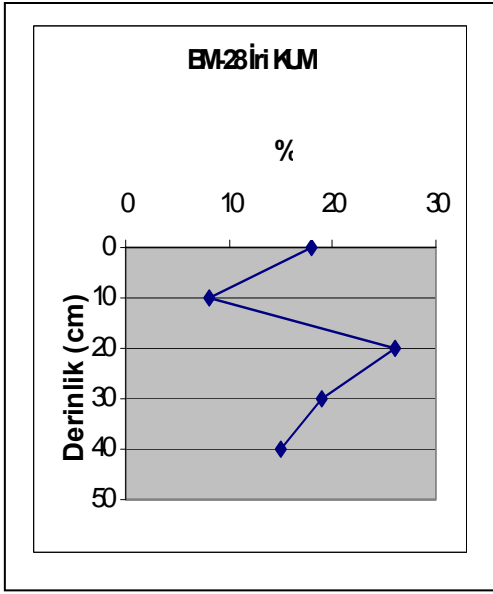
EM-25 Çürüksu Çayı



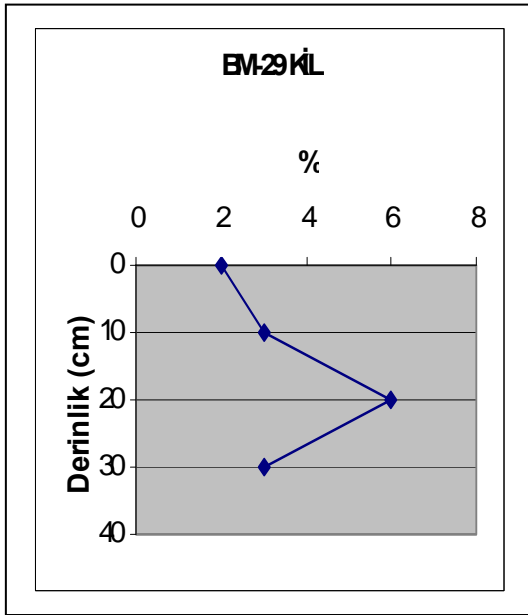
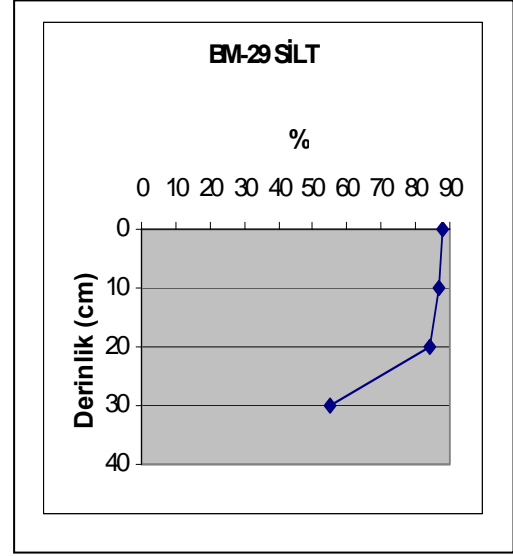
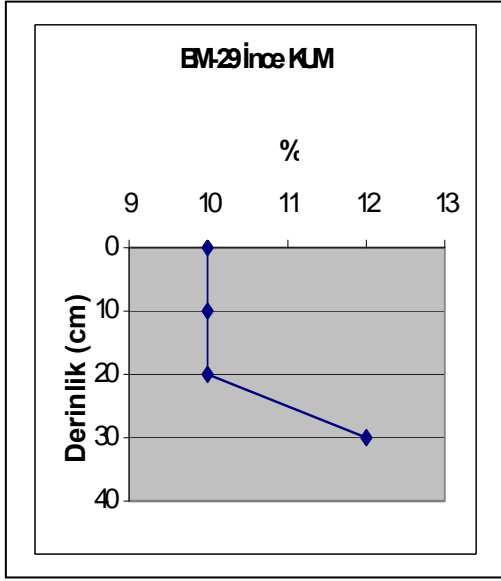
BM-25 Çürüksu çayı-Acımenderes köprüsü



BM-27 Çıtak –Çivril köprüsü (DENİZLİ)



BM-28 Gümüşsu köprüsü -DENİZLİ



BM-29 Kazancıdere Kazancı Köprüsü -UŞAK

