İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ELMALI HAVZASI KUZEY KESİMİNİN YÜZEY VE YERALTI SU KİRLİLİĞİ AÇISINDAN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jeo. Müh. Cemile KAYA

Anabilim Dalı : JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ

Programı : UYGULAMALI JEOLOJİ

HAZİRAN 2008

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ELMALI HAVZASI KUZEY KESİMİNİN YÜZEY VE YERALTI SU KİRLİLİĞİ AÇISINDAN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jeo. Müh. Cemile KAYA

(505031302)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 5 Mayıs 2008

Tezin Savunulduğu Tarih : 9 Haziran 2008

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. H. Tolga YALÇIN

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Remzi KARAGÜZEL

Yrd. Doç. Dr. N. Erdem ÜNAL

HAZİRAN 2008

ÖNSÖZ

Tez çalışmamın her aşamasında bilgi ve tecrübeleriyle bana yol gösteren, hiçbir konuda desteğini esirgemeyen danışman hocam değerli bilim adamı Sayın Yrd. Doç. Dr. H. Tolga YALÇIN 'a sonsuz teşekkür ederim.

Jeolojik çalışmalar sırasında yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen Jeoloji Mühendisi İsmail ERİŞ hocama, Jeoloji Yüksek Mühendisi Çiğdem KOROĞLU'na, Şehir Plancısı Arife YÜCEL'e, Yüksek Jeoloji Mühendisi Aydın BAKIR'a ve diğer tüm arkadaşlarıma yardımları ve destekleri için teşekkür ederim.

Arazi çalışmaları sırasında yardımlarını esirgemeyen Jeoloji Mühendisi Dr. Nejdet ÖZGÜL hocama ve Jeoloji Mühendisi Serdar AYDOĞAN'a teşekkür ederim.

Fen Bilimleri Enstitüsü çalışanlarına ve Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı öğretim üyeleri ve araştırma görevlilerine çalışmamın hazırlanması sırasında yardımlarını esirgemedikleri için teşekkür ederim.

Hiçbir zaman desteklerini ve sevgilerini esirgemeyerek bana güç veren değerli aileme ve Mikail DEMİRCİ'ye teşekkürlerimi sunarım.

Haziran, 2008 Cemile KAYA

İÇİNDEKİLER

TABLO LİSTESİ v

ŞEKİL LİSTESİ viii

ÖZET xi

SUMMARY xii

1. GİRİŞ 1

1.1. Çalışmanın Amacı, İçeriği Ve Yöntemi 1
1.2. Çalışmada Kullanılan Gereçler 2

2. İNCELEME ALANININ TANITILMASI 3

2.1. Coğrafik Konum ve Ulaşım 3
2.2. Yerleşim 5
2.3. Morfoloji ve Bitki Örtüsü 9
2.3.1. Morfoloji 9
2.3.2. Bitki Örtüsü 12
2.4. İklim ve Meteoroloji 16
2.4.1. Yağış, Sıcaklık ve Bağıl Nem 16
2.4.2. Buharlaşma 19
2.4.3. Meteorolojik Su Bilânçosu 27

3. ELMALI BARAJ GÖLÜ HAVZASI KUZEY KESİMİNİN GENEL JEOLOJİ ÖZELLİKLERİ 28

3.1. Önceki Çalışmalar 28
3.2. Bölgesel Jeoloji 29
3.3. İnceleme Alanının Jeolojisi 30
3.3.1. Kurtköy Formasyonu (Opk) 31
3.3.2. Aydos Formasyonu (Oa) 35
3.3.3. Kartal Formasyonu (Dk) 37
3.3.4. Trakya Formasyonu (Ct) 39
3.3.5. Çavuşbaşı Granodiyoriti (Kç) 40
3.3.6. Ömerli Formasyonu (Tö) , Sultanbeyli Üyesi (Tös) 42
3.3.7. Alüvyon (Qal) 43
3.4. Yapısal Jeoloji 44

4. HİDROLOJİ VE HİDROJEOLOJİ 45

4.1. Hidroloji 45
4.1.1. Giriş 45
4.1.2. Su Noktaları 45

4.1.2.1. Akarsular ve Drenaj Ağı 48
4.1.2.2. Baraj Gölü 51
4.1.2.3. Kaynaklar 54
4.1.2.4. Adi Kuyular 55
4.2. Hidrojeoloji 55
4.2.1. Hidrojeolojik Ortamlar 55
4.2.1.1. Geçirimli Taneli Ortam (Gçt) 56
4.2.1.2. Az Geçirimli Çatlaklı Kaya Ortam (Gçk) 57
4.2.2. Yeraltı Su Düzeyi 57
4.2.3. Yeraltısuyu Kalitesi 57
5. İNCELEME ALANINDAKİ YÜZEY VE YERALTI SULARININ SU KİMYASI 58
5.1. Yüzey ve Yeraltı Suları 58
6. ELMALI HAVZASI SU KİRLİLİĞİ 73
7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 90
KAYNAKLAR 93
EKLER 99
ÖZGEÇMİŞ 139

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1 : Elmalı Havzasında 1985–2000 Yılları Arasında Nüfus Artışı 6
Tablo 2.2 : İnceleme Alanında Bulunan Yerleşimlerin Nüfus Figürleri.....6
Tablo 2.3 : Çalışma Alanının Ana Morfolojik Şekilleri Analizinin Tablosu. 11
Tablo 2.4 : Elmalı Havzası Orman Alanları.....12
Tablo 2.5 : Elmalı Havzası Orman Alanlarının İşletme Şekilleri.....13
Tablo 2.6 : Elmalı Havzası Özel Orman Alanları.....13
Tablo 2.7 : Elmalı Havzası Kent Ormanları.....13
Tablo 2.8 : Elmalı Havzası Orman İçi Rekreasyon Alanları.....14
Tablo 2.9 : Elmalı Havzası İstanbul Sınırları İçi 2/B Alanları 16
Tablo 2.10 : Göztepe meteoroloji istasyonu meteorolojik verileri (1975 – 2004). ...18
Tablo 2.11 : Aylık ortalama atmosfer üstü güneş enerjisi değerleri.....20
Tablo 2.12 : Aylık ortalama astronomik güneşlenme süresi. 21
Tablo 2.13 : Aylık ortalama güneşlenme süresi (saat, dakika).....21
Tablo 2.14 : Buharlaşma yüzeyinin yansıma katsayısı 22
Tablo 2.15 : PENMAN yöntemi ile hazırlanmış potansiyel buharlaşma hesap tablosu 25
Tablo 2.16 : PENMAN yöntemi ile hesaplanmış gerçek buharlaşma değerleri ve su bilançosu.....26
Tablo 4.1 : İnceleme alanında yer alan yerüstü ve yeraltı su noktaları.....46
Tablo 4.2 : Çalışma Alanında Kademelerine ve Akış Yönlerine Göre Dere Listesi .48
Tablo 4.3 : 1994–2005 Yıllarında Rezervlere Gelen Aylık Su Miktarları (Milyon m^3) ve Elmalı Baraj Gölü'nün Payı.....49
Tablo 4.4 : 1999–2005 Yıllarında Rezervlerden Çıkan Aylık Su Miktarları (Milyon m^3) ve Elmalı Baraj Gölü'nün Payı.....50
Tablo 4.5 : Elmalı Barajları'nın Karakteristik Özellikleri 52
Tablo 4.6 : Elmalı Baraj Gölü Havzası'nı Besleyen Belli Başlı Dereler 52
Tablo 4.7 : İstanbul'un Mevcut Su Kaynakları Tablosu 53
Tablo 4.8 : İnceleme Alanında Yeralan Kaynaklar 54
Tablo 4.9 : İnceleme Alanında Yeralan Adi / Taş Örgü Kuyular.....55

Tablo 4.10 : İnceleme Alanını Oluşturan Jeolojik ve Hidrojeolojik Ortamlar.....56
Tablo 5.1 : İnceleme alanından alınan sularının katyon içerikleri.....59
Tablo 5.2 : İnceleme alanından alınan sularının anyon içerikleri.....59
Tablo 5.3 : İnceleme alanından alınan sularının minör element içerikleri.....61
Tablo 5.4 : Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (2004).....63
Tablo 5.5 : Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğine göre suların kalitesi. 64
Tablo 5.6 : Türk Standartlarına göre içme suyunda tavsiye edilen ve maksimum izin verilen değerler. 67
Tablo 5.7 : Elmalı havzası kuzey kesiminden alınan su numunelerinin arazide ölçülen özellikleri. 68
Tablo 6.1 : İstanbul İli Su Rezervuarlarında Pestisit Kullanımı.....74
Tablo 6.2 : Elmalı Havzası 2001–2002 Yılı Ölçüm Değerleri ve Su Kalite Sınıfları75
Tablo 6.3 : Elmalı Havzası 2003–2004 Yılı Ölçüm Değerleri ve Su Kalite Sınıfları76
Tablo 6.4 : Göl Ham Sularına Ait Toplam Koliform Bakterisi Ölçümleri 78
Tablo 6.5 : Elmalı Seddeleri Ölçüm Sonuçları.....80
Tablo 6.6 : Havzalardaki Yerleşilebilir Alanlar 80
Tablo 6.7 : Koruma Kuşaklarına Göre Sanayi Tesislerinin Dağılımı.....81
Tablo 6.8 : İstanbul'a Su Sağlayan Kaynakların SKKY'e Göre Sınıflandırılması ...82
Tablo 6.9 : İstanbul Elmalı Havzasında Toplam $BOİ_5$, Azot ve Fosfor Kirlilik Yükleri 82
Tablo 6.10 : Elmalı Havzasında Nüfusa Bağlı Olarak Meydana Gelen Evsel Kirlilik Yükleri 83
Tablo 6.11 : Uluslararası İktisadi Faaliyet Sınıflandırmasına Göre Elmalı Havzasındaki Endüstri Dağılımı.....84
Tablo 6.12 : Elmalı Havzası'nda Toprak Numunelerindeki Ağır Metal Ölçümleri ve Müsaade Edilen Sınır Değerler.....85
Tablo 6.13 : İstanbul'da bulunan İçme Suyu Arıtma Tesisleri Genel Bilgiler.....87
Tablo 6.14 : İstanbul İli İçme Suyu Kalitesi Raporu (Ocak 2006).....88
Tablo 6.15 : İstanbul İli İçme Suyu Kalitesi Raporu (Temmuz 2006) 89
Tablo D.1 : Elmalı Rezervuarı Hamsu Ölçümleri (2004) 119
Tablo D.2 : Elmalı Havzası Değirmendere Ölçümleri (2004) 120
Tablo D.3 : Elmalı Havzası Çiftlikdere Ölçümleri (2004).....121
Tablo D.4 : Elmalı Havzası Çengeldere Ölçümleri (2004).....122
Tablo D.5 : Elmalı Havzası Budakdere Ölçümleri (2004).....123
Tablo D.6 : Elmalı Rezervuarı Hamsu Ölçümleri (2003) 124
Tablo D.7 : Elmalı Havzası Değirmendere Ölçümleri (2003) 125
Tablo D.8 : Elmalı Havzası Çiftlikdere Ölçümleri (2003).....126

Tablo D.9 : Elmalı Havzası Çengeldere Ölçümleri (2003) 127
Tablo D.10 : Elmalı Havzası Budakdere Ölçümleri (2003) 128
Tablo D.11 : Elmalı Rezervuarı Hamsu Ölçümleri (2002) 129
Tablo D.12 : Elmalı Havzası Değirmendere Ölçümleri (2002) 130
Tablo D.13 : Elmalı Havzası Çiftlikdere Ölçümleri (2002) 131
Tablo D.14 : Elmalı Havzası Çengeldere Ölçümleri (2002) 132
Tablo D.15 : Elmalı Havzası Budakdere Ölçümleri (2002) 133
Tablo D.16 : Elmalı Rezervuarı Hamsu Ölçümleri (2001) 134
Tablo D.17 : Elmalı Havzası Değirmendere Ölçümleri (2001) 135
Tablo D.18 : Elmalı Havzası Çiftlikdere Ölçümleri (2001) 136
Tablo D.19 : Elmalı Havzası Çengeldere Ölçümleri (2001) 137
Tablo D.20 : Elmalı Havzası Budakdere Ölçümleri (2001) 138

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1 : İnceleme Alanı (Taralı Alan) Yer Bulduru Haritası 4

Şekil 2.2 : Elmalı Baraj Gölü'nden bir görünüm 5

Şekil 2.3 : Elmalı su havzasının mutlak koruma sınırında bulunan Çavuşbaşı beldesindeki yerleşme 7

Şekil 2.4 : Çavuşbaşı Belediyesi'deki Havza İçi Yapılaşmalar 8

Şekil 2.5 : Kayışdağ'dan kuzeye aşınım artığı kuvarsitik tepelerden Alemdağ'a doğru bakış. 10

Şekil 2.6 : Çalışma Alanının Ana Morfolojik Şekillerinin Alansal Dağılımı. 12

Şekil 2.7 : İnceleme Alanında Bulunan Orman Alanları ve Yerleşim Alanları. 15

Şekil 2.8 : Yıllık bölgesel su bilançosu. 27

Şekil 3.1 : Kurtköy Formasyonu'ndan genel görünüm 32

Şekil 3.2 : Kurtköy Formasyonu'na ait arkozik kumtaşı-çakıltaşından yakın görüntü 33

Şekil 3.3 : Elmalı baraj gölü havzasında yüzeylenen kaya-stratigrafi birimlerinin genelleştirilmiş dikme kesiti 34

Şekil 3.4 : İnceleme Alanının Stratigrafik Dikme Kesiti 35

Şekil 3.5 : Aydos Formasyonu'nun inceleme alanındaki genel görünümü 37

Şekil 3.6 : Kartal Formasyonu'nun kiltaşı-miltaşı 39

Şekil 3.7 : Trakya Formasyonu'nun kumtaşı-miltaşı-şeyil ardışık düzeyi. 40

Şekil 3.8 : Çavuşbaşı Granodiyoriti'nden genel görünüm 41

Şekil 3.9 : Çavuşbaşı Granodiyoriti'nden genel görünüm 42

Şekil 3.10 : Ömerli Formasyonu'ndan genel görünüm 43

Şekil 4.1 : İnceleme alanında yer alan su noktaları 47

Şekil 4.2 : Strahler Yaklaşımı ile Bir Akarsuyun Drenaj Hatlarının Oluşturulması 49

Şekil 4.3 : Elmalı Rezervuarı'na Ortalama Aylık Su Katılım Değer (hm^3) ve Payları (%) (1994–2005) 50

Şekil 5.1 : Bu çalışmada analizleri yapılan suların Piper diyagramında gösterilmesi 68

Şekil 5.2 : Analizleri yapılan suların pH diyagramı 69

Şekil 5.3 : Analizleri yapılan suların Si ve Sıcaklık (T,^oC) diyagramı 69

Şekil 5.4 : Bu çalışmada analizleri yapılan suların katyon ve anyon değerlerinin schoeller diyagramı. 70

Şekil 5.5 : Bu çalışmada analizleri yapılan suların ağır metal değerlerinin schoeller diyagramı. 70

Şekil 5.6 : Bu çalışmada analizleri yapılan suların HCO_3 ve pH analiz diyagramı. ..71

Şekil 5.7 : İnceleme alanı Mn, Zn ve Fe konsantrasyonları 71

Şekil 5.8 : Analizleri yapılan suların SO_4^{-2} değerlerinin Türk Standartları, Dünya Sağlık Teşkilatı, ABD Çevre Koruma Ajansı ve Avrupa Birliği standartları ile karşılaştırılması....72

Şekil 5.9 : Analizleri yapılan suların NO_3^{-1} değerlerinin Türk Standartları, Dünya Sağlık Teşkilatı, ABD Çevre Koruma Ajansı ve Avrupa Birliği standartları ile karşılaştırılması....72

Şekil D.1 : Elmalı Havzası 2001 Yılı BOI_5 Parametresine Göre Mevsimsel Su Kalite Sınıfları 100

Şekil D.2 : Elmalı Havzası 2002 Yılı BOI_5 Parametresine Göre Mevsimsel Su Kalite Sınıfları 101

Şekil D.3 : Elmalı Havzası 2003 Yılı BOI_5 Parametresine Göre Mevsimsel Su Kalite Sınıfları 102

Şekil D.4 : Elmalı Havzası 2004 Yılı BOI_5 Parametresine Göre Mevsimsel Su Kalite Sınıfları 103

Şekil D.5 : Elmalı Havzası 2001 Yılı Çözünmüş Oksijen Parametresine Göre Mevsimsel Su Kalite Sınıfları 104

Şekil D.6 : Elmalı Havzası 2002 Yılı Çözünmüş Oksijen Parametresine Göre Mevsimsel Su Kalite Sınıfları 105

Şekil D.7 : Elmalı Havzası 2003 Yılı Çözünmüş Oksijen Parametresine Göre Mevsimsel Su Kalite Sınıfları 106

Şekil D.8 : Elmalı Havzası 2004 Yılı Çözünmüş Oksijen Parametresine Göre Mevsimsel Su Kalite Sınıfları 107

Şekil D.9 : Elmalı Havzası 2001 Yılı Amonyum Azotu Parametresine Göre Mevsimsel Su Kalite Sınıfları 108

Şekil D.10 : Elmalı Havzası 2002 Yılı Amonyum Azotu Parametresine Göre Mevsimsel Su Kalite Sınıfları 109

Şekil D.11 : Elmalı Havzası 2003 Yılı Amonyum Azotu Parametresine Göre Mevsimsel Su Kalite Sınıfları 110

Şekil D.12 : Elmalı Havzası 2004 Yılı Amonyum Azotu Parametresine Göre Mevsimsel Su Kalite Sınıfları 111

Şekil D.13 : Elmalı Havzası 2001 Yılı Toplam Fosfor Parametresine Göre Mevsimsel Su Kalite Sınıfları 112

Şekil D.14 : Elmalı Havzası 2002 Yılı Toplam Fosfor Parametresine Göre Mevsimsel Su Kalite Sınıfları 113

Şekil D.15 : Elmalı Havzası 2003 Yılı Toplam Fosfor Parametresine Göre Mevsimsel Su Kalite Sınıfları 114

Şekil D.16 : Elmalı Havzası 2004 Yılı Toplam Fosfor Parametresine Göre Mevsimsel Su Kalite Sınıfları 115
Şekil D.17 : Elmalı Baraj Gölü BOI_5 Değişimi ve Su Kalite Sınıfları 116
Şekil D.18 : Elmalı Baraj Gölü Ç.O. Değişimi ve Su Kalite Sınıfları.....116
Şekil D.19 : Elmalı Baraj Gölü NH_4-N Değişimi ve Su Kalite Sınıfları.....117
Şekil D.20 : Elmalı Baraj Gölü Top-P Değişimi ve Su Kalite Sınıfları 117
Şekil D.21 : Elmalı Baraj Gölü T-Koli Değişimi ve Su Kalite Sınıfları 118

ELMALI HAVZASI KUZEY KESİMİNİN YÜZEY VE YERALTI SU KİRLİLİĞİ AÇISINDAN İNCELENMESİ

ÖZET

Elmalı Baraj Gölü Havzası, İstanbul İl sınırları içerisinde Anadolu yakasında bulunan üç barajdan biridir. İstanbul'a su sağlayan Elmalı Havzası, yüzey ve yeraltı su kirliliği açısından incelenmiştir. Kapladığı 1,1 km^2'lik göl alanı ve 9,6 hm^3 su tutma kapasitesiyle İstanbuldaki en küçük baraj olma özelliği taşıyan Elmalı Barajı, İstanbul'un diğer barajlarına göre oldukça küçük (83,4 m^2 lik) bir su toplama alanına sahiptir. Su toplama havzası genellikle ormanlık olan inceleme alanı, 15 milyon m^3'lük yıllık verimi ile şehrin su ihtiyacını karşılamada sınırlıda olsa katkıda bulunmaktadır. Yapılan jeolojik-hidrojeolojik çalışmalar sonucunda havzadaki su kalitesi ve kirliliğinin araştırılması, içme suyu olarak kullanılan Elmalı Baraj Gölü'nün su kalitesine etkisi açısından büyük önem taşımaktadır. Çalışma alanının yüzey ve yeraltı su kalitesini belirlemek amacıyla havzayı temsil eden noktalardan alınan su örnekleri kimyasal analizler için Kanada ACME ANALYTICAL LABORATORIES LTD.'e gönderilerek 72 elementin kimyasal analizi yaptırılmıştır. Alınan su numunelerinin majör (klor, sülfat, bikarbonat) ve ağır metal içerikleri saptanmıştır. Tüm suların, Türk İçme Suyu Standartlarına (TS 266, 2005) göre içilebilirlikleri; Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (2004), Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO, 1999), ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA, 2002) ve Avrupa Birliği'ne (EC, 1998) göre suların kalitesi belirlenmiştir. Yüzey sularının Ca-HCO_3 ve Ca-Na-HCO_3 sınıfında, normal klorürlü ve normal sülfatlı oldukları, yeraltı sularının ise Ca-HCO_3 ve $NaSO_4$ lı olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, yeraltı sularının analizleri sonucunda, suların bir kısmının Na-SO_4 lı sular sınıfında olduğu ve pH değerlerinin pH>7 oluşları bu suların yüzeye çıkmadan önce derin dolaşımlı olduklarını göstermektedir. Havzada yerleşim alanlarının sıvı ve katı atıkları önemli kirleticileri oluşturmaktadır. İçme sularında NO_3 konsantrasyonunun 10 mg/l nin üzerinde olması suların dış kökenli kirleticilerden olumsuz etkilendiğini göstermektedir. Havzayı besleyen akarsu ve yeraltı sularının kirliliğinin, havzanın kuzey kesiminde Çavuşbaşı beldesindeki yapılaşmadan ve aşırı nüfus artışından kaynaklı evsel kökenli kirleticilerden kaynaklandığı tespit edilmiştir. İnceleme bölgesinden alınan su örneklerinin bir kısmında Cr, Hg, Cl, P, Ca, SO_4 ve Cu konsantrasyonlarının su kalite sınıfları Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne göre II. ve III. sınıf su kalitesinde olduğu görülmektedir.

Havzada noktasal olarak belirlenen su kirliliği, yeraltı sularının içme suyu amaçlı olarak da kullanılması ve Elmalı Baraj Gölü'ne boşalmasından dolayı, su kalitesinin sürekli izlenmesini zorunlu kılmaktadır.

INVESTIGATION OF SURFACE AND UNDERGROUND WATER POLLUTION IN THE NORTH REGION OF ELMALI BASIN

SUMMARY

In this study north side of Elmalı basin is studied. The Elmalı Reservoir is one of the three reservoirs within the city boundaries of İstanbul. Covering with 1,1 km^2 reservoir area and 9,6 hm^3 water keeping capacity, Elmalı Dam has quite small storage area comparing to the other dams in Istanbul. Large part of storage area is forested area. With 15 billion m^3 annual efficiency, dam contribute to supplying water to the city. Investigation of quality and pollution of water after geological and hydrogelogical studies are very important to determine effect of Elmalı Dam reservoir on the water quality. In terms of determining quality of surface waters and groundwater, water samples were taken from studying area. Taken water samples were sent to Canada ACME ANALYTICAL LABORATORIES LTD. to chemical analyses. Chemical analyses of 72 elements were done. Major (clor, sulphate, bicarbonate) and heavy metal ingredient of water samples were determined. Drinkabilty of all samples according to Turkısh Drinking Water Standards (TS 266, 2005) and quality of samples according to the Water Pollution Controlling Regulation (2004), World Health Organziation (WHO, 1999), USA Environment Protection Ajans (EPA, 2002) ve European Combine (EC, 1998) are determined. This reservoir is investigated from the water pollution point of wiew. For this purpose, water samples were collected from reservoir lake, creeks, wells and springs within the catchment area. Surface waters are of $CaHCO_3$ and $CaNaHCO_3$ types while ground waters are of $CaHCO_3$ and $NaSO_4$ types. $NaSO_4$ type waters indicate a deep circulation. The source of pollution is the settlement areas located at north of the reservoir lake. The settlement areas and increase in population threatens the quality of waters within the catchment area. Some of the samples exhibit IIrd or IIIrd degree of quality for Cr, Hg, Cl, P, Ca, SO_4 and Cu concentrations. Liquid and hard wastes of settlement areas are important polluters in studying area. Concentration of NO_3 more than 10 mg/l in drinking waters show that waters are affected badly from external polluters. Pollution of groundwater and surface waters feeding basin are based on polluters comes from settlement areas.

These pollution amounts require continuous monitoring of quality of waters that have been flowing into the reservoir lake.

1. GİRİŞ

Bu bölümde; yapılan çalışmanın amacı ve içeriği, uygulanan yöntemler, kullanılan araç ve gereçler ile ilgili ayrıntılı bilgi verilmektedir. Bu çalışmada İstanbul'a su sağlayan Elmalı Havzası, yüzey ve yeraltı su kirliliği açısından incelenmiştir. Kapladığı 1,1 km^2'lik göl alanı ve 9,6 hm^3 su tutma kapasitesiyle İstanbul'daki en küçük baraj olma özelliği taşıyan Elmalı barajı, İstanbul'un diğer barajlarına göre oldukça küçük (83,4 m^2 lik) bir su toplama alanına sahiptir. Su toplama havzası genellikle ormanlık olan inceleme alanı, 15 milyon m^3'lük yıllık verimi ile şehrin su ihtiyacını karşılamada sınırlıda olsa katkıda bulunmaktadır. İstanbul'un karşılaştığı en önemli sorunlardan biri olan göç ve buna bağlı olarak meydana gelen plansız yapılaşma neticesinde günümüzde Elmalı baraj gölü havzası kirlenme tehdidi altında olan su kaynaklarımızdandır. Yüzeyden kirlenmeye açık olduğu anlaşılan serbest sutaşırlardan özellikle Çavuşbaşı yerleşimi dolayında bulunanlarının kirlenmeye karşı irdelenmesinde yarar görülmektedir. Yapılan jeolojik-hidrojeolojik çalışmalar sonucunda havzadaki su kalitesi ve kirliliğinin araştırılması, içme suyu olarak kullanılan Elmalı Baraj Gölü'nün su kalitesine etkisini araştırmak için inceleme alanındaki yüzey ve yeraltı sularından numuneler alınarak kimyasal analizleri yapılmıştır.

1.1. Çalışmanın Amacı, İçeriği Ve Yöntemi

Bu çalışmanın amacı; Elmalı Baraj Göl'ünün kuzey kesimini kapsayan inceleme alanında, havzayı besleyen akarsuların ve yeraltı sularının, varsa kirlilik oranlarının tespiti ve kirliliğe neden olan etmenlerin araştırılmasıdır. Bu amaç doğrultusunda aşağıda belirtilen çalışmalar yapılmıştır.

Arazi çalışmalarından önce, bölgenin genel jeolojisi ve hidrojeolojisi ile ilgili, yapılmış olan, çalışmalar incelenmiştir. Bu çalışmalardan, Özgül (2005) hazırlamış olduğu 1/25000 ölçekli genel jeoloji haritası baz alınarak, inceleme alanının genel jeoloji haritası hazırlanmıştır (EK B).

Göztepe Devlet Meteoroloji İstasyonundan sağlanan sıcaklık, yağış vb. meteoroloji (1975 – 2004 arası) verileri kullanılarak, çalışma alanı ve çevresi için, yıllık meteorolojik su bilançosu çıkarılmıştır (Tablo 2.16).

Mevcut kayaç türlerinin hidrojeolojik özelliklerine göre 1/25000 ölçekli hidrojeoloji haritası hazırlanmıştır. İnceleme alanında bulunan jeolojik birimlerin yayılımları ve hidrojeolojik özellikleri saptanmıştır (EK C).

Arazi çalışmalarında, inceleme alanının genel jeolojik özellikleri (jeolojik formasyon sınırları ve birbirleri ile ilişkileri, çatlak ve kırık sistemleri vb.) belirlenmiş ve su noktalarının yerleri tespit edilmiştir. Tespit edilen 12 su noktasından alınan örneklerin, 3 tanesi dere suyu (DC_1, DC_2, DC_3), 1 tanesi menba suyu (DC_4), 6 tanesi kuyu suyu (DC_5, DC_6, DC_7, DC_8, DC_9, DC_10) ve 2 tanesi de baraj gölünden alınan sudur (DC_11, DC_12) (Şekil 4.1). Tespit edilen su noktalarından alınan örnekler (DC_1, DC_2, DC_3, DC_4, DC_5, DC_6, DC_7, DC_8, DC_9, DC_10, DC_11, DC_12), kimyasal analizler için Kanada ACME ANALYTICAL LABORATORIES LTD.'e gönderilerek 72 elementin kimyasal analizi yaptırılmıştır. Ayrıca alınan tüm suların anyon içeriklerinden bazıları İTÜ Maden Fakültesi Hidrojeoloji Laboratuarında saptanmıştır.

Alınan su numunelerinin majör (klor, sülfat, bikarbonat) ve ağır metal içerikleri saptanmıştır. Tüm suların, Türk içme suyu standartlarına (TS 266, 2005) göre içilebilirlikleri; Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) (Türkiye çevre mevzuatı, 1992), Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO, 1999), ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA, 2002) ve Avrupa Birliği'ne (EC, 1998) göre suların kalitesi belirlenmiştir.

1.2. Çalışmada Kullanılan Gereçler

Tüm arazi çalışmaları sırasında jeolog pusulası, jeolog çekici, lup, GPS, su kapları ve termometre gibi araçlar kullanılmıştır.

İTÜ Maden Fakültesi Hidrojeoloji Laboratuarında yapılan çalışmalarda, alınan su numunelerinin anyon ($SO_4^{=}$, Cl^-, HCO_3^-) analizleri için spektrometre ve otomatik titrasyon cihazları kullanılmıştır.

Elde edilen tüm veriler, büro çalışmaları sırasında NetCAD, ArcGIS, AutoCAD, Surfer, CorelDRAW, Photoshop, Powerpoint ve Microsoft Office programları (Word, Excel) kullanılarak bilgisayar ortamına aktarılmıştır.

2. İNCELEME ALANININ TANITILMASI

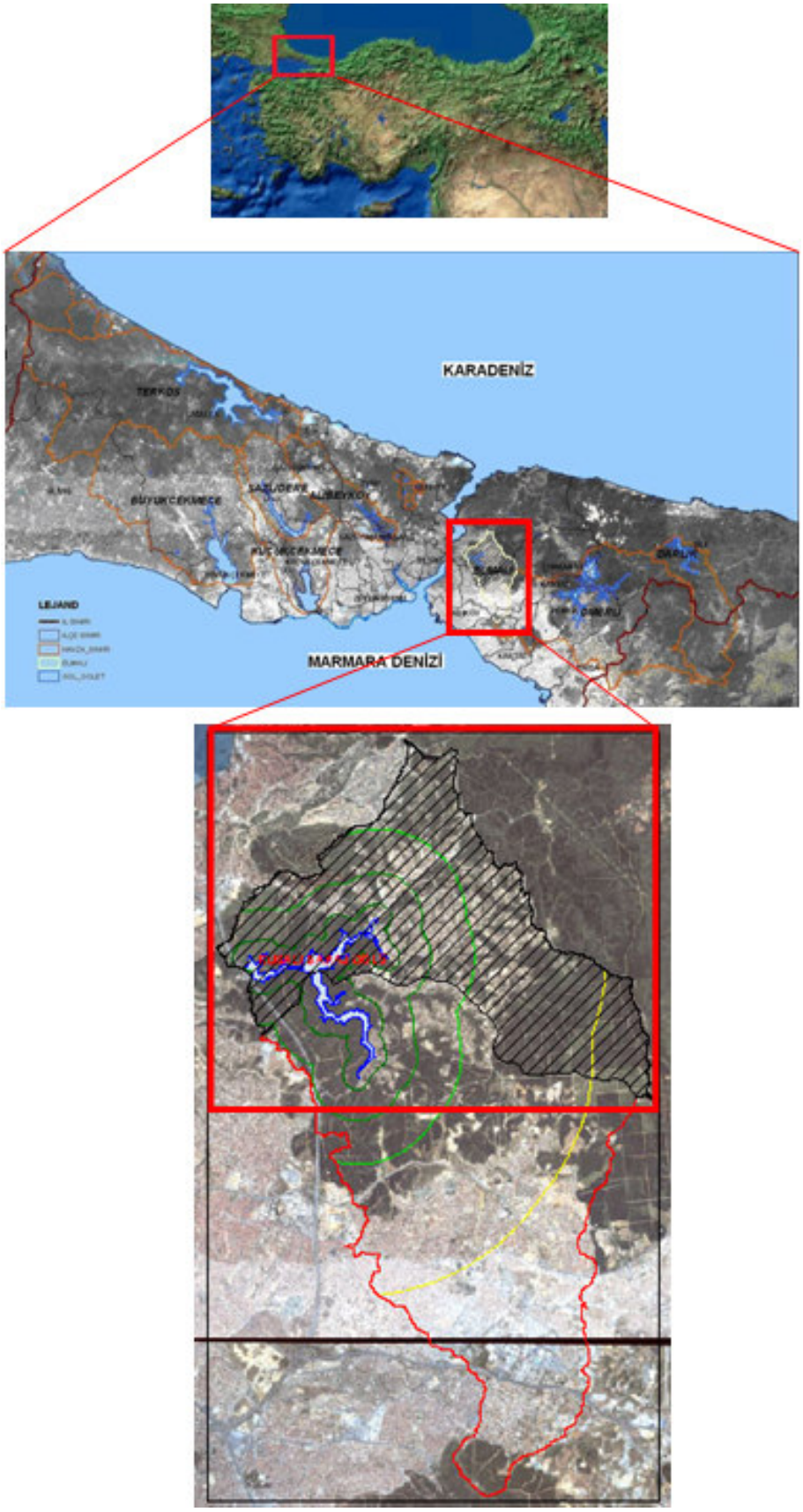
Bu bölümde; inceleme alanının konumu, ulaşımı, yerleşim şekli, morfolojisi, akarsuları, bitki örtüsü, iklim ve meteorolojik veriler değerlendirilmiştir.

2.1. Coğrafik Konum ve Ulaşım

Türkiye'nin kuzeybatısındaki Marmara Bölgesinin Çatalca-Kocaeli Bölümü'nde Kocaeli Yöresi üzerinde yer alan Elmalı Baraj Gölü Havzası, İstanbul İli sınırları içerisinde Anadolu Yakasında bulunan üç barajdan biridir (Şekil 2.1). İnceleme alanı, Elmalı Havzasının kuzey kesimini oluşturan 32,4 km^2'lik alanı kapsamaktadır. Elmalı Baraj gölü, tamamıyla İstanbul'un Beykoz İlçesi'ndedir. Çalışma alanı, İstanbul'un doğu yakasında il merkezine 15 km uzaklıkta olup; Beykoz ilçe sınırları içerisinde kalmaktadır. Doğusunda Ömerli içme suyu havzası, güneyinde Çekmeköy ve Çavuşbaşı beldesi, batısında ve kuzeyinde Beykoz ilçesine bağlı köyler yer almaktadır. Çalışma alanı içinde yer alan orman köyleri ise 1 adettir ve bu köy Görele orman köyü'dür.

Elmalı Havzası, İstanbul Boğazına doğudan ulaşan akarsulardan biri olan Göksu Deresi'ni besleyen dereler üzerine kurulmuştur ve havzanın orta ve yukarı kesimini oluşturur. Elmalı baraj gölü havzasının inceleme alanına düşen kuzey-güney yönünde uzunluğu 6 km; doğu-batı yönünde genişliği ise 1,5–8 km'ler arasında değişir.

32,4 km² alana sahip olan inceleme alanı, 41º 03' – 41º 07' Kuzey enlemleri ile 29º 05' – 29º 11' Doğu boylamları arasında yer alır.



Şekil 2.1 : İnceleme Alanı (Taralı Alan) Yer Bulduru Haritası

Kapladığı 1,1 km^2'lik göl alanı ve 9,6 hm^3'lük su tutma kapasitesiyle İstanbul'daki en küçük baraj olma özelliğini taşıyan Elmalı Barajı, İstanbul'un diğer barajlarına göre oldukça küçük (83,4 km^2) bir su toplama alanına sahiptir. Su toplama havzası genellikle ormanlık olan inceleme alanı, uzun yıllardan beri İstanbul'un Asya yakası için su kaynağı durumundadır (Şekil 2.2).

Elmalı Havzası içerisinden geçen 'Trans European Motorway' (TEM) otoyolu ile ulaşım bağlantılarına yakınlığı, kısmen hafif eğimli topoğrafyası ve kentteki yoğun iş gücüne ulaşabilirliliği açısından uygun konumdadır.

İnceleme alanının yükselti değerleri 40 – 442 m'ler arasındadır.

Şekil 2.2 : Elmalı Baraj Gölü'nden bir görünüm

2.2. Yerleşim

Kentleşme Trendi ve İnceleme Alanındaki Etkileri

İstanbul'un karşılaştığı en önemli sorunlardan biri olan göç ve buna bağlı olarak meydana gelen plansız yapılaşma neticesinde günümüzde Elmalı Havzası'nın kuzey kesimide kirlenme tehdidi altında olan su kaynaklarındandır. Tablo 2.1'de inceleme alanının içme suyu havzasındaki nüfus artışı görülmektedir. Havzada meydana gelen

yüksek seviyedeki nüfus artışından çalışma alanıda payını almıştır. 1985 yılında 44.745 olarak görülen nüfus, 2000 yılına gelindiğinde 247.062 kişiye çıkmıştır. 1985–2000 yılları arasında meydana gelen toplam nüfus artış oranı ise yaklaşık % 450 gibi çok yüksek bir seviyededir.

Tablo 2.1 : Elmalı Havzasında 1985–2000 Yılları Arasında Nüfus Artışı

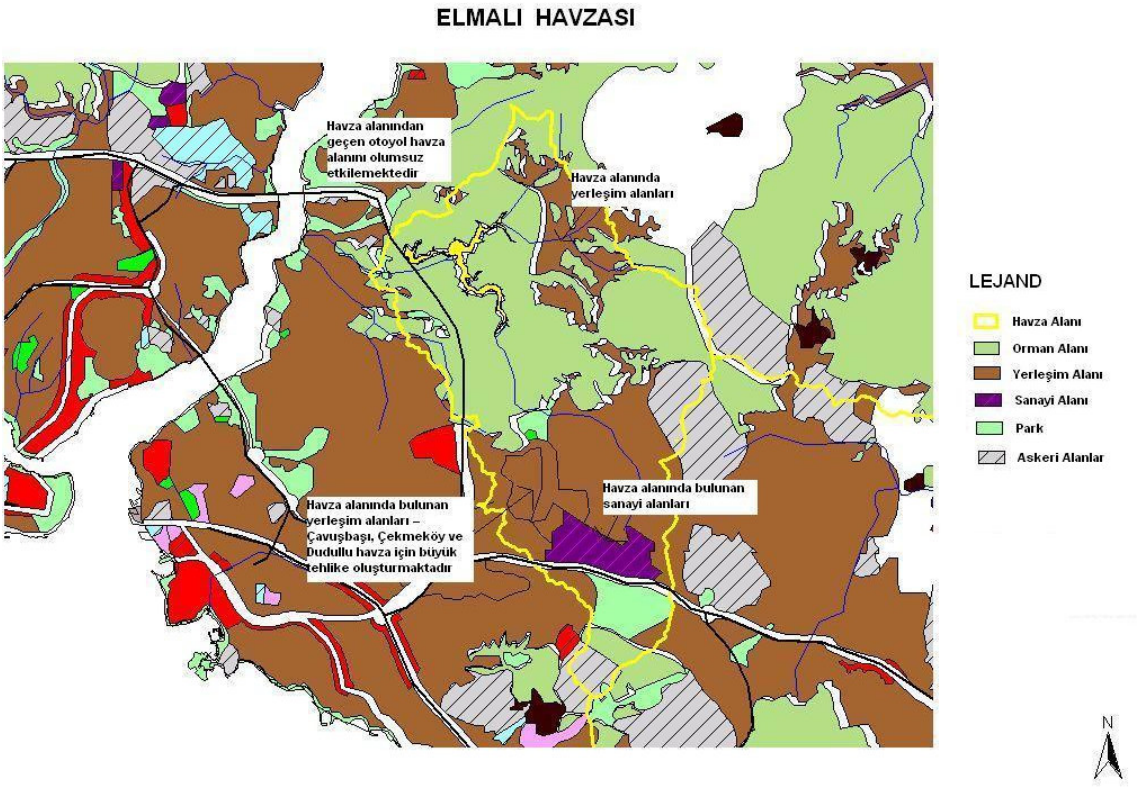
HAVZA	1985 YILI NÜFUSU	NÜFUS ARTIŞ ORANI (%)	1990 YILI NÜFUSU	NÜFUS ARTIŞ ORANI (%)	1997 YILI NÜFUSU	NÜFUS ARTIŞ ORANI (%)	2000 YILI NÜFUSU
Elmalı	44.745	136	105.673	57	165.863	49	247.062

Kaynak: (İSKİ Havza Koruma Md., 2005)

Elmalı Havzası içerisinden geçen 'Trans European Motorway' (TEM) otoyolu ile ulaşım bağlantılarına yakınlığı, kısmen hafif eğimli topografyası, ve kentteki yoğun iş gücüne ulaşabilirliliği ile de sanayi yatırımcılarınca önemli bir cazibe alanı olarak görülmüştür. 1980 ve 2000 yılları arası çalışma alanındaki nüfus değişimi Tablo 2.2'de kabaca özetlenmektedir. İlgili tabloya göre, 1980 ve 2000 yılları arası havza içerisindeki Çavuşbaşı ve Görele yerleşim birimlerindeki nüfus artışı yaklaşık 6 kattır (Tablo 2.2, Şekil 2.3).

Tablo 2.2 : İnceleme Alanında Bulunan Yerleşimlerin Nüfus Figürleri

Yerleşim Birimi	Bağlı Olduğu İlçe	1980 Yılı Nüfus Sayım Sonuçları	1990 Yılı Nüfus Sayım Sonuçları	2000 Yılı Nüfus Sayım Sonuçları	1980 – 1990 Arası Değişim Oranı (%)	1990 – 2000 Arası Değişim Oranı (%)
Görele	Beykoz	—	—	1191	—	—
Çavuşbaşı	Beykoz	2605	4693	15753	80	236
TOPLAM		2605	4693	16944	80	236



Şekil 2.3 : Elmalı su havzasının mutlak koruma sınırında bulunan Çavuşbaşı beldesindeki yerleşme

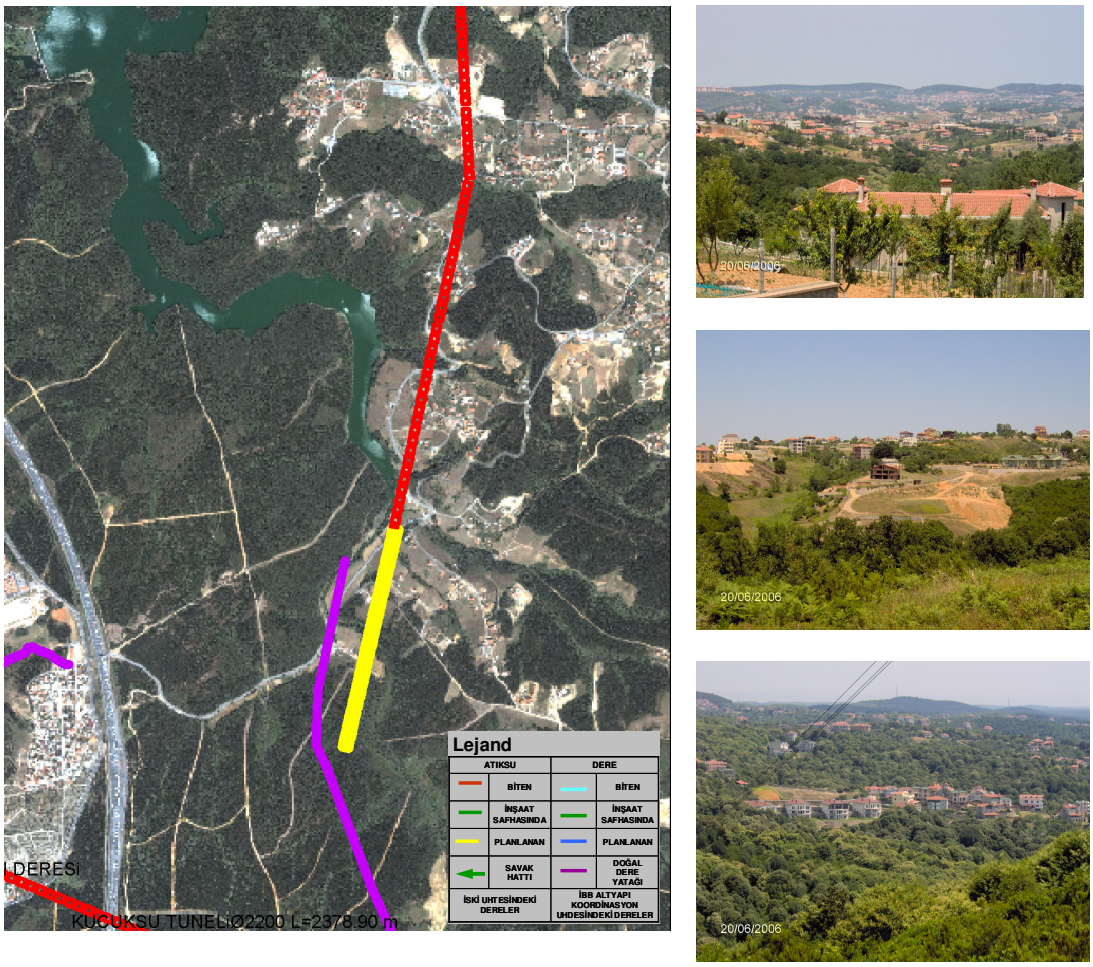
Elmalı su havzasında mutlak koruma sınırında bulunan Çavuşbaşı beldesinin son yıllarda büyük gelişme gösterdiği görülmektedir. İnceleme alanı, özellikle Çavuşbaşı'nın gelişmesi sonucu yoğun bir yapılanma baskısı altındadır. Belde nüfusunun son yirmi yılda (1980 den 2000 yılına kadar) 2605 den 15753 kişiye ulaşarak yaklaşık 6 kat artışla çalışma alanı için ne kadar büyük tehlike olduğunu göstermektedir.

İstanbul Büyükşehir Belediyesi bünyesindeki Uzaktan Algılama ve CBS Bölümünde işlenen 2005 yılına ait Landsat TM uydu görüntülerine göre Elmalı Havzası'nın kuzey kesiminde yapılaşmış olarak sınıflandırılan alan 10 km^2 ile tüm inceleme alanının yaklaşık % 31,3'üne karşılık gelmektedir.

Arazi çalışmaları sırasında kaçak ve imarsız yapılaşmayla inceleme alanındaki baraj gölünün beslenme alanının önemli ölçüde tahrip edildiği ve bir su havzasında su kalitesinin muhafazası için ihtiyaç duyulan doğal ortamın yok edildiği görülmüştür.

Şekil 2.4'de inceleme alanındaki TEM Otoyolunun kuzeyinde ormanlık alan içinde yer alan Çavuşbaşı belediyelerindeki doğal ortamın tahribini ve yapılaşmanın

boyutunu gösteren görüntülerde çok sayıda çeşitli türde konutların bulunduğu görülmektedir. Çevredeki yaşayan halk ile yapılan görüşmelerde kanalizasyon sistemi olmayan çok sayıda konutların olduğu ve atıkların doğaya doğrudan bırakıldığı öğrenilmiştir. Ayrıca çalışma alanı içerisinde çok sayıda kaçak moloz döküm alanlarına rastlanmaktadır.



Şekil 2.4 : Çavuşbaşı Belediyesi'deki Havza İçi Yapılaşmalar
(Hava Fotoğrafı: Asya Yakası Dereleri Ekim 2005 Bilgi Notları)

Elmalı Havzası, İstanbul'daki havza alanları içerisinde kapladıkları alanlara oranla en fazla yapılaşmış alana ve en yüksek nüfus yoğunluğuna sahip içme suyu havzasıdır. İnceleme alanında, baraj ve çevresi ormanlık alanlarla kaplı görünüyor olsa bile, Çavuşbaşı'nda sürdürülen yapılaşma trendi, doğudan rezervuarı besleyen Şakıran ve Çiftlik derelerinin beslenme alanlarını tahrip ederken, doğal ortamları da yok etmektedir.

2.3. Morfoloji ve Bitki Örtüsü

2.3.1. Morfoloji

İnceleme alanının ortalama yüksekliği 157,6 m'dir. İstanbul İli ortalama yüksekliği 117,5 metre olduğuna ve bu değerin de yaklaşık 40 m daha fazla olduğuna göre, sahada yer yer aşınım artığı tepelerin ve dağların (monadnokların) bulunmasına rağmen, aşınmaya uygun kayaçların çalışma alanında varlığı ve yaygın olması bu farkın yine de az olmasına neden olmuş olabilir.

İnceleme alanınının geneli platolardan oluşurken; ikinci sırada kuvarsitlerden oluşmuş aşınım artığı tepeler (monadnoklar) bulunur. Bunlar, iki ayrı alanda görülürler. Bunlardan ilki çalışma alanının en kuzeyinde, ikincisi güney kesimde yer alanlardır. Bunlardan en kuzeydeki 250 m'lik Karabayır Tepe'dir. İnceleme alanında kuzeyden güneye doğru su bölüm çizgisi üzerinde 219 m'lik Düzmandıra Tepe, 253 m'lik Makina Tepe ve 284 m'lik Göz Tepe dirençli arkozik kumtaşlarından meydana gelmiş aşınım artığı tepelerdir. Güney ve güneydoğu kesimde yer alanlar ise genellikle Aydos Formasyonundan oluşmuş sert kuvarsitik tepelerdir. Batıdan doğuya doğru 318 m'lik Küplü Tepe ve Ömerli Havzası subölümü üzerinde güneyden kuzeye doğru bulunan 330 m'lik Baltacı Tepe, 370 m'lik Orta Tepe ve Alemdağ (442 m) gibi sertgen tepeler uzanır (Şekil 2.5). Alemdağ, inceleme alanının en yüksek tepesidir. Su bölümü üzerindedir ve Aydos Formasyonunun kuvarsitlerinden meydana gelmiştir. Yaklaşık 150 m'lerden itibaren Kocaeli Platosu üzerinde yükseldiğinden Alemdağ yaklaşık 300 m'lik nisbi bir yükseltiye sahiptir.

Şekil 2.5 : Kayışdağ'dan kuzeye aşınım artığı kuvarsitik tepelerden Alemdağ'a doğru bakış.

İnceleme alanındaki Şakıran Deresi ve Çiftlik Deresi ve bunların kolları aracılığıyla yüzey suları çalışma alanındaki baraj gölünde toplanır. İnceleme alanında plato, esas itibariyle dirençli olan Alt Ordovisiyen yaşlı Aydos Formasyonunu oluşturan kuvarsitleri, Alt Ordovisiyen'in arkozik kumtaşları, Üst Kretase-Daniyen yaşlı Çavuşbaşı Granodiyoritlerinden oluşan temel kayaları üzerine gelen Orta Oligosen-Alt Miyosen yaşlı killi, kumlu, çakıllı örtü depoları üzerinde gelişmiştir. Plato'nun buradaki ortalama yükseltisi fazlaca olmayıp, 150–160 m arasındadır.

Akarsular tarafından bu platoluk saha aşındırıldığından, hızla süpürülen gevşek örtü depoları nedeniyle Paleozoik yaşlı kuvarsit ve arkozik kumtaşlarının dirençli kayalar olmalarından yine bu plato üzerinde aşınım artığı tepeleri ve dağları yani monadnok'ları oluştururlar.

Elmalı Havzasında ovalar ve taban düzlükleri çok az yer kaplarlar. Bunlara ancak, inceleme alanının güneyinde ve genelde kuzeybatıdan güneydoğuya doğru uzanan vadi tabanını kaplayan baraj gölünden geriye kalan alanlardaki Şakıran Deresi, Çiftlik Deresi ve bu derelerin ana kollarında vadi tabanlarına rastlanır. Burada genel

karakter bir ova görünümünden çok, alüvyal dolgu ile örtülmüş alçak alanlardaki vadi tabanları şeklindedir.

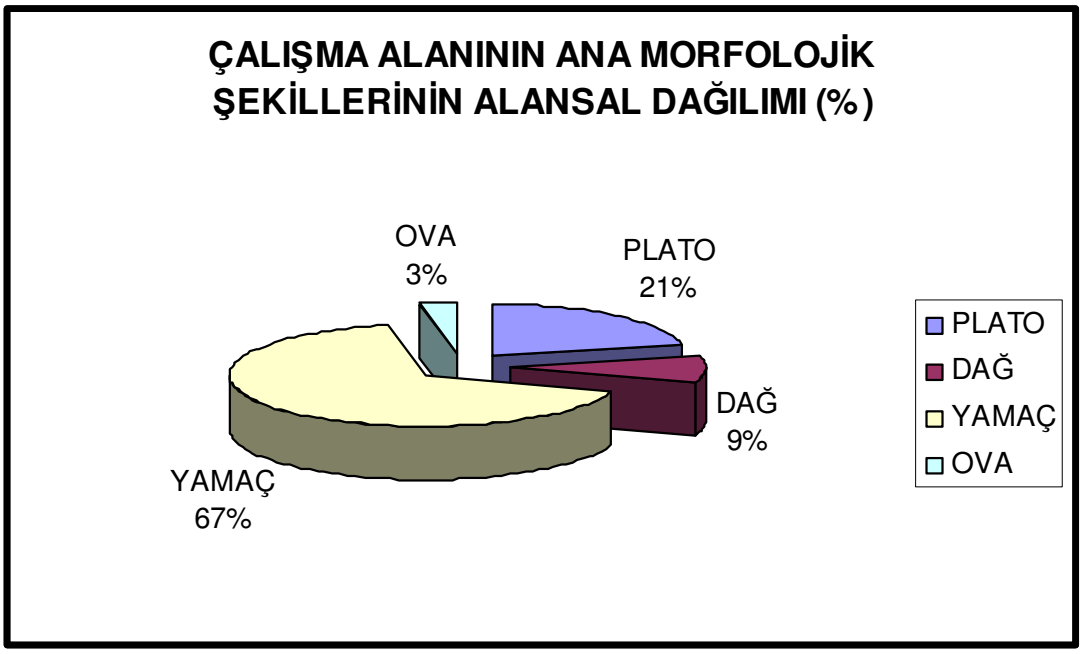
Dağlar, platolar ile ovalar ve taban düzlüklerinden oluşan ana jeomorfolojik birimlerin tamamına inceleme alanında rastlanır (Tablo 2.3 ve Şekil 2.6). Çalışma alanında en geniş yayılışa sahip ana jeomorfolojik şekli, plato düzlükleri ile bunların yamaçları oluşturur. İnceleme alanına oranlandığında plato düzlükleri, % 21,5 alan kaplar. Bir de bu alanlara ilave olarak yamaçlar bulunur. Yamaçların havzada kapladığı alan yüzdesi ise, % 66,9'dur. Plato düzlükleri ve yamaçlar birlikte ele alındığında toplam değer % 88,4 olup, inceleme alanının 4/5'ünü oluştururlar. Plato düzlüklerini ise, % 3,1 alan ile ovalar ve taban düzlükleri takip eder. Burada ova özelliğinden çok, vadi tabanındaki alüvyal düzlükler şeklinde ortaya çıkarlar. Hatta bu taban düzlüklerinin bir kısmı Elmalı Baraj Gölünün suları altında kalmıştır. Çalışma alanının üçüncü ana morfolojik şekli ise, aşınım artığı tepelerin oluşturduğu dağlardır. Bunların havzadaki oranı ise, % 8,5'dir. Tüm bunların yanı sıra havzadaki % 66,9 değer sunan yamaçların sahanın yarıdan fazlasını meydana getirmesi, çalışma alanının hızlı aşınımı, yarılımı ve parçalanmanın şiddetini sunar (EK A). Dağlar, platolar, yamaçlar ve taban düzlükleri inceleme alanının % 97,8'ini kaplarken; Elmalı Baraj gölü alanı ise çalışma alanında % 2,2 değere sahiptir.

Tablo 2.3 : Çalışma Alanının Ana Morfolojik Şekilleri Analizinin Tablosu.

ELMALI HAVZASI	ALAN (km^2)	% payı
PLATO	6,8	21,5
DAĞ	2,7	8,5
YAMAÇ	21,2	66,9
OVA	1	3,1
TOPLAM	31,7	100

ÇALIŞMA ALANI (km^2)	Göl alanı (km^2)	% payı
32,4	0,7	2,2

NOT: Çalışma alanı 32,4 km^2 dir. Bunun 0,7 km^2 si Elmalı baraj gölünün inceleme alanında kalan kısmı olup, tüm alanın % 2,2'sine karşılık gelir.



Şekil 2.6 : Çalışma Alanının Ana Morfolojik Şekillerinin Alansal Dağılımı.

2.3.2. Bitki Örtüsü

Orman Alanları

Elmalı Havzası 'nın % 49,8'i (4.156,54ha) ormanlarla kaplıdır (Tablo 2.4).

Tablo 2.4 : Elmalı Havzası Orman Alanları (Orman Bölge Müdürlüğü, 2003)

ELMALI HAVZASI ORMAN ALANLARI	ALAN (ha)
Orman Alanı (Devlet Orman+Özel Orman)	4.156,54
Orman Dışı Alan	4.184,66
TOPLAM	8.341,20

Elmalı Havzası'nın 4.156,54 ha'lık toplam orman alanının % 99,6'sı (4.138,42 ha) devlet mülkiyetine, % 0,4'ü (18,12 ha) özel mülkiyete (özel orman alanları) aittir. Elmalı Havzası orman alanları işletme şekillerine göre incelendiğinde ise, orman alanlarının tamamına yakını koru ormanları şeklinde işletilmektedir. Koru ormanlarının % 54,44'ü iğne yapraklı, % 39,20'si geniş yapraklı ve % 6,34'ü de karışık ormanlar şeklindedir (Tablo 2.5).

Tablo 2.5 : Elmalı Havzası Orman Alanlarının İşletme Şekilleri

	İşletme Şekli	İşletme Şekli	Alan (ha)
Elmalı Havzası	Baltalık		0,52
	Koru	İğne Yapraklı	2.009,96
		Yapraklı	1.447,26
		Karışık	234,25

Özel orman alanları, devlet ormanları dışında, özel ve tüzel kişilerin mülkiyetinde olan ve bu kişilerce tapu ile sahip olunan orman alanları olarak tanımlanmaktadır. Elmalı Havzası'nda bulunan özel ormanlar 2 adet olup, toplam orman alanlarının %0,4'ünü (18,12 ha) oluşturmaktadır (Tablo 2.6). Bu ormanlar, Dedeoğlu Özel Ormanı (6,89 ha) ve Saipmolla Özel Ormanı (11,23ha)'dır.

Tablo 2.6 : Elmalı Havzası Özel Orman Alanları (Orman Bölge Müdürlüğü, 2003)

ELMALI HAVZASI ORMAN ALANLARI	ALAN (ha)
Devlet Mülkiyetine Ait Orman Alanları	4.138,42
Özel Ormanlar	18,12
TOPLAM ORMAN ALANI	4.156,54

Kent Ormanı, kentin içinde veya çevresinde bulunan veya tefrik edilen daha çok halkın doğayla bütünleşme ve dinlenme ihtiyacına hizmet eden ormanlık alanlardır. Elmalı Havzası sınırları içerisindeki kent ormanları 2 adettir. Bu kent ormanları Çekmeköy Kent Ormanı ve Kanlıca Kent Ormanı'dır ve 274,46 ha'lık bir alanı kaplamaktadır (Tablo 2.7).

Tablo 2.7 : Elmalı Havzası Kent Ormanları (Orman Bölge Müdürlüğü, 2003)

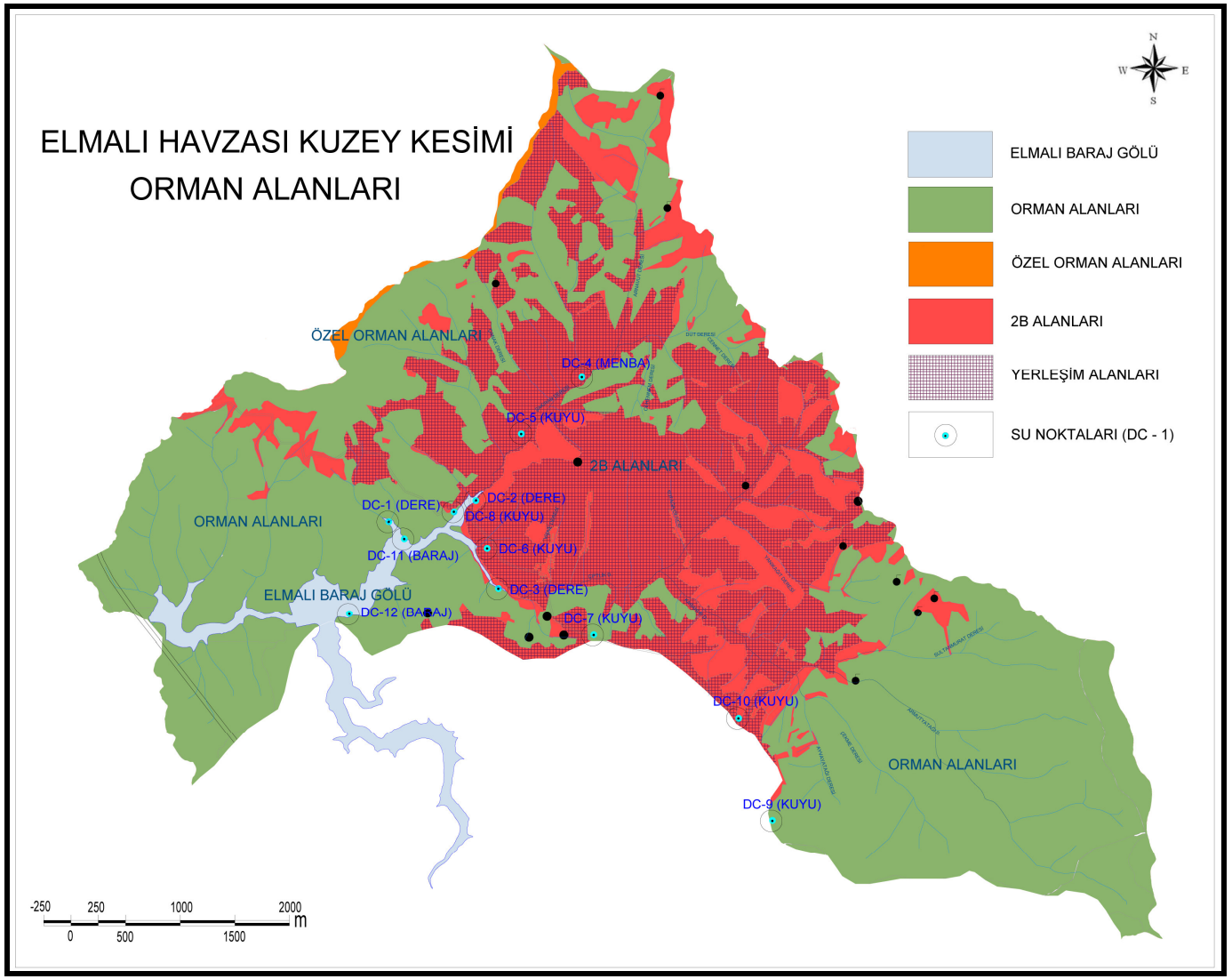
ELMALI HAVZASI KENT ORMANLARI	ALAN (ha)
Alemdağ-Çekmeköy Kent Ormanı	250,50
Kanlıca Kent Ormanı	23,96
TOPLAM	274,46

Orman Rekreasyon Alanları, rekreasyonel ve estetik kaynak değerlerine sahip, halkın piknik ve kamp kullanımına açık tutulan, ormanlık alanlardır. Çalışma alanında bulunan Orman İçi Rekreasyon Alanları 1 adet olup, yaklaşık olarak 48,48 ha'lık alanı kaplamaktır. Orman İçi Rekreasyon Alanları, çalışma alanı toplam orman alanlarının % 6'sını oluşturmaktadır (Tablo 2.8).

Tablo 2.8 : Elmalı Havzası Orman İçi Rekreasyon Alanları (Orman Bölge Müdürlüğü, 2003)

ELMALI HAVZASI ORMAN İÇİ REKREASYON ALANLARI	ALAN (ha)
Orman Alanı (Devlet Orman+Özel Orman)	4.156,54
Orman İçi Rekreasyon Alanları	274,46

2/B Alanları, 6831 sayılı Orman Kanunu'nun 2. maddesinin B fıkrası gereğince; muhtelif nedenlerle, orman vasfını kaybetmiş alanlar, Orman Kadastro Komisyonlarınca ölçülerek, gerekli yasal süreç ve prosedür sonucu orman dışına çıkartılmıştır. Elmalı Havzası'nın % 49,8'i (4156,54 ha) ormanlarla örtülüdür. Ancak Elmalı Havzası'nda artan nüfus baskısı, gecekondu gibi plansız ve yasal olmayan yapılaşma ve tarla açma gibi nedenlerle işgal edilmiş ve orman sınırları dışına çıkartılmış olan 2/B alanları mevcuttur. Çalışma alanının % 18'i (1778,05 ha) 6831 sayılı Orman Kanunu'nun 2. maddesinin B fıkrası gereğince orman dışına çıkartılmış durumdadır (Tablo 2.9).



Şekil 2.7 : İnceleme Alanında Bulunan Orman Alanları ve Yerleşim Alanları.

Tablo 2.9 : Elmalı Havzası İstanbul Sınırları İçi 2/B Alanları

ELMALI HAVZASI 2/B ALANLARI	ALAN (ha)
Elmalı Havzası Toplam Alanı	8.341,20
Elmalı Havzası Toplam Orman Alanı	4.156,54
Elmalı Havzası 2/B Alanları	1.778,05

Elmalı havzası kuzey kesimini kapsayan çalışma alanının yaklaşık % 67'si (2170 ha) ormanlarla kaplıdır, geri kalan % 33 lük alanın 10 km^2 'si yerleşim alanı ve 0,7 km^2'si ise göl alanıdır (Şekil 2.7).

Beykoz ilçesinde bulunan ormanlar Kızılağaç-Meşe+Kestane (1-10 m) ağaçlarından, Çavuşbaşında bulunan ormanlar ise Çam (10-20 m), Kızılağaç, Kestane, Meşe, Çam (1-8 m) ağaçlarından oluşmaktadır.

2.4. İklim ve Meteoroloji

Marmara İklim kuşağında yer alan inceleme alanının kış ve bahar ayları ılıman ve yağışlı geçerken, yaz mevsimi genellikle sıcak ve kuraktır.

İnceleme alanında meteoroloji gözlem istasyonunun olmayışından dolayı, bölgeye yakın olan Göztepe Meteoroloji İstasyonunun 1975 – 2004 yılları arasındaki ölçümleri kullanılmıştır. Göztepe istasyonunun enlemi der_dak_sn olarak 40 58 42 'dir. Tüm meteorolojik özellikler, aylık değişimler bazında yıllık olarak değerlendirilmiş ve bölgesel yıllık meteoroloji su bilânçosu çıkarılmıştır. Bu konudaki çalışmalar ve varılan sonuçlar, izleyen alt bölümlerde verilmiştir.

2.4.1. Yağış, Sıcaklık ve Bağıl Nem

İnceleme alanının meteorolojik özelliklerinin değerlendirilebilmesi için gereken veriler Göztepe Meteoroloji İstasyonu'ndan sağlanmıştır. Hesaplamalar için alınan zorunlu kayıt tipleri ve aylık değerler Tablo 2.10'da listelenmiştir.

Göztepe meteoroloji istasyonu verilerine göre ortalama bağıl nem % 74'tür. Genel olarak bağıl nem kış mevsiminde yüksektir. Nisan ayında bağıl nemde düşme başlar ve minimum değere Haziran ve Temmuz aylarında ulaşır (Tablo 2.10).

Meteorolojik veriler değerlendirildiğinde bölgenin 1975 – 2004 yılları arasındaki aylık yağış ortalaması 57,4 mm olduğu hesaplanmıştır. En yüksek yağış 108,3 mm ile Aralık ayında, en düşük yağış 26 mm ile Haziran ayındadır (Tablo 2.10). Genel

olarak Ekim ayında başlayan yağışlı dönem Mart ayında da devam etmekte ve Nisan'dan itibaren giderek azalmaktadır. Buna göre yıllık yağışın %77,5'i yağışlı dönemde (Ekim–Nisan) ve %22,5'i kurak dönemde (Mayıs–Eylül) düşmektedir.

1975 – 2004 yılları arasında ölçülen yıllık sıcaklık ortalaması yaklaşık 14,3 ^{0}C'dir. Seçilen meteoroloji istasyonunda sıcaklık değerlerinin ağırlıklı istatistik ortalamasına göre en soğuk aylar 6,1 ^{0}C ile Ocak ve 5,9 ^{0}C ile Şubat ayı, en sıcak aylar ise 23,8 ^{0}C ile Temmuz ve 23,5 ^{0}C ile Ağustos ayıdır. Sıcaklığın yıl içindeki aylık dağılımına bakıldığında, Eylül ayında başlayan sıcaklık azalmasının Nisan ayında da halen etkin olduğu ve Mayıs ayından itibaren artmaya başladığı görülmektedir (Tablo 2.10).

İstasyon Adı: Göztepe

Enlem: N 40^0 58'

Tablo 2.10 : Göztepe meteoroloji istasyonu meteorolojik verileri (1975 – 2004).

Aylar / Özellikler	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	$\sum$	$\sum_{ort.}$
Y (mm)	84,8	63,8	60,5	49,6	32,8	26	26,5	33,5	36	76,2	91	108,3	689	57,4
t (^{0}C)	6,1	5,9	7,7	12,1	16,7	21,5	23,8	23,5	20	15,6	11,2	8	-	14,3
n(saat, gün)	2,58	3,50	4,46	6,35	8,66	10,70	11,58	10,93	8,36	5,96	3,93	2,65	-	6,63
R_H (%)	0,77	0,75	0,74	0,72	0,72	0,68	0,69	0,72	0,73	0,78	0,77	0,77	-	0,74
U_{10} (m/sn)	2,6	2,7	2,6	2,2	2,4	2,4	2,8	2,7	2,3	2,3	2,3	2,7	-	2,5

(Y: yağış, t: sıcaklık, n: güneşlenme süresi, R_H: bağıl nem, U_{10}: 10 m'deki rüzgar hızı)

2.4.2. Buharlaşma

İnceleme alanının meteorolojik su bilânçosunu hazırlayabilmek için bilinmesi gereken meteorolojik verilerden, bölgesel potansiyel ve gerçek buharlaşma değerleri, Tablo 2.16'da listelenmiştir. Tüm veriler Penman Yöntemine göre değerlendirilmiş ve zeminin her zaman suya doygun olduğu varsayımından yola çıkılarak, öncelikle bölgedeki günlük potansiyel buharlaşma değerleri hesaplanmıştır. Penman Yöntemi Penman (1948), enerji dengesi ve kütle transferi denklemlerine dayanır. Buna göre; Havzadaki Potansiyel Buharlaşma (EP) aşağıda verilen (2.1) eşitliği ile hesaplanır.

$$E_P = \frac{A.H + 0{,}27.E_a}{A + 0{,}27} \qquad (2.1)$$

Burada;

E : Günlük potansiyel buharlaşma değeri (mm.su.gün^{-1}),

A : Mutlak sıcaklıktaki doygun su buharı basıncı ile günlük sıcaklık arasındaki ilişkiyi belirleyen katsayı (boyutsuz),

Bu sayı grafikten okunabilmekle birlikte, bilgisayar ile hesaplanması daha kolay olduğu için sıcaklık değerine bağlı olarak aşağıda (2.2) ve (2.3) eşitlikleri ile verilen şekliyle formüle edilmiştir. Formül oldukça yaklaşık bir sonuç vermektedir (Yalçın,1992);

Sıcaklık (t) 0 °C ile 20 °C aralığında ise;

$$A = 0{,}75 - \left[0{,}67\left(1 - e^{0{,}057\,t}\right)\right] \qquad (2.2)$$

Sıcaklık (t) 21 °C ile 30 °C aralığında ise;

$$A = 0{,}17.t - 1{,}3 \qquad (2.3)$$

Eşitlik (2.2) ve (2.3) de kullanılacak sıcaklık (t, °C) değerleri ortalama aylık olarak meteoroloji bültenlerinden elde edilir.

H : Buharlaşma yüzeyinde kullanılan güneş enerjisi miktarı (mm.su.gün^{-1}) dır. Bu değer aşağıda verilen (2.4) eşitliği ile belirlenir.

$$H = R_C - R_B \qquad (2.4)$$

Eşitlik (2.4) de;

R_C : Buharlaşma yüzeyine gelen güneş enerjisi miktarı (mm.su.gün^{-1}) dır. Bu değer aşağıda verilen (2.5) eşitliği ile belirlenir.

$$R_C = R_A(1-r)\left(0{,}18 + 0{,}55\frac{n}{N}\right) \qquad (2.5)$$

Eşitlik (2.5) te;

R_A : Aylık ortalama atmosfer üstü güneş enerjisi miktarı (mm.su.gün^{-1}),

Bu değer, Türkiye'nin bulunduğu enlemlere göre her ay için aşağıda verilen Tablo 2.11'den bulunabilir.

Tablo 2.11 : Aylık ortalama atmosfer üstü güneş enerjisi değerleri.

Aylar → / Enlem ↓	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
36°K	7,0	9,2	11,9	14,3	16,2	16,7	16,4	14,9	12,6	10,2	7,5	6,4
38°K	6,4	9,7	11,6	14,1	16,2	16,8	16,4	14,8	12,3	9,8	7,1	6,0
40°K	6	8,3	11,3	13,9	16,0	16,9	16,4	14,6	12,0	9,5	6,8	5,5
42°K	5,8	8,1	10,8	13,8	16,0	16,9	16,4	14,5	11,6	9,0	6,4	5,0

N : Aylık ortalama astronomik güneşlenme süresi (saat,gün),

Bu değer, Türkiye'nin bulunduğu enlemlere göre her ay için aşağıda verilen Tablo 2.12'den bulunabilir.

Tablo 2.12 : Aylık ortalama astronomik güneşlenme süresi.

Aylar → / Enlem ↓	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
36°K	10,0	10,8	11,9	13,2	14,1	14,6	14,4	13,5	12,4	11,3	10,3	9,7
38°K	9,8	10,8	11,9	13,2	14,3	14,8	14,5	13,7	12,4	11,3	10,2	9,5
40°K	9,6	10,7	11,9	13,3	14,4	15,0	14,7	13,8	12,5	11,2	10,0	9,3
42°K	9,4	10,6	11,9	13,3	14,6	15,2	14,9	13,8	12,5	11,2	9,9	9,2

n : Aylık ortalama güneşlenme süresi (saat, gün),

Bu değer, aylara ve Türkiye'deki bölgelere göre aşağıda verilen Tablo 2.13'den bulunabilir (Meteoroloji Bülteni, 1974).

Tablo 2.13 : Aylık ortalama güneşlenme süresi (saat, dakika).

İSTASYON ADI	AYLAR											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
MARMARA BÖLGESİ												
Alpullu	2,22	3,47	4,13	6,22	8,09	9,20	10,34	9,46	7,30	5,37	3,24	2,28
Bursa	2,51	3,44	4,28	6,14	8,21	10,20	11,32	11,05	8,29	6,08	4,21	2,57
Bandırma	2,22	3,56	4,32	6,45	9,46	11,06	12,06	11,32	9,02	6,04	5,24	2,24
Balıkesir	2,44	3,55	4,30	6,23	9,04	11,10	12,24	11,46	9,04	6,43	4,18	2,33
Çanakkale	3,29	4,40	5,29	7,53	10,12	11,39	12,34	12,00	9,25	6,51	4,55	3,23
Edirne	2,36	3,53	4,48	6,41	8,29	9,52	11,27	10,52	8,26	5,55	3,26	2,28
Florya	2,46	3,42	4,35	6,27	8,54	10,49	11,50	11,08	8,24	6,15	4,09	2,45
Göztepe	2,35	3,30	4,28	6,21	8,40	10,42	11,35	10,56	8,22	5,58	3,56	2,39
İmroz	1,45	3,42	3,57	7,45	10,39	12,03	12,24	12,21	9,48	7,15	5,00	2,51
İpsala	2,03	3,15	3,54	7,21	9,24	10,24	11,30	11,51	9,03	6,18	4,45	2,15
Kocaeli	2,47	3,20	3,59	6,10	8,00	9,18	10,38	10,17	7,46	5,21	4,10	2,46
Şile	1,53	2,55	3,48	5,23	7,32	10,03	10,56	10,22	7,27	4,49	2,57	1,46
Yeşilköy	2,36	3,30	4,41	6,49	8,56	10,54	11,45	10,48	8,27	5,39	3,57	2,42

r : Buharlaşma yüzeyinin yansıtma katsayısı (boyutsuz). Bu değer aşağıda verilen Tablo 2.14'den seçilebilir.

Tablo 2.14 : Buharlaşma yüzeyinin yansıma katsayısı (Albedo değeri)

Buharlaşma Yüzeyi	Albedo değeri (r)
Serbest su	0,05
Ormanlık alan	0,08
Çeltik arazisi	0,10
Tarım arazisi	0,25
Adi kum	0,30
Parlak ince kum	0,37
Kirlenmiş kar yüzeyi	0,42-0,70
Yeni yağmış kar yüzeyi	0,81-0,89

R_B : Buharlaşma yüzeyinden çeşitli nedenlerle kaybolan güneş enerjisi miktarı (mm.su.gün^{-1}). Aşağıdaki eşitlikle hesaplanır.

$$R_B = B.(0{,}56 - 0{,}92.\sqrt{e_d}).(0{,}10 + 0{,}90n/N) \qquad (2.6)$$

Eşitlik (2.6) te;

B : BOLTZMANN katsayısı ile hava sıcaklığı arasındaki ilişkiyi belirleyen bir değerdir (mm.su.gün^{-1}). Bu sayı grafikten okunabilmekle birlikte, bilgisayar ile hesaplanması daha kolay olduğu için aşağıdaki gibi formüle edilmiştir ve oldukça yaklaşık bir sonuç vermektedir (Yalçın,1992);

$$B = 0{,}2t + 11 \qquad (2.7)$$

e_d : Havanın çiğlenme noktasındaki doygun buhar basıncı (mm.Hg)

$$e_d = R_H c_a \qquad (2.8)$$

RH : Havanın aylık ortalama bağıl nem değeri (boyutsuz). Bu değer meteoroloji bültenlerinden elde edilir.

e_a : Havanın aylık ortalama sıcaklıktaki (t) doygun su buharı basıncı. Bu sayı bir tablodan okunabilmekle birlikte, bilgisayar ile hesaplanması daha kolay olduğu için aşağıdaki gibi formüle edilmiştir ve oldukça yaklaşık bir sonuç vermektedir (Yalçın,1992);

$$e_a = 4{,}579 + 0{,}333512t + 1{,}069.10^{-2}t^2 + 1{,}879.10^{-4}t^3 + 3{,}081.10^{-6}t^4 \qquad (2.9)$$

E_a : Havanın su buharlaştırma gücü. Aşağıdaki eşitlikle hesaplanır.

$$E_a = 0{,}35(e_a - e_d)(1 + 0{,}0098U_2) \qquad (2.10)$$

U_2 : Yer yüzeyinden 2 metre yükseklikteki rüzgarın aylık ortalama hızı ($m.s^{-1}$). Meteoroloji bültenlerinde bu değer genellikle 10 metre yüksekte ölçülen rüzgar hızı (U_{10}) yer alır. Bu değerin 2 metre yükseklikteki hıza indirgenmesi için grafik kullanılmakla birlikte, bilgisayar ile hesaplanması daha kolay olduğu için aşağıdaki gibi formüle edilmiştir ve oldukça yaklaşık bir sonuç vermektedir (Yalçın,1992);

U_{10} = 0,1 - 2,2 $m.s^{-1}$ aralığı için;

$$U_2 = 0{,}2U_{10}^2$$

U_{10} = 2,3 - 4,1 $m.s^{-1}$ aralığı için;

$$U_2 = U_{10} - 1{,}3$$

U_{10} = 4,2 - 5,0 $m.s^{-1}$ aralığı için;

$$U_2 = 1{,}435U_{10} - 2{,}875$$

Sonuçta, hesaplanan değerlerin eşitlik (2.1) ile verilen PENMAN bağıntısında yerine konulmasıyla bölgenin günlük potansiyel buharlaşma değeri $mm.su.gün^{-1}$ olarak belirlenir (Tablo 2.15). Her ayın gün sayısı göz önüne alınarak aylık, aylık değerlerin toplamı ile de yıllık potansiyel buharlaşma değeri bulunur.

Yapılan hesaplamalarda, potansiyel buharlaşmanın Temmuz ayında 132,516 mm.su/ay ile en yüksek, Aralık ayında 8,654 mm.su/ay ile en düşük olduğu görülmektedir. Toplam yıllık potansiyel buharlaşma yüksekliği 674,477 mm.su/yıl olarak bulunmuştur.

Potansiyel buharlaşmanın hesaplanması sonrasında, yine Penman Yöntemi kullanılmış ve zeminin suya doygunluğunun, ortamlar çerçevesinde, aylara göre değişimi göz önünde bulundurularak bölgenin gerçek buharlaşma değerleri saptanmıştır. Meteorolojik su bilançosu çerçevesinde elde edilen gerçek buharlaşma yüksekliklerinin Mayıs ayında 84,58 mm.su/yıl ile en yüksek, Aralık ayında 8,65 mm.su/yıl ile en düşük olduğu anlaşılmış, ayrıca bölgedeki yıllık gerçek buharlaşma değeri 417,79 mm.su/yıl olarak bulunmuştur (Tablo 2.16).

İstasyon Adı: Göztepe

Enlem: N 40^0 58'

Tablo 2.15 : PENMAN yöntemi ile hazırlanmış potansiyel buharlaşma hesap tablosu

Aylar / Özellikler	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Sıcaklık (^{o}C)	6,1	5,9	7,7	12,1	16,7	21,5	23,8	23,5	20	15,6	11,2	8
A	1,029	1,018	1,119	1,415	1,816	2,362	2,682	2,637	2,175	1,71	1,349	1,137
RA(mm.su/gün)	6	8,3	11,3	13,9	16	16,9	16,4	14,6	12	9,5	6,8	5,5
n(saat,gün)	2,58	3,5	4,46	6,35	8,66	10,7	11,58	10,93	8,36	5,96	3,93	2,65
N(saat,gün)	9,6	10,7	11,9	13,3	14,4	15	14,7	13,8	12,5	11,2	10	9,3
Rc(mmsu/gün)	1,48	2,24	3,27	4,61	6,13	7,25	7,54	6,74	4,93	3,37	2,02	1,39
B	12,22	12,18	12,54	13,42	14,34	15,3	15,76	15,7	15	14,12	13,24	12,6
RH (%)	0,77	0,75	0,74	0,72	0,72	0,68	0,69	0,72	0,73	0,78	0,77	0,77
ea(mmHg)	7,06	6,96	7,88	10,58	14,24	19,22	22,09	21,7	17,52	13,28	9,97	8,04
RB	1,444	1,68	1,853	2,176	2,44	2,582	2,56	2,506	2,432	2,157	1,833	1,487
U10(m/sn)	2,6	2,7	2,6	2,2	2,4	2,4	2,8	2,7	2,3	2,3	2,3	2,7
U2(m/sn)	1,35	1,46	1,35	0,97	1,15	1,15	1,57	1,46	1,06	1,06	1,06	1,46
Ea	0,593	0,685	0,748	0,774	1,241	1,913	2,9	2,392	1,351	0,835	0,655	0,728
E(mm.su/gün)	0,308	0,622	1,103	1,749	2,819	3,852	4,417	3,728	2,137	1,072	0,387	0,288
Ep(mm.su/ay)	9,245	18,662	33,076	52,477	84,583	115,546	132,516	111,85	64,12	32,153	11,595	8,654
Ep(mm.su/yıl)	674,477											

E_p: Günlük potansiyel buharlaşma değeri (mm.su.gün^{-1}), **A:** Mutlak sıcaklıktaki doygun su buharı basıncı ile günlük sıcaklık arasındaki ilişkiyi belirleyen katsayı (boyutsuz), **R_C:** Buharlaşma yüzeyine gelen güneş enerjisi miktarı (mm.su.gün^{-1}) dır. **R_A:** Aylık ortalama atmosfer üstü güneş enerjisi miktarı (mm.su.gün^{-1}), **N:** Aylık ortalama astronomik güneşlenme süresi (saat/gün), **n:** Aylık ortalama güneşlenme süresi (saat/gün), **R_B:** Buharlaşma yüzeyinden çeşitli nedenlerle kaybolan güneş enerjisi miktarı (mm.su.gün^{-1}), **B:** BOLTZMANN katsayısı ile hava sıcaklığı arasındaki ilişkiyi belirleyen bir değerdir (mm.su.gün^{-1}), **e_d:** Havanın çiğlenme noktasındaki doygun buhar basıncı (mm.Hg), **R_H:** Havanın aylık ortalama bağıl nem değeri (boyutsuz), **e_a:** Havanın aylık ortalama sıcaklıktaki doygun su buharı basıncı. **E_a:** Havanın su buharlaştırma gücü, **U_2:** Yer yüzeyinden 2 metre yükseklikteki rüzgarın aylık ortalama hızı (m.s^{-1}), **U_{10}:** Yer yüzeyinden 10 metre yükseklikteki rüzgarın aylık ortalama hızı (m.s^{-1}).

İstasyon Adı: Göztepe

Enlem: N 40^0 58'

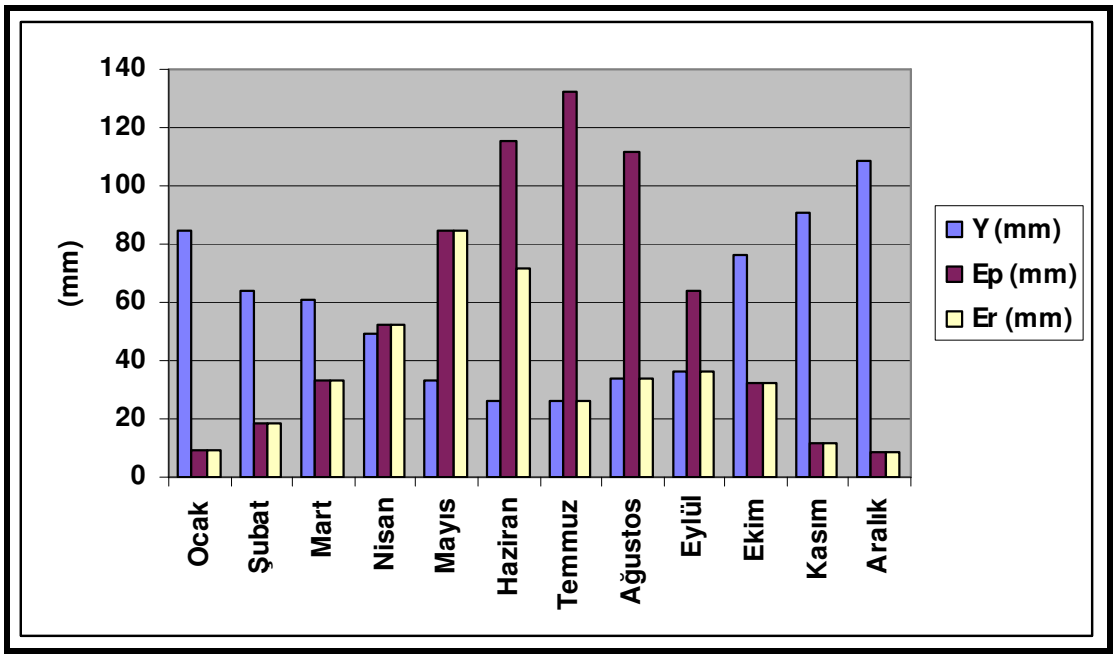
Tablo 2.16 : PENMAN yöntemi ile hesaplanmış gerçek buharlaşma değerleri ve su bilançosu.

Aylar / Özellikler	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	∑
SICAKLIK (^{o}C)	6,1	5,9	7,7	12,1	16,7	21,5	23,8	23,5	20	15,6	11,2	8	172,1
POTANSİYEL BUHARLAŞMA (EP) (mm)	9,245	18,662	33,076	52,477	84,583	115,546	132,516	111,85	64,12	32,153	11,595	8,654	674,48
YAĞIŞ (Y) (mm)	84,8	63,8	60,5	49,6	32,80	26	26,5	33,50	36	76,2	91	108,3	689,00
Y-EP (mm)	75,55	45,14	27,42	-2,88	-51,78	-89,55	-106,02	-78,35	-28,12	44,05	79,4	99,65	14,52
REZERV SU (RI) (mm)	100	100	100	97,12	45,34	0	0	0	0	44,05	100	100	686,51
GERÇEK BUHARLAŞMA (ER) (mm)	9,25	18,66	33,08	52,48	84,58	71,34	26,5	33,5	36	32,15	11,6	8,65	417,79
EKSİK SU (mm)	0	0	0	0	0	44,21	106,02	78,35	28,12	0	0	0	256,69
FAZLA SU (mm)	75,55	45,14	27,42	0	0	0	0	0	0	0	23,45	99,65	271,21
AKIŞ (AI) (mm)	65,66	55,4	41,41	20,71	10,35	5,18	2,59	1,29	0,65	0,33	11,89	55,77	271,22
AKIŞIN YAĞIŞA GÖRE AÇIĞI (mm)	19,14	8,4	19,09	28,89	22,45	20,82	23,91	32,21	35,35	75,88	79,11	52,53	417,78

2.4.3. Meteorolojik Su Bilânçosu

Önceki bölümde hesaplanmış olan aylık potansiyel buharlaşma ve yağış değerlerinden hareketle Penman Yöntemi uygulanarak, inceleme alanı ve dolayına ait su bilânçosu çıkarılmıştır. Bunun sonucunda Tablo 2.16'da yer alan bilanço elemanlarının yıl içindeki değişiminin izlenebilmesi daha anlaşılır hale gelmiştir. Şekil 2.8'de ki diyagramda Yağış (Y), Potansiyel Buharlaşma (Ep) ve Gerçek Buharlaşma (Er) değerlerinin yıl içindeki değişimlerine göre, en çok yağışın Aralık ayında, potansiyel buharlaşmanın da Temmuz ayında olduğu görülmektedir.

Bilânço tablosuna (Tablo 2.16) bakıldığında bölgede oldukça belirgin bir potansiyel buharlaşma açığı bulunduğu görülür. Potansiyel buharlaşma kurak dönemi oluşturan Mayıs–Eylül ayları arasında, zemin nemi bulunmayışına bağlı olarak, gerçek buharlaşmadan büyüktür. Yağışlı dönemi oluşturan Ekim-Nisan ayları arasında zeminin suya doygun veya yarı doygun bulunuşu nedeniyle, potansiyel buharlaşma gerçek buharlaşmaya eşit olmaktadır. Bölgenin yıllık yağış miktarı 689 mm'dir. Yıllık yağışın %61'i buharlaşmakta, geri kalan %39'u ise akışa geçmektedir. Akışa geçen yağış sularının bir kısmı süzülerek yeraltı sularını oluşturmaktadır.



Şekil 2.8 : Yıllık bölgesel su bilançosu.

3. ELMALI BARAJ GÖLÜ HAVZASI KUZEY KESİMİNİN GENEL JEOLOJİ ÖZELLİKLERİ

Bu çalışmada Elmalı Havzasına ait genel jeolojik özellikler "Bölgesel Jeoloji", çalışma sahası ise "İnceleme Alanı Jeolojisi" alt başlığı altında detaylı olarak verilmiştir.

3.1. Önceki Çalışmalar

İstanbul ve dolayının jeolojisi, pek çok araştırmacı tarafından yüzyılı aşan bir süreden beri çeşitli amaçlarla araştırılmaktadır. Başlangıçtaki araştırmaların çoğu bulunan litoloji veya fosillerin duyurusu şeklindeki kısa notlardır. Asıl incelemelerin 1919 yılında PENCK ile başladığı kabul edilebilir. Daha sonra giderek artan sayı ve ayrıntıda çalışmalar yapılmıştır.

PAECKELMAN (1925–1938) bölgedeki Paleozoyik istifi ayrıntılı olarak çalışmış ve birçok bulgusu olmuştur. OKAY (1947) Silüriyen, YALÇINLAR (1951) Silüriyen ve Karbonifer fosilleri bulmuşlardır. ALTINLI (1951 ve 1954) Kayışdağı ve Çamlıca bölgelerinde çalışmış, öğrencileri ile geniş bir bölgede saha uygulamaları yapmıştır. KETİN'in (1953–1959) Çamlıca'larda ve Adalar'da bölgenin tektoniğini aydınlatan yayınları vardır. SAYAR C. (1962–1969) çeşitli birimlerde bulduğu fosillerle ve yaptığı çalışmalarla bölgenin jeolojisinin belirlenmesine değerli katkılar sağlamıştır. ABDULSELAMOĞLU (1963), BAYKAL ve KAYA (1963–1965) bölgenin stratigrafisinin belirlenmesi için çalışmalar ve jeoloji haritaları yapmışlardır. HAAS'ın (1968) Tuzla ve Gebze dolaylarında stratigrafik ve paleontolojik araştırmaları vardır. KAYA (1971–1973) bölgenin çeşitli kesimlerinde çalışmış ve litostratigrafik birimlerin ayırt edilmesine ve yapısal ilişkilere çeşitli yenilikler getirmiştir. ÖNALAN (1971–1981 ve1982) değişik düzeylerde çalışmalar yapmıştır. Bu çalışmaların tümü bölgenin stratigrafik özellikleri ve yapısal niteliklerini açıklamaya yöneliktir.

İstanbul dolayında mühendislik jeolojisi amaçlı incelemeler ise 1980'li yıllarda yoğunlaşmıştır. 1970'li yıllara kadar I. Boğaz Geçişi ve Metro güzergahı

araştırmaları seyrekte olsa bölgedeki önemli mühendislik jeolojisi çalışmalarıdır. 1980'den sonra II. Boğaz Geçişi, Tüm Geçiş, Atık Su tünelleri çeşitli imar planları için yapılan çalışmalar ve çok katlı yapıların temel araştırmaları, 1990'dan günümüze yerleşim amaçlı genel ve münferit incelemeler İstanbul ve yakın dolayında Paleozoyik istifin mühendislik jeolojisi ve jeoteknik özelliklerinin ayrıntılı olarak belirlenmesine önemli katkılar sağlamıştır.

1999 yılında yaşadığımız depremlerden sonra bölgesel bazda yerleşime dönük, parsel bazında zemin (yer ortamı) özelliklerinin belirlenmesi amacıyla arazi ve laboratuvar deneyleriyle desteklenen ayrıntılı mühendislik jeolojisi ve jeoteknik amaçlı incelemeler oldukça fazladır. Bu çalışmaların birçoğu günümüzde de sürmektedir.

Bu tez çalışması nedeniyle bölgedeki çok sayıdaki jeolojik çalışma, üniversitelerde yapılmış tezler, mühendislik jeolojisi ve jeoteknik raporlar incelenerek yeniden değerlendirilmiştir. Bölgesel jeoloji koşullarının belirlenmesinde, kaya-stratigrafi ayırt ve adlandırılmasında bu çalışmalardan yararlanılmıştır.

3.2. Bölgesel Jeoloji

Elmalı baraj gölü havzası Paleozoyik ve Üst Tersiyer yaşta kaya birimlerini içerir (Şekil 3.3). Havzada geniş alanlar kaplayan Alt Ordovisiyen yaşta karasal çökeller, İstanbul dolayının en yaşlı kaya birimini oluşturur. **"Kocatöngel Formasyonu"** ve **"Kurtköy Formasyonu"** adlarıyla bilinen Alt Ordovisiyen yaşlı istifin tabanı İstanbul ve çevresinde açığa çıkmamış olmasına karşın, Armutlu yarımadası ve Bolu yöresinde şist, gnays ve meta-mağmatitleri kapsayan İnfrakambriyen yaşta metamorfik bir temeli açısal uyumsuzlukla üstlediği bilinmektedir. Erken Ordovisiyen başlangıcında, İstanbul ve yakın dolayını kapsayan bir kara parçası üzerinde, Kocatöngel ve Kurtköy formasyonlarıyla temsil edilen akarsu, göl ve olasılıkla lagünlerin yer aldığı karasal ortam koşulları egemen olmuştur. Alt Ordovisiyen ile birlikte bölge, plaj ortam koşullarında çökelmiş **"Aydos Formasyonu"**nun kuvarsitleriyle temsil edilen genel bir transgresyona (deniz ilerlemesi) uğramıştır. Silüriyen ve Devoniyen'de bölge, giderek derinleşen tektonik bakımdan duraylı bir denizle kaplanır. Bu süreçte yaşlıdan gence doğru, miltaşı-kumtaşı ile temsil edilen **"Yayalar Formasyonu"** (Üst Ordovisiyen – Alt Silüriyen), şelf tipi resifal ve sığ deniz karbonat çökelimini yansıtan **"Pelitli Formasyonu"** (Üst Silüriyen – Alt Devoniyen), düşük enerjili açık şelf ortamını temsil eden, bol

makrofosilli, seyrek kireçtaşı arakatkılı mikalı şeyilleri kapsayan **"Kartal Formasyonu"** (Alt-Orta Devoniyen) ve açık şelf-yamaç ortamını temsil eden yumrulu kireçtaşlarının yoğun olduğu **"Denizli Köyü Formasyonu"** (Üst Devoniyen+Alt Karbonifer) çökelmiştir. Denizli Köyü Formasyonu içerisinde ara düzeyler halinde yer alan ve en üst kesiminde, bu incelemede "**Baltalimanı Üyesi"** adı altında incelenmiş olan, Alt Karbonifer yaşlı silisli (lidit) çökeller, söz konusu denizel havzanın yakınlarında, yoğun silis getirimine neden olan volkanik etkinliğin bulunduğunu düşündürür. Ordovisiyen'den Karbonifer başlangıcına değin tektonik duraylık gösteren havza, Erken Karbonifer'le birlikte, türbiditik yoğunluk akıntılarının etkin olduğu duraysız ortam karakterine bürünür ve buna bağlı olarak ince kireçtaşı arakatkılı şeyil-miltaşı türü ince taneli kırıntılılarla başlayıp, filiş türü türbiditik kumtaşı-şeyil ardışık istifi ile devam eden **"Trakya Formasyonu"** çökelir. Karbonifer-Permiyen aralığında etkin olan tektonik hareketlere bağlı olarak bölge su dışına çıkarak yeniden kara halini almış olduğu anlaşılmaktadır. Tüm bu birimleri, kalkalkalin derinlik ve sığ sokulum kayaçları (granodiyorit, andezit, diyabaz) kesmektedir (Öztunalı ve Satır, 1975; Yılmaz, 1977; Seymen, 1995). Üst Kretase yaşlı ***"Çavuşbaşı Granodiyoriti"***nin Tetis Okyanusu'nun kapanması sürecinde etkin olmuş adayayı volkanizması ile ilişkili derinlik kayası olduğu düşünülmektedir. Eosen ve Orta-Geç Oligosen'de Marmara bölgesini etkileyen tektonik hareketlere bağlı olarak, bölge yeniden yükselerek, Günümüz'e kadar süren bir karalaşma sürecine girmiş ve özellikle Orta Oligosen – Alt Miyosen aralığını temsil eden akarsu, lagün ve göl çökelleri "**Ömerli Formasyonu**" gelişmiştir.

Kabaca K-G doğrultulu sıkışmaya neden olan bu hareketlere bağlı olarak oluşan, özellikle KB-GD ve KD-GB doğrultulu makaslama fay ve eklem sistemleri, bölgede yoğun olarak gelişmiştir.

3.3. İnceleme Alanının Jeolojisi

Bu inceleme, çalışma alnında bulunan Elmalı baraj gölünü çevreleyen doruk çizgileri ile sınırlanmış sürekli yada mevsimsel akışlı akarsuları, göle taşıyan drenaj ağının (Elmalı Baraj Gölü Havzasının kuzey kesimi), hidrojeoloji çalışmalarına esas olacak jeolojik verilerin sağlanması amacını taşır. Bu amaçla havzanın kuzey kesiminin stratigrafi ve yapısal özellikleri ana çizgileriyle incelenmiş ve jeoloji verileri 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritasına işlenmiştir.

İnceleme alanında Paleozoyik ve Tersiyer yaşta kaya birimleri yüzeylenir. Çalışma alanının kaya-stratigrafi birimleri (Şekil 3.4), yaşlıdan gence doğru bir sıra ile özet olarak aşağıda açıklanmıştır.

3.3.1. Kurtköy Formasyonu (Opk)

Formasyon, başlıca arkoz bileşiminde kırıntılı kayalardan oluşur. **Paeckelmann** (1938), Arkoz birimini, altta taban çakıltaşı (Hauptkonglomerat) düzeyi ile başlayan ve arkoz (Arkoz-Horizont) olarak devam eden Siluriyen sonu yaşta "Quarzit-Serie" içinde tanımlamıştır. **Altınlı** (1951) istifi "Arkozlar" başlığı altında incelemiştir. İlk kez **Haas** (1968) tarafından birim için, İstanbul'un Anadolu yakasında Kurtköy dolayında geniş alan kaplaması nedeniyle, Kurtköy Formasyonu (Kurtköy Schichten) adı kullanılmıştır. Daha sonraları, **Kaya** (1978) ve **Önalan** (1981) tarafından aynı coğrafya adı korunarak, sırasıyla "Kurtköy Arkoz Birimi" ve "Kurtköy Formasyonu" adlarıyla incelenmiştir (Şekil 3.4).

Kurtköy Formasyonu, başlıca açıklı koyulu mor-eflatun renkli, kil, mil, kum ve çakıl boyutunda gereci kapsayan arkoz bileşimli kırıntılı kayalardan oluşur. İstifin alt kesiminde kumtaşı arakatkılı, ince laminalı kiltaşı-miltaşı, üst kesiminde ise değişik boyutlarda çakıltaşı mercek ve ara düzeylerini kapsayan, kiltaşı- miltaşı arakatkılı kaba kumtaşı egemendir (Şekil 3.1, Şekil 3.2).

Formasyonun egemen kayatürünü oluşturan kumtaşı, mor-eflatun, yer yer yeşilimsi külrengi, orta-kalın katmanlıdır; orta-zayıf boylanma, yer yer derecelenme, koşut ve çapraz laminalanma gösterir. Yuvarlanmış-yarı yuvarlanmış süt kuvars, kuvarsit, çakmak taşı (chert), mağmatit, metamorfit ve feldspatlı kaya kırıntıları, mafik mineral, değişen oranda mika pulları ve kırmızımsı renkli köşeli-yarı köşeli formasyon içi (intraformational) kiltaşı-miltaşı parçalarını kapsar. Kuvars vb dayanımlı tane oranı % 50'nin üzerindedir; feldspat oranı yaklaşık % 10–20 arasında değişir. Taneler killi hamur ve daha az oranda silisli çimento ile sıkı tutturulmuştur. Yüksek oranda feldspat vb dayanımsız bileşen kapsamı, kolay ayrışmaya neden olur. Özellikle faylı bölgelerde, faylar boyunca etkin olan ileri derecede ayrışma sonucu, arkozlar mavimsi gri, açıklı koyulu kahverengi, boz, kirli beyaz, yer yer kızılımsı renklerin karışımından oluşan alacalı bir renkte, kil oranı yüksek olan dayanımsız kayaya dönüşür. Formasyon alttan üste doğru, mor-eflatun renkli, laminalı miltaşı-

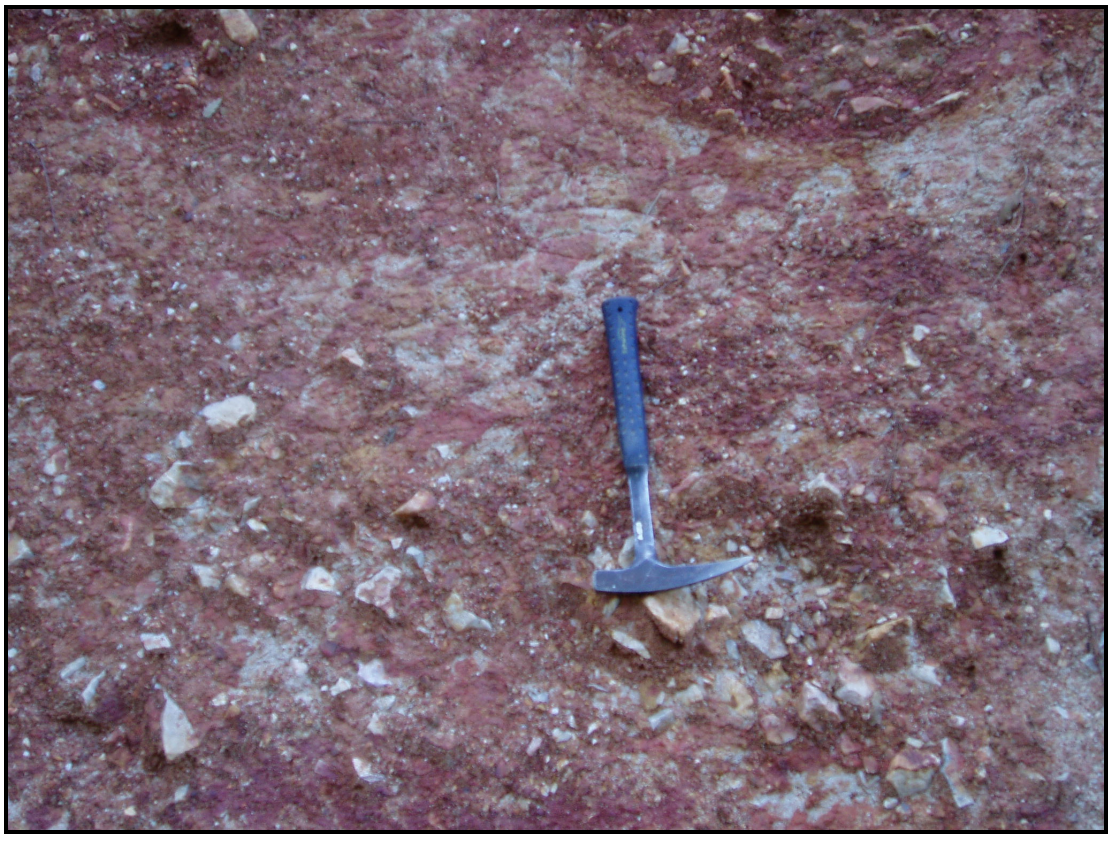
kumtaşından oluşan **Bakacak Üyesi**, aynı renkte kaba kumtaşı-çakıltaşının egemen olduğu, çapraz katmanlı, miltaşı arakatkılı kumtaşından oluşan **Süreyyapaşa Üyesi** olmak üzere iki üyeye ayrılmıştır.

Kurtköy Formasyonu, Bakacak Üyesi 500 m ve Süreyyapaşa Üyesi 1000 m olmak üzere toplam 1500 m dolayında kalınlık gösterir.

İstanbul Grubu stratigrafik isitifinin en altını oluşturan bu birim çalışma alanı sınırları içerisinde geniş alanlar kaplar. Beykoz ilçesi ve Çavuşbaşı beldesinde, Elmalı baraj gölününde bulunduğu 14 km^2'lik geniş alanda yüzeylenmiştir.

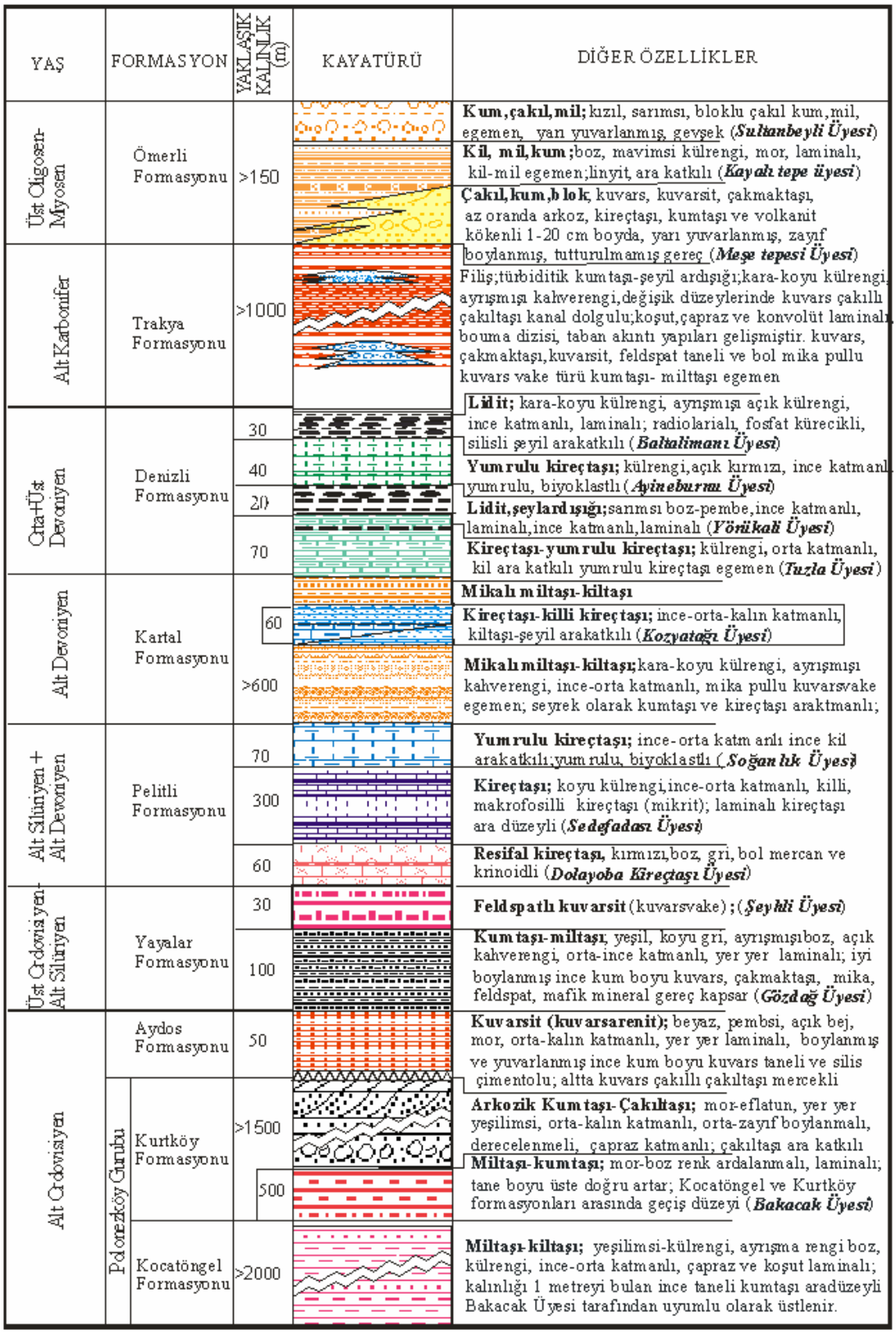
Alt Ordovisiyen ile birlikte bölge, plaj ortam koşullarında çökelmiş Aydos Formasyon'nun kuvarsitleriyle uyumlu olarak üstlenir.

Kurtköy Formasyonu içinde günümüze kadar herhangi bir fosile rastlanmamıştır. Havza alanında yaşı fosille saptanabilen en yaşlı birim olan Orta Ordovisiyen yaşta Yayalar Formasyonu'ndan daha alt stratigrafik konumda bulunur. Dolayısıyla Kurtköy Formasyonu Orta Ordovisyen'den yaşlı olmalıdır.

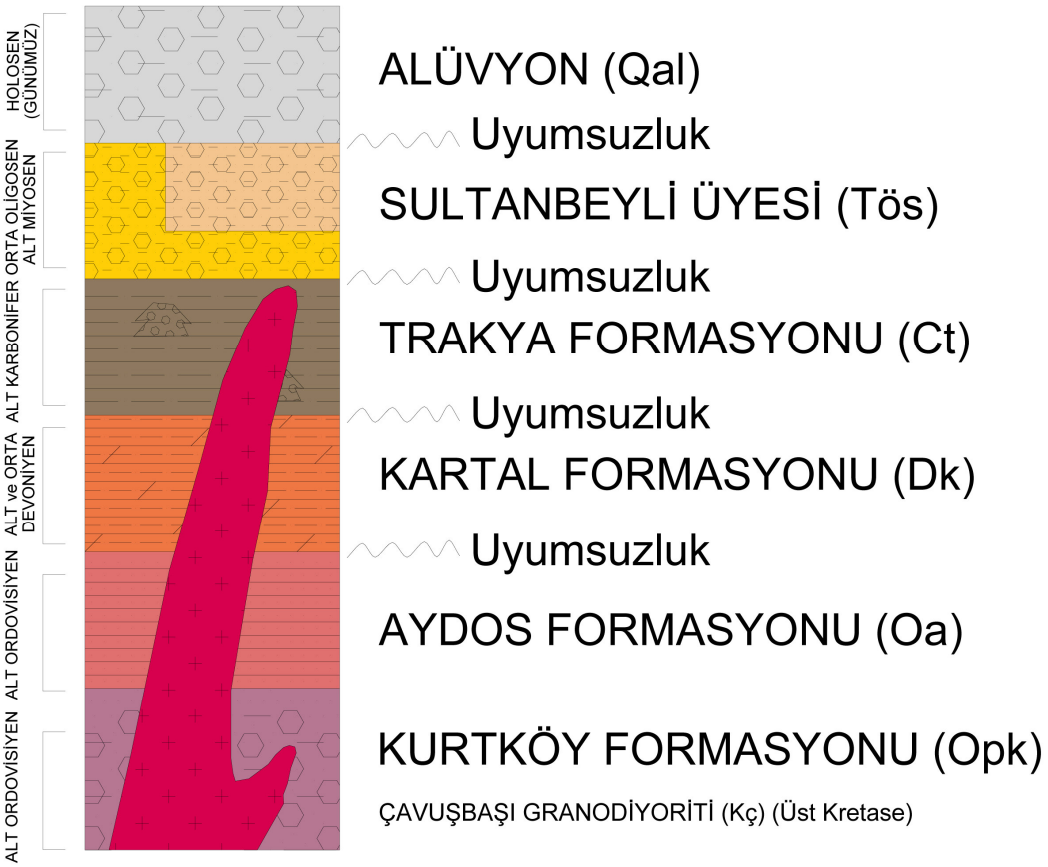


Şekil 3.1 : Kurtköy Formasyonu'ndan genel görünüm (Yukarı Baklacı, Çavuşbaşı – Çekmeköy yol kenarı, 2007)

Şekil 3.2 : Kurtköy Formasyonu'na ait arkozik kumtaşı-çakıltaşından yakın görüntü (Çavuşbaşı, 2007).



Şekil 3.3 : Elmalı baraj gölü havzasında yüzeylenen kaya-stratigrafi birimlerinin genelleştirilmiş dikme kesiti (Özgül, N. 2006'dan sadeleştirerek)



Şekil 3.4 : İnceleme Alanının Stratigrafik Dikme Kesiti

3.3.2. Aydos Formasyonu (Oa)

İstanbul'un özellikle Anadolu yakasındaki kesiminin dağlık alanlarını ve büyük tepelerini oluşturan kuvarsit çeşitli araştırıcılar tarafından genellikle, büyük bölümü kuvarsitlerden oluşan Aydos dağının adıyla incelenmiştir. **Paeckelman (1938)** söz konusu kuvarsitleri Silüriyen sonu yaşta "Kuvarsit Serisi (Quarzit-Serie)" kapsamında "Ana kuvarsit düzeyi (Hauptquarzit Horizont)" olarak tanımlamıştır. **Haas (1968)** "Ayazma Formasyonu (Ayazma- Schichten)", **Baykal ve Kaya (1965)** "Ortokuvarsit Formasyonu", **Kaya (1978)** "Aydos Kuvarsarenit Birimi", **Önalan (1981)** "Aydos Formasyonu" adlarıyla incelemiştir (Şekil 3.2).

Formasyon büyük bölümüyle kuvarsitlerden (kuvarsarenit) oluşur; yüzeylemelerinin önemli bir bölümünde, süt kuvars çakıllarını yoğun olarak kapsayan, silis çimentolu çakıltaşı düzeyi ile başlar. Çeşitli kesimlerinde değişen oranda arakatkılar halinde killi milli şeyil kapsar.

Kuvarsit; kirli beyaz, pembemsi, açık bej, mor, ayrışmışı kızıl-kahverengi, açık kahverengi, orta-kalın-çok kalın, çoğunlukla belirsiz katmanlı, yer yer laminalı, yer

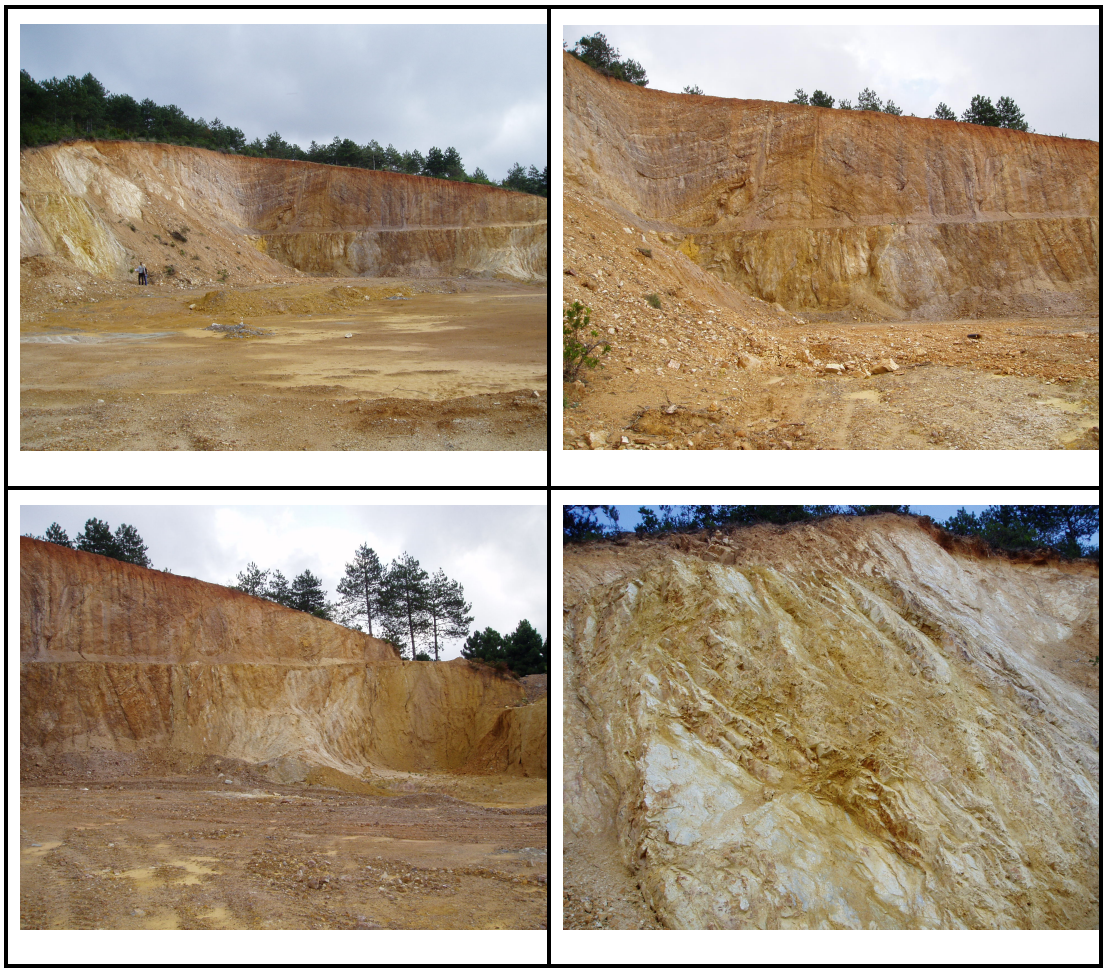
yer derecelenmelidir. Alt düzeylerde genellikle morumsu renkli, kaba kum ve çakıllı, çapraz laminalıdır. Üst düzeylerde genellikle tane boyu küçülür, pembemsi bej kompakt kuvarsitler egemen olur. Kuvarsitler genellikle % 90'ın üzerinde kuvars tanesi kapsar. Kuvarsarenit türü egemendir; taneler, tane destekli, tane sınırları erimeli, silis çimentolu, iyi boylanmış, yuvarlanmıştır. Kaba kum boyu tanelerin egemen olduğu düzeylerde katmanlanmaya koşut gelişmiş mor ve bej renk ardalanması, derecelenme ve çapraz laminalanma belirgindir. Az oranda mika (muskovit, serisit) ve ayrışmış feldspat, hematit ve zirkon tane kapsar. İnceleme alanındaki yüzeylemelerinin küçümsenmeyecek bir bölümünde, kuvarsit katmanlarının arasında, kalınlığı 5–10 cm yi bulan, kızılımsı, sarımsı bej, gri, mavimsi renk karışımından oluşan alacalı renkli killi ve milli şeyil, killi kumtaşı (kuvarsvake) arakatkılar görülür.

İnceleme alanında Aydos formasyonuna, Manastır tepesinde karşılaşılmıştır (Şekil 3.5). Kuvarsitlerden oluşur. % 90'ın üzerinde kuvars danesi kapsar ve silis çimentoludur. Sert kaya niteliğindedir. Tabaka düzlemi süreksizliği zayıf gelişmiş, eklemleri sık, ayrık, dolgusuz, pürüzlü ve kısadır. Fiziksel etkenlerle kolayca mekanik ayrışmaya uğramakta parçalanıp bloklaşmakta ve bulundukları sırtların eteklerinde yamaç molozları oluşturmaktadır.

Aydos Formasyonu, inceleme alanının doğusunda, Alemdar ilçe sınırı ile havzanın su bölüm çizgisi arasında kalan 538 000 m^2'lik alanda yüzeylenmiştir.

Alt Ordovisiyen'de kara halinde bulunan bölge, Ordovisiyen yaşlı ***Aydos Formasyonu***'nun kuvarsitleriyle temsil edilen bir transgresyonla başlayan, Silüriyen ve Devoniyen'de giderek derinleşen, tektonik bakımdan duraylı bir denizle kaplanır. Bu süreçte Aydos formasyonu'nun üzerine uyumlu olarak, düşük enerjili açık şelf ortamını temsil eden, bol makrofosilli, seyrek kireçtaşı arakatkılı mikalı şeyilleri kapsayan ***Kartal Formasyonu*** (Alt-Orta Devoniyen) çökelmiştir.

Formasyon içinde fosil bulunamamıştır. Ancak, havza alanının güney kesiminde yüzeylenen Aydos Formasyonu'nun üst kesimleri Orta Ordovisiyen yaşta olan Yayalar Formasyonu'nun alt düzeyleriyle yanal ve düşey geçişlidir; dolayısıyla Aydos Formasyonu Alt-Ordovisiyen yaşta olmalıdır.



Şekil 3.5 : Aydos Formasyonu'nun inceleme alanındaki genel görünümü (Çavuşbaşı - Aşağı Baklacı, Manastır tepe yamacı, 2007)

3.3.3. Kartal Formasyonu (Dk)

İstanbul'un Anadolu yakasında geniş alanlar kaplayan ve bol brakyopod, trilobit vb makrofosil kapsamıyla sahada kolay tanınabilen birimi, **Penck (1919)** "Bosporianiche Fazies", **Paeckelmann (1938)** "Pendik Schichten", **Altınlı (1951)** "Orta Pendik Tabakaları = Kanlıca Horizonu" ve "Üst Pendik Tabakaları" gibi değişik ad ve başlıklar altında incelemişlerdir. İlk kez kaya-stratigrafi temeline dayalı inceleme, **Haas (1968)** tarafından yapılmış ve söz konusu istif "Marmara Serisi" içinde "Kartal Formasyonu, Kurtdoğmuş Formasyonu ve Dede Formasyonu" olmak üzere 3 birime ayırtlanmıştır. **Kaya (1973)** "Pendik Gurubu" adıyla adlandırdığı istifi, "Kartal Formasyonu", "Kozyatağı Formasyonu" ve "İçerenköy Şeyili" olmak üzere 3 formasyona ayırtlamıştır. **Önalan (1981 ve 1982)**, Kaya (1973)'nın formasyon adlarını olduğu gibi kullanmış; ancak, daha sonraki çalışmasında Kartal Formasyonu adını, tüm istifi kapsayacak şekilde kapsamını genişleterek korumuş ve

Kozyatağı ve İçerenköy birimlerini Kartal Formasyonu içinde üyeler olarak incelemiştir (Önalan, 1988).

Kartal Formasyonu büyük bölümüyle kil-mil-ince kum boyu kırıntılı kayalardan ve mikalı şeyillerden oluşur. Belirli kesimlerinde özellikle üst düzeylerinde kireçtaşı arakatkılıdır. Taze iken siyah koyu külrengi, ayrışmışı boz-açık kahverengi, ince-orta katmanlı, yarılgan, bol mikalı şeyiller formasyonun egemen kaya türünü oluşturur (Şekil 3.6). Seyrek olarak, 5–10 cm arasında değişen kalınlıkta ince gereçli kumtaşı ve makrofosil kırıntılı kireçtaşı ara düzeylerini kapsar.

Beykoz ilçesi ve Çavuşbaşı beldesinde, havzanın su bölüm çizgisinin doğusu ile Elmalı baraj gölünün batı kolu arasında kalan 2 km^2'likalanda yüzeylenmiştir.

Ordovisiyen'den Karbonifer başlangıcına kadar tektonik duraylık gösteren çalışma alanı, Alt Karbonifer'de filiş türü kumtaşı-şeyil ardışığı (***Trakya Formasyonu***) ile temsil edilen türbiditik akıntıların etkin olduğu duraysız ortam karakterine bürünür. Buna bağlı olarak ince kireçtaşı arakatkılı şeyil-miltaşı türü ince taneli kırıntılılarla başlayıp, filiş türü türbiditik kumtaşı-şeyil ardışık istifi ile devam eden Trakya Formasyonunu uyumsuz olarak Kartal Formasyonu üstler. Karbonifer-Permiyen aralığında etkin olan tektonik hareketlere bağlı olarak bölge su dışına çıkarak yeniden kara halini almıştır.

İnceleme alanında Kartal Formasyonu'nun, Kurtköy ile olan dokanağını oluşturan fay, Özgül (2005)'e göre düşey ya da yüksek eğimli ve doğrusal gidişli oluşu nedeniyle bu fay doğrultu atımlı fay özelliği gösterir. Bu fay boyunca Kartal Formasyonu ile Kurtköy Formasyonu karşıkarşıya gelmişlerdir.

Kartal Formasyonu, başta brakyopod olmak üzere krinoid, mercan, trilobit, bryozoa, gastropod vb çok çeşitli ve zengin makrofosil kapsar; bu özelliği ile, sahada diğer kırıntılı kaya istiflerinden, örneğin Yayalar ve Trakya Formasyonlarından kolayca ayırtedilebilir. Zengin fosil kapsamına dayanılarak, formasyonun Alt Devoniyen-Orta Devoniyen geçişini temsil ettiği bilinmektedir (Paeckelmann, 1938; Önalan, 1981; Babin, 1973; Carls, 1973; Gandl, 1973; Kullmann, 1973).

Şekil 3.6 : Kartal Formasyonu'nun kiltaşı-miltaşı (Çekmeköy - Mehmet Akif Mahallesi, 2007)

3.3.4. Trakya Formasyonu (Ct)

Trakya Formasyonu, büyük bölümüyle filiş türü türbiditik kumtaşı, miltaşı, şeyil ardışığından oluşur (Şekil 3.7). Yer yer çakıltaşı ve alt yarısında, değişen kalınlıkta kireçtaşı ara katkı ve merceklerini kapsar.

Formasyonun çalışma alanındaki yüzeylemeleri 200–300 m dolayında kalınlık gösterir.

İnceleme alanında, Elmalı baraj gölünün kuzeybatısında sınırlı alanda faylı dokanaklarla açığa çıkmış yüzeylemesi bulunur.

Trakya Formasyonu'nun büyük bölümünü oluşturan kırıntılı düzeyleri fosil bakımından kısırdır. Formasyon'un inceleme alanı dışındaki yüzeylemelerinin alt düzeylerindeki kireçtaşı ve şeyillerde Erken Karbonifer yaşını kanıtlayan fosiller bulunmuştur (Yalçınlar, 1951; 1954; Mamet and Kaya, 1971).

Şekil 3.7 : Trakya Formasyonu'nun kumtaşı-miltaşı-şeyil ardışık düzeyi.

3.3.5. Çavuşbaşı Granodiyoriti (Kç)

Polenezköy'ün güneybatısında Çavuşbaşı beldesi ve Çekmeköy arasında yaklaşık 25 km^2 genişliğinde bir alanı kaplayan derinlik kayaları, çeşitli araştırıcılar tarafından, örneğin; **Abdüsselâmoğlu (1963)** "Çavuşbaşı granitleri", **Bürküt (1966)** "Çavuşbaşı Granodiyoriti" ve **Öztunalı ve Satır (1975)** "Çavuşbaşı derinliktaşı", **Ketin (1983)** "Çavuşbaşı Çiftliği granodiyorit-kuvarsdiyorit plütonu" gibi değişik adlar altında incelenmiştir.

Başlıca plajiyoklaz, K-feldispat, hornblend, kuvars, biyotit ve ikincil derecede apatit, zirkon, epidot, titanit ve opak mineral kapsadığı belirtilen birim kuvarslı diyorit ve granodiyorit özelliği taşır (Yılmaz, 1977; Öztunalı ve Satır, 1975). İleri derecede ayrışma gösterir ve yüzeye yakın kesimlerinde genellikle arenaya dönüşmüştür (Şekil 3.8, Şekil 3.9).

Çavuşbaşı granodiyoriti, inceleme alanında Alt Ordovisiyen yaşlı Kurtköy Formasyonu'nun arkozlarını kesmiş ve yer yer onların anklavlarını kapsar. Dokanak zonu boyunca belirgin olarak kontak metamorfizma zonu gelişmiştir.

Çavuşbaşı granodiyoriti çalışma alanı içerisinde, Beykoz, Çavuşbaşı beldesindeki Elmalı havzası su bölüm çizgisinin batısında kalan 13 km^2'lik geniş alanda yüzeylenmiştir.

İnceleme alanında, Çavuşbaşı Granodiyoriti'nin Paleozoyik'ten daha genç birimlerle dokanak ilişkisi gözlenememektedir. Buna karşılık jeokronolojik yaş belirleme çalışmalarında, K/A yöntemiyle 87,3±3 my (Bürküt, 1966) ve Rb-Sr yöntemiyle 65±10 my ile 60±13 my (Öztunalı ve Satır, 1975) gibi Geç Kretase'yi (Santoniyen-Daniyen) gösteren değerler bulunmuştur.

Şekil 3.8 : Çavuşbaşı Granodiyoriti'nden genel görünüm (Yukarı Baklacı, Çavuşbaşı-Çekmeköy yol kenarı mostrası, 2007)

Şekil 3.9 : Çavuşbaşı Granodiyoriti'nden genel görünüm (Çavuşbaşı - Hocalar, Akaryakıt İstasyonu mevki, 2007)

3.3.6. Ömerli Formasyonu (Tö) , Sultanbeyli Üyesi (Tös)

Ömerli Formasyonu, boyutları ve biçimleri yerine göre değişen kil, kum, çakıl birikintilerinden oluşur. İstif genellikle iri çakıl-kaba kum birikintileriyle başlar, daha üstte yanal ve düşey giriklik gösteren mil-kil boyu ince gereçli birikintilere geçer; en üstte kızılımsı sarı, seyrek çakıllı, kum-mil boyu ince taneli birikintiler yer alır. Formasyon ***"Meşe tepesi Üyesi", "Kayalı tepe Üyesi"*** ve ***"Sultanbeyli Üyesi"*** olmak üzere 3 üyeye ayrılmıştır.

Sultanbeyli Üyesi (Tös): Çakıl mercek ve ara düzeylerini kapsayan kum gereç egemendir; değişen oranda, kırmızımsı-sarımsı kil-mil kapsar (Şekil 3.10). Çapraz katmanlanma, yontulma, merceklenme ve kamalanma yapıları gelişmiştir. Ömerli Formasyonu'nun diğer üyeleriyle ile ilişkisi ayrıntılı olarak incelenememiştir. Meşe tepesi ve Kayalı tepe üyelerinin engebeli bir taban topografyasına sahip olmalarına karşın, Sultanbeyli Üyesi, kabaca K-G gidişli sırtların yaklaşık 90–100 m kotunun üstünde kalan kesimlerinde kuzeye düşük eğimli taban (aşınma) düzlüğü üzerinde 30–40 m kalınlıkta örtüler halinde korunmuştur. Sultanbeyli Üyesi'nin bu konumu, peneplenleşmiş bir tabanı örttüğü, diğer bir anlatımla, Meşe tepesi ve Kayalı tepe

üyelerini uyumsuzlukla örtmüş olabileceğini düşündürür. Bu durumda Sultanbeyli Üyesi'nin Ömerli Formasyonu'ndan ayrı bir birim olarak, formasyon aşamasında "Sultanbeyli Formasyonu" olarak adlandırılması ve haritalanması gerekebilir. Ancak araştırmacılar yeterli veriler sağlanmadan, ayrı bir formasyon adlamasının yapılmasını sakıncalı bulmuşlardır. Yüzeylemeleri aşınmaya açık olduğundan, birim kalınlığı bilinmemektedir; inceleme alanındaki yüzeylemelerinin görünür kalınlığı 30 metrenin üzerindedir.

Sultanbeyli Üyesi inceleme alanında, Beykoz ilçesindeki Elmalı baraj gölünün kuzeybatısında yüzeylenmiştir.

Gedik ve diğ. (2004) istif içindeki kömür arakatkılarının, olasılıkla Oligosen'i düşündüren palinomorf türlerini kapsadığını belirtir.

Şekil 3.10 : Ömerli Formasyonu'ndan genel görünüm (Kayışdağı yol kenarı, 2007)

3.3.7. Alüvyon (Qal)

İnceleme alanında özellikle Şakıran Deresi, Çiftlik Deresi ve bunların yan kolları boyunca silt, kum, çakıl boyu genellikle ince gereçli alüvyon birikintilerini kapsayan dar düzlükler gelişmiştir. Kötü boylanmalı olup tutturulmamıştır.

Aşınma ve ayrışma faktörlerinin (ısı farkı, arazinin örtülü olmaması, rüzgar v.b. gibi) etkisi ile çeşitli birimler ayrışarak, yüzeysel sular v.s. etkisi ile taşınarak değişik boyutta çakıl, kum, silt, kil taneleri çalışma alanında akarsu yatakları boyunca birikmişlerdir.

3.4. Yapısal Jeoloji

İstanbul ve yakın dolayı Karbonifer-Neojen aralığında etkin olmuş çok sayıda ve değişik nitelikte tektonik hareketlerin derin izlerini taşır. Bu hareketlere bağlı olarak gelişmiş kıvrım, fay ve eklem gibi yapısal unsurlar bölgenin jeolojik yapısını daha da karmaşık bir hale getirmiştir. Bu bölümde arazi çalışmaları sırasında belirlenmiş olan faylar ele alınmıştır.

İnceleme alanında özellikle Paleozoyik yaşta kaya birimlerinin yüzeylediği kesimlerde D-B, K-G, KD-GB ve KB-GD doğrultulu büyüklü küçüklü çok sayıda fayların varlığı dikkati çekmektedir. Çalışma alanında kazı ve doğal şevlerde doğrudan izlenen ya da dokanak, klavuz düzey vb çizgiselliklerin izlenmesi sırasında harita ölçeği ile kendini belli eden faylar gelişmiş ve 1/25 000 ölçekli Jeoloji haritasına işlenmiştir.

Bölgede görülen bindirme ve makaslama fayları aktif fay özelliği taşımamaktadır. Bu faylar, Orta Oligosen - Alt Miyosen yaşlı Ömerli Formasyonu, Sultanbeyli Üyesi yüzeylemelerinin bulunduğu alanlarda bu formasyon tarafından örtülü bulunduklarından Orta Oligosen – Alt Miyosen öncesi gelişmiş olmalıdır.

4. HİDROLOJİ VE HİDROJEOLOJİ

4.1. Hidroloji

4.1.1. Giriş

Doğada su sürekli dolaşım halindedir. Bu dolaşımda yağışla yeryüzüne gelen suların bir kısmı yeraltına süzülerek değişik ortamlarda yeraltı suyunu oluştururken, bir kısmı da doğrudan akışa geçerek yüzey sularını oluşturmaktadır. Yağışın buharlaşma, akış ve süzülme şeklindeki dağılımını kapsayan bu olaya hidrolojik dolaşım denir.

Elmalı havzası kuzey kesiminin hidrolojik özelliğinin tanımlanabilmesi amacıyla mevcut drenaj ağını oluşturan akarsu, kuru dereler, kaynak ve kuyuların özellikleri hakkında bu bölümde bilgi verilmektedir. Ayrıca yapılan hidroloji haritasında (Şekil 4.1) bu öğelerin yerleri belirtilmiştir.

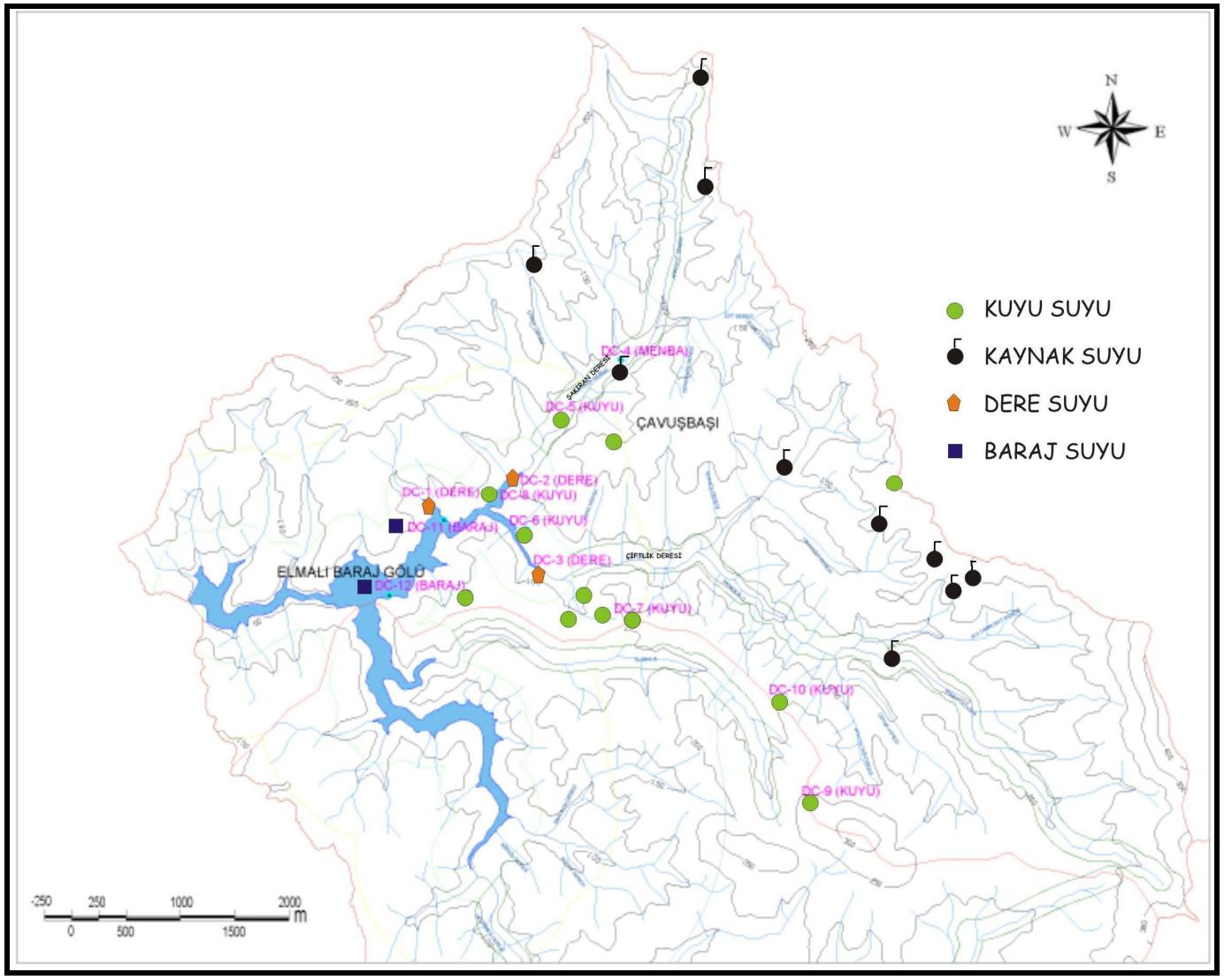
4.1.2. Su Noktaları

Elmalı Su Havzası alanı içinde yeralan çeşitli türde su noktaları; kaynaklar, baraj gölü, dere suyu ve adi kuyular şeklinde gruplandırılarak izleyen alt bölümlerde ayrı ayrı tanıtılmıştır. 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritalar başta olmak üzere, DSİ ve İSKİ kayıtları ile bölgede gerçekleştirilmiş önceki hidrojeolojik çalışmalardan hareketle varlığı belirlenen su noktalarının koordinatları tanımlanmıştır (Tablo 4.9, Tablo 4.10). Ayrıca inceleme alanında tespit edilen ve kimyasal analizleri yapılan kuyuların da koordinatları Tablo 4.1'de belirtilmiştir. İnceleme alanında yer alan tüm su noktaları hem tablo ve şekil halinde, hem de "Elmalı Havzası Kuzey Kesiminin Hidrojeoloji Haritası" üzerinde gösterilmiştir.

İnceleme alanından alınan yüzey ve yeraltı sularının koordinatları Tablo 4.1'de verilmiş ve yerleri Şekil 4.1'de gösterilmiştir. Tespit edilen 12 su noktasından alınan örneklerin, 3 tanesi dere suyu (DC_1, DC_2, DC_3), 1 tanesi menba suyu (DC_4), 6 tanesi kuyu suyu (DC_5, DC_6, DC_7, DC_8, DC_9, DC_10) ve 2 tanesi de baraj suyudur (DC_11, DC_12) (Şekil 4.1).

Tablo 4.1 : İnceleme alanında yer alan yerüstü ve yeraltı su noktaları

Su Noktaları	**Koordinat (UTM)** **X (3 derece) - Y(3 derece)**	**Kotu (m)**
DC_1	4550460 - 426706	70
DC_2	4550653 – 427499	78
DC_3	4549853 -427705	70
DC_4	4551780 - 428468	90
DC_5	4551264 - 427916	85
DC_6	4550217 - 427604	70
DC_7	4549428 - 428582	158
DC_8	4550550 - 427299	75
DC_9	4547731 - 430218	255
DC_10	4548670 - 429905	195
DC_11	4550300 - 426849	73
DC_12	4549620 - 426345	70



Şekil 4.1 : İnceleme alanında yer alan su noktaları (DC kodlu olanlar kimyasal analiz için örneklenmiştir).

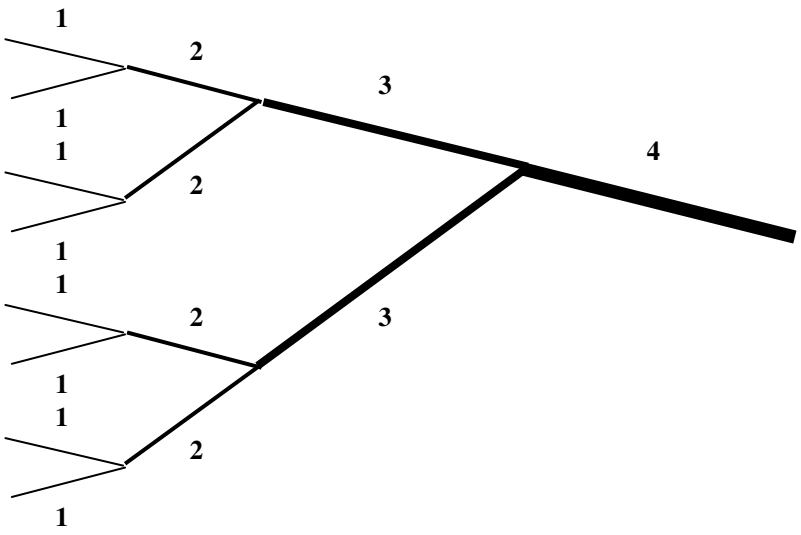
4.1.2.1. Akarsular ve Drenaj Ağı

İnceleme alanındaki drenaj yapısı, İstanbul İli'ndeki hakim kuzeybatı güneydoğu yönelimli drenaj yapısıyla kısmen uyum içerisindedir. Diğer içme suları havzalarından farklı olarak, havzadaki dereler taşıdıkları suları Göksu Deresi vasıtasıyla doğrudan Boğaz'a aktarmaktadır. Anadolu Yakası'nda, İstanbul Boğazı ile Ömerli Havzası arasında sıkışmış olan inceleme alanında yağışla gelen sular doğudan gelen iki ana dere vasıtasıyla barajda toplanmaktadır. Bu iki ana dere Elmalı Baraj Gölü içerisinde birleşerek 1950 yılında inşa edilmiş olan barajı beslemektedir. Doğudan gelen akarsular, kuzeydoğu uzanımlı Şakıran Deresi ile doğu uzanımlı Çiftlik Deresi'dir. Tablo 4.2, Horton (1945) ve Strahler (1952) tarafından geliştirilen dere kademelenme sistemine göre, çalışma alanında bulunan derelerin listesini, sınıflandırılmış kademeleriyle 3. dereceden mecralardan başlayarak akış yönlerine göre sistematik olarak sunmaktadır.

Tablo 4.2 : Çalışma Alanında Kademelerine ve Akış Yönlerine Göre Dere Listesi

3. DERECE	4. DERECE	BARAJ GÖLÜ
Arnavut Deresi İsimsiz Dere	Şakıran Deresi	REZERVUAR
İsimsiz Dere Sultanmurat Deresi Armutyatağı Deresi İsimsiz Dere	Karanlık Deresi - Çiftlik Deresi	

Bu modele göre bir akarsu havzasında hiç kolu olmayan ve sularını sadece toprak yüzeyinden toplayan mecralara (su toplama çizgisine) birinci dereceden mecra adı verilmektedir. En az iki tane birinci dereceden mecranın birleşmesinden meydana gelenlere ikinci dereceden mecra, iki tane ikinci dereceden mecranın birleşmesi ile üçüncü dereceden mecra oluşmakta ve daha yüksek derecelendirmelere benzer şekilde devam edilmektedir (Şekil 4.2). Havzadaki mecra derecesi arttıkça havza alanı büyür, toplam mecra uzunluğu fazlalaşır ve yüzeysel akış debisi artar (Şen, 2002, p.41).



Şekil 4.2 : Strahler Yaklaşımı ile Bir Akarsuyun Drenaj Hatlarının Oluşturulması

Yüzeysel Akışlar: İSKİ, tüm rezervler için 1994 yılından günümüze kadar aylık bazda rezervuarlara su giriş kayıtlarını tutmaktadır. Bu kayıtlara bağlı olarak rezervlerin emniyetli verimleri değerlendirilmektedir. Tablo 4.3'te 1994–2005 yılları arası İstanbul İli'ne su sağlayan rezervlere giren ortalama aylık toplam su miktarları sunulmuştur. Tablo 4.4'te ise 1999–2005 yılları arası İstanbul İli'ne su sağlayan rezervlerden çıkan ortalama aylık toplam su miktarları sunulmuştur. Elmalı Barajı'na gelen aylık su girdi değerleri Şekil 4.3'de grafikleştirilerek gösterilmektedir.

Tablo 4.3 : 1994–2005 Yıllarında Rezervlere Gelen Aylık Su Miktarları (Milyon m^3) ve Elmalı Baraj Gölü'nün Payı

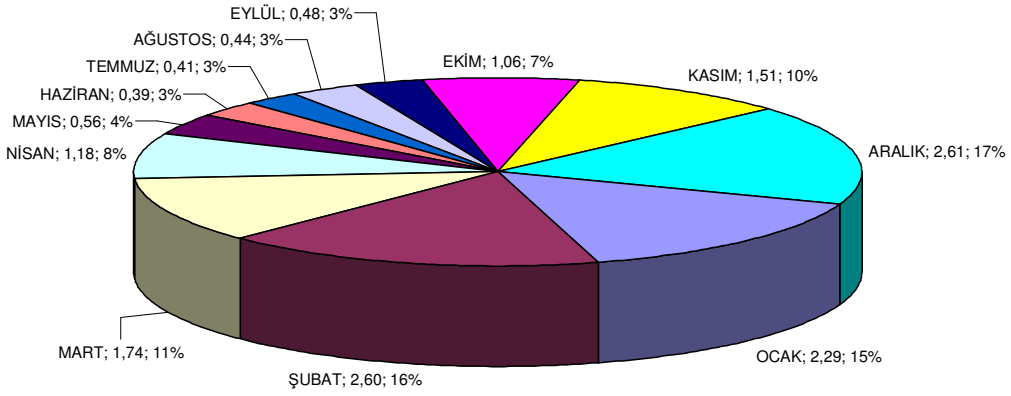
BARAJ ADI	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK	TOPLAM
TERKOS	31,69	25,31	20,17	15,32	6,32	3,63	2,02	3,06	5,24	7,94	13,10	33,96	167,76
ELMALI	2,29	2,60	1,74	1,18	0,56	0,39	0,41	0,44	0,48	1,06	1,51	2,61	15,28
BÜYÜKÇEKMECE	25,21	26,25	18,81	11,14	3,07	1,13	0,92	0,91	1,38	2,98	5,96	34,95	132,70
ÖMERLİ	42,69	38,82	28,34	20,23	7,31	4,48	4,04	7,40	4,81	12,40	17,20	44,17	231,89
DARLIK	19,57	15,00	12,63	8,13	2,92	1,07	1,18	4,30	1,73	5,90	7,59	19,52	99,55
ALİBEY	9,09	10,34	7,49	4,53	1,53	0,91	0,67	1,15	1,06	1,72	2,83	12,06	53,37
SAZLIDERE	11,29	11,72	5,47	3,19	1,64	0,97	0,90	1,28	1,44	1,48	2,07	15,24	56,69
ISTRANCALAR (7)	11,58	10,80	13,59	6,15	4,31	3,82	2,35	2,02	6,32	3,45	6,82	14,35	85,56
TOPLAM :	**153,4**	**140,8**	**108,2**	**69,9**	**27,7**	**16,4**	**12,5**	**20,6**	**22,4**	**36,9**	**57,1**	**176,9**	**842,8**

Tablo 4.4 : 1999–2005 Yıllarında Rezervlerden Çıkan Aylık Su Miktarları (Milyon m^3) ve Elmalı Baraj Gölü'nün Payı

BARAJ ADI	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK	TOPLAM
ELMALI	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	5,8
BÜYÜÇEKMECE	7,5	5,9	6,6	6,1	6,4	7,2	7,8	7,5	7,3	7,3	6,7	6,8	83,1
ÖMERLİ[1]	27,0	24,6	26,3	24,9	26,5	27,1	28,2	27,9	26,6	27,2	26,1	26,9	319,5
DARLIK	5,4	5,2	6,3	7,4	8,7	8,8	9,6	7,8	7,2	7,6	7,5	8,0	89,3
TERKOS[2]	14,8	11,6	14,5	14,3	16,5	16,3	17,3	19,2	19,0	18,6	17,9	18,2	198,2
ALİBEY	3,4	5,3	5,0	4,8	4,9	5,1	4,3	2,7	2,3	2,3	2,1	2,7	44,8
SAZLIDERE	3,1	2,6	2,2	2,6	3,2	3,1	4,0	3,3	3,2	3,6	3,5	3,1	37,5
TOPLAM :	**56,0**	**50,3**	**54,9**	**53,2**	**58,3**	**59,4**	**62,4**	**61,2**	**58,9**	**59,6**	**56,7**	**58,1**	**688,9**

[1] Ömerli Rezervuarı'ndan çıkan hamsu su Darlık Rezervuarından akatarılan suyu kapsamaktadır.

[2] Terkos Rezervuarı'ndan çıkan hamsu su Istrancalardan aktarılan suyu kapsamaktadır.



Şekil 4.3 : Elmalı Rezervuarı'na Ortalama Aylık Su Katılım Değer (hm^3) ve Payları (%) (1994–2005)

Tablo 4.4'te görüldüğü üzere Elmalı Baraj Gölü'ne ortalama 15,3 milyon m^3/yıl'lık bir debi girişi söz konusudur. Elmalı Havzası'nda dereler üzerinde gözlem istasyonu bulunmadığı için debi kayıtları da bulunmamaktadır. Havzanın geçirimsiz tabakalar üzerinde bulunması sebebiyle, zaman zaman gelen şiddetli yağışlarda akışa geçen sular Göksu Deresi'nin mansabında taşkınlara yol açmaktadır.

4.1.2.2. Baraj Gölü

İstanbul İli sınırları içerisinde Anadolu Yakasında bulunan üç barajdan biri olan Elmalı Barajı, İstanbul Boğazı'na akan Göksu Deresi'ni besleyen dereler üzerine kurulmuştur. Baraj gölü, tamamıyla İstanbul'un Beykoz İlçesi'ndedir. Kapladığı 1,1 km^2'lik göl alanı ve 9,6 hm^3'lük su tutma kapasitesiyle İstanbul'daki en küçük baraj olma özelliğini taşıyan Elmalı Barajı, İstanbul'un diğer barajlarına göre oldukça küçük (83,4 km^2) bir su toplama alanına sahiptir. 15 milyon m^3'lük yıllık verimiyle şehrin su ihtiyacını karşılamada sınırlı da olsa katkıda bulunmaktadır (Tablo 4.7). Su toplama havzası genellikle ormanlık olan Elmalı Barajı, uzun yıllardan beri İstanbul'un Asya yakası için su kaynağı durumundadır. Fakat son çeyrek asırdır gözlenen kaçak yapılaşmalar bu kaynağı tehdit etmektedir (İSKİ, 1999). Elmalı Havzası diğer havzalara göre oldukça küçük bir su toplama alanına sahip olmasına karşılık, yapılaşmış alanın havza alanına göreceli büyüklüğünün en yüksek olduğu havzadır. Baraj hakkındaki teknik bilgiler Tablo 4.5'te sunulmakta ve İSKİ kaynaklarına göre rezervuarı besleyen belli başlı dereler Tablo 4.6'da listelenmektedir.

Tablo 4.5 : Elmalı Barajları'nın Karakteristik Özellikleri (Bayat, C v.d, 2001)

ELMALI BARAJI

Elmalı Barajı I

- İli	: İstanbul
- Bölgesi	: İSKİ
- Drenaj Alanı	: 2,5 km^2
- Bürüt Kapasite	: 1,7 hm^3/ yıl
- Etkili Kapasite	: 1,5 hm^3/yıl
- İnşaatın Başlama-Bitiş Tarihi	: 1891 – 1893
- İşletmeye Açıldığı Yıl	: 1893
- Max. Su Kotu	: +30 m

Elmalı Barajı II

- İli	: İstanbul
- Bölgesi	: İSKİ
- Drenaj Alanı	: 79 km^2
- Yıllık Ortalama Su Girişi	: 32 hm^3/ yıl
- Bürüt Kapasite	: 10 hm^3/ yıl
- Etkili Kapasite	: 10 hm^3/yıl
- Minimum İşletme Kotu	: +37,5 m
- Maksimum İşletme Kotu	: +67,5 m
- Tam Dolulukta Rezervuar Alanı	: 1,13 km^2
- Yıllık Emniyetli Verim	: 14,7 hm^3/yıl
- İnşaatın Başlama-Bitiş Tarihi	: 1952 – 1955
- İşletmeye Açıldığı Yıl	: 1955

Tablo 4.6 : Elmalı Baraj Gölü Havzası'nı Besleyen Belli Başlı Dereler

Arnavut Deresi	Karanlık Dere	Çekmeköy Deresi	Karaağaç Deresi
Sakıran Deresi	Çiftlik Dere	Kemer Dere	Değirmen Dere
Armutyatağı Deresi	Budak Dere	Köprü Dere	

Kaynak: I. İSKİ İçmesuyu Havzaları Yönetmeliği Taslak Metni II. İSKİ Dere Mutlak Koruma Bantları Haritası.

Tablo 4.7 : İstanbul'un Mevcut Su Kaynakları Tablosu

Alt Gruplar			Tesisin Adı	Hizmete Giriş Yılı[1]	Bulunduğu Dere/Göl adı[1]	Yıllık Verim (Milyon m^3/yıl)[4]	Yıllık Verimin Kullanılan Kaynaklardaki Payı (%)	Yıllık Verimin Toplam Kaynaklar İçindeki Payı (%)	Havza Alanı (km^2)[7]	Havzanın İl Sınırı Dahilindeki Yüzde Miktarı	Havza Alanının Toplam İçindeki Payı (%)	Azami Biriktirme Hacmi (Milyon m^3)[4]	Göl Alanı (km^2)[7]	Azami Seviye (m)[4]	Asgari Seviye (m)[4]	Yıllık Ortalama Yağış (mm)[3]	Ortalama Yüzeysel Akış Katsayısı (%)[3]
Avrupa	KYSK		**Terkos Barajı**	1883 - 1972	Terkos Gölü	142	14,9	6,2	736,2	---	22,3	162,2	41,7	4,5	-2,0	750	35
			Büyükçekmece Barajı	1989	B.Çekmece Gölü	100	10,5	4,4	631,6	100,0	19,1	148,9	27,5	6,3	0,3	700	50
			Sazlıdere Barajı[5]	1998	Sazlıdere	55	5,8	2,4	168,7	100,0	5,1	88,7	9,9	22,4	21,5	627	58
			Alibeyköy Barajı	1972	Alibey Deresi	36	3,8	1,6	158,9	100,0	4,8	34,1	4,3	26,0	11,0	837	40
	KUİDSK	Istrancalar	*Düzdere Barajı*	*1995*	*Düzdere*	*4,5*	*0,5*	*0,2*	*9,9*	*100,0*	*0,3*			-	-	*950*	-
			Kuzuludere Barajı	*1995*	*Kuzuludere*	*11,3*	*1,2*	*0,5*	*33,0*	*100,0*	*1,0*			-	-	*950*	-
			Büyükdere Barajı	*1995*	*Büyükdere*	*28,4*	*3,0*	*1,2*	*79,6*	*100,0*	*2,4*	*6,2*	*1,5*	-	-	*950*	-
			Elmalıdere Regülatörü	*1997*	*Elmalıdere*	*11,6*	*1,2*	*0,5*	*23,8*	30,7	*0,7*			-	-	*730*	-
			Sultanbahçedere Barajı	*1997*	*Sultanbahçe Dere*	*19,4*	*2,0*	*0,8*	*49,7*	*0,0*	*1,5*			-	-	*730*	-
			Kazandere Barajı	*1997*	*Kazandere*	*100*	*10,5*	*4,4*	314,5	*0,0*	*9,5*	*16,4*	*1,7*	*28,0*	*12,5*	*750*	-
			Pabuçdere Barajı	*2000*	*Papuçdere*	*60*	*6,3*	*2,6*	176,3	*0,0*	*5,3*	*54,6*	*5,4*	*28,0*	*12,0*	*750*	-
	BYSK		Bentler ve Yeraltısuları[1]	1453-1893	-	10	1,1	0,4	19,7	100,0	0,6	-	-	-	-	-	-
Asya	KYSK		Şile Keson Kuyuları[1]	1996	-	30	3,2	1,3	-	100,0	-	-	-	-	-	-	-
			Ömerli Barajı	1972	Çayağzı Çayı	220	23,2	9,6	608,7	70,6	18,4	235,4	21,1	62,0	46,0	880	45
			Darlık Barajı	1989	Darlık Deresi	97	10,2	4,2	207,2	52,9	6,3	107,5	6,3	52,0	21,5	880	59
			Elmalı I ve II	1893-1950	Göksu	15	1,6	0,7	83,4	100,0	2,5	9,6	1,1	67,5	38,0	-	-
			Yeşilvadi Çevirme Yapısı	1992	Yeşil Dere	10	1,1	0,4	-	100,0	-	-	-	-	-	-	-
			A r a T o p l a m			**950**	**100,0**	**41,6**	**3301**		**100,0**	**863,77**					
	KUİDSK	PA	Yeşiçay Regülatörü[6][4]	2005	Göksu ve Çanak Dereleri	145		6,3	680	26,3							
			Melen Projesi[3]		Melen Çayı	1190		52,1	2317	0,0		639,0				987,00	
			A r a T o p l a m			**1335**		**58,4**	**2997**			**639,0**					
G e n e l T o p l a m						**2285**		**100**	**6298**								

[1] İSKİ (2002) Faaliyet Raporundan düzenlenmiştir.
[2] "Bentler ve Yeraltısuları" ile ilgili maddede sadece bentlere ait havza alanları verilmiştir.
[3] İSKİ (1999) Master Plan.
[4] İSKİ (2005) Günlük Su Faaliyet Raporu. Su İshale ve Dağıtım Daire Başkanlığı.
[5] Küçükçekmece Gölü Havzası içerisinde bulunmaktadır.
[6] İsaköy ve Sungurlu Barajları olarak tasarlanmış, fakat teknik problemler sebebiyle regülatör olarak kısmen faaliyete geçmiş durumdadır.
[7] Havza alanları İMP tarfından üretilen GIS verilerinden elde edilmiştir.

KYSK: Kente Yakın Su Kaynakları
KUİDSK: Kente Uzak veya İl Dışı Su Kaynakları
BYSK: Bentler ve Yeraltı Su Kaynakları
PA: Proje Aşamasında

4.1.2.3. Kaynaklar

Yeraltısuyunun, noktasal olarak nitelendirilebilecek çok küçük alanlardan olan doğal boşalımları şeklinde tanımlanan kaynaklar veya diğer adlarıyla gözeler, menbalar, inceleme alanı içinde genellikle mevsimlik akış göstermekte ve 1/25.000 ölçekli topoğrafik harita paftaları üzerinde esas olarak "kaynak" ya da "menba" şeklinde tanımlanmış bulunmaktadır.

Kaynaklar; geçirimli taneli ortamlardan tabaka veya dokanak kaynağı şeklinde, az geçirimli çatlaklı kaya ortamlardan da çatlak – fay kaynağı türünde boşalan, su kaliteleri içinde dolaştıkları litolojik birimlerin kimyasal bileşimine bağlı bulunan ve bazıları özel bir isimle adlandırılmış olan düşük – çok düşük debili kaynaklar özelliğindedir.

Yapılan envanter çalışması sonunda Elmalı Havzası Kuzey Kesiminin Hidrojeoloji Haritası üzerine aktarılan su noktalarından "kaynak" ların sayısı 9'dur. (Tablo 4.8, EK C).

Tablo 4.8 : İnceleme Alanında Yeralan Kaynaklar

KAYNAK NO.	**X (UTM, 3 derece)**	**Y (UTM, 3 derece)**
K1	429191	4554355
K2	429255	4553336
K3	427685	4552630
K4	429969	4550796
K5	430863	4550240
K6	431356	4549911
K7	431696	4549764
K8	431551	4549630
K9	430975	4549012

4.1.2.4. Adi Kuyular

Klasik teknik denilebilecek kazma – kürekle açılmış olan ve Elmalı Su Havzası'nın 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritaları üzerinde "kuyu" olarak adlandırılmış bulunan su noktaları esas olarak "adi / taş örgü kuyu" tipindedir. İnceleme alanının özellikle Çavuşbaşı Formasyonu G eteğindeki aşırı ayrışmış kesim içinde açılmıştır. Topoğrafik haritalarda gösterilmiş olan kuyuların, yerleşme – yapılaşma alanlarındakileri değil, esas olarak kırsal alanda açılmış olanları işaret ettiği söylenebilir. Yapılan envanter çalışması sonunda Elmalı Havzası Kuzey Kesiminin Hidrojeoloji Haritası üzerine aktarılan "adi / taş örgü kuyu" tipindeki su noktalarının toplam sayısı 6 adettir (Tablo 4.9, EK C).

Tablo 4.9 : İnceleme Alanında Yeralan Adi / Taş Örgü Kuyular.

KUYU NO.	**X (UTM, 3 derece)**	**Y (UTM, 3 derece)**
Ku1	428436	4551007
Ku2	431001	4550642
Ku3	427064	4549624
Ku4	427986	4549404
Ku5	428150	4549598
Ku6	428306	4549426

4.2. Hidrojeoloji

4.2.1. Hidrojeolojik Ortamlar

İnceleme alanını oluşturan formasyonlar ve bunları meydana getiren litolojik birimler, hidrojeolojik ortam niteliklerine göre, yani yeraltısuyu geçirebilme ve iletebilme özellikleri (boşluk varlığı, boşluk boyutları, boşluklar arası ilişki varlığı ve derecesi) göz önünde bulundurularak 2 ana hidrojeolojik ortam türüne ayrılmıştır.

Hidrojeolojik ortam türleri; geçirimli taneli ortam (Gçt) ve az geçirimli çatlaklı kaya ortam (Gçk) olarak adlandırılmıştır (Tablo 4.10, EK C).

Tablo 4.10 : İnceleme Alanını Oluşturan Jeolojik ve Hidrojeolojik Ortamlar

JEOLOJİK ORTAMLAR			**HİDROJEOLOJİK ORTAMLAR**	
Simge	**Tanım**		**Simge**	**Tanım**
Qal	**Alüvyon**		Gçt	Geçirimli Taneli
Tös	**Sultanbeyli Üyesi (Ömerli Fm.)**		Gçt	Geçirimli Taneli
Kç	**Çavuşbaşı Fm.**	Aşırı ayrışmış – arenalaşmış alanlar	Gçt	Geçirimli Taneli
		Az ayrışmış – ayrışmamış alanlar	Gçk	Az Geçirimli Çatlaklı Kaya
Ct	**Trakya Fm.** (ayrılmamış)		Gçk	Az Geçirimli Çatlaklı Kaya
Dk	**Kartal Fm.** (ayrılmamış)		Gçk	Az Geçirimli Çatlaklı Kaya
Oa	**Aydos Fm.** (ayrılmamış)		Gçk	Az Geçirimli Çatlaklı Kaya
Opk	**Kurtköy Fm.** (ayrılmamış)		Gçk	Az Geçirimli Çatlaklı Kaya

4.2.1.1. Geçirimli Taneli Ortam (Gçt)

Üst Kretase – Daniyen yaşlı Çavuşbaşı Formasyonu'nun (Kçm) ileri ayrışmasıyla arenalaşmış kesimleri, Orta Oligosen – Miyosen yaşlı Ömerli Formasyonu'nun (Tö) üst üyesini şekillendiren Sultanbeyli Üyesi (Tös) ile drenaj hatlarındaki akış yataklarında yeralan Holosen yaşlı Alüvyon'u (Qal) oluşturan malzeme, yeraltısuyu geçirebilirlik nitelikleri bakımından hidrojeolojik ortam türü olarak "Geçirimli Taneli Ortam (Gçt)" şeklinde adlandırılmıştır (Tablo 4.10, EK C). İnceleme alanında yaklaşık 5,7 km^2 lik bir alan kaplamaktadır.

Geçirimli taneli ortam (Gçt); çalışma alanının kuzeydoğu sınırları dolayında, Çavuşbaşı yerleşim alanında ve Baraj Gölü'ne kavuşan drenaj hatlarının akış yataklarında yer almaktadır (EK C). Ortam hidrojeoloji haritasında Gçt olarak simgelenmiştir (EK C).

4.2.1.2. Az Geçirimli Çatlaklı Kaya Ortam (Gçk)

Alt Ordovisiyen yaşlı "Kurtköy Formasyonu"nun (Opk), Alt Ordovisiyen yaşlı olan Aydos Formasyonu (Oa), Alt ve Orta Devoniyen yaşlı Kartal Formasyonu (Dk), Alt Karbonifer yaşlı Trakya Formasyonu (Ct) ve Üst Kretase–Daniyen yaşlı Çavuşbaşı Formasyonu'nun (Kç) az ayrışmış–ayrışmamış kesimleri, hidrojeolojik özellikleri nedeniyle "Az Geçirimli Çatlaklı Kaya Ortam (Gçk)" olarak adlandırılmıştır (Tablo 4.10, EK C). Çalışma alanında yaklaşık 26 km^2 lik bir alan kaplamaktadır.

4.2.2. Yeraltı Su Düzeyi

İnceleme alanında, bölgesel ölçekte bilinen genel hidrojeolojik özelliklerden hareketle mevcut serbest sutaşır ortamlar için yeraltı su düzeyi derinliğinin ortalama bir yaklaşımla 3 – 4 m dolayında olduğu söylenebilir. Çalışma alanında yer yer varolduğu belirlenen yeraltısuyu ortamları içindeki yeraltısuyuna ait akım yönünün, esas olarak geçirimli taneli ortamlar için olduğu gibi az geçirimli çatlaklı kaya ortamlar için de geçerli olmak üzere bunların geçirimsiz tabanlarının morfolojik konumuna paralel olarak yönlendiği rahatlıkla söylenebilir (EK C).

4.2.3. Yeraltısuyu Kalitesi

İnceleme alanı içinde yerel lokasyonlar şeklinde depolandığı anlaşılan yeraltısularının herhangi bir bölge için geçerli olan genel kuralın tanımladığından daha farklı bir yeraltısuyu bileşimine sahip olması mümkün değildir. Bu genel kural ise "yeraltısuyu bileşiminin, içinde hareket ettiği hidrojeolojik ortamları şekillendiren jeolojik ortamları oluşturan litolojik birimlerin kimyasal bileşimlerinden bağımsız olmadığı" ifadesinde kendisini bulmaktadır. Litolojik birimlerin ve bunları oluşturan tanelerin aralarındaki boşlukları (gözeneklerin) dolgulayan malzemenin serbest silis, feldispat, karbonat, pirit, demir oksit, limonit ve kil gibi farklılıklar göstermesine bağlı olarak bunlar içinden geçen yeraltısuları da SiO_2, Na^+, K^+, $SO_4^=$, $Fe^{+2,\ 3}$, $CO_3^=$, HCO_3^-, gibi iyonlar bakımından zenginleşmiş olmalıdır. Çalışma alanını oluşturan formasyonların kayaç bileşenlerine dikkat edildiğinde, en kaliteli yeraltısuyunun sağlanabileceği hidrojeolojik ortamın, ana kayacı mağmatik olan Çavuşbaşı Formasyonu'nun (Kç) aşırı ayrışmış kesimlerinde yeralan geçirimli taneli ortam (Gçt) ve özellikle üst seviyelerindeki ana kayacı kuvarsit – kumtaşı olan Kurtköy Formasyonu (Opk) içinde depolanmış yeraltısuları olduğu öngörülebilir (EK C).

5. İNCELEME ALANINDAKİ YÜZEY VE YERALTI SULARININ SU KİMYASI

Yeraltı suları normal koşullarda yağış suları ile beslenirler. Bu sular akifere ulaşmadan önce süzüldükleri ortamlarla iyon alışverişinde bulunur. Dolayısıyla yeraltı sularının kimyasal bileşimleri büyük oranda akifer kayalarının bileşimleri ile belirlenir. Bu ilişkiyi belirlemek için, inceleme alanın farklı yerlerinde bulunan soğuk sulardan alınan 12 su örneğinin analiz sonuçları birlikte değerlendirilmiştir.

Değerlendirilen su örnekleri polietilen numune kapları ile alınmıştır. Numune kapları alınan su ile üç kere çalkalandıktan sonra doldurulmuştur.

Arazi çalışmaları sırasında tespit edilen tüm su noktaları genel jeoloji (EK B) ve hidrojeoloji (EK C) haritalarına işaretlenmiştir.

5.1. Yüzey ve Yeraltı Suları

Çalışma kapsamında, Beykoz ilçesi Çavuşbaşı beldesinde bulunan, toplam 12 soğuk su örneği hidrojeokimyasal olarak incelenmiştir. Alınan tüm suların katyon ve anyon analizleri yapılmıştır.

Çavuşbaşı'nda yeralan 12 adet (DC_1, DC_2, DC_3, DC_4, DC_5, DC_6, DC_7, DC_8, DC_9, DC_10, DC_11, DC_12) soğuksu kaynağından alınan numunelerin, anyon ($SO_4^{=}$, Cl^-, HCO_3^-) içerikleri, İTÜ Maden Fakültesi Hidrojeoloji Laboratuarında, spektrofotometre ve otomatik titrasyon cihazları kullanılarak saptanmıştır (Tablo 5.2).

Soğuk su analizlerinden elde edilen tüm bu veriler; TS 266 (1984) içme suyu standardı ve Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (2004) inorganik parametrelerine göre (Tablo 5.4, Tablo 5.6) değerlendirilmiştir.

Tablo 5.1 : İnceleme alanından alınan sularının katyon içerikleri.

Katyon / Soğuk Su		Ca^{+2}	K^{+}	Mg^{+2}	Na^{+}
DC-1	mg/l	57,360	5,645	16,791	39,954
DC-2	mg/l	67,855	4,687	18,200	49,879
DC-3	mg/l	62,403	4,178	16,148	37,172
DC-4	mg/l	21,577	4,206	6,733	22,774
DC-5	mg/l	33,031	1,585	12,580	31,647
DC-6	mg/l	18,854	3,920	7,319	52,415
DC-7	mg/l	41,723	4,043	15,477	43,250
DC-8	mg/l	30,243	4,286	3,567	160,666
DC-9	mg/l	32,361	1,140	17,348	30,555
DC-10	mg/l	37,587	1,612	13,453	70,453
DC-11	mg/l	37,225	4,663	11,061	35,298
DC-12	mg/l	37,570	4,439	11,293	35,257

Tablo 5.2 : İnceleme alanından alınan sularının anyon içerikleri

Anyon / Soğuk Su		Cl^{-}	HCO_3^{-}	$SO_4^{=}$
DC-1	mg/l	39	231,8	70
DC-2	mg/l	65	244	80
DC-3	mg/l	47	244	45
DC-4	mg/l	19	91,5	40
DC-5	mg/l	30	109,8	65
DC-6	mg/l	34	122	40
DC-7	mg/l	57	152,5	85
DC-8	mg/l	48	91,5	295
DC-9	mg/l	31	201,3	10
DC-10	mg/l	103	115,9	90
DC-11	mg/l	43	140,3	40
DC-12	mg/l	41	231,8	40

Tablo 5.1 ve Tablo 5.2'deki analiz sonuçları incelendiğinde, DC_8 nolu kuyu suyu hariç alınan tüm sularda, baskın anyonun bikarbonat (HCO_3^-), baskın katyonun ise DC_6, DC_8 ve DC_10 kuyu suları hariç kalsiyum (Ca^{+2}) olduğu görülür. Karbonatlı kayaçlar kalsit, aragonit, dolomitçe zengindir. Bu tür kayaçlarda bulunan HCO_3^-, Ca^{+2} ve Mg^{+2} iyonlarının soğuk sular ile etkileşimi sonucunda konsantrasyonları artmaktadır. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde suların içerisinden geldiği Pliyosen ve Neojen birimlerinin litolojik özelliklerini temsil ettiği görülmektedir.

Tablo 5.1 ve Tablo 5.2 incelendiğinde, Çavuşbaşı beldesinde yer alan DC_6, DC_8 ve DC_10 kuyu sularında, baskın katyon Na, baskın anyonların ise HCO_3^- ve $SO_4^=$ olduğu görülmektedir. DC_8 nolu kuyu suyunun, diğer soğuk sulardan farklı olarak, yüksek oranda içerdiği $SO_4^=$ miktarı, pirit (FeS_2) cevherleşmelerine (Tufan vd. 1987) bağlı olarak artmaktadır. Ayrıca, DC_8 nolu kuyu suyunda tespit edilen $SO_4^=$ miktarının, TS 266 (1984) içme suyu standardında (Tablo 5.6) maksimum izin verilen değer olan 250 mg/l'yi aştığı görülmektedir.

Tablo 5.3 : İnceleme alanından alınan sularının minör element içerikleri (ppb – milyarda bir).

Soğuk Su / Elementler (ppb)	DC-1 (ppb)	DC-2 (ppb)	DC-3 (ppb)	DC-4 (ppb)	DC-5 (ppb)	DC-6 (ppb)	DC-7 (ppb)	DC-8 (ppb)	DC-9 (ppb)	DC-10 (ppb)	DC-11 (ppb)	DC-12 (ppb)
Al	11	7	23	5	3	1	1	1	1	1	22	18
As	1,4	2,5	1,9	0,6	0,5	2,3	4,4	4,9	2,4	1,5	1,5	1,6
B	199	71	64	6	12	17	13	126	5	15	72	67
Ba	32,67	37,93	30,14	54,55	70,39	135,74	20,54	18,77	113,38	146,34	23,44	24,78
Br	188	178	172	78	96	135	209	152	97	312	108	102
Cd	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Ce	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
Cl	39000	65000	47000	19000	30000	34000	57000	48000	31000	103000	43000	41000
Co	0,60	0,28	0,34	0,04	0,05	0,03	0,05	0,03	0,03	0,07	0,24	0,26
Cr	18,3	20,5	20,4	6,9	7,3	11,3	10,8	4	18,4	9,3	11,1	11,4
Cs	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,1	0,01	4,37	0,05	0,01	0,01	0,01
Cu	1,4	1,4	1,4	2,5	12,5	2,2	6,1	1,3	2,2	10,2	14	24,4
Fe	55	15	31	10	10	10	10	10	10	10	16	19
Ga	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Ge	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,12	0,05	0,22	0,05	0,05	0,05	0,05

Ir	0,14	0,26	0,21	0,05	0,05	0,1	0,06	0,05	0,14	0,05	0,05	0,05
Li	0,6	3,1	2,8	9,4	3,3	15	8,7	83,5	4,9	4,1	1,6	1,6
Mn	24,39	1,84	1,73	0,65	1,48	0,18	0,4	0,05	0,39	4,76	3,43	6,27
Mo	0,8	1,5	1,9	1	0,1	3,9	0,2	33,3	1,9	0,1	2	1,9
Nb	0,03	0,05	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01
P	151	320	366	61	144	194	155	20	144	231	20	45
Pb	1,48	1,84	1,18	0,49	0,69	0,64	0,11	18,89	0,86	0,36	2,21	2,06
Rb	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Rh	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Sb	0,21	0,28	0,17	0,12	0,05	0,14	0,05	0,09	0,84	0,06	0,42	0,48
Se	1,9	1,7	1,6	0,7	1,0	1,4	1,9	1,7	1,7	4,8	1,2	1,3
Si	9668	16986	15518	24311	24113	9615	8876	25013	15019	36268	1509	1135
Sr	325,07	512,08	453,32	282,69	475,82	237,95	560,29	774,52	454,11	417,6	267,14	254,63
U	0,3	0,2	0,36	0,04	0,05	0,02	0,08	0,05	1,49	0,04	0,39	0,37
V	1,6	3,8	3,3	6,6	4,1	5,4	5,7	1,9	2,1	7,1	2,1	1,8
W	0,02	0,05	0,05	0,02	0,02	0,94	0,08	39,14	1,41	0,13	0,19	0,11
Zn	1,0	1,4	1,7	27,9	72,9	50,2	70,0	0,5	44,2	79,1	3,8	2,6

Tablo 5.4 : Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (2004)

Su Kalite Parametreleri (ppb)	**Su Kalite Sınıfları**			
	I	**II**	**III**	**IV**
Al	300	300	1000	>1000
As	20	50	100	>100
B	1000	1000	1000	>1000
Ba	1000	2000	2000	>2000
Cd	3	5	10	>10
Co	10	20	200	>200
Cr	20	50	200	>200
Cu	20	50	200	>200
Fe	300	1000	5000	>5000
Hg	0.1	0.5	2	>2
Mn	100	500	3000	>3000
Ni	20	50	200	>200
Pb	10	20	50	>50
S	2	2	10	>10
Se	10	10	20	>20
Zn	200	500	2000	>2000
SO_4	200000	200000	400000	>400000
Cl	25000	200000	400000	>400000
PO_4 - P	20	160	650	>650
Na	125000	125000	250000	>250000

Tablo 5.5 : Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğine göre suların kalitesi.

Madde	**DC_1**		**DC_2**		**DC_3**		**DC_4**	
	Madde Miktarı (ppb)	Su Kalite Sınıfı	Madde Miktarı (ppb)	Su Kalite Sınıfı	Madde Miktarı (ppb)	Su Kalite Sınıfı	Madde Miktarı (ppb)	Su Kalite Sınıfı
Al	11	I	7	I	23	I	5	I
As	1,4	I	2,5	I	1,9	I	0,6	I
B	199	I	71	I	64	I	6	I
Ba	32,67	I	37,93	I	30,14	I	54,55	I
Cd	0,05	I	0,05	I	0,05	I	0,05	I
Co	0,6	I	0,28	I	0,34	I	0,04	I
Cr	18,3	I	20,5	II	20,4	II	6,9	I
Cu	1,4	I	1,4	I	1,4	I	2,5	I
Fe	55	I	15	I	31	I	10	I
Hg	0,2	II	0,3	II	0,1	I	0,1	I
Mn	24,39	I	1,84	I	1,73	I	0,65	I
Ni	1,7	I	0,2	I	0,2	I	0,5	I
Pb	0,1	I	0,1	I	0,1	I	0,4	I
Se	1,9	I	1,7	I	1,6	I	0,7	I
Zn	1	I	1,4	I	1,7	I	27,9	I
SO_4	70000	I	80000	I	45000	I	40000	I
Cl	39000	II	65000	II	47000	II	19000	I
P	151	II	320	III	366	III	61	II
Na	39954	I	49879	I	37172	I	22774	I

Madde	**DC_5**		**DC_6**		**DC_7**		**DC_8**	
	Madde Miktarı (ppb)	Su Kalite Sınıfı	Madde Miktarı (ppb)	Su Kalite Sınıfı	Madde Miktarı (ppb)	Su Kalite Sınıfı	Madde Miktarı (ppb)	Su Kalite Sınıfı
Al	3	I	1	I	1	I	1	I
As	0,5	I	2,3	I	4,4	I	4,9	I
B	12	I	17	I	13	I	126	I
Ba	70,39	I	135,74	I	20,54	I	18,77	I
Cd	0,05	I	0,05	I	0,05	I	0,05	I
Co	0,05	I	0,03	I	0,05	I	0,03	I
Cr	7,3	I	11,3	I	10,8	I	4	I
Cu	12,5	I	2,2	I	6,1	I	1,3	I
Fe	10	I	10	I	10	I	10	I
Hg	0,1	I	0,1	I	0,1	I	0,1	I
Mn	1,48	I	0,18	I	0,4	I	0,05	I
Ni	0,6	I	1,8	I	2,1	I	0,2	I
Pb	0,3	I	0,1	I	0,1	I	0,1	I
Se	1	I	1,4	I	1,9	I	1,7	I
Zn	72,9	I	50,2	I	70	I	0,5	I
SO_4	65000	I	40000	I	85000	I	295000	III
Cl	30000	II	34000	II	57000	II	48000	II
P	144	II	194	III	155	II	20	I
Na	31647	I	52415	I	43250	I	160666	III

Madde	**DC_9**		**DC_10**		**DC_11**		**DC_12**	
	Madde Miktarı (ppb)	Su Kalite Sınıfı	Madde Miktarı (ppb)	Su Kalite Sınıfı	Madde Miktarı (ppb)	Su Kalite Sınıfı	Madde Miktarı (ppb)	Su Kalite Sınıfı
Al	1	I	1	I	22	I	18	I
As	2,4	I	1,5	I	1,5	I	1,6	I
B	5	I	15	I	72	I	67	I
Ba	113,38	I	146,34	I	23,44	I	24,78	I
Cd	0,05	I	0,05	I	0,05	I	0,05	I
Co	0,03	I	0,07	I	0,24	I	0,26	I
Cr	18,4	I	9,3	I	11,1	I	11,4	I
Cu	2,2	I	10,2	I	14	I	24,4	II
Fe	10	I	10	I	16	I	19	I
Hg	0,1	I	0,1	I	0,1	I	0,1	I
Mn	0,39	I	4,76	I	3,43	I	6,27	I
Ni	1,5	I	7	I	4,3	I	4,6	I
Pb	0,1	I	0,4	I	0,1	I	0,1	I
Se	1,7	I	4,8	I	1,2	I	1,3	I
Zn	44,2	I	79,1	I	3,8	I	2,6	I
SO_4	10000	I	90000	I	40000	I	40000	I
Cl	31000	II	103000	II	43000	II	41000	II
P	144	II	231	III	20	I	45	II
Na	30555	I	70453	I	35298	I	35257	I

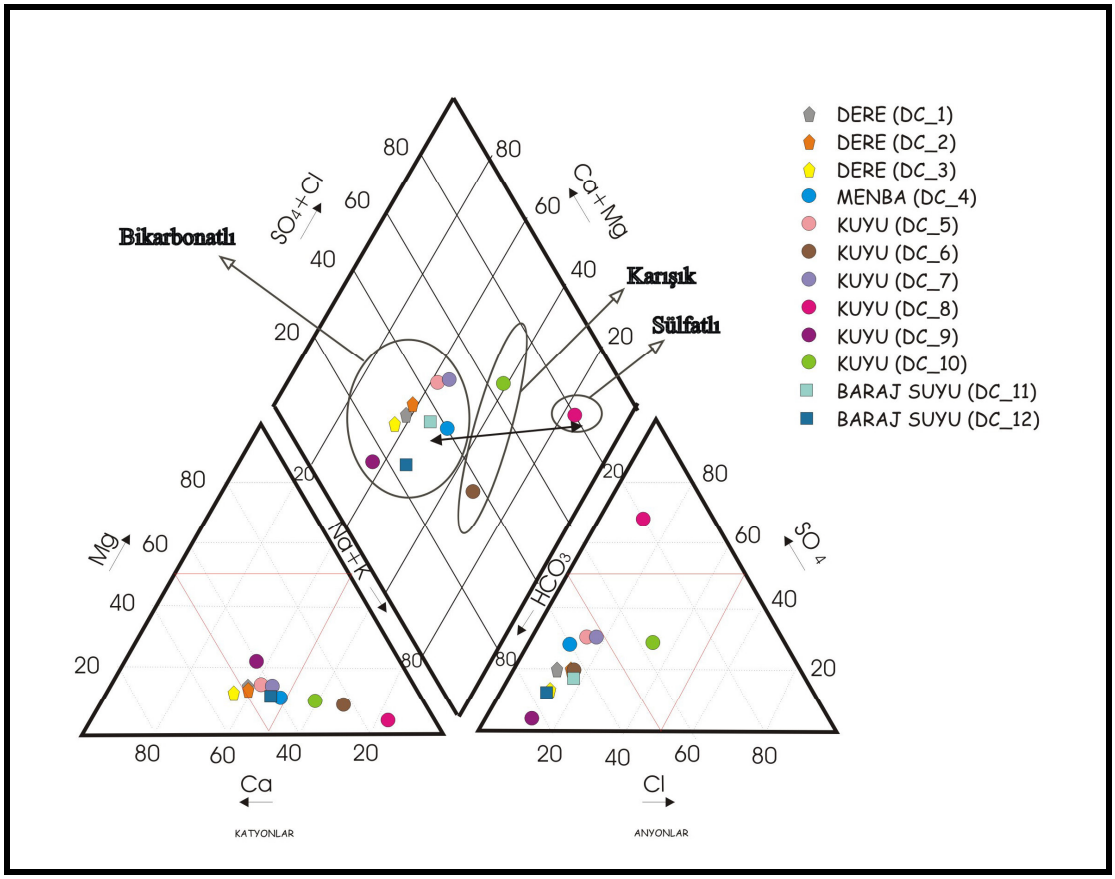
Tablo 5.6 : Türk Standartlarına (TS 266, 1984) göre içme suyunda tavsiye edilen ve maksimum izin verilen değerler.

İyon Türü (mg/l)	**TS 266**	
	Tavsiye Edilen	**Maksimum İzin Verilen**
Cl	25	600
SO_4	25	250
Ca	100	200
Mg	30	50
Na	20	175
K	10	12
NO_2	-	0.1
NO_3	25	50
Al	0.05	0.2
B	1	2
Fe	0.05	0.2
Mn	0.02	0.05
Cu	0.1	3
Zn	0.1	5
P	0.4	5
F	-	1.5
Ba	0.1	0.3
Pb	-	0.05
Cr	-	0.05
Cd	-	0.005
Hg	-	0.01
Ni	-	0.05

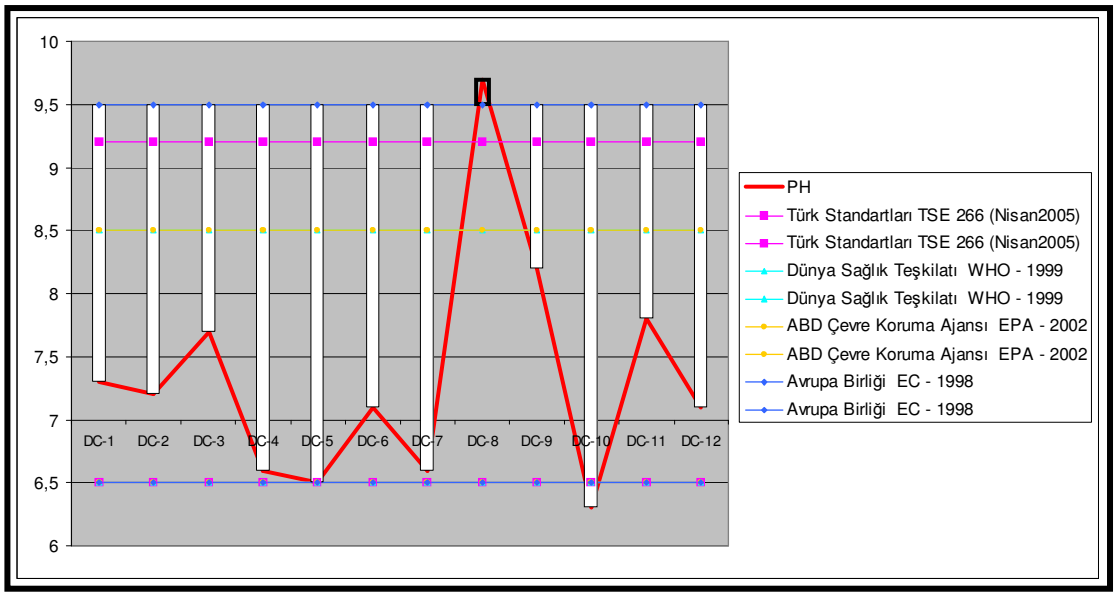
Ağır metal (Tablo 4.12) ve katyon (Tablo 4.11) içerikleri ise ACME ANALYTICAL LABORATORIES LTD.'e gönderip analiz yaptırılmıştır. Elde edilen tüm bu veriler ile soğuk sular için TS 266 (1984) içme suyu standardı ve Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (2004) inorganik parametrelerine göre (Tablo 5.4, Tablo 5.6) değerlendirmesi yapılmıştır. Soğuk suların arazide yapılmış analizleri ise Tablo 5.7'de verilmiştir.

Tablo 5.7 : Elmalı havzası kuzey kesiminden alınan su numunelerinin arazide ölçülen özellikleri.

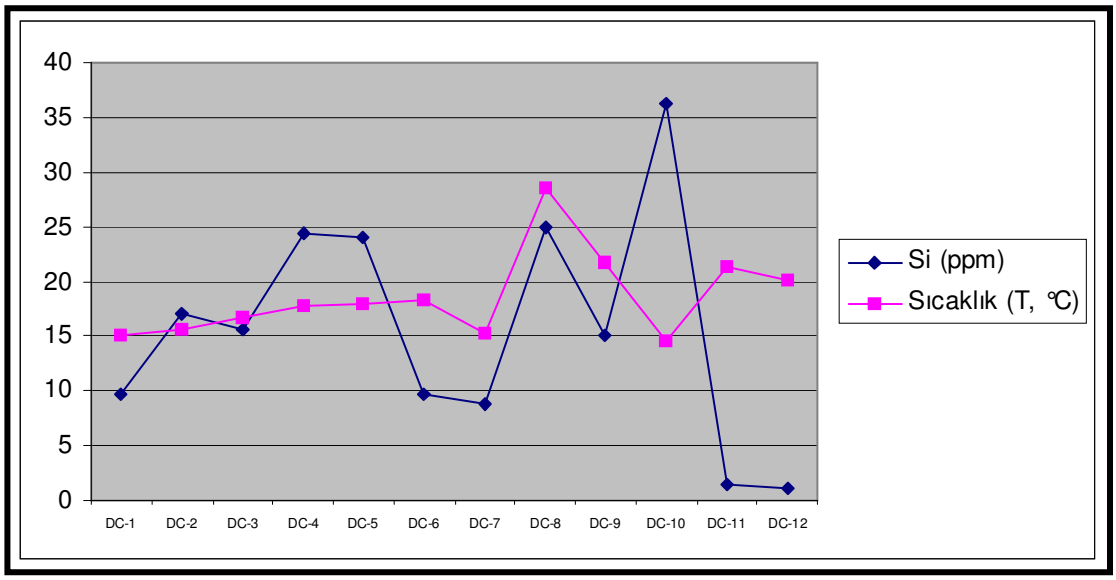
Özellik / Kaynak Adı	Sıcaklık (T, °C)	Elektrik İletkenlik (EC, µS/cm)	pH	Alkalinite (mmol/l)
DC_1	15,1	526	7,3	3,8
DC_2	15,6	600	7,2	4
DC_3	16,6	517	7,7	4
DC_4	12,9	257	6,6	1,5
DC_5	13,4	379	6,5	1,8
DC_6	10,3	392	7,1	2
DC_7	13,9	782	6,6	2,5
DC_8	11	839	9,7	1,5
DC_9	9,9	365	8,2	3,3
DC_10	13,6	585	6,3	1,9
DC_11	21,3	382	7,8	2,3
DC_12	20,1	380	7,1	3,8



Şekil 5.1 : Bu çalışmada analizleri yapılan suların Piper diyagramında gösterilmesi

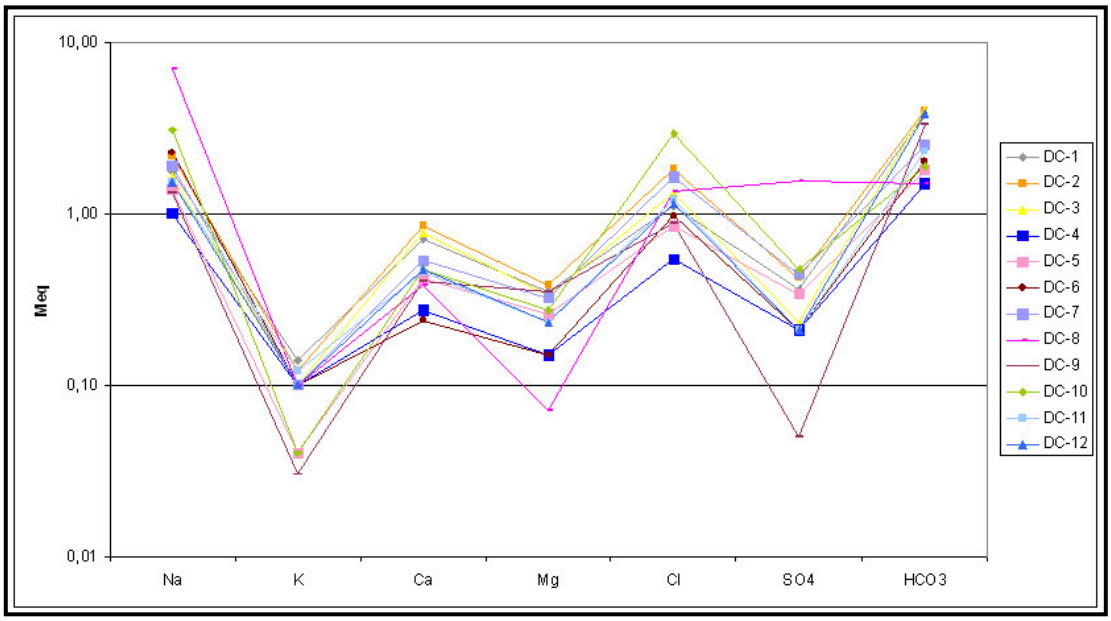


Şekil 5.2 : Analizleri yapılan suların pH diyagramı

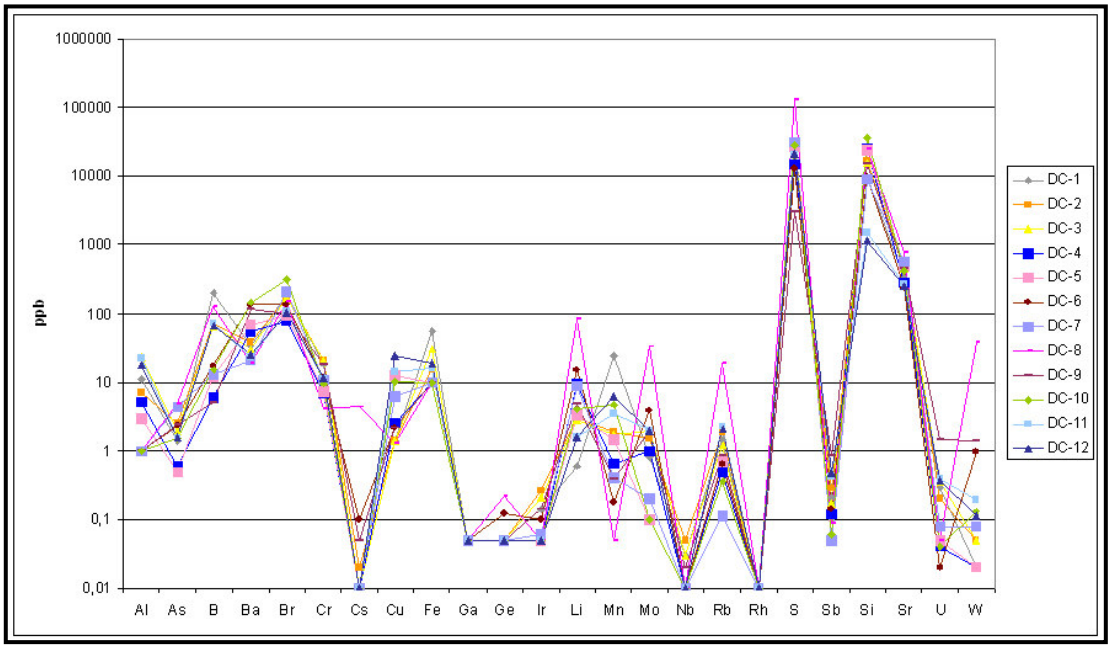


Şekil 5.3 : Analizleri yapılan suların Si ve Sıcaklık (T,^{o}C) diyagramı

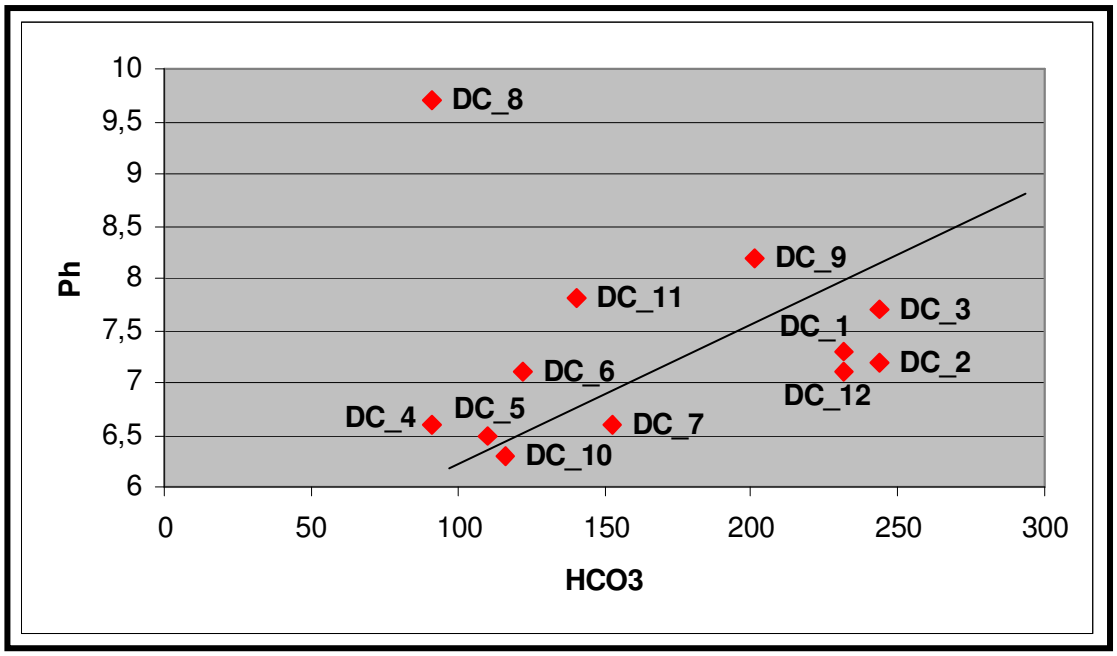
Analiz sonuçlarından elde edilen veriler kullanılarak hazırlanan Piper diyagramında "Sülfatlı" olarak belirlenen DC_8 nolu kuyu suyunun $NaSO_4$'lı olup derin dolaşımlı olduğu, "Karışık" olarak belirlenen DC_6 ve DC_10 nolu kuyu sularının ise $NaHCO_3$'lı olup derin dolaşımlı – sığ dolaşımlı oldukları, "Bikarbonatlı" olarak belirlenen DC_1, DC_2, DC_3 nolu dere suları, DC_4 nolu menba suyu, DC_5, DC_7, DC_9 nolu kuyu sularının ve DC_10, DC_11 nolu baraj sularının $CaHCO_3$'lı olup sığ dolaşımlı olduğu belirlenmiştir.



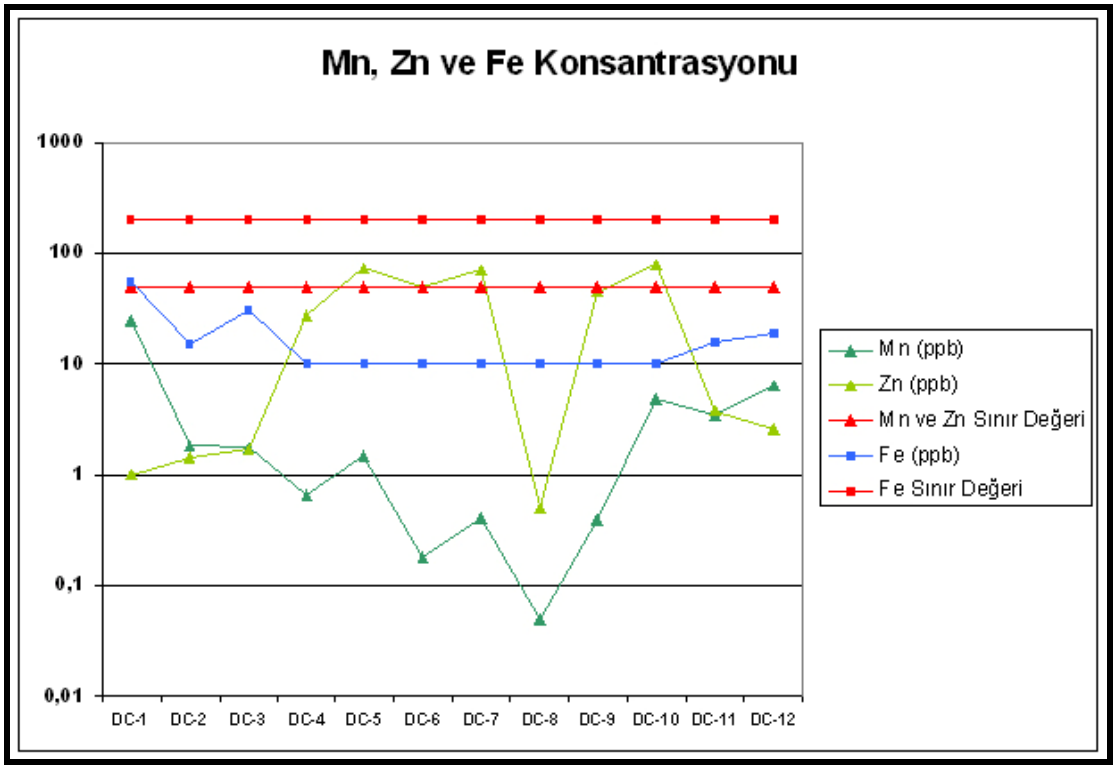
Şekil 5.4 : Bu çalışmada analizleri yapılan suların katyon ve anyon değerlerinin schoeller diyagramı.



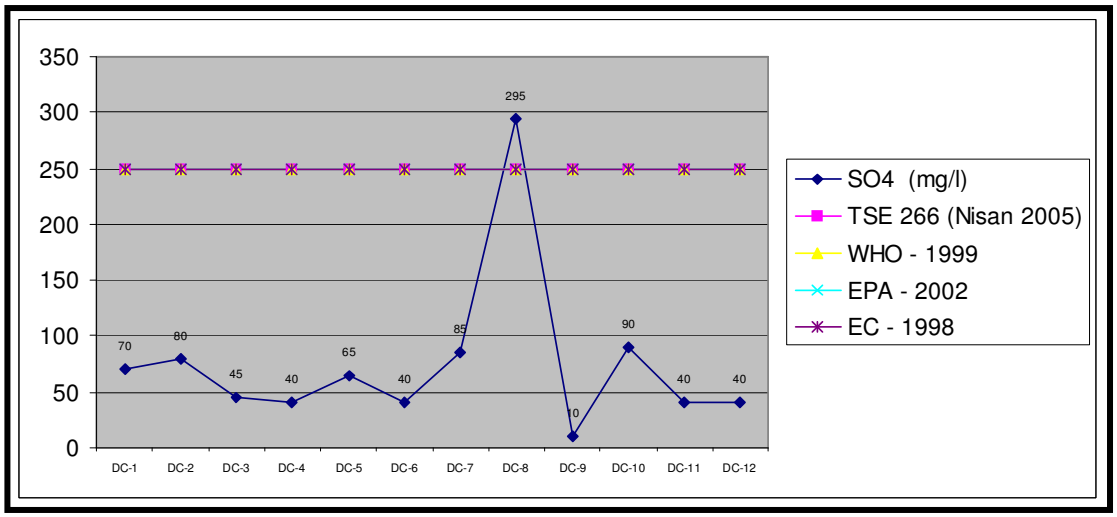
Şekil 5.5 : Bu çalışmada analizleri yapılan suların ağır metal değerlerinin schoeller diyagramı.



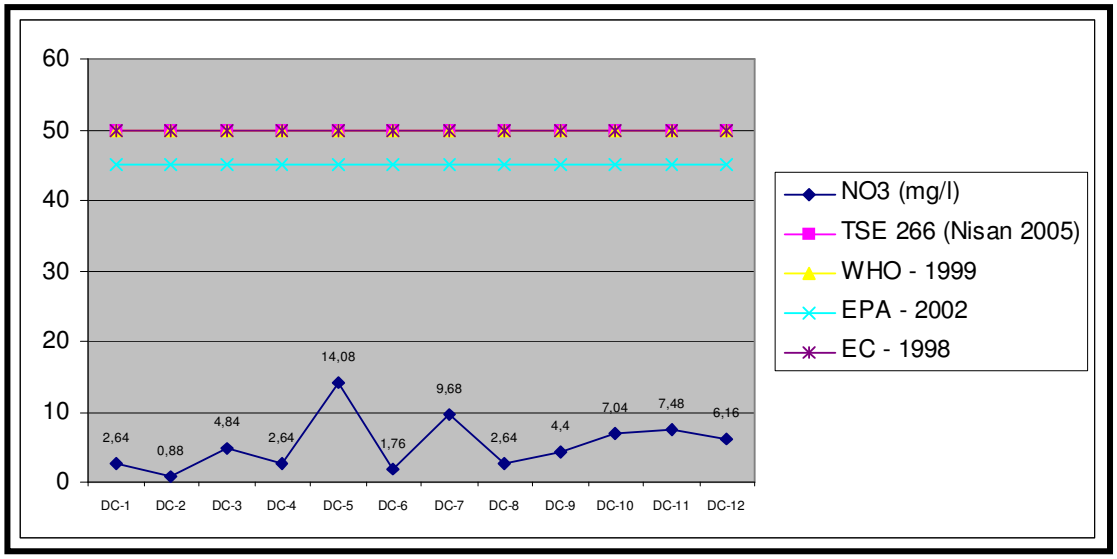
Şekil 5.6 : Bu çalışmada analizleri yapılan suların HCO_3 ve pH analiz diyagramı.



Şekil 5.7 : İnceleme alanı Mn, Zn ve Fe konsantrasyonları



Şekil 5.8 : Analizleri yapılan suların SO_4^{-2} değerlerinin Türk Standartları, Dünya Sağlık Teşkilatı, ABD Çevre Koruma Ajansı ve Avrupa Birliği standartları ile karşılaştırılması



Şekil 5.9 : Analizleri yapılan suların NO_3^{-1} değerlerinin Türk Standartları, Dünya Sağlık Teşkilatı, ABD Çevre Koruma Ajansı ve Avrupa Birliği standartları ile karşılaştırılması

6. ELMALI HAVZASI SU KİRLİLİĞİ

Elmalı havzasının kirlilik durumunun ve su kalitesinin belirlenmesi ile kirlilik kaynaklarının belirlenmesi ve su kirliliğinin önlenmesi için yapılması gerekenlerin tespiti bu çalışmanın konusunu oluşturmaktadır.

Bu amaçla, su kirliliği tanımlanmış, kirletici sınıflandırması yapılmış ve kirlenmenin insan ve çevresine etkileri literatür yardımıyla verilmiş, İstanbul ilinin içme ve kullanma sularının temin edildiği yüzeysel su kaynaklarının kaliteleri ile ilgili yapılmış olan çalışmalar analiz edilmiş, akarsu, göl, deniz, yer altı suyu gibi çeşitli ortamlara göre de su kirliliğinin durumu incelenmiştir. Bu konuda, İSKİ (İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi), D.S.İ.(Devlet Su İşleri), Çevre ve Orman Bakanlığı İstanbul Çevre ve Orman İl Müdürlüğü, İ.B.B. Çevre Koruma ve Kontrol Müdürlüğü'nün çeşitli zamanlarda yaptığı çalışmalar ve kirlilik ölçümlerinden faydalanılmıştır. D.S.İ. XIV. Bölge Müdürlüğü'nün dere ve göllerde yapmış olduğu ölçümlerden 1980-2004 yıllarına ait olanlar ve İ.S.K.İ'nin muhtelif tarihlerde yapmış olduğu ölçümler elde edilip analiz edilmiştir.

Ülkemizde hâlihazırda su kaynaklarının sınıflandırılması esasen 2004 yılında yürürlüğe giren Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'nde belirtilen ilkeler çerçevesinde yapılmaktadır. Ayrıca göller, göletler ve baraj haznelerinin ötrofikasyon kontrolü için sınır değerleri verilmektedir.

Elmalı Havzaları'ndaki derelere ait kirlilik seviyesinin izlenmesi ve temel kirlilik parametrelerine göre su kalite sınıfının belirlenmesi için BOI_5, çözünmüş oksijen, amonyum azotu, toplam kjeldahl azotu ve toplam fosfor parametreleri üzerinde çalışılmıştır. Bu değerlendirme İSKİ tarafından 2001–2004 yılları arasında havzalardaki derelerde yapılan kirlilik ölçümlerinden yararlanılarak yapılmış, yukarıda belirtilen parametrelerin konsantrasyon değerlerinin üçer aylık mevsimsel ortalamaları bulunmuştur. Bu dönemler kış, bahar, yaz ve sonbahar mevsimlerini temsil etmektedir. Mevsimsel ortalamaların bulunmasıyla su kaynağının mevsimsel değişimleri de izlenmiş olmaktadır. Ayrıca üçer aylık ortalamalar alındığından, su

kaynağının yılın herhangi bir kısa dilimi içerisinde uğradığı değişikliğin bütün mevsimsel dönemi niteleyecek bir sonuç ortaya çıkarması önlenmiş olmaktadır. Uzun vadeli kullanım süreci bulunan su kaynağının seçilen izleme parametrelerine göre yıl boyunca sahip olduğu su kalite sınıfı doğru bir biçimde belirlenmeye çalışılmıştır.

Elmalı baraj gölünde 2001–2004 yılları arasında İSKİ ve DSİ tarafından yapılmış olan ölçümlerden faydalanılarak kirlilik seviyesinin izlenmesine çalışılmıştır. BOI_5 (5 günlük biyokimyasal oksijen ihtiyacı), çözünmüş oksijen (Ç.O.), amonyum azotu (NH_4-N), toplam fosfor (Top-P), ortofosfat (O-PO_4) ve toplam koliform bakterisi (T-Koli) parametreleri seçilmiş ve seçilen bu parametreler için ölçüm değerlerinin mevsimsel ortalamaları alınarak göl ham sularına ait su kalite sınıfları belirlenmiştir.

Bu çalışmada suların oluşumu, suların özellikleri, hidrolojik çevrim ve su kirliliğine sebep olan faktörler incelenmiş literatür araştırması yapılarak elde edilen genel bilgiler sunulmuştur.

Su kaynakları üzerinde kirlilik etkisi yapan pestisitlerin su havzaları koruma alanları içerisinde kullanımı koruma kuşaklarına bağlı olarak yasaklanmıştır. Aşağıda verilen Tablo 6.1'de İstanbul İli su havzalarında pestisit kullanım miktarları görülmektedir.

Tablo 6.1 : İstanbul İli Su Rezervuarlarında Pestisit Kullanımı

	B.Çekmece	**Terkos**	**Sazlıdere**	**Alibey**	**Elmalı**	**Ömerli**
Pestisit Kullanımı (kg/l)	42343	33556	2109	7988	2421	4737
Tarım Alanı (ha)	38870	9860	10995	2983	2666	20440
Hektar Başına Pestisit Kullanımı (kg/l.ha)	1,1	3,4	0,2	2,7	0,9	0,2
Rezervuarlarda Birim Su Hacmi Başına Pestisit Kullanımı (mg/m^3)	233	231	24	228	242	20

Kaynak: Yazgan S., Kınacı C, (2001)

Elmalı havzalarındaki derelerle ilgili herhangi bir bakteriyolojik analiz bulunmadığından derelere ait bakteriyolojik kirlenme ile ilgili değerlendirme yapılamamıştır.

Tablo 6.2 : Elmalı Havzası 2001–2002 Yılı Ölçüm Değerleri ve Su Kalite Sınıfları

ELMALI HAVZASI 3 AYLIK MEVSİMSEL DÖNEMLERİN ÖLÇÜMLERİ VE SU KALİTE SINIFLARI																	
İSTASYON	**PARAMETRE**	**2001 YILI**								**2002 YILI**							
		AYLAR								**AYLAR**							
		1.2.3.	GR	4.5.6.	GR	7.8.9.	GR	10.11.12.	GR	1.2.3.	GR	4.5.6.	GR	7.8.9.	GR	10.11.12.	GR
Budakdere	BOI_5	3,0	I	4,0	I	-	-	3,0	I	3,0	I	3,0	I	3,0	I	3,0	I
	Ç.O.	10,6	I	9,5	I	-	-	11,6	I	12,1	I	9,9	I	9,3	I	9,8	I
	NH_4-N	0,10	I	0,00	I	-	-	0,05	I	0,06	I	0,05	I	0,05	I	0,42	II
	Top-P	0,26	III	0,10	II	-	-	0,08	II	0,07	II	0,09	II	0,12	II	0,10	II
Çengeldere	BOI_5	5,0	II	5,3	II	5,5	II	4,7	II	3,6	I	6,0	II	3,0	I	15,3	III
	Ç.O.	10,3	I	8,4	I	6,4	II	10,1	I	12,0	I	8,2	I	7,4	II	9,3	I
	NH_4-N	0,23	II	0,77	II	1,75	III	0,17	I	0,27	II	0,81	II	0,58	II	0,67	II
	Top-P	0,45	III	0,39	III	0,27	III	0,37	III	0,14	II	0,13	II	0,17	III	0,22	III
Çiftlikdere	BOI_5	8,7	III	5,3	II	7,0	II	4,0	I	3,0	I	7,0	II	3,0	I	12,0	III
	Ç.O.	11,3	I	8,0	I	3,9	III	10,0	I	11,8	I	8,6	I	7,3	II	9,5	I
	NH_4-N	0,13	I	2,43	IV	0,70	II	0,37	II	0,35	II	0,89	II	0,33	II	0,57	II
	Top-P	0,57	III	0,65	III	0,30	III	0,29	III	0,12	II	0,22	III	0,32	III	0,31	III
Değirmendere	BOI_5	41,0	IV	30,0	IV	-	-	15,5	III	4,6	II	17,3	III	8,0	II	7,7	II
	Ç.O.	5,5	III	5,5	III	-	-	8,8	I	8,2	I	6,6	II	0,8	IV	5,6	III
	NH_4-N	21,00	IV	25,87	IV	-	-	3,45	IV	2,73	IV	4,49	IV	9,40	IV	4,85	IV
	Top-P	2,42	IV	3,56	IV	-	-	2,01	IV	0,29	III	0,10	II	0,62	III	0,29	III

Veri olamayan dönemlerde ölçüm yapılmamıştır.
Birimler: mg/lt cinsindendir. (BOI5: Biyokimyasal oksijen ihtiyacı, Ç.O: Çözünmüş oksijen, NH4-N: Amonyum azotu, Top-P: Toplam fosfor)

Kaynak: İSKİ Ölçümleri, (2001–2004)

Tablo 6.3 : Elmalı Havzası 2003–2004 Yılı Ölçüm Değerleri ve Su Kalite Sınıfları

ELMALI HAVZASI 3 AYLIK MEVSİMSEL DÖNEMLERİN ÖLÇÜMLERİ VE SU KALİTE SINIFLARI																	
İSTASYON	**PARAMETRE**	**2003 YILI**								**2004 YILI**							
		AYLAR								**AYLAR**							
		1.2.3.	GR	4.5.6.	GR	7.8.9.	GR	10.11.12.	GR	1.2.3.	GR	4.5.6.	GR	7.8.9.	GR	10.11.12.	GR
Budakdere	BOI_5	3,0	I	3,0	I	-	-	5,5	II	3,0	I	3,5	I	-	-	14,0	III
	Ç.O.	10,4	I	10,6	I	-	-	10,3	I	11,2	I	11,7	I	-	-	10,3	I
	NH_4-N	0,11	I	0,10	I	-	-	0,12	I	0,11	I	0,05	I	-	-	0,20	I
	Top-P	0,06	II	0,10	II	-	-	0,11	II	1,36	IV	0,03	II	-	-	0,28	III
Çengeldere	BOI_5	3,0	I	3,0	I	10,0	III	8,7	II	15,0	III	5,0	II	6,3	II	69,0	IV
	Ç.O.	10,0	I	7,9	II	6,9	II	9,4	I	10,3	I	7,5	II	6,3	II	8,0	I
	NH_4-N	0,44	II	0,73	II	3,15	IV	0,73	II	0,79	II	1,15	III	1,17	III	1,53	III
	Top-P	0,15	II	0,15	II	0,52	III	0,33	III	0,24	III	1,20	IV	0,43	III	0,74	IV
Çiftlikdere	BOI_5	3,0	I	7,5	II	11,5	III	7,0	II	10,1	III	13,0	III	6,5	II	10,0	III
	Ç.O.	10,2	I	7,4	II	4,9	III	8,2	I	10,6	I	7,3	II	6,3	II	7,4	II
	NH_4-N	0,26	II	1,80	III	3,53	IV	1,12	III	0,63	II	0,86	II	1,75	III	1,48	III
	Top-P	0,12	II	0,50	III	0,37	III	0,41	III	0,23	III	0,50	III	0,50	III	0,74	IV
Değirmendere	BOI_5	5,5	II	14,5	III	9,0	III	15,5	III	9,6	III	4,0	I	10,0	III	150,0	IV
	Ç.O.	9,0	I	9,3	I	7,1	II	8,7	I	9,3	I	9,0	I	3,3	III	5,2	III
	NH_4-N	1,52	III	4,25	IV	0,09	I	2,60	IV	3,15	IV	1,05	III	2,80	IV	7,50	IV
	Top-P	0,12	II	0,29	III	0,49	III	0,33	III	0,29	III	0,33	III	0,24	III	0,80	IV

Veri olamayan dönemlerde ölçüm yapılmamıştır.
Birimler: mg/lt cinsindendir. (BOI5: Biyokimyasal oksijen ihtiyacı, Ç.O: Çözünmüş oksijen, NH4-N: Amonyum azotu, Top-P: Toplam fosfor)

Kaynak: İSKİ Ölçümleri, (2001–2004)

Elmalı Havzası drenaj ağı içerisinde bulunan derelerinin su kalite sınıflarının belirlenmesinde, çalışılan parametrelerden elde edilen sonuçlar incelendiğinde, Budakdere haricinde göle dökülen diğer derelerin su kalitelerinin oldukça düşük olduğu görülmektedir. Budakdere'de yapılmış olan BOI_5, çözünmüş oksijen ve amonyum azotu ölçümleri I. sınıf su kalitesini yansıtmakta, toplam fosfor parametresi ise II. sınıf su kalite kriterlerini sağlamaktadır. Ancak rezervuarı besleyen Çengeldere, Çiftlikdere ve Değirmendere'deki su kalitesi oldukça düşüktür. Bu derelerde özellikle azot ve fosfor parametrelerinin zaman zaman III. ve IV. sınıf su kalitesi özelliğinin taşıdığı görülmektedir. Bu parametrelerin konsantrasyon değişimlerinde mevsimsel şartların da etkisi olmaktadır. Ancak yerleşimlerden, endüstrilerden ve yayılı kaynaklardan kaynaklanan deşarjlar kirliliğin başlıca nedenini oluşturmaktadır. BOI_5 ve çözünmüş oksijen parametrelerine bakıldığında ise yine Çiftlikdere ve Değirmendere'de su kalitesinin kimi zamanlarda III. ve IV. sınıf su seviyesine kadar düştüğü görülmektedir. Barajı besleyen derelerden ölçüm yapılanlar içerisinde, çalışılan parametrelere göre en kirli olarak nitelendirilebilecek olanlar yine Çiftlikdere ve Değirmendere'dir. Derelerdeki kirlilik seviyesinin 2001–2004 yılları arasındaki seyri incelendiğinde fazla bir değişikliğin olmadığı ve kirlilik yükü yüksek olan derelerde herhangi bir iyileşmenin olmadığı görülmektedir.

Tablo 6.4 : Göl Ham Sularına Ait Toplam Koliform Bakterisi Ölçümleri

GÖL HAMSUYU TOPLAM KOLİFORM BAKTERİSİ ÖLÇÜMLERİ VE SU KALİTE SINIFLARI									
GÖL	**YILLAR**	**AYLAR**							
		1.2.3.	**GR**	**4.5.6.**	**GR**	**7.8.9.**	**GR**	**10.11.12**	**GR**
ALİBEY (Dolusavak Önü)	2001	51	I	310	II	3200	II	420	II
	2002	170	II	130	II	340	II	280	II
	2003	1400	II	320	II	1500	II	1600	II
	2004	800	II	22	I	270	II	270	II
BÜYÜKÇEKMECE (Göl Arıtma Tesisi Önü)	2001	-	-	17	I	16	I	48	I
	2002	13	I	18	I	16	I	37	I
	2003	130	II	11	I	24	I	8	I
	2004	27	I	4	I	43	I	5	I
DARLIK (Su Alma Yapısı Önü)	2001	14	I	-	-	44	I	11	I
	2002	0	I	120	II	27	I	29	I
	2003	21	I	18	I	13	I	-	-
	2004	5	I	8	I	12	I	7	I
ELMALI (Dolusavak Önü)	2001	600	II	1400	II	2800	II	1800	II
	2002	-	-	-	-	-	-	3800	II
	2003	-	-	3200	II	400	II	1100	II
	2004	4100	II	1200	II	600	II	600	II
ÖMERLİ (Eşenceli Açığı)	2001	12	I	-	-	28	I	-	-
	2002	21	I	3	I	14	I	-	-
	2003	52	I	41	I	29	I	48	I
	2004	41	I	16	I	24	I	240	II
SAZLIDERE (Kret Önü)	2001	17	I	310	II	320	II	320	II
	2002	110	II	22	I	37	I	34	I
	2003	1400	II	140	II	280	II	70	I
	2004	29	I	22	I	12	I	11	I
TERKOS (Su Alma Yapısı Önü)	2001	18	I	-	-	48	I	41	I
	2002	8	I	12	I	28	I	54	I
	2003	28	I	12	I	28	I	39	I
	2004	38	I	26	I	48	I	32	I

Birimler: EMS/100 ml

Not: Veri olmayan dönemlerde ölçüm yapılmamıştır.

Kaynak: DSİ, (2001–2004)

Elmalı Barajı 2001–2004 yılları arası ham su ölçümlerine bakıldığında, BOI_5, çözünmüş oksijen ve amonyum azotu konsantrasyonlarının I. ve II. sınıf su kalitesini verecek şekilde değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Ancak göl suyundaki azot miktarı değerlendirilirken amonyum azotu yanında nitrit ve nitrat konsantrasyonları da değerlendirilmelidir. Çalışılan parametreler çerçevesinde baraj ham suyu toplam fosfor konsantrasyonlarının 2001 yılında tüm mevsimlerde III. sınıf su kalitesini

yansıtmasına karşın, diğer 2002–2003 ve 2004 yılı mevsimsel ölçümlerde II. sınıf su kalitesini sağladığı, yalnızca 2004 yılı kış mevsiminde III. sınıf su kalitesini verecek şekilde yüksek çıktığı görülmektedir. Göl suyu kalitesinin 2001–2004 yılları arasında izlenen BOI_5, çözünmüş oksijen ve amonyum azotu parametrelerine göre önemli bir değişime uğramadığı görülmekle beraber, toplam fosfor konsantrasyonu açısından bir iyileşme olduğu söylenebilir. Göl suyunun BOI_5, çözünmüş oksijen ve amonyum azotu parametrelerine göre içme suyu kaynağı olarak kullanılabilir olduğu görülmektedir. Ancak göl suyundaki toplam fosfor konsantrasyonları izlenmesi gereken önemli bir parametre olup, zaman zaman içme suyu kaynağı olarak kullanılabilme kriterlerini sağlamamaktadır.

Elmalı Barajı ham suyunun bakteriyolojik yönden kirlilik tespitinin yapılması için DSİ verilerinden yararlanılmıştır. DSİ tarafından Elmalı Barajı dolusavak önünden alınmış olan numunelerin 2001–2004 yılları arasındaki analiz sonuçlarına göre, toplam koliform bakterisi sayısının II. sınıf su kalitesini yansıttığı ve içme suyu kaynağı olarak kullanılabilme kriterini sağladığı görülmektedir. Önceki yıllarda özellikle 1990–1994 yılları arasındaki ölçümler incelendiğinde Elmalı Barajı ham suyunun ancak ileri arıtma ile arıtılabilecek derecede kirlendiği görülmektedir. Bu nedenle İSKİ 1994 yılında Ozonlama ve aktif karbon tekniğiyle arıtma yaparak 1993 yılında devre dışı kalan barajı tekrar içme suyu kaynağı olarak kullanılabilir hale getirmiştir. Baraj 1999 yılında da Ocak ayından itibaren 1.5 ay devre dışı kalmıştır.

Tablo 6.5 : Elmalı Seddeleri Ölçüm Sonuçları

GÖL HAMSU ÖLÇÜMLERİ VE SU KALİTE SINIFLARI									
YILLAR	**PARAMETRE**	**AYLAR**							
		1.2.3.	**GR**	**4.5.6.**	**GR**	**7.8.9.**	**GR**	**10.11.12.**	**GR**
2001	**$BOİ_5$**	3,7	I	6,7	II	6,3	II	12,0	III
	Ç.O.	12,5	I	10,3	I	7,1	II	7,8	II
	NH_4	1,37	II	0,2	I	0,03	I	0,00	I
	Top-P	0,29	III	0,30	III	0,17	III	0,40	III
2002	**$BOİ_5$**	-	-	3,0	I	4,5	I	-	-
	Ç.O.	-	-	9,1	I	14,1	I	-	-
	NH_4	-	-	0,09	I	0,41	II	-	-
	Top-P	-	-	0,05	II	0,10	II	-	-
2003	**$BOİ_5$**	-	-	4,0	I	3,0	I	7,0	II
	Ç.O.	-	-	12,7	I	9,9	I	7,8	II
	NH_4	-	-	0,25	II	0,05	I	0,39	II
	Top-P	-	-	0,06	II	0,07	II	0,14	II
2004	**$BOİ_5$**	3,0	I	6,0	II	4,5	II	6,3	II
	Ç.O.	11,3	I	11,2	I	9,1	I	9,1	I
	NH_4	0,77	II	0,05	I	0,05	I	0,17	I
	Top-P	0,16	II	0,07	II	0,11	II	0,19	III

Birimler: mg/lt cinsindendir
BOİ5: Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı, Ç.O.: Çözünmüş Oksijen, NH4: Amonyum Azotu, Top-P: Toplam Fosfor
Veri olmayan dönemlerde ölçüm yapılmamıştır.

Kaynak: İSKİ, (2001–2004)

Tablo 6.6 : Havzalardaki Yerleşilebilir Alanlar

HAVZA	**Mutlak Koruma Alanı (ha)**	**Kısa Mesafeli Koruma Alanı (ha)**	**Orman Alanı (ha)**	**Yerleşebilir Alan (ha)**	**Toplam Havza Alanı (ha)**
ALİBEY	2501	1813	8400	2748	15462
TERKOS	9437	5430	45604	9046	69517
B.ÇEKMECE	4806	3514	11420	40717	60457
SAZLIDERE	2368	2878	1921	8720	15887
ÖMERLİ	8019	5322	17003	28400	58744
ELMALI	1078	1065	3041	3044	8228
DARLIK	4749	1768	3216	10350	20083
TOPLAM	**32958**	**21790**	**90605**	**103025**	**248378**

Kaynak: İSKİ, (2005)

Su havzalarındaki yapılaşma probleminin bir ayağını da havza koruma alanları içerisinde teşkil edilen sanayi tesisleri oluşturmaktadır. Kaçak yapılaşmanın getirdiği çevre kirlenmesine ek olarak havza koruma alanlarında faaliyet gösteren

endüstrilerin atıksu ve atıkları da su kaynaklarında önemli derecede kirlilik etkisi yapmaktadır. Havzalarda faaliyet gösteren endüstri tesislerinin su kaynaklarına olumsuz etkileri evsel kirleticilerden daha farklı boyutlarda olabilmektedir. Endüstrilerin bu bölgelerde yer almaları neticesinde kimyasal ve radyoaktif kirlenme ve zararlı atıkların meydana gelmesi gibi önemli kirlilik sorunları meydana gelebilmektedir. Endüstriyel faaliyet olarak nitelenen sanayi tesisleri ve mezbahaların kirletici özellikleri sadece atık su olarak ortaya çıkmamakta, bu tesislerden kaynaklanan katı atıklar ve baca gazlarından kaynaklanan hava kirliliğine yol açan kirleticiler de havzalarda başka bir kirletici unsur olmaktadır. İstanbul İli su havzaları koruma alanları içerisinde faaliyet gösteren endüstri tesislerinin sayısı Tablo 6.7'de görülmektedir.

Tablo 6.7 : Koruma Kuşaklarına Göre Sanayi Tesislerinin Dağılımı

HAVZA	**Göl**				**Dere Yakını**	**Toplam**
	Mutlak	**Kısa**	**Orta**	**Uzak**		
Terkos	1	2		6	8	17
Alibey	6	6	14	247	280	553
Bçekmece	16	23	13	77	128	257
Elmalı	5		1	78	76	160
Ömerli	3	5	10	226	189	533
Sazlıdere	10	7	7	43	76	143
TOPLAM	**41**	**43**	**45**	**677**	**557**	**1663**

Kaynak: Çevre Durum Raporu, (2005)

Nüfus artışı, hızlı ve plansız yapılaşma, koruma alanları içerisinde yönetmeliklere aykırı olarak faaliyet gösteren sanayi tesisleri ve tarımsal faaliyetler neticesinde su havzalarının su kaliteleri bozulmaktadır. Aşağıda verilen Tablo 6.8'de İstanbul İli'nin sahip olduğu su havzalarının Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde verilen kıta içi su kaynakları kalite sınıflarına göre sınıflandırılması görülmektedir.

Tablo 6.8 : İstanbul'a Su Sağlayan Kaynakların SKKY'e Göre Sınıflandırılması

Parametreler	Alibey	Elmalı	Terkos	Ömerli	Darlık	B.çekmece
Fiziksel ve İnorganik-Kimyasal par.	III	IV	III	III	II	III
Organik Parametreler	II	IV	III	I	II	III
İnorganik Kirlenme Parametreler	III	IV	II	III	II	IV
Bakteriyolojik Parametreler	II	II	II	II	I	II

Kaynak: Çevre Durum Raporu, (2005)

Evsel Kaynaklı Kirlenme: Elmalı Havzası'ndaki yerleşim bölgelerinde meydana gelen katı atıklar belediyeler tarafından toplanmakta olup, ancak belediyenin ulaşamadığı kesimlerde çöpler gelişigüzel tarlalara ve/veya kaçak döküm alanlarına boşaltılmaktadır (Akça, 2005).

Aşağıda verilen Tablo 6.9'da havzada meydana gelen kirlilik yükleri dağılımı verilmektedir.

Tablo 6.9 : İstanbul Elmalı Havzasında Toplam $BOİ_5$, Azot ve Fosfor Kirlilik Yükleri

	Elmalı Havzası					
Kirletici Kaynak	$BOİ_5$ (*)		Toplam Azot		Toplam Fosfor	
	Kg/gün	%	Kg/gün	%	Kg/gün	%
Noktasal						
Evsel	7.550	78,0	1.208	86	453	90,4
Endüstriyel	2.085	21,6	81	5,8	43	8,6
End. Evsel	28	0,4	2,1	0,1	0.7	
Yayılı						
Tarım			50	3,6	1,42	0,3
Orman			29	2,0	0,5	0,1
Drenaj			18	1,3	3	0,6
Atmosfer			16	1,2		
Toplam	**9.663**	**100**	**1.404,1**	**100**	**501,6**	**100**

Kaynak: Akça, (2005)
(*) Beş günlük Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı

Tablodan görüleceği üzere, hâlihazır durumda havzada toplam kirlilik yükünün neredeyse tamamına yaklaşan kısmı noktasal kaynaklardan gelmektedir. Noktasal kaynaklar arasında evsel atık sular ön plandadır. Yoğun ve hızlı bir nüfus artışının hâkim olduğu havzada evsel nitelikli atık suların rezervuarın kirlenmesindeki en önemli neden olduğu görülmektedir.

Azot yükü dağılımına bakıldığında havzada %92'lük bir oranda noktasal kaynakların, fosfor yükü dağılımına bakıldığında ise %99'luk bir oranda noktasal kaynakların etkisi görülmektedir. Oysa Elmalı Havzası'nın arazi dağılımına bakıldığında sadece %26'lık bir bölümünün yerleşim alanı olarak kullanıldığı, yaklaşık %50'ye varan bir kısmının orman alanı olduğu görülmektedir (Akça, 2005).

Elmalı Havzası'nda meydana gelen evsel kaynaklı kirlilik yüklerinin havza nüfusuna bağlı olarak artışının tespit edilmesi için kirlilik parametreleri olarak $BOİ_5$, toplam azot ve toplam fosfor parametreleri ele alınmış ve aşağıda verilen birim kirlilik yükleri kabul edilerek yapılan nüfus ölçümlerine bağlı olarak kirlilik yükleri Tablo 6.10'da verilmiştir.

Birim kirlilik yükleri:

$BOİ_5$ = 60 gr/kişi/gün

Toplam-N = 8 gr/kişi/gün

Toplam-P = 3 gr/kişi/gün

Tablo 6.10 : Elmalı Havzasında Nüfusa Bağlı Olarak Meydana Gelen Evsel Kirlilik Yükleri

YILLAR	NÜFUS	BOI_5 (kg/gün)	TOP-N (kg/gün)	TOP-P (kg/gün)
1985	44.747	2.685	358	134
1990	105.673	6.340	845	317
1997	165.863	9.952	1.327	498
2000	247.062	14.824	1.976	741

Endüstriyel Kaynaklı Kirlilik: Havzalarda faaliyet gösteren endüstri tesislerinin su kaynaklarına olumsuz etkileri evsel kirleticilerden daha farklı boyutlarda olabilmektedir. Endüstrilerin bu bölgelerde yer almaları neticesinde, evsel kirlenmeden farklı olarak kimyasal kirlilik ve zararlı atıkların meydana gelmesi gibi

önemli kirlilik sorunları meydana gelmektedir. Elmalı Havzası'nda faaliyet gösteren birçok endüstri tesisi bulunmaktadır. Havzada 1992 yılı itibariyle faaliyet gösteren endüstrilerin sayısı ve uluslar arası iktisadi faaliyet sınıflandırmasına göre dağılımları Tablo 6.11'de verilmektedir.

Tablo 6.11 : Uluslararası İktisadi Faaliyet Sınıflandırmasına Göre Elmalı Havzasındaki Endüstri Dağılımı (1992 Yılı Verileri)

KOD	KATEGORİ	ADET
311	Gıda maddeleri sanayi	2
3111	Mezbaha ürünleri	2
312	Başka yerde sınıflandırılmamış gıda maddeleri sanayi	2
3121	Başka yerde sınıflandırılmamış gıda maddeleri sanayi	2
322	Ayakkabı dışında giyim eşyası sanayi	1
3222	Deri ve kürk dışında kalan hazır giyim eşyası sanayi	1
356	Başka yerde sınıflandırılmamış plastik ürünler sanayi	1
3560	Başka yerde sınıflandırılmamış plastik ürünler sanayi	1
371	Demir, çelik metal ana sanayi	4
3710	Demir, çelik metal ana sanayi	4
372	Demir, çelik dışında metal ana sanayi	1
3720	Demir, çelik dışında metal ana sanayi	1
382	Makine sanayi (Elektrik makineleri hariç)	1
3829	Başka yerde sınıflandırılmamış makine ve gereç yapım sanayi	1
383	Elektrik makineleri ve aygıtları sanayi	1
3831	Elektrik sanayi makineleri ve aygıtları sanayi	1
TOPLAM		**13**

Kaynak: Karpuzcu, (1992)

2005 yılı Çevre Durum Raporu verilerine bakıldığında ise Elmalı Havzası'ndaki sanayi tesislerinin sayısının 160'a çıktığı görülmektedir. 1992 yılı ile mukayesesi yapıldığında sanayi tesislerinde geçen 13 yıl içerisinde yaklaşık %1100 mertebesinde bir artış olduğu görülmektedir. Havzadaki ana sanayi kolları; metal endüstrisi (döküm, polisaj, makine imalatı vs.), hayvancılık (özellikle tavukçuluk), ahşap ve cam işleridir. Bunlardan başka az sayıda başka endüstriyel faaliyetler de mevcuttur.

Tarım ve Orman Alanlarından Kaynaklanan Kirlenme: Elmalı Havzası'ndaki tarımsal amaçlı arazi kullanımına açık, kısmen ekilen ve/veya otlak alanı olarak mevcut yaklaşık 26 km2'lik alan bulunmaktadır. Havzada yoğun olarak orman alanı bulunmakta (yaklaşık 35 km2) ve havzanın %42'sine varan kısmı olarak değerlendirilmektedir. Elmalı Havzası'nda tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan kirlilik parametreleri olarak azot ve fosfor yükleri ele alındığında, tarımsal faaliyetlerin yol açtığı kirlenmenin, evsel ve endüstriyel faaliyetler neticesinde meydana gelen kirlenmeyle bir mukayesesi yapılabilir. 1995 yılı verilerine bakıldığında, havzadaki toplam azot kirlilik yükünün %3,6 sının ve toplam fosfor

kirlilik yükünün %0,3'ünün tarımsal faaliyetler neticesinde meydana geldiği tespitine varılmaktadır (Akça, 2005).

Ulaşımdan Kaynaklanan Kirlenme: Elmalı Havzası üzerinden geçen TEM otoyolunun havza üzerindeki olumsuz etkilerinin belirlenmesi çerçevesinde yapılan bir çalışmada (Güney ve diğ.,2006), ulaşımdan kaynaklanan ağır metal kirliliğinin tespit edilmesi için toprak içerisindeki kurşun, çinko ve bakır ölçümleri yapılmıştır. TEM otoyolunun Elmalı Havzası'ndan geçen bölümünde 16 farklı noktadan alınan toprak numunelerinin analizi neticesinde elde edilen ölçüm değerleri Avrupa Birliği ve Türk Standartları'nda belirlenmiş sınır değerlerle karşılaştırılmıştır. Baraj Havzası içerisinde yapılan örneklemelerde limitleri geçen değerlere rastlanmıştır. Havza içerisinde kritik düzeyde bakır kirliği olmamasına karşın kurşun ve çinko kirliliği kritik değerlerin üzerinde bulunmuştur. Tablo 6.12'de Elmalı Baraj Havzası'ndan alınan toprak numunelerinin ölçüm sonuçları ve müsaade edilen sınır değerler verilmektedir.

Tablo 6.12 : Elmalı Havzası'nda Toprak Numunelerindeki Ağır Metal Ölçümleri ve Müsaade Edilen Sınır Değerler

Elmalı Havzası Toprak Numunelerindeki Ağır Metal Ölçüm Değerleri					
Kurşun (mg/kg)		**Çinko (mg/kg)**		**Bakır (mg/kg)**	
Maksimum	Ortalama	Maksimum	Ortalama	Maksimum	Ortalama
104,2	34	275,8	138,1	63,3	35,6
Toprakta Ağır Metal Kirliliği Sınır Değerleri					
	Avrupa Birliği (2002)			**Türk Standartları (2001)**	
	pH=5-6	pH= 6-7	pH>7	pH<6	pH>6
Kurşun	70	70	100	50	300
Çinko	60	150	200	150	300
Bakır	20	50	100	50	140

Kaynak: Güney, (2006)

Su kaynaklarından çeşitli çap, cins ve uzunlukta olan borularla taşınarak İçme Suyu Arıtma Tesisleri'ne gelen su, burada arıtıldıktan sonra şebekeye verilmektedir. İçme Suyu Arıtma Tesisleri'nde arıtılmış olan su farklı bölgelere hizmet vermektedir. Tablo 6.13'de İstanbul'da yer alan İçme Suyu Arıtma Tesisleri hakkında genel bilgiler verilmiştir.

İstanbul İli içme ve kullanma suyunun temin edildiği içme suyu arıtma tesislerinin çıkış suyu analizleri periyodik olarak İSKİ tarafından yapılmakta ve elde edilen

ölçüm sonuçlarının içme suyu standartlarına uygunluğu sürekli izlenmektedir. Bu ölçüm sonuçları ve çeşitli içme suyu standartlarıyla karşılaştırılması neticesinde elde edilen sonuçlar İSKİ tarafından aylık olarak yayınlanmaktadır. Aşağıda verilen Tablo 6.14 ve Tablo 6.15'de, İSKİ'den alınan 2006 yılı Ocak ve Temmuz aylarına ait İstanbul İli içme suyu arıtma tesisleri çıkış suyu ölçüm değerleri ve çeşitli standartlarla karşılaştırılması görülmektedir.

Tablo 6.13 : İstanbul'da bulunan İçme Suyu Arıtma Tesisleri Genel Bilgiler

ARITMA TESİSİ	SU KAYNAKLARI	SU KAYNAĞINDAKİ KİRLİLİK	TEMİZSU DAĞITILAN BÖLGELER	TESİS KAPASİTESİ (m3/gün)	TESİS DEBİSİ HESAPLANAN (m3/gün)	İSTANBUL' A VERİLEN SU MİKTARI-ORTALAMA (m3/gün)
KÂĞITHANE (ÇELEBİ MEHMET HAN)	Terkos+Istranca+ Alibey		Beşiktaş, Fatih, Beyoğlu, Şişli, G.Osmanpaşa, Esenler, Eyüp, Kâğıthane, Sarıyer	650.000	236.268	1.800.000
KÂĞITHANE (YILDIRIM BEYAZID HAN)						
BÜYÜKÇEKMECE	Büyükçekmece Gölü	Tüm Parametreler 2. sınıf veya daha altındadır. (S.K.K.Y) Su derinliğinin sığ oluşu alg büyümesine neden olmaktadır.	Bağcılar, B.Çekmece, Avcılar, Güngören, Esenler	232.000	84.330	
İKİTELLİ (FATİH S. MEHMET HAN)	Terkos+Istranca+ Sazlıdere+K.çekmece	Parametrelerin 4.sınıf konsantrasyonlarının, klorür, toplam fosfor, amonyak ve KOİ açısından aşıldığı görülmüştür.	K.Çekmece, Bağcılar, Esenler, B.Evler, Bakırköy, Güngören, Bayrampaşa, G.Osmanpaşa, Zeytinburnu	1.050.000	381.664	
ELMALI	Elmalı Rezervuarı	Elmalı rezervuarında fosfor konsantrasyonu 3.sınıf seviyelerine ulaşırken, amonyak 4.sınıf seviyesindedir. Ayrıca rezervuarlara akan derelerde yüksek BOİ ve KOİ konsantrasyonları kaydedilmiştir.	Bekoz-Üsküdar, Harem-Çengelköy	50.000	18.174	
ÖMERLİ	Ömerli+Darlık+ Yeşilçay+Melen	Parametreler genel olarak 2.sınıftır, fakat klorür ve toplam fosfor açısından bazen 4.sınıf seviyeleri kaydedilmiştir. Ayrıca 4.sınıf koliform konsantrasyonları ölçülmüştür. Amonyak ve demir konsantrasyonlarının kabul edilemez düzeydedir.	Kadıköy, Üsküdar, Ümraniye, Maltepe, Kartal, Tuzla, Sultanbeyli, Eminönü, Fatih, Z.Burnu, Bakırköy, Gebze, Darıca	2.970.000	1.079.564	

Kaynak: İSKİ, (2006)

Tablo 6.14 : İstanbul İli İçme Suyu Kalitesi Raporu (Ocak 2006)

Parametre	TÜRK STANDARTLARI TSE 266 1997	DÜNYA SAĞLIK TEŞKİLATI (WHO) 1999	ABD ÇEVRE KORUMA AJANSI (EPA) 2002	AVRUPA BİRLİĞİ (EC) 1998	TASFİYE TESİSİ ORTALAMA KALİTE DEĞERLERİ (GENEL CIKIŞ)						
					B.çekmece	İkitelli	Kâğıthane	Ömerli (Emirli)	Ömerli (Mur.-Orhaniye)	Ömerli (Osmaniye)	Elmalı
Bulanıklık	25	5	1	1	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,2	0,2
BİRİNCİL STANDARTLAR (MİKROBİYOLOJİK), EMS/100 ml											
Koliform Bakteri	<1	0	<1	0	0	0	0	0	0	0	0
BİRİNCİL STANDARTLAR (Dezenfeksiyon Yan ürünleri), mg/lt											
Toplam Trihalometanlar	-	460	80	100	38,6	23,8	19,8	40,1	24,5	23,7	38,6
Bromat	-	25	10	10							
BİRİNCİL STANDARTLAR (İNORGANİK KİMYASALLAR), mg/lt											
Alüminyum	0,2	0,2	0,2	0,2							
Arsenik	0,05	0,05	0,05	0,01	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Baryum	0,3	0,7	1	-	0,037	0,024	0,020	0,034	0,018	0,018	0,025
Kadmiyum	0,005	0,005	0,01	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Krom (Toplam)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Florür	1,5	1,5	0,7 - 2,4	1,5	0,19	0,09	0,08	0,05	0,06	0,07	0,10
Kurşun	0,05	0,05	0,05	0,01	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000
Civa	0,001	0,001	0,002	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Nitrat (NO3-)	50	50	45	50	6,6	3,8	3	1,4	4,5	4,5	4,7
Selenyum	0,01	0,01	0,01	0,01	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Gümüş	0,01	-	0,05	-	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Antimon	0,01	0,005	0,006	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Berilyum	-	-	0,004	-	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
BİRİNCİL STANDARTLAR (RADYOLOJİK), pCi/lt											
Gross Alfa	1	2,7	15	-	-	-	-	-	-	-	-
Gross Beta	10	27	50	-	-	-	-	-	-	-	-
İKİNCİL STANDARTLAR (ESTETİK), mg/lt											
Klorür	600	250	250	250	55	55	30	30	27	27	40
Renk (birim)	20	15	15	-	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Bakır	3	-	1	2	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Deterjanlar	0,2	-	0,5	-							
Demir	0,2	-	0,3	0,2	0,004	0,005	0,005	0,012	0,013	0,001	0,01
Mangan	0,05	0,5	0,05	0,05	0,003	0,003	0,006	0,000	0,012	0,012	0,022
Koku Yapan Maddeler	-	-	-	-							
Geosmin MIB	-	-	-	-							
pH	6,5 - 9,2	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	6,5 - 9,5	7,2	7,3	7,1	6,8	6,7	6,7	6,8
Sülfat	250	250	250	250	55	40	41	13	28	29	52
Toplam Çözünmüş	1500	1000	500	-	236	165	160	122	119	119	162
Çinko	5	-	5	-	0,006	0,008	0,004	0,01	0,004	0,004	0,008
İLAVE PARAMETRELER, mg/lt											
Kalsiyum	200	-	-	-	46	43	40	35	23	23	32
Sertlik (CaCO3 olarak)	-	500	-	-	167	145	145	111	82	82	115
Magnezyum	50	-	-	-	11,5	5,9	6,8	4,7	5,1	5,2	7,4
Potasyum	12	-	-	-	3,92	2,62	2,36	1,14	2,41	2,4	2,65
Sodyum	175	200	-	200	32,75	11,64	11,48	6,28	14,44	14,46	20,58
Serbest Klor (3)	0,5	5	-	-	1,5	1,5	1,4	1,3	1,7	2,0	1,1
Amonyum	0,5	1,5	-	0,5	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05

1- Bulanıklık, pH, Klorür, Toplam Sertlik ve Bakiye Klor değerleri Tesis İşletme Laboratuvarlarının aylık ortalama değerleridir.
2- Diğer Parametreler Atıksu ve Su Kalite Laboratuvarlarında yapılan analizlerin aylık ortalamasıdır.
3- Burada gösterilen klor değeri tesis çıkış değeri olup, serbest klor zamanla azalmaktadır. Bu değer şebekenin en uç noktasında bile serbest klor kalacak şekilde seçilmekte olup, serbest klor değerleri şebekede genellikle 0,1-0,5 aralığında ölçülmektedir.
Kaynak: İSKİ, (2006)

Tablo 6.15 : İstanbul İli İçme Suyu Kalitesi Raporu (Temmuz 2006)

Parametre	TÜRK STANDARTLARI TSE 266 1997	DÜNYA SAĞLIK TEŞKİLATI (WHO) 1999	ABD ÇEVRE KORUMA AJANSI (EPA) 2002	AVRUPA BİRLİĞİ (EC) 1998	TASFİYE TESİSİ ORTALAMA KALİTE DEĞERLERİ (GENEL CIKIŞ)						
					B.çekmece	İkitelli	Kâğıthane	Ömerli (Emirli)	Ömerli (Mur.-Orhaniye)	Ömerli (Osmaniye)	Elmalı
Bulanıklık	25	5	1	1	0,2	0,3	0,1	0,4	0,4	0,5	0,4
BİRİNCİL STANDARTLAR (MİKROBİYOLOJİK), EMS/100 ml											
Koliform Bakteri	<1	0	<1	0	0	0	0	0	0	0	0
BİRİNCİL STANDARTLAR (Dezenfeksiyon Yan ürünleri), mg/lt											
Toplam Trihalometanlar	-	460	80	100	53	26,4	28,7	35,3	24,7	24	39,7
Bromat	-	25	10	10							
BİRİNCİL STANDARTLAR (İNORGANİK KİMYASALLAR), mg/lt											
Alüminyum	0,2	0,2	0,2	0,2	0,029	0,07	0,075	0,003	0,033	0,028	0,097
Arsenik	0,05	0,05	0,05	0,01	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Baryum	0,3	0,7	1	-	0,039	0,022	0,022	0,035	0,019	0,019	0,025
Kadmiyum	0,005	0,005	0,01	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Krom (Toplam)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000	0,001	0,001
Florür	1,5	1,5	0,7 - 2,4	1,5	0,11	0,06	0,07	0,05	0,06	0,06	0,10
Kurşun	0,05	0,05	0,05	0,01	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Civa	0,001	0,001	0,002	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Nitrat (NO3-)	50	50	45	50	3,6	3,35	3	3,2	3,5	3,5	2,23
Selenyum	0,01	0,01	0,01	0,01	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Gümüş	0,01	-	0,05	-	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Antimon	0,01	0,005	0,006	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Berilyum	-	-	0,004	-	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
BİRİNCİL STANDARTLAR (RADYOLOJİK), pCi/lt											
Gross Alfa	1	2,7	15	-	-	-	-	-	-	-	-
Gross Beta	10	27	50	-	-	-	-	-	-	-	-
İKİNCİL STANDARTLAR (ESTETİK), mg/lt											
Klorür	600	250	250	250	48	26	41	26	31	28	38
Renk (birim)	20	15	15	-	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Bakır	3	-	1	2	0,001	0,003	0,002	0,001	0,002	0,002	0,006
Deterjanlar	0,2	-	0,5	-							
Demir	0,2	-	0,3	0,2	0,000	0,003	0,001	0,014	0,162	0,099	0,026
Mangan	0,05	0,5	0,05	0,05	0,001	0,009	0,002	0,001	0,032	0,016	0,005
Koku Yapan Maddeler	-	-	-	-							
Geosmin MIB	-	-	-	-							
pH	6,5 - 9,2	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	6,5 - 9,5	7,4	7,3	7,4	6,8	6,6	6,7	7
Sülfat	250	250	250	250	59	34	78	17	23	20	50
Toplam Çözünmüş	1500	1000	500	-	210	152	191	119	108	109	160
Çinko	5	-	5	-	0,002	0,006	0,004	0,005	0,029	0,028	0,012
İLAVE PARAMETRELER, mg/lt											
Kalsiyum	200	-	-	-	47	45	45	38	24	23	31
Sertlik (CaCO3 olarak)	-	500	-	-	169	125	149	100	69	68	108
Magnezyum	50	-	-	-	11,4	3,8	7,9	4	3,5	4,4	7,1
Potasyum	12	-	-	-	3,54	1,96	2,48	1,05	1,81	1,83	2,23
Sodyum	175	200	-	200	29,7	12,3	20,5	6	13,1	13,1	23,1
Serbest Klor (3)	0,5	5	-	-	1	1	0,9	0,8	0,8	1,1	0,9
Amonyum	0,5	1,5	-	0,5	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05

1- Bulanıklık, pH, Klorür, Toplam Sertlik ve Bakiye Klor değerleri Tesis İşletme Laboratuvarlarının aylık ortalama değerleridir.
2- Diğer Parametreler Atıksu ve Su Kalite Laboratuvarlarında yapılan analizlerin aylık ortalamasıdır.
3- Burada gösterilen klor değeri tesis çıkış değeri olup, serbest klor zamanla azalmaktadır. Bu değer şebekenin en uç noktasında bile serbest klor kalacak şekilde seçilmekte olup, serbest klor değerleri şebekede genellikle 0,1-0,5 aralığında ölçülmektedir.
Kaynak: İSKİ, (2006)

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

1. Bu çalışmada, Özgül, N., (2005) hazırlamış olduğu 1/25000 ölçekli genel jeoloji haritası baz alınarak, inceleme alanının genel jeoloji haritası hazırlanmıştır. İnceleme alanında bulunan jeolojik birimlerin yayılımları ve hidrojeolojik özellikleri saptanmıştır. Elmalı baraj gölü havzası Paleozoyik ve Üst Tersiyer yaşta kaya birimlerini içerir. İnceleme alanında Alt Ordovisiyen yaşta Kurtköy Formasyonu (Opk) olarak adlandırılan karasal çökeller, bölgenin en yaşlı kaya birimini oluşturur. Bölge Alt Ordovisiyen ile birlikte, plaj ortam koşullarında çökelmiş Aydos Formasyonu'nun (Oa) kuvarsitleriyle temsil edilen genel bir transgresyona (deniz ilerlemesi) uğramıştır. Üzerine seyrek kireçtaşı arakatkılı mikalı şeyilleri kapsayan Alt-Orta Devoniyen yaşlı Kartal Formasyonu (Dk) ve Alt Karbonifer yaşlı Trakya Formasyonu (Ct) uyumsuz olarak çökelmiştir. Tüm bu birimleri, Üst Kretase yaşlı Çavuşbaşı Granodiyoriti kesmektedir. Eosen ve Orta-Geç Oligosen'de Marmara bölgesini etkileyen tektonik hareketlere bağlı olarak, bölge yeniden yükselerek, Günümüz'e kadar süren bir karalaşma sürecine girmiş ve Orta Oligosen – Alt Miyosen aralığını temsil eden akarsu, lagün ve göl çökellerini kapsayan Ömerli Formasyonu'nun Sultanbeyli Üyesi (Tös) çökelmiştir.

2. Mevcut kayaç türlerinin hidrojeolojik özelliklerine göre 1/25000 ölçekli hidrojeoloji haritası oluşturulmuştur. İnceleme alanı içerisinde litolojik ve yapısal özellikleri açısından ayrıntılı olarak ele alınan tüm birimler, boşluk bulundurma, boşlukların boyutları, boşluklar arası ilişkiler ve bu ilişkilerin derecesi gibi, yeraltı suyu geçirebilme ve iletebilme kapasitelerini tanımlayan özelliklere göre farklı hidrojeolojik ortamlara ayrılmıştır.

- Üst Kretase – Daniyen yaşlı Çavuşbaşı Formasyonu'nun ileri ayrışmasıyla arenalaşmış kesimleri, Orta Oligosen – Miyosen yaşlı Ömerli Formasyonu'nun (Tö) üst üyesini şekillendiren Sultanbeyli Üyesi (Tös) ile Holosen yaşlı Alüvyal örtü "Geçirimli Taneli Ortam (Gçt)" olarak değerlendirilmiştir. İnceleme alanında yaklaşık 5,7 km^2 lik bir alan kaplamaktadır.

- İnceleme alanında geniş yayılım gösteren Alt Ordovisiyen yaşlı "Kurtköy Formasyonu"nun (Opk), Alt Ordovisiyen yaşlı olan Aydos Formasyonu (Oa), Alt ve Orta Devoniyen yaşlı Kartal Formasyonu (Dk), Alt Karbonifer yaşlı Trakya Formasyonu (Ct) ve Üst Kretase–Daniyen yaşlı Çavuşbaşı Formasyonu'nun (Kç) az ayrışmış–ayrışmamış kesimleri "Az Geçirimli Çatlaklı Kaya Ortam (Gçk)" olarak adlandırılmıştır. Çalışma alanında yaklaşık 26 km^2 lik bir alan kaplamaktadır.

3. Bölgenin yıllık yağış miktarı 689 mm'dir. Yıllık yağışın %61'i buharlaşmakta, geri kalan %39'u ise akışa geçmektedir. Akışa geçen yağış sularının bir kısmı süzülerek yeraltı sularını oluşturmaktadır.

4. Piper diyagramına göre; yüzey sularının Ca-HCO_3 ve Ca-Mg-HCO_3 sınıfında, normal klorürlü ve normal sülfatlı oldukları, yeraltı sularının ise Ca-Na-HCO_3 ve $NaSO_4$'lı olduğu belirlenmiştir. DC_8 nolu kuyu suyunun Na-SO_4'lı sular sınıfında olduğu ve Si miktarının yüksek oluşu nedeniyle derin dolaşımlı olduğu görülmektedir. Ayrıca, DC_8 örneğinde Mo, Pb, W ve Si diğerlerine nazaran yüksek değerlerdedir. DC_10 örneğinde ise yüksek Si, Cl ve SO_4 konsantrasyonları bu suyun derin dolaşımlı bir su olabileceğine işaret etmektedir.

5. İnceleme bölgesinden alınan yüzey ve yeraltı su örneklerinin bir kısmında Cr, Hg, Cl, P, Ca, SO_4 ve Cu konsantrasyonlarının su kalite sınıfları Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne göre II. ve III. sınıf su kalitesinde olduğu görülmektedir.

6. Çalışılan parametrelerden elde edilen sonuçlar incelendiğinde, çalışma alanında bulunan ve rezervuarı besleyen Çiftlikdere'deki su kalitesi oldukça düşüktür. Bu derelerde özellikle azot ve fosfor parametrelerinin zaman zaman III. ve IV. sınıf su kalitesi özelliğinin taşıdığı görülmektedir. Bu parametrelerin konsantrasyon değişimlerinde mevsimsel şartların da etkisi olmaktadır. Ancak yerleşimlerden, endüstrilerden ve yayılı kaynaklardan kaynaklanan deşarjlar kirliliğin başlıca nedenini oluşturmaktadır. BOI_5 ve çözünmüş oksijen parametrelerine bakıldığında ise yine Çiftlikdere'de su kalitesinin kimi zamanlarda III. ve IV. sınıf su seviyesine kadar düştüğü görülmektedir. Barajı besleyen derelerden ölçüm yapılanlar içerisinde, çalışılan parametrelere göre en kirli olarak nitelendirilebilecek olanlar yine Çiftlikdere ve Değirmendere'dir. Derelerdeki kirlilik seviyesinin 2001–2004 yılları arasındaki seyri incelendiğinde fazla bir değişikliğin olmadığı ve kirlilik yükü yüksek olan derelerde herhangi bir iyileşmenin olmadığı görülmektedir.

7. Elmalı Havzasını besleyen inceleme alanındaki akarsu ve yeraltı sularının kirliliğinin, havzanın kuzey kesiminde Çavuşbaşı beldesindeki yapılaşmadan ve aşırı nüfus artışından kaynaklı evsel kökenli kirleticilerden kaynaklandığı tespit edilmiştir.

8. Yapılmış olan tüm analiz çalışmaları sonucunda, Elmalı baraj suyunun II. sınıf su kalitesini yansıttığı ve arıtma yapılarak içme suyu kaynağı olarak kullanılabilme kriterini sağladığı görülmektedir.

9. Havzada noktasal olarak belirlenen su kirliliği, yeraltı sularının içme suyu amaçlı olarak da kullanılması ve Elmalı Baraj Gölü'ne boşalmasından dolayı, su kalitesinin sürekli izlenmesini zorunlu kılmaktadır.

KAYNAKLAR

Abdüsselamoğlu, Ş., 1963. İstanbul boğazı doğusunda mostra veren Paleozoyik arazide stratigrafik ve paleontolojik yeni müşahedeler: *Maden Tetkik Arama Enst. Derg.*, **60**, 1-7.

Akça, L., 2005. İçme Suyu Barajlarına Gelen Sularda Sulakalan Sistemleriyle Organik, İnorganik ve Mikrobiyolojik Kirliliğin Giderilmesi, TÜBİTAK, MAM ESÇAE.

Altınlı, İ, E., 1951. Kayışdağı bölgesinin jeolojisi: *İÜ Fen Fak. Mec., B, XVI,* **2**, 189-205.

Babin, C., 1973. Bivalvia of the Kartal Formation of Devonian age, Istanbul: O.Kaya ed. Paleozoic of Istanbul da, 37-87.

Bayat, C. v.d., 2001. İstanbul – Beykoz Çavuşbaşı Belediyesi'nin 1/5000 Ölçekli Koruma Amaçlı Nazım İmar Planlarını Su Kaynaklarını Koruma Prensipleri Yönünden İnceleme Raporu, İstanbul Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü.

Baykal, F. ve Kaya, O., 1963. İstanbul bölgesinde bulunan Karboniferin genel stratigrafisi: *Maden Tetkik Arama Enst. Derg.*, **61**, 1-9.

Baykal, F. ve Kaya, O., 1965. İstanbul Siluriyeni hakkında: *Maden Tetkik Arama Enst. Derg.*, **64**, 1-7.

Bürküt, Y., Suner, F. ve Çoban, F., 1966. İstanbul Bölgesi linyitlerinin jeolojik ve teknolojik büyüklükleri, *İTÜ* ,Cilt **48**, Sayı **2**, İstanbul.

Carls, P., 1973. Strophomenids of the Lover Devonian Kartal Formation, Istanbul: O.Kaya ed. Paleozoic of Istanbul da, 89-96.

Çavuşbaşı Belediyesi, 2001. İstanbul İli Beykoz İlçesi Çavuşbaşı Beldesi Revize İmar Planına Esas Jeolojik ve Jeoteknik İnceleme Raporu.

Çodur, A.D., 2004. İstanbul'un Mevcut Su Kaynakları, Su Kalitesi ve İçme Suyu Havzalarının Korunması, TMMOB Mimarlar Odası İstanbul Büyükkent Şubesi, *İstanbul ve Su Sempozyumu,* 8–9 Ocak 2004, Bildiriler.

Demir, A., 1999. İçme Suyu Havzalarının ve Alıcı Ortamların Kirlenmeye Karşı Korunması, İstanbul Büyükşehir Belediyesi, *Kent Yönetimi İnsan ve Çevre Sorunları Sempozyumu,* 17–19 Şubat 1999, İstanbul.

DİE, 2000. İstanbul İli Nüfus Ölçüm Sonuçları.

DSİ, 2005. DSİ XIV. Bölge Müdürlüğü, Barajlardaki 2001–2004 Yılları Arası Su Kirliliği Ölçüm Sonuçları.

DSİ, 2005. DSİ XIV. Bölge Müdürlüğü, Havza Dışı Derelerde 2001–2004 Yılları Arası Su Kirliliği Ölçüm Sonuçları.

DSİ, 2005. DSİ XIV. Bölge Müdürlüğü, İçme Suyu Barajları Göl Özellikleri.

DSİ, 2005. DSİ XIV. Bölge Müdürlüğü, İstanbul İli 2001–2004 Yılları Arası Kuyu Suyu Ölçüm Sonuçları.

DSİ, 2006. DSİ Genel Müdürlüğü Resmi İnternet Sitesi, www.dsi.gov.tr

Fırat, M., 2004. Su Havzalarında Kirlilik ve Nüfusun Kirliliğe Etkileri (İstanbul Örneği), TMMOB Mimarlar Odası İstanbul Büyükkent Şubesi, *İstanbul ve Su Sempozyumu,* 8–9 Ocak 2004, Bildiriler.

Gandl, J., 1972. Trilobites from the Devoniyen of Istanbul: O. Kaya (Ed.) Paleozoik of İstanbul da, *Ege Üni. yayını.,* **40**, 95-96.

Gedik, İ., Pehlivan, Ş., Timur, E., Duru, Altun, İ., Akbaş, B., Özcan, İ. ve Alan, İ., 2005. Kocaeli Yarımadası'nın Jeolojisi, Maden Tetkik ve Arama Enst. Derleme Rap., no 10774.

Güney M. ve Onay T.T., 2006. TEM Otoyolu Elmalı Baraj Bölgesi Topraktaki Ağır Metal Kirliliğinin Belirlenmesi, *İTÜ 10. Endüstriyel Kirlenme Kontrolü Sempozyumu,* 7–9 Haziran 2006, Bildiriler Kitabı, İstanbul.

Haas, W., 1968. Das Alt-Palaozoikum Von Bithynien Nordwest-Türkei: *N.Jb. Geol. Palaont. Abh.,* **131-2**, 178-242.

Haas, W., 1968. Trilobitenaus dem Silur und Devon von Bithynien: Paleont. Abh.

Horton, R.E., 1945. Erosional Development of Streams, *Geol. Soc. Am. Bull.,* Vol. **56**, pp. 281–283.

İBB, 2005. İstanbul Büyükşehir Belediyesi Çevre Faaliyet Raporu.

İBB, 2006. İstanbul Büyükşehir Belediyesi 2007–2011 Stratejik Plan Raporu.

İBB, 2006. İstanbul Büyükşehir Belediyesi Resmi İnternet Sitesi, www.ibb.gov.tr

İBB, 2006. Orman Araştırmaları ve Ekoloji Grubu Verileri.

İBB, 2006. Tarım Alanları ve Toprak Araştırma Grubu Verileri.

İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, 2006. Resmi İnternet Sitesi, www.istanbulcevor.gov.tr

İSKİ, 1999. İstanbul Su Temini, Kanalizasyon ve Drenaj, Atıksu Arıtma ve Uzaklaştırma Mastır Plan Etüdü. İBB - İstanbul: İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü.

İSKİ, 2002, Faaliyet Raporu. İBB-İSKİ.

İSKİ, 2005. Asya Yakası Belde ve Köylere Ait Belirlenen Arıtma Tipleri ile Atıksu Havzaları Değerlendirme Raporu, Proses Müh.Ltd.Şti., İstanbul.

İSKİ, 2005. Deniz Suyu Kalitesi İzleme Çalışmaları 2. Gelişme Raporu, İSKİ Genel Müdürlüğü, İstanbul.

İSKİ, 2005. Günlük Su Faaliyet Raporu (13 Ekim 2005). Su İshale ve Dağıtım Daire Başkanlığı.

İSKİ, 2005. Havza Koruma Müdürlüğü, İçme Suyu Havzaları Nüfus ve Arazi Kullanımı Verileri.

İSKİ, 2005. İçme Suyu Havzaları 2001–2004 Yılları Arası Göl ve Derelerdeki Kirlilik Ölçüm Sonuçları.

İSKİ, 2006. Genel Müdürlüğü Resmi İnternet Sitesi, www.iski.gov.tr

İSKİ, 2006. İçme Suyu Arıtma Tesisleri Bilgileri.

İSKİ, 2006. İstanbul İli İçme Suyu Kalitesi Raporu.

İSKİ, 2006. Master Plan, www.iskabis.com

İstanbul Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, 2005. Çevre Durum Raporu.

Karpuzcu, vd., 1992. Su Havzalarında Kirlenme Durumlarının İncelenmesi ve Kalite Durumunun Tespiti Projesi – Marmara Havzası Raporu, Boğaziçi Üniversitesi Çevre Bilimleri Enstitüsü, Bebek, İstanbul.

Kaya, O., 1971. İstanbul'un Karbonifer stratigrafisi: *Türkiye Jeol. Kur. Bült., XIV,* **2**, 143-199.

Kaya, O., 1973. Paleozoic of İstanbul (The Devonien and Lower Carboniferous Stratigraphy of İstinye, Bostancı and Büyükada Subareas), *E.Ü. F. F Kitaplar serisi,* **40** s, İzmir.

Kaya, O., 1973. The Devonian and Lower Carboniferous stratigraphy of the İstinye, Bostancı and Büyükada subareas: ed, Kaya, O., Paleozoik of İstanbul da, *Ege Üni. yayını.,* **40**, 1-36.

Kaya, O., 1978. İstanbul Ordovisiyen ve Silüriyeni: Yerbilimleri, *HÜ Yerbilimleri Enst. Yayın organı,* **4**, 1–2, 1–22.

Kaya, O. ve Mamet, B., 1971. Biostratigraphy of the Visean Cebeciköy Limestone near İstanbul, Turkey: *Journal of Foraminiferal Research,* **1**, 2, 77-81.

Ketin, İ., 1953. Tektonische untersuchungen auf den Prinzeninseln nahe Istanbul (Türkei): *Geol. Rundsch.,* **41**, 161-172.

Ketin, İ., 1959. Çamlıca bölgesinin tektoniği hakkında: *Türkiye Jeol. Kur. Bült.,* **7**, 1-18.

Ketin, İ., 1983. Türkiye Jeolojisine Genel Bir Bakış, İTÜ, İstanbul.

Küçükmehmetoğlu, M., 2005. Yüzeysel Su Kaynakları Raporu, İBB, İstanbul.

Okay, A.C., 1947. Geologishe und petrographiche Untersuchung des Gebietes zwischen Alemdağ, Karlıdağ und Kayışdağ in Kocaeli Bithynien, Türkei): *İÜ Fen Fak. Mec., B, XII,* **4**, 269-288 (Geomar Kitaplığı).

Önalan, M., 1981. İstanbul Ordovisiyen ve Siluriyen istifinin çökelme ortamları: *Yerbilimleri Derg., İÜ Müh. Fak.,* **161**-177.

Önalan, M., 1981. Pendik bölgesi ile Adalar'ın jeolojisi ve sedimanter özellikleri: *Doktora Tezi,* İÜ Yerbilimleri Fak., 193 s.

Önalan, M., 1988. İstanbul Devoniyen çökellrinin sedimanter özellikleri ve çökelme ortamları: *Yerbilimleri Derg., İÜ Müh. Fak.,* **1-2**, 92-108.

Özgül, N., 2006. Jeolojik Yapı Raporu, İBB, İstanbul.

Özgül, N., Eriş, İ., Küçükmehmetoğlu, M. ve Ertek, A., 2005. Elmalı Havzası Araştırma Raporu, İBB, İstanbul.

Öztaş T., 2006. İstanbul İl Alanı ve Su Havzalarının Hidrojeolojisi Raporu, İBB, İstanbul.

Öztunalı, Ö. ve Satır, M., 1975. Çavuşbaşı Kristalin Karmaşığının Petrografi ve Petrolojisi: *50.Yıl Yerbilimleri Kongr. Tebliğler Kitabı,* 445–456.

Öztunalı, Ö. ve Satır, M., 1975. Rubidium-Strontium-altersbestimmungen an tiefengesteinen aus Çavuşbaşı (Istanbul): *İÜ Fen Fak. Mec., B, XIII,* **40**, 1-4, 1-7.

Paeckelmann, W., 1925. Beitrage zur Kenntnis des Devons am Bosporous, insbesondere in Bithynien: Abh. Preuß. Geol. L.-A., n.f. 98, 152 p., Berlin.

Paeckelmann, W. und Sieverts, H., 1932. Neue Beitrage zur Kenntnis der Geologie, Paleontologie und Petrographie der Umgegend von Konstantinopel, 1. Obersiluriche und devonische Faunen der Prinzeninseln, Bithynien und Thraziens: Abh. Preuß. Geol. L.-A., n. f.142, 79 p., Berlin.

Paeckelmann, W., 1938. Geologie von Konstantinopel: Abh. Preuß. Geol., L.-A., n.f., 168, Berlin.

Paeckelmann, W., 1938. Neue Beitrage zur Kenntnis der Geologie, Paleontologie und Petrographie der Umgegend von Konstantinopel, 2. Geologie Thraziens, Bithyniens und der Prinzeninseln: Abh. Preuß. Geol. L.-A., n. f. 186, 202 p., Berlin.

Penck, W., 1919. Grundzuge der Geologie des Bosporus: Veröff. İnst. F. Meeresk.

Sayar, C., 1962. New observation in the Paleozoic sequence of the Bosphorus and adjoining areas, Istanbul, Turkey: *Symp. Band 2. Intern Silur-Devon. Bonn-Bruxelles,* 1960, 222-223, Stuttgart.

Sayar, C., 1964. Ordovician Conularids from the Bosphorus Area, Turkey: *Geol. Mag.,* **101**, 193-197, London.

Sayar, C., 1969. Boğaziçi arazisinde Ordovisien Conularia'ları: *Türkiye Jeol. Kur. Bült., XII,* **1-2**, 140-175.

Strahler, A.N., 1952. Dynamic Basis of Geomorphology, *Bull. Geol. Soc. Am.,* Vol. **63**, pp. 923-938.

Strahler, A.N., 1952. Hypsometric (Area – Altitude) Analysis of Erosional Topography, *Bull. Geol. Soc. Am.,* Vol. **63**, pp. 1117–1142.

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği 2004. T.C. 31 Aralık 2004 tarih ve 25687 sayılı Resmi Gazete.

Şen, Z., 2002. Su Bilimi Temel Konuları, İstanbul: Su Vakfı Yayınları.

T.C. Başbakanlık Denizcilik Müsteşarlığı, 2006. Resmi İnternet Sitesi, www.denizcilik.gov.tr

T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, 2004. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği.

T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, 2005. İstanbul Meteoroloji İstasyon Raporları.

Yalçın, T., 2006. Geochemical characterization of the Biga Peninsula thermal waters (NW Turkey), İTÜ, İstanbul.

Yalçın, T., 2007. Hydrogeochemical and Geophysical Investigation of the İstanbul Tuzla – Icmeler Spring Area for Environmental and Land Use Planning Purposes, İTÜ, İstanbul.

Yalçınlar, İ., 1951. İstanbul civarının Paleozoik arazisine yeni müşahedeler: *Türkiye Jeol. Kur. Bült., III,* **1**, 125-130.

Yılmaz, İ., 1977. Sancaktepe Granitinin Kocaeli Yarımadası, Mutlak Yaşı ve Jenezi, *TJK Bült.,* **20**, 17-20.

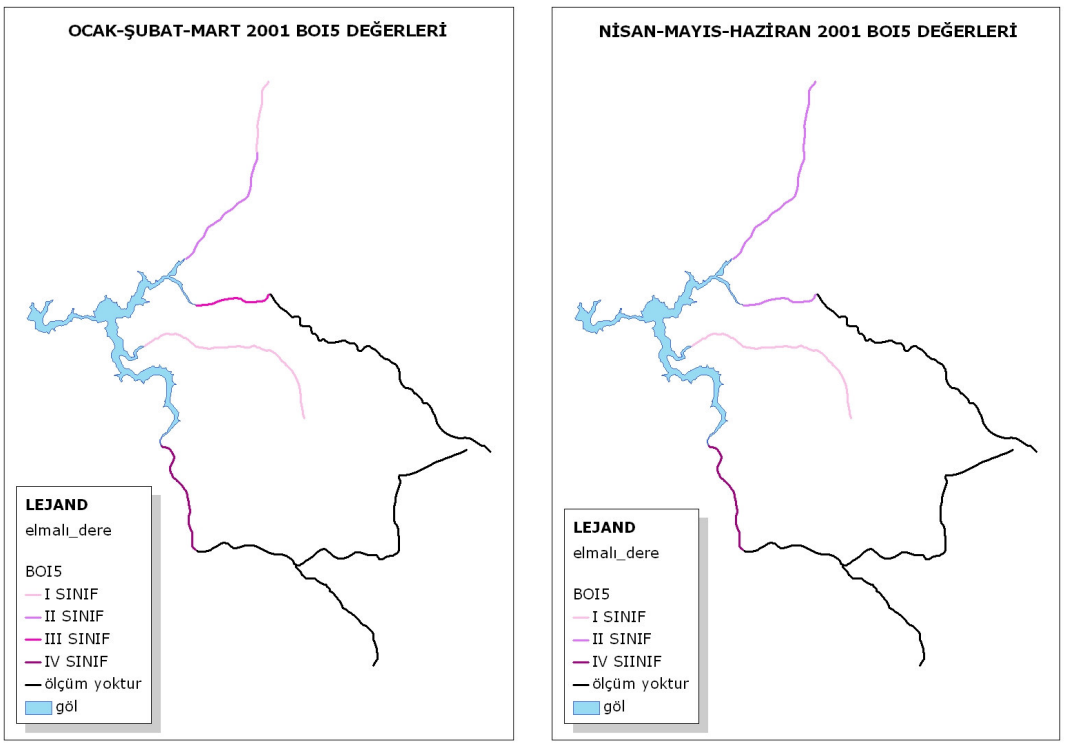
EKLER

EK A : Elmalı Havzası Kuzey Kesiminin Jeomorfoloji Haritası

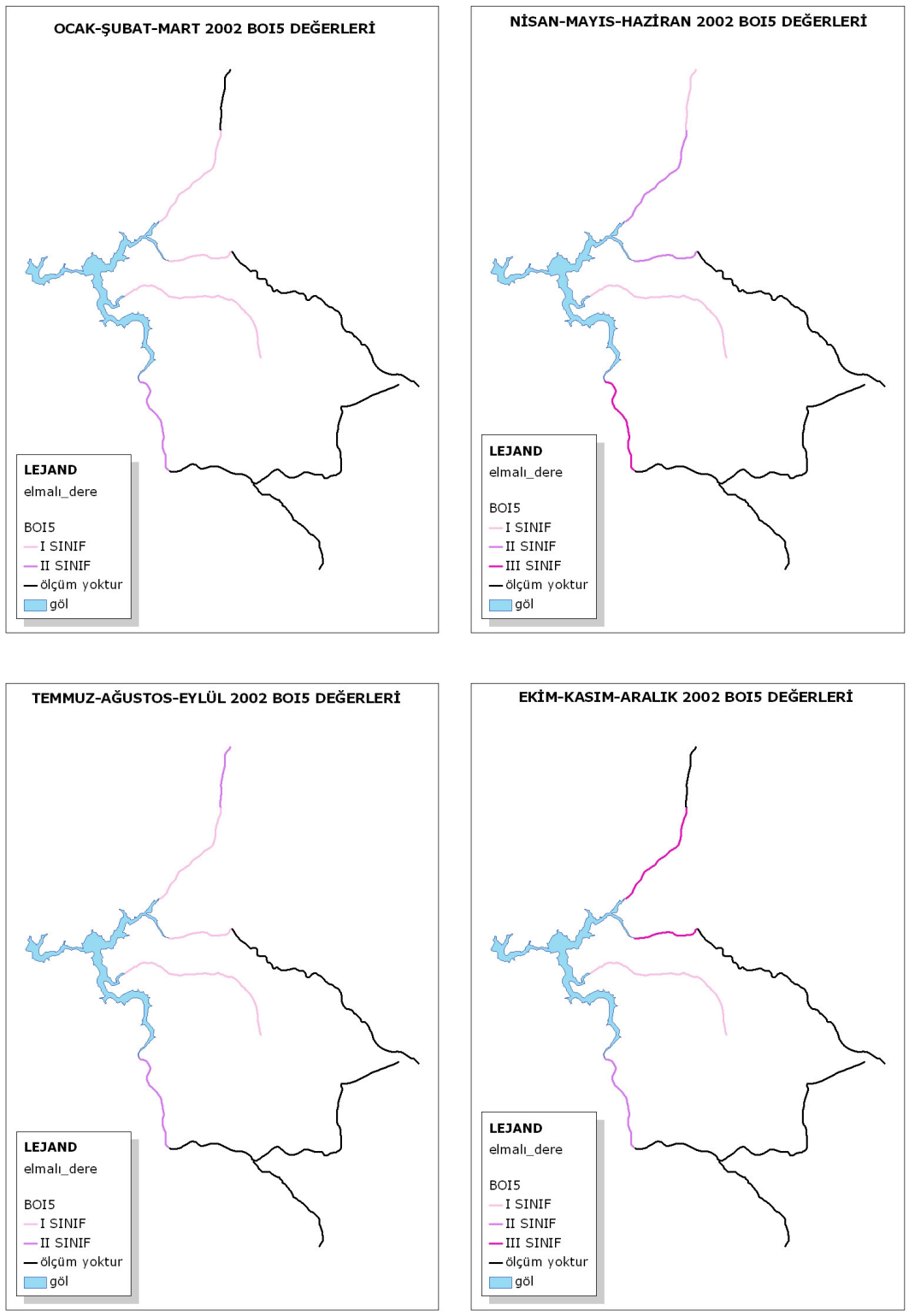
EK B : Elmalı Havzası Kuzey Kesiminin 1/25 000 Ölçekli Jeoloji Haritası

EK C : Elmalı Havzası Kuzey Kesiminin 1/25 000 Ölçekli Hidrojeoloji Haritası

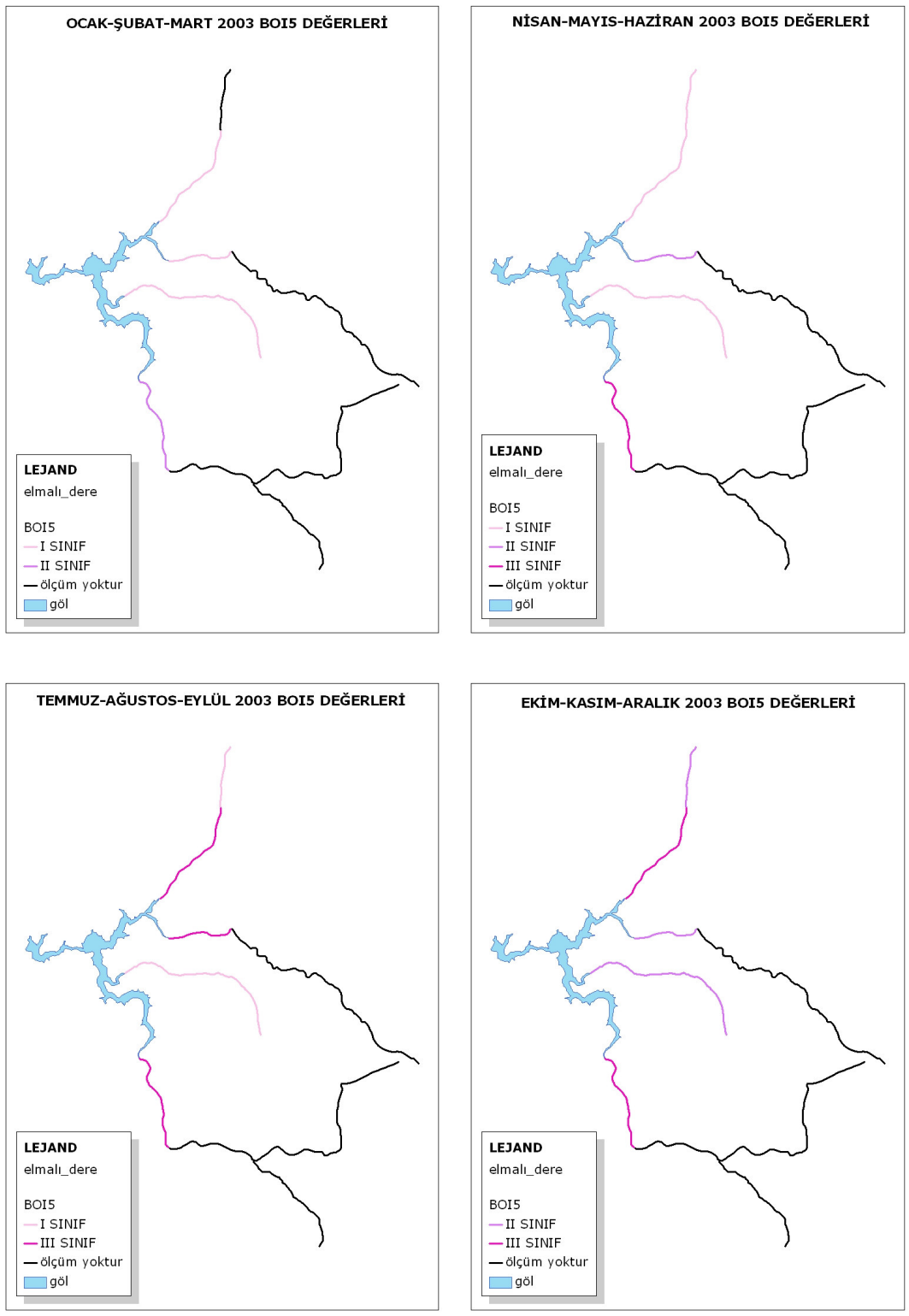
EK D : Elmalı Baraj Gölüne ve Havza İçi Derelere Ait Su Kalite Sınıflarını Gösteren Şekiller ve Tablolar



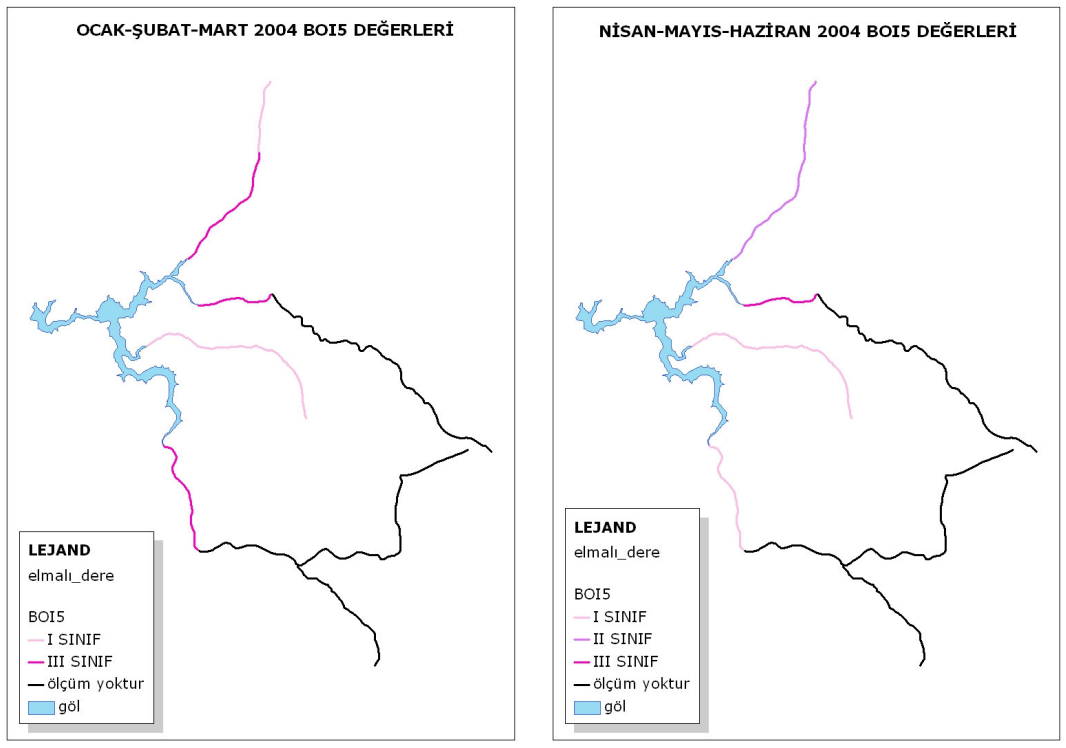
Şekil D.1 : Elmalı Havzası 2001 Yılı BOI_5 Parametresine Göre Mevsimsel Su Kalite Sınıfları



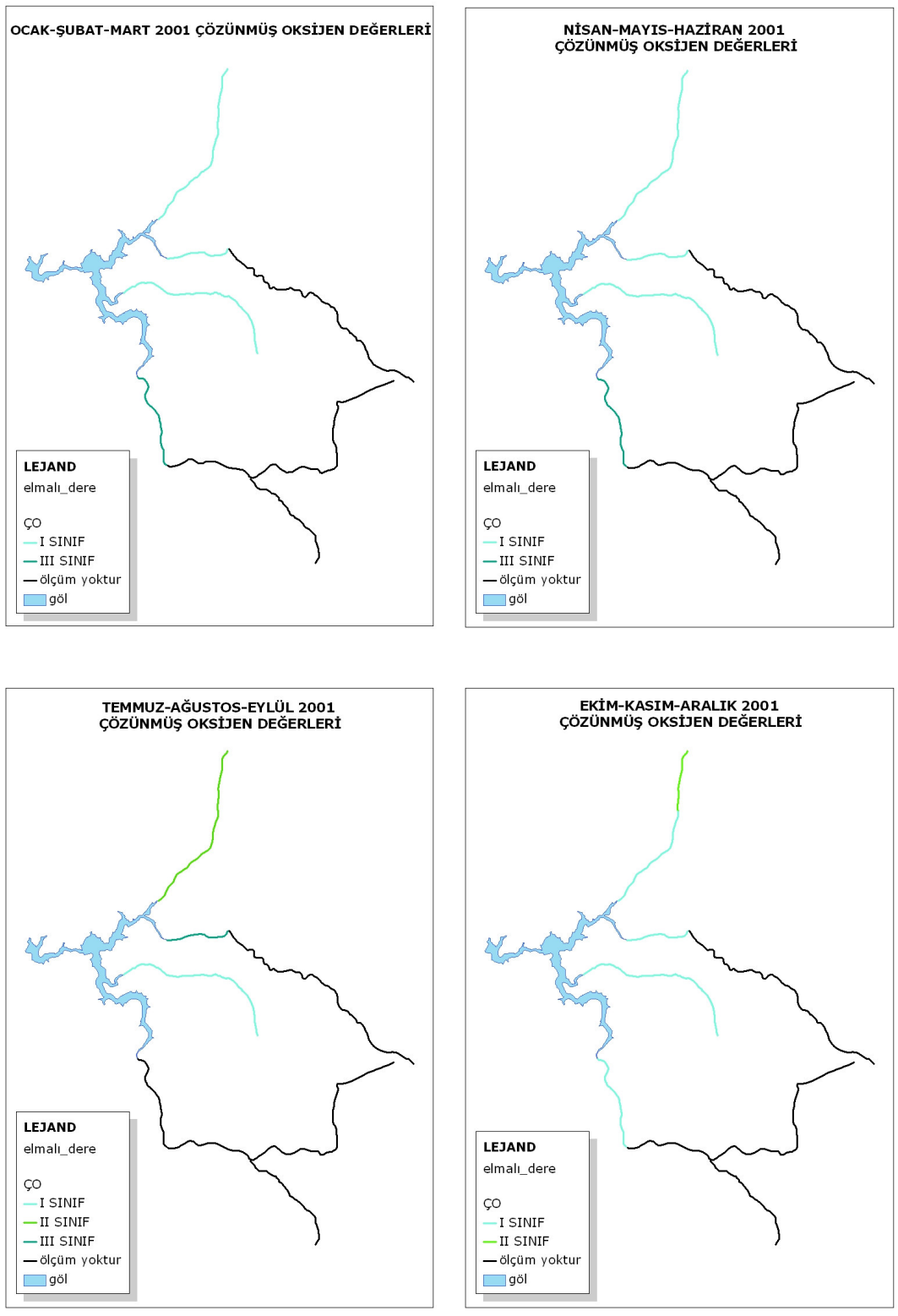
Şekil D.2 : Elmalı Havzası 2002 Yılı BOI_5 Parametresine Göre Mevsimsel Su Kalite Sınıfları



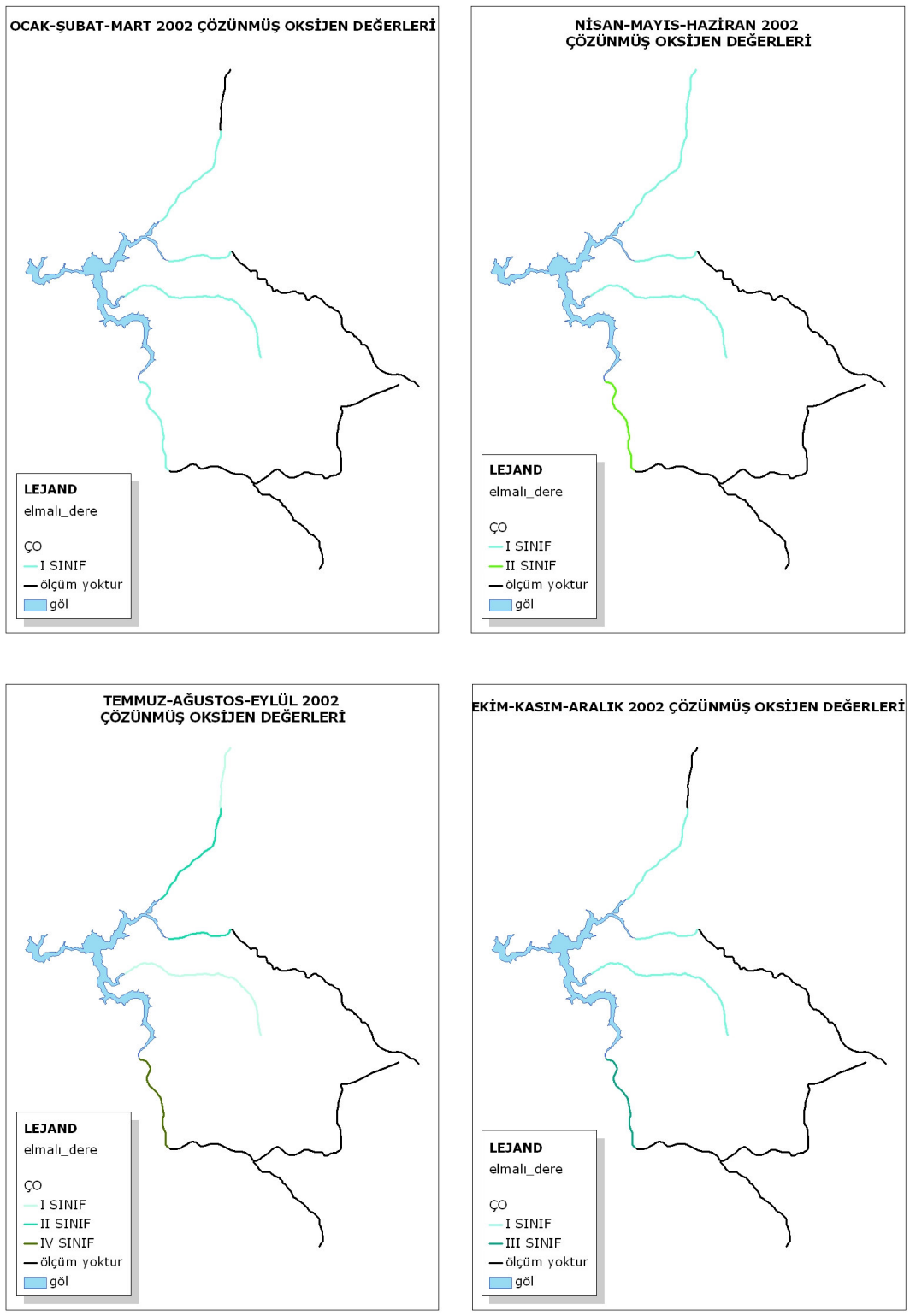
Şekil D.3 : Elmalı Havzası 2003 Yılı BOI_5 Parametresine Göre Mevsimsel Su Kalite Sınıfları



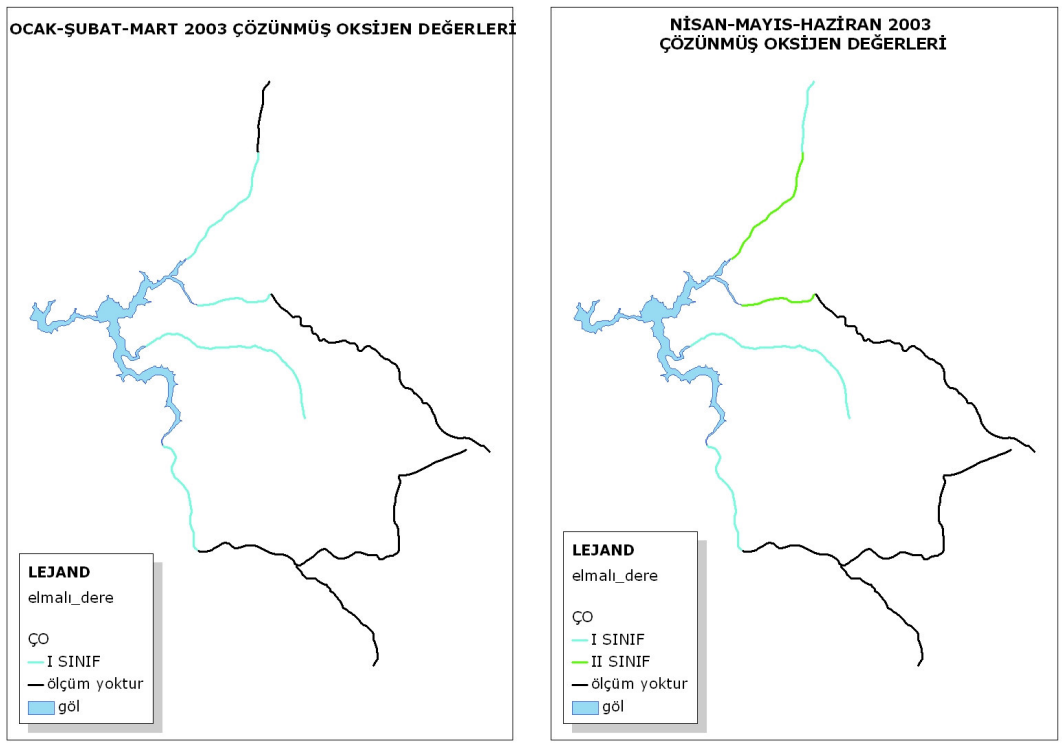
Şekil D.4 : Elmalı Havzası 2004 Yılı BOI_5 Parametresine Göre Mevsimsel Su Kalite Sınıfları



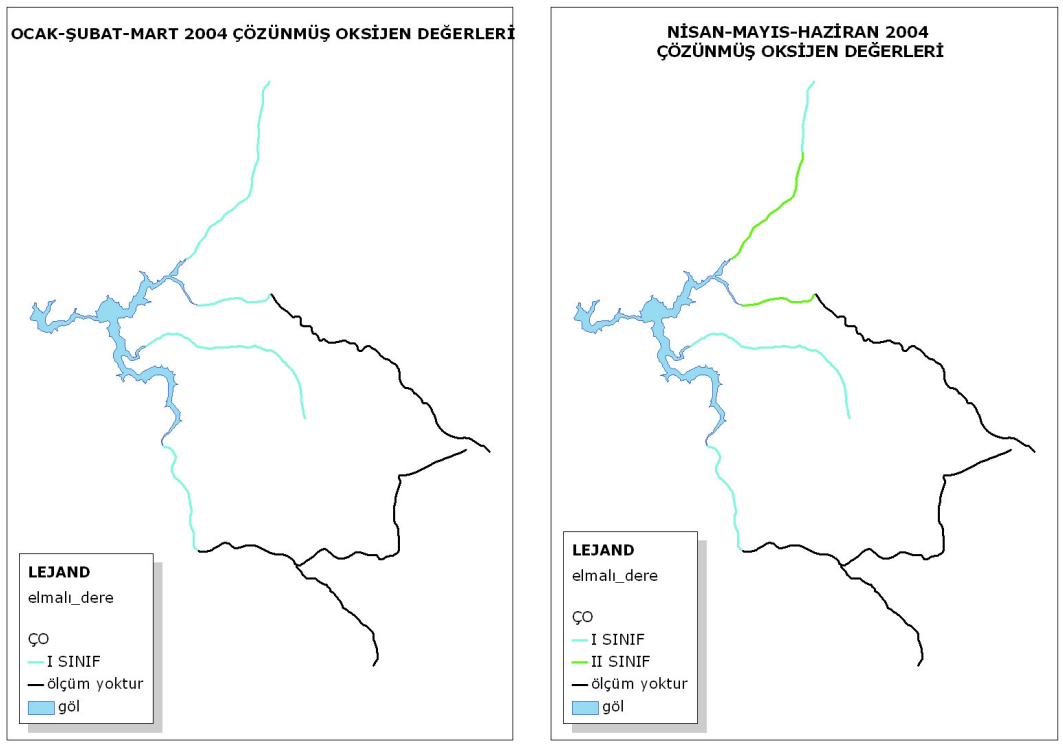
Şekil D.5 : Elmalı Havzası 2001 Yılı Çözünmüş Oksijen Parametresine Göre Mevsimsel Su Kalite Sınıfları



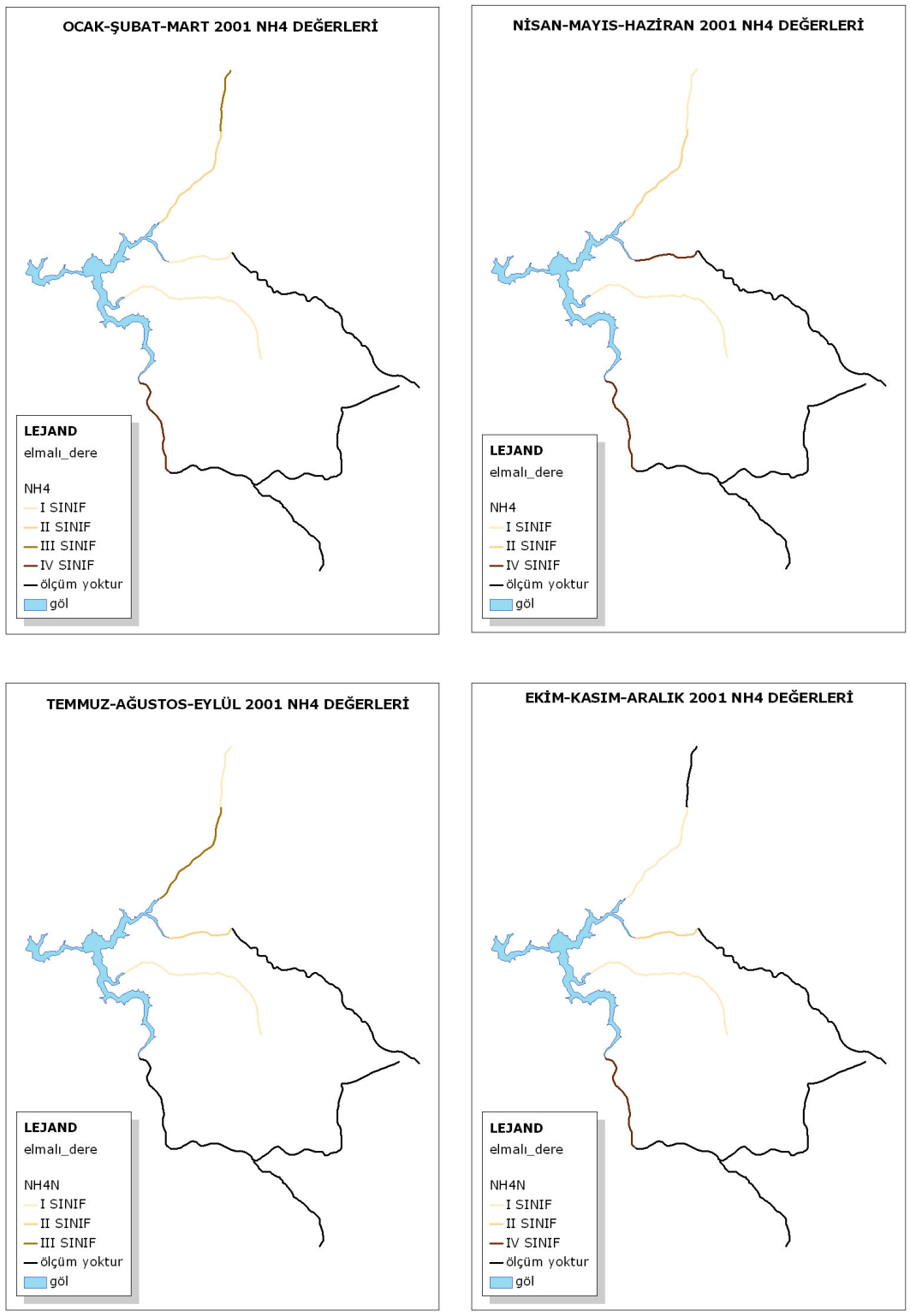
Şekil D.6 : Elmalı Havzası 2002 Yılı Çözünmüş Oksijen Parametresine Göre Mevsimsel Su Kalite Sınıfları



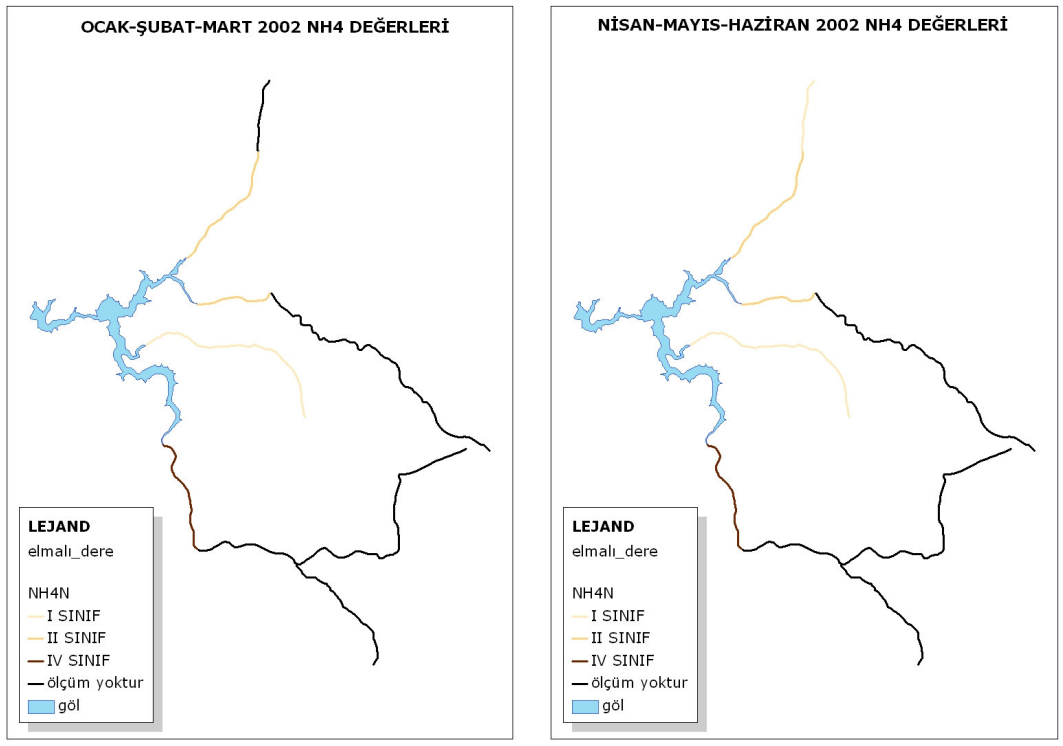
Şekil D.7 : Elmalı Havzası 2003 Yılı Çözünmüş Oksijen Parametresine Göre Mevsimsel Su Kalite Sınıfları



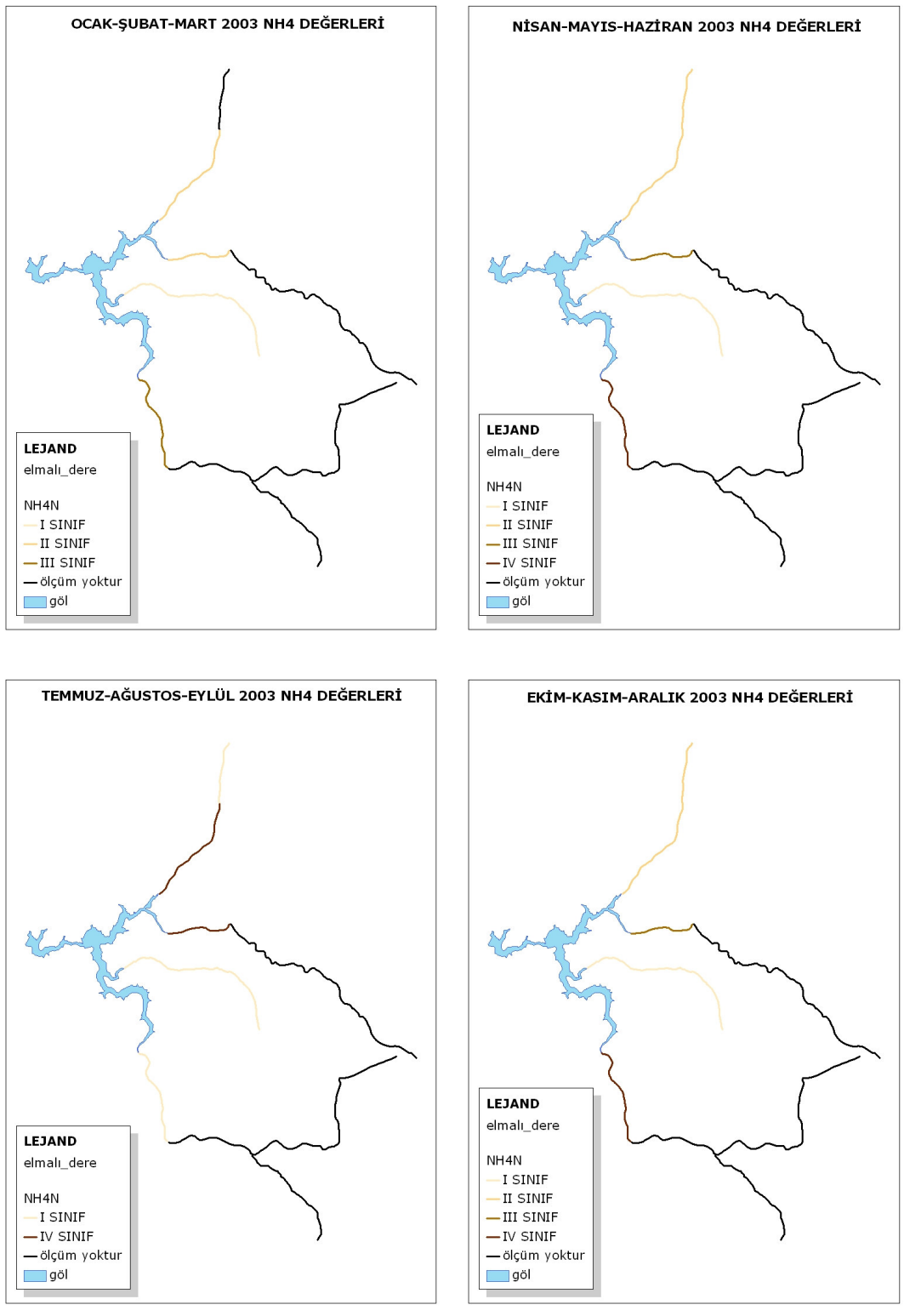
Şekil D.8 : Elmalı Havzası 2004 Yılı Çözünmüş Oksijen Parametresine Göre Mevsimsel Su Kalite Sınıfları



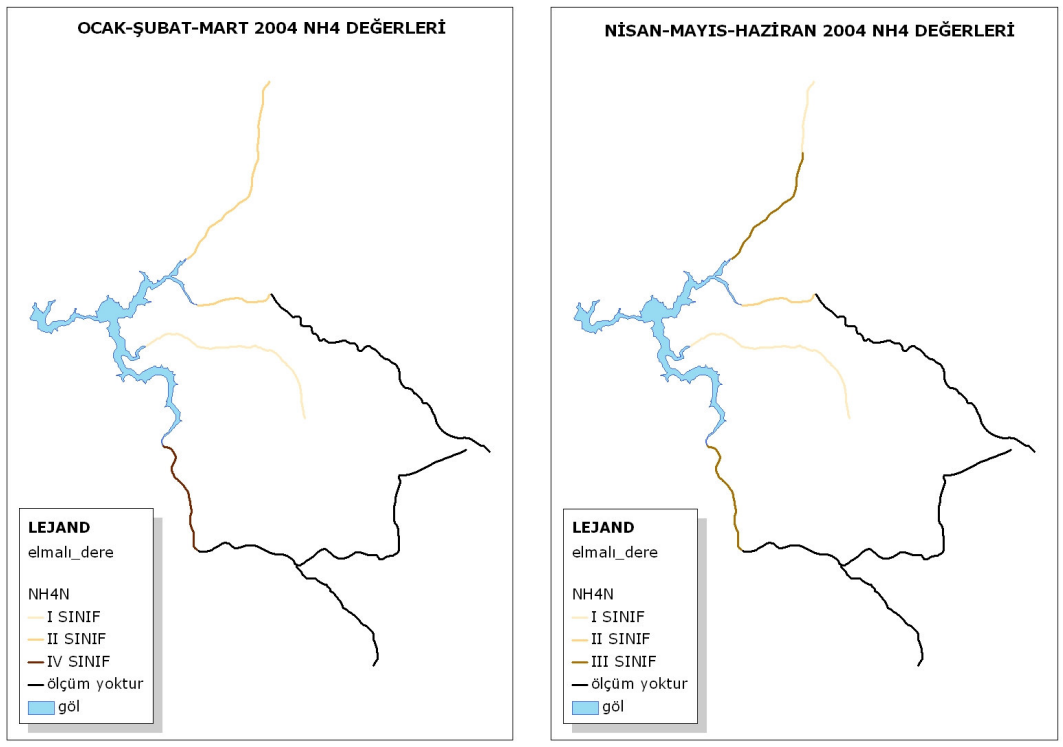
Şekil D.9 : Elmalı Havzası 2001 Yılı Amonyum Azotu Parametresine Göre Mevsimsel Su Kalite Sınıfları



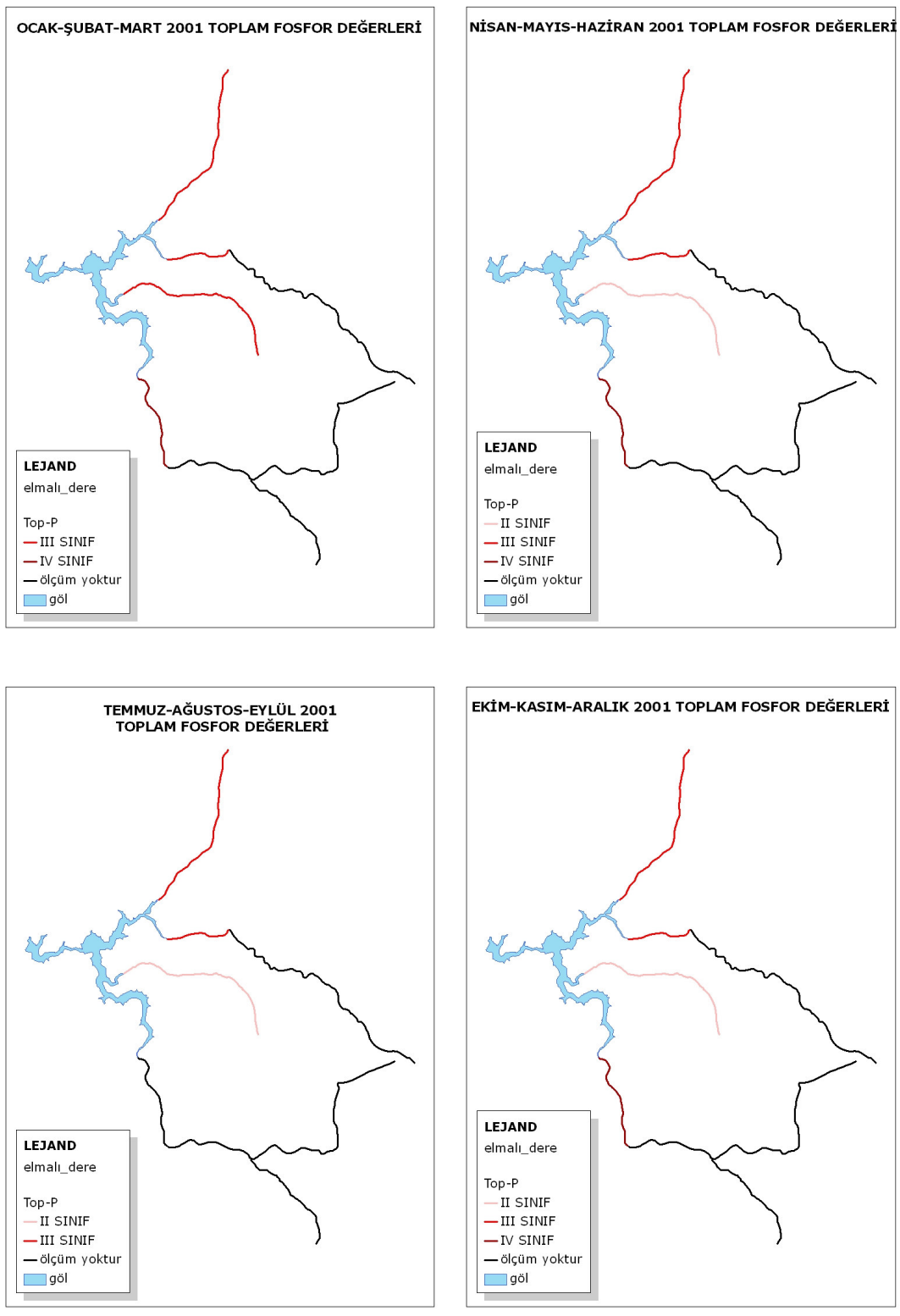
Şekil D.10 : Elmalı Havzası 2002 Yılı Amonyum Azotu Parametresine Göre Mevsimsel Su Kalite Sınıfları



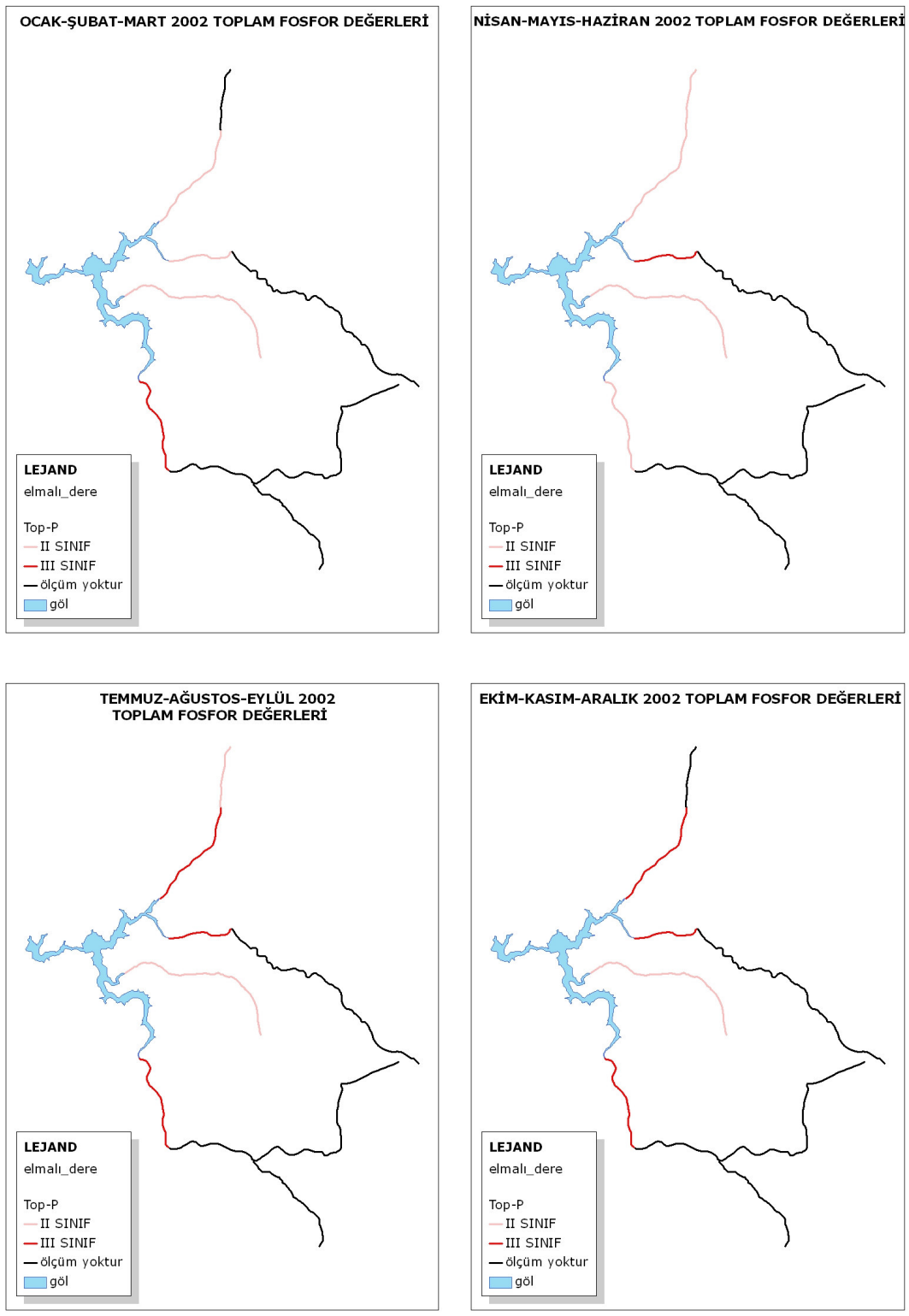
Şekil D.11 : Elmalı Havzası 2003 Yılı Amonyum Azotu Parametresine Göre Mevsimsel Su Kalite Sınıfları



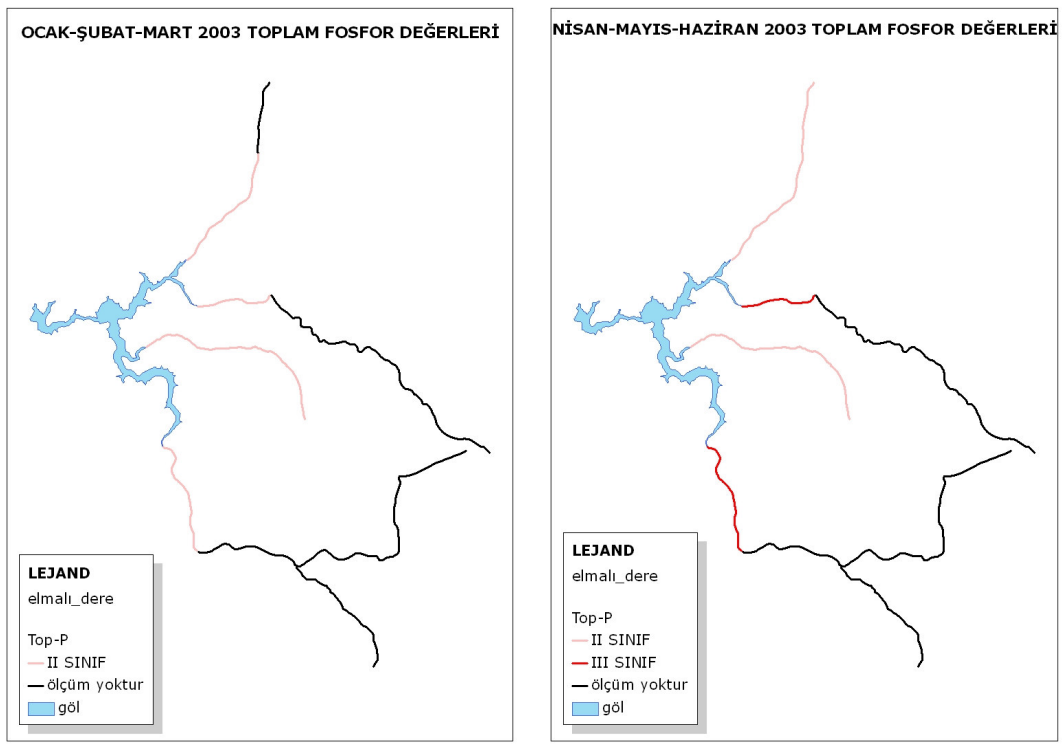
Şekil D.12 : Elmalı Havzası 2004 Yılı Amonyum Azotu Parametresine Göre Mevsimsel Su Kalite Sınıfları



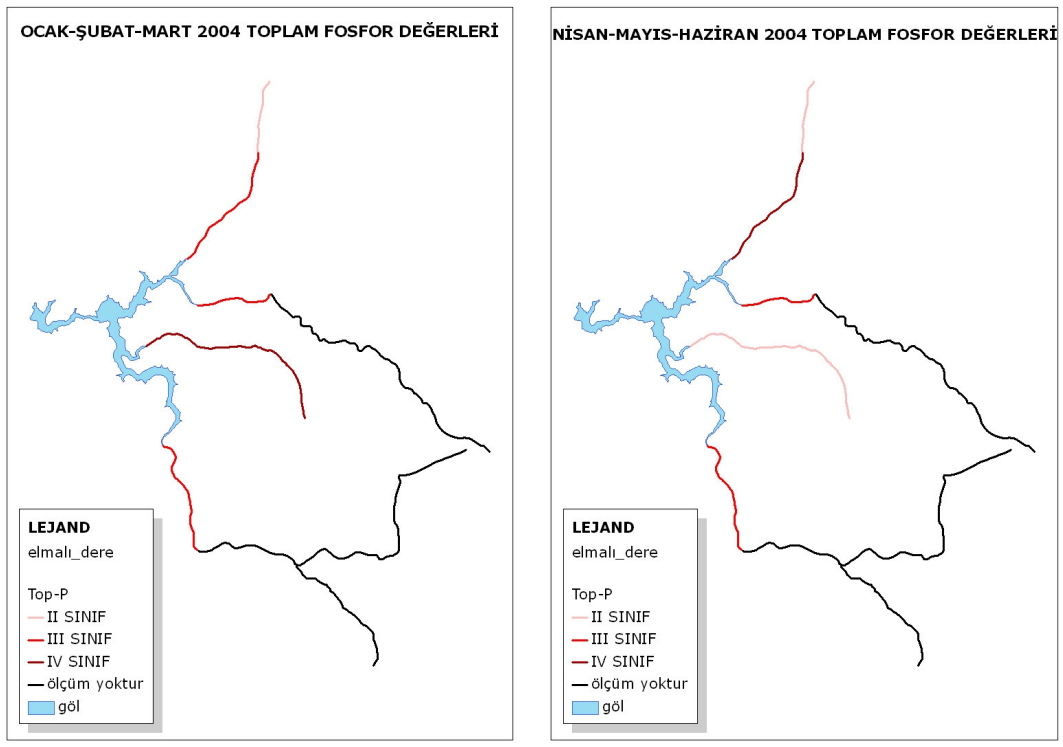
Şekil D.13 : Elmalı Havzası 2001 Yılı Toplam Fosfor Parametresine Göre Mevsimsel Su Kalite Sınıfları



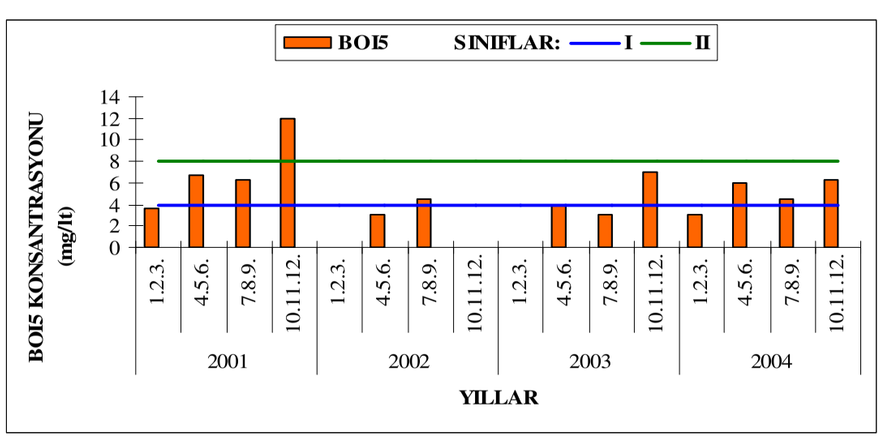
Şekil D.14 : Elmalı Havzası 2002 Yılı Toplam Fosfor Parametresine Göre Mevsimsel Su Kalite Sınıfları



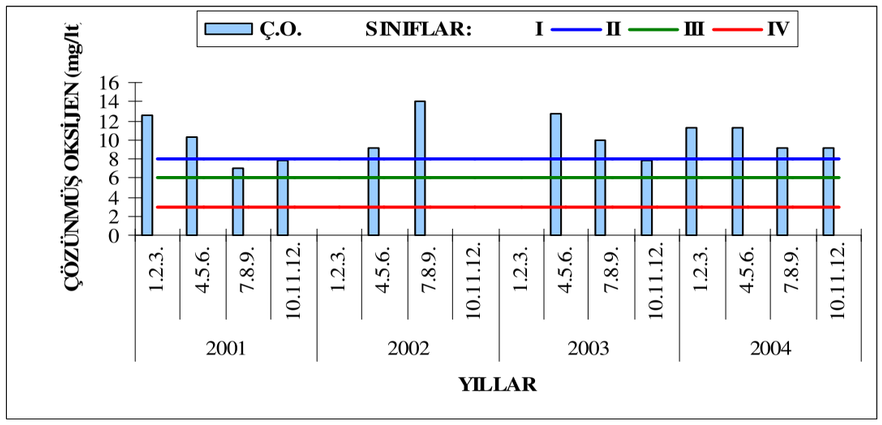
Şekil D.15 : Elmalı Havzası 2003 Yılı Toplam Fosfor Parametresine Göre Mevsimsel Su Kalite Sınıfları



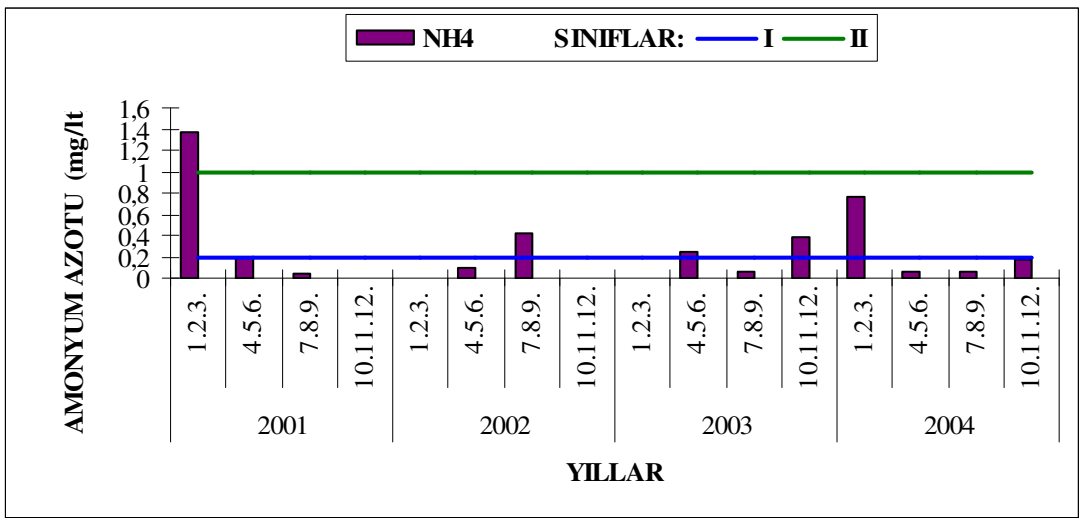
Şekil D.16 : Elmalı Havzası 2004 Yılı Toplam Fosfor Parametresine Göre Mevsimsel Su Kalite Sınıfları



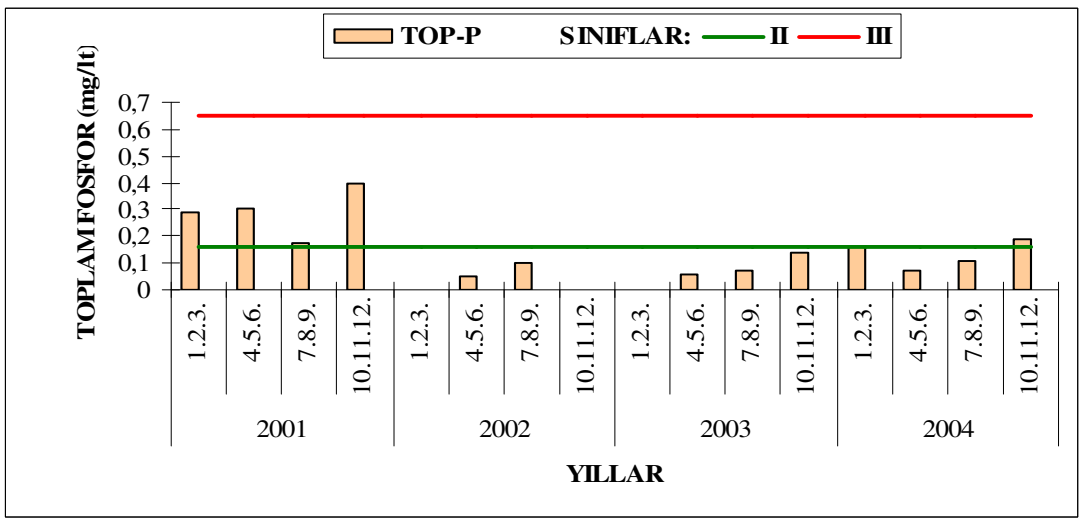
Şekil D.17 : Elmalı Baraj Gölü BOI_5 Değişimi ve Su Kalite Sınıfları



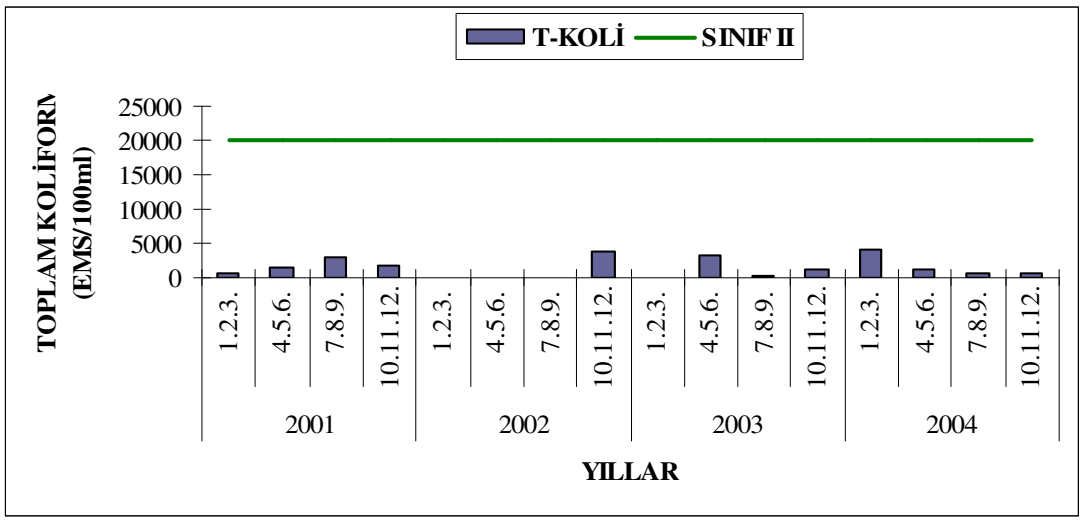
Şekil D.18 : Elmalı Baraj Gölü Ç.O. Değişimi ve Su Kalite Sınıfları



Şekil D.19 : Elmalı Baraj Gölü NH_4-N Değişimi ve Su Kalite Sınıfları



Şekil D.20 : Elmalı Baraj Gölü Top-P Değişimi ve Su Kalite Sınıfları



Şekil D.21 : Elmalı Baraj Gölü T-Koli Değişimi ve Su Kalite Sınıfları

Tablo D.1 : Elmalı Rezervuarı Hamsu Ölçümleri (2004)

Parametreler	Numune Alma Tarihleri											
	15.Oca.04	**Şub.04**	**10.Mar.04**	**08.Nis.04**	**20.May.04**	**15.Haz.04**	**07.Tem.04**	**12.Ağu.04**	**01.Eyl.04**	**05.Eki.04**	**01.Kas.04**	**07.Ara.04**
Sıcaklık (°C)	9	5	7	13	18	22	23	24	25	20	17	9
pH	7.14 (I)	7.58 (I)	6.81 (I)	9.70 (IV)	9.40 (IV)	9.24 (IV)	6.85 (I)	8.60 (III)	9.00 (III)	8.90 (III)	7.45 (I)	6.10 (III)
Çöz.Oksj. mg/L	11.30 (I)	11.00 (I)	11.6 (I)	11.0 (I)	10.7 (I)	12.0 (I)	9.0 (I)	9.8 (I)	8.6 (I)	9.0 (I)	10.3 (I)	8.0 (I)
Amony-N mg/L	0.96 (II)	0.82 (II)	0.54 (II)	<0.05 (I)	<0.05 (I)	<0.05 (I)	<0.05 (I)	<0.05 (I)	<0.05 (I)	<0.05 (I)	0.06 (I)	0.4 (II)
Nitrat-N mg/L	0.99 (I)	1.87 (II)	1.04 (I)	0.57 (I)	0.49 (I)	0.17 (I)	0.07 (I)	<0.10 (I)	<0.10 (I)	<0.10 (I)	0.72 (I)	0.36 (I)
Topl Fosfor mg/L	0.15 (II)	0.24 (III)	0.10 (II)	0.03 (II)	0.07 (II)	0.10 (II)	0.06 (II)	0.10 (II)	0.18 (III)	0.42 (III)	0.02 (I)	0.14 (II)
KOİ mg/L	10.0 (I)	10.0 (I)	<10.0 (I)	20.0 (I)	17.0 (I)	20.0 (I)	18.0 (I)	-	14.0 (I)	27.0 (II)	13.0 (I)	15.0 (I)
BOİ mg/L	<3.0 (I)	4.0 (I)	3.0 (I)	7.0 (II)	5.0 (II)	6.0 (II)	5.0 (II)	-	4.0 (I)	8.0 (II)	5.0 (II)	6.0 (II)
Top.KjDH-N mg/L	1.4 (II)	1.2 (II)	1.0 (II)	<0.5 (I)	1.0 (II)	1.4 (II)	0.8 (II)	<0.5 (I)	0.20 (I)	0.80 (II)	1.20 (II)	1.3 (II)
M.M.A.Md mg/L	<0.05 (I)	<0.05 (I)	<0.05 (I)	<0.05 (I)	0.07 (II)	0.06 (II)	<0.05 (I)	0.09 (II)	0.11 (II)	<0.05 (I)	<0.05 (I)	<0.05 (I)
Fenolik M. mg/L	0.002 (I)	<0.002 (I)	<0.002 (I)	<0.002 (I)	0.004 (II)	<0.002 (I)	0.006 (II)	0.002 (I)	<0.002 (I)	<0.002 (I)	<0.002 (I)	<0.002 (I)
Top Syn. mg/L	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Sülfür mg/L	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Kadmiyum mg/L	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)
Kurşun mg/L	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)
Bakır mg/L	0.005 (I)	0.004 (I)	0.004 (I)	0.003 (I)	0.000 (I)	0.005 (I)	0.002 (I)	0.007 (I)	0.004 (I)	0.000 (I)	0.003 (I)	0.074 (IV)
Topl. Krom mg/L	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.001 (I)	0.000 (I)	0.001 (I)	0.001 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.001 (I)	0.001 (I)
Nikel mg/L	0.000 (I)	0.037 (II)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)
Çinko mg/L	0.064 (I)	0.000 (I)	0.041 (I)	0.081 (I)	0.080 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.111 (I)	0.000 (I)	0.046 (I)	0.047 (I)	0.004 (I)
Demir mg/L	0.309 (II)	0.173 (I)	1.000 (II)	0.250 (I)	0.081 (I)	0.041 (I)	0.154 (I)	0.085 (I)	0.011 (I)	0.046 (I)	0.451 (II)	0.214 (I)
Mangan mg/L	0.199 (II)	0.0.34 (I)	0.089 (I)	0.026 (I)	0.072 (I)	0.056 (I)	0.064 (I)	0.025 (I)	0.112 (II)	0.107 (II)	0.031 (I)	0.360 (II)
Alüminyum mg/L	-	-	1.677 (IV)	0.327 (III)	0.074 (I)	-	-	-	0.000 (I)	0.091 (I)	0.803 (III)	0.197 (I)

Kaynak: İSKİ, (2005)

Tablo D.2 : Elmalı Havzası Değirmendere Ölçümleri (2004)

Parametreler	Numune Alma Tarihleri						
	15.Oca.04	**Şub.04**	**09.Mar.04**	**10.Nis.04**	**08.May.04**	**12.Ağu.04**	**07.Ara.04**
Sıcaklık (°C)	9	4	9	13	19	20	10
pH	6.57 (I)	7.53 (I)	7.43 (I)	7.00 (I)	7.20 (I)	7.40 (I)	6.70 (I)
Çöz.Oksj. mg/L	9.2 (I)	8.8 (I)	9.8 (I)	8.0 (I)	10.2 (I)	3.3 (III)	5.2 (III)
Amony-N mg/L	0.71 (II)	7.50 (IV)	1.24 (III)	0.10 (I)	2.00 (III)	2.8 (IV)	7.5 (IV)
Nitrat-N mg/L	1.09 (I)	1.43 (I)	0.67 (I)	0.34 (I)	0.25 (I)	1.8 (I)	<0.10 (I)
Topl Fosfor mg/L	0.10 (II)	0.63 (III)	0.15 (II)	0.11 (II)	0.56 (III)	0.24 (III)	0.80 (IV)
KOİ mg/L	<10.0 (I)	29.0 (II)	30.0 (II)	10.0 (I)	20.0 (I)	30.0 (II)	330.0 (IV)
BOİ mg/L	<3.0 (I)	12.0 (III)	14.0 (III)	3.0 (I)	5.0 (II)	10.0 (III)	150.0 (IV)
Top.KjDH-N mg/L	0.9 (II)	11.0 (IV)	2.0 (III)	0.9 (II)	2.6 (III)	3.9 (III)	7.9 (IV)
M.M.A.Md mg/L	0.05 (I)	0.07 (II)	<0.05 (I)	0.05 (I)	0.17 (II)	0.59 (III)	0.72 (III)
Fenolik M. mg/L	<0.002 (I)	0.004 (II)	0.002 (I)	<0.002 (I)	0.004 (II)	<0.002 (I)	0.015 (III)
Top Syn. mg/L	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0,06
Sülfür mg/L	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	1,7
Kadmiyum mg/L	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)
Kurşun mg/L	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.069 (IV)
Bakır mg/L	0.004 (I)	0.005 (I)	0.004 (I)	0.003 (I)	0.001 (I)	0.011 (I)	0.269 (IV)
Topl. Krom mg/L	0.000 (I)	0.001 (I)	0.002 (I)	0.001 (I)	0.000 (I)	0.005 (I)	0.308 (IV)
Nikel mg/L	0.000 (I)	0.116 (III)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.001 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)
Çinko mg/L	0.029 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.042 (I)	0.070 (I)	0.130 (I)	1.050 (III)
Demir mg/L	0.648 (II)	0.585 (II)	0.296 (I)	1.231 (III)	1.460 (III)	1.925 (III)	12.00 (IV)
Mangan mg/L	0.311 (II)	0.269 (II)	0.074 (I)	0.243 (II)	0.477 (II)	0.451 (II)	1.270 (III)
Alüminyum mg/L	-	-	0.528 (III)	0.139 (I)	0.068 (I)	-	11.300 (IV)

Kaynak: İSKİ, (2005)

Tablo D.3 : Elmalı Havzası Çiftlikdere Ölçümleri (2004)

Parametreler	Numune Alma Tarihleri										
	15.Oca.04	**Şub.04**	**09.Mar.04**	**10.Nis.04**	**08.May.04**	**15.Haz.04**	**07.Tem.04**	**12.Ağu.04**	**05.Eki.04**	**01.Kas.04**	**07.Ara.04**
Sıcaklık (°C)	9	4	9	13	18	22	21	20	16	14	9
pH	6.78 (I)	7.84 (I)	6.78 (I)	8.00 (I)	9.20 (IV)	7.49 (I)	7.55 (I)	7.60 (I)	7.65 (I)	7.10 (I)	6.80 (I)
Çöz.Oksj. mg/L	10.15 (I)	11.0 (I)	10.8 (I)	12.0 (I)	6.5 (II)	3.4 (III)	5.6 (III)	7.0 (II)	3.4 (III)	8.2 (I)	10.6 (I)
Amony-N mg/L	0.14 (I)	1.7 (III)	<0.05 (I)	0.53 (II)	0.06 (I)	2.00 (III)	2.20 (IV)	1.30 (III)	2.80 (IV)	1.15 (III)	0.5 (II)
Nitrat-N mg/L	1.09 (I)	1.67 (I)	0.43 (I)	0.95 (I)	1.39 (I)	0.19 (I)	0.19 (I)	1.52 (I)	0.32 (I)	1.06 (I)	0.44 (I)
Topl Fosfor mg/L	0.28 (III)	0.35 (III)	0.05 (II)	0.14 (II)	0.64 (III)	0.72 (IV)	0.42 (III)	0.59 (III)	1.45 (IV)	0.37 (III)	0.39 (III)
KOİ mg/L	35.0 (II)	43.0 (II)	13.0 (I)	14.0 (I)	40.0 (II)	50.0 (II)	11.0 (I)	24.0 (I)	30.0 (II)	15.0 (I)	55.0 (III)
BOİ mg/L	10.0 (III)	18.0 (III)	4.0 (I)	7.0 (II)	15.0 (III)	17.0 (III)	6.0 (II)	7.0 (II)	9.0 (III)	6.0 (II)	15.0 (III)
Top.KjDH-N mg/L	0.9 (II)	14.0 (IV)	0.6 (II)	1.3 (II)	1.6 (III)	3.7 (III)	2.3 (III)	1.9 (III)	4.0 (III)	2.2 (III)	1.1 (II)
M.M.A.Md mg/L	<0.05 (I)	0.05 (I)	<0.05 (I)	0.05 (I)	0.14 (II)	0.15 (II)	0.05 (I)	0.17 (II)	0.10 (II)	<0.05 (I)	0.09 (II)
Fenolik M. mg/L	<0.002 (I)	0.004 (II)	<0.002 (I)	0.003 (II)	0.006 (II)	0.008 (II)	0.01 (II)	<0.002 (I)	0.004 (II)	0.002 (I)	0.003 (II)
Top Syn. mg/L	0,06	<0.05	<0.05	0,06	<0.05	0,1	0,08	0,05	0,1	<0.05	<0.05
Sülfür mg/L	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Kadmiyum mg/L	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)
Kurşun mg/L	0.011 (II)	0.007 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.001 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.001 (I)	0.023 (III)
Bakır mg/L	0.019 (I)	0.014 (I)	0.005 (I)	0.018 (I)	0.002 (I)	0.022 (II)	0.000 (I)	0.007 (I)	0.000 (I)	0.002 (I)	0.104 (III)
Topl. Krom mg/L	0.007 (I)	0.006 (I)	0.001 (I)	0.006 (I)	0.006 (I)	0.001 (I)	0.001 (I)	0.005 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.020 (I)
Nikel mg/L	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)
Çinko mg/L	0.089 (I)	0.000 (I)	0.028 (I)	0.060 (I)	0.076 (I)	0.060 (I)	0.000 (I)	0.144 (I)	0.028 (I)	0.044 (I)	0.085 (I)
Demir mg/L	5.900 (IV)	4.140 (III)	2.520 (III)	4.944 (III)	0.693 (II)	0.444 (II)	0.234 (I)	5.489 (IV)	0.505 (II)	0.260 (I)	16.100 (IV)
Mangan mg/L	0.595 (III)	0.171 (II)	0.093 (I)	0.330 (II)	0.150 (II)	0.175 (II)	0.180 (II)	0.243 (II)	0.252 (II)	0.249 (II)	1.970 (III)
Alüminyum mg/L	-	-	4.749 (IV)	5.418 (IV)	0.658 (III)				0.273 (I)	0.179 (I)	22.900 (IV)

Kaynak: İSKİ, (2005)

Tablo D.4 : Elmalı Havzası Çengeldere Ölçümleri (2004)

Parametreler	Numune Alma Tarihleri									
	15.Oca.04	**Şub.04**	**09.Mar.04**	**08.May.04**	**15.Haz.04**	**07.Tem.04**	**12.Ağu.04**	**05.Eyl.04**	**05.Eki.04**	**07.Ara.04**
Sıcaklık (°C)	9	4	10	18	20	20	20	23	15	9
pH	7.04 (I)	7.70 (I)	6.76 (I)	8.00 (I)	7.70 (I)	7.84 (I)	7.50 (I)	7.70 (I)	7.80 (I)	7.30 (I)
Çöz.Oksj. mg/L	10.6 (I)	11.0 (I)	10.5 (I)	8.0 (I)	7.0 (II)	6.5 (II)	5.8 (III)	6.7 (II)	6.4 (II)	9.6 (I)
Amony-N mg/L	0.47 (II)	1.53 (III)	0.38 (II)	0.9 (II)	1.40 (III)	1.20 (III)	1.00 (II)	1.30 (III)	2.00 (III)	1.3 (III)
Nitrat-N mg/L	5.00 (I)	2.64 (I)	1.48 (I)	2.64 (I)	2.48 (I)	2.82 (I)	1.97 (I)	2.25 (I)	2.42 (I)	<0.10 (I)
Topl Fosfor mg/L	0.37 (III)	0.21 (III)	0.13 (II)	1.62 (IV)	0.79 (IV)	0.32 (III)	0.45 (III)	0.52 (III)	1.25 (IV)	0.24 (III)
KOİ mg/L	15.0 (I)	60.0 (III)	17.0 (I)	17.0 (I)	15.0 (I)	13.0 (I)	22.0 (I)	12.0 (I)	25.0 (I)	185.0 (IV)
BOİ mg/L	6.0 (II)	34.0 (IV)	5.0 (II)	5.0 (II)	5.0 (II)	5.0 (II)	7.5 (II)	6.5 (II)	8.0 (II)	130.0 (IV)
Top.KjDH-N mg/L	1.2 (II)	4.0 (III)	0.9 (II)	1.9 (III)	2.0 (III)	1.8 (III)	1.9 (III)	2.2 (III)	2.5 (III)	1.7 (III)
M.M.A.Md mg/L	<0.05 (I)	0.13 (II)	<0.05 (I)	0.09 (II)	0.11 (II)	<0.05 (I)	0.22 (III)	0.16 (II)	0.07 (II)	0.08 (II)
Fenolik M. mg/L	0.004 (II)	0.003 (II)	<0.002 (I)	0.004 (II)	0.005 (II)	0.006 (II)	0.004 (II)	0.002 (I)	<0.002 (I)	0.002 (I)
Top Syn. mg/L	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0,06	0,06
Sülfür mg/L	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Kadmiyum mg/L	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)
Kurşun mg/L	0.003 (I)	0.006 (I)	0.001 (I)	0.000 (I)	0.002 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.021 (III)
Bakır mg/L	0.010 (I)	0.013 (I)	0.011 (I)	0.003 (I)	0.008 (I)	0.000 (I)	0.004 (I)	0.005 (I)	0.000 (I)	0.040 (II)
Topl. Krom mg/L	0.009 (I)	0.011 (I)	0.002 (I)	0.003 (I)	0.000 (I)	0.001 (I)	0.003 (I)	0.003 (I)	0.000 (I)	0.015 (I)
Nikel mg/L	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.001 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)
Çinko mg/L	0.076 (I)	0.000 (I)	0.041 (I)	0.135 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.132 (I)	0.000 (I)	0.029 (I)	0.071 (I)
Demir mg/L	4.320 (III)	7.080 (IV)	4.850 (III)	4.530 (III)	0.748 (II)	0.234 (I)	3.371 (III)	1.440 (III)	0.519 (II)	10.600 (IV)
Mangan mg/L	0.480 (II)	0.405 (II)	0.368 (II)	0.585 (III)	0.243 (II)	0.180 (II)	0.313 (II)	0.382 (II)	0.344 (II)	1.240 (III)
Alüminyum mg/L	-	-	6.986 (IV)	9.950 (IV)	-	-	-	0.125 (I)		14.300 (IV)

Kaynak: İSKİ, (2005)

Tablo D.5 : Elmalı Havzası Budakdere Ölçümleri (2004)

Parametreler		Numune Alma Tarihleri					
		15.Oca.04	**Şub.04**	**09.Mar.04**	**10.Nis.04**	**08.May.04**	**07.Ara.04**
Sıcaklık	(°C)	9	4	9	13	18	9
pH		6.69 (I)	7.68 (I)	7.05 (I)	8.00 (I)	8.20 (I)	6.71 (I)
Çöz.Oksj.	mg/L	10.9 (I)	12.0 (I)	10.8 (I)	13.0 (I)	10.4 (I)	10.3 (I)
Amony-N	mg/L	0.05 (I)	0.25 (II)	<0.05 (I)	<0.05 (I)	<0.05 (I)	0.2 (I)
Nitrat-N	mg/L	1.37 (I)	1.35 (I)	0.71 (I)	<0.1 (I)	1.41 (I)	0.39 (I)
Topl Fosfor	mg/L	3.80 (IV)	0.17 (III)	0.12 (II)	0.01 (I)	0.06 (II)	0.28 (III)
KOİ	mg/L	10.0 (I)	10.0 (I)	10.0 (I)	12.0 (I)	17.0 (I)	45.0 (II)
BOİ	mg/L	<3.0 (I)	<3.0 (I)	<3.0 (I)	4.0 (I)	<3.0 (I)	14.0 (III)
Top.KjDH-N	mg/L	<0.5 (I)	<0.5 (I)	0.5 (I)	0.5 (I)	0.6 (II)	1.8 (III)
M.M.A.Md	mg/L	0.05 (I)	<0.05 (I)	0.05 (I)	0.05 (I)	0.06 (II)	0.31 (III)
Fenolik M.	mg/L	0.002 (I)	<0.002 (I)	<0.002 (I)	<0.002 (I)	0.003 (II)	0.005 (II)
Top Syn.	mg/L	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Sülfür	mg/L	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Kadmiyum	mg/L	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)
Kurşun	mg/L	0.001 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.006 (I)
Bakır	mg/L	0.858 (IV)	0.008 (I)	0.016 (I)	0.004 (I)	0.003 (I)	0.105 (III)
Topl. Krom	mg/L	0.002 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.012 (I)
Nikel	mg/L	0.000 (I)	0.013 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)
Çinko	mg/L	0.068 (I)	0.000 (I)	0.035 (I)	0.048 (I)	0.070 (I)	0.033 (I)
Demir	mg/L	0.721 (II)	0.000 (I)	2.100 (III)	0.256 (I)	0.311 (II)	7.490 (IV)
Mangan	mg/L	0.353 (II)	0.126 (II)	0.109 (II)	0.074 (I)	0.037 (I)	0.586 (III)
Alüminyum	mg/L	-	-	4.122 (IV)	0.082 (I)	0.152 (I)	8.670 (IV)

Kaynak: İSKİ, (2005)

Tablo D.6 : Elmalı Rezervuarı Hamsu Ölçümleri (2003)

Parametreler		Numune Alma Tarihleri								
		02.Nis.03	**22.May.03**	**Haz.03**	**01.Tem.03**	**Ağu.03**	**Eyl.03**	**Eki.03**	**12.Kas.03**	**04.Ara.03**
pH		7.8 (I)	9.7 (III)	9.5 (III)	8.9 (IV)	9.4 (III)	8.3 (II)	8.7 (III)	7.6 (I)	7.0 (I)
Çöz.Oksj.	mg/L	12.40 (I)	13.43 (I)	12.29 (I)	11.68 (I)	9.7 (I)	8.34 (II)	11.44 (I)	6.12 (II)	5.8 (III)
Amony-N	mg/L	0.63 (II)	0.08 (I)	<0.05 (I)	<0.05 (I)	<0.05 (I)	<0.05 (I)	0.2 (I)	<0.05 (I)	0.93 (II)
Nitrat-N	mg/L	0.13 (I)	0.83 (I)	0.0 (I)	0.38 (I)	<0.1 (I)	<0.1 (I)	0.19 (I)	0.29 (I)	0.67 (I)
Topl Fosfor	mg/L	0.13 (II)	0.05 (II)	0.0 (I)	0.12 (II)	0.05 (II)	0.03 (II)	0.09 (II)	0.14 (II)	0.20 (III)
KOİ	mg/L	15.0 (I)	<10.0 (I)	<10.0 (I)	20.0 (I)	20.0 (I)	10.0 (I)	20.0 (I)	20.0 (I)	15.0 (I)
BOİ	mg/L	5.0 (II)	4.0 (I)	3.0 (I)	<3.0 (I)	3.0 (I)	4.0 (I)	9.0 (III)	6.0 (II)	6.0 (II)
Top.KjDH-N	mg/L	2.02 (III)	1.65 (III)	1.80 (II)	1.30 (II)	0.32 (I)	1.60 (III)	1.0 (II)	1.1 (II)	1.7 (III)
M.M.A.Md	mg/L	<0.05 (I)	<0.05 (I)	<0.05 (I)	<0.05 (I)	<0.05 (I)	<0.05 (I)	<0.05 (I)	<0.05 (I)	<0.05 (I)
Fenolik M.	mg/L						<0.002 (I)	<0.002 (I)	0.002 (I)	<0.002 (I)
Top Syn.	mg/L	<0.05	0.1 (III)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Sülfür	mg/L	0.8 (IV)	<0.1	0.1 (IV)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Kadmiyum	mg/L	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)
Kurşun	mg/L	0.001 (I)	0.000 (I)	0.004 (I)	0.000 (I)	0.003 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.004 (I)	0.000 (I)
Arsenik	mg/L									
Bakır	mg/L	0.004 (I)	0.017 (I)	0.009 (I)	0.004 (I)	0.005 (I)	0.000 (I)	0.015 (I)	0.008 (I)	0.003 (I)
Topl. Krom	mg/L	0.003 (I)	0.000 (I)	0.001 (I)	0.000 (I)	0.001 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.006 (I)	0.000 (I)
Nikel	mg/L	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)
Çinko	mg/L	0.015 (I)	0.000 (I)	0.006 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.013 (I)	0.000 (I)	0.020 (I)	0.000 (I)
Demir	mg/L	0.575 (II)	0.078 (I)	0.147 (I)	0.088 (I)	0.053 (I)	0.056 (I)	0.018 (I)	2.142 (III)	0.069 (I)
Mangan	mg/L	0.025 (I)	0.036 (I)	0.050 (I)	0.039 (I)	0.050 (I)	0.038 (I)	0.167 (I)	0.181 (I)	0.371 (II)

Kaynak: İSKİ, (2005)

Tablo D.7 : Elmalı Havzası Değirmendere Ölçümleri (2003)

Parametreler	Numune Alma Tarihleri						
	07.Oca.03	**04.Mar.03**	**02.Nis.03**	**22.May.03**	**Eyl.03**	**12.Kas.03**	**04.Ara.03**
pH	7.50 (I)	7.60 (I)	7.00 (I)	7.40 (I)	7.50 (I)	7.50 (I)	9.50 (IV)
Çöz.Oksj. mg/L	8.43 (I)	9.50 (I)	9.39 (I)	9.21 (I)	7.14 (II)	9.32 (I)	8.1 (I)
Amony-N mg/L	1.44 (III)	1.60 (III)	8.10 (IV)	0.40 (II)	0.09 (I)	2.0 (III)	3.20 (IV)
Nitrat-N mg/L	0.80 (I)	0.80 (I)	0.14 (I)	0.22 (I)	0.20 (I)	4.54 (I)	1.36 (I)
Topl Fosfor mg/L	0.20 (III)	<0.05 (I)	0.38 (III)	0.21 (III)	0.49 (III)	0.23 (III)	0.44 (III)
KOİ mg/L	10.0 (I)	23.0 (I)	56.0 (III)	10.0 (I)	20.0 (I)	20.0 (I)	55.0 (III)
BOİ mg/L	<3.0 (I)	8.0 (II)	24.0 (IV)	5.0 (II)	9.0 (III)	6.0 (II)	25.0 (IV)
Top.KjDH-N mg/L	1.96 (II)	1.7 (III)	1.46 (II)	2.23 (III)	6.50 (IV)	2.6 (III)	<0.05 (I)
M.M.A.Md mg/L	0.05 (I)	<0.05 (I)	0.16 (II)	<0.05 (I)	<0.05 (I)	0.12 (I)	<0.05 (I)
Top Syn. mg/L	0.05 (II)	<0.05	<0.05	0.2 (IV)	0.06 (III)	<0.05	0.08 (III)
Sülfür mg/L	<0.1	<0.1	0.6 (IV)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Kadmiyum mg/L	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)
Kurşun mg/L	0.001 (I)	0.002 (I)	0.006 (I)	0.002 (I)	0.000 (I)	0.007 (I)	0.008 (I)
Bakır mg/L	0.001 (I)	0.005 (I)	0.016 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.025 (II)	0.031 (II)
Topl. Krom mg/L	0.000 (I)	0.004 (I)	0.012 (I)	0.001 (I)	0.001 (I)	0.007 (I)	0.030 (II)
Nikel mg/L	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)
Çinko mg/L	0.009 (I)	0.029 (I)	0.107 (I)	0.000 (I)	0.019 (I)	0.080 (I)	0.116 (I)
Demir mg/L	0.988 (II)	1.340 (III)	1.260 (III)	1.590 (III)	2.160 (III)	6.316 (IV)	1.911 (III)
Mangan mg/L	0.517 (III)	0.135 (II)	0.299 (II)	0.683 (III)	1.130 (III)	0.988 (III)	0.259 (II)

Kaynak: İSKİ, (2005)

Tablo D.8 : Elmalı Havzası Çiftlikdere Ölçümleri (2003)

Parametreler		Numune Alma Tarihleri								
		07.Oca.03	**04.Mar.03**	**22.May.03**	**Haz.03**	**01.Tem.03**	**Eyl.03**	**Eki.03**	**12.Kas.03**	**04.Ara.03**
pH		7.85 (I)	7.30 (I)	8.40 (I)	10.50 (III)	9.35 (III)	7.00 (I)	7.50 (I)	7.50 (I)	7.80 (I)
Çöz.Oksj.	mg/L	10.31 (I)	10.20 (I)	9.06 (I)	5.64 (III)	5.80 (III)	3.90 (III)	4.48 (III)	10.35 (I)	9.65 (I)
Amony-N	mg/L	0.31 (II)	0.21 (II)	1.3 (III)	2.3 (IV)	7.0 (IV)	0.06 (I)	3.0 (IV)	0.2 (I)	0.18 (I)
Nitrat-N	mg/L	1.40 (I)	0.86 (I)	1.17 (I)	1.8 (I)	2.22 (I)	1.13 (I)	1.17 (I)	2.49 (I)	0.96 (I)
Topl Fosfor	mg/L	0.20 (III)	0.05 (II)	0.80 (IV)	0.20 (III)	0.30 (III)	0.44 (III)	0.96 (IV)	0.14 (II)	0.14 (II)
KOİ	mg/L	16.0 (I)	14.0 (I)	20.0 (I)	15.0 (I)	40.0 (II)	<10.0 (I)	25.0 (I)	20.0 (I)	20.0 (I)
BOİ	mg/L	3.0 (I)	<3.0 (I)	6.0 (II)	9.0 (III)	19.0 (III)	4.0 (I)	8.0 (II)	7.0 (II)	6.0 (II)
Top.KjDH-N	mg/L	2.2 (III)	1.0 (II)	2.50 (III)	3.19 (III)	7.23 (IV)	1.06 (II)	5.0 (III)	1.2 (II)	1.0 (II)
M.M.A.Md	mg/L	<0.05 (I)	<0.05 (I)	0.05 (I)	0.15 (II)	0.45 (III)	0.53 (III)	0.22 (III)	<0.05 (I)	<0.05 (I)
Top Syn.	mg/L	0.05 (II)	<0.05	0.2 (IV)	0.1 (III)	0.4 (IV)	<0.05	0.2 (IV)	<0.05	<0.05
Sülfür	mg/L	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Kadmiyum	mg/L	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)
Kurşun	mg/L	0.000 (I)	0.002 (I)	0.003 (I)	0.003 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.001 (I)	0.000 (I)	0.002 (I)
Bakır	mg/L	0.004 (I)	0.002 (I)	0.000 (I)	0.002 (I)	0.017 (I)	0.000 (I)	0.003 (I)	0.017 (I)	0.008 (I)
Topl. Krom	mg/L	0.003 (I)	0.001 (I)	0.002 (I)	0.002 (I)	0.031 (II)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.002 (I)	0.004 (I)
Nikel	mg/L	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)
Çinko	mg/L	0.015 (I)	0.006 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.327 (II)	0.016 (I)	0.005 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)
Demir	mg/L	3.280 (II)	1.900 (III)	0.440 (II)	1.080 (III)	4.360 (III)	0.470 (II)	0.805 (II)	1.568 (III)	2.908 (III)
Mangan	mg/L	0.156 (II)	0.078 (II)	0.115 (II)	0.205 (II)	0.357 (II)	0.265 (II)	0.218 (II)	0.136 (II)	0.193 (II)

Kaynak: İSKİ, (2005)

Tablo D.9 : Elmalı Havzası Çengeldere Ölçümleri (2003)

Parametreler	Numune Alma Tarihleri										
	07.Oca.03	**04.Mar.03**	**02.Nis.03**	**22.May.03**	**Haz.03**	**01.Tem.03**	**Ağu.03**	**Eyl.03**	**Eki.03**	**12.Kas.03**	**04.Ara.03**
pH	7.90 (I)	7.55 (I)	7.60 (I)	7.90 (I)	7.90 (I)	7.70 (I)	7.60 (I)	7.50 (I)	7.50 (I)	7.70 (I)	7.90 (I)
Çöz.Oksj. mg/L	10.13 (I)	10.00 (I)		8.58 (I)	7.30 (II)	7.86 (II)	5.62 (III)	7.22 (II)	8.02 (I)	10.40 (I)	9.70 (I)
Amony-N mg/L	0.58 (II)	0.31 (II)	0.40 (II)	1.0 (II)	0.8 (II)	1.4 (III)	8.0 (IV)	<0.05 (I)	1.3 (III)	0.40 (II)	0.50 (II)
Nitrat-N mg/L	2.20 (I)	2.00 (I)	0.22 (I)	0.83 (I)	2.0 (I)	1.94 (I)	1.47 (I)	1.69 (I)	1.78 (I)	3.91 (I)	1.91 (I)
Topl Fosfor mg/L	0.20 (III)	0.09 (II)	0.10 (II)	0.05 (II)	0.3 (III)	0.05 (II)	1.25 (IV)	0.27 (III)	0.53 (III)	0.18 (III)	0.27 (III)
KOİ mg/L	12.0 (I)	16.0 (I)	<10.0 (I)	<10.0 (I)	<10.0 (I)	<10.0 (I)	35.0 (II)	15.0 (I)	20.0 (I)	20.0 (I)	45.0 (II)
BOİ mg/L	3.0 (I)	3.0 (I)	3.0 (I)	4.0 (I)	<3.0 (I)	3.0 (I)	20.0 (III)	7.0 (II)	6.0 (II)	6.0 (II)	14.0 (III)
Top.KjDH-N mg/L	1.5 (II)	1.1 (II)	0.96 (II)	1.76 (III)	1.33 (II)	1.60 (III)	10.08 (IV)	1.80 (III)	1.60 (III)	1.5 (II)	1.4 (II)
M.M.A.Md mg/L	<0.05 (I)	<0.05 (I)	<0.05 (I)	<0.05 (I)	<0.05 (I)	<0.05 (I)	0.48 (III)	0.05 (I)	0.11 (II)	<0.05 (I)	<0.05 (I)
Fenolik M. mg/L								<0.002 (I)	0.005 (II)	0.002 (I)	<0.002 (I)
Top Syn. mg/L	0.05 (II)	<0.05	<0.05	0.1 (III)	0.06 (III)	<0.05	0.3 (IV)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Sülfür mg/L	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Kadmiyum mg/L	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)
Kurşun mg/L	0.000 (I)	0.002 (I)	0.006 (I)	0.001 (I)	0.009 (I)	0.000 (I)	0.004 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.002 (I)	0.005 (I)
Bakır mg/L	0.003 (I)	0.007 (I)	0.008 (I)	0.003 (I)	0.006 (I)	0.001 (I)	0.003 (I)	0.001 (I)	0.001 (I)	0.008 (I)	0.018 (I)
Topl. Krom mg/L	0.000 (I)	0.003 (I)	0.004 (I)	0.004 (I)	0.006 (I)	0.000 (I)	0.002 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.002 (I)	0.005 (I)
Nikel mg/L	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)
Çinko mg/L	0.006 (I)	0.015 (I)	0.016 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.016 (I)	0.000 (I)	0.040 (I)	0.000 (I)	0.006 (I)	0.010 (I)
Demir mg/L	2.280 (III)	3.370 (III)	3.120 (III)	3.730 (III)	6.330 (IV)	0.910 (II)	1.063 (III)	1.460 (III)	1.140 (III)	3.377 (III)	5.737 (IV)
Mangan mg/L	0.425 (II)	0.250 (II)	0.509 (III)	0.676 (III)	0.668 (III)	0.502 (III)	0.526 (III)	0.514 (III)	0.501 (III)	0.202 (II)	0.623 (III)

Kaynak: İSKİ, (2005)

Tablo D.10 : Elmalı Havzası Budakdere Ölçümleri (2003)

Parametreler		Numune Alma Tarihleri					
		07.Oca.03	**04.Mar.03**	**02.Nis.03**	**22.May.03**	**12.Kas.03**	**04.Ara.03**
pH		7.90 (I)	7.55 (I)	7.40 (I)	8.10 (I)	7.80 (I)	8.30 (IV)
Çöz.Oksj.	mg/L	10.75 (I)	10.0 (I)	12.23 (I)	9.07 (I)	10.42 (I)	10.30 (I)
Amony-N	mg/L	0.12 (I)	0.22 (II)	0.10 (I)	0.10 (I)	0.20 (I)	<0.05 (I)
Nitrat-N	mg/L	1.40 (I)	1.20 (I)	<0.10 (I)	0.80 (I)	4.03 (I)	1.42 (I)
Topl Fosfor	mg/L	0.08 (II)	0.05 (II)	0.10 (II)	0.11 (II)	0.11 (II)	0.12 (II)
KOİ	mg/L	11.0 (I)	16.0 (I)	10.0 (I)	<10.0 (I)	15.0 (I)	20.0 (I)
BOİ	mg/L	<3.0 (I)	<3.0 (I)	3.0 (I)	<3.0 (I)	5.0 (II)	6.0 (II)
Top.KjDH-N	mg/L	0.84 (II)	1.5 (II)	0.32 (I)	1.44 (II)	0.80 (II)	0.90 (II)
M.M.A.Md	mg/L	<0.05 (I)	<0.05 (I)	0.05 (I)	<0.05 (I)	0.07 (II)	<0.05 (I)
Top Syn.	mg/L	<0.05	<0.05	<0.05	0.10 (III)	<0.05	<0.05
Sülfür	mg/L	<0.1	<0.1	0.6 (IV)	<0.1	<0.1	<0.1
Kadmiyum	mg/L	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)
Kurşun	mg/L	0.000 (I)	0.000 (I)	0.005 (I)	0.00 (I)	0.002 (I)	0.002 (I)
Bakır	mg/L	0.008 (I)	0.010 (I)	0.007 (I)	0.000 (I)	0.005 (I)	0.012 (I)
Topl. Krom	mg/L	0.002 (I)	0.002 (I)	0.003 (I)	0.000 (I)	0.005 (I)	0.003 (I)
Nikel	mg/L	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)
Çinko	mg/L	0.003 (I)	0.004 (I)	0.009 (I)	0.000 (I)	0.067 (I)	0.000 (I)
Demir	mg/L	1.270 (III)	1.360 (III)	1.220 (III)	0.540 (II)	1.115 (III)	1.804 (III)
Mangan	mg/L	0.222 (II)	0.119 (II)	0.317 (II)	0.088 (II)	0.248 (II)	0.113 (II)

Kaynak: İSKİ, (2005)

Tablo D.11 : Elmalı Rezervuarı Hamsu Ölçümleri (2002)

Parametreler		**07.May.02**	**Haz.02**	**08.Tem.02**	**Ağu.02**
pH		8.47 (I)	8.03 (I)	9.50 (IV)	9.00 (IV)
Çöz.Oksj.	mg/L	10.50 (I)	7.70 (I)	13.76 (I)	14.40 (I)
Amony-N	mg/L	<0.05 (I)	0.14 (I)	0.68 (II)	0.15 (I)
Topl Fosfor	mg/L	0.06 (II)	0.05 (II)	0.06 (II)	0.14 (II)
KOİ	mg/L	15.0 (I)	<10.0 (I)	10.0 (I)	14.0 (I)
BOİ	mg/L	3.0 (II)	<3.0 (I)	4.0 (I)	5.0 (II)
Top.KjDH-N	mg/L	1.0 (II)	1.0 (II)	1.2 (II)	2.5 (III)
M.M.A.Md	mg/L	<0.05 (I)	<0.05 (I)	<0.05 (I)	<0.05 (I)
Top Syn.	mg/L	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Sülfür	mg/L	<0.1	<0.1	0.3 (IV)	<0.1
Kadmiyum	mg/L	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.001 (I)
Kurşun	mg/L	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)
Bakır	mg/L	0.006 (I)	0.029 (II)	0.020 (I)	0.006 (I)
Topl. Krom	mg/L	0.001 (I)	0.001 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)
Nikel	mg/L	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)
Çinko	mg/L	0.000 (I)	0.026 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)
Demir	mg/L	0.178 (I)	0.090 (I)	0.024 (I)	0.115 (I)
Mangan	mg/L	0.031 (I)	0.031 (I)	0.023 (I)	0.140 (II)

Kaynak: İSKİ, (2005)

Tablo D.12 : Elmalı Havzası Değirmendere Ölçümleri (2002)

Parametreler		Numune Alma Tarihleri									
		10.Oca.02	**Şub.02**	**12.Mar.02**	**04.Nis.02**	**07.May.02**	**Haz.02**	**Eyl.02**	**Eki.02**	**12.Kas.02**	**17.Ara.02**
pH		7.24 (I)	7.64 (I)	6.45 (I)	7.97 (I)	7.61 (I)	7.46 (I)	7.40 (I)	7.50 (I)	7.65 (I)	7.35 (I)
Çöz.Oksj.	mg/L	8.30 (I)	9.50 (I)	6.80 (II)	7.90 (II)	9.40 (I)	2.40 (IV)	0.80 (IV)	3.55 (III)	7.70 (II)	5.50 (III)
Amony-N	mg/L	3.20 (IV)	1.50 (III)	3.50 (IV)	1.30 (III)	0.19 (I)	12.0 (IV)	9.40 (IV)	3.70 (IV)	1.79 (III)	9.08 (IV)
Topl Fosfor	mg/L	0.47 (III)	0.21 (III)	0.18 (III)	0.14 (I)	0.12 (I)	<0.05 (I)	0.62 (III)	0.20 (III)	0.19 (III)	0.5 (III)
KOİ	mg/L	18.0 (I)	<10.0 (I)	10.0 (I)	<10.0 (I)	30.0 (II)	75.0 (IV)	40.0 (II)	30.0 (II)	22.0 (I)	25.0 (I)
BOİ	mg/L	8.0 (II)	<3.0 (I)	3.0 (I)	<3.0 (I)	9.0 (III)	40.0 (IV)	8.0 (II)	6.0 (II)	5.0 (II)	12.0 (III)
Top.KjDH-N	mg/L	6.2 (IV)	2.3 (III)	4.0 (III)	1.5 (II)	0.9 (II)	17.0 (IV)	12.0 (IV)	4.1 (III)	2.0 (III)	13.0 (IV)
M.M.A.Md	mg/L	0.30 (III)	<0.05 (I)	<0.05 (I)	0.09 (II)	<0.05 (I)	1.95 (IV)	1.44 (III)	1.14 (III)	0.25 (III)	0.25 (III)
Top Syn.	mg/L	<0.05	<0.05	0.07 (III)	<0.05	<0.05	0.34 (IV)	0.37 (IV)	<0.05	<0.05	0.06 (III)
Sülfür	mg/L	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.3 (IV)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Kadmiyum	mg/L	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)
Kurşun	mg/L	0.002 (I)	0.001 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.003 (I)	0.000 (I)	0.006 (I)	0.000 (I)	0.015 (II)
Bakır	mg/L	0.005 (I)	0.005 (I)	0.004 (I)	0.002 (I)	0.004 (I)	0.014 (I)	0.022 (II)	0.014 (I)	0.005 (I)	0.001 (I)
Topl. Krom	mg/L	0.011 (I)	0.001 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.007 (I)	0.005 (I)	0.008 (I)	0.005 (I)	0.000 (I)
Nikel	mg/L	-	-	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)
Çinko	mg/L	0.017 (I)	0.004 (I)	0.003 (I)	0.043 (I)	0.000 (I)	0.079 (I)	0.487 (II)	0.012 (I)	0.005 (I)	0.000 (I)
Demir	mg/L	0.571 (II)	1.213 (III)	1.596 (III)	0.886 (III)	1.581 (III)	1.320 (III)	3.070 (III)	4.820 (III)	1.410 (III)	0.844 (II)
Mangan	mg/L	0.346 (II)	0.850 (II)	1.178 (III)	0.492 (II)	0.569 (III)	0.580 (III)	1.640 (III)	1.360 (II)	0.472 (II)	0.354 (II)

Kaynak: İSKİ, (2005)

Tablo D.13 : Elmalı Havzası Çiftlikdere Ölçümleri (2002)

Parametreler	Numune Alma Tarihleri										
	10.Oca.02	**Şub.02**	**12.Mar.02**	**04.Nis.02**	**07.May.02**	**Haz.02**	**08.Tem.02**	**Eyl.02**	**Eki.02**	**12.Kas.02**	**17.Ara.02**
pH	7.64 (I)	7.90 (I)	7.00 (I)	7.85 (I)	7.73 (I)	7.75 (I)	7.7 (I)	7.50 (I)	8.90 (I)	7.90 (I)	7.70 (I)
Çöz.Oksj. mg/L	12.20 (I)	11.50 (I)	11.60 (I)	10.50 (I)	9.30 (I)	5.90 (II)	6.10 (II)	8.50 (I)	7.20 (II)	10.37 (I)	10.80 (I)
Amony-N mg/L	0.09 (I)	0.36 (II)	0.60 (II)		0.18 (I)	1.60 (III)	0.26 (II)	0.4 (II)	0.7 (II)	0.40 (II)	0.62 (II)
Topl Fosfor mg/L	0.05 (II)	0.16 (II)	0.16 (II)	0.11 (II)	0.14 (II)	0.42 (III)	0.29 (III)	0.35 (III)	0.73 (IV)	0.12 (II)	0.1 (II)
KOİ mg/L	<10.0 (I)	<10.0 (I)	<10.0 (I)	<10.0 (I)	<10.0 (I)	30.0 (II)	<10.0 (I)	23.0 (I)	60.0 (III)	28.0 (II)	15.0 (I)
BOİ mg/L	<3.0 (I)	<3.0 (I)	<3.0 (I)	<3.0 (I)	<3.0 (I)	15.0 (II)	<3.0 (I)	<3.0 (I)	26.0 (IV)	7.0 (II)	4.0 (I)
Top.KjDH-N mg/L	0.4 (I)	0.5 (I)	1.2 (II)	0.5 (II)	2.2 (III)	2.5 (III)	1.0 (II)	0.7 (II)	3.9 (III)	0.7 (II)	2.8 (III)
M.M.A.Md mg/L	<0.05 (I)	<0.05 (I)	<0.05 (I)	<0.05 (I)	<0.05 (I)	0.12 (II)	<0.05 (I)	0.05 (I)	<0.05 (I)	<0.05 (I)	<0.05 (I)
Top Syn. mg/L	0.10 (III)	<0.05	0.05 (II)	<0.05	<0.05	0.10 (III)	<0.05	0.05 (II)	<0.05	0.07 (III)	<0.05
Sülfür mg/L	<0.1	0.15 (IV)	<0.1	<0.1	<0.1	0.2 (IV)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Kadmiyum mg/L	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)
Kurşun mg/L	0.004 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.001 (I)	0.000 (I)	0.012 (II)	0.001 (I)	0.001 (I)	0.250 (IV)	0.000 (I)	0.002 (I)
Bakır mg/L	0.002 (I)	0.006 (I)	0.007 (I)	0.005 (I)	0.005 (I)	0.014 (I)	0.008 (I)	0.008 (I)	0.210 (IV)	0.006 (I)	0.000 (I)
Topl. Krom mg/L	0.001 (I)	0.001 (I)	0.000 (I)	0.002 (I)	0.000 (I)	0.006 (I)	0.001 (I)	0.004 (I)	0.046 (II)	0.004 (I)	0.000 (I)
Nikel mg/L	-	-	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)
Çinko mg/L	0.000 (I)	0.004 (I)	0.003 (I)	0.004 (I)	0.000 (I)	0.074 (I)	0.000 (I)	0.015 (I)	0.116 (I)	0.05 (I)	0.000 (I)
Demir mg/L	1.288 (III)	1.019 (III)	0.432 (II)	0.850 (II)	0.850 (II)	0.545 (II)	0.500 (II)	2.650 (III)	23.150 (IV)	3.290 (III)	0.573 (II)
Mangan mg/L	0.380 (II)	0.154 (II)	0.099 (I)	0.109 (II)	0.072 (I)	0.200 (II)	0.210 (II)	0.229 (II)	9.400 (IV)	0.214 (II)	0.200 (II)

Kaynak: İSKİ, (2005)

Tablo D.14 : Elmalı Havzası Çengeldere Ölçümleri (2002)

Parametreler	Numune Alma Tarihleri									
	10.Oca.02	**Şub.02**	**12.Mar.02**	**07.May.02**	**Haz.02**	**08.Tem.02**	**Eyl.02**	**Eki.02**	**12.Kas.02**	**17.Ara.02**
pH	7.68 (II)	7.88 (II)	6.90 (II)	7.78 (II)	7.92 (II)	7.65 (II)	7.50 (II)	7.85 (II)	8.05 (II)	7.65 (II)
Çöz.Oksj. mg/L	12.50 (I)	11.50 (I)	11.40 (I)	9.20 (I)	7.20 (I)	6.75 (I)	8.10 (I)	8.46 (I)	10.00 (I)	9.60 (I)
Amony-N mg/L	0.20 (I)	0.32 (II)	0.30 (II)	0.52 (I)	1.10 (III)	0.16 (I)	1.0 (II)	1.0 (II)	0.35 (II)	0.66 (II)
Topl Fosfor mg/L	0.11 (II)	0.19 (II)	0.11 (I)	0.20 (II)	<0.05 (I)	<0.05 (I)	0.28 (II)	0.43 (II)	0.16 (II)	0.07 (I)
KOİ mg/L	10.0 (I)	10.0 (I)	<10.0 (I)	<10.0 (I)	50.0 (II)	10.0 (I)	21.0 (I)	45.0 (II)	14.0 (I)	37.0 (II)
BOİ mg/L	5.0 (II)	3.0 (I)	<3.0 (I)	<3.0 (I)	10.0 (III)	3.0 (I)	<3.0 (I)	13.0 (III)	3.0 (I)	30.0 (II)
Top.KjDH-N mg/L	1.0 (II)	2.0 (III)	0.8 (II)	1.5 (II)	3.0 (III)	2.6 (III)	2.1 (III)	4.2 (III)	1.0 (II)	2.4 (III)
M.M.A.Md mg/L	0.20 (II)	<0.05 (I)	<0.05 (I)	0.1 (II)	<0.05 (I)	<0.5 (I)	0.08 (II)	<0.05 (I)	<0.05 (I)	0.07 (II)
Top Syn. mg/L	0.10 (III)	<0.05	0.05 (II)	<0.05	0.10 (III)	<0.05	0.05 (II)	<0.05	0.07 (III)	<0.05
Sülfür mg/L	<0.1	0.15 (IV)	<0.1	<0.1	0.2 (IV)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Kadmiyum mg/L	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)
Kurşun mg/L	0.005 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.012 (II)	0.001 (I)	0.001 (I)	0.250 (IV)	0.000 (I)	0.002 (I)
Bakır mg/L	0.002 (I)	0.010 (I)	0.006 (I)	0.007 (I)	0.032 (II)	0.009 (I)	0.007 (I)	0.050 (II)	0.005 (I)	0.000 (I)
Topl. Krom mg/L	0.001 (I)	0.006 (I)	0.001 (I)	0.001 (I)	0.004 (I)	0.000 (I)	0.002 (I)	0.030 (II)	0.003 (I)	0.000 (I)
Nikel mg/L	-	-	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)
Çinko mg/L	0.000 (I)	0.010 (I)	0.003 (I)	0.000 (I)	0.118 (I)	0.000 (I)	0.010 (I)	0.033 (I)	0.003 (I)	0.000 (I)
Demir mg/L	0.870 (II)	5.344 (IV)	0.756 (II)	0.649 (II)	9.800 (IV)	0.340 (II)	1.670 (III)	21.400 (IV)	2.420 (III)	0.535 (II)
Mangan mg/L	0.110 (II)	0.525 (III)	0.351 (II)	0.104 (II)	0.800 (III)	0.055 (I)	0.563 (III)	2.110 (II)	0.453 (II)	0.071 (I)

Kaynak: İSKİ, (2005)

Tablo D.15 : Elmalı Havzası Budakdere Ölçümleri (2002)

Parametreler	Numune Alma Tarihleri									
	10.Oca.02	**Şub.02**	**12.Mar.02**	**04.Nis.02**	**07.May.02**	**Haz.02**	**Eyl.02**	**Eki.02**	**12.Kas.02**	**17.Ara.02**
pH	7.77 (I)	8.08 (I)	6.85 (I)	8.06 (I)	7.90 (I)	7.97 (I)	7.60 (I)	8.15 (I)	8.05 (I)	7.80 (I)
Çöz.Oksj. mg/L	13.20 (I)	12.00 (I)	11.10 (I)	11.00 (I)	10.30 (I)	8.50 (I)	9.30 (I)	8.14 (I)	10.00 (I)	11.10 (I)
Amony-N mg/L	0.13 (I)	0.00 (I)	<0.05 (I)	0.05 (I)	<0.05 (I)	0.06 (I)	<0.05 (I)	0.4 (II)	0.7 (II)	0.17 (I)
Topl Fosfor mg/L	0.08 (II)	0.09 (II)	0.04 (II)	0.05 (II)	0.06 (II)	0.17 (III)	0.12 (II)	0.20 (II)	<0.05 (I)	<0.05 (I)
KOİ mg/L	<10.0 (I)	<10.0 (I)	10.0 (I)	<10.0 (I)	<10.0 (I)	<10.0 (I)	23.0 (I)	135.0 (IV)	16.0 (I)	10.0 (I)
BOİ mg/L	<3.0 (I)	<3.0 (I)	3.0 (I)	<3.0 (I)	<3.0 (I)	<3.0 (I)	<3.0 (I)	30.0 (IV)	<3.0 (I)	<3.0 (I)
Top.KjDH-N mg/L	0.5 (I)	0.7 (II)	1.2 (II)	0.5 (I)	1.5 (II)	2.0 (III)	0.5 (I)	3.5 (III)	0.3 (I)	1.4 (II)
M.M.A.Md mg/L	<0.05 (I)	<0.05 (I)	<0.05 (I)	<0.05 (I)	<0.05 (I)	1.95 (IV)	<0.05 (I)	<0.05 (I)	<0.05 (I)	<0.05 (I)
Top Syn. mg/L	<0.05	<0.05	0.07 (III)	<0.05	<0.05	0.06 (III)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Sülfür mg/L	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.3 (IV)	<0.1	<0.1	<0.1
Kadmiyum mg/L	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.001 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)
Kurşun mg/L	0.002 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.115 (II)	0.001 (I)	0.000 (I)
Bakır mg/L	0.009 (I)	0.009 (I)	0.009 (I)	0.008 (I)	0.004 (I)	0.004 (I)	0.015 (I)	2.030 (IV)	0.015 (I)	0.003 (I)
Topl. Krom mg/L	0.001 (I)	0.000 (I)	0.001 (I)	0.001 (I)	0.000 (I)	0.001 (I)	0.003 (I)	0.043 (II)	0.002 (I)	0.000 (I)
Nikel mg/L	-	-	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)
Çinko mg/L	0.000 (I)	0.001 (I)	0.001 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.024 (I)	0.009 (I)	0.074 (I)	0.002 (I)	0.001 (I)
Demir mg/L	0.690 (II)	0.562 (II)	0.548 (II)	0.809 (II)	0.466 (II)	1.000 (II)	1.750 (III)	28.550 (IV)	1.660 (III)	0.912 (II)
Mangan mg/L	0.126 (II)	0.153 (II)	0.117 (II)	0.134 (II)	0.130 (II)	0.140 (II)	0.205 (II)	8.440 (IV)	0.189 (II)	0.298 (II)

Kaynak: İSKİ, (2005)

Tablo D.16 : Elmalı Rezervuarı Hamsu Ölçümleri (2001)

Parametreler	Numune Alma Tarihleri									
	18.Oca.01	**Şub.01**	**22.Mar.01**	**24.Nis.01**	**22.May.01**	**Haz.01**	**26.Tem.01**	**Ağu.01**	**Eyl.01**	**Eki.01**
pH	7.8 (I)	7.8 (I)	9.7 (IV)	8.8 (III)	9.2 (IV)	9.8 (IV)	9.4 (IV)	7.9 (III)	8.8 (III)	8.3 (III)
Çöz.Oksj. mg/L	8.50 (I)	9.00 (I)	20.00 (I)	10.60 (I)	10.10 (I)	10.20 (I)	9.23 (I)	2.70 (IV)	9.40 (I)	7.78 (II)
Amony-N mg/L	2.5 (IV)	1.6 (III)	0.0 (I)	0.3 (II)	0.2 (I)	0.1 (I)	0.0 (I)	0.1 (I)	0.0 (I)	0.0 (I)
Topl Fosfor mg/L	0.30 (III)	0.35 (III)	0.22 (III)	0.24 (III)	0.32 (III)	0.34 (III)	0.20 (III)	0.12 (II)	0.20 (III)	0.40 (III)
KOİ mg/L	19.0 (I)	16.0 (I)	30.0 (II)	24.0 (I)	20.0 (I)	25.0 (I)	18.0 (I)	25.0 (I)	23.0 (I)	30.0 (I)
BOİ mg/L	5.0 (II)	5.0 (II)	1.1 (III)	6.0 (II)	6.0 (II)	8.0 (II)	5.0 (II)	7.0 (II)	7.0 (II)	12.0 (II)
Top.KjDH-N mg/L	3.0 (III)	2.0 (III)	0.5 (I)	1.0 (II)	2.0 (III)	0.2 (I)	1.0 (II)	1.5 (II)	1.2 (II)	2.5 (III)
M.M.A.Md mg/L	<0.05 (I)	<0.05 (I)	<0.05 (I)	<0.05 (I)	0.05 (I)	<0.05 (I)	<0.05 (I)	<0.05 (I)	<0.05 (I)	0.05 (I)
Top Syn. mg/L	0.0 (I)	0.0 (I)	0.0 (I)	0.0 (I)	0.0 (I)	0.0 (I)	0.0 (I)	0.0 (I)	0.0 (I)	0.0 (I)
Sülfür mg/L	0.4 (IV)	<0.1 (-)	<0.1 (-)	<0.1 (-)	<0.1 (-)	<0.1 (-)	<0.1 (-)	<0.2 (-)	<0.1 (-)	0.1 (IV)
Kadmiyum mg/L	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)
Kurşun mg/L	0.000 (I)	0.001 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.002 (I)
Bakır mg/L	0.002 (I)	0.000 (I)	0.004 (I)	0.003 (I)	0.003 (I)	0.081 (I)	0.010 (I)	0.003 (I)	0.007 (I)	0.002 (I)
Topl. Krom mg/L	0.001 (I)	0.003 (I)	0.002 (I)	0.003 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.004 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)
Çinko mg/L	0.009 (I)	0.000 (I)	0.006 (I)	0.007 (I)	0.009 (I)	0.000 (I)	0.005 (I)	0.026 (I)	0.012 (I)	0.000 (I)
Demir mg/L	-	-	0.088 (I)	0.112 (I)	0.076 (I)	0.096 (I)	0.043 (I)	0.783 (I)	0.041 (I)	-
Mangan mg/L	0.294 (II)	0.145 (II)	0.010 (I)	0.142 (II)	0.060 (I)	0.133 (II)	0.064 (I)	0.148 (II)	0.055 (I)	0.363 (II)

Kaynak: İSKİ, (2005)

Tablo D.17 : Elmalı Havzası Değirmendere Ölçümleri (2001)

Parametreler		Numune Alma Tarihleri							
		18.Oca.01	**Şub.01**	**22.Mar.01**	**24.Nis.01**	**22.May.01**	**Haz.01**	**01.Kas.01**	**01.Ara.01**
pH		7.7 (I)	8.0 (I)	7.7 (I)	7.8 (I)	7.5 (I)	8.1 (I)	7.6 (I)	8
Çöz.Oksj.	mg/L	9.20 (I)	5.80 (III)	1.46 (IV)	6.70 (II)	2.45 (IV)	7.20 (II)	6.90 (II)	10,6
Amony-N	mg/L	3.3 (IV)	15.7 (IV)	44.0 (IV)	8.6 (IV)	34.0 (IV)	35.0 (IV)	5.6 (IV)	1,3
Topl Fosfor	mg/L	0.40 (III)	1.92 (IV)	4.96 (IV)	0.68 (IV)	5.00 (IV)	5.00 (IV)	3.32 (IV)	0,7
KOİ	mg/L	24.0 (I)	210.0 (IV)	126.0 (IV)	46.0 (II)	105.0 (IV)	60.0 (III)	37.0 (III)	70
BOİ	mg/L	8.0 (II)	-	74.0 (IV)	20.0 (III)	50.0 (IV)	20.0 (III)	16.0 (III)	15
Top.KjDH-N	mg/L	4.5 (III)	40.0 (IV)	50.0 (IV)	12.0 (IV)	37.0 (IV)	40.0 (IV)	7.0 (IV)	6
M.M.A.Md	mg/L	0.30 (III)	0.52 (III)	2.80 (IV)	0.87 (III)	2.29 (IV)	0.30 (III)	0.50 (III)	<0.05
Top Syn.	mg/L	0.0 (I)	0.3 (II)	0.2 (II)	0.1 (II)	0.0 (I)	0.2 (II)	0.1 (II)	0,1
Sülfür	mg/L	0.3 (IV)	1.3 (IV)	<0.1	0.2 (IV)	0.2 (IV)	0.2 (IV)	<0.1	0,1
Kadmiyum	mg/L	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0
Kurşun	mg/L	0.000 (I)	0.073 (IV)	0.000 (I)	0.004 (I)	0.001 (I)	0.000 (I)	0.001 (I)	0,025
Bakır	mg/L	0.010 (I)	0.156 (III)	0.007 (I)	0.023 (II)	0.008 (II)	0.003 (II)	0.012 (II)	0,029
Topl. Krom	mg/L	0.025 (III)	0.138 (IV)	0.008 (I)	0.013 (I)	0.003 (I)	0.005 (I)	0.011 (II)	0,015
Çinko	mg/L	0.047 (I)	0.612 (III)	0.034 (I)	0.057 (I)	0.038 (I)	0.022 (I)	0.035 (I)	0,092
Demir	mg/L	-	-	1.585 (III)	1.528 (III)	2.405 (III)	1.857 (III)	1.038 (III)	6,473
Mangan	mg/L	0.699 (III)	1.066 (III)	0.849 (III)	0.395 (II)	0.926 (III)	1.019 (III)	0.623 (II)	0,323

Kaynak: İSKİ, (2005)

Tablo D.18 : Elmalı Havzası Çiftlikdere Ölçümleri (2001)

Parametreler		Numune Alma Tarihleri									
		18.Oca.01	**Şub.01**	**22.Mar.01**	**24.Nis.01**	**22.May.01**	**Haz.01**	**Ağu.01**	**Eki.01**	**22.Kas.01**	**24.Ara.01**
pH		7.9 (I)	8.0 (I)	9.1 (I)	8.1 (I)	7.9 (I)	8.0 (I)	7.8 (I)	7.7 (I)	7.9 (I)	7,57
Çöz.Oksj.	mg/L	10.70 (I)	10.80 (I)	12.30 (I)	9.10 (I)	8.80 (I)	6.25 (II)	3.90 (III)	6.67 (II)	11.7 (I)	11,7
Amony-N	mg/L	0.1 (I)	0.3 (I)	0.0 (I)	0.0 (I)	1.6 (III)	5.7 (IV)	0.7 (II)	0.7 (II)	0.4 (II)	0
Topl Fosfor	mg/L	0.1 (II)	1.3 (IV)	0.3 (III)	0.20 (III)	0.64 (III)	1.10 (IV)	0.30 (III)	0.68 (IV)	0.16 (II)	<0.05
KOİ	mg/L	22.0 (I)	36.0 (II)	46.0 (II)	<10.0 (I)	15.0 (I)	20.0 (I)	26.0 (II)	20.0 (I)	18.0 (I)	30
BOİ	mg/L	5.0 (II)	7.0 (II)	14.0 (III)	<3.0 (I)	5.0 (II)	8.0 (II)	7.0 (II)	6.0 (II)	3.0 (I)	<3.0
Top.KjDH-N	mg/L	1.0 (II)	1.3 (II)	0.3 (I)	1.0 (II)	2.2 (III)	7.0 (I(V)	1.3 (II)	5.0 (IV)	1.5 (II)	1,8
M.M.A.Md	mg/L	<0.05 (I)	<0.05 (I)	<0.05 (I)	<0.05 (I)	0.09 (III)	<0.05 (I)	0.06 (II)	0.12 (II)	<0.05 (I)	<0.05
Top Syn.	mg/L	0.0 (I)	0.1 (III)	0.0 (I)	0.0 (I)	0.0 (I)	0.0 (I)	0.0 (I)	0.0 (I)	0.1 (I)	0,1
Sülfür	mg/L	<0.1 (-)	<0.1 (-)	<0.1 (-)	<0.1 (-)	0.9 (IV)	<0.1 (-)	<0.1 (-)	<0.1 (-)	<0.1 (-)	<0.1
Kadmiyum	mg/L	0.001 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0
Kurşun	mg/L	0.002 (I)	0.014 (II)	0.000 (I)	0.002 (I)	0.001 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.001 (I)	0,011
Bakır	mg/L	0.009 (I)	0.002 (I)	0.003 (I)	0.010 (I)	0.003 (I)	0.002 (I)	0.000 (I)	0.002 (I)	0.002 (I)	0,038
Topl. Krom	mg/L	0.011 (I)	0.015 (I)	0.002 (I)	0.009 (I)	0.002 (I)	0.000 (I)	0.005 (I)	0.000 (I)	0.002 (I)	0,013
Çinko	mg/L	0.024 (I)	0.036 (I)	0.006 (I)	0.018 (I)	0.012 (I)	0.010 (I)	0.029 (I)	0.013 (I)	0.006 (I)	0,025
Demir	mg/L	-	-	0.439 (I)	5.039 (IV)	1.781 (III)	0.935 (III)	0.963 (II)	-	1.737 (III)	6,01
Mangan	mg/L	0.222 (II)	0.525 (III)	0.082 (I)	0.189 (II)	0.164 (II)	0.235 (II)	0.532 (III)	0.181 (II)	0.270 (II)	0,221

Kaynak: İSKİ, (2005)

Tablo D.19 : Elmalı Havzası Çengeldere Ölçümleri (2001)

Parametreler	Numune Alma Tarihleri										
	18.Oca.01	**Şub.01**	**22.Mar.01**	**24.Nis.01**	**22.May.01**	**Haz.01**	**Ağu.01**	**Eyl.01**	**Eki.01**	**22.Kas.01**	**24.Ara.01**
pH	7.9 (I)	7.9 (I)	7.9 (I)	8.0 (I)	7.9 (I)	7.9 (I)	8.0 (I)	7.9 (I)	7.9 (I)	7.9 (I)	7,7
Çöz.Oksj. mg/L	10.50 (I)	10.70 (I)	9.68 (I)	8.90 (I)	8.80 (I)	7.38 (II)	6.70 (II)	5.93 (III)	7.94 (II)	11.50 (I)	11
Amony-N mg/L	0.3 (II)	0.4 (II)	0.0 (I)	0.3 (II)	1.6 (III)	0.4 (II)	2.0 (III)	1.5 (III)	0.0 (I)	0.5 (II)	0
Topl Fosfor mg/L	0.90 (IV)	0.22 (III)	0.24 (III)	0.20 (III)	0.57 (III)	0.42 (III)	0.50 (III)	0.040 (III)	0.027 (III)	0.12 (II)	0,96
KOİ mg/L	20.0 (I)	21.0 (II)	16.0 (I)	18.0 (I)	20.0 (I)	10.0 (I)	20.0 (I)	18.0 (I)	15.0 (I)	8.0 (I)	60
BOİ mg/L	5.0 (II)	5.0 (II)	5.0 (II)	6.0 (II)	6.0 (II)	4.0 (I)	6.0 (II)	5.0 (II)	5.0 (II)	4.0 (I)	5
Top.KjDH-N mg/L	1.8 (III)	1.2 (II)	0.4 (I)	0.5 (I)	2.2 (III)	0.9 (II)	2.9 (III)	2.2 (III)	2.0 (III)	1.2 (II)	1,6
M.M.A.Md mg/L	<0.05 (I)	<0.05 (I)	<0.05 (I)	<0.05 (I)	0.05 (II)	<0.05 (I)	0.07 (II)	<0.05 (I)	<0.05 (I)	<0.05 (I)	<0.05
Top Syn. mg/L	0.0 (I)	0.0 (I)	0.0 (I)	0.0 (I)	0.0 (I)	0.0 (I)	0.1 (I)	0.0 (I)	0.0 (I)	0.0 (I)	0,1
Sülfür mg/L	<0.1 (-)	<0.1 (-)	<0.1 (-)	<0.1 (-)	0.2 (IV)	<0.1 (-)	<0.1 (-)	<0.1 (-)	<0.1 (-)	<0.1 (-)	<0.1
Kadmiyum mg/L	0.001 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0
Kurşun mg/L	0.009 (I)	0.004 (I)	0.000 (I)	0.003 (I)	0.002 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.001 (I)	0,012
Bakır mg/L	0.028 (II)	0.000 (I)	0.003 (I)	0.022 (II)	0.002 (I)	0.004 (I)	0.001 (I)	0.003 (I)	0.001 (I)	0.002 (I)	0,027
Topl. Krom mg/L	0.014 (I)	0.008 (I)	0.001 (I)	0.012 (I)	0.001 (I)	0.002 (I)	0.004 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.002 (I)	0,019
Çinko mg/L	0.045 (I)	0.013 (I)	0.006 (I)	0.026 (I)	0.011 (I)	0.013 (I)	0.028 (I)	0.018 (I)	0.008 (I)	0.013 (I)	0,047
Demir mg/L	-	-	0.510 (II)	5.855 (IV)	1.927 (III)	2.622 (III)	0.927 (II)	0.745 (II)	-	1.917 (III)	14,173
Mangan mg/L	0.963 (III)	0.553 (III)	0.250 (I)	0.742 (III)	0.452 (II)	0.338 (II)	0.151 (I)	0.192 (I)	0.397 (II)	0.651 (III)	0,802

Kaynak: İSKİ, (2005)

Tablo D.20 : Elmalı Havzası Budakdere Ölçümleri (2001)

Parametreler		Numune Alma Tarihleri						
		18.Oca.01	**Şub.01**	**22.Mar.01**	**24.Nis.01**	**22.May.01**	**01.Kas.01**	**01.Ara.01**
pH		8.0 (I)	7.9 (II)	8.0 (I)	8.1 (I)	8.1 (I)	7.9 (II)	7,52
Çöz.Oksj.	mg/L	10.70 (I)	11.0 (I)	10.0 (I)	9.50 (I)	9.40 (I)	11.7 (I)	11,5
Amony-N	mg/L	0.0 (I)	0.1 (I)	0.1 (I)	0.0 (I)	0.0 (I)	0.1 (I)	0
Topl Fosfor	mg/L	0.6 (III)	0.12 (II)	<0.05	0.14 (II)	0.05 (II)	<0.05	0,11
KOİ	mg/L	13.0 (I)	23.0 (I)	15.0 (I)	12.0 (I)	15.0 (I)	18.0 (I)	30
BOİ	mg/L	<3.0 (I)	4.0 (I)	3.0 (I)	<3.0 (I)	5.0 (II)	<3.0 (I)	<3.0
Top.KjDH-N	mg/L	0.6 (II)	0.7 (II)	0.5 (I)	0.5 (I)	0.6 (II)	1.5 (II)	6
M.M.A.Md	mg/L	<0.05 (I)	<0.05 (I)	<0.05 (I)	<0.05 (I)	<0.05 (I)	<0.05 (I)	<0.05
Top Syn.	mg/L	0.0 (I)	0.0 (I)	0.0 (I)	0.0 (I)	0.0 (I)	0.1 (III)	0
Sülfür	mg/L	0.4 (IV)	<0.1	<0.1	0.2 (IV)	0.5 (IV)	<0.1	<0.1
Kadmiyum	mg/L	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0
Kurşun	mg/L	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.000 (I)	0.002 (I)	0,004
Bakır	mg/L	0.010 (I)	0.006 (I)	0.006 (I)	0.007 (I)	0.003 (I)	0.008 (I)	0,062
Topl. Krom	mg/L	0.002 (I)	0.004 (I)	0.002 (I)	0.004 (I)	0.000 (I)	0.001 (I)	0,011
Çinko	mg/L	0.010 (I)	0.000 (I)	0.003 (I)	0.007 (I)	0.007 (I)	0.002 (I)	0,012
Demir	mg/L	-	-	0.603 (II)	1.529 (III)	0.843 (II)	1.335 (II)	7,691
Mangan	mg/L	0.159 (II)	0.181 (II)	0.128 (II)	0.115 (II)	0.117 (II)	0.122 (III)	0,106

Kaynak: İSKİ, (2005)

ÖZGEÇMİŞ

Cemile KAYA 1981 yılında İstanbul'da dünyaya geldi. 1997 yılında kazandığı İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nden 2001 yılında mezun oldu. 2003 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde yüksek lisans öğrenimine 1 yıllık İngilizce hazırlık süresinden sonra başladı. Şu anda BİMTAŞ'ta Jeoloji Mühendisi olarak görev yapmaktadır.