

**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ELMALI HAVZASI GÜNEY KESİMİNİN YÜZEY VE  
YERALTI SU KİRLİLİĞİ AÇISINDAN  
İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Jeo. Müh. Duygu VAR**

**Anabilim Dalı: Jeoloji Mühendisliği  
Programı: Uygulamalı Jeoloji**

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

**HAZİRAN 2008**

**ELMALI HAVZASI GÜNEY KESİMİNİN YÜZEY VE  
YERALTI SU KİRLİLİĞİ AÇISINDAN İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Jeo. Müh. Duygu VAR**

**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 (İ.T.Ü)**  
**Yrd. Doç. Dr. N. Erdem ÜNAL (İ.T.Ü)**

**HAZİRAN 2008**

## ÖNSÖZ

Tez çalışmam süresince gerek teorik gerek uygulama alanlarında bilgilerinin sunan, arazi ve laboratuvar çalışmalarında bana yardımcı olan ve hoşgörüsünü esirgemeyen değerli hocam Yrd. Doç. Dr. H. Tolga YALÇIN'a sonsuz saygı ve teşekkürü bir borç bilirim.

Tez kapsamında arazi çalışmasında desteğini esirgemeyen değerli hocam Sayın Necdet ÖZGÜL'e ve ayrıca yine arazi çalışmalarında ve tez yazım aşamasında fikirleriyle bana yol gösteren Sayın Müh. Serdar AYDOĞAN'a teşekkür ederim.

Akademik eğitimim boyunca bilgileriyle ve tecrübeleriyle bana yol gösteren, emeği geçen İ.T.Ü Jeoloji Mühendisliği Bölümü öğretim üyelerine saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tez yazım aşamasında yardımlarını ve hoşgörülerini esirgemen kuzenim Başak MİNİTAŞ ÖZMEN, değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Metin ÇANCI, arkadaşlarım Cemal KOÇ, Cemile KAYA, Mine GÜRELİ, Yaşam ULUSOY, Orhun ÜLGEN, Kürşat AKER ve Emine GÖNÜLER'e teşekkür ederim.

Tez dönemi boyunca her türlü desteği sunan İMP Doğal Yapı ve Lojistik Grubuna teşekkür ederim.

Yüksek lisans tez çalışmam süresince ve tüm hayatım boyunca maddi manevi desteklerini esirgemeyen Annem Sevgi VAR, Babam Atilla VAR ve Ablam Tutku VAR'a ve tez çalışmamı bitirmem için bana destek veren ve telkinde bulunan tüm arkadaşlarıma sonsuz teşekkür ederim.

Haziran 2008

Duygu VAR

## İÇİNDEKİLER

<b>KISALTMALAR</b>	<b>vi</b>
<b>TABLO LİSTESİ</b>	<b>vii</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b>	<b>ix</b>
<b>SEMBOL LİSTESİ</b>	<b>xii</b>
<b>ÖZET</b>	<b>xiii</b>
<b>SUMMARY</b>	<b>xv</b>
<b>1.GİRİŞ</b>	<b>1</b>
1.1. Çalışmanın Amacı ve İçeriği	1
1.2. Çalışma Yöntemleri ve Kullanılan Gereçler	3
<b>2. İNCELEME ALANININ TANITILMASI</b>	<b>4</b>
2.1. Coğrafi Konum ve Ulaşım	4
2.2. Yerleşim Alanları ve Nüfus	6
2.3. Morfoloji, Akarsular ve Bitki Örtüsü	9
2.4. İklim ve Meteoroloji	15
2.4.1. Yağış, Sıcaklık ve Bağıl Nem	15
2.4.2. Buharlaşma	18
2.4.3. Meteorolojik Su Bilançosu	26
2.5. Sosyal ve Ekonomik Durum	26
<b>3. GENEL JEOLJİ</b>	<b>28</b>
3.1. Önceki Çalışmalar	28
3.2. Bölgesel Jeoloji	30
3.3. İnceleme Alanının Jeolojisi	34
3.3.1. Polonezköy Gurubu	34
3.3.1.1. Kurtköy Formasyonu (Opk)	34
3.3.2. Aydos Formasyonu (Oa)	36
3.3.3. Yayalar Formasyonu (OSy)	38
3.3.3.1. Gözdağ Üyesi (Osyg)	40
3.3.3.2. Şeyhli Üyesi (Osyş)	40
3.3.4. Pelitli Formasyonu (SDp)	41
3.3.4.1. Mollafenari Üyesi	42
3.3.4.2. Dolayoba Kireçtaşı Üyesi	42
3.3.4.3. Sedefadası Kireçtaşı Üyesi	42
3.3.4.4. Soğanlık Kireçtaşı Üyesi	42

3.3.5. Kartal Formasyonu (Dk)	43
3.3.6. Ömerli Formasyonu (Tö)	44
3.3.7 Güncel Birikintiler	45
3.3.7.1. Alüvyon	45
3.3.7.2. Yamaç molozu	45
3.3.8. Magmatikler	45
3.3.8.1. Derinlik Kayaları - Çavuşbaşı Granodiyoriti (Kç)	46
3.3.8.2. Damar Kayaları	47
3.4. Yapısal Jeoloji	49
3.4.1. K-G ve D-B Doğrultulu Makaslama Kırıkları	50
3.5. Jeolojik Evrim	50
3.6. Ekonomik Jeoloji	51
<b>4. HİDROLOJİ</b>	<b>53</b>
4.1. Su Noktaları	53
4.1.1. Akarsular ve Drenaj Ağı	53
4.1.2. Elmalı Baraj Gölü	58
4.1.3. Kaynaklar, Çeşmeler	65
4.1.4. Kuyular	66
4.1.4.1. Adi Kuyular, Keson Kuyular	66
4.1.5. Sondaj Kuyuları	69
4.3. Hidrojeolojik Ortamlar	70
4.2.1. Geçirimli Taneli Ortam (Gçt)	71
4.2.2. Az Geçirimli Çatlaklı Kaya Ortam (Gçk)	71
4.2.3. Geçirimsiz Ortam (Gz)	72
<b>5. SU KİMYASI</b>	<b>74</b>
5.1. Akarsu ve Kuru Dereler	74
5.1.1. Su Noktaları	74
5.1.2. Yeraltı Suları	75
5.1.3. Yüzey Suları	79
5.2. Yeraltı ve Yüzey Sularının Jeokimyasal Olarak Değerlendirilmesi	83
<b>6. DEĞERLENDİRMELER</b>	<b>96</b>
6.1. Yeraltı ve yerüstü sularının Kimyasal Özellikleri	96
6.1.1. Yeraltısularında Bulunan Önemli İyonlar	96
6.1.1.1. Klor (Cl <sup>-</sup> )	97
6.1.1.2. Sülfat (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )	97
6.1.1.3. Nitrat (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	98
6.1.1.4. Kalsiyum (Ca <sup>+2</sup> )	98

6.1.1.5.Magnezyum ( $Mg^{+2}$ )	98
6.1.1.6.Sodyum ( $Na^{+}$ )	99
6.1.1.7.Karbonat ve Bikarbonat ( $CO_3^{-2} -HCO_3^{-2}$ )	99
6.1.1.8. Yeraltısularında Az Miktarda Bulunan Maddeler	99
6.1.2.Zehirli Kimyasal Maddeler	100
6.1.3. Yeraltısularının Kalitesini Belirten İyon Özellikler	100
6.1.3.1. Hidrojen İyonu Konsantrasyonu (pH)	100
6.1.3.2. Alkalinite	101
6.1.3.3. Asidite	101
6.1.3.4.Elektriksel İletkenlik (EC)	101
6.2. İnceleme Alanı Sularının İçilebilirlik ve Kullanılabilirlik Niteliği	102
6.3. İnceleme Alanı Sularının Sulama Suyu Niteliği	116
6.4.Elmalı Baraj Gölü ve Dereleri Kirlilik Ölçümleri ve Su Kalite Sınıfları	119
6.4.1. Kullanılan Parametreler ve Ölçüm Değerleri	119
6.5.Kirlenmeye Yol Açan Faktörler	123
6.5.1. Evsel Kaynaklı Kirlilik	124
6.5.2. Endüstriyel Kaynaklı Kirlilik	126
6.5.3. Tarımsal Kaynaklı Kirlenme	128
6.5.4. Ulaşımdan Kaynaklanan Kirlilik	128
6.5.5. Kirlilik İle İlgili Sonuçlar	130
<b>7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER</b>	<b>132</b>
<b>KAYNAKLAR</b>	<b>138</b>
<b>EKLER</b>	<b>146</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b>	<b>171</b>

## KISALTMALAR

<b>Ç</b>	: Çeşme
<b>D</b>	: Dere
<b>DC</b>	: Kimyasal Analizi Yapılan Numuneler
<b>DE</b>	: Devlet İstatistik Enstitüsü
<b>DSİ</b>	: Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
<b>EC</b>	: Avrupa Birliği Standartları
<b>EPA</b>	: ABD Çevre Koruma Ajansı
<b>İBB</b>	: İstanbul Büyükşehir Belediyesi
<b>İMP</b>	: İstanbul Metropolitan Planlama ve Kentsel Tasarım Merkezi
<b>İSKİ</b>	: İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi
<b>İTÜ</b>	: İstanbul Teknik Üniversitesi
<b>K</b>	: Kaynak
<b>Ku</b>	: Kuyu
<b>MTA</b>	: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
<b>SKKY</b>	: Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
<b>TSE</b>	: Türk Standartları Enstitüsü
<b>WHO</b>	: Dünya Sağlık Teşkilatı
<b>YAS</b>	: Yeraltı suyu

## TABLO LİSTESİ

### Sayfa No

<b>Tablo 2.1:</b> Elmalı Baraj Gölü Havzası'nda Bulunan Yerleşimlerin Nüfus Figürleri..	6
<b>Tablo 2.2:</b> Göztepe Meteoroloji İstasyonu Meteorolojik Verileri.....	17
<b>Tablo 2.3:</b> Aylık Ortalama Atmosfer Üstü Güneş Enerjisi Değerleri.....	19
<b>Tablo 2.4:</b> Aylık Ortalama Astronomik Güneşlenme Süresi .....	20
<b>Tablo 2.5:</b> Marmara Bölgesinde Ölçülen Aylık Ortalama Güneşlenme Süresi .....	20
<b>Tablo 2.6:</b> Buharlaşma Yüzeyinin Yansıma Katsayısı.....	21
<b>Tablo 2.7:</b> PENMAN Yöntemi İle Hazırlanmış Potansiyel Buharlaşma Hesap Tablosu.....	24
<b>Tablo 2.8:</b> PENMAN Yöntemi İle Hesaplanmış Gerçek Buharlaşma Değerleri ve Su Bilançosu.....	25
<b>Tablo 4.1:</b> İçmesuyu Havzaları Koruma Kuşakları Üzerine Yönetmelik ve Öneriler .....	56
<b>Tablo 4.2:</b> İnceleme Alanında Yüzey Sularının Koordinatları .....	57
<b>Tablo 4.3:</b> Elmalı Barajı Karakteristik Özellikleri .....	62
<b>Tablo 4.4:</b> 1994–2006 Yıllarında Rezervlere Gelen Aylık Su Miktarlarında Elmalı Rezervuarının Payı.....	64
<b>Tablo 4.5:</b> Elmalı Su Havzası İçinde Yeralan Kaynaklar ve Çeşmeler .....	66
<b>Tablo 4.6:</b> Elmalı Su Havzası İçinde Yeralan Adi / Taş Örgü Kuyular.....	67
<b>Tablo 4.7:</b> İnceleme Alanındaki Örnek Alınan Kuyuların Kuyu Ağız Kotları.....	68
<b>Tablo 5.1:</b> İnceleme Alanındaki Yeraltı Suyu Numunelerin Sıcaklık Değerleri .....	75
<b>Tablo 5.2:</b> İnceleme Alanı ve Dolayındaki Yeraltı Sularının Katyon İçerikleri .....	76
<b>Tablo 5.3:</b> İnceleme Alanındaki Yeraltı Sularının Anyon İçerikleri.....	76
<b>Tablo 5.4:</b> İnceleme Alanındaki Yeraltı Sularının Sınıflandırılması .....	77
<b>Tablo 5.5:</b> İnceleme Alanındaki Yeraltı Sularının Minör Element İçerikleri .....	78
<b>Tablo 5.6:</b> İnceleme Alanında Alınan Yüzey Suyu Numunelerin Sıcaklık Değerleri.....	80
<b>Tablo 5.7:</b> İnceleme Alanındaki Yüzey Sularının Katyon İçerikleri .....	80
<b>Tablo 5.8:</b> İnceleme Alanındaki Yüzey Sularının Anyon İçerikleri .....	81
<b>Tablo 5.9:</b> İnceleme Alanındaki Yüzey Sularının Sınıflandırılması.....	81
<b>Tablo 5.10:</b> İnceleme Alanındaki Yüzey Sularının Minör Element İçerikleri.....	82
<b>Tablo 5.11:</b> İnceleme Alanından Alınan Yeraltı ve Yüzey Sularının Sıcaklık, Elektrik İletkenlik, pH ve Alkalinite Değerleri.....	83
<b>Tablo 5.12:</b> İnceleme Alanındaki Yeraltı ve Yüzey Sularının Klor Değerlerinin TSE, WHO, EPA, EC Standartlarıyla Karşılaştırılması.....	89
<b>Tablo 5.13:</b> İnceleme Alanındaki Yeraltı ve Yüzey Sularının pH Değerlerinin TSE, WHO, EPA, EC Standartlarıyla Karşılaştırılması.....	90
<b>Tablo 5.14:</b> Çalışmada Analizi Yapılan Yeraltı ve Yüzey Sularının Kurşun Değerlerinin TSE, WHO, EPA, EC Standartlarıyla Karşılaştırılması. .	91
<b>Tablo 5.15:</b> Çalışmada Analizi Yapılan Yeraltı ve Yüzey Sularının Sülfat Değerlerinin TSE, WHO, EPA, EC Standartlarıyla Karşılaştırılması. .	93
<b>Tablo 5.16:</b> Çalışmada Analizi Yapılan Yeraltı ve Yüzey Sularının Nitrat Değerlerinin TSE, WHO, EPA, EC Standartlarıyla Karşılaştırılması. .	94
<b>Tablo 6.1:</b> İnceleme Alanındaki Yeraltı ve Yüzey Suları Alkalinite Değerleri.....	101



<b>Tablo 6.2:</b> Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği.....	104
<b>Tablo 6.3:</b> Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğine Göre İnceleme Alanındaki Yer altı Sularının Değerlendirilmesi .....	105
<b>Tablo 6.4:</b> İstanbul İçme Suyu Arıtma Tesisleri 01.06.2004 Tarihli Ham Su Analizi .....	108
<b>Tablo 6.5:</b> İstanbul İçme Suyu Arıtma Tesisleri 07.12.2004 Tarihli Ham Su Analizi .....	109
<b>Tablo 6.6:</b> Çalışma Alanından Alınan Yeraltı Su Örneklerinin Kimyasal Parametreleri. ....	110
<b>Tablo 6.7:</b> Çalışma Alanından Alınan Yeraltı Su Örneklerinin Gösterge Parametreleri. ....	111
<b>Tablo 6.8:</b> Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne Göre Yüzey Sularının Değerlendirilmesi.....	113
<b>Tablo 6.9:</b> Çalışma Alanından Alınan Yüzey Su Örneklerinin Kimyasal Parametrelerinin Sağlık Bakanlığı Tarafından Hazırlanmış Olan Yönetmelik İle Karşılaştırılması .....	114
<b>Tablo 6.10:</b> Çalışma Alanından Alınan Yüzey Su Örneklerinin Gösterge Parametrelerinin Sağlık Bakanlığı Tarafından Hazırlanmış Olan Yönetmelik İle Karşılaştırılması. ....	115
<b>Tablo 6.11:</b> Türk Standartlarına Göre İçme Suyunda Tavsiye Edilen ve Maksimum İzin Verilen Değerler.....	116
<b>Tablo 6.12:</b> İnceleme Alanı Yeraltı ve Yüzey Suları Scofield Sınıflaması .....	119
<b>Tablo 6.13:</b> Elmalı Şebeke Suyundan Alınan Numunelerde Toplam Koliform Bulunma Yüzdeleri. ....	120
<b>Tablo 6.14:</b> Elmalı Havzası Ölçüm Değerleri ve Su Kalite Sınıfları.....	121
<b>Tablo 6.14:</b> Elmalı Havzası Ölçüm Değerleri ve Su Kalite Sınıfları (Devam).....	122
<b>Tablo 6.15:</b> Suların Kirlenmesine Neden Olan Faktörler .....	123
<b>Tablo 6.16:</b> Kirlilik Türleri ve Neden Oldukları Hastalıklar .....	124
<b>Tablo 6.17:</b> İstanbul Elmalı Havzasında Toplam BOİ <sub>5</sub> , Azot ve Fosfor Kirlilik Yükleri .....	125
<b>Tablo 6.18:</b> Elmalı Havzasında Nüfusa Bağlı Olarak Meydana Gelen Evsel Kirlilik Yükleri .....	126
<b>Tablo 6.19:</b> Uluslararası İktisadi Faaliyet Sınıflandırmasına Göre Elmalı Havzasındaki Endüstri Dağılımı .....	127
<b>Tablo 6.20:</b> Elmalı Havzasında 2005 Yılı İtibariyle Koruma Alanları İçindeki Endüstri Tesisleri Dağılımı. ....	128
<b>Tablo 6.21:</b> Elmalı Havzası'nda Toprak Numunelerindeki Ağır Metal Ölçümleri ve Müsaade Edilen Sınır Değerler. ....	129
<b>Tablo 6.22:</b> Elmalı Barajı'nda Parametrelere Bağlı Olarak Su Kalite Sınıfı Değişimi .....	131

## ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1: Elmalı Baraj Gölü Havzasının Coğrafi Görünümü .....	5
Şekil 2.2: İnceleme Alanı ve İnceleme Alanının Ulaşım Haritası.....	5
Şekil 2.3: Elmalı Havzasında Sanayi Bölgesindeki Yerleşimden Genel Görünüm. ...	7
Şekil 2.4: Elmalı Havzasında Görülen Kaçak Yapılaşma .....	8
Şekil 2.5: 2005 Yılı Landsat TM Uydu Görüntülerine Göre İçme Suları Havzalarında Yapılaşmış Alanlar .....	8
Şekil 2.6: İnceleme Alanının Jeomorfoloji Haritası. ....	11
Şekil 2.7: İnceleme Alanında Jeomorfolojik Birimlerin Dağılımı. ....	12
Şekil 2.8: Yeditepe Üniversitesi Kampüsü Kapısından Kayış Dağı'nın Görünümü. 12	
Şekil 2.9: Kayışdağ'dan Kuzeye Aşınım Artığı Kuvarsitik Tepelerden Alemdağ'a ve Platoluk Saha Üzerinde Yayılmış Olan Sarıgazi'ye Doğru Bakış .....	13
Şekil 2.10: İnceleme Alanında Bulunan Orman Alanlar. ....	15
Şekil 2.11: Yıllık Bölgesel Su Bilançosu. ....	26
Şekil 2.12: İMES Sanayi Sitesi Girişi. ....	27
Şekil 2.13: İnceleme Alanında Yapılan Hayvancılıktan Bir Görünüm. ....	27
Şekil 3.1: Elmalı Baraj Gölü Havzasında Yüzeyleyen Stratigrafi Birimlerinin Genelleştirilmiş Dikme Kesiti.....	33
Şekil 3.2: Kurtköy Formasyonundan Genel Görünüm. ....	35
Şekil 3.3: Kocatöngel Formasyonu üzerine gelen Kurtköy Formasyonu.....	36
Şekil 3.4: Kurtköy Formasyonu Üzerine Gelen Aydos Formasyonu .....	37
Şekil 3.5: Aydos Formasyonundan Genel Görünüm. ....	37
Şekil 3.6: Aydos Formasyonunun Yakından Görünümü.....	38
Şekil 3.7: Aydos Formasyonu Üzerine Gelen Yayalar Formasyonu.....	39
Şekil 3.8: Yayalar Formasyonundaki Çatlak ve Dolgular. ....	39
Şekil 3.9: Yayalar Formasyonundan Genel Görünüm.....	40
Şekil 3.10: Pelitli Formasyonundaki Yumrulu Kireçtaşlarından Genel Görünüm....	41
Şekil 3.11: Pelitli Formasyonu; Yayalar Formasyonu Üzerine Gelir.....	42
Şekil 3.12: Kartal Formasyonu: Kil-Mil-İnce Kum Boyu Gereçli .....	44

<b>Şekil 3.13:</b> Ömerli Formasyonundan Genel Görünüm.....	45
<b>Şekil 3.14:</b> Çavuşbaşı Granitinin Genel Görünümü.....	47
<b>Şekil 3.15:</b> Çavuşbaşı Granitinden Genel Görünüm.....	47
<b>Şekil 3.16:</b> İnceleme Alanının Jeoloji Haritası.....	48
<b>Şekil 3.17:</b> İnceleme Alanı Dikme Kesiti.....	49
<b>Şekil 3.18:</b> Vakıflar Taşdelen Kaynak Suyu İşletmesinden Genel Görünümü.....	52
<b>Şekil 3.19:</b> Vakıflar Taşdelen Kaynak Suyu Dolum Makinesi.....	52
<b>Şekil 4.1:</b> Elmalı Havzası Güneyinde Kademelerine ve Akış Yönlerine Göre Dere Listesi.....	54
<b>Şekil 4.2:</b> İnceleme Alanında Yer Alan Dereden Genel Görünüm.....	55
<b>Şekil 4.3:</b> Strahler Yaklaşımı İle Bir Akarsuyun Drenaj Hatlarının Oluşturulması..	56
<b>Şekil 4.4:</b> İnceleme Alanı İçerisinde Yer Alan Yüzey Suyu Islah Çalışması.....	57
<b>Şekil 4.5:</b> İnceleme Alanında Bulunan Yüzey Suyundan Örnek Alma.....	58
<b>Şekil 4.6:</b> Elmalı Barajı I'ın Genel Görünümü.....	60
<b>Şekil 4.7:</b> Elmalı Barajı II'nin Genel Görünümü.....	60
<b>Şekil 4.8:</b> Elmalı Baraj Gölünden Genel Görünüm.....	61
<b>Şekil 4.9:</b> Elmalı Baraj Gölünden Genel Görünüm.....	61
<b>Şekil 4.10:</b> İstanbul'un Mevcut Su Kaynakları İçerisinde Elmalı Rezervuarının Yeri.....	63
<b>Şekil 4.11:</b> Elmalı Rezervuarı'na Ortalama Aylık Su Katılım Değer ve Payları .....	65
<b>Şekil 4.12:</b> İnceleme Alanında Özel Mülkiyet Alanı İçerisinde Bulunan Kuyu.....	68
<b>Şekil 4.13:</b> İnceleme Alanı İçerisinde Bulunan Adi Kuyu.....	69
<b>Şekil 4.14:</b> İnceleme Alanının Su Kaynakları Haritası.....	70
<b>Şekil 4.15:</b> İnceleme Alanının Hidrojeoloji Haritası.....	73
<b>Şekil 4.16:</b> İnceleme Alanındaki Hidrojeolojik Ortamların Alansal Dağılımı.....	73
<b>Şekil 5.1:</b> Çalışmada Analizleri Yapılan Yeraltı ve Yüzey Sularının Piper Diyagramında Gösterilmesi.....	85
<b>Şekil 5.2:</b> Çalışmada Analizi Yapılan Yeraltı ve Yüzey Sularının Anyon-Katyon Değerlerinin Schoeller Diyagramı.....	87
<b>Şekil 5.3:</b> Bu Çalışmada Analizleri Yapılan Yeraltı ve Yüzey Sularının Minör Element Değerlerinin Schoeller Diyagramı.....	88
<b>Şekil 5.4:</b> İnceleme Alanındaki Yeraltı ve Yüzey Sularının Klor Değerlerinin TSE, WHO, EPA, EC Standartlarıyla Karşılaştırılması.....	90

<b>Şekil 5.5:</b> Çalışmada Analizi Yapılan Yeraltı ve Yüzey Sularının pH Değerlerinin TSE, WHO, EPA, EC Standartlarıyla Karşılaştırılması. ....	91
<b>Şekil 5.6:</b> Çalışmada Analizi Yapılan Yeraltı ve Yüzey Sularının Kurşun Değerlerinin TSE, WHO, EPA, EC Standartlarıyla Karşılaştırılması. ....	92
<b>Şekil 5.7:</b> Çalışmada Analizi Yapılan Yeraltı ve Yüzey Sularının Kurşun Değerlerinin Türk Standartları İle Karşılaştırılması. ....	92
<b>Şekil 5.8:</b> Çalışmada Analizi Yapılan Yeraltı ve Yüzey Sularının Sülfat Değerlerinin TSE, WHO, EPA, EC Standartlarıyla Karşılaştırılması. ....	93
<b>Şekil 5.9:</b> Çalışmada Analizi Yapılan Yeraltı Ve Yüzey Sularının Nitrat Değerlerinin TSE, WHO, EPA, EC Standartlarıyla Karşılaştırılması. ....	94
<b>Şekil 6.1:</b> ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramı. ....	117
<b>Şekil 6.2:</b> İnceleme Alanı Yeraltı ve Yüzey Suları Wilcox Diyagramı.....	118

## SEMBOL LİSTESİ

- A** : Mutlak sıcaklıktaki doymuş su buharı basıncı ile günlük sıcaklık arasındaki ilişkiyi belirleyen katsayı
- B** : BOLTZMANN katsayısı ile hava sıcaklığı arasındaki ilişkiyi belirleyen bir değerdir
- Dk** : Kartal Formasyonu
- E** : Günlük potansiyel buharlaşma değeri
- Ea** : Havanın su buharlaştırma gücü
- eA** : Havanın aylık ortalama sıcaklıktaki (t) doymuş su buharı basıncı
- EC** : Elektriksel İletkenlik
- ed** : Havanın çığlenme noktasındaki doymuş buhar basıncı
- EP** : Potansiyel Buharlaşma
- Er** : Gerçek Buharlaşma
- Gçk** : Az Geçirimli Çatlaklı Kaya Ortam
- Gçt** : Geçirimli Taneli Ortam
- Gz** : Geçirimsiz Ortam
- H** : Buharlaşma yüzeyinde kullanılan güneş enerjisi miktarı
- Kç** : Çavuşbaşı Granodiyoriti
- N** : Aylık ortalama astronomik güneşlenme süresi
- n** : Aylık ortalama güneşlenme süresi
- Oa** : Aydos Formasyonu
- Opk** : Kurtköy Formasyonu
- OSy** : Yayalar Formasyonu
- Osyg** : Gözdağ Üyesi
- Osyş** : Şeyhli Üyesi
- pH** : Hidrojen İyonu Konsantrasyonu
- r** : Buharlaşma yüzeyinin yansıtma katsayısı (boyutsuz)
- RA** : Aylık ortalama atmosfer üstü güneş enerjisi miktarı
- RB** : Buharlaşma yüzeyinden çeşitli nedenlerle kaybolan güneş enerjisi miktarı
- RC** : Buharlaşma yüzeyine gelen güneş enerjisi miktarı
- RH** : Havanın aylık ortalama bağıl nem değeri (boyutsuz).
- SDp** : Pelitli Formasyonu
- Tö** : Ömerli Formasyonu
- U2** : Yer yüzeyinden 2 metre yükseklikteki rüzgarın aylık ortalama hızı
- Qal** : Alüvyon
- Y** : Yağış
- Σ** : Toplam

## ELMALI HAVZASI GÜNEY KESİMİNİN YÜZEY VE YERALTI SU KİRLİLİĞİ AÇISINDAN İNCELENMESİ

### ÖZET

Su yaşayan bütün canlılar için en önemli doğal kaynaklardan biridir. İnsan kullanımı, ekosistem kullanımı, ekonomik kalkınma, enerji üretimi, ulusal güvenlik gibi suyun gerekli olduğu birçok sektör vardır. Ancak, özellikle son 20 yıl içinde artan insan nüfusu ve bunun sonucu olarak artan su talebi, küresel bir su krizini gündeme getirmiştir. Bunun yanı sıra, hızla artan dünya nüfusu ve su talebiyle birlikte ekonomik, politik ve çevresel konulardaki çekişmeler çok daha yaygınlaşmış ve ciddi boyutlara ulaşmıştır. Su kaynakları; miktar, kalite ve tüm diğer sektörel kullanımlar açısından birçok ciddi sorunla karşı karşıyadır. Bu sorunlar, aşırı su çekimi, yeraltı suyu kirliliği, su kuyularının tekniğine uygun açılmaması, bilinçsizce işletilmeleri, su havzalarının sanayi ve yerleşime açılması, çok sayıda kaçak su kuyularının açılması, içme suyu isale hatları ve şehir şebekelerinde su kayıp ve kaçakları, bilinçsiz sulama, yüzey sularından yeterince faydalanılamaması, yeraltı sularının araştırılıp korunması ve kirliliğinin önlenmesi için gerekli maddi desteğin ve ilginin yetersiz olması şeklinde ortaya çıkmaktadır.

İnceleme alanı Türkiye'nin kuzey batısındaki Marmara Bölgesinin Çatalca-Kocaeli Bölümünde Kocaeli yöresinde yer alır, Elmalı Baraj Gölünün Su Bölüm hattının Güney Kesimini kapsar. Söz konusu havza, içme suyu amaçlı kullanılmaktadır.

Bu çalışmanın amacı İstanbul ili Elmalı Havzasının Güney kesiminde bulunan ve halen çok sınırlı kullanılan, yeraltı ve yerüstü su kaynaklarının araştırılması, kaynak koruma alanlarının belirlenmesi, su kirlilik oranlarının tespit edilmesi ve bunun sonucunda inceleme alanında kirliliğe neden olan etmenlerin araştırılmasıdır. Bu amaç doğrultusunda tez kapsamında çeşitli deneyler yapılmıştır. Yapılan jeolojik ve hidrojeolojik çalışmalar sonucunda bölgede yeraltı ve yerüstü su noktaları belirlenmiştir. Havzadaki mevcut kirliliğin araştırılması, içme suyu amaçlı olarak kullanılan Elmalı Baraj Gölü ve Taşdelen Kaynak Suyu için büyük önem taşımaktadır. İnceleme alanının yüzey ve yeraltı suyu kalitesini belirlemek amacıyla havzayı temsil eden noktalardan alınan su örneklerine hidrojeokimyasal analizler yapılmıştır.

Analiz sonuçlarında Ca-Na-HCO<sub>3</sub> ve SO<sub>4</sub> fasiyesinde, normal klorür ve nitrattlı oldukları ayrıca Çinko (Zn), Mangan (Mn), Demir (Fe) ve Sülfür (S) konsantrasyonları açısından incelendiğinde içme suyu değerlerini aşan gözlem noktalarının varlığı tespit edilmiştir.

İçme sularında bulunmaması gereken  $\text{NO}_3$ , konsantrasyonu düşükte olsa tüm örneklerde rastlanmaktadır.  $\text{SO}_4$  konsantrasyonunun iki numunede 250 mg/l'nin üzerinde olması suların dış kökenli kirleticilerden olumsuz etkilendiğini göstermektedir. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğine (SKKY) göre sınıflamaları yapılan numunelerden sadece bir tanesinin uygun bir arıtmadan sonra içme suyu amaçlı kullanılabilceği, diğer 12 numunenin ise kirlenmiş ve çok kirlenmiş sular sınıfına girdiği saptanmıştır. İnceleme alanındaki düzensiz yapılaşma, kontrolsüz nüfus artışı, altyapı yetersizliği, bölgede faaliyet gösteren sanayi tesislerinin varlığı, tarım, hayvancılık ve ulaşım aktivitelerinin yeraltı ve yüzey suları için kirletici unsurlar oldukları belirlenmiştir. Sonuç olarak, noktasal olarak belirlenen su kirliliği, ayrıca yeraltı ve yüzey sularının kullanma suyu olarak da kullanılması ve bu kullanma suyunun, Elmalı Baraj Gölüne boşalması nedeniyle, araştırma bölgesindeki su kalitesinin sürekli izlenmesini zorunlu kılmaktadır.

## **INVESTIGATION OF THE SOUTHERN PART OF ELMALI BASIN IN TERMS OF GROUNDWATER AND SURFACE WATER POLLUTION**

### **SUMMARY**

Water is one of the most fundamental resources for all living things. There are many areas where water is a necessity, such as human usage, ecosystem usage, economic development, energy production and national security. Unfortunately, during the last twenty years, the ever-increasing human population, and the resulting need for water, have brought on a global water crisis. Furthermore, the economic, political and environmental conflicts have become more wide-spread and seen new heights due to the rapidly increasing world population and the need for water. Water resources are facing many serious threats in terms of quantity, quality and sectoral usage. Drinking and domestic water, which are both the necessity for people have initially to be ensured. In a sustainable conditions. Also these problems come in a variety of forms, such as over-pumping, pollution, unsound drilling techniques, illegal drilling, wrongful operation of the wells, urbanization in the water basins, loss and leakage in the drinking water transmission lines and the urban conveyance network, unconscious irrigation practices, insufficient use of surface water resources, and shortage of insufficient funds and interest to research and prevent pollution.

Area of interest in our research is located in Kocaeli district within the Catalca-Kocaeli section of Marmara Region, northwest Turkey, and it includes the southern part of the watershed of Elmali Dam.

The aim of this work is to research the scarcely used water sources, both ground water and surface water, in the south part of Elmali water basin of Istanbul, to determine water source protection areas, to establish the water pollution levels and to decide the factors causing the pollution in the area of interest. With this aim in mind, numerous samples are collected and various measurements, such as chlorine, sulphate, nitrate, bicarbonate and temperature, have been done.

As a result of the geological and hydrogeological research, the water points in this area are determined. It is fundamental for Elmali Dam and Tasdelen springs that the level of pollution in the basin to be determined as both Elmali Dam and Tasdelen springs are used for drinking water. To understand the quality of the surface water and the ground water within the area of interest, hydrogeochemical tests were carried out on the water samples collected from the points representing the basin. It was observed that the ground water and the surface water have normal chloride, sulphate and carbonate level in Ca-Na-HCO<sub>3</sub> facieses. It was seen that Zn, Mn, Fe and S concentration of the water samples exceed the acceptable limits for drinking water. Occurrence of NO<sub>3</sub> even in minor amounts an all samples.. Drinking water should be free of SO<sub>4</sub> concentration. In two of the samples, it was observed that the SO<sub>4</sub>



concentration exceeded the allowed limit of 250 mg/l. That means the existence of more than 250 mg/l of SO<sub>4</sub> in two of the samples point to pollution of anthropogenic origin. The samples were classified according to the Water Pollution Control Act. Out of these samples, only one could be used for drinking water after an appropriate purification process. The remaining 12 samples fall into the categories of polluted and heavily polluted. Our research establishes irregular urbanization, unplanned population rise, insufficient infrastructure, industrial facilities, agriculture, stockbreeding and the transportation in the area of interest as the polluting factors. The quality of the groundwater and surface water throughout the basin needs continuous monitoring as the groundwater discharges into Elmalı Dam.

## 1.GİRİŞ

Su havzaları, içme ve kullanma sularının temin edildiği, yüzey ve yeraltı suyu kaynaklarının toplandığı alanlardır. Kontrolsüz nüfus, yetersiz veya hiç arıtması olmayan yerleşimler, yanlış sanayi yer seçimleri, zirai amaçlı kullanılan gübre-tarım ilaçları ve çöp döküm alanları gibi etkenler havzada; erozyon, sedimantasyon, kirlilik, su seviyesinin ve su rejiminin değişmesi şeklinde kendini gösterir. Kamu sağlığı açısından bu su toplama alanlarının her türlü kirlenmeye karşı muhafaza edilmesi ve su kalitesinin korunması zorunludur.

Elmalı Havzasının Güney kesiminin yeraltı ve yerüstü suları açısından ayrıntılı olarak incelenerek, kirlenmeleri ve kirlenmelerine neden olan sebepler araştırılmış, çalışmada uygulanan yöntemler, kullanılan araç ve gereçler ile ilgili ayrıntılı bilgi verilmiştir.

### 1.1. Çalışmanın Amacı ve İçeriği

İstanbul İli sınırları içerisinde Anadolu yakasında bulunan üç barajdan biri olan Elmalı Barajları'nın ilki 1893 yılında inşa edilmiştir. Baraj Göksu deresi üzerinde, Anadolu Hisarı'nın 3 km güney doğusunda yer almaktadır. 1956 yılında inşa edilen II. Elmalı Barajı ise, ilk barajın 1,5 km mansabında inşa edilmiştir. Baraj gölü, İstanbul'un Beykoz İlçesi sınırları içerisinde kalmaktadır. Kapladığı 1,1 km<sup>2</sup>'lik gölalanı ve 9,6 hm<sup>3</sup>'lük su tutma kapasitesiyle 83,4 km<sup>2</sup> bir su toplama alanına sahiptir. Elmalı Havzası, yıllık 15 milyon m<sup>3</sup> mertebesindeki verimiyle İstanbul'un içme ve kullanma suyu ihtiyacına katkıda bulunmaktadır (**İSKİ, 1999**). Elmalı Havzası diğer havzalara göre oldukça küçük bir su toplama alanına sahip olmasına karşılık, yapılaşmış alanın göreceli büyüklüğünün en yüksek olduğu havzadır.

Bu çalışma ile İstanbul ili Elmalı Havzasının Güney kesiminde bulunan ve halen çok sınırlı kullanılan, yeraltı ve yerüstü su kaynaklarının araştırılması, kaynak koruma alanlarının belirlenmesi, su kirlilik oranlarının tespit edilmesi ve bunun sonucunda inceleme alanında kirliliğe neden olan etmenlerin araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda aşağıda belirtilen çalışmalar yapılmıştır.

- Arazi çalışmalarından önce, bölgenin genel jeolojisi ve hidrojeolojisi ile ilgili, yapılmış olan, çalışmalar incelenmiştir. Bu çalışmalardan, **ÖZGÜL, N., (2005) 1/25000 ve MTA (2005) ve İstanbul Büyükşehir Belediyesi (2006)** hazırlamış olduğu 1/100000 ölçekli genel jeoloji haritası baz alınarak, inceleme alanının genel jeoloji haritası hazırlanmıştır (EK B).
- Göztepe Meteoroloji istasyonundan sağlanan yıllık yağış, sıcaklık vb. meteoroloji (1975 – 2004 arası) verilerini kullanarak, çalışma alanı ve çevresi için, yıllık meteorolojik su bilânçosu çıkarılmıştır (EK A.1).
- Mevcut kayaç türlerinin hidrojeolojik özelliklerine göre 1/25000 ölçekli hidrojeoloji haritası hazırlanmıştır. İnceleme alanında bulunan jeolojik birimlerin yayılımları, hidrojeolojik özellikleri saptanmıştır (EK C).
- Arazi çalışmalarında, inceleme alanının genel jeolojik özellikleri (jeolojik formasyonlar, sınırları ve birbirleri ile ilişkileri, çatlak ve kırık sistemleri) belirlenmiş ve su noktalarının yerleri tespit edilmiştir. 2 tanesi dere, 9 tanesi adi soğuksu kuyusu, 1 tanesi kaynak ve 1 tanesi de Elmalı Baraj Gölünden olmak üzere 13 su örneği incelenmiştir.
- Alınan yeraltı ve yüzey suyu numuneleri kimyasal analizler için Kanada ACME ANALYTICAL LABORATORIES LTD.'e gönderilerek 72 elementin kimyasal analizi yaptırılmıştır. Ayrıca alınan tüm numunelerin majör (klor, sülfat, bikarbonat) içerikleri İ.T.Ü Hidrojeoloji laboratuvarında ölçülmüştür.
- Tüm yeraltı ve yüzey sularının Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY, 2005), Dünya sağlık teşkilatı (WHO, 1999) , ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA, 2002) ve Avrupa Birliği (EC, 1998 ) standartlarına göre de su kalitesi belirlenmiştir.
- Son olarak da inceleme alanı çevresinin doğal güzelliğinin varsa kirletici kaynaklardan korunması amacıyla koruma alanlarının belirlenmesine çalışılmıştır.

## **1.2. Çalışma Yöntemleri ve Kullanılan Gereçler**

Tüm arazi ve laboratuvar çalışmaları sırasında Brunton tipi jeolog pusulası, jeolog çekici, lup, GPS, derece, fotoğraf makinası gibi araçlar kullanılmıştır. Elde edilen tüm veriler, büro çalışmaları sırasında Arc GIS, Netcad, Auto CAD, Corel Draw, Surfer ve Microsoft Office programlar kullanılarak bilgisayar ortamına aktarılmıştır.

Tespit edilen su noktalarından alınan örneklerin sıcaklık ölçümleri arazide yerinde tespit edilmiş, kimyasal analizler için İ.T.Ü. Maden Fakültesi Hidrojeoloji Laboratuvarına getirilmiş ve burada elektrik iletkenliği, pH, klor, sülfat, nitrat ve bikarbonat konsantrasyonları ölçülmüştür.

## 2. İNCELEME ALANININ TANITILMASI

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

### 2.1. Coğrafi Konum ve Ulaşım

İnceleme alanı; Türkiye'nin kuzeybatısındaki Marmara Bölgesinin Çatalca-Kocaeli Bölümü'nde Kocaeli Yöresi üzerinde yer almakta olup (**Darkot ve Tuncel, 1981**) "Elmalı Baraj Gölü Havzası"nın su ayırım hattının güney kısmı dâhilindedir (Şekil 2.1). Elmalı Havzası'nın Kuzey-Güney yönünde uzunluğu 17 km; Doğu-Batı yönünde genişliği ise 2,5–9,5 km'ler arasında değişir. 51,01 km<sup>2</sup> alana sahip olan inceleme alanı, 40° 59' – 41° 07' Kuzey enlemleri ile 29° 05' – 29° 11' Doğu boylamları arasında yer almaktadır.

Elmalı Havzası İstanbul'un doğu yakasında il merkezine 15 km uzaklıkta olup, Üsküdar ve Kartal ilçe sınırları içinde kalmaktadır. İnceleme alanında Çekmeköy ve Çavuşbaşı Beldeleri, Doğusunda Ömerli içme suyu havzası, Taşdelen Beldesi, Batısında Ümraniye İlçesi, Güneyinde Küçükbakkalköy Beldesi ve Maltepe İlçesi yer almaktadır.

Ulaşım; 2. Boğaz köprüsü çevre yolu bağlantıları Çavuşbaşı Beldesi 'nin hemen kuzey batısından geçmektedir. Fatih Sultan Mehmet köprüsü ve çevre yolları ile bunların bağlantı yolları güçlü bir ulaşım ringi oluşturmaktadır. Elmalı Baraj Gölü Havzasının ulaşım sorunu yoktur. Avrupa yakasından, Anadolu yakasına Fatih Sultan Mehmet köprüsünden geçerken ilk çıkışın Kavacık'tan olması, Anadolu yakasından Avrupa yakasına geçerken son çıkışın yine Kavacık'tan olması ulaşımın son derece kolay olmasını sağlamaktadır.

Kavacık ile Ümraniye-Şile kavşağı ortasının doğu tarafında bulunan inceleme alanı TEM otoyoluna yaklaşık 1-2 km uzaklıkta olup, en yakın yerleşim yerleri Elmalı Barajının doğusundaki Polenezköy ve batısındaki Küçüksu'dur (Şekil 2.2). Ayrıca İstanbul'un önemli turistik ve mesire yerlerinden olan Polenezköy ve Çavuşbaşı



## 2.2. Yerleşim Alanları ve Nüfus

Elmalı Havzası İstanbul'a içme ve kullanma suyu sağlayan, nispeten küçük fakat kente yakınlığı itibariyle kente düşük maliyetli su sağlayan havzalardan birisidir. İnceleme alanı içinde Çavuşbaşı, Çekmeköy, Ümraniye, Sarıgazi, Maltepe ve Alemdar yerleşim alanları bulunmaktadır. Özellikle Ümraniye İlçesinde bulunan Esenşehir ve Dudulu sanayi bölgeleri ve çevresindeki konutların önemli bir kısmı çalışma alanı dâhilindedir.

1980 ve 2000 yılları arası Elmalı Havzası dâhilindeki nüfus değişimi Tablo 2.1'de görülmektedir. İlgili tabloya göre, 1980 ve 2000 yılları arası inceleme alanı içerisindeki Çavuşbaşı ve Çekmeköy yerleşim birimlerindeki nüfus artışı yaklaşık 11 kattır. Bu değer sanayi faaliyetlerinin oldukça yoğun olduğu Ümraniye İlçesi'nin havza içerisinde kalan kısımlarını-hesaplamadaki güçlükler sebebiyle içermemektedir. Şekil 2.3'de ise Elmalı Havzası'nda yıllara bağlı olarak değişen nüfus değerleri görülmektedir. Tabloda görülen nüfus verilerinin sınırlı bir kısmı havza içinde bulunmaktadır.

Tablo 2.1: Elmalı Baraj Gölü Havzası'nda Bulunan Yerleşimlerin Nüfus Figürleri  
(DİE, 2002)

Yerleşim Birimi	Bağlı Olduğu İlçe	1980 Yılı Nüfus Sayımı Sonuçları	1990 Yılı Nüfus Sayımı Sonuçları	2000 Yılı Nüfus Sayımı Sonuçları	1980-1990 Yılı Arası Değişim Oranı %	1990-2000 Yılı Arası Değişim Oranı %
Çavuşbaşı	Beykoz	2605	4693	15753	80	236
Çekmeköy	Ümraniye	1938	13523	37502	598	177
<b>TOPLAM</b>		<b>4543</b>	<b>18216</b>	<b>54446</b>	<b>301</b>	<b>199</b>
Ümraniye	Ümraniye	71954	242091	440859	236	82

Yapılan arazi gözlemleri neticesinde, Elmalı Su Havzası'ndaki yoğun yapılaşma Ömerli Havzası'nda bulunan Sultanbeyli'den başlayarak batıya doğru Yenidoğan, Samandıra ve Sarıgazi ile devam eden havza içerisi yapılaşmaların bir nevi mekansal devamı niteliğindedir. Hatta içinde bulundurduğu yoğun sanayi alanlarıyla çevredeki büyümenin bir nevi lokomotifidir. İnceleme alanında hızlı nüfus artışı

beraberinde yerleşiminde hızla artmasına neden olmuştur. 2005 yılına ait Landsat TM uydu görüntülerine göre Elmalı Havzası'nda yapılaşmış olarak sınıflandırılan alan 32,33 km<sup>2</sup> ile tüm havza alanının yaklaşık %38,8'ine karşılık gelmektedir (Şekil 2.5). TEM Otoyolunun kuzeyinde ormanlık alan içinde yer alan Çekmeköy ve Çavuşbaşı belediyelerindeki doğal ortamın tahribi ve yapılaşmanın boyutu giderek artmaktadır (Şekil 2.4). Elmalı Havzası, İstanbul'daki havza alanları içerisinde kapladıkları alanlara oranla en fazla yapılaşmış alana ve en yüksek nüfus yoğunluğuna sahip içme suyu havzasıdır. Baraj ve çevresi ormanlık alanlarla kaplı görünüyorsa bile, özellikle güneyden gelen Değirmendere tümüyle yapılaşmış alanlar içerisinde kalmış alanlardan gelen yan kollar vasıtasıyla beslenmektedir. Bunun yanında Çekmeköy'de sürdürülen yapılaşma trendi havzayı besleyen Çekmeköy Deresi'nin beslenme alanlarını tahrip etmektedir.

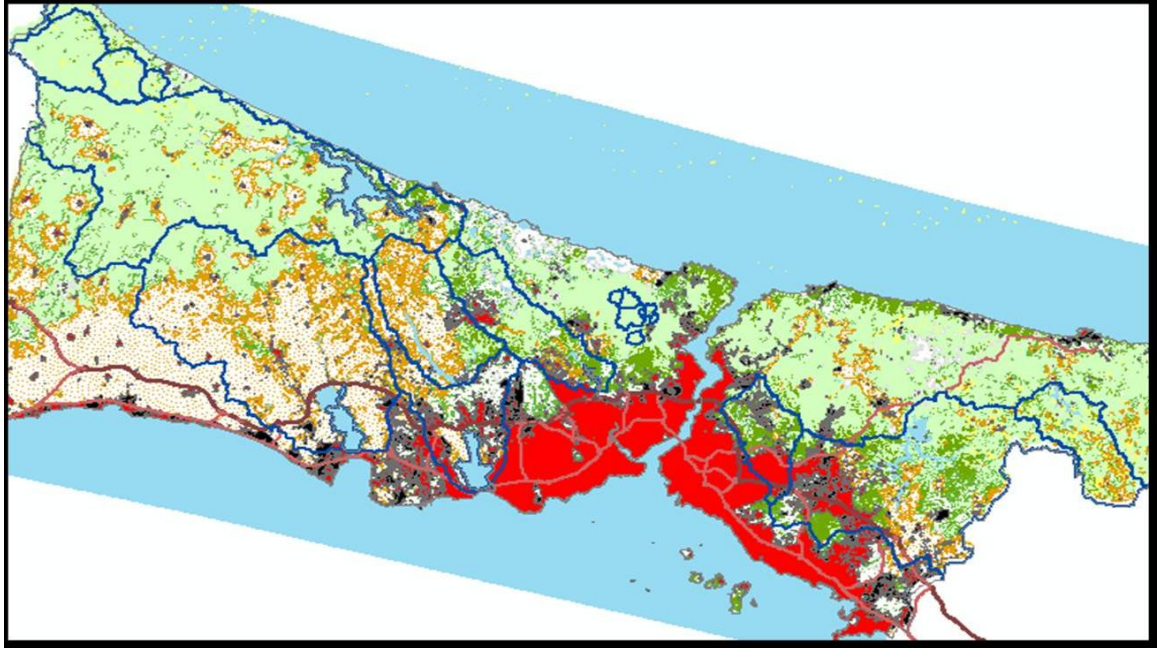


Şekil 2.3: Elmalı Havzasında Sanayi Bölgesindeki Yerleşimden Genel Görünüm.





Şekil 2.4: Elmalı Havzasında Görülen Kaçak Yapılaşma



Şekil 2.5: 2005 Yılı Landsat TM Uydu Görüntülerine Göre İçme Suları Havzalarında Yapılmış Alanlar (Siyah, Gri ve Kırmızı Renkli Alanlar) Küçükmehtemoglu, M. & Geymen, A., (2006)

### 2.3. Morfoloji, Akarsular ve Bitki Örtüsü

İnceleme alanında topoğrafyanın güneyden kuzeye doğru yükseldiği gözlenmektedir. Bölgenin ortalama yükseklik değeri çok düşüktür. Yapılan hesaplamalara göre, ortalama yüksekliği 150–160 m arasında olduğu gözlenmiştir (Ortalama yükseklik: 157,6 m). İnceleme alanının genel karakteri, %5–10 ile %10–15 eğim değerleri arasında olduğu izlenir. Bu sahalarda, aşınım ve birikim yüzeylerine, kısmen faylanmalar sonucu çarpılmış plato yüzeylerine, yarı olgun topografya yüzeylerine karşılık gelen genelde plato yüzeyleri ve bunların hafif eğimli yamaçlarından oluşur. %15–20 eğim aralığı genelde orta eğim değerine sahip yamaçlara ve %20–30 eğim aralığı ise genelde yüksek eğim değerine sahip yamaçlara karşılık gelmektedir. Buna karşılık; %30–40, %40–60 eğim değerine sahip sahalarda menderes yeniği dikliklerinde, boğazların yamaçlarında ve kısmen de bazı aşınım artığı tepelerin yani sahadaki Alemdağ, Kayış Dağ gibi dağlık sahalarda yamaçlarında izlenir. Bu durumda genç tektoniğin devamı sonucundaki havzadaki yeniden gençleşmeyi, yarılmayı, aşınımın şiddetini gözler önüne koyar. %0–5 arasında eğim değerlerine sahip sahalarda ise, havzadaki ovalar ve taban düzlükleri ile akarsu taraçası düzlüklerine karşılık gelir (İBB, 2006).

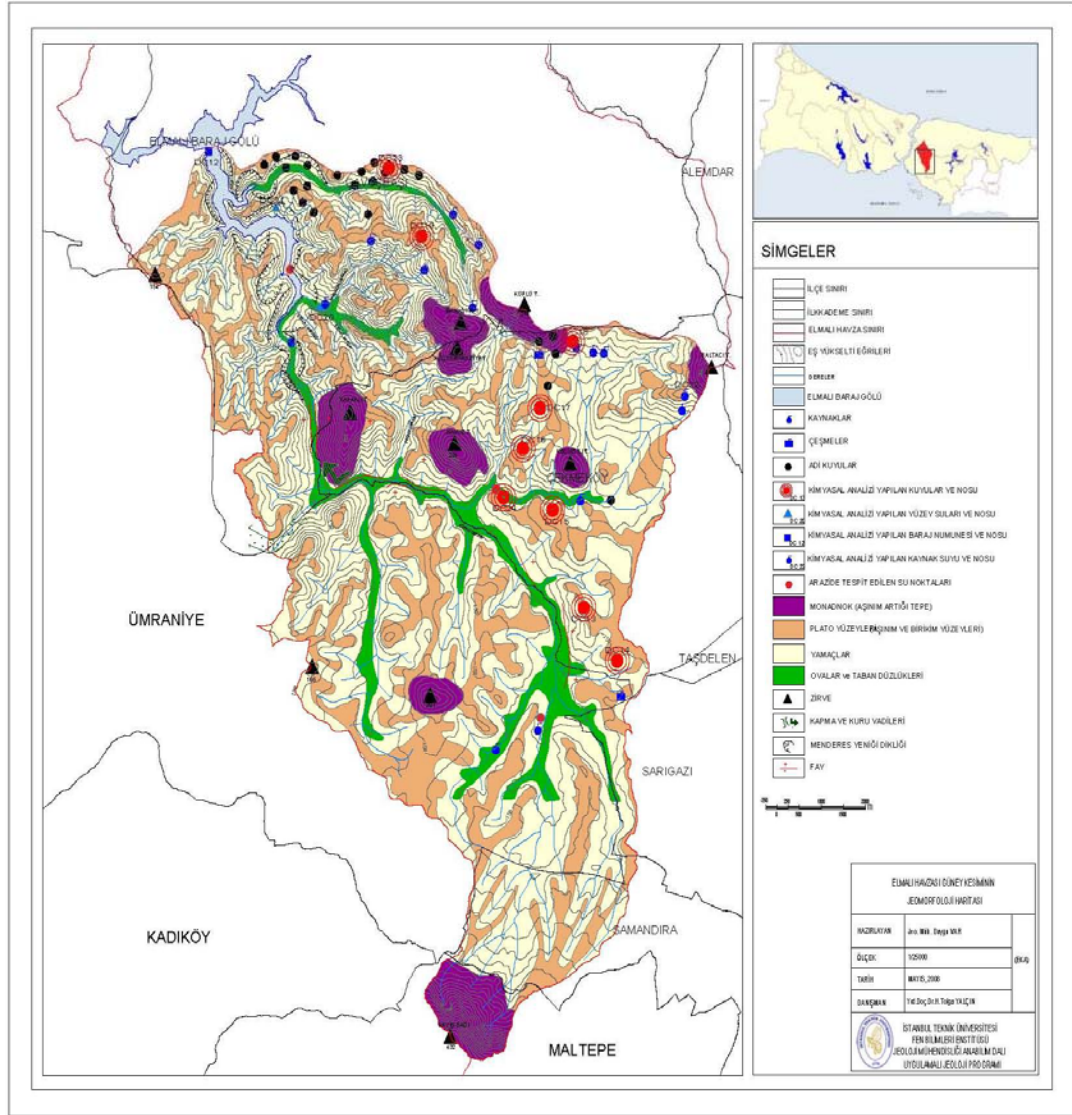
Dağlar, platolar ile ovalar ve taban düzlüklerinden oluşan ana jeomorfolojik birimlerin tamamına rastlanmaktadır (Şekil 2.6). İnceleme alanında geniş yayılıma sahip ana jeomorfolojik şekil, plato düzlükleri ile bunların yamaçlarını oluşturmaktadır. Plato yüzeyleri özellikle aşınım yüzeylerinden meydana gelmiştir. Ancak yer yer örtü depolarının plato yüzeyleri üzerinde depolandıkları kesimlerde birikim yüzeylerine de rastlanır. Dolayısıyla bu saha Kocaeli Penepleninin sahadaki uzantılarının bulunduğu Elmalı Havzasında tüm formasyonları kesmesi nedeniyle bu geniş yayılımlı aşınım yüzeylerinin Neojen yaşlı olduğu görülür (İBB, 2006).

İnceleme alanında ovalar ve taban düzlükleri de bulunmakta olup, bu taban düzlüklerinin bir kısmı Elmalı Baraj Gölünün suları altında kalmıştır. Elmalı baraj gölünden geriye kalan alanlardaki Değirmen Deresi ve Köprü Deresi isimli Göksu Deresinin ana kollarında vadi tabanlarına rastlanır.

Burada genel karakter bir ova görünümünden çok, alüvyal dolgu ile örtülmüş alçak alanlardaki vadi tabanları şeklindedir. Bu tabanlardan özellikle Köprü Deresi, Elmalı Deresinin batı komşu havzalarında Küçüküsu Deresinin bir kolu iken, bir kapma kolu

aracılığıyla Elmalı Havzasına dönmüş bir akarsudur. Ayrıca Değirmen Deresi bulunduğu vadide saplanmış ve gömük menderes oluşmuştur. Bu morfolojik şekillerin de varlığına dayalı olarak bu alanlarda birer fayın bulunması söz konusu olabilir. Tüm bunların yanı sıra yamaçların sahanın yarıdan fazlasını meydana getirmesi, havzadaki hızlı aşınımı, yarılımı ve parçalanmanın şiddetini ortaya koymaktadır. Dolayısıyla peneplenleşmiş bir platoluk alanın tekrardan gençleşmiş olduğu da böylelikle ortaya çıkmaktadır (**İBB, 2006**).

İnceleme alanı geneli platolardan oluşurken; ikinci sırada kuvarsitlerden oluşmuş aşınım artığı tepeler (monadnoklar) bulunur. Bunlar batıdan doğuya doğru; Kapaklı Tepe (215 m), Manastır Tepe (280 m), Küplü Tepe (318 m) ve Ömerli Havzası su bölümü üzerinde bulunan Alemdağ (442 m) gibi sertgen tepeler uzanmaktadır. Bunlardan Alemdağ, bölgenin en yüksek tepesidir. Yine alanın orta kesiminde yer alan Havuz Tepe (234 m), Keçiçalı Tepe (210 m)'nin aşınım artığı tepe olup, feldspatlı kuvarsvake'lerden meydana gelmiştir. Havzanın en güneyinde ise 432 metre yükseltiye sahip Kayış Dağı bulunur (Şekil 2.8). Su bölümü üzerindedir ve Aydos Formasyonunun kuvarsitlerinden meydana gelmiştir. Yaklaşık 150 m'lerden itibaren Kocaeli Platosu üzerinde yükseldiklerinden gerek Alemdağ ve gerekse Kayış Dağı yaklaşık 300 m'lik nisbi bir yükseltiye sahiptirler.(Şekil 2.9) Alt Ordovisiyen yaşlı Aydos Formasyonunu oluşturan kuvarsitler ile Üst Ordovisiyen-Alt Silüriyen yaşlı feldspatlı kuvarsvakelar Kocaeli Peneplen yüzeyinin aşınımı sonucunda ortaya çıkmış birer sertgen olan tepelik alanlardır. Dolayısıyla akarsular tarafından buradaki platoluk saha aşındırıldığından, hızla süpürülen gevşek örtü depoları nedeniyle Paleozoik yaşlı kuvarsit ve arkozik kumtaşlarının dirençli kayalar olmalarından yine bu plato üzerindeki aşınım artığı tepeleri ve dağları (monadnok'ları) oluştururlar (**İBB, 2006**).



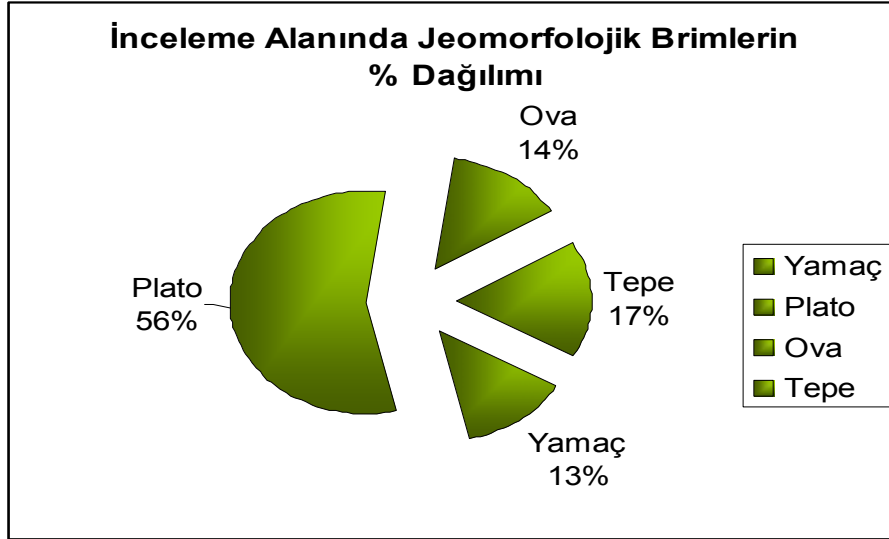
Şekil 2.6: İnceleme Alanının Jeomorfoloji Haritası.

(İBB 2006 raporu referans alınarak oluşturulmuştur)

Elmalı Havzasında etkili olan morfodinamik süreçler, morfolojide önemli ölçüde etkili olan akarsular, yüzeysel sellenmeler ile kütle hareketleri ve heyelanlardır. Bunlar havzanın şekillenmesine özellikle yön vermişlerdir. Bunun yanı sıra, sahadaki genel yükselimi ve genç tektoniğin etkinliğini de unutmamak gerekir. Havzanın kuzeybatı kesiminde 1896 ve 1956'da inşa edilen Elmalı I-II Barajları ve bunların gölleri sayesinde içme-kullanma suyu yanında, sel ve taşkınlardan da saha korunmaktadır.

Özetle İnceleme alanındaki jeomorfolojik birimlerin genel durumuna bakıldığında platoların diğer jeomorfolojik birimlerden daha fazla bulunduğu görülmektedir. İnceleme alanının %56'sını platolar kaplamaktadır (Şekil 2.7). Bunu alanın %17'sini

kaplayan tepeler ve %14'ünü kaplayan ovalar izlerken, inceleme alanında en az yer kaplayan morfolojik birimin yamaçlar (%13) olduğu görülmektedir. Aynı zamanda inceleme alanının 1/25000 ölçekli jeomorfoloji haritası EK A'da verilmiştir.



Şekil 2.7: İnceleme Alanında Jeomorfolojik Birimlerin Dağılımı.



Şekil 2.8: Yeditepe Üniversitesi Kampüsü Kapısından Kayış Dağı'nın Görünümü.



Şekil 2.9: Kayışdağ'dan Kuzeye Aşınım Artığı Kuvarsitik Tepelerden Alemdağ'a ve Platoluk Saha Üzerinde Yayılmış Olan Sarıgazi'ye Doğru Bakış.

Bölgedeki drenaj yapısı, İstanbul İli'ndeki hakim kuzeybatı güneydoğu yönelimli drenaj yapısıyla kısmen uyum içerisindedir. Bölgedeki dereler taşıdıkları suları Budakdere, Çavuşbaşı, Karanlıkdere gibi beslenme kolları vasıtası ile Elmalı Barajı (II)'na aktarmaktadır.

Elmalı Havzası'nda rezervuarı besleyen toplam 11 adet dere bulunmaktadır. Havzanın tamamında bulunan 11 dereden sadece 5 tanesi çalışma alanında bulunan rezervuarı beslemektedir. Bunlar; Budak Dere, Çekmeköy Deresi, Karaağaç Deresi, Değirmen Dere ve Köprü Deresidir (**İSKİ içmesuyu havzaları Yönetmeliği taslak metni ve İSKİ mutlak koruma bantları haritası**). Bu derelerden Baklacık- Budak Dereleri birleşerek doğrudan rezervuara akmaktadır. Çekmeköy Deresine, Kemer Deresi gelerek birleşmekte ve Karaağaç -Değirmen Deresi adını alarak Baraj gölüne akmaktadırlar. Güneydoğudan kuzeybatı yönelimiyle gelen Çekmeköy ve Köprü derelerinin birleşimiyle oluşmuş olan Değirmen Dere'dir. Köprü Deresi'nin membaında bulunan Kemer Deresi güneyde Kayış Dağı'na kadar uzanmaktadır. Aynı zamanda bölgede debileri az olan ve yazları kuruyan küçük dereler de mevcuttur.

Köprü Deresi havzanın güney kesiminin ana akarsuyudur ve aslında bu havzanın akarsuyu değildir. Ancak doğu-batı yönlü bir faya intibak ederek, batıdaki İstanbul Boğazı akarsu havzalarından biri olan Küçüksu Havzasından yüksekte kalmış bir kuru vadi ile ayrılır. Burada meydana gelen bir kapma sonucunda yönü Batı-Güneybatıdan 90° lik bir hareketle kuzeye dönerek, Elmalı Havzasına katılmıştır (**İBB, 2006**). Buradaki mevcut kuru yatak akarsu tabanından 10 m yüksekte kalmış ve içinden Fatih Sultan Mehmet Köprüsüne bağlanan otoyol geçmektedir.

Köprü Deresi ve kolları yukarı kesimde Alt Ordovisiyen'in arkozik kumtaşları, Üst Ordovisiyen-Alt Silüriyen yaşlı mikalı kumtaşı-miltaşlarından oluşan temel kayaları ile bunların üzerine gelen Orta Oligosen-Alt Miyosen yaşlı killi, kumlu, çakıllı örtü depoları üzerinde vadilerini açmışlardır.

Temel kayaları üzerinde gelişmiş olan plato yüzeyleri üzerinde 200-300 metrelerde uzanırken ve yamaçları daha dik iken; örtü depoları üzerindeki plato yüzeyleri daha alçak olup, özellikle Sarıgazi ve Dudullu çevrelerinde izlendiği gibi yükselti değerleri 100-200 m'ler arasındadır ve yamaçları daha yayvandır. Bu kesimlerde drenajın eğime bağlı olarak dandrtik tipte olduğu görülür. Kapaklı Tepe (215 m) monadnoğunun güneyinde itibaren batıdan bir kapma sonucu kuzeye yönelen bu akarsu Değirmen Dere adını alır. Güney-kuzey yönlü vadisini tamamen Alt Ordovisiyen'in arkozik kumtaşları içinde açmıştır. Bu nedenle bulunduğu ana çatlak sisteminde vadisini derine kazarak derinleştirdiği gibi yana aşındırma ürünü olarak saplamış gömük menderesler oluşturması sahadaki genel yükselimin yanısıra plato içine akarsuların gömülmesini de gösterir. Yamaçlarda ise karşılıklı olarak menderes yeniği dikliklerine rastlanır. Gömülme 50-60 m dolayındadır (**İBB, 2006**).

İnceleme alanının mevcut bitki örtüsünü orman varlığı oluşturmaktadır buda yaklaşık %50-%60 'lık bir kısmı kaplamaktadır (**Orman Genel Müdürlüğü, 2003**). İnceleme alanında orman alanları işletme şekillerine göre incelendiğinde, orman alanlarının tamamına yakını koru ormanları şeklinde işletildiği görülmektedir.

İstanbul İli sınırları içindeki 6 adet kent ormanlarından biri olan Çekmeköy Kent Ormanı'da inceleme alanında bulunmaktadır. Ayrıca 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 alanlarını da inceleme alanında görmek mümkündür.

İnceleme alanında *Quercus* spp. (Meşe) ve diğer yapraklı türler alandaki hâkim türler olup, ağaçlandırmalar ile dikilmiş *Pinus pinea* (Fıstıkçamı), *Pinus pineaster* (Sahil çamı) ve *Pinus brutia* (Kızılçam) türleri yer almaktadır (Şekil 2.10).



Şekil 2.10: İnceleme Alanında Bulunan Orman Alanlar.

#### **2.4. İklim ve Meteoroloji**

İnceleme alanı, Marmara İklim kuşağında yer almakta kış ve bahar ayları ılıman ve yağışlı geçerken, yaz mevsimi genellikle sıcak ve kurak geçmektedir.

Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nün Elmalı Baraj Gölü ve Havzası'na en yakın Göztepe istasyonun meteoroloji ölçümlerinden (1975- 2004) elde edilen aylık ortalama, maksimum, minimum sıcaklık (°C) (Tablo 2.2), ortalama bağıl nem (%) ve İSKİ Su İshale ve Dağıtım Dairesi Başkanlığı'ndan elde edilen aylık ortalama yağış ve buharlaşma değerleri (mm) EK A.1 'de derlenmiştir.

##### **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 (EK A.1).



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 (EK A.1).

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 llen yıllık sıcaklık ortalaması yaklaşık 14,3 <sup>0</sup>C'dir. Sıcaklık aralığı ortalama 5,9 <sup>0</sup>C (minimum) ve 23,5 <sup>0</sup>C (maksimum) değerleri arasında değişmektedir. Seçilen meteoroloji istasyonunda sıcaklık değerlerinin ağırlıklı istatistik ortalamasına göre en soğuk aylar 6,1 <sup>0</sup>C ile Ocak ve 5,9 <sup>0</sup>C ile şubat ayı, en sıcak aylar ise 23,8 <sup>0</sup>C ile Temmuz ve 23,5 <sup>0</sup>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 (EK A.1).

**İstasyon Adı:** Göztepe

**Konum:** N 40<sup>0</sup> 58'

Tablo 2.2: Göztepe Meteoroloji İstasyonu Meteorolojik Verileri (1975 – 2004).

Aylar Özellikler	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Σ	Σ <sub>ort.</sub>
	Y (mm)	84,8	63,8	60,5	49,6	32,8	26	26,5	33,5	36	76,2	91	108,3	689
t (°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 <sub>H</sub> (%)	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 <sub>10</sub> (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

17

(Y: yağış, t: sıcaklık, n: güneşlenme süresi, R<sub>H</sub>: bağıl nem, U<sub>10</sub>: 10 m'deki rüzgâr 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.

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

Burada;

E: Günlük potansiyel buharlaşma değeri (mm.su.gün<sup>-1</sup>),

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;

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

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

$$A = 0,17.t - 1,3 \quad (2.3)$$

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<sup>-1</sup>) dır. Bu değer aşağıda verilen (2.4) eşitliği ile belirlenir.

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

Eşitlik (2.4) de;

$R_C$  : Buharlaşma yüzeyine gelen güneş enerjisi miktarı (mm.su.gün<sup>-1</sup>) dır. Bu değer aşağıda verilen (2.5) eşitliği ile belirlenir.

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

Eşitlik (2.5) te;

$R_A$  : Aylık ortalama atmosfer üstü güneş enerjisi miktarı (mm.su.gün<sup>-1</sup>),

Bu değer, Türkiye'nin bulunduğu enlemlere göre her ay için aşağıda verilen Tablo 2.3'den bulunabilir.

Tablo 2.3: Aylık Ortalama Atmosfer Üstü Güneş Enerjisi Değerleri.

Aylar →	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Enlem ↓												
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 2.4'den bulunabilir.

Tablo 2.4: Aylık Ortalama Astronomik Güneşlenme Süresi.

Aylar Enlem	AYLAR											
	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 2.5'den bulunabilir (**Meteoroloji Bülteni, 1974**).

Tablo 2.5: Marmara Bölgesinde Ölçülen Aylık Ortalama Güneşlenme Süresi (saat.dakika).

Gözlem İstasyonu	AYLAR											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
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 yzeyinin yansıtma katsayısı (boyutsuz). Bu değer aşağıda verilen Tablo 2.6'dan seğilebilir.

Tablo 2.6: Buharlaşma Yzeyinin Yansıtma Katsayısı (Albedo Değeri).

Buharlaşma Yzeyi	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 yzeyi	0,42-0,70
Yeni yağmış kar yzeyi	0,81-0,89

$R_B$ : Buharlaşma yzeyinden çeşitli nedenlerle kaybolan gneş enerjisi miktarı (mm.su.gün<sup>-1</sup>). Aşağıdaki eşitlikle hesaplanır.

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

Eşitlik (2.6) te;

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

$$B = 0,2t + 11 \quad (2.7)$$

$e_d$ : Havanın ęięlenme noktasındaki doğgun buhar basıncı (mm.Hg)

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

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

$e_a$ : Havanın aylık ortalama sıcaklıktaki (t) doymuş 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**);

$$e_a = 4,579 + 0,333512t + 1,069 \cdot 10^{-2}t^2 + 1,879 \cdot 10^{-4}t^3 + 3,081 \cdot 10^{-6}t^4 \quad (2.9)$$

$E_a$ : Havanın su buharlaştırma gücü. Aşağıdaki eşitlikle hesaplanır.

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

$U_2$ : Yer yüzeyinden 2 metre yükseklikteki rüzgarın aylık ortalama hızı ( $m \cdot s^{-1}$ ). Meteoroloji bültenlerinde bu değer genellikle 10 metre yüksekte ölçülen rüzgar hızı ( $U_{10}$ ) yer alır. Bu değer 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**);

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

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

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

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

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

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

Sonuçta, hesaplanan değerlerin eşitlik (2.1) ile verilen PENMAN bağıntısında yerine konulmasıyla bölgenin günlük potansiyel buharlaşma değeri  $mm \cdot su \cdot gün^{-1}$  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 2.8).



İstasyon Adı: Göztepe Konum: N 40° 58'

Tablo 2.7: PENMAN Yöntemi İle Hazırlanmış Potansiyel Buharlaşma Hesap Tablosu.

Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Özellikler												
Sıcaklık (°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<sup>-1</sup>),  $A$ : Mutlak sıcaklıktaki doymuş su buharı basıncı ile günlük sıcaklık arasındaki ilişkiyi belirleyen katsayı (boyutsuz),  $R_c$ : Buharlaşma yüzeyine gelen güneş enerjisi miktarı (mm.su.gün<sup>-1</sup>) dir.  $R_A$ : Aylık ortalama atmosfer üstü güneş enerjisi miktarı (mm.su.gün<sup>-1</sup>),  $N$ : 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<sup>-1</sup>),  $B$ : BOLTZMANN katsayısı ile hava sıcaklığı arasındaki ilişkiyi belirleyen bir değerdir (mm.su.gün<sup>-1</sup>),  $e_a$ : Havanın çiğlenme noktasındaki doymuş buhar basıncı (mm.Hg),  $R_H$ : Havanın aylık ortalama bağıl nem değeri (boyutsuz),  $e_a$ : Havanın aylık ortalama sıcaklıktaki doymuş su buharı basıncı.  $E_a$ : Havanın su buharlaştırma gücü,  $U_2$ : Yer yüzeyinden 2 metre yükseklikteki rüzgarın aylık ortalama hızı (m.s<sup>-1</sup>),  $U_{10}$ : Yer yüzeyinden 10 metre yükseklikteki rüzgarın aylık ortalama hızı (m.s<sup>-1</sup>).

İstasyon Adı: Göztepe

Konum: N 40<sup>0</sup> 58'

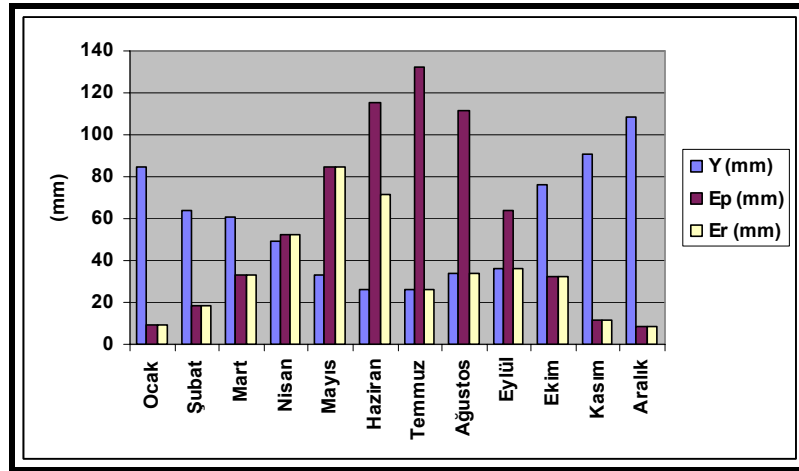
Tablo 2.8: PENMAN Yöntemi İle Hesaplanmış Gerçek Buharlaşma Değerleri ve Su Bilançosu.

Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Σ
Özellikler													
SICAKLIK (°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 Bilançosu

Önceki bölümde hesaplanmış olan aylık potansiyel buharlaşma ve yağış değerlerinden hareketle Penman Yöntemi uygulanarak, inceleme alanı ve dolayına ait su bilançosu çıkarılmıştır. Bunun sonucunda Tablo 2.11’de yer alan bilanço elemanlarının yıl içindeki değişiminin izlenebilmesi daha anlaşılır hale gelmiştir. Şekil 2.8’deki 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.

Bilanço tablosuna (Tablo 2.9) 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 doymun veya yarı doymun 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 2.11: Yıllık Bölgesel Su Bilançosu.

### 2.5. Sosyal ve Ekonomik Durum

Sanayi faaliyetlerinin oldukça yoğun olduğu özellikle Ümraniye İlçesinde bulunan Esenşehir ve Dudulu sanayi bölgeleri ve çevresindeki sanayi merkezleri bölgedeki halkın ekonomik kaynağın büyük bir kısmını oluşturmaktadır. (Şekil 2.12)

Elmalı havzasının tamamı tarım dışı alanlardan oluşmaktadır. Yerleşim alanları 3.572,8 ha alanla havzada önemli bir alan teşkil etmektedir. Havza genel olarak

orman ve yerleşim alanlarından oluşmaktadır. Havza mevcut orman alanlarına doğru yerleşim baskısı altındadır. Havzadaki tarım alanlarında drenaj problemi görülmemektedir. TEM Otoyolunun kuzeyinde ormanlık alan içinde yer alan Çekmeköy ve Çavuşbaşı belediyelerindeki doğal ortamın tahribini ve yapılaşmanın boyutunu gösteren görüntülerde çok sayıda çeşitli türde konutların bulunduğu görülmektedir. Sanayi Bölgesinin dışında inceleme alanında hayvancılıkta yapılmaktadır (Şekil 2.13).



Şekil 2.12: İMES Sanayi Sitesi Girişi.



Şekil 2.13: İnceleme Alanında Yapılan Hayvancılıktan Bir Görünüm.

### 3. GENEL JEOLJİ

Elmalı Havzasının jeolojisi ile bu alan içersinde yer alan, inceleme alanının jeolojik özellikleri genel jeoloji bölümünde açıklanmıştır. İncelemede Elmalı Havzasına ait genel jeolojik özellikler “Bölgesel Jeoloji”, çalışma sahası olan Elmalı Havzası Güneyi "İnceleme Alanı Jeolojisi" alt başlığı altında detaylı olarak verilmiştir.

#### 3.1. Önceki Çalışmalar

Birçok araştırmacı tarafından, İstanbul ve çevresi değişik jeolojik amaçlar için detaylıca çalışılmıştır. Bu çalışmalardan başlıcaları kronolojik sıra içinde aşağıda sunulmuştur.

**Yalçınlar, İ., (1976)**, Türkiye Jeolojisine Giriş (Paleozoik Açısından). İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yay. No:87, 280 s., İstanbul.Eski temel strüktürler ve Paleozoik araziler ile ilgili bilgiler verilmişbölgedeki karakteristik fosillerle bazı alt ve üst Paleozoik formasyonlar ortaya çıkarılmış ve bunların yaşları tespit edilmiştir.

**Darkot, B. ve Tuncel, M., (1981)**, Marmara Bölgesi Coğrafyası. İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enst. Yay. No: 118, İstanbul.

**Ketin, İ., (1983)**, Türkiye Jeolojisine Genel Bir Bakış. Türkiye'nin jeolojik yapısının yeryüzündeki durumunu açıklamakta ve Türkiye'de metamorfik amsifler, Paleozoyik-Senozoyik oluşuklar, mağmatik faaliyetler tektonik hareketler ve tektonik birlikler, büyük faylar ve deprem bölgeleri hakkında bilgiler verilmiştir. Jeotektonik ve Paleocoğrafik Evrim ve Türkiyenin doğal kaynaklarının jeolojik durumları ortaya konulmuştur.

**Sayar, C., (1984)**, İstanbul Ordovisiyen Brakiyopodları. İstanbul Boğazının doğu yakasında Çengelköy ve Pendik dolaylarında iki değişik stratigrafik düzeyden toplanan Brakiyopodlardan başlıca Lingulacea, Orthacea, Eteletacea

Plectambonitacea, Strophomenacea, Atrypacea üst familyalarına ait 35 cins ve 20 tür tayin edilerek, düzey lerin fauna analizi yapılmıştır.

**Önalın, M.,(1990)**, İstanbul Devonyen İstifindeki Yumrulu Kireçtaşlarının Oluşumu.İstanbul bölgesindeki Devonyen yaşlı çökeller içerisinde yaygın yumrulu kireçtaşı oluşumları ve bunların özellikleri hakkında bilgi verilmiştir.

**Altınışık, F., (1991)**, Kurtköy-Pelitli- Gebze ( Kocaeli) Çevresinin Jeolojisi,bu tez kapsamında Kurtköy-Orhanlı-Aydınlı-Balçık-Pelitliyi içine alacak şekilde bir alan çalışılmış bölgedeki Kurtköy ve Gözdağ Formasyonları hakkında bilgi verilmiştir.

**İstanbul Büyük Şehir Belediyesi, (1995)**, 1/50.000 Ölçekli İstanbul Metropolitan Alan Alt Bölge Nazım Plan Raporu. 2. Baskı. İstanbul: BELBİM A.Ş..

**İstanbul Büyükşehir Belediyesi Planlama ve İmar Daire Başkanlığı Şehir Planlama Müdürlüğü, (1995)**, 1/50 000 Ölçekli İstanbul Metropolitan Alan Alt Bölge Nazım Plan Raporu, 386 s, İstanbul.

**1/50.000 Ölçekli İstanbul Metropolitan Alan Alt Bölge Nazım Plan Raporu, İ.B.B.- Şehir Planlama Müdürlüğü, (1995)**, bu çalışmanın amacı, İstanbul Metropol alanının 1/50000 ölçekli tarihsel gelişim ve sektörel analiz (doğal, demografik, ekonomik yapı ve fiziksel doku) çalışmaları doğrultusunda planlanmasıdır.

**Yalçın, A.B., (1996)**, İstanbul Boğazı Batısında Gözlenen Magmatik Kayaçların Petrografik Ve Jeokimyasal Olarak İncelenmesi çalışmasında nötr ve bazik magmatik kayaçları incelenmiş, İstanbul Boğazı'nındaki magmatik kayaçların tektonik oluşum ürünleri oldukları ortaya konmuştur.

**Dean, W. T., Martin, F., Monod, O., Demir, O., Rickards, R. B., Bultynck, P. and Bozdoğan, N., (1997)**, Lower Paleozoic stratigraphy, Karadere-Zirve area, central Pontides, Northern Turkey (Early Paleozoic Evolution in NW Gondwana). IGCP Project No:351, III International Meeting, November 5–11, 1995, Turkish Association of Petroleum Geologists, Special Publication No:3, ss.32–38, Ankara-Turkey.

**Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, (2002)**, 1/50000 Ölçekli Açınsama Nitelikli İstanbul Jeoloji Haritaları, Bu çalışma ile günümüze kadar yapılmış olan çalışmalar derlenerek, toplanan veri ve haritalarla küçük ölçekli de olsa bir haritanın hazırlanması amaçlanmıştır.

**Gürer., T., (2002)**, İstanbul Beykoz'un Doğusunun Jeolojisi ve Mesozoik Deformasyonu tez çalışmasında Mesozoyik yaşlı kayaçların yapısal özellikleri tanımlanmış, İstanbul Paleozoik istifi ile Kretase yaşlı magmatik yay volkaniklerinin yapısal ilişkileri ortaya konmuştur.

Yukarıda adı geçen incelemelerin dışında MTA, İstanbul Büyükşehir Belediyesi ve pek çok araştırmacı tarafından yıllardır bölgede çeşitli çalışmalar yapmış ve bu çalışmalar sürmektedir. Bu araştırmalarda yeni harita alımı, önceki haritalar ile denetlenmesi yapılmakta, bölgedeki magmatik, metamorfik, sedimanter, ve volkanik birimlerin incelenmekte ve bölgenin hidrojeolojisi vb. bir çok konu ayrıntıları ile çalışılmaktadır.

### **3.2. Bölgesel Jeoloji**

İstanbul ve yakın dolayını bir bütün olarak ele alan 1/25 000 ölçekli jeoloji haritası günümüze değin yapılmamış olmasının büyük eksikliği duyulmaktadır. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü ve İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından yapımı sürdürülen, bu yöreyi kapsayan küçük ölçekli jeoloji çalışmaları henüz sonuçlandırılmamıştır. Bu çalışmaların sonuçlandırılmasından sonra oluşturulacak jeoloji haritalarının, kentsel kullanıma yanıt verecek şekilde amaca uygun düzeye getirilmesi için 1/25 000 ve daha büyük ölçekte ek saha çalışmalarının yapılması kaçınılmaz olacaktır. Bu raporda kullanılan Jeoloji verileri, BİMTAŞ'a danışmanlık hizmeti veren Dr Necdet Özgül ve büro ekibi (Duygu VAR, Cemile KAYA) tarafından, TÜBİTAK desteği ile sürdürülmekte olan "İstanbul Dolayının Jeolojisi Projesi" çalışmalardan sağlanmıştır. Ancak, rapor ekinde sunulan jeoloji haritası, İstanbul ili ve yakın dolayının jeoloji özelliklerini sınırlı olarak yansıtan yayımlanmış tek harita olan MTA Enstitüsü'nün 1/500 000 ölçekli haritasından büyütülerek oluşturulmuştur. İstanbul'un kentsel yerleşim ve çevre sorunlarına yanıt verecek ayrıntıdan yoksundur ve daha büyük ölçekli çalışmalar için kullanılacak ayrıntıları taşımamaktadır. İstanbul ilini kapsayan alanın, İMP çalışmalarına yanıt verecek ayrıntıda 1/25 000 ölçekli jeoloji haritasının yapılması kaçınılmazdır. Ayrıca

yerleşim ve çevre koruması açısından önem taşıyan havzalar için 1/5000 ölçekli daha ayrıntılı ek jeoloji çalışmaları yapılması gerekebilecektir.

Elmalı barajı havzası Paleozoyik ve Üst Tersiyer yaşta kaya birimlerini içerir. 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 İnfakambriyen 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. Erken-Orta 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, miltaş-kumtaşı ile temsil edilen “Yayalar Formasyonu” (Alt Ordovisiyen), şelf tipi resifal ve sığ deniz karbonat çökelimini yansıtan “Pelitli Formasyonu” (Alt Ordovisiyen-Silüriyen), düşük enerjili açık şelf ortamını temsil eden, bol makrofosilli, seyrek kireçtaşı arakatlı 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 arakatlı şeyil-miltaş türü ince taneli kırıntılılarla başlayıp, filiş türü türbiditik kumtaşı-şeyil ardışık istifi ile devam eden “Trakya Formasyonu” çökeler. Karbonifer-Permiyen aralığında etkin olan tektonik hareketlere bağlı olarak bölge su dışına çıkarak yeniden kara halini almış olduğu anlaşılmaktadır. Gebze’nin batısında yüzeylenen “Sancaktepe Graniti”



(Permiyen) ile temsil edilen mağmatik sokulumların da bu dönemde gelişmiş olduğu anlaşılmaktadır. Permiyen (?) Erken Triyas aralığına karşılık gelen karalaşma s¼recinde b¼lge, “Kapaklı Formasyonu” adıyla bilinen kızıl renkli kumtaşı ve çakıltaşlarından oluşan akarsu birikintileriyle kaplanmıştır. Ömerli havzasında y¼zeylenmemiř olmasına karşın, b¼lgenin çeşitli kesimlerinde, rneğin Gebze-İzmit arasında yeralan Tavşancıl beldesi dolayında, Darlık baraj g¼l¼n¼n doğusunda, Kapaklı Formasyonu içinde arakatlılar halinde yer alan bazalt bileşimli splitik volkanitler b¼lgede bir riftleşme s¼recinin başlangıcı olarak yorumlanabilir. B¼lgenin özellikle kuzey ve doğu kesimlerinde yaygın olarak y¼zeylenen Orta-Geç Triyas, st Kretase-Paleosen ve Eosen yaşta kaya birimleri olasılıkla st Oligosen-Miyosen ncesi aşınma nedeniyle, Ömerli havzasında y¼zeylenmemiřtir.

Eosen ve Orta-Geç Oligosen’de Marmara b¼lgesini etkileyen tektonik hareketlere bağlı olarak, b¼lge yeniden y¼kselerek, G¼n¼m¼z’e değin s¼ren bir karalaşma s¼recine girmiş ve özellikle Geç Oligosen Geç Miyosen aralığını temsil eden akarsu, lag¼n ve g¼l okelleri (Ömerli Formasyonu) gelişmiştir.

Kabaca K-G doğrultulu sıkışmaya neden olan bu hareketlere bağlı olarak gelişen, özellikle KB-GD ve KD-GB doğrultulu makaslama fay ve eklem sistemleri havzada yoğun olarak gelişmiştir. Bu makaslama kırıkları boyunca gelişen zayıflık zonları, İstanbul Boğazı, Haliç ve havzanın Riva ayı vb b¼y¼k akarsu vadilerinin ve gidişlerini denetlemiş ve çok belirgin olan zikzaklı geometri kazanmalarına neden olmuştur. B¼y¼kekmece ve K¼¼kekmece g¼lleri ile Çatalca y¼kseliminin g¼n¼m¼zdeki KB-GD uzanımlarını, aynı sistemde gelişmiş hareketlerle kazanmış oldukları d¼ř¼n¼lmektedir. Ancak oluşturdukları zayıflık zonlarıyla morfolojiye g¼zel yansıımış olan bu makaslama kırıklarının, g¼n¼m¼zde aktif olabileceklerini g¼steren öteleme, basınç sırtı vb herhangi bir saha verisi saptanamamış; aksine, en azından st Miyosen-Pliyosen yaşlı karasal birikintiler (Ömerli Formasyonu) tarafından rt¼l¼ buldukları izlenmiştir.

İstanbul ve yakın dolayında y¼zeylenen en yaşlı kaya birimlerini oluşturan karasal (akarsu, g¼l, lag¼n) ortamda okelmiş kumtaşı, çakıltaşı, miltaşı ve kıltaşı boyutunda birikintiler y¼zeylemelerinin geniş alan kapladığı Polonezk¼y’den esinlenerek, Polonezk¼y Gurubu adıyla incelenmiştir. Polonezk¼y Gurubu yaşlıdan gence doğru Kocatöngel Formasyonu ve Kurtk¼y Formasyonu adlarıyla bilinen iki formasyonu kapsamaktadır. Şekil 3.1.’de istifin kolan kesiti g¼sterilmiřtir.

YAŞ	FORMASYON	YAKLAŞIK KALINLIK (m)	KAYATÜRÜ	DİĞER ÖZELLİKLER	
Üst Oligosen- Miyosen	Ömerli Formasyonu	>150		<b>Kum,çakıl,mil;</b> kızıl, sarımsı, bloklu çakıl kum,mil, egemen, yarı yuvarlanmış, gevşek ( <i>Sultanbeyli Üyesi</i> ) <b>Kil, mil,kum;</b> boz, mavimsi külrengi, mor, lamine, kil-mil egemen;linyit, ara katkılı ( <i>Kayalı tepe üyesi</i> ) <b>Çakıl,kum,blok;</b> kuvars, kuvarsit, çakmaktaşı, az oranda arkoz, kireçtaşı, kumtaşı ve volkanit kökenli 1-20 cm boyda, yarı yuvarlanmış, zayıf boylanmış, tutturulmamış gereç ( <i>Meşe tepesi Üyesi</i> )	
Alt Karbonifer	Trakya Formasyonu	>1000		Filiş;türbiditik kumtaşı-şeyil ardışı; kara-koyu külrengi, ayrılmış kahverengi,değişik düzeylerinde kuvars çakıllı çakıltaşı kanal dolgulu;koşut,çapraz ve konvolüt lamine, bouma dizisi, taban akıntı yapıları gelişmiştir. kuvars, çakmaktaşı,kuvarsit, feldspat taneli ve bol mika pullu kuvars vake türü kumtaşı- milttaşı egemen	
Orta+Üst Devonyen	Denizli Formasyonu	30		<b>Lidit;</b> kara-koyu külrengi, ayrılmış açık külrengi, ince katmanlı, lamine; radiolarialı, fosfat kürecikli, silisli şeyil arakatlı ( <i>Baltalimanı Üyesi</i> )	
		40		<b>Yumru kireçtaşı;</b> külrengi,açık kırmızı, ince katmanlı yumru, biyoklastlı ( <i>Ayineburnu Üyesi</i> )	
		20		<b>Lidit,şeyilardışı;</b> sarımsı boz-pembe,ince katmanlı, lamine,ince katmanlı,lamine ( <i>Yörükali Üyesi</i> )	
Alt Devonyen	Kartal Formasyonu	70		<b>Kireçtaşı-yumru kireçtaşı;</b> külrengi, orta katmanlı, kil ara katkılı yumru kireçtaşı egemen ( <i>Tuzla Üyesi</i> )	
		60		<b>Mikal milttaşı-kilttaşı</b> <b>Kireçtaşı-killi kireçtaşı;</b> ince-orta-kalın katmanlı, kilttaşı-şeyil arakatlı ( <i>Kozyatağı Üyesi</i> )	
Alt Silüriyen + Alt Devonyen	Pelitli Formasyonu	>600		<b>Mikal milttaşı-kilttaşı;</b> kara-koyu külrengi, ayrılmış kahverengi, ince-orta katmanlı, mika pullu kuvars vake egemen; seyrek olarak kumtaşı ve kireçtaşı arakatlı;	
		70		<b>Yumru kireçtaşı;</b> ince-orta katmanlı ince kil arakatlı;yumru, biyoklastlı ( <i>Soğanlık Üyesi</i> )	
		300		<b>Kireçtaşı;</b> koyu külrengi,ince-orta katmanlı, killi, makrofosilli kireçtaşı (mikrit); lamine kireçtaşı ara düzeyli ( <i>Sedefadaşı Üyesi</i> )	
Üst Ordovisyen- Alt Silüriyen	Yayalar Formasyonu	60		<b>Resifal kireçtaşı,</b> kırmızı,boz, gri, bol mercan ve krinoidli ( <i>Dolayoba Kireçtaşı Üyesi</i> )	
		30		<b>Feldspatlı kuvarsit</b> (kuvars vake); ( <i>Şeyhli Üyesi</i> )	
Alt Ordovisyen	Aydos Formasyonu	100		<b>Kumtaşı-milttaşı;</b> yeşil, koyu gri, ayrılmış boz, açık kahverengi, orta-ince katmanlı, yer yer lamine; iyi boylanmış ince kum boyu kuvars, çakmaktaşı, mika, feldspat, mafik mineral gereç kapsar ( <i>Gözdağ Üyesi</i> )	
	Polonezköy Gurubu	Kurtköy Formasyonu	50		<b>Kuvarsit (kuvarsarenit);</b> beyaz, pembe, açık bej, mor, orta-kalın katmanlı, yer yer lamine, boylanmış ve yuvarlanmış ince kum boyu kuvars taneli ve silis çimentolu; altta kuvars çakıllı çakıltaşı mercekli
		Kocatöngel Formasyonu	>1500		<b>Arkozik Kumtaşı-Çakıltaşı;</b> mor-eflatun, yer yer yeşilimsi, orta-kalın katmanlı, orta-zayıf boylanmış, derecelenmeli, çapraz katmanlı; çakıltaşı ara katkılı <b>Milttaşı-kumtaşı;</b> mor-boz renk ardalanmalı, lamine; tane boyu üste doğru artar; Kocatöngel ve Kurtköy formasyonları arasında geçiş düzeyi ( <i>Bakacak Üyesi</i> )
		500			
		>2000		<b>Milttaşı-kilttaşı;</b> yeşilimsi-külrengi, ayrışma rengi boz, külrengi, ince-orta katmanlı, çapraz ve koşut lamine; kalınlığı 1 metreyi bulan ince taneli kumtaşı aradüzeyli Bakacak Üyesi tarafından uyumlu olarak üstlenir.	

Şekil 3.1: Elmalı Baraj Gölü Havzasında Yüzeyleyen Stratigrafi Birimlerinin Genelleştirilmiş Dikme Kesiti (İBB, 2006).

### 3.3. İnceleme Alanının Jeolojisi

İnceleme alanının temelini, Alt Ordovisiyen yaşlı Polonezköy Grubu oluşturmaktadır. Polonezköy Grubu üzerine tabanında kuvars çakıllı, çakıltaşı mercekli malzeme ile başlayan Alt-Ordovisiyen yaşlı Aydos Formasyonu uyumsuz olarak yerleşmektedir. Üst Ordovisiyen üst Silüriyen yaşlı Yayalar Formasyonu geçişli olarak Aydos Formasyonunu üstlemektedir. Yayalar Formasyonunu Alt Silüriyen Alt Devoniyen yaşlı Pelitli Formasyonu uyumlu olarak üstlenir. Alt Devoniyen yaşlı Kartal Formasyonu Pelitli Formasyonunu uyumlu olarak üstler. İnceleme alanının jeolojisi Şekil 3.16'da gösterilmiş aynı zamanda inceleme alanını 1/25000 ölçekli jeoloji haritası EK B'de verilmiştir.

#### 3.3.1. Polonezköy Gurubu

İstanbul ve yakın dolayında yüzeylenen en yaşlı kaya birimlerini oluşturan karasal (akarsu, göl, lagün) ortamda çökelmiş kumtaşı, çakıltaşı, miltası ve kiltası boyutunda birikintiler yüzeylemelerinin geniş alan kapladığı Polonezköy'den esinlenerek, Polonezköy Gurubu adıyla incelenmiştir (**İBB, 2005 ,Özgül, N., 2005**). Polonezköy Gurubu yaşlıdan gence doğru **Kocatöngel Formasyonu** ve **Kurtköy Formasyonu** adlarıyla bilinen iki formasyonu kapsar.

##### 3.3.1.1. Kurtköy Formasyonu (Opk)

Kurtköy Formasyonu, başlıca arkoz bileşimli kırıntılı kayalardan oluşur. İstanbul'un Anadolu yakasında Kurtköy dolayında geniş alan kaplayan istif, Haas (1968) "Kurtköy tabakaları (Kurtköy Schichten)", Kaya (1978) "Kurtköy Arkoz Birimi" ve Önalın (1981) "Kurtköy Formasyonu" adlarıyla incelenmişlerdir (Şekil 3.2).

İnceleme alanında geniş alanlarda yüzeyleme göstermektedir. İnceleme alanı kuzeybatı ve güneybatısında, kısmen de kuzeydoğusunda mostra vermektedir. Özellikle inceleme alanının Elmalı Baraj Gölü tarafında geniş alanlar kaplamaktadır.



Şekil 3.2: Kurtköy Formasyonundan Genel Görünüm.

Kurtköy Formasyonu, açıkta koyulu mor-eflatun yer yer külrengi kil, sit, kum ve çakıl boyutunda gereği kapsayan arkoz bileşimli kırıntılı kayalardan oluşur. 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, çakmaktaşı (chert), mağmatit, metamorfit ve feldspatlı kaya kırıntısı (litoklast), mafik mineral, değişen oranda mika pulu ve yaşıt kıltaşı-miltaşından türemiş kırmızımsı renkli formasyon içi (intraformation) çakıl kapsar. Taneler killi hamur ve daha az oranda silisli çimento ile tutturulmuştur. Yüksek oranda feldspat vb dayanımsız bileşen içeriğinden dolayı kolay ayrışır. Özellikle fay zonları ve eklemlerin yoğun olduğu bölgelerde, kırıklar boyunca gelişmiş ileri derecede ayrışma sonucu, arkozlar mavimsi külrengi, kirli beyaz, yer yer kızılımsı renklerin karışımından oluşan alacalı renkte, kil oranı yüksek dayanımsız zemin oluşturur.

Formasyonun üst bölümünde çakıltaşı mercek ya da arakatkılarını kapsar. Yer yer geniş alanlar kaplayan çakıltaşları morumsu, yeşilimsi renkli, orta-iyi yuvarlanmış süt kuvars, kuvarsit, çakmaktaşı, granitik ve gabroyik mağmatit, volkanit ve şist çakılları ile arkozlardan türemiş yarı köşeli-yarı yuvarlanmış formasyon içi kırmızı şeyil ve arkozik kumtaşı çakıllarını kapsar; seyrek kumtaşı-miltaşı arakatmanlıdır (Şekil 3.3). Çakıllar orta, yer yer zayıf boylanmış, tane destekli ya da kaba kumlu hamurla sıkı tutturulmuştur. Çakıl boyları genellikle 1–5 cm arasındadır, yer yer 10–

15 cm'ye çıkar. Söz konusu çakıltaşları formasyon içinde, değişik düzeylerde, boyutları birkaç metreden yüzlerce metreye ulaşabilen, irili ufaklı mercekler oluşturur. Çekmeköy'ün kuzeybatısında bulunan Kurtköy Formasyonu, Aydos Formasyonu tarafından açısız uyumsuzlukla üstlenir.



Şekil 3.3: Kocatöngel Formasyonu üzerine gelen Kurtköy Formasyonu (Şeyil) .

Kurtköy Formasyonu içinde herhangi bir fosile rastlanmamıştır. Yaşı fosille saptanabilen Orta Ordovisiyen yaşta Yayalar Formasyonu'ndan daha alt stratigrafik konumda bulunmaktadır. Dolayısıyla formasyonun en alt Ordovisiyen yaşta olduğu düşünülmektedir ( **Dean ve diğ., 1997**).

### **3.3.2. Aydos Formasyonu (Oa)**

Aydos Formasyonu büyük bölümüyle kuvarsitlerden (kuvarsarenit) oluşur. Kuvarsit kirli beyaz, pembemsi, açık bej, mor, ayrıışmış kızıll-kahverengi, açık kahverengi, orta-kalın-çok kalın, çoğunlukla belirsiz katmanlı, yer yer laminalı, yer yer derecelenmelidir. Kuvarsitler genellikle % 90'ın üzerinde kuvars tanesi kapsar silis çimentoludur, kuvarsarenit türü egemendir (Şekil 3.4). Taneler iyi boylanmış, yuvarlanmıştır. Kaba kum boyu tanelerin egemen olduğu düzeylerde derecelenme ve koşut ve çapraz laminalanma izlenir. Az oranda mika (muskovit, serisit) ve ayrıışmış feldspat, hematit ve zirkon tane kapsar. Yer yer, kalınlığı 5–10 cm yi bulan, alacalı renkli killi ve milli şeyil, killi kumtaşı (kuvarsvake) arakatıklar görülür (Şekil 3.5).



Şekil 3.4: Kurtköy Formasyonu Üzerine Gelen Aydos Formasyonu (Kuvarsitik Kumtaşı)

Aydos Formasyonu çoğu yüzeylemelerinde, en alt düzeyinde “**Başbüyük Çakıtaşı Üyesi**” adıyla adlandırılmış olan değişen kalınlıkta çakıtaşı birimini kapsar. Başbüyük Çakıtaşı üyesi, başlıca süt kuvars çakıllı (1–5 cm çapta), çakıtaşıdan oluşur. Daha az oranda mor kuvars, kahverengi, gri, kırmızı renklere çakmaktaşı, kuvarsit, koyu yeşil mafik volkanit, çok seyrek olarak kayrak çakıllarını kapsar.



Şekil 3.5: Aydos Formasyonundan Genel Görünüm.



Şekil 3.6: Aydos Formasyonunun Yakından Görünümü.

Çakıllar yuvarlanmış-yarı yuvarlanmış, genellikle, morumsu, pembemsi, bej renkli. Silis çimentolu kaba kum matriks içinde mercek, arakatman ya da saçılmış olarak yer alırlar. Yer yer kaba kum boyu kuvars taneli kuvarsit arakatkatkıdır (Şekil 3.5 ve Şekil 3.6).

Genellikle yüksek eğimli dağ ve tepeleri oluşturan kuvarsitler sık eklem ve çatlaklı oluşları dolayısıyla kolay parçalanıp yamaç aşağı taşınmakta, dolayısıyla eğimin kırıldığı alanlarda, kalınlığı 20–30 metreyi aşabilen kırmızı kil-mil hamurlu kalın moloz yığınları oluşturur. Birim kalınlığı yanal yönde sıkça değişir; Çekmeköy’ün batı ve kuzeybatısındaki (Kapaklı Tepe) sırtlarda 30-40 m, Çavuşbaşı’nın güneyinde (Manastır Tepe ve Küçükmanastır Tepe) 30-40 metre dolayında kalınlıklar gösterir. Orta Ordovisiyen yaşta Yayalar Formasyonu tarafından geçişli olarak üstlenir; dolayısıyla Alt-Ordovisiyen yaşta olmalıdır.

### 3.3.3. Yayalar Formasyonu (OSy)

Başlıca mikalı, feldspatlı kumtaşlarından oluşan formasyon (Şekil 3.7), bu incelemede, adlamada öncelik kuralları da gözetilerek, istifin tümünün ilk kez Haas (1968) tarafından kullanılan “Yayalar Formasyonu” adıyla incelenmesi yeğlenmiştir. Çekmeköy’ün batı ve kuzeybatısında (Keçiağılı ve Havuz Tepe) yüzeyleyir ve yaklaşık 70-80 metre dolayında yükseklik gösterir. Ayrıca inceleme alanının güney sınırında (Kayış Dağı) 80-100 metre dolayında kalınlık gösterir (Şekil 3.8).



Şekil 3.7: Aydos Formasyonu Üzerine Gelen Yayalar Formasyonu (Mikalı Kumtaşı).



Şekil 3.8: Yayalar Formasyonundaki Çatlak ve Dolgular.

Tane boyu inceden kalına değin değışen kumtaşı-miltaşı Yayalar Formasyonu'nun egemen kaya türünü oluşturur. Tane ve çimento türü kapsamına göre formasyon Gözdağ Üyesi, **Umurdere Üyesi** ve **Şeyhli Üyesi** olmak üzere 3 üyeye ayırtlanabilir.



### 3.3.3.1.Gözdağ Üyesi (Osyg)

Yayalar Formasyonu'nun önemli bölümünü oluşturur ve geniş bir alanda yüzeylenme göstermektedir. Çekmeköy'ün kuzeyi, batısı ve güneyi olmak üzere inceleme alanının orta kısımlarında yüzeylenmektedir. Yeşil, grimsi mavi, ayrıışmış açık kahverengi, boz, orta katmanlı, yer yer ince katmanlı ve koşut laminalıdır. Başlıca ince-orta kum boyu, yarı yuvarlanmış, orta-iyi boylanmış kuvars, çakmaktaşı, feldspat, az oranda mafik kırıntılar ve bolca beyaz mika pulu kapsar. Genellikle killi hamur ve az oranda silis çimentoludur. Özellikle tektonik hatlar boyunca gelişen ayrışma zonlarında, örneğin Havuz Tepenin kuzeyinde bulunan bindirme zonları boyunca, mika ve feldspat kapsamı ileri derecede ayrışma gösterir ve kayaç ince kuvars gereçli sarımsı, boz, kızılımsı açık mavimsi külrengi kile dönüşür (Şekil 3.9).



Şekil 3.9: Yayalar Formasyonundan Genel Görünüm.

### 3.3.3.2.Şeyhli Üyesi (Osyş)

Yayalar Formasyonu'nun üst düzeyinde yer yer büyük mercekler halinde görülen feldspatlı, kuvars kumtaşlarından oluşur. Yayalar Formasyonu Aydos Kuvarsiti'ni uyumlu olarak üstler. Pelitli Kireçtaşı'nın Dolayoba Kireçtaşı Üyesi tarafından uyumlu olarak üstlenir. İnceleme alanında Çekmeköy'de bulunan Havuz Tepesinde ve güneybatısında yer yer mostra vermektedir. Formasyonun yaklaşık 500 m kalınlıkta olduğu düşünülmektedir. Formasyonun değişik yüzeylemelerinde değişik araştırmacılar (Haas, 1968; Sayar, 1984; Önalın, 1981) tarafından saptanan

makrofosil belgilemelerine göre, Yayalar Formasyonu'nun yaşı Ordovisiyen-Silüriyen geçişine yakın bir süreci temsil eder.

#### **3.3.4. Pelitli Formasyonu (SDp)**

Büyük bölümü kireçtaşıdan oluşan Pelitli Formasyonu değişik düzeylerinde ince kil arakatkılıdır; üst kesiminde yumrulu kireçtaşı düzeyini kapsar. Formasyon, çeşitli araştırmacılar tarafından değişik adlar altında birden çok formasyona bölünerek tanımlanmıştır. Bu araştırmada, büyük bölümü şelf tipi karbonatlardan oluşan ve çökeltmede belirgin bir kesiklik göstermeyen istifin, birden çok formasyona ayırılmasının, gerek haritalama gerekse yanal yönde izlenebilme açısından güçlük ve karışıklıklara neden olacağı düşünüldüğünden, istifin tümünün tek bir formasyon adıyla adlandırılması yeğlenilmiştir (Şekil 3.10). Bu düşünce ile, istifin büyük bir bölümünün incelemeye elverişli yüzeylemelerini kapsayan Gebze ilçesine bağlı Pelitli köyünün adı, daha önceleri Haas (1968) tarafından, söz konusu kireçtaşı istifinin bir bölümü için (Pelitli schichten) kullanılmış olduğu da göz önünde bulundurularak, formasyon adı olarak kullanılmıştır (Şekil 3.11).



Şekil 3.10: Pelitli Formasyonundaki Yumrulu Kireçtaşlarından Genel Görünüm.

İnceleme alanındaki Pelitli Formasyonu Çekmeköy'ün yaklaşık 200 metre güneyinde dere boyunca ufak bir mostra vermektedir. Büyük bölümüyle neritik kireçtaşıdan oluşur. Alttan üste doğru kireçli şeyil-kumtaşı-killi kireçtaşı-kireçtaşı ardışığı, bol makrofosilli resifal kireçtaşı, orta-ince katmanlı, laminalı mikritik kireçtaşı ve en üstte ince şeyil arakatkılı yumrulu kireçtaşı düzeylerini kapsar. Formasyon, bu

incelemede alttan başlayarak 1) **Mollafenari Üyesi** 2) **Dolayoba Kireçtaşı Üyesi**, 3) **Sedefadası Üyesi** ve 4) **Soğanlı Üyesi** olmak üzere 4 üyeye ayırtlanmıştır.



Şekil 3.11: Pelitli Formasyonu; Yayalar Formasyonu Üzerine Gelir (Resifal Kireçtaşı).

#### **3.3.4.1. Mollafenari Üyesi**

Pelitli Formasyonu'nun en alt düzeyini oluşturur. Başlıca kireçtaşı-killi, kumlu kireçtaşı- kireçli kiltası, kumtaşı ardalanmasından oluşur.

#### **3.3.4.2. Dolayoba Kireçtaşı Üyesi**

Bol mercanlı, açıkly koyulu pembemsi, üst düzeyi külrengi resifal kireçtaşlarını kapsayışıyla, Pelitli kireçtaşı'nın en alt kesiminde yer alan, ayırtman düzeylerinden birini oluşturur. Bol mercan, krinoid ve brakyopodlu, açıkly koyulu pembe renkli resifal biyoklastik kireçtaşları yaygındır.

#### **3.3.4.3. Sedefadası Kireçtaşı Üyesi**

Dolayoba Kireçtaşı Üyesi'nin resifal kireçtaşı katmanlarının üzerine, kara-koyu külrengi, ince-orta katmanlı, yer yer laminalı, kireçtaşlarıyla temsil edilen karbonat istifi ile temsil edilir.

#### **3.3.4.4. Soğanlık Kireçtaşı Üyesi**

Pelitli Kireçtaşı'nın en üst bölümünü oluşturan yumrulu kireçtaşı düzeyi, Haas (1968) tarafından Soğanlı Formasyonu (Soğanlı Schichten) ve Önalın (1982) tarafından önce "Kaynarca Formasyonu", daha sonra Kaynarca Üyesi (**Önalın**,

**1978)** adlarıyla incelenmiştir. Bu incelemede, söz konusu birimi ayrıntılı olarak incelemiş ve adlama kurallarına kısmen de olsa uyarak adlandırmış olan Haas (1968)'in adlaması, adlamada öncelik kuralı gözetilerek, benimsenmiştir. Yumrulu görünüşlü, ince-orta (3–10 cm) katmanlı, kireçtaşı-killi kireçtaşı ile 1–2 cm kalınlıkta şeyil ardışığı egemendir. Yeryer, şeyillerle sarılmış birbirinden kopuk 5–10 cm çapında kireçtaşı yumrulu ara düzeyleri kapsar. Kireçtaşı, genellikle bol makrofosil (krinoid, brakyopod, bryozoa vb) kırıntılı biyoklastik mikrit türündendir.

Pelitli Formasyonu, Ömerli havzasında birbirleriyle bağlantısız ve genellikle faylı dokanaklarla sınırlanmış küçük yüzeylemeler halinde açığa çıkmıştır. Barajın G ve GD yakasında, bazıları günümüzde işletilmekte olan taş ocakları bu formasyon içinde açılmıştır.

Pelitli Formasyonu'nun kalınlığı, sığ ve değişken çökelme koşullarına bağlı olarak, yerden yere sıkça değişir. Formasyonun toplam kalınlığı 500 m dolayındadır. Eldeki fosil bulgularına göre, Pelitli Formasyonu'nun **Erken Silüriyen – Erken Devoniyen** aralığını temsil ettiği düşünülmektedir.

### **3.3.5. Kartal Formasyonu (Dk)**

Kartal Formasyonu büyük bölümüyle kil-mil-ince kum boyu gereçli, mikalı şeyillerden oluşur; belirli kesimlerinde özellikle üst düzeylerinde kireçtaşı ara katkılıdır (Şekil 3.12). İstanbul'un Anadolu yakasında geniş alanlar kaplayan formasyon bol makrofosil kapsamıyla belirgindir. İnceleme alanının batısında Ümraniye sınırında yüzeylendikleri görülmektedir. Taze iken kara-koyu külrengi, yer yer koyu yeşilimsi, ayrıışmış boz-açık kahverengi, ince-orta katmanlı, yarılgan, bol mikalı şeyiller egemen kaya türünü oluşturur. Seyrek olarak, değişen kalınlıkta (5–10 cm), mikalı kumtaşı ve fosil kırıntılı kireçtaşı ara düzeylerini kapsar.

Kartal formasyonu başta brachiopod olmak üzere Crinoida, Mercan, Trilobit, Bryozoa, Gastropoda vb. çok çeşitli ve zengin makrofosil kapsamaktadır. Bu özelliğı ile arazide diğer kırıntılı kaya istiflerinden örneğın Yayalar Formasyonundan kolayca ayırd edilmektedir. Zengin fosil kapsamına dayanılarak formasyonun Alt Devoniyen-Orta Devoniyen geçişini temsil ettiği bilinmektedir (**Paeckelmann, 1938; Önalın 1981, Babin, 1973, Carls, 1973, Kullman, 1973**).



Şekil 3.12: Kartal Formasyonu: Kil-Mil-İnce Kum Boyu Gereçli, Mikalı Şeyiler.

### 3.3.6. Ömerli Formasyonu (Tö)

İstanbul'un Anadolu yakasında Ömerli beldesi ve Ömerli barajını çevreleyen geniş bir alanda yüzeyleyen kil, kum, çakıl birikintileri, Ömerli Formasyonu olarak bilinmektedir. İnceleme alanında Ömerli Formasyonu, Çekmeköy'ün doğusunda ve özellikle güneyinde, Maltepe ve Samandıra yerleşimlerinin sınırlarında gözlenir. Boyutları ve biçimleri yerine göre değişen kil, kum, çakıl birikintilerinden oluşur. Tip kesitlerinde istif genellikle iri çakıl-kaba kum birikintileriyle başlar, daha üstte yanal ve düşey yönde değişiklik gösteren mil-kil boyu ince gereçli birikintilere geçer; en üstte kızılımsı sarı, seyrek çakıllı, kum-mil boyu ince taneli birikintiler yer alır (Şekil 3.13). Formasyon “**Meşe tepesi Üyesi**”, “**Kayalı tepe Üyesi**” ve “**Sultanbeyli Üyesi**” olmak üzere 3 üyeye ayrılmıştır.

İnceleme alanında, güncel aşınma dolayısıyla Ömerli Formasyonun gerçek kalınlığı bilinmemektedir. Engembeli bir taban topoğrafyasını üstlemesi, mercekleme ve kamalanma nedeniyle sıkça yanal değişimler göstermesi nedeniyle kalınlık yerden yere değişir. Güncel aşınmaya açık yüzeylenmelerinde istif toplam 70–80 m kalınlık gösterir.

**Gedik ve diğ., (2005)**, Meşetepe Formasyonu adıyla inceledikleri Ömerli Formasyonu'nun olasılıkla eşdeğeri olabilecek birimin kömür arakatıklarının, olasılıkla Oligosen'i düşündüren palinomorf türlerini kapsadığını belirtir.



Şekil 3.13: Ömerli Formasyonundan Genel Görünüm.

### **3.3.7 Güncel Birikintiler**

#### **3.3.7.1. Alüvyon**

İnceleme alanında özellikle Elmalı Baraj Gölünden güneye doğru düşük eğimli akarsu vadileri ve bunların yan kolları boyunca kum, mil, çakıl boyu genellikle ince gereçli alüvyon birikintilerini kapsayan dar düzlükler gelişmiştir.

#### **3.3.7.2. Yamaç molozu**

Bölgenin kuvarsit vb dayanımlı kayaların oluşturduğu yüksek yamaç eğimli dağ ve tepelerin eteklerinde, daha çok eğim kırılma alanlarında yer yer kalın yamaç molozu birikintileri gelişmiştir. Havza içinde Aydos dağı, Kayış dağı, Paşaköy doğusunda yer alan Ayazma ve Pırnal tepe vb gibi yüksek dağ ve tepelerin eteklerinde yer yer 30–40 metreye varan kalınlıkta bu tür birikintiler yaygındır. Kum, çakıl, kocataş boyu köşeli-yarı köşeli, boylanmamış gereç ve sarımsı kahverengi- kırmızı killi milli hamur kapsar.

### **3.3.8. Magmatikler**

Çeşitli yaş ve türden magmatik etkinliğin yoğun olduğu Anadolu yakasında ve yakın dolayında, derinlik, yüzey ve damar kayaları yer yer geniş alanlar kaplamaktadır. İnceleme alanında ise derinlik kayalarından sadece Çavuşbaşı Granodiyoriti bulunmaktadır.

### 3.3.8.1. Derinlik Kayaları - Çavuşbaşı Granodiyoriti (Kç)

Polenezköy'ün güneybatısında Çavuşbaşı köyü ve Çekmeköy arasında yaklaşık 25 km<sup>2</sup> genişliğinde bir alanı kaplayan derinlik kayaları, çeşitli araştırmacılar tarafından, örneğin, “Çavuşbaşı granitleri” (**Abdüsselâmoğlu, 1963**), “Çavuşbaşı Granodiyoriti (**Bürküt, 1966**) ve “Çavuşbaşı derinliktaşı” (**Öztunalı ve Satır, 1975**) “Çavuşbaşı Çiftliği granodiyorit-kuvarsdiyorit plütunu” (**Ketin, 1983**) 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**). Sancaktepe Graniti'nde olduğu gibi ileri derecede ayrışma gösterir ve yüzeye yakın kesimlerinde genellikle arenaya dönüşmüştür.

İnceleme alanında Çavuşbaşı ve güneyinde yüzeyleme göstermektedir (Şekil 3.18): Kurtköy Formasyonu'nun arkozları olmak üzere Paleozoyik yaşta çeşitli kaya birimlerini kesmiş ve yer yer onların anklavlarını kapsar; dokanak zonu boyunca belirgin olarak kontak metamorfizma zonu gelişmiştir.

Pendik-Dolayoba arasında Tavşan tepesi dolayında Pelitli Formasyonu'nun kireçtaşlarını kesmiş ve metamorfizmaya uğratmış küçük bir asidik derinlik kayası yer alır. Pendik kuzeyinde E5 (D100) karayolu yarmasında da izlenebilen bu intrüzif kaya, Okay (1947) tarafından “Granit porfir”, Bürküt (1961) ve Abdüsselâmoğlu (1963) tarafından “Pendik Tavşantepe kuvarslı dioriti” adlarıyla tanıtılmıştır. Söz konusu intürizifler, doğrudan ilişkisi gözlenememiş olmasına karşın, benzer özellikte olması nedeniyle bu çalışmada Çavuşbaşı Granodiyoriti kapsamında düşünülmüştür (Şekil 3.14 ve Şekil 3.15).

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



Şekil 3.14: Çavuşbaşı Granitinin Genel Görünümü.

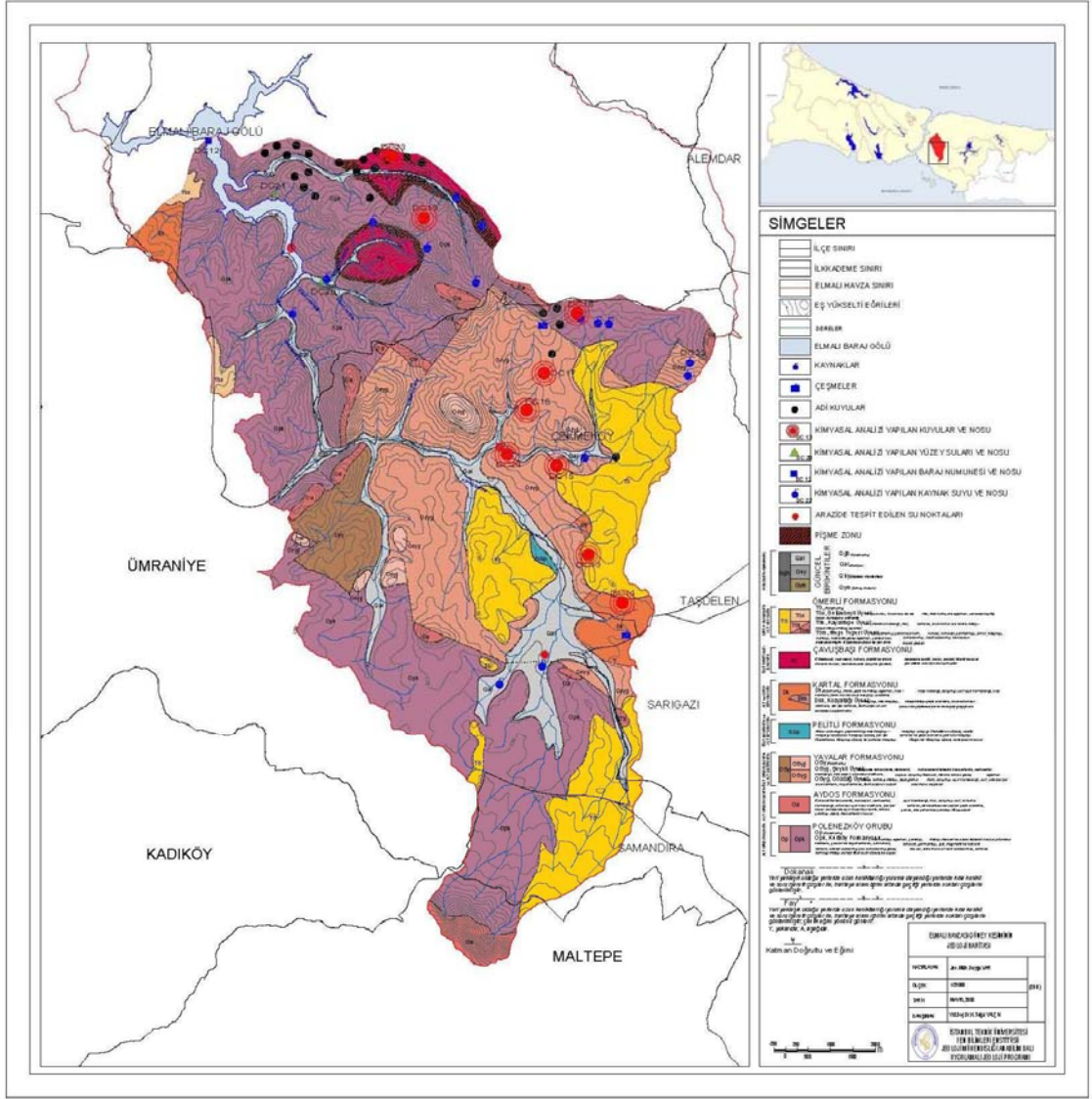


Şekil 3.15: Çavuşbaşı Granitinden Genel Görünüm.

### 3.3.8.2. Damar Kayaları

İstanbul dolayında Özellikle Paleozoyik yaşta kaya birimleri içerisinde bir kaç santimetreden onlarca metreye değin değışen kalınlıkta ve farklı özellikte çok sayıda volkanik damar kayaları (dayk) izlenir. İleri derecede ayrışmış (kaolinleşmiş) ince dokulu sarımsı kahverengi damarların yanında, yeşilimsi gri renkli, ayrışmamış, sert ve sağlam diyabaz daykları, porfirik dokulu, iri plajiyoklas kristalli andezitik dayklar sıkça görülür. Damar kayaları çoğunlukla, egemen eklem takımlarına koşut gelişmiştir. Bunun yanında sil şekilli olanlar, katmanlanmayı verev ya da dik kesen tansiyon faylarına yerleşmiş olanlar da yaygındır.





Şekil 3.16: İnceleme Alanının Jeoloji Haritası  
(İBB 2006 raporu referans alınarak oluşturulmuştur)

Şekil 3.16’da inceleme alanının jeoloji haritası verilmiştir. Haritaya jeolojik birimlerin yanı sıra aynı zamanda askeri paftalardan tespit edilen kuyular, kaynaklar, çeşmeler ve analizi yapılan su noktaları da işlenmiştir. Siyah daire ile gösterilenler askeri paftalardan yararlanılarak tespit edilen kuyular, lacivert ile gösterilenler kaynaklar, lacivert dikdörtgen ile gösterilenler bölgedeki çeşmeleri, kırmızı daire ile gösterilenler ise analizi yapılan su noktalarıdır.

YAŞ	FORMASYON	YAKLAŞIK KALINLIK (m)	KAYATÜRÜ	DİĞER ÖZELLİKLER
Üst Oligosen- Miyosen	Ömerli Formasyonu	>150		<b>Kum,çakıl,mil;</b> kızıl, sarımsı, bloklu çakıl kum,mil, egemen. yarı yuvarlanmış, gevşek ( <i>Sultanbeyli Üyesi</i> )
				<b>Kil, mil,kum;</b> boz, mavimsi külrengi, mor, laminalı, kil-mil egemen;linyit, ara katkılı ( <i>Kayalı tepe üyesi</i> )
Alt Devoniyen	Kartal Formasyonu	60 >600		<b>Çakıl,kum,blok;</b> kuvars, kuvarsit, çakmaktaşı, az oranda arkoz, kireçtaşı, kumtaşı ve volkanit kökenli 1-20 cm boyda, yarı yuvarlanmış, zayıf boylanmış, tutturulmamış gereç ( <i>Meşe tepesi Üyesi</i> )
				<b>Mikalı miltaşı-kiltaşı</b> <b>Kireçtaşı-killi kireçtaşı;</b> ince-orta-kalın katmanlı, kiltaşı-şeyil arakatlı ( <i>Kozyatağı Üyesi</i> )
Alt Silüriyen + Alt Devoniyen	Pelitli Formasyonu	70 300 60		<b>Mikalı miltaşı-kiltaşı;</b> kara-koyu külrengi, ayrıışmış kahverengi, ince-orta katmanlı, mika pullu kuvarsvake egemen; seyrek olarak kumtaşı ve kireçtaşı arakatmanlı;
				<b>Yumrulu kireçtaşı;</b> ince-orta katmanlı ince kil arakatlı;yumrulu, biyoklastlı ( <i>Sağanlık Üyesi</i> )
				<b>Kireçtaşı;</b> koyu külrengi,ince-orta katmanlı, killi, makrofosilli kireçtaşı (mikrit); laminalı kireçtaşı ara düzeyli ( <i>Sedefadası Üyesi</i> )
Üst Ordovisiyen- Alt Silüriyen	Yayalar Formasyonu	30 100		<b>Resifal kireçtaşı,</b> kırmızı,boz, gri, bol mercan ve krinoidli ( <i>Dolayoba Kireçtaşı Üyesi</i> )
				<b>Feldspatlı kuvarsit</b> (kuvarsvake); ( <i>Şeyhli Üyesi</i> )
Alt Ordovisiyen	Aydos Formasyonu	50		<b>Kumtaşı-miltaşı;</b> yeşil, koyu gri, ayrıışmış boz, açık kahverengi, orta-ince katmanlı, yer yer laminalı; iyi boylanmış ince kum boyu kuvars, çakmaktaşı, mika, feldspat, mafik mineral gereç kapsar ( <i>Gözdağ Üyesi</i> )
	Polonezköy Gurubu Kurtköy Formasyonu	>1500 500		<b>Kuvarsit (kuvarsarenit);</b> beyaz, pembsi, açık bej, mor, orta-kalın katmanlı, yer yer laminalı, boylanmış ve yuvarlanmış ince kum boyu kuvars taneli ve silis çimentolu; altta kuvars çakıllı çakıltaşı mercekli
				<b>Arkozik Kumtaşı-Çakıltaşı;</b> mor-eflatun, yer yer yeşilimsi, orta-kalın katmanlı, orta-zayıf boylanmalı, derecelenmeli, çapraz katmanlı; çakıltaşı ara katkılı
				<b>Miltaşı-kumtaşı;</b> mor-boz renk ardalanmalı, laminalı; tane boyu üste doğru artar; Kocatöngel ve Kurtköy formasyonları arasında geçiş düzeyi ( <i>Bakacak Üyesi</i> ) <b>Çavuşbaşı Granodiyoriti,</b> Geç Kretase (Santoniyen-Daniyen)

Şekil 3.17: İnceleme Alanı Dikme Kesiti.

(İBB 2006 raporu referans alınarak oluşturulmuştur)

### 3.4. Yapısal Jeoloji

Marmara bölgesinin İstanbul ve yakın dolayını kapsayan kesimi Karbonifer-Neojen aralığında etkin olmuş değişik nitelikte tektonik hareketlerin izlerini taşır. Bu hareketlere bağlı olarak gelişmiş kıvrım, fay ve eklem gibi yapısal unsurların düzenli ve kapsamlı bir analizi bu incelemede yeterince yapılamamıştır. İnceleme sırasında dikkati çeken yapısal unsurlar, kronolojik bir sıralama gözetilmeksizin aşağıda ana çizgileriyle belirtilmiştir.

### 3.4.1. K-G ve D-B Doğrultulu Makaslama Kırıkları

İnceleme alanında, özellikle Paleozoyik yaşta kaya birimleri içerisinde, KD-GB ve KB-GD eşlenik doğrultulu çok sayıda makaslama fay ve eklemleri gelişmiştir. Söz konusu fayların Üst Oligosen- Miyosen yaşta Ömerli Formasyonu tarafından örtülmüş, diğer bir anlatımla Ömerli Formasyonu'nu etkilememiş olduğu gözlenmiştir. KD-GB ve KB-GD doğrultulu dik ya da yüksek eğimli doğrultu atımlı fay ve bu doğrultulara koşut gelişmiş eklemlerden oluşan bu kırık sisteminin, Marmara bölgesinde Eosen-Erken Oligosen 'de etkin olduğu bilinen K-G doğrultulu sıkışma (compressive) hareketlerin etkisi ile gelişmiş olduğu anlaşılmaktadır. Oluşturdukları zayıflık zonlarıyla morfolojiye güzel yansımış olan bu makaslama kırıklarının, günümüzde aktif olabileceklerini gösteren öteleme, basınç sırtı vb herhangi bir saha verisi saptanamamıştır (**İBB, 2006**).

### 3.5. Jeolojik Evrim

İstanbul İl sınırları içinde metamorfizma ve kayatürü özellikleri açısından farklılık gösteren iki büyük kayastratigrafi birimi topluluğu yer alır. Bunlar; metamorfizma gösteren istif "**Istranca Birliği**" ve metamorfizma göstermeyen istif ise "**İstanbul Birliği**" 'dir.

"İstanbul Birliği", Boğaz'ın her iki yakasında ve Kocaeli yarımadasında geniş alanlar kaplayan Paleozoyik ve Mesozoyik yaşta metamorfizma göstermeyen kaya birimlerini içerir. Alt Ordovisiyen yaşta karasal çökeltiler, İstanbul Birliği'nin en yaşlı kaya birimini oluşturur. "**Kurtköy Formasyonu**" adıyla bilinen Alt Ordovisiyen yaşlı istifin tabanı İstanbul ve çevresinde açığa çıkmamış olmasına karşın, Armutlu yarımadası ve Bolu yöresinde şist, gnays ve meta-mağmatitleri kapsayan İfrakambriyen yaşta metamorfik bir temeli açısız uyumsuzlukla üstlediği bilinmektedir (**İBB, 2006**).

Yaklaşık 450-500 milyon yıl öncesine karşılık gelen Erken Ordovisiyen başlangıcında İstanbul ve yakın dolayını kapsayan bir kara parçası üzerinde akarsu, göl ve olasılıkla lagün çökeltileriyle temsil edilen karasal ortam koşulları egemen olmuştur (**İBB, 2006**).

Erken-Orta Ordovisiyen ile birlikte bölge, plaj ortam koşullarında çökelmiş "**Aydos Formasyonu**"nun kuvarsitleriyle temsil edilen bir transgresyonla başlayan, Silüriyen ve Devoniyen'de giderek derinleşen tektonik bakımdan duraylı bir denizle kaplanır.

Bu süreçte yaşlıdan gence doğru, miltaşı-kumtaşı ile temsil edilen **“Yayalar Formasyonu”** (Alt Ordovisiyen), şelf tipi sığ deniz karbonat çökelimini yansıtan **“Pelitli Formasyonu”** (Alt Ordovisiyen-Silürüyen), düşük enerjili açık şelf ortamını temsil eden, bol makrofosilli, seyrek kireçtaşı arakatkılı mikalı şeyilleri kapsayan **“Kartal Formasyonu”** (Alt-Orta Devoniyen) gelişmiştir (**İBB, 2006**).

Karbonifer-Permien aralığında etkin olan tektonik hareketlere bağlı olarak, bölgede günümüzdeki yönlere göre kabaca K-G eksen gidişli kıvrım ve D-B yönlü düşük açılı ters ayrılımlı faylar gelişmiştir. Üst Kretase yaşlı **“Çavuşbaşı Granodiyoriti”** ile Paleozoyik istifinde yoğun olarak görülen andezitik volkanik dayklar bu dönemde gelişmiştir (**İBB, 2006**).

Eosen’de Anadolu’nun büyük bölümünü ekisi altına alan kompresif hareketler, İstanbul yöresini de kapsayan Marmara havzasında yoğun kıvrımlanma ve faylanmalara neden olmuştur. Kabaca Kuzey-Güney doğrultulu olan bu hareketlere bağlı olarak gelişen özellikle KB-GD ve KD-GB eksen gidişli fay ve eklem sistemleri, gerek boğazların ve gerekse bölgenin büyük akarsu vadilerinin bu doğrultulara uygun zikzaklı gidişlerini denetleyen olan zayıflık zonlarının oluşmasına neden olmuştur (**İBB, 2006**).

### **3.6. Ekonomik Jeoloji**

İnceleme alanında bulunan Kurtköy Formasyonunda kırıklar boyunca gelişmiş ileri derecede ayrışmalar bulunmakta ve içerisindeki kil oranı yüksek olmasından dolayı dayanımsız zemindirler. Bu nedenle Ekonomik olarak değerlendirilmesi zordur. Aydos Formasyonu büyük bölümüyle kuvarsitlerden (kuvarsarenit) oluşmaktadır.

Kuvarsitler genellikle % 90’ın üzerinde kuvars tanesi kapsar silis çimentoludur, kuvarsarenit türü egemendir. Ayrıca Aydos Formasyonu içerisinde önceden işletilmiş taşocağı bulunmaktadır. Büyük bölümü kireçtaşından oluşan Pelitli Formasyonunun üst kesimini yumrulu kireçtaşı düzeyini kapsamaktadır. Pelitli Formasyonundaki kireçtaşları agrega kullanımına uygundur. İstanbul’un Anadolu yakasında Ömerli beldesi ve Ömerli barajını çevreleyen geniş bir alanda yüzeyleyen kil, kum, çakıl birikintileri, Ömerli Formasyonu olarak bilinmektedir. Ömerli Formasyonu içerisinde bulunan kum, kil ve çakıl boyutundaki malzemeler eleklerden geçirilerek gerekli analizlerin yapılması sonucunda uygun görüldüğü takdirde inşaat ve yol şantiyelerinde kullanılabilir. Kurtköy Formasyonu’nun arkozları olmak üzere

Paleozoyik yaşıta çeşitli kaya birimlerini kesen ve onların anklavlarını kapsayan Çavuşbaşı Granodiyoritinde dokanak zonu boyunca belirgin olarak kontak metamorfizma zonu gelişmiş, ileri derecede ayrışma gösterdiği ve yüzeye yakın kesimlerinde arenaya dönüştüğünden blok alımı mümkün değildir. Dolayısıyla Ekonomik bir değeri bulunmadığı söylenilebilir. Ayrıca İnceleme alanı içerisinde bulunan Vakıflar Taşdelen kaynak suları, şu ana kadar yeterli ekonomik fizibilite çalışmaları yapılmadığından içme suyu kullanımı açısından kullanımı yeterli düzeyde değildir (Şekil 3.18 ve Şekil 3.19). Dolayısıyla Taşdelen kaynak sularının da bölgeye ekonomik açıdan fazla bir yararı bulunmamaktadır.



Şekil 3.18: Vakıflar Taşdelen Kaynak Suyu İşletmesinden Genel Görünümü.



Şekil 3.19: Vakıflar Taşdelen Kaynak Suyu Dolum Makinesi.

## **4. HİDROLOJİ**

Doğada su sürekli dolaşım halindedir. Bu dolaşımında 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 Güneyi ve çevresinin hidrolojik özelliğinin tanımlanabilmesi amacıyla mevcut drenaj ağını oluşturan akarsu, kuru dereler, kaynak ve kuyuların özellikleri hakkında bu bölümde bilgi verilmektedir. Ayrıca yapılan hidrojeoloji haritasında (EK C) bu öğelerin yerleri belirtilmiştir.

### **4.1. Su Noktaları**

Elmalı Su Havzası alanı içinde yer alan Elmalı Barajı, akarsular, göller ve çeşitli türde su noktaları; kaynaklar, çeşmeler, adi ve keson kuyular ile su sondajı kuyuları 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 tanımlanmış, varsa özel isimleri belirtilmiş ve bunlar gerek ayrı çizelgeler halinde, gerekse “Elmalı Su Havzası Hidrojeoloji Haritası” üzerinde gösterilmiştir.

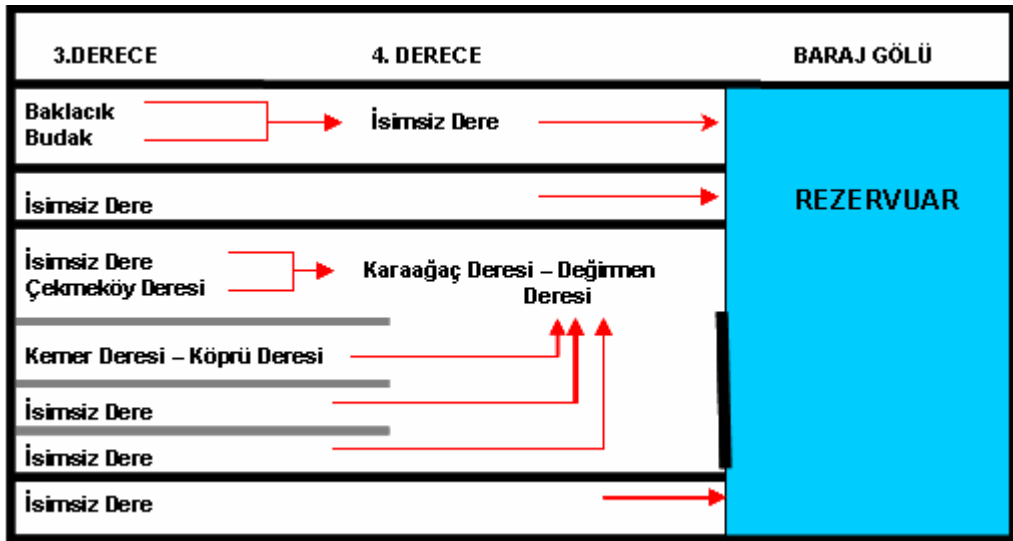
#### **4.1.1. Akarsular ve Drenaj Ağı**

Elmalı Havzasının 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 Elmalı Havzası’nda yağışla gelen sular doğu ve güneydoğudan gelen iki ana dere vasıtasıyla havzada bulunan membaa yakın ilk barajda toplanmaktadır. Bu iki kol Elmalı Barajı Gölü içerisinde birleşerek 1950 yılında inşa edilmiş olan barajı

beslemektedir. Güneydoğudan kuzeybatı yönelimiyle gelen Çekmeköy ve Köprü derelerinin birleşimiyle oluşmuş olan Değirmen Dere barajı beslemektedir. Köprü Deresi'nin membainda bulunan Kemer Deresi güneyde Kayış Dağı'na kadar uzanmaktadır (İBB-İMP, 2006).

Şekil 4.1.'de Horton (1945) ve Strahler (1952) tarafından geliştirilen dere kademelenme sistemine göre Elmalı Havzası'nda bulunan derelerin listesini sınıflandırılmış kademeleriyle 3. dereceden mecralardan başlayarak akış yönlerine göre sistematik olarak sunulmaktadır. 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. Havzadaki mecra derecesi arttıkça havza alanı büyür, toplam mecra uzunluğu fazlalaşır ve yüzeysel akış debisi artar (Şen, 2002). Belirlenen dere kademelerine göre bu çalışmanın ileriki aşamalarında dere koruma bantları önerilmektedir.



Şekil 4.1: Elmalı Havzası Güneyinde Kademelerine ve Akış Yönlerine Göre Dere Listesi.

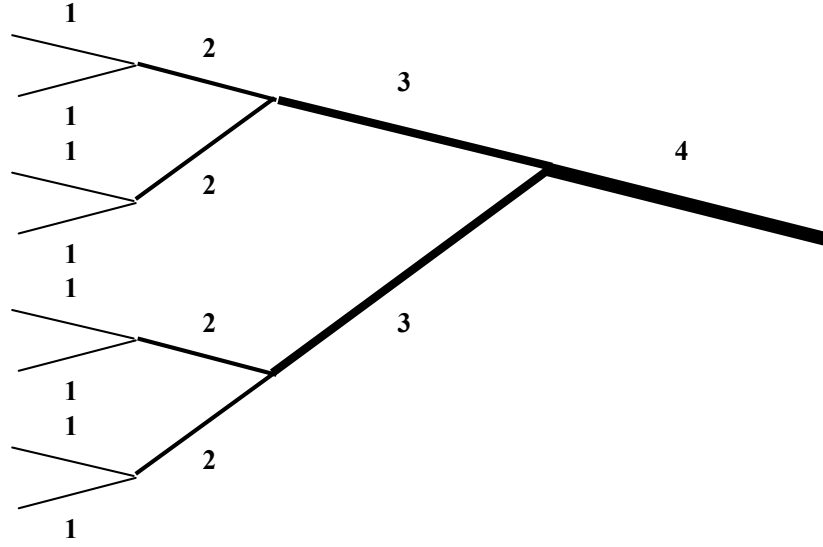


Şekil 4.2: İnceleme Alanında Yer Alan Dereden Genel Görünüm.

Drenaj hatlarında ise “Strahler Drenaj Derecesi”ne göre kodlanarak tanımlanması kapsamında bir yol izlenmiştir. Drenaj alanı sınırına (su bölüm çizgisine) en yakın bulunan ve sürekli ya da mevsimlik akış yatağı belirgin olan haritaya geçirilmiş ilk en küçük akış (drenaj) hattı “1. Derece Drenaj Hattı” olarak kodlanarak tanımlanır. İki adet “1. Derece Drenaj Hattı”nın birleşmesiyle oluşan drenaj hattı “2. Derece Drenaj Hattı” ve yine iki adet “2. Derece Drenaj Hattı”nın birleşmesiyle de “3. Derece Drenaj Hattı” şekillenir. İşleme bu sistematik içinde devam edilmesi ile tüm drenaj ağı kodlanarak bu alanın en büyük kodlu drenaj hattı, yani ana akarsuyu tanımlanmış olur (**Horton, R. E., 1945**). Bu bağlamda, Proje konusunu oluşturan Elmalı Su Havzası için tanımlanan en büyük Strahler Drenaj Derecesi “4” olarak belirlenmiştir (Şekil 4.3).

İSKİ'nin belirlediği koruma bantları sürekli akan dereler için standart 100 m'dir. Elmalı Havzası'nda yukarıda açıklanan dere kademelenmesi yaklaşımı çerçevesinde belirlenen bazı mecralar İSKİ koruma bantları kapsamı dışında kalırken, bazıları da kademelenme seviyesinin ötesinde korunmaktadır (Tablo 4.1) Tampon bölgeler eşzamanlı olarak ihtiyaç dahilinde sel ve taşkınlardan korunma amaçlı dere ıslah yapıları için de kullanılmaktadır. Bu mesafelerin belirlenmesinde literatürden dünyanın çeşitli ülkelerindeki uygulamalar izlenmiş ve Türkiye'nin koşulları göz önüne alınmıştır.





Şekil 4.3: Strahler Yaklaşımı İle Bir Akarsuyun Drenaj Hatlarının Oluşturulması.

Göl ve derelerin korunmasında sadece yasaklama kısıtları ile yetinilmemesi, kuşaklardaki arazi kullanımlarına yönelik plan karar ve uygulamalarına da açıklık getirilmesi çok önemlidir. Kullanıcıların bilgisizliği, ihmali ve suiistimalinden kaynaklanabilecek sorunlar için de ayrıca eğitim ve yaptırım önlemlerinin belirlenmesi kaçınılmazdır.

Koruma kuşakları su kaynaklarının yanı sıra bölge ekolojisinde korunması için önemlidir. Bu amaçla iklime ve coğrafyaya uygun bitki ve ağaç türlerinin koruma kuşaklarında kullanılması önemlidir.

Tablo 4.1: İçmesuyu Havzaları Koruma Kuşakları Üzerine Yönetmelik ve Öneriler.

İSKİ İçmesuyu Havzaları Koruma ve Kontrol Yönetmeliği (İptal Edilen)		İSKİ İçmesuyu Havzaları Yönetmeliği (Taslak)		İMP Doğal Yapı Grubu Büyükçekmece İçmesuyu Havzası Koruma Önerisi	
<b>Göl Koruma</b>		<b>Göl Koruma</b>		<b>Göl Koruma</b>	
Mutlak Koruma	0 - 300 m	Mutlak Koruma	0 - 300 m	Mutlak Koruma	0 - 300 m
Kısa Mesafe Koruma	300 - 1000 m	Kısa Mesafe Koruma	300 - 1000 m	Kısa Mesafe Koruma	300 - 1000 m
Orta Mesafe Koruma	1000 - 2000 m	Orta Mesafe Koruma	1000 - 2000 m	Orta Mesafe Koruma	1000 - 2000 m
Uzun Mesafe Koruma	2000 - Havza Sınırı	Uzun Mesafe Koruma	2000 - Havza Sınırı	Uzun Mesafe Koruma	2000 - Havza Sınırı
<b>Dere Koruma</b>		<b>Dere Koruma</b>		<b>Dere Koruma</b>	
İSKİ tarafından belirlenen dereler için sabit 100 m		İSKİ tarafından belirlenen dereler için sabit 100 m		6. Kademe - 100 m 5. Kademe - 80 m 4. Kademe - 50 m 3. Kademe - 30 m	
<b>Kullanım ve Yoğunluk Kararları</b>		<b>Kullanım ve Yoğunluk Kararları</b>		<b>Kullanım ve Yoğunluk Kararları</b>	
Arazi kullanım türleri yönetmeliklerle sınırlandırılmış,		Arazi kullanım türleri yönetmeliklerle sınırlandırılmış,		Arazi kullanım türleri yönetmeliklerle sınırlandırılmış,	
Yoğunluk ve minimum parsel büyüklüğü yönetmelikle belirlenmiştir.		İmar yoğunlukları planlama kararlarına bırakılmıştır.		İmar yoğunlukları İMP bünyesinde sürdürülen planlama kararlarına bırakılmıştır.	

İnceleme alanının içinde ve çevresinde, düşük debili yüzey suları bulunmaktadır. İnceleme alanı içerisine giren ve bu çalışmada deneyleri yapılan yüzey suları sırasıyla D 1 (DC-12), D 2 ( DC-20 ), D3 (DC-21) olarak adlandırılan sulardır (Tablo 4.2.). D 1 (DC-12) yüzey suyu, Elmalı havzası güneyinde Elmalı Baraj Gölünde yer almaktadır. D 2 (DC-20) yüzey suyu Elmalı Su Havzası Güneyinde Baklacık deresi üzerinde, D 3 (DC-21) ise yine Elmalı Baraj Gölüne dökülen Baklacık Deresinin kuzey batısında bulunan ve rezervuara suyunu döken dere üzerinde bulunmaktadır.

Tablo 4.2: İnceleme Alanında Yüzey Sularının Koordinatları.

Yüzey Suları	X	Y
D 1 (DC-12)	426081	4549474
D 2 (DC-20)	427705	4547427
D 3 (DC-21)	427037	4548707



Şekil 4.4: İnceleme Alanı İçerisinde Yer Alan Yüzey Suyu Islah Çalışması.



Şekil 4.5: İnceleme Alanında Bulunan Yüzey Suyundan Örnek Alma.

#### 4.1.2. Elmalı Baraj Gölü

Havzalar buldukları kente su sağlayan birer üretim merkezi gibidirler. Bu üretimde en önemli girdiler yağmur, kar vb. yağışlar olmakta, elde edilen ürün ise baraj gölünde biriken su olmaktadır.

İstanbul'un su ihtiyacının karşılandığı temel su kaynaklarından biride Anadolu yakasında bulunan Elmalı Havzasıdır. Elmalı Havzası İstanbul'un Kocaeli Yarımadası'nda Anadolu yakasında bulunmakta olup, havza alanının büyük kısmı Beykoz ve Ümraniye, küçük bir kısmı ise Kartal ve Maltepe ilçeleri sınırları içerisinde yer almakta, Ömerli Havzası ile komşu havza durumunda bir su kaynağı olarak bulunmaktadır.

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<sup>2</sup>'lik gölalanı ve 9,6 hm<sup>3</sup>'lük su tutma kapasitesiyle İstanbul'daki en küçük baraj olma özelliğini taşıyan Elmalı Barajı, İstanbul'un diğer barajlarına göre oldukça küçük (83,4 km<sup>2</sup>) bir su toplama alanına sahiptir. 15 milyon m<sup>3</sup>'lük yıllık verimiyle şehrin su ihtiyacını karşılamada sınırlı da olsa katkısı bulunmaktadır (Tablo 4.4). 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. Elmalı Havzası diğer havzalara göre oldukça küçük bir su toplama alanına sahip olmasına karşılık, yapılaşmış alanın havza alanına göreceli büyüklüğünün en yüksek olduğu havzadır (**İSKİ, 1999**).

Elmalı Barajı Su Toplama Havzası diğer havzalara göre kapasitesi oldukça küçük fakat buna rağmen çevresindeki yerel talebi karşılamakta olan bir su havzasıdır. Elmalı Havzasında Göksu Deresi Vadisinin suları, ilki 1893, ikincisi ise 1950 yılında aynı dere üzerinde inşa edilmiş sıralı iki baraj ile kontrol altına alınmıştır ve kentsel kullanımlara tahsis edilmiştir (**İBB, 2006**). Elmalı Barajı I ve II içme ve kullanma suyu ihtiyacını gidermeye başlamıştır. İstanbul'un % 2.6'lık kullanma payı ile son sırasında bulunan Elmalı (I ve II) Barajları, 5.000.000 m<sup>3</sup> kapasiteli, toplam 1,12 km<sup>2</sup> alanlı baraj gölüne de sahiptir (**İBB, 1995; DSİ, 2000**).

Elmalı Barajlarından ilki "Elmalı Barajı I" adını almakta (Şekil 4.6) olup inşaatı 1891 yılında başlamış, 1893 yılında işletmeye açılmıştır. Baraj yaklaşık 2,5 km<sup>2</sup> 'lik bir drenaj alanına sahip olup yıllık bürüt kapasitesi 1,7 hm<sup>3</sup>, yıllık etkili kapasitesi 1,5 hm<sup>3</sup> 'tür. Elmalı Barajı II adıyla adlandırılan baraj ise (Şekil 4.7) 1952 yılında inşaatına başlanmış ve baraj 1955 yılında işletmeye açılmıştır. Barajın drenaj alanı Elmalı Barajı I 'e göre çok daha fazla olup yaklaşık 79 km<sup>2</sup>dir.

Elmalı II Barajına yıllık ortalama su girişi 32 hm<sup>3</sup>, emniyet verimi 14,7 hm<sup>3</sup>, bürüt ve etkili kapasitesi 10 hm<sup>3</sup>'tür. Elmalı Barajı II 'nin minimum işletme kotu +37,5 metre olup maksimum işletme kotu ise +67,5 metredir. Tam dolulukta barajın rezervuar alanı 1,13 km<sup>2</sup> olarak belirlenmiştir (**Bayat, v.d, 2001**). Baraj yapıldığı yıllarda Anadolu yakasının su ihtiyacını karşılayan tek tesis konumundadır (Şekil 4.8 ve Şekil 4.9). Elmalı Barajları'na ait genel bilgiler Tablo 4.3'de verilmektedir.



Şekil 4.6: Elmalı Barajı I'in Genel Görünümü.



Şekil 4.7: Elmalı Barajı II'nin Genel Görünümü.



Şekil 4.8: Elmalı Baraj Gölünden Genel Görünüm.



Şekil 4.9: Elmalı Baraj Gölünden Genel Görünüm.

Tablo 4.3 incelendiğinde talep büyüklüğüne göre inşa edilmiş olan barajların su tutma kapasiteleri ise oldukça sınırlı olduğu görülmektedir. Şiddetli yağışların gözlendiği dönemlerde gelen aşırı debi barajın su tutma kapasitesini aşmakta, güneyde kalan bölgelerdeki yerleşim birimlerinde taşkınlara yol açtığı belirlenmiştir (İBB, 2006).

Tablo 4.3: Elmalı Barajı Karakteristik Özellikleri (Bayat, v.d, 2001).

Göl / Rezervuar / Gölet Adı		Elmalı Seddeleri
Bulunduğu Havza		Marmara
Alt Havza		Elmalı ( Elmalı I - Elmalı II)
Yüz ölçümü ( m <sup>2</sup> )	Göl Alanı	Elmalı I 2,8 km <sup>2</sup> - Elmalı II 0,5 km <sup>2</sup>
	Yağış Alanı	2,5km <sup>2</sup> Elmalı I - 79 km <sup>2</sup> Elmalı II
Rakım ( m )		14,75m Elmalı I - 26,00 Elmalı II
Korunma Statüsü		İçmesuyu Barajı ( SKKY'ne göre)
Kullanım Amacı		İçmesuyu
Derinlik	Maksimum Derinlik ( m )	19,75 m - 42,5 m
	Ortalama Derinlik ( m )	9,08m Elmalı I – 20,75 m Elmalı II
Ortalama Su Sıcaklığı (° C )		16,1 ° C
Hacim ( m <sup>3</sup> )		9 900 000 m <sup>3</sup> /yıl -1 700 000 m <sup>3</sup> /yıl
Göle Etki Eden Kirlilik Kaynakları ( Evsel, Endüstriyel, Tarımsal )		Evsel+ Endüstriyel
Jeolojisi		
Göl Florası		Flora çalışması bulunmamaktadır.
Göl Faunası		Fauna çalışması bulunmamaktadır
Göl Tipi( Oligotrofik, Mezotrofik, Ötrofik )		ÖTROFİK ( Fosfor değerine göre)
Konumu	Koordinatları	676 <sup>720</sup> - 4549 <sup>440</sup> - 677 <sup>900</sup> -4549 <sup>570</sup>
	Mansaptan Uzaklığı*(km)	0,72 km -1,0 km

Alt Gruplar	Tesisin Adı	Hizmete Giriş Yılı <sup>[1]</sup>	Bölümlüğü Dere/Gölü adı <sup>[1]</sup>	Yıllık Verim (Milyon m <sup>3</sup> /yıl) <sup>[4]</sup>	Yıllık Verimin Kullanılan Kaynaklardaki Payı (%)	Yıllık Verimin Toplam Kaynaklardaki Payı (%)	Havza Alanı (km <sup>2</sup> ) <sup>[1]</sup>	Havzadaki Dahilindeki Yüzde Miktarı	Havza Alanının Toplamındaki Payı (%)	Azami Hacim (Milyon m <sup>3</sup> ) <sup>[4]</sup>	Göl Alanı (km <sup>2</sup> ) <sup>[1]</sup>	Azami Seviye (m) <sup>[4]</sup>	Asgari Seviye (m) <sup>[4]</sup>	Yıllık Ortalama Yağış (mm) <sup>[1]</sup>	Ortalama Yüzeysel Akış Katsayısı (%) <sup>[3]</sup>	
																Yıllık Verim (Milyon m <sup>3</sup> /yıl) <sup>[4]</sup>
Avrupa	KYSK	1883 - 1972	Terkos Gölü	142	14,9	6,2	736,2	---	22,3	162,2	41,7	4,5	-2,0	750	35	
		1989	B.Cekince Gölü	100	10,5	4,4	631,6	100,0	19,1	148,9	27,5	6,3	0,3	700	50	
		1998	Suzudere	55	5,8	2,4	168,7	100,0	5,1	88,7	9,9	22,4	21,5	627	58	
		1972	Alibeyköy Barajı	36	3,8	1,6	158,9	100,0	4,8	34,1	4,3	26,0	11,0	837	40	
		1995	Düzdere	4,5	0,5	0,2	9,9	100,0	0,3	-	-	-	-	950	-	
		1995	Kızıldağ Barajı	11,3	1,2	0,5	33,0	100,0	1,0	-	-	-	-	950	-	
		1995	Biyükekmece Barajı	28,4	3,0	1,2	79,6	100,0	2,4	-	-	-	-	950	-	
		1997	Elmalıdere Regülatörü	11,6	1,2	0,5	23,8	30,7	0,7	-	-	-	-	-	730	-
		1997	Sultanbuhçedere Barajı	19,4	2,0	0,8	49,7	0,0	1,5	-	-	-	-	-	730	-
		1997	Kazandıre Barajı	100	10,5	4,4	314,5	0,0	9,5	16,4	1,7	28,0	12,5	750	-	
2000	Papuçdere Barajı	60	6,3	2,6	176,3	0,0	5,3	54,6	5,4	28,0	12,0	750	-			
Asya	KYSK	1453-1893	-	10	1,1	0,4	19,7	100,0	0,6	-	-	-	-	-	-	
		1996	-	30	3,2	1,3	-	100,0	-	-	-	-	-	-	-	
		1972	Çayağaç Çayı	220	23,2	9,6	608,7	70,6	18,4	235,4	21,1	62,0	46,0	880	45	
		1989	Darılık Barajı	97	10,2	4,2	207,2	52,9	6,3	107,5	6,3	52,0	21,5	880	59	
		1893-1950	Göksu	15	1,6	0,7	83,4	100,0	2,5	9,6	1,1	67,5	38,0	-	-	
		1992	Yeşil Dere	10	1,1	0,4	-	100,0	-	-	-	-	-	-	-	
		<b>A r a T o p l a m</b>	<b>950</b>	<b>100,0</b>	<b>41,6</b>	<b>3301</b>	<b>100,0</b>	<b>863,77</b>	<b>100,0</b>	<b>639,0</b>	<b>987,00</b>					
		PA	2005	Göksu ve Çanak Dereleri	145	6,3	26,3	680	0,0	0,0	639,0	987,00				
			Melen Projesi <sup>[3]</sup>	1190	52,1	2317	2997	639,0	987,00							
		<b>G e n e l T o p l a m</b>	<b>1335</b>	<b>58,4</b>	<b>100</b>	<b>6298</b>										

KYSK: Kente Yakın Su Kaynakları  
KUIDSK: Kente Uzak veya II. Dış Su Kaynakları  
BYSK: Benler ve Yeraltı Su Kaynakları  
PA: Proje Aşamasında

[1] İSKİ (2002) Faaliyet Raporundan düzenlenmiştir.  
[2] "Benler ve Yeraltı Su" ile ilgili maddede sadece benlere ait havza alanları verilmiştir.  
[3] İSKİ (1999) Master Plan.  
[4] İSKİ (2005) Günlük Su Faaliyet Raporu. Su İşleri ve Dağıtım Daire Başkanlığı.  
[5] Küçükçekmece Gölü Havzası içerisinde bulunmaktadır.  
[6] İskay ve Suçukulu Barajları olanak tasarlansın, fakat teknik problemler sebebiyle regülatör olarak kullanıma elverişli değildir.  
[7] Havza alanları İMP tarafından üretilen GIS verilerinden elde edilmiştir.

Şekil 4.10: İstanbul'un Mevcut Su Kaynakları İçerisinde Elmalı Rezervuarının Yeri.



Elmalı Havzası'nda rezervuarı besleyen toplam 11 adet dere bulunmaktadır. Bunlardan inceleme alanını besleyen beş dere bulunmaktadır. Bunlar; Budak Dere, Çekmeköy Deresi, Karaağaç Deresi, Değirmen Dere ve Köprü Deresidir (**İSKİ içmesuyu havzaları Yönetmeliği taslak metni ve İSKİ mutlak koruma bantları haritası**). Bu derelerden Baklacık- Budak Dereleri birleşerek direk rezervuara akmaktadır. Çekmeköy Deresine, Kemer Deresi gelerek birleşmekte ve Karaağaç - Değirmen Deresi adını alarak Baraj gölüne akmaktadırlar.

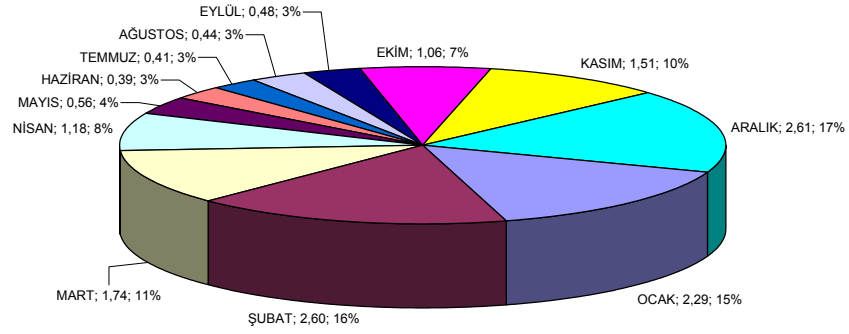
Elmalı barajındaki yüzeysel akışlara bakıldığında ise: İSKİ, tüm rezervler için 1994 yılından günümüze kadar aylık bazda rezervuarlara su giriş kayıtlarını tutmuş olduğu belirlenmiştir. Bu kayıtlara bağlı olarak rezervlerin emniyetli verimleri değerlendirilmektedir. Tablo 4.4'de 1994–2006 yılları arası İstanbul İli'ne su sağlayan rezervlere giren ortalama aylık toplam su miktarları sunulmuştur. Detayda Elmalı Barajı'na gelen aylık su girdi değerleri Şekil 4.11'de grafikleştirilerek gösterilmektedir.

Tablo 4.4: 1994–2006 Yıllarında Rezervlere Gelen Aylık Su Miktarlarında Elmalı Rezervuarının Payı (Milyon m<sup>3</sup>).

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
<b>TOPLAM :</b>	<b>153,4</b>	<b>140,8</b>	<b>108,2</b>	<b>69,9</b>	<b>27,7</b>	<b>16,4</b>	<b>12,5</b>	<b>20,6</b>	<b>22,4</b>	<b>36,9</b>	<b>57,1</b>	<b>176,9</b>	<b>842,8</b>

[1] Ortalamalar 1998-2006 yılları arası kayıtlardan elde edilmiştir.

Elmalı Baraj Gölü'ne ortalama 15,3 milyon m<sup>3</sup>/yıl'lık bir debi girişi söz konusudur. Elmalı Baraj Gölü'ne giren su miktarının yaklaşık 0,7 milyon m<sup>3</sup>/yıl'i buharlaşmaktadır buda %5'e denk gelmektedir. 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.



Şekil 4.11: Elmalı Rezervuarı'na Ortalama Aylık Su Katılım Değeri (hm<sup>3</sup>) ve Payları (%) (1994–2006).

#### 4.1.3. Kaynaklar, Çeşmeler

Yeraltısuyunun, noktasal olarak nitelendirilebilecek çok küçük alanlardan olan doğal boşalimleri şeklinde tanımlanan kaynaklar Elmalı Su Havzası içinde genellikle mevsimlik akış göstermekte ve 1/25.000 ölçekli topoğrafik harita paftaları üzerinde esas olarak “kaynak” şeklinde tanımlanmış bulunmaktadır.

Kaynaklar; geçirimli – yarıgeçirimli ortamlardan tabaka veya dokanak kaynağı şeklinde, geçirimsiz – yarıgeçirimsiz ortamlardan da çatlak – fay kaynağı türünde boşalan, su kaliteleri içinde dolaştıkları litolojik birimlerin kimyasal bileşimine bağlı bulunan ve bazıları düşük – çok düşük debili kaynaklar özelliğindedir. Bu tür kaynaklardan akış devamlılığı ve debisi göreceli olarak uygun görülen bazılarından çevredeki küçük yerleşim birimlerine sürekli ve korumalı kullanımla su temin etmek için “çeşme” türünde kaptajlar tesis edilerek yararlanılmaktadır.

Yapılan envanter çalışması sonunda Elmalı Su Havzası Hidrojeoloji Haritası üzerine aktarılan su noktalarından “kaynak”ların ve “çeşme”lerin sayısı, sırasıyla 15 ve 2 olmak üzere toplam 17 adettir (Şekil 4.14, Tablo 4.5). Bu kaynaklardan K 15 (DC-22) adı verilen kaynak kimyasal analiz için örneklenmiştir.

Tablo 4.5: Elmalı Su Havzası İçinde Yeralan Kaynaklar ve Çeşmeler (DC-22 Kodlu Kaynak Kimyasal Analiz İçin Örnek Alınan Kaynaktır).

KAYNAK / ÇEŞME NO.	X	Y
K 1	427790	4547480
K 2	428462	4548312
K 3	431872	4546841
K 4	431528	4544903
K 5	429664	4548658
K 6	430033	4548271
K 7	433016	4546078
K 8	429243	4547939
K 9	427294	4546992
K 10	429952	4547441
K 11	431714	4546845
K 12	431465	4546918
K 13	430906	4541903
K 14	430294	4541644
K 15 (DC-22)	433059	4546268
Ç 1	432117	4542324
Ç 2	430918	4546811

#### 4.1.4. Kuyular

İnceleme alanı içerisinde pek çok sayıda yeraltı su kaynağına rastlanmaktadır. Bu kaynakların bir kısmı İSKİ tarafından açılmış adi ve keson kuyular olarak gözlemlenirken bir kısmı ise yerleşim bölgelerinde özel mülkiyet içerisinde bulunmaktadır (Şekil 4.14).

##### 4.1.4.1. Adi Kuyular, Keson 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. Havza'nın özellikle Çavuşbaşı Formasyonu güney eteğindeki aşırı ayrışmış kesim içinde açılmış olan ve geçmişte İstanbul'un kent içi eski ahşap evlerinin ve yazlıklarının hemen her birinin arka bahçelerinde yeralan, fakat günümüzde bu niteliğini kaybetmiş veya harap olmuş bulunan bu türden kuyulardan artık daha çok kısıtlı yerel amaçlar doğrultusunda yararlanılmaktadır (İBB, 2006). Bu nedenle topoğrafik haritalarda gösterilmiş olan kuyuların, yerleşme – yapılaşma alanlarındakileri değil, esas olarak kırsal alanda açılmış olanları işaret ettiği söylenebilir. Yapılan envanter çalışması sonunda Elmalı Su Havzası Hidrojeoloji Haritası üzerine aktarılan “adi / taş örgü kuyu” tipindeki su noktalarının toplam sayısı 33 adettir (Şekil 4.14, Tablo 4.6).

Tablo 4.6: Elmalı Su Havzası İçinde Yeralan Adı / Taş Örgü Kuyular (DC Kodlu Olanlardan Örnek Alınmıştır).

KUYU NO.	X	Y
Ku 1	427519	4549027
Ku 2	427064	4549418
Ku 3	427956	4549175
Ku 4	428496	4549334
Ku 5	428481	4549097
Ku 6	427619	4548686
Ku 7	427320	4548972
Ku 8	428661	4549213
Ku 9	428948	4549248
Ku 10	427211	4549276
Ku 11	426892	4549311
Ku 12	428320	4549220
Ku 13	429160	4549170
Ku 14	428414	4548657
Ku 15	427457	4548813
Ku 16	427349	4549421
Ku 17	427526	4549305
Ku 18	428222	4549039
Ku 19	431042	4546401
Ku 20	430428	4538176
Ku 21	431962	4544899
Ku 22	431165	4546832
Ku 23	431120	4547056
Ku 24	430924	4546996
Ku 25 (DC-13)	431586	4543501
Ku 26 (DC-14)	432063	4542807
Ku 27 (DC-15)	431115	4544789
Ku 28 (DC-16)	430681	4545576
Ku 29 (DC-17)	430929	4546109
Ku 30 (DC-18)	431422	4547000
Ku 31 (DC-19)	429196	4548373
Ku 32 (DC-23)	428723	4549263
Ku 33 (DC-24)	430405	4544938

İnceleme alanında bulunan ve analizi yapılan kuyular genellikle sulama amaçlı kullanılmakta olup bölgenin doğusunda yer alan Taşdelen yeraltı su kaynağı ise diğerlerinden farklı olarak bölgede içme suyu sağlamaktadır (K 15). İnceleme alanında bulunan ve analizi yapılan kuyuların kuyu ağız kotları (Tablo 4.7) verilmiştir.

Tablo 4.7: İnceleme Alanındaki Örnek Alınan Kuyuların Kuyu Ağız Kotları.

Kuyu	Kuyu Ağız Kotu (m)
Ku 25 (DC- 13)	20
Ku 26 (DC -14)	150
Ku 27 (DC- 15)	20
Ku 28 (DC- 16)	40
Ku 29 (DC- 17)	30
Ku 30 (DC- 18)	20
Ku 31 (DC- 19)	30
K 15 (DC- 22)	15
Ku 32 (DC- 23)	20
Ku 33 (DC -24)	5

İnceleme alanı içerisinde bulunan yeraltı su kaynağı olan kuyuların derinlikleri yaklaşık 20 – 40 metre civarındadır. DC-24 ve DC-14 kuyularında ise en düşük (5-150 metre) ve en yüksek derinlik değerleri gözlenmektedir.



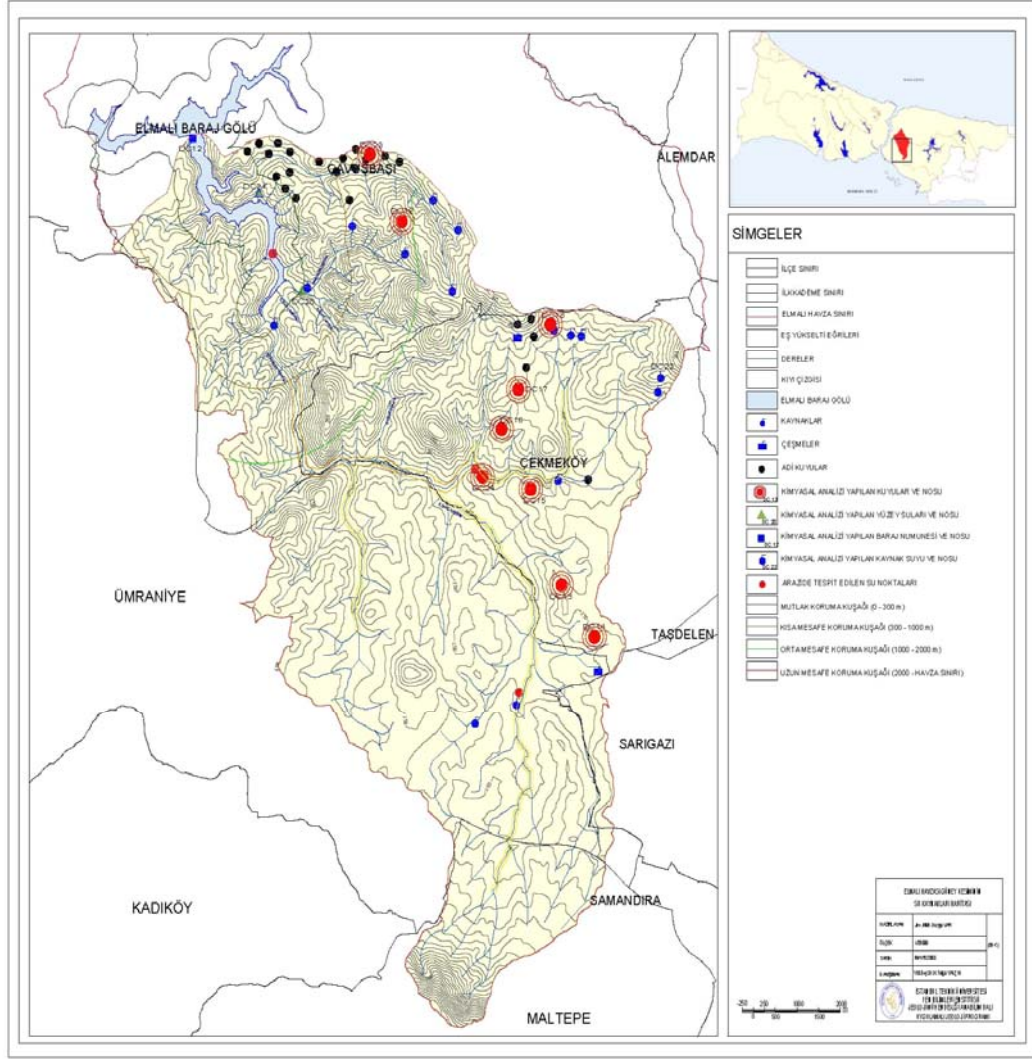
Şekil 4.12: İnceleme Alanında Özel Mülkiyet Alanı İçerisinde Bulunan Kuyu.



Şekil 4.13: İnceleme Alanı İçerisinde Bulunan Adi Kuyu (Derinlik 6 metre).

#### 4.1.5. Sondaj Kuyuları

İstanbul; özellikle hızlı nüfus artışının ve denetim altına alınamayan kent dışı yapılaşmalardaki aşırı yayılımının neden olduğu hemen her tür sorunu içinde önemli bir yer tutan gereken su miktarı ve şebekesindeki yetersizliğin faturasını, stratejik bir doğal kaynak niteliği taşıyan yeraltısularını aşırı zorlayarak ve sonuçta büyük oranda tüketerek ödemiştir. Bu noktaya gelişte, yasa ve yönetmelikler nezdinde izin verilmemekle beraber, bilinçsiz ve denetimsiz biçimde açılmalarına bir yerde göz yumulan sayısız su sondajı kuyusu ana neden olmuştur. Bu çalışma kapsamında, Elmalı Su Havzası içinde özellikle son 15 yıl içinde açılmış olan sayısız su sondajı kuyusundan kaydı bulunan bir kaçının harita üzerine geçirilmesi, bölgede sanki başka sondaj kuyusu yokmuş veya varsa bile önemsiz bir sayıdaymış gibi yanlış bir anlamaya yol açmamak düşüncesiyle tercih edilmemiştir.



Şekil 4.14: İnceleme Alanının Su Kaynakları Haritası.

### 4.3. Hidrojeolojik Ortamlar

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. Bu hidrojeolojik ortamlar geçirimsiz ortam, geçirimli kaya ortam ve geçirimli taneli ortam olarak üç farklı grupta incelenmiştir.

Ayrıca bu ortamlar, aralarındaki konum ve geometrik bulunuş şekillerine göre varlığı belirlenen su taşınabilirlik türündeki hidrojeolojik ortamın belli başlı özellikleri bakımından da bu bölümde ele alınmıştır ve inceleme alanındaki hidrojeolojik ortamların haritası yapılmıştır (EK C).

#### **4.2.1. Geçirimli Taneli Ortam (Gçt)**

İnceleme alanı içerisinde sınırlı yayılım alanı ve kalınlığı olan Holosen yaşlı Alüvyonlar (Qal) ve Alt Oligosen Alt Miyosen yaşlı Ömerli Formasyonunun Sultanbeyli Üyesi (Tös) ile Üst Kretase- Daniyen yaşlı Çavuşbaşı Granodiyoritinden türemiş arena ile kaplı alanlar Geçirimli Taneli Ortam (Gçt) olarak isimlendirilmiştir.

Geçirimli taneli ortam (Gçt); Elmalı Su Havzası'nın G yarısında, D ve KD sınırları dolayında, Çavuşbaşı yerleşim alanında ve Baraj Gölü'ne kavuşan üçüncü derece drenaj hatlarının akış yataklarında yer almaktadır.

Genel karakter olarak inceleme alanında çimentosuz veya gevşek çimentolu ayrık tortul kayalar türünde bulunan geçirimli taneli ortamların (Gçt) geçirimsizlik niteliği; sıkışmayla veya varolması durumunda gevşek çimentolanmış olarak birarada tutturulmuş kayaç yapıcı malzeme elemanları (değişik veya eş boyutlu ve farklı ya da aynı kökenli birincil ve ikincil kayaç parçaları taneleri, mineraller, fosiller) arasında oluşumla yaşıt olan veya bu elemanların sonradan su etkisi altında çözülerek serbest hale geçmesiyle ortaya çıkan ve birbiriyle ilişkili bulunan taneler arasındaki gözeneklerin ve boşlukların varlığına bağlı olarak kazanılmıştır. Ortamsal boşlukluluk oluşturan tanelerarası boş hacimlerin açıklıkları ve birbirleri arasındaki ilişkinin derecesi yanısıra bunların özellikle kil ve silt gibi çok ince ince boyutlu malzemeyle dolgulanma oranları, aynı zamanda geçirimli taneli ortamın su içerme ve iletme kapasitesini de olumlu ya da olumsuz yönde doğrudan etkilemekte ve buna bağlı olarak hidrojeolojik ortamın yeraltısu taşıma kapasitesinde farklılıklar görülebilmektedir.

Hidrojeoloji haritasında (Şekil 4.15) Gçt olarak temsil edilen geçirimli taneli ortam; sahip oldukları yüksek geçirimsizlik, iletimsizlik ve depolama katsayıları nedeniyle de ekonomik olarak yeraltı suyu sağlamak için birinci dereceden bulunması istenilen en önemli hidrojeolojik ortamdır. İnceleme alanında, yaklaşık 13,1 km<sup>2</sup>'lik (Şekil 4.16) bir alan kaplayan ortamın ortalama kalınlığı bilinmemektedir.

#### **4.2.2. Az Geçirimli Çatlaklı Kaya Ortam (Gçk)**

İnceleme alanında Alt Ordovisiyen yaşlı Kurtköy Formasyonu, Üst Ordovisiyen- Alt Silüriyen yaşlı Yayalar Formasyonu Gözdağ Üyesi, Üst Silüriyen- Alt Devoniyen yaşlı Pelitli Formasyonu, Alt ve Orta Devoniyen yaşlı Kartal Formasyonu ve Üst Kretase- Daniyen yaşlı Çavuşbaşı Granodiyoriti'nin çatlaklı olan kesimleri Az

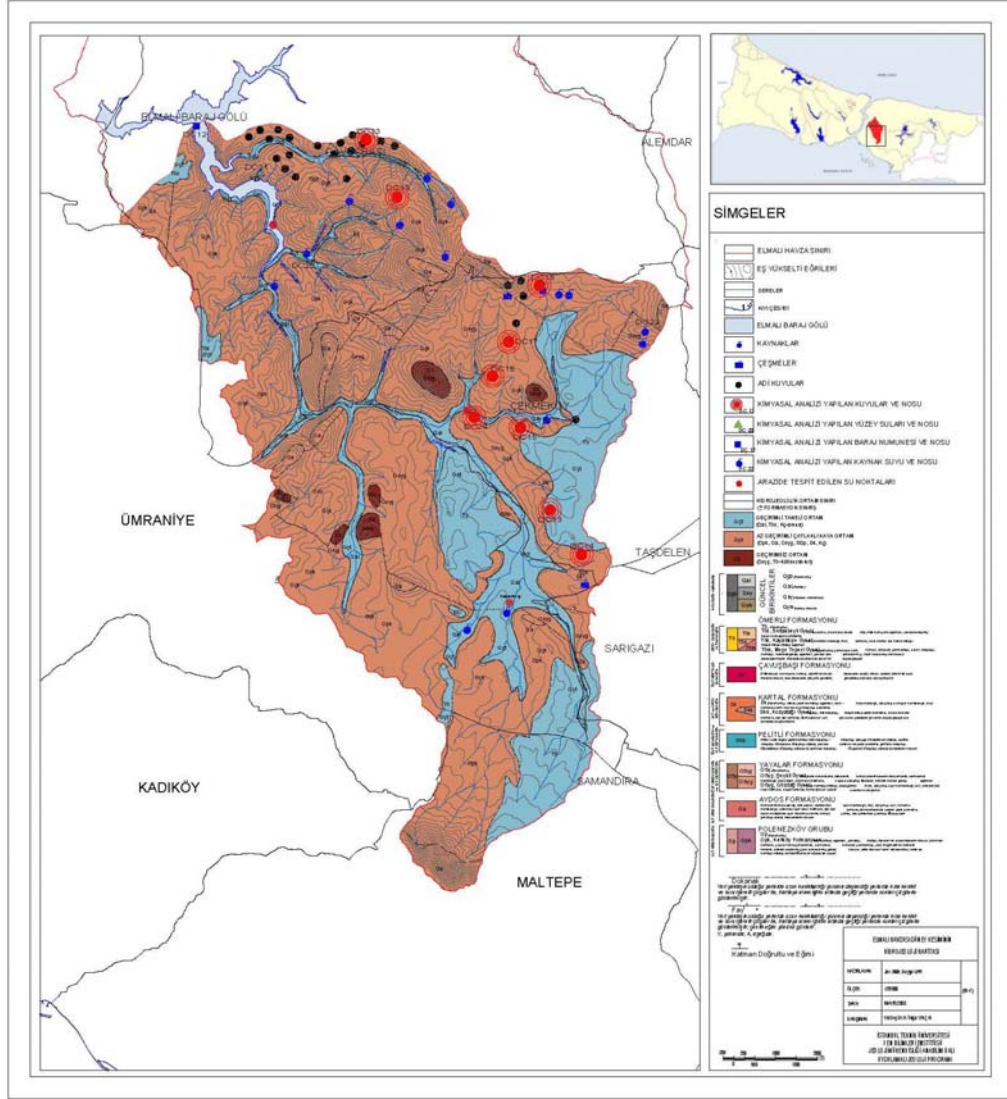


Geçirimli Çatlaklı Kaya Ortamı niteliğindedir. Bu birimler içerisinde özellikle Kurtköy Formasyonunda ufak debili kaynaklar ve verimi düşük kuyular bulunmaktadır.

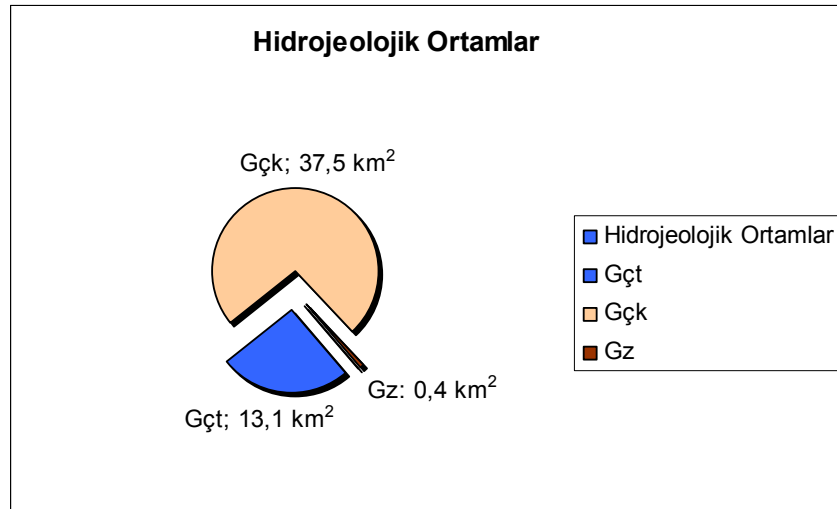
Elmalı Barajı'nın gövdesi dolayında, Baraj Gölü ile Doğusundaki Çavuşbaşı yerleşimi arasında yeraltısuyu depolanabilirliğini işaret eden fazla sayıda kuyu açılmış yörede ve ayrıca Baraj'a su taşıyan G'deki drenaj hatları ile Çekmeköy yerleşimi çevresindeki küçük lokasyonlar şeklinde görülür. Ortam hidrojeoloji haritasında Gçk olarak simgelenmiştir (Şekil 4.15). Birim yaklaşık 37,5 km<sup>2</sup> lik (Şekil 4.16) bir alanda yüzeylenmiştir

#### **4.2.3. Geçirimsiz Ortam (Gz)**

İnceleme alanında Üst Ordovisiyen- Alt Silüriyen yaşlı Yayalar Formasyonu Şeyhli Üyesi ile Paleoziyik yaşlı kaya ortamların çatlaksız kesimleri Geçirimsiz Ortam olarak adlandırılmaktadır. Ayrıca taneli ortamlarda Alt Oligosen Alt Miyosen yaşlı Ömerli Formasyonunun killi kesimleri de Geçirimsiz Ortam niteliğindedir. Fissür ve çatlak sistemleri iyi gelişebildiği halde, mevcut süreksizliklerin kil dolgulu olması ve çatlak aralıklarının birbirleri ile bağlantılı olmaması bu birime geçirimsiz ortam özelliği kazandırır. Ortam hidrojeoloji haritasında Gz olarak simgelenmiştir (Şekil 4.15). Birim yaklaşık 0,4 km<sup>2</sup> lik (Şekil 4.16) bir alanda yüzeylenmiştir.



Şekil 4.15: İnceleme Alanının Hidrojeoloji Haritası.



Şekil 4.16: İnceleme Alanındaki Hidrojeolojik Ortamların Alansal Dağılımı.

## **5. SU KİMYASI**

Yeraltı suları normal koşullarda yağış suları ile beslenirler. Bu sular akifere ulaşmadan önce süzöldükleri ortamlarla iyon alışverişinde bulunur. Dolayısıyla yeraltı sularının kimyasal bileşimleri büyük oranda akifer kayalarının bileşimleri ile belirlenir.

Bu ilişkiyi belirlemek için, inceleme alanının farklı yerlerinde bulunan yeraltı ve yüzey sularından alınan 13 su örneğinin analiz sonuçları değerlendirilmiştir. Değerlendirilen su örnekleri polietilen numune kapları ile alınmıştır. Numune kapları alınan su ile üç kere çalkalandıktan sonra analizi yapılacak olan su ile doldurulmuştur. Kaynaklardan numune alınırken kaynak gözünden, adi kuyuların ise su seviyesinin altından alınmasına dikkat edilmiştir.

### **5.1. Akarsu ve Kuru Dereler**

İnceleme alanındaki drenaj yapısı, İstanbul İli'ndeki hakim kuzeybatı güneydoğu yönelimli drenaj yapısıyla kısmen uyum içerisindedir. Bölgedeki dereler taşıdıkları suları Budakdere, Çavuşbaşı, Karanlıkdere gibi beslenme kolları vasıtası ile Elmalı Barajı (II)'na aktarmaktadır. İnceleme alanındaki en büyük akarsu, kuzeybatı güneydoğu uzanımlı Köprü deresidir. Bu büyük akarsuyu ikincil olarak Budak Dere, Çekmeköy Deresi, Karaağaç Deresi, Değirmen Dere izlemektedir. Bunun dışında mevsimsel bölgede debileri az olan ve yazları kuruyan küçük dereler de mevcuttur.

#### **5.1.1. Su Noktaları**

İnceleme alanında ki tüm su noktaları alt başlık halinde, bu bölümde değerlendirilmiştir.

### 5.1.2.Yeraltı Suları

Çalışma kapsamında, İnceleme alanı olan Elmalı Havzası Güneyindeki bulunan, toplam 13 su örneğinden 10 tanesi yeraltı suyu olarak tanımlanmış (DC-13, DC-14, D-15, DC-16, DC-17, DC-18, DC-19, DC-22, DC-23) ve hidrojeokimyasal olarak incelenmiştir. Tablo 5.1’de yeraltı sularının sıcaklık ölçümleri, Tablo 5.2 ve Tablo 5.3’de ise anyon ve katyon değerleri gösterilerek suların sınıfları belirlenmiştir. İnceleme alanında numunelerin, anyon ( $\text{SO}_4^{-2}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ) içerikleri, İTÜ Maden Fakültesi Hidrojeoloji Laboratuvarında, spektrofotometre ve otomatik titrasyon cihazları kullanılarak saptanmıştır. Ayrıca, sözü edilen 10 adet numunenin katyon ve ağır metal analizleri de Kanada ACME ANALYTICAL LABORATORIES LTD.’e yaptırılmıştır.

Tablo 5.1: İnceleme Alanındaki Yeraltı Suyu Numunelerin Sıcaklık Değerleri.

Numuneler	2007 Mayıs Sıcaklık Değerleri (T, °C)	2008 Nisan Sıcaklık Değerleri (T, °C)
DC-13	14.8	13,9
DC-14	14.1	11,6
DC-15	12.3	10,9
DC-16	17.1	15,3
DC-17	15.3	13,4
DC-18	18.1	11,1
DC-19	18.7	17,0
DC-22	13.5	12,4
DC-23	16.2	16,0
DC-24	12.3	11,7

İnceleme alanındaki numunelerin 2007 Mayıs ve 2008 Nisan aylarında sıcaklık değerleri ölçülmüştür. 2007 Mayıs ayında ölçülen sıcaklık değerlerinde numunelerin sıcaklığının en yüksek 18,7°C (DC-19), en düşük sıcaklık ise 12,3 °C (DC-15 ve DC-24) olduğu görülmektedir. Sıcaklıkları 12-18°C arasında değişen tüm numuneler soğuk sular sınıfına girmekte fakat DC-19 numunesinin sıcak sulara daha yakın bir sıcaklık değerine sahip olduğu görülmüştür. 2008 Nisan ayında yapılan sıcaklık ölçümlerinde ise suların sıcaklık değerlerinin azalma gösterdiği belirlenmiştir. En

düşük sıcaklık değeri 10,9<sup>0</sup>C ile DC-15 numunesinde gözlenirken, en yüksek sıcaklık değeri ise 17,0<sup>0</sup>C ile DC-19 numunesinde gözlenmiştir.

Tablo 5.2: İnceleme Alanı ve Dolayındaki Yeraltı Sularının Katyon İçerikleri.

Katyon Numuneler	Mg <sup>+2</sup> (mg/l)	Ca <sup>+2</sup> (mg/l)	Na <sup>+</sup> (mg/l)	K <sup>+</sup> (mg/l)
DC-13	26.811	206.874	64.180	0.527
DC-14	28.971	235.073	50.559	0.398
DC-15	34.514	84.952	85.842	0.838
DC-16	23.306	71.197	40.654	1.188
DC-17	1.667	5.359	10.137	0.397
DC-18	2.008	5.154	32.990	0.919
DC-19	3.377	42.306	148.026	4.052
DC-22	0.782	4.070	7.980	0.195
DC-23	10.166	27.805	25.955	3.958
DC-24	21.669	66.135	40.821	1.784

Yeraltı sularının katyon içerikleri incelendiğinde baskın katyonun (DC-13, DC-14, DC-16, DC-23, DC-24 ) Kalsiyum (Ca<sup>+2</sup>), DC-15, DC-17, DC-18, DC-19 ve DC-22 numunelerinde ise baskın katyonun Sodyum (Na<sup>+</sup>) olduğu görülmektedir.

Tablo 5.3: İnceleme Alanındaki Yeraltı Sularının Anyon İçerikleri.

Anyon Numuneler	Cl <sup>-</sup> (mg/l)	SO <sub>4</sub> <sup>=2</sup> (mg/l)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)
DC-13	8,07	165	439.2
DC-14	4,37	320	366
DC-15	3,92	45	463.6
DC-16	5,73	70	170.8
DC-17	0,77	20	48.8
DC-18	1,69	20	42.7
DC-19	2,42	305	109.8
DC-22	0,71	5	24.4
DC-23	1,40	40	73.2
DC-24	3,00	85	103.7

Yeraltı sularının anyon içerikleri incelendiğinde DC-19 numunesinde baskın anyonun Sülfat ( $\text{SO}_4^{-2}$ ), diğer tüm numunelerde ise baskın anyonun bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ) olduğu görülmektedir. Karbonatlı kayaçlar kalsit, aragonit, dolomitçe zengindir. Bu tür kayaçlarda bulunan Bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ), Kalsiyum ( $\text{Ca}^{+2}$ ) ve Magnezyum ( $\text{Mg}^{+2}$ ) iyonlarının soğuk sular ile etkileşimi sonucunda konsantrasyonları artmaktadır.

Tablo 5.4: İnceleme Alanındaki Yeraltı Sularının Sınıflandırılması.

Numuneler	Suların Sınıflandırılması
DC-13	Ca- $\text{HCO}_3$
DC-14	Ca- $\text{HCO}_3$
DC-15	Na- $\text{HCO}_3$
DC-16	Ca- $\text{HCO}_3$
DC-17	Na- $\text{HCO}_3$
DC-18	Na- $\text{HCO}_3$
DC-19	Na- $\text{SO}_4$
DC-22	Na- $\text{HCO}_3$
DC-23	Ca- $\text{HCO}_3$ -
DC-24	Ca- $\text{HCO}_3$

Yeraltı su numunelerinin su sınıflandırılması yapıldığında suların Kalsiyumbikarbonat (Ca- $\text{HCO}_3$ ) ve Sodyumbikarbonat (Na- $\text{HCO}_3$ )'lı sular olduğu görülmektedir. Bu tür sular sığ dolaşımli sular sınıfına girmektedir (DC-13 ve DC-18 gibi). Sığ sular 10 metre derinliğe kadar olan, suyun geçirimsiz bir rezervuar içinde bulunduğu ve kuyu açılarak yararlanılan sulardır.

Bu tür sular yerin altında fazla dolaşmadan yüzeye çıktıkları için yüzey suları gibi özellik gösterirler, tuz oranları oldukça düşüktür. Bu sular hareketsiz (statik) olduğu gibi bazen de içinde bulunduğu ortamın eğimine bağlı olarak akarsu durumunda da bulunabilirler.

DC-19 numunesi ise diğer numunelerden farklı olarak Sodyumsülfatlı (Na- $\text{SO}_4$ ) yüksek sıcaklık değeri ve pH'a sahip olan bir yeraltısuyudur. DC -19 numunesi diğer numunelere göre nispeten daha derin dolaşımli bir sudur.

Tablo 5.5: İnceleme Alanındaki Yeraltı Sularının Minör Element İçerikleri (ppb- Milyarda bir).

	DC-13	DC-14	DC-15	DC-16	DC-17	DC-18	DC-19	DC-22	DC-23	DC-24
Al	1	1	2	1	524	301	5	8	1	4
As	1,5	0,9	0,9	1,7	0,5	0,5	5,1	0,5	0,5	0,8
B	26	38	7	18	5	6	131	5	5	28
Ba	19	24,97	4,14	49,11	16,3	11,15	21,97	7,22	73,65	131,47
Br	384	194	325	158	48	92	136	36	66	105
Cd	0,06	0,07	0,08	0,35	0,15	0,1	0,05	0,05	0,05	0,06
Ce	0,01	0,01	0,01	0,01	0,17	0,13	0,01	0,01	0,01	0,03
Co	0,18	0,25	1,11	0,48	0,08	0,63	0,03	0,15	0,05	0,13
Cr	31,7	29,9	40,1	16,2	2	1,8	8,2	0,7	7,2	7,7
Cs	0,18	0,11	0,02	0,11	0,04	0,05	3,92	0,01	0,01	0,01
Cu	1,6	3,5	1,9	1,4	1,3	0,6	0,8	4,8	2,2	0,5
Fe	10	10	300	13	200	136	10	10	16	31
Ga	0,05	0,05	0,05	0,05	0,11	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05
Ge	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,81	0,05	0,05	0,05
Ir	0,07	0,08	0,1	0,07	0,05	0,05	0,1	0,05	0,05	0,05
Li	37,6	35,6	18	19,5	0,7	7,3	73,2	0,2	8,2	0,3
Mn	3,31	1,88	329,26	102,27	1,01	44,15	1,13	2,92	0,65	25,92
Mo	0,3	0,2	0,9	0,2	0,1	0,1	31,4	0,1	0,1	0,1
Nb	0,03	0,04	0,05	0,02	0,04	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
P	20	20	20	20	20	34	21	20	168	20
Pb	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,3	0,2	0,6	0,1	0,1
Rb	1,17	0,91	0,42	0,92	1,19	0,33	16,96	0,36	0,29	0,93
Rh	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
S	0,063	0,139	0,018	0,030	0,001	0,005	0,124	0,001	0,018	0,029
Sb	0,08	0,05	0,08	0,81	0,05	0,07	0,14	0,06	0,05	0,07
Se	4,2	3,3	3,6	1,9	0,5	1	1,5	0,5	0,8	1,2
Si	9716	11123	9142	15451	8822	16693	22831	4167	8365	7599
Sr	1177,44	1236,18	290,37	285,35	32,58	26,86	758,55	14,8	313,66	278,95
U	1,23	4,76	0,11	0,12	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02
V	3,6	1,7	2,6	4,2	1,4	1,5	1,5	0,2	4,2	1,1
W	0,17	0,1	0,08	0,02	0,02	0,02	35,8	0,02	0,02	0,02
Zn	3,7	161,1	1065,5	326,6	5,7	10,2	7,3	115,6	50,4	10,3

İnceleme alanında yer alan yeraltı suları minör elementler açısından incelendiğinde DC-14 numunesinde Bor (B), Baryum (Ba), Krom (Cr), Uranyum (U) ve Sülfür (S) içeriği fazladır. Bunun nedeni çevrede yeni inşaatların, plastik doğrama atölyelerinin ve tarımsal faaliyetlerin yoğun bir şekilde yapılmasıdır.

DC-15 numunesinde Demir (Fe), Mangan (Mn) ve Çinko (Zn) içeriğinin fazla olması ise civarda bulunan demir çelik fabrikası ve tarımsal faaliyetlerde kullanılan aşırı gübreden kaynaklanmaktadır.

DC 19 numunesinde ise Bor (B),Sezyum (Cs), Lityum (Li), Molibden (Mo), Silisyum (Si) ve Wolfram (W) içeriği fazladır. Bu elementlerin fazla olmasının nedeni DC-19 numunesinin Çavuşbaşı Granodiyoritlerinden alınan bir yeraltı suyu örneği olmasından kaynaklanmaktadır. Yüksek sıcaklık ve pH değerine sahip olan DC-19 numunesi Granodiyoritlerin özelliklerini taşımaktadır.

DC-23 numunesindeki Fosfat (P) fazlalığı buradaki suyun deterjan vb. kimyasal bir atıkla kirlenmiş olabileceğini göstermektedir.

Ayrıca tüm numunelerde Stronsiyum (Sr) miktarının diğer minör elementlere oranla çok daha yüksek miktardadır bunun nedeni numunelerdeki Kalsiyum (Ca) içeriğinin fazla olmasıdır.

Tabloda belirlenen element içerikleri göz önünde bulundurulduğunda DC-22, DC-23 ve DC-24 numunelerinin diğer numunelere oranla daha sık dolaşımli sular olduklarını söylemek mümkündür. Dolaşıma fazla katılmadan yüzeye çıktıkları için diğer elementlerce zenginleşememişlerdir. pH değerlerine baktığımızda (Tablo 5.11) bu üç numunenin pH değerlerinin son derece düşük ve yağmur suyuna yakın olduğu görülmektedir.

DC-14 ve DC-15 numunelerinde Bor (B), Baryum (Ba), Demir (Fe), Mangan (Mn) ve Çinko (Zn) içeriklerinin yoğunlaşması dikkat çekicidir. Bu yoğunlaşmanın formasyondan mı yoksa antropojenik etkilerden mi kaynaklanabileceği ilerleyen bölümlerde anlatılacaktır.

Yeraltı sularının Standartları TSE 266 (Nisan- 2005), Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO-1999), ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA-2002) ve Avrupa Birliği (EC- 1998) standartları ile karşılaştırılarak aynı zamanda Su kirliliği Kontrol Yönetmeliği (Kıta içi Su Kaynaklarının sınıflarına Göre Kalite Kriterleri, 2004) standartlarına göre su kalite sınıfları ve suların kullanılabilirlikleri belirlenecektir.

### **5.1.3. Yüzey Suları**

İnceleme alanındaki 3 yüzey suyu örneği DC-12, DC-20, DC-21 olarak tanımlanmış ve hidrojeokimyasal olarak incelenmiştir. Tablo 5.6. ve Tablo 5.7.'da yüzey sularının



hem anyon hem de kation analizleri verilmiştir. Aynı zamanda inceleme alanında bulunan yüzey ve yeraltı suyu örneklerinin kimyasal sınıflamasını yapmak ve bileşimlerinin belirginleşmesinde hangi tür kayaçların etkili olduğunu ortaya koyabilmek için Piper ve yarı logaritmik Schoeller diyagramlarından yararlanılmıştır. Örneklerin anyon içerikleri İTÜ Maden Fakültesi Hidrojeoloji laboratuvarında spektrofotometre ve otomatik titrasyon cihazları kullanılarak saptanmıştır.

Tablo 5.6: İnceleme Alanında Alınan Yüzey Suyu Numunelerin Sıcaklık Değerleri.

Numuneler	Sıcaklık (T, °C)
DC-12	20.1
DC-20	15.8
DC-21	13

İnceleme alanındaki yüzey sularının sıcaklıklarına bakıldığında bu numunelerin sıcaklık değerlerinin en yüksek 20.1°C (DC-12), en düşük sıcaklık değerinin ise 13°C (DC-21) olduğu görülmektedir. DC-12 numunesi Elmalı Baraj Gölünden alınmıştır. Numunenin sıcaklığının yüksek olması, numunenin alındığı bahar döneminde göl sıcaklığının mevsime bağlı olarak artış göstermesinden kaynaklanmaktadır.

Tablo 5.7: İnceleme Alanındaki Yüzey Sularının Kation İçerikleri.

Kation Numuneler	Mg <sup>+2</sup> (mg/l)	Ca <sup>+2</sup> (mg/l)	Na <sup>+</sup> (mg/l)	K <sup>+</sup> (mg/l)
DC-12	11.293	37.570	35.257	4.439
DC-20	24.343	76.228	64.163	4.745
DC-21	23.693	49.675	46.886	2.888

İnceleme alanında bulunan yüzey sularında baskın kationun Kalsiyum (Ca<sup>+2</sup>) olduğu görülmektedir. DC-12 ve DC-21 numunelerinde Sodyum (Na<sup>+</sup>) miktarı, Kalsiyum

(Ca<sup>+2</sup>)'a yakın değerler göstermiş olsa da bu sularda Kalsiyum (Ca<sup>+2</sup>) miktarı daha fazladır.

Tablo 5.8: İnceleme Alanındaki Yüzey Sularının Anyon İçerikleri.

Anyon Numuneler	Cl <sup>-</sup> (mg/l)	SO <sub>4</sub> <sup>=2</sup> (mg/l)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)
DC-12	3,80	40	231.8
DC-20	4,17	65	280.6
DC-21	6,15	60	103.7

İnceleme alanındaki yüzey sularında baskın anyonun Bikarbonat (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) olduğu görölmektedir.

Tablo 5.9: İnceleme Alanındaki Yüzey Sularının Sınıflandırılması.

Numuneler	Suların Sınıflandırılması
DC-12	Ca-HCO <sub>3</sub>
DC-20	Ca-HCO <sub>3</sub>
DC-21	Ca-HCO <sub>3</sub>

İnceleme alanında Kalsiyum (Ca<sup>+2</sup>) ve Bikarbonat (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) iyonları bakımından zenginleşmenin olduğu görölmektedir. Yüzey suları sınıflandırıldığında Kalsiyum bikarbonatlı (Ca-HCO<sub>3</sub>) sular sınıfına girdiği görölmektedir.

Tablo 5.10: İnceleme Alanındaki Yüzey Sularının Minör Element İçerikleri (ppb –Milyarda Bir).

	DC-12	DC-20	DC-21
Alüminyum(Al) (ppb)	18	9	5
Arsenik (As) (ppb)	1,6	2,3	1,7
Bor (B) (ppb)	67	82	14
Baryum (Ba) (ppb)	24,78	58,03	57,01
Brom (Br) (ppb)	102	320	420
Kadmiyum (Cd) (ppb)	0,05	0,05	0,05
Seryum (Ce) (ppb)	0,02	0,02	0,01
Kobalt (Co) (ppb)	0,26	0,33	0,09
Cr (ppb)	11,4	25,9	10,7
Sezyum (Cs) (ppb)	0,01	0,02	0,01
Cu (ppb)	24,4	3	1,4
Demir (Fe) (ppb)	19	102	21
Galyum (Ga) (ppb)	0,05	0,05	0,05
Germanyum (Ge) (ppb)	0,05	0,05	0,05
Lridyum (Ir) (ppb)	0,05	0,11	0,05
Lityum (Li) (ppb)	1,6	0,9	0,8
Mangan (Mn) (ppb)	6,27	1,73	0,28
Molibden (Mo) (ppb)	1,9	22,3	0,2
Niobyum (Nb) (ppb)	0,01	0,02	0,01
Fosfor (P) (ppb)	45	267	20
Kurşun (Pb) (ppb)	0,1	0,1	0,1
Rubidyum (Rb) (ppb)	2,06	1,45	0,67
Rodyum (Rh) (ppb)	0,01	0,01	0,01
Sülfür (S) (ppm)	21	27	18
Antimon (Sb) (ppb)	0,48	0,23	0,16
Selenyum (Se) (ppb)	1,3	3,2	4,1
Silisyum (Si) (ppb)	1135	8766	11914
Stronsiyum (Sr) (ppb)	254,63	458,36	388,73
Uranyum (U) (ppb)	0,37	0,56	0,08
Vanadyum (V) (ppb)	1,8	3,3	4,6
Volfram (W) (ppb)	0,11	0,91	0,05
Çinko (Zn) (ppb)	2,6	2,8	2,5

İnceleme alanındaki tüm yüzey sularında Stronsiyum (Sr) içeriği diğer minör elementlere oranla oldukça yüksek miktarda bulunduğu gözlenmektedir bunun nedeni numunelerdeki Kalsiyum (Ca) içeriğinin fazla olmasıdır. DC-12 numunesinde Bakır (Cu), Mangan (Mn), Silisyum (Si) içeriğinin, DC-20 numunesinde Bor (B), Baryum (Ba), Brom (Br), Krom (Cr), Demir (Fe), Fosfor (P), Silisyum (Si) içeriği, DC-21 numunesinde ise Baryum (Ba), Brom (Br), Silisyum (Si) ve diğer numunelere oranla nispeten biraz daha fazla miktarda Vanadyum (V) olduğu saptanmıştır.

Özellikle DC-20 numunesinde Bor (B) ve Fosfor (P) miktarlarındaki fazlalık bu yüzey suyunun dışarıdan deterjan vb kimyasal atıklarla kirlenmiş olabileceğine işaret etmektedir.

Yüzey suları ilerleyen bölümlerde belirlenen bu değerler Türk Standartları TSE 266 (Nisan- 2005), Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO-1999) , ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA-2002) ve Avrupa Birliği (EC- 1998) standartları ile, aynı zamanda Su kirliliği Kontrol Yönetmeliği (**Kıta içi Su Kaynaklarının sınıflarına Göre Kalite Kriterleri,2004**), standartları ile karşılaştırılmış su kalite sınıfları ve suların kullanılabilirlikleri belirlenmeye çalışılmıştır.

## 5.2. Yeraltı ve Yüzey Sularının Jeokimyasal Olarak Değerlendirilmesi

Genel olarak yeraltısuları, pH'ı 7'den küçük olan ve asit özelliği fazla bulunan sulardır. Asit ve bazik suların esas sınır değerleri 4,5 ve 8,2 kabul edilmektedir. Buna göre pH<4,5 olan sular “asit su”, pH>8,2 olan sular “bazik su “ olarak nitelendirilmektedir (**Erguvanlı ve Yüzer, 1987**).

Tablo 5.11: İnceleme Alanından Alınan Yeraltı ve Yüzey Sularının Sıcaklık, Elektrik İletkenlik, pH ve Alkalinite Değerleri.

Numuneler	Sıcaklık (T, °C)	Elektrik İletkenlik (EC, µS/cm)	pH	Alkalinite(mol/l)
DC-12	20.1	398	7.1	3.8
DC-13	14.8	1111	7.7	7.2
DC-14	14.1	1125	7.2	6
DC-15	12.3	822	7.4	7.6
DC-16	17.1	632	7	2.8
DC-17	15.3	91	7.7	0.8
DC-18	18.1	202	6	0.7
DC-19	18.7	787	7.5	1.8
DC-20	15.8	710	7.7	4.6
DC-21	13	588	7.7	1.7
DC-22	13.5	72	6.1	0.4
DC-23	16.2	363	6.5	1.2
DC-24	12.3	642	6.4	1.7

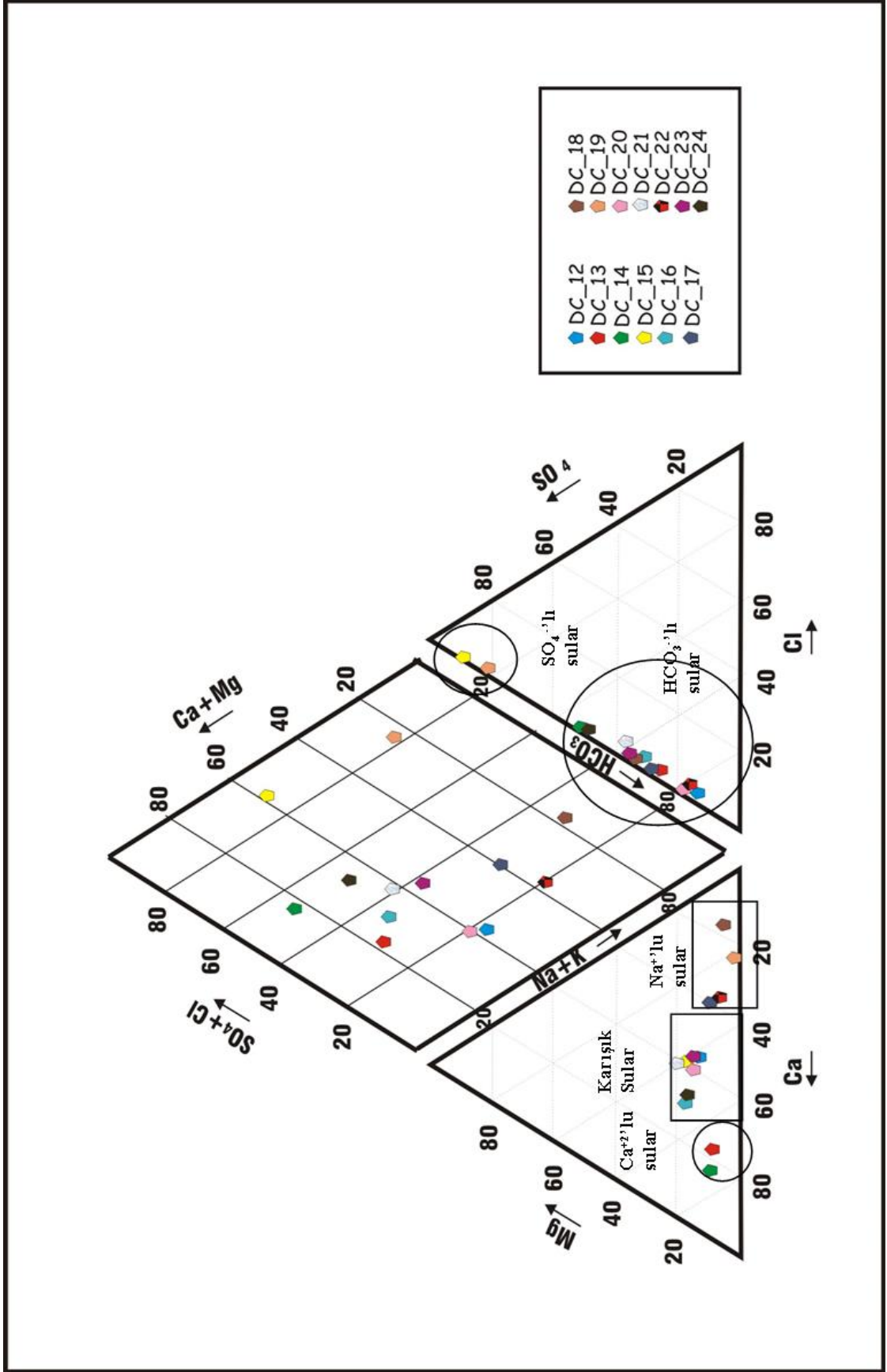
Tablo 5.11 incelendiğinde, inceleme alanındaki tüm su numunelerinden ölçülen pH değerlerinin 6.0 ile 7.7 aralığında olduğu görülmektedir. Sonuç olarak inceleme alanındaki yeraltı ve yüzey su numunelerinin esas sınır değerleri arasında (pH= 4,5-8,2 aralığı) bulunduğu gözlemlenmiş, buda inceleme alanındaki suların nötr hatta hafif asidik sular olduğunu göstermektedir.

Normal koşullarda yağış suları ile beslenen yeraltı sularının gerek süzülme ve gerekse yer altı akışı sırasında geçtikleri yeraltı ortamıyla ilişkilerini ortaya çıkarmak, kimyasal sınıflamasını yapmak ve gerekse kimyasal bileşimlerinin şekillenmesindeki etkin litolojiyi tanımlamak için Piper ve Schoeller yarı logaritmik diyagramları hazırlanmıştır (Şekil 5.1, Şekil 5.2). Başka bir deyişle; İnceleme alanındaki yüzeysel su örneklerinin kimyasal sınıflamasını yapmak ve bileşimlerinin belirginleşmesinde hangi tür kayaçların etkili olduğunu ortaya koyabilmek için Piper ve yarı logaritmik Schoeller diyagramlarından yararlanılmıştır.

Kasım 2007 de İ.T.Ü Maden Fakültesi Hidrojeoloji Laboratuvarı ve ACME'den elde edilen yeraltı ve yerüstü sularının analizleri Piper ve yarı logaritmik Schoeller diyagramlarında değerlendirilmiştir. Piper Diyagramı; aynı kökenli suların aynı iyonlarının, üçgenler üzerinde aynı bölgelerde gruplar oluşturması mantığına dayanır (Şekil 5.1). Yarı Logaritmik Schoeller diyagramlarında ise (Şekil 5.2) genellikle iyonları birleştiren çizgilerin paralel gidişleri, suların aynı kökenden geldiği şeklinde yorumlanır. Buna göre; İncelenen bütün yeraltı ve yüzey su örneklerinin kation ve anyon dizilimlerine bakıldığında suların genel karakterinin Kalsiyumbikarbonat olduğu görülmektedir. Fazla derinlerde dolaşıp zenginleşmeden yüzeyle çıkan suları temsil etmektedir ve eş kökenli sularlardır. Kalsiyumbikarbonatlı su sınıfına giren numuneler DC-12, DC13, DC-14, DC-16, DC20, DC-21, DC-23, DC-24'tür.

DC-15, DC-17, DC-18, DC-22 numunelerinde ise suların genel karakteri Sodyumbikarbonattır. Buda suların geçiş aşamasında olduğunu göstermektedir. Kalsiyumbikarbonatlı sulardan daha fazla yeraltıda dolaşıma girdiklerini göstermektedir.

DC-19 numunesi ise Sodyumsülfatlı bir su olduğu tespit edilmiştir. Buda suların yeraltında kalış süresinin diğer numunelere göre daha fazla olduğunu ve daha derin dolaşımını bir su olduğunu göstermektedir.



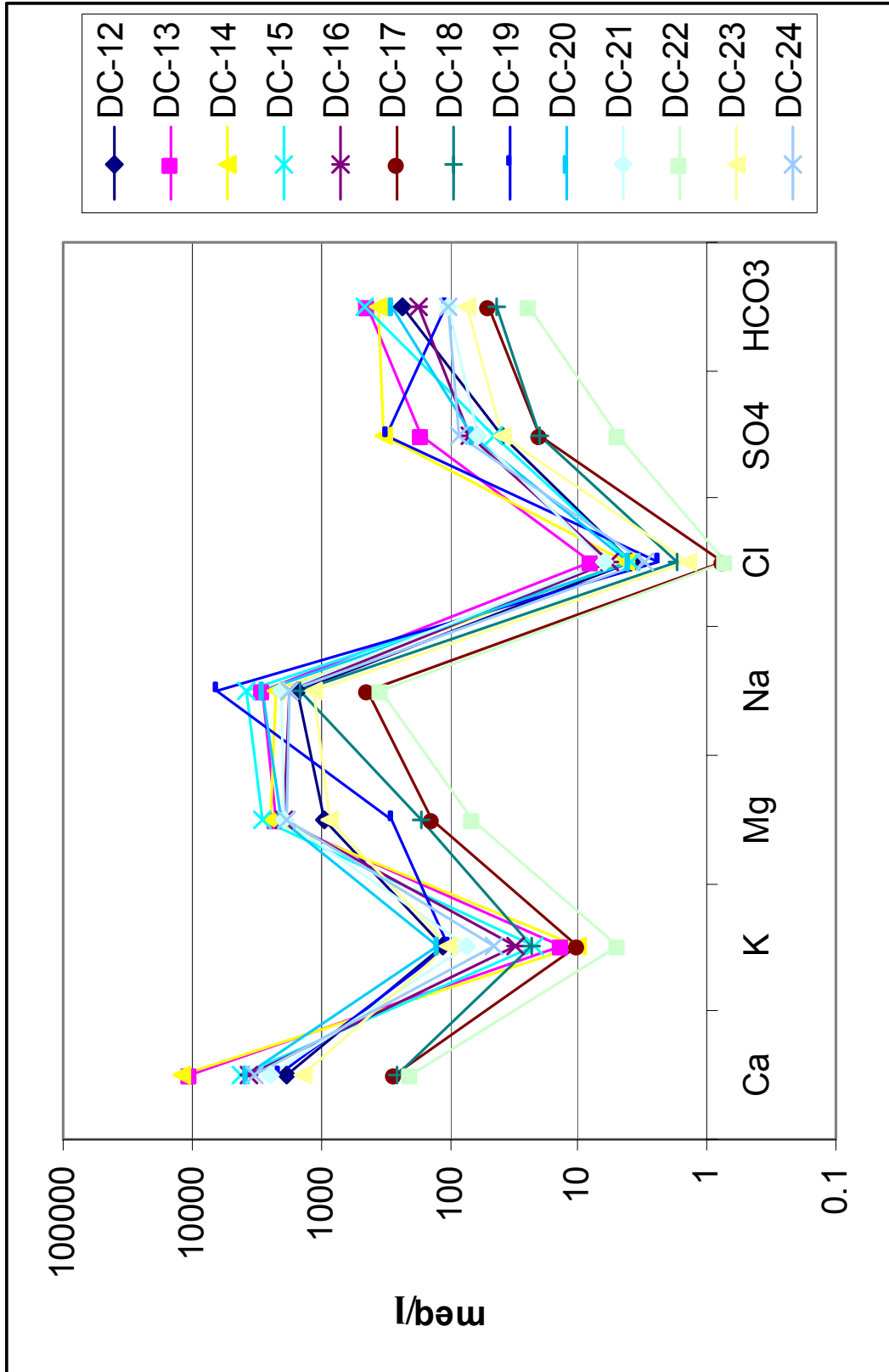
Şekil 5.1: Çalışmada Analizleri Yapılan Yeraltı ve YüzeY Sularının Piper Diyagramında Gösterilmesi.

İnceleme alanındaki suların % meq/l değerlerinden yararlanılarak hazırlanan Piper diyagramında suların katyon oranlarına göre DC-12, DC-13, DC-14, DC-16, DC-20, DC-21, DC-23 ve DC-24 sularının " $\text{Ca}^{+2}$ " lu DC-15, DC-17, DC-18, DC-19 ve DC-22 numunelerinin ise " $\text{Na}^{+}$ "lu sular alanında yer aldığı, anyon oranına göre de DC-19 numunesinin sülfatlı, diğer örneklerin " $\text{HCO}_3^-$ " lı sular alanına girdiği belirlenmiştir. Piper diyagramında ise örneklerin karbonat sertliğinin %50 den fazla olduğu görülmektedir (Şekil 5.1).

Yukarıdaki sonuçlara göre incelenen su örneklerinin Piper diyagramındaki yerleşimlerinin dağılımlarına bakıldığında DC-19 yeraltı suyunun kimyasal bileşiminin inceleme alanındaki granodiyorit ile uyum içinde olduğunu ve Çavuşbaşı granodiyoritleri gereçlerinden etkilendiğini göstermektedir. Mangan, Demir ve Çinko miktarındaki fazlalık magmatik kökenli bir sokulum sonucu ortaya çıkmıştır.

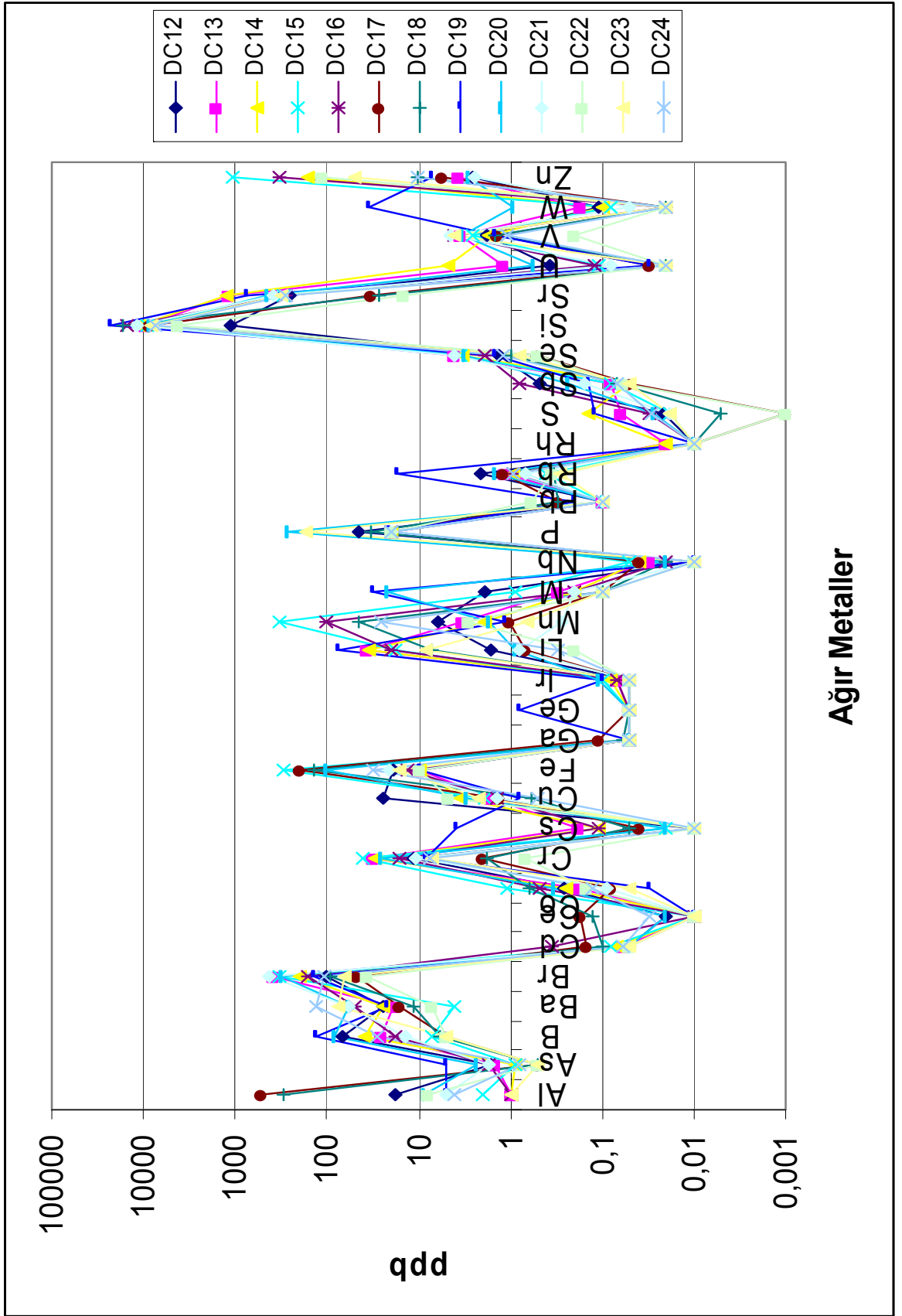
İnceleme alanındaki yeraltı sularının kimyasal özelliklerini karşılaştırmak amacıyla hazırlanan Schoeller diyagramında DC-15, DC-17, DC-18, DC-19 numuneleri birbirleriyle benzer özellikler göstermekte, DC-13, DC-14, DC-16, DC-23 ve DC-24 numuneleri ise kendi içlerinde benzer özellikler göstermektedir. DC-14 ve DC-19 kuyularına ait grafikteki yüksek  $\text{SO}_4^{-2}$  içeriği ise diğer kuyulara göre daha yüksek oranda gözlenmekte ve dikkat çekmektedir.

Yüzey sularına ait örneklerde ise yüksek Ca içeriği ile özellikle DC-20 numunesinde rastlanan yüksek miktarda Kalsiyum ( $\text{Ca}^{+}$ )ve Bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ )içeriği dikkat çekicidir. Schoeller diyagramındaki yeraltısuyu örneklerine ait iyon değerlerini birleştiren doğruların uyumsuz olması, bu suların farklı akifere ait olduğunu göstermektedir. İnceleme alanına ait hidrojeolojik panel diyagram oluşturulursa çıkacak olan modelde bu sonuçlar daha ayrıntılı olarak gözlenebilir. Tüm örneklerdeki Klor ( $\text{Cl}^-$ ) içeriğinin düşük olması ise suların dışarıdan kirletilmediğine işaret etmektedir.



Şekil 5.2: Çalışmada Analizi Yapılan Yeraltı ve Yüzey Sularının Anyon-Katyon Değerlerinin Schoeller Diyagramı.





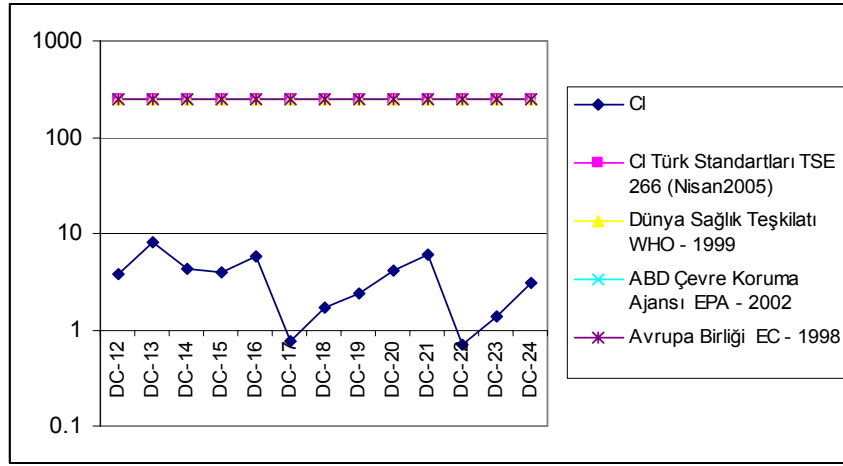
Şekil 5.3: Bu Çalışmada Analizleri Yapılan Yeraltı ve YüzeY Sularının Minör Element Değerlerinin Schoeller Diyagramı.

Şekil 5.2’de Tablo 4-5-7 ve Tablo 8’de gösterilen yer altı ve yüzey sularının anyon ve katyon değerlerinin schoeller diyagramı görülmektedir. Diyagramda tüm numunelerin Klor (Cl) değerleri oldukça düşük, Bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ) değerleri ise oldukça yüksektir. DC-13 ve DC-14 numunelerinde özellikle Kalsiyum ( $\text{Ca}^+$ ) değerlerinin çok yüksek olduğunu, DC-19 numunesinde ise Sodyum (Na) içeriğinin belirgin bir şekilde diğer numunelerden farklı olduğu görülmektedir. Sonuç olarak numunelerin büyük çoğunluğunun karbonatlı kayalardan alındığını, tuz oranlarının son derece düşük olduğunu söylemek mümkündür.

Şekil 5.3’de ise Tablo 5.5 ve Tablo 5.10’daki değerler baz alınarak Schoeller diyagramı oluşturulmuştur. Diyagram yeraltı ve yüzey suyu örneklerine ait minör element değerlerini göstermektedir. Diyagram incelendiğinde özellikle DC-19 numunesinde Çinko (Zn), Demir (Fe), Sülfür (S) değerlerinin, DC-15 numunesinde Çinko (Zn), DC-14 numunesinde ise Uranyum miktarının diğerler numunelere oranla nispeten fazla olduğu görülmektedir. Bu numunelerdeki Stronsiyum (Sr) miktarıda oldukça fazladır.

Tablo 5.12: İnceleme Alanındaki Yeraltı ve Yüzey Sularının Klor (Cl) Değerlerinin TSE (2005), WHO (1999), EPA (2002), EC (1998) Standartlarıyla Karşılaştırılması.

Numuneler	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	Türk Standartları	Dünya Sağlık Teşkilatı	ABD Çevre Koruma Ajansı	Avrupa Birliği
		TSE 266 (Nisan2005)	WHO - 1999	EPA - 2002	EC -1998
DC-12	3.8	250	250	250	250
DC-13	8.07	250	250	250	250
DC-14	4.37	250	250	250	250
DC-15	3.92	250	250	250	250
DC-16	5.73	250	250	250	250
DC-17	0.77	250	250	250	250
DC-18	1.69	250	250	250	250
DC-19	2.42	250	250	250	250
DC-20	4.17	250	250	250	250
DC-21	6.15	250	250	250	250
DC-22	0.71	250	250	250	250
DC-23	1.4	250	250	250	250
DC-24	3	250	250	250	250

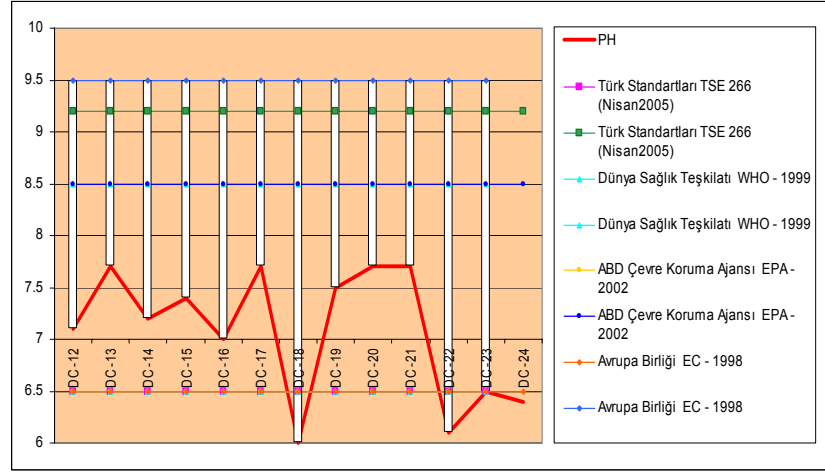


Şekil 5.4: İnceleme Alanındaki Yeraltı ve Yüzey Sularının Klor (Cl<sup>-</sup>) Değerlerinin TSE (2005), WHO (1999), EPA (2002), EC (1998) Standartlarıyla Karşılaştırılması.

İnceleme alanındaki numunelerin Klor (Cl<sup>-</sup>) değerleri incelendiğinde; Türk Standartları, Dünya Sağlık Teşkilatı, ABD Çevre Koruma Ajansı ve Avrupa Birliği standartlarına uyum sağladığı ve belirlenen sınır değerinin çok altında olduğu görülmektedir.

Tablo 5.13: İnceleme Alanındaki Yeraltı ve Yüzey Sularının pH Değerlerinin TSE (2005), WHO (1999), EPA (2002), EC (1998) Standartlarıyla Karşılaştırılması.

Numuneler	pH	Türk Standartları		Dünya Sağlık Teşkilatı		ABD Çevre Koruma Ajansı		Avrupa Birliği	
		TSE 266 (Nisan2005)		WHO - 1999		EPA - 2002		EC - 1998	
DC-12	7.1	6.5	9.2	6.5	8.5	6.5	8.5	6.5	9.5
DC-13	7.7	6.5	9.2	6.5	8.5	6.5	8.5	6.5	9.5
DC-14	7.2	6.5	9.2	6.5	8.5	6.5	8.5	6.5	9.5
DC-15	7.4	6.5	9.2	6.5	8.5	6.5	8.5	6.5	9.5
DC-16	7	6.5	9.2	6.5	8.5	6.5	8.5	6.5	9.5
DC-17	7.7	6.5	9.2	6.5	8.5	6.5	8.5	6.5	9.5
DC-18	6	6.5	9.2	6.5	8.5	6.5	8.5	6.5	9.5
DC-19	7.5	6.5	9.2	6.5	8.5	6.5	8.5	6.5	9.5
DC-20	7.7	6.5	9.2	6.5	8.5	6.5	8.5	6.5	9.5
DC-21	7.7	6.5	9.2	6.5	8.5	6.5	8.5	6.5	9.5
DC-22	6.1	6.5	9.2	6.5	8.5	6.5	8.5	6.5	9.5
DC-23	6.5	6.5	9.2	6.5	8.5	6.5	8.5	6.5	9.5
DC-24	6.4	6.5	9.2	6.5	8.5	6.5	8.5	6.5	9.5

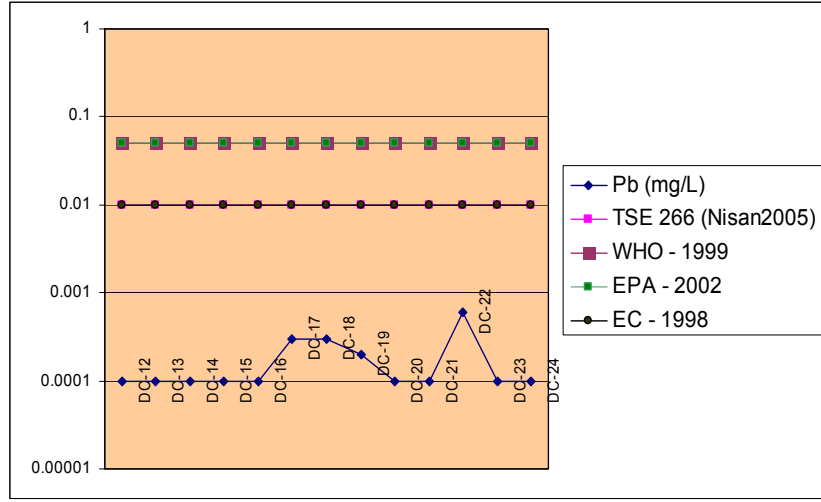


Şekil 5.5: Çalışmada Analizi Yapılan Yeraltı ve Yüzeysel Suların pH Değerlerinin TSE (2005), WHO (1999), EPA (2002), EC (1998) Standartlarıyla Karşılaştırılması.

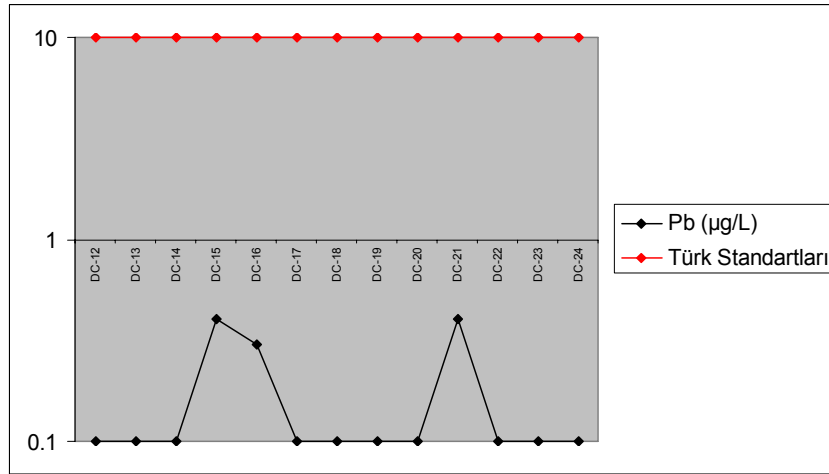
Yeraltı ve yüzeysel suların pH değerlerinin standartları; Türk Standartları TSE 266 (Nisan- 2005), Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO-1999) , ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA-2002) ve Avrupa Birliği (EC- 1998) standartlarına göre DC-18, DC-22, DC-23 ve DC-24 numunelerinin sınır değerinin altında pH değerleri göstermektedir. Bu numunelerin pH değerleri için nötr (yağmur suyuna yakın) diyebiliriz. Diğer su örneklerinin ise belirtilen standartlar içerisinde hafif asidik sulardır.

Tablo 5.14: Çalışmada Analizi Yapılan Yeraltı ve Yüzeysel Suların Kurşun (Pb mg/L) değerlerinin TSE (2005), WHO (1999), EPA (2002), EC (1998) standartlarıyla karşılaştırılması.

Numuneler	Pb (mg/L)	Türk Standartları	Dünya Sağlık Teşkilatı	ABD Çevre Koruma Ajansı	Avrupa Birliği	Türk Standartları
		TSE 266 (Nisan2005)	WHO - 1999	EPA - 2002	EC - 1998	
DC-12	0.0001	0.01	0.05	0.05	0.01	10
DC-13	0.0001	0.01	0.05	0.05	0.01	10
DC-14	0.0001	0.01	0.05	0.05	0.01	10
DC-15	0.0001	0.01	0.05	0.05	0.01	10
DC-16	0.0001	0.01	0.05	0.05	0.01	10
DC-17	0.0003	0.01	0.05	0.05	0.01	10
DC-18	0.0003	0.01	0.05	0.05	0.01	10
DC-19	0.0002	0.01	0.05	0.05	0.01	10
DC-20	0.0001	0.01	0.05	0.05	0.01	10
DC-21	0.0001	0.01	0.05	0.05	0.01	10
DC-22	0.0006	0.01	0.05	0.05	0.01	10
DC-23	0.0001	0.01	0.05	0.05	0.01	10
DC-24	0.0001	0.01	0.05	0.05	0.01	10



Şekil 5.6: Çalışmada Analizi Yapılan Yeraltı ve Yüzey Sularının Kurşun (Pb) Değerlerinin TSE (2005), WHO (1999), EPA (2002), EC (1998) Standartlarıyla Karşılaştırılması.

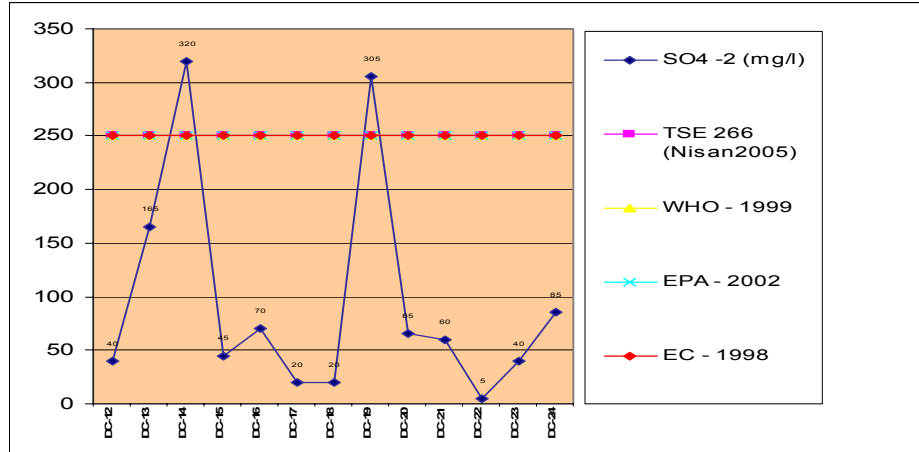


Şekil 5.7: Çalışmada Analizi Yapılan Yeraltı ve Yüzey Sularının Kurşun (Pb) Değerlerinin Türk Standartları İle Karşılaştırılması.

Yeraltı ve yüzey sularının Kurşun (Pb) değerlerinin Türk Standartları TSE 266 (Nisan- 2005), Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO-1999) , ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA-2002) ve Avrupa Birliği (EC- 1998) standartlarına göre sınır değerin çok altında, olduğu gözlenmiştir. Buda çalışma alanından alınan su numunelerinin içerdiği Kurşun (Pb) miktarının kirletici olmayacak kadar az olduğu sonucunu ortaya koymaktadır.

Tablo 5.15: Çalışmada Analizi Yapılan Yeraltı ve Yüzey Sularının Sülfat ( $SO_4^{-2}$ ) (mg/l) Değerlerinin TSE (2005), WHO (1999), EPA (2002), EC (1998) Standartlarıyla Karşılaştırılması.

Numuneler	$SO_4^{-2}$ (mg/l)	Türk Standartları	Dünya Sağlık Teşkilatı	ABD Çevre Koruma Ajansı	Avrupa Birliği
		TSE 266 (Nisan2005)	WHO - 1999	EPA - 2002	EC - 1998
DC-12	40	250	250	250	250
DC-13	165	250	250	250	250
DC-14	320	250	250	250	250
DC-15	45	250	250	250	250
DC-16	70	250	250	250	250
DC-17	20	250	250	250	250
DC-18	20	250	250	250	250
DC-19	305	250	250	250	250
DC-20	65	250	250	250	250
DC-21	60	250	250	250	250
DC-22	5	250	250	250	250
DC-23	40	250	250	250	250
DC-24	85	250	250	250	250



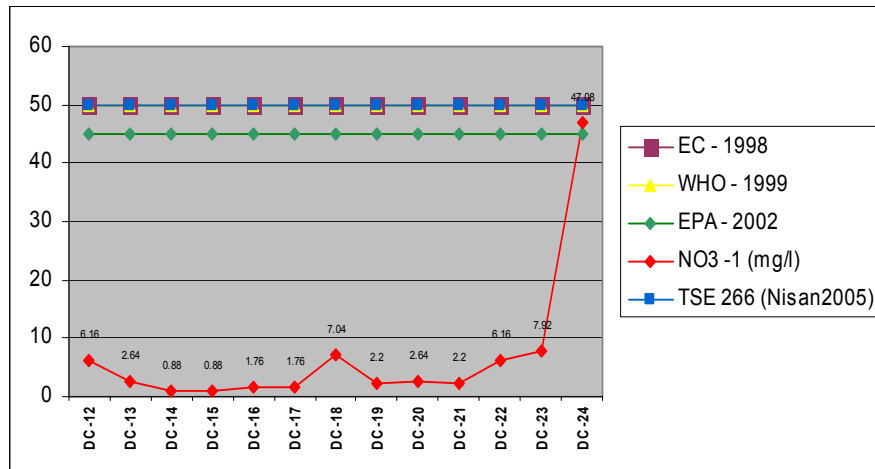
Şekil 5.8: Çalışmada Analizi Yapılan Yeraltı ve Yüzey Sularının Sülfat ( $SO_4^{-2}$ ) Değerlerinin TSE (2005), WHO (1999), EPA (2002), EC (1998) Standartlarıyla Karşılaştırılması.

Tablo 5.16. incelendiğinde analizi yapılan yeraltı ve yüzey sularının Sülfat ( $SO_4^{-2}$ ) (mg/l) değerlerinin Türk Standartları TSE 266 (Nisan- 2005), Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO-1999) , ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA-2002) ve Avrupa Birliği (EC-1998) standartlarına göre DC-14 ve DC-19 örneklerinin sınır değer üstünde, DC-22'nin ise sınır değer çok altında olduğu gözlenmiştir. Buda çalışma alanından alınan DC-14 ve DC-19 su numunelerinde sülfat açısından bir zenginleşme olduğunu ortaya

çıkarmaktadır. İnceleme alanındaki tüm numunelerdeki Sülfat ( $\text{SO}_4^{-2}$ ) miktarı 5 ile 320 mg/lt arasında değişmektedir. Yüksek hidrojen sülfür etkisinden dolayı beton yüzeyindeki 2-80 mm arasında yıllık aşınma meydana getirmektedir. Korozyona uğrayan beton melzemenin mekanik mukavemeti düşer. Zamanla kanalizasyon sistemi üzerinde delikler meydana gelir. Aşınan bölgelerden yeraltına atık su sızıntısı olur. Kanalizasyon sisteminin tahrip olduğu bölgelerde yeraltı ve yüzeysel sular tehdit altındadır

Tablo 5.16: Çalışmada Analizi Yapılan Yeraltı ve Yüzey Sularının Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) (mg/l) Değerlerinin TSE (2005), WHO (1999), EPA (2002), EC (1998) Standartlarıyla Karşılaştırılması.

Numuneler	$\text{NO}_3^-$ (mg/l)	Türk Standartları	Dünya Sağlık Teşkilatı	ABD Çevre Koruma Ajansı	Avrupa Birliği
		TSE 266 (Nisan2005)	WHO - 1999	EPA - 2002	EC - 1998
DC-12	6.16	50	50	45	50
DC-13	2.64	50	50	45	50
DC-14	0.88	50	50	45	50
DC-15	0.88	50	50	45	50
DC-16	1.76	50	50	45	50
DC-17	1.76	50	50	45	50
DC-18	7.04	50	50	45	50
DC-19	2.2	50	50	45	50
DC-20	2.64	50	50	45	50
DC-21	2.2	50	50	45	50
DC-22	6.16	50	50	45	50
DC-23	7.92	50	50	45	50
DC-24	47.08	50	50	45	50



Şekil 5.9: Çalışmada Analizi Yapılan Yeraltı Ve Yüzey Sularının Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) Değerlerinin TSE (2005), WHO (1999), EPA (2002), EC (1998) Standartlarıyla Karşılaştırılması.

Analizi yapılan yeraltı ve yüzey sularının Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) (mg/l) değerlerinin Türk Standartları TSE 266 (Nisan- 2005), Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO-1999), ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA-2002) ve Avrupa Birliği (EC- 1998) standartlarına göre DC-24 örneğinin sınır değere yakın, diğer su örneklerinin ise sınır değerin çok altında olduğu görülmektedir.

İnceleme alanındaki sadece DC-24 kuyusunda gözlenen Nitrat içeriğindeki sınır değere yakınlık, kuyu yakınındaki hayvan barınaklarındaki düzensiz hayvan gübresi depolanması sonucu, geçirimli ortam nedeniyle yeraltısuyuna karışması sonucu ortaya çıkmış olması muhtemel nedendir. Bu nedenle ileride tüm havzada oluşabilecek Nitrat kirliliğinin önlenmesi için hayvan gübreleri için düzenli depolama ortamları hazırlanmalıdır.



## 6. DEĞERLENDİRMELER

Bu bölümde İnceleme alanına ait alınan su numunelerinin içilebilirlik özelliklerinin ortaya çıkarılması amacıyla Su Kalitesi Kontrol Yönetmeliğindeki su kalite parametreleri ile karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiş, tez kapsamında yapılan su analizleri Sağlık Bakanlığı tarafından 2005 yılında 25730 sayılı Resmi Gazetedeği İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik esasınca uygunluğu araştırılmıştır.

Ayrıca Türk Standartlarına (TS 266, 1984) göre içme suyunda tavsiye edilen ve maksimum izin verilen değerler ile Elektriksel İletkenlik (EC), Hidrojen İyonu Konsantrasyonu (pH), Klor (Cl<sup>-</sup>), Sülfat (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>), Nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), Kalsiyum (Ca<sup>+2</sup>), Magnezyum (Mg<sup>+2</sup>), Sodyum (Na<sup>+</sup>), Karbonat ve Bikarbonat (CO<sub>3</sub><sup>-2</sup> –HCO<sub>3</sub><sup>-2</sup>) içeriği gibi kimyasal özellikleri incelenmiş analizi yapılan suların içilebilirliği ve kullanılabilirliğine ait bilgiler yorumlanmıştır.

### 6.1. Yeraltı ve yerüstü sularının Kimyasal Özellikleri

İnceleme alanındaki yeraltı ve yüzey sularının kimyasal özellikleri belirlenmesi amacıyla oluşturulan ağdaki 13 gözlem kuyusundan alınan su örnekleri, İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi, Hidrojeoloji Laboratuvarlarında analiz edilmiştir. Örnekler üzerinde inceleme yapılan ve ölçüm gerçekleştirilen özellikler aşağıda açıklanmıştır.

#### 6.1.1. Yeraltısularında Bulunan Önemli İyonlar

Sertlik, pH, elektriği geçirgenlik gibi özelliklerin yanısıra sayıları 10 ya da 15'i geçmeyen anyon ve katyonların miktarlarının öğrenilmesi ile suyun kimyasal kalitesi ve kullanılacağı yer hakkında bilgi sahibi olunabilir.

Mineraller suda çözüldüğünde “iyon” adı verilen elektrikle yüklü parçacıklara ayrılırlar. Bu parçacıkların bir kısmı negatif “Anyon”, bir kısmı pozitif “Katyon” yüklüdür. Sudaki anyon ve katyonlar çeşitli minerallerden gelmiş olabilir. Örneğin SO<sub>4</sub> iyonu yeraltısuyunun değdiği CaSO<sub>4</sub>, MgSO<sub>4</sub> ve diğer sülfatlı minerallerden oluşabilir. Aşağıda sulara özellik kazandıran iyonların önemli olanları gözden geçirilmiştir.

#### **6.1.1.1.Klor (Cl)**

Yeraltı sularındaki klor, deniz suyundan, evaporitlerden, yağmur ve kar suyundan ya da atmosferden gelebilir. Bunların dışında yeraltısularına en fazla klor veren deniz suyudur. Yağmur suyunda 1 mg/lt olan klor, deniz suyunda 20000 mg/lt'e çıkabilmektedir. Genel olarak yeraltısularındaki klor miktarı yağışlı bölgelerde az, kurak bölgelerde çoktur. İçerisinde 200-600 mg/lt klor bulunan sular içilebilir. Hayvan sulamada içerisinde 3000-4000 mg/lt'ye kadar klor bulunan yeraltısuları kullanılmaktadır.

Analizi yapılan yeraltı ve yüzey sularındaki klor miktarı 8.07 ile 0.71 mg/1 arasında değişmektedir. TSE 266 ya göre tavsiye edilen İçme suları için klor sınır değeri miktar 200 mg/1 olduğuna göre inceleme alanı suları klor içerikleri açısından kullanımında sakınca olmayan sulardır.

#### **6.1.1.2.Sülfat (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>)**

Yeraltı sularındaki sülfatın büyük bir kısmı jips ve anhidrit kökenlidir. Bunların dışında ayrıca piritin oksidasyonu ile oluşan demir sülfattan da az da olsa yeraltı suyu bileşimine sülfat katılabilir. İçme sularındaki sülfatın miktarı 200-400mg/l arasında olmalıdır (TSE, 1997).İnceleme alanındaki sülfat miktarları 305 ile 5 mg/1 arasında değişmektedir. Sülfatın toprağın tuzunu arttırması dışında zararlı etkisi yoktur. Sulama sularında 250mg/l ye kadar olan miktarlar bitki beslenmesi için yararlıdır.

İnceleme alanındaki tüm numunelerdeki Sülfat (SO<sub>4</sub><sup>-</sup>) miktarı 5 ile 320 mg/lt arasında değişmektedir. Yüksek hidrojen sülfür etkisinden dolayı beton yüzeyindeki 2-80 mm arasında yıllık aşınma meydana getirmektedir. Korozyona uğrayan beton melzemenin mekanik mukavemeti düşer. Zamanla

kanalizasyon sistemi üzerinde delikler meydana gelir. Aşınan bölgelerden yeraltına atık su sızıntısı olur. Kanalizasyon sisteminin tahrip olduğu bölgelerde yeraltı ve yüzeysel sular tehdit altındadır. İnceleme alanında DC-14 ve DC-19 numuneleri hariç diğer tüm numuneler 250mg/l altındadır ve Sülfat açısından sulama suyu olarak kullanılmasında bir sakınca yoktur.

#### **6.1.1.3.Nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)**

Yeraltı sularında nitrat çoğunlukla canlıların atıkları ve suni gübreye bağlı olarak ortaya çıkar (**Rajmohan ve Elango, 2005**). Sularda 5-10 mg/1 den fazla nitrat bulunması suyun dışardan kirletildiğini gösterir. İçme sularında ise nitrat içeriği 45 mg/l'tyi geçmemelidir. İnceleme alanındaki nitrat değerleri 47.08 ile 0.88 mg/1 arasında değişmektedir. DC-14 DC-15, DC-16, DC-17 kuyularında özellikle çok düşük değerler gözlenirken DC-24 kuyusundaki nitrat değeri diğer numunelere göre oldukça fazla olmasına rağmen, tüm kuyulara ait örneklerindeki nitrat değeri standartların altındadır. Bu durum suyun dışarıdan kirletildiğini göstermektedir.

#### **6.1.1.4.Kalsiyum (Ca<sup>+2</sup>)**

Kalsiyumun yeraltısularına katılması; kalsit aragonit, dolomit, jips, anhidrit, fluorit gibi silikatlı olmayan minerallerdeki ve albit, anortit, piroksen, amfibol gibi silikatlı minerallerdeki kalsiyumun su tarafından eritilmesi ile olur. Genel olarak yeraltı sularındaki kalsiyum miktarı 10-100 mg/1 arasında değişir. Bazen bu miktar 500 mg/1 hatta 1000 mg/1 ye kadar artabilir. Kalsiyum artışı suyun tadını değiştirir, sertliğini arttırarak sabunun köpürmesini azaltır, bitkilerin gelişimin arttırarak sodyum yüzdesini düşürür. İnceleme alanındaki kalsiyum değerleri 235.073 mg/1 ile 4.07 mg/1 arasında değişmektedir. Bu değerler TSE standartlarını aşmamaktadır.

#### **6.1.1.5.Magnezyum (Mg<sup>+2</sup>)**

Yeraltı sularındaki magnezyum, magnezyum bikarbonatın erimesi ile- ortaya çıkar. 125 mg/1 den fazla magnezyum değerleri olan sular acıdır ve içilemez. İnsanlarda özellikle bağırsaklarda sorun ortaya çıkarır. İnceleme alanı kuyu sularında belirlenen magnezyum değerleri, 34.514 mg/1 ile 0.782 mg/1 arasındadır. Bu değerler TSE standartlarını aşmamaktadır.

#### **6.1.1.6.Sodyum (Na<sup>+</sup>)**

Yeraltı sularına en çok, plajioklasların ayrışması ve kil minerallerinin baz değişimi sonucu karışır. İnsanlar üzerinde fazlaca bir olumsuz etkisi yoktur. Ancak kalp ve böbrek hastalarının yüksek Na lu suları devamlı içmemesi tavsiye edilir. Killi toprakların bu tür sular ile sulanması sonucu sıkı ve düşük permeabiliteli "alkalitopraklar" oluşur. İnceleme alanındaki suların sodyum değerleri 148.026 mg/1 ile 7.98 mg/1 arasındadır.

#### **6.1.1.7.Karbonat ve Bikarbonat (CO<sub>3</sub><sup>-2</sup> –HCO<sub>3</sub><sup>-2</sup>)**

Yeraltı sularındaki karbonat ve bikarbonat iyonları çoğunlukla atmosferdeki ve topraktaki CO<sub>2</sub> den ayrıca karbonatlı kayaçların erimesi ile ortaya çıkar. Yeraltısularındaki bikarbonat miktarı genel olarak 10-800 mg/lit sınırları arasında değişse de, pek ender olarak 400 mg/lit'yi aşmaktadır. İçerisindeki CO<sub>3</sub><sup>-2</sup> ve HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> toplamı 500 mg/lit'den fazla olan ve yalnız CO<sub>3</sub><sup>-2</sup> miktarı 300 mg/lit'ye çıkan sular içilebilmektedir. Bikarbonat iyonu sulama suları için yararlıdır, ancak fazlası toprakta kireç birikimine neden olur. İnceleme alanındaki bikarbonat değerleri, 1334 ile 337 mg/1 arasında değişmektedir ve içilebilirlik standartını aşmaktadır.

#### **6.1.1.8. Yeraltısularında Az Miktarda Bulunan Maddeler**

Yeraltısularında yukarıda belirtilen anyon ve kationların dışında genellikle 1 mg/lit'den az fakat sayıca çok fazla olan kimyasal maddede bulunur. Bunların bir kısmı zararlı bir kısmı zararsızdır. Aşağıda ise, yeraltısularında genellikle az miktarda bulunan bu maddelerin önemli olanlarına kısaca yer verilecektir.

**Demir (Fe<sup>+3</sup>) ve Manganez (Mn<sup>+2</sup>)** : Demir sularında iki değerlikli çözülmüş olarak, özellikle hidrojen karbonat ve bazen de sülfat şeklinde bulunur. Litrede 0-3 mg'den fazlasının suyun tadını değiştirmesi, istenmeyen görünüşte olması ve çamaşırlar üzerinde lekeler meydana getirmesi bakımından demirli sular istenmezler. 0,5 mg/lit'den fazla olması sondaj kuyularındaki filtrelerin ve su borularının tıkanmasına sebep olur. Mangan'da demir gibi aynı etkilere sahip bir elementtir. Her iki elementte 0,1 mg/lit'de bulunmalıdır. İnceleme alanından alınan numunelerin Demir ve Mangan içerikleri oldukça yüksektir. Özellikle DC-15, DC-17 ve DC-20 örnekleri Demir açısından, DC-15 ve DC-16 numuneleri ise Mangan açısından oldukça

zengindir. Buradan bu yoğunlaşmanın civardaki fabrika ve atıklarından kaynaklandığı sonucu çıkarılabilir.

**Silis (SiO<sub>2</sub>)** : Yer kabuğunda en fazla bulunan elementtir. Buna karşı suda çok zor erimesi nedeni ile yeraltısularında 20 mg/l'ten az bulunur. İnceleme alanındaki örneklerde sadece DC-19 numunesinin bu değeri aştığı gözlenmiştir. Buda DC-19 kuyusunda bulunan suyun derin dolaşımli bir su olduğunu göstermektedir.

**Bor (B)** : Bor, yeraltısularında borik asit (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>), Borat (BO<sub>4</sub>) ya da tetraborat (B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>) şeklinde ender olarak bulunur. 1 mg/l'ten azdır. Ancak bu miktarın bile bitkiler üzerinde zararlı etkisi vardır. Sulama sularında 0,1-0,2 mg/l olması yararlıdır. İçme sularında 30mg/l'te kadar bulunması zararlı değildir. İnceleme alanındaki örneklerin tümü Bor için tavsiye edilen sınır değerler arasında kalmaktadır.

### **6.1.2.Zehirli Kimyasal Maddeler**

Yeraltısularında eser halinde buldukları zaman bile, zehirleyici etkisi olan maddelerdir. Bunlar, Kurşun (Pb), Bakır (Cu), Çinko (Zn), Arsenik (Ar) ve Selenyum (Ce)'dur. İçme ve kullanma sularında kurşun için 0,05 mg/l; bakır için 1,5 mg/l; çinko için 15 mg/l; Arsenik için 0,05 mg/l ve Selenyum için 0,01 mg/l üst sınır olabilir. Analizi yapılan örnekler zehirli kimyasal maddeler açısından belirtilen sınır değerleri aşmamaktadır.

### **6.1.3. Yeraltısularının Kalitesini Belirten İyon Özellikler**

#### **6.1.3.1. Hidrojen İyonu Konsantrasyonu (pH)**

Su içindeki hidrojen iyonu konsantrasyonunun 10 tabanına göre negatif logaritması "pH" değeri olarak tanımlanır. pH =7 olan sular "nötr sular" olarak bilinir. PH<4.5 olan sular "asit su", pH >8.2 olan sular "bazık su" olarak nitelendirilmektedir. Yeraltısularındaki PH değeri, çözünmüş karbondioksit ve diğer karbonat ve bikarbonat bileşikleri arasındaki dengeye bağlı olarak değişmektedir. İnceleme alanında pH değerleri 6,0 ile 7,7 arasında değişmekte olup nötr ve hafif asidik sulardır.

### 6.1.3.2. Alkalinite

Bir suyun alkalinitesi, asitleri nötrleştirme özelliği olarak bilinir. Yeraltısularındaki alkalinite çoğun karbonat ve bikarbonat iyonlarına bağlı olarak kazanılır. Alkalinitenin ölçülmesinde fenolftaleyen ve metil oranj kullanılır.

Tablo 6.1: İnceleme Alanındaki Yeraltı ve Yüzey Suları Alkalinite Değerleri

Numuneler	Alkalilite	HCO <sub>3</sub>
DC-12	3.8	231.8
DC-13	7.2	439.2
DC-14	6	366
DC-15	7.6	463.6
DC-16	2.8	170.8
DC-17	0.8	48.8
DC-18	0.7	42.7
DC-19	1.8	109.8
DC-20	4.6	280.6
DC-21	1.7	103.7
DC-22	0.4	24.4
DC-23	1.2	73.2
DC-24	1.7	103.7

Tabloya bakıldığında numunelerin alkalinite değerleri 0.4 ile 7.6 arasında değiştiği görülmektedir. DC-15 ve DC-13 numunelerinde alkalinite değerleri diğer numunelere oranla daha fazla olduğu görülmektedir.

### 6.1.3.3. Asidite

Bir suyun asiditesi, alkalinitenin karşısı olarak bazların nötrleştirme özelliği olarak bilinir. pH<4.5 olan asidik suların metalleri aşındırıcı özelliği fazladır. Özellikle linyit ve maden kömürlerinin bulunduğu alanlardan çıkan yeraltısuları asit karakterdedir. İnceleme alanından alınan numunelerin pH değerleri 4,5 üzerinde olduğu için bu anlamda asiditeden söz etmek mümkün değildir.

### 6.1.3.4. Elektriksel İletkenlik (EC)

Genel olarak bütün sular elektriği iletir ve iletkenlik suyun iyon konsantrasyonu ile doğru orantılıdır. Elektriksel iletkenliğin ölçüsü "  $\mu\text{S} / \text{cm}$  " dir. Bu tanımlama, + 24 °C deki suyun iletkenlik derecesini belirtir. İnceleme alanındaki suların elektriksel iletkenlik değerleri 1125 ile 72  $\mu\text{S}/\text{cm}$  arasındadır.

Ortalama iletkenlik değeri 700  $\mu$ S /cm civarındadır. Buna göre tüm sular içme suyu açısından Scofield sınıflamasına göre "iyi" ve "kullanılabilir" olarak tanımlanmış gruplara girmektedir.

## **6.2. İnceleme Alanı Sularının İçilebilirlik ve Kullanılabilirlik Niteliği**

Ülkemizde hâlihazırda su kaynaklarının sınıflandırılması esasen Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'nin Kıtaçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri ilkeleri çerçevesinde yapılmaktadır. Ayrıca göller, göletler ve baraj haznelerinin ötrofikasyon kontrolü için sınır değerleri verilmektedir.

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) Bu Yönetmeliğin amacı, Ülkenin yeraltı ve yerüstü su kaynakları potansiyelinin korunması ve en iyi bir biçimde kullanımının sağlanması ve su kirlenmesinin önlenmesini sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle uyumlu bir şekilde gerçekleştirmek üzere gerekli olan hukuki ve teknik esasları belirlemektir.

Bu Yönetmelik su ortamlarının kalite sınıflandırmaları ve kullanım amaçlarını, su kalitesinin korunmasına ilişkin planlama esasları ve yasaklarını, atıksuların boşaltım ilkelerini ve boşaltım izni esaslarını, atıksu altyapı tesisleri ile ilgili esasları ve su kirliliğinin önlenmesi amacıyla yapılacak izleme ve denetleme usul ve esaslarını kapsamaktadır. Bu Yönetmelik, 09/08/1983 tarihli ve 2872 sayılı Çevre Kanununun 8 ve 11 inci maddeleri ile 01/05/2003 tarihli ve 4856 sayılı Çevre ve Orman Bakanlığı Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanunun 9 uncu maddesine dayanılarak hazırlanmıştır. Bu yönetmeliğe göre inceleme alanından alınan su numunelerinin sınıflandırılması yapılmıştır. Yüzey Suları için tanımlanan sınıflar aşağıda verilmiştir.

Kıtaçi Yüzeysel Suların Sınıflandırılmasına bakıldığında suların I'den IV'e kadar kademelendirildiğini görmekteyiz. Bu sınıflandırmada Sınıf I olarak adlandırılan yüzey sularının yüksek kaliteli su, Sınıf II olarak adlandırılan yüzey sularının az kirlenmiş su, Sınıf III; Kirli su ve Sınıf IV olarak adlandırılan yüzey sularının ise çok kirlenmiş su olarak tanımlandığı görülmektedir. Tablo 6.1'de sınıflandırma için geçerli su kalite parametreleri ve bunlara ait sınır değerleri Sınıf I, II, III ve IV için

ayrı ayrı verilmiştir. Bir su kaynağının bu sınıflardan herhangi birine dahil edilebilmesi için bütün parametre değerleri, o sınıf için verilen parametre değerleriyle uyum halinde bulunmalıdır. Belirtilen kalite sınıflarına karşılık gelen suların, aşağıdaki su kullanım alanları için uygun olduğu kabul edilir.

Sınıf I - Yüksek kaliteli su; Yalnız dezenfeksiyon ile içme suyu temini, Rekreatif amaçlar (yüzme gibi vücut teması gerektirenler dahil), Alabalık üretimi, Hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyacı, Diğer amaçlar. Sınıf II - Az kirlenmiş su; İleri veya uygun bir arıtma ile içme suyu temini, Rekreatif amaçlar, Alabalık dışında balık üretimi, Teknik Usuller Tebliği'nde verilmiş olan sulama suyu kalite kriterlerini sağlamak şartıyla sulama suyu olarak, Sınıf I dışındaki diğer bütün kullanımlar. Sınıf III - Kirlenmiş su; gıda, tekstil gibi kaliteli su gerektiren endüstriler hariç olmak üzere uygun bir arıtmadan sonra endüstriyel su temininde kullanılabilir. Sınıf IV - Çok kirlenmiş su; Sınıf III için verilen kalite parametrelerinden daha düşük kalitede olan ve üst kalite sınıfına iyileştirilerek kullanılacak yüzeysel sulardır.

Yeraltı Sularının Suları için tanımlanan sınıflar ise üçe ayrılmaktadır. Bunlar: aşağıda verilmiştir. Sınıf YAS I olarak belirtilen yeraltı suları Yüksek kaliteli yer altı suları, Sınıf YAS II: Orta kaliteli yeraltı suları, Sınıf YAS III: Düşük kaliteli yeraltı suları olarak tanımlanmıştır.

Sınıf YAS I - Yüksek kaliteli yeraltı suları; Sınıf YAS I sular içme suyunda ve gıda sanayisinde kullanılabilen yeraltı sularıdır. Bu sınıfa giren yeraltı suları diğer her türlü kullanma amacına uygundur. Sınıf YAS I suları, gerektiğinde uygun bir dezenfeksiyon işleminden sonra içme suyu olarak kullanılabilirler. Sadece havalandırma ile gerekli oksijenin sağlanması şartıyla, Sınıf I yüzeysel sulara ait kalite parametrelerini sağlayan yeraltı suları Sınıf YAS I sular olarak kabul edilmektedir. Sınıf YAS II - Orta kaliteli yeraltı suları; Sınıf YAS II sular, bir arıtma işleminden sonra içme suyu olarak kullanılacak sulardır. Bu sular tarımsal su ve hayvan sulama suyu veya sanayide soğutma suyu olarak herhangi bir arıtma işlemine gerek duyulmadan kullanılabilir. Sınıf II yüzeysel sulara ait kalite parametrelerini sağlayan sular, Sınıf YAS II sular olarak kabul edilir. Ancak demir, amonyum, mangan ve çözülmüş oksijen için konulmuş sınırların bu sınıfa giren sularda sağlanması gerekli değildir.



Sınıf YAS III - Düşük kaliteli yeraltı suları; Sınıf YAS III sular (a) ve (b) bentlerindeki kalite parametreleri karşılamayan sulardır. Bu suların kullanım yeri, ekonomik, teknolojik ve sağlık açısından sağlanabilecek arıtma derecesi ile belirlenen sınıf olarak tayin edilmiştir.

Tablo 6.2: Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY)

Su Kalite Parametreleri mg/L	Su Kalite Sınıfları			
	I	II	III	IV
Civa ( mg Hg/ L)	0.1	0.5	2	>2
Kadmiyum (mg Cd/ L)	3	5	10	>10
Kurşun (mg Pb/ L)	10	20	50	>50
Arsenik (mg As/ L)	20	50	100	>100
Bakır (mg Cu/ L)	20	50	200	>200
Krom (toplam) (mg Cr/ L)	20	50	200	>200
Kobalt (mg Co/ L)	10	20	200	>200
Nikel (mg Ni/ L)	20	50	200	>200
Çinko (mg Zn/ L)	200	500	2000	>2000
Siyanür (toplam) ( mg CN /L)	10	50	100	>100
Florür (mg F -/ L)	1000	1500	2000	>2000
Serbest Klor (mg Cl/ L)	10	10	50	>50
Sülfür (mg S= /L)	2	2	10	>10
Demir (mg Fe/ L)	300	1000	5000	>5000
Mangan (mg Mn/ L)	100	500	3000	>3000
Bor (mg B/ L)	1000	1000	1000	>1000
Selenyum (mg Se /L)	10	10	20	>20
Baryum ( mg Ba/ L)	1000	2000	2000	>2000
Alüminyum (µg Al / L)	0.3	0.3	1	>1
Sodyum (µg Na+ /L)	125	125	250	>250
Kolrür iyonu (µg Cl- / L)	25	200	400b	>400
Sülfat İyonu (µg SO4= /L)	200	200	400	>400
Toplam Fosfor (µg P/ L)	0.02	0.16	0.65	>0.65
Nitrat azotu (µg NO3- N/ L)	5	10	20	>20
p H	6.5 -8.5	6.5 -8.5	6.0 - 9.0	6.0 - 9.0 dışında

Tablo 6. 2’de 2004 yılında revize edilmiş Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY-Türkiye çevre mevzuat)’nde yer alan inorganik parametrelerin su sınıfı kalitesi belirlenirken baz alınan değerleri görülmektedir. Buna göre inorganik parametreler az alınarak inceleme alanında bulunan yeraltı ve yüzey sularının su kaliteleri belirlenmeye çalışılmıştır.

Tablo 6.3: Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğine Göre İnceleme Alanındaki Yeraltı Sularının Değerlendirilmesi.

Madde	DC-13		DC-14		DC-15		DC-16		DC-17		DC-18		DC-19		DC-22		DC-23		DC-24	
	Madde Miktarı	Su Kalite Sınıfı	Madde Miktarı	Su Kalite Sınıfı	Madde Miktarı	Su Kalite Sınıfı	Madde Miktarı	Su Kalite Sınıfı	Madde Miktarı	Su Kalite Sınıfı	Madde Miktarı	Su Kalite Sınıfı	Madde Miktarı	Su Kalite Sınıfı	Madde Miktarı	Su Kalite Sınıfı	Madde Miktarı	Su Kalite Sınıfı	Madde Miktarı	Su Kalite Sınıfı
Hg (ppb)	0.1	I	0.1	I	0.1	I	0.1	I	0.1	I	0.1	I	0.1	I	0.1	I	0.1	I	0.1	I
Cd (ppb)	3	I	3	I	3	I	3	I	3	I	3	I	3	I	3	I	3	I	3	I
Pb (ppb)	10	I	10	I	10	I	10	I	10	I	10	I	10	I	10	I	10	I	10	I
As (ppb)	20	I	20	I	20	I	20	I	20	I	20	I	20	I	20	I	20	I	20	I
Cu (ppb)	20	I	20	I	20	I	20	I	20	I	20	I	20	I	20	I	20	I	20	I
Cr (ppb)	20	II	20	II	20	II	20	I	20	I	20	I	20	I	20	I	20	I	20	I
Co (ppb)	10	I	10	I	10	I	10	I	10	I	10	I	10	I	10	I	10	I	10	I
Ni (ppb)	20	I	20	I	20	I	20	III	20	I	20	I	20	I	20	I	20	I	20	I
Zn (ppb)	200	I	200	I	200	III	200	II	200	I	200	I	200	I	200	I	200	I	200	I
Cl (ppM)	25	II	25	II	25	II	25	II	25	I	25	II	25	II	25	I	25	II	25	II
S (ppb)	2	I	2	I	2	I	2	I	2	I	2	I	2	I	2	I	2	I	2	I
Fe (ppb)	300	I	300	I	300	I	300	I	300	I	300	I	300	I	300	I	300	I	300	I
Mn (ppb)	100	I	100	I	100	III	100	I	100	I	100	I	100	I	100	I	100	I	100	I
B (ppb)	1000	I	1000	I	1000	I	1000	I	1000	I	1000	I	1000	I	1000	I	1000	I	1000	I
Se (ppb)	10	I	10	I	10	I	10	I	10	I	10	I	10	I	10	I	10	I	10	I
Ba (ppb)	1000	I	1000	I	1000	I	1000	I	1000	I	1000	I	1000	I	1000	I	1000	I	1000	I
Al (ppm)	0,3	I	0,3	I	0,3	I	0,3	I	0,3	III	0,3	III	0,3	I	0,3	I	0,3	I	0,3	I
Na (ppm)	125	I	125	I	125	I	125	I	125	I	125	I	125	III	125	I	125	I	0,125	I
SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> (ppm)	0,2	III	0,2	I	0,2	III	0,2	I	0,2	I	0,2	I	0,2	III	0,2	I	0,2	I	0,2	I
P (ppm)	0,02	I	0,02	I	0,02	I	0,02	I	0,02	I	0,02	III	0,02	I	0,02	I	0,02	I	0,02	I
NO <sub>3</sub> (ppm)	5	I	5	I	5	I	5	I	5	I	5	II	5	I	5	II	5	II	5	IV
p H	6,5-8,5	I	6,5-8,5	I	6,5-8,5	I	6,5-8,5	I	6,5-8,5	I	6,5-8,5	I	6,5-8,5	I	6,5-8,5	I	6,5-8,5	I	6,5-8,5	I

Tablo 6. 3'de İnceleme alanındaki yeraltı sularına yapılmış olan su kimyası analizi sonuçları Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğine göre (SKKY) (Kıta içi Su Kaynaklarının sınıflarına Göre Kalite Kriterleri,2004) değerlendirilmiştir. Yapılan karşılaştırmalar sonucunda DC-13ve DC-14 numunelerinin Krom (Cr) ve Klor (Cl) değerleri baz alınarak su kalite sınıfı II olarak belirlenmiştir. DC-15 numunesi Krom (Cr) ve Klor (Cl) bakımından II. sınıf kalitede suları temsil ederken Çinko (Zn) ve Mangan (Mn) açısından III. sınıf kalite su sınıfına girmektedir.

DC-16 numunesi Krom (Cr) ve Klor (Cl) bakımından diğer numunelerle benzer özellik göstermekte fakat Nikel (Ni) açısından incelendiğinde bu numunenin de III. Sınıf kalitede bir su olduğu görülmektedir. DC-17 numunesi Alüminyum (Al) açısından standartları aşmakta olup III. sınıf su sınıfına girmektedir.

DC-18 numunesi Klor (Cl) bakımından II kalite sular grubuna girse de Alüminyum (Al) ve Fosfor açısından III. sınıf sular grubuna girdiği görülmektedir. DC 19 numunesi Sodyum (Na) ve Sülfat (SO<sub>4</sub>) içeriklerine göre III sınıf sular grubuna girmektedir. İnceleme alanındaki kötü sınıf su grubuna Nitrat miktarının fazlalığı ile DC-24 numunesi girmektedir ve su kalitesi diğer numunelere kıyasla daha kötüdür IV. sınıf suyu karakterize etmektedir.

Arazide Taşdelen'den alınan DC-22 numunesi Nitrat bakımından standartların bir miktar üzerinde bulunmasıyla II. Sınıf sular sınıfına girmesine rağmen, bölgede içme suyu olarak kullanılmakta ve standartlara uygun özellikler göstermektedir.

Su kirliliği Kontrol Yönetmeliğine göre;

Sınıf I: Yüksek kaliteli su,

Sınıf II: Az kirlenmiş su,

Sınıf III: Kirli su,

Sınıf IV: Çok kirlenmiş su olarak belirlenmiştir.

Yapılan çalışma sonucunda inceleme alanında bulunan sular II, III ve IV. Sınıf sular kategorisine girdikleri tespit edilmiştir. Buna göre inceleme alanındaki DC-13, DC-14, DC-22 ve DC-23 numunelerinin II sınıf ve az kirlenmiş sular oldukları, ileri veya uygun bir arıtma ile içme suyu temininde, rekreasyonel amaçlı, alabalık dışında balık üretiminde kullanılabilceği ve Teknik Usuller Tebliği'nde verilmiş olan sulama suyu kalite kriterlerini sağlamak şartıyla sulama suyu olarak kullanılabilcek olan

sular oldukları belirlenmiştir. Kısaca Sınıf I dışındaki diğer bütün kullanımlar için uygun özellikleri taşıyan sulardır. DC-15, DC- 16, DC-17, DC-18 ve DC-19 numuneleri ise III. Sınıf sulara girmekte olup bu tür sular kirlenmiş su olarak tanımlanmaktadır. Gıda, tekstil gibi kaliteli su gerektiren endüstriler hariç olmak üzere uygun bir arıtmadan sonra endüstriyel su temininde kullanılabilir olan sulardır. DC-24 numunesi ise IV. sınıf su özelliği göstermekte ve çok kirlenmiş sular olarak tanımlanmaktadır. Bu sular sınıf III için verilen kalite parametrelerinden daha düşük kalitede olan ve üst kalite sınıfına iyileştirilerek kullanılabilir sulardır.

Tablo 6.4’de ve Tablo 6.5’de, İstanbul’a içme suyu sağlayan su arıtma tesislerinden alınmış numunelere ait ölçüm sonuçları ve kıta içi su kalite kriterlerine göre sahip oldukları sınıf değerleri verilmiştir. İstanbul İçme Suyu Arıtma Tesisleri 01.06.2004 ve 07.12.2004 Tarihli Ham Su Analizi (İSKİ–2004) sonuçlarına göre. BOI<sub>5</sub> (mg/L), KOI (mg/L) içeriklerine göre II. Sınıf –Az Kirlenmiş su oldukları belirlenmiştir.

Su kalite sınıflarının belirlenmesinden sonra inceleme alanında bulunan yeraltı sularının kimyasal parametreleri Sağlık Bakanlığı tarafından belirlenen ve 2005 yılında resmi gazetede yayınlanan İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik de bulunan standartlar ile karşılaştırılmış ve suların kullanılabilirlikleri bu kriterlere göre belirlenmeye çalışılmıştır.

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmeliğin amacı, insani tüketim amaçlı suların teknik ve hijyenik şartlara uygunluğu ile suların kalite standartlarının sağlanması, kaynak suları ve içme sularının istihsalı, ambalajlanması, etiketlenmesi, satışı, denetlenmesi ile ilgili usul ve esasları düzenlemektir. Bu Yönetmelik, kaynak suları, içme suları ve içme-kullanma suları ile ilgili hükümleri kapsamaktadır. Ancak, doğal mineralli sular, kaplıca ve içme suları ile tıbbi amaçlı suları kapsamamaktadır. Tablo 6.6 ve Tablo 6.7’de Analiz sonuçlarında belirlenen değerler, Sağlık Bakanlığı tarafından belirlenen sınır değerler ile karşılaştırılmıştır.

Tablo 6.4: İstanbul İçme Suyu Arıtma Tesisleri 01.06.2004 Tarihli Ham Su Analizi (İSKİ-2004).

Sıra No	Çalışılan Parametreler	Çalışılan Numuneler							Kıta İçi Su Kaynaklarına Göre Kalite Kriterleri			
		1Nolu Num.	2Nolu Num.	3Nolu Num.	4Nolu Num.	5Nolu Num.	6Nolu Num.	7Nolu Num.	I	II	III	IV
1	BOI-5 (mg/L)	<3,0	6,000	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	4,000	8,000	20,000	>20
2	KOI (mg/L)	10,000	20,000	<10	<10	<10	<10	<10	25,000	50,000	70,000	>70
3	T.K.N (mg/L)	0,700	0,800	0,800	0,800	<0,1	0,600	0,600	0,500	1,500	5,000	>5,0
4	TOP-P (mg/L)	0,050	0,020	0,040	<0,02	<0,02	0,020	<0,02	0,020	0,160	0,650	>0,65
5	AnYzAkMd (mgMBAS/L)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,050	0,200	1,000	>1,5
6	pH (mg/L)	6,900	7,100	7,300	7,500	7,300	7,350	6,900	6.5-8.5	6.5-8.5	6.0-9.0	6.0-9.0
7	Top-Cr(mg/L)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000	0,020	0,050	0,200	>0.2
8	Bakır(mg/L)	0,010	0,006	0,007	0,009	0,003	0,011	0,006	0,020	0,050	0,200	>0,2
9	Kurşun(mg/L)	0,000	0,002	0,003	0,001	0,000	0,000	0,006	0,010	0,020	0,050	>0.05
10	Kadmium(mg/L)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,005	0,010	>0.01
11	Çinko(mg/L)	0,122	0,170	0,154	0,168	0,133	0,173	0,177	0,200	0,500	2,000	>2,0
12	Mangan(mg/L)	0,038	0,037	0,006	0,011	0,032	0,009	0,005	0,100	0,500	3,000	>3.0
13	Arsenik(mg/L)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,020	0,050	0,100	>0.1
1. Ömerli Hamsu 2. Elmalı Hamsu 3. Büyükçekmece Hamsu 4. K.H.Çelebi Mehmet Han Hamsu												
5. K.H.Yıldırım Beyazıt Han Hamsu 6. İkitelli Fatih Sultan Mehmet Han Hamsu 7. Emirli Hamsu												

**Kaynak: Çevre Durum Raporu (2005)**

Tablo 6.5: İstanbul İçme Suyu Arıtma Tesisleri 07.12.2004 Tarihli Ham Su Analizi (İSKİ-2004)

Sıra No	Çalışılan Parametreler	Çalışılan Numuneler							Kıta İçi Su Kaynaklarına Göre Kalite Kriterleri			
		I Nolu Num.	2 Nolu Num.	3 Nolu Num.	4 Nolu Num.	5 Nolu Num.	6 Nolu Num.	7 Nolu Num.	I	II	III	IV
1	BOI-5 (mg/L)	<3,0	6,000	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	4,000	8,000	20,000	>20
2	KOI (mg/L)	<10	14,000	<10	<10	<10	<10	<10	25,000	50,000	70,000	>70
3	T.K.N (mg/L)	1,200	1,300	0,700	0,400	0,300	0,300	0,600	0,500	1,500	5,000	>5,0
4	TOP-P (mg/L)	0,050	0,140	0,090	0,100	0,100	0,060	0,010	0,020	0,160	0,650	>0.65
5	AnYzAkMd (mgMBAS/L)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,050	0,200	1,000	>1,5
6	pH (mg/L)	7,650	7,610	8,140	8,250	7,720	8,100	7,830	6.5-8.5	6.5-8.5	6.0-9.0	6.0-9.0
7	Top-Cr(mg/L)	0,001	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,020	0,050	0,200	>0.2
8	Bakır(mg/L)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012	0,008	0,020	0,050	0,200	>0,2
9	Kurşun(mg/L)	0,000	0,000	0,002	0,000	0,003	0,000	0,001	0,010	0,020	0,050	>0.05
10	Kadmiyum(mg/L)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,005	0,010	>0.01
11	Çinko(mg/L)	0,011	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,200	0,500	2,000	>2,0
12	Mangan(mg/L)	0,071	0,354	0,017	0,010	0,005	0,014	0,031	0,100	0,500	3,000	>3.0
13	Arsenik(mg/L)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,020	0,050	0,100	>0.1

1.Ömerli Hamsu 2.Elmalı Hamsu 3. Büyükçekmece Hamsu 4. K.H.Çelebi Mehmet Han Hamsu  
5.K.H.Yıldırım Beyazıt Han Hamsu 6. İkitelli Fatih Sultan Mehmet Han Hamsu 7.Emirli Hamsu

**Kaynak: Çevre Durum Raporu (2005)**

Tablo 6.6: Çalışma Alanından Alınan Yeraltı Su Örneklerinin Kimyasal Parametreleri (İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik. Resmi Gazete Tarih: 17.02.2005 Sayı: 25730 Sağlık Bakanlığı)

Kimyasal Parametreler			Araziden Alınan Su Numuneleri									
Parametre	Parametrik değer	Birim	DC-13	DC-14	DC-15	DC-16	DC-17	DC-18	DC-19	DC-22	DC-23	DC-24
Antimon (Sb)	5.0	µg/L	0.08	0.05	0.08	0.81	0.05	0.07	0.14	0.06	0.05	0.07
Arsenik(As)	10	µg/L	1.5	0.9	0.9	1.7	0.5	0.5	5.1	0.5	0.5	0.8
Bor(B)	1	mg/L	0.026	0.038	0.07	0.018	0.0005	0.006	0.131	0.005	0.005	0.028
Kadmiyum(Cd)	5	µg/L	0.05	0.05	0.05	0.35	0.15	0.10	0.05	0.05	0.05	0.06
Krom(Cr)	50	µg/L	31.7	29.9	40.1	16.2	2	1.8	8.2	0.7	7.2	7.7
Bakır(Cu)	2	mg/L	0.0016	0.0035	0.0019	0.0014	0.0013	0.0006	0.0008	0.0048	0.0022	0.0005
Kurşun (Pb)	10 (içme-kullanma suları için 31 Aralık 2012 tarihine kadar 25 µg/L olarak uygulanır)	µg/L	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.3	0.2	0.6	0.1	0.1
Cıva (Hg)	1	µg/L	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Nikel (Ni)	20	µg/L	0.2	0.2	4.2	58.4	1.3	1.9	0.2	0.5	0.4	2.3
Nitrat	50	mg/L	2.64	0.88	0.88	1.76	1.76	0.74	2.2	6.16	7.92	47.08
Selenyum (Se)	10	µg/L	4.2	3.3	3.6	1.9	0.05	1	1.5	0.5	0.8	1.2

Numuneler İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik ile karşılaştırıldığında numunelerin belirtilen standart değerleri aşmadığı ancak sadece DC-16 numunesinin Nikel (Ni) açısından belirtilen standardı aştığı görülmektedir.

Tablo 6.7: Çalışma Alanından Alınan Yeraltı Su Örneklerinin Gösterge Parametreleri(İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik.

Resmi Gazete Tarih: 17.02.2005 Sayı: 25730 Sağlık Bakanlığı)

Gösterge parametreleri			Araziden Alınan Su Numuneleri									
Parametre	Parametrik Değer	Birim	DC-13	DC-14	DC-15	DC-16	DC-17	DC-18	DC-19	DC-22	DC-23	DC-24
Alüminyum (Al)	200	µg/L	<1	<1	2	<1	524	301	5	8	<1	4
Klorür	250	mg/L	173	94	90	135	11	27	47	9	34	58
İletkenlik	2500	20 °C'de µS / cm	1111	1125	822	632	91	202	787	72	363	642
pH	³6,5 ve £ 9,5	pH birimleri	7.7	7.2	7.4	7	7.7	6	7.5	6.1	6.5	6.4
Demir (Fe)	200	µg/L	<10	<10	300	13	200	136	<10	<10	16	31
Mangan (Mn)	50	µg/L	3.31	1.88	329.26	102.27	1.01	44.15	1.13	2.92	0.65	25.92
Sülfat	250	mg/L	165	320	45	70	20	20	305	5	40	85
Sodyum	200	mg/L	64.180	50.559	85.842	40.654	10.137	32.990	148.026	7.980	25.955	40.821



Tablo 6.6 ve Tablo 6.7’de İnceleme alanına ait numunelerin kimyasal parametreleri İnsani Tüketim Amaçlı Kullanılacak Olan Sular Hakkındaki Yönetmelik ile karşılaştırılmıştır. Alüminyum (Al) miktarının DC-17 ve DC-18 numunelerinde sınır değer olan 200 µg/L ‘yi aşmasına rağmen Klorür (Cl) miktarı hiçbir numunede sınır değeri geçmemiştir. İletkenlik değerleri bütün numunelerde sınır değer (2500- 20 °C’de µS / cm) altında olup genel itibariyle düşük iletkenlik özelliğine sahiptirler. Numunelerin pH değerleri ise 6,1-7,7 arasında olup nötr sulardır. Demir (Fe) içerikleri, DC-17 numunesi tam sınır değerindedir ve artmamasına dikkat edilmelidir. DC-18 numunesinin Demir içeriği sınır değerinin oldukça üzerindedir. Manganez (Mn) miktarı DC-16 ve özellikle de DC-15 numunelerinde yoğun miktarda bulunmaktadır. Sülfat miktarı alınan DC-14 ve DC-19 numunelerinde yoğun olarak bulunduğu analizler sonucu elde edilmiştir. Sodyum (Na) bakımından ise tüm numuneler sınır değer altındadır. Sonuç olarak araziden alınan tüm yeraltı suyu numuneleri düşük iletkenli, nötr özellikli olup, DC-14, DC-16, DC-17, DC-18 ve DC-19 numunelerinin farklı parametreler tarafından sınır değerlerini aşmasını sonucunda kirli sular olduğu belirlenmiştir. Bunun sonucunda da bu tür suların İnsani Tüketim Amaçlı kullanılmasının sakıncalı olduğu söylenilebilir.

Tablo 6.8.’de İnceleme alanındaki yeraltı sularına yapılmış olan su kimyası analizi sonuçları Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğine göre (SKKY) (Kıta içi Su Kaynaklarının sınıflarına Göre Kalite Kriterleri, 2004) değerlendirilmiştir. Analizi yapılan numunelerden DC-12 yüzey suyu numunesinin III Sınıf Kalite, DC-20 numunesinin IV sınıf kalite, DC-21 numunesinin ise II Sınıf Kalitede su olduğu görülmektedir. Buna göre DC-21 numunesinin II Sınıf ve Az Kirlenmiş Su olduğu, ileri veya uygun bir arıtma ile içme suyu temininde, rekreasyonel amaçlı, alabalık dışında balık üretiminde kullanılabileceği ve Teknik Usuller Tebliği’nde verilmiş olan sulama suyu kalite kriterlerini sağlamak şartıyla sulama suyu olarak kullanılabilecek olan su olduğu belirlenmiştir. Kısaca Sınıf I dışındaki diğer bütün kullanımlar için uygun özellikleri taşıyan sudur. DC-12 numunesinin III. Sınıf sulara girmekte olduğu ve bu tür suların kirlenmiş su olarak tanımlandığı, DC-20 numunesinin ise IV. sınıf su özelliği göstermekte ve çok kirlenmiş su olarak tanımlandığı görülmektedir. Gıda, tekstil gibi kaliteli su gerektiren endüstriler hariç

olmak üzere uygun bir arıtmadan sonra endüstriyel su temininde kullanılabilir olacak olan su olduğu yapılan çalışma sonucunda belirlenmiştir.

Tablo 6.8: Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne (SKKY) (Kıta içi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri,2004) Göre Yüzey Sularının Değerlendirilmesi.

Madde	DC-12		DC-20		DC-21	
	Madde Miktarı	Su Kalite Sınıfı	Madde Miktarı	Su Kalite Sınıfı	Madde Miktarı	Su Kalite Sınıfı
Hg (ppb)	0.1	I	0.1	I	0.1	I
Cd (ppb)	3	I	3	I	3	I
Pb (ppb)	10	I	10	I	10	I
As (ppb)	20	I	20	I	20	I
Cu (ppb)	20	II	20	I	20	I
Cr (ppb)	20	I	20	II	20	I
Co (ppb)	10	I	10	I	10	I
Ni (ppb)	20	I	20	I	20	I
Zn (ppb)	200	I	200	I	200	I
Cl (ppm)	25	II	25	II	25	II
S (ppb)	2	I	2	I	2	I
Fe (ppb)	300	I	300	I	300	I
Mn (ppb)	100	I	100	I	100	I
B (ppb)	1000	I	1000	I	1000	I
Se (ppb)	10	I	10	I	10	I
Ba (ppb)	1000	I	1000	I	1000	I
Al (ppm)	0,3	I	0,3	I	0,3	I
Na (ppm)	125	I	125	I	125	I
SO <sub>4</sub> <sup>=2</sup> (ppm)	200	III	0,2	I	0,2	I
P (ppm)	0,02	III	0,02	IV	0,02	I
NO <sub>3</sub> (ppm)	5	II	5	I	5	I
p H	6,5-8,5	I	6,5-8,5	I	6,5-8,5	I

Tablo 6.9: Çalışma Alanından Alınan Yüzey Su Örneklerinin Kimyasal Parametrelerinin Sağlık Bakanlığı Tarafından Hazırlanmış Olan Yönetmelik İle Karşılaştırılması

Kimyasal Parametreler			Araziden Alınan Su Numuneleri		
Parametre	Parametrik değer	Birim	DC-12	DC-20	DC-21
Antimon (Sb)	5.0	µg/L	0.48	0.23	0.16
Arsenik(As)	10	µg/L	1.6	2.3	1.7
Bor(B)	1	mg/L	0.067	82	14
Kadmiyum(Cd)	5	µg/L	<.05	<.05	<.05
Krom(Cr)	50	µg/L	11.4	25.9	10.7
Bakır(Cu)	2	mg/L	0.0 244	0.003	0.0014
Kurşun (Pb)	10 (içme-kullanma suları için 31 Aralık 2012 tarihine kadar 25 µg/L olarak uygulanır)	µg/L	0.1	0.1	0.1
Cıva (Hg)	1	µg/L	<.1	<.1	.2
Nikel (Ni)	20	µg/L	4.6	3.0	2.0
Nitrat	50	mg/L	6.16	2.64	2.2
Selenyum (Se)	10	µg/L	1.3	3.2	4.1

(İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik. Resmi Gazete Tarih: 17.02.2005 Sayı: 25730)

Tablo 6.10: Çalışma Alanından Alınan Yüzey Su Örneklerinin Gösterge Parametrelerinin Sağlık Bakanlığı Tarafından Hazırlanmış Olan Yönetmelik İle Karşılaştırılması.

Gösterge parametreleri			Araziden Alınan Su Numuneleri		
Parametre	Parametrik Değer	Birim	DC-12	DC-20	DC-21
Alüminyum (Al)	200	µg/L	18	9	5
Klorür (Cl)	250	mg/L	41	97	142
İletkenlik	2500	20 °C'de µS / cm	398	710	588
pH	³6,5 ve £ 9,5	pH birimleri	7.1	7.7	7.7
Demir (Fe)	200	µg/L	19	102	21
Mangan (Mn)	50	µg/L	6.27	1.73	0.28
Sülfat (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )	250	mg/L	40	65	60
Sodyum (Na)	200	mg/L	35.257	64.163	46.886

(İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik. Resmi Gazete Tarih: 17.02.2005 Sayı: 25730 Sağlık Bakanlığı)

İnceleme alanına ait numunelerin kimyasal parametreleri İnsani Tüketim Amaçlı Kullanılacak Olan Sular Hakkındaki Yönetmelik ile karşılaştırılmıştır. İletkenlik değerleri bütün numunelerde sınır değer (2500- 20 °C'de µS / cm) altında olup genel itibariyle düşük iletkenlik özelliğine sahiptirler. Numunelerin pH değerleri ise 6,1-7,7 arasında olup nötr sulardır. Ayrıca toksik maddelerden arsenik bütün soğuksu kaynaklarında oldukça düşük konsantrasyon da bulunmuştur.

Tablo 6.11: Türk Standartlarına (TS 266, 1984) Göre İçme Suyunda Tavsiye Edilen ve Maksimum İzin Verilen Değerler.

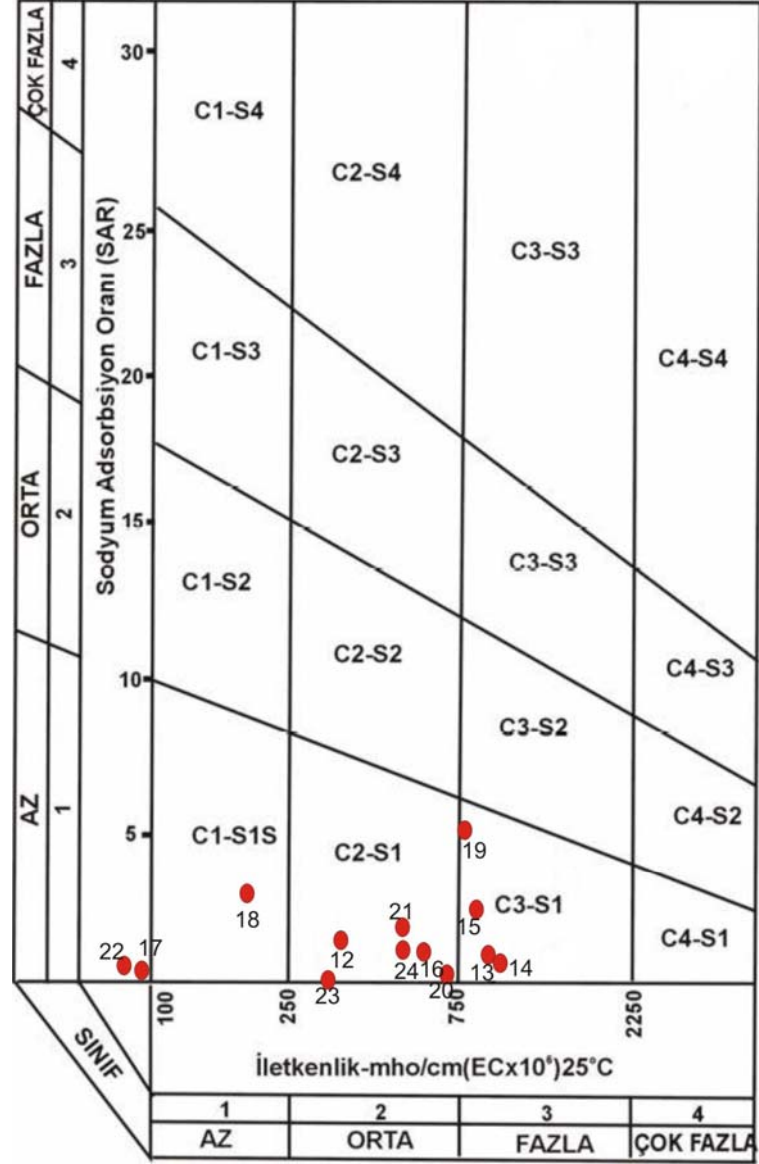
İyon Türü (mg/l)	TS 266	
	Tavsiye Edilen	Maksimum İzin Verilen
Cl	25	600
SO <sub>4</sub>	25	250
Ca	100	200
Mg	30	50
Na	20	175
K	10	12
NO <sub>2</sub>	-	0.1
NO <sub>3</sub>	25	50
Al	0.05	0.2
B	1	2
Fe	0.05	0.2
Mn	0.02	0.05
Cu	0.1	3
Zn	0.1	5
P	0.4	5
F	-	1.5
Ba	0.1	0.3
Pb	-	0.05
Cr	-	0.05
Cd	-	0.005
Hg	-	0.01
Ni	-	0.05

Tablo 6.11’de bulunan Türk Standartlarına (TS 266, 1984) göre içme suyunda tavsiye edilen ve maksimum izin verilen değerler arazi çalışması sırasında alınan numuneler ile karşılaştırıldığında Sülfat (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>) miktarının DC-19 ve DC-14 numunelerinde maksimum izin verilen sınır değerinin çok üzerinde olduğu, DC-16 numunesinin ise Nikel (Ni) açısından az miktarda sınır değeri aştığı görülmektedir.

### 6.3. İnceleme Alanı Sularının Sulama Suyu Niteliği

Sulama sularında bulunan fazla miktarda çözünmüş iyon, bitkileri ve tarım toprağını fiziksel ve kimyasal yollardan etkileyerek verimliliği azaltır. İnceleme alanındaki tarımsal faaliyetlerde yeraltısuyunun etkisini araştırmak üzere Tablo 6.9 da verilen

değerler kullanılarak ABD Tuzluluk Lab. (Riverside) ve Wilcox diyagramları hazırlanmıştır (Şekil 6.1).



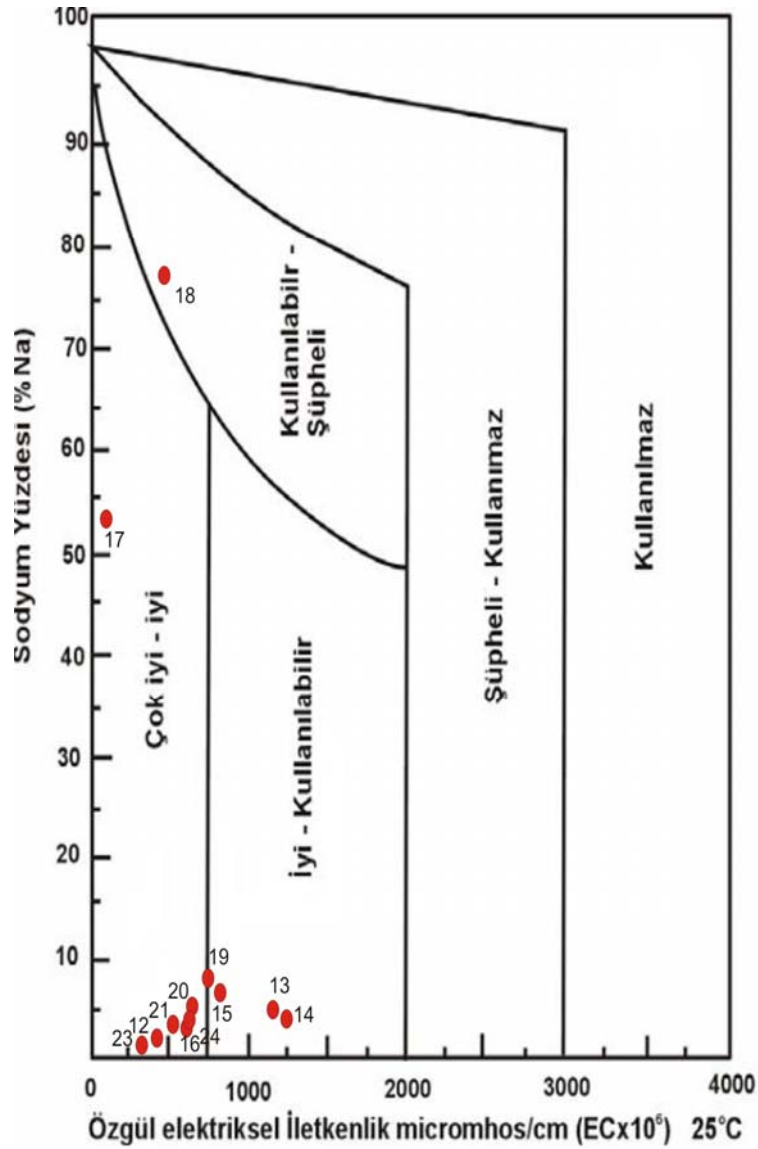
Şekil 6.1: ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramı.

ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramında sular C2-S1 ve C3-S1 grubunda toplanmıştır (Şekil 6.1). C2-S1 sınıfındaki sular; DC-16, DC-23, DC-24 kuyularına ait olup orta tuzlulukta ve az sodyumlu sulardır. Bu tür sular orta derecede tuza ihtiyaç gösteren bitkiler için aynı zamanda sodyuma karşı duyarlı olan bitkilerin dışında her türlü tarım için uygun olan sulardır.

C3-S1 sınıfına giren DC-13, DC-14, DC-15 ve DC-19 kuyularına ait sular ise, fazla tuzlu az sodyumlu sular sınıfına girmektedir. İçerdiği tuz miktarı açısından bu tür sular drenaj yapılmaksızın bitkiler için kullanılamaz (bazı bitkiler için kullanılabilir),

sodyum miktarı ise daha düşük olduğundan sodyuma karşı duyarlı bitkiler dışında her türlü tarım için uygun sulardır. Yüzey suyu örnekleri olan DC-12, DC-20 ve DC-21 ise C2-S1 sınıfına girmektedir. Bu sular orta tuzlu ve az sodyum içeriği ile göze çarpmaktadır (Şekil 6.1).

İnceleme alanındaki yeraltısularının elektriksel iletkenlik (EC) değerleri de sudaki çözülmüş iyon miktarı konsantrasyonuna bağlı olarak farklılıklar görülmektedir. İnceleme alanındaki tüm yeraltısularının, toprakta herhangi bir alkali tehlikesi yaratmadan kullanılabileceği belirlenmiştir. Tuzluluk tehlikesinin "orta fazla" olması nedeniyle drenajı kötü olan arazilerde kullanılmaması ve ayrıca zemindeki tuz miktarının sürekli gözlenmesi gerekmektedir.



Şekil 6.2: İnceleme Alanı Yeraltı ve Yüzey Suları Wilcox Diyagramı.

Wilcox diyagramında DC-12, DC-16, DC-17, DC-18, DC-20, DC-21, DC-22, DC-23, ve DC-24 nolu gözlem noktalarına ait sular "**Çok iyi-iyi** " sınıfına girerken, DC-13, DC-14, DC-15 ve DC-19 nolu gözlem noktalarına ait sular "**İyi-Kullanılabilir**" sular sınıfına girmektedir.

Tablo 6.12: İnceleme Alanı Yeraltı ve Yüzey Suları Scofield Sınıflaması.

EC (25° C de $\mu\text{S} / \text{cm}$ )	Sınıf	Gözlem Kuyu ve Noktaları
250 den az	1. Çok iyi	DC-17,DC 22
250-750	2.İyi	DC 12/16/18/20/21/23/24
750-2000	3.Kullanılabilir	DC 13/14/15/19
2000-3000	4.Şüpheli	-
3000 den fazla	5.Kullanılamaz	-

İnceleme alanındaki numunelerin Elektrik İletkenlikleri Scofield Sınıflamasına göre bakıldığında numunelerin göre çok iyi ve kullanılabilir oldukları görülmektedir. Alınan hiçbir numune şüpheli ya da kullanılamaz sınıfına girmemektedir.

#### **6.4.Elmalı Baraj Gölü ve Dereleri Kirlilik Ölçümleri ve Su Kalite Sınıfları**

Elmalı Havzası'nda bulunan derelerin ve Elmalı Barajı'nın su kalitesinin belirlenmesi için İSKİ tarafından 2001–2004 yılları arasında yapılmış olan ölçümlerden yararlanılmıştır. Havzadaki mevcut kirlenme seviyesinin belirlenmesi ve içme suyu olarak kullanılan kaynağın kıta içi su kaynakları kalite kriterlerine göre sınıfının tespit edilmesi için  $\text{BOI}_5$ , çözülmüş oksijen, amonyum azotu ve toplam fosfor parametreleri esas alınarak çalışılmıştır. Ölçümlerden elde edilen değerlendirmelere göre baraj ve derelerin su kalite sınıfları haritalar halinde gösterilmiştir. Bazı aylarda ölçüm yapılmamış olmasından dolayı mevsimsel ortalamalar alınmıştır (İBB, 2006).

##### **6.4.1. Kullanılan Parametreler ve Ölçüm Değerleri**

Elmalı Havzası'ndaki baraj ve derelere ait su kalite sınıflarının belirlenmesi için 2001–2004 yılları arasında İSKİ tarafından yapılmış olan ölçüm sonuçlarından yararlanılmıştır. İSKİ tarafından yapılan ölçümler genelde ayda bir alınan



numunelerle yapılmış olmakla beraber bazı aylarda ölçüm yapılmamış olduğundan, bu çalışmada baraj ve derelerin taşıdıkları kirlilik parametrelerinin mevsimsel ortalamaları alınarak su kalite sınıfları belirlenmiştir. Mevsimsel ortalamalar üçer aylık dönemler dâhilinde alınmıştır. Bu dönemler kış, bahar, yaz ve sonbahar mevsimlerini kapsamaktadır. Böylece su kaynağının mevsimsel değişimleri de izlenmiş olmaktadır. Ayrıca mevsimsel 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 yıl boyunca sahip olduğu su kalite sınıfı doğru bir biçimde belirlenmeye çalışılmıştır (**İBB, 2006**).

İSKİ tarafından 2001–2004 yılları arasında yapılmış olan ölçümlerde bakteriyolojik analiz bulunmamaktadır. Bakteriyolojik inceleme için bir fikir vermesi açısından 1996–1997–1998 yıllarında Elmalı su şebekesinden alınmış numunelerde yapılan analizler sonucunda, numunelerde toplam koliform bulunma yüzdeleri Tablo 6.13’de verilmektedir.

Tablo 6.13: Elmalı Şebeke Suyundan Alınan Numunelerde Toplam Koliform Bulunma Yüzdeleri.

Yıllar	T-Koli Bulunmayan	T-Koli Bulunan
1996	%97	%3
1997	%96	%4
1998	%97	%3

**Kaynak: (Öztürk ve diğ., 1999)**

Elmalı Havzası’ndaki baraj ve derelere ait kirlenmenin izlenmesi ve su kalite sınıfının belirlenmesi için BOI<sub>5</sub>, çözünmüş oksijen, amonyum azotu ve toplam fosfor parametreleri üzerinde çalışılmıştır. İSKİ tarafından yapılan ölçümlerden yola çıkılarak oluşturulan parametrelerin mevsimsel ortalama değerleri Tablo 6.14’de verilmektedir. Bu değerlerden hareketle 2001–2004 yılları arasında mevsimsel olarak belirlenen Elmalı baraj ve derelerine ait su kalite sınıfları şekiller üzerinde gösterilmiştir. Su kalite sınıflarındaki bozulmalar açık renkten koyu renge doğru renklendirilerek görselleştirilmiştir. Siyah renkle gösterilen yerlerde ölçüm yapılmadığından su kalite sınıfı gösterilememiştir.

Tablo 6.14: Elmalı Havzası 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 <sub>5</sub>	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 <sub>4</sub> -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
Değirmendere	BOI <sub>5</sub>	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 <sub>4</sub> -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
Hamsu	BOI <sub>5</sub>	3,7	I	6,7	II	6,3	II	12,0	III			3,0	I	4,5	I		
	Ç.O.	12,5	I	10,3	I	7,1	II	7,8	II			9,1	I	14,1	I		
	NH <sub>4</sub> -N	1,37	II	0,20	I	0,03	I	0,00	I			0,09	I	0,41	II		
	Top-P	0,29	III	0,30	III	0,17	III	0,40	III			0,05	II	0,10	II		
Veri olmayan dönemlerde ölçüm yapılmamıştır.																	
Birimler: mg/l'tir. (BOI <sub>5</sub> : Biyokimyasal oksijen ihtiyacı, Ç.O.: Çözünmüş oksijen, NH <sub>4</sub> -N: Amonyum azotu, Top-P: Toplam fosfor)																	

Tablo 6.14: Elmalı Havzası Ölçüm Değerleri ve Su Kalite Sınıfları (Devam)

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 <sub>5</sub>	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 <sub>4</sub> -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
Değirmendere	BOI <sub>5</sub>	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 <sub>4</sub> -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
Hamsu	BOI <sub>5</sub>			4,0	I	3,0	I	7,0	II	3,0	I	6,0	II	4,5	II	6,3	II
	Ç.O.			12,7	I	9,9	I	7,8	II	11,3	I	11,2	I	9,1	I	9,1	I
	NH <sub>4</sub> -N			0,25	II	0,05	I	0,39	II	0,77	II	0,05	I	0,05	I	0,17	I
	Top-P			0,06	II	0,07	II	0,14	II	0,16	II	0,07	II	0,11	II	0,19	III
Veri olmayan dönemlerde ölçüm yapılmamıştır.																	
Birimler: mg/lt cinsindedir. (BOI <sub>5</sub> : Biyokimyasal oksijen ihtiyacı, Ç.O.: Çözülmüş oksijen, NH <sub>4</sub> -N: Amonyum azotu, Top-P: Toplam fosfor)																	

### 6.5.Kirlenmeye Yol Açan Faktörler

İçme ve kullanma sularının kirlenmesinin genel anlamda dört aşamada meydana geldiği görülmektedir. Bunlar suyun kaynağında kirlenmesi, toplandığı havzada kirlenmesi, dağıtıldığı şebekede kirlenmesi ve nihai kullanım öncesi biriktirilen depolarda kirlenmesi olarak adlandırılabilir. İçme ve kullanma sularının en yoğun şekilde kirlenmeye maruz kaldığı yerler kaynak ve havzalar olmaktadır. Su kaynakları sundukları avantajlar ile yerleşim için en cazip alanlar olmaktadır. Su havzalarında meydana gelen yapılaşma neticesinde, buralardan kaynaklanan atıkların su havzalarına deşarj edilmesi havzadaki su kalitesinin bozulmasına neden olmaktadır. Atıkların boşaltılması sonucunda su havzalarında biyolojik kirlenme meydana gelmektedir. Su kaynakları yakınında faaliyet gösteren endüstri tesislerinin atıkları ise kimyasal kirlenmenin meydana gelmesine neden olmaktadır (**İBB, 2006**). Suların kirlenmesine neden olan faktörler Tablo 6.15’de kısaca özetlenmiştir.

Tablo 6.15: Suların Kirlenmesine Neden Olan Faktörler

Evsel Kaynaklı Kirlenme	- Biyolojik atıklardan oluşan kirlenme - Deterjanlardan kaynaklanan kirlenme
Endüstriyel Kaynaklı Kirlenme	- Kimyasal atıklardan oluşan kirlenme - Biyolojik atıklardan oluşan kirlenme
Tarımsal Kaynaklı Kirlenme	- Tarımsal gübre ve ilaçlardan oluşan kirlenme - Hayvancılıktan kaynaklanan kirlenme
Diğer Kirlenme Nedenleri	- Toprakta erimiş maddelerden oluşan kirlenme - Hava kirliliğiyle oluşan kirlenme - Yağmur sularının taşıdığı kirlilik

Suların kirlenmesi sonucunda çevre ve insan sağlığı olumsuz yönde etkilenmektedir. İnsan sağlığı açısından ele alındığında, su kirliliği sonucu oluşan hastalıkların genel olarak bakteriyolojik kirlilik, kimyasal kirlilik ve radyoaktif kirlilik neticesinde ortaya çıktığı görülmektedir. Tablo 6.16’da kirlilik türleri ve neden oldukları hastalıklar görülmektedir.

Tablo 6.16: Kirlilik Türleri ve Neden Oldukları Hastalıklar

Bakteriyolojik Kirlilik	-İshal, -Mide barsak sistemi hastalıkları, -Barsak paraziti -Tifo, -Kolera, -Hepatit-A, -Çocuk felci - Bazı deri hastalıkları
Kimyasal Kirlilik	-Zehirlenmeler, - İç organlarda birikme ve tahribat
Radyoaktif Kirlilik	-Hücre bozulması sonucu kalıcı hastalıklar ve sakatlıklar

### 6.5.1. Evsel Kaynaklı Kirlilik

Kontrol edilemeyen nüfus artışına bağlı olarak meydana gelen evsel kaynaklı kirlenmenin başlıca nedenleri arasında altyapı hizmetlerinin yetersizliği gelmektedir. Kanalizasyon şebekesinin mevcut olmaması, çöp arıtma ve uzaklaştırma sistemlerinin yetersizliği, çevre koşullarına uygun olmayan atık su deşarjlarının ve katı atık alanlarının oluşmasına yol açmaktadır. Su havzasının maruz kaldığı atık su deşarjları havzadaki su kalitesinde olumsuz etkilere yol açmaktadır.

İnceleme alanındaki yerleşim bölgelerinde meydana gelen katı atıklar belediyeler tarafından toplanmakta olup, ancak belediyenin ulaşamadığı kesimlerde çöpler gelişigüzel tarlalara ve/veya kaçak döküm alanlarına boşaltılmaktadır.

Tablo 6.17’de görüleceği üzere, hâlihazır durumda havzada toplam kirlilik yükünün neredeyse tamamına yaklaşan kısmı noktasal kaynaklardan gelmektedir. Noktasal kaynaklar arasında evsel atık sular ön plandadır. 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 (**Gönenç ve diğ., 1995**).

Yoğun ve hızlı bir nüfus artışının hâkim olduğu havzada evsel nitelikli atık suların rezervuarın kirlenmesindeki en önemli neden olduğu görülmektedir.

Tablo 6.17: İstanbul Elmalı Havzasında Toplam BOİ<sub>5</sub>, Azot ve Fosfor Kirlilik Yükleri

<b>Elmalı Havzası</b>						
Kirlenici Kaynak	BOİ <sub>5</sub> (*)		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	
Yayıllı						
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: Gönenç ve diğ. (1995)**

(\*) Beş günlük Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı

Elmalı Havzası'nda meydana gelen evsel kaynaklı kirlilik yüklerinin havza nüfusuna bağlı olarak artışının tespit edilmesi için kirlilik parametreleri olarak BOİ<sub>5</sub>, toplam azot ve toplam fosfor parametreleri ele alınmış ve aşağıda verilen birim kirlilik

yükleri kabul edilerek yapılan nüfus ölçümlerine bağlı olarak kirlilik yükleri Tablo 6.18’de verilmiştir. Birim kirlilik yükleri:

$$BOI_5 = 60 \text{ gr/kişi/gün}$$

$$\text{Toplam-N} = 8 \text{ gr/kişi/gün}$$

$$\text{Toplam-P} = 3 \text{ gr/kişi/gün}$$

Tablo 6.18: Elmalı Havzasında Nüfusa Bağlı Olarak Meydana Gelen Eysel Kirlilik Yükleri

YILLAR	NÜFUS	BOI <sub>5</sub> (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

### 6.5.2. Endüstriyel Kaynaklı Kirlilik

İnceleme alanında 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. 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 ve hava kirliliğine yol açan kirleticiler de havzalarda başka bir kirletici unsur olmaktadır. İnceleme alanında faaliyet gösteren birçok endüstri tesisi bulunmaktadır (**İBB, 2006**). Havzada 1992 yılı itibariyle faaliyet gösteren endüstrilerin sayısı ve uluslar arası iktisadi faaliyet sınıflandırmasına göre dağılımları Tablo 6.19’da verilmektedir.

Tablo 6.19: 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		26

**Kaynak: Çevre ve Orman Bakanlığı - Marmara Havzası Projesi, (1992)**

2005 yılı 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 %1.100 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. Elmalı Havzası'nda faaliyet gösteren endüstri tesislerinin havza koruma alanları içindeki dağılımları Tablo 6.20'de görülmektedir.



Tablo 6.20: Elmalı Havzasında 2005 Yılı İtibariyle Koruma Alanları İçindeki Endüstri Tesisleri Dağılımı.

Havza	Göl				Dere Yakını	Toplam
	Mutlak	Kısa	Orta	Uzak		
Elmalı	5		1	78	76	160

**Kaynak: Çevre Durum Raporu, (2005)**

### 6.5.3. Tarımsal Kaynaklı Kirlenme

Tarımsal kaynaklı kirlilik, tarımsal hastalıkla mücadele kapsamında kullanılan pestisitler ve verimin artırılması için toprağa verilen kimyasal gübrelerin sızıntı suyu yoluyla yeraltı ve yüzeysel sulara karışması sonucu meydana gelir. Bunun yanında erozyon ve toprağın sürülmesi gibi her türlü tarımsal çalışma sonucu meydana gelen katı ve sıvı atıklar (toz, toprak, hayvan gübresi, hayvan ve bitki artığı ve sap-saman dâhil olmak üzere) da toprak kirliliğine sebep olur.

İnceleme alanındaki tarımsal amaçlı arazi kullanımına açık, kısmen ekilen ve/veya otlak alanı olarak mevcut yaklaşık 26 km<sup>2</sup>'lik alan bulunmaktadır. Havzada yoğun olarak orman alanı bulunmakta (yaklaşık 35 km<sup>2</sup>) 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 (**Gönenç ve diğ. 1995**). Bu sonuçlar neticesinde 1995 yılı itibariyle tarımsal kaynaklı kirliliğin evsel ve endüstriyel kaynaklı kirlilik yanında çok düşük seviyede kaldığı görülmektedir.

### 6.5.4. Ulaşımdan Kaynaklanan Kirlilik

Ülkemizde ulaşımın ağırlıklı olarak karayolları ile yapılması ve petrole dayalı yakıt tüketiminin her geçen gün artması sonucunda, fosil yakıtların kullanılmasından

kaynaklanan emisyonlar ve ortaya çıkan ısı, motor aksamlarının ve lastiklerinin hareket esnasında aşınması ve araçlardan sızan zararlı kimyasal içerikli sıvılar gibi etmenler çevre kirliliği açısından olumsuz etkiler yapmaktadır. Bu etkiler ve sonuçları ilk önce ulaşım yolu ve etrafında görülmektedir. Ulaşım aktiviteleri sırasında ortaya çıkan ağır metaller toprağa çeşitli mekanizmalarla bağlanabilmekte ve çevresel kirlenici özelliğini uzun yıllar korumaktadır (**Güney ve diğ., 2006**). Tablo 6.21’de Elmalı Baraj Havzası’ndan alınan toprak numunelerinin ölçüm sonuçları ve müsaade edilen sınır değerler verilmektedir.

Tablo 6.21: 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 ve diğ., (2006)**

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 örneklemelemlerde limitleri geçen değerlere rastlanmıştır. Havza içerisinde kritik düzeyde bakır kirliliği olmamasına karşın kurşun ve çinko kirliliği kritik değerlerin üzerinde bulunmuştur.

#### **6.5.5. Kirlilik İle İlgili Sonuçlar**

Elmalı Havzası baraj ve derelerinin su kalite sınıflarının belirlenmesinde, çalışılan parametrelerden elde edilen sonuçlar incelendiğinde, Budakdere haricinde göle dökülen diğer derelerin su kalite sınıflarının içme suyu olarak kullanılabilen kriterleri sağlamadığı görülmektedir. Özellikle azot ve fosfor parametrelerinin zaman zaman III. ve IV. sınıf su özelliği taşıdığı görülmektedir. Bu parametrelerin konsantrasyon değişimlerinde mevsimsel şartların da etkisi olmaktadır. Ancak yerleşimlerden ve endüstrilerden kaynaklanan deşarjlar kirliliğin başlıca nedenini oluşturmaktadır. BOI<sub>5</sub> ve çözünmüş oksijen parametrelerine bakıldığında ise Çiftlikdere ve Değirmendere su kirliliğinin kimi zamanlarda III. ve IV. sınıf su kalitesine kadar arttığı görülmektedir. Barajı besleyen derelerden ölçüm yapılanlar içerisinde, çalışılan parametrelere göre en kirli olarak nitelendirilebilecek olanlar yine Çiftlikdere ve Değirmendere dereleridir. Kirliliğin başlıca nedeni yine yerleşimlerden kaynaklanan atık sular ve yağış suları ile derelere taşınan kirliliktir. Elmalı Barajı ham su ölçümlerine bakıldığında ise su kalite sınıflarının derelere göre daha iyi olduğu görülmektedir. Çalışılan parametreler çerçevesinde baraj ham suyu toplam fosfat konsantrasyonunun 2001 yılında tüm mevsimlerde III. sınıf su özelliği taşımasına karşın, 2004 yılı sonbahar mevsimi hariç diğer 2002–2003 ve 2004 yılı tüm mevsimsel ölçümlerde II. sınıf su özelliği taşıdığı görülmektedir. Daha önceki yıllara ait azot ve fosfor kirliliğine bağlı olarak su kalite sınıfları ile karşılaştırıldığında baraj ham su kirlilik seviyesinin iyileşmiş olduğu göze çarpmaktadır (EK D.1). Tablo 6.22’de geçmiş yıllarla 2004 yılı verilerinin karşılaştırılması yapılmıştır.

Tablo 6.22: Elmalı Barajı'nda Parametrelere Bağlı Olarak Su Kalite Sınıfı Değişimi

Kirlilik Etkeni	Yıllar		
	1994	1999	2004
Bakteriyolojik	III. Sınıf	IV. Sınıf	Mevcut veri yok
Amonyum	III. ve IV. Sınıf	IV. Sınıf	I. ve II. Sınıf
Fosfor	III. Sınıf	IV. Sınıf	II. ve III. Sınıf

**Kaynak: Fırat, (2004)**

İSKİ tarafından yapılmış ölçümlerden yararlanılarak çalışılan BOI<sub>5</sub>, çözünmüş oksijen, amonyum azotu ve toplam fosfor parametrelerinden elde edilen sonuçlar, Elmalı Barajı ham su kalitesinin, bu parametreler göz önüne alındığında 2004 yılı itibariyle uygun arıtma yöntemi uygulandığı takdirde içme suyu olarak kullanılabilir özelliklere sahip olduğunu göstermektedir. Ancak gölü besleyen derelerin ölçümlerine bakıldığında, Budakdere haricinde diğer derelerdeki su kalitesinin göl suyuna oranla daha kötü olduğu, çalışılan parametrelerin mevsimsel değerlerinin III. ve IV. sınıf kalitede suyu niteleyecek şekilde yüksek konsantrasyonlara ulaştığı görülmektedir. İSKİ tarafından yapılan ölçümlerde bakteriyolojik analiz olmadığından, hâlihazırdaki bakteriyolojik kirlenme ile ilgili yeterli değerlendirme yapılamamaktadır.

## 7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

"Elmalı Havzası Güney Kesiminin Hidrojeolojisi" konulu bu araştırmada 51,01 km<sup>2</sup> 'lık bir bölgenin jeolojisi, hidrojeolojisi, bölgedeki akiferin hidrojeolojik özellikleri, su kirliliği ve bu kirliliğe neden olabilecek faktörler ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

1. İnceleme alanında gerçekleştirilmiş olan yüzey jeolojisi gözlemlerinden hareketle bölgenin jeoloji haritası hazırlanmıştır. Bu jeoloji haritası yardımı ile jeolojik ve hidrojeolojik açıdan önem arz eden formasyonlarının stratigrafik ilişkileri ortaya konmuştur.
2. İnceleme alanında Polonezköy Grubundan Kurtköy Formasyonu, Aydos Formasyonu ve Aydos Formasyonunun Başbüyük Çakıltası Üyesi, Yayalar Formasyonu, Yayalar Formasyonu Gözdağ Üyesi, Şeyhli Üyesi, Pelitli Formasyonu, Pelitli Formasyonu Mollafeneri Üyesi, Dolayoba Kireçtaşı Üyesi, Sedefadası Üyesi, Soğanlık Kireçtaşı Üyesi, Kartal Formasyonu, Ömerli Formasyonu, Ömerli Formasyonu Meşe tepesi Üyesi, Kayalı tepe Üyesi, Sultanbeyli Üyesi, Alüvyonlar, Yamaç molozları, Çavuşbaşı Granodiyoriti ve damar kayaları bulunmaktadır.
3. Hazırlanan jeoloji haritası ve hidrojeoloji haritası verilerinden hareketle mevcut formasyonların permeabilite değerlerinden yararlanılarak alanın hidrojeolojik ortam tanımları yapılmıştır.
4. İnceleme alanında Alüvyonlar ve Ömerli Formasyonunun Sultanbeyli Üyesi ile granodiyoritten türemiş arena ile kaplı alanlar geçirimli taneli, Kurtköy Formasyonu, Aydos Formasyonu, Yayalar Formasyonu Gözdağ Üyesi, Pelitli Formasyonu, Kartal Formasyonu ve Çavuşbaşı Granodiyoritinin çatlaklı kesimleri az geçirimli çatlaklı kaya ortamı, Yayalar Formasyonunun Şeyhli üyesi ile Paleozoik yaşlı kaya ortamlarının çetlaksız kesimleri geçirimsiz ortam olarak belirlenmiştir.

5. İnceleme alanındaki yıllık yağış miktarı 689 mm'dir PENMAN yöntemine göre yapılan hesaplamalar sonucunda yıllık yağışın %61'inin buharlaşmakta, %39'unun ise akışa geçtiği tespit edilmiştir. Elmalı Baraj Gölü yılda 15,3 milyon m<sup>3</sup> su girişi olmakta ve bunun %5'i buharlaşmaktadır.
6. Yapılan anyon ve katyon analizlerinde yüzey sularının Kalsiyum bikarbonatlı (Ca-HCO<sub>3</sub>)sular, yeraltı sularının ise Kalsiyum bikarbonat Ca-HCO<sub>3</sub>ve Sodyumbikarbonatlı (Na-HCO<sub>3</sub>)sular sınıfına girdikleri belirlenmiştir. Bunlardan farklı olarak DC-19 numunesi ise Sodyum-sülfatlı (Na-SO<sub>4</sub>) sular sınıfına girdiği belirlenmiştir.
7. İnceleme alanındaki numuneler pH ve element içeriklerine göre incelendiğinde pH değerlerinin 6-7,7 arasında değiştiği belirlenmiştir. Numunelerin tümü hafif asidik nötr sular sınıfına girmektedir. DC-22, DC-23, DC-24 numuneleri düşük pH değerleri ve düşük element içerikleri nedeniyle sığ dolaşımli sulardır. DC-19 numunesi içinse Sodyumsülfatlı bir su oluşu, yüksek sıcaklık ve pH değeri göstermesi nedeniyle daha derin dolaşımli bir sudur.
8. İnceleme alanındaki DC-23 numunesindeki fosfat miktarının yüksek oluşu antropojenik bir etki ile deterjan vb.bir kimyasal madde ile kirlenmiş olabileceğini göstermektedir.
9. İnceleme alanındaki numunelerin Klor (Cl), Kurşun (Pb), Nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) içeriklerine bakıldığında TSE, EPA, EC ve WHO sınır değerlerini aşmadığı Sülfat (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>) içeriklerine bakıldığında ise DC-14 ve DC-19 numunelerinin TSE, EPA, EC ve WHO sınır değerlerini aştığı belirlenmiştir. Sülfat içeriğinin fazla olması bu iki yeraltı suyu için tehdit oluşturduğu belirlenmiştir.
10. İnceleme alanındaki tüm numunelerdeki Sülfat (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>) miktarı 5 ile 320 mg/l arasında değişmektedir. Yüksek hidrojen sülfür etkisinden dolayı beton yüzeyindeki 2-80 mm arasında yıllık aşınma meydana getirmektedir. Korozyona uğrayan beton melzemenin mekanik mukavemeti düşer. Zamanla kanalizasyon sistemi üzerinde delikler meydana gelir. Aşınan bölgelerden yeraltına atık su sızıntısı olur.

Kanalizasyon sisteminin tahrip olduğu bölgelerde yeraltı ve yüzeysel sular tehdit altındadır.

11. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğine göre yapılan sınıflamada kalite açısından üç ayrı sınıfta olduğu belirlenmiştir. DC-14, DC-22, DC-23 ve DC-21 numuneleri II. Sınıf, DC-20 ve DC-24 IV. Sınıf, diğer numuneler ise III. Sınıf Sular sınıfına girmektedir.
12. Numunelerden DC-22 yeraltı suyunun içilebilir nitelikte, geriye kalan numunelerin tamamının kullanılabilir nitelikte olduğu belirlenmiştir.
13. Aynı akiferden alınmasına rağmen su kalitesinde gözlenen bu farklılık Formasyon içinde mercekler halinde tekrarlanan farklı litolojilerden kaynaklanabileceği tahmin edilmektedir.
14. Schoeller diyagramında ise yeraltı suyu örneklerine ait iyon değerlerini birleştiren doğruların uyumlu olması, bu suların aynı akifere ait olduğunu göstermektedir.
15. Arazide kirlilik açısından DC-14, DC-15 ve DC-19 numunesi dikkat çekicidir. DC-14 numunesindeki Bor, Baryum, Krom, Mangan ve Sülfür içeriğinin yüksek olması çevresinde bulunan yeni inaat, plastik doğrama atölyelerinden ve tarımsal faaliyetlerde kullanılan aşırı gübre, DC-15 numunesindeki Demir, Mangan ve Çinko içeriklerinin fazlalığı ise civarda bulunan çelik fabrikası ve tarımsal faaliyetlerde kullanılan aşırı gübreden kaynaklanmaktadır.
16. Elektriksel iletkenlik, yeraltı sularında çözünmüş tuz miktarı ile orantılıdır ve sulama suları için bir kriterdir. İncelenen örneklerde elektriksel iletkenlik değerleri 72 ile 1125  $\mu\text{S}/\text{cm}$  arasında değişir. İnceleme alanında Elmalı Baraj Gölü Güneydoğusunda Sarıgazi kesimi yakınlarında (DC-13 ve DC-14), Çekmeköy Beldesinde (DC-15) ve Elmalı Baraj Gölü Doğusunda Çavuşbaşı Granodiyoritinden (DC-19) alınan suların 750  $\mu\text{S}/\text{cm}$  üzeri değerler ile kullanılabilir sınıfına girerken, bu alanların dışındaki alanlarda 750  $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'den düşük değerler ile sulama için iyi sular sınıfına girmektedir.
17. Sulama suları için bir diğer kriter olan klorür açısından araştırma alanındaki DC- 13, DC-14, DC-16, DC-20 ve DC-21 hariç sular 4 meq/l den küçük değerlere sahiptir 0,71 ile 3,92 meq/l arasında değişen bu değerlere göre sular "Çok iyi" sular sınıfına girer.

18. İnceleme alanındaki sadece DC-24 kuyusunda gözlenen Nitrat içeriğindeki sınır değere yakınlık, kuyu yakınındaki hayvan barınaklarındaki düzensiz hayvan gübresi depolanması sonucu, geçirimli ortam nedeniyle yeraltısuyuna karışması sonucu ortaya çıkmış olması muhtemel nedendir. Bu nedenle ileride tüm havzada oluşabilecek Nitrat kirliliğinin önlenmesi için hayvan gübrelere için düzenli depolama ortamları hazırlanmalıdır.
19. Yoğun ve hızlı bir nüfus artışının hâkim olduğu havzada evsel nitelikli atık suların rezervuarın kirlenmesindeki en önemli neden olduğu görülmektedir. Elmalı Havzası'nda meydana gelen evsel kaynaklı kirlilik yüklerinin havza nüfusuna bağlı olarak artışının tespit edilmesi için kirlilik parametreleri olarak BOİ<sub>5</sub>, toplam azot ve toplam fosfor parametreleri ele alınmıştır. 1985-2000 yılları arasındaki nüfus artışı sonucunda BOİ<sub>5</sub>, Toplam-N ve Toplam-P kirlilik yüklerinde artış gözlenmiştir.
20. İnceleme alanında 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. Bu sonuçlar neticesinde 1995 yılı itibariyle tarımsal kaynaklı kirliliğin evsel ve endüstriyel kaynaklı kirlilik yanında çok düşük seviyede kaldığı görülmektedir.
21. Elmalı Havzası üzerinden geçen TEM otoyolu havza üzerindeki olumsuz etki yaratmaktadır. Yapılan analizlerde toprakta ulaşımdan kaynaklanan ağır metal kirliliği tespit edilmiştir. Havza içerisinde kritik düzeyde bakır kirliliği olmamasına karşın kurşun ve çinko kirliliği kritik değerlerin üzerinde bulunmuştur.
22. Elmalı Havzası baraj ve derelerinin su kalite sınıflarının belirlenmesinde, çalışılan parametrelerden elde edilen sonuçlar incelendiğinde, Budakdere haricinde göle dökülen diğer derelerin su kalite sınıflarının içme suyu olarak kullanılabilir kriterleri sağlamadığı görülmektedir.



23. İnceleme alanında yerleşim ve endüstrilerden kaynaklanan deşarjlar kirliliğın başlıca nedenini oluşturmaktadır. BOI<sub>5</sub> ve çözünmüş oksijen parametrelerine bakıldığında ise Değirmendere su kirliliğının kimi zamanlarda III. ve IV. sınıf su kalitesine kadar arttığı görülmektedir.
24. İnceleme alanında barajı besleyen derelerden ölçüm yapılanlar içerisinde, çalışılan parametrelere göre en kirli olarak nitelendirilebilecek olan Değirmenderedir. Kirliliğın başlıca nedeni yine yerleşimlerden kaynaklanan atık sular ve yağış suları ile derelere taşınan kirliliktir.
25. Elmalı Barajı ham su kalitesinin, parametreler göz önüne alındığında 2004 yılı itibariyle uygun arıtma yöntemi uygulandığı takdirde içme suyu olarak kullanılabilir özelliklere sahip olduğunu göstermektedir. Ancak gölü besleyen derelerin ölçümlerine bakıldığında, Budakdere haricinde diğer derelerdeki su kalitesinin göl suyuna oranla daha kötü olduğu görülmektedir.
26. Yapılan arazi gözlemleri ve deneyler sonucunda Elmalı Barajını besleyen derelerden gelen suların kalitesinin kötü olmasına rağmen Elmalı Baraj Gölünde biriken suyun kalitesinin iyi olduğu ve kullanılabilir olduğu ortaya çıkmıştır.
27. İnceleme alanında doğal arıtma proseslerinin aktif olması nedeniyle yeraltı sularında tehlike teşkil edecek boyutlarda bir kirlenmenin olmadığı ve su sınıf kalitesi açısından kullanılabilir olduğu söylenilebilir. Yüzey sularında ise bölgede yerleşim, sanayi ve kaçak yapılaşmanın son yıllarda hızla artması ve özellikle sanayi açısından dinamik bir bölge olması, inceleme alanında noktasal olarak belirlenen su kirliliği, ayrıca yeraltı ve yüzey sularının kullanma suyu olarak da kullanılması ve bu kullanma suyunun, Elmalı Baraj Gölüne boşalması nedeniyle, araştırma bölgesindeki su kalitesinin sürekli izlenmesini zorunlu kılmaktadır.
28. Elmalı Su Havzası'nda kirlenmenin önlenmesi için: Havza içerisinde kısıtlamalara mutlaka riayet edilmelidir, yapılaşmış alanlarda gözlenen kural dışı faaliyetlere karşı oluşturduğu riske göre istimlak politikaları geliştirilmelidir, kullanılan koruma kuşağı yaklaşımının başarısı için, oluşturulan alanlar arazi ve iklimin karakterine göre peyzaj planları hazırlanmalı ve ekolojik sürdürülebilirliğinin sağlanması için de gerekli

bakım yapılmalıdır ve tampon bölgelerde arazileri bulunan mülk sahiplerinin mağduriyetlerinin giderilmesi gerekmektedir.

**29. Sel ve Taşkınlar Üzerine Genel Değerlendirme ve Öneriler:** Yapılaşmış alanlarda parçacıklı plan değişikliklerine müsaade edilmemelidir, planlarda tadilat gerekiyorsa, drenaj sistemine etkileri değerlendirilerek doğacak maliyet ve değişikliklerin etkileri tadilatı talep edenler tarafından üstlenilmelidir, yapılaşmış alanlarda tarihi süreç içerisinde birikerek oluşmuş atıksu ve yüzey suları drenaj problemleri bir plan dâhilinde ele alınarak çözüme kavuşturulmalıdır, yapılaşmaya açılacak alanlarda ise plan kararları tüm dere havzasına yönelik alınmalı, derelerin mansap taraflarındaki yapılaşma bu alınan kararlara göre şekillendirilmelidir, derelerin hidrografik yapısını belirlemek amacıyla ölçüm istasyonları kurulmalıdır. Sonraki yapılaşmalarda veya imar değişikliklerinde akış rejimine olabilecek etkiler değerlendirilerek gerekli peyzaj ve dere ıslah projeleri ele alınmalıdır, özellikle geniş havzalarda akım kontrol önlemlerinden yukarı havza rezervleri, geciktirme yapıları ve sel kapanları planlanmalı ve uygulanmalıdır. Projelerde hedef, dere sularının çevreye zarar vermeden göle veya denize drene edilmesinin ötesinde suyun doğal ortamlarda sızdırılarak yeraltı kaynaklarını beslemesi olmalıdır.

Sonuç olarak: Sulak alanların korunmasına yönelik çalışmalar ile içme ve kullanma suları kaynaklarının korunması çalışmaları arasında eşgüdüm sağlanmalı, su kaynaklarının aşırı tüketiminden kaynaklanabilecek zararlardan korunmak üzere plan, proje ve stratejiler geliştirilmelidir.

## KAYNAKLAR

- Abdüsselamoğlu, Ş.**, 1963. İstanbul Boğazı doğusunda mostra veren Paleozoyik arazide stratigrafik ve paleontolojik yeni müşahedeler: *Maden Tetkik Arama Enst. Derg.*, 60, 1-7.
- Altınışık, F.**, 1991. Kurtköy-Pelitli- Gebze ( Kocaeli) Çevresinin Jeolojisi, *İTÜ Fen Bilimleri Entitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Türkiye
- Altınlı, İ, E.**, 1951. Kayılsağı bölgesinin jeolojisi: *İÜ Fen Fak. Mec.*, B, XVI, 2, 189-205.
- Babin, C.**, 1973. Bivalvia of the Kartal Formation of Devonian age, İstanbul: O.Kaya ed.Paleozoic of İstanbul 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*, İstanbul.
- Bürküt, Y.**, 1966. Kuzeybatı Anadolu'da yer alan plutonların mukayeseli jenetik etüdü. İ.T.Ü. Maden Fak. Yayınl.,İstanbul.
- Bürküt, Y.**, 1969. İstranca kristalin masifinin petrojenezi. Madencilik, cilt VIII, sayı 4, s. 165-180
- Carls, P.**, 1973. Strophomenids of the Devonian Kartal formation : Kaya, O., ed., Paleozoic of İstanbul da., Ege Univ.
- Çevre ve Orman Bakanlığı - Marmara Havzası Projesi, (1992)**
- Fen Fak., Kitaplar Ser., 40, 90 - 94.****Darkot, B. ve Tuncel, M.**, 1981, Marmara Bölgesi Coğrafyası. *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enst. Yay. No: 118*, İstanbul.
- Dean, W. T., Martin, F., Monod, O., Demir, O., Rickards, R. B., Bultynck, P. and Bozdoğan, N.**, 1997. Lower Paleozoic stratigraphy, Karadere-Zirve area, Central Pontides, Northern Turkey (Early Paleozoic

Evolution in NW Gondwana). IGCP Project No:351, *III International Meeting*, November 5–11, 1995, Turkish Association of Petroleum Geologists, Special Publication No:3, ss.32–38, Ankara-Turkey.

**DİE (Devlet İstatistik Enstitüsü)**, 2002. 2000 Genel Nüfus Sayımı: Nüfusun Sosyal ve Ekonomik Nitelikleri – İl: İstanbul. Ankara: DİE Matbaası.

**DSİ Genel Müdürlüğü Etüd ve Plan Dairesi Başkanlığı**, 1994. Türkiye Akarsu Havzaları Maksimum Akımlar Frekans Analizi. Ankara: DSİ Basım ve Foto-Film Merkezi.

**DSİ XIV. Bölge Md., İSKİ Genel Md., ve İBB.**, 1998. Taşkın Tehlikesi Arz eden ve Temizlenmesi Gereken Dere Yataklarının Tespiti ve Alınacak Önlemler Çalışma Raporu. İstanbul.

**DSİ (Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü)**, 2000. Türkiye'deki Barajlar ve Hidroelektrik Santraller, Ankara.

**Ebregt, A. and De Greveö, P.**, 2000. Buffer Zones and their Management. Policy and Best Practices for Terrestrial Ecosystems in Developing Countries., Wageningen, The Netherlands: EC-LNV and IAC. Theme Studies Series 5.

**Erinç, F. S.**, 1939. Boğaziçi Eşiğinde Morfoloji Araştırmaları. İ.Ü.Edebiyat. Fakültesi Coğrafya Enstitüsü Büyük Ödev (*Yayınlanmamış Lisans Bitirme Tezi*), No:223, 25 s, İstanbul.

**Erinç, S., Bilgin, T.**, 1956. Türkiye'de Drenaj Tipleri. İstanbul Üniversitesi, *Coğrafya Enstitüsü Dergisi*, Sayı:7, s: 124–156, İstanbul.

**Erinç, S.**, 1974-1977. İstanbul Boğazı ve Çevresi (Doğal Ortam: Etkiler ve Olanaklar). *İ.Ü. Coğrafya Enstitüsü Dergisi*, Sayı: 20–21, s: 1–23, İstanbul.

**Erinç, S.**, 1980. Jeoekoloji Açısından İstanbul Yöresi. *İ.Ü.Coğrafya Enst. Dergisi*, No:23, s:279–290, İstanbul.

**Erinç, S., Kurter, A., Eroskay, S. O., Mater, B.**, 1984. *Batı Anadolu ve Trakya Uygulamalı Jeomorfoloji Haritası (1/500 000)*. TÜBİTAK Projesi: TBAG–593, Kesin Rapor: 40 s, Ankara.

- Erinç, S.**, 2000. Jeomorfoloji I (Genişletilmiş 5. Basım) (Güncelleştirenler: Ahmet Ertek ve Cem Güneysu). *DER Yay.* No:284, 614 s., İstanbul.
- Fırat M.**, 2004. “Su Havzalarında Kirlilik ve Nüfusun Kirliliğe Etkileri (İstanbul Örneği)”, İstanbul Tabip Odası Çevre ve Halk Sağlığı Grubu, İstanbul.
- 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 Rp.*, no 10774.
- Gedik, İ. ve Önalın, M.**, 2002. Çamdağ (Sakarya ili) Paleozoyik Stratigrafisine ait yeni gözlemler: *Yerbilimleri Derg. İ.Ü.*, 14,1-2,61-76.
- Güney M. ve Onay T.T.** 2006. “TEM Otoyolu Elmalı Baraj Bölgesi Topraktaki Ağır Metal Kirliliğinin Belirlenmesi”, Boğaziçi Üniversitesi, Çevre Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Gürer, T.**, 2002. İstanbul Beykoz'un Doğusunun Jeolojisi ve Mesozoik Deformasyonu, *İTÜ Avrasya Yer Bilimleri Entitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Türkiye
- Göztepe Meteoroloji İstasyon Verileri (1975-2004)**
- Haas, W.**, 1968. Das Alt-Palaeozoikum Von Bithynien Nordwest-Türkei,. *N.Jb. Geol. Palaont. Abh.* 131–2, 178–242.
- Harita Genel Müdürlüğü**, 1/25.000 Topoğrafik Haritalar.
- Horton, R. E.**, 1945. Erosional Development of Streams, *Geol. Soc. Am. Bull.*, Vol. 56, pp. 281–283.
- İBB Planlama ve İmar Daire Başkanlığı Şehir Planlama Müd.**, 1995. 1/50 000 Ölçekli İstanbul Metropolitan Alan Alt Bölge Nazım Plan Raporu, 386 s, İstanbul.
- İBB Planlama ve İmar Daire Başkanlığı Şehir Planlama Müd.**, 21 Eylül 2004 tarihli 12734–24–450–000-/V/2103-Gn: 36191 Sayılı dereler hakkındaki resmi yazısı.
- İMP**, 2005. Çevre Sorunları Araştırma Grubu Raporu, Ekim, İstanbul
- İstanbul Büyükşehir Belediyesi**, 1995. 1/50.000 Ölçekli İstanbul Metropolitan Alan Alt Bölge Nazım Plan Raporu. 2. Baskı. İstanbul: BELBİM A.Ş.

- İstanbul Büyükşehir Belediyesi**, 2005. Ulaştırma Dairesi Başkanlığı Yol Bakım ve Onarım Müdürlüğü ile resmi yazışmalar neticesinde elde edilen veriler.
- Istanbul Büyükşehir Belediyesi**, 2006. 1/50.000 Ölçekli Havza Çalışması, İstanbul.
- İBB-İMP**, 2006. 1/50.000 Ölçekli Havza Çalışması, İstanbul.
- İBB, Şehir Bölge Planlama Müdürlüğü**, 2006. İstanbul Büyükşehir alanı ve çevresinde; tarım sektörünün gelişim sürecinin mekansal boyutu ile birlikte incelenmesi ve araştırılması, bu sektörün geleceğe dönük gelişme eğilim ve potansiyellerinin belirlenmesi, planlamaya dönük gelişme stratejileri ve modellerinin tanımlanması konularına yönelik analitik etüd işi raporu, İstanbul, Türkiye.
- İstanbul Çevre ve Orman İl Müdürlüğü**, 2005. “Çevre Durum Raporu”, İstanbul
- İSKİ**, (1999), İstanbul Su Temini, Kanalizasyon ve Drenaj, Atıksu Arıtma ve Uzaklaştırma Master Plan Etüdü. İBB - İstanbul: İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü.
- İSKİ**, 2000. 1/50.000 Ölçekli İçme Suyu Hatları, Barajlar Ve Havza Alanları Haritası, İstanbul.
- İSKİ**, 2001–2002–2003–2004 Yılına Ait Elmalı Havzası Baraj ve Derelere Ait Kirlilik Ölçümleri, İstanbul.
- İSKİ**, 2002, Faaliyet Raporu, İstanbul.
- İSKİ**, 2004. “Faaliyet Raporu”, İstanbul.
- İSKİ.**, 2005. Günlük Su Faaliyet Raporu (13 Ekim 2005). Su İshale ve Dağıtım Daire Başkanlığı, İstanbul.
- Karpuzcu M. ve diğ.**, 1992. “Su Havzalarında Kirlenme Durumlarının İncelenmesi ve Kalite Durumunun Tespiti Projesi – Marmara Havzası Raporu”, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Boğaziçi Üniversitesi Çevre Bilimleri Enstitüsü, Bebek, İstanbul
- Ketin, İ.**, 1983. Türkiye Jeolojisine Genel Bir Bakış, İstanbul
- Ketin, İ.**, 1950. Kızıladağların jeolojisinde yenilikler: 6. Türk Coğrafya Kurumu toplantısı (3-10 Mayıs 1950).

- 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.**, 1941. Alemdağ batısındaki granit masifi hakkında: *İÜ Jeol Enst. yayını*, 7, 1-13, İstanbul
- Kulmann, J.**, 1973.Goniatite - coral associations from the Devonian of İstanbul, Turkey : Kaya, O., ed., Paleozoic of İstanbul da., Ege Üniv. Fen Fak., Kitaplar Ser.,**40,97 - 116.**
- Küçükmehtemoğlu, M., Geymen, A.**, 2006. İstanbul Metropolitan Alanındaki Arazi Kullanım Değişimi ve Nüfus Artışının İzlenmesi, *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi 30 Ekim –02 Kasım 2007, KTÜ*, Trabzon
- Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü**, 2002. 1/50000 Ölçekli Açınsama Nitelikli İstanbul Jeoloji Haritaları
- Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü**, 2005. İstanbul Metropolü Batısındaki (Küçükçekmece –Silivri-Çatalca Yöresi) Kentsel Gelişme Alanlarının Yer Bilim Verileri, Ankara
- Orman Genel Müdürlüğü**, 2003. İstanbul İli Orman Amenajman Planları, İstanbul.
- Öztunalı, Ö. ve Satır, M.**, 1975. Rubidium-Strontium-altersbestimmungen an tiefengesteinenaus Çavusbası (Istanbul): İÜ Fen Fak. Mec., B, XIII, 40, 1-4, 1-7.
- Öztunalı, Ö. ve Satır, M.**, 1975. Çavusbası Kristalin Karmasığının Petrografi ve Petrolojisi:50.Yıl Yerbilimleri Kongr. Tebliğler Kitabı, 445-456.
- Önalın, M.**, 1981.İstanbul Ordovisiyen ve Siluriyen istifinin çökelleme ortamları: *Yerbilimleri Derg.*, İÜ Müh. Fak.,**161-177.**
- Önalın, M.**, 1981. Pendik bölgesi ile Adalar'ın jeolojisi ve sedimanter özellikleri: Doktora tezi, *İÜ Yerbilimleri Fak.*, **193** s.
- Önalın, M.**, 1988. İstanbul Devoniyen çökellerinin sedimanter özellikleri ve çökelleme ortamları: *Yerbilimleri Derg.*, İÜ Müh. Fak., **1-2**, 92-108.

- Önalın, M.**, 1990. İstanbul Devoniyen istifinde yumrulu kireçtaşlarının oluşumu: *MadenTetkik Arama Enst. Derg.*, **111**, 37-46.
- Önalın, M.**, 1990. İstanbul Devoniyen İstifindeki Yumrulu Kireçtaşlarının Oluşumu *MTA Dergisi* **111**,37-46, 1990, Ankara
- Özgül, N.**, 2005. İstanbul İl Alanının Genel Jeoloji Özellikleri: İstanbul Büyükşehir Belediyesi Planlama ve İmar Daire Başkanlığı, 78 s. (yayımlanmamıs).
- Öztürk, H.**, 1998. Beykoz (İstanbul-Türkiye) Civarının Jeolojisi ve İstanbul Boğazının Gelişimine Bir Yaklaşım: *Yerbilimleri Derg. İ.Ü.*, **11**,1, 1-10.
- Öztürk İ. ve diğ.**, 1999. “İstanbul İçme Suyu İzleme Çalışması Sonuçlarının Değerlendirilmesi”, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Maslak, İstanbul.
- 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. and Sieverts, H.**, 1932,. Neue Beitrage zur Kenntnis der Geologie,Paleontologie und Petrographie der Umgegend von Konstantinopel, 1. Obersilurische und devonische Faunen der Prinzeninseln, Bithynien und Thraziens: *Abh. Preuß. Geol. L.-A.*, n.f.142, 79 p., 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.
- Paeckelmann, W.**, 1938. Geologie von Konstantinopel: *Abh. Preuß. Geol., L.-A.*, n.f., 168,Berlin.
- Penman, H.L.**, 1948. Natural evaporation from open water, bare soil, and grass. *Proc.Roy. Soc. London A*193:120-146.
- Rajmohan, N. and Elango, L.**, 2005. Distribution of iron, manganese,zinc and atrazine in groundwater in parts of Palar and Cheyyar River basins, South India. *Environ. Monit. Assess.*, 2005, 107, **115–131**.



- Sayar, C.**, 1962, New observations in the Paleozoic sequence of the Bosphorus and adjoining areas, İstanbul, Turkey :Symp, Silur/Devon - Grenze, 1960, 222 - 223.
- Sayar, C.**, 1984. İstanbul çevresinde Ordovisiyen Brakiyopodları: *Türkiye Jeol. Kur. Bült.*, **27**, 99-109.
- Şen, Z.**, 2002. Su Bilimi Temel Konuları, İstanbul: Su Vakfı Yayınları.
- Yalçın, H.T.**, 1992. Penman Yöntemi Kullanılarak Potansiyel Buharlaşmanın Hesaplanması için Bilgisayar Programı, MJKM Bült., s **13** İstanbul, 114-122
- Yalçın, A.B.**, 1996. İstanbul Boğazı Batısında Gözlenen Magmatik Kayaçların Petrografik ve Jeokimyasal Olarak İncelenmesi, *İTÜ Fen Bilimleri Entitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Türkiye
- Yalçınlar, İ.**, 1976. Türkiye Jeolojisine Giriş (Paleozoik Açısından). *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yay. No:87*, 280 s., İstanbul.
- Yılmaz, İ.**, 1977. Sancaktepe Granitinin Kocaeli Yarımadası, Mutlak Yaşı ve Jenezi, *TJK Bült.*, **20**, 17-20. İstanbul.
- Wenger, S.**, 1998. Review of Scientific Literature on Riparian Buffer Width, Extent and Vegetation. Institute of Ecology, Univ. GA.
- World Bank / WWF Alliance for Forest Conservation and Sustainable Use**, 2003. Running Pure: The importance of forest protected areas to drinking water, edited by Dudley, N. and S. Stolton.
- 1/50.000 Ölçekli İstanbul Metropolitan Alan Alt Bölge Nazım Plan Raporu, İ.B.B.- Şehir Planlama Müdürlüğü**, 1995. İstanbul Metropol Alanının 1/50000 Ölçekli Tarihsel Gelişim Ve Sektörel Analizi
- Erdoğan, M.**, 2008 Kişisel Görüşme

<http://dsi.gov.tr/bolge/dsi14/index.htm>

<http://ebregt&degreve,2002>

<http://www.snvworld.org/cds/rgSFB/Biodiversity/index.htm>

<http://iski.gov.tr/dosya/yonetmelikler/ICHKOYNT.pdf>

<http://istanbul.meteor.gov.tr/marmaraiklimi.htm>

<http://snvworld.org/cds/rgSFB/Biodiversity/index.htm>

<http://www.iski.gov.tr/content/yatirimfaaliyetleri/Temizsu/Elmali/el mali.htm>

## **EKLER**

**EK A İNCELEME ALANININ JEOMORFOLOJİ HARİTASI**

**EK TABLO A.1 GÖZTEPE İSTASYONU METEOROLOJİK VERİLERİ**

**EK B İNCELEME ALANININ JEOLJİ HARİTASI**

**EK C İNCELEME ALANININ HİDROJEOLJİ HARİTASI**

**EK TABLO D.1 ELMALI HAVZASI BARAJI VE DERELERİNİN SU ANALİZLERİ**

## EK TABLO A.1

Enlem : 40.58

Boylam : 29.05

Yuksekluk : 33 m

GOZTEPE/ISTANBUL

METEOROLOJIK ELEMANLAR	Rasat S. (YIL)	A Y L A R											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Ortalama Yerel Basinc (hPa) 1015.0 1012.3		30	1015.5	1014.9	1013.1	1009.8	1010.4	1009.2	1008.3	1009.1	1012.0	1014.7	1015.1
En Yuksek Yerel Basinc (hPa) 1031.4 1035.0		30	1035.9	1033.9	1035.6	1026.2	1021.3	1020.2	1017.6	1019.1	1025.4	1027.8	1031.1
En Dusuk Yerel Basinc (hPa) 987.0 985.1		30	985.1	990.0	987.7	991.5	997.5	994.9	997.1	998.1	996.0	1000.5	993.2
Saat 07 deki Ortalama Sicaklik (C) 7.0 12.8		30	5.1	4.5	6.0	10.3	15.2	20.1	22.3	21.8	17.8	13.8	9.9
Saat 14 deki Ortalama Sicaklik (C) 9.5 17.2		30	7.7	7.8	10.3	15.2	20.1	24.9	27.4	27.1	23.9	18.8	13.6
Saat 21 deki Ortalama Sicaklik (C) 7.7 13.7		30	5.8	5.6	7.3	11.5	15.7	20.5	22.7	22.5	19.1	15.0	10.7
Ortalama Sicaklik (C) 8.0 14.3		30	6.1	5.9	7.7	12.1	16.7	21.5	23.8	23.5	20.0	15.6	11.2
Ort. Sicaklik >= 5 C Old. Gunler Sayisi 24.8 326.1		30	18.8	16.4	24.0	29.6	31.0	30.0	31.0	31.0	30.0	31.0	28.5
Ort. Sicaklik >= 10 C Old. Gunler Sayisi 9.1 250.6		30	5.3	4.8	8.4	21.2	30.7	30.0	31.0	31.0	30.0	29.9	19.2

Istasyonun Calisma Suresi : 1975 - 2004

ARASTIRMA ve BILGI ISLEM DAIRE BASKANLIGI

Enlem : 40.58  
 Boylam : 29.05  
 Yukseklik : 33 m

GOZTEPE/ISTANBUL

METEOROLOJIK		Rasat S.		A Y L A R										
ELEMENLAR		(YIL)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	
XII	YILLIK													
Ortalama Yuksek Sicaklik	30	8.9	9.2	11.6	16.6	21.4	26.2	28.5	28.2	24.9	19.9	14.8		
10.7 18.4														
Ortalama Dusuk Sicaklik	30	3.6	3.2	4.7	8.3	12.4	16.9	19.4	19.4	16.0	12.3	8.3		
5.4 10.8														
En Yuksek Sicaklik Gunu	30	30	14	27	13	19	28	13	12	12	7	3		
5 13														
En Yuksek Sicaklik Yili	30	1979	1977	1993	1994	1994	1982	2000	2002	1993	1984	2003		
1976 2000														
En Yuksek Sicaklik (C)	30	18.3	24.0	26.2	32.9	33.0	39.2	39.7	38.8	33.6	34.2	27.2		
21.2 39.7														
Yuk. Sicaklik >=30 C Old. Ort. Gunler Sayisi	30					0.0	0.4	4.2	8.5	7.7	1.6	0.3		
22.7														
Yuk. Sicaklik >=25 C Old. Ort. Gunler Sayisi	30			0.1	1.4	5.7	19.5	28.2	27.8	15.5	3.2	0.1		
101.5														
Yuk. Sicaklik >=20 C Old. Ort. Gunler Sayisi	30		0.2	1.8	7.5	20.3	29.2	30.9	30.9	28.5	16.1	3.1		
0.1 168.6														
Yuk. Sicaklik <=-0.1 C Old. Ort. Gunler Sayisi	30						0.1		0.4			0.1		
0.0 0.6														
Gunluk En Yuksek Sicaklik Farki														
En Dusuk sicaklik Gunu	30	4	22	7	5	1	3	4	30	27	19	30		
31 22														

Istasyonun Calisma Suresi : 1975 - 2004

ARASTIRMA ve BILGI ISLEM DAIRE BASKANLIGI

Enlem : 40.58  
 Boylam : 29.05  
 Yukseklik : 33 m

GOZTEPE/ISTANBUL

METEOROLOJIK		Rasat S.		A Y L A R										
ELEMENLAR		(YIL)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	
XII	YILLIK													
En Dusuk sicaklik Yili		30	1979	1985	1987	2004	1985	1990	1982	1981	1997	1977	1989	
1992	1985													
Dus. Sicaklik <=-3 C	Old. Ort.	Gunler	Sayisi											
En Dusuk Sicaklik (C)		30	- 7.9	- 8.0	- 6.9	0.6	3.6	0.7	13.5	12.2	1.3	9.2	3.60 - 1.0	
3.4	- 8.0													
Dus. Sicaklik <=-0.1 C	Old. Ort.	Gunler	Sayisi											
En Dusuk Sicaklik (C)		30	3.6	5.4	2.1								0.1	
1.6	12.8													
0.1	2.5													
Dus. Sicaklik <=-5 C	Old. Ort.	Gunler	Sayisi											
En Dusuk Sicaklik (C)		30						0.2		0.5			0.1	
0.8														
Dus. Sicaklik <=-10 C	Old. Ort.	Gunler	Sayisi										30	
En Dusuk Sicaklik (C)		30												
0.0														
Dus. Sicaklik <=-15 C	Old. Ort.	Gunler	Sayisi										30	
En Dusuk Sicaklik (C)		30												
0.0														
Dus. Sicaklik <=-20 C	Old. Ort.	Gunler	Sayisi										30	
En Dusuk Sicaklik (C)		30												
0.0														
Dus. Sicaklik >=20 C	Old. Ort.	Gunler	Sayisi											
En Dusuk Sicaklik (C)		30						0.1	3.1	12.7	13.6	2.0	0.2	
31.7														
Dus. Sicaklik >=15 C	Old. Ort.	Gunler	Sayisi											
En Dusuk Sicaklik (C)		30			0.1	0.6	5.7	23.4	30.3	30.3	19.7	5.8	0.5	
116.4														
Dus. Sicaklik >=10 C	Old. Ort.	Gunler	Sayisi											
En Dusuk Sicaklik (C)		30	1.1	1.0	2.0	9.0	25.1	29.7	31.0	31.0	29.8	24.1	10.5	
3.5	197.8													

Istasyonun Calisma Suresi : 1975 - 2004

ARASTIRMA ve BILGI ISLEM DAIRE BASKANLIGI

Enlem : 40.58  
 Boylam : 29.05  
 Yukseklik : 33 m

GOZTEPE/ISTANBUL

METEOROLOJIK		Rasat S.		A Y L A R										
ELEMENLAR		(YIL)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	
XII	YILLIK													
Dus. Sicaklik >=5 C Old. Ort. Gunler Sayisi	30	10.4	8.4	13.8	25.9	30.8	30.0	31.0	31.0	30.0	30.8	24.5		
17.1	283.7													
5.7	3.4	8.2												
En dusuk Toprakustu Minimum Sicaklik	30	-14.3	-14.6	- 9.4	- 4.0	0.0	4.0	7.8	6.0	1.2	- 1.0	- 4.8	-	
10.5	-14.6													
Top. us. min. sic. <=-0.1 C Old. Gunler Sayisi	30	10.5	10.2	6.4	1.4							0.0	2.6	
6.2	37.3													
Top. us. min. sic. <=-3 C Old. Gunler Sayisi	30	3.7	4.6	2.1	0.1								0.4	
1.4	12.3													
Top. us. min. sic. <=-5 C Old. Gunler Sayisi	30					30		1.2		2.2			0.7	
0.4	4.5													
Top. us. min. sic. <=-10 C Old. Gunler Sayisi	30					30				0.2			0.3	
0.0	0.5													
Ortalama Buhar Basinci (hPa)	30	7.4	7.1	7.9	10.3	13.9	17.8	20.7	21.1	17.4	14.1	10.6		
8.5	13.1													
Saat 07 deki Ortalama Bagil Nem (%)	30	81	81	82	81	81	77	79	83	85	86	83		
81	81													
Saat 14 deki Ortalama Bagil Nem (%)	30	71	67	64	61	59	55	54	56	58	65	67		
71	62													
Saat 21 deki Ortalama Bagil Nem (%)	30	79	77	76	74	76	73	76	77	78	82	80		
80	77													
Ortalama Bagil Nem (%)	30	77	75	74	72	72	68	69	72	73	78	77		
77	73													

Istasyonun Calisma Suresi : 1975 - 2004

ARASTIRMA ve BILGI ISLEM DAIRE BASKANLIGI

Enlem : 40.58

Boylam : 29.05

Yuksekluk : 33 m

GOZTEPE/ISTANBUL

METEOROLOJIK		Rasat S.		A Y L A R										
ELEMANLAR		(YIL)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	
XII	YILLIK													
En dusuk Bagil Nem (%)		30	38	31	20	16	27	26	27	21	24	29	25	
32	16													
Saat 07 deki Ortalama Bulutluluk (0-10)		30	7.0	7.0	6.5	5.9	4.8	3.4	3.1	3.2	3.4	5.4	6.3	
7.3	5.3													
Saat 14 deki Ortalama Bulutluluk (0-10)		30	6.9	6.7	6.1	5.3	4.1	3.3	2.7	3.1	3.6	5.1	6.1	
7.0	5.0													
Saat 21 deki Ortalama Bulutluluk (0-10)		30	6.3	5.8	5.2	4.5	3.1	2.2	1.5	1.6	2.2	4.0	5.3	
6.3	4.0													
Ortalama Bulutluluk (0-10)		30	6.8	6.5	5.9	5.2	4.0	3.0	2.4	2.6	3.1	4.8	5.9	
6.8	4.8													
Ort. Acik Gunler Sayisi (bult. 0.0-1.9)		30	3.2	3.7	5.2	6.1	8.9	12.7	15.3	14.0	12.2	6.9	4.6	
2.4	95.2													
Ort. Bulutlu Gunler Sayisi (bult. 2.0-8.0)		30	14.1	13.1	15.1	16.7	18.8	16.0	15.1	15.8	16.1	17.5	15.8	
15.2	189.3													
Ort. Kapali Gunler Sayisi (bult. 8.1-10.0)		30	13.7	11.5	10.7	7.2	3.3	1.3	0.6	1.2	1.7	6.5	9.6	
13.4	80.7													
39.0	50.3	308.7												
Saat 14 deki Ort. Toplam Yagis Miktarı (mm)		30	22.1	16.7	17.3	14.3	8.2	7.4	10.3	14.4	10.6	23.5	24.1	
28.1	197.0													
Saat 21 deki Ort. Toplam Yagis Miktarı (mm)		30	24.5	17.9	18.5	13.2	9.0	5.9	4.6	5.3	9.2	16.4	29.8	
29.1	183.4													
Ortalama Toplam Yagis Miktarı (mm)		30	84.8	63.8	60.5	49.6	32.8	26.0	26.5	33.5	36.0	76.2	91.0	
108.3	689.0													

Istasyonun Calisma Suresi : 1975 - 2004

ARASTIRMA ve BILGI ISLEM DAIRE BASKANLIGI



Enlem : 40.58

Boylam : 29.05

Yuksekluk : 33 m

GOZTEPE/ISTANBUL

METEOROLOJIK		Rasat S.	A Y L A R										
ELEMENLAR		(YIL)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
XII	YILLIK												
Gunluk En Cok Yagis Miktari (mm)	30	54.0	36.6	50.0	50.4	41.9	37.2	68.2	61.9	79.6	81.3	52.5	
59.4	81.3												
Yagis >= 0.1 mm Oldugu Gunler Sayisi	30	17.2	14.7	13.0	11.3	7.7	6.3	3.9	5.1	6.8	11.2	13.4	
16.8	127.4												
Yagis >= 10 mm Oldugu Gunler Sayisi	30	2.8	2.2	2.0	1.5	1.0	0.7	0.8	1.1	1.0	2.3	3.1	
3.6	22.1												
Yagis >= 50 mm Oldugu Gunler Sayisi	30	0.0		0.0	0.0			0.1	0.0	0.0	0.2	0.1	
0.1	0.5												
Ortalama Kar Yagisli Gunler Sayisi	30	4.5	5.4	2.8	0.0							0.6	
2.9	16.2												
Ortalama Kar Ortulu Gunler Sayisi	30	2.6	4.1	1.5							0.0	0.0	
1.2	9.4												
En Yuksek Kar Ortusu Kalinligi (cm)	22	32.0	33.0	44.0								1.0	
40.0	44.0												
Ortalama Sisli Gunler Sayisi	30	2.5	1.9	2.6	2.0	1.7	1.0	1.1	1.1	0.9	1.3	1.8	
1.5	17.7												
Ortalama Dolulu Gunler Sayisi	30	0.1			0.0	0.1			0.1	0.0	0.0	0.0	
0.1	0.5												
Ortalama Kiragili Gunler Sayisi	30	4.6	3.4	3.4	1.2							1.7	
3.2	16.8												
Ortalama Orajli Gunler Sayisi	25	0.6	0.6	0.8	1.2	1.7	3.3	2.4	2.8	2.1	1.6	1.0	
0.9	19.0												
Saat 07 deki Ortalama Ruzgar hizi (m/s)	30	2.3	2.4	2.1	1.8	1.8	1.7	1.9	1.6	1.4	1.7	2.0	
2.4	1.9												

Istasyonun Calisma Suresi : 1975 - 2004

ARASTIRMA ve BILGI ISLEM DAIRE BASKANLIGI

Enlem : 40.58  
Boylam : 29.05  
Yuksekluk : 33 m

GOZTEPE/ISTANBUL

METEOROLOJIK		Rasat S.	A Y L A R										
ELEMANLAR		(YIL)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
XII	YILLIK												
Saat 14 deki Ortalama Ruzgar hizi (m/s)	3.1	30	3.1	3.2	3.2	3.0	3.2	3.3	4.0	4.1	3.5	3.1	2.8
Saat 21 deki Ortalama Ruzgar hizi (m/s)	2.5	30	2.4	2.4	2.3	2.0	2.0	2.0	2.4	2.2	2.0	2.0	2.0
Ortalama Ruzgar Hizi (m/s)	2.7	30	2.6	2.7	2.6	2.2	2.4	2.4	2.8	2.7	2.3	2.3	2.3
Ort. Firtinali Gun Say. (ruz.hiz>=17.2 m/s)	1.6	30	1.1	1.1	0.7	0.5	0.3	0.1	0.3	0.4	0.2	0.6	0.8
Ort. Kuv.Ruz. Gun Say. (ruz.hiz 10.8-17.1 m/s)	9.2	30	9.9	9.2	8.4	6.5	6.4	6.1	12.1	12.7	8.8	7.9	7.5
N Ruzgarin Esme Sayilari Toplami	175	30	183	194	194	141	198	144	174	182	131	186	181
N Ruzgarin Ortalama Hizi (m/s)	3.7	30	3.5	3.6	3.4	3.3	3.3	3.5	3.3	3.4	3.5	3.2	3.3
NNE Ruzgarin Esme Sayilari Toplami	542	30	623	558	566	488	588	514	874	930	728	696	531
NNE Ruzgarin Ortalama Hizi (m/s)	3.3	30	3.3	3.4	3.2	3.1	3.1	3.1	3.4	3.3	2.9	2.9	2.9
NE Ruzgarin Esme Sayilari Toplami	244	30	233	282	306	253	302	374	447	494	405	366	278

Istasyonun Calisma Suresi : 1975 - 2004

ARASTIRMA ve BILGI ISLEM DAIRE BASKANLIGI

Enlem : 40.58

Boylam : 29.05

Yuksekluk : 33 m

GOZTEPE/ISTANBUL

METEOROLOJIK		Rasat S.	A Y L A R										
ELEMENLAR		(YIL)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
XII	YILLIK												
NE	Ruzgarin Ortalama Hizi (m/s)	30	2.9	3.1	3.1	2.7	3.0	3.0	3.2	3.0	2.6	2.6	2.9
3.2	2.9												
ENE	Ruzgarin Ortalama Hizi (m/s)	30	2.5	2.6	2.8	2.0	2.3	2.4	2.4	2.5	2.0	2.0	1.9
2.3	2.3												
E	Ruzgarin Esme Sayilari Toplami	30	44	31	39	23	62	63	65	63	51	61	46
57	605												
E	Ruzgarin Ortalama Hizi (m/s)	30	1.9	1.7	1.9	1.8	2.1	2.1	2.0	1.9	1.5	1.4	1.5
1.7	1.8												
ESE	Ruzgarin Esme Sayilari Toplami	30	89	51	63	51	49	58	43	49	54	52	73
87	719												
ESE	Ruzgarin Ortalama Hizi (m/s)	30	1.9	1.6	1.4	1.3	1.1	1.5	1.8	1.7	2.1	1.7	1.5
1.9	1.6												
61	79	544											
SSW	Ruzgarin Ortalama Hizi (m/s)	30	2.5	2.4	2.2	2.0	2.0	1.7	1.7	1.9	2.1	2.0	SE
Ruzgarin Ortalama Hizi (m/s)		30	1.9	1.8	1.3	1.6	1.5	1.9	2.7	1.8	2.6	2.3	2.0
2.0													2.2
SSE	Ruzgarin Esme Sayilari Toplami	30	100	96	91	97	89	98	59	44	72	61	91
124	1022												
SSE	Ruzgarin Ortalama Hizi (m/s)	30	1.9	1.8	1.4	1.5	1.5	1.5	1.8	1.6	1.7	1.2	1.4
1.9	1.6												
S	Ruzgarin Esme Sayilari Toplami	30	92	82	101	120	94	93	41	27	39	39	65
101	894												
S	Ruzgarin Ortalama Hizi (m/s)	30	2.0	1.9	2.0	1.8	1.4	1.5	1.5	1.3	1.3	1.2	1.6
2.4	1.8												

Istasyonun Calisma Suresi : 1975 - 2004

ARASTIRMA ve BILGI ISLEM DAIRE BASKANLIGI

Enlem : 40.58

Boylam : 29.05

Yuksekluk : 33 m

GOZTEPE/ISTANBUL

METEOROLOJIK		Rasat S.	A Y L A R										
ELEMENLAR		(YIL)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
XII	YILLIK												
SSW 394	Ruzgarin Esme Sayilari Toplami 2971	30	345	282	294	323	289	268	103	60	129	195	289
2.2	2.6 2.2												
SW 245	Ruzgarin Esme Sayilari Toplami 2477	30	270	232	237	258	212	173	135	100	165	193	257
SW 2.4	Ruzgarin Ortalama Hizi (m/s) 2.0	30	2.3	2.3	1.9	1.9	1.7	1.9	1.6	1.5	1.7	1.7	2.0
WSW 157	Ruzgarin Esme Sayilari Toplami 1908	30	187	159	185	208	196	162	99	106	156	144	149
WSW 1.9	Ruzgarin Ortalama Hizi (m/s) 1.8	30	1.9	2.1	2.1	1.9	1.9	1.8	1.8	1.6	1.7	1.5	1.5
W 38	Ruzgarin Esme Sayilari Toplami 598	30	46	39	63	85	54	51	40	33	47	57	45
W 1.5	Ruzgarin Ortalama Hizi (m/s) 1.7	30	1.7	1.6	2.0	1.7	1.6	1.7	1.8	1.6	1.6	1.5	1.5
WNW 55	Ruzgarin Esme Sayilari Toplami 623	30	52	47	56	55	50	55	47	44	54	54	54
WNW 1.9	Ruzgarin Ortalama Hizi (m/s) 2.0	30	2.1	2.2	2.0	2.4	2.1	2.0	2.2	2.0	1.8	1.8	1.8
NW 64	Ruzgarin Esme Sayilari Toplami 672	30	59	40	51	63	48	78	38	49	44	63	75

155

Istasyonun Calisma Suresi : 1975 - 2004

ARASTIRMA ve BILGI ISLEM DAIRE BASKANLIGI

Enlem : 40.58  
 Boylam : 29.05  
 Yukseklik : 33 m

GOZTEPE/ISTANBUL

METEOROLOJIK		Rasat S.	A Y L A R										
ELEMENLAR		(YIL)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
XII	YILLIK												
NW	Ruzgarin Ortalama Hizi (m/s)	30	2.4	2.8	3.1	2.7	2.2	2.4	2.2	2.0	2.2	2.2	2.5
2.4	2.4												
NNW	Ruzgarin Esme Sayilari Toplami	30	178	186	199	177	171	187	188	155	148	175	190
193	2147												
NNW	Ruzgarin Ortalama Hizi (m/s)	30	3.1	3.2	3.3	3.1	3.2	2.9	3.3	3.1	3.3	3.1	3.1
3.4	3.2												
En dusuk	5 cm Toprak sicakligi (C)	30	- 0.8	0.2	0.5	5.4	9.9	13.6	19.5	18.5	11.6	8.8	2.2
0.3	- 0.8												
Ortalama	5 cm Toprak Sicakligi (C)	30	5.4	5.8	8.6	14.3	20.4	26.1	28.6	27.2	22.5	16.4	10.7
7.1	16.1												
Ortalama	10 cm Toprak Sicakligi (C)	30	5.4	5.7	8.3	13.9	19.7	25.2	27.7	26.8	22.4	16.5	10.8
7.2	15.8												
En dusuk	10 cm Toprak sicakligi (C)	30	0.8	0.6	0.5	5.0	9.5	13.6	19.5	19.5	12.6	8.7	2.6
0.6	0.5												
Ortalama	20 cm Toprak Sicakligi (C)	30	5.8	5.8	7.9	13.1	18.5	23.7	26.4	25.9	22.1	16.7	11.3
7.7	15.4												
En dusuk	20 cm Toprak sicakligi (C)	30	1.1	0.8	1.7	6.0	9.5	14.2	20.3	19.5	13.2	9.9	5.0
1.7	0.8												
Ortalama	50 cm Toprak Sicakligi (C)	30	7.9	7.4	8.6	12.5	16.9	21.5	24.6	24.9	22.4	18.2	13.6
9.9	15.7												
En dusuk	50 cm Toprak sicakligi (C)	30	4.5	4.2	3.8	7.2	10.6	16.0	20.6	20.8	18.1	13.0	8.7
5.8	3.8												

Istasyonun Calisma Suresi : 1975 - 2004

ARASTIRMA ve BILGI ISLEM DAIRE BASKANLIGI

Enlem : 40.58  
Boylam : 29.05  
Yuksekluk : 33 m

GOZTEPE/ISTANBUL

METEOROLOJIK		Rasat S.	A Y L A R										
ELEMENLAR		(YIL)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
XII	YILLIK												
Ortalama 100 cm Toprak Sicakligi (C)	12.2 15.6	30	9.9	9.0	9.3	11.7	14.9	18.6	21.7	22.8	21.9	19.3	15.7
En dusuk 100 cm Toprak sicakligi (C)	3.2 3.2	30	7.4	6.8	6.3	8.2	11.0	15.4	19.4	20.6	19.3	15.8	11.9
Ortalama Buharlasma (mm)	26.3	30				77.9	122.2	163.6	207.0	193.0	132.5	76.5	37.7
Gunluk En Cok Buharlasma (mm)	3.0 14.0	30	0.0	0.0	0.0	6.8	8.6	12.0	14.0	13.0	11.3	7.0	3.8
Gunluk Ort. Guneslenme Suresi (saat,dakika)	02:11 06:01	30	02:21	03:09	04:34	05:58	08:01	09:48	10:26	09:21	07:57	05:12	03:20
Gunluk Ort. Guneslenme Sidt.(cal/cm^2.dak)	101.52 314.03	30	115.84	178.98	272.64	374.24	475.07	530.45	521.98	450.11	367.30	235.94	144.28
Aylik En Yuk. Guneslenme Sidt.(cal/cm^2.dak)	1.27 1.72	30	0.98	1.30	1.35	1.44	1.72	1.56	1.46	1.52	1.43	1.25	1.18
Ortalama	0.0	Deniz				Suyu				Sicakligi			(C)
En Yuksek Deniz Suyu Sicakligi (C)													
En dusuk Deniz Suyu Sicakligi (C)													

Istasyonun Calisma Suresi : 1975 - 2004

ARASTIRMA ve BILGI ISLEM DAIRE BASKANLIGI

**EK TABLO D.1**

Elmalı Rezervuarı Hamsu Ölçümleri (2004)

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)**

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)



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)

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)

Kaynak: İSKİ, (2005)

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
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)

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)

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)

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)

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)

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)



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)

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)

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**

Duygu VAR, 1982 yılında Almanya’da doğdu. İlkokulu Şirinevler İlköğretim Okulu, orta okulu Medeni Berk Ortaokulunda, lise öğretimini ise 1996-1999 yılları arasında Ataköy Lisesi’nde tamamladı. 1999 yılında Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünde Lisans Öğretimine başladı. 2003 yılında eğitimini tamamladıktan sonra, 2004 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Uygulamalı Jeoloji Programında yüksek lisans öğretimine başladı. Halen aynı bölümde öğretimine devam etmektedir. 2005 yılında İstanbul Büyükşehir Belediyesi, İstanbul Metropolitan Planlama ve Kentsel Tasarım Merkezin Doğal Yapı Grubunda Jeoloji Mühendisi olarak çalışmaya başlamıştır. İstanbul Çevre Düzeni Planı ve Lojistik çalışmalarda görev almış ve hala aynı birimde görevine devam etmektedir.