

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**TRABZON İLİ YERALTI VE YERÜSTÜ SULARININ HİDROJEOLJİK,  
HİDROJEOKİMYASAL İNCELEMESİ VE SU KALİTESİNİN İZLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Jeoloji Müh. Seçil CELEP**

**AĞUSTOS 2009  
TRABZON**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**TRABZON İLİ YERALTI VE YERÜSTÜ SULARININ HİDROJEOLJİK,  
HİDROJEOKİMYASAL İNCELEMESİ VE SU KALİTESİNİN İZLENMESİ**

**Jeoloji Müh. Seçil CELEP**

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde  
“Jeoloji Yüksek Mühendisi”  
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 24.07.2009  
Tezin Savunma Tarihi : 28.08.2009**

**Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Fatma GÜLTEKİN  
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Fikri BULUT  
Jüri Üyesi : Öğr. Gör. Dr. Celal DURAN**



**Enstitü Müdürü: Prof. Dr. Salih TERZİOĞLU**

**Trabzon 2009**

## ÖNSÖZ

Bu çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır. Bu çalışmada Trabzon İli yeraltı ve yerüstü sularının hidrojeolojik, hidrojeokimyasal incelemesi ve su kalitesinin izlenmesi amaçlanmış ve bu amaç doğrultusunda; Trabzon ilinin yeraltı ve yerüstü sularının fiziksel, kimyasal özellikleri ve kirlilik parametre değerleri tespit edilmiş, analiz sonuçlarından yararlanılarak sular sınıflandırılmış ve su kalitesi belirlenmiştir.

"Karadeniz Teknik Üniversitesi Araştırma Fonu" tarafından desteklenen çalışmamın tüm aşamalarında ve tamamlanmasında değerli bilgileriyle beni yönlendiren, yardımlarını ve önerilerini hiçbir zaman esirgemeyen danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Fatma GÜLTEKİN'e sonsuz teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Bu çalışmamın yürütülmesinde, arazi çalışmalarında ve kaynak sağlamamda yanımda olan, bilgi, eleştiri ve önerileriyle her türlü yardımını esirgemeyen, Yrd. Doç. Dr. Arzu FIRAT ERSOY'a, Yrd. Doç. Dr. Hakan ERSOY'a, Uzm. Dr. İrfan TEMİZEL'e, Öğr. Gör. Dr. Volkan Numan BULUT'a, Öğr. Gör. Dr. Celal DURAN'a, Arş. Gör. Esra HATİPOĞLU'na sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Arazi, laboratuvar ve büro çalışmalarında türlü yardımlarını gördüğüm Arş Gör. Ayberk KAYA'ya, Uzm. Süleyman BALCI'ya, Nesrin CELEP'e, Özlem CELEP'e, Cem Ceyhan CELEP'e, Elif CELEP'e, bölümümüz öğrencilerinden Serkan CEBECİ'ye ve Hüseyin CEYLAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam süresince her türlü desteklerini esirgemeyen ve her zaman yanımda olan arkadaşlarım, Arş. Gör. Cem YÜCEL'e, Arş. Gör. Emine TÜRK'e, Arş. Gör. Hatice KADAYIFÇI'ya, Arş. Gör. Melek Betül KARSLI'ya, İnşaat Mühendisi Emine BAYRAM'a ve Jeoloji Mühendisi Hasan Hüseyin DELİMEHMET'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Öğrenim hayatım boyunca sevgi ve sabırlarıyla her zaman yanımda olan, maddi manevi her türlü desteklerini ve fedakârlıklarını esirgemeyen anne ve babam başta olmak üzere tüm aileme gönülden ve sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Seçil CELEP

Trabzon 2009

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	VII
SUMMARY.....	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
TABLolar DİZİNİ.....	XI
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Amaç.....	2
1.3. Çalışma Alanının Coğrafi Konumu.....	3
1.4. Morfoloji.....	3
1.4.1. Dağlık Alanlar.....	4
1.4.2. Vadiler.....	4
1.4.3. Akarsu ve Göller.....	4
1.5. Yerleşim ve Ulaşım.....	5
1.6. İklim ve Bitki Örtüsü.....	6
1.7. Nüfus.....	8
1.8. Literatür Özeti.....	9
1.8.1. İnceleme Alanında Yapılan Genel Jeoloji Amaçlı Önceki Çalışmalar.....	10
1.8.2. Yerüstü ve Yeraltı Sularının Hidrojeolojik, Hidrokimyasal ve Su kalitesi ile İlgili Önceki Çalışmaları.....	12
1.9. Bölgesel Jeoloji.....	18
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	20
2.1. Arazi Çalışmaları.....	20
2.2. Laboratuvar Çalışmaları.....	21
3. BULGULAR.....	23
3.1. Trabzon İli Jeolojisi.....	23
3.1.1. Giriş.....	23
3.1.2. Hamurkesen Formasyonu.....	26

3.1.3.	Berdiga Formasyonu.....	26
3.1.4.	Çatak Formasyonu.....	27
3.1.5.	Kızılkaya Formasyonu.....	27
3.1.6.	Çağlayan Formasyonu.....	28
3.1.7.	Çayırbağı Formasyonu.....	29
3.1.8.	Bakırköy Formasyonu.....	30
3.1.9.	Ağıllar Formasyonu.....	30
3.1.10.	Mescitli Formasyonu.....	31
3.1.11.	Kaçkar Granitoyidleri.....	31
3.1.12.	Kabaköy Formasyonu.....	32
3.1.13.	Kaymaklı Formasyonu.....	33
3.1.14.	Beşirli Formasyonu.....	33
3.1.15.	Sekiler.....	33
3.1.16.	Alüvyonlar.....	34
3.2.	Hidrojeoloji.....	34
3.2.1.	Yeraltı Suyu Taşıyan Formasyonlar (Akiferler).....	34
3.2.1.1.	Yeraltı Suyu Taşıyan Formasyonların Yayılımı ve Kalınlıkları.....	34
3.2.1.2.	Yeraltı Suyu Taşıyan Formasyonların Hidrolik Özellikleri.....	36
3.2.2.	Hidroloji.....	38
3.3.	Su Kalitesi.....	39
3.3.1.	Giriş.....	39
3.3.2.	Havzalar.....	41
3.3.2.1.	Akhisar Havzası.....	41
3.3.2.2.	Foldere Havzası.....	46
3.3.2.3.	İskefiye Havzası.....	51
3.3.2.4.	Kalanima Havzası.....	56
3.3.2.5.	Sera Havzası.....	62
3.3.2.6.	Beşirli Havzası.....	65
3.3.2.7.	Değirmendere Havzası.....	68
3.3.2.8.	İkisu Havzası.....	73
3.3.2.9.	Yomra Havzası.....	76
3.3.2.10.	Yanbolu Havzası.....	79
3.3.2.11.	Karadere Havzası.....	84
3.3.2.12.	Küçükdere Havzası.....	91

3.3.2.13.	Sürmene Havzası .....	96
3.3.2.14.	Solaklı Havzası .....	99
3.3.2.15.	Baltacı Havzası .....	107
3.4.	Suların Hidrokimyasal Özellikleri .....	112
3.4.1.	Fiziksel Özellikler .....	112
3.4.1.1.	Sıcaklık .....	112
3.4.1.2.	Renk .....	113
3.4.1.3.	Bulanıklık .....	113
3.4.1.4.	Elektriksel İletkenlik .....	115
3.4.1.5.	Tat ve Koku .....	116
3.4.1.6.	Askıda Katı Madde .....	117
3.4.2.	İnorganik Kimyasal Parametreler .....	117
3.4.2.1.	pH .....	117
3.4.2.2.	Çözünmüş Oksijen .....	118
3.4.2.3.	Sertlik .....	119
3.4.2.4.	Alkalinite ( $\text{HCO}_3$ ve $\text{CO}_3$ ) .....	121
3.4.2.5.	Klorür .....	121
3.4.2.6.	Sülfat ve Sülfür .....	122
3.4.2.7.	Amonyum .....	123
3.4.2.8.	Nitrit .....	124
3.4.2.9.	Nitrat .....	125
3.4.2.10.	Fosfor .....	126
3.4.2.11.	Toplam Çözünmüş Madde .....	127
3.4.2.12.	Sodyum .....	128
3.4.3.	Organik Kimyasal Parametreler .....	128
3.4.3.1.	Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ) .....	128
3.4.4.	İnorganik Kirlenme Parametreleri .....	129
3.4.4.1.	Kadmiyum .....	129
3.4.4.2.	Kurşun .....	130
3.4.4.3.	Arsenik .....	130
3.4.4.4.	Bakır .....	131
3.4.4.5.	Krom .....	132
3.4.4.6.	Kobalt .....	132
3.4.4.7.	Nikel .....	132

3.4.4.8.	Siyanür.....	133
3.4.4.9.	Florür .....	134
3.4.4.10.	Demir ve Mangan .....	135
3.4.4.11.	Baryum .....	136
3.4.4.12.	Alüminyum.....	136
3.5.	Trabzon İlindeki Yeraltı ve Yerüstü Sularının Sınıflandırılması .....	137
3.5.1.	Piper Diyagramı Değerlendirilmesi.....	137
3.5.2.	Schoeller Diyagramı Değerlendirmesi .....	144
3.5.3.	Wilcox Diyagramının Değerlendirilmesi .....	147
4.	İRDELEME VE TARTIŞMA .....	149
4.1.	Giriş .....	149
4.2.	Trabzon İli Yerüstü ve Yeraltı Sularının Kalitesini Etkileyen Parametreler.....	149
4.2.1.	Yüzey Suları (Akarsular).....	149
4.2.2.	Yeraltı Suları.....	150
4.3.	Havzalara Göre Değişim Gösteren Parametrelerin İnceleme Alanındaki Dağılımı .....	153
5.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	160
6.	KAYNAKLAR.....	163
ÖZGEÇMİŞ		

## ÖZET

Trabzon il sınırlarını kapsayan çalışma alanında mevcut yeraltı ve yerüstü sularının kalitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda Akhisar, Foldere, İskefiye, Kalanima, Sera, Beşirli, Değirmendere, İkisü, Yomra, Yanbolu, Karadere, Solaklı ve Baltacı Havzalarının yeraltı ve yüzey sularının hidrojeolojik, hidrokimyasal özellikleri ve su kalitesi belirlenmiştir.

Çalışma alanındaki sular genel olarak karbonatlı ve sülfatlı ( $Ca+Mg > Na+K$ ) sular sınıfında olup genellikle zayıf asit kökleri güçlü asit köklerinden ( $HCO_3+CO_3 > Cl+SO_4$ ) daha fazladır. Yeraltı sularının sıcaklıkları  $9.8-17.3^{\circ}C$ , pH değerleri  $6.89-8.04$ , elektriksel iletkenlik değerleri (Eİ)  $205-521 \mu S/cm$ , toplam çözünmüş madde miktarları (TDS)  $117-442 mg/l$  ve çözünmüş oksijen miktarları (DO)  $1.2-15.81 mg/l$  arasında değişmektedir. Yüzey sularının sıcaklıkları  $2.1-21.4^{\circ}C$ , pH değerleri  $6.94-8.94$ , elektriksel iletkenlik değerleri (Eİ)  $28-450 \mu S/cm$ , toplam çözünmüş madde miktarları (TDS)  $21-287 mg/l$  ve çözünmüş oksijen miktarları (DO)  $9.1-16.86 mg/l$  arasında değişmektedir.

İnceleme alanındaki tüm sular Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğine göre değerlendirildiğinde birçok parametre açısından I. sınıf sular sınıfında iken, yüzey sularında genellikle Cu, Pb, Ni, Al, Mn,  $NO_2^-$ ,  $NH_4^+$ ,  $PO_4^{3-}$ ,  $CN^-$  ve KOİ parametreleri, yeraltı sularında ise genellikle Cu, Ni,  $NO_2^-$ ,  $PO_4^{3-}$ ,  $CN^-$  parametreleri açısından II. Sınıf, III. Sınıf ve IV. Sınıf sular sınıfında bulunduğu belirlenmiştir. Sularda kirlilik oluşturan parametrelerin genellikle çevresel atıklardan kaynaklandığı belirlenmiştir. İncelenen sular İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardına göre değerlendirilmiş ve Fe, Al, Cu, Pb, Mn, Co, Ni, Cd, As, Cr, Ba gibi ağır metal,  $NO_2^-$ ,  $NO_3^-$ ,  $NH_4^+$ ,  $PO_4^{3-}$ ,  $CN^-$  ve KOİ gibi kirlilik içerikleri bakımından standarda uygun, Ni, Mn ve Pb değerlerinin ise standartta verilen sınır değerleri aştığı belirlenmiştir. Ayrıca tüm suların sulama suyu açısından çok iyi ve iyi sular sınıfında olduğu görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Su Kalitesi, Fiziksel ve Kimyasal Parametreler, Yeraltı ve Yerüstü Suları, Trabzon



## SUMMARY

### **The Hydrogeological, Hydrogeochemical Investigation of the Surface-Groundwaters and Determination of the Water Quality of the Trabzon City**

The aim of this study is groundwater and surface waters qualities of the provinces of the Trabzon. In the study, it was found out the hydrogeological-hydrogeochemical properties and water qualities of the groundwaters and surface waters of Akhisar, Foldere, İskefiye, Kalanima, Sera, Beşirli, Değirmendere, İkisü, Yomra, Yanbolu, Karadere, Solaklı and Baltacı Basins.

The studied waters are generally carbonated-sulphated water ( $\text{Ca}+\text{Mg}>\text{Na}+\text{K}$ ) classes, and poor acids are more than strong acids ( $\text{HCO}_3+\text{CO}_3>\text{Cl}+\text{SO}_4$ ). Temperatures of the ground waters are 9.8-17.3°C, the pH values are 6.89-8.04, the electrical conductivity (EC) values are 205-521  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , the total dissolved solids are 117-442 mg/l and the dissolved oxygen (DO) is varies between 1.2 and 15.81 mg/l. Temperatures of the surface waters are 2.1-21.4°C, the pH values are 6.94-8.94, the electrical conductivity (EC) values are 28-450  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , the total dissolved solids are 21-287 mg/l and the dissolved oxygen (DO) is varies between 9.1 and 16.86 mg/l.

Based on Water Pollution Control Regulation, all of the waters in the study area are I. class water in point of many parameters. However, surface waters are II. class, III. class and IV. class waters in point of Cu, Pb, Ni, Al, Mn,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{CN}^-$  and  $\text{KOİ}$  parameters, and groundwaters are II. class, III. class, IV. class waters in point of Cu, Ni,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{CN}^-$  parameters. It was determined that the parameters causing the pollution in the waters usually originate from environmental wastes. The studied waters are assessed according to the Turkish Drinking Water Standart (TS 266). They are suitable to the standard in point of trace methals (Fe, Al, Cu, Pb, Mn, Co, Ni, Cd, As, Cr, Ba) and pollution contents ( $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{CN}^-$ ,  $\text{KOİ}$ ) but Ni, Mn, Pb values exceed the limit values of the standart. Besides, it was concluded that all of the waters are “very good and good” class waters in terms of the irrigation water.

**Key Words:** Water Quality, Physical and Chemical Parameters, Ground and Surface Waters, Trabzon

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1. Çalışma alanının yer bulduru haritası.....	3
Şekil 1.2. Ortalama sıcaklık değerlerinin aylara göre dağılımı .....	7
Şekil 1.3. Ortalama yağış değerlerinin aylara göre dağılımı .....	7
Şekil 1.4. Nüfus bilgilerinin bazı yıllara göre dağılımı .....	8
Şekil 2.1. a)Örnekleme yapılan yüzey suyu, b)Örnekleme yapılan sondaj kuyusu.....	20
Şekil 2.2. a)Horiba U-10 marka cihazla yapılan yerinde ölçüm, b)Hanna marka çoklu parametre ölçer ile yapılan yerinde ölçüm .....	21
Şekil 2.3. a) Süzme işlemi yapılan vakum viltrasyon sistemi, b) WTW photoflex Turb marka cihaz, c) Titrasyon yöntemiyle $\text{HCO}_3^-$ ve $\text{CO}_3^{2-}$ analizleri yapımı .....	22
Şekil 2.4. a) ICP-OES laboratuvarı, b) ICP-OES cihazı.....	22
Şekil 3.1. Trabzon İli'nin stratigrafik kolon kesiti (Güven 1993) .....	24
Şekil 3.2. Trabzon ilinin genelleştirilmiş jeoloji haritası (Güven,1993) .....	25
Şekil 3.3. Akhisar Havzası ve su örnekleme yapılan lokasyonlar .....	42
Şekil 3.4. Foldere Havzası ve su örnekleme yapılan lokasyonlar .....	47
Şekil 3.5. İskefiye Havzası ve su örnekleme yapılan lokasyonlar .....	52
Şekil 3.6. Kalanima Havzası ve su örnekleme yapılan lokasyonlar .....	57
Şekil 3.7. Sera Havzası ve su örnekleme yapılan lokasyonlar .....	63
Şekil 3.8. Beşirli Havzası ve su örnekleme yapılan lokasyonlar .....	66
Şekil 3.9. Değirmendere Havzası ve su örnekleme yapılan lokasyonlar .....	69
Şekil 3.10. İkisü Havzası ve su örnekleme yapılan lokasyonlar .....	74
Şekil 3.11. Yomra Havzası ve su örnekleme yapılan lokasyonlar .....	77
Şekil 3.12. Yanbolu Havzası ve su örnekleme yapılan lokasyonlar .....	80
Şekil 3.13. Karadere Havzası ve su örnekleme yapılan lokasyonlar .....	85
Şekil 3.14. Küçükdere Havzası ve su örnekleme yapılan lokasyonlar .....	92
Şekil 3.15. Sürmene Havzası ve su örnekleme yapılan lokasyonlar .....	97
Şekil 3.16. Solaklı Havzası ve su örnekleme yapılan lokasyonlar .....	101
Şekil 3.17. Baltacı Havzası ve su örnekleme yapılan lokasyonlar .....	108
Şekil 3.18. Arazide berrak ve bulanık suların görünüşü.....	115
Şekil 3.19. Akhisar (a), Foldere (b) ve İskefiye (c) Havzalarındaki su örneklerine ait Piper diyagramları .....	139

Şekil 3.20.	Kalanima (a), Sera (b) ve Beşirli (b) Havzalarındaki su örneklerine ait Piper diyagramları .....	140
Şekil 3.21.	Değirmendere (a), İkisu (b) ve Yomra (c) Havzalarındaki su örneklerine ait Piper diyagramları .....	141
Şekil 3.22.	Yanbolu (a), Karadere (b) ve Küçükdere (c) Havzalarındaki su örneklerine ait Piper diyagramları .....	142
Şekil 3.23.	Sürmene (a), Solaklı (b) ve Baltacı (c) Havzalarındaki su örneklerine ait Piper diyagramları .....	143
Şekil 3.24.	Akhisar (a), Folderesi (b), İskefiye (c), Kalanima (d), Sera (e), Beşirli (f), Değirmendere (g) ve İkisu (h) Havzalarına ait su örneklerinin Schoeller diyagramındaki konumları.....	145
Şekil 3.25.	Yomra (a), Yanbolu (b), Karadere (c), Küçükdere (d), Sürmene (e), Solaklı (f) ve Baltacı (g) Havzalarına ait su örneklerinin Schoeller diyagramındaki konumları.....	146
Şekil 3.26.	Trabzon ili havzalarından derlenen su örneklerine ait Wilcox diyagramları	148
Şekil 4.1.	İnceleme alanından derlenen suların Ca, Mg, Na, K iyonları açısından değerlendirilmesi .....	154
Şekil 4.2.	İnceleme alanından derlenen suların Al iyonu açısından değerlendirilmesi .	155
Şekil 4.3.	İnceleme alanından derlenen suların Fe iyonu açısından değerlendirilmesi .	155
Şekil 4.4.	İnceleme alanından derlenen suların Fe iyonu açısından değerlendirilmesi .	156
Şekil 4.5.	İnceleme alanından derlenen suların NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ve NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> parametreleri açısından değerlendirilmesi .....	156
Şekil 4.6.	İnceleme alanından derlenen suların pH değerleri açısından değerlendirilmesi .....	157
Şekil 4.7.	İnceleme alanından derlenen yeraltı sularının pH-Ca, Mg, Na, K, HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , Fe, Al, Mn grafikleri .....	158
Şekil 4.8.	İnceleme alanından derlenen yüzey sularının pH-Ca, Mg, Na, K, HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , Fe, Al, Mn grafikleri .....	159

## TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1.1. Trabzon İline ait meteorolojik veriler (DMİGM, 2006; 1975-2005 yılları arası) .....	6
Tablo 1.2. Trabzon ilinin genel nüfus sayımına göre bazı yılların nüfus bilgileri.....	8
Tablo 3.1. Trabzon ilinde bulunan akarsuların mansap akiferlerinin YAS durumları (DSİ 22. Bölge Müdürlüğü, 2004).....	35
Tablo 3.2. Trabzon ilinde bulunan akarsuların mansap akiferlerine ait bilgiler (DSİ 22. Bölge Müdürlüğü, 2004) .....	36
Tablo 3.3. Trabzon ilindeki bazı derelerin mansap alüvyonlarının iletkenlik katsayıları ve özgül debileri (MTA Genel Müdürlüğü, 1994) .....	37
Tablo 3.4. Trabzon ilindeki bazı derelerin mansap alüvyonlarının porozite, permeabilite değerleri, özgül su tutma kapasiteleri, özgül verimleri ve akiferlerde depolanan toplam su hacimleri (Dilek, 1979) .....	37
Tablo 3.5. Trabzon ilindeki akarsuların yıllık ortalama akış miktarları, yağış alanları ve yıllık ortalama su miktarları (DSİ 22. Bölge Müdürlüğü, 2004).....	38
Tablo 3.6. Akhisar Havzası'ndaki sularda bulunan fiziksel parametreler, majör anyon ve katyonlar (değerler mg/l) .....	43
Tablo 3.7. Akhisar Havzası'ndaki sularda bulunan eser elementler (değerler mg/l).....	44
Tablo 3.8. Akhisar Havzası'ndaki sularda bulunan kirlilik parametreleri (değerler mg/l).....	45
Tablo 3.9. Foldere Havzası'ndaki sularda bulunan fiziksel parametreler, majör anyon ve katyonlar (değerler mg/l) .....	48
Tablo 3.10. Foldere Havzası'ndaki sularda bulunan eser elementler (değerler mg/l) .....	49
Tablo 3.11. Foldere Havzası'ndaki sularda bulunan kirlilik parametreleri (değerler mg/l).....	50
Tablo 3.12. İskefiye Havzası'ndaki sularda bulunan fiziksel parametreler, majör anyon ve katyonlar (değerler mg/l) .....	53
Tablo 3.13. İskefiye Havzası'ndaki sularda bulunan eser elementler (değerler mg/l) .....	54
Tablo 3.14. İskefiye Havzası'ndaki sularda bulunan kirlilik parametreleri (değerler mg/l).....	55
Tablo 3.15. Kalanima Havzası'ndaki sularda bulunan fiziksel parametreler, majör anyon ve katyonlar (değerler mg/l) .....	58
Tablo 3.16. Kalanima Havzası'ndaki sularda bulunan eser elementler (değerler mg/l).....	59
Tablo 3.17. Kalanima Havzası'ndaki sularda bulunan kirlilik parametreleri (değerler mg/l).....	61

Tablo 3.18. Sera Havzası'ndaki sularda bulunan fiziksel parametreler, majör anyon ve katyonlar (değerler mg/l) .....	64
Tablo 3.19. Sera Havzası'ndaki sularda bulunan eser elementler (değerler mg/l) .....	64
Tablo 3.20. Sera Havzası'ndaki sularda bulunan kirlilik parametreleri (değerler mg/l) ....	65
Tablo 3.21. Beşirli Havzası'ndaki sularda bulunan fiziksel parametreler, majör anyon ve katyonlar (değerler mg/l) .....	67
Tablo 3.22. Beşirli Havzası'ndaki sularda bulunan eser elementler (değerler mg/l).....	67
Tablo 3.23. Beşirli Havzası'ndaki sularda bulunan kirlilik parametreleri (değerler mg/l).	67
Tablo 3.24. Değirmendere Havzası'ndaki sularda bulunan fiziksel parametreler, majör anyon ve katyonlar (değerler mg/l) .....	70
Tablo 3.25. Değirmendere Havzası'ndaki sularda bulunan eser elementler (değerler mg/l).....	71
Tablo 3.26. Değirmendere Havzası'ndaki sularda bulunan kirlilik parametreleri (değerler mg/l) .....	72
Tablo 3.27. İkisu Havzası'ndaki sularda bulunan fiziksel parametreler, majör anyon ve katyonlar (değerler mg/l) .....	75
Tablo 3.28. İkisu Havzası'ndaki sularda bulunan eser elementler (değerler mg/l) .....	75
Tablo 3.29. İkisu Havzası'ndaki sularda bulunan kirlilik parametreleri (değerler mg/l) ...	75
Tablo 3.30. Yomra Havzası'ndaki sularda bulunan fiziksel parametreler, majör anyon ve katyonlar (değerler mg/l) .....	78
Tablo 3.31. Yomra Havzası'ndaki sularda bulunan eser elementler (değerler mg/l) .....	78
Tablo 3.32. Yomra Havzası'ndaki sularda bulunan kirlilik parametreleri (değerler mg/l).....	79
Tablo 3.33. Yanbolu Havzası'ndaki sularda bulunan fiziksel parametreler, majör anyon ve katyonlar (değerler mg/l) .....	81
Tablo 3.34. Yanbolu Havzası'ndaki sularda bulunan eser elementler (değerler mg/l) .....	82
Tablo 3.35. Yanbolu Havzası'ndaki sularda bulunan kirlilik parametreleri (değerler mg/l).....	83
Tablo 3.36. Karadere Havzası'ndaki sularda bulunan fiziksel parametreler, majör anyon ve katyonlar (değerler mg/l) .....	86
Tablo 3.37. Karadere Havzası'ndaki sularda bulunan eser elementler (değerler mg/l).....	88
Tablo 3.38. Karadere Havzası'ndaki sularda bulunan kirlilik parametreleri (değerler mg/l).....	90
Tablo 3.39. Küçükdere Havzası'ndaki sularda bulunan fiziksel parametreler, majör anyon ve katyonlar (değerler mg/l) .....	93
Tablo 3.40. Küçükdere Havzası'ndaki sularda bulunan eser elementler (değerler mg/l)...	94
Tablo 3.41. Küçükdere Havzası'ndaki sularda bulunan kirlilik parametreleri (değerler mg/l).....	95

Tablo 3.42. Sürmene Havzası'ndaki sularda bulunan fiziksel parametreler, majör anyon ve katyonlar (değerler mg/l) .....	98
Tablo 3.43. Sürmene Havzası'ndaki sularda bulunan eser elementler (değerler mg/l) .....	98
Tablo 3.44. Sürmene Havzası'ndaki sularda bulunan kirlilik parametreleri (değerler mg/l).....	99
Tablo 3.45. Solaklı Havzası'ndaki sularda bulunan fiziksel parametreler, majör anyon ve katyonlar (değerler mg/l) .....	102
Tablo 3.46. Solaklı Havzası'ndaki sularda bulunan eser elementler (değerler mg/l) .....	104
Tablo 3.47. Solaklı Havzası'ndaki sularda bulunan kirlilik parametreleri (değerler mg/l).....	106
Tablo 3.48. Baltacı Havzası'ndaki sularda bulunan fiziksel parametreler, majör anyon ve katyonlar (değerler mg/l) .....	109
Tablo 3.49. Baltacı Havzası'ndaki sularda bulunan eser elementler (değerler mg/l) .....	110
Tablo 3.50. Baltacı Havzası'ndaki sularda bulunan kirlilik parametreleri (değerler mg/l).....	111
Tablo 3.51. Suların özgül elektriksel iletkenliğine göre yapılan sınıflandırılma (Erguvanlı ve Yüzer, 1980) .....	115
Tablo 3.52. Suların sertlik değerlerine göre sınıflandırılması (Tuncay, 1983).....	120
Tablo 3.53. Çözülmüş toplam katı madde miktarına göre su sınıflaması ( Freeze ve Cherry, 1979).....	127
Tablo 4.1. İnceleme alanındaki yer altı sularının kirletici parametreleri ve sınıfları (parametrelerin konsantrasyon değeri mg/l cinsinden verilmiştir).....	150

## 1. GENEL BİLGİLER

### 1.1. Giriş

Su kıtlığı dünyayı bekleyen en büyük tehlikelerden biridir. Özellikle ülkemizde son yıllarda yaşanan su sıkıntısı bu tehlikeyi bir kez daha hatırlatırken susuzluğun ve su kalitesinin halk sağlığına olan etkileri de tartışılmaya başlanmıştır.

Su, insan bedeninin temel yapı taşıdır. Bir yandan canlılığı sağlayan olaylar için uygun bir ortam sağlayan su, bir yandan da bu olaylar için gerekli olan besin ve dışarıdan alınan her türlü maddelerin hücrelere kadar ulaşmasını sağlar. Su insanın yalnızca içme gereksinimini karşılamaz. Başta beden ve giysi temizliği olmak üzere her türlü temizlik, yiyeceklerin temizlenmesi ve yemeklerin hazırlanması su ile yapılır. Su sanayinin de en önemli tüketim maddelerinden biridir. Bu nedendir ki; su insanların vazgeçilmez ve başka bir madde ile ikame edilemez temel tüketim maddelerinden birisidir. Kısaca su olmasa insanın yaşaması olanaksızdır ve su hayattır.

Temel tüketim maddesi olan içme-kullanma suyunun kesinlikle sağlıklı olması gerekir. Aksi takdirde bedendeki ve toplumdaki işlevlerini yerine getiremediği gibi, insan ve toplum yaşamı için bir tehdit haline gelir. Sağlıklı su denildiği zaman, genellikle suyun temizliği anlatılmak istenir. İçme-kullanma suyunun temizliği ise biyolojik, fiziksel ve kimyasal olarak temiz olmasıdır.

Biyolojik temizlik; içme-kullanma suyunda canlı (mikropların) ve canlı ürünlerinin bulunmaması ya da belli ölçülerin altında bulunması anlamına gelmektedir. Fiziksel olarak suyun temizliği; suyun renginin, bulanıklığının/berraklığının, sıcaklığının elektrik iletkenliğinin belli ölçüler içinde olması, içme ve kullanmaya uygun olmasıdır. Kimyasal olarak temizliği ise; suyun kimyasal maddelerle kirlenmemiş olması, belli sertlik derecesinde olması ve biyolojik oksijen ihtiyacının belli değerlerde olmasıdır.

Bir toplumun sağlıklı olabilmesi için içme-kullanma suyunun mutlaka ve mutlaka bu üç başlık altında değerlendirilen temizlik özelliklerine sahip olması gerekir.

Ayrıca içme-kullanma suyunun miktar olarak yeterli olması da gerekmektedir. Yeterlilikten kasıt ise, içme-kullanma suyunun herhangi bir yerleşim biriminde insanların ev içi tüketimi, belediye tüketimi ve sanayi tüketimini karşılayacak miktarda olmasıdır.

Halk sağlığının riske girmemesi için, bir yerleşim birimine sağlanan içme-kullanma suyu hem temiz hem de yeterli olmalıdır.

Ülkemizde son birkaç on yıla kadar yerüstü sularına göre daha temiz olan yer altı suları içme kullanma suyu olarak kullanılmaktaydı. Ancak son yıllarda artan nüfus ve bazı yerlerde yeraltı sularının kirlenmesi nedeniyle yeraltı suları su gereksinimi karşılamada yetersiz kalmış ve yerüstü suları (nehir, dere, göl vb) kullanılmaya başlanmıştır.

## 1.2. Amaç

Trabzon İli'nin içme-kullanma suyu 1991 yılına kadar Değirmendere alüvyonlarından sağlanırken nüfusun 480 binlere çıkması ile yeterli olmayan yeratisuyuna alternatifler aranmış ve bir arıtmadan geçirilerek Değirmendere suyunun kullanılması sağlanmıştır. Ancak kalite açısından Değirmendere'nin kolu olan Galyan deresinin böyle bir arıtmayla kullanıma daha uygun olduğu belirlenerek Atasu Barajı planlanmıştır. Trabzon İli genelinde, doğudan batıya tüm ilçelerinde en yakın konumdaki derelerin alüvyonlarının taşıdığı yer altı suları içme-kullanma suyu olarak kullanılmaktadır. Ancak artan nüfusa paralel olarak bu yerleşim yerlerinin su gereksinimleri de artacak ve önümüzdeki yıllarda yerüstü suları kullanımı gündeme gelecektir. Ayrıca halen kullanılmakta olan dere alüvyonlarında veya havzalarında genellikle küçük sanayi siteleri bulunmaktadır. Bu tür sanayiler yeraltı ve yüzey sularının ağır ve zehirli metallerle kirlenmesine neden olmaktadır. Bu nedenle Trabzon merkez ve ilçelerinde kullanılmakta olan yer altı suları ve alternatif yerüstü suları fiziksel ve kimyasal açıdan incelenerek suların mevcut durumları ortaya konulmak istenmiştir.

Bu alışmada 'Trabzon ili yeraltı ve yerüstü sularının hidrojeolojik, hidrojeokimyasal incelemesi ve su kalitesinin izlenmesi' adı altında Trabzon ilinde yer alan yeraltı ve yerüstü sularının hidrojeolojik, hidrokimyasal özellikleri ve su kalitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda yeraltı ve yerüstü sularının fiziksel, kimyasal özellikleri ve kirlilik parametre değerleri tespit edilmiş, kimyasal analiz sonuçlarından yararlanılarak yeraltı ve yerüstü suları sınıflandırılmış, kıta içi su kaynaklarının sınıfları (2004)' na göre su kalitesi sınıflaması yapılmış ve suların fiziksel, kimyasal ve kirlilik parametrelerine göre kalite sınıfları belirtilmiştir.

Çalışmanın amacı doğrultusunda, Trabzon iline ait jeoloji haritası ve hidrojeoloji bilgileri daha önceki çalışmalardan yararlanılarak hazırlanmıştır. Bunların yanında çalışma



alanında yer alan yeraltı ve yerüstü sularından Mart-Nisan-Mayıs aylarında su örnekleri alınarak kimyasal analizler yapılmış ve hidrokimyasal değerlendirmeler sunulmuştur.

### 1.3. Çalışma Alanının Coğrafi Konumu

Karadeniz Bölgesi'nin Doğu Karadeniz Bölümü'nde, 40° 33' - 41° 07' kuzey enlemleri ile 39° 07' - 40° 30' doğu boylamları arasında yer alan Trabzon ili; 4685 km<sup>2</sup>'lik yüzölçümü ile 1/100000 ölçekli Akçaabat F42 ve F43, Trabzon G42, G43 ve G44 paftaları içerisinde bulunmaktadır (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Çalışma alanının yer bulduru haritası

### 1.4. Morfoloji

Trabzon ili üç ana jeomorfolojik ünitelerden oluşmaktadır. İlin güney kesiminde su bölüm çizgisi boyunca doğu-batı doğrultusunda uzanan dağlık alanlar, kuzeyde Karadeniz kıyısı boyunca denizel şekillendirme sonucu oluşan kıyı kuşağı ve bu iki ana ünite arasında yer alıp, akarsular tarafından derin vadilereyle yarılmış plato ve derin vadilerdir.

### 1.4.1. Dağlık Alanlar

Güneyde yer alan dağlık alanlar, Doğu Karadeniz Dağlarının orta kesiminde yer almaktadır. Doğu–batı doğrultusunda uzanan bu kütlemin yükseltisi, kuzeyden güneye doğru artmaktadır. Dağlık alan morfolojisi batıda 1900 m’den, doğuda ise 2400 m’den başlayıp 3300 m’yi aşmaktadır.

Genel isimleri Soğanlı Dağları ve Kalkanı Dağları olan bu kütlemin başlıca en yüksek noktalarını doğudan itibaren : Ziyaret T. (3110 m), Eskici T. (3100 m), Vezir Konağı T. (3009 m), Anzer Dağı Akdağ T. (3376 m), Karakaya T. (3193 m), Ziganderbaşı T. (2756 m), Halkamus Dağı Yurt T. (2468 m), Kilise T. (2554 m), Polut T. (2880 m), Ziyaret Dağı (2800 m), Fırın Dağı (2706 m), Kolat Dağı (2820 m), Nişan Dağı (2660 m), Taşoluk T. (2400 m), Karadağ T. (1964 m) ve Sis Dağı (2182 m) teşkil etmektedir.

### 1.4.2. Vadiler

Akarsuların oluşturduğu vadiler özellikle ikinci dereceden kolların ve onlara karışan yan derelerin buldukları kısımda oldukça daralmaktadırlar. Bu özellik sahanın büyük kısmında hakim olmaktadır. Trabzon ilindeki en gelişmiş vadiler, batıda güney–kuzey yönünde uzanan Foldere Vadisi, Değirmendere akarsuyunun kurulu olduğu güneybatı–kuzeydoğu doğrultusunda Değirmendere Vadisi ve doğudaki güney–kuzey uzanım gösteren Solaklı deresi vadisidir. Güneyde 1900 m yükseltisindeki Horos ve Kalkanlı Dağları’nın su bölümü çizgisine yakın, kuzeye bakan yamaçlarından başlayan Değirmendere Vadisi giderek derinleşerek Maçka’ya kadar uzanmaktadır. Maçka’da aniden daralan vadi, buradan kuzeye doğru hem yana hem de derine doğru genişlemektedir.

### 1.4.3. Akarsu ve Göller

Su kaynakları bakımından oldukça zengin olan Trabzon ili ve çevresinde debileri çok yüksek olmayan çok sayıda kaynak ve yaz-kış kurumayan akarsular bulunmaktadır. Akarsuların başlıcaları: Değirmendere, Akhisar Deresi, Fol Deresi, Çarşıbaşı (İskefiye) Deresi, Söğütlü (Kalanima) Deresi, Hacıbeşir Deresi, Şana Deresi, Yomra Deresi, Yanbolu

Deresi, Karadere, Manahoz Çayı, Gökçesu Deresi, Solaklı Çayı, Baltacı Deresi ve İyidere Çayı'dır.

Çok sayıdaki kaynaklar ve her mevsim görülen yağışlar bu dereleri beslemektedir. Ayrıca derelerin mansap bölümündeki alüvyon alanları, yeraltı suyu bakımından zengindir.

Trabzon ilinin batısındaki Foldere ve Değirmendere'nin doğusunda kalan Karadere ve Solaklı Dereleri kaynaklarını Horos, Soğanlı ve Haldizen Dağları'ndan almaktadır. Foldere, Değirmendere, Karadere ve Solaklı Deresi'nin yukarı havzaları güneyde birbirleriyle kavuşurken, daha küçük havzalar halindeki Kalanima Deresi, Yanbolu Deresi, Küçükdere ve Manahos Deresi, kısa boyları ve hızlı akışlarıyla oldukça dar vadiler meydana getirmektedir.

Trabzon ilindeki göller, Uzungöl, Çakırgöl, Balıklı Göl, Sera Gölü, Aygır Gölü, Kara Göl ve Haldizen Dağları'ndaki büyüklü, küçüklü diğer buzul gölleridir. Bunların hemen hepsi küçük göllerdir. Toplam yüzey alanları 37.6 ha'dır. Bu göller oluşumları yönünden heyelan gölleri ve buzul gölleri olarak iki grupta toplanabilmektedir.

Heyelan göllerinden Sera Gölü, Trabzon' un batısındaki Sera Deresi üzerindedir. Yıldızlı (Sera) Deresi'nin önünün 1950 yılında gelişen heyelanla tıkanması sonucu oluşmuştur. Yaklaşık 1.5 km uzunluğunda ve 350-400 m genişliğindedir.

Uzungöl (Şerah), Çaykara ilçesi sınırları içerisindedir. Solaklı Deresi'ni de besleyen bu göl, oluş tarihi kesin olarak bilinmeyen Haldizen Deresi'nin önünü tıkayıp, göl oluşumunu sağlayan heyelan sonucu meydana gelmiştir.

Buzul gölleri ise; yüksek kesimlerde, Haldizen ve Demirkapı Dağları'nın doruklarına yakın kesimlerinde izlenirler. Kar suları ile beslenen bu göller, genellikle dairesel veya oval şekilli olup, 50-250 m çapındadırlar.

### **1.5. Yerleşim ve Ulaşım**

Trabzon ili, batıdan Giresun'un Eynesil, güneyden Gümüşhane'nin Torul ve merkez ilçeleriyle Bayburt İli, doğudan Rize'nin İkizdere ve Kalkandere ilçeleriyle çevrilidir. Trabzon ilinde, merkez ilçeleriyle birlikte 18 ilçe ve 2714 adet köy bulunmaktadır. Bu ilçeler; Akçaabat, Araklı, Arsin, Beşikdüzü, Çaykara, Maçka, Of, Sürmene, Şalpaazarı, Tonya, Vakfikebir, Yomra, Çarşıbaşı, Dernekpazarı, Düzköy, Hayrat, Köprübaşı ilçeleridir.

Kentin topografik yapısından dolayı yerleşimin ilerlediği ve tercih edildiği alanlar akarsu havzaları, vadi boyu yatakları ve sahil şeridindeki düz bölgelerdir. İl genelinde değerlendirildiğinde ise ulaşılması en güç ve sarp tepelerde dahi yerleşime rastlamak mümkündür. İl düzeyinde yerleşimin planlı gelişimini yeryüzü şekilleri oldukça güçleştirmektedir.

Trabzon'dan Rize-Artvin, Gümüşhane-Erzurum ve Giresun-Ordu-Samsun istikameti olmak üzere üç karayolu ağı geçmektedir. İlde 237 km devlet yolu, 470 km de il yolu bulunmaktadır. Köy yolları uzunluğu bakımından Trabzon ülkemizde birkaç ilin toplamından fazla bir yol ağına sahiptir. Ayrıca hava ulaştırması bakımından Trabzon Havaalanı Doğu Karadeniz Bölümü'nün tek havaalanıdır.

### 1.6. İklim ve Bitki Örtüsü

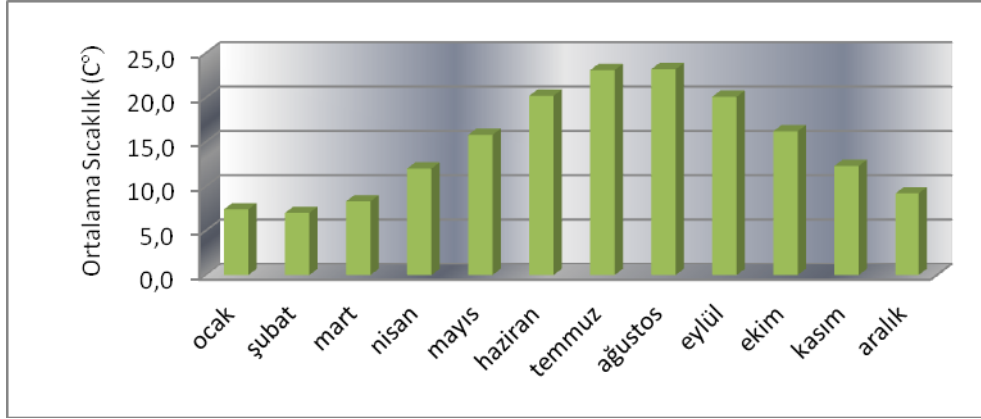
Trabzon'da deniz etkisinde kalan ılıman iklim tipi hakimdir (Tablo 1.1, Şekil 1.2 ve 1.3). Buna bağlı olarak da yazlar genellikle orta sıcaklıkta, kışlar ise ılık geçer. Kış sıcaklıkları, kuzeyde Karadeniz'in varlığı ve kıyıya yakın mesafede set gibi uzanan Doğu Karadeniz Dağları'nın bulunuşu nedeniyle, aynı konumdaki diğer sahalara göre oldukça ılıman hale gelmektedir. Yağışlar, kıyıya yakın alanlarda yağmur, orta ve yüksek kesimlerde genellikle kar şeklindedir.

Tablo 1.1. Trabzon İline ait meteorolojik veriler (DMİGM, 2006; 1975-2005 yılları arası)

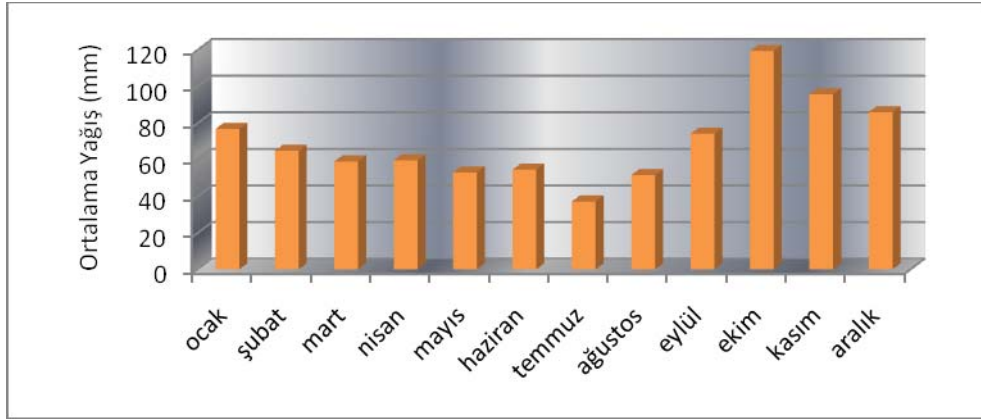
Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
<b>Ortalama Sıcaklık (°C)</b>	7.4	7.0	8.3	12.0	20.2	15.8	20.2	23.2	20.1	16.2	12.3	9.2	14.6
<b>Ort. Toplam Yağış Miktarı(mm)</b>	76.8	64.8	59.0	59.6	53.0	54.5	37.1	51.5	74.1	119.3	95.7	85.9	833.3
<b>Ort. Bağıl Nem (%)</b>	66	66	71	73	77	74	74	74	73	72	68	65	71
<b>Ort. Rüzgar Hızı(m/s)</b>	2.4	2.4	2.2	1.9	1.7	1.9	2.1	2.3	2.5	2.4	2.4	2.4	2.2

Yağış şartlarının kısa mesafede değişiklik göstermesi ilin önemli bir özelliğidir. Bu nedenle yağış miktarı gerek kıyı boyu ve gerekse iç kesimler arasında farklılıklar göstermektedir. En çok yağış, sonbahar ve kış aylarında izlenmekte olup temmuz – ağustos aylarında sağnak yağışlar görülmektedir. Yörede nisbi nem oranlarının yaz mevsiminde

yüksek olduğu ve özellikle iç kısımlara doğru arttığı görülmektedir. Böylece Trabzon ili, 14.5°C derece sıcaklığı, 803.1 mm'lik yıllık ortalama yağış ve %71 oranındaki nem değerleriyle Doğu Karadeniz kıyı illerinin en sıcak, en az yağış alan ve en düşük nem yüzdesine sahip ilidir.



Şekil 1.2. Ortalama sıcaklık değerlerinin aylara göre dağılımı



Şekil 1.3. Ortalama yağış değerlerinin aylara göre dağılımı

Trabzon'un dikey boyutta değişken olan ılıman ve her mevsim yağışlı iklim şartları, farklı türlerden oluşan bitki örtüsü, farklı türlerden oluşan bitki örtüsü kuşaklarını meydana getirmektedir. Bölgede; 0-300 m yüksekliğindeki sahalarda Trabzon hurması, akçağaç, şimşir, karayemiş, defne, prekanta, muşmula, katran ardıcı ve kocayemiş gibi bitkiler dağılım gösterirken, kıyıya yakın kesimlerden itibaren geniş yapraklı kızılcağaç, kestane, meşe türleri, dış budak, ıhlamur, fındık, beyaz söğüt, kavak, doğu çınarı gibi etek

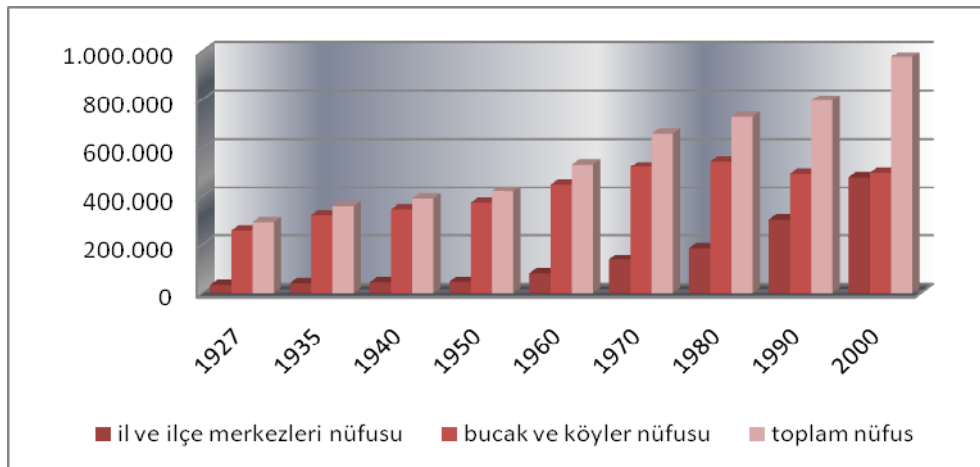
ormanları yer almaktadır. Üst kesimlerde ise kestane, kızılğaç, gürgen, meşe, akçağaç, kayın, ladin, köknar ve sarıçam gibi geniş ve iğne yapraklı karışık ormanlar bulunmaktadır. Daha yukarı seviyeler fizyolojik bakımdan ağaç yetişmesine müsait olmayan Alpin çayır alanlarıdır.

### 1.7. Nüfus

Türkiye’ de ilk nüfus sayımının yapıldığı 1927 yılında 293.055 olan Trabzon ili nüfusu 2000 yılı nüfus sayımına kadar geçen 73 yıllık süre içerisinde yaklaşık 3,3 kat artarak 975.137’ ulaşmıştır. Trabzon ili nüfusunun beş yıllık artış oranı yıllar itibariyle çok değişimler göstermektedir. Nüfus 1950–1970 yılları arasında oransal olarak artarken, 1970–1997 arasında azalmıştır. Kentsel nüfus artışı, kırsal nüfusun çok üzerinde seyretmiştir. 1980–1997 yılları arasında ise kırsal nüfus sayısal olarak azalmıştır (Tablo 1.2, Şekil 1.4).

Tablo 1.2. Trabzon ilinin genel nüfus sayımına göre bazı yılların nüfus bilgileri

Yıllar	1927	1935	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000
<b>İl ve İlçe Merkezleri Nüfusu</b>	32.836	40.093	43.015	46.089	83.692	138.435	186.580	303.612	478.954
<b>Bucak ve Köyler Nüfusu</b>	260.219	320.586	347.718	374.190	449.307	520.685	544.465	492.237	496.183
<b>Toplam Nüfus</b>	293.055	360.679	390.733	420.279	532.999	659.120	731.045	795.849	975.137



Şekil 1.4. Nüfus bilgilerinin bazı yıllara göre dağılımı

2000 Genel Nüfus Sayımı sonuçlarına göre Trabzon 81 il içerisinde toplam nüfus itibariyle 19'ncü, il merkez nüfusu itibariyle 25'incidir. Nüfus artış hızı değerleri Türkiye geneli için % 15.33, Trabzon için % 8.74'dür. Türkiye geneline göre Trabzon'daki nüfus artış hızının düşük gözükmesi nüfusun azlığından değil, il nüfusunun özellikle ekonomik nedenlerden dolayı başka illere göç etmesinden kaynaklanmaktadır. Ancak son yıllarda ilin ekonomisinde gözle görülür canlılık nüfusun geri dönmesine hız kazandırmıştır.

## **1.8. Literatür Özeti**

### **1.8.1. İnceleme Alanında Yapılan Genel Jeoloji Amaçlı Önceki Çalışmalar**

Trabzon ilini de içine alan bölgede çeşitli amaçlara yönelik geniş ölçekli bir çok çalışma yapılmıştır. Çalışma alanı ve Doğu Karadeniz Dağları'nda yapılan çalışmalar kronolojik olarak kısaca aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

Wijkerslooth (1942), Giresun, Trabzon ve Gümüşhane illeri dahilinde çalışmalar yapmış Eseli'deki cevherleşmenin Üst Kretase yaşlı kalkerler ile riyolitik tüflerin kontağında oluşmuş olduğunu ve yüzeydeki cevher kütesinin doğu-batı ile kuzeydoğu-güneybatı yönlü olduğunu savunmuştur.

Türk – Japon ekibi (1974), MTA Enstitüsü tarafından Türk-Japon işbirliği ile 'Report on Geological Survey of Trabzon Area' adlı çalışmada Trabzon yöresi jeolojisi çalışılmış ve 1/50.000 ölçekli jeoloji haritası hazırlanmıştır. Bu çalışmaya göre yöredeki istif Üst Kretase yaşlı kireçtaşı-marn-çamurtaşı ardalanması ile başlamakta, bunu aynı yaşlı andezitik, dasitik lav ve piroklastitler içeren andezitik piroklastlar üstlemektedir.

Bektaş vd. (1987), Liyas volkanizmasını Doğu Karadeniz Volkanik Yayı'nı enine kesen bir profil boyunca petrokimyasal yönden irdelemiş ve volkanitlerin K ve Ti içeriklerinin güneye doğru arttığını ileri sürmüştür. Bu artışın güneye doğru dalan bir okyanusal litosferden kaynaklandığını ve sonucunda, Doğu Karadeniz Bölümü'nün kuzeyinde toleyitik, güneyine doğru kalk –alkali ve alkali özellikte volkanik kayaların oluştuğunu savunmuştur.

Akıncı vd. (1991), Doğu Karadeniz Bölgesi'nin kuzeyindeki Mezozoyik yaşlı volkanitlerin hidrotermel metamorfizmadan etkilenmiş ada yayı toleyitleri olduklarını ve üst mantodan türeyen magmalardan itibaren oluştuklarını ifade etmişlerdir.

Güven (1993), Doğu Karadeniz Bölgesi'nin 1/250.000'lik Jeoloji ve Metalojeni Haritası'nı hazırlarken çalışmaları yeniden derlemiş ve Pontidler'in Kuzey Zon ve Güney Zon'larına ait iki farklı stratigrafik kolon kesit önermiştir.

MTA Genel Müdürlüğü (1994), 'Metropolitan Alanların Çevre Jeolojisi ve Doğal Kaynakları' projesi kapsamında Trabzon ilinde genel ve detay olarak iki grupta çalışmalar yapmıştır. Genel çalışmalar çoğunlukla 1/100000 ölçeğinde ve Trabzon ilinin bütününde, detay çalışmalar 1/25000 ölçeğinde ve 18 ilçede yapılmıştır. Bu çalışmalarda 1/100000 ölçekli jeoloji haritası revizyon edilmiş ve genel jeoloji bölümünde; ilin stratigrafisi, tektonik özellikleri ve maden yataklarının tipleri verilmiştir.

Bektaş vd. (1995), Doğu Pontidleri Kuzey, Güney ve Eksen zonu olmak üzere üç alt bölüme ayırmıştır. Yazara göre, Kuzey Zon, Mezozoyik ve Senozoyik yaşlı, yitimle ilişkili volkanik ve sokulum kayaçları ile, Güney Zon, Hersiniyen temelini oluşturan metamorfik ve ultramafik kayaçlar ile Eksen zonu ise Alpin tip peridotitleri, gabrodiyoritler, Kretase yaşlı kırmızı kireçtaşı ve radyolarit gibi derin deniz pelajik sedimanter kayaçlar ile karakterize edilmektedir.

Korkmaz ve Van (1995), 'Trabzon Kıyı Bölgesinin Stratigrafisi' adlı çalışmalarında Trabzon bölgesindeki Üst Kretase'den Pliyo-Kuvaterner'e kadar değişik yaşta ve farklı özellikteki birimleri incelemişler ve bölgenin temelini Kampaniyen-Maestrichtiyen yaşlı, tortul ara katkılı andezitik-bazaltik lav ve piroklastlardan meydana gelerek çok geniş yayımlı volkano-tortul bir istif oluşturduğunu belirtmişlerdir. Bu istifin yukarıya doğru Üst Kampaniyen-Maestrichtiyen yaşlı, beyaz renkli kireçtaşı ve marn aralanmasına geçtiğini ve bunların üzerine de uyumsuz olarak Eosen yaşlı andezitik-bazaltik lav ve piroklastların geldiğini belirtmişlerdir.

Tokel (1995), Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Liyas volkanizmasının toleyitik olduğunu ileri sürmüştür. Aynı zamanda Tokel (1995) Üst Kretase volkanizmasının da yitimle ilişkili kalk-alkali özellikte olduğunu belirtmiştir. Ayrıca Eosen volkanizmasını, çarpışmayla eş yaşlı olgun yay volkanitleri olarak tanımlamakta olup, Neojen yaşlı son volkanik seriyi ise çarpışma sonrası olaylarla ilişkilendirir.

Çamur vd. (1996), Kuzey Zon'daki volkanik kayaçları oluştukları zaman dilimine göre: 1) Jura Volkanik Devri, 2) Üst Kretase Alt Volkanik Devri, 3) Üst Kretase Üst Volkanik Devri ve 4) Tersiyer Volkanik Devri şeklinde dört ana volkanik devire ayırmıştır. Bu çalışmaya göre; Jura volkanitleri yay gerisi ve zenginleşmiş okyanus ortası bazaltı özellikleri taşır ve kabuktan etkilenmemiştir; buna karşın Üst Kretase volkanik kayaçları



toleyitik ve kalk-alkali, Tersiyer volkanitleri ise şoşonitik özellikte olup, zenginleşmiş okyanus ortası bazaltlarına benzer bir magmadan türemiştir.

Arslan vd. (1997)'ne göre, Doğu Karadeniz Bölgesi Kuzey Zonu volkanizması, ürünlerini Liyas, Üst Kretase ve Eosen zamanlarında veren üç ana volkanik devre ayrılmıştır. Bu çalışmada Liyas volkanitlerinin toleyitik-kalkalkelen, Üst Kretase volkanitlerinin subalkali ve Eosen volkanitlerinin alkali özellikte olduğu belirtilmiştir.

Bektaş ve Çapkınoğlu (1997), Doğu Pontidler'de uydu görüntüleri ve hava fotoğraflarına dayandırarak yaptıkları çalışmada, fotolineasyonların bu bölgedeki KD-GB, KB-GD ve D-B doğrultulu faylarla uyumlu, Neotektonik rejimle (Miyosen sonrası) ilişkili olduklarını ve Miyosen öncesinde gelişmiş olanların bir kısmının yeniden aktif hale geçerek diri fay özelliği kazandıklarını vurgulamıştır.

Şen vd. (1998), Senozoyik döneminde oluşan volkanitleri "Doğu Pontid Alkalen Volkanik Provensi" olarak tanımlamış ve alkali kayaçları Trabzon ve Tonya grubu şeklinde iki farklı gruba ayırmıştır. Yazarlar ayrıca jeokimyasal olarak bu iki grubun metazomatizmaya uğramış bir manto kaynağından türeyen ve sığ derinlikte farklılaşmaya uğrayan birincil bir magma ile ilişkili olabileceklerini belirtmiştir.

Bektaş vd. (1999), Doğu Karadeniz Bölgesi'nin kuzey Zonu'ndaki Üst Kretase yaşlı volkanitlerin, toleyitik-kalkalkali özellikte ada yayı kayaçları olduğunu ve Güney Zon'daki Üst Kretase kayaçlarına göre daha erken bir zamanda oluştuğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar bu veriyi yitim zonu üzerinde oluşan Geç Kretase volkanizmasının güneye doğru göç ettiği şekilde yorumlamıştır.

Arslan vd. (2000a), Trabzon ve Gümüşhane yörelerinde yüzeyleyen Eosen volkanitlerini jeolojik, mineralojik ve petrolojik açıdan karşılaştırmıştır. Yazarlar elde edilen verilere göre, özellikle Trabzon volkanitlerinin, sığ derinliklerde gelişen farklılaşma ve kirlenme olaylarından etkilendiklerini ve yiten bir plakanın dehidratasyonu sonucu metazomatizmaya uğramış bir mantodan itibaren oluştuklarını belirtir.

Arslan vd. (2000b), Doğu Karadeniz Bölgesi'nin kuzeyindeki Tersiyer volkanitlerinin petrolojisi ve petrojenezi üzerine yaptıkları çalışmada, birbirleriyle ilişkili iki farklı volkanik kayaç grubunun var olduğunu, bu volkanitlerin ya heterojen bir manto kaynağından türemiş olabileceklerini ya da aynı kaynağın farklı kısmi ergime dereceleriyle oluşabileceklerini ifade etmiştir.

Barbieri vd. (2000), özellikle Doğu Karadeniz Bölgesi'nin Kuzey Zon'undaki Senozoyik yaşlı volkanitlerin K/Ar radyometrik yaşlarını ve Sr izotop oranlarını tayin

etmiş ve Trabzon çevresi ile Yoroç civarındaki volkanitlerin yaşını Paleosen-Oligosen olarak belirlemiştir.

Şen (2000), Doğu Karadeniz Bölgesi'nin kuzeyindeki Eosen sonrası kayaçlar içerisinde ilk olarak 'ultramafik nodüllerin' varlığını keşfetmiş ve bunların mineralojisini ve kimyasını incelemiş ve bu nodüllerin manto kalıntısı olmadığını, ancak nodüllerin magmanın değişik derinliklerinde kristallenen mineral birikimleri olduğunu ortaya koymuştur.

Yılmaz vd. (2001), Doğu Karadeniz Bölgesi'nin kuzeyinde Kretase sürecinde meydana gelen en erken aktif volkanizmanın paleontolojik verilere göre, Geç Koniasiyen-Santoniyen'de başladığını ve Tersiyer sonuna kadar devam ettiğini belirtmektedir.

Arslan vd. (2002), Avrasya ve Arap Plakalarının en son çarpışma aşamasından sonra, Senozoyik süresince Doğu Karadeniz Bölgesi'nde meydana gelen yarı paralel derin fayların, açılmalı bir tektonik rejimin ve bununla ilişkili magmatik olayların oluşmasına neden olduğunu belirtmişlerdir. Yazarlar ayrıca, Trabzon yöresi volkanitlerinin levha içi zenginleşmesine uğradıklarını ileri sürmüşlerdir.

### **1.8.2. Yerüstü ve Yeraltı Sularının Hidrojeolojik, Hidrokimyasal ve Su kalitesi ile İlgili Önceki Çalışmaları**

Çalışma konusula ilgili, gerek çalışma alanı olan Trabzon ilindeki yerüstü ve yeraltı sularında gerekse farklı alanlardaki yerüstü ve yeraltı sularında birçok araştırma yapılmıştır. Bu araştırmalarda yerüstü ve yeraltı sularının başta hidrojeolojik, hidrojeokimyasal olmak üzere kimyasal ve çevresel incelemelerle su kaliteleri izlenmiştir. Konuyla ilgili çalışmalar kronolojik olarak aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

Dilek (1979), 'Trabzon-Hopa Kıyı Şeridinin Yeraltı Suyu Olanakları' isimli çalışmasında Trabzon-Hopa kıyı şeridinin su gereksiniminin yeraltı suyundan sağlanması amacıyla çalışma bölgesinde çok sayıdaki akarsulardan ancak önemli olanlarının incelemesi yapılarak alüvyonların kalınlıkları, poroziteleri, özgül su tutma kapasiteleri, permeabilite katsayıları ve akiferlerde depolanabilecek su hacimleri hesaplanmıştır. Sonuç olarak, bölgede milyonlarca metreküp suyun depolanmış durumda bulunduğu ve Doğu Karadeniz Bölümünün su gereksinimini karşılayacak miktarda kaliteli suyun bulunduğu görülmüştür.

Kaçaroğlu (1994), 'Tavra Vadisinin (Sivas Kuzeyi) Hidrojeolojisi ve Yeraltısuyu Kalitesi' isimli çalışmasında Tavra vadisindeki yeraltısularının hidrojeolojik incelemesi yapılmış ve suların toplam sertliklerine göre 'tatlı su' veya 'sert su', kimyasal bileşimlerine göre de 'kalsiyum bikarbonatlı sular' sınıfına girdiği belirlenmiştir. Ayrıca incelenen suların TSE'nin (1986) İçme Suyu Standartlarına uygun olduğu ve Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ndeki Yeraltısuyu Kalite Kriterlerine göre 'yüksek kaliteli yeraltıları' sınıfında olduğu ifade edilmiştir.

Kanca (1995), 'Trabzon İçme Sularında Bazı Kalite Parametrelerinin Araştırılması' isimli çalışmasında Trabzon ili içme suyu (Değirmendere ham suyu) ve arıtılmış içme suyunda (temiz su) bir yıl süreyle (1 Ocak-15 Aralık 1994) bazı fiziksel ve kimyasal parametrelerin (bulanıklık, sıcaklık, pH, bakiye klor, Al analizleri günlük, Fe, Mn,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_3$ , organik madde,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{Cl}^-$ , toplam sertlik, Ca, Mg ve alkalinite analizleri ise hafta) analizleri yapılmış ve aylık ortalamalar halinde verilmiştir. Çalışmanın sonucunda elde edilen tüm değerlerin Türk İçme Suyu Standartlarına uygun olup, Su Kirliliği Yönetmeliğinde mücade edilen I. Sınıf Su Kalitesi parametrelerinin dahilinde standart değerleri aşan bir kirlilik taşımadığı ve sağlık açısından sakıncasız, içilebilir su kalitesinde olduğu ifade edilmiştir.

Mutlu (1996), 'Trabzon İli Akarsularındaki Bazı Fiziksel ve Kimyasal Parametrelerin Araştırılması' isimli çalışmasında Trabzon ili dahilinde onsekiz derenin denize döküldükleri yerlerden su örnekleri alınarak onbir fiziksel ve kimyasal parametre (T, pH,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{Cl}_2$ , Cu, Pb, Hg ve As) çalışılmış, elde edilen verilerin standartlarla karşılaştırılması sonucu derelerin kalite sınıflandırılması ve kirlilik haritası yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda, araştırılan parametreler açısından özellikle sülfat, fosfat ve nitrat gibi parametrelerde sürekli bir artış olduğu ve bu artışların derelerin çevre sağlığını tehdit eder değerde olan III. ve IV. Sınıf Sular haline gelmesine sebep olduğu ifade edilmiştir.

Dayı (1996), 'Değirmendere Havzası Yüzey Sularında Bazı İnorganik Kimyasal Parametrelerin Araştırılması' isimli çalışmasında Değirmendere Deresi'ninde içinde bulunduğu Değirmendere Havzasındaki tüm yüzey sularının kalite sınıfının belirlenmesi amacıyla Değirmendere'nin denizden itibaren 45 km'lik bölümünde 16 örnekleme noktası seçilerek yaklaşık 12 parametrenin (sıcaklık, pH, iletkenlik, bulanıklık, çözünmüş oksijen, sülfat, nitrat, fosfat ve ağır metallerden Hg, Cd, Zn,  $\text{CN}^-$  ve Pb) tayini yapılmıştır. Elde edilen verilerin standartlarla karşılaştırılması sonucunda akarsuyun kirlilik düzeyinin son

derece düşük olduğu, ancak denize doğru gidildikçe özellikle sülfat, nitrat, fosfat ve ağır metal değerlerinde bir artmanın tespit edildiği belirtilmiştir.

Yüzbaşı (1997), ‘Karadeniz Kıyı şeridi Yüzeysel Sularında Fosfor ve Türlerinin İncelenmesi’ isimli çalışmasında Karadeniz Bölgesi’nde Sakarya Nehri, Melen Çayı, Çark Deresi, Araplı Deresi, Gülüç Deresi, Kozlu Deresi, Zonguldak Deresi, Çatalağzı Deresi, Filyos Deresi, Bartın Deresi, Kızılırmak, Met Irmağı, Kürtün Deresi, Yeşilirmak, Miliç Deresi, Civil Deresi, Aksu Deresi, Fol Deresi, Söğütlü Deresi, Değerimendere gibi yaklaşık 33 örnekleme noktasından su örnekleri alınmış ve bu su örneklerinde fiziksel, kimyasal ve biyolojik parametreler ölçölmüş, toplam fosfor ve reaktif fosfor bu çalışmanın konusunu oluşturmuştur. Çalışmanın sonucuna göre Değerimendere, Çark ve Kozlu Derelerinin Su Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliği’ne göre IV. Sınıf su kalitesinde, diğer dere ve ırmakların II. ve III. Sınıf su kalitesinde olduğu belirtilmiştir.

Özdemir (1998), ‘Karadeniz Kıyı şeridi Yüzeysel Sularında Nitrit, Nitrat, Amonyak, Toplam Kjeldahl Azotu Parametrelerinin İncelenmesi’ isimli çalışmasında Karadeniz Bölgesi’nde Sakarya Nehri, Melen Çayı, Çark Deresi, Araplı Deresi, Gülüç Deresi, Kozlu Deresi, Zonguldak Deresi, Çatalağzı Deresi, Filyos Deresi, Bartın Deresi, Kızılırmak, Met Irmağı, Kürtün Deresi, Yeşilirmak, Miliç Deresi, Civil Deresi, Aksu Deresi, Fol Deresi, Söğütlü Deresi, Değerimendere gibi yaklaşık 33 örnekleme noktasından su örnekleri alınmış ve alınan su örneklerinde bir yıl süreyle mevsimsel olarak nitrit, nitrat, toplam kjeldahl ve amonyak azotu konsantrasyonları ölçölerek, konsantrasyon ve akı değişimleri 1995-1996 yıllarında incelenmiştir. İncelenen bu değerleri, Su Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliği’nde yer alan Su Kalite Sınıfları ile karşılaştırarak deşarj noktalarındaki su kalitelerini belirlemiştir.

Boran ve Sivri (2001), ‘Trabzon (Türkiye) İl Sınırları İçerisinde Bulunan Solaklı ve Sürmene Derelerinde Nütrient ve Askıda Katı Madde Yüklerinin Belirlenmesi’ isimli çalışmalarında Solaklı ve Sürmene Derelerinde ilkbahar döneminde yürütölen araştırmalarda ortalama nitrat, nitrit, amonyum, fosfat, oksijen, pH ve askıda katı madde değerleri ölçölmüştür. Solaklı ve Sürmene Derelerinde ölçölen oksijen değerlerinin Su Kirliliği Kontrolü yönetmeliğinde, Kıta İçi Su Kaynakları değerleriyle karşılaştırıldığında bu akarsuların Yüksek Kaliteli Su, pH değerleri incelendiğinde Solaklı Deresi’nin I. Kalite, Sürmene Deresi’nin ise III. Kalite su, nitrat değerleri ve fosfat miktarı bakımından incelendiğinde Solaklı ve Sürmene Derelerinin Yüksek Kaliteli su, nitrit değerleri ve

amonyum konsantrasyonları bakımından incelendiğinde Solaklı ve Sürmene Derelerinin III. Kalite su sınıflarına girdikleri saptanmıştır.

Gültekin ve Dilek (2001), ‘Trabzon Yakın Çevresindeki Mineralli Su Kaynaklarının Hidrokimyası’ isimli çalışmalarında Trabzon ili ve yakın çevresinde dört ayrı alanda bulunan toplam dokuz adet mineralli su kaynağının kimyasal analizleri yapılmış ve düşük mineralizasyonlu kaynakların kimyasal bileşim bakımından Kisarna mineralli suyu ile aynı bileşime sahip oldukları halde mineralce fakir oldukları, kaynakları besleyen yağış veya yüzey sularının kayaç ile temas süresinin daha kısa olmasından kaynaklandığı belirtilmiştir.

Ünver (2002), ‘Trabzon Atası Barajını Besleyen Galyan ve Şimşirli Akarsularındaki Bazı Fiziksel ve Kimyasal Değişkenlerin (Parametrelerin) Aylık Değişiminin İncelenmesi’ isimli çalışmasında Trabzon ilinin içme ve kullanma suyu ihtiyacını karşılaması amaçlanan Atası barajını besleyen Galyan ve Şimşirli derelerinde çevre etkenlerine bağlı olarak oluşan kirlilik durumu ile su kalitesi değerlerinin ortaya konulması amacıyla akarsular üzerinde belirlenen örnekleme noktalarından Kasım 2001 ile Mayıs 2002 tarihleri arasında ayda üç kez su örnekleri alınmıştır. Alınan su örneklerinde fiziksel ve kimyasal parametre (sıcaklık, pH, elektriksel iletkenlik, çözülmüş oksijen miktarı, bulanıklık, organik madde, Na, K, nitrat azotu, ortofosfat, Ca, Mg, toplam sertlik, kalıcı sertlik ve geçici sertlik) analizleri yapılmıştır. Galyan ve Şimşirli dereleri sularında incelenen parametrelerin sonuçları İçme Suyu Standartları ve Kıta İçi Su kriterlerine göre değerlendirilmiş ve ilgili derelerin sularının temiz olup kullanılmasında sağlık açısından bir sakınca bulunmadığı ifade edilmiştir.

Gültekin vd. (2003), ‘Değirmendere (Trabzon) Havzasında Tatlı ve Mineralli Su Olanakları’ isimli çalışmalarında Trabzon ilinin içme kullanma suyunu sağlayan Değirmendere havzasındaki mineralli su kaynaklarının hidrojeolojik ve hidrokimyasal özellikleri araştırılmış ve havzadaki tatlı su kaynaklarına olan benzerliklerinin belirlenmesi için sulardan örnekler alınarak analizleri yapılmıştır. Özellikle mineralli su kaynaklarının detaylı analizleriyle standartlara uygunlukları ve içerdikleri sağlık açısından zararlı bileşenlerden Pb ve Cd açısından içme sınırı üzerinde değerlere sahip oldukları belirlenmiştir.

Gültekin vd. (2003), ‘Değirmendere Havzasının (Trabzon) Hidrolojisi’ isimli çalışmalarında, Değirmendere havzasında havzaya ait parametrelerin belirlenmesinde

Coğrafi Bilgi Sisteminden (CBS) yararlanılmışlar ve yer altı suyu bilançosu hazırlayarak havzaya ait bilanço elemanlarını belirlemişlerdir.

Gültekin vd. (2003), 'Trabzon İli İçme Suyu Olanakları' isimli çalışmalarında Değirmendere'nin yan kollarından ve yeraltı sularından örneklemeler yapılarak en kaliteli suyun belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu nedenle Değirmendere'den yan kollarından ve akiferden örnekler alınarak kimyasal, bakteriyolojik ve fiziksel kökenli kirlenmelere ilişkin veriler toplanarak çok yönlü değerlendirilmesi yapılmış ve en uygun kaynağın  $8.4 \times 10^5 \text{ m}^3$  su hacmine sahip yeraltı suyu olduğu belirlenmiştir.

Kayar ve Çelik (2003), 'Gediz Nehri Kimi Kirlilik Parametrelerinin Tayini ve Su Kalitesinin Belirlenmesi' isimli çalışmalarında Ege Bölgesi'nin ikinci büyük nehri olan Gediz Nehri'nin Manisa bölümünde bazı ağır metal (Pb, Cr, Cd, Mn, Zn, Ni, Fe, Cu, Al, Ba) iyonu derişimleri ile pH, çözünmüş oksijen, sıcaklık, renk ve iletkenlik gibi su kalite parametrelerini ölçmüşürler. Elde edilen verileri su kalitesi indeksleriyle karşılaştırarak nehir suyunun üçüncü sınıf bir sulama suyu kalitesinde olduğunu belirtmişler ve ayrıca Gediz Nehri kirliliğini önlemek için alınması gerekli tedbirleri belirtmişlerdir.

Gültekin vd. (2005), 'Aşağı Değirmendere (Trabzon) Havzasındaki Suların Kalitesi' isimli çalışmalarında Değirmendere vadisinde bulunan suları yüzey, yeraltı ve mineralli sular kapsamında inceleyerek suların hidrokimyasal özelliklerini belirlemişler ve Türk Standartları ve su kirliliği kontrol yönetmeliğine göre niteliklerinin uygun olup olmadığını değerlendirmişlerdir. Çalışma sonuçlarına göre, havzadaki suların hidrokimyasal fasiyesleri yönünden genel olarak 'kalsiyum bikarbonatlı' sular sınıfında yer aldığını ve ayrıca Değirmendere ve kollarına ait suların pH, TDS,  $\text{Cl}^-$  ve miktarlarına göre yüksek kaliteli su sınıfında, ancak  $\text{NO}_2^-$  miktarlarına göre Sümela Deresi'nin yüksek kaliteli su, Meryemana, Maçka ve Galyan Derelerinin sularının kirli su, Değirmendere suyunun ise çok kirlenmiş su sınıfında olduğunu belirtmişlerdir. Değirmendere vadisindeki yeraltı sularının ise pH, TDS,  $\text{Cl}^-$  ve  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_2^-$  miktarlarına göre yüksek kaliteli su sınıfında yer aldığını ifade etmişlerdir.

Bulut (2005), 'Trabzon (Maçka) Kalyan Akarsuyunun Su Kalitesinin Araştırılması ve Modellenmesi' isimli çalışmasında Trabzon kentine içme ve kullanma suyunu sağlayacak olan Atasu Barajının sularını taşıyan Kalyan akarsuyundan Nisan 2004-Kasım 2004 tarihleri arasında üç ayrı noktadan, ayda bir su örneği alınarak su kalitesi parametreleri (BOİ, KOİ, çözünmüş oksijen, iletkenlik, debi, sıcaklık, pH, nitrit, nitrat, orto-fosfor, amonyum, Org-N, Fe, Zn, Al, Cu, Pb, Cr, deterjan (yüzey aktif madde), bulanıklık, toplam

sertlik ve toplam pestitit) ölçülmüştür. Analiz sonuçları, Su Kirliliği Yönetmeliği, İçme Suyu Standartları (TS 266) ve Dünya Sağlık Örgütü tarafından önerilen standartlarla karşılaştırılarak akarsuyun su kalitesi belirlenmiş ve bundan yararlanılarak nehrin matematiksel modellemesi oluşturulmuştur.

Verep vd. (2005), 'İyidere (Trabzon)'nin Fiziko-Kimyasal Açısından Su Kalitesinin Belirlenmesi' isimli çalışmalarında Trabzon ve Rize illerine sınır olan İyidere akarsuyunda Kasım 2003-Mayıs 2004 tarihleri arasında 4 farklı istasyondan su örnekleri alınmış ve alınan bu su örneklerinden pH,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{BOI}_5$ , Ca, Mg, toplam sertlik,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ , askıda katı madde ve alkalinite gibi kimyasal ölçümler, akış hızı, su sıcaklığı, suda çözülmüş oksijen, suda çözülmüş oksijen doygunluğu, elektriksel iletkenlik ve tuzluluk gibi bazı fiziksel ölçümler yapılmıştır. Kimyasal ve fiziksel ölçümlerle elde edilen veriler Kıta İçi Su Kalite standartları değerleriyle karşılaştırıldığında İyidere sularının Yüksek Kaliteli Su (Sınıf I) standartında olduğu belirtilmiştir.

İçağa vd. (2006), 'Akarçay Havzası Su Kalitesi İstatistikleri' isimli çalışmalarında Akarçay havzasında bulunan ve havzayla aynı adı taşıyan Akarçayın yüzey sularının 1991 yılından itibaren fiziksel ve inorganik kimyasal parametrelerinin istatistiksel değerleri hesaplanmış ve Kıta İçi Su Kaynaklarının sınıflandırma kriterleri kullanılarak akarsuyun su kalitesi sınıfalrı ve mevcut kirlilik durumu ortaya konmuştur. Ayrıca, istatistik analizi için verilerin tanımlayıcı istatistikleri bulunmuş ve kalite değişkenlerinin zamana göre artış veya azalışlarını belirlemek amacıyla SPSS 11.0 istatistik paket programı kullanılarak korelasyon katsayıları hesaplanmıştır.

Uzun (2006), 'Trabzon İli Akarsularının Su Kalite Düzeylerinin Araştırılması' isimli çalışmasında Trabzon ili akarsuları ile özellikle içme ve kullanma suyu olarak kullanılan Değirmendere akarsuyunun bazı fiziksel ve kimyasal parametrelerini (renk, görünüş, bulanıklık, koku ve tat, elektriksel iletkenlik, pH, organik madde, toplam sertlik, Fe, Al, Na, Mn, nitrat, nitrit, çözülmüş oksijen ve biyolojik oksijen) ölçmüştür. Ölçülen parametreleri, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne göre yorumlayarak sınıflandırmış ve tüm akarsuların Sınıf I (Yüksek Kaliteli Su)'e girdiğini tespit etmiştir. Ayrıca TS 266 (İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardı) ya göre de irdelenmiş ve pek çok parametre açısından Sınıf 1, bazı parametreler açısından Sınıf 2 Tip 2'ye uyduğunu ifade etmiştir.

Nişancı vd. (2007), Su Havzalarına Yönelik CBS Veri Tabanı Modellemesi: Trabzon Galyan Vadisi Örneği isimli çalışmalarında yağış havzası bazında konumsal veri tabanı tasarımı için gerekli konumsal verilerin belirlenmesi amacıyla Trabzon kenti ve yakın

yerleşim birimlerinin su ihtiyacını karşılayacak olan Galyan vadisi için CBS ortamında bir veri tabanı tasarımı yapılmıştır. Bu çalışmayla Atasu Barajını kapsayan Galyan vadisinin havza planlamasına ve yönetimi için gerekli olan konumsal bilgilere ait grafik ve sözel bilgiler veri tabanında toplanarak havza, nitelik ve nicelik bilgileri açısından daha iyi tanınmıştır.

Son yıllarda yapılan içme suyu kalitesi ve su kirlenmesine yönelik çalışmalardan bazıları Aġaoġlu vd. (1999); Şengörür ve İsa (2001); Alaş ve Çil (2002); Şimşek ve Filiz (2005)'in çalışmalarıdır.

### **1.9. Bölgesel Jeoloji**

Trabzon ilinide içerisine alan Doġu Karadeniz Bölümü 'Doġu Karadeniz Daġları' olarak isimlendirilen, Karadeniz kıyısı boyunca 600 km uzanan aktif bir kıta kenarına karşılık gelmektedir (Bektaş vd., 1999). Doġu Karadeniz Daġları orojenik sistemi jeotektonik olarak bir 'magmatik ark'ı ifade etmektedir. Başka bir ifadeyle kuzeyde Avrasya, güneyde ise Gondwana süper kıtaları arasında Mesozoyik ve Senozoik dönemlerinde aktif kıta kenarı özelliği göstermektedir. Doġu Karadeniz Daġları bir magmatik yaya karşılık gelmesine rağmen güney sınırları kesin olarak tanımlanamamıştır. Bektaş ve Yılmaz (1995)'e göre doġu Pontidler sahip oldukları karakteristik litolojik özelliklere göre kuzey, güney ve eksen zonları olmak üzere üç ayrı bölüme ayrılabilir. Bütün bu üç zon bir magmatik ark litosferine karşılık gelir ve Kuzey Zon; bu litosferin volkanik ve tortul kayaç kısmına, Güney Zon; tortul ve metamorfik kayaç kısmına, Eksen Zonu ise; mafik ve utramafik (ofiyolitik) kayaç gruplarına karşılık gelmektedir. Yitime en yakın zonlarda toleyitik-kalkalkali kayaçlar, uzaġa gidildikçe de alkali kayaçlar gözlenmektedir. Her bir zon birbirlerinden D-B, KD-GB ve KB-GD uzantılı ve blok-fay tektoniği tipindeki fay zonları ile ayrılmaktadır. (Bektaş ve Çapkinoġlu, 1997). Fasiyes özelliklerinin ve kalınlıklarının ani olarak değiştiiği tortuların görüldüğü bu fay zonlarında söz konusu değişken özellikler Mesozoik tortulaşma zamanındaki yükselme ve sübsidans olaylarından kaynaklanmaktadır. Ayrıca bu fay zonları, kuzey zonda üst Kretase devrine ait kalderaların ve intrüzif kayaçların, güney zonda ise Hersiniyen kristalen temelinin, Pulur ve Agvanis metamorfik masiflerinin ve Gümüşhane ve Köse granitlerinin birbirini takip eder nitelikte gelişmesini de kontrol



etmektedir. Doğu Karadeniz Dağları tektoniği, blok-fay tektoniği veya pull-apart havza tektonik sistemidir.

Doğu Pontidlerin kuzey zonu, gúney ve eksen zonlarına göre çok daha fazla volkanik kayaç içermekte (Úst Kretase-Tersiyer yaşı) ve daha az granitik kayaç içermektedir. Kuzey Zonda görúlen en yaşı kayaçlar Dereli (Giresun) ve çevresinde görúlen Liyas yaşı Ammoniticorosso fasiyesidir. Etkin volkanik faaliyetler ve sık bitki örtüsü nedeniyle Jura yaşı volkanik kayaçlar çok sınırlı alanlarda gözlenebilmekte ve belli bölgelerde mostralar vermektedirler. Malm-alt Kretase yaşı mikritik kireçtaşları, Kampaniyen yaşı kırmızı kireçtaşları ve açık renkli Paleosen yaşı marnlar yay volkanitlerinin üzerine depolanmışlardır. Kuzey Zonunu K-G doğrultusunda kat eden vadiler (Harşıit, Değirmendere vadileri) Jura birimlerinin yüzeylemesine olanak sağlamaktadırlar. Maçka gúneyinde, Hamsiköy civarında vadi tabanlarında Liyas volkanitleri ve hemen onun üzerine gelen Malm-Alt Kretase yaşı karbonatlar görúlmektedir. Bu platform kireçtaşları ve hemen altındaki Liyas volkanitleri çoğu zaman Úst Kretase volkanitleriyle karıştırılacağı gibi, Jura-Alt Kretase yaşı kireçtaşı bloklarıyla da karşılaştırılabilmektedirler.

## 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Bu çalışma arazi, laboatuvar ve büro çalışması olmak üzere üç aşamada gerçekleştirilmiştir.

### 2.1. Arazi Çalışmaları

Saha çalışmalarında, Trabzon ilinde bulunan 15 adet akarsu havzasında 27 adedi yeraltı suyu 234 adedi yüzey suyu olmak üzere toplam 263 adet su noktasından yağışlı dönemde majör anyon-katyon, kirlilik ve iz element analizleri için örnekleme yapılmıştır. Örnekleme işlemi yüzey sularında, akarsuların kaynağına yakın mesafeden başlanarak yüzey suyu boyunca ana ve yan kollardan alınan örneklerle havzanın tamamını temsil edecek şekilde yapılmıştır (Şekil 2.1.a). Yeraltı sularında ise akarsuların mansap bölümünde akifer özelliği taşıyan alüvyonlarda ilçelerin içme suyu ihtiyacını karşılamak amacıyla açılan ve kullanılmakta olan sondaj kuyularından yapılmıştır (Şekil 2.1.b). Örnekleme işleminde TS 266 (2005)'da önerilen yöntemler uygulanmıştır. Örnek alınırken majör anyon-katyon ve kirlilik analizleri için 1 litrelik polietilen şişeler, iz element analizleri için 100 ml'lik polietilen şişeler önce nitrik asit, musluk suyu ve saf su ile çalkalanıp kurutulmuş ve numune almadan önce numune alınacak su ile en az üç defa çalkalanarak kullanılmışlardır.



Şekil 2.1. a) Örnekleme yapılan yüzey suyu, b) Örnekleme yapılan sondaj kuyusu

Örnekleme yapılan noktalarda sıcaklık (T), pH, elektriksel iletkenlik (Eİ), çözünmüş oksijen (DO), bulanıklık ve tuzluluk parametreleri Horiba U-10 marka cihaz kullanılarak (Şekil 2.2.a), toplam çözünmüş madde miktarı (TDS) Hanna marka çoklu parametre ölçer kullanılarak (Şekil 2.2.b) yerinde ölçülmüştür. Alınan örneklerin koordinatlarının belirlenmesinde Garmen etrex Legend Cx marka el GPS' i kullanılmıştır.



Şekil 2.2. a) Horiba U-10 marka cihazla yapılan yerinde ölçüm, b) Hanna marka çoklu parametre ölçer ile yapılan yerinde ölçüm

## 2.2. Laboratuvar Çalışmaları

Laboratuvar çalışmalarında havzalardan alınan su örneklerinin majör anyon ( $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $HCO_3^-$ ,  $CO_3^{2-}$ ) ve kirlilik ( $PO_4^{3-}$ ,  $NO_2^-$ ,  $NO_3^-$ ,  $NH_4^+$ ,  $KOI$ ,  $F^-$ ,  $Cl_2$ ,  $CN^-$ ) analizleri numuneler alındıktan sonra en kısa süre içerisinde KTÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümü Uygulamalı Jeoloji Laboratuvarına getirilerek yapılmıştır.

Numuneler analiz edilmeden önce siyah band süzgeç kağıdı kullanılarak vakum filtrasyon sisteminde süzülüş ve içerisindeki askıda katı madde uzaklaştırılmıştır (Şekil 2.3 a). Süzülen numunelerin kirlilik analizleri ve majör anyonlardan  $Cl^-$  ve  $SO_4^{2-}$  analizleri WTW photoflex Turb marka cihazla Merck hazır test kitleriyle yapılmıştır (Şekil 2.3 b).  $HCO_3^-$  ve  $CO_3^{2-}$  analizleri ise titrasyon yöntemiyle yapılmıştır (Şekil 2.3 c). Bu yöntemin uygulanmasında 0.02 N  $H_2SO_4$  çözeltisi (yoğunluğu 1.84 g/ml olan % 98' lik  $H_2SO_4$  den 2.72 ml alınıp 1 litreye seyreltilerek 0.1 N  $H_2SO_4$  çözeltisi hazırlanır ve bu çözelti primer standart  $Na_2CO_3$ ' a ayrılır. Daha sonra uygun seyreltmeyle 0.02 N  $H_2SO_4$  çözeltisi hazırlanır.), metil oranj indikatörü (0.05 g metil oranj 100 litre saf suda çözülür) ile büret ve manyetik karıştırıcı kullanılmıştır. Deneyin yapılışı; 100 ml su örneğine 3 damla metil

oranj damlatılır. Numune sarıdan kırmızıya dönüşüncüye kadar 0.02 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> çözeltisi ile titre edilir. Titrasyon işlemi sonunda bürette okunan asit sarfiyatı aşağıdaki formülünde yerine koyularak toplam alkalinite miktarı ppm CaCO<sub>3</sub> olarak bulunur.

$$\text{Toplam Alkalinite} = \frac{S.N.50}{\text{Örnek}(ml)} * 1000$$

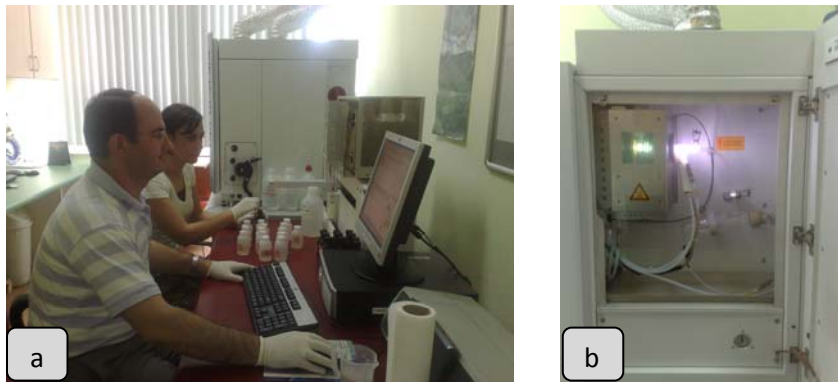
S : Titrasyon çözeltisi (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) sarfiyatı

N : Titrasyon çözeltisi (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) normalitesi



Şekil 2.3. a) Süzme işlemi yapılan vakum filtrasyon sistemi, b) WTW photoflex Turb marka cihaz, c) Titrasyon yöntemiyle HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> ve CO<sub>3</sub><sup>-2</sup> analizleri yapımı

Majör katyon ( Ca, Mg, Na, K) ve iz element ( Fe, Al, Cu, Pb, Mn, Ni, Co, Cd, Be, As, Ba, Bi, Mo, Sb, W, V) analizleri KTÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümü ICP-OES laboratuvarında yapılmıştır (Şekil 2.4 a,b).



Şekil 2.4. a) ICP-OES laboratuvarı, b) ICP-OES cihazı

### 3. BULGULAR

#### 3.1. Trabzon İli Jeolojisi

##### 3.1.1. Giriş

Trabzon İli'ne ait 1/100000 ölçekli paftaların kompilasyon çalışmaları, MTA Doğu Karadeniz Bölge Müdürlüğü bünyesinde, Jeo. Y. Müh. İ. Hakkı Güven başkanlığındaki ekipler tarafından yürütülmüştür. Trabzon ili, Doğu Karadeniz Dağları tektonik ünitesinin (Ketin 1966) kuzeydoğusunda yer alır.

İnceleme alanında Mesozoyik ve Senozoyik dönemine ait toleyitik ve kalkoalkalen kayalar izlenir. Mesozoyik dönemi Liyas dönemi yaşlı volkanitlerle başlar ve Üst Jura – Alt Kretase yaşlı sığ platform karbonatları ile devam eder. Üst Kretase dönemi yoğun bir volkanik aktivitenin görüldüğü dönemdir. Bu aktivite asit ve bazik nitelikli periyotlarla gelişimini sürdürmüştür. Üst Kretase sonlarına doğru sona eren volkanik aktivite Paleosen sonlarına kadar yerini türbidit çökellere bırakır (Güven, 1993).

Liyas'ta başlayarak Üst Kretase sonlarına kadar periyotlar halinde gelişimini sürdüren volkanik faaliyet, denizaltı volkanizması şeklinde olup, çökel arakatkılarla birlikte istiflenme gösterirler. Lavlarda genellikle yastık lav yapıları izlenir.

Paleosen sonlarında orojenik faaliyetlerle birlikte büyük ölçüde granitoid yerleşimi gelişmiştir (Kaçkar Granitoidi I).

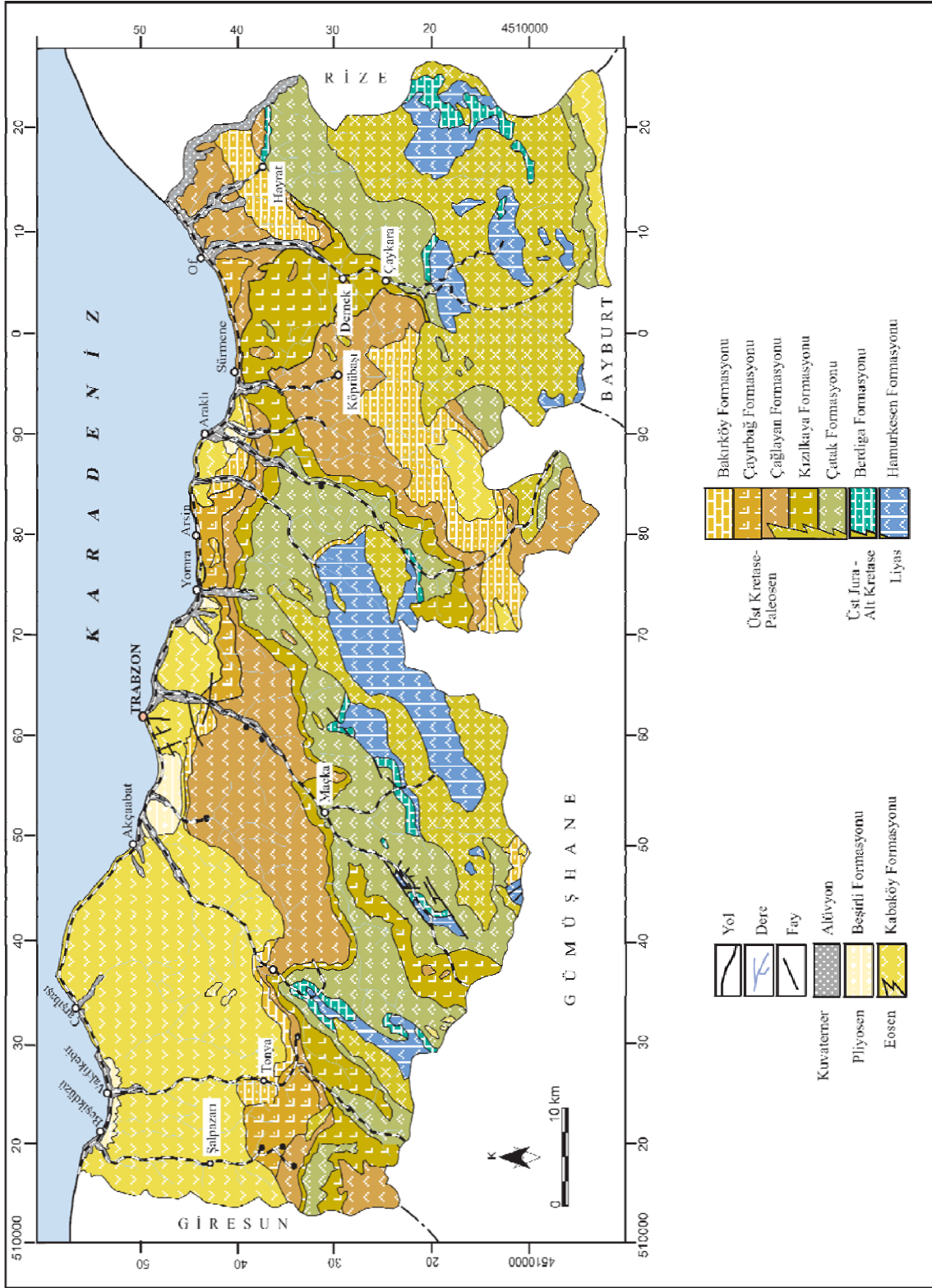
Eosen döneminde ise yeniden hareketlenen volkanizma etkin bir şekilde devam eder. Denizaltı ortamında yayılma nedeniyle volkano-tortul bir istif yapısı gelişmiştir. Granitoid yerleşimi Eosen döneminde de devam etmiştir (Kaçkar Granitoidi II).

Pliyosen'de görülen genç volkanizma andezitik breşler, volkanik çakıltaşları, hornblend-ojit andezit-bazaltlardan oluşan dördüncü volkanik seriyi vermiştir. Çalışma alanı ve yakın çevresin kapsayan stratigrafik kolon kesit Şekil 3.1'de, jeoloji haritası Şekil 3.2'de verilmiştir.

ZAMAN		SENOZOYİK		LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
DEVİR	DEVRE	TERSİYER	KUVATERNER		
FORMASYON	FORMASYON	MIYOSEN	ALV.		
KALINLIK (m)	KALINLIK (m)	BEŞİRLİ	SEKİ		
		50-200			Alüvyon (Çakıl, Kum, Kil)
					Seki
					Kötü Katmanlı, Gevşek Çimentolu Polijenik Heterojen, Konglomera, Breş
					Kalın ve Kötü Katmanlı Kumlu Kireçtaşı
					Kumlu Killi Silttaşı (ponsiyen)
					Kaçkar Granodiyorit II
					Andezit, Bazalt Lav ve Piroklastları (Kumtaşı, Kumlu Kireçtaşı, Tüf)
					Kaçkar Granodiyorit I
					Kumtaşı, Marn, Şeyl, Killi Kireçtaşı, Tüf
					Resifal Kireçtaşı, Kumlu Kireçtaşı
					Riyolit, Riyodasitik Lav ve Piroklastları
					Bazalt, Andezit Lav ve Piroklastları (Çamurtaşı, Kumtaşı, Tüffit)
					Riyodasit, Dasitik Lav ve Piroklastları
					Bazalt, Andezit Lav ve Piroklastları (Kumtaşı, Killi Kireçtaşı, Silttaşı)
					Kumtaşı, Kilttaşı, Killi Kireçtaşı (Marn, Şeyl, Tüf)
					Resifal Kireçtaşı, Kumlu Kireçtaşı
					Çörtlü Kireçtaşı
					Bazalt, Andezit, Dasitik Lav ve Piroklastları (Kırmızı renkli Kumtaşı Kireçtaşı)

Ölçeksizdir

Şekil 3.1. Trabzon İli'nin stratigrafik kolon kesiti (Güven 1993)



Şekil 3.2. Trabzon ilinin genelştirilmiş jeoloji haritası (Güven, 1993)

### 3.1.2. Hamurkesen Formasyonu

Bayburt-Demirözü yöresinde Üst Jura-Alt Kretase yaşlı kireçtaşları altında izlenen volkano-tortul karakterli birim ilk olarak Ağar (1977) tarafından adlandırılmıştır. Bu çalışmada da aynisim kullanılmıştır.

Formasyona ait yüzeylemeler inceleme alanının orta ve güney kesimlerinde; Maçka-Meryemana (Sümela), Maçka-Hamsiköy, Yomra-Maden, Dumanlı köyü (Santa-Gümüşhane), Çaykara ilçesi güneyinde Uzungöl (Şerah)-Çakıroğlu Yayla-Varda Yayla yörelerinde izlenir.

Birim genellikle mor ve yeşilimsi gri renkli bazalt lav ve piroklastlarından oluşur. Bazalt lavları genellikle bol olivinli olup, entergranüler ve mikrolitik porfirik dokuya sahiptir. Lav ve piroklastlar arasında kalınlığı 3-5 m kadar olan kırmızı bordo renkli killi kireçtaşları ve kumtaşları izlenir.

Hamurkesen Formasyonu Üst Jura-Alt Kretase yaşlı kireçtaşları (Berdiga Formasyonu) ile uyumlu olarak örtülür. Formasyonun görünür kalınlığı 500 m kadardır.

Formasyonun yaşı, kırmızı bordo renkli pelajik kireçtaşlarında saptanan; *Involutina Liassica* (JONES), *Trocholina sp.*, *Lenticulina sp.*, *Spirilina sp.*, *Vidalina Mortana* (FARINACCİ), *Lingulina sp.*, *Lagenidae sp.* fosil türlerine göre Liyas olarak belirlenmiştir (Güven, 1993).

### 3.1.3. Berdiga Formasyonu

Giresun ili, Alucra ilçesinin güneyindeki Berdiga dağları yöresinde incelenen gri-beyaz ve bej renkli Üst Jura-Alt Kretase yaşlı dolomitik, çörtlü, oolitik ve kumlu kireçtaşları yerel isimle Berdiga Formasyonu olarak ilk defa Pelin (1977) tarafından adlandırılmıştır.

İnceleme alanında da benzer litoloji ve stratigrafik konuma sahip olan kireçtaşları bu isimle adlandırılmıştır.

Formasyona ait yüzeylemeler sahanın orta ve güney kesimlerinde; Kadırğa Yayla, Maçka-Hamsiköy, Maçka-Meryemana, Maçka-Şimşirli, Arsin-Çatak, Çaykara-Günbuldu yörelerinde izlenir.

Birim genellikle gri renkli ve tabakalı killi kireçtaşları, çörtlü kireçtaşı ve kumlu kireçtaşlarından oluşur.



Berdiga Formasyonu, Hamurkesen Formasyonu üzerinde uyumlu olarak izlenir. Birim kalınlığı 100-200 m arasında değişir.

Formasyonun yaşı; *Trochiline Elongate (LEOPOLD)*, *Trachiline Alpina (LEOPLD)*, *Trochiline Conica (SCHULUMBERGER)*, *Orbitolina sp.*, *Tricinella sp.*, *Hedbergella sp.*, *Textularidae*, *Ophtalmidae*, *Globigerinolloides sp.*, mercan ve sünger spikülleri gibi fosillere göre Malm- Alt Kretase-Senomaniyen olarak belirlenmiştir ( Güven, 1993).

#### 3.1.4. Çatak Formasyonu

Doğu Karadeniz Dağlarının kuzey zonunda Üst Kretase dönemi başlarında oluşan toleyitik ve kalko-alkalen nitelikli volkanitler derin denizel bir ortamda yayılarak tortullarla birlikte volkano-tortul bir istif meydana getirmişlerdir. Doğu Karadeniz Bölgesi kuzey zonunda çok geniş alanlarda yüzeylenen bu oluşuklara ait en güzel kesit Trabzon ili Maçka ilçesinin GD' sunda, Değirmendere boyunca ve Çatak mevkiinde izlenir. Bu nedenle Üst Kretase döneminin bazik volkanik karakterli ilk oluşukları Güven (1993) tarafından Çatak Formasyonu olarak adlandırılmıştır.

Çatak Formasyonuna ait yüzeylemeler inceleme alanının orta kesiminde bir kuşak halinde izlenir. Formasyon bazalt-andezik karakterli lav ve piroklastların kumtaşı, kıltaşı, silttaşı ve marn tabakaları ile ardalanmasından oluşur. Bazaltlarda iyi gelişmiş yastık lav yapıları görülür. İstif içinde genellikle gri-yeşil renk egemendir.

Berdiga Formasyonu üzerine uyumlu olarak gelen Çatak Formasyonu'nun kalınlığı 750-1000 m arasında değişir.

Formasyonun yaşı, kırmızı-bordo kireçtaşlarında rastlanan; *Globotruncana Lapparenti (BROTZEN)*, *Globotruncana Linneiana (D'ORBIGNY)*, *Globotruncana sp.*, *Marginetruncana sp.*, *Globigerinella sp.*, *Globigerinolloides sp.*, *Gümbelina sp.*, *Hedbergella sp.*, *Radiolaria sp.* fosil türlerine göre Turoniyen-Koniasiyen-Santoniyen zaman aralığı olarak belirlenmiştir (Güven,1993).

#### 3.1.5. Kızılkaya Formasyonu

Giresun ili Espiye ilçesi güneyinde bazik karakterli Çatak Formasyonu'nun üzerinde çok geniş yayılımlı olarak bulunan dasit-riyodasit lav ve piroklastları Kızılkaya mevkiinde

tipik olarak görülmüş ve Güven (1993) tarafından Kızılkaya Formasyonu olarak adlandırılmıştır.

Doğu Karadeniz Dağlarında asit volkanizma sahile yakın bir kesimde Giresun' dan Artvin'e kadar hemen hemen kesintisiz bir şekilde KD-GB doğrultusu boyunca etkili olmuştur.

Kızılkaya Formasyonu'na ait yüzeylemeler inceleme alanında; Maçka kuzeyi, Yomra-Arsin güneyi, Sürmene-Çamburnu yöresi, Dernekpazarı, Çaykara ve Dağeteği yörelerinde izlenir.

Formasyon bazik volkano-tortul karakterli Çatak Formasyonu'nun üzerine uyumlu olarak gelir. Gri-beyaz ve gri-sarımsı renkli dasit-riyodasit karakterli lav ve piroklastlarından oluşur. Lavlarda genellikle prizmatik kolon yapıları izlenir. Tabakamsı akıntı yapıları da olağandır. Formasyonun üst kısmına doğru tüf ve tüf-breş özelliği gösteren kısımlar izlenir. Özellikle bu bölümlerde hidrotermal ayrışmalar yaygındır. Bu ayrışma türleri; silisleşme, serizitleşme, killeşme, limonitleşme ve kloritleşme şeklinde gelişmiştir.

Formasyonun kalınlığı değişken olup, 200-500m arasındaki kalınlıklarda gözlenmektedir.

Bu formasyon içinde nadir olarak 1-10m arasında değişen kalınlıkta kırmızı-bordo renkli çamurtaşları izlenmiştir. Bu çamurtaşları birimin tavanına yakın tüf ve tüf-breşler içinde yer alır. Yomra-Kayabaşı (Kanköy) sahasında sondaj karotlarında belirlenen mikrofosiller Senoniyen yaşı vermiştir (Güven,1993).

Diğer taraftan Kızılkaya Formasyonu Kampaniyen-Maestrichtiyen yaşlı Çağlayan Formasyonu ile üstten uyumlu olarak örtülmektedir. Altta ise; Turoniyen-Santoniyen yaşlı Çatak Formasyonu izlenir. Bu sebeble Kızılkaya Formasyonu'nun yaşı, Santoniyen-Kampaniyen-Maestrichtiyen zaman aralığı olarak belirlenmiştir.

### **3.1.6. Çağlayan Formasyonu**

Doğu Karadeniz Dağlarında Üst Kretase dönemi volkanizmasının üçüncü evresinde gelişen bazik volkano-tortul karakterli bu istif Güven (1993) tarafından adlandırılmıştır.

Çağlayan Formasyonu; Çayırbağı, Düzköy, Derecik, Esiroğlu, Yomra-Arsin-Araklı güneyi, Köprübaşı ve Of yörelerinde yüzeyletir.

Formasyon, volkano-tortul bir istif olup, andezit-bazalt karakterli lav ve piroklastları ile genellikle kırmızı bordo renkli biyomikrit, kumtaşı, marn ara tabakalarından oluşur. Formasyon içinde iyi gelişmiş yastık lavlı yapılar izlenir. Lavların soğuması sırasında oluşan gaz boşlukları genellikle genellikle kalsit, klorit ve zeolit gibi minerallerle dolgulanmıştır. Formasyonda gri-yeşil ve gri-morumsu bir renk tonu egemendir. Kalınlığı yaklaşık 800 m dir.

Bu formasyonun yaşı; birim içindeki kırmızı renkli biyomikritlerden alınan örneklerin mikropaleontolojik incelemesinde; *Globotruncana Lapparenti Tricarinata (QUER)*, *Globotruncana Arca (CUSMAN)*, *Globotruncana Coronata (BOLLİ)*, *Globotruncana cf. Bulloides (VOGLER)*, *Globigerina sp.*, *Gümbelina sp.* fosil türlerine göre Kampaniyen-Maestrichtiyen olarak saptanmıştır (Güven,1993).

### 3.1.7. Çayırbağı Formasyonu

Tonya ilçesinin güneyinde görülen Çağlayan Formasyonu'nun üzerinde uyumlu olarak bulunan riyolit-riyodasit lav ve piroklastlarından oluşan asit volkanikler en iyi şekilde Çayırbağı bucağı yöresinde izlendiği için birim Güven (1993) tarafından Çayırbağı Formasyonu olarak isimlendirilmiştir.

Çayırbağ Formasyonu ismini aldığı bu yöreden başka; Yomra-Kayabaşı-Kömürcü, Arsin-Yolüstü-Elmaalan ve Sürmene-Çamburnu doğusu ile Araklı güneybatısında ve Yanbolu Dere vadisinde yüzeyleir.

Bu birimde volkanojenik dom yapıları iyi gelişmiştir. Lavlarda prizmatik kolonlu ve akışlı (flüvdal) yapılar izlenir. Formasyon yeşilimsi gri, pembemsi ve morumsu-gri renk tonlarında izlenir. Kesin olmayan kalınlığı 100-200 m kadardır.

Çayırbağı Formasyonu'nun içinde fosil içerebilecek sedimanter aratabaka bulunmamaktadır. Bu nedenle formasyonun yaşı göreceli olarak verilebilmektedir. Formasyonun üzerinde uyumlu olarak Kampaniyen-Maestrichtiyen yaşlı Bakırköy Formasyonu'nun bulunması dolayısıyla, Formasyonun yaşı; Kampaniyen-Maestrichtiyen olarak kabul edilmektedir (Güven, 1993).

### 3.1.8. Bakırköy Formasyonu

Doğu Karadeniz Dağları kuzey zonunda, Üst Kretase döneminde asit ve bazik volkanik aktivitenin faaliyetlerini tamamlamasından sonra sığ ve derin denizel havzalarda türbiditik veya resifal çökeller oluşmuştur. Türbiditik karakterli olan bu çökeller Doğu Karadeniz Dağları kuzey zonunda, Artvin ili kuzeyinde, Bakırköy yöresinde tipik kesitlerinden dolayı birim Güven (1993) tarafından Bakırköy Formasyonu olarak adlandırılmıştır.

Bakırköy Formasyonu inceleme alanında; Polut Dağı, Hayrat civarı, Aktoprak, Araklı ve Yomra güneyi, Trabzon merkez Hacımehmet-Uğurlu ve Gürbulak yöreleri ile Tonya yöresinde yüzeyleir. Tonya yöresinde Ağıllar Formasyonu ile yan al geçiştir.

Birim çoğunlukla gri renkli marn, gri-beyaz renkli killi kireçtaşı, kumlu kireçtaşı ve az oranda kumtaşlarından oluşmuştur. İnce ve orta kalınlıkta tabakalı yapı izlenir. Formasyonun kesin olmayan kalınlığı 100-250 m arasındadır.

Formasyonun yaşı; *Globotruncana Lapparenti Tricarinata (QUER)*, *Globotruncana Arca (CUSMAN)*, *Marsonella cf. Oxycona (REUSE)*, *Globigerina sp.*, *Gümbelina sp.*, *Orbitolides sp.*, *Robulus sp.*, *Discocylina sp.*, *Textularia sp.*, *Miliolidea sp.* fosil türlerine göre Maestrichtiyen-Paleosen olarak saptanmıştır (Güven, 1993).

### 3.1.9. Ağıllar Formasyonu

Birim, Bakırköy Formasyonu ile benzer litoloji ve stratigrafik konuma sahip olduğundan bu formasyonla korele edilerek Güven (1993) tarafından Ağıllar Formasyonu olarak adlandırılmıştır. Ağıllar Formasyonu, Çalköy ve Düzköy civarında görülür. Tonya ilçesi güneyinde bu iki birim yan al geçişli olarak izlenir.

Gri, beyaz renkli, kumlu ve resifal kireçtaşlarından oluşan formasyonun kalınlığı yaklaşık olarak 200 m kadardır.

Ağıllar Formasyonu'nun Bakırköy Formasyonu ile aynı yaşta, Maestrichtiyen-Paleosen geçişli olduğu belirlenmiştir (Güven,1993).

### 3.1.10. Mescitli Formasyonu

Güven (1993) tarafından Mescitli Formasyonu olarak adlandırılan birim, Doğu Karadeniz Dağları kuzey zonunda Üst Kretase dönemini kapsayan; Çatak, Kızılkaya, Çağlayan, Çayırbağı, Bakırköy/Ağıllar formasyonlarına karşılık gelmektedir.

Bu formasyon Doğu Karadeniz Dağları güney zonunda Üst Kretase dönemini temsil eden, fliš karakterli bir formasyondur. Birim kırmızı-bordo renkli killi kireçtaşları ile başlayıp, gri renkli marn, şeyl, killi kireçtaşı ve kumtaşı ardalanması ile devam eden bir istif oluşturur. Malm-Alt Kretase-Senomaniyen yaşlı kireçtaşlarının (Berdiga Formasyonu) üzerinde uyumlu olarak bulunur. Birimin kalınlığı 600 m Kadardır (Güven,1993).

Mescitli Formasyonu'nun yaşı; *Globotruncana Lapparenti* (BROTZEN), *Globotruncana Lapparenti* (BOLLİ), *Globotruncana Lapparenti Tricarinata* (QUER), *Globotruncana Leopoldi* (BOLLİ), *Globotruncana İnflata* (BOLLİ), *Globotruncana Lapparenti Coronata* (BOLLİ), *Gümbelina sp.*, *Globigerina sp.*, *Lenticulina sp.* fosil türlerine göre Türoniyen-Kampaniyen-Maestrhtiyen-Paleosen zaman aralığı olarak belirlenmiştir (Güven, 1993).

### 3.1.11. Kaçkar Granitoidleri

Bu granitoidler Çoğulu (1970) tarafından “ Rize Graniti” olarak isimlendirilmiştir. Söz konusu intrüziflerin kompleks bir yapı içerisinde granitten gabroya kadar değişim göstermesi nedeniyle, granitoid tanımına daha uygun olacağı Güven (1993) tarafından belirtilmiştir. Rize ilinin GD’ sunda bulunan yüksek dağ silsilesi Kaçkar Dağları olarak bilinmektedir. Mesozoyik ve Senozoyik yaşlı birimler içerisine sokulum yapan granitoidler yoğun şekilde bu yörede izlendiği için ‘Kaçkar Granitoidi’ olarak isimlendirilmiştir.

Burada Mesozoyik yaşlı istifler içerisine sokulum yapan ve Senozoyik yaşlı istiflerden daha yaşlı olduğu belirlenen intrüzif kayalar Kaçkar Granitoidi I olarak, Senozoyik yaşlı istifler içine sokulum yapanlar ise Kaçkar Granitoidi II olarak ayırtlanmış ve haritalanmıştır (Güven, 1993).

İnceleme alanında Kaçkar Granitoidi I olarak belirtilen intrüziflere ait büyük stoklar saptanmıştır. Bunların birincisi; Maçka-Güzelyayla ile Yomra-Özdil arasında GB-KD doğrultusunda uzanım gösteren stoktur. Bu stok çoğunlukla Liyas volkanitleri ve Üst Jura-

Alt Kretase kireçtaşları ile dokanaklıdır. Granit, granodiyorit, kuvarslı diyorit ve diyoritten oluşur. İkinci stok Araklı-Dağbaşı bucağı yöresinde yüzeylenir. Yine Liyas volkanitleri ve Üst Jura-Alt Kretase kireçtaşları ile dokanaklıdır. Üçüncü stok ise; Uzungöl yöresinde yüzeylenir. İnceleme alanının en büyük stoğudur. Diğer kesimlerde daha küçük çaplı stoklar da izlenir.

Kaçkar Granitoyidi II' ye ait stoklar ise; Eosen yaşlı Kabaköy Formasyonu içinde izlenir. İnceleme alanında Vakfikebir-Karadağ Yayla ve Akçaabat-Sisli Yayla yöresinde iki küçük stokla stokla temsil edilmiştir.

Kaçkar Granitoyidlerinin Üst Kretase devresi boyunca gelişimini sürdürerek Paleosen sonlarında sonlarında yerleşimini büyük ölçüde tamamladığı izlenmektedir. Bu kayaçlar genellikle Eosen yaşlı Kabaköy Formasyonu'nca aşınma uyumsuzluğu ile örtülür. Eosen döneminde tekrar intrüzyon yapan granitoyidler, bu defa Kabaköy Formasyonu'na sokulum yapmışlardır.

Kaçkar Granitoyidleri; inceleme alanındaki kontakt, skarn ve porfiri cevherleşmelerin oluşumu ile yakından ilişkilidirler.

### 3.1.12. Kabaköy Formasyonu

Güven (1993), tarafından Kabaköy Formasyonu olarak adlandırılan birim, inceleme alanının kuzey bölümünde; Trabzon yöresi, Vakfikebir-Beşikdüzü güneyi, Yomra ve Araklı civarında yüzeylenme verir. Birim, kumtaşı-kumlu kireçtaşı ve marn ara seviyeleri içeren gri renkli andezit lav ve piroklastları ile yeşilimsi gri renkli andezit lav ve piroklastları ile yeşilimsi gri renkli, bol ojitli ve hornblendli bazalt lav ve piroklastlarından oluşur.

Formasyon Üst Kretase dönemine ait çeşitli birimlerin üzerine aşınma uyumsuzluğu ile oturur ve kalınlığı 800 m Kadardır (Güven, 1993).

Karaköy Formasyonu'nun yaşı; *Nümmilites cf. Globus (LEYMERIE)*, *Assilina cf. Spira*, *Nümmilites sp.*, *Discoclina sp.*, *Asterocyclina sp.*, *Actinocyclina sp.*, *Amphistegina sp.*, *Alveolina sp.* fosil türlerine göre Alt-Orta Eosen olarak saptanmıştır (Güven, 1993).

### 3.1.13. Kaymaklı Formasyonu

Güven, (1993) tarafından adlandırılan, Trabzon ili Kaymaklı mahallesinde en güzel kesitini veren bu birim, Kalkınma mahallesi civarında da yüzeylenir. Genellikle sarımsı gri, bazen koyu gri renkte izlenen birim Ponsiyen yaşlı olup, kumlu-killi silttaşı olarak adlandırılmıştır. Çok gevşek çimentoludur ve elle kolayca ufalanır.

Eosen yaşlı Kabaköy Formasyonu üzerine açılal uyumsuzlukla oturur. İçerdiği makroskopik molusk faunası yardımıyla Özsayar (1971) tarafından Ponsiyen (Üst Miyosen) yaşlı verilmiştir. Yaklaşık olarak 5-30 m kalınlıktaki bu birim içerisinde *Congerina vuki*, *Dreissensia rostiformis*, *Limnocardium aquammulosum*, *Phyllicardium planum* fosilleri izlenmiştir.

### 3.1.14. Beşirli Formasyonu

Birim, Güven (1993) tarafından Beşirli Formasyonu olarak tanımlanmıştır. Tipik yüzeylemeleri Trabzon il merkezinde Boztepe mahallesi, batıda Beşirli ve Akyazı beldesi ile Yıldızlı (Sera) Deresi, Söğütlü (Kalanima) Deresi, Akçaabat yöresi, Vakfikebir-Beşikdüzü yöresi, Yomra ve Araklı yörelerinde izlenir.

Formasyon genellikle kötü katmanlı, gevşek çimentolu, polijenik heterojen konglomera ve breşten oluşmuştur. İçinde yer yer iri taneli kumtaşları ile kalın ve kötü katmanlı kumlu kireçtaşları (Akçaabat-Kireçhane) ve bazaltik aglomeralar izlenir.

Beşirli Formasyonu Boztepe mahallesinde, Miyosen (Ponsiyen) yaşlı kumlu-killi silttaşları üzerine uyumsuz olarak oturur. Genelde ise, Eosen yaşlı Kabaköy Formasyonu üzerinde uyumsuz olarak izlenir.

Formasyonun kalınlığı 250 m olup, yaşı; Miyosen formasyonları üzerine uyumsuzlukla oturması nedeniyle göreceli olarak Pliyosen ? verilmiştir.

### 3.1.15. Sekiler

Denizel sekiler topografik yükseltilere göre, altı seviye halinde izlenir. Tüm sekiler benzer özelliktedirler. Blok, çakıl, kum, silt ve kil boyutundaki elemanlardan oluşan sekilerin egemen elemanı kum ve çakıl oluşturur. Çakıllar genelde yassı ve elipsoidal

biçimlidir. Boyutları, 2-60 mm arasında değişir. İçlerinde bazen 40-50 cm boyutunda bloklarda izlenmektedir.

Kalınlıkları; 0.50 m ile 10 m arasında değişen Sekilerin yaşları Kuvaternerdir.

### **3.1.16. Alüvyonlar**

İnceleme alanının iç kesimlerinden doğan ve Karadeniz' e dökülen derelerin, denize yakın kesimlerinde (mansap bölgesi), düzlük alanlarda çökelen; kil, silt, kum ve çakıl yığınlarından meydana gelmiş, kötü boylanmalı güncel oluşuklardır.

## **3.2. Hidrojeoloji**

Bölgedeki birimler jeolojik evrime bağlı olarak, genellikle volkanik kökenlidirler. Sedimanter kökenli kayalar ise, genellikle arakatlı şeklinde gelişmiştir. Bu volkanik kayalar akifer özelliği göstermezler ve yeraltı suyu bulundurmazlar. Bulundurdukları az miktardaki suyu da üst katlarda küçük kaynaklar şeklinde boşaltırlar. Bu nedenle bu bölümde derelerin mansap kısmında akifer oluşturan alüvyon alanları incelenmiştir.

### **3.2.1. Yeraltı Suyu Taşıyan Formasyonlar (Akiferler)**

#### **3.2.1.1. Yeraltı Suyu Taşıyan Formasyonların Yayılımı ve Kalınlıkları**

Trabzon İli'nde, akifer özelliği taşıyan ve su bulunduran jeolojik birimler, akarsuların mansap bölümlerinde oluşumları halen devam eden alüvyonlardır. Vadilerin V tipinde, kerkent vadi karakterinde oluşu ve 20-25 km gibi bir mesafede 2000-2500 m lik bir kot farkı olan yatak içinde akmaları nedeniyle, bölge akarsularında mansap bölgesi dışında kayda değer ve su iletimi yapılabilecek alüvyon bulunmamaktadır.

Akarsuların mansap bölümlerindeki alüvyonlar; kil, silt, kum, çakıl ve bloktan oluşan heterojen bir yapıya sahiptir. Bazen bant ve mercekler şeklinde, killi oluşuklar da izlenir. Alüvyonların yayılımları, akarsu büyüklüğüne bağlı olarak değişmektedir. Jeoloji, jeofizik ve su sondaj kuyuları verilerinden yararlanılarak, inceleme alanındaki alüvyonların genişliklerinin; 50-750 m, uzunluklarının 3-9 km, kalınlıklarının 8-35 m arasında değiştiği



belirtilenmiştir. Yeraltı suyu taşıyan alüvyonların kalınlıkları, mansaptan membaya doğru gidildikçe azalmaktadır.

İnceleme alanındaki yeraltı suyu işletmesine uygun akifer alanları, batıdan doğuya doğru sıra ile incelenmiştir. Trabzon ilinin sahil kesimindeki ilçelerinden denize dökülen derelerin mansap bölümlerinde oluşan killi, siltli, kumlu, çakıllı ve bloklu, akifer özelliğindeki alüvyonların özellikleri ve bu alanlarda İller Bankası ve DSİ başta olmak üzere kamu ve özel şirketler tarafından açılan sondaj kuyularının adeti, kuyu verimleri ve akarsuların mansap akiferlerinin YAS ( yeraltı su seviyesi) rezervleri ile bu alanlarda açılan su sondaj kuyularından çekilen YAS miktarı ile geriye kalan kullanılabilir YAS miktarı Tablo 3.1 ve Tablo 3.2’de verilmiştir.

Tablo 3.1. Trabzon ilinde bulunan akarsuların mansap akiferlerinin YAS durumları (DSİ 22. Bölge Müdürlüğü, 2004)

Akarsuyun Adı	YAS Rezervi ( $\text{hm}^3$ )	Kullanılan YAS Miktarı ( $\text{hm}^3$ )	Kullanılabilir YAS Miktarı ( $\text{hm}^3$ )
<b>Akhisar Deresi Akiferi</b>	6	6	-
<b>Fol Deresi Akiferi</b>	5	3.08	1.92
<b>Çarşbaşı Deresi Akiferi</b>	2	0.6	1.4
<b>Kalanima Deresi Akiferi</b>	8	6	2
<b>Değirmendere Çayı</b>	21	-	x
<b>Yomra Dere Akiferi</b>	3	x	x
<b>Yanbolu Çayı Akiferi</b>	6	3.8	2.2
<b>Karadere Çayı Akiferi</b>	15.6	7.3	8.3
<b>Manahoz Çayı Akiferi</b>	7.2	1.2	6
<b>Solaklı Çayı Akiferi</b>	18.8	5	13.8
<b>Baltacı Deresi Akiferi</b>	13.2	1.4	11.8
<b>İyidere Çayı Akiferi</b>	17	4.5	12.5
<b>Toplam</b>	<b>122.8</b>	<b>38.88</b>	<b>83.92</b>

Tablo 3.1. incelendiğinde Trabzon ili genelinde yer alan 12 adet akiferde depoanmış yeraltısuyu rezervi toplam  $122.8 \text{ hm}^3$ ’tür. 2004 yılı verilerine göre bu miktarın  $38.88 \text{ hm}^3$ ’ü kullanılmakta, ileriki yıllarda kullanılmak üzere ise  $83.92 \text{ hm}^3$  yeraltısuyu bulunmaktadır.

Tablo 3.2. Trabzon ilinde bulunan akarsuların mansap akiferlerine ait bilgiler (DSİ 22. Bölge Müdürlüğü, 2004)

Akiferler	Alv. Genişliği (m)	Alv. Uzunluğu (km)	Alv. Kalınlığı (m)	Su Sondaj Kuyusu Adeti	Kuyu Verimleri (L/s)	
Akhisar Deresi Akiferi	150-300	3.5	46	12	5-20	
Fol Deresi Akiferi	100-250	5	42	6	15-42	
Çarşıbaşı Deresi Akiferi	100-300	5	56	5	4.5-7	
Kalanima Deresi Akiferi	50-500	16	54	17	4.5-40	
Değirmendere Çayı Akiferi	Deniz ile Karayolu Köprüsü Alanı	-	2	15-25	5	-
	Karayolu Köprüsü ile Belediye Kuyular Sahası Arası	300	1	30-35	15	36.05-63
	Belediye Kuyular Sahası ile Hacımehmet Arası	-	4	-	-	-
	Hacımehmet ile Çağlayan Bucağı Arası	300-600	3	14-20	6	8-38
Yomra Dere Akiferi	50-200	3.5	39	-	-	
Yanbolu Çayı Akiferi	60-250	7	41	8	10-39	
Karadere Çayı Akiferi	250-750	7	54	8	20-45	
Manahoz Çayı Akiferi	100-250	3	34	4	32-45	
Solaklı Çayı Akiferi	250-400	6.5	64	4	50	
Baltacı Deresi Akiferi	200-300	4	53	2	20-26	
İyidere Çayı Akiferi	500-800	9	69	4	20-26	

Tablo 3.2'ye göre Trabzon ili genelinde akiferlerde açılan sondaj kuyu sayısı 96 dır. 17 kuyu ile en fazla kuyu Söğütlü Akiferinde bulunur.

### 3.2.1.2. Yeraltı Suyu Taşıyan Formasyonların Hidrolik Özellikleri

Trabzon ilinde bulunan akarsular, bölgenin morfolojik ve jeolojik özelliklerinden dolayı, çok hızlı aktıkları vadilerinde çok az miktarda alüvyon bulundurlar. Akarsular taşıdıkları alüvyon malzemeyi ancak denize ulaşım yerlerine yakın kesimlere bırakmaktadırlar. Bu alanlar denizden başlayarak membaya doğru küçük deltalar halindedir. Genellikle dar şeritler şeklinde gelişen ve denize ulaşım yerlerinde biraz

genişleyen alüvyon alanları, hidrolik özellikleri itibariyle ova karakteri göstermezler. Bu nedenle belirlenmeye çalışılan hidrolik özellikler yaklaşık değerlerdir.

Trabzon ili akiferlerine ait pompaj deneylerinden, debi düşüm eğrisi çizilebilenler seçilerek alüvyonların iletkenlik katsayısı belirlenmeye çalışılmış (MTA Genel Müdürlüğü, 1994) ve Tablo 3.3’de derelerin mansap alüvyonlarının iletkenlik katsayıları ve özgül debileri verilmiştir.

Tablo 3.3. Trabzon ilindeki bazı derelerin mansap alüvyonlarının iletkenlik katsayıları ve özgül debileri (MTA Genel Müdürlüğü, 1994)

Mansap Alüvyonları	Fol Deresi	Çarşıbaşı Deresi	Kalanima Deresi	Değirmendere Çayı	Yomra Deresi	Yanbolu Çayı	Karadere Çayı
<b>İletkenlik Katsayısı [(m<sup>3</sup>/gün)/m]</b>	158	9	41	948-1008-1670	28	416	185
<b>Özgül Debi [(L/sn)/m]</b>	1.10	0.33	0.88	7.7-19.41	0.75	3.27	4.85

Trabzon ilinde dere kenarlarından veya derelerden alınan örnekler üzerinde yapılan deneylerden kıyı şeridindeki bazı akarsu alüvyonlarının porozite değerleri, özgül su tutma kapasiteleri, permeabilite katsayısı değerleri, özgül verimleri, toplam depolanan su hacimleri hesaplanmıştır (Dilek, 1979). Bu değerler Tablo 3.4’de verilmiştir.

Tablo 3.4. Trabzon ilindeki bazı derelerin mansap alüvyonlarının porozite, permeabilite değerleri, özgül su tutma kapasiteleri, özgül verimleri ve akiferlerde depolanan toplam su hacimleri (Dilek, 1979)

Mansap Alüvyonları	Kalanima Deresi	Değirmendere Çayı	Şana Deresi	Yomra Deresi	Karadere Çayı	İyidere
<b>Porozite (%)</b>	25	21.4	24	23.6	22.4	23
<b>Permeabilite Katsayısı (m/sn)</b>	$6 \times 10^{-5}$	-	$1.4 \times 10^{-4}$	$3 \times 10^{-3}$	$5.4 \times 10^{-4}$	$4 \times 10^{-4}$
<b>Özgül Su Tutma Kapasitesi (%)</b>	-	8	-	8	8	-
<b>Özgül Verim (%)</b>	10	13.4	17	15.6	14.4	15
<b>Toplam Su Hacmi (m<sup>3</sup>)</b>	$4.1 \times 10^5$	$8.4 \times 10^5$	$1.6 \times 10^5$	$4.1 \times 10^5$	$5 \times 10^5$	$3.4 \times 10^6$

### 3.2.2. Hidroloji

Trabzon ili ve çevresi su kaynakları bakımından oldukça zengindir. İlde debileri çok yüksek olmamakla birlikte, çok sayıda kaynak ve yaz-kış kurumayan akarsular vardır. Bu akarsular çok sayıdaki kaynaklar ve her mevsim görülen yağışlarla beslenmektedirler.

İnceleme alanındaki akarsuların başlıcaları ile yıllık ortalama akış miktarları, yağış alanları ve yıllık ortalama su miktarları Tablo 3.5'te verilmiştir. Bunların dışında su bulunduran Çark, Küçükdere, Çiçekli, Arsin, Şana, Yıldızlı, Zeytinlik, İskefiye, Kirazlık, Çamlık dereleri gibi dereler de mevcuttur.

Tablo 3.5. Trabzon ilindeki akarsuların yıllık ortalama akış miktarları, yağış alanları ve yıllık ortalama su miktarları (DSİ 22. Bölge Müdürlüğü, 2004)

Akarsu Adı	Yıllık Ort. Akış Miktarı (m <sup>3</sup> /sn)	Yağış Alanı (km <sup>2</sup> )	Yıllık Ort. Su Miktarı (hm <sup>3</sup> )
Akhisar Deresi	2.6	135	202
Fol Deresi	4.5	200	130
Çarşıbaşı Deresi	1.8	-	-
Kalanima Deresi	3	265	99
Değirmendere	19	1061	515
Yomra Dere	3	200	113
Yanbolu Çayı	5.6	290	196
Karadere Çayı	14	730	422
Manahoz Çayı	6.5	-	-
Solaklı Çayı	17	760	587
Baltacı Deresi	12	-	-
İyidere Çayı	30	-	-

Trabzon ili genelinde volkanik kayaların çatlaklarından gelen çok sayıda kaynak bulunmaktadır. Ancak kaynakların debileri ile ilgili veri mevcut değildir. Bunların çoğunluğu kırsal kesimin içme-kullanma suyunu karşılamak amacıyla kullanılmaktadır.

İnceleme alanında bulunan yerleşim birimlerinin, içme ve kullanma suyu ihtiyacını karşılamak için, akarsuların mansap bölümlerindeki alüvyonlarda, keson ve sondaj kuyuları açılmıştır. Keson kuyuların derinlikleri, 4-12 m, verimleri de 5-77 l/sn arasında değişmektedir.

Alüvyonlarda 23 adet DSİ Genel Müdürlüğüne, 33 adet İller Bankası Genel Müdürlüğü'nce olmak üzere toplam 56 adet sondaj kuyusu açılmıştır. Bunların 9'u Akhisar Deresi, 17'si Değirmendere, 5'i Yomra Deresi, 3'ü İyidere, 1 adeti Baltacı Deresi, 2 adeti Solaklı Deresi, 4 adeti Karadere, 2 adeti Yomra Deresi, 2 adeti Değirmendere, 5 adeti Söğütlü Deresi, 3 adeti Çarşıbaşı Deresi, 5 adeti Fol Deresi alüvyonları üzerindedir. Bu su kuyularının derinlikleri 16-50 m, verimleri 5-74 l/s, özgül verimleri 0.26-83 (l/s)/m arasında değişmektedir.

DSİ ve İller Bankası dışında belediyeler ve bazı kamu kurum ve kuruluşları kendi imkanları ile açtıkları keson ve sondaj kuyularından ihtiyaçlarını karşılamaktadırlar.

### **3.3. Su Kalitesi**

#### **3.3.1. Giriş**

Tüm canlıların yaşamında vazgeçilmez bir yeri olan su, artan nüfusun gereksinimini karşılayamamakta ve su sorunuyla karşılaşan toplumların sayısı giderek artmaktadır. Aşırı kullanım nedeniyle giderek yeraltı su tablasının seviyesi düşmekte, çevresel etkilerden yüzeysel ve yeraltı su kaynaklarının kirlilik oranı artmaktadır.

Su kalitesi hidrolojik dolaşım, uygulanan arıtım ve dağıtım sistemi gibi değişik faktörlere bağlıdır. Belirli bir suyun sahip olacağı kalite, daha bulutta buhar halinden yağmur damlası haline geçerken oluşmuş olur. Yağmur damlası bir toz partikülünün etrafında oluşur ve toprağa düşerken havada bulunabilecek diğer toz partiküllerini de toplar. Toz partikülleri üzerinde genellikle bakteri bulunduğundan, atmosferde ne kadar çok toz bulunursa o kadar çok da bakteri mevcut olacaktır. Bu nedenle genellikle yağmur içindeki organizmaların sayısı tozlu sıcak aylarda çok fazladır.

Yağmur damlaları toprağa düşüp yüzeyde akmaya başladıktan sonra toprak parçacıklarını içine toplar. Bu toprak parçacıkları suya karışırken beraberlerinde getirdikleri birçok bakteri de suya karışır. Bu bakteriler sağlık koşullarının uygun olmadığı yerlerde, insan ve hayvanların dışkıları ile toprağa karışmaktadırlar. Bazı zamanlar suya belirli bitkilerin çıkarmış oldukları zehirli maddeler de karışmaktadır. Su, toprağa geçerken filtre olayı nedeniyle içinde bulunan asılı maddeler, bakteriler ve diğer mikroorganizmalar da dahil olmak üzere kısmen veya tamamen temizlenir; fakat bu defa da toprakta bulunan madensel tuzlar vb. çözünerek suya karışır. Bu nedenle yeraltı sularının içerisinde yüzeysel

sulara göre daha büyük oranda çözünmüş madde bulunmaktadır. Bu maddelerin bir bölümünün suda bulunması istenirken, toksik olan maddelerin hiçbirisinin suyun içerisinde bulunmaması gerekir. Doğa tarafından meydana gelen bu kirlenmelerin dışında insanların tarımsal etkinlikleri sonucu kullandıkları gübreleme veya tarımsal ilaçlar nedeni ile de sular kirlenebilir.

Sularda meydana gelen bu kirlenmelerden dolayı su kalitesi kavramı ve su standartları ortaya çıkmıştır. İçilen suyun kalitesi hemen hemen bütün canlılar için önem taşımaktadır. Bir çok canlı sudaki kirliliğe bağlı olarak varlıklarını sürdüremez hale gelmekte, belirli bir su kütlesinde yok olmaktadır. Gelişmiş ülkelerde de su kalitesi giderek en çok üzerinde durulan çevre sağlığı sorunlarından birisi olma özelliğini sürdürmektedir. Halen patojenik mikroorganizmalar en önemli kirletici öge olma özelliğini sürdürmekle birlikte, artan endüstrileşme, hatalı endüstriyel yerleşim, aşırı gübre ve pestisit kullanımına bağlı olarak su kaynaklarının kimyasal kirlenmesi giderek artmaktadır. Suyun kimyasal izlenmesi giderek patolojik izlenmesine yakın bir izleme sıklığı kazanmaktadır. Endüstri ve tarımda günümüzde 60.000 in üzerinde kimyasal kullanılmaktadır (Güler ve Çobanoğlu,1994)

Su kalitesi kriterleri ile su kalitesi standartları birbirinden farklı kavramlardır. Kriterler suyun güvenli olarak kullanımını sağlayan ve suyun kalitesini bozan değişik maddeler üzerine getirilen kalitatif ve kantitatif sınırlamalardır. Standartlar ise, bu kriterlerle beraber belirli kullanım amaçlarını ve kalitesini koruyabilecek şekilde planlanmış gerekli arıtmalar ile denetim yollarıdır. Kriterler bilimsel kararlardır, standartlar su kullanımlarında uyulması gereken kuralları kapsayan uygulanabilir açıklamalardır. Kriterler ancak yeni bilimsel veriler elde edildikçe değişebilir. Kriterler belirli koşullar altındaki değişimleri ve bazı faktörlerin birbirleri ile olan etkileşimlerini de gözönünde bulundurur. Diğer taraftan, standartlar daha statik olup, çoğunlukla etkenlerin, istatistiksel değişme miktarları için açıklama yapmaksızın normal sonuçlarını veya etkenlerini gösterirler (Güler ve Çobanoğlu,1994).

Suyun kalitesi, bulunduğu ortama göre yeraltı depolama tanklarından sızıntılar, tarımsal akıntılar, uygun olmayan endüstriyel uygulamalar, madencilik işlemleri, atık kimyasalların yer altına enjeksiyonu ve benzeri faaliyetler sonucunda değişiklik gösterir.

Bu çalışmada Trabzon ili sınırları içerisinde yer alan 15 havzadaki yerüstü ve yer altı suları fiziksel ve kimyasal parametreler açısından değerlendirilerek Kıta İçi Su Kaynakları Kalite Kontrol Yönetmeliği (2004)'e göre sınıflandırılmıştır. Sınıflaması yapılan sular TS 266 (2005) nolu standarda göre değerlendirilmiştir.

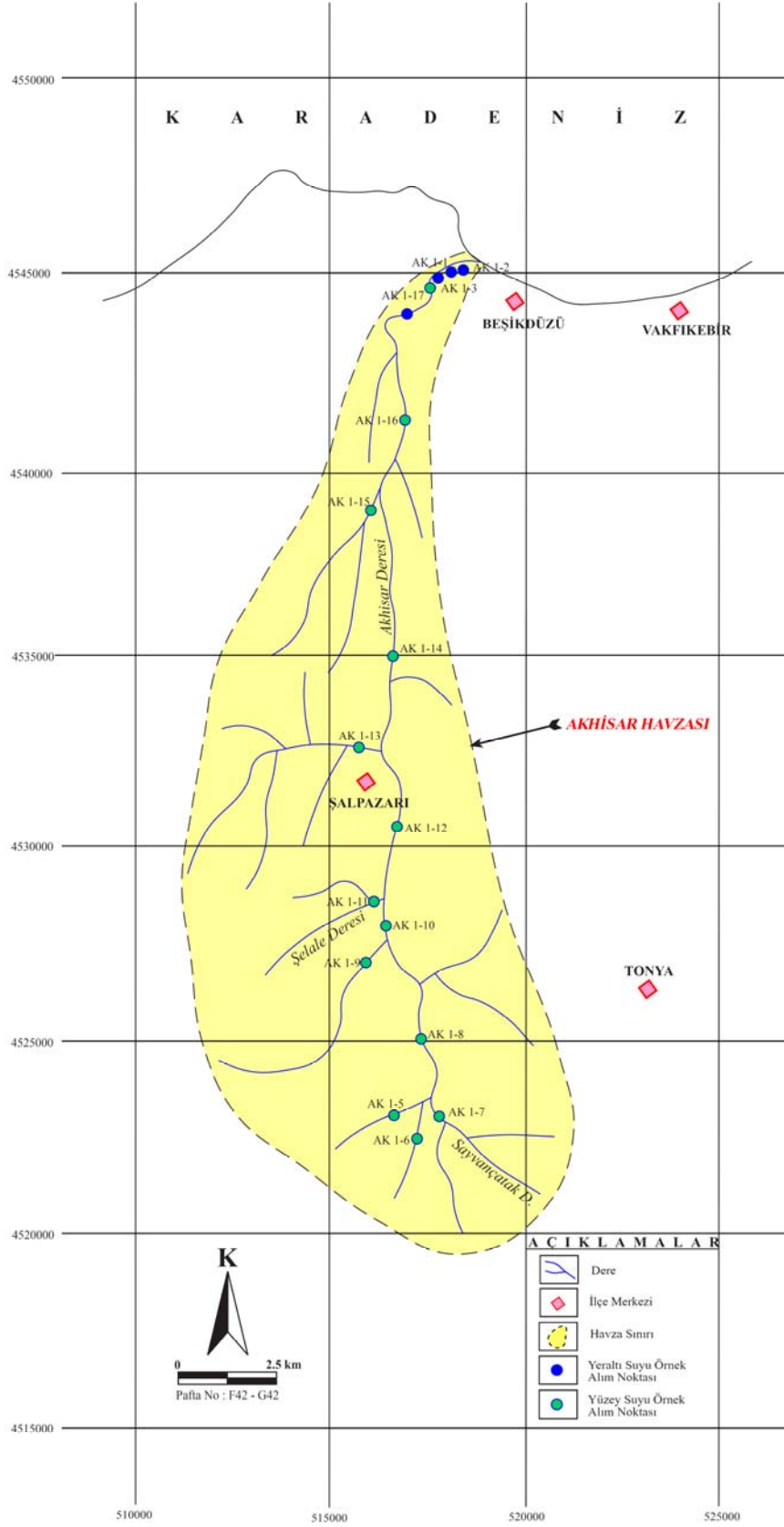
### 3.3.2. Havzalar

#### 3.3.2.1. Akhisar Havzası

Trabzon ilinin batısında yer alan Akhisar Havzası (AK), yaklaşık 127.47 km<sup>2</sup> lik havza alanı ile 1/100000 ölçekli Akçaabat F 42 ve Trabzon G 42 paftaları içerisinde bulunmaktadır. Sis ve Karakısrak Dağları eteklerinden başlayan havzanın ana akarsuyu Akhisar Deresi olup bu dere Sayvançatak Deresi ve Şelale Deresi gibi yan kollarla beslenmektedir.

Akhisar Havzası' nın su kalitesini belirlemek amacıyla Akhisar akiferinden 4 adet yeraltı suyu, Akhisar Deresi ve dereyi besleyen yan kollardan 13 adet yüzey suyu olmak üzere toplam 17 adet su örneği alınmıştır (Şekil 3.3).

Alınan su örneklerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri, iz element analiz sonuçları ve kirlilik parametreleri analiz sonuçları Tablo 3.6, 3.7 ve 3.8 de verilmiştir.



Şekil 3.3. Akhisar Havzası ve su örnekleme yapılan lokasyonlar



Tablo 3.6. Akhisar Havzası'ndaki sularda bulunan fiziksel parametreler, majör anyon ve katyonlar (değerler mg/l)

Örnek No	T (C°)	pH	DO	Eİ	TDS	Bulanıklık	Sertlik	Ca	Mg	Na	K	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>
AK 1-1 (kuyu)	17.3	7.68	4.6	2103	1310	<5	699.32	167.82	67.57	50.58	5.40	120.17	58	>125
AK 1-2 (kuyu)	15.6	7.74	5.02	830	593	<5	282.12	59.53	32.16	44.25	2.84	103.90	<25	>125
AK 1-3 (kuyu)	15.8	7.96	5.57	481	345	<5	196.17	42.39	21.85	26.30	1.87	86.01	<25	62
AK 1-4 (kuyu)	15.4	8.04	1.35	280	200	<5	99.44	20.50	11.70	32.40	1.49	108.58	<25	<5
AK 1-5	13.7	8.23	9.69	144	90	<5	68.82	24.67	1.72	4.31	0.98	59.17	<25	<5
AK 1-6	13.7	7.98	9.79	140	99	<5	68.73	20.95	3.94	4.37	0.88	55.51	<25	<5
AK 1-7	13.4	7.75	9.86	79	55	<5	33.35	9.88	2.07	4.52	0.88	35.99	<25	<5
AK 1-8	13.6	7.95	10.02	130	94	<5	55.33	17.39	2.84	6.19	1.58	56.73	<25	<5
AK 1-9	11.2	7.73	10.23	88	64	<5	42.26	10.34	3.96	3.22	0.57	44.53	<25	<5
AK 1-10	12.6	7.84	10.32	131	98	<5	59.20	15.88	4.70	6.02	1.29	59.78	<25	<5
AK 1-11	13.2	7.92	10.1	118	86	<5	54.78	11.57	6.26	3.39	0.63	63.44	<25	<5
AK 1-12	12.7	7.79	10.27	140	104	<5	62.46	16.08	5.38	5.76	1.11	60.39	<25	<5
AK 1-13	15.4	8.02	10.04	133	90	<5	60.05	13.03	6.65	6.07	0.62	59.78	<25	<5
AK 1-14	16.7	8.33	10.49	161	115	<5	69.18	16.95	6.48	7.84	1.19	75.03	<25	<5
AK 1-15	16.9	8	10.43	143	99	<5	58.69	14.08	5.68	9.78	0.71	78.08	<25	<5
AK 1-16	18.2	8.59	10.95	161	114	<5	70.34	17.27	6.57	8.12	1.11	62.22	<25	<5
AK 1-17	21.4	8.47	13.8	165	117	<5	72.10	17.76	6.71	8.65	1.22	70.15	<25	<5

Tablo 3.7. Akhisar Havzası'ndaki sulara bulunan eser elementler (değerler mg/l)

Örnek No	Fe	Al	Cu	Pb	Mn	Co	Ni	Be	Cd	As	Cr	Sb	Ba	Bi	W	V
AK 1-1 (kuyu)	0.171	0.195	0.062	0.367	1.253	0.002	-	0.002	0.002	0.001	0.001	0.002	0.024	-	0.005	0.006
AK 1-2 (kuyu)	0.121	0.014	0.060	0.052	0.569	-	0.022	0.002	0.002	-	0.001	0.002	0.009	0.001	0.003	0.005
AK 1-3 (kuyu)	0.036	0.016	0.060	0.046	0.234	-	-	0.002	0.002	-	0.001	-	0.000	-	0.007	0.007
AK 1-4 (kuyu)	0.014	0.063	0.059	0.021	0.071	-	-	0.003	0.001	0.002	0.001	0.003	-	-	0.005	0.008
AK 1-5	0.009	0.018	0.061	0.010	0.109	0.002	-	0.002	-	-	0.001	0.002	0.138	-	0.003	0.007
AK 1-6	0.026	0.053	0.060	0.014	0.104	0.001	-	0.002	0.001	-	-	0.004	0.163	0.003	0.011	0.006
AK 1-7	0.020	0.055	0.061	-	0.077	0.002	-	0.002	0.001	-	0.001	0.002	0.033	0.057	0.000	0.006
AK 1-8	0.029	0.091	0.061	0.001	0.105	0.0001	0.0001	0.003	0.001	-	0.001	0.002	0.082	0.057	0.003	0.005
AK 1-9	0.020	0.037	0.062	0.007	0.079	0.001	-	0.003	0.001	-	0.001	0.003	0.007	0.054	0.004	0.007
AK 1-10	0.021	0.016	0.061	-	0.102	0.001	-	0.003	0.001	-	0.001	0.002	0.046	0.006	0.009	0.008
AK 1-11	-	0.027	0.061	0.015	0.080	0.001	-	0.003	-	-	0.001	0.002	-	-	0.006	0.010
AK 1-12	0.021	0.060	0.061	0.010	0.100	0.001	0.007	0.003	-	-	0.001	-	0.037	0.048	0.008	0.007
AK 1-13	-	0.023	0.062	0.006	0.080	0.002	-	0.003	0.001	-	0.001	0.005	-	0.007	0.003	0.011
AK 1-14	0.016	0.072	0.061	0.010	0.104	0.001	0.031	0.003	0.001	-	0.001	0.002	0.022	0.007	0.001	0.008
AK 1-15	-	0.026	0.060	0.004	0.098	0.001	-	0.003	0.001	-	0.001	0.004	-	0.004	0.009	0.013
AK 1-16	0.014	0.041	0.061	0.022	0.103	0.001	0.002	0.003	0.002	-	0.001	0.0001	0.012	-	0.007	0.011
AK 1-17	-	0.050	0.061	0.018	0.103	0.001	-	0.003	0.001	-	0.001	0.002	0.007	-	0.006	0.008

Tablo 3.8. Akhisar Havzası'ndaki sulara bulunan kirlilik parametreleri (değerler mg/l)

Örnek No	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	KOİ	Cl <sub>2</sub>	F <sup>-</sup>	CN <sup>-</sup>	AKM	Tuzluluk
AK 1-1 (kuyu)	0.07	<0.1	<0.5	0.9	21	<0.05	<0.04	<0.01	-	0.09
AK 1-2 (kuyu)	0.07	<0.1	<0.5	0.7	<10	<0.05	0.17	<0.01	-	0.03
AK 1-3 (kuyu)	0.08	<0.1	<0.5	0.8	30	<0.05	0.99	<0.01	-	0.01
AK 1-4 (kuyu)	0.07	<0.1	<0.5	1.3	23	0.09	>1	<0.01	-	0.01
AK 1-5	0.09	1.24	<0.5	<0.5	39	0.07	0.2	<0.01	0.01	-
AK 1-6	0.08	-	<0.5	<0.5	58	<0.05	0.4	<0.01	0.01	-
AK 1-7	0.08	0.81	<0.5	<0.5	38	<0.05	0.19	<0.01	0.01	-
AK 1-8	0.08	-	<0.5	<0.5	<10	0.07	0.21	<0.01	0.01	-
AK 1-9	0.08	0.41	<0.5	<0.5	<10	0.06	0.54	<0.01	0.01	-
AK 1-10	0.07	-	<0.5	<0.5	46	0.07	<0.04	<0.01	0.01	-
AK 1-11	0.08	0.75	<0.5	<0.5	<10	<0.05	<0.04	<0.01	0.03	-
AK 1-12	0.07	-	<0.5	<0.5	<10	<0.05	0.3	<0.01	0.02	-
AK 1-13	0.08	0.59	<0.5	<0.5	<10	<0.05	0.56	<0.01	0.01	-
AK 1-14	0.09	-	<0.5	<0.5	42	-	0.61	<0.01	0.01	-
AK 1-15	0.08	-	<0.5	<0.5	42	0.05	<0.04	<0.01	0.01	-
AK 1-16	0.09	-	<0.5	<0.5	<10	<0.05	0.4	<0.01	0.01	-
AK 1-17	0.08	0.72	<0.5	<0.5	22	<0.05	<0.04	<0.01	0.01	-

Akhisar Havzası'ndan alınan su örneklerinin analiz sonuçları incelendiği, kıta içi su kaynaklarının sınıfları (2004)' na göre yeraltı sularına ait sular T, pH, Na, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, CN<sup>-</sup>, Fe, Al, Co, Cd, As, Cr ve Ba miktarlarına göre I. sınıf (yüksek kaliteli) sular, Cu miktarlarına göre II. sınıf ( az kirlenmiş su) sular, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> ve NO<sub>2</sub><sup>-</sup> miktarlarına göre IV. sınıf (çok kirlenmiş) sular sınıfında yer almaktadır. Ayrıca AK 1-3, AK 1-4 nolu sular TDS , AK 1-4 nolu su Cl<sup>-</sup> ve Mn, AK 1-1, AK 1-2 ve AK 1-4 nolu sular KOİ, AK 1-1, AK 1-2 ve AK 1-3 nolu sular F<sup>-</sup> ve Cl<sub>2</sub> miktarlarına göre I. sınıf ( yüksek kaliteli) sular sınıfında yer almaktadır. Ancak yeraltı sularından, AK 1-3 nolu su KOİ, AK 1-1, AK 1-2 ve AK 1-3 nolu sular DO ve Cl<sup>-</sup>, AK 1-1 ve AK 1-2 nolu sular TDS, AK 1-2 nolu su Ni, AK 1-4 nolu su Pb, AK 1-1 ve AK 1-3 nolu sular Mn miktarlarına göre II. sınıf ( az kirlenmiş su) sular, AK 1-3 nolu su Pb, AK 1-2 nolu su Mn miktarlarına göre III. sınıf (kirlenmiş su) sular sınıfında yer almaktadır. AK 1-4 nolu su Cl<sub>2</sub>, AK 1-1 ve AK 1-2 nolu sular Pb miktarlarına göre IV. sınıf (çok kirlenmiş) sular sınıfında yer almaktadır.

Kıta içi su kaynaklarının sınıfları (2004)' na göre Akhisar Deresi ve kollarına ait yüzey suları T, pH, DO, TDS, Na, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, F<sup>-</sup>, CN<sup>-</sup>, Fe, Al, Pb, Mn, Co, Ni, Cd,

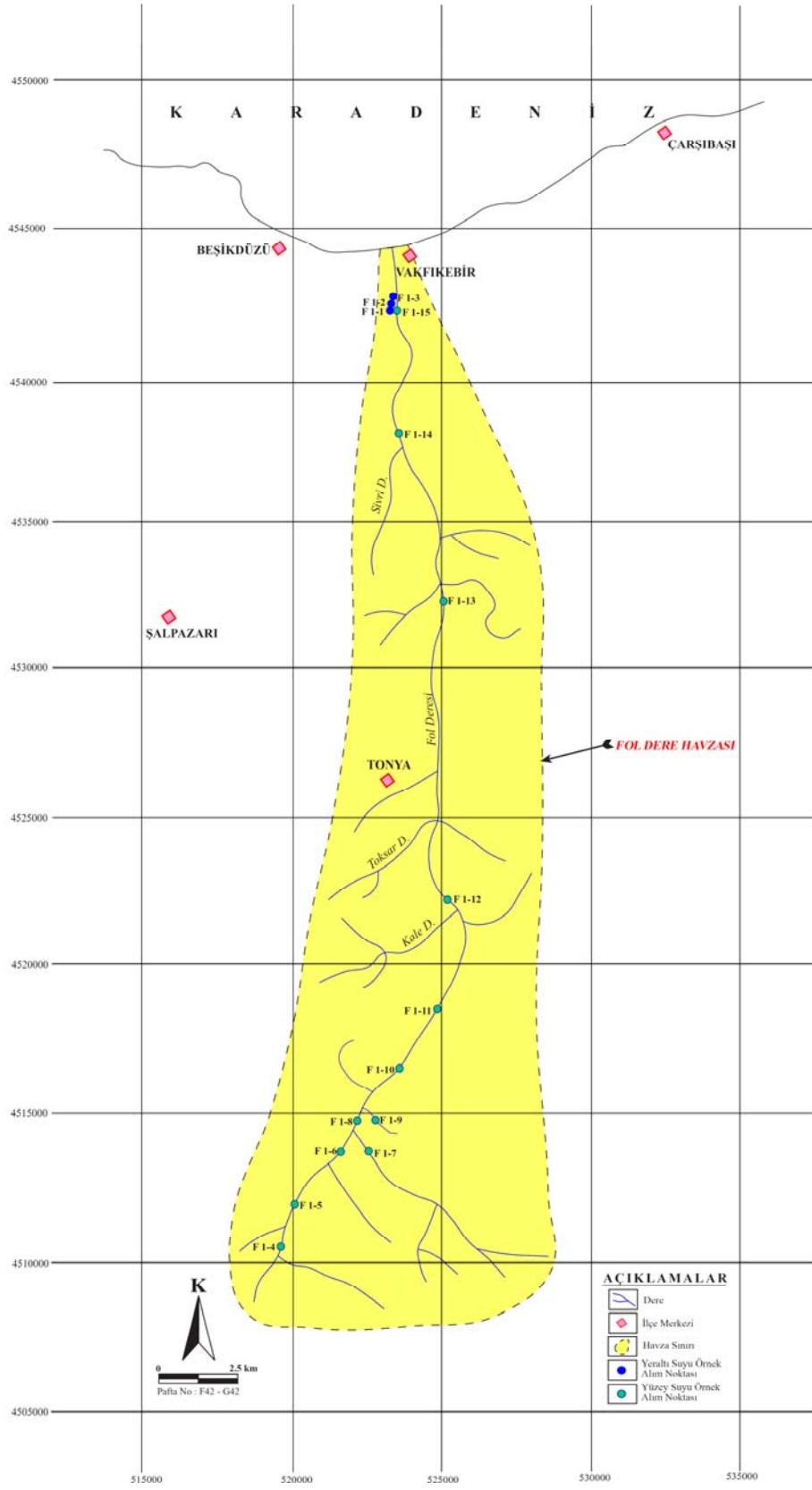
As, Cr ve Ba miktarlarına göre I. sınıf (yüksek kaliteli) sular,  $PO_4^{3-}$  ve Cu miktarlarına göre II. sınıf ( az kirlenmiş su) sular ve  $NO_2^-$  miktarlarına göre IV. sınıf ( çok kirlenmiş) sular sınıfında yer almaktadır. Ayrıca AK 1-8, AK 1-9, AK 1-11, AK 1-12, AK 1-13, AK 1-16 ve AK 1-17 nolu sular  $KO_2$ , AK 1-6, AK 1-7, AK 1-11, AK 1-12, AK 1-13, AK 1-16 ve AK 1-17 nolu sular  $Cl_2$  miktarlarına göre I. sınıf (yüksek kaliteli) sular sınıfında yer almaktadır. Ancak Ak 1-5, AK 1-7, AK 1-10, AK 1-14 ve AK 1-15 nolu sular  $KO_2$  miktarlarına göre II. sınıf ( az kirlenmiş su) sular, AK 1-6 nolu su  $KO_2$ , AK 1-15 nolu su  $Cl_2$  miktarlarına göre III. sınıf (kirlenmiş su) sular, AK 1-5, AK 1-8, AK 1-9 ve AK 1-10 nolu sular  $Cl_2$  miktarlarına göre IV. sınıf (çok kirlenmiş) sular sınıfında yer almaktadır.

### 3.3.2.2. Foldere Havzası

Trabzon ilinin batısında yer alan Foldere Havzası (F), yaklaşık 181.35 km<sup>2</sup> lik havza alanı ile 1/100000 ölçekli Akçaabat F 42 ve Trabzon G 42 paftaları içerisinde bulunmaktadır. Havzanın ana akarsuyu Foldere' si olup bu dere Sivri Dere, Toksar Dere ve Kale Dere gibi gibi yan kollarla beslenmektedir.

Foldere Havzası' nın su kalitesini belirlemek amacıyla Foldere akiferinden 3 adet yeraltı suyu, Foldere ve dereyi besleyen yan kollardan 12 adet yüzey suyu olmak üzere toplam 15 adet su örneği alınmıştır (Şekil 3.4).

Alınan su örneklerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri, iz element analiz sonuçları ve kirlilik parametreleri analiz sonuçları Tablo 3.9, 3.10, 3.11'de verilmiştir.



Şekil 3.4. Foldere Havzası ve su örnekleme yapılan lokasyonlar

Tablo 3.9. Foldere Havzası'ndaki sularda bulunan fiziksel parametreler, majör anyon ve katyonlar (değerler mg/l)

Örnek No	T (C°)	pH	DO	Eİ	TDS	Bulanıklık	Sertlik	Ca	K	Mg	Na	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl
<b>F 1-1 (kuyu)</b>	13.4	7.58	3.17	361	355	<5	156.88	47.75	1.72	9.11	36.81	129.32	<25	6
<b>F 1-2 (kuyu)</b>	14.2	7.73	1.2	467	433	<5	171.81	48.10	2.23	12.58	44.84	139.08	66	10
<b>F 1-3 (kuyu)</b>	14.3	7.75	2.41	458	433	<5	173.02	47.50	2.38	13.17	43.08	123.22	<25	15
<b>F 1-4</b>	5	7.68	10.32	52	177	<5	23.43	6.50	0.44	1.69	4.52	28.67	<25	<5
<b>F 1-5</b>	5.7	7.58	10.3	84	206	<5	38.12	11.15	0.87	2.46	4.14	31.11	<25	<5
<b>F 1-6</b>	5.2	7.51	10.34	93	213	<5	40.85	10.19	0.65	3.69	4.24	26.84	<25	<5
<b>F 1-7</b>	5.1	7.48	10.42	53	180	<5	24.11	7.24	0.42	1.44	3.33	37.21	<25	<5
<b>F 1-8</b>	5.6	7.47	10.45	64	183	<5	28.22	7.80	0.54	2.09	3.32	31.11	<25	<5
<b>F 1-9</b>	6.8	7.17	9.92	67	183	<5	23.30	4.43	1.07	2.88	5.88	31.72	<25	<5
<b>F 1-10</b>	6.5	7.37	10.37	72	187	<5	31.63	8.51	0.63	2.47	3.98	39.65	<25	<5
<b>F 1-11</b>	5.1	7.47	10.53	56	182	<5	23.23	7.00	0.53	1.36	3.96	35.38	<25	<5
<b>F 1-12</b>	6.5	7.68	10.55	90	204	<5	39.93	11.45	0.75	2.72	4.42	48.80	<25	<5
<b>F 1-13</b>	7.9	8.6	10.91	172	275	<5	79.15	24.33	1.75	4.44	8.56	53.68	<25	<5
<b>F 1-14</b>	9	8.06	11.02	178	234	<5	75.80	22.61	1.39	4.66	8.73	45.75	<25	<5
<b>F 1-15</b>	9.9	7.97	11.01	191	246	<5	86.61	25.72	2.21	5.41	14.73	56.12	<25	<5

Tablo 3.10. Foldere Havzası'ndaki sularda bulunan eser elementler (değerler mg/l)

Örnek No	Fe	Al	Cu	Pb	Mn	Co	Ni	Be	Cd	As	Cr	Sb	Ba	Mo	W	V
<b>F 1-1 (kuyu)</b>	0.007	0.033	0.058	0.012	0.140	0.002	0.088	0.003	0.002	0.001	0.0001	-	0.001	0.002	0.004	0.011
<b>F 1-2 (kuyu)</b>	0.013	0.025	0.055	0.013	0.009	0.001	0.088	0.003	0.001	0.001	0.0001	0.0001	0.0001	0.002	0.008	0.010
<b>F 1-3 (kuyu)</b>	0.016	0.025	0.057	0.020	0.154	0.003	0.090	0.003	0.001	0.001	0.0001	0.0001	0.001	0.001	0.005	0.012
<b>F 1-4</b>	0.084	0.255	0.055	-	0.061	0.002	0.089	0.003	0.003	0.001	0.0001	-	0.005	0.002	0.007	0.009
<b>F 1-5</b>	0.029	0.060	0.055	0.003	0.075	0.002	0.088	0.003	0.002	0.001	0.001	-	0.037	-	0.007	0.009
<b>F 1-6</b>	0.067	0.194	0.058	0.009	0.074	0.003	0.086	0.003	0.001	0.001	0.001	-	0.017	0.001	0.002	0.007
<b>F 1-7</b>	0.017	0.061	0.055	0.003	0.061	0.002	0.088	0.003	0.003	0.001	0.0001	-	0.007	0.001	0.003	0.010
<b>F 1-8</b>	0.029	0.116	0.056	-	0.065	0.002	0.090	0.004	0.003	0.001	0.001	-	0.012	0.0001	0.006	0.008
<b>F 1-9</b>	0.115	0.321	0.059	0.013	0.107	0.002	0.089	0.003	0.002	0.002	0.001	-	0.030	0.002	0.006	0.008
<b>F 1-10</b>	0.042	0.122	0.056	0.010	0.070	0.002	0.091	0.003	0.002	0.001	0.0001	-	0.020	0.001	0.008	0.009
<b>F 1-11</b>	0.027	0.090	0.054	-	0.061	0.003	0.088	0.003	0.001	0.001	-	-	0.031	0.002	0.006	0.008
<b>F 1-12</b>	0.032	0.106	0.058	0.008	0.068	0.002	0.090	0.004	0.001	0.001	0.0001	-	0.028	0.002	0.006	0.009
<b>F 1-13</b>	0.012	0.051	0.057	-	0.097	0.002	0.091	0.004	0.003	0.002	0.001	-	0.033	0.002	0.005	0.010
<b>F 1-14</b>	0.019	0.051	0.057	0.011	0.096	0.002	0.094	0.004	0.002	0.001	0.001	-	0.023	0.002	0.007	0.011
<b>F 1-15</b>	-	0.023	0.056	0.008	0.095	0.002	0.090	0.004	0.002	0.001	0.0001	-	0.021	-	0.003	0.012

Tablo 3.11. Foldere Havzası'ndaki sulara bulunan kirlilik parametreleri (değerler mg/l)

Örnek No	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	F <sup>-</sup>	KOİ	Cl <sub>2</sub>	CN <sup>-</sup>	AKM	Tuzluluk
F 1-1 (kuyu)	0.017	0.13	<0.5	<0.5	<1	54	-	0.01	-	0.01
F 1-2 (kuyu)	0.017	<0.10	<0.5	<0.5	<1	<10	-	0.02	-	0.01
F 1-3 (kuyu)	0.016	<0.10	<0.5	<0.5	<1	51	-	0.03	-	0.01
F 1-4	0.021	0.11	<0.5	<0.5	<1	61	0.09	0.02	0.01	-
F 1-5	0.022	<0.10	<0.5	<0.5	<1	<10	-	0.02	0.01	-
F 1-6	0.023	<0.10	<0.5	<0.5	<1	<10	-	0.03	0.01	-
F 1-7	0.017	<0.10	<0.5	<0.5	<1	52	-	0.03	0.01	-
F 1-8	0.017	<0.10	<0.5	<0.5	<1	45	-	0.03	0.02	-
F 1-9	0.09	0.12	<0.5	<0.5	0.53	52	<0.05	<0.01	0.02	-
F 1-10	0.1	<0.10	<0.5	<0.5	0.67	34	<0.05	<0.01	0.01	-
F 1-11	0.08	0.15	<0.5	<0.5	0.32	59	<0.05	<0.01	0.01	-
F 1-12	0.07	0.1	<0.5	<0.5	<0.04	62	0.07	<0.01	0.01	-
F 1-13	0.09	0.83	<0.5	<0.5	0.24	59	<0.05	0.03	0.02	-
F 1-14	0.09	0.83	<0.5	<0.5	<0.05	49	0.09	0.03	0.02	-
F 1-15	0.09	0.5	<0.5	1	0.32	<10	<0.05	0.01	0.02	-

Foldere Havzası'ndan alınan su örneklerinin analiz sonuçları incelendiği, kıta içi su kaynaklarının sınıfları (2004)' na göre yeraltı sularına ait sular, T, pH, TDS, Na, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, F<sup>-</sup>, Fe, Al, Co, Cd, As, Cr ve Ba miktarlarına göre I. sınıf (yüksek kaliteli) sular, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> ve Pb miktarlarına göre II. sınıf (az kirlenmiş) sular, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, Cu ve Ni miktarlarına göre III. sınıf (kirlenmiş) sular sınıfında yer almaktadır. Ayrıca F 1-1 nolu su CN<sup>-</sup>, F 1-2 nolu su KOİ ve Mn miktarlarına göre I. sınıf (yüksek kaliteli) sular, F 1-2 ve F 1-3 nolu sular CN<sup>-</sup>, F 1-1 ve F 1-3 nolu sular Mn miktarlarına göre II. sınıf (az kirlenmiş) sular, F 1-1 nolu DO, F 1-1 ve F 1-3 nolu sular KOİ miktarlarına göre III. sınıf (kirlenmiş) sular, F 1-2 ve F 1-3 nolu sular DO miktarlarına göre IV. sınıf (çok kirlenmiş) sular sınıfında yer almaktadır.

Kıta içi su kaynaklarının sınıfları (2004)' na göre Foldere ve kollarına ait yüzey suları, T, pH, DO, TDS, Na, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Fe, Al, Co, Cd, As, Cr ve Ba miktarlarına göre I. sınıf (yüksek kaliteli) sular, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> miktarlarına göre II. sınıf (az kirlenmiş) sular, Cu ve Ni miktarlarına göre III. sınıf (kirlenmiş) sular sınıfında yer almaktadır. Ancak F 1-5, F 1-6 ve F 1-15 nolu sular KOİ, F 1-9, F 1-10, F 1-11, F 1-13 ve F 1-15 nolu sular Cl<sub>2</sub>, F 1-9, F 1-10, F 1-11, F 1-12 ve F 1-15 nolu sular CN<sup>-</sup>, F 1-9 nolu su dışındaki sular Mn, F 1-9 ve F 1-14 nolu sular dışındaki sular Pb miktarlarına göre I. sınıf (yüksek kaliteli) sular, F 1-8,



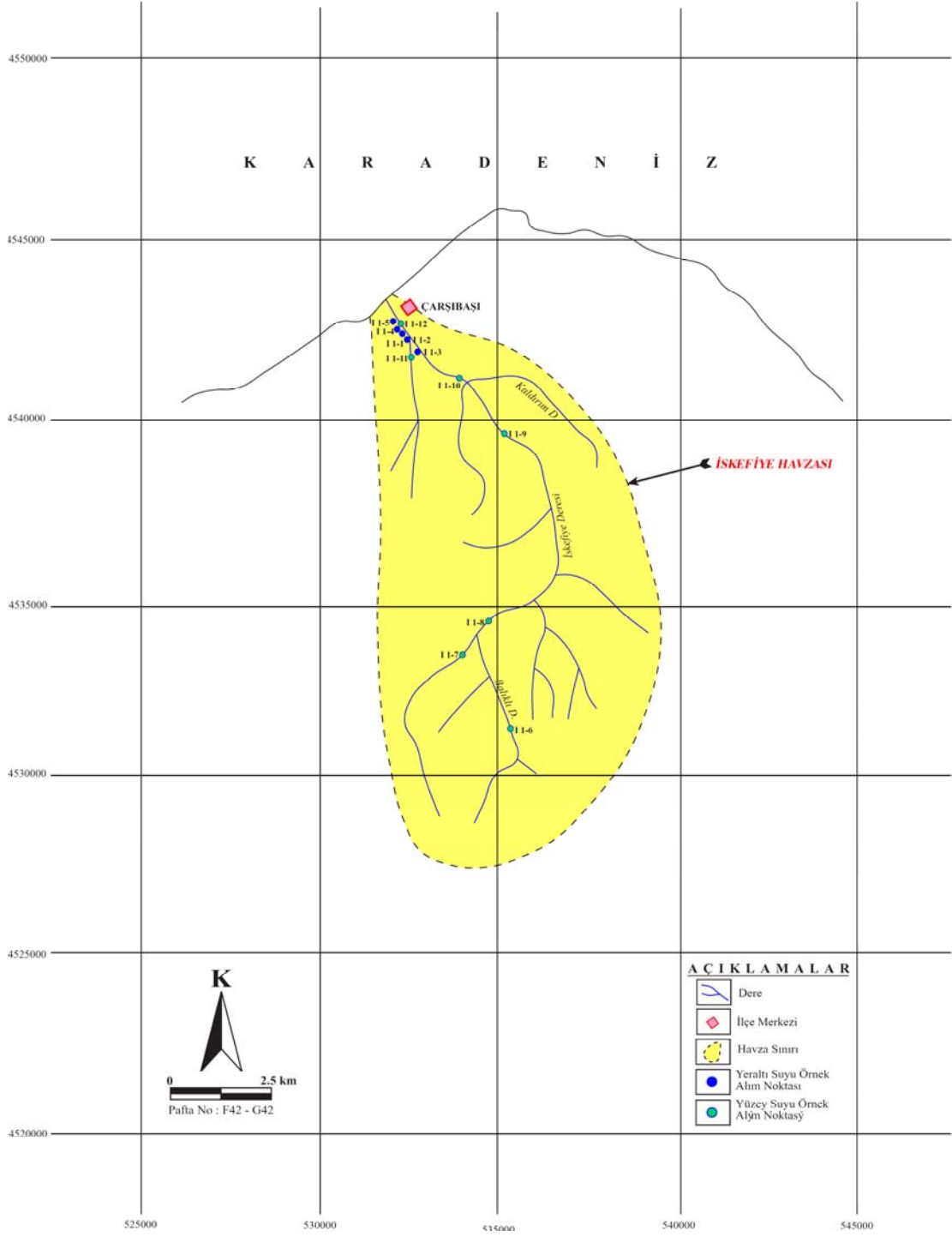
F 1-10 ve F 1-14 nolu sular KOİ, F 1-4, F 1-5, F 1-6, F 1-7, F 1-8, F 1-13 ve F 1-14 nolu sular CN<sup>-</sup>, F 1-9 nolu su Mn, F 1-9 ve F 1-14 nolu sular Pb miktarlarına göre II. sınıf (az kirlenmiş) sular, F 1-4, F 1-5, F 1-6, F 1-7, F 1-8 nolu sular NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, F 1-4, F 1-7, F 1-9, F 1-11, F 1-12 ve F 1-13 nolu sular KOİ miktarlarına göre III. sınıf (kirlenmiş) sular, F 1-9, F 1-10, F 1-11, F 1-12, F 1-13, F 1-14 ve F 1-15 nolu sular NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, F 1-12 ve F 1-14 nolu sular Cl<sub>2</sub> miktarlarına göre IV. sınıf (çok kirlenmiş) sular sınıfında yer almaktadır.

### 3.3.2.3. İskefiye Havzası

Trabzon ilinin batısında yer alan İskefiye Havzası (I), yaklaşık 75.44 km<sup>2</sup> lik havza alanı ile 1/100000 ölçekli Akçaabat F 42 ve Trabzon G 42 paftalarında bulunan havza Çarşıbaşı İlçesi sınırları içerisinde yer alır. Havzanın ana akarsuyu İskefiye Dere' si olup bu dere Balıklı Dere ve Kaldırım Dere gibi yan kollarla beslenmektedir.

İskefiye Havzası' nın su kalitesini belirlemek amacıyla İskefiye akiferinden 5 adet yeraltı suyu, İskefiye Deresi ve dereyi besleyen yan kollardan 7 adet yüzey suyu olmak üzere toplam 12 adet su örneği alınmıştır (Şekil 3.5).

Alınan su örneklerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri, iz element analiz sonuçları ve kirlilik parametreleri analiz sonuçları Tablo 3.12, 3.13 ve 3.14'de verilmiştir.



Şekil 3.5. İskefiye Havzası ve su örnekleme yapılan lokasyonlar

Tablo 3.12. İskefiye Havzası'ndaki sularda bulunan fiziksel parametreler, majör anyon ve katyonlar (değerler mg/l)

Örnek No	T (C°)	pH	Eİ	TDS	Bulanıklık	Sertlik	Ca	Mg	Na	K	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>
<b>I 1-1(kuyu)</b>	13.6	7.63	320	246	1	147.56	26.12	19.92	23.94	1.82	150	<25	10
<b>I 1-2 (kuyu)</b>	15.2	7.42	475	354	1	111.73	21.27	14.17	50.91	3.76	128.1	<25	40
<b>I 1-3 (kuyu)</b>	13.2	6.95	286	214	1	132.30	24.32	17.31	20.30	1.72	84.79	<25	<5
<b>I 1-4 (kuyu)</b>	14.1	6.89	384	287	0	185.98	31.31	26.12	23.15	1.72	122	<25	7
<b>I 1-5 (kuyu)</b>	14.7	7.42	361	272	1	103.92	18.73	13.80	45.72	3.07	106.14	<25	13
<b>I 1-6</b>	8.8	7.15	28	21	63	12.15	3.59	0.68	3.56	0.67	17.69	<25	<5
<b>I 1-7</b>	10.2	7.37	75	56	24	30.85	7.09	3.11	6.49	0.82	29.28	<25	<5
<b>I 1-8</b>	10.5	7.45	85	65	165	35.75	7.93	3.77	7.91	1.01	32.33	<25	<5
<b>I 1-9</b>	11.5	8.06	189	142	41	80.27	15.81	9.82	13.71	1.56	59.78	<25	<5
<b>I 1-10</b>	12.1	8.23	383	287	16	170.64	28.84	23.89	26.14	2.71	82.35	<25	6
<b>I 1-11</b>	11.6	8.01	343	257	5	145.10	27.66	18.40	27.75	1.86	86.62	<25	10
<b>I 1-12</b>	11.9	8.2	243	182	26	104.39	19.65	13.34	18.80	1.90	74.42	<25	<5

Tablo 3.13. İskefiye Havzası'ndaki sularda bulunan eser elementler (değerler mg/l)

Örnek No	Fe	Al	Cu	Pb	Mn	Co	Ni	Be	Cd	As	Cr	Sb	Ba	Bi	W	V
I 1-1 (kuyu)	0.020	0.039	0.061	0.038	0.355	0.001	0.098	0.003	0.002	0.001	0.001	0.003	-	0.034	0.002	0.017
I 1-2 (kuyu)	0.004	0.020	0.057	0.019	0.363	0.002	0.096	0.003	0.001	-	0.001	0.002	-	0.029	0.005	0.016
I 1-3 (kuyu)	0.011	0.028	0.058	0.044	0.350	0.002	0.098	0.003	0.001	0.001	0.001	0.002	-	0.008	0.003	0.016
I 1-4 (kuyu)	0.012	0.028	0.058	0.042	0.355	0.001	0.096	0.003	0.001	0.001	0.002	0.003	-	0.0001	0.003	0.020
I 1-5 (kuyu)	0.015	0.009	0.057	0.022	0.377	0.001	0.094	0.003	0.001	0.001	0.001	0.001	-	0.003	0.006	0.014
I 1-6	0.042	0.059	0.055	-	0.318	0.001	0.093	0.003	0.001	0.001	-	0.0001	0.004	-	0.004	0.008
I 1-7	0.030	0.058	0.057	0.013	0.316	0.001	0.095	0.003	0.002	0.001	-	0.002	0.001	0.003	0.010	0.010
I 1-8	0.070	0.098	0.057	0.006	0.322	0.001	0.094	0.003	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.003	0.009	0.011
I 1-9	0.036	0.069	0.056	0.015	0.343	0.001	0.096	0.003	0.001	0.001	0.001	0.001	-	-	0.003	0.015
I 1-10	0.010	0.028	0.057	0.048	0.358	0.001	0.092	0.003	0.001	0.001	0.001	0.001	-	0.008	0.006	0.029
I 1-11	0.011	0.027	0.057	0.033	0.354	0.002	0.093	0.003	0.001	-	0.001	0.002	-	0.003	-	0.034
I 1-12	0.060	0.045	0.057	0.024	0.350	0.001	0.093	0.003	0.002	0.001	0.001	0.002	-	-	0.008	0.019

Tablo 3.14. İskefiye Havzası'ndaki sulara bulunan kirlilik parametreleri (değerler mg/l)

Örnek No	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Cl <sub>2</sub>	F <sup>-</sup>	CN <sup>-</sup>	AKM	Tuzluluk
I 1-1 (kuyu)	0.2	1.6	<0.5	<0.5	-	<1	0.027	-	0.01
I 1-2 (kuyu)	0.19	0.72	<0.5	<0.5	-	<1	0.029	-	0.02
I 1-3 (kuyu)	0.18	0.96	<0.5	<0.5	-	<1	0.021	-	0.01
I 1-4 (kuyu)	0.18	2.19	<0.5	<0.5	-	<1	0.023	-	0.01
I 1-5 (kuyu)	0.21	0.45	<0.5	<0.5	-	<1	0.026	-	0.01
I 1-6	0.21	<0.1	<0.5	<0.5	-	<1	0.03	0.01	-
I 1-7	0.15	0.49	<0.5	<0.5	-	<1	0.028	0.01	-
I 1-8	0.25	1.7	<0.5	<0.5	<0.05	<1	0.024	0.02	-
I 1-9	0.25	1.67	<0.5	<0.5	<0.05	<1	0.03	0.01	-
I 1-10	0.21	1.81	<0.5	<0.5	<0.05	<1	0.024	0.01	-
I 1-11	0.18	2.3	<0.5	<0.5	<0.05	<1	0.024	0.01	-
I 1-12	0.23	1.45	<0.5	<0.5	<0.05	<1	0.029	0.02	-

İskefiye Havzası'ndan alınan su örneklerinin analiz sonuçları incelendiği, kıta içi su kaynaklarının sınıfları (2004)' na göre yeraltı sularına ait sular, T, pH, TDS, Na, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, F<sup>-</sup>, Fe, Al, Co, Cd, As, Cr ve Ba miktarlarına göre I. sınıf (yüksek kaliteli) sular, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, CN<sup>-</sup> ve Mn miktarlarına göre II. sınıf (az kirlenmiş) sular, Cu ve Ni miktarlarına göre III. sınıf (kirlenmiş) sular ve NO<sub>2</sub><sup>-</sup> miktarlarına göre IV. sınıf (çok kirlenmiş) sular sınıfında yer almaktadır. Ayrıca I 1-1, I 1-3, I 1-4 ve I 1-5 nolu sular Cl<sup>-</sup> miktarlarına göre I. sınıf (yüksek kaliteli) sular, I 1-2 nolu su Cl<sup>-</sup> ve Pb miktarlarına göre II. sınıf (az kirlenmiş) sular ve I 1-1, I 1-3, I 1-4 ve I 1-5 nolu sular Pb miktarlarına göre III. sınıf (kirlenmiş) sular sınıfında yer almaktadır.

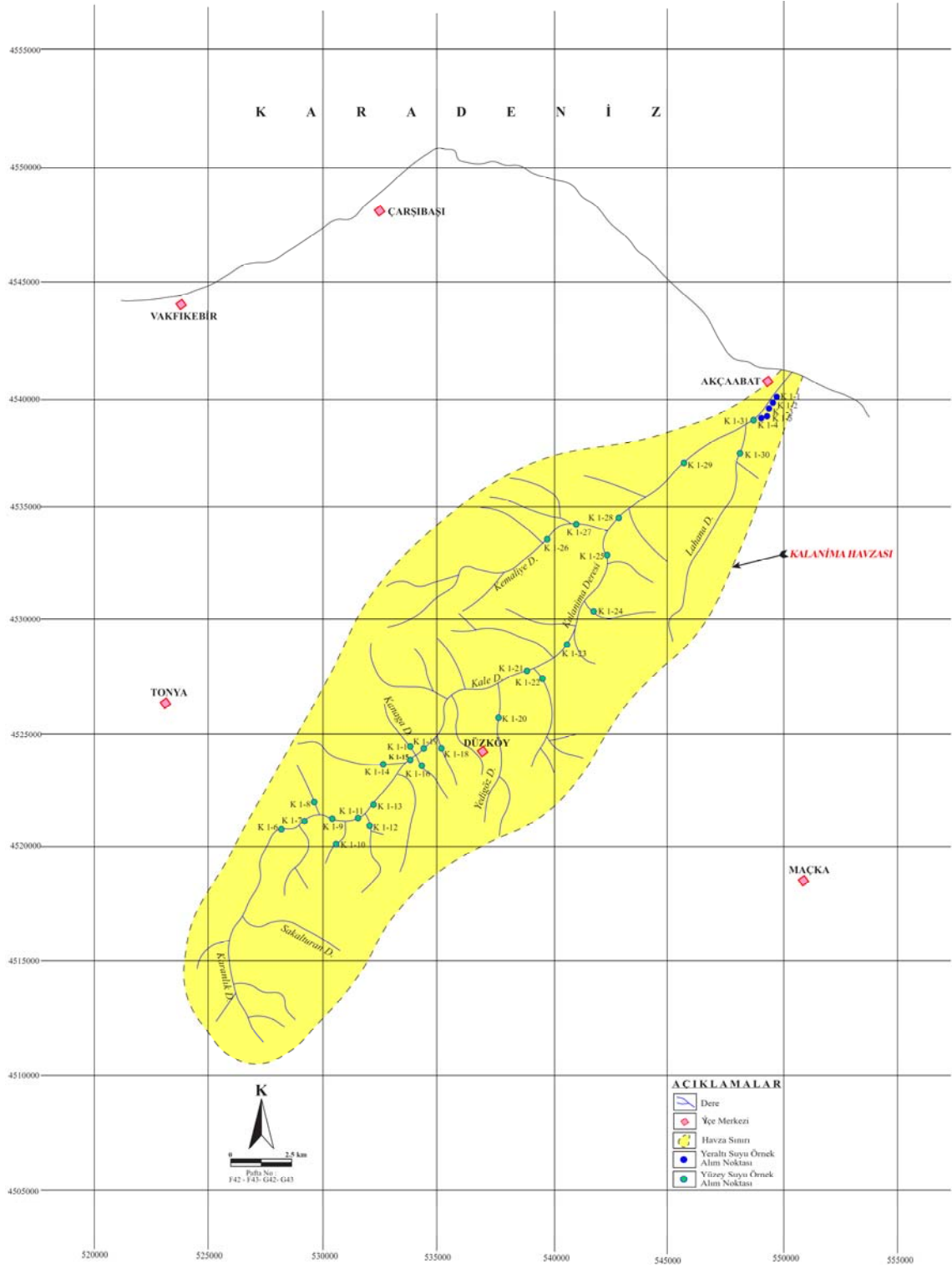
Kıta içi su kaynaklarının sınıfları (2004)' na göre İskefiye Deresi ve kollarına ait yüzey suları T, pH, TDS, Na, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, F<sup>-</sup>, Fe, Al, Co, Cd, As, Cr ve Ba miktarlarına göre I. sınıf (yüksek kaliteli) sular, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, CN<sup>-</sup> ve Mn miktarlarına göre II. sınıf (az kirlenmiş) sular, Cu ve Ni miktarlarına göre III. sınıf (kirlenmiş) sular ve NO<sub>2</sub><sup>-</sup> miktarlarına göre IV. sınıf (çok kirlenmiş) sular sınıfında yer almaktadır. Ayrıca I 1-8, I 1-9, I 1-10, I 1-11 ve I 1-12 nolu sular Cl<sub>2</sub>, I 1-8 nolu su Pb miktarına göre I. sınıf (yüksek kaliteli) sular, I 1-7 ve I 1-9 nolu sular Pb miktarlarına göre II. sınıf (az kirlenmiş) sular, I 1-11, I 1-12 ve I 1-13 nolu sular Pb miktarlarına göre III. sınıf (kirlenmiş) sular sınıfında yer almaktadır.

#### **3.3.2.4. Kalanima Havzası**

Trabzon ilinin batısında yer alan Kalanima Havzası (K), yaklaşık 272.78 km<sup>2</sup> lik havza alanı ile 1/100000 ölçekli Akçaabat F 42, F 43 ve Trabzon G 42, G 43 paftaları içerisinde bulunmaktadır. Havzanın ana akarsuyu Kalanima Deresi olup bu dere Kemaliye, Kale, Yedigöz, Kanaga, Sakalturan ve Karanlık Dere gibi irili ufaklı birçok yan kolla beslenmektedir.

Kalanima Havzası' nın su kalitesini belirlemek amacıyla Kalanima akiferinden 5 adet yeraltı suyu, Kalanima Deresi ve dereyi besleyen yan kollardan 26 adet yüzey suyu olmak üzere toplam 31 adet su örneği alınmıştır (Şekil 3.6).

Alınan su örneklerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri, iz element analiz sonuçları ve kirlilik parametreleri analiz sonuçları Tablo 3.15, 3.16 ve 3.17'de verilmiştir.



Şekil 3.6. Kalanima Havzası ve su örnekleme yapılan lokasyonlar

Tablo 3.15. Kalanima Havzası'ndaki sulara bulunan fiziksel parametreler, majör anyon ve katyonlar (değerler mg/l)

Örnek No	T(C°)	Ph	DO	Eİ	TDS	Bulanıklık	Sertlik	Ca	Mg	Na	K	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl
K 1-1 (Kuyu)	15.7	7.25	6.79	479	359.3	0	174.18	69.53	18.04	15.96	3.38	129.93	<25	11
K 1-2 (Kuyu)	14.1	7.62	7.61	468	351	0	163.09	65.09	18.81	15.90	3.81	132.98	<25	11
K 1-3 (Kuyu)	13.2	7.47	7.11	414	310.5	1	145.21	57.93	16.01	14.54	3.09	129.32	<25	11
K 1-4 (Kuyu)	14.6	7.16	4.35	589	441.8	1	205.03	81.89	24.17	20.50	3.84	131.76	<25	33
K 1-5 (Kuyu)	14.8	7.22	8.05	476	357	2	146.58	58.30	22.23	17.25	7.56	128.71	<25	5
K 1-6	5.8	7.8	10.78	128	96	266	44.78	17.64	3.66	6.05	2.45	80.52	<25	<5
K 1-7	6.9	8.08	9.1	354	265.5	293	140.65	55.97	6.84	11.43	6.08	95.77	<25	<5
K 1-8	6.8	8.09	10.07	450	337.5	416	178.89	71.39	11.10	14.70	7.23	137.86	<25	7
K 1-9	6.2	7.85	10.49	196	147	138	66.29	26.27	4.84	10.35	3.53	58.56	<25	<5
K 1-10	6.4	7.68	9.86	196	147	136	62.75	24.81	5.83	5.47	1.74	78.08	<25	<5
K 1-11	6.7	7.81	10.44	215	161.3	132	75.29	29.89	5.39	8.56	3.54	77.47	<25	<5
K 1-12	6.8	7.85	10.3	183	137.3	15	72.23	28.65	5.47	5.06	1.10	99.43	<25	<5
K 1-13	6.6	7.79	10.43	212	159	180	76.72	30.45	5.46	8.18	2.97	82.35	<25	<5
K 1-14	7.4	8.02	10.42	300	225	95	126.19	50.25	5.27	7.55	3.24	101.26	<25	<5
K 1-15	8	7.91	10.39	268	201	235	103.29	41.07	5.02	8.77	4.14	107.36	<25	37
K 1-16	7.8	7.87	10.27	192	144	155	76.85	30.48	3.64	6.00	1.73	83.57	<25	<5
K 1-17	7.1	7.87	10.46	228	171	170	83.35	33.11	5.43	8.06	3.08	73.81	<25	<5
K 1-18	8	7.99	10.16	262	196.5	192	102.90	40.96	6.68	7.92	2.05	98.82	<25	<5
K 1-19	7.5	7.88	10.5	248	186	488	82.79	32.88	5.32	7.94	3.45	95.16	<25	7
K 1-20	6.4	7.91	11.7	332	249	167	134.44	53.60	11.77	9.39	2.01	139.08	<25	5
K 1-21	5.2	7.87	11.93	227	170.3	110	94.01	37.39	5.26	6.97	0.91	76.86	<25	<5
K 1-22	5.1	7.78	11.88	246	184.5	37	97.59	38.80	6.17	9.19	2.37	93.94	<25	<5
K 1-23	5.9	7.82	11.83	254	190.5	54	95.18	37.84	6.51	9.40	2.05	89.06	<25	<5
K 1-24	6.7	8.04	11.43	284	213	32	109.25	43.46	7.94	11.69	1.75	95.16	<25	6
K 1-25	6.8	7.93	11.3	326	244.5	47	115.20	45.87	11.68	20.40	3.30	109.19	<25	<5
K 1-26	8.7	7.95	11.19	175	131.3	66	49.08	19.35	7.87	9.86	1.65	70.76	<25	<5
K 1-27	12.2	8.18	10.21	395	296.3	23	91.26	36.28	20.83	26.20	2.98	121.39	<25	6
K 1-28	9.4	8.15	11.07	274	205.5	75	96.39	38.34	8.58	12.21	2.51	92.11	<25	10
K 1-29	10.2	8.06	11.2	287	215.3	317	99.58	39.60	9.37	12.59	2.58	92.72	<25	<5
K 1-30	10.7	7.99	10.82	325	243.8	388	98.86	39.32	12.21	19.89	3.48	94.55	<25	<5
K 1-31	10.5	8.01	11.13	294	220.5	225	97.87	38.84	9.63	13.66	1.65	86.62	<25	<5



Tablo 3.16. Kalanima Havzası'ndaki sularda bulunan eser elementler (değerler mg/l)

Örnek No	Fe	Al	Cu	Pb	Mn	Co	Ni	Be	Cd	As	Cr	Sb	Ba	Bi	W	V
K 1-1 (Kuyu)	-	0.030	0.062	0.027	0.382	0.001	0.099	0.003	0.001	-	0.001	0.002	-	0.060	0.007	0.012
K 1-2 (Kuyu)	-	0.019	0.058	0.028	0.381	0.001	0.094	0.003	0.001	-	0.001	0.002	-	0.057	0.005	0.012
K 1-3 (Kuyu)	-	0.015	0.059	0.021	0.377	0.001	0.097	0.003	0.001	-	0.001	0.001	-	0.058	0.005	0.012
K 1-4 (Kuyu)	-	0.014	0.058	0.041	0.391	0.001	0.101	0.003	-	-	-	0.005	-	0.020	0.005	0.014
K 1-5 (Kuyu)	0.112	0.016	0.056	0.036	0.394	0.001	0.096	0.003	0.001	-	0.0001	0.004	-	0.064	0.006	0.011
K 1-6	0.033	0.124	0.058	0.010	0.351	0.001	0.094	0.003	0.001	0.001	0.0001	0.002	0.011	-	0.006	0.010
K 1-7	0.088	0.173	0.058	0.008	0.387	0.001	0.096	0.003	0.001	0.0002	0.0005	0.004	0.036	0.057	0.007	0.009
K 1-8	0.014	0.034	0.058	0.021	0.396	0.001	0.098	0.003	0.001	-	0.0001	0.002	0.051	0.058	0.009	0.010
K 1-9	0.024	0.046	0.057	0.011	0.358	0.001	0.094	0.003	0.001	0.001	0.0003	0.001	0.016	-	0.006	0.009
K 1-10	0.049	0.067	0.056	0.018	0.372	0.001	0.094	0.003	0.001	0.001	-	0.002	0.014	-	0.007	0.009
K 1-11	0.019	0.045	0.057	0.005	0.362	0.001	0.094	0.003	0.003	0.0003	0.0004	0.001	0.017	0.005	0.005	0.010
K 1-12	0.029	0.084	0.055	0.015	0.356	0.001	0.093	0.003	0.002	0.001	0.001	0.001	0.007	-	0.005	0.008
K 1-13	0.023	0.078	0.056	0.008	0.363	0.001	0.093	0.003	0.001	0.001	0.0003	0.001	0.017	-	0.009	0.009
K 1-14	0.040	0.100	0.057	0.011	0.375	0.001	0.096	0.003	0.001	-	0.001	0.002	0.026	0.024	0.006	0.008
K 1-15	0.040	0.107	0.056	0.005	0.369	0.001	0.097	0.003	0.002	-	0.0004	0.001	0.031	-	0.004	0.009
K 1-16	0.039	0.115	0.056	0.012	0.361	0.002	0.095	0.003	0.001	0.001	0.001	0.002	0.016	-	0.006	0.007
K 1-17	0.024	0.089	0.056	0.013	0.365	0.001	0.096	0.003	0.002	0.001	0.001	0.002	0.018	0.002	0.004	0.007
K 1-18	0.006	0.078	0.056	0.016	0.371	0.001	0.095	0.003	0.002	-	-	0.002	0.018	-	0.007	0.009
K 1-19	0.026	0.096	0.056	0.007	0.364	0.002	0.092	0.003	0.002	0.001	0.0003	0.0005	0.022	-	0.003	0.009
K 1-20	0.008	0.032	0.057	0.028	0.374	0.001	0.096	0.003	0.001	0.001	0.0005	0.0004	0.029	-	0.007	0.009
K 1-21	0.014	0.040	0.057	0.023	0.364	0.001	0.094	0.003	0.002	0.001	0.0004	0.001	-	0.002	0.005	0.009

Tablo 3.16'nin devamı.

Örnek No	Fe	Al	Cu	Pb	Mn	Co	Ni	Be	Cd	As	Cr	Sb	Ba	Bi	W	V
<b>K 1-22</b>	0.028	0.076	0.057	0.012	0.370	0.001	0.096	0.003	0.001	0.001	0.0005	0.001	0.017	0.0001	0.004	0.008
<b>K 1-23</b>	0.033	0.077	0.057	0.011	0.365	0.001	0.092	0.003	0.002	0.001	0.0004	0.001	0.018	-	0.008	0.009
<b>K 1-24</b>	0.037	0.084	0.058	0.007	0.370	0.002	0.095	0.003	0.001	0.0005	0.0004	0.002	0.001	-	0.005	0.011
<b>K 1-25</b>	0.021	0.061	0.057	0.013	0.373	0.001	0.097	0.003	0.001	-	0.001	0.001	0.016	-	0.008	0.010
<b>K 1-26</b>	0.047	0.051	0.057	0.017	0.346	0.001	0.094	0.003	0.003	0.0003	0.001	0.001	0.001	-	0.004	0.013
<b>K 1-27</b>	0.027	0.050	0.058	0.028	0.361	0.001	0.094	0.003	0.001	-	0.001	0.001	-	0.002	0.009	0.027
<b>K 1-28</b>	0.014	0.043	0.057	0.010	0.367	0.001	0.096	0.003	0.002	0.001	0.0001	0.002	0.013	-	0.005	0.012
<b>K 1-29</b>	0.031	0.065	0.057	0.022	0.369	0.001	0.098	0.003	0.003	-	0.0002	0.0004	0.010	0.0001	0.008	0.012
<b>K 1-30</b>	0.022	0.055	0.056	0.015	0.369	0.001	0.094	0.003	0.001	-	-	0.0005	0.002	0.001	0.004	0.014
<b>K 1-31</b>	0.077	0.120	0.059	0.023	0.371	0.001	0.100	0.003	0.001	-	0.001	0.001	0.011	-	0.007	0.011

Tablo 3.17. Kalanima Havzası'ndaki sulara bulunan kirlilik parametreleri (değerler mg/l)

Örnek No	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	KOİ	Cl <sub>2</sub>	F <sup>-</sup>	CN <sup>-</sup>	AKM	Tuzluluk
K 1-1 (Kuyu)	0.017	3.9	<0.5	1.4	13	-	<1	0.011	-	0.01
K 1-2 (Kuyu)	0.014	4.2	<0.5	2.45	27	-	<1	0.04	-	0.01
K 1-3 (Kuyu)	0.016	3	<0.5	3.5	45	-	<1	0.03	-	0.01
K 1-4 (Kuyu)	0.018	5.2	<0.5	1.55	39	-	<1	0.018	-	0.02
K 1-5 ( Kuyu)	0.016	2.9	<0.5	4.85	<10	-	<1	0.019	-	0.01
K 1-6	0.019	1.8	<0.5	3	61	<0.05	<1	0.013	0.06	-
K 1-7	0.02	3.5	<0.5	<0.5	21	-	<1	0.018	0.15	0.01
K 1-8	0.018	2.8	0.6	4.95	52	-	<1	0.019	0.25	0.01
K 1-9	0.019	1.3	<0.5	<0.5	22	-	<1	0.023	0.07	-
K 1-10	0.018	2.3	1.3	4.8	32	<0.05	<1	0.029	0.14	-
K 1-11	0.022	2.2	<0.5	4.75	<10	<0.05	<1	0.04	0.05	-
K 1-12	0.019	0.7	<0.5	5.1	<10	<0.05	<1	0.04	0.01	-
K 1-13	0.017	1.6	<0.5	4.8	62	-	<1	0.02	0.07	-
K 1-14	0.017	2.8	<0.5	5.1	25	<0.05	<1	0.011	0.08	0.01
K 1-15	0.019	2.1	<0.5	4.6	<10	<0.05	<1	0.04	0.11	0.01
K 1-16	0.024	<0.5	<0.5	3.8	38	<0.05	<1	0.04	0.09	-
K 1-17	0.022	2	<0.5	5	18	<0.05	<1	0.03	0.06	-
K 1-18	0.021	2.5	<0.5	5	>150	<0.05	<1	0.023	0.15	-
K 1-19	0.018	2.4	<0.5	3.95	>150	0.07	<1	0.028	0.12	-
K 1-20	0.015	1.9	<0.5	4.57	-	-	<1	0.017	0.01	0.01
K 1-21	0.016	2.9	<0.5	5.1	-	-	<1	0.016	0.01	-
K 1-22	0.025	1.75	<0.5	3.7	-	-	<1	0.029	0.01	-
K 1-23	0.016	1.3	<0.5	3.75	-	<0.05	<1	0.04	0.04	-
K 1-24	0.024	>2.69	<0.5	4.8	-	-	<1	0.026	0.01	0.01
K 1-25	0.027	2.56	<0.5	4.15	-	0.07	<1	0.013	0.02	0.01
K 1-26	0.025	1.63	<0.5	1.9	-	-	<1	0.022	0.01	-
K 1-27	0.016	>2.69	<0.5	4.25	-	-	<1	0.011	0.01	0.01
K 1-28	0.025	2.26	<0.5	5.05	-	-	<1	0.026	0.02	0.01
K 1-29	0.016	2.45	<0.5	4.8	-	-	<1	0.012	0.28	0.01
K 1-30	0.016	>2.69	<0.5	5.05	-	-	<1	0.015	0.02	0.01
K 1-31	0.017	2.47	<0.5	5.05	-	-	<1	0.024	0.02	0.01

Kalanima Havzası'ndan alınan su örneklerinin analiz sonuçları incelendiği, kıta içi su kaynaklarının sınıfları (2004)'na göre yeraltı sularına ait sular, T, pH, TDS, Na, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, F<sup>-</sup>, Fe, Al, Co, Cd, As, Cr ve Ba miktarlarına göre I. sınıf (yüksek kaliteli) sular, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, CN<sup>-</sup> ve Mn miktarlarına göre II. sınıf (az kirlenmiş) sular, Cu, Pb ve Ni miktarlarına göre III. sınıf (kirlenmiş) sular, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> miktarlarına göre IV. sınıf (çok kirlenmiş) sular sınıfında yer almaktadır. Ayrıca, K 1-5 nolu su DO, K 1-1, K 1-2, K 1-3 ve K 1-5 nolu sular Cl<sup>-</sup> ve NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, K 1-1 ve K 1-5 nolu sular KOİ miktarlarına göre I. sınıf (yüksek kaliteli)

sular, K 1-1, K 1-2 ve K 1-3 nolu sular DO, K 1-4 nolu su  $Cl^-$  ve  $NO_3^-$  ve K 1-2, K 1-3, K 1-4 nolu sular KOİ miktarlarına göre II. sınıf (az kirlenmiş) sular sınıfında yer almaktadır.

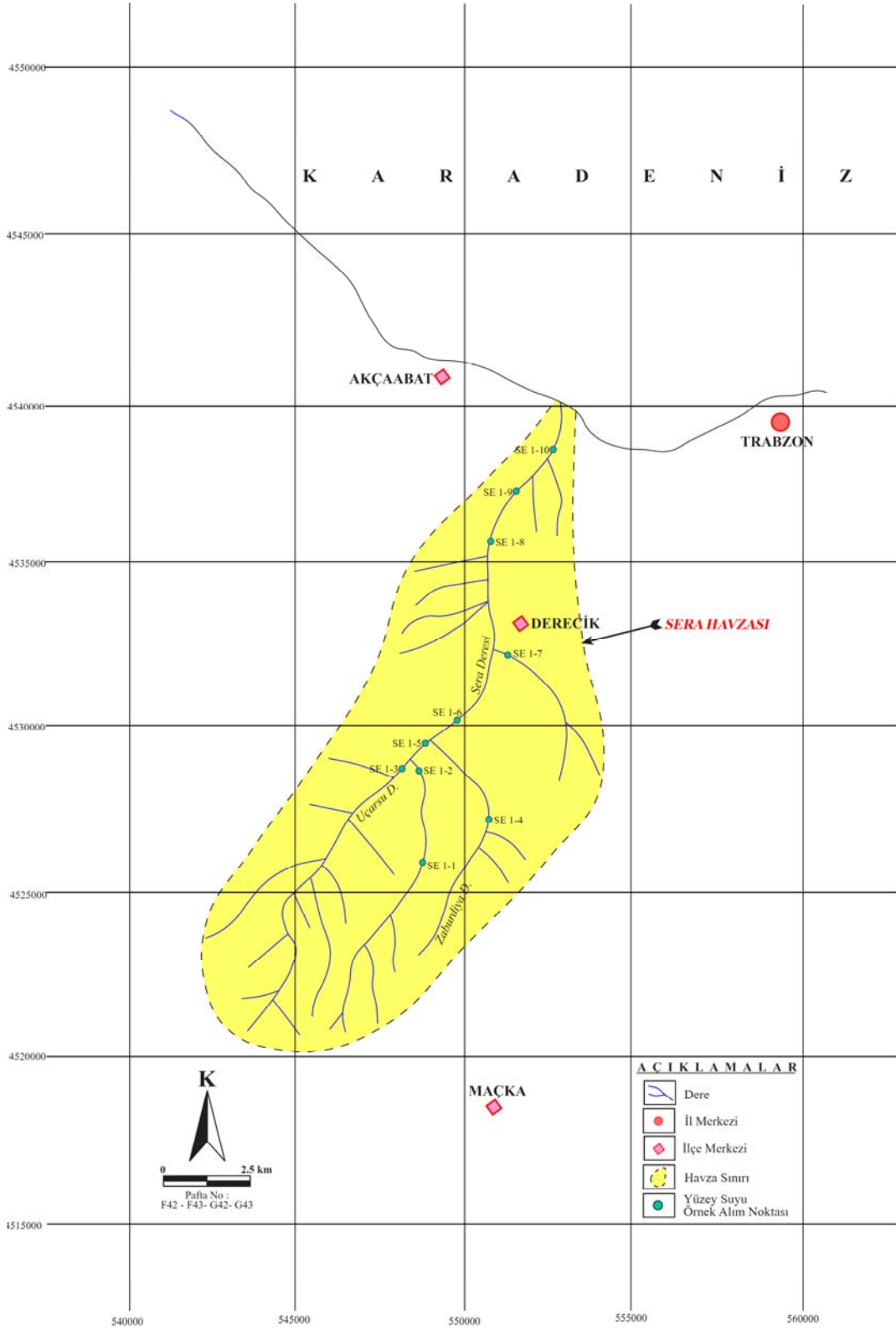
Kıta içi su kaynaklarının sınıfları (2004)' na göre Kalanima Deresi ve kollarına ait yüzey suları, T, pH, DO, TDS, Na,  $SO_4^{2-}$ ,  $NO_3^-$ ,  $F^-$ , Al, Co, Cd, As, Cr ve Ba miktarlarına göre I. sınıf (yüksek kaliteli) sular,  $CN^-$  ve Mn miktarlarına göre II. sınıf (az kirlenmiş) sular,  $NO_2^-$ , Cu ve Ni miktarlarına göre III. sınıf (çok kirlenmiş) sular sınıfında yer almaktadır. Ayrıca K 1-15 nolu su dışında kalan sular  $Cl^-$ , K 1-8 ve K 1-10 nolu sular dışında kalan sular  $NH_4^+$ , K 1-7, K 1-9, K 1-11, K 1-12, K 1-14, K 1-15 ve K 1-17 nolu sular KOİ, K 1-8, K 1-9, K 1-11, K 1-12, K 1-13, K 1-17, K 1-18, K 1-19, K 1-20, K 1-21, K 1-22, K 1-25, K 1-26, K 1-27 ve K 1-30 nolu sular Fe, K 1-6, K 1-7, K 1-9, K 1-11, K 1-13, K 1-14, K 1-15, K 1-19, K 1-24 ve K 1-28 nolu sular Pb miktarlarına göre I. sınıf (yüksek kaliteli) sular, K 1-15 nolu su  $Cl^-$ , K 1-7 ve K 1-9 nolu sular  $PO_4^{3-}$ , K 1-10 ve K 1-16 nolu sular KOİ, K 1-6, K 1-10, K 1-11, K 1-12, K 1-14, K 1-15, K 1-16, K 1-17, K 1-18 ve K 1-23 nolu sular  $Cl_2$ , Fe miktarlarına göre I. sınıf sular dışında kalan sular Fe, ve K 1-10, K 1-12, K 1-16, K 1-17, K 1-18, K 1-22, K 1-23, K 1-25, K 1-26 ve K 1-30 nolu sular Pb miktarlarına göre II. sınıf (az kirlenmiş) sular, K 1-10 nolu su  $NH_4^+$ , K 1-6, K 1-8 ve K 1-10 nolu sular KOİ ve K 1-8, K 1-20, K 1-21, K 1-27, K 1-29 ve K 1-31 nolu sular Pb miktarlarına göre III. sınıf (çok kirlenmiş) sular,  $Cl_2$  miktarlarına göre K 1-19 ve K 1-25 nolu sular  $Cl_2$ , K 1-7 ve K 1-9 nolu sular dışında kalan sular  $PO_4^{3-}$ , K 1-18 ve K 1-19 nolu sular KOİ miktarlarına göre IV. sınıf (çok kirlenmiş) sular sınıfında yer almaktadır.

### 3.3.2.5. Sera Havzası

Trabzon ilinin batısında yer alan Sera Havzası (SE), yaklaşık 121.1 km<sup>2</sup> lik havza alanı ile 1/100000 ölçekli Akçaabat F 42, F 43 ve Trabzon G 42, G 43 paftaları içerisinde bulunmaktadır. Havzanın ana akarsuyu Sera Deresi olup bu dere Zaburdiya ve Uçarsu Dereleri gibi irili ufaklı birçok yan kolla beslenmektedir.

Sera Havzası' nın su kalitesini belirlemek amacıyla Sera Deresi ve dereyi besleyen yan kollardan 10 adet yüzey suyu örneği alınmıştır (Şekil 3.7).

Alınan su örneklerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri, iz element analiz sonuçları ve kirlilik parametreleri analiz sonuçları Tablo 3.18, 3.19 ve 3.20'de verilmiştir.



Şekil 3.7. Sera Havzası ve su örnekleme yapılan lokasyonlar

Tablo 3.18. Sera Havzası'ndaki sularda bulunan fiziksel parametreler, majör anyon ve katyonlar (değerler mg/l)

Örnek No	T (C°)	pH	DO	Eİ	TDS	Bulanıklık	Sertlik	Ca	Mg	Na	K	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl
SE 1-1	5.1	7.48	13.28	107	60	86	50.22	15.05	2.92	4.26	0.94	46.36	<25	13
SE 1-2	5.2	8.04	13.27	114	58	38	52.03	16.62	2.40	4.44	1.55	48.80	<25	12
SE 1-3	6	8.06	12.9	124	93	17	57.20	17.31	3.24	5.05	0.91	42.70	<25	15
SE 1-4	5.6	8	13.02	148	111	407	63.05	18.63	3.85	6.89	1.75	49.41	<25	18
SE 1-5	5.7	8.12	13.24	120	90	35	54.25	17.17	2.60	4.36	1.30	49.41	<25	13
SE 1-6	5.9	8.07	13.07	132	99	96	57.57	17.85	3.00	5.07	1.50	58.56	<25	13
SE 1-7	7.7	8.17	12.83	296	222	73	123.68	37.44	7.18	16.47	2.94	104.31	<25	21
SE 1-8	7.3	8.13	12.37	177	132.75	227	76.55	23.34	4.28	8.17	1.87	59.78	<25	19
SE 1-9	9.4	8.22	12.66	201	150.75	90	4.58	1.32	0.15	0.23	0.27	58.56	<25	19
SE 1-10	7.7	8.56	13.4	207	155.25	77	92.36	27.51	5.59	9.49	1.99	8.54	<25	18

Tablo 3.19. Sera Havzası'ndaki sularda bulunan eser elementler (değerler mg/l)

Örnek No	Fe	Al	Cu	Pb	Mn	Co	Ni	Be	Cd	As	Cr	Sb	Bi	Mo	W	V
SE 1-1	0.022	0.060	0.056	-	0.344	0.001	0.094	0.003	0.002	0.0001	-	0.001	0.034	0.002	0.004	0.01
SE 1-2	0.039	0.083	0.058	0.004	0.346	0.001	0.096	0.003	0.002	-	0.0001	-	-	0.003	0.004	0.01
SE 1-3	0.018	0.050	0.058	-	0.346	0.0004	0.096	0.003	0.002	-	-	-	0.029	0.003	0.005	0.007
SE 1-4	0.038	0.042	0.059	0.006	0.350	0.00004	0.099	0.003	0.002	-	-	-	0.063	0.002	0.005	0.008
SE 1-5	0.029	0.083	0.058	-	0.348	0.0002	0.112	0.003	0.002	-	-	-	0.006	0.003	0.003	0.007
SE 1-6	0.023	0.036	0.057	-	0.348	0.001	0.100	0.003	0.002	0.001	-	-	-	0.003	0.004	0.009
SE 1-7	0.025	0.061	0.058	-	0.373	-	0.098	0.003	0.001	-	-	-	0.060	0.004	0.002	0.009
SE 1-8	0.027	0.032	0.056	0.0001	0.357	0.001	0.095	0.003	0.002	-	-	-	-	0.002	-	0.010
SE 1-9	0.025	0.038	0.057	0.001	0.329	0.001	0.108	0.003	0.001	-	-	-	0.003	0.004	0.001	0.011
SE 1-10	0.031	0.043	0.058	0.002	0.369	0.0005	0.098	0.003	0.003	-	0.0005	-	0.002	0.003	0.001	0.011

Tablo 3.20. Sera Havzası'ndaki sulara bulunan kirlilik parametreleri (değerler mg/l)

Örnek No	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Cl <sub>2</sub>	F <sup>-</sup>	CN <sup>-</sup>	AKM	Tuzluluk
SE 1-1	0.019	2.7	<0.5	<0.5	0.08	<1	0.024	0.01	-
SE 1-2	0.02	1.7	<0.5	<0.5	<0.05	<1	0.03	0.03	-
SE 1-3	0.016	2.6	<0.5	<0.5	-	<1	0.025	0.01	-
SE 1-4	0.016	3.7	<0.5	<0.5	-	<1	0.026	0.84	-
SE 1-5	0.016	2.1	<0.5	<0.5	-	<1	0.028	0.01	-
SE 1-6	0.022	2.2	<0.5	<0.5	<0.05	<1	0.021	0.02	-
SE 1-7	0.016	4.7	<0.5	<0.5	0.058	<1	0.029	0.01	0.01
SE 1-8	0.017	3.5	<0.5	<0.5	<0.05	0.042	0.017	0.01	-
SE 1-9	0.022	2.3	<0.5	<0.5	<0.05	<1	0.027	0.01	-
SE 1-10	0.021	2.5	<0.5	<0.5	<0.05	<1	0.029	0.01	-

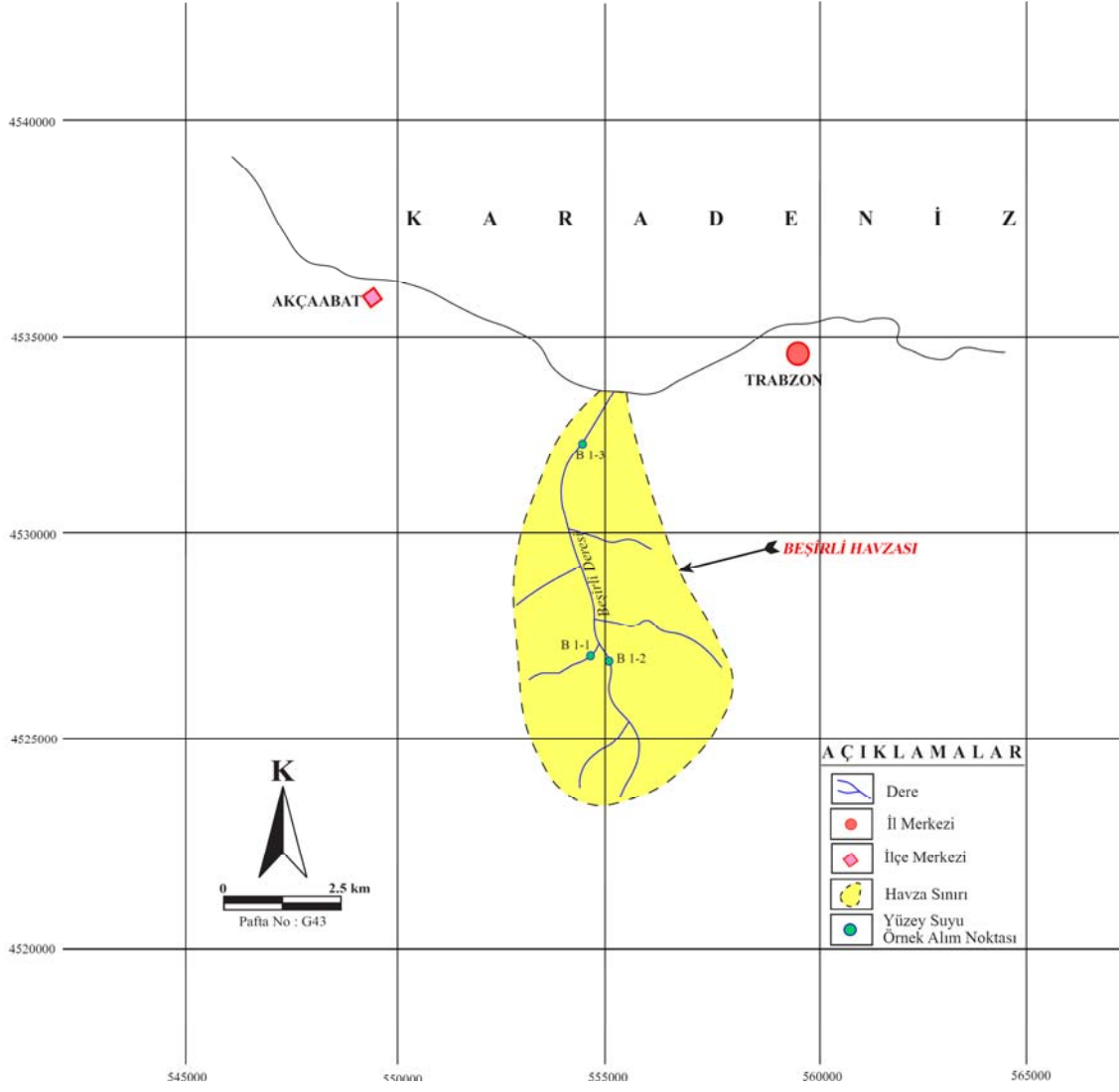
Sera Havzası'ndan alınan su örneklerinin analiz sonuçları incelendiği, kıta içi su kaynaklarının sınıfları (2004)' na göre yüzey sularına ait sular, T, pH, DO, TDS, Na, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, F<sup>-</sup>, Fe, Al, Pb, Co, Cd, As, Cr ve Ba miktarlarına göre I. sınıf (yüksek kaliteli) sular, CN<sup>-</sup> ve Mn miktarlarına göre II. sınıf (az kirlenmiş) sular, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, Cu ve Ni miktarlarına göre III. sınıf (kirlenmiş) sular sınıfında yer almaktadır. Ayrıca SE 1-2, SE 1-6, SE 1-8, SE 1-9 ve SE 1-10 nolu sular Cl<sub>2</sub> miktarlarına göre II. sınıf (az kirlenmiş) sular, SE 1-7 nolu su ise Cl<sub>2</sub> miktarlarına göre IV. sınıf (çok kirlenmiş) sular sınıfında yer almaktadırlar.

### 3.3.2.6. Beşirli Havzası

Trabzon ilinin batısında yer alan Beşirli Havzası (B), yaklaşık 20.5 km<sup>2</sup> lik havza alanı ile 1/100000 ölçekli Trabzon G 43 paftası içerisinde bulunmaktadır. Çalışma alanındaki en küçük alana sahip havzanın ana akarsuyu Beşirli Deresi olup, bu dere birkaç mevsimlik yan kolla beslenmektedir.

Beşirli Havzası' nın su kalitesini belirlemek amacıyla Beşirli Deresi ve dereyi besleyen yan kollardan 3 adet yüzey suyu örneği alınmıştır (Şekil 3.8).

Alınan su örneklerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri, iz element analiz sonuçları ve kirlilik parametreleri analiz sonuçları Tablo 3.21, 3.22 ve 3.23'de verilmiştir.



Şekil 3.8. Beşirli Havzası ve su örnekleme yapılan lokasyonlar



Tablo 3.21. Beşirli Havzası'ndaki sularda bulunan fiziksel parametreler, majör anyon ve katyonlar (değerler mg/l)

Örnek No	T (C°)	Ph	DO	Eİ	TDS	Bulanıklık	Sertlik	Ca	Mg	Na	K	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>
B 1-1	8.5	8.64	12.72	334	250.5	155	142.03	40.72	9.63	21.79	4.87	104.31	<25	21
B 1-2	7.6	8.4	13.44	301	225.75	90	128.11	35.45	9.45	24.30	4.87	72.59	<25	23
B 1-3	8.4	8.53	13.14	366	274.5	177	161.71	45.08	11.67	24.24	4.54	93.94	<25	<5

Tablo 3.22. Beşirli Havzası'ndaki sularda bulunan eser elementler (değerler mg/l)

Örnek No	Fe	Al	Cu	Pb	Mn	Co	Ni	Be	Cd	Cr	Ba	Bi	Mo	W	V
B 1-1	0.071	0.166	0.058	0.016	0.369	0.0003	0.095	0.003	0.002	0.00001	0.003	0.060	0.003	0.003	0.011
B 1-2	0.053	0.122	0.059	0.012	0.365	0.0005	0.100	0.003	0.0004	-	0.018	0.063	0.003	0.001	0.010
B 1-3	0.293	0.446	0.060	0.022	0.385	0.001	0.098	0.003	0.001	0.001	0.014	0.052	0.002	0.005	0.011

Tablo 3.23. Beşirli Havzası'ndaki sularda bulunan kirlilik parametreleri (değerler mg/l)

Örnek No	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>	Cl <sub>2</sub>	F <sup>-</sup>	CN <sup>-</sup>	AKM	Tuzluluk
B 1-1	0.022	3.9	<0.5	0.169	-	0.14	0.028	0.01	0.01
B 1-2	0.023	3.4	<0.5	2.69	-	<1	0.029	0.01	-
B 1-3	0.023	4.1	<0.5	0.94	0.055	<1	0.02	0.07	-

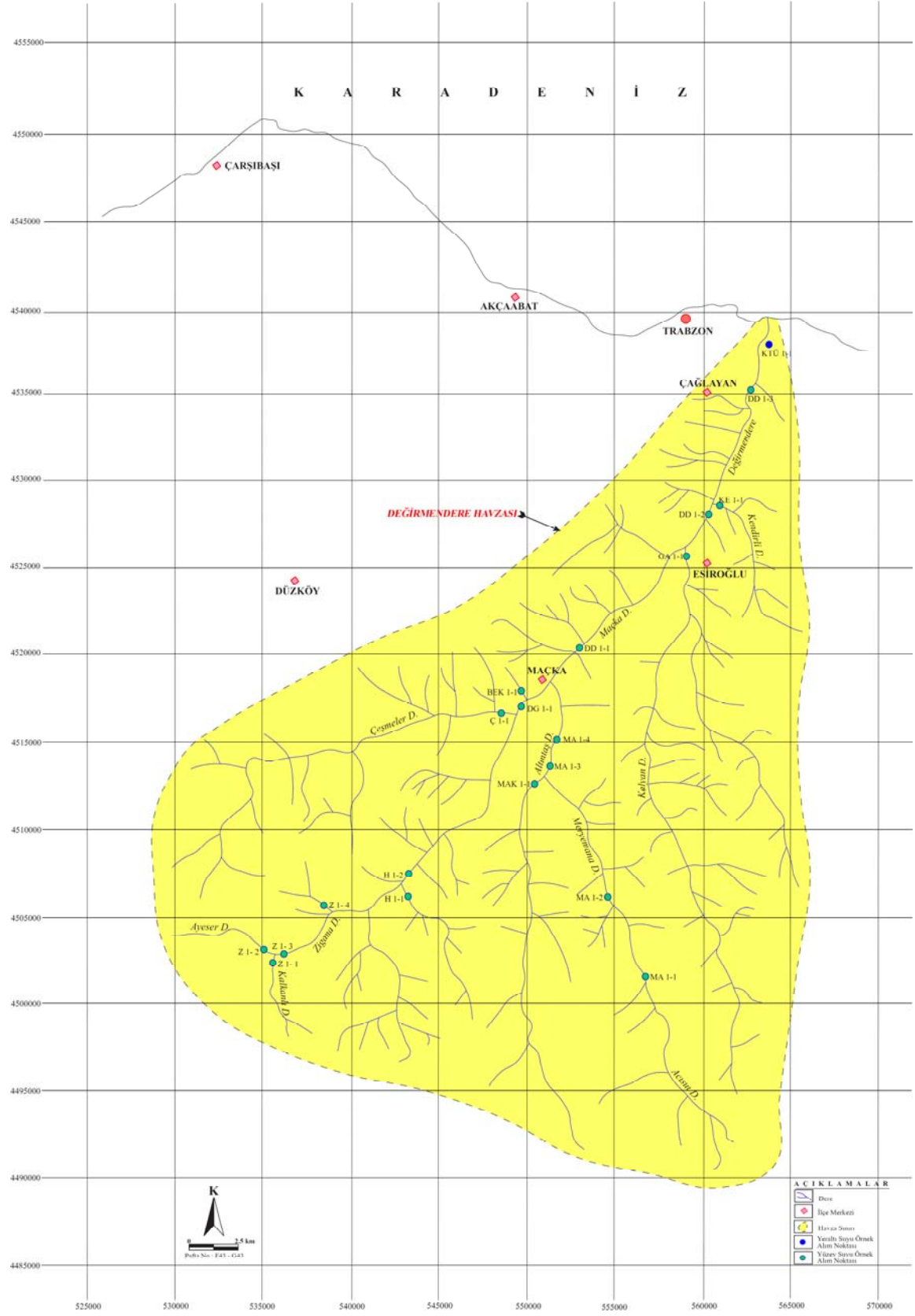
Beşirli Havzası'ndan alınan su örneklerinin analiz sonuçları incelendiği, kıta içi su kaynaklarının sınıfları (2004)' na göre yüzey sularına ait sular, T, pH, DO, TDS, Na,  $SO_4^{2-}$ ,  $Cl^-$ ,  $NO_3^-$ ,  $NH_4^+$ ,  $F^-$ , Fe, Co, Cd, As, Cr ve Ba miktarlarına göre I. sınıf (yüksek kaliteli) sular,  $CN^-$  ve Mn miktarlarına göre miktarlarına göre II. sınıf (az kirlenmiş) sular,  $NO_2^-$ , Cu ve Ni miktarlarına göre III. sınıf (kirlenmiş) sular yer almaktadır. Ayrıca B 1-1 ve B 1-2 nolu sular Al miktarlarına göre I. sınıf (yüksek kaliteli) sular, B 1-3 nolu su Al, B 1-1 ve B 1-2 nolu sular Pb miktarlarına göre II. sınıf (az kirlenmiş) sular, B 1-1 nolu su  $PO_4^{3-}$  ve B 1-3 nolu su Pb miktarlarına göre III. sınıf (kirlenmiş) sular, B 1-3 nolu su  $Cl_2$ , B 1-2 ve B 1-3 nolu sular  $PO_4^{3-}$  miktarlarına göre IV. sınıf (çok kirlenmiş) sular sınıfında yer almaktadır.

### 3.3.2.7. Değirmendere Havzası

Trabzon ilinde yer alan Değirmendere Havzası, yaklaşık 977.96 km<sup>2</sup> lik havza alanı ile 1/100000 ölçekli Akçaabat F 43 ve Trabzon G 43 paftaları içerisinde bulunmaktadır. Havzanın ana akarsuyu Değirmendere olup bu dere Zigana, Ayeser, Maçka, Çeşmeler, Acısu, Altıntaş, Kalya, Bekçiler ve Kendirli Dereleri gibi bir çok yan kolla beslenmektedir.

Değirmendere Havzası' nın su kalitesini belirlemek amacıyla Değirmendere akiferinden 1 adet yeraltı suyu, Kalanima Deresi ve dereyi besleyen yan kollardan 19 adet yüzey suyu olmak üzere toplam 20 adet su örneği alınmıştır (Şekil 3.9).

Alınan su örneklerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri, iz element analiz sonuçları ve kirlilik parametreleri analiz sonuçları Tablo 3.24, 3.25 ve 3.26'da verilmiştir.



Şekil 3.9. Değirmendere Havzası ve su örnekleme yapılan lokasyonlar

Tablo 3.24. Değirmendere Havzası'ndaki sularda bulunan fiziksel parametreler, majör anyon ve katyonlar (değerler mg/l)

Örnek No	T (C°)	pH	DO	Eİ	TDS	Bulanıklık	Sertlik	Ca	Mg	Na	K	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>
MA 1-1	2.1	7.55	10.9	113	84	9	55.98	16.15	3.66	4.48	1.17	95.16	<25	<5
MA 1-2	3	7.39	10.77	117	113	6	56.24	16.04	3.79	4.35	0.70	43.31	25	<5
MAK 1-1	6.1	7.73	10.8	165	122	7	78.23	23.12	4.84	4.62	0.95	153.72	<25	<5
MA 1-3	5.5	7.78	11.01	153	117	6	82.77	24.65	5.02	4.74	0.93	65.27	<25	<5
MA 1-4	6	7.89	10.9	160	122	7	86.71	25.79	5.28	4.68	0.97	70.15	<25	<5
BEK 1-1	6.4	8.06	10.99	322	245	7	178.92	55.75	9.51	7.38	1.10	92.11	<25	<5
DD 1-1	6.9	7.99	11.25	265	209	12	58.39	17.63	3.34	6.51	1.75	247.17	28	<5
GA 1-1	7	8.1	11.66	190	146	26	94.56	28.16	5.74	5.69	1.21	62.83	<25	<5
DD 1-2	7.4	8.25	12.35	247	192	15	141.87	44.04	7.60	7.14	1.46	82.96	<25	<5
KE 1-1	6.8	7.74	11.4	132	105	22	126.01	38.44	7.14	8.27	1.38	64.66	<25	<5
DD 1-3	7.7	8.11	11.54	251	198	58	122.14	37.27	6.92	8.08	1.30	108.53	25	<5
Z 1-1	6.1	7.31	10.96	76	55	50	55.98	10.69	2.78	2.12	1.07	34.16	<25	<5
Z 1-2	4.4	7.79	11.22	102	73	28	56.24	11.64	3.67	3.89	1.61	35.99	<25	<5
Z 1-3	5.5	7.6	11.01	92	69	22	78.23	11.12	3.21	2.98	1.37	46.36	<25	<5
Z 1-4	6.4	7.99	11.07	75	55	10	82.77	10.32	2.87	2.28	0.83	37.21	<25	<5
H 1-1	7.4	7.99	11.66	81	58	11	86.71	11.97	2.06	2.91	1.12	27.45	<25	<5
H 1-2	8.6	8.15	11.64	204	151	716	178.92	32.05	5.69	4.87	2.93	74.42	29	11
Ç 1-2	7.6	8.04	12.68	115	85	27	58.39	18.37	2.50	2.99	1.14	49.41	<25	<5
DG 1-1	8.4	8.25	12.38	168	123	216	94.56	26.87	4.30	4.09	1.86	68.93	<25	<5
KTU K 1-1	14.8	7.58	5	521	380	0	141.87	90.28	12.18	19.92	2.30	177.51	<25	25

Tablo 3.25. Değirmendere Havzası'ndaki sulara bulunan eser elementler (değerler mg/l)

Örnek No	Fe	Al	Cu	Pb	Mn	Co	Ni	Be	Cd	As	Cr	Ba	Bi	Mo	W	V
MA 1-1	0.009	0.015	0.056	-	0.346	0.0000	0.096	0.003	0.002	0.001	-	0.011	-	0.002	0.001	0.009
MA 1-2	-	0.019	0.055	0.005	0.344	-	0.095	0.003	0.003	0.0005	-	0.013	0.007	0.003	0.004	0.008
MAK 1-1	-	0.024	0.056	-	0.352	-	0.097	0.003	0.003	0.0001	-	0.010	0.003	0.003	0.004	0.008
MA 1-3	-	0.023	0.056	0.008	0.353	0.0003	0.097	0.003	0.002	0.0004	-	0.014	0.003	0.002	0.003	0.008
MA 1-4	-	0.023	0.055	0.008	0.354	0.0000	0.093	0.003	0.001	-	-	0.013	0.005	0.004	0.002	0.008
BEK 1-1	-	0.016	0.057	0.003	0.380	0.0003	0.098	0.003	0.001	-	0.0003	0.030	0.030	0.002	0.005	0.007
DD 1-1	-	0.023	0.058	0.009	0.348	0.001	0.098	0.003	0.003	-	0.0002	0.022	0.031	0.003	0.004	0.008
GA 1-1	0.004	0.030	0.059	0.008	0.359	0.0003	0.098	0.003	0.001	-	0.00002	0.018	0.029	0.003	0.005	0.008
DD 1-2	0.013	0.070	0.057	0.017	0.374	0.002	0.103	0.003	0.002	-	-	0.020	0.062	0.003	0.003	0.006
KE 1-1	0.020	0.046	0.059	-	0.372	0.0001	0.104	0.003	0.003	0.001	0.0001	0.011	-	0.003	0.004	0.008
DD 1-3	0.010	0.066	0.059	0.015	0.370	0.001	0.101	0.003	0.002	-	0.0002	0.019	-	0.002	0.002	0.007
Z 1-1	0.028	0.101	0.057	-	0.325	-	0.100	0.003	0.002	0.001	0.00001	0.023	0.001	0.003	0.002	0.007
Z 1-2	0.101	0.322	0.057	0.011	0.330	-	0.096	0.003	0.002	0.001	-	0.052	0.002	0.002	0.003	0.007
Z 1-3	0.031	0.112	0.057	0.004	0.326	0.0004	0.097	0.003	0.001	0.001	0.0002	0.037	-	0.002	0.000	0.006
Z 1-4	0.044	0.129	0.056	-	0.322	-	0.096	0.003	0.002	0.0001	0.0004	0.023	-	0.002	0.003	0.008
H 1-1	0.017	0.056	0.056	-	0.323	0.001	0.094	0.003	0.003	0.001	0.0003	0.014	0.005	0.002	0.006	0.006
H 1-2	0.014	0.043	0.059	-	0.403	0.0001	0.100	0.003	0.001	0.001	0.0002	0.020	-	0.004	0.004	0.007
Ç 1-2	0.031	0.059	0.056	0.001	0.348	0.001	0.093	0.003	0.003	0.001	0.0001	0.006	0.007	0.004	0.004	0.007
DG 1-1	0.018	0.041	0.058	-	0.367	0.0001	0.097	0.003	0.002	0.001	0.001	0.012	-	0.001	0.001	0.008
KTU K 1-1	-	0.011	0.059	0.010	0.396	0.0002	0.102	0.003	-	-	-	0.007	0.063	0.003	0.004	0.009

Tablo 3.26. Değirmendere Havzası'ndaki sulara bulunan kirlilik parametreleri (değerler mg/l)

Örnek No	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	KOİ	Cl <sub>2</sub>	F <sup>-</sup>	CN <sup>-</sup>	AKM	Tuzluluk
MA 1-1	0.13	0.7	<0.5	<0.5	<10	<0.05	<0.04	<0.01	-	-
MA 1-2	0.08	1.7	<0.5	<0.5	<10	<0.05	<0.04	0.02	-	-
MAK 1-1	0.08	2.3	<0.5	<0.5	<10	<0.05	<0.04	0.02	-	-
MA 1-3	0.07	1.6	<0.5	<0.5	<10	<0.05	0.13	<0.01	-	-
MA 1-4	0.08	1.8	<0.5	<0.5	<10	<0.05	0.05	0.01	-	-
BEK 1-1	0.08	3.2	<0.5	<0.5	<10	<0.05	<0.04	<0.01	-	-
DD 1-1	0.09	1.9	<0.5	<0.5	<10	<0.05	<0.04	<0.01	-	-
GA 1-1	0.09	1.8	<0.5	<0.5	<10	<0.05	<0.04	0.05	-	-
DD 1-2	0.09	1.3	<0.5	<0.5	<10	<0.05	0.15	0.02	-	-
KE 1-1	0.09	2.6	<0.5	<0.5	<10	<0.05	<0.04	0.01	-	-
DD 1-3	0.09	2.1	<0.5	<0.5	<10	<0.05	<0.04	<0.01	-	-
Z 1-1	0.023	<0.5	<0.5	<0.5	<10	0.05	>1.5	<0.01	0.01	-
Z 1-2	0.023	<0.5	<0.5	<0.5	<10	0.06	0.113	<0.01	0.05	-
Z 1-3	0.027	<0.5	<0.5	<0.5	<10	0.09	0.127	<0.01	0.03	-
Z 1-4	0.035	<0.5	12.4	<0.5	<10	<0.05	0.12	<0.01	0.01	-
H 1-1	0.031	<0.5	<0.5	<0.5	<10	0.09	0.13	<0.01	0.03	-
H 1-2	0.032	<0.5	<0.5	<0.5	<10	0.64	0.043	0.03	0.16	-
Ç 1-2	0.027	<0.5	<0.5	<0.5	<10	<0.05	0.119	<0.01	0.09	-
DG 1-1	0.032	<0.5	<0.5	<0.5	<10	0.13	0.076	<0.01	0.29	-
KTU K 1-1	0.027	<0.5	<0.5	<0.5	<10	<0.05	0.152	<0.01	-	0.02

Değirmendere Havzası'ndan alınan su örneklerinden MA 1'ler Meryemana deresini, GA1 Galyan Deresini, KE1 Kendirli deresini, H1 Hamsiköy deresini, BEK1 Bekçiler deresini, Ç1 Çağlayan deresini, DD1 ve DG1 Değirmendere'yi temsil etmektedir.

Değirmendere Havzası'ndan alınan su örneklerinin analiz sonuçları incelendiği, kıta içi su kaynaklarının sınıfları (2004)'na göre KTÜ kuyusundan alınan yeraltı suyu, T, pH, TDS, Na, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, KOİ, F<sup>-</sup>, CN<sup>-</sup>, Fe, Al, Pb, Co, Cd, As, Cr ve Ba miktarlarına göre I. sınıf (yüksek kaliteli) sular, Cl<sub>2</sub> miktarına göre II. sınıf (az kirlenmiş) sular ve DO miktarına göre III. sınıf (çok kirlenmiş) sular sınıfında yer almaktadır.

Kıta içi su kaynaklarının sınıfları (2004)'na göre Değirmendere ve kollarına ait yüzey suları, T, pH, DO, TDS, Na, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, KOİ, Fe, Co, Cd, As, Cr ve Ba miktarlarına göre I. sınıf (yüksek kaliteli) sular, Mn miktarlarına göre II. sınıf (az kirlenmiş) sular, Cu ve Ni miktarlarına göre III. sınıf (çok kirlenmiş) sular sınıfında yer almaktadır. Ayrıca Z 1-4 nolu su dışında kalan sular NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Z 1-1 nolu su dışında kalan sular F<sup>-</sup>, Z 1-2 nolu su dışında kalan sular Al, Z 1-2, DD 1-2 ve DD 1-3 nolu sular dışında kalan sular Pb, MA 1-

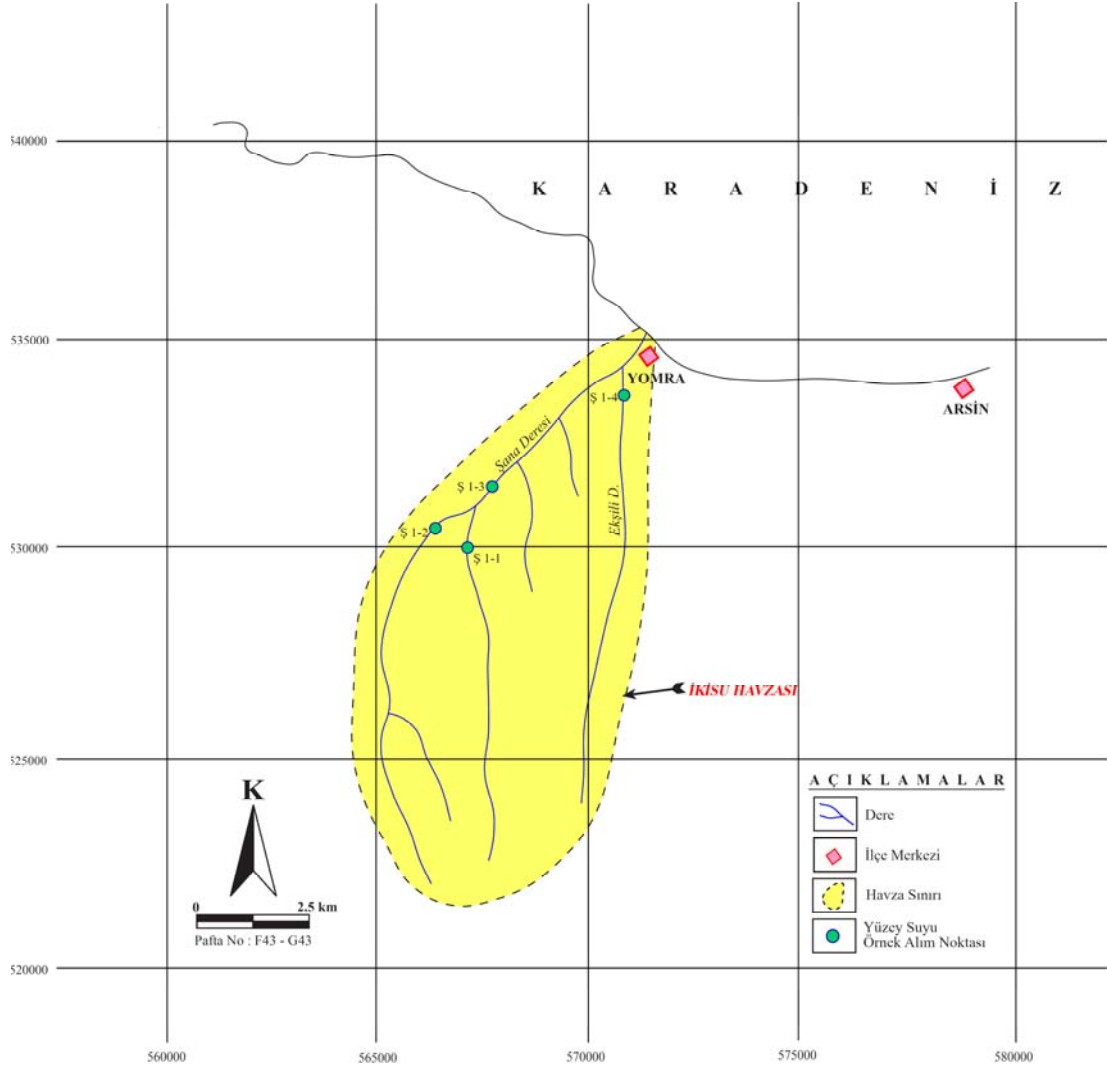
2, MAK 1-1, GA 1-1, DD 1-2 ve H 1-2 nolu sular dışında kalan sular ise  $\text{CN}^-$  miktarlarına göre miktarlarına göre I. sınıf (yüksek kaliteli) sular, Z 1-1, Z 1-2, Z 1-3, H 1-1, H 1-2 ve DG 1-1 nolu sular dışında kalan sular  $\text{Cl}_2$ , MA 1-2, MAK 1-1, GA 1-1, DD 1-2 ve H 1-2 nolu sular  $\text{CN}^-$ , Z 1-2, DD 1-2 ve DD 1-3 nolu sular Pb miktarlarına göre II. sınıf (az kirlenmiş) sular, Z 1-1, Z 1-2, Z 1-3, Z 1-4, Z 1-4, H 1-1, H 1-2, Ç 1-2 ve DG 1-1 nolu sular  $\text{NO}_2^-$ , Z 1-1 nolu su  $\text{Cl}_2$ , Z 1-2 nolu su Al miktarına göre III. sınıf (kirlenmiş) sular, Z 1-4 nolu su  $\text{NH}_4^+$ , Z 1-1 nolu su  $\text{F}^-$ , MA 1-1, MA 1-2, MAK 1-1, MA 1-3, MA 1-4, BEK 1-1, DD 1-1, GA 1-1, DD 1-2, KE 1-1 ve DD 1-3 nolu sular  $\text{NO}_2^-$  miktarlarına göre IV. sınıf (çok kirlenmiş) sular sınıfında yer almaktadır.

### 3.3.2.8. İkisu Havzası

Trabzon ilinde yer alan İkisu Havzası (Ş), yaklaşık  $57.66 \text{ km}^2$  lik havza alanı ile 1/100000 ölçekli Akçaabat F 43 ve Trabzon G 43 paftaları içerisinde bulunmaktadır. Havzanın ana akarsuyu Şana Deresi olup bu dere Ekşili Deresi ve birkaç küçük dere ile beslenmektedir.

İkisu Havzası' nın su kalitesini belirlemek amacıyla Şana Deresi ve dereyi besleyen yan kollardan 4 adet yüzey suyu örneği alınmıştır (Şekil 3.10).

Alınan su örneklerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri, iz element analiz sonuçları ve kirlilik parametreleri analiz sonuçları Tablo 3.27, 3.28 ve 3.29'da verilmiştir.



Şekil 3.10. İkişu Havzası ve su örnekleme yapılan lokasyonlar



Tablo 3.27. İkisu Havzası'ndaki sularda bulunan fiziksel parametreler, majör anyon ve katyonlar (değerler mg/l)

Örnek No	T (C°)	pH	DO	Eİ	TDS	Bulanıklık	Sertlik	Ca	Mg	Na	K	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>
S 1-1	8.2	8.16	13.06	119	86	19	98.32	13.11	3.30	8.44	1.23	35.38	<25	19
S 1-2	8.2	8.1	13.15	131	99	23	94.47	15.06	3.14	8.76	1.84	40.87	<25	20
S 1-3	8.4	8.1	13.07	130	98	25	96.37	14.47	3.38	9.06	1.45	50.63	<25	18
S 1-4	9	8.19	13.03	115	86	27	98.84	11.68	3.78	7.51	1.54	43.92	>250	17

Tablo 3.28. İkisu Havzası'ndaki sularda bulunan eser elementler (değerler mg/l)

Örnek No	Fe	Al	Cu	Pb	Mn	Ni	Co	Be	Cd	As	Cr	Ba	Bi	Mo	W	V
S 1-1	0.015	0.069	0.055	-	0.055	0.089	0.0001	0.002	0.002	0.001	-	0.002	-	0.003	0.001	0.005
S 1-2	0.012	0.040	0.055	0.004	0.055	0.087	0.001	0.002	0.002	0.001	0.0001	0.018	0.003	0.002	0.0004	0.006
S 1-3	0.017	0.052	0.054	-	0.054	0.088	0.001	0.002	0.002	0.0003	-	0.010	-	0.003	0.003	0.005
S 1-4	0.035	0.105	0.055	0.006	0.055	0.095	0.001	0.002	0.003	0.001	-	0.014	0.002	0.002	0.003	0.007

Tablo 3.29. İkisu Havzası'ndaki sularda bulunan kirlilik parametreleri (değerler mg/l)

Örnek No	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	KOİ	Cl <sub>2</sub>	F <sup>-</sup>	CN <sup>-</sup>	AKM
S 1-1	0.027	1.2	<0.5	<0.5	<10	<0.05	<1	0.012	0.01
S 1-2	0.036	<0.5	<0.5	<0.5	<10	<0.05	0.081	0.03	0.01
S 1-3	0.026	<0.5	<0.5	<0.5	<10	-	<1	0.029	0.02
S 1-4	0.024	<0.5	<0.5	<0.5	<10	<0.05	<1	0.012	0.04

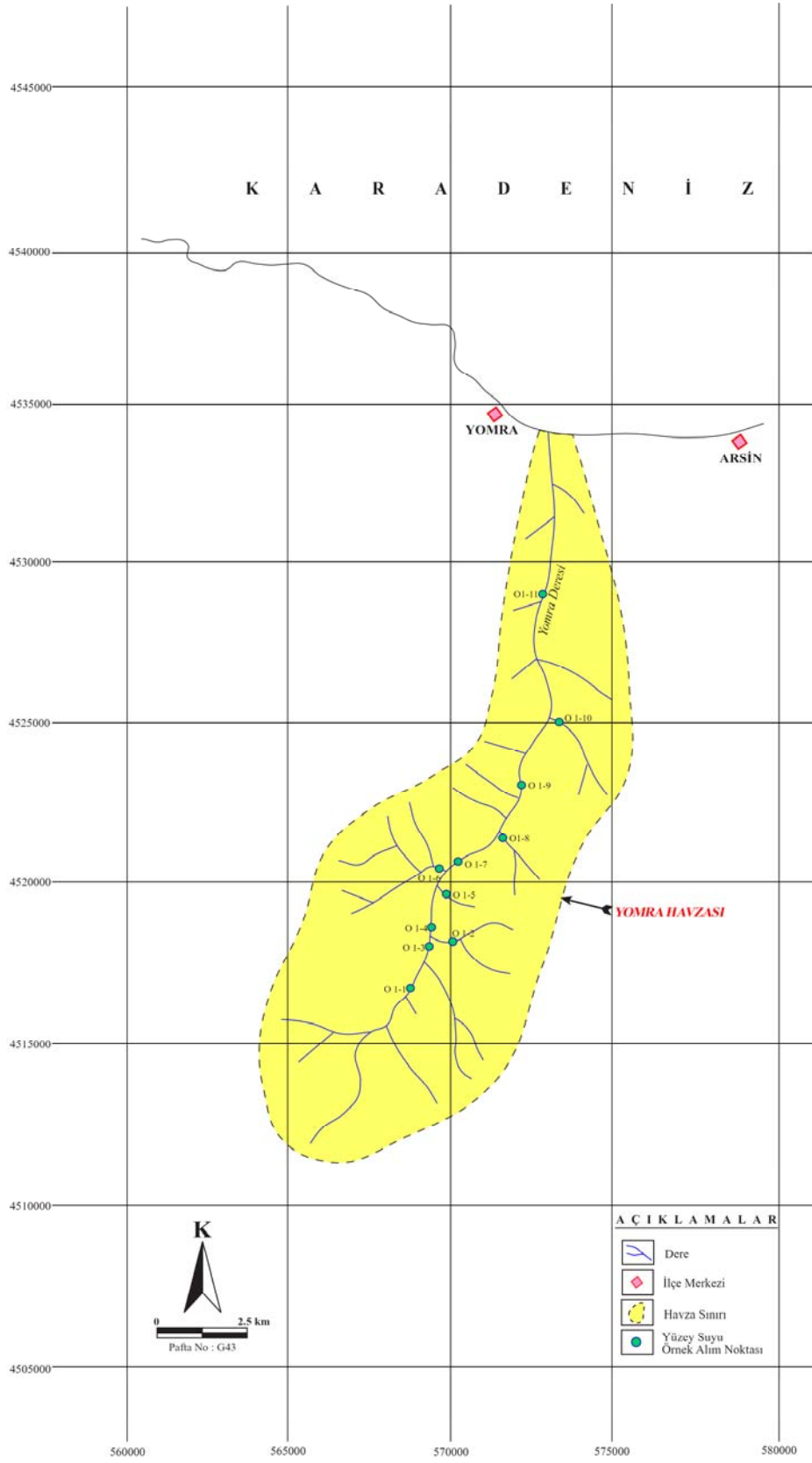
İkisu Havzası'ndan alınan su örneklerinin analiz sonuçları incelendiği, kıta içi su kaynaklarının sınıfları (2004)'na göre yüzey sularına ait sular, T, pH, DO, TDS, Na, Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, KOİ, F<sup>-</sup>, Fe, Al, Pb, Mn, Co, Cd, As, Cr ve Ba miktarlarına göre I. sınıf (yüksek kaliteli) sular, CN<sup>-</sup> miktarlarına göre II. sınıf (az kirlenmiş) sular, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, Cu ve Ni miktarlarına göre III. sınıf (kirlenmiş) sular sınıfında yer almaktadır. Ayrıca S 1-1, S 1-2 ve S 1-3 nolu sular SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> miktarlarına göre I. sınıf (yüksek kaliteli) sular, S 1-1, S 1-2 ve S 1-4 nolu sular Cl<sub>2</sub> miktarlarına göre II. sınıf (az kirlenmiş) sular, S 1-4 nolu su SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> miktarına göre III. sınıf (kirlenmiş) sular sınıfında yer almaktadır.

### 3.3.2.9. Yomra Havzası

Trabzon ilinin doğusunda yer alan Yomra Havzası (O), yaklaşık 100.28 km<sup>2</sup> lik havza alanı ile 1/100000 ölçekli Trabzon G 43 paftası içerisinde bulunmaktadır. Havzanın ana akarsuyu Yomra Deresi olup bu dere birkaç yan kolla beslenmektedir.

Yomra Havzası'nın su kalitesini belirlemek amacıyla Yomra Deresi ve dereyi besleyen yan kollardan 11 adet yüzey suyu örneği alınmıştır (Şekil 3.11).

Alınan su örneklerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri, iz element analiz sonuçları ve kirlilik parametreleri analiz sonuçları Tablo 3.30, 3.31 ve 3.32'de verilmiştir.



Şekil 3.11. Yomra Havzası ve su örnekleme yapılan lokasyonlar

Tablo 3.30. Yomra Havzası'ndaki sularda bulunan fiziksel parametreler, majör anyon ve katyonlar (değerler mg/l)

Örnek No	T (C°)	pH	DO	Eİ	TDS	Bulanıklık	Sertlik	Ca	Mg	Na	K	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl
O 1-1	4.8	7.45	13	69	47	70	27.48	8.07	1.76	3.81	1.31	40.87	<25	8
O 1-2	6.4	7.94	12.54	59	45	9	19.15	5.23	1.45	4.57	1.52	33.55	<25	8
O 1-3	5.3	7.82	12.46	95	68	22	37.17	9.54	3.21	5.41	1.95	45.75	<25	8
O 1-4	5.1	7.76	12.81	93	69	26	37.27	9.72	3.13	5.34	1.57	39.65	<25	8
O 1-5	5.4	7.78	12.7	96	72	62	35.41	9.97	2.52	5.80	2.27	35.38	<25	10
O 1-6	6.3	8.1	12.61	170	129	55	79.11	20.17	6.95	5.51	1.60	60.39	<25	16
O 1-7	6	7.95	12.63	115	85	45	46.86	12.72	3.63	5.64	1.63	39.04	<25	14
O 1-8	5.7	7.73	12.5	130	96	24	58.07	15.88	4.45	5.08	1.47	46.97	<25	12
O 1-9	6.6	7.94	12.77	117	88	25	48.12	12.94	3.81	5.92	1.88	49.41	<25	13
O 1-10	7.3	7.82	12.7	81	60	18	34.58	6.74	4.29	4.16	0.94	40.87	<25	16
O 1-11	7.3	7.87	13.21	118	89	26	50.08	12.66	4.46	5.44	1.31	35.99	<25	19

Tablo 3.31. Yomra Havzası'ndaki sularda bulunan eser elementler (değerler mg/l)

Örnek No	Fe	Al	Cu	Pb	Mn	Ni	Co	Be	Cd	As	Ba	Bi	Mo	W	V
O 1-1	0.002	0.044	0.055	0.006	0.059	0.086	0.001	0.002	0.001	0.001	0.023	0.006	0.002	0.007	0.004
O 1-2	0.008	0.071	0.053	-	0.057	0.084	0.0004	0.002	0.001	0.001	0.055	0.004	0.004	0.005	0.006
O 1-3	0.013	0.051	0.061	0.0001	0.067	0.089	0.001	0.001	0.001	0.001	0.072	0.002	0.003	0.003	0.003
O 1-4	0.012	0.057	0.058	-	0.066	0.086	0.0002	0.002	0.002	0.001	0.071	0.001	0.003	0.003	0.004
O 1-5	0.014	0.047	0.056	0.004	0.070	0.084	0.001	0.002	0.002	0.003	0.054	0.002	0.003	-	0.001
O 1-6	0.007	0.046	0.055	0.007	0.095	0.085	0.0001	0.002	0.001	0.001	0.014	-	0.003	0.002	0.004
O 1-7	0.010	0.041	0.054	-	0.089	0.087	0.001	0.002	0.002	0.002	0.046	-	0.003	0.001	0.003
O 1-8	0.001	0.029	0.056	0.001	0.083	0.083	0.0003	0.001	0.001	0.001	0.010	0.0001	0.004	0.005	0.003
O 1-9	0.008	0.040	0.053	0.013	0.087	0.084	0.0003	0.002	0.003	0.001	0.036	-	0.003	0.002	0.003
O 1-10	0.004	0.045	0.057	0.007	0.059	0.089	0.001	0.002	0.003	0.001	-	0.003	0.003	0.004	0.004
O 1-11	0.007	0.051	0.054	-	0.070	0.086	0.001	0.001	0.001	0.001	0.025	0.005	0.003	0.001	0.001

Tablo 3.32. Yomra Havzası'ndaki sularda bulunan kirlilik parametreleri (değerler mg/l)

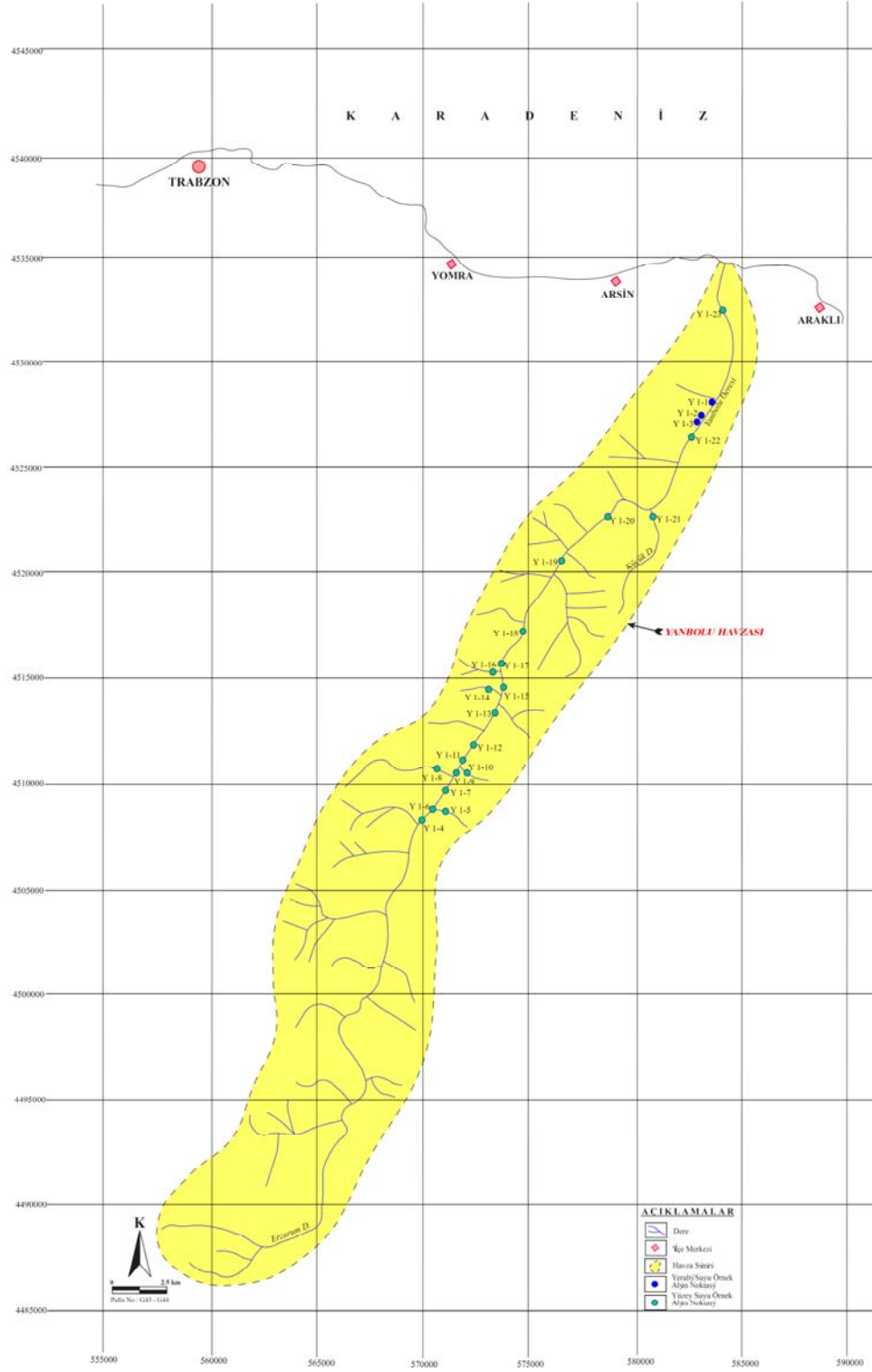
Örnek No	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	KOİ	Cl <sub>2</sub>	F <sup>-</sup>	CN <sup>-</sup>	AKM
O 1-1	0.016	<0.5	<0.5	<0.5	<10	0.08	<1	0.029	0.01
O 1-2	0.027	<0.5	<0.5	<0.5	<10	<0.05	<1	<0.01	0.01
O 1-3	0.025	<0.5	<0.5	<0.5	<10	<0.05	<1	<0.01	0.01
O 1-4	0.025	0.6	<0.5	<0.5	<10	0.11	<1	<0.01	0.01
O 1-5	0.024	1.8	<0.5	<0.5	<10	<0.05	<1	0.03	0.02
O 1-6	0.018	0.6	<0.5	<0.5	<10	<0.05	<1	0.03	0.03
O 1-7	0.024	<0.5	<0.5	<0.5	<10	<0.05	0.025	0.03	0.02
O 1-8	0.026	2.3	<0.5	<0.5	<10	<0.05	<1	<0.01	0.02
O 1-9	0.025	0.7	<0.5	<0.5	<10	<0.05	<1	<0.01	0.01
O 1-10	0.027	1	<0.5	<0.5	<10	<0.05	<1	0.03	0.01
O 1-11	0.027	<0.5	<0.5	<0.5	<10	0.06	<1	<0.01	0.01

Yomra Havzası'ndan alınan su örneklerinin analiz sonuçları incelendiği, kıta içi su kaynaklarının sınıfları (2004)' na göre yüzey sularına ait sular, T, pH, DO, TDS, Na, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, KOİ, F<sup>-</sup>, Fe, Al, Pb, Mn, Co, Cd, As ve Ba miktarlarına göre I. sınıf (yüksek kaliteli) sular, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, Cu ve Ni miktarlarına göre III. sınıf (kirlenmiş) sular sınıfında yer almaktadır. Ayrıca O 1-2, O 1-3, O 1-4, O 1-8, O 1-9 ve O 1-11 nolu sular CN miktarlarına göre I. sınıf (yüksek kaliteli) sular, O 1-1, O 1-4 ve O 1-11 nolu sular dışında kalan sular Cl<sub>2</sub>, O 1-1, O 1-5, O 1-6, O 1-7 ve O 1-10 nolu sular CN<sup>-</sup> miktarlarına göre II. sınıf (az kirlenmiş) sular, O 1-1, O 1-4 ve O 1-11 nolu sular ise Cl<sub>2</sub> miktarlarına göre IV. sınıf (çok kirlenmiş) sular sınıfında yer almaktadır.

### 3.3.2.10. Yanbolu Havzası

Trabzon ilinin yaklaşık 25 km doğusunda yer alan Yanbolu Havzası (Y), yaklaşık 239.16 km<sup>2</sup> lik havza alanı ile 1/100000 ölçekli Trabzon G 43, G 44 paftaları içerisinde bulunmaktadır. Havzanın ana akarsuyu Yanbolu Deresi olup bu dere Küçük ve Erzurum Dere yan kollarıyla beslenmektedir. Dar ve uzun bir geometrik şekle sahip havza KD-GB yönünde uzanım gösterir.

Yanbolu Havzası' nın su kalitesini belirlemek amacıyla Yanbolu akiferinden 3 adet yeraltı suyu, Yanbolu Deresi ve dereyi besleyen yan kollardan 20 adet yüzey suyu olmak üzere toplam 23 adet su örneği alınmıştır (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. Yanbolu Havzası ve su örnekleme yapılan lokasyonlar

Alınan su örneklerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri, iz element analiz sonuçları ve kirlilik parametreleri analiz sonuçları Tablo 3.33, 3.34 ve 3.35’de verilmiştir.

Tablo 3.33. Yanbolu Havzası'ndaki sularda bulunan fiziksel parametreler, majör anyon ve katyonlar (değerler mg/l)

Örnek No	T (C°)	pH	DO	Eİ	TDS	Bulanıklık	Sertlik	Ca	Mg	Na	K	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl
<b>Y 1-1 (kuyu)</b>	11.1	6.97	7.94	200	150	0	97.33	29.03	6.00	10.67	1.12	76.86	<25	<5
<b>Y 1-2 (kuyu)</b>	10.3	7.33	8.64	182	136.5	6	92.21	27.89	5.45	8.37	0.96	62.83	<25	<5
<b>Y 1-3 (kuyu)</b>	9.8	7.13	7.28	181	135.75	11	91.23	27.74	5.30	7.19	0.94	71.37	<25	<5
<b>Y 1-4</b>	5.5	7.77	10.95	123	92.25	94	61.21	19.08	3.25	4.69	1.11	67.71	<25	<5
<b>Y 1-5</b>	5.9	7.56	10.16	75	56.25	5	33.31	9.61	2.23	4.32	1.35	42.7	<25	<5
<b>Y 1-6</b>	5.3	7.66	10.68	123	92.25	18	60.12	18.68	3.23	4.60	1.17	57.37	<25	<5
<b>Y 1-7</b>	5.4	7.71	10.59	117	87.75	17	57.89	17.92	3.15	3.98	0.87	50.63	<25	<5
<b>Y 1-8</b>	5.9	7.2	10.5	34	25.5	33	10.41	3.01	0.67	3.57	1.27	35.38	<25	<5
<b>Y 1-9</b>	5.9	7.61	10.54	105	78.75	19	2.84	0.87	0.11	0.48	0.32	35.38	<25	<5
<b>Y 1-10</b>	6	7.6	10.56	105	78.75	18	50.09	15.13	2.83	4.55	1.27	48.8	<25	<5
<b>Y 1-11</b>	6	7.56	10.77	105	78.75	21	51.29	15.47	2.92	4.08	0.93	38.43	<25	<5
<b>Y 1-12</b>	7.5	7.02	10.38	30	22.5	20	11.09	2.77	0.86	3.72	1.08	34.77	<25	<5
<b>Y 1-13</b>	6.6	7.52	10.65	98	73.5	19	43.83	13.16	2.50	4.45	1.69	56.73	<25	<5
<b>Y 1-14</b>	8.1	7.23	9.53	34	25.5	41	8.77	2.22	0.63	4.27	1.66	33.55	<25	<5
<b>Y 1-15</b>	7	7.51	10.71	95	71.25	25	44.64	13.47	2.52	5.06	1.82	51.85	<25	<5
<b>Y 1-16</b>	7.8	7.41	9.86	37	27.75	20	12.11	3.38	0.74	4.93	1.36	20.74	<25	<5
<b>Y 1-17</b>	9.2	7.21	9.1	87	65.25	55	27.57	7.83	1.80	7.50	3.46	53.07	<25	<5
<b>Y 1-18</b>	7.8	7.45	10.91	90	67.5	50	39.64	11.90	2.26	4.89	1.35	43.92	<25	<5
<b>Y 1-19</b>	8.3	7.42	10.85	92	69	31	39.85	11.88	2.33	4.96	1.88	54.9	<25	<5
<b>Y 1-20</b>	9.5	7.22	10.59	50	37.5	25	16.86	3.33	1.92	6.70	1.36	27.45	<25	<5
<b>Y 1-21</b>	8.6	8.56	10.72	107	80.25	372	46.61	13.73	2.83	5.40	1.97	52.46	<25	<5
<b>Y 1-22</b>	8.8	7.57	10.95	114	85.5	235	50.15	14.77	3.06	6.29	1.91	43.31	<25	<5
<b>Y 1-23</b>	8.9	7.62	11.09	118	88.5	220	51.11	14.83	3.25	6.55	2.11	59.17	<25	84

Tablo 3.34. Yanbolu Havzası'ndaki sularda bulunan eser elementler (değerler mg/l)

Örnek No	Fe	Al	Cu	Pb	Mn	Co	Ni	Be	Cd	As	Cr	Ba	Bi	Mo	W	V
Y 1-1 (kuyu)	0.007	0.030	0.056	0.015	0.103	0.001	0.092	0.002	0.002	0.001	-	0.044	-	0.004	-	0.006
Y 1-2 (kuyu)	0.009	0.024	0.054	-	0.100	0.0003	0.091	0.002	0.003	0.001	0.0001	0.036	-	0.004	0.003	0.004
Y 1-3 (kuyu)	0.005	0.022	0.056	0.006	0.099	-	0.091	0.002	0.002	0.001	-	0.034	0.006	0.002	0.002	0.005
Y 1-4	0.023	0.047	0.055	-	0.092	-	0.091	0.002	0.003	0.002	0.0001	0.034	0.003	0.004	0.003	0.005
Y 1-5	0.028	0.056	0.055	0.003	0.064	0.0005	0.090	0.003	0.003	0.001	-	0.020	0.003	0.004	0.002	0.005
Y 1-6	0.030	0.069	0.056	0.004	0.090	0.001	0.092	0.003	0.002	0.001	--	0.034	0.007	0.002	0.002	0.005
Y 1-7	0.029	0.055	0.056	-	0.091	0.0001	0.092	0.003	0.002	0.0004	0.001	0.036	-	0.003	0.004	0.006
Y 1-8	0.022	0.072	0.055	-	0.063	0.001	0.091	0.003	0.001	0.0004	0.001	0.026	-	0.003	0.006	0.008
Y 1-9	0.052	0.104	0.057	-	0.073	0.0005	0.103	0.003	0.002	0.001	-	0.035	0.005	0.002	0.001	0.006
Y 1-10	0.041	0.104	0.057	0.002	0.343	0.001	0.095	0.003	0.001	0.001	0.0002	0.036	0.005	0.004	0.0001	0.008
Y 1-11	0.034	0.101	0.056	0.002	0.343	0.000	0.095	0.003	0.003	0.001	0.001	0.036	0.012	0.003	0.003	0.006
Y 1-12	0.033	0.108	0.057	0.000	0.316	0.001	0.090	0.003	0.003	0.001	0.001	0.038	0.003	0.002	0.006	0.006
Y 1-13	0.035	0.084	0.057	-	0.342	0.001	0.091	0.003	0.002	0.001	0.001	0.038	-	0.002	0.005	0.003
Y 1-14	0.033	0.107	0.063	-	0.317	0.001	0.090	0.003	0.002	0.0004	0.0003	0.031	0.001	0.003	0.003	0.008
Y 1-15	0.035	0.078	0.058	0.001	0.341	0.001	0.097	0.003	0.003	0.002	0.001	0.038	0.003	0.003	0.003	0.007
Y 1-16	0.028	0.085	0.055	0.000	0.315	0.0003	0.090	0.003	0.003	0.001	0.001	0.067	0.002	0.004	-	0.007
Y 1-17	0.027	0.063	0.056	-	0.318	0.002	0.091	0.003	0.003	0.0004	0.0003	0.123	0.005	0.004	0.003	0.006
Y 1-18	0.039	0.107	0.055	0.007	0.321	0.00004	0.091	0.003	0.002	0.001	0.001	0.042	0.005	0.003	0.008	0.007
Y 1-19	0.030	0.061	0.056	0.003	0.320	0.001	0.093	0.003	0.003	0.001	-	0.041	0.006	0.004	0.002	0.007
Y 1-20	0.046	0.103	0.056	-	0.316	0.0001	0.090	0.003	0.001	0.001	0.001	0.005	-	0.003	0.003	0.005
Y 1-21	0.050	0.103	0.058	0.000	0.344	-	0.091	0.003	0.003	0.001	0.001	0.032	-	0.004	0.005	0.008
Y 1-22	0.045	0.096	0.056	-	0.347	0.001	0.094	0.003	0.002	0.001	0.0002	0.028	-	0.003	0.004	0.008
Y 1-23	0.054	0.147	0.057	0.003	0.347	-	0.093	0.003	0.002	0.001	-	0.030	-	0.003	0.002	0.011



Tablo 3.35. Yanbolu Havzası'ndaki sulara bulunan kirlilik parametreleri (değerler mg/l)

Örnek No	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	KOİ	Cl <sub>2</sub>	F <sup>-</sup>	CN <sup>-</sup>	AKM
Y 1-1 (kuyu)	0.02	1.5	<0.5	<0.5	27	-	<1	0.024	0.02
Y 1-2 (kuyu)	0.02	<0.5	<0.5	<0.5	16	-	<1	0.015	0.01
Y 1-3 (kuyu)	0.02	0.9	<0.5	<0.5	35	-	<1	0.012	0.01
Y 1-4	0.02	<0.5	<0.5	<0.5	18	-	<1	0.019	0.01
Y 1-5	0.02	0.9	<0.5	<0.5	31	0.05	<1	0.017	0.01
Y 1-6	0.02	<0.5	>16	<0.5	<10	<0.05	<1	0.03	0.01
Y 1-7	0.02	0.5	15.5	<0.5	18	<0.05	<1	0.012	0.01
Y 1-8	0.02	1.1	<0.5	<0.5	55	<0.05	<1	0.025	0.01
Y 1-9	0.02	<0.5	<0.5	<0.5	40	<0.05	<1	0.011	0.01
Y 1-10	0.02	1	<0.5	<0.5	12	-	<1	0.024	0.01
Y 1-11	0.02	<0.5	<0.5	<0.5	37	<0.05	<1	0.015	0.01
Y 1-12	0.02	0.7	<0.5	<0.5	13	<0.05	<1	0.019	0.01
Y 1-13	0.02	1.2	<0.5	<0.5	26	0.1	<1	0.015	0.01
Y 1-14	0.03	0.18	<0.5	<0.5	23	<0.05	<1	0.026	0.01
Y 1-15	0.03	1.2	<0.5	<0.5	45	0.156	<1	0.023	0.01
Y 1-16	0.03	0.6	<0.5	<0.5	14	<0.05	<1	0.025	0.01
Y 1-17	0.03	1.8	<0.5	<0.5	51	0.08	<1	0.024	0.01
Y 1-18	0.03	0.8	<0.5	<0.5	37	<0.05	<1	0.017	0.02
Y 1-19	0.03	0.9	<0.5	<0.5	27	0.05	<1	0.023	0.01
Y 1-20	0.02	<0.5	<0.5	<0.5	44	-	<1	0.03	0.02
Y 1-21	0.02	1.5	<0.5	<0.5	49	-	<1	0.022	0.07
Y 1-22	0.021	0.6	<0.5	<0.5	20	<0.05	<1	0.03	0.09
Y 1-23	0.02	1.1	<0.5	<0.5	47	<0.05	<1	0.024	0.02

Yanbolu Havzası'ndan alınan su örneklerinin analiz sonuçları incelendiği, kıta içi su kaynaklarının sınıfları (2004)' na göre yeraltı sularına ait sular, T, pH, TDS, Na, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, F<sup>-</sup>, Fe, Al, Co, Cd, As, Cr ve Ba miktarlarına göre I. sınıf (yüksek kaliteli) sular, CN<sup>-</sup> ve PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> miktarlarına göre II. sınıf (az kirlenmiş) sular ve NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, Cu ve Ni miktarlarına göre III. sınıf (kirlenmiş) sular sınıfında yer almaktadır. Ayrıca Y 1-2 nolu su DO ve KOİ, Y 1-2 ve Y 1-3 nolu sular Pb ve Y 1-3 nolu su ise Mn miktarlarına göre I. sınıf (yüksek kaliteli) sular, Y 1-1 ve Y 1-3 nolu sular DO ve KOİ, Y 1-1 nolu su Pb, Y 1-1 ve Y 1-2 nolu sular ise Mn miktarlarına göre II. sınıf (az kirlenmiş) sular sınıfında yer almaktadır.

Kıta içi su kaynaklarının sınıfları (2004)' na göre Yanbolu Deresi ve kollarına ait yüzey suları, T, pH, TDS, DO, Na, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, F<sup>-</sup>, Fe, Al, Pb, Co, Cd, As, Cr ve Ba miktarlarına göre I. sınıf (yüksek kaliteli) sular, CN<sup>-</sup> ve PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> miktarlarına göre II. sınıf (az kirlenmiş) sular, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, Cu ve Ni miktarlarına göre III. sınıf (kirlenmiş) sular sınıfında yer almaktadır.

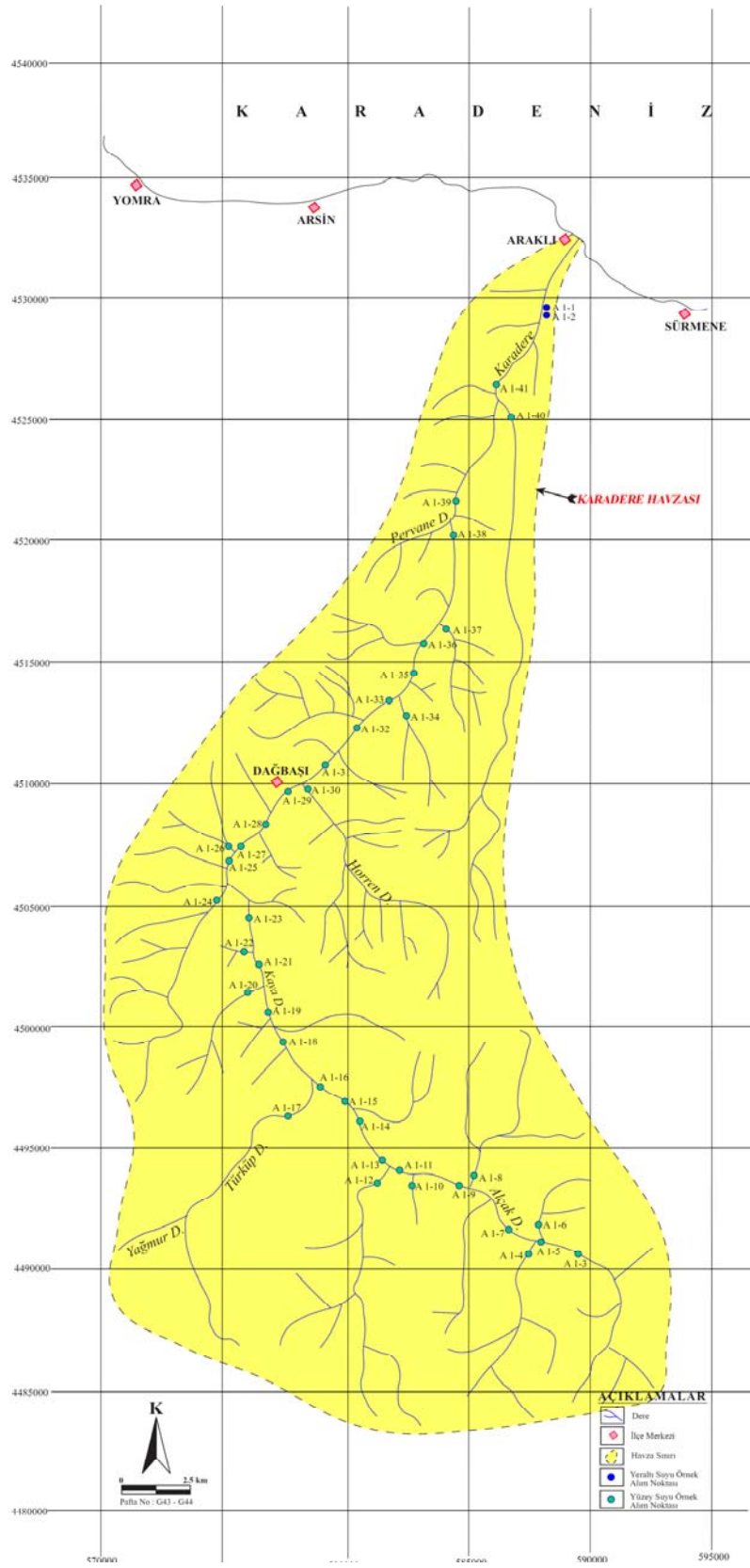
Ancak Y 1-23 nolu su dışında kalan sular Cl, Y 1-6 ve Y 1-7 nolu sular dışında kalan sular  $\text{NH}_4^+$ , Y 1-4, Y 1-6, Y 1-7, Y 1-10, Y 1-12, Y 1-14, Y 1-16 ve Y 1-22 nolu sular KOİ, Y 1-4, Y 1-5, Y 1-6, Y 1-7, Y 1-8 ve Y 1-9 nolu sular Mn miktarlarına göre I. sınıf (yüksek kaliteli) sular, Y 1-23 nolu su Cl, Y 1-5, Y 1-9, Y 1-11, Y 1-13, Y 1-15, Y 1-18, Y 1-19, Y 1-20, Y 1-21 ve Y 1-23 nolu sular KOİ, Y 1-6, Y 1-7, Y 1-8, Y 1-9, Y 1-11, Y 1-12, Y 1-14, Y 1-16, Y 1-18, Y 1-22 ve Y 1-23 nolu sular  $\text{Cl}_2$ , Y 1-4, Y 1-5, Y 1-6, Y 1-7, Y 1-8 ve Y 1-9 nolu sular dışında kalan sular ise Mn miktarlarına II. sınıf (az kirlenmiş) sular, Y 1-8 ve Y 1-17 nolu sular KOİ, Y 1-5 ve Y 1-19 nolu sular  $\text{Cl}_2$  miktarlarına göre III. sınıf (kirlenmiş) sular, Y 1-6 ve Y 1-7 nolu sular  $\text{NH}_4^+$ , Y 1-13, Y 1-15 ve Y 1-17 nolu sular ise  $\text{Cl}_2$  miktarlarına göre IV. sınıf (çok kirlenmiş) sular sınıfında yer almaktadır.

### 3.3.2.11. Karadere Havzası

Trabzon İli'nin doğusunda Araklı İlçe merkezini içerisine alan Karadere Havzası (A), yaklaşık 640.99 km<sup>2</sup> lik havza alanı ile 1/100000 ölçekli Trabzon G 43, G 44 paftaları içerisinde bulunmaktadır. Havzanın ana akarsuyu Karadere olup bu dere Pervane, Kaya, Horren, Türküp, Yağmur, Yuvalı ve Üçtaş Dere gibi yan kollarla beslenmektedir.

Karadere Havzası'nın su kalitesini belirlemek amacıyla Karadere akiferinden 2 adet yeraltı suyu, Karadere ve dereyi besleyen yan kollardan 39 adet yüzey suyu olmak üzere toplam 41 adet su örneği alınmıştır (Şekil 3.13).

Alınan su örneklerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri, iz element analiz sonuçları ve kirlilik parametreleri analiz sonuçları Tablo 3.36, 3.37 ve 3.38'de verilmiştir.



Şekil 3.13. Karadere Havzası ve su örnekleme yapılan lokasyonlar

Tablo 3.36. Karadere Havzası'ndaki sulara bulunan fiziksel parametreler, majör anyon ve katyonlar (değerler mg/l)

Örnek No	T (C°)	pH	DO	Eİ	TDS	Bulanıklık	Sertlik	Ca	Mg	Na	K	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl
A 1-1 (kuyu)	14.6	6.9	5.82	338	253.5	5	177.34	58.74	7.31	13.44	1.34	114.68	<25	<5
A 1-2 (kuyu)	14.1	7.39	6.83	311	233.25	8	161.24	53.59	6.52	12.34	1.17	122.61	<25	<5
A 1-4	7.3	7.44	9.2	74	55.5	216	32.80	9.45	2.06	4.80	1.86	38.43	<25	<5
A 1-5	6.1	7.26	9.45	78	58.5	155	35.99	10.71	2.01	5.28	2.03	28.67	<25	<5
A 1-6	7	7.56	9.2	82	61.5	93	36.54	10.82	2.15	5.39	1.62	33.55	<25	<5
A 1-7	8.8	7.63	8.83	73	54.75	116	34.23	10.64	1.69	3.39	1.24	31.11	<25	<5
A 1-8	7.3	7.54	9.25	79	59.25	75	37.03	11.04	2.12	5.14	1.64	25.01	<25	<5
A 1-9	8.3	7.69	9.17	101	75.75	38	49.63	15.31	2.60	3.97	1.34	35.99	<25	<5
A 1-10	7.3	7.61	9.49	94	70.5	48	43.26	13.10	2.39	5.39	1.69	41.48	<25	<5
A 1-11	7.5	7.37	9.49	98	73.5	53	44.75	13.41	2.55	4.56	1.48	33.55	<25	<5
A 1-12	7.8	7.62	9.41	98	73.5	88	45.00	13.53	2.54	5.44	1.64	39.65	<25	<5
A 1-13	6.3	7.52	9.96	77	57.75	48	32.61	9.76	1.84	4.06	1.46	36.60	<25	<5
A 1-14	7.7	7.61	9.6	95	71.25	60	43.66	13.13	2.47	5.03	1.45	39.65	<25	<5
A 1-15	8.8	7.67	9.33	100	75	61	50.90	16.55	2.14	3.11	1.28	43.31	<25	<5
A 1-16	7.6	7.69	9.99	108	81	62	52.05	16.23	2.63	4.59	1.45	40.87	<25	<5
A 1-17	7.8	7.65	10.11	110	82.5	63	50.24	15.70	2.51	4.20	1.83	39.04	<25	<5
A 1-18	8.7	7.83	9.99	122	91.5	335	56.57	18.27	2.49	5.64	1.45	43.92	<25	<5
A 1-19	8.6	7.73	10.27	120	90	191	58.18	18.81	2.55	4.48	1.89	58.56	<25	<5
A 1-20	8.9	7.86	10.22	123	92.25	224	59.11	19.28	2.50	5.64	1.69	53.68	<25	<5
A 1-21	7.8	7.54	10.49	65	48.75	96	32.11	10.87	1.05	3.31	0.97	36.60	<25	<5
A 1-22	9.3	7.8	10.43	123	92.25	242	63.54	20.88	2.59	4.52	1.88	71.37	<25	<5
A 1-23	8.9	7.87	10.25	146	109.5	162	81.78	27.63	2.94	6.05	2.07	84.79	<25	<5
A 1-24	9.4	7.8	10.12	133	99.75	246	61.68	20.29	2.51	5.55	2.03	60.39	<25	<5
A 1-25	9.1	7.5	10.55	72	54	29	35.03	11.30	1.50	3.41	0.83	51.24	<25	<5
A 1-26	9.6	7.75	10.42	127	95.25	230	62.55	20.55	2.55	5.17	1.99	60.39	<25	<5
A 1-27	10.6	7.48	10.48	83	62.25	143	39.88	10.79	2.99	5.07	0.47	37.82	<25	<5

Tablo 3.36'nın devamı

Örnek No	T (C°)	pH	DO	Eİ	TDS	Bulanıklık	Sertlik	Ca	Mg	Na	K	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>
A 1-28	7.8	7.5	11.18	114	85.5	325	60.43	20.03	2.36	5.09	0.99	65.27	<25	<5
A 1-29	10.7	7.05	10.47	70	52.5	15	31.34	7.68	2.80	5.76	0.56	44.53	<25	<5
A 1-30	8.4	7.24	11.08	117	87.75	238	59.24	19.70	2.27	5.12	1.16	54.29	<25	<5
A 1-31	8.4	7.07	11.03	96	72	373	47.31	15.23	2.09	4.24	0.79	48.80	<25	6
A 1-32	8.5	7.22	10.98	118	88.5	247	57.23	18.96	2.24	4.50	0.89	57.95	<25	<5
A 1-33	10	6.94	10.75	86	64.5	93	38.46	10.49	2.82	5.74	0.77	37.82	<25	<5
A 1-34	8.7	7.2	11.15	120	90	282	59.26	19.55	2.37	4.42	0.89	54.90	<25	<5
A 1-35	9.4	7.36	10.86	131	98.25	85	63.90	20.97	2.64	5.64	0.93	57.34	<25	<5
A 1-36	8.9	7.42	11.12	124	93	285	61.08	20.15	2.45	4.96	0.88	60.39	<25	<5
A 1-37	10.1	7.22	10.85	116	87	61	54.94	13.62	4.90	5.65	0.91	50.02	<25	<5
A 1-38	9	7.39	11.23	124	93	304	60.13	19.76	2.45	5.70	0.98	65.27	<25	<5
A 1-39	10.5	7.06	10.93	103	77.25	68	49.01	12.20	4.33	5.65	0.66	56.12	<25	<5
A 1-40	9.3	7.31	11.21	128	96	372	63.06	20.71	2.58	5.34	0.97	56.73	<25	>5
A 1-41	9.5	8.58	11.21	87	65.25	111	41.80	13.63	1.73	3.90	0.57	41.80	<25	<5
A 1-42	9.4	8.25	11.07	104	78	113	51.41	16.97	2.03	4.71	0.73	45.53	<25	>5

Tablo 3.37. Karadere Havzası'ndaki sulara bulunan eser elementler (değerler mg/l)

Örnek No	Fe	Al	Cu	Pb	Mn	Co	Ni	Be	Cd	As	Cr	Sb	Ba	Bi	W	V
A 1-1 (kuyu)	0.008	0.019	0.057	0.007	0.377	0.001	0.094	0.003	0.002	0.001	0.001	0.001	0.038	0.0004	0.006	0.007
A 1-2 (kuyu)	0.005	0.016	0.058	0.020	0.374	0.0003	0.101	0.003	0.002	0.001	0.0001	0.0002	0.031	0.0002	0.002	0.008
A 1-4	0.091	0.209	0.058	0.001	0.328	0.002	0.095	0.003	0.001	0.001	0.0004	0.003	0.020	-	0.007	0.008
A 1-5	0.209	0.660	0.059	0.002	0.332	0.001	0.095	0.003	0.001	0.001	0.0001	0.001	0.029	-	0.004	0.008
A 1-6	0.066	0.164	0.057	0.002	0.328	0.001	0.093	0.003	0.001	0.001	0.001	0.001	0.024	-	0.006	0.009
A 1-7	0.091	0.255	0.057	0.005	0.325	0.001	0.094	0.003	0.001	0.000	0.002	0.002	0.023	-	0.005	0.007
A 1-8	0.086	0.220	0.058	0.007	0.328	0.001	0.094	0.003	0.001	0.001	0.0002	0.0001	0.025	-	0.006	0.006
A 1-9	0.052	0.151	0.057	0.009	0.344	0.0004	0.097	0.003	0.001	0.0002	0.001	0.003	0.019	-	0.008	0.007
A 1-10	0.063	0.160	0.060	0.006	0.347	0.001	0.095	0.003	0.001	0.0005	0.001	0.001	0.025	-	0.005	0.007
A 1-11	0.092	0.242	0.059	0.005	0.348	0.001	0.097	0.003	0.001	0.001	0.001	0.001	0.026	-	0.007	0.008
A 1-12	0.074	0.193	0.059	0.008	0.347	0.0003	0.097	0.003	0.001	0.001	0.001	-	0.027	-	0.006	0.007
A 1-13	0.051	0.165	0.057	0.002	0.325	0.001	0.094	0.003	0.002	0.000	0.001	0.001	0.031	-	0.008	0.009
A 1-14	0.064	0.164	0.058	0.008	0.346	0.001	0.093	0.003	0.001	0.001	0.001	0.002	0.027	-	0.007	0.007
A 1-15	0.095	0.282	0.057	0.008	0.348	0.001	0.095	0.003	0.001	0.001	0.001	0.003	0.005	0.003	0.008	0.008
A 1-16	0.061	0.179	0.058	0.006	0.348	0.002	0.097	0.003	0.002	0.001	-	-	0.026	0.001	0.001	0.007
A 1-17	0.056	0.176	0.058	0.004	0.348	0.001	0.095	0.003	0.001	0.001	0.0001	0.002	0.022	0.000	0.007	0.007
A 1-18	0.053	0.136	0.058	0.001	0.355	0.001	0.097	0.003	0.001	0.001	0.0004	0.0001	0.025	0.003	0.007	0.007
A 1-19	0.055	0.160	0.058	0.003	0.355	0.001	0.097	0.003	0.001	0.001	0.0001	0.002	0.021	-	0.006	0.008
A 1-20	0.050	0.134	0.058	0.016	0.354	0.001	0.094	0.003	0.001	0.001	0.0005	0.001	0.021	-	0.007	0.010
A 1-21	0.046	0.108	0.056	-	0.324	0.001	0.093	0.003	0.001	0.001	0.001	-	0.011	-	0.004	0.009
A 1-22	0.060	0.183	0.057	0.004	0.360	0.001	0.095	0.003	0.001	0.000	0.0002	0.001	0.020	-	0.007	0.006
A 1-23	0.041	0.094	0.057	0.012	0.360	0.001	0.096	0.003	0.001	0.001	0.0005	-	0.021	0.002	0.004	0.006
A 1-24	0.049	0.124	0.057	0.001	0.358	0.0005	0.095	0.003	0.001	0.0001	0.0003	0.001	0.020	0.001	0.007	0.008
A 1-25	0.034	0.097	0.057	0.009	0.323	0.001	0.097	0.003	0.002	0.001	0.001	-	0.009	-	0.006	0.008

Tablo 3.37'nin devamı

Örnek No	Fe	Al	Cu	Pb	Mn	Co	Ni	Be	Cd	As	Cr	Sb	Ba	Bi	W	V
A 1-26	0.066	0.183	0.056	0.005	0.359	0.001	0.095	0.003	0.001	0.001	0.0002	0.001	0.020	-	0.005	0.007
A 1-27	0.032	0.073	0.058	0.008	0.320	0.002	0.094	0.003	0.001	0.001	0.0001	0.001	0.001	-	0.004	0.008
A 1-28	0.045	0.139	0.058	0.001	0.359	0.002	0.097	0.003	0.001	0.001	0.0004	0.0001	0.016	-	0.005	0.006
A 1-29	0.042	0.099	0.056	0.010	0.316	0.001	0.093	0.003	0.001	0.001	0.0004	-	0.001	-	0.003	0.008
A 1-30	0.045	0.139	0.058	0.013	0.360	0.001	0.103	0.003	0.001	0.001	0.001	0.0002	0.016	0.007	0.008	0.008
A 1-31	0.036	0.065	0.058	-	0.357	0.001	0.094	0.003	0.001	0.001	0.001	0.0001	0.017	-	0.007	0.008
A 1-32	0.039	0.104	0.058	-	0.356	0.002	0.100	0.003	0.001	0.001	0.001	0.001	0.015	-	0.004	0.008
A 1-33	0.052	0.121	0.058	0.010	0.325	0.002	0.096	0.003	0.001	0.001	0.0001	0.001	0.009	-	0.008	0.009
A 1-34	0.047	0.147	0.058	0.008	0.358	0.001	0.099	0.003	0.001	0.001	0.0001	0.002	0.015	-	0.006	0.006
A 1-35	0.040	0.068	0.058	0.010	0.353	0.002	0.097	0.003	0.002	0.001	-	0.001	0.006	-	0.007	0.006
A 1-36	0.037	0.111	0.057	0.002	0.359	0.002	0.096	0.003	0.001	0.001	0.0004	-	0.015	0.002	0.005	0.008
A 1-37	0.091	0.154	0.058	0.005	0.342	0.001	0.096	0.003	0.002	0.000	-	-	0.001	-	0.004	0.006
A 1-38	0.055	0.171	0.058	0.004	0.358	0.001	0.110	0.003	0.001	0.001	0.0005	0.001	0.015	0.002	0.005	0.009
A 1-39	0.101	0.181	0.057	0.0002	0.324	0.002	0.096	0.003	0.001	0.001	0.0004	-	0.001	-	0.002	0.009
A 1-40	0.063	0.176	0.058	0.001	0.361	0.001	0.106	0.003	0.001	0.001	0.0004	0.0002	0.014	0.002	0.005	0.009
A 1-41	0.025	0.069	0.056	0.004	0.341	0.001	0.095	0.003	0.001	0.001	0.0004	-	0.006	-	0.002	0.009
A 1-42	0.049	0.126	0.058	0.009	0.354	0.001	0.110	0.003	0.001	0.001	0.001	-	0.009	0.003	0.004	0.008

Tablo 3.38. Karadere Havzası'ndaki sulara bulunan kirlilik parametreleri (değerler mg/l)

Örnek No	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	F <sup>-</sup>	CN <sup>-</sup>	AKM	Tuzluluk
A 1-1 (kuyu)	0.02	1.49	<0.5	<0.5	<1	0.03	-	0.01
A 1-2 (kuyu)	0.02	0.64	<0.5	<0.5	<1	0.03	-	0.01
A 1-4	0.021	0.35	<0.5	<0.5	<1	0.03	0.02	-
A 1-5	0.02	0.4	<0.5	<0.5	<1	0.022	0.02	-
A 1-6	0.02	0.47	<0.5	<0.5	<1	0.023	0.02	-
A 1-7	0.02	0.49	14.9	<0.5	<1	0.024	0.01	-
A 1-8	0.02	0.57	<0.5	<0.5	<1	0.027	0.01	-
A 1-9	0.02	0.26	<0.5	<0.5	<1	0.029	0.01	-
A 1-10	0.02	0.66	<0.5	<0.5	<1	0.016	0.01	-
A 1-11	0.02	0.35	<0.5	<0.5	<1	0.03	0.04	-
A 1-12	0.02	0.55	<0.5	<0.5	<1	0.022	0.03	-
A 1-13	0.02	1.19	<0.5	<0.5	<1	0.027	0.02	-
A 1-14	0.02	0.55	<0.5	<0.5	<1	0.022	0.02	-
A 1-15	0.023	0.13	<0.5	<0.5	<1	0.023	0.03	-
A 1-16	0.02	0.15	<0.5	<0.5	<1	0.03	0.03	-
A 1-17	0.02	0.46	<0.5	<0.5	<1	0.011	0.05	-
A 1-18	0.02	0.3	<0.5	<0.5	<1	0.029	0.04	-
A 1-19	0.02	0.31	<0.5	<0.5	<1	0.029	0.09	-
A 1-20	0.02	0.54	<0.5	<0.5	<1	0.025	0.03	-
A 1-21	0.021	<0.1	<0.5	<0.5	<1	0.027	0.05	-
A 1-22	0.021	0.46	<0.5	<0.5	<1	0.025	0.02	-
A 1-23	0.02	1.06	<0.5	<0.5	<1	0.025	0.01	-
A 1-24	0.021	0.42	<0.5	<0.5	<1	0.021	0.01	-
A 1-25	0.02	0.25	<0.5	<0.5	<1	0.02	0.01	-
A 1-26	0.02	0.46	<0.5	<0.5	<1	0.025	0.01	-
A 1-27	0.02	0.55	<0.5	<0.5	<1	0.03	0.02	-
A 1-28	0.02	0.27	<0.5	<0.5	<1	0.03	0.11	-
A 1-29	0.02	<0.1	<0.5	<0.5	<1	0.03	0.02	-
A 1-30	0.022	0.33	0.5	<0.5	<1	0.03	0.07	-
A 1-31	0.02	0.44	0.5	<0.5	<1	0.025	0.05	-
A 1-32	0.022	0.44	<0.5	<0.5	<1	0.015	0.14	-
A 1-33	0.02	0.66	<0.5	<0.5	<1	0.029	0.02	-
A 1-34	0.022	0.53	<0.5	<0.5	<1	0.029	0.06	-
A 1-35	0.02	0.98	<0.5	<0.5	<1	0.02	0.03	-
A 1-36	0.02	0.46	<0.5	<0.5	<1	0.019	0.12	-
A 1-37	0.023	0.38	<0.5	<0.5	<1	0.027	0.01	-
A 1-38	0.02	0.54	<0.5	<0.5	<1	0.012	0.08	-
A 1-39	0.023	1.18	<0.5	<0.5	<1	0.018	0.01	-
A 1-40	0.02	0.37	<0.5	<0.5	<1	0.021	0.08	-
A 1-41	0.021	0.9	<0.5	<0.5	<1	0.022	0.03	-
A 1-42	0.02	0.9	<0.5	<0.5	<1	0.022	0.09	-



Karadere Havzası'ndan alınan su örneklerinin analiz sonuçları incelendiği, kıta içi su kaynaklarının sınıfları (2004)' na göre yeraltı sularına ait sular, T, pH, TDS, Na,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{F}^-$ , Fe, Al, Co, Cd, As, Cr ve Ba miktarlarına göre I. sınıf (yüksek kaliteli) sular,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{CN}^-$  ve Mn miktarlarına göre II. sınıf ( az kirlenmiş) sular,  $\text{NO}_2^-$ , Cu ve Ni miktarlarına göre III. sınıf (kirlenmiş) sular sınıfında yer almaktadır. Ayrıca A 1-1 nolu su Pb miktarına göre I. sınıf (yüksek kaliteli) sular, A 1-2 nolu su DO ve Pb miktarlarına göre II. sınıf ( az kirlenmiş) sular ve A 1-1 nolu su DO miktarına göre III. sınıf (kirlenmiş) sular sınıfında yer almaktadır.

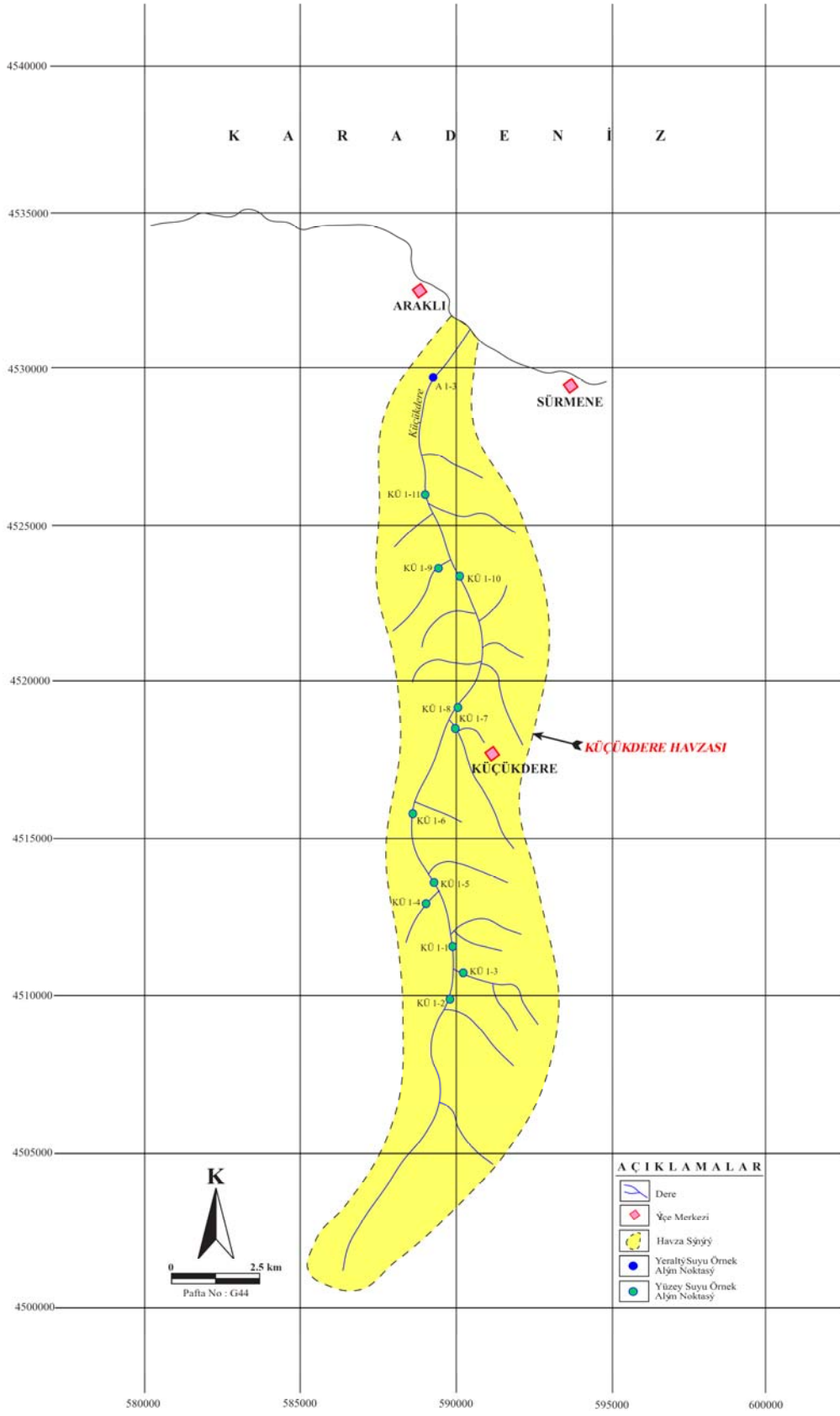
Kıta içi su kaynaklarının sınıfları (2004)' na göre Karadere ve kollarına ait yüzey suları, T, pH, TDS, DO, Na,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{F}^-$ , Fe, Al, Co, Cd, As, Cr ve Ba miktarlarına göre I. sınıf (yüksek kaliteli) sular,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{CN}^-$  ve Mn miktarlarına göre II. sınıf ( az kirlenmiş) sular,  $\text{NO}_2^-$ , Cu ve Ni miktarlarına göre III. sınıf (kirlenmiş) sular sınıfında yer almaktadır. Ayrıca, A 1-5 nolu su dışında kalan sular Al, A 1-20, A 1-23 ve A 1-30 nolu sular dışında kalan sular Pb miktarlarına göre I. sınıf (yüksek kaliteli) sular, A 1-20, A 1-23 ve A 1-30 nolu sular Pb miktarlarına göre II. sınıf ( az kirlenmiş) sular, A 1-5 nolu su Al miktarlarına göre III. sınıf (kirlenmiş) sular ve A 1-7 nolu su  $\text{NH}_4^+$  miktarlarına göre IV. sınıf (çok kirlenmiş) sular sınıfında yer almaktadır.

### 3.3.2.12. Küçükdere Havzası

Trabzon ilinin doğusunda yer alan Küçükdere Havzası (KÜ), yaklaşık 84.32 km<sup>2</sup> lik havza alanı ile 1/100000 ölçekli Trabzon G 44 paftası içerisinde bulunmaktadır. Havzanın ana akarsuyu Küçükdere olup bu dere birçok küçük kollarla beslenmektedir.

Küçükdere Havzası' nın su kalitesini belirlemek amacıyla Küçükdere akiferinden 1 adet yeraltı suyu, Küçükdere ve dereyi besleyen yan kollardan 11 adet yüzey suyu olmak üzere toplam 12 adet su örneği alınmıştır (Şekil 3.14).

Alınan su örneklerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri, iz element analiz sonuçları ve kirlilik parametreleri analiz sonuçları Tablo 3.39, 3.40 ve 3.41'de verilmiştir.



Şekil 3.14. Küçükdere Havzası ve su örnekleme yapılan lokasyonlar

Tablo 3.39. Küçükdere Havzası'ndaki sularda bulunan fiziksel parametreler, majör anyon ve katyonlar (değerler mg/l)

Örnek No	T (C°)	pH	DO	Eİ	TDS	Bulanıklık	Sertlik	Ca	Mg	Na	K	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl
<b>A 1-3 (kuyu)</b>	12.8	7.54	8.89	244	183	0	120.99	42.41	3.52	10.96	0.96	88.45	<25	<5
<b>KÜ 1-1</b>	6.8	7.58	10.94	77	57	16	39.63	13.54	1.26	3.42	0.45	43.92	<25	<5
<b>KÜ 1-2</b>	6.2	7.51	10.77	74	55	6	42.97	14.58	1.44	4.95	0.68	45.14	<25	<5
<b>KÜ 1-3</b>	6.1	7.39	10.98	76	58	19	39.45	12.84	1.65	3.23	0.39	35.38	<25	<5
<b>KÜ 1-4</b>	7.3	7.87	10.62	125	96	10	45.19	14.25	2.18	8.24	0.83	46.36	<25	<5
<b>KÜ 1-5</b>	6.8	7.47	10.91	82	62	9	46.24	15.52	1.67	5.02	0.57	42.70	<25	<5
<b>KÜ 1-6</b>	7.4	7.49	11.18	86	66	13	43.17	14.67	1.44	3.71	0.49	37.82	<25	<5
<b>KÜ 1-7</b>	8.6	7.55	11.13	95	72	10	44.96	14.16	2.18	6.39	0.60	47.58	<25	<5
<b>KÜ 1-8</b>	8.5	7.59	11.15	94	69	16	46.74	15.70	1.68	5.01	0.54	45.14	<25	<5
<b>KÜ 1-9</b>	9.9	7.56	10.9	108	81	15	43.78	13.03	2.54	9.12	0.82	41.48	<25	<5
<b>KÜ 1-10</b>	9.2	7.68	11.05	107	81	9	52.60	17.60	1.95	4.68	0.51	44.53	<25	<5
<b>KÜ 1-11</b>	9.5	7.73	11.32	112	85	11	50.70	16.66	2.05	5.56	0.56	106.14	<25	<5

Tablo 3.40. Küçükdere Havzası'ndaki sularda bulunan eser elementler (değerler mg/l)

Örnek No	Fe	Al	Cu	Pb	Mn	Co	Ni	Be	Cd	As	Cr	Sb	Ba	Bi	W	V
<b>A 1-3 (kuyu)</b>	0.006	0.030	0.056	0.015	0.367	0.001	0.099	0.003	0.001	0.001	0.0003	0.001	0.024	-	0.002	0.007
<b>KÜ 1-1</b>	0.012	0.050	0.058	0.006	0.340	0.002	0.094	0.003	0.001	0.001	0.0001	0.001	0.010	-	0.005	0.007
<b>KÜ 1-2</b>	0.020	0.035	0.056	0.002	0.344	0.002	0.093	0.003	0.002	0.001	0.0002	0.001	0.007	0.004	0.003	0.005
<b>KÜ 1-3</b>	0.009	0.052	0.058	0.002	0.340	-	0.096	0.003	0.001	0.001	0.001	0.001	0.005	0.001	0.005	0.009
<b>KÜ 1-4</b>	0.024	0.073	0.057	0.009	0.342	0.001	0.094	0.003	0.001	0.001	0.001	0.001	0.004	0.003	0.006	0.007
<b>KÜ 1-5</b>	0.022	0.033	0.056	0.011	0.343	0.001	0.095	0.003	0.001	0.001	0.0004	0.001	0.006	-	0.009	0.007
<b>KÜ 1-6</b>	0.017	0.074	0.057	-	0.342	0.001	0.096	0.003	0.001	0.001	-	0.001	0.007	-	0.002	0.008
<b>KÜ 1-7</b>	0.023	0.054	0.056	0.004	0.340	0.001	0.094	0.003	0.001	0.001	0.0004	0.000	0.003	-	0.011	0.008
<b>KÜ 1-8</b>	0.021	0.241	0.055	0.008	0.344	0.001	0.099	0.003	0.001	0.001	0.0003	0.001	0.007	-	0.005	0.009
<b>KÜ 1-9</b>	0.091	0.052	0.055	0.008	0.340	0.001	0.094	0.003	0.001	0.001	0.001	-	0.018	-	0.004	0.009
<b>KÜ 1-10</b>	0.022	0.075	0.064	0.001	0.345	0.002	0.092	0.003	0.002	0.001	0.001	0.001	0.005	0.001	0.005	0.007
<b>KÜ 1-11</b>	0.035	0.025	0.057	0.016	0.363	0.002	0.129	0.003	0.001	0.001	0.0003	-	0.006	-	0.000	0.007

Tablo 3.41. Küçükdere Havzası'ndaki sulara bulunan kirlilik parametreleri (değerler mg/l)

Örnek No	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	KOİ	F <sup>-</sup>	CN <sup>-</sup>	AKM
A 1-3 (kuyu)	0.016	1.92	<0.5	<0.5		<1	0.022	-
KÜ 1-1	0.02	0.16	<0.5	<0.5	<10	<1	0.024	0.01
KÜ 1-2	0.019	<0.1	<0.5	<0.5	16	<1	0.029	0.03
KÜ 1-3	0.02	<0.1	<0.5	<0.5	32	<1	0.024	0.02
KÜ 1-4	0.018	0.89	<0.5	<0.5	<10	<1	0.03	0.01
KÜ 1-5	0.019	0.3	<0.5	<0.5	<10	<1	0.024	0.01
KÜ 1-6	0.022	0.39	<0.5	<0.5	<10	<1	0.028	0.02
KÜ 1-7	0.022	0.8	<0.5	<0.5	46	<1	0.03	0.01
KÜ 1-8	0.021	0.62	<0.5	<0.5	48	<1	0.024	0.01
KÜ 1-9	0.023	1.92	<0.5	<0.5	50	<1	0.03	0.02
KÜ 1-10	0.019	1.92	<0.5	<0.5	33	<1	0.028	0.02
KÜ 1-11	0.019	0.77	<0.5	<0.5	45	<1	0.025	0.01

Küçükdere Havzası'ndan alınan su örneklerinin analiz sonuçları incelendiği, kıta içi su kaynaklarının sınıfları (2004)' na göre A 1-3 nolu kuyuya ait yeraltı suyu, T, pH, DO, TDS, Na, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, F<sup>-</sup>, Fe, Al, Co, Cd, As, Cr ve Ba miktarlarına göre I. sınıf (yüksek kaliteli) sular, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, CN<sup>-</sup>, Pb ve Mn miktarlarına göre II. sınıf (az kirlenmiş) sular ve NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, Cu ve Ni miktarlarına göre III. sınıf (kirlenmiş) sular sınıfında yer almaktadır.

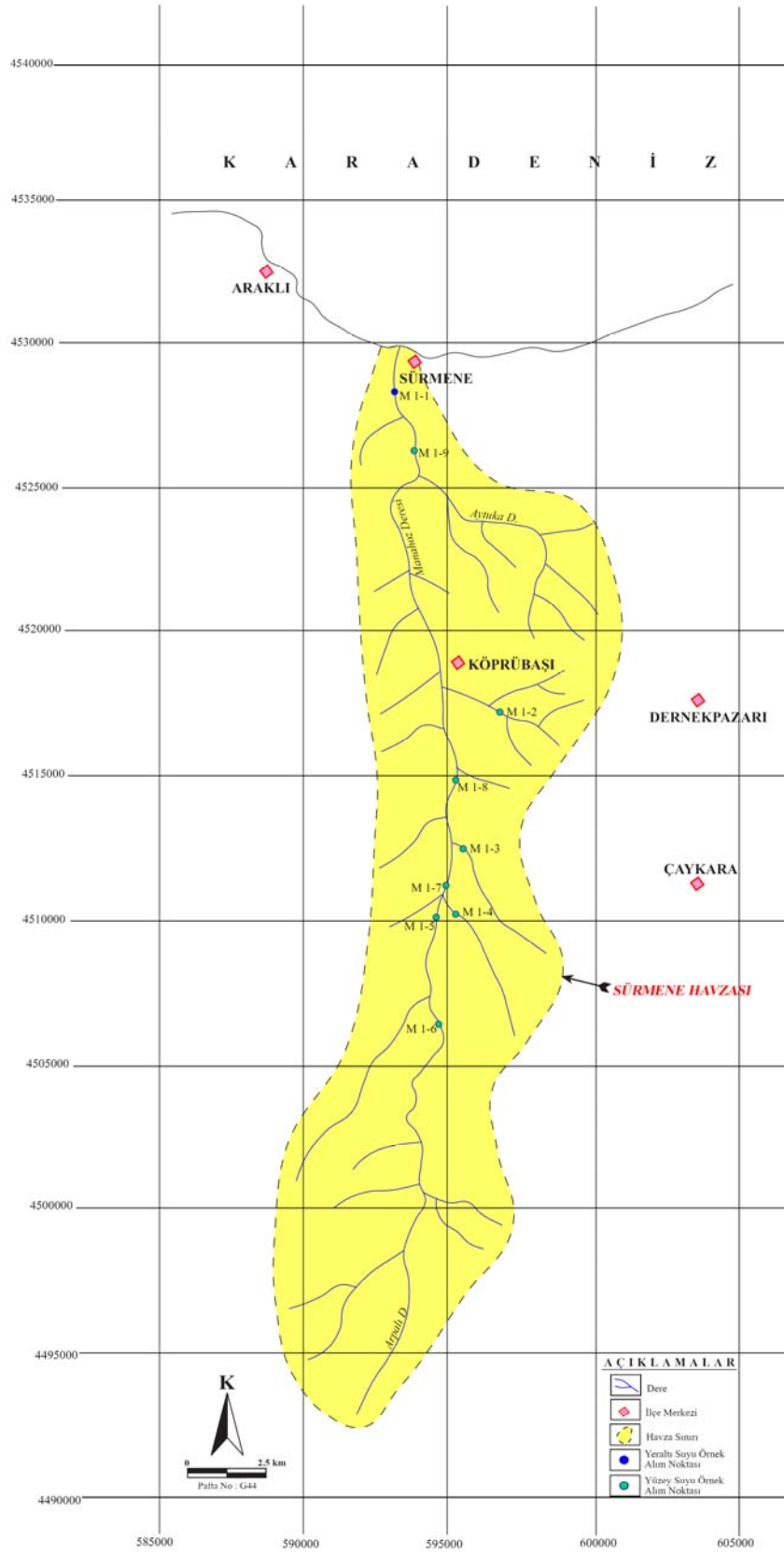
Kıta içi su kaynaklarının sınıfları (2004)' na göre Küçükdere ve kollarına ait yüzey suları, T, pH, DO, TDS, Na, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, F<sup>-</sup>, Fe, Al, Pb, Co, Cd, As, Cr ve Ba miktarlarına göre I. sınıf (yüksek kaliteli) sular, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, CN<sup>-</sup>, Pb ve Mn miktarlarına göre II. sınıf (az kirlenmiş) sular ve NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, Cu ve Ni miktarlarına göre III. sınıf (kirlenmiş) sular sınıfında yer almaktadır. Ayrıca KOİ miktarlarına göre, KÜ 1-1, KÜ 1-2, KÜ 1-4, KÜ 1-5 ve KÜ 1-6 nolu sular I. sınıf (yüksek kaliteli) sular, bunların dışında kalan sular ise II. sınıf (az kirlenmiş) sular sınıfında yer almaktadır.

### 3.3.2.13. Sürmene Havzası

Trabzon İli'nin doğusunda yer alan Sürmene Havzası (M), yaklaşık 185.2 km<sup>2</sup> lik havza alanı ile 1/100000 ölçekli Trabzon G44 paftası içerisinde bulunmaktadır. Havzanın ana akarsuyu Manahoz Deresi olup bu dere Aytuka ve Arpalı gibi yan kollarla beslenmektedir.

Manahoz Havzası'nın su kalitesini belirlemek amacıyla Manahoz akiferinden 1 adet yeraltı suyu, Manahoz Deresi ve dereyi besleyen yan kollardan 8 adet yüzey suyu olmak üzere toplam 9 adet su örneği alınmıştır (Şekil 3.15).

Alınan su örneklerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri, iz element analiz sonuçları ve kirlilik parametreleri analiz sonuçları Tablo 3.42, 3.43 ve 3.44'te verilmiştir.



Şekil 3.15. Sürmene Havzası ve su örnekleme yapılan lokasyonlar

Tablo 3.42. Sürmene Havzası'ndaki sularda bulunan fiziksel parametreler, majör anyon ve katyonlar (değerler mg/l)

Örnek No	T (C°)	pH	DO	Eİ	TDS	Bulanıklık	Sertlik	Ca	Mg	Na	K	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl
M 1-1 (kuyu)	12.8	7.05	8.55	160	117	0	71.61	22.82	3.52	6.21	0.66	57.34	<25	<5
M 1-2	15.7	6.94	9.75	113	80	1	39.66	10.86	3.00	6.38	0.86	28.06	<25	<5
M 1-3	14.5	7.8	10	140	102	2	65.72	22.12	2.51	5.05	0.58	46.97	<25	<5
M 1-4	13.7	7.88	10.04	87	63	1	41.47	14.08	1.51	2.27	0.47	56.12	<25	<5
M 1-5	13.5	7.55	9.75	76	55	3	34.59	11.65	1.30	2.42	0.46	34.16	<25	<5
M 1-6	12.1	7.3	9.81	50	36	5	22.85	7.42	1.01	1.77	0.44	29.89	<25	<5
M 1-7	13.5	7.72	9.88	97	70	3	44.79	15.27	1.58	2.71	0.52	50.02	<25	<5
M 1-8	11.5	7.69	9.35	92	69	2	42.95	14.68	1.47	2.72	0.49	32.33	>250	<5
M 1-9	14.8	8.73	10.76	91	65	5	40.73	13.82	1.48	2.86	0.54	46.36	<25	<5

Tablo 3.43. Sürmene Havzası'ndaki sularda bulunan eser elementler (değerler mg/l)

Örnek No	Fe	Al	Cu	Pb	Mn	Co	Ni	Be	Cd	As	Cr	Sb	Ba	Bi	Mo	W	V
M 1-1 (kuyu)	-	-	0.059	-	0.102	0.002	0.004	0.003	0.0002	0.001	-	-	0.004	-	0.005	0.005	0.009
M 1-2	0.008	0.131	0.060	0.008	0.114	0.002	0.0003	0.003	0.001	0.002	0.001	0.004	0.003	-	0.001	0.001	0.008
M 1-3	0.007	0.045	0.059	-	0.104	-	0.049	0.003	0.003	-	0.001	0.001	0.009	-	0.002	0.002	0.007
M 1-4	-	0.033	0.058	0.003	0.076	0.001	-	0.003	0.001	-	0.001	0.003	0.007	-	0.007	0.007	0.011
M 1-5	0.008	0.052	0.059	0.006	0.077	0.001	-	0.003	-	0.001	0.001	0.004	0.006	0.056	0.003	0.003	0.005
M 1-6	0.017	0.071	0.059	-	0.073	0.0005	-	0.003	0.001	-	0.001	0.002	0.005	0.054	0.003	0.003	0.008
M 1-7	0.007	0.063	0.058	-	0.096	0.002	-	0.003	-	-	0.001	0.001	0.009	0.057	0.002	0.002	0.009
M 1-8	0.046	0.080	0.059	-	0.098	0.001	0.051	0.003	0.001	-	0.001	0.001	0.004	-	0.002	0.002	0.009
M 1-9	0.017	0.137	0.058	-	0.078	0.001	0.050	0.003	-	-	0.001	0.002	0.002	0.057	0.005	0.005	0.008



Tablo 3.44. Sürmene Havzası'ndaki sularda bulunan kirlilik parametreleri (değerler mg/l)

Örnek No	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	KOİ	Cl <sub>2</sub>	F <sup>-</sup>	CN <sup>-</sup>	AKM
M 1-1 (kuyu)	0.1	2	<0.5	22	<0.05	0.39	<0.01	0.01
M 1-2	0.07	1.3	<0.5	45	<0.05	0.48	<0.01	0.01
M 1-3	0.07	0.7	<0.5	42	<0.05	0.54	<0.01	0.01
M 1-4	0.07	<0.5	<0.5	<10	<0.05	0.61	<0.01	0.01
M 1-5	0.08	<0.5	<0.5	45	<0.05	<0.04	<0.01	0.01
M 1-6	0.07	<0.5	<0.5	57	<0.05	0.71	<0.01	0.01
M 1-7	0.07	<0.5	<0.5	58	<0.05	0.63	<0.01	0.01
M 1-8	0.07	<0.5	<0.5	64	<0.05	0.69	<0.01	0.01
M 1-9	0.08	1.2	<0.5	34	<0.05	0.76	<0.01	0.01

Sürmene Havzası'ndan alınan su örneklerinin analiz sonuçları incelendiği, kıta içi su kaynaklarının sınıfları (2004)' na göre M 1-1 nolu kuyuya ait yeraltı suyu, T, pH, DO, TDS, Na, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, KOİ, F<sup>-</sup>, CN<sup>-</sup>, Fe, Al, Pb, Co, Ni, Cd, As, Cr ve Ba miktarlarına göre I. sınıf (yüksek kaliteli) sular, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, Cl<sub>2</sub> ve Mn miktarlarına göre II. sınıf (az kirlenmiş) sular, Cu miktarına göre III. sınıf (kirlenmiş) sular, NO<sub>2</sub><sup>-</sup> miktarına göre ise IV. sınıf (çok kirlenmiş) sular sınıfında yer almaktadır.

Kıta içi su kaynaklarının sınıfları (2004)' na göre Manahoz Deresi ve kollarına ait yüzey suları, T, pH, DO, TDS, Na, Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, F<sup>-</sup>, CN<sup>-</sup>, Fe, Al, Pb, Co, Ni, Cd, As, Cr ve Ba miktarlarına göre I. sınıf (yüksek kaliteli) sular, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> ve Cl<sub>2</sub> miktarlarına göre II. sınıf ( az kirlenmiş) sular, Cu miktarlarına göre III. sınıf (kirlenmiş) sular, NO<sub>2</sub><sup>-</sup> miktarlarına göre ise IV. sınıf (çok kirlenmiş) sular sınıfında yer almaktadır. Ayrıca, M 1-8 nolu su dışında kalan sular SO<sub>4</sub>, M 1-2 ve M 1-3 nolu sular dışında kalan sular Mn ve M 1-4 nolu su ise KOİ miktarlarına göre I. sınıf (yüksek kaliteli) sular, M 1-2, M 1-3, M 1-5 ve M 1-9 nolu sular KOİ, M 1-2 ve M 1-3 nolu sular Mn miktarlarına göre II. sınıf (az kirlenmiş) sular, M 1-8 nolu su SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, M 1-6, M 1-7 ve M 1-8 nolu sular KOİ miktarlarına göre III. sınıf (kirlenmiş) sular sınıfında yer almaktadır.

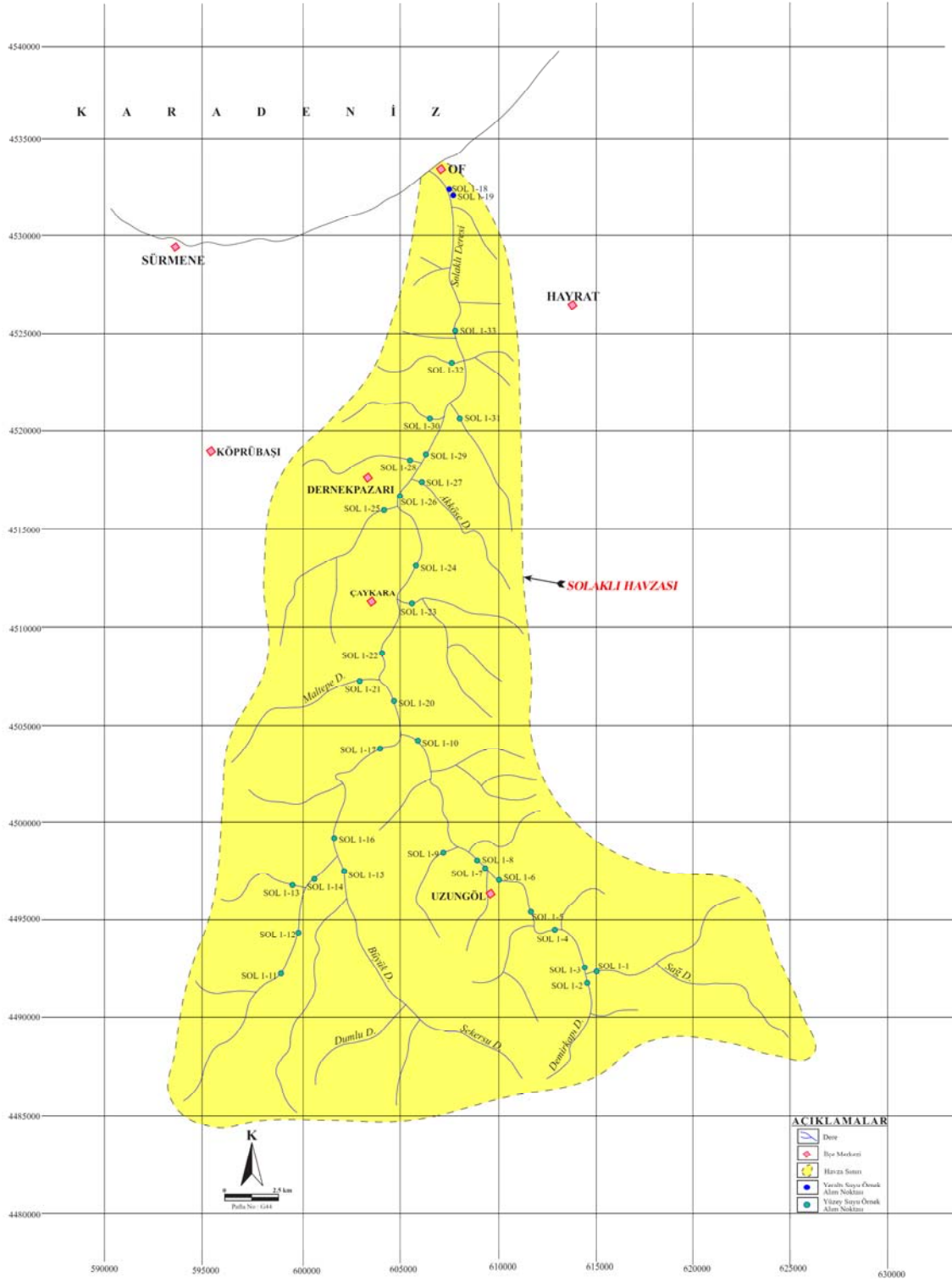
### 3.3.2.14. Solaklı Havzası

Trabzon ilinin doğusunda yer alan Solaklı Havzası (SOL), yaklaşık 703.47 km<sup>2</sup> lik havza alanı ile 1/100000 ölçekli Trabzon G44 paftası içerisinde bulunur ve inceleme alanındaki en büyük havzadır. Havzanın ana akarsuyu, Of ilçe merkezinden Karadenize

dökülen Solaklı Deresi'dir. Bu dere Şekersu, Demirkapı, Dumlu, Sağ, Maltepe ve Akköse gibi çok sayıda yan kolla beslenmektedir.

Solaklı Havzası' nın su kalitesini belirlemek amacıyla Solaklı akiferinden 2 adet yeraltı suyu, Solaklı Deresi ve dereyi besleyen yan kollardan 31 adet yüzey suyu olmak üzere toplam 33 adet su örneği alınmıştır (Şekil 3.16).

Alınan su örneklerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri, iz element analiz sonuçları ve kirlilik parametreleri analiz sonuçları Tablo 3.45, 3.46 ve 3.47'de verilmiştir.



Şekil 3.16. Solaklı Havzası ve su örnekleme yapılan lokasyonlar

Tablo 3.45. Solaklı Havzası'ndaki sulara bulunan fiziksel parametreler, majör anyon ve katyonlar (değerler mg/l)

Örnek No	T (C°)	pH	DO	Eİ	TDS	Bulanıklık	Sertlik	Ca	Mg	Na	K	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl
SOL 1-1	6.1	7.13	14.19	44	31	<5	22.55	7.68	0.79	1.52	0.36	42.70	162	<5
SOL1-2	5.8	7.08	14.25	39	27	<5	19.05	6.47	0.67	1.41	0.34	21.96	>250	<5
SOL 1-3	5.9	7.13	14.3	43	33	<5	21.37	7.29	0.74	1.55	0.39	28.06	<25	<5
SOL 1-4	6.2	7.19	14.29	48	34	4	23.18	7.95	0.78	1.49	0.38	32.33	<25	<5
SOL 1-5	6.7	7.25	13.8	46	36	3	23.18	7.96	0.77	1.48	0.37	35.38	<25	<5
SOL 1-6	6.8	7.1	14.99	52	45	9	28.44	9.72	0.93	1.79	0.45	33.55	43	<5
SOL 1-7 (göl)	7.8	7.24	12.92	68	83	9	38.49	13.27	1.26	2.05	0.60	43.31	<25	<5
SOL 1-8 (göl)	7.2	7.33	14.38	50	38	8	24.00	8.22	0.80	1.60	0.40	33.55	<25	<5
SOL 1-9	8.1	7.47	13.95	56	42	3	28.51	9.12	1.37	1.82	0.38	23.79	<25	<5
SOL 1-10	9.7	7.4	14.71	59	46	33	28.93	9.90	0.99	1.84	0.44	35.99	<25	<5
SOL 1-11	7.8	7.43	14.16	48	36	<5	23.43	7.68	1.00	1.79	0.41	38.43	<25	<5
SOL 1-12	9.8	7.61	13.58	73	54	11	35.94	11.76	1.57	2.01	0.59	38.43	<25	<5
SOL 1-13	8.7	7.7	14.11	43	32	25	20.50	6.84	0.80	1.82	0.42	31.72	<25	<5
SOL 1-14	8.4	7.51	14.24	57	44	8	27.30	9.10	1.08	1.88	0.44	34.77	<25	<5
SOL 1-15	8.3	7.31	14.37	39	30	11	17.81	5.83	0.76	1.65	0.38	21.96	<25	<5
SOL 1-16	8.5	7.37	14.16	43	32	10	19.94	6.56	0.83	1.78	0.41	29.89	<25	<5
SOL 1-17	8.5	7.48	14.83	52	39	55	25.27	8.47	0.96	1.82	0.43	24.40	<25	<5
SOL 1-18 (kuyu)	14.1	7.5	9.21	211	169	-	107.37	36.74	3.76	6.79	0.62	73.20	<25	<5
SOL 1-19 (kuyu)	13.7	7.56	9.45	205	159	-	103.04	35.24	3.62	6.52	0.63	64.66	<25	<5
SOL 1-20	9.5	7.61	15.81	62	47	-	30.84	10.47	1.10	1.95	0.49	34.77	<25	<5

Tablo 3.45'in devamı

Örnek No	T (C°)	pH	DO	Eİ	TDS	Bulanıklık	Sertlik	Ca	Mg	Na	K	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl
SOL 1-21	10.4	7.94	14.48	131	100	-	68.25	23.76	2.12	2.63	0.41	37.82	<25	<5
SOL 1-22	9.5	7.76	15.48	68	52	-	33.51	11.41	1.18	2.09	0.53	54.29	<25	<5
SOL 1-23	10.9	8.01	15.07	109	86	-	55.46	18.92	1.96	2.67	0.44	62.83	<25	<5
SOL 1-24	10.2	7.87	15.44	76	57	-	35.51	10.78	2.03	3.51	0.48	43.92	<25	<5
SOL 1-25	11.9	7.73	14.95	77	60	-	38.07	12.91	1.38	2.20	0.46	43.92	<25	<5
SOL 1-26	10.7	7.76	15.39	80	62	-	40.13	13.55	1.49	2.34	0.48	51.85	<25	<5
SOL 1-27	12.2	8.15	14.9	155	122	-	80.68	27.87	2.63	3.37	0.51	70.76	<25	6
SOL 1-28	13.1	7.34	13.8	71	56	-	28.31	8.26	1.82	4.41	0.70	38.43	<25	<5
SOL 1-29	14.2	7.82	15.13	81	61	-	37.90	12.71	1.46	2.47	0.49	43.31	<25	<5
SOL 1-30	13.8	7.4	14.29	82	62	-	31.56	6.16	3.87	4.88	0.64	23.79	<25	<5
SOL 1-31	14.9	8.17	14.36	211	161	-	104.84	35.88	3.66	5.41	0.85	70.76	<25	<5
SOL 1-32	13.7	7.32	14.35	54	42	-	20.06	3.40	2.77	3.51	0.42	20.74	<25	<5
SOL 1-33	12.4	7.83	15.34	89	68	-	43.91	14.57	1.78	2.76	0.51	20.13	>250	<5

Tablo 3.46. Solaklı Havzası'ndaki sularda bulunan eser elementler (değerler mg/l)

Örnek No	Fe	Al	Cu	Pb	Mn	Co	Ni	Be	Cd	As	Cr	Ba	Bi	W	V
<b>SOL 1-1</b>	0.003	0.051	0.057	-	0.072	0.002	-	0.003	0.001	-	-	0.005	0.057	-	0.008
<b>SOL 1-2</b>	0.011	0.044	0.057	-	0.071	0.001	0.005	0.003	0.001	0.001	-	0.000	0.007	-	0.009
<b>SOL 1-3</b>	0.002	0.045	0.059	0.003	0.071	0.001	-	0.003	0.003	0.001	0.0001	0.003	0.055	0.007	0.008
<b>SOL 1-4</b>	0.002	0.040	0.058	0.009	0.071	0.002	-	0.003	-	0.001	0.001	0.004	0.055	0.003	0.004
<b>SOL 1-5</b>	0.004	0.046	0.058	-	0.072	0.001	-	0.003	0.001	-	0.0003	0.004	0.055	0.004	0.010
<b>SOL 1-6</b>	0.115	0.037	0.058	0.006	0.096	0.0001	-	0.003	0.001	-	-	0.007	0.000	0.001	0.008
<b>SOL 1-7 (göl)</b>	0.018	0.040	0.058	0.003	0.086	0.002	-	0.003	0.001	-	0.0003	0.007	0.060	-	0.011
<b>SOL 1-8 (göl)</b>	0.023	0.055	0.057	-	0.079	0.0003	0.050	0.003	0.001	-	0.001	0.004	0.057	0.001	0.006
<b>SOL 1-9</b>	-	0.017	0.058	0.009	0.071	0.002	-	0.003	0.001	0.001	-	0.024	0.062	0.0001	0.006
<b>SOL 1-10</b>	0.019	0.060	0.058	-	0.076	0.0004	0.051	0.003	0.002	-	0.0002	0.010	0.054	0.006	0.007
<b>SOL 1-11</b>	0.005	0.047	0.058	-	0.071	0.001	-	0.003	-	0.001	0.0003	0.003	0.006	0.007	0.009
<b>SOL 1-12</b>	0.0001	0.042	0.059	-	0.074	0.0004	0.0002	0.003	0.001	0.001	0.0003	0.073	0.003	0.003	0.008
<b>SOL 1-13</b>	0.006	0.050	0.058	-	0.072	0.001	-	0.003	0.001	0.002	-	0.030	-	0.009	0.007
<b>SOL1-14</b>	0.006	0.050	0.059	0.011	0.073	0.002	0.0001	0.003	0.001	-	-	0.011	0.061	0.009	0.010
<b>SOL 1-15</b>	0.012	0.061	0.058	0.006	0.070	0.0003	0.001	0.003	0.002	-	0.0003	0.002	0.056	0.004	0.006
<b>SOL 1-16</b>	0.011	0.065	0.059	-	0.072	0.001	0.051	0.003	0.001	0.001	0.0001	0.003	-	0.003	0.010
<b>SOL1-17</b>	0.018	0.082	0.059	0.002	0.080	-	-	0.003	0.003	-	0.001	0.006	0.059	-	0.006
<b>SOL 1-18 (kuyu)</b>	-	0.025	0.058	0.002	0.115	-	0.048	0.003	0.003	0.001	0.0003	0.003	0.012	0.005	0.011
<b>SOL 1-19 (kuyu)</b>	-	0.013	0.059	0.003	0.116	0.001	-	0.003	0.003	-	0.001	0.004	0.008	0.006	0.010

Tablo 3.45'in devamı

Örnek No	Fe	Al	Cu	Pb	Mn	Co	Ni	Be	Cd	As	Cr	Ba	Bi	W	V
<b>SOL 1-20</b>	0.019	0.064	0.059	0.012	0.077	0.003	0.049	0.003	0.001	-	0.001	0.008	-	0.006	0.006
<b>SOL 1-21</b>	0.011	0.098	0.059	0.020	0.111	-	-	0.003	0.003	-	0.001	0.013	-	0.005	0.008
<b>SOL 1-22</b>	0.016	0.068	0.059	-	0.078	0.001	0.049	0.003	0.001	-	0.0004	0.008	-	0.002	0.008
<b>SOL1-23</b>	0.004	0.059	0.059	-	0.104	-	-	0.003	0.001	-	0.001	0.002	-	0.001	0.009
<b>SOL 1-24</b>	0.055	0.155	0.058	0.004	0.078	0.002	-	0.003	0.003	-	-	-	0.052	-	0.009
<b>SOL 1-25</b>	0.017	0.081	0.059	0.007	0.083	0.001	-	0.003	0.002	-	0.001	0.008	-	0.000	0.007
<b>SOL 1-26</b>	0.021	0.080	0.059	0.005	0.083	0.002	-	0.003	0.001	-	0.001	0.006	0.054	0.011	0.009
<b>SOL 1-27</b>	0.052	0.175	0.059	-	0.119	-	0.049	0.003	0.003	-	0.001	0.001	-	0.006	0.011
<b>SOL 1-28</b>	0.047	0.138	0.059	0.013	0.074	0.002	-	0.003	0.001	0.001	0.0003	0.001	-	0.001	0.006
<b>SOL 1-29</b>	0.024	0.100	0.059	-	0.082	0.002	-	0.003	0.001	0.001	-	0.006	-	0.002	0.008
<b>SOL 1-30</b>	0.059	0.155	0.061	-	0.081	0.002	-	0.003	0.001	-	0.001	-	0.001	0.001	0.010
<b>SOL 1-31</b>	0.019	0.060	0.059	-	0.119	-	0.048	0.003	0.002	-	0.0002	0.002	0.001	0.007	0.009
<b>SOL 1-32</b>	0.030	0.097	0.059	0.002	0.073	-	-	0.003	0.001	0.002	0.001	-	-	0.007	0.008
<b>SOL 1-33</b>	0.025	0.109	0.059	-	0.102	-	-	0.003	0.001	-	0.001	0.006	-	0.002	0.007

Tablo 3.47. Solaklı Havzası'ndaki sulara bulunan kirlilik parametreleri (değerler mg/l)

Örnek No	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	KOİ	Cl <sub>2</sub>	F <sup>-</sup>	CN <sup>-</sup>	AKM
SOL 1-1	0.08	<0.5	<0.5	52	<0.05	<0.04	<0.01	0.01
SOL 1-2	0.09	<0.5	<0.5	59	0.06	0.48	<0.01	0.02
SOL1-3	0.09	<0.5	<0.5	14	<0.05	0.5	<0.01	0.01
SOL 1-4	0.08	<0.5	<0.5	25	<0.05	0.64	<0.01	0.01
SOL1-5	0.08	<0.5	<0.5	19	<0.05	0.59	<0.01	0.01
SOL1-6	0.08	<0.5	<0.5	52	<0.05	<0.04	<0.01	0.03
SOL1-7 (göl)	0.08	1.1	<0.5	22	<0.05	<0.04	<0.01	0.01
SOL 1-8 (göl)	0.08	<0.5	<0.5	35	0.07	0.56	<0.01	0.01
SOL 1-9	0.08	<0.5	<0.5	54	0.05	0.64	<0.01	0.01
SOL1-10	0.08	<0.5	<0.5	34	0.12	<0.04	<0.01	0.01
SOL 1-11	0.08	<0.5	<0.5	45	0.12	0.62	<0.01	0.01
SOL 1-12	0.11	0.7	<0.5	42	<0.05	0.51	<0.01	0.01
SOL 1-13	0.07	<0.5	<0.5	41	<0.05	0.44	<0.01	0.03
SOL1-14	0.08	0.6	<0.5	38	0.06	0.63	<0.01	0.01
SOL1-15	0.07	1.1	<0.5	45	<0.05	0.67	<0.01	0.01
SOL 1-16	0.07	<0.5	0.8	20	<0.05	0.69	<0.01	0.01
SOL 1-17	0.1	<0.5	<0.5	39	<0.05	0.72	<0.01	0.02
SOL 1-18 (kuyu)	0.08	2.1	<0.5	45	0.12	0.33	<0.01	-
SOL 1-19 (kuyu)	0.07	1.7	<0.5	21	<0.05	0.32	<0.01	-
SOL 1-20	0.08	1.3	<0.5	30	<0.05	0.06	<0.01	0.03
SOL1-21	0.08	<0.5	<0.5	25	<0.05	<0.04	<0.01	0.07
SOL 1-22	0.08	<0.5	<0.5	18	<0.05	<0.04	<0.01	0.01
SOL1-23	0.08	<0.5	<0.5	45	0.16	0.09	<0.01	0.03
SOL1-24	0.08	1.1	<0.5	46	<0.05	0.87	<0.01	0.03
SOL1-25	0.08	<0.5	<0.5	28	0.22	0.78	<0.01	0.05
SOL 1-26	0.09	<0.5	<0.5	40	0.05	0.68	<0.01	0.01
SOL 1-27	0.09	0.9	<0.5	36	0.07	0.66	<0.01	0.03
SOL 1-28	0.07	0.8	<0.5	43	<0.05	<0.04	<0.01	0.02
SOL 1-29	0.08	<0.5	<0.5	41	<0.05	0.65	<0.01	0.03
SOL 1-30	0.09	1.5	<0.5	50	0.06	0.25	<0.01	0.02
SOL 1-31	0.12	2	<0.5	40	0.05	0.18	<0.01	0.05
SOL 1-32	0.07	0.8	<0.5	42	<0.05	0.71	<0.01	0.01
SOL 1-33	0.11	0.7	<0.5	68	<0.05	0.05	<0.01	0.03

Solaklı Havzası'ndan alınan su örneklerinin analiz sonuçları incelendiği, kıta içi su kaynaklarının sınıfları (2004)' na göre yeraltı sularına ait sular, T, pH, DO, TDS, Na, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, F<sup>-</sup>, CN<sup>-</sup>, Fe, Al, Pb, Co, Cd, As, Cr ve Ba miktarlarına göre I. sınıf (yüksek kaliteli) sular, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> ve Mn miktarlarına göre II. sınıf (az kirlenmiş) sular, Cu miktarlarına göre III. sınıf (kirlenmiş) sular, NO<sub>2</sub><sup>-</sup> miktarlarına göre ise IV. sınıf (çok kirlenmiş) sular sınıfında yer almaktadır. Ayrıca SOL 1-19 nolu KOİ ve Ni miktarlarına göre I. sınıf



(yüksek kaliteli) sular, SOL 1-18 nolu su KOİ ve Ni, SOL 1-19 nolu su Cl<sub>2</sub> miktarlarına göre II. sınıf (az kirlenmiş) sular, SOL 1-18 nolu su Cl<sub>2</sub> miktarına göre IV. sınıf sular sınıfında yer almaktadır.

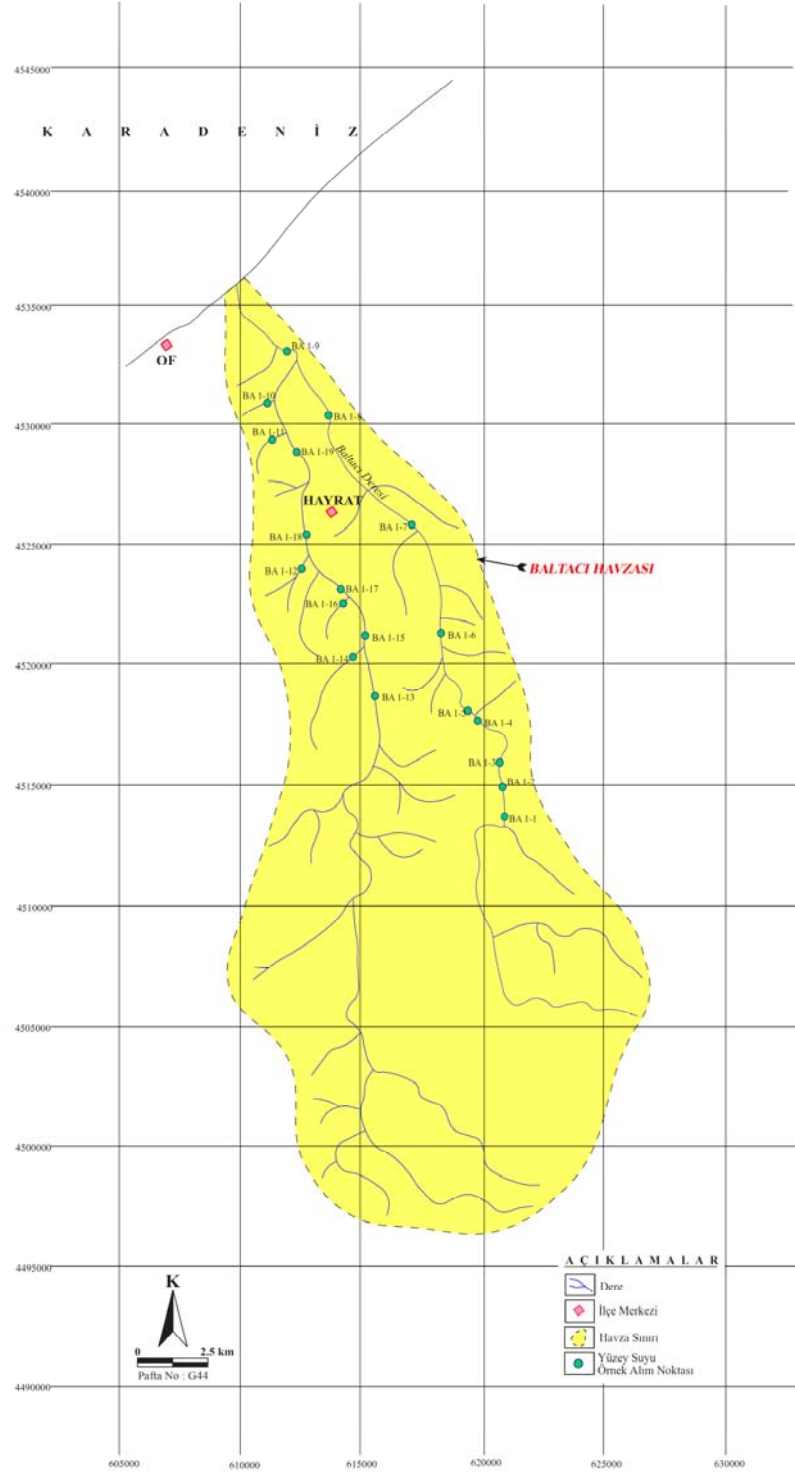
Kıta içi su kaynaklarının sınıfları (2004)' na göre Solaklı Deresi ve kollarına ait yüzey suları, T, pH, DO, TDS, Na, Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, F<sup>-</sup>, CN<sup>-</sup>, Fe, Al, Pb, Co, Cd, As, Cr ve Ba miktarlarına göre I. sınıf (yüksek kaliteli) sular, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> miktarlarına göre II. sınıf (az kirlenmiş) sular, Cu miktarlarına göre III. sınıf (kirlenmiş) sular, NO<sub>2</sub><sup>-</sup> miktarlarına göre ise IV. sınıf (çok kirlenmiş) sular sınıfında yer almaktadır. Ayrıca, SOL 1-2 ve SOL 1-33 nolu sular dışında kalan sular SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, SOL 1-3, SOL 1-4, SOL 1-5, SOL 1-7, SOL 1-16, SOL 1-21 ve SOL 1-22 nolu sular KOİ, SOL 1-21, SOL 1-23, SOL1-27, SOL 1-31 ve SOL 1-33 nolu sular dışında kalan kalan sular Mn, SOL 1-8, SOL 1-10, SOL 1-16, SOL 1-20, SOL 1-22, SOL 1-27 SOL 1-31 nolu sular dışında kalan sular Ni miktarlarına göre I. sınıf (yüksek kaliteli) sular, SOL 1-8, SOL 1-10, SOL 1-11, SOL 1-12, SOL 1-13, SOL 1-14, SOL 1-15, SOL 1-17, SOL 1-20, SOL 1-23, SOL 1-24, SOL 1-25, SOL 1-26, SOL 1-27, SOL 1-28, SOL 1-29, SOL 1-30, SOL 1-31, SOL 1-32 ve SOL 1-33 nolu sular KOİ, SOL 1-1, SOL 1-3, SOL 1-4, SOL 1-5, SOL 1-6, SOL 1-7, SOL 1-12, SOL 1-13, SOL 1-15, SOL 1-16, SOL 1-17, SOL 1-20, SOL 1-21, SOL 1-22, SOL 1-24, SOL 1-28, SOL 1-29, SOL 1-32 ve SOL 1-33 nolu sular Cl<sub>2</sub>, SOL 1-21, SOL 1-23, SOL1-27, SOL 1-31 ve SOL 1-33 nolu sular Mn, SOL 1-8, SOL 1-20, SOL 1-22, SOL 1-27, SOL 1-31 nolu sular Ni miktarlarına göre II. sınıf (az kirlenmiş) sular, SOL 1-2 ve SOL 1-33 nolu sular SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, SOL 1-1, SOL 1-2, SOL 1-6, SOL 1-9, SOL 1-26 ve SOL 1-33 nolu sular KOİ, SOL 1-9, SOL 1-26 ve SOL 1-31 nolu sular Cl<sub>2</sub>, SOL 1-10, SOL 1-16 nolu sular Ni miktarlarına göre III. sınıf (kirlenmiş) sular, SOL 1-2, SOL 1-8, SOL 1-10, SOL 1-11, SOL 1-14, SOL 1-23, SOL 1-25, SOL 1-27 ve SOL 1-30 nolu sular Cl<sub>2</sub> miktarlarına göre IV. sınıf sular sınıfında yer almaktadır.

### 3.3.2.15. Baltacı Havzası

Trabzon ilinin doğusunda yer alan Baltacı Havzası (Ba), yaklaşık 340.83 km<sup>2</sup> lik havza alanı ile 1/100000 ölçekli Trabzon G 44 paftası içerisinde bulunmaktadır. Hayrat İlçesi'nin de içerisinde yer aldığı havzanın ana akarsuyu Baltacı Deresi olup bu dere Yapraklı, Cunis, Barma, Yenicami ve Büyük Dere yan kollarıyla beslenmektedir.

Baltacı Havzası' nın su kalitesini belirlemek amacıyla, Baltacı Deresi ve dereyi besleyen yan kollardan 19 adet yüzey suyu örneği alınmıştır (Şekil 3.17).

Alınan su örneklerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri, iz element analiz sonuçları ve kirlilik parametreleri analiz sonuçları aşağıdaki Tablolarda verilmiştir ( Tablo 3.48, 3.49, 3.50).



Şekil 3.17. Baltacı Havzası ve su örnekleme yapılan lokasyonlar

Tablo 3.48. Baltacı Havzası'ndaki sularda bulunan fiziksel parametreler, majör anyon ve katyonlar (değerler mg/l)

Örnek No	T (C°)	pH	DO	Eİ	TDS	Bulanıklık	Sertlik	Ca	Mg	Na	K	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>
BA 1-1	11.5	7.53	13.72	64	56	<5	38.94	13.21	1.42	2.64	0.58	48.8	<25	<5
BA 1-2	10.8	7.91	14.11	81	62	<5	45.72	15.40	1.73	1.49	0.34	43.31	<25	<5
BA 1-3	12.3	7.83	13.65	72	56	<5	39.10	12.92	1.64	2.14	0.45	34.16	<25	<5
BA 1-4	13.7	7.84	13.9	82	63	<5	40.87	13.30	1.83	2.62	0.46	43.31	<25	<5
BA 1-5	6.1	7.87	16.86	81	61	<5	42.83	14.51	1.56	1.69	0.41	53.07	<25	<5
BA 1-6	9.8	7.82	16.43	78	60	<5	42.23	14.32	1.54	1.85	0.46	49.41	<25	<5
BA 1-7	12.6	7.77	15.13	87	66	<5	44.64	14.88	1.78	2.45	0.44	39.65	<25	<5
BA 1-8	15.5	7.91	14.75	105	84	<5	53.15	17.46	2.27	3.46	0.52	52.46	<25	<5
BA 1-9	17.4	7.79	14.03	90	69	<5	45.17	15.26	1.68	2.65	0.51	40.26	<25	<5
BA 1-10	16.6	8.06	13.64	219	164	<5	107.85	28.10	9.12	9.59	0.72	76.86	<25	<5
BA 1-11	18.5	7.78	12.75	173	132	<5	81.01	19.29	7.94	6.91	0.69	62.22	<25	<5
BA 1-12	18.3	7.8	13.55	152	114	<5	67.59	23.41	2.18	6.81	1.24	47.58	26	<5
BA 1-13	13.8	7.82	14.72	65	48	<5	34.08	11.77	1.11	1.72	0.46	48.8	<25	<5
BA 1-14	17	7.97	13.46	93	70	<5	49.53	17.43	1.43	2.47	0.43	51.24	<25	<5
BA 1-15	14.4	7.9	14.54	66	67	<5	34.78	12.03	1.12	1.77	0.46	47.58	<25	<5
BA 1-16	15.6	8.01	13.48	148	113	<5	72.44	22.34	4.01	4.91	0.64	54.29	<25	<5
BA 1-17	14.7	7.76	13.87	78	63	<5	41.75	14.41	1.36	2.13	0.51	44.53	<25	<5
BA 1-18	17.7	7.99	13.9	75	69	<5	38.18	13.22	1.23	2.10	0.48	41.48	<25	<5
BA 1-19	18.4	8.64	13.92	77	90	<5	47.02	14.04	2.87	3.30	0.63	53.68	<25	<5

Tablo 3.49. Baltacı Havzası'ndaki sulara bulunan eser elementler (değerler mg/l)

Örnek No	Fe	Al	Cu	Pb	Mn	Co	Ni	Be	Cd	As	Cr	Sb	Ba	Bi	W	V
<b>BA 1-1</b>	0.002	0.054	0.059	0.012	0.079	0.001	-	0.003	0.001	-	0.001	0.001	0.003	0.060	0.009	0.007
<b>BA 1-2</b>	-	0.019	0.059	0.009	0.098	0.001	-	0.003	0.001	0.001	0.001	0.002	-	-	0.006	0.007
<b>BA 1-3</b>	-	0.034	0.058	0.020	0.076	0.001	-	0.003	0.001	-	-	0.001	-	0.051	0.005	0.008
<b>BA 1-4</b>	-	0.040	0.058	-	0.075	0.001	-	0.003	0.001	-	0.001	0.002	0.000	0.055	0.006	0.008
<b>BA 1-5</b>	0.001	0.016	0.058	-	0.098	0.001	-	0.003	0.001	-	-	0.001	-	-	0.0001	0.005
<b>BA 1-6</b>	0.002	0.051	0.060	0.002	0.097	0.001	-	0.003	-	-	-	-	-	0.056	0.001	0.008
<b>BA 1-7</b>	0.004	0.024	0.058	0.005	0.098	0.0001	-	0.003	-	-	0.0005	0.002	-	0.061	0.009	0.005
<b>BA 1-8</b>	0.025	0.139	0.058	-	0.104	0.001	-	0.003	0.001	0.001	0.0004	0.003	0.005	0.053	0.006	0.007
<b>BA 1-9</b>	0.011	0.099	0.059	-	0.099	-	-	0.003	-	-	0.001	0.002	0.004	-	0.002	0.011
<b>BA 1-10</b>	0.008	0.014	0.060	0.015	0.111	0.002	-	0.003	0.003	-	0.004	0.001	-	-	0.005	0.015
<b>BA 1-11</b>	0.009	0.027	0.059	0.021	0.101	0.001	-	0.003	0.001	-	0.003	0.003	-	-	0.003	0.011
<b>BA 1-12</b>	0.027	0.044	0.058	-	0.107	0.001	-	0.003	0.001	-	0.000	-	0.045	-	0.001	0.010
<b>BA 1-13</b>	0.015	0.077	0.059	0.008	0.078	0.001	-	0.003	-	-	0.001	0.003	0.005	-	0.001	0.006
<b>BA 1-14</b>	0.0002	0.047	0.059	-	0.099	0.001	-	0.003	0.001	-	0.001	0.003	-	0.059	0.003	0.008
<b>BA 1-15</b>	0.010	0.078	0.059	-	0.077	0.001	-	0.003	0.001	-	-	-	0.004	-	-	0.010
<b>BA 1-16</b>	-	-	0.058	0.011	0.103	0.002	0.009	0.003	0.001	0.001	0.001	-	-	-	0.004	0.009
<b>BA 1-17</b>	0.010	0.105	0.058	0.005	0.098	0.001	0.030	0.003	0.001	0.001	0.001	0.001	0.004	-	0.005	0.008
<b>BA 1-18</b>	0.011	0.083	0.059	0.003	0.078	0.001	0.031	0.003	0.001	-	0.002	0.004	0.003	0.056	0.001	0.010
<b>BA 1-19</b>	0.014	0.084	0.058	0.004	0.095	0.001	0.050	0.003	0.001	0.002	0.002	0.001	0.004	-	0.002	0.008

Tablo 3.50. Baltacı Havzası'ndaki sulara bulunan kirlilik parametreleri (değerler mg/l)

Örnek No	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	KOİ	Cl <sub>2</sub>	F <sup>-</sup>	CN <sup>-</sup>	AKM
BA 1-1	0.08	<0.5	<0.5	44	<0.05	0.56	<0.01	0.01
BA 1-2	0.09	1.2	<0.5	42	<0.05	0.79	<0.01	0.01
BA 1-3	0.09	1.3	<0.5	<10	<0.05	0.66	<0.01	0.01
BA 1-4	0.07	0.8	<0.5	34	<0.05	0.76	<0.01	0.01
BA 1-5	0.09	<0.5	<0.5	22	<0.05	0.71	<0.01	0.01
BA 1-6	0.08	0.5	<0.5	25	<0.05	0.6	<0.01	0.01
BA 1-7	0.09	1.1	<0.5	27	0.38	0.64	<0.01	0.03
BA 1-8	0.1	0.8	<0.5	54	0.2	0.65	<0.01	0.02
BA 1-9	0.07	0.9	<0.5	42	0.13	0.64	<0.01	0.02
BA 1-10	0.07	4	<0.5	40	<0.05	<0.04	<0.01	0.02
BA 1-11	0.09	4.5	<0.5	42	<0.05	0.88	<0.01	0.01
BA 1-12	0.09	1.4	<0.5	38	<0.05	0.75	<0.01	0.02
BA 1-13	0.07	<0.5	<0.5	40	<0.05	0.88	<0.01	0.01
BA 1-14	0.09	1	<0.5	38	<0.05	0.9	<0.01	0.01
BA 1-15	0.1	<0.5	<0.5	45	<0.05	0.73	<0.01	0.02
BA 1-16	0.08	2.8	<0.5	39	<0.05	0.76	<0.01	0.02
BA 1-17	0.09	<0.5	<0.5	49	<0.05	0.47	<0.01	0.01
BA 1-18	0.1	<0.5	<0.5	47	<0.05	0.08	<0.01	0.01
BA 1-19	0.08	1.3	<0.5	46	<0.05	0.59	<0.01	0.01

Baltacı Havzası'ndan alınan su örneklerinin analiz sonuçları incelendiği, kıta içi su kaynaklarının sınıfları (2004)' na göre yüzey sularına ait sular, T, pH, DO, TDS, Na, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, F<sup>-</sup>, CN<sup>-</sup>, Fe, Al, Co, Cd, As, Cr ve Ba miktarlarına göre I. sınıf (yüksek kaliteli) sular, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> miktarına göre II. sınıf (az kirlenmiş) sular, Cu miktarlarına göre III. sınıf (kirlenmiş) sular, NO<sub>2</sub><sup>-</sup> miktarlarına göre IV. sınıf (çok kirlenmiş) sular sınıfında yer almaktadır. Ayrıca, BA 1-3, BA 1-5 ve BA 1-6 nolu sular KOİ, BA 1-1, BA 1-3, BA 1-9, BA 1-10 ve BA 1-16 nolu sular dışında kalan sular Pb, BA 1-8, BA 1-10, BA 1-11 ve BA 1-16 nolu sular dışında kalan sular Mn, BA 1-17, BA 1-18 ve BA 1-19 nolu sular dışında kalan sular ise Ni miktarlarına göre I. sınıf (yüksek kaliteli) sular, BA 1-3, BA 1-5, BA 1-6 ve BA 1-8 nolu sular dışında kalan sular KOİ, BA 1-7, BA 1-8 ve BA 1-9 nolu sular dışında kalan sular Cl<sub>2</sub>, BA 1-1, BA 1-3, BA 1-9, BA 1-10 ve BA 1-16 nolu sular Pb, BA 1-8, BA 1-10, BA 1-11 ve BA 1-16 nolu sular Mn, BA 1-17, BA 1-18 ve BA 1-19 nolu sular ise Ni miktarlarına göre II. sınıf (az kirlenmiş) sular, BA 1-8 nolu su KOİ, BA 1-7, BA 1-8 ve BA 1-9 nolu sular IV. sınıf (çok kirlenmiş) sular sınıfında yer almaktadır.

### 3.4. Suların Hidrokimyasal Özellikleri

#### 3.4.1. Fiziksel Özellikler

##### 3.4.1.1. Sıcaklık

İklim, özellikle yüzeysel suların sıcaklıklarını belirler. Doğada genellikle ekvatorдан uzaklaştıkça ve deniz seviyesinden yükseğe çıkıldıkça suların sıcaklıklarında düşüş gözlenmektedir.

Bir ortamın sıcaklığı ile kimyasal reaksiyon hızı arasında doğrusal bir orantı vardır. Sıcaklık, kimyasal ve biyokimyasal reaksiyon hızlarını doğrudan etkilediği, yüzeysel sularda su kalitesini etkileyen önemli faktörlerden biridir. Su kalitesi açısından önem taşıyan tad, koku, bulanıklık ve renk gibi fiziksel parametreler sıcaklıkla yakından ilişkilidir. Ayrıca sıcaklık azaldıkça suyun viskozitesi, çökme hızı ve süzülmede de azalma olmaktadır. Kinematik viskozitenin sıcaklıkla değişimi nedeniyle suda bulunan askıdaki katı maddelerin çökme hızı etkilenmekte, 10°C sıcaklık artışı sonucunda çökme verimi 1/4 ile 1/3 artış göstermektedir (Bozyiğit ve Karaarslan 1998, Chapman, 1992).

Sıcaklığın etkisiyle yüzeysel sulardaki doğal arıtma potansiyelinin, yaz mevsiminde kış mevsimine oranla daha yüksek olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak alıcı ortamlarda su sıcaklığının doğal arıtım için 7-12 °C arasında olması bu doğal arıtımın en iyi şekilde gerçekleştiğini ve sıcaklığın doğal arıtım için önemli bir parametre olduğunu göstermektedir (Bozyiğit ve Karaarslan, 1998, Chapman, 1992).

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardında (TS-266, 2005), sıcaklık değeri içme suyu için 25 °C sınır değeri olarak belirtilmiştir. Havzalarda örneklenen suların sıcaklık değerleri Akhisar Havzasının yeraltı sularında 15.4-17.3 °C yüzey sularında 11.2-21.4 °C, Foldere Havzasının yeraltı sularında 13.4-14.3 °C yüzey sularında 5.5-9.9 °C, İskefiye Havzasının yeraltı sularında 13.2-14.7 °C yüzey sularında 8.8-12.1 °C, Kalanima Havzasının yeraltı sularında 13.2-15.7 °C yüzey sularında 5.1-12.2 °C, Sera Havzasının sularında 5.1-9.4 °C, Beşirli Havzasının sularında 7.6-8.5 °C, Değirmendere Havzasının yeraltı suyunda 14.8 °C, yüzey sularında 2.1-8.6 °C, İkisü Havzasının sularında 8.2-9 °C, Yomra Havzasının sularında 4.8-7.3 °C, Yanbolu Havzasının yeraltı sularında 9.8-11.1 °C yüzey sularında 5.3-9.5 °C, Karadere Havzasının yeraltı sularında 14.1-14.6 °C yüzey sularında 6.1-10.7 °C, Küçükdere Havzasının yeraltı suyunda 12.8 °C yüzey suyunda 6.1-

9.9 °C, Sürmene Havzasının yeraltı suyunda 12.8 °C yüzey sularında 11.5-15.7 °C, Solaklı Havzasının yeraltı sularında 13.7-14.1 °C yüzey sularında 5.8-14.9 °C, Baltacı Havzasının sularında 6.1-18.5 °C arasında değişmektedir. Yüzey sularındaki sıcaklık değişimleri su örneklerinin alındığı tarihteki hava sıcaklığı ile ilişkilidir. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardı (TS-266, 2005)' na göre Trabzon ilindeki havzaların sıcaklık değerleri uygun sınırlar içerisinde.

#### **3.4.1.2. Renk**

Sudaki renk çözülmüş halde bulunan maddelerin meydana getirdiği “gerçek renk” (sudaki bulanıklığı oluşturan askıdaki katı madde giderildikten sonraki renk) olabileceği gibi sudaki çözülebilen veya koloidal askı maddelerinden de ileri gelebilen “görünen renk” (yalnız suyun kendi rengi olmayıp, orijinal numune filtre veya santrifüj edilmeksizin, doğrudan doğruya ölçülen renk) de olabilir. Kısaca renk, doğal metalik iyonlar (demir, mangan vs.) humus, turba materyalleri, algler, yabancı otlar ve sanayi atıklarından meydana gelebilir.

Sudaki renk mutlaka tehlikeli ve arzu edilmeyen bir husus değildir. Ancak rengi oluşturan yabancı maddeler üzerinde bazı yabancı mikroorganizmaların yaşamlarının mümkün olabileceği düşünülerek renklilik şüphe ile karşılanmaktadır.

İnsanların çoğu 15 renk birimi üzerindeki rengin farkına varırlar. Aşırı renk klorlamayla, ozonlamayla veya diğer oksidanlarla azalır. İçme sularında kabul edilebilir limit değer 5 renk birimidir (TS 266, 2005). İncelenen yeraltı sularında renk ölçümü yapılmamıştır. Ancak hiçbirinde görme duyusu ile fark edilebilecek kadar renklilik gözlenmemiştir.

#### **3.4.1.3. Bulanıklık**

Sudaki bulanıklık, ışık geçirgenliği, dağıtma ve absorblama özelliği olarak ifade edilmektedir. Bulanıklığın sebebi, suyun içinde askı halinde bulunan maddelerden kil, silt, organik maddeler, mikroorganizmalar, çökelmiş haldeki  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{Al(OH)}_3$ ,  $\text{Fe(OH)}_3$  veya benzer maddelerden, gözle görünecek büyük tortulara kadar herşey olabilmektedir.

Bulanıklık ölçmede türbidimetri ve nefolometri tayin metodu olarak kullanılmakta olup bulanıklığın ölçü birimi mg/l SiO<sub>2</sub> NTU (Nephelometric Turbidity Unit) ve JTU (Jakson Turbidity Unit) birimleridir.

Bulanıklık, su kalitesi açısından olumsuz bir etkendir. Ham suyun bulanıklığı 1 NTU'dan az ve 1000 NTU'dan fazla olabilir. Suyun bütün kullanım alanlarında berrak olması, içme sularında ise bulanıklığın 5 NTU' dan fazla olmaması istenmektedir (TS 266, 2005).

Havzalarda örneklenen yeraltı sularının bulanıklık değerleri Akhisar, Foldere, İskefiye Kalanima, Değirmendere, Küçükdere, Sürmene ve Solaklı Havzalarında 0-2 NTU arasında iken Yanbolu Havzasında 0-11, Karadere Havzasında 5-8 NTU değerleri arasında değişmektedir. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardı (TS-266, 2005)' na göre Trabzon ilindeki havzaların yeraltı sularında bulanıklık değerleri Karadere Havzasında ve Yanbolu Havzasının Y 1-2, Y 1-3 nolu sularında uygun sınırları aşmakta iken diğer havzaların bulanıklık değerleri uygun sınırlar içerisindedir.

Yüzey sularının bulanıklık değerleri, Akhisar, Foldere ve Baltacı Havzalarında <5 NTU, İskefiye Havzasında 5-165 NTU, Kalanima Havzasında 15-488 NTU, Sera Havzasında 17-407 NTU, Beşirli Havzasında 90-177 NTU, Değirmendere Havzasında 6-716 NTU, İkisü Havzasında 19-27 NTU, Yomra Havzasında 9-70 NTU, Yanbolu Havzasında 5-372 NTU, Karadere Havzasında 15-373 NTU, Küçükdere Havzasında 6-19 NTU, Sürmene Havzasında 1-5 NTU ve Solaklı Havzasının sularında 5-55 NTU arasında değişmektedir. Yüzey sularının bulanıklık değerleri örnekleme tarihinde, havzadaki yağışın miktarı ve şiddetine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardı (TS-266, 2005)' na göre Trabzon ilindeki havzaların yüzey sularına ait bulanıklık değerleri Akhisar, Foldere, Sürmene ve Baltacı Havzalarında uygun sınırlar içerisinde iken, diğer havzalarda genellikle sahil kesimlerine yakın ve yerleşim alanlarının içerisinde kalan alanlarda sınır değerlerini aşmaktadır (Şekil 3.18).





Şekil 3.18. Arazide berrak ve bulanık suların görünüşü

#### 3.4.1.4. Elektriksel İletkenlik

Elektriksel iletkenlik, suyun elektrik akımını iletme kapasitesidir. Bu özellik suda çözülmüş olarak bulunan iyonların cinsine, konsantrasyonuna ve sıcaklığa bağlıdır. Sudaki iyon konsantrasyonu arttıkça iletkenlikte artmaktadır. Bu nedenle elektriksel iletkenlik, suyun içindeki iyonlaşmış halde bulunan toplam katı maddelerin konsantrasyonu hakkında bilgi vermesi açısından önemlidir.

İletkenlik birimi mho veya Siemens'tir.  $1S=1/Ohm=Ohm^{-1}=1mho$  olduğundan, öz iletkenlik =  $mho.cm^{-1}$  veya  $S.cm^{-1}$  birimi ile ifade edilir. Doğal suların iletkenliği çok az olduğundan özgül iletkenliğin ölçüsü olarak  $\mu mho/cm$  veya  $\mu S/cm$  kullanılır.

Suların özgül elektriksel iletkenliği (Eİ) esas alınarak su sınıflandırılması yapılabildiği gibi, özgül elektriksel iletkenlik (Eİ) içme ve sulama suları sınıflamasında da bir ölçüt olarak kullanılmaktadır.

Tablo 3.51. Suların özgül elektriksel iletkenliğine göre yapılan sınıflandırılma (Erguvanlı ve Yüzer, 1980)

Elektriksel İletkenlik (EC) (25°C de $\mu mho/cm$ )	Sınıf
250 den az	Çok iyi
250-750	İyi
750-2000	Kullanılabilir
2000-3000	Şüpheli
3000 den fazla	Kullanılamaz

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardında (TS-266, 2005), EC değeri içme suyu için 2500  $\mu\text{S/cm}$  sınır değeri olarak belirtilmiştir. Havzalarda örneklenen yeraltı sularının EC değerleri 160-589  $\mu\text{S/cm}$  arasında değişirken yalnız Akhisar Havzasında AK 1-1 nolu yeraltı suyunun değeri aşırı tuzlanma nedeniyle 2130  $\mu\text{S/cm}$ ' dir.

Yüzey sularının EC değerleri, Akhisar Havzasında 79-165  $\mu\text{S/cm}$ , Foldere Havzasında 52-191  $\mu\text{S/cm}$ , İskefiye Havzasında 28-383  $\mu\text{S/cm}$ , Kalanima Havzasında 128-450  $\mu\text{S/cm}$ , Sera Havzasında 107-296  $\mu\text{S/cm}$ , Beşirli Havzasında 301-366  $\mu\text{S/cm}$ , Değirmendere Havzasında 75-322  $\mu\text{S/cm}$ , İkisü Havzasında 115-131  $\mu\text{S/cm}$ , Yomra Havzasında 59-170  $\mu\text{S/cm}$ , Yanbolu Havzasında 30-123  $\mu\text{S/cm}$ , Karadere Havzasında 65-146  $\mu\text{S/cm}$ , Küçükdere Havzasında 74-125  $\mu\text{S/cm}$ , Sürmene Havzasında 50-140  $\mu\text{S/cm}$ , Solaklı Havzasında 39-211  $\mu\text{S/cm}$ , Baltacı Havzasında 64-219  $\mu\text{S/cm}$  arasında değişmektedir. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardı (TS-266, 2005)' na göre Trabzon ilindeki havzaların EC değerleri uygun sınırlar içerisindedir.

#### 3.4.1.5. Tat ve Koku

Suların içinde erimiş halde bulunan maddeler ( $\text{NaCl}_2$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{CaSO}_4$  vb.) ve organizmalar suda belli bir miktardan fazla bulunursa suya özel koku ve tat vermektedir. Bu tat ve kokular acı, ekşi, ve tuzlu tatlarda; balıksı, küfümsü, baharatsı ve otsu vs. kokularda olmak üzere oldukça değişiktir.

Demir, mangan, çinko, bakır, sodyum, potasyum gibi çözünmüş anorganik tuzlar suya tat verirler. Genellikle suya koku veren maddeler organik kaynaklı olup  $\text{H}_2\text{S}$  gibi bazı anorganik bileşiklerde koku verebilmektedir.

Özellikle içme sularında, suların sağlıklı olmasının yanında suyu cazip hale getirebilecek fiziksel koşulların bulunması da istenmektedir. İçme ve kullanma sularının renksiz, kokusuz ve tatsız olması kullanılma şanslarını arttırmaktadır.

Tat ve kokunun giderilmesi arıtım tesislerinde yapılmaktadır. En çok kullanılan yöntemler; suyun havalandırılması, klorlanması (veya ozonlanması), yabancı maddelerin çöktürülmesi, kille müdahale edilmesi ve mikrofiltrelerden süzülmesi gibi yöntemlerdir (Güler ve Çobanoğlu, 1997).

İncelenen yeraltı sularında tatma ve koklama duyusu ile algılanabilecek kötü tat ve koku bulunmamaktadır. Ancak aşırı tuzlanma görülen AK 1-1 nolu yeraltı suyunun bulunduğu kuyuda hafif ekşimsi tat hissedilmektedir.

### 3.4.1.6. Askıda Katı Madde

Doğal sudaki ve atık sudaki askıda veya çözünmüş haldeki maddeler katı amddeler olarak isimlendirilirler. Katı maddelerin alışımlı tanımları şu şekildedir; buharlaşma işleminden ve 103-105°C de kurutmadan sonra geriye kalan maddelerin tümü katı madde olarak sınıflandırılır. Yüksek oranda katı madde içeren sular içme ve endüstriyel amaçla kullanılamazlar. Yer altı suları genellikle katı madde bakımından oldukça temizken yüzey suları oldukça fazla katı madde ile yüklüdür. Sularda katı maddeler tanecik boyutlarına göre çözünmüş, kolloid ve askıda katı maddeler olarak sınıflandırılırlar. Sudaki önemli parametrelerden biri olan askıda katı maddenin oluşması doğal olarak olduğu gibi (erozyon, rüzgar vb.) beşeri faaliyetler sonucuda sulara karışabilir (Şengül ve Müezzinoğlu, 1993).

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardı'na (TS-266, 2005) göre sulardaki askıda katı madde (AKM) miktarı 1 mg/l'yi aşmamalıdır. Trabzon ilinin havzalarında örneklenen yeraltı sularında askıda katı maddeye rastlanmazken, yüzey sularında 0.01-0.84 mg/l arasındadır. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardı (TS-266, 2005)' na göre Trabzon ilindeki havzaların AKM miktarları uygun sınırlar içerisindedir.

### 3.4.2. İnorganik Kimyasal Parametreler

#### 3.4.2.1. pH

pH, sudaki serbest hidrojen konsantrasyonunun negatif logaritmasıdır. Sıcaklıkla değişen pH değeri, saf sularda 25°C de 7, 0°C de 7,5' dir. Sulardaki H<sup>+</sup> iyonu konsantrasyonunun artmasıyla pH değeri 7 nin altında değer alır ve suya asidik karakter, OH<sup>-</sup> iyonu konsantrasyonunun artmasıyla da pH değeri 7 nin üzerinde değer alarak suya bazik karakter kazandırır.

Sularda pH değerini belirleyen en önemli etken, sıcaklık ve basınç değişimlerine göre kolayca değişim gösteren CO<sub>2</sub>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> ve CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> dengesidir. pH değeri suların temizlenmesinde, arıtılmasında büyük önem taşıdığı için sürekli kontrol altında tutulmalıdır. Ayrıca renk yoğunluğu da pH değerine bağlı olarak değişim göstermektedir. Su kalitesi çalışmalarında renk ölçümleri pH 8.3 de yapılmalıdır (Yaramaz, 1997).

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardında (TS-266, 2005), içme suyunda pH değeri için  $6.5 \leq \text{pH} \leq 9.5$  sınır değeri olarak belirtilmiştir. Havzalarda örneklenen suların pH değerleri Akhisar Havzasının yeraltı sularında 7.68-8.04 yüzey sularında 7.73-8.47, Foldere Havzasının yeraltı sularında 7.58-7.73 yüzey sularında 7.17-8.6, İskefiye Havzasının yeraltı sularında 6.89-7.63, yüzey sularında 7.15-8.23, Kalanima Havzasının yeraltı sularında 7.16-7.62 yüzey sularında 7.68-8.18, Sera Havzasının sularında 7.48-8.56, Beşirli Havzasının sularında 8.4-8.64, Değirmendere Havzasının yeraltı suyunda 7.58, yüzey sularında 7.31-8.25, İkisü Havzasının sularında 8.1-8.19, Yomra Havzasının sularında 7.45-8.1, Yanbolu Havzasının yeraltı sularında 6.97-7.99 yüzey sularında 7.02-8.56, Karadere Havzasının yeraltı sularında 6.9-7.39 yüzey sularında 6.94-8.58, Küçükdere Havzasının yeraltı suyunda 7.54 yüzey suyunda 7.39-7.87, Sürmene Havzasının yeraltı suyunda 7.05 yüzey sularında 6.94-8.73, Solaklı Havzasının yeraltı sularında 7.5-7.56 yüzey sularında 7.08-8.15, Baltacı Havzasının sularında 7.53-8.94 arasında değişmektedir. Çalışma alanındaki suların pH değerleri İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardı (TS-266, 2005)' na göre değerlendirildiğinde tüm suların pH değerleri açısından uygun sınırlar içerisinde olduğu görülmektedir.

#### **3.4.2.2. Çözünmüş Oksijen**

Aerobik ortamlarda yaşayan organizmaların çoğalmalarında ve bunların enerji üreten bütün faaliyetlerinde çözünmüş oksijene gerek duyulmaktadır. Sudaki çözünmüş oksijen suda yaşayan bakterilerin fotosentez olayı sonucu oluşan oksijen ve havadaki oksijenden meydana gelmektedir. Sularda bulunan çözünmüş oksijen konsantrasyonu fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal aktivitelere bağlıdır. Sudaki çözünmüş oksijen konsantrasyonu sıcaklık ve tuzluluğun bir fonksiyonu olup bu parametrelerle ters orantılıdır (Yalçın ve Gürü, 2002).

Çözünmüş oksijen, su kirlenmesinde ve atık su tesislerinin kontrolündeki en önemli parametrelerden biridir. Ayrıca, organik madde ölçümü için kullanılan biyokimyasal oksijen ihtiyacı parametresi çözünmüş oksijen ölçümüne dayanmaktadır. Kimyasal oksijen ihtiyacı parametresi ise çözünmüş oksijen cinsinden ifade edilmektedir.

Havzalarda örneklenen yeraltı sularının DO (mg/l) değerleri Akhisar Havzasında 1.35-5.57 (mg/l), Foldere Havzasında 1.2-3.17 (mg/l), Kalanima Havzasında 4.35-8.05 (mg/l), Değirmendere Havzasında 5 (mg/l), Yanbolu Havzasında 7.28-8.64 (mg/l), Karadere

Havzasında 5.82-6.83 (mg/l), Küçükdere Havzasında 8.89(mg/l), Sürmene Havzasında 8.55 (mg/l) ve Solaklı Havzasında 12.92-15.81 (mg/l) arasında değişmektedir.

Yüzey sularının DO (mg/l) değerleri ise Akhisar Havzasında 9.69-13.8 (mg/l), Foldere Havzasında 9.92-11.02 (mg/l), Kalanima Havzasında 9.1-11.93 (mg/l), Sera Havzasında 12.37-13.28 (mg/l), Beşirli Havzasında 12.72-13.44 (mg/l), Değirmendere Havzasında 10.77-12.68 (mg/l), İkisü Havzasında 13.03-13.15(mg/l), Yomra Havzasında 12.46-13.21 (mg/l), Yanbolu Havzasında 9.1-11.09 (mg/l), Karadere Havzasında 8.83-11.23 (mg/l), Küçükdere Havzasında 10.77-11.32 (mg/l), Sürmene Havzasında 9.35-10.76 (mg/l), Solaklı Havzasında 12.92-15.81(mg/l) ve Baltacı Havzasında 12.75-16.86 mg/l arasında değişmektedir. Görüldüğü gibi incelenen sularda DO değeri yeraltı sularında yüzey sularına göre oldukça düşüktür. Bu durum da yeraltı sularının bakteri yönünden daha temiz olduğu göstermektedir.

### 3.4.2.3. Sertlik

Sertlik, suların içme, kullanma ve endüstri amacıyla kullanımında önemli bir kalite özelliği olup içerisinde erimiş halde bulunan kalsiyum ve magnezyum tuzlarından meydana gelmektedir. Sudaki demir, alüminyum, çinko, stronsiyum ve mangan tuzları da sertliğe neden olsalar da buldukları konsantrasyonlarda fazla etkili değildirler. Kalsiyum ve magnezyum bikarbonatları;  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  ve  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$  ‘geçici sertliği’ veya ‘karbonat sertliğini’, kalsiyum ve magnezyumun bikarbonat dışındaki bileşikleri (klörür, sülfat, nitrat, fosfat ve silikatları) ise ‘kalıcı sertliği’ veya ‘karbonat olmayan sertliği’ meydana getirirler. Karbonat sertliği ve karbonat olmayan sertlik toplamı ise ‘toplam sertliği’ vermektedir.

Bikarbonatlardan ileri gelen geçici sertlik suların kaynatılması ile giderilebilir veya sönmüş kireç ilavesi ile kalsiyum veya magnezyum karbonatları halinde çöktürülür. Kalsiyum ve magnezyum klörür, sülfat ve diğer tuzlardan ileri gelen kalıcı sertlik ise  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (soda) ve NaOH (sodyum hidroksit) ilave edilerek erimeyen karbonat ve hidroksitleri halinde çöktürülür (Tuncay, 1983).

Suların sertliği, 1 litre suda yaygın olarak içerdikleri sertlik veren maddelerin (kalsiyum oksit veya karbonatlarının) mg olarak miktarları ile belirlenir ve sertlik derecesi birimi, miliekiivalent/L ( 1mek/L = 50 mg/L  $\text{CaCO}_3$ ) veya mg/L  $\text{CaCO}_3$  (ppm  $\text{CaCO}_3$ ) ile ifade edilir. Her ülkede kullanılan sertlik derecesi birimleri değişik olup bu birimler birbirine

dönüştürülebilir. Ülkemizde yaygın olarak Fr (Fransız sertlik derecesi) kullanılmaktadır. Suların sertlik derecelerine göre sınıflandırılması Tablo 3.52 de verilmiştir.

Sulardaki sertlik belli bir dereceye kadar insan sağlığı açısından faydalıdır. Ancak sertlik değeri artarsa suyun tadında bozulma olmaktadır. Suların sertliği çözme özelliğinden kaynaklanmaktadır. Bazı sular içinde bulunan çözünmüş maddelere bağlı olarak daha fazla çözme özelliğine sahiptirler. Sert sular sabun ve temizlik maddelerinin kullanılmasını artırır, kazan ve su borularında taşlaşma yapabilir. Ayrıca sert sular boya, meşrubat ve tekstil gibi endüstri kollarında zararlı olmaktadır. Bu yüzden sert suların yumuşatılması endüstri alanında önemlidir. Çok yumuşak suların kullanımı da sağlık açısından uygun değildir (Güler ve Çobanoğlu, 1997).

Tablo 3.52. Suların sertlik değerlerine göre sınıflandırılması (Tuncay, 1983)

0-75 mg CaCO <sub>3</sub> / L	0-14 Fr	Yumuşak Sular
75-150 mg CaCO <sub>3</sub> / L	14-22 Fr	Orta-Sert Sular
150-300 mg CaCO <sub>3</sub> / L	22-54 Fr	Sert Sular
>300 mg CaCO <sub>3</sub> / L	>54 Fr	Çok Sert Sular

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardında (TS-266, 2005), içme suyunda sertlik değeri için 150 mg CaCO<sub>3</sub>/l sınır değeri olarak belirtilmiştir. Havzalarda örneklenen suların sertlik değerleri Akhisar Havzasının yeraltı sularında 99.43-699.32 yüzey sularında 33.35-72.10, Foldere Havzasının yeraltı sularında 156.88-173.02 yüzey sularında 23.23-86.60, İskefiye Havzasının yeraltı sularında 103.93-185.97, yüzey sularında 12.15-170-64, Kalanima Havzasının yeraltı sularında 145.21-205.03 yüzey sularında 44.77-126.18, Sera Havzasının sularında 4.57-123.68, Beşirli Havzasının sularında 128.1-161.7, Değirmendere Havzasının yeraltı suyunda 141.86, yüzey sularında 55.98-178.92, İkisü Havzasının sularında 19.04-28.43, Yomra Havzasının sularında 19.47-38.48, Yanbolu Havzasının yeraltı sularında 91.23-97.32 yüzey sularında 2.83-61.21, Karadere Havzasının yeraltı sularında 161.2-177.34 yüzey sularında 31.33-81.77, Küçükdere Havzasının yeraltı suyunda 120.99 yüzey suyunda 39.44-52.60, Sürmene Havzasının yeraltı suyunda 71.61 yüzey sularında 22.85-65.72, Solaklı Havzasının yeraltı sularında 103.4-107.34 yüzey sularında 19.05-68.25, Baltacı Havzasının sularında 34.08-107.85 mg CaCO<sub>3</sub>/l arasında

değişmektedir. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardı (TS-266, 2005)' na göre Trabzon ilindeki havzaların sertlik değerleri yüzey sularında uygun sınırlar içerisinde iken Foldere ve Karadere Havzalarının yeraltı sularında, Akhisar Havzasının AK 1-1, AK 1-2, AK 1-3 nolu, İskefiye Havzasının I 1-1, I 1-4 nolu, Kalanima Havzasının K 1-2, K 1-4 nolu yeraltı sularında ve yüzey sularının sahil kesimine yakın yerlerinde sınır değerlerini aşmaktadır.

#### 3.4.2.4. Alkalinite ( $\text{HCO}_3^-$ ve $\text{CO}_3^{2-}$ )

Suların alkalitesi, içerdiği çözülmüş maddelerin asitlerle tepkimeye girme ve nötralleşme kapasitesidir. Hemen hemen bütün doğal sularda alkalinite, karbonat ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) ve hidroksit ( $\text{OH}^-$ ) iyonlarından dolayı ortaya çıkmaktadır. Doğal sularda alkaliniteyi oluşturan temel parametreler, atmosferik karbondioksit ile toprakta doygun olmayan bölgede üretilen gazlardır. Doğal suların alkaliniteleri nadir olarak 500 ppm  $\text{CaCO}_3$ 'ü aşmaktadır (Doğan, 1981).

Havzalarda örneklenen yeraltı suların  $\text{HCO}_3^-$  (mg/l) değerleri 57.34-177.51 mg/l arasında değişmektedir. Yüzey sularının  $\text{HCO}_3^-$  (mg/l) değerleri ise Akhisar Havzasında 35.99-78.08, Foldere Havzasında 26.84-56.12 mg/l, İskefiye Havzasında 17.69-86.62 mg/l, Kalanima Havzasında 70.76-139.08 mg/l, Sera Havzasında 8.54-104.31 mg/l, Beşirli Havzasında 72.59-104.31 mg/l, Değirmendere Havzasında 27.45-247.17 mg/l, İkisü Havzasının sularında 35.38-50.63 mg/l, Yomra Havzasının sularında 33.55-60.39 mg/l, Yanbolu Havzasında 20.74-67.71 mg/l, Karadere Havzasında 25.01-84.79 mg/l, Küçükdere Havzasında 35.38-106.14 mg/l, Sürmene Havzasında 28.06-57.34 mg/l, Solaklı Havzasında 20.13-70.76 mg/l ve Baltacı Havzasında 39.65-76 mg/l arasında değişmektedir. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardında (TS-266, 2005) alkalinite için bir sınır değeri verilmemiştir.

#### 3.4.2.5. Klorür

Yer kabuğunun ortalama bileşiminin % 0,045' ni oluşturan klorürler bütün doğal sularda genellikle klor bileşikleri halinde bulunurlar. Yüksek klorür konsantrasyonu bir kirlenme belirtisi olup önemli bir kalite parametresidir. Mineral tuz yataklarından süzülen sular ve deniz suyunun etkisi altında bulunan yeraltı suları yüksek oranda klorürleri içerirler. Ayrıca bazı suni gübreler ve ahır gübreleri ile endüstri artıklarından da toprağa ve

sulara klorür tuzları ilave edilmektedir. Sularda aniden görülen bir klorür konsantrasyonu yüksekliği o suyun sanayiden kirlendiği şüphesini doğururken yeraltı suyunda klorür konsantrasyonundaki azalma yalnızca yağmura bağlı olabilir. Buda kaynak sularının izlenmesi açısından bir kriter olarak kabul edilebilir.

Çok düşük konsantrasyonlarda bile ekonomik bitki türlerinde önemli zararlara neden olan klorür tuzlarının sulama sularındaki konsantrasyonuna özel bir önem verilmektedir (Tuncay, 1983). İçme sularında da klorür konsantrasyonunun belli sınırların üzerinde olmaması istenmektedir. Fazla miktarda olan klorür miktarı suyun tadında bozulmaya sebep olmaktadır.

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardında (TS-266, 2005), içme suyunda  $Cl^-$  değeri için 250 mg/l sınır değeri olarak belirtilmiştir. Havzalarda örneklenen suların  $Cl^-$  değerleri Akhisar Havzasının sularında  $<5$ , Foldere Havzasının yeraltı sularında 6-15 yüzey sularında  $<5$ , İskefiye Havzasının yeraltı sularında  $<5$ -40 yüzey sularında  $<5$ -13, Kalanima Havzasının yeraltı sularında 5-33 yüzey sularında,  $<5$ -10, Sera Havzasının sularında 12-19, Beşirli Havzasının sularında  $<5$ -23, Değirmendere Havzasının sularında  $<5$ , İkisü Havzasının sularında 17-20, Yomra Havzasının sularında 8-19 mg/l değerleri arasında değişmekte, Yanbolu, Karadere, Küçükdere, Sürmene, Solaklı ve Baltacı Havzalarının sularında ise  $<5$  mg/l değerlerindedir. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardı (TS-266, 2005)' na göre Trabzon ilindeki havzaların  $Cl^-$  değerleri uygun sınırlar içerisindedir.

#### **3.4.2.6. Sülfat ve Sülfür**

Yeraltısularında jips ve anhidrit başta olmak üzere piritin oksidasyonu ile oluşan sülfat, çevre sularına doğal yollardan karışan en önemli iyonlardan biridir. Sülfür, inorganik kükürdün en idirgenmiş şeklidir. Bütün doğal sularda değişen miktarlarda sülfat bulunmaktadır ve bazı endüstriyel atık suların sülfat içeriği fazla olup doğal sulara karıştıklarında onlarında sülfat miktarını arttırmaktadır. Suda yüksek sülfatın anlamı, yüksek sertlik, yüksek sodyum tuzu, yüksek asidite ve suda oluşan acımsı tattır. Sülfatlar, kazan sularında  $CaSO_4$  ve  $MgSO_4$  çökeltileri oluşturduğundan bu tip sularda çok düşük miktarlarda tutulmalıdırlar. Ayrıca sülfat değeri yüksek konsantrasyonlarda olduğunda evsel atık sularının uzaklaştırıldığı beton kanallarda, metal borularda korozif etki yaparak boruların şişmesine ve parçalanmasına sebep olmaktadır.



Sülfat, insan bağırsaklarında az miktarda absorbe edilir. Hücre zarını çok yavaş geçerek süratle bağırsaklardan atılır. 1-2 g sülfat insanlarda müsil etkisi yapmaktadır (Güler ve Çobanoğlu, 1997). Sülfat arıtım yöntemleri; ters osmosis, distilasyon, oksidasyon veya anyon değiştirici olarak sayılabilir (Atabey, 2005).

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardında (TS-266, 2005), sülfat miktarı 25-250 mg/l olarak belirtilmiştir. Havzalarda örneklenen suların sülfat miktarları Akhisar Havzasının sularında <25, Foldere Havzasının yeraltı sularında <25 yüzey sularında <25-66, İskefiye, Kalanima, Sera, Beşirli, İkisü, Yomra, Yanbolu, Karadere ve Sürmene Havzalarının sularında <25, Değirmendere Havzasının yeraltı suyunda <25 yüzey sularında <25-29, Küçükdere Havzasının yeraltı suyunda 189 yüzey suyunda <25, Solaklı Havzasının yeraltı sularında <25 yüzey sularında <25->250, Baltacı Havzasının sularında <25 mg/l miktarlarındadır. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardı (TS-266, 2005)' na göre Trabzon ilindeki havzaların sularındaki  $SO_4^{2-}$  miktarları genellikle uygun sınırlar içerisinde olup Solaklı Havzasında beslenme alanında ve sahil kesimindeki sularda 250 mg/l maksimum sınır değerini aşmaktadır.

#### 3.4.2.7. Amonyum

Su içinde azot genellikle amonyum, amin, nitrit ve nitrat halinde bulunur. Amonyum, azotlu organik bileşiklerin genellikle mikrobiyolojik aktiviteler ile bozunması yoluyla suya girmektedir. Azotlu organik bileşiklerin suda parçalanmasıyla amonyak oluşur, oluşan bu amonyak su içinde çözülerek su ile reaksiyona girer ve amonyum hidroksit oluşturur.

Amonyak azotunun iki şeklinin (serbest amonyak ve amonyum iyonu) oranları pH' a bağlı olarak değişmektedir. Doğal suların pH derecesi 8 civarında olduğundan bu sular içinde bulunan amonyak büyük bir yüzde ile amonyum ( $NH_4^+$ ) iyonu halinde bulunur. Bazı yüzey ve yeraltı suları 0.1 mg/l den az amonyum azotu içerirler. Daha yüksek miktardaki amonyum tuzları serbest amonyak organik azot içeren endüstriyel atıklar ve kanalizasyonla kirlenen sularda görülür. Suda amonyak azotunun bulunması suyun yeni kirlenmiş olduğunu gösterir. Amonyak azotu, sudaki çeşitli aerobik bakteriler sayesinde okside olarak önce nitrite daha sonra da nitrate dönüştürülür (Atabey, 2005).

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardına (TS-266, 2005) göre ,  $NH_4$  miktarı 0.5 mg/l yi aşmamalıdır. Havzalarda örneklenen suların  $NH_4^+$  miktarları genellikle <0.5 mg/l dir. Ancak Kalanima Havzasındaki K 1-10, Değirmendere Havzasındaki Z 1-4, Yanbolu

Havzasındaki Y 1-7 ve Karadere Havzasındaki A 1-7 nolu yüzey sularının  $\text{NH}_4^+$  miktarları 1.3-15.5 mg/l arasında değişmektedir. Bu durumda, Trabzon ilindeki havzalar  $\text{NH}_4^+$  miktarları açısından İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardına (TS-266, 2005)' na göre değerlendirildiğinde K 1-10, Z 1-4, Y 1-7 ve A 1-7 nolu sular için  $\text{NH}_4^+$  miktarının sınır değerlerini aştığı, havzaların genelinde ise uygun sınırlar içerisinde olduğu gözlenmiştir.

#### 3.4.2.8. Nitrit

Sularda azotun nitrit şekli, ya nitratin indirgenmesi yada amonyum ( $\text{NH}_4$ ) bileşiklerinin oksitlenmesi ile görülür. Amonyak ve nitrit sulardaki organik kirlenmeyi gösterdiğinden sulara detaylı bir bakteriyolojik inceleme gerektirmektedirler. Doğal sular içinde bulunan nitrit kısa sürede nitrata dönüşmektedir. Nitrit, doğal sularda onlarca mg/l miktarında olabilmektedir (Atabey, 2005). Daha yüksek miktarları evsel ve endüstriyel atık sularında, özellikle biyolojik olarak arıtma çözeltilerinde ve kirlenmiş kaynaklarda görülmektedir.

Nitrit sağlık açısından önemli bir parametre olup bebeklerde 'mavibebek' hastalığına ve 'süt çocuğu siyanozu' na yol açtığı bilinmektedir (Güler ve Çobanoğlu, 1997). Bazı bakteriler tarafından indirgenen nitratin, nitrite dönüşmesi ile fazla miktarda nitrit açığa çıkar. Bu nitritin emilerek kandaki hemoglobini methemoglobine çevirmesi sonucunda oksijen dokulara taşınmaz ve bebek ölümleri ortaya çıkar. Ayrıca nitrit yalnız başına kanserojen olmasına rağmen kanserojen nitroaminlerin oluşmasına da olanak tanıdığından istenmeyen bir parametredir (Atabey, 2005).

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardında (TS-266, 2005),  $\text{NO}_2^-$  için önerilen en fazla değer 0.5 mg/l'dir. Havzalarda örneklenen suların  $\text{NO}_2^-$  değerleri Akhisar Havzasının yeraltı sularında 0.07-0.08 yüzey sularında 0.07-0.09, Foldere Havzasının yeraltı sularında 0.016-0.017 yüzey sularında 0.017-0.1, İskefiye Havzasının yeraltı sularında 0.18-0.21 yüzey sularında 0.15-0.25, Kalanima Havzasının yeraltı sularında 0.014-0.018 yüzey sularında 0.015-0.027, Sera Havzasının sularında 0.016-0.022, Beşirli Havzasının sularında 0.22-0.23, Değirmendere Havzasının yeraltı suyunda 0.27, yüzey sularında 0.07-0.13, İkisü Havzasının sularında 0.024-0.036, Yomra Havzasının sularında 0.016-0.027, Yanbolu Havzasının yeraltı sularında 0.02 yüzey sularında 0.02-0.03, Karadere Havzainın yeraltı sularında 0.02 yüzey sularında 0.02-0.023, Küçükdere Havzasının yeraltı suyunda 0.016 yüzey suyunda 0.018-0.023, Sürmene Havzasının yeraltı suyunda 0.1 yüzey sularında 0.07-0.08, Solaklı Havzasının yeraltı sularında 0.07-0.08 yüzey sularında 0.07-0.12, Baltacı

Havzasının sularında 0.07-0.1 mg/l arasında değişmektedir. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardı (TS-266, 2005)' na göre Trabzon ilindeki havzaların  $\text{NO}_2^-$  değerleri tavsiye edilen değeri aşmakta ancak, maksimum değeri aşmamaktadır.

### 3.4.2.9. Nitrat

Azot bileşiklerinin en ileri oksitlenme ürünü olan nitratlar toprakta, suda ve sebzelerde bol miktarlarda bulunmaktadır. Sudaki nitratın kaynağı jeolojik formasyonlardan ziyade azotlu bileşiklerdir. En önemli kaynakları ekili alanlarda kullanılan kimyasal gübreler, çiftlik hayvanlarının beslenme alanlarındaki drenaj suları, lağım çamuru, bitkisel ve hayvansal maddelerin çürümesi, evsel ve endüstriyel atıklardır. Bu nedenle nitrat kırsal alanlardaki sulara, yüzey sularında ve sığ kuyularda daha çok bulunur.

Kirlenmiş doğal sular bir kaç mg/l nitrat içerirler (Atabey, 2005). Yüzey sularındaki nitrat bitkiler tarafından besin olarak kullanılır ve hücrelerinde proteine çevrilir. Ötrifikasyon yosunların büyümesine neden olduğundan istenmez. İçme sularında fazla miktarlarda (50 mg/l den daha fazla) olduğunda bebekler için zararlı kabul edilmekte ve mavibebek hastalığına neden olmaktadır. WHO (World Health Organization), CEC (Commission for Environmental Cooperation) ve TSE (İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standartı) 266, 50 mg/l nitrat değerini maksimum değer olarak kabul etmiştir. Sulara 5-10 mg/l dahi nitratın bulunması halinde bu sulara kirlilik tehdidi olduğu kabul edilerek içme suyu olarak kullanılması durumunda mutlaka bakteriyolojik analizler yapılmalıdır.

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardında (TS-266, 2005),  $\text{NO}_3^-$  için önerilen en fazla değer 50 mg/l'dir. Havzalarda örneklenen suların  $\text{NO}_3^-$  değerleri Akhisar Havzasının yeraltı sularında <0.1 yüzey sularında 0.59-1.24, Foldere Havzasının yeraltı sularında <0.1-0.13 yüzey sularında <0.1-0.83, İskefiye Havzasının yeraltı sularında 0.45-2.19 yüzey sularında 0.49-2.3, Kalanima Havzasının yeraltı sularında 2.9-5.2 yüzey sularında <0.5 ve >2.69, Sera Havzasının sularında 1.7-4.7, Beşirli Havzasının sularında 3.4-4.1, Değirmendere Havzasının yeraltı suyunda <0.5, yüzey sularında <0.5-3.2, İkisü Havzasının sularında <0.5, Yomra Havzasının sularında <0.5-2.3, Yanbolu Havzasının yeraltı sularında <0.5-1.5 yüzey sularında <0.5-1.8, Karadere Havzasının yeraltı sularında 0.64-1.49 yüzey sularında <0.1-1.18, Küçükdere Havzasının yeraltı suyunda 1.92 yüzey suyunda <0.1-1.92, Sürmene Havzasının yeraltı suyunda 2 yüzey sularında <0.5-1.3, Solaklı Havzasının yeraltı sularında 1.7-2.1 yüzey sularında <0.5-2 ve Baltacı Havzasının sularında <0.5-4.5 mg/l değerleri

arasında değişmektedir. Trabzon ilindeki havzaların  $\text{NO}_3^-$  değerleri, İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardı (TS-266, 2005)' na göre değerlendirildiğinde sulardaki  $\text{NO}_3^-$  miktarlarının maksimum sınır değerini aşmadıkları görülmektedir.

#### 3.4.2.10. Fosfor

Hemen hemen tüm organizmaların yaşamında vazgeçilmez elementlerden biri olan fosfor doğada apatit minerali olarak bulunur. Suya kaya ve topraktan geçebildiği gibi mineral cevherlerinden, yapay gübrelerden, evsel ve endüstriyel atıklardan da karışabilir. Fosfora çoğunlukla gıda sanayi atık sularında rastlanır. Sudaki fosfor ortofosfat, polifosfat ve organik fosfat halinde bulunmaktadır.

Fosforun sudan uzaklaştırılması bitkiler tarafından kullanılması ve toprakta tutulması sayesinde gerçekleştirilir. Özellikle yağmur sularıyla taşınarak yüzey sularına ve doğal sulara karışan fosforlu sular bu sulara ötrofikasyona sebep olmaktadır. Bazı bitkilerde aşırı fosfor etkisiyle anormal büyüme gözlenir. Bu ise, suda bulunan çözülmüş oksijenin kısa sürede tüketilmesine neden olur. Doğal su kaynaklarında ötrofikasyon için minimum fosfat limiti 50  $\mu\text{g/l}$  dir. Fosfat için içme ve kullanma sularında herhangi bir bir sınır değeri konulmamıştır. Ancak, fosfatın varlığı su depolarında alglerin çoğalmasını kolaylaştırarak içme sularında kötü koku ve tat problemleri yaratır. Sularında bulunan fosfat, alüminyum ve demir tuzları ile çöktürülerek uzaklaştırılabilir (Güler ve Çobanoğlu, 1997).

Havzalarda örneklenen suların  $\text{PO}_4^{3-}$  değerleri Akhisar Havzasının yeraltı sularında 0.7-1.3 mg/l arasında yüzey sularında <0.5, Foldere, İskefiye Havzasının sularında <0.5, Kalanima Havzasının yeraltı sularında 1.4-4.85 mg/l arasında yüzey sularında <0.5-5.1 mg/l arasında, Sera Havzasının sularında <1.5, Beşirli Havzasının sularında 0.94-2.69 mg/l arasında, Değirmendere, İkisü, Yomra Havzalarının sularında <1.5, Yanbolu, Karadere, Küçükdere, Sürmene, Solaklı ve Baltacı Havzalarının sularında <0.5 değerlerindedir. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardı (TS-266, 2005)' na göre  $\text{PO}_4^{3-}$  ile ilgili sınır değeri verilmemiştir.

### 3.4.2.11. Toplam Çözünmüş Madde

Sudaki çözünmüş maddeler, suda çözünmüş az miktardaki organik madde ve anorganik tuzların varlığından kaynaklanmaktadır. Çözünmüş maddeler içinde bulunan başlıca iyonlar, karbonat, bikarbonat, klorür, sülfat, nitrat, sodyum, potasyum, kalsiyum ve magnezyumdur. Çözünmüş maddeler suyun tat, sertlik, korozyon gibi özelliklerine etki ederler.

Toplam çözünmüş maddeler, doğal kaynaklardan, lağım atıklarından, şehir drenaj sularından ve endüstriyel sulardan kaynaklanmaktadır (Güler ve Çobanoğlu, 1997). Çözünmüş maddeler suyun lezzetine etki eder. Fazla miktarda çözünmüş madde içeren içme suları yavan ve lezzetsizdir. Sular toplam çözünmüş madde miktarına göre sınıflandırılabilirler (Tablo 3.53).

Havzalarda örneklenen yeraltı sularının TDS (mg/l) miktarları 117-442 mg/l arasında değişirken Akhisar Havzasına ait AK 1-1 nolu yeraltı suyunun TDS miktarı aşırı tuzlanmadan dolayı 1310 mg/l değerine ulaşmaktadır. Yüzey sularının TDS (mg/l) miktarları ise Akhisar Havzasında 79-165 mg/l, Foldere Havzasında 177-275 mg/l, İskefiye Havzasında 21-287 mg/l, Kalanima Havzasında 44.78-178.89 mg/l, Sera Havzasında 58-60 mg/l, Beşirli Havzasında 250.5-274.5 mg/l, Değirmendere Havzasında 55-245 mg/l, İkisü Havzasında 86-99 mg/l, Yomra Havzasında 45-129 mg/l, Yanbolu Havzasında 25.5-92.25 mg/l, Karadere Havzasında 52.5-99.75 mg/l, Küçükdere Havzasında 55-96 mg/l, Sürmene Havzasında 36-102 mg/l, Solaklı Havzasında 27-161 mg/l ve Baltacı Havzasında 56-164 mg/l arasında değişmektedir. Beklenildiği gibi yeraltı sularının TDS değerleri yüzey sularından daha fazladır. Ayrıca tüm sular Tablo 3.53' e göre 'Tatlı Su' sınıfında yer alırlar.

Tablo 3.53. Çözünmüş toplam katı madde miktarına göre su sınıflaması (Freeze ve Cherry, 1979)

Katı Madde Miktarı (mg/l)	Sınıf
0-1000	Tatlı Su
1000-10000	Acı Su
10000-100000	Tuzlu Su
100000 den fazla	Deniz Suyu

### 3.4.2.12. Sodyum

Yer kabuğunda en fazla bulunan elementlerden olan sodyum doğada yemek tuzu olarak bilinen sodyum klorür ( $\text{NaCl}$ ), soda ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ), sodyum sülfat ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ), sodyum nitrat ( $\text{NaNO}_3$ ) ve sodyum silikatlar halinde bulunurlar. Sularda çok kolaylıkla çözünen sodyum bileşikleri suya tuzlu bir tat verir. Kalp, böbrek, dolaşım rahatsızlığı olan kişilerde 200 mg/l den fazla sodyum içeren sular alındığı takdirde ciddi rahatsızlıklar oluşabilir.

Ayrıca sodyumun toplam katyonlara oranı tarımda önmelidir. Sodyum elementi içeren sular tarımsal sulamalarda toprak ve bitkiler üzerinde zararlı etkiler yapar (Tuncay, 1983). Sodyum değerinin yüksek olması toprağın geçirgenliğinde rol oynar. Doğada Na elementini en az içeren sular kireçtaşı akiferlerindeki yeraltı sularıdır.

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardı (TS-266, 2005)' na göre , Na için sınır değer 200 mg/l olarak belirtilmiştir. Havzalarda örneklenen yeraltı sularının Na değerleri 6.21-50.9 mg/l değerleri arasındadır. Yüzeysel sularında ise Na değerleri, Akhisar Havzasında 3.22-9.78 mg/l, Foldere Havzasında 3.32-14.73 mg/l, İskefiye Havzasında 3.56-27.75 mg/l, Kalanima Havzasında 5.06-26.20 mg/l, Sera Havzasında 0.23-16.47 mg/l, Beşirli Havzasında 21.79-24.30 mg/l, Değirmendere Havzasında 2.12-8.27 mg/l, İkisü Havzasında 7.50-9.05 mg/l, Yomra Havzasında 3.81-5.92 mg/l, Yanbolu Havzasında 0.48-6.7 mg/l, Karadere Havzasında 3.11-5.76 mg/l, Küçükdere Havzasında 3.23-9.12 mg/l, Sürmene Havzasında 1.77-6.37 mg/l, Solaklı Havzasında 1.41-5.41 mg/l ve Baltacı Havzasında 1.48-9.59 mg/l arasında değişmektedir. Görüldüğü gibi yeraltı sularındaki Na değerleri yüzeysel sularına göre daha yüksektir. Yeraltı sularındaki en düşük Na değeri Sürmene akiferinde gözlenmiştir. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardı (TS-266, 2005)' na göre incelenen tüm sularda Na değerleri tavsiye edilen değeri aşarken, maksimum değer için uygun sınırlar içerisindeydir.

### 3.4.3. Organik Kimyasal Parametreler

#### 3.4.3.1. Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)

Kimyasal oksijen ihtiyacı suların kirlilik derecesini belirlemede kullanılan en önemli parametrelerden biridir. Basit bir tanım olarak KOİ, sulardaki organik materyal kapsamına bağlı bir kavram olup, organik maddenin tamamının oksidasyonu için gerekli olan oksijen

miktarını belirler. Kirli sulara bulunan organik maddelerin tamamının biyolojik olarak ayrışabilir nitelikli olmayışı, biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ) deneyinin uzun sürmesi gibi etkenler nedeniyle sulardaki organik atıkların parçalanmasında gerekli oksijenin belirlenmesi için biyokimyasal reaksiyonlar değil, redoks reaksiyonlarıyla yükseltgenme esasına dayalı yöntemler kullanılır. Bu yöntemlerle yani kimyasal yolla, su içinde biyolojik olarak parçalanabilen organik bileşiklerden daha fazlası parçalanabilir. Buda suların KOİ değerinin her zaman BOİ değerinden büyük olduğunu gösterir.

Havzalarda örneklenen suların KOİ (mg/l) değerleri Akhisar Havzasının yeraltı sularında <10-30 yüzey sularında <10-58, Foldere Havzasının yeraltı sularında <10-54 yüzey sularında <10-62, Kalanima Havzasının yeraltı sularında <10-45 yüzey sularında <10-150, Değirmendere, İkisü, Yomra Havzalarının sularında <10, Yanbolu Havzasının yeraltı sularında 16-35 yüzey sularında 12-49, Küçükdere Havzasının yüzey suyunda <10-50, Sürmene Havzasının yeraltı suyunda 22 yüzey sularında <10-64, Solaklı Havzasının yeraltı sularında 21-45 yüzey sularında 14-68, Baltacı Havzasının sularında 10-47 mg/l arasında değişmektedir. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standartı (TS 266, 2005)'nda KOİ için sınır değeri verilmemiştir.

#### **3.4.4. İnorganik Kirlenme Parametreleri**

##### **3.4.4.1. Kadmiyum**

Kuvvetli bir toksik madde olan kadmiyum, bazı galvanize boruların bozunmasından, plastik sanayinde stabilizatör maddesi olarak kullanılmasından ve endüstri atıklarından suya karışmaktadır. Kadmiyum vücuda içme suyundan, yiyeceklerden, hava, sigara ve endüstriyel yollarla alınabilir. Kadmiyum ve bileşikleri kanserojenik olup, sağlık açısından bir çok rahatsızlığa sebep olurlar. Baş ağrısı, susuzluk hissi, boğazda kuruluk, sinirlilik, kuvvetli tahriş öksürüğü, bronşik, anfizem, anemi ve böbrek taşı gibi rahatsızlıklar kadmiyumun sebep olduğu başlıca hastalıklardır (Güler ve Çobanoğlu, 1997).

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardı (TS-266, 2005)' na göre , Cd için sınır değeri en fazla 0.005 mg/l olarak belirtilmiştir. Havzalarda örneklenen suların Cd değerleri yeraltı sularında 0.0001-0.002 mg/l, yüzey sularında 0.001-0.003 mg/l arasında değişmektedir. Trabzon ilindeki havzaların gerek yeraltı gerekse yüzey sularının Cd değerleri TS-266 (2005)' ya göre müsaade edilen maksimum değerleri aşmamaktadır.

#### 3.4.4.2. Kurşun

Yerkabuğunun doğal bileşeni olan kurşun doğal sulara bulunmazken çevre kirliliği nedeni ile sulara karışmaktadır. Endüstriyel atık deşarjları, kurşun boruların korozyona uğraması ve yanma olayları (özellikle kurşunlu benzinin yanması) sonucu içme sularına, akarsulara ve yeraltı sularına karışır. İçme suyu, hava, yiyecek, sigara, boya, toz ve toprak vücuda alınan kurşun insan vücudu için gerekli olmayan aksine toksik etkisi yapan bir elementtir. Yüksek dozda alındığında zehirleyici etki yapmasının yanı sıra iştahsızlık, karın ağrısı, yorgunluk, kurşun felçleri, duyu organları bozuklukları, strele beraber beyinsel bozukluklara da neden olmaktadır (Güler ve Çobanoğlu, 1997).

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardı (TS-266, 2005)' nda Pb için önerilen maksimum değer 0.01 mg/l' dir. Havzalarda örneklenen yeraltı sularının Pb değerleri 0.001-0.37 mg/l arasında değişirken en yüksek Pb değeri Akhisar akiferinde, en düşük Pb değeri ise Solaklı akiferinde gözlenmektedir. Yüzey sularında ise Pb değerleri 0.0001-0.057 mg/l arasındadır. Yüzey sularında en yüksek Pb değerine İskefiye Havzasında rastlanırken en düşük değere Foldere, Sera, Yomra ve Karadere Havzalarında rastlanmaktadır. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardı (TS-266, 2005)' na göre Trabzon ilindeki havzaların Pb değerleri genellikle yüzey sularında uygun sınırlar içerisinde iken yeraltı sularında sınır değerlerini aşmaktadır. Bu durum yeraltı suyunun örneklendiği kuyularda kurşun boruların kullanıldığı şebekelerden kaynaklanmaktadır.

#### 3.4.4.3. Arsenik

Doğada bitki ve hayvanlarda, toprakta, atmosferde, volkanik patlamalardan çıkan toprak ve kaya parçacıklarında ve maden atıklarında yaygın olarak bulunan arsenik, metal olarak özellikle toz halinde zehirsizdir. Ancak su, hatta havadaki nem ile birleştiği zaman çok zehirli bir madde olan arsenik trioksit ( $As_2O_3$ ) dönüşür.

Arsenik, pestitit (haşere öldüren kimyasal maddeler), herbisit (zararlı otları öldüren tarımda kullanılan kimyasallar) üretiminde, gıda katkı maddelerinde, cam, fişek, ilaç ve bazı lazer ekipmanlarının üretiminde kullanılır. Ayrıca arsenik havaya fosil yakıtlarının yanması sonucu yayıldığı gibi, madencilik, tarım ve atık yakma işlemlerinden dolayı da kirlilik olarak havaya ve suya karışabilir (Brown, 2002) Yer üstü suları, yer altı sularına



göre nispeten daha düşük oranlarda arsenik içerirler. Bunun sebebi, toprağın yapısındaki arseniğin çözünerek yer altı ve kuyu sularına daha kolaylıkla geçmesidir.

Arseniğin vücuda alınmasındaki en büyük kaynak içme suyudur. Bunu yanında gıdalar, deniz ürünleri, tütün ve solunum yolu da etkilidir. İnsan vücudu için eser element olan arsenik çok düşük miktarlarda vücut için gerekli olmasına rağmen yüksek dozda alınması sağlık açısından olumsuz etkiler yaratmaktadır. Kanser yapıcı etkisinin yanında, zehir etkisini sinir sistemi üzerinde göstererek felç ve sinir sistemi bozukluklarına neden olur (Brown, 2002) İçme sularından arseniğin giderilmesi için, demir ve alüminyum bileşikleriyle adsorbsiyon-çökeltme, aktif alüminyum, aktif karbon ve aktif boksit tarafından adsorblanma, ters ozmos ve iyon değişimi şeklindeki metodlar kullanılmaktadır (Güler ve Çobanoğlu, 1997).

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardı (TS-266, 2005)' na göre , As için sınır değeri en fazla 0.01 mg/l olarak belirtilmiştir. Havzalarda örneklenen suların As değerleri 0.0001-0.002 mg/l arasında değişmektedir ve incelenen tüm suların As değerinin TS 266 (2005)'da verilen 0.01 mg/l değerini aşmadığı gözlenmektedir.

#### **3.4.4.4. Bakır**

Suda doğal olarak bulunmayan bakır, suya bakır minerallerinden geçmektedir. Bakır, daha çok defenfektan maddesi olarak kullanılan bakır sülfat eriğinden veya bakır boruların korozyona uğramasıyla su içine karışmaktadır. Bakır hayvanların, bitkilerin yaşaması ve klorofil oluşumu başta olmak üzere çeşitli enzimlerin gelişimi için bulunması gereken temel bir elementtir.

Vücut tarafından zor absorbe edilen bakır, insan vücudundaki esas elementlerden biridir. Sağlık açısından bakır eksikliği kansızlık, kemik yapısında bozukluk ve anemi hastalığına neden olurken fazla miktarlarda alınması halinde mukoza iltihaplanması, damar hastalıkları, karaciğer ve böbrek hastalıkları ve depresyonla seyreden merkezi sinir sistemi irritasyonları görülebilir (Güler ve Çobanoğlu, 1997). Ayrıca bitkilerde fazla miktarda bakır büyümeyi engeller, küçük canlılar ve balıklar içinde zehir etkisi gösterir.

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardı (TS-266, 2005)' nda Cu için önerilen sınır değer 3 mg/l' dir. Havzalarda örneklenen suların Cu değerleri 0.05-0.06 mg/l arasındadır ve Trabzon ilindeki havzalara ait suların Cu değerleri, İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardı (TS-266, 2005)' na göre müsaade edilebilen maksimum sınır değerini aşmamaktadır.

#### 3.4.4.5. Krom

Krom, sulara  $Cr^{+3}$  ve  $Cr^{+6}$  iyonları halinde bulunabilir. Ancak 3 değerlikli kroma suda hemen hemen hiç çözünmediğinden çok nadir rastlanırken, 6 değerlikli krom kanserojenik özelliktedir. Bu nedenle içme sularının krom kirliliğinden korunması gerekmektedir. Krom tuzları özellikle metalik kaplamalarda, boya fabrikalarında, boyalarda, patlayıcı maddeler, seramik ve kağıt gibi endüstrilerde kullanılır. Bu nedenle suya krom endüstriyel atıklardan kaynaklanan kirlilikle karışmaktadır.

İnsanlara zararlı etki yapabilecek krom,  $Cr^{+6}$  iken,  $Cr^{+3}$  nispeten daha az toksik etkisi olan, lokal veya yaygın sistemik bir etkisi olmayan hatta insan vücudu için gerekli olan kromdur. +6 değerlikli krom, ülser, bronşit, akciğer, cilt ve böbrek rahatsızlıklarına neden olmaktadır (Güler ve Çobanoğlu, 1997).

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardı (TS-266, 2005)' nda Cr için önerilen sınır değer 0.05 mg/l olarak belirtilmiştir. Havzalarda örneklenen suların Cr değerleri en fazla 0.001 mg/l' dir. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardı (TS-266, 2005)' na göre incelenen tüm sulara Cr değerlerinin önerilen sınır değerinden daha düşük olduğu görülmüştür.

#### 3.4.4.6. Kobalt

Kobalt volkanik kayaların içinde bulunur. Kobalt akciğer ve kalpte harabiyet ve işlev bozuklukları, kan şekerinde, kolesterol ve yağ düzeylerinde artışa ve kansere neden olmaktadır (Atabey, 2005).

Havzalarda örneklenen suların Co değerleri en fazla 0.001-0.002 mg/l gibi oldukça düşük değerlerdedir. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardı (TS-266, 2005)' nda Co için sınır değer verilmemiştir.

#### 3.4.4.7. Nikel

Her yerde kolayca bulunabilen nikel bileşikleri pratik olarak suda çözünmez. Suda çözünebilir tuzları, klorür, sülfat ve nitrattır. Nikel içeren bu bileşiklerin endüstriyel atıklarla nehirlere atılması ile nikel suya karışır. Nikel toksik olmayan bir element

olduğundan gıda ve sularda bulunan nikelin ciddi bir sağlık problemi yaratacağı düşünülemez (Güler ve Çobanoğlu, 1997).

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardı (TS-266, 2005)' na göre Ni değeri 0.02 mg/l' yi aşmamalıdır. Havzalarda örneklenen yeraltı sularının Ni değerleri 0.04-0.47 mg/l arasında değişmektedir. Yalnız Ni değeri Sürmene akiferinde en düşük değer olan 0.004 mg/l değerindedir. Yüzeysel sularının Ni değerleri ise 0.02-0.14 mg/l arasında değişmektedir. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardı (TS 266, 2005)'na göre incelenen sularda Ni değeri Sürmene Havzasındaki yeraltı suyu hariç tüm sularda müsaade edilebilen 0.02 mg/l sınır değerini aşmaktadır.

#### 3.4.4.8. Siyanür

Siyanür, metal endüstrisi ve zararlılarla mücadelede kullanılan, suda çözünerek tehlike oluşturan zehirli bir bileşiktir. Endüstri alanında kauçuk, plastik ve bazı kimyasal maddelerin yapımında, gübre, fare ve böcek ilaçları üretiminde, altın ve gümüş üretim tesislerinde sodyum siyanür (NaCN) ve hidrosiyanik asit şeklinde yaygın olarak kullanılır. Bu yüzden daha çok atık sularda ortaya çıkarak sulara karışır.

Siyanür zehirlenmesinde en duyarlı organlar merkezi sinir sistemi ve kalptir. İnsanlarda zehirlenme belirtisi olarak kusma, düzensiz nabız, deri ve mukozalarda kızarıklık, baş ağrısı, görme bozuklukları, solunum güçlüğü, bilinç kaybı, ağız ve burundan kan gelmesi, koma ve ölüm hali görülebilmektedir (Güler ve Çobanoğlu, 1997). Özellikle içme sularında istenmeyen bir madde olan siyanürler genel olarak alkali klorlama işlemine tabi tutulmakla birlikte, ClO<sub>2</sub> ile oksidasyon, ozon ile oksidasyon, asit ile uzaklaştırma ve daha az zehirli bileşiklere dönüştürme gibi yöntemlerle sulardan uzaklaştırılır (Güler ve Çobanoğlu, 1997).

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardı (TS-266, 2005)' na göre CN<sup>-</sup> değeri 0.05 mg/l' yi aşmamalıdır. Havzalarda örneklenen suların CN<sup>-</sup> değerleri Akhisar, Sürmene, Solaklı ve Baltacı Havzalarında <0.01 mg/l, Foldere Havzasında <0.01-0.03 mg/l, İskefiye Havzasında 0.02-0.03 mg/l, Kalanima Havzasında 0.01-0.04 mg/l, Sera Havzasında 0.01-0.03 mg/l, Beşirli Havzasında 0.02-0.03 mg/l, Değirmendere Havzasında <0.01-0.05 mg/l, İkisü Havzasında 0.01-0.03 mg/l, Yomra Havzasında <0.01-0.03 mg/l, Yanbolu Havzasında 0.01-0.03 mg/l, Karadere Havzasında 0.01-0.03 mg/l ve Küçükdere Havzasında 0.02-0.03 mg/l arasında değişmektedir. Trabzon ilindeki havzalara ait sular

CN<sup>-</sup> değerleri açısından, İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardı (TS-266, 2005)' na göre değerlendirildiğinde sulardaki CN<sup>-</sup> miktarlarının maksimum müsade edilebilen sınır değerini aşmadığı görülmektedir.

#### 3.4.4.9. Florür

Yer kabuğunda ortalama % 0.03 oranında ve genellikle floridler halinde bulunur. Suya florür veren başlıca mineral volkanik kayaçların bileşiminde bulunan kalsiyum florürdür. Ayrıca kriyolit, fluorapatit, mika, hornblend ve turmalin florrce en zengin olan minerallerdir. Durgun sularda, göl, akarsu ve kaynak sularında değişik derişimlerde florür iyonu bulunur. Yüzey sularında florür düzeyi genellikle 1 mg/l nin altındadır. Buna karşın florrce zengin minerallerle veya flor ihtiva eden ve basınç altında bulunan gazlarla temas eden derin yeraltı sularında veya sıcak kaynak sularında bu miktar 20-53 mg/l ye kadar yükselmektedir. (Güler ve obanoğlu, 1997).

Florrce zengin hammaddeleri işleyen veya ara maddesi olarak kullanılan endüstri bölgelerinde (fosforlu gübre üreten fabrikalar, alüminyum endüstrisi, demir elik fabrikaları, tuğla, kiremit, seramik sanayi) zellikle sularda insan ve hayvanlara zararlı olabilecek düzeyde florür bulunabilir.

Sağlık açısından, diş ve iskelet sisteminin gelişimi döneminde özellikle içme suyu aracılığı ile florürün bünyeye fazla miktarda ve uzun süre alınması halinde çocuklarda dişlerde lekeli mine görülmektedir. İleriki yaşlarda ise kemik dokusunda florür depolanması nedeniyle iskelet sisteminde eklem hareketlerini güçleştiren ve yanma hissine sebep olan iskelet hastalığı ortaya çıkmaktadır. Buna karşılık yine dişlerin gelişimi devresinde bünyeye içme suyuyla yeterince florür alınmadığı taktirde çürük diş sayısının arttığı görülmektedir ( Atabey, 2005)

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardı (TS-266, 2005)' na göre F<sup>-</sup> değeri için müsade edilen maksimum değer 1.5 mg/l' dir. Trabzon iline ait havzalardan örneklenen suların F<sup>-</sup> değerleri genellikle 1 mg/l den küçük olup TS-266 (2005)' da belirtilen maksimum sınır değerini aşmamaktadır.

#### 3.4.4.10. Demir ve Mangan

Demir ve mangan yeraltı sularında hemen her zaman, yüzeysel sularda ise yılın bazı aylarında yüksek konsantrasyonlarda bulunmaları nedeniyle içme ve kullanma suları bakımından sorun yaratmaktadırlar. Demir ve mangan suda çözünmeyen  $Fe^{+3}$  ve  $Mn^{+4}$  ile çözünen  $Fe^{+2}$  ve  $Mn^{+2}$  hallerinin her iki şeklinde de bulunmaktadır. İki değerlikli demir ve mangan genellikle ortamda oksijenin bulunmayışından dolayı yeraltı sularında bulunur. Mangan yüzeysel sularda özellikle göl ve baraj gibi rezervuarların dip çökeltisi çamurların içerisinde bulunur ve indirgeyici ortamda çamurdan suya geçer.

Demir ve mangan içme sularında istenmeyen renk ve bulanıklığa sebep olmakta, su borularının iç cidarlarında birikerek kesit daralmasına ve tıkanmalara yol açmaktadır. İçme sularında 0.3 mg/l den fazla çözülmüş demir bileşiminin bulunması halinde özellikle çocuklarda ve mide rahatsızlığı çeken kişilerde ciddi rahatsızlıklar oluşabilir. Sularda bazen rastlanan kırmızımsı pas rengi demir elementinden ileri gelmektedir. Ayrıca kağıt, deri, dokuma, plastik, gıda, meşrubat sanayi gibi endüstri alanlarında kullanılan sularda demirin bulunması ürünün renk ve tadında değişmelere sebep olduklarından istenmemektedir.

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardı (TS-266, 2005)' na göre suda bulunan Fe iyonunun değerinin 0.05-0.2 mg/l olması önerilir, Mn değeri ise en fazla 0.05 mg/l olarak belirtilmiştir. Havzalarda örneklenen yeraltı sularında Mn değerleri genellikle 0.08-0.4 arasına değişirken Foldere akiferinde en düşük değer olan 0.08 mg/l, Değirmendere akiferinde ise en yüksek değer olan 0.4 mg/l değerlerine sahiptir. Yüzey sularında ise Mn değerleri 0.05-0.4 mg/l arasındadır. En düşük Mn değerleri İkisü ve Yomra Havzalarında, en yüksek Mn değerleri ise Değirmendere Havzasındadır.

İncelenen yeraltı sularında Fe değerleri Kalanima, Değirmendere, Sürmene ve Solaklı Havzalarında ölçülemeyecek kadar az iken, diğer havzalarda 0.003-0.02 mg/l arasında değişmektedir. En yüksek Fe değerine İskefiye akiferinde rastlanmaktadır. Yüzey sularında ise Fe değerleri 0.001-0.12 mg/l arasında değişirken yalnız Beşirli Havzasının aşağı kısmındaki sular 0.29 mg/l değeri ile en yüksek Fe değerine sahiptir.

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardı (TS-266, 2005)' na göre Trabzon ilindeki havzaların Mn değerleri sularda müsaade edilen maksimum sınır değerini aşmıştır. Fe değerleri ise önerilen 0.05-0.2 mg/l aralığında olup sadece Beşirli Havzasının yüzey sularında sınır değerini aşmıştır.

#### 3.4.4.11. Baryum

Baryum, doğada yaygın olarak barit ( $BaSO_4$ ) ve witherit ( $BaCO_3$ ) mineralleri halinde bulunur. Boya sanayi, dericilik ve patlayıcı madde üretiminde kullanılan baryum tuzları, endüstriyel atık sularıyla sulara karışır. Baryum, sülfat konsantrasyonu çok düşük olan doğal sularda, sanayi artıkları ve belirli bazı tuzlu sularda kantitatif olarak ölçülebilir. Sülfat konsantrasyonu 2 mg/l den fazla olan sularda baryum miktarı tayin edilemez.

İnsan beslenmesi için gerekli olan esas maddelerden biri olmayan baryumun, kaslara ve kalp adalelerine, damar ve sinir sistemine zararlı etkiler yaptığı saptanmıştır (Güler ve Çobanoğlu, 1997).

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardı (TS-266, 2005)' na göre suda bulunan Ba değerinin 0.1-0.3 mg/l olması önerilir. Havzalarda örneklenen yeraltı sularında Ba değerleri İskefiye, Kalanima ve Değirmendere Havzalarında ölçülemeyecek kadar az iken diğer havzalarda 0.001-0.23 mg/l değerleri arasındadır. Yüzey sularında ise Ba değerleri 0.001-0.16 mg/l arasında değişmektedir. İncelenen tüm sular İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardı (TS-266, 2005)' na göre değerlendirildiğinde sulardaki Ba değerlerinin müsadde edilen maksimum sınır değeri 0.3 mg/l yi aşmadığı görülmektedir.

#### 3.4.4.12. Alüminyum

Yer kabuğunda en çok bulunan elementlerde biri olan alüminyum, doğal sularda çok az miktarlarda bulunur. Alüminyum doğal sulara toprak ve kayalardan erime yoluyla karışmaktadır. Ayrıca birçok evsel ve endüstriyel kullanımlardan dolayı ve su arıtım işlemlerinde koagülant olarak kullanılmasıyla su arıtma işlemleri sırasında suya karışır. Sularda çözülmüş tuz, kolloid veya çözünmeyen bileşikler halinde bulunan alüminyum suda çok az bulunduğu zaman bile renk değişimine neden olmaktadır.

WHO'ya göre insan vücuduna günde alınması gereken 88 mg alüminyumun %4 ünden daha azı içme sularından sağlanmaktadır. Belirli bir toksik etkisi olmayan alüminyumun, içme suyu gibi çeşitli kaynaklardan fazla miktarlarda alınması halinde alzheimer gibi bazı nörolojik hastalıklara neden olduğu ileri sürülmektedir.

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardı (TS-266, 2005)' na göre Al değeri en fazla 0.2 mg/l olarak belirtilmiştir. Havzalarda örneklenen yeraltı sularının Al değerleri 0.011-0.062 mg/l arasındadır. Yeraltı sularındaki Al değeri Sürmene akiferinde ölçülemeyecek kadar az

iken Karadere akiferinde en yüksek değer olan 0.062 mg/l değerindedir. Yüzey sularında Al değerleri 0.001-0.32 mg/l arasında değişmekte olup en yüksek değere Değirmendere, en düşük değere ise Sera Havzalarında rastlanmaktadır. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardı (TS-266, 2005)' na göre incelenen tüm sulardaki Al değerleri müsaade edilebilecek maksimum sınır değerini yalnızca Değirmendere ve Akhisar Havzalarının yüzey sularında aşmaktadır.

### **3.5. Trabzon İlindeki Yeraltı ve Yerüstü Sularının Sınıflandırılması**

Trabzon ilindeki havzalardan alınan yeraltı ve yerüstü sularının kimyasal analiz sonuçlarından yararlanılarak hidrokimyasal fasiyesleri belirlenmiştir. Hidrokimyasal fasiyes kavramı ilk olarak suların üçgen diyagramlardaki izdüşüm yerine göre Back (1966) tarafından geliştirilmiştir. Suda çözünen başlıca iyonlardan anyonlar ve katyonlar ayrı ayrı olmak üzere litrede eşdeğer gram cinsinden toplam çözünmüşlerin % 50' sinden fazla olan iyonlar hidrokimyasal fasiyes tipini belirtmektedir. İyonların hiçbirisi miktar olarak % 50'yi geçmiyorsa karışık su tipini belirtmektedir.

Bu çalışmada, yüzey ve yeraltı sularını sınıflamak ve hidrojeokimyasal işlevlerini tanımlamak amacıyla Piper Diyagramı (1944), suların kimyasal içeriklerini karşılaştırmak amacıyla Schoeller Diyagramı, suların sulama suları açısından sınıflaması amacıyla da Wilcox Diyagramı kullanılmıştır.

#### **3.5.1. Piper Diyagramı Değerlendirilmesi**

Piper Diyagramı anyon ve katyonların (% mek/l cinsinden) ayrı ayrı gösterildiği iki ayrı üçgenden ve tüm iyonların ortaklaşa gösterildiği bir eşkenar dörtgenden oluşmaktadır. Üçgen diyagramlar suların hidrokimyasal fasiyes tiplerinin görülmesinde, suların sınıflamasında ve karşılaştırılmasında kolaylık sağlamaktadır.

Trabzon ilindeki havzaların yeraltı ve yüzey sularına ait Piper diyagramları Şekil 3.19, 3.20, 3.21, 3.22 ve 3.23 de verilmiştir. Havzalara ait sular genel olarak, karbonatlı ve sülfatlı ( $Ca+Mg > Na+K$ ) sular sınıfında olup, genellikle zayıf asit kökleri güçlü asit köklerinden ( $HCO_3+CO_3 > Cl+SO_4$ ) daha fazladır. Ancak Akhisar Havzasına ait AK 1-1 nolu yeraltı suyu, Foldere Havzasının aşağı kısımlarındaki sular, Sera Havzasına ait SE 1-

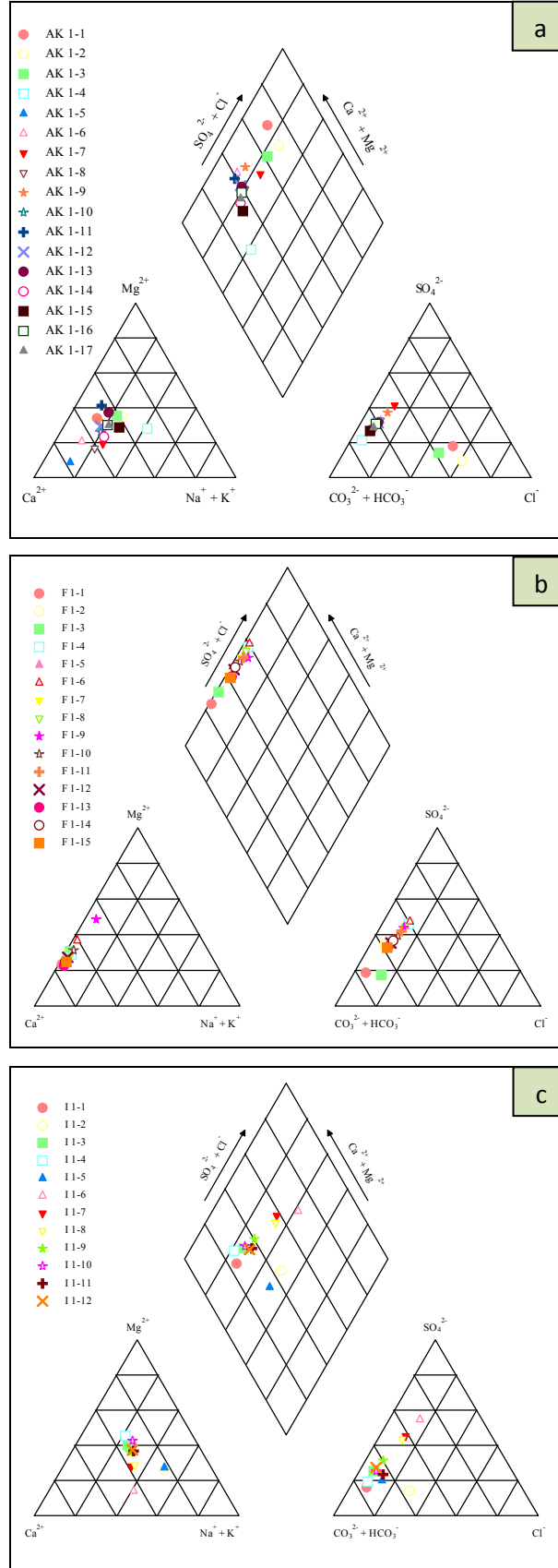
10 nolu, İkisü Havzasına ait S 1-4 nolu, Yanbolu Havzasına ait Y 1-23 nolu, Sürmene Havzasına ait M 1-8 nolu ve Solaklı Havzasına ait SOL 1-1, SOL 1-2, SOL 1-6, SOL 1-9 ve SOL 1-33 nolu yüzey sularında ise güçlü asit kökleri zayıf asit köklerinden ( $Cl+SO_4 > HCO_3+CO_3$ ) daha fazladır. Bu suların karbonat olmayan sertlikleri, karbonat sertliklerinden daha büyüktür. Böyle sular  $CaSO_4$  ve  $MgSO_4$  lı sulardır ve karbonat olmayan sertlikleri %50 den fazladır.

Akhisar Havzasına ait AK 1-4 nolu yeraltı suyu ve havzanın diğer yüzey suları, Folderesi Havzasına ait yeraltı suları ve F 1-12, F 1-13, F 1-14, F 1-15 nolu yüzey suları, İskefiye Havzasına ait yeraltı suları ve diğer yüzey suları, Kalanima ve Beşirli Havzalarına ait yüzey suları, Sera Havzasına ait SE 1-6 ve SE 1-7 nolu yüzey suları, Değirmendere Havzasına ait MA 1-2, Z 1-1, Z 1-4 ve H 1-1 nolu yüzey suları dışında kalan sular ve yeraltı suyu, Yanbolu Havzasına ait yeraltı suları ve diğer yüzey suları, Karadere Havzasına ait yeraltı ve diğer yüzey suları, Küçükdere Havzasına ait yeraltı suyu ve KÜ 1-3, KÜ 1-6 dışında kalan yüzey suları, Sürmene Havzasına ait yeraltı suyu ve diğer yüzey suları, Solaklı Havzasına ait SOL 1-18 nolu yeraltı suyu ve SOL 1-22, SOL 1-23, SOL 1-24, SOL 1-25, SOL 1-26, SOL 1-27, SOL 1-29, SOL 1-31 nolu yüzey suları ve Baltacı Havzama ait diğer yüzey suları karbonat sertliği, karbonat olmayan sertlikten büyük olan  $CaCO_3$  ve  $MgCO_3$  lı sulardır. Bu suların karbonat sertliği %50 den fazladır.

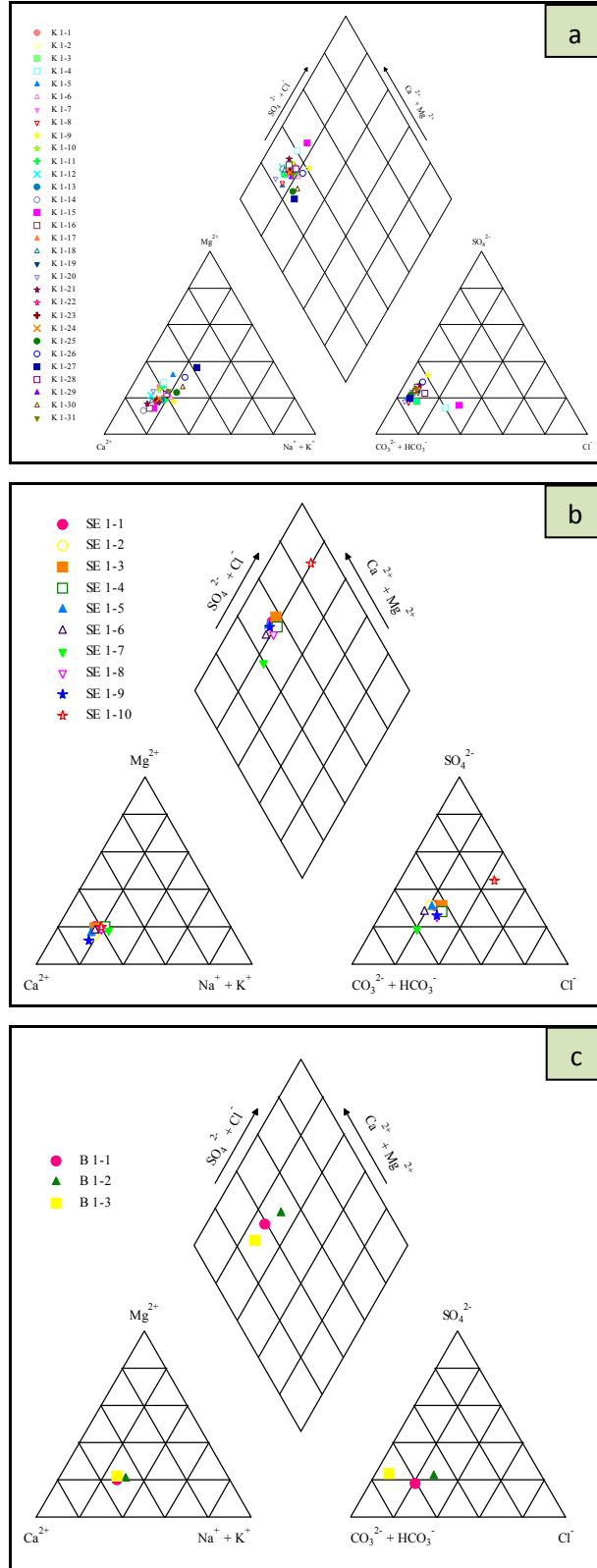
Akhisar Havzasına ait AK 1-2, AK 1-3 nolu yeraltı suları ve AK 1-7 nolu yüzey suları, İskefiye Havzasına ait I 1-6, I 1-7 ve I 1-8 nolu, Sera Havzasına ait SE 1-6, SE 1-7 ve SE 1-10 nolu suların dışında kalan, Değirmendere Havzasına ait MA 1-2, Z 1-1, Z 1-4 ve H 1-1 nolu, İkisü ve Yomra Havzalarına ait, Yanbolu Havzasına ait Y 1-8, Y 1-9, Y 1-11, Y 1-12, Y 1-14, Y 1-16 ve Y 1-20 nolu, Karadere Havzasına ait A 1-4, A 1-5, A 1-6, A 1-7, A 1-8, A 1-9, A 1-10, A 1-11, A 1-12, A 1-14, A 1-17 ve A 1-27 nolu, Küçükdere Havzasına ait KÜ 1-3 ve KÜ 1-6 nolu, Sürmene Havzasına ait M 1-2, M 1-5 ve M 1-6 nolu yüzey suları, Solaklı Havzasına ait SOL 1-19 nolu yeraltı suyu ve SOL 1-22, SOL 1-23, SOL 1-24, SOL 1-25, SOL 1-26, SOL 1-27, SOL 1-29, SOL 1-31 nolu yüzey sularının dışında kalan yüzey suları ve Baltacı Havzasına ait BA 1-2, BA 1-3, BA 1-4, BA 1-7, BA 1-9 ve BA 1-18 nolu yüzey suları iyonların hiçbiri % 50 yi geçmeyen karışık bileşimli sulardır.

İnceleme alanındaki sular  $CaSO_4$  ve  $MgSO_4$ ,  $CaCO_3$  ve  $MgCO_3$  ve karışık sular olmak üzere üç sınıfta yer alırlar.

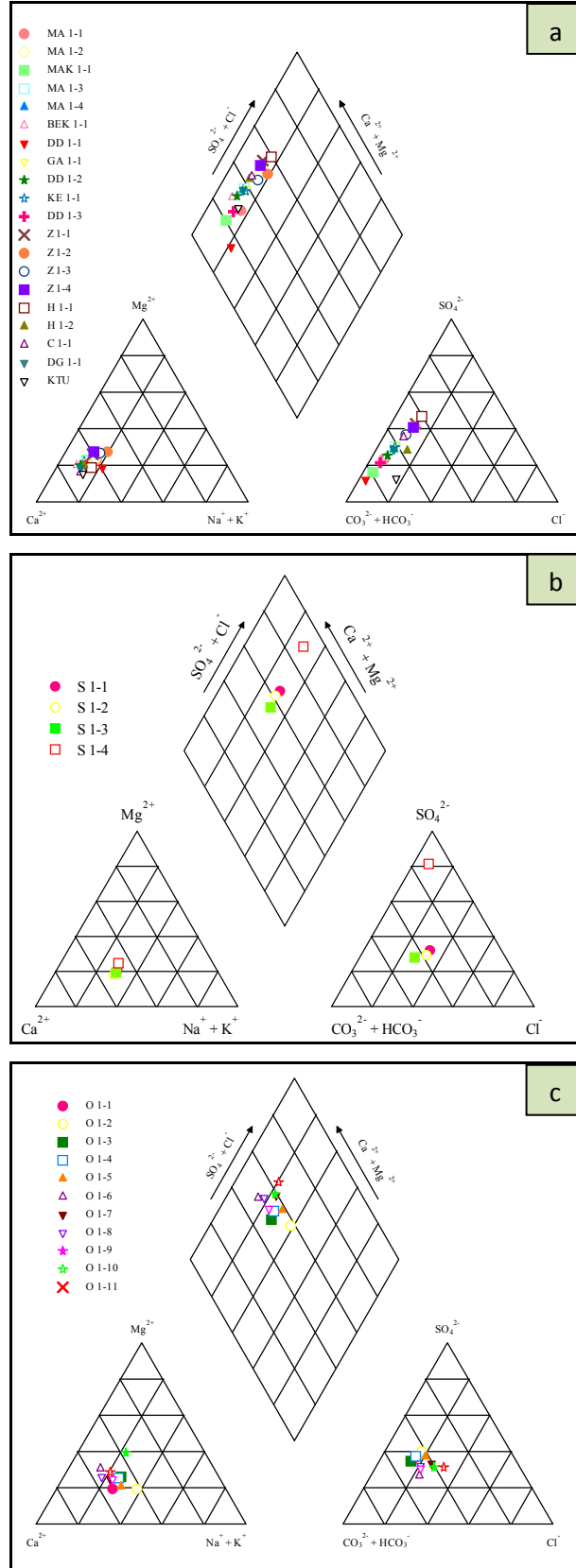




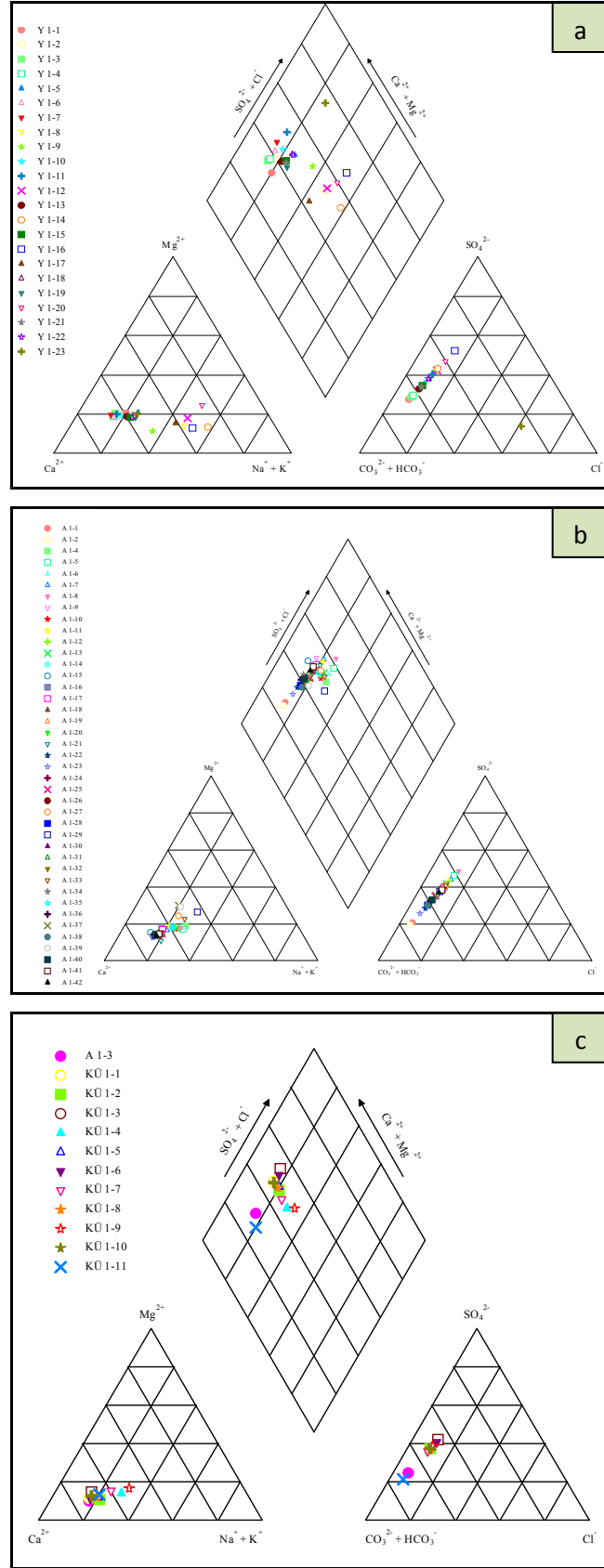
Şekil 3.19. Akhisar (a), Foldere (b) ve İşkefiye (c) Havzalarındaki su örneklerine ait Piper diyagramları



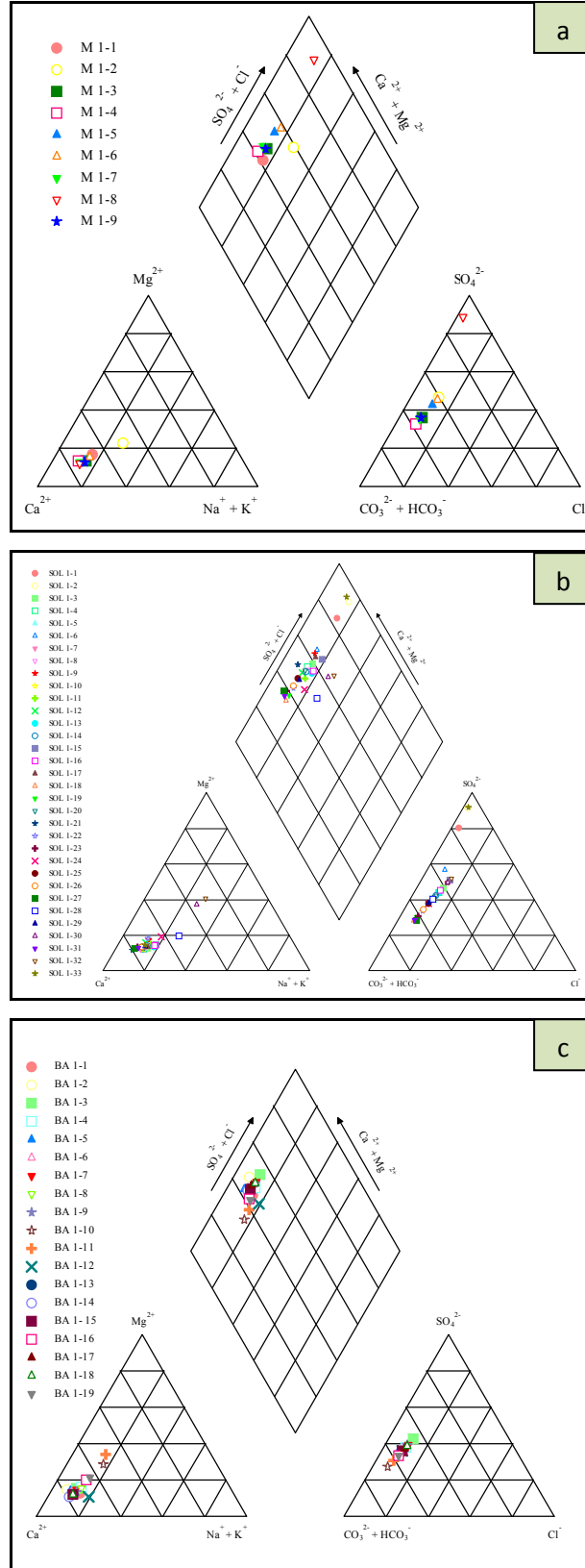
Şekil 3.20. Kalkanima (a), Sera (b) ve Beşirli (c) Havzalarındaki su örneklerine ait Piper diyagramları



Şekil 3.21. Değirmendere (a), İkisu (b) ve Yomra (c) Havzalarındaki su örneklerine ait Piper diyagramları



Şekil 3.22. Yanbolu (a), Karadere (b) ve Küçükdere (c) Havzalarındaki su örneklerine ait Piper diyagramları



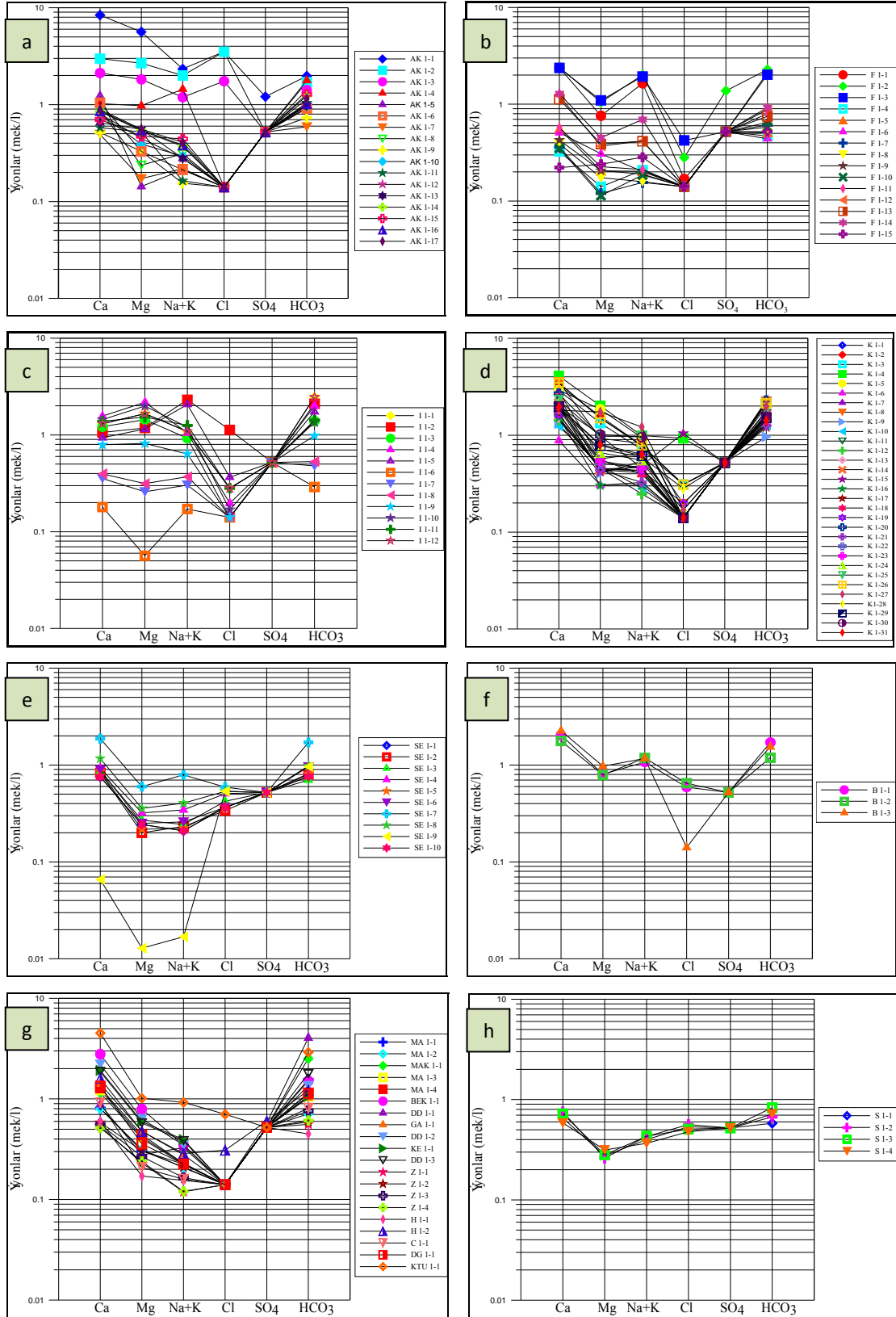
Şekil 3.23. Sürmene (a), Solaklı (b) ve Baltacı (c) Havzalarındaki su örneklerine ait Piper diyagramları

### 3.5.2. Schoeller Diyagramı Değerlendirmesi

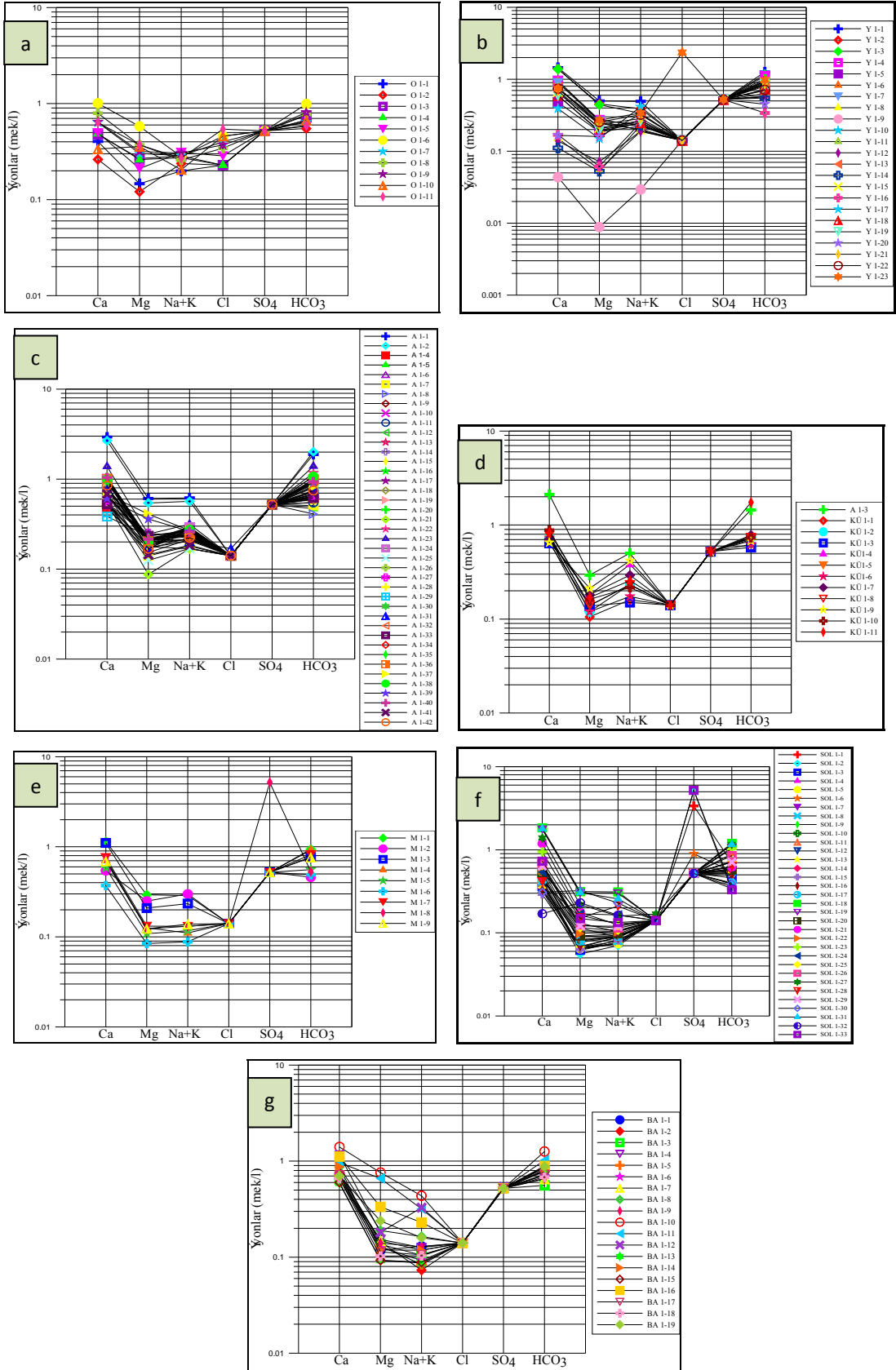
Schoeller diyagramı gerek iyonların topluca tek bir diyagramda görülmesi, gerekse benzer ve farklı kökenli suların karşılaştırılması açısından oldukça sık kullanılmaktadır. Schoeller diyagramlarında aynı kökenli, aynı akifer ve beslenme alanına sahip suların iyon dağılımlarının paralellik göstermesi beklenmektedir.

Trabzon ilindeki havzalara ait yeraltı ve yüzey sularının Schoeller diyagramındaki konumları Şekil 3.24, 3.25 de gösterilmiştir. Bu diyagramlar incelendiğinde havzalara ait yeraltı ve yerüstü sularının iyonlarının mek/l değerlerini birleştiren doğruların birbirleri ile çakıştığı ya da birbirlerine paralel geçtiği görülmektedir.

Ancak Akhisar Havzasına ait AK 1-4 nolu yeraltı suyunda Na+K ve Cl<sup>-</sup> değerlerinin diğer yeraltı sularına göre, AK 1-9 ve AK 1-11 nolu yüzey sularının Na+K değerlerinin ise diğer yüzey sularına göre farklılık gösterdiği görülmektedir. Foldere Havzasına ait F 1-2 nolu yeraltı suyunun SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> değeri diğer yeraltı sularına göre daha yüksek bir değer gösterirken, F 1-15 nolu yüzey suyunun Mg değeri diğer yüzey sularına göre farklılık göstermektedir. İskefiye Havzasına ait I 1-2 ve I 1-5 nolu yeraltı sularının Na+K ve Cl<sup>-</sup> değerleri diğer yeraltı sularına göre daha yüksek değerler gösterirken, I 1-6, I 1-7 ve I 1-8 nolu yüzey sularının katyon değerleri (Ca, Mg, Na+K) diğer yüzey sularına göre daha düşük değerlerdedir. Kalanima Havzasına ait K 1-4 nolu yeraltı suyunun ve K 1-15 nolu yüzey suyunun Cl<sup>-</sup> değerlerinin diğer yeraltı ve yüzey sularına göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Sera Havzasına ait SE 1-9 nolu yüzey suyunun katyon değerleri (Ca, Mg, Na+K) diğer yüzey sularına göre daha düşüktür. Beşirli Havzasına ait B 1-3 nolu yüzey suyunun Cl değeri diğer sulara göre daha düşük değerdedir. Değirmendere Havzasına ait KTU 1-1 nolu yeraltı suyunun Na+K ve Cl<sup>-</sup> değerlerinin ve H 1-2 nolu yüzey suyunun Cl<sup>-</sup> değerinin diğer sulara göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Yanbolu Havzasına ait Y 1-9 nolu yüzey suyunun katyon değerleri (Ca, Mg, Na+K) diğer sulara göre daha düşük değerler gösterirken, Y 1-23 nolu yüzey suyunun ise Cl<sup>-</sup> değeri diğerlerine göre daha yüksek değer göstermektedir. Sürmene Havzasına ait M 1-8 nolu yüzey suyunun SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> değeri diğer sulara göre daha yüksektir. Solaklı Havzasına ait SOL 1-1 ve SOL 1-2 nolu yeraltı sularının ve SOL 1-33 nolu yüzey suyunun SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> değerleri diğer sulara göre daha yüksekken, SOL 1-32 nolu yüzey suyunun ise Mg değeri diğerlerine göre daha yüksektir.



Şekil 3.24. Akhisar (a), Folderesi (b), İskefiye (c), Kalanima (d), Sera (e), Beşirli (f), Değirmendere (g) ve İkisu (h) Havzalarına ait su örneklerinin Schoeller diyagramındaki konumları



Şekil 3.25. Yomra (a), Yanbolu (b), Karadere (c), Küçükdere (d), Sürmene (e), Solaklı (f) ve Baltacı (g) Havzalarına ait su örneklerinin Schoeller diyagramındaki konumları



Baltacı Havzasına ait BA 1-10 ve BA 1-11 nolu yüzey sularının Mg değerlerinin diğer sulara göre daha yüksek olduğu, BA 1-12 nolu yüzey suyunun ise Na+K değerinin diğer sulara göre artış gösterdiği görülmektedir.

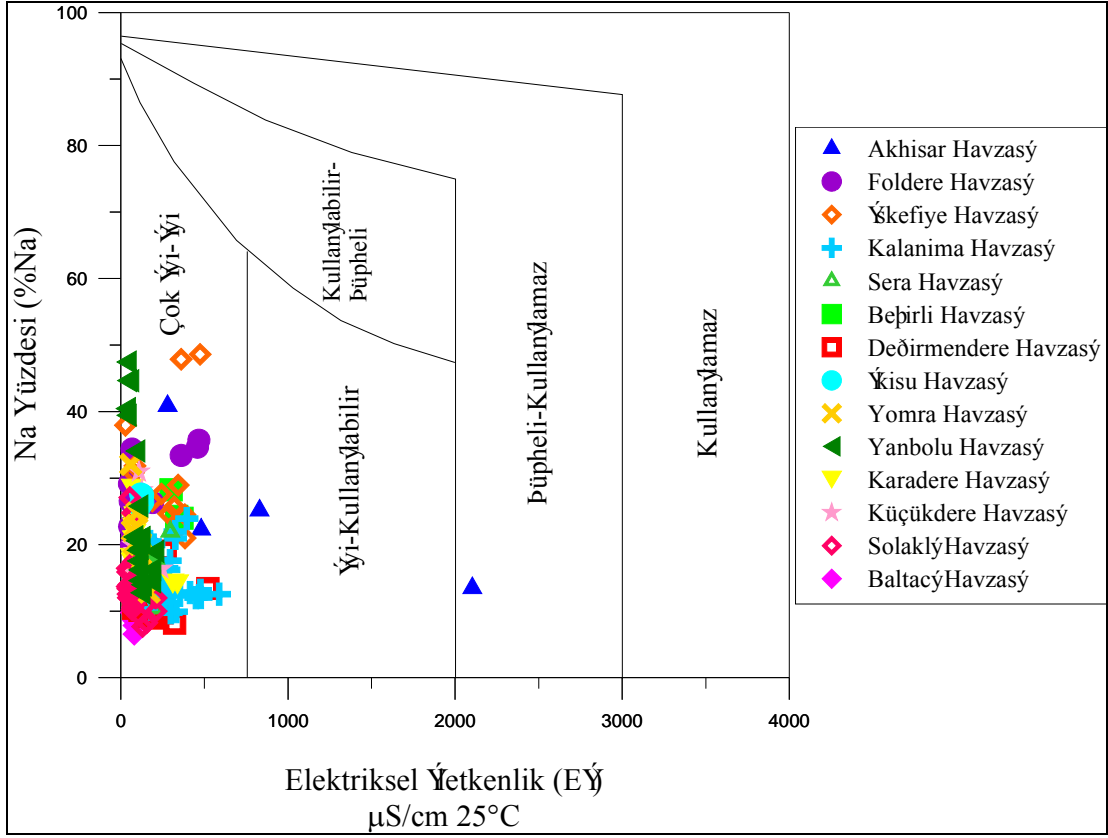
Genellikle  $Cl^-$  ve  $SO_4^{2-}$  değerlerinin yüksek olması havzaların aşağı kısımlarında görülür. Bu değerler çevresel kirlenmenin sonucunda yükselmiştir.

### 3.5.3. Wilcox Diyagramının Değerlendirilmesi

Wilcox diyagramında ; Na yüzdesi (%Na) ve EC ( $\mu S/cm$ ) değerleri kullanılarak suların sulama suyu olarak ‘çok iyi-iyi’, ‘iyi kullanılabilir’, ‘şüpheli kullanılabilir’, ‘şüpheli kullanılamaz’ ve uygun değildir şeklinde sınıflaması yapılmaktadır. Na yüzdesi suyun toplam majör katyonları içinde %Na değerini ifade eder.

Trabzon ilinde çalışılan 15 havzanın sularının sulama suyu amaçlı kullanımının uygun olup olmadığını belirlemek için bu suların Wilcox (1955) diyagramına göre değerlendirilmesi yapılmış ve Şekil 3.26’da gösterilmiştir.

Wilcox diyagramlarına göre sulama suyu açısından Akhisar havzası dışında kalan havzalardaki tüm sular çok iyi-iyi sınıfında yer almaktadır. Ancak Akhisar havzasına ait suların AK 1-1 nolu yeraltı suyu şüpheli-kullanılamaz, AK 1-2 nolu yeraltı suyu iyi-kullanılabilir sınıfında yer almaktadır.



Şekil 3.26. Trabzon ili havzalarından derlenen su örneklerine ait Wilcox diyagramları

## **4. İRDELEME VE TARTIŞMA**

### **4.1. Giriş**

İçilen suyun kalitesi kadar göller, akarsular ve denizlerdeki suyun kalitesi de canlı hayatının genel kalitesinin tanımlanmasında önemli bir parametredir. Su kalitesini, suda çözülmüş olan çözünenler ve gazlarla birlikte suyun içerisinde bulunan ve yüzen maddeler belirler. Su kalitesi doğal fiziksel ve kimyasal durumunun yanı sıra insan faaliyetlerinin de bir sonucudur. Suyun belirli bir amaç için kullanılır olup olmadığı, su kalitesi ile saptanır. Beşeri faaliyetlerin doğal suyun kalitesini değiştirdiği ve önceden kullanım için elverişli olan suyun artık kullanıma uygun olmadığı durumda, suyun kirletilmiş olduğundan söz edilir.

Su kalitesi açısından değerlendirildiğinde kirlenmiş akiferlerden kirleticilerin temizlenmesi için çok uzun bir süre yeraltısuyu akışının olması gereklidir. Akiferlerdeki veya akiferin bir kısmındaki yeraltısuyu kirlenmesinin çoğu zaman temizlenmesi mümkün olmamaktadır. Yüzey sularında kalitenin elde edilmesi için genellikle bu sistemlere karışan ve bilinen su kaynaklarının azaltılması gerekir.

### **4.2. Trabzon İli Yerüstü ve Yer altı Sularının Kalitesini Etkileyen Parametreler**

#### **4.2.1. Yüzey Suları (Akarsular)**

İnceleme alanındaki yüzey sularının Kıta içi su kaynaklarının sınıfları (2004)' na göre sınıflaması her havza için bölüm 3 de verilmiştir. Toplam 15 havzadan alınan örneklerin analiz sonuçlarına göre yüzey sularının bazı parametreler açısından Kıta içi su kaynaklarının sınıfları (2004)' na göre I. sınıf (yüksek kaliteli) sular sınıfında yer alırken, Cu, Pb, Ni, Al, Mn, Cl<sub>2</sub>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, CN<sup>-</sup> ve KOİ açısından II. sınıf (az kirlenmiş), III. Sınıf (kirlenmiş) ve IV. Sınıf (çok kirlenmiş) sular sınıfında yer alırlar. Görüldüğü gibi kirlilik parametrelerinin çoğu çevresel atıklardan kaynaklanan parametrelerdir.

#### 4.2.2. Yeraltı Suları

Trabzon İli genelinde doğudan batıya doğru Solaklı, Manahoz, Küçükdere, Karadere, Yanbolu, Değirmendere, Kalanima, Fol ve Akhisar havzalarını drene eden ana akarsuların denize yakın kısımlarındaki alüvyonlar yeraltı suyu taşımaktadır. Bu akiferler halen yakınlarındaki ilçelerin içme-kullanma suyunu karşılamaktadırlar. Bu akiferlerden alınan suların analiz sonuçlarına göre yer altı sularının pH, TDS, Na, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Al, Fe, Cd, Cr gibi birçok parametre açısından Kıta içi su kaynaklarının sınıfları (2004)' na göre I. sınıf (yüksek kaliteli) sular sınıfında olduğu görülmektedir. Ancak Cu, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, Ni, CN<sup>-</sup> gibi bazı parametreler açısından ise Kıta içi su kaynaklarının sınıfları (2004)' na göre II. Sınıf (az kirlenmiş), III. Sınıf (kirlenmiş) ve IV. Sınıf (çok kirlenmiş) sular sınıfında yer alırlar. Yer altı sularının kirletici parametreleri, konsantrasyonları ve sınıfları tablo 4.1 de verilmiştir.

Tablo 4.1. İnceleme alanındaki yer altı sularının kirletici parametreleri ve sınıfları (parametrelerin konsantrasyon değeri mg/l cinsinden verilmiştir)

Örnek No	Akifer Adı	Kirlilik Parametresi	Suyun sınıfı
SOL 1-18	Solaklı	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (<0.5), Mn (0.115), KOİ (45), Ni (0.048)	II.sınıf
		Cu (0.058)	III.sınıf
		Cl <sub>2</sub> (0.12), NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (0.08)	IV.sınıf
SOL 1-19		PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (<0.5), Mn (0.116), Cl <sub>2</sub> (<0.05)	II.sınıf
M 1-1	Sürmene	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (<0.5), Mn (0.102), Cl <sub>2</sub> (<0.05)	II.sınıf
		Cu (0.059)	III.sınıf
		NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (0.1)	IV.sınıf
A 1-3	Küçükdere	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (<0.5), CN <sup>-</sup> (0.022), Pb (0.015), Mn (0.367)	II.sınıf
		NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (0.016), Cu (0.056), Ni (0.099)	III.sınıf
A 1-1	Karadere	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (<0.5), CN <sup>-</sup> (0.03), Mn (0.377),	II.sınıf
		NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (0.02), Cu (0.057), Ni (0.094), DO (5.82)	III.sınıf
A 1-2	Karadere	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (<0.5), CN <sup>-</sup> (0.03), Mn (0.374), Pb (0.02), DO (6.83)	II.sınıf
		NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (0.02), Cu (0.058), Ni (0.101)	III.sınıf
Y 1-1	Yanbolu	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (<0.5), CN <sup>-</sup> (0.024), Pb (0.015), Mn (0.103), DO (7.94), KOİ (27)	II.sınıf
		NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (0.02), Cu (0.056), Ni (0.092)	III.sınıf
Y 1-2	Yanbolu	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (<0.5), CN <sup>-</sup> (0.015), Mn (0.1),	II.sınıf
		NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (0.02), Cu (0.054), Ni (0.091)	III.sınıf
Y 1-3	Yanbolu	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (<0.5), CN <sup>-</sup> (0.012), DO (7.28), KOİ (35)	II.sınıf
		NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (0.02), Cu (0.056), Ni (0.091)	III.sınıf
KTÜ 1-1	Değirmendere	Cl <sub>2</sub> (<0.05),	II.sınıf
		DO (5)	III.sınıf

Tablo 4.1'in devamı

Örnek No	Akifer adı	Kirlilik Parametresi	Suyun sınıfı
K 1-1	Kalanima	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (0.017), CN <sup>-</sup> (0.011), Mn (0.382), DO (6.79)	II.sınıf
		Cu (0.062), Pb (0.027), Ni (0.099)	III.sınıf
		PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (1.4), Cl <sub>2</sub> (0.304)	IV.sınıf
K 1-2		NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (0.014), CN <sup>-</sup> (0.04), Mn (0.381), DO (7.61), KOİ (27)	II.sınıf
		Cu (0.058), Pb (0.028), Ni (0.094)	III.sınıf
		PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (2.45)	IV.sınıf
K 1-3		NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (0.016), CN <sup>-</sup> (0.03), Mn (0.377), DO (7.11), KOİ (45)	II.sınıf
		Cu (0.058), Pb (0.028), Ni (0.094)	III.sınıf
		PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (3.5)	IV.sınıf
K 1-4		NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (0.018), CN <sup>-</sup> (0.018), Mn (0.391), Cl <sup>-</sup> (33), KOİ (39)	II.sınıf
		Cu (0.058), Pb (0.041), Ni (0.101)	III.sınıf
		PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (1.55)	IV.sınıf
K 1-5		NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (0.016), CN <sup>-</sup> (0.019), Mn (0.394),	II.sınıf
		Cu (0.056), Pb (0.036), Ni (0.096)	III.sınıf
		PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (4.85)	IV.sınıf
I 1-1	İskefiye	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (<0.5), CN <sup>-</sup> (0.027), Mn (0.355)	II.sınıf
		Cu (0.061), Ni (0.098), Pb (0.038)	III.sınıf
		NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (0.2)	IV.sınıf
I 1-2		PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (<0.5), CN <sup>-</sup> (0.029), Mn (0.363), Pb (0.019) Cl <sup>-</sup> (40)	II.sınıf
		Cu (0.057), Ni (0.096),	III.sınıf
		NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (0.19)	IV.sınıf
I 1-3		PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (<0.5), CN <sup>-</sup> (0.021), Mn (0.350)	II.sınıf
		Cu (0.058), Ni (0.098), Pb (0.044)	III.sınıf
		NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (0.18)	IV.sınıf
I 1-4		PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (<0.5), CN <sup>-</sup> (0.023), Mn (0.355)	II.sınıf
		Cu (0.058), Ni (0.096), Pb (0.042)	III.sınıf
		NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (0.18)	IV.sınıf
I 1-5		PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (<0.5), CN <sup>-</sup> (0.026), Mn (0.377)	II.sınıf
		Cu (0.057), Ni (0.094), Pb (0.022)	III.sınıf
		NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (0.21)	IV.sınıf
F 1-1	Foldere	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (<0.5), Pb (0.012), Mn (0.140)	II.sınıf
		NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (0.017), Cu (0.058), Ni (0.088), DO (3.17), KOİ (54)	III.sınıf
		PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (<0.5), Pb (0.013), CN <sup>-</sup> (0.02)	II.sınıf
F 1-2		NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (0.017), Cu (0.055), Ni (0.088)	III.sınıf
		Cl <sub>2</sub> (0.332), DO (1.2)	IV.sınıf
		PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (<0.5), Pb (0.020), CN <sup>-</sup> (0.03), Mn (0.154)	II.sınıf
F 1-3		NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (0.016), Cu (0.057), Ni (0.090), KOİ (51)	III.sınıf
		Cl <sub>2</sub> (0.371), DO (2.41)	IV.sınıf
		AK 1-1	Cu (0.062), DO (4.6), Cl <sup>-</sup> (>125), TDS (1310), Mn (1.253)
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (0.9), NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (0.07), Pb (0.367)			IV.sınıf
AK 1-2			Cu (0.06), DO (5.02), Cl <sup>-</sup> (>125), TDS (593), Ni (0.022)
		Mn (0.569)	III.sınıf
		PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (0.7), NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (0.07), Pb (0.052)	IV.sınıf
AK 1-3		Cu (0.06), KOİ (30), DO (5.57), Cl <sup>-</sup> (62), Mn (0.234)	II.sınıf
		Pb (0.046)	III.sınıf
	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (0.8), NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (0.08)	IV.sınıf	
AK 1-4	Cu (0.059), Pb (0.021)	II.sınıf	
	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (1.3), NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (0.07), Cl <sub>2</sub> (0.09)	IV.sınıf	

Tablo incelendiğinde yeraltı sularındaki kirlilik parametreleri genel olarak Cu, Ni, Pb, Mn,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{CN}^-$ , DO ve  $\text{KOI}'$  dir. Bu parametrelerin yer altı sularına karışması daha çok atık suların akifere sızması sonucunda olmuştur. Çünkü incelenen akiferler havzayı drene eden ana akarsuyun denize döküldüğü kısımlarda bulunurlar. Havzadaki tüm atıkları toplayarak gelen akarsu alüvyon malzemedan süzülerek yeraltısuyunu oluşturmaktadır. Akarsuyun taşıdığı kirleticilerin bir kısmı bu süzülme esnasında doğal yolla fiziksel ve kimyasal arıtmadan geçerek doygun bölgeye ulaşır. Dolayısıyla yeraltısuyu kalitesi akarsuyun taşıdığı yüzey suyu kalitesine bağlıdır.

Yeraltı sularında kirletici parametrelerden  $\text{CN}^-$ , gübre ve böcek ilaçlarından, Ni, endüstriyel atıklarla, Cu, daha çok dezenfektan maddesi olarak kullanılan bakır sülfat eriğinden önce akarsulara, süzülerek de yer altı suyuna karışmıştır. Pb yerabuğunun doğal bileşenidir ancak doğal sularda bulunmaz. Endüstriyel atık deşarjları, kurşun boruların korozyona uğraması ve yanma olayları (özellikle kurşunlu benzinin yanması) sonucu içme sularına, akarsulara ve yeraltı sularına karışır. Mn genellikle ortamda oksijenin bulunmayışından dolayı yeraltı sularında bulunur.  $\text{NO}_2^-$  ve amonyak sulardaki organik kirlenmeyi gösterdiğinden sularda detaylı bir bakteriyolojik inceleme gerektirmektedirler. Yüksek  $\text{NO}_2^-$  miktarları evsel ve endüstriyel atık sularda, özellikle biyolojik olarak arıtma çözeltilerinde ve kirlenmiş kaynaklarda görülmektedir. Suni gübreler ve ahır gübreleri ile endüstri artıklarından toprağa ve sulara klorür tuzları geçmektedir. Sularda aniden görülen bir klorür konsantrasyonu yüksekliği o suyun sanayiden kirlendiği şüphesini doğururken yeraltı suyunda klorür konsantrasyonundaki azalma yalnızca yağmura bağlı olabilir.  $\text{PO}_4^{3-}$  suya kaya ve topraktan geçebildiği gibi mineral cevherlerinden, yapay gübrelerden, evsel ve endüstriyel atıklardan da karışabilir. Fosfora çoğunlukla gıda sanayi atık sularında ve deterjan atıklarında rastlanır.

İnceleme alanındaki yeraltı ve yüzey suları Kıta içi su kaynaklarının sınıfları (2004)' na göre sınıflandırıldığında yüksek kaliteliden çok kirli olmak üzere değişik sınıf değerlerine sahip olmuştur. Bu sınıflama suyun amaca göre kullanılmasını tanımlayan bir sınıflama değildir. Kullanılabilirlikleri ise TS-266 (2005)' da verilen konsantrasyonlarla değerlendirilmektedir. Bu nedenle halen kullanılmakta olan yeraltı suları bazı parametreler açısından Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıfları (2004)'na göre az kirli, kirli sınıflında olsa bile, TS-266'ya göre değerlendirildiklerinde yeraltı sularının hepsinde Mn, çoğunda Ni ve bazılarında ise Pb konsantrasyonları müsaade edilebilir maksimum değeri aşarken diğer parametreler aşmadığı için kullanılabilir sulardır.

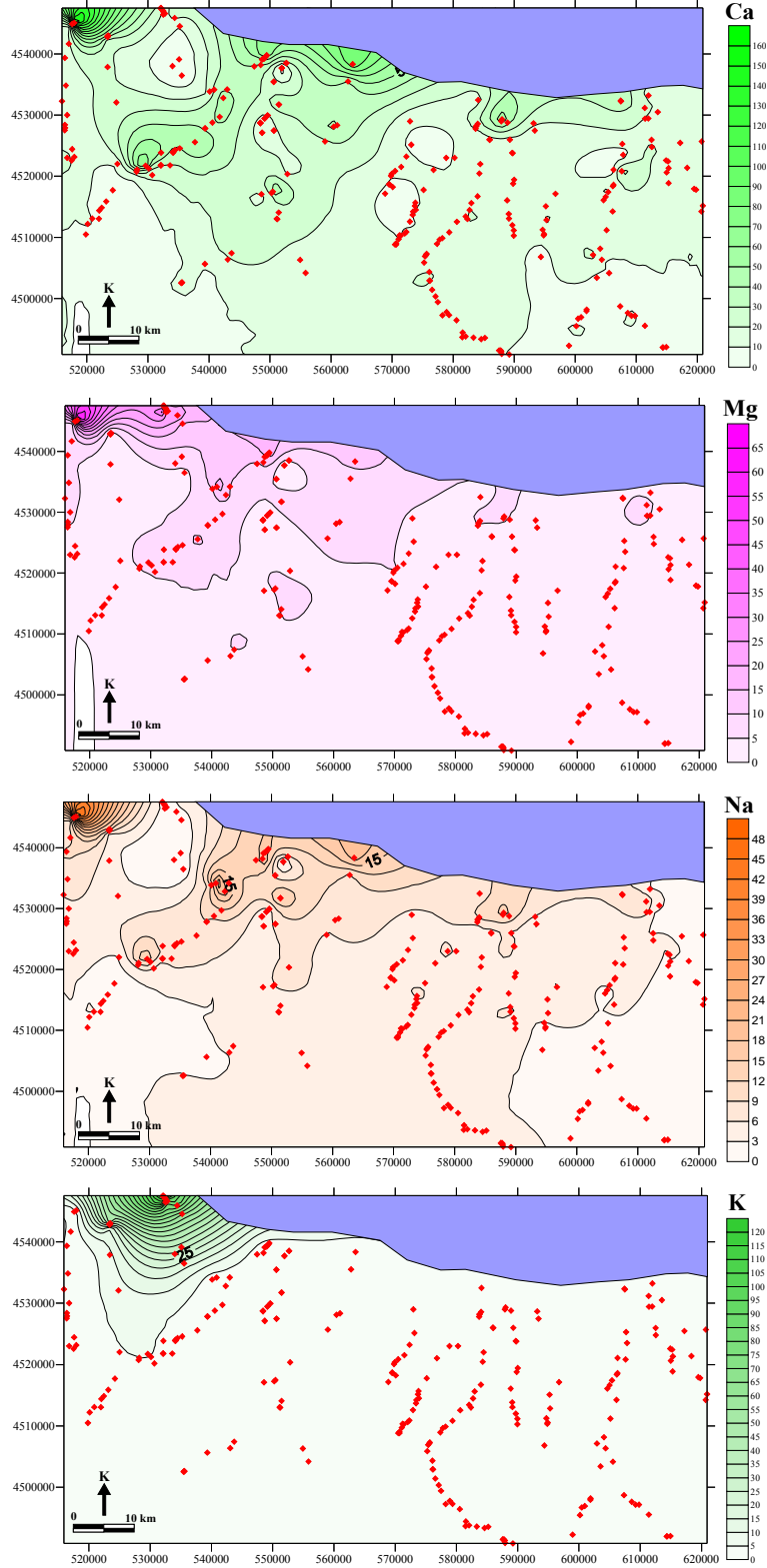
### 4.3. Havzalara Göre Değişim Gösteren Parametrelerin İnceleme Alanındaki Dağılımı

İnceleme alanındaki tüm sular birlikte değerlendirilmiş ve sulara değişik konsantrasyonlarda bulunan parametrelere göre haritalanmıştır (Şekil 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5).

İnceleme alanı Ca, Mg, Na ve K gibi ana iyonlar açısından değerlendirildiğinde (Şekil 4.1) akarsuların akış yönünde güneyden kuzeye doğru bir artış söz konusudur. Bu artış yer altı suyunu temsil eden örneklerde en büyük değerine ulaşmıştır. Özellikle Kalanima ve Akhisar akiferlerinde denize yakın kuyularda deniz suyu girişiminin olduğu görülmektedir.

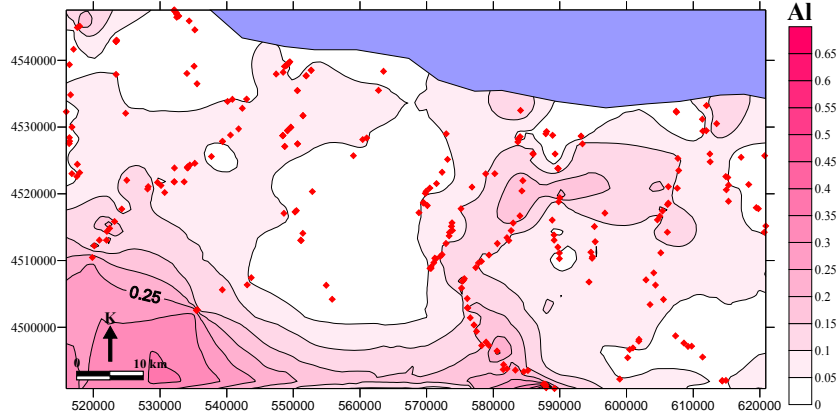
İz metallerden Al, Fe ve Mn değerleri de inceleme alanında değişiklik gösteren parametrelerdir. Al konsantrasyonu inceleme alanının güneyinde yüksek değerler gösterirken kuzeyde havzanın boşalma bölgelerinde düşük değerler vermektedir (Şekil 4.2). Yerkabuğunda en fazla bulunan elementlerden biri olan alüminyum doğal sulara genellikle toprak ve kayalardan çözünme yoluyla karışmaktadır (Hem, 1971). Yüzey sularının izledikleri yol boyunca kayaçlarla temas süreleri az olduğu için böyle bir sonuç ortaya çıkmıştır.

Kaya ve toprakta en fazla bulunan element olan Fe'in sudaki konsantrasyonu onlarca mg/l'yi aşabilir (Hem, 1971). Ancak inceleme alanındaki gerek yüzey sularında gerekse yer altı sularında 0.2 mg/l gibi oldukça düşük değerlerdedir. Fe'in inceleme alanındaki dağılımı da Al'a benzer şekilde (Şekil 4.3), çalışma alanının güneyinde daha yüksek değerlerdedir. Ayrıca Fe, Karadere, Küçükdere ve Yanbolu havzası sularında en yüksek değere sahiptirler.

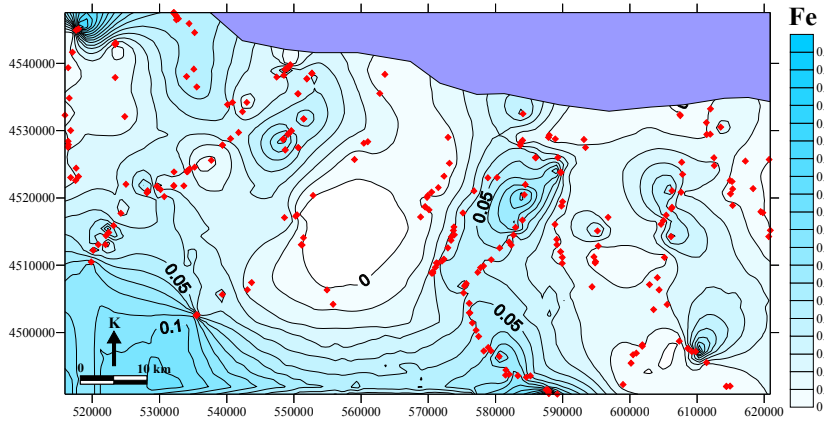


Şekil 4.1. İnceleme alanından derlenen suların Ca, Mg, Na, K iyonları açısından değerlendirilmesi





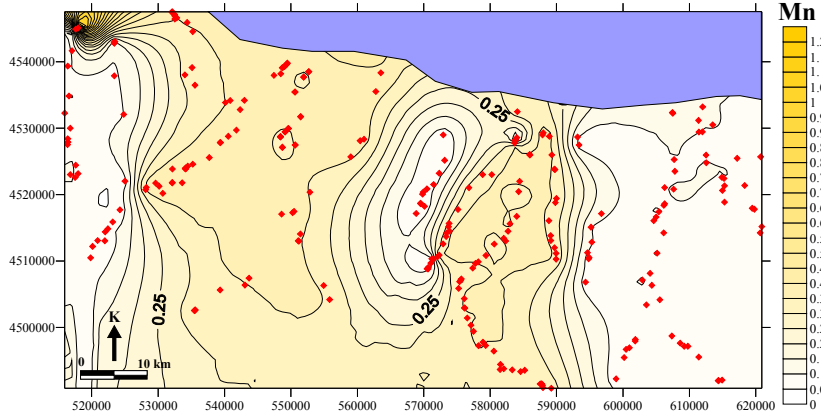
Şekil 4.2. İnceleme alanından derlenen suların Al iyonu açısından değerlendirilmesi



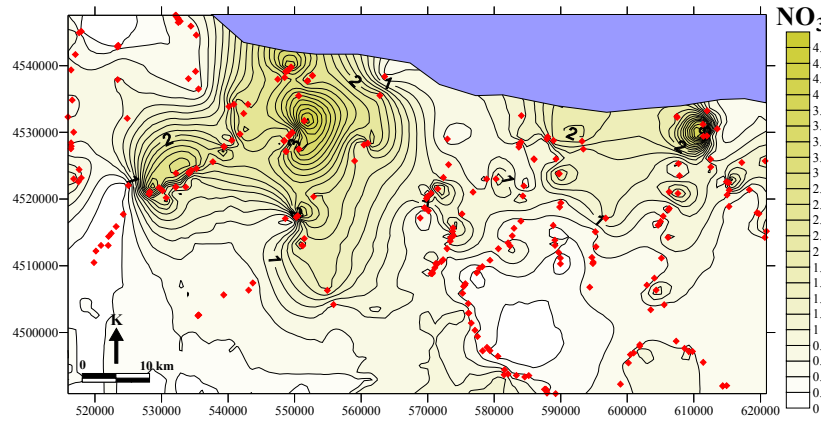
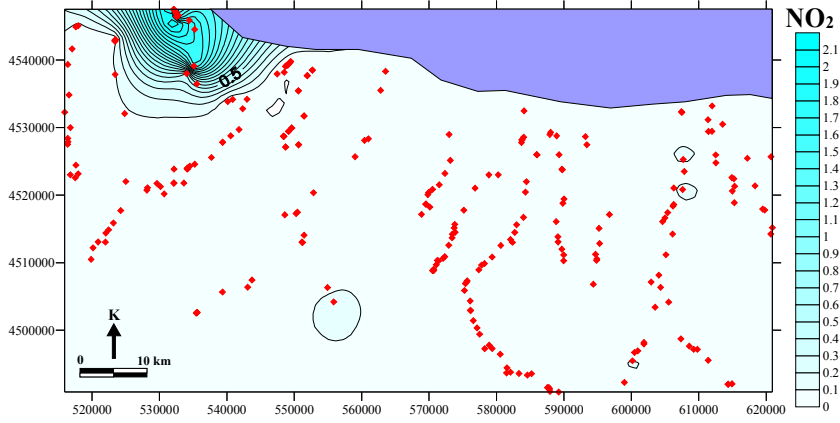
Şekil 4.3. İnceleme alanından derlenen suların Fe iyonu açısından değerlendirilmesi

Mn'in inceleme alanındaki dağılımı ise Şekil 4.4'te verilmiştir. Mn yer kabuğunda Fe kadar fazla bulunmamasına rağmen sulara demirle beraber hareket eder (Hem, 1970). İnceleme alanında Mn konsantrasyonu Değirmendere, Kalanima, Yanbolu ve Karadere havzalarında yüksektir.

Kirlilik parametrelerinden  $\text{NO}_2^-$  ve  $\text{NO}_3^-$  değerleri Şekil 4.5 de verilmiştir.  $\text{NO}_2^-$  değeri inceleme alanında oldukça düşük olmasına rağmen Fol ve İskefiye derelerinin denize boşalma bölgelerinde çevresel atıklar nedeniyle yüksek değerlere ulaşmaktadır.  $\text{NO}_3^-$  değerleri ise Kalanima ve Sera derelerinde en yüksek değerlerdedir. Ayrıca Solaklı akiferinde de  $\text{NO}_3^-$  değerleri yüksektir.

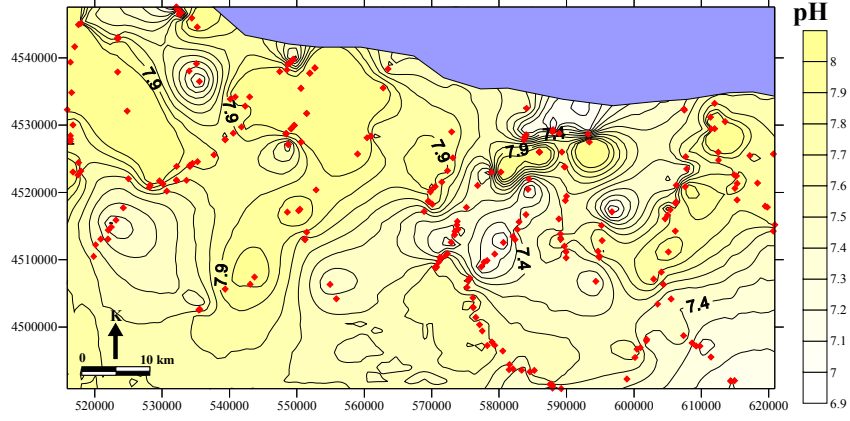


Şekil 4.4. İnceleme alanından derlenen suların Fe iyonu açısından değerlendirilmesi



Şekil 4.5. İnceleme alanından derlenen suların  $\text{NO}_2^-$  ve  $\text{NO}_3^-$  parametreleri açısından değerlendirilmesi

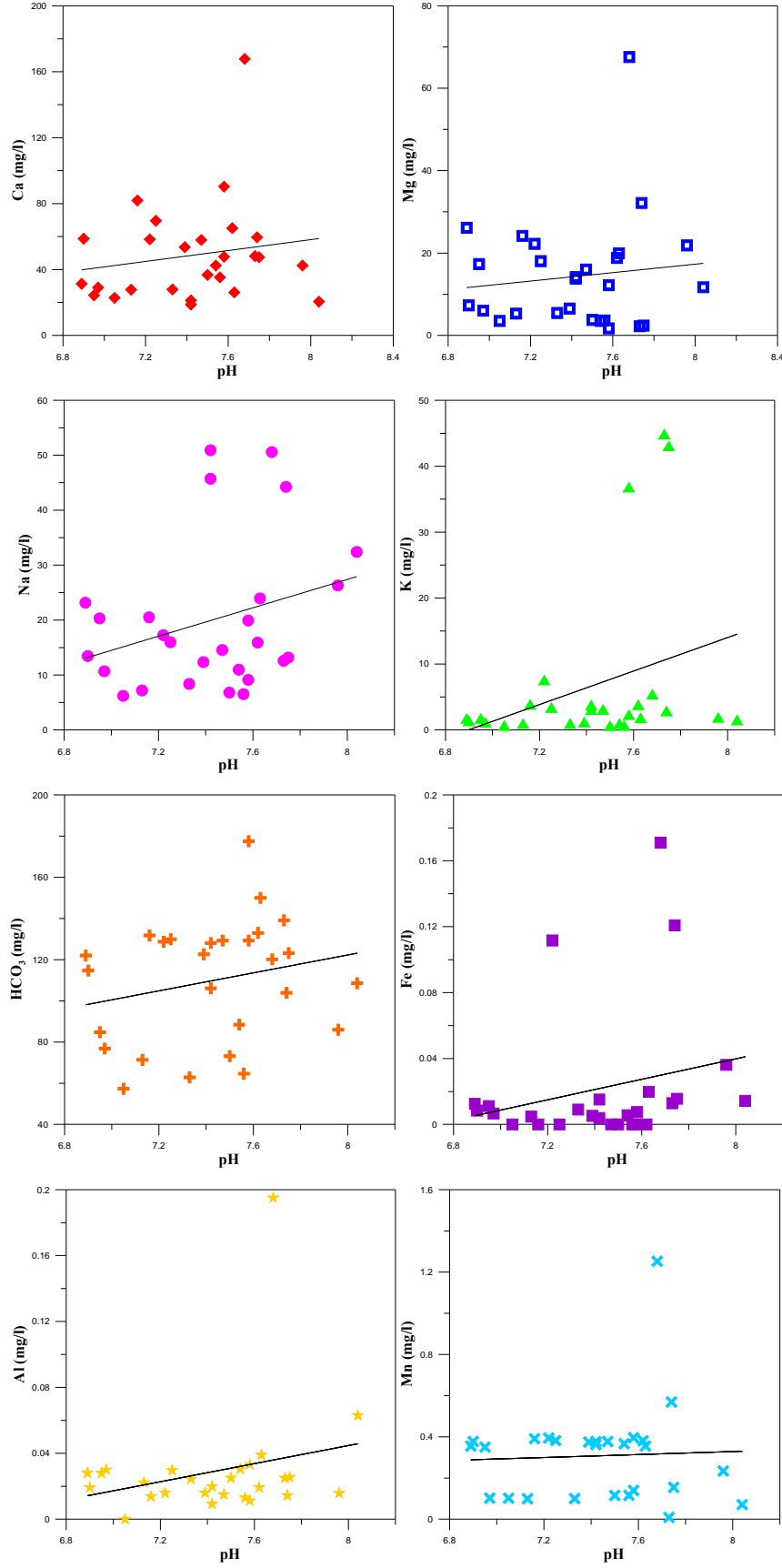
İnceleme alanındaki suları pH değerleri 6.8 ile 8.94 arasında değişir. En yüksek pH değerleri Değirmendere Havzasında görülür. Diğer havzalarda pH değeri kollar ve havza boyunca değişiklik gösterir (Şekil 4.6).



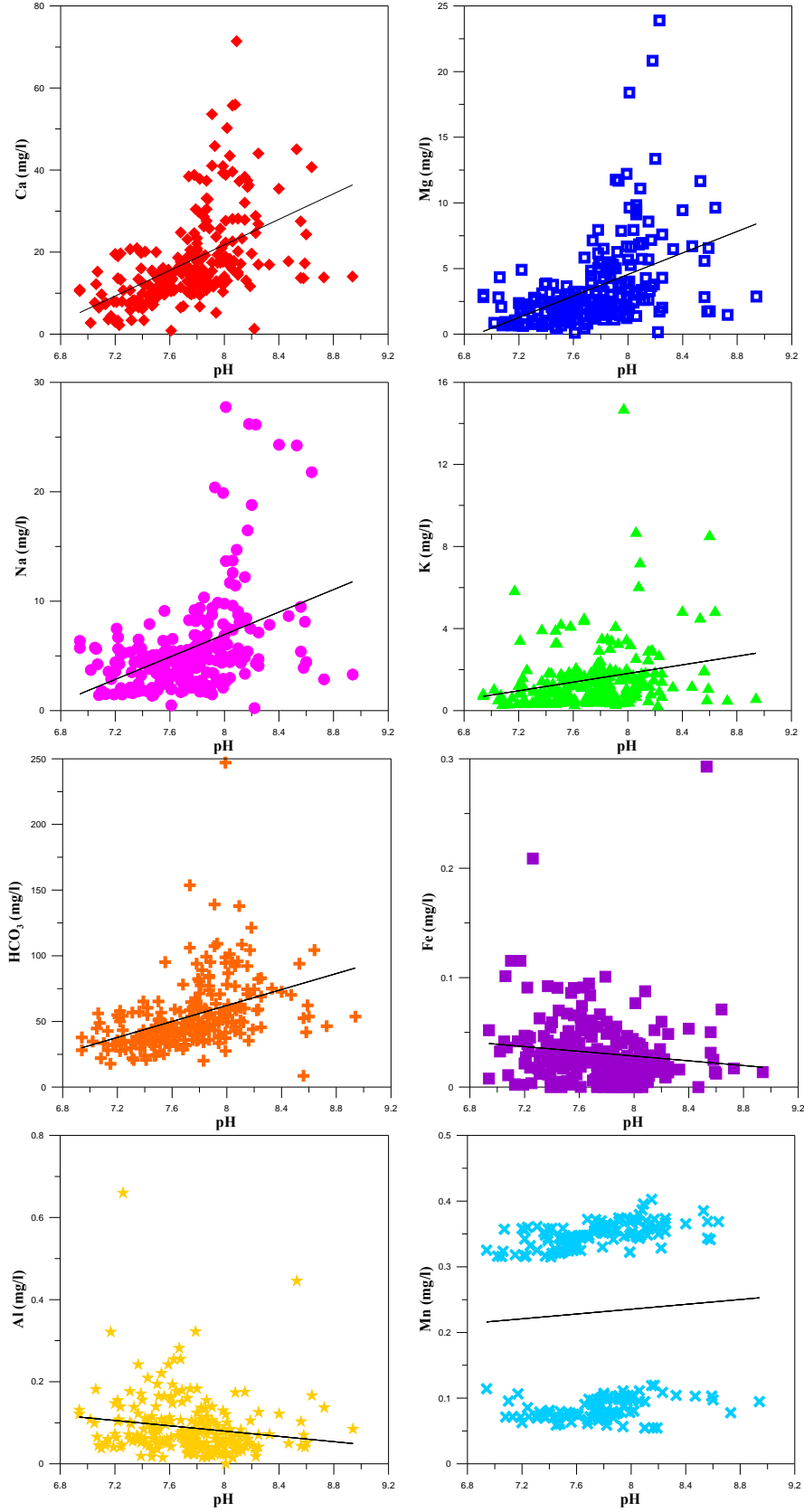
Şekil 4.6. İnceleme alanından derlenen suların pH değerleri açısından değerlendirilmesi

İnceleme alanındaki tüm sular birlikte değerlendirilerek, çözülmüş maddelerin suda bulunma konsantrasyonlarını denetleyen parametrelerden birisi olan pH ile olan ilişkileri araştırılmıştır. Yeraltı ve yüzey suları için ayrı ayrı pH- Ca, Mg, Na, K,  $\text{HCO}_3^-$ , Fe, Al ve Mn ilişkileri araştırılmış ve anlamlı sonuçlar elde edilmemiştir (Şekil 4.7, Şekil 4.8).

İnceleme alanındaki sularda değişik konsantrasyonlarda bulunan Ca, Mg, Na, K,  $\text{HCO}_3^-$  gibi ana iyonlar ve Fe, Al ve Mn gibi iz metallerde yaklaşık 7-8 pH değerlerinin etkili olmadığı söylenebilir.



Şekil 4.7. İnceleme alanından derlenen yeraltı sularının pH-Ca, Mg, Na, K, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Fe, Al, Mn grafikleri



Şekil 4.8. İnceleme alanından derlenen yüzey sularının pH-Ca, Mg, Na, K, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Fe, Al, Mn grafikleri

## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Trabzon ilinde yer alan yeraltı ve yerüstü sularının hidrojeolojik, hidrokimyasal özellikleri ve su kalitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır; bu amaç doğrultusunda yeraltı ve yerüstü sularının fiziksel, kimyasal özellikleri ve kirlilik parametreleri tespit edilmiş, kimyasal analiz sonuçlarından yararlanılarak yeraltı ve yerüstü sularının Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıfları (2004)'na göre su kalitesi sınıflaması yapılmış ve suların fiziksel, kimyasal ve kirlilik parametrelerine göre kalite sınıfları belirlenerek elde edilen sonuçlar aşağıda sunulmuştur:

1. Çalışma alanı yeraltı ve yerüstü sularının bulunduğu Aksihar (127.47 km<sup>2</sup>), Foldere (181.35 km<sup>2</sup>), İskefiye (75.44 km<sup>2</sup>), Kalanima (272.78 km<sup>2</sup>), Sera (121.1 km<sup>2</sup>), Beşirli (20.5 km<sup>2</sup>), Değirmendere (977.96 km<sup>2</sup>), İkisü (57.66 km<sup>2</sup>), Yomra (100.28 km<sup>2</sup>), Yanbolu (239.16 km<sup>2</sup>), Karadere (640.99 km<sup>2</sup>), Küçükdere (84.32 km<sup>2</sup>), Sürmene (185.2 km<sup>2</sup>), Solaklı (703.47 km<sup>2</sup>) ve Baltacı (340.83 km<sup>2</sup>) Havzalarını içine alan Trabzon ilini kapsamaktadır.

2. Trabzon ili genelinde 10 farklı akiferdeki yeraltı sularının sıcaklıkları 9.8-17.3°C, pH değerleri 6.89-8.04, elektriksel iletkenlik değerleri (Eİ) 205-521 µS/cm, toplam çözünmüş madde miktarları (TDS) 117-442 mg/l ve çözünmüş oksijen miktarları (DO) 1.2-15.81 mg/l arasında değişmektedir. 15 farklı havzaya ait yüzey sularının sıcaklıkları 2.1-21.4°C, pH değerleri 6.94-8.94, elektriksel iletkenlik değerleri (Eİ) 28-450 µS/cm, toplam çözünmüş madde miktarları (TDS) 21-287 mg/l ve çözünmüş oksijen miktarları (DO) 9.1-16.86 mg/l arasındadır.

3. İncelenen suların kimyasal açıdan karbonatlı ve sülfatlı (Ca+Mg>Na+K) sular sınıfında oldukları tespit edilmiştir. Bu sulara genellikle zayıf asit kökleri güçlü asit köklerinden (HCO<sub>3</sub>+CO<sub>3</sub>> Cl+SO<sub>4</sub>) daha fazladır. İncelenen sular karbonat olmayan sertlikleri, karbonat sertliklerinden daha büyük olan CaSO<sub>4</sub> ve MgSO<sub>4</sub> lı sular, karbonat sertliği, karbonat olmayan sertlikten daha büyük olan CaCO<sub>3</sub> ve MgCO<sub>3</sub> lı sular ve iyonların hiçbiri % 50 yi geçmeyen karışık bileşimli sular olmak üzere üç farklı kimyasal bileşim sularlar.

Ancak Akhisar Havzasına ait AK 1-1 nolu yeraltı suyu, Foldere Havzasının yukarı kısımlarındaki sularında, Sera Havzasının aşağı kısımlarındaki sularda, İkisü Havzası sularında, Yanbolu Havzasının ve Sürmene Havzasının aşağı kısmındaki sularda ve Solaklı Havzasının yukarı kısımlarındaki sularda ise güçlü asit kökleri zayıf asit köklerinden ( $Cl+SO_4 > HCO_3+CO_3$ ) daha fazladır.

4. İncelenen sular ana iyonlar konsantrasyonları bakımından karşılaştırıldığında genel olarak birbirlerine benzerlik gösterirler. Ancak yeraltı sularının ana iyon konsantrasyonları yerüstü sularına göre biraz daha yüksektir. Akhisar ve Kalanima akiferlerinde kıyıya yakın kuyu sularında ise yüksek  $Na+K$ ,  $Cl^-$  ve  $Mg$  değerleri gözlenmiştir.

5. Çalışma alanındaki tüm sular ağır metal kirliliği bakımından incelenmiş ve sularda  $Fe$ ,  $Al$ ,  $Cu$ ,  $Pb$ ,  $Mn$ ,  $Co$ ,  $Ni$ ,  $Cd$ ,  $As$ ,  $Cr$  ve  $Ba$  gibi elementler analiz edilmiştir. Bu değerler açısından sular Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğine ve İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardına göre değerlendirilmiştir. Yeraltı sularının Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğine göre birçok parametre açısından I. sınıf (yüksek kaliteli) sular sınıfında olduğu,  $Cu$  ve  $Ni$  açısından II. Sınıf (az kirlenmiş), III. Sınıf (kirlenmiş) ve IV. Sınıf (çok kirlenmiş) sular sınıfında yer aldığı belirlenmiştir. İncelenen yeraltı sularının  $Cd$ ,  $As$ ,  $Cu$ ,  $Cr$ ,  $Fe$ ,  $Al$  ve  $Ba$  gibi iz metal ve iz ametaller açısından İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardına uygun olduğu,  $Ni$  ve  $Mn$  açısından uygun olmadığı,  $Pb$  konsantrasyonunun ise Akhisar, Fol, İskefiye, Kalanima, Yanbolu ve Küçükdere havzalarında standartta verilen maksimum değeri aştığı belirlenmiştir. Yüzey sularında sınır değerini aşmadığı, yeraltı sularında ise aşdığı saptanmıştır. Yüzey sularının Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğine göre bazı parametreler açısından I. sınıf (yüksek kaliteli) sular sınıfında bulunduğu belirlenirken,  $Cu$ ,  $Pb$ ,  $Ni$ ,  $Al$  ve  $Mn$  parametreleri açısından II. sınıf (az kirlenmiş), III. Sınıf (kirlenmiş) ve IV. Sınıf (çok kirlenmiş) sular sınıfında olduğu tespit edilmiştir.

6. Yeraltı ve yüzey sularında  $NO_2^-$ ,  $NO_3^-$ ,  $NH_4^+$ ,  $PO_4^{3-}$ ,  $CN^-$  ve  $KOI$  gibi kirlilik parametreleri analiz edilmiştir. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğine göre yüzey sularının  $NO_2^-$ ,  $NH_4^+$ ,  $PO_4^{3-}$ ,  $CN^-$  ve  $KOI$ , yeraltı sularının ise  $NO_2^-$  ve  $CN^-$  gibi çevresel atıklardan kaynaklanan parametreler açısından II. Sınıf (az kirlenmiş), III. Sınıf (kirlenmiş) ve IV. Sınıf (çok kirlenmiş) sular sınıfında yer aldığı belirlenmiştir. Ayrıca yeraltı suları İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardı göre incelenen tüm suların uygun olduğu saptanmıştır.

7. Çalışma alanındaki yeraltı ve yerüstü sularında değişik konsantrasyonlarda bulunan Ca, Mg, Na, K, Fe, Al, Mn,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  ve pH parametrelerine göre hazırlanan haritalardan sulardaki Ca, Mg, Na, K, Fe, Al ve Mn iyonlarının akarsuların akış yönünde güneyden kuzeye doğru artış gösterdiği belirlenmiştir.  $\text{NO}_2^-$  ve  $\text{NO}_3^-$  gibi çevresel atıklardan kaynaklanan kirlilik parametrelerinin ise bazı akarsuların denize boşalma bölgelerinde yüksek değerler gösterdiği saptanmıştır.

8. İnceleme alanındaki yeraltı ve yüzey sularının ayrı ayrı pH-Ca, Mg, Na, K,  $\text{HCO}_3^-$ , Fe, Al ve Mn grafikleri çizilmiştir. Bu grafiklerden sulara değişik konsantrasyonlarda bulunan Ca, Mg, Na, K,  $\text{HCO}_3^-$  gibi ana iyonlar ve Fe, Al ve Mn gibi iz metallerde yaklaşık 7-8 pH değerlerinin etkili olmadığı görülmüştür.

9. Trabzon ili havzalarına ait suların tümü sulama suyu açısından değerlendirilmiş ve Akhisar akiferine ait iki kuyu (AK 1-1 şüpheli-kullanılamaz ve AK 1-2 iyi-kullanılabilir) dışındaki tüm suların çok iyi ve iyi sular sınıfında oldukları belirlenmiştir.

10. Trabzon İlinin ilçelerinin içme-kullanma suyunu karşılamak amacıyla kullanılan yeraltı sularının hepsinde Mn, çoğunda Ni, bazılarında da Pb konsantrasyonu İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardında verilen maksimum değerleri aşmaktadır. Bu parametrelerin fazla olduğu yeraltı sularının kısa aralıklarla örneklenerek bu parametrelerin konsantrasyonlarının değişip değişmediği izlenmelidir. Ölçülen konsantrasyonun her örneklemede standartta verilen değeri aşması durumunda kirlenme kaynaklarının belirlenmesi ve koruyucu tedbirlerin alınması gereklidir. Ayrıca tüketicinin bu tür zararlı parametrelerden etkilenmemesini azaltmak için uygun tedbirler alınmalıdır.

11. Trabzon ili genelinde değerlendirildiğinde yüzey suları Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğine göre çoğu parametre açısından yüksek kaliteli sulardır. Ancak az da olsa bazı parametreler (Cu, Pb, Ni, Al, Mn,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{CN}^-$  ve KOİ) açısından kirlenmiş veya çok kirlenmiş sular sınıfında yer almaktadır. Dolayısıyla yüzey sularının arıtılıp kullanılması söz konusu olduğunda özellikle bu parametreler açısından uygun arıtma yönteminin seçilmesi uygun olacaktır.



## 6. KAYNAKLAR

- Ağaoğlu, S, Ekici K., Alemdar, S. ve Dede, S. 1999. Van ve Yöresi Kaynak Sularının Mikrobiyolojik, Fiziksel ve Kimyasal Kaliteleri Üzerine Araştırmalar, Van Tıp Dergisi: 6, 2, 30-33.
- Alaş, A. ve Çil, O. H.Ş., 2002. Aksaray İline İçme Suyu Sağlayan Bazı Kaynaklarda Su Kalite Parametrelerinin İncelenmesi, Çev-Kor 11, 42, 40-44.
- Atabey, E., 2005. Tıbbi Jeoloji, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları, 124-134.
- Back, W., 1966. Hydrochemical Facies and Groundwater Flow Patterns in Northern Part of Atlantic Coastal Plain. U.S. Geol. Survey Professional Paper, 498-A, 42p.
- Bektaş, O., Şen, C., Atıcı, Y. ve Köprübaşı, N., 1999. Migration of the Upper Cretaceous Subduction Related Volcanism Towards the Back-arc Basin of the Eastern Pontide Magmatic Arc (NE Turkey), Geological Journal, 34,95-106.
- Brown, K., 2002. Arsenic, Drinking Water and Health ( A Report Prepared for ACHS), USA.
- Boran, M. ve Sivri, N., 2001. Trabzon (Türkiye) İl Sınırları İçerisinde Bulunan Solaklı ve Sürmene Derelerinde Nutrient ve Askıda Katı Madde Yüklerinin Belirlenmesi, E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, 18,3-4, 343-348.
- Bozyiğit, R. ve Karaarslan, T., 1998. Çevre Bilgisi Kitabı, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Bulut, V.N., 2005. Trabzon (Maçka) Kalyan Akarsuyunun Su Kalitesinin Araştırılması ve Modellenmesi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Chapman, D., 1992. Water Quality Assessment. In: Chapman D on behalf of UNESCO, WHO and UNEP, 58s, London.
- Dayı, A., 1996. Değirmendere Havzası Yüzey Sularında Bazı İnorganik Kimyasal Parametrelerin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Dilek, R., 1979. Trabzon-Hopa Kıyı Şeridinin Yeraltı Suyu Olanakları, Karadeniz Teknik Üniversitesi Basımevi.
- Doğan, L., 1981. Hidrojeolojide Su Kimyası, DSİ yayınları, Ankara, 178s.
- Erhart-Schippke, W. and Mascha, H. 1998. "Dynamic Ground Water Management System Based on GIS", Water Resour. Urban Environ. Proc. Annu. Water Resour. Plann. Manage. Conf, 667, 1998.
- Freeze, R. A. ve Cherry, J. A., 1979. Groundwater, Prentice-Hall, USA, 78p.
- Güler, Ç. ve Çobanoğlu, Z., 1997. Su Kalitesi, Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi, Ankara, No:43.

- Güler, Ç. ve Çobanoğlu, Z., 1994. Su Kirliliği, Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi, Ankara, No: 12.
- Gültekin, F. ve Dilek, R., 2001. Trabzon Yakın Çevresindeki Mineralli Su Kaynaklarının Hidrokimyası, Yeraltı Suları ve Çevre Sempozyumu, İzmir, Bildiriler Kitabı, 331-338.
- Gültekin, F., Fırat Ersoy, A., Ersoy, H. ve Dilek, R., 2003. Değirmendere Havzasının (Trabzon) Hidrolojisi, 1. Ulusal Su Mühendisliği Sempozyumu, İzmir, Bildiriler Kitabı, 803-813.
- Gültekin, F., Dilek, R., Fırat Ersoy, A. ve Ersoy, H., 2005. Aşağı Değirmendere (Trabzon) Havzasındaki Suların Kalitesi, Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 29,1, 21-35.
- Gültekin, F., Ersoy, H., Dilek, R., 2003. Trabzon İli İçme Suyu Olanakları, 20. Yıl Jeoloji Sempozyumu, Isparta, Bildiriler Özleri Kitabı, 254.
- Gültekin, F., Fırat Ersoy, A. ve Dilek, R., 2003. Değirmendere (Trabzon) Havzasında Tatlı ve Mineralli Su Olanakları, 56. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Ankara, Bildiri Özleri Kitabı, 163.
- Güven, İ., 1993. 1/100000 Ölçekli Paftaların Jeolojisi Komisyonu, MTA Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Hem, D. J., 1971. Study and Interpretation of Chemical Characteristics of Natural Water, U.S. Geological Survey Water Supply Paper, Second Edition.
- Information Systems, Cincinnati, Ohio, USA.
- İçağa, Y., Bostanoğlu, Y. ve Kahraman, E., 2006. Akarçay Havzası Su Kalitesi İstatistikleri, Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi, 43-50.
- Kaçaroğlu, F., 1994. Tavra Vadisinin (Sivas Kuzeyi) Hidrojeolojisi ve Yeraltısuyu Kalitesi, Yerbilimleri, 24, 117-133.
- Kanca, M.A., 1995. Trabzon İçme Sularında Bazı Kalite Parametrelerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Kayar, V.N., ve Çelik, A., 2003. Gediz Nehri Kimi Kirlilik Parametrelerinin Tayini ve Su Kalitesinin Belirlenmesi, Ekoloji Çevre Dergisi, 12,47, 17-22.
- Mutlu, Ü., 1996. Trabzon İli Akarsularındaki Bazı Fiziksel ve Kimyasal Parametrelerin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Nişancı, R., Yıldırım, V. ve Yıldırım, A., 2007. Su Havzalarına Yönelik CBS Veri Tabanı Modellemesi: Trabzon Galyan Vadisi Örneği, Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, Trabzon.
- Özdemir, A., 1998. Karadeniz Kıyı Şeridi Yüzeysel Sularında Nitrit, Nitrat, Amonyak, Toplam Kjeldahl Azotu Parametrelerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.

- Özdemir, M. ve Sırken, B., 2006. Afyonkarahisar Bölgesi Kuyu Sularında Siyanür Düzeylerinin Belirlenmesi, Ankara Üniversitesi, Veteriner Fakültesi Dergisi, 53,1, 37-40.
- Şengörür, B. ve İsa, D., 2001. Sakarya Nehri'ne Ait Su Kalite Gözlemlerinin Faktör Analizi Turk J Engin Environ Sci, 24, 415-425
- Şengül, F. ve Müezzinoğlu, A., 1993. Çevre Kimyası, D.E.Ü. Mühendislik Fakültesi Yayınları, No: 228, İzmir, 243s.
- Şimşek, C. ve Filiz, Ş., 2005. Torbalı Ovası ve Çevresindeki Akiferlerin Hidrojeolojisi ve Kirlenebilirliği, DEÜ Fen ve Mühendislik Dergisi, 7, 2, 21-37.
- Tekbaş, Ö. F. ve Oğur, R. 2008. Arsenik, İçme Suları ve Sağlık, TAF Preventive Medicine Bulletin, 7, 4.
- TSE, 2005. İnsanı Amaçlı Tüketim Suları Standartları, TS 266, Ankara.
- Tuncay, H., 1983. Su Kalitesi, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Ders Notları, İzmir.
- URL-1, <http://www.ced.gov.tr>. 14 Şubat 2008.
- URL-2, <http://www.trabzon.gov.tr/cografiyapi/iklim/nufus>. 15 Ekim 2008.
- Uzun, H., 2006. Trabzon İli Akarsularının Su Kalite Düzeylerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Ünver, S., 2002. Trabzon Atası Barajını Besleyen Galyan ve Şimşirli Akarsularındaki Bazı Fiziksel ve Kimyasal Değişkenlerin (Parametrelerin) Aylık Değişiminin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Verep, B., Serdar, O., Turan, D. ve Şahin, C., 2005. İyidere (Trabzon)'nin Fiziko-Kimyasal Açından Su Kalitesinin Belirlenmesi, Ekoloji Çevre Dergisi, 14,57, 26-35.
- Yalçın, H. ve Gürü, M., 2002. Su Teknolojisi, Palme Yayıncılık, Ankara.
- Yaramaz, Ö., 1997. Su Kalitesi, EÜ Basımevi, Yayın No:4, İstanbul.
- Yılmaz, B.S., Güç, A.R., Gülibrahimoğlu, İ., Yazıcı, E.N., Konak, O., Yaprak, S. ve Köse, Z., 1998. Trabzon İlinin Çevre Jeolojisi ve Doğal Kaynakları, MTA Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Yomralıoğlu, T., 2000. "Coğrafi Bilgi Sistemleri-Temel Kavramlar ve Uygulamalar", Seçil Ofset, İstanbul.
- Yüzbaşı, N., 1997. Karadeniz Kıyı Şeridi Yüzeysel Sularında Fosfor ve Türlerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.

## **ÖZGEÇMİŞ**

Seçil CELEP 14. 02. 1984 tarihinde Trabzon'da doğdu. İlk öğrenimine İstanbul'da başlayıp ilk orta ve lise öğrenimini Trabzon'da tamamlayarak 2001 yılında Trabzon Lisesi'nden mezun oldu. 2001 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nü kazandı. 2002 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Yabancı Diller Bölümü Lisans İngilizce Hazırlık Programı'nı başarıyla tamamladı ve 2006 yılında bölüm ikincisi olarak Jeoloji Mühendisliği'nden mezun oldu. 2006 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Uygulamalı Jeoloji Bilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı. İyi derecede İngilizce bilmektedir.