



**İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**GEBZE VE DİLOVASI'NIN(KOCAELİ)  
HİDROJEOLOJİK İNCELENMESİ**

**Jeo. Müh. Nuriye Seval KARAMAN  
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman  
Prof. Dr. H. Murat ÖZLER**

**Aralık, 2010**

**İSTANBUL**

Bu çalışma 31/01/2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Jeoloji Mühendisliğı Anabilim Dalı Uygulamalı Jeoloji programında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

Danışman Adı (Danışman)  
Prof. Dr. H. Murat Özler  
Üniversite  
İstanbul Üniversitesi

Jüri Adı  
Prof. Dr. Ali Malik Gözübol  
Üniversite  
İstanbul Üniversitesi

Jüri Adı  
Prof. Dr. Ataç Başçetin  
Üniversite  
İstanbul Üniversitesi

Jüri Adı  
Prof. Dr. Ali Osman Öncel  
Üniversite  
İstanbul Üniversitesi

Jüri Adı  
Doç. Dr. Murat Bayrak  
Üniversite  
İstanbul Üniversitesi

## ÖNSÖZ

İstanbul Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Uygulamalı Jeoloji Programında yüksek lisans tezi olarak hazırlanan bu çalışmada, Gebze ve Dilovası'nın (Kocaeli) Hidrojeolojisi incelenmiştir.

Öncelikle beni yüksek lisans öğrencisi olarak kabul eden, araştırmalarımda beni destekleyen ve yol gösteren Sayın Hocam Prof. Dr. H.Murat Özler'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışma alanı ile ilgili veri toplamamda yardımcı olan DSİ 14. Bölge Müdürlüğü'nden Jeoloji Mühendisi Nalan Azizoğlu'ya, DSİ I.Bölge Müdürlüğü 15. Şubesi'nden Jeoloji Mühendisi Aysun Hidroğlu'ya, Kocaeli Belediyesi'nden Jeoloji Mühendisi Musa Zengince'ye, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Çevre Mühendisliği bölümü öğretim üyesi Yrd. Doç. Dr. Salim Öncel'e, Araştırma Görevlisi Merve İşlek'e ve arkadaşım Nehir Yılmaz'a içtenlikle teşekkür ederim.

Benden manevi desteğini esirgemeyen arkadaşlarım Mine Mısırlı, Elif Özkan, Büşra Akyüz ve Elif Akyüz'e minnettarlığımı sunarım.

Ayrıca benden maddi ve manevi her türlü yardımını esirgemeyen sevgili aileme şükran borçluyum.

Bu çalışma İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi Birimi'nin katkılarıyla hazırlanmıştır.

Proje No: 7001

**Aralık, 2010**

**Nuriye Seval Karaman**

**İÇİNDEKİLER****Sayfa No**

<b>ÖNSÖZ.....</b>	<b>i</b>
<b>İÇİNDEKİLER.....</b>	<b>ii</b>
<b>ŞEKİLLER LİSTESİ.....</b>	<b>vi</b>
<b>TABLolar LİSTESİ.....</b>	<b>viii</b>
<b>SEMBOLLER VE KISALTMALAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>ÖZET.....</b>	<b>xi</b>
<b>SUMMARY.....</b>	<b>xii</b>
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
1.1. İNCELEME ALANININ AMACI VE KAPSAMI.....	1
1.2. COĞRAFYA.....	3
1.2.1. Fiziki Yapı.....	3
1.2.2. İklim ve Hava.....	3
1.2.3. Bitki Örtüsü.....	3
<b>2. GENEL KISIMLAR.....</b>	<b>4</b>
2.1. ESKİ İNCELEMELER.....	4
2.1.1. Önceki Çalışmalar.....	4
2.1.2. Bölgesel Jeoloji ve Jeolojik Evrim.....	8
<b>3. MALZEME VE YÖNTEM.....</b>	<b>10</b>
3.1. ARAZİ ÇALIŞMALARI.....	10
3.2. LABORATUVAR ÇALIŞMALARI.....	11
3.3. ÖRNEKLERİN HAZIRLANMASI.....	11
3.4. KİMYASAL ANALİZLER.....	12
3.5. BÜRO ÇALIŞMALARI.....	13
<b>4. BULGULAR.....</b>	<b>14</b>
4.1. STRATİGRAFİ.....	14
4.1.1. Giriş.....	14
4.1.2. Bakacak Formasyonu(Ob).....	18
4.1.3 Kurtköy Formasyonu(Oku).....	18
4.1.4. Aydos Formasyonu(Oa).....	18
4.1.5. Gözdağ Formasyonu(OSg).....	19
4.1.5.1 Aydınli Üyesi(OSga).....	19
4.1.5.2. Umurdere Üyesi(OSgu).....	20
4.1.6. Yumrukaya Grubu(SDy).....	20
4.1.7. Dolayoba Formasyonu(SDyd).....	20
4.1.8 İstinye Formasyonu(SDyi).....	21
4.1.8.1. Sedefadası Üyesi(SDyis).....	21
4.1.8.2. Gebze Üyesi(SDyig).....	22
4.1.8.3. Kaynarca Üyesi(SDyik).....	22
4.1.9. Kartal Formasyonu(Dk).....	22
4.1.9.1. Kozyatağı Üyesi(Dkk).....	23
4.1.10. Denizliköy Grubu(DCd).....	23
4.1.11. Büyükada Formasyonu(DCdb).....	23
4.1.11.1. Bostancı Üyesi(DCdbb).....	24
4.1.11.2. Yörükali Üyesi(DCdby).....	24



4.1.11.3. <i>Ayineburnu Üyesi(DCdba)</i> .....	24
<b>4.1.12. Baltalimanı Formasyonu(DCdb)</b> .....	<b>25</b>
<b>4.1.13. Trakya Formasyonu(Ct)</b> .....	<b>25</b>
<b>4.1.14. Kapaklı Formasyonu (PTRk)</b> .....	<b>26</b>
4.1.14.1. <i>Karacatepe Volkanit Üyesi (PTRkk)</i> .....	27
4.1.14.2. <i>Ayvalıdere Üyesi (PTRkay)</i> .....	27
4.1.14.3. <i>Alfaklar Üyesi (PTRkal)</i> .....	28
<b>4.1.15. Erikli Formasyonu (TRe)</b> .....	<b>28</b>
<b>4.1.16. Demirciler Formasyonu (TRd)</b> .....	<b>28</b>
4.1.16.1. <i>Değirmen Kireçtaşı Üyesi (TRdd)</i> .....	29
<b>4.1.17. Ballıkaya Formasyonu (TRb)</b> .....	<b>29</b>
<b>4.1.18. Kazmalı Formasyonu (TRk)</b> .....	<b>29</b>
4.1.18.1. <i>Kuşça Üyesi(TRkk)</i> .....	30
<b>4.1.19. Tepeköy Formasyonu(TRt)</b> .....	<b>30</b>
<b>4.1.20. Bakırlıkıran Formasyonu(TRba)</b> .....	<b>31</b>
<b>4.1.21. Çerkeşli Formasyonu (TRç)</b> .....	<b>31</b>
<b>4.1.22. Teksen Formasyonu (Kt)</b> .....	<b>31</b>
4.1.22.1. <i>Eren Çakıtaşı Üyesi (Kte)</i> .....	32
<b>4.1.23 Hereke Formasyonu (Kh)</b> .....	<b>32</b>
<b>4.1.24. Kutluca Formasyonu (Kk)</b> .....	<b>33</b>
<b>4.1.25 Akveren Formasyonu (KTa)</b> .....	<b>33</b>
<b>4.1.26. Atbaşı Formasyonu (Ta)</b> .....	<b>34</b>
<b>4.1.27. Kayalıtepe Formasyonu (Tk)</b> .....	<b>35</b>
<b>4.1.28. Meşetepe Formasyonu (Tm)</b> .....	<b>35</b>
<b>4.1.29. Darıca Formasyonu (Td)</b> .....	<b>35</b>
<b>4.1.30. Karapürçek Formasyonu (TQk)</b> .....	<b>36</b>
<b>4.1.31. Traverten (Qt)</b> .....	<b>36</b>
<b>4.1.32 Alüvyon (Qal)</b> .....	<b>36</b>
<b>4.1.33. Sancaktepe Graniti (Psg)</b> .....	<b>36</b>
<b>4.1.34. Eskihisar Andeziti(Kea)</b> .....	<b>37</b>
<b>4.1.35. Çayırova Kontak Metamorfik Zonu (Çmz)</b> .....	<b>37</b>
<b>4.2. YAPISAL JEOLJİ VE TEKTONİK</b> .....	<b>38</b>
<b>4.2.1. Faylar</b> .....	<b>39</b>
4.2.1.1. <i>Darıca-Tuzla Örtülü Fayı (DTÖF)</i> .....	39
4.2.1.2. <i>Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ)</i> .....	39
<b>4.2.2. Kıvrımlar</b> .....	<b>39</b>
<b>4.2.3. Diskordanslar</b> .....	<b>40</b>
<b>4.2.4. Depremsellik</b> .....	<b>40</b>
<b>4.3. HİDROLOJİ</b> .....	<b>41</b>
<b>4.3.1. Hidrometeorolojik Veriler</b> .....	<b>42</b>
4.3.1.1. <i>Yağış</i> .....	42
4.3.1.2. <i>Buharlaştırma</i> .....	44
4.3.1.3. <i>Sıcaklık</i> .....	44
4.3.1.4. <i>Kar, Dolu, Sis ve Kırağı</i> .....	46
<b>4.3.2. Havzalar Ve Özellikleri</b> .....	<b>47</b>
<b>4.3.3. Su Noktaları</b> .....	<b>47</b>
4.3.3.1. <i>Akarsular</i> .....	47
4.3.3.2. <i>Kaynaklar</i> .....	50
4.3.3.3. <i>Kuyular</i> .....	51

<b>4.4. HİDROJEOLOJİ.....</b>	<b>62</b>
<b>4.4.1. Hidrojeoloji Birimleri.....</b>	<b>62</b>
4.4.1.1. Geçirimsiz Birimler (Gçz).....	62
4.4.1.2. Yarı Geçirimli Birimler (Gçy).....	62
4.4.1.3. Geçirimli Birimler (Gç).....	63
4.4.1.4. Karstik Birimler (Ak).....	63
<b>4.4.2. Kaynaklar.....</b>	<b>67</b>
4.4.2.1. Ulupınar Kaynağı (K1).....	67
4.4.2.2. Tulumbasuyu Kaynağı (K2).....	67
4.4.2.3. Kayapınarı Kaynağı (K3).....	67
4.4.2.4. Küplü Kaynağı (K4).....	68
4.4.2.5. Ballıkaya ve Ovabaşı Kaynağı (K5).....	68
4.4.2.6. Kovabaşı Kaynağı (K6).....	68
4.4.2.7. Duraca Kaynağı (K7).....	68
4.4.2.8. Hasanpaşa Kaynağı (K8).....	69
4.4.2.9. Elmalı Dere Kaynakları (K9).....	69
4.4.2.10. Karacasu Kuyusu Kaynağı (K10).....	69
4.4.2.11. Akpınar Kaynağı (K11).....	69
4.4.2.12. Akçay Çeşmesi (K12).....	70
4.4.2.13. İkizce Çeşmesi (K13).....	70
4.4.2.14. Kavak Çeşmesi (K14).....	70
<b>4.4.3. Yeraltı Suları.....</b>	<b>70</b>
<b>4.5. HİDROJEOKİMYA.....</b>	<b>78</b>
<b>4.5.1. Giriş.....</b>	<b>78</b>
<b>4.5.2. Suların Sertliği.....</b>	<b>87</b>
<b>4.5.3. Hidrojen İyon Konsantrasyonu (pH).....</b>	<b>90</b>
<b>4.5.4. Özgül Elektriksel İletkenlik (EC).....</b>	<b>92</b>
<b>4.5.5. TDS.....</b>	<b>94</b>
<b>4.5.6. Sodyum Adsorbsiyon Oranı (SAR).....</b>	<b>96</b>
<b>4.5.7. Sodyum Yüzdesi (% Na).....</b>	<b>97</b>
<b>4.5.8. Sodyum (Na<sup>+</sup>) İyonu.....</b>	<b>99</b>
<b>4.5.9. Potasyum (K<sup>+</sup>) İyonu.....</b>	<b>101</b>
<b>4.5.10 Kalsiyum (Ca<sup>+2</sup>) İyonu.....</b>	<b>102</b>
<b>4.5.11. Magnezyum (Mg<sup>+2</sup>) İyonu.....</b>	<b>104</b>
<b>4.5.12. Karbonat (CO<sub>3</sub><sup>-2</sup>) Ve Bikarbonat (HCO<sub>3</sub><sup>-2</sup>) İyonları.....</b>	<b>105</b>
<b>4.5.13. Sülfat (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>) İyonu.....</b>	<b>106</b>
<b>4.5.14. Klorür İyonu (Cl).....</b>	<b>108</b>
<b>4.5.15. Suda Çözünmüş Oksijen ve Oksijen Redoks Potansiyeli.....</b>	<b>110</b>
<b>4.5.16. Silikat (SiO<sub>2</sub><sup>+2</sup>) İyonu.....</b>	<b>111</b>
<b>4.5.17. Nitrit (NO<sub>2</sub>).....</b>	<b>111</b>
<b>4.5.18. Nitrat (NO<sub>3</sub>).....</b>	<b>112</b>
<b>4.5.19. Amonyak (NH<sub>3</sub>) ve Amonyum-Nitrojen (NH<sub>4</sub>-N<sub>2</sub>).....</b>	<b>112</b>
<b>4.5.20. Ağır Metaller.....</b>	<b>113</b>
7.1.20.1. Arsenik (As).....	113
7.1.20.2. Çinko (Zn).....	113
7.1.20.3. Bakır (Cu).....	114
7.1.20.4. Demir (Fe).....	114
7.1.20.5. Nikel (Ni).....	115
7.1.20.6. Alüminyum (Al).....	115

7.1.20.7. Molibden (Mo).....	116
<b>4.5.21 Yeraltı sularının Kimyasal Sınıflaması Ve Kullanım Özellikleri.....</b>	<b>116</b>
<b>4.5.22. Suların İçilebilirlik Özellikleri.....</b>	<b>117</b>
4.5.22.1. Schoeller'e Göre Suların İçilebilirlik Özellikleri.....	117
4.5.22.2. Piper'e Göre Suların Sınıflaması.....	124
<b>4.5.23. Suların Sulamada Kullanım Özellikleri.....</b>	<b>128</b>
7.5.23.1. ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramına Göre Sınıflama.....	128
7.5.23.2. Wilcox Diyagramına Göre Sınıflama.....	131
<b>5. SONUÇLAR.....</b>	<b>135</b>
<b>6. KAYNAKLAR.....</b>	<b>141</b>
<b>7. ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>147</b>
<b>EKLER</b>	
<b>EK 1 : JEOLJİ HARİTASI VE JEOLJİENİNE KESİTLERİ</b>	
<b>EK 2 : HİDROJEOLJİ HARİTASI</b>	

**ŞEKİLLER****Sayfa No**

<b>Şekil 1.1</b>	: Çalışma alanının yer bulduru haritası.....	2
<b>Şekil 3.1</b>	: Arazide yapılan ölçümler.....	10
<b>Şekil 3.2</b>	: Çayırova Deresi'nden numune alımı.....	11
<b>Şekil 3.3</b>	: Spektrofotometrik cihaz.....	12
<b>Şekil 4.1</b>	: İnceleme Alanının Jeoloji Haritası.....	16
<b>Şekil 4.2</b>	: İnceleme alanının genelleştirilmiş stratigrafik sütun kesiti.....	17
<b>Şekil 4.3.</b>	: Trakya Formasyonu.....	26
<b>Şekil 4.4</b>	: Akveren Formasyonu.....	34
<b>Şekil 4.5</b>	: Çayırova Kontak Metamorfik zonu.....	38
<b>Şekil 4.6</b>	: Kocaeli'nin depremsellik haritası.....	40
<b>Şekil 4.7</b>	: Kocaeli ve çevresindeki aktif faylar.....	41
<b>Şekil 4.8</b>	: 1979-2009 yılları arasındaki yıllık ortalama yağış.....	43
<b>Şekil 4.9</b>	: Uzun yıllara ait Eklenik sapma grafiği.....	43
<b>Şekil 4.10</b>	: Havza sınırları.....	47
<b>Şekil 4.11</b>	: İnceleme alanındaki akarsu drenaj sistemleri.....	48
<b>Şekil 4.12</b>	: Çayırova Deresi.....	49
<b>Şekil 4.13</b>	: Dil Deresi.....	49
<b>Şekil 4.14</b>	: Kaynak yerleri.....	50
<b>Şekil 4.15</b>	: Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyu yerleri.....	59
<b>Şekil 4.16</b>	: Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki kuyu yerleri.....	60
<b>Şekil 4.17</b>	: Gebze'deki bir fabrikanın sondaj kuyusu.....	61
<b>Şekil 4.18</b>	: Gebze'de bir fabrikaya ait keson kuyu.....	61
<b>Şekil 4.19</b>	: Hidrojeoloji haritası.....	65
<b>Şekil 4.20</b>	: Gebze-Çayırova Havzası'nın yeraltı suyu akış yönü haritası.....	71
<b>Şekil 4.21</b>	: Gebze-Dil Deresi Havzası'nın yeraltısuyu akış yönü haritası.....	72
<b>Şekil 4.22</b>	: Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyu sularına ait durov diagram.....	86
<b>Şekil 4.23</b>	: Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki kuyu sularına ait durov diagram.....	86
<b>Şekil 4.24</b>	: Dilovası ve Hereke'deki bazı kaynaklara ait durov diagram.....	87
<b>Şekil 4.25</b>	: Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyu sularının sertlik (Fr0) haritası.....	89
<b>Şekil 4.26</b>	: Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki kuyu sularının sertlik (Fr0) haritası.....	90
<b>Şekil 4.27</b>	: Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyu sularının pH haritası.....	91
<b>Şekil 4.28</b>	: Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki kuyu sularının pH haritası.....	92
<b>Şekil 4.29</b>	: Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyu sularının EC haritası.....	93
<b>Şekil 4.30</b>	: Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki kuyu sularının EC haritası.....	94
<b>Şekil 4.31</b>	: Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyu sularının TDS haritası.....	95
<b>Şekil 4.32</b>	: Gebze-Dil Deresi Havzası'nın TDS haritası.....	96
<b>Şekil 4.33</b>	: Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyu sularının Na <sup>+</sup> haritası.....	100
<b>Şekil 4.34</b>	: Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki kuyu sularının Na <sup>+</sup> haritası.....	100
<b>Şekil 4.35</b>	: Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyu sularının K <sup>+</sup> haritası.....	101
<b>Şekil 4.36</b>	: Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki kuyu sularının K <sup>+</sup> haritası.....	102
<b>Şekil 4.37</b>	: Gebze-Çayırova Havzası'nın Ca <sup>2+</sup> haritası.....	103
<b>Şekil 4.38</b>	: Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki kuyu sularının Ca <sup>2+</sup> haritası.....	104
<b>Şekil 4.39</b>	: Gebze-Çayırova Havzası'nın HCO <sub>3</sub> <sup>-2</sup> haritası.....	105
<b>Şekil 4.40</b>	: Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki kuyu sularının HCO <sub>3</sub> <sup>-2</sup> haritası.....	106
<b>Şekil 4.41</b>	: Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyu sularının SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> haritası.....	107
<b>Şekil 4.42</b>	: Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki kuyu sularının SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> haritası.....	108
<b>Şekil 4.43</b>	: Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyu sularının Cl <sup>-</sup> haritası.....	109
<b>Şekil 4.44</b>	: Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki kuyu sularının Cl <sup>-</sup> haritası.....	110
<b>Şekil 4.45</b>	: Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyu sularına ait schoeller diyagram.....	119
<b>Şekil 4.46</b>	: Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki kuyu sularına ait schoeller diyagram.....	119


<b>Şekil 4.47</b>	: Dilovası ve Hereke'deki bazı kaynaklara ait schoeller diagram.....	120
<b>Şekil 4.48</b>	: Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyu sularına ait schoeller diyagra.....	121
<b>Şekil 4.49</b>	: Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki kuyu sularına ait schoeller diyagram.....	122
<b>Şekil 4.50</b>	: Dilovası ve Hereke'deki bazı kaynaklara ait schoeller diagram.....	123
<b>Şekil 4.51</b>	: Piper diyagramına göre suların sınıflaması.....	124
<b>Şekil 4.52</b>	: Piper diyagramına göre suların sınıflaması.....	125
<b>Şekil 4.53</b>	: Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyu sularına ait piper diyagram.....	126
<b>Şekil 4.54</b>	: Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki kuyu sularına ait piper diyagram.....	127
<b>Şekil 4.55</b>	: Dilovası ve Hereke'deki bazı kaynaklara ait piper diagram.....	127
<b>Şekil 4.56</b>	: Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyu sularına ait A.B.D.Tuzluluk lab. diyagramı .....	130
<b>Şekil 4.57</b>	: Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki kuyu sularına ait A.B.D. tuzluluk lab. diyagramı .....	130
<b>Şekil 4.58</b>	: Dilovası ve Hereke'deki bazı kaynaklara ait A.B.D. tuzluluk lab. diyagramı.....	131
<b>Şekil 4.59</b>	: Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyu sularına ait wilcox diagram.....	132
<b>Şekil 4.60</b>	: Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki kuyu sularına ait wilcox diagram.....	133
<b>Şekil 4.61</b>	: Dilovası ve Hereke'deki bazı kaynaklara ait wilcox diagram.....	134

**TABLolar****Sayfa No**

<b>Tablo 3.1</b>	: Kimyasal analiz yöntemi.....	12
<b>Tablo 4.1</b>	: Uzun yıllara ait yağış miktarları ve eklenik sapma değerleri .....	42
<b>Tablo 4.2</b>	: Uzun yıllar aylık ortalama yağış.....	43
<b>Tablo 4.3</b>	: 2001-2004 yılları arası yağışlı gün sayısı ve aylık yağış miktarı.....	44
<b>Tablo 4.4</b>	: 2001–2004 yıllarına ait buharlaşma.....	44
<b>Tablo 4.5</b>	: Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen Ortalama Sıcaklık Değerleri.....	45
<b>Tablo 4.6</b>	: 2001–2004 yıllarına ait ortalama sıcaklık.....	45
<b>Tablo 4.7</b>	: Kar Örtülü Gün Sayısı.....	46
<b>Tablo 4.8</b>	: Akarsular ve özellikleri.....	48
<b>Tablo 4.9</b>	: Kaynakların hidrolik özellikleri.....	51
<b>Tablo 4.10</b>	: Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyuların hidrolik özellikleri.....	52
<b>Tablo 4.11</b>	: Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyuların hidrolik özellikleri.....	53
<b>Tablo 4.12</b>	: Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyuların hidrolik özellikleri.....	54
<b>Tablo 4.13</b>	: Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyuların hidrolik özellikleri.....	55
<b>Tablo 4.14</b>	: Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki kuyuların hidrolik özellikleri.....	56
<b>Tablo 4.15</b>	: Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki kuyuların hidrolik özellikleri.....	57
<b>Tablo 4.16</b>	: Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki kuyuların hidrolik özellikleri.....	58
<b>Tablo 4.17</b>	: İnceleme alanındaki birimlerin hidrojeolojik özellikleri .....	65
<b>Tablo 4.18</b>	: Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyuların açıldığı formasyonlar ve kuyuların hidrolik özellikleri.....	73
<b>Tablo 4.19</b>	: Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyuların açıldığı formasyonlar ve kuyuların hidrolik özellikleri.....	74
<b>Tablo 4.20</b>	: Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyuların açıldığı formasyonlar ve kuyuların hidrolik özellikleri.....	75
<b>Tablo 4.21</b>	: Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki kuyuların açıldığı formasyonlar ve kuyuların hidrolik özellikleri.....	76
<b>Tablo 4.22</b>	: Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki kuyuların açıldığı formasyonlar ve kuyuların hidrolik özellikleri.....	77
<b>Tablo 4.23</b>	: İçme suyu standartları.....	79
<b>Tablo 4.24</b>	: Gebze-Çayırova Havzası'nın kuyu sularının kimyasal analiz sonuçları.....	80
<b>Tablo 4.25</b>	: Gebze-Çayırova Havzası'nın kuyu sularının kimyasal analiz sonuçları.....	81
<b>Tablo 4.26</b>	: Gebze-Çayırova Havzası'nın kuyu sularının kimyasal analiz sonuçları.....	82
<b>Tablo 4.27</b>	: Gebze-Dil Deresi Havzası'nın kuyu sularının kimyasal analiz sonuçları.....	83
<b>Tablo 4.28</b>	: Gebze-Dil Deresi Havzası'nın kuyu sularının kimyasal analiz sonuçları.....	84
<b>Tablo 4.29</b>	: Dilovası ve Hereke'deki bazı kaynakların kimyasal analiz sonuçları .....	85
<b>Tablo 4.30</b>	: Suların sertliklerine göre sınıflandırılması.....	88
<b>Tablo 4.31</b>	: Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyu sularının sertlik sınıflaması.....	88
<b>Tablo 4.32</b>	: Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki kuyu sularının sertlik sınıflaması.....	89
<b>Tablo 4.33</b>	: Suların pH'a göre sınıflandırılması.....	91
<b>Tablo 4.34</b>	: Suların SAR sınıflaması.....	97
<b>Tablo 4.35</b>	: %Na sınıflaması.....	97
<b>Tablo 4.36</b>	: Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyu sularının %Na sınıflaması.....	98
<b>Tablo 4.37</b>	: Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki kuyu sularının % Na sınıflaması.....	98
<b>Tablo 4.38</b>	: Yapılan analizlerin, Nitrat (NO <sub>3</sub> ), Nitrit (NO <sub>2</sub> ), Amonyak (NH <sub>3</sub> ) ve Amonyum Nitrojen (NH <sub>4</sub> -N <sub>2</sub> ) miktarları (mg/l).....	113
<b>Tablo 4.39</b>	: Çalışma alanındaki kuyu sularının ağır metal içerikleri.....	116

## SEMBOLLER VE KISALTMALAR

<b>DSİ</b>	: Devlet Su İşleri
<b>DMİ</b>	: Devlet Meteoroloji İşleri
<b>MTA</b>	: Maden Tetkik Arama
<b>TÜBİTAK</b>	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
<b>TÜMAS</b>	: Türkiye Meteoroloji Arşiv Sistemi
<b>MAM</b>	: Marmara Araştırma Merkezi
<b>%</b>	: Yüzde
<b>mm</b>	: Milimetre
<b>cm</b>	: Santimetre
<b>m</b>	: Metre
<b>km</b>	: Kilometre
<b>mg</b>	: Miligram
<b>mg/kg</b>	: Miligram / kilogram
<b>mg/l</b>	: Miligram / litre
<b>meq/l</b>	: Miliekivolan / litre
<b>µg /l</b>	: Mikrogram / litre
<b>µS/cm</b>	: Mikrosiemens / santimetre
<b>µmho/cm</b>	: Micromho/santimetre
<b>mv</b>	: Milivolt
<b>m<sup>3</sup>/yıl</b>	: Metre küp / yıl
<b>m<sup>3</sup>/sn</b>	: Metre küp / saniye
<b>max.</b>	: Maksimum
<b>l/sn</b>	: Litre / saniye
<b>TS</b>	: Türk Standartları
<b>TSE</b>	: Türk Standartları Enstisüsü
<b>WHO</b>	: Dünya Sağlık örgütü
<b>%Na</b>	: Sodyum Yüzdesi
<b>SAR</b>	: Sodyum Absorpsiyon Oranı
<b>T</b>	: Sıcaklık
<b>°C</b>	: Santigrat derece
<b>pH</b>	: Asitlik değeri
<b>EC</b>	: Elektriksel kondivite
<b>CaSO<sub>4</sub></b>	: Kalsiyum sülfat
<b>MgSO<sub>4</sub></b>	: Magnezyum sülfat
<b>CaCO<sub>3</sub></b>	: Kalsiyum karbonat
<b>MgCO<sub>3</sub></b>	: Magnezyum karbonat
<b>ZnS</b>	: Sfalorit
<b>Ca</b>	: Kalsiyum
<b>Mg</b>	: Magnezyum
<b>Na</b>	: Sodyum
<b>Cl</b>	: Klor
<b>K</b>	: Potasyum
<b>Cr</b>	: Krom
<b>I</b>	: İyot
<b>F</b>	: Flor
<b>Ba</b>	: Baryum
<b>Sr</b>	: Stronsiyum
<b>Li</b>	: Lityum
<b>Ra</b>	: Radyum
<b>Rb</b>	: Rubidyum
<b>Al</b>	: Alüminyum

<b>Fe</b>	: Demir
<b>Mn</b>	: Mangan
<b>Cu</b>	: Bakır
<b>As</b>	: Arsenik
<b>Pb</b>	: Kurşun
<b>Cd</b>	: Kadmiyum
<b>Hg</b>	: Civa
<b>Zn</b>	: Çinko
<b>Mo</b>	: Molibden
<b>O<sub>2</sub></b>	: Oksijen
<b>OH</b>	: Hidroksil
<b>SO<sub>4</sub></b>	: Sülfat
<b>SiO<sub>2</sub></b>	: Silikat
<b>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>	: Hidrojensülfür
<b>NaF</b>	: Sodyumflorür
<b>Na<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub></b>	: Hekzafluorosilikat
<b>NaOH</b>	: Sodyumhidroksit
<b>Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub></b>	: Sodyumkarbonat
<b>NaHCO<sub>3</sub></b>	: Sodyumhidrojenkarbonat
<b>CO<sub>2</sub></b>	: Karbondioksit
<b>CO<sub>3</sub></b>	: Karbonat
<b>HCO<sub>3</sub></b>	: Bikarbonat
<b>NO<sub>2</sub></b>	: Nitrit
<b>NO<sub>3</sub></b>	: Nitrat
<b>NH<sub>4</sub></b>	: Amonyum
<b>N<sub>2</sub></b>	: Nitrojen
<b>NH<sub>3</sub></b>	: Amonyak
<b>Fr0</b>	: Fransız sertliği
<b>DO</b>	: Çözülmüş O <sub>2</sub>
<b>TDS</b>	: Toplam Çöz. Katı
<b>UTM</b>	: Evrensel Enlem Merkatörü
	: Kuyu



## ÖZET

### GEBZE VE DİLOVASI'NIN (KOCAELİ) HİDROJEOLOJİK İNCELENMESİ

Bu çalışma İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Anabilim Dalı Uygulamalı Jeoloji programında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

İnceleme alanı Kocaeli Yarımadası'nın güneyinde Gebze ve Dilovası'nda yer almaktadır. İnceleme alanı ve çevresinin 1/100.000 ölçekli jeoloji haritası hazırlanmıştır. Bölgede yüzeylenen birimler Paleozoyik, Permo-Triyas, Üst Kretase-Orta Eosen, Geç Oligosen-Erken Miyosen, Pliyosen ve Kuvaterner yaşlı sedimenter kayalar, Permian, Permo-Triyas ve Üst Kretase yaşlı magmatik-vulkanik kayalardır.

Çalışma alanı 2 havzaya ayrılmıştır. 1. Havza Gebze-Çayırova Havzası, 2. Havza ise Gebze-Dil Deresi Havzası'dır. Bölgedeki en uzun dere Dil Deresi'dir. Uzunluğu 17 km'dir. Bağ Deresi ve Çayırova Deresi diğer önemli dereledir. Çayırova Deresi ve Dil Deresi'nden su örneği alınmıştır.

İnceleme alanında gözlenen birimlerin litolojilerine göre hidrojeolojik özellikleri belirlenmiştir. Buna göre birimler; geçirimsiz, yarı geçirimli, geçirimli ve karstik olarak değerlendirilmiş ve bölgenin hidrojeoloji haritası yapılmıştır.

İnceleme alanında yüzeyden alınan statik su değerleri ölçülerek yeraltısuyu seviyesi haritası yapılmıştır. Yeraltısuyu akım yönü 1. Havza'da batıya doğrudur. 2. Havzada ise güneydoğuya doğrudur.

Gebze ve Dilovası yerleşim merkezi ve çevresi için meteorolojik verilere göre su bilançosu hazırlanmıştır. 1. Havzanın yeraltısuyu rezervi  $7.6 \times 10^7 \text{ m}^3/\text{yıl}$ , 2. Havzanın yeraltısuyu rezervi  $1.4 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{yıl}$  olarak hesaplanmıştır.

Gebze ve Dilovası yerleşim yeri ve çevresinde bulunan sondaj kuyuları açıldıkları zamanda yapılan kimyasal analiz sonuçlarına göre sular Durov diyagramı, Wilcox diyagramı, ABD tuzluluk diyagramı, Piper diyagramı, Schoeller diyagramları ile kimyasal olarak sulama, içme ve kullanma amaçlarına göre sınıflamalar yapılmıştır.

**Anahtar kelimeler: Gebze, Dilovası, hidrojeoloji, akifer, su**

## SUMMARY

### HYDROGEOLOGICAL INVESTIGATION OF GEBZE AND DILOVASI (KOCAELI)

This study was submitted to the Graduate School of Natural and Applied Science of Istanbul University in Partial fulfillment of the requirements for the master thesis in Geological Engineering Department.

The study area has been located in Gebze and Dilovası at Kocaeli Peninsula. Geological map of 1/100.000 scale were prepared. At the study Area the sedimentary rocks of Paleozoic, Permo-Triassic, Late Cretaceous-Middle Eocene, Late Oligocene-Early Miocene, Pliocene and Quaternary ages and the igneous-volcanic rocks of Permian, Permo-Triassic and Late Cretaceous ages are exposed.

The study area has been separated two basin. First basin is Gebze-Cayrova. And second basin is Gebze-Dil River. Dil River is the longest river in the basin. It is 17 kilometers. The other important rivers are Bag River and Cayrova River. The water sample is obtained from Dil River and Cayrova River.

Hydrogeological properties of the units which is observed in the study area is determined. According to the results, units are evaluated as impermeable, semi-permeable, permeable and karstic, hydrogeological map of the area has been drawn.

In the study area, static water level was measured and groundwater level map has been drawn. In the first basin groundwater direction is to West. Second basin groundwater direction is to Southeast. Hydrogeology parameter of aquifer is explained. According to the meteorologic data, the underground water potential was measured approximately for, first basin,  $7.6 \times 10^7 \text{ m}^3/\text{year}$  and second basin,  $1.4 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{year}$  from the research findings.

According to the chemical analysis results of Durov, Wilcox, USA salinity lab., Piper and Schoeller diagram has been used and classified. For the Gebze and Dilovası city center and its surrounding area.

**Key words: Gebze, Dilovası, hydrogeology, aquifer, water**

# 1.GİRİŞ

## 1.1. İNCELEME ALANININ AMACI VE KAPSAMI

İnceleme alanı Marmara Havzası'nda yer almaktadır. Bu çalışmada, Gebze ve Dilovası (Şekil 1.1) havzasının yeraltısuyu potansiyeli, bunun hidrojeolojik dağılımı, miktarı, havzaların kirlilik durumlarının incelenmesi ve özet bir profilinin çıkarılması amaçlanmıştır.

Bu çalışma, Gebze, Dilovası ve yakın çevresinin yüzey ve yeraltısuyu olanaklarının saptanması, beslenme alanlarının ayrıntılı incelenmesini, bölgede görülen karstik kireçtaşlarının yeraltısuyu olanaklarının araştırılmasını hedeflemektedir. Tez incelemesi sonucunda Jeolojik, Hidro-meteorolojik ve Hidrojeolojik veriler değerlendirilerek, bölgedeki su kaynaklarının nasıl kullanılabildiği ve kimyasal analizler sonucu kullanıma uygun olup olmadığı ortaya çıkarılmıştır. Sonuç olarak bölgenin hidrojeolojik özellikleri dikkate alınarak yeni yaklaşımlarda bulunulmaya çalışılmıştır.

Çalışma alanı Kocaeli'nin güneyinde yer alan Gebze ve Dilovası'nın hidrojeolojik incelemesini kapsamaktadır. Bölgenin stratigrafik özelliklerinden yararlanmak için MTA'nın 1/50.000 ölçekli Bursa 22-b ve 23-a paftaları kullanılmıştır. Bölgenin hidrometeorolojik parametreleri değerlendirilerek havzanın yağış-buharlaşma ve akış ilişkisi ortaya çıkarılmıştır. Bununla beraber bölgenin beslenme, boşalım ilişkisi ortaya konmuştur. Hidrojeoloji birimleri haritalanmış ve akifer özellikleri detaylı olarak araştırılmıştır. Akiferin özelliklerini belirlemek için daha önceki açılmış sondajların kuyu verilerinden yararlanılmıştır. Bölgedeki akiferlerin hidrolik parametreleri araştırılmış, suların fiziksel ve kimyasal özellikleri incelenmiştir. Böylelikle suyun kullanım tipi belirlenmiştir. Bu araştırma bölgedeki yeraltısuyu potansiyelinin hidrojeolojik olarak değerlendirilmesine yöneliktir.



## 1.2. COĞRAFYA

### 1.2.1. Fiziki Yapı

Kocaeli il topraklarının %74'ü platolardan, %19'u dağlardan ve % 7'ye yakını ovalardan ibarettir (Coğrafya dünyası, 2007-2009). Dağlar genellikle ormanlarla kaplıdır. Kocaeli Platosunun güneyinde, çöküntü alanlar ve bu çöküntü alanın güneyinde uzanan Saman Dağları bulunmaktadır. İnceleme alanındaki başlıca dağlar Samanlı Dağlar olup 130 km uzunluğunda ve 30 km genişliğindedir (Coğrafya dünyası, 2007-2009). Çalışma alanındaki başlıca ovalar Çayırova ve Dilovası'dır.

### 1.2.2. İklim ve Hava

İzmit Körfezi Akdeniz ile Karadeniz iklimleri arasında geçiş iklimine sahip olup iklime Akdeniz özelliğini kazandıran etken ise kışların ılık ve yağışlı, yazların sıcak ve kurak oluşudur. İzmit Körfezi Kıyıları arasında sıcaklık bakımından bir farklılık gözlenmemektedir. Kar yağışlı dönemlerde toprağın karla örtülü gün sayısı 10 günü geçmez. Yıllık yağış miktarı bölgelere göre 768-1153 mm arasında değişir. Senelik ortalama sıcaklık 14,5 °C, Temmuz ayı ortalama sıcaklık 23,5 °C' dir. Kış sıcaklıkları -2 °C Kocaeli İli için yapılan kuraklık değerlendirmesi sonucu, 2005 yılında uzun yıllar (1971-2000) ortalamalarına göre kuraklık durumunda bir değişiklik olmadığı, yağış değerlerinin benzer olduğu görülmektedir (TÜBİTAK MAM, 2004).

Kocaeli İli Ülke sanayisinin %20'lik büyük bölümüne sahiptir. Bu özelliğiyle sanayileşmiş kentler arasında önemli bir yer almıştır. Şehirde sıcaklık daha çok Haziran Ay'ı ile Eylül Ayları'nda sıcaklık yükselmektedir. Fakat aşırı kuraklık derecesine ulaşmaz. Sanayinin yaygın olduğu şehirde söz konusu sıcaklık yükselmeleri tarımsal verimliliği etkilemez (Kocaeli İl Çevre ve Durum Raporu, 2006).

### 1.2.3. Bitki Örtüsü

Kocaeli Yarımadası'daki dağlar genellikle ormanlarla örtülüdür. Şehir topraklarının % 60 civarı orman, fundalık, maki, zeytinlik ve kavaklık ile örtülüdür. Kavak ağaçları kağıt fabrikalarında hammadde olarak kullanılır. Kent topraklarının % 30'u ekili-dikili alanlar, % 7'si çayır ve meralar ve % 3'e yakını tarıma elverişsiz alanlardır. Bitki örtüsü Akdeniz (maki) ve Karadeniz (orman) Bölgesi'ndeki gibidir (Coğrafya dünyası, 2007-2009).

## 2. GENEL KISIMLAR

### 2.1. ESKİ İNCELEMELER

#### 2.1.1. Önceki Çalışmalar

İnceleme alanında pek çok jeoloji çalışması yapılmıştır. Yapılan çalışmalar kronolojik sıraya doğru verilmiştir.

**Tschihatcheff (1869):** Bölgedeki ilk çalışmayı yapmıştır. Araştırmacı, Gebze'nin doğusunda bulunan ve doğuya eğimli beyaz Üst Kretase kireçtaşlarına değinmiştir. Kretase'nin altında Devoniyen yaşlı gri renkli kireçtaşlarının bulunduğunu ve bunların da İstanbul'a kadar uzandığını söylemiştir.

**Arthaber (1914):** Araştırmacı, çeşitli birimlerden topladığı fosillerle bölgede Orta Triyas ve Üst Triyas'ın varlığını kanıtlamıştır.

**Penck (1919):** İzmit Körfezi kuzeyi ve güneyinin jeomorfolojik evrimini araştırmış ve bölgedeki yüksek kesimleri oluşturan kuvarsarenitlerin, bir uyumsuzlukla fosil kapsayan Devoniyen yaşlı grovak ve şistleri üzerlediğini söylemiştir. Çalışmacı, "Kieselschiefer Horizon" ismi altında "Thrazische Serie" diye adlandırdığı Trakya Formasyonu'nun, Pendik ve Boğaziçi'in de gözlemlenebilen fosilli seviyelerin karasal karşılığı olduğunu söylemiştir.

**Phillipson (1918):** Triyas yaşlı stratigrafik birimlerin, Paleozoyik yaşlı birimler üzerine uyumsuz olarak geldiğini ve bunun da üzerinde dolomitlerin uyumlu olarak yer aldığını belirtmiştir.

**Endriss (1926) :** Kocaeli Yarımadası'nda çalışmıştır. Bölgenin ilk jeoloji haritasını yapmıştır.

**Paeckelmann (1938):** Bölgenin jeoloji haritasını yapmıştır. Çalışma alanını stratigrafik olarak kapsayan detaylı bir inceleme yapmıştır. Çalışmacı, inceleme alanındaki arkoz ve kuvarsitlerin, fosilli içeren ve Devoniyen yaşlı grovak şistin altında bulunduğunu,

grovak horizonu dediği birimin de Alt Devoniyen yaşında olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca Üst Devoniyen olarak yařlandırđı yumrulu kireçtaşları ve radyolaryalı çörtlerin; şeyl, grovak ve kireçtaşları ile yanal geçişli olduğunu söylemiştir.

**Baykal (1942)** :“Taban Konglomerası” olarak inceleyip, Triyas yaşını verdiği birimi daha sonra “Ballıkaya Konglomerası” olarak adlandırmıştır. Gri masif kalker olarak ayırtladığı birimin Verfeniyen yaşında olduğunu belirtmiştir. “Nodüllü Kalker” olarak adlandırdığı birime Virglariyen yaşını vermiştir. Plaket kalkerleri olarak ayırtladığı birimin diğer birimlerle uyumsuz olduğunu söylemiştir. “Beyaz Kalker” olarak tanımladığı birimin yaşının Maestrichtiyen olduğunu belirtmiştir.

**Okay (1947, 1948)** :“Trakya Serisi” olarak adlandırılan litolojik birimin yaşının Üst Devoniyen olduğunu ileri sürmüştür.

**Erguvanlı (1949)** : Gebze ile Hereke arasındaki alanın jeolojisini doktora tezi olarak incelemiştir. Silüriyende arkoz, kuvars konglomerası ve kuvarsit; Alt Devoniyen’de killi şist, grovak ve kireçtaşı bulunmaktadır. Devoniyen üzerine aşısal uyumsuzlukla gelen Alt, Orta ve Üst Triyas’a ait birimler ayırtlanmıştır. Alt Triyas’ta kırmızı konglomera, kumtaşı, marnlı plaket kireçtaşı ve gri dolomitik kireçtaşı, Orta Triyas’ta gri marn ara katkılı yumrulu kireçtaşı ve Üst Triyas’ta konglomeraya benzeyen bordo kireçtaşı birimleri sınırlanmıştır. Rudistli kireçtaşının Kampaniyen ve marnlı kireçtaşının Mastrihtiyen yaşında olduğunu söylemiştir. Oldukça kıvrımlı olan Devoniyen istifi Hersiniyen Orojenezinden etkilenmiştir. Triyas ve Kretase birimleri NE-SW doğrultulu bir senklinal çanağını şeklinindedir. Ayrıca laramik fazı bu çökellerde etkili olmuştur. Neojen ve daha genç çökellerle eğimli taraçalar epirojenik yükselmelerden etkilenmiştir. Bu incelemeyle elde edilen sonuçlar sonraki çalışmalara ışık tutmuştur.

**Yalçınlar (1951)** : Aydos Formasyonu üzerine gelen ve yer yer bununla geçişli olan Gözdağ Formasyonu içerisinde Orta Ordovisiyen’e ait Graptolitler bulmuştur. Aydos Formasyonu içerisinde Gözdağ Formasyonu’nun batıya doğru uzanan ve Çengelköy çevresinde gözlenen birimler içerisinde de Üst Valensiyen’e ait bazı Graptolitler bulmuştur. Cebeciköy’deki kireçtaşlarının Vizeen yaşında olduğunu ve buna bağlı olarak Trakya Serisi’nin de Karbonifer yaşında olabileceğini söylemiştir.

**Kırağılı (1958)** : İstanbul'da ve Kocaeli Yarımadası'nda Alt Paleozoyik yaşlı birimlerde detaylı Paleontolojik çalışmalarda bulunmuştur.

**Abdüselamoğlu (1962, 1963)** : "Arkoz Kum ve Konglomeraları " diye tanımladığı litoloji birimi üzerine gelen Kuvarsitler içinde bulduğu *Conochitina* sp. varlığına göre Üst Ordovisiyen yaşını vermiştir. "Killi Şist ve Kalker" olduğunu söylediği birimin yaşını da Alt Devoniyen olarak belirlemiştir. "Yoğun Kalker" ve "Yumrulu Kalker" olarak belirlediği birimlerin yaşını da içerdđi conodont ve ostracod fosillerine dayanarak Üst Devoniyen olarak belirtmiştir.

**Baykal ve Kaya (1963, 1965)** : "Arkoz Formasyonu" diye adlandırdıkları sedimentler birimin Orta Ordovisiyen'den daha yaşlı olduğunu ilk defa vurgulamışlardır. "Orta Kuvarsit Formasyonu" olarak inceledikleri kuvarsarenitlerin stratigrafik konumuna göre Orta Ordovisiyen'den daha yaşlı olabileceğini öne sürmüşlerdir. "Mercanlı Kalker Formasyonu" olarak adlandırdıkları birimin yaşının da Jediniyen olduğunu belirtmişlerdir. "Trakya Serisi"nde bulunan fosillere dayanarak birime Vizeen yaşını önermişlerdir.

**Haas (1968)** : İstanbul'un doğu kesimlerinde (Tuzla) ve Kocaeli'nin batısında (Gebze) taraflarında detaylı paleontolojik ve stratigrafik çalışmaları yapmıştır. Kıvrıntılı çökelleri Kurtköy tabakaları olarak isimlendirmiş ve Alt Ordovisiyen yaşını vermiştir. Kuvarsarenitlerden oluşan birimi Ayazma tabakaları olarak adlandırmış ve birimlere Ordovisiyen, Silüriyen yaşlarını vermiştir. Akviran serisi olarak incelediği ve stratigrafik konumuna göre alttan üste doğru; Tavşan Tepe, Bağlarbaşı, Cumaköy, Çakıllı Dere, Pelitli ve Kireçhane tabakaları olarak ayırtladığı çökellere içlerinde bulduğu fosillerle Venlokiyen yaşını vermiştir.

**İrtem (1968)** : Gebze-Darıca-Pelitli köyü alanının jeolojisi adlı yüksek lisans tezi çalışmasında bölgenin 1/25.000 ölçekli haritasını yapmıştır. Silüriyen yaşlı grovak şeyleri "Mudurlu Formasyonu" diye adlandırmıştır. Triyas yaşlı kumtaşı ve çakıltaşlarından oluşan litoloji birimini "Değirmen Formasyonu" olarak; killi kumlu kireçtaşlarından oluşan litoloji birimini "Değirmen Kireçtaşı" olarak, dolomitlerden



oluşan litoloji birimini ‘‘Muallinköy Kireçtaşı’’; yumrulu kireçtaşlarından oluşan litoloji birimini de ‘‘Kazmalı Kireçtaşı’’ olarak adlandırmıştır.

**Altınlı ve Soytürk (1970)** : Değirmenköy Kireçtaşı birimini, Muallinköy Kireçtaşı birimini ve Kazmalı Kireçtaşı birimini, litolojik özelliklerinin benzerliği nedeniyle Triyas yaşlı Hereke Formasyonuna adı altında toplamıştır.

**Yurttaş-Özdemir (1971)**: Kocaeli Yarımadası’nda Tepeköy’de paleontolojik ve stratigrafik çalışmalar yapmıştır. Bölgenin makrofaunasını ve biyostratigrafisini incelemiştir. Çalışma alanının biyostratigrafisine ışık tutan en önemli sonuçları elde etmiştir.

**Özdemir-Yurtsever-Talay (1973)** : MTA Enstitüsü adına Kocaeli Triyası’nın biyostratigrafik incelemesini daha detaylı olarak bir proje çalışması yapmışlardır. Zengin fosil kataloğuyla ayrıtlanan stratigrafik birimlerin yaş sınırlarına kesinlik kazandırmışlardır.

**Sayar (1978)** : İstanbul ve Kocaeli Yarımadası’nın birçok yerinde gözlemlenen Alt Paleozoyik yaşlı birimlerde ayrıntılı paleontolojik çalışmalar yapmıştır. Ordovisiyen-Silüriyen sınırının Gözdağ Formasyonu’ndan geçtiğini ifade etmiştir.

**Eroskay (1978)** : TÜBİTAK adına çalışmacı tarafından Kocaeli Yarımadası güneyindeki kireçtaşlarının hidrojeolojisi incelenmiş ve karst parametrelerinin analizi yapılmıştır. Triyas ve Üst Kretase’ye ait karstik kireçtaşlarının su olanakları detaylı olarak incelenmiştir. Kireçtaşlarında görülen karstlaşmanın yüzeysel olduğunu söylemiş ve bununla ilgili olarak litoloji, bileşim, litofasiyes, kireçtaşlarının konumu, süreksizlik düzlemleri, beslenme ve boşalım düzeyleri gibi faktörlerin karstlaşmayla ilişkisini açıklamıştır.

**Yurtsever (1982)** : MTA Enstitüsü adına, Gebze-Hereke-Tepecik alanının jeolojisini inceleyerek, Kocaeli Triyası’nı ayrıntılı bir şekilde çalışmıştır. Kocaeli Triyası’nın biyostratigrafik incelemesi adlı çalışmasında, Gebze-Hereke ve Ağva arasında, 22 lokasyonda kesit ölçerek numune almıştır. Triyas istifinin kırmızı konglomera ve

kumtaşıyla başlayıp, kumlu kireçtaşı, mikritik kireçtaşı, killi kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı, yumrulu kireçtaşı, yumru görünümlü kireçtaşı, şeyl ve kumtaşı ile sonlandığını belirlemişler, zengin fosil listeleriyle ayrıtlanan birimlerin yaşlarını ispatlamışlardır.

**Özer S. ve diğerleri (1990)** : Hereke ve çevresindeki Geç Kretase-Paleosen yaşlı stratigrafi birimlerini Akveren Formasyonu adı altında toplamıştır.

**Gedik ve diğ. (2002)** : Kaya (1973) tarafından Sedef Gurubu adı altında incelenen istifin alt bölümünü Dolayoba Kireçtaşı, üst bölümünü ise İstinye Formasyonu (Kaya 1978) olarak iki formasyona ayırmıştır. Önalın (1981) ise istifi Dolayoba, Sedefadaşı, İstinye ve Kaynarca formasyonları olmak üzere 4 formasyona ayırarak incelemiştir. Kaya (1973)'nin kullandığı adlamayı, araştırmacı yalnızca gurup adını Yumrukaya Gurubu şeklinde değiştirerek kullanmıştır.

**Özgül (2005)** : Kurtköy ve Bakacak istiflerinin birbiriyle yanal ve düşey geçişli olduğundan ve benzer kayatürü özellikleri açısından, bu istiflerin, farklı formasyon olarak adlandırılmasını, sahada tanıma, izleme ve haritalama açısından karışıklığa ve zorluğa neden olduğu için, istifin tamamının "Kurtköy Formasyonu" kapsamında tek bir formasyon adı altında bulunmasını ve mil-kum boyu kırıntılıların hakim olduğu, alt bölümün "Bakacak Üyesi" olarak adlandırılması gerektiğini söylemiştir.

### **2.1.2. Bölgesel Jeoloji ve Jeolojik Evrim**

Kocaeli'de, jeolojik açıdan iki önemli tektonik birlik bulunmaktadır. Bunlardan biri İzmit Körfezi'nin kuzeyinde bulunan ve Şengör ve Görür (1983) tarafından Moezya platformundan kopup geldiği ileri sürülen ve İstanbul Paleozoyik'i ile Kocaeli Triyası'nı içeren Kocaeli Yarımadası, diğeri ise İzmit Körfezi'nin güneyinde bulunan ve Sakarya Zonu'nun bir kesimi olan Armutlu Yarımadası'dır. Çalışma alanı Kocaeli Yarımadası'nda yer almaktadır. Kocaeli Yarımadası'nın büyük bir bölümü Kocaeli il sınırları içerisindedir. Bölgedeki en detaylı jeolojik çalışma Gedik ve diğerleri (2003) tarafından yapılmıştır.

Kocaeli Yarımadası'nda Paleozoyik, Permo-Triyas, Geç Kretase-Orta Eosen, Geç Oligosen-Erken Miyosen, Pliyosen ve Kuvaterner yaşlı çökel kayalar ile Permiyen, Permo-Triyas ve Geç Kretase yaşlı magmatik-volkanik kayalar yüzeyler (MTA, 2005). Paleozoyik yaşlı birimleri, uyumsuz olarak Permo-Triyas yaşlı kayalar örter. Paleozoyik ve Permo-Triyas yaşlı birimler üzerinde Geç Kretase-Orta Eosen yaşlı çökeller yer alır. Tüm bu birimleri açısız uyumsuz olarak Geç Oligosen-Erken Miyosen dönemine ait çökeller örter. Kuvaterner yaşlı çökeller bunların üzerine uyumsuz olarak gelir.

Paleozoyik çökelleri, oldukça faylıdır. Paleozoyik ve Permo-Triyas'ın farklı istifleri birbirleriyle tektonik ilişkilidir. Darıca Yarımadağı'nda güncel ve aktif faylar gözlenir. Bölgede Geç Kretase ve öncesi birimler üzerinde aktif fayların denetiminde gelişmiş hızlı depolanmayı karakterize eden yelpaze çökelleri (Darıca Formasyonu; geç Pliyosen) yer alır (MTA, 2005).

Bölge ilk olarak Hersiniyen daha sonra Alpin Orojenezinin etkisi altında kalmıştır. Son olarak Pliyosen'de peneplenen saha, Alpin orojenezi sonrası tektonik hareketler sırasında, güney kısmı daha fazla olmak üzere tamamen yükselmiş ve daha sonra akarsularla yarıp parçalanarak plato haline gelmiştir. Batı kısmında ortalama yükselti 200-300 m civarındadır. Doğuya doğru yükseklik artar ve saha vadilerle derince yarılmış, yamaç eğiminin arttığı tepelik bir görünüm alır (Kocaeli İl Çevre Durum Raporu, 2006).

Bölgenin erimli (karstik) kireçtaşlarından oluşan kısımlarında karst topoğrafyasına ait şekiller yaygındır. Triyas ve Üst Kretase yaşlı karstik kireçtaşlarının yüzeylendiği Tavşanlı-Hereke hattının kuzeyinde, batıdaki Dil deresi, Tavşanlı Deresi-Ayvalık Deresi çizgisi ile doğuda Yukarı Hereke-Serçetepe arasında kalan ve kuzeyde Köseköy-Tepeköy civarına kadar uzanan alan karstlaşmanın görüldüğü bir kesimdir. Karstlaşmanın yaygın olduğu bu sahada lapyalar, dolin ve uvalalardan oluşan çok sayıda ve çeşitli boyutta karstik gerilmeler, kuru vadiler, subatanlar, suçukanlar ve mağaralar bulunur (Kocaeli İl Çevre Durum Raporu, 2006).

### 3. MALZEME VE YÖNTEM

#### 3.1. ARAZİ ÇALIŞMALARI

Gebze ve Dilovası Havzası'nda bulunan örnekleme kuyularından Eylül 2010 tarihleri arasında, 13 kuyu ve 2 dereden (Dilderesi ve Çayırova Deresi) alınan yeraltı suları seyreltik HCl asit ile yıkanmış polietilen şişeler içerisinde laboratuara taşınarak düşük sıcaklıkta korunmuştur. Sıcaklık, Elektriksel iletkenlik (EC), TDS, Sodyum, Çözünmüş oksijen, ORP ve pH değerleri yerinde ölçülmüştür. Diğer analizler 24 saat içinde olarak tamamlanmıştır (Şekil 3.1-3.2). Bölgenin genelleştirilmiş stratigrafik sütun kesiti ve 1/100.000 ölçekli jeoloji haritası yapılmıştır. Saha çalışmaları sırasında Samsung marka fotoğraf makinesi ve Garmin marka GPS aygıtı kullanılmıştır.



Şekil 3.1 Arazide yapılan ölçümler



Şekil 3.2 Çayırova Deresi'nden numune alımı

### **3.2. LABORATUAR ÇALIŞMALARI**

Laboratuar çalışmaları için dere ve sondaj kuyularından arazide 15 adet su örneği alınmıştır. Su numunelerinde yapılan örnekleme çalışmalarında, polietilen şişeler kullanılmıştır. Labaratuvarında saf su ile iyice yıkanan polietilen şişeler, her kuyuda kuyu suları ile 2-3 kez çalkalanıp dökülmüştür. Böylece şişe iç duvarlarında bulunabilecek yabancı maddelerin örneklere karışması engellenmiştir. 0,5-1,5 litre kapasiteli şişeler içinde hava kalmayacak şekilde doldurulmuş ve kapakları kapatılmıştır.

### **3.3. ÖRNEKLERİN HAZIRLANMASI**

Laboratuvarında yapılan analizlerin örnekleri doğrudan numunelerden alınmıştır. Alınan örneklerin pH metre ile ölçümleri yapılmıştır.

### 3.4. KİMYASAL ANALİZLER

İlk olarak sudaki majör katyon (Ca, Mg, Na, K) ve anyonlar (Cl, SO<sub>4</sub>, HCO<sub>3</sub>, CO<sub>3</sub>), daha sonra sudaki ağır metaller ölçülmüştür. Kimyasal analiz yöntemleri Tablo 3.1’de verilmiştir. Major anyon ve katyonlar, nitrat, nitrit, amonyak ve bazı ağır metallerin analizinde spektrofotometrik cihaz kullanılmıştır (Şekil 3.3.).

Tablo 3.1 Kimyasal analiz yöntemi

Analiz	Kullanılan alet
pH, EC, TDS, Sıcaklık, Çözünmüş Oksijen, ORP	HQ40D Portatif pH//İletkenlik/Tuzluluk/TDS/Çözünmüş Oksijen Ölçer Çift Kanallı Multimetre
Na	HQ40D Portatif ve Na elektrodu
Ca, K, Mg, SO <sub>4</sub> , SiO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , NO <sub>3</sub> , NH <sub>4</sub> -N <sub>2</sub> , Ni, Mo, Fe, Cu, Zn	Lange XION-500 Spektrofotometre cihazı
HCO <sub>3</sub> ve CO <sub>3</sub>	Titrasyonla yapıldı
As	Test strip kullanıldı



Şekil 3.3 Spektrofotometrik cihaz

### 3.5. BÜRO ÇALIŞMALARI

Öncelikle devlet ve üniversite kütüphanelerinde bu bölgede daha önce yapılmış çalışmalar incelenmiştir. DSİ, Kocaeli Belediyesi ve MTA'nın bu bölgede yaptığı çalışmaların raporları değerlendirilmiştir. Sahadan derlenen veriler sonucunda ve MTA'nın 2005 yılına ait 1/50.000 ölçekli Bursa 22 b ve Bursa 23 a paftalarından oluşturulan 1/100.000 ölçekli jeoloji haritası ve jeoloji enine kesitleri ile bu haritalardaki birimlerin litolojik özelliklerinden yararlanılarak hazırlanan hidrojeoloji haritası bilgisayar ortamına aktararak Corel Draw X5 programında çizilmiştir. Ayrıca inceleme alanını ve yakın çevresinin 3 boyutlu havza sınırları, akarsu ve kaynakların dağılımı haritası Global Mapper 11.0 programı ile oluşturulmuştur. Kuyuların hidrolik özellikleri tablanırken DSİ (1977) ve Kocaeli Belediyesi'nin Zemin Etüt Sondajlarına ait veriler kullanılmıştır. Dilovası'ndaki kuyulardan su alınamadığından eksik veriler DSİ (1977)'den tamamlanmıştır. Çalışma alanındaki kuyu lokasyonları belirlenirken koordinat sistemiyle çalışılmıştır. Kuyuların koordinatları UTM formatındadır. Surfer 9.0 programında koordinatlı kuyu lokasyonu haritaları, yeraltısuyu akış yönü haritası ve kimya haritaları yapılmıştır. Koordinatlı haritalamalar yapılırken düzensiz veriler kullanıldığından Kriging metodu uygulanmıştır. Suların kimyasal özelliklerine ve kullanım tipine göre sınıflandırmada kullanılan Durov, Piper, Schoeller diyagramları Aq.Qa Versiyon 1.1 programında, A.B.D. Tuzluluk laboratuvarı diyagramları Aqua chem 4.0 programında, Wilcox diyagramları ise Surfer 9.0 programında oluşturulmuştur.

## 4. BULGULAR

### 4.1. STRATİGRAFİ

#### 4.1.1. Giriş

İnceleme alanında Paleozoyik, Permo-Triyas, Geç Kretase-Orta Eosen, Geç Oligosen-Erken Miyosen, Pliyosen ve Kuvaterner yaşlı sedimentler kayalar ile Permian, Permo-Triyas ve Geç Kretase yaşlı magmatik-volkanik kayalar yer alır.

Paleozoyik birimlerini Ordovisiyen-Erken Karbonifer yaş aralığındaki İstanbul Paleozoyik İstifi temsil eder. Bölgedeki en yaşlı birim, kumtaşı-şeyl ardalanmasından oluşan, Alt Ordovisiyen yaşlı Bakacak Formasyonu'dur. Bu çökelt birimini arkozik çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşı-şeylden oluşan akarsu birimleri (Kurtköy Formasyonu; Erken Ordovisiyen) izler. Bu birimler üzerinde uyumlu olarak kıyı-sığ denizel fasiyesteki kuvars kumtaşları (Aydos Formasyonu; Erken Ordovisiyen) yüzeyler. İstif üstte doğru lagün-şelf çökelti kumtaşı-şeyl ardalanmasına (Gözdağ Formasyonu; Orta Ordovisiyen-Erken Silüriyen) geçer. Bu birimi resifal kireçtaşları (Dolayoba Formasyonu; Venlokiyen-Ludloviyen) ile şelf-derin şelfi temsil eden laminalı kireçtaşı, kireçtaşı, yumrulu kireçtaşları (İstinye Formasyonu; Geç Ludloviyen-Pragiyen) izler. Bu istif üzerinde uyumlu olarak derin şelf çökelti kumtaşı, şeyl ve kireçtaşı ardalanması (Kartal Formasyonu; Emsiyen-Eyfeliyen) yüzeyler. Birim, derin şelf-kıta yamacını temsil eden çörtlü kireçtaşı, çört-şeyl ardalanması ve ince yumrulu kireçtaşlarına (Büyükada Formasyonu; Eyfeliyen-Fameniye) geçer. İstifin üzerinde, yamaç çökelti fosfatik yumrulu çört, ve radyolaritler (Baltalimanı Formasyonu; Turneziyen) yer alır. İstifin en üstünde, kireçtaşı aratabakalı türbiditik kumtaşı ve şeyl ardalanması (Trakya Formasyonu; Geç Turneziyen-Vizeyen) yüzeyler.

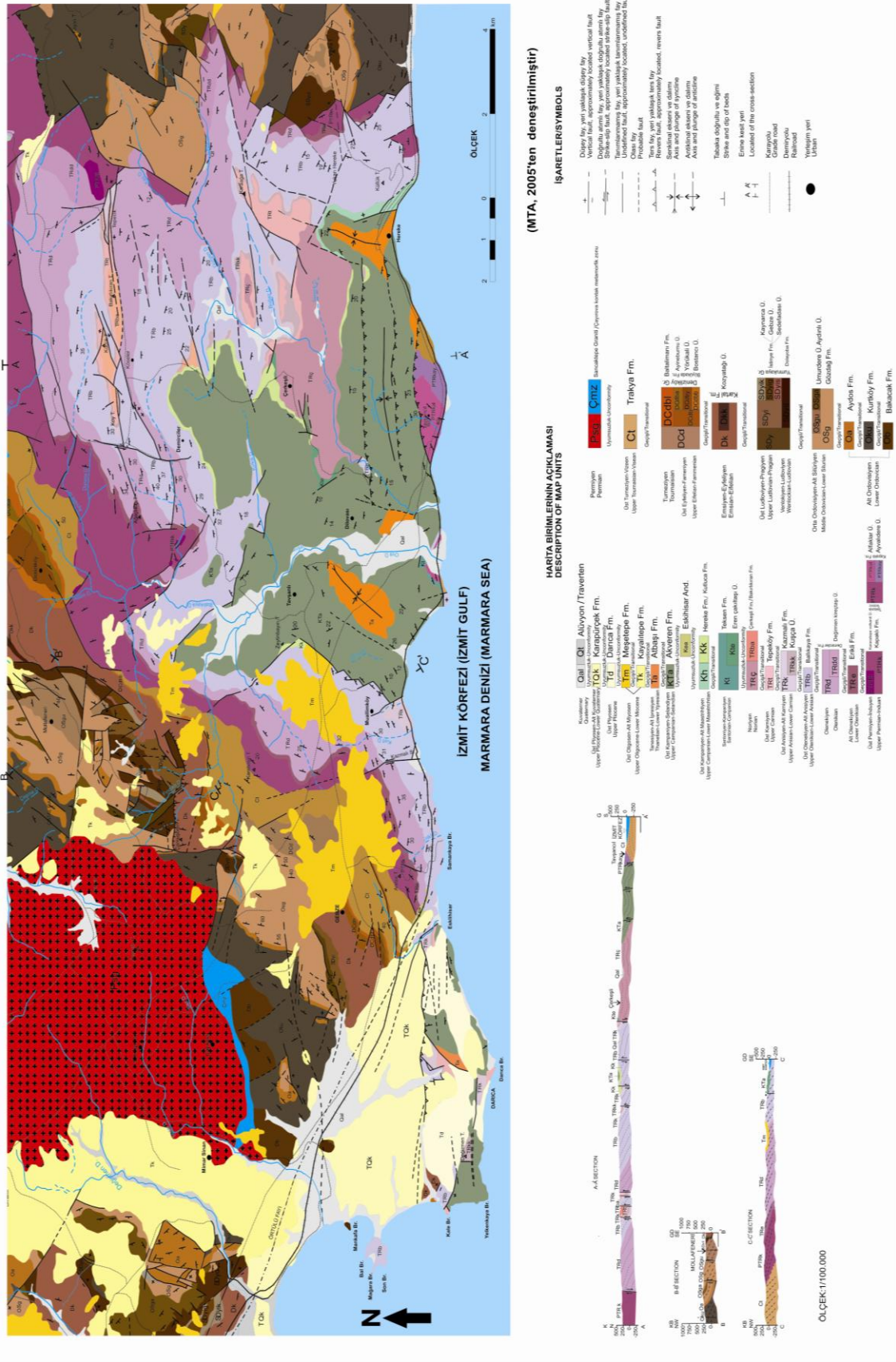
Paleozoyik yaşlı birimleri, uyumsuz olarak Permo-Triyas yaşlı kayalar üzerler. Kocaeli Triyas İstifi ve Üçgaziler Triyas İstifinden oluşur. Çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşı-şeylden oluşan akarsu çökeltleriyle (Kapaklı Formasyonu; Geç Permian-İndüyen) başlar. Bu çökeltleri kıyı-sığ deniz ortamını temsil eden kuvars kumtaşları (Erikli Formasyonu; Erken Olenekiye) izler. Bu istif üstte doğru vermeküler fasiyesteki siltaşı, şeyl, killi kireçtaşı ve kumtaşına (Demirciler Formasyonu; Olenekiye), dolomit ve dolomitik kireçtaşlarına (Ballıkaya Formasyonu; Geç Olenekiye-Erken Anisiye),



yumrulu, killi kireçtaşı ve silttaşı-şeyl ardalanması ve yumrulu kireçtaşlarına (Kazmalı Formasyonu; Geç Anisiyen-Erken Karniyen) kumtaşı arakatlı marnlara (Tepeköy Formasyonu; Geç Karniyen), kumtaşı-şeyl ardalanmasına (Bakırlıkıran Formasyonu; Noriyen) ve bu birimle yanal geçişli olan kırıntılı kireçtaşı-kireççakıltaşına (Çerkeşli Formasyonu; Noriyen) geçer.

Paleozoyik ve Permo-Triyas yaşlı birimler üzerinde uyumsuz olarak Geç Kretase-Orta Eosen yaşlı çökel istifini yer alır. Bu istifin alt kesiminde karasal-sığ denizel çakıltaşı, kumtaşı (Teksen Formasyonu; Santoniyen-Kampaniyen), kireççakıltaşı (Hereke Formasyonu; Geç Kampaniyen-Erken Maastrichtiyen) ve biyoklastik kireçtaşları (Kutluca Formasyonu; Geç Kampaniyen-Erken Maastrichtiyen) yüzeyler. Bu kayaçlar üzerinde killi, mikritik kireçtaşları (Akveren Formasyonu; Geç Kampaniyen-Selandiyen) yer alır. Bu birim üste doğru şelf çökeli marnlara (Atbaşı Formasyonu; Tanesiyen-Erken İpresiyen) geçer.

Tüm bu birimleri aşıl uyumsuz olarak Geç Oligosen-Erken Miyosen yaşlı karasal fasiyesteki çakıltaşı, kumtaşı, kömürlü marn ve çamurtaşları (Kayalıtepe ve Meşetepe Formasyonları) örter. Pliyo-Kuvaterner (Darıca Formasyonu, Karapürçek Formasyonu) ve Kuvaterner yaşlı (Traverten ve Alüvyon) birimler birbirleri ile uyumsuzdur (Şekil 4.1 ve Şekil 4.2).



Şekil 4.1 İnceleme alanının jeolojî haritası (MTA, 2005 ‘ten değiştirilerek alınmıştır.)

ÜST SİSTEM	SİSTEM	SERİ	KAT	GRUP SİMGE	GRUP	FORM. SİMGE	FORM.	ÜYE SİMGE	ÜYE	KALINLIK (m)	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR									
SENOZOYİK	PLİYO-KUVATERNER					Qal	ALÜVYON			20		Tutturulmamış, çakıl, kum, silt, kil Traverten UYUMSUZLUK									
						Qt	TRAVERTEN														
	TERSİYER						TQk	KARAPÜRÇEK					Çakıllı, kumtaşı, çamurtaşı UYUMSUZLUK								
							Td	DARICA			30		Yığılımlı şeyl parçaları, blok UYUMSUZLUK								
							Tm	2 MEŞETEPE			100			Çakıllı, kumtaşı / Kumtaşı, killi, 1 çakıllı, kömür 2 UYUMSUZLUK							
							Tk	1 KAYALITEPE													
							Ta	ATBAŞI			50-350		Marn, şeyl, kumtaşı								
							KTa	AKVEREN			350		Mikritik kireçtaşı, killi kireçtaşı, şeyl Andezit								
							Kh	Kk	HEREKE KUTLUCA				100	Kireççakıllı / Resifal kireçtaşı							
							Kt	TEKSEN	Kte	EREN	500		Kumtaşı, şeyl Çakıllı UYUMSUZLUK								
TRba	TRç	BAKIRLIKIRAN ÇERKEŞLİ			35	Kumtaşı, şeyl, marn / Kireççakıllı, kalkarenit															
MESOZOYİK	KRETASE	ÜST	MAASTRIH	SANT-KAMP.						50-70		Kumtaşı, şeyl, marn / Kireççakıllı, kalkarenit									
													TRt	TEPEKÖY ① ②			30-75	Şeyl, marn, ince / Şeyl, marn, ince kumtaşı, kumtaşı / Kireçtaşı			
	TRİYAS		ORTA								5-400		Kırmızı yumru kireçtaşı, şeyl Gri yumru kireçtaşı, şeyl								
														TRb	BALLIKAYA			5-350	Dolomit, dolomitik kireçtaşı, kireçtaşı		
														TRd	DEMİRCİLER	TRdd	DEĞİRMEN	50-400	Vermeküler kireçtaşı, şeyl, kumtaşı Kireçtaşı		
														TRe	ERİKLİ			1-80	Kumtaşı, silttaşı, şeyl		
														PTRk	KAPAKLI	PTRkk PTRkay	ALFAKLAR AYVALDİRE	800	Andezit, diast. ziyilli, bazalt Çakıllı, kumtaşı, çamurtaşı, kumtaşı UYUMSUZLUK		
														Ct	TRAKYA SANCILI ORANTI TEPE			500-1000	Granit, apit, pegmatit / Konak metamorfik zon Türbiditik kumtaşı, şeyl, kireçtaşı Kireçtaşı		
														DCd	DENİZLİKÖY	DCdbl	BALTALIMAN			75	Fosfatik yumru radyolanit, çört, silisli şeyl, kireçtaşı
																DCdb	BÜYÜKADA	DCdba DCdby DCddb	AYINEBURNU YORUKALI BOSTANCI	200	Küçük yumru kireçtaşı, şeyl Çört, silisli şeyl Çörtlü kireçtaşı
SDy	YUMRUKAYA	Dk	KARTAL	Dkk	KOZYATAĞI	750	Şeyl, kumtaşı kireçtaşı Türbiditik kumlu, kireçtaşı, kireçtaşı, şeyl Şeyl, kumtaşı kireçtaşı														
		SDyi	İSTİNYE	SDyik SDyig SDyis	KAYNARCA GEBZE SEDEFADASI	300	İri yumru killi kireçtaşı, şeyl Kireçtaşı, şeyl Laminallı kireçtaşı, şeyl														
PALEOZOYİK	SİLÜRİYEN	ÜST								100		Resifal kireçtaşı									
													OSg	GÖZDAĞ	OSgu	OSga	UMUR- DERE	AYDINLI	500	Silttaşı, şeyl, kumtaşı, kumlu / Feldspatlı kireçtaşı, oolitik şamozit / kuvars kumtaşı Şeyl (graptoliti), kumtaşı, kireçtaşı	
	ORDOVİSİYEN	ORTA	ÜST								10-100		Kuvarsitik kumtaşı, çakıllı								
														Oku	KURTKÖY					1000	Feldspatlı kumtaşı, şeyl, çakıllı (arkozik)
														Ob	BAKACAK					750	Yeşil kumtaşı, mor şeyl

ÖLÇEKSİZ

Şekil 4.2 İnceleme alanının genelleştirilmiş stratigrafik sütun kesiti (KTİ; Kocaeli Triyas İstifi, ÜTİ; Üçgaziler Triyas İstifi, MTA, 2005'ten değiştirilerek alınmıştır)

#### **4.1.2. Bakacak Formasyonu (Ob)**

İstanbul Paleozoyik İstifi'nde akarsu çökellerinin (Kurtköy Formasyonu) altında yüzeyleyen birim "Bakacak Formasyonu" olarak adlanmıştır (Gedik ve diğ., 2002).

Formasyon yeşil ve grimsi renkli, ince, genel olarak orta tabakalı kumtaşı ve mor renkli, laminalı şeyl ardalanmasından oluşur. Birim altta Kocatöngel, üstte Kurtköy formasyonu ile dereceli geçişlidir. Kalınlığı 750 m'dir (MTA, 2005).

Birimde herhangi bir fosile rastlanmamıştır. Bakacak Formasyonu'nun yaşı stratigrafik konumuna göre Erken Ordovisiyen olarak kabul edilmiştir (Gedik ve diğ., 2002). Birimin delta ortamında çökelebileceği düşünülmektedir (MTA, 2005).

#### **4.1.3. Kurtköy Formasyonu (Oku)**

Birim Haas (1968) tarafından "Kurtköy Tabakaları (Kurtköy Schichten)" olarak adlandırılmış, Kaya (1978) tarafından "Kurtköy arkoz birimi", Önalın (1981, 1982) tarafından da "Kurtköy Formasyonu" adı altında incelenmiştir. Birim adını Kurtköy Beldesi'nden alır.

Formasyon genelde mor, grimsi mor, kırmızı ve yeşilimsi gri renkli, orta-kalın tabakalı, kumtaşı, çakıllı kumtaşı, kumlu çakıltası, çakıltası, subarkoz ve koyu mor-bordo renkli, şeyl ardalanmasından oluşur. Altta Bakacak Formasyonu ile dereceli geçişli olan bu birim üstte Aydos Formasyonu ile uyumludur. Kalınlığını en çok 1000 m kadardır (MTA, 2005).

Birim içinde herhangi bir fosile rastlanmamıştır. Kurtköy Formasyonu'nun yaşı stratigrafik konumuna göre Erken Ordovisiyen olarak kabul edilmiştir. Formasyon, örgülü ve menderesli akarsu çökelleri ile asortamlar olarak taşkınovası ve set çökellerini karakterize eder (Önalın, 1981).

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

Birimi ilk kez Kaya (1978) "Aydos kuvarsarenit birimi" olarak adlanmış, Önalın (1981, 1982) ise bu adlamayı "Aydos Formasyonu" olarak değiştirmiştir. Adını Aydos Dağı'ndan alır.

Birim genel olarak, beyaz, açık gri, bej ve kırmızı–mor renkli, ince–kalın tabakalı, kuvars kumtaşı ve kuvars çakıltaşından oluşur. (Önalın, 1981, 1982). Birim altta Kurtköy Formasyonu ile uyumlu, üstte Gözdağ Formasyonu ile geçişlidir. 10-100 m arasında değişen kalınlıklara sahiptir (MTA, 2005).

İz fosilleri, düşey vermes tüpleri (monocraterion) ve trilobit izleri (crusiana) dışında herhangi bir fosil içermeyen (Kaya, 1978; Önalın, 1981, 1982) birimin yaşı Erken Ordovisiyen olarak benimsenmiştir. Birimin kıyı (denizel) ortam çökeli olduğu düşünölmektedir (Önalın, 1981, 1982).

#### **4.1.5. Gözdağ Formasyonu (OSg)**

Birim, Önalın (1981, 1982) tarafından “Gözdağ Formasyonu” olarak adlanmıştır. Adını Pendik kuzeyindeki Gözdağ Tepe/Gözdağ Mahallesi’nden alır.

Birim genel olarak yeşilimsi gri, gri, ince tabakalı ve laminalı silttaşı–şeyl ile koyu yeşil ve yeşilimsi gri renkli, ince-orta tabakalı kumtaşı ardalanmasından oluşur (MTA,2005). Birim altta Aydos, üstte Dolayoba formasyonları ile geçişlidir. Kalınlığı 200-500 m dolayındadır (MTA, 2005).

Sefalopod, brakiyopod, trilobit, mercan, ostrakod, graptolit ve ortoseras fosillerine dayanılarak birimin yaşı Orta Ordovisiyen-Erken Silüriyen (Landoveriyen) olarak benimsenmiştir. Birim, lagün-şelf ortamı çökeli olmalıdır (MTA, 2005).

##### *4.1.5.1 Aydınlı Üyesi (OSga)*

Gözdağ Formasyonu’nun üst seviyelerinde yer alan birim, Önalın (1981,1982) tarafından “Aydınli formasyonu” olarak adlanmıştır. Adını Aydınli Köyü’nden alan birim, yanal devamlılığı olmaması nedeniyle ”üye” olarak değerlendirilmiştir.

Üye beyazımsı bej ve sarımsı kahverenkli, ince-orta tabakalı, kuvars kumtaşlarından oluşur. Tabaka yüzeyleri açık yeşil renklidir. Birim altta ve yanal yönde bünyesinde olduğu Gözdağ formasyonu, üstte ise Dolayoba formasyonu ile geçişlidir. Kalınlığı yaklaşık 75 m dolayındadır (MTA, 2005).



Fosil bakımından zengin olan üyenin yaşı Geç Landoveriyen (Haas, 1968; Sayar, 1979 b) olarak belirlenmiştir. Girift olduğu lagün-şelf çökelleri ile resif karbonatları arasında yer alan birim, kum barı (sand bars) çökeli olmalıdır (Önalın,1981).

#### 4.1.5.2. Umurdere Üyesi (OSgu)

Gözdağ Formasyonu'nun üst seviyelerinde yer alan birim Haas (1968) tarafından Yayalar Tabakaları (Yayalar-Schichten) kapsamında "Umurdere istifi (Umurdere-Folge)" olarak adlanmıştır. Adını Umur Dere'den alan birim, "Umurdere üyesi" olarak ayrılanıp adlanmıştır.

Üye kırmızı-mor ve grimsi yeşil renkli, ince-orta tabakalı silttaşı, şeyl ve kumtaşından oluşur. Birim yer yer bol brakiyopod fosillidir (MTA, 2005). Birim altta ve yanal yönde Gözdağ üstte Dolayoba formasyonları ile dereceli geçişlidir. Üyenin kalınlığı en çok 70 m kadardır (MTA, 2005).

Brakiyopod fosili bakımından yer yer oldukça zengin olan birimin yaşı (Haas, 1968; Sayar, 1979 a'dan) Geç Landoveriyen olarak kabul edilmiştir. Birim şelf ortamı çökelleriyle temsil edilmektedir (MTA, 2005)

#### 4.1.6. Yumrukaya Grubu (SDy)

Gebze kuzeyinde Organize Sanayi bölgesi doğusundaki Yumrukaya Dere yüzeylenmesinde tipik özelliklerinin tamamının çok iyi gözlenmesi nedeniyle birimin adı "Yumrukaya grubu" olarak adlanmıştır. Birim resifal kireçtaşı (Dolayoba Formasyonu); ince laminalı kireçtaşı-şeyl, orta tabakalı kireçtaşı ve iri yumrulu kireçtaşı-şeylden (İstinye Formasyonu) oluşmaktadır (MTA, 2005).

#### 4.1.7. Dolayoba Formasyonu (SDyd)

Pendik kuzeyindeki Dolayoba (Dolayba) Beldesi civarında yüzeylenen birim, Kaya (1973) tarafından "Dolayba kireçtaşı" olarak adlandırılmış, Önalın (1981, 1982) tarafından da "Dolayoba Formasyonu" olarak değerlendirilmiştir.

Birim genelde açık gri ve yer yer pembe, yer yer de açık kahve renkli, ince-kalın tabakalı resifal kireçtaşlarından oluşur. Altta Gözdağ, üstte İstinye formasyonları ile dereceli geçişli olan birimin kalınlığı 100 m dolayındadır .

Mercan (*Halysites*, *Favosites*, *Heliolites*, *Syringopora*), brakiyopod, konodont, krinoid sapı ve ortoseras fosilleri içeren birimin yaşı Venlokiyen–Ludloviyen olarak benimsenmiştir. Birim yama resifi, resif arası ve resif önü çökelleriyle temsil edilmektedir (MTA, 2005).

#### **4.1.8. İstinye Formasyonu (SDyi)**

Birim, Kaya (1973) tarafından “İstinye Formasyonu” olarak adlandırılmıştır. Birim altta ince lamine kireçtaşı-şeyl ardalanmasından (Sedefadası üyesi), orta kesimde ince-kalın tabakalı kireçtaşlarından (Gebze üyesi), üstte ise iri yumrulu kireçtaşı-şeyl ardalanmasından (Kaynarca üyesi) oluşur. İstinye Formasyonu altta Dolayoba, üstte Kartal Formasyonu ile geçişlidir. Birimin kalınlığı 300 m civarındadır (MTA, 2005).

Formasyonun yaşı Ludloviyen–Pragiyen olarak benimsenmiştir. Formasyon ramp tipi şelf ortamında oluşmuştur (Önalın, 1987, 1988).

##### *4.1.8.1. Sedefadası Üyesi (SDyis)*

Birim Önalın (1982) tarafından “Sedefadası Formasyonu” olarak adlandırılmış, sonra aynı araştırmacı (Önalın,1987/1988) tarafından “Sedefadası üyesi” olarak değiştirilmiştir. Birim adını Sedef Adası’ndan alır.

Üye koyu gri renkli, genel olarak ince lamine ve yer yer ince tabakalı kireçtaşı ile gri ve pembe renkli, kireçli şeyl ardalanmasından oluşur. Altta Dolayoba Formasyonu, üstte Gebze üyesi ile geçişlidir. Birimin kalınlığı en çok 75 m’dir (MTA, 2005). Birimde herhangi bir fosile rastlanmamıştır. Yaşı stratigrafik konumuna göre Geç Ludloviyen-Pridoliyen olarak benimsenmiştir. Üye şelf içi havzalarda (derin olmayan rampın- ramp tipi şelfin-çukurluklarında) gelişmiş olmalıdır (Önalın,1982, 1987/1988).

#### 4.1.8.2. Gebze Üyesi (SDyig)

Birim Önalın (1987/1988) tarafından ‘‘Gebze kireçtaşı üyesi ‘’ olarak adlanmış, kireçli Şeyl içermesi nedeniyle bu çalışmada ‘‘Gebze üyesi’’ olarak değiştirilmiştir. Üye koyu gri-siyah renkli, ince-kalın tabakalı kireçtaşı ile yer yer aynı renkli kireçtaşı-kireçli ve bitümlü Şeyl ardalanmasından oluşur. Birim altta Sedefadası, üstte Kaynarca üyeleri ile geçişlidir. Kalınlığı 150 m dolayındadır (MTA,2005).

Üyenin yaşı Pridoliyen–Erken Lohkoviyen olarak kabul edilmiştir. Üyenin alt seviyeleri derin olmayan rampın (ramp tipi Şelfin) ukurluklarında, üst kesimi de söz konusu rampta oluşmuştur (Önalın,1987/1988).

#### 4.1.8.3. Kaynarca Üyesi (SDyik)

Birim Önalın (1982) tarafından ‘‘Kaynarca formasyonu’’ olarak adlanmış, daha sonra aynı araştırmacı (Önalın, 1987/1988) tarafından ‘‘Kaynarca üyesi’’ olarak değiştirilmiştir. Birim adını Pendik doğusundaki Kaynarca yerleşim yerinden alır.

Üye altta koyu gri-siyah renkli, yumrulu kireçtaşı ve ince tabakalı, karbonatlı Şeyl ardalanmasından oluşur. Üste doğru yumrulu kireçtaşı-silttaşı-Şeyl ardalanmasına dönüşür. Altta Gebze Üyesi, üstte Kartal Formasyonu ile dereceli geçişli olan birimin kalınlığı en çok 75 m kadardır (MTA, 2005). Fosil bakımından zengin üyenin yaşı Lohkoviyen-Pragiyen olarak kabul edilmiştir. Üye ramp tipi Şelf üzerindeki eğimi yüksek olmayan yamaçlarda ökelmüştir (Önalın, 1987/1988).

#### 4.1.9. Kartal Formasyonu (Dk)

Birim, Önalın (1987/1988) tarafından ‘‘Kartal Formasyonu’’ olarak adlanmıştır. Formasyon genelde yeşilimsi gri renkli, ince-orta tabakalı, grovak-Şeyl ardalanmasından oluşur. Birim altta İstinye, üstte Büyükada formasyonları ile dereceli geçişlidir. Kalınlığı 750 m dolayındadır. Fosil bakımından oldukça zengin olan birimin yaşı Emsiyen- Eyfeliyen olarak belirlenmiştir (MTA, 2005). Kartal Formasyonu Derince bir ramp (ramp tipi Şelf) ortamında gelişmiştir (Önalın, 1987/1988).



#### 4.1.9.1. Kozyatağı Üyesi (Dkk)

Birim Kaya (1973) tarafından ‘‘Kozyatağı formasyonu’’olarak adlanmış, Önalın (1987/1988) tarafından ise ‘‘Kozyatağı üyesi’’ olarak değiştirilmiştir. Birim adını Kozyatağı yerleşim yerinden alır.

Üye yeşilimsi gri, gri, siyah ve beyazımsı bej renkli, ince-orta tabakalı, kireçtaşı, kumlu kireçtaşı, laminalı kireçtaşı ile gri renkli karbonatlı şeylerden ve yer yer kireçtaşı şeyl ardalanmasından oluşur. Kartal formasyonu’nu oluşturan diğer kaya türleri ile yanal ve dikey yönde dereceli geçişlidir. Kalınlığı 50-100 m kadardır (MTA, 2005).

Üye, brakıyopod, goniatit, trilobit, gastropod, ostrakod, baktrit, krinoid sapı ve mercan gibi fosilleri içerir. Buna dayanarak birimin yaşı Geç Emsiyen-Erken Eyfeliyen olarak kabul edilmiştir. Üye derince ramp, ramp tipi şelf ortamı ürünüdür (Önalın, 1987/1988)

#### 4.1.10. Denizliköy Grubu (DCd)

Altın üste doğru çörtlü kireçtaşı, çört-şeyl ardalanması ve yumrulu kireçtaşlarından oluşan Büyükada Formasyonu ile fosfatik yumrulu radyolaritlerden oluşan Baltalimanı Formasyonu bu grupta yer almaktadır.

#### 4.1.11. Büyükada Formasyonu (DCdb)

Birim ilk kez Kaya (1971) tarafından ‘‘Büyükada Formasyonu’’ olarak adlanmıştır. Adını Büyük Ada’dan alır. Formasyon altta kireçtaşı, ortada şeyl-çört ardalanması ve üstede genellikle ince yumrulu kireçtaşından oluşur. Büyükada Formasyonu altta Kartal, üstte ise Baltalimanı Formasyonu ile dereceli geçişlidir. Birimin kalınlığı 200 m dolayındadır (MTA, 2005).

Büyükada Formasyonu’nun yaşı Geç Eyfeliyen–Fameniyen olarak benimsenmiştir (MTA, 2005). Formasyonu oluşturan kaya türleri ramp (ramp tipi şelf) ortamında kıta yamacına yakın olan kesimi ile kıta yamacında çökemiş olmalıdır (Önalın, 1987/1988).

#### 4.1.11.1. Bostancı Üyesi (DCdbb)

Birim, Kaya (1973) tarafından ‘‘Bostancı üyesi’’ olarak Bostancı yerleşim alanından alınmıştır. Üye genel olarak koyu-açık gri renkli, ince-orta tabakalı, şeyl arakatlı kireçtaşlarından oluşur. Birim altta Kartal Formasyonu, üstte Yörükali üyesi ile dereceli geçişlidir. 10-50 m arasında değişen bir kalınlığa sahiptir (MTA, 2005).

Daha çok goniatit ve trilobit, nadir olarak ta tek mercan, brakiyopod ve radyolarya fosilleri içeren birimin yaşı Geç Eyfeliyen olarak kabul edilmiştir (MTA, 2005). Birim ramp ortamının kıta yamacına yakın kesiminde çökelmiş olmalıdır (Önal, 1987/1988).

#### 4.1.11.2. Yörükali Üyesi (DCdby)

Birim, Kaya (1973) tarafından ‘‘Yörükali üyesi’’ olarak adlanmıştır. Birim adını Yörükali’den alır. Üye gri, pembe ve sarımsı kahverenkli, şeyl ile siyah renkli çört-radyolarit ardalanmasından oluşur. Birim altta Bostancı, üstte ise Ayineburnu üyeleri ile dereceli geçişlidir. Üyenin kalınlığı değişken olup, yer yer 100 m ye varan kalınlığa ulaşır (MTA, 2005).

Üyenin yaşı içerdiği fosiller ve stratigrafik konumu itibariyle Givesiyen-Frasniyen olarak kabul edilmiştir (MTA, 2005). Üyenin çökme ortamı, ramp tipi şelfin önündeki kıta yamacı olmalıdır (Önal, 1982, 1987/1988).

#### 4.1.11.3. Ayineburnu Üyesi (DCdba)

Birim, ilk kez Kaya (1971) tarafından ‘‘Ayineburnu üyesi’’ olarak adlanmıştır. Birim adını Ayine (Pınar) Burnu’ndan alır. Üye genel olarak açık gri ve kırmızı renkli, ince yumrulu kireçtaşı ile gri ve pembe renkli, çok ince şeyl ardalanmasından oluşur. Altta Yörükali üyesi, üstte ise Baltalmanı Formasyonu ile dereceli geçişli olan birimin kalınlığı 25-75 m arasındadır (MTA, 2005).

Trilobit, goniatit, radyolarya ve konodont fosilleri içeren birimin yaşı Fameniyen olarak benimsenmiştir (MTA, 2005). Üye, kıta yamacında çökelmiş olmalıdır (Önal, 1987/1988).

#### 4.1.12. Baltalimanı Formasyonu (DCdbl)

Birim, ilk kez Kaya (1971) tarafından "Baltalimanı Formasyonu" olarak adlanmıştır. Birim adını Baltalimanı Deresi'nden alır. Formasyon siyah ve açık gri renkli, laminalı, radyolarit-opalimsi çört ve şeyl ar dalanmasından oluşur. Birim altta Büyükada Formasyonu'nun Ayineburnu üyesi, üstte ise Trakya Formasyonu ile geçişlidir. Yaklaşık 25-75 m dolayında kalınlığa sahiptir (MTA, 2005).

Yoğun olarak radyolary faunası içeren formasyonun yaşı Turneziyen (Erken Karbonifer) olarak kabul edilmiştir. Birimin abisale yakın yamaç ortamında çökeldiği düşünülmektedir (MTA, 2005).

#### 4.1.13. Trakya Formasyonu (Ct)

Birim, Penck (1919) tarafından "Trakya Serisi" (Die thrazische Serie)" olarak adlanmıştır. Kaya (1971) ise,"Serie"nin zaman stratigrafi terimi olması nedeniyle bu adı "Trakya Formasyonu" olarak değiştirmiştir.

Formasyon genelde yeşilimsi gri, yersel olarak pembe renkli, ince-orta tabakalı, kumtaşı ve şeyl ar dalanmasından oluşur (Şekil 4.3). Birim altta Baltalimanı Formasyonu ile geçişlidir: üstü aşınmalı olup, Permo-Triyas yaşlı ve daha genç birimler tarafından açılı uyumsuz olarak üzerlenir. Kalınlığı 500-1000 m arasında olduğu tahmin edilmektedir (MTA, 2005).

Karbonatlı kesimleri makro ve mikro fauna ve flora içeren birimin yaşı Turneziyen-Vizeyen olarak kabul edilmiştir (MTA, 2005). Trakya Formasyonu'nun alt yarısı türbiditlerin geliştiği derince bir denizde (abisal), üst kesimi de daha sığ çökel alanlarında oluşmuştur (Önalın, 1982).



Şekil 4.3 Trakya Formasyonu, Gebze

#### 4.1.14. Kapaklı Formasyonu (PTRk)

Birim Altınlı (1968 a-b) tarafından “Kapaklı Formasyonu” (daha az volkanitli) ve “Dümbüldek Formasyonu”(daha çok volkanitli) olarak adlanmıştır. Yurtsever (1982) , her iki birime de “Kapaklı Formasyonu” adını uygulamıştır. Birim adını Kapaklı Pınarı’ndan alır.

Birim altta kırmızımsı mor renkli, kalın tabakalı çakıtaşı ve çakıtaşı konglomeratik kumtaşından; üstte ise koyu kırmızı renkli, şeyl ve çamurtaşı ile ince tabakalı kumtaşı ardalanmasından oluşur. Birimin alt düzeyini oluşturan çökeller “Ayvalıdere üyesi”, üst düzeyini oluşturanlar ise “Alfaklar üyesi” adı altında incelenmiştir. Birimin volkanitlerden andezitik-bazaltik ve dasitik olanları ”Karacatepe volkanit üyesi” olarak ayrılanmıştır. Karacatepe Volkanit Üyesi, Ayvalıdere Üyesi ve Alfaklar Üyesi ile tektonik dokanaktır (MTA, 2005).

Birim genellikle Alt Karbonifer çökelleri üzerinde açısız uyumsuzlukla yer alır. Üstte ise genelde Erikli Formasyonu giriktir. Birimin kalınlığı 10-800 m arasında değişmektedir (MTA, 2005).

İçinde herhangi bir fosile rastlanamayan birimin yaşı stratigrafik konumuna göre Permiyen-İndüyen (Erken Skitiyen) olarak kabul edilmiştir. Kapaklı Formasyonu akarsu çökelleriyle temsil edilmektedir (MTA, 2005).

#### 4.1.14.1. Karacatepe Volkanit Üyesi (PTRkk)

Kapaklı Formasyonu'nu dayk ve siller halinde kesen ve yalnız Kapaklı Formasyonu içinde kalan volkanitler, "Karacatepe volkanit üyesi" olarak adlandırılmıştır. Birim adını Karaca Tepe'den almaktadır.

Üye-pembe-mor ve yeşil renkli, andezit, bazalt, dasit, riolit ve ignimbirit tüften oluşur. Üyenin yaşı, Kapaklı Formasyonu içinde dayk ve siller halinde bulunması ve üstteki denizel birimleri kesmemesi nedeniyle Geç Permiyen-İndüyen olarak değerlendirilmiştir (MTA, 2005).

#### 4.1.14.2. Ayvalidere Üyesi (PTRkay)

Genelde kum matriksli karasal çakıltaşları Çakır (2000) tarafından İzmit Formasyonu kapsamında "Ayvalidere konglomera üyesi" olarak adlandırılmıştır. Birim tamamen çakıltaşından yapılmaması nedeniyle "Ayvalidere üyesi" olarak değiştirilmiştir.

Üye kırmızı, morumsu kırmızı ve mor renkli, kalın tabakalı çakıllı kumtaşı, çakıltaşı ve orta-kalın tabakalı kumtaşından oluşur. Birim altta Trakya Formasyonu üzerine açısız uyumsuzlukla yer alır, üstte ise Alfaklar üyesi ile dereceli geçişlidir. Üyenin kalınlığı 300 m den çok olduğu tahmin edilmektedir.

İçinde herhangi bir fosile rastlanmayan birimin yaşı Kapaklı Formasyonu'nun üyesi olması nedeniyle Geç Permiyen-İndüyen olarak kabul edilmiştir. Birim akarsu çökelleri ile temsil edilmektedir (MTA, 2005).

#### 4.1.14.3. *Alfaklar Üyesi (PTRkal)*

Karasal ortamı karakterize eden kumtaşı aratabakalı çamurtaşı ve şeyllere ‘‘Alfaklar üyesi’’ adı verilmiştir. Üye genelde koyu kırmızı, ince kumtaşları araseviyeli, şeyllerden ve çamurtaşlarından oluşur. Birim altta Ayvalıdere üyesi ile dereceli geçişli olup, üstte Geç Kretase–Paleosen yaşlı birimlerle tektonik dokanaktır. Birimin kalınlığı 500 m’nin üstünde olduğu düşünölmektedir (MTA, 2005).

İçerisinde herhangi bir fosile rastlanamayan birimin yaşı, Kapaklı Formasyonu’nun üyesi olması nedeniyle Geç-Permien-İnduyen olarak kabul edilmiştir (MTA, 2005).

#### 4.1.15. **Erikli Formasyonu (TRe)**

Birim, ilk kez Yurtsever (1982) tarafından ‘‘Erikli Formasyonu’’ olarak adlanmıştır. Birim adını Erikli Dere’den almaktadır. Formasyon gri ve bej renkli, ince-orta tabakalı kuvars kumtaşı, silttaşı, şeyl ve kumlu kireçtaşıdan oluşur. Birim altta Kapaklı formasyonu ile giriktir. Üstte ise, Demirciler Formasyonu ile geçişlidir. Birimin kalınlığı 1-80 m arasında değişmektedir (MTA, 2005).

Birimin yaşı içerdığı foraminifer faunasına dayanarak Olenekiyen (Erken-Geç Skitiyen) olarak kabul edilmiştir. Formasyon kıyı-sığ deniz çökelleriyle temsil edilir (MTA, 2005).

#### 4.1.16. **Demirciler Formasyonu (TRd)**

Birim ilk kez Yurtsever (1982) tarafından ‘‘Demirciler Formasyonu’’ olarak adlanmıştır. Birim adını Demirciler Köyü’nden almaktadır. Birim, gri ve siyah renkli, ince-orta tabakalı, killi, mikritik kireçtaşı ile yeşilimsi gri, boz renkli, ince tabakalı silttaşı, şeyl ve az oranda kumtaşı araldanmasından oluşur. Birimin alt düzeylerinde, 60-70 m kalınlığında, açık gri renkli, orta-kalın tabakalı kireçtaşları yer alır. Bu birim, ‘‘Değirmen kireçtaşı üyesi’’(Yurtsever, 1982) olarak adlanmıştır. Birim altta Erikli, üstte ise Ballıkaya formasyonları ile dereceli geçişlidir. Kalınlığı 50-400 m arasında değişmektedir (MTA, 2005).

Demirciler Formasyonu’nun yaşı içerdığı mikro ve makro faunaya ve ammonit fosillerine dayanılarak ‘‘Geç Skitiyen (Olenekiyen)’’ olarak belirlenmiştir (MTA,

2005). Birim, sıg bir denizin infraneritik bölgesinde çökelmıştır (Özdemir ve diğ., 1973).

#### 4.1.16.1. Değirmen Kireçtaşı Üyesi (TRdd)

Demirciler Formasyonu'nun taban kesiminde mercekler halinde yer alan kireçtaşı-dolomitik kireçtaşları Yurtsever (1982) tarafından "Değirmen kireçtaşı üyesi" olarak adlandırılmıştır. Birim adını Değirmen Dere'den alır.

Üye açık gri renkli, ince-kalın tabakalı, kireçtaşı ve dolomitik kireçtaşlarından oluşur. Altta Erikli Formasyonu, yanalda ve üstte ise Demirciler Formasyonu'nu oluşturan birimlerle dereceli geçişli olan üyenin kalınlığı en çok 65 m'dir (MTA, 2005).

Birimin yaşı önceki araştırmacılar tarafından (Gedik, 1975; Dağar, 1978) tarafından "Geç Skitiyen (Olenekiyen)" olarak belirlenmiştir. Üye şelf ortamı çökeliyle temsil edilmektedir (MTA,2005).

#### 4.1.17. Ballıkaya Formasyonu (TRb)

Birim ilk kez Yurtsever (1982) tarafından "Ballıkaya Formasyonu" olarak adlanmıştır. Birim adını Ballıkaya Dere'den alır. Formasyon genelde gri, koyu gri ve siyah renkli, ince-kalın tabakalı, dolomit ve dolomitik kireçtaşlarından oluşur. Birimin alt kesimleri gri renkli, ince tabakalı mikritik kireçtaşı ara katmanları içerir (Çerikçioğlu, 2001). Birim altta Demirciler, üstte Kazmalı formasyonları ile dereceli geçişlidir. Formasyonun kalınlığı 5-350 m arasında değişmektedir (MTA, 2005).

Birimin yaşı stratigrafik konumuna ve içerdiği konodont ve foraminifer fosillerine göre Olenekiyen-Erken Anisiyen olarak kabul edilmiştir. Formasyon platform karbonatlarıyla temsil edilmektedir (MTA, 2005).

#### 4.1.18. Kazmalı Formasyonu (TRk)

Birim, İrtem (1968) tarafından "Kazmalı Formasyonu" olarak adlanmıştır. Birim adını Muallinköy güneybatısındaki Kazmalı Sırtı'ndan alır. Birim genel olarak gri renkli, ince-orta tabakalı, mikritik-killi kireçtaşı ve yeşilimsi gri renkli, silttaşı-marn-şeyl araldanmasından oluşur. Üst düzeylerinde yer alan 5-30 m kalınlığındaki kırmızı renkli,

ince-orta tabakalı, mikritik kireçtaşı ile aynı renkteki şeyl ardalanması ‘‘Kuşça üyesi’’ olarak ayırtlanmıştır. Birim altta Ballıkaya, üstte Tepeköy formasyonları ile dereceli geçişlidir. Birimin kalınlığı 300 m dolayındadır (MTA, 2005).

Ammonit, foraminifer ve konodont bakımından oldukça zengin olan birimin yaşı Geç Anisiyen-Erken Karniyen olarak benimsenmiştir. Birimin açık denizde (açık şelfte) çökelmiş olabileceği düşünülmektedir (MTA, 2005).

#### 4.1.18.1 Kuşça Üyesi (TRkk)

Birim, Yurtsever (1982) tarafından Tepeköy Formasyonu kapsamında ‘‘Kuşça üyesi’’ olarak adlanmıştır. Bu ad ilk kez Altınlı ve diğ.(1970) tarafından Tepecik (Tepeköy) Birim adını Kuşça Pınarı’ndan alır.

Üye kırmızı renkli, ince-orta tabakalı, killi ve mikritik kireçtaşı ile bu kireçtaşı tabakaları arasında ince katmanlar halinde yer alan kırmızı renkli şeyllerden oluşur. Altta Kazmalı, üstte Tepeköy formasyonları ile geçişli olan üyenin kalınlığı 30 m dolayındadır (MTA, 2005).

Ammonit, foraminifer, konodont bakımından oldukça zengin olan üyenin yaşı Ladiniyen-Erken Karniyen olarak kabul edilmiştir. Birimin yumrulu ve ammonitli oluşu, eğimli açık şelf koşulları ortamında çökelmiş olduğunu gösterir (MTA, 2005).

#### 4.1.19. Tepeköy Formasyonu (TRt)

Birim, ‘‘Tepeköy Formasyonu’’ olarak adlandırılmıştır. Bu ad ilk kez Altınlı ve diğ. (1970) tarafından halobiyalı şeyllerin de içinde yer aldığı ammonitli-yumrulu kireçtaşı, kumtaşı ve kireçtaşlarından oluşan istifeye verilmiştir. Birim adını Tepecik Köyü’nden alır.

Birim Tepecik Köyü dolayında yeşil-yeşilimsi gri ve kırmızı renkli, ince tabakalı, kumtaşı arakatmanlı şeylerden oluşur. Birim altta Kuşça üyesi ile geçişli, üstte ise Çerkeşli formasyonları ile dereceli geçişlidir. Kalınlığı 30-75 m dolayındadır (MTA, 2005).



Birimde halobiya fosilleri yaygındır. Birimin yaşı stratigrafik konumu ve fosillerine dayanılarak Geç Karniyen olarak benimsenmiştir. Birimin açık şelfte çökelmiş olabileceği düşünülmektedir (MTA, 2005).

#### **4.1.20. Bakırlıkıran Formasyonu (TRba)**

Permo-Triyas istifinin en üstünde yer alan birim Kaya ve Lys (1979/1980) tarafından ‘‘Bakırlıkıran Formasyonu’’ olarak adlanmıştır. Formasyon açık gri-sarımsı gri, ince-orta tabakalı ile yeşilimsi gri renkli, ince tabakalı-laminalı şeyl ardalanmasından oluşur.

Altta Tepeköy Formasyonu ile dereceli geçişli olan birim, hiçbir birim tarafından örtülmemektedir. Birimin kalınlığı 35 m dolayındadır (MTA, 2005). Formasyonda mikro fauna saptanamamıştır. Şeyller içinde halobiya-hyophoriya gibi fosiller gözlenmiştir (Yurtsever, 1982). Birimin yaşı Noriyen olmalıdır. Formasyon şelf ortamı çökelleriyle temsil edilmektedir (MTA, 2005).

#### **4.1.21. Çerkeşli Formasyonu (TRç)**

Permo-Triyas istifinin en üstünde yer alan birim, ‘‘Çerkeşli Formasyonu’’ olarak adlandırılmıştır. Birim adını Çerkeşli Köyü’nden alır. Birim gri renkli, ince-orta tabakalı kırıntılı kireçtaşı tabakaları içerir.

Birim altta ve yanal yönde Tepeköy Formasyonu ile dereceli geçişlidir. Kazmalı Formasyonu’nun Kuşça üyesi üzerinde uyumlu olarak yer alır. Birimin kalınlığı 50-70 m civarındadır. Kuşça üyesi’nin üzerinde yer aldığı kesitte 100 m olduğu tahmin edilmektedir (MTA, 2005).

Taşınmış olarak mercan, ekinit diken, alg ve nadir olarak ammonit fosilleri içeren birimin yaşı stratigrafik konumu ve içerdiği fosiller itibariyle Noriyen olarak benimsenmiştir. Birimin şelf-açık şelf ortamında çökelmiş olabileceğini düşünülmektedir (MTA, 2005).

#### **4.1.22. Teksen Formasyonu (Kt)**

Paleozoyik ve Permo-Triyas yaşlı birimler üzerine uyumsuzlukla gelen birim ‘‘Teksen Formasyonu’’ olarak adlandırılmıştır. Birim adını Teksen Köyü’nden alır. Formasyon

genelde kumtaşı, merceksele çakıltaşı ve kumtaşı-şeyl aralanmasından oluşur. Kumtaşları yeşilimsi gri, gri, ince-kalın tabakalı, karbonat çimentoludur. Paleozoyik ve Triyas yaşlı birimler üzerine açısız uyumsuzlukla gelen birim, yanal yönde Kutluca Formasyonu, üstte ise Akveren Formasyonu ile dereceli geçişlidir. Birimin kalınlığı 25-100 m arasında değişmektedir (MTA, 2005).

Makro fosil olarak bol miktarda *Cyclolites* ve iri gastropod içeren birimin yaşı, içerdığı fosiller ve stratigrafik konumuna göre Santoniyen-Kampaniyen olarak kabul edilmiştir. Formasyon genel olarak sığ deniz çökeli olup, karasal girdiler içerir (MTA, 2005).

#### 4.1.22.1. Eren Çakıltaşı üyesi (Kte)

Teksen Formasyonu'nun tabanında yer alan gevşek tuturulmuş, tane destekli çakıltaşları "Eren çakıltaşı üyesi" olarak adlandırılmıştır. Birim adını Eren Tepe'den alır.

Üye kırmızı gri renkli, tabakalanmasız veya kalın tabakalanmalı, gevşek tuturulmuş, çakıltaşlarından oluşur. Paleozoyik ve Triyas yaşlı birimler üzerine açısız uyumsuzlukla gelen birim, yanal yönde ve üstte Teksen, Hereke ve Akveren formasyonları ile dereceli geçişlidir. Birimin kalınlığı 0-20 m arasında değişmektedir (MTA, 2005).

Fosil içermeyen birimin yaşı, Teksen Formasyonu'nun üyesi olmasından dolayı Santoniyen-Kampaniyen olarak kabul edilmiştir. Birim, genellikle karasal, daha az oranda sığ denizel özellikler gösterir (MTA, 2005).

#### 4.1.23. Hereke Formasyonu (Kh)

Genelde kireçtaşı çakıllarından ve konglomeratik kireçtaşı, çakıltaşı özelliğindeki birim, "Hereke Formasyonu" olarak adlandırılmıştır. Birim adını Hereke İlçesi'nden alır.

Birim genelde çakıllı kireçtaşı ve/veya kireç çimentolu çakıltaşından meydana gelir. Birimin kireçtaşı olan kesiminde rudistler gözlenir. Paleozoyik ve Triyas yaşlı birimler üzerine açısız uyumsuzlukla yer alan birim, üstte Akveren Formasyonu ile geçişlidir. Yanal yönde ise Kutluca ve Teksen formasyonları ile giriktir (MTA, 2005). Kalınlığı Altınlı ve diğ. (1970) tarafından tip kesitinde 83 m olarak ölçülmüştür.

Birimin yaşı, Kutluca Formasyonu ile yanal yönde girik olduğundan, geç Kampaniyen-Erken Maastrichtiyen olarak kabul edilmiştir. Formasyon sığ deniz çökellerle temsil edilmektedir (MTA, 2005).

#### **4.1.24. Kutluca Formasyonu (Kk)**

Birim, Altınlı ve diğ.(1970) tarafından ‘‘Kutluca Formasyonu’’ olarak adlanmıştır. Formasyonu genelde açık gri, bej ve pembe renkli, ince-kalın tabakalı, kireçtaşıdan oluşur. Koyu gri renkli, orta-kalın tabakalı, kumlu kireçtaşı karakterindedir. Birimde Rudist fosilleri gözlenir. Paleozoyik ve Triyas yaşlı birimler üzerinde açısız uyumsuz olarak bulunur. Üstte Akveren Formasyonu ile geçişlidir. Kalınlığı 0-70 m arasında değişir (MTA, 2005).

Makro ve mikro fauna bakımından oldukça zengin olan birimin yaşı ‘‘Geç Kampaniyen-Erken Maastrichtiyen’’ olarak kabul edilmiştir. Birimin sığ denizel ortamda çökeldiği düşünülmektedir (MTA, 2005).

#### **4.1.25. Akveren Formasyonu (KTa)**

Şeyl-marn arakatkılı killi-mikritik kireçtaşlarına ‘‘Akveren Formasyonu’’ adı uygulanmıştır. Birim adını Akviran (Akveren) Köyü’nden alır. Formasyon beyaz, bej ve pembe renkli, ince-orta tabakalı, mikritik ve killi kireçtaşı, kalkarenit, marn ve yeşilimsi gri-yeşil renkli şeyllerden oluşur (Şekil 4.4). Birim altta Kutluca ve Hereke formasyonlarıyla, üstte Atbaşı Formasyonu ile dereceli geçişlidir. Diğer birimlerle de tektonik ilişkilidir. Birimin kalınlığı 350 m dolayındadır (MTA, 2005).

Yer yer yoğun olarak ekinit fosilleri içeren Akveren Formasyonu’nun yaşı Geç Kretase-Paleosen (Gedik ve Korkmaz, 1984) olarak belirlenmiştir. Birim kısmen farklı ortamlarda çökelmiştir. Teksen Formasyonu’nun üzerindeki yerlerde çökeltme ortamı şelftir (MTA, 2005).



Şekil 4.4 Akveren Formasyonu, Dilovası

#### 4.1.26. Atbaşı Formasyonu (Ta)

Ağırlıklı olarak şeyl ve marnlardan oluşan birime ‘‘Atbaşı Formasyonu’’ adı verilmiştir. Bu ad ilk kez Ketin ve Gümüş (1962) tarafından Sinop yöresinde yüzeyleyen benzer özellikteki Paleosen-Erken Eosen yaşlı birimlere verilmiştir. Birim adını Sinop-Ayancık arasındaki Atbaşı Köyü’nden alır (MTA, 2005).

Genelde yeşil, grimsi, yeşilimsi gri renkli, ince-orta tabakalı, şeyl, kıltaşı ve marndan oluşan üye, nadir olarak aratabakalar halinde ince kumtaşı içerir. Birim altta Akveren Formasyonu ile dereceli geçişlidir. Darıca ve Karapürçek formasyonları tarafından aşıl uyumsuzlukla örtülmektedir. Formasyonun kalınlığı 50-300 m arasında değişmektedir (MTA, 2005).

Birimin yaşı nummulit ve diğer mikrofaunalar, planktik foraminifer ve nannoplanktonlara göre Kocaeli Yarımadası’nın orta ve güney kısımlarında Tanesiyen-Erken İpresiyen olarak belirlenmiştir. Birim şelf-derin şelfte çökelmiş olmalıdır (MTA, 2005).

#### **4.1.27. Kayalitepe Formasyonu (Tk)**

Zayıf tutturulmuş kuvars kumtaşı ve çakıltaşları ‘‘Kayalitepe Formasyonu’’ olarak adlanmıştır. ökeller adını Kayalı Tepe’den alır. Birim beyaz, açık sarı ve nadiren kırmızı-pembe, oldukça zayıf tutturulmuş, çapraz tabakalı kumtaşı ve çakıltaşından oluşur. Formasyon, kendinden yaşlı birimler üzerine açısız uyumsuz olarak yer alır. Üstte ve yanal yönde Meşetepe Formasyonu ile giriktir. Kalınlığı en çok 100 m dolayındadır (MTA, 2005).

Herhangi bir fosile rastlanamayan birimin yaşı Meşetepe Formasyonu ile olan yanal girikliği nedeniyle Geç Oligosen-Erken Miyosen olarak benimsenmiştir. Formasyon akarsu çökelleriyle temsil edilmektedir (MTA, 2005).

#### **4.1.28. Meşetepe Formasyonu (Tm)**

Ağırlıklı olarak kömürlü kıltaşı, şeyl, marn, silttaşı ve az miktarda kumtaşı-çakıltaşlarından oluşan birim ‘‘Meşetepe Formasyonu’’ olarak adlanmıştır Birim adını Meşe Tepe’den alır (MTA, 2005).

Formasyon genel olarak yeşil, yeşilimsi gri, gri ve kirlili beyaz renkli, ince tabakalı, kömürlü, şeyl, marn, silttaşı ve kıltaşı ile mercekler halinde bulunan zayıf tutturulmuş kuvars kumtaşı ve çakıltaşından oluşur. Altta ve yanal yönde Kayalitepe Formasyonu ile geçişli olan birim, bazı yerlerde Kuvaterner yaşlı birimler tarafından örtülmektedir. Kalınlığı en çok 100 m dolayında olan formasyon, kendisini oluşturan kaya türleri arasında yanal ve dikey yönde değişim gösterir (MTA, 2005).

Birimin kömürlü düzeylerinde palinolojik yaş tayini yapılmış olup, birimin yaşı Geç Oligosen-Erken Miyosen olarak kabul edilmiştir. Formasyon göl, akarsu ve yelpaze çökelleri ile temsil edilmektedir (MTA,2005).

#### **4.1.29. Darıca Formasyonu (Td)**

Yığılım halinde şeyl parçalarından ve çamur matriksinden oluşan bloklu yelpaze çökelleri ‘‘Darıca Formasyonu’’ olarak adlanmıştır. Birim sadece Darıca Yarımadağı’nda yüzeyler (MTA, 2005).

Formasyon genellikle grimsi yeşil, haki renkli, şeyl materyalinden oluşur. Birimde Ballıkaya ve Akveren Formasyonlarına ait kireçtaşı, çakıl ve blokları gözlenir. Birim Triyas yaşlı birimler ile Akveren Formasyonu üzerinde açısız uyumsuz olarak yer alır. Üzerinde uyumlu olarak Karapürçek Formasyonu bulunur. Formasyonun kalınlığının 50 m dolayında olabileceği tahmin edilmektedir (MTA, 2005).

Birimde herhangi bir fösile rastlanamamıştır. Yaşı stratigrafik konumuna göre geç Pliyosen olarak kabul edilmiştir. Birim, alüvyal yelpaze çökeldir. (MTA, 2005).

#### **4.1.30. Karapürçek Formasyonu (TQk)**

Bu birim ilk kez Emre ve diğ. (1998) tarafından Karapürçek Köyü civarında yüzeyleyen Geç Pliyosen-Erken Pleyistosen yaşlı birimlere verilmiştir.

Birim sarı, sarımsı kahve ve kırmızı renkli, gevşek tutturulmuş kumtaşı, çakıllı kumtaşı, çakıltaşı ile yeşilimsi gri renkli silttaşı, kiltası ve çamurtaşlarından oluşur. Birim alta Darıca Formasyonu ile uyumlu, kendisinden yaşlı birimlerle uyumsuzdur. Formasyonun kalınlığı en çok 30 m dolayındadır (MTA, 2005).

Formasyonda saptanan büyük ve küçük memeli faunasına göre birimin yaşı Pliyosen-Erken Kuvaterner olarak benimsenmiştir. Formasyon akarsu ve yelpaze çökelleri ile temsil edilmektedir (MTA, 2005).

#### **4.1.31. Traverten (Qt)**

Beyaz ve bej renkli, bitki sapı boşluklu karbonatlardır. Çalışma alanında sınırlı yüzlekleri mevcuttur (MTA, 2005)

#### **4.1.32. Alüvyon (Qal)**

Akarsu vadilerinde, çakıl, kum, silt ve killerden oluşur. Kötü boylanmış ve tutturulmamıştır (MTA, 2005).

#### **4.1.33. Sancaktepe Graniti (Psg)**

Gebze'nin yakın kuzey-kuzeybatısında yüzeyleyen pembe renkli plüton''Sancaktepe graniti'' olarak adlanmıştır (Yılmaz, 1977). Adını Şekerpinar Köyü doğusundaki

Sancak Tepe'den almıştır. Plüton, Tepeören, Balçık, Şekerpınar ve Çayırova köylerinin bulunduğu alanda yüzeyler.

Birim makroskopik olarak pembe renkli, feldispatlı ve kuvarslı derinlik kayacı karakterindedir. İkincil mineraller zirkon, apatit ve opak mineral manyetittir. Sancaktepe granitinin Paleozoyik yaşlı birimleri kestiği gözlenir. Çayırova köyü doğu ve güneyinde, çevre kayalarda kontak metamorfik zon, "Çayırova Kontak Metamorfik Zonu (Çmz)" olarak adlanmıştır.

Granitte mineral ve tüm kayaların bir arada gösterildiği mutlak yaş tayininde Rb-Sr izokron yöntemiyle  $255 \pm 5$  my, yalnız biyotit mineralleri üzerinde uygulanan K-Ar yöntemiyle ise 254 my değeri elde edilmiştir (Yılmaz, 1977). Bu veriye göre Sancaktepe granitinin yaşı Saksoniyen (Permien)'dir.

#### **4.1.34. Eskihisar Andeziti (Kea)**

Eskihisar Köyü civarında gözlenen gri renkli andezitik sokulumlar, "Eskihisar andeziti" olarak adlanmıştır. Birim yalnız Eskihisar Köyü doğu ve kuzeydoğusunda yüzeyler. Birim gri renkli, oldukça sert yapılı andezitten oluşur. Söz konusu andezit daykı daha üst kesimi gözlenemeyen geç Skitiyen-Erken Anisiyen yaşlı Ballıkaya Formasyonu'nu kesmiş ve kontak metamorfizmaya uğratmıştır. Kocaeli Yarımadası'nda Kapaklı Formasyonu dışında hiçbir Triyas biriminin volkanik katkı içermemesi ve volkanitler tarafından kesilmemesi nedeniyle Eskihisar andezitinin Kretase dönemine ait olabileceği düşünülmektedir. Yurtsever (1982) söz konusu andezit daykının dokanağında Ballıkaya, Demirciler ve Erikli formasyonlarının mermerleşmiş parçalarının bulunduğunu belirtmiş ve bu lokasyondaki andezit volkanizmasının Kocaeli Yarımadası kuzeyindeki Geç Kretase yaşlı volkanizmaya bağlı olması gerektiğini ileri sürmüştür. Bu yoruma dayanarak, Eskihisar andezitinin yaşı Geç Kretase olarak kabul edilmiştir.

#### **4.1.35. Çayırova Kontakt Metamorfik zonu (Çmz)**

Sancaktepe granitinin (Gebze kuzeybatısı) kesmiş olduğu Paleozoyik yaşlı Bakacak ve Kurtköy formasyonlarında zayıf bir kontak metamorfizma etkisi gözlenir (Şekil 4.5). Bu zondan etkilenmemiş paleozoyik çökellerinde ise girintiler halinde granite ait aplit,

pegmatit ve kuvars damarları bulunmaktadır. Bu tür damar kayaçları Şekerpınar (Merkepli) ve Çayrova (Akkilise) köyleri civarı ile Aydımlı Köyü'nün 3-4 km doğusunda tipik olarak gözlenir (MTA, 2005). Bu zonda mermer, şist ve metasilttaşı gözlenmektedir.



Şekil 4.5 Çayrova Kontak Metamorfik zonu, Çayrova

## 4.2. YAPISAL JEOLJİ VE TEKTONİK

Kocaeli Yarımadası'nda yüzeyleyen birimlerden Paleozoyik ve Permo-Triyas yaşlı istifler allokton, Geç Kretase-Eosen yaşlı olanları yarı otokton, Oligo-Miyosen ve Pliyo-Kuvaterner yaşlı olanları da otoktondur.

Tektonik hareketler sonucunda kıvrımlı yapılardan çok kırıklı yapıların gelişmiş olduğu Kocaeli Yarımadası'nda bulunan çalışma alanında Darıca-Tuzla örtülü Fayı ve Kuzey Anadolu Fayı'na bağlı gelişmiş olan aktif özellikli ikincil sistemleri önemli tektonik yapılardır. Yaklaşık doğu-batı uzanımlı olan bu fay sistemleri dışında diğer



tüm yönlerde büyük-küçük birçok fay mevcuttur. Bu faylar normal, düşey, ters, doğrultu atımlı ve sürüklenme niteliğindedir (MTA, 2005).

#### **4.2.1. Faylar**

##### *4.2.1.1. Darıca-Tuzla Örtülü Fayı (DTÖF)*

Darıca-Tuzla yarımadaçıklarının kuzey-kuzeydoğusunda, arazi gözlemleriyle açık olarak saptanamayan fay, "Darıca-Tuzla Örtülü Fayı" olarak adlanmıştır. Kuzeybatı-güneydoğu uzanımlı olan bu fay, yaklaşık 14 km uzunluğunda, normal veya verev atımlı olmalıdır. Gebze güneybatısında yer alan Eskihisar'ın hemen doğusunda Marmara Denizi'nden karaya uzanır. Bu fay Karapürçek Formasyonu ile örtülüdür. Bu nedenle yaşı Pliyosen olmalıdır. Bu fayın hareketli bir fay olduğu düşünülmektedir (MTA, 2005).

##### *4.2.1.2. Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ)*

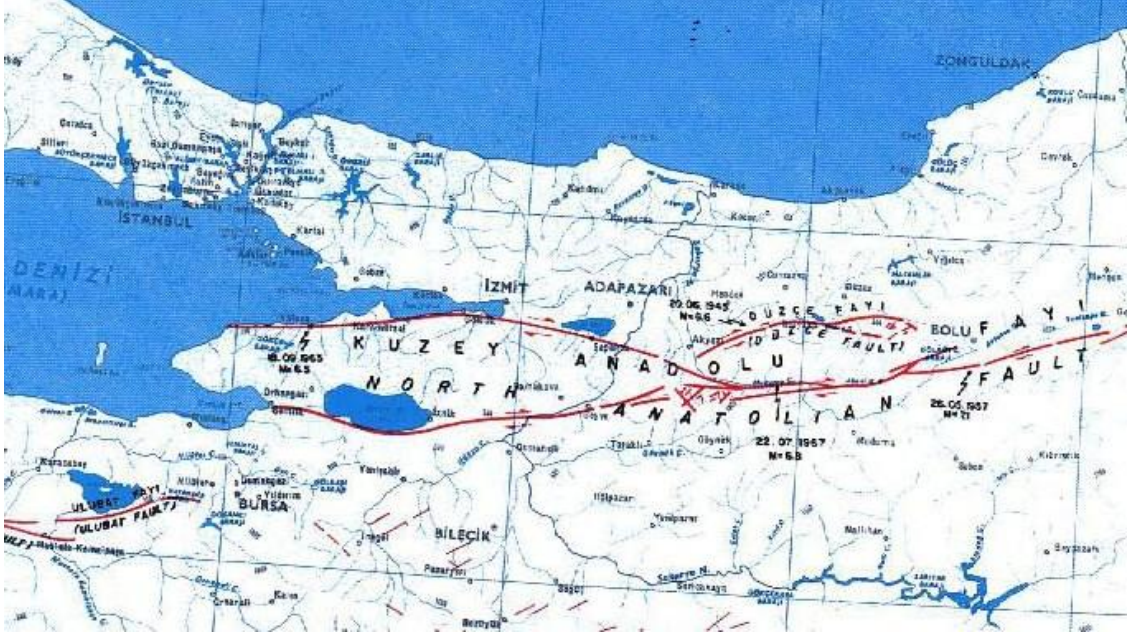
Çalışma alanında Kuzey Anadolu Fayı'na bağlı olarak gelişen faylar, Gebze güneydoğusunda yer alan Darıca Yarımadaçığı'nda gözlenir. Darıca'nın doğu kıyısında, geç Kampaniyen-Selandiyen yaşlı Akveren Formasyonunun yüksek açılı ters fayla kuzeyden güneye doğru yamaç molozuna bindirdiği gözlenir. Bu bindirme fayı, KAF'ın sıkışmalı bölümünde, bu fayın bileşeni olabilir. Ayrıca Darıca kuzeyinde Akveren Formasyonu ile Pliyo-Kuvaterner yaşlı Darıca-Karapürçek formasyonlarının tektonik dokanıklı olduğu, genç birimlerin hava fotoğrafı görüntülerinde gözlenen lineasyonların Kretase ve daha yaşlı birimler içinde devam ettiği görülmektedir. Bu değerlendirmelere göre, bu yörede aktif fayların etkili olduğu düşünülebilir (MTA, 2005).

#### **4.2.2. Kıvrımlar**

İnceleme alanının batısında paleozoyik yaşlı, dayanımı düşük şeyl ve grovak gibi kayalarda Sancaktepe Plütonunun etkisiyle meydana gelmiş kıvrımlar bulunmaktadır. İnceleme alanının batısında ise bu plütonun etkisi daha azdır. Yukarı Hereke'nin 5 km kadar kuzeyinde N60E doğrultulu ve SW ya dalımlı bir antiklinal (Eroskay 1978) bulunmaktadır. Alpin orojenezik fazların etkisiyle, duraylı ve katılmış temel kayaları üzerindeki Mesozoyik örtüde az sayıda geniş kıvrımlar oluşmuştur. Triyas sisteminde başlıca N80E veya N80W doğrultulu 20-25 SE veya 20-25 SW ya eğimli katmanlar ölçülmüştür. Kıvrım eksenleri yaklaşık E-W uzanır. Üst Kretase-Paleosen de benzer



arasında değişmektedir. Fay, Doğu Anadolu Fayı ile kesiştiği Karlıova üçlü birleşim noktasından başlar, orta kesiminde dışa bükey bir kavis yaparak Mudurnu Vadisi segmentinin batı ucuna kadar devam eder. Mudurnu Vadisi segmentinin batısında iki ana kola ayrılarak kuzeydeki kol, Sapanca ve Armutlu Yarımadası'nın kuzeyini takip ederek, Marmara Denizi içinden Saros Körfezi boyunca devam eder ve Ege Denizi içinde Korint Körfezine doğru ilerler. Fay, Sapanca Gölü güneyi boyunca İzmit Körfezi'ne kadar çok belirgin olarak izlenebilmektedir (Şekil 4.7). Fayın genel doğrultusu K80D-K80B ve DB olarak değişmektedir. Sapanca-Gölcük arasında fayın uzunluğu, 60 km'dir (Demirtaş ve Yılmaz, 1999).



Şekil 4.7 Kocaeli ve çevresindeki aktif faylar (MTA, 2008)

### 4.3. HİDROLOJİ

Gebze-Çayrova ve Gebze-Dil Deresi Havzası'nın hidrolojik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla bu bölümde, hidrometeorolojik veriler (sıcaklık, yağış, buharlaşma) ve su noktaları (akarsular, kuyular, kaynaklar) incelenmiş ve havzanın su bilançosu hesaplanmıştır.

### 4.3.1. Hidrometeorolojik Veriler

#### 4.3.1.1. Yağış

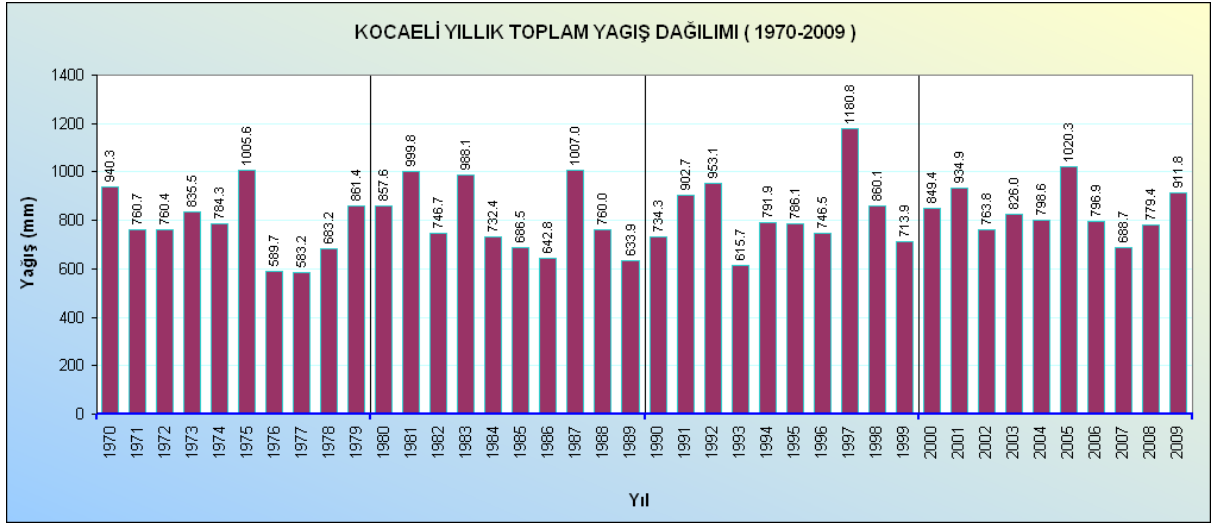
Kocaeli'ye en fazla yağış Aralık ayında düşmektedir. Uzun yıllar içinde yağış miktarlarına bakıldığında en fazla yağış 1997'de ve 1180,8 mm'dir. Son 40 yılın yağış verilerinden yararlanılarak eklenik sapma değerleri hesaplanmıştır (Tablo 4.1-4.2-4.3), Şekil 4.8-4.9). Şekil 4.9'da eklenik sapma ve yağış eğrilerinin pik yaptığı yerler yağışın yükseldiğini ve yağışlı bir dönemi gösterir. Bunun tersi yönündeki eğriler, kurak bir dönemin varlığına işaret eder.

Tablo 4.1 Uzun yıllara ait yağış miktarları ve eklenik sapma değerleri

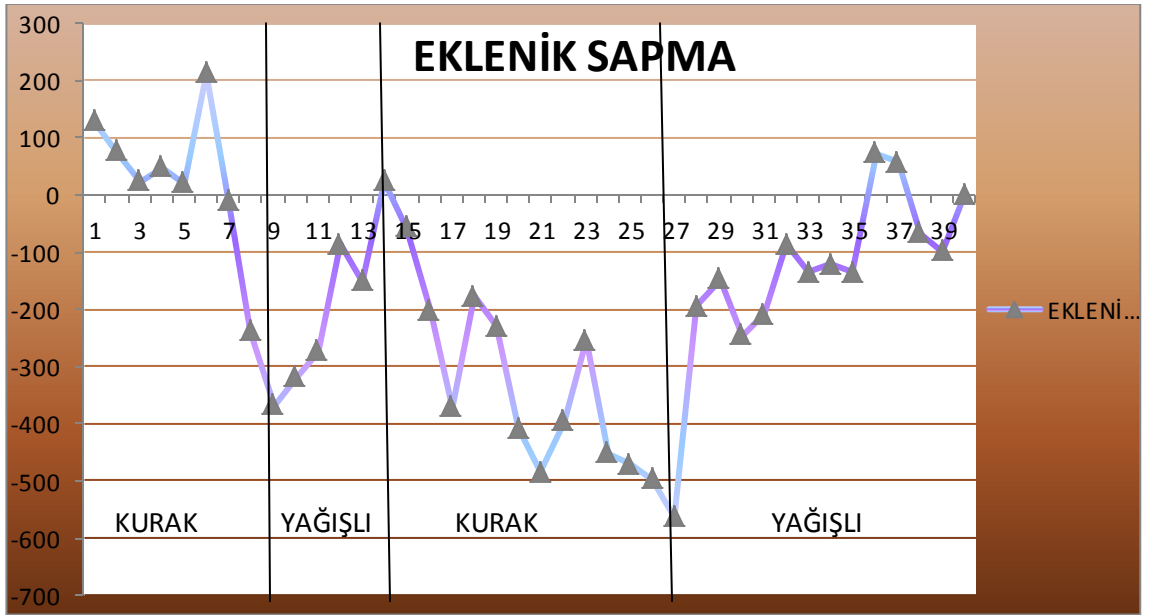
	YILLAR	YAĞIŞ	O.S.	EKLENİK SAPMA		YILLAR	YAĞIŞ	O.S.	EKLENİK SAPMA
1	1970	940,3	127,95	127,95	22	1991	902,7	90,35	-395,6
2	1971	760,7	-51,65	76,3	23	1992	953,1	140,75	-254,85
3	1972	760,4	-51,95	24,35	24	1993	615,7	-196,65	-451,5
4	1973	835,5	23,15	47,5	25	1994	791,9	-20,45	-471,95
5	1974	784,3	-28,05	19,45	26	1995	786,1	-26,25	-498,2
6	1975	1005,6	193,25	212,7	27	1996	746,5	-65,85	-564,05
7	1976	589,7	-222,65	-9,95	28	1997	1180,8	368,45	-195,6
8	1977	583,2	-229,15	-239,1	29	1998	860,1	47,75	-147,85
9	1978	683,2	-129,15	-368,25	30	1999	713,9	-98,45	-246,3
10	1979	861,4	49,05	-319,2	31	2000	849,4	37,05	-209,25
11	1980	857,6	45,25	-273,95	32	2001	934,9	122,55	-86,7
12	1981	999,8	187,45	-86,5	33	2002	763,8	-48,55	-135,25
13	1982	746,7	-65,65	-152,15	34	2003	826	13,65	-121,6
14	1983	988,1	175,75	23,6	35	2004	798,6	-13,75	-135,35
15	1984	732,4	-79,95	-56,35	36	2005	1020,3	207,95	72,6
16	1985	666,5	-145,85	-202,2	37	2006	796,9	-15,45	57,15
17	1986	642,8	-169,55	-371,75	38	2007	688,7	-123,65	-66,5
18	1987	1007	194,65	-177,1	39	2008	779,4	-32,95	-99,45
19	1988	760	-52,35	-229,45	40	2009	911,8	99,45	0
20	1989	633,9	-178,45	-407,9		Ortalama yağış	812,35		
21	1990	734,3	-78,05	-485,95					

Tablo 4.2 Uzun yıllar aylık ortalama yağış (TÜMAS, 2010)

Ortalama Yağış Periyodu	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık Toplam
1970-2009	90	77.8	71.1	54.6	45.8	50.6	39	51.5	51.1	90.9	88.6	106.8	817.8



Şekil 4.8 1979-2009 yılları arasındaki yıllık ortalama yağış (TÜMAS, 2010)



Şekil 4.9 Uzun yıllara ait eklenik sapma grafiği

Tablo 4.3 2001-2004 yılları arası yağışlı gün sayısı ve aylık yağış miktarı (TÜBİTAK MAM, 2004)

YIL	AYLAR												
	Yağış:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2001	Yağışlı gün sayısı	12	16	11	16	11	3	8	8	5	5	17	26
	Aylık Yağış Toplamı (mm)	32,6	75,6	70,7	74,4	23,4	5,4	12,2	220,4	14,9	12,3	150,6	242,4
2002	Yağışlı Gün Sayısı	13	7	10	17	8	9	11	11	12	19	8	12
	Aylık Yağış Toplamı (mm)	54,7	38,9	67,1	71,1	57,0	41,7	100,4	95,4	72,9	53,7	40,9	70,0
2003	Yağışlı Gün Sayısı	22	24	12	11	4	1	6	3	12	18	10	14
	Aylık Yağış Toplamı (mm)	81,4	158	58,0	67,5	8,1	3,8	39,1	0,8	65,4	117,2	93,4	133,3
2004	Yağışlı Gün Sayısı	20,0	15,0	11,0	6,0	6,0	13,0	2,0	8,0	5,0	7,0	9,0	14,0
	Aylık Yağış Toplamı (mm)	177,8	102,9	72,7	40,0	29,2	69,1	10,4	94,1	14,1	40,7	106,6	41,0

#### 4.3.1.2. Buharlaşma

Kocaeli’nde buharlaşmanın olduğu dönemler ilkbahar (Nisan ve Mayıs), yaz (Haziran, Temmuz ve Ağustos) ve sonbahar (Eylül, Ekim ve Kasım) aylarıdır. 2001-2004 yıllarına ait buharlaşma verilerine bakıldığında maksimum buharlaşma miktarı 2002 yılı Haziran ayına ait ve 5,9 mm’dir (Tablo 4.4).

Tablo 4.4 2001 – 2004 yıllarına ait buharlaşma mm (TÜBİTAK MAM, 2004)

YIL	AYLAR												
	Buh.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2001	Buharlaşma (mm)	-	-	-	2,8	3,6	5,8	5,6	4,2	3,7	2,1	1,2	-
2002	Buharlaşma (mm)	-	-	-	2,0	4,4	5,9	5,0	4,4	3,1	1,8	1,2	-
2003	Buharlaşma (mm)	-	-	-	1,0	1,8	2,7	2,6	2,9	1,4	1,7	0,7	-
2004	Buharlaşma (mm)	-	-	-	1,8	1,9	2,1	2,9	2,1	1,8	1,4	1,2	-

#### 4.3.1.3. Sıcaklık

DMI’den alınan verilere göre en yüksek sıcaklıklar yaz aylarında (Haziran, Temmuz ve Ağustos), en düşük sıcaklıklar ise kış aylarında (Aralık, Ocak ve Şubat) gözlenmektedir. Uzun yıllar içinde gerçekleşen en yüksek sıcaklık değeri Temmuz ayında ve 44,1 °C, en düşük sıcaklık değeri ise Şubat ayında ve -8,3 °C olarak ölçülmüştür (Tablo 4.5-4.6).

Tablo 4.5 Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen Ortalama Sıcaklık Değerleri (TÜMAS, 2010)

KOCAELI	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen Ortalama Değerler (1975 - 2008)												
Ortalama Sıcaklık (°C)	6.2	6.4	8.6	13.0	17.4	21.8	23.7	23.6	20.2	16.0	11.4	8.2
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	9.6	10.2	13.1	18.3	23.0	27.5	29.4	29.2	25.7	20.7	15.5	11.4
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	3.4	3.4	5.1	8.8	12.8	16.9	19.1	19.3	16.0	12.6	8.2	5.4
Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen En Yüksek ve En Düşük Değerler (1975 - 2009)*												
En Yüksek Sıcaklık (°C)	22.6	23.7	30.2	34.7	36.6	38.7	44.1	40.4	37.2	36.2	27.2	24.3
En Düşük Sıcaklık (°C)	-6.0	-8.3	-5.7	-0.9	2.8	8.5	11.3	13.4	8.0	2.4	-0.7	-4.5

Tablo 4.6 2001 – 2004 yıllarına ait ortalama sıcaklık °C (TÜBİTAK MAM, 2004)

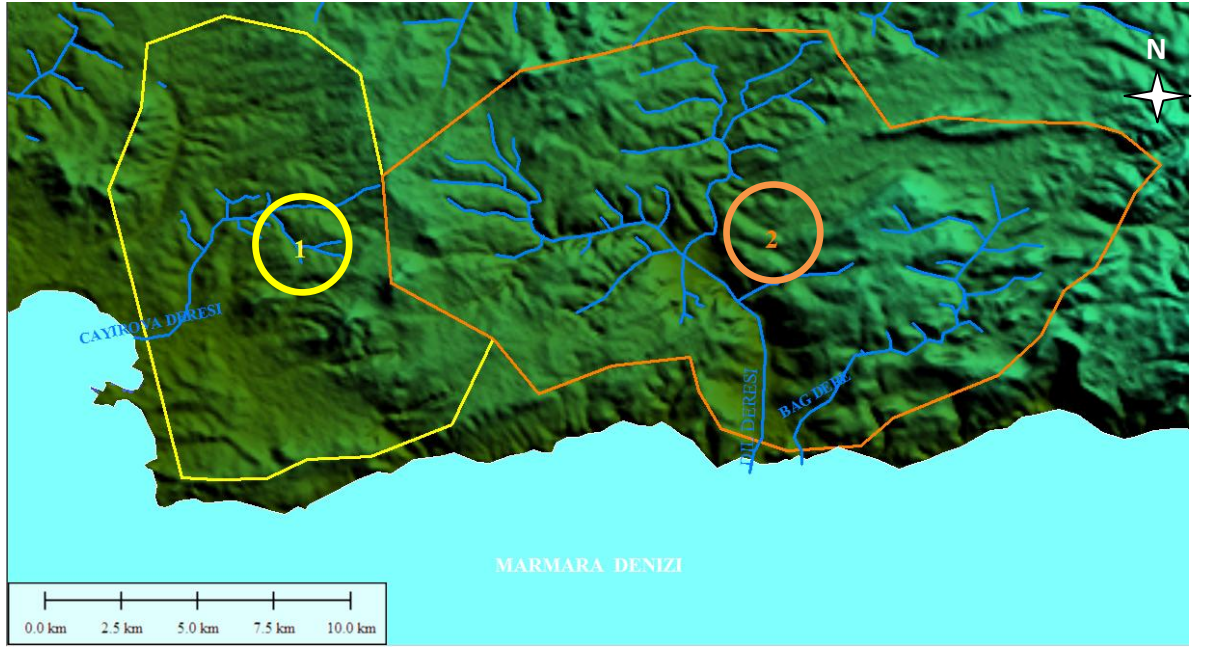
YIL	AYLAR Basınç Adı:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		2004	Ortalama Sıcaklık °C	6,0	6,5	9,6	13,4	17,2	21,7	23,6	23,6	21,1	17,7
	En Yüksek Sıcaklık °C	18,0	23,6	27,3	32,0	29,7	33,8	34,8	36,5	35,9	30,6	27,2	20,9
	En Düşük Sıcaklık °C	-4,1	-5,6	-1,7	0,1	8,2	12,8	15,4	16,0	10,7	9,8	0,3	-1,1
	Ortalama Yüksek Sıcaklık °C	9,4	10,4	15,0	19,3	22,8	27,1	29,5	29,2	27,3	23,3	17,1	12,9
	Ortalama Düşük Sıcaklık °C	3,1	2,9	6,0	8,6	12,7	17,0	18,8	19,4	16,8	13,7	8,8	6,3
2003	Ortalama Sıcaklık °C	8,6	3,1	4,9	10,4	19,2	22,9	24,5	25,1	19,2	16,8	11,0	7,9
	En Yüksek Sıcaklık °C	21,8	17,0	18,2	27,5	30,8	35,6	37,8	36,9	32,6	36,2	27,0	18,0
	En Düşük Sıcaklık °C	0,3	-2,9	-3,8	-0,1	8,3	13,1	16,4	15,7	12,0	2,4	2,4	0,9
	Ortalama Yüksek Sıcaklık °C	11,8	5,9	9,2	15,7	26,1	29,8	30,4	31,5	24,1	22,4	15,1	10,9
	Ortalama Düşük Sıcaklık °C	5,7	1,0	1,6	6,5	13,9	17,0	19,0	20,1	15,8	12,7	7,9	5,3
2002	Ortalama Sıcaklık °C	4,9	10,0	10,2	11,7	17,2	22,7	26,2	23,6	20,9	16,7	12,9	6,4
	En Yüksek Sıcaklık °C	18,3	21,7	25,1	24,7	29,4	34,9	36,5	38,3	33,1	29,5	23,3	21,1
	En Düşük Sıcaklık °C	-4,8	0,6	2,8	2,0	9,0	12,7	18,6	17,3	11,6	5,9	3,8	-3,9
	Ortalama Yüksek Sıcaklık °C	8,3	15,9	14,8	16,3	23,1	28,0	31,5	29,1	26,7	22,1	18,4	9,9
	Ortalama Düşük Sıcaklık °C	1,9	5,3	6,8	8,2	12,6	18,0	21,7	19,9	16,8	13,1	9,0	3,4
2001	Ortalama Sıcaklık °C	8,7	8,3	14,1	14,3	17,3	22,5	26,1	24,6	21,7	16,7	11,2	5,3
	En Yüksek Sıcaklık °C	21,3	21,2	30,2	27,6	31,2	34,2	35,8	34,9	33,2	29,9	24,3	14,8
	En Düşük Sıcaklık °C	-0,3	-0,8	3,-	4,6	7,3	12,7	17,0	14,2	10,6	6,6	0,8	-1,4
	Ortalama Yüksek Sıcaklık °C	12,5	12,3	19,7	19,3	23,0	28,9	31,8	29,8	28,0	22,0	15,1	7,6
	Ortalama Düşük Sıcaklık °C	5,2	4,5	8,8	9,7	11,8	16,4	20,9	20,2	16,4	12,7	7,6	2,9





### 4.3.2. Havzalar Ve Özellikleri

Çalışma alanında Gebze-Çayırova (1) ve Gebze-Dil Deresi (2) olmak üzere iki havza bulunmaktadır. Bu havzalarda bulunan akarsuların hepsi denize döküldüğünden açık havza özelliği taşır. Gebze-Çayırova Havzası'nın yüz ölçümü 93,4 km<sup>2</sup>, Gebze-Dil Deresi Havzası'nın yüz ölçümü 171,4 km<sup>2</sup> dir (Şekil 4.10). Gebze-Çayırova ova alanı 8 km<sup>2</sup>, Gebze-Dil Deresi ova alanı 4 km<sup>2</sup>'dir. Gebze-Dil Deresi Havzası'nın su bilançosu  $7.6 \times 10^7$  m<sup>3</sup>/yıl, Gebze-Çayırova Havzası'nın su bilançosu  $1.4 \times 10^8$  m<sup>3</sup>/yıl'dır



Şekil 4.10 Havza sınırları; 1-Gebze-Çayırova, 2-Gebze-Dil Deresi

### 4.3.3. Su Noktaları

#### 4.3.3.1. Akarsular

Çalışma alanında Ana dere niteliğinde bulunan en büyük dere Dil Deresi'dir. Bu derenin yan kolları Tavşanlı Dere, Ballıkaya Dere, Gürlek Dere ve Değirmen Dere'dir. Bunun dışında Çayırova Deresi ve Bağ Dere bulunmaktadır (Tablo 4.8, Şekil 4.11-4.12-4.13). Dil Deresinin dışında kalan dereler sadece yağışlı aylarda su taşırlar. Tavşanlıdere-Dilovası Dere'nin debisi  $34.0 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/yıl'dır (Kocaeli İl Çevre ve Durum Raporu, 2006)

Tablo 4.8 Akarsular ve Özellikleri

AKARSUYUN ADI	TOPLAM UZUNLUĞU (KM)	FEYEZAN DEBİSİ (m <sup>3</sup> /sn)	İL SINIRLARI İÇİNDE BAŞLANGIÇ VE BİTİŞ NOKTALARI	KOLU OLDUĞU AKARSU	ÖZELLİKLERİ
Dil Deresi	17	Q5=98.500 Q100=355.000 Q500=457.000	Denizli Köyü İzmit Körfezi	Tavşanlıdere Balıkayadere Gürlekdere Değirmendere Duraca Dere Ayvalık Dere	Anadere niteliğinde olup, ulaşım, su sporlarına, su ürünleri üretim ve avcılığa elverişli değildir.
Bağ Deresi (Enarca dere)	12		Samanlı Dağları İzmit Körfezi	Serenli Dere Boğaz Dere	
Çayırova Deresi	8		Çayırova İzmit Körfezi		
Değirmendere	6	Q10=30.801 Q100=77.158 Q500=97.668	Samanlı Dağları İzmit Körfezi	Bozukyol Deresi	Yandere niteliğinde olup, ulaşım, su sporlarına, su ürünleri üretim ve avcılığa elverişli değildir.
Umur Dere	9		Şekerpinar İzmit Körfezi		



Şekil 4.11 İnceleme alanındaki akarsu drenaj sistemleri



Şekil 4.12 Çayırova Deresi (Doğudan Batıya)

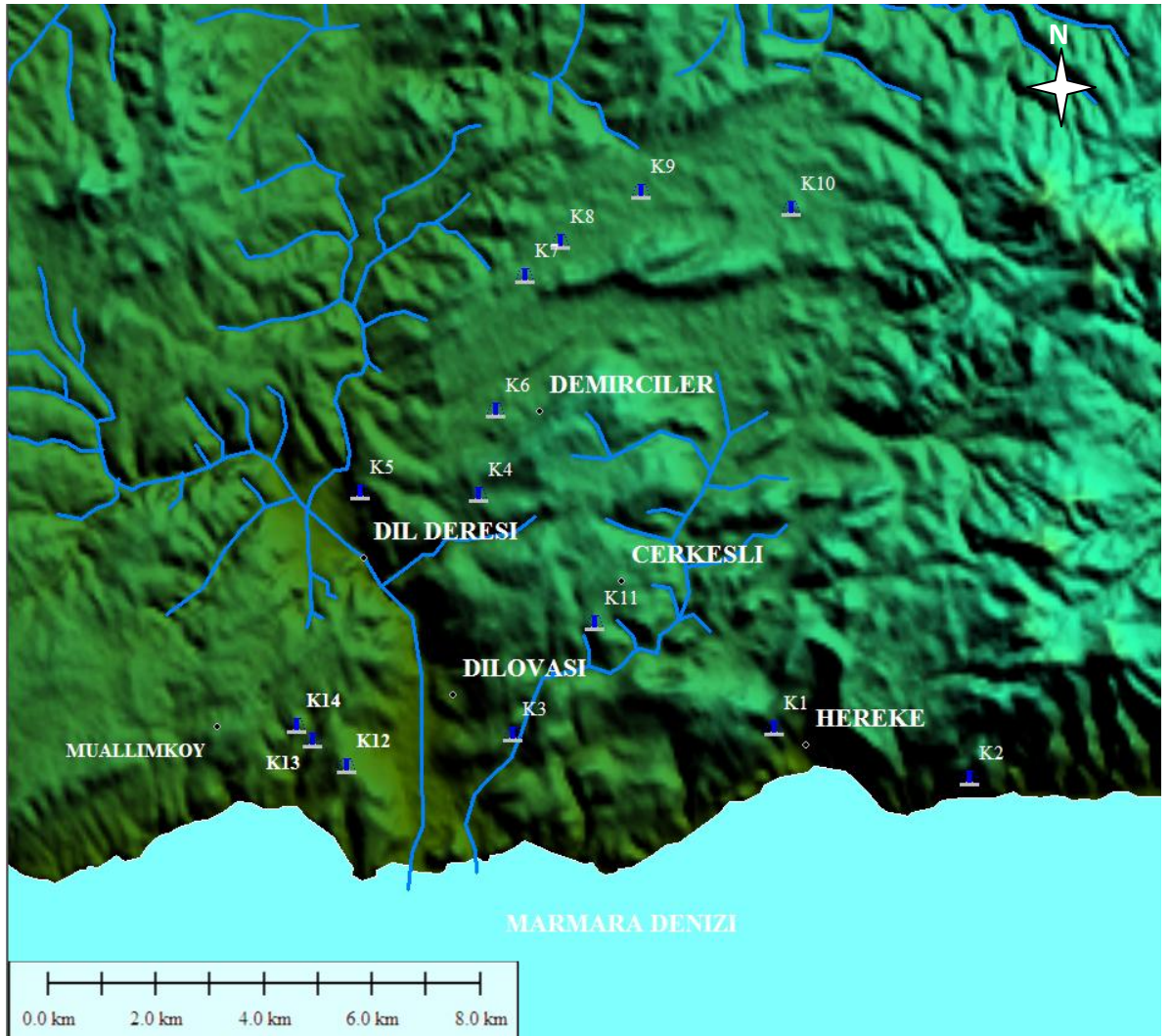


Şekil 4.13 Dil Deresi (Kuzeyden-Güneye)



#### 4.3.3.2. Kaynaklar

İnceleme alanında 14 adet kaynak bulunmaktadır. Bu kaynakların tamamı Dilovası ve Hereke'deki kayaçlardan yer yüzüne çıkmaktadır. Kaynak kotları 2-308 m arasındadır. Boşalma miktarları 0,019-20 l/sn, 86,4-1728 m<sup>3</sup>/gün ve 31536-630720 m<sup>3</sup>/yıldır. Kaynakların hidrolojik özellikleri Tablo 4.9'da verilmiştir. Kaynak yerleri Şekil 4.14'te gösterilmiştir. Hidrojeolojik özellikleri ise hidrojeoloji bölümünde ele alınmıştır.



Şekil 4.14 Kaynak yerleri

Tablo 4.9 Kaynakların hidrolik özellikleri

x	y	kaynak no	kaynak adı	kaynak yeri	kaynak kotu(m)	boşalma miktarı l/sn	boşalma miktarı(günd) e) $m^3$	boşalma miktarı(yılda) $m^3$
720142,426	4518908,819	K1	Ulupınar	Hereke	20	20		
723763,156	4517974,348	K2	Tulumbasuyu	Hereke	2		864	315360
715321,323	4518799,702	K3	Kayapınarı	Dilovası	66	3	259,2	94608
714690,688	4523235,014	K4	Küplü	Dilovası	250	4	272	99280
712501,012	4523262,133	K5	Ballıkaya veya Ovabaşı kaynağı	Dilovası	52	10	360	315360
715008,808	4524782,14	K6	Kovabaşı kaynağı	Dilovası	200	15	1296	473040
715532,43	4527270,696	K7	Duraca Kaynağı	Dilovası	235	3	258	94170
716192,321	4527911,203	K8	Hasanpaşa Kaynakları	Dilovası	245	5	430	156960
717689,615	4528830,683	K9	Elmalı Dere Kaynakları	Hereke	248	20	1728	630720
720468,268	4528518,853	K10	Karacasu Kuyusu	Dilovası	308	4		
716825,354	4520848,395	K11	Akpınar	Dilovası			86,4	31536
712252,125	4518199,643	K12	Akçay çeşmesi	Dilovası		0,019		
711602,736	4518688,358	K13	İkizce çeşmesi	Dilovası		1,2		
711321,558	4518956,147	K14	Kavak çeşmesi	Dilovası		1,1		

#### 4.3.3.3. Kuyular

Yeraltı su seviyesindeki değişimler meteorolojik, hidrolojik ve jeolojik faktörlerin etkisindedir. Yağış yeraltı su seviyesindeki değişimi doğrudan etkiler. Kurak aylarda (Haziran-Eylül), yeraltı su seviyesi göreceli olarak düşerken, yağışlı aylarda (Ocak-Nisan) ise yeraltı su seviyesi yükselmektedir. İnceleme alanındaki kuyular Gebze-Çayırova ve Gebze-Dil Deresi havzası olmak üzere 2 bölümde, kuyu kotu, derinlik, statik su seviyesi, dinamik su seviyesi, verim ve günlük çekilen su miktarı olarak Tablo 4.10-4.11-4.12-4.13-4.14-4.15 ve Tablo 4.16'da sunulmuştur. Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyuların statik su seviyeleri 0-200 m arasındadır. Dinamik su seviyeleri ise 4-280 m civarındadır. Günlük çekilen su miktarı maksimum 950,4  $m^3$ 'tür. Verim 0,5-11 l/sn' dir. Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki kuyuların statik su seviyeleri, 0-8,5 m arasındadır. Dinamik su seviyeleri, 8,2-22,85 m civarındadır. Günlük çekilen su miktarı maksimum 1002,2  $m^3$ 'tür. Verim 3,2-10 l/s'dir. İnceleme alanındaki tüm kuyular Şekil 4.15 ve Şekil 4.16'da verilmiştir. 2 Adet kuyu örneği Şekil 4.17 ve Şekil 4.18'de sunulmuştur.

Tablo 4.10 Gebze-Çayirova Havzası'ndaki kuyuların hidrolik özellikleri

X	Y	kuyu no	KUYU KOTU (m)	DERİNLİK (m)	STATİK SU SEVİYESİ (m)	DİNAMİK SU SEVİYESİ (m)	VERİM (l/sn)	GÜNLÜK ÇEKİLEN (m <sup>3</sup> /gün)
705820,622	4519822,032	C1	39	210				
702635,286	4521262,058	C2	40					
701351,587	4519248,270	C3	40	496	200	280		20
701295,540	4519241,959	C4	40	424				20
702310,589	4519269,208	C5	81	10				
705261,760	4520352,971	C6	91					
702247,204	4518453,049	C7	63	12		4		
701745,090	4514590,842	C8	50	45				
702525,731	4518695,649	C9	38					
704196,360	4520603,062	C10	12					
700647,950	4519059,024	C11	38	250				812
700516,975	4518887,826	C12		250				
706039,226	4519029,202	C13	21	7				
697822,353	4519791,688	C14	2					
698367,213	4519653,785	C15		62	2	16	5	432
698367,213	4519653,785	C16						
698367,213	4519653,785	C17						
700884,817	4519096,495	C18		60	7	19	1,2	103,68
700884,817	4519096,495	C19						
700884,817	4519096,495	C20						
699654,214	4521172,853	C21	36,259	11,4	6,85	14,55	0,6	5,18
699654,214	4521172,853	C22						
699654,214	4521172,853	C23						
700689,416	4518301,146	C24	36,082	14,5	9		0,5	43,2
700689,416	4518301,146	C25						
698807,340	4521048,804	C26		71	3,2	25,8	5,3	457,92
698807,340	4521048,804	C27						
698807,340	4521048,804	C28						
698410,904	4519903,709	C29						
699117,661	4520592,983	C30						
698410,904	4519903,709	C31	14,73	60	5,71			
706351,481	4519326,075	C32	176	8,00	0			
706527,834	4521306,453	C33	134	6,20	0			
702146,026	4518760,822	C34	58	8,00	0			
703830,541	4520239,429	C35	192	6,00	0			
703840,564	4520209,752	C36	190	6,00	0			
702135,563	4519095,682	C37	47	8,50	0			

Tablo 4.11 Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyuların hidrolik özellikleri

X	Y	Kuyu no	KUYU KOTU (m)	DERİNLİK (m)	STATİK SU SEVİYESİ (m)	DİNAMİK SU SEVİYESİ (m)	VERİM (l/sn)	GÜNLÜK ÇEKİLEN (m <sup>3</sup> /gün)
700893,203	4518731,943	C38	28	8,50	0			
700385,235	4518867,652	C39	22	8,50	0			
705053,060	4521446,071	C40	175	15,36	0			
705521,415	4521474,120	C41	156	14,00	0			
704922,353	4520792,160	C42	160	13,95	12,00			
705889,292	4521747,896	C43	169	15,35	0			
706026,081	4521435,367	C44	162	15,45	0			
706218,623	4521511,008	C45	163	14,00	0			
705876,273	4521046,978	C46	145	14,00	0			
705554,331	4520892,856	C47	153	15,00	0			
706132,008	4520475,343	C48	171	15,00	0			
705938,557	4519491,059	C49	85	15,30	0			
705713,259	4519495,353	C50	82	15,14	0			
707115,332	4520426,960	C51	189	15,00	0			
706748,601	4520499,460	C52	189	10,00	0			
707366,586	4520278,456	C53	181	10,00	0			
706196,745	4519519,912	C54	165	15,15	0			
702620,985	4518771,078	C55	80	15,40	0			
702770,447	4518585,069	C56	0	15,00	0			
704399,602	4520424,025	C57	155	15,45	0			
705688,166	4520198,969	C58	176	12,00	0			
704693,214	4520441,084	C59	173	15,45	0			
704283,431	4518088,497	C60	133	10,00	0			
705570,644	4519364,386	C61	183	10,00	0			
704096,464	4518931,661	C62	173	10,00	0			
704952,381	4518979,976	C63	58	15,00	0			
704926,960	4521037,482	C64	168	11,50	0			
705395,971	4520491,166	C65	160	11,00	0			
705867,257	4520813,511	C66	165	12,50	0			
705355,067	4521101,176	C67	161	10,50	0			
707520,576	4519697,328	C68	172	10,50	0			
705965,622	4519811,201	C69	184	13,50	0			
705884,783	4518898,820	C70	173	12,00	0			
707514,966	4520591,748	C71	167	10,50	0			
700175,527	4527091,740	C72	101	16,00	1,80			
700884,196	4526822,848	C73	115	19,00	6,50			
700427,347	4526693,112	C74	110	16,00	3,50			
700826,632	4526604,735	C75	125	16,00	6,40			

Tablo 4.12 Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyuların hidrolik özellikleri

X	Y	Kuyu no	KUYU KOTU (m)	DERİNLİK (m)	STATİK SU SEVİYESİ (m)	DİNAMİK SU SEVİYESİ (m)	VERİM (l/sn)	GÜNLÜK ÇEKİLEN (m <sup>3</sup> /gün)
700624,771	4526246,589	C76	96	16,00	5,50			
700850,791	4527476,125	C77	85	16,00	10,00			
701444,518	4527174,273	C78	104	21,50	3,50			
700107,754	4524982,067	C79	90	18,00	4,65			
699995,843	4523984,597	C80	77	16,50	9,10			
700199,861	4523783,454	C81	90	15,50	3,50			
700535,515	4524617,484	C82	50	15,50	3,00			
697669,727	4520731,910	C83	5	13,00	1,70			
697752,545	4520592,658	C84	6	15,00	3,20			
697667,796	4520583,752	C85	4	19,00	0,55			
697549,368	4520535,669	C86	6	16,00	4,00			
697659,814	4520495,424	C87	2	18,00	2,00			
697755,235	4520455,664	C88	3	14,00	2,80			
697566,893	4520462,223	C89	4	15,00	3,50			
697678,249	4520336,956	C90	1	19,00	0,85			
697827,927	4520349,086	C91	3	13,00	2,80			
697420,089	4520366,139	C92	3	16,00	2,50			
697465,742	4520318,672	C93	3	17,00	2,28			
697660,170	4520251,284	C94	2	19,00	2,05			
697738,900	4520172,929	C95	3	14,00	2,60			
697661,716	4520089,236	C96	3	24,00	2,55			
697845,793	4520119,554	C97	3	14,00	2,50			
697833,963	4519939,036	C98	2	19,00	2,45			
697796,151	4520488,085	C99	2	13,00	2,40			
697737,162	4520545,102	C100	1	15,00	0,40			
698557,438	4519539,793	C101		45	2	10,5	8	691,2
698367,213	4519653,785	C102		39	2	19	5	432
698367,213	4519653,785	C103		45	2	15	11	950,4
700532,470	4519411,568	C104		25,35	4	15	1,5	86,4
698798,506	4520009,114	C105		45	2	15	3	259,2
700646,232	4519322,996	C106		30,75	9	18	0,22	19
700850,145	4519300,536	C107		22	6	18	0,3	25,92
700646,232	4519322,996	C108		19,2	6,2	14,5	0,46	39,72
700741,615	4519239,815	C109		49,5	4	30	0,38	32,83
700741,615	4519239,815	C110		77,7	6,5	22	1	86,4
700741,615	4519239,815	C111		34	1	5,5	1	86,4
698150,067	4519355,103	C112		36	3,5	12	1	86,4
698314,490	4519302,962	C113		65	0,95	11,5	4	345,6



Tablo 4.13 Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyuların hidrolik özellikleri

X	Y	Kuyu no	KUYU KOTU (m)	DERİNLİK (m)	STATİK SU SEVİYESİ (m)	DİNAMİK SU SEVİYESİ (m)	VERİM (l/sn)	GÜNLÜK ÇEKİLEN (m <sup>3</sup> /gün)
699789,521	4520192,378	C114		13,3	1,1	10	1,5	129,6
699789,668	4519993,289	C115		10,7	0,8	8,5	1	86,4
699789,521	4520192,378	C116		10	0,8	8	1	86,4
699140,438	4522140,339	C117		24	1,9	16,9	1	86,4
699205,096	4521723,677	C118		20	2,9	16,5	1,3	112,32
699140,438	4522140,339	C119		40	2,1	13,4	4	345,6
699140,438	4522140,339	C120		12	4,6	6	1	86,4
699101,308	4521312,584	C121		14,1	5,3	6,5	1,6	138,24
699088,982	4521510,011	C122		12,2	4,95	6,3	1,2	103,68
699269,647	4520131,125	C123		59	3	6	2,5	216,6
699411,763	4520182,731	C124		35	3	6	1,6	138,24
699269,647	4520131,125	C125		35	1,8	12	7	172,8
699654,214	4521172,853	C126		49,5	7	19	7	604,8
699149,556	4519731,926	C127		44	3,8	21,8	5	432
699654,214	4521172,853	C128		45,5			0,5	43,2
700515,083	4518458,735	C129		14,5	9		0,5	43,2
700110,957	4519778,556	C130		70	2	62	1,7	146,88
698807,340	4521048,804	C131		24	2,2	20	1,3	112,32
700324,224	4519681,342	C132		49	2,05	40	0,5	43,2
701062,429	4519376,967	C133		77	2,75	21,65	4	345,6
700324,224	4519681,342	C134		31	2	8	1	86,4
700324,224	4519681,342	C135		10,5	2	8	1	86,4
700735,676	4519623,288	C136		75,5	2,8	17,7	1	86,4
700502,804	4519839,171	C137		33	2	25	0,5	43,2
700465,348	4519134,549	C138		17	13	16	0,55	57
699143,986	4520652,909	C139		55	3,5	21	2,8	241,9

Tablo 4.14 Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki kuyuların hidrolik özellikleri

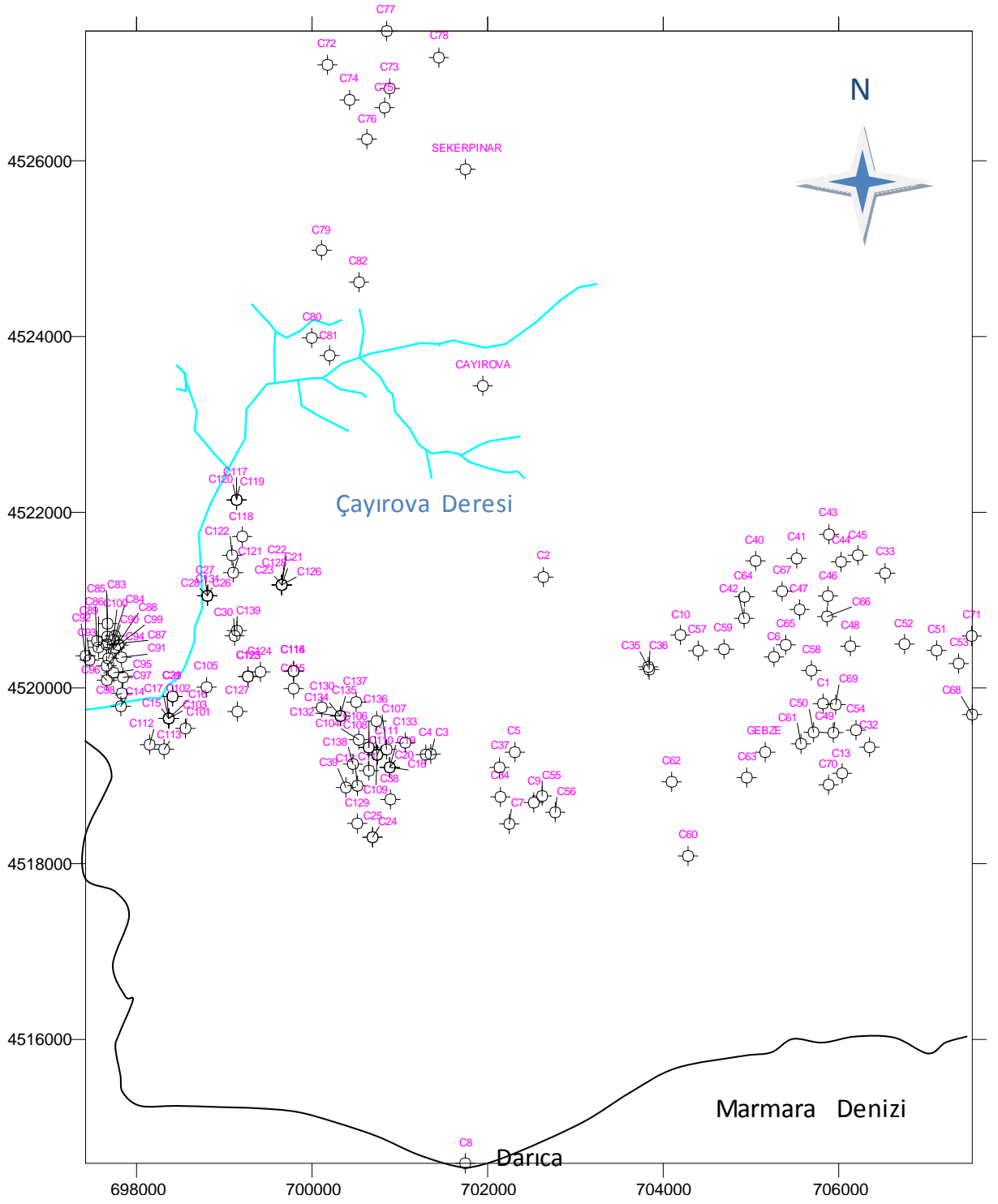
X	Y	Kuyu no	KUYU KOTU (m)	DERİNLİK (m)	STATİK SU SEVİYESİ (m)	DİNAMİK SU SEVİYESİ (m)	VERİM (l/sn)	GÜNLÜK ÇEKİLEN (m <sup>3</sup> /gün)
713561,950	4517842,233	D1		50	5,8	18,4	7	604,8
713561,950	4517842,233	D2						
713561,950	4517842,233	D3						
713561,950	4517842,233	D4						
713543,344	4517746,582	D5	6,478	40	2,2	8,2	10	864
713543,344	4517746,582	D6						
713543,344	4517746,582	D7						
713543,344	4517746,582	D8		40	1,8	12	3,2	302,4
713567,567	4517542,388	D9		32	4,75	13	3,45	298
713567,567	4517542,388	D10						
713737,539	4517304,402	D11		70	4,15	22,85	5,25	453,6
713737,539	4517304,402	D12						
713737,539	4517304,402	D13						
713737,539	4517304,402	D14						
713521,756	4518233,972	D15	4,516	30,5	3,5	15,14	4	345
713521,756	4518233,972	D16						
713521,756	4518233,972	D17						
713521,756	4518233,972	D18						
713454,968	4518093,642	D19	20					
713569,707	4518231,689	D20		6,5				
713539,161	4517990,912	D21		5				
713792,862	4517947,351	D22		5				
713883,281	4517700,291	D23		7,5				
713792,862	4517947,351	D24	7	6,5	3,7			
713544,225	4517716,051	D25	5	4,5	0,9			
713953,862	4517482,215	D26		1,5				
713544,225	4517716,051	D27		1				
713314,285	4516577,947	D28		2,5				
713335,048	4516722,105	D29		5				
713314,285	4516577,947	D30		4				
713314,285	4516577,947	D31		3,75				
713480,754	4516933,090	D32		2,3				
713548,231	4516798,923	D33	3	6,3	0			
713412,379	4517157,011	D34		3,1				
713405,872	4517332,827	D35	4	4,2	1			
713412,379	4517157,011	D36	9	7	8,5			

Tablo 4.15 Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki kuyuların hidrolik özellikleri

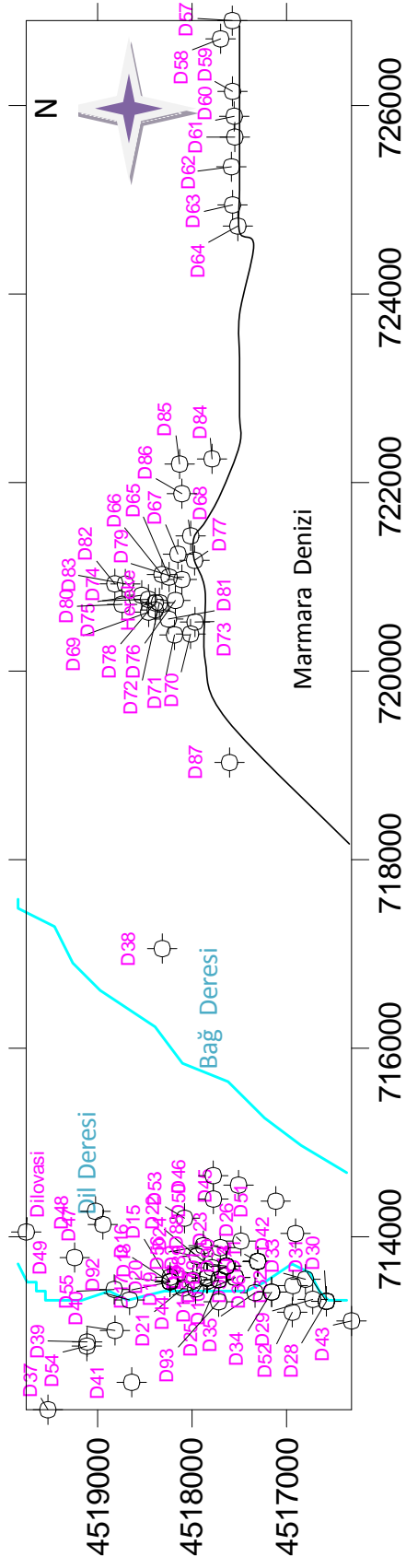
X	Y	Kuyu no	KUYU KOTU (m)	DERİNLİK (m)	STATİK SU SEVİYESİ (m)	DİNAMİK SU SEVİYESİ (m)	VERİM (l/sn)	GÜNLÜK ÇEKİLEN (m <sup>3</sup> /gün)
712164,414	4519526,372	D37	39	236	5,7			
717055,927	4518316,186	D38		184				
712883,418	4519110,394	D39	0	10,50	0			
713005,564	4518816,361	D40	0	10,50	0			
712455,223	4518639,408	D41	0	10,50	0			
714033,709	4516904,146	D42	0	19,00	0			
713106,287	4516312,006	D43	0	3,00	0			
713446,112	4517961,815	D44	0	19,00	0			
714547,426	4517508,153	D45	0	3,00	0			
714647,346	4517775,765	D46	0	12,00	0			
714128,979	4518944,885	D47	0	4,50	0			
714269,452	4519021,746	D48	0	9,00	0			
713778,523	4519243,112	D49	0	7,50	0			
714399,250	4517773,278	D50	0	6,00	0			
714376,780	4517114,031	D51	0	1,50	0			
713197,927	4516938,590	D52	0	10,50	0			
714195,628	4518079,536	D53	0	7,50	0			
712839,267	4519113,886	D54	0	7,50	0			
713440,608	4518824,249	D55	0	1,50	0			
713904,261	4517879,426	D56	0	7,50	0			
726899,654	4517573,633	D57	4	15,45	4,00			
726706,241	4517698,118	D58	9	10,00	4,00			
726149,108	4517571,965	D59	5	15,08	4,00			
725884,515	4517553,902	D60	5	16,65	4,00			
725664,562	4517547,375	D61	5	19,95	4,00			
725349,072	4517583,614	D62	7	15,45	4,00			
724944,156	4517571,758	D63	5	19,95	4,00			
724719,918	4517515,045	D64	3	15,45	0			
720997,108	4518243,291	D65	24	11,50	0			
721024,564	4518318,288	D66	42	8,50	0			
721239,502	4518149,510	D67	40	10,00	0			
721434,251	4518015,067	D68	18	12,00	0			
720625,420	4518459,744	D69	19	18,45	0			
720393,438	4518015,470	D70	29	13,60	0			
720383,623	4518185,264	D71	35	13,50	0			
720724,419	4518345,043	D72	13	15,25	0			
720520,132	4517968,767	D73	4	18,10	0			

Tablo 4.16 Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki kuyuların hidrolik özellikleri

X	Y	Kuyu no	KUYU KOTU (m)	DERİNLİK (m)	STATİK SU SEVİYESİ (m)	DİNAMİK SU SEVİYESİ (m)	VERİM (l/sn)	GÜNLÜK ÇEKİLEN (m <sup>3</sup> /gün)
720760,468	4518461,365	D74	27	15,00	0			
720804,088	4518531,911	D75	27	16,60	0			
720749,228	4518175,761	D76	6	40,05	0			
721174,484	4517973,150	D77	3	17,50	0			
720722,879	4518390,025	D78	18	18,10	0			
720970,740	4518107,285	D79	7	12,00	0			
720707,904	4518739,780	D80	42	13,80	0			
720551,535	4518250,057	D81	8	42,00	0			
720925,386	4518818,280	D82	120	14,30	0			
720923,221	4518706,120	D83	116	10,80	0			
722250,620	4517788,812	D84	163	7,50	0			
722195,833	4518132,205	D85	222	10,50	0			
721881,403	4518108,433	D86	18	12,00	0			
719029,490	4517603,509	D87	83	10,00	0			
713670,464	4517790,143	D88		44	5,8	18,4	7	604,8
713688,236	4517636,875	D89						
713688,236	4517636,875	D90		33,5	4,25	13,5	3,45	298
713688,236	4517636,875	D91		62	1,35	21,83	11,6	1002,2
713328,382	4518660,513	D92		26	3	10,54	11	950,4
713309,597	4517718,948	D93		40	5,6	19,4	5,5	475



Şekil 4.15 Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyu yerleri



Şekil 4.16 Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki kuyu yerleri



Şekil 4.17 Gebze'deki bir fabrikanın sondaj kuyusu (Birlik Galvaniz Sanayi, Gebze)



Şekil 4.18 Gebze'de bir fabrikaya ait keson kuyu (Sarkuysan Fabrikası, Gebze)

## 4.4. HİDROJEOLOJİ

### 4.4.1. Hidrojeoloji Birimleri

#### 4.4.1.1. Geçirimsiz Birimler (Gçz)

Geçirimsiz kayalar marn, şeyl, silttaşı, magmatik ve volkanik kayalardır. Bu kayaların kalınlık ve hacimce yoğun olduğu kaya toplulukları geçirimsiz birimlerdir. Bunun dışında kayacın tutturucusunun çamur olması ve iyi sıkılaşmış olması, birime geçirimsiz özellik kazandırır. Geçirimsiz birimler hidrojeoloji haritasında (Şekil 4.19) turuncu renkle gösterilmiştir.

İstinye Formasyonu'nun alt birimi olan lamine kireçtaşı ve şeyl araldanmasından oluşan Sedefadası Üyesi ile iri yumrulu killi kireçtaşı ve şeyl araldanmasından oluşan Kaynarca Üyesi, türbiditik kumtaşı, şeyl ve kireçtaşıdan oluşan Trakya Formasyonu, Sancaktepe Graniti, Kapaklı Formasyonu'nun alt birimi olan, andezit, dasit, riolit ve bazalttan oluşan Karacatepe Volkanit Üyesi, kumtaşı, silttaşı, şeyl araldanmasından oluşan Erikli Formasyonu, şeyl, marn, ince kumtaşı ± kireçtaşıdan oluşan Tepeköy Formasyonu, kumtaşı, şeyl, marn araldanmasından oluşan Bakırlıkıran Formasyonu, Eskişehir Andeziti, mikritik kireçtaşı, killi kireçtaşı, şeylden oluşan Akveren Formasyonu, marn, şeyl, kumtaşı araldanmasından oluşan Atbaşı Formasyonu, yığışlı şeyl parçaları, blok, çamur matriksli çökellerden oluşan Darıca Formasyonu geçirimsiz birimlerdir (Tablo 4.17).

#### 4.4.1.2. Yarı Geçirimli Birimler (Gçy)

Geçirimli kayalar (kumtaşı ve çakıltası) ve geçirimsiz kayaların (marn, şeyl, silttaşı, magmatik ve volkanik kayalar) kalınlık ve hacimce eş miktarda bulunduğu kaya toplulukları yarı geçirimli birimlerdir. Karstik kayalar (kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı, çört) ve geçirimsiz kayaların (marn, şeyl, silttaşı) eş miktarda bir arada bulunduğu kaya topluluklarına da yarı geçirimli birim denebilir. Yarı geçirimli birimler hidrojeoloji haritasında (Şekil 4.19) açık mavi renkle gösterilmiştir.

Kumtaşı ve şeyl araldanmasından oluşan Bakacak Formasyonu, feldispatlı kumtaşı, şeyl, arkozik konglomeradan oluşan Kurtköy Formasyonu, silttaşı, şeyl, kumtaşı, kumlu kireçtaşıdan oluşan Gözdağ Formasyonu'nun alt birimi olan Umurdere Üyesi,



kireçtaşı-şeyl ar dalanmasından oluşan İstinye Formasyonu'nun alt birim olan Gebze Üyesi, şeyl, kumtaşı, kireçtaşından oluşan Kartal Formasyonu, Büyükada Formasyonu'nun alt birimi olan çört-şeyl ar dalanmasından oluşan, Yörükali Üyesi ve küçük yumru lu kireçtaşı-şeyl ar dalanmasından oluşan Ayineburnu Üyesi, radyolarit, çört, şeyl, kireçtaşından oluşan Baltalimanı Formasyonu, Kapaklı Formasyonu'nun alt birimi olan çamurtaşı, kumtaşı ar dalanmasından oluşan Alfaklar Üyesi, kireçtaşı, şeyl, kumtaşından oluşan Demirciler Formasyonu, gri yumru lu kireçtaşı-şeyl ar dalanmasından oluşan Kazmalı Formasyonu ve O'nun alt birimi olan kırmızı yumru lu kireçtaşı-şeylden oluşan Kuşça üyesi, kumtaşı-şeyl ar dalanmasından oluşan Teksen Formasyonu, kumtaşı, kıltaşı, çakıltaşı, kömürden oluşan Meşetepe Formasyonu yarı geçirimli birimlerdir (Tablo 4.17).

#### 4.4.1.3. Geçirimli Birimler (Gç)

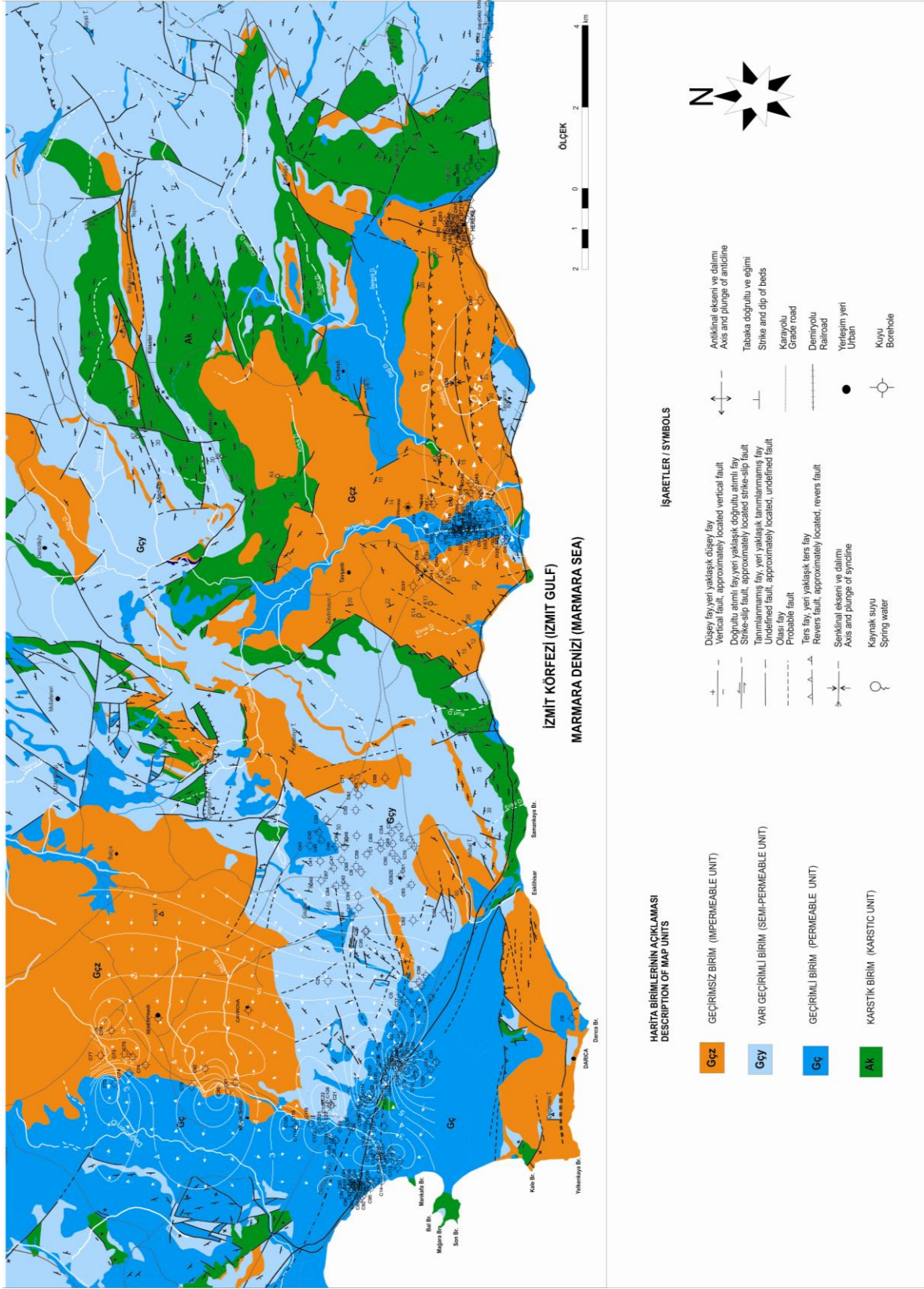
Geçirimli kayalar kumtaşları (kalkarenit, kuvarsarenit) ve çakıltaşlarıdır. Bu kayaların kalınlık ve hacimce ağırlıkta olduğu kaya toplulukları geçirimli birimlerdir. Zayıf tutturulmuş kayalar da geçirimli olma özelliği gösterebilir. Geçirimli birimler hidrojeoloji haritasında (Şekil 4.19) koyu mavi renkle gösterilmiştir.

Kuarsitik kumtaşı-çakıltaşı ar dalanmasından oluşan Aydos Formasyonu, Gözdağ Formasyonu'nun alt birimi olan, feldispatlı kuvars kumtaşından oluşan Aydınlı Üyesi, çakıltaşı, çakıllı kumtaşı, kumtaşından oluşan Kapaklı Formasyonu'nun alt birimi olan Ayvalıdere Üyesi, kireç çakıltaşı ve kalkarenitten oluşan Çerkeşli Formasyonu, Teksen Formasyonu'nun alt birimi olan Eren Çakıltaşı Üyesi, kireççakıltaşından oluşan Hereke Formasyonu, çakıltaşı-kumtaşı ar dalanmasından oluşan Kayalıtepe Formasyonu, zayıf tutturulmuş çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşından oluşan Karapürçek Formasyonu ve Alüvyon geçirimli birimlerdir (Tablo 4.17).

#### 4.4.1.4. Karstik Birimler (Ak)

Karstik kayalar kireçtaşları, kuvarsitler, çörtler, jipsler, anhidritler ve halitlerdir. Böyle kaya toplulukları karstik birimlerdir. Karstik birimler hidrojeoloji haritasında (Şekil 4.19) yeşil renkle gösterilmiştir.

Resifal kireçtaşından oluşan Dolayoba Formasyonu, Demirciler Formasyonu'nun alt birimi olan Değirmen Kireçtaşı Üyesi, dolomit, dolomitik kireçtaşı, kireçtaşından oluşan Ballıkaya Formasyonu, resifal kireçtaşından oluşan Kutluca Formasyonu ve Traverten karstik birimlerdir (Tablo 4.17).



Şekil 4.19 Hidrojeoloji haritası

Tablo 4.17 İnceleme alanındaki birimlerin hidrojeolojik özellikleri

Yaş	Formasyon	Üye	Kalınlık(m)	Litoloji	Geçirimsizlik		
Kuvaterner	Alüvyon		5-50	Tutturulmamış, çakıl, kum, silt, kil	Geçirimli		
Kuvaterner	Traverten			Traverten	Karstik		
Tersiyer-Kuvaterner	Karapürçek		20	Zayıf tutturulmuş Çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı	Geçirimli		
Tersiyer	Darıca		30	Yığılımlı şeyl parçaları, blok, çamur matrisli	Geçirimsiz		
Tersiyer	Meşetepe		100	Kumtaşı, kiltası, çakıltaşı, kömür	Yarı geçirimli		
Tersiyer	Kayahtepe		100	Çakıltaşı, kumtaşı	Geçirimli		
Tersiyer	Atbaşı		50-350	Marn, şeyl, kumtaşı	Geçirimsiz		
Kretase-Tersiyer	Akveren		350	Mikritik kireçtaşı, killi kireçtaşı, şeyl	Geçirimsiz		
Kretase	Eskişehir Andeziti			Andezit	Geçirimsiz, ama kırık ve çatlaklarından su alınabilir		
Kretase	Herke	Kutluca	100	Kireççakıltaşı	Geçirimli	Karstik	
Kretase	Teksen	Eren	500	Kumtaşı, şeyl	Yarı geçirimli		
				Çakıltaşı	Geçirimli		
Triyas	Bakırkırın	Çerkeşi	35	50-70 Kumtaşı, şeyl, marn	Kireç çakıltaşı, kalkarenit	Geçirimsiz	Geçirimli
Triyas	Tepeköy		30-75	Şeyl, marn, ince kumtaşı ± kireçtaşı	Geçirimsiz		
Triyas	Kazmalı	Kuşça	5-400	Kırmızı yumrulu kireçtaşı, şeyl	Yarı geçirimli		
				Gri yumrulu kireçtaşı, şeyl	Yarı geçirimli		
Triyas	Balıkkaya		5-350	Dolomit, dolomitik kireçtaşı, kireçtaşı	Karstik		
Triyas	Demirciler	Değirmen	50-400	Kireçtaşı, şeyl, kumtaşı	Yarı geçirimli		
				Kireçtaşı	Karstik		
Triyas	Erikli		1-80	Kumtaşı, silttaşı, şeyl	Geçirimsiz		
Permien-Triyas	Kapaklı	Karacatepe	800	Andezit, dsit, riyoit, bazalt	Çamurtaşı, kumtaşı	Geçirimsiz	Yarı geçirimli
		Alfaklar Ayvalıdere			Çakıltaşı, çakıllı kumtaşı, kumtaşı	Geçirimsiz	Geçirimli
Permien	Sancaktepe Graniti				Geçirimsiz ancak kırık ve çatlaklarından su alınabilir.		
Karbonifer	Trakya		500-1000	Türbiditik kumtaşı, şeyl, kireçtaşı	Geçirimsiz		
Karbonifer	Baltalimanı		75	Radyolarit, çört, şeyl, kireçtaşı	Yarı geçirimli		
Devoniyen-Karbonifer	Büyükada	Ayineburnu	200	Küçük yumrulu kireçtaşı, şeyl	Yarı geçirimli		
		Yörükali		Çört, şeyl	Yarı geçirimli		
		Bostancı		Çörtlü kireçtaşı	Karstik		
Devoniyen	Kartal	Kozyatağı	750	Şeyl, kumtaşı, kireçtaşı	Yarı geçirimli		
Silüriyen-Devoniyen	İstinye	Kaynarca	300	İri yumrulu killi kireçtaşı, şeyl	Geçirimsiz		
		Gebze		Kireçtaşı, şeyl	Yarı geçirimli		
		Sedefadası		Laminallı kireçtaşı, şeyl	Geçirimsiz		
Silüriyen	Dolayoba		100	Resifal Kireçtaşı	Karstik		
Ordovisiyen-Silüriyen	Gözdağ	Aydınlı	500	Feldispatlı kuvars kumtaşı	Geçirimli		
		Umurdere		Silttaşı, şeyl, kumtaşı, kumlu kireçtaşı	Yarı Geçirimli		
Ordovisiyen	Aydos		10-100	Kuvarsitik kumtaşı, çakıltaşı	Geçirimli		
Ordovisiyen	Kurtköy		1000	Feldispatlı kumtaşı, şeyl, arkozik konglomera	Yarı Geçirimli		
Ordovisiyen	Bakacak		750	Yeşil kumtaşı, mor şeyl	Yarı Geçirimli		

#### 4.4.2. Kaynaklar

İnceleme alanında 14 adet kaynak bulunmaktadır. Kaynakların tamamı Dilovası ve Hereke civarında boşalmaktadır. Kaynakların hidrolojik bilgilerine, Eroskay (1978) ve MTA (1994) dan yararlanılarak değinilmiştir.

##### 4.4.2.1. Ulupınar Kaynağı (K1)

Ulupınar Kaynağı Aşağı Hereke Sümerbank bez fabrikasının kuzeyinde, karayolu virajının iç tarafındaki duvarın dibinden boşalır. Kaynak Geç Kretase yaşlı resifal kireçtaşından oluşan geçirimli bir birim olan Kutluca Formasyonu ile Geç Kretase-Paleosen yaşlı mikritik kireçtaşı, killi kireçtaşı ve şeylden oluşan geçirimsiz bir birim olan Akveren Formasyonu'nun dokanağından yüzeye çıkmaktadır. Kaynak kotu 20 m, boşalma miktarı 20 l/sn, Suyun sertliği 23-24 Fr0, suyun sıcaklığı 15.1 °C, pH ı 7.2' dir. Boşalma çok sayıda gözden olur ve yağışa bağlı olarak çok değişir.

##### 4.4.2.2. Tulumbasuyu Kaynağı (K2)

Tulumbasuyu Kaynağı Hereke'nin 3.5 km kadar doğusunda, demiryolu-karayolu arasındadır. Denizden gelen araçların su alması için küçük bir iskele ve duba vardır. Kaynak Erken-Orta Triyas yaşlı dolomit, dolomitik kireçtaşı ve kireçtaşından oluşan geçirimli bir birim olan Ballıkaya Formasyonu'ndan yüzeye çıkmaktadır. Kaynak kotu 2 m, boşalma miktarı 864 m<sup>3</sup>/gün, 315360 m<sup>3</sup>/yıl, suyun sıcaklığı 15 °C, pH'ı 7.2' dir.

##### 4.4.2.3. Kayapınarı Kaynağı (K3)

Kayapınarı Kaynağı, Dilovası'nda, Bağ Dere (Enarca Dere)'de, Dolambayırı'nın batısındadır. Erken-Orta Triyas yaşlı dolomit, dolomitik kireçtaşı ve kireçtaşından oluşan geçirimli bir birim olan Ballıkaya Formasyonu ile Geç Kretase-Paleosen yaşlı mikritik kireçtaşı, killi kireçtaşı ve şeylden oluşan geçirimsiz bir birim olan Akveren Formasyonu'nun dokanağından yüzeye çıkmaktadır. Tipik bir karst kaynağıdır. Az çok aynı yükseltide üç gözden boşalma görülür. Kaynak kotu 66 m, boşalma miktarı 3 l/sn, 259.2 m<sup>3</sup>/gün, 94608 m<sup>3</sup>/yıl'dır.

##### 4.4.2.4. Küplü Kaynağı (K4)

Küplü Kaynağı Dilovası'nda, Demirciler Köyü'nün 2 km kadar güneybatısındadır. Erken-Orta Triyas yaşlı dolomit, dolomitik kireçtaşı ve kireçtaşından oluşan geçirimli

bir birim olan Ballıkaya Formasyonu ile Geç Kretase-Paleosen yaşlı Mikritik kireçtaşı, killi kireçtaşı ve şeylden oluşan geçirimsiz bir birim olan Akveren Formasyonu'nun dokanağından yüzeye çıkmaktadır. Kaynak kotu 250 m, boşalma miktarı 4 l/sn, 272 m<sup>3</sup>/gün, 99280 m<sup>3</sup>/yıl, suyun sıcaklığı 13.5-14.5 °C, pH 8' dir.

#### 4.4.2.5. Ballıkaya ve Ovabaşı Kaynağı (K5)

Ballıkaya ve Ovabaşı Kaynağı, Dilovası'nda, Ballıkaya boğazı'nın çıkışında sol yamaçta bulunmaktadır. Erken-Orta Triyas yaşlı dolomit, dolomitik kireçtaşı ve kireçtaşından oluşan geçirimli bir birim olan Ballıkaya Formasyonu'nun karstik bir yarığından boşalır. Kaynak kotu 52 m, boşalma miktarı 10 l/sn, 360 m<sup>3</sup>/gün 315360 m<sup>3</sup>/yıl, suyun sıcaklığı 15.2 °C, pH 7.1'dir.

#### 4.4.2.6. Kovabaşı Kaynağı (K6)

Kovabaşı Kaynağı, Dilovası'nda, Demirciler Köyü'nün 1 km batısında bulunmaktadır. Erken Triyas yaşlı, kireçtaşı, şeyl, kumtaşından oluşan yarı geçirimli bir birim olan Demirciler Formasyonu ile Erken-Orta Triyas yaşlı dolomit, dolomitik kireçtaşı ve kireçtaşından oluşan geçirimli bir birim olan Ballıkaya Formasyonu'nun faylı dokanağından boşalır. Tipik bir karst kaynağıdır. Kaynak kotu 200 m, boşalma miktarı 15 l/sn, 1296 m<sup>3</sup>/gün, 473040 m<sup>3</sup>/ yıl, suyun sıcaklığı 14.6 °C, pH 7.2' dir.

#### 4.4.2.7. Duraca Kaynağı (K7)

Duraca Kaynağı, Demirciler yolunun 500 m batısında, Duraca deresindedir. Erken Triyas yaşlı, kireçtaşı, şeyl, kumtaşından oluşan yarı geçirimli bir birim olan Demirciler Formasyonu ile Erken-Orta Triyas yaşlı dolomit, dolomitik kireçtaşı ve kireçtaşından oluşan geçirimli bir birim olan Ballıkaya Formasyonu'nun dokanağından çıkar. Tipik bir karst boşalmasıdır. Dereden beslenir. Kaynak kotu 235 m, boşalma miktarı 3 l/sn, 258 m<sup>3</sup>/ gün, 94170 m<sup>3</sup>/ yıldır.

#### 4.4.2.8. Hasanpaşa Kaynakları (K8)

Hasanpaşa Kaynakları, İstanbul şosesi ile Demirciler kavşağının 750 m güneybatısındadır. Bir kaç gözlü bir kaynaktır. Erken Triyas yaşlı, kireçtaşı, şeyl, kumtaşından oluşan yarı geçirimli bir birim olan Demirciler Formasyonu ile Erken-Orta Triyas yaşlı dolomit, dolomitik kireçtaşı ve kireçtaşından oluşan geçirimli bir birim

olan Ballıkaya Formasyonu'nun dokanağından çıkar. Bahçe sulamada kullanılır. Kaynak kotu 245 m, boşalma miktarı 5 l/sn, 430 m<sup>3</sup>/gün, 156960 m<sup>3</sup>/yıl, suyun sıcaklığı 15.7 °C, pH 7.1' dir.

#### 4.4.2.9. Elmalı Dere Kaynakları (K9)

Elmalı Dere Kaynakları, Çingenebayırı tepesinin doğusunda bulunmaktadır. Bir kaç gözlü bir kaynaktır. Erken Triyas yaşlı, kireçtaşı, şeyl, kumtaşından oluşan yarı geçirimli bir birim olan Demirciler Formasyonu ile Erken-Orta Triyas yaşlı dolomit, dolomitik kireçtaşı ve kireçtaşından oluşan geçirimli bir birim olan Ballıkaya Formasyonu'nun dokanağından çıkar. Kireçtaşında kuzey yönünde gelişen yeraltısuyu akımını belirler. Kaynak kotu 248 m, boşalma miktarı 20 l/sn, 1728 m<sup>3</sup>/gün, 630720 m<sup>3</sup>/yıl, suyun sıcaklığı 14.6 °C, pH 7.1' dir.

#### 4.4.2.10. Karacasu Kuyusu Kaynağı (K10)

Karacasu kaynağı, Tepeköy yolu ile İstanbul şosesi kavşağının kuzeydoğusunda yer alır. Akarkuyu şeklindedir. Erken-Orta Triyas yaşlı dolomit, dolomitik kireçtaşı ve kireçtaşından oluşan geçirimli bir birim olan Ballıkaya Formasyonu'ndan çıkar. Boşalma akarkuyu şeklinde geliştirilmiştir. 2.5 m derinliğindedir. Kuyu taşla örtülmüştür. Kaynak kotu 308 m, boşalma miktarı 4 l/sn, suyun sıcaklığı, 14 °C 'dir.

#### 4.4.2.11. Akpınar Kaynağı (K11)

Akpınar kaynağı Çerkeşli yolunun 50 m kadar güneyinde bulunur. Erken-Orta Triyas yaşlı dolomit, dolomitik kireçtaşı ve kireçtaşından oluşan geçirimli bir birim olan Ballıkaya Formasyonu ile Geç Kretase-Paleosen yaşlı mikritik kireçtaşı, killi kireçtaşı ve şeylden oluşan geçirimsiz bir birim olan Akveren Formasyonu'nun dokanağından yüzeye çıkmaktadır. Tipik bir karst kaynağıdır. Debisi değişir. Yağmurlarda suyu az miktarda bulanır. Boşalma miktarı 86.4 m<sup>3</sup>/gün, 31536 m<sup>3</sup>/yıldır.

#### 4.4.2.12. Akçay Çeşmesi (K12)

Akçay Çeşmesi Mullaim Köyü'nün doğusunda bulunur. Paleosen-Eosen yaşlı Marn, şeyl, kumtaşından oluşan geçirimsiz bir birim olan Atbaşı Formasyonu'nun faylı dokanağından yüzeye çıkmaktadır. pH'ı 6.8 ve debisi 0.019 l/sn' dir. Kurak dönemlerde debisi azalmakta ve kurumaktadır.

#### 4.4.2.13. İkizce Çeşmesi (K13)

İkizce Çeşmesi Mullaim Köyü'nün doğusunda bulunur. Geç Kretase-Paleosen yaşlı mikritik kireçtaşı, killi kireçtaşı ve şeylden oluşan geçirimsiz bir birim olan Akveren Formasyonu'nun faylı dokanağından yüzeye çıkmaktadır. pH'ı 6.8 ve debisi 1.2 l/sn'dir. Eskiden iki çeşme halinde olan bu kaynak Muallimköyü'nün su deposuna akıtılmaktadır.

#### 4.4.2.14. Kavak Çeşmesi (K14)

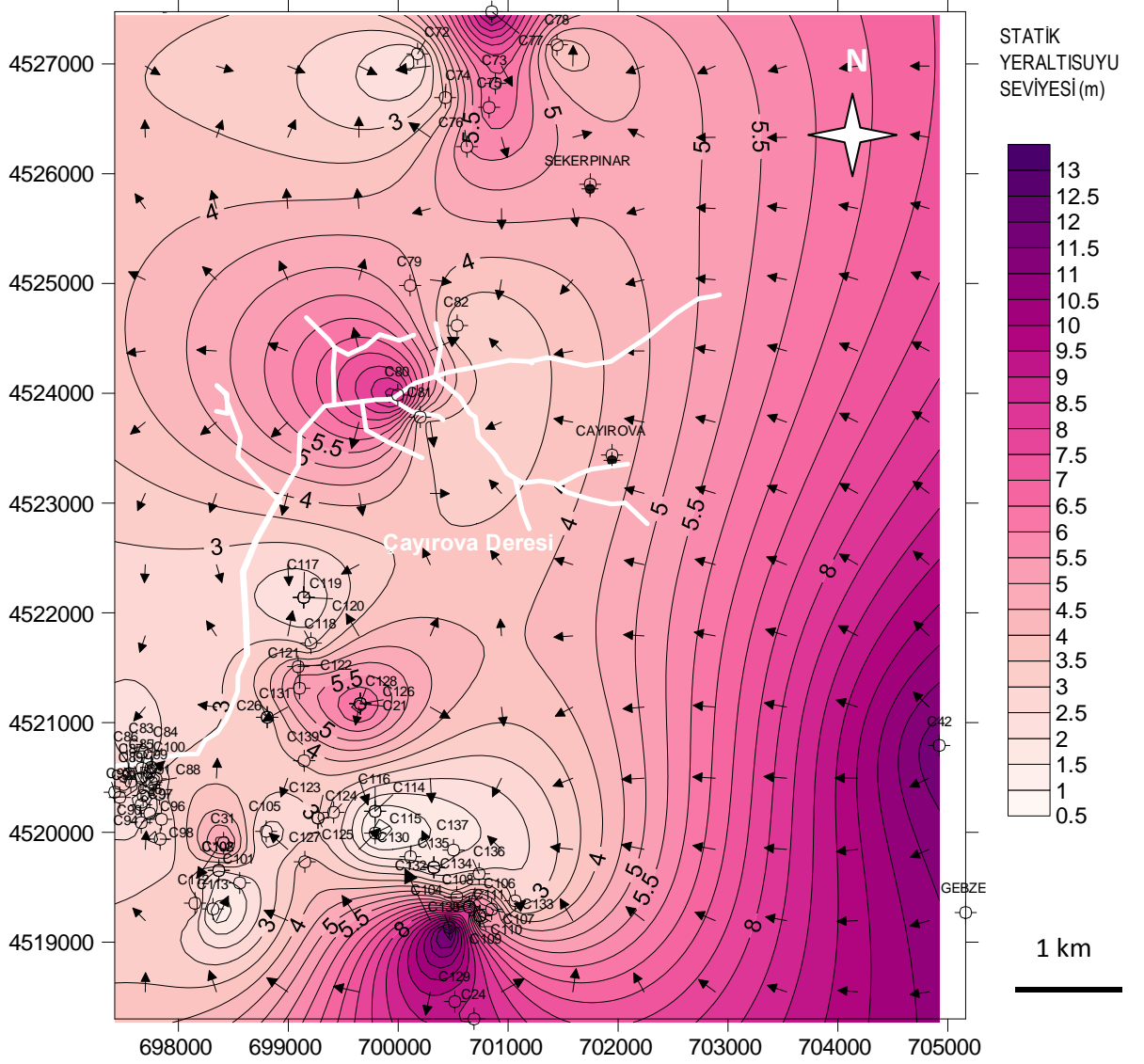
Kavak Çeşmesi Mullaim Köyü'nün doğusunda bulunur. Geç Kretase-Paleosen yaşlı mikritik kireçtaşı, killi kireçtaşı ve şeylden oluşan geçirimsiz bir birim olan Akveren Formasyonu'nun faylı dokanağından yüzeye çıkmaktadır ve boşa akmaktadır. pH'ı 6.8 ve debisi 1.1 l/sn'dir.

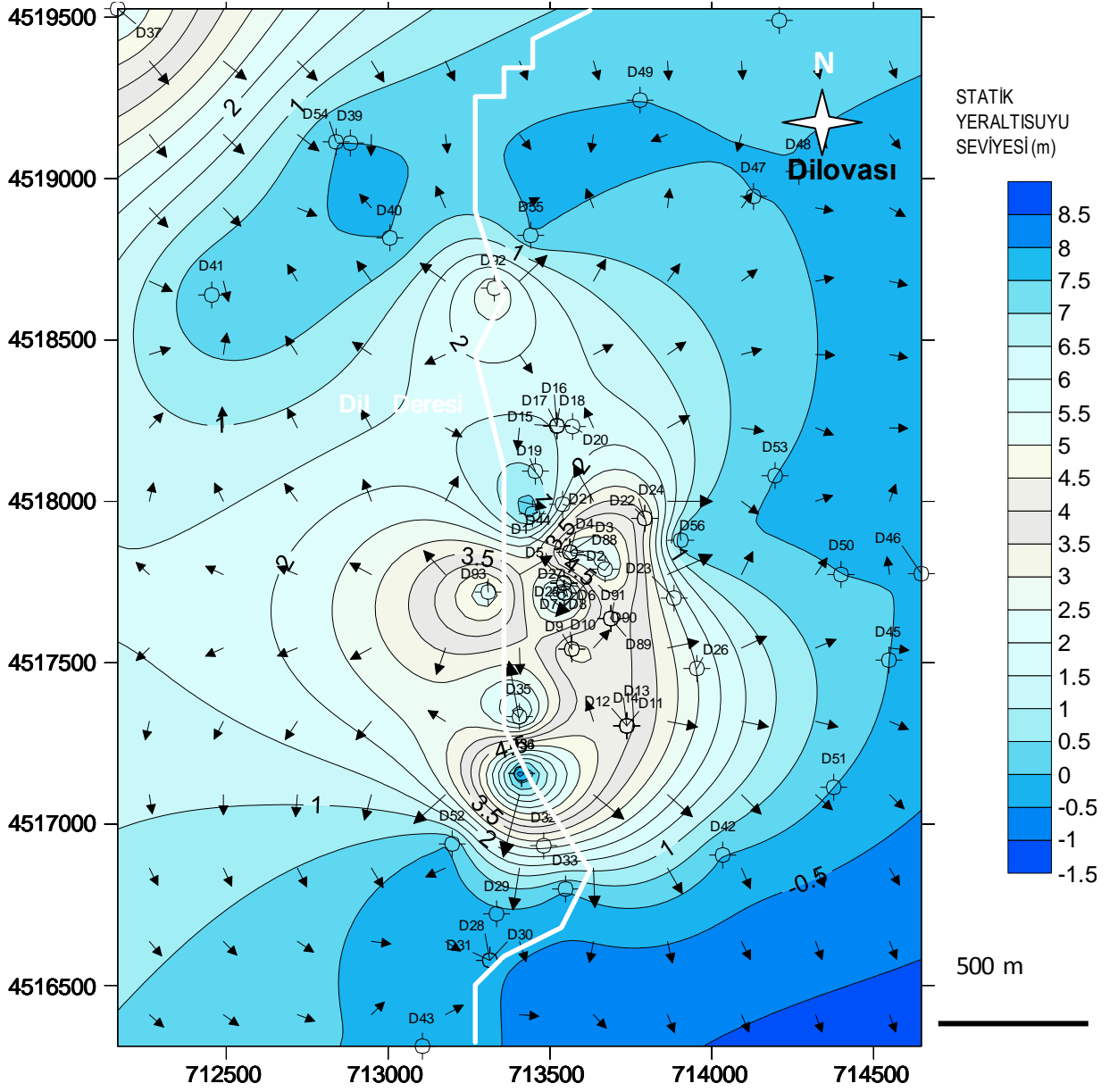
### 4.4.3. Yeraltıları

Gebze-Çayrova Havzası'na ait yeraltısuyu akış yönü haritası Şekil 4.20'de verilmiştir. Bu haritada koyu pembe renkli alanlar yeraltılarının beslendiği alanlardır. Beslenme yönü Doğudan Batıya doğrudur. Açık Pembe renkli alanlarda yeraltısı seviyeleri oldukça düşük seviyededir. Bu alanlarda kuyular yoğundur. Ve fazla pompalama yapıldığından kuyular kurumuştur.

Gebze-Dil Deresi Havzası'na ait yeraltısuyu akış haritası Şekil 4.21'de verilmiştir. Bu haritada şeklin kuzey ve orta kesimindeki mavi renkli kısımlar yeraltılarının beslendiği alanlardır. Beslenme yönü kuzeybatıdan, güneydoğuya doğrudur. Açık mavi renkli kısımlar kuyuların yoğun bulunduğu ve fazla pompalama yapılan alanlar olduğundan kuyular kuruma tehlikesindedir.







Şekil 4.21 Gebze-Dil Deresi Havzası'nın yeraltısuyu akış yönü haritası

Tablo 4.18 Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyuların açıldığı formasyonlar ve kuyuların hidrolik özellikleri

KUYU NO	FORMASYON	KUYU KOTU (m)	DERİNLİK (m)	STATİK SU SEVİYESİ (m)	DİNAMİK SU SEVİYESİ (m)	VERİM (l/sn)	GÜNLÜK ÇEKİLEN (m <sup>3</sup> /gün)
1	Alüvyon	39	210				
2	Kurtköy Fm.	40					
3	Alüvyon	40	496	200	280		20
4	Alüvyon	40	424				20
5	Alüvyon	81	10				
6	Meşetepe Fm.	91					
7	Karapürçek Fm.	63	12		4		
8	Karapürçek Fm.	50	45				
9	Karapürçek Fm.	38					
10	Gözdağ Fm.	12					
11	Alüvyon	38	250				812
12	Alüvyon		250				
13	Trakya Fm.	21	7				
14	Çayırova Deresi	2					
15	Alüvyon		62	2	16	5	432
16	Alüvyon						
17	Alüvyon						
18	Alüvyon		60	7	19	1,2	103,68
19	Alüvyon						
20	Alüvyon						
21	Karapürçek Fm.	36,259	11,4	6,85	14,55	0,6	5,18
22	Karapürçek Fm.						
23	Karapürçek Fm.						
24	Karapürçek Fm.	36,082	14,5	9		0,5	43,2
25	Karapürçek Fm.						
26	Kayaltepe Fm.		71	3,2	25,8	5,3	457,92
27	Kayaltepe Fm.						
28	Kayaltepe Fm.						
29	Alüvyon						
30	Alüvyon						
31	Alüvyon	14,73	60	5,71			
32	Meşetepe Fm.	176	8,00	0			
33	Denizliköy Gr.	134	6,20	0			
34	Karapürçek Fm.	58	8,00	0			
35	Gözdağ Fm.	192	6,00	0			
36	Gözdağ Fm.	190	6,00	0			
37	Karapürçek Fm.	47	8,50	0			
38	Karapürçek Fm.	28	8,50	0			
39	Karapürçek Fm.	22	8,50	0			
40	Gözdağ Fm.	175	15,36	0			
41	Gözdağ Fm.	156	14,00	0			
42	Meşetepe Fm.	160	13,95	12,00			
43	Kayaltepe Fm.	169	15,35	0			
44	Kayaltepe Fm.	162	15,45	0			
45	Gözdağ Fm.	163	14,00	0			
46	Gözdağ Fm.	145	14,00	0			
47	Gözdağ Fm.	153	15,00	0			

Tablo 4.19 Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyuların açıldığı formasyonlar ve kuyuların hidrolik özellikleri

KUYU NO	FORMASYON	KUYU KOTU (m)	DERİNLİK (m)	STATİK SU SEVİYESİ (m)	DİNAMİK SU SEVİYESİ (m)	VERİM (l/sn)	GÜNLÜK ÇEKİLEN (m <sup>3</sup> /gün)
48	Meşetepe Fm.	171	15,00	0			
49	Meşetepe Fm.	85	15,30	0			
50	Meşetepe Fm.	82	15,14	0			
51	Denizliköy Gr.	189	15,00	0			
52	Meşetepe Fm.	189	10,00	0			
53	Denizliköy Gr.	181	10,00	0			
54	Meşetepe Fm.	165	15,15	0			
55	Karapürçek Fm.	80	15,40	0			
56	Karapürçek Fm.	0	15,00	0			
57	Gözdağ Fm.	155	15,45	0			
58	Meşetepe Fm.	176	12,00	0			
59	Gözdağ Fm.	173	15,45	0			
60	Yörükali ü.	133	10,00	0			
61	Meşetepe Fm.	183	10,00	0			
62	Kartal Fm.	173	10,00	0			
63	Baltalimanı Fm.	58	15,00	0			
64	Gözdağ Fm.	168	11,50	0			
65	Gözdağ Fm.	160	11,00	0			
66	Gözdağ Fm.	165	12,50	0			
67	Gözdağ Fm.	161	10,50	0			
68	Trakya Fm.	172	10,50	0			
69	Meşetepe Fm.	184	13,50	0			
70	Trakya Fm.	173	12,00	0			
71	Trakya Fm.	167	10,50	0			
72	Kayalitepe Fm.	101	16,00	1,80			
73	Sancaktepe Graniti	115	19,00	6,50			
74	Sancaktepe Graniti	110	16,00	3,50			
75	Sancaktepe Graniti	125	16,00	6,40			
76	Sancaktepe Graniti	96	16,00	5,50			
77	Sancaktepe Graniti	85	16,00	10,00			
78	Sancaktepe Graniti	104	21,50	3,50			
79	Sancaktepe Graniti	90	18,00	4,65			
80	Sancaktepe Graniti	77	16,50	9,10			
81	Sancaktepe Graniti	90	15,50	3,50			
82	Sancaktepe Graniti	50	15,50	3,00			
83	Alüvyon	5	13,00	1,70			
84	Alüvyon	6	15,00	3,20			
85	Alüvyon	4	19,00	0,55			
86	Alüvyon	6	16,00	4,00			
87	Alüvyon	2	18,00	2,00			
88	Alüvyon	3	14,00	2,80			
89	Alüvyon	4	15,00	3,50			
90	Alüvyon	1	19,00	0,85			
91	Alüvyon	3	13,00	2,80			
92	Alüvyon	3	16,00	2,50			
93	Alüvyon	3	17,00	2,28			
94	Alüvyon	2	19,00	2,05			
95	Alüvyon	3	14,00	2,60			
96	Alüvyon	3	24,00	2,55			
97	Alüvyon	3	14,00	2,50			

Tablo 4.20 Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyuların açıldığı formasyonlar ve kuyuların hidrolik özellikleri

KUYU NO	FORMASYON	KUYU KOTU (m)	DERİNLİK (m)	STATİK SU SEVİYESİ (m)	DİNAMİK SU SEVİYESİ	VERİM (l/sn)	GÜNLÜK ÇEKİLEN (m <sup>3</sup> /gün)
98	Alüvyon	2	19,00	2,45			
99	Alüvyon	2	13,00	2,40			
100	Alüvyon	1	15,00	0,40			
101	Alüvyon		45	2	10,5	8	691,2
102	Alüvyon		39	2	19	5	432
103	Alüvyon		45	2	15	11	950,4
104	Alüvyon		25,35	4	15	1,5	86,4
105	Alüvyon		45	2	15	3	259,2
106	Alüvyon		30,75	9	18	0,22	19
107	Alüvyon		22	6	18	0,3	25,92
108	Alüvyon		19,2	6,2	14,5	0,46	39,72
109	Alüvyon		49,5	4	30	0,38	32,83
110	Alüvyon		77,7	6,5	22	1	86,4
111	Alüvyon		34	1	5,5	1	86,4
112	Alüvyon		36	3,5	12	1	86,4
113	Alüvyon		65	0,95	11,5	4	345,6
114	Alüvyon		13,3	1,1	10	1,5	129,6
115	Karapürçek Fm.		10,7	0,8	8,5	1	86,4
116	Alüvyon		10	0,8	8	1	86,4
117	Kayaltepe Fm.		24	1,9	16,9	1	86,4
118	Alüvyon		20	2,9	16,5	1,3	112,32
119	Kayaltepe Fm.		40	2,1	13,4	4	345,6
120	Alüvyon		12	4,6	6	1	86,4
121	Alüvyon		14,1	5,3	6,5	1,6	138,24
122	Alüvyon		12,2	4,95	6,3	1,2	103,68
123	Alüvyon		59	3	6	2,5	216,6
124	Alüvyon		35	3	6	1,6	138,24
125	Karapürçek Fm.		35	1,8	12	7	172,8
126	Bakacak Fm.		49,5	7	19	7	604,8
127	Alüvyon		44	3,8	21,8	5	432
128	Karapürçek Fm.		45,5			0,5	43,2
129	Alüvyon		14,5	9		0,5	43,2
130	Alüvyon		70	2	62	1,7	146,88
131	Alüvyon		24	2,2	20	1,3	112,32
132	Alüvyon		49	2,05	40	0,5	43,2
133	Alüvyon		77	2,75	21,65	4	345,6
134	Alüvyon		31	2	8	1	86,4
135	Alüvyon		10,5	2	8	1	86,4
136	Alüvyon		75,5	2,8	17,7	1	86,4
137	Alüvyon		33	2	25	0,5	43,2
138	Alüvyon		17	13	16	0,55	57
139	Alüvyon		55	3,5	21	2,8	241,9

Tablo 4.21 Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki kuyuların açıldığı formasyonlar ve kuyuların hidrolik özellikleri

KUYU NO	FORMASYON	KUYU KOTU(m)	DERİNLİK (m)	STATİK SU SEVİYESİ(m)	DİNAMİK SU SEVİYESİ(m)	VERİM(l/sn)	GÜNLÜK ÇEKİLEN (m <sup>3</sup> /gün)
1	Alüvyon		50	5,8	18,4	7	604,8
2	Alüvyon						
3	Alüvyon						
4	Alüvyon						
5	Alüvyon	6,478	40	2,2	8,2	10	864
6	Alüvyon						
7	Alüvyon						
8	Alüvyon		40	1,8	12	3,2	302,4
9	Alüvyon		32	4,75	13	3,45	298
10	Alüvyon						
11	Alüvyon		70	4,15	22,85	5,25	453,6
12	Alüvyon						
13	Alüvyon						
14	Alüvyon						
15	Alüvyon	4,516	30,5	3,5	15,14	4	345
16	Alüvyon						
17	Alüvyon						
18	Alüvyon						
19	Dil Deresi	20					
20	Alüvyon		6,5				
21	Alüvyon		5				
22	Alüvyon		5				
23	Alüvyon		7,5				
24	Alüvyon	7	6,5	3,7			
25	Alüvyon	5	4,5	0,9			
26	Alüvyon		1,5				
27	Alüvyon		1				
28	Alüvyon		2,5				
29	Alüvyon		5				
30	Alüvyon		4				
31	Alüvyon		3,75				
32	Alüvyon		2,3				
33	Teksen Fm.	3	6,3	0			
34	Alüvyon		3,1				
35	Alüvyon	4	4,2	1			
36	Alüvyon	9	7	8,5			
37	Akveren Fm.	39	236	5,7			
38	Akveren Fm.		184				
39	Alüvyon	0	10,50	0			
40	Alüvyon	0	10,50	0			
41	Atbaşı Fm.	0	10,50	0			
42	Akveren Fm.	0	19,00	0			
43	Alüvyon	0	3,00	0			
44	Alüvyon	0	19,00	0			
45	Akveren Fm.	0	3,00	0			
46	Akveren Fm.	0	12,00	0			
47	Akveren Fm.	0	4,50	0			

Tablo 4.22 Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki kuyuların açıldığı formasyonlar ve kuyuların hidrolik özellikleri

KUYU NO	FORMASYON	KUYU KOTU(m)	DERİNLİK (m)	STATİK SU SEVİYESİ (m)	DİNAMİK SU SEVİYESİ(m)	VERİM (l/sn)	GÜNLÜK ÇEKİLEN (m <sup>3</sup> /gün)
48	Akveren Fm.	0	9,00	0			
49	Alüvyon	0	7,50	0			
50	Atbaşı Fm.	0	6,00	0			
51	Akveren Fm.	0	1,50	0			
52	Akveren Fm.	0	10,50	0			
53	Atbaşı Fm.	0	7,50	0			
54	Atbaşı Fm.	0	7,50	0			
55	Alüvyon	0	1,50	0			
56	Alüvyon	0	7,50	0			
57	Alüvyon	4	15,45	4,00			
58	Alüvyon	9	10,00	4,00			
59	Alüvyon	5	15,08	4,00			
60	Alüvyon	5	16,65	4,00			
61	Alüvyon	5	19,95	4,00			
62	Alüvyon	7	15,45	4,00			
63	Alüvyon	5	19,95	4,00			
64	Alüvyon	3	15,45	0			
65	Atbaşı Fm.	24	11,50	0			
66	Atbaşı Fm.	42	8,50	0			
67	Atbaşı Fm.	40	10,00	0			
68	Atbaşı Fm.	18	12,00	0			
69	Atbaşı Fm.	19	18,45	0			
70	Akveren Fm.	29	13,60	0			
71	Akveren Fm.	35	13,50	0			
72	Atbaşı Fm.	13	15,25	0			
73	Akveren Fm.	4	18,10	0			
74	Atbaşı Fm.	27	15,00	0			
75	Atbaşı Fm.	27	16,60	0			
76	Akveren Fm.	6	40,05	0			
77	Atbaşı Fm.	3	17,50	0			
78	Atbaşı Fm.	18	18,10	0			
79	Atbaşı Fm.	7	12,00	0			
80	Atbaşı Fm.	42	13,80	0			
81	Akveren Fm.	8	42,00	0			
82	Atbaşı Fm.	120	14,30	0			
83	Atbaşı Fm.	116	10,80	0			
84	Ballıkaya Fm.	163	7,50	0			
85	Ballıkaya Fm.	222	10,50	0			
86	Ballıkaya Fm.	18	12,00	0			
87	Akveren Fm.	83	10,00	0			
88	Alüvyon		44	5,8	18,4	7	604,8
89	Alüvyon						
90	Alüvyon		33,5	4,25	13,5	3,45	298
91	Alüvyon		62	1,35	21,83	11,6	1002,2
92	Alüvyon		26	3	10,54	11	950,4

Tablo 4.18-19-20-21 ve Tablo 4.22’de görüldüğü gibi 2 havzada da su taşıyan en iyi akifer türü alüvyondur. Bunun dışında 1. havzada Karapürçek Formasyonu ve Sancaktepe Graniti, 2. Havzadaki Ballıkaya Formasyonu su taşıyan ikincil formasyonlardır.

## **4.5. HİDROJEOKİMYA**

### **4.5.1. Giriş**

Yeraltularının kökeni meteorik sulardır. Yağış sularının bir kısmı yeraltına süzülür, bir kısmı ise yüzeysel olarak akışa geçer. Yeraltına süzen sular kayalardan geçerken onları çözer ve kayanın kimyasını kazanır. Yeraltularının kimyasal bileşimi, suyun etkileştiği kayaların kimyasal bileşimine, kaya ile ne kadar süre dokanak halinde bulunduğuna, yer altı suyunun debisine, suyun sıcaklığına, ortamın basıncına, iyonların etkileşimine göre değişir. Yeraltularının kimyasal analizleri bu suların kullanım tiplerini ve kullanma özelliklerini belirlemede önemlidir. Buharlaşma, yoğunlaşma, infiltrasyon, yüzeysel akış ve suyun zeminde hareketi gibi bir çevrim, hidrolojik döngü sırasında, suyun kimyasını oldukça değiştirir. Su kimyasal yapısı itibariyle, yeryüzünde bulunan en iyi çözücülerden biridir. Su iyonize olabilen pek çok tuzlu bileşiği çözer. Doğal suların farklı kimyasal özelliklere sahip olması, etkileştiği kayaç türlerinin farklı olması, ve yeraltına süzülürken farklı kayaçlardan geçmeleri yüzündendir. Bu durumda suların kimyasını belirleyen en önemli etken yeraltularının bulunduğu ortamdaki kayaçlardır. Suyun kimyasını etkilen fiziksel etmenler ise mevsimler, yağış, sıcaklık ve basınçtır. Yeraltularında mevsimlere göre suyun kimyasında farklılıklar gözlenir. Ortamdaki çözülmüş gazlar ve pH yeraltularının kimyasında önemli değişikliklere yol açabilir.

Çalışma alanındaki tüm kuyu ve kaynakların kimyasal analiz sonuçları Tablo 4.24-25-26-27-28 ve Tablo 4.29’de, durov diagramları Şekil 4.22-23 ve Şekil 4.24’te sunulmuştur. Kimyasal veriler TS-266 standartlarıyla karşılaştırılmıştır. İçme suyu standartları Tablo 4.23’te verilmiştir.



Tablo 4.23 İçme suyu standartları

	<u>Türk Standartları</u>	<u>Dünya Sağlık Örgütü</u>	<u>ABD Çevre Koruma</u>
	<u>TSE 266</u>	<u>WHO</u>	<u>Ajansı EPA</u>
<b>İNORGANİK KİMYASAL MADDELER</b>			
(mg/lt.)			
Alüminyum,Al	0,2	0,2	1
Arsenik, As	0,05	0,05	0,05
Baryum,Ba	0,3		1
Kadmiyum,Cd	0,01	0,01	0,01
Krom (Toplam)	0,05	0,05	0,05
Florür,F	1,5	1,5	0,7-2,4
Kurşun,Pb	0,05	0,05	0,05
Civa,Hg	0	0	0
Nitrat,NO <sub>3</sub>	50	50	45
Nitrit, NO <sub>2</sub>	0.05		
<b>ESTETİK PARAMETRELER (mg/lt)</b>			
Klorür,Cl	600	250	250
Renk (Birim)	20	15	15
Bakır,Cu	3		1
Deterjanlar	0,2		0,5
Demir,Fe	0,2		0,3
Mangan,Mn	0,05	0,5	0,05
Koku Eşik Değeri (Birim)			3
pH	6,5-9,2	6,5-8,8	6,5-8,5
Sülfat,SO <sub>4</sub>	250	250	250
TDS	1500	1000	500
Çinko,Zn	5		5
<b>İLAVE PARAMETRELER (mg/lt.)</b>			
Kalsiyum,Ca	200		
Sertlik,CaCO <sub>3</sub>		500	
Magnezyum,Mg	50		
Potasyum,K	12		
Sodyum,Na	175	200	
Bakiye Klor	0,1-0,5	5	
Amonyum,NH <sub>4</sub>	0,05-0,5	1,5	

Tablo 4.24 Gebze-Çayırova Havzası'nın kuyu sularının kimyasal analiz sonuçları

SiO <sub>2</sub> (mg/l)	0,003	>3,5	0	0	>3,5	0,004	0,358	0	0	0
HCO <sub>3</sub> (mg/l)	304,2	395,4	365	395,4	425,8	383,2	480,5	431,9	419,7	480,5
CO <sub>3</sub> (mg/l)										
Na(mg/l)	90,3	87,2	88,9	88,1	87,3	89,6	89,8	86,1	87,4	89,7
Cl(mg/l)	6	14,5	5	9	10	5,8	9	6,5	15,7	6,2
NO <sub>2</sub> (mg/l)	0,007	0,009	0,012	0,008	0,01	0,011	0,014	0,006	0,02	0,017
SO <sub>4</sub> (mg/l)	66,2	119	74,2	95,2	135	190	149	57,3	154	117
NH <sub>4</sub> -N <sub>2</sub> (mg/t)	0,11	0,124	0,127	0,124	0,124	0,152	0,122	0,12	0,129	0,12
NH <sub>3</sub> (mg/l)	0,141	0,151	0,161	0,156	0,164	0,165	0,154	0,159	0,169	0,163
K(mg/l)	1,5	1,14	1,7	1,31	13,4	1,44	1,61	1,58	2,21	3,08
NO <sub>3</sub> (mg/l)	2,36	61,2	3,3	0,7	18,1	30,4	15,2	12,2	20	4,89
SAR	2,46	1,6	2,88	2,13	1,77	1,75	1,57	2,21	1,81	1,91
Sertlik Dh°(F+0)	14,4	31,6	10,2	18,3	25,8	27,5	34,1	16,2	24,5	23,3
Mg(mg/l)	26,4	41,8	20,4	31,4	25,5	15,3	46,4	17,1	34,2	21,7
Ca(mg/l)	59,5	157	38,8	78,7	142	171	167	87,6	119	130
su sıcaklığı(°C)	25,9	23,9	25,6	25,4	28,5	25	25		24,4	
%Oksijen içeriği	82,5	80,4	49,2	43	99	91,1	72,8	93,7	76,8	64,5
%Na	50,8	30,3	59,3	44,1	32,5	32,3	29,4	44,7	35,9	36,6
DO(mg/l)	6,63	6,97	3,96	3,47	7,5	7,15	5,88	8,38	6,17	5,2
ORP(mV)	202,5	303,6	10	56,7	323,8	50	55	190	60	282,1
TDS	379,2	998,4	424,8	522,6	685,8	541,8	744,6	584,4	717	573,6
EC(µmho/cm)	632	1664	708	871	1143	903	1241	974	1195	956
pH	7,76	7,16	7,82	7,41	7,67	7,51	7,28	7,43	7,55	7,29
kuyu no	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10





Tablo 4.27 Gebze-Dil Deresi Havzası'nın kuyu sularının kimyasal analiz sonuçları

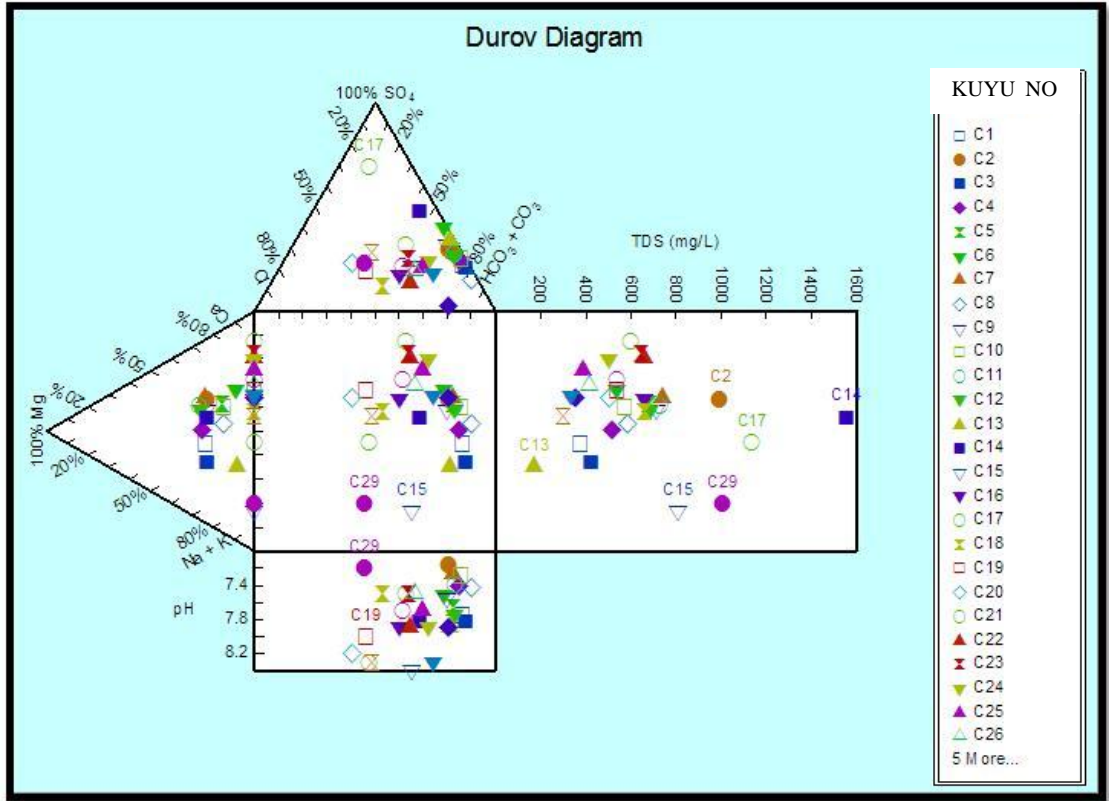
HCO <sub>3</sub> (mg/l)	347,8	475,9	549,2	402,7	372,2	585,8	524,7	360	213,6
CO <sub>3</sub> (mg/l)	30	0	0	0	6,001	0	0	12	0
Na(mg/t)	142,5	160,9	166,7	188,5	533,4	606,9	551,8	671,3	32,42
Cl(mg/l)	138,3	166,6	170,2	202,1	907,6	950,1	893,4	907,6	32,62
NO <sub>2</sub> (mg/l)									
SO <sub>4</sub> (mg/l)	81,7	47,55	7,685	68,69	100,4	115,3	143,6	318,9	17,29
NH <sub>4</sub> -N <sub>2</sub> (mg/l)									
NH <sub>3</sub> (mg/t)									
K(mg/l)	11,34	11,34	12,12	5,083	15,25	15,64	15,25	13,29	2,737
NO <sub>3</sub> (mg/l)									
SAR	3,64	3,97	4,05	4,99	10,17	10,77	19,63	13,76	1,09
Sertik Dh°(Fr0)	29	31	32	27	52	60	62	45	16
Mg(mg/l)									
Ca(mg/l)	60,12	124,2	128,2	108,2	100,2	240,5	240,4	180,4	40,08
su sıcaklığı(°C)	25	25	25	25	25	25	25	25	25
% Oksijen içeriği									
%Na	50,4	51,8	51,9	59,7	68,2	68,04	65,23	75,7	29,49
DO(mg/l)									
ORP(mV)									
TDS	720	780	780	840	1920	2340	2100	2400	264
EC (µmho/cm)	1200	1300	1300	1400	3200	3900	3500	4000	440
pH	8,4	7,8	7,3	7,7	8	7,4	7	8,3	8
kuyu no	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9

Tablo 4.28 Gebze-Dil Deresi Havzası'nın kuyu sularının kimyasal analiz sonuçları

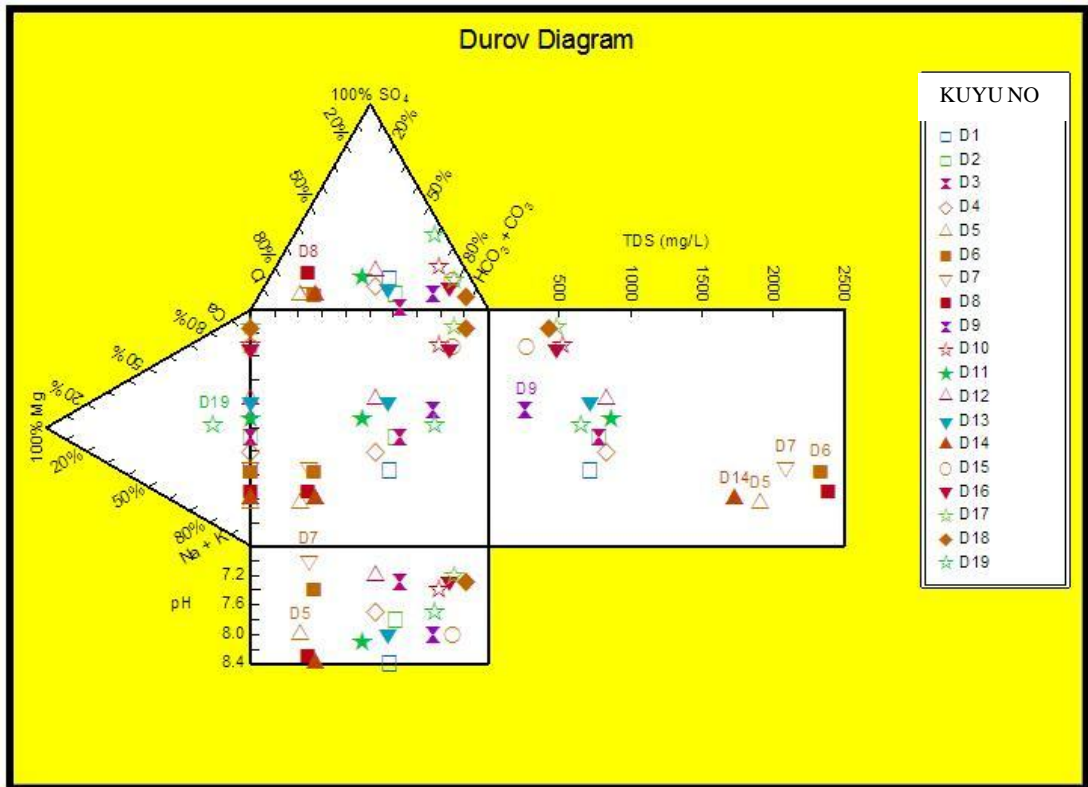
HCO <sub>3</sub> (mg/l)	414,9	360	414,9	414,9	433,2	238	433,2	439,3	451,5	340,7
CO <sub>3</sub> (mg/l)	0	12	0	0	36,01	6,001	0	0	0	
Na(mg/t)	32,19	160,9	124,1	110,4	459,8	14,94	30,35	13,79	13,79	89,7
Cl(mg/l)	31,2	241,1	187,9	166,6	732,2	13,47	31,2	19,85	17,02	14
NO <sub>2</sub> (mg/l)										0,046
SO <sub>4</sub> (mg/l)	90,78	108,6	120,6	58,12	87,9	32,66	40,83	54,76	19,69	157
NH <sub>4</sub> -N <sub>2</sub> (mg/l)										0,172
NH <sub>3</sub> (mg/t)										0,218
K(mg/l)	2,737	6,256	8,211	8,211	12,9	4,301	8,211	3,91	3,519	7,03
NO <sub>3</sub> (mg/l)										1,65
SAR	0,69	3,45	2,54	2,44	8,85	0,43	0,69	0,29	0,3	2,64
Sertlik Dh°(F <sub>10</sub> )	40	41	45	38	51	20	36	41	38	17,2
Mg(mg/l)										22,4
Ca(mg/l)	162,3	164,3	180,4	154,3	100,2	80,16	146,3	164,3	152,3	86,2
su sıcaklığı(°C)	25	25	25	25	25	25	25	25	25	20,3
% Oksijen içeriği										23,3
% Na	14,62	45,5	36,9	37,7	65,5	12,5	14,9	6,7	7,23	43,68
DO(mg/l)										2,1
ORP(mV)										49,5
TDS	528	870	840	720	1740	276	480	480	438	661,2
EC (µmho/cm)	880	1450	1400	1200	2900	460	800	800	730	1102
pH	7,4	8,1	7,2	8	8,4	8	7,3	7,2	7,3	7,69
kuyu no	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19

Tablo 4.29 Dilovası ve Hereke'deki bazı kaynakların kimyasal analiz sonuçları (K1-K4-K5, DSİ, 1977; K12-K13-K14, MTA, 1994)

SiO <sub>2</sub> (mg/l)				18	25	20
HCO <sub>3</sub> (mg/l)	356,4	285,6	385	268	299	250
CO <sub>3</sub> (mg/l)	0	0	0	9	9	9
Na(mg/t)	21,61	3,678	7,127	12	62	13
Cl(mg/t)	38,29	8,509	14,18	10	126	190
SO <sub>4</sub> (mg/l)	55,24	8,646	11,05	50	82,2	52
K(mg/t)	0,9775	1,564	1,564	0	8	0,25
NO <sub>3</sub> (mg/l)				11,7	0,2	13,2
SAR	0,5	0,1	0,17	0,25	1,2	0,25
Sertlik Dh°(Fr0)	24	24,5	33	22	27	28
Mg(mg/l)	24,32			20	8	6
Ca(mg/l)	112	98,19	132,2	129	184	190
su sıcaklığı(°C)	15,1	13,5	15,2			
%Na	11,61	3,13	4,46	4,59	23,6	6,2
TDS	480	306	402	521,57	856,12	325,18
EC (µmho/cm)	800	510	670	543	950	845
ph	7,2	8	7,1	6,8	6,8	6,8
kaynak no	K1	K4	K5	K12	K13	K14

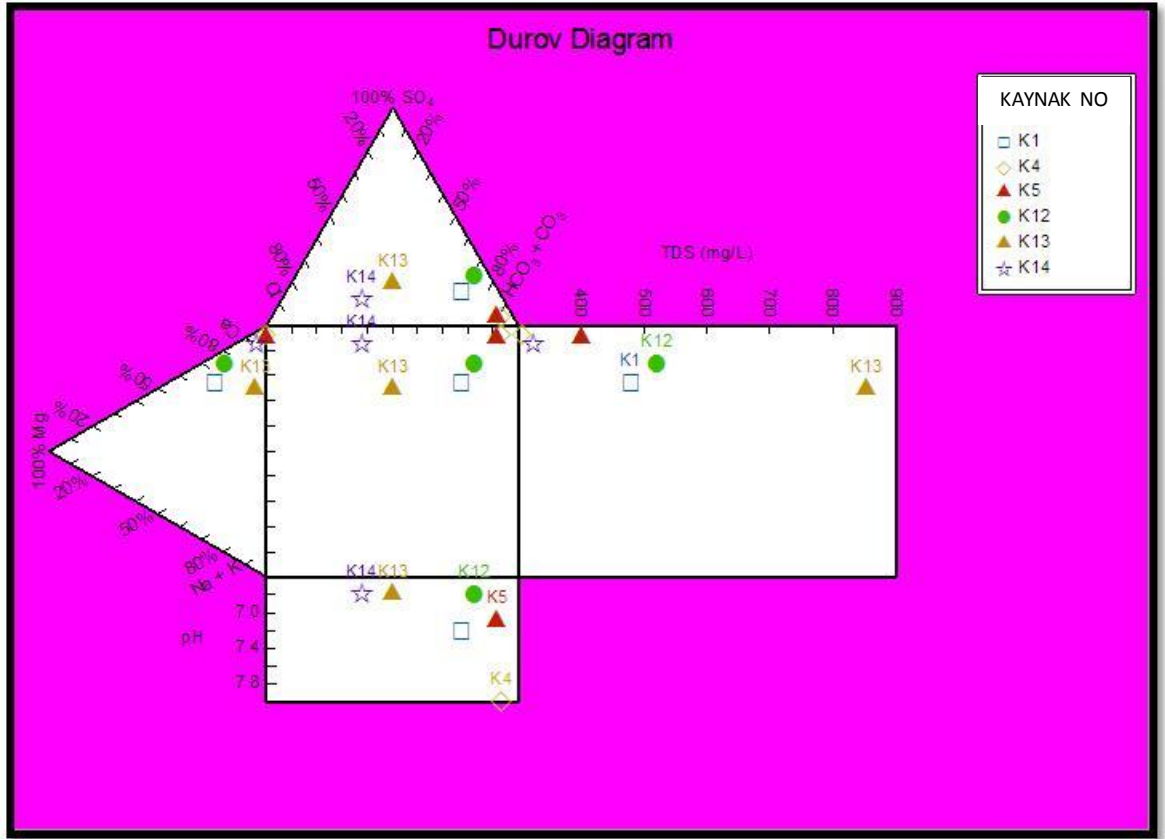


Şekil 4.22 Gebze-Çayrova Havzası'ndaki kuyu sularına ait durov diagram



Şekil 4.23 Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki kuyu sularına ait durov diagram





Şekil 4.24 Dilovası ve Hereke'deki bazı kaynaklara ait durov diagram

#### 4.5.2. Suların Sertliği

Sertlik, suda çözülmüş halde bulunan Ca ve Mg bileşiklerinin suya kazandırdığı fiziksel bir özelliktir. Ca ve Mg'lu bileşikler genellikle bikarbonatlar, sülfatlar, klorürler ve nitratlardır. Ülkemizdeki yeraltısularının sertlik derecesini belirlemek için Fransız Sertlik Derecesi (Fr0) kullanılır. Fransız Sertlik Derecesi = 1 litre suda çözülmüş olan 10 mg Ca ve Mg bikarbonat veya buna eşdeğer nitelikteki diğer sertlik verici iyonların ve bileşiklerin bulunmasıdır. Sert veya çok sert özellikteki sularda bulunan toprak alkali iyonları sabunu meydana getiren yağ asitleri ile birleşerek, suda çözünmeyen tortular meydana getirir ve köpürmeyi geciktirir. Sudaki sertlik, kazanda suyun ısıtılması ile kalsiyum karbonatın tortu halinde metal yüzeylerde birikmesine ve kireçlenmeye neden olur. Sert sular endüstride kullanım açısından zararlıdır. Kireçlenme, ısı iletkenliğini düşürerek daha fazla enerji kullanımına, önemli arızalara ve bir süre sonra kazanın tamamen çalışamaz duruma gelmesine neden olur (Küçükyağlı, 2000). Böyle bir durumda, endüstriyel amaçla kullanılacak olan yeraltısularının yumuşatılarak kullanılması gerekmektedir. (Samsunlu, 1999). Yeraltısularının toplam sertlik derişimlerine göre sınıflandırılması Tablo 4.30'da verilmiştir. İnceleme alanının sertlik

haritası Şekil 4.25 ve Şekil 4.26'da, sertlik sınıflaması Tablo 4.31 ve Tablo 4.32'de sunulmuştur.

Tablo 4.30 Suların sertliklerine göre sınıflandırılması (Şahinci,1991)

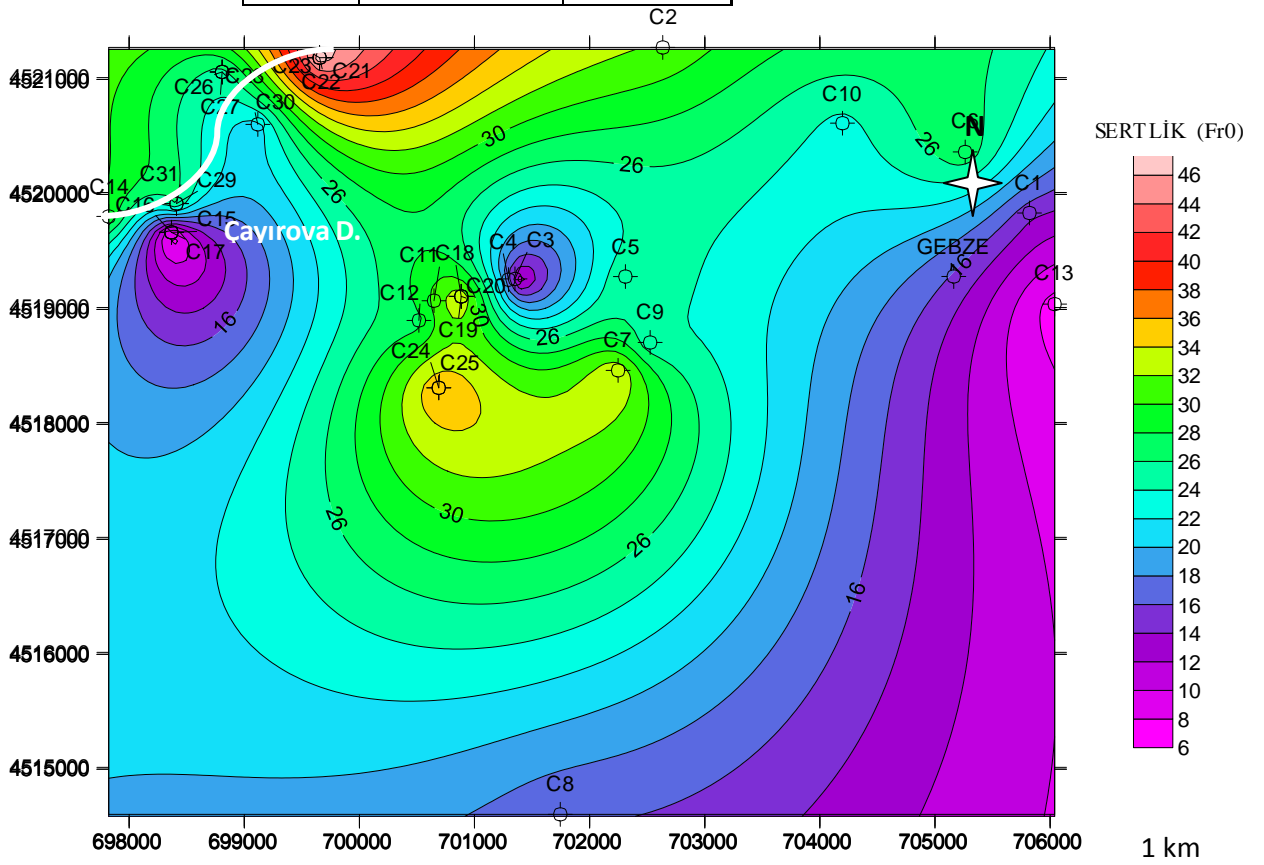
Fransız Sertliği	Suyun Sınıfı
0-7.2	Çok yumuşak
7.2-14.5	Yumuşak
14.5-21.5	Az Sert
21.5-32.5	Oldukça Sert
32.5-54.0	Sert
54'ten fazla	Çok Sert

Tablo 4.31 Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyu sularının sertlik sınıflaması

Kuyu no	Sertlik Dh°(Fr0)	Sınıflama	Kuyu no	Sertlik Dh°(Fr0)	Sınıflama
1	14,4	Yumuşak	17	45	Sert
2	31,6	Oldukça Sert	18	34	Sert
3	10,2	Yumuşak	19	33	Sert
4	18,3	Az Sert	20	30	Oldukça Sert
5	25,8	Oldukça Sert	21	47	Sert
6	27,5	Oldukça Sert	22	42	Sert
7	34,1	Sert	23	47	Sert
8	16,2	Az Sert	24	36	Sert
9	24,5	Oldukça Sert	25	25	Oldukça Sert
10	23,3	Oldukça Sert	26	25	Oldukça Sert
11	30,5	Oldukça Sert	27	35	Sert
12	27,2	Oldukça Sert	28	14	Yumuşak
13	7,01	Çok yumuşak	29	26	Oldukça Sert
14	29,6	Oldukça Sert	30	21	Az Sert
15	6,5	Çok yumuşak	31	19	Az Sert
16	37	Sert			

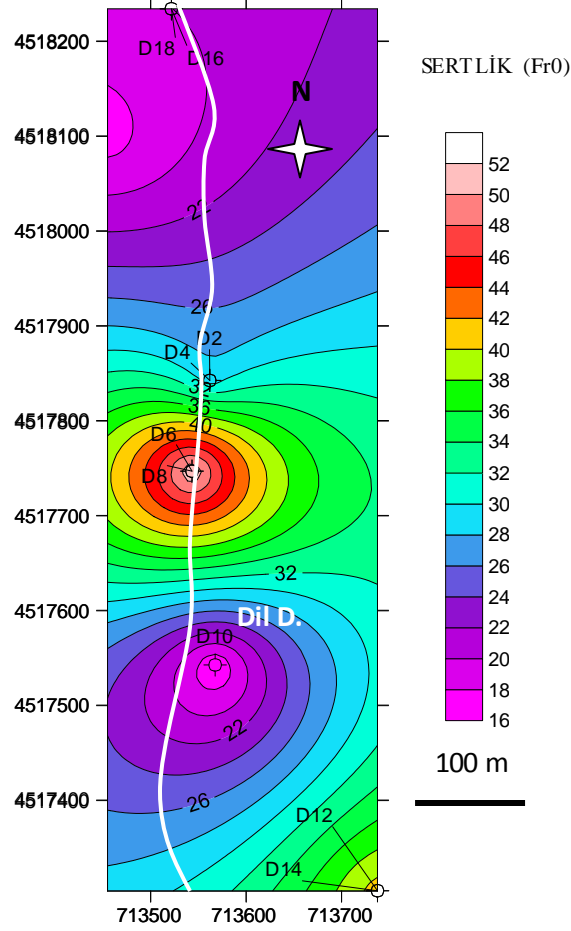
Tablo 4.32 Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki kuyu sularının sertlik sınıflaması

kuyu no	Sertlik Dh°(Fr0)	Sınıflama
1	29	Oldukça Sert
2	31	Oldukça Sert
3	32	Oldukça Sert
4	27	Oldukça Sert
5	52	Sert
6	60	Çok Sert
7	62	Çok Sert
8	45	Sert
9	16	Az sert
10	40	Sert
11	41	Sert
12	45	Sert
13	38	Sert
14	51	Sert
15	20	Az sert
16	36	Sert
17	41	Sert
18	38	Sert
19	17,2	Az sert



Şekil 4.25 Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyu sularının sertlik (Fr0) haritası

Şekil 4.25'te kırmızı alanlar su sertliğinin en fazla olduğu yerlerdir. Haritada kuzey kesimlerdeki alanlarda sertliğin arttığı görülmektedir. Kırmızı ve yeşil renkli bölgelerde karbonatlı kayalar yoğun olduğundan sertlik yüksek seviyelerdedir.



Şekil 4.26 Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki kuyu sularının sertlik (Fr0) haritası

Şekil 4.26'da kırmızı alanlar su sertliğinin maksimum seviyede olduğu yerlerdir. Kırmızı ve yeşil renkli bölgelerde karbonatlı kayalar yoğun olduğundan sertlik yüksek seviyelerdedir.

#### 4.5.3. Hidrojen İyon Konsantrasyonu (pH)

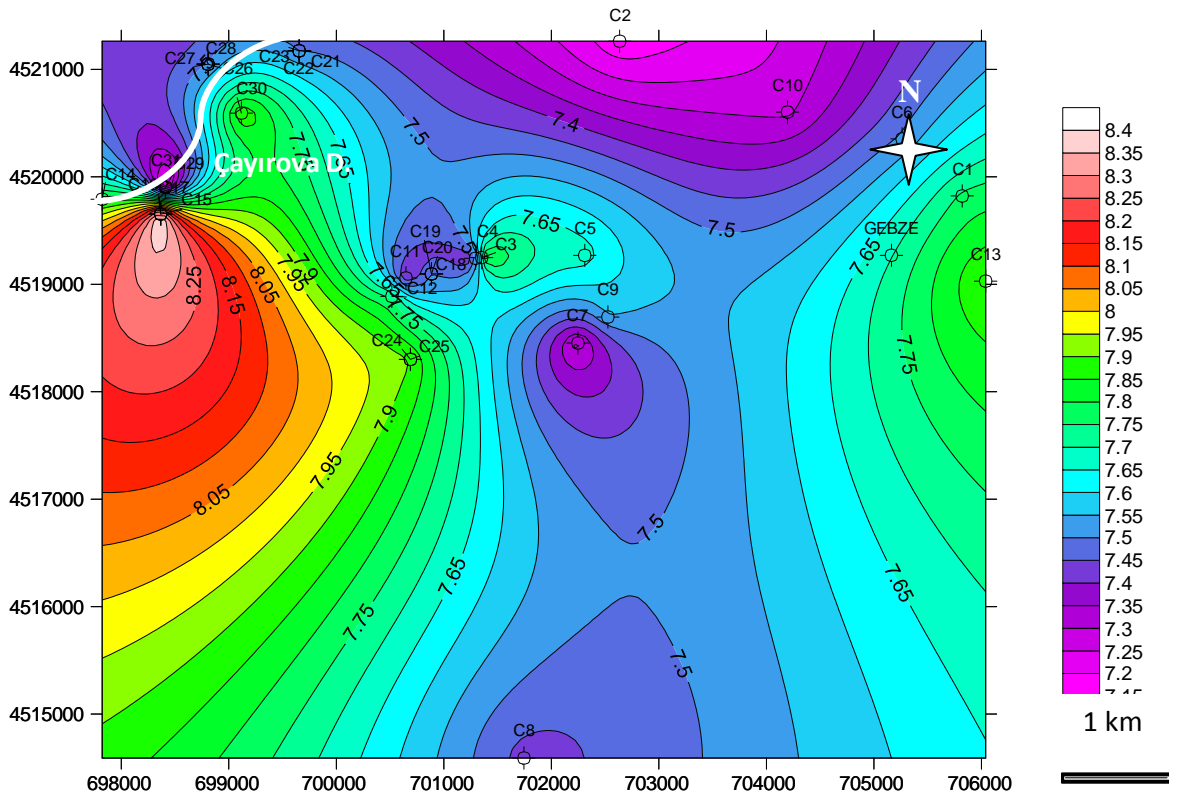
Hidrojen iyon konsantrasyonu, su içerisinde bulunan hidrojen ( $H_2$ ) ve hidroksil  $OH^-$  iyon konsantrasyonlarının azalıp artmasına bağlı olarak, genellikle hidrojen iyonları arttığında suyun asidik, hidroksil iyonları arttığında ise bazik özelliğe sahip olmasıdır (Tablo 4.33) Yeraltısularının pH'ı genellikle  $< 7$  ve asidik iken yüzey sularının pH'ı genellikle  $< 8$  ve baziktir. pH'a göre sınıflandırma şu şekildedir ;

Tablo 4.33 Suların pH'a göre sınıflandırılması

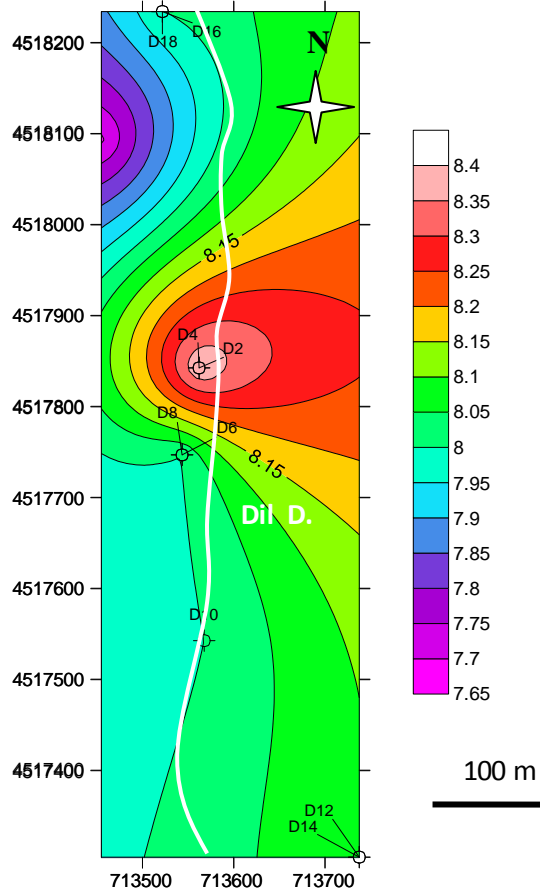
pH	Sınıfı
> 8	bazik
8,5 – 7	bazik karakterli
7	nötr
7 – 4,5	asit karakterli
< 4,5	asidik

Düşük pH'a sahip ve toplam çözünmüş katı madde miktarı yüksek sular, korozif oldukları için borulardaki ağır metalleri çözebilirler. Asidik sular hiçbir zaman tesise verilmemelidir. Bu suların pH'ını 9 veya 10'a çıkararak işleme sokmak gerekir (Küçükyalı, 2000).

Yapılan analizlerde Gebze-Çayırova Havzası ve Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki kuyu sularının pH'ı 7-8,5 arasındadır, bazik karakterlidir. Ancak K12, K13 ve K14 kaynaklarının pH'ı 6,8'dir. Asit karakterlidir (Şekil 4.27-4.28).



Şekil 4.27’de haritadaki kırmızı ve sarı alanlar suyun pH’ının yüksek olduğu kesimlerdir. Suların tamamı baziktir.



Şekil 4.28 Gebze-Dil Deresi Havzası’ndaki kuyu sularının pH haritası

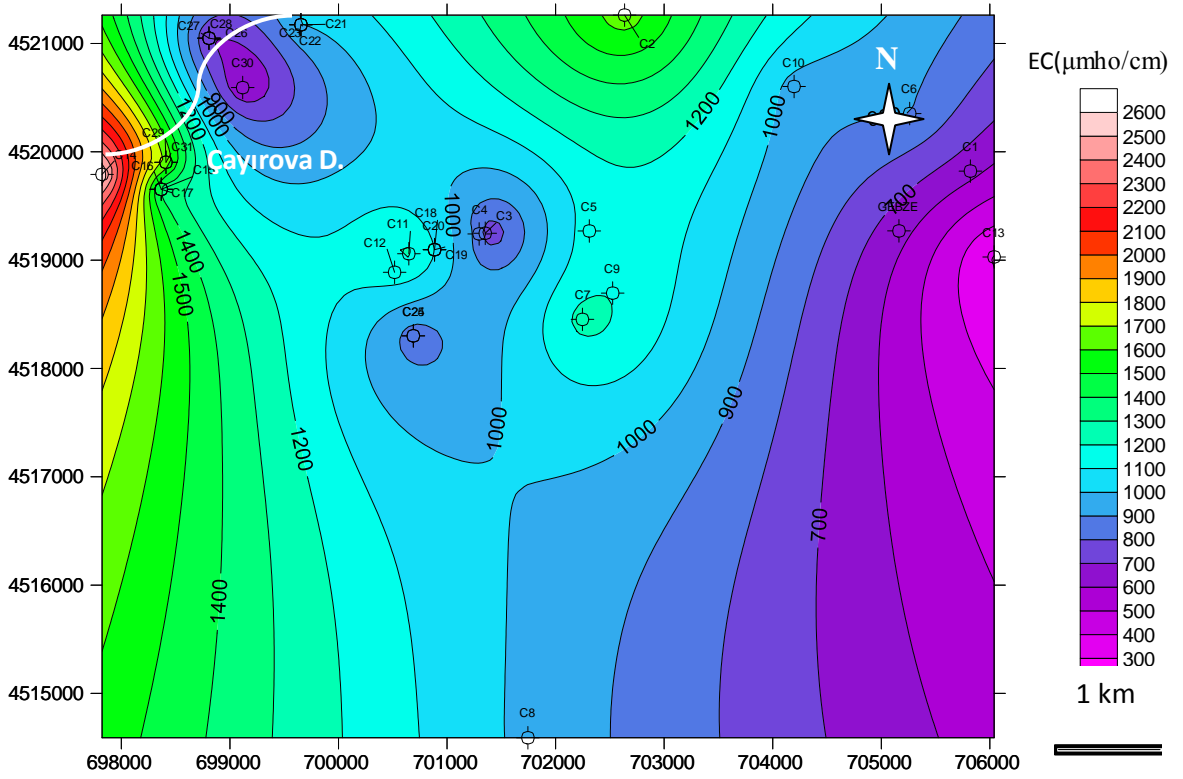
Şekil 4.28’de kırmızı ve sarı renkli kısımlar oldukça bazik pH’a sahiptir. Suların tamamı bazik karakterlidir.

#### 4.5.4. Özgül Elektriksel İletkenlik (EC)

Elektriksel iletkenlik, bir maddenin elektrikliği geçirme özelliğidir. Her maddenin elektriksel iletkenliği farklıdır. Saf su elektrikliği çok az geçirir. Ve bu özelliğinden dolayı iyi bir yalıtkandır. Özgül elektriksel iletkenlik ise, 1 cm<sup>3</sup> suyun +25 °C’deki iletkenliğidir. Suyun özgül iletkenliği iyon türüne, iyon derişimine, derinliğe ve sıcaklığa bağlıdır. Saf suyun özgül elektriksel iletkenliği 0,5–5 µmho/cm, içme sularının elektriksel iletkenliği ise 30–2000 µmho/cm civarındadır. Özgül elektriksel iletkenlik sulama ve içme sularının sınıflandırılmasında kullanılan bir parametredir. Endüstriyel işlemlerde, buhar kazanlarında kullanılan yüksek iletkenliğe sahip sular kazanın işletme verimliliğini düşürür. Bundan dolayı işletmede; elektriksel iletkenliği

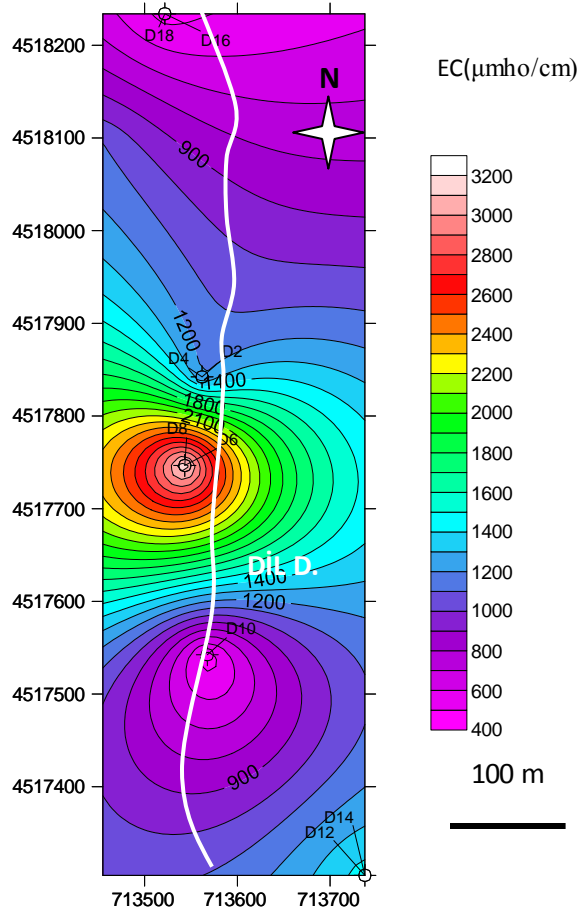
maximum 6000  $\mu S/cm$  olan sular kullanılmalıdır (Barkut, 2001). İnceleme alanının EC haritası Şekil 4.29 ve Şekil 4.30'da sunulmuştur.

Yapılan analizlerde Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyu sularının elektriksel iletkenliği, 500-1680  $\mu mho/cm$ 'dir. İçme suyu kullanımı açısından uygundur. Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki D5-D6-D7-D8 ve D14 no'lu kuyunun elektriksel iletkenliği 2000  $\mu mho/cm$ 'in üzerinde olduğundan içme suyu kullanımı açısından uygun değildir. Kaynakların elektriksel iletkenliği 500-950  $\mu mho/cm$  civarında olduğundan içme suyu kullanımı açısından uygundur.



Şekil 4.29 Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyu sularının EC( $\mu mho/cm$ ) haritası

Şekil 4.29'da haritanın kırmızı olan, batı kesimlerinde EC oldukça fazladır. Bu kesimlerde denizsuyu girişi olduğundan iletkenlik artmıştır. Nedeni, denizsuyu girişiyle iyon konsantrasyonunun artmasıdır.



Şekil 4.30 Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki kuyu sularının EC ( $\mu\text{mho/cm}$ ) haritası

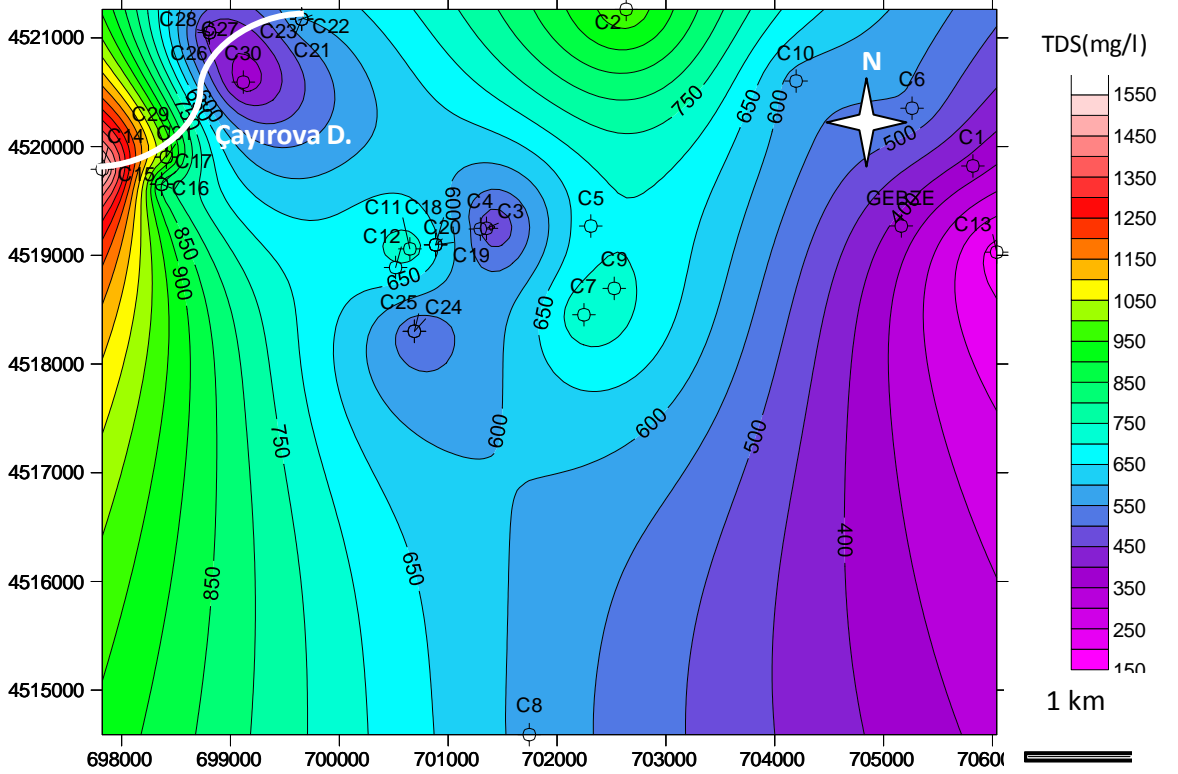
Şekil 4.30'da haritanın kırmızı olan, orta kesimlerde EC oldukça fazladır. İyon derişiminin yüksek olması nedeniyle iletkenlik değerleri yüksektir.

#### 4.5.5. TDS

Toplam çözünmüş katı (TDS), suların mineral ve iyon miktarını gösteren önemli bir ölçüttür. 1500 mg TDS/l derişimine sahip sular "Tatlı Su", 1500-5000 mg TDS/l derişimine sahip sular genel olarak "Acı Su", 5000 mg TDS/l'den daha fazla derişime sahip sular ise "Tuzlu Su" olarak sınıflandırılır. Sularda yüksek miktarda TDS bulunması ( $>2000$  mg TDS/l) borular içinde kabuklaşmaya sebep olabilir, içme suyunda yüksek oranda bulunması ishal etkisine yol açabilir. Bu özellikteki bir su, endüstriyel veya sosyal su temininde bazı özel şartlarda kullanılamayacağı gibi, sulama suyu amaçlı da kullanılamaz. Toplam çözünmüş katı miktarı çok düşük olan sular agresif ve koroziftirler. Bu nedenle özel kullanımlarda önlem alınmalıdır (Erguvanlı ve Yüzer, 1973).

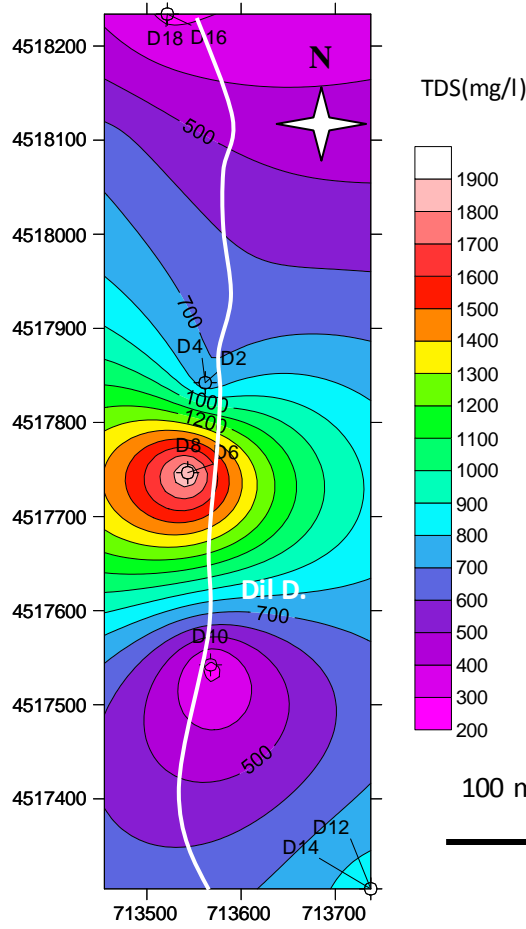


Yapılan analizlerde Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyu sularının tamamı tatlı su sınıfındadır. Ancak C14 no'lu numune (Çayırova Deresi) Acı su sınıfındadır. Gebze Dil Deresi Havzası'ndaki D5-D6-D7-D8 ve D14 no'lu numune Acı su sınıfında, diğer numuneler tatlı su sınıfındadır. Kaynak sularının tamamı tatlı su sınıfındadır (Şekil 4.31-4.32).



Şekil 4.31 Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyu sularının TDS(mg/l) haritası

Şekil 4.31'de haritanın kırmızı olan, batı kesimlerinde TDS oldukça fazladır. Bu kesimlerde denizsuyu girişi olduğundan tuzluluk artmıştır. Nedeni, denizsuyu girişiyle iyon derişiminin artmasıdır.



Şekil 4.32 Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki kıyu sularının TDS (mg/l) haritası

Şekil 4.32'de haritanın kırmızı ve turuncu olan, kesimlerinde TDS oldukça fazladır. Mor kesimlerde ise TDS miktarı oldukça düşüktür.

#### 4.5.6. Sodyum Adsorbsiyon Oranı (SAR)

Sulama suyunun kalitesinin belirlenmesi açısından önemli bir parametre olan sodyum miktarı toprağın geçirgenliğini azaltır ve sulamadan sonra toprak üzerinde sert bir kabuk oluşmasına neden olur. Bundan dolayı bitki kökleri hava alamaz ve bitkiler için zehirli bir ortam meydana gelir. Bu nedenle SAR değeri suların sulamada kullanılmasında su kalitesini belirleyen önemli bir parametredir (D.4.1 ve Tablo 4.34). SAR değeri aşağıdaki formüle göre hesaplanır ;

$$\text{SAR (Sodyum Adsorbsiyon Oranı)} = \text{Na} / [(\text{Ca} + \text{Mg}) / 2]^{1/2}$$

## 4.34 Suların SAR sınıflaması (U.S.Salinity Lab. Staff, 1954)

SAR ;	< 10	Çok iyi özellikteki sulama suları
	10 -18	İyi özellikteki sulama suları
	18 -26	Orta özellikteki sulama suları
	> 26	Fena özellikteki sulama suları

Yapılan analizlerde Gebze-Çayrova Havzası'ndaki C15 no'lu kuyu suyu, Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki D5-D6-D7 ve D8 no'lu kuyu suyu iyi özellikte sulama suları, diğerleri çok iyi özellikteki sulama suları sınıfındadır.

## 4.5.7. Sodyum Yüzdesi (% Na)

Sodyum yüzdesi bir orandır (D.4.2). Sulama sularının sınıflamasında kullanılan bir kriterdir. Genel olarak sodyum yüzdesi 60'dan küçük olan sular sulamaya uygundur. Sodyum yüzdesi hesaplanması için aşağıdaki formül kullanılır (Tablo 4.35). İnceleme alanındaki kuyu suları'nın %Na sınıflaması Tablo 4.36 ve Tablo 4.37'de verilmiştir.

$$\%Na = r Na / (rNa + rK + rCa + rMg) \times 100$$

4.2

Tablo 4.35 %Na sınıflaması (Scofield, 1935)

Sulama Suyu Sınıfı	1. Sınıf Su (Çok İyi)	2. Sınıf Su (İyi)	3. Sınıf Su (Kullanılabilir)	4. Sınıf Su (İhtiyatlı Kullanılmalı)	5. Sınıf Su (Zararlı Kullanılmaz)
Değişebilir Na Yüzdesi	< 20	20-40	40-60	60-80	> 80

Tablo 4.36 Gebze-Çayrova Havzası'ndaki kuyu sularının %Na sınıflaması

Kuyu no	%Na	Sınıflama	Kuyu no	%Na	Sınıflama
1	50,8	Kullanılabilir	16	36,6	İyi
2	30,3	İyi	17	54,5	Kullanılabilir
3	59,3	Kullanılabilir	18	41,9	Kullanılabilir
4	44,1	Kullanılabilir	19	32,6	İyi
5	32,5	İyi	20	35	İyi
6	32,3	İyi	21	12,8	Çok iyi
7	29,4	İyi	22	19,3	Çok iyi
8	44,7	Kullanılabilir	23	17,8	Çok iyi
9	35,9	İyi	24	19,7	Çok iyi
10	36,6	İyi	25	24,6	İyi
11	31,8	İyi	26	30,9	İyi
12	34,2	İyi	27	28	İyi
13	65,3	İhtiyatlı kullanılmalı	28	43,4	Kullanılabilir
14	26,04	İyi	29	65,4	İhtiyatlı kullanılmalı
15	89,7	Zararlı kullanılmaz	30	27,08	İyi
			31	34,9	İyi

Tablo 4.37 Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki kuyu sularının % Na sınıflaması

Kuyu no	%Na	Sınıflama
1	50,4	Kullanılabilir
2	51,8	Kullanılabilir
3	51,9	Kullanılabilir
4	59,7	Kullanılabilir
5	68,2	İhtiyatlı kullanılmalı
6	68,04	İhtiyatlı kullanılmalı
7	65,23	İhtiyatlı kullanılmalı
8	75,7	İhtiyatlı kullanılmalı
9	29,49	İyi
10	14,62	Çok iyi
11	45,5	Kullanılabilir
12	36,9	İyi
13	37,7	İyi
14	65,5	İhtiyatlı kullanılmalı
15	12,5	Çok iyi
16	14,9	Çok iyi
17	6,7	Çok iyi
18	7,23	Çok iyi
19	43,68	Kullanılabilir

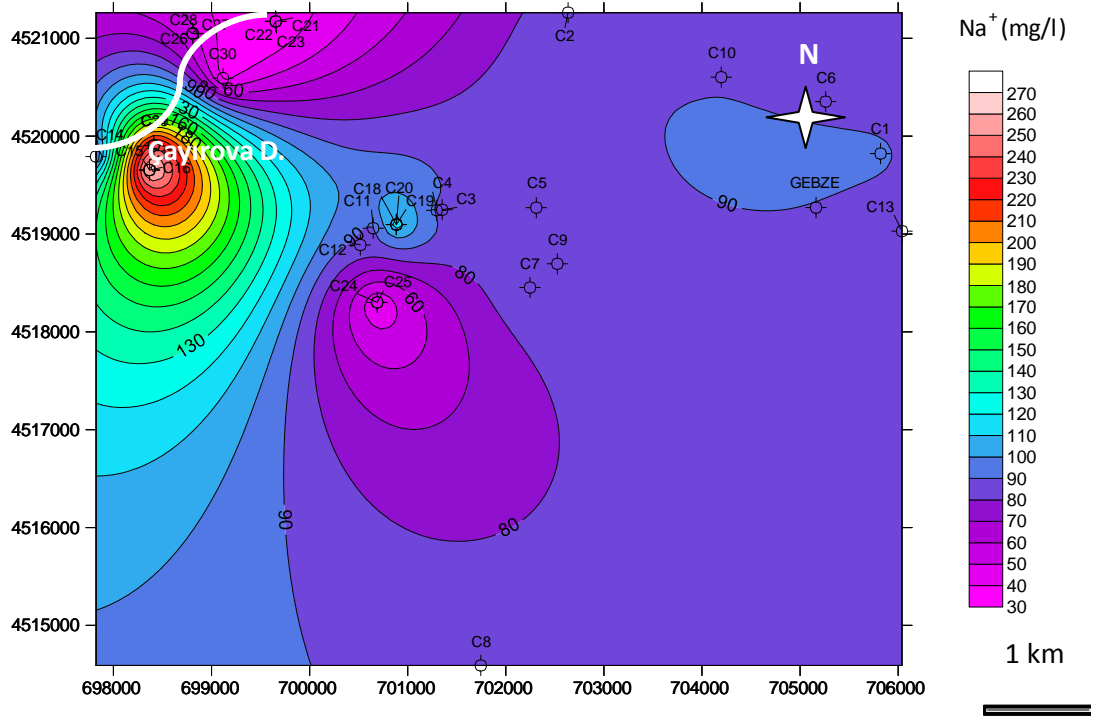
Çalışma alanındaki kaynak sularından K13 iyi, diğerleri çok iyi sulama suyu sınıfındadır.

#### 4.5.8. Sodyum (Na<sup>+</sup>) İyonu

Doğal sularda en çok bulunan Na, alkali metaller arasında yer kabuğunda en fazla bulunan elementtir. Evaporitik mineral ve çökellerin, sodyum içeren minerallerin yağış suları ile kimyasal olarak çözünmeleri ile doğal sulara karışırlar. Bunlar Na içeren halit, alkali feldispat, plajyoklas, nefelin, sodalit, jadelit ve sodyumlu diğer minerallerdir. Bütün yeraltısularında Na bulunur. Çünkü Na bileşikleri suda kolay çözünürler. Tuzlu bir tat verdiği için içme sularında sodyum miktarının 200 mg/l'yi aşmaması istenir.

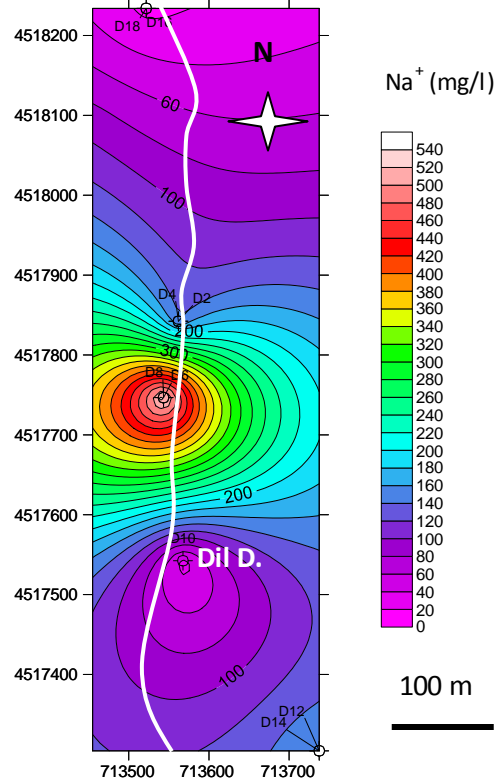
Sodyumun, toprak ve bitkiler üzerindeki zararlı etkileri yüzünden sulama sularında az miktarda olması istenir. Sodyum, buzlanmayı engellemek için yollara atılan tuzlarda, tarımsal gübrelerde, kanalizasyon sularında ve fabrika atıksularında; suları dezenfekte edici kimyasal maddelerde, suyun sertliğini düşürmek için ve bazı tortuları önlemek için kullanılan sodyum bileşiklerinde (NaF, Na<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub>, NaOH, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, NaHCO<sub>3</sub>) oldukça fazla bulunur. Bu maddeler yağış sularıyla toprağa geçer ve toprakta tuzlanmaya neden olur.

Yapılan analizlerde Na<sup>+</sup> miktarı, Gebze Çayırova Havzası'ndaki kuyu sularında 32-266,7 mg/l, Gebze-Dil Deresi Havzası'nda, 13,79-671,3, kaynak sularında ise 3,67-62 mg/l civarındadır. Gebze-Çayırova Havzası'ndaki C15-C17 ve C29 no'lu kuyu suyunda, Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki D4-D5-D6-D7-D8 ve D14 no'lu kuyu suyu TS-266 içme suyu standartlarına göre içme suyu açısından uygun değildir. Kaynak sularının Na<sup>+</sup> değerleri içme suyu için uygundur (Şekil 4.33-4.34).



Şekil 4.33 Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyu sularının Na<sup>+</sup> (mg/l) haritası

Şekil 4.33'te kırmızı renkli ve yeşil renkli alan sodyumun en yoğun olduğu ve fabrika kuyularının yer aldığı yerlerdir. Aynı zamanda denize yakın bulunmaktadır. Denize yakın yerlerde sodyum miktarının artmasında denizsuyu girişi, diğer alanlarda ise atıkların etkili olduğu söylenebilir.



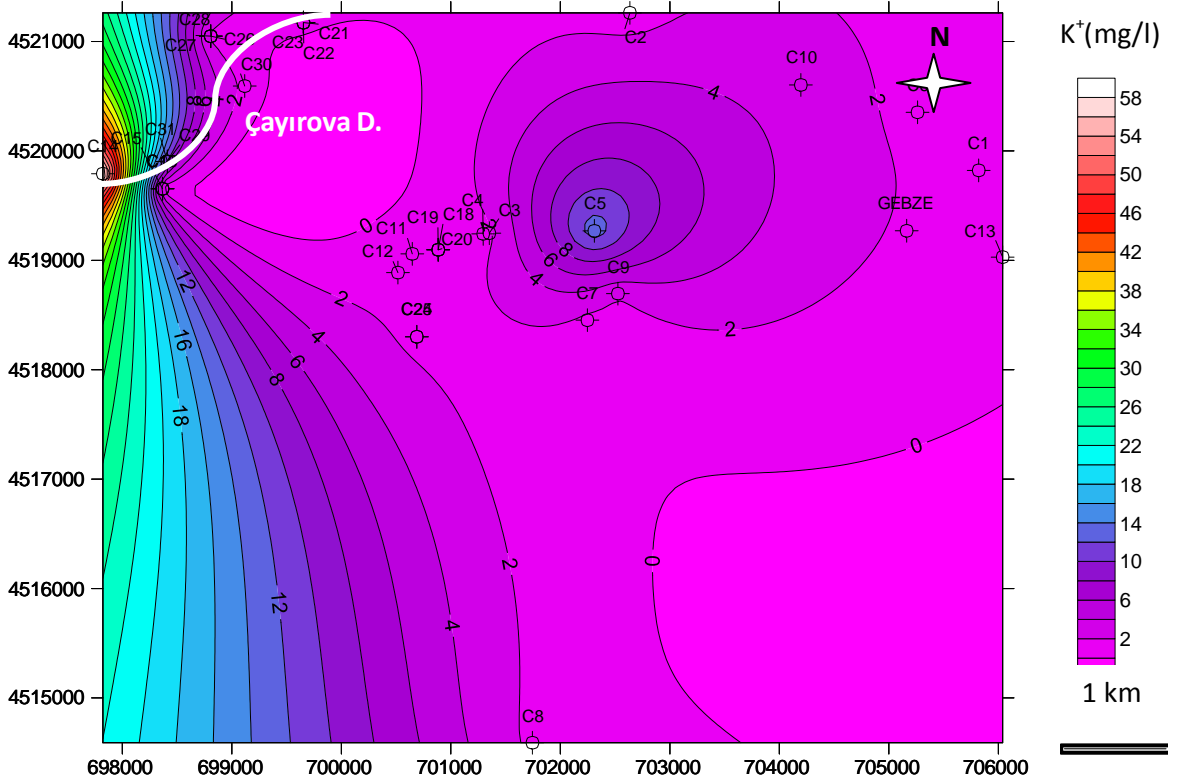
Şekil 4.34 Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki kuyu sularının Na<sup>+</sup> (mg/l) haritası

Şekil 4.34'te kırmızı ve sarı renkli alanlar sodyumun en yoğun olduğu ve fabrika kuyularının bulunduğu yerlerdir. Sodyum miktarının yüksek olmasında atıkların etkili olduğu düşünülebilir.

#### 4.5.9. Potasyum ( $K^+$ ) İyonu

Doğal sularda ikinci sırada bulunan  $K^+$ , yerkabuğunda yaklaşık Na ile eşit oranda bulunurken;  $K^+$  içeren silikatli ve alüminyumsilikatli minerallerinin ayrışması Na içerenlere göre daha zordur. Sudaki potasyumun kaynağı, Biotit, Muskovit, Nefelin, Feldispat gibi minerallerdir. Ayrışmış potasyumun çok büyük miktarı kil mineralleri ve bitkiler tarafından emilir. Potasyumun yarı çapı oldukça büyüktür. Eksi yüklü kolloidal bileşikler tarafından oldukça kolay emilir ve tekrar iyon değişimine uğramaz.

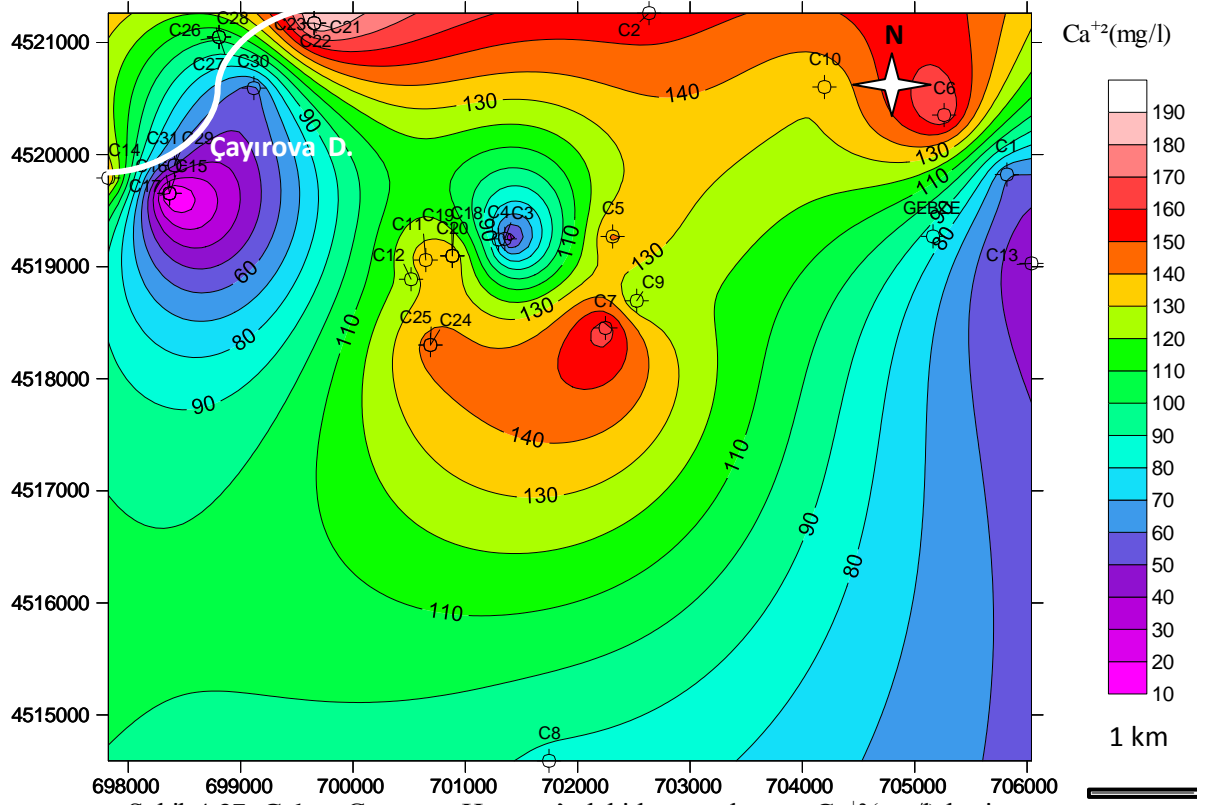
Yapılan analizlerde  $K^+$  değerleri Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyu sularında 0,3-10 mg/l, Çayırova Deresi'nden alınan numunede (C14 no'lu) 59,5 mg/l, Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki kuyu sularında 2-16 mg/l, kaynak sularında 0-1,6 mg/l civarındadır (Şekil 4.35-4.36).





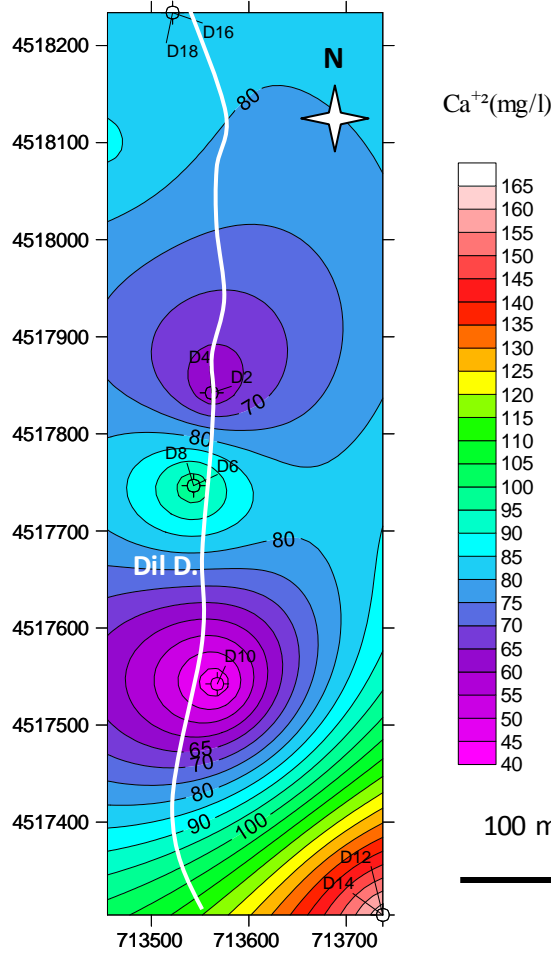


Yapılan analizlerde  $\text{Ca}^{+2}$  değerleri Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyu sularında 35-190 mg/l, Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki kuyu sularında 40-250 mg/l, kaynak sularında ise 95-200 mg/l arasındadır (Şekil 4.37-4.38). Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki D6 ve D7 no'lu kuyu suyu dışında diğer kuyu ve kaynakların suları  $\text{Ca}^{+2}$  miktarı bakımından TS-266 içme suyu standartlarına uygundur.



Şekil 4.37 Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyu sularının  $\text{Ca}^{+2}$ (mg/l) haritası

Şekil 4.37'de haritanın kuzey ve orta kesiminde bulunan kırmızı ve turuncu renkli alanların kalsiyum değerleri yüksektir. Nedeni bu bölgede bulunan kalsiyumlu kayalardır (bkz. Jeoloji Haritası).



Şekil 4.38 Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki kuyu sularının  $\text{Ca}^{+2}$  (mg/l) haritası

Şekil 4.38'de Haritanın güneydoğu kesiminde kalsiyum miktarı oldukça fazladır. Bunun nedeni güney kısımlarda denizsuyu girişi, diğer kısımlarda ise kalsiyumlu kayalara yakın bulunma olabilir (bkz. Jeoloji Haritası).

#### 4.5.11. Magnezyum ( $\text{Mg}^{+2}$ ) İyonu

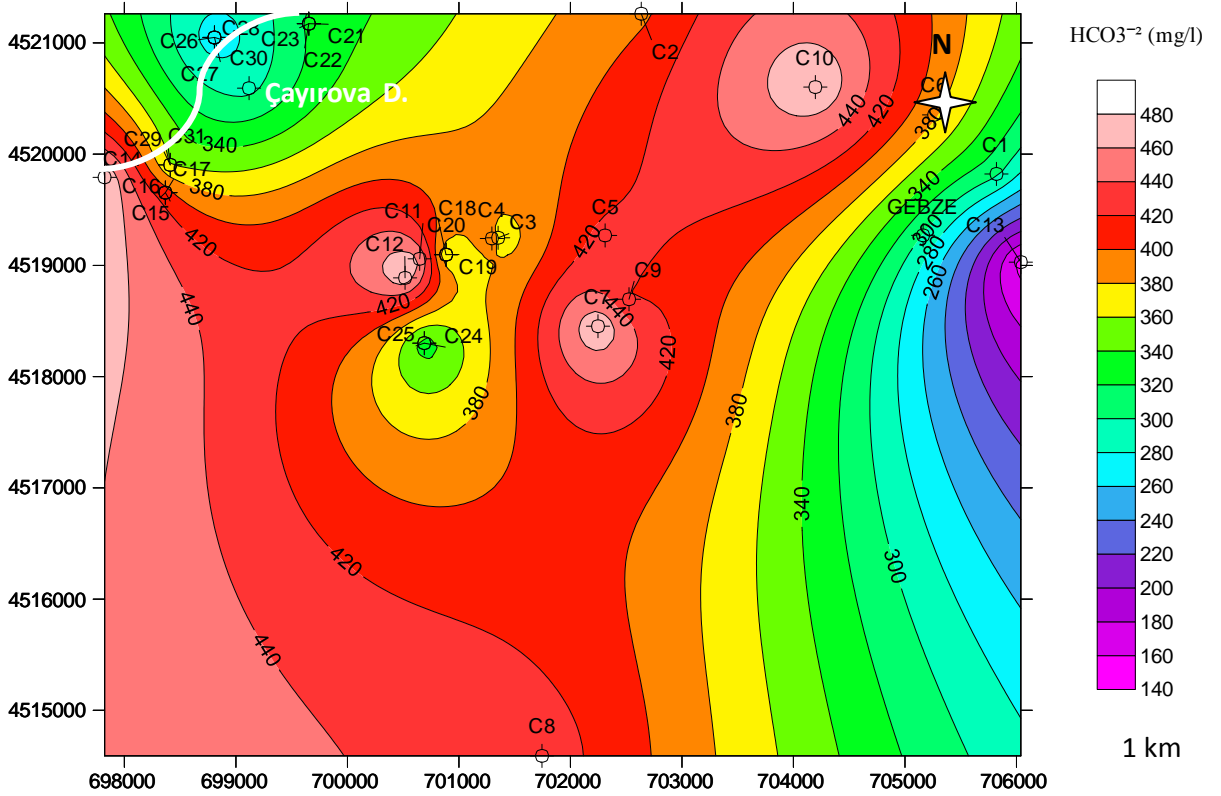
Mg, yer kabuğunda ve tatlı sularda en çok bulunan elementler arasında sekizincidir. Eksi yüklü kolloidler tarafından emilir ve kolayca kolloidleri terk etmez. Mg yeraltı sularına dolomit, evaporitik mineraller, magmatik kaya mineralleri (olivin, biyotit, hornblend) ve metamorfik kaya minerallerinden (serpantin, talk, diyopsit) geçer.

Yapılan analizlerde çalışma alanındaki kuyu sularının  $\text{Mg}^{+2}$  miktarı 6-50 mg/l, kaynak sularının ise 6-25 mg/l civarındadır.

#### 4.5.12. Karbonat ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) Ve Bikarbonat ( $\text{HCO}_3^{2-}$ ) İyonları

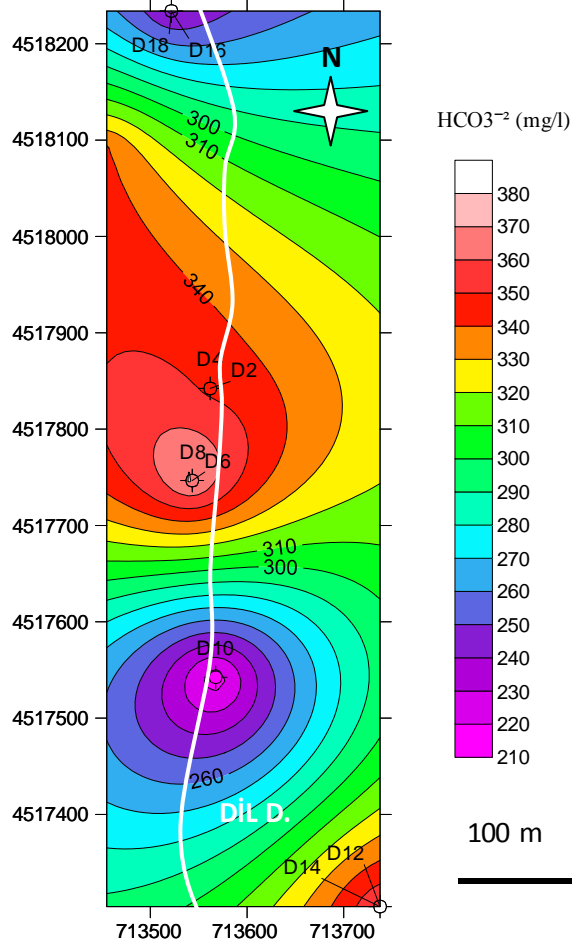
$\text{HCO}_3^{2-}$  ve  $\text{CO}_3^{2-}$  iyonları doğal sularda alkaliniteyi belirleyen başlıca iki iyonudur. pH 8.2'yi aştığı zaman bikarbonat iyonları hidrojen ve karbonat iyonlarına ayrışır. Ortamda karbonat iyonunun miktarı artar. Endüstriyel işletmelerde kullanılan sularda alkalinite değeri 900 mg/l'yi aşmamalıdır. Alkalinitenin yüksek olmasıyla kazan içerisinde oluşan  $\text{CO}_2$  gazı, buhar ile birlikte, suyun pH'mı düşürür. Bunun sonucunda borularda korozyon oluşur ve borular sık sık delinme tehlikesiyle karşılaşır (Kahraman, 2002).

Yapılan analizlerde  $\text{CO}_3^{2-}$  miktarı Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyu sularında 0-18 mg/l, Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki kuyu sularında 0-6 mg/l, sadece D14 no'lu kuyuda 36 mg/l, kaynak sularında 0-9 mg/l;  $\text{HCO}_3^{2-}$  miktarı, Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyu sularında 90-500 mg/l, Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki kuyu sularında 200-600 mg/l, kaynak sularında 250-400 mg/l civarındadır (Şekil 4.39-4.40).



Şekil 4.39 Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyu sularının  $\text{HCO}_3^{2-}$  (mg/l) haritası

Şekil 4.39’da bikarbonat miktarı haritanın genelinde, kırmızı ve sarı renkli alanlarda oldukça yüksektir. Bunun nedeni bölgede bulunan alkali kayalar olabilir (bkz. Jeoloji Haritası).



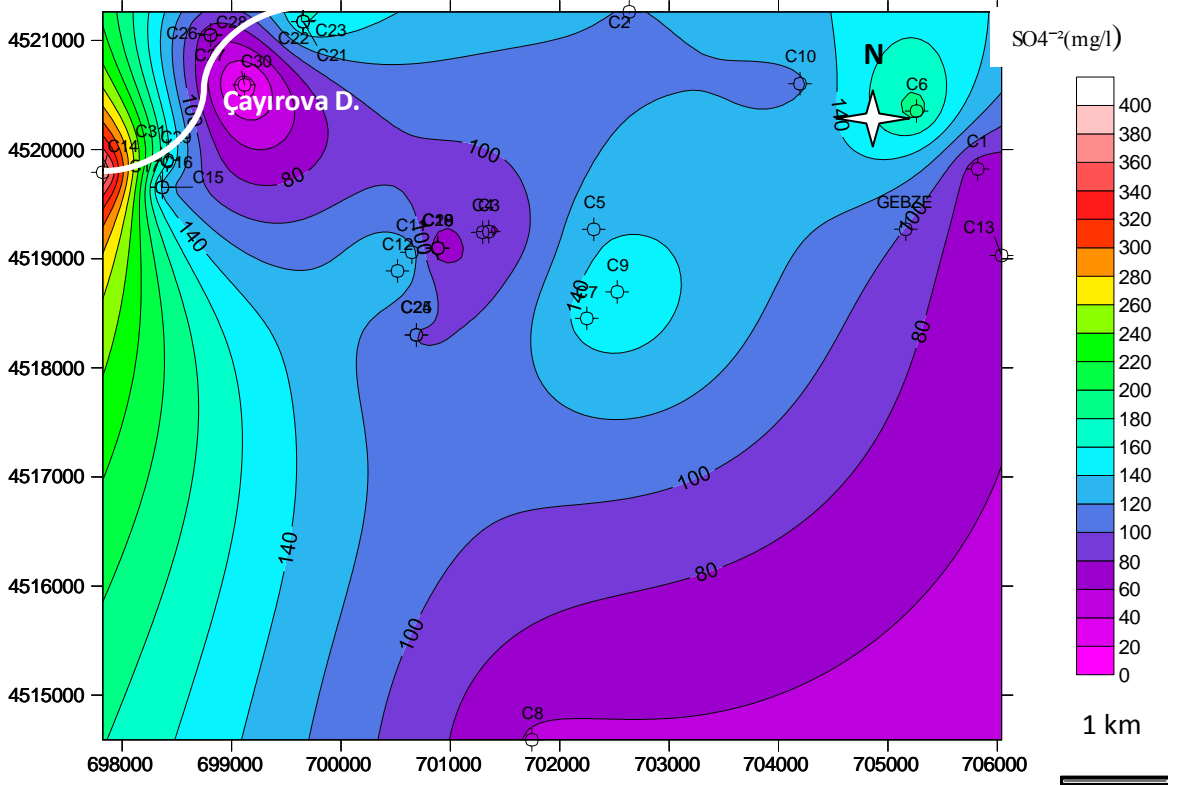
Şekil 4.40 Gebze-Dil Deresi Havzası’ndaki kuyu sularının  $\text{HCO}_3^{-2}$ (mg/l) haritası

Şekil 4.40’da bikarbonat miktarı haritanın kırmızı ve yeşil kesiminde oldukça yüksektir. Bunun sebebi orta alanlarda bölgede bulunan alkali kayalara yakınlık, güneyde ise, denizsuğu girişı olabilir.

#### 4.5.13. Sülfat ( $\text{SO}_4^{-2}$ ) İyonu

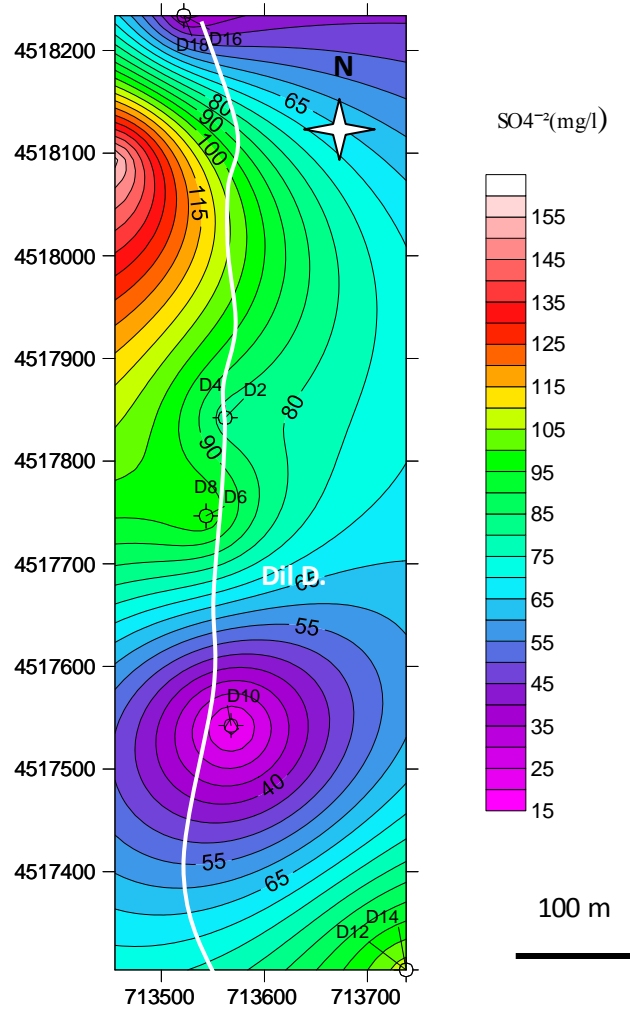
Sülfat, yarıçapı oldukça büyük bir iyondur. Bazı bileşikleri suda kolay çözüldüğü halde, suda çözünmeyen bileşikleri de vardır. Fe, Zn, Ni, Ca, Cd, Cu gibi elementlerin sülfatlı bileşikleri suda kolay çözünlmesine rağmen, Sr, Ba, Ra ve Pb gibi elementlerin sülfatlı bileşikleri suda zor çözümlür. Doğal sulardaki  $\text{SO}_4^{-2}$  iyonunun kökeni volkanlardan, oksitlenmiş piritlerden, jips ve anhidritlerden, organik maddelerin bozunumundan ve fabrika atıklarından gelir.

Yapılan analizlerde  $\text{SO}_4^{-2}$  miktarı Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyu sularında 5-200 mg/l, sadece C17 no'lu kuyu 647 mg/l, Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki kuyu sularında 7,6-319 mg/l, kaynak sularında ise 8-85 mg/l civarındadır (Şekil 4.41-4.42). Çalışma alanındaki kuyu ve kaynak sularının  $\text{SO}_4^{-2}$  değerleri, Gebze-Çayırova Havzası'ndaki C17 no'lu kuyu suyu ve Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki D8 no'lu kuyu suyu dışında, diğer kuyu ve kaynak suları TS-266 içme suyu standartlarına uygundur.



Şekil 4.41 Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyu sularının  $\text{SO}_4^{-2}$ (mg/l) haritası

Şekil 4.41'de haritanın batısında, kırmızı ve yeşil renkli kısımlarda sülfat değerleri artmaktadır. Sülfat değerlerinin yükselmesinin nedeni denizsuyu girişi olabilir.



Şekil 4.42 Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki kuyu sularının  $SO_4^{2-}$ (mg/l) haritası

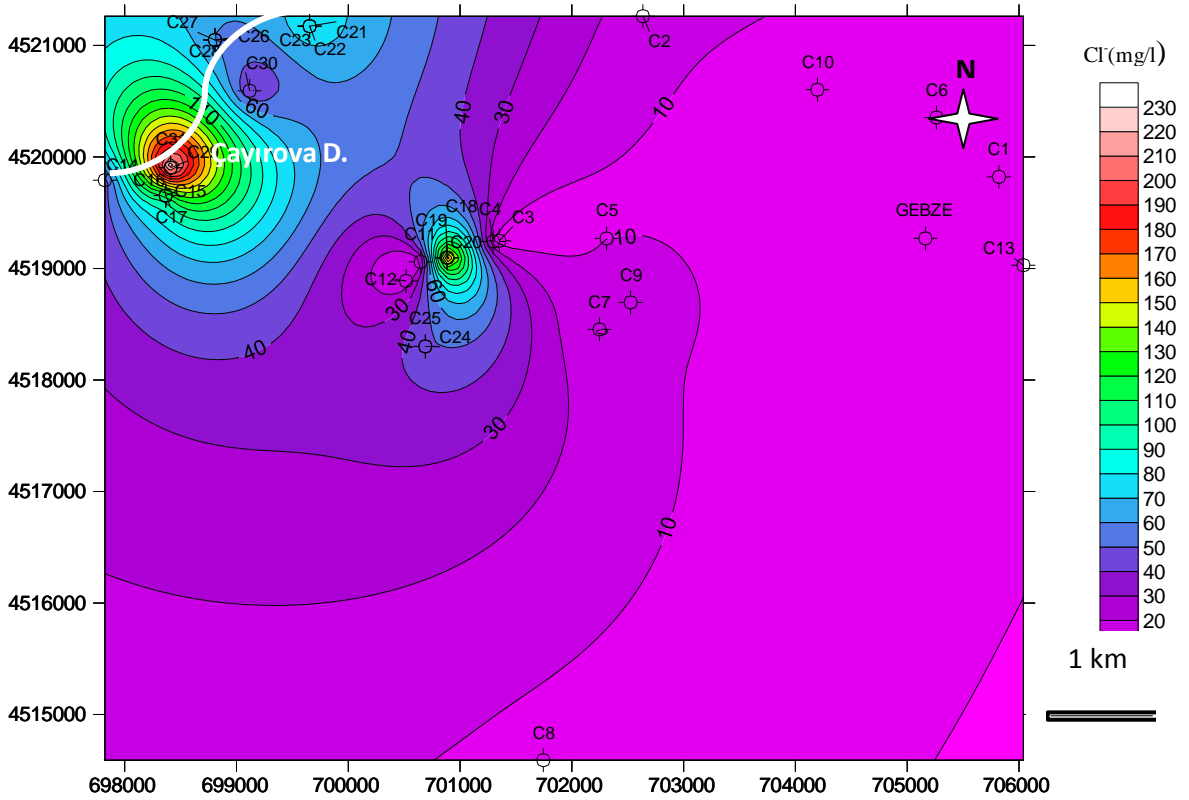
Şekil 4.42' de haritanın kırmızı ve yeşil renkli kesimlerinde sülfat değerleri yüksektir. Bu alanlarda sanayi kuruluşları bulunmaktadır. Sülfat değerlerinin artmasının sebebi fabrika atıkları olabilir.

#### 4.5.14. Klorür ( $Cl^-$ ) İyonu

Klorür halojen grubu elementidir. Aynı grupta bulunan Cl, Br, F, I gibi elementlere göre doğada yaygın bulunur. Klorürün tüm tuzlu bileşikleri pH'a bağlı kalmaksızın suda kolay çözünür. Klorürün kaynağı evaporittir. Tüm yeraltısularında bulunabilir. Ancak en fazla bulunduğu yer deniz suyudur. Eksi yüklü bir iyon olması nedeniyle kolloidler tarafından tutulamaz. Toprakta birikme eğilimindedir. Buna rağmen sulama yapılan yerlerde çözünerek suya karışır (Şahinci, 1991). Klorür, suyun katı madde miktarını yükseltir ve korozif karakterini de artırır (Barkut, 2001). Genellikle endüstri

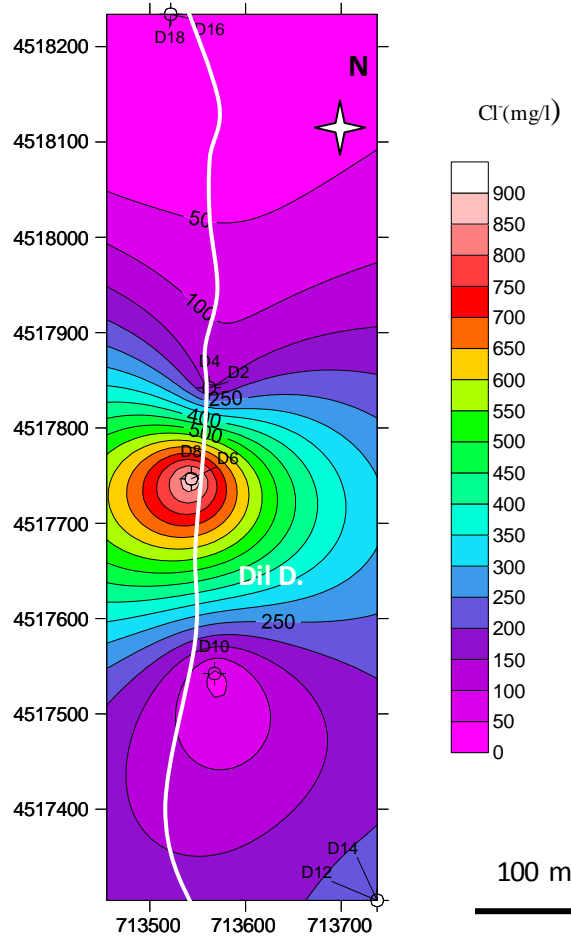
işletmelerinde kullanılan suların Cl derişiminin 200 mg/l'yi aşmaması istenir (şimşek, 2001).

Yapılan analizlerde Cl değerleri, Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyu sularında, 2-231,2 mg/l, Gebze-Dil Deresi Havzası'nda 14-950,1 mg/l, kaynak sularında ise 8-190 mg/l civarındadır. Gebze-Çayırova Havzası'nda C29 no'lu kuyu dışında, diğer kuyu suları 200 mg/l' nin altında olduğundan TS-266 içme suyu standartlarına ve sanayide kullanım açısından uygundur. Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki kuyu sularında Cl değeri D4 ve D11 no'lu kuyu suyunda 200 mg/l'nin üzerinde, D5-D6-D7-D8 ve D14 no'lu kuyu suyunda 600 mg/l'nin üstünde olduğundan TS-266 içme suyu standartlarına ve sanayide kullanım açısından uygun değildir. Kaynak sularının Cl değerleri içme suyu ve sanayide kullanım açısından uygundur (şekil 4.43-4.44).



şekil 4.43 Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyu sularının Cl (mg/l) haritası

şekil 4.43'te haritanın batı ve orta kısmındaki kırmızı ve yeşil renkli alanlar klor değerlerinin yüksek bulunduğu yerlerdir. Batı kısmında bu değerlerin yüksek olmasının nedeni denizsuyu girişi olabilir.



Şekil 4.44 Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki kuyu sularının Cl<sup>-</sup>(mg/l) haritası

Şekil 4.44'te haritada kırmızı ve yeşil renkli alanlarda yüksek miktarda klor mevcuttur.

#### 4.5.15. Suda Çözünmüş Oksijen ve Oksijen Redoks Potansiyeli

Oksijenli ortamlarda yaşayan canlıların üremelerinde ve bunların enerji üreten ve tüketen metabolizmalarında çözünmüş oksijene ihtiyaç duyulmaktadır. Yeraltı suları ve atık sularında bulunan çözünmüş oksijen miktarı, fiziksel, kimyasal biyokimyasal faaliyetlere bağlıdır. Sudaki çözünmüş oksijen miktarı sıcaklık ve tuzluluğa bağlı ve bu kriterler ile ters orantılı olarak artar ya da azalır. Su kirliliği ve atık suların artımında, korozyon kontrolünde çözünmüş oksijen miktarı oldukça önemlidir. Biyolojik ve kimyasal fonksiyonlarda, biyokimyasal ve kimyasal oksijen ihtiyacı çözünmüş oksijen konsantrasyonu ile kontrol edilir.

Oksijen gazı, zemin suyunda çözünmüş önemli gazlardan biridir. Özellikle, oksijenin redoks tepkimelerinde önemli ölçüde etkilidir. Genel olarak, zeminde, yağış sularının yüzeye yakın kesimlerinde çözünmüş oksijen potansiyeli artarken, derinlere inildikçe



azalır. Suların oksijen redoks potansiyeli bulunduğu kaya veya zemin ortamının yapısına, gözenekliliğine, geçirimsizliğine, organik maddenin cinsine ve bulunduğu derinliğe, yağışların miktarına ve sıklığına, derinliğe ve sıcaklığa bağlıdır. Zemin ya da kaya ortamı ağırlıklı olarak kum ya da çakıllardan meydana geliyorsa ve yüzeye yakınsa, bol miktarda çözülmüş oksijen içerebilir. Aksine kil ve silten oluşuyorsa ve derinse, çözülmüş oksijen miktarı çok azdır. Çatlaklı ve kırıklı kayalardan süzülen sular, yeraltında, oldukça uzun süre dolaşsa bile bol miktarda oksijen içerebilir.

Gebze-Çayrova Havzası'ndaki kuyu sularının ORP'si 10-330 mV civarındadır. Çözülmüş oksijen miktarı 2-9 mg/l'tir.

#### **4.5.16. Silikat ( $\text{SiO}_2^{+2}$ ) İyonu**

Silisyum yer kabuğunda en çok bulunan ikinci elementtir. Kuvars, disten, mika, olivin, piroksen, plajyoklas, alkali feldispat, opal, kalsedon, epidot, hornblend, turmalin gibi minerallerin yapısında, magmatik kayalarda (granit, siyenit, bazalt, andezit, gabro), metamorfik kayalarda (gnays, şist, kuvarsit, fillat, sleyt), sedimenter kayalarda (kumtaşı, çakıtaşı, çört), hidrotermal kuvars damarlarında ve kil minerallerinde bulunur. Silikat endüstride kullanım açısından yüksek olması istenmeyen ( $>150$  mg/l) bir mineraldir (Küçükyağlı, 2000). Silisin içme sularında pek bir sakıncası olmasa da kazan besleme suyu için tehlikelidir. Çünkü  $\text{SiO}_2$  kazan taşlarını oluşturur ve kazan taşları içinde en tehlikelidir (Barkut, 2001). Yapılan analizlerde  $\text{SiO}_2$  değerleri kuyu sularında 3,5'in altındadır. Ancak kaynak sularında 18-25 mg/l civarındadır. Endüstride kullanım açısından sorun çıkarmamaktadır.

#### **4.5.17. Nitrit ( $\text{NO}_2$ )**

Nitrit suda mikrobiyolojik bir faaliyetin sonucu meydana gelir. İçme sularının nitrit içermesi istenmez. Normal dezenfektanlarla arıtımı yapılabilir. Yapılan analizlerde  $\text{NO}_2$  değerleri kuyu ve kaynak sularında TS-266 içme suyu standartlarına göre 0.05 mg/l'nin altında olduğundan içme suyu kullanımı açısından bir problem yaratmamaktadır (Tablo 4.38).

#### 4.5.18. Nitrat ( $\text{NO}_3$ )

Nitrat, yeraltısularına daha çok yapay olarak (suni gübreler ve katı atıklar) karışmaktadır. İçme sularında olması gereken nitrat miktarı maksimum 50 mg/l'dir (TAF Bulletin, 2008). Nitrat azotu suda kolayca çözünür ve su için bir tehlike göstergesidir. Özellikle bebekler ve çocuklar için oldukça zararlı etkileri vardır. Bazı bakterilerin nitratları nitrite dönüştürmesi ile meydana gelen fazla miktardaki nitritin emilerek kandaki hemoglobini methemoglobine çevirmesi neticesinde oksijen dokulara taşınmaz ve bebek ölümleri meydana gelir. Sudaki nitrat miktarının artmasına neden olan en önemli faktör tarımsal kökenli sular ve atık sulardır. Deiyonizasyon ve ters ozmoz sistemleri ile arıtımı yapılabilir.

Yapılan analizlerde  $\text{NO}_3$  değerleri sadece Gebze-Çayırova Havzası'ndaki C2 no'lu kuyuda 50 mg/l'nin üzerindedir. Diğer kuyu ve kaynakların suları TS-266 standartlarına göre içme suyu kullanımı açısından uygundur. Bölgedeki nitrat kirliliği evsel atıklardan kaynaklanmaktadır (Tablo 4.38).

#### 4.5.19. Amonyak ( $\text{NH}_3$ ) Ve Amonyum-Nitrojen ( $\text{NH}_4\text{-N}_2$ )

Amonyak, doğal sulara amonyum tuzu ( $\text{NH}_4$ ) halinde daha yaygın bulunur. Bu serbest veya tuz halindeki amonyaktır. Sularda amonyağın bulunmasının nedeni kimyasal ve fiziksel olaylar, bazen de mikroorganizma faaliyetidir. Kimyasal ve fiziksel aktiviteler sonucu oluşan amonyumun sağlığa zararı yoktur. Mikroorganizma faaliyeti sonucu oluştuğu zamansa insan veya hayvan kökenli olabileceğinden kirlilik anlamı taşır. Klorlama veya iyon değiştirme ile arıtımı yapılabilir. Çalışma alanındaki kuyu ve kaynak sularının amonyak değerleri TS-266 içme suyu standartlarına göre 0,5 mg/l'nin altındadır (Tablo 4.38).

Tablo 4.38 Yapılan analizlerin, Nitrat (NO<sub>3</sub>), Nitrit (NO<sub>2</sub>), Amonyak (NH<sub>3</sub>) ve Amonyum Nitrojen (NH<sub>4</sub>-N<sub>2</sub>) miktarları (mg/l)

Kuyuno	NO <sub>2</sub> (mg/l)	NO <sub>3</sub> (mg/l)	NH <sub>3</sub> (mg/l)	NH <sub>4</sub> -N <sub>2</sub>
C1	0,007	2,36	0,141	0,11
C2	0,009	61,2	0,151	0,124
C3	0,012	3,3	0,161	0,127
C4	0,008	0,7	0,156	0,124
C5	0,01	18,1	0,164	0,124
C6	0,011	30,4	0,165	0,152
C7	0,014	15,2	0,154	0,122
C8	0,006	12,2	0,159	0,12
C9	0,02	20	0,169	0,129
C10	0,017	4,89	0,163	0,12
C11	0,059	7,16	0,168	0,135
C12	0,001	9,14	0,16	0,125
C13	0,007	0,914	0,151	0,117
C14	0,034	1,57	0,19	0,145
D19	0,046	1,65	0,218	0,172

#### 4.5.20. Ağır Metaller

##### 4.5.20.1. Arsenik (As)

Arsenik yeraltısularına genelde arseniksülfürlü minerallerin (realgar ve orpiment) bozunması sonucu veya jeotermal alanlardan geçer. Arsenik kalkofil bir elementtir. Bulunduğu jeolojik ortamlar, altın, gümüş, bakır, nikel, kobalt, ve demir gibi elementlerin zenginleştiği hidrotermal damarlar, nikel-sülfid yatakları, bazı uranyum yatakları, bakırlı şeyl ve kumtaşlarıdır. Yapılan analizlerde su örneklerinde arseniğin en fazla 5 ppb gibi bir değere ulaştığı görülmüştür. Önemli miktarda arsenik bulgusuna rastlanmamıştır.

##### 4.5.20.2. Çinko (Zn)

Çinko yaygın olarak çevrede, havada ve su sistemlerinde ve bütün canlılarda bulunur. En çok ta jeotermal sularda bulunur. En yaygın bulunan minerali sfalerittir (ZnS). Sfalerit en fazla Pb, Cu, Cd ve demir sülfürle birlikte bulunur. Çinko sülfür, oksitli, karbonatlı ve klorürlü suda kolayca çözünür. Çinkonun, çinko hidroksit ve çinko karbonat şeklinde bileşikleri de vardır. Absorblanmış çinkonun miktarı azalır. (Kahvecioğlu ve Kartal, 2003). Yapılan analizlerde çalışma alanındaki kuyu ve kaynak

sularındaki çinko içeriği TS-266 standartlarına göre 5 mg/l'nin altında olduğundan kullanım açısından problem yaratmamaktadır (Tablo 4.39).

#### 4.5.20.3. Bakır (Cu)

Çevrede, yeraltısularında ve yüzey sularında bakır bulunabilir. Sudaki bakır miktarı suyun pH'na, karbonat derişimine ve diğer anyonlara bağlıdır. Musluk suyundaki bakır miktarı saf suda ve arıtılmış suda bulunan bakır miktarından fazla bulunabilir. Çünkü bakır tuzları su dağıtım sistemindeki çamur kontrolünde ve sudaki bakteri büyümelerini azaltmada kullanılır. Suda bulunan bakır zararlı değildir ancak alüminyum ve çinko gibi borularda korozyon etki yaratır. Sudaki bakır miktarı 1 mg/l'den fazla olduğunda çamaşırlarda leke yapar. 5 mg/l'yi aşması halinde suya kötü tat verir. Diğer yandan bakırın bitki gibi canlıların büyümesini olumsuz açıdan etkilediği bilinmektedir. Sudaki planktonların çoğalmasını da baskılayıcı bir etkisi vardır (Kahvecioğlu ve Kartal, 2003). Bu yüzden yüzme havuzlarında bakır kullanılır. Çalışma alanındaki kuyu ve kaynak sularındaki bakır içeriği TS-266 içme suyu standartlarına göre 3 mg/l'nin altında olduğundan kullanım açısından problem yaratmamaktadır (Tablo 4.39).

#### 4.5.20.4. Demir (Fe)

Fe, doğada yaygın olmasına rağmen, doğal sulara az bulunur. Bunun sebebi demirin sudan tortu oluşturarak ayrılmasıdır. Sudaki demir 2 halde bulunur. Bunlardan biri +2 değerlikli (ferro) ve diğeri ise +3 değerlikli (ferri) olanıdır. pH'ın düştüğü yerlerde ferri demirin çözünürlüğü artar. Çoğunlukla alkali özellikteki sulara ferri demir koloidal halde bulunur. Hava ile etkileşimi ve klor ilavesi ile demir, +3 (ferri) değerlikli hale geçer. Hidrolize olarak ayrışmayan demir +3 değerlikli ve oksitli haline döner. Bazı yeraltısularında ve asidik yüzey sularında demir miktarı yoğun olabilir. Suda demirin 0.3 mg/l'den fazla olması suya kötü tat verir. Bu tür suların gündelik kullanımı ve endüstride kullanımı zararlı olabilir. Çünkü bazı bakteri ve planktonların oluşumuna neden oldukları gibi, bunların çoğalarak çöken hidroksitle beraber boruları tıkkama riski vardır. Sanayi işletmelerinde 0.1 mg/l'den fazla sular kullanılamaz. Uygun olan demir miktarı 0.05 mg/l olan suların kullanılması, aksi takdirde demiri tasfiyeye etmektir (Kahvecioğlu ve diğ., 2003). Özellikle tekstil endüstrisi işlem suyunda, demir içeriğinin fazla olması, ürünlerde renk bozukluğuna ve kalitenin düşmesine neden olmaktadır

(Eroğlu, 1984). Demir derişimi için sınır değer, TS-266'ya göre içme suyunda toplam 0.3 mg/l olmalıdır.

Yapılan analizlerde Fe değerleri, Gebze-ayırova Havzası'ndaki C1-C2-C3-C6-C7-C9-C10-C11 ve C12 no'lu kuyu suyunda 0,3 mg/l'nin altındadır. TS-266 içme suyu standartlarına uygundur. Diğer kuyu ve kaynak sularındaki Fe miktarı içme suyu kullanımı açısından uygun değildir. Gebze-ayırova Havzası'ndaki C3-C4-C5-C6-C7-C8-C9-C10 ve C13 no'lu kuyu suyunun ve Dil Deresi'nden alınan numunenin (D19), Fe içeriği 0.1 mg/l'nin üzerinde olduğundan endüstride kullanım açısından uygun değildir (Tablo 4.39).

#### 4.5.20.5. Nikel (Ni)

Nikel yeryüzünde yaygın olarak bulunur. Maden işletmelerinin faaliyetleri sonucu çevreye yayılabilir. Nikel bazı alaşımlarda ve metal kaplamalarda kullanılmaktadır. **Nikel suya**, içme suyuyla temas halinde olan borulardan ve içme suyu tesisatından metallerin ortama girmesi sonucu karışır. Bazı yeraltısularına nikelli kayalardan ya da maden ocaklarından karışır. pH'a ve alınan numunenin derinliğine bağlı olarak sudaki nikel miktarı değişir. Evde kullanılan elektrikli su ısıtıcılarında, yeni ya da kaynamış sudaki miktarı, kireci yeni çözündürülmüş olanlarda yüksektir. İçme suyunda st sınır 20 µg/l (0,02 mg/l)'dir. Çalışma alanındaki C14 ve D19 no'lu su numunesindeki nikel miktarı 0,02 mg/l'nin üzerinde olduğundan TS-266 içme suyu standartlarına göre kullanım açısından olumsuzdur (Tablo 4.39).

#### 4.5.20.6. Alüminyum (Al)

Alüminyum, doğal sulara toprak ve kayalardan çözünme ile karışır (Trapp, G. A, Cannon, J. B.,1981; Greger, J. L., Baier, M. L.,1983). Suda znmş tuz, kolloid veya suda çözünemeyen bileşikler halinde bulunur. Alüminyum bir amfoter metaldir. Hem katyon, hem anyon halinde bulunur. Alüminyum iyonu, organik madde, sülfat ve florür ile kuvvetli kompleks bileşikler oluşturur. Bu yüzden bazı suların derişiminde daha yüksek miktarda alüminyuma rastlanır. TS-266 içme suyu standartlarına göre st sınır 0,2 mg/l'dir. Yapılan analizlerde C14 ve D19 no'lu numune TS-266 içme suyu standartlarına göre kullanım açısından olumsuz değildir (Tablo 4.39).

#### 4.5.20.7. Molibden (Mo)

Doğada yaygın olarak bulunan molibden, canlı yaşamı için gerekli olan esas elementlerden biridir. Molibden üreten yada faaliyetlerinde molibden kullanılan bazı sanayi kuruluşlarının yakın çevresinde yer alan otlaklar, molibdenli atıklarla kirlenir. Özellikle ferro-molibdenli çelik alaşımları, molibdenin açık potlarla birikimi, alüminyum alaşımı üretimi ile ilgili endüstriyel atıklar, kirlenmeye yol açan kaynakların başında gelir. Molibdenin toksik etkisi özellikle bakır miktarına bağlıdır. Bakır miktarı normalin altına düştüğünde ve sülfat miktarı arttığında 1-2 ppm molibden bile zehir etkisi yapar. Çalışma alanındaki su numunelerinin C3 ve C4 no'lu su numunelerinin molibden değerleri içme suyu kullanımı açısından sınır değerleri aşmaktadır (Tablo 4.39)

Tablo 4.39 Çalışma alanındaki kuyu sularının ağır metal içerikleri (mg/l)

Kuyu no	Kuyu yeri	Zn	Fe	As	Ni	Cu	Al	Mo
C1	Çayırova	0,443	0,061	0	0	0	0	0
C2	Çayırova	0,533	0,05	0	0	0	0	0
C3	Çayırova	0,165	0,248	0	0	0	0	0,524
C4	Çayırova	0,871	0,685	0	0	0	0	0,06
C5	Çayırova	0,482	1,11	0	0	0	0	0
C6	Çayırova	0,139	0,153	0	0	0	0	0
C7	Çayırova	0,029	0,253	0	0	0	0	0
C8	Çayırova	0,286	0,539	0	0	0	0	0
C9	Çayırova	0,083	0,164	0	0	0	0	0
C10	Çayırova	0,209	0,234	0	0	0	0	0
C11	Çayırova	0,097	0,087	0	0	0	0	0
C12	Çayırova	0,138	0,049	0	0	0	0	0
C13	Çayırova	0,113	0,339	0	0	0	0	0
C14	Çayırova Deresi	0,133	0,755	0	0,261	0,438	0,071	0,01
D19	Dil Deresi	0,123	0,395	0,004985	0,141	0,196	0,058	0

#### 4.5.21. Yeraltısularının Kimyasal Sınıflaması Ve Kullanım Özellikleri

Kimyasal sınıflama, yeraltısularının kökeni, egemen ve toplam çözünmüş iyon miktarı, değişik kökenlerden gelen suların karşılaştırılması, içme, kullanma, endüstri ve tarımda, kimyasal yönden kullanabilme özellikleri gibi birçok sorunun yanıtlanmasında yardımcıdır. İnceleme alanından alınan su örneklerinin analizleri İstanbul Üniversitesi Jeokimya laboratuvarlarında yapılmıştır. Kimyasal analiz sonuçları, Piper, Shoeller, ABD tuzluluk ve Wilcox diyagramları kullanılarak inceleme alanındaki sular kullanım özelliklerine göre sınıflandırılmıştır.

#### 4.5.22. Suların İçilebilirlik Özellikleri

Doğal suların güvenilir olarak içilebilmesi için içerisindeki maddelerin belirli limitler arasında olması gerekmektedir. Bu nedenle birçok ülke kendi kaynaklarına göre içme suyu standartları geliştirmiştir. Ülkemizde geçerli olan içme suyu standardı TS-266'dır (Tablo 4.23). İnceleme alanındaki yeraltısularının sözkonusu standartlara uyup uymadığına daha önceki bölümlerde de değinilmiştir.

##### 4.5.22.1. Schoeller'e Göre Suların İçilebilirlik Özellikleri

Bu diyagramda düşey eksenini logaritmik, yatay eksenini aritmetik ölçekli diyagram üzerine eşit aralıklarla yatay eksen üzerine sırasıyla Ca, Mg, Na+ K, Cl, SO<sub>4</sub> ve CO<sub>3</sub>+HCO<sub>3</sub> iyonları yerleştirilir ve bu iyonların konsantrasyonu meq/l olarak yatay ve düşey eksenlerle birleştirilir, iyon miktarına göre içilemeyen, zorunlu olmadıkça içilemeyen, kötü kaliteli, iyi kaliteli ve çok iyi kaliteli sular olmak üzere 6 sınıfla karşılaştırılır. Schoeller suları; klorür, sülfat ve bikarbonat miktarlarına göre sınıflamaktadır (Schoeller, 1955). Bu sınıflama aşağıda verilmiştir.

##### Klorür derişim

- Hiperklorürlü sular: Klorür miktarı 700 meq/l 'den doygunluğa kadar olan sular
- Klorotalastik sular: Klorür miktarı 420–700 meq/l arasındaki sular
- Klorürce zengin sular: Klorür miktarı 140–420 meq/l arasındaki sular
- Orta klorürlü sular: Klorür miktarı 40–140 meq/l arasındaki sular
- Oligoklorürlü sular: Klorür miktarı 15–40 meq/l arasındaki sular
- Normal klorürlü sular: Klorür miktarı 15 meq/l 'den az sular

Yapılan analizlerde Gebze-Çayrova Havzası'ndaki tüm su örnekleri normal klorürlü sular sınıfındadır. Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki D5-D6-D7-D8 ve D14 no'lu su numunesi oligoklorürlü sular, diğer su örnekleri ise normal klorürlü sular sınıfındadır. Kaynak sularının tümü normal klorürlü sular sınıfındadır.

##### Sülfat derişimi

- Hiposülfatlı sular: Sülfat miktarı 58 meq/l 'den fazla sular
- Sülfatlı sular: Sülfat miktarı 24-58 meq/l arasındaki sular
- Oligosülfatlı sular: Sülfat miktarı 6-24 meq/l arasındaki sular

-Normal sülfatlı sular: Sülfat miktarı 6 meq/l 'den az sular

Yapılan analizlerde Gebze-Çayırova Havzası'ndaki C14 ve C17 no'lu su örneği oligosülfatlı sular, diğer su örnekleri normal sülfatlı sular sınıfındadır. Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki D8 no'lu su numunesi oligosülfatlı sular, diğerler su numuneleri ise normal sülfatlı sular sınıfındadır. Kaynak sularının tümü normal sülfatlı sular sınıfındadır.

Karbonat + bikarbonat derişimi

-Hiperkarbonatlı sular:  $\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^-$  toplam miktarı 7 meq/l 'den fazla olan sular

-Normal karbonatlı sular:  $\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^-$  toplam miktarı 2-7 meq/l arasındaki sular

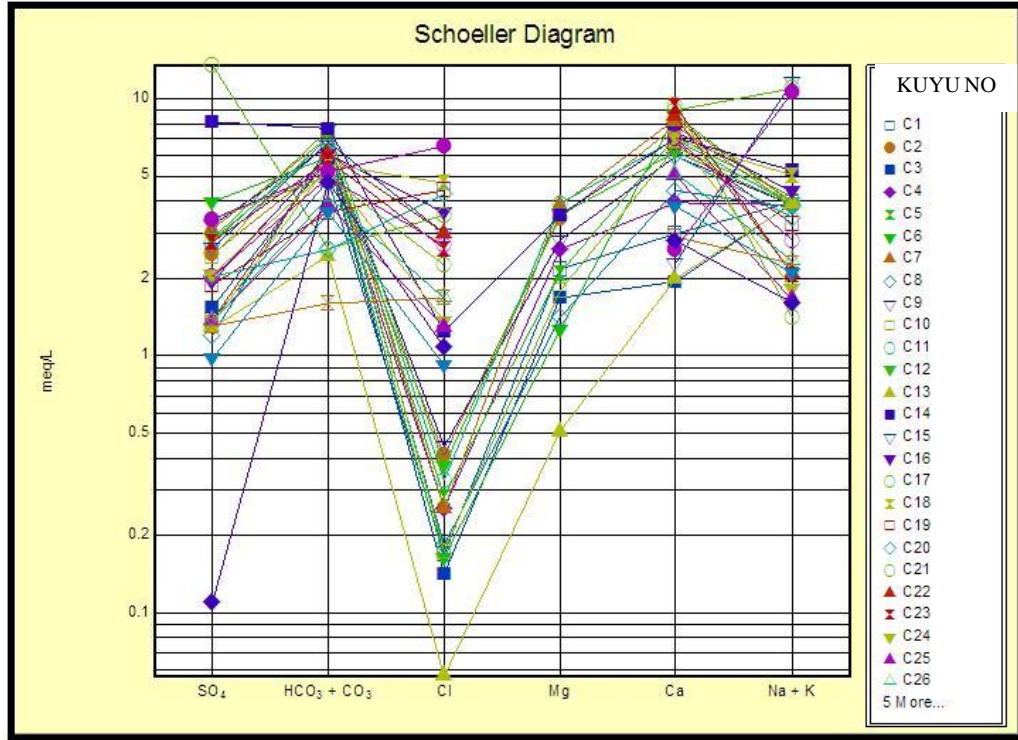
-Hipokarbonatlı sular:  $\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^-$  toplam miktarı 2 meq/l 'den az olan sular

Yapılan analizlerde Gebze-Çayırova Havzası'ndaki C28 no'lu su numunesi hipokarbonatlı sular, C7-C8-C10-C11-C12 ve C14 no'lu su numunesi hiperkarbonatlı sular, diğer su numuneleri ise normal karbonatlı sular sınıfındadır. Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki D2-D3-D6-D7-D14-D16-D17 ve D18 no'lu su numunesi hiperkarbonatlı sular, diğer su numuneleri ise normal karbonatlı sular sınıfındadır. Kaynak sularının tümü normal karbonatlı sular sınıfındadır.

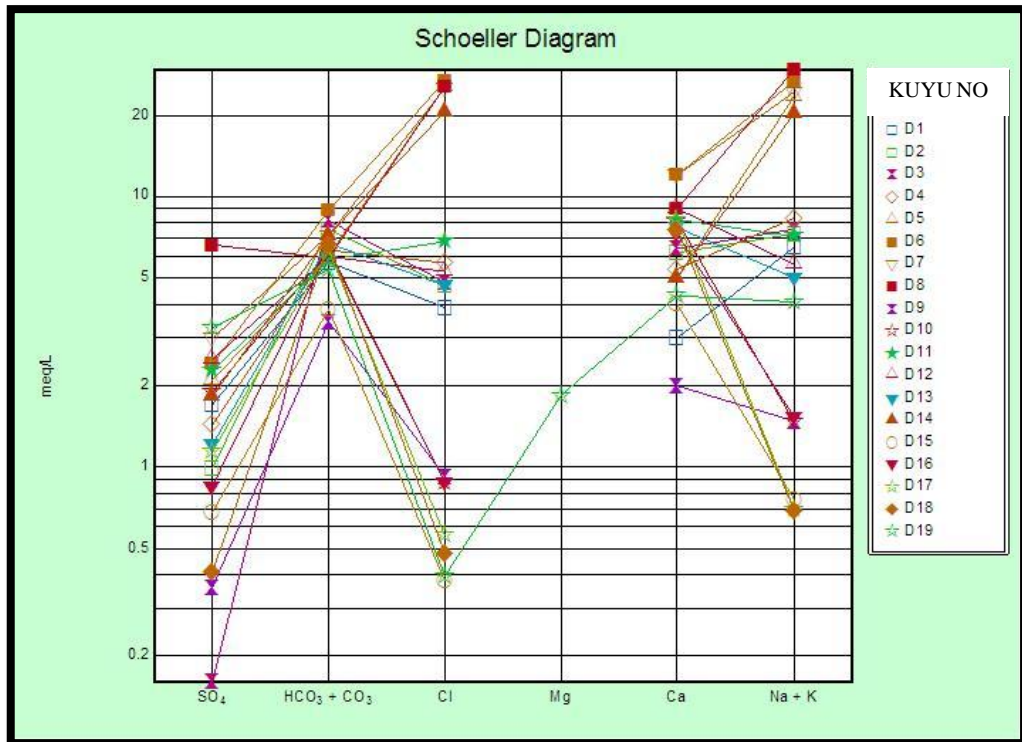
Yapılan analizlerde içme suyu kalitesi açısından, Gebze-Çayırova Havzası'ndaki C1C-C3-C4-C8-C10-C13-C28-C30 ve C31 no'lu su numunesi çok iyi kaliteli, C17 no'lu su numunesi kötü kaliteli sular, C14-C15 ve C29 no'lu su numunesi orta kaliteli, diğer su örnekleri ise iyi kaliteli sular sınıfındadır. Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki D9 ve D15 no'lu su numunesi çok iyi kaliteli, D1-D2-D3-D4-D10-D11-D12-D13-D16-D17-D18 ve D19 no'lu su numunesi iyi kaliteli, diğer su numuneleri ise kötü kaliteli sular sınıfındadır. K1-K4 ve K12 kaynak suları çok iyi, K5-K13 ve K14 kaynak suları ise iyi kaliteli sular sınıfındadır.

İnceleme alanından alınan su örneklerinin içme standartlarına uygunluğunu belirlemek amacıyla kimyasal analiz sonuçları Schoeller Diyagramı üzerine yerleştirilmiştir (Şekil 4.45-4.46-4.47-4.48-4.49-4.50).

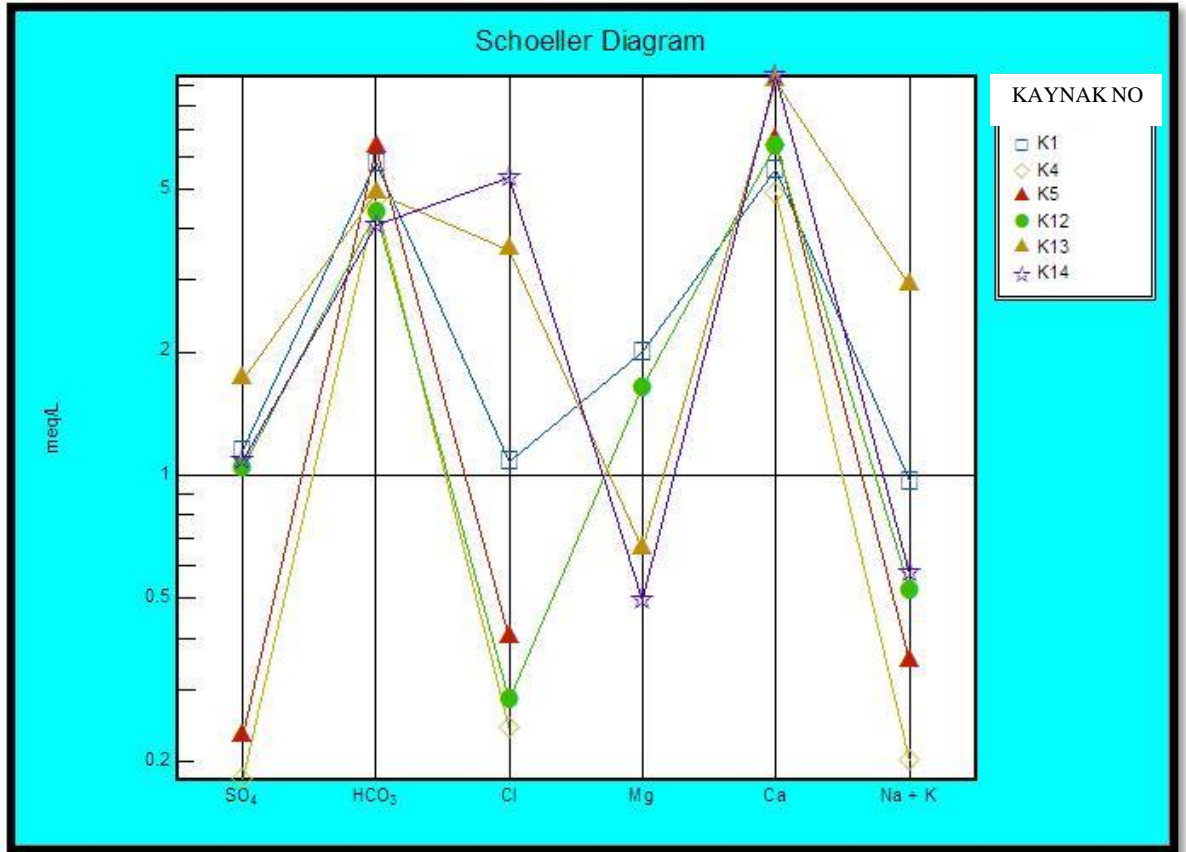




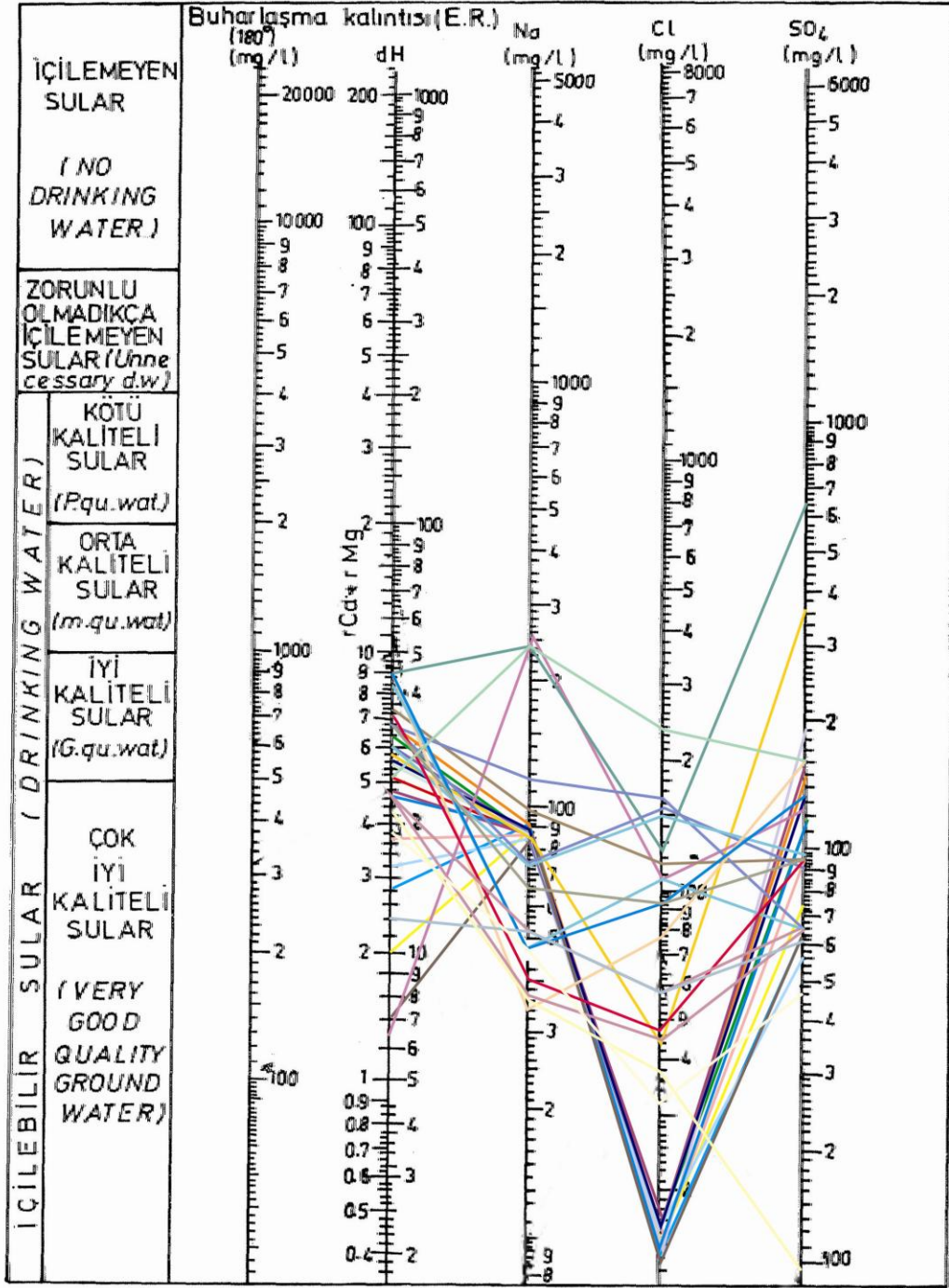
Şekil 4.45 Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyu sularına ait schoeller diyagram



Şekil 4.46 Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki kuyu sularına ait schoeller diyagram

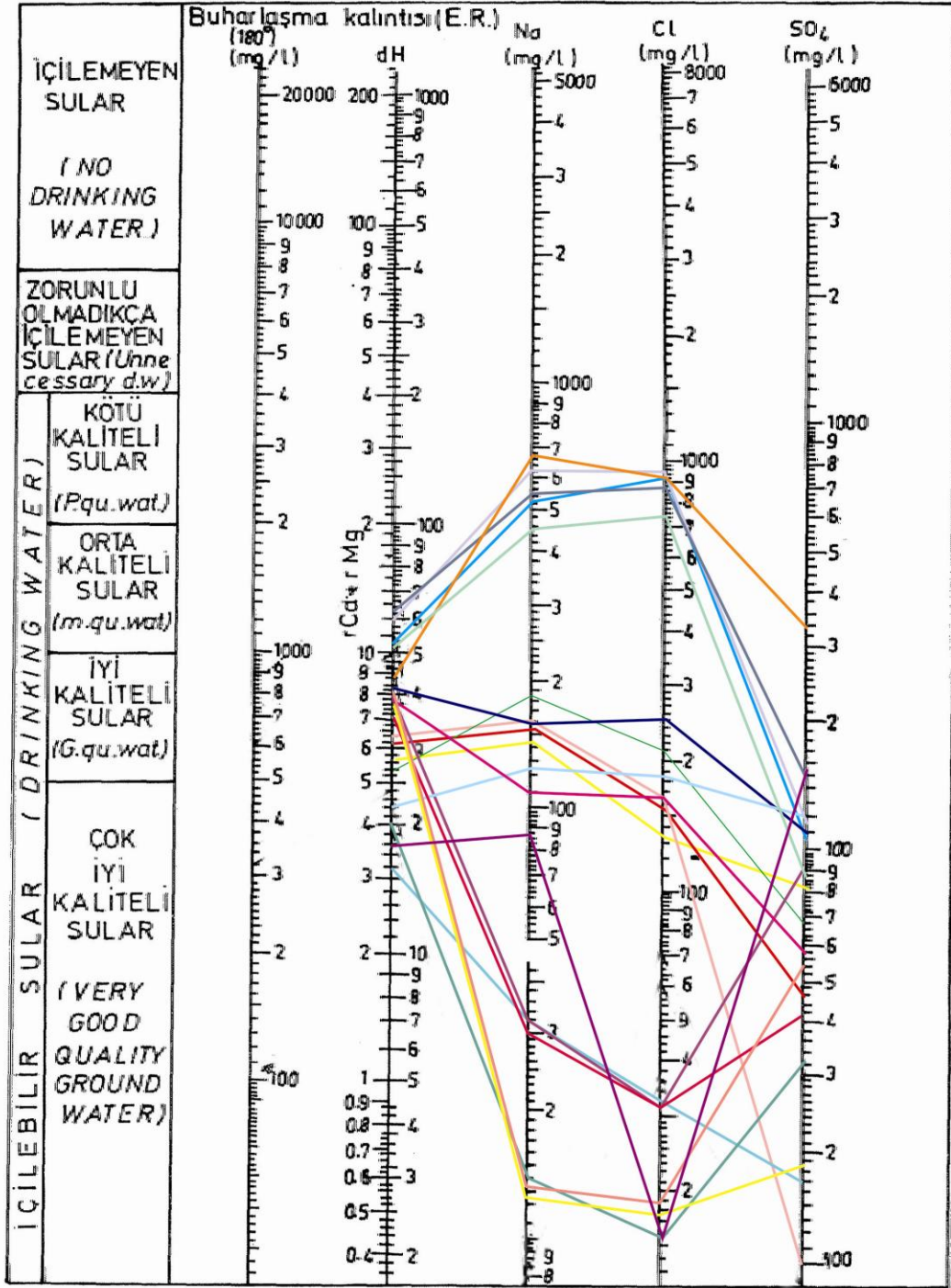


Şekil 4.47 Dilovası ve Hereke'deki bazı kaynaklara ait schoeller diagram



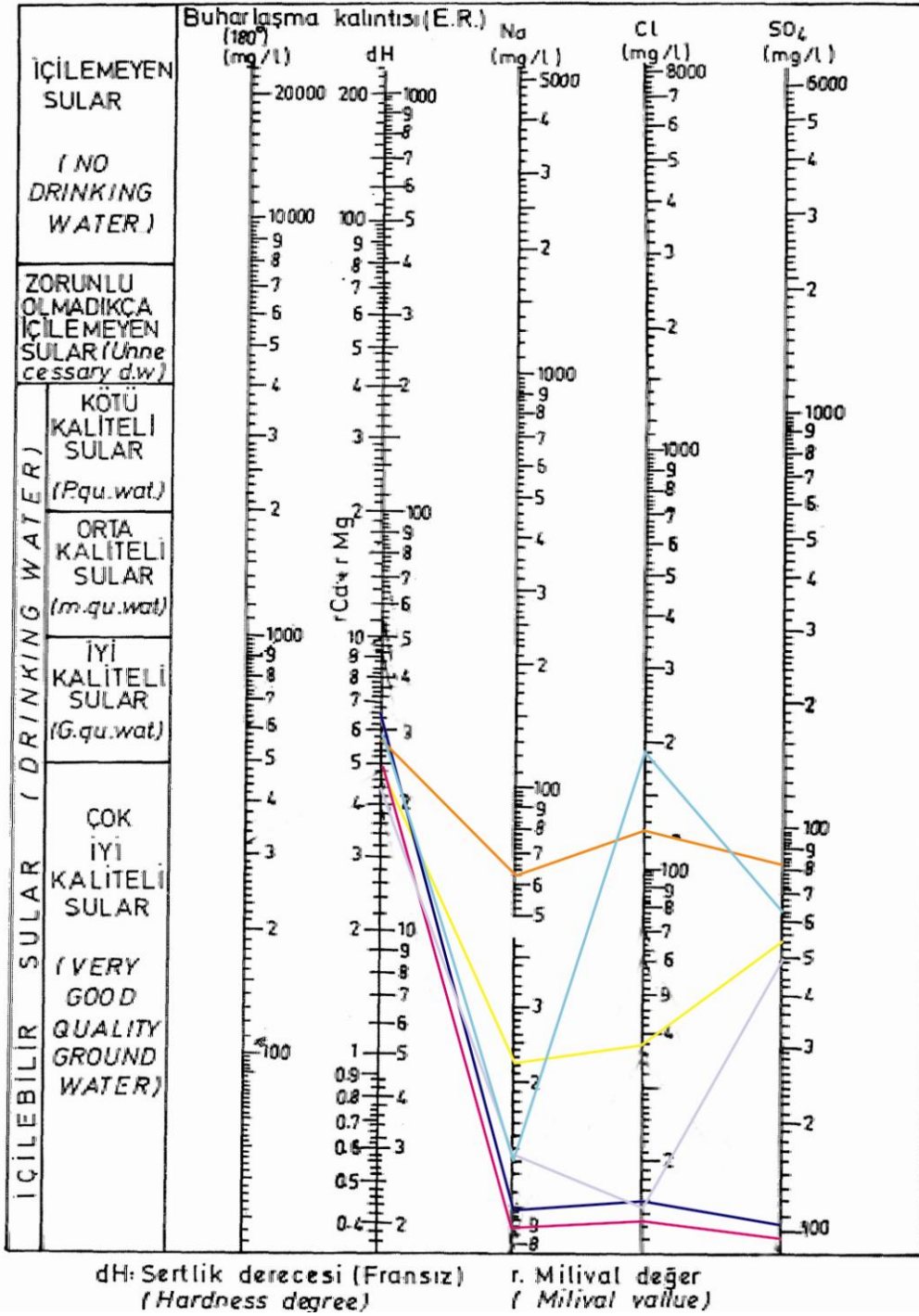
dH: Sertlik derecesi (Fransız) r. Milival değer  
(Hardness degree) (Milival value)

Şekil 4.48 Gebze-Çayrova Havzası'ndaki kuyu sularına ait schoeller diyagram



Şekil 4.49 Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki kuyu sularına ait schoeller diyagram



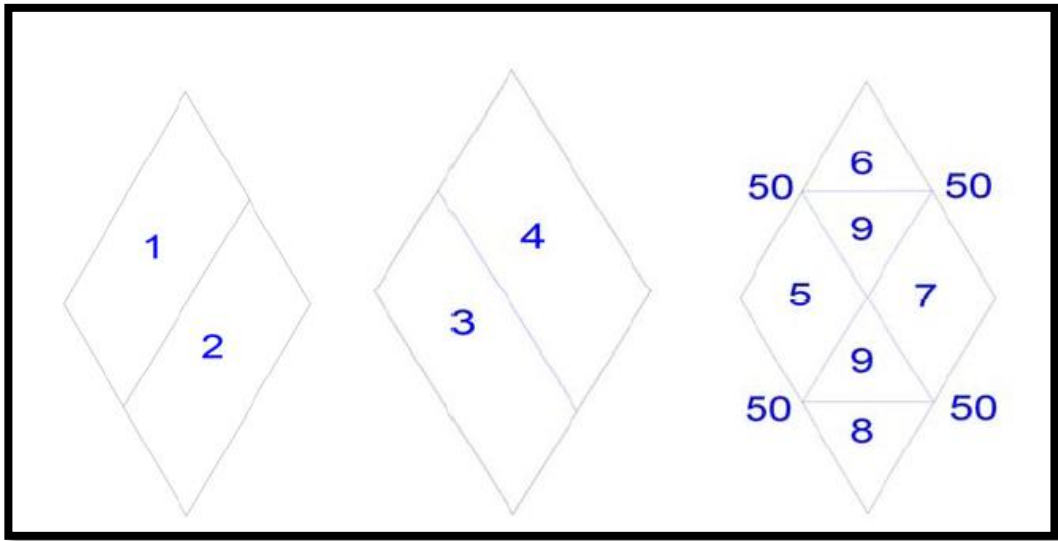


Şekil 4.50 Dilovası ve Hereke'deki bazı kaynaklara ait schoeller diagram

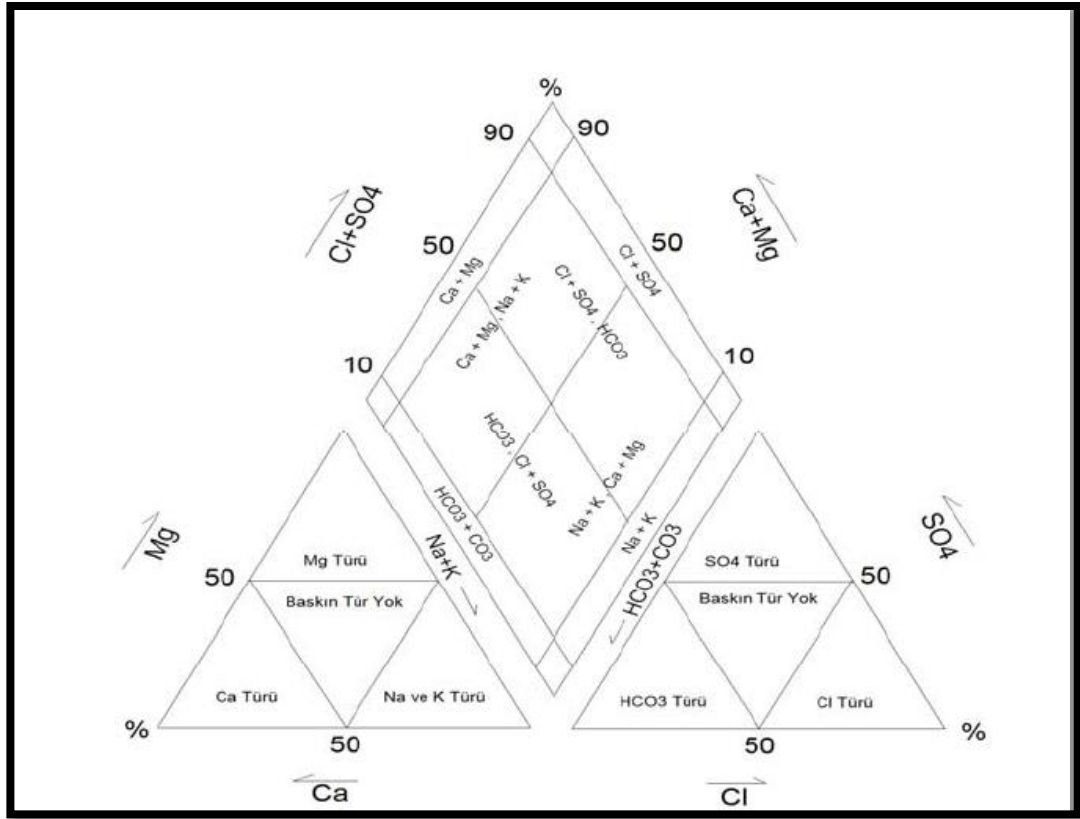
#### 4.5.22.2. Piper'e Göre Suların Sınıflaması

Suların anyon-kasyon yapısını ve bunların birbirleriyle olan ilişkisini gösterebilmek için Piper diyagramı kullanılmıştır. Bu diyagramda 1 eşkenar dörtgen ve 2 eşkenar üçgen kullanılmıştır. Eşkenar bir üçgenlerin kenarları 50 eşit parçaya bölünerek bir diyagram hazırlanmıştır. Anyon ve kasyonları meq/l değerleri cinsinden değerlendirilerek % cinsinden diyagrama işaretlenir ve suların Piper'e göre sınıflaması yapılır (Şekil 4.51-4.52). Bu diyagram 9 bölgeye ayrılmıştır. Bu bölgelere göre sınıflaması şöyledir:

1. Bölgede,  $Ca^{++} + Mg^{++} > Na^{+} + K^{+}$  karbonatlı ve sülfatlı sular,
2. Bölgede,  $Na+K > Ca+Mg$  Tuzlu ve sodalı sular,
3. Bölgede,  $CO_3 + HCO_3 = > Cl+SO_4 =$  (Zayıf asit kökleri > güçlü asit kökleri)
4. Bölgede,  $Cl+SO_4 = > CO_3 + HCO_3 =$  sular,
5. Bölgede, karbonat sertliği %50 'den fazla olan sular.  $CaCO_3$  ve  $MgCO_3$ 'lı sular,
6. Bölgede, karbonat olmayan sertliği %50'den fazla olan sular.  $CaSO_4$  ve  $MgSO_4$ 'lı sular,
7. Bölgede, karbonat olmayan alkalitesi %50'den fazla olan sular ( $NaCl$ ,  $NaSO_4$  ve  $KCl$  li sular) . Deniz ve çok acı sular,
8. Bölgede, karbonat alkalitesi > karbonat olmayan alkalilik. Doğada az rastlanan aşırı yumuşak sular,
9. Bölgede, iyonların hiçbiri %50'yi geçmeyen karışık sular grubunu temsil etmektedir (Piper,1944).



Şekil 4.51 Piper diyagram



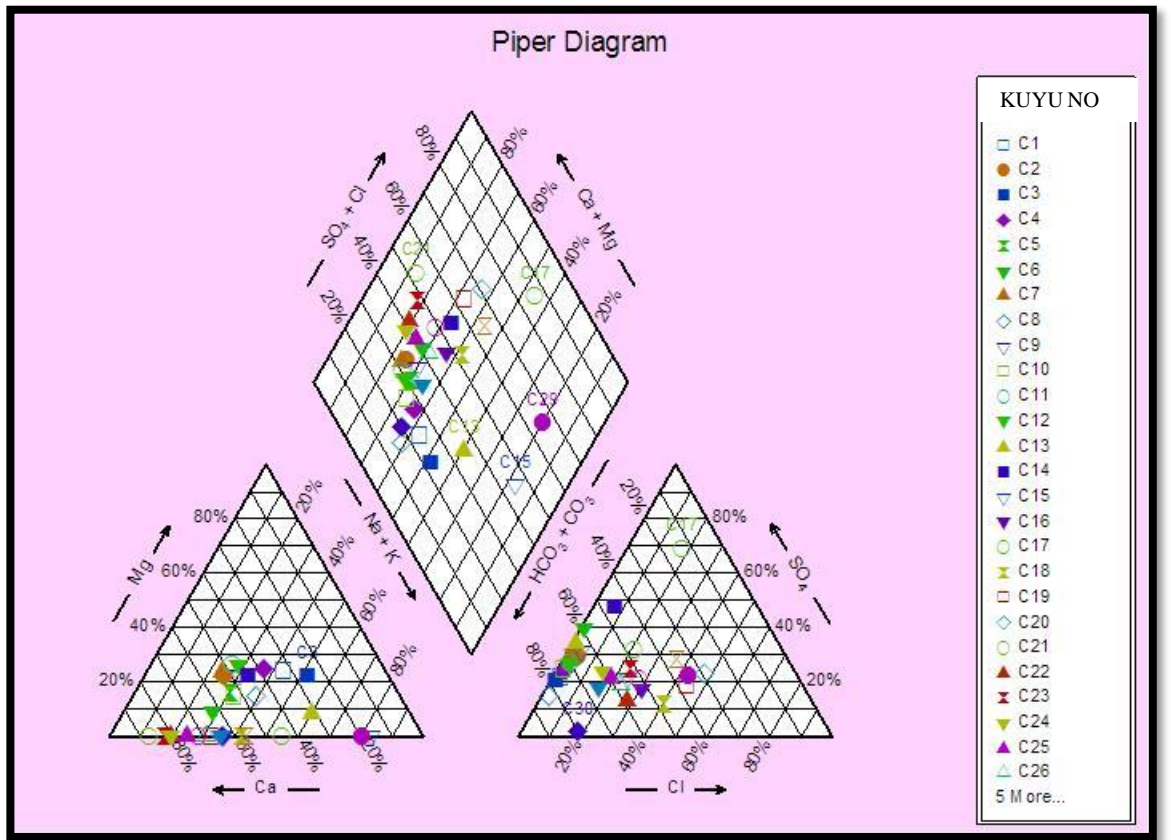
Şekil 4.52 Piper diyagramına göre suların sınıflaması

1. Havzada, C17 ve C29 no'lu kuyu suyu 7. bölgede deniz ve çok acı sular sınıfındadır. C3-C13-C14-C16-C18-C19-C20-C21 ve C28 no'lu kuyu suyu 9. bölgede, karışık sular sınıfındadır. Diğer kuyu suları 5. bölgede  $\text{CaCO}_3$  ve  $\text{MgCO}_3$ 'lu sular sınıfındadır. Cl-SO<sub>4</sub>-HCO<sub>3</sub> üçgeninde, C17 no'lu kuyu suyu SO<sub>4</sub> türüdür, C14-C18-C19-C20-C21-C28 ve C29 no'lu kuyu suyunda baskın tür yoktur. Diğer kuyu suları HCO<sub>3</sub> türüdür. Ca-Mg-Na+K üçgeninde C3-C13-C15-C17 ve C29 no'lu kuyu suyu Na ve K türü, C1-C4-C11-C12-C14 ve C20 no'lu kuyu suyunda baskın tür yoktur. Diğer kuyu suları Ca türüdür (Şekil 4.53).

2. Havzada, D1-D2-D3-D11 ve D12 no'lu kuyu suyu 9. bölgede, karışık sular sınıfındadır. D4-D5-D6-D7-D8 ve D14 no'lu kuyu suyu 7. bölgede, deniz ve çok acı sular sınıfındadır. Diğer kuyu suları 5. bölgede,  $\text{CaCO}_3$  ve  $\text{MgCO}_3$ 'lu sular sınıfındadır. Cl-SO<sub>4</sub>-HCO<sub>3</sub> üçgeninde, D5-D6-D8 ve D14 no'lu kuyu suyu Cl türüdür. D4-D11 ve D12 no'lu kuyu suyunda baskın tür yoktur. Diğer kuyu suları HCO<sub>3</sub> türündedir. Ca-Mg-Na+K üçgeninde, D2-D3-D4-D5-D6-D7-D8 ve D14 no'lu kuyu suyu Na ve K

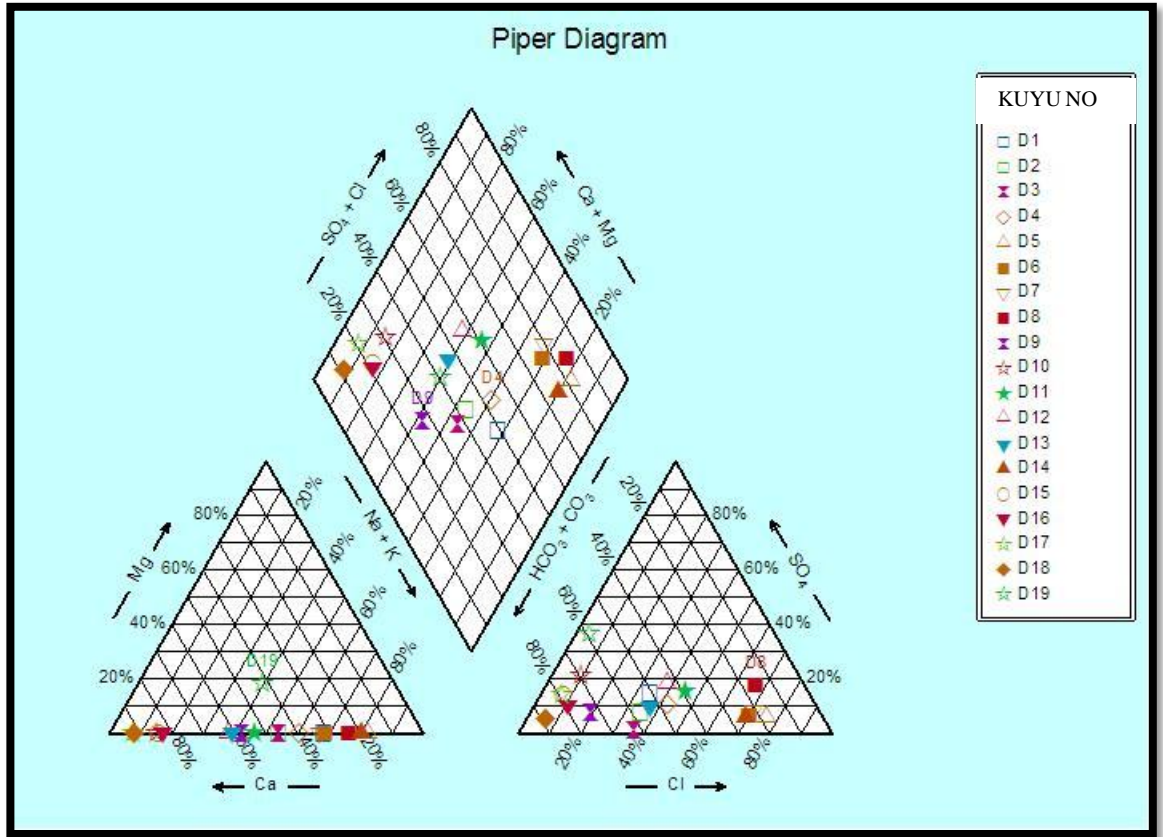
türüdür, D19 no'lu kuyu suyunda baskın tür yoktur. Diğer kuyu suları Ca türüdür (Şekil 4.54).

Kaynak sularında, K14 no'lu kaynak suyu 6. bölgede,  $\text{CaSO}_4$  ve  $\text{MgSO}_4$ 'lı sular sınıfındadır. K13 no'lu kaynak suyu 9. bölgede, karışık sular sınıfındadır. K1-K4-K5 ve K12 no'lu kaynak suyu 5. bölgede,  $\text{CaCO}_3$  ve  $\text{MgCO}_3$ 'lı sular sınıfındadır.  $\text{Cl-SO}_4\text{-HCO}_3$  üçgeninde, K14 no'lu kaynak suyu Cl türüdür. K13 no'lu kaynak suyunda baskın tür yoktur. Diğer kaynak suları  $\text{HCO}_3$  türüdür. Ca-Mg-Na+K üçgeninde, tüm kaynak suları Ca türüdür (Şekil 4.55).

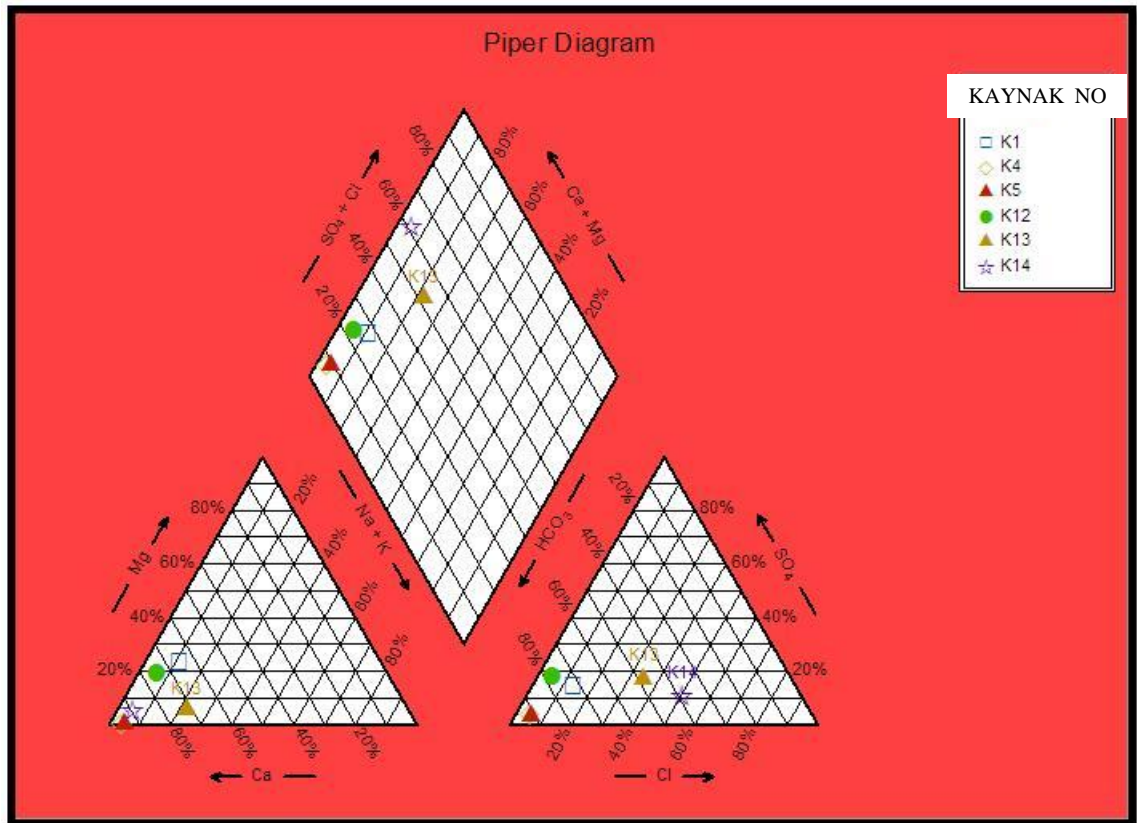


Şekil 4.53 Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyu sularına ait piper diyagram





Şekil 4.54 Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki kuyu sularına ait piper diyagram



Şekil 4.55 Dilovası ve Hereke'deki bazı kaynaklara ait piper diyagram

#### 4.5.23. Suların Sulamada Kullanım Özellikleri

Günümüzde yüzey ve yeraltısularının yetersizliği, tuzluluğu ve kirliliği yüzünden birçok ülke sulama suyu sıkıntısı çekmektedir. Ancak, tarımda yüksek verim almak için suyun kimyasal özelliklerinin ve toprağın akaçlama özelliği bilinmelidir.

Sulama sularının özellikleri incelendiğinde, suyun içinde çözülmüş olarak bulunan, suya tuzluluk verici iyonlar ve bazı metallerin, bitkileri ve toprağı fiziksel ve kimyasal olarak etkileyerek, toprağın verimini düşürdüğü gözlenmiştir. Yeraltı ve yüzey sularında bulunan, suya tuzluluk veren bir iyon olan sodyum, zemindeki kalsiyum ile yer değiştirerek toprağın geçirimsizliğini azaltır ve havalanmasını engeller. Bu nedenle bitkilerin büyümesi ve gelişmesi yavaşlar. Ayrıca, sularda bor ve klorür gibi iyonların bulunması bitki gelişimini baskılayıcı bir etki yapar.

Sulama sularının sınıflamasında kullanılan en önemli iki parametre sodyum iyonu miktarı ve elektriksel iletkenliktir. ABD Tuzluluk ve Wilcox diyagramlarında, bu iki kriter göz önüne alınarak hesaplamalar yapılmış ve sulama suları kalitelerine göre sınıflanmıştır.

Çalışma alanındaki suların sulamaya elverişli olup olmadığını belirleyebilmek amacıyla ABD Tuzluluk Diyagramı ve Wilcox diyagramları üzerinde inceleme alanından alınan su örneklerinin kimyasal analiz sonuçları yerleştirilerek sınıflandırma yapılmıştır.

##### 4.5.23.1. ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramına Göre Sınıflama

Bu diyagramda yatay ekseninde elektriksel iletkenlik (EC), düşey ekseninde SAR (S) değeri bulunur. Su numuneleri, ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramında bu iki parametre göz önüne alınarak, diyagramda yatay ve düşey eksenlerin kesiştiği noktalara işaretlenir. Bu sayede sulama sularının kullanım ve kalite açısından yorumlaması yapılır.

Genel tuzluluk özellikleri :

C<sub>1</sub> (EC 250  $\mu$ mho/cm'den az), az tuzlu sular ; Her toprakta, tüm bitkilerin sulanmasına uygundur.

C<sub>2</sub> (EC 250 - 750  $\mu$ mho/cm arası), orta tuzlu sular ; Orta akaçlama özelliğindeki topraklarda tuzluluk riski bulunmadan tüm bitkiler sulanabilir.

C<sub>3</sub> (EC 750 - 2250  $\mu\text{mho/cm}$  arası), tuzlu sular ; Akaçlama kötü olan arazilerde, sulamada kullanılmaz.

C<sub>4</sub> (EC 2250  $\mu\text{mho/cm}$ 'den fazla), çok tuzlu sular ; Geçirimsizliği ve akaçlaması çok iyi olan topraklarda, zeminin yıkanmasını sağlamak için bol su verilmelidir.

Genel sodyum tehlikesi özellikleri :

S<sub>1</sub> (az sodyumlu sular); Hemen tüm topraklarda sodyum tehlikesi bulunmadan kullanılabilir.

S<sub>2</sub> (orta sodyumlu sular); Geçirimsiz veya bol jipsli arazilerde kullanılabilir.

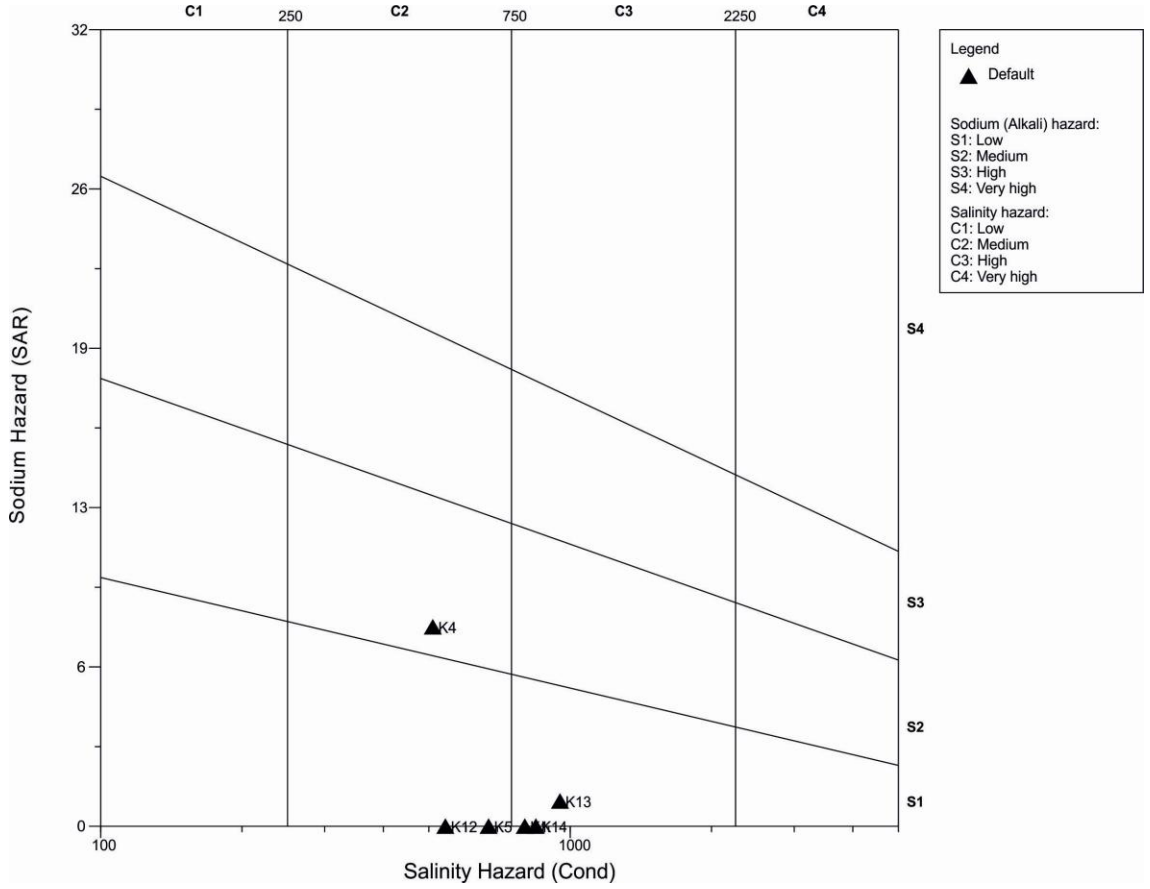
S<sub>3</sub> (yüksek sodyumlu sular); Birçok toprak cinslerinde sodyum tehlikesi olabilir. Çok iyi geçirimsiz ve akaçlama gösteren arazilerde bol su kullanılarak, belirli sürelerde yapılacak kimyasal testlerle sodyum tehlikesi denetlenmelidir.

S<sub>4</sub> (çok yüksek sodyumlu sular) ; Genel olarak, sulama için uygun değildir. Ancak, suyun toplam tuz derişimini düşük seviyede ise, sulamada kullanılabilir (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954).

Böylece; C<sub>1</sub>S<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>S<sub>1</sub>, ve C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> her türlü sulamada, C<sub>4</sub>S<sub>1</sub>, C<sub>3</sub>S<sub>2</sub> bazı özel koşullarda kullanılabilir. C<sub>4</sub>S<sub>2</sub>, C<sub>4</sub>S<sub>3</sub> sulamada kullanılmaz. C<sub>2</sub>S<sub>1</sub>; orta tuzlu, az sodyumlu tüm topraklarda ve bitkilerde kullanılabilen su sınıfı, C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> ise tuzlu, az sodyumlu sulardır. Akaçlaması çok kötü olan arazilerde sulamada kullanılmaz ve zemindeki tuz derişiminin gözlenmesi gerekebilir.

ABD Tuzluluk Diyagramına göre Gebze-Çayrova Havzası'ndaki C14 no'lu su kuyu suyu C<sub>4</sub>S<sub>1</sub>, C15 ve C17 no'lu kuyu suyu C<sub>3</sub>S<sub>2</sub>, C1-C3-C13-C25-C26-C28-C30 ve C31 no'lu kuyu suyu C<sub>2</sub>S<sub>1</sub> sınıfında, diğerleri ise C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> sınıfındadır. Gebze-Dil Deresi Havzası'nda D9-D15-D18 no'lu kuyu suyu C<sub>2</sub>S<sub>1</sub>, D1-D2-D3-D4-D10-D11-D12-D13-D16-D17 ve D19 no'lu kuyu suyu C<sub>3</sub>S<sub>1</sub>, D6-D7 ve D14 no'lu kuyu suyu C<sub>4</sub>S<sub>3</sub>, D5 ve D8 no'lu kuyu suyu C<sub>4</sub>S<sub>4</sub> sınıfındadır. K4 kaynak suyu C<sub>2</sub>S<sub>2</sub>, K5 ve K12 kaynak suyu C<sub>2</sub>S<sub>1</sub>, K1, K13 ve K14 kaynak suyu ise C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> sınıfındadır (Şekil 4.56-4.57-4.58).





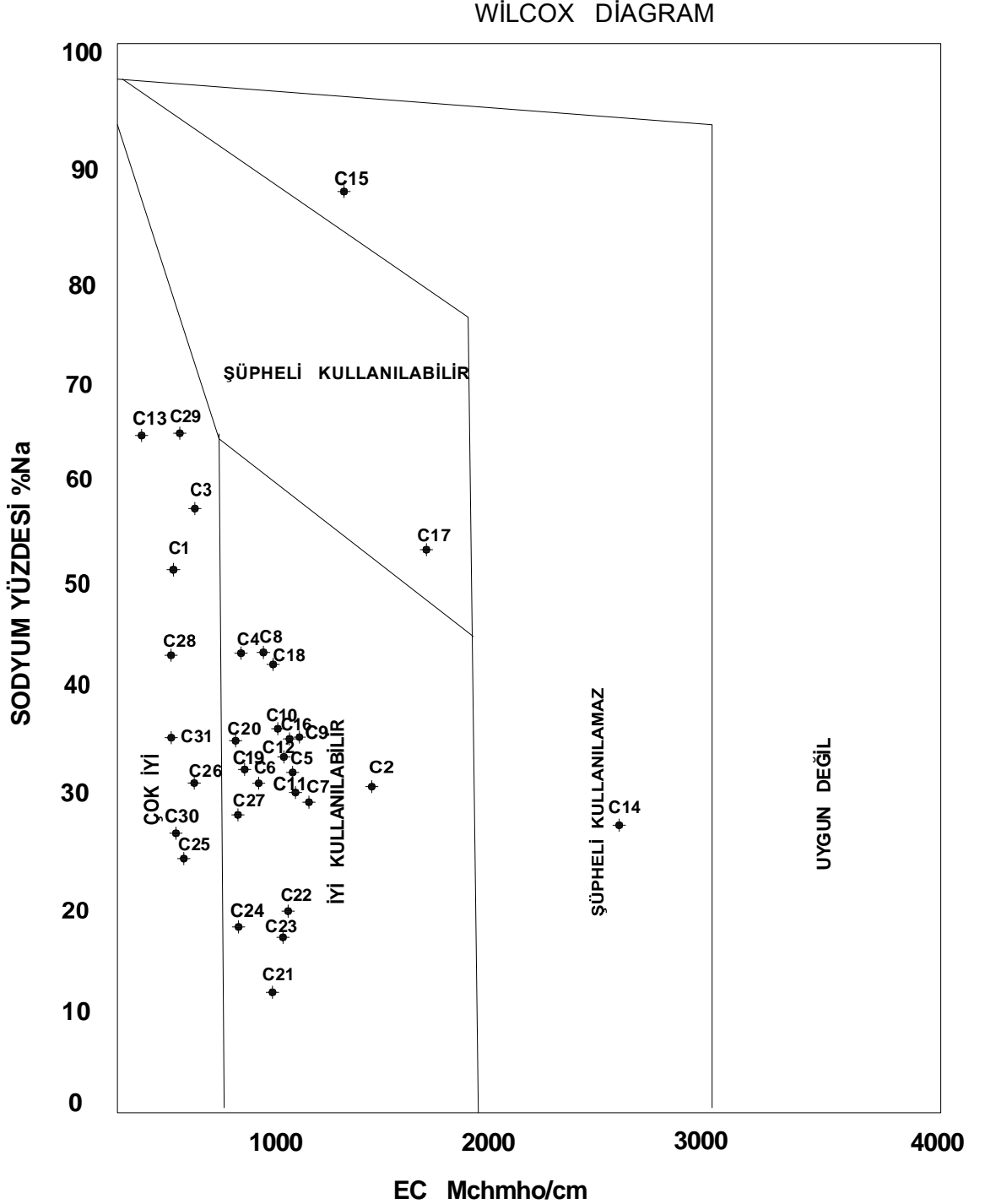
Şekil 4.58 Dilovası ve Hereke'deki bazı kaynaklara ait A.B.D. tuzluluk lab. diyagramı

#### 4.5.23.2. Wilcox Diyagramına Göre Sınıflama

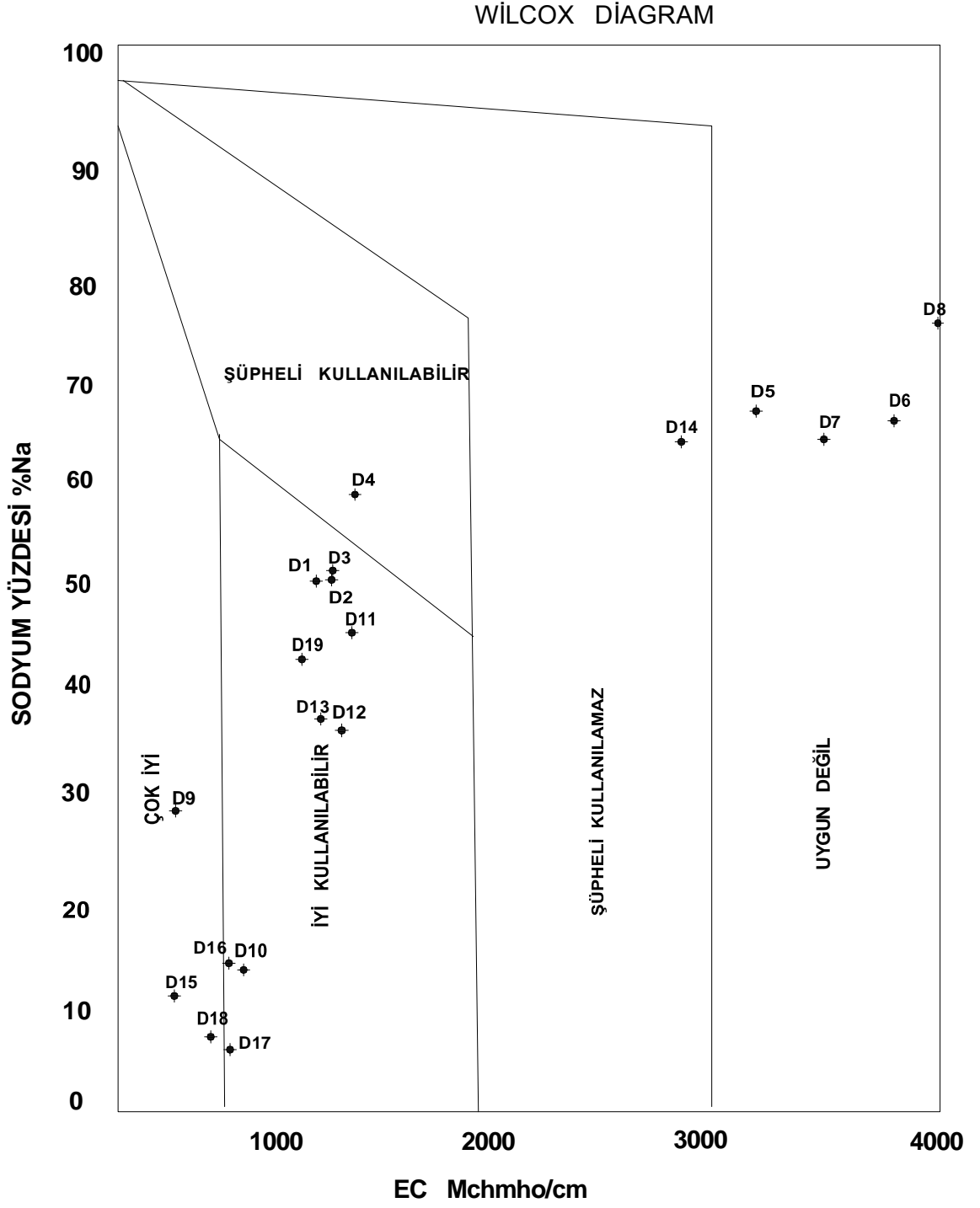
Wilcox diyagramı suların sulama sularının sınıflamasında kullanılan diğer önemli diyagramdır. Bu diyagramda yatay ekseninde elektriksel iletkenlik (EC), dikey ekseninde ise %Na, değerleri bulunmaktadır. %Na değerleri dikey eksen üzerine işaretlenir ve bu noktadan yatay eksene bir paralel çizilir. Elektriksel iletkenlik (EC) değeri yatay ekseninde bulunarak bu noktadan dik yönde ilerlenir ve yatay eksene çizilen paraleli kestiği nokta, suyun kullanım tipini gösterir (Wilcox, 1955).

Wilcox Diyagramına göre sulama suyu açısından Gebze-Çayrova Havzası'ndaki sondaj kuyularından alınan C1-C3-C13-C25-C26-C28-C29-C30 ve C31 no'lu su örneği çok iyi kullanılabilir, C14 ve C15 nolu su örneği şüpheli kullanılamaz, C17 no'lu su örneği şüpheli kullanılabilir, diğer su örnekleri iyi kullanılabilir özelliindedir (Şekil 4.59). Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki D9-D15 ve D18 no'lu su örneği çok iyi kullanılabilir, D4 no'lu su örneği şüpheli kullanılabilir, D14 no'lu su örneği şüpheli

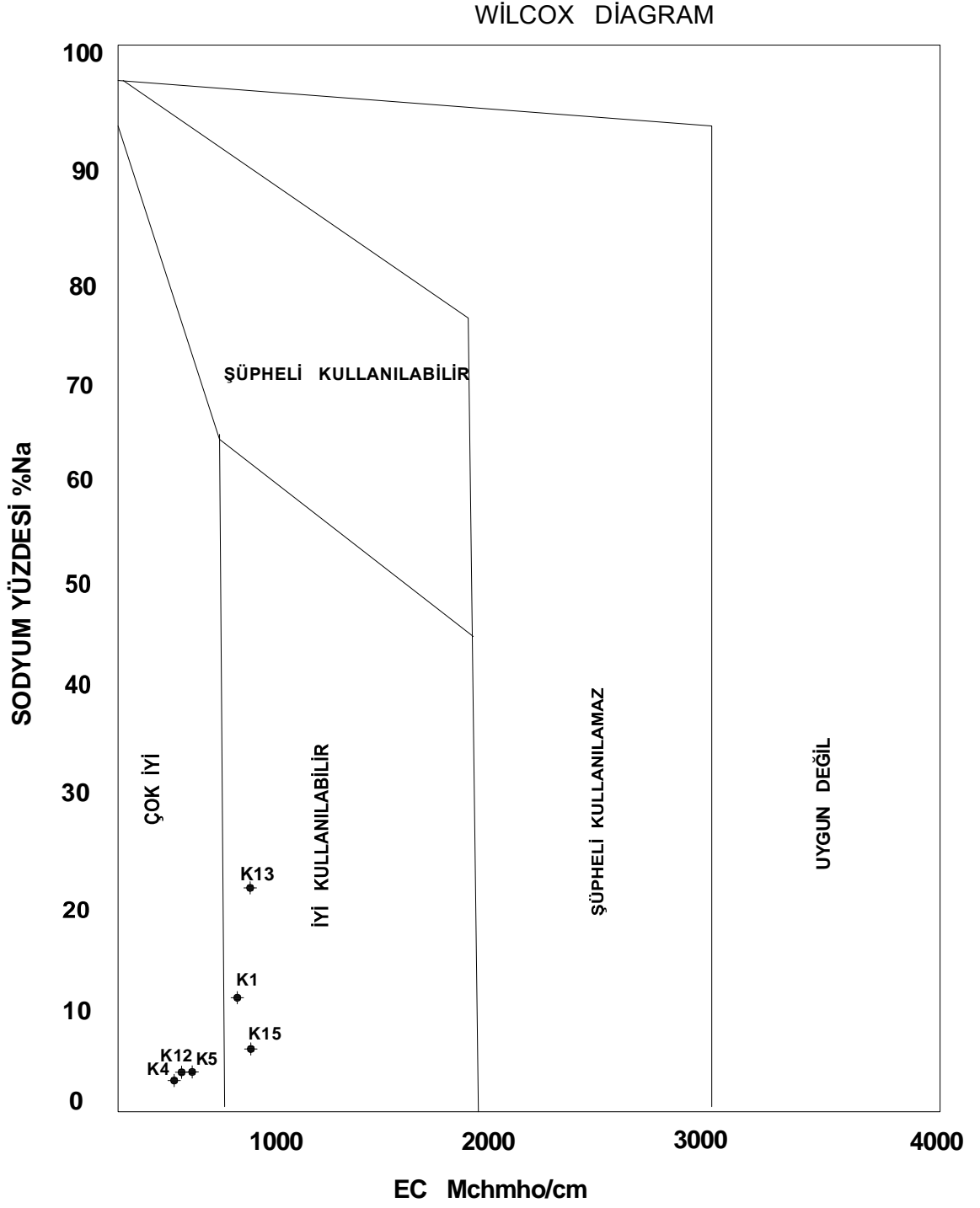
kullanılmaz, D5-D6-D7 ve D8 no'lu su örneği uygun değil, diğerleri iyi kullanılabilir özelliktedir (Şekil 4.60). K1-K13 ve K15 no'lu kaynak suları iyi kullanılabilir, K4-K5 ve K12 no'lu kaynak suyu çok iyi kullanılabilir özelliktedir (Şekil 4.61).



Şekil 4.59 Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyu sularına ait wilcox diagram



Şekil 4.60 Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki kuyu sularına ait wilcox diagram



Şekil 4.61 Dilovası ve Hereke'deki bazı kaynaklara ait wilcox diagram



## 5. SONUÇLAR

1. Gebze ve Dilovası'nın (Kocaeli) hidrojeolojik incelenmesi adlı çalışmada MTA ya ait 1/50.000 ölçekli 22-b ve 23-a paftalarından bölgenin haritaları ve enine kesitlerinden yararlanılarak, 1/100.000 ölçekli jeoloji haritası ve jeoloji enine kesitleri hazırlanmıştır.
2. Çalışma alanı 2 havzaya bölünmüştür. 1. Havza Gebze-Çayırova Havzası, 2. Havza ise Gebze-Dil Deresi Havzası'dır. 1. Havza 93,4 km<sup>2</sup>, 2. Havza ise 171,4 km<sup>2</sup> lik yüzölçümüne sahiptir.
3. Çalışma alanında Ana dere özelliğinde bulunan en büyük dere Dil Deresi'dir. Bu derenin yan kolları Tavşanlı Dere, Ballıkaya Dere, Gürlek Dere ve Değirmen Dere'dir. Çayırova Deresi ve Bağ Dere de diğer önemli derelerdir. Dil Deresinin dışında kalan dereler sadece yağışlı aylarda su taşırlar. Çalışma alanında 14 adet kaynak bulunmaktadır. Bu kaynakların tamamı Dilovası ve Hereke'deki kayalardan boşalmaktadır. Bu kaynaklar, Ulupınar, Tulumbasuyu, Kayapınarı, Küplü, Ballıkaya ve Ovabaşı, Kovabaşı, Duraca, Hasanpaşa, Elmalıdere, Karacasu kuyusu, Akpınar, Akçay Çeşmesi, İkizce Çeşmesi, Kavak Çeşmesidir. Kaynak kotları 2-308 m arasındadır. Boşalma miktarları 0,019-20 l/sn, 86,4-1728 m<sup>3</sup>/gün ve 31536-630720 m<sup>3</sup>/yıl'dır. İnceleme alanındaki kuyular havzalara göre, kuyu kotu, derinlik, statik su seviyesi, dinamik su seviyesi, verim ve günlük çekilen su miktarı olarak ayırtlanmıştır, Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyuların statik su seviyeleri 0-200 m arasındadır. Dinamik su seviyeleri ise 4-280 m civarındadır. Günlük çekilen su miktarı maksimum 950,4 m<sup>3</sup>'tür. Verim 0,5-11 l/sn'dir. Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki kuyuların statik su seviyeleri, 0-8,5 m arasındadır. Dinamik su seviyeleri, 8,2-22,85 m civarındadır. Günlük çekilen su miktarı maksimum 1002,2 m<sup>3</sup>'tür. Verim 3,2-10 l/s'dir.
4. Çalışma alanındaki hidrojeolojik ortamlar geçirimsiz, geçirimli, yarı geçirimli ve karstik olarak ayırtlanmış ve hidrojeoloji haritası yapılmıştır. İstinye Formasyonu'nun alt birimi olan Sedefadası Üyesi ile Kaynarca Üyesi, Trakya Formasyonu, Sancaktepe Graniti, Kapaklı Formasyonu'nun alt birimi olan, Karacatepe Volkanit Üyesi, Erikli Formasyonu, Tepeköy Formasyonu, Bakırlıkıran Formasyonu, Eskihisar Andeziti, Akveren Formasyonu, Atbaşı Formasyonu ve Darıca Formasyonu geçirimsiz birimlerdir. Bakacak Formasyonu, Kurtköy Formasyonu, Gözdağ Formasyonu'nun alt birimi olan Umurdere Üyesi, İstinye Formasyonu'nun alt birim olan Gebze Üyesi,

Kartal Formasyonu, Büyükada Formasyonu'nun alt birimi olan Yörükali Üyesi ve Ayineburnu Üyesi, Baltalimanı Formasyonu, Kapaklı Formasyonu'nun alt birimi olan Alfaklar Üyesi, Demirciler Formasyonu, Kazmalı Formasyonu ve O'nun alt birimi olan Kuşça üyesi, Teksen Formasyonu, Meşetepe Formasyonu yarı geçirimli birimlerdir. Aydos Formasyonu, Gözdağ Formasyonu'nun alt birimi olan, Aydınli Üyesi, Kapaklı Formasyonu'nun alt birimi olan Ayvaldere Üyesi, oluşan Çerkeşli Formasyonu, Teksen Formasyonu'nun alt birimi olan Eren Çakıltaşı Üyesi, Hereke Formasyonu, Kayalitepe Formasyonu, Karapürçek Formasyonu ve Alüvyon geçirimli birimlerdir. Dolayoba Formasyonu, Demirciler Formasyonu'nun alt birimi olan Değirmen Kireçtaşı Üyesi, Ballıkaya Formasyonu, Kutluca Formasyonu ve Traverten karstik birimlerdir.

5. İnceleme alanında yer alan iki ayrı havzanın yeraltısu haritaları çizilmiştir. 1. Havzanın beslenme yönü doğudan batıya doğrudur. 2. Havzanın beslenme yönü kuzeybatıdan güneydoğuya doğrudur. Her iki havzada da yeraltısu seviyeleri oldukça düşüktür. Kuyular kuruma tehlikesindedir.

6. Suların fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla durov diagram ve kimya haritaları çizilmiştir.

7. Suların sertliği çok yumuşaktan, çok sert sulara değişmektedir.

8. Yapılan analizlerde tüm kuyu ve kaynak sularının pH'ı 7-8,5 arasındadır. Ancak K12, K13 ve K14 kaynaklarının pH'ı 6,8'dir.

9. Gebze-Çayrova Havzası'ndaki kuyu sularının elektriksel iletkenliği, 500-1680  $\mu\text{mho/cm}$ 'dir. Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki D5-D6-D7-D8 ve D14 no'lu kuyunun elektriksel iletkenliği 2000-4000  $\mu\text{mho/cm}$ 'dir. Kaynakların elektriksel iletkenliği 500-950  $\mu\text{mho/cm}$  civarındadır.

10. Gebze-Çayrova Havzası'ndaki kuyu sularının tamamı tatlı su sınıfındadır. Ancak C14 no'lu numune (Çayrova Deresi) Acı su sınıfındadır. Gebze Dil Deresi Havzası'ndaki D5-D6-D7-D8 ve D14 no'lu numune Acı su sınıfında, diğer numuneler tatlı su sınıfındadır. Kaynak sularının tamamı tatlı su sınıfındadır.

11. SAR sınıflamasına göre, Gebze-Çayrova Havzası'ndaki C15 no'lu kuyu suyu, Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki D5-D6-D7 ve D8 no'lu kuyu suyu iyi özellikte sulama suları, diğerleri çok iyi özellikteki sulama suları sınıfındadır.

12. Yapılan analizlerde  $\text{Na}^+$  miktarı, Gebze Çayrova Havzası'ndaki kuyu sularında 32-266,7 mg/l, Gebze-Dil Deresi Havzası'nda, 13,79-671,3, kaynak sularında ise 3,67-62 mg/l civarındadır. Gebze-Çayrova Havzası'ndaki C15-C17 ve C29 no'lu kuyu

suyunda, Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki D4-D5-D6-D7-D8 ve D14 no'lu kuyu suyu TS-266 içme suyu standartlarına göre kullanım açısından uygun değildir. Kaynak sularının  $\text{Na}^+$  değerleri içme suyu için uygundur.

13. Yapılan analizlerde  $\text{K}^+$  değerleri Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyu sularında 0,3-10 mg/l, Çayırova Deresi'nden alınan numunede (D14 no'lu) 59,5 mg/l, Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki kuyu sularında 2-16 mg/l, kaynak sularında 0-1,6 mg/l civarındadır.

14. Yapılan analizlerde  $\text{Ca}^{+2}$  değerleri Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyu sularında 35-190 mg/l, Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki kuyu sularında 40-250 mg/l, kaynak sularında ise 95-200 mg/l arasındadır. Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki D6 ve D7 no'lu kuyu suyu dışında diğer kuyu ve kaynakların suları  $\text{Ca}^{+2}$  miktarı bakımından TS-266 içme suyu standartlarına uygundur.

15. Yapılan analizlerde çalışma alanındaki kuyu sularının  $\text{Mg}^{+2}$  miktarı 6-50 mg/l, kaynak sularının ise 6-25 mg/l civarındadır.

16. Yapılan analizlerde  $\text{CO}_3^{-2}$  miktarı Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyu sularında 0-18 mg/l, Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki kuyu sularında 0-6 mg/l, sadece D14 no'lu kuyuda 36 mg/l, kaynak sularında 0-9 mg/l;  $\text{HCO}_3^{-2}$  miktarı, Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyu sularında 90-500 mg/l, Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki kuyu sularında 200-600 mg/l, kaynak sularında 250-400 mg/l civarındadır.

17. Yapılan analizlerde  $\text{SO}_4^{-2}$  miktarı Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyu sularında 5-200 mg/l, sadece C17 no'lu kuyu 647 mg/l, Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki kuyu sularında 7-320 mg/l, kaynak sularında ise 8-85 mg/l civarındadır. Çalışma alanındaki kuyu ve kaynak sularının  $\text{SO}_4^{-2}$  değerleri, Gebze-Çayırova Havzası'ndaki C17 no'lu kuyu suyu ve Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki D8 no'lu kuyu suyu dışında TS-266 içme suyu standartlarına uygundur.

18. Yapılan analizlerde Cl değerleri, Gebze-Çayırova Havzası'ndaki kuyu sularında, 2-231,2 mg/l, Gebze-Dil Deresi Havzası'nda 14-950,1 mg/l, kaynak sularında ise 8-190 mg/l civarındadır. Gebze-Çayırova Havzası'nda C29 no'lu kuyu dışında, diğer kuyu suları 200 mg/l'nin altında olduğundan TS-266 içme suyu standartlarına ve sanayide kullanım açısından uygundur. Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki kuyu sularında Cl değeri D4 ve D11 no'lu kuyu suyunda 200 mg/l'nin üzerinde, D5-D6-D7-D8 ve D14 no'lu kuyu suyunda 600 mg/l'nin üstünde olduğundan TS-266 içme suyu standartlarına

ve sanayide kullanım açısından uygun değildir. Kaynak sularının Cl<sup>-</sup> değerleri içme suyu ve sanayide kullanım açısından uygundur.

19. Kimya haritalarında 2 havzada denize yakın kısımlarda gözlenen yüksek miktarda EC ve TDS ve alkalinite değerleri denizsuyu girişinin göstergesidir.

20. Alkalinitenin yüksek olması, bölgede alkali kayaların yaygın bulunmasının sonucudur.

21. Yapılan analizlerde nitrit ve amonyum değerleri kuyu ve kaynak sularında TS-266 içme suyu standartlarına uygun olduğundan kullanım açısından bir problem yaratmamaktadır. NO<sub>3</sub> değerleri sadece Gebze-Çayırova Havzası'ndaki C2 no'lu kuyuda 50 mg/l'nin üzerindedir. Diğer kuyu ve kaynakların suları içme suyu kullanımı açısından uygundur.

22. Çalışma alanında evsel atıklar ve fabrika atıkları dereleri kirletmektedir. Dereler altıvyonu beslemektedir. Dolayısıyla altıvyon üzerinde açılmış kuyu suları kirlenmektedir.

23. Yapılan metal analizlerinde, kuyu sularındaki arsenik, çinko ve bakır ve alüminyum miktarı TS-266 içme suyu standartlarını aşmamaktadır. Yapılan analizlerde Fe değerleri, Gebze-Çayırova Havzası'ndaki C1-C2-C3-C6-C7-C9-C10-C11 ve C12 no'lu kuyu suyunda 0,3 mg/l'nin altındadır. TS-266 içme suyu standartlarına uygundur. Diğer kuyu ve kaynak sularındaki Fe miktarı içme suyu kullanımı açısından uygun değildir. Gebze-Çayırova Havzası'ndaki C3-C4-C5-C6-C7-C8-C9-C10 ve C13 no'lu kuyu suyunun ve Dil Deresi'nden alınan numunenin (D19), Fe içeriği 0.1 mg/l'nin üzerinde olduğundan endüstride kullanım açısından uygun değildir. Molibden değerleri açısından C3 ve C4 no'lu kuyular TS-266 içme suyu standartlarını aşmaktadır.

24. Çalışma alanındaki kuyu ve kaynak suları içme suyu kullanımı açısından schoeller ve piper diagramlara yerleştirilmiştir. Schoellere göre, Klor derişimine göre, Gebze-Çayırova Havzası'ndaki tüm su örnekleri normal klorürlü sular sınıfındadır. Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki 5-6-7-8 ve 14 no'lu su numunesi oligoklorürlü sular, diğer su örnekleri ise normal klorürlü sular sınıfındadır. Kaynak sularının tümü normal klorürlü sular sınıfındadır. Sülfat derişimine göre, Gebze-Çayırova Havzası'ndaki 14 ve 17 no'lu su örneği oligosülfatlı sular, diğer su örnekleri normal sülfatlı sular sınıfındadır. Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki 8 no'lu su numunesi oligosülfatlı sular, diğerler su numuneleri ise normal sülfatlı sular sınıfındadır. Kaynak sularının tümü normal sülfatlı sular sınıfındadır. Karbonat+bikarbonat derişimine göre, Gebze-

Çayırova Havzası'ndaki 28 no'lu su numunesi hipokarbonatlı sular, 7-8-10-11-12 ve 14 no'lu su numunesi hiperkarbonatlı sular, diğer su numuneleri ise normal karbonatlı sular sınıfındadır. Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki 2-3-6-7-14-16-17 ve 18 no'lu su numunesi hiperkarbonatlı sular, diğer su numuneleri ise normal karbonatlı sular sınıfındadır. Kaynak sularının tümü normal karbonatlı sular sınıfındadır. İçme suyu kalitesi açısından, Gebze-Çayırova Havzası'ndaki 1-3-4-8-10-13-28-30 ve 31 no'lu su numunesi çok iyi kaliteli, 17 no'lu su numunesi kötü kaliteli sular, 14-15 ve 29 no'lu su numunesi orta kaliteli, diğer su örnekleri ise iyi kaliteli sular sınıfındadır. Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki 9 ve 15 no'lu su numunesi çok iyi kaliteli, 1-2-3-4-10-11-12-13-16-17-18 ve 19 no'lu su numunesi iyi kaliteli, diğer su numuneleri ise kötü kaliteli sular sınıfındadır. K1-K4 ve K12 kaynak suları çok iyi, K5-K13 ve K14 kaynak suları ise iyi kaliteli sular sınıfındadır.

25. Piper'e göre 1. Havzada C17 ve C29 no'lu kuyu suyu 7. bölgede deniz ve çok acı sular sınıfındadır. C3-C13-C14-C16-C18-C19-C20-C21 ve C28 no'lu kuyu suyu 9. bölgede, karışık sular sınıfındadır. Diğer kuyu suları 5. bölgede  $\text{CaCO}_3$  ve  $\text{MgCO}_3$ 'lı sular sınıfındadır. Cl-SO<sub>4</sub>-HCO<sub>3</sub> üçgeninde, C17 no'lu kuyu suyu SO<sub>4</sub> türüdür, C14-C18-C19-C20-C21-C28 ve C29 no'lu kuyu suyunda baskın tür yoktur. Diğer kuyu suları HCO<sub>3</sub> türüdür. Ca-Mg-Na+K üçgeninde C3-C13-C15-C17 ve C29 no'lu kuyu suyu Na ve K türü, C1-C4-C11-C12-C14 ve C20 no'lu kuyu suyunda baskın tür yoktur. Diğer kuyu suları Ca türüdür. 2. Havzada D1-D2-D3-D11 ve D12 no'lu kuyu suyu 9. bölgede, karışık sular sınıfındadır. D4-D5-D6-D7-D8 ve D14 no'lu kuyu suyu 7. bölgede, deniz ve çok acı sular sınıfındadır. Diğer kuyu suları 5. bölgede,  $\text{CaCO}_3$  ve  $\text{MgCO}_3$ 'lı sular sınıfındadır. Cl-SO<sub>4</sub>-HCO<sub>3</sub> üçgeninde, D5-D6-D8 ve D14 no'lu kuyu suyu Cl türüdür. D4-D11 ve D12 no'lu kuyu suyunda baskın tür yoktur. Diğer kuyu suları HCO<sub>3</sub> türündedir. Ca-Mg-Na+K üçgeninde, D2-D3-D4-D5-D6-D7-D8 ve D14 no'lu kuyu suyu Na ve K türüdür, D19 no'lu kuyu suyunda baskın tür yoktur. Diğer kuyu suları Ca türüdür. Kaynak sularında, K14 no'lu kaynak suyu 6. bölgede,  $\text{CaSO}_4$  ve  $\text{MgSO}_4$  lı sular sınıfındadır. K13 no'lu kaynak suyu 9. bölgede, karışık sular sınıfındadır. K1-K4-K5 ve K12 no'lu kaynak suyu 5. bölgede,  $\text{CaCO}_3$  ve  $\text{MgCO}_3$ 'lı sular sınıfındadır. Cl-SO<sub>4</sub>-HCO<sub>3</sub> üçgeninde, K14 no'lu kaynak suyu Cl türüdür. K13 no'lu kaynak suyunda baskın tür yoktur. Diğer kaynak suları HCO<sub>3</sub> türüdür. Ca-Mg-Na+K üçgeninde, tüm kaynak suları Ca türüdür.

26. ABD Tuzluluk Diyagramına göre Gebze-Çayırova Havzası'ndaki C14 no'lu su kuyu suyu  $C_4S_1$ , C15 ve C17 no'lu kuyu suyu  $C_3S_2$ , C1-C3-C13-C25-C26-C28-C30 ve C31 no'lu kuyu suyu  $C_2S_1$  sınıfında, diğerleri ise  $C_3S_1$  sınıfındadır. Gebze-Dil Deresi Havzası'nda D9-D15-D18 no'lu kuyu suyu  $C_2S_1$ , D1-D2-D3-D4-D10-D11-D12-D13-D16-D17 ve D19 no'lu kuyu suyu  $C_3S_1$ , D6-D7 ve D14 no'lu kuyu suyu  $C_4S_3$ , D5 ve D8 no'lu kuyu suyu  $C_4S_4$  sınıfındadır. K4 kaynak suyu  $C_2S_2$ , K5 ve K12 kaynak suyu  $C_2S_1$ , K1, K13 ve K14 kaynak suyu ise  $C_3S_1$  sınıfındadır

27. Wilcox Diyagramına göre sulama suyu açısından Gebze-Çayırova Havzası'ndaki sondaj kuyularından alınan C1-C3-C13-C25-C26-C28-C29-C5-C30 ve C31 no'lu su örneği çok iyi kullanılabilir, C14 ve C15 nolu su örneği şüpheli kullanılamaz, C17 no'lu su örneği şüpheli kullanılabilir, diğer su örnekleri iyi kullanılabilir özelliktedir. Gebze-Dil Deresi Havzası'ndaki D9-D15 ve D18 no'lu su örneği çok iyi kullanılabilir, D4 no'lu su örneği şüpheli kullanılabilir, D14 no'lu su örneği şüpheli kullanılamaz, D5-D6-D7 ve D8 no'lu su örneği uygun değil, diğerleri iyi kullanılabilir özelliktedir. K1-K13 ve K15 no'lu kaynak suları iyi kullanılabilir, K4-K5 ve K12 no'lu kaynak suyu çok iyi kullanılabilir özelliktedir.

28. İki Havza karşılaştırıldığında Gebze Dilderesi Havzası'ndaki kuyu sularının kimyasal analiz sonuçlarından elde edilen verilere göre değerler, Gebze-Çayırova Havzası'na göre daha yüksektir. Nedeni İki havzanın farklı litolojilere sahip olması ve 2. Havza'nın 1. Havza'ya göre çevre ve su kirliliğinin daha fazla olmasıdır.

## 6. KAYNAKLAR

- Abdüselamoglu, S., (1963),** *Nouvelles observations stratigraphiques et paléontologiques sur les terrains Paléozoïques affleurant à l'Est du Bosphore. Mineral Research and Exploration Bulletin*, ss. 60, 1-6.
- Altınlı, İ. E., (1968 a),** *İzmit–Hereke-Kurucadağ alanının jeoloji incelemesi*, MTA Rap. No. 3973, Ankara.
- Altınlı, İ. E., (1968 b),** *İzmit–Hereke-Kurucadağ alanının jeoloji incelemesi*, MTA Der., S.71, ss.1-26, Ankara.
- Altınlı, İ. E., Soytürk, N., and Saka, K., (1970),** *Hereke-Tavşanlı-Tepecik alanının jeolojisi*, İst. Üniv. Fen. Fak. Mecm., C.XXXV, S.1-2, ss.69-75, İstanbul. (Geology of the Hereke-Tavşanlı-Tepecik area. Rev. Fac. Sci. Üniv. İstanbul, Serie B, Tom. XXXV, Fas.1-2, ss.69-75, İstanbul).
- Arthaber, G. von, (1914),** *Die Trias von Bithynien (Anatolien)*, Beitr. z. Palaeo. u., Geol. Öst.-Ung. u. d. Orients, Bd. 27, Heft 2-3, ss. 85-206, Wien.
- Barkut, E., (2001),** *Kızgın sulu, Kızgın Yağlı ve Buharlı Isıtma Sistemleri*, Makine Mühendisleri Odası Yayınları,MMO/2001/282: 131-137.
- Baykal, A.F., (1942),** *La geologie de la region de Şile, Kocaeli, Bithynie, Anatolie*, İÜFFMo, 12.
- Baykal, M. F., Kaya, O., (1963),** *Allgemeine Stratigraphie des Karbons in Umgebung von İstanbul*, Bulletin of the Mineral Research and Exploration Institute of Turkey (MTA), S.61, ss. 1-10, Ankara.
- Baykal, M. F., Kaya, O., (1965),** *İstanbul Silüriyen'i hakkında*, MTA Derg. S.64, ss.1-7. Ankara .
- Coğrafya dünyası, (2007-2009),** *Kocaeli'nin iklimi ve bitki örtüsü*, (<http://www.cografya.gen.tr/tr/kocaeli/iklim.html>)
- Çakır, Ş., (2000),** *Demirciler-Sadıklar-Gündoğdu-Tütünçiftlik (Kocaeli) bölgesinin jeolojisi*, Kocaeli Üniv. Fen Bilimleri Ens. Anabilim Dalı: Jeoloji, Doktora tezi (yayımlanmamış).
- Çerikçioğlu, B., (2001),** *Kocaeli Triyas'ı dolomitlerinin kökenine petrografik ve izotopik bir yaklaşım*. Türkiye Jeol. Kur. Bült., C.44, S.1, ss.37-44, Ankara.
- Dağar, Z., (1978),** *Les Foraminifères du Trias de la Péninsule de Kocaeli-Turquie*, Notes Lab. Paleont. Univ. Gèneve , Fasc.3, No.4, ss.23-69,Gèneve.
- Demirtaş, R., Yılmaz R., (1999),** *17 Ağustos 1999 Deprem Raporu*, Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Dairesi.

**Dizer, A. ve Meriç, E., (1972),** *Kuzeybatı Anadolu'da Kretase-Eosen sınırının mikroorganizmalar ile tespiti*, TB-A.K- tarafından desteklenen 33 no'lu proje.

**Doğan, L., (1981),** *Hidrojeolojide Su Kimyası*, D.S.İ. Basım ve Foto Film İşletme Müdürlüğü Matbaası, 180 s., Ankara.

**DSİ, (1977),** *İstanbul-İzmit arası kıyı ovalarının hidrojeolojik etüt raporu.*

**Emre, Ö., Erkal, T., Tchepalyga, A., Kazancı, N., Keçer, M. ve Ünay, E., (1998),** *Doğu Marmara bölgesinin Neojen- Kuvaterner 'deki Evrimi*, MTA Derg., S.120, ss.233-252, Ankara.

**Endriss, W., (1926),** *Geologische Beobachtungen auf der Bithynischen Halbinsel*, NJbGP, 54B, 347-410, Stuttgart.

**Erguvanlı, K., (1949),** *Hereke pudingleriyle Gebze taşlarının inşaat bakımından etüdü ve civarlarının jeolojisi*, İTÜ İnşaat Fak., Doktora tezi, İstanbul (yayımlanmamış).

**Erguvanlı, İ., Yüzer, E., (1973),** *Yeraltıları Jeolojisi*, İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları. 967: 293-324.

**Eroğlu, V., (1984),** *Su Tasfiyesi*, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi Ders Notları. 6-10.

**Eroskay, S., O., (1978),** *Kocaeli Yarımadası Güneyindeki Kireçtaşlarının Hidrojeolojisi ve Karst Parametrelerinin Analizi*, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu TBAG-124 Projesi, İstanbul Üniversitesi Yerbilimleri Fakültesi, s.22-23.

**Gedik, İ., (1975),** *Die Conodonten der Trias auf der Kocaeli-Halbinsel (Türkei)*, Paleontographica, Abt. A. Band. 150, Stuttgart.

**Gedik, A. ve Korkmaz, S., (1984),** *Sinop havzasının jeolojisi ve petrol olanakları*, Jeoloji Mühendisliği, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Yayın Organı, S.19, ss.53-79, Ankara.

**Gedik, İ., Timur, E., Duru, M., Alan, İ., Pehlivan, Ş., Altun, İ., Akbaş, B., Önalın, M. ve Özcan, İ., (2002),** *İstanbul Paleozoyik istifinde Kocatöngel ve Bakacak formasyonları*, 55. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri Kitabı, 11-15 Mart, ss.87-99, Ankara.

**Gedik, İ., Pehlivan, Ş., Timur, E., Duru, M., (2003),** *Kocaeli Yarımadası ve İstanbul Çevresindeki Kretase-Tersiyer Yaşlı Birimler*, İstanbul'un Jeolojisi Sempozyumu, İstanbul, 20-21 Aralık 2003.

**Görür, N., (1982),** *Kocaeli yarımadasında Silüriyen-Alt Devoniyen yaşlı "Gebze kireçtaşının" sedimentolojisi*. Türkiye Jeolojisi Kurultayı, Bildiri Özetleri, Şubat 22-26, ss.69-70, Türkiye Jeol. Kur.- TMMOB Jeol. Müh. Odası, Ankara.

**Görür, N., Şengör, A.M.C., Akkök, R., ve Yılmaz, Y., (1983),** *Pontidlerde Neo-Tetis'in kuzey kolunun açılmasına ilişkin sedimentolojik veriler*. TJK Bülteni, 26, 11-20.



**Greger, J. L., Baier, M. L., (1983),** *Excretion and Retention of Low or Moderate Levels of Aluminium By Human Subjects, Food Chemistry and Toxicology*, p. 21, 473-77

**Haas, W., (1968),** *Das Alt Paläozoikum von Bithynien (Nordwest-Türkei)*.N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 131-2, ss.178-242, Stuttgart.

**İrtem, O., (1968),** *Gebze-Darıca ve Pelitli alanının jeolojisi*. İst. Üniv. Fen. Fak. Genel Jeolojisi Kürsüsü, Diploma Tezi, İstanbul (yayımlanmamış).

**Kahraman, S., (2002),** *Endüstride Buhar Kullanımı ve Enerji Geri Kazanımı*. Enerji Kazanımı Sempozyumu. Intervalf Yayınları, s:56-62, Bursa.

**Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., Güven, A., Timur, S., (2003),** *Metallerin Çevresel Etkileri II*, Metalürji Dergisi., 136: 46-53.

**Kaya, O., (1971),** *İstanbul'un Karbonifer stratigrafisi*, Türkiye Jeol. Kur. Bült., C.14, S.2, ss.143-199, Ankara.

**Kaya, O., (1973),** *The Devonian and Lower Carboniferous stratigraphy of the İstinye, Bostancı and Büyükkada subareas (Paleozoic of İstanbul: Ed. O. Kaya)*. Ege Üniv. Fen Fak. Kitaplar Serisi, No.40, ss.1-36, İzmir.

**Kaya, O., (1978),** *İstanbul Ordovisiyen ve Silüryeni. Yerbilimleri*, Hacettepe Üniv. Yerbilimleri Enstitüsü Yayın Organı ,C.4. S.1-2,ss.1-22, Ankara.

**Kaya, O., (1982),** *Ereğli, Yiğilca, Bolu, kuzey Mengen alanlarının stratigrafi ve yapı özellikleri*, TPAO Rap.No.1639,170 s.,Ankara.

**Kaya, O. ve Lys, M., (1979/1980),** *İstanbul Boğazı'nın batı yakasında (Kilyos) yeni bir Triyas bulgusu*, MTA Derg., S.93/94, ss.20-26, Ankara.

**Ketin, İ., Gümüş, A., (1962),** *Sinop–Ayancık arasında III. Bölgeye dahil sahaların jeolojisi hakkındaki rapor (1.Kısım: Tersiyer formasyonlarının etüdü)*. TPAO Rap. No. 213, Ankara (yayımlanmamış).

**Ketin, İ., (1983),** *Türkiye Jeolojisine Genel bir Bakış*, İTÜ Maden Fak.İTÜ Kütüphanesi, S.1259, 595s., İstanbul.

**Kocaeli İl Çevre Durum Raporu, (2006),** Kocaeli Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, Kocaeli.

**Küçükyalı, R., (2000),** *Buhar Tesisatı, Isısan Çalışmaları*, 252: 60-141.

**MTA, (1994),** *Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Kampüs Alanının Jeolojik ve Hidrojeolojik Etüt Raporu*, Ankara.

**MTA, (2005),** *Türkiye Jeoloji Haritaları, 1/50.000 ölçekli, Bursa 22-b ve 23-a paftaları*, Jeoloji Etütleri İdaresi, Ankara.

**MTA, (2008),** *Kocaeli Deprem Haritası*, Maden Tetkik Arama Marmara Bölge Müdürlüğü, ([www.mta.gov.tr/v1.0/bolgeler/kocaeli/index.php?id=kocaeli&m](http://www.mta.gov.tr/v1.0/bolgeler/kocaeli/index.php?id=kocaeli&m))

**MTA, (2008),** *Türkiye diri fay haritaları*, Maden Tetkik Arama Müdürlüğü, Ankara. ([www.mta.gov.tr/v1.0/index.php?id...haritalari...dirifay](http://www.mta.gov.tr/v1.0/index.php?id...haritalari...dirifay))

**Okay, A. C., (1947),** Geologische und petrographische Untersuchung des Gebiets zwischen Alemdağ, Karlıdağ und Kayışdağ in Kocaeli (Bithynien, Türkei). Rev. Fac. Sci. l'Üniv. d'Istanbul, Série B, T. XII, Fas. 4, ss. 269-289, İstanbul.

**Okay, A. C., (1948),** *Geologische Untersuchung des Gebiets zwischen Şile, Mudarlı, Kartal und Riva in Kocaeli (Bithynien, Türkei)*. Rev. Fac. Sci. l'Üniv. d'Istanbul, Série B, T. XIII, Fase. 4, ss 311-333, (Şile, Mudarlı, Kartal ve Riva arasındaki bölgenin jeolojik etüdü İst Üniv. Fen Fak. Mecm., Seri B, C.XIII, S.4, ss.311-333), İstanbul.

**Önalın, M., (1981),** *İstanbul Ordovisiyen ve Silüriyen istifinin çökeltme ortamları*. İst. Üniv. Yerbilimleri Fak. Yerbilimleri Derg. C.2., S.3-4, ss.161-177, İstanbul.

**Önalın, M., (1982),** *Pendik bölgesi ile adaların jeolojisi ve sedimenter özellikleri*. İst. Üniv. Yerbilimleri Fak. Jeoloji Bölümü, Doçentlik Tezi, İstanbul (yayımlanmamış).

**Önalın, M., (1987/1988),** *İstanbul Devoniyen çökellerinin sedimenter özellikleri*. İst. Üniv. Yerbilimleri Fak. Yerbilimleri Derg., C.6, S.1-2, ss. 93-108, İstanbul.

**Özdemir, Ü., Talay, G. ve Yurtsever A., (1973),** *Kocaeli Triyası Projesi "Kocaeli Triyasının biyostratigrafik etüdü"*. Cumhuriyetin 50. Yılı Yerbilimleri Kongresi, Tebliğler, 17-19 Aralık, ss.112-122, Ankara.

**Özer, S., Tansel, İ. ve Meriç, E., (1990),** *Hereke-Kocaeli dolayında Üst Kretase-Paleosen istifinin biyostratigrafisi* (Rudist, Foraminifer). Selçuk Üniv. Müh.-Mim Fak. Derg., S. 1-2, ss. 29-40, Konya.

**Özgül, N., (2005),** *İstanbul İl Alanının Genel Jeoloji Özellikleri*, İstanbul Büyükşehir Belediyesi Planlama ve İmar Daire Başkanlığı, 78 s., (yayımlanmamış).

**Paeckelmann, W., (1918),** *Neue Beiträge zur Kenntnis der Geologie, Paläontologie und Petrographie der Umgegend von Konstantinopel* (2. Geologie Thraziens, Bithyniens und der Prinzeninseln). Abhandlungen d. Preussischen geologischen Landesanstalt, Neue Folge Heft 186, 202 s., Berlin.

**Penck, W., (1919),** *Gründzüge der Geologie des Bosporus*, Veröffentlichungen d Instituts f. Meereskunde, Neue Folge Heft 4,71 s., Berlin.

**Phillipson, A., (1918),** *Handbuch der regionalen Geologie, Kleinasien*. In Steinmann, D. and Wilckens, O.(eds.). ,5, 183 p., Heidelberg.

**Piper, A. M., (1944),** *Agraphic procedure in the geochemical interpretation of water analyses*. Transactions, American Geophysical Union 25:914-923.

**Samsunlu, A., (1999),** *Çevre Mühendisliği Kimyası*, SAM Çevre Teknolojileri Merkezi Yayınları. 4: 288-297.

**Sayar, C., (1978),** *İstanbul Boğazı ve çevresinde Ordovisiyen-Silirüyen sınırı.* TJK 32. Bilimsel ve Teknik Kurultayı Bildiri Özetleri, ss. 31-32, Ankara.

**Sayar, C., (1979 a),** *İstanbul Alt Paleozoyik serilerinde Brakiyopod-Diplograptid zonu fosilleri.* Altınlı Simpozyumu (6-7 Mart), Türkiye Jeol. Kur.- İst. Üniv. Yerbilimleri Fak. Jeoloji Bölümü, ss. 27-35, İstanbul.

**Sayar, C., (1979 b),** *İstanbul Boğazı ve çevresinde Ordovisiyen-Silirüyen sınırı.* Türkiye Jeol. Kur. Bült., C.22, S.2., ss.161-167, Ankara.

**Sayar, C., (1984),** *İstanbul çevresinden Ordovisiyen Brakiyopodları,* Türkiye Jeol. Kur. Bült., C.27, S.2, ss.99-109, Ankara.

**Sayıl, N., Osmaşahin, İ., (2005),** *Marmara Bölgesinin Depremselliğinin İncelenmesi,* 1 Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi Jeofizik Müh. Böl., Trabzon, 2 İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Jeofizik Müh. Böl., Avcılar- İstanbul 1417

**Schoeller, H., (1955),** *Geochimic des eaux souterraines* es.Ins. France. Petrole. Paris.

**Scofield, (1935),** *The Salinity of irrigation water.* Smitsonian Institute Annual Report. USA.

**Şahinci, A., (1991),** *Doğal Suların Jeokimyası.* Reform Matbaası. 548 s. İzmir.

**Şimşek, C., Filiz Ş., (2001),** *Torbalı Havzasının Hidrojeoloji İncelemesi.* Yeraltısuları ve Çevre Sempozyumu. Bildiriler Kitabı. 275-283, İzmir.

**TAF Preventive Medicine Bulletin, (2008),** *Yeraltısuyu Kimyası ve Sağlığa Etkisinin Tıbbi Jeoloji Açısından Değerlendirilmesi,* s:351-356.

**Trapp, G. A, Cannon, J. B., (1981),** *Aluminium Pots as A Sourcc of Dietary Aluminium,* New England Journal of Medicine, 304, 172.

**Tschihatcheff, P. De, (1866-1869),** *Asie Mineure,* Bd. 1-3 Géologie, Bd. 4 Paléontologie.

**TS 266, (2005),** *Sular-İnsanî tüketim amaçlı sular,* Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

**TÜBİTAK MAM, (2004),** *Hava Kirliliği Kaynakları ve Kontrolü,* Kocaeli.

**TÜMAS, (2010),** *Yıllık Toplam Yağış Verileri-Kocaeli,* Devlet Meteoroloji İşleri, ([www.dmi.gov.tr](http://www.dmi.gov.tr))

**U. S. Salinity Lab. Staff, (1954),** *Salt Problems In Irrigation Soils USDA Agr.Inf. Bull.* 190.

**Wilcox, L.V., (1955),** *Classification and Use of Irrigation Waters,* US Dept Agriculture Circ.

**World Health Organization, (2006),** *Guidelines for drinking-water quality*, third edition., Geneva. p. 221-459.

**Yalçınlar, İ., (1951),** *İstanbul civarının Paleozoik arazisine dahil yeni müşahedeler.* Türkiye Jeol. Kur. Bül., C.III, S.1, ss 125-130, Ankara.

**Yılmaz, İ., (1977),** *Sancaktepe granitinin (Kocaeli Yarımadası) mutlak yaşı ve jenezi.* Türkiye Jeol. Kur. Bül., C.20,S.1, ss.17-20, Ankara.

**Yurtsever, A., (1982),** *Kocaeli Triyası Biyostratigrafi Projesi, Gebze-Hereke-Tepecik alanında Mesozoyik-Senozoyik kayalarının jeolojisi.* MTA Rap. No. 7195, Ankara (yayımlanmamış).

**Yurttaş-Özdemir, Ü., (1971),** *Kocaeli Yarımadası, Tepeköy Triyası makrofaunası ve biyostratigrafisi.* MTA Derg. S.77, ss. 57-98, Ankara.

## 7. ÖZGEÇMİŞ

Nuriye Seval Karaman 1985 yılında İstanbul'da doğdu. İlköğrenimini Çapa İlköğretim Okulu ve lise öğrenimini Bahçelievler Anadolu Lisesi'nde tamamladıktan sonra 2004 yılında İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde lisans öğrenimine başladı. 2008'de mezun oldu. Aynı yıl İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde yüksek lisans eğitimine başlamaya hak kazandı.