**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

# NUSRATLI-YAĞCI-TEKİRDAĞ ARASINDAKİ BÖLGENİN HİDROJEOLOJİSİ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Jeo. Müh. Ünsal IŞIK**

**Anabilim Dalı : JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ**

**Programı : UYGULAMALI JEOLOJİ**

**HAZİRAN 2007**

**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

# NUSRATLI-YAĞCI-TEKİRDAĞ ARASINDAKİ BÖLGENİN HİDROJEOLOJİSİ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Jeo. Müh. Ünsal IŞIK**
**(505931053)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 2 Mayıs 2007**
**Tezin Savunulduğu Tarih : 11 Haziran 2007**

**Tez Danışmanı : Yrd.Doç.Dr. H. Tolga YALÇIN**
**Diğer Jüri Üyeleri Prof.Dr. Remzi KARAGÜZEL (İ.T.Ü.)**
**Doç.Dr. Malik GÖZÜBOL (İ.Ü)**

**HAZİRAN 2007**

## ÖNSÖZ

İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı Uygulamalı Jeoloji Programında hazırlanan bu Yüksek Lisans Tezi ile Tekirdağ ili sınırları içinde yer alan Nusratlı-Yağcı-Tekirdağ arasında kalan bölgenin hidrojeolojisinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Bu araştırmanın yürütülmesinde, arazi çalışmalarında ve kaynak sağlamamda her türlü yardımı sunan, çalışmanın her aşamasında yorumları ile ışık tutan tez danışman hocam Yrd. Doç. Dr. H.Tolga YALÇIN'a tezimin çeşitli aşamalarında yardımlarını gördüğüm Jeoloji Mühendisliği Bölüm Başkanlığı'na ve Jeoloji Mühendisliği Bölümü öğretim üyelerine, çalışmalarımın tüm aşamalarında bana destek olan hocam Doç. Dr. Serdar AKYÜZ'e arazi çalışmalarım sırasında tüm bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan Jeofizik Yük. Mühendisi Erkan ALP'e Tekirdağ Bağcılık Araştırma Müdürü Ziraat Yüksek Mühendisi Dr. Yılmaz BOZ'a ve tez yazım aşamasında gerekli kolaylık ve yardımı sağlayan çalışma arkadaşlarıma teşekkürlerimi borç bilirim.

Arazi çalışmalarım sırasında bana her türlü yardım ve destek sağlayan Yağcı Köyü Muhtarı Hamdi HÜNKER ve Nusratlı Köyü Muhtarı Hulisi YAŞAR'a, bu araştırma sırasında maddi ve manevi her yönden destek gördüğüm başta sevgili eşim ve kızım olmak üzere aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

**Ünsal IŞIK**

**İSTANBUL**

**Mayıs, 2007**

**İÇİNDEKİLER**


**ÇİZELGE LİSTESİ** v
**ŞEKİL LİSTESİ** vi
**ÖZET** viii
**SUMMARY** x

**1 GİRİŞ** 1
1.1 Çalışmanın Amacı ve İçeriği
1.2 Çalışma Yöntemleri ve Kullanılan Araçlar 2

**2 İNCELEME ALANININ TANITILMASI** 3
2.1 Coğrafik Konum ve Ulaşım 3
2.2 Yerleşim 4
2.3 Morfoloji, Akarsular ve Bitki Örtüsü 4
2.4 İklim ve Meteoroloji 7
2.4.1 Yağış, Sıcaklık Buharlaşma 7
2.4.2 Meteorolojik Su Bilançosu 9
2.5 Sosyal ve Ekonomik Durum 12

**3 GENEL JEOLOJİ** 14
3.1 Önceki Çalışmalar 14
3.2 Bölgesel Jeoloji 18
3.3 Yapısal Jeoloji 29
3.4 Jeolojik Evrim 29
3.5 İnceleme Alanının Jeolojisi 31
3.5.1 Yenimuhacir Formasyonu (Ty) 33
3.5.2 Danişmen Formasyonu (Td) 34
3.5.3 Ergene Formasyonu (Te) 39
3.5.4 Karatepe Bazaltı (Tkb) 40
3.5.5 Alüvyon (Qa) 43
3.6 Yapısal Jeoloji 43
3.7 Jeolojik Evrim 44
3.8 Ekonomik Jeoloji 45

**4 HİDROJEOLOJİ** 48
4.1 Hidroloji 48
4.1.1 Akarsu ve Kuru Dereler 48
4.1.2 Su Noktaları 49
4.1.2.1 Kaynaklar 49
4.1.2.2 Adi Kuyular 51
4.1.2.3 Derin Sondaj Kuyuları 52

4.2 Hidrojeolojik Ortamlar 54
4.2.1 Geçirimli Taneli Ortam (Gçt) 54
4.2.2 Geçirimli Kaya Ortam (Gçk) 55
4.2.3 Yerel Geçirimli Ortam (Ygç) 56
4.2.4 Geçirimsiz Ortam (Gz) 56
4.2.5 Yeraltısuyunun Akış Yönü ve Hidrolik Eğimi 57
4.3 Su Kimyası 57
4.3.1 Kaynaklar 57
4.3.2 Adi Kuyular 62
4.3.3 Derin Sondaj Kuyuları 65
4.4 Suların Jeokimyasal Açıdan Değerlendirilmesi 69

**5 SULARIN İÇME VE SULAMA AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ 78**
5.1 Suların İçilebilirlikleri 78
5.2 Suların Sulama Suyu Açısından Özellikleri 81

**6 SONUÇ ve ÖNERİLER 84**

**KAYNAKLAR 87**

**EKLER 91**

**ÖZGEÇMİŞ 92**

## ÇİZELGE LİSTESİ

**Sayfa No**


| | | |
|---|---|---|
| **Çizelge 2.1** | Tekirdağ meteoroloji istasyonu meteorolojik verileri (1939-2002). | 8 |
| **Çizelge 2.2** | PENMAN yöntemi ile hazırlanmış potansiyel buharlaşma hesap çizelgesi. | 10 |
| **Çizelge 2.3** | PENMAN yöntemi ile hesaplanmış gerçek buharlaşma değerleri ve su bilançosu. | 11 |
| **Çizelge 4.1** | İnceleme alanında yer alan kaynaklar. | 50 |
| **Çizelge 4.2** | İnceleme alanında yer alan adi kuyular. | 51 |
| **Çizelge 4.3** | İnceleme alanında yer alan derin sondaj kuyuları. | 52 |
| **Çizelge 4.4** | İnceleme alanındaki kaynak sularının arazi ölçümleri. | 59 |
| **Çizelge 4.5** | İnceleme alanındaki kaynaklardan alınan suların anyon içerikleri. | 60 |
| **Çizelge 4.6** | İnceleme alanındaki kaynaklardan alınan suların katyon içerikleri. | 60 |
| **Çizelge 4.7** | İnceleme alanındaki kaynak sularının minör element içerikleri. | 61 |
| **Çizelge 4.8** | İnceleme alanındaki adi kuyulardan alınan suların arazi ölçümleri. | 62 |
| **Çizelge 4.9** | İnceleme alanındaki adi kuyulardan alınan suların anyon içerikleri. | 63 |
| **Çizelge 4.10** | İnceleme alanındaki adi kuyulardan alınan suların katyon içerikleri | 63 |
| **Çizelge 4.11** | İnceleme alanındaki adi kuyuların sularının minör element içerikleri. | 64 |
| **Çizelge 4.12** | İnceleme alanındaki derin sondaj kuyusu sularının arazi ölçümleri. | 65 |
| **Çizelge 4.13** | İnceleme alanındaki derin sondaj kuyuları sularının anyon içerikleri. | 66 |
| **Çizelge 4.14** | İnceleme alanındaki derin sondaj kuyuları sularının katyon içerikleri. | 66 |
| **Çizelge 4.15** | İnceleme alanındaki derin sondaj kuyu sularının minör element içerikleri. | 67 |
| **Çizelge 4.16** | Nusratlı-Yağcı-Tekirdağ arasındaki suların miliekivalan (mek/l) cinsinden majör element içerikleri. | 68 |
| **Çizelge 4.17** | İnceleme alanındaki suların anyon, katyon eşitliği. | 69 |
| **Çizelge 4.18** | İnceleme alanındaki suların anyon ve katyonlarının sıralanışı. | 70 |
| **Çizelge 4.19** | ACME ve İTÜ Maden Fakültesinde ölçülen klor (Cl) değerleri. | 71 |
| **Çizelge 4.20** | İnceleme alanında bulunan kaynakların toplam sertlik dereceleri. | 72 |

## ŞEKİL LİSTESİ


| | | Sayfa No |
|---|---|---|
| **Şekil 2.1** | İnceleme alanının yerbulduru haritası | 3 |
| **Şekil 2.2** | İnceleme alanı ve çevresindeki drenaj alanları. | 5 |
| **Şekil 2.3** | İnceleme alanının görünüşü. | 6 |
| **Şekil 2.4** | Yıllık bölgesel su bilançosu. | 12 |
| **Şekil 3.1** | Tekirdağ ve çevresinin basitleştirilmiş jeoloji haritası. | 19 |
| **Şekil 3.2** | Tekirdağ ve çevresinin genelleştirilmiş dikme kesiti. | 20 |
| **Şekil 3.3** | Gaziköy Formasyonu'na ait birimlerin arazide görünümleri. | 21 |
| **Şekil 3.4** | Korudağ Formasyonu'nun kumtaşlarının arazideki görünümleri. | 22 |
| **Şekil 3.5** | Keşen Formasyonu'nun kumtaşlarının arazideki görünümleri. | 24 |
| **Şekil 3.6** | Yenimuhacir Formasyonundan bir görünüm. | 25 |
| **Şekil 3.7** | Danişmen Formasyonu'ndan bir görünüm. | 26 |
| **Şekil 3.8** | Ergene Formasyonu'ndan bir görünüm. | 28 |
| **Şekil 3.9** | İnceleme alanının genelleştirilmiş dikme kesiti. | 32 |
| **Şekil 3.10** | Yenimuhacir Formasyonu'na ait kiltaşlarından bir görünüm. | 33 |
| **Şekil 3.11** | Danişmen Formasyonu'nun görünümü (Yağcı Köyü-Dere Çeşme). | 34 |
| **Şekil 3.12** | Danişmen Formasyonu'nun görünümü (Nusratlı Köyü-Suvatlar). | 35 |
| **Şekil 3.13** | Danişmen Formasyonu çakıltaşları. | 36 |
| **Şekil 3.14** | Polarize ışıkta Danişmen Formasyonu'na ait kumtaşlarının ince kesitinin görünümü (Yağcı Köyü-Dere Çeşme). | 37 |
| **Şekil 3.15** | Polarize ışıkta Danişmen Formasyonu'na ait kumtaşlarının ince kesitinin görünümü (Nusratlı Köyü-Suvatlar). | 39 |
| **Şekil 3.16** | Yağcı Köyü yakınlarında, Ergene Formasyonu'na ait çakıl ve kum seviyelerinin görünümü. | 40 |
| **Şekil 3.17** | Karatepe Bazaltları'nın görünümleri. | 41 |
| **Şekil 3.18** | Polarize ışıkta Karatepe Bazaltları'nın ince kesitte görünümü. | 43 |
| **Şekil 3.19** | Nusratlı Köyü doğusunda bulunan linyit ocağının görünümü. | 45 |
| **Şekil 3.20** | Yağcı Köyü doğusundaki metan gazı kuyularının sahada yayılışı. | 46 |
| **Şekil 3.21** | Naip Köyü yakınlarında Yenimuhacir Formasyonu içindeki kil ocağı. | 47 |
| **Şekil 4.1** | İnceleme alanında yer alan su noktaları. | 59 |
| **Şekil 4.2** | Yağcı Köyü yakınlarındaki Kar Çeşme Kaynağı (YS10). | 53 |
| **Şekil 4.3** | Enver Turan Kuyusu, Devesekisi Mevkii (YKU3). | 53 |
| **Şekil 4.4** | Granülometri eğrisi, $d_{10}$ ve $d_{60}$ değerleri. | 54 |
| **Şekil 4.5** | İnceleme alanındaki kaynaklara ait eş elektrik iletkenlik (EC) seviyeleri. | 73 |
| **Şekil 4.6** | İnceleme alanındaki kaynaklara ait eş klor seviyeleri. | 73 |
| **Şekil 4.7** | Schoeller diyagramı. | 75 |
| **Şekil 4.8** | Piper diyagramı. | 76 |
| **Şekil 5.1** | Schoeller içilebilirlik diyagramı. | 81 |

**Şekil 5.2** Wilcox diyagramı. 82
**Şekil 5.3** ABD tuzluluk diyagramı. 83

# NUSRATLI – YAĞCI – TEKİRDAĞ ARASINDAKİ BÖLGENİN HİDROJEOLOJİSİ

## ÖZET

Bu çalışma ile; Nusratlı-Yağcı-Tekirdağ arasında kalan alanın yeraltısu kaynakları incelenmiş ve özellikle yeraltısuyu kapasite ve kalitesi saptanmaya çalışılmıştır.

Bu amaç doğrultusunda; kaynakların hidrojeokimyası araştırılmış ve etki eden faktörler belirlenmeye çalışılmıştır, daha önceki yıllarda bölgede yapılan incelemelerden de yararlanılarak litolojik birimlerin, çalışma alanı içinde bulunanların, çalışma amacı doğrultusunda özellikleri araştırılmıştır.

Yaklaşık 80 $km^2$ lik inceleme alanının temelini, Eosen yaşlı kiltaşı, miltaşı ve kumtaşından oluşan Yenimuhacır formasyonu oluşturmaktadır. Yenimuhacır formasyonunun üzerini uyumlu olarak Oligosen yaşlı çakıltaşı, kiltaşı ve yer yer linyit içeren kumtaşlarından oluşan Danişmen formasyonu örtmektedir. Danişmen formasyonunun üzerine ise kiltaşı, kumtaşı ve çakıltaşı seviyelerinden teşkil olan Miyosen yaşlı Ergene formasyonu uyumsuz olarak gelmektedir. İnceleme alanındaki tüm bu birimleri Üst Miyosen de faaliyete geçen volkanizmanın oluşturduğu Karatepe Bazalt'ı kesmektedir. Tüm bu birimlerin üzerine Kuvaterner yaşlı tutturulmamış çakıllar ve alüvyal örtü genç birimler olarak yüzeylenmektedir.

Orta-Üst Miyosen yaşlı Ergene formasyonu ve Kuvaterner yaşlı alüvyal örtü "çimentolanmamış zengin ve yaygın akifer" olarak değerlendirilmiştir. İnceleme alanında küçük bir alanda gözlenen Üst Miyosen yaşlı Karatepe Bazaltı "çimentolanmış yerel akifer" olarak değerlendirilmiştir. Orta-Üst Oligosen yaşlı Danişmen formasyonu "zayıf akifer" olarak değerlendirilmiştir. Üst Eosen yaşlı Yenimuhacir formasyonu "çok zayıf akifer" olarak adlandırılmıştır.

İnceleme alanında bulunan 72 adet su noktasında sıcaklık (T), elektrik iletkenlik (EC), pH, alkalinite ve asidite ölçümleri yerinde yapılmıştır. Bu su noktalarının 38 tanesi kaynak, 23 tanesi adi kuyu ve 11 tanesi de derin sondaj kuyusudur. Seçilen 15 adet su noktasından alınan örnekler Kanada'ya ACME ANALYTICAL LABORATORIES LTD.'e gönderilip jeokimyasal analizleri yaptırılıp sonuçlar üzerinde yorumlamalar yapılmıştır.

Anyon ve Katyon içerikleri açısından suların sodyum bikarbonatlı ve kalsiyum bikarbonatlı oldukları gözlenmektedir. Su kaynaklarının bazılarından metan gazı çıktığı gözlenmiştir. Metan gazı içeren bu sular YS31, YS39, YK4 ve YK8 suları olup diğer sulardan daha düşük oranlarda Ca, Mg ve $SO_4$ içeriğine sahiptirler. Klor değerleri daha yüksek oranda tespit edilmiştir.

Araştırma alanındaki suların içilebilirlik özelliklerinin ortaya çıkarılması için Schoeller İçilebilirlik Diyagramı yapılmış ve elde edilen verilere göre YS28, YS31, YS35, YS39, YKU11, YK2, ve YK8 nolu su noktalarındaki sular orta kaliteli sular

olarak görülmektedir. YS23,YS34,YS36, YKU3, YKU17, YK1, YK4 ve YK11 nolu su noktalarındaki sular iyi kaliteli içilebilir su olarak gözükmektedir.

Adi kuyulardan elektrik iletkenliği yüksek olan YKU1(2437), YKU11(1984) kuyuları kötü kaliteli sular sınıfına girmektedir. Bölgedeki YK6 derin sondaj kuyusundan alınan örnekte pH değeri 9,7 olarak ölçülmüştür.

YK2, YK4, YK8, YK11, YS31 ve YS39 suları dışında kalan suların sulama amaçlı kullanılmasında herhangi bir sakınca yoktur.

Yapılan çalışmalar sonucunda Yağcı Köyü civarındaki suların kirletilmesinin önlenmesi için köy halkının su kaynaklarına uzak atık alanlarını kullanmasının faydalı olacağı belirlenmiştir. Ayrıca Nusratlı Köyü civarındaki temiz su kaynaklarının beslenme havzasının korunmasının önemi vurgulanmıştır.

## THE INVESTIGATION OF GROUNDWATER RESOURCES BETWEEN NUSRATLI – YAĞCI – TEKİRDAĞ

## SUMMARY

This study comprises the investigation of groundwater resources between Nusratlı-Yağcı-Tekirdağ, especially from the quantity of quality points of view. For this purpose, the factors affecting on hydrochemistry were investigated for the first time.

The basement rock within the 80 $km^2$ studied area is the Eocene Yenimuhacir formation which comprises claystone, siltstone and sandstone. Yenimuhacir formation is conformably overlain by the Oligocene Danişmen formation which is made up of conglomerate, claystone with lignite intercalations. The Miocene Ergene formation consists of claystone, sandstone and conglomerate and overlies the Danişmen formation unconformable. The product of the Upper Miocene volcanism, The Karatepe Bazalt, cuts all these formations within the studied area. The alluvium of Quaternary is the youngest formation that can be seen around the river beds.

Ergene formation and alluvium are ‘‘nonindurated rich and extensive aqufer’’ and the Karatepe Bazalt is ‘‘indurated local aquifer’’ The Danişmen formation and the Yenimuhacir formation are ‘‘poor aquifer’’ and ‘‘very poor aquifer’’, respectively.

Temperature, electrical conductivity, pH, alkalinity and acidity were measured in-situ at 72 water points, where 38 of them are springs, 23 dug wells and 11 drilled wells. Selected 15 samples were sent to ACME-Canada for chemical analyses.

The groundwaters in the studied area are of sodium bicarbonate and calcium bicarbonate type. The groundwater of YS31, YS39, YK4 and YK8 locations contain methane gas where they contain low Ca, Mg and $SO_4$, but high Cl when compared with others.

From the quality point of view YS28, YS31, YS35, YS39, YKU11, YK2 and YK8 are medium quality drinkable and YS23, YS34, YS36, YKU17, YK1, YK4 and YK11 are good quality drinkable waters. The dug well points, YKU1 and YKU11, and deep well YK6 are in poor quality. Except YK2, YK4, YK8, YK11, YS31 and YS39, the other waters are suitable for irrigation.

In conclusion, in order to prevent the contamination in Yağcı village, it is proposed that the contaminants should be disposed away from the village in suitable waste disposal areas. The importance for the protection of clean water resources in Nusratlı village is also emphasized.

# 1 GİRİŞ

Tekirdağ ili, Merkez ilçesi sınırları içinde kalan Nusratlı ve Yağcı Köyleri ile Tekirdağ ili arasında kalan bölgenin su potansiyeli ve su kalitesinin saptanması amacıyla yapılan bu çalışmanın il merkezine yakın olmasından dolayı yeraltı suyu kirliliği ve etkileri açısından özel bir öneme sahiptir.

Tekirdağ il merkezinin batı kesimini kapsayan bölgede bulunan Nusratlı ve Yağcı Köylerinin su ihtiyaçlarının karşılanması amacıyla bölgenin yeraltı suyu olanaklarını belirlemek için bu çalışma gerçekleştirilmiştir.

Bu bölümde; yapılan çalışmalar ile ilgili olarak, çalışmanın amacı ve içeriği, uygulanan yöntemler, kullanılan araç ve gereçler ile ilgili ayrıntılı bilgi verilecektir.

## 1.1 Çalışmanın Amacı ve İçeriği

Bu çalışma ile Tekirdağ ili batısında bulunan Nusratlı ve Yağcı Köyleri ile Tekirdağ ili arasında kalan bölgenin yeraltı suyu kaynakları araştırılıp, bölgede yaşayanların kullanımına yönelik katkıda bulunulması amaçlanmıştır. Bu amaçla bölgenin hidrojeolojisi ile hidrojeokimyasal özelliklerinin belirlenmesine çalışılmış, çalışmalar sırasında aşağıdaki işler gerçekleştirilmiştir.

- Arazi çalışmalarından önce, bölgenin genel jeolojisi ve hidrojeolojisi ile ilgili olarak yapılmış çalışmalar incelenmiş, bu çalışmalara bilgilerden de yararlanarak inceleme alanının 1/50.000 ölçekli jeolojik haritası oluşturulmuştur (EK-1).
- Mevcut kayaç türlerinin hidrojeolojik özellikleri dikkate alınarak çalışma alanının 1/50.000 ölçekli hidrojeoloji haritası ve kesitleri hazırlanmıştır (EK-2).
- Tekirdağ Meteoroloji istasyonundan sağlanan yıllık yağış, sıcaklık vb. meteoroloji verileri kullanılarak, çalışma alanı ve çevresi için, yıllık meteorolojik su bilançosu çıkarılmıştır (Çizelge 2.3).

- Su kaynaklarından alınan numunelerin majör ($Na^{+}$, $K^{+}$, $Ca^{+2}$, $Mg^{+2}$, $Cl^{-}$, $SO_4^{-2}$, $HCO_3^{-}$) ve minör (Al, Ba, B, Fe vb.) element, sıcaklık, pH, elektrik iletkenliği, asidite, alkalinite, nitrit ve nitrat içerikleri kullanılarak suların birbiri ile ilşkileri değerlendirilmiştir.
- Daha önceki yıllarda bölgede yapılan çalışmalardan da yararlanılarak jeolojik birimlerin, çalışmanın amacı doğrultusundaki özellikleri araştırılmış, akiferlerin türleri, yayılımları, hidrojeolojik özellikleri belirlenmiştir.

### 1.2 Çalışma Yöntemleri ve Kullanılan Yöntemler

Arazi çalışmaları sırasında, 1/25.000 ölçekli Bandırma G18-b2, Kırklareli F19-d4, Kırklareli F-18 c3 topoğrafik haritalarından yararlanılmıştır. Jeolojik birimlerin ayırtlanması ve mostraların haritaya işlenmesi sırasında Brunton tipi jeolog pusulası, jeolog çekici, lup ve GPS kullanılmıştır.

İnceleme alanında yer alan 37 kaynak suyu, 23 adi kuyu ve 11 derin sondaj kuyusundan alınan su örnekleri, kimyasal analizleri yapılmak üzere İ.T.Ü. Maden Fakültesi Hidrojeoloji Laboratuarına getirilmiş ve burada klor, sülfat ve bikarbonat tayini yapılmıştır. Ayrıca alınan bu su örneklerinden 7 adet kaynak, 3 adet adi kuyu ve 5 adet derin sondaj kuyusuna ait numuneler Kanada ACME ANALYTICAL LABORATORIES LTD.'e gönderilip kimyasal analiz yaptırılmış ve bunlar değerlendirilmiştir.

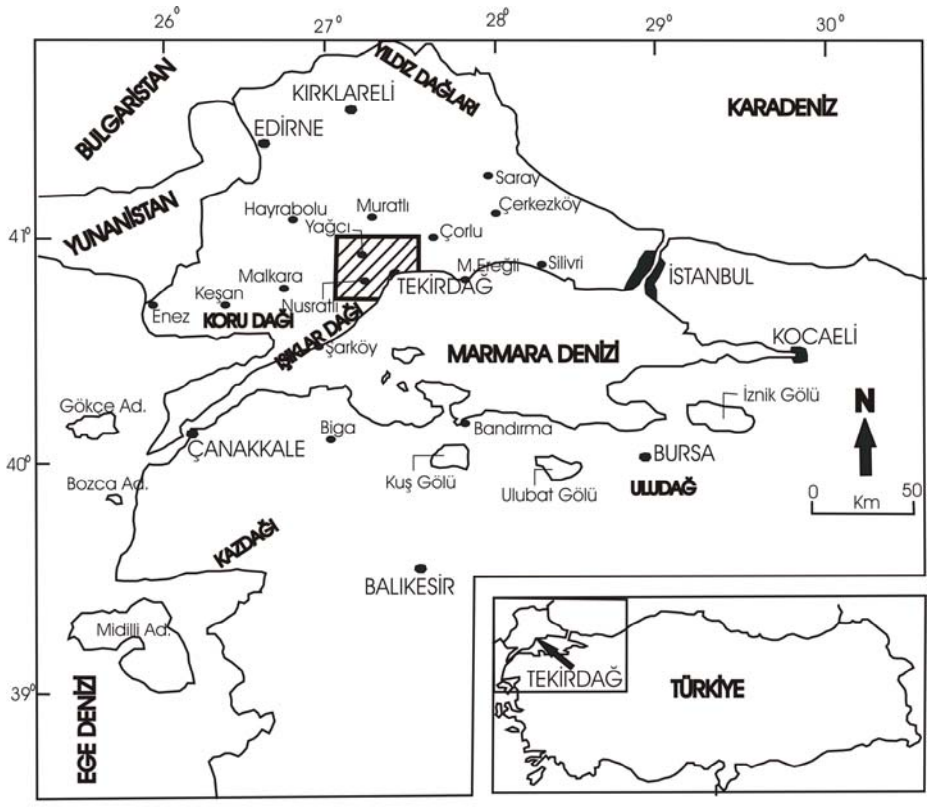
Elde edilen tüm veriler, büro çalışmaları sırasında bilgisayar ortamına aktarılmıştır.

## 2 İNCELEME ALANININ TANITILMASI

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

### 2.1 Coğrafik Konum ve Ulaşım

İnceleme alanı; Tekirdağ İli'nin Merkez ilçesi sınırları içinde 27° 25' 0" – 27° 34' 40" doğu boylamları ile 40° 56' 40" – 41° 01' 30" kuzey enlemleri arasında ve deniz seviyesinden yaklaşık olarak 200 m yükseklikte bulunmaktadır. İnceleme alanına Tekirdağ – Malkara ve Tekirdağ – Hayrabolu yolu ile ulaşım sağlanmaktadır.




**Şekil 2.1** İnceleme alanının yerbulduru haritası.

İnceleme alanına ulaşım (Şekil 2.1) karayolundan oldukça kolay sağlanabilir. İnceleme alanının Tekirdağ Merkez sınırları içinde bulunmasından dolayı Tekirdağ'ı Hayrabolu ve Malkara İlçelerine bağlayan yollar kullanılarak ulaşım sağlanabilir. Tekirdağ – Hayrabolu Yolu kullanılarak Yağcı Köyüne, Tekirdağ – Malkara Yolu kullanılarak Nusratlı Köyüne ulaşılabilmektedir. Ayrıca Yağcı ve Nusratlı köylerini birbirine bağlayan bir yol bulunmaktadır.

## 2.2 Yerleşim

İnceleme alanındaki yerleşim alanlarından biri Tekirdağ – Hayrabolu yolu ile ulaşılabilen Yağcı Köyü'dür. Yağcı Köyü, Tekirdağ'a 10 km mesafede yaklaşık 850 nüfuslu bir köy olup sahip olduğu arazisi ile inceleme alanının büyük bir bölümünü teşkil etmektedir. İnceleme alanında bulunan bir başka yerleşim alanı da Tekirdağ – Malkara Yolu ile ulaşılabilen ve Tekirdağ şehir merkezine 6 km mesafede bulunan 250 nüfuslu Nusratlı Köyü'dür.

## 2.3 Morfoloji, Akarsular ve Bitki Örtüsü

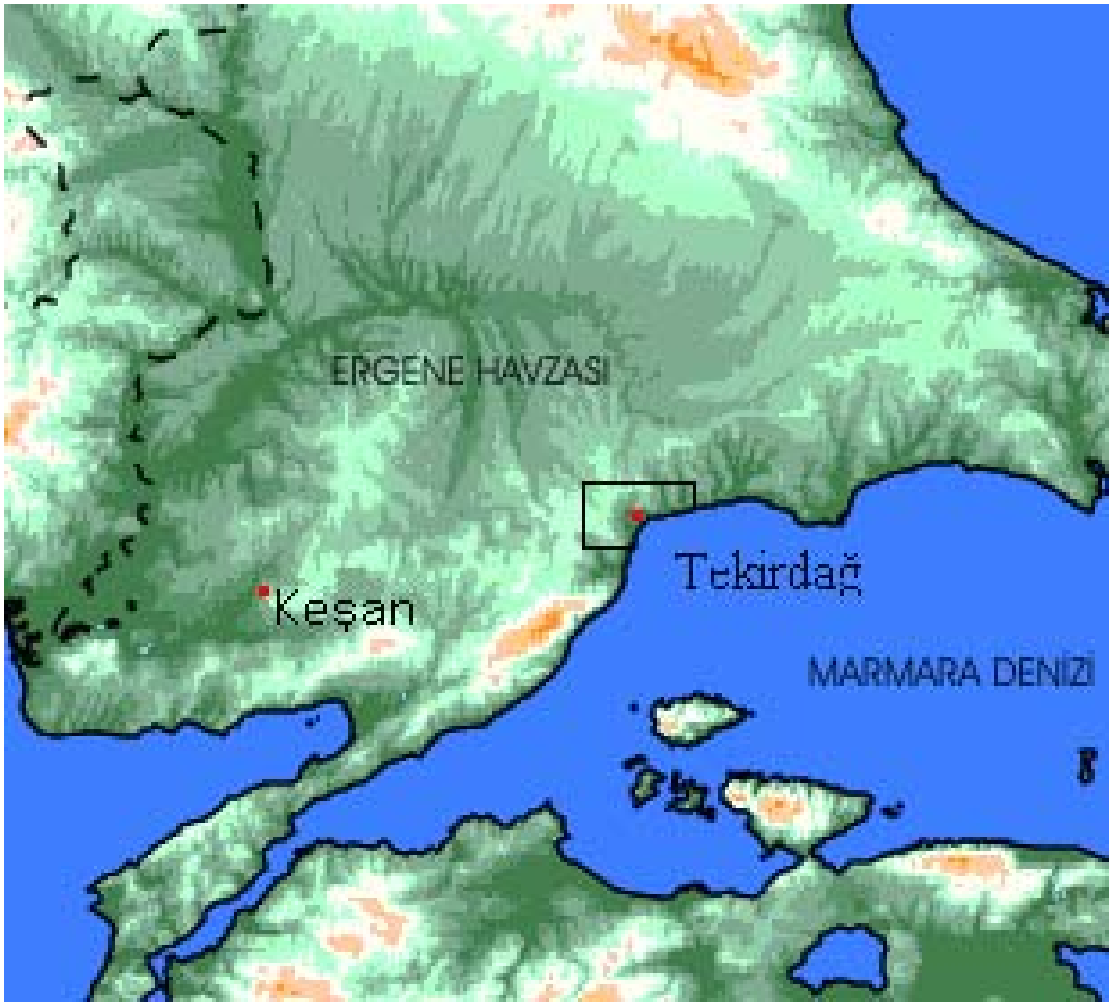
İnceleme alanında topoğrafya doğudan batıya doğru yükselmektedir. Bu yükselime bağlı olarak; güneyde Kartal Tepe (318m), Çiftlik Mevkii (238m) ve Koşuyolu Mevkii (273m) bulunmaktadır. Kuzeyde Devesekisi Tepe (280m), Çakıl Tepe (271m), Killik (282m) ve Kızılyayla Mevkii (271m) bulunmaktadır. İnceleme alanının doğu bölümlerinin yükseltisi azalarak deniz seviyesine doğru yaklaşmaktadır. Bu yüzdende Tospaşa Tepe (93m), Kuştepe (80m), Karlık Tepe (150m) ve Tumba Tepe (87m) dışında başka yükselti bulunmamaktadır.

Bölgedeki en büyük akarsu, kuzey – güney uzanımlı Eşekçi Deresi'dir. Bu akarsuya karışan ikincil akarsular ise Koyaklar Deresi, Çobanpınar Deresi, Ovalar Deresi, Yemiş Dere, Köseoğlu Deresi ve Küpdere'dir. İnceleme alanının doğu kısmında bulunan Kayı Deresi ve Dereağzı Deresi kuzey – güney uzanımlıdır.

Yükseltinin ve değişen mikroklima ve yetişme çevresi koşullarının etkisi ile değişik ağaç türleri ve bunların oluşturduğu karışık topluluklar bulunmaktadır. Fazla yağış alan kesimlerde kayın ağacı yaygındır. Yağışın azaldığı kesimlerde ise kayının yerini meşe ve gürgen ağaçları almaktadır. Ergene Havzası'nın hakim olduğu kesimlerde meşe ve gürgenin yanı sıra karaçalı ve karaağaç topluluklarına rastlanmaktadır. Bu ağaç toplulukları, Trakya'nın iç kesimlerinin step alanı olmadığını kanıtlamaktadır.

Tarım arazisi açmak için ormanların tahrip edilmesi sonucu bölge step görünümü kazanmıştır. Bölgenin taban arazilerinde kavak ve söğüt türleri yaygındır. İnceleme alanının tamamında meşe, gürgen, karaağaç, ceviz, kavak ve karaçalı toplulukları oldukça yaygındır. İnceleme alanının tamamı verimli ve tarıma elverişli topraklar ile kaplıdır.

İnceleme alanı Trakya'nın bütün iç kesimlerine yayılmış olan Ergene Havzası drenaj alanının sınır kesimini oluşturmaktadır. İnceleme alanının içinde bulunan dereler Marmara Denizi'ne akmaktadır. Çalışma alanının sadece Yağcı ve Nusratlı Köyleri'nin batı kesimlerinde kalan alanları Ergene Havzası'nın drenaj alanına girmektedir (Şekil 2.2, Şekil 2.3).




**Şekil 2.2** İnceleme alanı ve çevresindeki drenaj alanları.




**Şekil 2.3** İnceleme alanının görünüşü.

## 2.4 İklim ve Meteoroloji

İnceleme alanının iklimi, Marmara Bölgesi'nin iklim özelliklerine sahiptir. Marmara Bölgesi'nin karakteristik iklimi; kışlar soğuk ve kar yağışlı, yazlar ise sıcak ve kuraktır. Türkiye'nin en fazla sis gözlenen bölgesi Trakya Bölgesi'dir. Bölgenin Marmara Denizi kıyısındaki kesimleri iç kesimlere nispeten daha yumuşak iklime sahiptir. Kıyı kesimlerinden iç kesimlere gidildikçe denizden uzaklığın ve yükseltinin etkisiyle sıcaklık ve yağış değerlerinde küçük farklılaşmalar görülür. Marmara Denizi kıyısı boyunca, yaz mevsimi sıcak ve kurak, kış mevsimi ise ılık ve yağışlıdır. Kış mevsiminde kar yağışları olağandır. İç kesimlere girildikçe yaz mevsimi daha kurak, kış mevsimi daha soğuk geçen karasal iklim özellikleri belirginleşir.

Bu çalışmada Tekirdağ Meteoroloji İstasyonu'nda 1939 – 2002 yılları arasında yapılmış gözlemler kullanılmıştır. Tüm meteorolojik özellikler, aylık değişimler bazında yıllık olarak değerlendirilmiş ve ayrıca bölgesel yıllık meteoroloji su bilançosu çıkarılmıştır. Bu konuda yapılan çalışmalar ve varılan sonuçlar ilerleyen bölümlerde sunulacaktır.

### 2.4.1 Yağış, Sıcaklık ve Buharlaşma

İnceleme alanının meteorolojik özelliklerinin değerlendirilmesi için gereken sayısal veriler Tekirdağ Meteoroloji İstasyonu'ndan alınmıştır. Hesaplar için alınan zorunlu kayıt tipleri ve aylık değerler (Çizelge 2.1)'de listelenmiştir.

Seçilen meteoroloji istasyonu'nda yapılan ölçümler değerlendirildiğinde bölgenin 1939-2002 yılları arasındaki yıllık yağış ortalaması 580,80 mm/yıl olduğu hesaplanmıştır.

En yüksek yağış 86,8 mm ile Aralık ayında, en düşük yağış 13,4 mm ile Ağustos ayındadır (Çizelge 2.1). Genel olarak Ekim ayında başlayan yağışlı dönem Mart ayı sonuna kadar devam etmekte ve Nisan'dan itibaren giderek azalmaktadır. Buna göre yıllık yağışın % 68,3'ü yağışlı dönemde (Ekim- Mart) ve % 31,7'si kurak dönemde (Nisan-Eylül) düşmektedir. Yağışlı dönem zeminin suya tamamen veya kısmen doygun olduğunu, kurak dönem ise zemin suyunun hiç bulunmadığını tanımlamaktadır.

**İstasyon Adı:** Tekirdağ

**Konum:** Enlem: 40°59'

Boylam: 27°33'

Yükseklik: 4m

**Çizelge 2.1** Tekirdağ meteoroloji istasyonu meteorolojik verileri (1939-2002).

| Aylar / Özellikler | Ocak | Şubat | Mart | Nisan | Mayıs | Haziran | Temmuz | Ağustos | Eylül | Ekim | Kasım | Aralık | ∑ | $\sum_{ort}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **P (mm)** | 68,1 | 50,8 | 57,4 | 40,9 | 38,2 | 38,5 | 22,6 | 13,4 | 30,5 | 54,3 | 79,3 | 86,8 | 580,8 | |
| **t ($^oC$)** | 4,6 | 5,2 | 7,0 | 11,7 | 16,6 | 21,0 | 23,5 | 23,4 | 19,8 | 15,3 | 10,9 | 7,0 | | 13,8 |
| **n(saat/gün)** | 2,50 | 3,34 | 4,09 | 5,46 | 7,35 | 9,06 | 9,45 | 8,54 | 7,32 | 5,06 | 3,18 | 2,28 | | 5,50 |
| **$R_H$** | 0,81 | 0,79 | 0,78 | 0,76 | 0,75 | 0,71 | 0,68 | 0,68 | 0,72 | 0,77 | 0,81 | 0,82 | | 0,75 |
| **$U_{10}$(m/sn)** | 3,1 | 3,1 | 2,9 | 2,3 | 2,2 | 2,3 | 2,6 | 2,9 | 2,7 | 2,8 | 2,8 | 3,3 | | 2,8 |

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

1939-2002 yılları arasında ölçülen yıllık sıcaklık ortalaması 13,8 $^{o}$C'dir. Seçilen meteoroloji istasyonunda sıcaklık değerlerinin ağırlıklı istatistik ortalamasına göre en soğuk aylar 4,6 $^{o}$C ile Ocak ve 5,2 $^{o}$C ile Şubat ayı, en sıcak aylar ise 23,5 $^{o}$C ile Temmuz ve 23,4 $^{o}$C ile Ağustos ayıdır. Sıcaklığın yıl içindeki aylık dağılımına bakıldığında, Eylül ayında başlayan sıcaklık azalmasının Nisan ayında da halen etkili olduğu ve Mayıs ayından itibaren sıcaklığın artmaya başladığı görülmektedir.

İnceleme alanının meteorolojik su bilançosunu hazırlayabilmek için bölgesel potansiyel ve gerçek buharlaşma değerlerinin de bilinmesi gerekmektedir. Bu amaca yönelik meteorolojik veriler listelenmiştir (Çizelge 2.1.). Tüm veriler Penman yöntemine göre değerlendirilmiş ve zeminin her zaman suya doygun olduğu varsayımından yola çıkılarak, öncelikle bölgedeki günlük potansiyel buharlaşma değerleri hesaplanmıştır. (Çizelge 2.2.). Yapılan hesaplamalarda potansiyel buharlaşmanın Temmuz ayında 105,36 mm.su/ay ile en yüksek, Ocak ayında 10,68 mm.su/ay ile en düşük olduğu görülmektedir. Toplam yıllık potansiyel buharlaşma yüksekliği 644,125 mm.su/yıl olarak bulunmuştur.

Potansiyel buharlaşmanın hesaplanması sonrasında, yine Penman Yöntemi kullanılmış ve zeminin suya doygunluğunun ortamlar çerçevesinde, aylara göre değişimi göz önünde bulundurularak bölgenin gerçek buharlaşma değerleri saptanmıştır. Meteorolojik su bilançosu çerçevesinde elde edilen gerçek buharlaşma yüksekliklerinin Haziran ayında 88,6 mm.su/yıl ile en yüksek, Ocak ayında 10,07 mm.su/yıl ile en düşük olduğu anlaşılmış, ayrıca bölgedeki yıllık gerçek buharlaşma değeri 407,4 mm.su/yıl olarak bulunmuştur (Çizelge 2.3.).

### 2.4.2 Meteorolojik Su Bilançosu

Önceki bölümde hesaplanmış olan aylık potansiyel buharlaşma ve yağış değerlerinden hareketle Penman Yöntemi kullanılarak, inceleme alanıve dolayına ait su bilançosu çıkarılmıştır (Çizelge 2.3). Çizelgede yer alan bilanço elemanlarının yıl içindeki değişiminin kolayca izlenebilmesi için ayrıca bir de su bilançosu diyagramı hazırlanmıştır (Şekil 2.4). Potansiyel buharlaşma kurak dönemi oluşturan Haziran-Eylül ayları süresince, zemin nemi bulunmayışına bağlı olarak, gerçek buharlaşmadan büyüktür. Yağışlı dönemi oluşturan Ekim-Mayıs ayları boyunca ise zeminin suya doygun veya yarı doygun olması sebebiyle gerçek buharlaşmaya eşittir.

**İstasyon Adı:** Tekirdağ

**Konum:** Enlem: 40°59'

Boylam: 27°33'

Yükseklik: 4m

**Çizelge 2.2** PENMAN yöntemi ile hazırlanmış potansiyel buharlaşma hesap çizelgesi.

| Aylar / Özellikler | Ocak | Şubat | Mart | Nisan | Mayıs | Haziran | Temmuz | Ağustos | Eylül | Ekim | Kasım | Aralık |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Sıcaklık** | 4,6 | 5,2 | 7,0 | 11,7 | 16,6 | 21,0 | 23,5 | 23,4 | 19,8 | 15,3 | 10,9 | 7,0 |
| **A** | 0,951 | 0,981 | 1,079 | 1,385 | 1,806 | 2,298 | 2,637 | 2,623 | 2,151 | 1,683 | 1,327 | 1,079 |
| **RA(mm.su/gün)** | 6,00 | 8,30 | 11,00 | 14,00 | 16,20 | 16,90 | 16,20 | 14,70 | 12,00 | 9,40 | 6,80 | 5,50 |
| **n(saat/gün)** | 2,50 | 3,34 | 4,09 | 5,46 | 7,35 | 9,06 | 9,45 | 8,54 | 7,32 | 5,06 | 3,18 | 2,28 |
| **N(saat/gün)** | 10,10 | 11,00 | 12,00 | 13,10 | 14,00 | 14,50 | 14,20 | 13,50 | 12,50 | 11,40 | 10,30 | 9,85 |
| **Rc (mm.su/gün)** | 1,42 | 2,16 | 3,03 | 4,30 | 5,70 | 6,64 | 6,63 | 5,82 | 4,52 | 2,99 | 1,78 | 1,27 |
| **B (mm.su/gün)** | 11,92 | 12,04 | 12,40 | 13,34 | 14,32 | 15,20 | 15,70 | 15,68 | 14,96 | 14,06 | 13,18 | 12,40 |
| **RH** | 0,81 | 0,79 | 0,78 | 0,76 | 0,75 | 0,71 | 0,68 | 0,68 | 0,72 | 0,77 | 0,81 | 0,82 |
| **$e_a$(mmHg)** | 6,36 | 6,63 | 7,51 | 10,30 | 14,15 | 18,64 | 21,70 | 21,57 | 17,31 | 13,03 | 9,77 | 7,51 |
| **RB** | 1,351 | 1,570 | 1,701 | 1,918 | 2,134 | 2,269 | 2,267 | 2,180 | 2,207 | 1,887 | 1,500 | 1,268 |
| **$U_{10}$(m/sn)** | 3,1 | 3,1 | 2,9 | 2,3 | 2,2 | 2,3 | 2,6 | 2,9 | 2,7 | 2,8 | 2,8 | 3,3 |
| **$U_2$(m/sn)** | 1,92 | 1,92 | 1,68 | 1,06 | 0,97 | 1,06 | 1,35 | 1,68 | 1,46 | 1,57 | 1,57 | 2,18 |
| **Ea** | 0,627 | 0,723 | 0,750 | 0,706 | 0,925 | 1,544 | 2,535 | 3,134 | 1,907 | 1,268 | 0,786 | 0,795 |
| **E(mm.su/gün)** | 0,356 | 0,657 | 1,051 | 1,678 | 2,622 | 3,512 | 3,863 | 3,501 | 2,184 | 1,165 | 0,500 | 0,382 |
| **Ep(mm.su/ay)** | 10,686 | 19,703 | 31,533 | 50,339 | 78,659 | 105,362 | 115,896 | 105,031 | 65,508 | 34,950 | 14,993 | 11,464 |
| **Ep(mm.su/yıl)** | **644,125** | | | | | | | | | | | |

**İstasyon Adı:** Tekirdağ

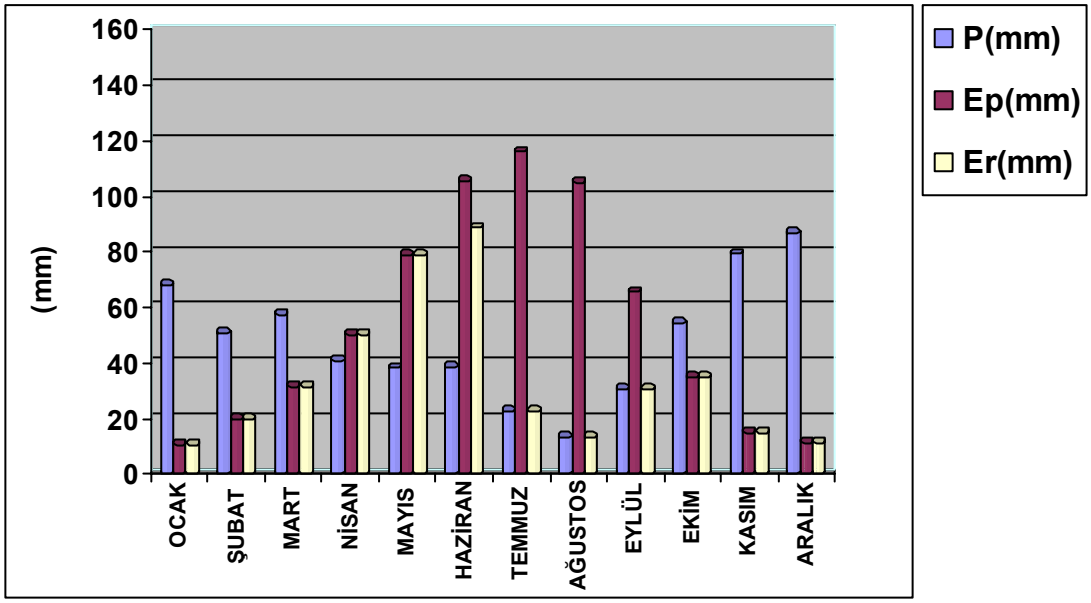
**Konum:** Enlem: 40°59'

Boylam: 27°33'

Yükseklik: 4m

**Çizelge 2.3** PENMAN yöntemi ile hesaplanmış gerçek buharlaşma değerleri ve su bilançosu.

| Aylar / Özellikler | Ocak | Şubat | Mart | Nisan | Mayıs | Haziran | Temmuz | Ağustos | Eylül | Ekim | Kasım | Aralık | Yıllık |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Sıcaklık($^0$C)** | 4,6 | 5,2 | 7,0 | 11,7 | 16,6 | 21,0 | 23,5 | 23,4 | 19,8 | 15,3 | 10,9 | 7,0 | 13,8 |
| **YAĞIŞ(mm)** | 68,1 | 50,8 | 57,4 | 40,9 | 38,2 | 38,5 | 22,6 | 13,4 | 30,5 | 54,3 | 79,3 | 86,8 | 580,8 |
| **$E_P$(mm)** | 10,7 | 19,7 | 31,5 | 50,3 | 78,7 | 105,4 | 115,9 | 105,0 | 65,5 | 35,0 | 15,0 | 11,5 | **644,1** |
| **Y – $E_P$(mm)** | 57,4 | 31,1 | 25,9 | -9,4 | -40,5 | -66,9 | -93,3 | -91,6 | -35,0 | 19,4 | 64,3 | 75,3 | -63,3 |
| **REZERV SU ($R_I$)** | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 90,6 | 50,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 19,4 | 64,3 | 100,0 | - |
| **$E_R$(mm)** | 10,7 | 19,7 | 31,5 | 50,3 | 78,7 | 88,6 | 22,6 | 13,4 | 30,5 | 35,0 | 15,0 | 11,5 | **407,4** |
| **EKSİK SU(mm)** | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 16,8 | 93,3 | 91,6 | 35,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | **236,7** |
| **FAZLA SU (mm)** | 57,4 | 31,1 | 25,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 19,4 | 39,6 | 173,4 |
| **AKIŞ ($A_I$)** | 41,0 | 36,1 | 31,0 | 15,5 | 7,7 | 3,9 | 1,9 | 1,0 | 0,5 | 0,2 | 9,7 | 24,7 | 173,1 |
| **YAĞIŞIN AKIŞA GÖRE AÇIĞI** | 27,1 | 14,7 | 26,4 | 25,4 | 30,5 | 34,6 | 20,7 | 12,4 | 30,0 | 54,1 | 69,6 | 62,1 | 407,7 |




**Şekil 2.4** Yıllık bölgesel su bilançosu.

## 2.5. Sosyal ve Ekonomik Durum

İnceleme alanında bulunan Tekirdağ ili başka illerden gelen halkın çokluğu sebebiyle ülkenin her kesiminden insanımızın yaşadığı bir şehir haline gelmiştir. İnceleme alanında bulunan Nusratlı ve Yağcı Köyü nüfusunun tamamı yerli halktan oluşmaktadır.

Tekirdağ İli'nin en önemli geçim kaynağı tarımdır. Başta ayçiçeği ve buğday olmak üzere arpa, mısır, kanola v.b. tarım ürünleri yetiştirilir. Bunun yanında bağcılıkta halkın diğer geçim kaynaklarından biridir. Nusratlı Köyü civarında bahçe işleri çok yaygın olup yetiştirilen sebze ve meyveler Tekirdağ İli pazarlarında satılmaktadır. Halkın ikincil olarak geçim sağladığı diğer bir önemli uğraşta hayvancılıktır. Büyükbaş besiciliği yaygın olup önemli bir gelir sağlanmaktadır.

Ayrıca Tekirdağ Merkez yerleşim alanına çok yakın olmasından dolayı bu iki köyümüzde de yük ve yolcu taşımacılığında sağladıkları gelirle geçimini sağlayan ailelerin sayısı son yıllarda oldukça artmıştır. Bölgedeki bu iki köyümüzden çeşitli işlerde çalışmak amacıyla gündüzleri Tekirdağ'a gidip akşamları köye dönen insanlarımız da bulunmaktadır. Tekirdağ'da bulunan şarap fabrikası, ayçiçek yağı fabrikası ve çok sayıdaki un fabrikası halka iş imkanı sunmaktadır.

Tekirdağ Limanı'nın günden güne gelişip önemini arttırması bölgenin ekonomik olarak gelişmesine ve istihdamın artmasına olanak sağlamaktadır.

Çorlu, Çerkezköy ve Muratlı ilçelerinde özellikle tekstil ürünlerinin başı çektiği sanayinin çok gelişmiş olmasından dolayı yöre halkının en önemli geçim kaynaklarından biride buradaki sanayi tesisleridir.

# 3. GENEL JEOLOJİ

İnceleme alanı; Trakya'nın güney kısımlarının, özellikle Tekirdağ ili ve çevresini kapsamaktadır. İnceleme alanının jeolojik gelişimi ve evriminin daha iyi anlaşılması amacıyla, özellikle su kaynakları ve çevresinde gözlenen birimlerin stratigrafik dizilimleri üzerinde literatür çalışması yapılmıştır. Trakya'nın güney kesimleri ve Tekirdağ ili ve çevresinin jeolojik özellikleri ''Bölgesel Jeoloji'', çalışma sahasının jeolojik özellikleri ise ''İnceleme Alanı Jeolojisi'' alt başlığı altında açıklanmıştır.

Ayrıca bu bölümde, inceleme alanı üzerinde yapılan daha önceki çalışmalar hakkında bilgi verilmiş, bölgenin yapısal ve tektonik evrimi de açıklanmıştır.

## 3.1 Önceki Çalışmalar

Trakya'nın güney kısımları ve Tekirdağ ili ve çevresini kapsayan değişik çalışmalar incelenerek başlıcaları kronolojik sıra ile aşağıda özetlenmiştir.

**Ternek, (1949),** Keşan-Korudağ bölgesinin jeolojisini içeren doktora tezi çalışması yapmıştır.

**Boer, (1954),** Trakya'nın Türkiye'de kalan kısmının jeolojisi hakkında çalışmalar yapmıştır.

**Holmes, (1961),** Istranca Dağları'nın Batısı ve Merkezi, Istranca Dağları'nın Doğusu, Ergene Havzası ve havzanın adlama çalışmaları yaparak dört ayrı sütun halinde adlama yapmıştır.

**Kemper, (1961),** Trakya Havzası'nın kuzey kısımlarındaki Üst Eosen-Alt Oligosen çökellerinin resifal kireçtaşlarına dikkat çekmiş, güneydeki adlamaları kullanmıştır.

**Gökçen, (1967),** Keşan bölgesinde Eosen-Oligosen sedimantasyonu, Güneybatı Türkiye Trakyası'nın çökelleri hakkında araştırmalar yapmıştır.

**Ünal, (1967),** Trakya Havzası'nın jeolojisi ve petrol imkanlarını saptamaya yönelik çalışmalar yapmıştır.

**Kellog, (1973),** Saroz Körfezi ve Güneybatı Trakya'nın jeolojisini araştırmış ve bölgenin petrol olanaklarını saptamaya yönelik çalışmalar yapmıştır.

**Lebkuchner, (1974),** 1957-1959 yılları arasında Trakya'nın Türkiye bölümündeki Oligosen sahasında çok sayıdaki linyit zuhurlarına yönelmiş olan kesintili jeoloji haritası çalışmaları yapmıştır. Orta Trakya'nın Oligosen birimlerini ayırtlamış, linyit içeren formasyonu incelemiş ve bölgedeki volkanik tüfleri açıklamaya çalışmıştır. Formasyonları haritalama çalışması yapmıştır.

**Keskin, (1974),** Ergene Havzası'nı oluşturan birimlerin stratigrafik özelliklerini ortaya çıkarmak için havza içersindeki birimlerin birbirleri ile olan ilişkilerini incelemiştir. Çalışmasında, şimdiye kadar verilen litastratigrafi isimleri korele eden bir tablo sunmuştur. Bundan başka çalışma sahasındaki çökelleri, Kuleli-Babaeski Yükselimi, Kuzey Ergene Havzası ve Kuzey Ergene Havzası Şelfi olarak üç ayrı ortam ürünü istifler olarak ayırmıştır.

**Saltık, (1974),** Şarköy-Mürefte sahalarının jeolojisi ve petrol olanaklarının saptanması için araştırmalar yapmıştır. Ayrıca 1975 yılında Malkara-Tekirdağ-Işıklar Dağı civarının jeolojisi ve petrol olanaklarını araştırmaya yönelik çalışmalarda bulunmuştur.

**Doust-Arıkan, (1974),** Trakya Havzası'nın jeolojik ve ortamsal yorumunu yaparak havzanın oluşumunu sağlayan transgresyon ile regresyonu açıklamışlardır.

**Şengör, (1979),** Kuzey Anadolu Fayı'nın özellikleri, yaşı ve tektonik izlerini saptamaya yönelik araştırmalar yapmıştır.

**Şentürk ve Okay, (1984),** Saroz Körfezi doğusunda kalan bölgenin metamorfizmasını inceleyen çalışmalar gerçekleştirmişler.

**Sümengen, vd. (1987),** Gelibolu yarımadası ve güneybatı Trakya Tersiyer havzasının statigrafisi, sedimantolojisi ve tektoniği üzerine çalışmalar yürütmüşlerdir. Çalışmalarının sonucunda Eosen kayalarını ait ayrıntılı stratigrafi ortaya çıkarmışlar. Koyun limanı, Gaziköy, Kanlıbent ve Armuttepe formasyonlarının adlamalarını yapmışlardır. Formasyonların yaşlarını çok ayrıntılı olarak inceleyip fosillerle belgelemişlerdir. Eosen içerisinde iki transgresyon saptamışlardır.

**Kasar, (1987),** Edirne-Kırklareli-Saray arasındaki bölgede yaptığı çalışmalarda temelin üstündeki birimleri incelemiş ve petrol potansiyeli açısından değerlendirme yapmıştır. Fosil içeriğine ve litolojisine bakarak birimlerin çökelme ortamlarını saptamaya çalışmıştır.

**Siyako, vd, (1989),** Trakya havzasının jeolojisi ve hidrokarbon olanaklarının araştırılması amacıyla yaptıkları çalışmalarda havzanın birimlerini ayrıntılı olarak incelemişlerdir. Orta Eosen sonlarında başlayıp Alt Oligosen sonlarına kadar devam eden bir transgresyon evresi sonucu çok kalın denizel sedimanlar çökelmiştir. Gaziköy ve Hamitabat şeyillerinin bol miktarda organik madde içerdiklerini ve bu nedenle hidrokarbon içerebileceklerini savunmuşlardır.

**Ercan, (1992),** Trakya genelindeki bazaltlarda yaptığı incelemede, bölgedeki bazaltik volkanizmayı manto kökenli ve alkali özellikli olarak belirtmiş ve bu bazaltların muhtemelen eski kırık hatları boyunca geliştiğini vurgulamıştır.

**Yaltırak, (1995),** Gaziköy-Mürefte (Tekirdağ) arasının sedimenter ve tektonik özelliklerini araştırmaya yönelik çalışma yapmıştır. Çalışmasının sonucunda bölgede dört etkin tektonik dönem saptamıştır. Bölgenin faylanma ve kıvrımlanmasını bir modelleme ile açıklamaya çalışmıştır. Yaptığı analizler sonucu Ganos Fayı'nın sağ yönlü doğrultu atımlı bir fay olduğunu desteklemiştir.

**Batı, (1996),** Trakya Havzası'nın kuzey bölümündeki Üst Oligosen yaşlı linyitlerin paleostratigrafisi ve kömür petrografisini saptamaya dönük çalışmalar yapmıştır.

**Görür ve Okay, (1996),** Trakya Havzasının tektonik orijini belirlemeyi amaçlayan araştırmalar yapmışlardır. Orta Eosen'de Pontid iç okyanusunun kapanması ve kıta kıta çarpışması (İstanbul ve Istranca zonları ile Sakarya zonu) sonucu üst levha olan Istranca zonunun gerilmeye uğraması sonucu Trakya Havzası'nın geliştiğini belirtmişlerdir.

**Sakınç ve Yaltırak, (1997),** Trakya'nın güney sahillerinin Pleyistosen Paleocoğrafyası ve Evrimi'ni açıklamaya yönelik çalışma yapmışlardır. Alt Miyosen ile Üst Pliyosen aralığında bölgenin Ganoz Fayı etkisiyle evrimini açıklamaya çalışmışlar. Ganoz Fayı'nın Kuzey Anadolu Fayı etkisi sonucu batı kolunun oluştuğunu belitmişlerdir.

**Tapırdamaz ve Yaltırak, (1997),** Yaptıkları Çalışmada Trakya'da Senozoik volkaniklerinin paleomanyetik özellikleri ve bölgenin tektonik evrimini aydınlatmaya çalışmışlardır. Elde ettikleri verilere göre Pliyo-Kuvaterner yaşlı bazaltlarda bulunan kayıtların temsil ettiği en son dönem günümüzde de devam etmektedir. Trakya'nın sağ yönlü bir gerilimin etkisi altında olduğunu belirtmişlerdir.

**Tüysüz, Barka ve Yiğitbaş, (1998),** Saroz Körfezi ve kuzeyinin jeolojisi incelemişlerdir. Trakya Havzası'nın yaşadığı transgresyon ve regresyon olaylarını ve bölgedeki faylarla çökelme ortamı arasındaki ilişkiyi açıklamışlardır. Kuzey Anadolu Fayı'nın batı ucu olan Ganoz Fayı'nın gelişimi ve bunun çökel ortam üzerindeki etkilerini açıklamışlardır.

**Turgut, vd. (1999),** Trakya Havzası'nın doğu kısımlarının stratigrafisi ve çökelme istiflerinin araştırılması çalışmasını yapmıştır.

**Esenli, (1999),** Tekirdağ'ın çevresindeki bazaltik volkanitlerin ve onların bazı yüzeylemelerinde saptanan peridotit ksenolitlerin minerolojik, petrografik ve jeokimyasal verilerini incelemiştir. Tekirdağ ve yakın çevresinde bulunan bazaltların alkali bazalt olduklarını ve levha içi tektonizmanın ürünü olduklarını söylemiştir. Bölgedeki bazaltların birincil ve ikincil minerallerine bakarak oluşum ortamlarını ve bölgedeki makaslamadan kısmen etkilendiklerini açıklamıştır.

**İşseven, (2001),** Batı Anadolu'nun neotektonik rejiminin paleomanyetik çalışmalarla incelenmesi konulu Doktora Tezi çalışmasında bölgedeki bazaltlardan örneklemeler almıştır.

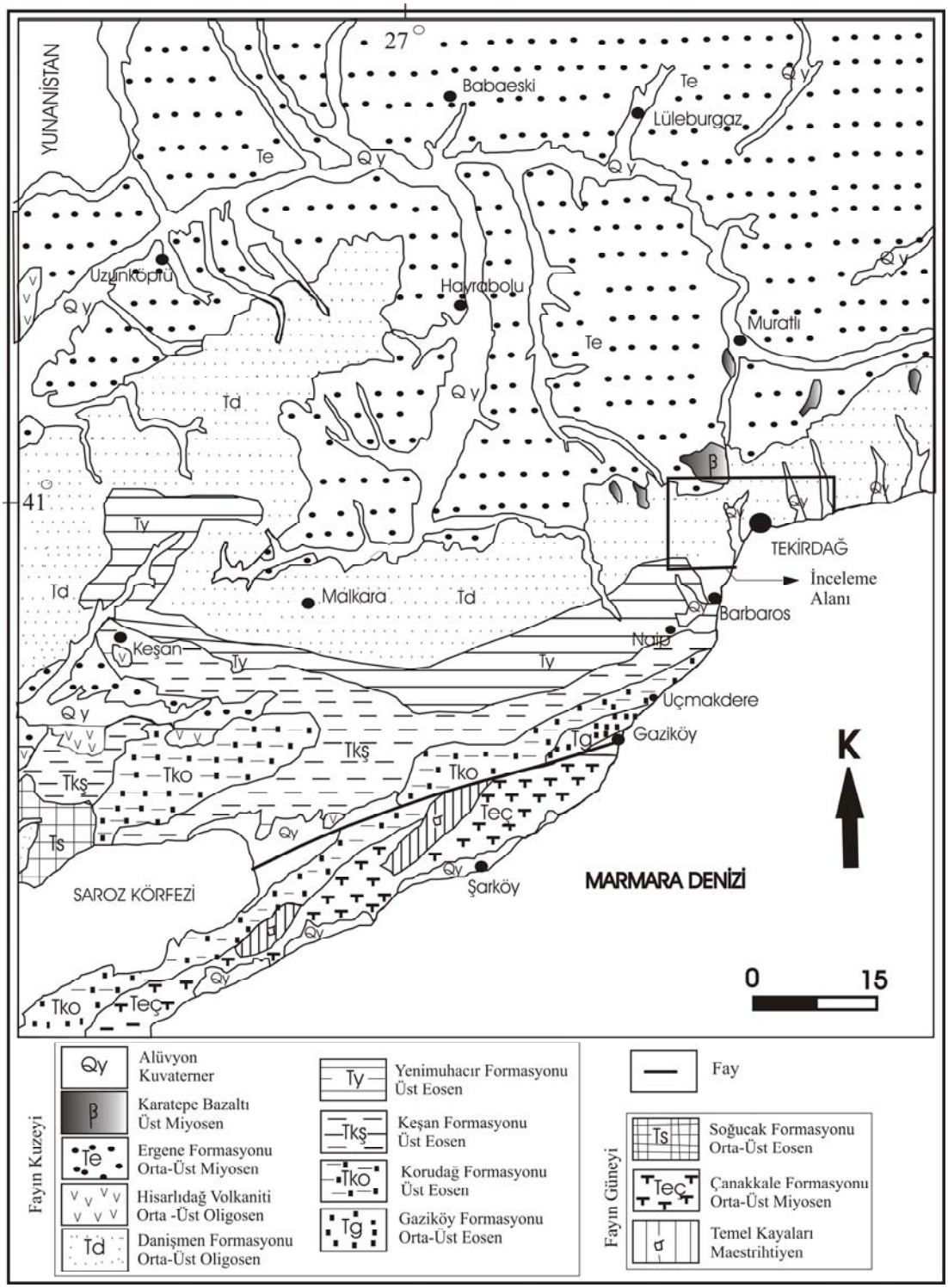
**Arkoç, (2005),** Ergene Havzası, Çorlu-Çerkezköy arasındaki kesiminde sanayi kuruluşları ve nüfusun artmasıyla su gereksinimi ve proses suların Ergene ve Çorlu Derelerine bırakılması sonucu yeraltısuyunun kirlenme durumunu araştıran doktora çalışması yapmıştır. Çalışmasının sonucu olarak yeraltısuyunun ağır metal kirlenmesine uğradığını, akiferin dinamik seviyesinde azalmanın olduğunu belirtmiştir.

Yukarıda adı geçen incelemelerin dışında Tekirdağ İli ve çevresini kapsayan birçok tez çalışması vardır. MTA ise bölgeye yönelik çeşitli çalışmalarda bulunmuştur. Ayrıca Tekirdağ ve çevresindeki birimlerin linyit kömürü ve gaz içeriğinden dolayı ekonomik amaçlı birçok lokal çalışma yapılmıştır.

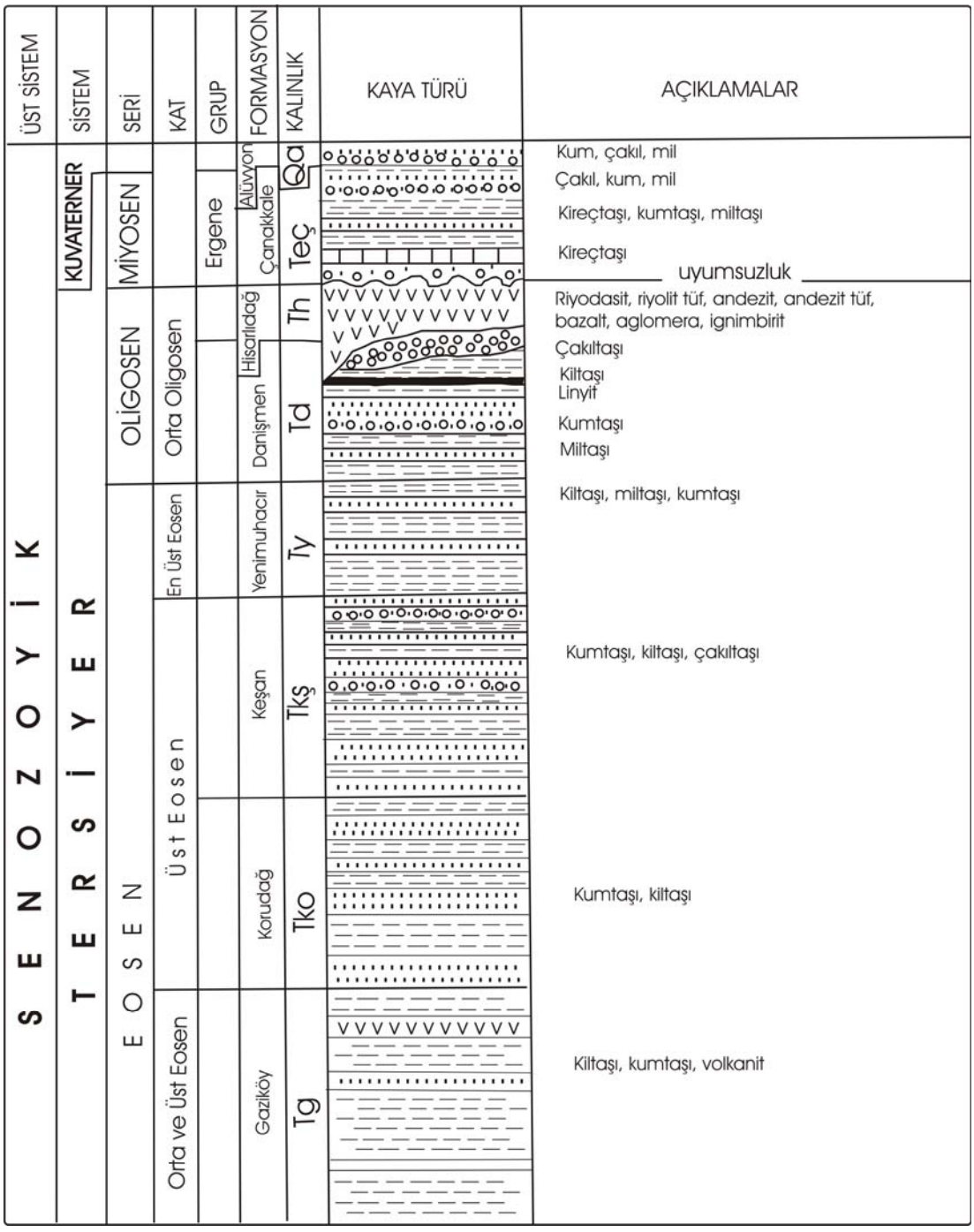
### 3.2 Bölgesel Jeoloji

Çalışma alanının jeolojik yapısının ve geçirdiği evrimin daha iyi anlaşılması için ‘‘Bölgesel Jeoloji’’ başlığı altında açıklaması aşağıda yapılmış olan bilgilere yer verilmiştir. Bölgede yer alan litolojik birimlerin yayılım gösterdiği alanlar (Şekil 3.1) ve bölgenin stratigrafik dikme kesiti (Şekil 3.2) **Sümengen vd., (1987)**’den uyarlanarak sunulmuştur.

Kuzey Anadolu Fay kuşağı’nın batı uzantısında bulunan Gaziköy Fayı’nın kuzeyinde yer alan bölgenin genel jeolojisi inceleme alanının çevresinde bulunan birimler göz önüne alınarak ayrıntılı çalışmalar yapılmıştır. Bölgede ayırt edilen en yaşlı birim Orta-Üst Eosen yaşta Gaziköy formasyonudur. Şeyl, ince taneli kumtaşı ve tüf katkısı bulunduran bu birimi birbiriyle geçişli olarak örten Üst Eosen yaşta Korudağ ve Keşan formasyonları uyumlu olarak örtmektedir. Kumtaşı, kiltaşı ve yer yer mercek şeklinde çakıltaşı içeren bu birimleri Eosen’in en üst kısmını teşkil eden ve kiltaşı ve kumtaşından oluşan Yenimuhacır formasyonu uyumlu olarak örtmektedir. Yenimuhacır formasyonu’nun üzerinde; dereceli geçişli olarak gelen ve inceleme alanının büyük bölümünü teşkil eden, yerel farklılıklar gösteren, çakıltaşı bantları, kalın kireçtaşı seviyeleri ile farklı düzeylerde linyitler içeren kumtaşı ve bu kumtaşları ile ardalanmalı olarak kiltaşı bulunduran Orta Oligosen yaşta Danişmen formasyonu bulunmaktadır. Danişmen formasyonu üzerinde altta riyodasitik ve andezitik tüflerden üstte doğru riyodasit, andezit ve bazalttan teşkil, Danişmen formasyonu’nun kumtaşlarının tabakalarına akmalar şeklinde uyumlu dokanağa sahip Oligosen yaşlı Hisarlıdağ Volkaniti yer almaktadır. Tüm bu birimlerin üzerine Miyosen yaşlı olan kum, çakıl, milden oluşmuş ve Trakya’nın büyük bölümünde yüzeylenmiş olan, Ergene Nehri boyunca gözlemlenebilmesinden dolayı Ergene formasyonu adını almış olan Ergene formasyonu bulunmaktadır. Bölgenin çeşitli kesimlerinde Korudağ formasyonu, Keşan formasyonu, ve Yenimuhacır formasyonu’nu kesen bazaltlar bulunmaktadır. Ergene formasyonu ile ilişkisi tam olarak saptanamamış olan ve lav akıntısı şeklinde sütunsal yapılar gösteren bu bazaltların Orta ve Üst Miyosen yaşlı oldukları düşünülmektedir. Bu birimlerin en üstünde ise kil boyutundan çakıl boyutuna kadar değişik ölçekli tutturulmamış malzemeden oluşan Kuvaterner Alüvyonu bulunmaktadır **(Sümengen vd 1987).**




**Şekil 3.1** Tekirdağ ve çevresinin basitleştirilmiş jeoloji haritası **(Sümengen ve diğ. 1987)** ve (Türkiye Jeoloji Haritası Edirne Paftası'ndan sadeleştirilmiştir.)




**Şekil 3.2** Tekirdağ ve Çevresinin Genelleştirilmiş Dikme Kesiti **(Sümengen vd. 1987)**

Kuzey Anadolu Fay kuşağı'nın batı uzantısında bulunan Gaziköy Fayı'nın kuzeyinde yer alan bölgenin genel jeolojisi inceleme alanının çevresinde bulunan birimler göz önüne alınarak ayrıntılı çalışmalar yapılmıştır. Bu yüzden çalışmada Gaziköy Fayı'nın kuzeyinde kalan bölgenin jeolojisinden bahsedilecektir.

Bölgede Gaziköy Fayı'nın kuzeyinde ayırt edilen en yaşlı birim Orta-Üst Eosen yaşta Gaziköy formasyonudur (Tg). Gaziköy Fayı kuzeyinde görülen birimi, **Holmes (1961)** Kumbağ Formasyonu'nun alt düzeyi, **Kemper (1961)** Keşan formasyonunun üst kesimi, **Ünal (1967)** Yeniköy formasyonu'nun alt bölümü, **Saltık (1975)** Küllüdere formasyonu'nun alt seviyesi olarak tanımlamışlardır. Birimi formasyon adlamasıyla ilk defa **Kasar vd. (1983)** ve **Sümengen vd. (1987)** tanımlamışlardır.



**Şekil 3.3** Gaziköy'ün kuzeyindeki yol boyunca Gaziköy formasyonuna ait birimlerin arazide görünümleri. (Bakış yönü; GD'dan KB'ya doğru).

Gaziköy formasyonunu en iyi gözlendiği yerler Ganos Dağları'nın Marmara Denizi eteklerinde bulunan Uçmakdere ve Gaziköy arasındaki yol boyuncadır. Bu yol boyunca çok büyük mostralar sürekli olarak gözlenmektedirler. Formasyonun tabanı Gaziköy Fayı ve Marmara Denizi tarafından sınırlanmıştır. Bu sebeple formasyonun tabanı gözlenememektedir. Gaziköy'den kuzeye doğru gidildikçe formasyonun üst

kısımlarına gelinerek Korudağ formasyonuna dereceli geçiş gözlenmektedir. Alt dokunağı gözlenemeyen Gaziköy formasyonunun tip kesitlerinden 640 metre kalınlık ölçülmüştür **(Sümengen vd., 1987)**.

İnce taneli kumtaşı, silttaşı, şeyl ve tüf katkısı içeren birim derin denizel ortamda çökelmiştir (Şekil 3.3). Gaziköy Formasyonu'nun yaşını Kasar vd. (1983) dokanak ilişkilerinden yararlanarak Orta Eosen, **Sümengen vd. (1987)** nannoplanktonlara dayanarak Orta-Üst Eosen olarak belirtmişlerdir.

Gaziköy formasyonu uyumlu olarak Korudağ formasyonu (Tko) tarafından örtülmektedir. Formasyonu **Holmes (1961)** Kumbağ Formasyonu'nun, **Gökçen (1967)** Korudağ Grubu'nun, **Ünal (1967)** Yeniköy formasyonunun, **Kellog (1973)** Korudağ formasyonu, **Saltık (1975)** Küllüdere Formasyonu'nun alt düzeyleri, **Keskin (1974)** ise Yeniköy formasyonu'nun alt düzeyleri olarak tanımlamışlardır.



**Şekil 3.4** Uçmakdere'nin kuzeyindeki yol boyunca Korudağ formasyonuna ait kumtaşlarının arazideki görünümleri. (Bakış yönü; D'dan B'ya doğru).

Formasyon en yaygın olarak Tekirdağ-Şarköy arasındaki sahil yolu boyunca Uçmakdere'nin kuzeyinde kalan yol boyunca oldukça büyük ve devamlı takip edilebilir mostralar vermektedir.

Korudağ formasyonu altta Gaziköy formasyonu ile dereceli geçişli olup üstte de Keşan formasyonu ile uyumlu olarak örtülmektedir. Formasyonun kalınlığı yaklaşık olarak 1000 metre civarındadır **(Sümengen vd., 1987).**

Korudağ formasyonu ince taneli ve ince tabakalı türbititik kumtaşı-çamurtaşı, orta tabakalı ve orta kaba taneli kumtaşlarından oluşmaktadır. Kumtaşı tabakalarının alt yüzeylerinde oturma yapıları, kaval yapıları ve oluk izleri mevcuttur. Formasyonun alt seviyelerinden üst kısımlarına doğru tabaka kalınlıkları ve tanelerin giderek kabalaşması deniz altı dış yelpaze çökelleri olduğunu göstermektedir (Şekil 3.4).

Korudağ formasyonu **Sümengen vd. (1987)** tarafından içerdiği nannoplankton fosillere göre, Üst Eosen olarak yaşlandırılmıştır.

Bölgede kuzeye doğru gidildikçe Korudağ formasyonu uyumlu olarak Keşan formasyonu (Tkş) tarafından örtülmektedir. Birimi, **Ternek (1947)** Üst fliş, **Keskin (1974)** Hamitabat formasyonu, **Ünal (1967)** Yeniköy formasyonunun, **Saltık (1975)** Küllüdere formasyonunun üst seviyeleri olarak tanımlamışlardır. İlk defa **Gökçen (1967)** tarafından Keşan formasyonu adı kullanılmıştır. **Kasar vd. (1983)** Gaziköy formasyonu ile Yenimuhacır formasyonu arasında kalan bu istife Keşan Grubu adını vermiştir.

Formasyonun en iyi gözlendiği bölgeler Naip Köyü'nden Şarköy'e giderken yol boyunca ve yolun denize ulaştığı yerde çok yaygın ve büyük mostralar şeklinde gözlemlemek mümkündür. Keşan Korudağ çevresi birimin gözlendiği diğer yerlendendir.

Keşan formasyonu altta Korudağ formasyonu'nu uyumlu olarak örtmekte olup üstte de Yenimuhacır formasyonu ile dereceli geçişlidir. **Kasar vd. (1983)** formasyonun kalınlığı Ganos Dağı civarında 830 metre tespit etmişlerdir. **Sümengen vd. (1987)** 1500 metre kalınlık tespit etmişlerdir.

Keşan formasyonu ince ve orta-kalın katmanlı, seyrek şeyl katkılı türbititik kumtaşlarından oluşur. Kumtaşlarının arasında yer yer kanal dolgusu şeklinde tüf ve çakıltaşlarıda vardır (Şekil 3.5). Keşan formasyonu çökelme ortamı olarak denizaltı orta yelpaze özelliklerini taşımaktadır.

Keşan formasyonu içinde **Arıkan (1972), Saltık (1974), Sümengen ve Terlemez (1991)** tarafından yapılan paleontoloji çalışmalarında buldukları fosillere göre birimin yaşını Üst Eosen olarak belirtmişlerdir.



**Şekil 3.5** Keşan formasyonunun kumtaşlarının Naip-Uçmakdere yolu boyunca görünümleri. (Bakış yönü; G'den K'e doğru).

Bölgede yaygın olarak görülen diğer bir birim ise Keşan formasyonunu uyumlu olarak örtmekte olan Yenimuhacır formasyonudur (Ty). İlk defa **Holmes (1961)**, **Gökçen (1967), Sümengen vd. (1987)** Keşan dolayındaki Yenimuhacir köyünden esinlenerek formasyon adlandırılmıştır.

Yenimuhacir formasyonu en iyi Barbaros-Naip Köyü yolu boyunca gözlenebilmektedir. Bu hattın batı kısımlarında kalan bölgelerde çok güzel mostralar vermektedir. Ayrıca Keşan yakınlarındaki ve birime adını veren Yenimuhacır Köyü hudutları içinde de gözlenebilmektedir. Formasyon Tekirdağ-Malkara yolu boyunca geniş mostralar verecek şekilde yaygın olarak gözlenebilmektedir. Yenimuhacır formasyonu tabanda Keşan formasyonunun üstüne dereceli geçişli olarak gelmektedir. Formasyon üstte Linyitli Kumtaşı formasyonu (Danişmen formasyonu) ile örtülmektedir **Lebküchner (1974).** Formasyonun kalınlığı **Sümengen vd. (1987)** tarafından 600 metre olarak belirlenmiştir.



**Şekil 3.6** Naip-Uçmakdere yolundaki Yenimuhacır formasyonuna ait birimlerden bir görünüm. (Bakış yönü; G'den K'e doğru).

Yenimuhacir formasyonu esas itibariyle, daima görünür şekilde tabakalı olan, koyu gri renkli marnlardan ibaret olup, bu marnlar tabaka yüzeylerinde çoğunlukla açık renkli bol miktarlarda mika kapsamaktadırlar **(Lebkücher, 1974)**. Formasyonun litolojisi ince taneli ve ince tabakalı kumtaşı, masif çamurtaşı ardalanmasıdır (Şekil 3.6). İçerisinde saptanan nannoplankton foraminifer fosillerine göre yaşı Üst Eosen'dir **(Sümengen vd., (1987).**

Yenimuhacir formasyonu bölgenin kuzey kısımlarına geçildikçe dereceli geçişli olarak Danişmen formasyonu (Td) birimleri tarafından örtülmektedir. Birimde ayrıntılı çalışmayı ilk kez yapan **Lebküchner (1974)** birime Linyitli Kumtaşı Formasyonu adını vermiştir. **Gökçen (1971)** ve **Kellog (1973)** Danişmen formasyonu adını kullanmışlardır.

Danişmen formasyonu Tekirdağ İli yerleşim alanı ve civarında oldukça yaygın olarak görülür. Nusratlı ve Yağcı köylerinde büyük mostralar halinde gözlenebilmektedir. Ayrıca Tekirdağ-Barbaros arasında kalan bölge ve Tekirdağ'ı İstanbul'a bağlayan yol boyunca birimi gözlemlemek mümkündür. Malkara, Keşan

ve Uzunköprü civarında da birim mostralar vermektedir. Danişmen formasyonu linyit tabakalarının bulunduğu her yerde gözlenebilir **(Lebküchner, 1974).**



**Şekil 3.7** Tekirdağ-Barbaros Yolu boyunca Danişmen formasyonuna ait kumtaşı ve kiltaşı ardalanmasından bir görünüm. (Bakış yönü; D'dan B'ya doğru).

Altta Yenimuhacır formasyonu ile dereceli geçiş gösteren Danişmen formasyonu üstte Ergene formasyonu'nun klastikleri ile uyumsuz olarak örtülmektedir. Trakya Havzası'nın güneyinde tamamen yok olan birimin tespit edilen kalınlığı havza ortasında 1000 metre dolaylarında olup kenarlara gidildikçe incelmektedir **(Siyako vd., 1989).**

Danişmen formasyonu aralarında çakıl bantları ve kireçtaşı seviyeleri bulunan yer yer linyit içeriği olan kalın kumtaşları ve kiltaşlarından oluşmaktadır (Şekil 3.7).

Formasyonun linyitli kısımlarının içerdiği omurgalı fosillere bakılarak yapılan yaş tayinlerinde; **Sümengen vd. (1987)** tarafından Orta-Üst Oligosen olarak yaşlandırılan Danişmen formasyonu göl, bataklık, taşkın ovası ve akarsu çökellerinden oluşmaktadır. Birimi oluşturan ve birimin oluştuğu havza ortasında bulunan kiltaşları, çakıltaşları ve kalın kumtaşları ile kömürler asıl litolojiyi oluştururlar. Trakya'da çeşitli yer ve zamanda volkanik aktiviteler yaşanmıştır**.** Bu

volkanik aktivitelerden biri de bölgede oldukça yaygın olarak görülebilen Hisarlidağ Volkaniti'dir (Th). Oligosen boyunca süren bu volkanizma; Alt Oligosen'de andezitik ve dasitik tüflerden, Üst Oligosende andezitik ve dasitik lavlardan oluşmuştur **(Ternek, 1949; Koop vd., 1969; Lebkuchner, 1974). Saner (1985)** Hisarlıdağ'da yaptığı çalışmada volkanitleri Hisarlıdağ Volkaniti olarak ilk defa adlamıştır. Daha sonra yapılan çalışmalarda **Sümengen vd. (1987)** aynı adı kullanmışlardır. **Şentürk ve Karaköse 1998'**de yaptıkları çalışmalarda bu adlamayı kullanmışlardır.

Enez ilçesinin doğusunda ve Keşan ilçesi yakınlarında, Malkara'nın güneydoğusunda mostralar vermektedir. **Lebkuchner (1974)** yaptığı çalışmada Hisarlıdağ Volkanitleri'ne ait tüf zuhurlarını içinde bulundukları birimlere göre sınıflamıştır. Malkara sondaj sahasında linyitli kumtaşlarının arasında, Uzuunköprü'nün doğusunda, Hayrabolu'nun batısında, Tekirdağ-Malkara yolunun Tekirdağ'a yakın bölgelerinde Hisarlıdağ tüfleri gözlenebilmektedir.

Hisarlıdağ formasyonu altta Danişmen formasyonuna ait kumtaşları ile uyumlu bir dokanağa sahiptir. Üstte ise Miyosen birimleri tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir. Hisarlıdağ Volkanitleri'nin kalınlığı yaklaşık 800 metreye kadar ulaşabilmektedir **(Kasar vd., 1983).**

Hisarlıdağ Volkanitleri'nin alt kısımlarında riyodasitik tüfler, andezit, alterasyona uğramış andezitik tüfler, kırmızımsı ve yeşil renkte akmalarla oluşmuş tüflerle başlamaktadır. Üste doğru riyolitik tüf, riyodasit, andezit, bazalt, bazaltik aglomera ve ignimbritlerle devam etmektedir **(Sümengen vd., 1987).**

Danişmen formasyonunun birimleri arasında Hisarlıdağ Volkanitleri'nin tüflerine rastlanması ve formasyonun üstünde de bulunması volkanitlerin Oligosen yaşında olduğunu göstermektedir **(Sümengen vd., 1987).** Birimin üst yüzeylerinde yapılan yaş tayininde Erken Oligosen yaşı saptanmıştır **(Ercan vd., 1998).** Birimin kömür seviyesinde yapılan incelemede Miyosen-Orta Miyosen yaşı tespit edilmiştir **(Batı ve Siyako, 2005). Yazman vd. (2000)** Hisarlıdağ Volkanitleri arasında gelişen klastiklerden yaptıkları yaş tayininde Geç Oligosen yaşı tespit etmişlerdir. Hisarlıdağ Volkanitleri'nin kökenlerine bakıldığında çarpışma sonucu oluşan manto etkili kabuktan kaynaklanan volkanitler olduğu belirtilmiştir **(Ercan, 1992).** Bölgedeki

kendinden yaşlı birimleri uyumsuzlukla örten Ergene formasyonu (Te) ilk kez Boer (1954), tarafından adlandırılmıştır.



**Şekil 3.8** Yağcı Köyü'nün kuzeybatısında Ergene formasyonuna ait çakıl ve kum seviyelerinden bir görünüm (Bakış yönü; G'den K'e doğru).

Trakya'nın orta kısımlarında büyük bir alanda yayılmış olan Ergene formasyonunu birçok yerde gözlemlemek mümkündür. Ergene Nehri'nden adını alan birim nehir boyunca takip edilebilir.

Altında bulunan birimleri diskordans ile örten Ergene formasyonunun kalınlığı havza kenarlarında 40-60 metre, havza ortalarında 350-400 metre yaklaşık kalınlık tespit etmişlerdir **(Çağlayan ve Yurtsever, 1998).** Çorlu ve Lüleburgaz arasında petrol arama kuyularında Ergene formasyonunun kalınlığı 800-1000 metre olarak ölçülmüştür.

Gevşek tutturulmuş çakıltaşı, kumtaşı ve kiltaşlarından oluşan birimin içinde bol miktarda bitki ve omurgalı fosili bulundurması akarsu ve göl ortamı çökelleri olduğunu göstermektedir **(Şekil 3.8), (Umut vd., 1983,1984).**

Ergene formasyonunun yaşını içindeki omurgalı faunasına bakarak **Umut vd. (1984)** Üst Miyosen, **Saraç (1987)** Orta-Üst Miyosen olarak belirtmişlerdir.

Ayrıca kesitte olmayan, Tekirdağ ve çevresinde dağınık halde küçük volkan bacaları şeklinde yayılmış olan, ilk defa **Umut vd. (1983)** tarafından Çorlu'nun güney batısındaki Karatepe 'de incelenerek Karatepe Bazaltı adını verdikleri akma lavlar şeklinde olan olivin-ojit bazaltlar bulunmaktadır. Genel Jeoloji kesitinde yer almamış olan Üst Miyosen yaşlı Karatepe Bazaltları'ndan ''İnceleme Alanının Jeolojisi'' başlığında bahsedilecektir.

İnceleme alanında çakıl boyutundan kil boyutuna kadar tane boyutu değişen ve tutturulmamış malzemeden oluşan Kuvaterner yaşlı alüvyon en üst birimi oluşturur. Şarköy –Gaziköy arasında, Naip Ovası'nda, Tekirdağ yakınındaki Altınova yerleşim alanında ve Eşekçi dere boyunca Çevre Yolu'nu takip eden hatta yayılım göstermektedir.

### 3.3 Yapısal Jeoloji

Bölgenin en önemli tektonik yapısı doğrultu atımlı ve sağ yönlü Kuzey Anadolu Fayı'nın devamı olan Saroz-Gaziköy Fayı'dır **(Şengör, 1979).** Orta Miyosen başlarında şiddetli bir tektonizma bölgede etkili olmaya başlamıştır. Özellikle havzanın kıyı kesimleri bu tektonizmadan daha fazla etkilenmiş ve geniş çapta kıvrılma ve kırılmalar meydana gelmiştir. Havzanın güney-batısında doğrultu atımlı bir zon oluşmuştur. Sağ atımlı olan bu fay Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun batıdaki uzantısı olan Saroz-Gaziköy Fayı'dır.

Ganos Fayı'nın kuzeyindeki Gaziköy-Uçmakdere arasındaki sahil yolunda birçok normal ve ters fay, ana faya parelel olarak uzanmaktadır. Bu faylar batıya gidildikçe deniz içinde bulunduğu düşünülen bindirme fayına bağlı, kuzey bloğunun yükselmesi sonucu kaybolmaktadırlar **(Yaltırak, 1995).** Orta Miyosen tektonizması havzanın kuzey kesimlerinde etkili değildir. Buralarda daha çok küçük kıvrımlar ve kayma, akma, çekme gibi yapılarla kendini gösterir **(Siyako vd., 1983).**

### 3.4 Jeolojik Evrim

Trakya Havzasının Kuzeyden Istıranca Dağları, batıdan Rodop Dağları, güneyden Korudağ ve Ganos Dağları ile büyük ölçekli doğrultu atımlı bir fay zonu ile sınırlandığı bilinmektedir. Tersiyer Çökelleri'nden oluşan havzanın temelini farklı ortamları temsil eden ve içeriği serpantinit, fillit, diyorit, metaçört, glokofan şist, spilit, rekristalize kireçtaşı, porfirik altere dasit ve grafit şisten oluşan ofiyolitik

karışım oluşturmaktadır. Karışığın yerleşme yaşı olasılıkla Mestrihtiyen öncesidir **(Şentürk ve Okay, 1984).**

İlk etapta küçük bir denizel ortam özelliği taşıyan havzada yer yer kapalı denizel ortamlar gelişmiştir. Eosen-Alt Oligosen boyunca transgresyon bölgede hat safhaya ulaşmıştır. Başlangıçta ince klastiklerden oluşan fasiyeslerin yaygın olması dönemin hareketsiz olduğunu göstermektedir. Üst Eosen'de denizin derinleşmesi sonucu ilk olarak türbititik kumtaşı, çamurtaşı ve yarı pelajik çökellerden oluşan Gaziköy formasyonu çökelmiş ve bunu ince taneli ve ince tabakalı türbititik kumtaşı-çamurtaşı, orta tabakalı ve orta kaba taneli kumtaşlarından oluşan Korudağ formasyonu takip etmektedir. Daha sonra birimin üst seviyelerine doğru ilerledikçe denizaltı yelpaze ortamında çökelen şeyl katkılı türbititik kumtaşlarından oluşan Keşan formasyonu hakim birim olmaktadır **(Sümengen vd., 1991).**

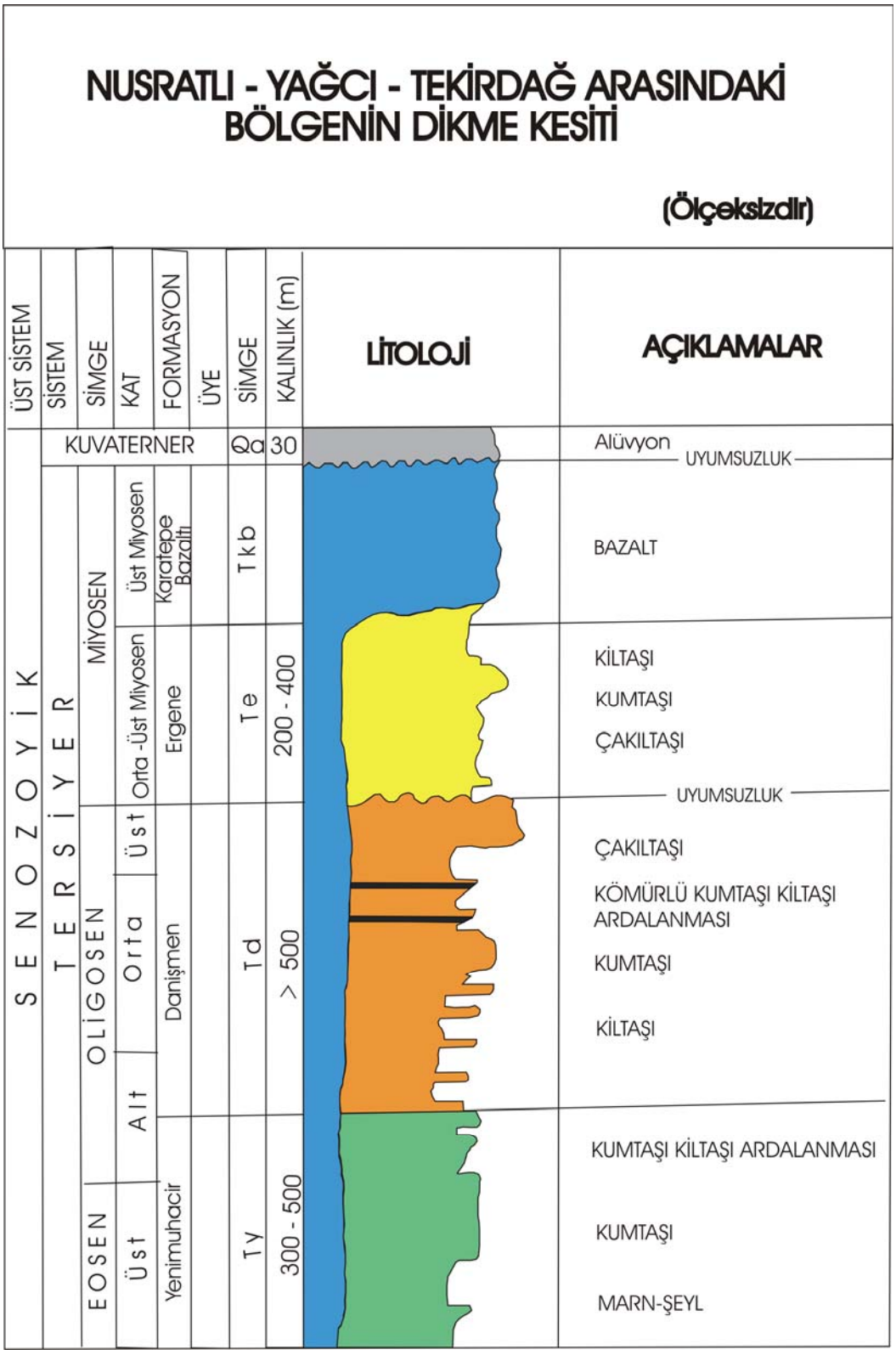
Bölgede Eosen-Alt Oligosen sedimantasyonunu aktif bir volkanizma izlemiştir. Çok miktarda dasitik ve andezitik malzemenin hızlı bir çökme ve çökelme sürecinde olan havzaya yayılması, havzadaki çökellerin tüf ara tabakalı veya tüf matriksli olmasını sağlamıştır. Üst Eosen'in sonlarına doğru havzada yavaş yavaş bir regresyon hareketi başlamıştır. Regresyonun ilk aşamalarında çamurtaşı, silttaşı ve kumtaşından oluşan Yenimuhacir formasyonu çökelmiştir. Alt Oligosen'in sonunda bölge tamamen regresyonun etkisiyle gölsel, taşkın ovası ve akarsu ortamına geçerek Orta-Üst Oligosen yaşlı Danişmen formasyonunu oluşturan kiltaşı, kumtaşı, çakıltaşı ve linyitli seviyeler içeren istif oluşmuştur. Alt Miyosen başlarında bölge tamamıyla yükselerek etkili bir erozyon etkisinde kalmış ve birimler aşınmaya uğramışlardır. Bazı yerlerde bu erozyon Üst Eosen'i ortaya çıkaracak etkiyi yapmıştır. Orta Miyosen'den itibaren havza şiddetli bir tektonizmanın etkisinde kalmış ve Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun uzantısı olay Saroz-Gaziköy fayı oluşmuştur **(Siyako vd., 1983).**

Karasal ortamın hakim olmasından sonra Orta ve Üst Miyosen'de tüm birimleri örten gevşek tutturulmuş çakıltaşı, kumtaşı ve kiltaşından oluşan kalın bir istif olan Ergene formasyonu çökelmiştir. Üst Miyosen'de ise bölgede alkali bazalt özelliği taşıyan ve eski kırık hatları boyunca gelişen tabakalı ve sütünsal yapıya sahip akmalı lavlar volkanik faaliyet göstermiştir. Daha sonraki genç tektonik hareketlerle ve Kuvaterner alüvyonunun klastiklerinin yerleşmesi sonucu havza bugünkü konumunu almıştır.

### 3.5 İnceleme Alanının Jeolojisi

Trakya havzası'nın güneyinde yer alan inceleme alanının temelini, Üst Eosen yaşlı kumtaşı, kiltaşı ve yer yer mercek şeklinde çakıltaşı birimleri içeren Yenimuhacır formasyonu oluşturmaktadır. Yenimuhacır formasyonunun üzerine uyumlu olarak gelen ve inceleme alanının büyük bölümüne yayılmış olan Orta-Üst Oligosen yaşlı miltaşı, kumtaşı, çakıltaşı bantları ve kömürlü şeyl ile temsil edilen Danişmen formasyonu bulunmaktadır. Orta ve Üst Miyosende çökelen ve litolojisi kum, çakıl ve milden oluşmuş Ergene formasyonu alttaki Danişmen formasyonunu uyumsuzlukla örtmektedir. Bölgesel Jeoloji Başlığında fazlaca değinilmemiş olan, sadece kısaca bahsi geçen Üst Miyosen yaşlı ve olivin-ojit bazalt olarak sınıflandırılan Karatepe Bazaltı lav akıntısı şeklinde gözlenen, sütunsal yapıya sahip olup inceleme alanında bulunan birimlerin üstünde durmaktadır.

Bölgedeki birimler stratigrafik sütun kesitte (Şekil 3.9) ve jeoloji haritasında (EK-1) gözlenmektedir.




**Şekil 3.9** İnceleme alanının genelleştirilmiş dikme kesiti.

### 3.5.1 Yenimuhacir Formasyonu (Ty)

**Ternek (1961)** Oligosen'in marn ve şeyli, **Ünal (1967)** ve **Keskin (1974)** Mezardere formasyonu, **Kemper (1961)** ve **Lebküchner (1974)** Muhacir formasyonu olarak tanımlamışlardır. **Holmes (1961)**, **Gökçen (1967)**, **Sümengen vd. (1987)** Keşan dolayındaki Yenimuhacir köyünden esinlenerek formasyon adlandırılmıştır.



**Şekil 3.10** Yenimuhacır formasyonuna ait kiltaşlarından bir görünüm (Nusratlı Köyü yakınları). (Bakış yönü G'den K'e doğru).

İnceleme alanının güneybatı bölümünde, Tekirdağ-Malkara yolunun 10. kilometrelerinde mostralar veren, Üst Eosen-Alt Oligosen yaşlı Yenimuhacir formasyonu çalışma sahasının en yaşlı birimini oluşturmaktadır. Yeşilimsi gri, bej ve açık kahverengimsi kiltaşı ve miltaşının egemen olduğu birimin içinde kalınlığı 15-20 cm'yi geçmeyen sarımsı ve kahverengimsi renklerde ince taneli kumtaşı tabakaları yer almaktadır. Tabaka alt yüzeyleri keskin, üst yüzeyleri ise akıntı ripillidir. Yenimuhacir formasyonu alt kısımlarında ince taneli, üst kısımlarına geçildikçe taneler irileşmektedir (Şekil 3.10). Birimin bu özelliklerine bakılarak delta ve delta ilerisi çökelleri olduğunu söyleyebiliriz. İnceleme alanında yatay ve yataya yakın tabakalanmaya sahip Yenimuhacir formasyonu, havzanın güney kısımlarına

gidildikçe tabakaların eğimleri artmakta ve tabakalarda kıvrımlar gözlenmektedir. Yenimuhacır formasyonunun üzeri dereceli geçişli olarak Danişmen formasyonu tarafından örtülmektedir.

Birimin yaşı saptanan nannoplankton foraminifer fosillerine göre, Üst Eosen yaştadır **(Sümengen vd., 1987).**

### 3.5.2 Danişmen Formasyonu (Td)

Danişmen formasyonunu ilk defa **Boer (1954), Beer ve Wright (1960)** Osmancık formasyonunu da bu birime dahil edecek şekilde kullanmışlardır. **Saltık ve Saka (1972)** Yenimuhacır formasyonunun üst kısımları olarak tanımlamışlar. Birimde ayrıntılı çalışmayı ilk kez yapan **Lebküchner (1974)** birime Linyitli Kumtaşı Formasyonu adını vermiştir. **Gökçen (1971)** ve **Kellog (1973)** Danişmen formasyonu adını kullanmışlardır.



**Şekil 3.11** Danişmen formasyonunun görünümü (Yağcı Köyü-Dere Çeşme Mevkii). (Bakış yönü; KD'dan GB'ya doğru).

Formasyonun linyitli kısımlarının içerdiği omurgalı fosillere bakılarak yapılan yaş tayinlerinde; **Ozansoy (1962)** ve **Lebküchner (1974)** Erken Oligosen, **Kasar vd.**

**(1986)** Üst Oligosen, **Sümengen vd. (1987)** Orta-Üst Oligosen olarak yaşlandırmışlardır.

Çalışma sahasının çok büyük bir bölümünü Orta-Üst Oligosen yaşlı linyitli kumtaşı seviyeleri içeren Danişmen formasyonu oluşturmaktadır. Birim Yağcı Köyü yakınlarındaki Dere Çeşme civarında (Şekil 3.11) çok iyi mostralar vermektedir. Ayrıca yine Yağcı Köyü'nün Koyaklar bölgesinde, Karaevlik civarında büyük mostralar halinde formasyonun birimlerini izlemek mümkündür. Çalışma sahasının diğer bir yerleşim yeri olan Nusratlı Köyü ve yakınlarında birimin gözlemlenebileceği çok güzel mostralar bulunmaktadır. Bu yerlerin en başında köyün kuzey kısmında bulunan Suvatlar Mevkii (Şekil 3.12) gelmektedir. Ayrıca köyün güney kesimlerinde Tekirdağ Yolu boyunca, yine köyün doğu kesimlerinde yer alan terkedilmiş veya çalışılan kömür işletme sahalarının olduğu bölgelerde iyi mostralar vermektedir. Eğrekdere ve Ağılönü bölgelerinde de mostralar görülmeye değerdir. Eski Tekirdağ-Malkara Yolu boyunca Kertillik civarında terkedilmiş çakıl ocağında mostralar çok güzel izlenebilmektedir (Şekil 3.13). Birimin çakıl seviyeleri yine Karaevlik yakınlarında görülebilir.



**Şekil 3.12** Danişmen formasyonunun görünümü (Nusratlı Köyü-Suvatlar Mevkii). (Bakış yönü; D'dan B'ya doğru).



**Şekil 3.13** Danişmen formasyonu Çakıltaşları (Nusratlı Köyü-Kertillik Civarı). (Bakış yönü; G'den K'ye doğru).

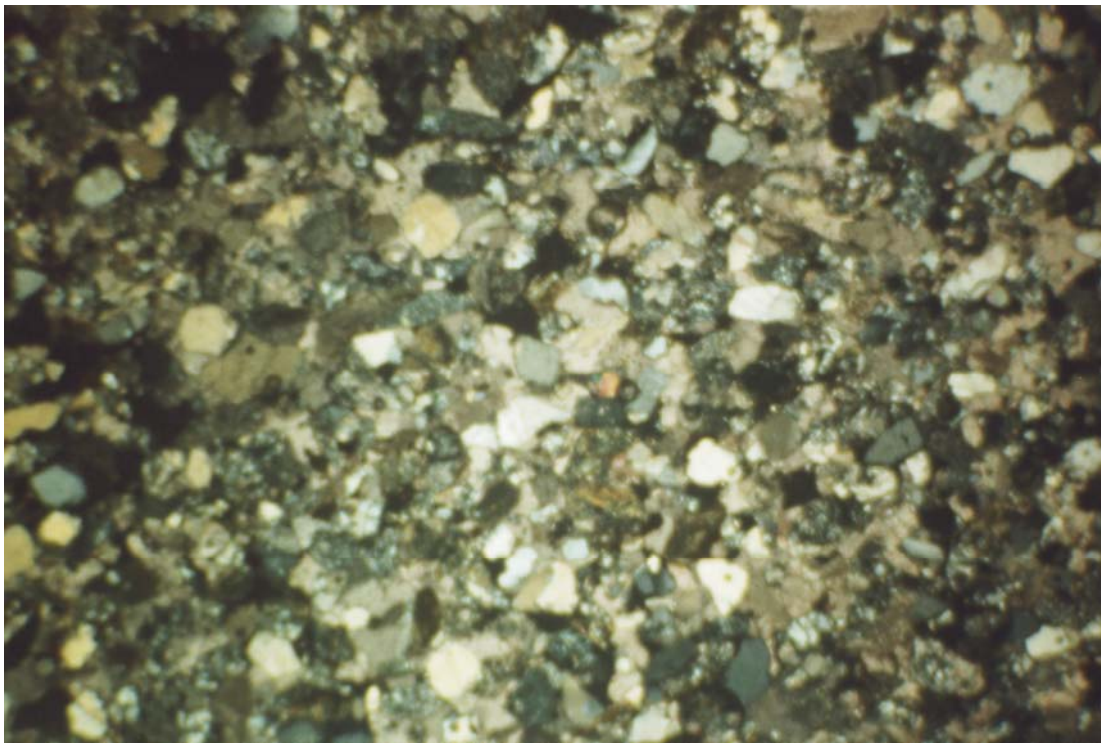
Danişmen formasyonu Tekirdağ İli'nin yerleşim alanını tamamen kaplamaktadır. Şehir içinde ve yakın civarında yapılaşmadan boş kalan alanlarda birimi gözlemlemek çok olağandır. Tekirdağ'ı İstanbul'a bağlayan yol boyunca formasyon kolayca takip edilebilir.

Danişmen formasyonunun litolojisi sarı, açık kahverenkli, kalın tabakalı kumtaşları ve açık gri, sarımsı kiltaşı tabakalarından oluşmaktadır. Birimin tabakaları yatay ve yataya çok yakın konumda olup kumtaşı tabakalarının kalınlıkları bazı bölgelerde 1 metreye varmaktadır. Yer yer formasyonun içerisinde çakıltaşı kamalanmaları yer almaktadır. Formasyonun en belirgin özelliği işletilebilir linyit seviyelerine sahip olmasıdır. Birimi oluşturan çökellerin tane boyu üst seviyelere doğru irileşmektedir. Yağcı Köyü doğusunda bulunan Dere Çeşme Vadisi'nden alınan kumtaşı numunesi (Şekil 3.11) ve Nusratlı Köyü kuzeyindeki Suvatlar civarından alınan kumtaşı numunesinin (Şekil 3.12) İ.T.Ü. Maden Fakültesi Kaya Mekaniği Laboratuvarı'nda ince kesitleri yaptırılarak mikroskop altındaki görünümleri incelenmiş ve Nusratlı

Köyü'nden Yağcı Köyü'ne doğru gidildikçe birimin tane boyutunda irileşme olduğu görülmüştür. Yaptırılan ince kesitlerin mikroskop altında görülen özellikleri Yağcı Köyü-Dere Çeşme Örneği için bir nolu kesit başlığında açıklanmış olup Şekil 3.14 te gösterilmiştir. Nusratlı Köyü-Suvatlar örneği ise iki nolu kesitte anlatılıp Şekil 3.15 ile gösterilmiştir.

**Kesit-1**

Yağcı Köyü doğusunda yer alan Dere Çeşme Vadisi'nden alınan kumtaşı numunesinden yaptırılan ince kesitin mikroskop altında görülen özellikleri aşağıda açıklanmıştır.



**Şekil 3.14** Polarize ışıkta Danişmen formasyonuna ait kumtaşlarının ince kesitinin görünümü (BüyütmeX80)(Kesit Yeri: Yağcı Köyü Doğusu, Dere Çeşme Mevkii). (Beyaz ve sarımsı turuncu renkler: Kuvars, kirli gri, prizmatik şekilli: plajioklas, kahverengimsi: mika).

Demir karbonat çimentolu ince-orta taneli kumtaşıdır. Minereolojik bileşimi; kuvars, plajioklas, muskovit, klorit ve biyotit türü mikalar, kalsit ve az oranda opak mineral bulunmaktadır. Kayaç parçası bileşenleri baskın olarak kuvars-fillit, kuvars-mika fillit, kuvarsit, kuvars şist, meta granit, meta volkanit, gnays, şeyl ve ince kumtaşıdır (çoğunlukla deforme olmuş). Kayaç parçaları tane bileşeni olarak %25-30

oranındadır. Matriks kısmen mikalaşmış ve yaygın olarak ferromagnezyen minerallerin bozuşması sonucu Fe-oksit ile boyanmış olup kayacın %15-20'sini oluşturur.

Kayacın çimentosu yer yer silisli, çoğunlukla karbonatlı çimento baskındır ve oranı %15-20 civarındadır. Kayacın bileşeninde bulunan mikalar ise çoğunlukla sert taneler arasında deforme olmuş muskovit ve az oranda klorit ve ileri derecede altere olmuş biyotit türünde olup %2-3 oranındadır.

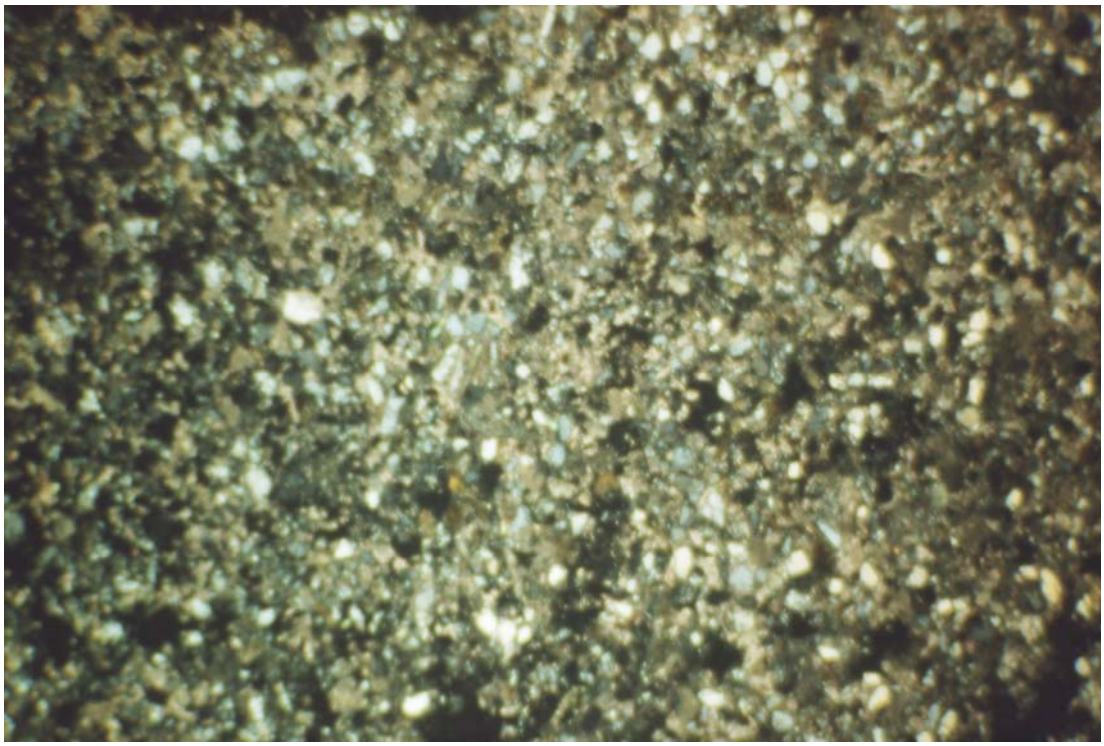
Kayacın bileşiminde bulunan kuvarsın özelikleri; yarı köşeli, yuvarlak şekilli, çoğunlukla metamorfik kökenli, az oranda da volkanik kökenli olduğunu söyleyebiliriz. Taneler çoğunlukla yarı şekilli veya konkava-konveks dokanaklıdır. Yaklaşık oranı ise %30-35 kadardır. Plajioklaslar ise öz şekilli taneler şeklinde olup yaklaşık oranları %5-6 civarındadır. Kalsit mineralleri yarı özşekilli taneler halinde ve ikincil oluşum şeklindedirler. %1 ya da daha az oranda opak demiroksit taneleri bulunmaktadır.

**Kesit-2**

Nusratlı Köyü kuzeyinde yer alan Suvatlar Mevkii'nden alınan kumtaşı numunesinden yaptırılan ince kesitin mikroskop altında görülen özellikleri aşağıda açıklanmıştır.

Mikalı, demir çimentolu, ince taneli, boşluklu kumtaşıdır. Taneler yarı köşeli, yarı yuvarlak ve mikalar uzamış, bükülmüş şekilde izlenir. Matriks içinde Fe oranı iri taneli kumtaşlarına göre daha fazla gözlenmektedir. Ayrıca karbonat oranı iri taneli kumtaşı örneğine oranla daha azdır. İri taneli kumtaşı örneğine göre laminalanma daha düzgün gelişmiş olarak izlenmektedir. Kayacın minerolojik bileşimi ise kuvars, plajioklas, muskovit, ayrışmış biyotit, opak ve çoğunlukla metamorfik kökenli kayaç parçalarından oluşmaktadır. Biyotit ve muskovit oranı fazlalaşmakla birlikte kayacı oluşturan mineral oranları iri taneli örneğinin yaklaşık değerlerindedir.

Danişmen formasyonu linyit seviyeleri ve bunların içindeki omurgalı fosilleri, tatlı su gastropodu ve yer yer balık içeriği ile göl, bataklık, taşkın ovası ve akarsu ortamlarında çökeldiği anlaşılmaktadır. İrileşen kumtaşı tane boyutları ortamın sığlaşmakta olduğunu göstermektedir. Üstte Ergene formasyonu klastikleri ile diskordans olarak örtülen birim büyük miktarda erozyona uğramıştır.



**Şekil 3.15** Polarize ışıkta Danişmen formasyonuna ait kumtaşlarının ince kesitinin görünümü (BüyütmeX80)(Kesit Yeri: Nusratlı Köyü Kuzeyi, Suvatlar Mevkii). (Beyazlar ve sarımsı turuncu: Kuvars, kirli gri, prizmatik şekilli: plajioklas, kahverengimsi: mika).

### 3.5.3 Ergene Formasyonu (Te)

**Boer (1954)** ilk kez Ergene formasyonu adını kullanmıştır. **Holmes (1961)** Ergene formasyonu, **Ünal (1967)** Ergene Grubu adı altında tanımlamışlardır. **Şentürk ve Karaköse (1987)**'de Ergene nehrini boydan boya kat eden bu birimi Ergene Grubu olarak adlandırmışlardır.

İnceleme alanının kuzey ve kuzey-batı kesimlerinde yayılım gösteren Ergene formasyonu en iyi mostra Yağcı Köyü kuzeybatısında vermektedir. Ayrıca yine Yağcı Köyü kuzeyindeki Killik Mevkii ve Teknetarla Tepesi civarında yayılım göstermektedir. Tekirdağ-Hayrabolu Yolu'nun Yağcı Köyü sapağını geçtikten sonra birimin yayılım alanı başlamaktadır.

Ergene formasyonunun yaşını **Umut vd. (1984**) zengin omurgalı faunasına göre Üst Miyosen, **Saraç (1987)** formasyonun içindeki memeli faunası varlığına göre Orta-Üst Miyosen olarak vermiştir. Önceki çalışmalara ve kayatürü ilişkilerine bakılarak birimin yaşı Orta-Üst Miyosen olarak kabul edilmiştir.

Ergene formasyonu gevşek tutturulmuş çakıltaşı, kumtaşı ve kiltaşlarından oluşan, sarı, açık kahverengimsi, kırmızımsı renklerde gözenekli, orta-iyi boylanmalı ve çapraz katmanlı oldukça gevşek malzemeden oluşmuştur (Şekil 3.16).



**Şekil 3.16** Yağcı Köyü yakınlarında, Ergene formasyonuna ait çakıl ve kum seviyelerinin görünümü. (Bakış yönü; G'den K'ye doğru).

Birimin içinde bol miktarda bitki ve omurgalı fosili bulundurması akarsu ve göl ortamı çökelleri olduğunu göstermektedir. Bölgedeki birimleri uyumsuz olarak örten formasyonu inceleme alanının küçük bir bölümünde Karatepe Bazaltları örtmektedir. Diğer bölgelerde alüvyon tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir.

### 3.5.4 Karatepe Bazaltı (Tkb)

İlk defa **Umut vd. (1983)** tarafından Çorlu'nun güney batısında bulunan Karatepe'de incelenerek Karatepe Bazaltı olarak adlandırılmıştır. İnceleme alanında Yağcı Köyü'nün kuzeyinde bulunan Karacamurat Çiftliği'ne giden toprak yol boyunca mostra vermektedirler (Şekil 3.17). Buradaki bazaltlar geçmiş yıllarda taş ocağı olarak işletilmiş olduğu için ''Taş Ocakları'' adıyla da yerli halk tarafından adlandırılmaktadır.

Üst Miyosen yaşlı Karatepe Bazaltları akıntı lavlar şeklinde olup olivin-ojit bazalt olarak sınıflandırılmışlardır. Siyah olivinli alkali bazalttan oluşan birimin sütünsal ve tabakalı görünümlü yapısı hemen göze çarpmaktadır. Koyu gri, koyu bej ve siyah renkteki bazalt; gözenekli, altere ve çatlaklı yapısıyla da belirgindir.



**Şekil 3.17** Karatepe Bazaltlarının görünümleri (Yağcı Köyü-Karacamurat Çiftliği). (Bakış yönü; B'dan D'ya doğru).

Yağcı Köyü kuzeyindeki Karacamurat Çiftliği yakınındaki eski taş ocağından alınan bazalt numunesinden (Şekil 3.17) İ.T.Ü. Maden Fakültesi Kaya Mekaniği Laboratuvarı'nda ince kesit yaptırılarak mikroskop altındaki görünümü incelenmiş ve saptanan özellikleri üç nolu kesit başlığında açıklanmış olup Şekil 3.18 ile gösterilmiştir.

Tekirdağ çevresinde dağınık halde küçük volkan bacaları şeklinde yayılmış olan bazaltların başlıca gözlemlenebildiği yerler; Çorlu'nun güney batısı, Malkara'nın batı bölgeleri, Tekirdağ-Malkara ve Tekirdağ-Hayrabolu yolu boyunca çeşitli mevkilerde gözlenebilmektedirler. İnceleme alanında ise sadece Yağcı Köyü'nün kuzeyinde bulunan Karacamurat Çiftliği'nde yer almaktadırlar.

Karatepe Bazaltı Tekirdağ-Çorlu arasındaki bölgede Danişmen Formasyonu'nun üzerinde uyumsuzlukla yer almaktadır. Korudağ çevresinde görülen bazaltlar, Geç Miyosen yaştaki Ergene formasyonuna ait kumtaşları ve çakıltaşlarının üzerinde bulunurlar **(Şentürk vd., 1998; Okay vd., 2002).** Muratlı ilçesi güneyinde ise, üzerlerine Ergene formasyonu'na ait kumtaşları gelmektedir. Bu tespitler bize Karatepe Bazaltının Ergene Formasyonu'nun klastikleri arasında yer aldığını göstermektedir. Bazaltların yaklaşık kalınlıkları 50 metre olarak hesaplanmıştır.

Bölgedeki bazaltlardan Tekirdağ çevresindekiler Miyosen-Pliyosen yaşlarında, Keşan çevresindekiler Pliyo-Kuvaterner olarak yaşlandırılmışlardır **(Umut vd., 1983).** Çorlu Karatepe'deki bazaltlarda yapılan çalışmada Geç Miyosen yaşı tespit edilmiştir **(Sümengen vd., 1987).** Radyometrik yöntemler kullanılarak yapılan yaş tayinlerinde Üst Miyosen yaşları bulunmuştur **(Ercan vd. 1998).**

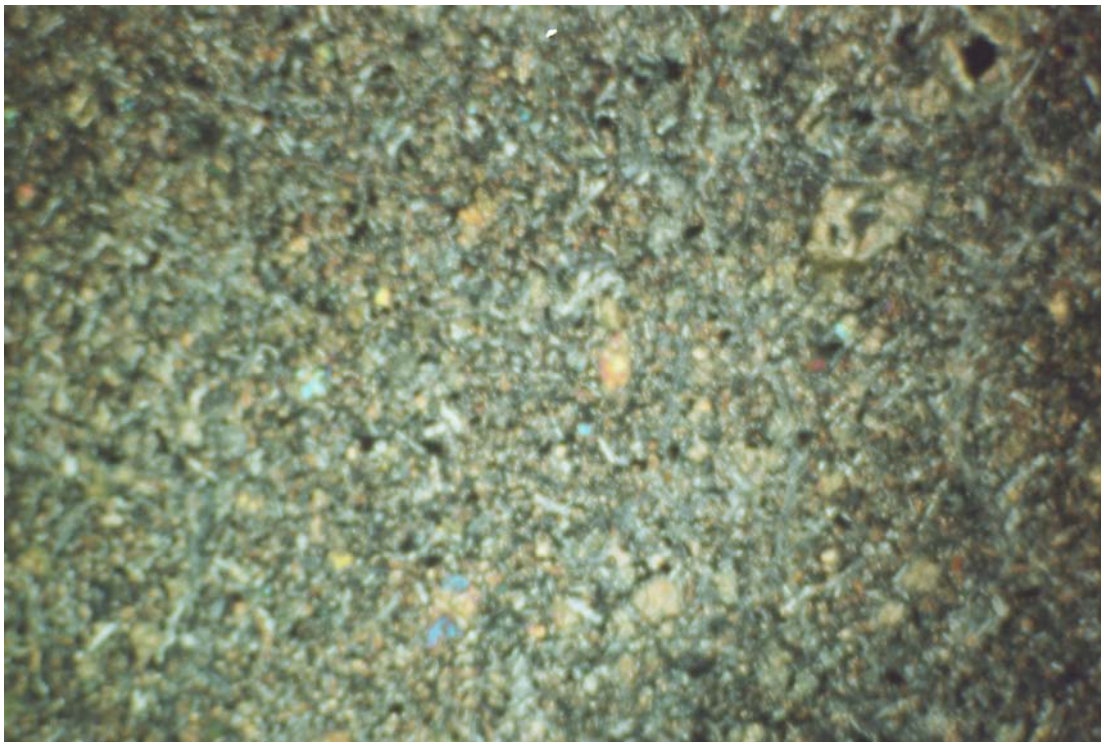
Bölgede yer alan lavlar olivin-ojit bazalt olarak sınıflandırılmışlardır. Siyah olivinli alkali bazalttan oluşan birimin içinde yumruk büyüklüğünde peridodit ksenoidleri bulunur **(Esenli, 1999).** Sütün yapısına sahip olan bazaltlar lav akıntısı şeklinde olup eski kırık hatları üzerinde gelişmişlerdir.

**Kesit-3**

Yağcı Köyü kuzeyinde yer alan Karacamurat Çiftliği yakınlarında bulunan mostradan alınan bazalt numunesinden yaptırılan ince kesitin mikroskop altında görülen özellikleri aşağıda açıklanmıştır.

Mikrolitik porfirik dokulu olivinli bazalt. Olivinler çoğunlukla ayrışmış, plajioklas mikrolitleri kayaç içerisinde dağınık biçimde izlenmektedir. Opaklar çoğunlukla plajioklas mikrolitlerinden daha küçük boyutlarda, çok nadiren de iri boyutlarda görülmektedir. Kayaç içindeki boşluklar ağsı yapıda olup birbirine bağlantılıdır. Mikrolitler arasında piroksenlerde bulunmaktadır (Şekil 3.18).

İnceleme alanındaki Karatepe Bazaltı, Ergene formasyonunun klastiklerinin üzerinde durmaktadır.



**Şekil 3.18** Polarize ışıkta Karatepe Bazaltları'nın ince kesitte görünümleri (BüyütmeX80)(Kesit Yeri: Yağcı Köyü Kuzeyi, Karacamurat Çiftliği Civarı). (İri sarımsı kahve renkli taneler olivin, prizmatik-çubuksu olanlar plajioklas mikrolitleri ve ara boşluklar küçük boyutta piroksenlerle doldurulmuştur. Siyah renk: opaklar).

### 3.5.5 Alüvyon (Qa)

İnceleme alanında düzlükler ve dereler boyunca kil boyutundan çakıl boyutuna kadar tutturulmamış malzemeden oluşan Kuvaterner yaşlı alüvyon bulunmaktadır. Tekirdağ'ın batısında bulunan çevre yolu boyunca, Eşekçi Deresi, Koyaklar Deresi, Çobanpınar Deresi, Ovalar Deresi, Yemiş Dere, Köseoğlu Deresi ve Küpdere boyunca alüvyon izlenebilmektedir Ayrıca Tekirdağ'ın İstanbul tarafında kalan doğu kesiminde Kayı Deresi ve Dereağzı Dereleri boyunca taşkın ovası şeklinde sarımsı ve kahverengimsi renklerde alüvyon çökelleri ve onların oluşturduğu düzlükler bulunmaktadır. Eşekçi Deresi boyunca alüvyon çökelleri 30 m kalınlığa kadar ulaşmaktadır.

## 3.6 Yapısal Jeoloji

İnceleme alanının büyük bir kısmını kaplayan Üst Eosen, Oligosen ve Miyosen yaşlı birimler haritalanabilecek büyüklükte yapısal özellikler sunmazlar. İnceleme alanının Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun batı ucundaki Saroz-Gaziköy Fayı'na yakın olan bölümlerinde Yenimuhacır formasyonunun güney kesimlerinde kıvrımlanma ve

tabaka eğimlerinde artış görülmektedir. Çalışma alanı Kuzey Anadolu Fayı'nın batı ucu olan Saroz- Gaziköy Fayı'na yakın olmasına rağmen varsada, yapılan arazi çalışmalarında faylanma görülememiştir. İnceleme alanındaki birimlerin tabaka konumları yatay ve yataya yakındır. Yenimuhacır ve Danişmen fomasyonlarından alınan ölçüler $20^{o}$'yi geçmemektedir. İnceleme alanının kuzey kesiminde Karatepe Bazaltları ile Danişmen formasyonu dokanağında bir düşey atımlı fay tespit edilmiştir. Karatepe Bazaltı'nın bu fay kırığında yüzeylendiği söylenebilir.

### 3.7 Jeolojik Evrim

İnceleme alanının jeolojik evrimi Tersiyer Havzası'nın oluşumundan itibaren etkili olmuş olayların bir özeti olarak değerlendirmek ve ona göre anlatabilmek daha mümkündür. İnceleme alanının güneyinde kalan daha yaşlı birimler muhtemelen Tersiyer Denizi Transgresyonu'nun Alt-Orta Eosen'de bölgeyi kaplamasıyla oluşan ortamda çökelmişlerdir (Sümengen vd 1987). Orta-Üst Eosen'de Gaziköy formasyonu, Üst Eosen'de Korudağ ve Keşan formasyonu birimleri oluşmuştur. İnceleme alanının temelini oluşturan ve alt seviyelerinde ince taneli klastiklerden oluşan, üst seviyelerine çıkıldıkça tane boyutu irileşmekte olan Üst Eosen yaşlı Yenimuhacır formasyonunun oluşumu esnasında ortamda regresyonun etkili olmaya başladığı anlaşılmaktadır. Orta-Üst Oligosen'de bölgede regresyon daha da ilerleyerek ortam sığ denizelden karasal yapıya geçmiş ve içinde bitki ve omugalı fosilleri ile linyit seviyeleri bulunan akarsu, göl ve bataklık ortamında çökelmiş olan Danişmen formasyonu hakim birim olmuştur. Üst Oligosen sonları ile Alt Miyosen başlarında bölge yükselmiş ve etkili bir aşınma dönemi başlamıştır. Bu aşınmanın sonucunda çökel istifin önemli bir bölümü yok olmuştur. Orta Miyosen başlarında özellikle bölgenin güney kısımlarını etkileyen kuvvetli bir tektonizma faaliyete geçmiştir. İnceleme alanında çok az bir kısmı yeralan Yenimuhacır formasyonunun Kuzey Anadolu Fayı'nın batı ucundaki uzantısı olan Saroz-Gaziköy Fayı'na yakın olan kısımları bu tektonizmadan etkilenerek kıvrımlanmış ve eğik tabakalar oluşturmuştur. Regresyonun sonucunda inceleme alanında karasal ortam oluşmuş ve kalınlığı 200 metreyi geçen kaba ve ince taneli Orta-Üst Miyosen yaşlı Ergene formasyonu çökelmiştir. Ayrıca Üst Miyosen'de bölgede zaman zaman etkili olan volkanizma inceleme alanının bir bölümünü de kaplamış ve akma lavlar şeklinde olan ve alkali bazalt özelliğini taşıyan Karatepe Bazaltı eski kırıklar boyunca yayılarak çökellerin üstünü örtmüştür. Daha sonraki genç tektonik hareketlerle ve

Kuvaterner alüvyonunun klastiklerinin yerleşmesi sonucu havza bugünkü konumunu almıştır.

### 3.8 Ekonomik Jeoloji

Gelişmekte olan ülkemizin enerji ihtiyacı fazladır. Bu nedenle enerji kaynaklarımızın değerlendirilmesi ve ekonomiye kazandırılması önemlidir. İnceleme alanında Danişmen Formasyonu içinde çeşitli seviyelerde linyit tabakaları bulunmaktadır. İnceleme alanı sınırları içinde sadece Nusratlı Köyü'nün doğusunda çalışır durumda bir adet kapalı ocak şeklinde kömür işletmesi mevcuttur (Şekil 3.19). Yapılan yüzyüze görüşmede 90m derinlikte, 60cm tabaka kalınlığı bulunan linyitten üretim yapıldığı öğrenilmiştir.



**Şekil 3.19** Nusratlı Köyü doğusunda bulunan linyit ocağının görünümü.

Ayrıca Tekirdağ çevresinde ve Yağcı Köyü yakınlarında birçok terkedilmiş linyit ocağı bulunmaktadır. İnceleme alanındaki bu linyit sahalarının belirlenip günümüz teknolojisi kullanılarak tekrar ülke ekonomisine kazandırılması gereklidir.

İnceleme alanındaki Danişmen formasyonunun ekonomik açıdan diğer bir önemi de bünyesinde bulunan metan gazıdır. Özellikle Yağcı Köyü'nün doğu kesimlerinde

formasyonun birimleri içinde özel bir gaz şirketi tarafından açılmış 30 kadar kuyu mevcuttur (Şekil 3.20). Danişmen formasyonunun çeşitli seviyelerinden çıkartılan gaz çevrede bulunan işletmelere dağıtımı yapılarak ekonomik getiri sağlanmaktadır.



**Şekil 3.20** Yağcı Köyü doğusundaki metan gazı kuyularının sahada yayılışı.

Formasyonun yayılım gösterdiği Nusratlı Köyü ve civarında açılmış gaz kuyusu bulunmamaktadır. Gerekli araştırmaların yapılarak Danişmen formasyonunun bulunduğu diğer alanların gaz potansiyelinin araştırılıp uygun olanların enerji ihtiyacını ithal ederek karşılamakta olan ülkemizin ekonomisine kazandırılması faydalı olacaktır.

İnceleme alanındaki Yenimuhacir formasyonunun killeri bölgedeki fabrikalarda tuğla ve kiremit üretiminde kullanılmaktadır. Özellikle Naip Köyü yakınlarındaki ocaklardan çıkarılan killer hemen yakındaki fabrikalara taşınarak üretim yapılmaktadır (Şekil 3.21). İnceleme alanındaki Yenimuhacir formasyonuna ait killerde bu amaca yönelik kullanılabilir.

Ayrıca inceleme alanında bulunan Karatepe Bazaltı'na ait kayaçların işletilmesine yönelik önceki yıllarda açılmış ocaklar mevcuttur. Sonraki yıllarda inşaatlarda kullanılan malzemelerin farklılaşması sebebiyle ocaklar terkedilmiştir.



**Şekil 3.21** Naip Köyü yakınlarında Yenimuhacır formasyonu içindeki kil ocağı. (Bakış yönü; B'dan D'ya doğru).

Ancak günümüzde çeşitli boyutlara parçalanarak yapı malzemesi ve çevre duvarı yapımı amacıyla kullanımı yaygınlaşan bazaltların tekrar işletilmesi düşünülebilir.

Dolgu ve tesviye malzemesi sağlamak amacıyla inceleme alanındaki Danişmen formasyonu ve Ergene formasyonu bünyesindeki kumlu ve çakıllı seviyeler işletilmektedir.

# 4 HİDROJEOLOJİ

İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı Uygulamalı Jeoloji Mühendisliği Programında yapılan bu tez çalışması için, 2006 Eylül ve Ekim aylarında yapılan arazi çalışmaları sonucunda inceleme alanındaki su kaynaklarından toplanan örneklerin analiz sonuçları bu bölümde sunulmuştur. Bu verilerin ışığında Nusratlı-Yağcı-Tekirdağ arasındaki bölgeyi kapsayan inceleme alanındaki su kaynaklarının Jeolojik ve Jeokimyasal açıdan özellikleri belirlenmeye çalışılmış ve bu kaynakların birbirleriyle olan ilişkileri karşılaştırmalı olarak saptanmaya çalışılmıştır. Bu amaç doğrultusunda inceleme alanında bulunan su kaynaklarının tektonizma ve volkanizma ile olan ilişkileri de araştırılmıştır.

## 4.1 Hidroloji

Doğada su sürekli dolaşım halinde bulunmaktadır. Bu dolaşım sırasında yağışlarla yeryüzüne gelen suların bir bölümü yeraltına sızarak değişik ortamlarda yeraltı suyunu oluştururken, bir bölümü de doğrudan akışa geçerek yüzey sularını oluşturmaktadır. Yağışın buharlaşma, akış ve sızıntı şeklindeki bu dolaşımına hidrolojik dolaşım denir.

Nusratlı – Yağcı – Tekirdağ arasındaki bölgeden oluşan inceleme alanının hidrolojik özelliğinin saptanabilmesi amacıyla mevcut drenaj ağını oluşturan akarsu, kuru dereler, kaynak ve kuyuların özellikleri hakkında bu bölümde bilgi verilmektedir. Yapılan hidrojeoloji haritasında kaynak, kuyu, dere ve kuru derelerin yerleri işaretlenmiştir (Ek-2).

### 4.1.1 Akarsu ve Kuru Dereler

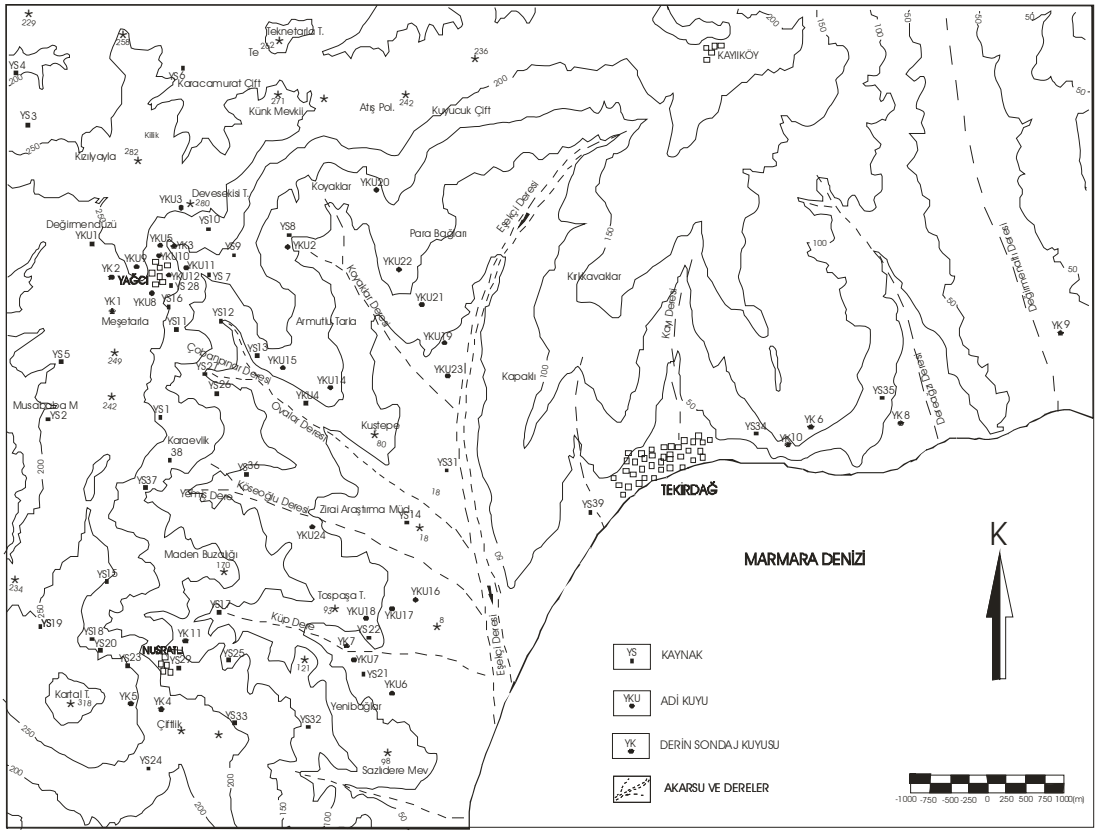
İnceleme alanında bulunan en büyük dere, Kuzey-Güney yönünde akan Eşekçi deresidir. Bu büyük dereyi ikincil olarak Koyaklar Deresi, Çobanpınar Deresi, Ovalar Deresi, Yemiş Dere, Köseoğlu Deresi ve Küpdere beslemektedir. Ayrıca Tekirdağ'ın İstanbul tarafında kalan doğu kesiminde Kayı Deresi ve Dereağzı Deresi kuzey-güney yönünde akmaktadır.

### 4.1.2 Su Noktaları

İnceleme alanının Tekirdağ il merkezinin çok yakınında olmasından ve bölgedeki su kaynaklarının Marmara Denizi'nin Tekirdağ sahillerine karışmasından dolayı ayrı bir öneme sahiptir. İnceleme alanında yer alan su kaynaklarının lokasyonları ve nitelikleri bu bölümde açıklanmıştır.

#### 4.1.2.1 Kaynaklar

İnceleme alanının içinde düşük debili birçok kaynak bulunmaktadır. İnceleme alanının Yağcı Köyü yakınlarındaki 20 adet kaynaktan, Nusratlı Köyü yakınlarında bulunan 13 adet kaynaktan ve Tekirdağ İli civarındaki 5 kaynaktan su örnekleri alınıp laboratuvarda analizleri yapılmıştır (Ek-2), (Şekil 4.1, Şekil 4.2, Çizelge 4.1). Ayrıca inceleme alanındaki kaynakların arazideki çeşitli ölçüm değerlerine bakılarak bir örnekleme yapılmış ve bölgenin tamamını temsil edecek 7 adet (YS23, YS28, YS31, YS34, YS35, YS36, YS39) kaynaktan alınan su numuneleri, Kanada'ya ACME ANALYTICAL LABORATORIES LTD.'e gönderilip jeokimyasal analizleri yaptırılıp ayrıntılı şekilde incelenmiştir.




**Şekil 4.1** İnceleme alanında yer alan su noktaları.

**Çizelge 4.1** İnceleme alanında yer alan kaynaklar.

| Su Noktası | Kotu (m) | Koordinat (UTM) | Debi(Q) ( l/sn) |
|---|---|---|---|
| **YS1** | 205 | 0536968-4537189 | 0,050 |
| **YS2** | 206 | 0535548-4537232 | 0,043 |
| **YS3** | 226 | 0535250-4540962 | 0,2 |
| **YS4** | 184 | 0535019-4541624 | 0,045 |
| **YS5** | 200 | 0535686-4537918 | 0,28 |
| **YS6** | 212 | 0537258-4541727 | 0,26 |
| **YS7** | 146 | 0537593-4539024 | 0,14 |
| **YS8** | 91 | 0538798-4539513 | 0,25 |
| **YS9** | 192 | 0537880-4539401 | 0,007 |
| **YS10** | 232 | 0537678-4539676 | 0,09 |
| **YS11** | 170 | 0537174-4538361 | 0,007 |
| **YS12** | 104 | 0537786-4538511 | 0,125 |
| **YS13** | 87 | 0538077-4538044 | 0,016 |
| **YS14** | 24 | 0540218-4535923 | 0,066 |
| **YS15** | 240 | 0536383-4535130 | 0,004 |
| **YS16** | 193 | 0537041-4538675 | 0,005 |
| **YS17** | 81 | 0537761-4534696 | 0,05 |
| **YS18** | 228 | 0536115-4534410 | 0,03 |
| **YS19** | 262 | 0535480-4534570 | 0,04 |
| **YS20** | 239 | 0536331-4534314 | 0,045 |
| **YS21** | 40 | 0539544-4533916 | 0,1 |
| **YS22** | 36 | 0539620-4534227 | 0,16 |
| **YS23** | 250 | 0536667-4534053 | 0,007 |
| **YS24** | 222 | 0536847-4532724 | 0,07 |
| **YS25** | 143 | 0537875-4534115 | 0,076 |
| **YS26** | 153 | 0537257-4537536 | 0,076 |
| **YS27** | 110 | 0537425-4537792 | 0,05 |
| **YS28** | 214 | 0537039-4538927 | 0,02 |
| **YS29** | 167 | 0537236-4534059 | 0,33 |
| **YS31** | 22 | 0540656-4536526 | 0,1 |
| **YS32** | 121 | 0538912-4533300 | 0,025 |
| **YS33** | 182 | 0537939-4533341 | 0,66 |
| **YS34** | 80 | 0544745-4537078 | 0,14 |
| **YS35** | 71 | 0546298-4537576 | 0,2 |
| **YS36** | 94 | 0538036-4536555 | 0,050 |
| **YS37** | 180 | 0536854-4536418 | 0,047 |
| **YS38** | 154 | 0537120-4536598 | 0,16 |
| **YS39** | 25 | 0542451-4536055 | 0,125 |

#### 4.1.2.2 Adi Kuyular

İnceleme alanında bulunan toplam 23 adet adi kuyuda ölçüm yapılmıştır. Bu kuyuların 13'ü Yağcı Köyü'nden, 3'ü Nusratlı Köyü'nden ve 7 taneside Tekirdağ İli civarındandır. İnceleme alanında bulunan adi kuyular büyük bölümü sulama amaçlı olup Yağcı Köyü içinde bulunanlar evlerdede kullanılmaktadır. İnceleme alanındaki adi kuyuların derinlikleri iki tanesi dışında (YKU2 ve YKU20) 2-10 m arasında değişmektedir. Bu kuyularda ölçülen statik su seviyeleri yardımı ile (Çizelge 4.2) yeraltısuyu akış eğrileri çizilmiş ve hidrolik eğimleri hesaplanmıştır (EK-2). Ayrıca inceleme alanındaki 3 adet (YKU3, YKU11, YKU17) kuyudan su örneği ANALYTICAL LABORATORIES LTD.'e gönderilerek jeokimyasal analiz yaptırılmış ve ayrıntılı şekilde incelenmiştir. Arazi çalışmaları sırasında tespit edilen adi kuyuların yerleri (Şekil 4.1, Şekil 4.3, Çizelge 4.2) hidrojeolojik (EK-2) haritaya işlenmiştir.

**Çizelge 4.2** İnceleme alanında yer alan adi kuyular.

| Kuyu | Koordinat (UTM) | Kuyu Ağız Kotu (m) | Statik Su Seviyesi (cm) |
|---|---|---|---|
| **YKU1** | 0536056-4539438 | 242 | 575 |
| **YKU2** | 0538798-4539513 | 105 | 60 |
| **YKU3** | 0537240-4539941 | 263 | 650 |
| **YKU4** | 0538822-4537394 | 67 | 640 |
| **YKU5** | 0536947-4539192 | 216 | 845 |
| **YKU6** | 0539770-4533892 | 31 | 250 |
| **YKU7** | 0539614-4534034 | 30 | 350 |
| **YKU8** | 0537039-4538927 | 218 | 500 |
| **YKU9** | 0536755-4539014 | 245 | 1085 |
| **YKU10** | 0536938-4539149 | 224 | 600 |
| **YKU11** | 0537305-4539057 | 193 | 480 |
| **YKU12** | 0537071-4538997 | 212 | 575 |
| **YKU14** | 0539121-4537653 | 111 | 1130 |
| **YKU15** | 0538536-4537928 | 123 | 730 |
| **YKU16** | 0540305-4534932 | 10 | 590 |
| **YKU17** | 0539978-4534798 | 40 | 545 |
| **YKU18** | 0539656-4534710 | 61 | 910 |
| **YKU19** | 0540639-4538270 | 50 | 900 |
| **YKU20** | 0539807-4540140 | 139 | 170 |
| **YKU21** | 0540335-4538668 | 75 | 220 |
| **YKU22** | 0540222-4538907 | 100 | 200 |
| **YKU23** | 0540546-4537867 | 26 | 290 |
| **YKU24** | 0538981-4535721 | 50 | 1010 |

#### 4.1.2.3 Derin Sondaj Kuyuları

İnceleme alanında çok sayıda derin sondaj kuyusu bulunmasına rağmen en önemli ve kullanımı yaygın olanlar üzerinde çalışma yapılmıştır. Bu derin sondaj kuyuların iki tanesi (YK1, YK2) Yağcı Köyü'nün batı kısmında bulunmakta ve köyün içme suyunu temin etmektedir. Yağcı Köyü içinde bir adet içme ve sulama amaçlı kuyu (YK3) kullanılmaktadır. Yine Nusratlı Köyü'nün içme suyu ihtiyacını karşılayan iki adet kuyusu (YK4, YK5) bulunmaktadır. Bu kuyular köyün batı kesiminde açılmışlardır. Ayrıca Nusratlı Köyü içindede içme ve sulama amaçlı kullanılan, artezyen yapan bir kuyu bulunmaktadır (YK11). Nusratlı Köyü'nün doğu kesiminde sulama amaçlı kullanılan bir sondaj kuyusu daha mevcuttur (YK7). Tekirdağ İli'nin doğusunda, İstanbul Yolu boyunca dört adet derin sondaj kuyusu bulunmaktadır (YK6, YK8, YK9, YK10). Sulama amaçlı açılan bu kuyular gazlı su vermektedirler. Bu özelliklerinden dolayı diğer kuyularımızla değerlendirmesini yapacağımız bu sulara ileride değinilecektir. İnceleme alanında yer alan onbir adet sondaj kuyusundan (Şekil 4.1, Çizelge 4.3), (EK-2) biri gazlı olup beş adet kuyudan su örnekleri alınıp ANALYTICAL LABORATORIES LTD.'e gönderilerek jeokimyasal analizleri yaptırılmış ve ayrıntılı şekilde incelenmiştir.

**Çizelge 4.3** İnceleme alanında yer alan derin sondaj kuyuları.

| Derin Sondaj Kuyusu | Kotu (m) | Koordinat (UTM) | Statik Su Seviyesi (m) |
|---|---|---|---|
| **YK1** | 231 | 0536367-4538578 | _ |
| **YK2** | 240 | 0536361-4539000 | 26,5 |
| **YK3** | 215 | 0536994-4539189 | _ |
| **YK4** | 220 | 0537023-4533488 | 1 |
| **YK5** | 261 | 0536573-4533557 | 4,4 |
| **YK6** | 116 | 0545432-4537124 | 115 |
| **YK7** | 30 | 0539614-4534034 | 3,5 |
| **YK8** | 41 | 0546592-4537229 | 40 |
| **YK9** | 12 | 0548715-4538170 | 1 |
| **YK10** | 79 | 0545032-4536998 | 90 |
| **YK11** | 139 | 0537232-4534296 | 1 |



**Şekil 4.2** Yağcı Köyü Yakınlarındaki Kar Çeşme Kaynağı (YS10).



**Şekil 4.3** Enver Turan Kuyusu, Devesekisi Mevkii (YKU3).

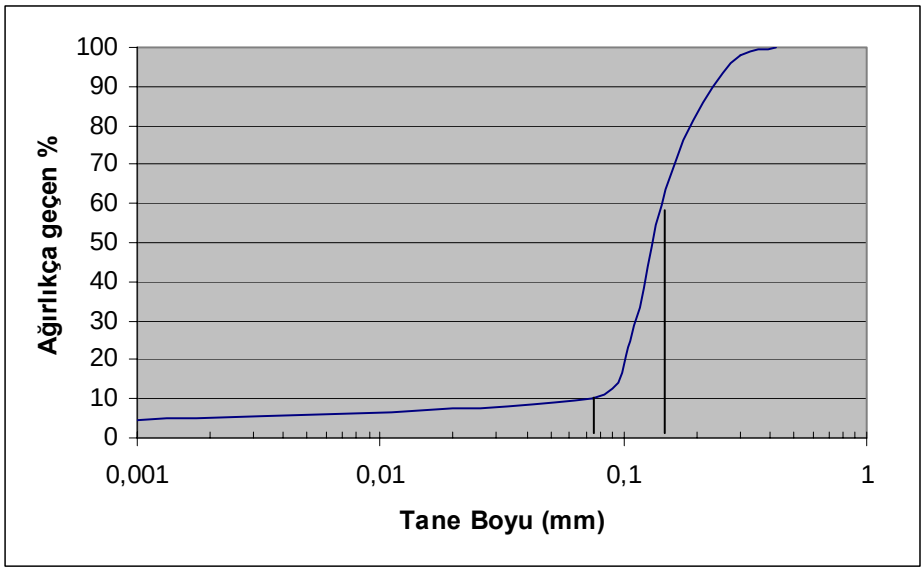
## 4.2 Hidrojeolojik Ortamlar

İnceleme alanı içersinde litolojik ve yapısal özellikleri açısından ayrıntılı olarak ele alınan tüm birimler, boşluk bulundurma, boşlukların boyutları, boşluklar arası ilişkiler ve bu ilişkilerin derecesi gibi yeraltı suyu geçirebilme ve iletebilme kapasitelerini belirten özelliklerine göre farklı hidrojeolojik özelliklere sahip olan ortamlara ayrılmıştır. Bu hidrojeolojik ortamlar geçirimli kaya ortam, geçirimli taneli ortam, yerel geçirimli ortam ve geçirimsiz ortam olarak dört farklı grupta incelenmiştir. Ayrıca bu ortamlar, aralarındaki konum ve geometrik bulunuş şekillerine göre varlığı belirlenen su taşırlar (akifer) türündeki hidrojeolojik ortamın belli başlı özellikleri bakımından da bu bölümde ele alınmıştır.

### 4.2.1 Geçirimli Taneli Ortam (Gçt)

İnceleme alanında yer alan ve 1/50000 ölçekli jeolojik haritada (EK-1) Te olarak gösterilen, Orta-Üst Miyosen yaşlı gevşek tutturulmuş kumtaşı, çakıltaşı ve kiltaşının ardalanmasından oluşan ve inceleme alanı genelinde çakıltaşı ve kumtaşı boyutunda malzemenin ağırlıklı olduğu birimlerin oluşturduğu Ergene formasyonu geçirimli taneli ortam olarak tanımlanmış ve hidrojeoloji haritasında (EK-2) Gçt olarak ifade edilmiştir.

Yağcı Köyü'nün kuzey kesimlerindeki Ergene formasyonuna ait ince taneli birimlerden alınan örnek üzerinde elek analizi yapılmış ve elde edilen sonuçlarla granülometri eğrisi oluşturulmuştur (Şekil 4.4).




**Şekil 4.4** Granülometri eğrisi, $d_{10}$ ve $d_{60}$ değerleri.

Yapılan bu hesaplamalar sonucunda permeabilite 7.E-5 m/sn (6 m/gün) olarak bulunmuştur. Örneğin birimin ince taneli kesiminden alındığı göz önüne alınırsa birim geçirimli taneli ortam olarak kabul edilebilir. Ayrıca Çorlu civarındaki Ergene formasyonuna ait birimler üzerinde yapılan deneylerde permeabilite 3.E-3 m/sn olarak bulunmuştur **(Arkoç, 2005).**

İnceleme alanı içersinde yer alan Kuvaterner yaşlı alüvyon örtü geçirimli taneli ortam olarak isimlendirilmiştir. İnceleme alanının taban kısımlarında 30 metreye varan kalınlığa ulaşabilen alüvyon jeoloji haritasında ‘‘Qa’’olarak simgelenmiştir (EK-1). İnceleme alanındaki alüvyonla ilgili veri olmadığından potansiyeli tam olarak belirlenememiştir.

Ortam geçirimlilik özelliği; esas olarak çimentosuz, gevşek ve serbest halde olan malzemenin elemanları arasındaki, taneler arası boşlukların açık ve bağlantısız olmasıyla kazanmıştır. Boşluklar arasının silt ve kil gibi malzeme ile doldurulmasına bağlı olarak ortamın su geçirme özelliğinde değişiklikler gözlenebilir. Çimentolanma göstermeyen, dağılgan karakterli, taneler arası boşluk boyutunun geniş olduğu bu dolgu malzemelerinin litolojik özellikleri açısından geçirimli taneli ortam olarak nitelendirilir.

Hidrojeoloji haritasında (EK-2) Gçt olarak temsil edilen geçirimli taneli ortam; sahip oldukları yüksek geçirimlilik, iletimlilik ve depolama katsayıları nedeniyle de ekonomik olarak yer altı suyu sağlamak için birinci dereceden bulunması istenen hidrojeolojik ortamlardır. İnceleme alanının içersindeki bu geçirimli taneli ortam yaklaşık 17 $km^2$ lik bir alan kaplamaktadır. İnceleme alanındaki ovaların bulunduğu bölgeler çakıl, kum, silt ve bunların aralarındaki kilden oluşmaktadır.

### 4.2.2 Geçirimli Kaya Ortam (Gçk)

İnceleme alanında bulunan yaklaşık 1 $km^2$ lik alanda mostra veren Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı Karatepe Bazaltları Gçk olarak değerlendirilmiştir. Çatlaklı blokları ve altere olmuş, ayrışmış kısımları ile yer yer gözenekli kısımları sebebiyle geçirimli kaya ortam olarak kabul edilmiştir. İnceleme alanını kapsayan jeolojik haritada (EK-1) Tkb olarak adlandırılan birimim yaklaşık kalınlığı 50 m civarında olup hidrojeolojik haritada (EK-2) Gçk olarak simgelenmiştir.

### 4.2.3 Yerel Geçirimli Ortam (Ygç)

İnceleme alanında bulunan Orta-Üst Oligosen yaşlı ekonomik kömür seviyeleri içeren, kiltaşı, kumtaşı ve silttaşı ardalanmaları ve bunların arasında yer yer çakıltaşı kamalanmaları gösteren Danişmen formasyonu (Td) yerel geçirimli ortam (Ygç) olarak adlandırılmıştır.

Danişmen formasyonu içinde açılmış olan YK2 kuyusunda yapılan ölçümlerde Özgül Debi 0,048 l/sn/m ve hidrolik iletkenlik (permeability) 4.E-7 m/sn (3,5.E-2 m/gün) olduğundan IAH(Uluslarası Hidrojeologlar Birliği) 1979 sınıflamasına göre çok zayıf akifer niteliğindedir. Yine TPAO tarafından Muratlı yakınlarında aynı formasyonda yapılan deneylerde permeabilite 7-8,6.E-6 m/sn olarak bulunmuştur. Bu değerde bizim hesaplarımızı desteklemektedir.

Formasyonun içerisinde çakıltaşı ve kumtaşı litolojisinin hakim olduğu bölgelerde akifer özelliği iyi olan birimin ince taneli kumtaşları ve kilin hakim olduğu bölgelerde bu özelliğini kaybettiği gözlenmektedir. İnceleme alanı jeoloji haritasında (EK-1) Td olarak gösterilen birim bölgenin hidrojeoloji haritasında (EK-2) Ygç olarak simgelenmiştir.

İnceleme alanında yerel geçirimli ortam olarak adlandırılan ortam yaklaşık 60 $km^2$ lik bir alanı kapsamaktadır.

### 4.2.4 Geçirimsiz Ortam (Gz)

İnceleme alanındaki Üst Eosen yaşlı birimlerden oluşan ve litolojisinde ince taneli ve ince tabakalı kumtaşı, masif çamurtaşı ardalanması ve kumlu, çakıllı kanal dolgusu çökellerinden oluşan Yenimuhacir formasyonu geçirimsiz ortam olarak adlandırımıştır. Özellikle kil katmanlarının büyük ölçeklerde yaygınlık göstermesi birimin geçirimsiz hale gelmesini sağlamıştır. İnceleme alanında su noktası tespit edilemeyen birim yaklaşık olarak 2 $km^2$ lik alanda yayılım göstermektedir. İnceleme alanının jeoloji haritasında (EK-1) Ty olarak gösterilen birim hidrojeoloji haritasında (EK-2) Gz olarak gösterilmiştir.

### 4.2.5 Yeraltısuyunun Akış Yönü ve Hidrolik Eğimi

İnceleme alanında yer alan kaynaklar (Çizelge 4.1) ve adi kuyularda (Çizelge 4.2) ölçülen yer altı su seviyesi derinlikleri ve kuyuların ağız kotları baz alınarak eş yeraltı su düzeyi eğrilerine dik olarak çizilen oklarla yeraltı suyu akış yönünün GD'ya doğru olduğu belirlenmiştir. Eş yeraltı su seviyesi eğrilerinin sıklıklarına bakılarak farklı geçirimlilik niteliği taşıyan bölgeler saptanmıştır. Buna göre çalışma alanının büyük kısmını kaplayan Orta-Üst Oligosen yaşlı kumtaşı, kiltaşı ve yer yer kama şeklinde çakıltaşı içeren Danişmen formasyonu baz alınarak yapılan ölçümlerde hidrolik eğimin 1/37,5-1/50 değerleri arasında değiştiğini göstermektedir. Görüldüğü gibi Yağcı Köyü civarında geçirimlilik daha yüksek değerlerde olup, Tekirdağ istikametinde ise taban arazi ve alüvyon bölgelerinde kil seviyelerinin artmasından dolayı azalmaktadır. Bu da bize yeraltı suyu akış yönünde (GD) geçirimliliğin azaldığını göstermektedir. Tüm bu değerlere bakılarak Danişmen formasyonunun killi seviyelerinde geçirimliliğin azaldığı, tane boyunun artığı ve kumtaşlarının bulunduğu bölgelerde geçirimliliğin artmakta olduğu bilgisini vermektedir. Bunun yanı sıra Danişmen formasyonunun killi seviyelerinden dolayı eş yeraltı suyu seviyeleri doğru olarak çizilememektedir. Bu yüzden de yeraltı suyu eğrileri harita üzerinde gerçeği tam olarak yansıtamamaktadır.

## 4.3 Su Kimyası

Nusratlı-Yağcı-Tekirdağ Arasında Kalan Bölgenin Hidrojeolojisi'nin araştırılmasını kapsayan bu tez çalışması sonucunda toplanan su örneklerinin analiz sonuçları ile daha önceden yapılmış olan çalışmalar birlikte değerlendirilmiştir. Bu bölümde kaynaklar, adi kuyular ve derin sondaj kuyuları ayrı ayrı alt bölümler halinde anlatılmıştır.

### 4.3.1 Kaynaklar

Arazi çalışmaları sırasında tespit edilen su kaynaklarının yerleri hidrojeolojik haritaya (EK-2) işlenmiştir. İnceleme alanında tespit edilen 38 kaynaktaki (Çizelge 4.4) suların arazide ölçümleri yapılmıştır. Bu kaynaklardan alınan örnekler üzerinde İTÜ Maden Fakültesi Hidrojeoloji Laboratuarında ana anyon ($Cl^-$) (Çizelge 4.5) otomatik titrasyon cihazı kullanılarak ölçülmüştür. Klorun konservatif ve bileşiğe girmemesinden dolayı test sonuçlarını karşılaştırmak amacıyla ölçüm yapılmıştır.

Ayrıca inceleme alanındaki Nusratlı Köyü sınırları içinde kalan YS23, Yağcı Köyü sınırları içindeki YS28, YS36 ve Tekirdağ yerleşim alanında kalan YS31, YS34, YS35, YS39 kaynaklarından alınan örnekler, Kanada da ACME ANALYTICAL LABORATORIES LTD.'e gönderilip jeokimyasal analiz yaptırılmıştır (Çizelge 4.5, Çizelge 4.6, Çizelge 4.7). Yapılan ölçüm ve deneylerden elde edilen sonuçlar bu bölümde ayrıntılı şekilde değerlendirilmiştir.

İnceleme alanındaki kaynakların elektrik iletkenlik (EC) değerleri 593-1284 µS/cm arasında değişmektedir. İnceleme alanındaki kaynak sularının arazide yapılan ölçümlerinde pH= 7 olan nötr değerin üstünde pH değerlerine sahip olup 7,2-8,8 aralığındadır. Özellikle YS9, YS31 ve YS39 nolu kaynaklar oldukça bazik karakterdedirler. İnceleme alanındaki kaynakların bazik özelliklerinden dolayı yüzeye yakın derinliklerde hareket ettiği izlenimi vermektedir. YS31 ve YS39 nolu kaynakların gazlı sular oldukları için temas halinde oldukları gazın $H^+$ iyonu etkisiyle yüksek pH değerine eriştikleri düşünülebilir. Bölgedeki kaynak sularının karbonat değerleri temas ettikleri karbonatlı kayaçların erimesi sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu da bize yeraltısularının hareket ettiği ortamın özellikleri hakkında bilgi vermektedir. İnceleme alanındaki yeraltısularının sıcaklıklarına bakılacak olursa yine yüzeye yakın akıntı halinde olduklarını anlayabiliriz.

**Çizelege 4.4** İnceleme alanındaki kaynak sularının arazi ölçümleri.

| Özellikler / Kaynak No | Sıcaklık (T, $^{o}$C) | Elektrik İletkenlik (EC,µS/cm) | pH | Asidite (mmol/l) | Alkalinite (mmol/l) |
|---|---|---|---|---|---|
| **YS1** | 16,6 | 774 | 7,7 | 1,1 | 7,2 |
| **YS2** | 14,9 | 616 | 7,5 | 1,2 | 5,2 |
| **YS3** | 17 | 1050 | 7,6 | 0,3 | 6,5 |
| **YS4** | 18,7 | 984 | 7,5 | 1,2 | 6,5 |
| **YS5** | 14,8 | 876 | 7,4 | 1,5 | 5,3 |
| **YS6** | 15,1 | 670 | 7,6 | 1,1 | 5,3 |
| **YS7** | 15,7 | 810 | 7,4 | 1,3 | 6,1 |
| **YS8** | 15,2 | 1284 | 7,3 | 2,8 | 11,7 |
| **YS9** | 22,7 | 834 | 8,2 | 1,3 | 7,7 |
| **YS10** | 18,8 | 593 | 7,5 | 1,2 | 4,6 |
| **YS11** | 21,8 | 855 | 7,9 | 0,8 | 5,1 |
| **YS12** | 17,1 | 811 | 7,6 | 1,3 | 7,1 |
| **YS13** | 15,8 | 1063 | 7,4 | 2,2 | 11 |
| **YS14** | 15,6 | 1085 | 7,2 | 2,5 | 10,8 |
| **YS15** | 21 | 718 | 7,4 | 0,6 | 5,2 |
| **YS16** | 15,2 | 1076 | 7,5 | 1 | 7,8 |
| **YS17** | 16,4 | 894 | 7,5 | 1,6 | 8,5 |
| **YS18** | 16,7 | 770 | 7,3 | 1,7 | 6,7 |
| **YS19** | 16,7 | 685 | 7,4 | 0,9 | 5 |
| **YS20** | 16,3 | 738 | 7,2 | 1,7 | 6,4 |
| **YS21** | 17,2 | 1014 | 7,3 | 2,2 | 8,1 |
| **YS22** | 17,8 | 1110 | 7,2 | 2,3 | 9,4 |
| **YS23** | 18,5 | 600 | 7,7 | 1 | 5,9 |
| **YS24** | 16,1 | 714 | 7,4 | 1,3 | 6,5 |
| **YS25** | 15,9 | 755 | 7,9 | 0,8 | 6,5 |
| **YS26** | 16,5 | 890 | 7,7 | 1,8 | 7,3 |
| **YS27** | 16,3 | 1045 | 7,2 | 3 | 10,4 |
| **YS28** | 16,6 | 1110 | 7,7 | 1,5 | 6,9 |
| **YS29** | 13,6 | 885 | 7,2 | 1,6 | 5,1 |
| **YS31** | 19,2 | 980 | 8,8 | 0,5 | 8,3 |
| **YS32** | 18,1 | 966 | 7,6 | 1,4 | 6,3 |
| **YS33** | 15,8 | 704 | 7,6 | 1,3 | 5,2 |
| **YS34** | 16,8 | 1035 | 7,5 | 2,1 | 8,5 |
| **YS35** | 17,6 | 969 | 7,3 | 2,1 | 7,2 |
| **YS36** | 16,2 | 906 | 7,4 | 2 | 8,2 |
| **YS37** | 14,8 | 775 | 7,5 | 1,7 | 7,2 |
| **YS38** | 14,7 | 828 | 7,4 | 1,8 | 7,9 |
| **YS39** | 20 | 1252 | 8,6 | 0,8 | 9 |

**Çizelge 4.5** İnceleme alanındaki kaynaklardan alınan suların anyon içerikleri.

| Kaynak No / Konsantrasyon | YS23 | YS28 | YS31 | YS34 | YS35 | YS36 | YS39 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Cl** (mg/l)İTÜ | 18,6 | 68,4 | 85,6 | 28,3 | 23,4 | 22,1 | 155,5 |
| **Cl** (mg/l)ACME | 14 | 75 | 100 | 28 | 23 | 22 | 178 |
| **$HCO_3$** (mg/l) | 260 | 421 | 506,3 | 518,5 | 439,2 | 500,2 | 482 |
| **$SO_4$** (mg/l) | 36 | 90 | 0,5 | 141 | 132 | 54 | 0,5 |

**Çizelge 4.6** İnceleme alanındaki kaynaklardan alınan suların katyon içerikleri.

| Kaynak No / Konsantrasyon | YS23 | YS28 | YS31 | YS34 | YS35 | YS36 | YS39 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Ca** (mg/l) | 70,4 | 109,7 | 3,15 | 75,9 | 119,1 | 86,15 | 2,67 |
| **K** (mg/l) | 1,36 | 5,97 | 1,43 | 1,95 | 6,61 | 14,12 | 14,8 |
| **Mg** (mg/l) | 40 | 7,75 | 1 | 98,6 | 66,7 | 66,6 | 0,8 |
| **Na** (mg/l) | 21 | 53,4 | 284,3 | 52 | 34,8 | 50,9 | 329,8 |

İnceleme alanındaki kaynaklardaki suların analiz sonuçlarından, su-kayaç ilişkisini ortaya koymak için ana anyon ve katyon değerleri miliekivalan (mek) cinsinden hesaplanıp incelendiğinde, YS23, YS28 ve YS35 kaynaklarında baskın katyon $Ca^{+2}$, YS31 ve YS39 kaynaklarında baskın katyon Na, YS34 ve YS36 kaynaklarında ise Mg olduğu görülmektedir. Baskın anyonun ise tüm kaynaklarda $HCO_3^-$ olduğu görülmektedir. Yeraltısularının derine inildikçe $SO_4^{-2}$ miktarının arttığı literatür verilerinden bilinmektedir. İnceleme alnındaki suların $SO_4^{-2}$ değerlerine bakıldığında derine doğru süzülmenin olmadığıdır.

İnceleme alanındaki kaynak sularının minör element değerlerine göre arsenik çok düşük konsantrasyonlardadır. YS28, YS31 ve YS39 nolu kaynaklardaki bor elementinin yüksek değerlerde olduğu görülmektedir (Çizelge 4.7).

**Çizelge 4.7** İnceleme alanındaki kaynak sularının minör element içerikleri. (ppb – milyarda bir)

| Kaynak No / Elementler | YS23 | YS28 | YS31 | YS34 | YS35 | YS36 | YS39 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Al** | <1 | <1 | 3 | <1 | <1 | <1 | <1 |
| **As** | <0,5 | 1 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | 0,6 |
| **B** | 48 | 102 | 218 | 77 | 32 | 30 | 701 |
| **Ba** | 141,21 | 89,78 | 38,22 | 44,42 | 57,24 | 115,43 | 43,06 |
| **Br** | 94 | 222 | 367 | 178 | 168 | 122 | 673 |
| **Cd** | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| **Ce** | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| **Co** | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 |
| **Cr** | 16,4 | 20,5 | 24,4 | 23,6 | 20,9 | 22 | 26 |
| **Cs** | <0,01 | <0,01 | 0,03 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | 0,06 |
| **Cu** | 0,4 | 1 | 0,1 | 1,8 | 1,3 | 0,4 | 0,4 |
| **Fe** | 82 | 162 | 58 | 174 | 207 | 11 | 173 |
| **Ga** | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | 0,07 | 0,12 |
| **Ge** | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | 0,07 | <0,05 |
| **Hg** | 0,1 | <0,1 | 0,1 | 0,1 | <0,1 | <0,1 | 0,1 |
| **Ir** | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| **Li** | 18,6 | 24,6 | 17,4 | 16,9 | 16,7 | 25,6 | 18,5 |
| **Mn** | 1,12 | 4,78 | 3,76 | 10,8 | 16,9 | <0,05 | 7,03 |
| **Mo** | 0,6 | 0,2 | 0,4 | 0,9 | 0,5 | 0,3 | 0,2 |
| **Nb** | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| **Ni** | <0,2 | <0,2 | <0,2 | 0,7 | <0,2 | <0,2 | <0,2 |
| **P** | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 |
| **Pb** | 0,1 | 0,3 | 0,1 | 0,4 | 0,4 | 0,1 | 0,4 |
| **Rb** | 1,18 | 0,77 | 1,21 | 0,95 | 0,15 | 0,29 | 1,32 |
| **Rh** | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| **S** | 12 | 30 | <1 | 47 | 44 | 18 | <1 |
| **Sb** | <0,05 | <0,05 | 0,20 | <0,05 | 0,22 | 0,07 | 0,06 |
| **Sc** | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 |
| **Se** | 0,5 | 2,9 | 1,4 | 3,8 | 2,8 | 3,7 | 2,9 |
| **Si** | 9932 | 9594 | 6715 | 10645 | 12842 | 9741 | 7490 |
| **Sr** | 510,22 | 1042,6 | 106,91 | 1244,4 | 679,14 | 1131,1 | 112,90 |
| **Ti** | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| **U** | 1,06 | 3,30 | <0,02 | 6,18 | 1,82 | 4,21 | <0,02 |
| **V** | <0,2 | 0,6 | 0,3 | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,5 |
| **W** | <0,02 | <0,02 | 0,11 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | 0,13 |
| **Zn** | 2,9 | 4,8 | <0,5 | 10,7 | 14,3 | 0,7 | 3,7 |

### 4.3.2 Adi Kuyular

Arazi çalışmaları sırasında tespit edilen adi kuyuların yerleri hidrojeolojik haritaya (EK-2) işlenmiştir. İnceleme alanında tespit edilen 23 adet adi kuyunun su örnekleri (Çizelge 4.8) üzerinde yerinde ölçümleri yapılmıştır. Bu kaynaklardan alınan örnekler üzerinde İTÜ Maden Fakültesi Hidrojeoloji Laboratuarında ana anyon ($Cl^-$) (Çizelge 4.9) otomatik titrasyon cihazı kullanılarak ölçülmüştür. Ayrıca inceleme alanındaki Yağcı Köyü sınırları içinde kalan YKU3, YKU11 ile Tekirdağ yerleşim alanında kalan YKU17 adi kuyularından alınan örnekler, Kanada da ACME ANALYTICAL LABORATORIES LTD.'e gönderilip jeokimyasal analiz yaptırılmıştır (Çizelge 4.9, Çizelge 4.10). Yapılan ölçüm ve deneylerden elde edilen sonuçlar bu bölümde ayrıntılı şekilde değerlendirilmiştir.

**Çizelege 4.8** İnceleme alanındaki adi kuyulardan alınan suların arazi ölçümleri.

| Özellikler / Adi Kuyu No | Sıcaklık (T, $^oC$) | Elektrik İletkenlik (EC,µS/cm) | pH | Asidite (mmol/l) | Alkalinite (mmol/l) |
|---|---|---|---|---|---|
| **YKU1** | 15,3 | 2437 | 7,3 | 1,4 | 5,5 |
| **YKU2** | 15,2 | 1284 | 7,3 | 2,8 | 11,7 |
| **YKU3** | 16,3 | 618 | 7,8 | 0,9 | 4,5 |
| **YKU4** | 16 | 956 | 7,2 | 2,9 | 9,5 |
| **YKU5** | 15,1 | 1040 | 7,4 | 1,3 | 7,4 |
| **YKU6** | 18,1 | 1020 | 7,3 | 2 | 8,6 |
| **YKU7** | 18,2 | 1010 | 7,7 | 1,5 | 9,8 |
| **YKU8** | 14,8 | 1098 | 7,4 | 1,4 | 7 |
| **YKU9** | 13,6 | 1690 | 7,4 | 1 | 4 |
| **YKU10** | 14 | 995 | 7,8 | 0,9 | 6,5 |
| **YKU11** | 14,6 | 1984 | 7,1 | 2,5 | 8,5 |
| **YKU12** | 14,3 | 1600 | 7,1 | 2,3 | 7,5 |
| **YKU14** | 14,6 | 809 | 7,8 | 1,5 | 7,9 |
| **YKU15** | 14,6 | 795 | 7,4 | 1,5 | 6,4 |
| **YKU16** | 16,3 | 730 | 7,7 | 1,5 | 7,1 |
| **YKU17** | 16,7 | 845 | 7,5 | 1,3 | 4,6 |
| **YKU18** | 15,2 | 903 | 7,6 | 1,7 | 9,1 |
| **YKU19** | 16,1 | 1500 | 7,4 | 3 | 9,8 |
| **YKU20** | 16,4 | 1130 | 7,6 | 2 | 9,5 |
| **YKU21** | 16,8 | 930 | 7,6 | 2,5 | 8,5 |
| **YKU22** | 16,8 | 1100 | 7,5 | 1,6 | 5,9 |
| **YKU23** | 17,1 | 1352 | 7,6 | 3,3 | 10,9 |
| **YKU24** | 14,8 | 1044 | 7,6 | 2,9 | 9,6 |

İnceleme alanındaki adi kuyulardaki sularda yerinde yapılan ölçümler soucunda; elektrik iletkenlik değerleri 618-2437 µS/cm arasında değişmektedir. Kaynak sularında olduğu gibi yine Yağcı Köyü ve çevresinin EC değerlerinin oldukça yüksek olduğunu görüyoruz. Yine Yağcı Köyü'nden Tekirdağ istikametine doğru yer alan adi kuyuların EC değerleri yüksek çıkmaktadır. Nusratlı Köyü ve çevresinde yer alan adi kuyularda ise elektrik iletkenliği daha düşük değerlerdedir. Adi kuyulardaki suların pH değerlerine bakacak olursak 7,1-7,8 arasında değişen nötre yakın değerlere sahip olduklarını görürüz. Ekim, Kasım ve Aralık aylarında asidik karakter gösteren sular diğer aylarda bazik karakter göstermektedirler. İnceleme alanındaki adi kuyulardaki suların ölçüm tarihi dikkate alındığında sulardaki bu hafif bazik özelliğin normal olduğu düşünülebilir.

**Çizelge 4.9** İnceleme alanındaki adi kuyulardan alınan suların anyon içerikleri.

| **Adi Kuyu No** / **Konsantrasyon** | **YKU3** | **YKU11** | **YKU17** |
|---|---|---|---|
| **Cl** (mg/l)İTÜ | 17,3 | 202,6 | 26,8 |
| **Cl** (mg/l)ACME | 17 | 233 | 28 |
| **$HCO_3$** (mg/l) | 274,5 | 518,5 | 280,6 |
| **$SO_4$** (mg/l) | 54 | 294 | 126 |

**Çizelge 4.10** İnceleme alanındaki adi kuyulardan alınan suların katyon içerikleri.

| **Adi Kuyu No** / **Konsantrasyon** | **YKU3** | **YKU11** | **YKU17** |
|---|---|---|---|
| **Ca** (mg/l) | 75,5 | 239,5 | 149 |
| **K** (mg/l) | 2,74 | 2,78 | 1,22 |
| **Mg** (mg/l) | 36,1 | 16,1 | 2,34 |
| **Na** (mg/l) | 23,4 | 124,7 | 23,5 |

İnceleme alanındaki adi kuyuların sularının Laboratuar analiz sonuçlarına bakacak olursak; analiz yapılmış olan üç kuyuda da (YKU3, YKU11 ve YKU17) baskın katyon $Ca^{+2}$, baskın anyon ise $HCO_3$ olduğu görülmektedir. Bu sonuçlardan da anlaşılacağı gibi sularda derine süzülme olmadığı ve suların yüzeye yakın

seviyelerde akış yaptığı söylenebilir. Adi kuyulardaki suların minör element değerlerine bakacak olursak YKU11 nolu kuyu örneğindeki bor değerinin sakıncalı olduğu görülmektedir (Çizelge 4.11).

**Çizelge 4.11** İnceleme alanındaki adi kuyuların sularının minör element içerikleri. (ppb – milyarda bir)

| Adi Kuyu No / Elementler | YKU3 | YKU11 | YKU17 |
|---|---|---|---|
| **Al** | <1 | <1 | <1 |
| **As** | 0,8 | 1,5 | 0,5 |
| **B** | 11 | 174 | 18 |
| **Ba** | 29,27 | 41,70 | 40,32 |
| **Br** | 68 | 411 | 114 |
| **Cd** | <0,05 | 0,06 | <0,05 |
| **Ce** | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| **Co** | 0,04 | 0,03 | <0,02 |
| **Cr** | 12,7 | 20,8 | 13,4 |
| **Cs** | <0,01 | 0,01 | <0,01 |
| **Cu** | 1,1 | 2,2 | 1,4 |
| **Fe** | <10 | <10 | <10 |
| **Ga** | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| **Ge** | <0,05 | <0,05 | 0,06 |
| **Ag** | <0,1 | <0,1 | 0,2 |
| **Ir** | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| **Li** | 16,0 | 49,2 | 6,3 |
| **Mn** | 0,12 | 0,38 | <0,05 |
| **Mo** | 0,5 | 0,3 | 0,1 |
| **Nb** | <0,1 | 0,1 | <0,1 |
| **Ni** | 0,4 | 1,9 | <0,2 |
| **P** | 98 | <20 | <20 |
| **Pb** | <0,1 | 0,1 | <0,1 |
| **Rb** | 2,57 | 2,18 | 1,21 |
| **Rh** | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| **S** | 18 | 98 | 42 |
| **Sb** | 0,15 | 0,15 | <0,05 |
| **Sc** | 2 | 3 | 3 |
| **Se** | 1,4 | 2,9 | 1,1 |
| **Si** | 6248 | 11378 | 9193 |
| **Sr** | 454,02 | 2282,80 | 677,12 |
| **Ti** | <10 | <10 | <10 |
| **U** | 5,34 | 10,24 | 4,93 |
| **V** | 0,5 | 1 | 0,2 |
| **W** | <0,02 | <0,02 | <0,02 |
| **Zn** | 3,3 | 23,2 | 1,4 |

### 4.3.3 Derin Sondaj Kuyuları

Arazi çalışmaları sırasında tespit edilen derin sondaj kuyularının yerleri hidrojeolojik haritaya (EK-2) işlenmiştir. İnceleme alanında tespit edilen 11 adet derin sondaj kuyusundan alınan su örnekleri (Çizelge 4.12) üzerinde yerinde ölçümler yapılmıştır. Bu kaynaklardan alınan örnekler üzerinde İTÜ Maden Fakültesi Hidrojeoloji Laboratuarında ana anyon ($Cl^-$) (Çizelge 4.13) otomatik titrasyon cihazı kullanılarak ölçülmüştür. Ayrıca inceleme alanındaki Yağcı Köyü'nün içme suyunu sağlayan YK1 ve YK2 kuyularından, Nusratlı Köyü'ne içme suyu temin eden YK4 kuyusundan ve yine Nusratlı Köyü yerleşim alanı içinde kalan kendinden artezyen yapan YK11 kuyusundan örnekler alınmıştır. Tekirdağ'ın İstanbul çıkışında yer alan ve gazlı su bulunduran YK8 kuyusundan örnek alınmıştır. Alınan tüm bu örnekler, Kanada da ACME ANALYTICAL LABORATORIES LTD.'e gönderilip jeokimyasal analiz yaptırılmıştır (Çizelge 4.13, Çizelge 4.14). Yapılan ölçüm ve deneylerden elde edilen sonuçlar bu bölümde ayrıntılı şekilde değerlendirilmiştir.

**Çizelge 4.12** İnceleme alanındaki derin sondaj kuyusu sularının arazi ölçümleri.

| Özellikler / Derin Kuyu No | Sıcaklık (T, $^oC$) | Elektrik İletkenlik (ECuS/cm) | pH | Asidite (mmol/l) | Alkalinite (mmol/l) | Debi(Q) ( l/sn) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **YK1** | 13,6 | 880 | 7,4 | 2 | 6,2 | 0,33 |
| **YK2** | 15,8 | 1115 | 7,8 | 1,2 | 6 | 0,5 |
| **YK3** | 16,1 | 810 | 7,9 | 1,1 | 6,4 | 0,25 |
| **YK4** | 16,5 | 723 | 7,7 | 0,5 | 6,5 | 0,33 |
| **YK5** | 15,5 | 659 | 7,7 | 1,3 | 6,5 | 0,33 |
| **YK6** | 15,3 | 725 | 9,7 | - | 4,5 | 0,03 |
| **YK7** | 18,2 | 1010 | 7,7 | 1,5 | 9,8 | 0,1 |
| **YK8** | 17,7 | 1210 | 8,6 | 0,7 | 9,6 | 1,5 |
| **YK9** | 18,7 | 1468 | 8,2 | 0,8 | 4 | 1,5 |
| **YK10** | 18,2 | 1225 | 7,8 | 1,3 | 7,8 | 0,28 |
| **YK11** | 15,2 | 901 | 7,4 | 1,9 | 7 | 0,25 |

İnceleme alanında yer alan derin sondaj kuyularındaki arazi ölçümleri sonucunda elektrik iletkenlik değerleri 659-1468µS/cm arasında olduğu görülmektedir. Tekirdağ civarında bulunan YK8, YK9 ve YK10 nolu kuyularda elektrik iletkenliğinin yüksek olduğu göze çarpmaktadır. Derin kuyulardaki pH değerleri ise 7,4-9,7 aralığında değişmektedir. YK6, YK8 ve YK9 nolu kuyuların ise yüksek pH değerleri sebebiyle

bazik sular oldukları söylenebilir. YK8 ve YK9 kuyularının gazlı sular olduğu bilinmektedir. YK6 kuyusunun ise yüzey suları ile temasta olduğu düşünülebilir.

**Çizelge 4.13** İnceleme alanındaki derin sondaj kuyuları sularının anyon içerikleri.

| Derin Sondaj Kuyu No / Konsantrsayon | YK1 | YK2 | YK4 | YK8 | YK11 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Cl** (mg/l)İTÜ | 80,8 | 152,5 | 37,8 | 154,6 | 34,3 |
| **Cl** (mg/l)ACME | 87 | 173 | 35 | 188 | 35 |
| **$HCO_3$** (mg/l) | 378,2 | 366 | 396,5 | 585,6 | 427 |
| **$SO_4$** (mg/l) | 99 | 63 | 15 | 3 | 138 |

**Çizelge 4.14** İnceleme alanındaki derin sondaj kuyuları sularının katyon içerikleri.

| Derin Sondaj Kuyu No / Konsantrasyon | YK1 | YK2 | YK4 | YK8 | Y11 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Ca** (mg/l) | 69,5 | 69,2 | 4,6 | 3 | 95,8 |
| **K** (mg/l) | 2,86 | 1,82 | 1,76 | 1,6 | 2,81 |
| **Mg** (mg/l) | 80,8 | 59,4 | 2,7 | 2,2 | 60 |
| **Na** (mg/l) | 35,7 | 117,1 | 195 | 326,6 | 58,95 |

İnceleme alanındaki derin sondaj kuyu sularının Laboratuar analiz sonuçlarına bakacak olursak; analiz yapılmış olan beş kuyunun üç tanesinde (YK2, YK4 ve YK8) baskın katyon Na, diğer iki kuyuda (YK1 ve YK11) baskın katyon ise $Ca^{+2}$ dir. Baskın anyonun ise beş kuyuda da $HCO_3$ olduğu görülmektedir. Bu sonuçlardan da anlaşılacağı gibi sularda derine süzülme olmadığı ve suların yüzeye yakın seviyelerde akış yaptığı söylenebilir. Toksik maddelerden arsenik bütün kuyularda düşük değerlerde tespit edilmiştir. Sondaj kuyularındaki suların minör element değerlerine bakacak olursak YK2, YK4, YK8 ve YK11 nolu kuyularda bor değerinin yüksek olduğu göze çarpmaktadır (Çizelge 4.15).

**Çizelge 4.15** İnceleme alanındaki derin sondaj kuyu sularının minör element içerikleri.(ppb – milyarda bir)

| Derin Sondaj Kuyu No / Elementler | YK1 | YK2 | YK4 | YK8 | YK11 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Al** | <1 | <1 | <1 | 2 | <1 |
| **As** | 1,1 | 3,4 | <0,5 | 0,7 | 0,5 |
| **B** | 48 | 102 | 222 | 244 | 130 |
| **Ba** | 66,31 | 166,35 | 33,04 | 37,42 | 67,84 |
| **Br** | 297 | 545 | 105 | 597 | 100 |
| **Cd** | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| **Ce** | <0,01 | <0,01 | <0,01 | 0,01 | <0,01 |
| **Co** | <0,02 | 0,03 | <0,02 | <0,02 | <0,02 |
| **Cr** | 17 | 15,3 | 16,2 | 23,7 | 18 |
| **Cs** | 0,01 | <0,01 | 0,03 | 0,02 | 0,03 |
| **Cu** | 1,1 | 4,3 | 0,1 | 0,3 | 0,6 |
| **Fe** | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| **Ga** | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| **Ge** | 0,07 | <0,05 | 0,12 | 0,10 | <0,05 |
| **Hg** | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,1 |
| **Ir** | <0,05 | <0,05 | 0,15 | 0,25 | <0,05 |
| **Li** | 27,3 | 26,6 | 22,9 | 21 | 30,3 |
| **Mn** | 0,13 | 1,79 | 0,51 | 0,31 | 1,44 |
| **Mo** | 0,7 | 0,9 | 0,3 | 0,2 | 0,7 |
| **Nb** | 0,01 | <0,01 | <0,01 | 0,01 | <0,01 |
| **Ni** | <0,2 | 8,3 | <0,2 | <0,2 | 1,5 |
| **P** | <20 | <20 | 83 | 231 | <20 |
| **Pb** | 0,2 | 0,1 | <0,1 | 0,2 | 0,2 |
| **Rb** | 1,81 | 1,20 | 1,10 | 1,12 | 2,41 |
| **Rh** | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| **S** | 33 | 21 | 5 | 1 | 46 |
| **Sb** | <0,05 | 0,23 | <0,05 | <0,05 | 0,21 |
| **Sc** | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| **Se** | 1,2 | 10,2 | 0,7 | 2,4 | 1,4 |
| **Si** | 12279 | 7215 | 5861 | 6402 | 8912 |
| **Sr** | 2158,47 | 1093,45 | 170,06 | 151,08 | 1508,19 |
| **Ti** | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| **U** | 0,15 | 1,59 | 0,04 | 0,22 | 1,65 |
| **V** | 0,3 | 0,7 | 0,2 | 0,9 | <0,2 |
| **W** | <0,02 | 0,86 | 0,09 | 0,18 | <0,02 |
| **Zn** | 14 | 54,7 | 11,4 | 40,9 | 0,8 |

İnceleme alanındaki sulara ait majör element analiz sonuçları miliekivalen (mek/l) çevrilmiştir (Çizelge 4.16).

**Çizelge 4.16** Nusratlı-Yağcı-Tekirdağ arasındaki suların miliekivalan (mek/l) cinsinden majör element analiz sonuçları.

| Kaynak Adı / Majör Element | Kaynak Suları | | | | | | | Adi Kuyular | | | Derin Sondaj Kuyuları | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | YS23 | YS28 | YS31 | YS34 | YS35 | YS36 | YS39 | YKU3 | YKU11 | YKU17 | YK1 | YK2 | YK4 | YK8 | YK11 |
| **Na** | 0,91 | 2,32 | 12,36 | 2,26 | 1,51 | 2,21 | 14,34 | 1,02 | 5,42 | 1,02 | 1,55 | 5,09 | 8,48 | 14,2 | 2,56 |
| **K** | 0,03 | 0,15 | 0,03 | 0,05 | 0,17 | 0,36 | 0,38 | 0,07 | 0,07 | 0,03 | 0,07 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,07 |
| **Ca** | 3,52 | 5,48 | 0,16 | 3,79 | 5,95 | 4,31 | 0,13 | 3,78 | 11,97 | 7,45 | 3,47 | 3,46 | 0,23 | 0,15 | 4,79 |
| **Mg** | 3,33 | 0,64 | 0,08 | 8,21 | 5,56 | 5,55 | 0,06 | 3 | 1,34 | 0,19 | 6,73 | 4,95 | 0,22 | 0,18 | 5 |
| **Cl** | 0,39 | 2,11 | 2,82 | 0,79 | 0,65 | 0,62 | 5,01 | 0,48 | 6,56 | 0,79 | 2,45 | 4,87 | 0,98 | 5,29 | 0,98 |
| **$SO_4$** | 0,75 | 1,87 | 0,01 | 2,93 | 2,75 | 1,12 | 0,01 | 1,12 | 6,12 | 2,62 | 2,06 | 1,31 | 0,31 | 0,06 | 2,87 |
| **$HCO_3$** | 5,9 | 6,9 | 8,3 | 8,5 | 7,2 | 8,2 | 7,9 | 4,5 | 8,5 | 4,6 | 6,2 | 6 | 6,5 | 9,6 | 7 |

## 4.4 Suların Jeokimyasal Açıdan Değerlendirilmesi

Yeryüzünde bulunan sular hiçbir zaman saf halde bulunmazlar. İçlerinde değişik oranlarda erimiş madde bulundururlar. İçlerinde bulunan bu erimiş maddeler onların özelliklerini ve kalitesini belirlerler. Bu maddelerin bilinmesi kullanım açısından oldukça önemli ve yararlıdır. Tüm bunlardan dolayı suların bünyelerinde bulunan maddeler ve suyun kimyasal özellikleri çeşitli araştırmalarla saptanmaya çalışılır. Suların içinde bulunan erimiş maddeler o suyun kimyasal bileşimi, suların geldiği yer, geçtiği yollar, akış yönleri, bölgenin genel jeolojisi ve çevrenin niteliklerini bilmemizi sağlar.

**Çizelge 4.17** İnceleme alanındaki suların anyon, katyon eşitliği.

| Anyon-Katyon / Kaynaklar | | Toplam Katyon (mek/l) | Toplam Anyon (mek/l) | Δ (%) |
|---|---|---|---|---|
| **Derin Sondaj Kuyularından Alınan Su Örnekleri** | **YK1** | 11,83 | 10,54 | 12 |
| | **YK2** | 13,55 | 11,61 | 16,7 |
| | **YK4** | 8,98 | 7,88 | 13,9 |
| | **YK8** | 14,57 | 14,02 | 3,9 |
| | **YK11** | 12,43 | 1084 | 14,6 |
| **Adi Kuyulardan Alınan Su Örnekleri** | **YKU3** | 7,88 | 6,11 | 28,93 |
| | **YKU11** | 18,81 | 21,19 | 11,22 |
| | **YKU17** | 8,70 | 7,98 | 9 |
| **Kaynaklardan Alınan Su Örnekleri** | **YS23** | 7,80 | 7,18 | 8,7 |
| | **YS28** | 8,61 | 10,70 | 19,6 |
| | **YS31** | 12,64 | 10,72 | 17,8 |
| | **YS34** | 14,32 | 12,23 | 17,06 |
| | **YS35** | 13,20 | 10,61 | 24,38 |
| | **YS36** | 12,43 | 9,95 | 24,98 |
| | **YS39** | 14,92 | 12,29 | 21,36 |

Yapılan kimyasal analizler sonucunda bölgedeki suların kimyasal bileşimlerinde gözlenen zamana bağlı değişimler, tüm iyon konsantrasyonu dikkate alındığında en fazla %28 olabilen bir oranda farklılık göstermektedir. Bu değişim oranı ise pratik

açıdan kabul edilebilir sınıra yakın değildir. Bu aradaki farkların ise analiz hatasından kaynaklanabileceği göz önünde bulundurulmalıdır (Çizelge 4.17).

**Çizelge 4.18** İnceleme alanındaki suların anyon ve katyonlarının sıralanışı.

| **Kaynaklar** | | **Katyonlar (%mek/l)** | **Anyonlar (%mek/l)** | **Toplam İyon (mg/l)** |
|---|---|---|---|---|
| **Derin Sondaj Kuyularından Alınan Su Örnekleri** | **YK1** | Mg>Ca>Na>K | $HCO_3$>Cl>$SO_4$ | 753 |
| | **YK2** | Na>Mg>Ca>K | $HCO_3$>Cl>$SO_4$ | 850 |
| | **YK4** | Na>Ca>Mg>K | $HCO_3$>Cl>$SO_4$ | 650 |
| | **YK8** | Na>Mg>Ca>K | $HCO_3$>Cl>$SO_4$ | 1109 |
| | **YK11** | Mg>Ca>Na>K | $HCO_3$>$SO_4$>Cl | 817 |
| **Adi Kuyulardan Alınan Su Örnekleri** | **YKU3** | Ca>Mg>Na>K | $HCO_3$>$SO_4$>Cl | 483 |
| | **YKU11** | Ca>Na>Mg>K | $HCO_3$>Cl>$SO_4$ | 1428 |
| | **YKU17** | Ca>Na>Mg>K | $HCO_3$>$SO_4$>Cl | 611 |
| **Kaynaklardan Alınan Su Örnekleri** | **YS23** | Ca>Mg>Na>K | $HCO_3$>$SO_4$>Cl | 543 |
| | **YS28** | Ca>Na>Mg>K | $HCO_3$>Cl>$SO_4$ | 763 |
| | **YS31** | Na>Ca>Mg>K | $HCO_3$>Cl>$SO_4$ | 895 |
| | **YS34** | Mg>Ca>Na>K | $HCO_3$>$SO_4$>Cl | 916 |
| | **YS35** | Ca>Mg>Na>K | $HCO_3$>$SO_4$>Cl | 821 |
| | **YS36** | Mg>Ca>Na>K | $HCO_3$>$SO_4$>Cl | 794 |
| | **YS39** | Na>K>Ca>Mg | $HCO_3$>Cl>$SO_4$ | 1008 |

İnceleme alanındaki YK1, YK11, YS34 ve YS36 su noktalarında ana katyon Mg, YK2, YK4, YK8, YK31 ve YK39 sularında ana katyon Na, YKU3, YKU11 ve YKU17 adi kuyularda ana katyon Ca olup, konsantrasyon sıralaması su noktalarına göre farklılıklar göstermektedir. Su noktalarının hepsinde hakim anyon $HCO_3$ tır (Çizelge 4.18). Yerin derinliklerine inildikçe sularda $SO_4$ miktarı artmakta, buna karşın $CO_2$ gazının azalması ile birlikte suya karışan $HCO_3$ miktarı göreli olarak azalmaktadır. Bu da inceleme alanındaki sularda hakim anyon bikarbonat ($HCO_3$) olmasından dolayı kısa dolaşım yapan yüzeye yakın akışa sahip sular olduğunu açıklamaktadır.

**Çizelge 4.19** ACME ve İTÜ Maden Fakültesinde ölçülen klor (Cl) değerleri.

| Laboratuvarlar / Kaynaklar | | İTÜ (mg/l) | ACME (mg/l) |
|---|---|---|---|
| Derin Sondaj Kuyularından Alınan Su Örnekleri | YK1 | 80,8 | 87 |
| | YK2 | 152,5 | 173 |
| | YK4 | 37,8 | 35 |
| | YK8 | 154,6 | 188 |
| | YK11 | 34,3 | 35 |
| Adi Kuyulardan Alınan Su Örnekleri | YKU3 | 17,3 | 17 |
| | YKU11 | 202,6 | 233 |
| | YKU17 | 26,8 | 28 |
| Kaynaklardan Alınan Su Örnekleri | YS23 | 18,6 | 14 |
| | YS28 | 68,4 | 75 |
| | YS31 | 85,6 | 100 |
| | YS34 | 28,3 | 28 |
| | YS35 | 23,4 | 23 |
| | YS36 | 22,1 | 22 |
| | YS39 | 155,5 | 178 |

İnceleme alanındaki su numuneleri üzerinde İTÜ Maden Fakültesi Hidrojeoloji Laboratuarlarında yapılmış olan analizleri ile ACME'ye gönderilen numunelerde çıkan sonuçlara göre, yapılan korelasyonda, [(Cl)] (Çizelge 4.19) bileşimlerinde, tüm iyon konsantrasyonu göz önüne alındığında en fazla %15 olabilen bir oranda farklılık göstermektedir. Bu değişim oranı ise kabul edilebilir sınırlar içerisindedir.

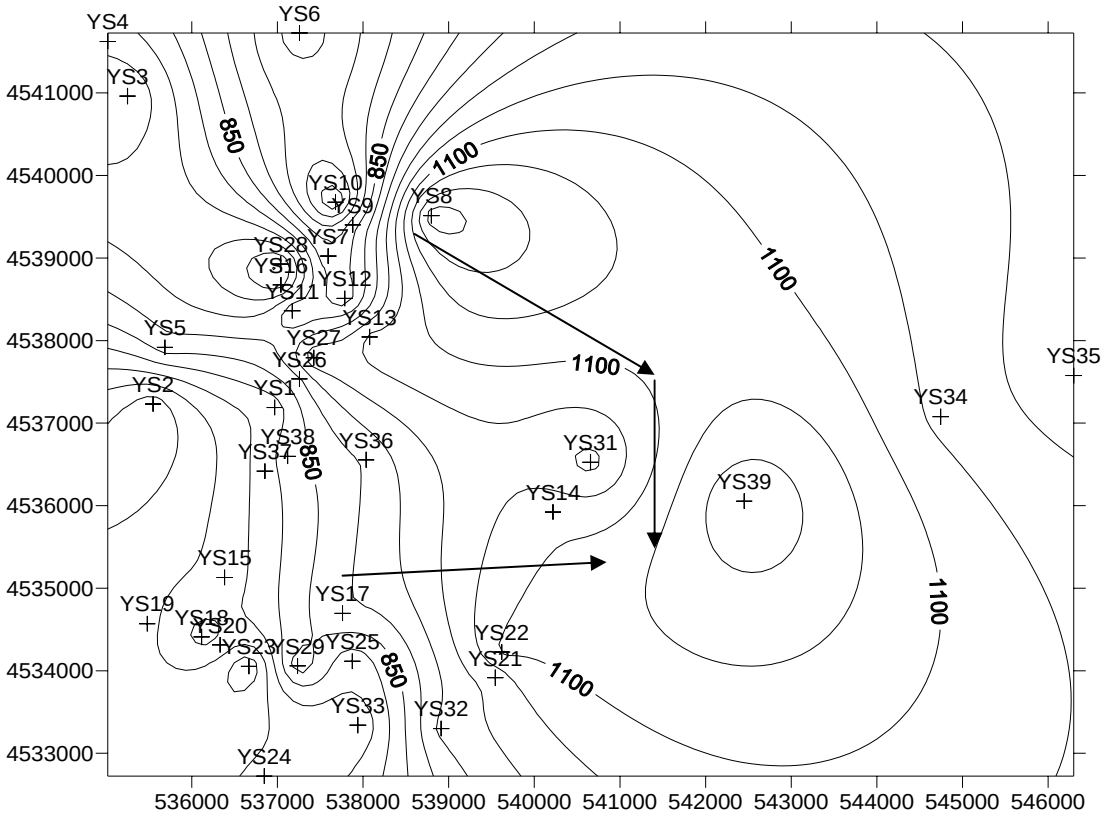
Suların en önemli özelliklerinden biride sertliktir. Sertlik; halk arasında sabunla köpürme özelliği olarak ta bilinmektedir. Suların sertliği içermiş oldukları kalsiyum ve magnezyum bikarbonat iyonları başta olmak üzere kalsiyum ve magnezyum sülfat, kalsiyum ve magnezyum nitrat, kalsiyum ve magnezyum klorür iyonlarından kaynaklanır. İnceleme alanındaki suların sertliği (ACME, 2007) tespit edilmiş ve Çizelge 4.20'de gösterilmiştir. Elde edilen verilere göre inceleme alanında bulunan su noktalarından YK2, YK11, YKU3, YKU17, YS23 ve YS28 nolu sular sert

sulardır. YK1, YK11, YKU11, YS34, YS35 ve YS36 suları Türk Standartları Enstitüsü'nün sınır değerlerinden daha yüksek oranda sertliğe sahip sulardır.

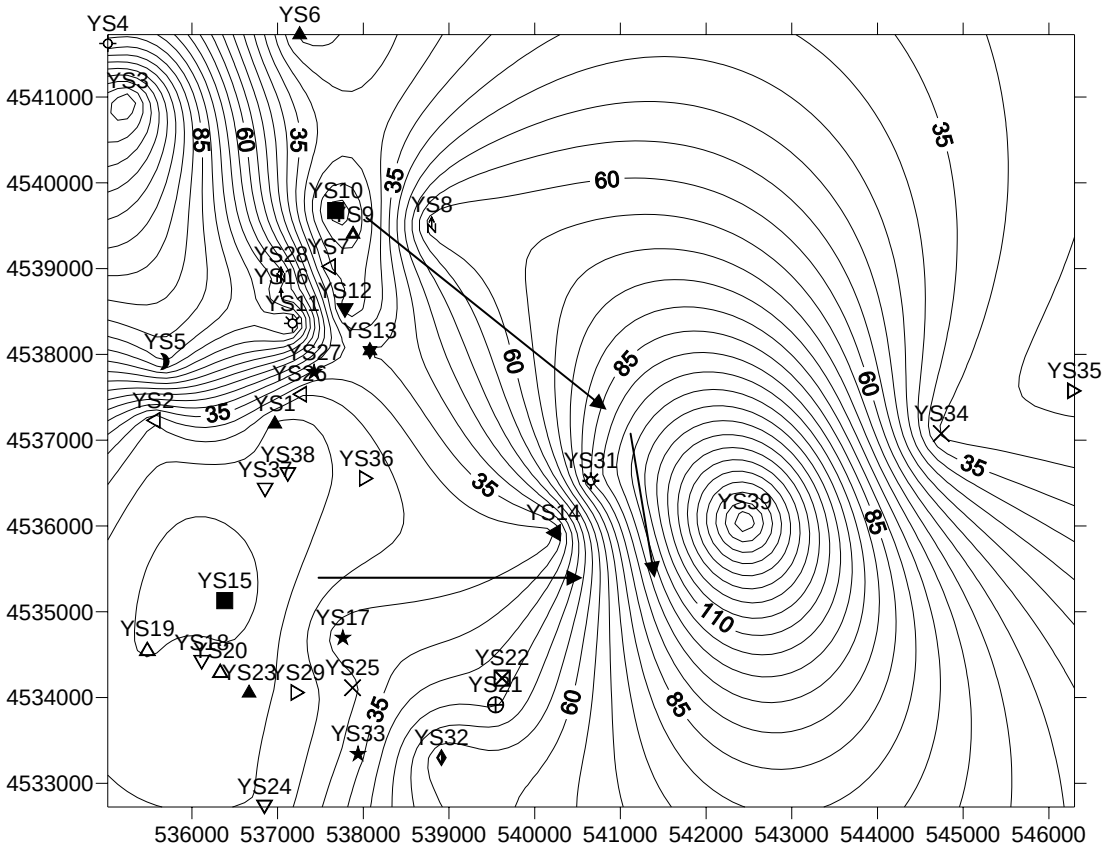
**Çizelge 4.20** İnceleme alanında bulunan kaynakların toplam sertlik dereceleri.

| **Kaynaklar** | | **Sertlik Derecesi ($^0$Fr)** |
|---|---|---|
| | | İTÜ (2007) |
| **Derin Sondaj Kuyularından Alınan Su Örnekleri** | **YK1** | 51 |
| | **YK2** | 42 |
| | **YK4** | 2,2 |
| | **YK8** | 1,6 |
| | **YK11** | 49 |
| **Adi Kuyulardan Alınan Su Örnekleri** | **YKU3** | 34 |
| | **YKU11** | 66,5 |
| | **YKU17** | 38,2 |
| **Kaynaklardan Alınan Su Örnekleri** | **YS23** | 34,2 |
| | **YS28** | 30,6 |
| | **YS31** | 1,2 |
| | **YS34** | 60 |
| | **YS35** | 57,5 |
| | **YS36** | 49,3 |
| | **YS39** | 1 |

İnceleme alanındaki kaynaklarda ölçülen elektrik iletkenlik (EC) eş değerlerinin birleştirilmesiyle (Şekil 4.5) ve aynı kaynaklarda ölçülen klor eş değerlerinin birleştirilmesiyle (Şekil 4.6) oluşturulan eğrilere göre Yağcı Köyü ve civarında elektrik iletkenlik değerlerinin yüksek olması su kaynaklarının beslendiği alanların kirletilmekte olduğunu göstermektedir. Aynı kaynaklarda klor değerlerine bakıldığında yine Yağcı Köyü ve civarında değerler daha yüksek çıkmaktadır. Bunun sebebi ise köyün hayvansal atıklarının su kaynaklarının beslenme alanına atılmasıdır. Klor değerlerinin hayvansal atıkların etkisiyle artmakta olduğu bilinmektedir.




**Şekil 4.5** İnceleme alanındaki kaynaklara ait eş elektrik iletkenlik (EC) seviyeleri.




**Şekil 4.6** İnceleme alanındaki kaynaklara ait eş klor seviyeleri.

Nusratlı Köyü ve civarında elektrik iletkenlik (EC) ve klor değerlerinde kabul edilebilir sınırların üstünde bir değer görülmemektedir. Bu bölgedeki sular temiz sulardır. Yağcı Köyü civarından gelen yüksek elektrik iletkenliği (EC) ve yüksek klor oranlarına sahip kirletilmiş sular Nusratlı Köyü civarından gelen temiz sularla inceleme alanının doğu kısımlarında birbirlerine karışarak akmaya devam ediyorlar. Yeraltı sularının birbirlerine karıştığı noktalardaki ölçüm değerleri her iki suyun ortalama değerlerini taşımaktadır.

İTÜ Maden Fakültesi hidrojeoloji Laboratuarı ve ACME'ye gönderilen su numuneleri üzerinde yapılmış olan iyon analizleri sonucunda elde edilen veriler değerlendirilerek genellikle iyonları birleştiren çizgilerin paralel gidişleri, suların aynı kökenden geldiği şeklinde yorumlanan yarı logaritmik Schoeller diyagramlarının değerlendirilmesi sonucunda elde edilen sonuçlardan aşağıda bahsedilmiştir (Şekil 4.7).

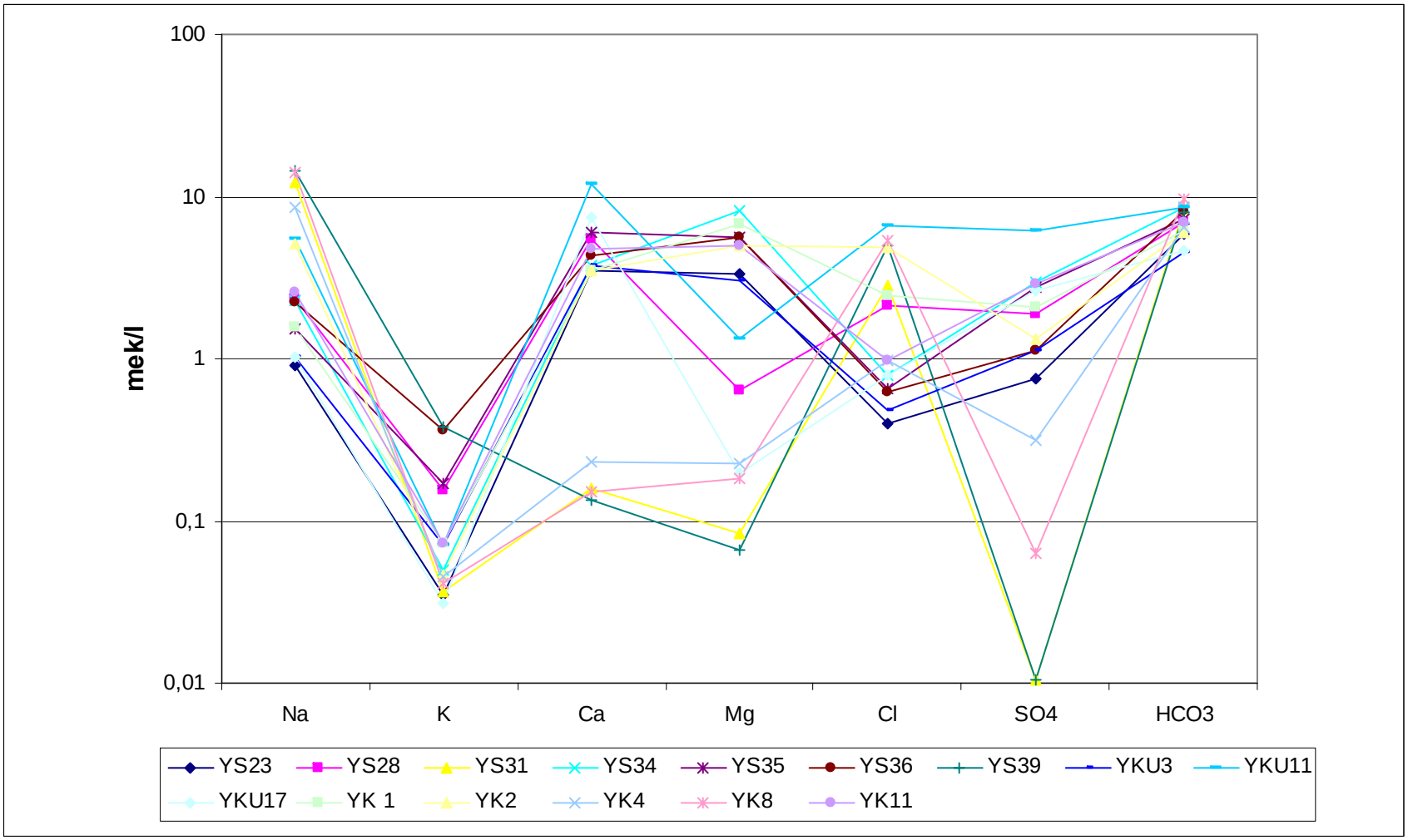
Paralel çizgilerin gidişine bakılınca bölgede üç farklı karakterde sular olduğu görülmektedir. Sulardan YS28, YS34 ve YK11 suları aynı özelliğe sahip Mg ve Ca değerleri ile diğer sulardan ayrılan bir grup oluşturmaktadırlar. İkinci bir grubu da içerisinde metan bulunduran gazlı sular oluşturmaktadır. YS31, YS39, YK4 ve YK8 suları düşük Ca, Mg ve $SO_4$ değerleri ile gazlı sular diğer sulardan ayrılmaktadırlar.

YS23, YS35, YS36, YKU3, YKU11, YKU17, YK1 ve YK2 suları ise birbiriyle yakın değerlere sahip üçüncü grubu teşkil etmektedirler.

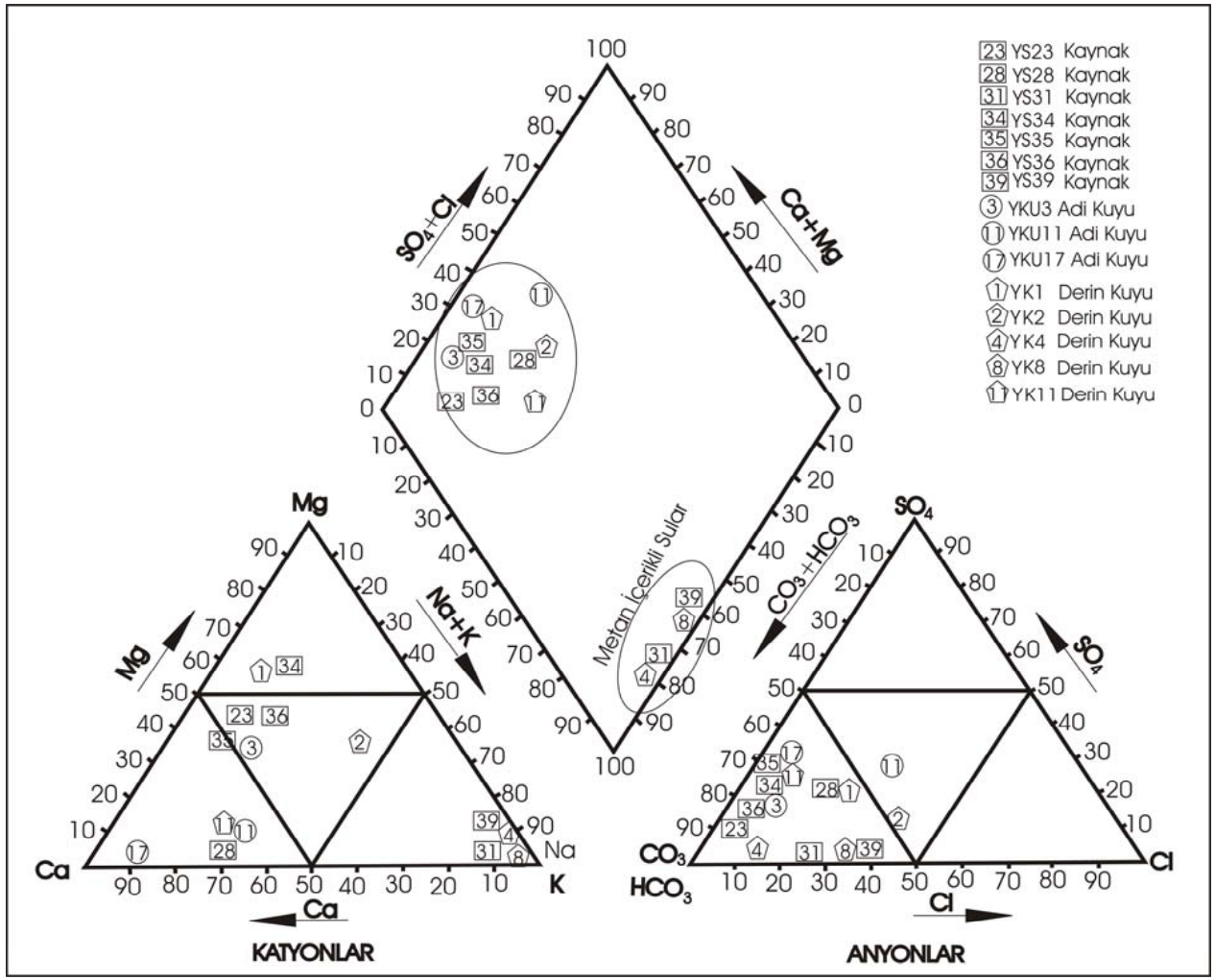
Amaca yönelik olarak aynı iyonların, üçgenler üzerinde aynı bölgelerde gruplar oluşturması yöntemi ile hazırlanan Piper Diyagramından (Şekil 4.8) aşağıda söz edilmiştir.

Piper Diyagramı üzerinde su noktalarımızın dağılımına bakacak olursak; YS31, YS39, YK4 ve YK8 gazlı suların Na değerlerinin yüksek, YS28, YKU11, YKU17 ve YK11 suları ise kalsiyum açısından zengindir. Diğer sular ise karışım halinde bulunmaktadır.

Anyon içerikleri açısından inceleme alanındaki sular sodyum bikarbonatlı ve kalsiyum bikarbonatlı olarak iki grupta toplanmışlardır.




**Şekil 4.7**. Schoeller diyagramı.




**Şekil 4.8** Piper diyagramı.

İnceleme alanındaki sularda yerinde yapılan ölçümler sonucunda; Yağcı Köyü ve çevresinin EC ve klor değerlerinin oldukça yüksek olduğunu görüyoruz. Yine Yağcı Köyü'nden Tekirdağ istikametine doğru yer alan su noktalarında yapılan ölçümlerde EC değerleri ve klor değerleri yüksek çıkmaktadır. Nusratlı Köyü ve çevresinde yer alan sularda ise elektrik iletkenliği ve klor değeri daha düşük oranlarda ölçülmüştür. Yeraltısuyunun akış yönüne gidildikçe yapılan ölçümler iki köyün sularının ortalama değerlerini vermektedir. Bu da daha sonra suların birbirleri ile karıştığını göstermektedir.

Toksik maddelerden arsenik bütün kuyularda düşük değerlerde tespit edilmiştir. Sondaj kuyularındaki suların minör element değerlerine bakacak olursak YK2, YK4, YK8 ve YK11 bor değerinin sulama açısından sakıncalı değerlere ulaştığı görülmektedir.

İnceleme alanındaki sulara uygulanan Piper diyagramı ve yarı logaritmik Schoeller diyagramı, suların anyon ve katyon içerikleri açısından sodyum bikarbonatlı ve kalsiyum bikarbonatlı olduklarını göstermektedir. Gazlı olan YS31, YS39 ve YK8 suları ile YK4 suyu diğer sulardan daha düşük oranlarda Ca ve Mg içeriğine sahip olup klor değerleri daha yüksek orandadır. Silivri Belediyesi Çevre Müdürlüğü tarafından Silivri civarında bulunan üç adet gazlı derin sondaj kuyusundan yapılan ölçümlerde yüksek oranda Mg, Ca ve sertlik değerleri ölçülmüştür **(Tarı S.,yüzyüze görüşme).** Bu değerler bizim sahamızda bulunan gazlı suların değerleriyle tamamen zıtlık göstermektedir. Klorür değerleri ise inceleme alanımızın değerlerine oldukça yakındır.

İnceleme alanındaki sulardan YS31, YS39, YK4 ve YK8 sodyum içeriği yüksek sulardır. YS28, YKU11, YKU17 ve YK11 suları ise kalsiyum açısından zengindir. Diğer sular ise karışım halinde bulunmaktadır.

# 5 SULARIN İÇME VE SULAMA AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

## 5.1 Suların İçilebilirlikleri

Araştırma alanındaki yeraltısularının kimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla kaynaklardan toplam 38, adi kuyulardan 23 ve derin sondaj kuyularından 11 adet su numunesi üzerinde arazide ölçümler yapılmıştır. Bu ölçümlerin sonucuna bakılarak ve inceleme alanının tamamını temsil etmesi amacıyla kaynaklardan 7, adi kuyulardan 3 ve derin sondaj kuyularından alınan 5 adet su numunesi, Kanada'ya ACME ANALYTICAL LABORATORIES LTD.'e gönderilip jeokimyasal analizleri yaptırılıp ayrıntılı şekilde incelenmiştir.

### Hidrojen İyonu Konsantrasyonu (pH)

Su içindeki hidrojen iyonu konsantrasyonunun 10 tabanına göre negatif logaritması pH değeri olarak tanımlanmaktadır. pH= 7 olan sular ''nötr'' olarak bilinirler. Bu tip sularda $H^+$ ve $OH^-$ iyonları denge durumundadır. Genel olarak yeraltısuları pH< 7 olan ve asit özelliği fazla bulunan sulardır. Yüzey suları ise pH> 8 olan bazik özellikte sulardır. İnceleme alanındaki suların pH değerleri 7,1 ile 8,6 arasında değişmektedir. Bölgedeki YK6 derin sondaj kuyusundan alınan örnekte pH değeri 9,7 olarak ölçülmüştür.

### Klorür($Cl^-$)

Yeraltısularındaki klorür, deniz suyundan, evaporitlerden, yağmur ve kar suyundan ya da atmosferden gelebilir. Araştırma alanındaki sularda klorür miktarı YKU1(487,5) ve YK9(1468,3) su noktaları dışında 10,7 ile 202,6 mg/l arasında değişmektedir. İçme sularında TSE 266 ya göre tavsiye edilen miktar 200mg/l dir.

### Magnezyum($Mg^{+2}$)

Yeraltısularında magnezyum karbonatın erimesi ile ortaya çıkar. 125 mg/l den fazla değerlerde sular acılaşıp içilemez, insanlarda özellikle bağırsaklarda sorun ortaya

çıkar **(Erguvanlı, 1987).** İnceleme alanındaki sularda magnezyum değerleri, 0,8 ile 98,6 mg/l arasında değişmektedir. Bu değerler TSE standartlarını aşmaz.

**Elektriksel İletkenlik (EC)**

Genel olarak bütün sular elektriği iletir. İyon konsantrasyonu ile iletkenlik artar. Özgül elektriksel iletkenliğin ölçüsü olarak micromho/cm kullanılır. Bu tanımlama, +24 $^{o}$C'deki suyun iletkenliğini belirtir. Araştırma alanındaki suların elektriksel iletkenlik birkaçı dışında değerleri 600 ile 1500 micromho/cm arasındadır.Bu değerlere göre inceleme alanında bulunan kaynakların tamamı Schoeller İçilebilirlik Diyagramına (Şekil 5.1) göre orta ve iyi kaliteli sulardan oluşmaktadır. Adi kuyulardan elektrik iletkenliği yüksek olan YKU1(2437), YKU11(1984) kuyuları kötü kaliteli sular sınıfına girmektedir. Diğer kuyulardan orta ve iyi kalitede içilebilirlik sınıfındadırlar. İnceleme alanında yer alan derin sondaj kuyularına ait elektriksel iletkenlik verilerine göre tamamı orta ve iyi derecede kaliteli sular sınıfına girmektedir.

**Sülfat($SO_4^{-2}$)**

Yeraltısularındaki sülfatın büyük bir kısmı jips ve anhidritten ileri gelir. Bunların dışında sülfat az miktarda da piritin oksidasyonu ile oluşan demir sülfattan ya da magnezyum sülfat ve sodyum sülfattan da kaynaklanabilir. İnceleme alanındaki sülfat miktarları 0,5 ile141 mg/l arasında değişmektedir. YKU11 nolu adi kuyuda ölçülen sülfat değeri 294 mg/l olarak yüksek değerde ölçülmüştür. İçme sularındaki sülfatın miktarı 200-400mg/l arasında olmalıdır (TSE). Sülfatın toprağın tuzunu artırmaktan başka zararlı etkisi yoktur. Sulama sularında 250mg/l'ye kadar olan miktarlar bitki beslenmesi için yararlıdır **(Erguvanlı ve diğ., 1987).**

**Kalsiyum($Ca^{+2}$)**

Kalsiyum yeraltısularına, kalsit, aragonit, dolamit, jips, anhidrit, fluorit gibi silikatlı olmayan minerallerdeki ve albit, anortit, piroksen ve amfibol gibi silikatlı minerallerdeki kalsiyum eritilmesi ile karışabilir. Genel olarak yeraltısularındaki kalsiyum miktarı 10-100mg/l arasında değişir. Bazen bu miktar 500 hatta 1000mg/l ye çıkabilir. Kalsiyumun artması suyun tadını değiştirir, sabunun köpürmesini azaltır, bitkilerin gelişimini artırarak sodyum yüzdesini düşürür **(Erguvanlı, 1987).** İnceleme

alanındaki kalsiyum miktarları 2,67 ile 239,5mg/l arasında değişmektedir. Bu değerler TSE standartlarını aşmaz.

**Sodyum ($Na^+$)**

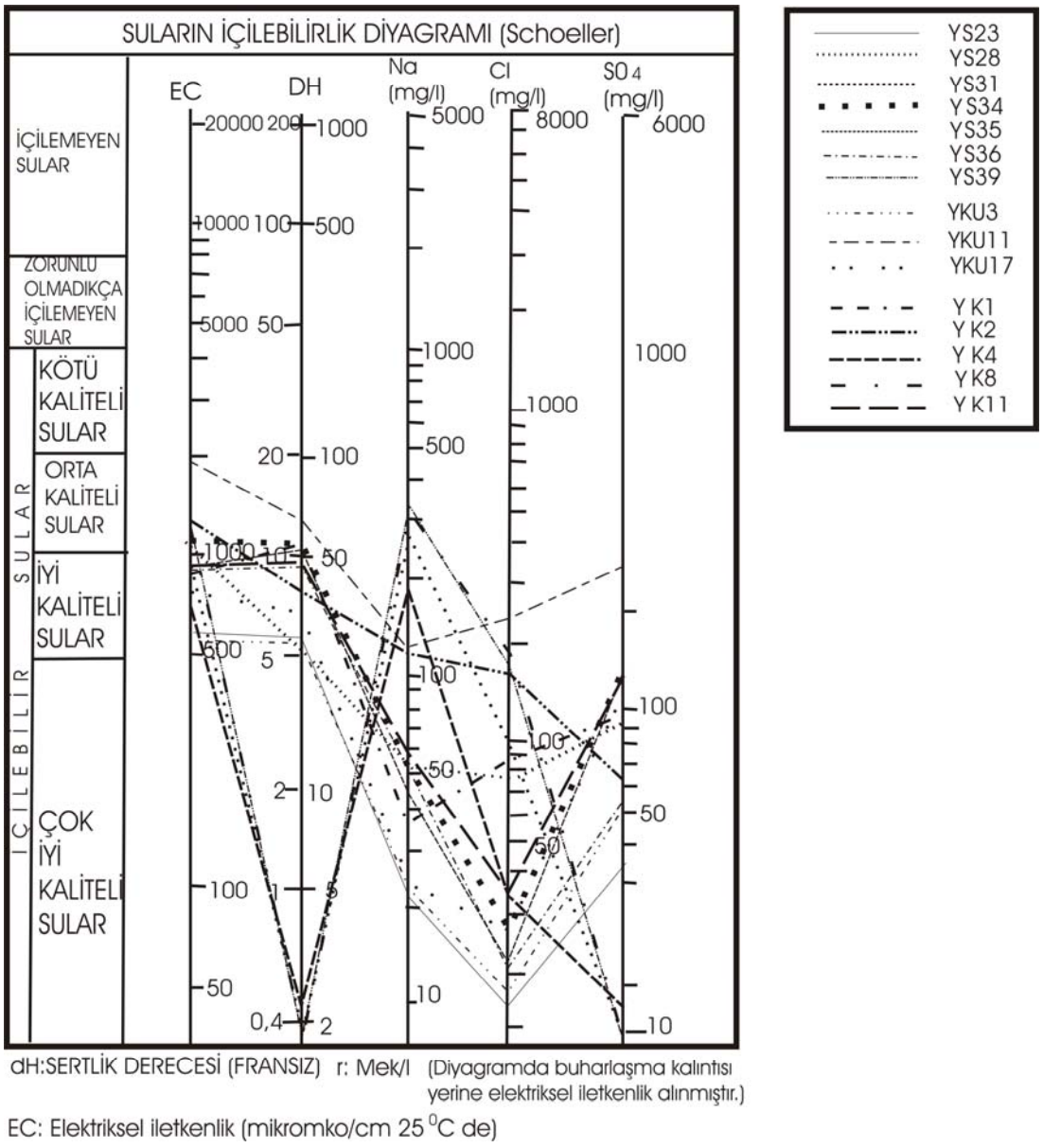
Yeraltısularında en çok, plajioklasların ayrışması ve kil minerallerinin baz değişimi sonucu karışır. İnsanlar üzerinde kötü bir etkisi yoktur. Ancak kalp ve böbrek hastalarının devamlı bu suyu içmemeleri gerekir. Killi toprakların bu tür sular ile sulanması sonucu sıkı ve düşük permeabiliteli ‘‘alkali topraklar’’ oluşur **(Erguvanlı, 1987).** İnceleme alanındaki sodyum değerleri 329,8 ile 21 mg/l arasında değişmektedir.

**Karbonat ve Bikarbonat ($CO_3^{-2}$ – $HCO_3^{-2}$)**

Yeraltısularındaki karbonat ve bikarbonat iyonlarının çoğu atmosfer ve topraktaki $CO_2$ den ve karbonatlı kayaçların erimesi ile ortaya çıkar ve PH ile ilgilidir. Bikarbonat iyonu sulama suları için yararlıdır ancak fazlası toprakta kireç birikimine neden olur **(Erguvanlı, 1987).** İnceleme alanındaki bikarbonat değerleri, 274 ile 585 mg/l arasında değişmektedir.

**Schoeller İçilebilirlik Diyagramı**

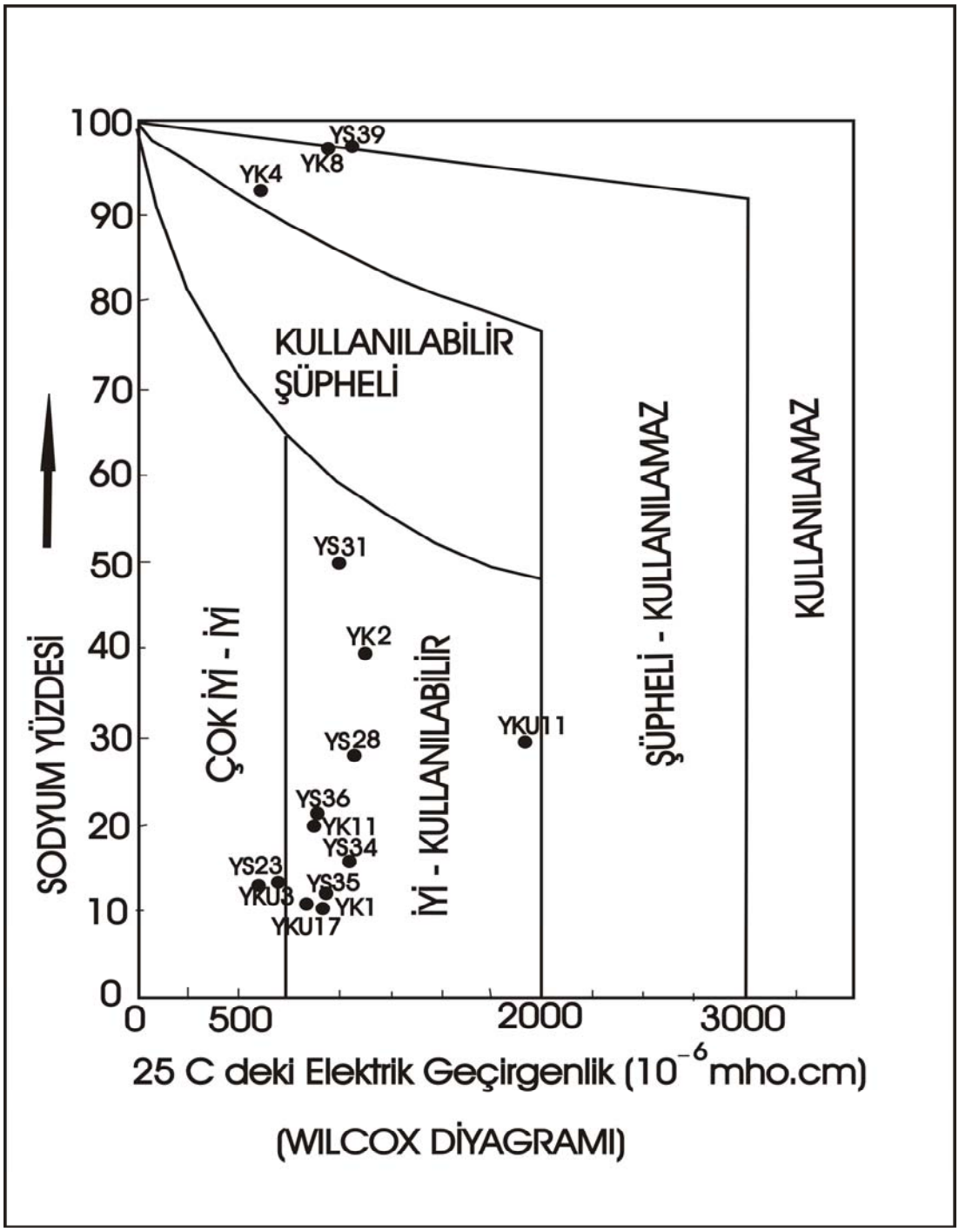
Araştırma alanındaki suların içilebilirlik özelliklerinin ortaya çıkarılması için yapılan Schoeller İçilebilirlik Diyagramı (Şekil 5.1) verilerine göre YS28, YS31, YS35, YS39, YKU11, YK2, ve YK8 nolu su noktalarındaki sular orta kaliteli sular olarak görülmektedir. YS23, YS34,YS36, YKU3, YKU17, YK1, YK4 ve YK11 nolu su noktalarındaki sular iyi kaliteli içilebilir su olarak gözükmektedir.




**Şekil 5.1** Schoeller içilebilirlik diyagramı.

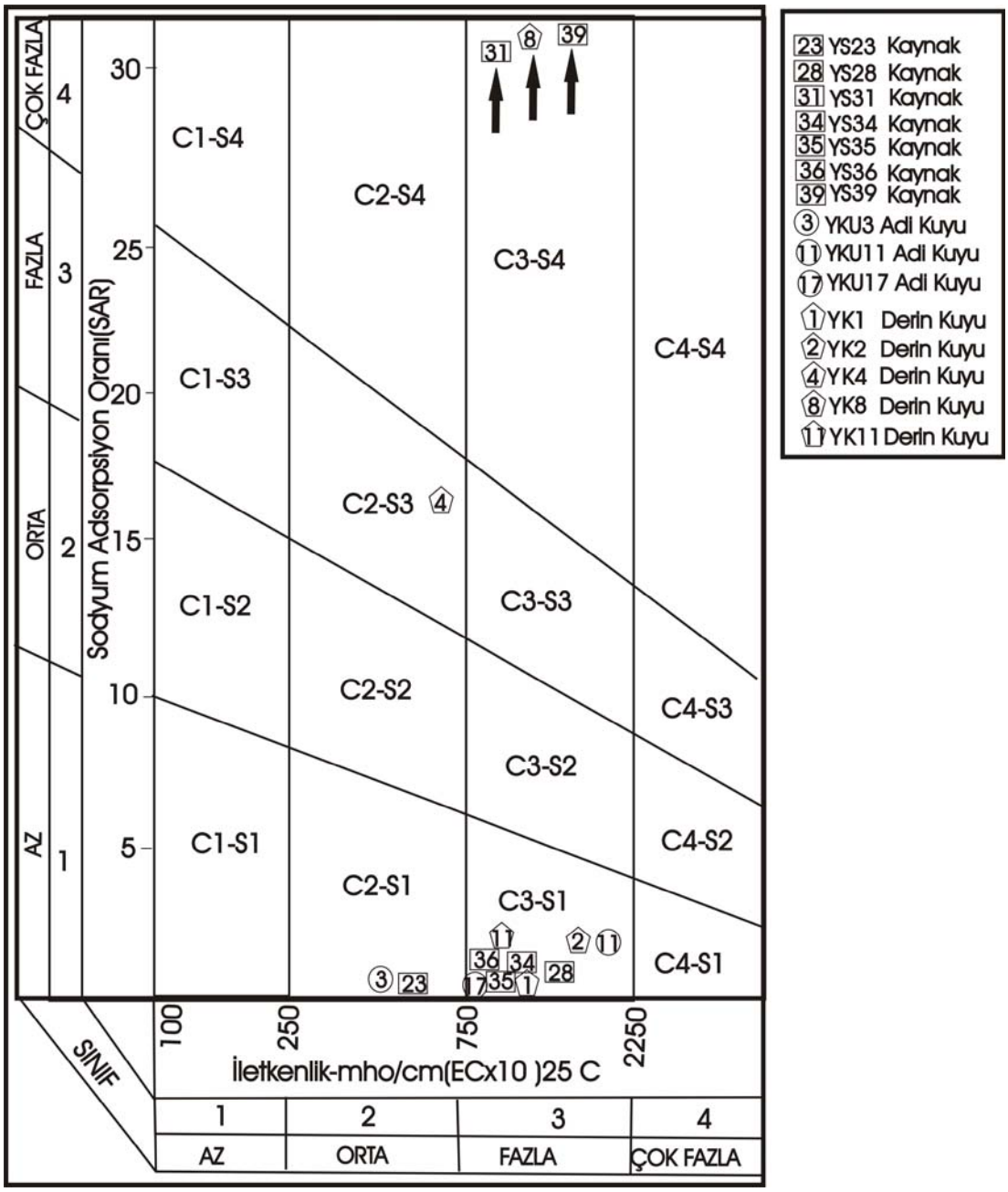
## 5.2 Suların Sulama Suyu Açısından Özellikleri

Sulama amaçlı kullanılan suların içinde çözünmüş fazla miktarda iyonlar, bitkilere ve tarım toprağına fiziksel ve kimyasal yollarla etkileyerek zarar verebilir ve verimi düşürebilir. Suda bulunan sodyum ve bor gibi bazı iyonların miktarı bitkilerin gelişmesini etkiler. Yüksek derişimdeki klorür iyonu da bitkilerin gelişmesinde olumsuz etki yapar.




**Şekil 5.2** İnceleme alanı yeraltısuları Wilcox diyagramı.

Wilcox diyagramında ise (Şekil 5.2) YS23 ve YKU3 suları çok iyi-iyi sınıfına girerken, YS28, YS34, YS35, YS36, YKU11, YKU17, YK1, YK2, YK11 ve YS31 suları iyi-kullanılabilir sınıfına girmektedirler. YS39, YK4 ve YK8 suları ise şüpheli-kullanılamaz ve kullanılamaz sınıfına girmektedirler.




**Şekil 5.3** İnceleme alanı yeraltısuları ABD tuzluluk diyagramı.

ABD tuzluluk diyagramında sular C2-S1, C3-S1 ve C3-S4 grubunda toplanmıştır. C2-S1 sınıfındaki sular, YS23 ve YKU3 su noktalarına ait olup, orta tuzlu az sodyumlu sular sınıfına girerler. Bölgedeki suların büyük bir bölümünün toplandığı C3-S1 grubuna giren sular ise YS28, YS34, YS35, YS36, YKU11, YKU17, YK1, YK2 ve YK11 olup fazla tuzlu az sodyumlu sular sınıfını oluştururlar. C3-S4 grubunda bulunan sular YS31, YS39 ve YK8 su noktaları olup fazla tuzlu çok fazla sodyumlu sular sınıfına girmektedirler. YK4 kuyusu ise C2-S3 sınıfına girip orta tuzlu fazla sodyumludur.

# 6 SONUÇ VE ÖNERİLER

Nusratlı-Yağcı-Tekirdağ arasında kalan bölgenin Hidrojeolojisi konulu bu araştırmada 80 $km^2$ lik bir bölgenin jeolojisi, hidrojeolojisi, bölgedeki akiferin hidrojeolojik özellikleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

İnceleme alanının temelini, Üst Eosen yaşlı Yenimuhacir formasyonuna ait kiltaşı, kumtaşı ve yer yer mercek şeklinde çakıltaşı seviyeleri oluşturmaktadır. Bu birimlerin üzerini uyumlu olarak inceleme alanının büyük kısmını kaplayan, Orta-Üst Oligosen yaşlı, kömür ara katkılı kumtaşı ve kiltaşının ardalanmasından oluşan Danişmen formasyonu örtmektedir. Orta-Üst Miyosende çökelen ve litolojisi tutturulmamış kum, çakıl ve milden oluşan Ergene formasyonu, Danişmen formasyonunu uyumsuzlukla örtmektedir. Üst Miyosen yaşlı ve olivin-ojit bazalt olarak sınıflandırılan Karatepe Bazaltı lav akıntısı şeklinde gözlenen, sütunsal yapıya sahip olup inceleme alanında bulunan birimlerin üstünde durmaktadır. Kuvaterner yaşlı tutturulmamış çakıl ve kumlar alüvyal örtü olarak inceleme alanında yayılmaktadır.

İnceleme alanı içerisinde litolojik ve yapısal özellikleri açısından ele alınan tüm birimler, boşluk bulundurma, boşlukların boyutları, boşluklar arası ilişkiler ve bu ilişkilerin derecesi gibi yeraltı suyu geçirebilme ve iletebilme kapasitelerini tanımlayan özelliklere göre farklı hidrojeolojik ortamlara ayrılmıştır.

Orta-Üst Miyosen yaşlı Ergene formasyonu ve Kuvaterner yaşlı alüvyal örtü ‘‘geçirimli taneli ortam’’ olarak değerlendirilmiştir. İnceleme alanında küçük bir alanda gözlenen Üst Miyosen yaşlı Karatepe Bazaltı ‘‘geçirimli kaya ortam’’ olarak değerlendirilmiştir. Orta-Üst Oligosen yaşlı Danişmen formasyonu ‘‘ yerel geçirimli ortam’’ olarak değerlendirilmiştir. Üst Eosen yaşlı Yenimuhacir formasyonu ‘‘geçirimsiz ortam’’ olarak adlandırılmıştır.

Bölgenin yıllık ortalama yağış miktarı 644,1 mm’dir. Yıllık yağışın %73’ü buharlaşarak, geri kalan, 173,4 mm’lik kısmı akışa geçmekte ve bunun bir kısmı süzülerek yeraltı sularını oluşturmaktadır.

İnceleme alanındaki kaynaklar, adi kuyular ve derin sondaj kuyularında yerinde yapılan ölçümler sonucunda; Yağcı Köyü ve çevresinin EC ve klor değerlerinin oldukça yüksek olduğunu görüyoruz. Yine Yağcı Köyü'nden Tekirdağ istikametine doğru suların EC ve klor değerleri yüksek çıkmaktadır. Nusratlı Köyü ve çevresinde yer alan sularda ise elektrik iletkenliği ve klor değeri daha düşük oranlardadır. Bu durum bize Yağcı Köyü ve çevresindeki suların kirletilmekte olduğu, Nusratlı Köyü ve civarındaki suların kirletilmemiş olduğu sonucuna götürmektedir.

Yağcı Köyü civarındaki su tutan birimlerin iri taneli olması yüzünden suların yeraltısuyunu oluşturmak için süzüldükleri sırada yeterince filtre edilemediğini ve kirleticilerin yeraltısuyuna sızmasını yavaşlatamadığını söyleyebiliriz. Oysa Nusratlı Köyü civarındaki birimler daha ince taneli oldukları için filtreleme daha iyi yapılabilmekte ve kirleticiler hemen suya karışmayıp yeraltısuyuna karışıncaya kadar nispeten engellendikleri söylenebilir.

Kaynaklardaki suların direkt olarak içme ve sulamada kullanılması bazı element ve bileşikler yönünden sakıncalı olabilmektedir. Toksik maddelerden arsenik bütün kaynaklarda ve kuyularda düşük değerlerde tespit edilmiştir. Suların minör element değerlerine bakıldığında YS28, YS31, YS39, YK2, YK4, YK8 ve YK11 sularının bor değerinin sulama açısından sakıncalı olduğu görülmektedir. Adi kuyulardan elektrik iletkenliği yüksek olan YKU1(2437), YKU11(1984) kuyuları kötü kaliteli sular sınıfına girmektedir. Bölgedeki YK6 derin sondaj kuyusundan alınan örnekte pH değeri 9,7 olarak ölçülmüştür.

İnceleme alanındaki sulara uygulanan Piper diyagramı ve yarı logaritmik Schoeller diyagramı, suların anyon ve katyon içerikleri açısından sodyum bikarbonatlı ve kalsiyum bikarbonatlı olduklarını göstermektedir.

İnceleme alanında metan içeren gazlı yeraltısuları gözlenmiştir. Gazlı olan YS31, YS39 ve YK8 suları ile YK4 suyu diğer sulardan daha düşük oranlarda Ca ve Mg içeriğine sahip olup klor değerleri daha yüksek orandadır.

İnceleme alanında YK1, YK2, YK4, YK8, YK11, YKU3, YKU17, YS23, YS28, YS31, YS34, YS35, YS36 ve YS39 suları içmeye, YK1, YKU3, YKU11, YKU17, YS23, YS28, YS34, YS35, YS36 suları sulamaya uygundur.

Yağcı Köyü içme suyunu temin eden YK1 ve YK2 nolu su kuyularının kirlenmesini önlemek amacıyla köyün hayvansal dışkılarının su kuyularının beslenme havzasının uzağında bir alanda depolanması sağlanmalıdır. Ayrıca köy içinde biriktirilen birçok hayvansal dışkı ve diğer evsel atıkların başka alanlarda depolanması gerekmektedir.

Yağcı Köyü yerleşim alanı içinde bulunan adi kuyuların kullanılması bırakılmalıdır. Bunun yerine temiz su kaynaklarına sahip komşu köy olan Nusratlı Köyü yakınlarındaki su kaynaklarından yararlanma yolları aranmalıdır.

Çalışma sahasının Yağcı Köyü yakınlarındaki bölgelerinden 0,5 l/sn su almak mümkündür. Nusratlı Köyü yakınlarında ise su potansiyeli 1 l/sn civarındadır.

Nusratlı Köyü ve çevresindeki temiz su kaynaklarının zaten kısıtlı olan yeraltı suyu potansiyeli açısından korunma önlemleri alınmalı ve beslenme havzası içinde yeraltısuyuna zarar verecek herhangi bir yapılaşmaya gidilmemelidir.

## KAYNAKLAR


**Arkoç, O. (2005).** Ergene Havzası, Çerkezköy-Çorlu Arasındaki Kesiminin Hidrojeolojisi, Doktora Tezi, İ.T.Ü. Maden Fakültesi, İstanbul.

**Bakır, A. (2005).** Çanakkale-Yenice-Hıdırlar Ilıcası Dolayının Termal Hidrojeolojisi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Maden Fakültesi, İstanbul.

**Batı, Z., (1996).** Palynostratigrapy and coal petrography of the Upper Oligocene lignites of the Northern Thrace Basin, NW Turkey. Doktora Tezi (yayınlanmamış), ODTÜ Ankara, p. 341**.**

**Beer, H. ve Wright, J.A., (1960).** Stratigraphy of the Ganosdağ, Korudağ and Keşan Hills, TPAO Arama Grubu Arşivi, 736, p: 42.

**Boer, N.P., (1954).** Report on a geological reconnaissance in Turkish Thrace, September, December G.A. 25373.

**Boschı, E., (2003).** Annals of Geophysics, VII International Conference on Gas Geochemistry. September, 48.

**Çağlayan, M.A. ve Yurtsever, A., (1998).** Burgaz-A3, Edirne-B2 ve B3; Burgaz-A4 ve Kırklareli-B4, B5 ve B6; Kırklareli-C6 paftaları, 1:100.000 ölçekli açınsama nitelikli Türkiye jeoloji haritaları, No: 20, 21, 22, 23. M.T.A. Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.

**Çınar, G., (1996).** Trakya Havzası Doğalgaz Değerlendirmesi, İ.T.Ü. F.B.E., Yayınlanmamış, Yüksek Lisans Tezi, pp: 10-16.

**Doust, H. ve Arıkan, Y., (1974).** The geology of the Thrace Basin, Türkiye ikinci Petrol Kongresi Tebliğleri Kitabı, pp: 119-136.

**Druit, C.E., (1961).** Raport on the petroleum prospects of Thrace, Turkey, Turkish Gulf Oil Co.

**Dumlu, O., Yalçın, H. T., Bozkurtoğlu, E., (2006).** Yeraltısuyu Jeolojisi ve Hidroliği, Mart Matbaası, İstanbul.

**Ercan, T., (1998).** Marmara Denizi Çevresindeki Tersiyer Volkanizmasının Özellikleri. Maden Tetkik ve Arama Dergisi, sayı: 120, pp. 199-221.

**Ercan, T., (1992).** Trakya'daki Senozoyik volkanizması ve bölgesel yayılımı. JMO Dergisi, sayı: 41, pp. 37-50.

**Erguvanlı, K. (1982).** Mühendislik Jeolojisi, İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası, İstanbul.

**Erguvanlı, K., Yüzer, E., (1987).** Yeraltısuları Jeolojisi, İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası, İstanbul.

**Esenli, F., (1999).** Tekirdağ Bölgesi (Trakya) Alkali Bazaltları İçerisindeki Peridotitik Ksenolitler, MTA Dergisi, Sayı: 121, pp. 125-139.

**Gökçen, N., (1971).** Güneydoğu Trakya'nın Paleojen stratigrafisinde ostracodlar açısından yeni görüşler. Türkiye 1. Petrol Kongresi Bildirileri Kitabı, pp. 81-85.

**Görür, N. ve Okay, A. I., (1996).** A Fore –Arc orijin fort the Thrace Basin, NW Turkey, Geol Rundsch 85, pp. 662-668.

**Görür, N., (1984).** Timing of opening of the Black Sea Basin, Tectonophysics, 210, pp. 273-293.

**Holmes, A.W., (1961).** A Stratigraphic Review of Thrace. TPAO Arama Grubu Arşivi, yayınlanmamış teknik rapor, 368.

**İşseven , T**., **(2001).** Batı Anadolu'nun Neotektonik Rejimi konulu doktora çalışması.

**Kasar, S. ve Eren, A., (1986).** Kırklareli-Saray-Kıyıköy bölgesinin jeolojisi. TPAO Arama Grubu Arşivi, yayınlanmamış teknik rapor, 2208, P: 45.

**Kasar, S., (1987).** Edirne-Kırklareli-Saray (Kuzey Trakya) Bölgesinin Jeolojisi, Türkiye 7. Petrol Kongresi, Ankara, pp. 281-291.

**Kasar, S., Bürkan, A., Siyako, M., Demir, O., (1983).** Tekirdağ, Şarköy, Keşan, Enez Bölgesinin Jeolojisi ve Hidrokarbon Olanakları, T.P.A.O. Arama Grubu Arşivi, 1771.

**Kaykıoğlu, G., Ekmekyapar, F., (2005).** Ergene Havzası'nda Endüstriyel İşlem Suyu Olarak Kullanılan Yeraltı Sularının Özellikleri, Trakya Üniversitesi J Sci, 6, pp. 85-91.

**Kellog, H.E., (1973).** Geology and Petroleum Prospects Gulf of Saros and Vicinity Southwestern Thrace. Ashland Oil of Turkey, Inc. TPAO Arama Grubu Arşivi, yayınlanmamış teknik rapor, 902.

**Kemper, E., (1961).** Trakya Havzası'nın kuzey kenarındaki Üst Eosen-Alt Oligosen çökellerinin incelenmesi, Rap.Inedit, Petrol Dairesi, no:T37.

**Keskin, C., (1971).** Pınarhisar alanının jeolojisi. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, sayı: 14, pp. 31-84.

**Keskin, C., (1974).** Kuzey Trakya Havzası'nın stratigrafisi. Türkiye İkinci Petrol Kongresi.

**Lebkchner, R.F., (1974).** Orta Trakya Oligosen'inin jeolojisi hakkında. Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Dergisi, sayı: 83, pp. 1-29.

**Okay, A. I., Satır, M., (2000).** Coeval plutanism and metamorphism in a Latest Oligocene metamorphic coer complex in northwest Turkey, Geol Mag. 137, pp. 495-516.

**Ozansoy, F., (1962).** Doğu Trakya Alt Oligosen Antrakoterienleri. M.T.A. Enstitüsü Dergisi, 58; 85-96.

**Önal, M., (1984).** Gelibolu Kuzeybatısının Jeolojisi. İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.(Doktora Tezi).

**Önem, Y., (1974).** Gelibolu Yarımadası ve Çanakkale dolaylarının jeolojisi. TPAO Rap., 877, p. 30.

**Sakınç, M. ve Yaltırak, C., (1997).** Güney Trakya Sahillerinin Denizel Pleyistosen Çökelleri ve Paleocoğrafyası, MTA Dergisi, sayı: 119, pp. 43-62.

**Saltık, O., (1974).** Şarköy-Mürefte sahaları jeolojisi ve petrol olanakları. TPAO Arama Grubu Arşivi, yayınlanmamış teknik rapor, 879, p. 24.

**Saner, S., (1985).** Saros Körfezi dolayının çökelme istifleri ve tektonik yerleşimi, Kuzeydoğu Ege Denizi, Türkiye TJK Bült., sayı: 28, pp. 1-10.

**Saraç, G.**, **(1987).** Kuzey Trakya bölgesinde Edirne-Kırklareli-Saray-Çorlu-Uzunköprü yörelerinin memeli paleofaunası, Ankara Univ. Fen Bil. Enst. Jeo. Müh. Anabilim Dalı Yük. Lis. Tezi (yayınlanmamış).

**Siyako, vd.**, **(1989).** Biga ve Gelibolu yarımadalarının Tersiyer jeolojisi ve hidrokarbon olanakları, TPJD Bülteni. 1/3, 183-199.

**Sümengen, M., Terlemez, İ., Şentürk, K., Karaköse, C., Erkan, E., Ünay, E., Gürbüz, M. ve Atalay, Z., (1987).** Gelibolu Yarımadası ve güneybatı Trakya Tersiyer havzasının stratigrafisi, sedimantolojisi ve tektoniği. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, yayınlanmamış teknik rapor, 8218.

**Sümengen, M., Terlemez, İ., (1991).** Güneybatı Trakya Yöresi Eosen Çökellerinin Stratigrafisi, MTA Dergisi, sayı: 113, pp. 17-30.

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

**Şengör, A. M. C., (1979).** The North Anatolian Transform Fault. İts age offset and tectonic significance, J Geol. Soc. Lond. 136, pp. 269-282.

**Şentürk, K. ve Okay, A. İ., (1984**). Saroz Körfezi doğusunda yüksek basınç metamorfizması, M.T.A. Dergisi. 97/98. 152-155.

**Şentürk, K. ve Karaköse, C., (1998).** Çanakkale-D2 Paftası, 1:100.000 ölçekli açınsama nitelikli Türkiye jeoloji haritaları, No: 62 M.T.A. Genel Müdürlüğü, Ankara.

**Şentürk, K. ve Karaköse, C., (2002).** Güney Trakya-Marmara havzası Neojen çökelleri, Türkiye Stratigrafi Komitesi çalıştayı, Trakya Bölgesi'nin Litostratigrafi Adlamaları, Özler, M.T.A. Genel Müdürlüğü, Ankara, s:11.

**Tapırdamaz, M. C., Yaltırak, C., (1997).** Trakya'da Senozoyik Volkaniklerinin Paleomanyetik Özellikleri ve Bölgenin Tektonik Evrimi, MTA Dergisi, sayı: 119, pp. 27-42.

**Ternek, Z., (1949).** Geological Study of The Region of Keşan-Korudağ, Maden Tetkik Arama, 12, p. 78.

**Turgut, S., Siyako, M., Dilki, A., (1983).** Trakya Havzasının Jeolojisi ve Hidrokarbon Olanakları, T.J.K. Bülteni, sayı: 4, pp. 35-46.

**Turgut, S. ve Eseller, G., (2000).** Sequence stratigraphy, tectonics and depositional history in Eastern Thrace Basin, NW Turkey. Marine and Petroleum Geology, 17, pp. 61-100.

**Tüysüz, O., Barka, A., Yiğitbaş, E., (1998).** Geology of Saros Graben and its implications forth evoluation of the North Anatolian fault in the Ganos-Saros region, Northwestern Turkey, Tectonophysıcs, 293, pp. 105-126.

**Umut, M., Kurt, Z., İmik, M., Özcan, İ., Sarıkaya, H., Saraç, G., (1983).** Tekirdağ, Silivri, Pınarhisar Alanının Jeolojisi, M.T.A. Genel Müdürlüğü Arşivi, 7349.

**Umut, M., (1988).** Kırklareli C4 paftası izahnamesi: MTA Genel Müdürlüğü, 1:100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi.

**Ünal, O. T., (1967).** Trakya Jeolojisi ve petrol imkanları. TPAO Arama Grubu Arşivi, yayınlanmamış teknik rapor, 391, p. 80.

**Yaltırak, C., (1995).** Gaziköy-Mürefte (Tekirdağ) Arasının Sedimanter ve Tektonik Özellikleri, T.P.J.D. Bülteni, sayı: 1, pp. 93-112.

**Yazman, M. vd., (2000).** Kuzey Ege off shore'unun (Saros-Edremit Körfezi arası) jeolojisi ve prospektivitesi, TPAO Arama Grubu Arşivi, yayınlanmamış teknik rapor, 4109, 80s.

**http://files.dnr.state.mn.us**

**http://pubs.usgs.gov**

**www.mta.gov.tr**

**www.dsi.gov.tr**

**www.groundwateruk.org**

**www.apao.com**

# EKLER

## ÖZGEÇMİŞ

Çalışmayı hazırlayan 1968 yılında Tekirdağ'da doğdu. İlkokulu Tekirdağ'ın merkez Taşomurca Köyü İlkokulunda, ortaokul ve lise öğrenimini Tekirdağ Namık Kemal Lisesinde tamamladı. 1987 yılında girdiği İTÜ Maden Fakültesi Jeoloji Mühendisliği bölümünü 1991 yılında bitirdi. 1993 yılında başladığı Fen Bilimleri Enstitüsü Uygulamalı Jeoloji Yüksek Lisans programına çeşitli sebeplerden dolayı ara verdi. 1996 yılından beri Tekirdağ merkez köylerinde sınıf öğretmenliği yapmakta olan yazar evli ve bir çocuk babasıdır.