



**KINIKLI DERE HAVZASI KUM YATAKLARI  
VE YERALTI SULARI İLİŞKİLERİNİN  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Khalid MOHAMED ALİ**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman: Prof. Dr. Füsun EKMEKYAPAR  
2021**

**T.C.**  
**TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**KINIKLI DERE HAVZASI KUM YATAKLARI VE YERALTI SULARI  
İLİŞKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Khalid MOHAMED ALİ**

**ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN: Prof. Dr. Füsun EKMEKYAPAR**

**TEKİRDAĞ-2021**

**Her hakkı saklıdır.**





Bu tez ..... (TÜBİTAK / SANTEZ / NKÜBAP vb.) ..... tarafından  
..... numaralı proje ile desteklenmiştir.

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### KINIKLI DERE HAVZASI KUM YATAKLARI VE YERALTI SULARI İLİŞKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

**Khalid MOHAMED ALİ**

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Füsun EKMEKYAPAR

Günümüzde dünya nüfusunun hızla artması ve ülke ekonomilerinin büyümesi ile birlikte doğal kaynaklardan yararlanma ihtiyacı da bu bağlamda artış göstermekte ve kaynaklar üzerindeki baskı giderek artmaktadır. Bu çerçevede gelişen çevresel duyarlılık özellikle madencilik ve tarım gibi birçok sektörün üretim kalıplarında değişiklik yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Madencilik faaliyetleri dünyanın en eski endüstrilerinden biridir. Teknolojiyle paralel olarak madencilik faaliyetleri de gelişmekte, daha zor şartlar da dahi kolaylıkla faaliyet yapılmaktadır. Madenlere olan taleplerin artışıyla madencilik alanlarında bir genişleme, yeraltı ve açık işletmeler açısından bir büyüme söz konusu olmuştur. Bununla birlikte her iki işletme türü için de daha önceden imkânsız gibi görünen derinliklere inmek mümkün olmuş, daha geniş maden çukurları oluşturulmuştur. Bu gelişmeler aslında madencilik alanına girmemekle birlikte, çalışma yöntemleri açısından aynı tür etkinliklerin görüldüğü kum ve taş ocaklarında da görülmektedir. Genellikle açık işletmede, diğer madencilik yöntemlerine nazaran, daha büyük çevresel bozulma ve etkilere neden olmaktadır. Bu bağlamda artan taş ocakları, başta alan kaybı olmakla birlikte su kaynakları, biyolojik çevre ve bölge peyzajı üzerinde birçok değişiklik meydana getirmektedir. Tez kapsamında; Kınıklı Dere Havzası kum yatakları ile havzadaki yeraltı suları arasındaki ilişkiler değerlendirilmiştir. Havzada 15 ayrı örnekleme noktasından farklı derinliklerden toplam 28 toprak numunesi alınmıştır. Toprak numunelerinde; pH, elektriksel iletkenlik, organik karbon, hacim ağırlığı, tekstür ve higroskopik nem analizleri yapılmıştır. Elde edilen bulgulara göre; sızıntı gözenekleri hacmi 1931-5828 m<sup>3</sup>/ha/m arasında bulunmuştur (ortalama 3800 m<sup>3</sup>/ha/m). Bu gözenek hacmi 1 m<sup>2</sup> alana düşen 193-583 mm (ortalama 380 mm) yağışı depolayabilecek kapasitededir. Depolanabilecek su kapasiteleri Çorlu'ya düşen yıllık yağış miktarının yaklaşık yarısına eşdeğerdir. 1 ha alana düşen yağışın 1m derinliğe kadar sızıntı gözeneklerini doldurması halinde, 80-160 kişinin yıllık su ihtiyacının karşılanabileceği hesaplanmıştır. Marmara Ereğlisi'nin kayıtlı nüfusunun (2018 için) yaz mevsiminde 10 kat arttığı göz önüne alındığında; su ihtiyacı 8.3 milyon m<sup>3</sup> olarak hesaplanmaktadır. Bu suyun üretilebilmesi için 2186 ha (21 855 9 dönüm) kum veya kumlu arazi gerekmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Kınıklı Dere Havzası, kum yatakları, su üretimi, su ihtiyacı, yeraltı suları

2021, 95 sayfa

## ABSTRACT

MSc. Thesis

### EVALUATION OF THE RELATIONS BETWEEN SAND BEDS OF KINIKLI STREAM BASIN AND GROUNDWATER

**Khalid MOHAMED ALI**

Tekirdağ Namık Kemal University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Environmental Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Füsün EKMEKYAPAR

Today, with the rapid growth of the world population and the growth of the country's economies, the need to benefit from natural resources is increasing in this context and the pressure on resources is gradually increasing. The environmental sensitivity that develops within this framework necessitates changes in the production patterns of many sectors, especially mining and agriculture. Mining activities are one of the oldest industries in the world. In parallel with technology, mining activities are also developing, even in more difficult conditions, activities are carried out easily. With the increase in the demand for mines, there has been an expansion in mining areas and a growth in terms of underground and open pit mines. However, it was possible to go down to depths that seemed impossible before for both types of operation, and wider pits were created. Although these developments do not actually enter the mining area, they are also seen in sand and quarries where the same types of activities are observed in terms of working methods. Often in open pit, greater environmental degradation and impacts are caused than other mining methods. In this context, increasing quarries, especially the loss of space, cause many changes on water resources, biological environment and regional landscape. Within the scope of the thesis; the relationships between the Kinikli Stream Basin sand beds and the groundwater in the basin were evaluated. A total of 28 soil samples from different depths were taken from 15 different sampling points in the basin. In soil samples; pH, electrical conductivity, organic carbon, volume weight, texture, hygroscopic moisture analyzes were performed. According to the findings; leakage pores volume was found between 1931-5828 m<sup>3</sup>/ha/m (average 3800 m<sup>3</sup>/ha/m). This pore volume is capable of storing 193-583 mm (average 380 mm) of precipitation per 1 m<sup>2</sup> area. The water capacities that can be stored correspond to approximately half of the annual precipitation amount in Çorlu. It has been calculated that the annual water need of 80-160 people can be met if the precipitation per 1 ha area fills the leakage pores up to a depth of 1m. Considering that the registered population of Marmara Ereğlisi increased 10 times in the summer season (for 2018); water need is calculated as 8.3 million m<sup>3</sup> and 2186 ha of sand or sandy land is required to produce this water.

**Key words:** Kinikli Stream Basin, sand beds, water production, water need, groundwater

2021, 95 pages

# İÇİNDEKİLER

|  |            |
|--|------------|
| <b>ÖZET</b> .....  | <b>i</b>   |
| <b>ABSTRACT</b> .....  | <b>ii</b>  |
| <b>İÇİNDEKİLER</b> .....   | <b>iii</b> |
| <b>ÇİZELGE DİZİNİ</b> .....  | <b>v</b>   |
| <b>ŞEKİL DİZİNİ</b> .....  | <b>vi</b>  |
| <b>SİMGELER ve KISALTMALAR</b> .....   | <b>vii</b> |
| <b>TEŞEKKÜR</b> .....  | <b>ix</b>  |
| <b>1. GİRİŞ</b> .....  | <b>1</b>   |
| 1.1. Çalışmanın Amaç ve Kapsamı.....   | 3          |
| <b>2. Kaynak ÖZETLERİ</b> .....  | <b>4</b>   |
| 2.1. İklim Değişikliğinin Çevresel Etkileri.....   | 4          |
| 2.2. Kum/Taş Ocaklarının Yeraltı Su Kaynakları Üzerine Etkileri.....                                 | 9          |
| 2.3. Örnek Havza Çalışmaları.....  | 16         |
| 2.4. Orman, Otlak Tahribine Yönelik Çalışmalar.....  | 26         |
| <b>3. MATERYAL ve YÖNTEM</b> .....   | <b>28</b>  |
| 3.1. Materyal .....  | 28         |
| 3.1.1. Çalışma Alanının Yetiştirme/Yaşama Ortamı Özellikleri .....                                   | 28         |
| 3.1.1.1. Yeryüzü Şekli ve Jeolojik Yapı .....  | 28         |
| 3.1.1.2. İklim Özellikleri.....  | 31         |
| 3.1.1.3. Ana Materyal ve Toprak Özellikleri.....   | 34         |
| 3.1.1.4. Bitki Örtüsü.....   | 35         |
| 3.1.1.5. Yerleşim, Arazi Kullanımı, Su Üretimi ve Kum Ocakları.....                                  | 36         |
| 3.1.1.6. Yeraltı Sularında Mevcut Durum .....  | 36         |
| 3.2. Yöntem .....  | 38         |
| 3.2.1. Toprak Örneklerinin Alınması.....   | 38         |
| 3.2.2. Örneklerin Analize Hazırlanması ve Laboratuvar Analizleri.....                                | 41         |
| 3.2.3. Fiziksel ve Kimyasal Toprak Analizleri .....  | 41         |
| 3.2.3.1. Toprak Reaksiyonunun (pH) Belirlenmesi .....  | 41         |
| 3.2.3.2. Toprak Tuzluluğunun (Elektriksel İletkenliğin) Belirlenmesi.....                            | 42         |
| 3.2.3.3. Topraktaki Organik Karbon Miktarının Belirlenmesi (Walkley-Black Islak Yakma Yöntemi) ..... | 42         |

|  |   |
|--|---|
| 3.2.3.4. Tane apı (Tekstür) ve Sızıntı Suyu Gözenek Hacmi Analizi.....      | 44                                      |
| <b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....</b>   | <b>45</b>                               |
| 4.1. Örneklerin pH ve Elektriksel İletkenlik (EC) Değerleri.....             | 45                                      |
| 4.2. Örneklerin Organik Karbon İçerikleri .....                              | 47                                      |
| 4.3. Örneklerin Hacim Ağırlıkları .....                                      | 49                                      |
| 4.4. Örneklerde Taşlılık, Taşlılık Oranı ve Etkisi.....                      | 51                                      |
| 4.5. Örneklerin Higroskopik Nem Oranları .....                               | 51                                      |
| 4.6. Örneklerin Tane apı (Tekstür) Boyutları.....                           | 53                                      |
| 4.7. Örneklerde Sızıntı Gözenek çapları .....                                | 55                                      |
| 4.8. Birim Alan ve Hacimde, Sızıntı Gözenek çapları ile Yağış İlişkisi ..... | 58                                      |
| 4.9. Marmara Ereğlisi ve orlu'nun Su İhtiyacı İçin Gerekli Alan.....        | 62                                      |
| <b>5. TARTIŞMA VE SONUÇ .....</b>  | <b>65</b>                               |
| <b>6. KAYNAKLAR .....</b>  | <b>68</b>                               |
| <b>EKLER .....</b>   | <b>75</b>                               |
| <b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>  | <b>Hata! Yer işareti tanımlanmamış.</b> |



## ÇİZELGE DİZİNİ

|  |    |
|--|----|
| Çizelge 3 1. Çorlu İlçesi'nde Yıllık ve Aylık Ortalama Sıcaklık Değerlerinin Dönemsel Değişimi . . . . .   | 32 |
| Çizelge 3 2. Çorlu İlçesi'nde Yıllık ve Aylık Toplam Yağış Miktarlarının Dönemsel Değişimi. . . . .  | 33 |
| Çizelge 3 3. Çorlu İlçesi'nde Yıllık Toplam Yağış-Yüksek Yağış=Faydalı Yağış (Toprağa Sızabilen) Miktarlarının Karşılaştırılması. . . . .                | 34 |
| Çizelge 3 4. Eserce ve Çukurçengel Kum Materyali ile Toprak Örneklerinin Yerleri ve Özellikleri. . . . .   | 40 |
| Çizelge 4. 1. Alınan Toprak Örneklerinin pH ve Elektriksel İletkenlik (EC) Değerleri . . . . .   | 46 |
| Çizelge 4. 2. Alınan Toprak Örneklerinin Organik Karbon (%) ve Organik Madde (%) İçerikleri. . . . .   | 48 |
| Çizelge 4. 3. Alınan Toprak Örneklerinin Hacim Ağırlıkları. . . . .  | 50 |
| Çizelge 4. 4. Kum, Killi Tozlu Kum ve Toprak Örneklerinin Higroskopik Nem (105 0C) Miktarları . . . . .  | 52 |
| Çizelge 4. 5. Alınan Toprak Örneklerinin Tane Çapı Dağılımı . . . . .  | 54 |
| Çizelge 4. 6. Toprak ve Materyal Türüne ve Gözenek Çaplarına Göre Gözenek Hacmi Oranları . . . . .   | 55 |
| Çizelge 4. 7. Su Sızdırma İçin Alınan Örnekler ile Araziden Alınan Hacim Örneklerinin Ağırlıkları ve Farklar . . . . .                                   | 57 |
| Çizelge 4. 8. Toprak ve Kum Örneklerinde Birim Hacimde (ha/1 m), Kum veya Toprak, Çakıl, Kök ve Su Sızdıran Gözenekler . . . . .                         | 59 |
| Çizelge 4. 9. İncelen Örneklerde Gözenek Hacmi ve Gözenek Hacimlerine Denk Gelen Yağış Miktarı ile Bu Suyu Bir Yılda Kullanabilecek Kişi Sayısı. . . . . | 61 |
| Çizelge 4. 10. Marmara Ereğlisi İçin Yıllık Su İhtiyacının Hesabı ve Bu Suyu Üretebilecek Alan Miktarı . . . . .   | 63 |

## ŞEKİL DİZİNİ

|  |    |
|--|----|
| Şekil 3.1 Çalışma Alanını ve Örnek Alma Noktalarını Gösteren Harita .....  | 28 |
| Şekil 3.2 Çalışma Havzasının Jeolojik Özelliklerini Gösteren Harita. ....  | 29 |
| Şekil 3.3 Çorlu ve Çevresi Miosen Kum Tortulları ile Üstündeki Pliosen (Akarsu) Tortulları<br>ile 4. Zaman Tortulları..... | 30 |
| Şekil 3.4 Çorlu Kuzey Doğusundaki Orman ve Orman Amenajman Planı Bölmeleri İle Ağaç<br>Türleri.....                        | 35 |
| Şekil 3.5. Toprak Suyunun Düşey Yöndeki Hareketi .....   | 39 |



## SİMGELER VE KISALTMALAR

|                 |  |
|-----------------|--|
| AKK             | : Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıflaması                       |
| AP              | : Alexa Platosu  |
| ARCGIS          | : Havacılık Keşif Kapsamı Coğrafi Bilgi Sistemi              |
| ARIMA           | : Otoresif Entegre Hareketi                                  |
| CBS             | : Coğrafi Bilgi Sistemi                                      |
| CGCM1           | : İlk Versiyon Çiftleşmiş Küresel İklim Modeli, 1            |
| CGCM2           | : Kanada Global Çift Modelinin İkinci Versiyonu,             |
| CLM             | : İklim Sınırlı Alan Modellemesi.                            |
| CLP             | : Çin Lös Platosu  |
| CO <sub>2</sub> | : Karbon Dioksit   |
| ÇED             | : Çevresel Etki Değerlendirmesi                              |
| EC              | : Elektriksel İletkenlik                                     |
| ECHAM4          | : Avrupa Merkezi Hamburg 4                                   |
| ELECTRE         | : Eliminasyon ve Seçim Tercüme                               |
| ESRI            | : Çevre Sistemleri Araştırma Enstitüsü                       |
| GCM             | : Küresel İklim Modeli                                       |
| GELİ            | : Güney Ege Linyitleri İşletmesi                             |
| GR              | : Yeraltı Suyu Şarjı   |
| GSYİH           | : Gayrisafi Yurt İçi Hasıla                                  |
| GWS             | : Yeraltı Suyu Depolaması                                    |
| HADCM3          | : Hadley Center İklim Modeli                                 |
| HADGEM2         | : Hadley Center Global Çevre Modeli Sürüm 2                  |
| HELP            | : Düzenli Depolama Performansının Hidrolojik Değerlendirmesi |
| ICTP            | : Uluslararası Teorik Fizik Merkezi                          |
| IPCC            | : Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli                   |
| LAI             | : Yaprak Alanı İndeksi                                       |

|          |   |
|----------|---|
| LARS-WG  | : Long Ashton Araştırma İstasyonu Hava Jeneratörü |
| MODFLOW  | : Modüler Sonlu Farklar Yeraltı Suyu Akışı        |
| MRI      | : Meteoroloji Araştırma Enstitüsü                 |
| PRECIS   | : Etki Çalışmaları İçin Bölgesel İklimler Sağlama |
| RCM      | : Bölgesel İklım Modelleri                        |
| RCP      | : Temsilci Konsantrasyon Yolu                     |
| REGCM3   | : Bölgesel İklım Modeli                           |
| SDSM     | : İstatistiksel Ölçekleme Modeli                  |
| SHE      | : Sistem Hidrolojisi Avrupa                       |
| SMBM     | : Toprak Nemi Denge Modeli                        |
| SRES     | : Emisyon Senaryoları Özel Raporu                 |
| SWAT     | : Toprak ve Su Değerlendirme Modeli               |
| TKİ      | : Türkiye Kömür İşletmeleri                       |
| WATERGAP | : Su Global Değerlendirmesi ve Pronozu            |

## TEŞEKKÜR

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yapmış olduğum Yüksek Lisans çalışmamda bilgi ve tecrübeleriyle beni yönlendiren, karşılaştığım sorunlara çözüm üreterek, çalışmalarımın olabildiğince sağlıklı sürmesini sağlayan, çalışmakta en zorlandığım anlarda motive olmamı sağlayan ve her türlü sorunumla samimiyetle ilgilenen değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Füsun EKMEKYAPAR'a, teşekkürü bir borç bilirim. Tez çalışmamın deneysel aşamalarında Toprak Laboratuvarını açarak destek olan; İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, Toprak İlmi ve Ekoloji Anabilim Dalı Öğretim Üyesi, Sayın Prof. Dr. Doğanay TOLUNAY'a, Çorlu Müh. Fak. Geoteknik Laboratuvarını açarak destek olan Dr. Öğr. Üyesi Feda ARAL'a teşekkürlerimi sunarım. Tez çalışmamın toprak numunesi alımı/arazi çalışmaları ve tezimin diğer organizasyon aşamalarında öncülük yapan Prof. Dr. M. Doğan KANTARCI'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca tezimde kullanmış olduğum haritaların oluşturulması ve toprak numunesi alımı aşamalarında desteklerini esirgemeyen Çorlu Belediyesi çalışanları; Çevre Müh. Serkan KAYA ve İnşaat Yük. Müh. Kerem SAVAŞ'a teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamın yürütüldüğü Kınıklı Dere Havzası ve Ergene Havzasına ait iklim verilerini temin ettiğim kurum olan Devlet Su İşleri 11. Bölge Müdürlüğü'ne teşekkürlerimi sunarım.

Eğitim hayatım süresince her türlü maddi ve manevi desteği bana sağlayan anneme, babama ve çok sevdiğim kardeşlerime minnettarım. Onlar olmasaydı hayat çok daha anlamsız olacaktı...

Son olarak çalışmalarımı sürdürdüğüm en zor günlerimde yanımda olan ve bana sağladığı manevi destekle bu çalışmanın bitmesine katkı sağlayan Sayın Abdirizak ALI ABDULLAHI 'na teşekkürü bir borç bilirim.

Şubat, 2021

Khalid MOHAMED ALI

Ziraat Mühendisi

## 1. GİRİŞ

İnsanlar, toplumsal yaşam ilişkileri içerisinde doğal kaynakları kullanarak, teknolojiyi geliştirerek, ekonomik faaliyetlerde bulunurlar. Bu faaliyetlerin gelişimi ile insanlar kendilerine yapay çevreyi oluştururlar. Toplumlar, yapay çevre içindeki yaşam koşullarını geliştirirken doğa ile sürekli bir ilişki içindedirler. İnsan ve doğa arasındaki bu ilişki, ekolojik sistemin bir parçasıdır. İnsanoğlunun yeryüzünde yaşamaya ve kendisine ait yapay çevre oluşturmaya başlamasından bu yana insan ve doğa arasındaki denge, insan aleyhine devamlı olarak bozulmuştur (Şahin, 2008).

Günümüzde dünya nüfusunun hızla artması ve ülke ekonomilerinin büyümesi ile birlikte doğal kaynaklardan yararlanma ihtiyacı da bu bağlamda artış göstermekte ve kaynaklar üzerindeki baskı giderek artmaktadır. Bu çerçevede gelişen çevresel duyarlılık özellikle madencilik ve tarım gibi birçok sektörün üretim kalıplarında değişiklik yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Taş ocakları, taşın mekanik yöntemlerle ana kaya kütesinden ayrılıp, parçalanarak çıkarıldığı ve yine mekanik yöntemlerle istenen boyuta getirildiği işletmelerdir. Diğer bir deyişle, kimyasal işlem uygulanmayan ve taşın bileşimi nedeniyle kimyasal yolla hava, su ve toprak kirliliği yaratmayan işletmelerdir. Ancak uygulanan mekanik işlemler sonucu farklı şekilde birçok çevresel sorunlara yol açtığı bilinmektedir. Taş ocaklarının yol açtığı başlıca çevresel sorunlar; yer titreşimi, hava şoku ve gürültü, taş savrulması, toz oluşumu, yer altı suyu rezervuarlarının tahribi, yer üstü su kaynaklarının kirletilmesi, akarsu yataklarının ve akış rejiminin bozulması gibi sorunlardır. Taş ocağının bulunduğu bölgedeki ve komşu alanlardaki yer altı ve yer üstü su kaynakları etkilenmektedir. Bu tür faaliyetler çoğunlukla çevredeki su kaynaklarının kurumasına ya da su seviyelerinin düşmesine neden olmaktadır. Bozulan bu denge sebebiyle tabakalar arası su geçişi kesilebilmekte, yön ve akış hızları değişebilmektedir (Yıldız, 2013).

Taş ocağı su kullanımı ve ocakçılık faaliyetleri tarafından yer altı su seviyesinin azalması, patlama ve taş ocağı faaliyetlerinden dolayı kuyuların bulanıklaşması, kayaların kaldırılmasından dolayı kanal akışlarının kesilmesi ve yüzey su derelerinde sıcaklık değişimi (termal değişim) taş ocaklarının hidroloji üzerine yapmış olduğu etkilerdir. Taş ocaklarından kademeler halinde malzeme alınarak taban seviyesi düşmekte, zaman zaman oldukça düşük kotlara inilmekte ve malzemenin alındığı boşluklara ise yer altı suyu birikmektedir. Buna bağlı olarak yeraltı su seviyesi düşmekte, bu ise özellikle çevre-bitki ilişkisini olumsuz yönde etkilemektedir (Özcan, 2009).

Bilindiği gibi, inşaat sektöründeki büyümeye paralel olarak sektör için temel gereç özelliğindeki kum-çakıl, stabilize ve benzeri malzemelere olan ihtiyaç son yıllarda önemli ölçüde artmaktadır. Bunun sonucu olarak, akarsu yataklarında yeni ocak açma ve mevcut ocakları genişletme-derinleştirme faaliyetlerinde artış görülmektedir. Bu durum, akarsu yataklarında bulunan regülatör, köprü gibi her türlü sanat yapısını tehdit etmekte; yeraltı ve yerüstü sularının miktar ve kalite yönünden olumsuz etkilenmesine, verimli tarım alanlarının elden çıkmasına neden olmaktadır (Apaydın, Taner, Kavaklı, ve Güner, 2015).

Kum ve çakıl işletmeciliği sırasında izlenen yöntem ne olursa olsun, diğer endüstriyel ve altyapı faaliyetleri gibi faaliyetin doğasından kaynaklanan ve çevre üzerine yapılan bazı olumsuz etkiler kaçınılmazdır. Ayrıca, bu tür faaliyetlerin özellikle çevresel değerler göz önünde bulundurulmadan yapılması bir dizi çevresel problemi de beraberinde getirmektedir. Kum ve çakıl ocakçılığı faaliyetlerinin temel ve birincil çevresel etkilerini; yeraltı ve yerüstü su rejiminde değişiklikler ve su kirliliği, jeomorfolojik yapı, bitki örtüsü, fauna, toprak üzerine etkiler, atmosferik kirlilik, gürültü, toz, görsel peyzaj zararlanmaları ve sanat yapıları üzerine etkiler olmak üzere ana başlıklar halinde sıralamak mümkündür. Kum ve çakıl ocakçılığı sırasında yeraltı suyu taşıyan alüvyonların kazılarak alınmaları, yeraltı suyunun açığa çıkmasına, büyük gölcükler oluşturmalarına, yeraltı su seviyesinin düşmesine, hatta zaman zaman tamamen yok olmasına neden olmaktadır. Ayrıca, kum ocakçılığı faaliyetleri sonucu akiferin koruyucu örtüsünün kazılması ile yeraltı suyu, yerleşim birimlerinden kaynaklanan evsel atık sular, sanayi atıksuları ve katı atıkların doğrudan tehdidi altına girmektedir. Kum-çakıl yıkama işlemleri sırasında nehir sularının kullanılması ve kullanımdan sonra oluşan atık suların ve ocaklarda çalışan personelden kaynaklanan evsel atıklarında nehre verilmesi su kirliliğini artırmaktadır. Akarsu yataklarının kum alımı nedeniyle düzensiz bir şekilde kazılması sonucu ise nehirlerin akış rejimleri bozulmakta, su içi ve su kıyısı habitatları tamamen yok olmaktadır (Uğur ve Akrınar, 2003).

Bu çalışmada, Kınıklı Deresi Havzası kum yatakları ile havzadaki su ihtiyacı, su üretimi için gerekli alan ve yeraltı suları arasındaki ilişkiler değerlendirilmiştir. Havza; kum ve taş ocaklarının faaliyet alanıdır ve havzadaki yeraltı suları baskı altındadır. Bu nedenlerle öncelikle havzadaki uzun yıllar iklim verilerinin değerlendirilmesi yapılmıştır. Daha sonra hacim ağırlığı, taşlılık oranı, higroskopik nem, tekstür ve sızıntı gözenek çapları gibi ölçümü yapılan parametreler yardımıyla Marmara Ereğlisi ve Çorlu İlçelerinin su ihtiyacı için gerekli alan hesaplanmıştır.

## 1.1. Çalışmanın Amaç ve Kapsamı

Bir doğal kaynak olan üst toprak, kum ocakçılığı faaliyetleri sırasında tetkik, malzeme alımı ve taşımacılığı, drenaj, ocağa yol yapımı, işletme binası inşaatları gibi işlemlerden olumsuz yönde etkilenmekte, doğal ve tarımsal verimliliğini yitirmektedir. Özellikle kitle hareketliliği, eğim artışı, erozyon, toz ve edafik özelliklerde tahrip bunlardan bazılarıdır. Akarsu yataklarının kum alımı ile tarımsal alanlar aleyhine genişlemesi ise toprak kaynağının tümüyle yitilmesiyle sonuçlanmaktadır.

Taş ocaklarının çevresel etkileri; bulunduğu alanın çevresel faktörlerine, alt yapıya, alınan önlemlere, yerin iklimsel özellikleri ile işletme esnasındaki meteorolojik koşullara göre değişiklik göstermekle beraber diğer açık ocak madencilik çalışmalarının neden olduğu çevresel etkilere benzer özellikler içermektedir. Genel olarak taş ocakları arazinin topografyasında değişim, görsel peyzaj değerlerinde meydana gelen değişim, bitki örtüsünün ve üst topoğrafyanın tamamen kaldırılması; su rejiminde değişiklikler, patlatma sırasındaki gürültü, toz ve taş fırlamaları; ripperleme, yükleme, boşaltma, kırma, taşıma sırasında meydana gelen toz; artık ve atıkların rüzgar ve su ile taşınması, taşınan malzemenin toksik özelliği göstermesi ve şantiyenin atık kirliliği gibi etkilerle çevreye zararlı olabilmektedir.

Bu araştırma; yeraltı sularının iklim değişikliğine de bağlı olarak her geçen gün miktar olarak azalmasından, bu duruma bağlı olarak ortaya çıkan kalite bozulmalarından ve nüfus artışından kaynaklanan “iyi kalite” ye sahip su ihtiyacını temin etmenin önemli bir çevresel sorun olduğu düşüncesiyle ortaya konulmaktadır. Çalışma Havzası’nda bulunan yeraltı su kuyuları Marmara Ereğlisi İlçesi’ne ve ilçede bulunan Seymen mahallesine içme ve kullanma suyu temin etmektedir. Çalışma; Kınıklı Dere Havzası’nda faaliyet gösteren kum/taş ocaklarının, havzanın su bütçesi üzerine etkisini ortaya çıkarmak amacıyla yapılmıştır. Kum ocaklarının masum ve sınırlı bir çerçevede kalmayıp, aşırı gelişmeleri ve Çorlu çevresindeki yağış/yeraltı suyu/kullanma dengesini bozacak ölçülere ulaşmaları çözülmesi gereken önemli çevresel bir sorundur. Havzada faaliyet gösteren kum ocaklarının orman, otlak, tarım alanları üzerine yapmış olduğu tahribat bilinmektedir. Çalışmanın önemli bir diğer amacı da; yağışın araziden sızarak yeraltı suyunu beslemesi konusunun araştırılmasıdır. Çünkü Trakya Alt Bölgesi’nde yağışların yetersizliği, göçlerin/nüfusun artması ve iklimin giderek kuraklaşması suya olan ihtiyacı da giderek artırmaktadır. Böylece çevresel sorunlara çözüm arama çabalarıyla ortaya çıkacak sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınma kavramları ile havzanın doğal yapısını korumaya yönelik yerel yönetime de bir katkı sunulmuş olacaktır.



## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

### 2.1. İklim Değişikliğinin Çevresel Etkileri

Yayvan, Çelik ve Ersoy (2008) yayınlamış oldukları makalede, Aksaray iklimi ve küresel ısınma; Aksaray'a ait son 33 yılın yağış ve sıcaklık analizleri yapılarak uzun yıllar ortalamalarıyla karşılaştırılmış ve iklim değişikliğinin bu yöreye olan etkileri üzerinde durulmuştur. Yağış ve diğer meteorolojik değişkenlerin analizlerinde Aksaray meteoroloji istasyonu gözlem değerleri ile önceki yıllarda açılan ve daha sonra kapatılan Ortaköy, Balcı, Sultanhanı, Taşpınar ve Koçaş meteoroloji istasyonlarının kısa süreli ölçümleri kullanılmıştır. 1975-1990 yılları arasında Aksaray'da 355 mm olan yıllık toplam yağış miktarı 2000'li yıllarda 300 mm'ye düşmüştür. 2008 yılında durum daha da kötüleşmektedir. 2008 yılının ilk altı aylık döneminde Aksaray'da kaydedilen yağış miktarının normallerin yarısına bile ulaşmaması, durumu daha da vahim hale getirmektedir. Böyle bir yağış azlığının geçmiş yıllarda hiç görülmemiş olması da endişeleri büsbütün artırmaktadır. 1990'lı yıllarda başlayan sıcaklıktaki artışlar ve ona paralel olarak artan buharlaşma zaten kıt olan su kaynaklarını daha da olumsuz etkileyecektir. Kaldı ki yaşanan kuraklık, yağış azlığı ve bilinçsizce kullanım nedeniyle yer altı su kaynakları çok azalmıştır. Temel içeceğimiz olan suyun azlığı sosyal, ekonomik ve çevre alanında çok ciddi sorunları beraberinde getirmiştir.

Yakın geçmişte yapılan bir çalışmada, Küresel İklim Değişikliğinin Türkiye'de tarım alanlarına etkilerine genel bir bakış yapılarak, dünyadaki iklim değişikliğinin bir sonucu olarak, kuru arazi çiftçiliğinin kuzeye doğru kayacağı ve tarımsal verimliliğin azalacağı bildirilmiştir. Şu anda Türkiye'de tarım GSYİH'nın % 7.2'sini, ihracatın % 11.3'ünü, istihdamın % 21.5'ini oluşturmakta ve arazi alanının % 34'ünü oluşturmaktadır. Tarım arazisi miktarı 2000 yılından bu yana % 15 azalmıştır. Ülkenin gelecekteki tahminleri sıcaklıkta bir artış ve yağışta bir azalma göstermektedir. Bu, yetiştirilen ürünlerin türünü ve sulama ve enerji üretimi için su kaynaklarının kullanımını etkiler. İklim değişikliğinin sonuçlanması, Türk tarımında mahsul verimini olumsuz etkilemiştir (Ozcan ve Strauss, 2016).

Durdu (2010)'a göre iklim değişikliğinin Büyük Menderes Havzası su kaynaklarına etkileri, sıcaklık değerlerindeki yükselme ve yağıştaki belirsizlikler iklim değişiminin önemli göstergelerindedir. Yapılan çalışmada; hidroloji, sıcaklık ve yağış verilerini esas alarak Türkiye'nin batısında bulunan Büyük Menderes Havza'sında son 45 yıllık dönem içerisinde iklim değişiminin su kaynakları üzerinde oluşturduğu etkileri incelenmiştir. Mann-Whitney testi % 5'lik bir olasılık düzeyi ile sıcaklık ve yağış verilerinde basamak eğilimi olduğunu

göstermiştir. Parametrik olmayan Mann-Kendall ve parametrik t-testleri sıcaklık değerlerinde bir yükselme eğilimi olduğunu % 5'lik bir olasılık düzeyi ile önemli bulunmuştur. Gecen 45 yıllık dönemde sıcaklığın 1 °C yükseldiği görülmüştür. Yıllık yağışların uzun dönem analizleri yağış miktarında bir azalma eğilimi olduğunu göstermişse de istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Yağış deseninin konumsal dağılımı yağış miktarının 1970'lerde yükselme eğilimi izlediğini ve bu değerlerin Aydın'da % 5.8 olduğunu göstermiştir. Yağış miktarı 1980'lerde ortalamanın altına düşmeye başlamış, bu azalma Afyon ve Uşak'ta % -6.8 değerine ulaşmıştır. Yağış miktarında istatistiksel anlamda önemli azalma 1990'larda başlamış ve yağışın en çok azaldığı bölge % -14.4'luk bir değerle Aydın olmuştur. Cine ve Akçay Nehirleri'ndeki akım miktarları azalma eğilimi göstermiş, 1985 ile 1998 yılları arasında bu azalmanın daha belirgin olduğu görülmüştür. Büyük Menderes Nehri'nin ana kollarında akım değerlerindeki bu düşüşün sıcaklık ve yağıştaki değişimler ile güçlü ilişkileri olduğu tespit edilmiştir. Sıcaklıktaki artış, yağış ve akım verilerindeki azalışlar Büyük Menderes Havzası'nda iklim değişiminin etkileri şeklinde yorumlanabilir.

Albayrak (2017) hazırladığı yüksek lisans tezinde, iklim değişikliğinin su kaynakları yönetimine etkisi, Ankara örneğinde irdelenerek, iklim değişikliği, su kaynakları ile ilgili çalışmalar ve iklim değişikliğinin su kaynaklarına olan etkisinden bahsedilmiştir. İklim değişikliği ve su kaynakları arasındaki ilişkinin tek taraflı olmadığı belirlenmiş, doğal döngü içinde birbirlerini etkiledikleri görülmüştür. Son yıllarda giderek artan iklim değişikliklerinin de su kaynaklarının ciddi derecede azalmasına, hatta kimi bölgelerde tükenmesine sebep olduğu görülmüştür.

Dellal, McCarl ve Butt (2011) iklim değişikliğinin ekonomik değerlendirilmesini yaparak, mahsul üretimi ve öngörülen iklim değişikliğinin Türk tarım sektörü üzerindeki ekonomik etkilerini ele almıştır. Analiz, eşleştirilmiş bir biyofiziksel kullanılarak gerçekleştirilmiş ve Türkiye'deki beş ana ürün; buğday, arpa, mısır, ayçiçeği ve pamuk üzerine odaklanmıştır. İklim değişikliği altında mahsul verimi, değişikliklerden % 3.8 ila % 10.1 arasında olumsuz etkilenmiştir. Ekonomik olarak toplam refah, üreticilerin refahının artması ve tüketicilerin kaybedenlerin olmasıyla azalmaktadır. Toplam yıllık ekonomik kayıp 0.1 milyon dolar, üretici kazancı 0.1 milyon dolar ve tüketiciler kaybı 0.2 milyondardır.

Yano, Aydın ve Haraguchi (2007) tarafından bildirildiğine göre, Türkiye'nin Akdeniz ortamında bir buğday-mısır ekim sırası için iklim değişikliğinin ekin büyümesi ve sulama suyu talebi üzerindeki etkilerini tanımlamak için bir simülasyonu yapılmıştır, İklim

değişikliği senaryoları, 1990 ila 2100 dönemi için üç genel sirkülasyon modelinin (GCM'ler (CGCM2, ECHAM4 ve MRI)) ve 2070 ila 2079 dönemi için bir bölgesel iklim modeli olan RCM'nin verileri kullanılarak projelendirilmiştir. İklimin potansiyel etkileri Emisyon Senaryoları Özel Raporunda (SRES) A2 senaryosu için GCM verilerine dayalı değişiklik tahmin edilmiştir, RCM'nin sınır koşulu için zorlama verileri MRI modeli tarafından verilmiştir. Su dengesi ve mahsul gelişimi hesaplamaları için günlük GCM ve RCM verileri kullanılmıştır. Çalışmada sulama ve ürün büyümesindeki değişikliklere ilişkin modellerden elde edilen tahminler, 1994-2003 arasındaki temel döneme göre 2070-2079 dönemini kapsamıştır. İklim değişikliğinin su talebi ve buğday ve mısır verimi üzerindeki etkileri, SWAP (Toprak-Su-Atmosfer-Bitki) modelinin detaylı mahsul büyüme alt programı kullanılarak tahmin edilmiştir. Yağışın, CGCM2, ECHAM4 ve MRI modellerinin A2 senaryosu altında 1990 döneminde 2100'e kadar yaklaşık 163, 163 ve 105 mm azalması öngörülmüştür sırasıyla. CGCM2, ECHAM4 ve MRI modelleri 2100 yılına kadar sırasıyla 4.3, 5.3 ve 3.1 °C'lik bir sıcaklık artışı öngörülmüştür. Ancak, 2070-2079 dönemi için iki kat CO<sub>2</sub> konsantrasyonu altında buğday ekin alanından gerçek buharlaştırma (ETa) 'nın CGCM2 ve RCM verilerine dayanarak taban çizgisine göre sırasıyla % 28 ve 8 oranında azaldığı tahmin edilmektedir. Bu modellere göre, yağıştaki düşüş nedeniyle buğdayın sulama talebi aynı dönemde daha yüksek olacaktır. Mısır ekili arazileri için ve ETa sulama suyunun CGCM2'ye göre sırasıyla % 24 ve % 15, RCM'ye göre % 28 ve % 22 azalması öngörülmüştür. CGCM2 verilerine göre, sıcaklık artışı mahsul gelişimini hızlandırmış, ancak büyüme süresini buğday için 24 gün ve mısır için 9 gün kısaltmıştır. Daha yüksek bir sıcaklıkla kısaltılmış büyüme süresi, CO<sub>2</sub> gübrelemesine bakılmaksızın her iki mahsulün biyokütle birikimini azaltmıştır. CO<sub>2</sub> gübrelemesinin ve artan sıcaklığın birleşik etkisi ile CGCM2 ve RCM projeksiyonları, buğdayın tane veriminde % 16 ve 36 oranında bir artış ve mısır veriminde sırasıyla % 25 ve % 3'lük bir artışla sonuçlanmıştır.

Yücel, Güventürk ve Sen (2015)'e göre iklim değişikliğinin, Türkiye'de doğu sınır aşan havzalarda dağlık alanlar için kar erime akışını etkilemektedir. Çalışma, Doğu Anadolu'daki Fırat, Dicle, Aras ve Çoruh Havzaları'nda bulunan seçilmiş 15 akarsu istasyonu için kar erime akışının araştırılmasıdır. Türkiye, son birkaç on yılda küresel iklim değişikliklerine tutarlı bir hidrolojik tepki göstermiştir. Ayrıca, bu havzalarda gelecekteki akış değişimlerini de araştırmaktadır. Analizde, akım alanı, sıcaklık ve yağış mevsimselliğindeki eğilimlerin mekansal ve zamansal modellerini belirlemek için çalışma alanında mevcut olan 1970-2010 arası akım ve meteorolojik verilerden yararlanılmaktadır. Sonuçlar, zaman

periyodu boyunca önemli sıcaklık artışlarını (istasyonlar boyunca ortalama 1.3 °C) göstermektedir. Ayrıca yıllık yağışlardaki artışlar da önemli (ortalama % 7.5) değildir. Dağlık havzalardaki dere akış zamanlamalarının zaten yılın ilk günlerine (ortalama 9 gün) kaydığı bulunmuştur ve bu, son yıllarda artan sıcaklıklar nedeniyle kar paketinin daha erken ilkbahar erimesinin açık bir göstergesidir. Havzalardaki on beş dere ölçme istasyonundan sekizi, istatistiksel eğilim testlerine göre (% 90 güven seviyesine göre) kar erime akışında önemli zaman değişimleri göstermektedir. Yüksek emisyon senaryosuna dayanan bölgesel bir iklim değişikliği simülasyonu, bu yüzyılda, Aras, Fırat ve Dicle Havzalarının yıllık yüzey akışlarında % 10-30 düşüş ve sonunda Çoruh Havzasının yıllık yüzey akışında hafif bir artış (yaklaşık % 4) olduğunu göstermektedir. Ayrıca, yoğun akışların zamanlamasının daha fazla ısınmaya yanıt olarak daha erken (yüzyılda yaklaşık 4 hafta) değişmeye devam edeceğini, tüm bu havzalarda yıl içinde bahar akışının fraksiyonunu azaltarak kış akışının oranını artıracığını göstermektedir.

İklim değişikliğinin; Karamenderes Nehri (Çanakkale, Türkiye) akışı üzerindeki etkileri, Kale, Ejder, Hisar ve Mutlu (2016) tarafından irdelenmiştir. Çalışmada, küresel ısınmaya bağlı iklim değişikliğinin Karamenderes Nehri'nin akışı üzerindeki potansiyel etkileri tahmin edilmiştir. 36 yıllık veri seti Karamenderes Nehri'nin akışına, 43 yıllık veri seti Çanakkale, Bozcaada'dan elde edilen iklim parametrelerine (sıcaklık, yağış ve buharlaşma) aittir. Çanakkale'deki Gökçeada meteoroloji istasyonları akışı ve iklim parametrelerine zaman serisi analizi uygulanmıştır. Değişim zamanını saptamak için Pettitt değişim noktası analizi yapılmış ve eğilimleri tahmin etmek için trend analizi uygulanmıştır. Akış ve iklim parametreleri arasındaki ilişkiyi bulmak için Kendall'ın tau ve Spearman'ın rho korelasyon testleri uygulanmış, Pettitt değişim noktası analiz sonuçları, akış için değişim yılının 1982 olduğunu göstermiştir. Trend analizi sonuçları, akış ve yağışta azalan eğilimler ile sıcaklık ve buharlaşmada artan eğilimler olduğunu göstermiştir. İklim değişikliği nedeniyle artan sıcaklık ve azalan yağış, nehrin akışında bir azalmaya neden olmuştur.

Ejder, Kale, Acar, Hisar ve Mutlu (2016) yayınlamış oldukları makalede iklim değişikliğinin Sarıçay Deresi'nin yıllık akışı üzerindeki kısıtlı etkileri (Çanakkale, Türkiye) belirtilmiştir. Küresel ısınma ve buna bağlı iklim değişikliği, doğal kaynakların sürdürülebilirliği ile ilgili önemli sorunlara yol açmaktadır. Bu konudaki gözlemler ve araştırmalar, su kaynaklarının çoğunun bu fenomenden etkilendiğini göstermiştir. Küresel ısınmanın su kaynakları üzerindeki bu etkileri orta enlem kuşağındaki su ve kuraklığın azalması olarak sıralanabilir. Çalışmada, Çanakkale'deki Sarıçay Deresi akışındaki

değişiklikler ve bölgeye ilişkin iklim parametrelerinin zaman serileri belirlenmiş ve bu değişimlerin eğilimleri tahmin edilmiştir. 1978-2011 yılları arasındaki nehir akışlarına ilişkin 34 yıllık veri seti ile sıcaklık, buharlaşma ve yağış gibi bazı yıllık iklim parametreleri 43 yıldır üç meteoroloji gözlem istasyonu (Bozcaada, Gökçeada, Çanakkale) kullanılarak toplanmıştır. Akış ve iklim parametreleri için değişim noktalarını belirlemek üzere Pettitt değişim noktası analizi kullanılmıştır. Trend analizi için Box-Jenkins yöntemi ve ARIMA modeli kullanılmıştır. Sonuçlar, yağış ve akışta bir azalma olduğunu, aksine buharlaşma ve sıcaklıkta bir artış olduğunu göstermiştir. Ancak bu değişiklikler istatistiksel olarak anlamsız ( $P > 0.05$ ) bulunmuştur.

Yapılan bir diğer çalışmada; Sen, Topcu, Türkeş, Sen ve Warner (2012) iklim değişikliğinin projelendirilmesi, Türkiye'de kuraklık koşulları ve mahsul verimliliği üzerine etkilerini araştırmıştır. Çalışma, bölgesel iklim modeli değerlendirmelerine odaklanmaktadır. Yirmibirinci yüzyıl Türkiye için, bölgesel bir iklim modeli, 20 km yatay çözünürlüğe sahip ICTP-RegCM3, referans ve gelecekteki iklim senaryosu simülasyonlarını azaltmak için kullanılmıştır. Kuraklık özellikleri, ekin büyümesi ve ilk verim ve ikinci mahsul mısır daha sonra üretilen verilere göre hesaplanmış ve simüle edilmiştir. Model, batıdaki yaz mevsiminde hava sıcaklığındaki 5 ila 7 °C'lik bir artış ve ülkenin doğu kısmı için kış mevsimi için 3.5 °C'lik bir artış öngörmektedir. Yağışların güneybatıda % 40 daha az olacağı tahmin edilmektedir, Karadeniz Bölgesinin doğu kesiminde % 25 artabilir ve kuzey-doğu Türkiye kuraklık şiddetindeki eğilimler ve ekin büyümesi iklim değişiklikleri ile ilgilidir. Sonuçlar, gelecekteki iklim koşulları altında, özellikle batı ve güney kıyılarında, ülkede daha sık, yoğun ve uzun süreli kuraklık olduğunu göstermektedir. İklim sınıflarının daha kuru koşullara doğru kayması da 21. yüzyıl boyunca batı, güney ve orta bölgeler için öngörülmektedir. İklim değişikliği eğilimlerinin bitkisel üretimdeki rolünün değerlendirilmesi, verimde önemli düşüşler ve ilk olarak büyüme mevsimlerinin kısalacağını ortaya koymakta ve ikinci mahsul mısır, yüksek sıcaklıkların ve su streslerinin olası bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Artan sıcaklıklara ve azalan yağışlara ek olarak, artan sıklık, şiddet ve kuraklık olaylarının süresi, Türkiye'deki gıda üretimini ve sosyo-ekonomik koşulları önemli ölçüde etkileyebileceği belirtilmektedir.

Tolunay (2015) yayınlamış olduğu makalede Türkiye'de ormansızlaşma ile kaybedilen karbon miktarlarını belirlemiştir. Çalışmada orman alanlarından izin ve irtifak ile başka kullanımlara tahsis sonucunda oluşan ormansızlaşma süreci ile kaybedilen karbon miktarları hesaplanmıştır. Sonuç olarak orman alanlarının başka kullanımlara tahsisi ile karbon

stoklarında 12.8 milyon tonu canlı bitkisel kütlede, 22.0 milyon tonu da ölü odun, ölü örtü ve toprakta olmak üzere 34.8 milyon ton azalma olduğu belirlenmiştir. Ayrıca bu tahsisler nedeniyle de orman alanları yıllık olarak 407 bin ton kadar daha az karbon bağlamaktadır.

## **2.2. Kum/Taş Ocaklarının Yeraltı Su Kaynakları Üzerine Etkileri**

Açık taş ocağı ve maden ocağı işletmeciliği birçok yerde kaçınılmaz bir işletme yöntemi olarak karşımıza çıkmaktadır. Kazı, aktarma ve taşıma araçlarının gücü ile kapasitelerinin gelişmesi açık ocak işletmelerinin yaygınlaşmasına sebep olmuştur. Ancak açılan ocağın çıkarılan kazı materyalinin yığılması için gerekli alanın seçilmesi ve materyalin tekrar kullanılabilir şekilde yığılma düzeni gibi konularda bir plana göre çalışılmamaktadır. Açık ocak işletmelerinin çevresine yapabileceği olumsuz etkiler, bunların açıldıkları yer ile de ilişkilidir. Yerleşim alanlarının yakınında, bağ, bahçe, zeytinlik ve orman alanlarında açık ocak işletmek önemli ve telafi edilemeyecek zararlara neden olmaktadır. Taş ocağı işletmelerinin çevreye en az zarar verecek kayalık arazide açılması çevreye verilecek zararların azalmasını sağlar (Kantarıcı, 1999).

Akpınar ve Çelem (1995) açık kömür ocaklarında çevresel etkilerin değerlendirilmesi ve doğa onarım çalışmalarını Milas-Sekköy açık kömür ocağı örneğinde irdemiştir. Çalışma, açık ocak kömür madenciliğinin yarattığı çevre sorunlarını analiz etmek, bu sorunların en aza indirilmesi için ÇED ve Doğa Onarım çalışmalarının birlikte yürütülmesi gerekliliğini vurgulamak ve peyzaj mimarlığı açısından konuya bir yaklaşım getirmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla; çalışma alanı olarak seçilen Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu (TKİ) Güney Ege Linyitleri işletmesi (GELİ) Milas-Sekköy açık kömür ocağının bulunduğu alanın faaliyet öncesi doğal ve kültürel özellikleri irdelenerek ve alanda açık ocak işletmeciliğine hiç başlanmadığı varsayılarak, açık ocak kömür işletmeciliğinin çevre üzerine etkisi incelenmiş, ayrıca alanın bugünkü durumu dikkate alınarak ve faaliyetin geçmişte olduğu gibi sürdürüleceği de hesaba katılarak doğa onarım çalışmalarına ilişkin öneriler getirilmiştir. Doğa onarım çalışmalarında madencilik sonrası alan kullanım planlamasının gerekliliğinden yaklaşılarak, 4 ana kullanım tipi (tarım, ağaçlandırma, mera, ağaçlandırma+rekreasyon) için alanın uygunluğu araştırılmış, kullanım tiplerine öncelik verilerek seçenekli alan kullanım kararları üretilmiştir. Çalışmada, verilerin analiz, değerlendirme, sentez ve haritalama işlemleri bilgisayar desteğiyle gerçekleştirilmiştir. Alan kullanım planlamasını takiben, alanın iyileştirme ve bitkilendirmesine yönelik önerilere yer verilmiştir.

Ekmekyapar (2017) Büyük Seymen Mer'asında (Çorlu) kum ocağı açılmasının yaratacağı olumsuz etkiler üzerine değerlendirme yapmıştır. Günümüzde inşaat sektöründeki gelişme ile bağlantılı olarak sektör için temel malzeme özelliğine sahip kum, çakıl, stabilize gibi malzemelere olan talep son yıllarda önemli ölçüde artmaktadır. Bu nedenle akarsu yataklarında yeni ocak açma, mevcut ocakların kapasite artışlarında ve derinleştirme faaliyetlerinde artış görülmektedir. Bu durum, yeraltı ve yüzeysel suların miktar ve kalite yönünden olumsuz etkilenmesine, verimli tarım alanlarının elden çıkmasına neden olmaktadır. Çorlu-Çerkezköy-Silivri-Marmara Ereğlisi arasındaki arazide açılmış olan kum ocaklarının yer üstü su kaynakları ile Ergene Akiferi'nin yeraltı suyuna katkısı üzerine yapmakta olduğu etkileri bilinmektedir. Çalışmada; havza için, su bütçesi, sulama suyu ihtiyacı, tarımsal alanlar gibi hidrolojik ve tarımsal verilerden yararlanılarak açılması planlanan kum ocaklarının, havzanın su bütçesi ve tarım arazileri üzerine olan olumsuz etkileri değerlendirilmiştir. Havzada yer altı suyunun giderek daha derinlere inmesi aşırı kullanıma bağlanmaktadır. Ancak çok sayıda kum ocağı açılan akiferin yeraltı suyunu daha az besleyebileceğinin de göz ardı edilmemesi gerekir. Mevcut kum ocaklarına ilave olarak Büyük Seymen ile Marmara Ereğlisi arasındaki mer'a arazisi ve tarım alanlarına da kum ocağı açılması, sorunu daha da ağırlaştırması beklenmektedir.

Cındık ve Acar (2010) yapmış oldukları bir çalışmada, faaliyeti bitmiş taş ocaklarının yeniden rehabilite edilmesi ve doğaya kazandırılmasını araştırmıştır. Yirmibirinci yüzyılda hızla gelişen sanayi, teknoloji ve hızlı nüfus artışı ülkemizde ve özellikle Doğu Karadeniz Bölgesinde Trabzon İli'nin ilçe ve köylerinde önemli tahrip ve bozulmalara yol açmaktadır. Madencilik sektörünün de bunlara bağlı olarak her geçen gün daha da gelişmesi doğal alanların tahribatını hızlandırmıştır. Doğu Karadeniz Bölgesinde arazi yapısının engebeli oluşu, yerleşim alanlarının birbirinden uzak ve dağınık oluşu taş ocaklarının kentten uzaklaşmasını zorlaştırmaktadır. Çalışmada faaliyeti bitmiş taş ocaklarının verdiği zararlar ve bu alanları doğaya, yöre halkına yeniden kazandırmak için yapılması gerekenlere yer verilmiştir.

Benzer bir çalışmada; Özcan ve Akpınar (2009) Hasanoğlan taşocaklarında Coğrafi Bilgi Sistemleri yardımıyla çevresel risk alanlarını belirlemiştir. Taşocakçılığı açık ocak işletmesi şeklinde yapılan madencilik faaliyetleridir. Sadece jeolojik, teknik ve ekonomik faktörlere bağlı kalınarak işletmeye açılan taş ocakları çevreyi, işletme sırasında ve sonrasında ekolojik, ekonomik ve estetik yönden ciddi boyutlarda etkilemektedir. Bu etkiler bulunduğu alanın çevresel faktörlerine, alt yapıya, alınan önlemlere ve yerin iklimsel özellikleri ile

işletme esnasındaki meteorolojik koşullara göre değişiklik göstermektedir. Genel olarak taşocakları ile jeomorfoloji ve görsel peyzaj değerlerinde değişim; bitki örtüsünün ve üst toprağın kaldırılması; su rejiminde değişiklikler, patlatma sırasındaki yer sarsıntıları, gürültü, toz ve taş fırlamaları; ripperleme, yükleme, boşaltma, kırma, taşıma sırasında meydana gelen toz; artık ve atıkların rüzgâr ve su ile taşınması ve şantiyenin atık kirliliği gibi etkilerle çevreye zararlı olabilmektedir. Çalışma ile Hasanoğlan Taş Ocakları'nı da kapsayan alanın faaliyet öncesi doğal ve kültürel yapısı incelenmiş, çevre üzerine etkisi modeller ve Coğrafi Bilgi Sistemleri yardımıyla belirlenmiştir.

Ateş (2017) hazırladığı yüksek lisans tezinde, Isparta ormanlarında faaliyet gösteren maden işletmelerinin orman koruma yönünden incelenmesi ve bu işletmelerin ormanlar üzerine etkilerini belirlemeye yönelik olarak gerçekleştirmiştir. Isparta İl sınırlarında faaliyet gösteren Orman İşletme Müdürlüklerinden Isparta'da 52, Eğirdir'de 99 ve Sütçüler'de 50 adet olmak üzere toplam 201 adet ruhsat bulunmaktadır (Temmuz 2016 itibariyle). Bu ruhsatlar içinde alınan izinlerin % 63'ü mermer, % 15'i kalker olup geri kalan % 22'si diğer maden çeşitlerine aittir. İzinlerin büyük bir kısmı özel firmalara ait olup (% 88) kamu kurum izinleri az sayıdadır (% 12). En çok izin 39 adetle Eğirdir Orman İşletme Şefliği'ndedir. İzinlerin fazla olduğu diğer şeflikler Isparta, Yalvaç ve Çandır Orman İşletme Şeflikleridir. Ruhsatlı 201 saha içinde toplam 436 adet izin alınmıştır. Bazı ruhsatlar içerisinde altyapı tesisi, maden tesisi gibi birden fazla izin bulunmaktadır. İzin taleplerinin 2009 yılından itibaren önemli oranda arttığı ve izin sürelerinin genel olarak 7-10 yıl arasında olduğu belirlenmiştir. Faal ocakların bulunduğu yerlerin meşcere tipleri incelendiğinde büyük bir kısmının bozuk orman alanlarında olduğu görülmektedir. Ocakların çevresel ve görsel etkilerinin yanı sıra orman bitki örtüsü, yaban hayatı, korunan alanlar, tarım alanları, yerleşim yerleri, su rejimi, toprak yapısı ve ulaşım üzerinde değişen derecelerde olumsuz etkilerinin olduğu tespit edilmiştir.

Eraslan (2014) hazırlamış olduğu doktora tezinde, mermer ocaklarının faaliyet sonrası peyzaj onarımı ve geliştirme planlaması yaklaşımını yapmıştır. Çalışma bir mermer ocağı işletmesi model alınarak yapılmıştır. Mermer ocağı faaliyetleri sonucu ortaya çıkan bozulmuş alanlar için farklı kullanım seçeneklerinin, seçenekler için önceliklerinin ve uygun fonksiyonların belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla, Isparta-Eğirdir İlçesi sınırları içerisinde faaliyet gösteren bir mermer ocağı çalışma alanı olarak seçilmiştir. Çalışmada öncelikle alanın doğal ve kültürel özellikleri belirlenmiş ve ArcGIS 10.1 yardımıyla bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Çalışma alanı için ve kullanılacak seçenekler için en uygun değerlendirme ölçütleri seçilmiş ve daha sonrasında kendi içinde ilgili alt bileşenlere ayrılmış,



göstergelerine kadar detaylandırılmıştır. Çalışma alanı için öngörülen kullanım seçenekleri için alan yöneticileri (n=7) tarafından ön eleme yapılmış ve alan için dört kullanım seçeneği (orman, ziraat, turizm-rekreasyon, yenilenebilir enerji) belirlenmiştir. Belirlenen seçenekler için seçenekler ve ölçütler karşılaştırma formları hazırlanmış ve bu formları akademisyenlerden (n=28) oluşan uzman grubu tarafından değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler ELECTRE yöntemi içerisinde analiz edilmiş ve çalışma alanının karakteri doğrultusunda seçeneklerin öncelik sıralaması yapılmıştır. Bulunan seçenekler için fonksiyonlar öngörülmüş ve konu ile ilgili uzmanlar tarafından (n=20) fonksiyonlar için puanlamalar yapılmıştır. Sıralama tekniği kullanılarak mermer ocağı örneğinde fonksiyonlar belirlenmiştir. Alana özgü belirlenen en uygun fonksiyonlar kullanılarak, mermer ocağı modelinde öneri gelişim konsepti hazırlanmış, uygulamaya yönelik kurallar ve öneriler getirilmiştir.

Özşahin, Sarı ve Eroğlu (2018) Naip Ovası (Tekirdağ) ve yakın çevresindeki taş ocaklarında zamansal ve mekânsal değişimlerin çevresel etkilerini incelemiştir. Çalışmada Türkiye'nin tuğla ve kiremit sektöründeki ana üretim bölgelerinin başında gelen Tekirdağ İli'ndeki en önemli üretim alanı olan Naip Ovası ve yakın çevresinde, tuğla ve kiremit sektörüne ait hammaddenin temin edildiği taş ocaklarında zamansal ve mekânsal değişimlerin çevresel etkilerinin açıklanması amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında sahadaki taş ocaklarının yakın geçmişteki (2012) ve günümüzdeki (2017) durumu, su ve toprak örneklerinin analiz sonuçlarına dayalı yersel veriler ile CBS ve UA teknikleriyle desteklenen görüntü analizleri çerçevesinde çözümlenmeye çalışılmıştır. Böylece hem Trakya Yarımadası'nın hem de Tekirdağ İli'nin en önemli yer şekillerinden biri olan Naip Ovası'nın açık işletme şeklinde uygulanan madencilik faaliyetlerinden ne derecede ve hangi yönde etkilendiği ortaya çıkarılmıştır. Çalışma sonuçları, Naip Ovası ve yakın çevresindeki taş ocaklarında önemli oranda zamansal ve mekânsal değişimlerin yaşandığını göstermiştir. Kontrolsüz bir biçimde gerçekleşen bu değişimler, ekolojik, ekonomik ve estetik yönlerden coğrafyayı etkileyen çevresel etkilere yol açmıştır. Çalışma sonuçları, Naip Ovası ve yakın çevresindeki taş ocaklarında zaman içinde hem alansal yoğunlaşmanın hem de mekânsal büyümenin yaşandığını göstermiştir. Hammadde, üretim ve pazar gibi unsurlar alansal yoğunlaşmayı, tuğla ve kiremit ihtiyacının artmasına paralel olarak taş ocaklarından daha fazla malzeme temin edilmesi de mekânsal büyümeyi ortaya çıkarmıştır. Kontrolsüz bir biçimde gerçekleşen bu değişimler ve dönüşümler, ekolojik, ekonomik ve estetik yönlerden coğrafyayı şekillendiren farklı çevre sorunlarına kapı aralamıştır. Bu sorunlar; kirlilik ve doğal peyzajın

bozulması, arazi kullanımının değişmesi, kütle hareketleri ve erozyondur. Özellikle hammadde üretimi için aktif olarak kullanılan sahalarda bazı ağır metallerde (kobalt, mangan, nikel ve demir) sınır değerlerin üzerinde gerçekleşen artışlar neticesinde yer yer su ve toprak kirliliği belirmeye başlamıştır.

Yiğit, Doğan ve Köklü (2017) yapmış oldukları çalışmada, Sakarya Nehri'nde kum-çakıl madenciliği kaynaklı arazi kullanım değişimlerini araştırmıştır. Çalışmada, Sakarya Nehri kıyısındaki kum-çakıl madenciliğinden kaynaklanan morfolojik bozulmalar ve arazi kullanım değişimleri ortaya konmuştur. 2006 ve 2014 yıllarına ait uydu görüntüleri karşılaştırılarak coğrafi bilgi sistemi ile nehir yatağı ve kıyısındaki arazi kullanım değişimleri tespit edilmiştir. Sonuçta, sekiz yıllık dönemde nehir yatağında ve kıyı bölgesinde orman ve tarım alanları kayıpları ile gölet oluşumları gösterilmiştir.

Seçkin ve Yayım (2006) yayınlamış oldukları makalede, taş ve maden ocağı alanlarının rehabilitasyon olanaklarını İstanbul ağaçlı yöresi açık maden alanı örneğinde araştırmıştır. Açık maden ocakları, doğal peyzajda köklü değişiklikler meydana getirmekte, biyolojik çeşitliliğin azalmasına neden olmakta ve ekosistemlerin denge ve düzenini bozmaktadır. Türkiye'de maden ocaklarının rehabilitasyonu çalışmalarına yeterince önem verilmemektedir. Bu durum sonucunda oldukça geniş bozulmuş sahalarda meydana gelmekte, verimli tarım, orman, mera alanları yok olmakta, yerleşme yerlerinde ve civarında görüntü, su ve hava kirliliği oluşmaktadır. Çalışmada, İstanbul Ağaçlı Yöresi açık maden ocağı ele alınmış, taş ve maden ocaklarının rehabilitasyon olanakları ortaya konmuştur.

zcan (2018) hazırladığı yüksek lisans tezinde, Tekirdağ İli Süleymanpaşa İlçesi'nde bulunan taş ocaklarını toprak ve arazi kullanımı bakımından değerlendirmiştir. Çalışma, Tekirdağ İli Süleymanpaşa İlçesi sınırları içerisinde yer alan taş ocaklarının alan ve hacimlerinin coğrafi bilgi sistemleri (CBS) kullanılarak hesaplanması amacı ile gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla Süleymanpaşa İlçe sınırları içerisinde yer alan 12 taş ocağı incelenmiştir. İnsansız hava aracı ile görüntüler, ESRI firmasının ArcGis yazılımının Drone2Map eklentisi ile birleştirilerek ortomozaik görüntüleri oluşturulmuştur. ArcMap yazılımı ile de alan ve normal topoğrafya değişimindeki hacim kaybı belirlenmiştir. Alanı bilinen bu taş ocağı arazilerindeki toprak kalınlıkları ve hacim ağırlıkları kullanılarak, ortamdaki uzaklaştırılan toprak miktarı da belirlenebilmiştir. Bu alan ve hacimler Süleymanpaşa Arazi Kullanım Kabiliyet (AKK) haritaları ile çakıştırılarak, taş ocaklarının konuklandığı alanların AKK sınıfları tespit edilmiştir. İncelenen taş ocaklarının II. ve III. sınıf

arazilerde faaliyet gösterdiği ve Kahverengi Orman Toprakları ve Grumusol Büyük Toprak Grupları üzerinde yer aldığı belirlenmiştir. Bu çalışma ile 2017 yılında Süleymanpaşa İlçesindeki taş ocaklarının toplam alanının yaklaşık 206 ha, olağan topoğrafyasından hacim kaybının 92.710.871,93 m<sup>3</sup> ve ortamdaki uzaklaştırılan toprağın 4.622.000 ton olduğu tespit edilmiştir.

Bingöl (2020) taş ocağı kaynaklı hava kirliliği ve emisyon konulu çevre izin sürecini yayınlamış olduğu makalede değerlendirmiştir. Hızlı nüfus artışı ve toplumsal ihtiyaçların değişmesi doğal kaynaklara olan talebi artırarak çeşitli çevre sorunlarını da beraberinde getirmiştir. Taş ocakları doğal kaynaklardan biri olup, yapı malzemesi olarak kullanılan kum, çakıl, granit, andezit, bazalt, kalker ve mermer gibi taş ve benzeri minerallerin açık işletme yöntemiyle çıkarıldığı madenlerdir. Taş ocaklarının gerekli önlemler alınmadan işletilmesi doğanın temel unsurları olan toprak, hava ve su üzerinde olumsuz etkilere neden olmaktadır. Bu olumsuz etkilerin en önemlisi de toz emisyonlarıdır. Kontrol altına alınmadıkları takdirde kabul edilebilir sınır değerlerin üzerine çıkarak hava kirliliğine neden olmaktadır. Ülkemizde çevreye kirlenici etkisi olan faaliyet ve tesislerin çevrenin korunmasına yönelik tedbirler alarak faaliyetlerini devam ettirmeleri için bir takım yasal düzenlemeler getirilmiştir. Bu kapsamda olan taş ocakları, işletme aşamasında oluşan toz emisyonları için toz önleyici tedbirleri alarak Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği'nde belirtilen sınır değerleri sağlamak ve emisyon konulu çevre izni almakla yükümlüdür. Çalışmada; kapasitesi 192 ton saat-1 olan ve günde 8 saat çalışan bir bazalt ocağının atmosfere olan kirlenici etkisini kontrol altında tutmak için emisyon konulu çevre izin süreci değerlendirilmiş ve tesiste alınan toz önleyici tedbirlerin yeterli olup olmadığı belirlenmiştir.

Çelik (2016) hazırladığı yüksek lisans tezinde, bir kırmataş işletmesinde birim maliyeti etkileyen faaliyetlerin etki derecelerini belirlemiştir. Tez çalışması Konya İli Selçuklu İlçesi Eğribayat Köyü civarındaki Öztaşoğlu kırmataş işletmesinde yürütülmüştür. Tezin amaçları doğrultusunda farklı patlatma tasarım parametreleri belirlenerek patlatmalar gerçekleştirilmiştir ve izlenmiştir. Arazi deneylerinde 89 mm çapında toplam 1178 adet (20 111 m) patlatma deliği ile 20 atım ve 102 mm çapında 930 adet (15 831 m) patlatma deliği ile 20 atım olmak üzere farklı parametrelere sahip toplam 40 atım yapılmıştır. Bu deneyler sonucunda 40 atım içerisinde en iyi delme-patlatma basamak tasarım parametrelerinin olduğu atım/atımlar belirlenerek, çalışılan işletme veya kayaç özelliği benzer olan işletmeler için optimum delme-patlatma basamak tasarım parametrelerine ulaşılmıştır. Ayrıca kırmataş üretim birim maliyetine etki eden ardışık faaliyetlerin etki dereceleri de belirlenmiştir. Tez

çalışması kapsamında yapılan 40 atımın sonucunda, elde edilen sonuçlara göre; kırmataş üretim birim maliyeti içerisinde delik delmenin payı % 7.83, patlatmanın payı % 22.45, ikincil kırmanın payı % 7.20, yüklemenin payı % 24.45, nakliyenin payı % 8.98 ve kırma-elemenin payı % 29.09 olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonucunda belirlenen optimum basamak tasarım parametreleri uygulandığı takdirde işletmenin kırmataş üretim birim maliyeti % 19.50'ye kadar bir düşüş göstermektedir. Ayrıca söz konusu işletmede yalnızca kullanılan makinalarda tüketilen sıvı yakıt (motorin) ve konkasör tesisi için tüketilen elektrik enerjisi baz alındığında kırmataş üretim birim maliyetinin 4.02 TL/m<sup>3</sup> olduğu da tespit edilmiştir.

Erkmen (2017) dağ kumu yıkama suyunun içerdiği kil ve siltin ekonomik bir şekilde yıkama suyundan ayrılmasını yayınlamış olduğu makalede değerlendirmiştir. Çalışma, inşaat sektörünün vazgeçilmez ihtiyaçlarından biri olan kumun yıkanması sonucu oluşan yıkama suyunun oluşturduğu akarsu kirliliğini azaltmak amacıyla yapılmıştır. Dağ kumunun yıkanması sonucu kil ve kum ile kirlenen suyun kademeli havuzlarda dinlendirilmesi sonucu içerisindeki killi kumun büyük oranda temizlendiği görülmüştür. Yapılan analizler sonucunda 4 gün boyunca 10m x 20m'lik kademeli dört havuzda dinlendirilen suyun içerisindeki katı madde miktarının % 15.28'den % 0.5'e kadar düştüğü görülmüştür. Çevre kirliliğine sebep olan çok fazla katı madde içeren yıkama suyu büyük oranda temizlenerek tortum çayına verilmiştir.

Mert (2016) tarafından yapılan araştırmada, taş ocaklarında rekültivasyon uygulaması uçucu küllerin depolanması değerlendirilmiştir. Kömür yakıtlı termik santrallerden kaynaklanan atıkların birçok toksik materyal içerdiği bilinmektedir. Bu elementlerin su kaynaklarına sızması, atıkların bertaraf edilmesi ilgili çevresel etkileri açısından büyük önem taşımaktadır. Çalışma, faaliyeti bir kaç yılda sona erecek olan bir taşocağı çukuruna termik santrallerden kaynaklı küllerin depolanması amacıyla, söz konusu taşocağının devam eden yıllarındaki üretim planlaması ve simülasyonu yapılarak kül depolama alanlarının ihtiyaçlarına cevap verebilecek şekilde tasarlanmıştır. Sonuç olarak termik santrallerden kaynaklı küllerin kalker ocağındaki depolama tesisine ilişkin projenin özellikleri, olası etkileri ve öngörülen önlemler ortaya konularak tasarım parametreleri ele alınmıştır.

Mermer ve taş ocaklarının çevreye olan görsel etkisi Çelik, Sarıışık ve Gürcan (2003) tarafından araştırılmıştır. Mermer ve taş ocak işletmelerinin yeryüzünün genel yapısı, bitki örtüsü, hava, yer altı ve yerüstü suları gibi çevre elemanlarına olumsuz yönde etkisi bulunmaktadır. Taş ocaklarından değişik amaçlarla taşlar çıkarılmakta ve farklı endüstrilerde

kullanılmaktadır. Mermer ocaklarındaki işletme faaliyetleri dekapaj ve mermer üretimini içermektedir. Bu faaliyetler sonucunda da arazide topoğrafik yapıyı bozan yığma tepeler ve derin çukurluklar oluşmaktadır. Bu manzaranın çevre görüntüsüne kattığı olumsuz imajdan dolayı psikolojik boyutta tepkilerin oluşmasına sebep olmuştur. Mermer ve taş ocaklarının çevreye olan zararları sorunun bilinmesi, zararlı etkilerin derecesi, bunlardan korunması ve giderilmesi kriterleri göz önüne alındığında diğer endüstrilere göre daha az zararlı olup sadece görsel etki yönünden dezavantajlı olduğu görülmektedir. Çünkü mermer artıklarının çevrede kalıcı bir etkisi bilinmemekte olup diğer kirletici unsurların da alınacak önlemlerle azaltılması veya tamamen bertaraf edilmesi mümkündür.

Tolunay (2020) yayınlamış olduğu makalede Trakya'daki bazı projelerin çevresel etki değerlendirmesi (ÇED) raporlarını değerlendirmiştir. Türkiye'de son yıllarda taş ve maden ocakçılığı, yol, çimento fabrikası, termik santral, hidroelektrik santral (HES), rüzgâr enerjisi santrali (RES) gibi faaliyetler ile doğaya önemli ölçüde zarar verildiğini belirtmiştir. Bu gibi projelerin doğaya ve çevreye olan etkilerinin değerlendirilmesi ve alınacak önlemlerin ortaya konması ise ÇED Yönetmeliği kapsamında yapılmaktadır. Bu yönetmelikte neredeyse her yıl yapılan değişikliklerle bazı projeler ÇED kapsamı dışında bırakılmakta ya da proje tanıtım dosyaları, ÇED başvuru dosyaları ve ÇED raporları doğru bir şekilde yapılmamaktadır. Tolunay çalışması ile; Trakya'da açılmak istenen ya da faaliyete geçmiş olan projelerin tanıtım dosyaları, ÇED başvuru dosyaları ve ÇED raporlarından bazılarını inceleyerek bunlardaki eksiklikleri ortaya koymuştur. Söz konusu dosyaların incelenmesi ile; ÇED'den kaçmak için, proje alanı ve kapasitesinin ÇED Yönetmeliğinin Ek-2 listesindeki sınır değerlerin altında göstermek; dosyalarda eksik ya da hatalı bilgi vermek; olumsuz uygulamalar için alınacak önlemler açıklanmadan "gerekli önlemler alınacaktır" şeklinde yanıtlar vermek; proje sahasında ölçüm, analiz ya da bilimsel değerlendirmeler yapılmışsa bunları görmezden gelmek ya da farklı yorumlamak gibi yöntemlere başvurulduğu görülmüştür. Bu konuda başvurulan diğer bir yöntem ise projelerin uygulanması önünde engel oluşturan mevzuatın değiştirilmesi yönünde girişimler de bulunulmasıdır. Bu girişimler de çoğunlukla yatırımcının lehine ve ne yazık ki doğanın aleyhine olmaktadır.

### **2.3. Örnek Havza Çalışmaları**

Ranjan, Kazama ve Sawamoto (2006) iklim değişikliğinin tatlı yeraltı su kaynakları üzerindeki etkilerini incelemiş, özellikle su kaynaklarında stresli kıyı akiferlerine tuzluluk ihlali olduğunu bildirmiştir. Değerlendirmede 2000-2099 yılları için yüksek ve düşük

emiyon senaryolarına (SRES A2 ve B2) sahip Hadley Center iklim modeli HadCM3 kullanılmış, her iki senaryoda da, yıllık temiz yeraltı suyu kaynakları kayıpları, Kuzey Afrika/Sahra Bölgesi hariç tüm stresli bölgelerde artan uzun vadeli bir eğilim olduğunu göstermektedir. Ayrıca yağış ve sıcaklığın tek tek taze yeraltı suyu kaybı ile iyi korelasyon göstermediği belirtilmiştir. Bununla birlikte, kuraklık endeksi ile temiz yeraltı suyu kaybı arasındaki ilişki güçlü bir negatif korelasyon göstermiştir. Ayrıca, taze yeraltı suyu kaynaklarının kaybının, başta nüfus artışı ve kişi başına taze yeraltı suyu kaynakları olmak üzere sosyo-ekonomik faaliyetler üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

Scibek, Allen, Cannon ve Whitfield (2007) yayınlamış oldukları makalede, yüksek çözünürlüklü geçici yeraltı suyu modeli kullanılarak iklim değişikliği senaryolarında yeraltı suyu yüzey su etkileşimini değerlendirmiştir. İklim değişikliğinin yeraltı suyu üzerindeki gelecekteki etkilerini tahmin etmek için üç iklim zaman periyodunu (1960–1999, 2010–2039, 2040-2069) taklit etmek için üç boyutlu geçici bir yeraltı suyu akış modeli kullanılmıştır. Güney-Orta Britanya Kolombiyası, (Kanada) serbest Grand Forks akiferindeki yüzey suyu etkileşimleri ve yeraltı suyu seviyeleri incelenmiştir. Her biri şimdiki ve gelecekteki (2020-2050) tipik bir yılı temsil eden bir yıllık uzun iklim senaryoları, küçültülmüş Kanada Birleşik Küresel Model 1 (CGCM1) genel dolaşım modeli sonuçlarına göre tarihi hava koşullarını bozarak gerçekleştirilmiştir. CGCM1 ölçek küçültme, Grand Forks'ın yukarısındaki Kettle Nehri için havza ölçeğinde akışın tahmininde kullanılmıştır. Sonuçlar, su ısıtıcısı boyunca nehir deşarjına dönüştürülmüş ve Granby Nehri'ne ulaşmıştır. Gelecekteki iklim senaryoları nehir tepe akışındaki bir yılın önceki bir tarihinin doğru bir kaymayı göstermektedir; 2040-2069 ikliminin değişimi 2010-2039 ikliminden genel hidrograf şekli aynı kalmasına rağmen daha büyük olarak saptanmıştır. Akifer suyu seviyeleri yılın aynı günü ile karşılaştırıldığında aynı aralıkta değişmiştir. Nehirden uzak, modellenmiş su seviyesi farklılıkları 0.5 m'den azdır, ancak nehrin yakınında 0.5 m'den daha büyük bulunmuştur. Tepe hidrografi ile ilişkili maksimum yeraltı suyu seviyeleri mevcut iklime çok benzer bulunmuştur.

Tizro, Fryar, Pour ve Voudouris (2019) Batı İran'daki Toyserkan Havzası'nda iklim değişikliğinin gelecekteki yeraltı suyu koşullarına etkisini araştırmıştır. Son yıllarda tarımsal faaliyetlerdeki aşırı sömürü, su tablasının düşmesine neden olmuştur. Çalışma alanındaki yeraltı suyu şarj oranı tahminleri, Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli ve HadGEM2 Genel Dolaşım Modeli 5. Değerlendirme Raporu'nun RCP4.5 Senaryosundan elde edilmiştir. Çıktılar, Topluluk Arazi Modeli sürüm 4.5 (CLM4.5) ile birleştiğinde RegCM4 Bölgesel İklim Modeli ile ölçeklendirilmiştir ve RegCM4 modeli doğrulaması ve tahmini sırasıyla 7 yıl

(1999-2005) ve 11 yıl (2015-2025) için denenmiştir. Doğrulama sonuçları, RegCM4'ün günlük yağış ve aylık sıcaklık ve akışın makul bir şekilde simüle edildiğini göstermiştir. İlk olarak, kavramsal modeli geliştirmek için jeolojik, jeofiziksel ve hidrojeolojik veriler kullanılmış ve değerlendirilmiştir. İkinci olarak, yeraltı suyu rejimini azaltmak ve su yönetimi stratejilerinin etkilerini tahmin etmek için a3D sayısal model yeraltı suyu akışı geliştirilmiştir. Tahmin dönemi için iki senaryo tanımlanmıştır. İlk senaryoda mevcut sömürü oranlarının devam edeceği varsayılırken, ikincisi artan sulama verimliliği nedeniyle pompalamada yüzde 20'lik bir azalma varsayılmaktadır. Sonuç, sulama verimliliğindeki artışla artan 2015'ten 2025'e kadar bir su tablası artışı göstermiştir.

Stoll, Franssen, Butts ve Kinzelbach (2011) tarafından yapılan çalışmada, iklim değişikliğinin yeraltı suyu ile ilgili etkisini analiz edilmiştir. Çalışmada; hidrolojik akışlar farklı modelleri içeren çok modellenli bir yaklaşım ölçek küçültme yöntemini kullanmıştır. İklim değişikliğine bağlı yağış ve evapotranspirasyonun uzamsal dağılımındaki değişiklikler yeraltı suyu kaynakları üzerinde etkili olacaktır. Çalışma, bütünleşmiş hidrolojik modellemenin avantajlarını ve geniş bir iklim modeli temelini kullanan bir modelleme yaklaşımı sunmaktadır. Entegre MIKE SHE modeli, İsviçre'nin kuzeyinde Zürih yakınlarındaki küçük bir havzaya uygulanmıştır. İklim değişikliğinin etkisini incelemek için, hidrolojik model, sadece yağış için değil, aynı zamanda potansiyel evapotranspirasyonu yöneten değişkenler için de üç farklı istatistiksel ölçek küçültme yöntemiyle düzeltilen sistematik önyargıları gösteren sekiz GCM-RCM kombinasyonundan alınan verilerle çalışılmıştır. Ölçek küçültme yöntemleri, bölünmüş bir numune testinde değerlendirilmiş ve ölçek küçültme prosedürünün hidrolojik akışlar üzerindeki hassasiyeti analiz edilmiştir. RCM'ler çok farklı potansiyel bitki su tüketimi ve özellikle çökme projeksiyonları ile sonuçlanmıştır. Her üç ölçek küçültme yöntemi, RCM'lerin tahminleri arasındaki farkları azaltmış ve düzeltilmiş tüm tahminler, kış aylarında yağışta beklenen bir artışla ilişkili olabilecek gelecekteki bir yeraltı suyu stresi gösterilmiştir. Özellikle yağış zamanlamasının ve dolayısıyla yeniden şarjın yeraltı suyu seviyelerinin gelecekteki gelişimi için çok önemli olduğu ortaya çıkarılmıştır. Bununla birlikte, simülasyon deneyleri, tahmini hidrolojik akıları doğrudan etkileyen ölçek küçültme yöntemlerinin ve dolayısıyla öngörülen yeraltı suyu seviyelerinin zayıflıklarını ortaya çıkarmıştır.

Büyük Nehir Havzası'nda (Ontario), iklim değişikliğinin mekânsal olarak değişen yeraltı suyu şarjı üzerindeki etkisi Jyrkama ve Sykes (2007) tarafından yayınlamış oldukları makalede değerlendirilmiştir. Çalışma, iklim değişikliğinin yeraltı suyu yeniden şarjı

üzerindeki zamansal ve uzamsal etkisini karakterize etmek için kullanılabilir fiziksel temelli bir metodoloji sunmaktadır. Hidrolojik model HELP3'e dayanan yöntem, bölgesel ölçekte yüksek uzaysal ve zamansal çözünürlük ile potansiyel yeraltı suyu şarjını tahmin etmek için kullanılabilir. Çalışmada, geçmiş koşulları simüle etmek için, 40 yıllık gerçek hava durumu verileri ve Grand River Havzası'nın hidrolojik döngüsünün gelecekteki olası değişiklikleri yöntem olarak kullanılmıştır. İklim değişikliğinin etkisi, bölge ikliminde öngörülen değişiklikler kullanılarak model girdi parametrelerini bozarak modellenmiştir. Çalışmanın sonuçları, iklim değişikliğinin bir sonucu olarak toplam yeraltı suyu şarj oranının artacağını göstermektedir. Daha yüksek yağış yoğunluğu ve sıklığı da yüzey akışına önemli ölçüde katkıda bulunurken, küresel ısınma buharlaşma-terleme oranlarının artmasına neden olabilir, daha sıcak kış sıcaklıkları, zemin donunun miktarını azaltacak ve bahar eriyiğini ilkbahardan kışa kaydırarak daha fazla suyun toprağa sızmasını sağlayacaktır. Önceki birçok iklim değişikliği etki çalışması, yeraltı suyu yeniden şarjındaki geçici değişikliklere odaklanmış olsa da, sonuçları etkilerin aynı zamanda yüksek mekansal değişkenliğe sahip olabileceğini düşündürmektedir.

Rozell ve Wong (2010)'a göre iklim değişikliğine bağlı yükselen deniz seviyelerinin, küçük adaların tatlı su kaynaklarını olumsuz etkilemesi beklenmektedir. İklim değişikliğinin küçük bir kumlu ada olan New York Eyaleti (Shelter Island) üzerindeki etkileri, değişken yoğunluklu geçici bir yeraltı suyu akış modeli kullanılarak araştırılmıştır. Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli 2007 raporundan gelecek yüzyılda yağış ve deniz seviyesindeki artış değişikliklerine ilişkin tahminler, gelecekteki iki iklim senaryosu oluşturmak için kullanılmış, % 15 yağış artışı ve 0.18 m deniz seviyesindeki yükselmeden oluşan temiz yeraltı suyu elde tutmak için en uygun senaryoda, sonuç, tatlı su/tuzlu su arayüzünün 23 m'lik bir deniz hareketi, 0.27 m'lik bir su tablası yükselmesi, ve tatlı su lens hacminde % 3 artış olarak saptanmıştır. Senaryoda, yeraltı suyu tutulmasına en az elverişli olduğu % 2 yağış azalması ve 0.61 m deniz seviyesindeki yükselmeden oluşan, sonuç 16 metrelik karaya doğru hareket tatlı su/tuzlu su arayüzünün, 0.59 m'lik bir su tablası artışı ve lens hacminde % 1'lik bir artış öngörülmektedir. Olumsuz koşullar altında beklenmedik yeraltı suyu hacmi artışı iklim değişikliği koşulları en iyi adanın altındaki akiferin maksimum derinliğini kısıtlayan ve su tablası yükseldiğinde tatlı su merceği hacminde bir artışa izin veren bir kil tabakası ile açıklanmıştır.

İklim değişikliğinin yenilenebilir yeraltı suyu kaynakları üzerindeki etkisine karşı güvenlik açığı, küresel ölçekte de değerlendirilmiştir. İklim değişikliği, yeraltı suyu şarjında



ve dolayısıyla yenilenebilir yeraltı suyu kaynaklarında önemli değişikliklere yol açacaktır. Küresel su kaynakları ve kullanım modeli WaterGAP kullanılarak iklim değişikliğinin yeraltı suyu yeniden şarjı ve etkilenen insan sayısı üzerindeki etkisi, iki iklim modeli tarafından dört iklim senaryosu için hesaplanmıştır. İnsanların yeraltı su kaynaklarındaki azalmaya karşı savunmasızlığı, hem azalma derecesine hem de insan sisteminin azalmaya duyarlılığına bağlıdır. Her ızgara hücresi için, su kıtlığı göstergesinden oluşan bir duyarlılık endeksi, su arzının yeraltı sularına ve İnsani Gelişme Endeksi'ne bağımlı olduğuna dair bir gösterge sayısallaştırılmıştır. Yüzde yeraltı suyu şarj azalması duyarlılık hassasiyet endeksi ile birleştirilerek, 2050'lerde yeraltı suyunun azalmasının etkisine karşı küresel kırılma haritaları elde edilmiştir. A2 (B2) emisyonları senaryosunda, 10.7 (9.1) milyar küresel nüfusun % 18.4–19.3'ü (% 16.1-18.1), yeraltı suyu şarj azalışlarından en az % 10 ve % 4.8-5.7'den (3.8- % 3.8) küresel nüfusun en yüksek iki kırılma sınıfında olacağı, en yüksek güvenlik açıkları Akdeniz'in Kuzey Afrika kenarında, güneybatı Afrika'da, kuzeydoğu Brezilya'da orta ve yüksek hassasiyetli alanlar olan orta Andes'de bulunmaktadır. Nüfus yoğunluğu ve yüksek hassasiyete sahip alanların çoğunda, model sonuçları yeraltı suyu şarjının 2050'lere kadar % 10'dan fazla düşme olasılığının olmadığını göstermektedir. Bununla birlikte, nüfusun beş ila üçte biri, sığ su tabloları durumunda olumsuz etkilerle birlikte % 10'dan fazla bir yeraltı suyu şarj artışından etkilenebilir. Güvenlik açığının kıtasal ölçekte bile mekansal dağılımı, iki iklim modeli arasında, iki emisyon senaryosu arasında olduğundan çok daha farklıdır (Döll, 2009).

Scibek ve Allen (2006) yayınlamış oldukları makalede, öngörülen iklim değişikliğinin şarj ve yeraltı suyu seviyeleri üzerindeki modellenmiş etkilerini araştırmıştır. İklim değişikliğinin yeraltı suyu kaynakları üzerindeki gelecekteki etkilerini araştırmak amacıyla iklim modelleri ile yeraltı suyu modellerini birbirine bağlamak için bir metodoloji geliştirmiştir. British Columbia, Kanada'nın güneyindeki Grand Forks yakınında bulunan kuşatılmamış bir akiferde, metodolojiyi test etmek için kullanmıştır. Kanada Global Coupled'den iklim değişikliği senaryoları Model 1 (CGCM1) model koşullar küçültülmüş İstatistiksel Ölçeklendirme Modeli (SDSM) kullanılarak yerel koşullara indirgenir ve değişiklik faktörleri ekstrakte ve LARS-WG stokastik hava jeneratörüne uygulanmış ve daha sonra şarj modeline girilmiştir. Şarj modeli, akiferin yağış sızmasına karşı doğrudan şarjını simüle etmiş ve uzamsal olarak dağıtılmış şarj bölgelerinden oluşturulmuştur. Bir coğrafi bilgi sistemine (CBS) bağlı Atık Düzenleme Performansı (HELP) hidrolojik modelinde Hidrolojik Değerlendirme, MODFLOW'da uygulanan üç boyutlu geçici bir yeraltı suyu akış modeli,

daha sonra dört iklim senaryosunu simüle etmek için kullanılmıştır. Bir yıllık dönemler (1961–1999 mevcut, 2010-2039, 2040-2069 ve 2070-2099) ve günümüzdeki yeraltı suyu seviyeleri karşılaştırılmıştır. Şarjın mekansal dağılımının, tek bir düzgün şarj bölgesininkine kıyasla yeraltı suyu seviyelerine etkisi, şarjdaki zamansal değişiminkinden yıllık ortalama şarj temsiline kıyasla çok daha büyüktür. Çalışmada kullanılan HELP hidrolojik modelinin doymamış bölgenin su tablasının derinliğine (perkolasyon tabakası derinliği), toprak tipine ve doymuş hidrolik iletkenliğine (Ksat) duyarlı olduğu bulunmuştur. Bu nedenle, şarj için doğru sonuçlar elde etmek amacıyla, bu anahtar değişkenlerin uzamsal değişkenliğini yakalamak önemlidir. Sonuçlar, Grand Forks vadisindeki yere bağlı olarak aylık yağıştan % 10 ila % 80 oranında şarj aldığını göstermektedir. Şarjın uzamsal dağılımının, yeraltı suyu seviyeleri ve akış bileşenleri üzerinde, şarjın zamansal dağılımından daha önemli bir etkisi olduğu bulunmuştur.

Hu vd. (2019) tarafından yapılan bir araştırmada bölgesel ölçekte potansiyel yeraltı suyu şarjının uzaysal-zamansal dağılımını belirlemede iklimin baskın rolü araştırılmıştır. Uzaysal-geçici yeraltı suyu şarjı (GR) bilgisi, bölgesel su yönetimi uygulamalarını optimize etmek için çok önemlidir. Çin Loess Platosu (CLP) üzerindeki 58 tesiste günlük potansiyel GR 1981-2099 döneminde HYDRUS-1D ve sağlam model girişleri kullanılarak simüle edilmiştir. Amaç, toprak, bitki örtüsü ve iklimin bölge üzerindeki potansiyel GR üzerindeki etkilerini araştırmak olarak belirtilmiştir. 1981-2010 yılları arasında CLP üzerindeki ortalama potansiyel GR, yıllık yağışların % 4.1'ini (P) oluşturan 1.8 cm'dir. P'nin hakim olduğu gibi, yıllık potansiyel GR, güneydoğudaki 18.8 cm'den (P % 28) kuzeybatıda 0.0 cm'ye azalmıştır. Geçici olarak, aşırı yağış kaynaklı yüksek GR ile serpiştirilmiş GR'nin tutarlı düşük yoğunluğu, bölgelere ve yıllara bağlı olarak epizodik veya mevsimseldir. Gecikme (ortalama 5 ay) derin drenaj arasında 3m derinlik ve yağış iklim tarafından kontrol edilmiştir (yani P). 1981'den 2010'a kadar, yıllık potansiyel GR, zaman içinde artan ETp ve yaprak alanı indeksi (LAI) sonucunda önemli ölçüde azalmıştır. Tahmin edildiği gibi bu yüzyılın sonunda daha sıcak ve daha ıslak bir CLP HadCM3 modeli, artan ETp nedeniyle potansiyel GR'yi azaltabilir.

Wang vd. (2019) Kuzeybatı Çin Alexa Platosu'nda yapmış oldukları çalışmada, zıt yeraltı suyu tükenme modelleri ile antropojenik kaynaklı ve iklim kaynaklı faktörleri araştırmıştır. Karışık çöl manzarasıyla dünyanın en kurak yaylalarından biri (Gobi dahil) olan Çin'in Alexa Platosu'nun (AP); yeraltı suyu depolanması, doğal kıyı vahaları ve mozaik yeraltı suyu ile beslenen sulama alanları olduğu belirtilmiştir. Küresel iklim değişikliğine ve

gelişmiş insan faaliyetlerine karşı savunmasızdır. Çalışmada, uydu gözlemleri entegre edilerek AP genelinde yeraltı suyu depolamasındaki (GWS) değişikliklerin zamansal ve mekânsal örüntüsünü ortaya çıkarmıştır. 2003-2016 döneminde hidrolojik modelleme ve zemin verileri sonuçları, GWS'nin AP genelinde belirgin bir azalma eğilimi gösterdiği, bununla birlikte yağışın önemli ölçüde değişmediği gösterilmiştir. GWS, AP'nin merkezinde muhtemelen buharlaşmanın artması ile ilişkili olan Badain Jaran Çölü'nde azalmaya devam etmiş, antropojenik etkiler, yeraltı suyunun uzun süreli ekstraksiyonunun güneydoğu AP'deki GWS'yi güçlü bir şekilde tükettiği görülmüştür. Ancak, AP'nin kuzeybatı kesiminde, genel artan nehir akışı olan su yönlendirme projesi nedeniyle yeraltı suyu tükenmesi giderilmiştir. Ayrıca, analizleri ve AP üzerindeki diğer alt bölgelerdeki çalışmaların geniş bir incelemesine dayanarak, özellikle antropojenik faaliyetlerin muhtemel etkisine değinerek olası bölgesel akış yolu önerilmiştir. Farklı hidrojeolojik birimler arasındaki GWS'deki dinamikler muhtemelen bölgesel yeraltı suyu akış yolları yoluyla birbirine bağlıdır. Merkezi AP'de GWS'nin azalması, kuzeybatı AP'ye yeraltı suyu deşarjı, kuzeybatı AP'de yeraltı suyu tükenmesine neden olabilir. Çalışma sonuçları, GWS değişimindeki tempo-mekansal desenleri ve kuru platodaki ilgili hidrolojik ve ekolojik süreçleri vurgulamaktadır.

Üst Szezipwa Havzası'nda iklim değişikliğinin yeraltı suyu şarjı ve akışı üzerindeki etkileri, Uganda'da araştırılmıştır. Çalışma ilk olarak sıcaklık ve deşarjda gözlenen eğilimlere göre iklim değişikliğinin kanıtlarını ortaya koyan tarihi verileri incelemektedir. İklim değişikliği çalışması için, gelecekteki iklim değişikliği senaryolarını küçültmek için istatistiksel ölçek küçültme modeli (SDSM) kullanılmış ve İngiltere HadCM3 iklim modelinden elde edilmiştir. Ölçeksiz iklim, fiziksel olarak dağıtılmış bir yağış-akış modeli olan WetSpa hidrolojik modeline girdi olarak kullanılmıştır. Bu da ortaya çıkan hidrolojik değişiklikleri simüle etmek için kullanılmıştır. Sıcaklıktaki artışın 1 ila 4 °C arasında değiştiği gözlenmiştir. Bu değişikliklerin hidrolojik döngünün yoğunlaşmasına neden olduğu gösterilmiştir. 157 mm/yıl (deşarjın % 69'u) için geçerli olan yıllık ortalama günlük akışın 2020 ve 2080'ler arasında % 20-80 oranında artması beklenmektedir. Yeniden şarj artışındaki, mevcut 245 mm/yıldan % 20 ila % 100 arasında değişmektedir. Bulgular, iklim verilerinin küçültülmesinde ve havzadaki simüle edilmiş hidrolojik değişiklikler için duyarlılık analizinde daha ileri araştırmalar için bir temel sağlamaktadır (Nyenje ve Batelaan, 2009).

Eckhardt ve Ulbrich (2003) Orta Avrupa düşük dağ sıralarında yaptıkları araştırmada; iklim değişikliğinin yeraltı suyu yeniden şarjı ve dere akışı üzerindeki potansiyel etkilerini incelemiştir. Genel Dolaşım Modelleri, antropojenik iklim değişikliğinin bir parçası olarak

Avrupa üzerinde önemli sıcaklık ve yağış değişikliklerini simüle eder. Bu çalışmada, Orta Avrupa düşük dağlık alan havzasında iklim değişikliğinin yeraltı suyu şarjı ve akıntısı üzerindeki etkileri, Toprak ve Su Değerlendirme (SWAT) modelinin revize edilmiş bir versiyonu olan kavramsal bir eko-hidrolojik model kullanılarak araştırılmıştır. Simülasyonların güvenilirliğini artırmak için, yüksek ortam CO<sub>2</sub> konsantrasyonlarının stoma iletkenliği ve yaprak alanı üzerindeki etkisi ile ilgili bitki fizyolojisi çalışmalarını derlemiştir. Bu bilgiyi modeli parametreleştirmek için kullanarak, gelecekteki sera gazı emisyonları ve iklim hassasiyeti ile ilgili çok çeşitli varsayımları temsil eden iki iklim değişikliği senaryosunun etkilerini değerlendirmiştir. Sonuç olarak, yıllık yeraltı suyu yenilenmesi üzerindeki etkiler ve akış küçüktür, artan atmosferik CO<sub>2</sub> seviyeleri stoma iletkenliğini düşürdüğünden, sıcaklık artışı ve azalan yağıştan kaynaklanan artan potansiyel evapotranspirasyona karşı koyar. Bununla birlikte, yıllık yeraltı suyu şarj ve akışının yıllık döngüsü ile ilişkili daha belirgin değişiklikler gözlenmiştir. Isınma nedeniyle kış yağışının daha küçük bir oranının kar olarak düşeceğini göstermektedir. Bu nedenle bahar kar erimesi zirvesi azalırken kışın sel riski muhtemelen artacaktır. Yaz aylarında, ortalama aylık yeraltı suyu şarjı ve akışı, potansiyel olarak su kalitesi, yeraltı suyu çekilmesi ve hidroelektrik üretimi ile ilgili sorunlara yol açan % 50'ye kadar azalmaktadır.

Goderniaux, Brouyère, Fowler, Blenkinsop ve Therrien (2009) yayınlamış oldukları makalede, iklim değişikliğinin yeraltı suyu rezervleri üzerindeki etkilerini değerlendirmek için geniş yüzeyli yüzey altı hidrolojik modelini uygulamıştır. Çalışma, iklim değişikliğinin yeraltı suyu rezervleri üzerindeki etkilerinin tahmini için geliştirilmiş bir metodoloji sunmaktadır; burada fiziksel tabanlı bir yüzey-yer altı akış modeli, Geer Havzası (465 km<sup>2</sup>), Belçika için gelişmiş iklim değişikliği senaryoları ile birleştirilmiştir. Birleştirilmiş yüzey-yeraltı akışı, sonlu eleman modeli Hydro GeoSphere ile simüle edilmiştir. HydroGeoSphere'deki yüzey ve yüzey altı akış denklemlerinin eşzamanlı çözümü ve tanımlanmış buharlaşma bölgesinin her bir düğümünde toprak neminin bir fonksiyonu olarak gerçek buhar terleme iç hesaplamasının yanı sıra iklim değişikliği bağlamında hayati önem taşıyan, yeniden şarj gibi birbirine bağlı süreçlerin temsilini geliştirmiştir. Daha basit modeller veya harici olarak bağlanmış modeller aynı düzeyde gerçekçilik sağlamaz. Tam entegre yüzey-yer altı akış modelleri son zamanlarda dikkat çekmektedir ancak iklim değişikliğine etki çalışmaları bağlamında kullanılmamıştır. İklim değişikliği simülasyonları, SRES A2 emisyonu (orta-yüksek) senaryosunu kabul eden altı bölgesel iklim modeli (RCM) senaryosundan elde edilmiştir. Bu RCM senaryoları, bir kantil haritalama önyargı düzeltme tekniği kullanılarak

küçültülmüştür. Yalnızca ortalamaya bir düzeltme uygulamak yerine, günlük sıcaklık ve yağış kontrol simülasyonlarının olasılık dağılımlarını gözlemlenen dağılımlarla eşleşme ortaya çıkmaktadır. Aynı düzeltmeler gelecek için daha sonra RCM senaryolarına uygulanır. İklim değişikliği senaryoları daha sıcak ve kurak yazları, daha sıcak ve daha yağışlı kışları öngörmektedir. Entegre yüzey-yer altı modelleme yaklaşımının, buharlaşma-terleme süreçlerinin mekansal temsili ve gelişmiş iklim değişikliği senaryolarının birlikte kullanımı, yeraltı suyu rezervleri üzerindeki iklim değişikliği etkilerinin model gerçekçiliğini ve projeksiyonlarını geliştirir. Dikkate alınan iklim senaryoları için, entegre akış simülasyonları 2080 yılına kadar yeraltı suyu seviyelerinde (8 m'ye kadar) ve yüzey su akış oranlarında (% 9 ile % 33 arasında) önemli düşüşler beklendiğini göstermektedir.

Yağbasan (2016) nicel bir bakışla, iklim değişikliğinin yeraltı suyu şarj oranları üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla Türkiye'nin batısındaki Küçük Menderes Havzası'nda yer alan Ödemiş ve Selçuk meteoroloji istasyonlarının verilerine göre, toplam yağışlarda ciddi bir düşüş eğilimi ve 1964-2011 yıllarında artan sıcaklık ve buharlaşma eğilimleri gözlemiştir. Gözlem dönemi için yeraltı suyu şarjının hidrolojik bütçe yöntemi ile hesaplanması havzadaki yeraltı suyu şarjında yaklaşık % 15 düşüş göstermiştir. Bu nedenle, artan su talebi nedeniyle iklim değişikliği ve aşırı yeraltı suyu pompalamasının birleşik etkileri, yeraltı suyu seviyelerinde önemli bir düşüşe neden olmuştur.

Roosmalen, Christensen ve Sonnenborg (2007) yayınlamış oldukları makalede, iklim değişikliği etkilerinin bölgesel farklılıklar üzerine ve Danimarka'da yeraltı suyu ve akıntı deşarjı üzerine değişimini belirlemiştir. Çalışmada; iklim değişikliğinin Danimarka'daki jeolojik ve klimatolojik olarak farklı iki bölgede yeraltı suyu yenilenmesine etkileri, depolama ve akıntı karşılaştırılmıştır. Çıktılar Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) A2 ve B2 senaryolarını temsil eden bölgesel bir iklim modelinden 1961 ila 1990 ve 2071 ila 2100 dönemleri için kullanılmıştır. Fiziksel tabanlı, dağıtılmış bir hidrolojik model, yeraltı suyu seviyesi, şarj ve deşarjındaki değişiklikleri simüle eder. Yağış, sıcaklık ve referans evapotranspirasyon, hem A2 hem de B2 senaryoları için artmıştır. Bu, ortalama yıllık net yağışta önemli bir artışla sonuçlanmış, ancak yaz aylarında değerler düşmüştür. Simüle edilen iklim değişikliğine verilen hidrolojik tepkinin büyüklüğü, model alanının jeolojik ortamına büyük ölçüde bağlıdır. Kumlu üst topraklar ve büyük birbirine bağlı akiferler ile karakterize edilen Jylland bölgesinde, yeraltı suyu şarjı önemli ölçüde artmış, daha yüksek yeraltı suyu seviyeleri ve artan yeraltı suyu-nehir etkileşimi ile sonuçlanmıştır. Üst toprakta düşük geçirgenlikli toprakların hakim olduğu ve akiferlerin bölgesel boyutta kalın kil tabakaları ile

korunduğu Sjaelland'da, yeraltı suyu seviyelerinde sadece küçük değişiklikler öngörülmektedir. Bu alandaki birincil etki, kışın % 50'ye varan artış ve yaz aylarında % 50'ye varan düşüş ile drenaj akışı ve kara akışındaki değişikliklerden kaynaklanan dere deşarjındaki değişikliklerdir. Çalışma, farklı iklim senaryolarını ve hidrolojik sistemleri incelemenin katma değerini göstermektedir, böylece simüle edilen etkiler hem nitel hem de nicel olarak karşılaştırılmıştır.

Nemli, ekvatorial bir havzada iklim değişikliğinin yeraltı suyu şarjı ve akışı üzerindeki etkisi ve projeksiyonların yağış yoğunluğuna duyarlılığı Mileham, Taylor, Todd, Tindimugaya ve Thompson (2009) tarafından araştırılarak; Ekvatorial Afrika'da öngörülen ısınma olarak değerlendirilmiştir. Daha fazla buharlaşma ve daha sık şiddetli yağış olayları ile birlikte, karasal hidroloji üzerinde önemli fakat belirsiz etkiler olabilir. İklim değişikliği etkilerinin havza hidrolojisi üzerindeki kantitatif analizleri, bölgesel iklim modelleri (RCM'ler) tarafından sağlanan yüksek çözünürlüklü (<50 km) iklim verilerini gerektirir. Yarı dağılmış bir toprak nemi denge modeline (SMBM) RCM PRECIS'den (Etki Çalışmaları için Bölgesel İklimler Sağlama) onaylanmış yağış ve sıcaklık verileri Güneybatı Uganda'nın nemli tropik bölgelerinde orta büyüklükteki bir havzada (2098 km<sup>2</sup>) iklim değişikliğinin yeraltı suyu şarjı ve akışı üzerindeki etkilerini ölçmek için uygulanmıştır. SMBM, toprak nemindeki değişiklikleri açık bir şekilde açıklamakta ve etkili yağışları yeraltı suyu şarj ve akışına ayırmaktadır. A2 emisyon senaryosu altında (2070–2100), PRECIS'in iklim projeksiyonları sadece havza yağışlarında ve potansiyel evapotranspirasyonu sırasıyla % 14 ve % 53 oranında modellenmiştir, fakat aynı zamanda yağış yoğunluğu da artmıştır. Tarihsel yağış dağılımının ortak uygulamasının, SMBM için delta faktörlerinin kullanılması yeraltı sularının yeniden şarj edilmesini büyük ölçüde azaltmaktadır (1961-1990 temel dönemine göre % 55 azalma). Yağış dağılımını yağış yoğunluğundaki değişiklikleri hesaba katarak ve dönüştürerek taban çizgisine göre sırasıyla % 53 ve % 137 oranında yeniden şarj ve akış artışları öngörmektedir.

Pantoja ve Hiscock (2008) iklim değişikliğine bağlı ortalama küresel sıcaklıkta öngörülen artışın suyun kullanılabilirliğini etkilemesi ve bunun sonucunda hem çevresel hem de toplumsal etkilere neden olmasını beklemektedir. İklim değişikliğinin gelecekteki sürdürülebilir su kaynakları üzerindeki potansiyel etkisini anlamak için, iklim değişikliğinin Büyük Britanya'nın kuzeyindeki ve güneyinde bulunan üç yer için potansiyel yeraltı suyu şarjı (veya hidrolojik fazla su) üzerindeki etkilerini ölçmek için bir metodolojinin ana hatlarını çizmektedir. Stokastik bir hava jeneratörünün sonuçlarını kullanarak, 1961-1990 tarihi taban çizgisi ve 2020'ler, 2050'ler ve 2080'ler için gelecek yüksek sera gazı emisyonları senaryosu

için gerçek buharlaşma ve potansiyel yeraltı suyu şarj zaman serileri, Güneydoğu İngiltere'de Gatwick ve Batı İskoçya'da Paisley, Doğu Anglia'daki Coltishall için simüle edilmiştir. Yüksek gaz emisyonları senaryosunda, bu yüzyılın sonunda Coltishall için potansiyel yeraltı suyu şarjında % 20, Gatwick için % 40 ve Paisley için % 7 azalma göstermiştir. Kuru dönemlerin sürekliliğinin 2050'li ve 2080'li yıllarda üç alanda arttığı gösterilmiştir. Gatwick en kuru koşulları, Coltishall ıslak ve kuru dönemlerin en büyük değişkenliğini ve Paisley küçük değişkenliğini göstermiştir. Paisley için iklim değişikliğinin ana etkisi, 2080'lerde potansiyel aşırı su miktarının % 88 azaldığı kuru mevsimde (Nisan-Eylül) belirgindir. Sonuç olarak, gelecekteki iklimin, mevcut durumda ekosistem ve su temini baskıları altında olan yerel ve bölgesel yeraltı suyu kaynakları üzerindeki stresini artıracak potansiyel yeraltı suyu şarjında bir düşüş gösterebileceği sonucuna varılmıştır.

#### **2.4. Orman, Otlak Tahribine Yönelik Çalışmalar**

Dogru, Göksel, David, Tolunay, ve Sözen, (2020) yayınlamış oldukları makalede, İstanbul Kuzey Orman Alanında ormansızlaşma ve karbon dengesinin bozulması yoluyla büyük ölçekli arazi kullanımının olumsuz çevresel etkisini belirlemişlerdir. Çalışma, Trakya Alt Bölgesi'nde büyük ölçekli projelerin çevresel etkilerini araştırmıştır. Son on yılda gerçekleştirilen Boğaziçi 3. Köprü ve 3. Havalimanı, İstanbul'un kuzeyindeki ormanlık alanın büyük ölçüde bozulmasına yol açtığını belirtilmektedir. Tahrip edilen orman alanı, 2009 ve 2016 yılları arasında İstanbul'un çok zamanlı Landsat verileriyle tespit edilen arazi sınıflandırmasındaki ilgili değişikliklerle değerlendirilmiştir. Yok edilen karbon stoklarının ve ilgili CO<sub>2</sub>'nin büyüklüğü, arazi kullanım değişikliğinin neden olduğu CO<sub>2</sub> absorpsiyon potansiyelindeki azalma ile birlikte emisyon da hesaplanmıştır. Gözlemlenen sonuçlar, 7 yılda yaklaşık 15.000 hektar orman alanının yok edildiğini ve toplam orman alanında % 7'lik bir nihai kayba karşılık geldiğini göstermiştir. Aynı dönemdeki toplam arazi örtüsü değişikliği çalışma alanının % 11.5'i olarak belirlenmiştir. Arazi örtüsü değişikliklerinin kapsamı, 2009 ile 2016 yılları arasında karbon stoklarında gözlenen azalma nedeniyle 4.4 milyon tondan fazla CO<sub>2</sub>'nin atmosfere ek olarak salındığını göstermektedir. Arazi örtüsü değişiklikleri ile ilişkili toplam C/CO<sub>2</sub> emisyonunun % 70'inden fazlası orman arazisinin kaybına bağlanmıştır. Ayrıca tahrip olan ormanlık alan, İstanbul'daki 830.000 kişinin emisyonuna eşdeğer 0.3 milyon ton CO<sub>2</sub>/yıl CO<sub>2</sub> absorpsiyon kaybına tekabül etmekte olduğu belirtilmiştir.

Özşahin, (2014) Coğrafi Bilgi Sistemlerini kullanarak Ergene Havzası'nda arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişikliklerinin erozyon üzerine etkisini irdelemiştir. Ergene

Havzasındaki yerleşim alanlarının hızlı bir şekilde genişlediğini ifade etmiş ve ilgili durumun da doğal kaynaklar üzerinde şiddetli bir baskıya neden olduğunu bildirmiştir. Yerleşim alanlarında görülen bu büyümenin, tarım alanı kaybına bağlı olarak tarımsal üretimin azalması ve önemli peyzaj alanlarının yok olması gibi temel problemleri ortaya çıkaracağını belirtmiştir. Ergene Havzası'ndaki tarım arazilerinde daha baskın olmak üzere; otlaklar (meralar), bağlar ve bahçeler ile çalılık ve fundalık arazilerde negatif yönlü bir değişimin hâkim olduğunu saptamıştır. Ergene Havzası'ndaki erozyon risk sınıflarındaki artış ivmesinin yakın gelecekte yıllık toprak kayıplarının artışı da tetikleyebileceğini belirtmiştir. Araştırmanın sonuçlarına göre 1987-2015 yılları arasında Ergene Havzası'ndaki çalılık ve fundalık alanlarda % 0.01 oranında (2.1 km<sup>2</sup>) azalma, otlaklarda ise % 0.2 oranında (27.7 km<sup>2</sup>) azalma meydana gelmiştir.



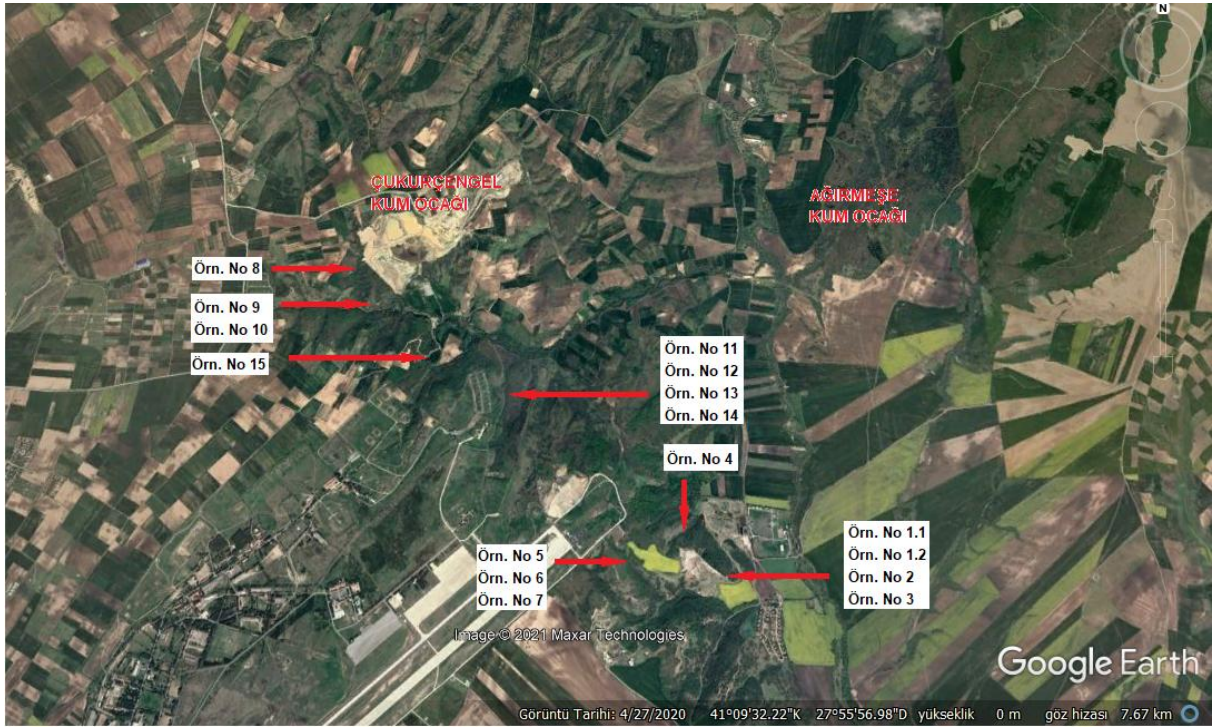


### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Çalışma Alanının Yetiştirme/Yaşama Ortamı Özellikleri

Çalışma alanı Eserce Ormanı (Meşe Ormanı) ve kum ocağı, Çukurçengel Ormanı (Akkavak Ormanı), Karaca Ağıl Sırtı (Otlak) ile göçüğü ve Çukurçengel Ormanına iniş yolundaki küçük kum ocağını kapsamaktadır (Şekil 3.1.).



Şekil 3.1 Çalışma Alanını ve Örnek Alma Noktalarını Gösteren Harita

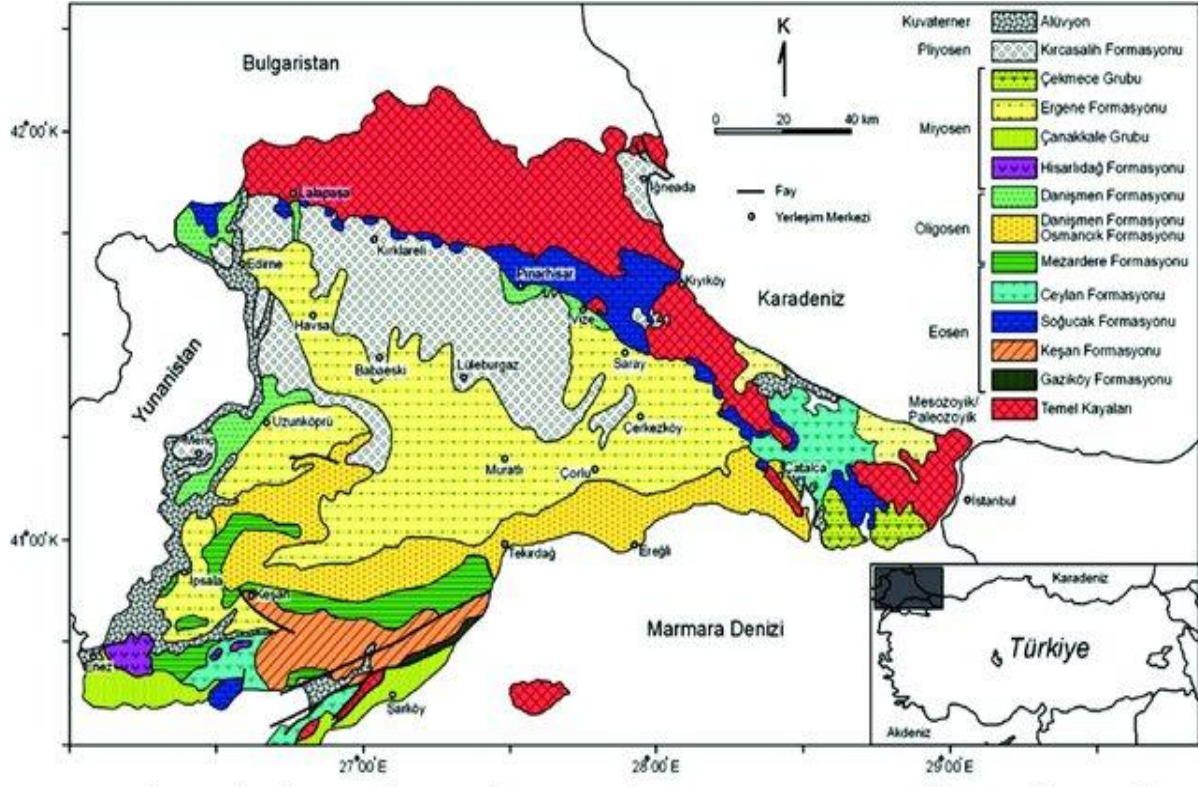
Çalışma alanının özellikleri; (1) Yeryüzü şekli ve jeolojik yapı, (2) İklim özellikleri, (3) Anamateryal ve toprak, (4) Bitki örtüsü, (5) Yerleşim ve arazi kullanımı başlıkları altında değerlendirilmiştir.

##### 3.1.1.1. Yeryüzü Şekli ve Jeolojik Yapı

Çalışma alanı Kınıklı Deresi'nin yukarı havzası olan Çukurçengel ile Eserce dereleri ve Karaca ağıl Sırtını kapsamaktadır. Havza Karaca ağıl Sırtı (198 m) ile Harita Tepe (232 m) doğrultusunda Çorlu Deresi (dolayısı ile Ergene Havzası) Havzası'ndan ayrılmaktadır. Çukurçengel Deresi batı-doğu doğrultusunda akarak kuzeyden gelen Değirmen Dere ile

birleşip, Eserce (Eseçe veya yerel ismi ile Esetçe) Dereyi oluşturmaktadır. Arazi genel olarak güneye eğimlidir.

Çalışma alanı karasal miosen tortulları üstündedir. Miosen tortullarının üst katmanı killi materyallerden oluşmuştur. Altta kum katmanları yer almaktadır. Miosen tortullarının üstünde pliosen tortulları (kireçsiz pliosen I) yer almaktadır. Pliosen tortulları zamanla sıyrılmış olup, yer yer örtüler halinde kalmışlardır (Şekil 3.2.)



Şekil 3.2 Çalışma Havzasının Jeolojik Özelliklerini Gösteren Harita (Kasar, Bürkan, Siyako ve Demir, 1983; Türkecan ve Yurtsever, 2002).

Arazinin yüzey yapısı ve dereler ile havzaları Marmara Denizi'ne eğimli görünmektedir. Trakya'nın hidrojeoloji haritası da bu yapıya uygun olarak tasarlanmıştır. Kum materyallerinde derinlere sızan suların, daha alttaki "Üst Oligosen" yüzeyinde sızarak Ergene Havzası yeraltı suyunu beslemesi de mümkündür. Çünkü Çorlu miosen kumları Ergene Havzası miosen tortullarının devamı niteliğindedir (Arkoç, 2006; Perinçek, 2015).

Kuzeyde ve güneydeki temel yapının arasında doğu-batı doğrultusundaki derin ve geniş çukur miosen tortulları, onların üstünde pliosen akarsu tortulları ile doldurulmuştur. Çorlu Deresi bu materyaller içinde açtığı yatakta akar (Emre, 2012).





- Eski Değirmenköy’de: Cevizgillerden *Carya sp.* olarak değerlendirilmiştir. Bu türler pleistosen’i (Riss Buzulu ile Würm Buzulu arasını) işaret eden, ılık ve nemli ortamlarda yetişen türler olarak tanımlanmaktadır.

### 3.1.1.2. İklim Özellikleri

Çalışma alanının iklim özellikleri; yıllık ve aylık ortalama sıcaklık ve yağış değerleri, yüksek (24 saatlik) yağış miktarları Çorlu Meteoroloji İstasyonunun (189 m) verileri doğrultusunda değerlendirilmiştir (Anonim, 1974 ve Anonim, 2018). Dolayısı ile batı-doğu yönünde uzanan Çukurçengel vadisi ile güneye doğru eğimli olan Kınıklı Deresi kolları daha çukur arazide bulunmaktadır. Bu sebeple çalışma alanının, sırtlardaki karasal karakterli iklimden daha yumuşak bir iklim etkisi altında olması muhtemeldir.

İklim verilerinin incelenmesi dönemlere göre yapılmıştır. Dönemler ise yıllık ortalama sıcaklıklar ile yanardağ püskürmeleri göz önüne alınarak ayırt edilmiştir. Yanardağ püskürmeleri ile stratosfere (>10 000 m) atılan gazlar ile küller ve tozlar güneş ışınlarını emerek ve maskeleyerek dünya atmosferinde 1 °C kadar sıcaklık azalmalarına sebep olmaktadır. Bu olayın en tipik örneği de 1983-93 döneminde 5 yanardağ püskürmesinin etkisi olarak görülmektedir (Kantarıcı, 2014).

Yıllık ortalama sıcaklık değerleri 1928-1970 döneminde 12.2 °C olup, 2007-2017 döneminde 13.9 °C’ a yükselmiştir. Aradaki yıllık ortalama sıcaklık farkı 1.7 °C’ dir. Aylık ortalama sıcaklık değerleri ise Ocak ve Şubat aylarında 1.1-1.6 °C, yaz aylarında 1.5-1.7 °C artmıştır (Çizelge 3.1).

Çizelge 3 1. Çorlu İlçesi'nde Yıllık ve Aylık Ortalama Sıcaklık Değerlerinin Dönemsel Değişimi (Anonim, 2018).

| Çorlu<br>183 m  | Yıllık Ort. Sıcaklık<br>°C |      | Yıllık Ort. Sıcaklık °C |      | Yıllık Ort. Sıcaklık °C |      |      |      |      |      |      |     |                                 |
|---|----------------------------|------|-------------------------|------|-------------------------|------|------|------|------|------|------|-----|---------------------------------|
| 1970  | 12.0                       | 1986 | 12.3                    | 2002 | 13.9                    |      |      |      |      |      |      |     |                                 |
| 1971  | 12.8                       | 1987 | 12.0                    | 2003 | 12.5                    |      |      |      |      |      |      |     |                                 |
| 1972  | 12.8                       | 1988 | 12.4                    | 2004 | 12.2                    |      |      |      |      |      |      |     |                                 |
| 1973  | 12.3                       | 1989 | 12.7                    | 2005 | 13.0                    |      |      |      |      |      |      |     |                                 |
| 1974  | 12.8                       | 1990 | 12.2                    | 2006 | 12.0                    |      |      |      |      |      |      |     |                                 |
| 1975  | 12.7                       | 1991 | 12.0                    | 2007 | 13.8                    |      |      |      |      |      |      |     |                                 |
| 1976  | 12.7                       | 1992 | 12.2                    | 2008 | 13.7                    |      |      |      |      |      |      |     |                                 |
| 1977  | 12.1                       | 1993 | 12.4                    | 2009 | 13.8                    |      |      |      |      |      |      |     |                                 |
| 1978  | 12.6                       | 1994 | 12.4                    | 2010 | 14.4                    |      |      |      |      |      |      |     |                                 |
| 1979  | 12.2                       | 1995 | 12.0                    | 2011 | 12.7                    |      |      |      |      |      |      |     |                                 |
| 1980  | 12.8                       | 1996 | 12.2                    | 2012 | 14.2                    |      |      |      |      |      |      |     |                                 |
| 1981  | 12.8                       | 1997 | 12.1                    | 2013 | 14.2                    |      |      |      |      |      |      |     |                                 |
| 1982  | 12.4                       | 1998 | 13.0                    | 2014 | 14.4                    |      |      |      |      |      |      |     |                                 |
| 1983  | 12.6                       | 1999 | 12.0                    | 2015 | 13.0                    |      |      |      |      |      |      |     |                                 |
| 1984  | 12.8                       | 2000 | 13.2                    | 2016 | 14.1                    |      |      |      |      |      |      |     |                                 |
| 1985  | 12.4                       | 2001 | 12.7                    | 2017 | 13.6                    |      |      |      |      |      |      |     |                                 |
| <b>Çorlu'da Aylık Ortalama Sıcaklık Toplamlarının Dönemsel Değişimi</b> |                            |      |                         |      |                         |      |      |      |      |      |      |     |                                 |
| Dönemler  | I                          | II   | III                     | IV   | V                       | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | XII | Yıllık<br>mm/<br>m <sup>3</sup> |
| 1929-1970   | 2.<br>8                    | 3.9  | 5.8                     | 11.0 | 16.0                    | 19.9 | 22.4 | 22.2 | 18.4 | 14.0 | 10.4 | 5.7 | 12.2                            |
| 1970-1981   | 2.<br>7                    | 4.3  | 6.6                     | 11.3 | 15.0                    | 20.4 | 22.3 | 21.4 | 18.1 | 14.0 | 9.1  | 5.3 | 12.6                            |
| 1982-1994   | 3.<br>5                    | 3.1  | 5.9                     | 11.3 | 15.5                    | 20.1 | 22.0 | 21.8 | 18.7 | 13.8 | 8.6  | 5.1 | 12.4                            |
| 1995-2006   | 3.<br>8                    | 4.3  | 6.6                     | 11.3 | 16.5                    | 20.9 | 23.4 | 23.0 | 18.8 | 14.3 | 9.3  | 5.2 | 13.1                            |
| 2007-2017   | 3.<br>9                    | 5.5  | 8.0                     | 12.0 | 17.3                    | 21.6 | 23.9 | 23.9 | 19.8 | 14.3 | 10.5 | 5.9 | 13.9                            |
| Fark  | 1.<br>1                    | 1.6  | 2.2                     | 1.0  | 1.3                     | 1.7  | 1.5  | 1.7  | 1.4  | 0.3  | 0.1  | 0.2 | 1.7                             |

Yıllık toplam yağış miktarları; 1928-70 döneminde ortalama 568.6 mm olup, 1982-94 döneminde 485.4 mm'ye düşmüş, 2007-2017 döneminde 639.2 mm'ye yükselmiştir. Yıllık toplam yağış miktarı 70.6 mm artmış gözükmemektedir. Ancak yağış artışının özellikle ekim ayında 40.7 mm oluşu dikkat çekicidir (92.9-52.2). Bu fark; günlük yüksek yağış (sağanak yağışlar) miktarlarına dikkat çekmektedir (Çizelge 3.2).

Çizelge 3 2. Çorlu İlçesi'nde Yıllık ve Aylık Toplam Yağış Miktarlarının Dönemsel Değişimi (Anonim, 2018).

| Çorlu 183 m  | Yıllık Yağış mm |      | Yıllık Yağış mm |      | Yıllık Yağış mm |      |      |       |      |      |      |      |                          |
|--|-----------------|------|-----------------|------|-----------------|------|------|-------|------|------|------|------|--------------------------|
| 1970   | 665.6           | 1986 | 511.1           | 2002 | 667.1           |      |      |       |      |      |      |      |                          |
| 1971   | 556.9           | 1987 | 473.8           | 2003 | 527.4           |      |      |       |      |      |      |      |                          |
| 1972   | 452.1           | 1988 | 559.7           | 2004 | 535.8           |      |      |       |      |      |      |      |                          |
| 1973   | 527             | 1989 | 411.7           | 2005 | 598.6           |      |      |       |      |      |      |      |                          |
| 1974   | 502.9           | 1990 | 521.7           | 2006 | 558.9           |      |      |       |      |      |      |      |                          |
| 1975   | 734.7           | 1991 | 600.5           | 2007 | 569.7           |      |      |       |      |      |      |      |                          |
| 1976   | 628.3           | 1992 | 422.5           | 2008 | 422.4           |      |      |       |      |      |      |      |                          |
| 1977   | 538.2           | 1993 | 466.8           | 2009 | 800.7           |      |      |       |      |      |      |      |                          |
| 1978   | 578.6           | 1994 | 452.4           | 2010 | 806.3           |      |      |       |      |      |      |      |                          |
| 1979   | 591.4           | 1995 | 634.6           | 2011 | 614.8           |      |      |       |      |      |      |      |                          |
| 1980   | 734.3           | 1996 | 490.7           | 2012 | 642.6           |      |      |       |      |      |      |      |                          |
| 1981   | 753.8           | 1997 | 656.4           | 2013 | 605.4           |      |      |       |      |      |      |      |                          |
| 1982   | 439.8           | 1998 | 722.5           | 2014 | 807.4           |      |      |       |      |      |      |      |                          |
| 1983   | 431.7           | 1999 | 676.4           | 2015 | 560.6           |      |      |       |      |      |      |      |                          |
| 1984   | 511.4           | 2000 | 419             | 2016 | 460.3           |      |      |       |      |      |      |      |                          |
| 1985   | 437.7           | 2001 | 619.7           | 2017 | 738.7           |      |      |       |      |      |      |      |                          |
| <b>Çorlu'da Aylık Ortalama Yağış Toplamlarının Dönemsel Değişimi</b> |                 |      |                 |      |                 |      |      |       |      |      |      |      |                          |
| Dönemler   | I               | II   | III             | IV   | V               | VI   | VII  | VII I | IX   | X    | XI   | XII  | Yıllık mm/m <sup>3</sup> |
| 1929-1970  | 72.6            | 57.3 | 56              | 43.1 | 35.7            | 37.5 | 19.2 | 9.2   | 29.8 | 52.2 | 82.6 | 93.8 | 568.6                    |
| 1970-1981  | 68.8            | 53.1 | 58.9            | 42.9 | 57.1            | 36.4 | 27.7 | 19.5  | 31.7 | 68.1 | 80.3 | 69.2 | 613.7                    |
| 1982-1994  | 46.9            | 41,0 | 38.2            | 47.2 | 44.4            | 36.7 | 26.2 | 11.5  | 15.6 | 42.1 | 69.7 | 66,0 | 485.4                    |
| 1995-2006  | 56.4            | 55.1 | 54.7            | 44,0 | 38.6            | 34,0 | 31,0 | 32.1  | 48.6 | 53.9 | 66.9 | 77.7 | 596.4                    |
| 2007-2017  | 59.8            | 57.8 | 52.3            | 44.7 | 48.5            | 56.3 | 23.1 | 11.8  | 50.8 | 92.9 | 67.7 | 73.3 | 639.2                    |
| FARK   | -13             | 0.52 | -3.7            | 1.65 | 12.8            | 18.8 | 3.9  | 2.6   | 21   | 40.7 | -15  | -22  | 70.6                     |

Yıllara göre en yüksek günlük yağış miktarları (mm/m<sup>2</sup>/24 saat) Çizelge 3.3'de verilmiştir. Yüksek yağışların geçmiş dönemlerde aralıklı olarak düştüğü, son yıllarda ise her yıl ve yüksek miktarlarda düştükleri görülmektedir. Bu durumda son dönemde arttığı gözlemlenen yıllık toplam yağış miktarları sağanak yağışlara bağlıdır. Sağanak yağışlar ise ısınma sürecinin etkileri ile oluşmakta ve yüzeysel akışa dönüşmektedir.

Çizelge 3 3. Çorlu İlçesi'nde Yıllık Toplam Yağış-Yüksek Yağış=Faydalı Yağış (Toprağa Sızabilen) Miktarlarının Karşılaştırılması (Anonim, 2018).

| Çorlu | Yıllık   | Sağanak      | Gerçek   | Çorlu | Yıllık   | Sağanak      | Gerçek   | Çorlu | Yıllık   | Sağanak      | Gerçek   |
|-------|----------|--------------|----------|-------|----------|--------------|----------|-------|----------|--------------|----------|
| 183 m | Yağış mm | mm/gün       | Yağış mm | 183 m | Yağış mm | mm/gün       | Yağış mm | 183 m | Yağış mm | mm/gün       | Yağış mm |
| 1970  | 665.6    |              | 665.6    | 1986  | 511.1    |              | 511.1    | 2002  | 667.1    | <b>99.3</b>  | 567.8    |
| 1971  | 556.9    |              | 556.9    | 1987  | 473.8    | <b>88.4</b>  | 385.4    | 2003  | 527.4    | <b>145.8</b> | 381.6    |
| 1972  | 452.1    |              | 452.1    | 1988  | 559.7    |              | 559.7    | 2004  | 535.8    | <b>42.0</b>  | 493.8    |
| 1973  | 527.6    | <b>44.0</b>  | 483.6    | 1989  | 411.7    |              | 411.7    | 2005  | 598.6    | <b>83.6</b>  | 515.0    |
| 1974  | 502.9    |              | 502.9    | 1990  | 521.7    |              | 521.7    | 2006  | 558.9    | <b>111.3</b> | 447.6    |
| 1975  | 734.7    | <b>141.5</b> | 593.2    | 1991  | 600.5    | <b>123.3</b> | 477.2    | 2007  | 569.7    | <b>60.0</b>  | 569.7    |
| 1976  | 628.5    | <b>68.0</b>  | 560.5    | 1992  | 422.5    |              | 422.5    | 2008  | 422.4    |              | 422.4    |
| 1977  | 538.2    |              | 538.2    | 1993  | 466.8    | <b>40.2</b>  | 426.6    | 2009  | 800.7    | <b>85.0</b>  | 715.7    |
| 1978  | 678.6    | <b>51.7</b>  | 626.9    | 1994  | 452.4    | <b>47.7</b>  | 404.7    | 2010  | 808.5    | <b>44.1</b>  | 764.4    |
| 1979  | 591.4    | <b>43.6</b>  | 547.8    | 1995  | 684.6    | <b>98.0</b>  | 586.6    | 2011  | 614.8    | <b>93.2</b>  | 521.6    |
| 1980  | 734.3    | <b>101.2</b> | 633.1    | 1996  | 490.7    |              | 490.7    | 2012  | 642.6    | <b>81.8</b>  | 560.8    |
| 1981  | 753.8    | <b>93.8</b>  | 660.0    | 1997  | 656.4    | <b>100.5</b> | 555.9    | 2013  | 605.4    | <b>65.6</b>  | 539.8    |
| 1982  | 459.8    |              | 459.8    | 1998  | 722.5    |              | 722.5    | 2014  | 807.4    | <b>69.2</b>  | 738.2    |
| 1983  | 431.7    |              | 431.7    | 1999  | 676.4    | <b>39.0</b>  | 676.4    | 2015  | 560.6    | <b>58.6</b>  | 502      |
| 1984  | 511.4    |              | 511.4    | 2000  | 419.0    | <b>43.0</b>  | 376.0    | 2016  | 460.5    | <b>50.0</b>  | 410.5    |
| 1985  | 487.7    |              | 487.7    | 2001  | 619.7    | <b>64.1</b>  | 555.6    | 2017  | 738.2    | <b>87.8</b>  | 650.4    |

### 3.1.1.3. Ana Materyal ve Toprak Özellikleri

Araştırma alanında üç farklı ana materyal vardır. Üstte kil ve killi materyaller, onların altında kum katmanları, vadi tabanlarında ise 4. zaman tortulları, IV. zaman tortulları kumlu materyalden geldikleri ve (az miktardaki) kil bölümü de akan suda yüzerek taşındığı için kumlu materyallerdir. Kil ve killi materyallerden oluşan topraklar çok sıkı oldukları ve kurak yaz mevsiminde de çatladıkları için derin köklü bitkilerin doğal olarak yetişmesine uygun değildir. Bu sebeple otlak ve kuru tarım alanı olarak kullanılmışlardır. Bu materyallerde yöresel adı ile “Kepir Toprak” (Grumusol/Vertisol) gelişmiştir. Bu topraklarda yaz aylarında gelişen çatlak sistemine yüzeydeki bitki artıkları düştüğü için “Dönen Topraklar” da denir ve yoğun bir çapalama ve gübreleme yapılmadıkça derin köklü bitkiler (ağaçlar vb.) yetiştirilemez.

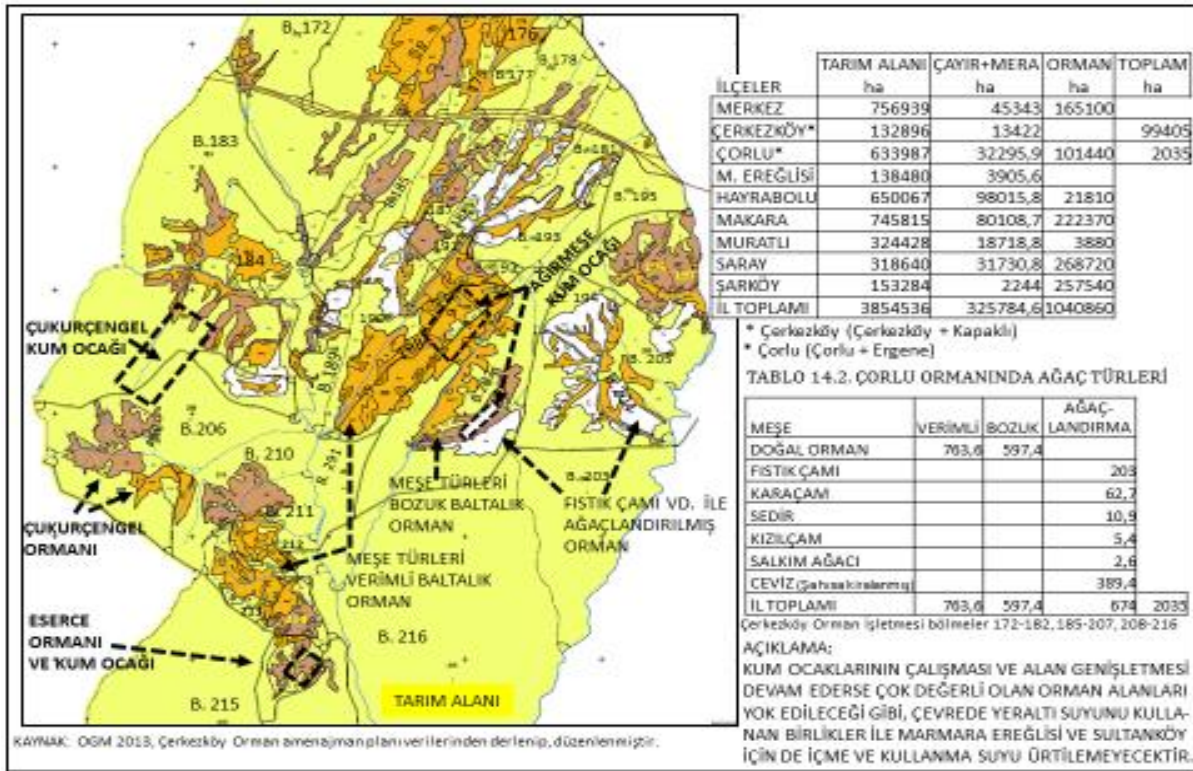
Kumlu materyallerden oluşan topraklarda orman ağaç ve çalıları yetişmiştir. Orman altında dökülen yaprakların humuslaşması ile bir Ah horizonu ve bunun da altında bir balçıklanma Bv horizonu gelişmiştir. Bunlar; tipik “Esmer Orman Toprağı” olup, gevşek ve



süzek yapıdadırlar. Kum topraklarındaki orman bitkileri kaldırılıp, tarım veya bağ toprağı haline getirilince “Ak kumsal” ismi ile tanımlanmıştır. Tarım için verimli topraklar değildir. Bağ için (derin kök gelişimi) uygun topraklardır (Kantarıcı, 2000). Bu topraklar üstünde yetişmiş olan Çukurçengel, Eserce, Ağırmeşe ormanları yeryüzü şekli ve su varlığına bağlı olarak farklı ağaç ve çalı türlerinden oluşmuştur.

### 3.1.1.4. Bitki Örtüsü

Çalışma alanında doğal bitki örtüsü orman ağaç ve çalıları ile otlak bitkileridir. Ormanlar genel olarak meşe türlerinden oluşmuştur (Şekil 3.4.).



Şekil 3.4 Çorlu Kuzey Doğusundaki Orman ve Orman Amenajman Planı Bölmeleri İle Ağaç Türleri (Ekmekyapar, Tolunay, Aral, Sevgi, Ali ve Kantarıcı, 2020).

Vadi içinde ve tabanında Akkavak (*Populus alba* L.), Adi Gürgen (*Carpinus betulus* L.), Saplı Meşe (*Quercus robur* L.), Ova Akçaağacı (*Acer campestre* L.), Muşmula (*Mespilus germanica* L.), Kızılcık (*Cornus sanguinea* L.), Böğürtlen (*Rubus fruticosus* L.), Yabani Gül (*Rosa canina* L.), Atkuyruğu (*Equisetum arvense* L.), Kartal Eğreltisi (*Pteridium aquilinum*) çok yaygın olduğu halde, yamaçlarda Macar Meşesi (*Quercus frainetto* Ten.), Katran Ardıcı (*Juniperus oxycedrus* L.), üst yamaçlarda ve sırta Tüylü Meşe (*Quercus pubescens* Willd.) türleri yaygındır. Kil ve killi topraklarda otlak bitkileri yayılmaktadır. Özellikle Ayrık Otu



(*Agropyrum repens Pal.*), Kekik (*Thymus vulgaris L*) türleri yaygındır. Taban araziye inen yamaçlarda (alt yamaçlar) Karaçam (*Pinus nigra*), Dallı Kara Servi (*Cupressus orientalis var. horizontalis*) ile Piramit Servi (*Cupressus orientalis var. pyramidalis*), Salkım Ağacı (*Robinia pseudoacacia*) türleri de vardır. Doğal ağaç ve çalı türleri ile otsu bitki türleri Çukurçengel Deresi ile Karacaagıl Sırtı arasında belirgin bir yükselti/iklim kuşaklaşmasını ortaya koymaktadır.

### **3.1.1.5. Yerleşim, Arazi Kullanımı, Su Üretimi ve Kum Ocakları**

Çalışma alanı çevresine en yakın köy Önerler Köyüdür. Alan; eski “Çukurçengel Köyü” (köy göç etmiştir), “Çukurçengel Çiftliği”, “Ağırmeşe Çiftliği” ve “Eserce Çiftliği” ile çok sayıda koyun ağılının yer aldığı arazidir. Çiftliklerin “Çerkezköy Devlet Ormanına” bitişik olan ormanları “Devlet Ormanının Devamı Niteliğinde Oldukları” için 4785 sayılı Kanun uyarınca devletleştirilmiştir. Çalışma alanının güneyinde Büyük Seymen Köyü yer almaktadır. Kınıklı Deresi yanındaki “Kınıklı Köyü” sel altında kaldığı için terkedilmiştir. Tarım alanları ekilmekte, otlaklar ise koyun otlatmak için kullanılmaktadır. Araziye düşen yağış sularından orman topraklarına ve kum materyallerine sızan sular kaynaklara ve derelere ulaşmakta, Kınıklı Deresi’ni beslemektedir. Çukurçengel Deresi boyunca yapılmış olan eski su yolunun ise Marmara Ereğlisi İlçesi’ne su temin ettiği bilinmektedir. Yeraltı suyu ise askeri birlikler ve Sultanköy ile diğer yerleşim yerleri tarafından içme ve kullanma suyu olarak değerlendirilmektedir. Çalışma alanı orman, otlak ve tarım alanı olarak kullanılmakta olup, önemli bir su üretim havzasıdır. Havzada sanayileşme ve yoğun yerleşim olmadığı için üretilen su; içme suyu kalitesindedir. Ancak açılan kum ocaklarından gelen kum yıkama suları Değirmen Dere ile devamını kirletmektedir.

Ergene Havzası’ndaki tarım arazilerinde daha baskın olmak üzere; otlaklar (meralar), bağlar ve bahçeler ile çalılık ve fundalık arazilerde negatif yönlü bir değişimin hâkim olduğu Özşahin, (2016) tarafından saptanmıştır. Çalışmada: Ergene Havzası’nda; 1987-2015 yılları arasında havzadaki çalılık ve fundalık alanlarda % 0.01 oranında (2.1 km<sup>2</sup>) azalma, otlaklarda ise % 0.2 oranında (27.7 km<sup>2</sup>) azalma olduğu belirtilmiştir.

### **3.1.1.6. Yeraltı Sularında Mevcut Durum**

Ergene Havzası toplam 1 494 585 ha araziye kapsamakta olup, havzadaki tarım alanı (bağ vb dahil) 1 067 475 ha, otlak alanı 106 274 ha, orman alanı 279 990 ha olarak belirlenmiştir. Ergene Havzası’nda 8 baraj, 60 gölet (DSİ+diğer kurum) ve 296 kuyudan

toplanan sular ile 201 485 ha alan sulanabilir. Ayrıca 40 228 ha alan da halka ait kuyulardan çekilen su ile sulanmaktadır (Anonim, 2018). Yeraltı suyu (YAS) varlığı 274 hm<sup>3</sup> olarak belirlenmiş olup, bunun 207 hm<sup>3</sup>'lük bölümü içme, kullanma ve sanayi suyu olarak ayrılmıştır. Yeraltı suyuna açılan kuyu derinlikleri 100-250 m arasındadır. Yeraltı suyu gelirinden fazla olarak çekildiği için kuyu derinlikleri de artmaktadır. İllere göre su toplama havzası 1 896 100 ha olup, ortalama yıllık yer üstü su varlığı 9 461 hm<sup>3</sup>, yer altı su varlığı 460.7 hm<sup>3</sup> olarak verilmiştir (Anonim, 2011). Bu verilere göre yer altı su varlığı, yer üstü su varlığının % 4.6'sı kadardır (Meriç ve Tunca nehirlerinin katkıları nedeniyle). Ancak Tekirdağ İli'nde yerüstü su (YES) oranı % 17.1'e yükselmektedir. Çünkü Tekirdağ su havzaları dışarıdan katkı almamaktadırlar. Tekirdağ İl'i ve Ergene Nehri Havzası ve bu havzanın kolu olan Çorlu Deresi Havzası (Alt havza 1.1.) Marmara Denizine akan dere havzaları ile aynı kum ve kumlu, çakıllı tortul materyallerin üstündedir. Yeraltı sularını bu akiferlerin içine sızdıktan sonra hangi havzaya yönelecekleri ise alttaki geçirimsiz oligosen kum taşlarının eğimine bağlıdır. Bu nedenle araştırma alanındaki kum ve kumlu, çakıllı materyaller ile bunların içine sızıp, depolanan su, yüzeydeki dere eğimlerine bağlı olmaksızın, bütün bölgeyi ilgilendirmektedir.

Yeraltı suyu havzadaki kum yatakları ve dağlık araziden beslenir. Ergene Havzası'nı yerüstü ve yeraltı sularını besleyen dağlık arazi yüksek değildir. Dağlık araziye yağın kar erken erimekte ve yerüstü suları yaz başında kurumaktadır. Yerüstü suları kaptajlar ile yönlendirilmekte, barajlarda, göletlerde ve bentlerde toplanmakta, sulama ve içme suyu vd amaçlarla kullanılmaktadır. Öte yandan havzaya düşen ve kumlu materyallerden kum yataklarına (akiferlere) sızan su çok önemlidir. Ergene Havzası'nda bir yandan iklim değişikliği (ısınma/kuraklaşma), öte yandan kirlilik, yerüstü ve yeraltı sularına olumsuz etki yapmaktadır.

Ergene Havzası'nda yer alan Tekirdağ İli için 2019 yılı yeraltı suyu fiili tahsis miktarı, sulama suyu olarak 37.1 hm<sup>3</sup>/yıl, içme ve kullanma suyu olarak 94.55 hm<sup>3</sup>/yıl, sanayi kullanımı olarak 114.94 hm<sup>3</sup>/yıl, toplamda 246.59 hm<sup>3</sup>/yıl'dır. Bölgede yıllık olarak sanayi, içme ve kullanma suyu olarak çekilen su miktarı üretilen yer altı su miktarından fazla olduğundan 1973 yılından bu yana yer altı su seviyesinde önemli düşümlere neden olmuştur. Sultan Köy'e 2018 yılında verilen toplam su Tekirdağ Büyükşehir Belediyesi Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğünce (TESKİ): 709 484 m<sup>3</sup> olarak (3 su kuyusu toplamı) bildirilmiştir (Anonim, 2019).

### 3.2. Yöntem

Çalışma yöntemi 2 bölümde toplanmış ve aşamalı olarak uygulanmıştır:

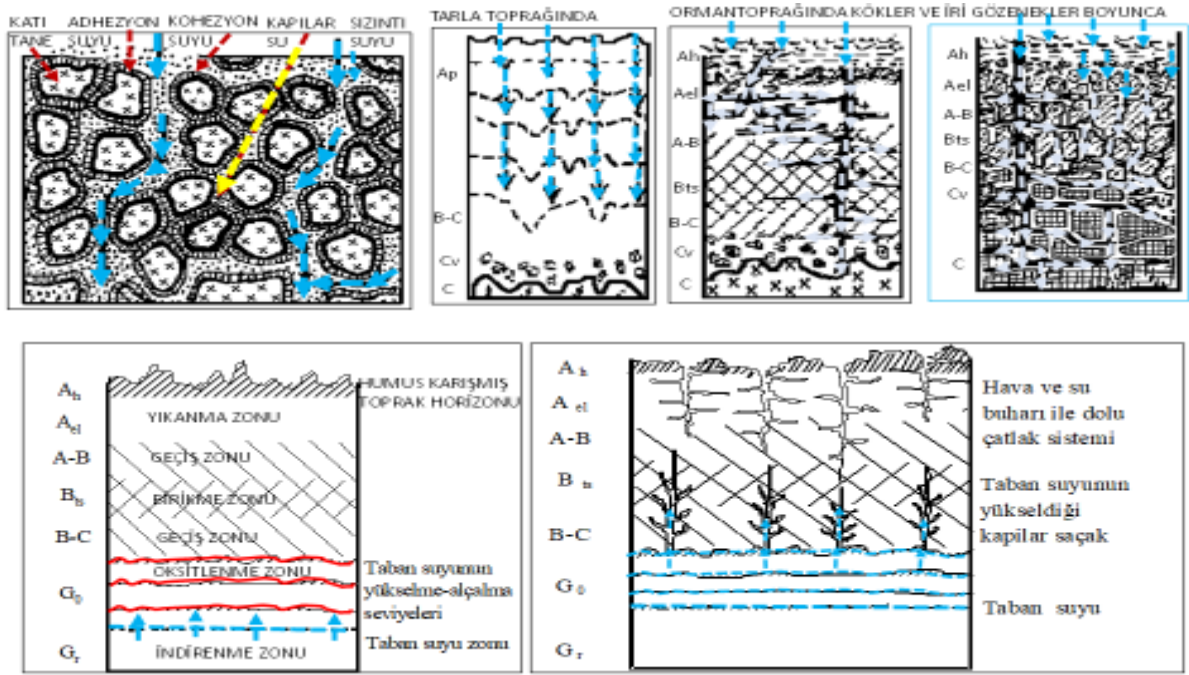
1. Arazide keşif ve toprak örneklerinin alınması.
2. Örneklerin analize hazırlanması ve laboratuvar analizleri.

#### 3.2.1 Toprak Örneklerinin Alınması

Arazi keşifleri ve örnek yerlerinin belirlenmesi çalışma alanında 2 keşif gezisi ile yapılmıştır:

1. Kum ocaklarının yerleri, çalışma yöntemleri ve çevrelerine etkileri konusunda keşif,
2. Doğal orman, otlak alanları ile tarım alanlarında ve yüzey sularında (dereler) durum belirlenmesi için yapılan keşif.

Kum ocağı yarmalarında farklı görünümdeki kum tortullarının tabakalandığı, arada ince çakıllı kum katmanları ile killi ince katmanların yer aldığı görülmüştür. Kum tortulları kırmızı, beyaz ve kırmızı çizgili görünümde dirler. Beyaz kumlar demirin yıkandığı, kırmızı kumlar ise demir 3 oksit ( $Fe_2O_3$ ) ve demiroksohidroksit ( $FeOOH$ ) içermektedir. Kırmızı çizgili kumlar taban suyunun veya yeraltı suyunun yağışlı dönemlerde yükselmesi sonucunda gözeneklerdeki hava (Oksijen/ $O_2$ ) ile karşılaşan su tablasının yüzeyindeki oksitlenmeyi göstermektedir (Şekil 3.4.). Bölgedeki miosen kumları yüksek oranda (% 92-94) kuvars içermektedir. Beyaz kumların içerdikleri kuvars, daha fazladır. Kumların yıkanması sonucunda ise çamurlu su Değirmen Dere'ye verilmekte ve dere kirletilmektedir.



Şekil 3.5. Toprak Suyunun Düşey Yöndeki Hareketi (Kantarıcı, 2000).

Kum ocaklarında kum tabakalarının gözeneklerinden sızan sular çukur yerlerde gölcükler oluşturmuştur. Açılıp kum alınan ocaklar düzeltilip, ağaçlandırılmadan terk edildikleri için, oluşan gölcüklerin çevresinde de su bitkileri ve söğüt ağaçları gelişmiştir. Doğal orman ve otlak alanları ile tarım alanlarında ve derelerde yapılan keşif gezisinde: Eserce Meşe ormanı, Çukurçengel Deresi tabanındaki Akkavak ormanı, Karacaagıl Sırtındaki otlaktan toprak örnekleri, Karacaagıl Sırtı göçüğünden kumlu materyal örnekleri ve Eserce kum ocağından kum katmanlarından örnekler ile Çukurçengel'e iniş yolundaki küçük kum ocağından örnekler alınmasına karar verilmiştir (Çizelge 3.4.). Çukurçengel Ormanından Karacaagıl Sırtına kadar alınan kesitte; ağaç ve çalı türleri incelenmiş, yükseltiye, bakıya ve anamateryal/toprak özelliklerine bağlı "yükselti/iklim kuşakları" belirlenmiştir. Bitki türleri çok fazla olup, belirlenen türler yükselti/iklim kuşaklaşmasına dikkati çekecek oranda yaygın olan türlerdir.

Çizelge 3 4. Eserce ve Çukurçengel Kum Materyali ile Toprak Örneklerinin Yerleri ve Özellikleri.

| <b>Eserce Kum Ocağı 21.5.2019</b>                           |  |                           |  |   |       |         |
|---|--|---------------------------|--|---|-------|---------|
| Örnek No  | Yer  | Jeolojik Yapı             | Örnek Derinliği                                    | Toprak Materyal                           | Resim | Hacmi   |
| 1.1   | Eserce                                     | Akarsu Tortulu            | Üst Tabaka   | Beyaz Kum                                 | Var   | 1 L     |
| 1.2   | " "  | Akarsu Tortulu            | Yüzeyden 5 m Derinde                               | Kırmızı, Renkli, İnce Çakıllı Materyal    | Var   | 1 L     |
| 2   | " "  | " "                       | Toprağın Atındaki Ara/İnce Materyal                | Kırmızı, Demir Çimentolu (Arada Kıl Sert) | " "   | Sıyırma |
| 3   | " "  | " "                       | Toprağın Atındaki Materyal                         | Beyaz Gri, Bağısız İnce Kum (Kıl Yok)     | " "   |         |
| 4/0-5   | " "  | " "                       | Meşe Altındaki Toprak                              | Ah Humuslu Esmer Toprak                   |       | 1 L     |
| 4/5-20  | " "  | " "                       | " "  | Bv Esmer Toprak                           |       | 1 L     |
| 4/20-40   | " "  | " "                       | " "  | B-C/1 Hafif Esmer Toprak                  |       | 1 L     |
| 4/40-60   | " "  | " "                       | " "  | B-C/2 Gri Kum                             |       | 1 L     |
| 4/60-80   | " "  | " "                       | " "  | Cv Beyaz Kum                              |       | 1 L     |
| 5   | " "  | " "                       | Yüzeyden 4 m Derinde (Ocağın Batısındaki Yarma)    | Beyaz/ Gri Kum                            | Var   | 1 L     |
| 6   | " "  | " "                       | Yüzeyden 10 m Derinde (Ocağın Batısındaki Yarma)   | Beyaz/ Gri Kum İnce Çakıllı               | " "   | 1L      |
| 7   | " "  | " "                       | Yüzeyden 10.5 m Derinde (Ocağın Batısındaki Yarma) | Beyaz/ Gri Kum İnce Kum                   | " "   | 1 L     |
| <b>Karaca Ağıl Sırtı (Otlak) İle Göçük 22.5.2019</b>        |  |                           |  |   |       |         |
| Örnek No  | Yer  | Jeolojik Yapı             | Örnek Derinliği                                    | Toprak Materyal                           | Resim | Hacim   |
| 8/0.4   | Karaca Ağıl Sırt                           | Akarsu Tortulu            | Üst Tabaka   | Beyaz Kum                                 | Var   | 1 L     |
| 8/4-8   | " "  | Akarsu Tortulu            | Yüzeyden 5 m Derinde                               | Kırmızı, Renkli, İnce Çakıllı Materyal    | Var   | 1 L     |
| 8/8-14  | " "  | " "                       | Toprağın Atındaki Ara/İnce Materyal                | Kırmızı, Demir Çimentolu (Arada Kil Sert) | " "   | Sıyırma |
| 8/1-,24   | " "  | " "                       | Toprağın Atındaki Materyal                         | Beyaz Gri, Bağısız İnce Kum (Kil Yok)     | " "   |         |
| 8/24-60   | " "  | " "                       | Meşe Altındaki Toprak                              | Ah Humuslu Esmer Toprak                   |       | 1 L     |
| 9   | " "  | " "                       | Meşe Altındaki Toprak                              | Ah Humuslu Esmer Toprak                   |       | 1 L     |
| 10  | " "  | " "                       | Meşe Altındaki Toprak                              | Ah Humuslu Esmer Toprak                   |       | 1 L     |
| <b>Çukurçengel'e İnen Yoldaki Küçük Kum Ocağı 23.5.2019</b> |  |                           |  |   |       |         |
| Örnek No  | Örnek Yeri                                 | Jeolojik Yapı             | Örnek Derinliği                                    | Toprak Materyal                           | Resim | Hacim   |
| 11  | Çukurçengel'E İnen Yoldaki Küçük Kum Ocağı | Akarsu Tortulu ( Pliosen) | 0-0.8  | Kıllı Kum (Topraklaşmış)                  | Var   | 1 L     |
| 12  | " "  | Akarsu Tortulu ( Pliosen) | 0.80-1.50  | Kırmızı Çılgılı Beyaz Kum                 | Var   | 1 L     |
| 13  | " "  | Akarsu Tortulu( Pliosen)  | >2m  | Beyaz Kum İnce Çakıllı                    | Var   | 1 L     |
| 14  | Beyaz Kum Arasındaki Kıllı Tabak(150-200)  | Göl VeyaGöllenmetortulu   | 150-200  | Gri Renkte Tozlu Killi                    | Var   | 2 L     |
| <b>Çukurçengel Deresi Tabanı 23.5.2019</b>                  |  |                           |  |   |       |         |
| Örnek Nu  | Örnek Yer                                  | Jeolojik Yapı             | Örnek Derinliği                                    | Toprak Materyal                           | Resim | Hacim   |
| 14/0-4  | Dere Tabanı                                | Akarsu Tortulu            | Akkavak Altında                                    | Ah Köyü Esmer Toprak                      | Var   | 1 L     |
| 14/4-9  | " "  | Akarsu Tortulu            | Ornam Toprağı                                      | Bv Esmer Toprak                           | " "   | 1 L     |
| 14/9-19   | " "  | " "                       |  | B-C Esmer Toprak                          | " "   | 1 L     |
| 14/19-30  | " "  | " "                       |  | C-B Hafif Esmer Toprak Kum                | " "   | 1 L     |
| 14/30   | " "  | " "                       |  | Cv Beyaz Kum                              | " "   | 1 L     |

### **3.2.2. Örneklerin Analize Hazırlanması ve Laboratuvar Analizleri**

Toprak örnekleri toprak horizonlarına göre alınmıştır. Topraklar oluşumları ve gelişimleri süresince; ana materyalin özelliklerine, iklimin (yeryüzü şekli ve yağış/akış ilişkileri) etkilerine, bitkilerin ve ölü örtünün (bitki yaprak döküntüsü) özelliklerine, toprak içinde ve üstünde yaşayan böcekler, hayvanlar ile mikroorganizmaların (bakteriler ile mantarlar vd) etkilerine göre değişim aşamalarından geçerler. Bu oluşum ve gelişim aşamaları “Toprak Genetiği” olarak tanımlanır. Toprakların genetik gelişimleri de toprak kesitinde oluşan yatay farklılaşma (horizonlaşma) ile ortaya çıkmaktadır.

Açık kum ocağı ve yarmalarından alınan örnekler beyaz kum, kırmızı kum, kırmızı çizgili kum, çakıllı kum, kil katmanlarına göre ayırt edilerek alınmıştır. Örnekler hacim silindirleri ile 1 L olarak alınmıştır. Toprak horizonlarından alınan örnekler 100 cm<sup>3</sup>’lük hacim silindirleri ile (1 L olarak), diğer örnekler 1 L’lik hacim silindiri ile alınmıştır. Kil katmanı ise ince olduğu için el küreği kullanarak sıyırma ile alınmıştır.

Araziden alınan örnekler laboratuvarında serilip, hava kurusu duruma kadar kurutulmuştur. Hava kurusu örnekler havanda öğütülmüş, 2 mm’lik elekten elenmiş, ince ( $\emptyset < 2$  mm) ve iri ( $\emptyset > 2$  mm) bölümleri ile kökler ayrılıp, tartılmıştır. Örneklerde fırın kurusu ağırlıklar, 10 g’lık örneğin 105 °C’de kurutulması ile belirlenmiştir (Irmak, 1954).

Değerlendirmelerde istatistik analizler yapılmamıştır. Çünkü alınan örnekler temsil edicidir. Diğer bir deyimle; otlakta bir toprak çukuru yerine beş toprak çukurunun açılması ve aynı horizonlardan alınan beş toprak örneği arasında bir farklılık ile benzerlik değerlendirmesinin yapılması, ortalama değerlerin alınması gerekmektedir. Aynı şekilde diğer toprak ve kum örneklerinden de beş tekerrür ile örnekleme yapılması gerekir. Böyle kapsamlı bir çalışma için zaman ve laboratuvar yetersizdir. Bu istatistik yetersizliğe rağmen; kumlu topraklar ile materyallerden alınan toprak ve kum örneklerinin birbirlerine benzerlikleri ve otlak toprağı ile kil katmanlarından alınan örneklerden farkı oldukça belirgindir.

### **3.2.3. Fiziksel ve Kimyasal Toprak Analizleri**

#### **3.2.3.1. Toprak Reaksiyonunun (pH) Belirlenmesi**

Toprak pH’sı, toprak reaksiyonu ya da toprak asitliği, toprak çözeltisindeki hidrojen iyonu miktarını nitelemek için kullanılan bir deyimdir. Toprak çözeltisini hazırlamak için ya

saf su, ya da bazı tuz çözeltileri kullanılır. Saf su kullanılmışsa bu şekilde ölçülen asitliğe "aktüel asitlik" bir tuz çözeltisi kullanılmışsa ölçülen asitliğe ise "potansiyel asitlik" denir.

Toprak örnekleri (10 g), 150 ml'lik erlenmayer içerisinde, 25 mL kaynatılarak CO<sub>2</sub>'i uçurulmuş ve soğutulmuş saf su doyuruldu. Bu şekilde elde edilen sature toprak numunelerinin pH'ı cam elektrotlu pH-metre kullanılarak belirlendi (Karaöz, 1989).

### **3.2.3.2. Toprak Tuzluluğunun (Elektriksel İletkenliğin) Belirlenmesi**

Toprak tuzluluğu, suda eriyebilen tuzların toprakta birikmesi ya da değiştirilebilir sodyumun adsorbsiyon kompleksi tarafından yüksek oranda tutulması sonucunda ortaya çıkmaktadır. Çeşitli tip ve düzeylerde tuzlanmaya uğrayan topraklar, Na<sup>+</sup>, Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> gibi birinci derecede önemli iyonlarla, K<sup>+</sup>, B<sup>+++</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> gibi ikinci derecede önemli iyonların oluşturduğu tuzları içerirler.

Hava kurusu toprak örneği tartılarak (10 g) bir erlenmayere konuldu. Üzerine 1:5 oranını sağlayacak şekilde 50 mL saf su eklenerek mekanik sallayıcıda bir saat çalkalandı. Süspansiyon, içerisine süzgeç kağıdı konarak hazırlanan hunilerle 100 mL'lik beherlere süzüldü. Her 25 mL çözelti için 1 damla % 0.1'lik sodyum heksametafosfat çözeltisi damlatıldı. Bu şekilde elde edilen süzüntülerde elektriksel iletkenlik cihazı ile ölçüm yapıldı (Karaöz, 1989).

### **3.2.3.3. Topraktaki Organik Karbon Miktarının ve Organik Madde Miktarının Belirlenmesi (Walkley-Black Islak Yakma Yöntemi)**

Bu yöntem, toprağı potasyumdikromat ve sülfirikasit ile işleme tabi tutarak, içerdiği organik karbonun kromat ile oksitlenmesini sağlamak ve bu oksidasyon için kullanılan miktardan geriye kalan potasyumdikromatı, normal demir sülfat ile titre ederek toprakta okside olmuş karbonu belirleme esasına dayanır.

Organik karbon analizi için 0.2 mm'lik elekten geçirilmiş toprak örneğinden 0.5-1.0 gram alınarak 500 mL'lik erlenmayere konuldu. Üzerine 10.0 mL 1 N potasyum dikromat eklendi. Örnek, çözelti ile tamamen ıslandıktan sonra üzerine 20.0 mL derişik sülfirik asit ilave edilerek erlenmayerde bir dakikalık hafif bir döndürme ile karıştırıldı. Karışım 20-30 dakika soğumaya bırakıldı. Daha sonra çözeltiliye 170 mL saf su, 10.0 mL H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> (% 85'lik) ve 10-30 damla difenilamin indikatorü eklendi. Çözelti, FeSO<sub>4</sub>. 7H<sub>2</sub>O (demirsülfat) ile renk dönene kadar titre edildi. Organik karbon miktarları hesaplandı (Karaöz 1989).

$$N_{Fe} = \frac{10.0}{V}$$

Burada;

$N_{Fe}$  = Demir sülfat çözeltisinin normalitesi

10.0 = 1 N Potasyum dikromattan alınan miktar, ml

V = N  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  çözeltisinden titrasyonda harcanan miktar, ml

Organik madde analizi için 0.2 mm'lik elekten geçirilmiş toprak örneğinden 0.5-1.0 gram 500 ml'lik erlenmayere konuldu. Üzerine 10.0 mL 1 N potasyum dikromat eklendi. Örnek, çözelti ile tamamen ıslandıktan sonra üzerine 20.0 mL derişik sülfirik asit ilave edilerek erlenmayer'de bir dakikalık hafif bir döndürmeyle karıştırıldı. Karıştırma sırasında toprağın erlenmayerin yan yüzeylerine bulaşmamasına dikkat edildi. Karışım 20-30 dakika soğumaya bırakıldı. Daha sonra çözeltiye 170 mL saf su, 10.0 mL  $H_3PO_4$  (% 85'lik) ve 10-30 damla difenilamin indikatörü eklendi. Bide edilen çözelti, faktörü önceden belirlenmiş demirsülfat çözeltisi ile titre edildi (Karaöz, 1989).

Titrasyon sırasında harcanan 1.0 mL N  $K_2Cr_2O_7$  3 mg oksitlenmiş karbona eşdeğerdir. Walkley bu methodda karbonun ortalama olarak % 77'sinin (faktör 1.3) belirlenebildiğini bulmuştur. O nedenle harcanan 1.0 mL N  $K_2Cr_2O_7$  = 3 x 1.3 mg C = 3.9 mg karbon'a, 3.9 C ise 1.72 mg organik maddeye eşdeğerdir. Buna göre organik karbon ve organik madde miktarları aşağıdaki formüller yardımıyla hesaplanabilir:

$$\text{Organik karbon (C) \%} = \frac{(A - B N_{Fe}) \times 3.9 \times 100}{C}$$

$$\text{Organik madde \%} = \text{Organik karbon} \times 1.72$$

Burada;

A = N potasyum dikromattan alınan miktar, mL

B = Titrasyonda harcanan faktörü belli demirsülfat çözeltisi, mL

$N_{Fe}$  = N  $FeSO_4 \cdot 2H_2O$  çözeltisinin faktörü

C = Örnek miktarı, mg

Sonuçlar mutlak kuru toprak miktarına oranlandı.



#### 3.2.3.4. Tane apı (Tekstür) ve Sızıntı Suyu Gözenek Hacmi Analizi

Örneklerin tane çapları dağılımı Bouyyocus, (1951) hidrometre yöntemi kullanılarak ve örneklerin birim hacimdeki iri ve orta (sızıntı) gözenek hacimleri saptanarak belirlenmiştir.

Sızıntı suyu gözenek hacmi 100 cm<sup>3</sup>'lük silindirler ile alınan toprak örneklerini su ile doyurup, sızmaya bırakıp, sonra da 105 °C'de kurutup, aradaki ağırlık farkları ile belirlenir. Bu arada örneklerden 10 g tartılıp, su ile doyurulup, santrifüjde 1000 devir ile (yerçekimine eşdeğer merkezkaç kuvveti) ile döndürölüp, suyu alındıktan sonra tartılıp, "Tarla Kapasitesi" de belirlenir. Bütün bu seri işlemlerin sonunda da "Sızıntı Suyu Gözenek Hacmi" hesaplanır. Ancak elde bu işlemleri yapacak bir laboratuvar düzeneği ve santrifüj ile ızgaralı özel kapları olmadığı için sızıntı gözenekleri hacmi laboratuvar koşullarına uygun bir yöntemle belirlenmiştir. Toprak ve kum örneklerinin suyu sızdıran gözenek kapasitelerinin belirlenmesi basit bir düzenekle yapılan sızdırma uygulaması ile yapılmıştır. Bu yöntemde: İç apı 4 cm olan 250 cm<sup>3</sup>'lük cam ölçü kapları (mezür) kullanılmıştır. Ölçü kabının darası alınmış, 100 cm<sup>3</sup> toprak (veya materyal) doldurulmuştur. Örnek 20 cm<sup>3</sup>'lük bölümler halinde konulmuş, ince bir havaneli ile hafif hafif darbelenerek sıkıştırılmıştır. Böylece deney örneğinin ağırlığı ve sıklığı ile araziden alınmış olan hacim örneğinin ağırlığı ve sıklığına ulaşmaya çalışılmıştır. Sıkılanan örneğe 10 cm<sup>3</sup>'lük bölümler halinde su eklenmiştir. Örnek gözeneklerindeki havanın dışarı çıkabilmesi için su azar azar eklenmiştir. İkinci 10 cm<sup>3</sup>'lük su da aynı şekilde eklenmiştir. Sızmayıp, örneğın üstünde kalan su ölçekli kaptaki okunmuş, kaydedilmiştir. Böylece örneğın iri gözenekleri sızan su miktarı ile belirlenmiştir. Kil veya killi örneklerde kil mineralleri suyu alıp, şiştiği için tıkanmaya sebep olmuştur. Bu durumda gözenek hacmi suyun sızdığı hacim ile 100 cm<sup>3</sup> hacme hesaplanmıştır. Suyun sızma derinliği (sızmanın tıkanma derinliği) kaydedilmiştir.

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

### 4.1. Örneklerin pH ve Elektriksel İletkenlik (EC) Değerleri

Toprak örneklerinin pH ve Elektriksel İletkenlik (EC) değerleri Çizelge 4.1’de sunulmuştur. Toprak pH’sı, besin maddelerinin yararışlılığı ve topraktaki çeşitli biyolojik fonksiyonları yorumlamaya yardımcı olan önemli bir parametredir. Elektriksel iletkenlik (EC) ise, toprakta veya suda bulunan çözünmüş mineral tuzlarının konsantrasyonunun göstergesidir ve tarımsal ürünlerin verimliliğini sınırlayan en ciddi çevresel faktörlerden biri olan tuzluluğu ifade etmede kullanılır (Acir vd., 2019).

Elde edilen sonuçlara göre toprak örneklerinin pH değerleri 5.97 ile 7.67 arasında değişmektedir. Eserce Kum Ocağının batısındaki yarma örneklerinde pH değeri hafif asit özelliktedir. Diğer örneklerde nötr ve nötre yakındır. Türkiye topraklarının pH durumu göz önüne alındığında Trakya Bölgesi için en düşük pH’ın 6.3 en yüksek pH’ın 8.2 olduğu görülmektedir. Yine Trakya Bölgesi Meriç Havzası için en düşük pH 6.1 en yüksek pH 8.1 olarak verilmektedir (Kacar, 2012). Buna göre; Eserce kum ocağının batısındaki yarma hariç ölçülen pH değerleri, diğer numune alım noktalarında sınır değerler arasındadır.

Elde edilen sonuçlara göre toprak örneklerinde en düşük EC değeri Çukurçengel Deresi tabanı akkavak altındaki toprakta 9-19 cm derinde, B-C horizonunda “Eserce Toprak” örneğinde 20.3  $\mu\text{S}/\text{cm}$  olarak belirlenmiştir. En yüksek EC değeri ise; meşe altındaki toprakta 0-5 cm derinde Ah horizonunda “Humuslu Eser Toprak” örneğinde 75.6  $\mu\text{S}/\text{cm}$  olarak belirlenmiştir. Belirlenen EC değerleri çok hafif tuzlu (2-4 dS/m) ve hafif tuzlu (4-8 dS/m) aralığındadır (Acir vd., 2019).

Çizelge 4. 1. Alınan Toprak Örneklerinin pH ve Elektriksel İletkenlik (EC) Değerleri

| Örnek No  | pH   | Elektriksel İletkenlik<br>μS/cm |
|---|------|---------------------------------|
| <b>Eserce Kum Ocağı</b>                                   |      |                                 |
| 1.1. Kırmızı İnce Çakıllı (5 m derinlikte)                | 7.59 | 64.5                            |
| 1.2. Alt Tabaka Daha Çakıllı                              | 7.29 | 39.3                            |
| 2. Kırmızı, Demir Çimentolu                               | 7.01 | 55.8                            |
| 3. Toprağın Altındaki Materyal                            | 7.29 | 51.7                            |
| Beyaz-Gri, Bağırsız İnce Kum (kil yok)                    |      |                                 |
| <b>Meşe Altında Toprak</b>                                |      |                                 |
| 4/ 0-5 Ah Humuslu Esmer Toprak                            | 6.80 | 75.6                            |
| 4/ 5-20 Bv Esmerce Toprak                                 | 6.77 | 45.8                            |
| 4/ 20-40 B-C/1 Hafif Esmer Toprak                         | 6.77 | 31.8                            |
| 4/ 40-60 B-C/2 Gri Kum                                    | 6.57 | 29.1                            |
| 4/ 60-80 Beyaz Kum  | 6.53 | 30.7                            |
| <b>Eserce Kum Ocağının Batısındaki Yarma</b>              |      |                                 |
| 5. 4 m derinde beyaz gri kum kırmızı çizgili              | 5.97 | 37.2                            |
| 6. 10 m derinde beyaz gri kum ince çakıllı                | 7.16 | 32.8                            |
| 7. Yüzeiden 10.5 m derinde beyaz gri kum ince kum         | 7.25 | 28.6                            |
| <b>Karacağıl Sırtı Otlak Toprağı</b>                      |      |                                 |
| 8/0-4 Ah Esmerce Killi Toprak                             | 6.28 | 64.7                            |
| 8/ 4-8 Bv Kahverengi Killi Toprak                         | 6.36 | 67.1                            |
| 8/ 8-14 B-C Açık Kahve Killi Toprak                       | 6.32 | 35.1                            |
| 8/ 14-24 C-B Sarımsı Kahve Killi Toprak                   | 6.30 | 34.1                            |
| 8/ 24-60 Cv Sarımsı Killi Toprak                          | 6.50 | 35.5                            |
| <b>Karacağıl Sırtı Göçük Yarması</b>                      |      |                                 |
| 9. Beyaz/Kırmızı Şeritli Kum                              | 7.19 | 23.5                            |
| 10 Ardıç Kökü Altı  | 6.22 | 28.7                            |
| <b>Çukurçengel'e İnış Yolu</b>                            |      |                                 |
| 11. Killi Kum (Topraklaşmış)                              | 7.67 | 70.8                            |
| 12. Kırmızı Çizgili Beyaz Kum                             | 7.45 | 33.7                            |
| 13. Beyaz Kum (İnce Çakıllı)                              | 7.47 | 32.7                            |
| 14 Beyaz Kum Arasındaki Killi Tabaka                      | 7.67 | 70.8                            |
| <b>Çukurçengel Deresi Tabanı Akkavak Altındaki Toprak</b> |      |                                 |
| 15/ 0-4 Ah Koyu Esmer Toprak                              | 7.00 | 49.6                            |
| 15/ 4-9 Bv Esmer Toprak                                   | 7.18 | 80.2                            |
| 15/9-19 B-C Esmerce Toprak                                | 7.42 | 20.3                            |
| 15/ 19-30 C-B Hafif Esmer Kum                             | 6.99 | 38.9                            |
| 15/ 30 - Cv Beyaz Kum                                     | 7.05 | 37.4                            |

#### 4.2. Örneklerin Organik Karbon İçerikleri

Toprak örneklerinin organik karbon içerikleri Çizelge 4.2’de sunulmuştur. Bu sonuçlara göre en düşük karbon içeriği % 0.01 olarak Kartal sırtı yamacı beyaz-kırmızı şeritli kum örneğinde belirlenmiştir. En yüksek organik karbon içeriği ise % 3.95 olarak Kınık Deresi tabanı akkavak altındaki toprakta, 9-19 cm derinde B-C horizonunda “Esmer Toprak” örneğinde belirlenmiştir. Kınık Deresi tabanı akkavak altındaki toprakta, 9-19 cm derinde B-C horizonunda “Esmer Toprak” örneğinde organik madde içeriklerinin diğer toprak örneklerine nazaran daha yüksek % 6.80 olduğu gözlenmektedir. En düşük organik madde içeriğinin % 0.02 olarak Kartal Sırtı yamacı beyaz-kırmızı şeritli kum örneğinde belirlenmiştir. Alt tabaka daha çakıllı toprak örneğinde organik karbon ve organik madde saptanmamıştır. Türkiye topraklarının organik madde kapsamı (Walkley-Black yöntemine göre) göz önüne alındığında Trakya Bölgesi için en düşük organik madde kapsamı % 0.66, en yüksek organik madde kapsamı ise % 2.34 olduğu görülmektedir (Kacar, 2012). Buna göre organik madde kapsamı bakımından ölçümü yapılan topraklar ortalama değerler göstermektedir.

Karasal ekosistemlerde karbon sadece vejetasyonda değil, topraklarda da depolanmaktadır. Ölü örtü yaprak, çürüntü ve humus olarak adlandırılan çeşitli tabakalardan oluşmaktadır. Her tabakanın mineralizasyon miktarı farklı olduğu için karbon içerikleri de farklı olmaktadır. Ölü örtü ve toprak organik karbon miktarı üzerinde birçok faktör etkilidir. Bunlar: Mevki (enlem derecesi vb), iklim özellikleri, yeryüzü şekli (yükselti, bakı, eğim vb), ölü örtü özellikleri (ölü örtü bileşimi, C/N oranı), toprak özellikleri (toprak türü, derinlik, taşlılık, toprak nemi, pH, baz doygunluğu ve besin maddesi içeriği, geçirgenlik ve havalanma vb), küresel iklim değişimi, ağaç türleri, meşcere özellikleri (kapalılık, sıklık, yaş, karışım oranı vb), arazi kullanımı (tarım, orman, mera, yerleşim vb), ağaçlandırma, silvikültürel müdahaleler, yangınlar, arazi işleme, gübreleme ve kireçleme ve erozyondur (Tolunay ve Çömez, 2008).

Çizelge 4. 2. Alınan Toprak Örneklerinin Organik Karbon (%) ve Organik Madde (%) İçerikleri

|    | AD  | Organik Karbon (%) | Organik Madde (%) |
|----|---|--------------------|-------------------|
| 1  | Kınık Deresi Tabanı 0-5 cm  | 0.40               | 0.69              |
| 2  | Kınık Deresi Tabanı 4-9 cm (Esmer Toprak)                                       | 1.55               | 2.66              |
| 3  | Kınık Deresi Tabanı 9-19 cm ( Esmer Toprak)                                     | 3.95               | 6.80              |
| 4  | Kınık Deresi Tabanı 19-30 cm  | 0.10               | 0.17              |
| 5  | Kınık Deresi Tabanı 30 cm   | 0.04               | 0.06              |
| 6  | Kartal Sırtı Yamacı Beyaz-Kırmızı Şeritli Kum                                   | 0.01               | 0.02              |
| 7  | Kartal Sırtı Yarması Kırmızı Kum Ardıç Kökü Altı                                | 0.08               | 0.13              |
| 8  | Kartal Sırtı Otlak Toprağı 0-4 cm   | 1.43               | 2.46              |
| 9  | Kartal Sırtı Otlak Toprağı 4-8 cm   | 1.45               | 2.50              |
| 10 | Kartal Sırtı Otlak Toprağı 8-14 cm  | 0.57               | 0.99              |
| 11 | Kartal Sırtı Otlak Toprağı 24-60 cm   | 0.15               | 0.26              |
| 12 | Örnek 1 Esetçe Eski Ersay Kum Ocağı Pliosen Tortulu 5m Derindeki Kırmızı Toprak | 0.10               | 0.18              |
| 13 | Örnek 1 Alt Tabaka Daha Çakıllı   | 0.00               | 0.00              |
| 14 | Örnek 2 Kırmızı Demir Çimentolu Serleşmiş (Sıyırma)                             | 0.02               | 0.03              |
| 15 | Örnek 3 Esetçe Eski Kum Ocağı Bayaz Toprak Altı Meteryal Beyaz Gre Bağısız Kum  | 0.11               | 0.19              |
| 16 | Örnek 4 0-5 cm  | 1.50               | 2.58              |
| 17 | Örnek 4 5-20 cm   | 0.35               | 0.61              |
| 18 | Örnek 4 20-40 cm  | 0.16               | 0.27              |
| 19 | Örnek 4 40-60 cm  | 0.03               | 0.05              |
| 20 | Örnek 4 60-80 cm  | 0.20               | 0.34              |
| 21 | Örnek 5 İnce Kum+Kil Eski Ocak Esetçe 4m Derinde Kum Tabakası                   | 0.22               | 0.38              |
| 22 | Örnek 6 Çakıllı Kum Kum Ocağının Batısı 10m Derinde Akarsu Tortulu              | 0.09               | 0.16              |
| 23 | Örnek 7 İnce Kum 10.5 m Çarpaz Tabakalı Akarsu Tortulu                          | 0.14               | 0.24              |
| 24 | Çukurçengele İnen Yol Beyaz Kum Çakıllı   | 0.02               | 0.04              |
| 25 | Çukurçengele İniş Yol Kum Ocağı Beyaz Kum                                       | 0.13               | 0.22              |
| 26 | Çukurçengele İniş Yolu Beyaz Kum Ocağı Killi Kum (0-80 cm) 80-150 cm Akarsu     | 0.19               | 0.33              |

### 4.3. Örneklerin Hacim Ağırlıkları

Toprak örneklerinin hacim ağırlıkları Çizelge 4.3' de sunulmaktadır. Buna göre: Eserce meşe ormanında toprağın hacim ağırlığı; Ah horizonunda (0-5 cm) 1262.56 g/L, Bv horizonunda (5-20 cm) 1369.16 g/L iken B-C horizonunda (20-40 cm) 1471.74 g/L, Cv (Anamateryal) horizonunda (60-80 cm) 1540.60 g/L miktarına yükselmiştir. Hacim ağırlığını etkileyen toprağın organik madde (humus) içeriği ile bitki köklerinin yoğunluğudur.

Çukurçengel Deresi tabanında Akkavak ormanı altındaki toprağın hacim ağırlığı; Ah horizonunda (0-4 cm) 1358.34 g/L, Bv horizonunda (4-9 cm) 1383.30 g/L iken. B-C horizonunda (9-19 cm) 1337.40 g/L, Cv (Anamateryal) horizonunda (30- cm) 1452.33 g/L miktarına yükselmiştir. Karacaagıl Sırtındaki otlak toprağında (killi toprak) hacim ağırlığı; ot köklerinin yoğun olduğu Ah horizonunda (0-4 cm) 1157.50 g/L iken, altında ot köklerinin pek az olduğu Bv horizonunda (4-8 cm) 1410.68 g/L, Cv anamateryal horizonunda (24-60 cm) 1643.59 g/L'dir (Çizelge 4.3.).

Kum materyallerinde hacim ağırlığı, 10 No'lu örnekte ardıç kökü altındaki kum materyali hariç 1438-1580 g/L arasında değişmektedir. Bu örnekte ardıcın kılcal kökleri ile materyal içinde oluşturduğu gözeneklilik etkilidir. Kum materyallerindeki ince çakıl içeriği hacim ağırlığını çok az etkilemektedir. Ancak bu etki kum materyali hacim ağırlığı sınırları içinde kalmıştır. Kum katmanları arasında yer alan ince kil veya killi katmanların da hacim ağırlıkları kum hacim ağırlıkları sınırları arasındadır. Kil veya killi katmanlar ince taneli oldukları için etkilerini sızıntı suyu üzerine göstermektedirler. Orman ve otlak topraklarındaki hacim ağırlıkları araziye düşen yağışın ve özellikle yüksek yağışların hızla sızmasını sağlayacak durumdadırlar. Böylece yağış sularının yüzeysel akışa geçmesi (sele dönüşmesi) ve kaybedilmesi önlenmekte, su alt katmanlara sızarak yeraltı suyuna ulaşmaktadır (su üretimi).

Çizelge 4. 3. Alınan Toprak Örneklerinin Hacim Ağırlıkları

|   | Hava Kurusu | Elek Altı | Elek Üstü | Kök          | Çakıl Oranı |
|---|-------------|-----------|-----------|--------------|-------------|
|   | Toplam      | < Ø 2 mm  | > Ø 2 mm  |              | > 2 mm      |
|   | g/L         | g/L       | g/L       | g/L          | %           |
| <b>Eserce Orman Meşe Altında Toprak</b>                   |             |           |           |              |             |
| 4/ 0-5 Humuslu Esmer Toprak                               | 1003.61     | 1052.49   | 119.04    | 13.83        | 9.428       |
| 4/5-20 Bv Esmer Toprak                                    | 1303.41     | 1331.28   | 54.91     | 10.84        | 4.010       |
| 4/20-40 B-C/1 Hafif Esmer Toprak                          | 1388.18     | 1397.59   | 83.56     | Kalın Köklü  | 5.078       |
| 4/40-60 B-C/2 Gri Kum                                     | 1399.51     | 1447.59   | 88.44     | Yerden Örnek | 5.944       |
| 4/60-80 Cv Beyaz Kum                                      | 1463.01     | 1387.28   | 27.65     | Alınmadı     | 5.040       |
| <b>Eserce Kum Ocağı</b>                                   |             |           |           |              |             |
| 1.1. Kırmızı İnce Çakıllı                                 | 1535.66     | 1477.86   | 59.64     |              | 3.384       |
| 1.2. Alt Tabaka Daha Çakıllı                              | 1550.72     | 1291.08   | 259.64    |              | 16.743      |
| 2. Toprağın Altındaki Ara/İnce Materyal                   | 1303.18     | 1282.11   | 21.07     |              | 1.617       |
| 3. Toprağın Altındaki Materyal                            | 1349.72     | 1209.94   | 7.69      |              | 0.570       |
| <b>Esetçe Kum Ocağı Kum Yarması</b>                       |             |           |           |              |             |
| 5. 4 M Derinde Beyaz/Gri Kum (Kırmızı Çizgili)            | 1545.08     | 1485.86   | 59.22     |              | 3.833       |
| 6. 10 M Derinde Beyaz/Gri Kum (İnce Çakıllı)              | 1522.11     | 1337.08   | 185.03    |              | 12.156      |
| 7. 10,5 M Derinde Beyaz/Gri İnce Kum                      | 1490.26     | 1413.17   | 77.09     |              | 5.173       |
|   | Hava Kurusu | Elek Altı | Elek Üstü | Kök          | Çakıl Oranı |
|   | Toplam      | < Ø 2 mm  | > Ø 2 mm  |              | > 2 mm      |
|   | g/L         | g/L       | g/L       | g/L          | %           |
| <b>Kartal Sırtı Otlak Toprağı</b>                         |             |           |           |              |             |
| 8/Ah 0-4 Esmerce Kılıklı Toprak                           | 1157.50     | 1052.49   | 41.74     | 63.27        | 3.606       |
| 8/Bv 4-8 Kahverengi Kılıklı Toprak                        | 1410.68     | 1331.28   | 79.4      |              | 5.618       |
| 8/B-C 8-14 Açık Kahve Kılıklı Toprak                      | 1480.50     | 1397.59   | 82.91     |              | 5.600       |
| 8/B-C 14-24 Sarımsı Kahve Kılıklı Toprak                  | 1580.50     | 1447.59   | 132.91    |              | 8.410       |
| 8/Cv 24-60 Sarımsı Kılıklı Toprak                         | 1643.59     | 1387.28   | 256.31    |              | 15.595      |
| <b>Göçük Yarması</b>                                      |             |           |           |              |             |
| 9. Beyaz/Kırmızı Şeritli Kum                              | 1480.32     | 1374.12   | 106.2     |              | 7.176       |
| 10. Ardıç Kökü Altındaki Çakıllı Kum                      | 1355.50     | 1120.13   | 235.37    |              | 17.364      |
|   | Hava Kurusu | Elek Altı | Elek Üstü | Kök          | Çakıl Oranı |
|   | Toplam      | < Ø 2 mm  | > Ø 2 mm  |              | > 2 mm      |
|   | g/L         | g/L       | g/L       | g/L          | %           |
| <b>Çukurçengel Deresi Tabanı Akkavak Altındaki Toprak</b> |             |           |           |              |             |
| 15/Ah 0-4 Köyü Esmer Toprak                               | 1358.34     | 1298.98   | 49.5      | 9.86         | 3.644       |
| 15/Bv 4-9 Esmer Toprak                                    | 1383.80     | 1320.55   | 54.57     | 8.68         | 3.943       |
| 15/Bc-T 9-19 Esmerce Toprak                               | 1337.40     | 1243.74   | 63.49     | 30.15        | 4.747       |
| 15/Cb 19-30 Hafif Esmer Kum                               | 1343.55     | 1253.74   | 64.66     | 25.15        | 4.900       |
| 15/Cv 30 Beyaz Kum  | 1452.33     | 1372.29   | 65.04     | 15.00        | 4.478       |
|   | Hava Kurusu | Elek Altı | Elek Üstü | Kök          | Çakıl Oranı |
|   | Toplam      | < Ø 2 mm  | > Ø 2 mm  |              | > 2 mm      |
|   | g/L         | g/L       | g/L       | g/L          | %           |
| <b>Çukurçengel'e İniş Yolundaki Küçük Kum Ocağı</b>       |             |           |           |              |             |
| 11. Killi Kum (Topraklaşmış)                              | 1456.93     | 1422.73   | 34.2      |              | 2.347       |
| 12. Kırmızı Çizgili Beyaz Kum                             | 1438.65     | 1384.47   | 54.18     |              | 3.766       |
| 13. Beyaz Kum (İnce Çakıllı)                              | 1512.73     | 1390.54   | 122.19    |              | 8.077       |
| 14. Killi Kum Ara Katmanı                                 | 1478.11     | 1441.27   | 36.84     |              | 2.492       |

#### 4.4. Örneklerde Taşlılık, Taşlılık Oranı ve Etkisi

Toprak ve materyal örnekleri  $\phi=2$  mm olan elekten elenmiş,  $\phi < 2$  mm olan bölüm “İnce toprak veya materyal”,  $\phi > 2$ mm olan bölüm ise çakıl olarak ayrılmıştır. Bu örneklerde  $\phi > 2$  mm olan bölüm köşeleri yuvarlanmış, ince çakıl boyutundadır. Çakıllar yuvarlak olup, yassı değildir. Hacim ağırlıklarında birim hacimdeki taş veya çakıl oranı toprak ve materyalde tutulan veya sızdırılan suyun miktarını önemle etkilemektedir. Çakılların bu özelliği akarsu çakılları olduklarını, deniz çakılları olmadıklarını işaret etmektedir.

Toprak örneklerindeki çakıl oranları genellikle % 3-6 arasındadır. Ancak Eserce Ormanı meşe altındaki toprağın Ah horizonunda ince çakıl oranı % 9.4 ve Karacaagıl Sırtı otlak toprağında anamateryal zonunda (Cv) ince çakıl oranı % 15.6 olarak bulunmuştur. Arazide “İnce çakıllı” olarak görülmüş ve alınmış örneklerde çakıl oranı % 12-17 arasında saptanmıştır. Çakıllı katmanlar çapraz tabakalı akarsu tortullarında devamlılık göstermemektedir. Çakıllı kum katmanlarının suyu daha hızlı sızdırdıkları, buna karşılık aradaki killi katmanların suyun sızmasını yavaşlattıkları ve sızan suyu yönlendirdikleri göz önünde tutulmalıdır. Bu ilişki tortul materyalde yağış suyunun her yerde aynı hızda sızmadığını göstermektedir.

#### 4.5. Örneklerin Higroskopik Nem Oranları

Kurutma fırınında 105 °C’de kurutulup, fırın kuru ağırlıkları ve higroskopik nem oranları belirlenen hava kuru toprak ve kum örnekleri Çizelge 4.4.’de sunulmaktadır. Kil ve killi örneklerin hava kuru durumda daha çok nem tuttukları ve higroskopik nem oranlarının daha yüksek olduğu görülmektedir. Örnekler araziden; Mayıs ayı (2019) son haftasında alınmış, laboratuvarında serilmiş, bir ay hava kuru duruma gelmeleri beklenmiş, fırın kuru ağırlıkları haziran ayının son haftasında ölçülmüştür. Örnekler nemli bir ortamda değil, Çorlu’nun kuru havası ortamında kurutulmuştur. Buna rağmen kil ve killi örneklerde higroskopik nem oranının yüksek olması, hava kuru durumda dahi küçümsemeyecek nem tutulduğunu göstermektedir.



Çizelge 4. 4. Kum, Killi Tozlu Kum ve Toprak Örneklerinin Higroskopik Nem (105 °C) Miktarları

| Örnek No                                | Ağırlık g | Hava Kurusu Toprak Tartı g | Fırın Kurusu (105 °C) Toprak g | Kayıp Nem g | Higroskopik Nem Oranı % |
|---|-----------|----------------------------|--------------------------------|-------------|-------------------------|
| <b>Eserce Kum Ocağı</b>                 |           |                            |                                |             |                         |
| 1.1 Kırmızı İnce Çakıllı ( 5m Derinde   | 38.392    | 10.039                     | 38.320                         | 0.072       | 0.72                    |
| 1.2 Alt Tabaka Daha Çakıllı             | 40.492    | 10.061                     | 40.435                         | 0.057       | 0.57                    |
| 2                                       | 39.949    | 10.002                     | 39.791                         | 0.158       | 1.58                    |
| 3 Beyaz Kum                             | 41.882    | 10.148                     | 41.718                         | 0.164       | 1.62                    |
| <b>Meşe Altında Toprak</b>              |           |                            |                                |             |                         |
| 4/ 0-5 Ah Humuslu Esmer Toprak          | 39.255    | 10.000                     | 30.049                         | 0,002       | 2.00                    |
| 4/ 5-20 Bv Esmerce Toprak               | 59.598    | 10.003                     | 59.524                         | 0,074       | 0.74                    |
| 4/ 20-40 B-C/1 Hafif Esmer Toprak       | 64.439    | 10.007                     | 64.370                         | 0.069       | 0.69                    |
| 4/ 40-60 B-C/2 Gri Kum                  | 40.387    | 10.017                     | 40.324                         | 0.063       | 0.63                    |
| 4/ 60-80 Beyaz Kum                      | 62.218    | 10.003                     | 62.133                         | 0.083       | 0.83                    |
| <b>Eserce Kum Ocağı Kum Yarması</b>     |           |                            |                                |             |                         |
| 5 Orman Toprağı 4m Derine               | 40.014    | 9.006                      | 39.080                         | 0.634       | 7.04                    |
| 6 Çakıllı Kum                           | 40.198    | 10.003                     | 40.113                         | 0.085       | 0.85                    |
| 7 İnce Kum Çapraz Tabakalı              | 41.639    | 10.001                     | 41.548                         | 0.091       | 0.91                    |
| <b>Karacaağıl Sırtı Toprak ve Göçük</b> |           |                            |                                |             |                         |
| 8/0-4 Ah Esmerce Killi Toprak           | 42.035    | 10.021                     | 41.798                         | 0.237       | 2.37                    |
| 8/ 4-8 Bv Kahverengi Killi Toprak       | 40.2      | 10.002                     | 39.945                         | 0.255       | 2.55                    |
| 8/ 8-14 B-C Açık Kahve Killi Toprak     | 42.84     | 10.028                     | 42.561                         | 0.279       | 2.78                    |
| 8/ 14-24 C-B Sarımsı Kahve Killi Toprak | 43.845    | 10.039                     | 43.561                         | 0.284       | 2.83                    |
| 8/ 24-60 Cv Sarımsı Killi Toprak        | 38.843    | 10.004                     | 38.453                         | 0.39        | 3.90                    |
| 9. Beyaz/Kırmızı Şeritli Kum            | 61.412    | 10                         | 61.333                         | 0.079       | 0.79                    |
| 10 Ardiç Kökü Altı Kırmızı Kum          | 63.37     | 10.007                     | 63.157                         | 0.213       | 2.13                    |
| <b>Çukurçengele İniş Yol</b>            |           |                            |                                |             |                         |
| 11 Kılı Kum Topraklaşmış                | 43.845    | 10.028                     | 43.561                         | 0.284       | 2.83                    |
| 12 Kırmızı Çizgili Beyaz Kum            | 38.327    | 10                         | 38.274                         | 0.053       | 0.53                    |
| 13 Beyaz Kum İnce Çakıllı               | 42.035    | 10.03                      | 41.971                         | 0.064       | 0.64                    |
| 14 Killikum                             | 42.104    | 10.006                     | 41.536                         | 0.568       | 5.68                    |
| <b>Çukurçengel Deresi Tabani Toprak</b> |           |                            |                                |             |                         |
| 15/ 0-4 Ah Koyu Esmer Toprak            | 58.788    | 10.000                     | 58.667                         | 0.121       | 1.21                    |
| 15/ 4-9 Bv Esmer Toprak                 | 58.992    | 10.008                     | 58.761                         | 0.231       | 2.31                    |
| 15/9-19 B-C Esmerce Toprak              | 38.943    | 10.104                     | 38.563                         | 0.380       | 3.80                    |
| 15/ 19-30 C-B Hafif Esmer Kum           | 58.12     | 10.003                     | 57.938                         | 0.162       | 1.62                    |
| 15/ 30 - Cv Beyaz Kum                   | 60.448    | 10.005                     | 60.448                         | 0.17        | 1.70                    |

#### 4.6. Örneklerin Tane Çapı (Tekstür) Boyutları

Tane çapı boyutları; kum ( $\emptyset$  2.0-0.02 mm), toz ( $\emptyset$  0.02-0.002 mm) ve kil ( $\emptyset$  < 0.002 mm) sınıflarında incelenmiştir. Kum tane çapları ise; iri kum ( $\emptyset$  2.0-1.0 mm) ile orta ve ince kum ( $\emptyset$  1.0-0.02 mm) olarak ayırt edilmiştir. İri kum boyutu 48 sn, toplam kum boyutu 4 dak.48 sn, kil boyutu 2 saatlik çökelmeler sonucunda sıvıda yüzen materyalin yoğunluğu ölçülerek bulunmuştur. Orta ve ince kum bölümü; toplam kum ile iri kum miktarı arasındaki fark ile toz bölümü ise 100-(Kum + Kil) farkı ile hesaplanmıştır.

Çizelge 4.5’de gösterilen sonuçlar incelendiğinde; Eserce Ormanı meşe altındaki toprakta toplam kum oranı % 84-86 arasında olup, bunun % 78-82’si iri kum, % 4-6’sı orta+ince kum boyutundadır. Toz oranı % 5-8, kil oranı % 6-10 arasında bulunmuştur. Eserce kum ocağından alınan kum örneklerinde, toplam kum oranı % 92-99, iri kum oranı % 88-98 arasında olup, orta+ince kum oranı < % 2 kadardır. Toz oranı < %3, kil oranı ise % 1-7 arasında bulunmuştur. Buna karşılık ince kil katmanında toplam kum oranı % 63.6 olup, bunun % 34.4’ü iri kum, % 29.1’i ince kumdur. Toz % 23.9, kil % 12.5 oranında bulunmuştur. Çukurçengel’e iniş yolundaki küçük kum ocağında kumlu katmanlarda toplam kum % 98-99 olup, bunun % 97-98’i iri kum, % 1-2’si orta+ince kumdur. Toz % 1-2 arasında olup, kil belirlenmemiştir. Killi katmanlarda ise toplam kum % 77-87 arasında olup, bunun % 49’u iri kum, % 28-38 kadarı da orta+ince kumdur. Toz % 9-21 arasında, kil % 2-4 arasında bulunmuştur. Çukurçengel Deresi tabanında akkavak altındaki toprakta toplam kum % 88-91 arasında olup, iri kum % 84-90 arasında, orta+ince kum % 1-4 arasındadır. Toz oranı % 1-4, kil oranı % 6-10 arasında bulunmuştur.

Çizelge 4. 5. Alınan Toprak Örneklerinin Tane Çapı Dağılımı

| Eserce Kum Ocağı Yarması   | Kum<br>2.0-0.02<br>mm | İri<br>Kum           | Orta ve<br>İnce Kum | Toz<br>0.02-0.002<br>mm | Kil<br>< 0,002 mm |
|--|-----------------------|----------------------|---------------------|-------------------------|-------------------|
| ÖRNEK 1.1. Üstteki Beyaz Kum Tabakası.   | 96.0                  | 96.0                 | 0.0                 | 2.0                     | 2.0               |
| ÖRNEK 1.2 Alttaki Kırmızı Renkli, İnce Çakıllı Kum Tabakası  | 99.0                  | 98.0                 | 1.0                 | 0.0                     | 1.0               |
| ÖRNEK 2 Eski Kum Ocağı Toprak Altı Materyal Kırmızı Demir Çimentolu Sıkı (Aradaki İnce Kil Katmanı) (Stırma Örnek Alındı). | 91.9                  | 89.9                 | 2.0                 | 1.0                     | 7.1               |
| ÖRNEK 3 Toprak Altı Materyal Beyaz Gri Bağısız İnce Kum (Kil Yok)  | 93.9                  | 87.8                 | 6.1                 | 4.1                     | 2.0               |
| ÖRNEK 4. Eserce Meşe Ormanı Altı   | Kum<br>2.0-0.02<br>mm | İri Kum              | Orta ve İnce<br>Kum | Toz<br>0.02-0.002<br>mm | Kil<br>< 0,002 mm |
| 4/ 0-5 Ah Humuslu Esmer Toprak   | 83.7                  | 77.6                 | 6.1                 | 7.1                     | 9.2               |
| 4/ 5-20 Bv Esmerce Toprak  | 85.7                  | 81.6                 | 4.1                 | 8.2                     | 6.1               |
| 4/ 20-40 B-C/1 Hafif Esmer Toprak  | 85.9                  | 81.9                 | 4.0                 | 6.0                     | 8.0               |
| 4/ 40-60 B-C/2 Gri Kum   | 85.9                  | 80.9                 | 5.0                 | 8.1                     | 6.0               |
| 4/ 60-80 Beyaz Kum   | 84.9                  | 79.9                 | 5.0                 | 5.0                     | 10.1              |
| Eserce Kum Ocağının Batısındaki Yarma  | Kum<br>2.0-0.02<br>mm | İri Kum              | Orta ve İnce<br>Kum | Toz<br>0.02-0.002<br>mm | Kil<br>< 0.002 mm |
| ÖRNEK 5 İnce Kum+Toz+Kil Eski Ocak Esetçe 4m Derinde Kum Tabakası  | 63.6                  | 34.4                 | 29.1                | 23.9                    | 12.5              |
| ÖRNEK 6 Çakıllı Kum Kum Ocağının Batısı 10 m derinde Akarsu Tortulu  | 98.0                  | 97.0                 | 1.0                 | 0.0                     | 2.0               |
| ÖRNEK 7 İnce Kum 10.5 m Çapraz Tabakalı Akarsu Tortulu   | 95.0                  | 94.0                 | 1.0                 | 3.0                     | 2.0               |
| Karacaağil Sirti Otlak Toprağı   | Kum<br>2.0-0.02<br>mm | İri Kum              | Orta ve İnce<br>Kum | Toz<br>0.02-0.002<br>mm | Kil<br>< 0.002 mm |
| 8/0-4 Ah Esmerce Killi Toprak  | 73.3                  | 64.1                 | 9.2                 | 12.3                    | 14.4              |
| 8/ 4-8 Bv Kahverengi Killi Toprak  | 69.2                  | 61.0                 | 8.2                 | 12.3                    | 18.5              |
| 8/ 8-14 B-C Açık Kahve Killi Toprak  | 67.1                  | 60.9                 | 6.2                 | 12.3                    | 20.6              |
| 8/ 14-24 C-B Sarımsı Kahve Killi Toprak  | 64.0                  | 58.6                 | 5.4                 | 11.8                    | 24.2              |
| 8/ 24-60 Cv Sarımsı Killi Toprak   | 60.5                  | 56.3                 | 4.2                 | 11.4                    | 28.1              |
| Karacaağil Sirti Göçük Yarması   |                       |                      |                     |                         |                   |
| 9. Beyaz/Kırmızı Şeritli Kum   | 98.0                  | 98.0                 | 0.0                 | 0.0                     | 2.0               |
| 10 Ardıç Kökü Altı   | 87.8                  | 83.7                 | 4.1                 | 4.1                     | 8.2               |
| Çukurçengele İnen Yolda Küçük Kum Ocağı  | Kum<br>2.0-0.02<br>mm | İri Kum              | Orta ve İnce<br>Kum | Toz<br>0.02-0.002<br>mm | Kil<br>< 0.002 mm |
| Örnek 11. Çukurçengel İniş Yolu Beyaz Kum Ocağı (Killi Kum) (0-0,80 cm)  | 76.7                  | 49.1                 | 27.6                | 21.2                    | 2.1               |
| ÖRNEK 12. Çukurçengele İnen Yol Kum Ocağı Kırmızı Çizgili Beyaz Kum (0.80-1.50 cm)   | 99.0                  | 98.0                 | 1.0                 | 1.0                     | 0.0               |
| ÖRNEK 13. Çukurçengele İnen Yol Beyaz Kum İnce Çakıllı > 2 mm  | 98.0                  | 97.0                 | 1.0                 | 2.0                     | 0.0               |
| ÖRNEK 14 Beyaz Kum Arasındaki Killi Tabaka (150-200)   | 86.7                  | 49.1                 | 37.6                | 9.2                     | 4.1               |
|  | 1.Kum (4dak<br>48 sn) | 2.Kabakum<br>(40 sn) | 1-2=3               |                         |                   |
| Çukurçengel Deresi Tabanı Akkavak Altında Toprak   | Kum<br>2.0-0.02<br>mm | İri Kum              | Orta ve İnce<br>Kum | Toz<br>0.02-0.002<br>mm | Kil<br>< 0.002 mm |
| 15/ 0-4 Ah Koyu Esmer Toprak   | 90.9                  | 89.9                 | 1.0                 | 1.0                     | 8.1               |
| 15/ 4-9 Bv Esmer Toprak  | 87.7                  | 83.6                 | 4.1                 | 2.0                     | 10.2              |
| 15/9-19 B-C Esmerce Toprak   | 89.6                  | 85.4                 | 4.2                 | 4.2                     | 6.3               |
| 15/ 19-30 C-B Hafif Esmer Kum  | 89.8                  | 87.8                 | 2.0                 | 4.1                     | 6.1               |
| 15/ 30 - Cv Beyaz Kum  | 87.8                  | 85.7                 | 2.0                 | 4.1                     | 8.1               |

Karacağıl Sırtındaki otlak toprağında toplam kum % 60-73 arasında olup, bunun % 56-64'ü iri kum, % 4-9'u orta+ince kum boyutundadır. Toz % 11-12 oranında, kil % 14-28 oranında bulunmuştur. Karacağıl Sırtı kum yatağının üstündeki daha ince taneli (killi) tortul tabakasını temsil etmektedir. Karacağıl Sırtının Çukurçengel Deresi'ne inen yamacı eski bir göçük yarmasıdır. Bu dik yamaç kum katmanlarından oluşmuştur. Yamacın orta kesiminden alınan iki kum örneğinde toplam kum % 88-98 arasındadır. Bunun % 84-98'i iri kum olup, ince kum <%4 kadardır. Toz oranı da < % 4 olup, kil oranı % 2-8 arasında bulunmuştur.

#### 4.7. Örneklerde Sızıntı Gözenek Çapları

Toprağı ve gevşek materyalleri oluşturan kum, toz, kil boyutundaki taneler ve bunların oluşturduğu kırıntılı veya topaklı yapı arasında boşluklar vardır. Bunlara “Gözenek” denilmektedir. Taneler irileştikçe aralarında kalan boşlukların (gözeneklerin) çapı da büyür. Taneler küçüldükçe gözenek çapları da küçülür. Buna karşılık iri taneli (kumlu) materyallerde gözenek hacmi daha az, ince taneli (killi) materyallerde gözenek hacmi daha fazladır (Çizelge 4.6).

Çizelge 4. 6. Toprak ve Materyal Türüne ve Gözenek Çaplarına Göre Gözenek Hacmi Oranları (Ekmekyapar vd., 2021).

| Toprak (Materyal) Türü | Toplam Gözenek Hacmi % | Gözenek Çapları ve Hacmi |                |        |
|------------------------|------------------------|--------------------------|----------------|--------|
|                        |                        | İRİ %                    | ORTA %         | İNCE % |
| <b>Kum</b>             | 35-50                  | 30-40                    | 5-10           | 5-15   |
| <b>Balçık</b>          | 40-60                  | 10-25                    | 15-20          | 10-20  |
| <b>Kil</b>             | 40-65                  | 5-15                     | 10-15          | 30-40  |
| <b>Gözenekler</b>      | Çap Ø (µm)             | Suyu Tutma Gücü (m)      | Su Türleri     |        |
| <b>Çok İri</b>         | ≥50                    | ≤0.05                    | Su Hızla Sızar |        |
| <b>İri</b>             | 50-10                  | 0.33-0.05                | Su Yavaş Sızar |        |
| <b>Orta</b>            | 10-0.2                 | 0.33-15                  | Kapillar Su    |        |
| <b>İnce</b>            | <0.2                   | ≥15                      | Ölü Su         |        |

Basit bir düzenele yapılan sızma uygulamasında; deney için kullanılan toprak ve materyal örneklerinin ağırlıkları, araziden alınan hacim örneklerinin (1 L) ağırlıkları ile karşılaştırılmıştır. Çizelge 4.7'de iki hacim örneği ağırlığı arasındaki farkın % 0.07-5.82 arasında değiştiği görülmektedir. Sadece 2 örnekte (Karacağıl Sırtı otlak toprağı) hacim ağırlıkları arasındaki fark % 8.2 ile 9.07 kadardır. Bu fark tozlu kil türündeki örneklerin çok kuru oldukları için yeterince öğütülememiş olmalarından da kaynaklanabilir. Sızıntı

gözenekleri hacmi kumlu toprak ve kum materyallerinde % 21-23 ile % 30-38 arasında değişmektedir. Sızıntı gözenek hacminin ot kökleri etkisi ile en yüksek olduğu örnek Karacağıl Sırtı otlak toprağının Ah horizonudur (% 41.8).

Sızıntı gözenek hacmi Karacağıl Sırtı otlak toprağının Bv horizonu (4-8 cm) ile B-C horizonunda da (8-14 cm) % 35-41 arasında bulunmuştur. Ancak bu örneklerde suyun sızması su sütununun ortalarında durmuştur. Kil mineralleri suyu emmiş, şişmiş ve suyun sızmasını engellemiştir. Dolayısı ile sızıntı gözenekleri hacmi ile suyun sızma hızı arasında fark vardır. Bir kumlu katman örneğinde sızıntı gözenekleri hacminin % 12.5 değerine düşmesi iri kumların arasındaki ince taneli yapının sızıntı gözeneklerine etkisi bakımından dikkat çekicidir. Bu 5 No'lu örnek olup, ince kum % 29.1, toz % 23.9, kil % 12.5 oranındadır.



Çizelge 4. 7. Su Sızdırma İçin Alınan Örnekler ile Araziden Alınan Hacim Örneklerinin Ağırlıkları ve Farklar

| Sıkıştırılmış Örnek ile Arazi Hacim Örneği Ağırlıkları ve Farkları | Örnek (100 cm <sup>3</sup> ) g | Analiz Örneği g/L | Analizden Alınan Örnek g/L | Fark g/L | Fark % |
|--|--------------------------------|-------------------|----------------------------|----------|--------|
| <b>Eserce Kum Ocağı</b>  |                                |                   |                            |          |        |
| 1.1. Kırmızı İnce Çakıllı (5 m derinlikte)                         | 156.667                        | 1566.67           | 1535.66                    | 31.01    | 2.019  |
| 1.2. Alt Tabaka Daha Çakıllı                                       | 155.8                          | 1537.71           | 1550.72                    | 6.99     | 0.43   |
| 2. Kırmızı, Demir Çimentolu  | 130.29                         | 1302.90           | Sıyırma                    |          |        |
| 3. Toprağın Altındaki Materyal                                     | 132.1                          | 1320.86           | 1349.72                    | 28.86    | 2.138  |
| Beyaz-Gri, Bağsız İnce Kum (kil yok)                               |                                |                   |                            |          |        |
| <b>Meşe Altında Toprak</b>   |                                |                   |                            |          |        |
| 4/ 0-5 Ah Humuslu Esmer Toprak                                     | 126.1                          | 1260.81           | 1262.56                    | 1.75     | 0.14   |
| 4/ 5-20 Bv Esmerce Toprak  | 136.322                        | 1263.22           | 1369.16                    | 5.94     | 0.40   |
| 4/ 20-40 B-C/1 Hafif Esmer Toprak                                  | 145.531                        | 1455.31           | 1471.74                    | 16.43    | 1.12   |
| 4/ 40-60 B-C/2 Gri Kum   | 143.708                        | 1437.08           | 1487.95                    | 50.87    | 3.40   |
| 4/ 60-80 Beyaz Kum   | 148.904                        | 1489.04           | 1540.66                    | 51.62    | 3.35   |
| <b>Eserce Kum Ocağının Batısındaki Yarma</b>                       |                                |                   |                            |          |        |
| 5. 4 m derinde beyaz gri kum kırmızı çizgili                       | 145.87                         | 1438.70           | 1545.08                    | 86.38    | 5.59   |
| 6. 10 m derinde beyaz gri kum ince çakıllı                         | 149.968                        | 1499.68           | 1522.11                    | 22.43    | 1.47   |
| 7. Yüzeyden 10.5 m derinde beyaz gri kum ince kum                  | 149.544                        | 1495.44           | 1490.20                    | 5.18     | 0.33   |
| <b>Karacağil Sırtı Otlak Toprağı</b>                               |                                |                   |                            |          |        |
| 8/0-4 Ah Esmerce Killi Toprak                                      | 115.21                         | 1152.10           | 1157.50                    | 5.40     | 0.47   |
| 8/ 4-8 Bv Kahverengi Killi Toprak                                  | 128.27                         | 1282.70           | 1410.68                    | 127.98   | 9.07   |
| 8/ 8-14 B-C Açık Kahve Killi Toprak                                | 135.902                        | 1359.02           | 1458.50                    | 121.48   | 8.20   |
| 8/ 14-24 C-B Sarımsı Kahve Killi Toprak                            | 149.370                        | 1493.70           | 1580.5                     | 86.80    | 5.00   |
| 8/ 24-60 Cv Sarımsı Killi Toprak                                   | 160.367                        | 1630.67           | 1643.59                    | 39.92    | 2.43   |
| <b>Karacağil Sırtı Göçük Yarması</b>                               |                                |                   |                            |          |        |
| 9. Beyaz/Kırmızı Şeritli Kum                                       | 139.417                        | 1394.17           | 1480.32                    | 86.15    | 5.82   |
| 10 Ardıç Kökü Altı   | 128.972                        | 1289.72           | 1355.50                    | 65.78    | 4.85   |
| <b>Çukurçengel'e İnış Yolu</b>                                     |                                |                   |                            |          |        |
| 11. Killi Kum (Topraklaşmış)                                       | 143.802                        | 1348.02           | 1456.93                    | 1.09     | 0,070  |
| 12. Kırmızı Çizgili Beyaz Kum                                      | 145.808                        | 1458.08           | 1438.63                    | -19.43   | 1.35   |
| 13. Beyaz Kum (İnce Çakıllı)                                       | 151.805                        | 1518.05           | 1512.73                    | -5.32    | 0.36   |
| 14 Beyaz Kum Arasındaki Killi Tabaka                               | 146.591                        | 1465.91           | 1478.1                     | 12.93    | 0.87   |
| <b>Çukurçengel Deresi Tabanı Akkavak Altındaki Toprak</b>          |                                |                   |                            |          |        |
| 15/ 0-4 Ah Koyu Esmer Toprak                                       | 132.387                        | 1323.87           | 1358.34                    | 34.47    | 2.54   |
| 15/ 4-9 Bv Esmer Toprak  | 134.085                        | 1340.85           | 1383.80                    | 42.93    | 3.1    |
| 15/9-19 B-C Esmerce Toprak   | 85.813                         | 858.13            | 837.36                     | 20.77    | 2.48   |
| 15/ 19-30 C-B Hafif Esmer Kum                                      | 133.624                        | 1336.62           | 1323.55                    | 13.07    | 0.0988 |
| 15/ 30 Cv Beyaz Kum  | 139.554                        | 1395.54           | 1452.33                    | 56.79    | 3.91   |

#### 4.8. Birim Alan ve Hacimde, Sızıntı Gözenek Çapları ile Yağış İlişkisi

Toprak ile materyal örneklerinde belirlenen sızma gözenekleri hacminden birim alanda ne kadar su sızdırılabileceği hesaplanmış ve Çizelge 4.7'de sunulmuştur. Araştırma alanındaki topraklar ile kum tortullarının ve aralarındaki tozlu, killi katmanların suyu sızdıran gözenek hacmi üç yönde çok önemsenmektedir:

- Birim alanda ( $1 \text{ ha}=10\ 000 \text{ m}^2$ ) ve birim hacimde ( $1 \text{ ha/m}=1 \text{ hm}^3$ ) ne kadar su sızdırılıp, yeraltı suyuna ulaştırılabilmektedir. Bu materyallerin yeraltı suyunu ve kaynakları besleme kapasitesi nedir?
- Birim alana ( $\text{mm/m}^2$ ) düşen yüksek (sağanak) yağışların ne kadarı toprağa ve materyale sızabilmektedir? Yüzeysel akışa geçme sınırı nedir?
- Kum ocaklarının yağış, suyun sızması, yeraltı suyu ve su üretimi üzerine olumsuz etkileri nelerdir?

Çizelge 4.8'de örneklerin toplam hacim ağırlıkları, 2 mm'den ince bölüm ile 2 mm'den iri (çakıl) bölümü, kök miktarı 1 hektar alan ve 1 m kalınlıktaki hacim için ton olarak hesaplanmıştır ( $\text{ton/ha/m}$ ). Sızıntı gözenek oranı ile aynı hacimde sızabilecek su miktarı hesaplanmıştır ( $\text{kg/ha/m}$  veya  $\text{m}^3/\text{ha/m}$ ). Kumlu topraktan ve kumlu materyallerden sızabilecek su miktarları 3 örnek hariç olmak üzere; 2.9-5.5 milyon  $\text{m}^3/\text{ha/m}$  arasında değişmektedir. Ancak suyun sızma hızının tozlu ve killi topraklar ile materyallerde yavaş olduğu da dikkate alınmalıdır.

Çizelge 4. 8. Toprak ve Kum Örneklerinde Birim Hacimde (ha/1 m), Kum veya Toprak, Çakıl, Kök ve Su Sızdıran Gözenekler

| Ton/ha/1m değerleri                                       | Hava Kurusu Ağırlık |                      |                      | Çakıl<br>>2 mm<br>% | Kök<br>kg/ha/1m | Sızıntı<br>Göz.<br>Oranı<br>% | Sızıntı Suyu<br>Gözenek Hacmi<br>kg/ha/1m |
|---|---------------------|----------------------|----------------------|---------------------|-----------------|-------------------------------|---|
|   | Toplam<br>kg/ha/1m  | < Ø 2 mm<br>kg/ha/1m | > Ø 2 mm<br>kg/ha/1m |                     |                 |                               |   |
| <b>Eserce Kum Ocağı</b>                                   | (a)                 |                      |                      |                     |                 | (a .%<br>değer                |   |
| 1.1. Kırmızı İnce Çakıllı (5 m Derinlikte)                | 15 556 600 000      | 14 778 600 000       | 596 400 000          | 0.039               |                 | 0.219                         | 3 358 488 420                             |
| 1.2. Alt Tabaka Daha Çakıllı                              | 15 507 200 000      | 12 910 800 000       | 2596 400 000         | 0.167               |                 | 0.353                         | 5 163 897 600                             |
| 2. Kırmızı, Demir Çimentolu                               | 15 031 800 000      | 12 821 100 000       | 210 700 000          | 0.016               |                 | 0.257                         | 3 063 536 600                             |
| 3. Toprağın Altındaki Materyal                            | 15 497 200 000      | 12 099 400 000       | 76 900 000           | 0.006               |                 | 0.255                         | 3 445 835 180                             |
| <b>Beyaz-Gri, Bağsız İnce Kum (Kil Yok)</b>               |                     |                      |                      |                     |                 |                               |   |
| <b>Meşe Altında Toprak</b>                                |                     |                      |                      |                     |                 |                               |   |
| 4/ 0-5 Ah Humuslu Esmer Toprak                            | 12 625 600 000      | 10 036 100 000       | 1 190 400 000        | 0.094               | 138 300 000     | 0.270                         | 3 408 912 000                             |
| 4/ 5-20 Bv Esmerce Toprak                                 | 13 691 600 000      | 13 034 100 000       | 549 100 000          | 0.040               | 108 400 000     | 0.215                         | 2 312 400 000                             |
| 4/ 20-40 B-C/1 Hafif Esmer Toprak                         | 14 717 400 000      | 13 881 800 000       | 835 600 000          | 0.057               |                 | 0.200                         | 2 943 480 000                             |
| 4/ 40-60 B-C/2 Gri Kum                                    | 14 879 500 000      | 13 995 100 000       | 884 400 000          | 0.059               |                 | 0.2359                        | 3 510 074050                              |
| 4/ 60-80 Beyaz Kum  | 15 406 600 000      | 14 630 100 000       | 776 500 000          | 0.050               |                 | 0.284                         | 3 420 265 200                             |
| <b>Eserce Kum Ocağının Batısındaki Yarma</b>              |                     |                      |                      |                     |                 |                               |   |
| 5. 4m derinde beyaz gri kum kırmızı çizgili               | 15 450 800 000      | 14 858 600 000       | 592 200 000          | 0.038               |                 | 0.125                         | 1 931 350 000                             |
| 6. 10m derinde beyaz gri kum ince çakıllı                 | 15 221 100 000      | 13 370 800 000       | 1 850 300 000        | 0.122               |                 | 0.250                         | 3 805 275 000                             |
| 7. yüzeyden 10.5 derinde beyaz gri kum ince kum           | 14 902 600 000      | 14 131 700 000       | 770 900 000          | 0.052               |                 | 0.234                         | 3 487 208 400                             |
| <b>Karacağil Sırtı Otlak Toprağı</b>                      |                     |                      |                      |                     |                 |                               |   |
| 8/0-4 Ah Esmerce Killi Toprak                             | 11 575 000 000      | 10 524 900 000       | 417 400 000          | 0.036               | 632 700 000     | 0.380                         | 4 398 500 000                             |
| 8/ 4-8 Bv Kahverengi Killi Toprak                         | 14 106 800 000      | 13 312 800 000       | 794 000 000          | 0.056               |                 | 0.323                         | 4 550 571 544                             |
| 8/ 8-14 B-C Açık Kahve Killi Toprak                       | 14 805 000 000      | 13 975 900 000       | 829 100 000          | 0.056               |                 | 0.375                         | 5 551 875 000                             |
| 8/ 14-24 C-B Sarımsi Kahve Killi Toprak                   | 15 805 000 000      | 14 475 900 000       | 1 329 100 000        | 0.084               |                 | 0.2857                        | 4 515 488 500                             |
| 8/ 24-60 Cv Sarımsi Killi Toprak                          | 16 435 900 000      | 13 872 800 000       | 2 563 700 000        | 0.156               |                 | 0.200                         | 3 287 180 000                             |
| <b>Karacağil Sırtı Göçük Yarması</b>                      |                     |                      |                      |                     |                 |                               |   |
| 9. Beyaz/Kırmızı Şeritli Kum                              | 14 808 200 000      | 13 741 200 000       | 1 062 000 000        | 0.072               |                 | 0.27                          | 3 996 864 000                             |
| 10 Ardıç Kökü Altı  | 13 555 000 000      | 11 201 300 000       | 2 353 700 000        | 0.174               |                 | 0.293                         | 3 971 615 000                             |
| Çukurçengel'e İnış Yolu                                   |                     |                      |                      |                     |                 |                               |   |
| 11. Killi Kum (Topraklaşmış)                              | 14 569 300 000      | 14 227 300 000       | 342 000 000          | 0.028               |                 | 0.4000                        | 5 827 720 000                             |
| 12. Kırmızı Çizgili Beyaz Kum                             | 14 386 500 000      | 13 844 700 000       | 541 800 000          | 0.038               |                 | 0.223                         | 3 208 189 000                             |
| 13. Beyaz Kum (İnce Çakıllı)                              | 15 127 300 000      | 13 905 400 000       | 1 221 900 000        | 0.081               |                 | 0.4000                        | 6 050 920 000                             |
| 14 Beyaz Kum Arasındaki Killi Tabaka                      | 14 781 100 000      | 14 412 700 000       | 368 400 000          | 0.025               |                 | 0.166<br>66                   | 2 453 418 126                             |
| <b>Çukurçengel Deresi Tabanı Akkavak Altındaki Toprak</b> |                     |                      |                      |                     |                 |                               |   |
| 15/ 0-4 Ah Koyu Esmer Toprak                              | 13 583 400 000      | 12 939 300 000       | 495 000 000          | 0.036               | 98 600 000      | 0.30                          | 4 073 020 000                             |
| 15/ 4-9 Bv Esmer Toprak                                   | 13 838 000 000      | 13 205 500 000       | 543 700 000          | 0.039               | 86 800 000      | 0.290                         | 4 013 020 000                             |
| 15/9-19 B-C Esmerce Toprak                                | 13 374 000 000      | 12 437 400 000       | 634 900 000          | 0.047               | 301 300 000     | 0.222                         | 2 969 028 000                             |
| 15/ 19-30 C-B Hafif Esmer Kum                             | 13 435 500 000      | 12 537 400 000       | 646 600 000          | 0.049               | 351 300 000     | 0.319                         | 4 285 924 300                             |
| 15/ 30 - Cv Beyaz Kum                                     | 14 523 300 000      | 13 872 900 000       | 650 400 000          | 0.045               |                 | 0.222                         | 3 224 172 600                             |



Belirlenen toprak sızıntı gözenekleri hacmi  $1 \text{ m}^2$  alan için hesaplanırsa, yıllık ortalama yağış ve yüksek yağış miktarları ile karşılaştırılabilir. Bilindiği üzere; yağışlar  $\text{mm/m}^2$  olarak verilir ( $1 \text{ mm/m}^2$  yağış =  $1 \text{ L/m}^2 = 1 \text{ kg/m}^2$ ). Çizelge 4.9'da sızıntı suyu gözenek hacmi  $\text{m}^3/\text{m}^2$ 'ye oradan da  $\text{mm/m}^2$  değerine dönüştürülmüştür. Çorlu'da yıllık toplam yağış miktarları 400-800 mm/yıl arasında değişmektedir. Yıllık ortalama yağış miktarları dönemlere göre 485.4-613.7 mm arasındadır. Yağışların çoğunluğu kış ile bahar aylarında (sonbahar ve ilkbahar) düşmektedir. Yağış verileri ile sızıntı gözenek hacimleri arasındaki ilişki dikkat çekicidir. Toprak ve kum örneklerinin birim alan ( $\text{m}^2$ ) ve hacimdeki sızıntı gözenekleri hacmi bahar ve kış yağışlarını ve de yüksek yağışları ( $\text{mm}/24$  saat) sızdırabilecek miktardadır.



Çizelge 4. 9. İncelen Örneklerde Gözenek Hacmi ve Gözenek Hacimlerine Denk Gelen Yağış Miktarı ile Bu Suyu Bir Yılda Kullanabilecek Kişi Sayısı.

|  | Sızıntı Suyu                       | Sızıntı Suyuna Denk Yağış      |                       | 100 litre/kişi/gün            |
|--|------------------------------------|--------------------------------|-----------------------|-------------------------------|
|  | Gözenek Hacmi                      | Yağış                          | Yağış                 | 36.5 m <sup>3</sup> /kişi/yıl |
| Yağış m <sup>3</sup> /ha/1 m ve mm/m <sup>2</sup> (Yağış) ile Kullanacak Kişi Sayısı | m <sup>3</sup> /ha/1 m             | m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> | L (mm)/m <sup>2</sup> | kişi sayısı                   |
| <b>Eserce Kum Ocağı</b>  | <b>(A)</b>                         | <b>(A/1000=B)</b>              | <b>(B/1000)</b>       | <b>(A/36.5)</b>               |
| 1.1. Kırmızı İnce Çakıllı (5 m derinlikte)   | 3358.49                            | 0.336                          | 335.8                 | 92.0                          |
| 1.2. Alt Tabaka Daha Çakıllı   | 5163.90                            | 0.516                          | 516.4                 | 141.5                         |
| 2. Kırmızı, Demir Çimentolu  | 3088.54                            | 0.309                          | 308.9                 | 84.6                          |
| 3. Toprağın Altındaki Materyal   | 3445.84                            | 0.345                          | 344.6                 | 94.4                          |
| <b>Beyaz-Gri, Bağsız İnce Kum (kil yok)</b>  |                                    |                                |                       |                               |
| Meşe Altında Toprak  |                                    |                                |                       |                               |
| 4/ 0-5 Ah Humuslu Esmer Toprak   | 3408.91                            | 0.341                          | 340.9                 | 93.4                          |
| 4/ 5-20 Bv Esmerce Toprak  | 2312.40                            | 0.231                          | 231.3                 | 63.3                          |
| 4/ 20-40 B-C/1 Hafif Esmer Toprak  | 2943.48                            | 0.294                          | 294.3                 | 80.6                          |
| 4/ 40-60 B-C/2 Gri Kum   | 3510.07                            | 0.351                          | 351.0                 | 96.2                          |
| 4/ 60-80 Beyaz Kum   | 3420.27                            | 0.342                          | 342.0                 | 93.7                          |
| <b>Eserce Kum Ocağının Batısındaki Yarma</b>   |                                    |                                |                       |                               |
| 5. 4 m Derinde Beyaz/Gri Kum (Kırmızı Çizgili)                                       | 1931.35                            | 0.193                          | 193.1                 | 52.9                          |
| 6. 10 m Derinde Beyaz/Gri Kum (İnce Çakıllı)   | 3805.28                            | 0.381                          | 380.5                 | 104.3                         |
| 7. Yüzeyden 10.5 m Derinde Beyaz/Gri İnce Kum  | 3487.21                            | 0.349                          | 348.7                 | 95.5                          |
| <b>Karacaağıl Sırtı Otlak Toprağı</b>  |                                    |                                |                       |                               |
| 8/0-4 Ah Esmerce Killi Toprak  | 4398.50                            | 0.440                          | 439.9                 | 120.5                         |
| 8/ 4-8 Bv Kahverengi Killi Toprak  | 4550.57                            | 0.455                          | 455.1                 | 124.7                         |
| 8/ 8-14 B-C Açık Kahve Killi Toprak  | 5551.88                            | 0.555                          | 555.2                 | 152.1                         |
| (Toprak İyi Öğütülmediği İçin Suyu Hızlı Sızdırmış/Çatlamış Toprak Gibi)             |                                    |                                |                       |                               |
| 8/ 14-24 C-B Sarımsı Kahve Killi Toprak  | 4515.49                            | 0.452                          | 451.5                 | 123.7                         |
| 8/ 24-60 Cv Sarımsı Killi Toprak   | 3287.18                            | 0.329                          | 328.7                 | 90.1                          |
| <b>Karacaağıl Sırtı Göçük Yarması</b>  |                                    |                                |                       |                               |
| 9. Beyaz/Kırmızı Şeritli Kum   | 3996.86                            | 0.400                          | 399.7                 | 109.5                         |
| 10 Ardıç Kökü Altı   | 3971.62                            | 0.397                          | 397.2                 | 108.8                         |
| <b>Çukurçengel'e İnış Yolu</b>   |                                    |                                |                       |                               |
| 11. Killi Kum (Topraklaşmış)   | 5827.72                            | 0.583                          | 582.8                 | 159.7                         |
| 12. Kırmızı Çizgili Beyaz Kum  | 3208.19                            | 0.321                          | 320.8                 | 87.9                          |
| 13. Beyaz Kum (İnce Çakıllı)   | 6050.92                            | 0.605                          | 605.1                 | 165.8                         |
| 14 Beyaz Kum Arasındaki Killi Tabaka   | 2463.42                            | 0.246                          | 246.3                 | 67.5                          |
| <b>Çukurçengel Deresi Tabani Akkavak Altındaki Toprak</b>                            | Kökler Nedeniyle Hacim Ağırlığı Az |                                |                       |                               |
| 15/ 0-4 Ah Koyu Esmer Toprak   | 4075.02                            | 0.408                          | 407.5                 | 111.6                         |
| 15/ 4-9 Bv Esmer Toprak  | 4013.02                            | 0.401                          | 401.3                 | 109.9                         |
| 15/9-19 B-C Esmerce Toprak   | 2969.03                            | 0.297                          | 296.9                 | 81.3                          |
| 15/ 19-30 C-B Hafif Esmer Kum  | 4285.92                            | 0.429                          | 428.6                 | 117.4                         |
| 15/ 30 - Cv Beyaz Kum  | 3224.17                            | 0.322                          | 322.4                 | 88.3                          |

#### 4.9. Marmara Ereğlisi ve Çorlu'nun Su İhtiyacı İçin Gerekli Alan

Çukurçengel Deresi ile diğer kollar birleşerek Kınıklı Deresini oluşturmaktadırlar. Kınıklı Deresi yukarı havzası ile çevresi Marmara Ereğlisi ve Sultan Köyü besleyen kum yataklarını (akifer) kapsamaktadır. Marmara Ereğlisi ile Çorlu'nun 2018 yılı nüfusuna ve yaz aylarındaki nüfus artışına göre (Anonim, 2018) gerekli olan içme ve kullanma suyu ile bu suyun üretilmesi için gerekli alan hesaplanmıştır. Kişi başına 100 litre/gün su hesabı ile 1 ha alanda toprağa ve kumlu materyale sızabilen suyun 100-150 kişinin yıllık su ihtiyacını karşılayabileceği hesaplanmış ve Çizelge 4.10'da sunulmuştur. Bu çizelgeye göre; Çorlu ve çevresindeki yerleşik nüfusun su ihtiyacının karşılanması için kırsal alanın ve ormanların önemi ortaya çıkmaktadır.

Marmara Ereğlisi'nin kayıtlı nüfusu (köyleri dahil) 25873 kişidir. Marmara Ereğlisi'nin deniz kıyısı uzun olup (30 km), çoğunlukla yazlık ev yerleşimi vardır. Bu sebeple Marmara Ereğlisi'nin yaz aylarında nüfusunun 10 kat arttığı belirtilmiştir (Anonim, 2018). Kişi başına 100 litre/gün su hesabı ile Marmara Ereğlisi'nin su ihtiyacı kış ve bahar aylarını kapsayan 7 ayda 18 111.1 m<sup>3</sup>/gün, 5 yaz ayında ise 129 365 m<sup>3</sup>/gün olarak hesaplanmıştır. Aylık toplam su ihtiyacı 543 333 m<sup>3</sup>/7 ay ve 3 880 950 m<sup>3</sup>/5 ay olarak hesaplanmaktadır. Toplamda 4 424 283 m<sup>3</sup>/yıl olarak hesaplanmıştır. Bu suyun üretilmesi için sızıntı gözenek hacmi ortalama 3800 m<sup>3</sup>/ha olan 1164.285 ha (11642.9 dönüm) arazi gerekmektedir.

Çizelge 4. 10. Marmara Ereğlisi İçin Yıllık Su İhtiyacının Hesabı ve Bu Suyu Üretebilecek Alan Miktarı.

| <b>1 KİŞİ 100 L/gün GÖRE SU HESABI</b> |                     |                     |                    |                    |  |                                       |                                      |
|--|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--|---------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>M.EREĞLİ</b>                        | <b>GÜNLÜK SU</b>    |                     | <b>AYLIK SU</b>    |                    | <b>TOPLAM YILLIK KİŞ+YAZ m<sup>3</sup>/yıl</b> | <b>SIZINTI HACMI m<sup>3</sup>/ha</b> | <b>GEREKLİ SUYUN ÜRETİM ALANI ha</b> |
|  | <b>2018 NÜFUS</b>   | <b>KIŞ</b>          | <b>YAZ</b>         | <b>KIŞ</b>         |  |                                       |                                      |
|  | m <sup>3</sup> /gün | m <sup>3</sup> /gün | m <sup>3</sup> /ay | m <sup>3</sup> /ay |  |                                       |                                      |
| <b>SU m<sup>3</sup></b>                | 2587.3              | 25873               | 77619              | 776190             |  |                                       |                                      |
| <b>AY SAYISI</b>                       | 7 ay                | 5 ay                | 7 ay               | 5 ay               |  |                                       |                                      |
| <b>SU m<sup>3</sup></b>                | 18111.1             | 129365              | 543333             | 3880950            | 4424283  | 3800                                  | 1164285                              |
|  | 1 KİŞİ              | 1 KİŞİ              | 1 KİŞİ             | 1 KİŞİ             |  |                                       |                                      |
|  | 100 litre/gün       | 200 litre/gün       | 200 litre/gün      | 200 litre/gün      |  |                                       |                                      |
| <b>M.EREĞLİ</b>                        | <b>GÜNLÜK SU</b>    |                     | <b>AYLIK SU</b>    |                    | <b>TOPLAM YILLIK KİŞ+YAZ m<sup>3</sup>/yıl</b> | <b>SIZINTI HACMI m<sup>3</sup>/ha</b> | <b>GEREKLİ SUYUN ÜRETİM ALANI ha</b> |
|  | <b>2018 NÜFUS</b>   | <b>KIŞ</b>          | <b>YAZ</b>         | <b>KIŞ</b>         |  |                                       |                                      |
|  | m <sup>3</sup> /gün | m <sup>3</sup> /gün | m <sup>3</sup> /ay | m <sup>3</sup> /ay |  |                                       |                                      |
| <b>SU m<sup>3</sup></b>                | 2587.3              | 51746               | 77619              | 1552380            |  |                                       |                                      |
| <b>AY SAYISI</b>                       | 7 ay                | 5 ay                | 7 ay               | 5 ay               |  |                                       |                                      |
| <b>SU m<sup>3</sup></b>                | 18111.1             | 258730              | 543333             | 7761900            | 8305233  | 3800                                  | 2185.588                             |
|  | 1 KİŞİ              | 1 KİŞİ              | 1 KİŞİ             | 1 KİŞİ             |  |                                       |                                      |
|  | 100 litre/gün       | 200 litre/gün       | 100 litre/gün      | 200 litre/gün      |  |                                       |                                      |
| <b>ÇORLU</b>                           | <b>GÜNLÜK SU</b>    |                     | <b>AYLIK SU</b>    |                    | <b>TOPLAM YILLIK KİŞ+YAZ m<sup>3</sup>/yıl</b> | <b>SIZINTI HACMI m<sup>3</sup>/ha</b> | <b>GEREKLİ SUYUN ÜRETİM ALANI ha</b> |
|  | <b>2018 NÜFUS</b>   | <b>KIŞ</b>          | <b>YAZ</b>         | <b>KIŞ</b>         |  |                                       |                                      |
|  | m <sup>3</sup> /gün | m <sup>3</sup> /gün | m <sup>3</sup> /ay | m <sup>3</sup> /ay |  |                                       |                                      |
| <b>SU m<sup>3</sup></b>                | 26286.2             | 63006.8             | 788.586            | 189260.4           |  |                                       |                                      |
| <b>AY SAYISI</b>                       | 7 ay                | 5 ay                | 7 ay               | 5 ay               |  |                                       |                                      |
| <b>SU m<sup>3</sup></b>                | 180034              | 315434              | 552010102          | 9463020            | 149833122                                      | 3800                                  | 3942927                              |

Yaz aylarında su ihtiyacının arttığı ve 200 litre/kişi/gün miktarına yükseldiği göz önüne alındığında, yıllık su ihtiyacı 8 305 233 m<sup>3</sup> ve bu suyun sağlanacağı alan da 2185.588 ha'a ulaşmaktadır.

Sultan Köy'e 2018 yılında verilen toplam su Tekirdağ Büyükşehir Belediyesi Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğüne (TESKİ): 709 484 m<sup>3</sup> olarak (3 su kuyusu toplamı) bildirilmiştir (Anonim, 2019). Köye verilen su miktarının Marmara Ereğlisi için hesaplanan su ihtiyacına göre oranı % 16.04 (100 litre/gün için) ile % 8.54 (100 ve 200 litre/gün için) olarak hesaplanmaktadır. Marmara Ereğlisi ile köyleri ve yazlık yerleşimleri göz önüne alındığında kış ve bahar aylarında 100 litre/gün, yaz aylarında 10 misli nüfus artışı ve günde 200 litre su kullanımı daha uygun bir yaklaşımı işaret etmektedir. Bu yaklaşım ile Çorlu'nun

2018 yılı için bildirilen nüfusu (262 862) için yapılan hesaba göre; yıllık su ihtiyacı 14 983 122 m<sup>3</sup> olup, bu suyun üretilmesi için de 3942.9 ha alan gereklidir. Çorlu ile Marmara Ereğlisi ve köylerinin sadece nüfusunun ihtiyacı olan suyun toprak ve kumlu tortullara (akifere) sızdırılması için gerekli olan alan; toplam 6128.5 ha olarak hesaplanmıştır. Çorlu ve çevresinde su üreten alan; Çorlu Deresi Havzası ve Kınıklı Deresi ile Türkmenli Göleti ve Şerefli Deresi Havzalarını, Büyük Seymen ile Marmara Ereğlisi arasındaki araziye, Önerler ve Büyük Seymen ile Çorlu arasındaki miosen kum yataklarını, yani su üreten araziye kapsamaktadır.



## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Çorlu İlçesi Önerler Köyü ve çevresindeki ormanlar ile açık kum ocağı işletmeleri ve buralardan alınan örneklerin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenerek yapılan bu araştırma, önemli bazı sonuçlara ulaşılmasını sağlamıştır. Bu sonuçlar:

- Miosen kum tortulları orta Trakya'nın hemen tamamını kaplamaktadır. Bu tortulların üst kesiminde daha ince kumlu, tozlu, killi bir tortul tabaka yer almaktadır. Daha üstte ise pliosen akarsu tortulları bulunmaktadır. Ergene Havzası ile inceleme alanı olan Kınıklı Deresi yukarı havzası bu tortul materyallere düşen yağışların sızdığı, kaynakları, dereleri ve yeraltı suyunu beslediği bir "Su Üretim Alanıdır".
- Kurak ve karasal iklimin etkisi altındaki Ergene Havzası'nda iklim değişimi, bir ısınma/kuraklaşma süreci olarak etkilidir. Bu süreç içinde gelişen ikinci bir süreç ise nüfusun artmasına bağlı olarak içme suyu, evsel ve endüstriyel kullanma ve tarımsal sulama suyu ihtiyacının da artışıdır. İç içe gelişen bu iki süreç; su üretim alanlarının korunmasını zorunlu hale getirmektedir.
- İklim değişimi sürecinde sağanak yağışların (yüksek yağışlar) miktar ve tekrarı da artmıştır. Sağanak yağışlar ise ısınma sürecinin etkileri ile oluşmakta ve yüzeysel akışa dönüşmektedir. Yağışın küçümsenmeyecek bir bölümünün kısa sürede düşmesi ve akıp gitmesi kurak bölgeler için istenmeyen bir durumdur. Yüksek yağışların yüzeysel akışa dönüşmemesi ve toprağa sızdırılması için ormanlar, otlak ve orman alanlarının korunması, geliştirilmesi, orman topraklarının sızdırma kapasitesinin yüksekliği ve kumlu toprakların/materyallerin değeri öne çıkmaktadır.
- Alınan toprak ve kum örneklerinde pH, elektriksel iletkenlik ve organik karbon içeriği sonuçlarına göre; toprak örneklerinin pH değerleri 5.97 ile 7.67 arasında değişmektedir. Eserce Kum Ocağının batısındaki yarma örneklerinde pH değeri hafif asit özelliktedir. Diğer örneklerde nötr ve nötre yakındır. Toprak örneklerinde en düşük EC değeri Çukurçengel Deresi tabanı akkavak altındaki Esmerce Toprak örneğinde (20.3  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) belirlenmiştir. En yüksek EC değeri ise; meşe altındaki Humuslu Esmer Toprak örneğinde (75.6  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) belirlenmiştir.
- En yüksek organik karbon içeriği ise %3.95 olarak Kınık Deresi tabanı akkavak altındaki toprakta, 9-19 cm derinde B-C horizonunda "Esmer Toprak" örneğinde belirlenmiştir. Kınık Deresi tabanı akkavak altındaki toprakta, 9-19 cm derinde B-C

horizonunda “Esmer Toprak” örneğinde organik madde içeriklerinin diğer toprak örneklerine nazaran daha yüksek % 6.80 olduğu gözlenmektedir. En düşük organik madde içeriğinin %0.02 olarak Kartal Sırtı yamacı beyaz-kırmızı şeritli kum örneğinde belirlenmiştir. Alt tabaka daha çakıllı toprak örneğinde organik karbon ve organik madde saptanmamıştır. Suyun yavaş sızabileceği toprak ve materyallerin (orman veya otlak) bitki örtüsü ile kaplı olması önem arz etmektedir. Çünkü yağışların bir bölümü yapraklarda alı konulmakta ve toprağa yavaş yavaş damlayarak ulaşmaktadır. Yüzeysel akışa geçen su bölümünün akış hızı toprak yüzeyini örten bitkiler tarafından yavaşlatılmaktadır. Bitkilerin bu iki geciktirici etkisi suyun sızma süresini uzatmakta ve sızmayı sağlamaktadır. Öte yandan ölü örtü (humus) ve bitki köklerinin sağladığı gözeneklilik ve geniş boşluklar da suyun hızla derinlere akışını sağlamaktadır.

- Hacim ağırlığı bulguları değerlendirildiğinde; orman ve otlak topraklarının yağış sularını hızla sızdırdıkları, topraktan sızıp, alttaki kum katmanlarına ulaşan sızıntı suyunun sızmaya devam edip, yeraltı suyuna ulaştığı, daha sıkı yapıdaki kil katmanlarının ise sızıntı suyunu yönlendirdiği anlaşılmaktadır.
- Alınan toprak ve kum örneklerinde sızıntı suyu gözenekleri hacmi 1931-5828 m<sup>3</sup>/ha/m arasında bulunmuştur (ortalama 3800 m<sup>3</sup>/ha/m). Bu gözenek hacmi 1 m<sup>2</sup> alana düşen 193-583 mm (ortalama 380 mm) yağışı depolayabilecek kapasitededir. Depolanabilecek su kapasiteleri (iki istisna değer hariç) Çorlu’ya düşen yıllık yağış miktarının yaklaşık yarısına denk gelmektedir. 1 ha alana düşen yağışın 1m derinliğe kadar sızıntı gözeneklerini doldurması halinde, 80-160 kişinin yıllık su ihtiyacının karşılanabileceği hesaplanmıştır.
- Higroskopik nem oranları kumlar ve kumlu topraklarda %1-3 arasındadır. Bu değerler kum ve kumlu materyaller ile toprakların suyu fazla tutmadıkları ve hemen tamamını sızdırdıkları anlamına gelmektedir. Böylelikle yağış sularının su üretimine dönüşmesi gerçekleşmektedir.
- Tane çapı dağılımı; bir yandan yağış sularının kum ve kumlu tortullara sızıp, yeraltı suyuna ulaşmasının su üretimi bakımından önemini göstermektedir. Diğer yandan ise; Değirmen Dere’nin çamur ile karışık suyunun sebebini de açıklamaktadır. Havzanın üstte kalan alanlarında çalıştırılan kum ocağının kum yıkama suyu dereye verilmektedir. Kum içerisindeki toz ve kil yıkanmakta, bu çamurlu su ile dere kirletilmektedir.

- Sonbahar, kış ve ilkbahar 7 ay 100 litre/kişi/gün, yaz dönemi 5 ay 200 litre/kişi/gün hesabı ile ve Marmara Ereğlisi'nin kayıtlı nüfusu olan 25 873 kişinin (2018 için) yaz mevsiminde 10 kat arttığı göz önüne alındığında su ihtiyacı 8.3 milyon m<sup>3</sup> olarak hesaplanmaktadır. Bu suyun üretilebilmesi için 2186 ha (21 855 9 dönüm) kum veya kumlu arazi gerekmektedir.

Her geçen gün daha çok gelişmekte olan inşaat sektörü ve bu sektörün ihtiyaçları nedeniyle vazgeçilmez olan kum ve taş ocağı faaliyetlerinin çevreye yönelik etkilerinin en aza indirilmesi için gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir. Bunun için: Kum ve taş ocağı işletmelerinde en son teknolojinin kullanılması sağlanmalıdır. Proje alanı olarak belirlenen alanların, tarımsal alan olmaması ve meralar üzerinde açılmaması gerekmektedir.





## 6. KAYNAKLAR

- Acir, N., Günal, H., ve Çelik, İ. (2019). Elektriksel iletkenlik ve pH analizinde toprak-su karışımlarının karşılaştırılması. ISPEC Uluslararası Tarım ve Kırsal Kalkınma Kongresi, 10-12 Haziran 2019.
- Akpınar, N., ve Çelem, H. (1995). Açık kömür ocaklarında çevresel etkilerin değerlendirilmesi ve doğa onarım çalışmalarının Milas-Sekköy açık kömür ocağı örneğinde irdelenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, (I) 13-16.
- Aksoy, H., Ünal, N.E. ve Küçük, İ. (2002). Türkiye Mühendislik Haberleri, Sayı 420-421-422 /2002/4-5-6, 53-54.
- Albayrak, G.A. (2017). İklim değişikliğinin su kaynakları yönetimine etkisi, Ankara örneği. Uzmanlık Tezi, İller Bankası A.Ş.
- Anonim, (1974). Devlet Meteoroloji İşleri (DMİ) Genel Müdürlüğü. Ortalama ve Ekstrem Kıymetler Meteoroloji Bülteni (1970 yılına kadar) nu.448. Başbakanlık Basımevi, Ankara.
- Anonim, (2011). Devlet Su İşleri 11. Bölge Müdürlüğü. Ergene Havzası Koruma Eylem Planı kapsamında DSİ tarafından yapılacak çalışmalar. Sunum 2011-Edirne.
- Anonim, (2018). Devlet Meteoroloji İşleri (DMİ) Genel Müdürlüğü. Ortalama ve Ekstrem Meteoroloji Verileri (yayınlanmamıştır) Ankara.
- Anonim, (2018). Marmara Ereğlisi Belediyesi Raporları.
- Anonim, (2019). Tekirdağ Büyükşehir Belediyesi Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü Raporları.
- Anonim, (2019). Tekirdağ Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü. Tekirdağ İli 2019 Yılı Çevre Durum Raporu.
- Apaydın, A., Taner, O., Kavaklı, T. ve Güner, B. (2015). Kum-çakıl ocaklarının doğal çevreye; özellikle yeraltısuyuna olumsuz etkilerine çarpıcı bir örnek: Mürted Ovası (Ankara). Devlet Su İşleri, V. Bölge Müdürlüğü, Ankara, 33-38.
- Arkoç, O. ve Erdoğan, M. (2006). Ergene Havzası, Çorlu-Çerkezköy arasındaki kesiminin hidrojeokimyası. *İTÜ Dergisi/d mühendislik* c.5, s.2, Ks.1, (125-134), Ayazağa-İstanbul.
- Ateş, B. (2017). Isparta ormanlarındaki maden işletmelerinin orman koruma açısından incelenmesi (Yüksek Lisans Tezi), Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta.
- Aytuğ, B. (1973). İstanbul çevresi bitkilerinin polen atlası, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları.

- Bingül, Z. (2020). Taş ocağı kaynaklı hava kirliliği ve emisyon konulu çevre izin süreci birliğinde geleceğin yenilikçi-çevre dostu enerjileri ve bölgesel kaynakların kullanımı. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10 (1): 84-90.
- Bouyoucos, G. J. (1951). A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soils. *Agron. J.* 43: 434-438.
- Çelik, A. (2016). Bir kırmataş işletmesinde birim maliyeti etkileyen faaliyetlerin etki derecelerinin belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi), Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, 125.
- Çelik, M. Y., Sarıışık, A. ve Gürcan, S. (2003). Mermer ve taş ocaklarının çevreye olan görsel etkisi. Türkiye IV. mermer sempozyumu (mersem'2003) bildiriler kitabı, 463-474.
- Cındık, Y. ve Acar, C. (2010). Faaliyeti bitmiş taş ocaklarının yeniden rehabilite edilmesi ve doğaya kazandırılması. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 11 (1):11-18.
- Dellal, İ., McCarl, B. A. ve Butt, T. (2011). The economic assessment of climate change on turkish agriculture,. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, Vol:12, No:1, 376-385.
- Doğru, A. O., Goksel, C., David, R. M., Tolunay, D., ve Sözen, S. Orhon, D. (2020). Detrimental environmental impact of large scale land use through deforestation and deterioration of carbon balance in Istanbul Northern Forest Area. *Environmental Earth Sciences* , 79:270.
- Döll, P. (2009). Vulnerability to the impact of climate change on renewable groundwater resources: a global-scale assessment. *Environmental Research Letters* , 1-12.
- Durdu, Ö.F. (2010). İklim değişikliğinin Büyük Menderes Havzası su kaynaklarına etkileri. *Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (Tübitak)*, 319-332.
- Eckhardt, K. ve Ulbrich, U. (2003). Potential impacts of climate change on groundwater recharge and streamflow in a central European low mountain range. *Journal of Hydrology* , 284 244–252. Editors: Dr.Orhan Şen- Dr. Ceyhan Kâhya. ISBN: 978-975-561-432-8, Meteoroloji Gnl.
- Ejder, T., Kale, S., Acar, S., Hisar, O. ve Mutlu, F. (2016). Restricted effects of climate change on annual streamflow of Sariçay stream (Çanakkale, Turkey). *Marine Science and Technology Bulletin* , 5(1):7-11.
- Ekmekyapar, F. (2017). Büyük Seymen Mer'asında (Çorlu) kum ocağı açılmasının yaratacağı olumsuz etkiler üzerine bir değerlendirme. 5. Uluslararası Katılımlı Toprak ve Su Kaynakları Kongresi Bildiriler Kitabı, Kırklareli, 1098.

- Ekmekyapar, F., Tolunay D., Aral, F., Sevgi, M., Ali, K.M, Kantarcı, D. (2020). Çorlu Çukurçengel, Ağırmeşe, Eserce Ormanları ile kum ocaklarında toprak ve materyal özellikleri ile su üretimi ilişkileri üzerine araştırmalar ve Ergene Havzası'nı da kapsayan değerlendirmeler. Derleyip Değerlendiren M. Doğan Kantarcı (Yayınlanmamış Teknik Rapor). 22 Mart 2020.
- Emre, T.M. (2012) Çerkezköy dolayının yeraltı suyu potansiyeli ve yapay beslenme olanakları. *İst. Üni. Yerbilimleri Dergisi* Cilt.3 (1-2), (125-144)-İstanbul.
- Eraslan, Ş. (2014). Mermer ocaklarının faaliyet sonrası peyzaj onarımı ve geliştirme planlaması yaklaşımı (Doktora Tezi), Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, 217.
- Erkmen, J. (2017). Dağ kumu yıkama suyunun içerdiği kil ve siltten ekonomik bir şekilde ayrılması. *Mühendislik Dergisi* , 650-655. Fakültesi Yayın No: 462, (XII+ 420), Çantay Basımevi, ISBN: 975-505-588 -7, İstanbul.
- Goderniaux, P., Brouyère, S., Fowler, H. J., Blenkinsop, S. ve Therrien, R. (2009). Large scale surface–subsurface hydrological model to assess climate change impacts on groundwater reserves. *Journal of Hydrology* , 122–138.
- Hu, W., Wang, Y. Q., Li, H. J., Huang, M. B., Hou, M. T., Li, Z., She, D.L., & Si, B.C.(2019). Dominant role of climate in determining spatio-temporal distribution of potential groundwater recharge at a regional scale. *Journal of Hydrology*, 1-13.İstanbul 12-15 December 2013.
- Irmak, A. (1954). Arazide ve laboratuvarda toprağın araştırılması metodları. İstanbul Üniversitesi Yayınları. No: 599, Orman Fakültesi Yayın No: 27 (159) Halk Matbaası-İstanbul.
- Jyrkama, M. I. ve Sykes, J. F. (2007). The impact of climate change on spatially varying groundwater recharge in the grand river watershed (Ontario). *Journal of Hydrology*, 338, 237– 250.
- Kacar, B. (2012). Toprak Analizleri. Nobel Akademik Yayıncılık. Genişletilmiş 2. Baskı.
- Kale, S., Ejder, T., Hisar, O., ve Mutlu, F. (2016). Climate change impacts on streamflow of karamenderes river (Çanakkale, Turkey). *Marine Science and Technology Bulletin* , 5 (2):1-6.
- Kantarcı, M. D. (2014). Ecological evaluations of the meteorological data in central Anatolia of Turkey in the warming. Global climate change, ISBN: 978-975-461-512-8 (130-144). Yıldız Technical University Faculty of Architecture–Siegen University Edit.: S. Atabay. Print: Yıldız Technical University-İstanbul.

- Kantarci, M.D. (1999). Ayasağada'ki (İstanbul) taşocaklarının, toprak suyu kaybına ve orman ağaçlarının gelişmesine etkisi. 2. Ulusal Kırmataş Sempozyumu Kitabı, TMMOB Maden- Jeoloji Mühendisleri Odası, İstanbul Şubeleri Ortak Yayını, 3-4 Haziran, İstanbul. 277-288.
- Kantarci, M.D. (2000). Toprak İlimi. (Ders Kitabı, 2. Baskı), İ.Ü. Yayın No: 4261, Orman Fakültesi Yayın No: 462, (XII+ 420), Çantay Basımevi, ISBN: 975-505-588 -7, İstanbul.
- Kantarci, M.D., Kılıcı, M., Akbin, G., Sayman, M. ve Bircan, E. (2013). Relationship between Küçükçekmece, European Turkey. *Geodiversitas* 38 (2): 153-173. Kullanımı Çalıştayı 17-19.9.2019 Kayseri. (Basımda). Ankara.
- Karaöz, M. Ö. (1989). Toprakların bazı kimyasal özelliklerinin pH, karbonat, tuzluluk, organik madde, total azot, yararlanılabilir fosfor analiz yöntemleri. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, B (39), Sayı:3, 65-81.
- Kasar, S., Bürkan, K., Siyako, M. ve Demir, O. (1983). Tekirdağ-Şarköy-Keşan-Enez bölgesinin jeolojisi ve hidrokarbon olanakları. TPAO Rapor no: 1771.
- Mert, B. A. (2016). Taş ocaklarında rekültivasyon uygulaması: uçucu küllerin depolanması örneği. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 31(2), ss. 103-117.
- Mileham, L., Taylor, R. G., Todd, M., Tindimugaya, C. ve Thompson, J. (2009). The impact of climate change on groundwater recharge and runoff in a humid, equatorial catchment: sensitivity of projections to rainfall intensity. *Hydrological Sciences Journal*, 54:4, 727-738.
- Nyenje, P. M. ve Batelaan, O. (2009). Estimating the effects of climate change on groundwater recharge and baseflow in the upper Ssezibwa catchment, Uganda. *Hydrological Sciences Journal*, 713-726.
- Özcan, A. U. (2009). Ankara-Hasanoğlan taş ocaklarının onarımı ve kentsel kullanım açısından değerlendirilmesi üzerine bir araştırma, (Doktora Tezi), Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı Ankara .
- Özcan, A. U., ve Akpınar, N. (2009). Hasanoğlan taşocaklarında coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla çevresel risk alanlarının belirlenmesi, (Doktora Tezi), Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı'nda Hazırlanmış, 17-28.
- Ozcan, A. ve Strauss, E. (2016). An overview of the impacts of global climate change on farmland in turkey. *International Journal of Environmental Science and Development*, Vol. 7, No. 6, 458-463.

- Özcan, O. (2018). Tekirdağ ili süleymanpaşa ilçesinde bulunan taş ocaklarının toprak ve arazi kullanımı bakımından değerlendirilmesi. (Yüksek Lisans Tezi), Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı Tekirdağ, 64.
- Özşahin, E. (2016). Ergene Havzası'nda (Trakya) arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişikliklerinin erozyon üzerine etkileri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*. 31: 117-126.
- Özşahin, E., Sarı, H. ve Eroğlu, İ. (2018). Naip ovası ve yakın çevresindeki taş ocaklarında zamansal ve mekânsal değişimlerin çevresel etkileri (Tekirdağ). *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 28(3): 331-344.
- Pantoja, M. H. ve Hiscock, K. M. (2008). The effects of climate change on potential groundwater recharge in Great Britain. *Hydrological Processes*, 10.1002/hyp.
- Pelen, N., İşlek, M. ve Aydın, N. (2013, Jun 3-6). Ergene Havzası'nda yağış ve yeraltı suyu seviye verilerinin değerlendirilmesi. III. *Türkiye İklim Değişikliği Kongresi Tikdek 3-5.6.2013 İstanbul*. plant in Thraceandthedriedinner lake in Central Anatolia in Turkey. HumboldtKolleg.
- Perinçek, D., Ataş, N., Karatut, Ş. ve Erensoy, E. (2015). Trakya Havzasında Danişmen formasyonu içindeki linyit katmanlarının potansiyelini kontrol eden jeolojik faktörler. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, s.150 (79-110), Ankara.
- Ranjan, P., Kazama, S. ve Sawamoto, M. (2006). Effects of climate change on coastal fresh groundwater resources. *Global Environmental Change*, 1-33.
- Roosmalen, L. v., Christensen, B. S. ve Sonnenborg, T.O. (2007). Regional differences in climate change impacts on groundwater and stream discharge in denmark. *Vadose Zone J.*, 6:554–571.
- Rozell, D. J. ve Wong, T. f. (2010). Effects of climate change on groundwater resources at Shelter Island, new york state, usa. *Hydrogeology Journal*, 18: 1657–1665.
- Şahin, Z. (2008). Büyük menderes nehri ile sulanan aydin bölgesi'ndeki toprakların genotoksisitesinin allium test sistemi ile belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi), T.C.Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı Aydın
- Scibek, J. ve Allen, D. M. (2006). Modeled impacts of predicted climate change on recharge and groundwater levels. *Water Resources Research* , 1-18.
- Scibek, J., Allen, D. M., Cannon, A. J. ve Whitfield, P. H. (2007). Groundwater–surface water interaction under scenarios of climate change using a high-resolution transient groundwater model. *Journal of Hydrology* , 333, 165– 181.

- Seçkin, Ö. B. ve Yayım, Ş. D. (2006). Taş ve maden ocağı alanlarının rehabilitasyonu olanakları (İstanbul ağaçlı yöresi açık maden alanı örneği). *Istanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* , 1-9.
- Sen, B., Topcu, S., Türkeş, M., Sen, B. ve Warner, J. F. (2012). Projecting climate change, drought conditions and crop productivity in Turkey. *Climate Research* , 52: 175–191.
- Stoll, S., Hendricks Franssen, H. J., Butts, M. ve Kinzelbach, W. (2011). Analysis of the impact of climate change on groundwater related hydrological fluxes: a multi-model approach including different downscaling methods. *Hydrology and Earth System Sciences* , 21–38.
- Tizro, A. T., Fryar, A. E., pour, M. K. ve Voudouris, K. S. (2019). Groundwater conditions related to climate change in the semi-arid area of western Iran. *Groundwater For Sustainable Development*, 1-8.
- Tolunay, D. (2015). Trakya'daki Bazı Projelerin ÇED Raporlarının Değerlendirilmesi. Doğal Varlıklar ve Çevresel Etki Değerlendirmesi Çalıştayı, Ocak 10-11. Türkiye Barolar Birliği, Kırklareli.
- Tolunay, D. (2015). Türkiye'de ormansızlaşma ile kaybedilen karbon miktarları. *Ulusal Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu*, (pp. 441-452). İzmir.
- Tolunay, D. (2020). Trakya'daki bazı projelerin çevresel etki değerlendirilmesi (ÇED) raporlarının değerlendirilmesi. *Journal of Environmental and Natural Studies, Volume, 2* , 46-62.
- Tolunay, D. ve Çömez, A. (2008). Türkiye ormanlarında toprak ve ölü örtüde depolanmış organik karbon miktarları. Hava Kirliliği ve Kontrolü Ulusal Sempozyumu, 22-25 Ekim 2008, 750-765.
- Türkecan, A. ve Yurtsever, A. 2002. İstanbul Paftası, 1: 500 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası Serisi, MTA.
- Uğur, H., ve Akrınar, N. (2003). Yenikent Zir vadisinde yer alan kum ocaklarının neden olduğu çevre sorunları ve bu alanların geri kazanım olanakları. *Tarım Bilimleri Dergisi* , 9 (1) 35-39.
- Wang, T. Y., Wang, P., Zhang, Y. C., Yu, J. J., Du, C. Y. ve Fang, Y. H. (2019). Contrasting groundwater depletion patterns induced by anthropogenic and climate-driven factors on Alxa Plateau, northwestern China. *Journal of Hydrology*, 262-272.
- Yağbasan, O. (2016). Impacts of climate change on groundwater recharge in Küçük Menderes river basin in western Turkey. *Geodinamica Acta*, 209-222.

- Yano, T., Aydın, M. Haraguchi, T. (2007). Impact of climate change on irrigation demand and crop growth in a mediterranean environment of Turkey. *Sensors* , 2297-2315.
- Yayvan, M., Çelik, S., ve Ersoy, S. (2008). Aksaray iklimi ve küresel ısınma. Su, Enerji, Sağlık sempozyumu, *Bildiriler Kitabı*, 1-12, Aksaray.
- Yiğit, M. G., Doğan, E. ve Köklü, R. (2017). Sakarya nehri'nde kum-çakıl madenciliği kaynaklı arazi kullanım değişimleri. *Mühendislik Dergesi*, 26-32.
- Yıldız, M. (2013). Atatürk orman çiftliği arazisindeki terkedilmiş taş ocaklarının agropark olarak geri kazanımı üzerine bir araştırma, (Yüksek Lisans Tezi), Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı Ankara .
- Yücel, I., Güventürk, A., ve Sen, O. L. (2015). Climate change impacts on snowmelt runoff for mountainous transboundary basins in eastern Turkey. *International Journal Of Climatology* , 215–228.



**EKLER**













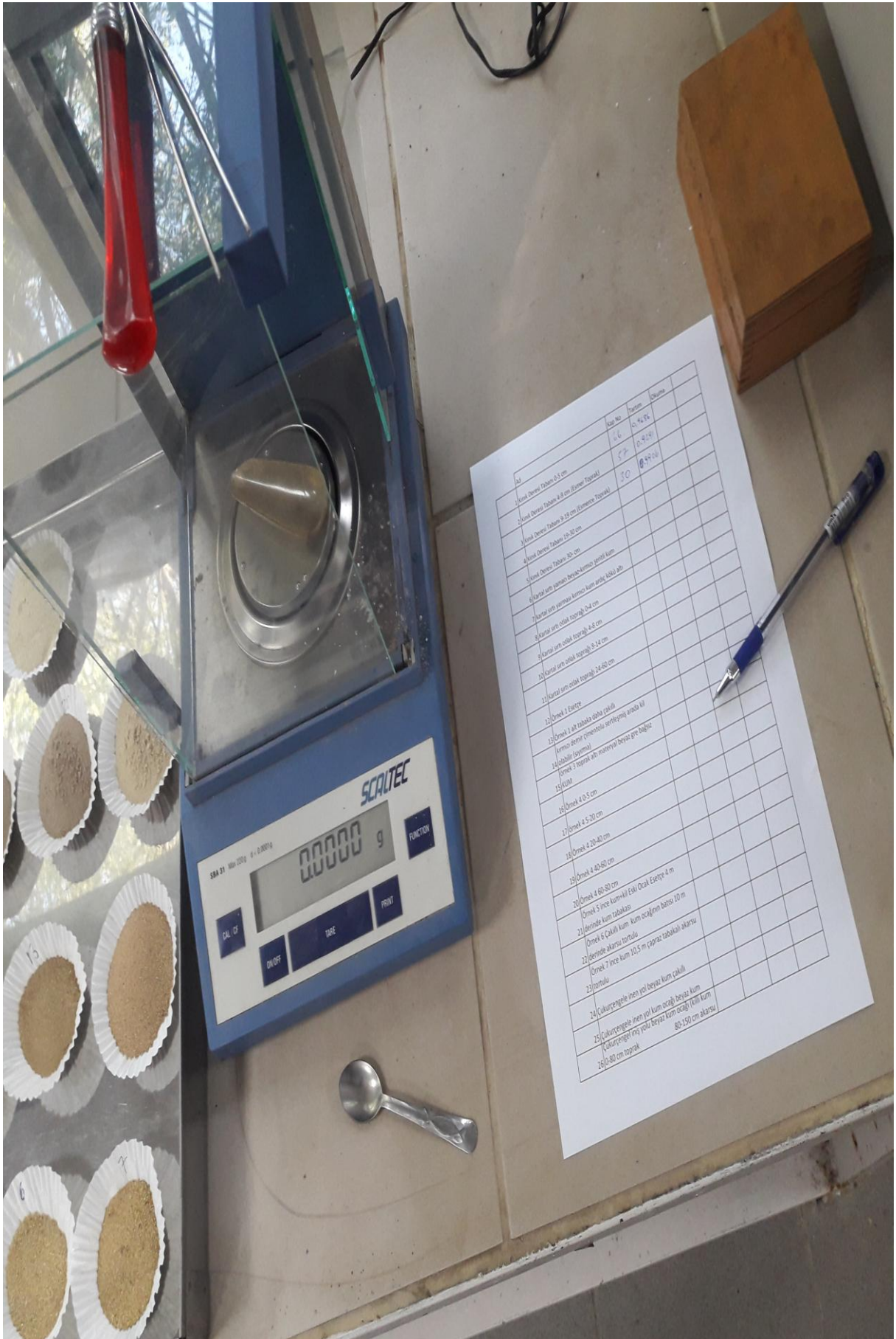












| No  | Detail   | Jumlah | Satuan   |
|-----|--|--------|----------|
| 1   | 1) Koral Deras (Dahan) 0-3 cm  | 16     | 5, 4, 3% |
| 2   | 2) Koral Deras (Dahan) 4-8 cm (Korup Deras)  | 30     | 5, 4, 3% |
| 3   | 3) Koral Deras (Dahan) 9-12 cm (Korup Deras)   | 30     | 5, 4, 3% |
| 4   | 4) Koral Deras (Dahan) 13-18 cm  |        |          |
| 5   | 5) Koral Deras (Dahan) 19-24 cm  |        |          |
| 6   | 6) Koral dan paman beruk/korup jernih koral  |        |          |
| 7   | 7) Koral dan paman koral koral putih (koral) jernih  |        |          |
| 8   | 8) Koral dan corak topografi 4-8 cm  |        |          |
| 9   | 9) Koral dan corak topografi 9-14 cm   |        |          |
| 10  | 10) Koral dan corak topografi 15-20 cm   |        |          |
| 11  | 11) Koral dan corak topografi 21-30 cm   |        |          |
| 12  | 12) Omek 1 Esape   |        |          |
| 13  | 13) Omek 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100 |        |          |
| 14  | 14) Omek 1 Esape   |        |          |
| 15  | 15) Omek 2 Esape   |        |          |
| 16  | 16) Omek 3 Esape   |        |          |
| 17  | 17) Omek 4 Esape   |        |          |
| 18  | 18) Omek 5 Esape   |        |          |
| 19  | 19) Omek 6 Esape   |        |          |
| 20  | 20) Omek 7 Esape   |        |          |
| 21  | 21) Omek 8 Esape   |        |          |
| 22  | 22) Omek 9 Esape   |        |          |
| 23  | 23) Omek 10 Esape  |        |          |
| 24  | 24) Omek 11 Esape  |        |          |
| 25  | 25) Omek 12 Esape  |        |          |
| 26  | 26) Omek 13 Esape  |        |          |
| 27  | 27) Omek 14 Esape  |        |          |
| 28  | 28) Omek 15 Esape  |        |          |
| 29  | 29) Omek 16 Esape  |        |          |
| 30  | 30) Omek 17 Esape  |        |          |
| 31  | 31) Omek 18 Esape  |        |          |
| 32  | 32) Omek 19 Esape  |        |          |
| 33  | 33) Omek 20 Esape  |        |          |
| 34  | 34) Omek 21 Esape  |        |          |
| 35  | 35) Omek 22 Esape  |        |          |
| 36  | 36) Omek 23 Esape  |        |          |
| 37  | 37) Omek 24 Esape  |        |          |
| 38  | 38) Omek 25 Esape  |        |          |
| 39  | 39) Omek 26 Esape  |        |          |
| 40  | 40) Omek 27 Esape  |        |          |
| 41  | 41) Omek 28 Esape  |        |          |
| 42  | 42) Omek 29 Esape  |        |          |
| 43  | 43) Omek 30 Esape  |        |          |
| 44  | 44) Omek 31 Esape  |        |          |
| 45  | 45) Omek 32 Esape  |        |          |
| 46  | 46) Omek 33 Esape  |        |          |
| 47  | 47) Omek 34 Esape  |        |          |
| 48  | 48) Omek 35 Esape  |        |          |
| 49  | 49) Omek 36 Esape  |        |          |
| 50  | 50) Omek 37 Esape  |        |          |
| 51  | 51) Omek 38 Esape  |        |          |
| 52  | 52) Omek 39 Esape  |        |          |
| 53  | 53) Omek 40 Esape  |        |          |
| 54  | 54) Omek 41 Esape  |        |          |
| 55  | 55) Omek 42 Esape  |        |          |
| 56  | 56) Omek 43 Esape  |        |          |
| 57  | 57) Omek 44 Esape  |        |          |
| 58  | 58) Omek 45 Esape  |        |          |
| 59  | 59) Omek 46 Esape  |        |          |
| 60  | 60) Omek 47 Esape  |        |          |
| 61  | 61) Omek 48 Esape  |        |          |
| 62  | 62) Omek 49 Esape  |        |          |
| 63  | 63) Omek 50 Esape  |        |          |
| 64  | 64) Omek 51 Esape  |        |          |
| 65  | 65) Omek 52 Esape  |        |          |
| 66  | 66) Omek 53 Esape  |        |          |
| 67  | 67) Omek 54 Esape  |        |          |
| 68  | 68) Omek 55 Esape  |        |          |
| 69  | 69) Omek 56 Esape  |        |          |
| 70  | 70) Omek 57 Esape  |        |          |
| 71  | 71) Omek 58 Esape  |        |          |
| 72  | 72) Omek 59 Esape  |        |          |
| 73  | 73) Omek 60 Esape  |        |          |
| 74  | 74) Omek 61 Esape  |        |          |
| 75  | 75) Omek 62 Esape  |        |          |
| 76  | 76) Omek 63 Esape  |        |          |
| 77  | 77) Omek 64 Esape  |        |          |
| 78  | 78) Omek 65 Esape  |        |          |
| 79  | 79) Omek 66 Esape  |        |          |
| 80  | 80) Omek 67 Esape  |        |          |
| 81  | 81) Omek 68 Esape  |        |          |
| 82  | 82) Omek 69 Esape  |        |          |
| 83  | 83) Omek 70 Esape  |        |          |
| 84  | 84) Omek 71 Esape  |        |          |
| 85  | 85) Omek 72 Esape  |        |          |
| 86  | 86) Omek 73 Esape  |        |          |
| 87  | 87) Omek 74 Esape  |        |          |
| 88  | 88) Omek 75 Esape  |        |          |
| 89  | 89) Omek 76 Esape  |        |          |
| 90  | 90) Omek 77 Esape  |        |          |
| 91  | 91) Omek 78 Esape  |        |          |
| 92  | 92) Omek 79 Esape  |        |          |
| 93  | 93) Omek 80 Esape  |        |          |
| 94  | 94) Omek 81 Esape  |        |          |
| 95  | 95) Omek 82 Esape  |        |          |
| 96  | 96) Omek 83 Esape  |        |          |
| 97  | 97) Omek 84 Esape  |        |          |
| 98  | 98) Omek 85 Esape  |        |          |
| 99  | 99) Omek 86 Esape  |        |          |
| 100 | 100) Omek 87 Esape   |        |          |













