



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN
ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



KONYA/ULUMUHSİNE MAHALLESİNDEKİ
SU ALMA (KAPTAJ) YAPISININ OPTİMUM
TASARIMI

Mert PINARKARA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Konya-2025
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Mert PINARKARA tarafından hazırlanan “**KONYA/ULUMUHSİNE MAHALLESİNDEKİ SU ALMA (KAPTAJ) YAPISININ OPTİMUM TASARIMI**” adlı tez çalışması 09/01/2025 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan

Doç. Dr. Ali Ferat BAYRAM

Danışman

Doç Dr. Ali Sinan SOĞANCI

Üye

Dr. Öğr. Üyesi İlyas ÖZKAN

İmza

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun/.../20.. gün ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Havvanur UÇBEYİAY
FBE Müdürü

Bu tez çalışması Necmettin Erbakan Üniversitesi BAP Koordinatörlüğü tarafından 23ÜKSÖSİP19001 nolu proje ile desteklenmiştir.

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Mert PINARKARA

Tarih: 06.02.2025

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KONYA/ULUMUHSİNE MAHALLESİNDEKİ SU ALMA (KAPTAJ) YAPISININ OPTİMUM TASARIMI

Mert PINARKARA

**Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Doç. Dr. Ali Sinan SOĞANCI

2025, 130 Sayfa

Jüri

**Doç Dr. Ali Sinan SOĞANCI
Doç. Dr. Ali Ferat BAYRAM
Dr. Öğr. Üyesi İlyas ÖZKAN**

“Su” şüphesiz ki canlı hayatında vazgeçilmez unsurların başında yer almaktadır. Günümüz dünyasında özellikle sanayileşme, nüfus artışı, çevrenin ve su kaynaklarının giderek kirletilmesi, sera etkisi, artan fosil yakıt tüketimi, ormansızlaşma ve artan tüketim ihtiyacına bağlı olarak tarım faaliyetlerinin çoğalması küresel iklim değişikliğinin giderek daha da artmasına ve korkunç derecede hissedilir hale gelmesine neden olmuştur. Küresel iklim değişikliğinin sonuçlarından biri de su kaynaklarına olan etkisidir. Bu da değerini zamanla daha iyi anladığımız su kaynaklarımızın gelecek nesiller tarafından kullanılabilmesi, bu kaynakları en yüksek hassasiyetle yönetmeyi, en verimli şekilde faydalanmayı ve en tasarruflu şekilde kullanmayı gerektirmektedir. Bu nedenle su temini sistemlerinin planlama, projelendirme, yapım ve işletmesinde her aşama en ufak ayrıntısına kadar irdelenmeli ve en verimli hale getirilmelidir.

Bu çalışma kapsamında su temini sistemlerinde su kaynağı olarak kullanılan yüzeysel ve fazla derin olmayan suların derlenmesinde gerekli olan ilk sanat yapısının(kaptaaj), yapım sürecine kadar olan her aşamasındaki çalışmalar detaylandırılmış ve bu kapsamda bir yol haritası ortaya konulmuştur. Bu bağlamda; Konya İli Selçuklu İlçesi Ulumuhsine Mahallesiindeki bir su kaynağı üzerinde planlanan çalışmalar özelinde, yukarıda bahsedilen yol haritasındaki aşamalar tek tek açıklanmış ve nihai projelendirme sürecinde uygulanmıştır. Yapılan tüm çalışmalar sonucunda elde edilen verilerin gerekliliği ve kullanılabilirliği konusunda ilgili çıkarımlar yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Debi, Harita, Havza, İsale, Jeofizik, Jeoloji, Kaptaj, Meteoroloji

ABSTRACT

MS THESIS

**OPTIMUM DESIGN OF THE WATER INTAKE (CATCHMENT) STRUCTURE
IN KONYA/ULUMUHSİNE NEIGHBORHOOD**

Mert PINARKARA

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
NECMETTİN ERBAKAN UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN CIVIL ENGINEERING**

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Ali Sinan SOĞANCI

2025, 130 Pages

Jury

Assoc. Prof. Dr. Ali Sinan SOĞANCI

Assoc. Prof. Dr. Ali Ferat BAYRAM

Asst. Prof. Dr. Üyesi İlyas ÖZKAN

“Water” is undoubtedly one of the indispensable elements in living life. In today's world, especially industrialization, population growth, increasing pollution of the environment and water resources, greenhouse effect, increasing fossil fuel consumption, deforestation and the proliferation of agricultural activities due to increasing consumption needs have caused global climate change to increase gradually and become terribly felt. One of the consequences of global climate change is its impact on water resources. This means that the use of our water resources, the value of which we understand better over time, by future generations requires managing these resources with the highest sensitivity, utilizing them in the most efficient way and using them in the most economical way. For this reason, we should examine every stage in the planning, project design, construction and operation of water supply systems down to the smallest detail and make them the most efficient.

Within the scope of this study, the works at every stage of the first art structure (kaptaj), which is necessary for the collection of superficial and shallow waters used as a water source in water supply systems, until the construction process, have been detailed and a road map has been put forward in this context. In this context; in the specific case of the studies planned on a water source in Ulumuhsine Neighborhood of Selçuklu District of Konya Province, the stages in the road map mentioned above were explained one by one and applied in the final project design process. As a result of all the studies, relevant conclusions were made about the necessity and usability of the data obtained.

Keywords: Basin, Catchment, Flow, Geology, Geophysics, Map, Meteorology, Pipeline

ÖNSÖZ

Bu çalışma Konya Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisansı kapsamında, 2024-2025 Yılı Güz Döneminde tez çalışması olarak hazırlanmıştır.

Çalışmam sırasında benden yardımlarını esirgemeyen danışman hocalarım Doç. Dr. Ali Sinan SOĞANCI ve Dr. Öğr. Üyesi Yavuz YENGİNAR'a; saygıdeğer iş arkadaşlarım Harita Müh. A. Burak ÖZKAL, Jeoloji Müh. Harun ADALI ve Harita Tek. Mevlüt UYAR'a ve bu süreçte benden maddi manevi desteklerini esirgemeyen sevgili eşim ve çocuklarıma bir teşekkürü borç bilirim.

Mert PINARKARA
KONYA-2025

İÇİNDEKİLER

| | |
|---|-------------|
| ÖZET | iv |
| ABSTRACT..... | v |
| ÖNSÖZ | vi |
| İÇİNDEKİLER | vii |
| ŞEKİLLER LİSTESİ | ix |
| ÇİZELGELER LİSTESİ | xi |
| SİMGELER VE KISALTMALAR | xiii |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 2. KAPTAJ NEDİR?..... | 3 |
| 2.1. Kaptaj Yapısının Tanımı..... | 3 |
| 2.2. Kaptaj Yapılarının Tasarımı ve Çeşitleri | 4 |
| 2.2.1. Pınar ve Gözelerin Kaptajı..... | 6 |
| 2.2.2. Drenaj Sistemiyle Yapılan Kaptajlar | 7 |
| 2.2.3. Galeri ve Keson Kuyularla Yapılan Kaptajlar | 8 |
| 3. LİTERATÜR TARAMASI | 9 |
| 4. MATERYAL VE YÖNTEM..... | 30 |
| 4.1. Çalışma Yapılacak Yerleşkenin Mevcut Durumu | 32 |
| 4.1.1. Çalışma Yapılacak Yerleşkenin Demografik Durumu | 32 |
| 4.1.2. Çalışma Yapılacak Yerleşkenin İçme Suyu Durumu | 33 |
| 4.2. Çalışma Yapılacak Su Kaynağı Üzerinde Yapılan Çalışmalar..... | 34 |
| 4.2.1. Kaynak Çıkış Noktasının Tespiti ve Halihazırdaki Durumu | 34 |
| 4.2.2. Kaynak Suyunun Debi Ölçümleri..... | 35 |
| 4.2.3. Kaynak Suyunun Su Kalite Analizi | 36 |
| 4.3. Çalışma Alanının Meteorolojik ve Hidrolojik Durumu..... | 37 |
| 4.3.1. Meteorolojik Verilerin Derlenmesi..... | 37 |
| 4.3.2. Hidrolojik Havza Verilerinin Derlenmesi..... | 37 |
| 4.4. Çalışma Alanında Yapılacak Jeofizik, Jeolojik ve Geoteknik Arazi Deneyleri ve Hesap Yöntemleri | 38 |
| 4.4.1. Jeofizik Çalışmalar | 38 |
| 4.4.2. Jeolojik Çalışmalar | 52 |
| 4.5. Çalışma Bölgesinde Yapılacak Harita Çalışmaları..... | 56 |
| 4.5.1. İnsansız Hava Aracı (İHA) – Dron Uçuş Çalışmaları | 56 |
| 4.5.2. Uçuş Sonrası Elde Edilen Ham Dataların İşlenmesi | 58 |
| 5. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE BULGULAR..... | 61 |

| | |
|---|------------|
| 5.1. Yerleşkenin İçme Suyu İhtiyaç Hesaplamaları..... | 61 |
| 5.2. Kaynak Suyunun Debi Ölçüm Verileri ve Kalite Analizleri | 63 |
| 5.2.1. Debi Ölçüm Verileri | 63 |
| 5.2.2. Su Kalite Analizi Verileri | 64 |
| 5.3. Çalışma Alanının Meteorolojik ve Hidrolojik Verilerinin Derlenmesi ve Yorumlanması..... | 72 |
| 5.3.1. Meteorolojik Veriler ve İl Ortalaması | 72 |
| 5.3.2. Hidrolojik Havza Verileri | 78 |
| 5.3.3. Meteorolojik ve Hidrolojik Verilerin Sonuçlarının Değerlendirilmesi | 81 |
| 5.4. Çalışma Alanında Yapılan Jeofizik ve Geoteknik Etütlerin Sonuçları..... | 81 |
| 5.4.1. Jeofizik Çalışmaların Sonuçları | 81 |
| 5.4.2. Jeolojik Çalışmaların Sonuçları | 96 |
| 5.5. Harita Çalışmaları ve Sonuçları | 100 |
| 5.5.1. Ham Verilerin İşlenmesi | 100 |
| 5.5.2. Harita Altlıklarının Oluşturulması | 101 |
| 5.6. Kaptaj Yapısının ve İsale Hattının Optimum Tasarımının Yapılması..... | 103 |
| 5.6.1. Kaptaj Yapısının Projelendirilmesi..... | 103 |
| 5.6.2. İsale Hattının Projelendirilmesi | 105 |
| 6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER | 108 |
| 7. KAYNAKLAR | 110 |
| ÖZGEÇMİŞ | 117 |

ŞEKİLLER LİSTESİ

- Şekil 2.1.** Yüzeysel suların yeryüzüne çıkış şekli
- Şekil 2.2.** Tipik bir kaptaj yapısı
- Şekil 3.1.** Jeofizik çalışmalar sonucunda elde edilen zemin kesitleri (Owen & Dahlin, 2005)
- Şekil 3.2.** Farklı yüzey suyu seviyelerine göre(a,b,c,d,e,f) akışın gözlemlendiği yeraltı suyu akış modeli(g) (Van Der Velde vd., 2009)
- Şekil 3.3.** HBV Light Modeli (Seibert & Vis, 2012)
- Şekil 3.4.** Yüzeysel Suyunun (SW) Yer Altındaki Akış Yolları ve Yeraltı Suyu (GW) ile Etkileşimi (Winter, 2000)
- Şekil 3.5.** Çalışma Kapsamında Yapılan Bazı ERT Kesitleri ve Belirlenen Sondaj Yerleri (Khan vd., 2021)
- Şekil 3.6.** Tirol Tipi Su Alma Yapısı ve Izgara Tip Kesiti (Maraş, 2017)
- Şekil 3.7.** Akışkanlar Mekaniğindeki Coanda Etkisini Tanımlayan Görseller
- Şekil 3.8.** Coanda Tipi Su Alma Yapısı ve Izgara Tip Kesiti (Maraş, 2017)
- Şekil 4.1.** Ulumuhsine Mahallesinin Yer Bulduru Haritası
- Şekil 4.2.** Nakamura Yöntemi ile Veri Çözümlemesi Akış Şeması (Nakamura, 1989)
- Şekil 4.3.** Sismometrenin Tepki Spektrumu
- Şekil 4.4.** ERT Yönteminde Yaygın Olarak Kullanılan Elektrot Dizilimleri
- Şekil 4.5.** ERT Yönteminde a)İki Boyutlu ve b)Üç Boyutlu Verilerin Toplanması
- Şekil 4.6.** DJI Terra Program Arayüzü
- Şekil 4.7.** 3D Survey Program Arayüzü
- Şekil 5.1.** Altınapa Barajı Su Toplama Havzası ve Dere Güzergahlarını Gösterir Harita (KOSKİ Coğrafi Bilgi Sistemi, t.y.)
- Şekil 5.2.** Altınapa Barajı Koruma Havzalarını Gösterir Harita (Mavi=Orta Koruma Sınırı, Yeşil=Kısa Koruma Sınırı, Kırmızı=Mutlak Koruma Sınırı) (KOSKİ Coğrafi Bilgi Sistemi, t.y.)
- Şekil 5.3.** Tatlı Su Kaynakları Beslenme ve Koruma Havzasını Gösterir Harita (Yeşil Alan) (KOSKİ Coğrafi Bilgi Sistemi, t.y.)
- Şekil 5.4.** İçme Suyu Temininde Kullanılan Doğal Su Kaynaklarını Gösterir Harita (Yeşil Su Damlası Sembolleri) (KOSKİ Coğrafi Bilgi Sistemi, t.y.)
- Şekil 5.5.** İnceleme Alanında Yapılan Jeofizik Çalışmaları ve Uydu Görüntüsü

- Şekil 5.6.** ERT-1 Deneyinin Yapıldığı Alan ve Deney Sonucu Elde Edilen Zemin Kesiti
- Şekil 5.7.** ERT-2 Deneyinin Yapıldığı Alan ve Deney Sonucu Elde Edilen Zemin Kesiti
- Şekil 5.8.** ERT-3 Deneyinin Yapıldığı Alan ve Deney Sonucu Elde Edilen Zemin Kesiti
- Şekil 5.9.** ERT-4 Deneyinin Yapıldığı Alan ve Deney Sonucu Elde Edilen Zemin Kesiti
- Şekil 5.10.** ERT-5 Deneyinin Yapıldığı Alan ve Deney Sonucu Elde Edilen Zemin Kesiti
- Şekil 5.11.** Araştırma Sondajı Sonucu Oluşturulan Sondaj Logu
- Şekil 5.12.** Araştırma Sondajında Yapılan SPT Deneyinin Düzeltilmiş Sonuç Verileri
- Şekil 5.13.** DJI Terra Programında ve Nokta Bulutunun İşlenmesi
- Şekil 5.14.** 3D Survey Programında Dron Fotoğraflarının Birleştirilmesi
- Şekil 5.15.** 3D Survey Programında Nokta Bulutunun Oluşturulması
- Şekil 5.16.** 3D Survey Programında Oluşturulan Arazinin Eş Yükselti Eğrileri
- Şekil 5.17.** 3D Survey Programında Oluşturulan Renklendirilmiş Arazi Modeli
- Şekil 5.18.** 3D Survey Programında Oluşturulan Yüksek Çözünürlüklü Harita Görüntüsü
- Şekil 5.19.** Projelendirilen Kaptaj Yapısı Plan(a) ve Kesiti(b)
- Şekil 5.20.** Projelendirilen Kaptaj Yapısının Aplikasyon ve Vaziyet Planı
- Şekil 5.21.** Seçilen İsale Hattı Güzergahı ve Arazi Nitelik-Mülkiyet Durumları
- Şekil 5.22.** Projelendirilen İsale Hattı Şematik Boykesiti

ÇİZELGELER LİSTESİ

- Çizelge 2.1.** Su Kaynağının Yıl İçerisindeki Minimum ve Maksimum Debileri Arasındaki Oran (Bay, 2006)
- Çizelge 4.1.** Ulumuhsine Mahallesinin Mevcut Kadastro Bilgileri ve Hane Sayısı (İçme Suyu Aboneleri)
- Çizelge 4.2.** Ulumuhsine Mahallesi Resmi Nüfus Sayım Sonuçları (Türkiye İstatistik Kurumu, t.y.)
- Çizelge 4.3.** TBDY 2018'e Göre Zemin Grupları ve Yerel Zemin Sınıflaması (Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, 2018)
- Çizelge 4.4.** V_p ile Sökülebilirlik Arasındaki İlişki (Bailey, 1974)
- Çizelge 4.5.** Kohezyonlu Zeminlerin Vs Hızlarına Göre Sınıflandırılması (Özaydın, 1982)
- Çizelge 4.6.** Kohezyonsuz Zeminlerin Vs Hızlarına Göre Sınıflandırılması (Özaydın, 1982)
- Çizelge 4.7.** Zemin Birimlerinin Yoğunluk Sınıflaması (Keçeli, 1990)
- Çizelge 4.8.** Poisson Sınıflaması ve Zemin Özelliği Karşılaştırması (Keçeli, 1990)
- Çizelge 4.9.** Poisson Oranı ve Sismik Hız Oranı ile Sıkılık arasındaki İlişki (Ercan, 2001)
- Çizelge 4.10.** Kayma Modülü Değerlerine Göre Zemin ya da Kayaçların Dayanımı (Keçeli, 1990)
- Çizelge 4.11.** Elastisite Modülü Değerlerine Göre Zemin ya da Kayaçların Dayanımı (Keçeli, 1990)
- Çizelge 4.12.** Bulk Modülü Değerlerine Göre Zemin ya da Kayaçların Sıkışması (Keçeli, 1990)
- Çizelge 4.13.** Ortalama Zemin Büyütmesine Göre Zemin Sınıflaması (Ansal vd., 2003)
- Çizelge 4.14.** SPT Deneyi Sonucunda Elde Edilen Değerlerde Yapılan Düzeltme Türü ve Faktörleri
- Çizelge 4.15.** Geçirimsizlik Deneyi Sonucunda Elde Edilen Değere Göre Zemin Geçirimsizlik Sınıfları (Şekercioğlu, 2007)
- Çizelge 4.16.** Kohezyonlu Zeminlerin Kıvamlılık İndisine Göre Sınıflandırılması
- Çizelge 4.17.** Kohezyonlu Zeminlerin Plastisite İndisine Göre Sınıflandırılması (Leonards, 1962)
- Çizelge 4.18.** Kohezyonlu Zeminlerin Sıkışabilirlik Sınıflandırılması (Sowers & Sowers, 1979)

- Çizelge 5.1.** Ulumuhsine Mahallesi İçme Suyu İhtiyaç Hesap Tablosu
- Çizelge 5.2.** Kaynak Suyunun Debi Ölçüm Değerleri
- Çizelge 5.3.** Kaynak Suyunun İlk Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları
- Çizelge 5.4.** Kaynak Suyunun İkinci Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları (Göz)
- Çizelge 5.5.** Kaynak Suyunun İkinci Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları (Dere Yatağı)
- Çizelge 5.6.** Konya İli Ortalama Genel Meteorolojik İstatistik Verileri (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, t.y.)
- Çizelge 5.7.** Konya İli Ortalama Meteorolojik Mevsim Normalleri Verileri (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, t.y.)
- Çizelge 5.8.** Konya Kapalı Havzası Meteoroloji İstasyonları (MGM) Aylık Ortalama Yağış Verileri (Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, 2017)
- Çizelge 5.9.** Konya Kapalı Havzası Meteoroloji İstasyonları (DSİ) Aylık Ortalama Yağış Verileri (Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, 2017)
- Çizelge 5.10.** Konya Kapalı Havzası Meteoroloji İstasyonları Ortalama, Maksimum ve Minimum Sıcaklıkları (Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, 2017)
- Çizelge 5.11.** Sismik Serimlerinde Koordinatlar, Jeofon ve Ofset Aralıkları ile Profil Uzunlukları
- Çizelge 5.12.** Masw kırılma çalışmalarından elde edilen sismik hızlar ve tabakalar
- Çizelge 5.13.** Masw kırılma çalışmalarından elde edilen dinamik-elastik parametreler
- Çizelge 5.14.** TBDY 2018'e göre zemin grupları ve yerel zemin sınıflaması
- Çizelge 5.15.** Masw kırılma çalışmaları sonucunda elde edilen veriler ve zemin parametreleri
- Çizelge 5.16.** Mikrotremör ölçümü yapılan noktanın koordinatları
- Çizelge 5.17.** Bir noktada yapılan mikrotremör çalışmasından elde edilen zemin hâkim titreşim periyotları ve zemin büyütme değerleri
- Çizelge 5.18.** Dört serimde yapılan masw kırılma çalışmalarından elde edilen zemin hâkim titreşim periyotları ve zemin büyütme değerleri
- Çizelge 5.19.** Elektrik özdirenç tomografi profil koordinatları
- Çizelge 5.20.** Permeabilite deney verileri ve sonuçları
- Çizelge 5.21.** Laboratuvar deneyleri sonucunda zeminin elde edilen indeks-sınıflama ve malzeme özellikleri
- Çizelge 5.22.** Projelendirilen İsale Hattı Hidrolik Hesap Tablosu

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

| | |
|--------------------|--|
| Q_{\min} | : Minimum Debi |
| Q_{\max} | : Maksimum Debi |
| $^{\circ}\text{C}$ | : Santigrat Derece |
| Ω | : Ohm |
| Q | : Debi |
| V | : Su Hızı |
| A | : Akışkanın Geçtiği Kesit Alanı |
| V_p | : Birincil Dalga Hızı |
| V_s | : İkincil Dalga Hızı |
| s | : saniye |
| ρ | : Yoğunluk |
| d | : Yoğunluk |
| ν | : Poisson Oranı |
| G | : Kayma Modülü |
| E | : Elastisite Modülü |
| K | : Bulk (Sıkışmazlık) Modülü |
| F | : Frekans |
| T | : Periyot |
| K | : Geçirimsizlik (Permeabilite) Katsayısı |
| r | : Kuyu çapı |
| h | : Ölçüm yapılan seviye yüksekliği / Derinlik |
| t | : Zaman |
| N_{30} | : Arazide yapılan düzeltilmemiş SPT darbe sayısı |
| C_n | : Örtü gerilimi düzeltmesi |
| C_e | : Enerji faktörü düzeltmesi |
| C_b | : Kuyu çapı düzeltmesi |
| C_r | : Tij uzunluğu düzeltmesi |
| C_s | : Örnekleyici düzeltmesi |
| L | : Litre |
| c | : Kohezyon |
| ϕ | : Sürtünme Açısı |

Kısaltmalar

m : metre

mm : milimetre

km² : kilometrekare

cm² : santimetrekare

km³ : kilometreküp

hm³ : hektometreküp

ft : feet

hz : hertz

KD : Kuzeydoğu

GB : Güneybatı

GW : Ground Water (Yeraltı Suyu)

SF : Surface Water (Yüzey Suyu)

CBS : Coğrafi Bilgi Sistemi

ET : Evapotranspirasyon

SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition (Gözetleyici Kontrol ve Veri Toplama Sistemi)

KOSKİ: Konya Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü

LİDAR: Laser Imaging Detection and Ranging (Işın Algılama ve Mesafe Ölçme)

MASW: Multi- Channel Analysis of Surface Waves (Çok Kanallı Yüzey Dalgası Analiz Yöntemi)

TBDY : Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği

ERT : Elektrik Rezistivite Tomografi

SPT : Standart Penetrasyon Deneyi

SYM : Sayısal Yüzey Modeli

İHA : İnsansız Hava Aracı

SfM : Structure From Motion (Hareketten Yapı)

MGM : Meteoroloji Genel Müdürlüğü

DSİ : Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü

MGİ : Meteoroloji Gözlem İstasyonu

GPS : Global Positioning System (Küresel Konumlama Sistemi)

PE : Polietilen

PVC : Polivinilklorür

1. GİRİŞ

Canlı hayatının vazgeçilemez unsurlarından biri olan su, tarih boyunca canlıların hayatını sürdürebilmesi için çeşitli şekillerde yaşamımızda rol almıştır. Yıllar geçse de canlılar için öneminden hiçbir şey kaybetmemekle birlikte, değerini günden güne daha iyi anladığımız bir unsur haline gelmiştir. Tarihteki medeniyetlere baktığımızda her zaman su ve su kaynaklarıyla bütünleşmiş ve yerleşimlerini bu doğrultuda belirmiş oldukları görülmektedir. Yeri gelmiş toplumlar su ve suya ulaşmak için birbirleriyle savaşmaktan kaçınmamışlardır.

Dünyadaki toplam su miktarı 1,4 milyar km³ olup bu miktarın %97,5 i tuzludur. Kalan %2,5 olan tatlı kısmın ise %60'ı buzullardan oluşmaktadır. Yani dünya üzerindeki ulaşılabilir ve kullanılabilir tatlı su rezervi yeryüzündeki toplam suyun yalnızca %1'ini oluşturmaktadır. Ama buna karşın yaşanan küresel iklim değişikliği, yağış rejimlerinin değişmesi, suyun yanlış tüketilmesi ve kullanımı, mevcut kullanılan su kaynaklarının kirlenmesi vb. sebepler, dünya üzerindeki az miktardaki kullanılabilir suyun da günden güne azalmasına ve kritik bir seviyeye gelmesine sebep olmuştur. Bunun yanı sıra son yıllarda dünyada yaşanan nüfus artışı, hayatın her alanında suya olan ihtiyacın ve kullanımının günden güne artması ve buna ek olarak tarımın ve tarımsal sulamanın günümüzde daha da önem kazanması ile birlikte suya olan ihtiyaç günden güne logaritmik olarak artış göstermektedir.

Bu süreçte artan bu su ihtiyacının karşılanabilmesi için yer üstü doğal su kaynaklarına ek olarak yeraltı su kaynaklarının kullanımı da giderek artış göstermiştir. Yeraltı su kaynaklarının kullanımındaki bu artış, su kuyularının dolayısı ile yeraltı su seviyesinin düşmesine ve bu sebepten ötürü su kalitesinin her geçen gün azalmasına sebep olmaktadır. Bu durum mevcut yer üstü su kaynaklarının daha verimli bir şekilde kullanılması gerekliliğini doğurmuştur.

Gerek tarımsal anlamda gerekse içme-kullanma suyu temini için süreç yaklaşık olarak aynıdır. Bu süreç genel olarak; su kaynağından suyun kapalı veya açık sistemle alınması, alınan ham suyun arıtma tesisine iletilip kullanım niteliğine göre arıtma işleminin gerçekleştirilmesi, ana isale hattıyla suyun bir toplama deposuna aktarılması ve su deposundan şebeke ana borusu ve tali borular vasıtasıyla suyun kullanıcılara iletilmesi olarak özetlenebilir. Ancak içme suyu temin sistemlerinde suyun doğal kaynak suyu olarak yer üstüne çıktığı durumlarda, suyun doğru şekilde muhafaza edilerek borulu

sisteme alınması kaydıyla (su analizinin uygun olduğu durumlarda) herhangi bir arıtma işlemine gerek duymadan direk depoya ve şebekeye su verilebilmektedir.

En iyi ve kaliteli sular doğal yer üstü kaynak sularıdır. Ancak bunların miktarı diğer su kaynaklarına nazaran daha azdır. Bu sebeple doğal kaynak sularının kirlenmesini önlemek ve kirlenmesine sebep olabilecek unsurların tespit edilerek bunun için çeşitli önlemler alınması gerekmektedir.

Yüzeye çıkış yapan bu kaynak sularının, içme suyu temininde kullanılabilmesi için çıkış noktasında çevresel etmenlerden izole edilecek şekilde kapalı yapılar teşkil edilmeli, daha sonrasında suyun isale sağlanmalıdır.

Kaptaj yapısı; havzasından emilerek yeraltına karışan daha sonra bölgenin topografik yapısına göre arazide yüzeye doğrudan çıkan veya yüzeye yakın seyreden su kaynaklarının borulu sisteme (hazne + isale hattı) alındığı ilk sanat yapılarıdır.

Bu tez çalışmasında ilk olarak kaptaj yapısının tam tanımı yapılarak su temin sistemlerindeki yeri ve önemi ortaya konulmuştur. Sonrasında mevcutta yapılmış kaptaj yapılarının çeşitleri ve tasarımıyla ilgili genel geçer bilgiler verilerek, bu konu ile ilgili daha önceden yapılmış literatür çalışmalarına değinilmiştir.

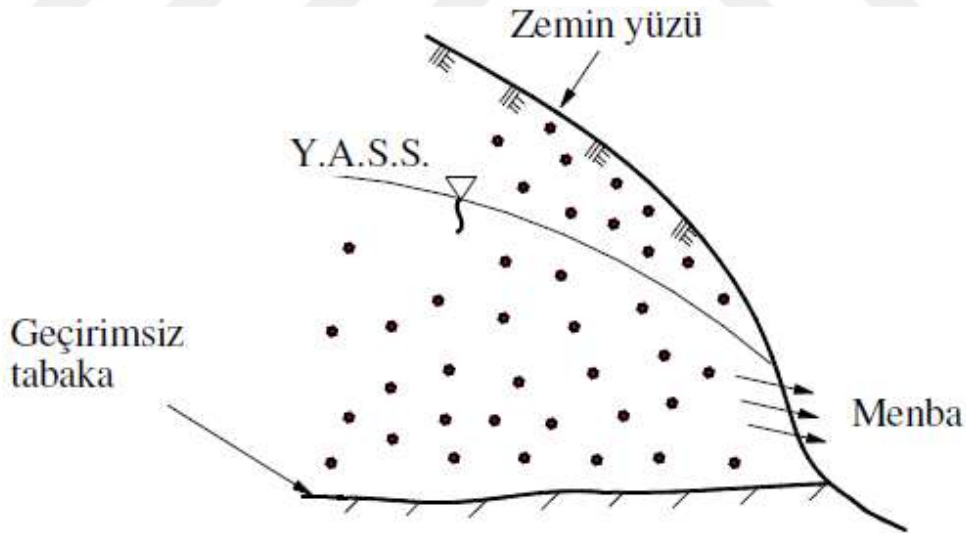
Daha sonrasında Konya İli Selçuklu İlçesi Ulumuhsine Mahallesinde içme suyu temini amacıyla kullanılması düşünülen doğal su kaynağının, optimum kaptaj tasarımının yapılabilmesi için bu kapsamında yapılacak çalışmaların öncelikle nasıl yapılacağı ve yöntemleri anlatılmıştır. Bu kapsamda yapılan araştırma, arazi ve laboratuvar çalışmalarının yerinde uygulanması sonucunda elde edilen bulgular ortaya konulmuştur. Son olarak bu araştırma bulguları üzerinde çeşitli çıkarım ve yorumlar yapılarak sonuç ve önerilere yer verildikten sonra tez çalışması sonlandırılmıştır.

2. KAPTAJ NEDİR?

2.1. Kaptaj Yapısının Tanımı

Yeraltı suları genel olarak, akış yaptığı akifer boyunca devam eden bir geçirimsiz tabakanın yüzeye kadar devam ettiği durumlarda yeryüzüne çıkış yaparlar (Şekil 2.1.). Suyun çeşitli yollarla yeryüzüne çıkış yaptığı bu noktalara kaynak (membra) adı verilir. Bu isme ek olarak göz, pınar veya memba terimleri de kullanılmaktadır. Kaynak çeşitleri yüzeye çıkışlarına göre depresyon kaynağı, dokanak kaynağı, çatlak kaynağı, fay kaynağı, karstik kaynaklar vb. olarak gruplandırılabilir.

Debisi ve sürekliliği yeterli olan bu kaynak sularından yararlanmak ve üstte belirtildiği üzere çıkış noktasından veya herhangi bir sebeple bu kaynağın kirlenmesinin önüne geçmek amacıyla bunlar belirli noktalarda ve çeşitli yöntemlerle toplanırlar. Bu kaynak sularının derlenmesi işlemine ve bu noktada oluşturulan yapıya kaptaj adı verilir. Kaynak sularında kaptajın amacı; suyu verimli bir şekilde toplayarak kaynak debisinden azami şekilde faydalanmak, suyu dışarıdan gelebilecek fiziksel ve kimyasal etmen ve kirliliklere karşı korumak, bir toplama yapısı oluşturarak su debisinin sürekliliğini sağlamaktır.

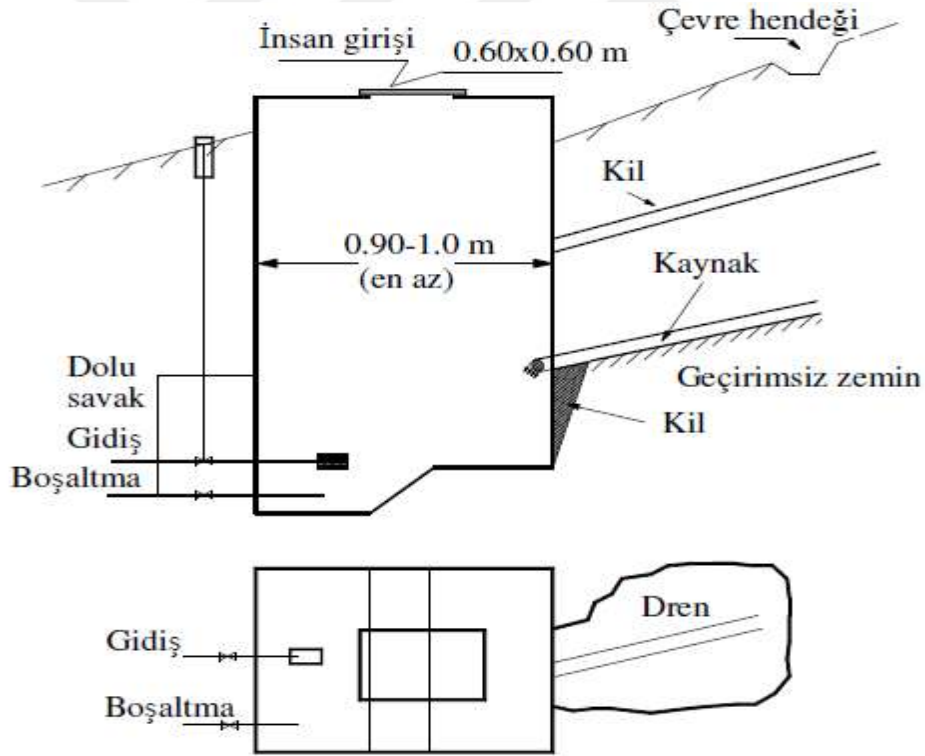


Şekil 2.1. Yüzeysel suların yeryüzüne çıkış şekli

2.2. Kaptaj Yapılarının Tasarımı ve Çeşitleri

Baraj, göl, gölet, akarsu, pınar, göz vb. su kaynaklarından veya su çıkışı olan yerlerden suyu derleyip su iletim sistemlerine (isale hattı) veren sanat yapılarına su alma yapıları denir. Su alma yapılarının, su kaynağının yapısına göre şekillenen bazı çeşitleri vardır. Bunlar; pınar (göze) kaptajı, drenajlı kaptaj, galeri ve kuyularla kaptaj, yüzeysel ve derin kuyuların kaptajıdır. Bu kaptaj yapılarının tasarımında dikkat edilmesi gereken bazı hususlar vardır.

Kaptajın tasarımı; kaynak suyunun alınış durumuna, zemin yapısına ve kaynak suyunun çıkış debisine (miktarına) bağlı olarak değişir. Bazı göz kaynaklarında standart haline gelmiş kaptaj tip projeleri uygulanabilir (Şekil 2.2.). Bazı durumlarda ise kaynakların yapısına göre özel projeler hazırlanır. Genel olarak bir kaptaj projesi için statik, betonarme detay projeleri ve hidrolik hesapları yapılır.



Şekil 2.2. Tipik bir kaptaj yapısı

Bir su kaynağının kaptaja uygunluğu, başka bir deyişle kaptaj yapmaya değer olup olmadığı, kaynağın debisinin ve sıcaklığının belirli bir süre boyunca gözlemlenmesi sonrasında belirlenir.

Kaptaj yapılmadan önce kaynakların debisi uzun bir süre gözlemlenmelidir. Özellikle bu kaynak büyük yerleşim yerlerine hitap edecekse bu gözlem süresi içerisinde en az bir kurak yıl bulunmalıdır. Ortalama bir kaynak için en az birkaç yıl boyunca, bir veya iki haftada bir debi ölçümü yapılmalı ve bu ölçüm sonuçlarına göre kaynağın uygun olup olmadığına karar verilmelidir.

Ölçüm sonuçlarına göre en yüksek debisinin en düşük debisine oranını 1 ila 8 arasında olan kaynak suları kaptaj yapılmaya uygun kabul edilebilir. Erime ve çatlak boşluklarından beslenen karstik kaynaklarda genellikle bu oran 10'dan büyüktür ve kaptaja uygun değildir. Membadan ölçülen en büyük ve en küçük debi arasındaki orana göre su kaynağının kullanılabilirlik durumu Çizelge 2.1. de belirtilmiştir.

Çizelge 2.1. Su Kaynağının Yıl İçerisindeki Minimum ve Maksimum Debileri Arasındaki Oran (Bay, 2006)

| | |
|---|---|
| $\frac{Q_{min}}{Q_{max}} = \frac{1}{1} \approx \frac{1}{8}$ | Oran bu şekildeyse bu tip membalar çok uygundur. Su temininde kaynak olarak kullanılması öngörülebilmektedir. |
| $\frac{Q_{min}}{Q_{max}} \geq \frac{1}{50}$ | Membada kirlenme söz konusu olabilir, basit arıtma kullanılması gerekebilir. |
| $\frac{Q_{min}}{Q_{max}} < \frac{1}{50}$ | Böyle bir memba kaynak olarak kullanılamaz. |

Debi ölçümü sonrasında hava sıcaklığı ile birlikte kaynak suyu sıcaklığının da ölçümü yapılmalıdır. Genel olarak kaynak sularının sıcaklığında, mevsim değişikliklerine bağlı olarak 1 ila 5°C arasında bir fark görülmesi normaldir. Ancak kısa süre içinde sıcaklık değişimi 2°C'den fazla olan kaynaklar diğer yüzey suları ve yağış suları ile karışmış olabilecekleri için kaptaj yapılmaya uygun olmadığı kabul edilir.

Bu gözlem ve ölçümlerinde dışında bir kaynağın kaptaj yapılmaya uygun olabilmesi için aşağıdaki şartları da sağlaması gerekir:

- Kaynağın yeri, kaptajın iletim hattı yapımına uygun olacak şekilde yola veya kamulaştırılabilecek bir araziye yakın olmalıdır.
- Kaptaj iletim hattının cazibeli olarak çalışabilmesi veya en azından düşük terfi yüksekliği gerektirecek şekilde olması tercih edilmelidir.

- Kaynağın kaptaj yapısı yapıldıktan sonra yıl içinde elde edilecek en düşük debinin bile kaynaktan beklenen ihtiyacı karşılamakta yeterli olmalıdır.
- Kaptaj yapısı deniz, göl veya sel sularının ulaşabileceği yerlerde bulunmamalıdır.
- Kaptaj yapısı, ahır, mezarlık, fosseptik gibi kaynağı kirletebilecek unsurlardan en az 50 m uzaklıkta bulunmalıdır.
- Kaynak suyu fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri bakımından ilgili içme ve kullanma suyu yönetmeliklerine uygun olmalıdır.

Sularının ve dağınık durumda bulunabilen su çıkışlarının bir araya getirebilecek kaynaklara yapılacak kaptajlarının şekli ve tasarımı, kaynağın özelliklerine ve tipine göre değişmektedir. Kaptaj yapısının yeri, drenaj hatları ve galerilerin yerleri bölgede yapılacak ayrıntılı hidrojeolojik çalışmalar neticesinde belirlenir.

Çalışma yapılacak bölgedeki çeşitli kaynaklar ve su çıkışları bir ya da birkaç drenaj hattı ile galerilerde toplanır. Bu galerilerde toplanan sular asıl toplama havuzuna aktarılarak iletim hattına verilir. Bazı kaynaklar su çıkışının durumuna göre aynı zamanda toplama havuzu yapımına ihtiyaç duyulmayacak şekilde tasarlanabilir.

Kaynaklar direk zeminden veya yamaçtan çıkarlar. Kaynak suyunun çıkış yaptığı alanda alüvyon ve döküntü malzeme varsa bu tür unsurlar kaldırılmalıdır. Bu malzemeler çok fazla veya kaldırılamayacak durumda ise asıl toplama havuzu bölgesine kadar drenaj hattı ve galerilerle ilerlenir. Daha sonra kaptaj yapısının sağlam zeminle bütünleşecek şekilde inşa edilmesi gerekmektedir.

2.2.1. Pınar ve Gözelerin Kaptajı

Pınar ve gözelerin kaptaj yapısında öncelikle asıl su taşıyan formasyona ulaşana kadar yüzeydeki döküntü malzemeler kaldırılır veya bu formasyon içerisinden su çıkış noktasına ulaşabilecek bir giriş yapısı planlanır. Suyun ve su çıkış noktasının diğer etkenlerle kirlenmesini önleyecek tedbirler alınır. Bu işlemler esnasında özellikle karstik kaynaklarda su gözü bölgesinde yapılacak çalışmalar titizlikle yürütülmelidir. Çünkü dikkatsiz işlemler sonucunda mevcut su çıkışının kaybolması riski bulunmaktadır.

Suyun çıkış yaptığı formasyonun jeolojisi ve suyun akış ve çıkış şekli göz önünde bulundurularak alınacak su debisine göre kaptaj yapısı olabildiğince sağlam ve geçirimsiz zemine oturtulmaya çalışılır. Kaptaj yapısından kaçakları önlemek için parafuy (saplama duvarları) yapılması gerekebilir. İhtiyaç duyulmadıkça su kabartma yapısı yapılmamalıdır.

Kaptaj yapısında giriş yapısının, suyun biriktiği bölümün ve iletim-tahliye hattının çıkış bölümleri birbirinde farklı olur. Su biriktirme havuz bölümü suyun taşıyarak getirebileceği sürüntü malzemesinin çökelebileceği ve akımın sürekliliğini sağlayabilecek şekilde tasarlanmalıdır. Dip savak, dolu savak ve iletim hattı çıkışları uygun kotlarda bırakılmalıdır. Ayrıca havuz kısmına hava bacası ve kapak kısmı yapılmalıdır. Havuz ve manevra odasına geçiş kısmı ilerde gerektiğinde işlemlerin kolaylıkla yapılabilmesine elverişli olacak şekilde boyutlandırılmalıdır. Farklı noktalarda fakat birbirine yakın su çıkışlarının olduğu durumlarda drenaj hatlarıyla su bir toplama galerisine getirilip burada kaptaj yapısı yapılır.

Kaptaj yapısı ve tesisleri, yüzeysel sulara ve sel sularına karşı korumalı yapılmalı, gerektiğinde havuz yapısı sel etkisine karşı zemin kotundan daha fazla yükseltilmelidir. Su kaynağına kaptaj yapısına giriş yapmadan önce diğer yüzey sularının karışması da engellenmelidir. Ayrıca düşük sıcaklıklarda donma problemine karşı, kaptaj tesislerinde gerekli kazı derinliklerine uyulmalı ve dolgu-gömlekleme imalatları doğru şekilde yapılmalıdır.

2.2.2. Drenaj Sistemiyle Yapılan Kaptajlar

Bu yöntem kaynak suyunun birden fazla noktadan çıkış yaptığı durumlarda, su çıkışlarını tek bir noktada toplamak için uygulanır. Drenaj boruları su taşıyan tabakadan yaklaşık 1 metre daha derinde olacak şekilde gömülür ve boruların etrafı uygun granülometrideki filtre malzeme ile gömleklendir. İmkanlar dahilinde drenaj boruları geçirimsiz tabakaya kadar kazı yapıldıktan sonra buraya oturtulur. Drenaj boruları uygun gömlekleme işlemi sonrasında yüzeysel suların ve yağış sularının içerisine girmemesi için boru üstünde kilden bir sızdırmazlık tabakası oluşturulur.

Drenaj borularının deliklerinin tıkanmaması için bölgedeki bitki örtüsüne de dikkat edilmelidir. Drenaj hattı olabildiğince ağaçların bulunduğu güzergahlardan geçirilmemelidir veya bu güzergahlardan geçmesi gerekiyorsa borular bitki köklerinin erişemeyeceği derinlikte yerleştirilmelidir.

Drenaj hattında en az 50 m ara ile veya hattın kırım ve yön değişimi yaptığı noktalarda temizlik işlemlerinin yapılabilmesi için bacalar teşkil edilir.

2.2.3. Galeri ve Keson Kuyularla Yapılan Kaptajlar

Kaynak suyu debisinin yüksek olduğu ve arazi yapısının elverişli olduğu durumlarda galeri ile kaptaj yapılabilir. Galeri yapısının kotu yeraltı suyu seviyesine göre, gerekli sızma uzunluğunun sağlanabileceği şekilde belirlenir. Suyun geliş yönüne göre galeri duvarına barbakan boruları yerleştirilir. Barbakan borularının toplam alanı zemin granülometrisi ve su debisine göre hesaplanır. Zeminin çok ince daneli olması durumunda barbakanlar arkasında filtre malzeme kullanılmalıdır. Yüzey sularının ve yağış sularının veya istenmeyen başka yeraltı suyu akiferlerinin galeriye girmemesi için gerekli yerlere kil veya palplanş perdeler teşkil edilir.

Galeri yapısı tercihen içine girilebilir boyutta olmalı, gerekli durumlarda ve imkân dahilinde havalandırma ve muayene bacaları yapılmalıdır.

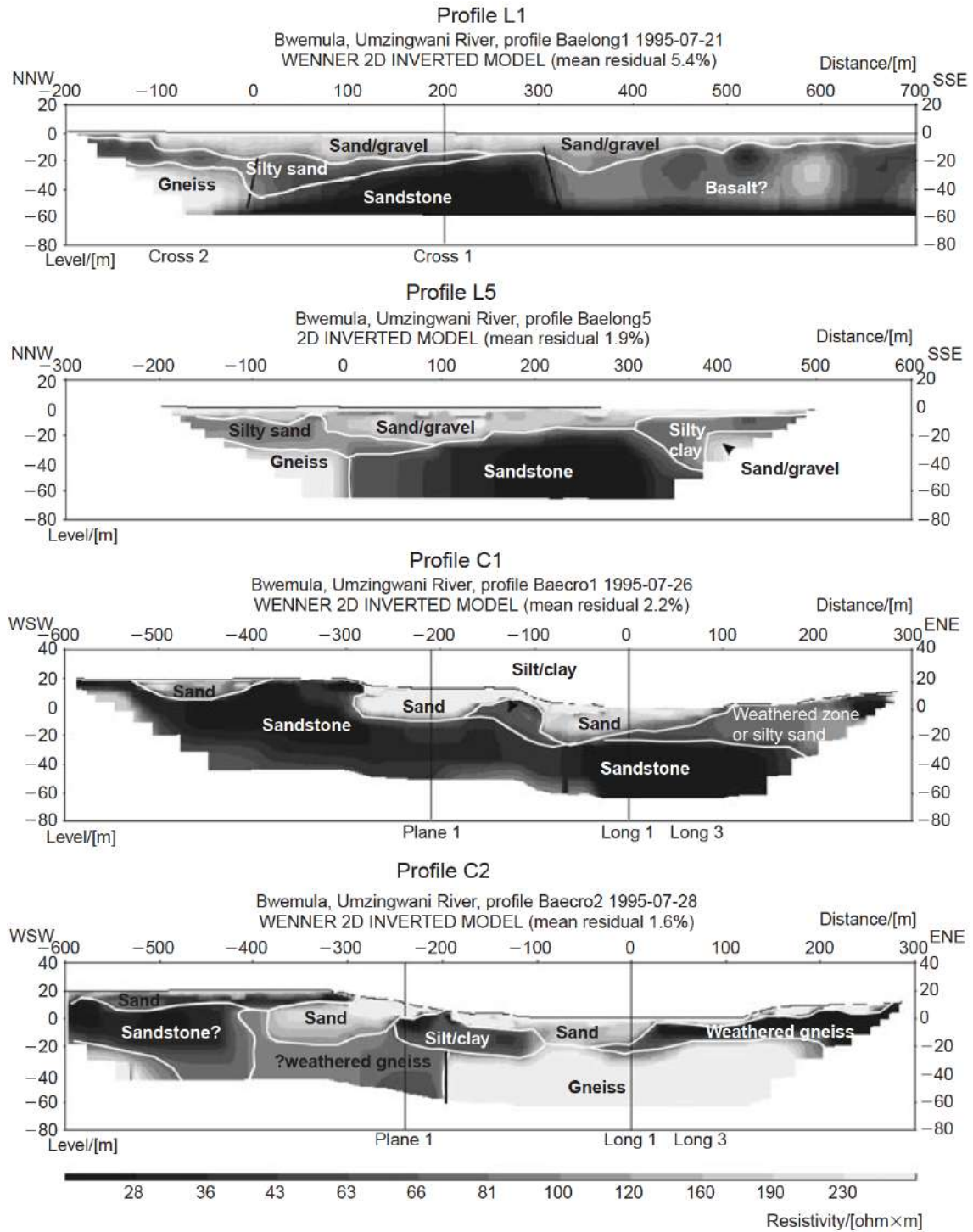
Keson kuyularda alüvyon zeminlerde olabildiğince geçirimsiz tabakaya kadar kuyu devam ettirilir. Hatta su alınacak akifer kalınlığının az olduğu durumlarda tam olarak debiyi alabilmek için kuyu teçhizinin geçirimsiz tabakada da bir miktar devam ettirilmesi sağlanır. Kuyu cidarındaki delik çaplarının toplam alanı zemin granülometrisi ve su debisine göre hesaplanır. Kuyu emme borusunun krepini kuyu tabanından en az 0,50 m yükseklikte bulunacak şekilde teşkil edilir.

3. LİTERATÜR TARAMASI

Bu bölümde; su alma yapılarının tasarımı ve tasarımında dikkat edilmesi gereken hususları, çeşitleri ve günümüz teknolojisinin bu yapılarla ilgili sağladığı yenilikler hakkında yapılan çalışmalar baz alınarak literatür taraması yapılmış ve bu konularla ilgili öne çıkan başlıklara yer verilmiştir.

Owen ve Dahlin (2005) çalışmalarında, aktif geçici akarsularda bulunan alüvyal akiferlerin potansiyel olarak oldukça verimli olduğunu ve genellikle yıllık olarak yeniden doldurulduğunu göstermektedir. Ancak bu akiferlerin sınırlı üç boyutlu yayılımı tarafından kısıtlanmaktadır. Bu çalışmada, alüvyal akifer boyutlarının jeolojik sınırlarda artırılması için kavramlar geliştirilmiştir (Owen & Dahlin, 2005).

Çalışma, çok elektrotlu direnç ve yer altı radarı kullanarak daha dirençli litolojiye sahip jeolojik bir sınırda bulunan bir alüvyal kanalın boyutlarını incelemiştir (Şekil 3.1.). Araştırmalar, alüvyal kanal dolgusunun boyutlarının, sınırın aşağısında daha az dirençli litoloji üzerinde arttığını göstermektedir. Bu bilgiler ışığında, içme suyu kaptajlarının yönetimi ve korunması için jeofizik çalışmaların önemi anlaşılmaktadır.



Şekil 3.1. Jeofizik çalışmalar sonucunda elde edilen zemin kesitleri (Owen & Dahlin, 2005)

Sandberg vd. (2002) çalışmalarında, genellikle heterojen ve anizotropik olan yeraltı yapısının yetersiz karakterizasyonu nedeniyle yeraltı suyu akış modellerinin tahmin yeteneğinin sıkça kısıtlandığını belirtmektedir. Maine, Gray'deki belediye su kuyularında tespit edilen uçucu organik bileşiklerin iz düzeyleri, mevcut hidrojeolojik verilere dayalı yeraltı suyu akış modellemesi ile tanımlanan baskın batı-doğu (B-D) taşıma vektörü ile çelişmektedir. Bu çelişki, bir yol tuzu depolama tesisinden kaynaklanan ve arazi iletkenlik cihazı ile haritalanan bir bölümünün görünür bir akış vektörünün taşınmasından kaynaklanmaktadır (Sandberg vd., 2002).

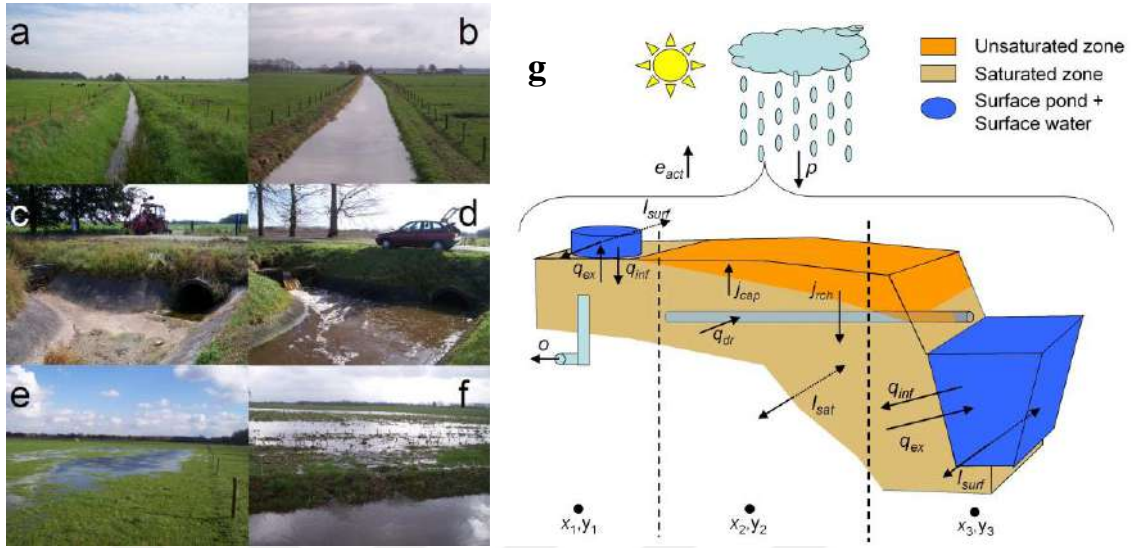
Bu çalışma, bu tür bir anizotropinin yeraltı suyu akışına nasıl etki edebileceğini araştırmak için buzul-deniz delta yatağındaki bir akiferde yerel ölçekte jeofizik bir çalışma yürütmüştür. Yeraltı radarı ve arazi iletkenlik ölçümleri, genel olarak kuzeydoğu-güneybatı (KD-GB) yönünde tercih edilen taşıma yollarını teşvik edebilecek yapısal özellikler için kanıtlar ortaya koymuştur. İki iletken izleyici, derin ve yüzeysel olarak enjekte edilmiş ve yeraltı suyu akış vektörünün doğrudan değerlendirilmesi için direnç ve kendi potansiyel yöntemleri kullanılarak izlenmiştir. Direnç veri setinin tamamlanmamış olması nedeniyle yorumlama sınırlı olsa da her iki yöntemin sonuçları ve modellemesi genel olarak bu akış vektörünü desteklemektedir. Ayrıca, her iki yöntemden de yaklaşık 0,15 m/gün olarak tutarlı akış hızı tahminleri elde edilmiştir.

Bu entegre veri setinin analizi, anizotropinin bu tür bir gevşek akiferdeki akış üzerinde önemli bir kontrol sağladığını göstermektedir. Anizotropiyi hesaba katmayan akış modellerine dayalı olarak belediye kuyularındaki yeraltı suyu kirliliği kaynaklarının tahminleri muhtemelen hatalı olacaktır. Bu çalışma, gevşek akiferler için doğru akış modellerinin geliştirilmesine yardımcı olacak entegre bir jeofizik çalışmanın potansiyel değerini göstermektedir.

Van Der Velde vd. (2009) çalışmalarında, düşük arazi havzalarında farklı yüzey suyu seviyelerine göre yeraltı suyu ve yüzey suyu arasındaki etkileşimleri incelemiştir (Şekil 3.2.). Bu tür havzalar, mevsimsel olarak genişleyip daralan bir akarsu ve hendek ağına sahiptir ve bu hızla değişen aktif kanal ağı nedeniyle, deşarj ve çözünmüş madde taşınımı tek bir karakteristik seyahat yolu, seyahat süresi dağılımı, birim hidrograf veya lineer rezervuar tarafından modellenemez (Van Der Velde vd., 2009).

Çalışma, noktasal su bakıyelerinden havza ölçeğinde depolama ve deşarj üretmek için sistematik bir mekansal ortalama yaklaşımı önermektedir. Toprak özelliklerindeki, bitki örtüsündeki ve drenaj ağındaki mekansal heterojenlik etkileri, ölçülebilir

parametrelerle yeraltı suyu derinliklerinin mekansal olasılık dağılımı ile yeraltı suyu depolaması arasındaki ilişki ile toplanır ve tanımlanır.



Şekil 3.2. Farklı yüzey suyu seviyelerine göre(a,b,c,d,e,f) akışın gözlemlendiği yeraltı suyu akış modeli(g) (Van Der Velde vd., 2009)

Model, düşük arazi havzalarında, değişen aktif kanal ağı, doymamış bölge ve yüzey su birikintisi yoluyla yeraltı suyundan yüzey suyuna olan havza ölçeğindeki akışın nasıl etkilendiğini açıklar. Model yaklaşımını test etmek için Hollanda’da 6,6 km²’lik bir havzadan yeraltı suyu seviyeleri ve havza deşarjı gözlemleri ile yüksek çözünürlüklü mekânsal olarak dağıtılmış hidrolojik bir model kullanılmıştır. Sekiz yıllık bir dönem için saatlik deşarjları modelleme konusunda iyi sonuçlar elde edilmiştir.

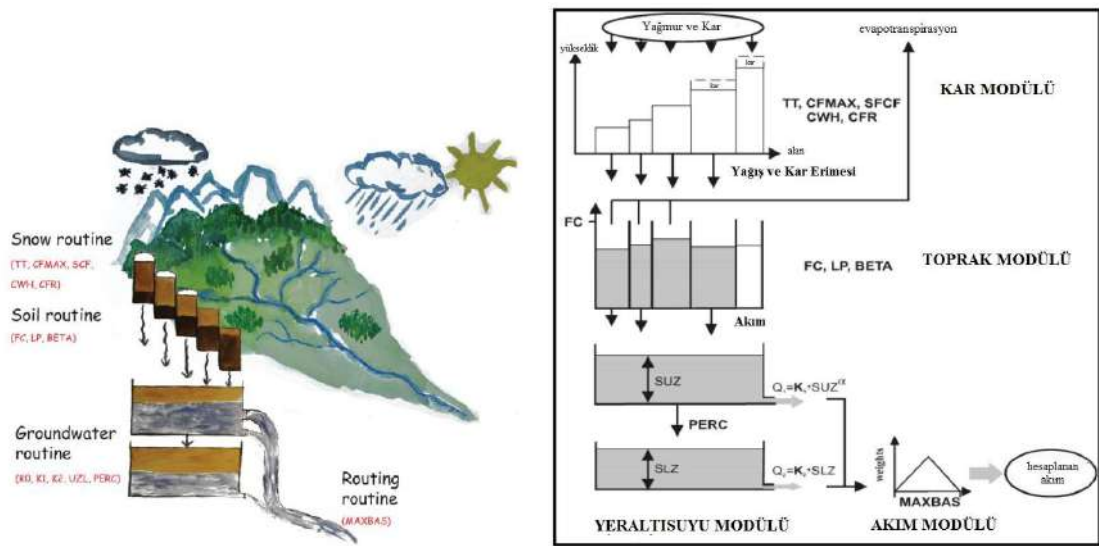
Weatherl vd. (2021) kentsel bir havzada yüzey akışını ve yeraltı suyu yenilenmesini su dengesi yaklaşımı kullanarak tahmin etmek üzerine çalışmalar yapmıştır. Bir çalışmada, arazi kullanımındaki değişikliklerin su döngüsü üzerinde önemli etkileri olduğunu, özellikle yeraltı suyu/yüzey suyu etkileşimlerini, yeraltı suyu yenilenme bölgelerini değiştirdiğini ve kirlenme riskini artırdığını vurgulamıştır. Yüzey akışının, özellikle arazi örtüsünden önemli ölçüde etkilendiği ve yüzeyde bulunan kirlenmeler için bir taşıyıcı olarak hareket edebildiği, bu nedenle antropojenik çevrelerde akış dinamiklerini karakterize etmenin önemini vurgulamıştır (Weatherl vd., 2021).

Bu çalışmada, iki ampirik model kullanılarak akış tahmini yapılmıştır. Bu iki model “Samu-Mishra-Eldho SME metodu” ve “Hidrograf ayırma” olarak adlandırılır. Her iki yöntemde de sürekli toprak nem süreçlerini daha iyi yakalamak ve geçirimsiz

yüzeylemlerden akışı açıkça hesaba katmak için değışiklikler eklenmiştir. Elde edilen akış tahminleri arasındaki farklar, yağış-akış ilişkisinin karmaşıklığını ortaya koymakta ve toprak nem dinamiklerini ve hidrojeolojik tepkiler üzerindeki kontrolünü anlamının önemini vurgulamaktadır. Bu sonuçlar daha sonra yeraltı suyu yenilenmesini hesaplamak için bir su dengesinde girdi olarak kullanılmıştır.

Yeraltı suyu dengesi tahminlerinin doğruluğunu değerlendirmek için ise kavramsal HBV Light Modeli (Şekil 3.3.) kullanılarak yapılan yeraltı suyu yenilenme hesaplamaları ile karşılaştırma ve literatürde bulunan İsviçre'deki fiziksel olarak benzer havzalardan yeraltı suyu yenilenme tahminleri ile karşılaştırılmasıdır. Tüm durumlarda, yenilenme yıllık yağışın yaklaşık %40-45'i olarak tahmin edilmiştir. Bu sonuçlar, benzer özelliklere sahip İsviçre havzalarından elde edilen verilere yakın veriler olduğu anlaşılmıştır.

HBV Light Modeli, hidrolojik bir havzayı alt havzalara bölerek veya yükseklik kuşaklarına ayırarak hidrolojik modelleme yapabilmesi sayesinde, yarı dağılımlı bir kavramsal model olarak kabul edilebilir. Bu bağlamda, modelleme yapılacak havzanın yükseklik ve alan dağılımı ile arazi kullanımını gibi özellikler büyük önem taşır (Ertaş, 2014).

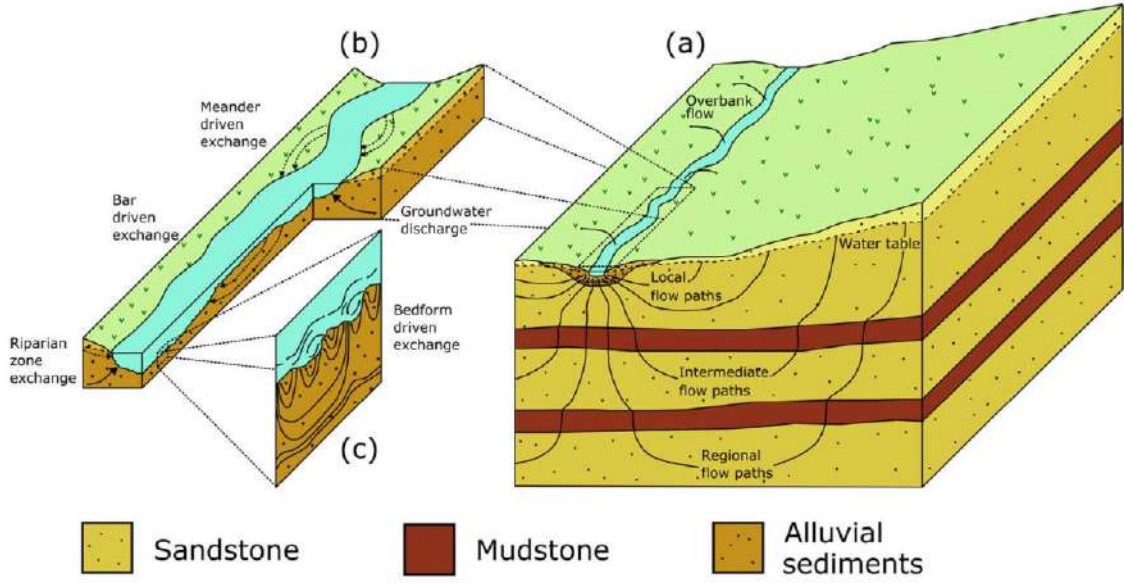


Şekil 3.3. HBV Light Modeli (Seibert & Vis, 2012)

Model, kar, toprak nemi, yeraltı suyu ve akım modülleri olmak üzere dört ana bölümden oluşur. Genellikle günlük zaman adımlarıyla çalışır ve yağış, sıcaklık zaman serileri ile uzun dönemli aylık ortalama potansiyel buharlaşma oranlarını kullanır (Seibert & Vis, 2012).

Barber vd. (1996), Batı Avustralya'nın Perth kenti yakınlarındaki Gwelup yeraltı suyu sağlama alanında, kentsel gelişimin yeraltı suyu kalitesi üzerindeki etkisini belirlemek için yapılan bir CBS (Coğrafi Bilgi Sistemi) tabanlı çalışmayı ele almıştır. Çalışma, 1974'ten günümüze kadar on bir üretim kuyusundan alınan yeraltı suyu kalitesi verilerini analiz etmiş olup bu süre zarfında, bölge doğal çalılık araziden şu anki çoğunlukla kentsel durumuna kadar çeşitli arazi kullanım değişiklikleri yaşamıştır. Üretim kuyularındaki yeraltı suyu kalitesi, artan nitrat seviyeleri ve kentsel ve endüstriyel gelişmelerden kaynaklanan uçucu organik bileşikler nedeniyle kontaminasyon(bulaş) vakaları ile etkilenmiştir. Eski kanalizasyon sistemi olmayan kentsel alanlardan aşağı yönde bulunan kuyularda nitrat konsantrasyonları içme suyu standardı olan 10 mg/L değerini aşmış ve iki kuyu, söz konusu uçucu organik bileşiklerin yakındaki bir benzin deposundan sızıntısı nedeniyle kapatılmıştır. Mevsimsel değişikliklere ve su talebine bağlı olarak üretim kuyularının yakalama alanı sınırlarının geçici karakterini ve farklı arazi kullanımları ile ilişkisini göstermek için CBS teknolojisini entegre eden bir sayısal model (FEFLOW) kullanılmıştır. Parçacık izleme modellemesine dayanarak, kanalizasyon sistemi olmayan kentsel gelişimin tam etkisinin yaklaşık 15-20 yıl içinde ortaya çıkacağı tahmin edilmektedir (Barber vd., 1996).

McLachlan vd. (2017), çalışmasında yeraltı suyu (GW) ve yüzey suyu (SW) arasındaki etkileşimlerin su miktarı, su kalitesi ve ekolojik sağlık için önemli sonuçları olduğunu vurgulamaktadır (Şekil 3.4.). Yüzey suyu cisimlerine yakın yeraltı bölgesi olan GW-SW arayüzü, besin maddeleri, kirleticiler ve suyun GW sistemleri ile SW ortamları arasında aktarımını aktif olarak düzenler. Ancak, GW-SW arayüzündeki jeolojik, hidrolojik ve biyokimyasal heterojenite, doğrudan gözlemlerle karakterize edilmesini zorlaştırır (McLachlan vd., 2017).



Şekil 3.4. YüzeY Suyunun (SW) Yer Altındaki Akış Yolları ve Yeraltı Suyu (GW) ile Etkileşimi
(Winter, 2000)

Son yirmi yılda jeofizik deneyler, GW-SW arayüzündeki mekansal ve zamansal değişkenliği karakterize etmek için giderek artan bir şekilde kullanılmıştır. Jeofizik çalışmalar, yapısal heterojenliği değerlendirmede, GW deşarj bölgelerini ortaya çıkarmada ve hidrolojik süreçleri izlemede güçlü bir araçtır. Bu deneyler, geleneksel hidrolojik ve biyokimyasal yöntemlerle birlikte kullanılmalıdır, böylece yeraltı hakkında ek bilgiler sağlanabilir. Yaygın olarak kullanılan jeofizik tekniklerin daha fazla entegrasyonu ve yeni tekniklerin benimsenmesi, GW-SW arayüzünün özellikleri ve süreçleri hakkındaki anlayışı iyileştirebilir ve sonuç olarak su kalitesi ve çevresel sağlık için sonuçlarına dair anlayışı artırabilir.

Gondwe vd. (2010) çalışmalarında, Yucatan Yarımadası'nın güneydoğu bölgesinde yapılan hidrojeolojik etütler kapsamında; su seviyesi ölçümleri, jeokimya, jeofizik ve uzaktan algılama tekniklerini kullanarak bölgenin yeraltı suyu özelliklerini ve dinamiklerini incelemiştir. Araştırma, bölgedeki yeraltı suyu seviyeleri, suyun kimyasal bileşimi ve yeraltı suyu ile yüzeY suyu arasındaki etkileşimler hakkında önemli bilgiler sağlamıştır (Gondwe vd., 2010).

Çalışmanın ana bulguları şunlardır:

- Yeraltı suyu seviyeleri ve jeokimyasal veriler, Yucatan Yarımadası'nın güneydoğusunda farklı hidrojeolojik birimlerin varlığını göstermiştir.

- Jeofizik yöntemler ve uzaktan algılama, bu birimlerin karakterizasyonunda ve yeraltı suyu akış yollarının belirlenmesinde kullanılmıştır.
- Araştırma, bölgedeki yeraltı suyu yönetimi için sağlam bir temel oluşturacak çok disiplinli bir yaklaşımı benimsemiştir.
- Bu çalışma, Yucatan Yarımadası'nın güneydoğusundaki su kaynaklarının daha iyi anlaşılması ve korunması için önemli katkılarda bulunmuştur.

Wenninger vd. (2008) çalışmalarında, Güney Afrika'nın doğu tarafında bulunan bir havzanın başlangıcında akış oluşum süreçlerini tanımlamak için hidrometrik ölçümler, izleyici örnekleme ve detaylı iki boyutlu elektriksel direnç görüntüleme gibi çeşitli yöntemleri bir arada kullanarak, çalışma alanındaki yağış ve akış olaylarının analizi ile yağış ve akış oluşumu özellikleri arasındaki güçlü bağlantıyı irdelemişlerdir. Bu çalışma ile, toprak su gerilimi ve yeraltı suyu seviyesi gözlemleri, toprak katmanı içindeki bir su tablasının gelişimini göstermiştir. Bu sonuçlar, izleyici tabanlı akış bileşen ayrımları ile desteklenmektedir ve sığ alt yüzey bileşeninin önemli rolünü göstermektedir. Özetle, farklı saha yöntemlerinin uygulanması ve kombinasyonu, bu havzanın hidrolojik işlevselliğinin kavramsal bir modelinin geliştirilmesini sağlamıştır. Yüzey altı mekanizmalarının baskın rolü değerlendirilmiştir (Wenninger vd., 2008).

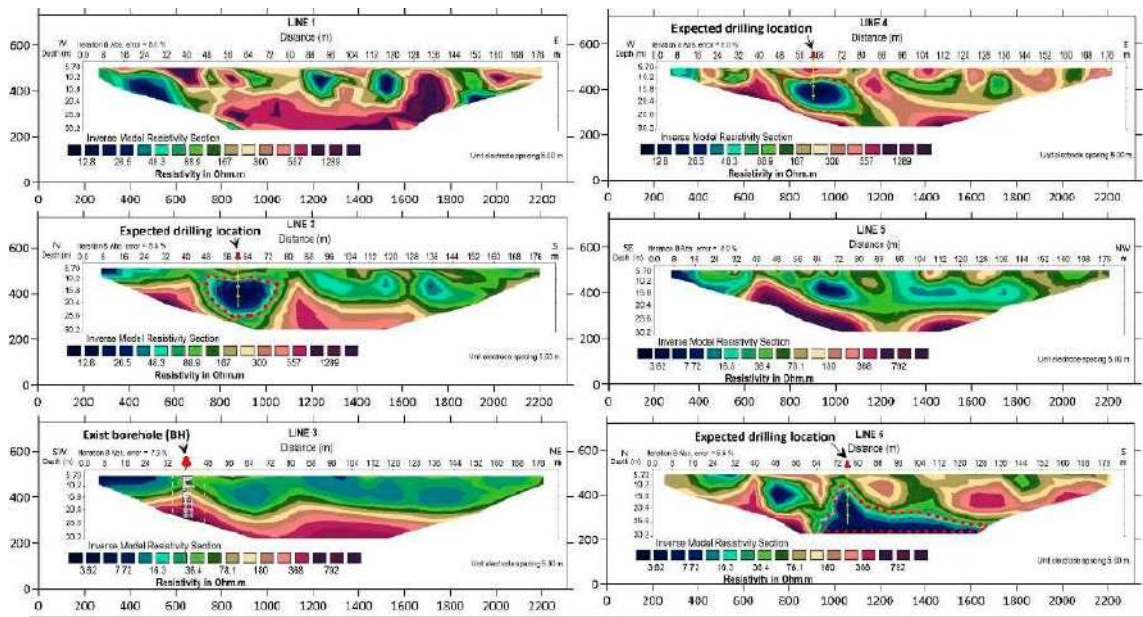
Khan vd. (2021) çalışmalarında, Pakistan'ın kuzeyindeki Karak Havzası'nda yeraltı suyu potansiyelini ve hidrojeolojik özellikleri değerlendirmek için CBS tabanlı çoklu etki faktörleri modeli ile hidro-jeofizik keşif yöntemlerini bütünleştirerek, yeraltı suyu koşullandırma faktörlerinin optimizasyonunu, yeraltı suyu potansiyelinin değerlendirilmesini, akifer jeoelektrik özelliklerinin ve sondaj kuyusu litolojik bilgilerinin hidrojeolojik karakterizasyonunu elde etmişlerdir (Khan vd., 2021).

Çalışmanın ana bulguları şunlardır:

- Yeraltı suyu potansiyeli haritası, düşük, orta, yüksek ve çok yüksek alanlar olarak sınıflandırılmış ve çalışma alanının %9.7'sini (72.3 km²), %52.4'ünü (1307.7 km²), %31.3'ünü (913.4 km²) ve %6.6'sını (44.8 km²) kapsamaktadır.
- Yeraltı suyu potansiyelinin doğruluğu, sınıflandırma kriterlerine, ortalama derecelendirme puanına ve yeraltı suyu koşullandırma faktörlerine atanan ağırlıklara bağlı olarak değişmektedir.

- En etkili faktörler jeoloji, çizgi eleman yoğunluğu ve arazi kullanımı/arazi örtüsüdür ve bunları drenaj yoğunluğu, eğim, toprak tipi, yağış, yükseklik ve yeraltı suyu seviyesi dalgalanmaları takip etmektedir.
- Elektriksel direnç tomografisi ve dikey elektrik sondajı veri yorumları, beş bölgesel hidrolojik katmanı (yani, iri çakıl ve kum, siltli kum karışık litoloji, kil içeren kum/ince kum, ince kum/çakıl ve kil taban) ortaya çıkarmıştır.

Bu çalışma, Karak Havzası'ndaki yeraltı suyu kaynaklarının yönetimi için önemli bir temel oluşturmuş ve gelecekteki sondaj yerlerinin belirlenmesi, içme suyu tedariki ve sulama alanlarının genişletilmesi için önemli bilgiler sağlamıştır.



Şekil 3.5. Çalışma Kapsamında Yapılan Bazı ERT Kesitleri ve Belirlenen Sondaj Yerleri (Khan vd., 2021)

Jimoh vd. (2023) çalışmalarında, Nijerya'daki Federal University of Technology, Minna, Bosso Kampüsündeki yeraltı suyu potansiyelini araştırmak için jeolojik, hidrojeolojik ve jeofizik yöntemlerin kullanılmasını kapsamlı bir şekilde ele almıştır. Hidrojeolojik çalışmalar, mevcut sondaj kuyularının deşarj oranlarını değerlendirerek ve genel bir yeraltı suyu potansiyeli değerlendirmesi sağlayarak gerçekleştirilmiştir. Dikey elektrik sondajı yöntemi ile, Schlumberger yöntemini kullanarak sondaj verilerini toplamış ve WINRESIST yazılımı ile analiz ederek yeraltı suyunu kontrol eden parametreleri ortaya çıkarmıştır. Bu analiz, belirgin jeoelektrik katmanları tanımlamış ve yeraltı suyu ve akifer sisteminin yapısal kontrolünü aydınlatmıştır. Jeolojik haritalama, granitik kayaların yaygınlığını ve özellikle KD-GB yönünde yönlendirilmiş kuvars

damarları ve eklem girişimlerini ortaya koymuştur. Bu jeoelektrik katmanlar, $14\Omega\text{m}$ 'den $572\Omega\text{m}$ 'ye, $10.0\Omega\text{m}$ 'den $408\Omega\text{m}$ 'ye ve $1468\Omega\text{m}$ 'den $19,031\Omega\text{m}$ 'ye kadar değişen görünür direnç değerleriyle karakterize edilmiştir. İzopak ve direnç haritaları, düşük görünür direnç değerlerine ve önemli ölçüde aşırı yük taşıyan alanlara sahip bölgeleri tanımlamıştır. Bu bulgular, özellikle kuzeydoğu ve güneydoğu bölgelerinde yüksek yeraltı suyu potansiyeline sahip bölgeleri işaret etmiştir (Jimoh vd., 2023).

Hibi vd. (2021) çalışmalarında, Cezayir'in doğusundaki yarı kurak Telidjene Havzası'nda yeraltı suyu potansiyelini değerlendirmek için uzaktan algılama ve hidro-jeofizik yöntemlerini birleştiren yenilikçi bir yaklaşım uygulamışlardır. Çalışma ile, yeraltı suyunun varlığını kontrol edebilecek derin yapıları haritalamak ve jeolojik ve hidrojeolojik ortamı tanımlamak için jeofizik verilerin yeniden yorumlanması ve dikey elektrik sondajı ölçümlerini kullanmıştır. Deşarjı etkileyen morfolojik faktörler, çeşitli uzaktan algılama verileri (SRTM DEM, Landsat-8) kullanılarak haritalanmış ve potansiyel yeniden şarj alanlarını tespit etmek için çok kriterli yöntem ve CBS kullanılarak tematik haritalar üst üste bindirilmiştir. Sonuçlar, deşarjı etkileyen ana faktörlerin kırılma ve drenaj yoğunluğu olduğunu göstermektedir. Havzanın 547 km^2 'lik alanı üzerinde dört potansiyel deşarj alanı belirlenmiştir. Alanın %20'si en zayıf sınıfta, %32'si zayıf sınıfta, %3'ü orta ve %16'sı en güçlü sınıftadır. Ayrıca çalışma, alüvyon toprağı boyunca yayılan ve 60 m 'ye kadar kalınlığa sahip bir alüvyon akiferinin, farklı kalınlıklarda ve farklı elektriksel dirençlerde ($10\text{--}150\ \Omega\text{m}$) arazi üzerine uyumsuz bir şekilde biriktiğini ortaya koymuştur. Havzanın güneybatı kısmı yüksekten orta dereceye kadar deşarj ve depolama kapasitesine sahiptir. Alüvyon örtüsü doğrudan yağışla beslenir ve kenarlarda çıkan kırık kireçtaşları tarafından bir alüvyon ve karbonat çift katmanlı akifer oluşturur. Bu çalışma, uzaktan algılama ve geleneksel jeofizik yöntem gibi son teknoloji, etkili ve ucuz teknolojileri içeren bütünleşik bir yaklaşımın, çalışma alanında yeraltı suyu potansiyelini başarıyla belirlemek için kullanılabileceği sonucuna varmıştır (Hibi vd., 2021).

Vu vd. (2020) çalışmalarında, izlenemeyen yeraltı suyu çekimlerini havza ölçeğinde haritalamak için 'yumuşak veri' tabanlı yaklaşımlarını ele alarak, gıda ve endüstriyel üretim için artan yeraltı suyu çekiminin, yeraltı suyu kaynaklarına ve ilişkili ekosistemlere baskı yarattığını ve birçok ülkede çekim izlemenin zayıf bir şekilde

organize edildiğini, özellikle gelişmekte olan bölgelerde veri eksikliğine yol açtığını vurgulamışlardır (Vu vd., 2020).

Çalışma alanı, tarımsal faaliyetlerin hâkim olduğu La Vi Nehri Havzası, Vietnam'da olup yeraltı suyu çekimi için kullanılan 'yumuşak veri' yaklaşımları, yerel üretici bilgisini modellemeye dahil etmek ve kıt kaynakların sürdürülebilir kullanımını haritalamak için yardımcı bir araç olarak değerlendirilmektedir. Bu yaklaşımlar, havza ölçeğindeki izlenmeyen yeraltı suyu çekimlerini belirlemek ve değerlendirmek için etkili yöntemler sunmuş ve bu tür verilerin kullanımı, yeraltı suyu yönetimi stratejilerinin geliştirilmesine katkıda bulunabileceği düşünülmektedir.

Gebere vd. (2021) çalışmalarında, Etiyopya'daki Modjo Nehri havzasında yeraltı suyu akış sistemini ve artan yeraltı suyu kullanımı ile azalan deşarjın akifer üzerindeki etkisini incelemektedir. Araştırma, kalibre edilmiş durağan durum yeraltı suyu seviyesi ve potansiyelini temel alarak, Modjo Nehri akış yönüne ve topografik gradyana uygun olarak yeraltı suyu akışını değerlendirmiştir. Simüle edilen yeraltı suyu bütçesi, akiferin ana girişinin yağış ve yüzey suyundan (krater gölleri ve nehir) olduğunu, akiferden çıkışın ise yeraltı suyu pompalaması, doğal yeraltı akışı ve taban akışı nedeniyle olduğunu göstermiştir. Farklı senaryoların analizi, kuyu pompalamasındaki artışın ve deşarjın azalmasının, krater gölleri ve Mojo Nehri'ne olan taban akışını ve akış yönündeki yeraltı suyu akışını azalttığını ortaya koymuştur. Sonuç olarak, yeraltı suyuna olan artan insan talebi ve deşarj değişkenliği, yeraltı suyunun yüzey suyuna katkısını etkileyecek ve gelecekte hem çevresel akışlar hem de yeraltı suyu yönetimi için endişe kaynağı olacaktır (Gebere vd., 2021).

Doble & Crosbie (2017) çalışmalarında, havza ölçeğinde yeraltı suyu yeniden şarjı ve sığ yeraltı suyundan buharlaşma-terleme (Evapotranspirasyon-ET) modelleri üzerine mevcut ve yeni yöntemleri incelemektedir. Çalışma, artan veri erişilebilirliği sayesinde, örneğin uzaktan algılanan yansıtma ve arazi yüzeyi sıcaklık verileri gibi, yeraltı suyu deşarjını ve ET'yi daha fiziksel olarak gerçekçi karmaşıklıkla ve daha yüksek güven seviyeleriyle modellemenin mümkün olduğunu belirtmektedir (Doble & Crosbie, 2017).

Çalışmanın ana noktaları şunlardır:

- Yeraltı suyu modellerinde deşarj ve ET'nin kavramsal temsili, sığ yeraltı suyu bulunan alanlarda kritik öneme sahiptir.

- Deşarjın derinlik bağımlılığı ve bitki su kullanımını geri bildirimini hem akışlar hem de başlıklar için ek kalibrasyon gerektirir.
- Model girdilerini hazırlarken ve model sonuçlarını raporlarken brüt yeniden şarj ile net deşarjı, yeraltı suyu ET ile doymamış bölge ET'sini açıkça tanımlamak, su dengesinde çift sayımı önlemek için gereklidir.
- Deşarj ve ET modelleri için yöntemler, basit yüzey sınır koşullarının yeraltı suyu akış modelleri için kullanılması, doymuş yeraltı suyu modellerinin bir boyutlu doymamış bölge modelleri ile eşleştirilmesi ve daha karmaşık tamamen eşleştirilmiş yüzey-doymamış-doymuş kavramsallaştırmalarını içerir.
- Model emülasyonu, daha düşük hesaplama çabasıyla karmaşık model davranışlarını dahil etmek için bir araç sağlar.
- Doğru bir ET yüzey girdisi, doğru model çıktıları için temel olup, model kavramsallaştırması incelenen mekansal ve zamansal ölçeklere bağlıdır.
- Model kalibrasyonunda veya model-veri füzyonunda deşarj ve ET girdileri için uzaktan algılama bilgilerinin kullanılması, gelecekteki araştırma gelişimi için bir alandır.
- Yeraltı suyu model çıktıları için olasılık sınırları sağlamak üzere belirsizlik analizinin geliştirilmiş kullanımı, model hassasiyetinin ve parametre bağımlılığının anlaşılması ve daha fazla saha verisi edinimi için rehberlik, gelecekteki araştırma alanlarıdır.

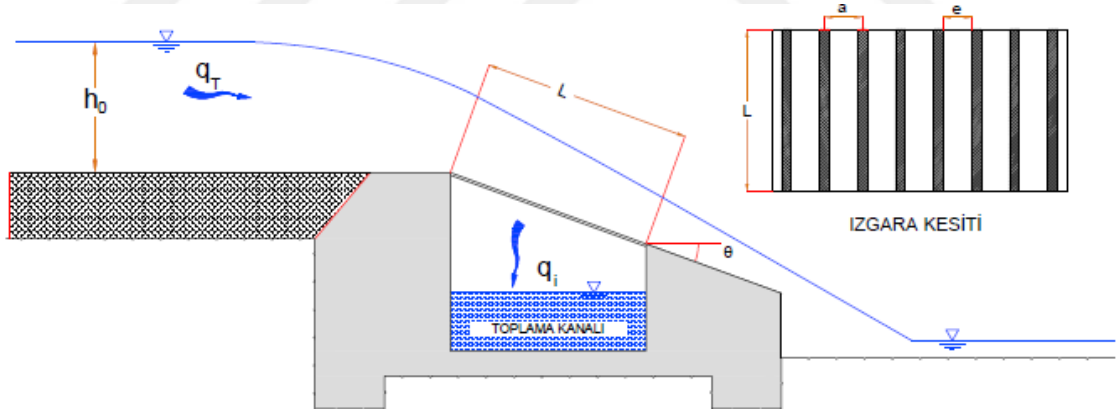
Bu çalışma, yeraltı suyu modellerinin tahmin yeteneğini artırmak için deşarj ve ET'nin temsillerinin geliştirilmesinin önemini vurgulamaktadır ve bu tür verilerin kullanımı, özellikle izleme verilerinin sınırlı olduğu bölgelerde önemli olabilir.

Projelendirme için su kaynağının beslenme şekli, verimi, jeolojik yapı, topografik konum, çevre kirlenmesi, ısı yalıtımı ve benzeri özellikler yerinde yapılacak incelemelerle saptanmalıdır. Kaptaj yapısı genel olarak suyun toplandığı hazne kısmı ile suyun iletme verildiği manevra (vana) odası veya bunun yerine özel durumlar için pompa odası olarak düşünülebilir. Kaptaj tesisinde bir dolu savak yapılmalı ayrıca dip savakla gerekli olduğunda suyun tahliyesi sağlanmalıdır. İstenmeyen maddelerin iletim hattına girmesini önlemek için suyun alındığı boru ağzına süzgeç (krepin) kullanılır.

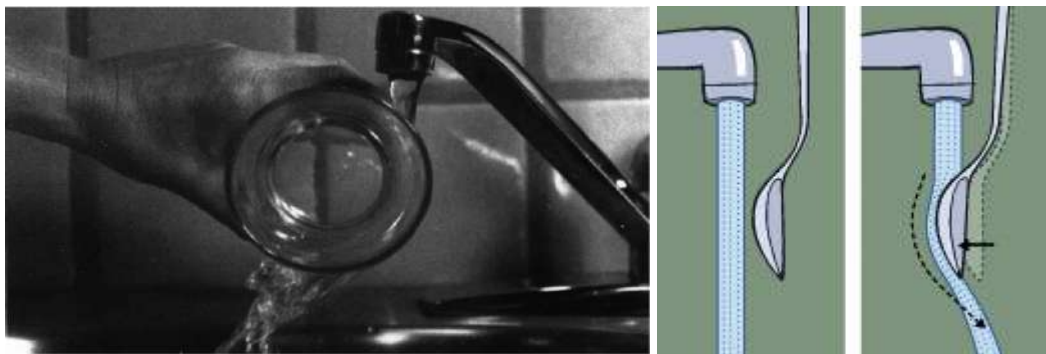
Pınar, drenaj veya kuyulardan elde edilecek suların dış etkenler nedeniyle kirlenmesi mutlaka önlenmelidir. Bu amaçla kaptaj sahasındaki yerleşim durumu,

jeolojik ve topografik durum göz önünde tutularak kaptaj etrafında bir koruma alanı (himaye mıntıkası) tertiplenir. Koruma bölgesinin sınırı pınarlarda beslenme yönünde 50 ile 100 m, mansap kısmında en az -20 m olabilir. Kuyularda ise en az 50 m yarı çaplı bir dairesel koruma alanı düşünülmelidir. Koruma alanı etrafında çevre hendeği açılır ve dikenli tel ile sınır oluşturulur. Böylece kaptaj himaye mıntıkası içine hayvan girmesi, tarım yapılması ve yerleşim oluşması önlenir (Bay, 2006).

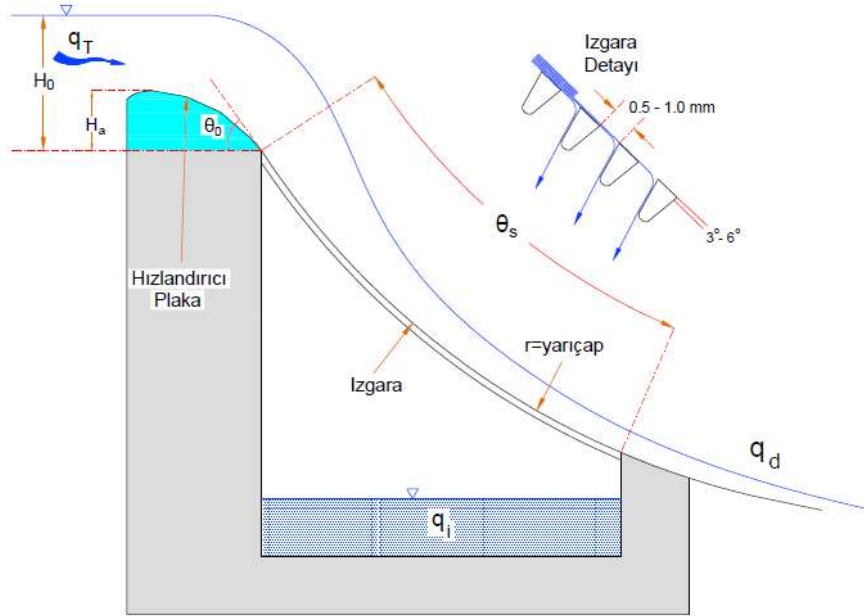
Su alma yapıları arasında tipik ve sıklıkla kullanılan bazı çeşitleri vardır. Bunlar Coanda (Şekil 3.8.) ve Tirol (Şekil 3.6.) tipi su alma yapılarıdır (Gögüş vd., 2017). Coanda tipi su alma yapılarında kullanılan ızgaralar hem istenilen debinin alınabilmesi hem de suyun istenilmeyen sediment malzemedan arındırılması bakımından Tirol tipi su alma yapılarında kullanılan ızgaralara nazaran daha kullanışlı olduğu görülmüştür. Son yapılan çalışmalarla birlikte Coanda tipi su alma yapılarında kullanılan ızgaraların tasarım parametrelerini ve performansını saptamak amacıyla bazı ampirik formüller türetilmiştir. Bu sayede Coanda tipi su alma yapısının kullanılması daha mantıklı bir hale gelmiştir (Hazar, 2020).



Şekil 3.6. Tirol Tipi Su Alma Yapısı ve Izgara Tip Kesiti (Maraş, 2017)



Şekil 3.7. Akışkanlar Mekaniğindeki Coanda Etkisini Tanımlayan Görseller



Şekil 3.8. Coanda Tipi Su Alma Yapısı ve Izgara Tip Kesiti (Maraş, 2017)

Su alma yapılarının tasarımında sızdırmaz ve su geçişini önleyici olarak birçok çeşitli doğal malzeme ile deneyler yapılmış ve sonuç olarak bentonit kilinin bu konuda çok verimli ve kullanışlı bir malzeme olduğu saptanmıştır (Dixon & Graham, 1995).

Günümüzde araştırmaları devam eden bir diğer su alma yapısı tasarımı da teleskopik su alma yapılarıdır. Teleskopik tarz su alma yapılarında eksiklik olarak su alma işlemini durduracak bir düzeneğin bulunmadığı tespit edilmiş bu konu ile ilgili olarak çalışmalar yapılmıştır. Sonuç olarak teleskopik boru hattının ilk bölümüne kaynaklanacak bir ek parça ile bu soruna çözüm getirilebileceği düşünülmüştür. Bu sayede teleskopik su alma yapısı bulunan kaptajlarda da mevcut kaynaktan istenildiği kadar debi alınabilecektir. Bu ek parçanın boyutları ile ilgili bir takım tasarım parametreleri ve formüller geliştirilmiştir (Lipin, 2022).

Birçok büyükşehirde nüfus artışına bağlı olarak artık alternatif su kaynağı arayışları hız kazanmıştır. Alternatif bir su kaynağı olarak nehir sularının sızma vasıtasıyla yeraltı suyu akiferi oluşturması ve bu akiferden derinliğine göre uygun kaptaj yapısı ile su alınabilmesidir. Bu su kaynağı doğal sızma sayesinde çoğunlukla arıtma ihtiyacı duyulmayacak şekilde bulunur. Bu konu ile ilgili olarak Sibirya'daki Irtysh Nehri üzerinde çalışmalar yapılmış ve olumlu sonuçlar alınmıştır. Bu sayede yerleşim yerleri

için su temininde çözüm olarak alternatif bir su kaynağı olarak kabul edilebilir (Shamsutdinov vd., 2021).

Hidrolik yapıların (su sanat yapılarının) drenaj ve drenaj yapılarının alt yüzeylerinin tasarımı büyük önem arz etmektedir. Özellikle, düşük ve orta büyüklükteki rezervuarların taban kısımlarındaki su akışı ile ilgili karmaşık süreçler bu su yapısının görünümü, yapı malzemesi, şekli, boyutu ve konum seçiminde önemli rol oynamaktadır. Yapının alt yüzeyine çarpan suyun tahrip edici bir özelliği vardır. Bu sebeple suyun borudaki kinetik enerjisinin kırılması tesisin daha verimli çalışıp daha uzun bir şekilde hizmet etmesini sağlayacaktır. Bu konu ile ilgili olarak, su akışının hızlı ve yüksek enerjili olduğu durumlarda su alma yapılarında enerji kırıcı yapıların da tasarlanması uygun olacaktır (Urishev, 2021). Ancak bu tür su yapılarının inşa edilmesi, doğal su akışını değiştireceği için bir takım hidrolik zorlanmalara sebep olabilir. Bu hidrolik değişiklikler giriş yapısında ikincil akışları tetikleyerek, tortulaşmaya ve girişe bakan kıyıda erozyonlara neden olur. Bu durumun önüne geçebilmek için su alma yapısı giriş ağzına uygun tasarımda kanat duvarları yapılmalıdır (Allahyonesi vd., 2008).

Betonarme üst yapı tasarımları yapılırken birtakım yönetmeliklere ve standartlara göre yapılmaktadır. Bunlar ülkeden ülkeye değişebilir. Genel hatlarıyla inşaat mühendisliğinde betonarme yapı tasarımında kullanılan analiz yöntemleri vardır. Sismik ve deprem analizi için kullanılan sonlu eleman yöntemi de bunlardan biridir (Lefrançois vd., 2014). Hidrolik sanat yapılarında ve su alma yapılarında depremsel anlamda yapı tasarımı genellikle göz ardı edilen hususlardan biridir. Fakat herhangi bir betonarme yapı gibi su alma kaptaj yapılarının da sismik anlamda deprem güvenliği hesap edilmeli ve tasarımı yapılırken bu hesap çıktıları göz önünde bulundurulmalıdır (Lefrançois, 2013) (Eidinger, 2012). Sonuç olarak herhangi bir betonarme yapı tasarımında olduğu gibi su alma yapılarında da bulunduğu bölgenin zemin durumuna, depremselliğine, yapımında kullanılacak malzemenin parametrelerine göre ve bunlara ek hidrolik etkenleri göz önünde bulundurarak betonarme çözümü ve modellemesi yapılmalı, bunun sonucunda yapıdaki gerilme analizlerine göre statik ve geoteknik tasarımı yapılmalıdır (Kalkani, 1992). Halihazırda kullanılan ve su temin sistemlerinde yer alan eski su yapıların da ilgili kurum ve kuruluşlar tarafından mevcut taşıyıcı sistemleri incelenmeli ve performans analizi yapılmalıdır. Bu analiz neticesinde diğer üst yapılarda olduğu gibi güçlendirme veya rekonstrüksiyonu yapılmalıdır (Gürsoy & Yerli, 2016).

Su alma yapılarının tasarımında ve yer seçiminde dikkat edilmesi gereken bir husus da su kaynağının bir diğer unsur tarafından kirletilmemesi gerekliliğidir. Çin'in Dongguan şehrinde bulunan ve bu şehrin içme suyu temininde önemli bir rol oynayan Dongjiang Nehrinin, söz konusu şehrin atık sularını taşıyan bir kanal tarafından kirlenip kirlenmediği araştırılmış, sonuç olarak nehrin kanal deşarj noktasından sonra alınan su numunelerinde kirlenmeler tespit edilmiştir. Bu sebepten dolayı su temin sistemlerinin planlama sürecinde su kaynaklarının kirlilik analizi geniş bir perspektiften bakılarak yapılmalı, bu konu ileriye dönük büyük sorunlar yaratabileceği için kesinlikle göz ardı edilmemelidir (Sun & Mao, 2011).

Yeraltı suyu kaynakları içme ve kullanma suyu kullanımının yaklaşık yüzde 40'ını oluşturur. Buna ek olarak yeraltı su kaynakları gözlemlenmesi zor bir şekilde de olsa yüzey suyu kaynaklarını besler. Bu sebeple bu oranın bilinen değerinden daha yüksek olduğu düşünülmektedir. Amerika Birleşik Devletleri'nin bir güneydoğu eyaleti olan Mississippi de bu oran yüzde 75'tir. Tüm bu veriler ışığında, yeraltı su kaynaklarının şehirlerin içme ve kullanma suyu temininde önemli bir rol oynadığı aşikardır. Bu sebeple devletlerin bu konu ile ilgili kapsamlı ve sürdürülebilir su yönetimi politikaları geliştirmesi, önümüzdeki yıllarda yaşanabilecek su sıkıntılarını gidermek adına önem arz etmektedir (Volk & Terry, 2022). Bunlara ek olarak yeraltı sularını yapay besleme teknikleri ile verimini artırma ve daha kaliteli su elde etmek mümkündür. Yapay besleme yöntemlerinden biri de yeraltı barajlarıdır. Yeraltı barajları yeraltı su akiferlerinin havza dışına çıktığı veya deniz ve okyanuslara dökülüp kullanılamaz hale geldiği durumlarda, bu akiferinin akışını kesecek şekilde yeraltına inşa edilir. Bu sayede kullanılmayan kısmının akışa geçtiği akiferlerin yeraltında bir depolaması yapılmış olur. Yeraltı barajlarında da diğer sistemlerde olduğu gibi uygun noktaya su alma yapısı teşkil edilir (Apaydın, 2019).

Çin, dünyanın en fazla su sıkıntısı çeken 13 ülkesinden biridir. Çin'in su kıtlığı sorununun temel çözümü temel olarak suyun korunması, birleşik yönetimin güçlendirilmesinde yatmaktadır. Su kullanımını planlamanın ön koşulu, makul kentsel su kotaları oluşturmaktır. Wuhan'ın yıllar içindeki su tüketimi verilerini örnek alan bu makale, Wuhan'ın su kaynakları, su temini ve su kullanımı hakkında kapsamlı bir araştırma yapmakta, büyük endüstrilerin su tasarrufu seviyesini ve potansiyelini analiz etmekte ve kentsel kamusal yaşamın ve endüstriyel su alım kotalarının formülasyon

yöntemleri ve uygulama stratejileri hakkında derinlemesine araştırmalar yürütmektedir. Kentsel kamusal yaşam için su alım kotası formüle edilirken, etkileyen faktörler korelasyon analizi ve sistematik küme analizi gibi matematiksel istatistiksel yöntemlerle nicel olarak analiz edilmiş böylece su alım kotası tabanı daha ekonomik olarak makul ve işletilebilir hale getirilmiştir. Bu araştırma sonucunda Çin'in Wuhan kentinde bir su tasarruf tedbiri olarak su kotası uygulamasının detaylı incelemesi yapılmış, uygulanabilirliği ve sonuçları ortaya konulmuştur (Han & Yang, 2006).

Soğuk bölgelerdeki su alma yapılarında sıklıkla karşılaşılan sorunlardan biri de su yüzeyinde oluşan kar ve buz tabakalarının, su alma krepinin verimsiz çalışmasına hatta tıkanmasına neden olmasıdır. "Frazil İce" adı verilen bu buz tabakalarının su alma yapısının çalışmasını engellememesi için birtakım çalışmalar ortaya konulmuştur. Bunlardan biri de su alma yapısında hazne kısmının üst döşemesine montajı yapılacak şekilde tasarlanan bir buz toplayıcı ve kırıcı yapısının kullanılmasıdır. Bu sayede soğuk iklimin hâkim olduğu yerlerde su alma yapılarının en büyük problemlerinden biri olan krepin kısmının tıkanması sorununun önüne geçilebilecektir (Chen vd., 2002).

Kaynak sularının kalitesi, su temininin arzının korunmasında önemli bir rol oynar. İçme suyu kaynakları insan faaliyetlerinden olumsuz etkilenebilir. Bu faaliyetlerden biri de bu su kaynakları çevresine (beslenme havzası) kurulmuş olan çeşitli endüstriyel yapılardır. Bu kaynakların su kalitesinde, çevresine kurulmuş bu endüstriyel yapıların faaliyet alanına göre değişiklik gösterecek şekilde bozulmalar yaşanabilir (Haggard vd., 2012). Örneğin Pensilvanya'da kömür madenciliği alanında faaliyet gösteren bir tesisin, çevresinde faal olarak kullanılan su kaynaklarına etkisi yıllar boyunca alınan su numuneleri ile gözlemlenmiş, sonuç olarak canlı hayatı için tehdit oluşturabilecek bazı kimyasal maddelerin su kaynağındaki derişiminin arttığı gözlemlenmiştir. Bu sebeple endüstriyel faaliyet gösterecek yapıların ruhsatlandırma ve izin süreçlerinde özellikle su kaynaklarına olan yakınlığı ve bu kaynakların etkilenebilirliği detaylı olarak irdelenmeli, bu konuda sorun teşkil etmeyen tesislerde bile bu konu tesisin faaliyet sürecinde de sürekli olarak kontrol edilmelidir (Wang & VanBriesen, 2014).

Drenajlı kaptaj yapılarında drenajı bir nevi su toplama sistemi olarak da ifade edebiliriz. Drenaj yapılacak alanın seçiminde, yeraltı suyunun gözlemlenmesi gerekir. Yeraltı suyunun var olduğunu gösteren bazı işaretler şunlardır;

- Zemin üzerindeki ıslaklıklar ve sızıntılar
- Civardan daha koyu bitki örtüsü ile kaplı yerler
- Suyu seven ağaç ve bitkilerin bulunduğu yerler
- Zeminde demiroksit kalıntısının bulunduğu yerler
- Tespit edilen alüvyon tabakaları ve çatlaklaşmış kaya tabakaları

Drenaj sistemi yapılacak bölgede bu gibi kriterlere dikkat edilerek çalışmanın yürütülmesi doğru olacaktır (Ateş, 2019).

Bir başka su kaynakları ile yapılan çalışmada, miras ve su mirası kavramları incelenmiş, su mirası kavramının ortaya çıkışı, tanımı, kapsamı, önemi ve su mirası ile ilgili yasal sürecin gelişimi aktarılmıştır. Ardından kaynak suları ile ilgili genel bilgiler aktarılmış ve su mirası ile kaynak suları ilişkisi kurgulanmıştır. Son olarak ulusal düzeyde kaynak suları ile ilgili yasal çerçeve incelenmiş ve bu çerçeve dört ana başlığa ayrılarak aktarılmıştır. Bunlar; suların ticari yönü ve insani tüketimi ile ilişkili yasal düzenlemeler, kaynakların korunması ile ilişkili yasal düzenlemeler, havza koruması ile ilişkili yasal düzenlemeler ve mekânsal planlama ile ilişkili yasal düzenlemelerdir. Yapılan inceleme sonucunda Türkiye’de ulusal mevzuatta kaynak suları ile ilgili farklı kurumların yetki ve sorumluluk sahibi oldukları, fakat bu kurumlar arasında eşgüdüm ve koordinasyonun sağlanamadığı görülmektedir. Diğer yandan, yasa ve yönetmeliklerin kaynak sularını farklı bağlamlarda değerlendiriliyor olması, kaynak suyu koruma alanlarının sınırının belirlenmesi ve bu alanlardan sorumlu olacak yetkili kurum hakkında farklı hükümler içeriyor olmasının belirlenen kararların pratiğe yansımaya engel olduğu kanısına varılmıştır. Mekânsal planlama ile ilgili yasal çerçeve incelendiğinde de kaynak suları ve bu suların koruma alanlarının yeterli bir şekilde detaylandırılmadığı sonucuna varılmıştır (Kurtuluş, 2021). Aynı zamanda içme-kullanma suyu havzalarına yönelik yapılan çalışmalarda kaynakların geri planda kaldığı tespit edilmiştir. Bu çalışmalar neticesinde ülkemizde su kaynaklarının ve kaynak alanlarının korunmasında gerekli önemin verilmediği, ne yazık ki bu konunun göz ardı edildiği anlaşılmıştır (Koç, 2018). Kaynak koruma alanlarının belirlenebilmesi için değişik metotlar bulunmaktadır. Bunlardan deneylerden biri de boya izleme deneyidir. Bu deney sayesinde kaynak havzasının kaynağın suyuna olan etki alanı ve etki çapı belirlenmektedir. Bu veriler sonrasında havzada birinci ve ikinci koruma alanı sınırları belirlenir (Doğdu & Akdeniz, 2018).

Ülkemiz büyükşehir belediyelerinde 6360 sayılı kanunun yürürlüğe girmesinden sonra yapılan çalışmalarda, şehirlere yapılan yatırımların daha doğru gözlemlenebilir ve yönetilebilir olduğu gözlemlenmiş, bu kanun değişikliğinden sonra yukarıda bahsedilen kaynak koruma çalışmalarına daha fazla önem verilerek bu konu ile ilgili yatırım miktarlarının arttığı görülmüştür (Usta vd., 2018).

İçme suyu temin ve dağıtım sistemlerinde; sistemin yaşına, tipine ve işletmesine bağlı olarak her zaman bir su kaybı yaşanmaktadır. Oluşan bu kayıp ve kaçaklardan dolayı, bu suyu nihai kullanıcıya ulaştırılmak için sistemin kurulumu ve işletilmesi için yapılan harcamaların büyük bir kısmı israf olmaktadır. Ülkemizde içme ve kullanma suyu temin sistemlerinde ortalama kayıp oranı yüzde 36'dır. Bu oran, üzerinde ciddi düşünülmesini gerektirecek seviyede yüksektir. Bu nedenle kayıp ve kaçakları önleyici çalışmalar yapılması gerekmektedir. Bu çalışmalardan bilinenleri;

- Su alma yapılarının tasarımında olabildiğince su kaybının en az olacağı şekilde projelendirme yapılması
- Su temin sistemine SCADA kurulması
- Ömrünü tamamlamış veya eski teknolojiye sahip sistem elemanlarının ıslah edilmesi
- Su temini ve dağıtım sistemlerinin basınç ölçüm alanlarına ayrılarak işletmesinin yapılması
- Yüksek işletme basıncı bulunan bölgelerde uygun sanat yapıları veya armatürler kullanılarak sistemin zorlanmadan çalışmasının sağlanması, bu durumun mümkün olmadığı durumlarda yüksek basınç bölgelerinde doğru dayanımdaki malzemelerin kullanılmasıdır (Karakaya & Toprak, 2018; Kızmaz, 2020).

Yeraltı su kaynaklarını etkileyen bir diğer etmen de bu kaynaklar çevresinde birtakım sebeplerle kullanılan patlayıcı maddelerdir. Maden ocaklarında, tünel açma sistemlerinde veya büyük kayaların parçalanması için kullanılan bu yöntem bölgedeki kaynak suyu çıkışlarının akış dengesinin bozulmasına, dolayısı ile akış yönünün değişmesine sebep olabilir. Ek olarak bu patlamalar su akiferlerine etki edebileceği için kaynak suyunun kirlenmesine de sebep olabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle çeşitli sebeplerle yapılan bu patlatma işlemleri öncesinde bölgedeki su kaynakları detaylı şekilde araştırılmalı ve bu kaynaklarla ilgili bilgi edinilmelidir (Marker, 2007).

Kaynak sularının su temin sistemleriyle bir yerleşim yerine su sağlaması için planlama aşamasında yapılması gerekenlerden biri de söz konusu kaynak suyunun doğru şekilde analizinin yapılmasıdır. Fiziksel, kimyasal ve biyolojik olarak ayrılan bu analizlerde çoğunlukla öncelikli olarak fiziksel analizler yapılır. Sebebi ise çoğu fiziksel analizin organoleptik yani insan duyu organları ile yapılabiliyor olmasıdır. Tat, koku, bulanıklık vb. parametrelere bakılan bu organoleptik analizlerin de kendi içerisinde 30'dan fazla alt parametresi bulunmaktadır. Bu parametreler yardımıyla değerlendirilmesi yapılan kaynak suyu numunelerinin, bir sonraki aşama olan kimyasal ve biyolojik analize geçilip geçilmeyeceği konusunda bir ön gözlem yapılmış olur (Lin vd., 2019).

Yapılan bir takım yeni araştırmaya göre su kaynaklarını kirleten etmenlerinin çoğunun bilinmediği veya küresel iklim değişikliği sebebiyle bilinen etmenlerin üzerine hızla yenilerinin eklendiği üzerinedir. Bilim insanlarına göre bu kirleticilerin bilinmemesi risk teşkil etmediği anlamına gelmemektedir. Çalışmalar sonucunda özellikle şu üç unsurdan kaynaklı kirlenmelerin artabileceği düşünülmektedir. Bunlar; küresel iklim değişikliğiyle oranları riskli şekilde farklılaşan atmosferde biriken kimyasallar, henüz laboratuvar ortamında mevcut olanaklarla tespit edilemeyen kimyasal maddeler ve yeni keşfedilen veya ya da mutasyon vb. nedenlerle yenilenen patojen bakteriler. Bu araştırmadan anlaşılacağı üzere günümüzde yaşanan küresel iklim değişikliğinden ötürü dolaylı olarak da olsa su kaynakları etkilenmektedir (Medicine vd., 2004).

Hidrolik yapılarda su alma yapılarında, su haznelerinde veya su akışının olup suyun borular dışında bir alanda bulunduğu yerlerde girdaplar oluşabilmektedir. Özellikle hidroelektrik santrali gibi suyun kinetik enerjisine dayalı yapıların su alma yapılarında meydana gelen girdaplar, tesisin verimini düşürmekte, su alma elemanlarında kavitasyona sebep olmakta hatta güvenlik açısından tehlike oluşturduğu için can kayıplarına bile neden olabilmektedir (Kaya vd., 2021). Bu sebeple su alma yapıları tasarlanırken bu durum göz önünde bulundurulması gereken hususlardan biridir. Bu yapılar tasarlanırken girdap oluşumları incelenmeli ve girdap önleyici yapılar imal edilmelidir (Göğüş vd., 2013).

Günümüzde birçok ülke bazı nedenlerden dolayı güvenliğini tehdit eden olaylarla karşı karşıya kalmaktadır. Bunlardan biri de su temini sistemleri ve şebekeleridir. Araştırmacılar tarafından bu konuyla ilgili olarak bazı risk analizleri yapılmış olup bu analizler sonucunda su alma yapılarının, su kuyularının ve yüzeysel su kaynaklarının biyolojik, fiziksel, doğal afet ve siber saldırılardan etkilenebileceği ve yüksek risk oluşturacak sistemler olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle su ve kanalizasyon idarelerinin önemli su iletim sistemi elemanları etrafında gerekli fiziki güvenlik önlemlerinin yanı sıra doğal afetlere karşı eylem planlarını hazırlaması buna ek olarak SCADA vb. bilişim sistemlerini de siber saldırılara karşı koruma altında tutması büyük önem arz etmektedir (Eskicioğlu vd., 2017).

Ülkemizde tarihi eser derecesine gelmiş bazı su eski su alma yapıları vardır. Ancak bu yapıların çoğu ne yazık ki bakımsızlıktan âtıl vaziyettedir. Örnek olarak 1925 yılında Ankara'da Atatürk Orman Çiftliği Arazisinde yapılmış olan Kırkgöz Kaptajı verilebilir. Bu kaptaj eski yıllarda bir bira fabrikasına su temin etmiş olup bu fabrikanın kapanmasından sonra kullanılmamıştır. Kaynağında hala su olduğu düşünülen bu ve bu gibi su kaptajlarının yeniden şehir şebekesine alternatif kaynaklar olarak düşünülmesi gerekmektedir. Bu sayede bu kaynaklar ileriki yıllarda yaşanılacak kuraklık risklerine karşı en azından bölgesel anlamda su temini sağlayabilecektir (Bektaş, 2021).

4. MATERYAL VE YÖNTEM

Tez çalışması kapsamında arazi, laboratuvar ve bilgisayar ortamında yapılan çalışmalar aşağıda özetlenmiştir;

1. KOSKİ Genel Müdürlüğünden alınan veriler ve bu verilerin yorumlanmasıyla çalışma alanının mevcut içme suyu durumunun açıklanması ve irdelenmesi;
 - Söz konusu kaptaj çalışmasının yapılacağı yerleşkenin halihazırdaki içme suyu temininde kullanılan unsurlarının tespitinin yapılması ve mevcut durumlarının belirtilmesi,
 - Yerleşkenin günümüzdeki ve gelecekteki içme suyu ihtiyaç analizinin yapılması (Mahallenin mevcut su tüketim paterni dikkate alınarak ve ilgili nüfus tahmin yöntemleri kullanılarak)
 - Yapılan bu incelemeler sonucu yapılacak kaptaj çalışmasının gerekliliğinin ortaya konulması.
2. Çalışma yapılacak kaynak suyunun yüzeye çıktığı yerin belirlenmesi ve açığa çıkan suyun debisinin ve kalitesinin ölçülmesi;
 - 1 yıl boyunca farklı zamanlarda ilgili yüzey akış debi ölçüm cihazlarıyla suyun debisinin ölçümü,
 - Su kaynağından alınan su numunesinin ilgili akredite laboratuvarlarda kalite analizlerinin yapılması.
3. Meteoroloji Genel Müdürlüğü verileri ve KOSKİ Genel Müdürlüğünün CBS veri tabanları kullanılarak çalışma alanının meteorolojik ve hidrolojik verilerinin derlenmesi ve yorumlanması;
 - Arazinin yağış rejiminin belirlenmesi ve karşılaştırılması (meteorolojik kayıtlarla),
 - Bölgenin çeşitli su kaynaklarıyla ve su havzalarıyla ilişkisinin irdelenmesi (ilgili hidrolojik haritalarla).

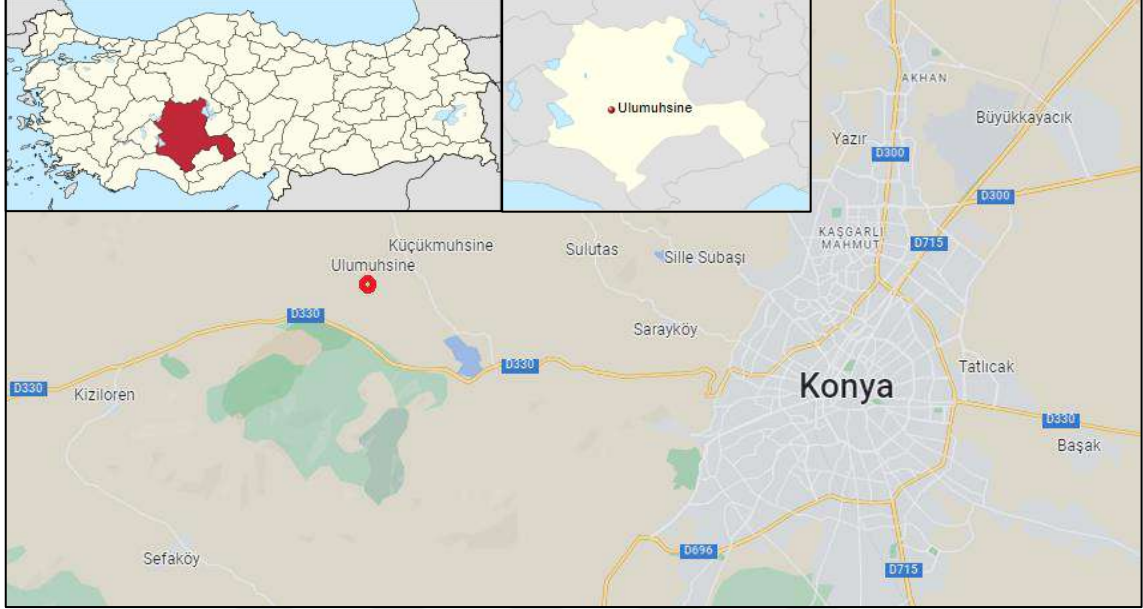
4. Kaptaj yapısının ve isale hattının projelendirilmesi aşamasında kullanılmak üzere çalışma alanında kapsamlı jeofizik ve jeolojik etütler yapılması;
 - Su çıkış noktasında söz konusu kaynağın akiferi ile ilgili verilerin elde edilmesi ve dere yatağı boyunca arazinin jeolojisi hakkında bilgi sahibi olmak amacıyla farklı jeofizik yöntemlerle çalışmalar yapılması,
 - Jeofizik çalışmalara ek olarak arazide jeolojik araştırma sondajı açılarak zeminin özelliklerinin belirlenmesi ve arazideki yer altı akiferinin geçirimsizlik katsayısının belirlenmesi.

5. Kaptaj çalışması yapılacak ve isale hattı planlanan bölgenin detaylı topoğrafyasının çıkarılması, ortofoto ve sayısal arazi yüzey modelinin oluşturulması;
 - LİDAR cihazı ve kamera entegreli dron uçuşu yapılarak arazinin yüksek çözünürlüklü haritasının ve 3D arazi modellemesinin oluşturulması.

6. Arazideki gözlem ve deney sonuçlarına göre kaptaj yapısının ve su iletim hattının optimum tasarımının yapılması;
 - Kaptaj yapısı için arazideki en uygun yerin belirlenmesi,
 - En uygun kaptaj yapısının seçilmesi (kaptaj yapısının boyutları, çeşidi vb.),
 - Kaptaj yapısından itibaren içme suyu isale hattı ve sanat yapılarının projelendirilmesi (isale hattı borularının cins, çap ve atü seçimi vb.)

4.1. Çalışma Yapılacak Yerleşkenin Mevcut Durumu

Ulumuhsine Mahallesi, Konya'nın Selçuklu İlçesinde 37.923683 enlem ve 32.249359 boylamda yer almakta olup Konya il merkezine yaklaşık 30 km uzaklıktadır (Şekil 4.1.).



Şekil 4.1. Ulumuhsine Mahallesinin Yer Bulduru Haritası

4.1.1. Çalışma Yapılacak Yerleşkenin Demografik Durumu

Mahalle kadastrounun çoğunluğu yapılaşmamış arsalardan oluşmaktadır ve halihazırda bir imar planı bulunmamaktadır. Mevcut durumda kayıtlı yaklaşık 90 hane bulunan mahallede bu hanelerin yüksek çoğunluğu mahallenin resmi köy yerleşik alanı içerisinde yer almaktadır (Çizelge 4.1.).

Çizelge 4.1. Ulumuhsine Mahallesinin Mevcut Kadastro Bilgileri ve Hane Sayısı (İçme Suyu Aboneleri)

| KADASTRO/PARSEL BİLGİLERİ | |
|---------------------------|------|
| Kullanım Türü | Adet |
| ARSA | 305 |
| DİĞER KAPI | 2 |
| İNŞAAT | 1 |
| KAMU İŞYERİ | 2 |
| SİTE GİRİŞİ | 1 |
| TAHSİS | 10 |
| YAPI | 73 |
| YAZLIK/MEVSİMLİK | 22 |
| ÖZEL İŞYERİ | 13 |

| İÇME SUYU ABONELİK BİLGİLERİ | |
|---------------------------------|--------------|
| Abone Tür Grubu | Abone Sayısı |
| HALKA AÇIK YERLERE AİT ABONELER | 3 |
| İŞ YERİ ABONELERİ | 2 |
| MESKEN ABONELERİ | 81 |
| ÇEVRE SULAMA ABONELERİ | 1 |

Resmi verilere göre mahallede daimî olarak bulunan kişi sayısı yaklaşık 100 civarındadır (Çizelge 4.2.). Fakat yurtiçi ve yurtdışı gurbetçi vatandaşların gelmesi ile özellikle yaz aylarında nüfus yaklaşık 3-4 katına çıkmaktadır. Ayrıca mahallenin Konya il merkezine yakınlığı sebebi ile özellikle hafta sonu günlerinde mahalledeki mesire alanına bağlı nüfus yoğunluğu yaşanmaktadır. İçme suyu ihtiyaç analizleri yapılırken bu durumlar göz önünde bulundurulmuştur.

Çizelge 4.2. Ulumuhsine Mahallesi Resmi Nüfus Sayım Sonuçları (*Türkiye İstatistik Kurumu, t.y.*)

| ULUMUHSİNE MAHALLESİ RESMİ NÜFUS SAYIM SONUÇLARI (TÜİK - ADRESE DAYALI NÜFUS KAYIT SİSTEMİ) | | | | | | | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| YILLAR | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
| NÜFUS | 25 | 25 | 30 | 36 | 36 | 115 | 90 | 77 | 67 | 65 | 72 |

4.1.2. Çalışma Yapılacak Yerleşkenin İçme Suyu Durumu

Bir yerleşkenin içme suyu yeterlilik durumunu irdelemek ve geleceğe yönelik içme suyu ihtiyaç hesabını ortaya koymak için bazı hesap aşamaları ve yöntemleri bulunmaktadır. Bu aşamalar sırasıyla;

- Nüfus projeksiyon metotlarıyla yerleşkenin geleceğe yönelik nüfusunun tahmin edilmesi (İller Bankası Metodu),
- Mahalledeki içme suyu abonelerinin; varsa ölçülebilen anlık tüketim verilerinin (debimetre vb. anlık ölçüm yapabilen cihazlar ile) yoksa halihazırdaki su tüketim(tahakkuk) verilerinin kullanılarak kişi başı günlük su tüketim paterninin elde edilmesi,
- Mahallenin gelişmişlik seviyesi, kamu ve ticaret sektörünün yoğunluğu, tarım ve hayvancılık verileri tespit edilmesi (hayvan sayısı, mevsimsel göçe bağlı gelen nüfus miktarı, vb.,)
- Mahalledeki mevcut içme suyu sağlayan su şebekesindeki toplam kayıp-kaçak oranının tahmin-tespit edilmesi (bilinmiyorsa %30-40 arası bir değer seçilebilir)

Yukarıdaki belirtilen veriler temin edildikten sonra ilgili hesap yöntemleri kullanılarak mahallenin içme suyu unsurlarının proje hesaplamalarında kullanılacak tasarım debileri elde edilir.

Mahallenin içme ve kullanma suyu ihtiyacı halihazırda yerleşkenin kuzey kesiminden gelen doğal su kaynağından ve 2017 yılında açılmış mevcut kuyu suyundan karşılanmaktadır. Fakat hem bahsedilen kaynak suyunun hem de içme suyu kuyusunun debileri son yıllarda çok azalmış ve yetersiz hale gelmiştir. Ayrıca söz konusu kaynağın su kalitesinin; mahallenin kuzeyindeki jeolojik ve karstik yapıdan kaynaklı olarak elverişsiz olduğu tespit edilmiştir. Aynı durum son yıllarda su seviyesi düşüşü yaşanan mevcut içme suyu kuyusunda da (derin sondaj) yaşanmaktadır.

Yapılan hesap ve analizler neticesinde içme ve kullanma suyu ihtiyacı göz önüne alındığında, su temininde kullanılan mevcut kaynaklarda yaşanan bu durum, bölgede yeni kaynak araştırması yapılması gerekliliğini ortaya koymuştur. Buna bağlı olarak son yıllarda yerleşkede içme suyu temini maksatlı yapılan derin kuyu sondaj denemelerinde yeterli debide ve kalitede su bulunamamıştır.

Daha sonrasında yapılan detaylı arazi çalışmaları ve araştırmalar sonucunda mahallenin yaklaşık 1 km güneybatısında doğal kaynak suyu çıkışı keşfedilmiştir. Yapılan ön etüt ve fizibilite çalışmaları sonucunda bu su kaynağının mahallenin ihtiyacı olan içme suyu temininde kullanılmak üzere gerekli çalışmalar başlatılmıştır.

4.2. Çalışma Yapılacak Su Kaynağı Üzerinde Yapılan Çalışmalar

4.2.1. Kaynak Çıkış Noktasının Tespiti ve Halihazırdaki Durumu

Yapılan arazi çalışmaları sonrasında kaynağın ana çıkış noktası belirlenmiş ve yüzeye çıktıktan sonraki dere yatağı güzergahı detaylı bir şekilde incelenmiştir. Yapılan incelemelerde kaynağın ufak bir tepenin yamacında ağaçlık bir noktadan çıkış yaptığı ve bu noktadan sonra dere yatağı boyunca suyun yüzey akışına geçtiği tespit edilmiştir. Gözleme bağlı yapılan ilk incelemelerde dere yatağı; yüzey kısımlarda özellikle sel sularının getirdiği alüvyon malzemedan oluşmakta olup çalılık ve bodur ağaçlardan oluşan bir bitki örtüsüne sahiptir (Resim 4.1.).



Resim 4.1. Kaynak Suyunun a) Ana Çıkış Noktası ve b)c) Akışa Geçtiği Dere Yatağı

Mahalle içerisinde batıdan doğuya doğru uzanan dere yatağı üzerinde, önceki yıllarda yetkili kurum ve kuruluşlarca yapılmış hidrolojik su yapıları (tersip bendi, ıslah sekisi) bulunmaktadır. Kaynak suyu cazibeli bir şekilde dere yatağı boyunca bu yapıları geçip, mahalle merkezinde bulunan ve tarımsal sulamada kullanılan su toplama havuzuna dökülmektedir.

4.2.2. Kaynak Suyunun Debi Ölçümleri

Kaptaj ve isale hattı tasarımında en önemli parametre bir noktadan diğer noktaya aktarılması planlanan suyun birim zamandaki miktarının yani debisinin ölçülmesidir. Proje çalışması yapılacak suyun mevcut akış şekline göre debi ölçüm yöntemi belirlenmektedir. Ölçümü yapılacak söz konusu su kaynağının doğal olarak çıkış yapıp yüzey akışına geçmesi sebebiyle bu tür akışlara sahip suların debi ölçümünde kullanılan muline cihazı ile ölçüm yapılmıştır. Dere güzergahında boyutları ölçülebilen bir kesitinde suyun birim zamanda akış hızının ölçülmesine dayanan bu ölçüm metodunda, elde edilen bu verilerle süreklilik denklemi (Denklem 1) kullanılarak suyun debisi bulunur.

$$Q = V \times A \quad (\text{Denklem 1})$$

$$Q = \text{Akışkanın debisi (m}^3/\text{s)}$$

$$V = \text{Akışkanın hızı (m/s)}$$

$$A = \text{Akışkanın hız ölçümü yapılan noktadaki kesit alanı (m}^2\text{)}$$

Dere yatağı üzerinde suyun ilk çıkış noktasına yakın ve yüzey akışının laminar (düzenli-pürüzsüz) şekilde seyrettiği bir yer belirlenmiş ve bu noktada düzenli aralıklarla muline cihazı ile kaynak suyunun debi ölçümleri yapılmıştır (Resim 4.2.).



Resim 4.2. a) Muline Cihazı, b) Muline Cihazı ile Debi Ölçümü

4.2.3. Kaynak Suyunun Su Kalite Analizi

Kaynak araştırması ve kaptaj çalışmalarında önemli bir kriter olan su kalite analizleri için su çıkış noktasının belirlendiği ilk saha gezisinde, kaynak gözünden su numunesi alınmıştır. İlgili ekipmanlarla alınan bu numunelerin (Şekil 4.3.), Konya Büyükşehir Belediyesi KOSKİ Genel Müdürlüğü bünyesinde hizmet veren ve akreditasyonu sağlanmış Su Kalite Kontrol Laboratuvarında analizi yapılmıştır.



Resim 4.3. Analiz Amaçlı İçme Suyu Numunesi Alma Ekipmanları

Daha sonrasında ilerleyen zamanlarda yapılan arazi çalışmaları esnasında yapılan saha gezilerinde kontrol amaçlı bir kez daha kaynaktan su numunesi alınmıştır. Bu sefer iki noktadan alınan numunelerin biri su çıkış noktasından (göz) diğeri ise dere güzergahı üzerinde ana su kaynağına dahil olduğu düşünülen ikincil bir su çıkışının olduğu ve bu katılım noktasından sonra suların yüzey akışına geçtiği (bent) diğeri bir noktadan alınmıştır.

4.3. Çalışma Alanının Meteorolojik ve Hidrolojik Durumu

Bu bölümde yapılan çalışmalarda öncelikli olarak; ilgili kurumlardan söz konusu araştırma bölgesinin meteorolojik veri kayıtları alınmıştır. Daha sonra yapılması planlanan kaptaj çalışması için proje alanının mevcut su havzaları ile olan hidrolojik ilişkisi ortaya konmuştur. Bahsedilen çalışmalar raporun devamında detayı bir şekilde anlatılmış ve yorumlanmıştır.

4.3.1. Meteorolojik Verilerin Derlenmesi

Çalışma alanına yakın civar bölgelerde hizmet veren yağış ve sıcaklık gözlem istasyonlarının verileri ilgili kurum ve kuruluşlardan temin edilerek Konya il geneli ortalama verileriyle karşılaştırılarak çıkarımlar yapılmıştır.

4.3.2. Hidrolojik Havza Verilerinin Derlenmesi

Hidrolojik havza çalışmaları kapsamında, söz konusu çalışma alanının çeşitli su kaynaklarıyla ve su havzalarıyla ilişkisi irdelenmiştir. Çalışma alanı yakınında bulunan göl, baraj, gölet vb. su kaynakları ve bu kaynakları besleyen dere ve akarsuların toplama havzaları ile bu yapıların koruma alanlarını gösterir haritalar, KOSKİ Genel Müdürlüğünden temin edilmiştir. Buna ek olarak eski yıllardan beri kullanılan ve tescillenmiş tatlı su kaynaklarının ve bölgesel bazda su temininde kullanılan bilinen su kaynaklarının çalışma alanı ile olan ilişkisi irdelenerek çıkarımlar yapılmıştır.

4.4. Çalışma Alanında Yapılacak Jeofizik, Jeolojik ve Geoteknik Arazi Deneyleri ve Hesap Yöntemleri

Bölgenin jeoteknik ve geoteknik verilerinin elde edilmesi amacıyla; Necmettin Erbakan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü finansmanında, Konya Zemin ve Üçgen Mühendislik firmaları tarafından arazide birtakım deneyler yapılmış ve elde edilen deney sonuçları yorumlanmıştır. Yapılan araştırmaların metotları ve hesaplama yöntemleri bu bölümde detaylı bir şekilde anlatılmıştır.

4.4.1. Jeofizik Çalışmalar

4.4.1.1. Masw Kırılma (Sismik Kırılma) Deneyi

Sismik yöntemler, yerde oluşturulan yapay titreşimlerin ölçülmesi esasına dayanır. Bu çalışmada uygulanan masw kırılma yönteminde yüzeyde oluşturulan yapay sismik titreşimlerin, yeraltındaki farklı yoğunluklardaki seviyeler içerisinde kırılarak, yüzeye geri dönmesi için geçen süreler ölçülür. Bunun için, bir doğrultu boyunca yerle bağlantılı çok hassas alıcılar (jeofonlar), yüzeye dönen bu dalgaları titreşimler halinde algılayarak, kaydeden alete gönderir.

Her jeofona gelen titreşimlerin geliş anı, milisaniye seviyesinde ölçülebilmektedir. Değerlendirmede esas olan, yeraltı katmanlarının boyuna dalga hızı (V_p) ve enine dalga hızı (V_s)' nin bulunmasıdır. Bu hızlardan yararlanarak katmanların derinlikleri ve bu katmanlara ait birçok statik ve dinamik parametre hesaplanabilir.

Yüzey dalgalarının çok kanallı analizi, doğrusal bir dizilim boyunca yerleştirilen çoklu (12 veya daha fazla) alıcıların çalıştırıldığı klasik sismik arama yaklaşımından türetilmiştir. Temel avantajı, hız ve sönüm gibi dalga yayılım karakteristiklerine dayanan farklı türde sismik dalgaları tanıma kapasitesidir.

Sahada gerçekleştirilen, jeofizik çalışmalarda S dalgası hızlarını belirlenmeye yönelik olarak masw-aktif kaynak hat ölçümü yapılmıştır. Yüzey dalgalarının çok kanallı analizi (MASW) yöntemi sığ zemin araştırmalarında kullanılmaktadır. Diğer yöntemlere göre en büyük avantajı kaynağın kontrollü olmasıdır. Aktif ve pasif kaynaklı yüzey dalgası yöntemleri kullanılarak yerin S dalga hız yapısı belirlenebilir. Bunun için iki adım vardır.

Bunlardan birincisi incelenen alana ait dispersiyon eğrisinin belirlenmesidir. Yüzey dalgası yöntemlerinin tümünde amaçlanan, incelenen alana ait dispersiyon eğrisini elde etmektir. Dispersiyon eğrisinin elde edilişi tüm yöntemler için farklıdır.

İkinci adım ise ters-çözüm işlemidir. Bu işlem sırasında, dispersiyon eğrisinden yararlanılarak bir boyutlu ortama ait tabaka parametreleri elde edilmektedir. Bu çalışma ile sahada gerçekleştirilen jeolojik-jeoteknik çalışmalar ve jeofizik sonuçların korelasyonu yapılarak, yeraltı jeoloji yapısı, jeoteknik durum ve değerlendirmeler aydınlatılmaya çalışılır.

Elde edilen kayıtlar faz hızı-frekans grafiğinden dispersiyon eğrisi oluşturulan dalganın ters çözüm yolu ile yeraltındaki tabakaların Vs hızları ve derinlikleri hesaplanır. Sahada elde edilen aktif kaynak ve pasif kaynak yüzey dalgası kayıtları ilk aşamada değişik frekanslara karşılık gelen faz hızları program vasıtasıyla çizdirilir. İşlem sonucunda dispersiyon eğrisi elde edilir. Farklı modellerde inversiyon (ters çözüm) uygulanarak derinliğe bağlı 2-D Vs dalgası hızları hesaplanır.

Sismik araştırmada kaynak olarak 8 kg lık balyoz ve DOREMİ SARA marka 12 kanallı, sismik kayıtcı kullanılmıştır (Resim 4.4.).



Resim 4.4. Sismik Ölçüm Cihazı

Zemin Dinamik-Elastik Parametreleri

Statik yükler altında zeminin taşıma gücü, şişme ve oturma potansiyeli gibi özellikleri önem arz ederken, zeminin dinamik yükler altındaki davranışı açısından da Elastisite (young) modülü, Kayma modülü, Bulk modülü ve Poisson oranı önem taşımaktadır. Bunlar yerin tekrarlı yükler altında esneme özelliklerini yansıtan değerlerdir. Çalışma alanında yapılan sismik çalışmalar sonucunda Vs dalga hızlarından yararlanılarak TBDY 2018'e göre yerel zemin sınıfı, zemin hâkim titreşim periyotları ve zemin büyütme katsayıları elde edilmiştir (Çizelge 4.3.).

Çizelge 4.3. TBDY 2018'e Göre Zemin Grupları ve Yerel Zemin Sınıflaması (Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, 2018)

| Yerel Zemin Sınıfı | Zemin Cinsi | Üst 30 metrede ortalama | | |
|--------------------|--|-------------------------|----------------------------------|-----------------------|
| | | $(V_s)_{30}$ [m/s] | $(N_{60})_{30}$ [darbe/30 cm] | $(c_u)_{30}$ [kPa] |
| ZA | Sağlam, sert kayalar | >1500 | – | – |
| ZB | Az ayrılmış, orta sağlam kayalar | 760–1500 | – | – |
| ZC | Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrılmış, çok çatlaklı zayıf kayalar | 360–760 | >50 | >250 |
| ZD | Orta sıkı–sıkı kum, çakıl veya çok katı kil tabakaları | 180–360 | 15–50 | 70–250 |
| ZE | Gevşek kum, çakıl veya yumuşak–katı kil tabakaları veya $PI > 20$ ve $w > \%40$ koşullarını sağlayan toplamda 3 metreden daha kalın yumuşak kil tabakası ($c_u < 25$ kPa) içeren profiller | <180 | <15 | <70 |
| ZF | Sahaya özel araştırma ve değerlendirme gerektiren zeminler: a) Deprem etkisi altında çökme ve potansiyel göçme riskine sahip zeminler (sıvılaştırılabilir zeminler, yüksek derecede hassas killer, geçebilir zayıf çimentolu zeminler vb.), b) Toplam kalınlığı 3 metreden fazla turba ve/veya organik içeriği yüksek killer, c) Toplam kalınlığı 8 metreden fazla olan yüksek plastisiteli ($PI > 50$) killer, d) Çok kalın (>35m) yumuşak veya orta katı killer. | | | |

Sismik P Dalga Hızı (V_p): Kayıtlılara ilk ulaşan deprem dalgasıdır. Hızı, kabuğun yapısına göre 1,5 ile 8 km/s arasında değişir. Tanecik hareketleri yayılma doğrultusuna paraleldir. Yıkım etkisi düşüktür. Partiküllerin tanecik hareketleri, dalganın tabaka içindeki yayılım doğrultusuna paraleldir. (Bu yüzden boyuna dalgalar olarak da isimlendirilirler.) P dalgaları her türlü ortamda (katı, sıvı) yayılırlar. P dalgaları yeraltının geometrisi ve yapısal durumunu ortaya koyarlar.

Sökülebilirlik ve P Dalga Hızı Arasındaki İlişki: Taşıma ile meydana kil, silt, kum ve çakıl boyutlu, kohezyonsuz ve az kohezyonlu birikinti ve döküntü malzemelerle kayaların aşın ayrısına ürünü olan orta derecede kohezyonlu zeminler genellikle 900-1000 m/s (3000 ft/s) değerinin daha küçük bir sismik hız değeri verirler. Bu tip zeminler yerine ve amacına göre grayder, loder, trençer ve kepçeli kazı makinaları gibi araçlarla kolayca sıyrılıp kazanabilirler. Yine taşıma ile meydana gelen kil, kumlu kil, çakılı kil ve

bloklı kil gibi konsolide olmuş (sıkışmış), fazla kohezyonlu ve gevşek çimentolu birikinti ve döküntü malzemeler ile kayaçların aşın ayrışma ürünü olan fazla kohezyonlu zeminler 1000- 1500 m/s (3000-4500 ft/s) arasında bir sismik hız değeri verilir. Bu tip zeminler yerine ve amacına göre, kepçeli-çeneli kazı makinası ve buldozer gibi araçlarla, orta derecede ve bazen zor bir şekilde sıyrılıp kazanabilirler ve sökülebilirler. Magnetik ve metamorfik kayaçların ayrışmaya uğramış zonları, zayıf ve gevşek yapılı, çatlaklı bir ayrışmaya yüz tutmuş sedimanter kayaçlar ve bazı hallerde kil, kum, çakıl ve blokların orta derecede çimentolanması ile meydana gelen "hardpan" adı verilen, zemin ve kayaç arası oluşumlar 1500-2000 m/s (4500-6000 ft/s) arasında bir sismik hız değeri verirler, 2000 m/s (6000 ft/s) değerinden daha büyük bir sismik hız değeri veren kayaçlar ise sırası ile az çakıllı, minimum derecede ayrışmış, gevşek veya sıkışmış bir yapı özelliği gösterirler. Böyle kayaçlar ancak kompresörleme veya dinamitle parçalama yolu ile sökülebilirler.

Bir araştırmacı yaptığı çalışmalarda, zemin ve kayaçların sökülebilirlikleri ile P tipi dalga hızları arasında aşağıdaki tabloda belirtildiği şekilde bir ilişki bulunduğunu ortaya koymuştur (izelge 4.4.).

Çizelge 4.4. V_p ile Sökülebilirlik Arasındaki İlişki (Bailey, 1974)

| V _p (m/s) | Sökülebilirlik Derecesi | Ekskavatör No |
|----------------------|-------------------------|---------------|
| 350 – 670 | ok Kolay | 1 – 3 |
| 670 – 1000 | Kolay | 3 – 4 |
| 1000 – 1700 | Orta | 4 – 6 |
| 1700 – 2300 | Zor | 6 – 8 |
| 2300 – 2700 | ok Zor | 8 – 9 |
| 2700 – 3000 | Son Derece Zor | 9 – 10 |

Sismik S Dalga Hızı (V_s): Partiküllerin titreşim doğrultusu, dalganın tabaka içinde yayılım doğrultusuna diktir. S dalgaları sadece katı ortamda yayılırlar. Deprem anında yıkıcı özelliği olan dalgalardır. Yayılma hızları düşüktür (3-4 km/s) hızı P dalgası hızının %60'ı ile %70'i arasında değişir. S dalgaları sıvı içinde yayılamazlar. Bu sebeple de manto içine giremez ve deprem merkezinden 103° uzaklıkta bulunan yerlere kadar kaydedilirler. Yapılarda yıkıma yol açan dalgalar S dalgaları ile yüzey dalgalarıdır. S dalgaları

yeraltının mekanik özelliklerini ortaya koyarlar. S dalga hızlarının zemin durumuna göre sınıflandırılması Çizelge 4.5. ve Çizelge 4.6. da verilmiştir.

Çizelge 4.5. Kohezyonlu Zeminlerin Vs Hızlarına Göre Sınıflandırılması (Özaydın, 1982)

| Vs (m/s) | Zemin Durumu |
|----------|--------------|
| <200 | Yumuşak-Orta |
| 200-300 | Katı |
| 300-500 | Çok Katı |
| 500-750 | Sert |

Çizelge 4.6. Kohezyonsuz Zeminlerin Vs Hızlarına Göre Sınıflandırılması (Özaydın, 1982)

| Vs (m/s) | Zemin Durumu |
|----------|--------------|
| <300 | Gevşek |
| 300-600 | Orta Sıkı |
| 600-800 | Sıkı |
| 800-1000 | Çok Sıkı |

Yoğunluk (ρ): Boyuna dalga hızına göre ampirik olarak Telford (1977) tarafından verilen yoğunluk aşağıdaki formülden (Denklem 2) hesaplanır. Zeminlerin yoğunluk değerine göre yapılan sınıflama Çizelge 4.7. de verilmiştir.

$$\rho = d = 0.31 \times V_p^{0.25} \quad (\text{Denklem 2})$$

$$\rho = d = \text{Yoğunluk (gr/cm}^3\text{)}$$

$$V_p = \text{Birincil Deprem Dalgası Hızı (m/s)}$$

Çizelge 4.7. Zemin Birimlerinin Yoğunluk Sınıflaması (Keçeli, 1990)

| Yoğunluk (ρ , gr/cm ³) | Tanımlama |
|--|------------|
| <1,20 | Çok düşük |
| 1,20 – 1,40 | Düşük |
| 1,40 – 1,90 | Düşük |
| 1,90 – 2,20 | Yüksek |
| >2,20 | Çok Yüksek |

Poisson Oranı (v): Formasyonun enine birim değişmesinin boyuna birim değişmesine oranı olarak tanımlanır. Poisson oranı ile birimlerin gözenekliliği hakkında da fikir edinilebilmektedir (Çizelge 4.8.). Ayrıca zeminin suya doygunluğu arttıkça poisson oranı artmaktadır. Poisson oranı birimsizdir ve aşağıdaki formülle (Denklem 3) hesaplanır.

$$v = (V_p^2 - 2V_s^2) / (2V_p^2 - 2V_s^2) \quad (\text{Denklem 3})$$

v = Poisson Oranı (birimsiz)

V_p = Birincil Deprem Dalgası Hızı (m/s)

V_s = İkincil Deprem Dalgası Hızı (m/s)

Çizelge 4.8. Poisson Sınıflaması ve Zemin Özelliği Karşılaştırması (Keçeli, 1990)

| Poisson Oranı(v) | Zemin Özelliği |
|------------------|-------------------------|
| 0 – 0,25 | Gözeneksiz |
| 0,25 – 0,40 | Gözenekli -Porozlu |
| 0,40 – 0,45 | Gözenekli – Suya Doymun |

Sismik Hız Oranı (V_p/V_s): Zeminin sıklığını gösterir. Bu oran zeminin sıvılaşılabilmek potansiyeli ile ilgili olarak bilgi vermektedir. Gevşek suya doymun siltli kum, kum ortamları için bu oranın 3 ten büyük çıkması zeminde depremin büyüklüğü, süresi ve etki alanına bağlı olarak sıvılaşılabilmek potansiyelinin olduğunu ifade etmektedir. Poisson oranı ve Sismik Hız Oranının zemin sıklığı ile olan ilişkisi Çizelge 4.9. da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Poisson Oranı ve Sismik Hız Oranı ile Sıklık arasındaki İlişki (Ercan, 2001)

| Poisson Oranı (v) | Sismik Hız Oranı (V _p /V _s) | Sıklık |
|-------------------|--|--------------|
| 0,5 | ∞ | Cıvık – Sıvı |
| 0,4 – 0,49 | ∞ – 2,49 | Çok Gevşek |
| 0,3 – 0,39 | 2,49 – 1,87 | Gevşek |
| 0,2 – 0,29 | 1,87 – 1,71 | Sıkı – Katı |
| 0,1 – 0,19 | 1,71 – 1,50 | Katı |
| 0 – 0,09 | 1,50 – 1,41 | Sağlam Kaya |

V_p/V_s oranını bir zeminin suya doygunluğunu ortaya koyan parametrelerden biri olarak değerlendirmek gerekir. Genellikle V_p/V_s oranı yüksek birimlerin, su içeren zeminler olduğu söylenebilir.

Kayma (Shear) Modülü (G): Zeminin katılık ve makaslamaya karşı direncinin bir göstergesidir. Zeminin kayma mukavemeti dayanabileceği en büyük makaslama (kayma) gerilmesi olarak tanımlanır ve zemininin neden olabileceği deprem hasarlarını tahmin etmede önemli bir elastik parametredir. Aşağıdaki formülle hesaplanır (Denklem 4). Zeminlerin Kayma Modülü değerlerine göre sınıflandırılması Çizelge 4.10. da verilmiştir.

$$G = \rho \times V_s^2 \quad (\text{Denklem 4})$$

$$G = \text{Kayma Modülü (kg/cm}^2\text{)}$$

$$\rho = d = \text{Yoğunluk (gr/cm}^3\text{)}$$

$$V_s = \text{İkincil Deprem Dalgası Hızı (m/s)}$$

Çizelge 4.10. Kayma Modülü Değerlerine Göre Zemin ya da Kayaçların Dayanımı (Keçeli, 1990)

| Kayma Modülü (G, kg/cm ²) | Dayanım |
|---------------------------------------|------------|
| <400 | Çok zayıf |
| 400-1500 | Zayıf |
| 1500-3000 | Orta |
| 3000-10000 | Sağlam |
| >10000 | Çok sağlam |

Elastisite Modülü (E): Bir doğrultuda streslerin (gerilmelerin), deformasyonlara oranı olarak tanımlanır. Başka bir deyişle uygulanan düşey basınç yönünde yerin düşey yamulmasını tanımlar. Aşağıdaki formülle hesaplanır (Denklem 5). Zeminlerin Elastisite Modülü değerlerine göre sınıflandırılması Çizelge 4.11. de verilmiştir.

$$E = G \times (3V_p^2 - 4V_s^2) / (V_p^2 - V_s^2) \quad (\text{Denklem 5})$$

$$E = \text{Elastisite Modülü (kg/cm}^2\text{)}$$

$$G = \text{Kayma Modülü (kg/cm}^2\text{)}$$

$$V_p = \text{Birincil Deprem Dalgası Hızı (m/s)}$$

$$V_s = \text{İkincil Deprem Dalgası Hızı (m/s)}$$

Çizelge 4.11. Elastisite Modülü Değerlerine Göre Zemin ya da Kayaçların Dayanımı (Keçeli, 1990)

| Elastisite Modülü (E, kg/cm ²) | Dayanım |
|--|------------|
| <1000 | Çok Zayıf |
| 1000-5000 | Zayıf |
| 5000-10000 | Orta |
| 10000-30000 | Sağlam |
| >30000 | Çok Sağlam |

Sıkışmazlık (Bulk) Modülü (K): Bulk Modülü, bir nesneyi çepeçevre saran basınç altında sıkışmasının ölçüsüdür. Dalga teorisinden elde edilen Bulk modülü aşağıdaki formülle hesaplanır (Denklem 6). Zeminlerin Sıkışmazlık (Bulk) Modülü değerlerine göre sınıflandırılması Çizelge 4.12. de verilmiştir.

$$K = \rho \times (V_p^2 - 4/3V_s^2) / 100 \quad (\text{Denklem 6})$$

K = Bulk Modülü (kg/cm²)

$\rho = d =$ Yoğunluk (gr/cm³)

V_p = Birincil Deprem Dalgası Hızı (m/s)

V_s = İkincil Deprem Dalgası Hızı (m/s)

Çizelge 4.12. Bulk Modülü Değerlerine Göre Zemin ya da Kayaçların Sıkışması (Keçeli, 1990)

| Bulk Modülü (K, kg/cm ²) | Sıkışma |
|--------------------------------------|------------|
| <400 | Çok Az |
| 400-10000 | Az |
| 10000-40000 | Orta |
| 40000-100000 | Yüksek |
| >100000 | Çok Yüksek |

4.4.1.2. Mikrotremör Deneyi

Doğal ve yapay etkenlerden kaynaklanan, genlikleri 0,10 – 1,00 mikron arasında ve periyotları 0.05 ve 2.00 sn aralığında değişen yer titreşimlerine Mikrotremör adı verilmektedir. Bu titreşimler jeotermal aktiviteler, yeraltındaki sismik aktiviteler, atmosfer etkileri, yerkürenin belli bir ekseninde dönmesi, gelgit etkisi, rüzgâr ve kültürel

gürültüler (trafik, endüstriyel aktiviteler vb. bazı insan kaynaklı etkiler) nedeniyle oluşmaktadır (Katz, 1976). Tüm bu sayılan etmenler yeryüzünde titreşim olarak alınabilmektedir. 1 sn' den daha küçük periyoda sahip salınımlar Mikrotremör, 1 sn' den daha büyük periyoda sahip salınımlar ise Mikroiseim olarak adlandırılırlar (Taga, 1993). Mikrotremör kısa periyotlu ve uzun periyotlu olmalarına göre ikiye ayrılırlar. Kısa periyotlu gürültülerin kaynağı rüzgâr, trafik ve diğer endüstriyel aktiviteler, daha uzun periyotlu hareketlerin kaynağı ise alçak basınç ve okyanus etkileşimi, okyanusların oluşturduğu etkiler ve gelgit gibi etkenlerdir. Kısa Periyot ($T < 1\text{sn}$) ve uzun periyot ($T > 1\text{sn}$) olan gürültüler arasındaki genel ayrım yapay kaynaklı olan mikrotremörler ile doğal kaynaklı mikroiseimler arasındaki farka karşılık gelmektedir (Bard, 1999). Çalışma alanında yapılan Mikrotremör ölçümleri GEOVES marka cihaz ile yapılmıştır (Resim 4.5.).



Resim 4.5. GEOVES Hız Ölçer Mikrotremör Cihazı

Mikrotremör kayıtlarının yorumlanmasında, ağırlıklı olarak spektral çözümleme yöntemleri kullanılmaktadır. Bilindiği üzere spektral çözümleme sonucunda yer içerisinde ilerleyen dalgaların çözümlenmesi yapılarak bileşenleri üzerinde bilgi almak mümkündür. Bağlı olarak gelen dalgaların geçtiği ortamların etkilerinin belirlenmesi ve

zemin koşullarının özelliklerinin belirlenmesi sağlanabilmektedir. Mikrotremör verilerinin analizinde yaygın olarak üç yöntem kullanılmaktadır. Bunlar;

- Fourier genliklerinin ya da güç spektrumlarının yorumlanması
- Yatay bileşenin düşey bileşene spektral oranı (Nakamura Yöntemi)
- Referans noktasına göre spektral oran hesaplanması şeklindedir.

Kısaca; bu teknikler spektral genlikler referans olarak alınan bir noktaya göre rölatif spektral oranlar ve yatay bileşenin düşey bileşene olan spektral oranlarıdır.

Nakamura Yönteminin temelinde, mikrotremörlerin yarı sonsuz ortam üzerinde bulunan tek tabakalı gevşek bir zeminde ağırlıklı olarak Rayleigh dalgası olarak yayıldığı, ayrıca mikrotremörlerin bölgesel, yakın yüzey kaynaklarından etkilendiği ve derin kaynakların etkisi olmadığı varsayımları yapılmıştır.

Diğer bir varsayım ise düşey bileşenin zemin tabakası tarafından büyütülmediğidir. Yani zemin tabakasının yüzeyindeki hareketin düşey bileşenin genlik spektrumunun, zemin tabakasının tabanındaki hareketin düşey bileşenin genlik spektrumuna oranının 1 olduğu varsayımdır. Zaman ortamında alınan sayısal veriler, Fourier dönüşümü ile frekans ortamına taşındıktan sonra, verilerin frekans içerikleri ve genlikleri ile ilgili analizler ve değerlendirmeler yapılabilir.

Nakamura Tekniğini uygulamak için öncelikle elde edilen Mikrotremör kayıtlarının her bileşen için FFT'leri (Fast Fourier Transform) elde edilir. Frekans ortamına geçilir. Bu geçişte dikkat edilecek husus veri boyunun 2'nin katları seçilmesidir (1024, 2048, 4096 vb.). Daha sonra her bileşen için elde edilen genlik değerleri frekanslarına göre aşağıda verilen Denklem 7 aracılığıyla hesaplanır.

$$\mathbf{F} = (\mathbf{H}/\mathbf{V}) = \left(\sqrt{\frac{h_1^2 + h_2^2}{2}} \right) / \mathbf{v} \quad (\text{Denklem 7})$$

F = Frekans (1/s)

h_1 = Kuzey – Güney Spektrum Değeri

h_2 = Doğu – Batı Spektrum Değeri

v = Düşey Spektrum Değeri

Elde edilen frekanstan yola çıkarak baskın periyot, aşağıda verilen oranlama ile bulunur (Denklem 8).

$$T_0 = 1 / F \quad (\text{Denklem 8})$$

T_0 = Zemin Hakim Titreşim Periyodu (s)

F = Frekans (1/s)

Zemin Hâkim Titreşim Periyodundan T_a ve T_b zeminin alt ve üst titreşim periyotlarını elde etmek için ise aşağıdaki bağıntılar (Denklem 9) kullanılır (Aytun, 2001).

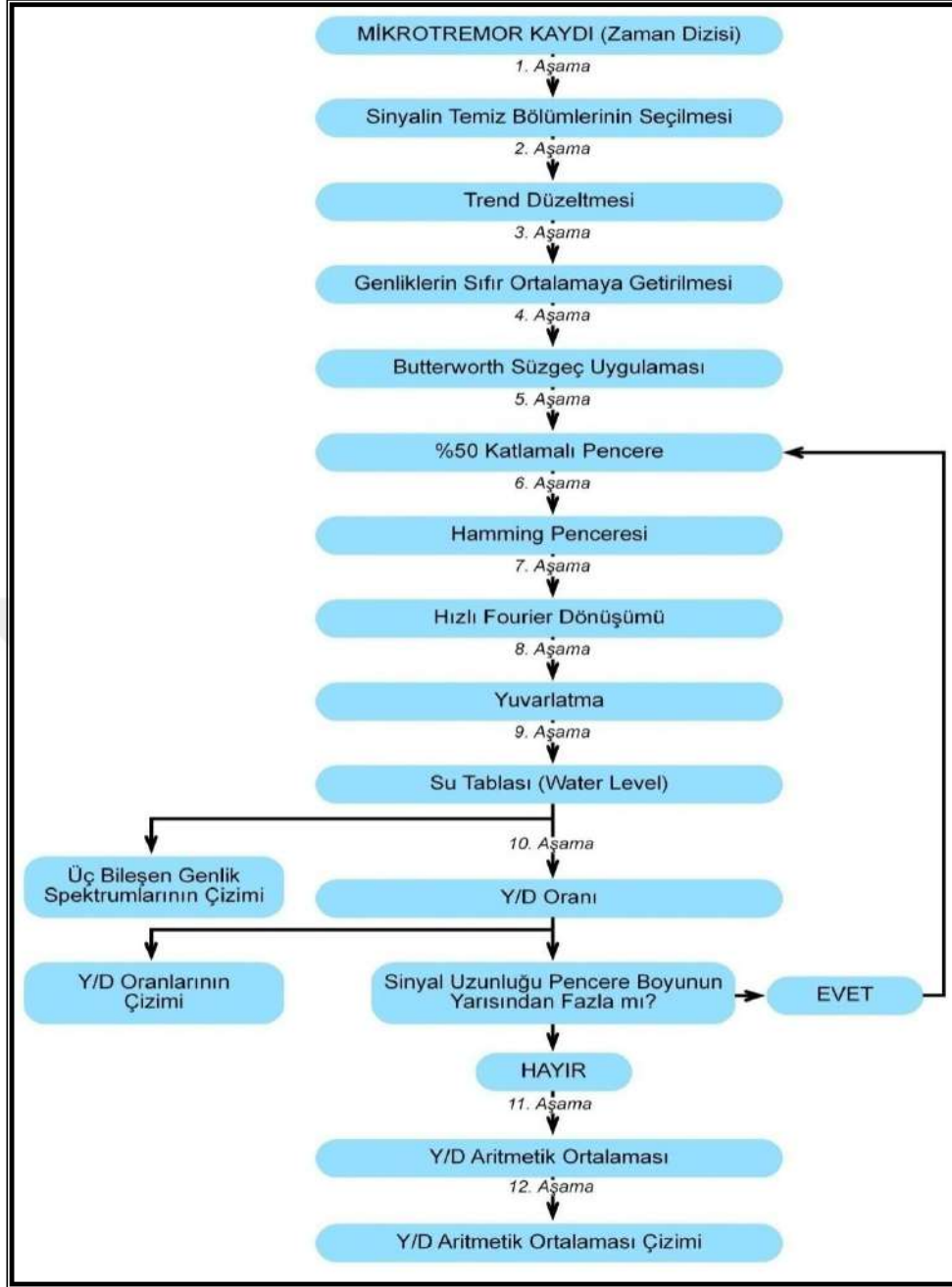
$$T_a = 0,67 \times T_0 \quad (\text{Denklem 9})$$

$$T_b = 1,50 \times T_0$$

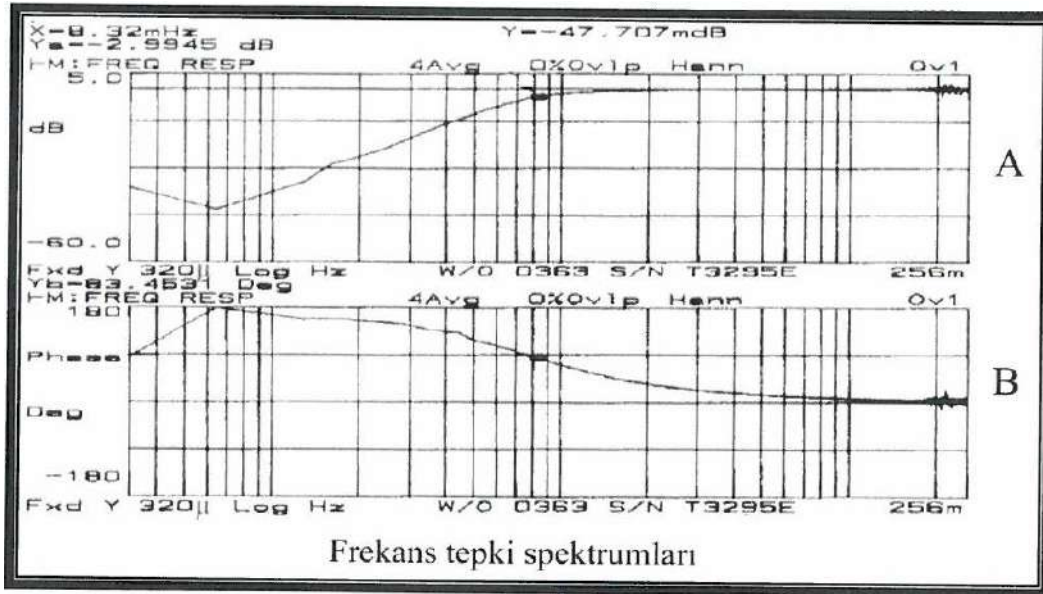
T_a = Alt Titreşim Periyodu (s)

T_b = Üst Titreşim Periyodu (s)

T_0 = Zemin Hakim Titreşim Periyodu (s)



Şekil 4.2. Nakamura Yöntemi ile Veri Çözümlemesi Akış Şeması (Nakamura, 1989)



Şekil 4.3. Sismometrenin Tepki Spektrumu

Burada yapılacak yapıların, olası bir deprem sırasında rezonansa girmemesi için, mikrotremör çalışması sonucunda elde edilen parametreler hesaplamalarda mutlaka kullanılmalıdır.

Genellikle daha genç ve yumuşak olan zeminler, pekleşmiş zeminlere ve taban kayaya oranla yer hareketini büyütmektedir. Sığ yer yapısının yer hareketi spektrumuna etkisinin belirlenmesi açısından önemli olan bu olgu, zemin büyütmesi olarak tanımlanmaktadır. Zemin hâkim titreşim periyodu ise zemin büyütmesinin gözlemlendiği periyodu ifade etmektedir ve zemin-yapı etkileşimi açısından önemli bir parametredir.

Arazide yapılan Mikrotremör ölçümleri Geopsy programı ile değerlendirilmiştir.

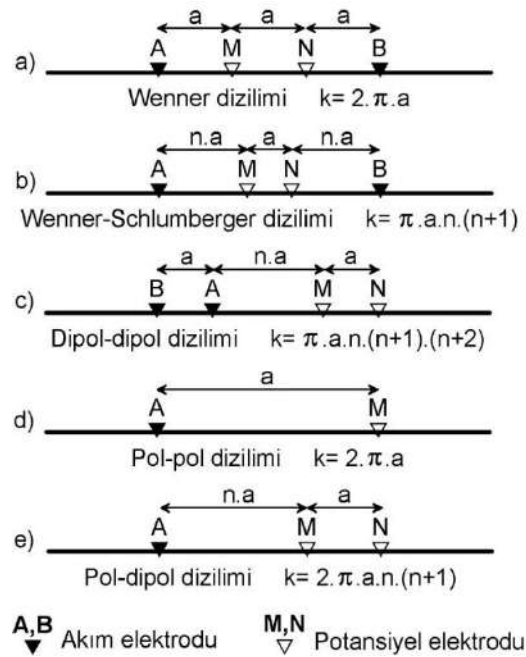
Çizelge 4.13. Ortalama Zemin Büyütmesine Göre Zemin Sınıflaması (Ansal vd., 2003)

| Zemin Hâkim Titreşim Periyodu Aralığı | Ölçüt Tanımı | Spektral Büyütme | Tehlike Düzeyi |
|---|--------------|---------------------|-------------------|
| 0.10-0.30 sn | A | 0.0-2.5 | A(Düşük) |
| 0.30-0.50 sn | B | 2.5-4.0 | B(Orta) |
| 0.50-0.70 sn | C | 4.0-6.5 | C(Yüksek) |
| 0.70-1.00 sn | D | | |

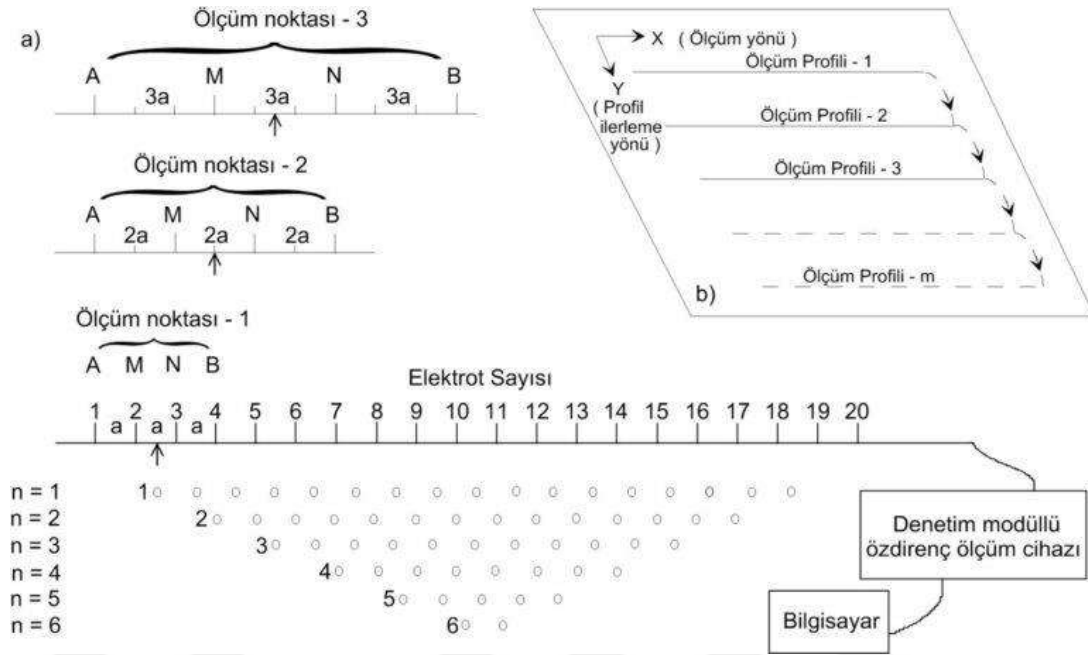
4.4.1.3. Elektrik Rezistivite Tomografi (ERT) Deneyi

Elektrik Özdirenç Tomografi (ERT) yöntemi olarak bilinen doğru akım özdirenç yöntemi, arama jeofiziğinin de kullanılan başlıca jeofizik yöntemlerindedir. Bu yöntemde amaç; yer içinin jeolojik yapısını, elektrik özelliğine (özdirenç) göre haritalamaktır. Son yıllarda araziden 2 ve 3 boyutlu değerlendirmeye uygun rezistivite verisi toplayabilecek çok kanallı cihaz ve donanım ortaya çıkmasıyla, sığ jeolojik yapıların, mühendislik, çevresel ve hidrojeolojik sorunlar ile arkeolojik kalıntıların belirlenmesine yönelik araştırmalarda günümüzde yaygın olarak ERT tekniği kullanılmaktadır. Bu amaçla, yeryüzü üzerinden iki noktadan akım verilerek ve diğer iki noktadan ise bu akım yoluyla ortamda oluşan potansiyelin ölçüldüğü ve Ohm yasasına dayanarak rezistivite değerinin hesaplandığı yöntemde ortam 2 ya da 3 boyutlu olarak tanımlanabilmektedir (Şekil 4.4.). Böylece bir ortamı tanımlamanın ilk koşulu; ortamı yeryüzünden başlamak üzere, arzu edilen derinliğe değin araştırmak ve bu amaçla veri toplamaktır. Daha sonra toplanan bu veriler ters-çözüm anlamında işleme sokularak yeraltının 2 ya da 3 boyutlu modelleri oluşturulmaktadır.

Elektrik Özdirenç Tomografi (ERT) sistemi; yeraltı boşluk arama, heyelanlı arazilerde heyelan yüzeyinin incelenmesi, fay ve obruk aramaları, dolgu alan çalışmaları, maden aramaları, jeotermal çalışmalar, yeraltı suyu aramaları ve su sızıntı alanlarının belirlenmesi, deniz tabanı çalışmaları, toprak ve ana kaya litolojisi, kirletici alanlar, korozyon değerlendirmesi, yanıl ve dikey varyasyonlar gibi çalışmaların 2 ve 3 boyutlu görüntülenmesinde kullanılır (Şekil 4.5.).



Şekil 4.4. ERT Yönteminde Yaygın Olarak Kullanılan Elektrot Dizilimleri



Şekil 4.5. ERT Yönteminde a)İki Boyutlu ve b)Üç Boyutlu Verilerin Toplanması

ERT çalışmalarında Türkiye GEOVES firmasına ait çok elektrotlu dijital tomografi cihazı kullanılmıştır. Ölçüm boyunca 30 elektrot ve 1 metre aralıklı jeo-elektrik serim kablosu kullanılmıştır.

4.4.2. Jeolojik Çalışmalar

Çalışma kapsamında, proje alanındaki zemin özellikleri ve nitelikleri hakkında bilgi toplamak ve sınıflandırmalarını yapmak amacıyla arazi ve laboratuvar ortamında birtakım deneyler yapılmıştır.

4.4.2.1. Arazi Deneyleri

Arazi deneyleri kapsamında çalışma alanında; bazı zemin parametrelerinin belirlenmesi ve laboratuvar deneyleri için örselenmiş - örselenmemiş numunelerin alınması amacıyla 11 m derinlikli bir adet araştırma sondajı açılmıştır. Alınan numuneler etiketlenmiş ve muhtevasını koruyacak şekilde muhafaza edilerek laboratuvara gönderilmiştir.

Sondaj kuyusu hidrolik baskılı ve rotary sistemli sondaj makinesi ile açılmıştır. Sondajın yeri, arazi şartlarının el verdiği ölçüde, öngörülen ikincil su akiferi üzerinde bir noktada belirlenmiş, bu sayede söz konusu akiferin geçirimsizlik katsayısının belirlenmesi amacıyla ilgili deneyler yapılmıştır (Resim 4.6.).



Resim 4.6. Sondaj Çalışmasından Görüntüler

Standart Penetrasyon Deneyi (SPT): Dış çapı 2 inç, iç çapı 13/8 inç olan yarıklı çarığın üzerine 76,2 cm yükseklikten, 63,5 kg ağırlığındaki bir şahmerdanın düşürülerek zemine çakılmasıyla yapılır. Zemine 15 cm'lik kademeler halinde toplam 45 cm çakılması için gereken darbe adedi tespit edilir. İlk 15 cm'lik kısım oturma kademesi olarak alınır, son 2 kademede (30 cm) darbe sayısı toplamı zeminin penetrasyon direnci (N_{30}) olarak kaydedilir. Elde edilen vuruş sayıları, deneyin yapıldığı araç - gereçlerin tipine ve bazı çevresel etmenlere bağlı olarak bazı düzeltme katsayıları ile çarpılarak (Denklem 10) hesaplamalarda kullanılacak nihai darbe sayısı tespit edilir.

Çizelge 4.14. SPT Deneyi Sonucunda Elde Edilen Değerlerde Yapılan Düzeltme Türü ve Faktörleri

| Düzeltme türü | Ekipman | Düzeltme faktörü |
|-------------------------------|-----------------------|--|
| C _n (Örtü Basıncı) | - | $C_n = 9,78 \sqrt{\frac{1}{\sigma'_{v_0}}} \leq 1,70$ <p>σ'_{v₀}'=Efektif düşey gerilme (kN/m²) σ'_{v₀}'= z x γ</p> |
| C _e (Enerji Oranı) | Şahmerdan Tipine Göre | (C _e /60) |
| C _b (Kuyu Çapı) | 65-115 mm | 1,0 |
| | 150 mm | 1,05 |
| | 200 mm | 1,15 |
| C _r (Tij Uzunluğu) | > 10 m | 1,0 |
| | 6-10 m | 0,95 |
| | 4-6 m | 0,85 |
| | 3-4 m | 0,75 |
| C _s (Örnekleyici) | Standart iç tüpü olan | 1,0 |
| | İç tüpü olmayan | 1,2 |

$$\text{Düzeltilmiş } N_{30} = N_{30} \times C_n \times (C_e/60) \times C_b \times C_r \times C_s \quad (\text{Denklem 10})$$

N₃₀ = Arazide yapılan düzeltilmemiş SPT darbe sayısı

C_n = Örtü gerilimi düzeltmesi

C_e = Enerji faktörü düzeltmesi

C_b = Kuyu çapı düzeltmesi

C_r = Tij uzunluğu düzeltmesi

C_s = Örnekleyici düzeltmesi

Sızma Deneyi (Permeabilite Deneyi): Sızma deneyi her türlü zeminde yapılabilen olup zeminin geçirgenlik özelliğinin belirlenmesinde kullanılır. Deney, sondaj sırasında istenen seviye aralığında yapılır. Sondajda deneyin yapılacağı seviye çıplak bırakılarak kuyu su ile doldurulur ve beklenir. Sızan su miktarı ölçülerek not edilir. 5'er dakikalık iki deney yapılarak deney sonlandırılır. Deney yapıldıktan sonra geçirimsizlik değeri aşağıdaki formül ile hesaplanabilmektedir (Denklem 11). Elde edilen değere göre zeminin/tabakanın geçirimsizlik sınıfı belirlenir. Geçirimsizlik deneyi sonucunda elde edilen değere göre zemin geçirimsizlik sınıfları Çizelge 4.15. de verilmiştir.

$$K = Q / (5,5 \times r \times h \times t) \quad (\text{Denklem 11})$$

K = Geçirimsizlik katsayısı (m/s)

Q = 10 dakikada (5 + 5) kuyuya verilen su miktarı (m³)

r = Kuyu çapı (m)

h = Ölçüm yapılan seviye yüksekliği (m)

t = Zaman (s)

Çizelge 4.15. Geçirimsizlik Deneyi Sonucunda Elde Edilen Değere Göre Zemin Geçirimsizlik Sınıfları (Şekercioğlu, 2007)

| Geçirimsizlik Katsayısı (K, m/s) | Geçirimsizlik Sınıfı |
|----------------------------------|----------------------------|
| $< 10^{-9}$ | Geçirimsiz |
| $10^{-9} - 10^{-5}$ | Az Geçirimsiz |
| $10^{-5} - 10^{-2}$ | Orta Dereceli Geçirimsiz |
| $> 10^{-2}$ | Yüksek Dereceli Geçirimsiz |

4.4.2.2. Laboratuvar Deneyleri

Arazide yapılan sondaj çalışmasıyla UD tüpü ve SPT deneyi ile elde edilen örselenmiş – örselenmemiş numuneler üzerinde; doğal su muhtevası, doğal birim hacim ağırlık, kıvam (Atterberg) limitleri, elek analizi ve kesme kutusu deneyleri yapılmıştır. Bu deney sonuçlarına göre zeminin fiziksel özellikleri aşağıdaki belirtilen çizelgelere göre belirlenmiştir (Çizelge 4.16.), (Çizelge 4.17.), (Çizelge 4.18.).

Çizelge 4.16. Kohezyonlu Zeminlerin Kıvamlılık İndisine Göre Sınıflandırılması

| Kıvamlılık İndisi (I _c : LL-W/PI) | Sınıflama |
|--|-------------|
| $< 0,05$ | Çok Yumuşak |
| 0,05-0,25 | Yumuşak |
| 0,25-0,75 | Sıkı |
| 0,75-1,00 | Sert |
| $> 1,00$ | Çok Sert |

Çizelge 4.17. Kohezyonlu Zeminlerin Plastisite İndisine Göre Sınıflandırılması (Leonards, 1962)

| Plastisite İndisi (PI: LL-PL) | Plastisite Derecesi | Kuru Dayanım |
|-------------------------------|---------------------|--------------|
| 0-5 | Plastik Değil | Çok Düşük |
| 5-15 | Az Plastik | Düşük |
| 15-40 | Plastik | Orta |
| 40 | Çok Plastik | Yüksek |

Çizelge 4.18. Kohezyonlu Zeminlerin Sıkışabilirlik Sınıflandırılması (Sowers & Sowers, 1979)

| Tanım | Sıkışma İndisi (Cc) | Likit Limit (%) |
|-----------------------|---------------------|-----------------|
| Düşük Sıkışabilirlik | 0-0,19 | 0-30 |
| Orta Sıkışabilirlik | 0,20-0,39 | 31-50 |
| Yüksek Sıkışabilirlik | >0,40 | >51 |

4.5. Çalışma Bölgesinde Yapılacak Harita Çalışmaları

Çalışma kapsamında yapılması planlanan kaptajın ve içme suyu isale hatlarının projelendirme sürecinde altlık teşkil etmek üzere bölgede; insansız hava aracı-dron cihazı ve ekipmanlarıyla fotogrametik amaçlı uçuşlar gerçekleştirilmiş ve bu uçuşlar sonucunda elde edilen datalar çeşitli bilgisayar programları ile işlenerek, çalışma alanının detaylı sayısal yüzey modeli (SYM) oluşturulmuştur. Bu bölümde, bölgede yapılan haritalama çalışmaları, kullanılan ekipman ve programlar hakkında bilgiler verilmiştir.

4.5.1. İnsansız Hava Aracı (İHA) – Dron Uçuş Çalışmaları

Günümüzde İHA'lar kullanılarak yapılan fotogrametri çalışmaları, diğer fotogrametri yöntemlerine kıyasla daha düşük maliyetli bir seçenek olarak görülmektedir. Özellikle yer bilimleri araştırmalarında gerekli olan haritalama ve üç boyutlu modelleme çalışmaları ile pek çok farklı disiplinde ihtiyaç duyulan mekânsal veriler bu sayede kolaylıkla oluşturulabilmektedir.

Düşük irtifadan ve çeşitli açılardan İHA kullanılarak elde edilen çok yüksek çözünürlüklü (< 10 cm) görüntüler sayesinde, küçük alanlar ya da binalar ve ağaçlar gibi tekil objeler için son derece hassas yüzey modelleri oluşturulabilir.

Çalışma kapsamında DJI Enterprise Matrice 350 RTK marka dron ve DJI Zenmuse L1 marka LIDAR (lazer ışınları ile mesafe ölçerek nokta verisi oluşturan işlemci) cihazı kullanılarak yerleşkenin hâkim bir yüksek tepesi baz nokta seçilerek uçuş gerçekleştirilmiştir (Resim 4.6.), (Resim 4.7.), (Resim 4.8.).



Resim 4.6. DJI Enterprise Matrice 350 RTK Marka Dron ve DJI Zenmuse L1 LIDAR Cihazı



Resim 4.7. Dron Kontrol ve El Ünitesi



Resim 4.8. Dron Uçuşu Esnasında Mahalle Görünümü

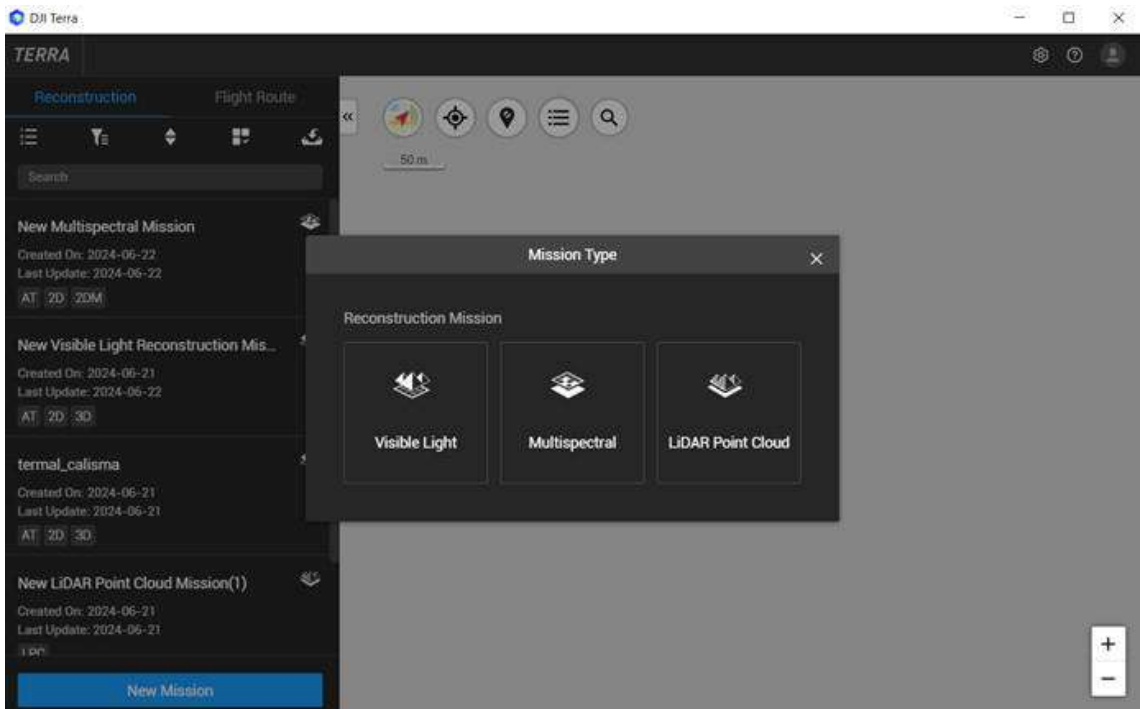
Dron uçuşu sonrasında elde edilen ham datalar istenilen formatta verilere dönüştürülmek üzere bilgisayar ortamına aktarılmıştır.

4.5.2. Uçuş Sonrası Elde Edilen Ham Dataların İşlenmesi

Dron ile toplanan görüntülerin analiz edilmesi ve bu sayede sayısal yüzey modeli (SYM) gibi fotogrametrik ürünler elde edilmesi için bir görüntü işleme yazılımı gereklidir. Bu amaçla tasarlanan yazılım paketlerinin çoğu, bir sahnenin 3B geometrisini oluşturmak için Hareketten Yapı - SfM (Structure from Motion) tekniğini kullanır. Geleneksel SfM üç ana aşamadan oluşur. Bunlar; tek bir görüntü için özellik çıkarma, her görüntü çifti için özellik eşleştirme ve iteratif blok dengeleme ile parametre çözme şeklindedir (Jiang vd., 2020). İlk aşamada, örtüşen her görüntü için aday özellik noktaları belirlenir. İkinci aşamada ise bu özellik noktaları kullanılarak çoklu stereo çiftlerin oryantasyonu gerçekleştirilir. Yani, örtüşen görüntüler eşleştirilir ve hizalanır. Ayrıca bu aşamada, örtüşen görüntülerdeki ortak detaylar için bir özellik veri tabanı (seyrek nokta bulutu) oluşturulur. Üçüncü ve son aşamada ise seyrek nokta bulutu, demet dengeleme ile yerleşik bir harita koordinat sistemine coğrafi olarak referanslanır (Berra & Peppas, 2020). SfM iş akışı tamamlandığında, elde edilen seyrek nokta bulutuna genişletme ve

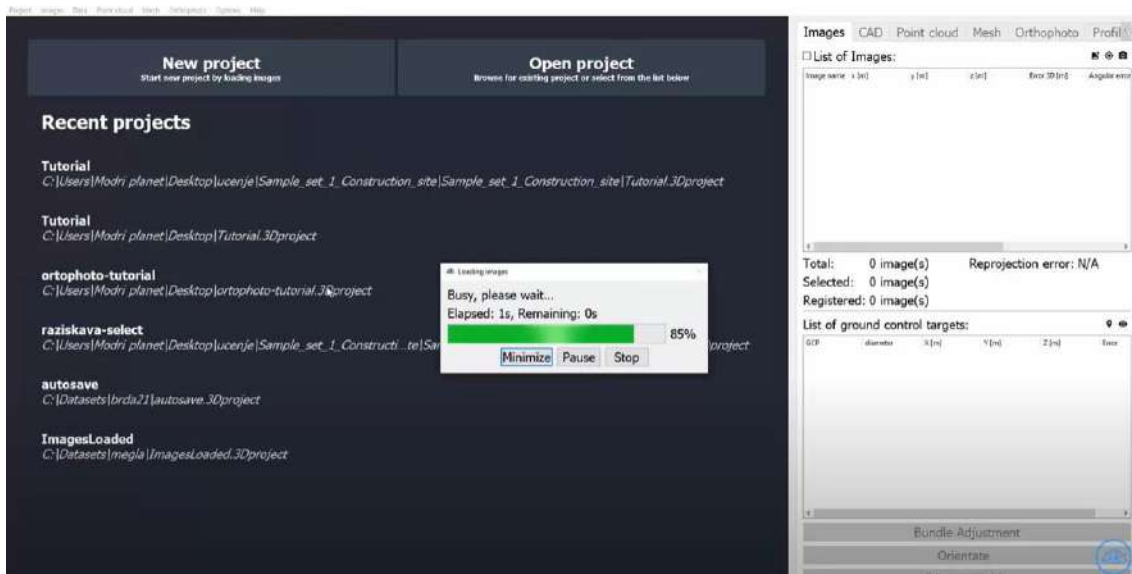
filtreleme işlemi uygulanır. Bu işlemlerin ardından, belirlenen çözünürlükte bir sayısal yüzey modeli (SYM) oluşturulur (Cao vd., 2017).

Bu görüntü ve veriler; Intel Core i9 12. Nesil 24 çekirdekli işlemci, NVIDIA GeForce RTX 4080 16 GB grafik kartı ve 64 GB Sistem belleğine (RAM) sahip yüksek donanımlı bir Windows PC üzerinde, dron cihazı ile entegre çalışabilen DJI Terra yazılımı ile işlenerek yüksek hassasiyete sahip, kotlu ve koordinatlı nokta bulutundan oluşan SYM oluşturulmuştur (Şekil 4.6.).



Şekil 4.6. DJI Terra Program Arayüzü

Daha sonra çözümlenmesi yapılan ve yaklaşık 4 milyon noktadan oluşan bu nokta bulutu, proje çalışmalarında kullanılacak nihai verileri oluşturmak adına 3D Survey programına aktarılmıştır. Bu programda fotogrametri yöntemleri ile koordinat sistemi üzerine çalışma alanının yüksek çözünürlüklü hava görüntüleri, detaylı arazi şekilleri ve eş yükseklik eğrileri gibi kartografik haritaları oluşturulmuştur (Şekil 4.7.).



Şekil 4.7. 3D Survey Program Arayüzü

5. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE BULGULAR

5.1. Yerleşkenin İçme Suyu İhtiyaç Hesaplamaları

Geçmiş yıllardaki nüfus verileri ve mahallenin içme ve kullanma suyu tüketim miktarları göz önüne alınarak yapılan içme suyu ihtiyaç analizinde;

- Mahallenin projeksiyon(gelecek) yılı nüfusu **203 kişi**,
- Gelecekteki su ihtiyacı,
 - Birim saniye bazında **2,33 L/s**
 - Gün bazında **134 m³/gün**
 - Yıl bazında **0,049 hm³/yıl**

olarak hesaplanmıştır.(Çizelge 5.1.)

Çizelge 5.1. Ulumuhsine Mahallesi İçme Suyu İhtiyaç Hesap Tablosu

| KONYA BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ | | SELÇUKLU İLÇESİ ULUMUHSİNE MAHALLESİ İÇME SUYU İHTİYAÇ HESABI | | | | | | | | | | KOSKİ | |
|---|-------------------------------|---|--|---|---|---|--|---|--------------------------------------|---|---------------------------------------|------------------|--------|
| NÜFUS PROJESİYONU | | | | | | | | | | | | | |
| İLLER BANKASI YÖNTEMİ | GEÇMİŞ YILLARIN NÜFUSU (Kişi) | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | | | |
| | | 30 | 36 | 36 | 115 | 90 | 77 | 67 | 65 | 72 | | | |
| | P DEĞERİ | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | | | | |
| | | 11,56 | 10,41 | 12,25 | -8,94 | -5,43 | -2,21 | 3,66 | 10,77 | | | | |
| | P SEÇİLEN | Port | Pmax | Pmin | Pseçilen | | | | | | | | |
| | 4,01 | 12,25 | -8,94 | 3 | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | PROJEKSİYON YILI | |
| GELECEK YILLARIN NÜFUSU (Kişi) | 2023 | 2024 | 2028 | 2033 | 2038 | 2043 | 2048 | 2053 | 2058 | | | 203 | |
| | 72 | 74 | 83 | 97 | 112 | 130 | 151 | 175 | | | | | |
| GELECEK YILLARA GÖRE NÜFUS ARTIŞI | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| TAHAKKUK VERİLERİNE GÖRE SU TÜKETİM HESABI | | | | | | | | | | | | | |
| KOSKİ CBS | YILLARA GÖRE TÜKETİM (m³) | | | | | Son 5 Yılın Ortalama Yıllık Mesken Su Tüketimi (m³/yıl) | Son 5 Yılın Ortalama Nüfusu (Kişi) | Ortalama Kişi Başı Günlük Su Tüketimi (lt/kişi.gün) | | | | | |
| | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 6.120 | 74 | 226 | | | | | |
| BÖLGESEL HESAP PARAMETRELERİ | | | | | | | | | | | | | |
| İnsan Su Tüketimi Refah Artış Oranı (% 0,1 - 1) | 0,50% | Kamu - Ticaret Oranı (% 5 - 10) | 7,00% | Ortalama Günlük Hayvansal Tüketim Miktarı | | | | Küçükbaş | 15 | lt/gün | Büyükbaş | 50 | lt/gün |
| İHTİYAÇ DEBİSİ HESAPLARI | | | | | | | | | | | | | |
| Yıl | Nüfus (Kişi) | Ortalama Kişi Başı Günlük Su İhtiyacı (l/gün) | Toplam İnsan Günlük Su İhtiyacı (m³/gün) | Toplam Hayvan Günlük Su İhtiyacı (m³/gün) | Toplam Kamu-Ticaret Günlük Su İhtiyacı (m³/gün) | Toplam Yıllık Su İhtiyacı (hm³/yıl) | Toplam Brüt İhtiyaç Debisi (l/s) | Kayıp - Kaçak Oranı (%) | ORTALAMA GÜNLÜK TÜKETİM DEBİSİ (l/s) | MAKSİMUM GÜNLÜK TÜKETİM DEBİSİ (l/s) | MAKSİMUM SAATLİK TÜKETİM DEBİSİ (l/s) | | |
| 2023 | 72 | 226 | 16 | 18,5 | 1 | 0,013 | 0,42 | 40 | 0,69 | 1,04 | 1,38 | | |
| 2024 | 74 | 227 | 17 | | 1 | 0,013 | 0,42 | 38 | 0,68 | 1,02 | 1,36 | | |
| 2028 | 83 | 232 | 19 | | 1 | 0,014 | 0,45 | 35 | 0,7 | 1,05 | 1,40 | | |
| 2033 | 97 | 238 | 23 | | 2 | 0,016 | 0,50 | 33 | 0,74 | 1,11 | 1,48 | | |
| 2038 | 112 | 244 | 27 | | 2 | 0,017 | 0,55 | 30 | 0,79 | 1,19 | 1,58 | | |
| 2043 | 130 | 250 | 32 | | 2 | 0,019 | 0,62 | 28 | 0,85 | 1,28 | 1,70 | | |
| 2048 | 151 | 256 | 39 | | 3 | 0,022 | 0,69 | 25 | 0,92 | 1,38 | 1,84 | | |
| 2053 | 175 | 262 | 46 | | 3 | 0,025 | 0,78 | 23 | 1,01 | 1,52 | 2,02 | | |
| 2058 | 203 | 269 | 55 | | 4 | 0,028 | 0,89 | 20 | 1,11 | 1,67 | 2,22 | | |
| Küçükbaş hayvan sayısı = | | | | | 900 | | | | | | | | |
| Büyükbaş hayvan sayısı = | | | | 100 | | | | | | | | | |
| Mevsimsel Göçe Bağlı Gelen Nüfus Yoğunluğundan Kaynaklı Tüketim | | | | | Gelen Nüfus | Kişi başı Günlük Tüketim (l/gün) | Bir Yıl İçindeki Dört Aylık Kullanımda Su İhtiyacı (hm³/yıl) | Toplam Brüt İhtiyaç Debisi (l/s) | Kayıp-Kaçak Oranı (%) | MEVSİMSSEL GÖÇE BAĞLI ARTIŞI TÜKETİM ARTIŞI (l/s) | | | |
| | | | | | 300 | 269 | 0,010 | 0,31 | 30 | 0,44 | 0,66 | 0,88 | |
| | | | | | GÜNÜMÜZ YILI İÇİN EKLENİK TÜKETİM | | | | | | 1,13 | 1,70 | 2,26 |
| PROJEKSİYON YILI İÇİN EKLENİK TÜKETİM | | | | | | 1,55 | 2,33 | 3,10 | | | | | |
| YILLIK BAZDAKİ SU İHTİYAÇI | | | | | | | | 0,049 | hm³/yıl | | | | |

5.2. Kaynak Suyunun Debi Ölçüm Verileri ve Kalite Analizleri

5.2.1. Debi Ölçüm Verileri

Yıl içerisinde farklı dönem ve tarihlerde yapılan debi ölçüm sonuçları aşağıda verilmiştir (Çizelge 5.2.).

Çizelge 5.2. Kaynak Suyunun Debi Ölçüm Değerleri

| TARİH | ÖLÇÜM | Dere Yatağının Ölçüm Yapılan Noktasındaki | | | Muline Cihazında Okunan Ortalama Hız (m/s) | Hesaplanan Debi (L/s) |
|------------------------|-------|---|------------------------|-------------------------------|--|-----------------------|
| | | Yaklaşık Genişlik (cm) | Yaklaşık Derinlik (cm) | Kesit Alanı (m ²) | | |
| Eylül 2023 | 1 | 19 | 7 | 0,013 | 0,11 | 1,46 |
| | 2 | 19 | 7 | 0,013 | 0,10 | 1,33 |
| | 3 | 19 | 7 | 0,013 | 0,10 | 1,33 |
| ÖLÇÜM ORTALAMASI | | | | | | 1,37 |
| Aralık 2023 | 1 | 18 | 6 | 0,011 | 0,20 | 2,16 |
| | 2 | 18 | 6 | 0,011 | 0,19 | 2,05 |
| | 3 | 18 | 6 | 0,011 | 0,20 | 2,16 |
| ÖLÇÜM ORTALAMASI | | | | | | 2,12 |
| Mart 2024 | 1 | 20 | 7 | 0,014 | 0,35 | 4,90 |
| | 2 | 20 | 7 | 0,014 | 0,36 | 5,04 |
| | 3 | 20 | 7 | 0,014 | 0,37 | 5,18 |
| ÖLÇÜM ORTALAMASI | | | | | | 5,04 |
| Haziran 2024 | 1 | 19 | 6 | 0,011 | 0,30 | 3,42 |
| | 2 | 19 | 6 | 0,011 | 0,30 | 3,42 |
| | 3 | 19 | 6 | 0,011 | 0,29 | 3,31 |
| ÖLÇÜM ORTALAMASI | | | | | | 3,38 |
| YILLIK ORTALAMA | | | | | | 2,98 |

Yapılan debi ölçüm sonuçlarına göre; söz konusu kaynağın, yıl içerisinde yaz dönemi sonlarında ve özellikle son yıllardaki kuraklığa bağlı olarak debisi çok azalmış olsa da akışının kesilmediği, yani bir baz akış değerinin olduğu saptanmıştır.

Kaynak suyu debisinin yıl içerisindeki ortalama değerinin mahallenin içme ve kullanma suyu ihtiyacını karşılamaya yetecek miktarda olduğu görülmektedir. Ayrıca kaynak suyunun yıl içerisindeki debi değerlerinin maksimum ve minimum değerleri arasında 8 kattan daha az bir fark olduğu görülmüş, bu sebeple de (Çizelge 2.1.) kaynak suyunun söz konusu mahallenin içme suyu temininde kullanılması için kaptaj yapısı ve isale hattı çalışması yapılmasına elverişli olduğu düşünülmektedir.

5.2.2. Su Kalite Analizi Verileri

Çalışma kapsamında yapılan ilk arazi gezisinde alınan kaynak suyu numunesinin su kalite analiz raporu aşağıda verilmiştir (Çizelge 5.3.).

Çizelge 5.3. Kaynak Suyunun İlk Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları

| Analiz | Analiz Sonucu | Tayin Limiti (LOQ) | Mevzuat Limiti | Analiz Metodu |
|---|---------------|--------------------|----------------|---------------------------------------|
| Fiziksel Analiz | | | | |
| *pH | 8.01 | | 6.5-9.5 | SM 4500 H+ B / Elektrokimyasal |
| *İletkenlik (20 °C de $\mu\text{S}/\text{cm}$) | 441.00 | | 2500 | SM 2510 B / Elektrot İletkenlik ölçüm |
| Bulanıklık (NTU) | 45.60 | | TKEDY | TS EN ISO 7027-1 / Turbidimetrik |
| Renk (Pt/Co) | 18.00 | | TKEDY | SM 2120 B. |
| Koku | Normal | | TKEDY | Organoleptik |
| Tat | Normal | | TKEDY | Organoleptik |
| Kimyasal Analiz | | | | |
| *Nitrat (NO_3 - mg/L) | 15.9492 | 0.8000 | 50 | SM 4110 B / ICS |
| *Nitrit (NO_2 - mg/L) | <0.0400 | 0.0400 | 0.5 | SM 4110 B / ICS |
| *Klorür (Cl - mg/L) | 3.9789 | 0.0500 | 250 | SM 4110 B / ICS |
| *Sülfat (SO_4 - mg/L) | 32.5746 | 0.0750 | 250 | SM 4110 B / ICS |
| *Florür (F^- - mg/L) | 1.0197 | 0.0430 | 1.5 | SM 4110 B / ICS |
| *Amonyum (NH_4 - mg/L) | <0.4200 | 0.4200 | 0.5 | TS EN ISO 14911 / ICS |
| *Kalsiyum (Ca - mg/L) | 84.9181 | 0.0100 | | TS EN ISO 14911 / ICS |
| *Magnezyum (Mg - mg/L) | 28.9251 | 0.0100 | | TS EN ISO 14911 / ICS |
| *Toplam Sertlik (FS°) | 26.1264 | | | SM 2340 C. (ICS) |
| *Sodyum (Na - mg/L) | 4.6072 | 0.0330 | 200 | TS EN ISO 14911 / ICS |
| *Potasyum (K - mg/L) | 0.2927 | 0.0300 | 12 | TS EN ISO 14911 / ICS |
| *Kadmilyum (Cd - $\mu\text{g}/\text{L}$) | <0.3000 | 0.3000 | 5 | SM 3125 B. / ICP MS |
| *Aluminyum (Al - $\mu\text{g}/\text{L}$) | <9.6000 | 9.6000 | 200 | SM 3125 B. / ICP MS |
| *Bor (B - $\mu\text{g}/\text{L}$) | 50.2110 | 48.0000 | 1000 | SM 3125 B. / ICP MS |
| *Toplam Krom (Cr - $\mu\text{g}/\text{L}$) | 0.3520 | 0.3000 | 50 | SM 3125 B. / ICP MS |
| *Bakır (Cu - $\mu\text{g}/\text{L}$) | <3.0000 | 3.0000 | 2000 | SM 3125 B. / ICP MS |

Değerlendirme : Sonuçlar yukarıda çalışılan parametreler yönünden 17 Şubat 2005 Tarih ve 25730 Sayılı Resmî Gazetede yayımlanan "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik"e göre uygundur.

Açıklamalar :

Bu rapor KOSKİ Genel Müdürlüğü Su Kalite Kontrol Laboratuvarının yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz.

Koyu renkte yazılmış olan analiz sonuçları ilgili mevzuat limitleri dışındadır.

Bu rapordaki sonuçlar ve görümler yukarıda belirtilen numune ve deneysel yapılan numune için geçerlidir.

Özel istek numune analiz raporları adlı ve idari işlemlerde ve reklam amaçlı kullanılamaz.

Kararı kurulların açık tanım. Deneysel sonuçları ile ilgili uygunluk beyanı (uygundur veya uygun değildir) verildiğinde, eğer mevzuatta geçerli bir karar kurulu var ise bu karar kurulu uygulanır, mevzuatta geçerli bir karar kurulu yok ise ölçüm belirsizliği değeri "Başlı Karar Kuruluna" göre değerlendirilir ve sonuçlar uygun düzey ve ölçüm belirsizliği değeri çıkarılmadan olduğu gibi raporlanır.

Numune dış müşteri tarafından sağlandığı durumlarda, numune alındığı, geçiştirle deneye tabi kütüledir. Numunenin alınışından Laboratuvarımıza teslimine kadar olan süreçlerin ve bakılması istenilen grup ve parametrelerin belirlenmesinde teknik ve hukuki sorumluluk numuneyi alanıdır ve ölçüm belirsizliğinde numune almadan kaynaklı belirsizlik kalması dahil edilmeyecektir. Genişletilmiş ölçüm belirsizlikleri: 2 %95 güven aralığında) müşteri talebi, yasal mevzuat gereksinimi veya sınır değere uygunluğu edildiği durumlarda belirtilir.

Doğrulama linki bulunmayan ve linkten doğrulanamayan veya isik imzalı olmayan analiz raporları geçerlidir.

(*) İlgili parametreler TÜRKAK tarafından akredite edilmiştir.

TKEDY: Tüketilmeden Kabul Edilebilir ve Herhangi Bir Anomali Değişim Yok.

Deneysel laboratuvarı olan faaliyet gösteren KOSKİ Su Kalite Kontrol Laboratuvarı TÜRKAK'tan AB-0543-T ile TS EN ISO/IEC 17025:2017 standardına göre akredite edilmiştir. (KOSKİ Water Quality Control Laboratory accredited by TÜRKAK under registration number AB-0543-T for as TS EN ISO/IEC 17025:2017 Testing Laboratory)

Türk Akreditasyon Kurumu(TÜRKAK) deneysel raporların tanıtımında Avrupa Akreditasyon Birliği(EA) ile Çok Taraflı Anlaşma ve Uluslararası Laboratuvar Akreditasyon Birliği(ILAC) ile karşılıklı tanıma anlaşması imzalamıştır. (Turkish Accreditation Agency (TÜRKAK) is a signatory to the European co-operation for Accreditation (EA) Multilateral Agreement (MLA) and to the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) Mutual Recognition Arrangement (MRA) for the recognition of testing certificates.)

Selma KOYUNCU AKAY
Kimyager
Laboratuvar Sorumlusu

ONAY
26.10.2022
Gökhan ERAKMAN
Çevre Mühendisi
Laboratuvar Müdürü

Yunus Emre Mah. Beyşehir Cad. İçme Suyu Arıtma Tesisi
Tel:221 61 00/6025 Fax: 221 63 54 e-mail: sulab@koski.gov.tr web:koski.gov.tr

F06 PR17/6/15.04.2020
Yürürlük Tarihi: 15.07.2011

Verinin doğrulanması için <http://www.koski.gov.tr/mKoski/cimza/index.php> adresinden "cA8kC1qmVEOGqTbalZCGqw==" kodu ile erişebilirsiniz.
Bu belge 5070 sayılı elektronik imza kanununa göre güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Çizelge 5.3. (devam) Kaynak Suyunun İlk Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları



T.C.
Konya Büyükşehir Belediyesi
Konya Su Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü
SU KALİTE KONTROL LABORATUVARI



Analiz Raporu

Rapor No: 2022/7138
Analiz Amacı: Kontrol Amaçlı

Tarih : 26.10.2022

| | | | | |
|--------------------------------|-------------------------------------|--|------------|-------------|
| Numuneyi Gönderen Kuruluş/Kişi | ARITMA TESİSLERİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI | | | |
| Numuneyi Alan Kuruluş/Kişi | FATİH EVLİ | | | |
| Numunenin Alındığı | Numunenin | | | |
| | Tarih | 19.10.2022 | Cinsi | KAYNAK SUYU |
| | Ambalajı: | Plastik Şişe | Miktar: | 500 ML. |
| | Adres: | ULUMUHSİNE MAH YENİ KAYNAK KAPTAJ ALANI SELÇUKLU | | |
| Laboratuvara Geliş Tarihi: | 19.10.2022 | Kayıt Tarihi: | 19.10.2022 | |
| Analiz Başlangıç Tarihi: | 19.10.2022 | Analiz Bitiş Tarihi: | 26.10.2022 | |

AB-0543-T

2022/7138

26.10.2022

| Analiz | Analiz Sonucu | Tayin Limiti (LOQ) | Mevzuat Limiti | Analiz Metodu |
|------------------------|---------------|--------------------|----------------|---------------------|
| Kimyasal Analiz | | | | |
| *Demir (Fe - µg/L) | <7.2100 | 7.2100 | 200 | SM 3125 B. / ICP MS |
| *Mangan (Mn - µg/L) | <0.7200 | 0.7200 | 50 | SM 3125 B. / ICP MS |
| *Nikel (Ni - µg/L) | <0.5400 | 0.5400 | 20 | SM 3125 B. / ICP MS |
| *Kurşun (Pb - µg/L) | <0.6000 | 0.6000 | 10 | SM 3125 B. / ICP MS |
| *Arsenik (As - µg/L) | 2.3790 | 0.3000 | 10 | SM 3125 B. / ICP MS |
| *Selenyum (Se - µg/L) | <0.4000 | 0.4000 | 10 | SM 3125 B. / ICP MS |
| *Cıva (Hg - µg/L) | <0.0500 | 0.0500 | 1 | SM 3125 B. / ICP MS |
| *Antimon (Sb - µg/L) | 0.5790 | 0.3000 | 5 | SM 3125 B. / ICP MS |

Değerlendirme : Sonuçlar yukarıda çalışılan parametreler yönünden 17 Şubat 2005 Tarih ve 25730 Sayılı Resmî Gazetede yayımlanan "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmeliğe" göre uygundur.

Açıklamalar :

Bu rapor KOSKİ Genel Müdürlüğü Su Kalite Kontrol Laboratuvarının yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz.

Konu renekte yazılmış olan analiz sonuçları ilgili mevzuat limitleri dışındadır.

Bu raporla sonuçlar ve görseller yukarıda belirtilen numune ve deneyi yapılan numune için geçerlidir.

Çizel istek numune analiz raporları adlı ve idari işlemlerde ve reklam amaçlı kullanılamaz.

Karar kuralının açık tanımı: Deney sonuçları ile ilgili uygunluk beyanı (uygunluk veya uygun değildir) verildiğinde, eğer mevzuatta geçerli bir karar kuralı var ise bu karar kuralı uygulanır, mevzuatta geçerli bir karar kuralı yok ise ölçüm belirsizliği değeri "Bastı Karar Kuralına" göre değerlendirilir ve sonuçlar güven düzeyi ve ölçüm belirsizliği eklenip çıkarılmadan olduğu gibi raporlanır.

Numune dış müşteri tarafından sağlandığı durumlarda, numune alındığı şekliyle deneye tabi tutulacaktır. Numunenin alınışından Laboratuvarımıza teslimine kadar olan prosedürlerin ve bakılması istenilen grup ve parametrelerin belirlenmesinde teknik ve hukuki sorumluluk numuneyi alana aittir ve ölçüm belirsizliğinde numune almadan kaynaklı belirsizlik katkısı dahil edilmeyecektir. Genişletilmiş ölçüm belirsizlikleri (2 %95 güven aralığında) müşteri talebi, yasal mevzuat gereksinimi veya sınır değere uygunluğu eklediği durumlarda belirtilir.

Doğrulama linki bulunmayan ve linkten doğulanmayan veya istik imzalı olmayan analiz raporları geçersizdir.

(*) İlgili parametreler TÜRKAK tarafından akredite edilmiştir.

TÜREDY Tukekilersiz Kabu Colebitir ve Herhangi Bir Anormal Değism Yok.

Deney laboratuvarı olarak faaliyet gösteren KOSKİ Su Kalite Kontrol Laboratuvarı TÜRKAK'ın AB-0543-T ile TS EN ISO/IEC 17025:2017 standardına göre akredite edilmiştir. (KOSKİ Water Quality Control Laboratory accredited by TÜRKAK under registration number AB-0543-T for as TS EN ISO/IEC 17025:2017 Testing Laboratory)

Türk Akrediteasyon Kurumu(TÜRKAK) deney raporlarının tanınması konusunda Avrupa Akrediteasyon Birliği(EA) ile Çok Taraflı Anlaşma ve Uluslararası Laboratuvar Akrediteasyon Birliği(ILAC) ile karşılıklı tanınma anlaşması imzalamıştır. (Turkish Accreditation Agency (TURKAK) is a signatory to the European co-operation for Accreditation (EA) Multilateral Agreement (MLA) and to the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) Mutual Recognition Arrangement (MRA) for the recognition of testing certificates.)

Selma KOYUNCU AKAY
Kimyager
Laboratuvar Sorumlusu

ONAY
26.10.2022
Gökhan ERAKMAN
Çevre Mühendisi
Laboratuvar Müdürü

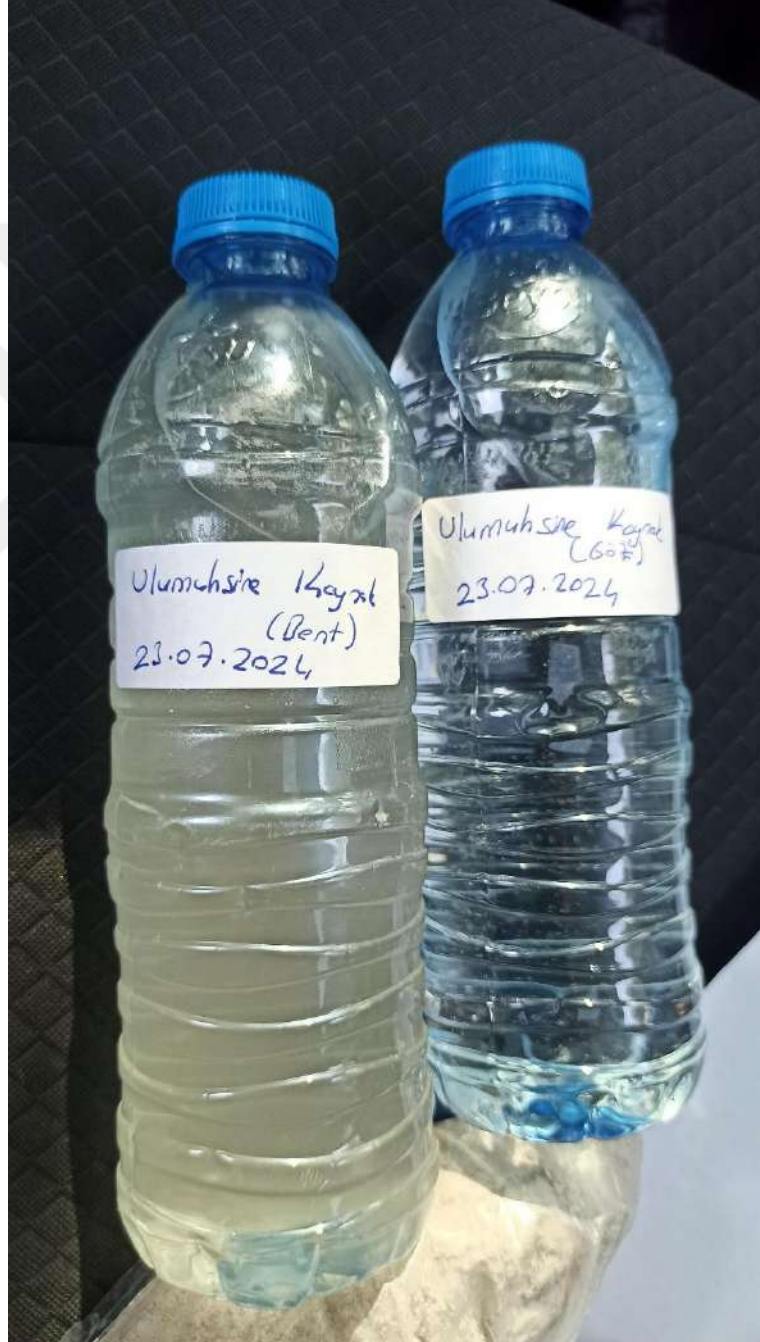
Yunus Emre Mah. Beyşehir Cad. İçme Suyu Arıtma Tesisleri
Tel:221 61 00/6025 Fax: 221 63 54 e-mail: sulab@koski.gov.tr web:koski.gov.tr

F06.PR1/78/15.04.2020
Yürürlük Tarihi: 15.07.2011

Evrağın doğrulanması için "<http://www.koski.gov.tr/mKoskiEimza/index.php>" adresinden "cABk:1qmvEOGqTbaLZCGqww=" kodu ile erişebilirsiniz.
Bu belge 5070 sayılı elektronik imza kanununa göre güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Yapılan bu ilk analizin sonuçlarına göre suyun ilgili parametreleri, 17 Şubat 2005 Tarih ve 25730 Sayılı Resmî Gazetede yayımlanan İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmeliğe göre uygun çıkmıştır.

Çalışmanın ilerleyen günlerinde kontrol amaçlı kaynak suyu güzergahının iki noktasından alınan su numunelerine ait görsel (Resim 5.1.) ve su kalite analiz raporları (Çizelge 5.4.), (Çizelge 5.5.) aşağıda verilmiştir.



Resim 5.1. Kaynak Suyunun İkinci (Kontrol) Amaçlı Yapılan Analizi İçin Alınan Numuneler

Çizelge 5.4. Kaynak Suyunun İkinci Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları (Göz)



T.C.
Konya Büyükşehir Belediyesi
Konya Su Kanalizasyon Idaresi Genel Müdürlüğü
SU KALITE KONTROL LABORATUVARI



Analiz Raporu

Rapor No: 2024/5114

Tarih: 25/07/2024

Analiz Amacı: Kontrol Amaçlı

AB-0543-T

| | | | |
|--------------------------------|-----------------------------|----------------------|------------------------|
| Numuneyi Gönderen Kuruluş/Kişi | PLAN PROJE DAİRE BAŞKANLIĞI | | |
| Numuneyi Alan Kuruluş/Kişi | MERT PINARKARA | | |
| Numunenin Alındığı | Numunenin | | |
| Tarih | 23/07/2024 | Cinsi | Kaynak Suyu |
| Ambalajı: | | Miktarı: | 500 ML LİK PLASTİK KAP |
| Adres: | ULUMUHSİNE KAYNAK (GÖZ) | | |
| Laboratuvara Geliş Tarihi: | 23/07/2024 | Kayıt Tarihi: | 23/07/2024 |
| Analiz Başlangıç Tarihi: | 23/07/2024 | Analiz Bitiş Tarihi: | 25/07/2024 |

2024/5114

07-24

| Analiz | Analiz Sonucu | Tayin Limiti (LOQ) | Mevzuat Limiti (1) | Analiz Metodu |
|--|---------------|--------------------|--------------------|-------------------------------------|
| Fiziksel Parametreler | | | | |
| Bulanıklık* (NTU) | 0.94 | | TKEDY | TS EN ISO 7027-1/Türbidimetrik |
| İletkenlik* (20 °C de µS/cm) | 480 | | 2500 | SM 2510 B Elektrot İletkenlik Ölçüm |
| Koku | Normal | | TKEDY | Organoleptik |
| PH* | 7.30 | | 6.5-9.5 | SM 4500 H+ B. /Elektrokimyasal |
| Renk (Pt/Co) | 0.18 | | TKEDY | SM 2120 B. |
| Tat | Normal | | TKEDY | Organoleptik |
| Kimyasal Parametreler | | | | |
| Alüminyum (Al) ³⁺ (µg/L) | < 9.6000 | 9.6000 | 200 | SM 3125 B./İCP MS |
| Amonyum (NH ₄) ⁺ (mg/L) | < 0.4200 | 0.4200 | 0.5 | TS EN ISO 14911/ICS |
| Antimon (Sb) ³⁺ (µg/L) | < 0.3000 | 0.3000 | 5 | SM 3125 B./İCP MS |
| Arsenik (As) ³⁺ (µg/L) | 1.8250 | 0.3000 | 10 | SM 3125 B./İCP MS |
| Bakır (Cu) ²⁺ (µg/L) | < 3.0000 | 3.0000 | 2000 | SM 3125 B./İCP MS |
| Bor (B) ³⁻ (µg/L) | < 48.0000 | 48.0000 | 1000 | SM 3125 B./İCP MS |
| Cıva (Hg) ²⁺ (µg/L) | 0.1233 | 0.0500 | 1 | SM 3125 B./İCP MS |
| Demir (Fe) ²⁺ (µg/L) | 8.5940 | 7.2100 | 200 | SM 3125 B./İCP MS |
| Florür (F ⁻) ⁺ (mg/L) | 1.0714 | 0.1250 | 1.5 | SM 4110 B./ICS |
| Kadmiyum (Cd) ²⁺ (µg/L) | < 0.2500 | 0.2500 | 5 | SM 3125 B./İCP MS |
| Kalsiyum (Ca) ²⁺ (mg/L) | 67.6131 | 2.5000 | | TS EN ISO 14911/ICS |
| Klorür (Cl ⁻) ⁺ (mg/L) | 4.0176 | 2.5000 | 250 | SM 4110 B./ICS |
| Kurşun (Pb) ²⁺ (µg/L) | < 0.6000 | 0.6000 | 10 | SM 3125 B./İCP MS |
| Magnezyum (Mg) ²⁺ (mg/L) | 28.8516 | 2.5000 | | TS EN ISO 14911/ICS |
| Mangan (Mn) ²⁺ (µg/L) | < 0.7200 | 0.7200 | 50 | SM 3125 B./İCP MS |

Açıklamalar:

Numune Müşteri Tarafından Steril Kapta Alınıp Getirilmiştir ve Boyan Etiketleri Gibi Analize Alınmıştır.

Bu rapor KOSKİ Genel Müdürlüğü Su Kalite Kontrol Laboratuvarının yazılı izni olmadan kimsen kopyalanıp çoğaltılamaz.

Kuyu renkte yazılmış olan analiz sonuçları ilgili mevzuatla hımlen dışındadır.

Bu raporunki sonuçlar ve görümler yukarıda belirtilen numune ve deney yapılan numune için geçerlidir.

Özel İstek Numune Analiz Raporları Adı ve İdari İşlemlerde ve Reklam Amaçlı Kullanılamaz.

Karar kuralının açık tanımı: Deney sonuçları ile ilgili uygunluk beyanı (uygundur veya uygun değildir) verildiğinde, eğer mevzuatta geçerli bir karar kuralı var ise bu karar kuralı uygulanır, mevzuatta geçerli bir karar kuralı yok ise ölçüm belirsizliği değeri "Basit Karar Kuralına" göre değerlendirilir ve sonuçlar güven düzeyi ve ölçüm belirsizliği eklenip çıkarılmadan olduğu gibi raporlanır.

Numune dış müşteri tarafından sağlandığı durumlarda, numune alındığı şekliyle deneye tabi tutulacaktır. Numunenin alınışından Laboratuvarımıza teslimine kadar olan prosedürlerin ve bakımları istenilen grup ve parametrelerin bakılmamasında teknik ve hukuki sorumluluk numuneyi alana aittir ve ölçüm belirsizliğinde numune alınmadan kayıtlı belirsizlik katkısı dahil edilmeyecektir. Genişletilmiş ölçüm belirsizlikleri (2 %95 güven aralığında) müşteri talebi, yasal mevzuat gereksinimi veya sınırlı dışarı uygunluğu etkilendiği durumlarda belirtilir. Doğrulama linki bulunmayan ve linkten doğrulanamayan veya ıslak imzalı olmayan analiz raporları geçerlidir.

(*) İşareti parametreler TÜRKAK tarafından akredite edilmiştir.

TKEDY Tüketicilere Kabul Edilebilir ve Herhangi Bir Anormel Değişim Yok.

Deney laboratuvarı olarak faaliyet gösteren KOSKİ Su Kalite Kontrol Laboratuvarı TÜRKAK'tan AB0543T ile TS EN ISO/IEC 17025:2017 standardına göre akredite edilmiştir. (KOSKİ Water Quality Control Laboratory accredited by TÜRKAK under registration number AB0543T for as TS EN ISO/IEC 17025:2017 Testing Laboratory.)

Türk Akreditasyon Kurumu(TÜRKAK) deney raporlarının tanınması konusunda Avrupa Akreditasyon Birliği(EA) ile Çok Taraflı Anlaşma ve Uluslararası Laboratuvar Akreditasyon Birliği(ILAC) ile karşılıklı tanıma anlaşması imzalamıştır. (Turkish Accreditation Agency (TÜRKAK) is a signatory to the European cooperation for Accreditation (EA) Multilateral Agreement (MLA) and to the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) Mutual Recognition Arrangement (MRA) for the recognition of testing certificates.)

Yunus Emre Mah. Beşşehir Cad. İçme Suyu Arıtma Tesisleri

Tel:221 61 00/6025 Fax: 221 63 64 e-mail: sulab@koski.gov.tr web:koski.gov.tr

F06.PR17/6/15.04.2020

Yürürlük Tarihi: 15.07.2011

Evrağın doğrulanması için " <https://labdogrulama.koski.gov.tr> " adresinden "35DFB64C4C01E81C4FA43C5294BE3AF" kodu ile erişebilirsiniz.

Bu belge 5070 sayılı elektronik imza kanununa göre güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.



1 / 2

Çizelge 5.4. (devam) Kaynak Suyunun İkinci Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları (Göz)



T.C.
Konya Büyükşehir Belediyesi
Konya Su Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü
SU KALİTE KONTROL LABORATUVARI



Rapor No: 2024/5114
Analiz Amacı: Kontrol Amaçlı

Tarih:25/07/2024

AB-0543-T

2024/5114

07-24

| Analiz | Analiz Sonucu | Tayin Limiti (LOQ) | Mevzuat Limiti ⁽¹⁾ | Analiz Metodu |
|---|---------------|--------------------|-------------------------------|---------------------|
| Kimyasal Parametreler | | | | |
| Nikel (Ni)* (µg/L) | 1.3415 | 0.5400 | 20 | SM 3125 B./ICP MS |
| Nitrat (NO ₃ -)* (mg/L) | 14.5319 | 2.5000 | 50 | SM 4110 B./ICS |
| Nitrit (NO ₂ ⁻)* (mg/L) | < 0.1250 | 0.1250 | 0.5 | SM 4110 B./ICS |
| Potasyum (K)* (mg/L) | < 1.0000 | 1.0000 | 12 | TS EN ISO 14911/ICS |
| Selenyum (Se)* (µg/L) | 1.2187 | 0.4000 | 10 | SM 3125 B./ICP MS |
| Sodyum (Na)* (mg/L) | 4.3598 | 2.5000 | 200 | TS EN ISO 14911/ICS |
| Sülfat (SO ₄ ²⁻)* (mg/L) | 33.1702 | 2.5000 | 250 | SM 4110 B./ICS |
| Toplam Krom (Cr)* (µg/L) | 1.9995 | 0.3000 | 50 | SM 3125 B./ICP MS |
| Toplam Sertlik* (FS°) | 28.7699 | | | SM 2340 C./ICS |

Değerlendirme: Sonuçlar yukarıda çalışılan parametreler yönünden "17 Şubat 2005 Tarih ve 25730 Sayılı Resmî Gazetede yayımlanan İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik" göre uygundur.

Açıklamalar:

Numune Müşteri Tarafından steril kapta Alınıp Getirilmiş ve Beyan Ettikleri Gibi Analize Alınmıştır.

Bu rapor KOSKİ Genel Müdürlüğü Su Kalite Kontrol Laboratuvarının yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz.

Kıyası yapılmış olan analiz sonuçları ilgili mevzuat limitleri dışındadır.

Bu rapordaki sonuçlar ve geçerli yukarıda belirtilen numune ve deneyi yapılan numune için geçerlidir.

Özel istek numune analiz raporları, idari işlemlerde ve rakam amaçlı kullanılmaz.

Karar Kurulunun açık kararı: Deney sonuçları ile ilgili uygunluk beyanı (uygundur veya uygun değildir) verildiğinde, eğer mevzuatta geçerli bir karar kuralı var ise bu karar kuralı uygulanır, mevzuatta geçerli bir karar kuralı yok ise ölçüm belirsizliği değeri "Basit Karar Kuralına" göre değerlendirilir ve sonuçları güven düzeyi ve ölçüm belirsizliği eklenip çıkarılmadan olduğu gibi raporlanır.

Numune dış müşteri tarafından sağlandığı durumlarda, numune alındığı şekilde deneye tabi tutulacaktır. Numunenin alınışından Laboratuvarımıza teslimine kadar olan prosedürlerin ve bakımının istenilen grup ve parametrelerin belirlenmesinde teknik ve hukuki sorumluluk numuneyi alana aittir ve ölçüm belirsizliğinde numune almadan kaynaklı belirsizlik katkısı dahil edilmeyecektir. Genişletilmiş ölçüm belirsizlikleri (%2-%95 güven aralığında) müşteri talebi, yasal mevzuat gereksinimi veya sınır değere uygunluğu etkilediği durumlarda belirtilir.

Doğrulama linki bulunmayan ve linkten doğrulanamayan veya isik imzalı olmayan analiz raporları geçersizdir.

(*) İşareti parametre TÜRKAK tarafından akredite edilmiştir.

TKEDY: Tüketicilerce Kabul Edilebilir ve Herhangi Bir Anormal Değişim Yok.

Deney laboratuvarı olarak faaliyet gösteren KOSKİ Su Kalite Kontrol Laboratuvarı TÜRKAK'tan AB0543T ile TS EN ISO/IEC 17025:2017 standardına göre akredite edilmiştir. (KOSKİ

Water Quality Control Laboratory accredited by TÜRKAK under registration number AB0543T for as TS EN ISO/IEC 17025:2017 Testing Laboratory)

Türk Akreditasyon Kurumu(TÜRKAK) deney raporlarının tanınurluğu konusunda Avrupa Akreditasyon Birliği(EA) ile Çok Taraflı Anlaşma ve Uluslararası Akreditasyon

Birliği(ILAC) ile karşılıklı tanıma anlaşması imzalanmıştır. (Turkish Accreditation Agency (TÜRKAK) is a signatory to the European cooperation for Accreditation (EA) Multilateral Agreement

(MLA) and to the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) Mutual Recognition Arrangement (MRA) for the recognition of testing certificates.)

Selma KOYUNCU AKAY
Laboratuvar Sorumlusu
Kimyager

ONAY

25/07/2024

S. Gökhan ERAKMAN

İçme Suyu Arıt. Tes. Şb. Md.

Çevre Mühendisi

Yunus Emre Mah. Beyşehir Cad. İçme Suyu Arıtma Tesisi

Tel:221 81 00/8025 Fax: 221 83 54 e-mail: sulso@koski.gov.tr web:koski.gov.tr

F06.PR17/6/15.04.2020

Yürürlük Tarihi: 15.07.2011

Evrakın doğrulanması için "<https://abdogrulama.koski.gov.tr>" adresinden "35DFB64C4C01E81C4FA43C5294BFE3AF" kodu ile erişebilirsiniz.

Bu belge 5070 sayılı elektronik imza kanununa göre güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.



2 / 2

Çizelge 5.5. Kaynak Suyunun İkinci Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları (Dere Yatağı)



T.C.
Konya Büyükşehir Belediyesi
Konya Su Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü
SU KALİTE KONTROL LABORATUVARI



Analiz Raporu

Rapor No: 2024/5115
Analiz Amacı: Kontrol Amaçlı

Tarih: 29/07/2024

| | | | |
|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------|------------------------|
| Numuneyi Gönderen Kuruluş/Kişi | PLAN PROJE DAİRE BAŞKANLIĞI | | |
| Numuneyi Alan Kuruluş/Kişi | MERT PINARKARA | | |
| Numunenin Alındığı | Numunenin | | |
| | Tarih | Cinsi | Kaynak Suyu |
| | 23/07/2024 | | |
| | Ambalajı: | Miktar: | 500 ML LİK PLASTİK KAP |
| | Adres: | ULUMUHSİNE KAYNAK (BENT) | |
| Laboratuvara Geliş Tarihi: | 23/07/2024 | Kayıt Tarihi: | 23/07/2024 |
| Analiz Başlangıç Tarihi: | 23/07/2024 | Analiz Bitiş Tarihi: | 26/07/2024 |

| |
|-----------|
| AB-0543-T |
| 2024/5115 |
| 07-24 |

| Analiz | Analiz Sonucu | Tayin Limiti (LOQ) | Mevzuat Limiti (*) | Analiz Metodu |
|--------------------------------|---------------|--------------------|--------------------|-------------------------------------|
| Fiziksel Parametreler | | | | |
| Bulanıklık* (NTU) | 125.00 | | TKEDY | TS EN ISO 7027-1/Türbidimetrik |
| İletkenlik* (20 °C de µS/cm) | 422 | | 2500 | SM 2510 B Elektrot İletkenlik Ölçüm |
| Koku | Normal | | TKEDY | Organoleptik |
| PH* | 7.78 | | 6.5-9.5 | SM 4500 H+ B. /Elektrokimyasal |
| Renk (Pt/Co) | 63.70 | | TKEDY | SM 2120 B. |
| Tat | Normal | | TKEDY | Organoleptik |
| Kimyasal Parametreler | | | | |
| Alüminyum (Al)* (µg/L) | 1972.9317 | 9.6000 | 200 | SM 3125 B./ICP MS |
| Amonyum (NH4+)* (mg/L) | < 0.4200 | 0.4200 | 0.5 | TS EN ISO 14911/ICS |
| Antimon (Sb)* (µg/L) | 0.3084 | 0.3000 | 5 | SM 3125 B./ICP MS |
| Arsenik (As)* (µg/L) | 5.0344 | 0.3000 | 10 | SM 3125 B./ICP MS |
| Bakır (Cu)* (µg/L) | 29.4279 | 3.0000 | 2000 | SM 3125 B./ICP MS |
| Bor (B)* (µg/L) | 57.8682 | 48.0000 | 1000 | SM 3125 B./ICP MS |
| Civa (Hg)* (µg/L) | 0.1832 | 0.0500 | 1 | SM 3125 B./ICP MS |
| Demir (Fe)* (µg/L) | 1739.1245 | 7.2100 | 200 | SM 3125 B./ICP MS |
| Florür (F)* (mg/L) | 0.8977 | 0.1250 | 1.5 | SM 4110 B./ICS |
| Kadmiyum (Cd)* (µg/L) | < 0.2500 | 0.2500 | 5 | SM 3125 B./ICP MS |
| Kalsiyum (Ca)* (mg/L) | 51.5783 | 2.5000 | | TS EN ISO 14911/ICS |
| Klorür (Cl)* (mg/L) | 3.7521 | 2.5000 | 250 | SM 4110 B./ICS |
| Kurşun (Pb)* (µg/L) | 1.5871 | 0.6000 | 10 | SM 3125 B./ICP MS |
| Magnezyum (Mg)* (mg/L) | 27.5633 | 2.5000 | | TS EN ISO 14911/ICS |
| Mangan (Mn)* (µg/L) | 38.7940 | 0.7200 | 50 | SM 3125 B./ICP MS |

Açıklamalar:

Numune Müşteri Tarafından sterili kapta Alınıp Getirilmiş ve Beyaz Etkileri Gibi Analize Alınmıştır.

Bu rapor KOSKİ Genel Müdürlüğü Su Kalite Kontrol Laboratuvarının yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz.

Köyü renkte yazılmış olan analiz sonuçları ilgili mevzuat limitleri dışındadır.

Bu raporla sonuçlar ve geçişleri yukarıda belirtilen numune ve deneyi yapılabilmemesi için geçerlidir.

Özel istek numune analiz raporları; adli ve idari işlemlerde ve reklam amaçlı kullanılmaz.

Karar kusulunun açık tanımı: Deney sonuçları ile ilgili uygunluk beyanı (uygundur veya uygun değildir) verildiğinde, eğer mevzuatta geçerli bir karar kuralı var ise bu karar kuralı uygulanır, mevzuatta geçerli bir karar kuralı yok ise ölçüm belirsizliği değeri "Basit Karar Kuralına" göre değerlendirilir ve sonuçlar güven düzeyi ve ölçüm belirsizliği etkilerle çıkarılmadan olduğu gibi raporlanır.

Numune dış müşteri tarafından sağlandığı durumlarda, numune alındığı şekliyle deneye tabi tutulacaktır. Numunenin alınışından Laboratuvarımıza teslimine kadar olan prosedürlerin ve belirlenmesi istenilen grup ve parametrelerin belirlenmesinde teknik ve hukuki sorumluluk numuneyi alana aittir ve ölçüm belirsizliğinde numune almadan önceki belirsizlik etkisi dahi edilmeyecektir. Genişletilmiş ölçüm belirsizlikleri (%2-5 güven aralığında) müşteri talebi, yasal mevzuat gereksinimi veya sınırlı değere uygunluğu etkilediği durumlarda belirtilir. Doğrulama linki bulunmayan ve linkten doğrulanamayan veya islek imzalı olmayan analiz raporları geçersizdir.

(*) İşaretili parametreler TÜRKAK tarafından akredite edilmiştir.

TKEDY: Tüketici Kabul Edilebilir ve Herhangi Bir Anormal Değişim Yok.

Deney laboratuvarı olarak faaliyet gösteren KOSKİ Su Kalite Kontrol Laboratuvarı TÜRKAK'tan AB0543T ile TS EN ISO/IEC 17025:2017 standardına göre akredite edilmiştir. (KOSKİ Water Quality Control Laboratory accredited by TÜRKAK under registration number AB0543T for as TS EN ISO/IEC 17025:2017 Testing Laboratory)

Türk Akreditasyon Kurumu (TÜRKAK) deney raporlarının tanınması konusunda Avrupa Akreditasyon Birliği (EA) ile Çok Taraflı Anlaşma ve Uluslararası Akreditasyon Birliği (ILAC) ile karşılıklı tanıma anlaşması imzalanmıştır. (Turkish Accreditation Agency (TÜRKAK) is a signatory to the European cooperation for Accreditation (EA) Multilateral Agreement (MLA) and to the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) Mutual Recognition Arrangement (MRA) for the recognition of testing certificates.)

Yunus Emre Mah. Beyşehir Cad. İçme Suyu Arıtma Tesisi
Tel: 221 81 00/8025 Fax: 221 83 54 e-mail: sulab@koski.gov.tr web:koski.gov.tr

F06.PR17/8/15.04.2020
Yürürlük Tarihi: 15.07.2011

Evrakın doğrulanması için * <https://abdogrulama.koski.gov.tr> adresinden *35DFB64C40E81CC2C0601EE3BDC07A* kodu ile erişebilirsiniz.
Bu belge 5070 sayılı elektronik imza kanununa göre güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.



1 / 2

Çizelge 5.5. (devam) Kaynak Suyunun İkinci Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları (Dere Yatağı)



T.C.
Konya Büyükşehir Belediyesi
Konya Su Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü
SU KALİTE KONTROL LABORATUVARI



Rapor No: 2024/5115
Analiz Amacı: Kontrol Amaçlı

Tarih: 29/07/2024

| |
|-----------|
| AB-0543-T |
| 2024/5115 |
| 07-24 |

| Analiz | Analiz Sonucu | Tayin Limiti (LOQ) | Mevzuat Limiti ⁽¹⁾ | Analiz Metodu |
|---|---------------|--------------------|-------------------------------|---------------------|
| Kimyasal Parametreler | | | | |
| Nikel (Ni)* (µg/L) | 27.5358 | 0.5400 | 20 | SM 3125 B./ICP MS |
| Nitrat (NO ₃ -)* (mg/L) | 10.5258 | 2.5000 | 50 | SM 4110 B./ICS |
| Nitrit (NO ₂ ⁻)* (mg/L) | < 0.1250 | 0.1250 | 0,5 | SM 4110 B./ICS |
| Potasyum (K)* (mg/L) | < 1.0000 | 1.0000 | 12 | TS EN ISO 14911/ICS |
| Selenyum (Se)* (µg/L) | 2.5156 | 0.4000 | 10 | SM 3125 B./ICP MS |
| Sodyum (Na)* (mg/L) | 5.8925 | 2.5000 | 200 | TS EN ISO 14911/ICS |
| Sülfat (SO ₄ ²⁻)* (mg/L) | 38.6428 | 2.5000 | 250 | SM 4110 B./ICS |
| Toplam Krom (Cr)* (µg/L) | 38.6647 | 0.3000 | 50 | SM 3125 B./ICP MS |
| Toplam Sertlik* (FS°) | 24.2314 | | | SM 2340 C./ICS |

Değerlendirme: Sonuçlar yukarıda çalışılan parametreler yönünden "17 Şubat 2005 Tarih ve 25730 Sayılı Resmî Gazetede yayımlanan İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik" göre **Uygun Değildir.**

Açıklamalar:

Numune Müşteri Tarafından Steril Kapta Alınıp Getirilmiş ve Beyan Ettikleri Gibi Analize Alınmıştır.

Bu rapor KOSKİ Genel Müdürlüğü Su Kalite Kontrol Laboratuvarının yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz.

Kıyasla yapılmış olan analiz sonuçları ilgili mevzuat limitleri dışındadır.

Bu rapordaki sonuçlar ve grafikler yukarıda belirtilen numune ve deneyi yapılan numune için geçerlidir.

Özel istek numune analiz raporları adı ve idari işlemlerde ve reklam amaçlı kullanılamaz.

Karar kurullarını açık tanımı: Deney sonuçları ile ilgili uygunluk beyanı (uygundur veya uygun değildir) verildiğinde, eğer mevzuatta geçerli bir karar kuralı var ise bu karar kuralı uygulanır, mevzuatta geçerli bir karar kuralı yok ise ölçüm belirsizliği değeri "Basit Karar Kuralına" göre değerlendirilir ve sonuçlar güven düzeyi ve ölçüm belirsizliği akıllanıp çıkarılmadan olduğu gibi raporlanır.

Numune dış müşteri tarafından sağlandığı durumlarda, numune alındığı şekilde deneye tabi tutulacaktır. Numunenin alınışından Laboratuvarımıza teslimine kadar olan süreçlerin ve bakılması istenilen grup ve parametrelerin belirlenmesinde teknik ve hukuki sorumluluk numuneyi alana aittir ve ölçüm belirsizliğinde numune alınmadan kaynaklı belirsizlik katkısı dahil edilmeyecektir. Geçişlilik ölçüm belirsizlikleri (k. 2 %95 güven aralığında) müşteri talebi, yasal mevzuat gereksinimi veya sınır değere uygunluğu etkilediği durumlarda belirtilir.

Doğrulama linki bulunmayan ve linkten doğrulanamayan veya ıslak imzalı olmayan analiz raporları geçersizdir.

(*) İlgili parametreler TÜRKAK tarafından akredite edilmiştir.

TRKEDY Tüketicilerce Kabul Edilebilir ve Hangi Bir Anormal Değerim Yok.

Deney laboratuvarı olarak faaliyet gösteren KOSKİ Su Kalite Kontrol Laboratuvarı TÜRKAK'tan AB0543T ile TS EN ISO/IEC 17025:2017 standardına göre akredite edilmiştir. (KOSKİ

Water Quality Control Laboratory accredited by TÜRKAK under registration number AB0543T for as TS EN ISO/IEC 17025:2017 Testing Laboratory)

Türk Akreditasyon Kurumu(TÜRKAK) deney raporlarının tanınurduğu konusunda Avrupa Akreditasyon Birliği(EA) ile Çok Taraflı Anlaşma ve Uluslararası Laboratuvar Akreditasyon

Birliği(ILAC) ile karşılıklı tanıma anlaşması imzalanmıştır. (Turkish Accreditation Agency (TÜRKAK) is a signatory to the European cooperation for Accreditation (EA) Multilateral Agreement

(MLA) and to the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) Mutual Recognition Arrangement (MRA) for the recognition of testing certificates.)

Selma KOYUNCU AKAY
Laboratuvar Sorumlusu
Kimyager

ONAY

29/07/2024

S. ÇEBİKAN ERKİMAN
İçme Suyu Anal. Tes. Şb. Md.
Çevre Mühendisi

Yunus Emre Mah. Beyşehir Cad. İçme Suyu Arıtma Tesisi

Tel:221 61 00/8025 Fax: 221 63 54 e-mail: sulac@koski.gov.tr web:koski.gov.tr

F06.PR.17/6/15.04.2020

Yürürlük Tarihi: 15.07.2011

Evrakın doğrulanması için " <https://abdogrulama.koski.gov.tr/> adresinden "35DFB64C01E81CC2C0601EE3BDC07A" kodu ile erişebilirsiniz.

Bu belge 5070 sayılı elektronik imza kanununa göre güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

2 / 2



Bu numunelerin analiz sonuçlarına göre ise su çıkış noktasından(göz) alınan su numunesinin parametrelerinin yine uygun değerlerde seyrettiği ancak dere yatağı(bent) üzerinden alınan numunenin analiz değerlerinin 17 Şubat 2005 Tarih ve 25730 Sayılı Resmî Gazetede yayımlanan İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmeliğe göre mevzuat limitlerinin üzerinde çıktığı belirlenmiştir.

Sonuç olarak yapılan bu son analizlere göre kaynak suyunun, çıkış(göz) noktasında temiz olarak çıkış yaptığı ancak dere yatağı üzerinde jeolojik yapıya ve çevresel etmenlere bağlı olarak kontaminasyona(bulaş) maruz kaldığı ve bu sebeple alüminyum, demir ve nikel parametreleri bakımından elverişsiz duruma geldiği tespit edilmiştir. Bu sebeple ana kaptaj yapısının, ilk su çıkış noktasında teşkil edilmesi ve kapalı boruya alınması gerekmektedir. Güzergâh üzerinde ana su kaynağına katıldığı düşünülen ikincil su gözünün kirlenmeye maruz kaldığı, bu nedenle bu su çıkışı üzerinde ileriki dönemlerde yapılacak detaylı çalışmalar sonrasında uygun görülürse drenaj yöntemi ile isale hattına dahil edilmesinin daha uygun olacağı düşünülmektedir.



5.3. Çalışma Alanının Meteorolojik ve Hidrolojik Verilerinin Derlenmesi ve Yorumlanması

5.3.1. Meteorolojik Veriler ve İl Ortalaması

Meteorolojik çalışmalar kapsamında ilgili kamu kurum ve kuruluşlarından, proje alanı ile ilgili en yakın ölçüm istasyonlarından elde edilen yağış ve sıcaklık verilerine ulaşılmıştır (Çizelge 5.6.), (Çizelge 5.7.). Bu verilere göre çalışma alanının iklim durumu ve meteorolojisi irdelenmiştir.

Çizelge 5.6. Konya İli Ortalama Genel Meteorolojik İstatistik Verileri (*Meteoroloji Genel Müdürlüğü, t.y.*)

| KONYA | Ocak | Şubat | Mart | Nisan | Mayıs | Haz. | Tem. | Ağu. | Eylül | Ekim | Kasım | Aralık | Yıllık |
|--|-------|-------|-------|-------------------------------|-------|------|------|-------------------------|-------|------|-------|--------|--------|
| Ölçüm Periyodu (1929 - 2023) | | | | | | | | | | | | | |
| Ortalama Sıcaklık (°C) | -0,2 | 1,5 | 5,5 | 11,1 | 15,9 | 20,1 | 23,5 | 23,4 | 18,8 | 12,9 | 6,5 | 1,8 | 11,7 |
| Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C) | 4,6 | 7,0 | 11,7 | 17,5 | 22,4 | 26,6 | 30,2 | 30,2 | 26,0 | 20,1 | 13,1 | 6,7 | 18,0 |
| Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C) | -4,2 | -3,3 | -0,2 | 4,3 | 8,6 | 12,7 | 15,9 | 15,7 | 11,1 | 6,0 | 0,9 | -2,3 | 5,4 |
| Ortalama Güneşlenme Süresi (saat) | 3,3 | 4,6 | 5,9 | 7,2 | 9,0 | 10,7 | 11,8 | 11,4 | 9,7 | 7,3 | 5,3 | 3,2 | 7,4 |
| Ortalama Yağışlı Gün Sayısı | 9,9 | 8,3 | 9,0 | 9,0 | 10,4 | 6,9 | 2,2 | 1,5 | 3,2 | 6,1 | 6,6 | 10,1 | 83,0 |
| Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm) | 38,1 | 28,8 | 29,7 | 31,8 | 43,4 | 26,2 | 7,6 | 6,3 | 13,4 | 29,6 | 32,2 | 42,6 | 329,7 |
| Ölçüm Periyodu (1929 - 2023) | | | | | | | | | | | | | |
| En Yüksek Sıcaklık (°C) | 19,3 | 23,8 | 28,9 | 30,9 | 34,4 | 36,7 | 40,6 | 40,9 | 38,8 | 32,3 | 25,4 | 21,8 | 40,9 |
| En Düşük Sıcaklık (°C) | -28,2 | -26,5 | -16,4 | -8,6 | -1,2 | 1,8 | 6,0 | 5,3 | -3,0 | -8,4 | -20,0 | -26,0 | -28,2 |
| Günlük Toplam En Yüksek Yağış Miktarı | | | | Günlük En Hızlı Rüzgâr | | | | En Yüksek Kar | | | | | |
| 22.02.1945 73,7 mm | | | | 18.04.2012 32,4 m/s | | | | 22.02.1945 66 cm | | | | | |

Çizelge 5.7. Konya İli Ortalama Meteorolojik Mevsim Normalleri Verileri (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, t.y.)

| KONYA | Ocak | Şubat | Mart | Nisan | Mayıs | Haz. | Tem. | Ağu. | Eylül | Ekim | Kasım | Aralık | Yıllık |
|---|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|---------------|---------------|
| Ortalama Sıcaklık (°C) | -0.3 | 1.3 | 6.0 | 10.9 | 15.9 | 20.5 | 24.1 | 24.0 | 19.4 | 13.4 | 6.2 | 1.5 | 11.9 |
| Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C) | 4.6 | 6.9 | 12.5 | 17.6 | 22.8 | 27.4 | 31.0 | 30.9 | 26.7 | 20.4 | 12.7 | 6.3 | 18.3 |
| Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C) | -3.9 | -3.3 | 0.2 | 4.4 | 9.0 | 13.6 | 17.1 | 17.2 | 12.3 | 7.0 | 0.8 | -2.2 | 6.0 |
| Ortalama Güneşlenme Süresi (saat) | 3.4 | 4.9 | 6.3 | 7.2 | 8.7 | 10.3 | 11.1 | 10.8 | 9.7 | 7.6 | 5.3 | 3.3 | 7.4 |
| Ortalama Yağışlı Gün Sayısı | 10.07 | 8.53 | 8.80 | 9.53 | 11.23 | 7.17 | 2.33 | 1.90 | 3.80 | 6.30 | 6.37 | 9.87 | 85.9 |
| Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm) | 35.9 | 23.1 | 27.4 | 34.2 | 38.2 | 27.8 | 6.5 | 6.5 | 15.9 | 29.7 | 34.5 | 45.6 | 325.3 |

5.3.1.1. Yağış Verileri

Konya Kapalı Havzası'nda bulunan ve Meteoroloji Genel Müdürlüğüne (MGM) bağlı hizmet veren bazı yağış gözlem istasyonlarının, geçmiş yıllara dönük aylık bazdaki ortalama yağış verileri aşağıda verilmiştir. Çalışma alanına en yakın gözlem istasyonunun verileri sarı renkli belirtilmiştir (Çizelge 5.8.).

Çizelge 5.8. Konya Kapalı Havzası Meteoroloji İstasyonları (MGM) Aylık Ortalama Yağış Verileri
(Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, 2017)

| İstasyon Adı | Enlem ve Boylam | | Rakım (m) | Gözlem Süresi (yıl) | Aylar (Yağış - mm) | | | | | | | | | | | Yıllık | |
|--------------|-----------------|---------|-----------|--|--------------------|-------|------|-------|-------|------|------|------|-------|------|-------|--------|--------|
| | | | | | Ocak | Şubat | Mart | Nisan | Mayıs | Haz. | Tem. | Ağu. | Eylül | Ekim | Kasım | | Aralık |
| Aksaray | 38° 23' | 34° 03' | 961 | 1930-1931, 1933,1938-2012 | 39,4 | 34,8 | 39,3 | 46,9 | 43,3 | 26,6 | 5,0 | 4,0 | 9,7 | 24,2 | 31,5 | 44,3 | 349,0 |
| Ahırlı | 37° 15' | 32° 07' | 1150 | 1965-1987 | 99,5 | 58,8 | 55,1 | 47,3 | 38,2 | 21,0 | 8,6 | 7,0 | 8,4 | 42,3 | 52,8 | 98,0 | 537,1 |
| Akören | 37° 27' | 32° 23' | 1150 | 1958, 1960-1980, 1983-1991 | 60,3 | 50,6 | 42,5 | 37,5 | 41,1 | 25,3 | 8,6 | 3,4 | 10,0 | 40,4 | 47,0 | 67,7 | 434,3 |
| Akşehir | 38° 21' | 31° 25' | 1002 | 1933-1935, 1941-2012 | 72,4 | 66,6 | 71,6 | 63,7 | 58,9 | 44,6 | 16,9 | 10,4 | 21,7 | 46,5 | 56,8 | 76,6 | 606,1 |
| Aladağ | 37° 02' | 32° 40' | 1000 | 1965-1988, 1991 | 82,1 | 50,2 | 49,6 | 36,3 | 33,2 | 22,4 | 5,1 | 4,5 | 6,3 | 39,1 | 50,4 | 93,2 | 472,5 |
| Altınhisar | 37° 59' | 34° 22' | 1200 | 1969-1983, 1987-1990 | 28,8 | 30,2 | 34,4 | 45,0 | 41,3 | 37,4 | 3,8 | 2,7 | 6,1 | 25,1 | 31,3 | 42,2 | 328,1 |
| Altıntekin | 38° 19' | 32° 52' | 970 | 1965-1994 | 40,3 | 30,4 | 34,0 | 44,4 | 50,8 | 21,5 | 7,4 | 4,0 | 11,5 | 26,9 | 37,4 | 38,7 | 347,3 |
| Ayrancı | 37° 22' | 33° 41' | 1110 | 1960-1987, 1989-1995 | 28,8 | 29,0 | 31,2 | 35,6 | 38,2 | 19,8 | 3,7 | 2,6 | 6,2 | 22,5 | 28,5 | 36,4 | 282,6 |
| Belören | 37° 13' | 32° 33' | 1375 | 1960-1982 | 68,7 | 54,5 | 49,7 | 46,4 | 49,2 | 32,1 | 6,6 | 3,4 | 8,9 | 39,5 | 38,0 | 83,6 | 480,7 |
| Beyşehir | 37° 41' | 31° 44' | 1129 | 1933-1940, 1947-1948, 1953-2012 | 67,7 | 55,1 | 45,7 | 46,3 | 39,0 | 22,2 | 6,8 | 7,1 | 18,4 | 40,1 | 53,2 | 81,6 | 483,1 |
| Bor | 37° 54' | 34° 34' | 1100 | 1929-1934, 1964-1983, 1987-1989 | 33,2 | 31,2 | 34,3 | 44,3 | 42,1 | 25,8 | 3,1 | 1,8 | 4,7 | 21,6 | 28,9 | 43,3 | 314,2 |
| Bozkır | 37° 12' | 32° 15' | 1180 | 1958-1961, 1963-1967,1971-1979, 1981-1987, 1990-1993 | 84,9 | 55,4 | 49,4 | 39,2 | 39,0 | 24,3 | 8,2 | 5,2 | 9,7 | 37,6 | 49,6 | 86,7 | 489,1 |
| Cihanbeyli | 38° 39' | 32° 56' | 969 | 1929-1933, 1964, 1952-1956, 1959-1962, 1964-2005 | 15,7 | 48,0 | 45,0 | 48,6 | 19,0 | 12,6 | 5,9 | 2,3 | 27,7 | 27,1 | 77,4 | 6,7 | 336,0 |
| Çamardı | 37° 50' | 34° 59' | 1500 | 1961-1966, 1969-1981, 1985, 1988-1993 | 34,0 | 38,0 | 38,0 | 55,7 | 53,3 | 34,3 | 10,7 | 6,0 | 10,7 | 32,6 | 27,1 | 43,5 | 383,9 |
| Çeltik | 39° 02' | 31° 47' | 800 | 1965-1973, 1975, 1977-1980, 1983-1986, 1989, 1995, 1997-2005 | 13,5 | 10,1 | 75,9 | 62,5 | 28,9 | 13,0 | 29,3 | 6,7 | 48,5 | 22,1 | 56,2 | 6,0 | 372,7 |
| Çiftlik | 38° 11' | 34° 29' | 1430 | 1968-1986 | 46,1 | 40,7 | 41,5 | 66,3 | 73,6 | 49,6 | 4,1 | 11,0 | 15,8 | 32,3 | 33,3 | 46,8 | 461,1 |
| Çumra | 37° 35' | 32° 47' | 1013 | 1929, 1931, 1941, 1953-1958, 1972-2004 | 35,4 | 31,6 | 32,2 | 37,9 | 36,2 | 20,0 | 4,7 | 2,7 | 8,5 | 26,7 | 29,5 | 40,7 | 305,8 |
| Derbent | 38° 01' | 32° 01' | 1500 | 1963-1987, 1989 | 65,6 | 51,5 | 52,9 | 59,5 | 61,5 | 31,9 | 13,7 | 8,5 | 16,2 | 43,3 | 50,6 | 59,0 | 514,3 |
| Dinek | 37° 20' | 32° 37' | 1225 | 1965-1984, 1988-1991 | 55,5 | 42,9 | 42,2 | 43,3 | 36,6 | 21,7 | 3,9 | 5,9 | 8,5 | 31,8 | 38,0 | 55,2 | 385,5 |
| Doğanbey | 37° 48' | 31° 53' | 1250 | 1964-1986, 1990-1992 | 60,8 | 46,3 | 42,5 | 49,4 | 51,3 | 30,3 | 6,8 | 8,6 | 17,4 | 41,4 | 50,6 | 67,9 | 473,2 |
| Doğanhisar | 38° 09' | 31° 41' | 980 | 1959-1961, 1963-1984, 1987-1989 | 77,8 | 64,6 | 67,3 | 67,1 | 59,5 | 53,4 | 17,5 | 7,6 | 16,5 | 47,8 | 55,3 | 77,1 | 611,5 |
| Ermeneç | 36° 39' | 32° 53' | 1250 | 1950-1976, 1978-1979, 1981-1988, 1990-1994, 1997-2003 | 90,1 | 69,3 | 58,4 | 35,7 | 33,8 | 18,3 | 6,9 | 4,8 | 5,2 | 32,7 | 60,5 | 111,5 | 527,3 |
| Ereğli | 37° 30' | 34° 03' | 1044 | 1944, 1951-2012 | 30,2 | 30,4 | 32,5 | 40,0 | 36,6 | 25,5 | 5,3 | 4,1 | 7,6 | 21,6 | 28,4 | 38,2 | 300,0 |
| Hadim | 36° 59' | 32° 28' | 1552 | 1930, 1950-1951, 1957-1960, 1962-2011 | 110,3 | 79,4 | 70,5 | 51,8 | 43,5 | 23,7 | 8,2 | 4,9 | 9,5 | 49,6 | 70,2 | 123,7 | 645,3 |
| Halkapınar | 37° 26' | 34° 11' | 1175 | 1966-1975, 1978-1999 | 36,5 | 36,0 | 44,6 | 52,3 | 44,8 | 32,1 | 6,3 | 5,1 | 8,4 | 25,6 | 36,6 | 45,3 | 373,8 |

Konya Kapalı Havzası'nda bulunan ve Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğüne bağlı hizmet veren bazı yağış gözlem istasyonlarının, geçmiş yıllara dönük aylık bazdaki ortalama yağış verileri aşağıda verilmiştir. Çalışma alanına en yakın gözlem istasyonunun verileri sarı renkli belirtilmiştir (Çizelge 5.9.).

Çizelge 5.9. Konya Kapalı Havzası Meteoroloji İstasyonları (DSİ) Aylık Ortalama Yağış Verileri (Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, 2017)

| İstasyon Adı | Enlem ve Boylam | | Rakım (m) | Gözlem Süresi (yıl) | Aylar (Yağış - mm) | | | | | | | | | | | | Yıllık |
|-----------------|-----------------|---------|-----------|--|--------------------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|------|-------|--------|--------|
| | | | | | Ocak | Şubat | Mart | Nisan | Mayıs | Haz. | Tem. | Ağu. | Eylül | Ekim | Kasım | Aralık | |
| Adakasım | 38° 57'- | 31° 55' | 900 | 1964-2012 | 30,5 | 26,9 | 35,7 | 46,1 | 46,2 | 31,1 | 11,2 | 12,8 | 11,6 | 32,7 | 32,9 | 38,1 | 355,9 |
| Akçaviran | 38° 02'- | 34° 16' | 1450 | 1968-1998 | 33,2 | 30,3 | 32,1 | 44,7 | 43,2 | 30,3 | 3,0 | 4,3 | 5,0 | 25,0 | 30,2 | 47,5 | 328,9 |
| Akkaya Barajı | 37° 55'- | 34° 38' | 1195 | 1967, 1969-1986 | 22,1 | 21,0 | 22,1 | 38,5 | 31,0 | 21,0 | 1,8 | 1,5 | 4,2 | 17,5 | 18,6 | 25,2 | 224,4 |
| Altınapa Barajı | 37° 54'- | 32° 22' | 1290 | 1967-1971, 1973-1993, 1999-2005 | 45,3 | 34,8 | 30,8 | 37,0 | 48,4 | 23,8 | 11,7 | 9,1 | 13,8 | 35,9 | 44,2 | 52,3 | 387,2 |
| Apa Barajı | 37° 21'- | 32° 33' | 1040 | 1963-1969, 1971-1994, 1997-1999, 2001-2002 | 47,9 | 34,4 | 37,2 | 36,1 | 42,4 | 23,2 | 6,8 | 5,0 | 6,6 | 29,2 | 38,2 | 54,8 | 362,0 |
| Armutlu | 38° 12'- | 33° 56' | 1075 | 1967, 1969-1970, 1975-1978, 1983-1993 | 30,2 | 29,8 | 36,4 | 55,9 | 53,0 | 17,7 | 4,7 | 1,1 | 7,7 | 36,2 | 45,6 | 51,8 | 370,1 |
| Ayrancı Barajı | 37° 19'- | 33° 40' | 1150 | 1963-1965, 1967-1982, 1984-1993 | 23,2 | 28,0 | 32,0 | 38,1 | 42,2 | 21,7 | 2,6 | 3,6 | 5,0 | 22,6 | 24,8 | 31,0 | 274,8 |
| Berendi | 37° 15'- | 34° 02' | 1450 | 1966-2005 | 24,8 | 20,1 | 31,6 | 43,4 | 45,9 | 22,0 | 4,9 | 4,1 | 6,6 | 23,1 | 29,2 | 39,6 | 295,2 |
| Beştaşlı | 37° 54'- | 33° 16' | 1155 | 1965-2005 | 27,0 | 21,5 | 32,1 | 48,1 | 45,9 | 21,8 | 4,3 | 4,8 | 9,4 | 28,1 | 33,9 | 38,2 | 315,0 |
| Büyükoba | 38° 33'- | 32° 04' | 1150 | 1966-1967, 1969-2000, 2002-2003 | 39,6 | 38,6 | 45,8 | 65,7 | 59,9 | 36,9 | 13,9 | 12,4 | 14,0 | 44,1 | 42,9 | 49,4 | 463,1 |
| Çarıklar | 37° 39'- | 32° 35' | 1030 | 1976-2012 | 32,1 | 22,9 | 26,6 | 34,6 | 31,3 | 20,2 | 5,8 | 4,3 | 9,0 | 31,3 | 32,7 | 39,0 | 289,9 |
| Çeşmelisebil | 38° 38'- | 32° 35' | 1090 | 1965-1993 | 28,1 | 22,8 | 26,8 | 43,0 | 43,9 | 24,3 | 8,1 | 4,8 | 11,0 | 23,6 | 34,0 | 28,1 | 298,5 |
| Dedemli | 37° 01'- | 32° 18' | 1400 | 1965-2012 | 120,7 | 82,0 | 75,1 | 53,8 | 44,0 | 22,6 | 11,5 | 5,5 | 10,1 | 46,1 | 92,9 | 131,2 | 695,6 |
| Derebucak | 37° 24'- | 31° 30' | 1210 | 1977-1999 | 152,8 | 113,0 | 98,2 | 76,1 | 54,1 | 24,0 | 12,7 | 9,2 | 21,9 | 61,9 | 124,4 | 171,3 | 919,6 |
| Dumanlı | 37° 32'- | 31° 24' | 1510 | 1976-1996, 1998-2002 | 187,0 | 133,1 | 112,5 | 110,0 | 80,9 | 45,1 | 16,1 | 9,8 | 28,7 | 91,9 | 178,2 | 237,3 | 1230,5 |
| Gebere Barajı | 38° 04'- | 34° 40' | 1710 | 1962-1968, 1970-1974, 1978-1994, 2001-2005 | 35,9 | 35,3 | 41,5 | 49,7 | 56,6 | 36,7 | 12,8 | 10,7 | 12,8 | 32,9 | 46,0 | 44,3 | 415,3 |
| Gedikli | 37° 53'- | 31° 20' | 1130 | 1976-1996, 1998-2012 | 78,6 | 73,4 | 58,0 | 59,1 | 44,2 | 31,8 | 12,5 | 9,6 | 19,7 | 53,6 | 72,8 | 108,0 | 621,3 |
| Gölyaka | 37° 43'- | 31° 26' | 1122 | 2000-2012 | 104,5 | 103,2 | 57,5 | 69,6 | 50,8 | 20,7 | 10,1 | 5,0 | 33,9 | 65,4 | 68,8 | 146,8 | 736,2 |
| Gümüşler Barajı | 38° 01'- | 34° 46' | 1340 | 1973-1995, 1999-2005 | 20,2 | 19,3 | 24,5 | 40,9 | 42,9 | 22,9 | 5,7 | 4,1 | 6,7 | 22,5 | 30,6 | 25,6 | 265,9 |
| Güzelyurt | 38° 17'- | 24° 27' | 1405 | 1966-1973, 1975-1979, 1981-1991, 1994-1997 | 37,9 | 34,3 | 36,6 | 59,4 | 65,0 | 32,8 | 6,1 | 6,3 | 11,4 | 33,9 | 36,0 | 39,2 | 398,9 |
| Huğlu | 37° 28'- | 31° 36' | 1370 | 1968-1969, 1971-2012 | 109,0 | 90,1 | 75,1 | 73,8 | 60,8 | 31,7 | 11,3 | 9,6 | 21,1 | 65,0 | 99,3 | 146,5 | 793,1 |
| İsmil | 37° 43'- | 33° 04' | 1350 | 1963-2003 | 32,1 | 28,0 | 30,7 | 38,9 | 39,1 | 21,1 | 4,5 | 4,1 | 7,4 | 24,7 | 26,1 | 43,3 | 300,1 |
| İvriz Barajı | 37° 26'- | 34° 09' | 1160 | 1985-2012 | 25,7 | 32,7 | 34,9 | 38,6 | 37,6 | 28,7 | 9,3 | 3,3 | 6,0 | 28,5 | 34,2 | 43,9 | 323,3 |
| Kamışkuyu | 37° 41'- | 34° 10' | 1030 | 1968-1993 | 18,9 | 14,2 | 25,4 | 36,5 | 23,3 | 9,3 | 1,1 | 0,7 | 2,2 | 21,5 | 23,1 | 25,2 | 201,4 |
| Karacahisar | 37° 08'- | 32° 09' | 1400 | 1979-1994 | 111,1 | 77,8 | 74,6 | 50,2 | 49,2 | 22,7 | 6,3 | 4,6 | 7,9 | 48,0 | 102,1 | 121,7 | 676,2 |

Geçmişe dönük yağış verileri incelendiğinde ise Konya Kapalı Havzası ve Konya ili genelinde verilerin farklılık gösterdiği anlaşılmaktadır. Bu sebeple çalışma alanına en yakın yağış gözlem istasyonları belirlenip bu istasyonların verileri irdelenmiştir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü istasyonlarından (DMİ) Derbent Yağış Ölçüm İstasyonu ve Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü istasyonlarından (DSİ) Altınapa Barajı Yağış Ölçüm İstasyonu verileri dikkate alınmıştır. Buna verilere göre yapılan incelemede çalışma alanının Konya il geneli ortalamasından daha fazla yağış alan bir bölge olduğu ve farklı olarak Konya il genelinin aksine ilkbahar aylarından ziyade kış aylarında daha fazla yağış aldığı anlaşılmaktadır. Çalışma alanının rakımının fazla olması da buna sebep olarak gösterilebilir.

5.3.1.2. Sıcaklık Verileri

Konya Kapalı Havzası'nda bulunan bazı il ve ilçe merkezlerinde Meteoroloji Genel Müdürlüğüne bağlı hizmet veren sıcaklık ölçüm istasyonlarının, geçmiş yıllara dönük aylık bazdaki ortalama, maksimum ve minimum verileri aşağıda verilmiştir. Çalışma alanına en yakın gözlem istasyonunun verileri sarı renkli belirtilmiştir (Çizelge 5.10.).

Çizelge 5.10. Konya Kapalı Havzası Meteoroloji İstasyonları Ortalama, Maksimum ve Minimum Sıcaklıkları (Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, 2017)

| MGİ Adı | Gözlem. | Aylar (Sıcaklık - °C) | | | | | | | | | | | | Yıllık |
|------------|---------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|--------|
| | | Ocak | Şubat | Mart | Nisan | Mayıs | Haz. | Tem. | Ağu. | Eylül | Ekim | Kasım | Aralık | |
| Konya | Ort. | -0,3 | 1,3 | 5,5 | 11 | 15,8 | 20,1 | 23,4 | 23,1 | 18,4 | 12,5 | 6,3 | 1,9 | 11,6 |
| | Maks. | 19 | 23,8 | 28,9 | 31,5 | 34,4 | 37,2 | 40,6 | 40 | 36,1 | 31,6 | 25,4 | 21,8 | 40,6 |
| | Min. | -28,2 | -26,5 | -16,4 | -8,6 | -1,2 | 1,8 | 6,7 | 5,3 | -3 | -8,4 | -20 | -26 | -28,2 |
| Karaman | Ort. | 0,7 | 2 | 6,1 | 11,3 | 15,8 | 20,3 | 23,5 | 22,8 | 18,5 | 12,8 | 6,8 | 2,8 | 11,9 |
| | Maks. | 18,6 | 20,5 | 28,7 | 31,4 | 34,4 | 36,9 | 40,4 | 38,7 | 36,4 | 33,2 | 25,7 | 20,7 | 40,4 |
| | Min. | -25,8 | -28 | -20,2 | -8,3 | -2,2 | 3,4 | 6,4 | 5,6 | -1 | -5,4 | -21,2 | -26,1 | -28 |
| Niğde | Ort. | -0,5 | 1 | 4,9 | 10,5 | 15,2 | 19,3 | 22,6 | 22,3 | 17,8 | 12,2 | 6,2 | 1,7 | 11,1 |
| | Maks. | 18,6 | 20,3 | 26,4 | 29,9 | 33 | 35 | 38 | 37,8 | 34,6 | 32 | 25 | 21,2 | 38 |
| | Min. | -27 | -24,2 | -23,9 | -6,9 | -2,6 | 3,5 | 6,6 | 6,5 | -0,7 | -12,9 | -19,5 | -24 | -27 |
| Aksaray | Ort. | 0,4 | 1,9 | 6,4 | 11,4 | 16,1 | 20,3 | 23,6 | 23 | 18,4 | 12,9 | 6,8 | 2,5 | 12 |
| | Maks. | 18,4 | 21,6 | 26,8 | 31,6 | 33,8 | 35,8 | 40 | 38,4 | 36,5 | 32,8 | 26,2 | 21,1 | 40 |
| | Min. | -19,3 | -29 | -19 | -7,5 | -0,2 | 2 | 6,8 | 5,9 | 1 | -6 | -14 | -21,9 | -29 |
| Akşehir | Ort. | 0,9 | 2,3 | 6 | 11,1 | 15,8 | 19,8 | 22,8 | 22,7 | 18,5 | 13 | 7,6 | 3,2 | 12 |
| | Maks. | 16,7 | 18,6 | 26,6 | 30 | 31,6 | 36,2 | 37,9 | 37,3 | 35 | 31,7 | 24,6 | 21 | 37,9 |
| | Min. | -22 | -19,6 | -16,1 | -7,2 | -0,2 | 3,8 | 7,8 | 6,9 | 2,1 | -3 | -18,4 | -17,2 | -22 |
| Beyşehir | Ort. | -0,1 | 1 | 4,9 | 10,1 | 14,8 | 18,9 | 22,2 | 22 | 17,5 | 12,1 | 6,3 | 2,2 | 11 |
| | Maks. | 16,7 | 20,4 | 25,1 | 29 | 31,9 | 35,1 | 37,6 | 36,6 | 34,6 | 31,2 | 26 | 18,5 | 37,6 |
| | Min. | -20,6 | -21,1 | -21 | -8,8 | -1 | 2,3 | 6 | 6,1 | 0 | -5,1 | -16,7 | -19 | -21,1 |
| Cihanbeyli | Ort. | -0,7 | 0,7 | 5,2 | 10,5 | 15,4 | 20 | 23,4 | 22,7 | 18,1 | 12,1 | 5,6 | 1,4 | 11,2 |
| | Maks. | 18,3 | 20 | 28,2 | 31,4 | 34,8 | 37,5 | 41,5 | 40 | 37,5 | 33 | 24,6 | 17,8 | 41,5 |
| | Min. | -22,2 | -25,6 | -21,3 | -9 | -3 | 3,2 | 6,8 | 7,1 | 0,2 | -5,5 | -16,4 | -19 | -25,6 |
| Çumra | Ort. | -0,3 | 1,1 | 5,7 | 11 | 15,7 | 19,9 | 22,8 | 22,2 | 17,9 | 12,2 | 5,9 | 1,6 | 11,3 |
| | Maks. | 17,8 | 20,9 | 28,2 | 31,1 | 33,8 | 36,5 | 39,9 | 38,3 | 39,3 | 31,8 | 25 | 19,2 | 39,9 |
| | Min. | -23,7 | -26,3 | -18,6 | -9,7 | -1,2 | 3,9 | 7,1 | 4,8 | -0,4 | -5 | -18,2 | -21,8 | -26,3 |

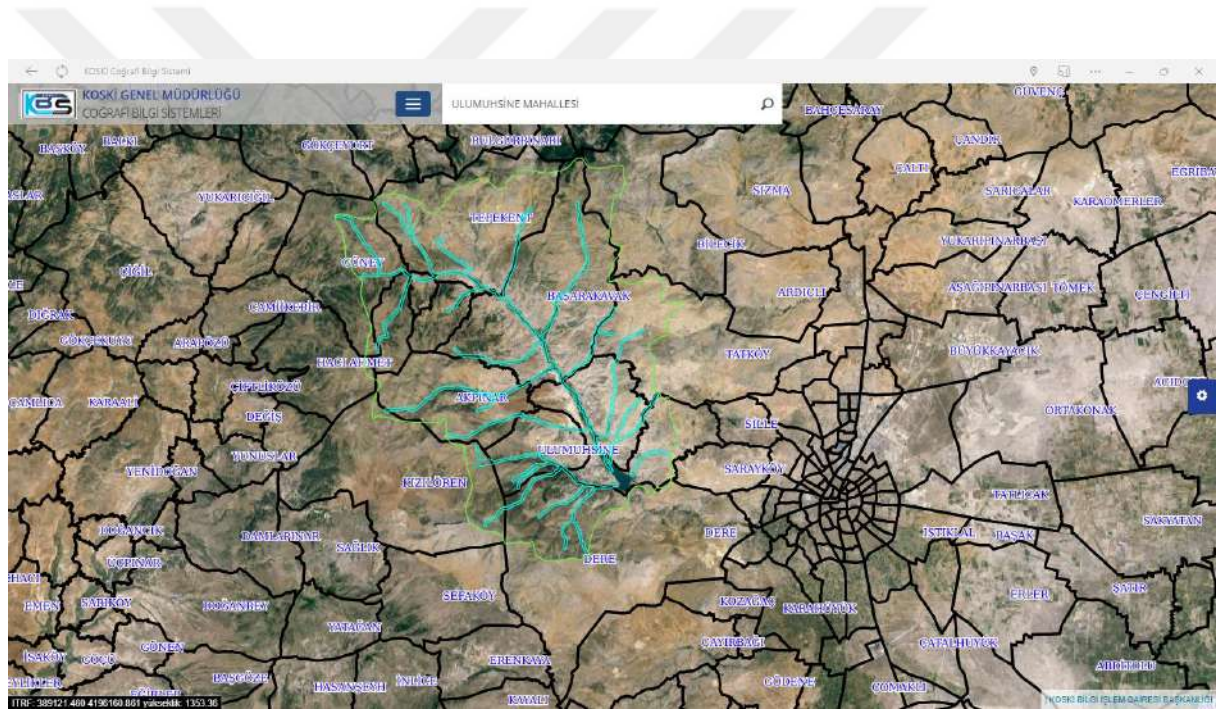
Çizelge 5.10.(devamı) Konya Kapalı Havzası Meteoroloji İstasyonları Ortalama, Maksimum ve Minimum Sıcaklıkları (Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, 2017)

| | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| Ereğli | Ort. | 0 | 1,5 | 6,2 | 11,5 | 16 | 20,2 | 23,2 | 22,5 | 17,9 | 12,2 | 6,2 | 1,8 | 11,6 |
| | Maks. | 21 | 21,8 | 28,2 | 31,2 | 34,4 | 36,4 | 41,3 | 38,8 | 37,8 | 32,8 | 26,2 | 21,2 | 41,3 |
| | Min. | -22,4 | -26 | -22,2 | -7,6 | -0,9 | 4 | 6,9 | 4,8 | 0 | -5,5 | -17 | -24,3 | -26 |
| Hadim | Ort. | -0,9 | -0,4 | 3,3 | 8,5 | 13,4 | 17,6 | 21 | 20,8 | 16,9 | 11,1 | 5,5 | 1,1 | 9,8 |
| | Maks. | 16,6 | 17,5 | 25,4 | 26,8 | 28,6 | 33 | 35,4 | 34,6 | 32,4 | 28 | 21,9 | 19,4 | 35,4 |
| | Min. | -18 | -19,6 | -17,3 | -15 | -3,5 | 1,8 | 6,2 | 7,4 | 1 | -7 | -17,8 | -16,4 | -19,6 |
| Halkapınar | Ort. | 0,8 | 1,4 | 5,3 | 11 | 14,9 | 18,3 | 20,9 | 20,3 | 16,5 | 11,9 | 5,8 | 2,1 | 10,8 |
| | Maks. | 21,2 | 20,5 | 24,5 | 30,6 | 32,2 | 34,4 | 37,5 | 36 | 34 | 32 | 26,2 | 23 | 37,5 |
| | Min. | -19 | -23,5 | -19 | -8,5 | -1,5 | 3,5 | 5 | 4,5 | -1 | -4,2 | -15 | -18 | -23,5 |
| İlgin | Ort. | -0,1 | 1,3 | 5,4 | 10,4 | 14,9 | 19,1 | 22,4 | 21,7 | 17,2 | 11,6 | 6 | 1,8 | 11 |
| | Maks. | 17,5 | 19,2 | 28 | 31,1 | 32,8 | 35,5 | 40 | 37,7 | 35 | 31,8 | 25,3 | 22,1 | 40 |
| | Min. | -25,6 | -27 | -19,2 | -10,2 | -2 | 0,7 | 5,2 | 4,3 | -2 | -6 | -23,3 | -22 | -27 |
| Karapınar | Ort. | -0,3 | 0,8 | 5,3 | 10,7 | 15,5 | 19,9 | 23,1 | 22,4 | 17,6 | 11,6 | 5,4 | 1,5 | 11,1 |
| | Maks. | 19,6 | 21,4 | 28 | 31,4 | 36 | 37,3 | 41,2 | 39,8 | 36,2 | 33,2 | 26 | 21,4 | 41,2 |
| | Min. | -25,6 | -26,8 | -22,8 | -8 | -5,6 | 2,8 | 5 | 2,2 | -3,3 | -12,1 | -17,7 | -23,8 | -26,8 |
| Kırşehir | Ort. | -0,2 | 1,2 | 5,1 | 10,6 | 15,4 | 19,7 | 23,1 | 22,8 | 18,1 | 12,3 | 6,3 | 1,9 | 11,4 |
| | Maks. | 19 | 20,6 | 28 | 30,5 | 34,5 | 36 | 40,2 | 39,4 | 36,2 | 33,6 | 26,2 | 19,9 | 40,2 |
| | Min. | -28 | -25,4 | -21,8 | -8,2 | -1,4 | 2,6 | 5,1 | 5 | -1,2 | -6,6 | -21,5 | -24,3 | -28 |
| Kulu | Ort. | -1,6 | -0,2 | 4,2 | 9,6 | 14,5 | 19 | 22,5 | 22 | 17,4 | 11,3 | 4,6 | 0,4 | 10,3 |
| | Maks. | 15,4 | 18,4 | 27,4 | 29 | 32,8 | 37 | 40,2 | 38,5 | 36,5 | 32,4 | 23,7 | 17,4 | 40,2 |
| | Min. | -21,8 | -21,6 | -20 | -8,2 | -3,9 | 1,6 | 5 | 4,5 | -0,2 | -5,3 | -15,2 | -19,3 | -21,8 |
| Seydişehir | Ort. | 0,1 | 1,3 | 5,8 | 10,9 | 15,6 | 20,1 | 23,6 | 23,3 | 19 | 12,9 | 6,8 | 2,2 | 11,8 |
| | Maks. | 16,2 | 18,5 | 27,2 | 29,4 | 31,8 | 35,2 | 39,2 | 37,3 | 34,4 | 31,3 | 23,4 | 19,4 | 39,2 |
| | Min. | -24,8 | -27 | -18 | -8,4 | -0,2 | 4,3 | 8 | 8,6 | 2 | -4 | -17,2 | -22 | -27 |
| Şereflikoçhisar | Ort. | 0,3 | 1,9 | 6,6 | 12 | 16,3 | 20,7 | 23,9 | 23,6 | 19,7 | 13,8 | 7,3 | 2,4 | 12,4 |
| | Maks. | 14,6 | 19,1 | 24,2 | 28,1 | 33,6 | 35,8 | 37,9 | 39,1 | 37 | 31,6 | 23,2 | 17,6 | 39,1 |
| | Min. | -17,6 | -23,1 | -16,7 | -4,2 | -1,1 | 5,2 | 8,8 | 8,1 | 2,5 | -1,9 | -11,2 | -14,5 | -23,1 |
| Yunak | Ort. | -0,1 | 1,1 | 5 | 9,9 | 14,8 | 19 | 22,1 | 22 | 18,1 | 12,5 | 6,5 | 1,8 | 11,1 |
| | Maks. | 15,6 | 17,5 | 26,3 | 29 | 32,1 | 36,5 | 39,4 | 39,1 | 35 | 30,8 | 23,8 | 20,4 | 39,4 |
| | Min. | -21,4 | -18,2 | -14 | -9 | -2,2 | 3 | 6,8 | 6,6 | 3 | -6,1 | -16,4 | -15,3 | -21,4 |
| Ermenek | Ort. | 3,5 | 3,7 | 6,3 | 10,3 | 14,2 | 19,7 | 22,8 | 22,8 | 19,3 | 14,3 | 8,1 | 4,6 | 12,5 |
| | Maks. | 17,8 | 18,5 | 25,9 | 28,7 | 33 | 34,5 | 38,5 | 37,8 | 34 | 32 | 25,4 | 19,8 | 38,5 |
| | Min. | -11,5 | -14 | -13,1 | -3,8 | 1,2 | 5,7 | 5,5 | 6,5 | 4 | 0,5 | -8,5 | -9,4 | -14 |
| Ulukışla | Ort. | -1,9 | -0,5 | 3,3 | 8,8 | 13,5 | 18,1 | 21,5 | 21,1 | 16,6 | 10,9 | 4,9 | 0,3 | 9,7 |
| | Maks. | 18 | 19 | 25 | 29 | 30,2 | 33 | 37,5 | 36,1 | 33 | 32 | 22,7 | 17,5 | 37,5 |
| | Min. | -20,1 | -21,5 | -20,5 | -12 | -7 | 2,5 | 4,8 | 5,4 | 0 | -6,5 | -15,5 | -21 | -21,5 |
| Çamardı | Ort. | -1,9 | -0,7 | 3,7 | 8,1 | 12 | 16,6 | 19,9 | 19,7 | 16 | 10,3 | 4,9 | 0,2 | 9,1 |
| | Maks. | 14 | 18 | 21,5 | 26 | 30 | 32,5 | 35 | 34,9 | 33 | 28,7 | 23 | 16,5 | 35 |
| | Min. | -23,5 | -22,5 | -18,7 | -6 | -2 | 0 | 4 | 4,5 | -2 | -8 | -15,5 | -21 | -23,5 |
| Akören | Ort. | -0,8 | 0,7 | 5,3 | 10,7 | 15,1 | 19,5 | 22,8 | 22,3 | 18,2 | 11,9 | 6,1 | 0,9 | 11,1 |

Geçmişe dönük sıcaklık verileri incelendiğinde çalışma alanında, Konya il merkezinin, diğer taşra ilçelerle birlikte genel olarak sıcaklık değerlerinin aynı olduğu ve Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınan mevsim normalleri değerleriyle uyduğu görülmüştür. Ancak Geçmiş verilerde gözlenen maksimum ve minimum sıcaklık değerleri bölgede hâkim olan karasal iklimin özellikle sulak olmayan bölgelerde sert karasal şeklinde seyrettiği gözlemlenmektedir.

5.3.2. Hidrolojik Havza Verileri

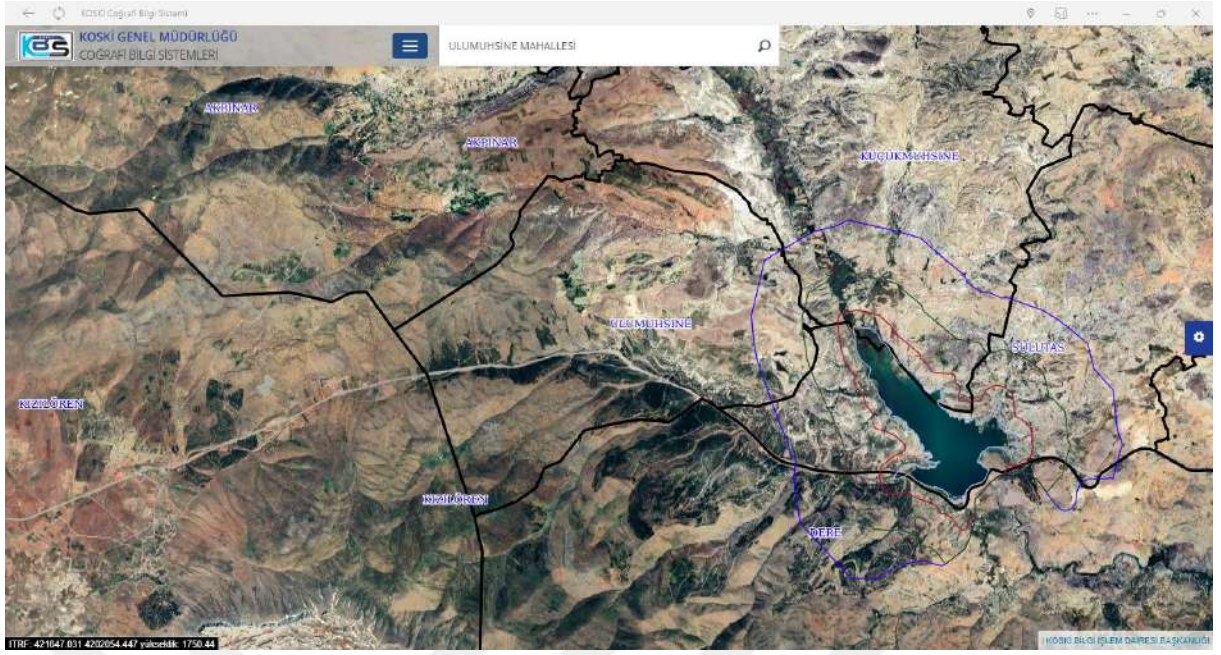
Çalışma alanına yaklaşık 5 km mesafede bulunan ve Konya il merkezine içme ve kullanma suyu sağlayan Altınapa Barajının su toplama havzası ve dere güzergahları aşağıdaki haritada belirtilmiştir (Şekil 5.1.).



Şekil 5.1. Altınapa Barajı Su Toplama Havzası ve Dere Güzergahlarını Gösterir Harita (KOSKI Coğrafi Bilgi Sistemi, t.y.)

Haritadan da anlaşıldığı üzere Ulumuhsine mahallesinin tamamı Altınapa Barajı su toplama havzası sınırları içerisinde kalmaktadır. Ayrıca barajı besleyen bazı dere kolları da mahalleden geçmektedir.

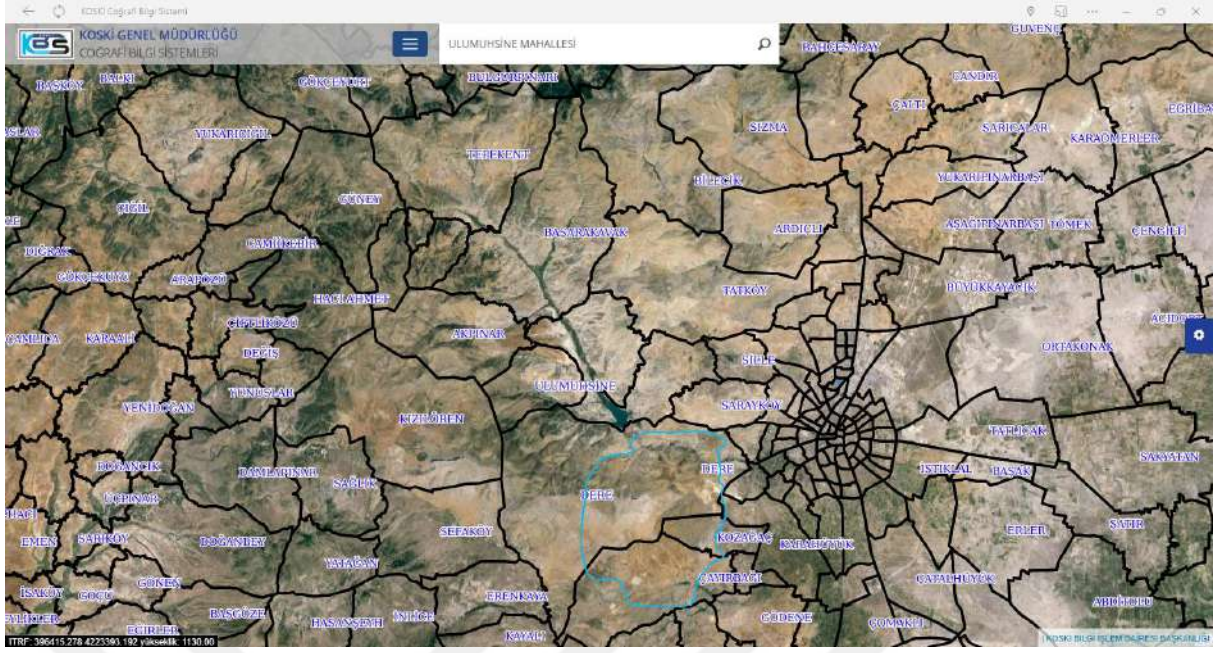
Altınapa Barajında, içme ve kullanma suyu temininde kullanılması sebebiyle ilgili kanun ve şartnameler gereği bazı koruma alanları mevcuttur. Bu koruma alanları aşağıdaki haritada belirtilmiştir (Şekil 5.2.).



Şekil 5.2. Altınapa Barajı Koruma Havzalarını Gösterir Harita (Mavi=Orta Koruma Sınırı, Yeşil=Kısa Koruma Sınırı, Kırmızı=Mutlak Koruma Sınırı) (KOSKİ Coğrafi Bilgi Sistemi, t.y.)

Haritadan da anlaşıldığı üzere Ulumuhsine mahallesinin sadece küçük bir kısmı Altınapa Barajının Orta Koruma Alanına girmektedir. Ancak kaptaj çalışması yapılacak bölge mahallenin merkezi kısmında yer aldığı için barajın herhangi bir koruma havzası içerisinde kalmamaktadır.

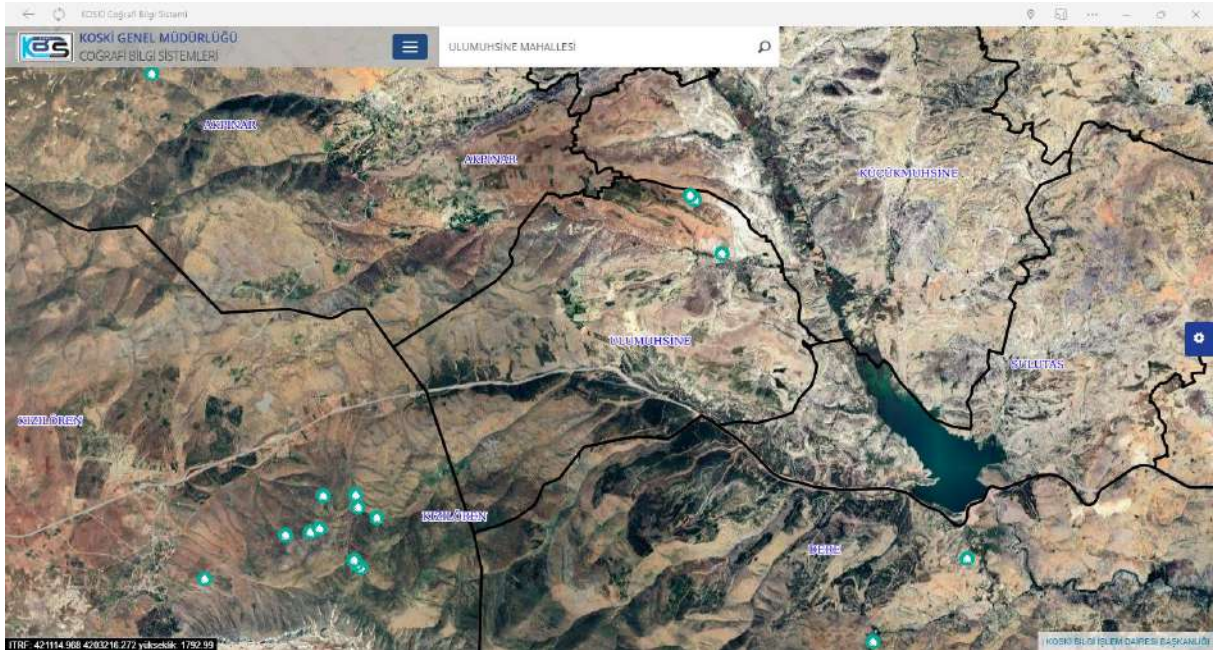
Çalışma alanına yaklaşık 20 km mesafede bulunan ve Konya il merkezindeki tatlı su çeşmelerine içme suyu sağlayan Çayırbağı, Dutlu ve Mukbil tatlı su kaynakları ve bu kaynakları besleyen havza aşağıdaki haritada belirtilmiştir (Şekil 5.3.).



Şekil 5.3. Tatlı Su Kaynakları Beslenme ve Koruma Havzasını Gösterir Harita (Yeşil Alan)
(KOSKİ Coğrafi Bilgi Sistemi, t.y.)

Haritadan da anlaşıldığı üzere kaptaj çalışması yapılacak mahalle söz konusu havza ve koruma alanı içerisinde kalmamaktadır.

Son olarak, Ulumuhsine ve çevre mahallelerinde halihazırda keşfedilmiş ve faal olarak içme suyu temininde kullanılan doğal su kaynakları aşağıdaki haritada belirtilmiştir (Şekil 5.4.).



Şekil 5.4. İçme Suyu Temininde Kullanılan Doğal Su Kaynaklarını Gösterir Harita (Yeşil Su Damlası Sembolleri) (KOSKİ Coğrafi Bilgi Sistemi, t.y.)

Haritadan da anlaşıldığı üzere, özellikle Kızılören mahallesi bölgesinde doğal su kaynaklarının fazlaca bulunduğu ve bu kaynakların içme suyu temininde önemli bir yeri olduğu anlaşılmaktadır. Bunun dışında, çalışmanın yapılacağı Ulumuhsine mahallesinin de kuzey kısmında doğal su kaynakları bulunduğu görülmektedir. Ancak bu su kaynaklarının analiz değerlerinin bozuk olması sebebiyle mahalle sakinleri tarafından hayvan içme suyu ve tarımsal amaçlı kullanılmaktadır.

5.3.3. Meteorolojik ve Hidrolojik Verilerin Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Yapılan bu meteorolojik ve hidrolojik çalışmalar neticesinde; kaptaj çalışması yapılacak söz konusu su kaynağının meteorolojik olarak beslenme ve yenilenme durumunun yeterli olacağı düşünülmektedir. Ayrıca havzasal anlamda yapılan hidrolojik incelemelerde yapılacak çalışmanın bir sorun teşkil etmeyeceği, sadece Altınapa Barajı beslenme havzasında bulunması sebebiyle baraj beslenme hidroliğini göz ardı edilebilir seviyede etkileyeceği öngörülmektedir.

5.4. Çalışma Alanında Yapılan Jeofizik ve Geoteknik Etütlerin Sonuçları

5.4.1. Jeofizik Çalışmaların Sonuçları

Jeofizik çalışmalar kapsamında; harita üzerinde belirlenen noktalarda, 4 adet 30 metre açılımlı, 3 metre jeofon, 8 aralıklı Maswkırılma, 1 adet Mikrotremör ve 5 Adet ERT çalışmaları yapılmıştır. Maswkırılma ölçümleri sonucunda V_{s30} hızı belirlenmiştir.

Bu ölçümlere bağlı olarak tabakalanma, yer altı hız yapısı, zeminlerin dinamik- elastik mühendislik parametreleri, zemin sınıfları, zemin hâkim titreşim periyotları, zemin büyütme belirlenmiştir. Jeofizik ölçümler, alanı en iyi şekilde temsil edecek yerlerde alınmıştır (Şekil 5.5.), (Resim 5.2).



Şekil 5.5. İnceleme Alanında Yapılan Jeofizik Çalışmaları ve Uydu Görüntüsü



Resim 5.2. a) İnceleme Alanında Yapılan Maswıırılma, Mikrotremör ve ERT alışmalarından Görünüm
b) Ölçüm Ekipmanları

5.4.1.1. Masw Kırılma (Sismik Kırılma) Deneyi Sonuçları

Araştırmada DOREMİ SARA marka sismik cihaz kullanılarak, 4.5 Hz'lik düşey ve 14 Hz'lik yatay jeofonları kullanılarak 30 metre açılımlı, 2 metre jeofon, 8 metre ofset aralıklı toplam 4 profil karşılıklı atışlı maswkırılma alınmıştır.

Sismik etütlerde kaynak noktasının GPS cihazı ile alınan koordinatları ile jeofon aralıkları, ofset mesafesi ve profil uzunluğu aşağıda sunulmuştur (Çizelge 5.11.).

Çizelge 5.11. Sismik Serimlerinde Koordinatlar, Jeofon ve Ofset Aralıkları ile Profil Uzunlukları

| Profil No | Başlangıç | | Bitiş | | Ofset Aralıkları | Jeofon Aralıkları | Profil Uzunluğu |
|-----------|------------|------------|------------|------------|------------------|-------------------|-----------------|
| | Y | X | Y | X | | | |
| Masw-1 | 32.236105° | 37.920785° | 32.235804° | 37.920943° | 8m | 2m | 30m |
| Masw-2 | 32.235172° | 37.920908° | 32.235487° | 37.921000° | 8m | 2m | 30m |
| Masw-3 | 32.235424° | 37.920996° | 32.235237° | 37.921229° | 8m | 2m | 30m |
| Masw-4 | 32.236992° | 37.920916° | 32.237251° | 37.921088° | 8m | 2m | 30m |

Maswkırılma çalışmasında veriler çözümlenerek P ve S dalga hızları bulunmuştur (Çizelge 5.12.).

Çizelge 5.12. Maswkırılma Çalışmalarından Elde Edilen Sismik Hızlar ve Tabakalar

| SERİM NO | Tbk. | Vp | Vs | h | Vs30 | LİTOLOJİ | FORMASYON |
|----------|------|-------|-------|-----|-------|--|--------------------|
| | | (m/s) | (m/s) | (m) | (m/s) | | |
| SiS-1 | 1 | 291 | 182 | 5,3 | 254 | Ayrılmamış kumtaşı, konglomera, kiltası, kireçtaşı, tuf, aglomera, lav | Dilekçi Formasyonu |
| | 2 | 604 | 278 | - | | Ayrılmamış kumtaşı, konglomera, kiltası, kireçtaşı, tuf, aglomera, lav | Dilekçi Formasyonu |
| SiS-2 | 1 | 389 | 246 | 3,7 | 397 | Ayrılmamış kumtaşı, konglomera, kiltası, kireçtaşı, tuf, aglomera, lav | Dilekçi Formasyonu |
| | 2 | 1040 | 434 | - | | Ayrılmamış kumtaşı, konglomera, kiltası, kireçtaşı, tuf, aglomera, lav | Dilekçi Formasyonu |
| SiS-3 | 1 | 329 | 203 | 2,3 | 433 | Ayrılmamış kumtaşı, konglomera, kiltası, kireçtaşı, tuf, aglomera, lav | Dilekçi Formasyonu |
| | 2 | 1268 | 478 | - | | Ayrılmamış kumtaşı, konglomera, kiltası, kireçtaşı, tuf, aglomera, lav | Dilekçi Formasyonu |
| SiS-4 | 1 | 372 | 197 | 2,3 | 357 | Ayrılmamış kumtaşı, konglomera, kiltası, kireçtaşı, tuf, aglomera, lav | Dilekçi Formasyonu |
| | 2 | 789 | 383 | - | | Ayrılmamış kumtaşı, konglomera, kiltası, kireçtaşı, tuf, aglomera, lav | Dilekçi Formasyonu |

Çizelge 5.12.(devamı) Maswırılma Çalışmalarından Elde Edilen Sismik Hızlar ve Tabakalar

| | MASW-1 | | | | | MASW-2 | | | | | | |
|--|--------|----------|-------|-------|-------------------------|---------------------|--------|----------|-------|-------|-------------------------|---------------------|
| | Tabaka | Vs (m/s) | h (m) | d (m) | Hesaplanan derinlik (m) | İnilen derinlik (m) | Tabaka | Vs (m/s) | h (m) | d (m) | Hesaplanan derinlik (m) | İnilen derinlik (m) |
| | 1 | 194 | 1.1 | 1.1 | 30 | 13 | 1 | 298 | 1.1 | 1.1 | 30 | 13 |
| | 2 | 142 | 1.2 | 2.3 | | | 2 | 293 | 1.2 | 2.3 | | |
| | 3 | 164 | 1.4 | 3.7 | | | 3 | 285 | 1.4 | 3.7 | | |
| | 4 | 231 | 1.6 | 5.3 | | | 4 | 298 | 1.6 | 5.3 | | |
| | 5 | 274 | 1.7 | 7.0 | | | 5 | 411 | 1.7 | 7.0 | | |
| | 6 | 286 | 1.9 | 8.9 | | | 6 | 553 | 1.9 | 8.9 | | |
| | 7 | 282 | 2.1 | 11 | | | 7 | 599 | 2.1 | 11 | | |
| | 8 | 272 | 2.2 | 13.2 | | | 8 | 621 | 2.2 | 13.2 | | |
| | 9 | 263 | 2.4 | 15.6 | | | 9 | 626 | 2.4 | 15.6 | | |
| | 10 | 255 | 2.5 | 18.1 | | | 10 | 619 | 2.5 | 18.1 | | |
| | 11 | 249 | 2.8 | 20.9 | | | 11 | 607 | 2.8 | 20.9 | | |
| | 12 | 244 | 2.8 | 23.7 | | | 12 | 595 | 2.8 | 23.7 | | |
| | 13 | 240 | 3.1 | 26.8 | | | 13 | 585 | 3.1 | 26.8 | | |
| | 14 | 238 | 3.2 | 30.0 | | | 14 | 578 | 3.2 | 30.0 | | |
| | Vs30 | 238.5 | | | Vs30 | 494.9 | | | | | | |
| | MASW-3 | | | | | MASW-4 | | | | | | |
| | 1 | 297 | 1.1 | 1.1 | 30 | 13 | 1 | 308 | 1.1 | 1.1 | 30 | 13 |
| | 2 | 109 | 1.2 | 2.3 | | | 2 | 87 | 1.2 | 2.3 | | |
| | 3 | 279 | 1.4 | 3.7 | | | 3 | 207 | 1.4 | 3.7 | | |
| | 4 | 431 | 1.6 | 5.3 | | | 4 | 340 | 1.6 | 5.3 | | |
| | 5 | 556 | 1.7 | 7.0 | | | 5 | 456 | 1.7 | 7.0 | | |
| | 6 | 646 | 1.9 | 8.9 | | | 6 | 531 | 1.9 | 8.9 | | |
| | 7 | 633 | 2.1 | 11 | | | 7 | 607 | 2.1 | 11 | | |
| | 8 | 618 | 2.2 | 13.2 | | | 8 | 619 | 2.2 | 13.2 | | |
| | 9 | 605 | 2.4 | 15.6 | | | 9 | 614 | 2.4 | 15.6 | | |
| | 10 | 593 | 2.5 | 18.1 | | | 10 | 608 | 2.5 | 18.1 | | |
| | 11 | 584 | 2.8 | 20.9 | | | 11 | 602 | 2.8 | 20.9 | | |
| | 12 | 578 | 2.8 | 23.7 | | | 12 | 596 | 2.8 | 23.7 | | |
| | 13 | 573 | 3.1 | 26.8 | | | 13 | 591 | 3.1 | 26.8 | | |
| | 14 | 570 | 3.2 | 30.0 | | | 14 | 587 | 3.2 | 30.0 | | |
| | Vs30 | 459.9 | | | Vs30 | 420.4 | | | | | | |

Dilekçi Formasyonu (Tmd) ait birimlerde;

Vs30 hızları 238.5 - 254 - 357 - 397 - 420.4 - 433 - 459.9 - 494.9 m/s aralığındadır. Bu değerlere bakıldığında Dilekçi Formasyonuna ait birimlerin; genellikle üst seviyeler kumlu killi çakıllı şekilde Andezit, trikiandezit, camsı andezitik lav derinlere doğru rijit Andezit şeklindedir.

Çizelge 5.13. Maswırılma Çalışmalarından Elde Edilen Dinamik-Elastik Parametreler

| SERİM NO | Tbk. | Vp (m/s) | Vs (m/s) | h (m) | Vs30 (m/s) | Vp/Vs | g (gr/cm ³) | Gmax (kg/cm ²) | Ed (kg/cm ²) | v | K (kg/cm ²) | Litoloji | FORMASYON |
|----------|------|----------|----------|-------|------------|-------|-------------------------|----------------------------|--------------------------|------|-------------------------|--|--------------------|
| SiS-1 | 1 | 291 | 182 | 5,3 | 254 | 1.59 | 1.28 | 423.5 | 998.3 | 0.18 | 518 | Ayrılmamış kumtaşı, konglomera, kıltaşı, kireçtaşı, tuf, aglomera, lav | Dilekçi Formasyonu |
| | 2 | 604 | 278 | - | | 2.17 | 1.53 | 1185.9 | 3238.9 | 0.37 | 4016.8 | Ayrılmamış kumtaşı, konglomera, kıltaşı, kireçtaşı, tuf, aglomera, lav | Dilekçi Formasyonu |
| SiS-2 | 1 | 389 | 246 | 3.7 | 397 | 1.58 | 1.37 | 831.9 | 1941.2 | 0.17 | 970.9 | Ayrılmamış kumtaşı, konglomera, kıltaşı, kireçtaşı, tuf, aglomera, lav | Dilekçi Formasyonu |
| | 2 | 1040 | 434 | - | | 2.39 | 1.76 | 3310.8 | 9234.3 | 0.39 | 14597.3 | Ayrılmamış kumtaşı, konglomera, kıltaşı, kireçtaşı, tuf, aglomera, lav | Dilekçi Formasyonu |
| SiS-3 | 1 | 329 | 203 | 2,3 | 433 | 1.62 | 1.32 | 543.2 | 1295.7 | 0.19 | 702.6 | Ayrılmamış kumtaşı, konglomera, kıltaşı, kireçtaşı, tuf, aglomera, lav | Dilekçi Formasyonu |
| | 2 | 1268 | 478 | - | | 2.65 | 1.85 | 4220.2 | 11961.5 | 0.42 | 24070.2 | Ayrılmamış kumtaşı, konglomera, kıltaşı, kireçtaşı, tuf, aglomera, lav | Dilekçi Formasyonu |
| SiS-4 | 1 | 372 | 197 | 2,3 | 357 | 1.88 | 1.36 | 527.6 | 1377 | 0.31 | 1177.7 | Ayrılmamış kumtaşı, konglomera, kıltaşı, kireçtaşı, tuf, aglomera, lav | Dilekçi Formasyonu |
| | 2 | 789 | 383 | - | | 2.06 | 1.64 | 2406.4 | 6477.3 | 0.35 | 7003.7 | Ayrılmamış kumtaşı, konglomera, kıltaşı, kireçtaşı, tuf, aglomera, lav | Dilekçi Formasyonu |

Maswırılma çalışmaları sonucunda P ve S dalga hızları derinliğin değişkeni olarak belirlenmişlerdir. Elastik parametreler, P ve S dalga hızları ve yoğunluk değeri kullanılarak hesaplanmışlardır.

V_{s30} değerleri kullanılarak, zemin sınıflamasına göre yapılan tanımlamalar Çizelge 5.14'te verilmiştir.

Çizelge 5.14. TBDY 2018'e Göre Zemin Grupları ve Yerel Zemin Sınıflaması

| Yerel Zemin Sınıfı | Zemin Cinsi | Üst 30 metrede ortalama | | |
|--------------------|--|-------------------------|----------------------------------|-----------------------|
| | | $(V_s)_{30}$ [m/s] | $(N_{60})_{30}$ [darbe/30 cm] | $(c_u)_{30}$ [kPa] |
| ZA | Sağlam, sert kayalar | >1500 | – | – |
| ZB | Az ayrılmış, orta sağlam kayalar | 760–1500 | – | – |
| ZC | Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrılmış, çok çatlaklı zayıf kayalar | 360–760 | >50 | >250 |
| ZD | Orta sıkı–sıkı kum, çakıl veya çok katı kil tabakaları | 180–360 | 15–50 | 70–250 |
| ZE | Gevşek kum, çakıl veya yumuşak–katı kil tabakaları veya $PI > 20$ ve $w > 40$ koşullarını sağlayan toplamda 3 metreden daha kalın yumuşak kil tabakası ($c_u < 25$ kPa) içeren profiller | <180 | <15 | <70 |
| ZF | Sahaya özel araştırma ve değerlendirme gerektiren zeminler: e) Deprem etkisi altında çökme ve potansiyel göçme riskine sahip zeminler (sıvılaştırılabilir zeminler, yüksek derecede hassas killer, göçebilir zayıf çimentolu zeminler vb.), f) Toplam kalınlığı 3 metreden fazla turba ve/veya organik içeriği yüksek killer, g) Toplam kalınlığı 8 metreden fazla olan yüksek plastisiteli ($PI > 50$) killer, h) Çok kalın (>35m) yumuşak veya orta katı killer. | | | |

Dilekçi Formasyonuna ait birimlerde yapılan Maswırlma ölçümlerinden elde edilen V_{s30} değerleri 238.5 – 254 – 357 – 397 – 420.4 – 433 – 459.9 – 494.9 m/s aralığında değişmektedir.

TBDY 2018'e göre; Dilekçi Formasyonuna ait birimler Maswırlma ölçümleri sonucunda Sis2, Sis3 ve Sis4 ölçümleri “ZC; Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrılmış, çok çatlaklı zayıf kayalar” grubuna girmektedir. Sis1 ölçümü ise “ZD; Orta sıkı–sıkı kum, çakıl veya çok katı kil tabakaları” grubuna girmektedir.

İnceleme alanında Dilekçi Formasyonuna ait birimlerde yapılan sismik çalışmalarda birinci tabakalar için V_p hızı 291 m/s-389 m/s arasında değişmektedir. Bu değerlere göre zemin birimlerde birinci tabakaların sökülebilirliği “çok kolay” olarak belirlenmiştir. İnceleme alanında Dilekçi Formasyonuna ait birimlerde yapılan sismik çalışmalarda ikinci tabakalar için V_p hızı 604 m/s-1268 m/s arasında değişmektedir. Bu değerlere göre Dilekçi Formasyonuna birimlerde ikinci tabakaların sökülebilirliği “çok kolay / kolay / orta” olarak belirlenmiştir.

İnceleme alanında Dilekçi Formasyonuna ait birimlerde yapılan sismik çalışmalarda birinci tabakalar için V_p/V_s oranı 1.58-1.88 poisson oranı 0.17-0.31 arasında değişmektedir. Bu değerlere göre Dilekçi Formasyonuna ait birimlerde birinci tabakalar “katı – sıkı-katı – gevşek” özellikteki birimler olarak belirlenmiştir. İnceleme alanında Dilekçi Formasyonuna birimlerde yapılan sismik çalışmalarda ikinci tabakalar için V_p/V_s oranı 2.06-2.65, poisson oranı 0.35-0.42 arasında değişmektedir. Bu değerlere göre Dilekçi Formasyonuna ait birimlerde ikinci tabakalar “gevşek – çok gevşek” özellikteki birimler olarak belirlenmiştir.

İnceleme alanında yapılan sismik çalışmalardan birinci tabakalar için elde edilen S Dalga hızı (V_s) değerleri 182-246 m/s aralığında olup Kohezyonlu zeminlerin V_s Hızlarına göre Sınıflandırılmasına göre (Özaydın, 1982) “Yumuşak-Orta - Katı” grubu zeminler olarak yorumlanabilir; ikinci tabakalar için elde edilen S Dalga hızı (V_s) değerleri 278-478 m/s aralığında olup Kohezyonlu zeminlerin V_s Hızlarına göre Sınıflandırılmasına göre (Özaydın, 1982) “Katı – Çok Katı” grubu zeminler olarak yorumlanabilir.

İnceleme alanında yapılan sismik çalışmalardan birinci tabakalarda elde edilen S Dalga hızı (V_s) değerleri 182-246 m/s aralığında olup Kohezyonsuz zeminlerin V_s Hızlarına göre Sınıflandırılmasına göre (Özaydın, 1982) “Gevşek” grubu zeminler olarak yorumlanabilir; ikinci tabakalarda elde edilen S Dalga hızı (V_s) değerleri 278-478 m/s aralığında olup Kohezyonsuz zeminlerin V_s Hızlarına göre Sınıflandırılmasına göre (Özaydın, 1982) “Gevşek – Orta Sıkı” grubu zeminler olarak yorumlanabilir.

Yapılan çalışmalar sonucunda Elastisite Modülü, Kayma Modülü, Bulk (Sıkışmazlık) Modülü Poisson Oranı ve Zemin Yoğunlukları Dilekçi Formasyonuna ait birimlerde aşağıdaki belirtildiği şekilde sınıflandırılmıştır (Çizelge 5.15.).

Çizelge 5.15. Masw Kırılma Çalışmaları Sonucunda Elde Edilen Veriler ve Zemin Parametreleri

| | | 1. Tabaka | 2.Tabaka |
|---|--------------|----------------------------------|--|
| Elastisite Modülü (E, kg/cm ²) | Değer | 998.3-1941.2 | 3238.9-11961.5 |
| | Sonuç | Zayıf | Orta - Sağlam |
| Kayma Modülü (G, kg/cm ²) | Değer | 423.5-831.9 | 1185.9-4220.2 |
| | Sonuç | Zayıf | Orta - Sağlam |
| Sıkışmazlık Modülü (K, kg/cm ²) | Değer | 518 – 1177.7 | 4016.8-24070.2 |
| | Sonuç | Az | Az-Orta |
| Poisson Oranı (ν) | Değer | 0.17-0.31 | 0.35-0.42 |
| | Sonuç | Gözeneksiz, Gözenekli-Porozlu | Gözenekli-Porozlu, Gözenekli-Suya Duygun |
| Yoğunluk (ρ , gr/cm ³) | Değer | 1.28-1.37 | 1.53-1.85 |
| | Sonuç | Düşük | Orta |

5.4.1.2. Mikrotremör Deneyi Sonuçları

Alanda bu çalışmanın uygulanmasının amacı hesaplanan tüm zemin özelliklerine ilaveten zemin titreşim özelliklerinin de belirlenmesidir. Mikrotremör çalışması noktada 30 dakika kayıt uzunluğunda uygulanmıştır. Söz konusu çalışma gündüz vaktinde gürültüsüz, yağışsız ve en az rüzgârlı bir anda alınmıştır.

Çizelge 5.16. Mikrotremör Ölçümü Yapılan Noktanın Koordinatları

| Nokta | Y | X | Kayıt süresi | Pencere Sayısı |
|-------|------------|------------|--------------|----------------|
| 1 | 32.235292° | 37.920763° | 30 dk | 18 |

Bir noktada yapılan mikrotremor çalışmalarından elde edilen Zemin Hâkim Titreşim Periyotları ve Zemin Büyütme değerleri aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Çizelge 5.17. Bir Noktada Yapılan Mikrotremor Çalışmasından Elde Edilen Zemin Hâkim Titreşim Periyotları ve Zemin Büyütme Değerleri

| Mikro No | f_0 | A_0 | T_0 | T_a | T_b | Pencere | Formasyon | Zemin Grubu |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|--------------------|-------------|
| 1 | 2,86 | 1,51 | 0,349 | 0,52 | 0,23 | 18 | Dilekçi Formasyonu | ZC |

Tabloda görüldüğü üzere alınan ölçümler sonucu,

Dilekçi Formasyonuna ait birimlerde mikrotremör ölçümler sonucunda zemin hâkim titreşim periyodu 0.349 sn aralığında değişmektedir. Bu değerlendirme sonucunda zemin büyütmesi değeri Dilekçi Formasyonuna ait birimlerde 1.51 kat büyüteceği anlaşılmaktadır. Spektral büyütme göre tehlike düzeyi “A (Düşük)” sınıfına girmektedir.

4 serimde yapılan maswkırılma çalışmalarından elde edilen Zemin Hâkim Titreşim Periyotları ve Zemin Büyütme değerleri aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Çizelge 5.18. Dört Serimde Yapılan Maswkırılma Çalışmalarından Elde Edilen Zemin Hâkim Titreşim Periyotları ve Zemin Büyütme Değerleri

| Serim No | A_0 | T_0 | T_a | T_b | Formasyon | Zemin Grubu |
|----------|-------|-------|-------|-------|--------------------|-------------|
| 1 | 2.5 | 0.8 | 1,20 | 0,53 | Dilekçi Formasyonu | ZD |
| 2 | 1.9 | 0.5 | 0,75 | 0,33 | Dilekçi Formasyonu | ZC |
| 3 | 1.8 | 0.4 | 0,60 | 0,26 | Dilekçi Formasyonu | ZC |
| 4 | 2.0 | 0.5 | 0,75 | 0,33 | Dilekçi Formasyonu | ZC |

Dilekçi Formasyonuna ait birimlerde maswkırılma ölçümleri sonucunda zemin hâkim titreşim periyodu 0.40-0.80 sn aralığında değişmektedir. Bu değerlendirme sonucunda zemin büyütmesi değeri Dilekçi Formasyonuna ait birimlerde 1.80 - 1.90 - 2.00 - 2.50 kat büyüteceği anlaşılmaktadır. Spektral büyütme göre tehlike düzeyi “A (Düşük)” sınıfına girmektedir.

Bu değerlendirme sonucunda zemin büyütme değeri “A (Düşük)” olarak tanımlanmıştır.

5.4.1.3. Elektrik Rezistivite Tomografi (ERT) Deneyi Sonuçları

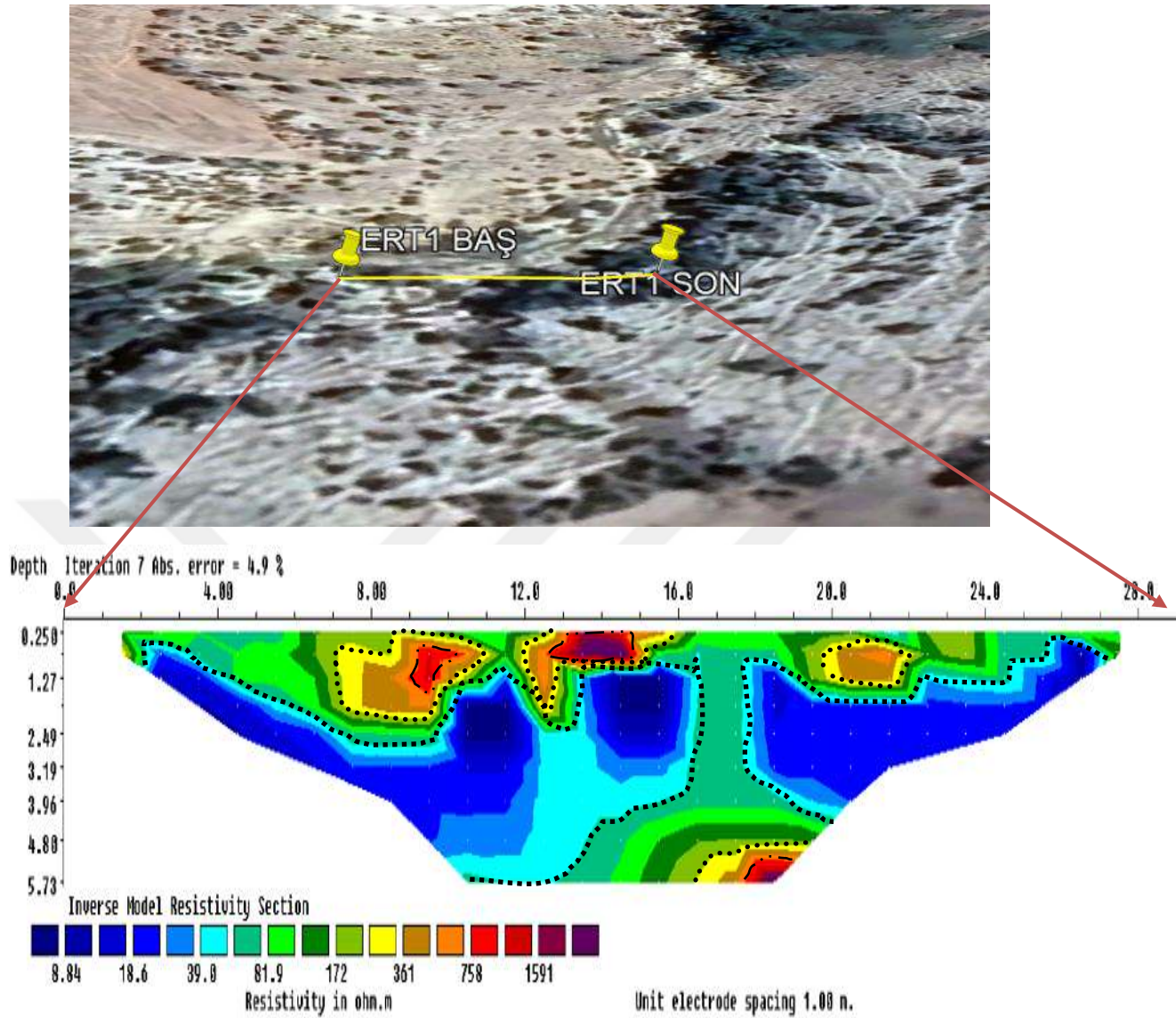
Sismik etütlerde ERT deneyi yapılan noktaların GPS cihazı ile alınan koordinatları ile elektrot aralıkları ve profil uzunlukları aşağıdaki çizelgede sunulmuştur.

Çizelge 5.19. Elektrik Özdirenç Tomografi Profil Koordinatları

| ERT HAT NO: | BAŞLANGIÇ | | BİTİŞ | | ELEKTROT ARALIĞI | PROFİL UZUNLUĞU |
|----------------|------------|------------|------------|------------|---------------------|--------------------|
| | ENLEM | BOYLAM | ENLEM | BOYLAM | | |
| ERT-1 | 37.920946° | 32.235857° | 37.920741° | 32.236099° | 1m | 30m |
| ERT-2 | 37.920934° | 32.235172° | 37.921116° | 32.235428° | 1m | 30m |
| ERT-3 | 37.921197° | 32.235205° | 37.921015° | 32.235460° | 1m | 30m |
| ERT-4 | 37.920755° | 32.235598° | 37.920722° | 32.235246° | 1m | 30m |
| ERT-5 | 37.920947° | 32.237252° | 37.921131° | 32.237513° | 1m | 30m |

Çalışma alanında yapılan 5 adet Çoklu Elektrotlu Elektrik Özdirenç Tomografi (ERT) çalışması 1 metre elektrot aralıklı olup 30 kanallı olarak 30 metre profil uzunluğunda Wenner- Schlumberger Yöntemleri uygulanmıştır.

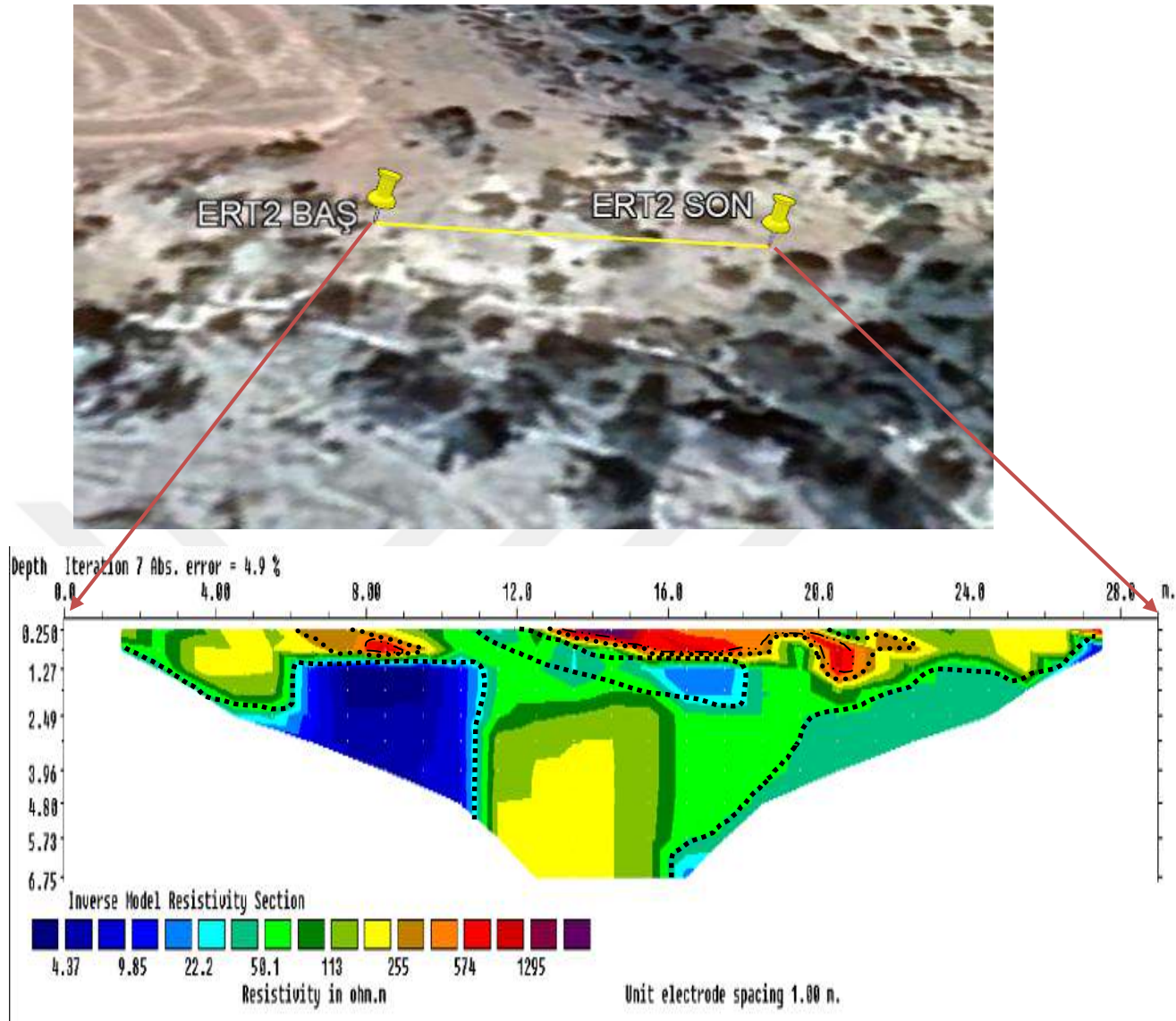
ERT-1 Yorumlanması:



Şekil 5.6. ERT-1 Deneyinin Yapıldığı Alan ve Deney Sonucu Elde Edilen Zemin Kesiti

Çalışma gerçekleştirilen alanda serim değerlendirilmesi sonucu elde ettiğimiz kesite baktığımızda yüzeyden yaklaşık olarak 5.73 metre derinliğe ulaşılmış olup öz direnç değerleri 8.84-1591.0 ohm.m aralığında değişmektedir. Genel Jeoloji ve kesitin bulunduğu formasyon incelendiğinde; ölçüm hattının 1. metresinden başlayıp 5.73 metre derinliğe kadar inen öz direnç aralığı 8.84 –39.0 ohm.m olan (açık ve koyu mavi renkli bölgeler) deki öz dirençli birimleri killi birimler olarak tanımlayabiliriz. Ölçüm hattının ilk metreleri ile 30.0 metre arasında ve ilk metreler ile 5.73 metre derinlikler arasında öz direnç aralığı 81.9-361.0 ohm.m olan (yeşil ve sarı olan bölgeler) deki birimler ise çakıllı kumlu birimler olarak tanımlayabiliriz. Öz direnç aralığı 758.0-1591.0 ohm.m olan (kırmızı ve mor) deki birimler ise ayrılmamış kumtaşı, konglomera, kiltası, kireçtaşı, tuf, aglomera, lav birimler olarak tanımlayabiliriz.

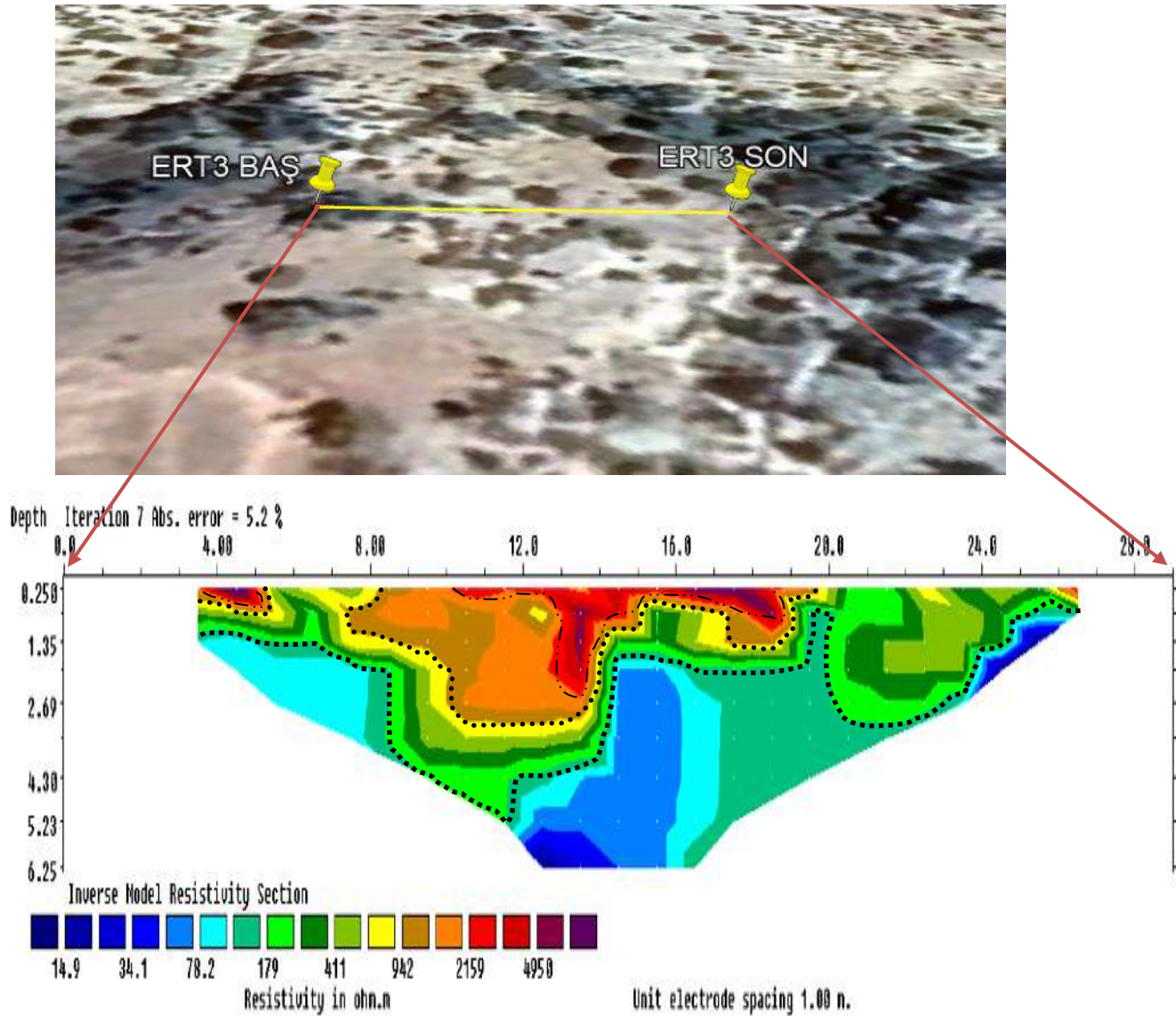
ERT-2 Yorumlanması:



Şekil 5.7. ERT-2 Deneyinin Yapıldığı Alan ve Deneysel Sonuç Elde Edilen Zemin Kesiti

Çalışma gerçekleştirilen alanda serim değerlendirilmesi sonucu elde ettiğimiz kesite baktığımızda yüzeyden yaklaşık olarak 6.75 metre derinliğe ulaşılmış olup öz direnç değerleri 4.37-1295.0 ohm.m aralığında değişmektedir. Genel Jeoloji ve kesitin bulunduğu formasyon incelendiğinde; ölçüm hattının 1. metresinden başlayıp 6.75 metre derinliğe kadar inen öz direnç aralığı 4.37 –50.1 ohm.m olan (açık ve koyu mavi renkli bölgeler) deki öz dirençli birimleri killi birimler olarak tanımlayabiliriz. Ölçüm hattının ilk metreleri ile 30.0 metre arasında ve ilk metreler ile 6.75 metre derinlikler arasında öz direnç aralığı 113.0-255.0 ohm.m olan (yeşil ve sarı olan bölgeler) deki birimler ise çakıllı kumlu birimler olarak tanımlayabiliriz. Öz direnç aralığı 574.0-1295.0 ohm.m olan (kırmızı ve mor) deki birimler ise ayrılmamış kumtaşı, konglomera, kıltaşı, kireçtaşı, tüf, aglomera, lav birimler olarak tanımlayabiliriz.

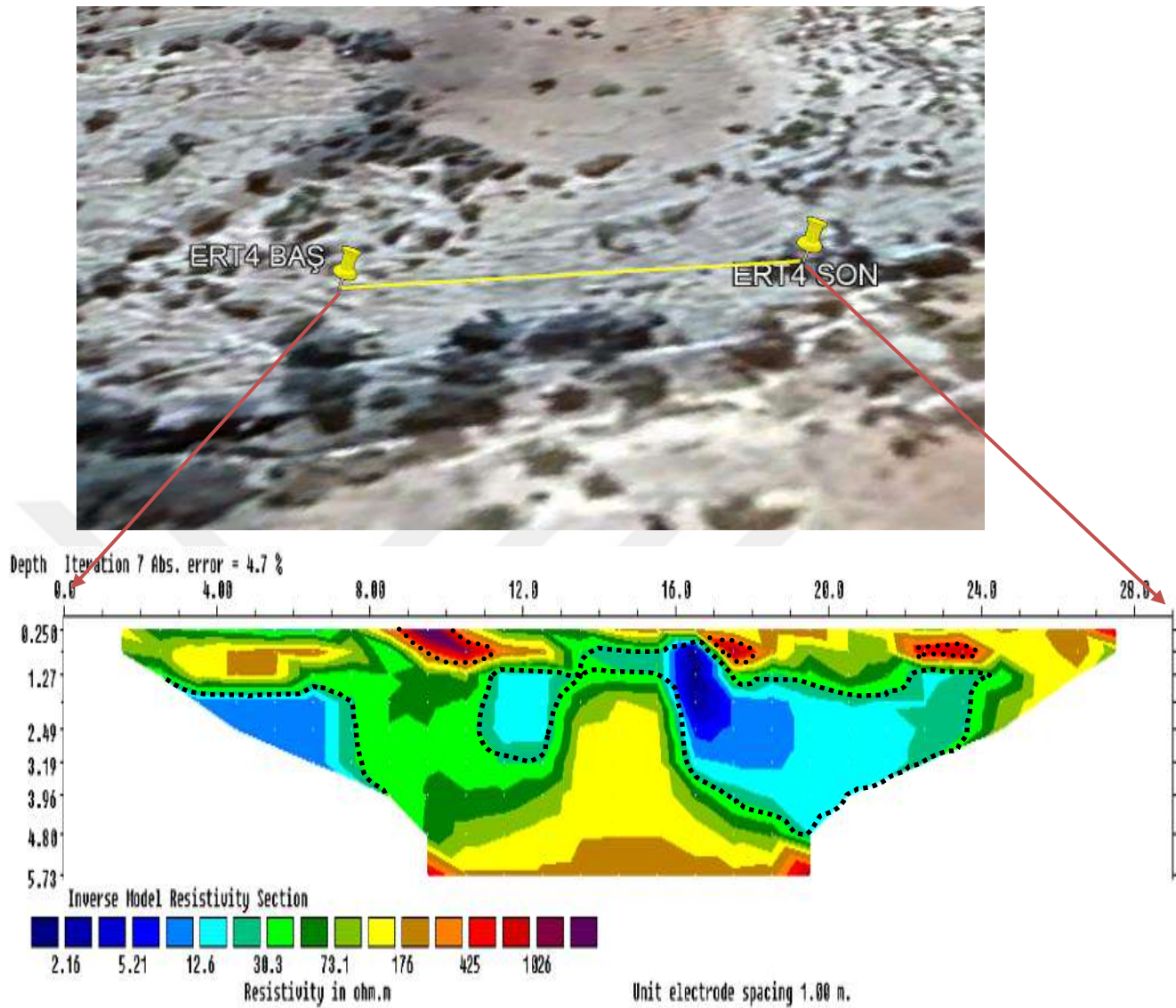
ERT-3 Yorumlanması:



Şekil 5.8. ERT-3 Deneyinin Yapıldığı Alan ve Deney Sonucu Elde Edilen Zemin Kesiti

Çalışma gerçekleştirilen alanda serim değerlendirilmesi sonucu elde ettiğimiz kesite baktığımızda yüzeyden yaklaşık olarak 6.25 metre derinliğe ulaşılmış olup öz direnç değerleri 14.9-4950.0 ohm.m aralığında değişmektedir. Genel Jeoloji ve kesitin bulunduğu formasyon incelendiğinde; ölçüm hattının 1. metresinden başlayıp 6.25 metre derinliğe kadar inen öz direnç aralığı 14.9 –78.2 ohm.m olan (açık ve koyu mavi renkli bölgeler) deki öz dirençli birimleri killi birimler olarak tanımlayabiliriz. Ölçüm hattının ilk metreleri ile 30.0 metre arasında ve ilk metreler ile 3.0 metre derinlikler arasında öz direnç aralığı 179.0-942.0 ohm.m olan (yeşil ve sarı olan bölgeler) deki birimler ise çakıllı kumlu birimler olarak tanımlayabiliriz. Öz direnç aralığı 2159.0-4950.0 ohm.m olan (kırmızı ve mor) deki birimler ise ayrılmamış kumtaşı, konglomera, kilitaşı, kireçtaşı, tuf, aglomera, lav birimler olarak tanımlayabiliriz.

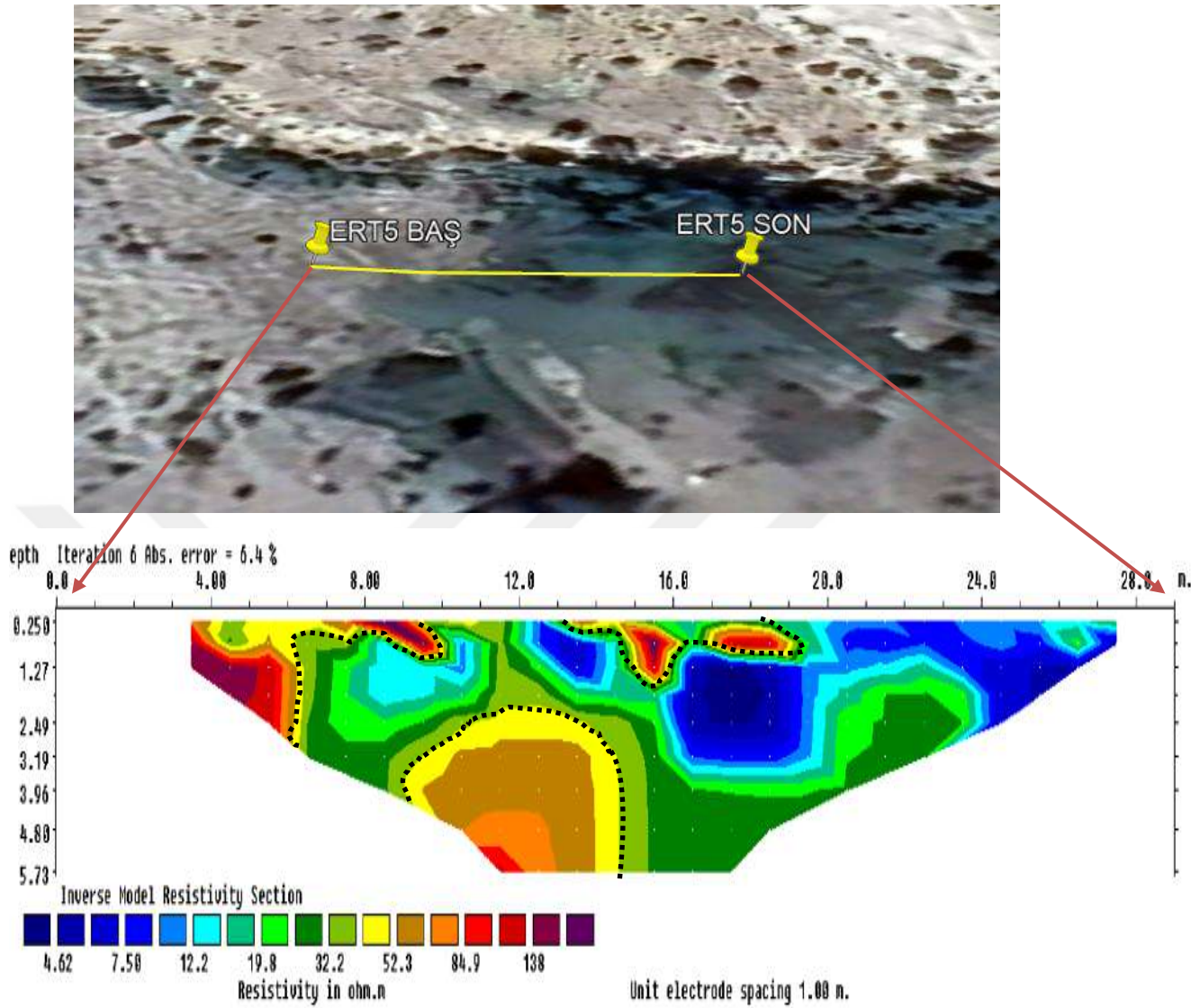
ERT-4 Yorumlanması:



Şekil 5.9. ERT-4 Deneyinin Yapıldığı Alan ve Deneysel Sonuç Elde Edilen Zemin Kesiti

Çalışma gerçekleştirilen alanda serim değerlendirilmesi sonucu elde ettiğimiz kesite baktığımızda yüzeyden yaklaşık olarak 5.73 metre derinliğe ulaşılmış olup Özdirenç değerleri 2.16-1026.0 ohm.m aralığında değişmektedir. Genel Jeoloji ve kesitin bulunduğu formasyon incelendiğinde; ölçüm hattının 1. metresinden başlayıp 4.80 metre derinliğe kadar inen Özdirenç aralığı 2.16 –30.3 ohm.m olan (açık ve koyu mavi renkli bölgeler) deki özdirençli birimleri killi birimler olarak tanımlayabiliriz. Ölçüm hattının ilk metreleri ile 30.0 metre arasında ve ilk metreler ile 5.73 metre derinlikler arasında Özdirenç aralığı 73.1-425.0 ohm.m olan (yeşil ve sarı / turuncu olan bölgeler) deki birimler ise çakıllı kumlu birimler olarak tanımlayabiliriz. Özdirenç aralığı 425.0-1026.0 ohm.m olan (kırmızı ve mor) deki birimler ise ayrılmamış kumtaşı, konglomera, kıltaşı, kireçtaşı, tuf, aglomera, lav birimler olarak tanımlayabiliriz.

ERT-5 Yorumlanması:



Şekil 5.10. ERT-5 Deneyinin Yapıldığı Alan ve Deney Sonucu Elde Edilen Zemin Kesiti

Çalışma gerçekleştirilen alanda serim değerlendirilmesi sonucu elde ettiğimiz kesite baktığımızda yüzeyden yaklaşık olarak 5.73 metre derinliğe ulaşılmış olup özdirenç değerleri 4.62-138.0 ohm.m aralığında değişmektedir. Genel Jeoloji ve kesitin bulunduğu formasyon incelendiğinde; ölçüm hattının 1. metresinden başlayıp 5.73 metre derinliğe kadar inen özdirenç aralığı 4.62 –32.2 ohm.m olan (açık ve koyu mavi ve yeşil renkli bölgeler) deki özdirençli birimleri killi birimler olarak tanımlayabiliriz. Ölçüm hattının ilk metreleri ile 30.0 metre arasında ve ilk metreler ile 5,73 metre derinlikler arasında özdirenç aralığı 52.3-138.0 ohm.m olan (sarı / turuncu ve kırmızı / mor olan bölgeler) birimler ise çakıllı kumlu birimler olarak tanımlayabiliriz.

5.4.1.4. Jeofizik Deneylerin Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Dilekçi Formasyonuna ait birimlerde yapılan Maswırılma ölçümlerinden elde edilen Vs30 değerleri 238.5 – 254 – 357 – 397 – 420.4 – 433 – 459.9 – 494.9 m/s aralığında değişmektedir. TBDY 2018'e tanımına göre; Dilekçi Formasyonuna ait birimler Maswırılma ölçümleri sonucunda Sis2, Sis3 ve Sis4 ölçümleri "ZC; Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrılmış, çok çatlaklı zayıf kayalar" grubuna girmektedir. Sis1 ölçümü ise "ZD; Orta sıkı-sıkı kum, çakıl veya çok katı kil tabakaları" grubuna girmektedir.

•Bütün profillerin P dalgası hızları ve kayaçların kazılabilirliklerine bakıldığında birinci tabakaların çok kolay (291-389 m/s) kazınabilir ve ikinci tabakaların çok kolay / kolay / orta (604-1268 m/s) kazınabilir olduğu gözlenmektedir.

Yapılan bu jeofizik çalışmalar sonucunda söz konusu kaynağın çıkış noktasındaki ve akışa geçtiği dere yatağı güzergahındaki arazi zemin yapısının birtakım özellikleri belirlenmiş, daha sonrasında yapılan ERT çalışmaları ile güzergâh boyunca değişen zemin kesitleri yaklaşık olarak belirlenmiştir. ERT-2 ve ERT-3 çalışmalarının kaynak çıkış noktasına yakınlığı göz önüne alındığında, bu noktada su taşıyan akiferin son bölümündeki su çıkışına sebebiyet veren muhtemel geçirimsiz tabakalar(kil) belirlenmiş ancak elde edilen verilerden herhangi bir sonuca ulaşamamıştır. Buna göre çalışma alanı boyunca zemin kesitlerinin düzensiz bir şekilde seyrettiği anlaşılmış bu sebeple alandaki su varlığı ve su hareketi tam olarak saptanamamıştır. Fakat belirlenen zemin özelliklerine göre isale hattı için gerekli kazı ve dolgu çalışmalarının kolaylıkla yapılabileceği düşünülmektedir.

5.4.2. Jeolojik Çalışmaların Sonuçları

5.4.2.1. Arazi Deneyi Sonuçları

Çalışma bölgesinde yapılan sondaj çalışması sonucunda oluşturulan sondaj logu ve SPT deneyi sonuçları aşağıda belirtilmiştir.

Şekil 5.11. Araştırma Sondajı Sonucu Oluşturulan Sondaj Logu

| SONDAJ LOGU | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|---------------------------|-------------------------------------|---------------------|---------------------|----------------------------------|-------------|-------|---------------------------|---|------------------------------------|------------------|-------|-------|------------------|--------------------------------|---------------|-------------------|----------------------|---------|
| Yüklenici Firma | | ÜÇGEN ZEMİN MÜHENDİSLİK - ALİ ERCAN | | | | | | | | İşveren | | | | | | | | | |
| Proje Adı | | ULUMUHSİNE ARAŞTIRMA KUYUSU | | | | | | | | Necmettin Erbakan Uni. | | | | | | | | | |
| İl | | KONYA | | Sondaj Derinliği(m) | | 15 | | Sondaj No | | SK-1 | | | | | | | | | |
| İlçe | | SELÇUKLU | | Başlama Tarihi | | 23.07.2024 | | Sayfa No | | 1 | | | | | | | | | |
| Mahalle/Köy | | ULUMUHSİNE | | Bitiş Tarihi | | 23.07.2024 | | Sorumlu Jeoloji Mühendisi | | | | | | | | | | | |
| Pafta | | 0 | | Makine Tipi/Metodu | | ROTARY D750 | | Hüseyin DEMİRCİ | | | | | | | | | | | |
| Ada | | 146 | | SPT Şahmerdan Tipi | | OTOMATİK | | | | | | | | | | | | | |
| Parsel | | 120 | | Delgi Çapı | | 120mm | | | | | | | | | | | | | |
| Sondaj Kotu | | 1449 | | Derinlik | | Tarih | | Açıklama | | Sondör | | | | | | | | | |
| Koordinant (WGS-84) | | X: 37.920498 | | Yeraltı Suyu(m) | | 9,0 m | | | | | | | | | | | | | |
| | | Y: 32.238827 | | | | | | | | İbrahim TOPBAŞ | | | | | | | | | |
| Sondaj Derinliği (m) | Muhafaza Borusu Derinliği | Kuyu İçi Deneyler | Örnek Derinliği (m) | Örnek Türü ve No | Standart Penetrasyon Testi (SPT) | | | | Presiyometre Deneyi (P) | | Kaya Özellikleri | | | | | Zemin Profili | Zemin Tanımlaması | Sondaj Derinliği (m) | |
| | | | | | Darbe Sayısı | | | | Elastisite Modülü (kg/cm ²) | Limit Basınç (kg/cm ²) | TCR % | SCR % | RQD % | Ayrışma Derecesi | Çatlak Sıklığı | | | | Dayanım |
| | | | | | 0-15 | 15-30 | 30-45 | N | | | | | | | | | | | |
| 0,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 0,50 | UD | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,0 | | | 0,85 | SPT | 3 | 4 | 6 | 10 | | | | | | | | | | | |
| 2,0 | | | 2,00 | SPT | 4 | 4 | 7 | 11 | | | | | | | | | | | |
| 3,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 3,50 | UD | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4,0 | | | 3,95 | SPT | 7 | 10 | 17 | 27 | | | | | | | | | | | |
| 5,0 | | | 5,00 | SPT | 9 | 12 | 20 | 32 | | | | | | | | | | | |
| 6,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 6,50 | SPT | 19 | 21 | 16 | 37 | | | | | | | | | | | |
| 7,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8,0 | | | 8,00 | SPT | 23 | 18 | 17 | 35 | | | | | | | | | | | |
| 9,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 9,50 | UD | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10,0 | | | 9,75 | SPT | 28 | 32 | 37 | 69 | | | | | | | | | | | |
| 11,0 | | | 11,00 | SPT | 50/7 | | | 50+ | | | | | | | | | | | |
| 12,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kıvam Durumu(İnce Taneli) | | | | | Sıklık (İri Taneli) | | | | | Oranlar | | | | | Kınkımlar/30cm | | | | |
| N 0-2 Çok Yumuşak | | | | | N 0 - 4 Çok Gevşek | | | | | 0-10 % Pek az | | | | | <1 Seyrek | | | | |
| N 3-4 Yumuşak | | | | | N 5-10 Gevşek | | | | | 10-20 % Az | | | | | 1-2 Orta | | | | |
| N 5-8 Orta Katı | | | | | N 11-30 Orta Sıkı | | | | | 20-35 % Çok | | | | | 2-10 Sık | | | | |
| N 9-15 Katı | | | | | N 31-50 Sıkı | | | | | 35-50 % Ve | | | | | 10-20 Çok Sık | | | | |
| N 16-30 Çok Katı | | | | | N >50 Çok Sıkı | | | | | | | | | | >20 Parçalı | | | | |
| N >30 Sert | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dayanım | | | | | Ayrışma Derecesi | | | | | Kaya Kalitesi Tanımı(RQD) | | | | | Kısaltmalar | | | | |
| I Çok Zayıf | | | | | I Taze | | | | | 0-25 % Çok Kötü | | | | | UD Orselenmemiş, DS Orselenmiş | | | | |
| II Zayıf | | | | | II Az Ayrışmış | | | | | 25-50 % Kötü | | | | | TSCR Toplam Karot Yüzdesi | | | | |
| III Orta | | | | | III Orta Ayrışmış | | | | | 50-75 % Orta | | | | | TSCR Çapını Koruyan Karot % | | | | |
| IV Dayanımlı | | | | | IV Çok Ayrışmış | | | | | 75-90 % İyi | | | | | VST Veyn Deneyi | | | | |
| V Çok Dayanımlı | | | | | V Tamamen Ayrışmış | | | | | 90-100 % Çok İyi | | | | | BST Basınçlı Su Deneyi | | | | |
| | | | | | VI Kalıntı | | | | | | | | | | K/C Karot Örnek | | | | |

Şekil 5.12. Araştırma Sondajında Yapılan SPT Deneyinin Düzeltilmiş Sonuç Verileri

| SK-1 SPT SONUÇLARI VE DÜZELTMELER | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|-------|---------------|----|----|-----------------|---------------------|----------------|-----------------|-----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------------------|--------------------|-----------------------------|
| DERİNLİK | | DARBE SAYISI | | | N ₃₀ | BİRİM HACİM AĞIRLIK | EFEKTİF YÜK | ÖRTÜ DÜZELTMESİ | T _{1/2} DÜZELTMESİ | ÖRNEKLEYİCİ DÜZEL | KUYUÇAPI DÜZELTME | T _{1/2} ENERJİ ORANI | YERALTI SUYU DÜZEL | DÜZELTİLMİŞ N ₃₀ |
| H1 | H2 | İLERLEME DER. | | | | Y | σ'_{vo} | C _n | C _r | C _s | C _b | C _e | C _w | (N _{1,60}) |
| m' den | m' ye | 15 | 30 | 45 | | kN/m ³ | kPa | | | | | | | |
| 0,85 | 1,30 | 3 | 4 | 6 | 10 | 18,7 | 15,9 | 1,70 | 0,75 | 1 | 1,05 | 0,9 | 0 | 12 |
| 2,00 | 2,45 | 4 | 4 | 7 | 11 | | 45,82 | 1,44 | 0,75 | 1 | 1,05 | 0,9 | 0 | 11 |
| 3,95 | 4,40 | 7 | 10 | 17 | 27 | | 82,28 | 1,08 | 0,85 | 1 | 1,05 | 0,9 | 0 | 23 |
| 5,00 | 5,45 | 9 | 12 | 20 | 32 | | 101,9 | 0,97 | 0,85 | 1 | 1,05 | 0,9 | 0 | 25 |
| 6,50 | 6,95 | 19 | 21 | 16 | 37 | | 130 | 0,86 | 0,95 | 1 | 1,05 | 0,9 | 0 | 28 |
| 8,00 | 8,45 | 23 | 18 | 17 | 35 | | 158 | 0,78 | 0,95 | 1 | 1,05 | 0,9 | 0 | 24 |
| 9,75 | 10,20 | 28 | 32 | 37 | 69 | | 179 | 0,73 | 1 | 1 | 1,05 | 0,9 | 1 | 29 |
| 11,00 | 11,07 | 50/7 | | | 100 | | 186,7 | 0,72 | 1 | 1 | 1,05 | 0,9 | 1 | 39 |
| N(30) Ortalama | | 24 | | | | | | | | | | | | |

Arazi gözlemlerine dayanarak incelenen alanda;

- 6.0 m derinliğe kadar gri-bej renkli çakıllı, az kumlu silt,
- 6.0-9.0 m arasında arasında kırmızı-krem renkli az çakıllı, kumlu kil,
- 9.0-11.0 m arasında yeşil-kahverengi renkli killi, az kumlu, siltli çakıl,
- 11.0 m derinlikten sonra kireçtaşı birimleri mevcuttur.

Sondaj çalışmasında, 11. metrede kaya (sert) birime ulaşılmış ve delgi çalışması bu noktada sonlandırılmıştır. Bu duruma istinaden 9.0 ila 11.0 m arasında bulunan birimler gözlemsel olarak incelenmiş ve bu kısımdaki zemin tanelerinin yapısı, rengi,

boyutları vb. özellikleri göz önünde bulundurularak sonuç olarak bu tabakanın su taşıyan akifer tabakası olabileceği kanısına varılmıştır.

Daha sonra bu tabakanın geçirimsizlik katsayısının tespiti için sondaj kuyusunun bu kesitinde permeabilite(sızma) deneyi yapılmış olup sonuçları aşağıda verilmiştir.

Çizelge 5.20. Permeabilite Deney Verileri ve Sonuçları

| KUYU NO | DENEY DERİNLİĞİ (m) | TOPLAM SU KAYBI Q (m ³) | ÇAKMA BORUSUNUN YARIÇAPI r (m) | YÜKSEKLİK h (m) | DENEY SÜRESİ t (s) | GEÇİRİMLİLİK KATSAYISI K (m/s) | SONUÇ |
|---------|---------------------|-------------------------------------|--------------------------------|-----------------|--------------------|--------------------------------|--------------|
| SK-1 | 9.00-11.00 | 0.015 | 0.0445 | 2 | 600 | 5,11x10 ⁻⁶ | Az Geçirimli |

5.4.2.2. Laboratuvar Deneyi Sonuçları

Yapılan sondaj çalışması sonucunda alınan numuneler laboratuvara nakledilmiş ve üzerinde gerekli deneyler yapılmıştır. Laboratuvar deneylerinin sonuçları aşağıda belirtilmiştir.

Çizelge 5.21. Laboratuvar Deneyleri Sonucunda Zeminin Elde Edilen İndeks-Sınıflama ve Malzeme Özellikleri

| NUMUNE | | | Su İçeriği W _n (%) | Doğal Birim Hacim Ağırlık γ _n t/m ³ | Atterberg Limitleri | | | ELEK ANALİZİ | | Kesme Kutusu Deneyi | | |
|-----------|-------------|----------|----------------------------------|---|---------------------|---------|---------|----------------|------------------|-------------------------|-----------|--|
| Sondaj No | Numune Tipi | Derinlik | | | LL % | PL % | PI % | 4 Kalan (%) | 200 Geçen (%) | c kg/cm ² | θ Deg. | |
| SK-1 | UD | 0.50 | 22.08 | 1.870 | | NP | | 13.75 | 65.21 | 0.25 | 16.00 | |
| | SPT | 2.00 | 20.78 | | | NP | | 22.83 | 51.17 | | | |
| | UD | 3.50 | 22.40 | | | NP | | 14.24 | 63.93 | | | |
| | SPT | 5.00 | 21.70 | | | NP | | 12.12 | 63.15 | | | |
| | SPT | 6.50 | 15.82 | | | 28.4 | 16.9 | 11.5 | 3.14 | 73.16 | | |
| | UD | 9.50 | 41.25 | | | | NP | | 17.34 | 37.14 | | |

Laboratuvar deneylerinin sonuçlarına göre proje alanı içerisinde bulunan zemin;

- Kıvamlilik indislerine göre sert-çok sert kıvamda,
- Plastisite indislerine göre düşük kuru dayanımlı az plastik,
- Likitlilik indisine göre düşük sıkışabilir olarak nitelendirilebilir.

5.4.2.3. Jeolojik Çalışmaların Sonuçlarının Değerlendirilmesi

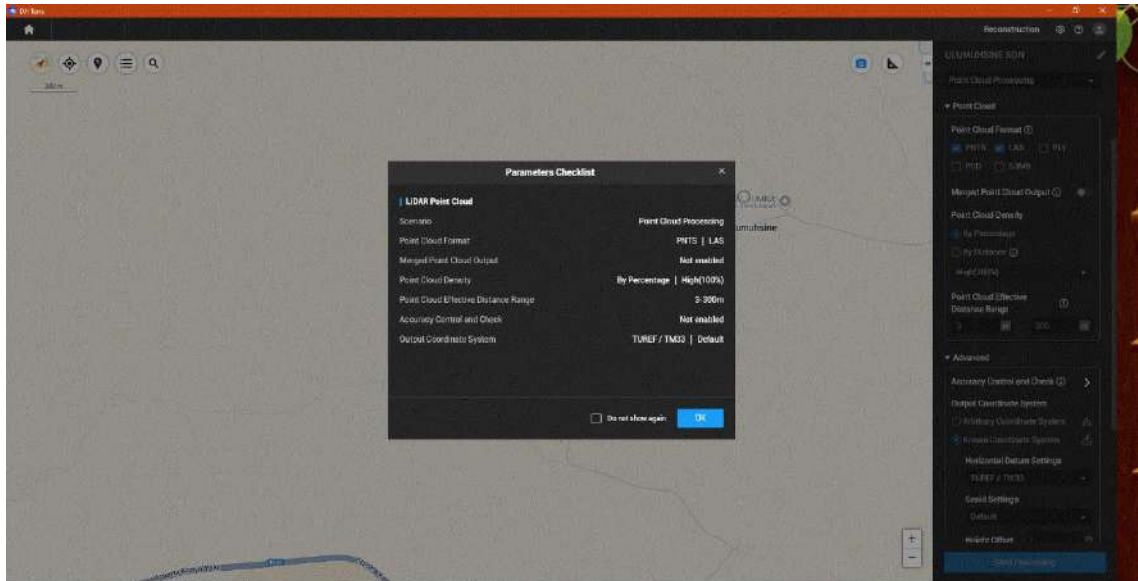
Çalışma alanında jeolojik çalışmalar kapsamında yapılan araştırma sondajı ve bu sondaj üzerinde yapılan arazi ve laboratuvar deneyleri sonucunda; sondaj bölgesindeki zemin katmanlarının karakteristiği belirlenmiş, özellikle bölgede ikincil su kaynağını beslediği düşünülen su akiferi özelinde ilgili tabakanın birtakım özellikleri elde edilmiştir. Bu doğrultuda, kuyu sonunda zemin olarak kaya birim (kireçtaşı) tespit edilmiş olması ve kireçtaşının yapısal olarak kırıklı-çatlaklı olması ve yeraltı su akışımının zeminin daha derinliklerine kaçması ihtimali bulunduğu genel olarak alanda yapılacak kazı çalışmalarının dikkatli ve asgari miktarda kazı gerektirecek şekilde planlanması büyük önem arz etmektedir.

5.5. Harita Çalışmaları ve Sonuçları

Çalışma bölgesinde dron uçuşu ile elde edilen haritalandırma verilerinin, ilgili bilgisayar programları ile aşama aşama yapılan çözümler neticesinde proje çalışmalarında kullanılmak üzere elde edilen haritala altlıkları ve bu altlıkların oluşturma süreci aşağıda belirtilmiştir.

5.5.1. Ham Verilerin İşlenmesi

Dron uçuşu sonrası elde edilen ham veriler, DJI Terra programında işlenerek nokta verileri oluşturulmuştur.



Şekil 5.13. DJI Terra Programında ve Nokta Bulutunun İşlenmesi

5.5.2. Harita Altlıklarının Oluşturulması

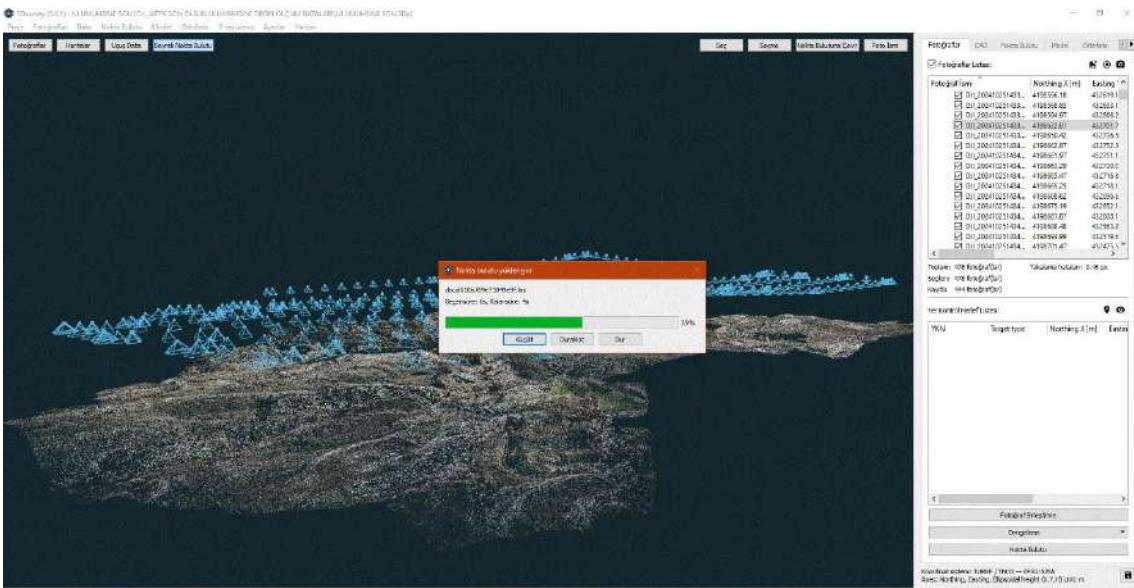
DJI Terra programından elde edilen nokta verileri kullanılarak 3D Survey programında;

- Uçuş esnasında drone kamerası tarafından çekilen yüksek çözünürlüklü 478 fotoğraf program tarafından koordinatlandırılarak birleştirilmiştir



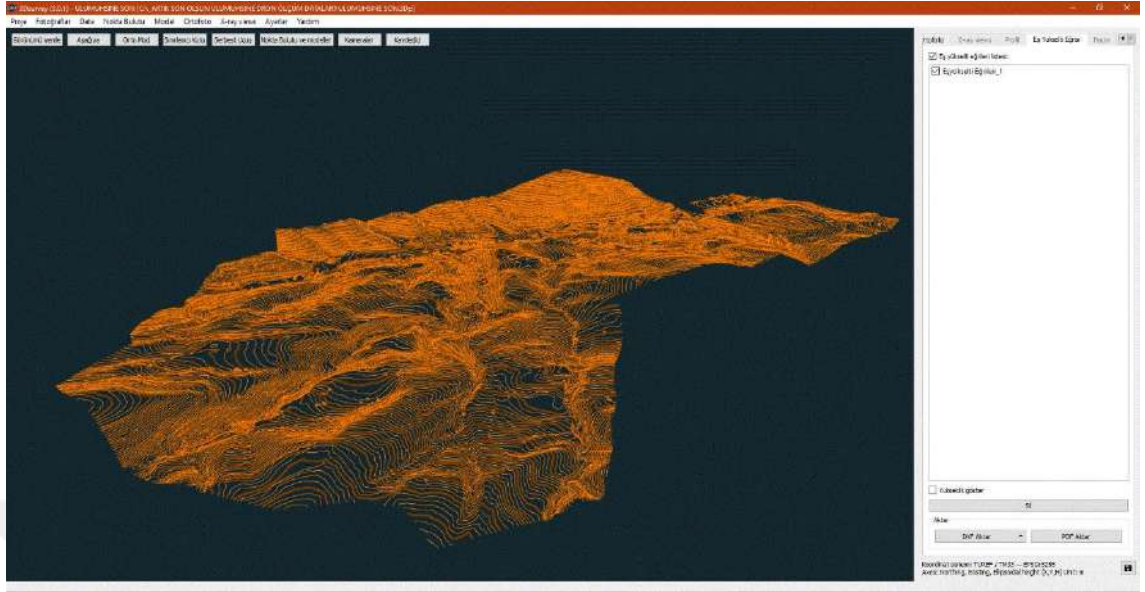
Şekil 5.14. 3D Survey Programında Drone Fotoğraflarının Birleştirilmesi

- Nokta verileri program vasıtasıyla, sayısal yüzey modeli oluşturulmak amacıyla LIDAR verileri ve fotogrametrik yöntemle nokta bulutuna dönüştürülmüştür

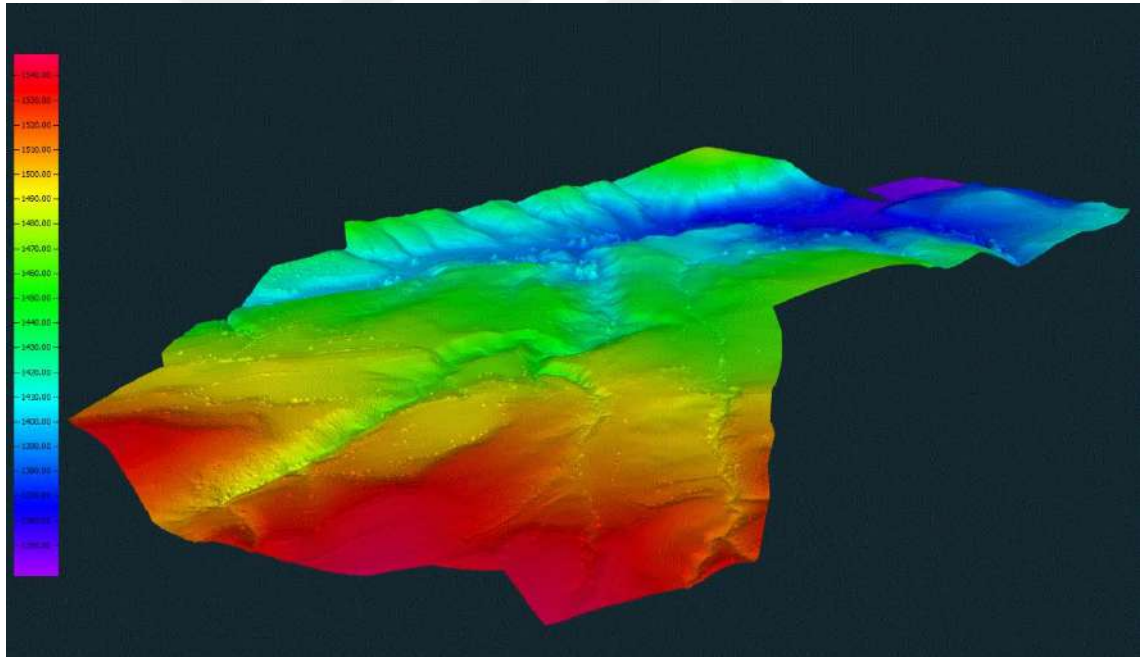


Şekil 5.15. 3D Survey Programında Nokta Bulutunun Oluşturulması

- Elde edilen SYM ile arazinin yüzey şekillerini belirten eş yükselti eğrileri ve arazi kotlarını gösterir model oluşturulmuştur



Şekil 5.16. 3D Survey Programında Oluşturulan Arazinin Eş Yükselti Eğrileri



Şekil 5.17. 3D Survey Programında Oluşturulan Renklendirilmiş Arazi Modeli

- Son olarak oluşturulan sayısal yüzey modeli ve birleştirilmiş fotoğraflar birbirleriyle örtüştürülerek arazinin yüksek çözünürlüklü harita görüntüsü oluşturulmuştur



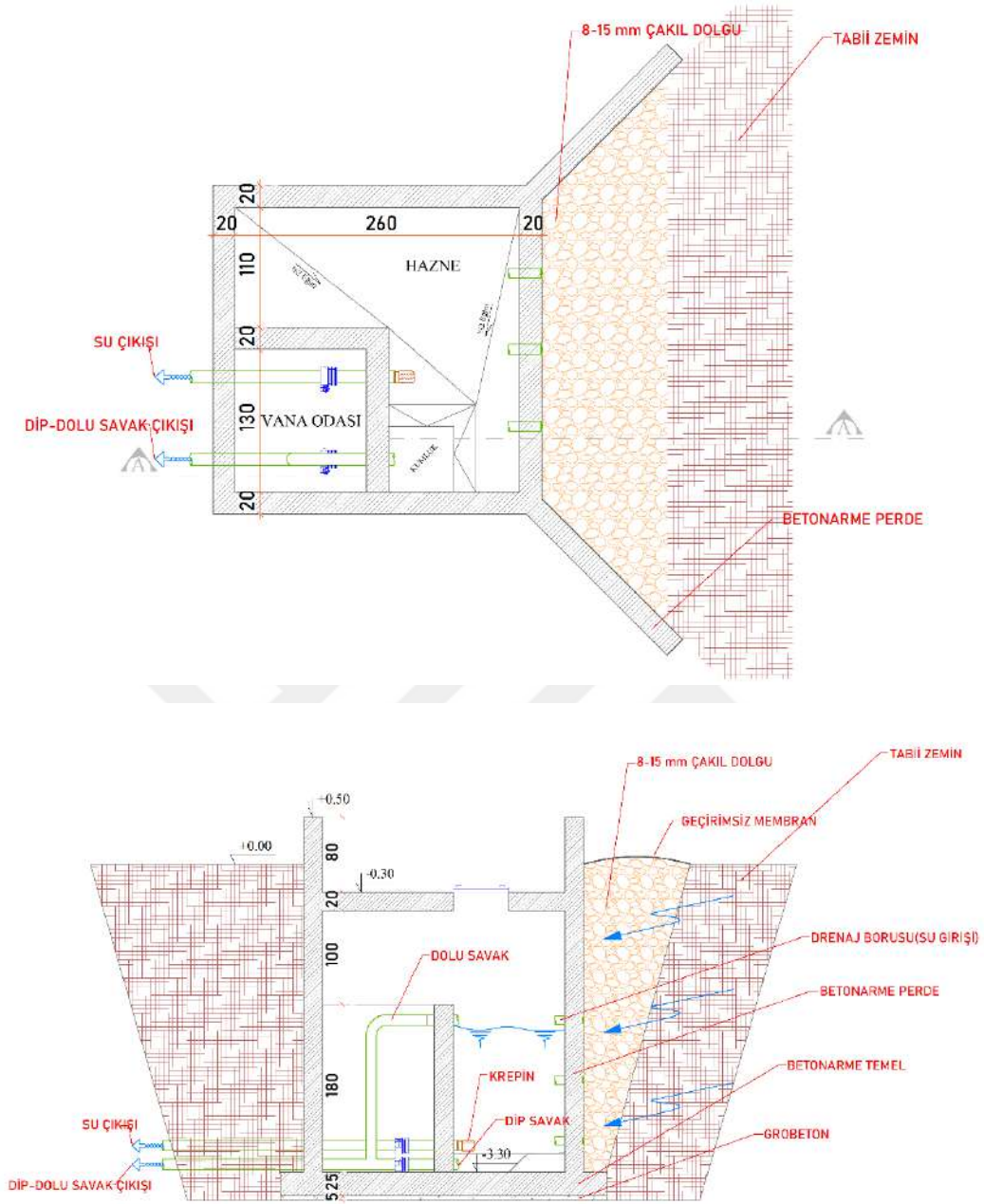
Şekil 5.18. 3D Survey Programında Oluşturulan Yüksek Çözünürlüklü Harita Görüntüsü

5.6. Kaptaj Yapısının ve İsale Hattının Optimum Tasarımının Yapılması

5.6.1. Kaptaj Yapısının Projelendirilmesi

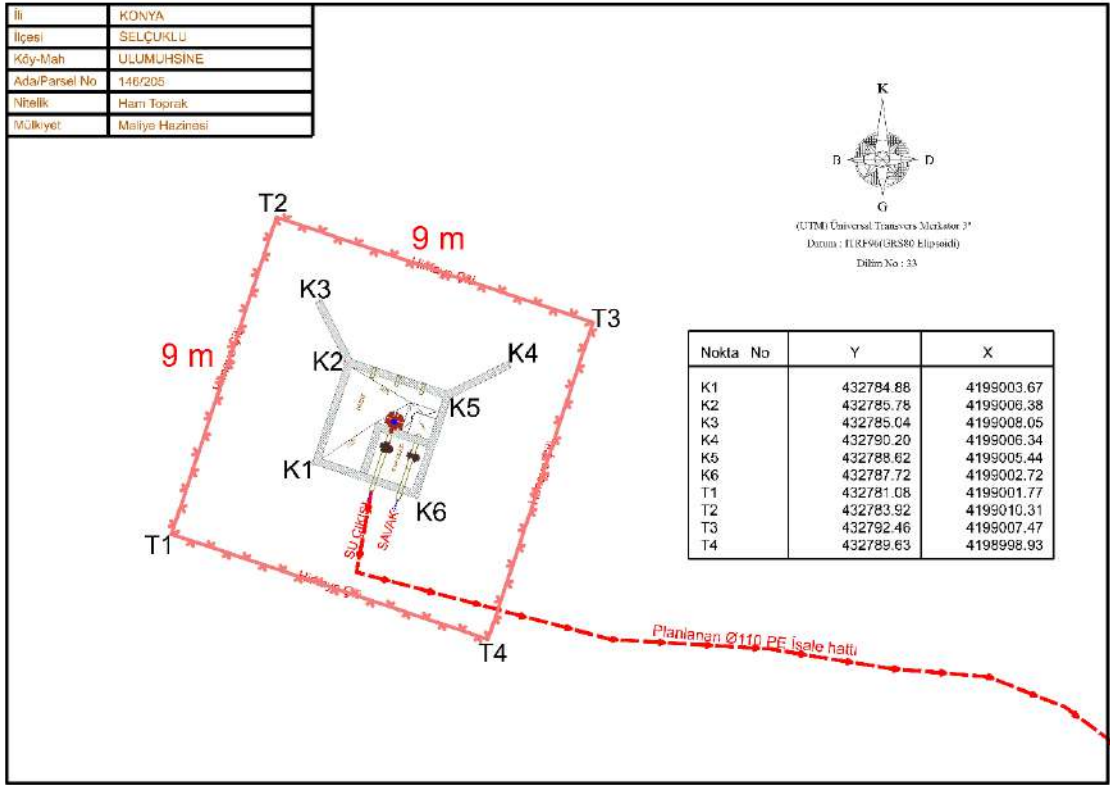
Su kaynağının yüzeye çıkış durumuna göre kaptaj yapısı tasarımının yapılması gerekmektedir. Su çıkışının eğimsiz, düz bir arazide olduğu (alttan kaynak) kaynaklarda yapıya su girişinin alttan izin verildiği bir kaptaj yapısı tasarlanır. Diğer yandan su çıkışının eğimli bir yamaçtan çıkış yaptığı durumda ise su girişinin kaptaj yapısına yan cephesinden giriş yaptığı bir tasarım yapılmalıdır.

Söz konusu su kaynağının bir yamaç membası olması, dolayısı ile su çıkışının eğimli bir araziden çıkış yapması sebebi ile buna uygun olarak yandan su girişinin olduğu bir kaptaj yapısı tasarlanmıştır. Kaptaj yapısının boyutları ise; suyun debisi, arazi durumu, ortalama bir betonarme yapının asgari statik şartları, yapının ergonomisi vb. durumlar göz önünde bulundurularak, su ve kanalizasyon idareleri ve İller Bankası gibi kurumların halihazırda kullandığı tip kaptaj projeleri örnek alınarak belirlenmiştir.



Şekil 5.19. Projelendirilen Kaptaj Yapısı Plan(a) ve Kesiti(b)

Kaynak suyunun çıkış noktasına ulaşmadan önceki yer altındaki hareketi jeofizik deneylerle tam olarak saptanamadığı ve arazinin genel jeolojisinde kesitlerin düzensiz bir şekilde seyrettiği anlaşıldığı için alanda gelişigüzel yapılacak herhangi bir kazı çalışmasının mevcut su çıkışını da tehlikeye atacağı düşünülmektedir. Bu sebeple boyutlandırılan ve tasarımı yapılan kaptaj yapısının, su çıkış noktasında, sadece asgari kazı ve tesviye işlemleri yapılarak araziye applike edilmesi uygun görülmektedir.



Şekil 5.20. Projelendirilen Kaptaj Yapısının Aplikasyon ve Vaziyet Planı

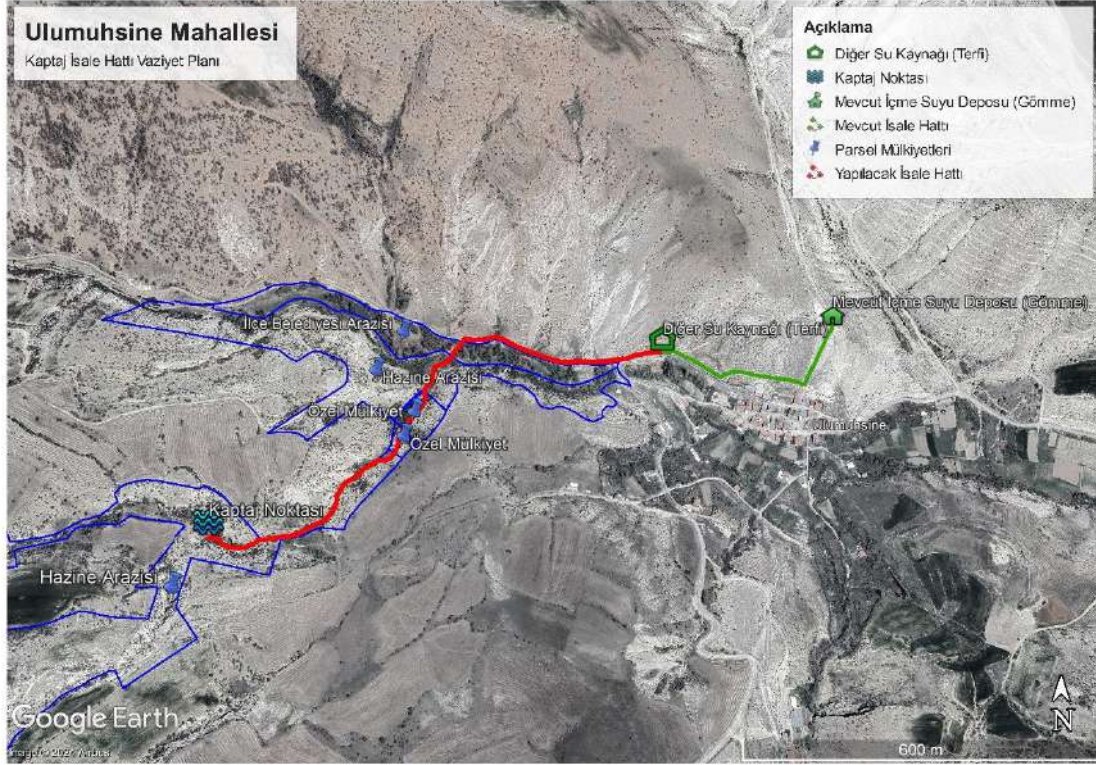
5.6.2. İsale Hattının Projelendirilmesi

Yüze çıkış anından itibaren herhangi bir çevresel etmene maruz kalmadan kaptaj yapısı haznesine alınan suyun, planlanan nihai noktaya da aynı şekilde (mahallenin içme suyu deposu) ulaştırılması amacıyla borulu kapalı sistem isale hattı projelendirilmiştir. İsale hattı projesi kapsamında; kaptaj yapısı ve mahalle deposu arasındaki en uygun güzergâh, jeolojik yapı, kadastral mülkiyet durumları, arazi kotları vb. etmenler dikkate alınarak seçilmiştir. Daha sonra seçilen bu güzergâh için hidrolik hesaplamalar yapılarak en uygun malzeme ve çapta isale hattı borusu seçilmiştir.

5.6.2.1. Güzergâh Seçimi

İsale hatlarında en ekonomik çözüm olarak her zaman suyun cazibeli olarak (yer çekimi etkisiyle – kendiliğinden) istenilen noktaya ulaştırılması istenir. Bu sebeple isale hattı güzergahı, kaptaj yapısından itibaren arazi zemin kotlarının azalarak seyrettiği noktalardan geçecek şekilde planlanmıştır. Buna ek olarak jeofizik çalışmalar kapsamında elde edilen ve boru döşenmesi için en ekonomik jeolojik yapının bulunduğu alanlar göz önünde bulundurulmuştur. Son olarak elde edilen yaklaşık güzergahın mülkiyet durumları da kontrol edilerek; kadastral olarak tahsis/devir/kamulaştırma

işlemlerinin en hızlı ve kolay şekilde ilerletilebileceği, kadastro yolu, devlet parselleri vb. arazilerden geçiş yapılacak şekilde isale hattı güzergahı seçilmiştir.



Şekil 5.21. Seçilen İsale Hattı Güzergahı ve Arazi Nitelik-Mülkiyet Durumları

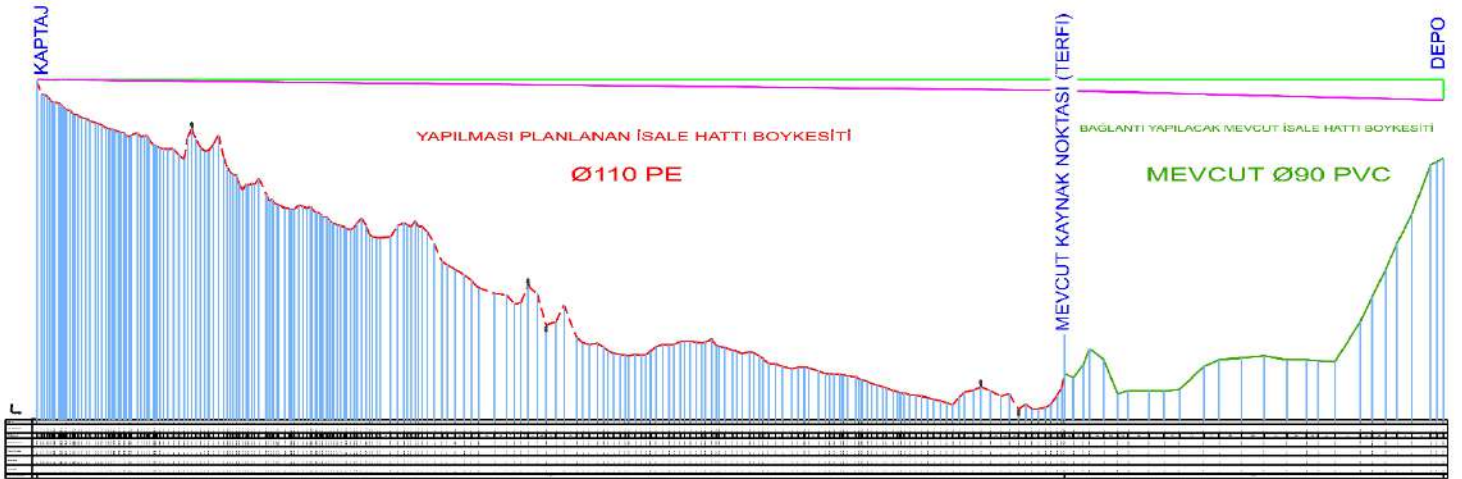
5.6.2.2. Hidrolik Hesaplamalar

İstenilen debinin istenilen noktaya ve istenilen basınçta iletilebilmesi için yapım aşaması öncesinde isale hattının hesap ve tahkiklerinin yapılarak şematik profillerinin hazırlanması gerekir. Bu amaçla öncelikle seçilen isale hattı güzergahı üzerindeki some noktaları ve bu noktaların arazi zemin kotları belirlenmiştir. Daha sonra proje kapsamında belirlenen debi değerinin farklı iterasyonlarla (boru malzemesi ve çapı) başlangıç noktasından (kaptaj yapısı) itibaren piyezometrik kotları, hidrolik yük kaybı formülleri ile hesaplanarak suyun boru içindeki her noktadaki statik ve işletme basınçları hesaplanmıştır.

Cazibeli isale hatlarında boru içindeki suyun akış hızının 0,5 ila 1,5 m/s olması istenir. Bu hız aralığı ve isale hattı güzergahındaki hesaplanan statik basınç değerlerine göre en uygun iterasyondaki boru malzemesi, çap ve basınç dayanımı belirlenmiş ve buna istinaden isale hattının şematik profilleri hazırlanmıştır.

Çizelge 5.22. Projelendirilen İsale Hattı Hidrolik Hesap Tablosu

| HİDROLİK HESAP TABLOSU | | | | | | | | | | |
|------------------------|--------|--------|------------|-------------|-----------|-------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-------------------|
| | Baş No | Son No | Debi (L/s) | İç Çap (mm) | Hız (m/s) | Uzunluk (m) | Birim Yük Kaybı (m/m) | Sürekli Yük Kaybı (m) | Toplam Yük Kaybı (m) | Boru Çapı / Cinsi |
| 1 | KAPTAJ | TERFI | 3 | 96,8 | 0,41 | 1142 | 0,001886 | 2,15 | 2,48 | Ø 110 PE 10 ATÜ |
| 2 | TERFI | DEPO | 3 | 81,4 | 0,58 | 421 | 0,004336 | 1,83 | 2,1 | Ø 90 PVC 10 ATÜ |



Şekil 5.22. Projelendirilen İsale Hattı Şematik Boykesiti

5.6.2.3. Nihai Proje

Yapılan çalışmalar ve hesaplamalar neticesinde karar verilen isale hattı projesinde;

- Planlanan kaptaj yapısından çıkış ve isale hattı boru çapı/cinsi olarak Ø 110 PE(Polietilen) boru seçilmiştir.
- Yaklaşık 1142 m uzunluğundaki bu planlanan isale hattı sonunda, mevcutta kullanılan kaynağın terfi binası önündeki mevcut Ø 90 PVC isale hattına bağlantı yapılacaktır.
- İhtiyaç hesabında ve su kaynağının debi ölçüm verileriyle örtüşecek şekilde isale hattı tasarım debisi 3 L/s olarak seçilmiş ve oluşturulan iletim hattının bu debiyi cazibeli olarak depoya iletebildiği hesaplanmıştır.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Kaptaj yapılarının projelendirme sürecinde; çeşitli kaynaklar ve bugüne kadar yapılmış çalışmalar incelendiğinde, literatürde kaptaj yapısının ve ilgili unsurlarının optimum tasarım sürecinin nasıl planlanması gerektiği ile ilgili net bilgiler bulunmadığı anlaşılmıştır. Bu sebeple konu ile ilgili bir yol haritası oluşturmak adına; Konya İli Selçuklu İlçesi Ulumuhsine Mahallesiinde bulunan yüzeysel bir su kaynağı üzerinde bazı arazi ve araştırma çalışmaları yapılmış, elde edilen verilerin bu tasarım sürecindeki kullanılabilirliği ve gerekliliği ortaya konulmuştur.

Bu bağlamda tez kapsamında yapılan bu detaylı çalışmalar sonucunda elde edilen verilen bazıları kaptaj ve isale hattı projelendirme sürecinde kullanılmış, bazıları ise yeterli bulguya ulaşamadığı için kullanılamamıştır.

İlk olarak; yerleşkenin mevcut durumunun ve su ihtiyacının ortaya konulması için yapılan hesaplamalar, başlangıç aşaması için büyük önem arz etmektedir. Bu sebeple içme suyu temini planlama ve projelendirme sürecinde öncelikle ilgili yerleşim yerinin halihazırdaki içme suyu altyapısının durumunun ve gelecekteki içme suyu ihtiyacının, belirlenerek projelendirme sürecine devam edilmesi uygun olacaktır.

Daha sonra, su temininde kullanılması planlanan söz konusu su kaynağı üzerinde yapılan debi ölçüm ve su kalite analizlerinin sonuçlarına göre, kaynak suyunun yeterliliği ve içme suyunda kullanılabilirlik durumu hakkında önemli veriler elde edilmiştir. Bu doğrultuda ortaya çıkan sonuç verileri ışığında, su kaynağı üzerinde yapılacak çalışmaların gerekli rantabilite şartlarını sağladığı belirlenmiştir.

Devam eden süreçte, çeşitli kaynaklardan çalışma alanının ilgili meteorolojik ve hidrolojik veri kayıtları temin edilmiş, bu veriler irdelenerek yakın bölgelerin verileriyle karşılaştırılmıştır. Bu sayede çalışma alanında havza bazında yaşanan bir farklılık veya anormallik olup olmadığı yorumlanmıştır. Bu doğrultuda, çalışmalara engel teşkil edebilecek herhangi bir durumun bulunmadığı anlaşılmıştır.

Bir sonraki aşamada; arazideki ve su kaynağı bölgesindeki zemin yapısının özelliklerinin belirlenmesi adına yapılan jeofizik ve jeolojik çalışmalar sonucunda çeşitli veriler elde edilmiştir. Yapılan bu çalışmalar ile öncelikle kaynak suyunun özellikle yer altındaki hareketinin saptanması amaçlanmıştır. Ancak elde edilen veriler ile kaynak bölgesindeki yer altı suyu durumunu ortaya koymak için yeterli bulguya ulaşamamıştır. Ancak alandaki zemin özelliklerinin elde edilmesiyle, kazı çalışmalarına yön verecek

şekilde projelendirme sürecinde en uygun isale hattı güzergâh seçimi yapılarak, yapım çalışmalarında yaşanabilecek olumsuz durumların önüne geçilmesi sağlanmıştır.

Son olarak, projelendirme sürecinde altlık teşkil edecek haritalandırma işlemlerinin, özellikle bu çalışmada olduğu gibi zorlu coğrafyalarda insansız hava araçlarıyla yapılması proje sürecini yüksek ölçüde hızlandırmış ve kolaylaştırmıştır. Buna ek olarak elde edilen harita altlıklarının yüksek kalitede ve hassasiyette olması, ortaya çıkarılacak nihai projelerin doğruluğunu kayda değer şekilde artırmıştır.

Bu sonuçlar göz önüne alındığında bu tür su kaynakları üzerinde yapılacak kaptaj yapısı ve isale hattı tasarım-projelendirme sürecinde; işin kapsamı, su kaynağının türü ve debisi, arazi şartları vb. unsurlar değerlendirilerek bu çalışmada yapıldığı şekilde benzer bir yol haritası izlenebileceği kanaatine varılmıştır.

7. KAYNAKLAR

- Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. (2018). *Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği*.
- Allahyonesi, H., Omid, M. H., & Haghiabi, A. H. (2008). A Study of the Effects of the Longitudinal Arrangement Sediment Behavior Near Intake Structures. *Journal of Hydraulic Research*, 46(6), 814-819.
<https://doi.org/10.1080/00221686.2008.9521925>
- Ansal, A., Springman, S., Studer, J., Demirbaş, E., Önalp, A., Erdik, M., Giardini D, Şeşetyan, K., Demircioğlu, M., & Akman, H. (2003). Beşinci Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı. *Konferans kitapçığı*.
- Apaydın, A. (2019). Vadi Alüvyonlarında İnşa Edilecek Yeraltı Barajlarında Su Alma ve İşletme Seçeneklerinin Bir Analizi. *DSİ Teknik Bülteni*, 0(131), 21-33.
<http://search/yayin/detay/360252>
- Ateş, O. (2019). *Betonarme Su Biriktirme Haznelerinin Tasarımı*.
https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=dHxJimc6iI3EsYHMOv3Pw&no=6_gBCO3NxeKpWzJ9W8zb_w
- Aytun, A. (2001). Olası Deprem Hasarını En Aza İndirmek Amacıyla Yapıların Doğal Salınım Periyotlarının Yerin Baskın Periyodundan Uzak Kılınması. *Uşak İli ve Dolayı (Frigya) Depremleri Jeofizik Toplantısı*, 73-82.
- Bailey, A. D. (1974). Refraction seismic on advancing tool. *The Mines Magazine*, 64(1), 1-11.
- Barber, C., Otto, C. J., Bates, L. E., & Taylor, K. J. (1996). Evaluation of the relationship between land-use changes and ground water quality in a water-supply catchment, using gis technology: The gwelup wellfield, Western Australia. *Hydrogeology Journal*, 4(1), 6-19.
<https://doi.org/10.1007/S100400050078/METRICS>
- Bard, P.-Y. (1999). Microtremor measurements: a tool for site effect estimation. *The effects of surface geology on seismic motion*, 3, 1251-1279.
- Bay, M. E. (2006). *İçme Suyu Proje El Kitabı*.
- Bektaş, H. O. (2021). In Search of a Forgotten Water Source: Kırkgöz Catchment. *Journal of Ankara Studies*, 9(2), 423-436. <https://doi.org/10.5505/jas.2021.20591>
- Berra, E. F., & Peppia, M. V. (2020). Advances and challenges of UAV SFM MVS photogrammetry and remote sensing: Short review. *2020 iee latin american grss & isprs remote sensing conference (lagirs)*, 533-538.
- Cao, M., Li, S., Jia, W., Li, S., & Liu, X. (2017). Robust bundle adjustment for large-scale structure from motion. *Multimedia Tools and Applications*, 76, 21843-21867.

- Chen, Z., Ettema, R., & Lai, Y. G. (2002). Ice - Basin Experiments and Computational Modeling of Frazil Ice Ingestion by Submerged Water Intakes. İçinde *ProQuest Dissertations and Theses*. <https://www.proquest.com/dissertations-theses/ice-basin-experiments-computational-modeling/docview/305585029/se-2?accountid=159111>
- Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü. (2017). *Konya Kapalı Havzası Master Planı*.
- Dixon, D. A., & Graham, J. (1995). Towards an Understanding of Water Structure and Water Movement Through Dense Clays. İçinde *ProQuest Dissertations and Theses*. <https://www.proquest.com/dissertations-theses/towards-understanding-water-structure-movement/docview/304242821/se-2?accountid=159111>
- Doble, R. C., & Crosbie, R. S. (2017). Current and emerging methods for catchment-scale modelling of recharge and evapotranspiration from shallow groundwater. *Hydrogeology journal*, 25(1), 3.
- Doğdu, M. Ş., & Akdeniz, U. (2018). Kaynak Koruma Alanlarının Belirlenmesi: Suçıktı Kaynağı (Dursunbey-Balıkesir) Örneği. 2. *Uluslararası Bilim ve Eğitim Kongresi*. <https://docs.kesifaraci.com/ed/pdf.jsp?param=NFGAEsl4O/bNUHSPEl73a6IQth1xKyDMSHk3W%20IPd6OvkqYBSZS13YkCBjnrPRTzf7b3ZRG1/NqwrZdZHgIxIjgOIIKFKcq4A75NiPfh400=>
- Eidinger, J. M. (2012). Performance of Water Systems during the Maule Mw 8.8 Earthquake of 27 February 2010. *Earthquake Spectra*, 28(1_suppl1), 605-620. <https://doi.org/10.1193/1.4000038>
- Ercan, A. (2001). Yer Araştırma Yöntemleri; Bilgiler Kurallar. *TMMOB Jeofizik Müh. Odası Yayını*.
- Ertaş, M. C. (2014). *Dağlık Frat havzasında ensemble tahmin sistemine dayal hidrolojik modelleme*. Anadolu University (Turkey).
- Eskicioğlu, F., Bilgiç, E., & Gündüz, O. (2017). İzmir İçme Suyu Sistemi İçin "CARVER" Yöntemi ile Risk Analizi. İçinde *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*. <https://doi.org/10.5505/TurkHijyen.2017.65768>
- Gebere, A., Kawo, N. S., Karuppattan, S., Hordofa, A. T., & Paron, P. (2021). Numerical modeling of groundwater flow system in the Modjo River catchment, Central Ethiopia. *Modeling Earth Systems and Environment*, 7(4), 2501-2515. <https://doi.org/10.1007/S40808-020-01040-0/METRICS>
- Gondwe, B. R. N., Lerer, S., Stisen, S., Marín, L., Rebolledo-Vieyra, M., Merediz-Alonso, G., & Bauer-Gottwein, P. (2010). Hydrogeology of the south-eastern Yucatan Peninsula: New insights from water level measurements, geochemistry, geophysics and remote sensing. *Journal of Hydrology*, 389(1-2), 1-17. <https://doi.org/10.1016/J.JHYDROL.2010.04.044>

- Göğüş, M., Köken, M., & Baykara, A. (2013). *Su Alma Yapılarında Girdap Oluşumu ve Önlenmesi için gerekli düzeneklerin belirlenmesi*.
<https://search.trdizin.gov.tr/yayin/detay/612795>
- Göğüş, M., Köken, M., Yılmaz, K., & Melek, A. B. (2017). *Tirol Tipi Su Alma Yapılarında İletim Hattına En Az Katı Madde Yönlendirecek Düzenlemelerin Araştırılması*. <https://search.trdizin.gov.tr/yayin/detay/619305>
- Gürsoy, G., & Yerli, H. R. (2016). *Denizden Su Alma Yapısı ve Binası Performans Analizi ve Güçlendirilmesi*. <https://doi.org/10.21605/cukurovaummfd.317847>
- Haggard, B. E., Scott, J. T., & Patterson, S. (2012). Sediment Phosphorus Flux in an Oklahoma Reservoir Suggests Reconsideration of Watershed Management Planning. *Lake and Reservoir Management*, 28(1), 59-69.
<https://doi.org/10.1080/07438141.2012.659376>
- Han, Y. X. (韩秀燕), & Yang, K. (杨开). (2006). Research on the Methods of Formulating Quota of Urban Water Intake in Wuhan. İçinde *PQDT - Global*.
<https://www.proquest.com/dissertations-theses/research-on-methods-formulating-quota-urban-water/docview/1026907266/se-2?accountid=159111>
- Hazar, O. (2020). *Design of Coanda Intakes for Optimum Sediment Release Efficiencies and Water Capture Performances*.
https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=O9YetH8BiVVrcClr_kyHBg&no=Nf-NxIb473t5O0VabDe_iQ
- Hibi, A., Gouaidia, L., & Guefaifia, O. (2021). Investigation of Groundwater Potential Using Remote Sensing and Hydro-geophysical Techniques: A Case Study of the Telidjene Basin (Eastern Algeria). *Environmental Research, Engineering and Management*, 77(4), 99-121. <https://doi.org/10.5755/J01.EREM.77.4.29560>
- Jiang, S., Jiang, C., & Jiang, W. (2020). Efficient structure from motion for large-scale UAV images: A review and a comparison of SfM tools. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 167, 230-251.
- Jimoh, M. O., Opawale, G. T., Ejepu, J. S., Abdullahi, S., & Agbasi, O. E. (2023). Investigation of Groundwater Potential Using Geological, Hydrogeological and Geophysical Methods in Federal University of Technology, Minna, Bosso Campus, North Central, Nigeria. *HydroResearch*, 6, 255-268.
<https://doi.org/10.1016/J.HYDRES.2023.09.002>
- Kalkani, E. C. (1992). Stress Analysis of the Concrete Housing of a Water Intake Structure. *Computers & Structures*, 45(5), 1079-1088.
[https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0045-7949\(92\)90063-6](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0045-7949(92)90063-6)
- Karakaya, D., & Toprak, Z. F. (2018). İçme Suyu Şebekelerindeki Su Kayıplarının ZFT Algoritması Kullanılarak Sınıflandırılması. *Journal*, 3(2), 22-30.
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/su/issue/39336/448621>

- Katz, L. J. (1976). Microtremor analysis of local geological conditions. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 66(1), 45-60.
- Kaya, N., Tunc, M., & Evranos, O. B. (2021). Investigation of Vortex Formation in Water Intake Structures by Computational Fluid Dynamics. *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Civil Engineering*, 1-14. <https://doi.org/10.1007/s40996-021-00781-x>
- Keçeli, A. (1990). Sismik Yöntemlerle Müsaade Edilebilir Dinamik Zemin Taşıma Kapasitesi ve Oturmasının Saptanması. *Jeofizik Dergisi*, 55-91.
- Khan, U., Faheem, H., Jiang, Z., Wajid, M., Younas, M., & Zhang, B. (2021). Integrating a GIS-Based Multi-Influence Factors Model with Hydro-Geophysical Exploration for Groundwater Potential and Hydrogeological Assessment: A Case Study in the Karak Watershed, Northern Pakistan. *Water* 2021, Vol. 13, Page 1255, 13(9), 1255. <https://doi.org/10.3390/W13091255>
- Kızılmaz, Y. (2020). *Losses and Leakages in Drinking Water Distribution Systems*. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=8cZz1ZOOOnHTWtWtOSsl7Ew&no=jdmxM0bcKaBkL42hgGNmuw>
- Koç, C. (2018). Entegre Havza Yönetiminde Su Kaynaklarını Modern Yöntemler ile Ölçme, İzleme ve Değerlendirme Olanaklarının Araştırılması. *Journal*, 14, 222-227. <https://doi.org/10.31590/ejosat.358213>
- KOSKİ Coğrafi Bilgi Sistemi. (t.y.).cbs.koski.gov.tr
- Kurtuluş, C. (2021). *Su Mirası Bağlamında Kaynak (Membra) Sularının Mekânsal Planlama Kapsamında Değerlendirilmesi, İstanbul Örneği*. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=ulTpetol04fPUUwPc_1igA&no=KYdar4Lt1oMPmnl1WF9NTw
- Lefrançois, A. (2013). *Évaluation De La Sécurité Sismique Des Prises D'eau En Béton*. <https://publications.polymtl.ca/1305/>
- Lefrançois, A., Léger, P., & Bouaanani, N. (2014). Finite Element Seismic Safety Assessment of Water Intake Structures. *Finite Elements in Analysis & Design*, 83, 1-9. <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edselp&AN=S0168874X13002230&site=eds-live&authtype=ip,uid>
- Leonards, G. A. (1962). *Foundation Engineering*. Mc Graw Hill Book Comp.
- Lin, T.-F., Watson, S., Suffet, I. H. (Mel), & M. Dietrich, A. (2019). *Taste and Odour in Source and Drinking Water : Causes, Controls, and Consequences*. IWA Publishing. <http://ebookcentral.proquest.com/lib/erbakantr/detail.action?docID=5888218>
- Lipin, A. (2022). Regulation of Telescopic Water Intake Operations. *Slovak Journal of Civil Engineering*, 30(3), 27-32. <https://doi.org/10.2478/sjce-2022-0018>

- Maraş, C. (2017). *Tirol Ve Coanda Tipi Su Alma Yapılarının Tasarımı ve İlbank A.Ş. Projelerinde Uygulanması*. İller Bankası Anonim Şirketi.
- Marker, B. R. (2007). Contaminants in the Subsurface: Source Zone Assessment and Remediation, National Research Council. The National Academies Press, Washington, D.C., 2005. ISBN 0 309 09447 X, xii + 358 pp. *Land Degradation & Development*, 18(4), 471-472. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/ldr.788>
- McLachlan, P. J., Chambers, J. E., Uhlemann, S. S., & Binley, A. (2017). Geophysical characterisation of the groundwater–surface water interface. *Advances in Water Resources*, 109, 302-319. <https://doi.org/10.1016/J.ADVWATRES.2017.09.016>
- Medicine, I. of, Policy, B. on H. S., Roundtable on Environmental Health Sciences and Medicine, R., Coussens, C. M., Groat, C., Falk, H., & Reiter, L. (2004). *From Source Water to Drinking Water : Workshop Summary*. National Academies Press. <http://ebookcentral.proquest.com/lib/erbakantr/detail.action?docID=3377818>
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü. (t.y.). www.mgm.gov.tr
- Nakamura, Y. (1989). A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremor on the ground surface. *Railway Technical Research Institute, Quarterly Reports*, 30(1).
- Owen, R., & Dahlin, T. (2005). *Alluvial aquifers at geological boundaries: geophysical investigations and groundwater resources* (ss. 233-246). Balkema. <https://portal.research.lu.se/en/publications/alluvial-aquifers-at-geological-boundaries-geophysical-investigat>
- Özaydın, K. (1982). Zemin Dinamiği. *Deprem Mühendisliği Türk Milli Komitesi Yayınları*.
- Sandberg, S. K., Slater, L. D., & Versteeg, R. (2002). An integrated geophysical investigation of the hydrogeology of an anisotropic unconfined aquifer. *Journal of Hydrology*, 267(3-4), 227-243. [https://doi.org/10.1016/S0022-1694\(02\)00153-1](https://doi.org/10.1016/S0022-1694(02)00153-1)
- Seibert, J., & Vis, M. J. P. (2012). Teaching hydrological modeling with a user-friendly catchment-runoff-model software package. *Hydrology and Earth System Sciences*, 16(9), 3315-3325. <https://doi.org/10.5194/HESS-16-3315-2012>
- Shamsutdinov, R., Trotsenko, I., Korchevskaya, Y., & Nazarkin, E. (2021). On The Use Of a Beam Infiltration Water Intake Structure For Water Supply Purposes. *E3S Web of Conferences*, 273. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202127304013>
- Sowers, G. B., & Sowers, G. F. (1979). *Introductory soil mechanics and foundations* (C. 72, Sayı 5). LWW.
- Sun, L., & Mao, X. Z. (2011). Numerical Analysis of Water Quality Impact of Water Intake on Dongjiang Caused by Dongguan Canal Drainage. İçinde *PQDT - Global*.

<https://www.proquest.com/dissertations-theses/numerical-analysis-water-quality-impact-intake-on/docview/1873882946/se-2?accountid=159111>

- Şekercioğlu, E. (2007). *Yapıların Projelendirilmesinde Mühendislik Jeolojisi*.
- Taga, N. (1993). Measurement of microtremors in Earthquake Ground motion and Ground Condition. *Architectural Ins. of Japan*.
- Türkiye İstatistik Kurumu. (t.y.). www.tuik.gov.tr
- Urishev, A. (2021). Current Use of Water Intake Structures of Reservoirs. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1030(1).
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/1030/1/012119>
- Usta, S., Kocaoğlu, M., & Akman, E. (2018). 6360 Sayılı Kanun'un Büyükşehir Belediye Sistemine Etkileri: Konya Büyükşehir Belediyesi Örneği. *Journal*, 217-249. <https://doi.org/10.30626/tesamakademi.419253>
- Van Der Velde, Y., De Rooij, G. H., & Torfs, P. J. J. F. (2009). Catchment-scale non-linear groundwater-surface water interactions in densely drained lowland catchments. *Hydrology and Earth System Sciences*, 13(10), 1867-1885.
<https://doi.org/10.5194/HESS-13-1867-2009>
- Volk, E., & Terry, L. (2022). Groundwater Data Assessment in the Southeastern U.S.: A Status Check of Alabama, Mississippi, and Louisiana. İçinde *ProQuest Dissertations and Theses*. <https://www.proquest.com/dissertations-theses/groundwater-data-assessment-southeastern-u-s/docview/2691801182/se-2?accountid=159111>
- Vu, H. M., Shanafield, M., Nhat, T. T., Partington, D., & Batelaan, O. (2020). Mapping catchment-scale unmonitored groundwater abstractions: Approaches based on soft data. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 30, 100695.
<https://doi.org/10.1016/J.EJRH.2020.100695>
- Wang, Y., & VanBriesen, J. (2014). Source Water Quality Assessment and Source Water Characterization for Drinking Water Protection. İçinde *ProQuest Dissertations and Theses*. <https://www.proquest.com/dissertations-theses/source-water-quality-assessment-characterization/docview/1666392660/se-2?accountid=159111>
- Weatherl, R. K., Henao Salgado, M. J., Ramgraber, M., Moeck, C., & Schirmer, M. (2021). Estimating surface runoff and groundwater recharge in an urban catchment using a water balance approach. *Hydrogeology Journal* 2021 29:7, 29(7), 2411-2428. <https://doi.org/10.1007/S10040-021-02385-1>
- Wenninger, J., Uhlenbrook, S., Lorentz, S., & Leibundgut, C. (2008). Identification of runoff generation processes using combined hydrometric, tracer and geophysical methods in a headwater catchment in South Africa / Identification des processus de formation du débit en combinat la méthodes hydrométrique, traceur et

géophysiques dans un bassin versant sud-africain. *Hydrological Sciences Journal*, 53(1), 65-80. <https://doi.org/10.1623/HYSJ.53.1.65>

Winter, T. C. (2000). *Ground water and surface water: a single resource*. Diane Publishing.

