

**KAYSERİ KENTİ İÇME SUYU HAVZASINDA
YERALTISUYU KİRLİLİĞİNİN İNCELENMESİ**

Erol AYKAR

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
2009**

CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KAYSERİ KENTİ İÇME SUYU HAVZASINDA YERALTISUYU
KİRLİLİĞİNİN İNCELENMESİ

Erol AYKAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Mustafa DEĞİRMENCİ

SİVAS
2009

Bu alışma Cumhuriyet Üniversitesi Fen/Sağlık Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanmış ve jürimiz tarafından, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Mehmet EKMEKÇİ
Üye : Prof. Dr. Fikret KAÇAROĞLU
Üye (Danışman) : Prof. Dr. Mustafa DEĞİRMENCİ

ONAY

Bu tez çalışması, 09/12/2009 tarihinde Enstitü Yönetim Kurulu tarafından belirlenen ve yukarıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Sezai ELAĞÖZ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜ MÜDÜRÜ

Bu tez Cumhuriyet Üniversitesi Senatosu'nun 24.09.2008 tarihli ve 009 sayılı toplantısında kabul edilen Fen/Sağlık Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Tez Yazım Kılavuzu adlı yönergeye göre hazırlanmıştır.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

| | <u>Sayfa No</u> |
|--|-----------------|
| ÖZET..... | ii |
| ABSTRACT | iii |
| TEŞEKKÜR..... | iv |
| ŞEKİLLER DİZİNİ..... | v |
| ÇİZELGELER DİZİNİ..... | vi |
| EKLER DİZİNİ..... | vii |
| 1. GİRİŞ..... | 1 |
| 1.1. Amaç ve Kapsam..... | 1 |
| 1.2. Çalışmanın Önemi..... | 2 |
| 1.3. Çalışma ve Değerlendirme Yöntemleri..... | 3 |
| 1.3.1. Bölgede Daha Önce Yapılan Çalışmalar..... | 3 |
| 1.3.2. Arazi Çalışmaları..... | 6 |
| 1.3.3. Laboratuvar Çalışmaları..... | 6 |
| 1.4. Çalışma Alanının Tanıtılması..... | 6 |
| 1.4.1. Çalışma Alanının Yeri..... | 6 |
| 1.4.2. İklim ve Hava..... | 7 |
| 2. JEOLojİ..... | 10 |
| 2.1. Genel Jeoloji..... | 11 |
| 2.2. Erciyes Dağı Oluşumu ve Özellikleri..... | 11 |
| 3. HİDROLOJİ..... | 16 |
| 3.1. Yağış Verileri ve Analizi..... | 16 |
| 3.2. Akarsular, Akım Verileri ve Analizi..... | 19 |
| 4. HİDROJEOLojİ..... | 21 |
| 4.1. Litolojik Birimlerin Hidrojeolojik Özellikleri..... | 21 |
| 4.2. Kaynaklar..... | 22 |
| 4.3. Kuyular..... | 25 |
| 5. ARAZİ ÇALIŞMALARI..... | 27 |
| 5.1. Yerde Ölçülen Parametrelere İlişkin Bulgular ve Değerlendirmeler..... | 27 |
| 5.2. Su Kimyası Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi..... | 36 |
| 5.3. Kirlenici Parametreler ve Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi | 45 |
| 6. KAYSERİ KENTİ İÇME SUYU AKİFERLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ | 53 |
| 7. SU KİRLİLİĞİ GENEL DEĞERLENDİRMESİ VE KORUMA ALANLARI.... | 57 |
| 7.1. Su Kirliliği..... | 57 |
| 7.2. Koruma Alanları..... | 59 |
| 7.2.1. Kuyubaşı / Kaynakbaşı Koruma..... | 59 |
| 7.2.2. Yeraltısuyu Haznesine (Akifere) Ait Koruma..... | 60 |
| 8. TARTIŞMA VE SONUÇLAR..... | 63 |
| 9. KAYNAKLAR..... | 68 |
| 10. EKLER | 70 |

ÖZET

KAYSERİ KENTİ İÇME SUYU HAVZASINDA YERALTISUYU KİRLİLİĞİNİN İNCELENMESİ

Erol AYKAR

Yüksek Lisans Tezi, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mustafa DEĞİRMENCİ

2009, 85 sayfa

Kayseri, Türkiye'de içme sularının tamamının yeraltısuyundan (kaynak ve kuyu olarak) karşılandığı örnek kentlerden birisidir. Kayseri kenti 900.000'in üzerindeki nüfusu ile ev ve işyerlerinde musluklarından memba suyu kalitesinde (sertlik 6-12 Fr arasında) su akan, Türkiye'de, belki de dünyadaki tek örnek bir şehir durumundadır. Bu durum, kentin yakın çevresinde çok geniş bir yayılıma sahip olan volkanik kökenli Erciyes Dağı ile ilgilidir. Kentin içme ve kullanma suyu Erciyes dağının ovaya yakın eteğinden tek noktadan çıkan, 150 – 350 L/sn debili bir kaynak suyu ile yine Erciyes'ten beslenen ve kentin üzerinde kurulmuş olduğu ovada açılmış elli dolayında sondaj kuyularından alınan sulardan sağlanmaktadır. Mevcut kaynak ve kuyuların tamamı günümüzde kent yerleşim alanı içerisinde kalmış durumdadır. Günümüzde kentin katı atıkları kent yerleşiminin 15 km kadar dışında düzenli depolama şeklinde toplanırken, altyapı kanalizasyon sistemi de tamamlanmış olup, toplanan atıksular şehrin 10 km kadar batısında kurulmuş “İleri Arıtma” sistemine sahip bir tesiste arıtıldıktan sonra Kızılırmak'a verilmektedir.

Bu çalışma kapsamında, Kayseri içme suyu havzası sınırları içerisinde yer alan yaklaşık 70 adet örnekleme noktasının hidrojeokimyasal özellikleri incelenmiş ve su kalitesi açısından değerlendirilmiştir. Araştırma ile ilgili çalışmalar; arazi ölçümleri, laboratuvar analizleri ve değerlendirmeler şeklinde yürütülmüştür. Bir aylık periyotlarla (Aralık 2008 - Eylül 2009) bir yıl süresince alınan örneklerde fiziksel kimyasal su kalite parametre analizleri gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanındaki sularının köken ve hidrojeokimyasal fasiyes değerlendirmeleri için Schoeller ve Piper diyagramları kullanılmıştır.

Anahtar kelimeler: Yeraltısuyu, Kirlilik, Akifer, Kayseri, İçme suyu Havzası

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE GROUNDWATER POLLUTION IN KAYSERI CITY DRINKING WATER BASIN

Erol AYKAR

Master of Science Thesis, Environmental Engineering Department

Advisor: Prof. Dr. Mustafa DEĞİRMENÇİ

2009, 85 pages

Kayseri City, with a population over 900 000, is one of the few cities in Turkey where the domestic water demand is met entirely by groundwater resources through either springs or boreholes. Probably it is the only city in Turkey, if not in the world where the quality of tap water is as high as commercial mineral waters, with a hardness ranging between 6-12 Fr, owing to the volcanic rocks originated from the Erciyes Volcano, covering large areas around the city. The water for domestic use including drinking and household use is supplied from a spring discharging at rate between 150-350 l/s from a single orifice at the foothill of the Erciyes Mountain, and from about 50 boreholes drilled at the plain on which the Kayseri city is settled. The plain aquifer is also recharged mainly from the volcanic heights that forms the Erciyes Mountain. The area where all of the springs and boreholes supplying water are located is urbanized and therefore under the threat of contamination. Presently, the solid wastes are disposed at a regular landfill site, about 15 km out of the urban area, and the waste water is collected and treated at a high technology plant installed about 10 km to the west of the urban area, before it is discharged into the Kizilirmak river.

Sampling locations (70 locations) within the borders of Kayseri City drinking water basin, hidrogeochemical characteristics are analyzed and their water qualities are evaluated within this study. Studies about the research were conducted by means of ground measurements, laboratory analyses and evaluations.

Physical and chemical water quality analyses are implemented by using samples taken in every month (December 2008– September 2009). Schoeller and Piper diagrams were used for origin and hidrogeochemical facies evaluations of the stations.

Key words: Underground Water , Pollution, Aquifer, Kayseri, Drinking Water Basin

TEŞEKKÜR

Çalışmanın başından beri desteğini esirgemeyen, konu seçimi ve olumlu eleştirileri ile beni en iyi şekilde yönlendiren proje danışmanım Sayın Prof. Dr. Mustafa DEĞİRMENCİ' ye, çalışmanın oluşturulması esnasında yaptığımız arazi çalışmalarında tecrübelerini aktaran değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Eyüp ATMACA'ya, çalışmanın başından sonuna kadar maddi manevi hiçbir desteğini esirgemeyen kıymetli aileme ve yol arkadaşım, sevgili eşim Şule ÖZDEN AYKAR'a sonsuz teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Erol AYKAR

ŞEKİLLER DİZİNİ

| | <u>Sayfa No</u> |
|---|-----------------|
| Şekil 1.4.1.1. Kayseri kenti içme suyu havzası çalışma alanı bulduru haritası..... | 7 |
| Şekil 2.1. Çalışma kapsamında açılan araştırma sondaj kuyularının lokasyon haritası..... | 10 |
| Şekil 2.1.1. Kayseri kenti içme suyu havzası ve dolayının 1/500 000 ölçekli jeoloji haritası..... | 12 |
| Şekil 2.2.1. Erciyes Dağı Zirvesinden Görüntüler..... | 14 |
| Şekil 3.1.1. Kayseri kenti içme suyu havzası ve çevresindeki yağış istasyonları veri uzunluk grafiği..... | 17 |
| Şekil 3.1.2. a. Kayseri ve çevresindeki yağış istasyonlarına ait “yağış-yükselti ilişkisi” | 17 |
| Şekil 3.1.2. b. Kayseri kenti içme suyu havzası içerisindeki yağış istasyonlarına ait “yağış-yükselti ilişkisi” | 18 |
| Şekil 3.1.3. Kayseri kenti içme suyu havzasında alansal ortalama yağışın bulunması..... | 18 |
| Şekil 3.1.4. Kayseri merkez yağış istasyonu yağış verileri yıllık yağıştan birikimli sapma grafiği. | 19 |
| Şekil 3.2.1. Sarımsaklı deresi akım ölçüm noktaları..... | 20 |
| Şekil 4.1.1. Kayseri Beştepeler kaynağı ve yakın çevresindeki araştırma kuyularının kuyu logları blok diyagramı..... | 23 |
| Şekil 4.2.1. Çalışma alanı ve yakın çevresinin üç boyutlu sayısal arazi modeli..... | 24 |
| Şekil 4.3.1. Kayseri kenti içme suyu havzasında yer alan kuyu, kaynak, ve eski çöp deponi alanları bulduru haritası..... | 26 |
| Şekil 5.1.1. Sıcaklık parametresine ilişkin histogram grafikleri | 33 |
| Şekil 5.1.2. Elektriksel İletkenlik (EC_{25} $\mu S/cm$) parametresine ilişkin histogram grafikleri..... | 35 |
| Şekil 5.2.1. Örnekleme noktalarına ait yarı logaritmik (Scheoller) diyagramı..... | 42 |
| Şekil 5.2.2. Örnekleme noktalarına ait üçgen (Piper) diyagramı..... | 44 |
| Şekil 5.3.1. Örnekleme noktalarına ait Cl^- değişim grafiği..... | 45 |
| Şekil 5.3.2. Örnekleme noktalarına ait NO_2 değişim grafiği..... | 49 |
| Şekil 5.3.3. Örnekleme noktalarına ait NO_3 değişim grafiği..... | 50 |
| Şekil 5.3.4. Örnekleme noktalarına ait NH_4 değişim grafiği..... | 50 |
| Şekil 6.1. Bölgeye ait Yeraltısu Seviye Haritası (YASS)..... | 53 |
| Şekil 6.2. Keykubat ve Karpuzatan’da Statik seviye Piezometrik seviye gösteren kuyu logu..... | 56 |
| Şekil 7.1.1. Kayseri kenti içme suyu havzasındaki kentsel yapılaşma, sanayi bölgeleri ve çöp depolama alanlarının dağılımı..... | 58 |
| Şekil 7.2.2.1. Kayseri kenti içme suyu havzası kuyularına ait “vadoz zonun kalınlık haritası”..... | 62 |

ÇİZELGELER DİZİNİ

| | <u>Sayfa No</u> |
|---|-----------------|
| Çizelge 1.4.2.1. Kayseri İl Nüfusunun ilçelere göre dağılımı..... | 9 |
| Çizelge 5.1. Örnekleme noktalarına ait bilgiler..... | 28 |
| Çizelge 5.1.1. Örnekleme noktalarına ait sahada ölçülen istatistiksel değerler.... | 30 |
| Çizelge 5.2.1. Örnekleme noktalarına ait Su Kimyası sonuçlarının istatistiksel değerleri | 38 |
| Çizelge 5.3.1. Örnekleme noktalarına ait Su Kimyası sonuçlarının (Kirletic Parametreler) istatistiksel değerleri..... | 46 |
| Çizelge 5.3.2. Örnekleme noktalarına ait tüm dönemler Oksitlenebilirlik (mg/l O ₂) değerleri..... | 52 |
| Çizelge 6.1 Çalışma alanında yeraltısuyu seviyesi ölçüm noktaları ve yeraltısuyu seviyeleri (YASS)..... | 54 |

EKLER DİZİNİ

| | <u>Sayfa No</u> |
|---|-----------------|
| Ek 1. Kayseri kenti içme suyu havzasında yer alan kuyulara ait kuyu logları ve ilgili kuyuya ait bazı özellikler..... | 70 |
| EK 2. Çalışma kapsamında açılan Karotlu Araştırma Sondaj Kuyuları (Kuyu logları)..... | 76 |

1. GİRİŞ

1.1. Amaç ve Kapsam

Kayseri, Türkiye'de içme ve kullanma sularının tümünün yeraltısularından (kaynak ve kuyu olarak) karşılandığı örnek kentlerden birisidir. Kayseri kenti mevcut durumdaki 900.000'in üzerindeki nüfusu ile ev ve işyerlerinde musluklarından memba suyu kalitesinde (sertlik 6-12 Fr arasında) su akan, Türkiye'de, belki de dünyadaki tek örnek bir şehir durumundadır. Ancak bu miktar ve kalitedeki önemli su kaynağı, kirlenmelere karşı, sahip olduğu büyük önem ölçüsünde ne yazık ki korunamamıştır.

Nüfusun büyümesi, endüstrinin gelişmesi, tarımsal üretimin artması ve hızlı kentleşme sonucu ortaya çıkan çevre kirliliği problemlerinden birisi yeraltısuyu kirliliğidir. Yeraltısuyunun kirlenmesi suyun fiziksel kimyasal ve biyolojik özelliklerinin onun çeşitli alanlardaki kullanımını (içme, kullanma, tarım endüstri vb.) sınırlayıcı veya tamamen yok edici şekilde değişmesidir.

Endüstrileşmiş ülkelerde yeraltısuyu araştırmaları, büyük boyutlarda yeraltısuyu kalitesinin değiştiğini ortaya koymaktadır. Uzun yıllardan beri nehirler ve göl sularının kalitesinin bozulduğu bilinmektedir. Bu problemleri, kirlenme emisyonlarının önlenmesine yönelik etkili kanuni düzenlemeler ile nispeten çözümler getirilmiştir. Dünyanın pek çok yerinde etkili emisyon kontrolü ile yüzey suları kalitesinde önemli iyileşmeler sağlanmıştır. Ne yazık ki, yeraltı suları ile ilgili problemlerin belirlenmesi ve giderilmesi pek çok yönden zordur. Yeraltı sisteminin heterojenitesi sebebiyle yeraltısuyunun kalitesinin bozunmasının tespitinde karşılaşılan zorluklar ve kirliliğin tanımlanması için uzun dönemli çalışmaların gerekmesi gibi güçlükler vardır (Goldman et al.,1986).

Bu çalışmada öncelikle, kentin içme ve kullanma suyunun alınmakta olduğu akifer sistem veya sistemlerinin özellikleri belirlenmesi, daha sonra bölgedeki akifer sistemlerinin kirlenme açısından mevcut durumu ortaya konulması, bu bilgiler ışığında kent içme suyu havzasında kirlenme riski olan bölgeler belirlenerek gerekli önlemlerin vakit geçirilmeden alınabilmesi sağlanması; akiferlerin kirlenmelere karşı korunmasına yönelik alternatif çözüm önerileri geliştirilmesi ve bölgede KASKİ (Kayseri Büyükşehir Belediyesi Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü) tarafından yeni açılacak içme suyu kuyularının hangi bölgelerde ve nelere dikkat edilerek açılıp işletileceği konusunda önerilerde bulunulması amaçlanmıştır. Bu amaca yönelik olarak, öncelikle havzada araştırma amaçlı 16 adet sondaj kuyusu açılmış olup akifer sistemi hakkında bilgiler toplanmıştır; daha sonra açılmış olan bu araştırma sondaj kuyularından ve KASKİ'nin mevcut durumda kullanmakta olduğu içme suyu sondaj kuyuları ve kaynaklarından periyodik olarak su örnekleri alınıp arazide yerinde

ölçümler yapılmış alınan su örnekleri üzerinde laboratuvar ortamında kimyasal ve biyolojik analizler yapıp sonuçları su kirliliği ve kalitesi açısından değerlendirilmiştir.

1.2. Çalışmanın Önemi

Günümüzde Türkiye genelinde toplam nüfusun yaklaşık %70 kadarı içme ve kullanma suyunu yeraltı sularından karşılamakta; İstanbul, İzmir ve Ankara gibi büyük kentler ve bazı yerleşim birimleri ise bu ihtiyaçlarını yüzey sularından arıtma yaparak gidermektedirler. Arıtma işleminin maliyeti yüksektir. Öte yandan içme suyu arıtma tesislerinin giriş kısmında yapılmakta olan “ön klorlama” işlemi sonucunda, yüzey sularında bulunma olasılığı yüksek olan “organik maddeler” ile klorun birleşmesi sonucu oluşan klorlu organik bileşikler nedeniyle, bu tesisler yüksek maliyetlerinin yanı sıra kanserojen riski de taşımaktadırlar. Bu nedenle, yüzey sularına oranla kirlenme riski çok daha az olan yeraltısularının kullanılması pek çok yerleşim biriminde en sağlıklı ve en ucuz yolla su sağlanması açısından büyük önem arz etmektedir. Ancak artan nüfus ve sanayileşmeye paralel olarak yeraltısuları sanayi atıkları, altyapı eksikliği, uygun yer seçimi ve gerekli incelemeler yapılmadan belirlenmiş olan özellikle eski çöp deponi alanları ve kontrolsüz ve yoğun yapılaşmalar nedeniyle büyük kirlenme riski altındadır. Vakit geçirilmeden kirlenmelere karşı yeterli koruma önlemleri alınmaması durumunda, yakın gelecekte Kayseri kenti de dâhil olmak üzere Türkiye genelinde pek çok yerleşim birimi bu istenmeyen durumla karşı karşıya kalabilecektir. Çeşitli nedenlerle kirlenmiş bir yeraltısuyunun yeniden temizlenmesi, eski durumuna dönüşmesi çok zor ve çoğu durumda da imkânsızdır. Öte yandan kirlenmeye başlamış bir yeraltısuyunun kirliliği akım hızının çok düşük olması nedeniyle, çok geç fark edilebilmekte ve dolayısıyla da içme suyu sağlanması açısından bu en ucuz ve en önemli su kaynağı tamamen elden çıkmış olabilmektedir. Bu kötü sona ulaşmamak için mevcut yeraltısuyu kaynaklarının korunmasına yönelik çalışmaların vakit geçirilmeden ve ülkenin her bölgesinde ağırlıklı bir şekilde yapılması gerekmektedir. Ancak ülkemizde su (hidrojeoloji) ve çevre konularında en az düzeyde ilgilenilen, üzerinde çalışılan, araştırma ve inceleme yapılan konu "Yeraltısuyu Kirliliği" konusudur (Değirmenci ve dig., 2006).

Çalışma konusu olan Kayseri kenti, Türkiye'de içme sularının tümünün yeraltısuyundan (kaynak ve kuyu olarak) karşılandığı örnek kentlerden birisidir. Kayseri kenti mevcut durumdaki 900.000'in üzerindeki nüfusu ile ev ve işyerlerinde musluklarından memba suyu kalitesinde (sertlik 6-12 Fr arasında) su akan, Türkiye'de, belki de dünyadaki tek örnek bir şehir durumundadır. Bunu, kentin hemen yakınında yer alan çok geniş bir yayılıma sahip olan volkanik kökenli Erciyes Dağı'na borçludur. Kentin içme ve kullanma suyu,

Erciyes dağının ovaya yakın eteğinden tek noktadan çıkan, yaklaşık 300 L/sn debili bir kaynak suyu ile yine Erciyes'ten (aynı bölgeden) beslenen ve kentin üzerinde kurulmuş olduğu ovada açılmış 50 adet kadar sondaj kuyularından alınan suların sağlanmaktadır. Ancak, bu miktar ve kalitedeki önemli su kaynağı, kirlenmelere karşı, sahip olduğu büyük önem ölçüsünde, ne yazık ki korunamamıştır.

Bu çalışma sonucunda, kent içme suyu havzasında kirlenme riski ve potansiyeli olan bölgeler belirlenerek gerekli önlemlerin vakit geçirilmeden alınabilmesi sağlanacak ve dolayısıyla bu önemli su kaynağı kirlenmeden çok uzun yıllar sürekli kullanımı sağlanmış olacak; bölgede KASKİ tarafından yeni açılacak içme suyu kuyularının hangi bölgelerde ve nelere dikkat edilerek açılıp işletileceği konusunda önerilerde bulunulacaktır. Son yıllarda arıtmayı özendirici çalışmaların çoğunluğu veya mevcut yeraltısularının kirlenmiş olması nedeniyle, İller Bankası verilerine göre, içme suyu arıtma tesisi sayısında büyük artışlar gözlenmektedir. Mevcut temiz yeraltısularını kirlenmelere karşı korumak, kirliliği önlemek, her zaman için kirlenmiş suların arıtılmasından çok daha ekonomik, uygulanması kolay ve etkin önlemdir (Değirmenci ve dig., 2006).

1.3. Çalışma ve Değerlendirme Yöntemleri

Bu çalışma; daha önce yapılmış olan araştırmalar ile arazi ve laboratuvar çalışmalarını kapsayan üç kısımdan oluşmaktadır.

1.3.1. Bölgede Daha Önce Yapılan Çalışmalar

Bunlardan en önemlisi ve ilki **DSİ (1969)**'nin, Türkiye genelindeki ovaların büyük bir çoğunluğunda benzer şekilde gerçekleştirdiği 1969 tarihli "Kayseri Sarımsaklı Ovası Planlama Kademesinde Hidrojeolojik Etüt Raporu"dur. Bu çalışmada Sarımsaklı ovası ve ovanın beslenme alanını oluşturan bölgenin genel hidrolojik ve hidrojeolojik özellikleri açıklanmış, Sarımsaklı ovasındaki akiferlerin beslenme – boşalım ilişkileri ile yeraltısuyunun miktar ve kalitesi ortaya konulmuştur.

Bölgede **Kaya (1998)** tarafından yapılan "Hidrojeolojik Etütlerde Kuyu Rasatlarından Faydalanılarak Çekim Miktarının Belirlenmesi" isimli çalışma Kayseri-Sarımsaklı Ovasına uygulanmıştır. Bu çalışmada, bölgedeki kuyu rasatları ile yağışlar arasındaki ilişkiler incelenip, akifere ait boşalım katsayısı ve süzülme katsayısı gibi hidrolik özellikler belirlenerek, akiferin rezervi ve bu rezervin ne kadarının kullanıldığı hakkında bilgi verilmiştir. Sarımsaklı ovasındaki yeraltısuyu seviye gözlem kuyularında (Yeşilmahalle, Mahrumlar, Elagöz kuyuları) ölçülen yeraltısuyu seviye değişimleri ile ovaya düşen yıllık

yağışlar arasında yapılan korelasyonda, uygun bir ilişkinin bulunmadığı ve dolayısıyla Sarımsaklı akiferinin uzun devreli yağışların etkisi ile çalıştığı belirtilmiştir; ovadaki akiferde yapılan süzülme hesabında, süzülme katsayısının % 100'leri aştığı, yağışın tamamen süzülmesi halinde bile mevcut beslenme miktarının olmasının mümkün olmayacağı belirtilmiştir. Bu çalışmada sonuç olarak, Karasazlık bataklığının kuzeyindeki süzülme alanlarından ortalama olarak 79.00 hm³/yıl bir beslenimin olduğu, ovadaki yeraltısuyu seviyesinin güneydeki Karasazlık bataklığı kotunun altına inmemesi için rasatlara dayanan neticelerden 15 yıl sonraki sahasal düşümler hesaplanarak, akiferin tabii olarak kirlenmemesi durumu ortaya çıkarılması gerektiği ve ovadaki mevcut limnigrafli yeraltısuyu seviye gözlem kuyularındaki ölçümlere DSİ'nin mutlaka devam etmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Kılıçdağı ve diğ. (1999) Sivas Bölge Müdürlüğü tarafından yapılan “Kayseri İli Çevre Jeolojisi ve Doğal Kaynakları” isimli çalışmada, bölgede değişik zamanlarda farklı amaçlarla açılmış kamu ve özele ait kuyular derlenip, kuyuların açıldığı anki mevcut bilgileri (derinlik, debi, statik seviye, sıcaklık, pH, EC ve sertlik) çizelgeler halinde sunulmuş; benzer şekilde bölgesel ölçekte geniş bir alandaki kaynakların da bir envanter çalışması yapılmış olup, kaynağın çıktığı birim, debi, sıcaklık, pH, EC ve Sertlik değerleri çizelgeler halinde verilmiştir. Çalışmada, Sarımsaklı barajı ve Sarımsaklı Suyu'nun bölgedeki endüstriyel ve evsel atıklarla kirlendiği, ayrıca Kayseri kenti içinde altyapısı bulunmayan semtlerdeki evsel atıkların yeraltısuyunu kirleterek insan sağlığına zarar verdiği belirtilmektedir. Kayseri ovasında, alüvyon ve diğer birimlerden boşalan kaynakların sıcaklığının 10-22.5 °C, pH 6.5 – 8.0, EC 240-1000 µS/cm, sertliklerinin ise 6.0-171.5 FS arasında değiştiği, benzer şekilde kuyu sularının ise sıcaklıkları 10 – 22 °C, pH 6.8 – 7.9, EC 197 – 1290 µS/cm, sertliklerinin ise 9.5 – 62 FS arasında değiştiği belirtilmiştir. Kayseri ovasında açılan kuyuların çoğunluğunun sulama amaçlı olduğu, içme suyu amaçlı birkaç kuyunun bulunduğu, Kayseri ovasından yaklaşık 2000 – 2500 L/s su çekildiği, önceleri bölgede yeraltısuyu seviyesi 1 metre iken yapılaşma ve kuyulardan çekilen su nedeniyle yeraltı seviyesinin 3 – 20 metre arasında değiştiği belirtilmekte; çalışmada sağlıklı bir çöp depolanmasının yapılabilmesi için kent merkezinin 12 km batısındaki Molu köyünün batısındaki bir bölge yeni çöp depolama alanı için önerilmektedir.

Soylak ve diğ. (1998) tarafından yapılan “Karasu, Sarımsaklı Çayı Ve Kızılırmak'tan Toplanan Dip Çamuru Ve Su Örneklerinin Eser Metal İyonu İçerikleri” isimli çalışmalarında, Sarımsaklı çayı bölgesinden toplanan dip çamuru ve su örneklerinin eser metal kirliliğinin henüz önemli boyutlara ulaşmadığı, ancak önceki çalışmalara göre eser metal derişimlerinde önemli artışlar olduğu belirtilmekte ve bu kirlenmenin önlenmesi için Kayseri evsel

atıkları ve sanayi atıkları için arıtma sisteminin bir an önce hizmete sokulması gerektiği belirtilmektedir.

Ardıçoğlu (1998) “Kayseri yeraltısuyu kirlenme potansiyelinin incelenmesi” konulu çalışmasında, kentin 2025 yılı için su ihtiyacının 169×10^6 m³/yıl olarak tahmin edildiği, bunun 77×10^6 m³/yıl’lık bölümünün yeraltısularından, geriye kalan miktarın ise yüzey suyundan alınarak arıtılıp kullanılacağı, yüzeysel su kaynağı olarak Bahçelik barajından mevcut Sarımsaklı barajına su iletilmesi ve burada arıtma yapılarak şehre iletilmesinin öngörüldüğü belirtilmektedir. Ayrıca, Sarımsaklı ovasında yaklaşık 1996 rakamları ile 235 adet işletme kuyusu bulunduğu, bu kuyulardan elde edilen sular ile ovada tarımsal amaçlı sulama ve endüstrinin ihtiyaçlarının karşılandığı belirtilmekte; yeraltısuyu kirliliği ile ilgili olarak da, Yeşilmahalle, Germiraltı, Beştepeler, Mahrumlar ve Gültepe kaynaklarında TSE de kirlenmeyi belirten maddeler olarak verilen Nitrit, Nitrat, Amonyak ve Organik madde konsantrasyonlarına rastlandığı belirtilmiş, bu kuyularda gözlenen Nitrit ve Nitrat’ın zırai gübre ve ilaçlardan kaynaklanabileceği, Amonyak ve Organik Madde’lerin ise evsel atıklardan, foseptik ve kanalizasyonlardan kaynaklanan kirlenmeleri gösterdiği belirtilmiştir. Ayrıca, Erciyes Üniversitesi tarafından kent merkezi ve civarında yapılan zemin etütlerinde, yeraltısularının yüzeye çok yakın olduğu ve zeminin geçirgen olduğu belirtilmiş, bu özelliklerin zeminin kirlenme potansiyelinin artmasına bir etken olduğu vurgulanmıştır.

Değirmenci ve diğ. (2006) tarafından yapılan “Kayseri Kent İçme Suyu Havzasında Yer alan Eski Çöp Deponi Alanları Sızıntı Sularının Kent İçme Suyu Akiferlerine Olan Etkilerinin Ve Havza Koruma Alanlarının Belirlenmesi”. isimli çalışma günümüzde Kayseri kenti yerleşim alanı içerisinde kalmış olan Beştepeler ve Kumarlı Eski Çöp Depolama Alanları’nın, yine aynı bölgelerde yer alan ve kentin içme ve kullanma suyunun karşılanmakta olduğu akifer sistemlerine olan etkilerini araştırmak, konu ile ilişkili olarak, kent içme suyu havzasındaki akifer sistem veya sistemlerinin beslenme-boşalım ilişkisini ortaya koymak, bu bilgiler ışığında mevcut sistemin kirlenmelere karşı korunmasına yönelik önlemler almak ve KASKİ’ye ek su temini ve mevcut yeraltısuyu işletmesi çalışmalarında anılan konular ile ilişkili önerilerde bulunmaktır. Bu çalışmanın ana konusu olan Kayseri kenti yerleşim alanı içerisindeki Beştepeler ve Kumarlı Eski Çöp Depolama Alanları ve bunların bölgedeki akifer sistemine olan etkileri ile ilgili olarak, günümüze değin yapılmış herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Konu ile ilişkili olabilecek mevcut çalışmalar, çöp deponi alanları ile ilgili olmayıp, bölgesel ölçekte yüzey ve yeraltısularının miktar, kalite ve kirlenme potansiyeli açısından yapılan çalışmalardır.

1.3.2. Arazi Çalışmaları

Arazi çalışmaları kapsamında, Kayseri kenti içme suyu havzasının yeraltı sularındaki kirletici parametreler araştırılıp mevcut akifer sisteminin ortaya konulabilmesi için havzanın önemli noktalarında 16 adet ‘karotlu sondaj tekniği’ ile araştırma gözlem kuyuları açılmış ve düzenli olarak sekiz dönem boyunca (Aralık 2008-Eylül 2009) örnekler alınmıştır.

Seviye ölçümüne uygun olan mevcut kuyularla birlikte yeni açılan tüm kuyularda sekiz ay süreyle, aylık aralıklarla yeraltısuyu seviye ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Yeraltısuyu dinamiğinin ortaya konulmasının yanı sıra, yeraltısuyu kalitesine yönelik yerinde ölçüm ve örnekleme amacıyla sekiz dönem boyunca aylık aralıklarla ve seviye ölçümü ile eş zamanlı olarak yerinde ölçüm ve örnekleme yapılmıştır. Su sıcaklığı, Elektriksel İletkenlik (EC), Toplam Çözünmüş Katılar (TDS), pH, Eh, Tuzluluk, Karbondioksit ve Çözünmüş Oksijen gibi parametrelerin ölçümleri, arazi tipi ölçüm aleti kullanılarak arazide yerinde gerçekleştirilmiştir. Biyolojik analiz, majör iyon ve minör bileşenlerin analizleri için örnekler toplanıp laboratuvar ortamında analizleri yapılmıştır.

Yeraltısuyu seviyesi ile kaliteye ilişkin parametrelerin zamana göre değişimi, akifer sisteminin hidrodinamik yapısı açısından değerlendirilmiştir.

1.3.3. Laboratuvar Çalışmaları

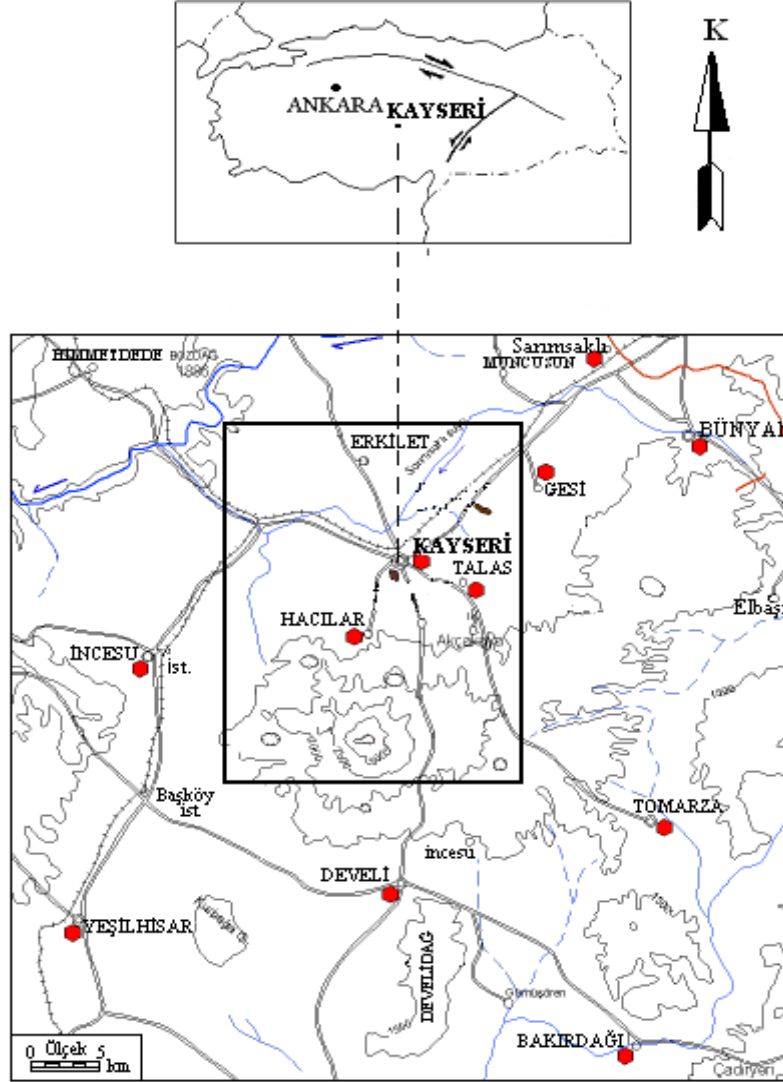
Kimyasal analizler kapsamında Ca, Mg, Na, K, Cl, SO₄, HCO₃, CO₃, F, Br, NH₄, NO₂, NO₃, PO₄, ve ağır metal (Sr, Ni, Fe, Mn, Cu, Pb, Cr, Co, Mn, Rb, Li, Zn) ve diğer iz element analizleri TSE belgeli referans laboratuvar niteliğine sahip Hacettepe Üniversitesi Su Kimyası Laboratuvarı’nda, bakteriyolojik analizler ise KASKİ İçme suyu laboratuvarlarında yapılmıştır. Özellikle Bakteriyolojik analizlerde, su örneklerinin, örnek alımından kısa süre sonra laboratuvara ulaştırılıp analizlerine başlanması gerektiği için bu iki parametrenin analizlerinin çalışma bölgesinde Kayseri’de yapılması tercih edilmiştir.

1.4. Çalışma Alanının Tanıtılması

1.4.1. Çalışma Alanının Yeri

Çalışma alanı, İç Anadolu Bölgesinin en önemli kent merkezlerinden olan Kayseri ili ve yakın çevresini kapsamaktadır. Kayseri, İç Anadolu’nun güney bölümü ile Toros Dağlarının birbirine yaklaştığı bir yerde Orta Kızılırmak bölümünde yer alır. 37 derece 45 dakika ile 38 derece 18 dakika kuzey enlemleri ve 34 derece 56 dakika ile 36 derece 58 dakika doğu boylamları arasında bulunmaktadır. Doğu ve kuzeydoğusu Sivas,

kuzeyi Yozgat, batısı Nevşehir, güneybatısı Niğde, güneyi ise Adana ve Kahramanmaraş İlleri ile çevrilidir. İl yüzölçümü 16.917 km² dir. Çalışma, Kayseri kent merkezinin içme ve kullanma sularının temin edilmekte olduğu kaynak ve kuyu suları ile ilişkili olduğu için, anılan su kaynaklarının içerisinde yer aldığı Kayseri kentinin bulunduğu bölge ile bu su kaynaklarının beslenme alanlarını kapsamaktadır (Şekil 1.4.1.1).



Şekil 1.4.1.1. Kayseri kenti içme suyu havzası çalışma alanı bulduru haritası

1.4.2. İklim ve Hava

Sıcaklık: Kayseri’de karasal iklimi görülür, yazlar sıcak ve kurak, kışlar soğuk ve kar yağışlıdır. Ancak il iklimi yükseltiye göre farklılıklar gösterir. Buna bağlı olarak ilde iklim, çukurda kalan bölgelerde daha yumuşakken, yayarlardan dağlık kesimlere doğru gidildikçe sertleşir. En sıcak günler Temmuz ve Ağustos aylarında olup bazen 38 °C’ye kadar yükselir. Bu ayların ortalama sıcaklığı ise yaklaşık, 23 °C’dir. En soğuk günler ise Aralık, Ocak ve

Şubat aylarında olup, sıcaklığın bazen -36 °C'a kadar düştüğü görülmektedir. Kış ortalaması ise -2 °C ile -6 °C arasındadır. Son altmış yıllık gözlemlere göre merkezde ortalama sıcaklık 10.4 °C'dir (<http://www.kayseri.gov.tr/cografi>).

Buharlaştırma-Terleme ve Nispi nem: Kayseri kent merkezinde 24 yıllık rasat süresi içerisinde, yıllık ortalama buharlaştırma miktarı 1013.9 mm olup, en fazla buharlaşmanın olduğu ay Temmuz ayı olup, 1994 yılı Temmuz ayında 294.7 mm olarak ölçülmüştür.

Yağışlar: Kayseri'nin merkez ilçede yıllık yağış ortalaması, 377 mm.'dir. Kayseri en çok Mart, Nisan ve Mayıs aylarında yağış almaktadır. Yağışın en az olduğu aylar ise Haziran, Temmuz ve Ağustos'tur. Özellikle Nisan ayının ortalarında başlayıp Mayıs ortalarına kadar devam eden "Kırk ikindi" yağmurları, tarım için oldukça önemlidir. Kent merkezinde kar ile örtülü gün sayısı toplam 40 gündür.

Rüzgar: Kayseri'de daha çok karayel etkilidir. Halk arasında buna, "Gömeçyeli" de denir. Bundan başka, günbatısı ve kible rüzgârları da etkilidir. Şehirde, özellikle bahar aylarında esen keşişlemenin hızı zaman zaman 125 kilometreyi aşmaktadır (http://www.kayseriliyim.com/kayseri/genel_bilgi).

Yeşil Alanlar: Kayseri'de ovalar da olduğu gibi, dağ ve tepelik alanlarda da bozkır bitki örtüsü hâkimdir. İlin yüksek kesimlerinde yer yer iyi orman örtüsüne rastlanırsa da, ormanlık alanlar genellikle bozkır bitki örtüsü ve çamlıklar ile kaplıdır. İlin güney kesimindeki Toros Dağlarının yer aldığı bölümünde, karaçam, kızılçam, köknar, ladin, meşe türleri bulunmaktadır. İyi sayılabilecek nitelikteki ormanlar daha ziyade Yahyalı, Develi ve Sarız ilçelerinde yer alır. Dağlar arasındaki çöküntülü havzalar ve ovalarda önceleri bozkır bitki örtüsünün egemen olmasına karşın, bu kesimler daha sonraları büyük ölçüde tarım alanı durumuna getirilmiştir. İlde kişi başına düşen yeşil alan 13,157 m²'dir. (Kayseri İl Çevre Durum Raporu, 2004).

Nüfus: 2008 yılı Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Veri Tabanına göre ilin nüfusu 1.184.386 dır. Nüfusun yüzde 85'i şehirde, yüzde 15'i da kırsal alanda yaşamaktadır. Nüfus yoğunluğu 69kişi/km²'dir. İlin 16 ilçesi bulunmaktadır. İl merkezi büyükşehir statüsünde olup, 23 Temmuz 2004 tarihinde yürürlüğe giren 5216 sayılı Büyükşehir Belediyeleri Kanunu ile Kayseri Büyükşehir Belediyesi'nin sınırları yeniden düzenlenmiştir. Daha önce iki metropol ilçeden oluşan Kayseri Büyükşehir Belediyesi yeni yasa ile beş ilçe (Kocasinan, Melikgazi, Hacılar, İncesu ve Talas) belediyesinden oluşmaktadır (<http://www.kayseri.gov.tr>). Kayseri İl nüfusunun ilçelere göre dağılımı Çizelge 1.4.2.1'de verilmiştir.

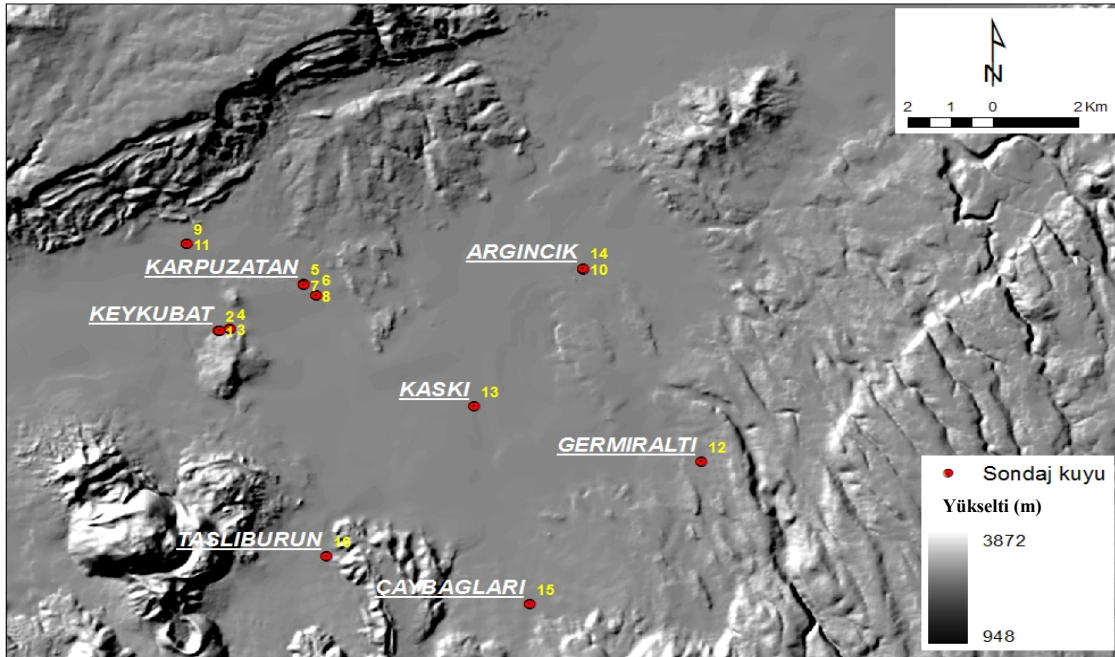
Çizelge 1.4.2.1. Kayseri İl Nüfusunun ilçelere göre dağılımı

| İLÇELER | TOPLAM | ŞEHİR | KÖY |
|---------------|------------------|------------------|----------------|
| KOCASİNAN | 365.153 | 350.698 | 14.455 |
| MALIKGAZİ | 434.980 | 430.421 | 4.559 |
| AKKIŞLA | 9.128 | 2.781 | 6.347 |
| BÜNYAN | 34.819 | 12.705 | 22.114 |
| DEVELİ | 65.452 | 36.072 | 29.380 |
| FELAHİYE | 6.971 | 2.065 | 4.906 |
| HACILAR | 12.723 | 11.756 | 967 |
| İNCESU | 21.433 | 16.690 | 4.743 |
| ÖZVATAN | 5.367 | 3.686 | 1.681 |
| PINARBAŞI | 31.099 | 11.927 | 19.172 |
| SARIOĞLAN | 18.844 | 3.452 | 15.392 |
| SARIZ | 12.697 | 4.466 | 8.231 |
| TALAS | 81.399 | 75.098 | 6.301 |
| TOMARZA | 28.652 | 10.347 | 18.305 |
| YAHYALI | 38.198 | 19.909 | 18.289 |
| YEŞİLHİSAR | 17.471 | 9.376 | 8.095 |
| TOPLAM | 1.184.386 | 1.001.449 | 182.937 |

Atık Su Sistemi-Kanalizasyon ve Arıtma Sistemi: Kayseri ve civarında oluşan atıksuların tamamına yakını KASKİ ana kolektöründe toplanmaktadır. 31.12.2004 tarihli 25.687 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne göre yapılması yasal bir zorunluluk olan arıtma tesisi, 07.08.2003 tarihinden itibaren Kayseri ve civarındaki yerleşim birimlerinin atıksularını kabul etmeye başlamış olup, çevre kirliliğine sebep olmayacak şekilde arıtılarak Kızılırmak'a bağlanan Karasu'ya deşarj etmektedir. Kayseri Merkezi Atıksu Arıtma Tesisinin inşaat işleri ve tüm proses ünitelerinin tam anlamıyla çalışması 20 Şubat 2004 tarihinde tamamlanmıştır. Tesis, 850.000 eşdeğer nüfusa göre tasarlanmış olup günlük yaklaşık olarak 150.000m³ atıksu kabul edilip arıtılmaktadır. (<http://www.kaski.gov.tr/tr/aritma.php>)

2. JEOLJİ

Çalışma alanı, Bölüm 1.4.1 de de belirtildiği üzere KASKİ'nin mevcut durumdaki içme ve kullanma suyu kaynaklarının içerisinde bulunduğu bölge ile (Şekil 4.3.1.) bu kaynakların (kuyu ve kaynak suyu olarak) beslenme alanlarını kapsayan bölge olarak belirlenmiştir (Şekil 1.4.1.1). Çalışma alanında karotlu sondaj tekniği ile gözlem amaçlı açılan 4 adeti Keykubat, 4 adeti Karpuzatan, 2'ser adeti Argıncık, Erkilet Çevre yolu üzeri ve 1'er adeti KASKİ, Germiraltı, Gediris, Taşlıburun (Şekil 2.1) bölgelerinde bulunan araştırma gözlem kuyu logları ve KASKİ'ye ait çok sayıdaki sondaj kuyu logları değerlendirildiğinde; söz konusu bölgenin tamamında sadece iki ayrı birim (alüvyon ve Erciyes Dağı'nın volkanizma ürünü bazalt, andezit ve bunların tüf ve aglomeraları) gözlenmiştir. Yeraltı jeolojisi ve buna bağlı olarak da akifer sistemleri açıklamaya yönelik birbirine çok yakın mesafelerde açılmış araştırma kuyuları ve araştırma kuyularının hemen yakınlarında bulunan KASKİ'ye ait sondaj kuyu logları karşılaştırıldığında dahi birimlerin sürekliliğine rastlanmamıştır (Ek2). Ek 2'de yer alan kuyu logu blok diyagramları incelendiğinde de de görüleceği üzere Karpuzatan ve Keykubat bölgesinde çok kısa mesafeli (10-20 m.) karşılaştırmalarda özellikle araştırma kuyularında karotlu sondaj tekniği kullanıldığından birimlerin tanımlanmasında herhangi bir sorun yaşanmamış ve yer yer benzer litolojiye rastlanmıştır. Ancak KASKİ ye ait sondaj kuyuları açılmasında normal sondaj yöntemi kullanıldığından birimlerin tanımlanmasında hatalar olduğundan, kısa mesafelerde yan yana olan kuyularda dahi benzer birimlere rastlanmamıştır.



Şekil 2.1. Çalışma kapsamında açılan araştırma sondaj kuyularının lokasyon haritası

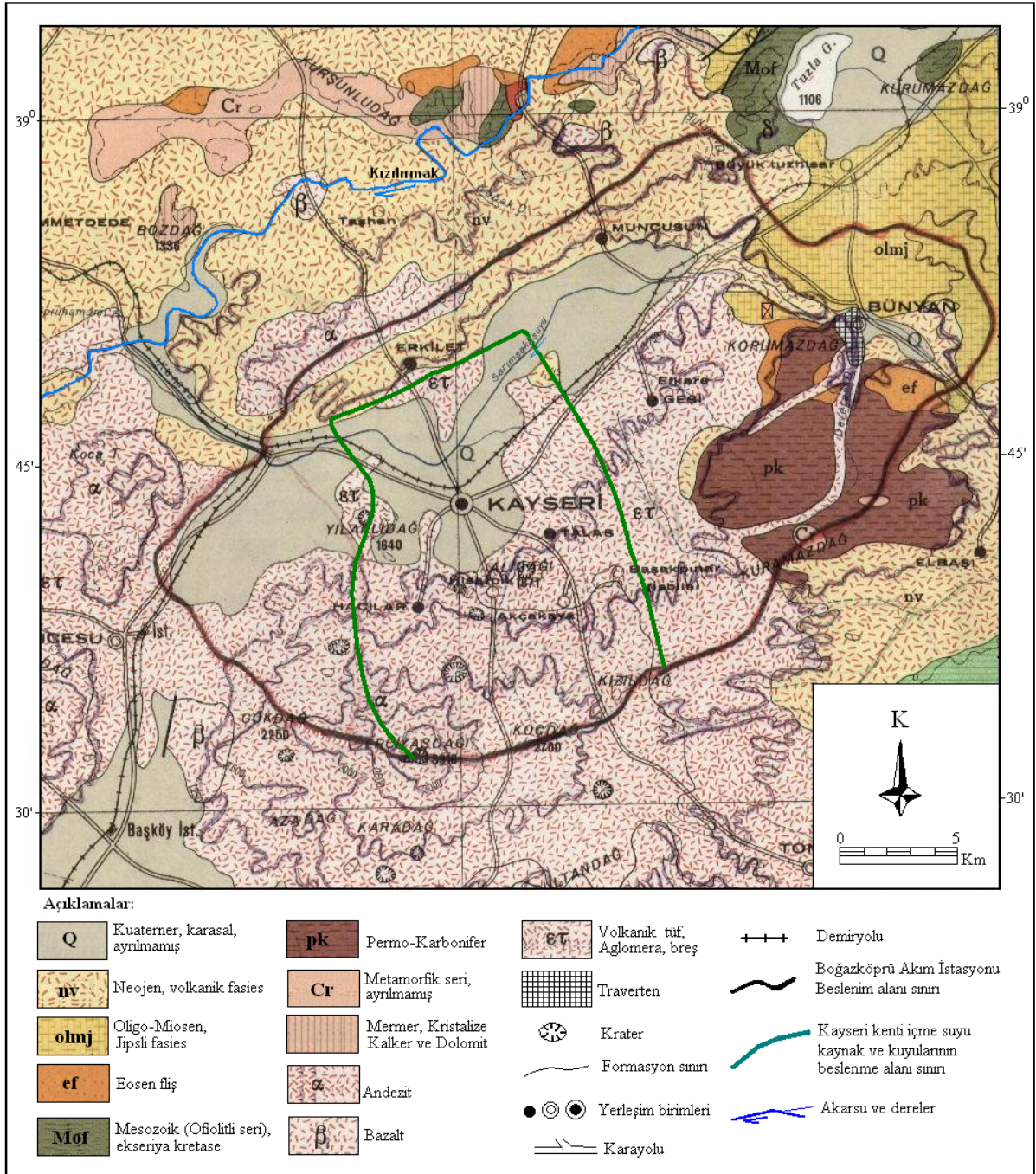
2.1. Genel Jeoloji

Şekil 2.1.1'de çalışma alanı ve yakın çevresinin 1/500 000 ölçekli jeoloji haritası verilmiştir. Şekilden de görüleceği üzere çalışma alanı ve yakın çevresinde, Permo-Karbonifer (pk), Mesozoik (ofiyolitli seriler, Mof), Senozoyik (Oligo-Miyosen yaşlı jipsli birimler (olmj), Eosen filisi (ef), ve Neojende başlayarak Kuvaterner'de de devam eden Erciyes volkanizmasına ait bazalt, andezit ve bunların breş, tuf ve aglomeralarından oluşan birimler ile Kuvaterner yaşlı alüvyonlar (Q) gözlenmektedir. Çalışma alanında (içme suyu amaçlı kaynak ve kuyuların bulunduğu bölge ile bunların beslenme alanlarında) söz konusu bu birimlerden sadece alüvyonlar ile Erciyes dağının volkanizma ürünü bazalt, andezit ve bunların tuf ve aglomeraları gözlenmektedir (Değirmenci ve diğ., 2006). Söz konusu bölgenin yeraltı jeolojisi ve dolayısıyla akifer özelliğindeki litolojik birimlerin yayılım, derinlik ve kalınlıkları ise bölgede sayıları ellinin üzerindeki sondaj kuyularına ait kuyu loglarından (Ek1-2) yararlanılarak belirlenmiştir.

2.2. Erciyes Dağı Oluşumu ve Özellikleri

Türkiye'nin en yüksek dağlarından olan Erciyes, Kayseri İli'nin güneybatısında tek bir kütle durumunda yükselmektedir. Erciyes'in doruğu genel görünümü ile bir kubbeyi andırmaktadır. Dağın sel yatakları ile derin biçimde yarılmış, yer yer üst üste kubbelerden ve sırtlardan oluşmuş doruklarında, kabaca doğu-batı doğrultulu bir sağrı uzanmakta ve bu sağrı üzerinde iki tepe bulunmaktadır. Bunlardan biri olan 3916 m. yükseklikteki Büyük Erciyes, aynı zamanda dağın doruğunu oluşturur. İkinci tepeyse bunun batısında yer alan Safrakaya tepesi ya da Küçük Erciyes'tir (2700 m.).

Erciyes Dağı'nın kuzey yamaçlarında, yükseklikleri 2200 ile 2700 m. arasında değişen birçok volkan tepesi sıralanmıştır. Bunların başlıcaları Belaşma, Yılbat, Karasığır, Lifos, Kepez ve Kefelik tepeleridir. Yine dağın bu kesimlerinde, lav akıntılarıyla oluşmuş birtakım kaya yığıntı alanları vardır. Söz konusu yığıntılar, Peri kartını ve Selim kartını adıyla anılmaktadır. Erciyes dağı kütlelerinin doğusunda yükseklikleri 1200-1700 m. arasında değişen başka volkan tepeleri yayılmıştır. Çarıktepe, Arkatepe, Un tepesi, Büyük Kızıltepe, Küçük Kızıltepe gibi kabartıların yer aldığı bu bölgede, asıl kütlede görece ayrı olan iki volkanik dağ daha vardır. Bunlar Ali Dağı (1871 m.) ve Yılanlıdağ'dır (1640 m.). Dağın güney ve batı yamaçlarında da Üçtepe, Evliya Dağı, Uçukdağ, Kırmızıtepe, Göktepe, Bozdağ, At Tepesi, Şeyharslan, Beşparmak, Karasivri, Karnıyarık gibi kartınlar ve tepeler sıralanmıştır. Erciyes Dağı'nın doğusunda yer alan ve dağdan Tekir Yaylası ile ayrılan Koç Dağı ise 2700 m. yükseklikindedir (Değirmenci ve diğ., 2006).



Şekil 2.1.1. Kayseri kenti içme suyu havzası ve dolayının 1/500 000 ölçekli jeoloji haritası (Değirmenci ve diğ., 2006).

Erciyes, III. Zaman ortalarından başlayarak çeşitli dönemlerde etkinlik gösteren, lav ve tuf püskürten eski bir yanardağdır. Bu özelliği ile Erciyes Dağı türlü yaştaki volkanlardan oluşmuş bir küme volkan olarak nitelendirilmektedir. Toros orojenez kuşağı ile İç Anadolu masifleri arasındaki alanda, püskürmelerle ortaya çıkan kuzeydoğu-güneybatı doğrultulu dağların en önemlisi olan Erciyes, özellikle Pontiyen, Pliyosen ve Pleistosedeki yanardağ püskürmeleri sonucu bir stratovolkan (tabakalı volkan) olarak yükselmiştir. Erciyes Dağı'nda

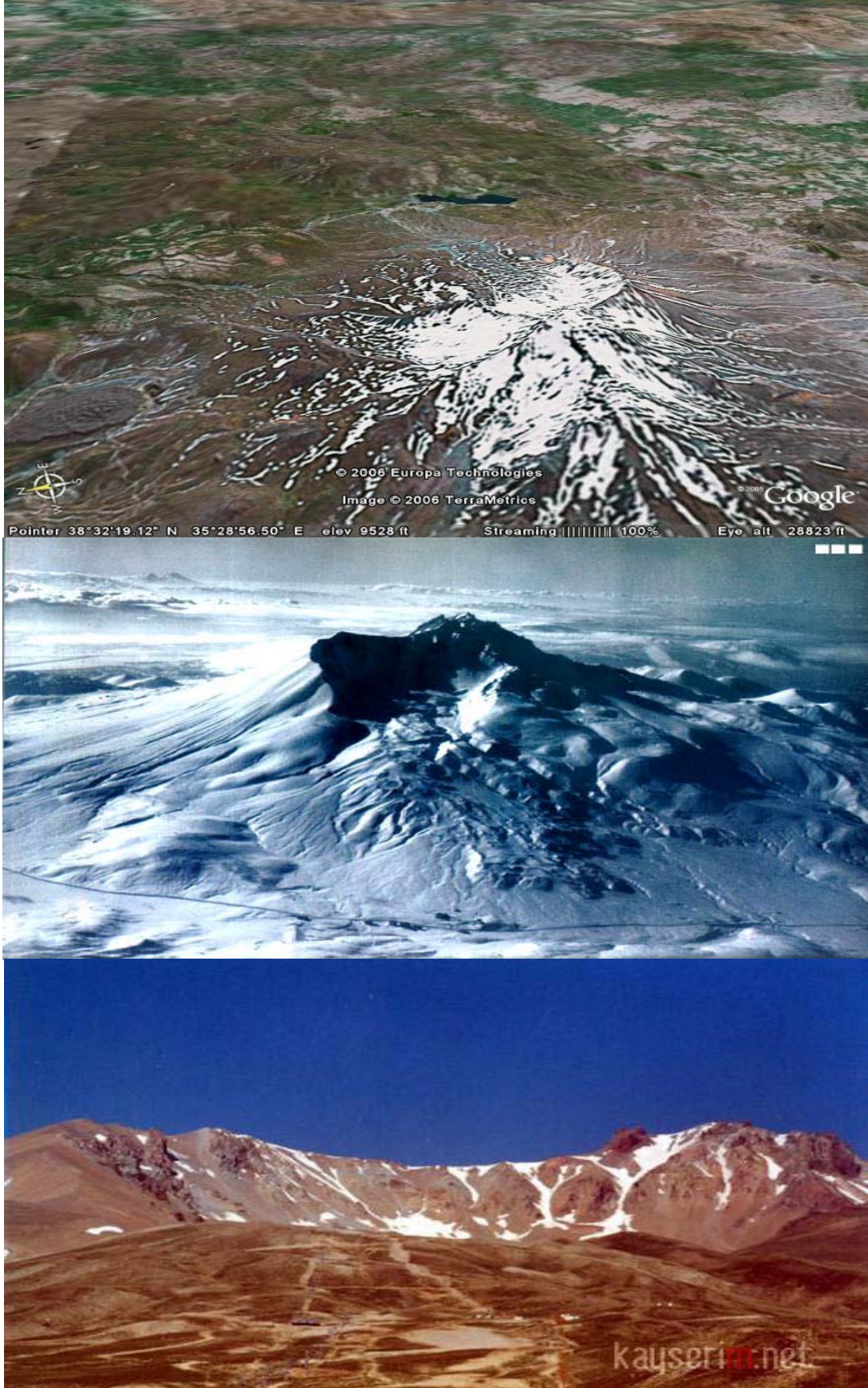
bugünkü ana volkan konisi, bazaltlı lavlarla oluşan eski volkan temelinin, daha sonra kıvamlı andezit lavlarının püskürmesi sırasında iç basınç sonucu parçalanmasıyla açılan çukurda oluşmuştur. Ana doruğun doğusunda, dağı bir yay biçiminde çeviren Koç Dağı'nın eski volkanın kalıntısı olduğu sanılmaktadır. Bu arada dağın püskürmeleri sırasında ortaya çıkan lav, tuf, dışık (cüruf) ve lapilliler (yanardağ çakılı) yaklaşık 100 km. uzaklığa dek yayılmış ve bu volkanik malzemeler, Erciyes Dağı'nın çevresindeki tepe ve platoların bugünkü yapısını belirlemiştir.

Erciyes Dağı üzerinde IV. Zaman'da oluşan buzullar ise aşındırma yoluyla dağın yüksek kesiminde geniş ve derin sirkler (buz yalıkları) ortaya çıkarmıştır (Şekil 2.2.1). Dağda, 3000-3500 m. arası yükselti kuşağında yer alan bu 8 buz yalağından birinin geniş bölümünde bir buzul bulunmaktadır. Boyu 700 m, eni ise yaklaşık 200 m. olan bu buzulun kalınlığı 20 ile 50 m. arasında değişmektedir. Yüksek kısımları her mevsim karla kaplı olan Erciyes'in kuzey kesiminde yer alan bu dağ buzullarının yanı sıra, dağın doruğunda bulunan Bizans rahiplerinin inzivaya çekildiği mağaralar, aynı zamanda kötü hava koşullarında dağcılar için de birer sığınaktır.

Buzul devrinden sonra da Erciyes'te yeniden yanmalar belirmiş, bu dönemdeki püskürmeler sınırlı ve daha küçük ölçüde, dağın kenarlarındaki yarıklardan, çoğu kiremit renkli cüruflar püskürtülmüş, böylece Büyük Kızıltepe, Küçük Kızıltepe gibi nispeten ufak çapta koniler oluşmuştur. Böyle küçük püskürmeler günümüzden 2000 yıl öncesine kadar da görülmüş olmalı ki, Miladın başlarında coğrafyacı Strabo, eserinde Kayseri şehri yakınındaki ateş çukurlarından geceleyin fişkırdığı görülen alevlerden söz etmiştir. Bu Erciyes'in son faaliyeti olmuştur. Günümüzde Erciyes, sönmüş bir genç volkan dağı olarak, 3916 m. yüksekliği, heybetli görünüşü, 1100 km² yi geçen alanı, çevresine canlılık veren varlığı ile bölgenin bir tabiat zenginliğidir.

Erciyes'in yer aldığı bölgenin doğal bitki örtüsü bozkırdır. Ancak, bu bölgenin kimi kesimlerinde yer yer çalılıklar ve nemli yerlerde meyve, kavak ve söğüt ağaçları da görülmektedir. Erciyes'te 1500-1600 metreye dek çıkan bozkır bitki örtüsü, yerini daha sonra 2500 metreye ulaşabilen dağ bitkilerine bırakır. Erciyes'in bundan sonraki yüksekliklerinde ise yüksek dağ bitkileri yer almıştır.

Erciyes Dağı çevresi, eski dönemlerden beri önemli bir yerleşme merkezi olma niteliğini korumuştur. Nitekim Kayseri İl Merkezi bu dağın eteğine yakın bir bölgede kurulmuştur. İlin önemli yerleşme merkezlerinden Develi ilçesi ise dağın güney eteklerinde yer almaktadır (Değirmenci ve diğ., 2006).



Şekil 2.2.1. Erciyes Dağı Zirvesinden Görüntüler (dağın zirvesinin Kuzey-Kuzeydoğu yamacındaki derin çukurluklar / buz yalıkları) (Değirmenci ve diğ., 2006).

Erciyes'in yüksek kesimindeki başlıca yol, Tekir yaylası üzerinden geçen Kayseri - Develi yoludur. Öte yandan Erciyes, il halkı için önemli bir dinlenme yeri oluşturmaktadır. Özellikle kuzey yamaçları, 1500-1600 metreye kadar bağ ve bahçelerle doludur.

Türkiye'nin üçüncü Orta Anadolu'nun en yüksek dağı olan Erciyes, uluslararası kış sporları merkezi konumundadır. Kayak ve dağcılık için son derece elverişli pist ve kulvarların yer aldığı Erciyes'te son yıllarda yapılan çalışmalarla modern konaklama yerleri inşa edilmiştir. 24 saat hizmet veren tesislerin yanısıra ulaşım için yollar sürekli açık tutulmaktadır. Kayak pistinin de yer aldığı Tekir Yaylası, kışın olduğu kadar, yazın da inanılmaz güzellikteki doğal yapısıyla ilgi çekmekte, piknik alanı olarak da hizmet vermektedir. Tekir Yaylası ve çevresinde yaz aylarında kurulan yaylalar ve yörede elde edilen Tekir balı yine Erciyes'in vazgeçilmez güzellikleri arasında yer almaktadır (Değirmenci ve diğ., 2006).

3. HİDROLOJİ

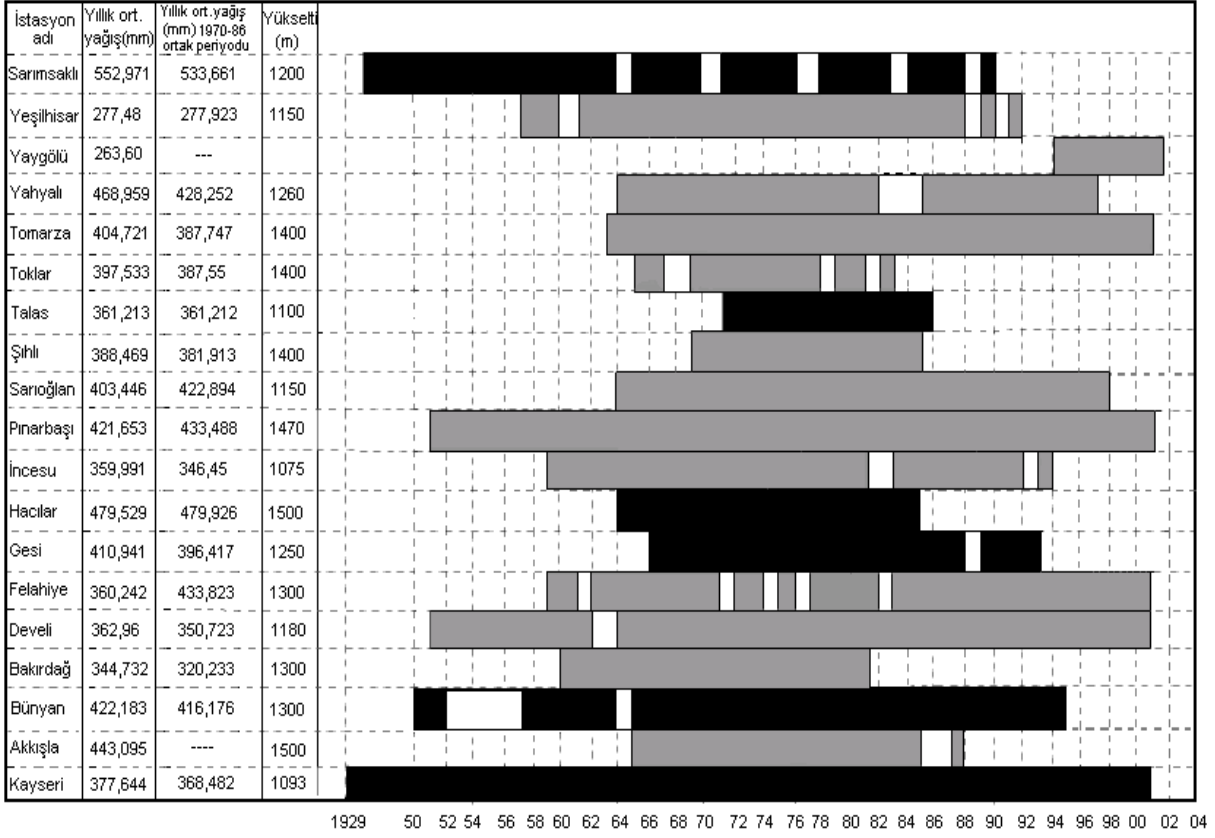
3.1. Yağış Verileri ve Analizi

Çalışma alanı ve çevresindeki yağış istasyonlarına ait yağış değerleri derlenip değerlendirilmiştir. Bu amaçla önce tüm istasyonların “veri uzunluk” grafiği çizilip (Şekil 3.1.1) hesaplamalarda birlikte kullanılacak istasyonlar için “en uzun ortak periyot” belirlenmiştir. Çalışma alanı içerisinde yer alan istasyonlar için en uzun ortak periyot olarak 1970 – 1986 yılları arası belirlenmiştir (bölgedeki pek çok istasyon 1986 yılından sonra kapatılmıştır). Kayseri kenti içme suyu kaynak ve kuyularının bulunduğu bölge ile bu su noktalarının beslenme alanını oluşturan bölgede 1500 m kotunun üzerinde yağış istasyonu bulunmamaktadır. Mevcut istasyonlardan en yüksek kota sahip olan istasyon 1500 m yükseltideki Hacılar istasyonudur. Erciyes dağının zirvesi beslenme alanı sınırı olarak kabul edilirse, 3916 metre ile 1500 metre arasındaki 2416 metrelik kısımda yağış ölçüm istasyonu bulunmamaktadır. Kayseri kenti içme suyu kaynak ve kuyularının beslenme alanında, toplam alanın yükselti ve alansal olarak yaklaşık % 50’sinde yağış istasyonu bulunmamaktadır.

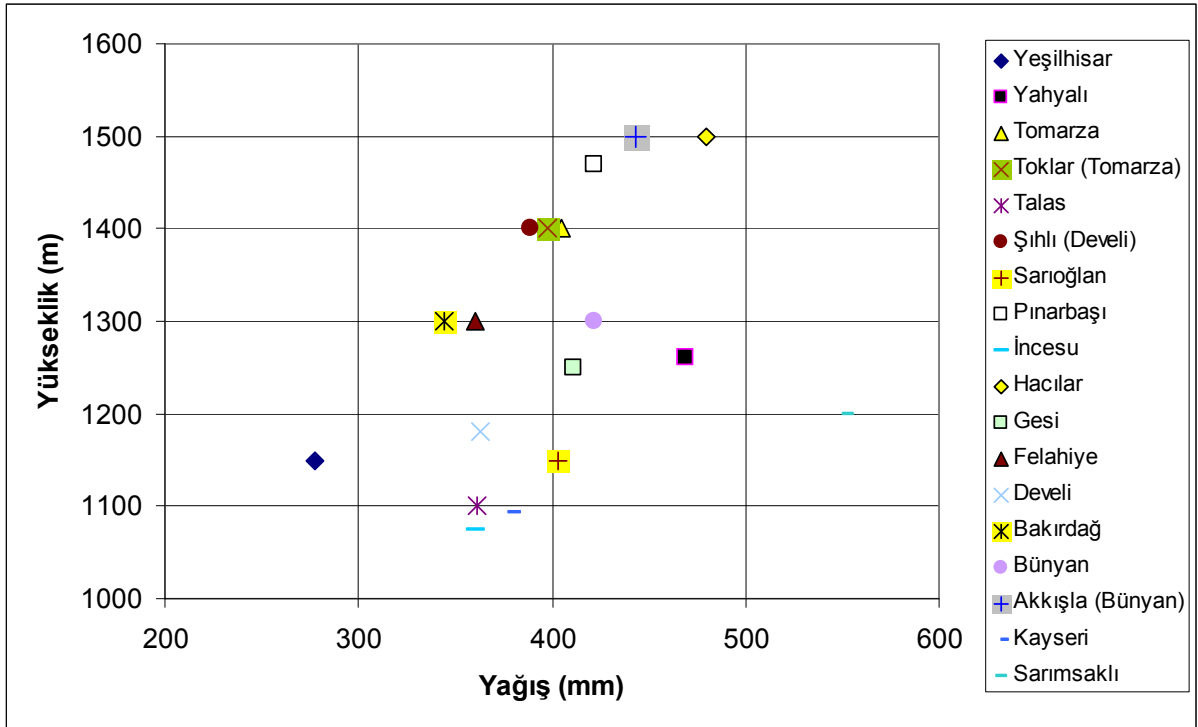
Şekil 3.1.2.a’da bölgedeki mevcut tüm yağış istasyonlarının “yağış-yükselti” ilişkisi, Şekil 3.1.2.b’de ise Kayseri kenti içme suyu kaynak ve kuyularının yakın çevresindeki yağış istasyonlarının (Kayseri, Talas, Gesi, Bünyan ve Hacılar) yağış –yükselti ilişkisi verilmiştir. Erciyes dağının kuzey yamaçlarında yer alan bu istasyonlara ait yağış – yükselti arasında, beklenildiği gibi anlamlı bir ilişki ($r^2 = 0.9794$) bulunmuştur. Bu ilişki dikkate alınarak yapılan tahminlere göre, Kayseri kentinin içme suyu kaynaklarının beslenme alanını oluşturan Erciyes dağının zirvelerine 1000 mm’nin üzerinde yağış düşmektedir

Kayseri kenti içme suyu havzasının da içerisinde yer aldığı Sarımsaklı suyu Boğazköprü Akım istasyonu alanına ait alansal ortalama yağış değeri “poligon yöntemi kullanılarak 415.5 mm bulunmuştur (Şekil 3.1.3).

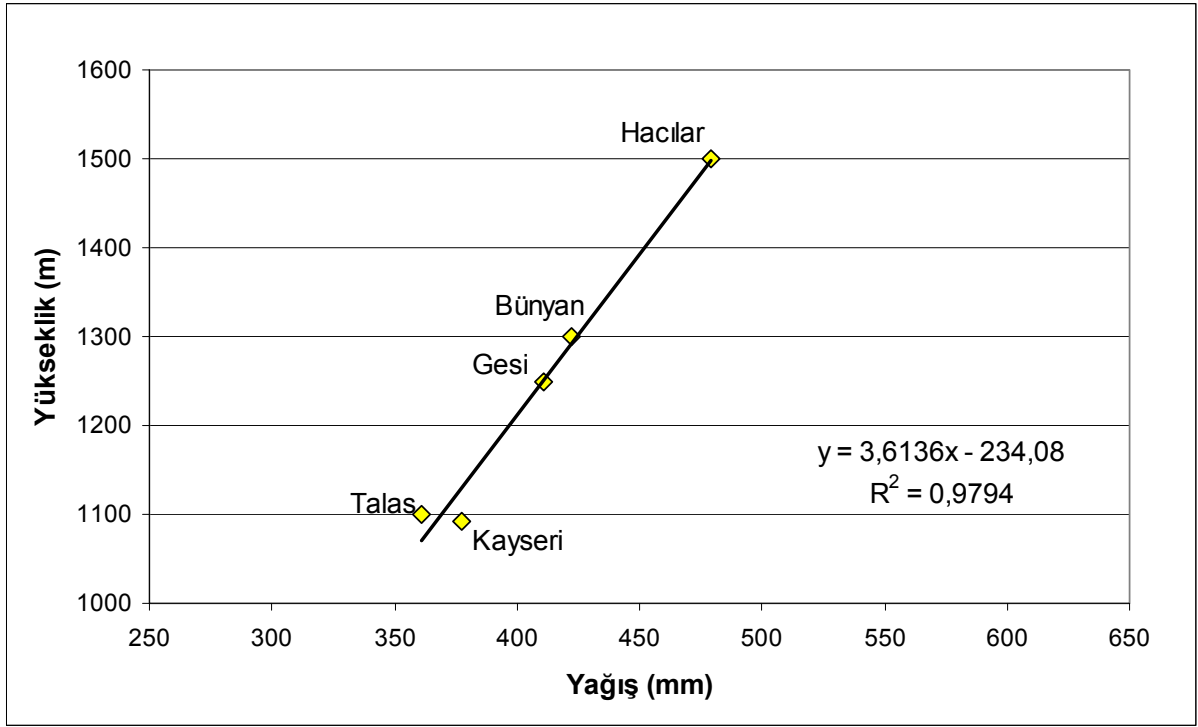
Kayseri merkez yağış istasyonunun 1929-2001 yılları arası 72 yıllık yağış verileri kullanılarak bölgede hüküm sürmüş yağışlı ve kurak dönemler belirlenmiştir (Şekil 3.1.4). Anılan şekilden de görüleceği üzere, 1938 – 1949 yılları arasında 11 yıl süreyle kurak dönem, 1949 – 1963 yılları arasında 14 yıl yağışlı dönem, 1963 – 1974 yılları arasında 11 yıl kurak dönem, 1974 – 1988 yılları arasında 14 yıl yağışlı dönem, 1988 yılından itibaren ise bölgede kurak dönem yaşanmaktadır. Bölgede sürekli olarak 11 yıllık bir kurak dönemin arkasından 14 yıllık yağışlı dönemler tekrarlanırken, son kurak dönem başlangıcı olan 1988 yılından sonra mevcut periyodik gidiş değişmiş olup 1999-2008 yılından itibaren yağışlı döneme girilmiş olması gerekirken, Türkiye’nin pek çok bölgesinde de gözlenmekte olduğu gibi son yılları içerisine alan uzun bir kurak dönem yaşanmaktadır (Değirmenci ve diğ., 2006).



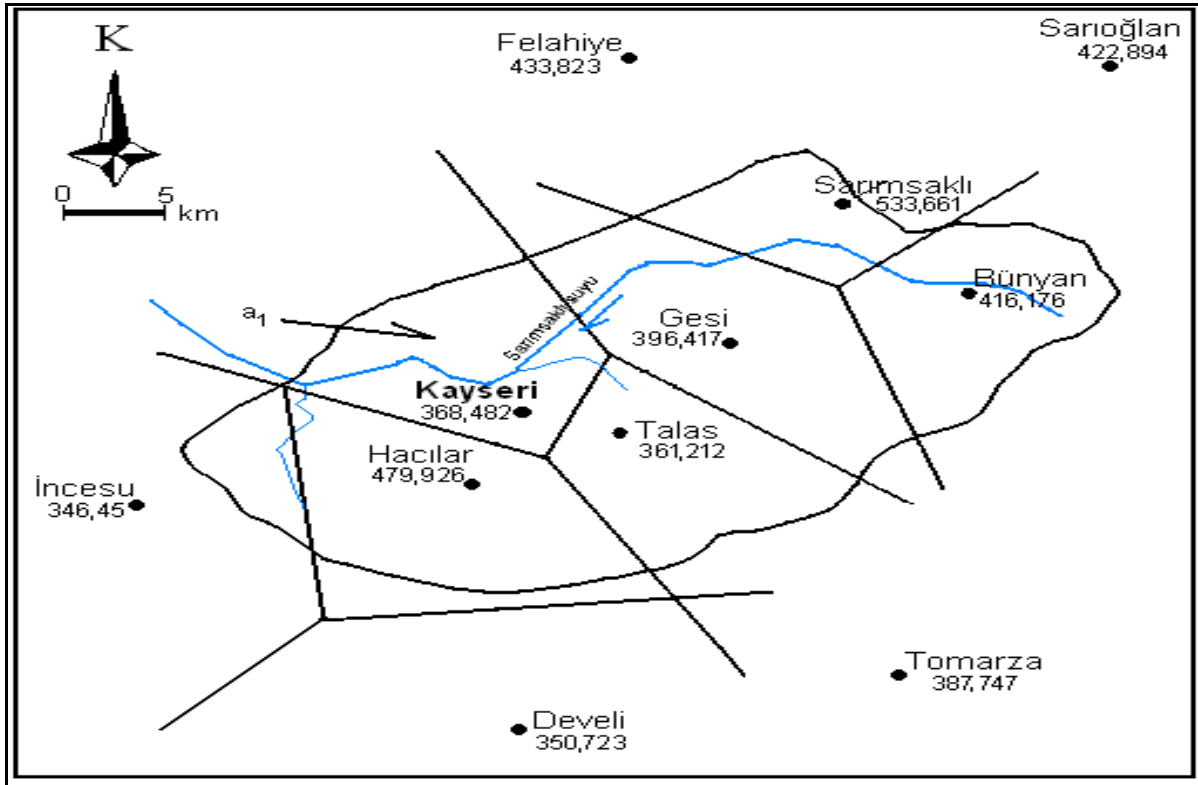
Şekil 3.1.1. Kayseri kenti içme suyu havzası ve çevresindeki yağış istasyonları "veri uzunluk grafiği" (Değirmenci ve diğ., 2006).



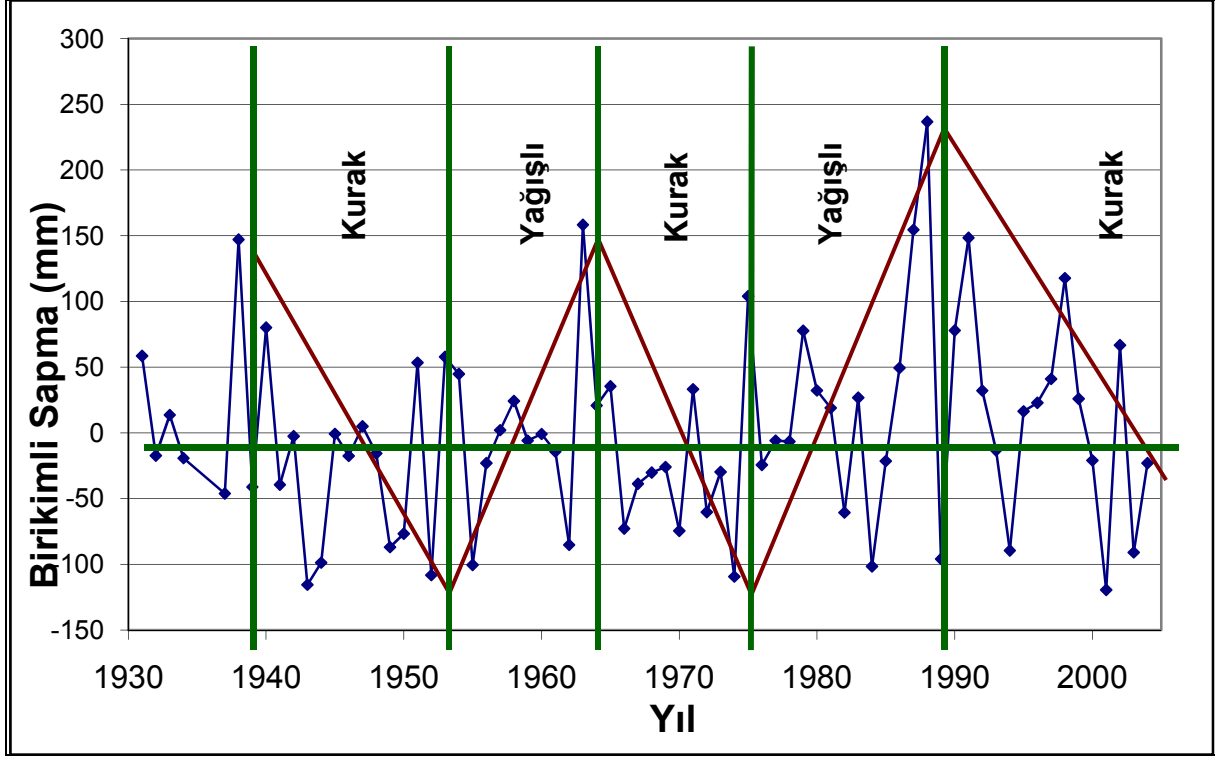
Şekil 3.1.2. a. Kayseri ve çevresindeki yağış istasyonlarına ait "yağış yükselti ilişkisi" (Değirmenci ve diğ., 2006).



Şekil 3.1.2. b. Kayseri kenti içme suyu havzası içerisindeki yağış istasyonlarına ait “yağış yükselti ilişkisi” (Değirmenci ve diğ., 2006).



Şekil 3.1.3. Kayseri kenti içme suyu havzasında alansal ortalama yağışın bulunması (poligon yöntemi) (Değirmenci ve diğ., 2006).



Şekil 3.1.4. Kayseri merkez yağış istasyonu yağış verileri yıllık yağıştan birikimli sapma grafiği (Değirmenci ve diğ., 2006).

3.2. Akarsular, Akım Verileri ve Analizi

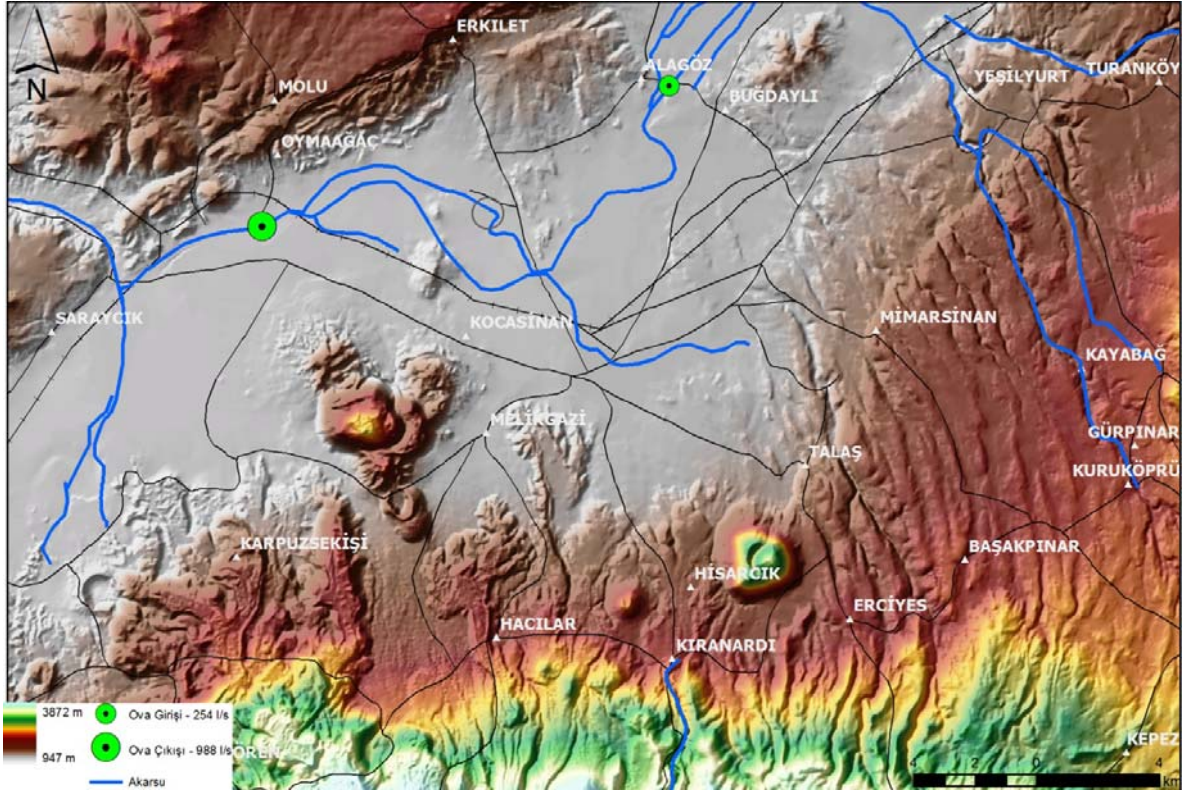
Çalışma alanı ve yakın çevresinde, Kayseri Sarımsaklı ovasının doğu-batı yönünde kat eden Sarımsaklı suyu ile kentin batısındaki Karasu bataklık alanlarını drene eden ve bölgedeki Dokuzpınarlar ve benzeri pek çok kaynak akımlarının oluşturduğu Karasu deresi mevcuttur.

Sarımsaklı deresinin, inceleme alanının giriş ve çıkış noktalarında (Şekil 3.2.1) debisini belirlemek üzere 15 Mayıs 2009 tarihinde akım ölçümleri yapılmıştır.

Ova girişinde 1 m genişliğinde kesitler alınarak muline ile yapılan akım ölçümünde akım değeri 254 L/s; Ova çıkışında ise yine 1 metrelik kesitler alınarak yapılan akım ölçümünde akım değerinin 988 L/s değerine çıktığı görülmüştür. Bu nedenle iki kesit arasında yaklaşık 734 L/s'lik bir katkı bulunmaktadır.

Karasu deresi akım verileri 1997-2005 yılları arasında Boğazköprü istasyonunda yapılan akım ölçümlerinden Sarımsaklı tahliye debisi çıkarılarak belirlenmiştir. Mevcut verilere göre yıllık ortalama akım $3,226 \text{ m}^3/\text{sn}$, akım gözlem süresince ölçülen en düşük akım $0,825 \text{ m}^3/\text{sn}$, maksimum akım ise $5,688 \text{ m}^3/\text{sn}$ 'dir. Karasu dersinin akımı Sarımsaklı deresine göre çok daha kararlı, yazın en kurak dönemlerde dahi akım miktarı $2 \text{ m}^3/\text{sn}$ 'lerin pek altına düşmeyen kararlı akım rejimine sahip bir deredir. Karasu deresi, Erciyes dağının Kuzeybatı kesiminin boşalımını oluşturan Dokuzpınarlar gibi pek çok kaynak boşalımının oluşturduğu

bir dere olup, Erciyes dağının zirvesindeki kar erimelerinden beslenen yeraltısularının bir boşalımı olduğu için kurak dönemde dahi, minimum akım miktarı $2 \text{ m}^3/\text{sn}$ 'lerin altına düşmemektedir (Değirmenci ve diğ., 2006).



Şekil 3.2.1. Sarımsaklı deresi akım ölçüm noktaları

Karasu deresi ile Sarımsaklı deresi akımları karşılaştırıldığında dikkati çeken en önemli konu minimum akımlar arasındaki farklılıktır. Sarımsaklı suyu yazın kurak dönemde $100\text{-}200 \text{ L}/\text{sn}$ 'lerin de altına düşerken, Karasu dersinde $2000 \text{ L}/\text{sn}$ 'lerde seyretmektedir. Oysa Sarımsaklı suyunun drenaj alanı (1360 km^2), Karasu dersinin drenaj alanının ($1658,7\text{-}1360=298,7\text{km}^2$) dört katından daha fazladır. Bu durumu aşağıdaki şekilde yorumlamak mümkündür. Karasu dersinin drene ettiği bölgede Erciyes dağının Kuzey-kuzeybatı yakası boşalımını oluşturan Dokuzpınarlar gibi pek çok kaynak boşalımı mevcuttur ve bu boşalımların büyük çoğunluğu doğrudan Karasuyu beslemektedir. Oysa Erciyes dağının Kuzey-kuzeydoğu kesiminin benzer şekildeki boşalımları, Beştepeler kaynağı ve 50 kadar kuyu yoluyla alınıp kullanılmaktadır. Öreğin Kayseri kenti 2004 yılında anılan bölgeden Kaynak ve Kuyular yoluyla $45,357,292 \text{ m}^3/\text{yıl}$ ($1,4383 \text{ m}^3/\text{sn}$) gibi bir yeraltısuyu çekimi yapmıştır. Eğer bu miktardaki su çekilmemiş olsaydı Sarımsaklı suyu Ambar Regülatörü'ndeki akım miktarı, özellikle kurak dönemlerde çok daha yüksek gözlenirdi (Değirmenci ve diğ., 2006).

4. HİDROJEOLOJİ

4.1. Litolojik Birimlerin Hidrojeolojik Özellikleri

KASKİ'ye ait içme suyu kuyularının bulunduğu bölgede yüzeyde ve özellikle yeraltında gözlenen bazalt, andezit ve bunların breş, tuf ve aglomeraları bölgedeki akifer sistemini oluşturan litolojik birimlerdir. Bölgede genel anlamda bir “basınçlı akifer sistemi” mevcuttur. Bu sistemdeki ana akiferi “volkanik cüruf” olarak adlandırılan birim ve/veya benzer özellik taşıyan bazalt ve andezitlerin tuf ve aglomeraları oluştururken, kırık ve çatlaklı akifer olma özelliklerinin yanı sıra “masif” özellik de sunan bazalt veya andezitler ise basınçlı akiferin üst geçirimsiz veya yarı geçirimli örtü tabakasını oluşturmaktadır. Bu üst örtü tabakası işlevindeki masif bazalt veya andezitlerin bölgesel ölçekteki devamlılıklarını her yerde görebilmek mümkün değildir. Bu örtü kaya birimlerinin mevcut olduğu bölgelerde “Basınçlı Akifer Sistemi”nin en güzel örnekleri gözlenirken, bu birimin bulunmadığı bölgelerde bu önemli faktör ortadan kalkmaktadır. Bu faktör özellikle, kirlenme riski yüksek olan üst akiferlerden ve/veya çeşitli nedenlerle oluşan kirli sızıntı sularının ana akifer sistemini kirlenmeden koruması açısından büyük önem arz etmektedir (Değirmenci ve diğ., 2006).

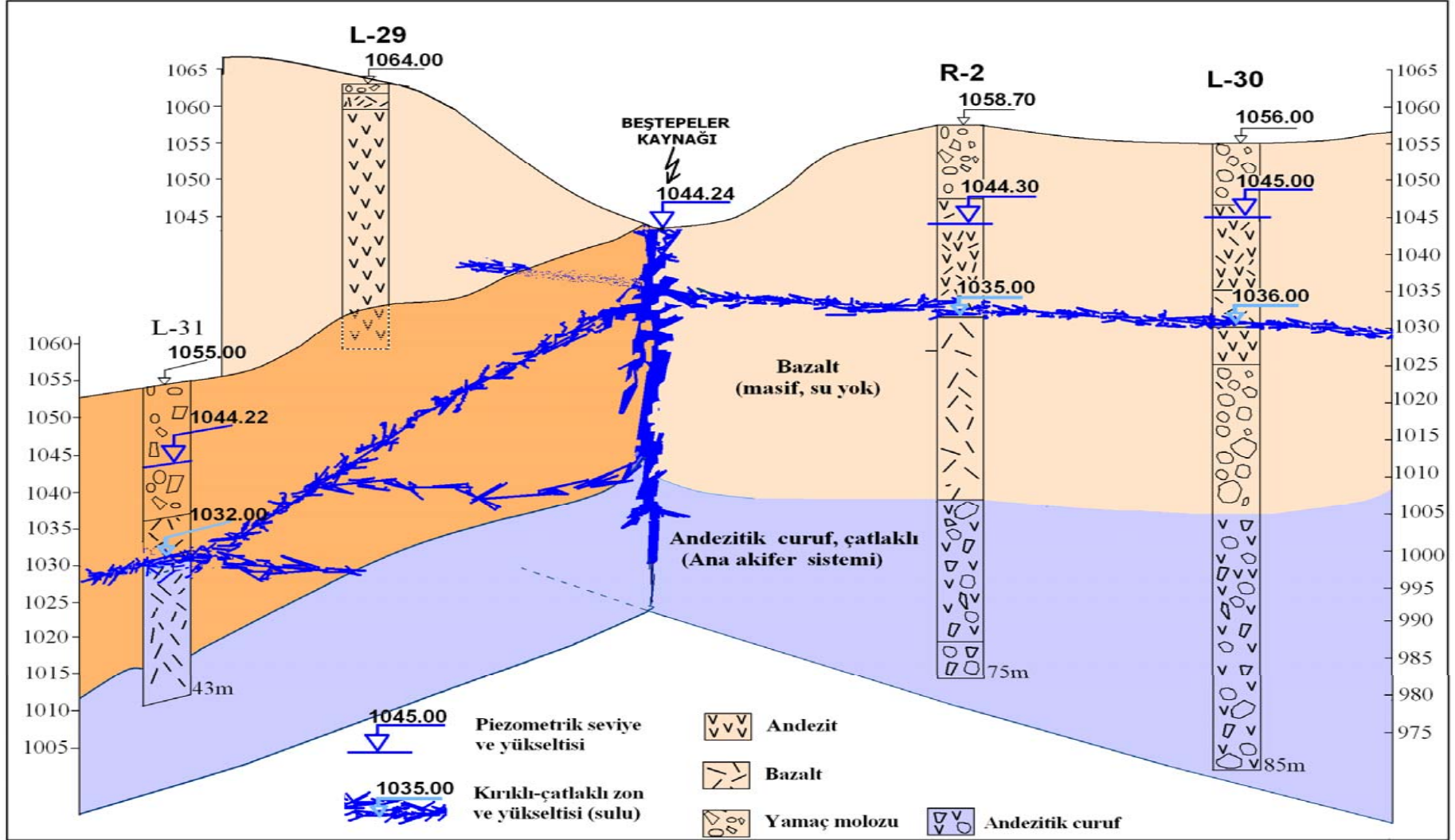
Bölgede “kırık ve çatlaklı kaya akiferleri” olarak tanımlanabilecek özellikteki bazalt ve andezitler, bünyelerinde bol miktarda su taşıyor gibi görülseler de, asıl ana akifer sistemi söz konusu bazalt ve andezitlerin altında yer alan “volkanik cüruf” ve benzer özellik sunan aglomeralardır. Bölgenin en önemli kaynaklarından olan Beştepeler Kaynağı kaptaj alanında gözlemlenen, bu büyük yeraltı suyu boşalımının bazaltların kırık ve çatlaklarından olduğu şeklindedir. Oysa kaynağın boşaldığı akifer sistemi kaptaj noktasında gözlemlenen kırık ve çatlaklı bazaltlar değildir. Kaynağın boşalmakta olduğu söz konusu kırık sistemleri, mevcut kaynak suyunu, kaptaj noktasının elli metre kadar altında yer alan ve cürufdan oluşan basınçlı ana akifer sisteminden yukarıya taşıyan, düşey konumlu doğal su kanallarıdır. Beştepeler Kaynağı bölgesinde daha önceden yapılan araştırma sondaj kuyularından Beştepeler kaynağına 30 metre kadar uzaklıktaki 43 metre derinlikte açılmış olan L-29 kuyusunda masif andezit kesilmiş ve kuyuda suya rastlanmamıştır. Aynı bölgedeki R-2 ve L-30 kuyularında ise, elli metre kadar derinde yer alan basınçlı akifer sisteminin üzerindeki bazalt ve andezitlerde kesilmiş olan kırık ve çatlakların bir kısmı kuru çıkarken bir kısmında ise az miktarlarda suya rastlanılmıştır (Şekil 4.1.1) (Değirmenci ve diğ., 2006).

KASKİ içme suyu kuyularının bulunduğu bölgede, beslenme alanı Erciyes Dağı'nın 2500 m kotunun üzerinde olan basınçlı bir akifer sistemi mevcuttur. Söz konusu akifer sisteminin oluşumunda önemli koşullardan birisini oluşturan “beslenme alanı bölgesi

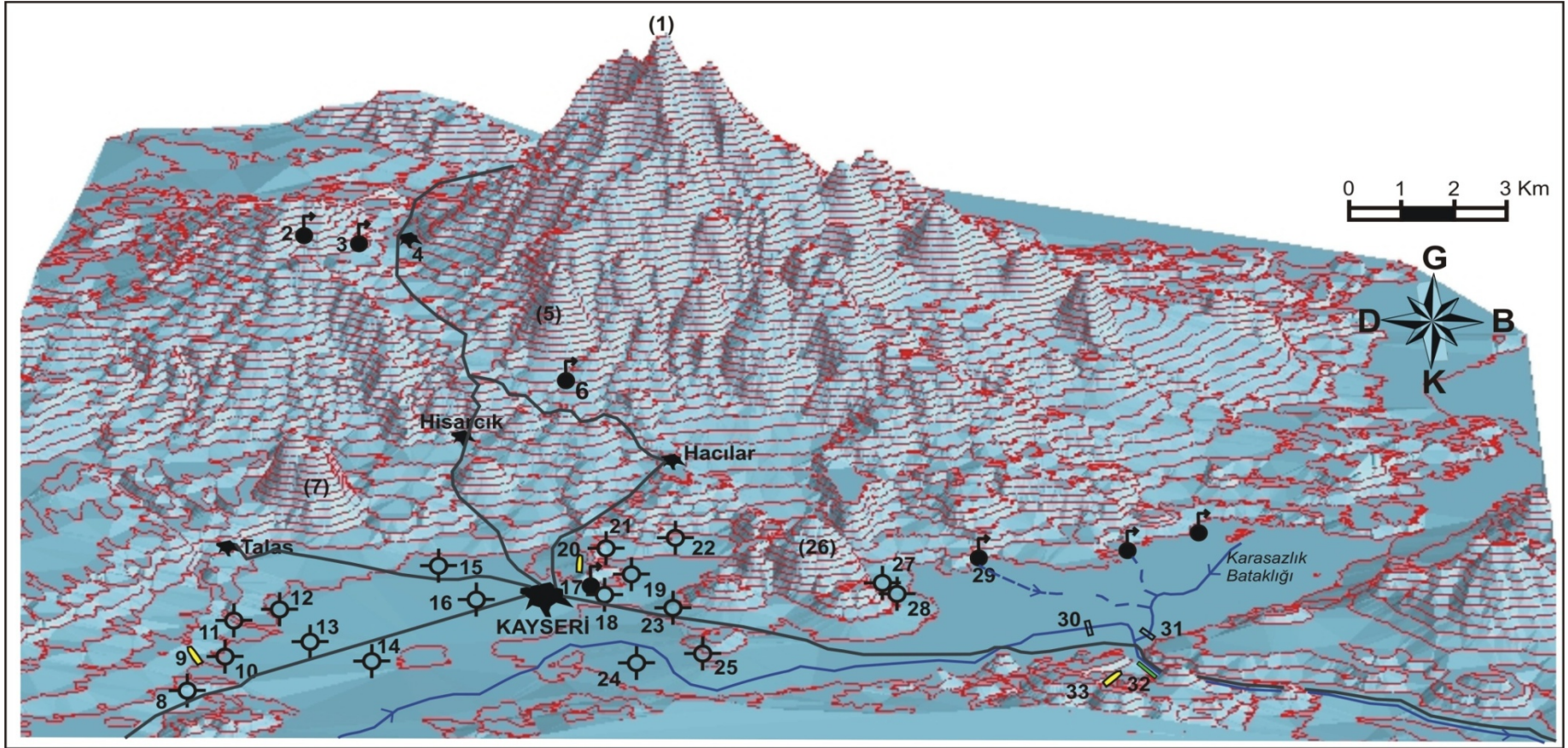
yüksekliği” koşulu KASKİ kuyularının bulunduğu bölgenin tamamında mevcuttur. Ancak önemli diğer bir koşul olan, ana akifer sisteminin üst yarı geçirimli/geçirimsiz tabakasını oluşturan, belli kalınlıktaki masif bazalt ve/veya andezitler her kuyu bölgesinde bulunmayabilmektedir. Zira volkanik arazilerde herhangi bir kaya türünün bir bölgedeki devamlılığı, sedimanter arazilerde olduğu gibi geniş alanlarda gözlenememektedir. Volkanik arazilerde herhangi bir kaya biriminin kalınlık ve yayılım olarak devamlılığı, volkanizmanın oluşumunda çıkan malzemenin türüne, çıkış hızına, yayılım zamanı ve mesafesine, malzemenin üzerinde aktığı bölgenin taban morfolojisine ve benzeri koşullara bağlı olarak değişmektedir. Oysa sedimanter arazilerde çökelim sonucu oluşan bu birimlerin devamlılığı görece olarak çok daha fazladır. Bu kapsamda, bölgedeki basınçlı akifer sisteminin üst yarı geçirimli/geçirimsiz tabakasını oluşturan masif yapılı bazalt ve/veya andezitlerin herhangi bir bölgedeki devamlılığını bölgesel ölçekte, geniş alanlarda görebilmek zordur (Değirmenci ve diğ., 2006). Bu durumu mevcut KASKİ kuyuları ve proje kapsamında açılan 16 adet araştırma gözlem kuyusu loglarından (Ek 1.) ve (Ek 2.) görebilmek mümkündür.

4.2. Kaynaklar

İnceleme alanında bulunan en önemli kaynak Beştepeler kaynağıdır. Beştepeler Kaynağı, Kayseri kent merkezinin üzerinde yer aldığı, Sarımsaklı ovasının devamı düzlük arazi ile Erciyes dağı eteklerinin sınırında yer alan bir kaynaktır. Bu kaynağın 10 km kadar batısından itibaren, benzer şekilde ova ile Erciyes dağı sınırında boşalım gösteren birçok kaynak mevcuttur (Şekil 4.2.1). Dokuzpınarlar kaynağı bu boşalımlara verilebilecek en önemli örneklerden birisidir. Beştepeler kaynağı, kentin önemli mesire yerlerinden olan “Beştepeler” yükseltisinin kuzeyinde, kent yerleşim alanı düzlüğünde, bazaltlarda gelişmiş bir kırık sisteminden boşalan, kentin önemli su kaynaklarından birisidir. Söz konusu kaynak bölgesinde bulunan eski çöp deponi alanı üzerine 2006 yılında Devlet Planlama Teşkilatı (DPT) tarafından desteklenen bir proje kapsamında yapılan çalışmalarda (Değirmenci ve diğ., 2006) kaynağın üzerinde basınçlı bir akiferin olduğu aynı proje kapsamında yapılan izotop analizleri doğrultusunda Beştepeler Kaynağı’nın 2500 m. kotundan beslenip eski çöp deponi alanından kaynaklanacak herhangi bir kirlilikten etkilenmeyeceği ortaya koyulmuştur. Çalışma kapsamında örnekleme noktalarından biri olan Beştepeler Kaynağı analiz sonuçları bu bilgileri doğrulayıp kirliliğe sebep olabilecek herhangi bir belirtiye rastlanmamıştır. Ancak ileriki bölümlerde de üzerinde durulacağı üzere yine aynı bölgede bulunan, örnekleme noktalarımız dâhilindeki şahıslara ait alüvyon da bulunan sığ kuyular eski çöp deponi alanından kaynaklanan bazı kirlenmelere maruz kalmıştır.



Şekil 4.1.1. Kayseri Beştepe kaynağı ve yakın çevresindeki araştırma kuyularının kuyu logları blok diyagramı (Değirmenci ve diğ., 2006).



Şekil 4.2.1. Çalışma alanı ve yakın çevresinin üç boyutlu sayısal arazi modeli ((1) Erciyes Dağının zirvesi-3916 m, (2) Şelale Kaynağı-2350 m, (3) Tekiryaylası Kaynağı-2220 m, (4) Erciyes kayak tesisleri-2200 m, (5) Lifos Dağı-2510 m, (6) Lifos Kaynağı-1740 m, (7) Ali Dağı-1871 m, (8) Beyazşehir Kuyusu-1100 m, (9) Kumarlı Eski Çöp Depolama Alanı-1100 m, (10) Kumarlı Kuyusu-1110 m, (11) Konaklar Kuyusu-1100 m, (12) Germiralı Kuyuları-1093 m, (13) Anneler Parkı Kuyuları-1066 m, (14) Argıncık Kuyuları-1084 m, (15) Çaybağları Kuyuları-1094 m, (16) Gültepe Kuyuları-1063 m, (17) Beştepeler Kaynağı-1044 m, (18) Beştepeler Kuyuları-1055 m, (19) Taşlıburun Kuyusu-1070 m, (20) Beştepeler Eski Çöp Depolama alanı- 1100 m, (21) Eğribucak Kuyuları-1122 m, (22) Kergahbağları Kuyusu-1127 m, (23) Mahrumlar Kuyuları- 1052 m, (24) Karpuzatan Kuyuları-1044 m, (25) Keykubat Kuyuları-1044 m, (26) Yılanlı Dağı-1640 m), (27) Merkez Çelik San. Kuyusu-1060 m, (28) Organize San. Cami Kuyusu-1070 m, (29) Dokuzpınarlar-1075 m, (30) Sarımsaklı Suyu-2.3 m³/s, (31) Vanvanlı Suyu (Karasu)-3.2 m³/s, (32) Kayseri Kenti Atıksu Arıtma Tesisi, (33) Kayseri Kenti Düzenli Çöp Depolama Alanı (Molu Çöplüğü) (Değirmenci ve diğ., 2006).

4.3. Kuyular

Kayseri kenti içme suyu ihtiyacının büyük çoğunluğunu bölgede sayıları elli dolayındaki kuyulardan sağlamaktadır. Mevcut kuyular ilk açıldığı 1970-80 li yıllarda kent yerleşimi dışında olmuş olsalar bile kentin gelişimine paralel yeni yapılaşmalar sonucunda günümüzde kuyuların tamamı yerleşim birimleri içerisinde kalmış durumdadır (Şekil 4.3.1).

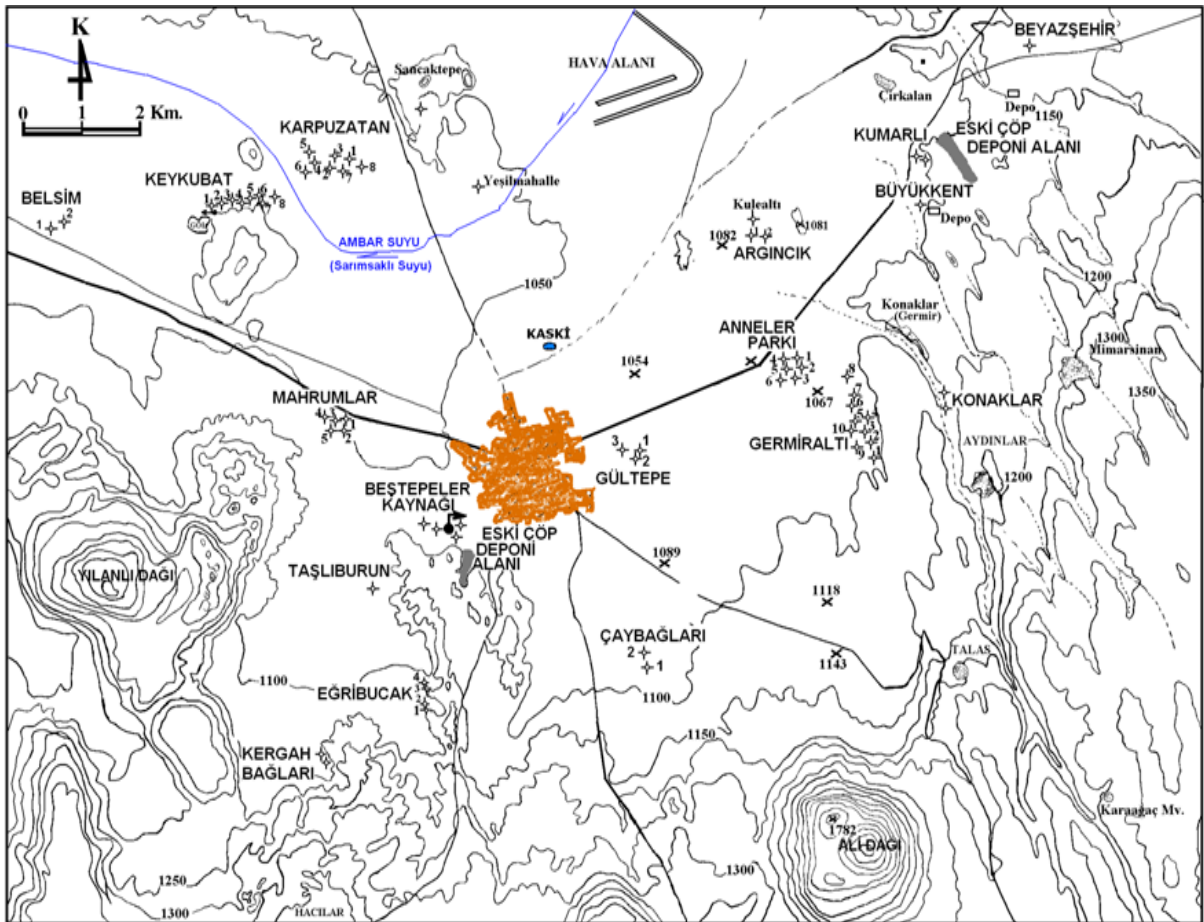
Kuyularda kesilmiş olan litolojik birimler ile kuyu teçhiz durumunu gösteren “kuyu logları” hazırlanmış ve anılan kuyu logunun altına kuyuya ait statik seviye, debi ve bu debiye ait dinamik seviye, özgül verim ve transmissibilite değerleri yazılarak (Ek 1-2.) kuyuda kesilmiş olan birimler ile kuyu verimi ve ilgili akiferin hidrolik parametreleri arasında ilişki kurulmaya çalışılmıştır. Söz konusu şekiller, birbirine yakın kuyular aynı grupta yer alacak şekilde ölçekli olarak çizilmişler ve böylece kuyularda kesilen litolojik birimlerin düşey ve yatay yöndeki devamlılıkları belirlenmeye çalışılmıştır. Bölüm 4.1’de de belirtildiği gibi kuyularda kesilmiş olan litolojik birimlerin yatay ve düşey yöndeki devamlılıkları, volkanik arazilerin doğal özelliği gereği sedimanter arazilerdeki kadar fazla değildir. Kuyu logları baz alınarak yapılan “litolojik birimlerin yatay ve düşey yöndeki devamlılıkları fazla değildir” şeklindeki değerlendirmede, sondörler tarafından kuyu açıldığı sırada yapılmış olan kuyu logu tanımlamalarında yapılabilecek yanlışlıkların katkısının da olabileceği unutulmamalıdır (Değirmenci ve diğ., 2006).

Nitekim çalışma alanında karotlu sondaj tekniği ile gözlem amaçlı açılan 16 adet araştırma gözlem kuyu logları (Ek 2) ve KASKİ’ye ait çok sayıdaki sondaj kuyu logları (Ek 1) değerlendirildiğinde; bölgenin tamamında sadece iki ayrı birim (alüvyon ve Erciyes Dağı’nın volkanizma ürünü bazalt, andezit ve bunların tüf ve aglomeraları) gözlenmiştir. Yeraltı jeolojisi ve buna bağlı olarak da akifer sistemleri açıklamaya yönelik birbirine çok yakın mesafelerde açılmış araştırma kuyuları ve araştırma kuyularının hemen yakınlarında bulunan KASKİ’ye ait sondaj kuyu logları karşılaştırıldığında dahi birimlerin sürekliliğine rastlanmamıştır. Ek 2’de yer alan kuyu logu blok diyagramları incelendiğinde de de görüleceği üzere Karpuzatan ve Keykubat bölgesinde çok kısa mesafeli (10-20 m.) karşılaştırmalarda özellikle araştırma kuyularında karotlu sondaj tekniği kullanıldığından birimlerin tanımlanmasında herhangi bir sorun yaşanmamış ve yer yer benzer litolojiye rastlanmıştır. Ancak KASKİ ye ait sondaj kuyuları açılmasında normal sondaj yöntemi kullanıldığından birimlerin tanımlanmasında hatalar olduğundan, kısa mesafelerde yan yana olan kuyularda dahi benzer birimlere rastlanmamıştır.

Kayseri kenti içme suyu havzasında, daha önceki bölümlerde de belirtildiği üzere, beslenimi Erciyes dağının 2500 metre kotunun üzerindeki alanlardan olan basınçlı bir akifer

sistemi mevcuttur. Anılan sistemde ana akiferi volkanik cüruf veya benzer özellikteki aglomera ve tüfler oluştururken, üstteki geçirimsiz veya yarı geçirimli tabakayı ise bol kırık ve çatlaklı olabildiği gibi değişik kalınlıklar sunan masif yapıdaki bazalt ve andezitler oluşturmaktadır.

Bölgede her hangi bir kuyunun verimi, kuyunun anılan sistemde basınçlı ana akifere ulaşım ulaşmadığına, üstteki bazalt ve andezitlerde kesilen kırık ve çatlak sistemlerinin varlığına ve en önemlisi de sondajda kesilmiş olan bu kırık ve çatlak sisteminin ana akifer ile irtibatlı olup olmamasına bağlı olarak değişmektedir. Örneğin kuyu üstteki bazalt veya andezitleri geçip alttaki cüruf, aglomera, tüf ve benzeri birimlerden oluşan ana akifer sistemine ulaşmış ise çok yüksek sayılabilecek bir verime sahip olmaktadır. Bu verimin üzerine çıkma durumu, üst örtü tabakası konumundaki bazalt ve andezitlerde kesilmiş olan kırık ve çatlakların sayı, büyüklük ve bu kırıkların ana akifer sistemiyle irtibat derecesine bağlıdır. Üst tabakadaki bazalt ve andezitlerde kesilen kırık ve çatlaklar, alttaki ana akifer sistemi ile irtibatlı olmadığı zaman kuru-susuz veya çok az sulu olabileceği gibi, ana akifer sistemi ile irtibatlı olanlar bol miktarda sulu olabilmektedir (Değirmenci ve diğ., 2006).



Şekil 4.3.1. Kayseri kenti içme suyu havzasında yer alan kuyu, kaynak ve eski çöp deponi alanları bulduru haritası (Değirmenci ve diğ., 2006).

5. ARAZİ ÇALIŞMALARI

Çalışma alanı içinde, serbest (sığ) ve basınçlı (derin) akiferlerin beslenme-boşalım mekanizmaları ve akiferler arasındaki hidrolik ilişkilerin ve dolayısıyla kirlenme riskinin belirlenmesine yönelik olarak her örnekleme dönemi için ellışer adet örnekleme ve gözlem noktası belirlenmiştir. Bu örnekleme noktaları Keykubat, Karpuzatan, Erkilet, Argıncık, Germiraltı, Gediris, Mahrumlar, Beştepeler, Yıldırım Beyazıt, Kergahbağları, Erciyes kasabası, Eğribucak, Buğdaylı, Akin, Boyacı ve Kuyucak bölgelerindedirler. Bütün örnekleme noktalarında, yeraltısuyunun hidrodinamik ilişkilerinin ortaya konulması ve dolayısıyla, mevcut suyun kalitesine yönelik Aralık 2008 ile Eylül 2009 tarihleri arasında sekiz dönemlik su numuneleri alınmış, yerinde fiziksel/kimyasal ölçümler (sıcaklık, EC-elektriksel iletkenlik, TÇM-toplam çözünmüş madde, ÇO-çözünmüş oksijen, tuzluluk, pH, Eh ve CO₂ Karbondioksit) gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, su kimyası (Ca, Mg, Na, K, Cl, SO₄, HCO₃, CO₃, NH₄, NO₂, NO₃) analizleri için her örnekleme noktasında su numuneleri alınmış ve Hacettepe Üniversitesi Su Kimyası Laboratuvarı'nda analizleri yapılmıştır. Başlangıçta 50 adet olan örnekleme noktalarına, sığ kuyuların eksikliği ihtiyacından dolayı yeni örnekleme noktaları ilave edilerek, 70 adet örnekleme noktasıyla ölçüm ve örnekleme aylık aralıklarla devam edilip değerlendirmeler yapılmıştır. Örnekleme noktalarından Kayseri kenti ovasında bulunan 21 adeti derin kuyulardan, 7 adeti kaynaklardan, 4 adeti göl ve dere sularından, 16 adeti çalışma kapsamında açılan araştırma gözlem kuyularından geriye kalan 23 adeti ise sonradan eklenen şahıslara ait sığ sulama amaçlı kullanılan tulumba kuyularından oluşmaktadır (Çizelge 5.1).

5.1. Yerinde Ölçülen Parametrelere İlişkin Bulgular ve Değerlendirmeler

Kayseri kenti ovasında yer alan 70 adet örnekleme kuyu noktasına ait, sekiz dönem boyunca sahada ölçülen değerlere ait istatistiksel değerler Çizelge 5.1.1'de sunulmuştur. Çizelge'de n: örnekleme adedi, min: ölçülen en küçük değer, max: ölçülen en büyük değer, ort: ölçülen tüm değerlerin aritmetik ortalaması, Ss: standart sapma ve cv: değişim katsayısı olarak verilmiştir. Örnekleme noktaları kapsamında KASKİ'ye ait 21 adet derin işletme kuyularından, ovanın güneyinde yer alan Kergahbağları, Eğribucak ve Taşlıburun'da yeraltısuyu sıcaklığı 14°C'den küçük iken Keykubat, Mahrumlar, Beştepeler, Argıncık, Kuyucak ve Karpuzatan'da 14°C ile 16°C arasında ölçülmüştür. Gediris, Germiraltı, Anneler Parkı, (Karpuzatanın bazı noktaları) ve Erkilet Tarlası'nda ise 15–18°C'dir. Erkilet, Akin, Dadağ, Emmiler, Boyacı ve Buğdaylı'daki örnekleme noktalarında ise 19°C'den büyük değerler gözlenmiştir.

Çalışma kapsamında açılan 16 adet araştırma gözlem kuyularında sonuçlar benzer olup Keykubat, Karpuzatan, Erkilet, Argıncık ve KASKİ kuyularında yeraltısuyu sıcaklığı 12-17°C ölçülürken Taşlıburun'da 12-15°C Gediris, Germiraltı kuyularında ise 15-19 °C arasında sıcaklıklar gözlemlenmiştir. Örnekleme noktaları dâhilinde bulunan kaynak ve dere suları sıcaklığı 6-16°C arasında değişirken sonradan ilave edilen şahıslara ait sığ tulumba kuyularında ise yeraltısuyu sıcaklığı 14-23°C derece arasında değişmektedir (Çizelge 5.1.1).

Örnekleme noktaları kapsamında KASKİ'ye ait 21 adet derin işletme kuyularından ölçülen en büyük EC değeri 742 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olup Emmiler'de en düşük EC değerleri ise 74-130 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olup ovanın güneyinde yer alan Kergahbağları, Eğribucak ve Kuyucak'ta ölçülmüştür; ovanın güney ve güneydoğusunda bulunan Anneler Parkı, Erciyes Kasabası, Germiraltı ve Gediris'te ise 150–300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında, Karpuzatan, Mahrumlar ve Beştepeler 250-440 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında, Keykubat, Erkilet, Akin, Buğdaylı, Boyacı ve Dadağ'da 350–719 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak ölçülmüştür. KASKİ işletme kuyuları dışında, 16 adet araştırma gözlem kuyusunda EC değerleri ölçülmüş olup en yüksek okunan değer 1482 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ile Erkilet Çevre yolu bölgesindeki alüvyon kuyusu; en küçük EC değeri ise Germiraltı SK12 nolu kuyu da ölçülen 119 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olmuştur. Bunların dışında sırasıyla, Gediris ve Taşlıburun'da 170-300 $\mu\text{S}/\text{cm}$, Keykubat, Argıncık, KASKİ, Karpuzatan 300-848 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında değişen değerler gözlemlenmiştir. Örnekleme noktaları dâhilinde bulunan kaynak sularında ise EC değerleri değişkenlik göstermiş olup en yüksek değer 1906 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak Vanvalı ismiyle bilinen Sodalı Kaynağında en küçük değer ise 54 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ile kentin güneydoğusunda bulunan Başpınar Köyü Kaynağıdır. Sonradan ilave edilen derinliği genellikle 10-20 m arasında olan şahıslara ait sığ tulumba kuyularında ise durum daha farklı olup Karpuzatan ve Yeni Doğan Mahallesi bölgesinde 3307 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ve 3168 $\mu\text{S}/\text{cm}$ değerleri ölçülürken Keykubat, Beştepeler, Gültepe, Belsin ve GaziOsman Mahallesi bölgesinde 1400-2032 $\mu\text{S}/\text{cm}$, Altınoluk, Ziya Gökalp, Yıldırım Beyazıt, Mithatpaşa, Kumarlı ve Karpuzatanın bazı bölgelerinde 400-700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında değişen değerler ölçülmüştür. Dokuzpınarlar, Karpuzsekisi, Hanyeri ve Sodalı kaynaklarını drene eden Karasazlık deresinde 2348-4125 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında değerler gözlemlenmiştir. Nihai olarak Karasazlık deresini besleyen Sarımsaklı Deresinde ise 510-1170 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında değerlere rastlanmıştır.

$\text{pH} = -\log(\text{H}^+)$ Saf su için $\text{pH} = 7$ 'dir. $\text{pH} = 7$ olması ($\text{H}^+ = (\text{H}^-)$) olması demektir ki, böyle bir su için nötr su ifadesi kullanılır.

$\text{pH} < 7$ ise ($\text{H}^+ > (\text{H}^-)$) ve su asidik, $\text{pH} > 7$ ise ($\text{H}^+ < (\text{H}^-)$) ve su bazik demektir.

Bu bilgiler ışığında, çalışma alanında ölçülen 5,57- 9,98 pH değerleri dikkate alınarak örnekleme noktalarında hem asidik hem bazik sulardan söz etmek mümkündür.

Çizelge 5.1.1. Örnekleme noktalarına ait sahada ölçülen istatistiksel değerler

| T (°C) | n | EC ₂₅ | | | | | DO | | | | | pH | | | | | | | | | | | | |
|--------------|---|------------------|-------|-------|------|-------|--------------|------|------|--------|--------|-------|--------------|------|-------|------|------|------|--------------|------|------|------|------|-------|
| | | min | max | ort | Ss | cv | (µS/cm) | min | max | ort | Ss | cv | (%) | min | max | ort | Ss | cv | min | max | ort | Ss | cv | |
| KY01 | 8 | 11,32 | 17,20 | 14,28 | 1,83 | 12,79 | KY01 | 403 | 660 | 540,4 | 121,68 | 22,52 | KY01 | 12,2 | 36,7 | 24,5 | 10,1 | 41,3 | KY01 | 7,45 | 9,19 | 8,21 | 0,74 | 9,06 |
| KY02 | 8 | 12,07 | 14,60 | 13,00 | 0,81 | 6,24 | KY02 | 637 | 687 | 664,0 | 17,45 | 2,63 | KY02 | 22,4 | 58,7 | 33,3 | 11,5 | 34,4 | KY02 | 5,57 | 7,53 | 6,70 | 0,55 | 8,16 |
| KY03 | 8 | 12,38 | 14,66 | 13,28 | 0,89 | 6,73 | KY03 | 743 | 791 | 767,6 | 16,54 | 2,16 | KY03 | 15,0 | 51,5 | 33,1 | 11,0 | 33,2 | KY03 | 6,40 | 7,09 | 6,65 | 0,27 | 4,12 |
| KY04 | 8 | 14,23 | 15,99 | 15,11 | 0,63 | 4,18 | KY04 | 545 | 596 | 575,0 | 14,18 | 2,47 | KY04 | 51,5 | 98,8 | 75,0 | 13,5 | 18,0 | KY04 | 6,05 | 7,22 | 6,60 | 0,43 | 6,57 |
| KY05 | 8 | 12,92 | 16,85 | 14,61 | 1,25 | 8,55 | KY05 | 323 | 348 | 338,1 | 9,95 | 2,94 | KY05 | 20,4 | 74,1 | 42,7 | 15,9 | 37,3 | KY05 | 6,55 | 7,76 | 6,99 | 0,44 | 6,32 |
| KY06 | 8 | 12,88 | 15,46 | 14,00 | 0,86 | 6,14 | KY06 | 512 | 653 | 574,6 | 56,14 | 9,77 | KY06 | 38,0 | 76,5 | 52,2 | 12,5 | 23,9 | KY06 | 6,07 | 8,01 | 7,02 | 0,64 | 9,09 |
| KY07 | 8 | 13,50 | 17,09 | 15,26 | 1,28 | 8,40 | KY07 | 498 | 779 | 702,5 | 88,8 | 12,6 | KY07 | 20,1 | 38,9 | 28,0 | 6,7 | 23,8 | KY07 | 6,08 | 7,31 | 6,74 | 0,50 | 7,40 |
| KY08 | 8 | 14,25 | 16,86 | 15,51 | 0,79 | 5,09 | KY08 | 491 | 700 | 540,1 | 66,9 | 12,4 | KY08 | 6,6 | 45,1 | 28,8 | 12,0 | 41,8 | KY08 | 6,30 | 7,85 | 7,11 | 0,51 | 7,19 |
| KY09 | 8 | 14,04 | 16,12 | 15,23 | 0,77 | 5,04 | KY09 | 419 | 440 | 430,2 | 7,4 | 1,7 | KY09 | 53,3 | 103,8 | 72,4 | 15,8 | 21,9 | KY09 | 6,12 | 8,68 | 7,09 | 0,83 | 11,66 |
| KY10 | 8 | 14,69 | 17,09 | 15,54 | 0,75 | 4,81 | KY10 | 491 | 848 | 659,8 | 149,9 | 22,7 | KY10 | 14,7 | 42,7 | 25,1 | 9,4 | 37,6 | KY10 | 6,86 | 9,98 | 8,47 | 1,07 | 12,58 |
| KY11 | 8 | 14,21 | 16,23 | 15,22 | 0,63 | 4,16 | KY11 | 495 | 632 | 551,9 | 60,0 | 10,9 | KY11 | 14,2 | 65,8 | 33,0 | 16,3 | 49,4 | KY11 | 6,30 | 8,53 | 7,34 | 0,65 | 8,88 |
| KY12 | 8 | 14,28 | 19,10 | 16,64 | 1,80 | 10,83 | KY12 | 1154 | 1454 | 1319,3 | 123,1 | 9,3 | KY12 | 10,1 | 48,1 | 26,3 | 11,4 | 43,3 | KY12 | 6,28 | 7,82 | 6,89 | 0,46 | 6,64 |
| KY13 | 8 | 15,26 | 19,26 | 17,05 | 1,48 | 8,67 | KY13 | 1217 | 1482 | 1329,6 | 102,3 | 7,7 | KY13 | 14,9 | 37,9 | 22,8 | 8,4 | 36,8 | KY13 | 6,38 | 7,94 | 7,21 | 0,58 | 8,04 |
| KY14 | 8 | 12,12 | 16,34 | 14,17 | 1,53 | 10,78 | KY14 | 432 | 692 | 549,6 | 116,5 | 21,2 | KY14 | 25,0 | 38,4 | 31,4 | 4,0 | 12,7 | KY14 | 6,06 | 8,50 | 7,30 | 0,85 | 11,71 |
| KY15 | 8 | 12,92 | 17,64 | 14,68 | 1,60 | 10,90 | KY15 | 440 | 498 | 466,3 | 17,6 | 3,8 | KY15 | 20,4 | 58,9 | 35,7 | 12,3 | 34,3 | KY15 | 6,74 | 8,17 | 7,30 | 0,49 | 6,67 |
| KY17 | 7 | 15,07 | 17,93 | 16,31 | 1,04 | 6,37 | KY17 | 235 | 244 | 238,3 | 3,2 | 1,3 | KY17 | 52,9 | 113,4 | 81,0 | 19,3 | 23,8 | KY17 | 6,15 | 8,07 | 7,23 | 0,67 | 9,21 |
| KY18 | 7 | 14,51 | 17,65 | 16,16 | 1,32 | 8,16 | KY18 | 183 | 243 | 214,3 | 19,3 | 9,0 | KY18 | 13,1 | 38,8 | 23,6 | 8,7 | 36,8 | KY18 | 6,86 | 8,34 | 7,70 | 0,56 | 7,28 |
| KY19 | 8 | 15,86 | 18,21 | 17,13 | 0,83 | 4,82 | KY19 | 255 | 275 | 266,6 | 5,9 | 2,2 | KY19 | 38,7 | 114,4 | 72,2 | 24,2 | 33,6 | KY19 | 6,40 | 8,11 | 7,12 | 0,64 | 8,99 |
| KY20 | 8 | 14,33 | 18,28 | 16,13 | 1,47 | 9,10 | KY20 | 279 | 310 | 302,6 | 10,8 | 3,6 | KY20 | 26,8 | 103,4 | 50,7 | 26,6 | 52,4 | KY20 | 6,47 | 8,12 | 7,37 | 0,56 | 7,64 |
| KY21 | 7 | 14,35 | 18,99 | 16,45 | 1,49 | 9,04 | KY21 | 298 | 306 | 302,0 | 3,3 | 1,1 | KY21 | 55,9 | 123,4 | 80,0 | 21,2 | 26,6 | KY21 | 6,19 | 8,07 | 7,20 | 0,62 | 8,64 |
| KY22 | 8 | 12,72 | 14,74 | 13,81 | 0,68 | 4,93 | KY22 | 260 | 278 | 268,0 | 6,6 | 2,5 | KY22 | 50,0 | 99,5 | 76,0 | 19,8 | 26,1 | KY22 | 5,92 | 7,73 | 6,78 | 0,53 | 7,79 |
| KY23 | 7 | 10,85 | 12,43 | 11,57 | 0,53 | 4,56 | KY23 | 188 | 207 | 197,0 | 6,2 | 3,2 | KY23 | 55,7 | 107,1 | 82,7 | 17,3 | 20,9 | KY23 | 5,97 | 8,19 | 6,84 | 0,80 | 11,64 |
| KY24 | 7 | 11,65 | 15,61 | 13,48 | 1,55 | 11,53 | KY24 | 207 | 299 | 240,7 | 34,3 | 14,3 | KY24 | 16,2 | 101,5 | 52,6 | 36,7 | 69,8 | KY24 | 6,90 | 8,78 | 7,50 | 0,67 | 8,93 |
| KY25 | 6 | 10,95 | 14,75 | 12,43 | 1,47 | 11,84 | KY25 | 113 | 169 | 124,8 | 21,8 | 17,5 | KY25 | 44,3 | 108,1 | 78,6 | 25,5 | 32,5 | KY25 | 5,95 | 7,94 | 6,77 | 0,67 | 9,90 |
| KY26 | 8 | 13,68 | 15,18 | 14,48 | 0,56 | 3,86 | KY26 | 392 | 441 | 420,9 | 16,8 | 4,0 | KY26 | 2,7 | 92,8 | 66,9 | 30,2 | 45,1 | KY26 | 6,03 | 7,36 | 6,58 | 0,41 | 6,25 |
| KY27 | 7 | 13,68 | 15,18 | 14,48 | 0,56 | 3,86 | KY27 | 392 | 441 | 420,9 | 16,8 | 4,0 | KY27 | 2,7 | 92,8 | 66,9 | 30,2 | 45,1 | KY27 | 6,03 | 7,36 | 6,58 | 0,41 | 6,25 |
| KY28 | 6 | 12,53 | 19,60 | 14,99 | 2,57 | 17,16 | KY28 | 131 | 141 | 137,7 | 3,7 | 2,7 | KY28 | 57,7 | 99,6 | 76,1 | 15,3 | 20,2 | KY28 | 5,67 | 7,99 | 6,84 | 0,84 | 12,25 |
| KY30A | 6 | 13,42 | 14,75 | 14,15 | 0,58 | 4,09 | KY30A | 185 | 194 | 188,2 | 3,1 | 1,6 | KY30A | 67,3 | 108,1 | 86,7 | 17,3 | 19,9 | KY30A | 6,54 | 7,97 | 7,04 | 0,54 | 7,60 |
| KY30C | 6 | 13,96 | 15,60 | 14,64 | 0,78 | 5,34 | KY30C | 228 | 382 | 282,3 | 68,2 | 24,2 | KY30C | 30,6 | 78,7 | 51,3 | 20,1 | 39,3 | KY30C | 6,57 | 7,84 | 7,12 | 0,54 | 7,55 |
| KY31 | 5 | 11,70 | 23,96 | 18,39 | 5,77 | 31,41 | KY31 | 697 | 742 | 723,2 | 16,8 | 2,3 | KY31 | 68,2 | 86,7 | 77,2 | 9,5 | 12,3 | KY31 | 6,83 | 7,50 | 7,14 | 0,30 | 4,16 |
| KY32 | 7 | 14,90 | 24,44 | 18,77 | 4,10 | 21,83 | KY32 | 680 | 719 | 701,7 | 13,9 | 2,0 | KY32 | 64,3 | 90,5 | 78,0 | 9,1 | 11,6 | KY32 | 6,55 | 7,57 | 7,00 | 0,33 | 4,75 |
| KY33 | 7 | 20,00 | 24,05 | 23,03 | 1,37 | 5,94 | KY33 | 461 | 505 | 478,1 | 13,7 | 2,9 | KY33 | 72,6 | 93,6 | 82,6 | 8,7 | 10,5 | KY33 | 7,44 | 8,05 | 7,77 | 0,24 | 3,14 |
| KY34 | 7 | 6,28 | 23,71 | 14,30 | 7,85 | 54,90 | KY34 | 1013 | 1650 | 1351,9 | 290,2 | 21,5 | KY34 | 78,3 | 106,1 | 93,9 | 11,6 | 12,3 | KY34 | 7,67 | 8,32 | 8,00 | 0,28 | 3,56 |
| KY35 | 5 | 17,63 | 24,00 | 21,77 | 2,71 | 12,45 | KY35 | 560 | 619 | 589,2 | 22,1 | 3,7 | KY35 | 23,6 | 70,8 | 46,8 | 19,7 | 42,1 | KY35 | 8,14 | 8,83 | 8,45 | 0,31 | 3,62 |
| KY36 | 7 | 14,40 | 23,09 | 18,70 | 3,58 | 19,13 | KY36 | 527 | 703 | 620,9 | 63,1 | 10,2 | KY36 | 71,3 | 101,9 | 82,8 | 10,6 | 12,8 | KY36 | 6,72 | 7,75 | 7,24 | 0,42 | 5,76 |
| KY36A | 5 | 17,3 | 23,0 | 20,5 | 2,5 | 12,2 | KY36A | 401 | 631 | 449 | 101,9 | 22,7 | KY36A | 80,1 | 97,0 | 86,4 | 6,8 | 7,9 | KY36A | 7,03 | 7,72 | 7,40 | 0,32 | 4,35 |
| KY36B | 4 | 18,2 | 22,7 | 20,9 | 2,0 | 9,7 | KY36B | 698 | 728 | 717 | 13,1 | 1,8 | KY36B | 71,3 | 82,4 | 77,0 | 5,1 | 6,7 | KY36B | 6,44 | 7,00 | 6,62 | 0,26 | 3,94 |

Çizelge 5.1.1. Örnekleme noktalarına ait sahada ölçülen istatistiksel değerler

| T (°C) | n | EC ₂₅ | | | | | DO (%) | | | | | pH | | | | | | | | | | | | |
|--------------|---|------------------|------|------|-----|------|--------------|------|------|------|-------|------|--------------|------|-------|-------|------|------|--------------|------|------|------|------|------|
| | | min | max | ort | Ss | cv | min | max | ort | Ss | cv | min | max | ort | Ss | cv | | | | | | | | |
| KY37 | 8 | 0,7 | 22,4 | 14,4 | 9,0 | 62,3 | KY37 | 587 | 784 | 746 | 65,7 | 8,8 | KY37 | 45,3 | 124,7 | 83,5 | 28,8 | 34,5 | KY37 | 7,45 | 8,26 | 7,88 | 0,36 | 4,51 |
| KY38 | 8 | 5,9 | 23,2 | 15,7 | 7,3 | 46,9 | KY38 | 644 | 1170 | 783 | 165,9 | 21,2 | KY38 | 7,9 | 105,5 | 47,8 | 39,0 | 81,6 | KY38 | 7,40 | 8,24 | 7,78 | 0,30 | 3,84 |
| KY39 | 6 | 16,6 | 22,2 | 19,4 | 2,3 | 11,8 | KY39 | 460 | 557 | 505 | 39,6 | 7,8 | KY39 | 20,1 | 56,7 | 43,8 | 13,9 | 31,7 | KY39 | 7,30 | 7,85 | 7,60 | 0,27 | 3,57 |
| KY40 | 7 | 10,0 | 21,7 | 15,1 | 5,1 | 33,7 | KY40 | 184 | 268 | 209 | 27,3 | 13,1 | KY40 | 70,0 | 93,5 | 79,8 | 7,7 | 9,7 | KY40 | 6,29 | 6,78 | 6,56 | 0,20 | 3,09 |
| KY40B | 3 | 12,4 | 21,7 | 18,1 | 5,0 | 27,7 | KY40B | 345 | 359 | 353 | 7,4 | 2,1 | KY40B | 33,1 | 71,2 | 56,8 | 20,7 | 36,4 | KY40B | 6,02 | 6,44 | 6,19 | 0,22 | 3,60 |
| KY41 | 7 | 12,5 | 21,8 | 16,0 | 4,3 | 27,0 | KY41 | 419 | 447 | 434 | 10,0 | 2,3 | KY41 | 76,9 | 96,8 | 83,6 | 7,0 | 8,4 | KY41 | 6,02 | 6,58 | 6,28 | 0,22 | 3,58 |
| KY42 | 7 | 16,9 | 22,0 | 18,6 | 2,2 | 11,9 | KY42 | 1845 | 1906 | 1882 | 24,6 | 1,3 | KY42 | 63,2 | 82,3 | 72,4 | 7,7 | 10,6 | KY42 | 6,03 | 6,53 | 6,27 | 0,16 | 2,57 |
| KY43 | 8 | 6,0 | 22,5 | 15,0 | 5,8 | 38,4 | KY43 | 3395 | 4125 | 3682 | 279,7 | 7,6 | KY43 | 43,5 | 72,2 | 55,3 | 10,0 | 18,1 | KY43 | 5,73 | 7,37 | 6,62 | 0,50 | 7,57 |
| KY44 | 7 | 7,3 | 21,1 | 16,0 | 4,6 | 28,6 | KY44 | 272 | 298 | 284 | 8,3 | 2,9 | KY44 | 68,1 | 106,2 | 82,4 | 14,1 | 17,1 | KY44 | 7,04 | 7,75 | 7,41 | 0,27 | 3,59 |
| KY45 | 7 | 8,3 | 21,2 | 13,1 | 5,4 | 41,5 | KY45 | 66 | 108 | 95 | 14,2 | 14,9 | KY45 | 74,7 | 125,2 | 90,3 | 18,4 | 20,4 | KY45 | 6,37 | 7,75 | 7,06 | 0,48 | 6,77 |
| KY46 | 7 | 5,5 | 21,1 | 11,4 | 7,1 | 62,1 | KY46 | 54 | 104 | 73 | 20,4 | 28,1 | KY46 | 73,3 | 112,5 | 86,0 | 16,3 | 18,9 | KY46 | 6,85 | 7,59 | 7,28 | 0,30 | 4,07 |
| KY49 | 7 | 5,8 | 20,7 | 9,5 | 5,6 | 59,4 | KY49 | 73 | 172 | 104 | 37,8 | 36,2 | KY49 | 69,0 | 96,0 | 81,4 | 10,8 | 13,3 | KY49 | 6,23 | 7,37 | 6,94 | 0,43 | 6,13 |
| KY51 | 3 | 12,1 | 13,8 | 13,2 | 1,0 | 7,3 | KY51 | 190 | 305 | 230 | 65,0 | 28,3 | KY51 | 60,1 | 130,0 | 96,6 | 35,1 | 36,3 | KY51 | 6,79 | 7,14 | 7,01 | 0,19 | 2,73 |
| KY52 | 3 | 11,4 | 13,6 | 12,7 | 1,2 | 9,2 | KY52 | 190 | 218 | 204 | 14,0 | 6,9 | KY52 | 80,8 | 140,1 | 106,9 | 30,3 | 28,3 | KY52 | 6,67 | 7,17 | 6,94 | 0,25 | 3,65 |
| KY54 | 3 | 14,3 | 22,1 | 19,2 | 4,3 | 22,5 | KY54 | 1032 | 1162 | 1109 | 68,1 | 6,1 | KY54 | 18,2 | 74,3 | 51,6 | 29,5 | 57,2 | KY54 | 6,55 | 7,68 | 6,95 | 0,64 | 9,15 |
| KY54A | 2 | 14,8 | 21,8 | 18,3 | 5,0 | 27,2 | KY54A | 1131 | 1210 | 1171 | 55,9 | 4,8 | KY54A | 14,4 | 71,1 | 42,8 | 40,1 | 93,8 | KY54A | 6,54 | 6,63 | 6,59 | 0,06 | 0,97 |
| KY55 | 3 | 14,7 | 21,6 | 18,3 | 3,5 | 19,1 | KY55 | 831 | 1219 | 979 | 209,5 | 21,4 | KY55 | 41,0 | 98,6 | 60,7 | 32,8 | 54,0 | KY55 | 6,52 | 6,90 | 6,75 | 0,20 | 3,02 |
| KY55A | 2 | 14,4 | 22,3 | 18,3 | 5,6 | 30,5 | KY55A | 1573 | 1625 | 1599 | 36,8 | 2,3 | KY55A | 37,5 | 62,4 | 50,0 | 17,6 | 35,2 | KY55A | 6,67 | 6,90 | 6,79 | 0,16 | 2,40 |
| KY56 | 3 | 13,8 | 21,9 | 19,2 | 4,7 | 24,3 | KY56 | 404 | 461 | 433 | 28,5 | 6,6 | KY56 | 78,5 | 92,1 | 85,9 | 6,9 | 8,0 | KY56 | 7,07 | 7,36 | 7,24 | 0,15 | 2,09 |
| KY57 | 3 | 17,4 | 21,4 | 19,8 | 2,1 | 10,7 | KY57 | 982 | 991 | 986 | 4,6 | 0,5 | KY57 | 16,8 | 61,9 | 38,8 | 22,6 | 58,2 | KY57 | 6,84 | 7,15 | 6,97 | 0,16 | 2,33 |
| KY58 | 3 | 16,8 | 21,3 | 19,8 | 2,6 | 12,9 | KY58 | 312 | 364 | 334 | 27,1 | 8,1 | KY58 | 63,8 | 76,7 | 70,6 | 6,5 | 9,2 | KY58 | 6,72 | 7,04 | 6,93 | 0,18 | 2,63 |
| KY60A | 3 | 17,5 | 21,8 | 19,6 | 3,1 | 15,6 | KY60A | 1406 | 1590 | 1498 | 130,1 | 8,7 | KY60A | 19,6 | 77,0 | 48,3 | 40,6 | 84,0 | KY60A | 6,47 | 6,97 | 6,72 | 0,35 | 5,26 |
| KY61 | 3 | 16,2 | 23,2 | 20,8 | 4,0 | 19,0 | KY61 | 1807 | 1952 | 1892 | 75,5 | 4,0 | KY61 | 25,7 | 57,8 | 44,2 | 16,6 | 37,6 | KY61 | 6,91 | 7,24 | 7,11 | 0,18 | 2,50 |
| KY62 | 3 | 22,6 | 23,3 | 22,9 | 0,5 | 2,4 | KY62 | 637 | 693 | 665 | 39,6 | 6,0 | KY62 | 60,2 | 82,2 | 71,2 | 15,6 | 21,8 | KY62 | 7,22 | 7,39 | 7,31 | 0,12 | 1,65 |
| KY63 | 3 | 15,2 | 23,1 | 20,2 | 4,3 | 21,4 | KY63 | 3123 | 3369 | 3266 | 127,9 | 3,9 | KY63 | 21,8 | 80,1 | 53,6 | 29,5 | 55,0 | KY63 | 6,82 | 6,93 | 6,89 | 0,06 | 0,88 |
| KY64 | 3 | 15,9 | 22,8 | 20,4 | 3,9 | 19,2 | KY64 | 1214 | 1868 | 1544 | 327,1 | 21,2 | KY64 | 25,3 | 92,3 | 57,4 | 33,6 | 58,5 | KY64 | 7,18 | 7,34 | 7,25 | 0,08 | 1,13 |
| KY64A | 2 | 16,2 | 22,2 | 19,2 | 4,2 | 22,1 | KY64A | 542 | 545 | 544 | 2,1 | 0,4 | KY64A | 22,4 | 80,1 | 51,3 | 40,8 | 79,6 | KY64A | 7,24 | 7,44 | 7,34 | 0,14 | 1,93 |
| KY64B | 2 | 17,3 | 22,2 | 19,8 | 3,4 | 17,4 | KY64B | 3136 | 3166 | 3151 | 21,2 | 0,7 | KY64B | 17,6 | 76,8 | 47,2 | 41,9 | 88,7 | KY64B | 7,11 | 7,21 | 7,16 | 0,07 | 0,99 |
| KY65 | 3 | 14,9 | 22,1 | 19,7 | 4,1 | 20,9 | KY65 | 1932 | 2041 | 2002 | 60,5 | 3,0 | KY65 | 24,8 | 58,1 | 43,3 | 17,0 | 39,2 | KY65 | 7,14 | 7,37 | 7,26 | 0,12 | 1,60 |
| KY66 | 2 | 14,2 | 21,9 | 18,0 | 5,4 | 30,0 | KY66 | 1414 | 1442 | 1428 | 19,8 | 1,4 | KY66 | 64,1 | 70,5 | 67,3 | 4,5 | 6,7 | KY66 | 7,25 | 7,31 | 7,28 | 0,04 | 0,58 |
| KY67 | 3 | 19,0 | 21,4 | 20,4 | 1,2 | 6,0 | KY67 | 647 | 686 | 661 | 21,5 | 3,2 | KY67 | 69,4 | 91,2 | 79,8 | 10,9 | 13,7 | KY67 | 6,23 | 6,38 | 6,28 | 0,08 | 1,33 |
| KY68 | 3 | 17,9 | 20,5 | 19,0 | 1,3 | 7,0 | KY68 | 648 | 663 | 658 | 8,4 | 1,3 | KY68 | 72,0 | 81,8 | 76,9 | 6,9 | 9,0 | KY68 | 6,30 | 7,11 | 6,60 | 0,44 | 6,69 |
| KY68A | 2 | 18,9 | 21,0 | 19,9 | 1,5 | 7,6 | KY68A | 656 | 658 | 657 | 1,4 | 0,2 | KY68A | 81,3 | 90,4 | 85,9 | 6,4 | 7,5 | KY68A | 6,17 | 6,40 | 6,29 | 0,16 | 2,59 |
| KY69 | 3 | 17,9 | 20,4 | 19,3 | 1,3 | 6,5 | KY69 | 655 | 695 | 674 | 20,1 | 3,0 | KY69 | 64,3 | 94,8 | 79,6 | 21,6 | 27,1 | KY69 | 6,26 | 6,52 | 6,39 | 0,18 | 2,88 |
| KY70 | 3 | 19,7 | 21,4 | 20,7 | 0,9 | 4,2 | KY70 | 616 | 641 | 632 | 13,9 | 2,2 | KY70 | 70,2 | 81,6 | 75,9 | 5,7 | 7,5 | KY70 | 6,23 | 6,47 | 6,38 | 0,13 | 2,05 |

Sıcaklık (T °C): Yağış halinde yeryüzüne düşen suyun sıcaklığı, geçtiği atmosfer içinde belirlenmiştir. Ancak su yatay ve düşey hareketi sırasında, bulunduğu ortam ile termik dengeye gelir ve sıcaklığı değişir. Yerkabuğunun en dış tabakaları için başlıca ısı kaynağı güneştir. Güneş ışınlarının etkisi ile zemin, alttan sınırlanan belli bir nötr derinliğe kadar, farklı sıcaklık bölgeleri (heterotermi bölgesi) oluşturacak şekilde ısınır. Bu bölgenin sıcaklığı rakım, zemin türü, bitki örtüsü, enlem, topografya ve yağış gibi değişkenlerin fonksiyonudur.

Heterotermi bölgesinin altında, yeryuvarlığının içinden gelen ısı akısının geçtiği bir başka bölge (homotermi bölgesi) bulunur. Normal zeminlerde 15-17 m. granitlerde ise 34-39 m.'den sonra sıcaklık değişimleri hissedilmeye başlar. Sıcaklık değişmelerinin başladığı bu geçiş bölgesine nötr bölge adı verilir. Bu bölgenin altında sıcaklık derinliğe bağlı olarak düzenli şekilde artar. Kaya cinsi, tabakaların eğimi volkanların durumu oksitleşme olaylarının varlığına göre her 20-40 (ortalama 33) m. derinlikte sıcaklık 1°C artar. Nötr bölgenin sıcaklığı enlem, rakım, yağış, topografya, rüzgâr gibi faktörlere bağlıdır (Doğan, 1981).

Buna göre, yeraltısuyunun hareket ettiği ve termik dengeye ulaşacağı ortamlardaki ısının kaynağı farklıdır. Bir yandan güneş ışınlarının etkisi ile yerkürenin dışından içine, diğer taraftan kürenin içinden dışına bir ısı akımı vardır. Ayrıca oksitleşmeler, hidratlaşmalar, kimyasal reaksiyonlar, sürtünme ve genleşmeler, radyoaktivite gibi olaylarda ikinci derecede ısı kaynaklarıdır.

Yeraltısuyu farklı ısı bölgelerinden geçmek zorundadır. Süzülen sular önce heterotermi bölgesinin üst kesimlerinden geçerek homotermi bölgesine ulaşırlar. Yeraltısuyunun çoğu genellikle bu bölgede bulunur. Bir kaynak heterotermi bölgesinin sularını boşaltıyorsa kaynak suyunun sıcaklığında günlük veya mevsimlik değişiklikler gözlenir. Homotermi bölgesinin suyunu boşaltan kaynaklarda ise sıcaklık sabite yakındır.

Kaynaklar suların sıcaklığına göre değişik sınıflandırmalara tabi tutulmuştur.

0-20°C: Soğuk sular

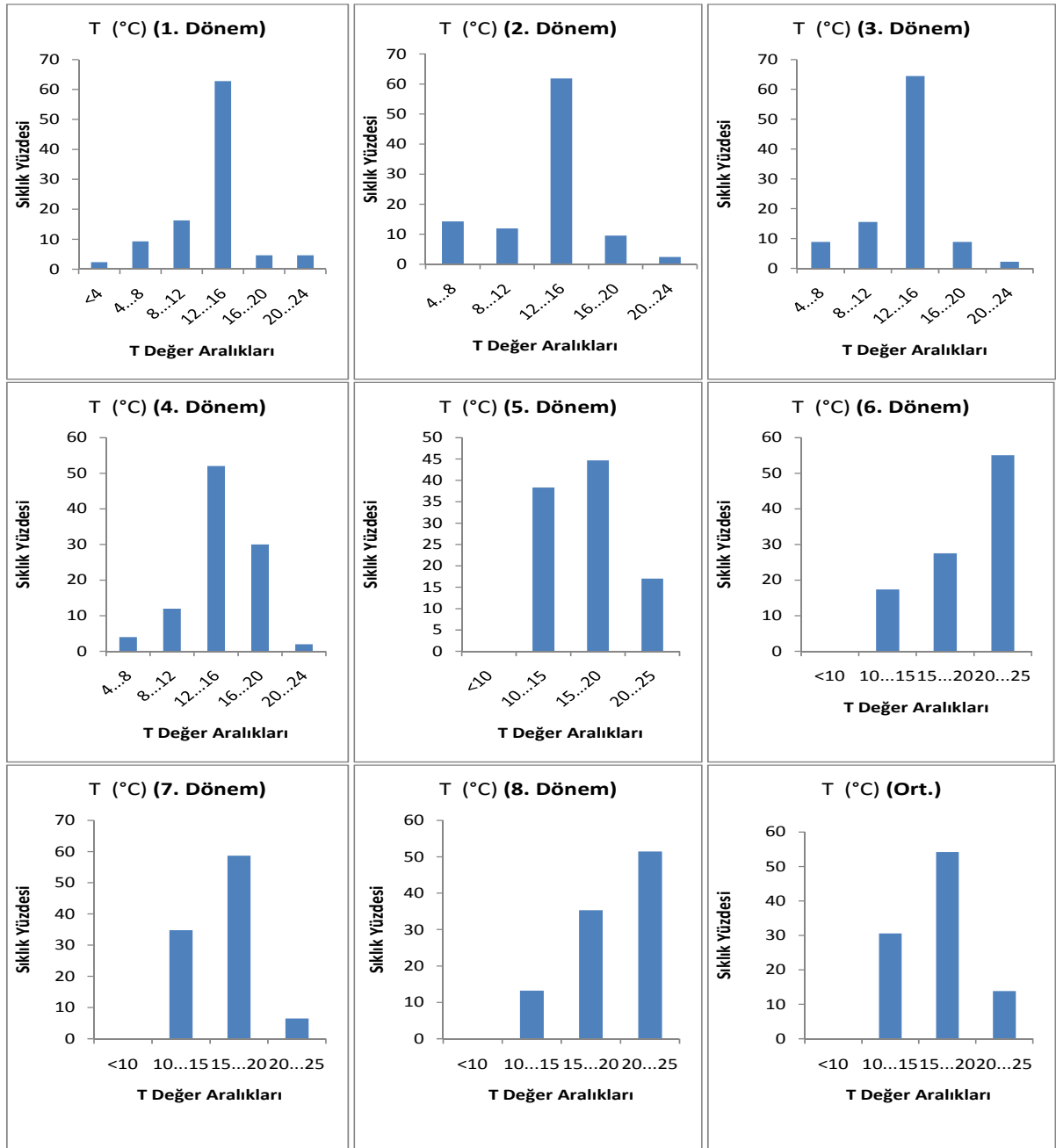
20-30°C: Ilık sular

30°C< : Kaplıca Suları

Suyun sıcaklığı, kimyasal bileşimini de etkiler. Sıcaklık arttıkça gazların suda çözünürlüğü azalırken, katıların çözünürlüğü genellikle artar. Sıcak kaynakların daha tuzlu oluşu bu yüzdendir. Ayrıca suda çözünen CO₂ miktarı sıcaklığa bağlı olarak değiştiğinden suyun pH ve bikarbonat değeri de değişir (Doğan, 1981).

Bu bilgiler ışığında, Şekil 5.1.1'de bulunan sıcaklığa ait sekiz dönemlik histogram grafikleri incelendiğinde; Çalışma alanında Aralık-Mayıs dönemine denk gelen ilk beş dönem ve Temmuz- Ağustos dönemine denk gelen yedinci dönem ölçümlerinde, örnekleme

noktalarının % 90 lık bölümü $<20^{\circ}\text{C}$ olup soğuk sular sınıfına, geriye kalan % 10'luk kısım ise ılık su sınıfına girmektedir. Haziran ve Eylül ayı dönemlerinde yapılan diğer iki dönemlik ölçümlerde ise sularda mevsimsel bir ısınma gözlenmiş gibi görülse de $20-25^{\circ}\text{C}$ özellikle bu iki dönemde yerinde ölçüm aletlerinden birinin arızalı olması nedeniyle yerinde ölçüm yapılamamıştır. Örnekleme noktalarından alınan numuneler sonradan, (5saat sonra) laboratuvar ortamında analiz edilmiş olup ortam sıcaklığın yüksek olmasından kaynaklı sıcaklık artışları olmuştur. Bu durum ihmal edilerek ortalama histogram grafiğine bakıldığında örnekleme noktalarının % 90'ı soğuk sular ($<20^{\circ}\text{C}$) kalan %10'luk kısmı ise ılık sular olarak sınıflandırılabilir.



Şekil 5.1.1. Sıcaklık parametresine ilişkin histogram grafikleri

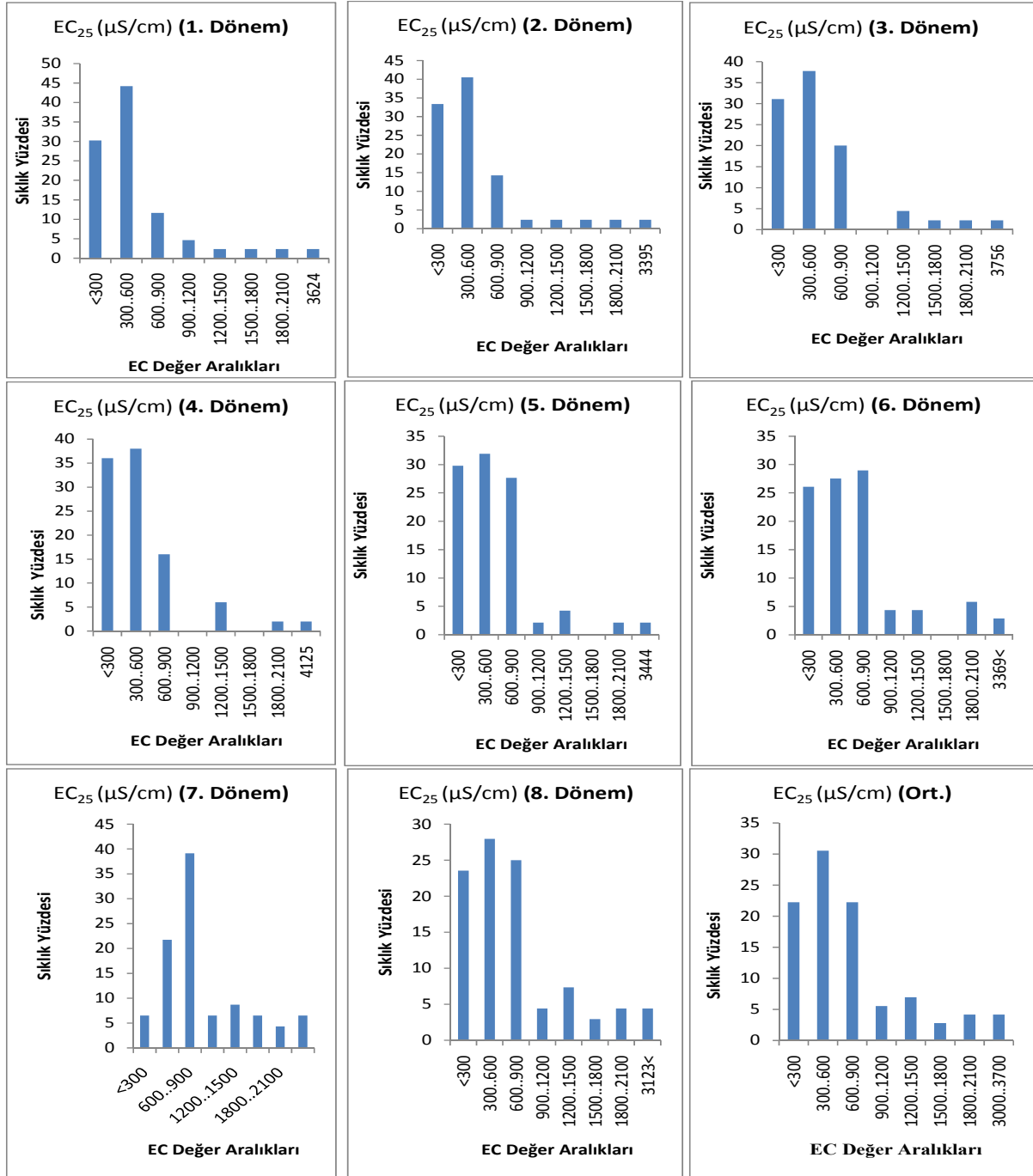
Elektriksel İletkenlik (EC₂₅ µS/cm): Elektriksel iletkenlik, özdeşin tersidir. Buna göre elektriksel iletkenlik, birim uzunlukta ve birim kesitteki bir cismin, belirli bir sıcaklıktaki iletkenliğidir. Özdeşin birimi ohm. Elektriksel iletkenliğin birimi ise mho (1/ohm) ile verilir. İletkenin uzunluğu cm, kesiti cm² ile verirse elektriksel iletkenliğin birimi mho/cm olarak ifade edilir.

Bünyesinde iyon bulunan su da bir iletkenidir. Çözeltiler elektrik akımını iyonlar vasıtasıyla iletirler. Buna göre suyun elektriksel iletkenliği sudaki iyon miktarı ile doğru orantılıdır. Bu ilişki dolayısıyla suyun elektriksel iletkenliği ölçülerek, sudaki iyon miktarı yaklaşık olarak tayin edilebilir. Böylece hiçbir analiz yapmadan suyun toplam tuzluluğu hakkında fikir edinmek mümkündür. İyonların çözelti içindeki hareket yetenekleri aynı değildir. Bazı iyonlar (H⁺ gibi) çok hızlı hareket ettikleri gibi, bazıları daha yavaş hareket ederler. Bu hareketlilik (sabit sıcaklıkta) daha çok iyon çapı ile ilgilidir. Ayrıca sıcaklık da hareketliliği artırır. Sonuç olarak, bütün iyonlar için elektriksel iletkenlik, iyon konsantrasyonu ile doğru orantılı olmakla birlikte, her iyon için bu oran aynı değildir. Sıcaklık ile elektriksel iletkenliğin ilişkisi, iyon cinsine ve konsantrasyon aralığına bağlı olarak değişir. Genel olarak düşük konsantrasyonlarda sıcaklık 1 °C değişince elektriksel iletkenlik % 2 oranında değişir. Elektriksel iletkenlik sıcaklıkla değiştiği için farklı sıcaklıklarda ölçülmüş EC değerleri ile suları karşılaştırmak doğru olmaz. Bütün suların elektriksel iletkenliğini aynı sıcaklıkta ölçmek mümkün olmadığından, ölçülen EC değerlerinin standart bir sıcaklıktaki eşdeğerini vermek ve bu değerler üzerinden suları karşılaştırmak gerekir genellikle EC değerleri 25 °C'deki değerler olarak verilmektedir (Doğan, 1981).

Buna göre, Şekil 5.1.2'de bulunan Elektriksel iletkenliğe ait sekiz dönemlik histogram grafikleri incelendiğinde;

Çalışma alanında örnekleme noktalarının % 30'luk kısmının EC değerlerinin 300 µS/cm'den küçük derin dolaşımly yüksek kottan beslenen sular olduğu, % 30'luk önemli diğer bir kısmı oluşturan sularda EC değerleri 300-600 µS/cm arasında olup bu sular ise işletme kuyusu olarak kullanılan derin sondaj kuyularıdır. 600-900 µS/cm arasında ölçülen % 20'lik kısım ise Erkilet, Akin, Buğdaylı, Boyacı, Dadağ ve Keykubat ve Karpuzatanın bazı bölgelerinde ölçülmüş kuyu suları ve Sarımsaklı deresi giriş-çıkış yüzeysel sulardır. Bunların dışında örnekleme noktalarına sonradan ilave edilen Beştepeler, Karpuzatan, Yenidoğan ve Keykubat bölgelerinde bulunan şahıslara ait sığ sulama amaçlı kullanılan tulumba kuyularında ise 900-2100 µS/cm arasında değerler görülmüştür. Grafiklerin en büyük değer aralığını oluşturan sular ise 2100-4000 µS/cm arasında değişen Sodalı Kaynağı ve aynı kaynağın beslediği Karasazlık dereleridir (Şekil 5.1.2).

Sekiz döneme ait histogram grafikleri incelendiğinde ilk altı ve sekizinci dönem benzer sonuçların çıktığı gözlemlenmektedir. Yedinci dönem itibari ile EC değeri 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'den küçük olan suların azaldığı görülmektedir. Örnekleme noktalarına yedinci dönem ile ilave edilen şahıslara ait sığ tulumba kuyuları örnekleme sayısını artırmış olup bunun yanında söz konusu dönemde sadece çalışma kapsamında açılan araştırma kuyuları ve şahıslara ait sığ tulumba kuyularında örnekleme yapılmıştır. (Derin kuyular ve kaynaklardan ölçümler yapılmamıştır.)



Şekil 5.1.2. Elektriksel İletkenlik (EC₂₅ $\mu\text{S}/\text{cm}$) parametresine ilişkin histogram grafikleri

5.2. Su Kimyası Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Majör İyonlar doğada ve suda çeşitli şekilde bulunup değişik etkilere sahiptirler. Majör iyonları aşağıdaki şekilde tanımlamak mümkündür.

Kalsiyum (Ca²⁺); Normal suların başlıca katyonu kalsiyumdur. Çünkü toprakta ve birçok kayada kalsiyum yaygın bir şekilde bulunur. İnsanda kemik teşekkülü ve bitki gelişmesinde kalsiyum önemli rol oynar. Sudaki kalsiyumun başlıca kaynakları, Kalsiyum silikatlar, karbonatlar ile aragonit, dolomit, jips, anhidrit ve apatit gibi minerallerdir (Doğan, 1981).

Magnezyum (Mg²⁺); Tatlı sularda magnezyum genellikle kalsiyum ve sodyumdan sonra üçüncü iyon durumundadır. Fazla magnezyumlu suların acı bir tadı olup suya sertlik veren başlıca iyonlardan biridir. Olivin, pyroxene, amphibol ve koyu renkli mikaların önemli bileşenlerinden biri magnezyumdur. Ayrıca karbonat ve oksit halinde de bulunur. Suda genellikle magnezyum karbonat şeklinde çözünür (Doğan, 1981).

Sodyum (Na⁺); Alkali metaller grubunda olan sodyum iyonu, tek değerli bir katyondur. Bütün yeraltısularında az veya çok miktarda bulunur. Çünkü bütün sodyum bileşikleri suda kolaylıkla çözünürler. Sodyum sertlik veren bir katyon değildir. Genellikle tek değerlikli katyonlar çift değerlikli katyonlara göre, bitkiler üzerinde daha fazla zehirleyici etki gösterdikleri için sulama açısından sodyum son derece önemlidir (Doğan, 1981).

Potasyum (K⁺); Potasyum alkali metaller grubundan bir metal olup genellikle doğal suların hepsinde bulunur. Ancak sodyuma göre daha az miktarlarda rastlanır. Sulardaki potasyumun başlıca kaynağı potaslı feldispatlar ve mikalardır. Volkanik kayalarda sodyuma nazaran daha az bulunup sedimanter kayalarda daha fazladır. Denizlerde ve tuzlu göllerde potasyum oranı bir hayli yüksektir (Doğan, 1981).

Karbonat ve Bikarbonat (CO₃²⁻, HCO₃⁻); Suya alkalilik veren bu iyonlardan özellikle bikarbonat doğal sularda bulunur. Karbonat ise ancak yüksek pH değerlerinde bikarbonat ile görülür. Sudaki bikarbonatın başlıca kaynağı havadaki karbondioksittir. Sudaki karbonat iyonlarının birbirine oranı suyun pH ve CO₂ değerleri ile ilgili olarak değişir. pH'nın 8,2'den küçük olması halinde suda sadece bikarbonat iyonu vardır. İyi bir içme suyunda bikarbonat iyonu hakin anyon olmalıdır (Doğan, 1981).

Sülfat (SO₄²⁻); İki değerli bir anyon olan sülfat bütün doğal sularda az veya çok miktarda bulunur. Yeraltında bulunan sülfatın başlıca kaynağı jips ve anhidritdir. Ayrıca piritin oksidasyonu ile de sülfat teşekkül edebilir. Bir suda bulunan sülfat miktarı diğer iyonlara göre çok az ise, böyle bir suda sülfat indirgenmesi olduğu sonucu çıkarılabilir. Sülfür kokusu varsa ve CO₂ fazla ise sülfat indirgenmesi kuvvetle muhtemeldir (Doğan, 1981).

Klorür (Cl⁻); Halojen grubu elementlerinden olan klorür bütün doğal sularda bulunur. Denizde çözülmüş tuzlar, buharlaşma sırasında askıda olarak havaya taşınır ve yağışla tekrar yeryüzüne döner. Sulardaki klorürün en önemli kaynağı, sedimanter kütleler içindeki tuz yataklarıdır. Ayrıca volkanik kayalardan, feldispathoid ve sodalite sudaki klorürün önemli kaynaklarıdır. Genellikle klorürce zengin olan sularda sodyumda fazladır. Çünkü suya klorür veren başlıca klor bileşiği sodyum klorürdür (Doğan, 1981).

Çalışma alanında bulunan 70 adet örnekleme kuyu noktasından Aralık 2008-Eylül 2009 dönemlerinde su kimyası analizlerinin yapılması amacıyla su numuneleri alınmıştır. Majör iyonlar olmak üzere Na⁺, K⁺, Ca⁺², Mg⁺², Cl⁻, SO₄⁻², HCO₃⁻ ve CO₃⁻² iyonların derişimleri Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Su Kimyası Laboratuvarında analiz edilerek ölçülmüştür.

Sekiz dönem boyunca laboratuvarında ölçülen değerlere ait istatistiksel değerler Çizelge 5.2.1'de sunulmuştur. Çizelge'de n: örnekleme adedi, min: ölçülen en küçük değer, max: ölçülen en büyük değer, ort: ölçülen tüm değerlerin aritmetik ortalaması, Ss: standart sapma ve cv: değişim katsayısı olarak verilmiştir.

Çizelge 5.2.1. Örnekleme noktalarına ait Su Kimyası sonuçlarının istatistiksel değerleri

| Örnek Kodu | Cl | | | | | | SO ₄ | | | | | CO ₃ | | | | | HCO ₃ | | | | | Na | | | | |
|------------|----|-------|-------|-------|------|------|-----------------|-------|-------|------|-------|-----------------|------|------|------|-------|------------------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|------|
| | n | min | max | ort | Ss | cv | min | max | ort | Ss | cv | min | max | ort | Ss | cv | min | max | ort | Ss | cv | min | max | ort | Ss | cv |
| KY01 | 8 | 27,0 | 35,2 | 30,9 | 2,5 | 8,1 | 56,2 | 71,8 | 66,7 | 5,2 | 7,7 | 0,0 | 30,2 | 11,5 | 13,0 | 112,9 | 53,8 | 311,0 | 180,5 | 88,2 | 48,8 | 31,9 | 45,5 | 39,3 | 4,8 | 12,3 |
| KY02 | 8 | 46,6 | 60,7 | 55,4 | 4,0 | 7,3 | 27,9 | 29,2 | 28,6 | 0,5 | 1,6 | 0,0 | 14,3 | 1,8 | 5,1 | 282,8 | 249,8 | 311,0 | 289,6 | 19,5 | 6,7 | 30,1 | 39,7 | 35,3 | 3,7 | 10,5 |
| KY03 | 8 | 56,2 | 82,4 | 72,2 | 8,1 | 11,3 | 33,7 | 38,7 | 36,2 | 1,6 | 4,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 290,5 | 337,9 | 318,3 | 18,1 | 5,7 | 37,8 | 47,2 | 42,5 | 3,4 | 8,0 |
| KY04 | 8 | 43,6 | 64,1 | 57,8 | 6,4 | 11,0 | 30,5 | 32,2 | 31,4 | 0,5 | 1,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 197,5 | 222,9 | 214,4 | 8,2 | 3,8 | 38,1 | 49,1 | 43,2 | 3,6 | 8,2 |
| KY05 | 8 | 17,3 | 26,2 | 23,6 | 3,0 | 12,9 | 11,3 | 13,0 | 12,5 | 0,6 | 4,7 | 0,0 | 11,4 | 1,4 | 4,0 | 282,8 | 104,6 | 161,5 | 145,7 | 17,8 | 12,2 | 22,8 | 31,9 | 27,4 | 3,2 | 11,7 |
| KY06 | 8 | 17,6 | 25,4 | 23,1 | 2,5 | 10,8 | 31,2 | 74,2 | 46,4 | 16,8 | 36,3 | 0,0 | 17,1 | 3,6 | 6,8 | 189,5 | 214,2 | 299,0 | 262,3 | 29,9 | 11,4 | 25,7 | 33,4 | 29,8 | 2,8 | 9,3 |
| KY07 | 8 | 26,3 | 53,1 | 41,7 | 8,4 | 20,1 | 67,4 | 93,1 | 78,6 | 10,1 | 12,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 252,7 | 328,2 | 291,8 | 29,5 | 10,1 | 34,7 | 41,4 | 38,1 | 2,3 | 6,2 |
| KY08 | 8 | 23,0 | 31,9 | 29,3 | 2,8 | 9,6 | 40,5 | 51,4 | 45,0 | 3,8 | 8,4 | 0,0 | 18,1 | 5,2 | 7,4 | 143,4 | 165,6 | 254,4 | 212,7 | 27,0 | 12,7 | 29,6 | 38,5 | 34,5 | 2,9 | 8,5 |
| KY09 | 8 | 32,4 | 43,5 | 40,5 | 3,7 | 9,2 | 14,8 | 17,9 | 15,9 | 1,0 | 6,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 148,1 | 179,4 | 168,9 | 10,7 | 6,3 | 35,6 | 47,9 | 42,2 | 3,6 | 8,4 |
| KY10 | 8 | 25,5 | 34,4 | 31,8 | 2,9 | 9,1 | 124,0 | 239,5 | 167,7 | 36,9 | 22,0 | 0,0 | 39,6 | 16,1 | 15,8 | 98,1 | 0,0 | 233,2 | 113,2 | 105,0 | 92,8 | 56,0 | 74,8 | 63,9 | 7,0 | 11,0 |
| KY11 | 8 | 23,8 | 33,8 | 30,1 | 3,2 | 10,8 | 49,8 | 62,3 | 57,6 | 5,0 | 8,7 | 0,0 | 30,5 | 5,2 | 10,9 | 209,1 | 123,9 | 260,1 | 202,9 | 43,2 | 21,3 | 29,5 | 41,3 | 35,5 | 3,9 | 11,0 |
| KY12 | 8 | 113,4 | 171,3 | 153,0 | 19,8 | 13,0 | 66,7 | 105,3 | 88,5 | 11,0 | 12,4 | 0,0 | 17,1 | 2,1 | 6,1 | 282,8 | 398,5 | 551,8 | 489,1 | 52,2 | 10,7 | 100,1 | 129,8 | 110,5 | 9,5 | 8,6 |
| KY13 | 8 | 97,0 | 166,7 | 135,8 | 26,8 | 19,8 | 16,6 | 83,3 | 42,8 | 24,1 | 56,4 | 0,0 | 30,2 | 7,7 | 11,6 | 149,6 | 416,9 | 711,7 | 590,9 | 104,5 | 17,7 | 85,1 | 167,9 | 114,1 | 25,0 | 21,9 |
| KY14 | 8 | 11,9 | 18,3 | 15,9 | 2,1 | 13,3 | 62,4 | 80,9 | 73,4 | 5,7 | 7,8 | 0,0 | 18,3 | 6,0 | 8,5 | 142,4 | 102,2 | 331,1 | 222,6 | 95,1 | 42,7 | 23,8 | 36,9 | 31,8 | 4,2 | 13,1 |
| KY15 | 8 | 8,7 | 15,0 | 12,6 | 2,0 | 15,6 | 7,1 | 33,2 | 20,2 | 9,3 | 45,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 236,2 | 278,7 | 262,1 | 17,2 | 6,6 | 21,9 | 29,6 | 24,9 | 2,8 | 11,3 |
| KY17 | 7 | 4,2 | 6,1 | 5,4 | 0,6 | 11,5 | 7,8 | 8,4 | 8,1 | 0,2 | 2,9 | 0,0 | 17,1 | 2,4 | 6,5 | 264,6 | 81,3 | 137,5 | 124,8 | 19,9 | 15,9 | 10,4 | 17,0 | 14,0 | 2,4 | 16,8 |
| KY18 | 7 | 4,8 | 7,8 | 6,3 | 1,3 | 19,7 | 5,6 | 8,0 | 7,2 | 0,8 | 11,5 | 0,0 | 23,4 | 5,8 | 10,1 | 173,6 | 71,4 | 139,3 | 116,4 | 30,0 | 25,8 | 12,2 | 21,4 | 16,1 | 3,2 | 20,0 |
| KY19 | 8 | 5,8 | 8,4 | 7,4 | 0,9 | 12,0 | 10,4 | 13,7 | 11,0 | 1,1 | 9,9 | 0,0 | 17,1 | 2,1 | 6,1 | 282,8 | 95,9 | 147,1 | 132,8 | 15,9 | 12,0 | 11,8 | 17,5 | 14,6 | 2,2 | 14,9 |
| KY20 | 8 | 7,4 | 9,7 | 8,7 | 0,8 | 9,2 | 10,8 | 12,0 | 11,2 | 0,4 | 3,5 | 0,0 | 17,6 | 5,0 | 8,5 | 170,8 | 110,4 | 170,4 | 146,4 | 24,4 | 16,6 | 15,6 | 22,7 | 18,8 | 2,4 | 12,9 |
| KY21 | 7 | 6,3 | 9,7 | 8,8 | 1,1 | 13,1 | 10,6 | 12,0 | 11,1 | 0,4 | 3,8 | 0,0 | 11,4 | 1,6 | 4,3 | 264,6 | 116,2 | 167,2 | 149,8 | 17,0 | 11,4 | 12,8 | 21,1 | 17,4 | 2,9 | 17,0 |
| KY22 | 8 | 8,6 | 11,7 | 10,8 | 1,0 | 9,1 | 12,8 | 14,2 | 13,4 | 0,6 | 4,4 | 0,0 | 8,6 | 1,1 | 3,0 | 282,8 | 84,2 | 127,0 | 116,9 | 13,8 | 11,8 | 11,1 | 18,2 | 14,0 | 2,2 | 15,5 |
| KY23 | 7 | 8,1 | 11,8 | 10,1 | 1,2 | 12,2 | 11,8 | 12,9 | 12,3 | 0,4 | 3,0 | 0,0 | 8,6 | 1,2 | 3,2 | 264,6 | 61,0 | 98,0 | 83,8 | 11,3 | 13,5 | 10,4 | 15,0 | 12,6 | 1,7 | 13,1 |
| KY24 | 7 | 8,9 | 12,5 | 11,2 | 1,3 | 11,5 | 12,8 | 14,3 | 13,2 | 0,5 | 4,1 | 0,0 | 11,4 | 1,6 | 4,3 | 264,6 | 75,5 | 119,6 | 108,3 | 15,4 | 14,2 | 12,0 | 20,5 | 15,8 | 2,9 | 18,1 |
| KY25 | 6 | 2,2 | 5,7 | 3,4 | 1,2 | 36,2 | 4,3 | 6,3 | 4,8 | 0,8 | 16,2 | 0,0 | 14,3 | 2,4 | 5,8 | 244,9 | 46,5 | 74,3 | 62,1 | 9,3 | 14,9 | 8,0 | 10,2 | 8,8 | 1,0 | 10,8 |
| KY26 | 8 | 13,4 | 26,2 | 20,5 | 3,9 | 19,0 | 19,3 | 24,0 | 22,1 | 1,6 | 7,2 | 0,0 | 11,4 | 1,4 | 4,0 | 282,8 | 104,6 | 155,5 | 140,3 | 15,1 | 10,8 | 18,5 | 25,8 | 20,8 | 2,4 | 11,4 |
| KY26A | 2 | 3,8 | 4,1 | 3,9 | 0,2 | 4,9 | 13,0 | 16,4 | 14,7 | 2,4 | 16,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 171,7 | 172,7 | 172,2 | 0,8 | 0,4 | 19,8 | 22,5 | 21,2 | 1,9 | 9,1 |
| KY27 | 7 | 17,2 | 45,8 | 25,3 | 9,5 | 37,5 | 24,3 | 46,1 | 28,9 | 7,7 | 26,6 | 0,0 | 11,4 | 1,6 | 4,3 | 264,6 | 92,9 | 157,7 | 138,6 | 24,5 | 17,7 | 20,1 | 30,1 | 23,9 | 3,5 | 14,4 |
| KY28 | 6 | 5,4 | 7,4 | 6,6 | 0,7 | 11,3 | 3,4 | 4,0 | 3,7 | 0,2 | 6,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 71,1 | 83,7 | 77,8 | 4,2 | 5,4 | 11,3 | 13,4 | 12,3 | 0,9 | 7,2 |
| KY30A | 6 | 7,5 | 18,7 | 11,9 | 3,9 | 33,0 | 7,0 | 13,7 | 8,4 | 2,6 | 30,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 89,7 | 99,1 | 93,1 | 3,6 | 3,9 | 18,1 | 24,3 | 20,5 | 2,2 | 10,7 |
| KY30C | 6 | 7,3 | 29,2 | 18,3 | 7,6 | 41,4 | 6,7 | 48,3 | 14,1 | 16,8 | 119,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 95,4 | 355,6 | 163,5 | 98,5 | 60,2 | 19,0 | 41,8 | 28,2 | 8,7 | 30,9 |
| KY31 | 5 | 8,7 | 15,9 | 13,1 | 3,0 | 23,1 | 24,6 | 32,3 | 28,0 | 3,7 | 13,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 400,9 | 464,5 | 425,6 | 23,5 | 5,5 | 27,9 | 38,6 | 32,0 | 4,0 | 12,5 |
| KY32 | 7 | 25,0 | 36,6 | 32,1 | 3,9 | 12,0 | 28,8 | 30,0 | 29,3 | 0,5 | 1,9 | 0,0 | 18,1 | 2,6 | 6,8 | 264,6 | 294,2 | 389,9 | 329,2 | 31,6 | 9,6 | 33,4 | 40,8 | 38,7 | 2,5 | 6,6 |
| KY33 | 7 | 6,4 | 10,7 | 8,7 | 1,4 | 16,2 | 6,2 | 11,1 | 7,2 | 1,7 | 24,0 | 0,0 | 24,1 | 11,9 | 9,2 | 77,0 | 239,0 | 309,5 | 266,3 | 27,4 | 10,3 | 40,8 | 59,6 | 49,6 | 5,9 | 12,0 |
| KY34 | 7 | 99,4 | 265,7 | 193,5 | 78,6 | 40,6 | 199,8 | 355,1 | 288,2 | 61,6 | 21,4 | 0,0 | 24,1 | 9,4 | 9,9 | 105,4 | 122,6 | 207,5 | 163,0 | 25,9 | 15,9 | 60,0 | 166,1 | 125,9 | 44,4 | 35,2 |
| KY35 | 5 | 29,8 | 64,6 | 44,1 | 14,3 | 32,4 | 19,8 | 33,9 | 29,8 | 5,8 | 19,5 | 0,0 | 44,1 | 25,0 | 18,0 | 71,7 | 179,4 | 261,9 | 206,6 | 33,9 | 16,4 | 101,9 | 147,5 | 129,2 | 17,2 | 13,3 |
| KY36 | 7 | 19,3 | 46,0 | 29,0 | 11,5 | 39,8 | 29,3 | 37,7 | 33,1 | 4,0 | 12,2 | 0,0 | 18,3 | 5,2 | 8,9 | 170,8 | 196,2 | 340,6 | 285,4 | 59,6 | 20,9 | 39,6 | 64,3 | 46,9 | 8,4 | 17,9 |
| KY36A | 5 | 3,6 | 22,7 | 10,4 | 8,5 | 81,7 | 3,8 | 30,7 | 10,2 | 11,6 | 113,2 | 0,0 | 11,4 | 3,5 | 5,1 | 147,6 | 209,3 | 328,2 | 250,7 | 46,5 | 18,5 | 17,4 | 46,6 | 25,7 | 11,9 | 46,3 |

Çizelge 5.2.1. Örneklemeler noktasına ait Su Kimyası sonuçlarının istatistiksel değerleri

| Örnek Kodu | Cl | | | | | SO ₄ | | | | | CO ₃ | | | | | HCO ₃ | | | | | Na | | | | | |
|------------|----|-------|--------|--------|-------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-----------------|-----|------|------|------|------------------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| | n | min | max | ort | Ss | cv | min | max | ort | Ss | cv | min | max | ort | Ss | cv | min | max | ort | Ss | cv | min | max | ort | Ss | cv |
| KY36B | 4 | 17,4 | 22,2 | 20,7 | 2,2 | 10,7 | 44,6 | 59,3 | 49,8 | 6,5 | 13,1 | 0,0 | 7,5 | 1,9 | 3,8 | 200,0 | 342,8 | 355,6 | 351,3 | 5,8 | 1,7 | 23,6 | 30,2 | 27,1 | 2,9 | 10,9 |
| KY37 | 8 | 14,3 | 28,8 | 22,2 | 4,5 | 20,2 | 61,0 | 105,0 | 86,9 | 14,0 | 16,1 | 0,0 | 30,5 | 11,9 | 14,1 | 118,6 | 282,0 | 374,0 | 325,5 | 35,2 | 10,8 | 19,3 | 36,5 | 29,4 | 5,1 | 17,4 |
| KY38 | 8 | 34,0 | 61,1 | 47,7 | 9,3 | 19,5 | 9,5 | 107,9 | 61,2 | 31,8 | 52,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 266,7 | 692,8 | 343,5 | 142,7 | 41,5 | 32,5 | 73,5 | 50,6 | 13,3 | 26,4 | |
| KY39 | 6 | 36,3 | 54,6 | 45,8 | 7,1 | 15,5 | 20,7 | 28,0 | 24,8 | 3,0 | 11,9 | 0,0 | 18,1 | 3,0 | 7,4 | 244,9 | 155,5 | 218,0 | 180,7 | 26,6 | 14,7 | 26,2 | 35,4 | 32,1 | 3,6 | 11,1 |
| KY40 | 7 | 14,6 | 20,6 | 18,9 | 2,2 | 11,6 | 8,3 | 9,0 | 8,5 | 0,2 | 2,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 74,3 | 94,9 | 80,9 | 6,6 | 8,2 | 24,3 | 29,3 | 25,9 | 2,0 | 7,9 | |
| KY40B | 4 | 43,2 | 53,4 | 49,8 | 4,7 | 9,5 | 13,4 | 14,5 | 14,0 | 0,6 | 4,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 107,6 | 116,3 | 112,7 | 4,3 | 3,8 | 39,1 | 49,2 | 43,4 | 4,6 | 10,6 | |
| KY41 | 7 | 50,5 | 73,3 | 66,9 | 8,1 | 12,1 | 8,3 | 9,1 | 8,8 | 0,3 | 3,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 127,8 | 167,5 | 138,4 | 13,7 | 9,9 | 39,8 | 62,0 | 54,1 | 7,3 | 13,5 | |
| KY42 | 7 | 380,4 | 496,6 | 454,6 | 39,9 | 8,8 | 54,9 | 58,6 | 56,8 | 1,3 | 2,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 354,4 | 378,5 | 365,9 | 9,5 | 2,6 | 248,5 | 300,6 | 272,0 | 21,2 | 7,8 | |
| KY43 | 8 | 909,6 | 1307,2 | 1089,9 | 123,8 | 11,4 | 55,1 | 191,3 | 93,2 | 46,2 | 49,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 450,2 | 613,0 | 537,5 | 53,0 | 9,9 | 444,4 | 689,1 | 595,6 | 78,6 | 13,2 | |
| KY44 | 7 | 6,8 | 12,5 | 9,2 | 1,8 | 19,8 | 7,4 | 12,1 | 8,6 | 1,6 | 18,7 | 0,0 | 18,3 | 2,6 | 6,9 | 264,6 | 105,3 | 198,5 | 139,6 | 31,3 | 22,4 | 11,9 | 20,9 | 15,1 | 2,9 | 19,0 |
| KY45 | 7 | 1,1 | 1,9 | 1,5 | 0,3 | 22,6 | 2,2 | 5,0 | 3,3 | 0,9 | 28,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 35,8 | 67,4 | 53,0 | 12,1 | 22,9 | 3,4 | 4,9 | 4,1 | 0,6 | 14,7 | |
| KY46 | 7 | 0,6 | 6,0 | 2,0 | 1,8 | 90,3 | 1,0 | 4,2 | 1,7 | 1,1 | 68,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 37,2 | 65,8 | 45,1 | 10,4 | 23,0 | 1,9 | 8,5 | 4,4 | 2,3 | 52,0 | |
| KY49 | 7 | 0,1 | 19,6 | 6,0 | 8,0 | 132,2 | 0,6 | 9,4 | 4,1 | 3,0 | 74,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 6,3 | 48,0 | 36,6 | 14,1 | 38,5 | 0,3 | 7,1 | 3,7 | 2,1 | 56,8 | |
| KY51 | 3 | 6,1 | 9,0 | 7,6 | 1,5 | 19,3 | 8,8 | 11,3 | 9,7 | 1,4 | 14,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 84,2 | 161,3 | 111,7 | 43,0 | 38,5 | 9,4 | 20,8 | 14,6 | 5,8 | 39,7 | |
| KY52 | 3 | 5,2 | 7,1 | 6,4 | 1,0 | 15,9 | 9,0 | 10,4 | 9,9 | 0,8 | 8,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 89,3 | 92,7 | 90,7 | 1,8 | 2,0 | 14,8 | 18,4 | 16,8 | 1,8 | 10,9 | |
| KY54 | 3 | 56,4 | 77,7 | 70,4 | 12,2 | 17,3 | 90,0 | 93,9 | 92,5 | 2,2 | 2,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 255,6 | 298,9 | 270,7 | 24,5 | 9,0 | 58,6 | 71,6 | 65,5 | 6,5 | 9,9 | |
| KY54A | 2 | 64,1 | 77,1 | 70,6 | 9,2 | 13,1 | 88,6 | 98,5 | 93,5 | 7,0 | 7,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 269,7 | 304,7 | 287,2 | 24,7 | 8,6 | 69,2 | 79,2 | 74,2 | 7,1 | 9,5 | |
| KY55 | 3 | 46,9 | 67,9 | 59,1 | 10,9 | 18,4 | 60,7 | 137,0 | 91,8 | 40,1 | 43,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 251,4 | 343,5 | 285,4 | 50,6 | 17,7 | 44,1 | 91,2 | 63,2 | 24,8 | 39,2 | |
| KY55A | 2 | 98,4 | 125,4 | 111,9 | 19,1 | 17,1 | 100,2 | 111,0 | 105,6 | 7,6 | 7,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 269,7 | 477,3 | 373,5 | 146,8 | 39,3 | 98,9 | 120,7 | 109,8 | 15,4 | 14,0 | |
| KY56 | 3 | 7,9 | 11,3 | 10,0 | 1,8 | 18,0 | 22,3 | 30,1 | 25,5 | 4,1 | 15,9 | 0,0 | 20,0 | 10,6 | 10,0 | 95,1 | 136,5 | 179,3 | 163,5 | 23,5 | 14,4 | 21,0 | 27,8 | 24,5 | 3,4 | 13,8 |
| KY57 | 3 | 29,9 | 45,8 | 39,5 | 8,4 | 21,3 | 83,7 | 86,3 | 85,3 | 1,4 | 1,7 | 0,0 | 17,6 | 5,9 | 10,1 | 173,2 | 395,0 | 420,9 | 405,8 | 13,4 | 3,3 | 42,2 | 53,1 | 48,1 | 5,5 | 11,5 |
| KY58 | 3 | 9,5 | 10,6 | 9,9 | 0,6 | 5,9 | 12,5 | 15,5 | 13,6 | 1,7 | 12,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 145,2 | 178,8 | 159,1 | 17,5 | 11,0 | 13,8 | 21,6 | 17,3 | 4,0 | 23,0 | |
| KY59 | 2 | 27,3 | 31,0 | 29,2 | 2,6 | 8,9 | 26,7 | 48,5 | 37,6 | 15,4 | 41,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 206,2 | 309,6 | 257,9 | 73,1 | 28,3 | 20,0 | 25,3 | 22,7 | 3,7 | 16,5 | |
| KY60A | 3 | 100,8 | 109,6 | 105,2 | 6,2 | 5,9 | 71,4 | 156,6 | 114,0 | 60,3 | 52,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 333,3 | 416,9 | 375,1 | 59,1 | 15,8 | 59,9 | 90,7 | 75,3 | 21,8 | 29,0 | |
| KY61 | 3 | 221,4 | 301,9 | 261,2 | 40,2 | 15,4 | 245,6 | 406,1 | 322,0 | 80,6 | 25,0 | 0,0 | 14,6 | 4,9 | 8,4 | 173,2 | 319,5 | 416,9 | 363,5 | 49,4 | 13,6 | 176,3 | 261,8 | 212,8 | 44,1 | 20,7 |
| KY62 | 3 | 28,5 | 119,3 | 60,6 | 51,0 | 84,1 | 47,1 | 436,3 | 186,7 | 216,6 | 116,0 | 0,0 | 17,6 | 5,9 | 10,1 | 173,2 | 202,3 | 324,9 | 257,1 | 62,3 | 24,2 | 57,6 | 121,7 | 84,2 | 33,5 | 39,8 |
| KY63 | 3 | 518,0 | 705,4 | 633,5 | 101,0 | 15,9 | 610,4 | 625,8 | 615,8 | 8,7 | 1,4 | 0,0 | 17,6 | 5,9 | 10,1 | 173,2 | 285,7 | 349,4 | 313,9 | 32,5 | 10,4 | 228,1 | 271,8 | 247,8 | 22,2 | 9,0 |
| KY64 | 3 | 80,7 | 188,4 | 148,7 | 59,1 | 39,8 | 185,7 | 335,0 | 283,6 | 84,8 | 29,9 | 0,0 | 17,6 | 5,9 | 10,1 | 173,2 | 352,5 | 398,5 | 376,2 | 23,0 | 6,1 | 95,2 | 131,1 | 117,4 | 19,4 | 16,5 |
| KY64A | 2 | 45,1 | 52,8 | 49,0 | 5,4 | 11,1 | 27,9 | 28,8 | 28,3 | 0,6 | 2,3 | 0,0 | 17,6 | 8,8 | 12,4 | 141,4 | 182,0 | 214,6 | 198,3 | 23,1 | 11,6 | 31,0 | 31,3 | 31,2 | 0,3 | 0,9 |
| KY64B | 2 | 422,0 | 503,6 | 462,8 | 57,7 | 12,5 | 494,1 | 571,1 | 532,6 | 54,4 | 10,2 | 0,0 | 23,4 | 11,7 | 16,6 | 141,4 | 416,6 | 521,1 | 468,8 | 73,9 | 15,8 | 408,9 | 428,2 | 418,5 | 13,7 | 3,3 |
| KY65 | 3 | 190,9 | 201,7 | 197,6 | 5,9 | 3,0 | 454,9 | 511,2 | 474,5 | 31,8 | 6,7 | 0,0 | 23,4 | 7,8 | 13,5 | 173,2 | 324,3 | 410,8 | 374,8 | 45,0 | 12,0 | 201,0 | 226,2 | 216,5 | 13,6 | 6,3 |
| KY66 | 2 | 24,1 | 25,5 | 24,8 | 1,0 | 4,0 | 433,8 | 465,4 | 449,6 | 22,4 | 5,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 264,3 | 275,9 | 270,1 | 8,2 | 3,0 | 76,2 | 76,5 | 76,4 | 0,2 | 0,3 | |
| KY67 | 3 | 12,6 | 17,3 | 15,5 | 2,5 | 16,4 | 29,7 | 30,6 | 30,2 | 0,5 | 1,6 | 0,0 | 17,6 | 5,9 | 10,1 | 173,2 | 315,4 | 343,3 | 332,9 | 15,2 | 4,6 | 21,9 | 35,2 | 28,4 | 6,7 | 23,5 |
| KY68 | 3 | 14,4 | 19,6 | 17,8 | 2,9 | 16,4 | 30,7 | 33,1 | 31,6 | 1,3 | 4,1 | 0,0 | 11,7 | 3,9 | 6,8 | 173,2 | 315,4 | 346,4 | 332,9 | 15,9 | 4,8 | 21,9 | 28,9 | 25,4 | 3,5 | 13,7 |
| KY68A | 2 | 13,4 | 18,4 | 15,9 | 3,6 | 22,6 | 31,4 | 34,3 | 32,8 | 2,0 | 6,2 | 0,0 | 11,7 | 5,9 | 8,3 | 141,4 | 315,4 | 349,4 | 332,4 | 24,1 | 7,2 | 25,7 | 28,7 | 27,2 | 2,1 | 7,9 |
| KY69 | 3 | 13,6 | 22,6 | 17,7 | 4,5 | 25,6 | 30,1 | 35,9 | 32,7 | 2,9 | 9,0 | 0,0 | 14,6 | 4,9 | 8,4 | 173,2 | 312,4 | 358,6 | 336,0 | 23,1 | 6,9 | 25,8 | 28,4 | 27,2 | 1,3 | 4,8 |
| KY70 | 3 | 14,1 | 20,9 | 18,5 | 3,9 | 20,9 | 33,1 | 35,5 | 34,2 | 1,2 | 3,5 | 0,0 | 14,6 | 4,9 | 8,4 | 173,2 | 288,6 | 331,1 | 311,1 | 21,3 | 6,9 | 22,7 | 26,8 | 24,9 | 2,1 | 8,3 |

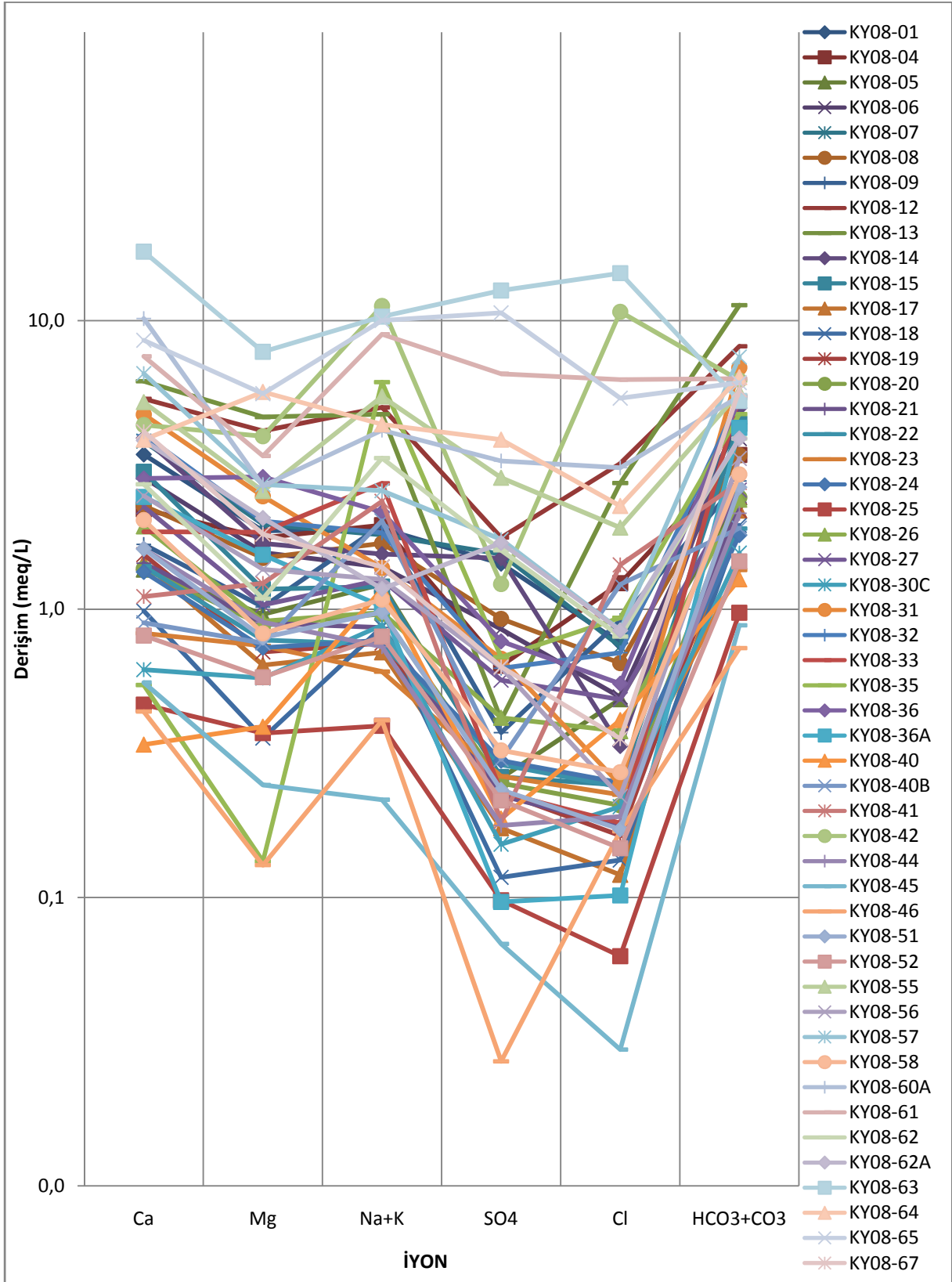
Çizelge 5.2.1. Örneklemeye noktalarına ait Su Kimyası sonuçlarının istatistiksel değerleri

| Örnek Kodu | K | | | | | Mg | | | | | Ca | | | | | EC25 (µS/cm) | | | | | pH | | | | |
|------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|------|-------|--------------|--------|--------|-------|------|------|------|------|------|-------|
| | min | max | ort | Ss | cv | min | max | ort | Ss | cv | min | max | ort | Ss | cv | min | max | ort | Ss | cv | min | max | ort | Ss | cv |
| KY01 | 7,4 | 11,1 | 8,9 | 1,3 | 14,0 | 19,7 | 22,7 | 20,9 | 0,9 | 4,4 | 11,4 | 87,0 | 47,4 | 29,4 | 62,0 | 403,0 | 660,0 | 540,4 | 121,7 | 22,5 | 7,45 | 9,19 | 8,21 | 0,74 | 9,06 |
| KY02 | 4,6 | 9,1 | 6,6 | 1,8 | 27,8 | 23,4 | 27,8 | 25,1 | 1,7 | 6,8 | 63,4 | 83,8 | 73,9 | 6,8 | 9,2 | 637,0 | 687,0 | 664,0 | 17,5 | 2,6 | 5,57 | 7,53 | 6,70 | 0,55 | 8,16 |
| KY03 | 4,8 | 12,7 | 7,4 | 2,5 | 33,7 | 26,3 | 33,3 | 30,2 | 2,6 | 8,6 | 61,5 | 87,4 | 77,6 | 8,0 | 10,3 | 743,0 | 791,0 | 767,6 | 16,5 | 2,2 | 6,4 | 7,09 | 6,65 | 0,27 | 4,12 |
| KY04 | 4,9 | 11,6 | 7,0 | 2,4 | 34,3 | 20,5 | 26,0 | 22,2 | 1,7 | 7,5 | 39,8 | 54,5 | 47,9 | 5,5 | 11,4 | 545,0 | 596,0 | 575,0 | 14,2 | 2,5 | 6,05 | 7,22 | 6,60 | 0,43 | 6,57 |
| KY05 | 3,5 | 7,4 | 5,0 | 1,6 | 30,8 | 10,1 | 13,0 | 11,8 | 1,1 | 9,2 | 20,1 | 29,0 | 25,4 | 3,0 | 11,9 | 323,0 | 348,0 | 338,1 | 9,9 | 2,9 | 6,55 | 7,76 | 6,99 | 0,44 | 6,32 |
| KY06 | 8,2 | 13,3 | 9,6 | 1,7 | 17,2 | 16,4 | 23,7 | 20,6 | 2,5 | 12,2 | 57,2 | 70,3 | 63,4 | 4,1 | 6,5 | 512,0 | 653,0 | 574,6 | 56,1 | 9,8 | 6,07 | 8,01 | 7,02 | 0,64 | 9,09 |
| KY07 | 5,2 | 9,7 | 6,7 | 1,4 | 20,6 | 17,7 | 23,9 | 21,3 | 2,2 | 10,3 | 66,1 | 90,6 | 80,3 | 7,8 | 9,7 | 498,0 | 779,0 | 702,5 | 88,8 | 12,6 | 6,08 | 7,31 | 6,74 | 0,50 | 7,40 |
| KY08 | 5,2 | 8,3 | 6,8 | 1,3 | 18,6 | 16,9 | 21,3 | 18,8 | 1,4 | 7,5 | 43,6 | 59,3 | 50,6 | 5,8 | 11,5 | 491,0 | 700,0 | 540,1 | 66,9 | 12,4 | 6,3 | 7,85 | 7,11 | 0,51 | 7,19 |
| KY09 | 4,3 | 10,1 | 6,8 | 2,0 | 29,2 | 11,0 | 14,5 | 12,8 | 1,2 | 9,7 | 29,8 | 38,0 | 33,4 | 2,3 | 6,9 | 419,0 | 440,0 | 430,2 | 7,4 | 1,7 | 6,12 | 8,68 | 7,09 | 0,83 | 11,66 |
| KY10 | 6,4 | 15,2 | 11,3 | 3,0 | 26,5 | 1,8 | 28,6 | 13,4 | 10,6 | 79,2 | 32,0 | 90,6 | 55,2 | 21,9 | 39,7 | 491,0 | 848,0 | 659,8 | 149,9 | 22,7 | 6,86 | 9,98 | 8,47 | 1,07 | 12,58 |
| KY11 | 5,9 | 10,2 | 7,6 | 1,3 | 17,8 | 13,2 | 23,4 | 18,2 | 3,7 | 20,4 | 50,4 | 70,3 | 55,9 | 7,5 | 13,5 | 495,0 | 632,0 | 551,9 | 60,0 | 10,9 | 6,3 | 8,53 | 7,34 | 0,65 | 8,88 |
| KY12 | 9,2 | 24,0 | 13,6 | 5,7 | 42,2 | 43,5 | 57,1 | 49,4 | 4,9 | 10,0 | 104,4 | 121,8 | 112,0 | 6,7 | 6,0 | 1154,0 | 1454,0 | 1319,3 | 123,1 | 9,3 | 6,28 | 7,82 | 6,89 | 0,46 | 6,64 |
| KY13 | 8,1 | 49,7 | 20,7 | 12,9 | 62,4 | 31,2 | 59,1 | 49,3 | 8,3 | 16,8 | 66,1 | 146,0 | 113,2 | 23,4 | 20,7 | 1217,0 | 1482,0 | 1329,6 | 102,3 | 7,7 | 6,38 | 7,94 | 7,21 | 0,58 | 8,04 |
| KY14 | 5,3 | 11,8 | 7,6 | 2,0 | 26,8 | 8,0 | 21,8 | 14,5 | 6,4 | 44,4 | 46,3 | 88,6 | 65,1 | 15,6 | 24,0 | 432,0 | 692,0 | 549,6 | 116,5 | 21,2 | 6,06 | 8,5 | 7,30 | 0,85 | 11,71 |
| KY15 | 6,1 | 8,3 | 7,5 | 0,7 | 10,0 | 10,4 | 14,3 | 12,8 | 1,5 | 11,8 | 55,2 | 79,3 | 62,4 | 8,0 | 12,7 | 440,0 | 498,0 | 466,3 | 17,6 | 3,8 | 6,74 | 8,17 | 7,30 | 0,49 | 6,67 |
| KY17 | 2,4 | 4,3 | 3,6 | 0,6 | 18,0 | 6,5 | 7,8 | 7,2 | 0,6 | 8,7 | 23,6 | 31,6 | 28,3 | 2,9 | 10,3 | 235,0 | 244,0 | 238,3 | 3,2 | 1,3 | 6,15 | 8,07 | 7,23 | 0,67 | 9,21 |
| KY18 | 4,1 | 9,6 | 6,1 | 2,0 | 32,5 | 4,3 | 7,6 | 5,9 | 1,2 | 21,2 | 18,2 | 30,5 | 23,2 | 4,5 | 19,3 | 183,0 | 243,0 | 214,3 | 19,3 | 9,0 | 6,86 | 8,34 | 7,70 | 0,56 | 7,28 |
| KY19 | 3,6 | 5,7 | 4,4 | 0,8 | 19,0 | 7,5 | 9,0 | 8,4 | 0,5 | 6,3 | 27,5 | 33,1 | 30,7 | 1,8 | 6,0 | 255,0 | 275,0 | 266,6 | 5,9 | 2,2 | 6,4 | 8,11 | 7,12 | 0,64 | 8,99 |
| KY20 | 3,4 | 5,4 | 4,6 | 0,7 | 14,3 | 8,1 | 11,3 | 9,8 | 1,0 | 10,3 | 27,7 | 38,9 | 32,0 | 3,8 | 11,9 | 279,0 | 310,0 | 302,6 | 10,8 | 3,6 | 6,47 | 8,12 | 7,37 | 0,56 | 7,64 |
| KY21 | 3,4 | 5,3 | 4,2 | 0,7 | 15,7 | 9,3 | 11,5 | 10,7 | 0,8 | 7,1 | 27,6 | 38,2 | 32,7 | 4,1 | 12,5 | 298,0 | 306,0 | 302,0 | 3,3 | 1,1 | 6,19 | 8,07 | 7,20 | 0,62 | 8,64 |
| KY22 | 3,2 | 5,0 | 3,9 | 0,6 | 15,3 | 7,9 | 10,7 | 9,2 | 1,0 | 10,6 | 23,9 | 32,7 | 28,6 | 3,5 | 12,4 | 260,0 | 278,0 | 268,0 | 6,6 | 2,5 | 5,92 | 7,73 | 6,78 | 0,53 | 7,79 |
| KY23 | 1,7 | 3,4 | 2,4 | 0,5 | 20,6 | 7,7 | 9,9 | 8,9 | 0,8 | 8,5 | 14,0 | 21,8 | 17,4 | 2,4 | 13,8 | 188,0 | 207,0 | 197,0 | 6,2 | 3,2 | 5,97 | 8,19 | 6,84 | 0,80 | 11,64 |
| KY24 | 3,0 | 4,8 | 3,8 | 0,6 | 15,9 | 7,1 | 10,8 | 8,5 | 1,3 | 14,9 | 19,0 | 30,5 | 23,2 | 4,1 | 17,5 | 207,0 | 299,0 | 240,7 | 34,3 | 14,3 | 6,9 | 8,78 | 7,50 | 0,67 | 8,93 |
| KY25 | 1,2 | 1,9 | 1,7 | 0,3 | 16,1 | 4,5 | 6,1 | 5,1 | 0,5 | 10,3 | 9,3 | 12,2 | 11,1 | 1,2 | 10,4 | 113,0 | 169,0 | 124,8 | 21,8 | 17,5 | 5,95 | 7,94 | 6,77 | 0,67 | 9,90 |
| KY26 | 5,9 | 8,9 | 7,1 | 1,3 | 18,1 | 11,0 | 13,4 | 11,7 | 0,9 | 8,0 | 35,6 | 44,7 | 40,5 | 3,3 | 8,2 | 392,0 | 441,0 | 420,9 | 16,8 | 4,0 | 6,03 | 7,36 | 6,58 | 0,41 | 6,25 |
| KY26A | 2,9 | 2,9 | 2,9 | 0,0 | 1,6 | 8,9 | 10,7 | 9,8 | 1,3 | 12,8 | 36,9 | 38,8 | 37,8 | 1,3 | 3,5 | | | | | | | | | | |
| KY27 | 7,0 | 8,3 | 7,8 | 0,4 | 5,5 | 10,7 | 14,1 | 12,4 | 1,2 | 9,4 | 41,4 | 50,8 | 46,5 | 3,0 | 6,5 | 392,0 | 441,0 | 420,9 | 16,8 | 4,0 | 6,03 | 7,36 | 6,58 | 0,41 | 6,25 |
| KY28 | 1,5 | 3,2 | 2,0 | 0,6 | 28,6 | 4,6 | 5,7 | 5,2 | 0,4 | 7,9 | 10,1 | 13,7 | 12,1 | 1,4 | 11,2 | 131,0 | 141,0 | 137,7 | 3,7 | 2,7 | 5,67 | 7,99 | 6,84 | 0,84 | 12,25 |
| KY30A | 2,0 | 6,1 | 3,1 | 1,6 | 51,6 | 6,2 | 7,9 | 6,9 | 0,6 | 8,6 | 9,9 | 13,3 | 11,6 | 1,2 | 10,3 | 185,0 | 194,0 | 188,2 | 3,1 | 1,6 | 6,54 | 7,97 | 7,04 | 0,54 | 7,60 |
| KY30C | 2,0 | 7,8 | 4,0 | 2,7 | 66,7 | 6,7 | 26,6 | 11,3 | 7,6 | 67,6 | 12,4 | 95,0 | 29,4 | 32,5 | 110,8 | 228,0 | 382,0 | 282,3 | 68,2 | 24,2 | 6,57 | 7,84 | 7,12 | 0,54 | 7,55 |
| KY31 | 1,7 | 5,6 | 2,6 | 1,7 | 65,9 | 26,0 | 30,9 | 29,2 | 2,0 | 7,0 | 79,3 | 95,5 | 91,2 | 6,9 | 7,5 | 697,0 | 742,0 | 723,2 | 16,8 | 2,3 | 6,83 | 7,5 | 7,14 | 0,30 | 4,16 |
| KY32 | 5,0 | 7,9 | 6,0 | 0,9 | 14,8 | 19,3 | 27,1 | 23,6 | 2,6 | 11,0 | 69,1 | 92,0 | 84,1 | 7,8 | 9,3 | 680,0 | 719,0 | 701,7 | 13,9 | 2,0 | 6,55 | 7,57 | 7,00 | 0,33 | 4,75 |
| KY33 | 5,1 | 9,8 | 6,3 | 1,6 | 25,6 | 16,1 | 22,5 | 19,0 | 2,1 | 11,0 | 30,7 | 39,3 | 36,4 | 3,6 | 9,9 | 461,0 | 505,0 | 478,1 | 13,7 | 2,9 | 7,44 | 8,05 | 7,77 | 0,24 | 3,14 |
| KY34 | 2,4 | 11,5 | 5,1 | 3,4 | 67,1 | 18,8 | 28,6 | 24,8 | 3,4 | 13,8 | 108,8 | 203,2 | 158,9 | 42,1 | 26,5 | 1013,0 | 1650,0 | 1351,9 | 290,2 | 21,5 | 7,67 | 8,32 | 8,00 | 0,28 | 3,56 |
| KY35 | 2,9 | 16,8 | 7,3 | 5,7 | 77,8 | 1,2 | 2,2 | 1,6 | 0,4 | 24,2 | 8,6 | 12,0 | 10,0 | 1,5 | 14,5 | 560,0 | 619,0 | 589,2 | 22,1 | 3,7 | 8,14 | 8,83 | 8,45 | 0,31 | 3,62 |
| KY36 | 2,7 | 8,3 | 3,9 | 2,0 | 50,9 | 21,0 | 34,9 | 29,8 | 6,0 | 20,2 | 43,0 | 56,8 | 51,7 | 4,3 | 8,3 | 527,0 | 703,0 | 620,9 | 63,1 | 10,2 | 6,72 | 7,75 | 7,24 | 0,42 | 5,76 |
| KY36A | 3,1 | 5,9 | 4,1 | 1,1 | 26,4 | 16,0 | 33,4 | 20,5 | 7,3 | 35,4 | 40,1 | 52,7 | 48,4 | 4,9 | 10,2 | 401,0 | 631,0 | 448,8 | 101,9 | 22,7 | 7,03 | 7,72 | 7,40 | 0,32 | 4,35 |

Çizelge 5.2.1. Örneklemeye noktalarına ait Su Kimyası sonuçlarının istatistiksel değerleri

| Örnek Kodu | K | | | | | Mg | | | | | Ca | | | | | EC25 (µS/cm) | | | | | pH | | | | |
|------------|------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|------|------|--------------|--------|--------|-------|------|------|------|------|------|------|
| | min | max | ort | Ss | cv | min | max | ort | Ss | cv | min | max | ort | Ss | cv | min | max | ort | Ss | cv | min | max | ort | Ss | cv |
| KY36B | 6,6 | 10,7 | 8,0 | 1,9 | 23,3 | 24,0 | 29,5 | 26,4 | 2,3 | 8,6 | 79,3 | 99,7 | 91,7 | 8,8 | 9,6 | 698,0 | 728,0 | 717,0 | 13,1 | 1,8 | 6,44 | 7 | 6,62 | 0,26 | 3,94 |
| KY37 | 3,1 | 8,6 | 6,7 | 1,9 | 28,6 | 26,1 | 43,4 | 35,8 | 5,3 | 14,9 | 69,7 | 96,0 | 86,9 | 9,8 | 11,3 | 587,0 | 784,0 | 745,5 | 65,7 | 8,8 | 7,45 | 8,26 | 7,88 | 0,36 | 4,51 |
| KY38 | 6,6 | 40,7 | 13,1 | 11,3 | 86,2 | 22,2 | 34,5 | 28,6 | 4,9 | 17,3 | 47,8 | 161,0 | 75,9 | 36,9 | 48,6 | 644,0 | 1170,0 | 783,3 | 165,9 | 21,2 | 7,4 | 8,24 | 7,78 | 0,30 | 3,84 |
| KY39 | 4,2 | 5,2 | 4,6 | 0,4 | 7,8 | 14,2 | 20,8 | 16,7 | 2,6 | 15,5 | 48,3 | 56,8 | 51,3 | 3,9 | 7,6 | 460,0 | 557,0 | 504,5 | 39,6 | 7,8 | 7,3 | 7,85 | 7,60 | 0,27 | 3,57 |
| KY40 | 1,6 | 5,1 | 3,1 | 1,4 | 43,8 | 4,8 | 7,8 | 6,2 | 1,0 | 15,5 | 6,8 | 10,6 | 9,3 | 1,3 | 13,9 | 184,0 | 268,0 | 209,3 | 27,3 | 13,1 | 6,29 | 6,78 | 6,56 | 0,20 | 3,09 |
| KY40B | 2,6 | 7,3 | 4,3 | 2,1 | 48,3 | 9,3 | 11,3 | 10,2 | 0,9 | 9,3 | 15,5 | 20,6 | 17,8 | 2,1 | 12,0 | 345,0 | 359,0 | 353,3 | 7,4 | 2,1 | 6,02 | 6,44 | 6,19 | 0,22 | 3,60 |
| KY41 | 3,4 | 9,6 | 5,5 | 2,0 | 36,7 | 11,8 | 17,2 | 13,9 | 1,8 | 12,7 | 16,4 | 24,1 | 19,5 | 2,9 | 14,7 | 419,0 | 447,0 | 433,9 | 10,0 | 2,3 | 6,02 | 6,58 | 6,28 | 0,22 | 3,58 |
| KY42 | 16,9 | 45,3 | 24,6 | 12,0 | 48,7 | 45,0 | 51,4 | 48,1 | 2,4 | 5,1 | 69,6 | 102,0 | 87,3 | 13,4 | 15,3 | 1845,0 | 1906,0 | 1881,6 | 24,6 | 1,3 | 6,03 | 6,53 | 6,27 | 0,16 | 2,57 |
| KY43 | 26,2 | 83,8 | 50,0 | 24,6 | 49,2 | 73,5 | 118,8 | 91,2 | 13,4 | 14,6 | 98,9 | 180,7 | 139,1 | 23,0 | 16,5 | 3395,0 | 4125,0 | 3681,5 | 279,7 | 7,6 | 5,73 | 7,37 | 6,62 | 0,50 | 7,57 |
| KY44 | 3,1 | 6,0 | 3,9 | 1,0 | 24,1 | 8,9 | 11,7 | 10,6 | 0,9 | 8,2 | 28,1 | 46,8 | 33,8 | 6,0 | 17,6 | 272,0 | 298,0 | 284,0 | 8,3 | 2,9 | 7,04 | 7,75 | 7,41 | 0,27 | 3,59 |
| KY45 | 1,3 | 1,8 | 1,5 | 0,2 | 11,7 | 1,4 | 3,9 | 2,8 | 0,8 | 29,0 | 8,0 | 15,2 | 11,4 | 2,4 | 21,1 | 66,0 | 108,0 | 95,0 | 14,2 | 14,9 | 6,37 | 7,75 | 7,06 | 0,48 | 6,77 |
| KY46 | 1,1 | 1,6 | 1,4 | 0,2 | 14,2 | 1,1 | 3,7 | 1,9 | 0,8 | 45,1 | 7,2 | 13,3 | 9,2 | 2,3 | 25,2 | 54,0 | 104,0 | 72,6 | 20,4 | 28,1 | 6,85 | 7,59 | 7,28 | 0,30 | 4,07 |
| KY49 | 0,1 | 4,1 | 2,1 | 1,2 | 56,7 | 0,0 | 5,8 | 3,2 | 1,8 | 57,6 | 1,3 | 20,9 | 10,1 | 6,4 | 63,0 | 73,0 | 172,0 | 104,4 | 37,8 | 36,2 | 6,23 | 7,37 | 6,94 | 0,43 | 6,13 |
| KY51 | 2,3 | 2,8 | 2,5 | 0,2 | 10,1 | 5,8 | 9,7 | 7,3 | 2,1 | 29,0 | 17,1 | 32,4 | 22,3 | 8,7 | 39,1 | 190,0 | 305,0 | 230,0 | 65,0 | 28,3 | 6,79 | 7,14 | 7,01 | 0,19 | 2,73 |
| KY52 | 1,8 | 2,2 | 2,1 | 0,2 | 11,5 | 5,8 | 7,1 | 6,6 | 0,7 | 10,2 | 16,0 | 17,4 | 16,5 | 0,7 | 4,5 | 190,0 | 218,0 | 203,7 | 14,0 | 6,9 | 6,67 | 7,17 | 6,94 | 0,25 | 3,65 |
| KY54 | 63,5 | 75,8 | 70,8 | 6,5 | 9,2 | 17,2 | 18,0 | 17,5 | 0,4 | 2,2 | 82,5 | 98,2 | 90,8 | 7,9 | 8,7 | 1032,0 | 1162,0 | 1108,7 | 68,1 | 6,1 | 6,55 | 7,68 | 6,95 | 0,64 | 9,15 |
| KY54A | 83,7 | 94,3 | 89,0 | 7,5 | 8,4 | 15,5 | 21,6 | 18,6 | 4,3 | 23,0 | 81,4 | 101,8 | 91,6 | 14,4 | 15,7 | 1131,0 | 1210,0 | 1170,5 | 55,9 | 4,8 | 6,54 | 6,63 | 6,59 | 0,06 | 0,97 |
| KY55 | 37,1 | 58,2 | 48,3 | 10,6 | 22,0 | 19,1 | 31,2 | 23,2 | 6,9 | 29,8 | 56,5 | 104,5 | 74,4 | 26,2 | 35,2 | 831,0 | 1219,0 | 979,3 | 209,5 | 21,4 | 6,52 | 6,9 | 6,75 | 0,20 | 3,02 |
| KY55A | 92,9 | 105,5 | 99,2 | 8,9 | 8,9 | 22,5 | 38,0 | 30,2 | 11,0 | 36,3 | 96,8 | 130,2 | 113,5 | 23,6 | 20,8 | 1573,0 | 1625,0 | 1599,0 | 36,8 | 2,3 | 6,67 | 6,9 | 6,79 | 0,16 | 2,40 |
| KY56 | 1,5 | 3,7 | 2,5 | 1,1 | 45,6 | 11,5 | 16,7 | 13,5 | 2,8 | 20,5 | 38,9 | 49,5 | 42,5 | 6,0 | 14,1 | 404,0 | 461,0 | 432,7 | 28,5 | 6,6 | 7,07 | 7,36 | 7,24 | 0,15 | 2,09 |
| KY57 | 9,0 | 12,6 | 10,6 | 1,8 | 17,4 | 25,3 | 32,9 | 28,6 | 3,9 | 13,6 | 108,0 | 131,3 | 116,6 | 12,8 | 11,0 | 982,0 | 991,0 | 986,0 | 4,6 | 0,5 | 6,84 | 7,15 | 6,97 | 0,16 | 2,33 |
| KY58 | 4,1 | 5,3 | 4,6 | 0,6 | 13,3 | 8,4 | 10,0 | 9,2 | 0,8 | 8,7 | 31,9 | 40,8 | 35,9 | 4,5 | 12,6 | 312,0 | 364,0 | 333,7 | 27,1 | 8,1 | 6,72 | 7,04 | 6,93 | 0,18 | 2,63 |
| KY59 | 4,9 | 6,8 | 5,9 | 1,3 | 22,3 | 14,3 | 23,8 | 19,0 | 6,7 | 35,0 | 59,2 | 103,4 | 81,3 | 31,2 | 38,4 | | | | | | | | | | |
| KY60A | 8,7 | 10,8 | 9,7 | 1,5 | 15,6 | 32,5 | 42,2 | 37,3 | 6,9 | 18,4 | 153,9 | 203,6 | 178,8 | 35,2 | 19,7 | 1406,0 | 1590,0 | 1498,0 | 130,1 | 8,7 | 6,47 | 6,97 | 6,72 | 0,35 | 5,26 |
| KY61 | 7,9 | 31,3 | 16,3 | 13,0 | 79,7 | 33,0 | 41,3 | 36,2 | 4,5 | 12,3 | 128,1 | 150,7 | 136,6 | 12,3 | 9,0 | 1807,0 | 1952,0 | 1891,7 | 75,5 | 4,0 | 6,91 | 7,24 | 7,11 | 0,18 | 2,50 |
| KY62 | 4,9 | 15,0 | 8,6 | 5,5 | 63,9 | 11,8 | 54,9 | 26,6 | 24,5 | 91,9 | 42,2 | 141,0 | 79,2 | 53,9 | 68,1 | 637,0 | 693,0 | 665,0 | 39,6 | 6,0 | 7,22 | 7,39 | 7,31 | 0,12 | 1,65 |
| KY63 | 12,3 | 45,7 | 24,6 | 18,4 | 74,7 | 82,3 | 94,9 | 89,6 | 6,5 | 7,2 | 297,4 | 347,7 | 318,6 | 26,1 | 8,2 | 3123,0 | 3369,0 | 3266,3 | 127,9 | 3,9 | 6,82 | 6,93 | 6,89 | 0,06 | 0,88 |
| KY64 | 8,8 | 20,1 | 14,2 | 5,7 | 40,2 | 68,8 | 90,1 | 82,7 | 12,0 | 14,5 | 77,5 | 85,2 | 80,9 | 4,0 | 4,9 | 1214,0 | 1868,0 | 1544,3 | 327,1 | 21,2 | 7,18 | 7,34 | 7,25 | 0,08 | 1,13 |
| KY64A | 4,9 | 6,9 | 5,9 | 1,4 | 23,9 | 14,7 | 15,5 | 15,1 | 0,6 | 4,0 | 48,7 | 60,9 | 54,8 | 8,6 | 15,7 | 542,0 | 545,0 | 543,5 | 2,1 | 0,4 | 7,24 | 7,44 | 7,34 | 0,14 | 1,93 |
| KY64B | 42,0 | 75,6 | 58,8 | 23,8 | 40,4 | 80,4 | 95,8 | 88,1 | 10,9 | 12,3 | 100,1 | 137,1 | 118,6 | 26,2 | 22,1 | 3136,0 | 3166,0 | 3151,0 | 21,2 | 0,7 | 7,11 | 7,21 | 7,16 | 0,07 | 0,99 |
| KY65 | 10,4 | 30,6 | 18,1 | 10,9 | 60,3 | 47,1 | 67,9 | 55,4 | 11,0 | 19,9 | 110,8 | 171,3 | 136,8 | 31,1 | 22,7 | 1932,0 | 2041,0 | 2001,7 | 60,5 | 3,0 | 7,14 | 7,37 | 7,26 | 0,12 | 1,60 |
| KY66 | 8,7 | 14,4 | 11,6 | 4,0 | 34,6 | 49,4 | 56,5 | 52,9 | 5,0 | 9,4 | 111,7 | 119,5 | 115,6 | 5,5 | 4,8 | 1414,0 | 1442,0 | 1428,0 | 19,8 | 1,4 | 7,25 | 7,31 | 7,28 | 0,04 | 0,58 |
| KY67 | 6,0 | 6,9 | 6,6 | 0,5 | 7,5 | 19,5 | 23,3 | 21,6 | 2,0 | 9,1 | 51,8 | 82,6 | 68,7 | 15,7 | 22,8 | 647,0 | 686,0 | 661,3 | 21,5 | 3,2 | 6,23 | 6,38 | 6,28 | 0,08 | 1,33 |
| KY68 | 6,2 | 9,4 | 7,5 | 1,6 | 21,8 | 19,4 | 20,5 | 20,1 | 0,6 | 3,1 | 71,9 | 80,9 | 77,0 | 4,6 | 6,0 | 648,0 | 663,0 | 657,7 | 8,4 | 1,3 | 6,3 | 7,11 | 6,60 | 0,44 | 6,69 |
| KY68A | 7,5 | 8,4 | 7,9 | 0,7 | 8,7 | 19,8 | 22,3 | 21,1 | 1,7 | 8,1 | 75,4 | 83,5 | 79,5 | 5,7 | 7,2 | 656,0 | 658,0 | 657,0 | 1,4 | 0,2 | 6,17 | 6,4 | 6,29 | 0,16 | 2,59 |
| KY69 | 6,0 | 9,5 | 7,6 | 1,8 | 23,4 | 20,1 | 22,4 | 21,3 | 1,2 | 5,5 | 75,7 | 83,2 | 80,0 | 3,9 | 4,9 | 655,0 | 695,0 | 673,7 | 20,1 | 3,0 | 6,26 | 6,52 | 6,39 | 0,18 | 2,88 |
| KY70 | 5,5 | 9,7 | 7,3 | 2,2 | 29,9 | 19,8 | 20,4 | 20,2 | 0,3 | 1,5 | 76,1 | 81,4 | 78,0 | 2,9 | 3,8 | 616,0 | 641,0 | 632,0 | 13,9 | 2,2 | 6,23 | 6,47 | 6,38 | 0,13 | 2,05 |

Çizelge 5.2.1’de verilen örnekleme kuyu noktalarına ait majör katyon ve anyon değerleri kullanılarak yarı logaritmik (Scheoller) grafiği çizilmiştir (Şekil 5.2.1).



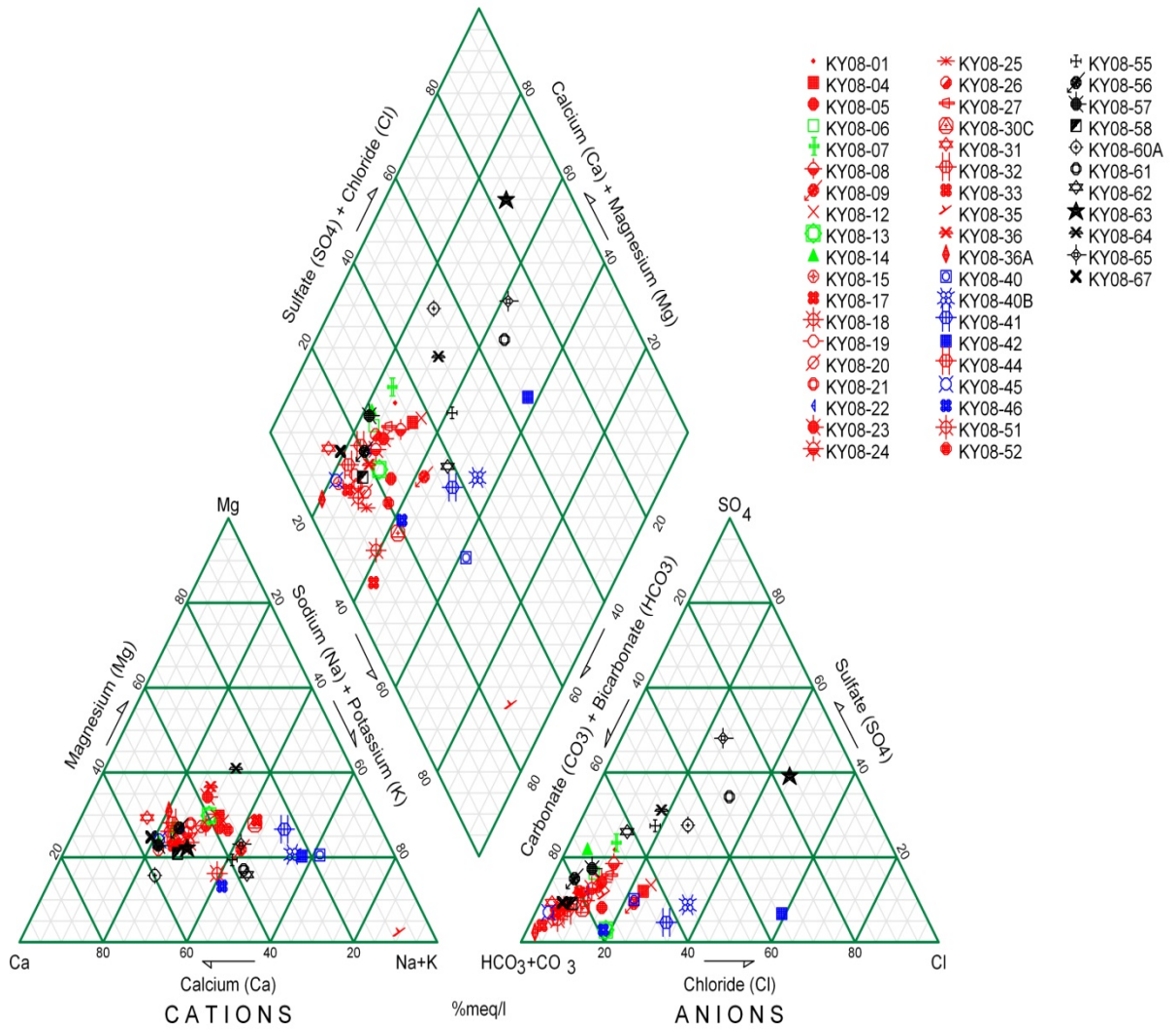
Şekil 5.2.1 Örnekleme noktalarına ait yarı logaritmik (Scheoller) diyagramı

Suların grafiklerde gösterilmesi toplu halde bir arada görülebilmesi, sınıflandırılması, birbirleriyle ilişkilerinin araştırılması ve karşılaştırılması gibi amaçlar taşır. Piper üçgen diyagram, Schoeller yarı logaritmik diyagram ve Cluster diyagramı gibi diyagramlar gerek iyonların topluca tek bir diyagramda görüntüleme kolaylığı açısından, gerekse benzer ve farklı kökenli suların karşılaştırılması kolaylığı açısından hidrojeolojide oldukça sık kullanılan diyagramlardır. Örnekleme noktalarına ait majör katyon ve anyon değerleri kullanılarak yarı logaritmik (Schoeller) grafiği çizilmiştir. Schoeller yarı logaritmik diyagramda benzer kökenli, aynı hazneye ve beslenme alanına sahip sular benzer pik verirler oluşturmuşlardır. Grafikten de anlaşıldığı gibi en yüksek iyon içeriğine KY-63 kuyusunda (Karpuzatan Ahmet Eren sığ sulama kuyusu) rastlanırken, en düşük iyon içeriğine ise KY-46 kaynağında (Başpınar Kaynağı) rastlanmıştır. Ova genelinde, su numunelerindeki majör iyonlardan SO_4^{-2} iyonu derişimi küçük ve hâkim iyonlarının ise Ca^{+2} , Mg^{+2} ve HCO_3^- iyonları olduğu görülmektedir.

Yukarıda bahsedildiği gibi Ca^{+2} iyonu Karpuzatan KY-63 sığ tulumba kuyusunda 17.35 meq/L, en düşük değeri ise 0.44 meq/L olup Başpınar Köyünde bulunan KY-46 nolu Başpınar kaynağında; Mg^{+2} iyonunun en büyük değeri Karpuzatan KY-63 kuyusunda 7.80 meq/L, Başpınar Kaynağı ve Boyacı köyünde 0.13 meq/L olup sırasıyla KY-46 ve KY-35 nolu kuyuda, HCO_3^- iyonu KY-13 kuyusunda (Erkilet Çevre yolu) 11.32 meq/L, en küçüğü ise Başpınar Kaynağı'nda KY-46 nolu örnekleme noktasında, 0.73 meq/L olarak ölçülmüştür. SO_4^{-2} iyonu ise en büyüğü Karpuzatan'da KY-63 kuyusunda 12.72 meq/L iken küçüğü Başpınar Kaynağı'nda KY-46 0.03 meq/L olarak ölçülmüştür. Şekil 5.2.2'de örnekleme kuyu noktalarına ait Üçgen (Piper) diyagramı çizilmiştir.

Örnekleme noktalarından alınan su numunelerinin su kimyası analiz sonuçları kullanılarak kökenlerinin/tiplerinin belirlenmesi amacıyla Üçgen (Piper) diyagramı çizilmiştir. İyonların tek bir diyagramda görüntüleme kolaylığı açısından hidrojeolojide oldukça sık kullanılan diyagramlardan biri Piper diyagramıdır. Piper diyagramı anyon ve katyonların (% meq/L cinsinden) ayrı ayrı gösterildiği iki ayrı üçgenden ve tüm iyonların ortaklaşa gösterildiği bir eşkenar dörtgenden oluşmaktadır. Üçgen diyagramlar suların fasiyes tiplerinin görülmesinde eşkenar dörtgen ise suların sınıflanmasında ve karşılaştırılmasında kolaylık sağlamaktadır. Piper diyagramında, örnekleme noktalarına sonradan ilave edilen şahıslara ait sığ sulama amaçlı kullanılan tulumba kuyularından KY-60A, KY-61, KY-64, KY-65 ve ovanın batısında bulunan Dokuzpınarlar bölgesindeki KY-40, KY-40B ve KY-41 nolu örnekleme noktaları 9 nolu alana (iyonlarının hiçbirisi % 50'yi geçmeyen, karışık suların bulunduğu alana) düşmektedir (Şekil 5.2.2). Örnekleme noktaları dâhilinde bulunan araştırma

kuyuları ve KASKİ'ye ait sondaj kuyuları ise 5 nolu alana (karbonat sertliği > karbonat olmayan sertlik) denk gelmektedir. Böyle sular genellikle kalsiyum karbonat ve magnezyum karbonatlı sulardır. Karpuzatan bölgesinde bulunan sığ tulumba kuyusu KY-63 6 nolu alanı temsil etmekte olup kalsiyum sülfat ve magnezyum sülfatlı sular sınıfına girmektedir. KY-42 nolu Sodali kaynağı ise 7 nolu (karbonat olmayan alkalitesi % 50 'den fazla olan suların bulunduğu) alana düşmektedir. Böyle sular genellikle sodyum klorür, sodyum sülfat ve potasyum klorürlü sulardır. KY-35 nolu Boyacı köyü işletme kuyusu ise 8 nolu alanı (karbonat alkaliliği > karbonat olmayan alkalilik) temsil etmektedir.



Şekil 5.2.2. Örnekleme noktalarına ait Üçgen (Piper) Diyagramı

5.3. Kirlenici Parametreler ve Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

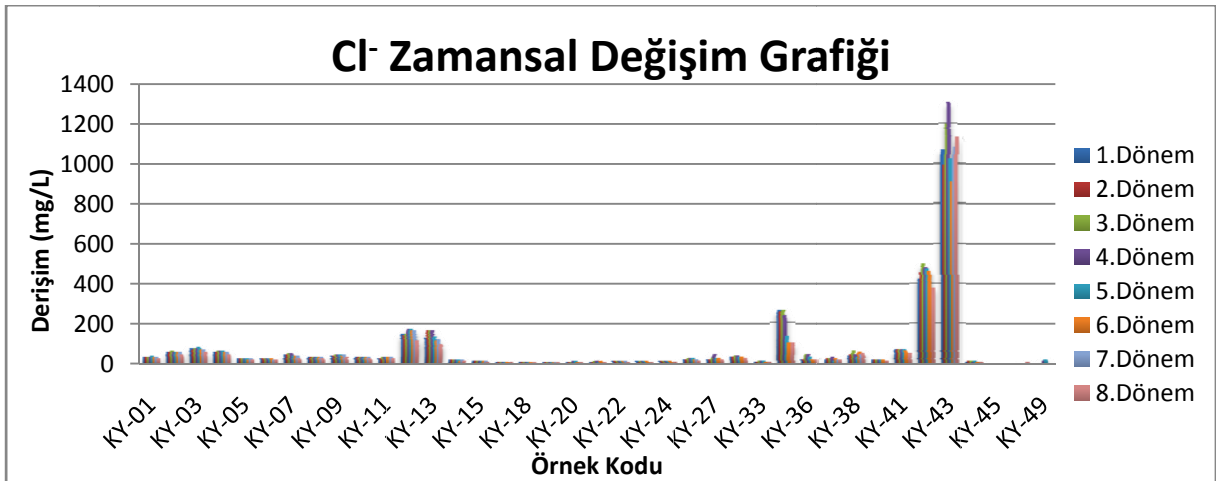
Yeraltısuları için başlıca kirlenme şekilleri, kimyasal ve bakteriyolojik kirlenmelerdir. Yeraltısuları kirlenmeye karşı son derece hassas olup kirliliğin teşhisi oldukça zor ve zaman alıcıdır. Genellikle kirlenme teşhisten çok önce başlamış durumdadır. Bu yüzden orijinal kirlilik kaynağı belirlendikten ve ortadan kaldırıldıktan yıllar sonra ancak su eski temizliğine kavuşabilir.

Çalışma alanında bulunan tüm örnekleme kuyu noktalarından kirlenme riskinin belirlenmesi amacıyla Aralık 2008-Eylül 2009 dönemlerinde su numuneleri alınmış ve Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Su Kimyası Laboratuvarı'nda analiz edilerek ölçülmüştür. Sekiz dönem boyunca laboratuvarında ölçülen değerlere ait istatistiksel değerler Çizelge 5.3.1'de sunulmuştur. Çizelge'de n: örnekleme adedi, min: ölçülen en küçük değer, max: ölçülen en büyük değer, ort: ölçülen tüm değerlerin aritmetik ortalaması, Ss: standart sapma ve cv: değişim katsayısı olarak verilmiştir.

Analiz sonuçları, sularda kirliliğe sebep olan Cl, NO₂, NO₃, NH₃ ve Organik Madde parametrelerinden yararlanılarak değerlendirilmiştir. Söz konusu parametrelerin İçme suyu standartlarındaki değerleri ve çalışma sahasında ölçülen değerler aşağıda sırasıyla verilmiştir.

Halojen grubu elementlerinden olan klorür bütün doğal sularda bulunur. Denizde çözülmüş tuzlar, buharlaşma sırasında askıda olarak havaya taşınır ve yağışla tekrar yeryüzüne döner. Genellikle klorürce zengin olan sularda sodyumda fazladır. Çünkü suya klorür veren başlıca klor bileşiği sodyum klorürdür (Doğan, 1981).

Klorür (Cl⁻) iyonlarının miktarları sağlıklı bir içme suyu için iyi bir gösterge olup sularda müsaade edilebilen aralık 200-600 mg/L değerleri arasındadır. Çalışma alanındaki sekiz dönemlik sonuçlar değerlendirilerek oluşturulan klorüre ait zamansal değişim grafiği Şekil 5.3.1'de verilmiştir.



Şekil 5.3.1. Örnekleme noktalarına ait Cl⁻ değişim grafiği

Çizelge 5.3.1. Örneklem noktalarına ait Su Kimyası sonuçlarının (Kirlenici Parametreler) istatistiksel değerleri

| NO ₂ | | n | min | max | ort | Ss | cv | NO ₃ | | min | max | ort | Ss | cv | NH ₄ | | min | max | ort | Ss | cv | Cl | | min | max | ort | Ss | cv |
|-----------------|---|---|------|------|------|-------|--------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|--------------|------|-----------------|------|------|-------|--------------|-------|-------|-------|------|------|-----|-----|----|----|
| KY01 | 8 | 0 | 0,04 | 0,00 | 0,01 | 282,8 | KY01 | 0,00 | 0,77 | 0,12 | 0,27 | 228,5 | KY01 | 0,00 | 4,08 | 1,05 | 1,49 | 142,0 | KY01 | 27,0 | 35,2 | 30,9 | 2,5 | 8,1 | | | | |
| KY02 | 8 | 0 | 6,54 | 0,82 | 2,31 | 280,8 | KY02 | 0,00 | 8,44 | 6,07 | 2,62 | 43,1 | KY02 | 0,00 | 4,37 | 0,64 | 1,52 | 238,3 | KY02 | 46,6 | 60,7 | 55,4 | 4,0 | 7,3 | | | | |
| KY03 | 8 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | KY03 | 11,66 | 13,61 | 12,49 | 0,75 | 6,0 | KY03 | 0,00 | 5,17 | 2,05 | 2,25 | 109,8 | KY03 | 56,2 | 82,4 | 72,2 | 8,1 | 11,3 | | | | |
| KY04 | 8 | 0 | 0,03 | 0,00 | 0,01 | 282,8 | KY04 | 12,78 | 15,06 | 14,10 | 0,90 | 6,4 | KY04 | 0,00 | 5,67 | 1,50 | 2,14 | 142,5 | KY04 | 43,6 | 64,1 | 57,8 | 6,4 | 11,0 | | | | |
| KY05 | 8 | 0 | 0,05 | 0,01 | 0,02 | 282,8 | KY05 | 8,08 | 10,16 | 9,04 | 0,77 | 8,5 | KY05 | 0,00 | 3,97 | 1,08 | 1,58 | 146,0 | KY05 | 17,3 | 26,2 | 23,6 | 3,0 | 12,9 | | | | |
| KY06 | 8 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | KY06 | 1,70 | 5,67 | 4,12 | 1,39 | 33,9 | KY06 | 0,00 | 4,08 | 0,56 | 1,43 | 256,8 | KY06 | 17,6 | 25,4 | 23,1 | 2,5 | 10,8 | | | | |
| KY07 | 8 | 0 | 0,03 | 0,00 | 0,01 | 282,8 | KY07 | 0,00 | 21,22 | 10,14 | 10,88 | 107,3 | KY07 | 0,00 | 5,61 | 0,77 | 1,96 | 254,5 | KY07 | 26,3 | 53,1 | 41,7 | 8,4 | 20,1 | | | | |
| KY08 | 8 | 0 | 0,04 | 0,00 | 0,01 | 282,8 | KY08 | 0,00 | 26,66 | 7,38 | 10,27 | 139,0 | KY08 | 0,00 | 4,61 | 1,16 | 1,69 | 145,1 | KY08 | 23,0 | 31,9 | 29,3 | 2,8 | 9,6 | | | | |
| KY09 | 8 | 0 | 0,03 | 0,00 | 0,01 | 282,8 | KY09 | 9,42 | 12,71 | 11,03 | 1,29 | 11,7 | KY09 | 0,00 | 5,62 | 0,78 | 1,97 | 252,7 | KY09 | 32,4 | 43,5 | 40,5 | 3,7 | 9,2 | | | | |
| KY10 | 8 | 0 | 2,05 | 0,27 | 0,72 | 271,2 | KY10 | 0,00 | 20,49 | 7,50 | 8,45 | 112,7 | KY10 | 0,00 | 8,99 | 2,46 | 3,40 | 138,3 | KY10 | 25,5 | 34,4 | 31,8 | 2,9 | 9,1 | | | | |
| KY11 | 8 | 0 | 0,06 | 0,01 | 0,02 | 282,8 | KY11 | 0,17 | 26,96 | 12,21 | 12,87 | 105,4 | KY11 | 0,00 | 4,75 | 1,09 | 1,84 | 167,9 | KY11 | 23,8 | 33,8 | 30,1 | 3,2 | 10,8 | | | | |
| KY12 | 8 | 0 | 0,15 | 0,02 | 0,05 | 282,8 | KY12 | 0,00 | 31,35 | 7,66 | 10,46 | 136,5 | KY12 | 0,00 | 17,11 | 2,36 | 5,99 | 254,4 | KY12 | 113,4 | 171,3 | 153,0 | 19,8 | 13,0 | | | | |
| KY13 | 8 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | KY13 | 0,00 | 9,39 | 1,29 | 3,28 | 254,7 | KY13 | 0,00 | 15,07 | 2,04 | 5,28 | 258,8 | KY13 | 97,0 | 166,7 | 135,8 | 26,8 | 19,8 | | | | |
| KY14 | 8 | 0 | 0,03 | 0,00 | 0,01 | 282,8 | KY14 | 0,00 | 5,58 | 2,52 | 2,60 | 103,1 | KY14 | 0,00 | 5,02 | 1,29 | 1,78 | 138,1 | KY14 | 11,9 | 18,3 | 15,9 | 2,1 | 13,3 | | | | |
| KY15 | 8 | 0 | 0,02 | 0,00 | 0,01 | 282,8 | KY15 | 0,00 | 9,73 | 3,06 | 4,28 | 139,8 | KY15 | 0,00 | 3,28 | 0,72 | 1,18 | 164,0 | KY15 | 8,7 | 15,0 | 12,6 | 2,0 | 15,6 | | | | |
| KY17 | 7 | 0 | 0,12 | 0,02 | 0,05 | 189,8 | KY17 | 7,48 | 9,03 | 8,41 | 0,54 | 6,4 | KY17 | 0,00 | 0,17 | 0,03 | 0,06 | 210,7 | KY17 | 4,2 | 6,1 | 5,4 | 0,6 | 11,5 | | | | |
| KY18 | 7 | 0 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 264,6 | KY18 | 0,00 | 2,09 | 0,47 | 0,79 | 166,9 | KY18 | 0,00 | 2,00 | 0,49 | 0,78 | 158,4 | KY18 | 4,8 | 7,8 | 6,3 | 1,3 | 19,7 | | | | |
| KY19 | 8 | 0 | 0,16 | 0,02 | 0,06 | 282,8 | KY19 | 10,39 | 11,89 | 11,02 | 0,50 | 4,5 | KY19 | 0,00 | 2,00 | 0,35 | 0,70 | 203,2 | KY19 | 5,8 | 8,4 | 7,4 | 0,9 | 12,0 | | | | |
| KY20 | 8 | 0 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 264,6 | KY20 | 5,16 | 14,01 | 12,22 | 3,16 | 25,8 | KY20 | 0,00 | 1,84 | 0,29 | 0,69 | 236,4 | KY20 | 7,4 | 9,7 | 8,7 | 0,8 | 9,2 | | | | |
| KY21 | 7 | 0 | 0,03 | 0,00 | 0,01 | 264,6 | KY21 | 12,18 | 14,59 | 13,57 | 0,81 | 6,0 | KY21 | 0,00 | 0,77 | 0,14 | 0,29 | 206,2 | KY21 | 6,3 | 9,7 | 8,8 | 1,1 | 13,1 | | | | |
| KY22 | 8 | 0 | 0,04 | 0,00 | 0,01 | 282,8 | KY22 | 16,50 | 18,25 | 17,37 | 0,54 | 3,1 | KY22 | 0,00 | 1,99 | 0,42 | 0,72 | 169,0 | KY22 | 8,6 | 11,7 | 10,8 | 1,0 | 9,1 | | | | |
| KY23 | 7 | 0 | 0,09 | 0,01 | 0,03 | 264,6 | KY23 | 7,87 | 9,18 | 8,55 | 0,46 | 5,4 | KY23 | 0,00 | 1,06 | 0,18 | 0,39 | 219,6 | KY23 | 8,1 | 11,8 | 10,1 | 1,2 | 12,2 | | | | |
| KY24 | 7 | 0 | 2,24 | 0,33 | 0,84 | 254,3 | KY24 | 0,00 | 17,76 | 7,58 | 9,19 | 121,3 | KY24 | 0,00 | 2,37 | 0,47 | 0,86 | 182,8 | KY24 | 8,9 | 12,5 | 11,2 | 1,3 | 11,5 | | | | |
| KY25 | 6 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | KY25 | 3,97 | 9,54 | 5,11 | 2,18 | 42,7 | KY25 | 0,00 | 0,15 | 0,03 | 0,06 | 244,9 | KY25 | 2,2 | 5,7 | 3,4 | 1,2 | 36,2 | | | | |
| KY26 | 8 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | KY26 | 25,06 | 33,98 | 30,80 | 3,59 | 11,7 | KY26 | 0,00 | 3,08 | 0,50 | 1,07 | 214,3 | KY26 | 13,4 | 26,2 | 20,5 | 3,9 | 19,0 | | | | |
| KY26A | 2 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | KY26A | 16,33 | 16,34 | 16,33 | 0,01 | 0,1 | KY26A | 0,00 | 2,74 | 1,37 | 1,94 | 141,4 | KY26A | 3,8 | 4,1 | 3,9 | 0,2 | 4,9 | | | | |
| KY27 | 7 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | KY27 | 31,55 | 65,51 | 39,59 | 11,89 | 30,0 | KY27 | 0,00 | 0,34 | 0,06 | 0,13 | 215,5 | KY27 | 17,2 | 45,8 | 25,3 | 9,5 | 37,5 | | | | |
| KY28 | 6 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | KY28 | 2,35 | 2,70 | 2,50 | 0,14 | 5,6 | KY28 | 0,00 | 0,09 | 0,02 | 0,04 | 244,9 | KY28 | 5,4 | 7,4 | 6,6 | 0,7 | 11,3 | | | | |
| KY30A | 6 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | KY30A | 4,75 | 11,88 | 6,84 | 2,53 | 37,0 | KY30A | 0,00 | 7,98 | 1,53 | 3,18 | 208,6 | KY30A | 7,5 | 18,7 | 11,9 | 3,9 | 33,0 | | | | |
| KY30C | 6 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | KY30C | 4,97 | 18,24 | 8,54 | 5,01 | 58,7 | KY30C | 0,00 | 3,15 | 0,75 | 1,25 | 167,4 | KY30C | 7,3 | 29,2 | 18,3 | 7,6 | 41,4 | | | | |
| KY31 | 5 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | KY31 | 4,53 | 8,35 | 5,90 | 1,51 | 25,5 | KY31 | 0,00 | 1,44 | 0,38 | 0,62 | 164,8 | KY31 | 8,7 | 15,9 | 13,1 | 3,0 | 23,1 | | | | |
| KY32 | 7 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | KY32 | 29,92 | 33,46 | 31,64 | 1,38 | 4,3 | KY32 | 0,00 | 1,60 | 0,30 | 0,61 | 198,7 | KY32 | 25,0 | 36,6 | 32,1 | 3,9 | 12,0 | | | | |
| KY33 | 7 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | KY33 | 4,85 | 8,05 | 7,25 | 1,11 | 15,2 | KY33 | 0,00 | 0,66 | 0,20 | 0,29 | 147,8 | KY33 | 6,4 | 10,7 | 8,7 | 1,4 | 16,2 | | | | |
| KY34 | 7 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | KY34 | 1,94 | 4,43 | 2,76 | 0,85 | 30,6 | KY34 | 0,00 | 8,58 | 1,37 | 3,20 | 234,4 | KY34 | 99,4 | 265,7 | 193,5 | 78,6 | 40,6 | | | | |
| KY35 | 5 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | KY35 | 0,00 | 0,15 | 0,05 | 0,07 | 144,0 | KY35 | 0,00 | 1,52 | 0,30 | 0,68 | 223,6 | KY35 | 29,8 | 64,6 | 44,1 | 14,3 | 32,4 | | | | |
| KY36 | 7 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | KY36 | 29,01 | 31,85 | 30,70 | 1,23 | 4,0 | KY36 | 0,00 | 0,49 | 0,10 | 0,19 | 187,0 | KY36 | 19,3 | 46,0 | 29,0 | 11,5 | 39,8 | | | | |
| KY36A | 5 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | KY36A | 10,86 | 30,49 | 14,98 | 8,67 | 57,9 | KY36A | 0,00 | 2,60 | 0,56 | 1,14 | 203,4 | KY36A | 3,6 | 22,7 | 10,4 | 8,5 | 81,7 | | | | |

Çizelge 5.3.1. Örneklemeye noktalarına ait Su Kimyası sonuçlarının (Kirlenici Parametreler) istatistiksel değerleri

| NO ₂ | n | min | max | ort | Ss | cv | NO ₃ | min | max | ort | Ss | cv | NH ₄ | min | max | ort | Ss | cv | Cl | min | max | ort | Ss | cv |
|-----------------|---|-----|------|------|------|-------|-----------------|--------|--------|--------|-------|-------|-----------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| KY36B | 4 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | KY36B | 17,48 | 18,52 | 18,07 | 0,44 | 2,5 | KY36B | 0,00 | 3,15 | 0,86 | 1,53 | 176,9 | KY36B | 17,4 | 22,2 | 20,7 | 2,2 | 10,7 |
| KY37 | 8 | 0 | 0,37 | 0,05 | 0,13 | 282,8 | KY37 | 2,67 | 7,27 | 4,76 | 1,52 | 31,9 | KY37 | 0,00 | 4,39 | 0,64 | 1,52 | 239,0 | KY37 | 14,3 | 28,8 | 22,2 | 4,5 | 20,2 |
| KY38 | 8 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | KY38 | 0,00 | 8,02 | 3,53 | 3,22 | 91,1 | KY38 | 0,00 | 7,32 | 1,46 | 2,63 | 180,3 | KY38 | 34,0 | 61,1 | 47,7 | 9,3 | 19,5 |
| KY39 | 6 | 0 | 0,07 | 0,01 | 0,03 | 244,9 | KY39 | 7,41 | 16,60 | 10,95 | 4,06 | 37,1 | KY39 | 0,00 | 0,25 | 0,04 | 0,10 | 244,9 | KY39 | 36,3 | 54,6 | 45,8 | 7,1 | 15,5 |
| KY40 | 7 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | KY40 | 3,67 | 4,42 | 4,12 | 0,24 | 5,7 | KY40 | 0,00 | 1,32 | 0,20 | 0,49 | 249,2 | KY40 | 14,6 | 20,6 | 18,9 | 2,2 | 11,6 |
| KY40B | 4 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | KY40B | 2,81 | 3,78 | 3,23 | 0,41 | 12,5 | KY40B | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | KY40B | 43,2 | 53,4 | 49,8 | 4,7 | 9,5 |
| KY41 | 7 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | KY41 | 6,95 | 8,59 | 7,83 | 0,60 | 7,7 | KY41 | 0,00 | 6,20 | 1,27 | 2,26 | 177,9 | KY41 | 50,5 | 73,3 | 66,9 | 8,1 | 12,1 |
| KY42 | 7 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | KY42 | 6,21 | 14,75 | 8,45 | 2,94 | 34,8 | KY42 | 0,00 | 14,40 | 2,68 | 5,29 | 197,5 | KY42 | 380,4 | 496,6 | 454,6 | 39,9 | 8,8 |
| KY43 | 8 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | KY43 | 2,66 | 9,04 | 5,67 | 2,22 | 39,2 | KY43 | 0,00 | 78,11 | 15,6 | 28,48 | 182,6 | KY43 | 909,6 | 1307,2 | 1089,9 | 123,8 | 11,4 |
| KY44 | 7 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | KY44 | 16,36 | 25,73 | 18,70 | 3,18 | 17,0 | KY44 | 0,00 | 0,60 | 0,11 | 0,23 | 208,8 | KY44 | 6,8 | 12,5 | 9,2 | 1,8 | 19,8 |
| KY45 | 7 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | KY45 | 2,10 | 3,68 | 2,81 | 0,57 | 20,4 | KY45 | 0,00 | 0,12 | 0,02 | 0,05 | 188,1 | KY45 | 1,1 | 1,9 | 1,5 | 0,3 | 22,6 |
| KY46 | 7 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | KY46 | 1,55 | 3,34 | 2,24 | 0,56 | 24,9 | KY46 | 0,00 | 0,03 | 0,00 | 0,01 | 264,6 | KY46 | 0,6 | 6,0 | 2,0 | 1,8 | 90,3 |
| KY49 | 7 | 0 | 0,07 | 0,01 | 0,03 | 264,6 | KY49 | 0,52 | 15,44 | 8,43 | 4,69 | 55,6 | KY49 | 0,00 | 0,73 | 0,13 | 0,27 | 210,0 | KY49 | 0,1 | 19,6 | 6,0 | 8,0 | 132,2 |
| KY51 | 3 | 0 | 0,16 | 0,05 | 0,10 | 173,2 | KY51 | 10,79 | 13,55 | 11,88 | 1,47 | 12,4 | KY51 | 0,00 | 0,11 | 0,04 | 0,07 | 173,2 | KY51 | 6,1 | 9,0 | 7,6 | 1,5 | 19,3 |
| KY52 | 3 | 0 | 0,13 | 0,04 | 0,07 | 173,2 | KY52 | 13,25 | 15,69 | 14,15 | 1,34 | 9,4 | KY52 | 0,00 | 0,19 | 0,06 | 0,11 | 173,2 | KY52 | 5,2 | 7,1 | 6,4 | 1,0 | 15,9 |
| KY54 | 3 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | KY54 | 114,07 | 150,26 | 138,07 | 20,79 | 15,1 | KY54 | 0,00 | 9,64 | 3,42 | 5,39 | 157,5 | KY54 | 56,4 | 77,7 | 70,4 | 12,2 | 17,3 |
| KY54A | 2 | 0 | 0,11 | 0,05 | 0,07 | 141,4 | KY54A | 138,68 | 163,73 | 151,20 | 17,71 | 11,7 | KY54A | 0,00 | 9,82 | 4,91 | 6,95 | 141,4 | KY54A | 64,1 | 77,1 | 70,6 | 9,2 | 13,1 |
| KY55 | 3 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | KY55 | 61,76 | 104,42 | 79,50 | 22,22 | 27,9 | KY55 | 0,00 | 8,32 | 2,98 | 4,63 | 155,3 | KY55 | 46,9 | 67,9 | 59,1 | 10,9 | 18,4 |
| KY55A | 2 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | KY55A | 187,47 | 196,19 | 191,83 | 6,17 | 3,2 | KY55A | 0,00 | 11,74 | 5,87 | 8,30 | 141,4 | KY55A | 98,4 | 125,4 | 111,9 | 19,1 | 17,1 |
| KY56 | 3 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | KY56 | 30,87 | 35,85 | 33,82 | 2,62 | 7,7 | KY56 | 0,00 | 3,49 | 1,26 | 1,94 | 154,1 | KY56 | 7,9 | 11,3 | 10,0 | 1,8 | 18,0 |
| KY57 | 3 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | KY57 | 42,90 | 44,77 | 43,89 | 0,94 | 2,1 | KY57 | 0,00 | 6,98 | 2,52 | 3,87 | 154,0 | KY57 | 29,9 | 45,8 | 39,5 | 8,4 | 21,3 |
| KY58 | 3 | 0 | 0,07 | 0,02 | 0,04 | 173,2 | KY58 | 13,12 | 15,34 | 13,89 | 1,26 | 9,1 | KY58 | 0,00 | 1,87 | 0,69 | 1,03 | 148,8 | KY58 | 9,5 | 10,6 | 9,9 | 0,6 | 5,9 |
| KY59 | 2 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | KY59 | 39,74 | 108,56 | 74,15 | 48,66 | 65,6 | KY59 | 0,39 | 3,29 | 1,84 | 2,05 | 111,3 | KY59 | 27,3 | 31,0 | 29,2 | 2,6 | 8,9 |
| KY60A | 3 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | KY60A | 193,52 | 240,79 | 217,16 | 33,42 | 15,4 | KY60A | 0,00 | 9,05 | 4,52 | 6,40 | 141,4 | KY60A | 100,8 | 109,6 | 105,2 | 6,2 | 5,9 |
| KY61 | 3 | 0 | 0,29 | 0,10 | 0,17 | 173,2 | KY61 | 0,42 | 4,59 | 2,71 | 2,12 | 78,1 | KY61 | 0,00 | 37,78 | 13,21 | 21,29 | 161,1 | KY61 | 221,4 | 301,9 | 261,2 | 40,2 | 15,4 |
| KY62 | 3 | 0 | 0,53 | 0,18 | 0,30 | 173,2 | KY62 | 3,38 | 13,92 | 8,77 | 5,27 | 60,1 | KY62 | 0,00 | 16,86 | 5,83 | 9,55 | 163,8 | KY62 | 28,5 | 119,3 | 60,6 | 51,0 | 84,1 |
| KY63 | 3 | 0 | 0,26 | 0,09 | 0,15 | 173,2 | KY63 | 10,89 | 14,83 | 13,13 | 2,02 | 15,4 | KY63 | 0,00 | 39,00 | 13,97 | 21,72 | 155,5 | KY63 | 518,0 | 705,4 | 633,5 | 101,0 | 15,9 |
| KY64 | 3 | 0 | 0,05 | 0,02 | 0,03 | 173,2 | KY64 | 12,40 | 31,90 | 23,40 | 9,99 | 42,7 | KY64 | 0,00 | 18,47 | 6,70 | 10,22 | 152,5 | KY64 | 80,7 | 188,4 | 148,7 | 59,1 | 39,8 |
| KY64A | 2 | 0 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 141,4 | KY64A | 1,33 | 1,62 | 1,47 | 0,21 | 13,9 | KY64A | 0,00 | 4,83 | 2,42 | 3,42 | 141,4 | KY64A | 45,1 | 52,8 | 49,0 | 5,4 | 11,1 |
| KY64B | 2 | 0 | 0,22 | 0,11 | 0,16 | 141,4 | KY64B | 9,81 | 11,97 | 10,89 | 1,52 | 14,0 | KY64B | 0,00 | 55,17 | 27,59 | 39,01 | 141,4 | KY64B | 422,0 | 503,6 | 462,8 | 57,7 | 12,5 |
| KY65 | 3 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | KY65 | 0,00 | 1,43 | 0,48 | 0,83 | 173,2 | KY65 | 0,00 | 31,18 | 11,21 | 17,34 | 154,7 | KY65 | 190,9 | 201,7 | 197,6 | 5,9 | 3,0 |
| KY66 | 2 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | KY66 | 24,08 | 36,52 | 30,30 | 8,80 | 29,0 | KY66 | 1,05 | 12,91 | 6,98 | 8,39 | 120,2 | KY66 | 24,1 | 25,5 | 24,8 | 1,0 | 4,0 |
| KY67 | 3 | 0 | 0,05 | 0,02 | 0,03 | 173,2 | KY67 | 9,79 | 11,46 | 10,83 | 0,91 | 8,4 | KY67 | 0,00 | 4,92 | 1,75 | 2,76 | 158,0 | KY67 | 12,6 | 17,3 | 15,5 | 2,5 | 16,4 |
| KY68 | 3 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | KY68 | 11,93 | 12,72 | 12,40 | 0,41 | 3,3 | KY68 | 0,00 | 3,92 | 1,41 | 2,17 | 153,6 | KY68 | 14,4 | 19,6 | 17,8 | 2,9 | 16,4 |
| KY68A | 2 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | KY68A | 10,61 | 11,84 | 11,22 | 0,87 | 7,7 | KY68A | 0,00 | 3,82 | 1,91 | 2,70 | 141,4 | KY68A | 13,4 | 18,4 | 15,9 | 3,6 | 22,6 |
| KY69 | 3 | 0 | 0,06 | 0,02 | 0,03 | 173,2 | KY69 | 9,99 | 13,00 | 11,23 | 1,58 | 14,0 | KY69 | 0,00 | 4,03 | 1,50 | 2,21 | 147,5 | KY69 | 13,6 | 22,6 | 17,7 | 4,5 | 25,6 |
| KY70 | 3 | 0 | 0,10 | 0,03 | 0,06 | 173,2 | KY70 | 10,81 | 13,63 | 12,45 | 1,46 | 11,8 | KY70 | 0,00 | 3,91 | 1,42 | 2,17 | 152,6 | KY70 | 14,1 | 20,9 | 18,5 | 3,9 | 20,9 |

Şekil 5.3.1 incelendiğinde, KY-43 nolu örnekleme noktası haricindeki tüm örnekleme noktalarında klorür değerleri içme suyu standartlarına uygun aralıklarda olduğu görülmektedir. KY-43 nolu Karasazlık deresinde tüm dönemlerde klorür değerlerine rastlanılmış olup bu değerler 910-1310 mg/L arasında değişkenlik göstermiştir.

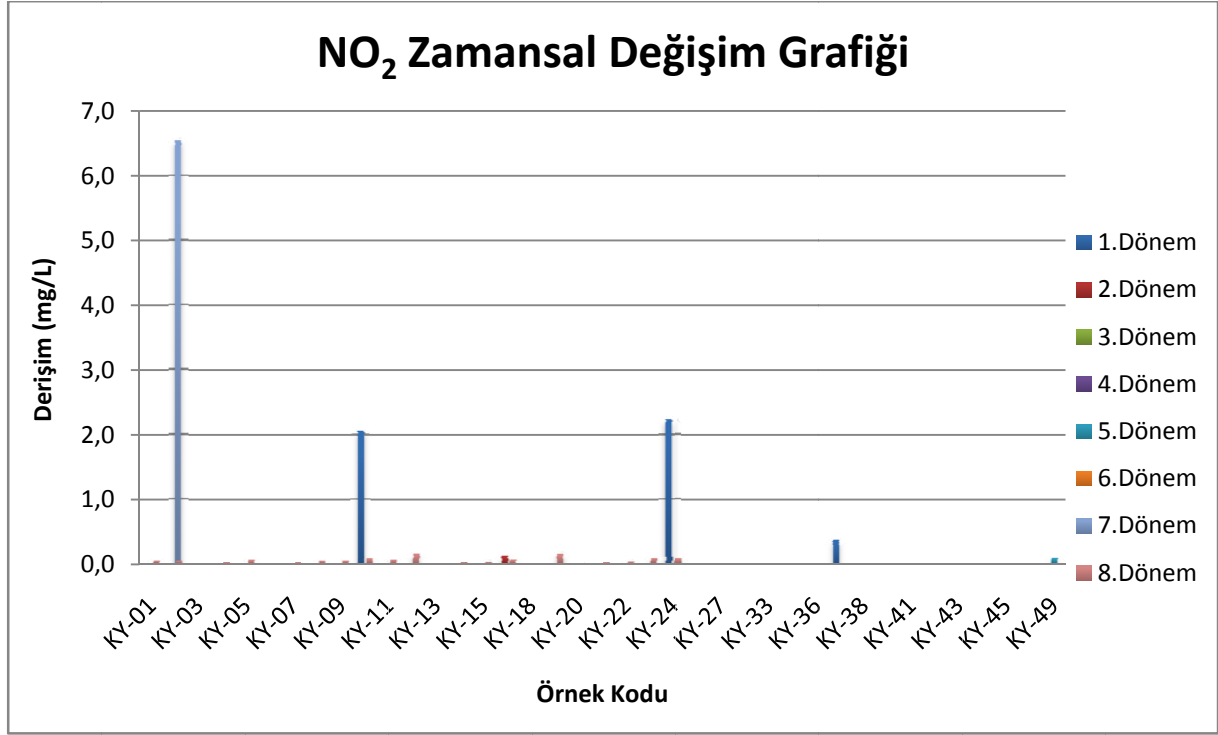
İnsan sağlığı açısından yeraltısularında en önemli kirlenme azot kirlenmesidir. Sulama sularında ise azot kirlilik değil, bilakis gübre olduğundan varlığı istenir. Yeraltısularında azot genellikle nitrat halinde bulunur. Nitrat azotun en son oksidasyon ürünüdür. Sonradan parçalamayan ve adsorbe edilemeyen nitrat, özellikle bebeklerde hastalık yapmaktadır. Yeraltısularındaki başlıca nitrat kaynakları maddeler halinde aşağıda verilmiştir.

- Azotlu ve organik bileşiklerin oksitlenmesi
- Azotlu gübreler
- Atmosferik azot
- Kanalizasyon ve sanayi atıkları
- Jeolojik birikimler

Bunlardan ilk dördü, özellikle yüzeye yakın yeraltısularındaki azotlu bileşiklerin kaynağıdır. Yüzeye yakın bölgelerdeki azotun çoğu bitkiler tarafından kullanılır. Bir kısmı denitrifikasyonla atmosfere geri döner; bir kısmı ise yeraltısuyuna karışır. Ancak azot miktarı gereğinden fazla ise yeraltısuyundaki azot miktarı artabilir. Özellikle sığ kuyularda çok yüksek nitrat konsantrasyonları bu şekilde meydana gelir (Doğan, 1981).

Azot bileşikli kirlilik parametrelerinden biri olan Nitrit (NO_2) içme sularında kesinlikle istenmez. Sulardaki nitrit ve nitratın (NO_3) asıl kaynağı organik maddeler, azotlu gübreler ve tabiattaki bazı mineraller teşkil etmektedir. Ancak nitrit oksijen bulunan bir ortamda yükseltgenerek nitrat haline dönüşmektedir. Bu sebeple aerobik ortamlarda nitrit sularında kısa süreli bulunur ve nitrit gözlemlendiği noktalarda taze bir kirlilikten bahsedilebilir. Ancak yorumlamalar yapılırken gün ışığı ve bazı bakteri çeşitlerinin nitratları nitrite dönüştürdüğü de gözden kaçırılmamalıdır (Alaş ve Çil, 2001) Tüm dönemlere ilişkin sonuçlar değerlendirilerek oluşturulan nitrite ait zamansal değişim grafiği Şekil 5.3.2’de verilmiştir.

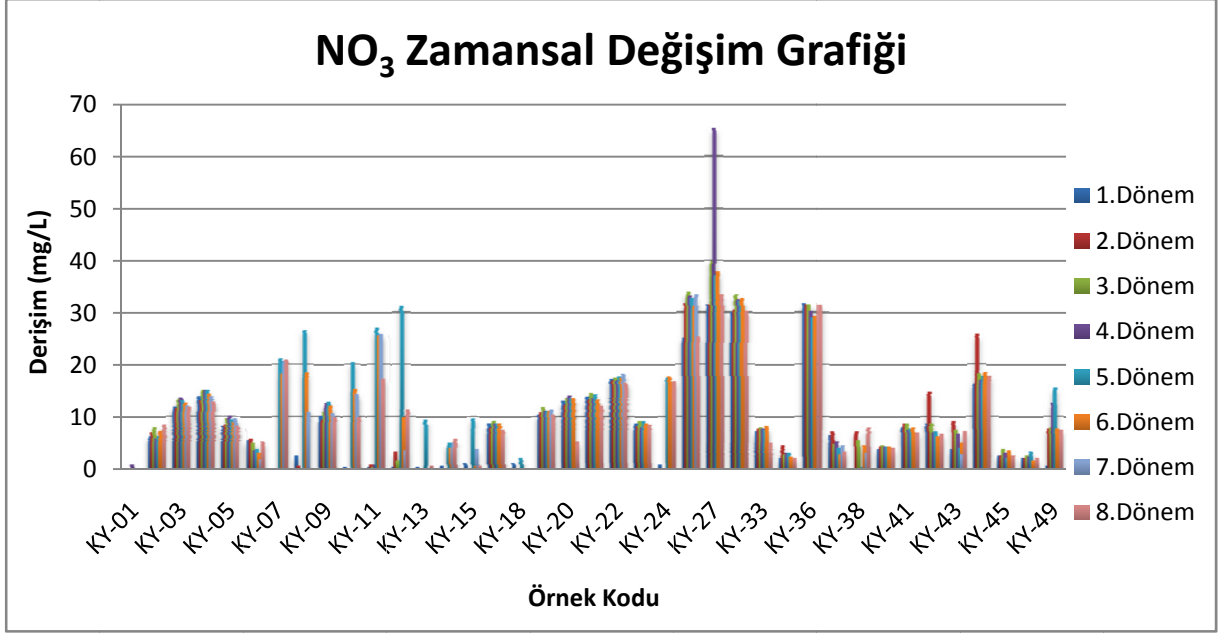
Bu kapsamda tüm dönemlere ilişkin analiz sonuçlarına bakıldığında zaman Aralık 2008 döneminde yapılan ilk dönem ölçümlerinde KY10: 2,05 mg/L, KY24: 2,24 mg/L, ve KY37: 0,37 mg/L değerlerine rastlanırken 7.dönemde sadece KY02 nolu Keykubat SK1-AL alüvyon kuyusunda 6,5 mg/L değerinde nitrite rastlanmıştır. 8.döneme kadar olan diğer ara dönemlerde hiçbir örnekleme noktasında nitrite rastlanmazken, 8.dönem de özellikle çalışma kapsamında açılan araştırma gözlem kuyularının sığ olanlarında 0,1 mg/L’den küçük nitrit değerlerine rastlanmıştır.



Şekil 5.3.2. Örnekleme noktalarına ait NO₂ değişim grafiği

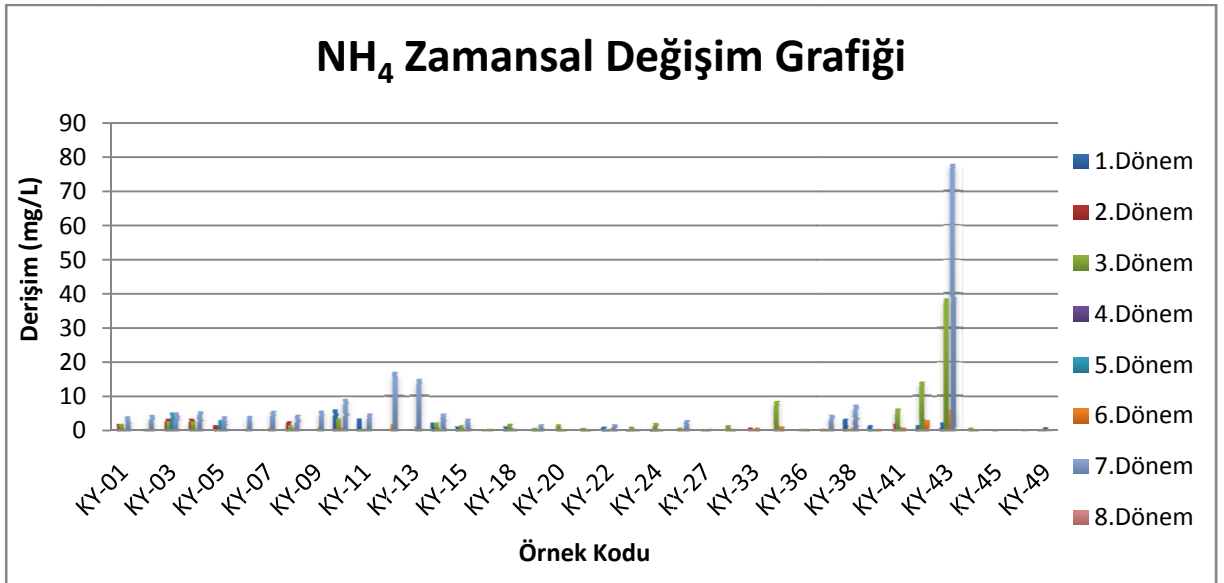
Azot bileşikli kirlilik parametrelerinden bir diğeri olan Nitrat (NO₃) azotlu organik bileşiklerin son yükseltgenme ürünleri olup içme suyu standartlarında izin verilen maksimum değeri 45 mg/L'dir. Özellikle bebeklerde mavi bebek adı verilen hastalığa neden olur. Vücudu morarmaya başlayan bebeklerde bu hastalık ölüme dahi neden olabilir. Nitratlar suya topraktan geçmiş olabilir. Fakat amonyak ve nitritten kaynaklıysa tedbir alınmalıdır. Çünkü nitritlerin mevcudiyeti suda taze fekal bir kirlenmeyi ifade eder. Çalışma alanındaki sekiz dönemlik sonuçlar değerlendirilerek oluşturulan nitrata ait zamansal değişim grafiği Şekil 5.3.3'de verilmiştir.

Söz konusunu bilgiler ışığında tüm dönemlerin analiz sonuçlarına bakıldığında Beştepeler bölgesinde bulunan KY27 nolu örnekleme noktasında 4.dönem nitrat değeri 65,51 mg/L ile standartların üzerinde gözlenmiştir. Bunun dışında örnekleme noktalarına sonradan ilave edilen şahıs tulumba kuyularında yine Beştepeler mevkiinde eski çöp deponi alanı bölgesinde bulunan KY54, KY55 ve KY55A kuyularında, Yıldırım Beyazıt ve Gültepe bölgesinde bulunan KY59 ve KY 60A sığ tulumba kuyularında standartların üzerinde nitrat değerlerine rastlanmıştır. Sırasıyla bu değerler; KY54: 105-151 mg/L arasında, KY55: 72-105 mg/L arasında, KY55A: 180-200 mg/L arasında, KY59: 108,56 mg/L ve KY 60A nolu kuyuda ise 193,52 mg/L olarak ölçülmüştür.



Şekil 5.3.3. Örnekleme noktalarına ait NO₃ değişim grafiği

Azot bileşikli kirlilik parametrelerinden sonucusu olan Amonyak (NH₃) doğal sularda genellikle amonyum (NH₄) halinde bulunur ki buna serbest veya tuz halindeki amonyak denir. Sularda amonyak kimyasal ve fiziksel olaylar veya mikroorganizma faaliyetleri sonucunda oluşur. Kimyasal ve fiziksel olaylar sonucunda oluşan amonyağın sağlığa zararı yoktur. Ancak mikroorganizma faaliyetleri sonucunda oluşan amonyak organik madde kaynaklı olma ihtimali bakımından tehlikelidir (Alaş ve Çil, 2001). 0,5 mg/L' den büyük değerlerde amonyak kirliliğın belirtisidir. Şekil 5.3.4'de NH₄'e ait zamansal değişim grafiği verilmiştir.



Şekil 5.3.4. Örnekleme noktalarına ait NH₄ değişim grafiği

Şekilden görüleceği üzere örnekleme noktalarının çeşitli dönemlerinde çalışma sahasında düşük seviyeli NH_4 konsantrasyonlarına rastlanmıştır. 1.dönem analiz sonuçları itibari ile Karpuzatan ve Argıncık'daki araştırma kuyularında, Dokuzpınarlar ve Sodalı Kaynağında 1,5-6,04 mg/l arasında değerler gözlemlenmiştir. Sarımsaklı, Karasazlık dereleri ve Yamula Baraj gölünde çeşitli dönemlerde 1-80 mg/L arasında NH_4 konsantrasyonları görülmüştür. 2.dönem, 3.dönem ve 7.dönem haricindeki diğer dönemlerde NH_4 konsantrasyonları ile karşılaşılmamış veya çok düşük seviyelerde değerler görülmüştür. Söz konusu dönemlerdeki NH_4 konsantrasyonlarının da azot kökenli zirai gübrelerden kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

İçme suyu standartlarına göre sularda Organik Madde miktarı 3,5 mg/L den az olmalıdır. Sularda organik madde miktarının artması suda kirlilik olduğuna işaret eder. Araştırmanın yapıldığı örnekleme noktalarında, Karpuzatan bölgesindeki SK7-AL alüvyon kuyusunda ilk dört dönem itibari ile 4,17-4,38 mg/L arasında değerler gözlenirken sonraki dört dönemde söz konusu durum ortadan kaybolarak organik madde miktarı standartların altına inmiştir (0,54 mg/L). Tüm dönemler incelendiğinde kuyu ve kaynak türünde olan örnekleme noktalarında organik madde miktarı standartlara uygun olup <3,50 mg/L Sarımsaklı deresi giriş ve çıkışında 2,13-5,18 mg/L arasında Karasazlık deresinde ise 2,31-5,18 mg/L arasında değerler gözlemlenmiştir (Çizelge 5.3.2).

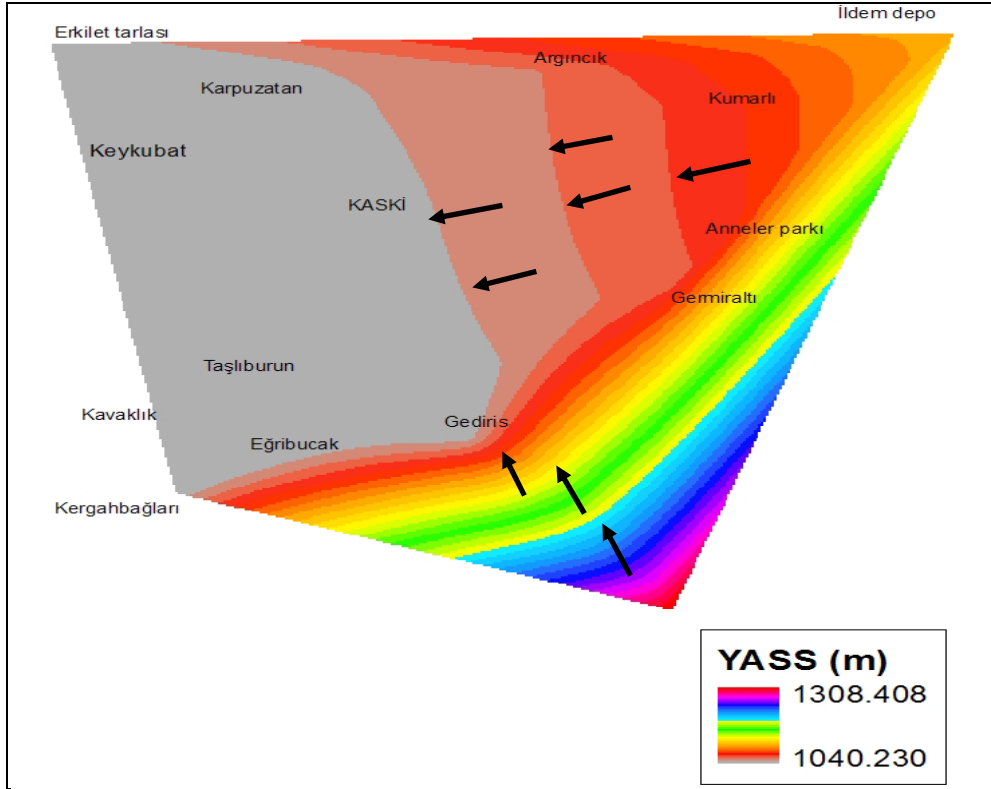
Çizelge 5.3.2. Örneklem noktalarına ait tüm dönemler Oksitlenebilirlik (mg/l O₂) değerleri

| ÖRNEK KODU | MEVKİİ | ÖRNEK ADI | OKSİTLENEBİLİRLİK (mg/l O ₂) | | | | | | | |
|------------|---------------------|------------------------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|
| | | | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 |
| KY-01 | KASKI | SK13 kuyusu | 1,76 | 1,32 | 1,98 | 2,78 | 1,84 | 0,89 | - | 2,54 |
| KY-02 | KEYKUBAT | SK1 alüvyon kuyusu | 0,86 | 0,74 | 0,88 | 2,97 | 0,71 | 1,41 | - | 1,20 |
| KY-03 | KEYKUBAT | SK2 kuyusu | 0,82 | 0,75 | 0,87 | 1,06 | 1,17 | 0,85 | - | 0,58 |
| KY-04 | KEYKUBAT | KASKI Keykubat 4 nolu kuyu | 0,58 | 0,62 | 0,62 | 0,66 | 0,59 | 0,81 | 0,74 | 0,51 |
| KY-05 | KEYKUBAT | SK4 kuyusu | 0,79 | 0,82 | 1,07 | 0,62 | 1,06 | 0,80 | - | 1,66 |
| KY-06 | KEYKUBAT | SK3 alüvyon kuyusu | 0,92 | 0,78 | 0,74 | 0,78 | 1,15 | 1,12 | - | 0,54 |
| KY-07 | KARPUZATAN | SK7 alüvyon kuyusu | 4,32 | 4,38 | 4,17 | 4,27 | 1,02 | 0,90 | - | 0,54 |
| KY-08 | KARPUZATAN | SK5 kuyusu | 1,25 | 1,29 | 1,50 | 1,24 | 0,56 | 1,26 | - | 0,88 |
| KY-09 | KARPUZATAN | KASKI 6 nolu işletme kuyusu | 0,70 | 0,56 | 0,68 | 0,63 | 0,64 | 0,72 | - | 0,55 |
| KY-10 | KARPUZATAN | SK8 alüvyon kuyusu | 1,90 | 2,08 | 1,71 | 1,54 | 1,14 | 1,41 | - | 1,78 |
| KY-11 | KARPUZATAN | SK6 kuyusu | 1,34 | 1,88 | 1,82 | 2,18 | 0,70 | 1,22 | - | 1,27 |
| KY-12 | ERKİLET | Erkilet Tarla SK9 kuyusu | 2,14 | 1,78 | 2,06 | 2,21 | 0,58 | 1,31 | - | 1,38 |
| KY-13 | ERKİLET | Erkilet Tarla SK11 alüvyon kuyusu | 3,00 | 2,51 | 3,28 | 2,85 | 1,50 | 1,46 | - | 2,17 |
| KY-14 | ARGINCIK | SK14 alüvyon kuyusu (Mezarlık) | 1,48 | 1,62 | 1,97 | 1,34 | 1,61 | 1,46 | - | 1,36 |
| KY-15 | ARGINCIK | SK10 kuyusu (Mezarlık) | 1,38 | 1,74 | 2,80 | 1,58 | 0,82 | 2,23 | - | 1,70 |
| KY-17 | GERMİRALTI | KASKI 3 nolu işletme kuyusu | 0,00 | 0,72 | 0,74 | 0,62 | 0,73 | 0,95 | - | 0,60 |
| KY-18 | GERMİRALTI | SK12 kuyusu | 0,00 | 1,76 | 2,21 | 1,60 | 2,74 | 1,61 | - | 0,86 |
| KY-19 | ANNELER PARKI | KASKI 1 nolu işletme kuyusu | 0,00 | 0,62 | 0,70 | 1,92 | 0,85 | 0,84 | - | 0,70 |
| KY-20 | GEDİRİS | SK15 kuyusu | 0,00 | 0,74 | 1,28 | 0,77 | 2,49 | 1,02 | - | 1,62 |
| KY-21 | GEDİRİS | KASKI 1 nolu işletme kuyusu | 0,00 | 0,63 | 0,66 | 0,60 | 0,67 | 0,95 | - | 0,63 |
| KY-22 | BEŞTEPELER | KASKI kaynağı | 0,00 | 0,74 | 0,71 | 0,60 | 0,54 | 0,78 | - | 0,68 |
| KY-23 | EĞRİBUCAK | KASKI 1 nolu işletme kuyusu | 0,00 | 0,70 | 0,62 | 0,54 | 0,88 | 0,68 | - | 0,54 |
| KY-24 | TAŞLIBURUN | SK16 kuyusu | 0,00 | 3,02 | 3,21 | 1,24 | 1,02 | 0,98 | - | 0,66 |
| KY-25 | KERGAHBAĞLARI | Dursun BEY (hacı amca oğlu, arıcı) | 0,37 | 0,80 | - | 0,58 | 0,68 | 0,70 | - | 0,81 |
| KY-26 | MAHRUMLAR | KASKI 2 nolu işletme kuyusu | 0,41 | 0,69 | 0,62 | 0,62 | 1,68 | 0,90 | 0,77 | 0,63 |
| KY-27 | BEŞTEPELER | KASKI 2 nolu işletme kuyusu | 0,38 | 0,72 | 0,72 | 0,58 | 0,54 | 0,74 | - | 0,52 |
| KY-30A | KUYUCAK köyü | KASKI, Kuyucak 1 | - | - | 0,67 | 0,56 | 0,59 | 0,67 | - | 0,50 |
| KY-30C | KUYUCAK köyü | KASKI, Kuyucak 3 | - | - | 0,74 | 0,76 | 0,97 | 0,65 | - | - |
| KY-31 | EMMİLER köyü | Emmiler kuyusu | - | - | 0,74 | 0,70 | 0,73 | 0,82 | - | 0,73 |
| KY-32 | ERKİLET | KASKI HASTEK 1 nolu kuyu | 0,72 | 0,93 | 0,66 | 0,75 | 0,87 | 0,83 | - | 1,66 |
| KY-33 | DADAĞ köyü | KASKI Dadağ kuyusu | 0,63 | 1,60 | 0,74 | 0,66 | 0,75 | 0,85 | - | 0,73 |
| KY-34 | BOYUÇU köyü | YAMULA BARAJI | 1,18 | 0,85 | 1,10 | 1,20 | 1,30 | 1,53 | - | 1,22 |
| KY-35 | KUŞÇU köyü | KASKI Boyacı işletme kuyusu | 0,72 | - | - | - | 0,69 | 0,78 | - | 0,56 |
| KY-36 | AKİN köyü | KASKI Akin işletme kuyusu | 0,67 | 0,75 | 0,62 | 0,70 | 0,67 | 0,71 | - | 0,75 |
| KY-36A | AKİN köyü | KASKI Akin işletme kuyusu | - | - | 0,62 | 0,73 | 0,75 | 0,78 | 0,72 | 0,66 |
| KY-37 | SARIMSALI deresi | SARIMSAKLI havza girişi | 2,13 | 2,17 | 2,37 | 4,49 | 2,56 | 3,86 | 4,66 | 2,74 |
| KY-38 | SARIMSALI deresi | SARIMSAKLI havza çıkışı | 4,67 | 4,37 | 2,53 | 4,81 | 4,14 | 3,10 | 3,94 | 4,26 |
| KY-40 | DOKUZPINARLAR | DOKUZPINARLAR kaynağı | 0,70 | 0,64 | 0,66 | 0,80 | 0,76 | 0,92 | - | 0,64 |
| KY-40B | KARPUZSEKİŞİ | KARPUZSEKİŞİ kaynağı | - | - | - | 0,75 | 0,69 | 0,83 | - | 0,75 |
| KY-41 | HANYERİ | HANYERİ kaynak | 0,67 | 0,65 | 0,70 | 0,68 | 0,65 | 1,15 | - | 0,74 |
| KY-42 | SODALI | SODALI kaynağı | 0,69 | 0,78 | 0,74 | 0,78 | 0,80 | 0,90 | - | 0,78 |
| KY-43 | BOĞAZKÖPRÜ | KARASAZLIK DERESİ | 3,16 | 3,66 | 3,87 | 5,18 | 3,98 | 3,70 | 2,31 | 2,81 |
| KY-44 | ERCİYES Kasabası | İbrahim YILMAZ kuyusu | 0,40 | 0,62 | 0,62 | 0,60 | 0,49 | 0,78 | - | 0,75 |
| KY-45 | GÜMÜŞÇE | Gümüüşçe kaynağı borusu | 0,37 | 0,67 | 0,66 | 0,49 | 0,66 | 0,93 | - | 0,67 |
| KY-46 | BAŞPINAR Köyü | Başpınar kaynağı | 0,34 | 0,59 | 0,63 | 0,96 | 0,68 | 1,14 | - | 0,58 |
| KY-49 | Erciyes kayak tesis | Erhan kaya çeşmesi (Balcının yeri) | 0,50 | - | 0,66 | 0,69 | 0,75 | 0,84 | - | 0,63 |
| KY-51 | ALTINOLUK | Bahçelihan işletme kuyusu | - | - | - | 0,58 | - | 0,62 | - | 0,91 |
| KY-52 | ALTINOLUK | Kavaklık işletme kuyusu | - | - | - | 0,54 | - | 0,68 | - | 0,81 |
| KY-54 | BEŞTEPELER | Alüvyon kuyu tulumba | - | - | - | - | - | 0,70 | - | 0,64 |
| KY-55 | BEŞTEPELER | Alüvyon kuyu tulumba | - | - | - | - | - | 0,72 | - | 0,63 |
| KY-55-A | BEŞTEPELER | Alüvyon kuyu tulumba | - | - | - | - | - | - | - | 0,77 |
| KY-56 | ALTINOLUK | Alüvyon kuyu tulumba | - | - | - | - | - | 0,58 | - | 0,78 |
| KY-57 | YILDIRIM BEYAZIT | Alüvyon kuyu tulumba | - | - | - | - | - | 0,86 | - | 0,77 |
| KY-58 | YILDIRIM BEYAZIT | Alüvyon kuyu tulumba | - | - | - | - | - | 0,83 | - | 0,64 |
| KY-61 | KARPUZATAN | Alüvyon kuyu tulumba | - | - | - | - | - | 1,21 | 0,69 | 0,89 |
| KY-62 | KARPUZATAN | Alüvyon kuyu tulumba | - | - | - | - | - | 0,86 | - | 0,73 |
| KY-62-A | MİTHATPAŞA | Alüvyon kuyu tulumba | - | - | - | - | - | - | 1,12 | 0,75 |
| KY-63 | KARPUZATAN | Alüvyon kuyu tulumba | - | - | - | - | - | 1,22 | 0,98 | 0,84 |
| KY-64 | KEYKUBAT | Alüvyon kuyu tulumba | - | - | - | - | - | 1,41 | 0,93 | 0,91 |
| KY-64-A | ZİYA GÖKALP MAH | Alüvyon kuyu tulumba | - | - | - | - | - | - | 0,60 | 1,00 |
| KY-64-B | YENİ DOĞAN MAH | Alüvyon kuyu tulumba | - | - | - | - | - | - | 1,06 | 0,74 |
| KY-65 | GAZİ OSMAN MAH | Alüvyon kuyu tulumba | - | - | - | - | - | 1,34 | 1,03 | 1,10 |
| KY-67 | KUMARLI ESKİ ÇÖP. | Alüvyon kuyu tulumba | - | - | - | - | - | 0,71 | - | 0,66 |
| KY-68 | KUMARLI ESKİ ÇÖP. | Alüvyon kuyu tulumba | - | - | - | - | - | 1,61 | - | 0,50 |
| KY-69 | KUMARLI | Alüvyon kuyu tulumba | - | - | - | - | - | 0,82 | 0,68 | 0,66 |
| KY-70 | KUMARLI | Alüvyon kuyu tulumba | - | - | - | - | - | 0,54 | - | 0,62 |

6. KAYSERİ KENTİ İÇME SUYU AKİFERLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Çalışma alanındaki yeraltısuyu statik seviyeleri hakkında bilgi sahibi olup piezometrik ve statik seviyeleri belirleyebilmeye yönelik 12 âdeti yan yana (6 adet sığ alüvyon kuyusu, 6 adet derin kuyu) 16 adet araştırma gözlem kuyusu ve çalışma alanını tam olarak temsil etmesi için seviye ölçmeye elverişli 9 adet gözlem kuyusu noktalarında yeraltısuyu seviyeleri ayda bir kez olmak üzere ölçülmüştür (Çizelge 6.1). Bu noktaların 4 adedi Keykubat, 4 adedi Karpuzatan, 2 adedi Erkilet Çevre Yolu, 2 adedi Argıncık, birer adedi KASKİ, Germiraltı, Gediris, Taşlıburun, Kavaklık, Eğribucak, Kumarlı, Kergahbağları, Konaklı, İldem, Beştepeler, Buğdaylı, Elagöz, Mahrumlar ve Ali Dağı mevkiinde (Askeriye Kuyusu) yer almaktadır.

Çizelgedeki aylık seviye ölçümlerinden, Haziran ayına ait değerler kullanılarak hazırlanan “Yeraltısuyu seviye haritası”ndan da görüleceği üzere, bölgede yeraltısuyunun akım yönü, güneydoğudan kuzeybatıya ve doğudan batıya doğru olduğu gibi (kaynak ve kuyuların beslenimi Erciyes dağı tarafından olmaktadır), en düşük yeraltısuyu seviyesi Karpuzatan, Keykubat, Taşlıburun, Mahrumlar ve Erkilet Çevre Yolu bölgesinde, en yüksek yeraltısuyu seviyesi ise Ali Dağı mevkiinde Askeriye Kuyusu’nda ölçülmüştür (Şekil 6.1).



Şekil 6.1 Bölgeye ait Yeraltısuyu Seviye Haritası (YASS) (Haziran 2009 verilerine göre hazırlanmıştır).

Çizelge 6.1 Çalışma alanında yeraltısuyu seviyesi ölçüm noktaları ve yeraltısuyu seviyeleri (YASS)

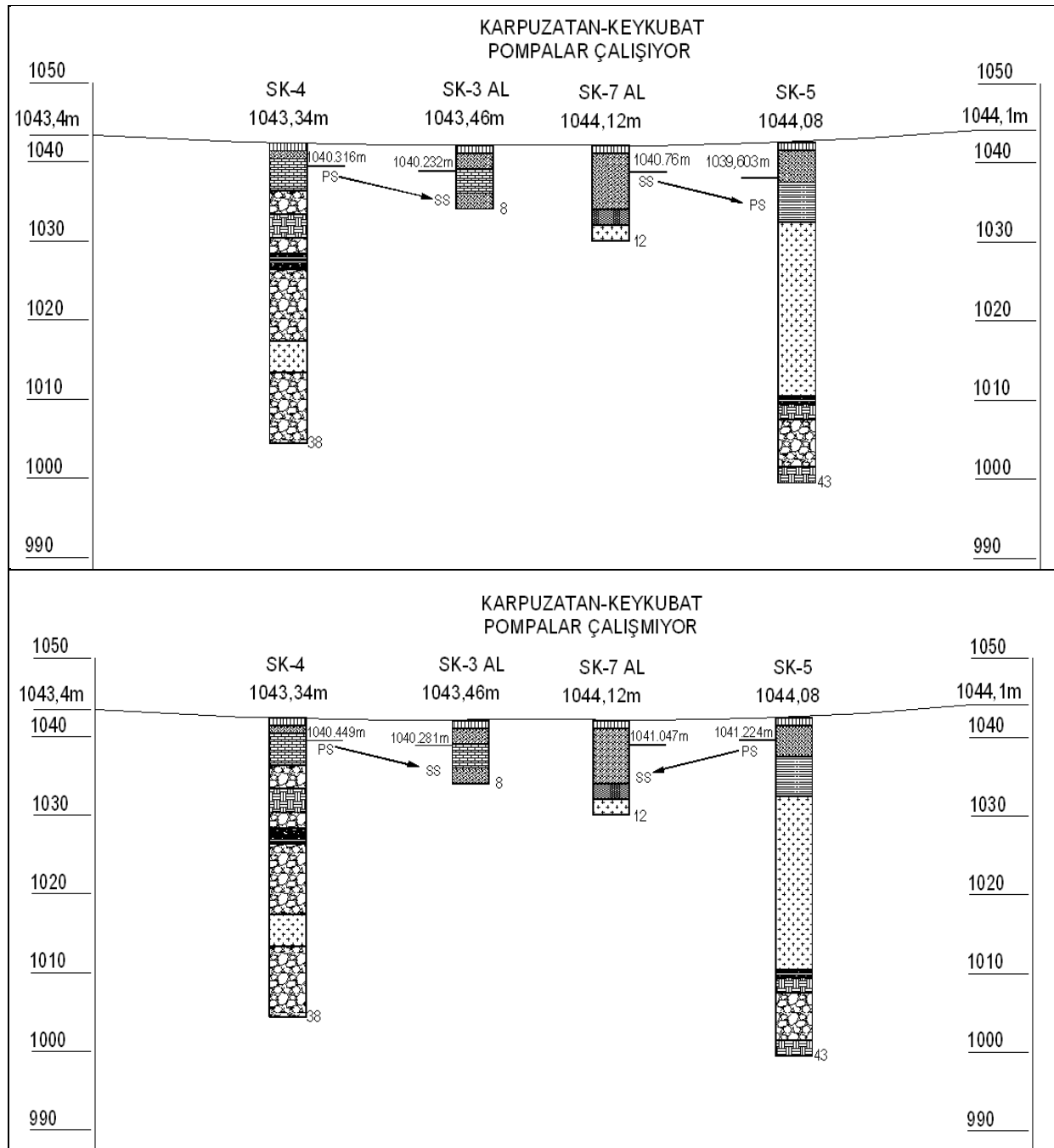
| Örnek Kodu | Mevkii | Kuyu başı kotu (m) | Derinlik (m) | YERALTISU SEVİYESİ (m) | | | | | | | | | | |
|------------|-----------------|--------------------|--------------|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | | | 25.12.2008 | 26.Oca | 26.Şub | 02.Nis | 30.Nis | 01.Haz | 25.Haz | 24.Tem | 27.Agu | 02.Eki | 30.Eki |
| SK1 al | Keykubat | 1042,95 | 8 | 1039,03 | 1039,49 | 1039,79 | 1040,23 | 1040,39 | 1039,87 | 1039,69 | 1039,41 | 1039,02 | 1039,01 | 1039,16 |
| SK2 | Keykubat | 1042,67 | 55 | 1038,71 | 1039,25 | 1039,56 | 1040,42 | 1040,53 | 1042,67 | 1039,83 | 1039,57 | 1039,12 | 1039,32 | 1039,44 |
| SK3 al | Keykubat | 1043,46 | 8 | 1039,66 | 1039,84 | 1040,14 | 1040,50 | 1040,58 | 1040,29 | 1039,85 | 1039,63 | 1039,16 | 1039,46 | 1039,53 |
| SK4 | Keykubat | 1043,34 | 38 | 1039,71 | 1039,92 | 1040,21 | 1040,62 | 1040,72 | 1040,45 | 1039,95 | 1039,74 | 1039,30 | 1039,60 | 1039,68 |
| SK5 | Karpuzatan | 1044,08 | 43 | - | - | - | - | 1041,47 | 1041,22 | 1040,78 | 1040,26 | 1039,16 | 1039,48 | 1039,49 |
| SK7 al | Karpuzatan | 1044,12 | 11 | 1039,39 | 1039,45 | 1040,14 | 1041,39 | 1041,31 | 1041,05 | 1040,55 | 1039,61 | 1039,77 | 1040,11 | 1040,19 |
| SK8 al | Karpuzatan | 1044,64 | 14 | 1040,74 | 1040,98 | 1041,33 | 1041,71 | 1041,52 | 1041,08 | 1040,50 | 1039,63 | 1040,02 | 1040,23 | 1040,48 |
| SK6 | Karpuzatan | 1044,89 | 44 | 1040,56 | 1040,63 | 1041,38 | 1041,56 | 1041,51 | 1041,27 | 1040,81 | 1040,24 | 1040,01 | 1040,30 | 1040,29 |
| SK9 | Erkilet Tarlası | 1041,25 | 40 | 1036,55 | 1036,46 | 1037,28 | 1037,75 | 1040,86 | 1040,62 | 1040,18 | 1039,97 | 1039,47 | 1039,80 | 1039,89 |
| SK11 al | Erkilet Tarlası | 1041,15 | 25 | - | - | - | - | 1040,75 | 1040,61 | 1040,10 | 1039,81 | 1039,40 | 1039,68 | 1039,79 |
| SK14 al | Argıncık | 1059,75 | 25 | 1058,51 | 1058,70 | 1058,99 | 1059,27 | 1056,34 | 1056,03 | 1054,45 | 1054,66 | 1053,38 | 1053,73 | 1054,65 |
| SK10 | Argıncık | 1059,81 | 54 | 1058,21 | 1058,28 | 1058,60 | 1058,85 | 1056,36 | 1056,05 | 1054,65 | 1054,72 | 1053,66 | 1053,97 | 1054,81 |
| SK13 | KASKI | 1051,49 | 54 | 1046,92 | 1047,19 | 1047,43 | 1047,77 | KAPALI | 1046,22 | 1045,87 | 1045,62 | 1045,04 | 1045,15 | 1045,34 |
| SK12 | Germiralı | 1095,50 | 95 | 1090,91 | 1091,19 | 1091,43 | 1091,73 | 1062,77 | 1062,49 | 1062,07 | 1061,65 | 1061,64 | 1061,62 | 1061,11 |
| SK15 | Gediris | 1095,54 | 95 | 1089,89 | 1095,54 | 1090,21 | 1090,43 | 1043,73 | 1043,77 | 1043,55 | 1043,39 | 1043,10 | 1043,17 | 1043,24 |
| SK16 | Taşlıburun | 1068,73 | 70 | 1034,55 | 1034,41 | 1035,39 | 1034,67 | 1042,48 | 1042,43 | KAPALI | 1042,02 | 1041,77 | 1041,81 | 1041,86 |
| P1 | Kavaklık | 1075,72 | | - | - | - | 1023,90 | 1042,65 | 1042,32 | 1042,16 | 1041,97 | 1041,69 | 1042,00 | 1041,78 |
| P1 | Eğribucak | 1122,97 | | - | - | - | 1096,59 | 1043,46 | 1043,42 | 1043,25 | 1043,09 | KAPALI | KAPALI | KAPALI |
| Kuyu | Kergahbağları | 1126,22 | | - | - | - | 1110,71 | 1042,26 | 1041,50 | 1041,62 | 1042,19 | 1041,73 | 1041,72 | 1041,77 |
| Kuyu | Kumarlı | 1074,50 | | - | - | - | 1064,65 | 1068,90 | 1068,73 | 1068,51 | 1068,43 | 1068,25 | 1068,35 | 1068,41 |
| Kuyu | Konaklı | 1097,79 | | - | - | - | 1064,33 | 1069,88 | 1069,95 | 1069,84 | 1069,73 | 1069,65 | 1069,61 | 1069,39 |
| Kuyu | İldem | 1227,00 | | - | - | - | - | 1105,75 | 1105,76 | 1105,75 | 1105,71 | 1105,68 | 1105,65 | 1105,67 |
| Kuyu | Askeriye kuyusu | 1335,95 | | - | - | - | - | 1309,41 | 1309,40 | 1309,35 | 1309,23 | 1309,28 | 1309,28 | 1309,28 |
| P3 | Beştepeler | 1058,56 | | - | - | - | - | 1043,18 | 1043,15 | 1042,92 | 1042,74 | 1042,47 | 1042,52 | 1042,58 |
| P1 | Buğdaylı | 1060,11 | | - | - | - | - | 1059,18 | - | 1058,39 | 1058,29 | 1057,38 | 1058,17 | 1058,45 |
| P1 | Elagöz | 1063,40 | | - | - | - | - | 1058,85 | - | 1058,05 | 1057,55 | 1056,55 | 1057,60 | 1057,88 |
| P5 | Mahrumlar | 1052,92 | | - | - | - | - | 1043,17 | 1042,48 | 1042,95 | 1042,72 | 1042,47 | 1042,52 | 1042,58 |

Bilindiği üzere basınçlı akifer sistemlerin olduğu bölgelerde eğer basınçlı akifere ait yeraltı seviyesi (piezometrik seviye) üstteki serbest akifere ait “Yeraltı Su Seviyesi”nin üzerinde ise, akım yönü (hidrolik gradyan) aşağıdan yukarıya doğru olduğu için üst akiferdeki kirlenmiş suyun basınçlı ana akifer sistemine geçmesi mümkün değildir. Bu durum ancak, aşırı çekimlerle piezometrik seviyenin bölgedeki yeraltı seviyesinin altına düşmesi durumunda mümkün olabilmektedir. Söz konusu basınçlı akifer sisteminin bulunduğu bölgede, kuyudan su çekilmesi sırasında oluşan dinamik seviye eğer o noktadaki yeraltı seviyesinin çok altına düşerse, ilgili kuyunun içerisine üstteki kirlenmiş akiferden su sızabilir. Dolayısıyla bu durum basınçlı akifer sisteminde üstteki geçirimsiz tabakanın yarı geçirimli olması durumunda ancak mümkün olabilmektedir. Çalışma alanındaki basınçlı akifer sisteminde, üstteki söz konusu tabaka her yerde kalın masif yapıda değil, farklı bölgelerde kalınlığı az ve hem de özellikle kırık ve çatlaklı olduğu için yukarıda sözü edilen “yarı geçirimli üst tabaka” tanımına uymaktadır. Bu bilgiler ışığında, araştırma sondaj kuyularında yeraltı suyu seviyeleri (YASS) ölçümleri yapılarak söz konusu hidrolik ilişki ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Keykubat bölgesinde SK3-AL(8m) ve SK4(38m) araştırma kuyularında ve Karpuzatan bölgesinde bulunan SK7-AL(11m) ve SK5(43m) kuyularında, sistemdeki tüm işletme kuyuları durdurularak (17:00-22:00 arası) zamana karşı seviye yükselimi uygun periyotlarla ölçülüp sözü edilen çalışma yapılmıştır.

Yapılan seviye ölçümleri doğrultusunda pompalar tüm sistemde çalışır durumdayken saat 16:59’da yapılan ölçüm sonucunda Keykubat bölgesinde piezometrik seviye(1040,316m) statik seviyenin (1040,232m) 0,084 m üzerinde olup söz konusu bölgede basınçlı bir akifer olduğu ve alüvyondaki herhangi bir kirliliğin basınçlı sisteme (derin akifere) karışma ihtimali bulunmamaktadır. Aynı kuyularda pompalar durduktan sonra 17:00-23:00 saatleri arasında 6 saat boyunca çeşitli periyotlarda seviye ölçülmüştür. 21:50 itibari ile pompalar besledikleri depolarda su seviyesi azalımına bağlı olarak SCADA sistemi sayesinde otomatik olarak devreye girmiştir. 21:50 itibari ile okunan son değer baz alınarak sistemde yapılan değerlendirmede ise durum farklı olmayıp piezometrik seviye (1040,449m) statik seviyenin (1040,281m) 0,168 m üzerinde olduğu görülmüştür (Şekil 6.2).

Benzer işlemler diğer bir ekip tarafından aynı zamanda, aynı saat aralıklarında Karpuzatan bölgesinde yapılmış olup ölçüme başlanan saat olan 17:20 itibari ile pompaların hiç durmadan çalıştığı 19 saatlik süreç sonucunda, piezometrik seviyenin (1039,603m) statik seviyenin (1040,76m) 1,157 m altına düştüğü görülmüştür. Oysa pompaların çalışmadığı 5 saatlik sürecin sonunda ölçülen nihai değerle yapılan değerlendirmede piezometrik seviye (1041,224m) statik seviyenin (1041,047m) 0,177m üzerinde olduğu görülmüştür (Şekil 6.2).

Bu durum oldukça sakıncalı olup söz konusu kuyudan uzun süreli su çekimi yapılması durumunda alüvyonda bulunabilecek kirlilik parametrelerinin bileşik kaplar sistemi gereğince basınçlı sisteme sızabileceği ve istenmeyen kirliliklerin ortaya çıkabileceği söylenebilir. Ancak söz konusu kuyuların kirlilik grafikleri incelendiğinde üst akiferde bazı kirlilik parametreleri bulunmasına rağmen (Organik Madde) derin kuyuda bu kirliliklerin olmadığı görülmüştür. Sonuç olarak Karpuzatan bölgesinde yukarıdaki paragraflarda anılan geçirimsiz bir üst tabakanın varlığından bahsetmek mümkündür.



Şekil 6.2 Keykubat ve Karpuzatan'da statik seviye piezometrik seviye gösteren kuyu logu

7. SU KİRLİLİĞİ GENEL DEĞERLENDİRMESİ VE KORUMA ALANLARI

7.1. Su Kirliliği

Kayseri kenti içme suyu havzasında su temini amacıyla değişik zamanlarda açılmış 70 dolayında kuyu mevcuttur. Bu kuyulardan zaman içerisinde çeşitli nedenlerle iptal edilenler olduğu gibi 2000 ve 2008 yıllarında açılan yeni kuyularla sisteme takviyeler olmuştur. Günümüzde kentin su ihtiyacı 50 adet kuyu ve bir adet kaynak kaptajından alınan sular ile karşılanmaktadır.

KASKİ'den alınan bilgilere göre, toplam kapasite 185.000 m³/gün olup, bir günde şebekeye verilen su miktarı yaklaşık 115.000 metreküp civarındadır. Şehrin % 99'u merkezi su şebekesine bağlıdır. Şebekeye verilen su SCADA (merkezi denetim ve bilgi toplama sistemi) sistemi ile kontrol edilmektedir. Bu sistemin kullanımı ile kentin farklı bölgelerinde dağınık şekilde bulunan (Şekil 4.3.1) içme suyu üretim ve depolama istasyonlarının bir merkezden bilgisayar aracılığı ile denetlenmesi, izlenmesi ve bir mantık içerisinde işletilmesi sağlanmaktadır. Sistem sayesinde, bütün içme suyu üretim ve depolama istasyonları, tek bir merkezden bilgisayar aracılığı ile uzaktan kumanda edilmekte ve izlenmekte, böylece personel, araç, zaman ve enerji tasarrufu sağlanarak güvenilir, pratik ve ekonomik bir işletme gerçekleştirilmektedir.

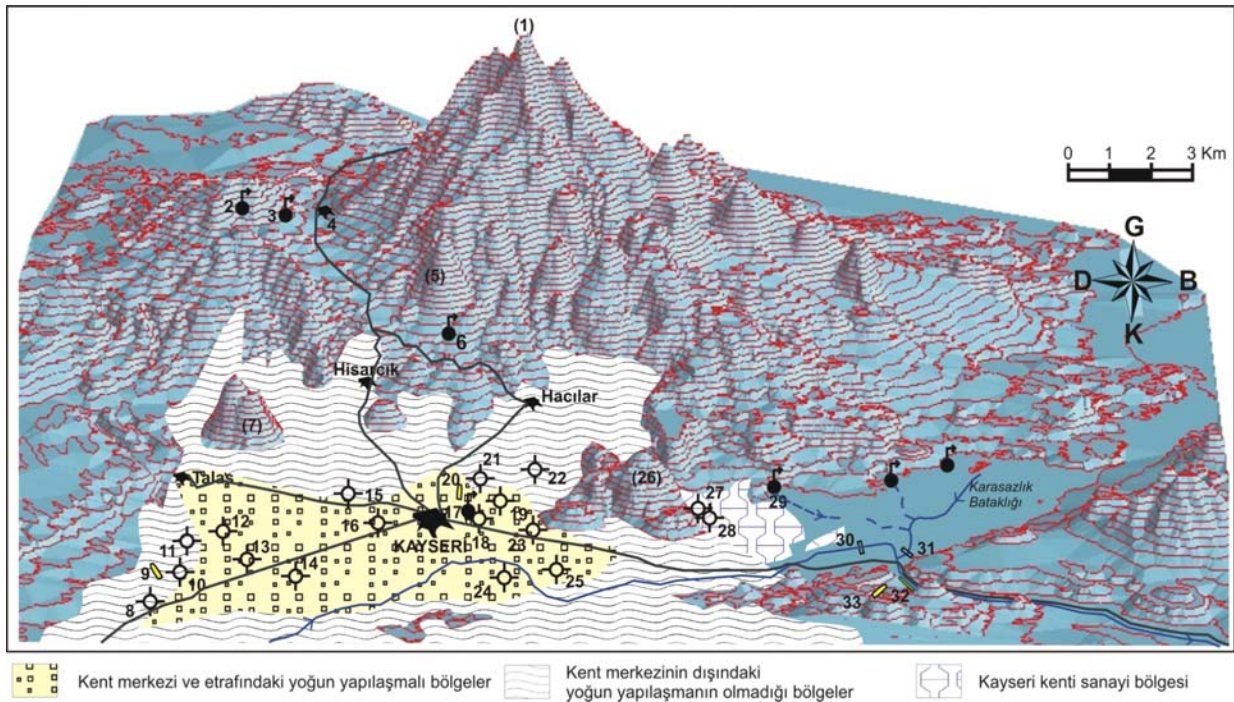
Kayseri kenti içme suyu kaynak ve kuyularının bulunduğu bölge ile beslenme alanı içerisinde bulunan başlıca kirletici kaynaklar başta kentsel yapılaşma olmak üzere Beştepeliler ve Kumarlı bölgesinde bulunan eski çöp depolama alanları ve sanayi kuruluşlarıdır. Şekil 7.1.1'de bölgedeki mevcut içme suyu kaynakları ile birlikte yukarıda sözü edilen kirlilik kaynakları aynı şekil üzerinde verilmiştir.

Kentsel yapılaşma; Kayseri kenti içme suyu kaynak ve kuyularının tümü, mevcut durumda kent imar planı içerisinde, yapılaşma bölgelerinin içinde kalmış durumundadır. Kuyuların büyük çoğunluğunun kent merkezinin kenar kesimlerinde bulunuyor olması (Şekil 7.1.1, Keykubat, Karpuzatan, Germiraltı kuyuları gibi), kuyuların ilk açıldığı yıllarda yerleşim birimlerinin dışında açılmış olduğunu göstermektedir. Ancak günümüzdeki hızlı yapılaşmanın doğal bir sonucu olarak, tüm kuyular kent yerleşimi içerisinde kalmış durumdadır. Türkiye genelinde içme suyu ihtiyacını yeraltısuyu kuyuları ile karşılamakta olan pek çok yerleşim biriminde benzer sorunlar yaşanmakta ve altyapı sorunları çözülmemiş, fosseptik kullanımlarının olduğu bölgelerde ise mevcut yeraltı suları kirlenmektedir. Kayseri kentinin altyapı çalışmalarının tamamlanıp atıksuların kolektörlerle toplanıp kent dışında arıtma tesisinde arıtılarak bertaraf edilmesi, kentin içme suyu kaynaklarının kirlenmemesi açısından büyük şanstır (Değirmenci ve diğ., 2006).

Eski çöp depolama alanları; Kayseri kent içme suyu havzasında, birisi Beştepeler kaynak ve kuyularının bulunduğu bölgede, diğeri ise Kumarlı bölgesinde olmak üzere iki ayrı eski çöp depolama alanı bulunmaktadır (Şekil 7.1.1). 1980 öncesinde 13-15 yıl süreyle kullanılmış olan Beştepeler eski çöp depolama alanında, çöplerin üzeri tamamen kapatılmış olup, günümüzde görsel açıdan herhangi bir olumsuzluk bulunmamaktadır. Çöp sızıntı sularının ise; çöpün 500 m. mesafe yakınında yer alan ve Beştepeler kaynak kaptajı ve yakınındaki üç kuyunun bulunduğu, KASKİ'nin önemli yeraltı suyu işletme bölgesinde, bölgedeki mevcut hidrojeolojik yapının bir sonucu olarak, çöp sızıntı sularının herhangi bir olumsuz etkisi bulunmamaktadır (Değirmenci ve diğ., 2006).

Kentin sanayi bölgesi kent yerleşiminin batı tarafında, topluca aynı bölgede yer almakta olup, kentin içme suyu kaynak ve kuyu bölgelerinin dışında yer almaktadır.

Kentin içme suyu kaynak ve kuyularından örnekleme kapsamında alınan su örnekleri üzerinde, kirlilik parametreleri açısından yapılan değerlendirmelerden görüleceği üzere, bölgedeki su kaynaklarında herhangi bir önemli kirlenme sorunu bulunmamaktadır.



Şekil 7.1.1. Kayseri kenti içme suyu havzasındaki kentsel yapılaşma, sanayi bölgeleri ve çöp depolama alanlarının dağılımı ((1) Erciyes Dağının zirvesi, (2) Şelale Kaynağı, (3) Tekiryaylası Kaynağı, (4) Erciyes kayak tesisler, (5) Lifos Dağı, (6) Lifos Kaynağı, (7) Ali Dağı, (8) Beyazşehir Kuyusu, (9) Kumarlı Eski Çöp Depolama Alanı, (10) Kumarlı Kuyusu, (11) Konaklar Kuyusu, (12) Germiraltı Kuyuları, (13) Anneler Parkı Kuyuları, (14) Argıcık Kuyuları, (15) Çaybağları Kuyuları, (16) Gültepe Kuyuları, (17) Beştepeler Kaynağı, (18) Beştepeler Kuyuları, (19) Taşlıburun Kuyusu, (20) Beştepeler Eski Çöp Depolama alanı, (21) Eğribucak Kuyular, (22) Kergahbağları Kuyusu, (23) Mahrumlar Kuyular, (24) Karpuzatan Kuyular, (25) Keykubat Kuyuları, (26) Yılanlı Dağı, (27) Merkez Çelik San. Kuyusu, (28) Organize San. Cami Kuyusu, (29) Dokuzpınarlar, (30) Sarımsaklı Suyu, (31) Vanvanlı Suyu (Karasu), (32) Kayseri Kenti Atıksu Arıtma Tesisi, (33) Kayseri Kenti Düzenli Çöp Depolama Alanı (Molu Çöplüğü) (Değirmenci ve diğ., 2006).

7.2. Koruma Alanları

Yeraltısı koruma alanı belirleme çalışmaları iki açıdan ele alınmıştır.

- 1- Kuyubaşı / Kaynakbaşı koruma alanı
- 2- Yeraltısuyu haznesine (akifere) ait koruma alanları

7.2.1. Kuyubaşı / Kaynakbaşı Koruma

Kuyuların suyunu çektikleri akiferde pompaja bağlı yarattıkları düşüm konisi temel olarak kuyunun mutlak koruma alanı sınırını oluşturur. Kuyudan çekilen suyun geldiği kuşak olarak tanımlanan “Kapma Zonu” kuyunun pompaj debisi ve akiferin hidrolik karakteristiklerine (T, S) bağlıdır. Yeraltısuyu akım yönü dikkate alınarak belirlenen “kapma zonu” üzerinde hiçbir faaliyete izin verilmemesi gerekmektedir. Bununla birlikte, bu kısıtlama basınçlı akiferler için çoğunlukla akiferin üstünde yer alan geçirimsiz veya yarı geçirimli birimin türüne bağlı olarak daha düşük düzeylerde tutulabilmektedir. Ancak akiferin ve üstündeki vadoz zonun ileri derecede değişken (heterojen) olması nedeniyle söz konusu kısıtlamalar üzerinde herhangi bir esneklik yapılmamalıdır. Kuyu başı ve kaynak başı koruma alanlarının Çevre Bakanlığı “Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği”nde önerilen mutlak koruma alanı, kısa mesafeli, orta ve uzun mesafeli koruma alanları sınırlarına ve bu sınırlar içinde izin verilen faaliyetlere uyulmasında büyük yarar vardır.

Kayseri ilinin kentsel gelişimi, söz konusu alanlar açısından sorun yaratacak türden olmasına karşın, hidrojeoloji, hidrokimyasal ve daha önceki çalışmalarda yapılan izotop hidrolojisi çalışmaları, akiferin başlıca Erciyes dağı yükseltilerinden beslendiğini, ovaya düşen yağışın beslenmeye, ihmal edilecek düzeyde katkısı olduğu sonucunu vermiştir. Kuyuların büyük çoğunlukla basınçlı akiferi kesiyor olması, beslenmenin kentsel yerleşime ve benzeri insan faaliyetlerine uygun olmayan alanlardan (Erciyes dağının 2500 m kotunun üzeri) oluşması, kentsel gelişmeye karşın kuyuların kirliliğe karşı kirlenme riski altında bulunmadığı şeklinde değerlendirilebilir (Değirmenci ve diğ., 2006). KASKİ'nin kuyu grubu bölgelerini istisna edip çitle çevirmiş olması bu anlamda en önemli koruma önlemlerinden birisi olmuştur.

İleriye dönük su ihtiyacının karşılanması için gelecekte açılması düşünülen kuyu yerlerinde, akiferin basınçlı veya serbest olması koşuluna özellikle dikkat edilmelidir. Bu kapsamda kuyu açılmasından sorumlu kişilerin kuyu delgisi sırasında, yeraltısuyu seviyesinin üzerindeki birimin masif yapıdaki andezit ve bazalt dışında, akiferin “serbest akifer” olmasına neden olacak birimlerin bulunması durumunda, kuyunun yüzeyden yeraltısuyu seviyesine kadar olan kısmının mutlaka kapalı ve tecritli (beton) olması sağlanmalıdır.

7.2.2. Yeraltısuyu Haznesine (Akifere) Ait Koruma

Yeraltısuyunun kullanıma sunulduğu kuyu veya kaynakların koruma altına alınması, yeraltısuyu kaynağının (akiferin) korunduğu anlamına gelmemektedir. Kuyubaşı koruma önlemleri, su alma yapısının etkilediği dar alanlarda geçerliyken, yeraltısuyu haznesinin korunması, ilke olarak beslenme alanındaki bütün faaliyetleri ve olası kirletici kaynakların dikkate alınmasını gerektirir. Akiferin korunmasına yönelik olarak geliştirilen kirliliğe karşı duyarlılık haritaları veya analizleri, ABD ve Avrupa ülkeleri başta olmak üzere bütün dünyada yaygınlaşarak kullanılmaktadır. Kirleticilerin yüzeyden itibaren vadoz zonu geçerek yeraltısuyuna hareketini denetleyen faktörlerle, hareketi sırasında kirletici derişimini kontrol eden fiziksel, jeokimyasal ve biyolojik süreçlerin dikkate alındığı bu yöntemlerin ortak özelliği, akifer alanında yeraltısuyuna uzaklık (statik su seviyesi), beslenme miktarı, akifer malzemesini oluşturan litoloji, yüzeyde toprak varlığı ve kalınlığı, beslenme yüzeyinin eğimi, yeraltısı seviyesinin üzerindeki vadoz zonu oluşturan litolojinin türü ve akiferin hidrolik iletkenliği parametrelerini ağırlıklandırarak, bir duyarlılık indisi hesaplamaları veya tanımlamalarıdır. Tanımlanan veya hesaplanan “duyarlılık indisi” ilgili alan için görece olup, karar vericiye yeraltısuyu kirliliği açısından risk taşıyan alanların belirlenmesi olanağı sağlar.

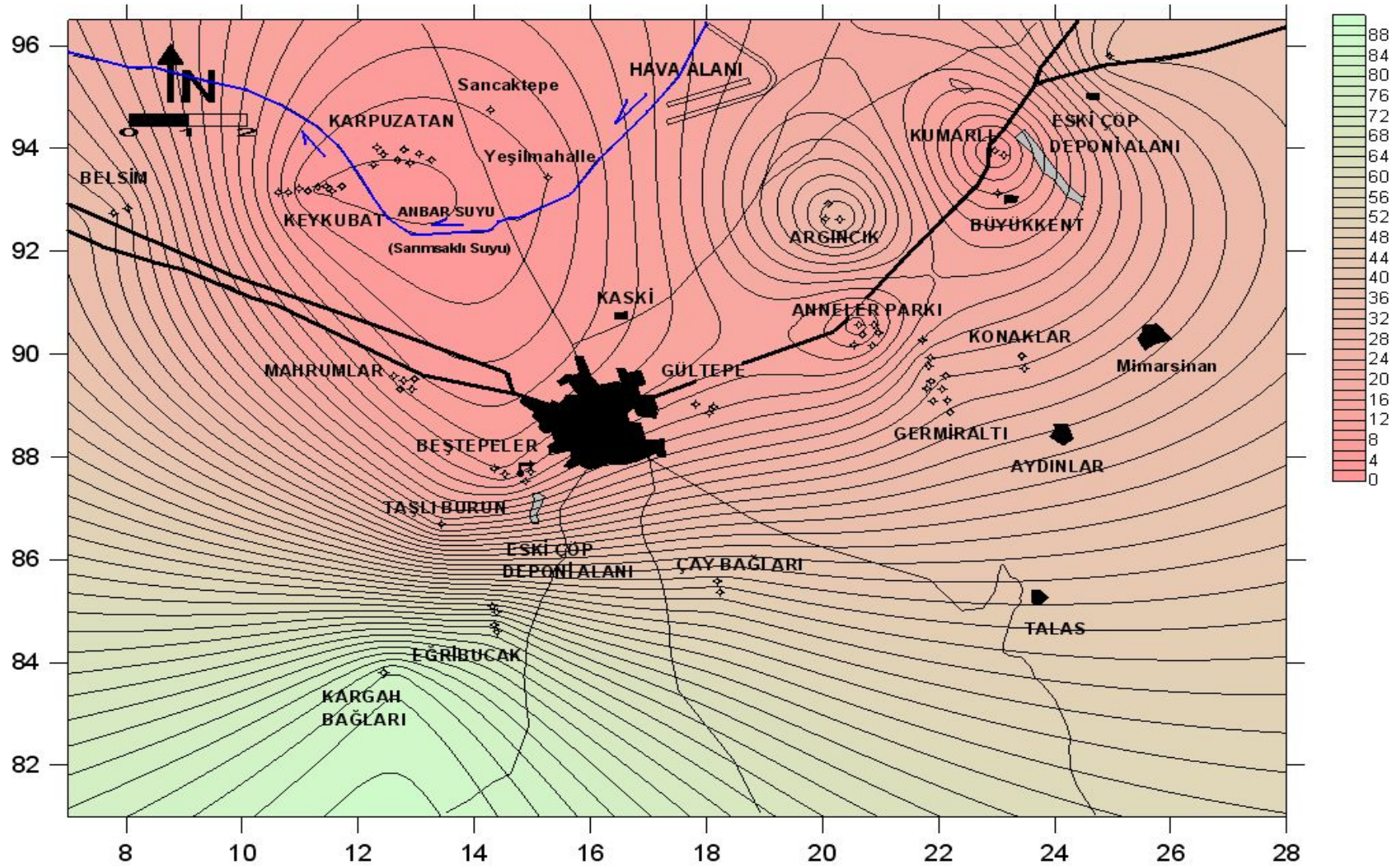
Yukarıda sözü edilen “akiferin korunmasına yönelik olarak geliştirilen kirliliğe karşı duyarlılık haritaları”nın oluşturulmasında, çalışma alanındaki en önemli eksiklik, Ek 1-2 de verilen kuyu loglarından da görüleceği üzere, volkanik arazilerin doğal bir yansıması olan, litolojik birimlerin yatay ve düşey yöndeki devamlılıklarının çok az olması, litolojik birimlerin kısa mesafelerde kalınlık ve yayılım olarak değişebilmesidir. Örneğin, bölgede akifer sisteminin serbest veya basınçlı olmasına neden olan (bölgedeki akiferin basınçlı olması durumunda kirlenme riski yok denecek kadar az olacaktır.) masif yapıdaki bazalt ve andezitlerin kısa mesafelerde kalınlık ve yayılım olarak değişiyor olması, söz konusu duyarlılık haritasının oluşturulmasını zorlaştıran en önemli faktör olarak görülmektedir. Çalışma alanında, kirleticilerin yüzeyden itibaren vadoz zonu geçerek yeraltısuyuna hareketini denetleyen en önemli faktör, basınçlı akiferin üst geçirimsiz-yarı geçirimli tabakasını oluşturan masif yapıli bazalt ve andezitlerdir. Çalışma alanında, bu birimlerin bulunduğu bölgelerde (Beştepeler bölgesi.), akifer basınçlı akifer özelliğinde olacağı için kirlenme riski de yok denecek kadar az olacaktır (Değirmenci ve diğ., 2006).

Şekil 6.1’deki “Yeraltısuyu Seviyesi Haritası” su noktalarında ölçülen yeraltısuyu seviyelerinin (statik seviye) ilgili su noktasının zemin kotundan çıkarılarak hesaplanan yeraltısuyu kotu (denizden olan yüksekliği) değerlerinin alansal dağılımını göstermekte, en önemli işlevi ise bölgesel ölçekte yeraltısuyu akım yönünü göstermesidir. Söz konusu haritadan

da görüleceği üzere, yeraltısuyu akım yönü güneydoğudan kuzeybatıya ve doğudan batıya doğrudur. Sonuç olarak, diğer tüm verilerin ve daha önceki dönemlerde yapılmış izotop analiz sonuçlarının işaret ettiği gibi, Kayseri kenti içme suyu havzasındaki kaynak ve kuyuların beslenimi Erciyes dağı tarafından olmaktadır.

Şekil 7.2.2.1'deki “vadoz zonun kalınlığı” haritası aslında “bölgedeki akifere ait statik su seviyesi” haritasıyla eş anlamlıdır. Anılan harita, akiferin yüzeyden su seviyesine kadar olan mesafesinin alansal dağılımını göstermektedir. Dolayısıyla, vadoz zonun ince veya yeraltısuyunun yüzeye yakın olduğu bölgelerde, yüzeyden sızmalar şeklinde olabilecek kirlenme riski fazla, vadoz zonun kalın yani yeraltısuyunun daha derinde olduğu bölgelerde ise kirlenme riski görece olarak çok daha az olmaktadır. Bu bilgiler doğrultusunda, Şekil 7.2.2.1'de gözlenen vadoz zonun ince olduğu bölgeler, kirlenme riski görece olarak yüksek olan bölgeler olarak görülmektedir. Ancak vadoz zonun ince olduğu ve dolayısıyla kirlenme riskinin yüksek olduğu bir bölgede, eğer su seviyesi “statik seviye” değil de, basınçlı akifere ait “piezometrik seviye” ise yani anılan bölgede basınçlı akifer var ise haritada vadoz zon ince de görülsün kirlenme riski yok denecek kadar az olur. Şekil 7.2.2.1'deki haritada vadoz zonun ince olduğu bölgelerde, akifer basınçlı akifer özelliğinde değil ise, yani söz konusu bölgede, akiferin üzerinde koruyucu tabaka işlevindeki masif yapıli bazalt ve andezitler yok ise, anılan bölgeler birinci derecede korunması gereken bölgeler olarak görülüp ona göre gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir.

Kayseri kenti içme suyu kaynak ve kuyularının bulunduğu bölgede, akifer sisteminin önemli bir kısmının basınçlı akifer özelliğinde olması, kanalizasyon ve atıksu şebekesinin tamamlanmış ve çalışır halde olması, beslenme alanının herhangi bir faaliyete olanak vermeyecek nitelikte olması (Erciyes dağının 2500 metre kotunun üzeri), akiferin büyük ölçüde kirliliğe karşı korunmuş olmasını ve güven altında olmasını sağlamaktadır (Değirmenci ve diğ., 2006). Bununla beraber geleceğe dönük planlamalarda, önceki paragraflarda sözü edilen duyarlılık haritalarının her zaman yararlı olabileceği ihtiyaç duyulan verilerin, gereken nitelik ve nicelikte, şimdiden elde edilmesine yönelik çalışmalar yapılması gerektiği düşünülmektedir.



Şekil 7.2.2.1. Kayseri kenti içme suyu havzası kuyularına ait “vadoz zonun kalınlık haritası” (Değirmenci ve diğ., 2006).

8. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Çalışma kapsamında incelenen örnekleme noktalarının % 90'ı soğuk sular (<20°C) kalan %10'luk kısmı ise ılık sular (20-30°C) olarak sınıflandırılabilir.

Örnekleme noktalarının % 30'luk kısmının EC değerlerinin 300 µS/cm'den küçük derin dolaşımli yüksek kottan beslenen sular olduğu, % 30'luk önemli diğer bir kısmı oluşturan sularda EC değerleri 300-600 µS/cm arasında olup bu sular ise işletme kuyusu olarak kullanılan derin sondaj kuyularıdır. 600-900 µS/cm arasında ölçülen % 20'lik kısım ise Erkilet, Akin, Buğdaylı, Boyacı, Dadağ ve Keykubat ve Karpuzatanın bazı bölgelerinde ölçülmüş kuyu suları ve Sarımsaklı deresi giriş-çıkış yüzeysel sulardır. Bunların dışında örnekleme noktalarına sonradan ilave edilen Beştepeler, Karpuzatan, Yenidoğan ve keykubat bölgelerinde bulunan sığ sulama amaçlı kullanılan tulumba kuyularında ise 900-2100 µS/cm arasında değerler görülmüştür. Grafiklerin en büyük değer aralığını oluşturan sular ise 2100-4000 µS/cm arasında değişen Sodalı Kaynağı ve aynı kaynağın beslediği Karasazlık dereleridir (Şekil 5.1.2).

Örnekleme noktalarına ait majör katyon ve anyon değerleri kullanılarak yarı logaritmik (Schoeller) grafiği ve Piper (Üçgen) diyagramı çizilmiştir. Schoeller yarı logaritmik diyagramda benzer kökenli, aynı hazneye ve beslenme alanına sahip sular benzer pik verirler oluşturmuşlardır. Ova genelinde, su numunelerindeki majör iyonlardan SO_4^{2-} iyonu derişimi küçük, hâkim iyonlarının ise Ca^{+2} , Mg^{+2} ve HCO_3^- iyonları olduğu görülmüştür.

Piper diyagramında, Örnekleme noktalarına sonradan ilave edilen şahıslara ait sığ sulama amaçlı kullanılan tulumba kuyularından KY-60A, KY-61, KY-64, KY-65 ve ovanın batısında bulunan Dokuzpınarlar bölgesindeki KY-40, KY-40B ve KY-41 nolu örnekleme noktaları 9 nolu alana (iyonlarının hiçbiri % 50'yi geçmeyen, karışık suların bulunduğu alana) düşmektedir (Şekil 5.2.2). Örnekleme noktaları dâhilinde bulunan araştırma kuyuları ve KASKİ'ye ait sondaj kuyuları ise 5 nolu alana (karbonat sertliği > karbonat olmayan sertlik) denk gelip, genellikle kalsiyum karbonat ve magnezyum karbonatlı sulardır. Karpuzatan bölgesinde bulunan sığ tulumba kuyusu KY-63 6 nolu alanı temsil etmekte olup kalsiyum sülfat ve magnezyum sülfatlı sular sınıfına girmektedir. KY-42 nolu Sodalı kaynağı ise 7 nolu (karbonat olmayan alkanitesi % 50 'den fazla olan suların bulunduğu) alana düşmektedir. Böyle sular genellikle sodyum klorür, sodyum sülfat ve potasyum klorürlü sulardır. KY-35 nolu Boyacı köyü işletme kuyusu ise 8 nolu alanı (karbonat alkaliliği > karbonat olmayan alkalilik) temsil etmektedir.

Çalışma alanında, KY-43 nolu örnekleme noktası haricindeki tüm örnekleme noktalarında klorür değerleri içme suyu standartlarına uygun aralıklarda olduğu görülmektedir.

KY-43 nolu Karasazlık deresinde tüm dönemlerde klorür değerlerine rastlanılmış olup bu değerler 910-1310 mg/L arasında değişkenlik göstermiştir.

Aralık 2008 döneminde yapılan ilk dönem ölçümlerinde KY10: 2,05 mg/L, KY24: 2,24 mg/L, ve KY37: 0,37 mg/L nitrit değerlerine rastlanırken 7.dönemde sadece KY02 nolu Keykubat SK1-AL alüvyon kuyusunda 6,5 mg/L değerinde nitrite rastlanmıştır. 8.döneme kadar olan diğer ara dönemlerde hiçbir örnekleme noktasında nitrite rastlanmazken, 8.dönem de özellikle çalışma kapsamında açılan araştırma gözlem kuyularının sığ olanlarında 0,1 mg/L'den küçük nitrit değerlerine rastlanmıştır.

Çalışma alanında, Beştepeler bölgesinde bulunan KY27 nolu örnekleme noktasında 4.dönem nitrat değeri 65,51 mg/L ile standartların üzerinde gözlenmiştir. Bunun dışında örnekleme noktalarına sonradan ilave edilen şahıs tulumba kuyularında yine Beştepeler mevkiinde eski çöp deponi alanı bölgesinde bulunan KY54, KY55 ve KY55A kuyularında, Yıldırım Beyazıt ve Gültepe bölgesinde bulunan KY59 ve KY 60A sığ tulumba kuyularında standartların üzerinde nitrat değerlerine rastlanmıştır. Sırasıyla bu değerler; KY54: 105-151 mg/L arasında, KY55: 72-105 mg/L arasında, KY55A: 180-200 mg/L arasında, KY59: 108,56 mg/L ve KY 60A nolu kuyuda ise 193,52 mg/L olarak ölçülmüştür.

Örnekleme noktalarının çeşitli dönemlerinde çalışma sahasında düşük seviyeli NH₄ konsantrasyonlarına rastlanmıştır. 1.dönem analiz sonuçları itibari ile Karpuzatan ve Argıncık'taki araştırma kuyularında, Dokuzpınarlar ve Sodalı Kaynağında 1,5-6,04 mg/l arasında değerler gözlemlenmiştir. Sarımsaklı, Karasazlık dereleri ve Yamula Baraj gölünde çeşitli dönemlerde 1-80 mg/L arasında NH₄ konsantrasyonları görülmüştür. 2.dönem, 3.dönem ve 7.dönem haricindeki diğer dönemlerde NH₄ konsantrasyonları ile karşılaşılmamış veya çok düşük seviyelerde değerler görülmüştür. Söz konusu dönemlerdeki NH₄ konsantrasyonlarının azot kökenli zirai gübrelerden kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

Örnekleme noktalarında, Karpuzatan bölgesindeki SK7-AL alüvyon kuyusunda ilk dört dönem itibari ile 4,17-4,38 mg/L (organik madde) arasında değerler gözlenirken sonraki dört dönemde söz konusu durum ortadan kaybolarak organik madde miktarı standartların altına inmiştir (0,54 mg/L). Tüm dönemler incelendiğinde kuyu ve kaynak türünde olan örnekleme noktalarında organik madde miktarı standartlara uygun olup <3,50 mg/L Sarımsaklı deresi girişi ve çıkışında 2,13-5,18 mg/L arasında Karasazlık deresinde ise 2,31-5,18 mg/L arasında değerler gözlemlenmiştir.

Şekil 6.1'de Bölgeye ait yeraltısuyu seviye haritasından da görüleceği üzere, bölgede yeraltısuyunun akım yönü, güneydoğudan kuzeybatıya ve doğudan batıya doğru olup kaynak ve kuyuların beslenimi Erciyes Dağı tarafından olmaktadır.

Kayseri kenti içme suyu havzasında, yüksekliği 3916 m'yi bulan çok geniş yayımlı Erciyes dağı'nın varlığı, mevcut içme suyu kaynak ve kuyularının bu dağı'nın 2500 m kotunun üzerindeki özellikle kar erimelerinden besleniyor olması, sistemin beslenme bölgesi açısından genel anlamda basınçlı akifer özelliğinde olması ancak basınçlı akifer sistemin üst geçirimsiz tabakasını oluşturan birimlerin her yerde aynı özellikte görülmemesi ve kuyu açılması sırasında üstteki bazalt ve andezitlerde kesilmiş olan kırık sistemlerinin, alttaki basınçlı ana akifer sistemiyle irtibatlı olup olmaması gibi bölgedeki mevcut doğal koşullar, su miktarı ve kirlenme riskini etkileyen faktörler olarak görülmektedir (Değirmenci ve diğ., 2006).

KASKİ'nin içme suyu amaçlı kullanmakta olduğu tüm kuyu ve kaynak suları, Erciyes dağı'nın 2500 m kotunun üzerinden, özellikle kar erimleri şeklinde oluşan sularla beslenen, derin hidrolojik dolaşım-uzun geçiş süreli sulardır. Yeraltısuyu işletme kuyularına ait sularda yukarıda anılan hidrojeolojik model gereği beslenme boşalımı ilişkisinin varlığı hem su miktarı hem de kirlenme riski açısından çok önemlidir. Suların yüksek kotlardan beslenip, derin dolaşım kuyu bölgelerine gelmesi, akiferin basınçlı bir sistem kazanmasına sebep olup bu basınçlı sistemin doğal sonucu olarak yüzeyden olabilecek sızıntı suları açısından kirlenme riski azalmaktadır (Değirmenci ve diğ., 2006).

KASKİ'ye ait içme suyu kuyularının bulunduğu bölgede basınçlı akifer sisteminin oluşmasında birinci faktör suların yüksek kotlardan besleniyor olması, ikinci faktör ise basınçlı akiferin üst geçirimsiz-yarı geçirimli örtü tabakasını oluşturan birimlerin varlığıdır. Söz konusu bu birim, bölgede genelde masif yapılarıdaki bazalt ve andezitlerdir. Anılan basınçlı akifer sisteminde masif bazalt veya andezitlerin altında yer alan "volkanik cüruf" veya benzeri özellik taşıyan bazalt ve andezitlerin tuf ve aglomeraları ana akifer malzemesini oluşturmaktadır. Üstteki masif bazalt veya andezitlerin bölgesel ölçekte devamlılıkları mevcut değildir. Bu örtü kaya birimlerinin mevcut olduğu bölgelerde bahsedilen "Basınçlı Akifer Sistemi"nin en güzel örnekleri gözlenirken, bu birimin bulunmadığı bölgelerde bu önemli faktör ortadan kalkmaktadır. Söz konusu bu faktör özellikle, kirlenme riski yüksek olan üst akiferden veya çeşitli nedenlerle meydana gelen kirli sızıntı sularından oluşabilecek kirlenmelere karşı ana akifer sistemini koruması açısından büyük önem arz etmektedir (Değirmenci ve diğ., 2006).

Bilindiği üzere basınçlı akifer sistemlerin olduğu bölgelerde eğer basınçlı akifere ait yeraltı su seviyesi (piezometrik seviye) üstteki serbest akifere ait "Yeraltı Su Seviyesi"nin üzerinde ise, akım yönü (hidrolik gradyan) aşağıdan yukarıya doğru olduğu için üst akiferdeki kirlenmiş suyun basınçlı ana akifer sistemine geçmesi mümkün değildir. Bu durum ancak aşırı çekimlerle piezometrik seviyenin bölgedeki yeraltı su seviyesinin altına düşmesi durumunda

mümkün olabilmektedir. Bu bilgi çerçevesinde şu olguyu da gözden uzak tutmamak gerekir. Söz konusu basınçlı akifer sisteminin bulunduğu bölgede, kuyudan su çekilmesi sırasında oluşan dinamik seviye eğer o noktadaki yeraltı seviyesinin çok altına düşerse, ilgili kuyunun içerisine üstteki kirlenmiş akiferden su sızabilir. Dolayısıyla bu durum basınçlı akifer sisteminde üstteki geçirimsiz tabakanın, yarı geçirimli olması durumunda ancak mümkün olabilmektedir. Çalışma alanındaki basınçlı akifer sisteminde, üstteki söz konusu tabaka her yerde kalın masif yapıda değil, farklı bölgelerde kalınlığı az ve özellikle kırık-çatlaklı olduğu için yukarıda sözü edilen “yarı geçirimli üst tabaka” tanımına uymaktadır. Bu kapsamda KASKİ kuyularında olası kirlenme risklerinden birini de bu durum oluşturmaktadır. Nitekim Karpuzatan bölgesinde (SK5-SK7AL kuyularında) pompaların hiç durmadan çalıştığı 19 saatlik süreç sonucunda, piezometrik seviyenin (1039,603m) statik seviyenin (1040,76m) 1,157 m altına düştüğü görülmüştür. Oysa pompaların çalışmadığı 5 saatlik sürecin sonunda ölçülen nihai değerle yapılan değerlendirmede piezometrik seviye (1041,224m) statik seviyenin (1041,047m) 0,177 m üzerinde olduğu görülmüştür (Şekil 6.2.). Bu durum oldukça sakıncalı olup üst akiferde bulunabilecek kirlilik parametrelerinin bileşik kaplar sistemi gereğince basınçlı sisteme sızabileceği bilinmektedir. Ancak söz konusu kuyuların kirlilik grafikleri incelendiğinde üst akiferde bazı kirlilik parametreleri bulunmasına rağmen derin kuyuda bu kirliliklerin olmadığı görülmüştür. Dolayısıyla Karpuzatan bölgesinde yukarıda sözü edilen, geçirimsiz bir üst tabakanın varlığından bahsetmek mümkündür.

Bölgede geçirimli veya yarı geçirimli üst tabakaların olabileceği göz ardı edilmemiş olup KASKİ tarafından tüm kuyu grubu bölgeleri, istimlak edilip etrafı çitle çevrilmiştir. Bu durum olası kirlenmeleri en aza indirmiş durumdadır.

Proje alanında, Şekil 7.2.2.1’de verilmiş olan vadoz zonun kalınlığı haritasında vadoz zonun ince olduğu bölgelerde göreceli olarak akiferin kirlenme riski daha yüksektir. Ancak vadoz zonun ince ve dolayısıyla kirlenme riskinin yüksek olduğu bir bölgede, eğer su seviyesi statik seviye değil de basınçlı akifere ait piezometrik seviye ise, yani bölgede basınçlı akifer varsa haritada vadoz zon ince de görülse kirlenme riski yok denecek kadar az olacaktır. Vadoz zonun ince olduğu bölgelerdeki akifer, basınçlı akifer özelliğinde değilse, yani söz konusu bölgede akiferin üzerinde koruyucu tabaka işlevindeki masif yapılı bazalt ve andezitler yoksa anılan bölgeler birinci derecede korunması gereken bölgeler olarak değerlendirilip gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir (Değirmenci ve dig., 2006).

Çalışma alanındaki içme suyu kaynak ve kuyularının bulunduğu bölgeler istimlak edilip, etrafları çitle çevrilmiş olduğu için, “kuyubaşı koruma” ile ilgili çok önemli bir işlev yerine getirilmiş durumdadır. Buna karşın kuyubaşı ve kaynakbaşı koruma alanlarında, Çevre

Bakanlığı Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'nde önerilen mutlak koruma alanı, kısa, orta ve uzun mesafeli koruma alanları sınırlarına ve bu sınırlar içinde izin verilen faaliyetlere uyulmasında büyük yarar vardır.

Beştepeler kaynağı, kentin önemli mesire yerlerinden olan “Beştepeler” yükseltisinin kuzeyinde, kent yerleşim alanı düzlüğünde, bazaltlarda gelişmiş bir kırık sisteminden boşalan, kentin önemli su kaynaklarından birisidir. Söz konusu kaynak bölgesinde bulunan eski çöp deponi alanı üzerine 2006 yılında Devlet Planlama Teşkilatı (DPT) tarafından desteklenen bir proje kapsamında yapılan çalışmalarda (Değirmenci ve dig., 2006) kaynağın üzerinde basınçlı bir akiferin olduğu aynı proje kapsamında yapılan izotop analizleri doğrultusunda Beştepeler Kaynağı'nın 2500 m. kotundan beslenip eski çöp deponi alanından kaynaklanacak herhangi bir kirlilikten etkilenmeyeceği ortaya koyulmuştur. Çalışma kapsamında örnekleme noktalarından biri olan Beştepeler Kaynağı analiz sonuçları bu bilgileri doğrulayıp kirliliğe sebep olabilecek herhangi bir belirtiyeye rastlanmamıştır. Ancak yine aynı bölgede bulunan, örnekleme noktaları dâhilindeki şahıslara ait üst akiferde bulunan sığ kuyular eski çöp deponi alanından kaynaklanan bazı kirlenmelere (NO₃) maruz kalmıştır. Genellikle sulama amaçlı kullanılan bu kuyuların sahipleri söz konusu kirliliklerden haberdar edilip suların içilmemesi konusunda gerekli uyarılar yapılmıştır.

İleriye dönük su ihtiyacının karşılanması için açılması düşünülen kuyu yerlerinde, akiferin basınçlı veya serbest olması koşuluna özellikle dikkat edilmelidir. Beştepeler bölgesinde olduğu gibi üst akiferin kirli olduğu bölgelerde, ileriki yıllarda açılacak kuyularda, yeraltısuyu seviyesinin üzerindeki birimin masif yapıdaki andezit ve bazalt dışında, akiferin serbest akifer olmasına neden olacak birimlerin bulunması durumunda, kuyunun yüzeyden yeraltı seviyesine kadar olan kısmı mutlaka kapalı ve tectritli olması gerekmektedir.

Kayseri kenti içme suyu kaynak ve kuyularının bulunduğu bölgede, akifer sisteminin önemli bir kısmının basınçlı akifer özelliğinde olması, kentin altyapısının tamamlanmış ve çalışıyor olması, beslenme alanının herhangi bir faaliyete olanak vermeyecek nitelikte olması akiferin büyük ölçüde kirliliğe karşı korunmasını ve güven altında olmasını sağlamaktadır (Değirmenci ve dig., 2006).

9. KAYNAKLAR

Alaş, A., Çil O., 2001, Aksaray İline İçme Suyu Sağlayan Bazı Kaynaklarda Su Kalite Parametrelerinin İncelenmesi, Araştırma Makalesi, Çev-Kor Dergisi, Cilt-11, Sayı-42, 40-44s, Aksaray.

Ardıçoğlu, M., 1998, Kayseri yeraltısuyu ve kirlenme potansiyelinin incelenmesi, Kayseri I. Atıksu Sempozyumu Bildiriler Kitabı, ss. 69-75, Kayseri

Cherry, J.A. and Freeze, R.A.,1979, Groundwater, Prentice-Hall, Inc. Englewood, N.J., 604p.

Crank, J., 1956, The Mathematics of Diffusion, New York. Oxford University Pres.

Değirmenci, M., Ekmekçi, M., Altın, A. Atmaca, E., 2006, “Kayseri Kent İçme Suyu Havzasında Yeralan Eski Çöp Deponi Alanları Sızıntı Sularının Kent İçme Suyu Akiferlerine Olan Etkilerinin Ve Havza Koruma Alanlarının Belirlenmesi”.D.P.T. Projesi, Sonuç Raporu, 245s, Sivas.

Değirmenci, M., 2005, Beştepeler Kaynağını Geliştirme Amaçlı Hidrojeolojik Çalışmalar ve Ön Sonuçları, 12 s, KASKİ, Kayseri.

Değirmenci, M., Altın, A., Atmaca, E., 2006, Kayseri Kenti İçme Suyu Havzasının Mevcut Durumunun Su Kullanımı Açısından İrdelenmesi, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası 59. Türkiye Jeoloji Kurultay Bildiri Özleri Kitabı, ÖSSN 10190821, (20-24 Mart 2006) Ankara,

Doğan, L., 1981, Hidrojeolojide Su Kimyası, DSİ Jeoteknik ve Yeraltısuları Daire Başkanlığı, ss. 178 Ankara.

DSİ, 1969, Kayseri Sarımsaklı Ovası planlama kademesinde hidrojeolojik etüt raporu, DSİ Jeoteknik ve Yeraltısuları Daire Başkanlığı, Ankara.

Goldman, B.A., J.A., Hulmeand C. Johnson, 1986, Hazardous Waste Management, Washington, D.C., Island Pres, 314 p.

Kaya, N., 1998, Hidrojeolojik etütlerde kuyu rasatlarından faydalanarak çekim miktarının belirlenmesi, DSİ Teknik Bülteni, Sayı 89, ss. 49-66, Ankara.

Kayseri İl Çevre Durum Raporu, 2004, Kayseri Valiliği, Kayseri

Kılıçdağı, R., Sarıaslan, M., Ak, S., Şanver, S., Akbulut, İ. Ve Nisan, E., 1999, Kayseri Kentinin Çevre Jeolojisi ve Doğal Kaynakları, MTA Gn. Müd. Orta Anadolu I. Bölge Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, 125 s. Sivas

Metin, T., Barlas, E., 2003, Kayseri Su ve Kanalizasyon İdaresi (KASKİ-Kayseri), Mehmet Çolak kaynağının geliştirilmesine yönelik hidrojeolojik etüt raporu, İller Bankası Genel Müdürlüğü içme Suları Daire başkanlığı, 18 s., Ankara.

Ogata, Akio, and R.B. Banks, 1961, A solution of the differential equation of longitudinal dispersion in porous media. U.S. Geological Survey Professional Paper, 411-A.

Soylak, M., Narin, İ., Elçi, L., Doğan, M., 1998, Karasu, Sarımsaklı Çayı ve Kızılırmak'tan Toplanan dip çamuru ve su örneklerinin eser metal iyonu içerikleri, Kayseri I. Atıksu Sempozyumu Bildiriler Kitabı, ss. 371-374, Kayseri.

Xu, M., and Y. Eckstein, 1995, Use of weighted least-squares method in evaluation of the relationship between dispersivity and scale, groundwater, 33(6), 905-908.

<http://www.kayseri.gov.tr/cografi/default.asp?secenex=13>

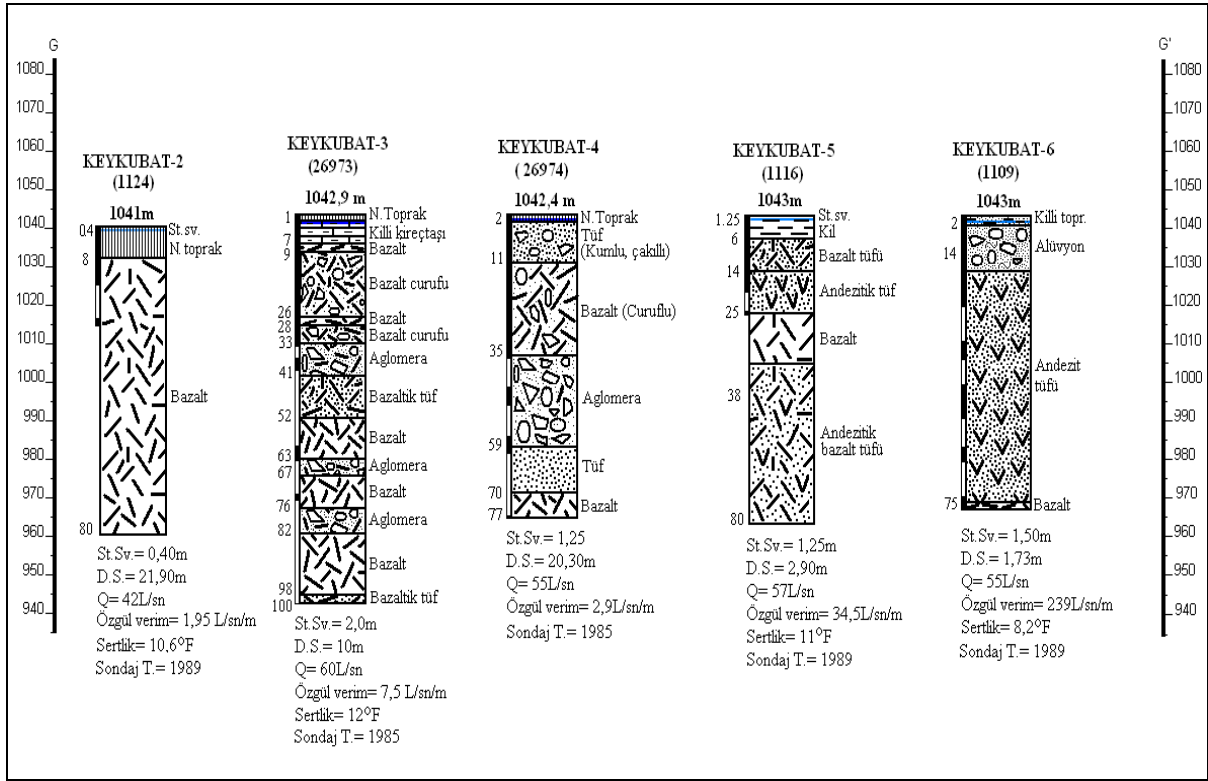
http://www.kayseriliyim.com/kayseri/genel_bilgi.php?yer=4).

(<http://www.kayseri.gov.tr/demografik/?secenex=2>).

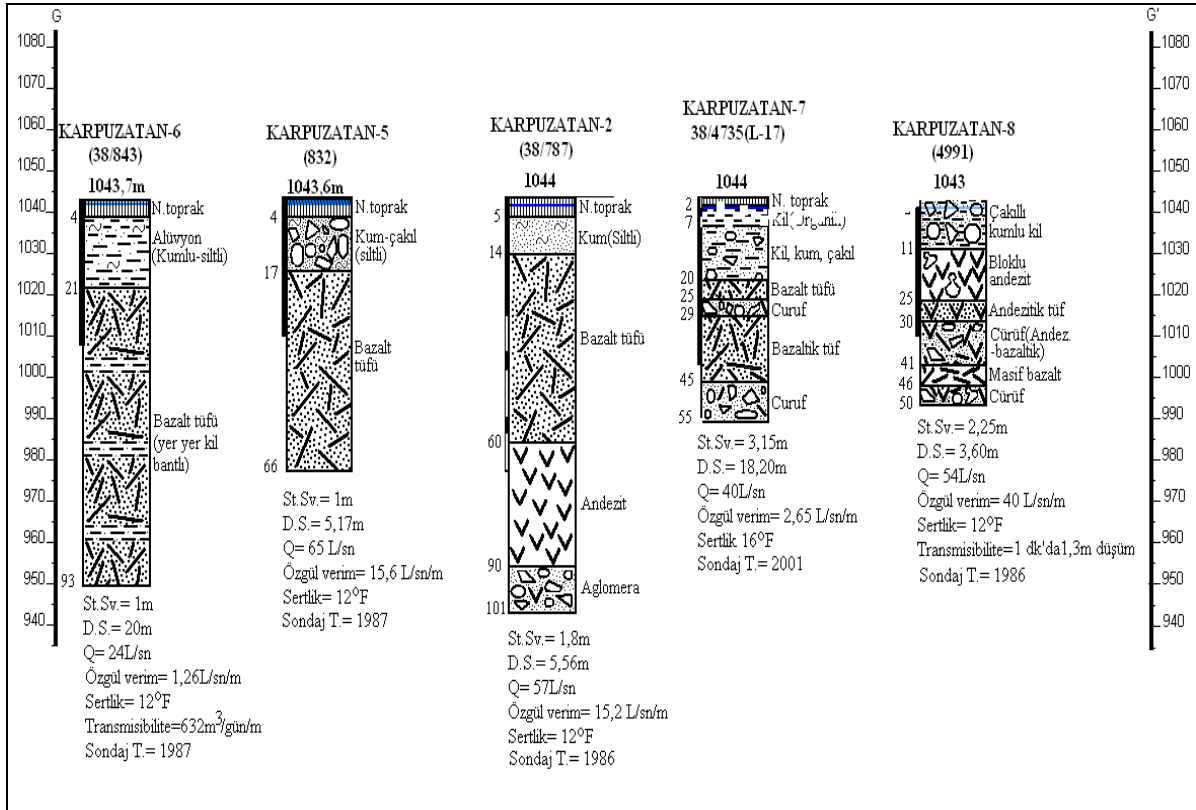
(<http://www.kaski.gov.tr/tr/aritma.php>)

(<http://www.kaski.gov.tr/tr/tarihce.php>).

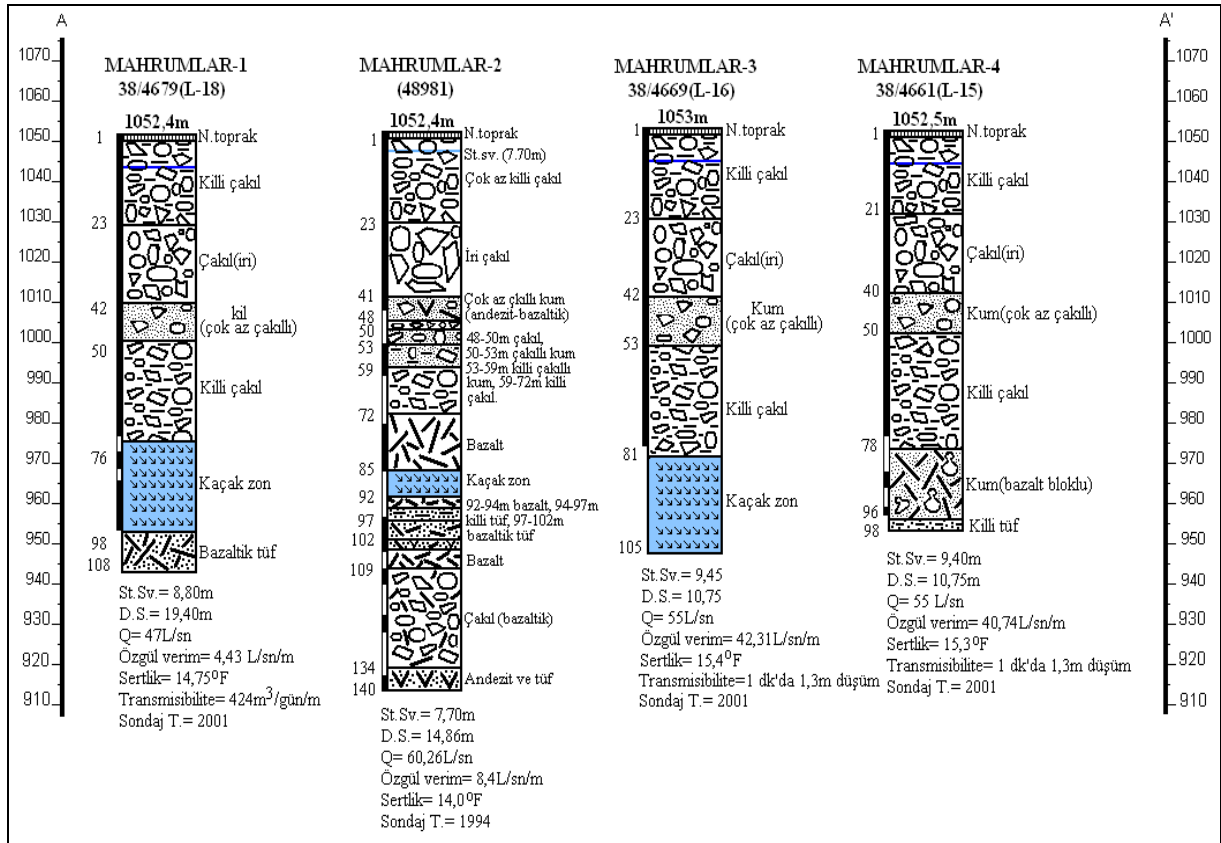
10.EKLER



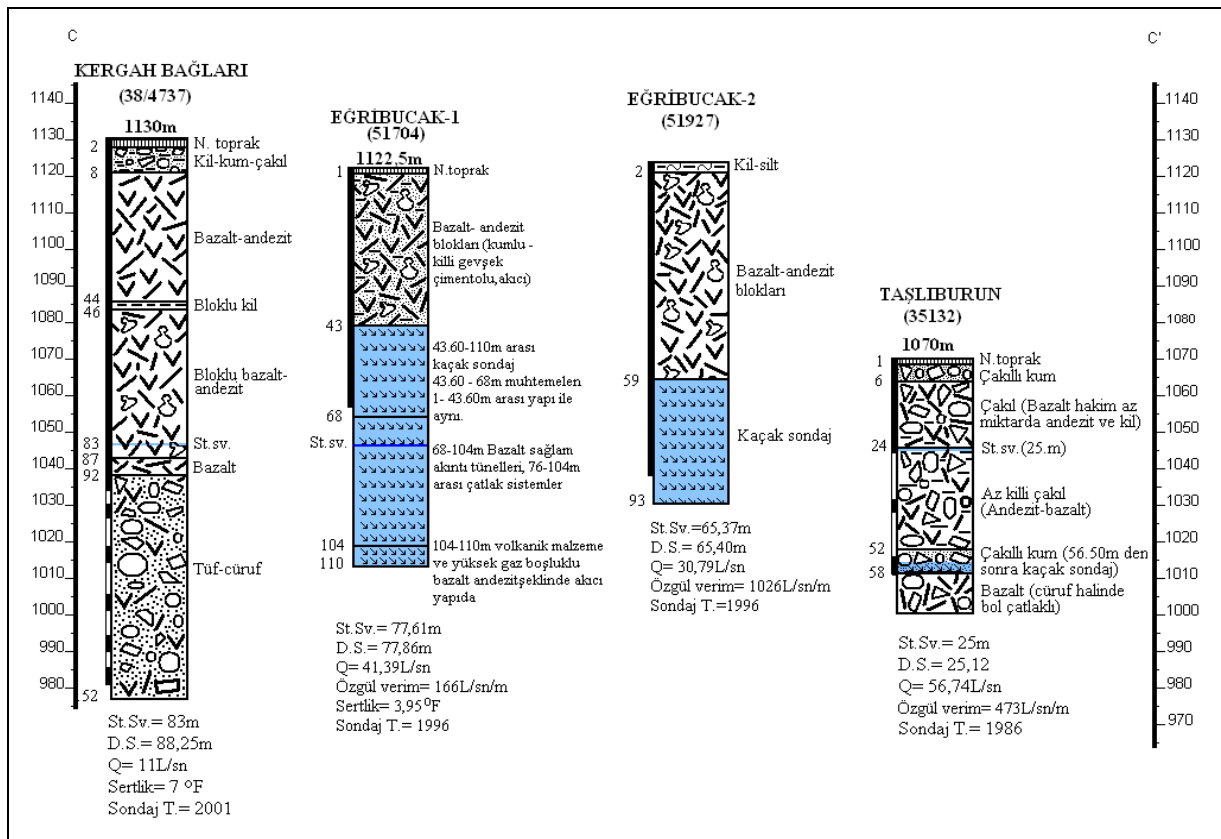
Ek 1. Kayseri kenti içme suyu havzasında yer alan kuyulara ait kuyu logları ve ilgili kuyuya ait bazı özellikler.



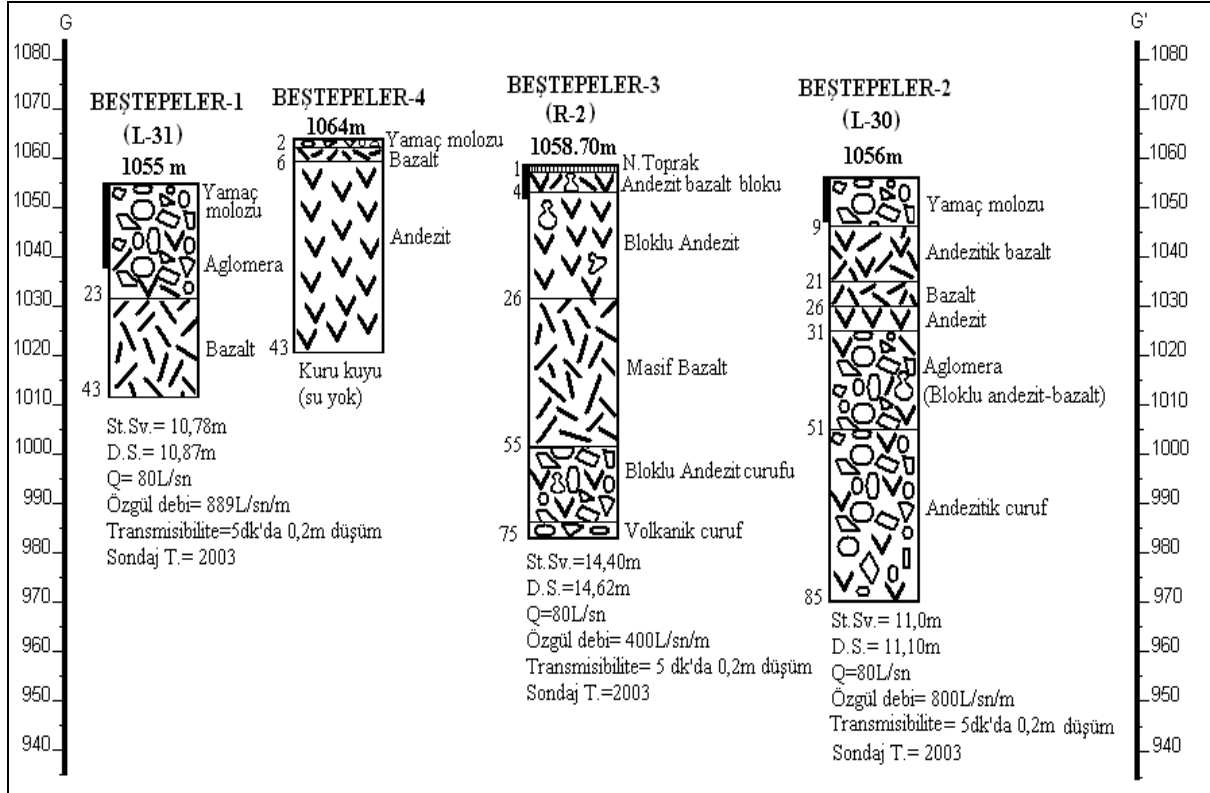
Ek 1. Devam ediyor.....



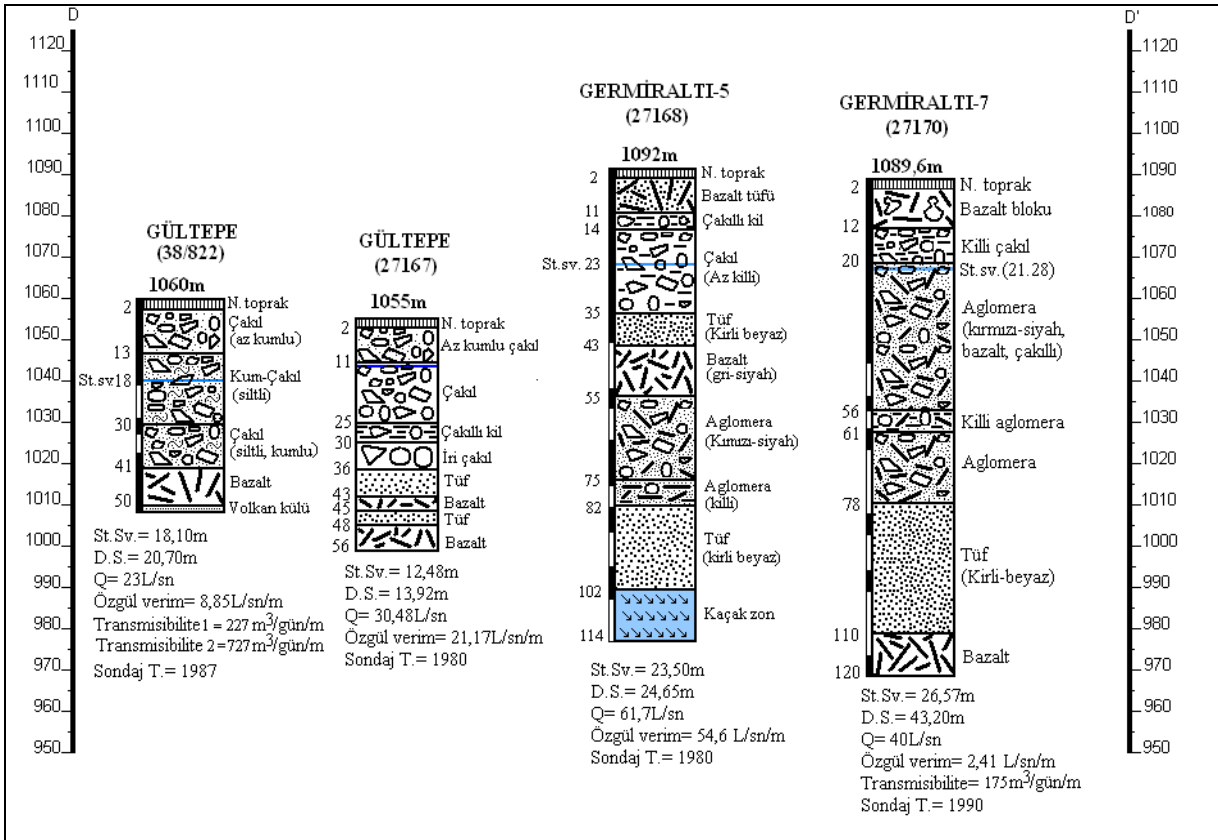
Ek 1. Devam ediyor



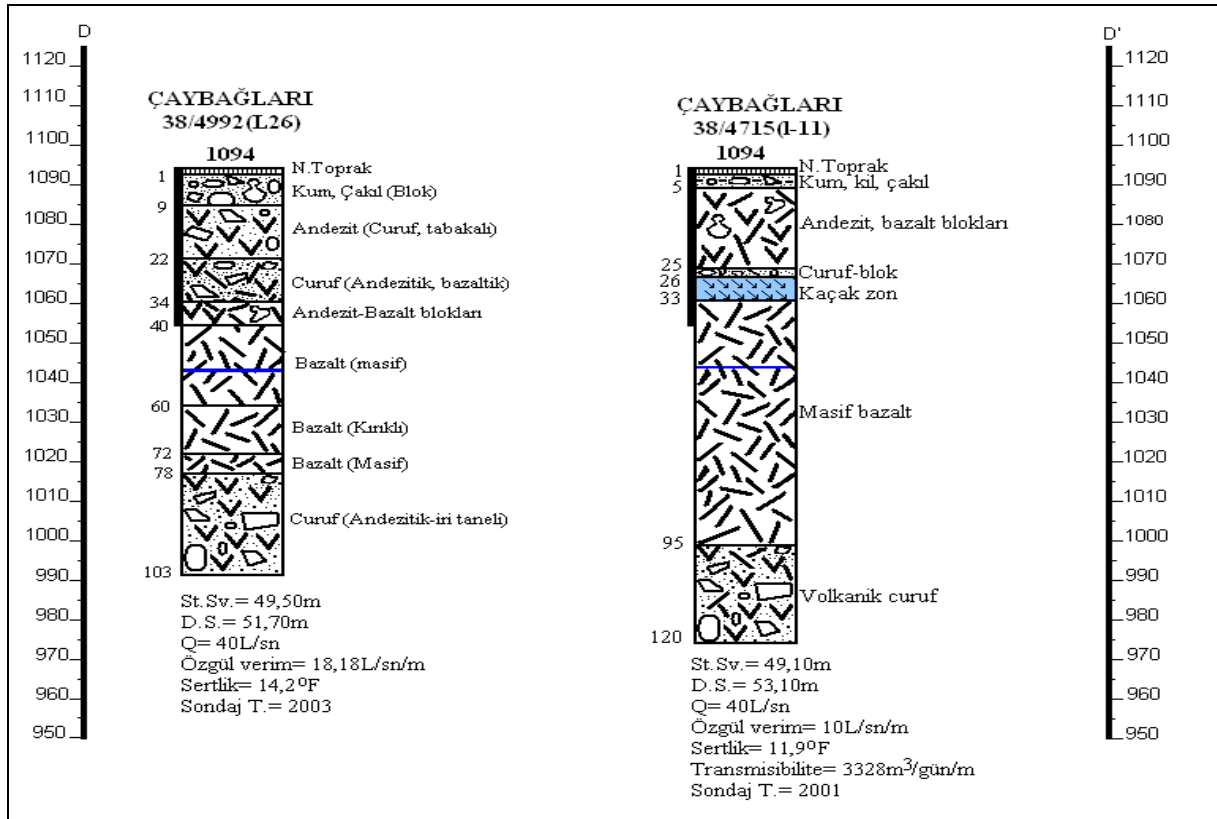
Ek 1. Devam ediyor



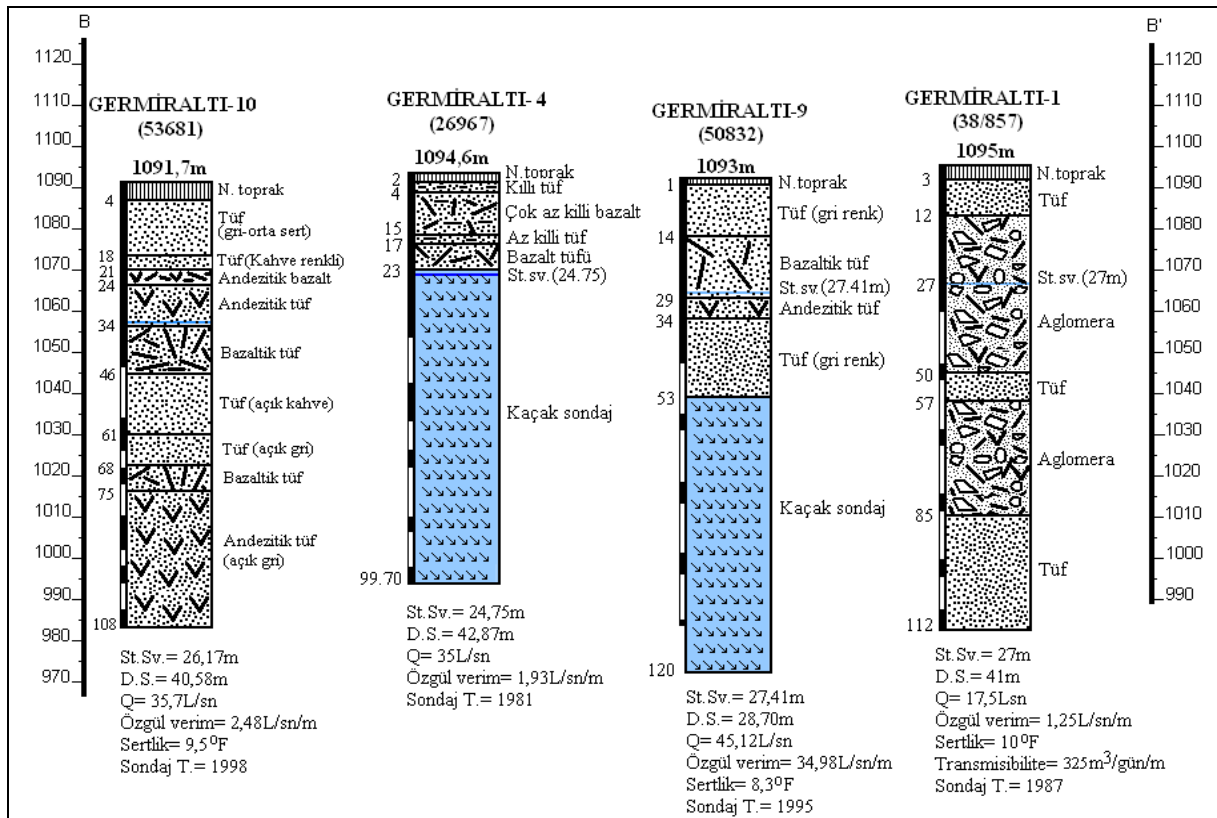
Ek 1. Devam ediyor



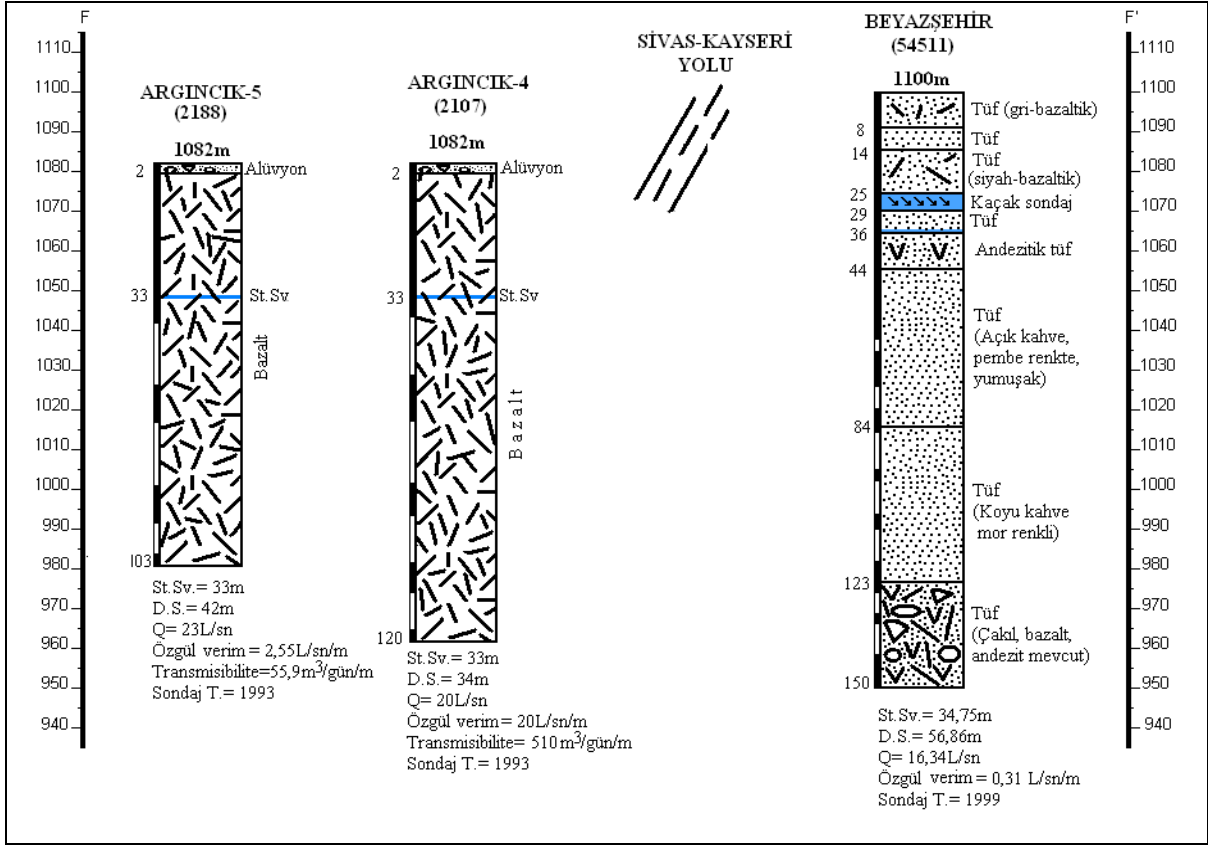
Ek 1. Devam ediyor



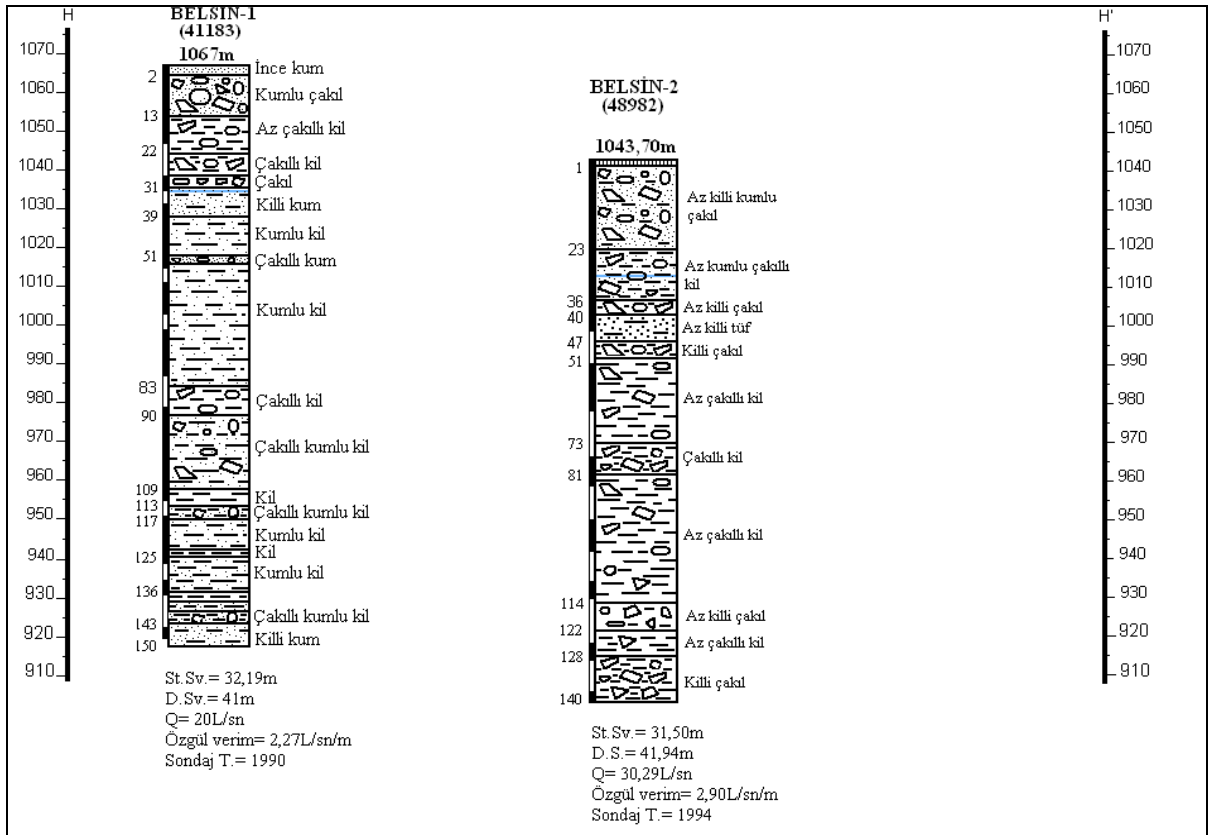
Ek 1. Devam ediyor



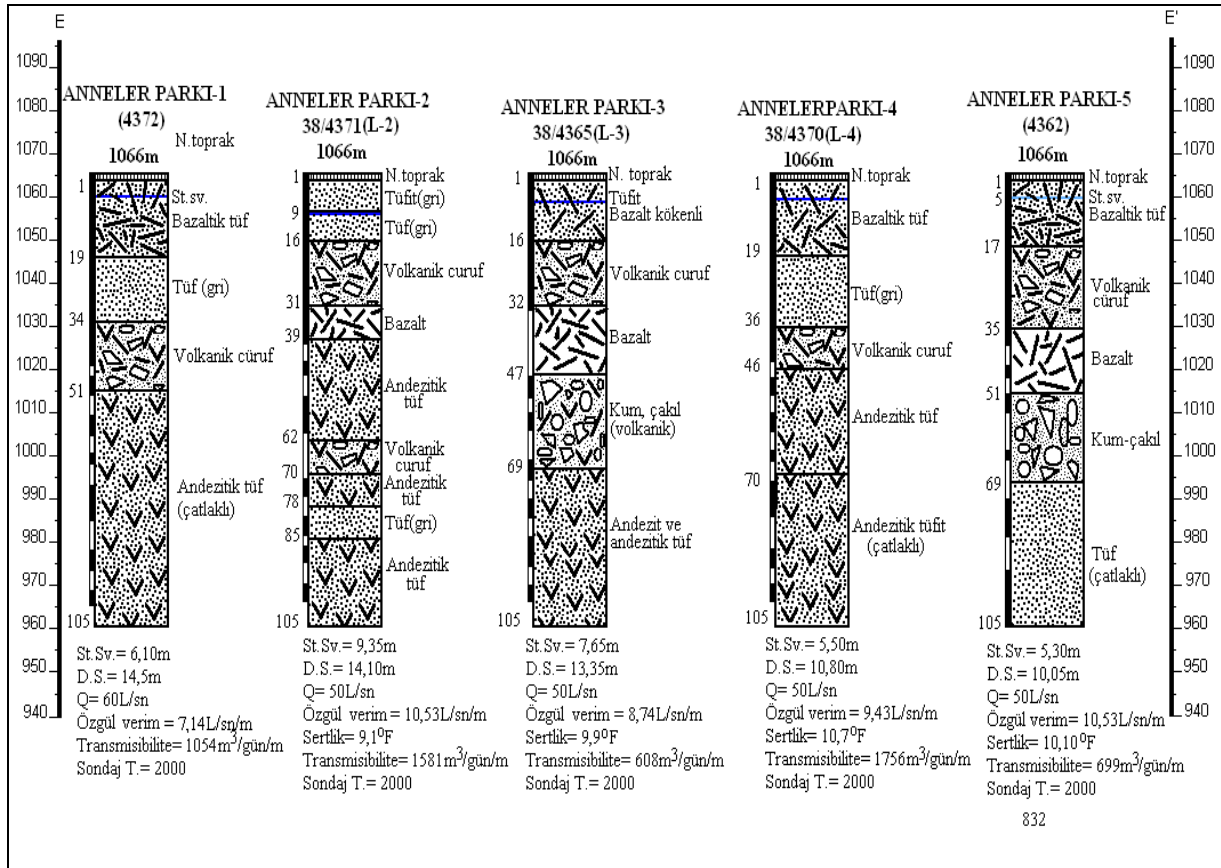
Ek 1. Devam ediyor



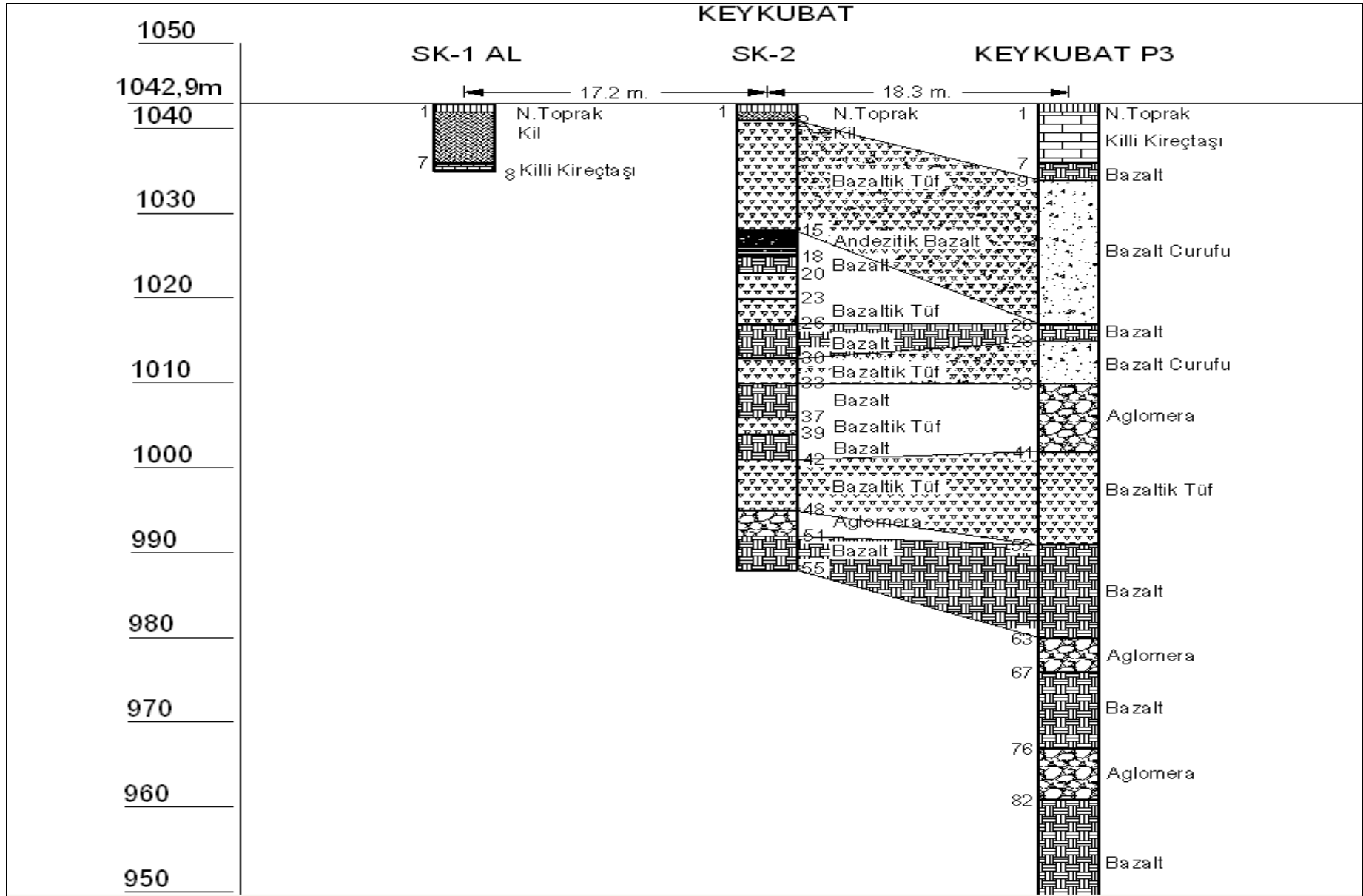
Ek 1. Devam ediyor



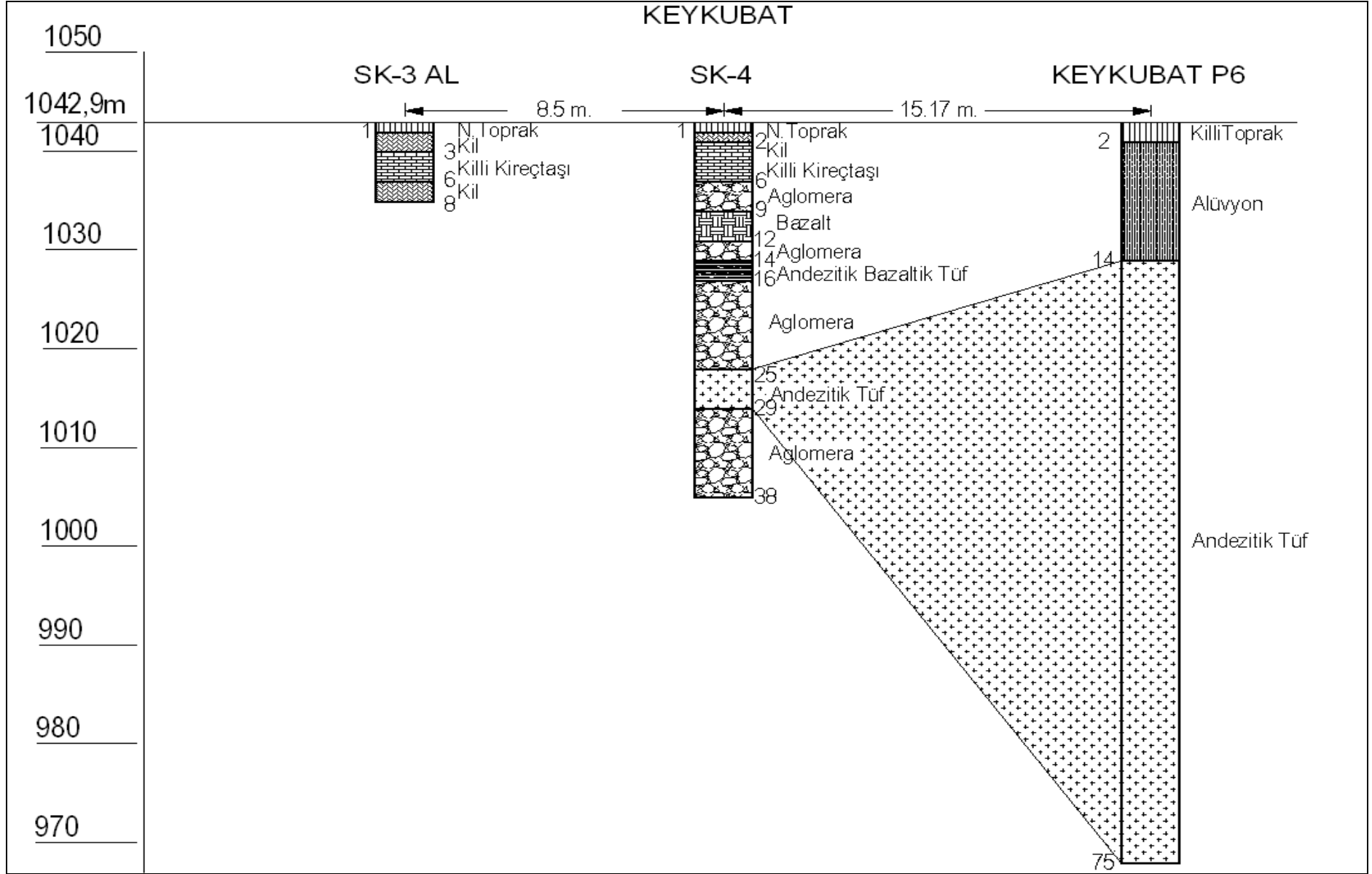
Ek 1. Devam ediyor



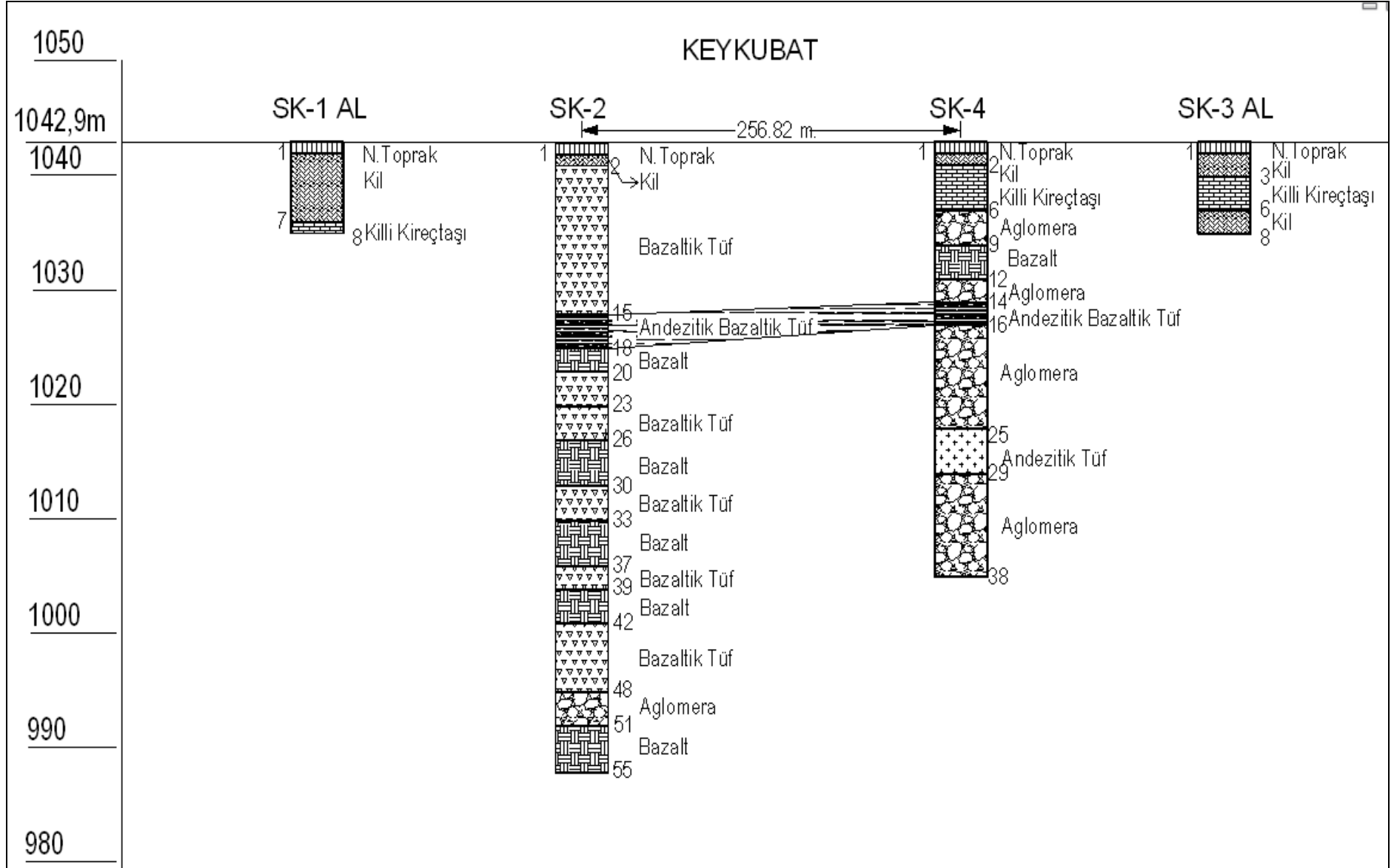
Ek 1. Devam ediyor



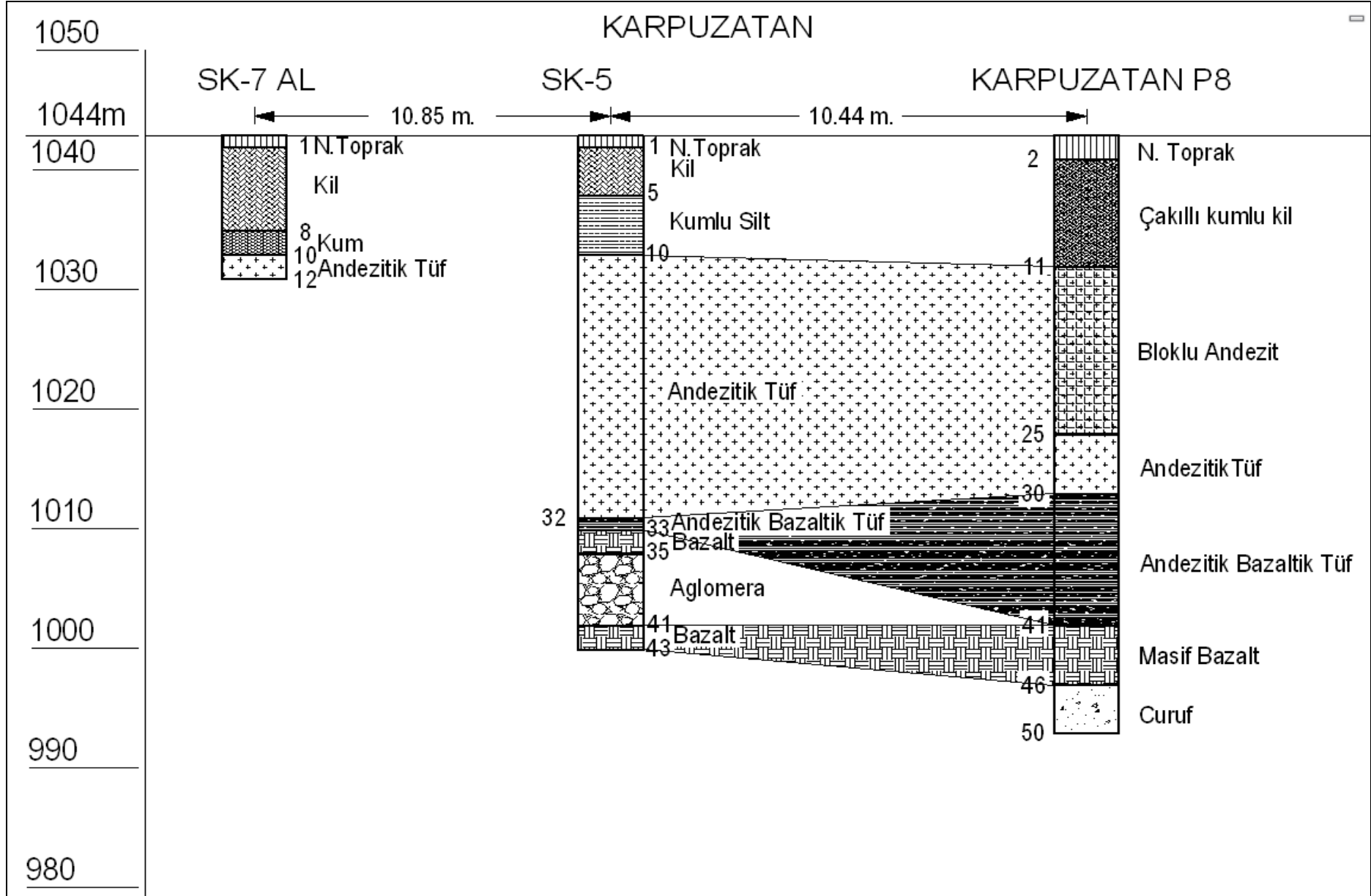
Ek 2. Çalışma kapsamında açılan Karotlu Araştırma Sondaj Kuyu logu blok diyagramı, Keykubat SK1-AL, SK2, P3



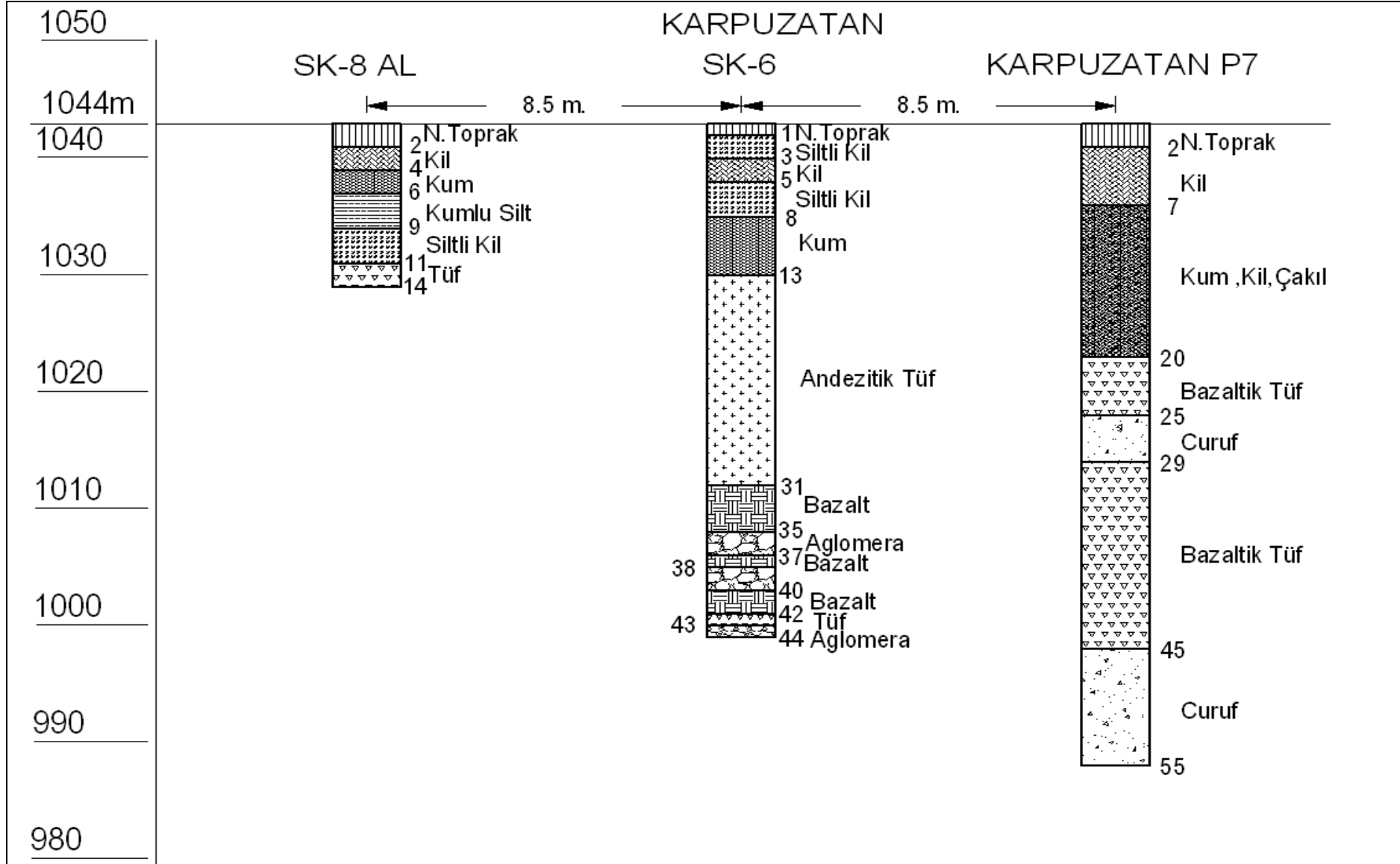
Ek 2. Çalışma kapsamında açılan Karotlu Araştırma Sondaj Kuyu logu blok diyagramı, Keykubat SK3-AL,SK4, P6



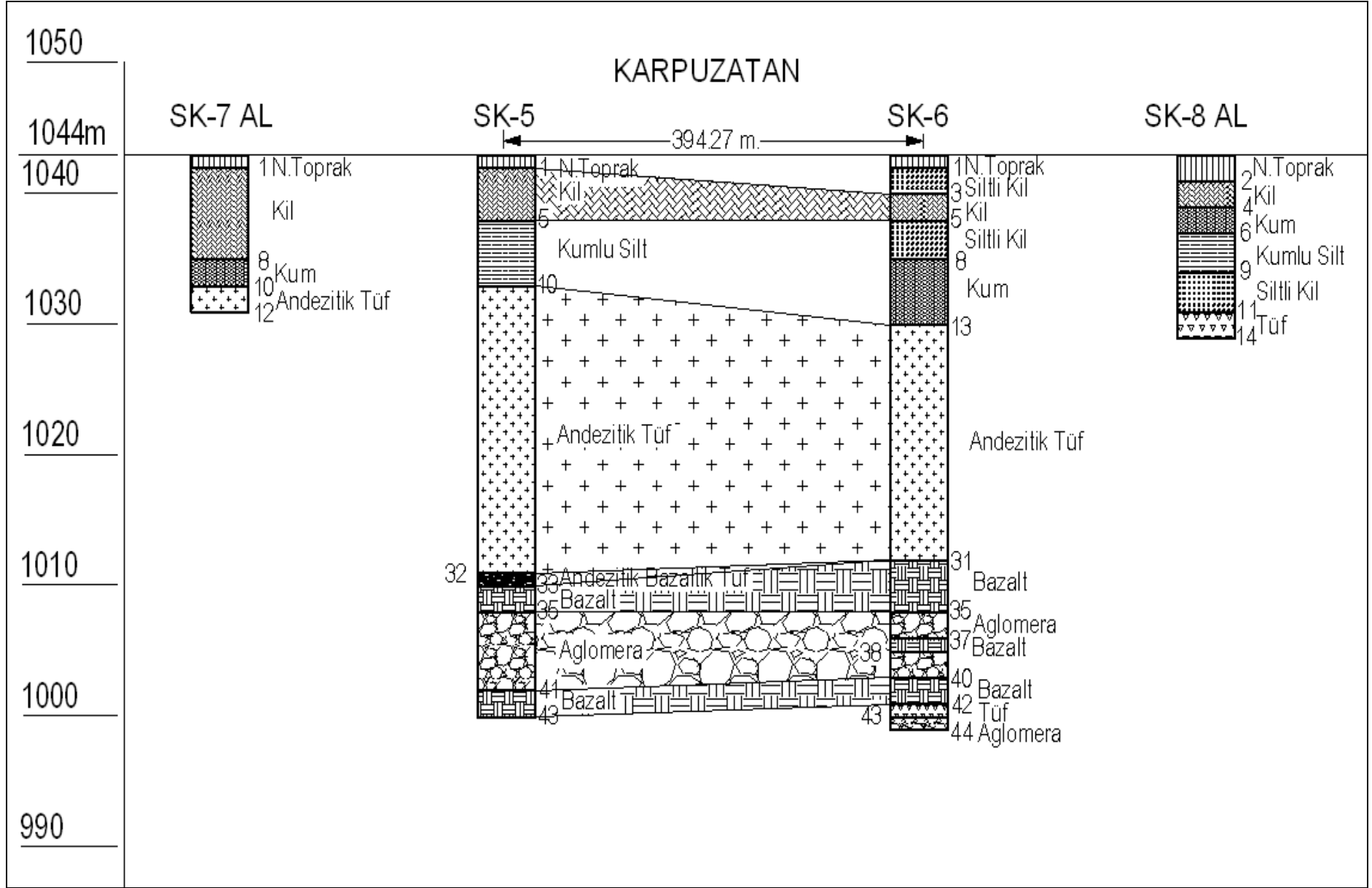
Ek 2. Çalışma kapsamında açılan Karotlu Araştırma Sondaj Kuyu logu blok diyagramı Keykubat SK1-AL, SK2, SK3-AL,SK4



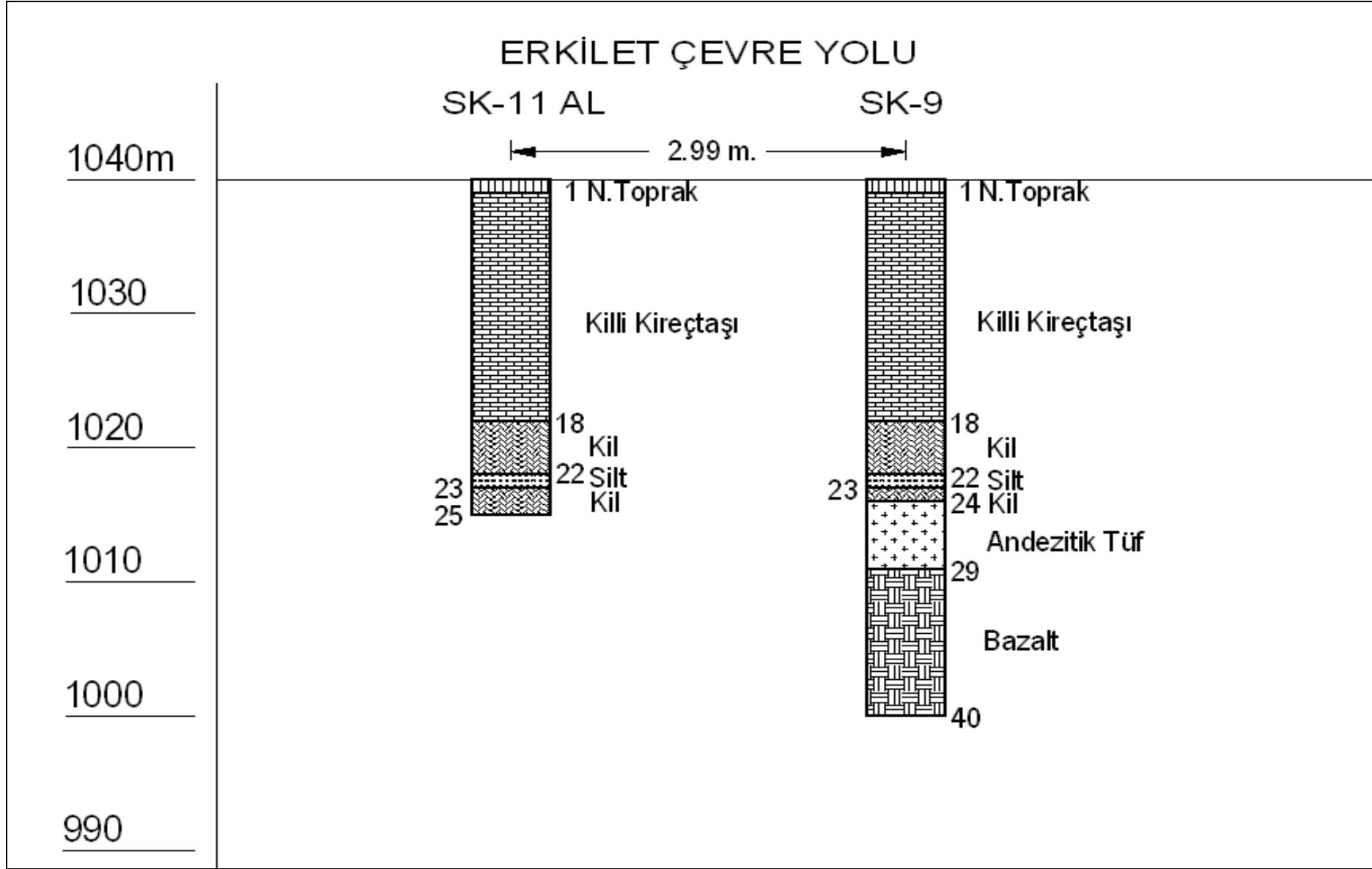
Ek 2. Çalışma kapsamında açılan Karotlu Araştırma Sondaj Kuyu logu blok diyagramı, Karpuzatan SK7-AL, SK5, P8



Ek 2. Çalışma kapsamında açılan Karotlu Araştırma Sondaj Kuyu logu blok diyagramı, Karpuzatan SK8-AL, SK6, P7



Ek 2. Çalışma kapsamında açılan Karotlu Araştırma Sondaj Kuyu logu blok diyagramı, Karpuzatan SK7-AL, SK5, SK8-AL,SK6



Ek 2. Çalışma kapsamında açılan Karotlu Araştırma Sondaj Kuyu logu blok diyagramı, Erkilet Çevre Yolu SK11-AL, SK9

ARGINCİK MEZARLIK

SK-14 AL

SK-10

1054m

1050

1040

1030

1020

1010

1000

5.05 m.

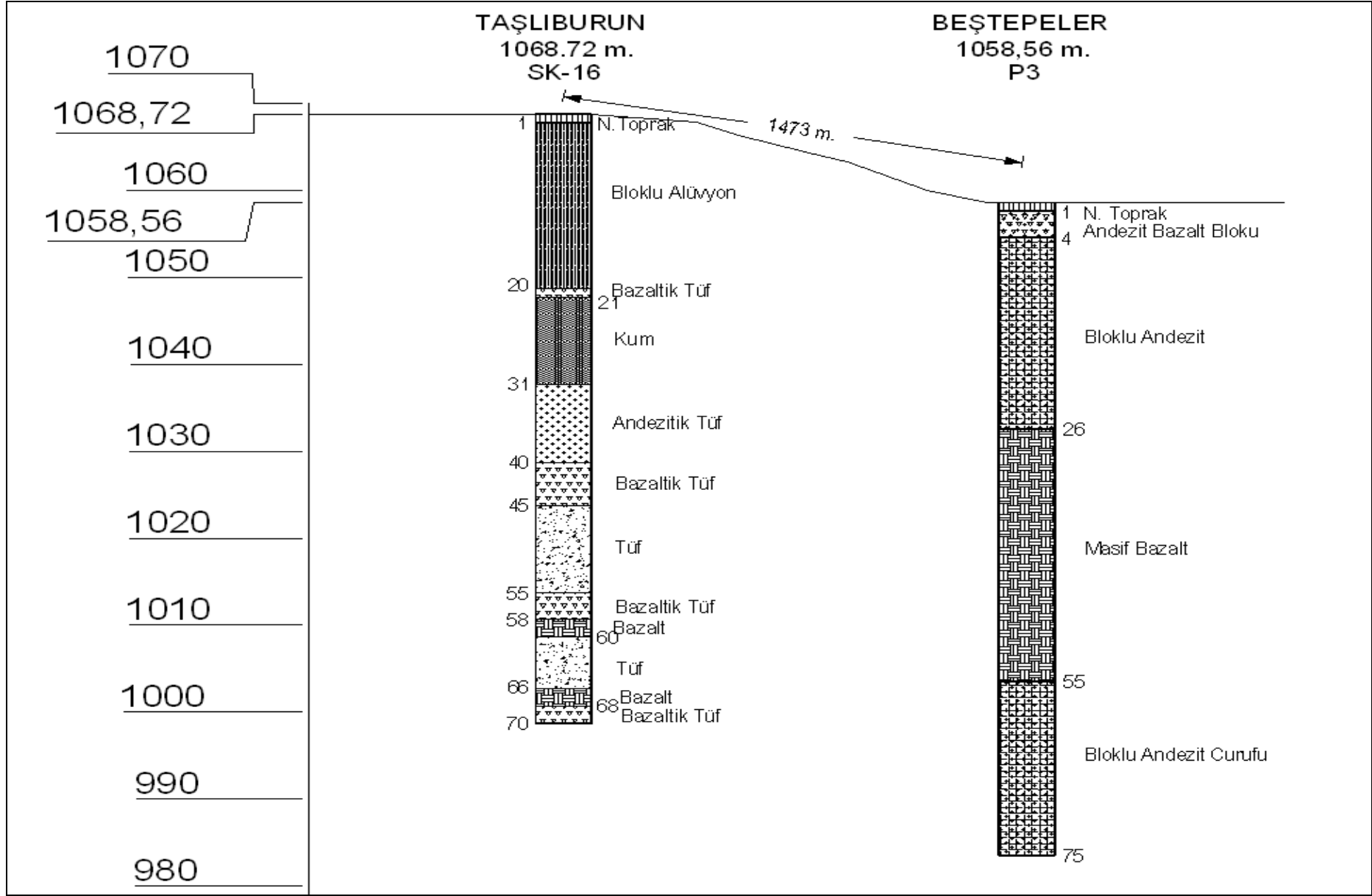
Tüf
2
5

1 N.Toprak
4 Andezitik Tüf
Andezitik Tüf
12 Bazaltik Tüf
16
Andezitik Bazaltik Tüf
25

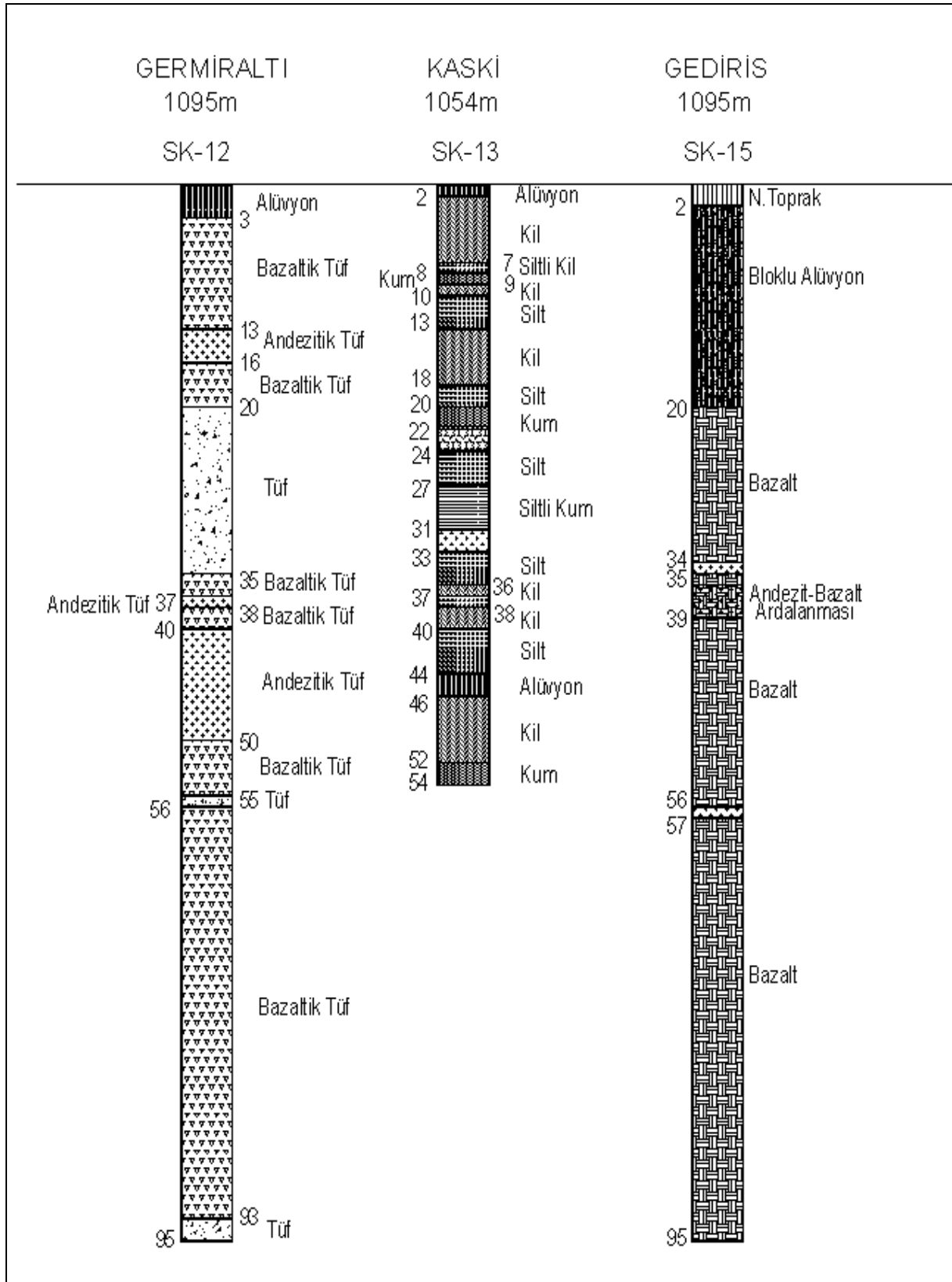
5

1 N.Toprak
Tüf
4 Bazaltik Tüf
Andezitik Tüf
12 Bazaltik Tüf
16
Andezitik Bazaltik Tüf
25
Andezitik Tüf
29
Andezitik Bazaltik Tüf
51 Bazaltik Tüf
54

Ek 2. Çalışma kapsamında açılan Karotlu Araştırma Sondaj Kuyu logu blok diyagramı, Argıncık Mezarlık SK14-AL, SK10



Ek 2. Çalışma kapsamında açılan Karotlu Araştırma Sondaj Kuyu logu blok diyagramı Taşlıburun SK16, Beştepeler P3



Ek 2. Çalışma kapsamında açılan Karotlu Araştırma Sondaj Kuyu logu blok diyagramı,
Germiraltı SK12, KASKİ SK13, Gediris SK15