

**KAYSERİ KENTİ İÇME SUYU AKİFERLERİNİN  
SU TEMİNİ VE SU KALİTESİ  
AÇISINDAN KARAKTERİZASYONU**

**Hilmi AKPINAR**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
2010**

CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KAYSERİ KENTİ İÇME SUYU AKİFERLERİNİN  
SU TEMİNİ VE SU KALİTESİ  
AÇISINDAN KARAKTERİZASYONU

Hilmi AKPINAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI  
Prof. Dr. Mustafa DEĞİRMENCİ

SİVAS  
2010

Bu çalışma 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, 18/05/2010 tarihinde Enstitü Yönetim Kurulu tarafından belirlenen ve yukarıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Sezai ELAGÖZ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜ MÜDÜRÜ

Bu tez Cumhuriyet Üniversitesi Senatosu'nun 24.09.2008 tarihli ve 009 sayılı toplantısında kabul edilen Fen 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
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
1.1. Amaç ve Kapsam.....	1
1.2. Bölgede Daha Önce Yapılan Çalışmalar.....	3
1.3. Çalışma ve Değerlendirme Yöntemleri.....	5
<b>2. ÇALIŞMA ALANININ TANITIMI.....</b>	<b>6</b>
2.1. Coğrafi Konum ve Morfoloji.....	6
2.2. İklim ve Bitki Örtüsü.....	8
2.3. Genel Hidrolojik Yapı.....	11
<b>3. GENEL JEOLJİ.....</b>	<b>18</b>
3.1. Akifer Ortamlarının Kökeni ve Oluşumu.....	18
3.2. Erciyes Dağı Morfolojisi ve Oluşumu.....	21
3.3. Formasyonların Tanımlanması.....	26
<b>4. KAYSERİ KENTİ AKİFERLERİNİN BASINÇLI AKİFER-SERBEST AKİFER AÇISINDAN YAPISI.....</b>	<b>32</b>
<b>5. KAYSERİ KENTİ AKİFERLERİNİN HİDROSTRATİGRAFİK YAPISI.....</b>	<b>35</b>
5.1. Heterojenlik ve Anizotropi Açısından Değerlendirme.....	35
5.2. Karotlu Sondaj Kuyu Loglarının Blok Diyagramları(LUGEON İLE).....	37
5.3. Pompa Testleri.....	44
5.4. Lugeon (BST) Deneyleri Histogramları.....	50
5.5. Yeraltısuyu Seviyesi Ölçümlerinin Değerlendirilmesi.....	51
5.6. Hidrokimyasal Verilerin Değerlendirilmesi.....	55
<b>6. YERALTISUYU VE KİRLETİCİ TAŞINIMI AÇISINDAN DEĞERLENDİRME.....</b>	<b>74</b>
<b>7. SONUÇLAR VE TARTIŞMA.....</b>	<b>81</b>
<b>8. KAYNAKLAR.....</b>	<b>83</b>
<b>9. EKLER.....</b>	<b>85</b>

## ÖZET

### KAYSERİ KENTİ İÇME SUYU AKİFERLERİNİN SU TEMİNİ VE SU KALİTESİ AÇISINDAN KARAKTERİZASYONU

Hilmi AKPINAR

Yüksek Lisans Tezi, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mustafa DEĞİRMENCİ

2010, 120 sayfa

Kayseri, Türkiye'de içme sularının tamamının yeraltısuyundan (kaynak ve kuyu olarak) karşılandığı örnek kentlerden birisidir. Kayseri kenti 1.000.000'in üzerindeki nüfusu ile ev ve işyerlerinde musluklarından memba suyu kalitesinde (sertlik 5-12 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 100 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 - Aralık 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. Alınan hidrokimyasal analiz sonuçları ve mevcut litoloji verileri (kuyu logları, karotlu kuyu verileri, Lugeon test sonuçları vs.) birbirleriyle ilişkilendirilip akifer karakterizasyonu açıklanmaya çalışılmıştır.

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

## ABSTRACT

### KAYSERİ CITY WATER SUPPLY AND WATER QUALITY OF WATER IN TERMS AQUIFERS CHARACTERIZATION

Hilmi AKPINAR

Master of Science Thesis, Environmental Engineering Department

Advisor: Prof. Dr. Mustafa DEĞİRMENÇİ

2010, 120 pages

Kayseri City, with a population over 1.000 000, 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 5-12 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 100 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– December 2009). Schoeller and Piper diagrams were used for origin and hidrogeochemical facies evaluations of the stations. The hidrochemical analysyses results that have been taken and the available litoloji data were associated together and the charecteristics of them were tried to explained.

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

## TEŞEKKÜR

Çalışmanın baőından beri desteğini esirgemeyen, konu seçimi ve olumlu eleőtirileri ile bana hidrojeolojiyi sevdiren, beni en iyi Şekilde yøndiren proje danıőmanım Sayın Prof. Dr. Mustafa DEğİRMENCİ' ye, katkılarından ve desteklerinden dolayı, engin fikirli bilim adamları ve pratik çözüm dehaları Sayın Prof. Dr. Mehmet EKMEKÇİ' ye ve Doç. Dr. Levent TEZCAN'a, arazi çalışması kısmında omuz omuza çalıőtığımız değerli hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Eyüp ATMACA'ya, çalıőmamın oluşturulması esnasında yüksek tecrübelerinden faydalandığım sevgili ağabeyim Sayın Jeofizik Müh. Selçuk YILDIZ'a, çalıőmalarım süresince sürekli destek olan genel müdürü olduğum Őirketin sahibi Sayın Ahmet KÜTÜK'e, büyük üstad değerli insan Sayın Yrd. Doç. Dr. Orhan CERİT'e, değerli katkılarından dolayı kıymetli arkadaşlarım Sayın Yüksek Hidrojeoloji Mühendisi Otgonbayar NAMKHAİ ve Sayın Araştırma Görevlisi Çevre Mühendisi Mustafa YAZICI'ya, çalıőmamın her döneminde yardımlarını esirgemeyen değerli KASKİ yönetimi ve kıymetli personeline, çalışmanın baőından sonuna kadar maddi manevi hiçbir desteğini esirgemeyen kıymetli aileme ve hayat arkadaşım, sevgili eőtım Sayın Tuba AKPINAR'a sonsuz teőekkürlerimi bir borç bilirim.

Hilmi AKPINAR



## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1.1.a. Çalışma alanının üç boyutlu yer bulduru haritası .....	7
Şekil 2.1.1.b. Çalışma alanının iki boyutlu yer bulduru haritası.....	8
Şekil 2.2.1. Kayseri ili ilçelerindeki nüfusun yıllara göre dağılımı.....	10
Şekil 2.3.1. Kayseri kenti içme suyu havzası ve çevresindeki yağış istasyonları veri uzunluk grafiği.....	12
Şekil 2.3.2. Kayseri ve çevresindeki yağış istasyonlarına ait “yağış-yükselti ilişkisi” .....	13
Şekil 2.3.3. Kayseri kenti içme suyu havzası içerisindeki yağış istasyonlarına ait“yağış-yükselti ilişkisi” .....	13
Şekil 2.3.4. Kayseri kenti içme suyu havzasında alansal ortalama yağışın bulunması.....	14
Şekil 2.3.5. Kayseri merkez yağış istasyonu yağış verileri yıllık yağıştan birikimli sapma grafiği. ....	14
Şekil 2.3.6. Sarımsaklı deresi akım ölçüm noktaları.....	16
Şekil 2.3.7. Kaski su üretimi ve enerji tüketim miktarları.....	17
Şekil 3.2.1. Kayseri kenti içme suyu havzası ve dolayının 1/500 000 ölçekli jeoloji haritası.....	22
Şekil 3.2.2. Erciyes Dağı Zirvesinden Görüntüler.....	25
Şekil 3.3.1. Çalışma alanının jeoloji haritası .....	28
Şekil 4.1. Gözlem kuyularındaki YAS ölçümü grafikleri .....	32
Şekil 4.2. Gözlem kuyularındaki kimyasal analiz sonuçları grafikleri .....	33
Şekil 5.1.1. Kayseri kenti volkanik akifer sisteminde açılan kuyulara ait kuyu logları ve ilgili kuyuya ait bazı özellikler .....	36
Şekil 5.2.1. Karotlu Sondaj Kuyularının Blok Diyagramları ve Geçirgenliğin Derinliğe Göre Değişimi.....	37
Şekil 5.3.1. Pompa Testleri Düşüm-Zaman Grafikleri .....	44
Şekil 5.4.1. Lugeon Deneyi Sonuçları Frekans Histogramları.....	50
Şekil 5.5.1. Kuyu noktalarına ait yeraltı su seviyesinin konumsal dağılımı .....	53
Şekil 5.5.2. Bölgeye ait Yeraltı suyu Seviyesi Haritası .....	54
Şekil 5.6.1. Çalışma alanındaki örnekleme noktalarının konum haritası .....	57
Şekil 5.6.2. Sıcaklık değerlerinin dönemlik dağılımı .....	62
Şekil 5.6.3. Eİ değerlerinin dönemlik dağılımı (histogram grafikleri).....	65
Şekil 5.6.4. Örnekleme noktalarına ait yarı logaritmik (Scheoller) diyagramı (derin ile sığ kuyular).....	71
Şekil 5.6.5. Örnekleme noktalarına ait yarı logaritmik (Scheoller) diyagramı (kaynaklar ile yüzeysuları).....	72
Şekil 5.6.6. Örnekleme noktalarına ait Üçgen (Piper) Diyagramı.....	73
Şekil 6.1. Hidrodinamik yapının kirletici taşınımına olan etkileri .....	75
Şekil 6.2.a. Çalışma alanının şematik jeolojik kesiti .....	76
Şekil 6.2.b. Çalışma alanının şematik hidrojeolojik kesiti .....	77

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 2.2.1. Kayseri İl Nüfusunun ilçelere göre dağılımı.....	10
Çizelge 5.3.1. Mahrumlar akifer testi sırasında gözlenen düşüm ve debi değerleri .....	47
Çizelge 5.5.1. Çalışma alanında yeraltısuyu seviyesi ölçüm noktalarına ait bilgiler.....	52
Çizelge 5.6.1. Örnekleme noktalarına ait bilgiler ...	56
Çizelge 5.6.2. Örnekleme noktalarına ait sahada ölçülen istatistiksel değerler .....	59
Çizelge 5.6.3. Örnekleme noktalarına ait su kimyası analiz sonuçlarının istatistiksel değerleri (ppm) majör anyon .....	66
Çizelge 5.6.4. Örnekleme noktalarına ait su kimyası analiz sonuçlarının istatistiksel değerleri (ppm) majör katyon .....	68

	<u>Sayfa No</u>
EK 1. Kayseri kenti içme suyu havzasında yer alan kuyulara ait kuyu logları ve ilgili kuyuya ait bazı özellikler.....	85
EK 2. Çalışma kapsamında açılan Karotlu Araştırma Sondaj Kuyularındaki Lugeon(BST) deneyi sonuçları Devamı.....	93
EK 3. Çalışma kapsamında açılan Karotlu Araştırma Sondaj Kuyularındaki karotların fotoğrafları.....	102
EK 4. Karotlu Araştırma Sondaj Kuyularında Yapılan Lugeon Deneyleri Sonuçlarının Lugeon- Frekans Histogramları .....	112
EK 5. Karotlu Araştırma Sondaj Kuyularındaki YAS ölçüm sonuçlarının grafikleri.....	117

## **EKLER DİZİNİ**

# 1. GİRİŞ

## 1.1. Amaç ve Kapsam

Kayseri, Anadolu'nun merkezinde bulunan büyükşehir statüsüne sahip, Türkiye'de içme ve kullanma sularının tümünün yeraltısularından (kaynak ve kuyu olarak) karşılandığı örnek kentlerden birisidir. Kayseri kenti mevcut durumdaki 1.000.000' a yakın merkez nüfusu ile ev ve işyerlerinde musluklarından memba suyu kalitesinde (sertlik 5-12 Fr arasında) su akan, Türkiye'de, belki de dünyadaki örnek şehirlerden birisi durumundadır. Bunu, kentin yakın çevresinde 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 350 L/sn debili bir kaynak suyu ile yine Erciyes'ten (aynı bölgeden) beslenen ve kentin üzerinde kurulmuş olduğu ova akiferinde açılmış yüz (100) dolayında sondaj kuyularından alınan sulardan sağlanmaktadır.

Bu çalışma, korunması elzem olan yeraltısularının, korunma yöntemlerini tespit etmek için akifer sistemlerinin hidrolojik, hidrojeolojik ve hidrostratigrafik açıdan tespit edilmesi amacıyla yapılmıştır. Bilindiği gibi yeraltısuları, kirlendikten sonra insan gücü ile geri dönüşümü imkansız sistemlerdir. Yeraltısuları için temel ilke kirlendikten sonra arıtmaya veya ıslah etmeye çalışmak değil, kirlenmeden önce tedbir almak ve/veya kirletmemektir.

Endüstrileşmiş ülkelerde yeraltısuyu araştırmaları, büyük boyutlarda yeraltısuyu kalitesinin değiştiğini ortaya koymaktadır. Uzun yıllardan beri nehirler ve göl sularının kalitesinin bozulduğu bilinmektedir. Bu problemleri, kirlenici 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 akifer sisteminin heterojenitesi ve anizotropisi 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 karakterizasyonunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaca yönelik olarak, öncelikle havzada araştırma amaçlı 16 adet karotlu 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.

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).

## **1.2. 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 bulunamadığı 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 hm<sup>3</sup>/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 DSI’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 kirletildiği, 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 yeraltısu 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 ayı Ve Kızılırmak’tan Toplanan Dip amuru Ve Su rneklerinin Eser Metal İyonu İçerikleri” isimli çalışmalarında, Sarımsaklı ayı 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 nlenbilmesi 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  $169 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/yıl olarak tahmin edildiği, bunun  $77 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/yıl’lık bölümünün yeraltıularından, geriye kalan miktarın ise yüzey suyundan alınarak arıtılıp kullanılacağı, yüzeysel su kaynağı olarak Bahelik 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 niversitesi tarafından kent merkezi ve civarında yapılan zemin ettlerinde, yeraltıularının yzeje 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 p 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 bulunmaktadır. 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 yeraltılarının miktar, kalite ve kirlenme potansiyeli açısından yapılan çalışmalardır.

### **1.3. Çalışma ve Değerlendirme Yöntemleri**

Bu çalışma; arazi çalışmalarını ve laboratuvar çalışmalarını kapsayan iki kısımdan oluşmaktadır.

#### **Arazi Çalışmaları**

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

Seviye ölçümüne uygun olan mevcut kuyularla birlikte, yeni açılan tüm kuyularda, aylık periyotlarla yeraltısuyu seviye ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Yeraltısuyu dinamiğinin ortaya konulmasının yanı sıra, yeraltısuyu kalitesine yönelik yine aylık periyotlarla seviye ölçümü ile eş zamanlı olarak yerinde ölçüm ve örneklemeler yapılmıştır. Su sıcaklığı, Elektriksel iletkenlik (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.



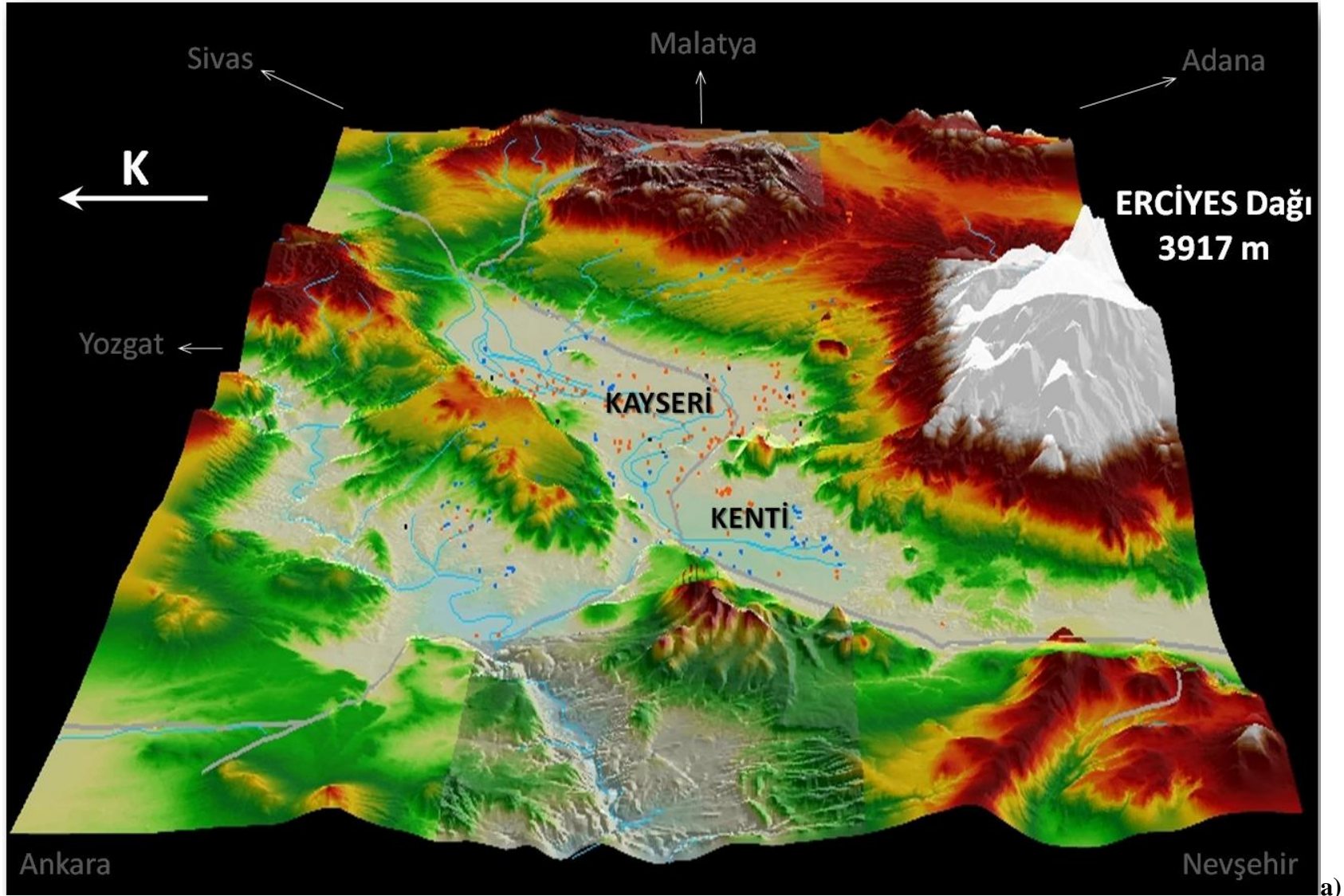
## **Laboratuvar alışmaları**

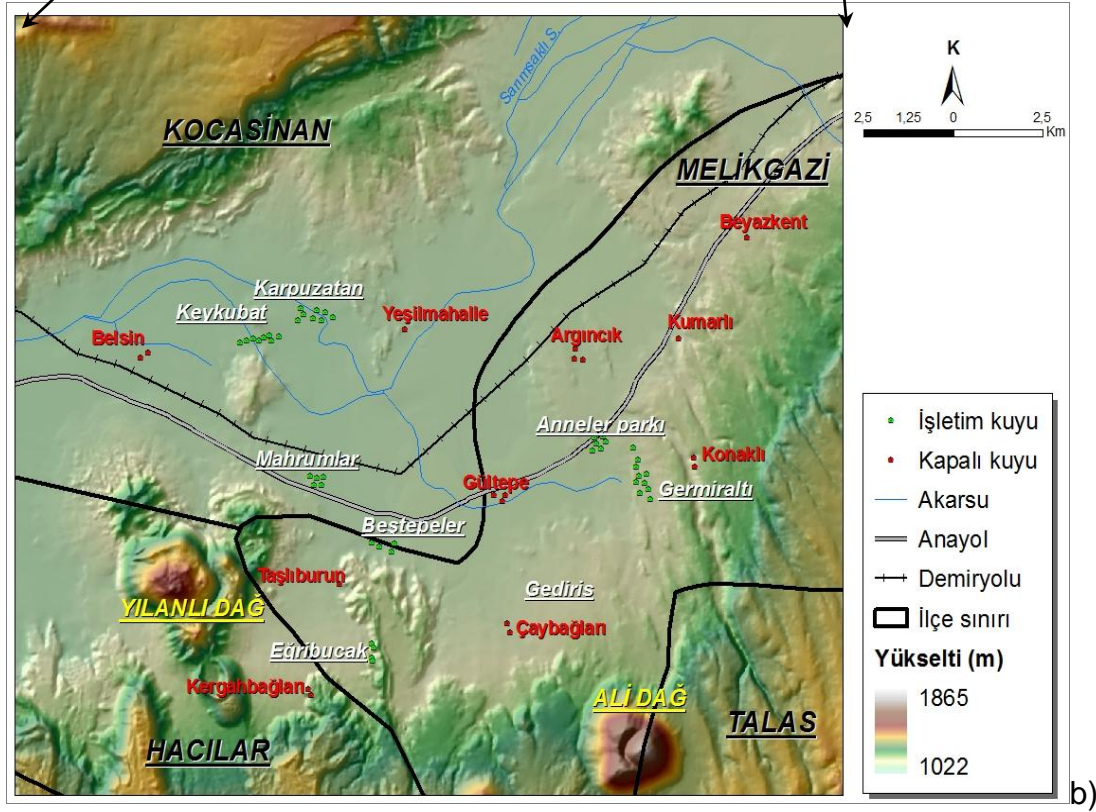
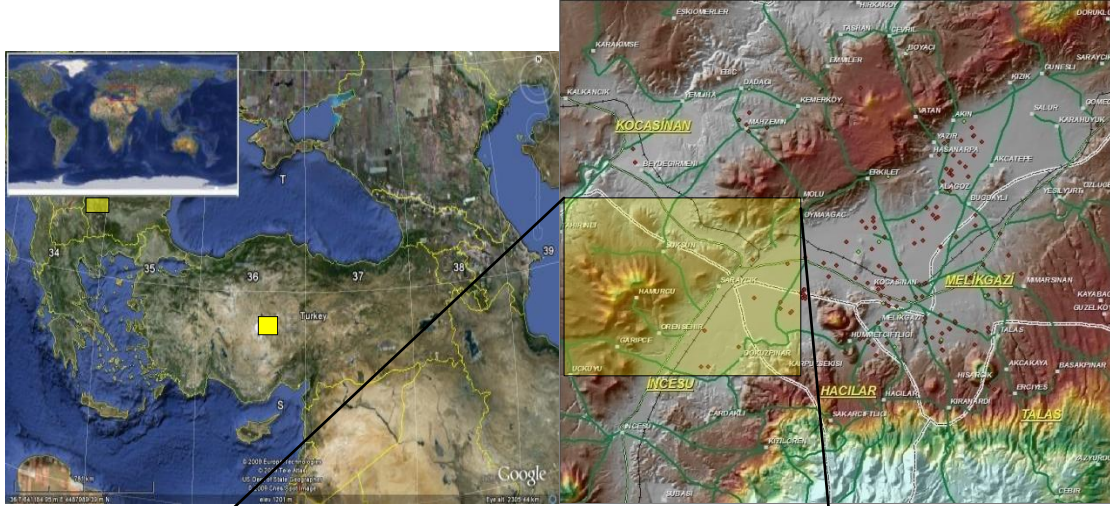
Kimyasal analizler kapsamında Ca, Mg, Na, K, Cl, SO<sub>4</sub>, HCO<sub>3</sub>, CO<sub>3</sub>, F, Br, NH<sub>4</sub>, NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub>, ve ağır metal (Sr, Ni, Fe, Mn, Cu, Pb, Cr, Co, Mn, Rb, Li, Zn) ve diğer iz element analizleri TSE belgeli referans laboratuvar niteliğine 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.

## **2. ÇALIşMA ALANININ TANITIMI**

### **2.1. Coğrafi Konum ve Morfoloji**

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 Niğe, güneyi ise Adana ve Kahramanmaraş İlleri ile çevrilidir. İl yzlm 16.917 km<sup>2</sup> 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 2.1.1).





Şekil 2.1.1. Çalışma alanının a) üç boyutlu, b) iki boyutlu yer bulduru haritası

## 2.2. İklim ve Bitki Örtüsü

**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, yaylalardan 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 buharlaşma 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](http://www.kayseriliyim.com/kayseri/genel_bilgi)).

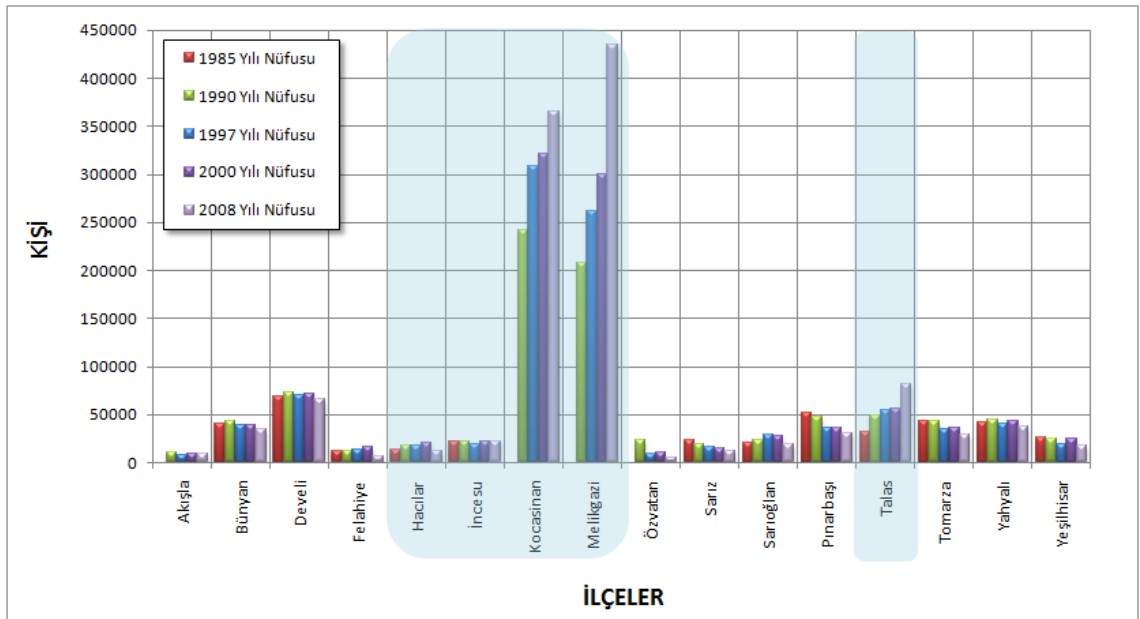
**Yeşil Alanlar:** Kayseri'de ovalar da olduğu gibi, dağ ve tepelik alanlarda da bozkır bitki örtüsü hâkimdir. İlin yüksek kesimlerinde yer yer iyi orman örtüsüne rastlanırsa da, ormanlık alanlar genellikle bozkır bitki örtüsü ve çamlıklar ile kaplıdır. İlin güney kesimindeki Toros Dağlarının yer aldığı 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 m<sup>2</sup>'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 69 kişi/km<sup>2</sup>'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 2.2.1’de verilmiştir.

**Çizelge 2.2.1.** Kayseri İl Nüfusunun ilçelere göre dağılımı

İLÇELER	TOPLAM	ŞEHİR	KÖY
KOCASINAN	365.153	350.698	14.455
MALİKGAZİ	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
<b>TOPLAM</b>	<b>1.184.386</b>	<b>1.001.449</b>	<b>182.937</b>



**Şekil 2.2.1.** Kayseri ili ilçelerindeki nüfusun yıllara göre dağılımı

## 2.3. Genel Hidrolojik Yapı

### a. Yağış Verileri ve Analizi

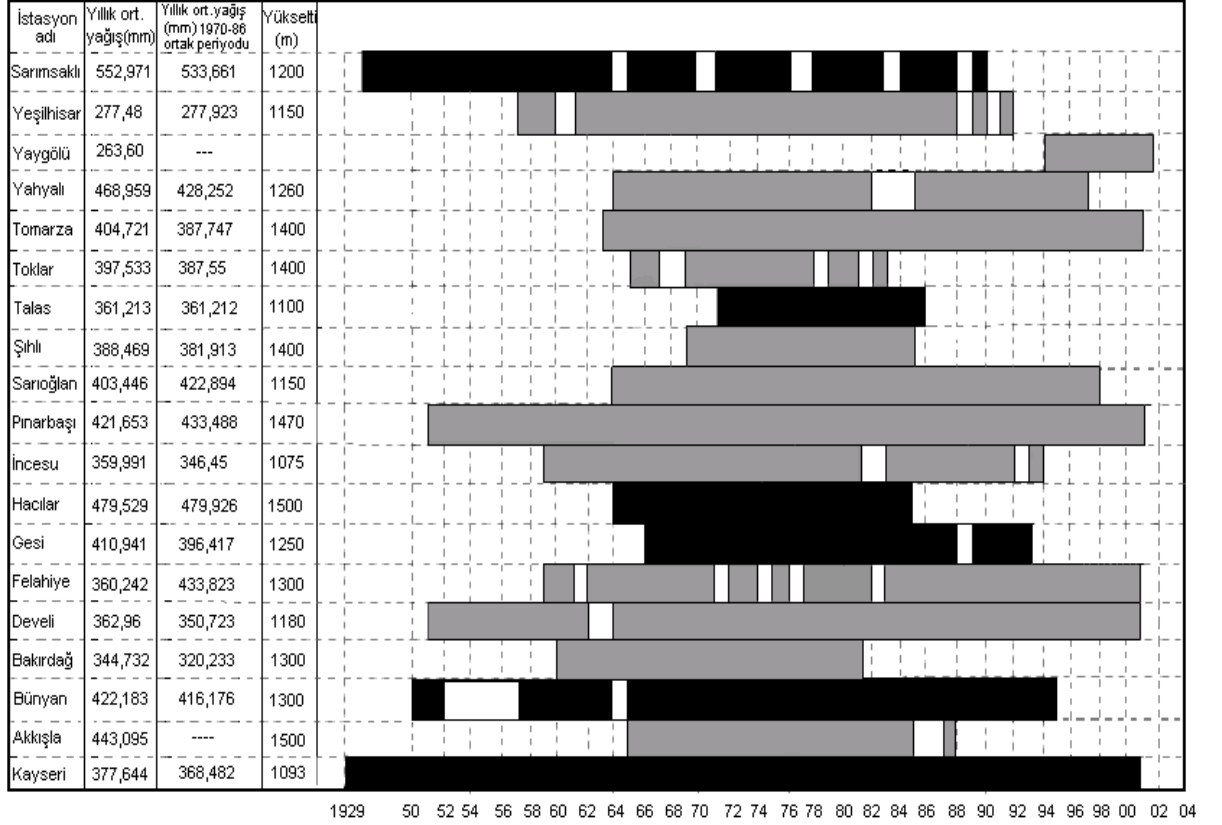
Çalışma alanı ve çevresindeki yağış istasyonlarına ait yağış değerleri derlenip değerlendirilmiştir. Bu amaçla önce tüm istasyonların “veri uzunluk” grafiği çizilip (Şekil 2.3.1) hesaplamalarda birlikte kullanılacak istasyonlar için “en uzun ortak periyot” belirlenmiştir. Çalışma alanı içerisinde yer 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 2.3.2’de bölgedeki mevcut tüm yağış istasyonlarının “yağış-yükselti” ilişkisi, Şekil 2.3.3’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

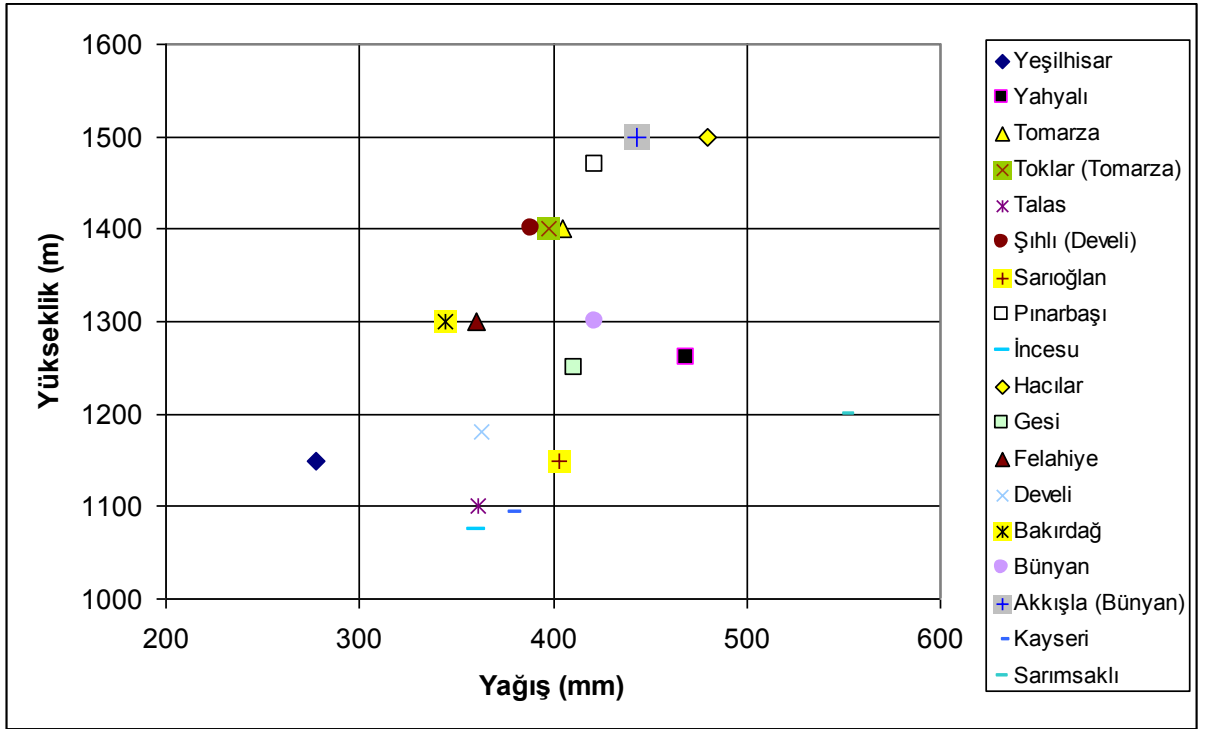
Kayseri kenti içme suyu havzasının da içerisinde yer aldığı Sarımsaklı suyu Boğazköprü Akım istasyonu alanına ait alansal ortalama yağış değeri “poligon yöntemi kullanılarak 415.5 mm bulunmuştur (Şekil 2.3.4).

Kayseri merkez yağış istasyonunun 1929-2001 yılları arası 72 yıllık yağış verileri kullanılarak bölgede hüküm sürmüş yağışlı ve kurak dönemler belirlenmiştir (Şekil 2.3.5). 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

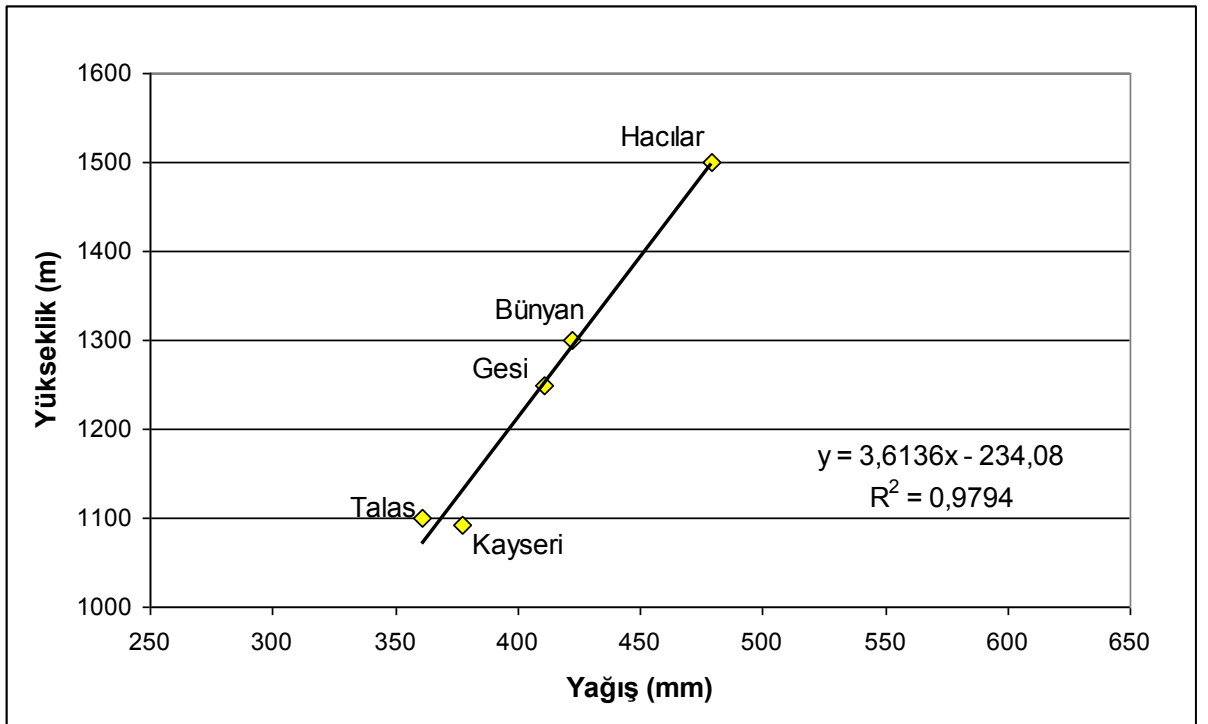
1999-2008 yılından itibaren yağışlı döneme girilmiş olması gerekirken, Türkiye'nin pek çok bölgesinde de gözlenmekte olduğu gibi son yılları içerisinde alan uzun bir kurak dönem yaşanmaktadır (Değirmenci ve diğ., 2006).



**Şekil 2.3.1.** Kayseri kenti içme suyu havzası ve çevresindeki yağış istasyonları "veri uzunluk grafiği" (Değirmenci ve diğ., 2006).

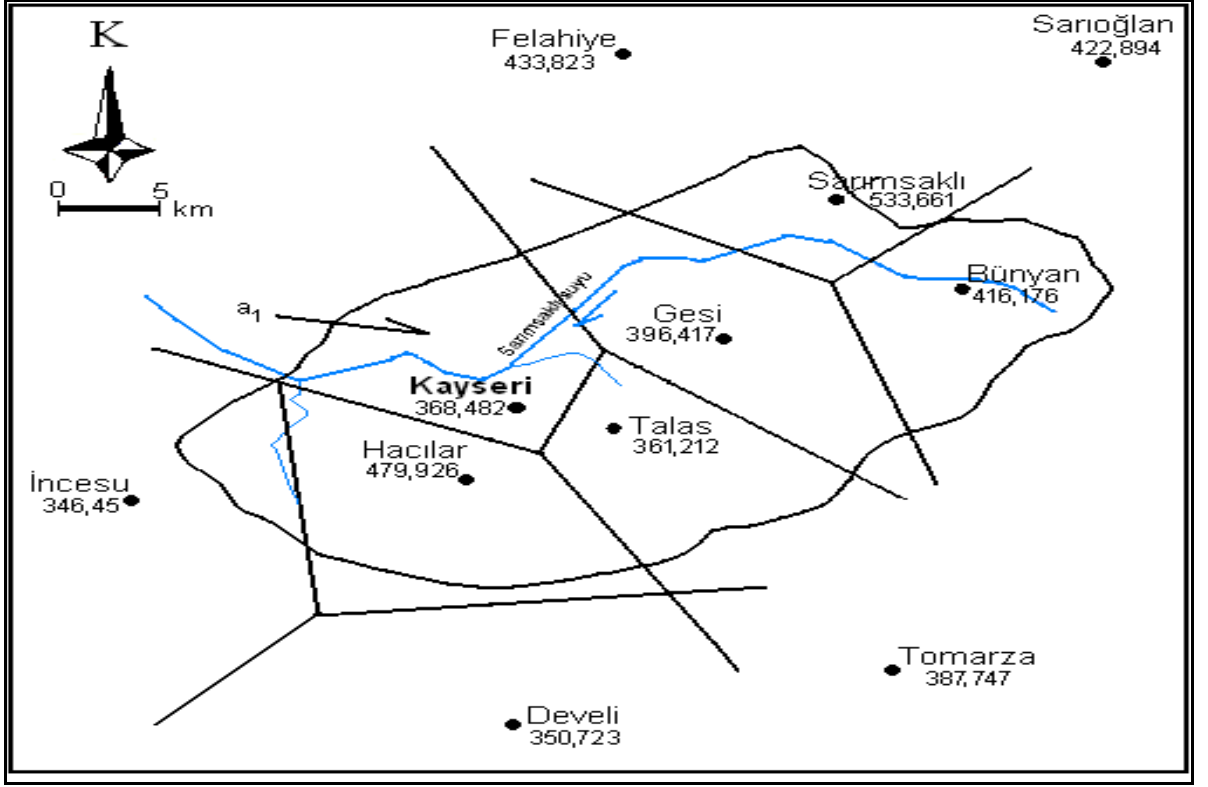


Şekil 2.3.2. Kayseri ve çevresindeki yağış istasyonlarına ait “yağış yükselti ilişkisi” (Değirmenci ve diğ., 2006).

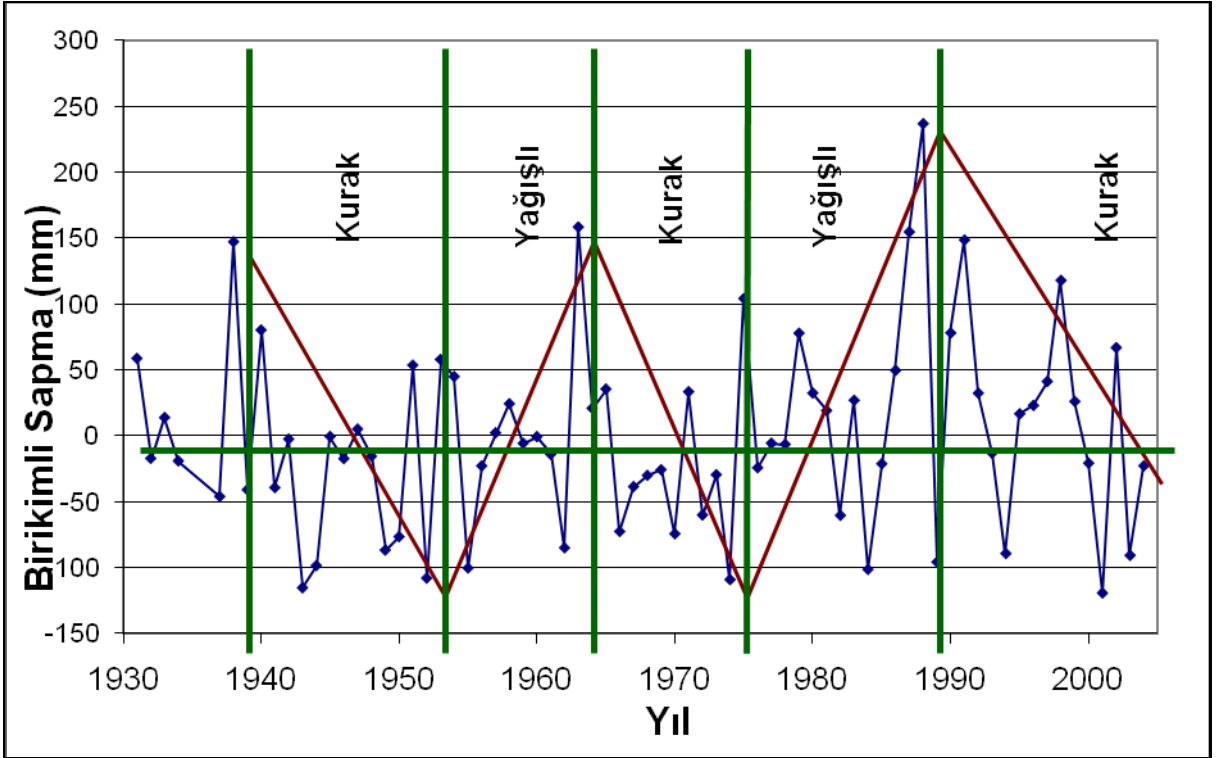


Şekil 2.3.3. Kayseri kenti içme suyu havzası içerisindeki yağış istasyonlarına ait “yağış yükselti ilişkisi” (Değirmenci ve diğ., 2006).





Şekil 2.3.4. Kayseri kenti içme suyu havzasında alansal ortalama yağışın bulunması (poligon yöntemi) (Değirmenci ve diğ., 2006).



Şekil 2.3.5. Kayseri merkez yağış istasyonu yağış verileri yıllık yağıştan birikimli sapma grafiği (Değirmenci ve diğ., 2006).

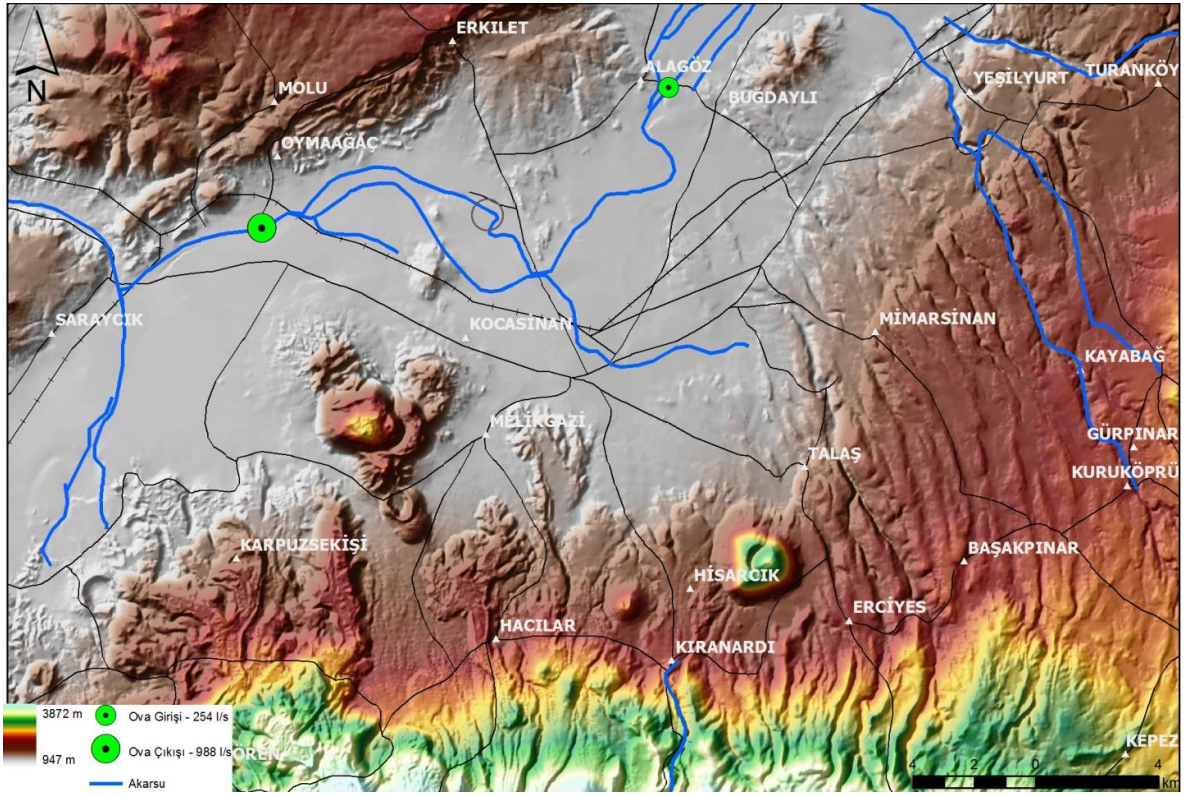
**b. Akarsular, Akım Verileri ve Analizi**

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 2.3.6) debisini belirlemek üzere 15 Mayıs 2009 tarihinde akım ölçümleri yapılmıştır.

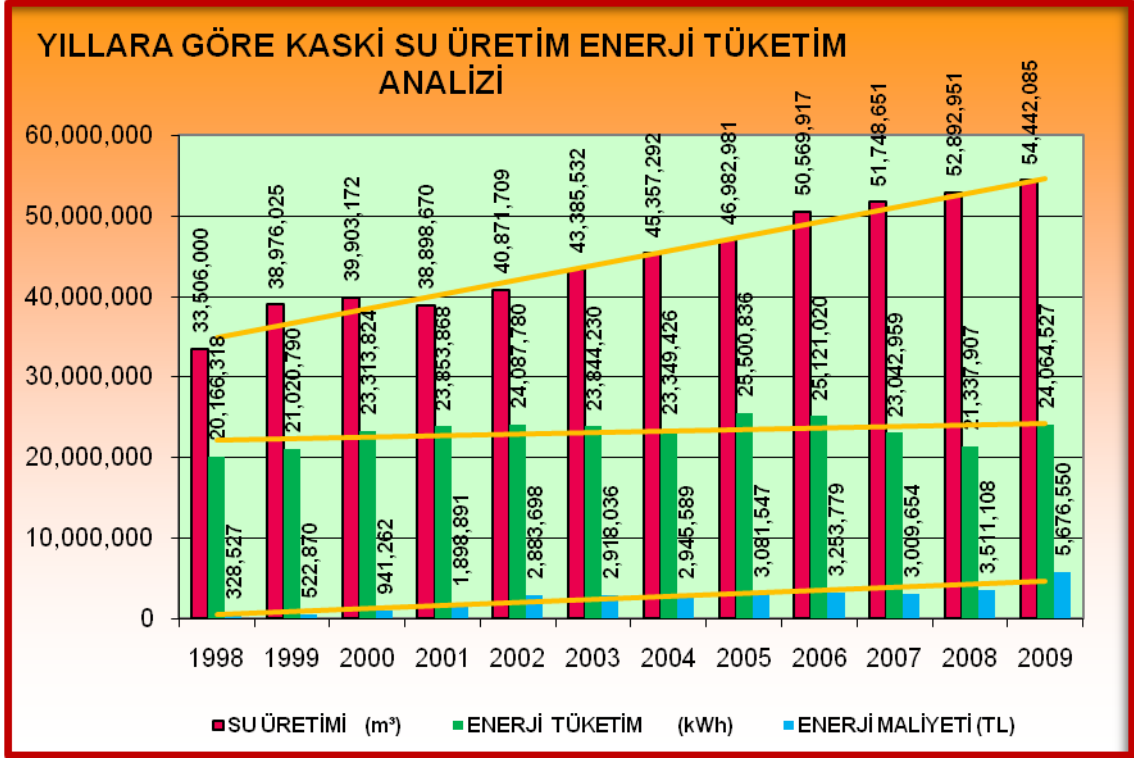
Ova girişinde 1 m genişliğinde kesitler alınarak muline ile yapılan akım ölçümünde akım değeri 254 L/s; Ova çıkışında ise yine 1 metrelik kesitler alınarak yapılan akım ölçümünde akım değerinin 988 L/s değerine çıktığı görülmüştür. Bu nedenle iki kesit arasında yaklaşık 734 L/s'lik bir katkı bulunmaktadır.

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 2.3.6. 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 100-200 L/sn'lerin de altına düşerken, Karasu dersinde 2000 L/sn'lerde seyretmektedir. Oysa Sarımsaklı suyunun drenaj alanı (1360 km<sup>2</sup>), Karasu deresinin drenaj alanının (1658,7-1360= 298,7km<sup>2</sup>) 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 100 kadar kuyu yoluyla alınıp kullanılmaktadır. Öreğin Kayseri kenti 2009 yılında anılan bölgeden Kaynak ve Kuyular yoluyla 54.442.085 m<sup>3</sup>/yıl (1,72 m<sup>3</sup>/sn) (Şekil 2.3.7.) 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).



**Şekil 2.3.7.** Kaski su üretimi ve enerji tüketim miktarları (KASKİ İçmesuları Dairesi Başkanlığı)

Artan nüfusa bağlı olarak kentin su ihtiyacında sürekli bir artış halinde seyretmektedir. Alternatif su kaynakları arayışına giren Kaski 2009 yılı içerisinde başlatmış olduğu “Dokuzpınarlar İçmesuyu Projesini” 2010 yılı sonu itibarı ile bitirmeyi planlamaktadır. Sondajlarını benim şirketimin açmış olduğu projede herbiri 60 lt/sn debiye sahip 24 adet sondaj bulunmaktadır. Şekil 2.3.7. den 2009 yılı verilerine bakacak olursak hemen hemen yeni açılan sondajlardan alınacak su miktarında, bir Kayseri kentini daha besleyecek miktardadır. Kaski bu projeyi 2050 yılı içmesuyu projesi olarakta adlandırmaktadır. Kaski sistemi devreye aldıktan sonra mevcut su kaynaklarını dinlendirerek değişikli olarak çalıştırmayı planlamaktadır.

Ayrıca Şekil 2.3.7.’de enerji maliyetleride görülmektedir. Kaski kurumu, şehrin sürekli artan su ihtiyacına karşılık vermekle kalmayıp, aynı zamanda teknolojik pompa sistemlerini, mekanik donanımları, scada sistemlerini de kullanarak son derece ileri seviyede hizmet veren bir kurum haline gelmiştir. Bunu takiben su kaynaklarına ait hidrojeolojik verilerini de takip etmek için daha profesyonel bir programında hazırlığını devam ettirmektedir..

### 3. GENEL JEOLojİ

#### 3.1. Akifer Ortamlarının Kökeni ve Oluşumu

Çalışma alanı, Ecemiş fayı uzantısı olarak Üst miyosenden itibaren gelişen Tekir fayı ve Gesi fay grubu ile Muncusun fay grubu (Erkilet fayı) aralığında kalan çöküntü havzasının (sarımsaklı havzası) bir bölümünü içine almaktadır. Üst miyosenden Kuvaterner sonuna kadar olan dönemde, çökelmeyle birlikte Koç Dağı ve Erciyes volkanik aktivitesinin gelişimini gözlemekteyiz. Volkanik faaliyet devam ederken tektonik hareketlilikte sürmektedir. Kıtasal itme-çekme hareketlerinin yanı sıra, kabuksal ayrılmalarla oluşan çökme ve çökme yüküne bağlı çökmeler de devam etmiştir. Bu nedenle çökme ortamına, aşınma-taşınma neticesi kabuksal çökellerin yanında, volkanik ürünlerde yerleşmiştir. Çöküntü havzasının kalınlığı, bu nedenle 1500-2000 m. yi bulmaktadır. (Bouger anomali haritaları, MTA) Erciyes volkanik istifi 3916 m ye yükselirken, etrafındaki volkan platosu ortalama 1500 m kotlarında 80-100 km. uzaklıklara kadar yayılmaktadır.

Stratovolkan modelindeki Erciyes volkanik faaliyetinin dönemselliğine bağlı olarak, bir yandan lav şeklindeki akmlar, volkan bombaları, küller, toz ve gaz bulutları şeklinde devam etmiştir. Ardışık olarak devam eden süreçte, üst üste yerleşen çok düzensiz istif söz konusudur. Yanal ve düşey yönde süreksizlikler gözlenmektedir. Üst miyosenden Üst Pliyosene kadar dönemde, merkez koniden 10 km. den uzak mesafelerde, istifler yataya yakın katmanlanma şeklinde görülmektedir. Katmanlar, merkez koniye yakın mesafelerde ise eğimlidir. Ana kraterdeki tıkanmaya bağlı olarak gelişen ikincil kraterlerin kimi püskürebilmiş, kimide dom şeklinde kalmıştır. (Lifos Dağ, Ali Dağ) Öncel istiflenmeyi kesen bu intrüsif ve ekstrüzifler de süreksizlik oluşturmaktadır.

Yukarıda bahsedilenler ışığında, Kayseri kenti akiferlerini Çökel akiferler ve Volkanik akiferler adı altında iki grupta irdelemek mümkündür.

#### **Çökel akiferler:**

Gösel ve karasal ortama taşınmış olan (su ve rüzgarla) malzemeler, taşıyıcının enerjisine bağlı olarak depolanmaktadır. Depolanma düşey yönde derecelenme gösterdiği gibi, yatay yönde de geçişli sıralanmaktadır. Şekilsel olarak; çapraz tabakalanma, kamalanma, merceklenme, niceliksel olarak; (tane dağılımı) derecelenme düzeyi, niteliksel olarak; kumtaşı, silttaşı, kiltası, çakıltası dağılımı ya da karmaşıkları,

dokusal olarak; tanelerin kökeni, gevşekliği, sıklığı, yönüyle ayrımlanabilmektedir. Hidrolik iletkenlik taneler arası boşluğa (porozite), boşluklar arası ilişkiye, bulunduğu konuma bağlı olmaktadır.

Sarımsaklı Havzası içerisindeki, Pliyosenden Kuvaternere kadar olan dönemde depozitlerin oluşturduğu akiferler, genel olarak heterojen yapıdadır. Bazı araştırmacılar tarafından Kızılırmak formasyonu adı altında bahsedilen çökeller, havzanın kuzey bölümünde serbest akiferlerdir ve anizotropiktir. Güney bölüm (ambar, karasaz ovası) kalın bir turba ve kıltaşı çökel örtüsü ile kaplıdır. Bu nedenle tabanda yer alan volkanik elemanlı (silt, kum, çakıl) çökeller basınçlı akifer davranışındadır. Organize Sanayi kuzeyi ile Oymaağaç ve Molu köyünün ova içi arazilerinde artezyen sondajlar mevcuttur.

Üst Pliyosende atmosferik şartların değişmesi, buharlaşma hızının artması karbonatlı çökellerin oluşumuna neden olmuştur. Havzanın batı kesiminde, İncesu kuzeyinden itibaren Yazır köyüne kadar devam eden kuşak boyunca marn ve karbonatlı kıltaşı tabakalanması görülür. 10-15 m. kalınlığındaki istif, faylanma neticesi düşen blok tarafında ova içerisinde aşınmıştır. Yükselen bölümde Valibaba İgnimbriti bu istifi üzerlemektedir. Ova içerisinde kuzey-güney doğrultulu çizgisel hat üzerinde (Erciyes'ten ışınsal çizgide, Kükürt Dağ, Yılanlı Dağ, Keykubat Dağ) ikincil volkanik ekstrüzipler görülür. Reşadiye volkanitleri veya Hisarcık Lavlarına deneştirilebilecek bu kayalar Alt pleyistosende yerleşmiş olmalıdır. Burada açılan Keykubat kuyularının su kimyası ve izotop analizlerinde, derin dolaşımılı sulara işaret etmektedir ki çevresindeki çökel seri üzerinde açılan kuyulardan farklılık arzetmektedir.

Erkilet fayını takip eden hat üzerindeki kuyular, 100-150 m. derinliklerde çökel seri içerisinde kalmasına karşın, jeotermal kökenli CO<sub>2</sub> çıkışlarına bağlı kirlilikler taşırılar. Hasanarpa-Elagöz arasında karbonatlı su içeren artezyen kuyu mevcuttur.

Çökel kalınlığı Sarımsaklı kuzey bölümünde 50 m. ye düşmektedir. Menderes çizerek ova içerisinde akan Sarımsaklı suyunun taşıdığı alüvyonların, değişken hidrolik özellikleri vardır. Yağıştan beslenime bağlı farklı piyezometrik seviye oluştururlar.

Bütün çökel akiferleri, volkaniklerle ve havzanın kuzey bölümünde Paleozoyik yaşlı metamorfiklerle dokanaklıdır. Dolayısıyla yanal yönde beslenimleri vardır. Ancak ciddi olarak Erciyes külesinden beslenmektedirler.

## **Volkanik akiferler**

Bazalt, Andezit, Dasit lav akıntıları ile tortul olarak yerleşen tuf ve aglomeratik kayalar bu akifer grubunda sayabiliriz. Reşadiye, Kulpak, Hisarcık lavlarına ait bazalt ve andezitler genel olarak soğuma çatlakları veya gravite çatlakları içermektedir. Akış ortamına bağlı, hızlı soğuma nedeniyle gaz boşlukları, akış tünelleri içerebilmektedir. Kırınımları eksenlerde farklılık gösterir. Yavaş soğuma nedeniyle masif olduğu bölgelerde görülür. Beştepeler, Çay bağları ve Gediris sondajlarında, piyezometrik seviyenin altında akifer özelliği göstermeyen bölümleri izlenmiştir.

Ancak genel olarak Erciyes kütesinin aldığı yağışı taşıyan kayalardır. Aynı grupta curuf ve volkan bombası şeklindeki patlamaların oluşturduğu istifler yüksek kotlarda taşıyıcı, düşük kotlarda (yeraltısuyu tablası altında) iyi akifer özelliği taşımaktadır.

Tüflerin farklı tane boyutlarında püskürük halde gösel ya da karasal ortama taşınması ve depolanması akifer karakterini etkilemektedir. Kimi zaman ısı ve basınç etkisiyle çok iyi kaynaşma özelliği taşırlar. Depolanma ortamında porozitelerinde değişim oluşur. Başakpınar Tüfü, Alakuşak ignimbriti yarı geçirimli özelliğiyle örnek olabilir. Dolayısıyla düşey yöndeki süzülme hızını etkileyen kayac türleridir.

Aglomeratik kayalar genel olarak Erciyes kütesinde geçirimlidir. Ancak Kükürt Tepe güneyinde, 338 m. derinliğinde yapılan sondaj göstermiştir ki bünyesinde iri bloklu bazaltik ve andezitik volkan bombaları da bulundurmasına rağmen, geçirimsizlik taşıyabilmektedir. Nitekim 30 m. arayla yapılan iki sondajda aglomeratik serinin altında ve üstünde farklı piyezometrik seviyeler ölçülmüştür.

Andezitik özellik taşıyan Valibaba ignimbriti, İncesu ignimbriti düşey yönde gelişen çatlaklarına rastlayan sondajlarda verimli kuyulara sahipken, masif bölümlerinde geçirimsizlik göstermektedir. Örnek: Talas yukarısı, Reşadiye köyünde 50 m. aralıklı, Mimarsinan Köyü kuzeyinde Bostanderesi mevkiinde KASKİ sondajları.

Sarımsaklı 1 drenaj alanı içerisinde, Mimarsinan köyü üst platosunda (Mimarsinan OSB) açılan doğu batı yönlü bir dizi sondaj verileri, kuzey-güney uzanımlı Gesi fay grubunun etkisiyle farklı piyezometrik seviyelere ve verimlere işaret etmektedir. Basamak şeklindeki faylara ve istif özelliklerine bağlı olarak akiferlerin farklı noktalardan beslendiklerini göstermektedir. Hidrolik eğimden bağımsız davrandığı izlenmiştir.

Sarımsaklı havzası Kuzey batısında, Yazır köyüne 2 km mesafede aglomeralar içerisinde boşalan kaynak ve yakınındaki sondaj (40 lt/s) aglomeraların yatay yönde geçirimsiz zonlar içerdiğine işaret etmektedir. Erkilet platosunun aldığı yağışın bir kısmı doğu-batı uzanımlı süreksizlik zonu ile yatay geçirimsizliğin kesişim noktasından boşalmaktadır.

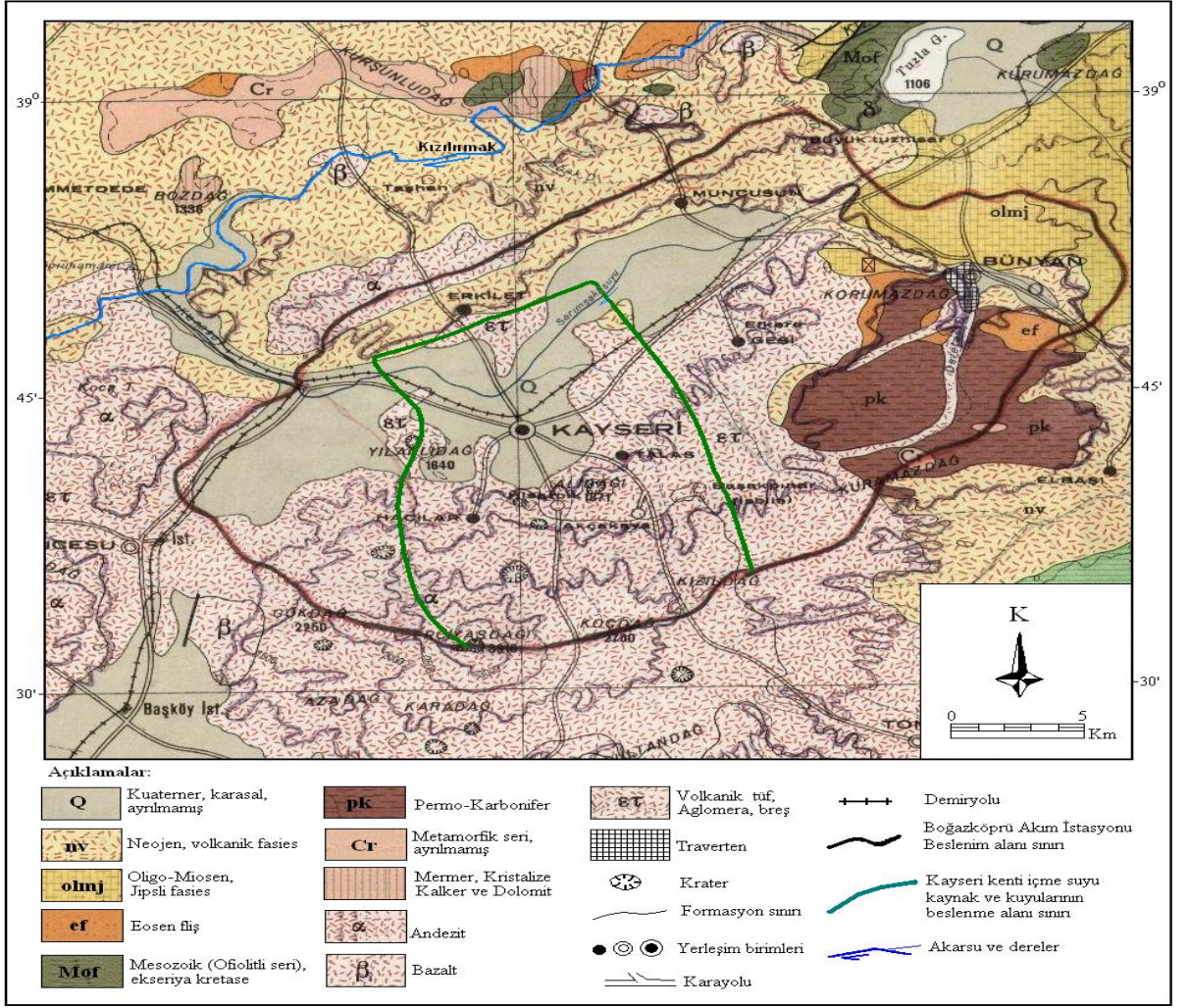
Yemliha formasyon grubu (aglomera) yarı geçirimli veya geçirimsiz özellik taşımaktadır(Yıldız,2010).

### **3.2.Erciyes Dağı Morfolojisi ve Oluşumu**

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 3.2.1.** 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 Pleistosen'deki yanardağ püskürmeleri sonucu bir stratovolkan (tabakalı volkan) olarak yükselmiştir. Erciyes Dağı'nda bugünkü ana volkan konisi, bazaltlı lavlarla oluşan eski volkan temelini, 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 3.2.2). 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 cürufklar 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 fıskırdığı görülen alevlerden söz etmiştir. Bu Erciyes'in son faaliyeti olmuştur. Günümüzde Erciyes, sönmüş bir genç volkan dağı olarak, 3916 m. yüksekliği, heybetli görünüşü, 1100 km<sup>2</sup>'yi geçen alanı, çevresine canlılık veren varlığı ile bölgenin bir tabiat zenginliğidir.

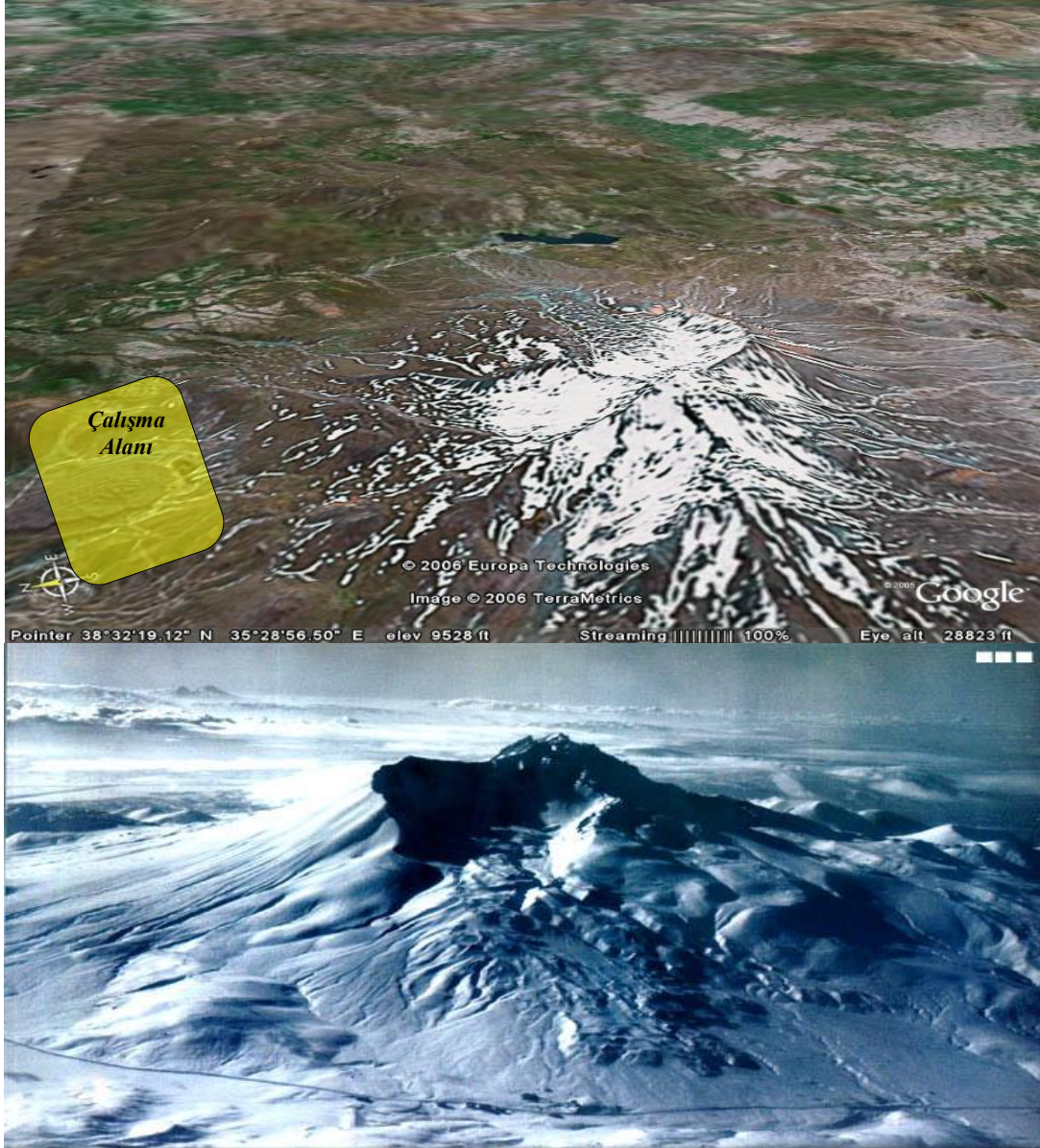
Erciyes'in yer aldığı bölgenin doğal bitki örtüsü bozkırdır. Ancak, bu bölgenin kimi kesimlerinde yer yer çalılıklar ve nemli yerlerde meyve, kavak ve söğüt ağaçları da görülmektedir. Erciyes'te 1500-1600 metreye dek çıkan bozkır bitki örtüsü, yerini daha sonra 2500 metreye ulaşabilen dağ bitkilerine 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 3.2.2.** Erciyes Dağı Zirvesinden Görüntüler (dağın zirvesinin Kuzey-Kuzeydoğu yamacındaki derin çukurluklar / buz yalıkları)

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.



**Şekil 3.2.2.** Erciyes Dağı Zirvesinden Görüntüler (dağın zirvesinin Kuzey-Kuzeydoğu yamacındaki derin çukurluklar / buz yalıkları) (Değirmenci ve diğ., 2006).

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).

### 3.3. Formasyonların Tanımlanması

#### **Yemliha formasyonu (mylh):**

Formasyon, Orta Miyosen yaşlı piroklastik lav ve bunlardan türeme çökel kayalardan oluşur. Piroklastik olarak aglomera, tuf, pomzalı tuf ve volkanik breş formasyonun egemen kaya türüdür. Volkanitler andezitik ve dasidik, yer yer bazaltiktir. Formasyon içinde yatay tabakalanma şeklinde, bazalt, andezit ve dasit lavlar bulunur. Yine volkanik kayalardan türeyen çakıltaşı ve kumtaşları, çökel kayalar olarak ara tabakalarda yer almaktadır. K34-b1 paftasında Yemliha kasabası ve K34-b2 paftasında Erkilet kasabası arasında yer alan plato tabanında, K35-a4 paftasında Akçatepe Köyü güney-güney doğusunda görülür. Kalınlığı 300 m. kadardır.

#### **İncesu İgnimbiriti (plei)**

Birim gri, koyu gri, siyah ve pembe renklerde gözlenen, masif, sert, iyi kaynaklanma gösteren ignimbirit olarak gözlenmektedir. Gri ve koyu gri renkte gözlenenler daha az kaynaklanmışlardır. İçlerinde beyaz ve gri renkli pomza ve cüruf barındırır. Gelişigüzel boşlukludur. Çekiç darbesi ile çöker ve boşluk sesi işitilir. Genelde masif görümlü ve kalın katmanlıdır. Pembe ve siyah renkli olanlar yapı malzemesi olarak kullanılırlar. Petrografik olarak incelenen örneklerde birim vitrofirik dokudur. Çalışma alanının güneybatısında daha önce yapılan çalışmalara dayanarak birime İncesu İgnimbiriti adı verilmiştir (Pasquare, 1968). K35-a4 paftasında Alagöz Köyü civarında, K35-a2 paftasında Gömeç Köyü kuzeydoğusunda, K35-a3 paftasında Gesi civarında, K35-d1 paftasında Talas civarında yüzeylenmektedir

Birim çalışma alanı içinde, batı ve kuzeybatı bölümlerde Yemliha formasyonu, doğu bölümlerde Koramaz Dağı metamorfileri üzerine gelmektedir. Üzerinde ise yükselen kısımlarda Çatakdere Tufu yer almaktadır. Birimin kalınlığı değişken olup genel olarak 30 cm ile 20 m. arasında değişim gösterir. İncesu İgnimbiriti'nin, yaşı, Üst Pliyosen başı olarak verilmiştir.

#### **Çatakdere Tufu (pleç)**

Birim beyaz, gri, sarı, pembe renkli, pomza ve tuf aralanması olarak gözükmektedir. K35-d2 paftasında Akçakaya Köyü güneybatısında, Zincidere köyü doğusunda görülür. En geniş yayılım alanları Çatakdere Köyü civarı, Yazılı Köyü, Kepez Köyü ve Yazyurdu Köyü arasındadır.

Genellikle altta cüruf, pomza ve volkanik çakıl içeren gri renkli sıkı tutturulmuş tuf ile üst kesimlerde gri-sarı-pembe renklerde, ince pomza taneli tuf olarak izlenir. Yer yer içerisinde siyah renkli cüruf ve siyah-kırmızı renkli volkanik kayaç parçaları bulunur. Birim yanarda ve düşeyde kendi içinde renk ve litoloji yönünden değişim gösterir. Genel olarak yatay ve yataya yakın katmanlanma sunar. Pomzaların boyları 0,5-2 cm. arasında değişmektedir. Birim İncesu İgnimbiriti'nin üzerine uyumlu olarak gelir. Üzerinde ise Valibaba İgnimbiriti yer alır.

Birimin kalınlığı değişken olup genel olarak 2-15 m. arasında değişim gösterir. Birimin, İncesu İgnimbiriti ile Valibaba İgnimbiriti arasında bulunması dolayısıyla, yaşı Üst Pliyosen başlangıcı olarak verilmiştir. Volkanik aktivitenin çeşitli dönemlerinde havadan döküntü şeklinde depolanmıştır.

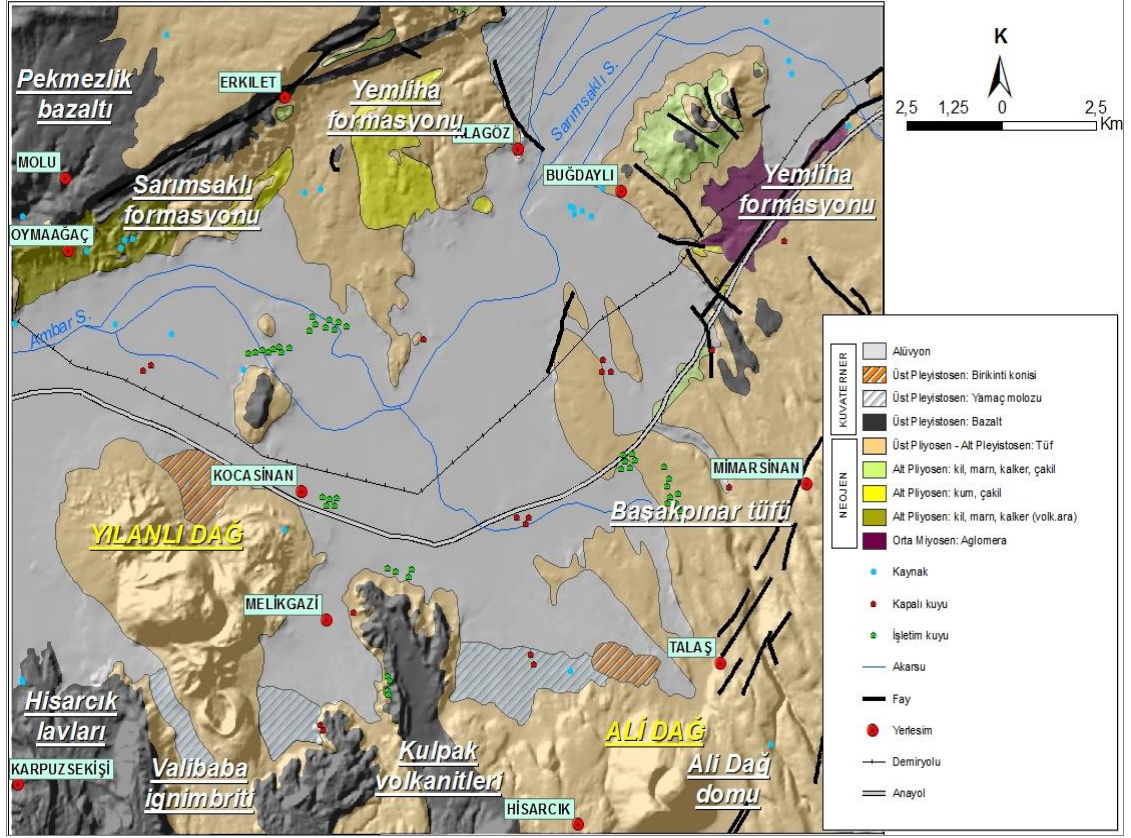
### **Valibaba İgnimbiriti (plev)**

Birim gri, koyu gri, siyah renklerin yanısıra kiremit kırmızısı ve pembe renklerin de izlendiği oldukça sert, iyi kaynaklanma gösteren ignimbirit olarak gözlenmektedir. Yamaçlar etrafında tipik kornişler yapar. Morfolojik olarak İncesu İgnimbiritine benzer. Kaynaklanmanın iyi olduğu kesimleri oldukça serttir. Kaynaklanmanın iyi olmadığı kesimler ise daha yumuşak olup, ayrışmaya uğramışlardır. Genelde masif görümlü ve kalın katmanlıdır. Bloklular parçalanma gösterirler. Yapı malzemesi olarak kullanılırlar. İnceleme alanında; K34-b3 paftasında Erkilet, K35-a1 paftasında, Muncusun'un güneybatı ve kuzeydoğusunda, K35-a2 paftasında Gömeç Köyü kuzeydoğusunda, K35-a3 paftasında Gesi civarında, K35-a4 paftasında Aydınlar, Konaklar, Cırgalan ve Buğdaylı köyleri, K35-d1 paftasında Talas civarında K35-d2 paftasında Çatakdere Köyü civarında, yaygın olarak izlenir

Petrografik olarak incelenen örneklerde, birim hiyaloporfirik ve vitrofirik (blok lavlarda) dokudadır. Hamur tümüyle camsal olup, andezitik kayaç parçaları ve devitrifiye olmuş cam parçaları içermektedir.

Valibaba İgnimbiriti çalışma alanı içinde altındaki Çatakdere Tufü'nün üzerine uyumlu olarak gelmekte, üzerinde ise Başakpınar Tufü yer almaktadır.

Birimin kalınlığı değişken olup genel olarak 5 m. ile 20 m. arasında değişim gösterir. Valibaba İgnimbiriti'nin Erkilet civarındaki yüzleklerinden yaşı, Üst Pliyosen başlangıcı olarak Ayrancı ve İtaya (1990) tarafından saptanmıştır.



Şekil 3.3.1. Çalışma alanının jeoloji haritası (MTA,1995'ten yararlanılmıştır)

### Koçdağ Volkanitleri (plek)

Koçdağ ve yakın çevresinde masif, iri fenokristalli, gri, pembemsi, yer yer gri-mavi levhamsı ayrışmalı, andezit türü lavlar ile bunlara ait sarı-beyaz renkli, tutturulmamış tüf ve aglomeralardan oluşan birim, Koçdağ Volkanitleri olarak adlanmıştır. Lavlar kompakt bir yapı gösterirler. Çok ağdalı olan lavlar çok fazla yayılma olanağı bulamamış ve çeşitli domlar halinde kalmışlardır.

Birim, K35-d4 paftasında, Erciyes Dağı doğusunda Koç Dağı, Hisarcık-Erciyes Dağı yolu üzerinde, Sivri Tepe ve Günayağı Tepe'de lav akıntıları, Sallık Sırtı ve Mağara Dere'de aglomeralar olarak gözlenir. Porfirik doku izlenmektedir.

Çalışma alanında birimin alt dokanağında Tekiryayla Tüfleri bulunmaktadır. Koçdağ Volkanitleri'nin üzerine ise Reşadiye Volkanitleri gelmektedir.

### Reşadiye Volkanitleri (pler)

Alt seviyelerinde kırmızı, kahverengi renkli cürufur, siyah renkli volkanik kül, bunların üzerinde yer yer pomza seviyeleri ile kırmızı, siyah renkli bazik lavlar, Reşadiye Volkanitleri adı altında toplanmıştır. Patlamalı bir evrenin sonunda akışkan olan birim geniş alanlara yayılmıştır. Birim petrografik olarak; bazalt, olivin bazalt

olarak adlanmaktadır. Genel olarak akma yapısının hakim olduğu porfirik doku izlenmektedir.

Reşadiye Volkanitleri, Mağara Dere içinde ve Çardak Tepe'de Koçdağ Volkanitleri'ni örtmektedir. Birim yer yer de Valibaba İgnimbiritleri ile Çatakdere Tüfü'nü üzerlemektedir. Üst dokanağında ise Çömlekçi Volkanitleri'ne ait Başakpınar Tüfü ile Alakuşak İgnimbiriti ve Endürlük Lavları yer almaktadır.

Reşadiye Volkanitleri, Reşadiye Köyü güneyinde, Ali Dağı kuzeydoğusunda, Akçakaya Köyü ve Zincidere Köyü güneybatısında yayılım gösterir.

Reşadiye Volkanitleri'nin konumlanmasına göre, yaşı Üst Pliyosen-Alt Pleyistosen olarak kabul edilmiştir.

### **Çömlekçi Volkanitleri (Qpeç)**

Erciyes Volkanizması'nın ignimbirit, pomza ve lav çıkaran önemli bir evresi Çömlekçi Volkanitleri adı altında toplanmıştır. Bu volkanitler zaman zaman birbirlerine geçiş göstermekte, alt seviyelerinde piroklastik ürünler yoğun olarak yer alırken zaman içerisinde üst seviyelerde lav akıntıları hakim olmuştur.

Çömlekçi volkanitleri Başakpınar Tüfleri, Alakuşak İgnimbiritleri, Adacatepe ve Endürlük Lavları olarak dört alt bölümde değerlendirilmiştir.

### **a-Başakpınar Tüfü (Qpeçb)**

Birim sarı, beyaz, gri, pembe, kahverengi renkli, yer yer içersinde pomza ve volkanik materyal, yer yer de pomza seviyesi içeren tüfler olarak gözlenmektedir. Çalışma alanı dışında L35-a2 paftasında Sarı Mehmetli Köyü ile Alakuşak Köyü'nden Pusatlıya doğru uzanır. Çalışma alanında K35-d1 paftasında Reşadiye Köyü ile Başakpınar Köyü civarında ve yer yer Kayseri ova düzlüğünde yayılım göstermektedir.

Birim çalışma alanı içinde Valibaba İgnimbiriti üzerinde uyumlu olarak bulunmakta, üzerine ise uyumlu olarak Alakuşak İgnimbiriti gelmektedir. Birimin kalınlığı değişken olup, yer yer 20 m.'ye kadar çıkabilmektedir. Birim konumlanması nedeniyle Alt Pleyistosen yaşta olmalıdır. Birim volkanik aktivitenin çeşitli dönemlerinde havadan döküntü şeklinde depolanmıştır.



### **b-Alakuşak İgnimbiriti (Qpeça)**

Birim genellikle kırmızı, yer yer grimsi renkte olup, en genç ignimbirittir. Birime ismi L35-a2 paftasındaki Alakuşak Köyü'nden verilmiştir. Çalışma alanı içerisinde gözlenememiştir.

Başakpınar Tüfü'nün üzerine uyumlu olarak gelmekte, üzerinde ise Adacatepe Lavları yer almaktadır. Alakuşak İgnimbiriti'nin Alt Pleyistosen yaşında olabileceği belirtilmiştir.

### **c-Adacatepe Lavları (Qpeçad)**

Koyu gri ve siyah renkli, laminalı akma yapıları ve masif görünümlü bazaltik andezitik karakterli volkanitlere Adacatepe Volkanitleri adı verilmiştir. Çalışma alanı içerisinde gözlenememiştir. Alt Pleyistosen sonunda oluştuğu kabul edilmektedir.

### **d-Endürlük Lavları (Qpeçe)**

Grimsi-siyah renkli, hamur içinde plajiyoklas latalarının izlendiği blok lavlı, yeşil likenli lavlar Endürlük Lavları adı altında toplanmıştır. Birimin alt kesimleri levhamsı yapıda, üst kesimi ise masif ve blokludur. Yer yer karbonatlaşma ve alterasyon izlenmektedir. Soysallı Köyü civarından alınan örneklerden, yaşı Üst Pleyistosen verilmiştir. Birim K35-d1 paftasında; Kıranardı ve Endürlük Köyleri civarında yayılım gösterir. Endürlük Lavları **Çömlekçi Volkanitleri**'nin en üst seviyesini (fazını) oluşturmakta olup, yer yer **Alakuşak İgnimbiritleri**'nin, yer yer de **Adacatepe Lavları**'nın üzerine gelmektedir.

### **Alıdağ Domu (Qpeal)**

Gri, mavimsi gri, eflatun renklerde andezitik ve dasitik türde domsal çıkış gösteren Alıdağ Domu'nun doruğu üç bölümden oluşur ve bunlar arasında doğuya doğru açılan yay şeklinde krater yer alır. Krater magmanın çekilmesi sonucu oluşmuştur (Yılmaz ve diğ.,1984). Ali Dağı lav akıntısına sahip olmayıp, çıkan mağma olduğu yerde yığılmış ve katılmıştır. Oldukça dik yamaçlı olup, bu yamaçlarda kendisine ait köşeli bloklar içeren, gravite etkisi ile moloz akmaları (talus) oluşmuştur.

Ali Dağı kendinden önce oluşan Reşadiye Volkanitleri, İncesu ve **Valibaba İgnimbiritleri**'ni kesmiştir.

### **Kulpak Volkanitleri (Qku)**

Siyah renkli, yoğun gaz boşluklu, çıkış merkezinde kırmızı-kahverengi renkte cürufumsu özellikte olan, yer yer volkan bombalarının ve lav akma şekillerinin gözlemlendiği, genellikle lavlardan oluşan olivin bazaltlar Kulpak Volkanitleri adı altında toplanmıştır. Kulpak Volkanitleri Koçdağ Volkanitleri'nin, Şeyhşaban Lavları ile Endürlük Lavları'nın üzerinden akmışlardır. Hisarcık güneyinde Hisarcık Volkanitleri tarafından çevrilmişlerdir.

Kulpak Volkanitleri, L34-b1 paftasının kuzeyinde Kulpak Köyü (adını buradan almıştır), K35-d1 paftasında Alidağ batısı Kızılkeç Tepe ve Kızıl Tepe'de K35 c2 paftasında Eskişehirin Dağında lav ve cüruflar halinde yayılım gösterir.

### **Hisarcık Lavları (Qh)**

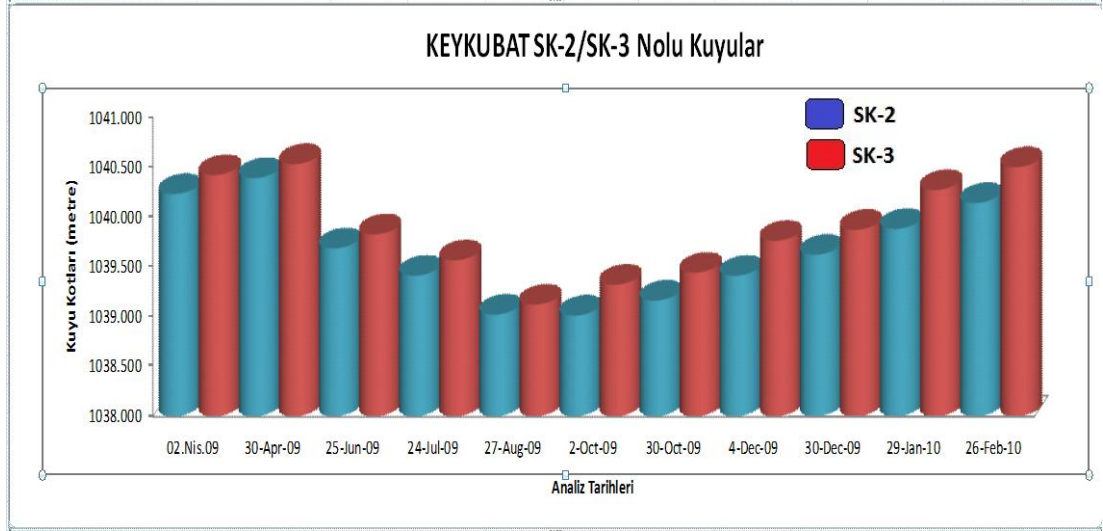
Gri-siyah, yer yer şarabi renkli, içinde feldspat çubuklarının gözlemlendiği lavlar Hisarcık Lavları olarak adlanmıştır. Hisarcık Lavları, Reşadiye Volkanitleri'ni örtmekte; Alidağ Domu ile Kızılkeç Tepe'yi çevrelemektedir. Bu nedenle onlardan daha genç olmalıdırlar.

Birim, K35-d1 paftasında Hisarcık-Kayseri yol yarmaları ile Ali Dağı'nın batısında iyi gözlenir. Hisarcık ilçesi ve kuzeyinde akarak ova tabanına doğru yayılmışlardır. Hasankayası, Haymana Bağları, Karadere Mevkii ve Kayseri'nin güney ve güneydoğusunda, ova içinde dağılım gösterir. Birim çalışma alanı içindeki son volkanik aktivite olarak düşünülmektedir. (Türkecan ve diğ.,1998)

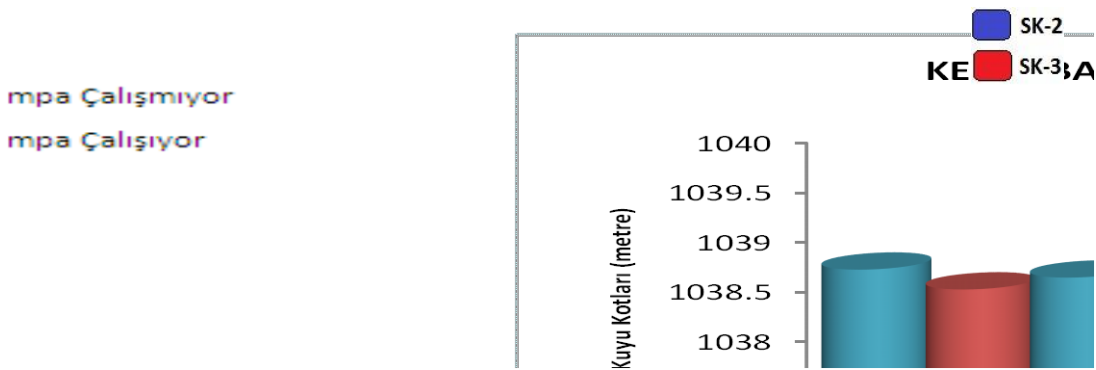
#### 4. KAYSERİ KENTİ AKİFERLERİNİN BASINÇLI AKİFER-SERBEST AKİFER AÇISINDAN YAPISI

Çalışma bölgesinde litolojilerin tam olarak tanımlanması için, seviye ölçümleri ve kimyasal örneklemlerde gözlem kuyusu elde etmek için ve **asıl en önemlisi sıg ve derin özellikte açılarak basınçlı ve serbest akifer ilişkisini ortaya çıkarmak için** onaltı adet karotlu sondaj kuyusu açtırılmıştır. Bu kuyulara ait verilerden elde edilmiş grafikler aşağıdaki şekillerde verilmiştir (Şekil 4.1 ve 4.2).

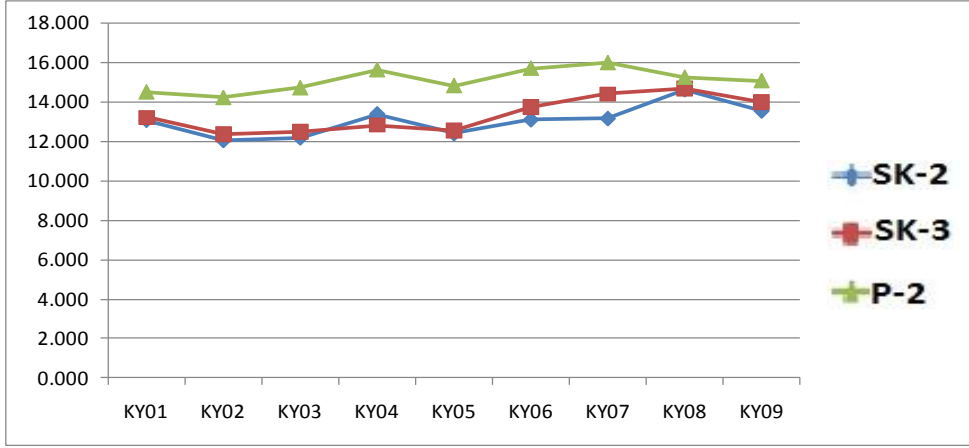
Pompa Çalışmıyor	02.Nis.09	30-Apr-09	25-Jun-09	24-Jul-09	27-Aug-09	2-Oct-09	30-Oct-09	4-Dec-09	30-Dec-09	29-Jan-10	26-Feb-10
SK2 Keykubat (Der.8m)	1040.230	1040.390	1039.685	1039.410	1039.020	1039.010	1039.160	1039.410	1039.620	1039.880	1040.140
SK-3 Keykubat (Der.55m)	1040.420	1040.530	1039.825	1039.565	1039.120	1039.320	1039.440	1039.760	1039.870	1040.270	1040.500



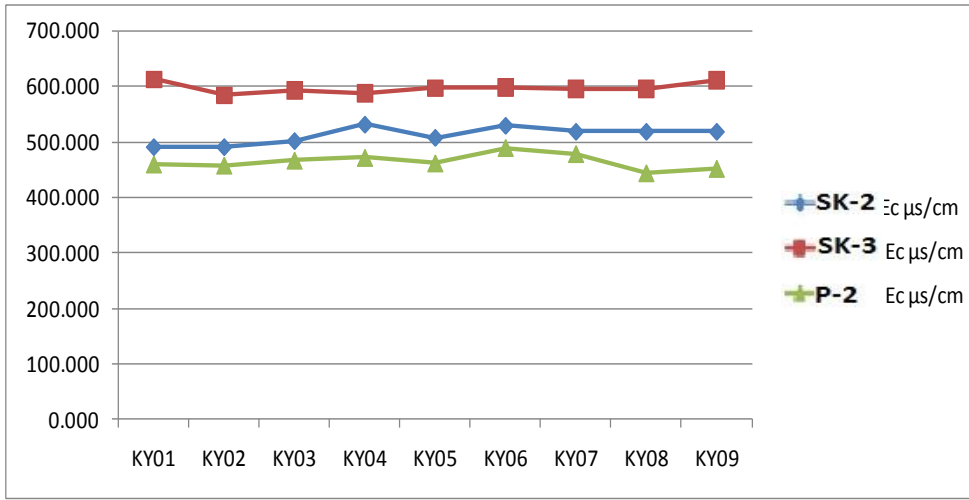
Pompa Çalışıyor	Ağustos	Ekim	Aralık	Ocak	Şubat
SK-2 Keykubat (Der.8m)	1038.72	1038.64	1039.35	1039.515	1039.84
SK-3 Keykubat (Der.55m)	1038.52	1038.49	1039.03	1039.33	1039.545



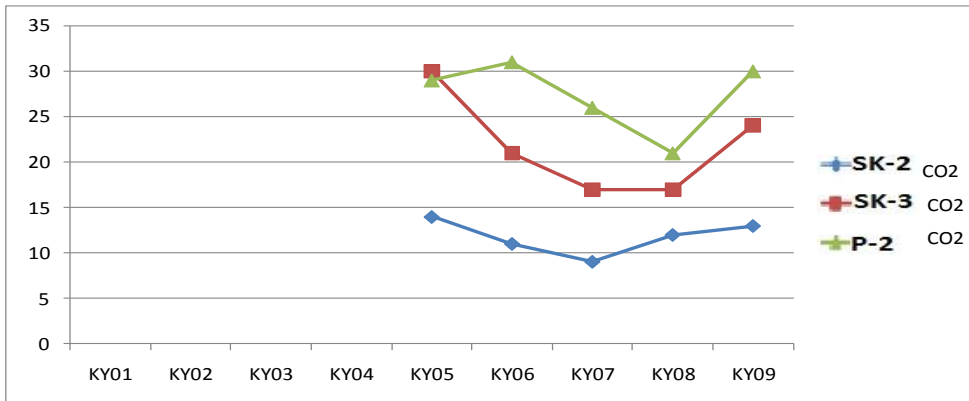
Şekil 4.1. Gözlem kuyularındaki YAS ölçümü grafikleri (SK-2 ve SK-3)



**Şekil 4.2.** Gözlem kuyularındaki kimyasal analiz sonuçları grafikleri(SICAKLIK)



**Şekil 4.2.Devam** Gözlem kuyularındaki kimyasal analiz sonuçları grafikleri (EC)



**Şekil 4.2.Devam** Gözlem kuyularındaki kimyasal analiz sonuçları grafikleri (CO2)

Çalışma alanındaki araştırma amaçlı yapılan karotlu sondajlara ait seviye grafikleri ve kimyasal analiz grafiklerine bakıldığında statik seviyeler arasındaki farklar ve kimyasal analizler arasındaki farklar bariz bir şekilde serbest akifer ve basınçlı akiferin varlığını göstermektedir. Piyozometrik seviyelere bakıldığında şuan ki duruma göre akım yönü basınçlı akiferden serbest akifere doğrudur. Ancak statik seviyeler arası mesafeler artık çok yakın değerlere ulaşmıştır. Hatta işletme pompaları devrede iken hidrolik gradyanın derin akifere doğru olduğu görülmektedir. Dolayısıyla Keykubat bölgesi verilerine bakıldığında (Şekil 4.1 ve Şekil 4.2) akım yönünün statik seviyelerde de basınçlı akifere doğru olma riski dikkat çekmektedir. Bu konu Yeraltısuyu kirliliği açısından oldukça dikkat edilmesi gereken bir konudur. Keykubat bölgesi gibi bölgelerde bundan sonraki su çekimleri dikkatli bir şekilde takip edilmeli ve olası kirlenmeler olabileceği unutulmamalıdır. Bu durum da bu bölgedeki kuyular online takip sistemleri ile anlık olarak takip altına alınmalı ve gerekli çekim debileri ayarlanarak kullanılmalıdır. Çünkü kirlenme riski olan bu bölgelerde kirlilik oluştuğundan yani hidrolik gradyan derin akifere doğru yöneldikten sonra oluşacak tehlikeli durumlar bölgeyi tamamen kaybetme gibi sonuçlara götürebilir. Diğer kuyulardaki seviye ölçüm sonuçları EK-5 te sunulmuştur.

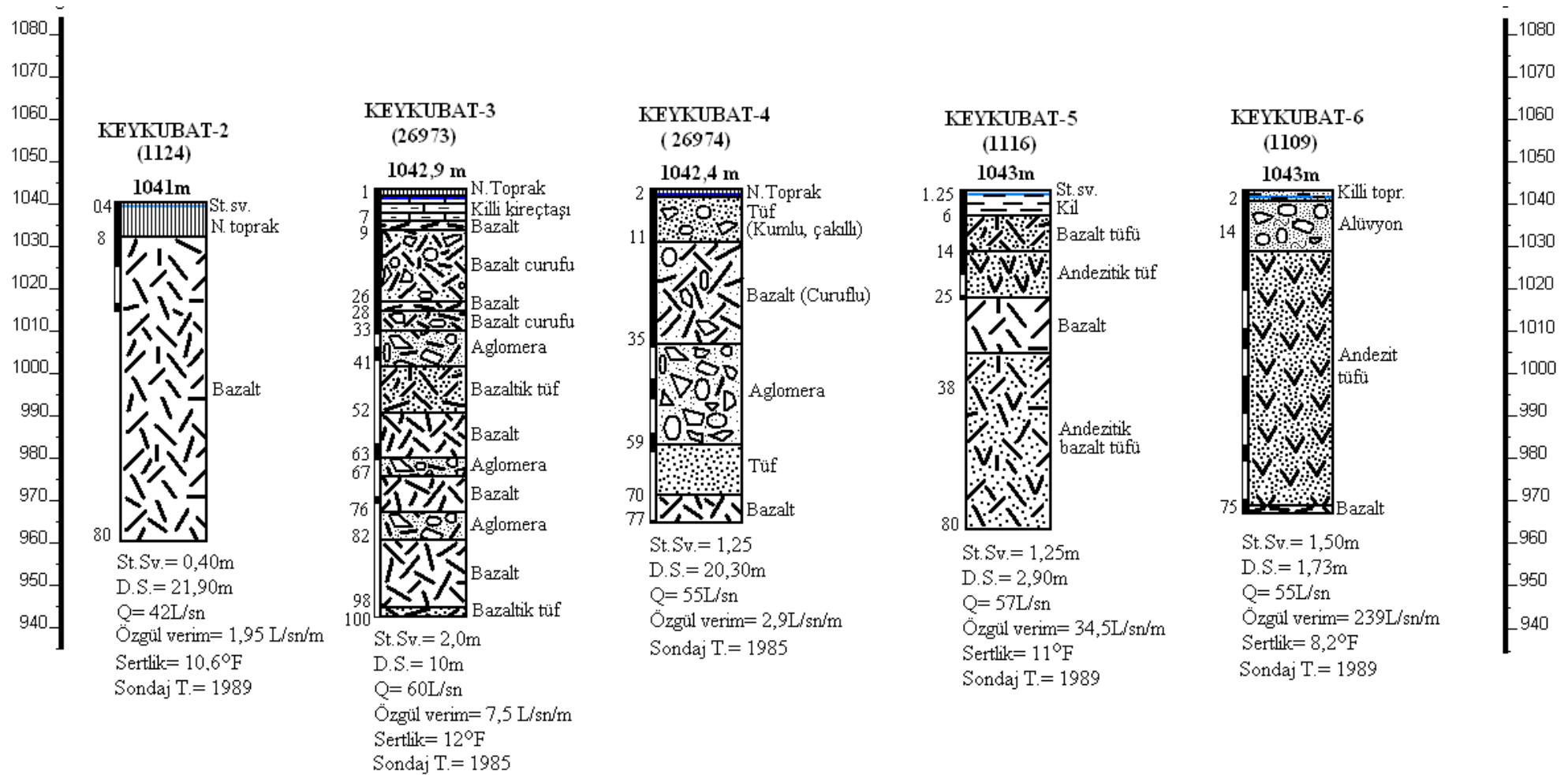
## 5. KAYSERİ KENTİ AKİFERLERİNİN HİDROSTRATİGRAFİK YAPISI

### 5.1.Heterojenlik ve Anizotropi Açısından Değerlendirme

Ovada KASKİ, DSİ, İller Bankası, Korusu Sondaj tarafından içme, kullanma ve sulama amaçlı açılan kuyular mevcuttur. Açılan kuyuların derinlikleri amacına göre 8 ile 450 m arasında değişmekte ve kuyu logu bilgileri incelendiğinde ovadaki yeraltı jeolojisinin ve/veya Kayseri Kenti volkanik akifer sisteminin ne denli heterojen olduğunu görmek mümkündür. Şekil 5.1.1.'de sunulan kuyu logları Kayseri Kenti içme suyu havzasında yer alan KASKİ tarafınca işletilen içme suyu kuyularına ait olup, kuyuların birbiriyle olan mesafesi 5 ile 15 metre arasında değişmesine rağmen litolojik birimlerinin homojen bir dağılım/yayılm göstermeyerek heterojen dağılım göstermesi volkanik arazinin tipik bir özelliğini göstermektedir.

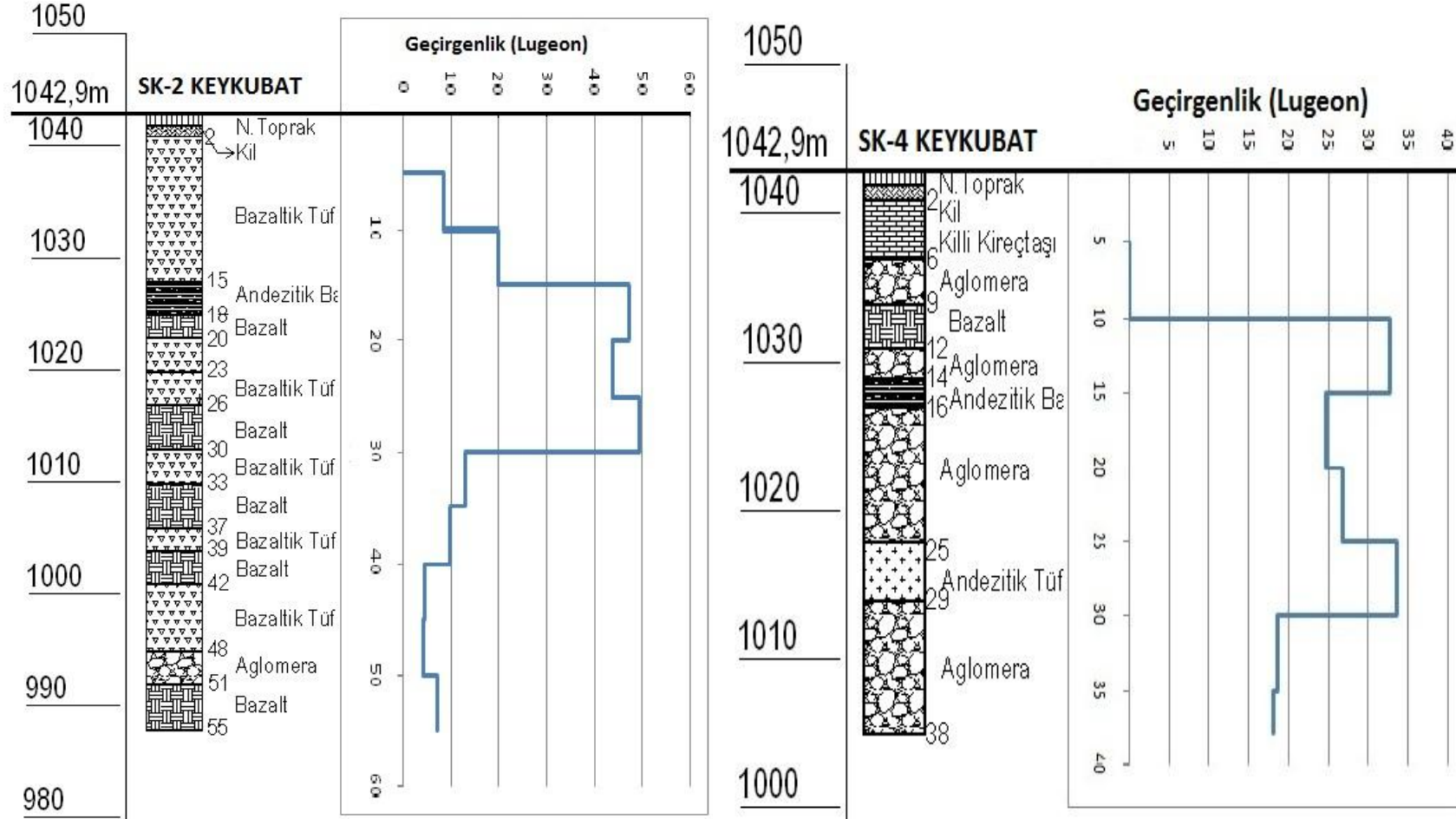
Sarımsaklı Havzası içerisindeki, Pliyosenden Kuvaternere kadar dönemde depozitlerin oluşturduğu akiferler, genel olarak heterojen yapıdadır. Bazı araştırmacılar tarafından Kızılırmak formasyonu adı altında bahsedilen çökeller, havzanın kuzey bölümünde serbest akiferlerdir ve anizotropiktir. Güney bölüm (ambar, karasaz ovası) kalın bir turba ve kıltaşı çökel örtüsü ile kaplıdır. Bu nedenle tabanda yer alan volkanik elemanlı (silt, kum, çakıl) çökeller basınçlı akifer davranışındadır. Organize Sanayi kuzeyi ile Oymaağaç ve Molu köyünün ova içi arazilerinde artezyen sondajlar mevcuttur (Yıldız, 2010).

Akiferin oluşumu ve kökeni kısmında ve birimlerin tanımlanması kısmında da anlatıldığı gibi akifer birimlerinin oluşumu esnasında geçen volkanik süreçler oldukça fazladır. Bu yüzden, birimler çok farklı porozite ve iletimlilik göstermektedirler. Ayrıca bu farklı süreçlere ilave olarak oluşmuş faylarda havzadaki anizotropiyi oldukça arttırmıştır. Muncusun Fay Takımı, Gesi Fayı Takımı, Tekir Fayı bunlara örnek verilebilir.



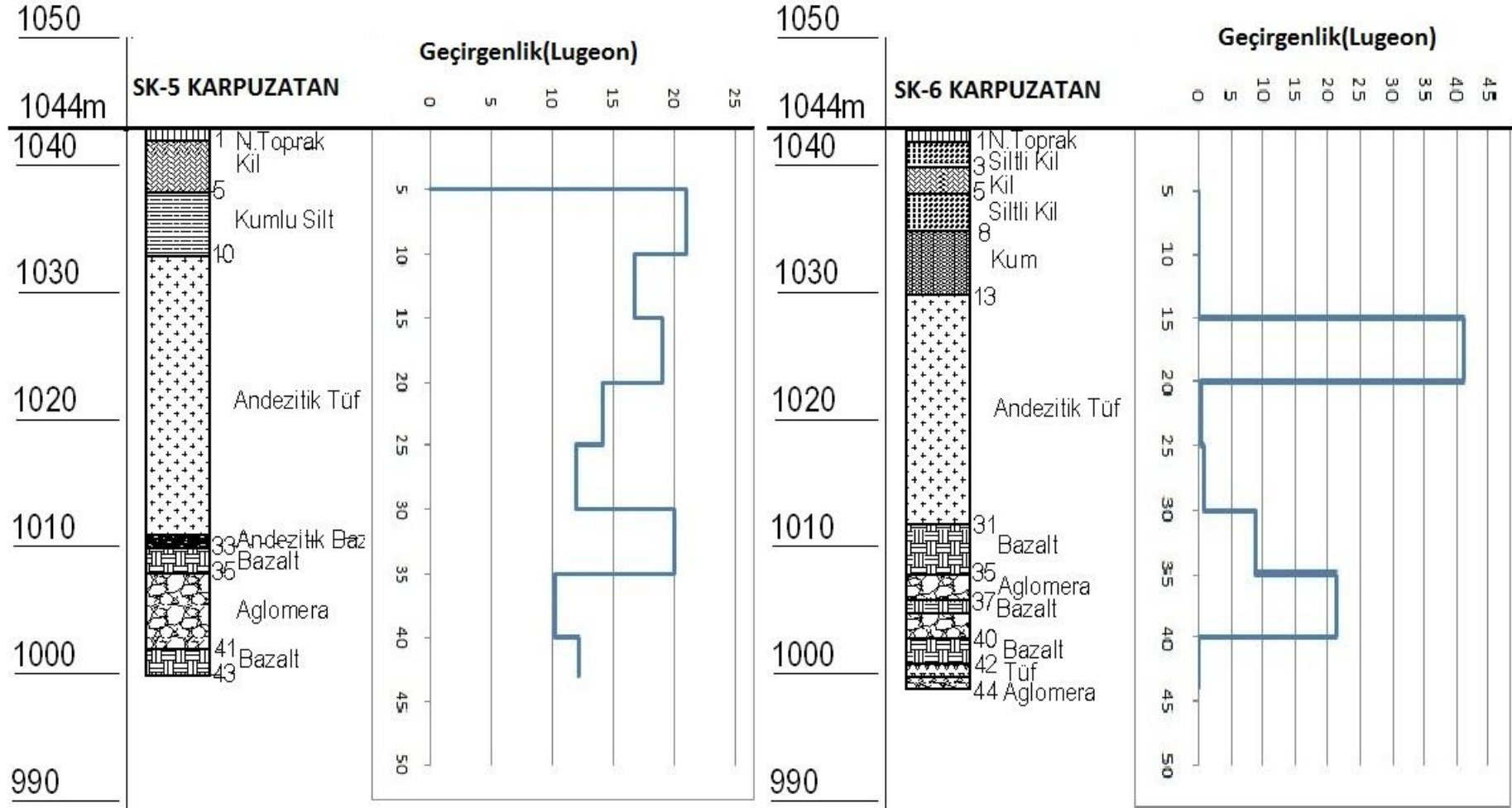
**Şekil 5.1.1.** Kayseri kenti volkanik akifer sisteminde açılan kuyulara ait kuyu logları ve ilgili kuyuya ait bazı özellikler

## 5.2. Karotlu Sondaj Kuyularının Blok Diyagramları (LUGEON İLE)

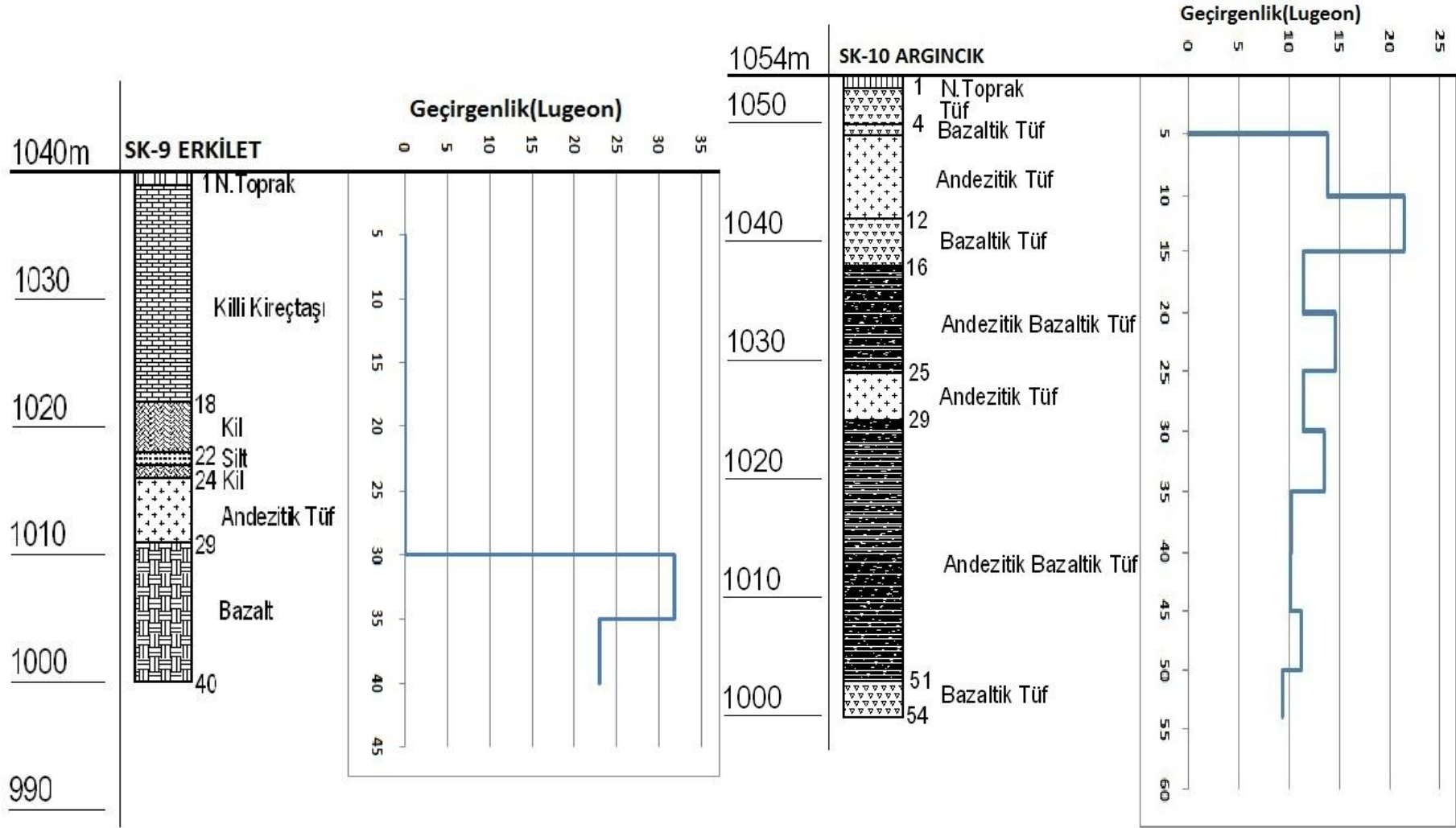


Şekil 5.2.1. Karotlu Sondaj Kuyularının Blok Diyagramları ve Geçirgenliğin Derinliğe Göre Değişimi(SK-2, SK-4).

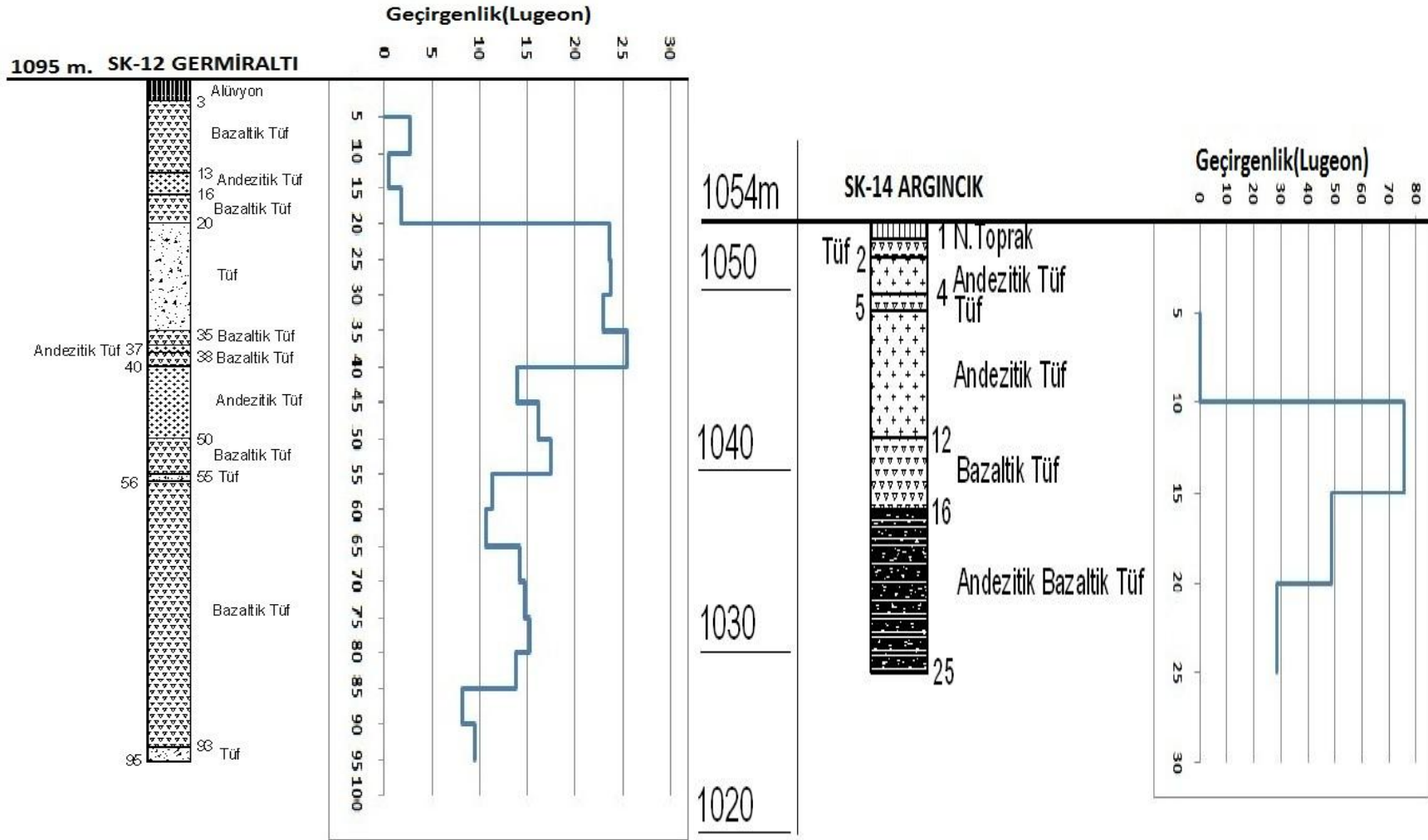




**Şekil 5.2.1.Devamı.** Karotlu Sondaj Kuyularının Blok Diyagramları ve Geçirgenliğin Derinliğe Göre Değişimi(SK-5, SK-6).



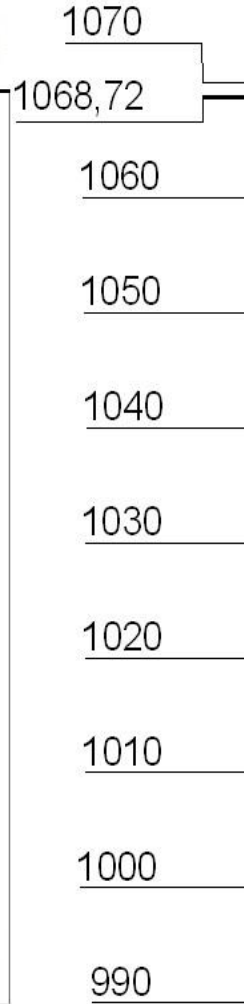
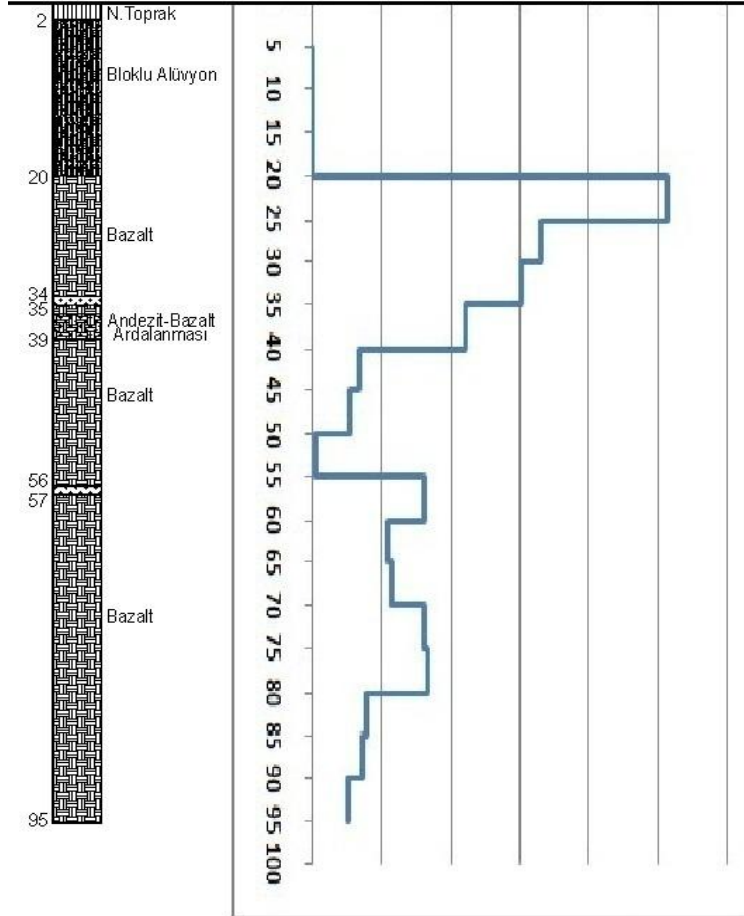
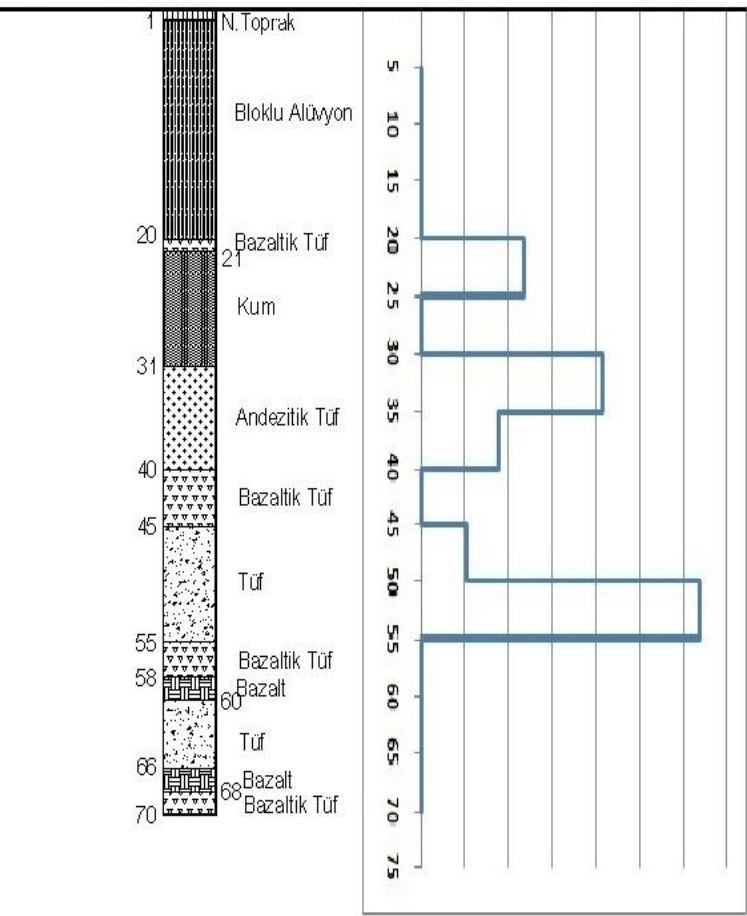
Şekil 5.2.1.Devamı. Karotlu Sondaj Kuyularının Blok Diyagramları ve Geçirgenliğin Derinliğe Göre Değişimi(SK-9, SK-10).



**Şekil 5.2.1.Devamı.** Karotlu Sondaj Kuyularının Blok Diyagramları ve Geçirgenliğin Derinliğe Göre Değişimi(SK-12, SK-14).

**SK-15 GEDİRİS**

1095 m.

**SK-16 TAŞLIBURUN**

Şekil 5.2.1.Devamı. Karotlu Sondaj Kuyularının Blok Diyagramları ve Geçirgenliğin Derinliğe Göre Değişimi(SK-15, SK-16).

### **SK-2 KEYKUBAT:**

15-30 metreler arası tanımlanan andezitik ,bazaltik tüfler çok geçirimli-orta derecede ayrılmış-az çatlaklı, kırıklı sınıfı temsil etmektedir. Diğer metreler de birimlerin görel olarak daha az geçirimli ve daha az ayrılmış olduğu görölmektedir. Bu kuyuda tek bir geçirimli zon olduğu gözlemlenmektedir.

### **SK-4 KEYKUBAT:**

10-30 metreler arası tanımlanan birim andezitik tuf ve aglomeralardır. lugeon değerlerine göre çok geçirimli-çok ayrılmış-kırıklı birim olarak görölmektedir. SK-4 kuyusunda 20 metre çok geçirimli tek zon görönmektedir.

### **SK-5 KARPUZATAN:**

5-35 metreler arası kumlu silt, andezitik bazaltik tuf olarak tanımlanmıştır. lugeon değerlerine göre geçirimli-orta derecede ayrılmış ve çok ayrılmış-kırıklı bir yapı sergilediği gözlemlenmektedir.35-41 arası tanımlanan aglomerada çok ayrılmış-geçirimli olarak görönmektedir.

### **SK-6 KARPUZATAN:**

15-20 metre arası tanımlanan andezitik tuf lugeon değerine göre çok geçirimli-ayrışmamış-az çatlaklı,kırıklı olarak görönmektedir. 30-40 metreler arası da bazalt ve aglomera tanımlanmış geçirimli –orta derecede ayrılmış-az çatlaklı kırıklı olarak tespit edilmiştir. SK-6 kuyusunda geçirimli iki zon olduğu görönmektedir.

### **SK-9 ERKİLET:**

30-40 m. arasında birim bazalt olarak tanımlanmıştır. Çok geçirimli Lugeon değerleri veren birimin az ayrılmış ve kırıklı bir yapı olduğu görönmektedir.

### **SK-10 ARGINCIK:**

5 metereden kuyu tabanına kadar tanımlanmış olan birimler andezitik ve bazaltik tuf tür. Lugeon değerlerine bakıldığında kuyunun tamamında bir geçirimsizlik olduğu görönmektedir. Birimde çok ayrılmış ve tamamen ayrılmış durumdadır.

### **SK-12 GERMİRALTI:**

Kuyunun tamamı andezitik ve bazaltik tuf olarak tanımlanmıştır. Lugeon değerlerine bakıldığında tamamı geçirimli olduğu söylenebilir. Ancak 20-40 m.,45-55 m.,65-85 m. aralarını üç ayrı geçirimli zon olarak tanımlanabilir. İlk 50 metrelere kadar birimler az ayrılmış, sonraki metrelerde birim çok ayrılmış veya tamamen ayrılmış olarak görönmektedir.

**SK-14 ARGINCIK:**

Kuyu aslen sığ amaçlı açılmış bir kuyudur. Tanımlanan birimler andezitik bazaltik tuf'tür. Kuyudaki birimlerin tamamı çok ayrışmış ve tamamen ayrışmış olarak nitelendirilmiştir. Lugeon değerleri oldukça yüksek ve özellikle 10-20 m. arası birimlerin çok geçirimli olduğu grnmektedir.

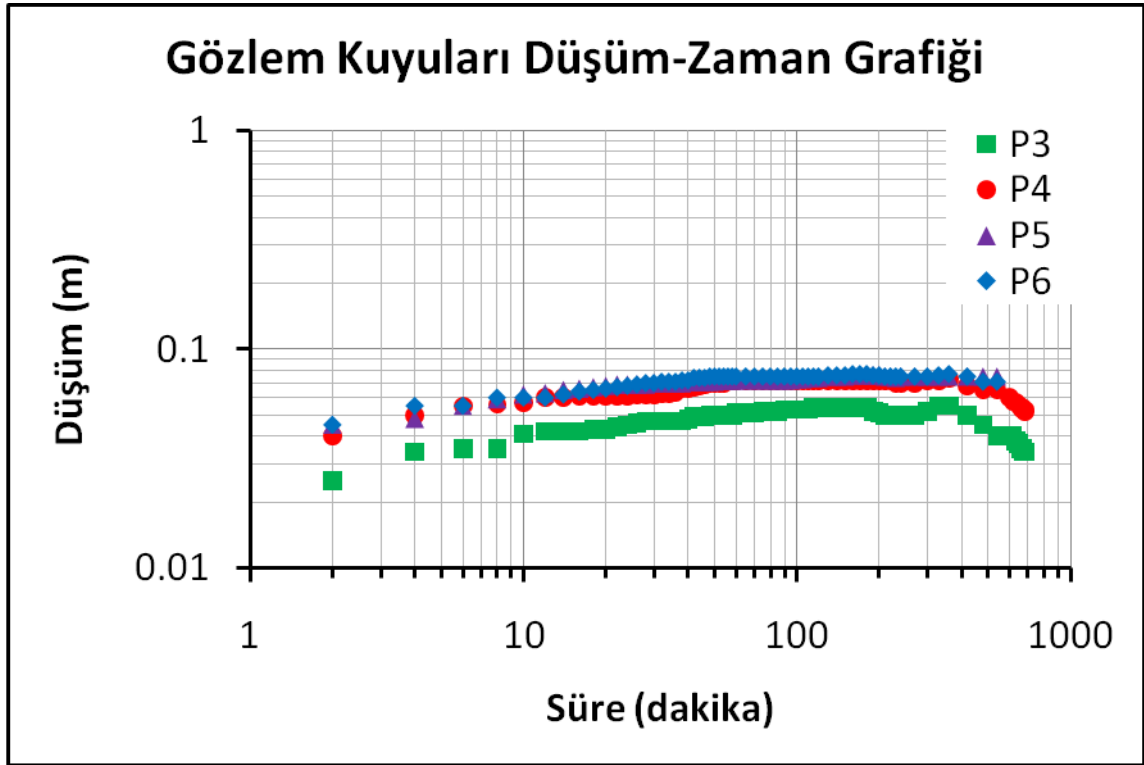
**SK-15 GEDİRİS:**

Kuyuda tanımlanan birim bazalttır. Kuyuda 20-40 m., 55-80 m. olarak iki geçirimli zon olduğu gözlemlenmektedir. Birim 40 metrelere kadar orta derecede ayrışmış daha sonrası kuyu tabanına kadar ayrışmamış olarak nitelendirilmiştir.

**SK-16 TAŞLIBURUN:**

Genel olarak tanımlanan birim andezitik bazaltik tuf ve bir miktarda kumdur. Lugeon değerlerine bakıldığında 20-25 m., 30-40 m., 50-55 m.'ler arası geçirimli üç zon olduğunu görmek mümkündür. Birim 55 m.'ye kadar çok ayrışmış, sonrası kuyu tabanına kadar az ayrışmış ve ayrışmamış olarak tanımlanmıştır.

### 5.3. Pompa Testleri



Şekil 5.3.1. Pompa Testleri Düşüm-Zaman Grafikleri

Kayseri kent içme suyu kuyularının tamamının sürekli aktif olması nedeniyle, kuyu alanlarının tamamında akifer testi yapılması mümkün olamamıştır. Bu amaca uygun olarak sadece Mahrumlar bölgesinde yer alan kuyu alanı uygun bulunmuştur (Şekil 5.3.1). Mahrumlar kuyu alanının beslediği depoların Beştepeler kuyu alanından beslenebilmesi nedeniyle, Mahrumlar kuyu bölgesinde yer alan tüm kuyular 13 Mayıs 2009 tarihinde saat 17:00'den itibaren durdurulmuştur. Akifer testi 14 Mayıs 2009 tarihinde saat 10:45'te başlatılmış, deneyden önce yaklaşık 18 saat süreyle çekim yapılmamıştır. Yüksek iletimlilik nedeniyle kuyular hızla statik seviye değerine yaklaşmıştır. Deney 15 Mayıs 2009 saat 02:00'ye kadar, 15.2 saat (915 dakika) devam ettirilmiştir.

Deney sırasında P6 nolu kuyudan çekim yapılmış ve kuyunun yakın çevresinde yer alan P1, P3, P4 ve P5 kuyularında gözlem yapılmıştır. Kuyunun çekim debisi, pompa çıkışına bağlı bir debimetre aracılığı ile belirli aralıklarla ölçülmüştür. Ölçülen düşüm ve debi değerleri Çizelge 5.3.1'de sunulmuştur. Düşüm – zaman grafikleri ise Şekil 5.3.1'de verilmiştir.

Şekil 5.3.1’de yer alan grafikler ve Çizelge 5.3.1’de yer alan veriler incelendiğinde tüm kuyularda 120. dakikadan itibaren belirli bir yükselim gerçekleştiği görülmektedir. Bu dakikadan sonra ise, sürekli olarak gözlemlerde, belirli aralıklar ile düşüm ve yükselimler gözlenmiştir. Bu durum üzerine yapılan incelemede, Mahrumlar bölgesine yaklaşık 1800 m uzaklıkta yer alan Beştepeler kuyu alanındaki kuyuların çalışması ve duraklamasına bağlı olarak gözlemlerin etkilendiği tespit edilmiştir. SCADA sistemi tarafından otomatik olarak devreye giren Beştepeler kuyu alanında yer alan kuyular, depolardan tüketilen su miktarına bağlı olarak değişik aralıklarla çalışmış, buna bağlı olarak, Beştepeler kuyularının aktif olduğu dönemde daha fazla düşüm gerçekleşmiş, kuyuların devre dışı olduğu dönemlerde ise çekim debisi azaldığı için yükselimler ortaya çıkmıştır. Bu durum deneyin 420. Dakikasından itibaren kendini daha net göstermektedir. Saat 17:00’de enerji maliyeti tasarrufu açısından tamamen durdurulan Beştepeler kuyularının devre dışı kalması ile tüm gözlem kuyularında yükselim başlamıştır. Beştepeler kuyu alanında saat 22:00’den itibaren tekrar başlatılan çekimler nedeniyle su seviyeleri tekrar değişmeye başlamış, bunun üzerine 15 Mayıs 2009 saat 02:00’de deney sona erdirilmiştir.

İnceleme alanında akifer özelliklerinin tespit edilmesi amacıyla yapılan bu test sırasında, sabit debili çekim koşulu sağlanamamış, Beştepeler kuyu alanından sistematik olmayan bir biçimde kuyuların farklı aralıklar ile devreye girmesi ya da devre dışı kalması nedeniyle, bölgesel çekim miktarının bilinmemesi nedeniyle akifer özelliklerinin nicel olarak belirlenmesi mümkün olamamıştır. Buna karşılık yapılan çekimlerin Mahrumlar kuyu alanında, çekim kuyusunda sadece 40 cm, gözlem kuyularında ise en fazla 6 cm düşüm yaratması, Beştepeler kuyu alanının 2000 metreye varan etki yarıçapına sahip olması nedeniyle, akiferin hidrolik iletkenlik ve depolama katsayılarının oldukça büyük değerlere sahip olduğu anlaşılmaktadır.

KASKİ işletme kuyularının tamamının aktif olarak günün belli sürelerinde devreye girip – çıkması ve bu sürecin doğrudan su tüketimine bağlı olarak sistematik olmayan bir biçimde gerçekleşiyor olması nedeniyle, ovanın hiçbir bölgesinde analitik kuyu hidroliği yöntemleri ile akifer özelliklerinin belirlenmesi mümkün değildir. Bu nedenle tüm çekimler ile tüm kuyulardaki seviye değişimlerin kayıt edilerek, evrik bir yeraltısuyu akım model çalışması ile akifer özelliklerinin belirlenmesi hedeflenebilir. Bu doğrultuda SCADA sisteminde yazılım ve donanım açısından gereksinimler belirlenerek KASKİ idaresine sunulmuş ve idare tarafından bu sistemin oluşturulması çalışması başlanmıştır. Önerilen bu sistem değişikliği ile tüm kuyularda yeraltısuyu



seviyesi ve çekimlerin anlık olarak belirlenmesi mümkün olacak ve gerek akifer özelliklerinin belirlenmesi, gerekse yeraltısuyu kalite kontrolü için oluşturulacak taşınım modeli için oldukça hassas ve temsil edici bir veri altyapısı elde edilmiş olacaktır.

**Çizelge 5.3.1.** Mahrumlar akifer testi sırasında gözlenen düşüm ve debi değerleri

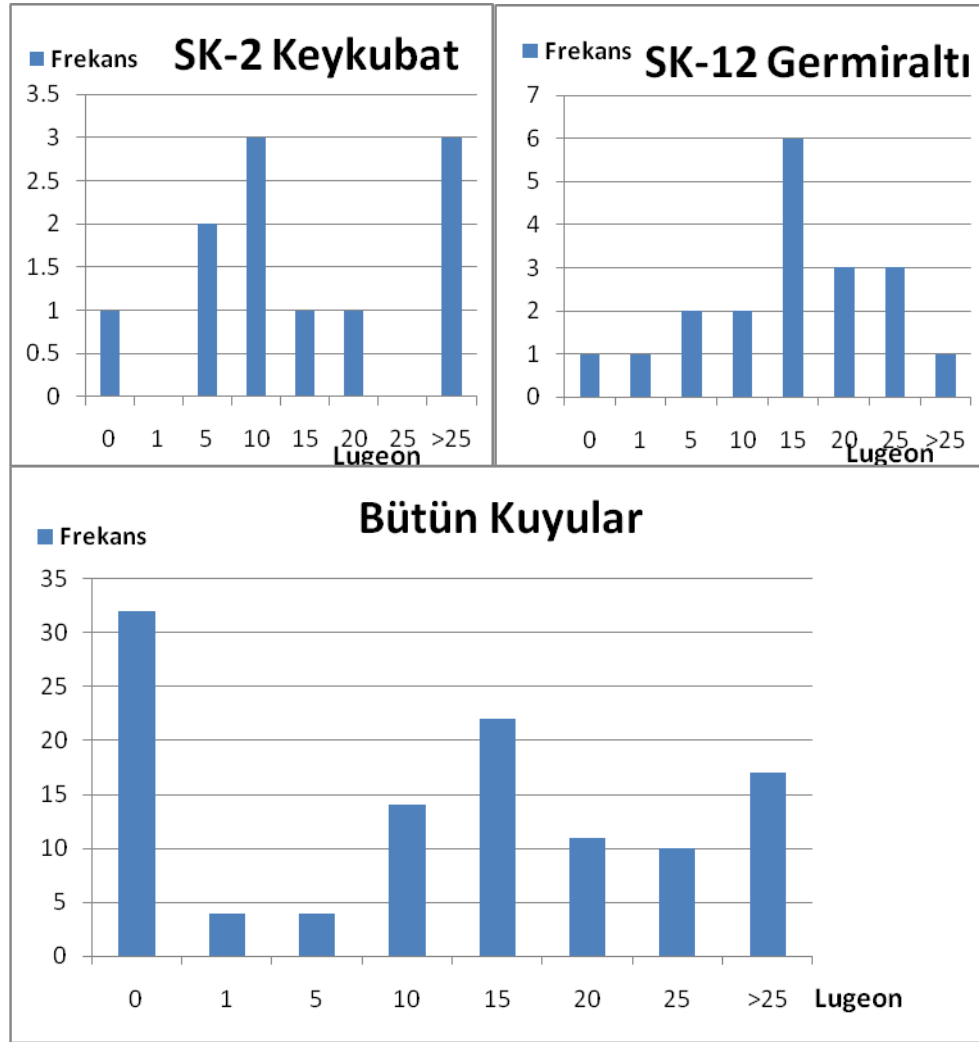
<b>Pompaj Kuyusu</b>					<b>Gözlem Kuyuları</b>					
Kuyu		<b>P6</b>					<b>P1</b>	<b>P5</b>	<b>P4</b>	<b>P3</b>
Statik Seviye-m		9.73					9.85	9.73	10.31	10.34
Tarih	Saat	Zaman dak	Düşüm m	Debi l/s	Saat	Zaman dak	Düşüm m			
14-May-09	10:45	1	0.285		10:47	2	0.045	0.045	0.040	0.025
	10:46	1	0.285	36.3	10:49	4	0.055	0.048	0.050	0.034
	10:46	2	0.295		10:51	6	0.055	0.055	0.055	0.035
	10:47	2	0.300		10:53	8	0.060	0.059	0.056	0.035
	10:47	3	0.302		10:55	10	0.060	0.062	0.057	0.041
	10:48	3	0.303	37.1	10:57	12	0.060	0.063	0.060	0.042
	10:48	4	0.304		10:59	14	0.062	0.065	0.060	0.042
	10:49	4	0.305		11:01	16	0.064	0.066	0.061	0.042
	10:49	5	0.310		11:03	18	0.065	0.067	0.061	0.043
	10:50	5	0.310	36.6	11:05	20	0.066	0.068	0.061	0.043
	10:50	6	0.311		11:07	22	0.067	0.069	0.061	0.044
	10:51	6	0.314		11:09	24	0.068	0.069	0.061	0.045
	10:51	7	0.316		11:11	26	0.069	0.069	0.061	0.046
	10:52	7	0.316		11:13	28	0.070	0.069	0.062	0.047
	10:52	8	0.318		11:15	30	0.070	0.070	0.062	0.047
	10:53	8	0.318	36.6	11:17	32	0.071	0.070	0.062	0.047
	10:53	9	0.318		11:19	34	0.071	0.070	0.062	0.047
	10:54	9	0.318		11:21	36	0.071	0.070	0.063	0.047
	10:54	10	0.319		11:23	38	0.072	0.070	0.066	0.047
	10:55	10	0.321	36.3	11:25	40	0.072	0.071	0.066	0.048
	10:56	11	0.322		11:27	42	0.074	0.071	0.067	0.049
	10:57	12	0.324		11:29	44	0.074	0.071	0.068	0.049
	10:58	13	0.325	36.4	11:31	46	0.074	0.071	0.069	0.049
	11:00	15	0.326	36.4	11:33	48	0.075	0.071	0.070	0.050
	11:05	20	0.330	36.5	11:35	50	0.075	0.071	0.070	0.050
	11:10	25	0.331	36.7	11:37	52	0.075	0.072	0.070	0.050
	11:15	30	0.332	36.6	11:39	54	0.075	0.072	0.070	0.050
	11:20	35	0.333	36.3	11:41	56	0.075	0.072	0.072	0.050
	11:25	40	0.335	36.9	11:43	58	0.075	0.072	0.072	0.050
	11:30	45	0.336	36.5	11:45	60	0.075	0.072	0.072	0.051
	11:35	50	0.337	36.0	11:50	65	0.075	0.072	0.072	0.051
	11:40	55	0.337	36.3	11:55	70	0.075	0.072	0.072	0.051
	11:45	60	0.337	36.5	12:00	75	0.075	0.072	0.072	0.052
	12:15	90	0.340		12:05	80	0.075	0.072	0.072	0.052
	12:45	120	0.340		12:10	85	0.075	0.072	0.072	0.052
	13:15	150	0.340		12:15	90	0.075	0.072	0.072	0.053
	13:45	180	0.340	36.4	12:20	95	0.075	0.072	0.072	0.053
	14:15	210	0.339	37.0	12:25	100	0.075	0.073	0.072	0.053
	14:45	240	0.337	36.9	12:30	105	0.075	0.073	0.072	0.053
	15:15	270	0.335	36.9	12:35	110	0.075	0.074	0.072	0.053
	15:45	300	0.338	37.0	12:40	115	0.075	0.074	0.072	0.054
	16:45	360	0.341	37.1	12:45	120	0.075	0.074	0.072	0.054

	17:45	420	0.343	37.0	12:55	130	0.076	0.075	0.072	0.054
	18:45	480	0.340	37.0	13:05	140	0.076	0.075	0.072	0.054
	19:45	540	0.340	37.1	13:15	150	0.076	0.075	0.072	0.054
	20:45	600	0.335		13:25	160	0.077	0.076	0.072	0.054
	21:00	615	0.335		13:35	170	0.077	0.076	0.072	0.054
	21:15	630	0.334		13:45	180	0.077	0.076	0.072	0.054
	21:30	645	0.332		13:55	190	0.076	0.076	0.072	0.052
	21:45	660	0.329		14:05	200	0.076	0.076	0.072	0.051
	21:49	664	0.328		14:15	210	0.075	0.075	0.072	0.050
	21:50	665	0.329		14:25	220	0.075	0.075	0.072	0.050
	21:51	666	0.329		14:35	230	0.075	0.074	0.070	0.050
	21:52	667	0.329		14:45	240	0.075	0.075	0.070	0.050
	21:53	668	0.329		15:15	270	0.075	0.075	0.070	0.050
	21:54	669	0.329		15:45	300	0.075	0.075	0.072	0.052
	21:55	670	0.330		16:15	330	0.076	0.075	0.072	0.055
	21:56	671	0.330		16:45	360	0.077	0.075	0.073	0.055
	21:57	672	0.330		17:45	420	0.075	0.075	0.068	0.050
	21:58	673	0.330		18:45	480	0.071	0.075	0.065	0.045
	21:59	674	0.330		19:45	540	0.071	0.075	0.065	0.040
	22:00	675	0.331	37.0	20:45	600	0.066	0.066	0.060	0.040
	22:01	676	0.329		21:00	615	0.055	0.062	0.058	0.040
	22:02	677	0.329		21:15	630	0.053	0.060	0.057	0.038
	22:03	678	0.330		21:30	645	0.053	0.058	0.056	0.037
	22:04	679	0.327		21:45	660	0.052	0.048	0.054	0.035
	22:05	680	0.326		21:46	661	0.052	0.048	0.054	0.035
	22:06	681	0.327		21:47	662	0.051	0.049	0.054	0.035
	22:07	682	0.328		21:48	663	0.051	0.049	0.053	0.035
	22:08	683	0.329		21:49	664	0.051	0.049	0.053	0.035
	22:09	684	0.329		21:50	665	0.050	0.049	0.053	0.035
	22:10	685	0.329		21:51	666	0.050	0.050	0.054	0.035
	22:11	686	0.328		21:52	667	0.049	0.050	0.053	0.035
	22:12	687	0.327		21:53	668	0.050	0.050	0.053	0.035
	22:13	688	0.327		21:54	669	0.052	0.050	0.053	0.035
	22:14	689	0.327		21:55	670	0.052	0.050	0.053	0.035
	22:15	690	0.327		21:56	671	0.052	0.050	0.053	0.034
	22:30	705	0.329		21:57	672	0.053	0.050	0.053	0.034
	22:45	720	0.328		21:58	673	0.053	0.050	0.053	0.034
	23:00	735	0.329	37.1	21:59	674	0.054	0.050	0.053	0.034
	23:15	750	0.329		22:00	675	0.054	0.050	0.053	0.034
	23:30	765	0.331		22:01	676	0.055	0.050	0.053	0.034
	23:45	780	0.331		22:02	677	0.055	0.050	0.053	0.034
15-May-09	00:00	795	0.329		22:03	678	0.055	0.051	0.053	0.034
	00:15	810	0.332		22:04	679	0.055	0.051	0.053	0.034
	00:30	825	0.334		22:05	680	0.054	0.051	0.053	0.034
	00:45	840	0.335		22:06	681	0.053	0.051	0.053	0.034
	01:00	855	0.337		22:07	682	0.052	0.051	0.052	0.034
	01:15	870	0.336		22:08	683	0.052	0.051	0.053	0.034
	01:30	885	0.335		22:09	684	0.051	0.051	0.053	0.034

01:45	900	0.336	22:10	685	0.051	0.051	0.053	0.034
02:00	915	0.336	22:11	686	0.051	0.051	0.053	0.034
			22:12	687	0.051	0.052	0.053	0.034
			22:13	688	0.051	0.052	0.053	0.034
			22:14	689	0.051	0.052	0.053	0.034
			22:15	690	0.051	0.052	0.053	0.034
			22:30	705	0.050	0.052	0.053	0.034
			22:45	720	0.050	0.052	0.053	0.034
			23:00	735	0.050	0.052	0.053	0.034
			23:15	750	0.051	0.052	0.053	0.034
			23:30	765	0.052	0.053	0.055	0.035
			23:45	780	0.053	0.053	0.056	0.035
			00:00	795	0.053	0.053	0.057	0.036
			00:15	810	0.053	0.053	0.058	0.037
			00:30	825	0.053	0.053	0.058	0.038
			00:45	840	0.054	0.054	0.059	0.039
			01:00	855	0.055	0.054	0.059	0.039
			01:15	870	0.055	0.255	0.060	0.040
			01:30	885	0.055	0.055	0.060	0.040
			01:45	900	0.055	0.056	0.060	0.040
			02:00	915	0.055	0.056	0.060	0.040

---

#### 5.4. Lugeon (BST) Deneyleri Histogramları



Şekil 5.4.1. Lugeon Deneyi Sonuçları Lugeon-Frekans Histogramları

Şekil 5.4.1 'deki Lugeon deneylerinin frekans histogramlarında, Lugeon deneyi yapılan kuyulardaki birimlerin ne derecede geçirimsizlik özelliğine sahip olduğunu belirlemektedir. Genel anlamda bütün kuyular üzerindeki sonuçlara göre bölge hakkında geçirimsizlik-geçirimsizlik derecesi bu şekilde tespit edilebilmektedir. Şekil 5.4.1. deki SK-2 Keykubat kuyusunda değerlerin orta derecede ve yüksek derecede yoğunlaştığı görülmekte, dolayısıyla iki ayrı geçirimsiz zon olduğu yorumu yapılabilmektedir. Bütün kuyular histogramına bakıldığında en yoğun kısım en geçirimsiz olan değerde olduğu ancak orta ve yüksek derecede geçirimsizlik değerlerinde göz ardı edilemeyecek seviyede olduğu görülmektedir. Diğer kuyuların histogram grafikleride Ek-4 te sunulmuştur.

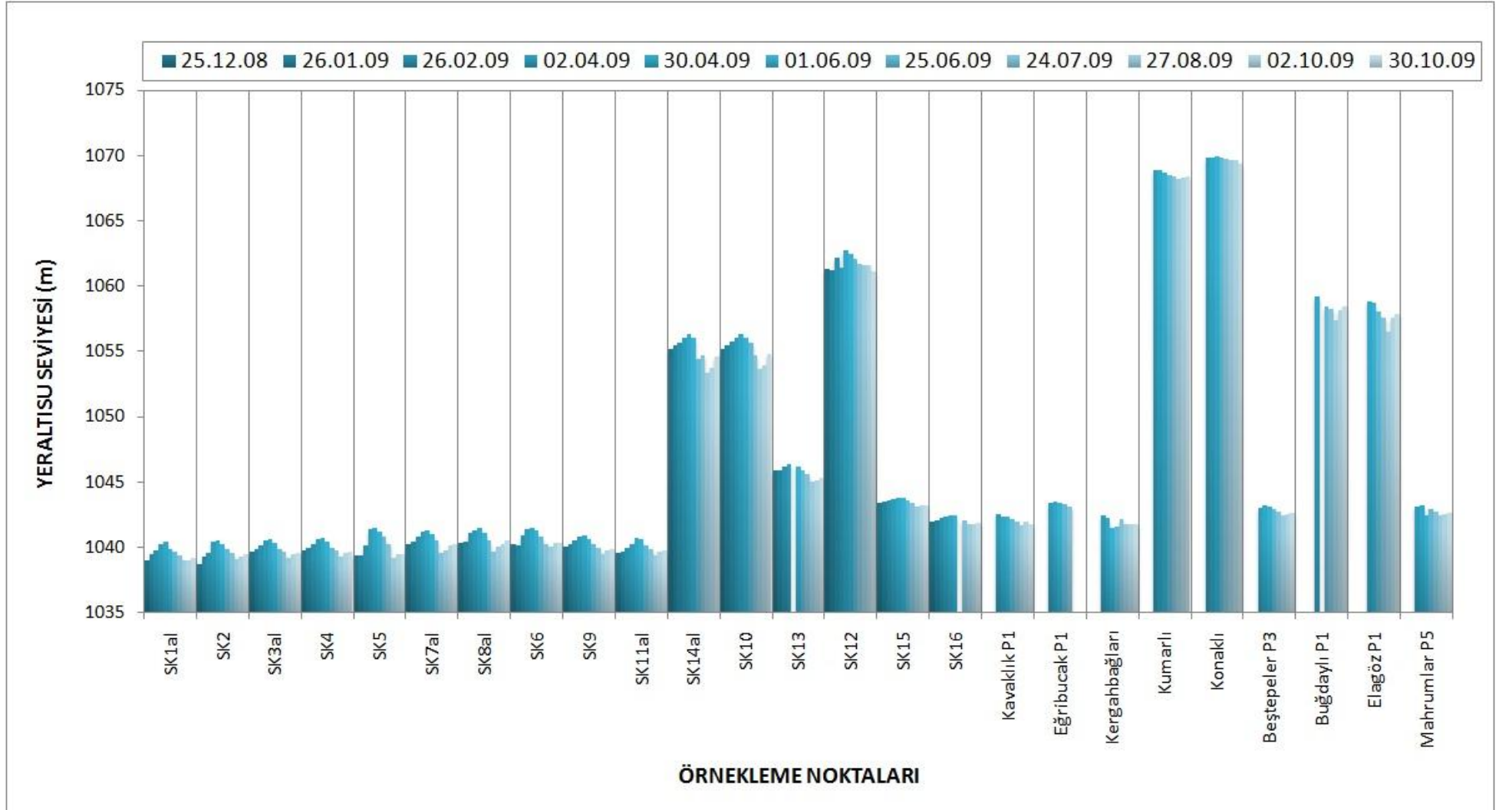
### 5.5.Yeraltısuyu Seviyesi Ölçümlerinin Değerlendirilmesi

“Yeraltısuyu akım modeli”nin oluşturulmasına yönelik 25 adet kuyu noktalarında *yeraltısuyu seviyeleri* ölçülmüştür (Çizelge 5.5.1). Çizelgede, n-örnekleme sayısı, 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. Bu noktalar Keykubat (4), Karpuzatan (4), Erkilet Tarlası (2), Argıncık (2), KASKİ (1), Germiraltı (1), Gediris (1), Taşlıburun (1), Kavaklık (1), Eğribucak (1), Kumarlı (1), Kergahbağları (1), Konaklı (1), Buğdaylı (1), Elagöz (1), Mahrumlar (1) ve Beştepeler (1) yer almaktadır. Çizelgede 14’teki aylık seviye ölçümlerinden, en düşük yeraltısuyu seviyesi Karpuzatan, Keykubat, Taşlıburun, Mahrumlar ve Erkilet tarlasında, en yüksek yeraltısuyu seviyesi ise Konaklı ve Kumarlı mevkiinde ölçülmüştür. Bununla birlikte örnekleme dönemleri boyunca ölçülen yeraltısuyu seviyelerinde önemli bir değişiklik veya artma/azalma gözlenmemiştir (Şekil 5.5.1).

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 5.5.2.).

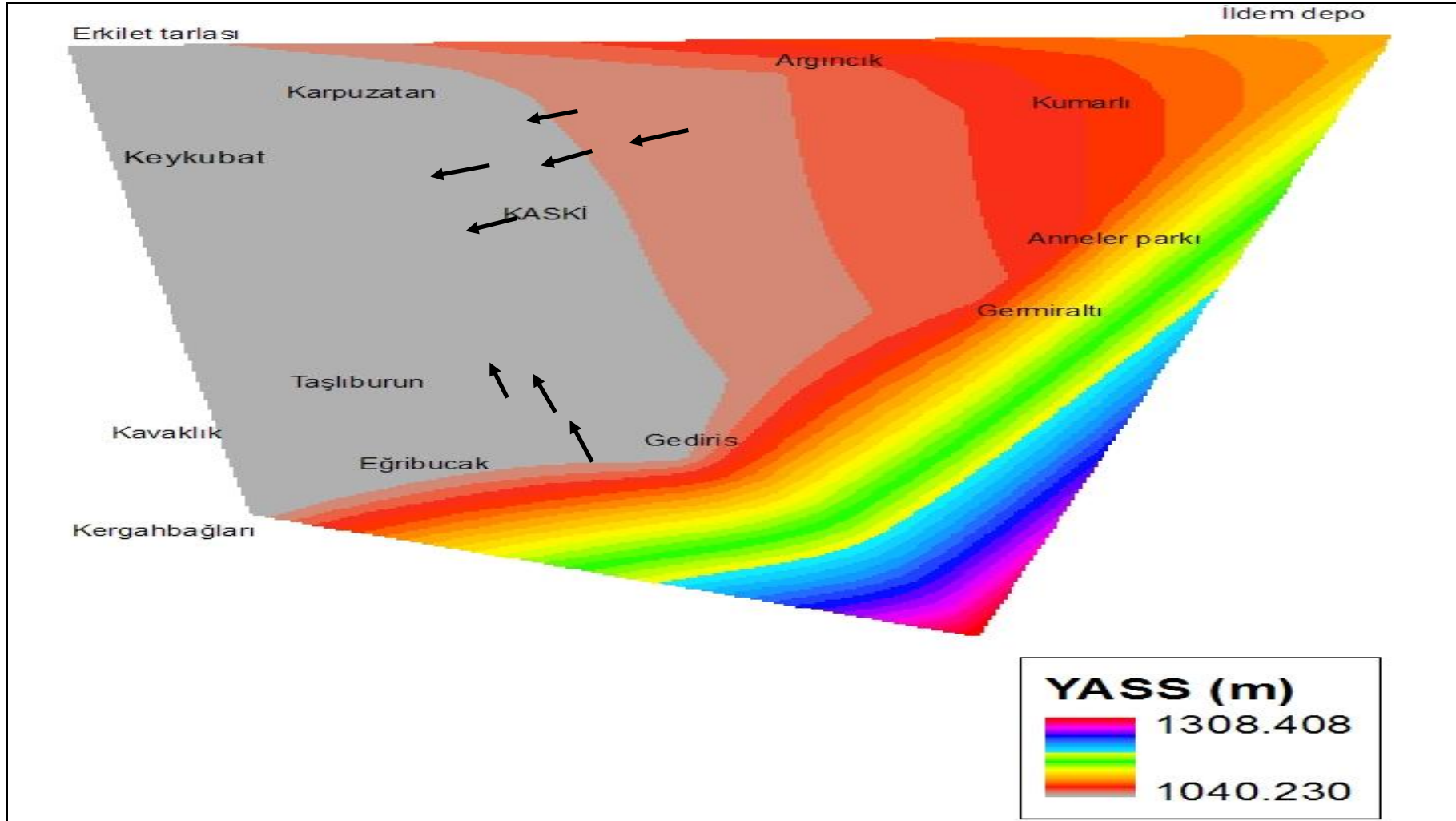
**Çizelge 5.5.1. Çalışma alanında yeraltısuyu seviyesi ölçüm noktalarına ait bilgiler**

	Kuyu adı	Mevkii	K.B.Kotu (m)	Derinlik (m)	YERALTISUYU SEVİYESİ (m)										İSTATİSTİKSEL DEĞERLER						
					25.12.08	26.01.09	26.02.09	02.04.09	30.04.09	01.06.09	25.06.09	24.07.09	27.08.09	02.10.09	30.10.09	n	min	max	ort	Ss	cv
1	SK1al	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	11	1039,01	1040,39	1039,55	0,49	0,05
2	SK2	Keykubat	1042,67	55	1038,71	1039,25	1039,56	1040,42	1040,53	1040,21	1039,83	1039,57	1039,12	1039,32	1039,44	11	1038,71	1040,53	1039,63	0,57	0,05
3	SK3al	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	11	1039,16	1040,58	1039,88	0,45	0,04
4	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	11	1039,30	1040,72	1039,99	0,45	0,04
5	SK5	Karpuzatan	1044,08	43	1039,35	1039,41	1040,10	1041,35	1041,47	1041,22	1040,78	1040,26	1039,16	1039,48	1039,49	11	1039,16	1041,47	1040,19	0,88	0,08
6	SK7al	Karpuzatan	1044,12	11	1040,22	1040,46	1040,81	1041,19	1041,31	1041,05	1040,55	1039,61	1039,77	1040,11	1040,19	11	1039,61	1041,31	1040,48	0,56	0,05
7	SK8al	Karpuzatan	1044,64	14	1040,31	1040,38	1041,13	1041,31	1041,52	1041,08	1040,50	1039,63	1040,02	1040,23	1040,48	11	1039,63	1041,52	1040,60	0,59	0,06
8	SK6	Karpuzatan	1044,89	44	1040,19	1040,10	1040,92	1041,39	1041,51	1041,27	1040,81	1040,24	1040,01	1040,30	1040,29	11	1040,01	1041,51	1040,64	0,56	0,05
9	SK9	Erkilet tarlası	1041,25	40	1040,01	1040,20	1040,49	1040,77	1040,86	1040,63	1040,19	1039,97	1039,47	1039,80	1039,89	11	1039,47	1040,86	1040,21	0,44	0,04
10	SK11al	Erkilet tarlası	1041,15	25	1039,55	1039,62	1039,94	1040,19	1040,75	1040,62	1040,10	1039,82	1039,40	1039,68	1039,79	11	1039,40	1040,75	1039,95	0,43	0,04
11	SK14al	Argıncık	1059,75	25	1055,18	1055,45	1055,69	1056,03	1056,34	1056,03	1054,45	1054,66	1053,38	1053,73	1054,65	11	1053,38	1056,34	1055,05	0,97	0,09
12	SK10	Argıncık	1059,81	54	1055,22	1055,50	1055,74	1056,03	1056,36	1056,05	1055,65	1054,73	1053,66	1053,97	1054,81	11	1053,66	1056,36	1055,25	0,87	0,08
13	SK13	KASKİ	1051,49	54	1045,84	1045,89	1046,16	1046,38		1046,22	1045,87	1045,62	1045,04	1045,15	1045,34	10	1045,04	1046,38	1045,75	0,46	0,04
14	SK12	Germiraltı	1095,50	95	1061,32	1061,18	1062,16	1061,44	1062,77	1062,49	1062,07	1061,65	1061,64	1061,62	1061,11	11	1061,11	1062,77	1061,77	0,54	0,05
15	SK15	Gediris	1095,54	95	1043,36	1043,48	1043,55	1043,72	1043,73	1043,77	1043,55	1043,39	1043,10	1043,17	1043,24	11	1043,10	1043,77	1043,46	0,23	0,02
16	SK16	Taşlıburun	1068,73	70	1041,96	1042,10	1042,21	1042,35	1042,48	1042,43	<b>KAPALI</b>	1042,02	1041,77	1041,81	1041,86	10	1041,77	1042,48	1042,10	0,26	0,02
17	P1	Kavaklık	1075,72					1042,52	1042,34	1042,31	1042,16	1041,97	1041,69	1042,00	1041,78	8	1041,69	1042,52	1042,10	0,29	0,03
18	P1	Eğribucak	1122,97	110				1043,35	1043,46	1043,42	1043,25	1043,09	<b>KAPALI</b>	<b>KAPALI</b>	<b>KAPALI</b>	5	1043,09	1043,46	1043,31	0,15	0,01
19	Kuyu	Kergahbağları	1126,22	152				1042,40	1042,26	1041,50	1041,62	1042,19	1041,73	1041,72	1041,77	8	1041,50	1042,40	1041,90	0,33	0,03
20	Kuyu	Kumarlı	1074,50	168				1068,87	1068,90	1068,73	1068,51	1068,43	1068,25	1068,35	1068,41	8	1068,25	1068,90	1068,56	0,25	0,02
21	Kuyu	Konaklı	1097,79	151				1069,82	1069,88	1069,95	1069,84	1069,73	1069,65	1069,61	1069,39	8	1069,39	1069,95	1069,73	0,18	0,02
22	P3	Beştepeler	1058,56	75				1043,05	1043,18	1043,15	1042,92	1042,74	1042,47	1042,52	1042,58	8	1042,47	1043,18	1042,83	0,29	0,03
23	P1	Buğdaylı	1060,11						1059,18		1058,39	1058,29	1057,38	1058,17	1058,45	6	1057,38	1059,18	1058,31	0,58	0,05
24	P1	Elağöz	1063,40						1058,85	1058,77	1058,05	1057,55	1056,55	1057,60	1057,88	7	1056,55	1058,85	1057,89	0,79	0,07
25	P5	Mahrumlar	1052,92					1043,07	1043,17	1042,48	1042,95	1042,72	1042,47	1042,52	1042,58	8	1042,47	1043,17	1042,75	0,28	0,03



Şekil 5.5.1. Kuyu noktalarına ait yeraltı su seviyesinin konumsal dağılımı





Şekil 5.5.2. Bölgeye ait Yeraltısuyu Seviyesi Haritası (YASS)(Haziran 2009 verilerine göre hazırlanmıştır).

## 5.6. Hidrokimyasal Verilerin Değerlendirilmesi

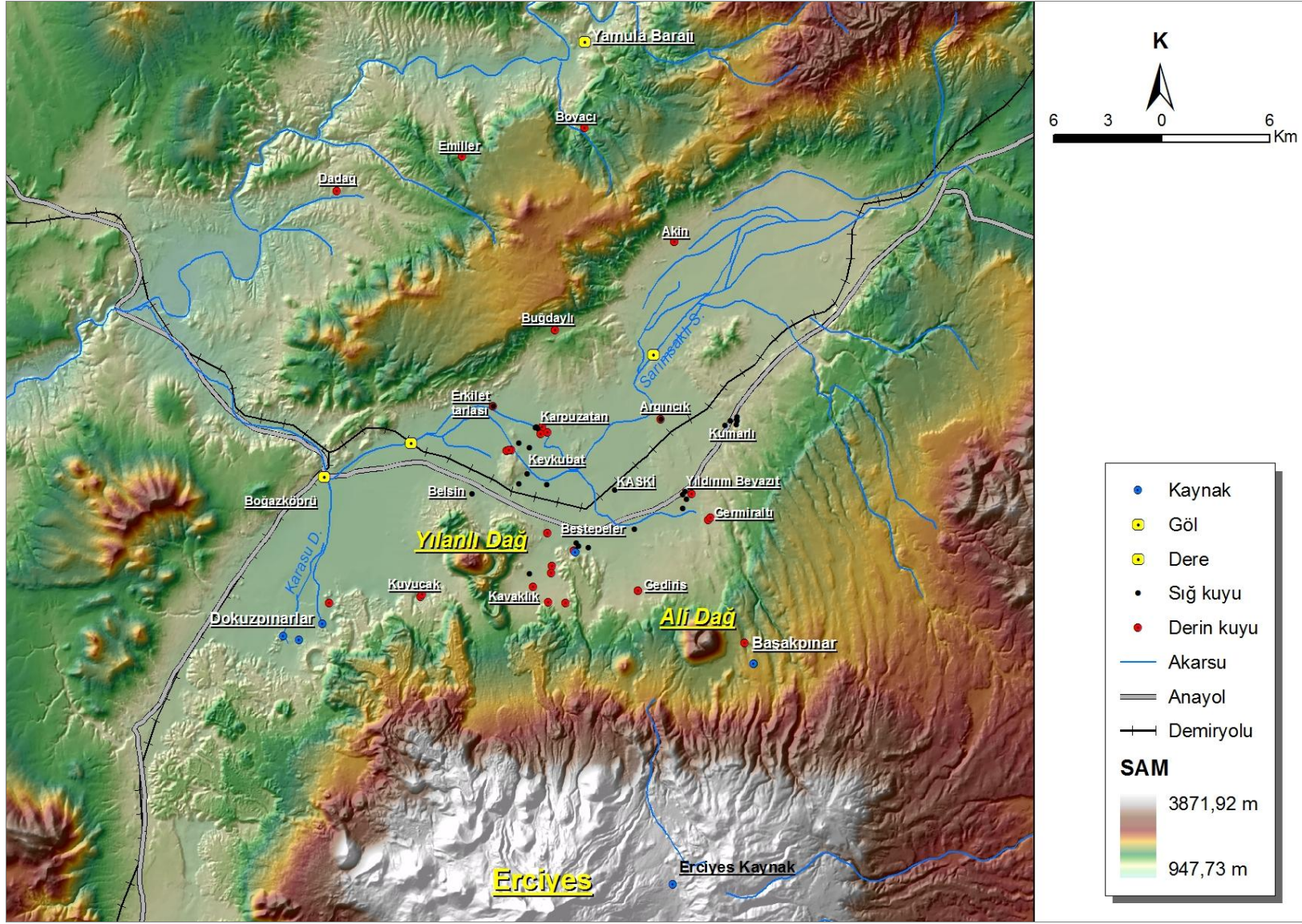
Çalışma alanı içinde, serbest (sığ) ve basınçlı (derin) akiferlerin beslenme-boşalım mekanizmaları ve akiferler arasındaki hidrolik ilişkilerin ve dolayısıyla kirlenme riskinin belirlenmesine yönelik olarak her örnekleme dönemi için 50'şer adet örnekleme ve gözlem noktası belirlenmiştir. Örnekleme noktaları, Keykubat, Karpuzatan, Erkilet, Argıncık, Germiraltı, Gediris, Mahrumlar, Beştepeler, Yıldırım Beyazıt, Kergahbağları, Erciyes kasabası, Eğribucak, Buğdaylı, Akin, Boyacı, Kumarlı, Belsin ve Kuyucak bölgelerinde seçilmişlerdir. Bütün örnekleme noktalarında, yeraltısuyunun hidrodinamik ilişkilerinin ortaya konulması ve suyun mevcut kalitesine yönelik Aralık 2008 ile Ağustos 2009 tarihleri arasında sekiz dönemde yerinde fiziksel/kimyasal ölçümler (sıcaklık, (Eİ) elektriksel iletkenlik, TÇM-toplam çözünmüş madde, ÇO-çözünmüş oksijen, tuzluluk, pH, Eh ve CO<sub>2</sub>) gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, su kimyası (Ca,Mg,Na,K,Cl,SO<sub>4</sub>,HCO<sub>3</sub>,CO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>,NO<sub>2</sub>,NO<sub>3</sub>,PO<sub>4</sub>,F,Br) analizleri için her örnekleme noktasında su örnekleri 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 71 adet örnekleme noktada yerinde fiziksel/kimyasal ölçüm ve örnekleme aylık olarak yapılmış ve değerlendirilmiştir. Örnekleme noktaları, Kayseri kenti ovasında bulunan 21 adet derin kuyu, 7 adet kaynak, 4 adet göl ve dere suyu, 16 adet araştırma sondaj kuyusundan ve 23 adet şahsa ait sığ kuyusundan oluşmaktadır (Çizelge 5.6.1, Şekil 5.6.1).

### Yerinde ölçülen parametrelere ilişkin bulgular ve değerlendirmeler

Kayseri kenti ovasında yer alan 71 adet örnekleme noktasına ait, sekiz dönem boyunca sahada ölçülen değerlere ait istatistiksel değerler Çizelge 10'da sunulmuştur. Çizelgedeki n – örnekleme sayısı, 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 kuyusundan, 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.

**Çizelge 5.6.1. Örneklemeye noktalarına ait bilgiler**

No	Örnek No	Örneklemeye mevkii	Kuyu türü	Nümuneye türü	X (m)	Y (m)	Kot (m)
1	KY-01	KASKI	sondaj	kuyu suyu	716964	4290969	1051,50
2	KY-02	KEYKUBAT	sondaj	kuyu suyu	710931	4293089	1042,95
3	KY-03	KEYKUBAT	sondaj	kuyu suyu	710946	4293088	1042,67
4	KY-04	KEYKUBAT	işletme	kuyu suyu	711065	4293136	1042,56
5	KY-05	KEYKUBAT	sondaj	kuyu suyu	711194	4293143	1043,34
6	KY-06	KEYKUBAT	sondaj	kuyu suyu	711199	4293144	1043,46
7	KY-07	KARPUZATAN	sondaj	kuyu suyu	712950	4294402	1044,12
8	KY-08	KARPUZATAN	sondaj	kuyu suyu	712944	4294383	1044,08
9	KY-09	KARPUZATAN	işletme	kuyu suyu	712842	4294017	1044,05
10	KY-10	KARPUZATAN	sondaj	kuyu suyu	713225	4294093	1073,92
11	KY-11	KARPUZATAN	sondaj	kuyu suyu	713223	4294093	1044,89
12	KY-12	ERKİLET	sondaj	kuyu suyu	710181	4295527	1041,25
13	KY-13	ERKİLET	sondaj	kuyu suyu	710184	4295523	1041,15
14	KY-14	ARGINCIK	sondaj	kuyu suyu	719528	4294836	1059,75
15	KY-15	ARGINCIK	sondaj	kuyu suyu	719537	4294819	1059,81
16	KY-17	GERMİRALTI	işletme	kuyu suyu	722189	4289290	1093,94
17	KY-18	GERMİRALTI	sondaj	kuyu suyu	722322	4289421	1095,50
18	KY-19	ANNELER PARKI	işletme	kuyu suyu	721250	4290725	1076,18
19	KY-20	GEDİRİS	sondaj	kuyu suyu	718275	4285423	1095,54
20	KY-21	GEDİRİS	işletme	kuyu suyu	718288	4285427	1095,48
21	KY-22	BEŞTEPELER	kaynak	kaynak suyu	714793	4287536	1055,00
22	KY-23	EĞRİBUCAK	işletme	kuyu suyu	714233	4284775	1122,50
23	KY-24	TASLIBURUN	sondaj	kuyu suyu	713483	4286768	1068,73
24	KY-25	KERGAHBAĞLARI	şahsi	kuyu suyu	713284	4284786	
25	KY-26	MAHRUMLAR	işletme	kuyu suyu	713208	4288584	1052,40
26	KY-27	BEŞTEPELER	işletme	kuyu suyu	714712	4287617	1056,00
27	KY-30A	KUYUCAK	işletme	kuyu suyu	706140	4285106	1037,00
28	KY-30C	KUYUCAK	işletme	kuyu suyu	706244	4285208	1037,08
29	KY-31	EMMİLER	işletme	kuyu suyu	708453	4309213	1228,09
30	KY-32	ERKİLET	işletme	kuyu suyu	713624	4299712	1176,40
31	KY-33	DADAĞ köyü	işletme	kuyu suyu	701479	4307343	1080,13
32	KY-34	KUŞÇU köyü	baraj	göl suyu	709318	4312216	
33	KY-35	BOYACI köyü	işletme	kuyu suyu	715300	4310798	1291,43
34	KY-36	AKIN köyü	işletme	kuyu suyu	720316	4304546	1099,85
35	KY-36A	HASANARPA köyü	işletme	kuyu suyu	720316	4304546	1100,00
36	KY-37	SARIMSALI deresi	dere	dere suyu	719112	4298350	1056,00
37	KY-38	SARIMSALI deresi	dere	dere suyu	705619	4293529	1037,00
38	KY-40	DOKUZPINARLAR	kaynak	kaynak suyu	700652	4283633	1036,00
39	KY-40B	KARPUZSEKİSİ	kaynak	kuyu suyu	701032	4284759	1039,00
40	KY-41	HANYERİ	kaynak	kaynak suyu	699363	4282754	1034,00
41	KY-42	SODALI	kaynak	kaynak suyu	698480	4282951	1032,00
42	KY-43	BOĞAZKÖPRÜ	dere	dere suyu	700775	4291685	1029,00
43	KY-44	ERCIYES Kasabası	şahsi	kuyu suyu	724229	4282571	1335,94
44	KY-45	GÜMÜŞÇE Köyü	kaynak	kaynak suyu	724722	4281449	1454,00
45	KY-46	BAŞAKPINAR Köyü	kaynak	kaynak suyu	724722	4281449	1106,54
46	KY-49	ERCIYES Kayak tesisleri	çeşme	kaynak suyu	720223	4269336	2180,00
47	KY-51	KAVAKLIK	işletme	kuyu suyu	713434	4286414	1073,00
48	KY-52	KAVAKLIK	işletme	kuyu suyu	712437	4285647	1075,00
49	KY-54	BEŞTEPELER	şahsi	kuyu suyu	715479	4287798	1063,00
50	KY-55	BEŞTEPELER	şahsi	kuyu suyu	714838	4288024	1063,00
51	KY-55A	BEŞTEPELER	şahsi	kuyu suyu	714949	4287880	1056,00
52	KY-56	Yılböğe Sitesi No.3	şahsi	kuyu suyu	712232	4286378	1084,00
53	KY-57	YILDIRIM BEYAZIT	şahsi	kuyu suyu	720758	4289953	1076,00
54	KY-58	YILDIRIM BEYAZIT	şahsi	kuyu suyu	720978	4290438	1076,00
55	KY-59	YILDIRIM BEYAZIT	şahsi	kuyu suyu	720766	4290694	1070,00
56	KY-60	YILDIRIM BEYAZIT	şahsi	kuyu suyu	720886	4290879	1087,00
57	KY-60A	GÜLTEPE	şahsi	kuyu suyu	718048	4288793	1063,00
58	KY-61	KARPUZATAN	şahsi	kuyu suyu	712554	4294372	1041,00
59	KY-62	KARPUZATAN	şahsi	kuyu suyu	712675	4294303	1041,00
60	KY-62A	KEYKUBAT	şahsi	kuyu suyu	712207	4293261	1050,00
61	KY-63	KEYKUBAT	şahsi	kuyu suyu	712585	4294391	1041,00
62	KY-64	KEYKUBAT	şahsi	kuyu suyu	711619	4293530	1049,00
63	KY-64A	ZİYA GÖKALP MAH.	şahsi	kuyu suyu	711618	4291275	1060,00
64	KY-64B	KEYKUBAT	şahsi	kuyu suyu	712098	4291846	1047,00
65	KY-65	GAZİ OSMAN NAH.	şahsi	kuyu suyu	713184	4291262	1095,00
66	KY-66	BELSİN	şahsi	kuyu suyu	709012	4290753	1053,00
67	KY-67	KUMARLI ESKİ ÇÖP.	şahsi	kuyu suyu	723772	4294515	1099,00
68	KY-68	KUMARLI ESKİ ÇÖP.	şahsi	kuyu suyu	723814	4294745	1097,00
69	KY-68A	KUMARLI ESKİ ÇÖP.	şahsi	kuyu suyu	723804	4294954	1086,00
70	KY-69	KUMARLI	şahsi	kuyu suyu	723434	4294741	1088,00
71	KY-70	KUMARLI	şahsi	kuyu suyu	723122	4294482	1084,00



Şekil 5.6.1. Çalışma alanındaki örnekleme noktalarının konum haritası

Çalışma kapsamında açılan 16 adet araştırma gözlem kuyusunda sonuçlar benzer olup Keykubat, Karpuzatan, Erkilet, Argincık 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 kuyu noktaları dışında örnekleme noktaları olan 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 5.6.2).

Örnekleme noktaları kapsamında KASKİ'ye ait 21 adet derin işletme kuyusunda ölçülen en büyük Eİ değeri 742  $\mu\text{S}/\text{cm}$  olup Emmiler'de en düşük Eİ 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 Eİ değerleri ölçülmüş olup en yüksek okunan değer 1482  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ile Erkilet çevre yolu bölgesindeki alüvyon kuyusu; en küçük Eİ 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, Argincık, KASKİ, Karpuzatan 300-848  $\mu\text{S}/\text{cm}$  arasında değişen değerler gözlemlenmiştir. Örnekleme noktaları dâhilinde bulunan kaynak sularında ise Eİ 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 Kaynağı'dır. 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. Örneklenen su noktalarının pH değerleri yerinde ölçülmüştür. Çalışma alanında ölçülen 5.57- 9.98 pH değerleri dikkate alınarak örnekleme noktalarında hem asidik hem bazik suların varlığından söz etmek mümkündür.

Çizelge 5.6.2. Örnekleme noktalarına ait sahada ölçülen istatistiksel değerler

Örnekleme Kodu	N	T (°C)					EC <sub>25</sub> (µS/cm)					DO (%)					pH				
		min	max	ort	Ss	cv	min	max	ort	Ss	cv	min	max	ort	Ss	cv	min	max	ort	Ss	cv
KY-01	8	11,32	17,20	14,28	1,83	12,79	403	660	540,38	121,68	22,52	12,20	36,70	24,51	10,13	41,31	7,45	9,19	8,21	0,74	9,06
KY-02	8	12,07	14,60	13,00	0,81	6,24	637	687	664,00	17,45	2,63	22,40	58,70	33,30	11,46	34,42	5,57	7,53	6,70	0,55	8,16
KY-03	8	12,38	14,66	13,28	0,89	6,73	743	791	767,63	16,54	2,16	15,00	51,50	33,14	11,01	33,22	6,40	7,09	6,65	0,27	4,12
KY-04	8	14,23	15,99	15,11	0,63	4,18	545	596	575,00	14,18	2,47	51,50	98,80	75,04	13,52	18,02	6,05	7,22	6,60	0,43	6,57
KY-05	8	12,92	16,85	14,61	1,25	8,55	323	348	338,13	9,95	2,94	20,40	74,10	42,71	15,94	37,32	6,55	7,76	6,99	0,44	6,32
KY-06	8	12,88	15,46	14,00	0,86	6,14	512	653	574,63	56,14	9,77	38,00	76,50	52,24	12,48	23,90	6,07	8,01	7,02	0,64	9,09
KY-07	8	13,50	17,09	15,26	1,28	8,40	498	779	702,50	88,79	12,64	20,10	38,90	27,99	6,65	23,77	6,08	7,31	6,74	0,50	7,40
KY-08	8	14,25	16,86	15,51	0,79	5,09	491	700	540,13	66,85	12,38	6,60	45,10	28,76	12,02	41,81	6,30	7,85	7,11	0,51	7,19
KY-09	8	14,04	16,12	15,23	0,77	5,04	419	440	430,17	7,38	1,72	53,30	103,8	72,41	15,83	21,85	6,12	8,68	7,09	0,83	11,66
KY-10	8	14,69	17,09	15,54	0,75	4,81	491	848	659,75	149,91	22,72	14,70	42,70	25,05	9,41	37,55	6,86	9,98	8,47	1,07	12,58
KY-11	8	14,21	16,23	15,22	0,63	4,16	495	632	551,88	59,98	10,87	14,20	65,80	32,95	16,29	49,43	6,30	8,53	7,34	0,65	8,88
KY-12	8	14,28	19,10	16,64	1,80	10,83	1154	1454	1319,25	123,06	9,33	10,10	48,10	26,26	11,36	43,25	6,28	7,82	6,89	0,46	6,64
KY-13	8	15,26	19,26	17,05	1,48	8,67	1217	1482	1329,63	102,29	7,69	14,90	37,90	22,84	8,41	36,81	6,38	7,94	7,21	0,58	8,04
KY-14	8	12,12	16,34	14,17	1,53	10,78	432	692	549,63	116,55	21,20	25,00	38,40	31,39	4,00	12,73	6,06	8,50	7,30	0,85	11,71
KY-15	8	12,92	17,64	14,68	1,60	10,90	440	498	466,25	17,65	3,78	20,40	58,90	35,69	12,25	34,33	6,74	8,17	7,30	0,49	6,67
KY-17	7	15,07	17,93	16,31	1,04	6,37	235	244	238,29	3,20	1,34	52,90	113,4	81,04	19,26	23,76	6,15	8,07	7,23	0,67	9,21
KY-18	7	14,51	17,65	16,16	1,32	8,16	183	243	214,29	19,28	9,00	13,10	38,80	23,61	8,68	36,76	6,86	8,34	7,70	0,56	7,28
KY-19	8	15,86	18,21	17,13	0,83	4,82	255	275	266,63	5,88	2,20	38,70	114,4	72,23	24,24	33,56	6,40	8,11	7,12	0,64	8,99
KY-20	8	14,33	18,28	16,13	1,47	9,10	279	310	302,57	10,77	3,56	26,80	103,4	50,66	26,57	52,45	6,47	8,12	7,37	0,56	7,64
KY-21	7	14,35	18,99	16,45	1,49	9,04	298	306	302,00	3,27	1,08	55,90	123,4	79,97	21,23	26,55	6,19	8,07	7,20	0,62	8,64
KY-22	8	12,72	14,74	13,81	0,68	4,93	260	278	268,00	6,57	2,45	50,00	99,50	75,96	19,85	26,13	5,92	7,73	6,78	0,53	7,79
KY-23	7	10,85	12,43	11,57	0,53	4,56	188	207	197,00	6,22	3,16	55,70	107,1	82,74	17,27	20,87	5,97	8,19	6,84	0,80	11,64
KY-24	7	11,65	15,61	13,48	1,55	11,53	207	299	240,71	34,33	14,26	16,20	101,5	52,63	36,72	69,78	6,90	8,78	7,50	0,67	8,93
KY-25	6	10,95	14,75	12,43	1,47	11,84	113	169	124,83	21,80	17,47	44,30	108,1	78,57	25,52	32,48	5,95	7,94	6,77	0,67	9,90

Çizelge 5.6.2. Devam ediyor.

Örnekleme Kodu	N	T (°C)					EC <sub>25</sub> (µS/cm)					DO (%)					pH				
		min	max	ort	Ss	cv	min	max	ort	Ss	cv	min	max	ort	Ss	cv	min	max	ort	Ss	cv
KY-26	8	13,68	15,18	14,48	0,56	3,86	392	441	420,86	16,85	4,00	2,70	92,80	66,91	30,21	45,15	6,03	7,36	6,58	0,41	6,25
KY-27	7	13,68	15,18	14,48	0,56	3,86	392	441	420,86	16,85	4,00	2,70	92,80	66,91	30,21	45,15	6,03	7,36	6,58	0,41	6,25
KY-28	6	12,53	19,60	14,99	2,57	17,16	131	141	137,67	3,67	2,67	57,70	99,60	76,13	15,35	20,16	5,67	7,99	6,84	0,84	12,25
KY-30A	6	13,42	14,75	14,15	0,58	4,09	185	194	188,17	3,06	1,63	67,30	108,1	86,70	17,28	19,93	6,54	7,97	7,04	0,54	7,60
KY-30C	6	13,96	15,60	14,64	0,78	5,34	228	382	282,25	68,24	24,18	30,60	78,70	51,25	20,13	39,27	6,57	7,84	7,12	0,54	7,55
KY-31	5	11,70	23,96	18,39	5,77	31,41	697	742	723,20	16,75	2,32	68,20	86,70	77,20	9,50	12,31	6,83	7,50	7,14	0,30	4,16
KY-32	7	14,90	24,44	18,77	4,10	21,83	680	719	701,71	13,92	1,98	64,30	90,50	77,98	9,06	11,62	6,55	7,57	7,00	0,33	4,75
KY-33	7	20,00	24,05	23,03	1,37	5,94	461	505	478,14	13,73	2,87	72,60	93,60	82,60	8,71	10,55	7,44	8,05	7,77	0,24	3,14
KY-34	7	6,28	23,71	14,30	7,85	54,90	1013	1650	1351,86	290,15	21,46	78,30	106,1	93,90	11,57	12,32	7,67	8,32	8,00	0,28	3,56
KY-35	5	17,63	24,00	21,77	2,71	12,45	560	619	589,20	22,06	3,74	23,60	70,80	46,80	19,70	42,10	8,14	8,83	8,45	0,31	3,62
KY-36	7	14,40	23,09	18,70	3,58	19,13	527	703	620,86	63,14	10,17	71,30	101,9	82,78	10,63	12,84	6,72	7,75	7,24	0,42	5,76
KY-36A	5	17,32	22,95	20,47	2,49	12,18	401	631	448,80	101,87	22,70	80,10	97,00	86,42	6,80	7,87	7,03	7,72	7,40	0,32	4,35
KY-36B	4	18,23	22,70	20,92	2,02	9,67	698	728	717,00	13,09	1,83	71,30	82,40	76,95	5,13	6,67	6,44	7,00	6,62	0,26	3,94
KY-37	8	0,70	22,42	14,40	8,98	62,34	587	784	745,50	65,69	8,81	45,30	124,7	83,54	28,82	34,50	7,45	8,26	7,88	0,36	4,51
KY-38	8	5,92	23,24	15,68	7,35	46,88	644	1170	783,25	165,91	21,18	7,90	105,5	47,84	39,03	81,59	7,40	8,24	7,78	0,30	3,84
KY-39	6	16,63	22,24	19,41	2,30	11,84	460	557	504,50	39,59	7,85	20,10	56,70	43,76	13,87	31,70	7,30	7,85	7,60	0,27	3,57
KY-40	7	10,00	21,67	15,14	5,11	33,75	184	268	209,31	27,32	13,05	70,00	93,50	79,82	7,72	9,67	6,29	6,78	6,56	0,20	3,09
KY-40B	3	12,37	21,68	18,10	5,02	27,71	345	359	353,33	7,37	2,09	33,10	71,20	56,77	20,66	36,39	6,02	6,44	6,19	0,22	3,60
KY-41	7	12,54	21,75	15,98	4,31	26,98	419	447	433,86	10,04	2,31	76,90	96,80	83,62	7,02	8,39	6,02	6,58	6,28	0,22	3,58
KY-42	7	16,88	22,02	18,65	2,21	11,86	1845	1906	1881,57	24,56	1,31	63,20	82,30	72,37	7,69	10,63	6,03	6,53	6,27	0,16	2,57
KY-43	8	6,04	22,49	15,05	5,77	38,37	3395	4125	3681,5	279,7	7,60	43,50	72,20	55,33	10,00	18,08	5,73	7,37	6,62	0,50	7,57
KY-44	7	7,32	21,12	16,01	4,58	28,63	272	298	284,00	8,29	2,92	68,10	106,2	82,43	14,10	17,10	7,04	7,75	7,41	0,27	3,59
KY-45	7	8,30	21,23	13,10	5,43	41,47	66	108	95,00	14,19	14,94	74,70	125,2	90,28	18,44	20,43	6,37	7,75	7,06	0,48	6,77
KY-46	7	5,50	21,12	11,43	7,10	62,11	54	104	72,57	20,36	28,06	73,30	112,5	85,97	16,27	18,92	6,85	7,59	7,28	0,30	4,07
KY-49	7	5,82	20,73	9,50	5,64	59,38	73	172	104,43	37,80	36,20	69,00	96,00	81,42	10,81	13,28	6,23	7,37	6,94	0,43	6,13
KY-51	3	12,06	13,84	13,16	0,96	7,31	190	305	230,00	65,00	28,26	60,10	130	96,63	35,06	36,28	6,79	7,14	7,01	0,19	2,73

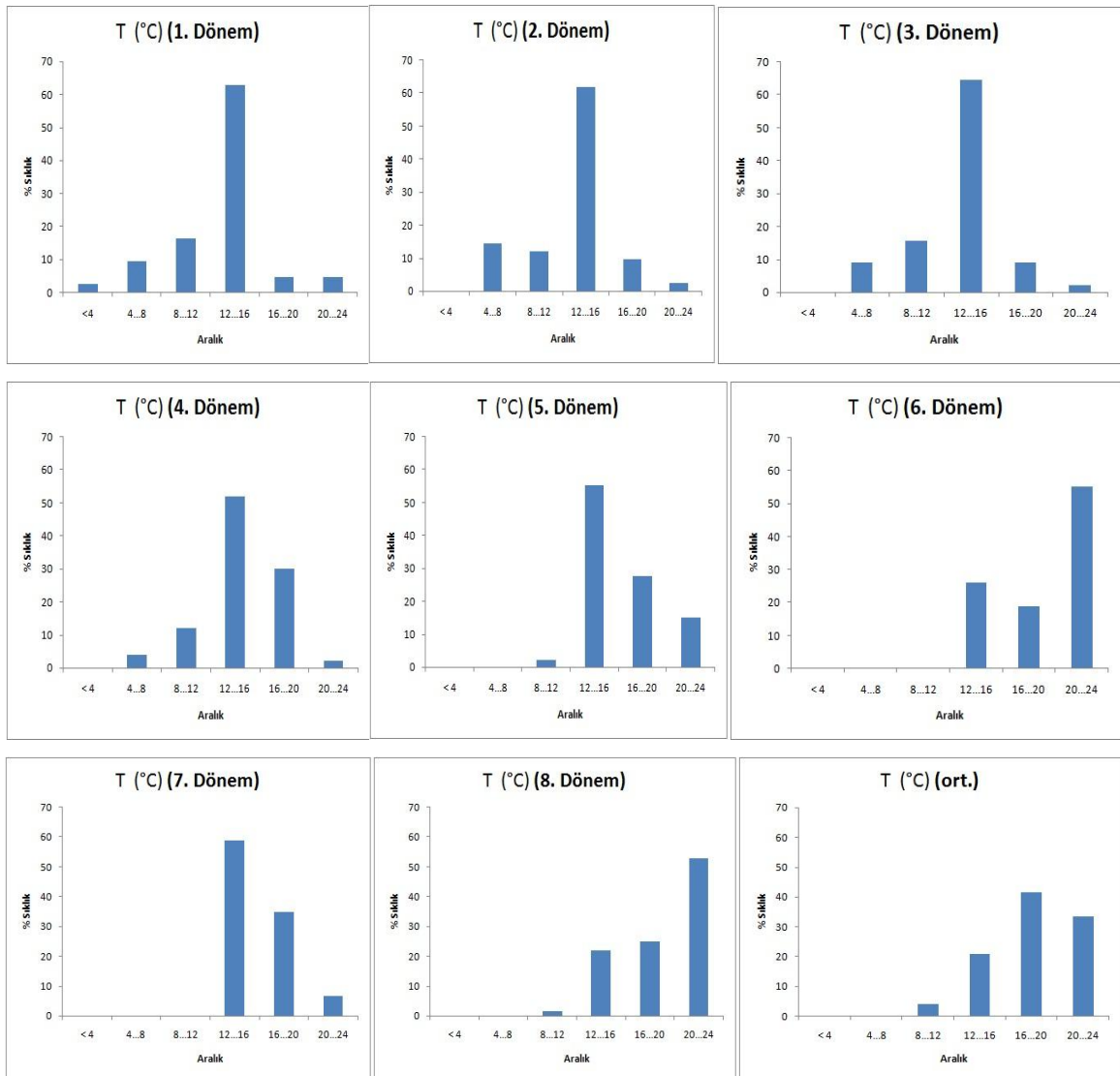
Çizelge 5.6.2. Devam ediyor

Örnekleme Kodu	N	T (°C)					EC <sub>25</sub> (µS/cm)					DO (%)					pH				
		min	max	ort	Ss	cv	min	max	ort	Ss	cv	min	max	ort	Ss	cv	min	max	ort	Ss	cv
KY-52	3	11,37	13,63	12,66	1,16	9,18	190	218	203,67	14,01	6,88	80,80	140,1	106,9	30,28	28,33	6,67	7,17	6,94	0,25	3,65
KY-54	3	14,25	22,11	19,22	4,33	22,50	1032	1162	1108,67	68,07	6,14	18,20	74,30	51,60	29,54	57,25	6,55	7,68	6,95	0,64	9,15
KY-54A	2	14,76	21,78	18,27	4,96	27,17	1131	1210	1170,50	55,86	4,77	14,40	71,10	42,75	40,09	93,78	6,54	6,63	6,59	0,06	0,97
KY-55	3	14,66	21,62	18,25	3,49	19,10	831	1219	979,33	209,5	21,39	41,00	98,60	60,73	32,80	54,01	6,52	6,90	6,75	0,20	3,02
KY-55A	2	14,38	22,28	18,33	5,59	30,48	1573	1625	1599,00	36,77	2,30	37,50	62,40	49,95	17,61	35,25	6,67	6,90	6,79	0,16	2,40
KY-56	3	13,82	21,89	19,20	4,66	24,26	404	461	432,67	28,50	6,59	78,50	92,10	85,87	6,87	8,00	7,07	7,36	7,24	0,15	2,09
KY-57	3	17,36	21,35	19,76	2,11	10,69	982	991	986,00	4,58	0,46	16,80	61,90	38,77	22,57	58,23	6,84	7,15	6,97	0,16	2,33
KY-58	3	16,83	21,30	19,79	2,56	12,94	312	364	333,67	27,06	8,11	63,80	76,70	70,57	6,47	9,17	6,72	7,04	6,93	0,18	2,63
KY-59	1																				
KY-60A	3	17,48	21,80	19,64	3,05	15,55	1406	1590	1498,00	130,11	8,69	19,60	77,00	48,30	40,59	84,03	6,47	6,97	6,72	0,35	5,26
KY-61	3	16,23	23,20	20,79	3,95	19,02	1807	1952	1891,67	75,50	3,99	25,70	57,80	44,23	16,62	37,57	6,91	7,24	7,11	0,18	2,50
KY-62	3	22,55	23,32	22,94	0,54	2,37	637	693	665,00	39,60	5,95	60,20	82,20	71,20	15,56	21,85	7,22	7,39	7,31	0,12	1,65
KY-63	3	15,22	23,09	20,19	4,33	21,43	3123	3369	3266,33	127,94	3,92	21,80	80,10	53,63	29,52	55,04	6,82	6,93	6,89	0,06	0,88
KY-64	3	15,87	22,76	20,40	3,92	19,24	1214	1868	1544,33	327,05	21,18	25,30	92,30	57,43	33,58	58,47	7,18	7,34	7,25	0,08	1,13
KY-64A	2	16,21	22,20	19,21	4,24	22,05	542	545	543,50	2,12	0,39	22,40	80,10	51,25	40,80	79,61	7,24	7,44	7,34	0,14	1,93
KY-64B	2	17,32	22,18	19,75	3,44	17,40	3136	3166	3151,00	21,21	0,67	17,60	76,80	47,20	41,86	88,69	7,11	7,21	7,16	0,07	0,99
KY-65	3	14,92	22,07	19,68	4,12	20,94	1932	2041	2001,67	60,50	3,02	24,80	58,10	43,33	16,97	39,15	7,14	7,37	7,26	0,12	1,60
KY-66	2	14,21	21,87	18,04	5,42	30,02	1414	1442	1428,0	19,80	1,39	64,10	70,50	67,30	4,53	6,72	7,25	7,31	7,28	0,04	0,58
KY-67	3	18,99	21,36	20,36	1,23	6,04	647	686	661,33	21,46	3,24	69,40	91,20	79,80	10,93	13,70	6,23	6,38	6,28	0,08	1,33
KY-68	3	17,94	20,48	18,97	1,33	7,03	648	663	657,67	8,39	1,28	72,00	81,80	76,90	6,93	9,01	6,30	7,11	6,60	0,44	6,69
KY-68A	2	18,85	20,99	19,92	1,51	7,60	656	658	657,00	1,41	0,22	81,30	90,40	85,85	6,43	7,50	6,17	6,40	6,29	0,16	2,59
KY-69	3	17,90	20,37	19,27	1,26	6,52	655	695	673,67	20,13	2,99	64,30	94,80	79,55	21,57	27,11	6,26	6,52	6,39	0,18	2,88
KY-70	3	19,70	21,38	20,67	0,87	4,20	616	641	632,00	13,89	2,20	70,20	81,60	75,90	5,70	7,51	6,23	6,47	6,38	0,13	2,05



## Sıcaklık (T °C)

Şekil 5.6.2.'de verilen sıcaklığa ait sekiz dönemlik histogram grafikleri incelendiğinde; çalışma alanında Aralık – Mayıs dönemine karşılık gelen ilk beş dönem ve Temmuz – Ağustos dönemine karşılık gelen yedinci dönem ölçümlerinde, 32 örnekleme noktasının %90'lık bölümü  $<20^{\circ}\text{C}$  olup soğuk sular sınıfına, geriye kalan %10'luk kısmı ise ılık su sınıfına girmektedir. Haziran ve Ağustos ayı dönemlerinde yapılan diğer iki dönemlik ölçümlerde ise sularda mevsimsel bir ısınma gözlenmiş gibi görülse de  $20-24^{\circ}\text{C}$  özellikle bu iki dönemde yerinde ölçüm aletlerinden birinin arızalı olması nedeniyle yerinde ölçüm yapılamamıştır. Bu dönemlerde örnekleme noktalarından alınan numuneler (5 saat sonra) laboratuvar ortamında analiz edilmiş olup ortam sıcaklığının 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 5.6.2. Sıcaklık değerlerinin dönemlik dağılımı (histogram grafikleri)

### **Özgül elektriksel iletkenlik (Eİ<sub>25</sub> µS/cm):**

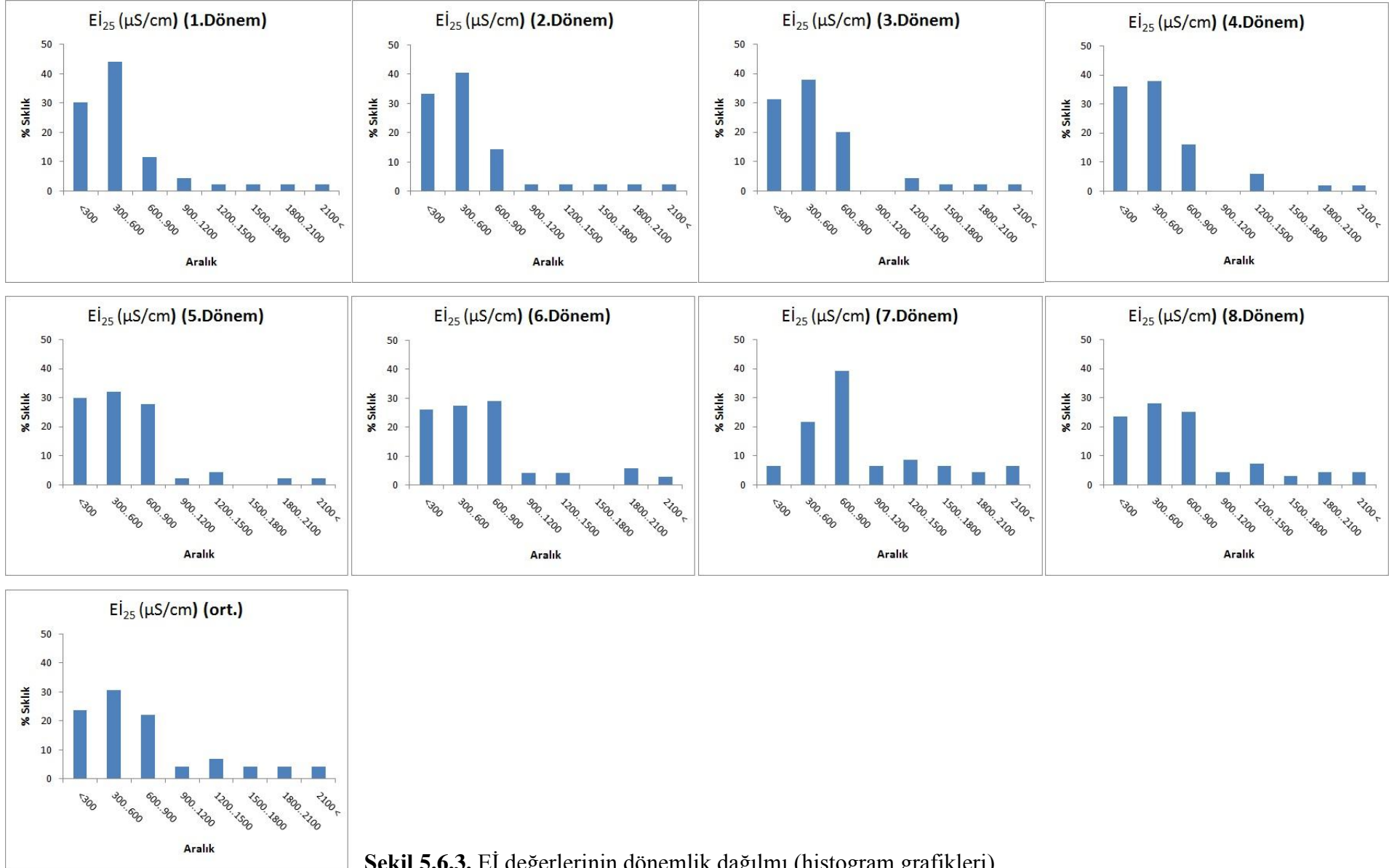
Şekil 5.6.3.'de bulunan 25<sup>0</sup>C derecedeki özgül elektriksel iletkenliğe ait sekiz dönemlik histogram grafikleri incelendiğinde; çalışma alanında örnekleme noktalarının %30'luk kısmının Eİ değerlerinin 300 µS/cm'den küçük derin dolaşımly yüksek kottan beslenen sular olduğu, %30'luk önemli diğer bir kısmı oluşturan sular da Eİ 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 Karpuzatan mevkiilerin bazı bölgelerinde ölçülmüş kuyu suları ile Sarımsaklı deresi giriş-çıkıştaki yüzey suyularıdır. 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 ile aynı kaynağın beslediği Karasazlık dereleridir (Şekil 5.6.3.). Sekiz döneme ait histogram grafikleri incelendiğinde ilk altı ve sekizinci dönem benzer sonuçların çıktığı gözlemlenmektedir. Yedinci dönem itibari ile Eİ değeri 300 µS/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.

### **Su Kimyası Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi**

Çalışma alanında bulunan 71 adet örnekleme noktasından Aralık 2008 – Ağustos 2009 dönemlerinde su kimyası analizlerinin yapılması amacıyla su numuneleri alınmıştır. Majör iyonlar olmak üzere Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> ve CO<sub>3</sub><sup>-2</sup> iyonlarının derişimleri Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Su Kimyası Laboratuvarı'nda analiz edilerek ölçülmüştür. Sekiz dönem boyunca laboratuvar da ölçülen majör iyon değerlerine ait istatistiksel değerler Çizelge 5.6.3 ve 4'de sunulmuştur. Çizelgede, n – örnekleme sayısı, min – ölçülen en küçük değeri, max – ölçülen en büyük değeri, ort – ölçülen tüm değerlerin aritmetik ortalaması, Ss – standart sapma ve cv – değişim katsayısı olarak verilmiştir.

Örnekleme noktalarına ait majör katyon ve anyon değerleri kullanılarak yarı logaritmik (Scheoller) grafiği çizilmiştir. 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 rastlanırken, en düşük iyon

içeriğine ise KY-46 kaynağında (Başakpınar Kaynağı) rastlanmıştır. Ova genelinde, su numunelerindeki majör iyonlardan  $\text{SO}_4^{-2}$  iyonu derişimi küçük ve hâkim iyonlarının ise  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$  ve  $\text{HCO}_3^-$  iyonları olduğu görülmektedir. Yukarıda bahsedildiğı gibi  $\text{Ca}^{+2}$  iyonu Karpuzatan KY-63 sığ tulumba kuyusunda 17.35 mek/L, en düşük değeri ise 0.44 mek/L olup Başpınar Köyünde bulunan KY-46 nolu Başpınar kaynağında;  $\text{Mg}^{+2}$  iyonunun en büyük değeri Karpuzatan KY-63 kuyusunda 7.80 mek-q/L, Başpınar Kaynağı ve Boyacı köyünde 0.13 mek/L olup sırasıyla KY-46 ve KY-35 nolu kuyuda,  $\text{HCO}_3^-$  iyonu KY-13 kuyusunda (Erkilet Çevre yolu) 11.32 mek/L, en küçüğü ise Başpınar Kaynağı'nda KY-46 nolu örnekleme noktasında 0.73 mek/L olarak ölçülmüştür.  $\text{SO}_4^{-2}$  iyonu ise en büyüğü Karpuzatan'da KY-63 kuyusunda 12.72 mek/L iken küçüğü Başakpınar Kaynağı'nda KY-46 0.03 mek/L olarak ölçülmüştür (Şekil 5.6.4 ve 5).



Şekil 5.6.3. Eİ değerlerinin dönemlik dağılımı (histogram grafikleri)

Çizelge 5.6.3. Örnekleme noktalarına ait su kimyası analiz sonuçlarının istatistiksel değerleri (ppm) majör anyon

Sıra	Örnek Kodu	n	Cl					SO <sub>4</sub>					CO <sub>3</sub>					HCO <sub>3</sub>				
			min	max	ort	Ss	cv	min	max	ort	Ss	cv	min	max	ort	Ss	cv	min	max	ort	Ss	cv
1	KY - 01	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
2	KY - 02	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
3	KY - 03	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
4	KY - 04	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
5	KY - 05	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
6	KY - 06	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
7	KY - 07	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
8	KY - 08	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
9	KY - 09	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
10	KY - 10	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
11	KY - 11	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
12	KY - 12	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
13	KY - 13	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
14	KY - 14	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
15	KY - 15	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
16	KY - 17	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
17	KY - 18	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
18	KY - 19	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
19	KY - 20	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
20	KY - 21	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
21	KY - 22	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
22	KY - 23	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
23	KY - 24	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
24	KY - 25	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
25	KY - 26	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
26	KY - 27	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
27	KY - 30A	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
28	KY - 30C	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
29	KY - 31	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
30	KY - 32	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
31	KY - 33	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
32	KY - 34	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
33	KY - 35	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
34	KY - 36	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
35	KY - 36A	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

Çizelge 5.6.3. devam ediyor.

Sıra	Örnek Kodu	n	Cl					SO <sub>4</sub>					CO <sub>3</sub>					HCO <sub>3</sub>				
			min	max	ort	Ss	cv	min	max	ort	Ss	cv	min	max	ort	Ss	cv	min	max	ort	Ss	cv
36	KY - 37	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
37	KY - 38	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	0,0	266,7	692,8	343,5	142,7	41,5
38	KY - 40	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	0,0	74,3	94,9	80,9	6,6	8,2
39	KY - 40B	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	0,0	107,6	116,3	112,7	4,3	3,8
40	KY - 41	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	0,0	127,8	167,5	138,4	13,7	9,9
41	KY - 42	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	0,0	354,4	378,5	365,9	9,5	2,6
42	KY - 43	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	0,0	450,2	613,0	537,5	53,0	9,9
43	KY - 44	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
44	KY - 45	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	0,0	35,8	67,4	53,0	12,1	22,9
45	KY - 46	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	0,0	37,2	65,8	45,1	10,4	23,0
46	KY - 49	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	0,0	6,3	48,0	36,6	14,1	38,5
47	KY - 51	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	0,0	84,2	161,3	111,7	43,0	38,5
48	KY - 52	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	0,0	89,3	92,7	90,7	1,8	2,0
49	KY - 54	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	0,0	255,6	298,9	270,7	24,5	9,0
50	KY - 54A	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	0,0	269,7	304,7	287,2	24,7	8,6
51	KY - 55	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	0,0	251,4	343,5	285,4	50,6	17,7
52	KY - 55A	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	0,0	269,7	477,3	373,5	146,8	39,3
53	KY - 56	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
54	KY - 57	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
55	KY - 58	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	0,0	145,2	178,8	159,1	17,5	11,0
56	KY - 59	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	0,0	206,2	309,6	257,9	73,1	28,3
57	KY - 60A	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	0,0	333,3	416,9	375,1	59,1	15,8
58	KY - 61	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
59	KY - 62	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
60	KY - 63	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
61	KY - 64	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
62	KY - 64A	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
63	KY - 64B	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
64	KY - 65	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
65	KY - 66	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	0,0	264,3	275,9	270,1	8,2	3,0
66	KY - 67	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
67	KY - 68	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
68	KY - 68A	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
69	KY - 69	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
70	KY - 70	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

Çizelge 5.6.4. Örnekleme noktalarına ait su kimyası analiz sonuçlarının istatistiksel değerleri (ppm) majör katyon

Sıra	Örnek Kodu	n	Na					K					Mg					Ca				
			min	max	ort	Ss	cv	min	max	ort	Ss	cv	min	max	ort	Ss	cv	min	max	ort	Ss	cv
1	KY - 01	8	31,9	45,5	39,3	4,8	12,3	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
2	KY - 02	8	30,1	39,7	35,3	3,7	10,5	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
3	KY - 03	8	37,8	47,2	42,5	3,4	8,0	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
4	KY - 04	8	38,1	49,1	43,2	3,6	8,2	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
5	KY - 05	8	22,8	31,9	27,4	3,2	11,7	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
6	KY - 06	8	25,7	33,4	29,8	2,8	9,3	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
7	KY - 07	8	34,7	41,4	38,1	2,3	6,2	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
8	KY - 08	8	29,6	38,5	34,5	2,9	8,5	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
9	KY - 09	8	35,6	47,9	42,2	3,6	8,4	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
10	KY - 10	8	56,0	74,8	63,9	7,0	11,0	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
11	KY - 11	8	29,5	41,3	35,5	3,9	11,0	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
12	KY - 12	8	100,1	129,8	110,5	9,5	8,6	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
13	KY - 13	8	85,1	167,9	114,1	25,0	21,9	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
14	KY - 14	8	23,8	36,9	31,8	4,2	13,1	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
15	KY - 15	8	21,9	29,6	24,9	2,8	11,3	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
16	KY - 17	7	10,4	17,0	14,0	2,4	16,8	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
17	KY - 18	7	12,2	21,4	16,1	3,2	20,0	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
18	KY - 19	8	11,8	17,5	14,6	2,2	14,9	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
19	KY - 20	8	15,6	22,7	18,8	2,4	12,9	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
20	KY - 21	7	12,8	21,1	17,4	2,9	17,0	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
21	KY - 22	8	11,1	18,2	14,0	2,2	15,5	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
22	KY - 23	7	10,4	15,0	12,6	1,7	13,1	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
23	KY - 24	7	12,0	20,5	15,8	2,9	18,1	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
24	KY - 25	6	8,0	10,2	8,8	1,0	10,8	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
25	KY - 26	8	18,5	25,8	20,8	2,4	11,4	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
26	KY - 27	7	20,1	30,1	23,9	3,5	14,4	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
27	KY - 30A	6	18,1	24,3	20,5	2,2	10,7	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
28	KY - 30C	6	19,0	41,8	28,2	8,7	30,9	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
29	KY - 31	5	27,9	38,6	32,0	4,0	12,5	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
30	KY - 32	7	33,4	40,8	38,7	2,5	6,6	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
31	KY - 33	7	40,8	59,6	49,6	5,9	12,0	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
32	KY - 34	7	60,0	166,1	125,9	44,4	35,2	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
33	KY - 35	5	101,9	147,5	129,2	17,2	13,3	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
34	KY - 36	7	39,6	64,3	46,9	8,4	17,9	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
35	KY - 36A	5	17,4	46,6	25,7	11,9	46,3	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

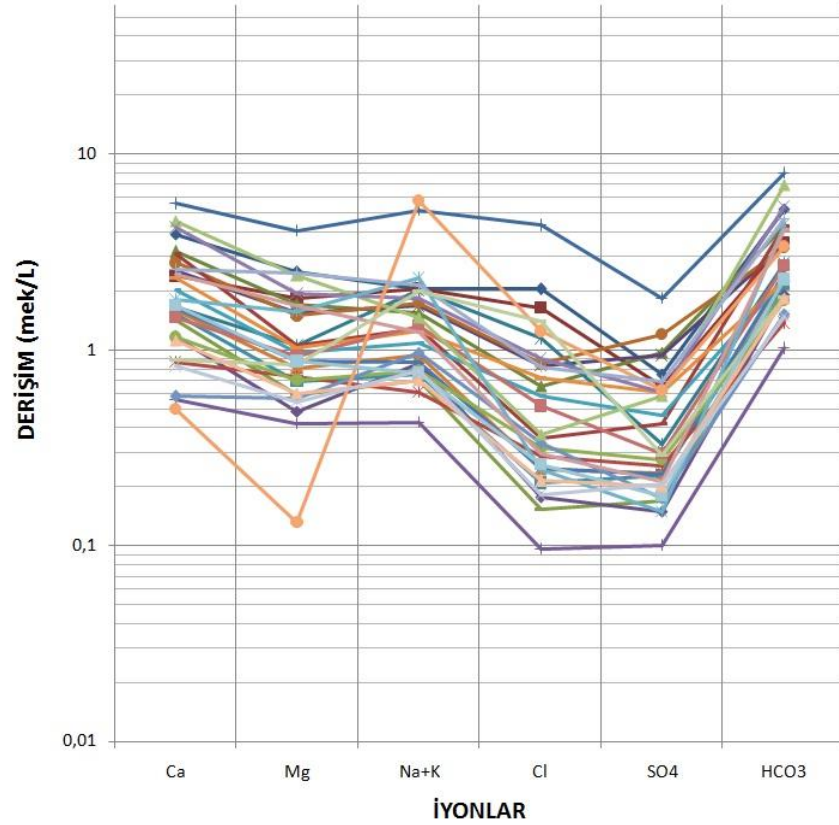
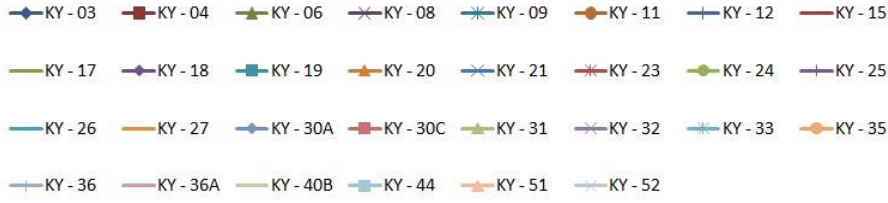
Çizelge 5.6.4. Devam ediyor.

Sıra	Örnek Kodu	n	Na					K					Mg					Ca				
			min	max	ort	Ss	cv	min	max	ort	Ss	cv	min	max	ort	Ss	cv	min	max	ort	Ss	cv
36	KY - 37	8	19,3	36,5	29,4	5,1	17,4	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
37	KY - 38	8	32,5	73,5	50,6	13,3	26,4	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
38	KY - 40	7	24,3	29,3	25,9	2,0	7,9	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
39	KY - 40B	4	39,1	49,2	43,4	4,6	10,6	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
40	KY - 41	7	39,8	62,0	54,1	7,3	13,5	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
41	KY - 42	7	248,5	300,6	272,0	21,2	7,8	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
42	KY - 43	8	444,4	689,1	595,6	78,6	13,2	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
43	KY - 44	7	11,9	20,9	15,1	2,9	19,0	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
44	KY - 45	7	3,4	4,9	4,1	0,6	14,7	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
45	KY - 46	7	1,9	8,5	4,4	2,3	52,0	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
46	KY - 49	7	0,3	7,1	3,7	2,1	56,8	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
47	KY - 51	3	9,4	20,8	14,6	5,8	39,7	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
48	KY - 52	3	14,8	18,4	16,8	1,8	10,9	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
49	KY - 54	3	58,6	71,6	65,5	6,5	9,9	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
50	KY - 54A	2	69,2	79,2	74,2	7,1	9,5	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
51	KY - 55	3	44,1	91,2	63,2	24,8	39,2	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
52	KY - 55A	2	98,9	120,7	109,8	15,4	14,0	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
53	KY - 56	3	21,0	27,8	24,5	3,4	13,8	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
54	KY - 57	3	42,2	53,1	48,1	5,5	11,5	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
55	KY - 58	3	13,8	21,6	17,3	4,0	23,0	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
56	KY - 59	2	20,0	25,3	22,7	3,7	16,5	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
57	KY - 60A	3	59,9	90,7	75,3	21,8	29,0	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
58	KY - 61	3	176,3	261,8	212,8	44,1	20,7	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
59	KY - 62	3	57,6	121,7	84,2	33,5	39,8	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
60	KY - 63	3	228,1	271,8	247,8	22,2	9,0	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
61	KY - 64	3	95,2	131,1	117,4	19,4	16,5	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
62	KY - 64A	2	31,0	31,3	31,2	0,3	0,9	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
63	KY - 64B	2	408,9	428,2	418,5	13,7	3,3	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
64	KY - 65	3	201,0	226,2	216,5	13,6	6,3	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
65	KY - 66	2	76,2	76,5	76,4	0,2	0,3	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
66	KY - 67	3	21,9	35,2	28,4	6,7	23,5	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
67	KY - 68	3	21,9	28,9	25,4	3,5	13,7	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
68	KY - 68A	2	25,7	28,7	27,2	2,1	7,9	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
69	KY - 69	3	25,8	28,4	27,2	1,3	4,8	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
70	KY - 70	3	22,7	26,8	24,9	2,1	8,3	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

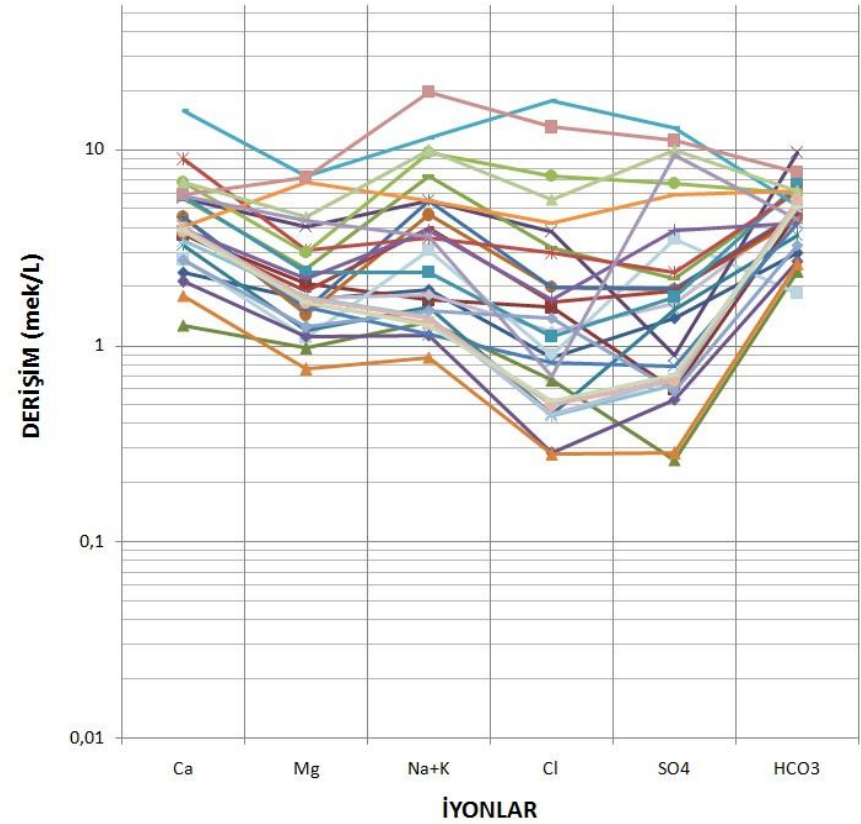
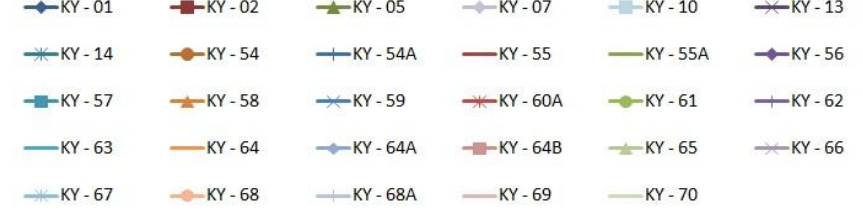


Örnekleme noktalarından alınan su numunelerinin su kimyası analiz sonuçları kullanılarak kökenlerinin/tiplerinin belirlenmesi amacıyla Üçgen (Piper) diyagramı çizilmiştir (Şekil 5.6.6). Üçgen diyagramında, örnekleme noktalarına sonradan ilave edilen şahıslara ait sığ sulama amaçlı kullanılan tulumba 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 iyonlarının hiçbiri %50'yi geçmeyen, karışık suların bulunduğu alana düşmektedir (Şekil 5.6.6). Örnekleme noktalarından araştırma ve KASKİ'ye ait sondaj kuyuları olmak üzere toplam 43 adet kuyu ise karbonat sertliği > karbonat olmayan sertlik kısmına denk gelmektedir. Böyle sular genellikle  $\text{CaCO}_3$  ile  $\text{MgCO}_3$ 'lü sulardır. Karpuzatan bölgesinde bulunan sığ tulumba kuyusu KY-63 nolu kuyu numunesi  $\text{CaSO}_4$  ile  $\text{MgSO}_4$ 'lü sular sınıfına girmektedir. KY-42 nolu Sodalı kaynağı ise karbonat olmayan alkanitesi %50'den fazla olan suların bulunduğu alana düşmektedir. Böyle sular genellikle NaCl,  $\text{NaSO}_4$  ve KCl'lü sulardır. KY-35 nolu Boyacı köyü işletme kuyusu ise karbonat alkaliliği > karbonat olmayan alkalilik temsil etmektedir.

### DERİN KUYULAR

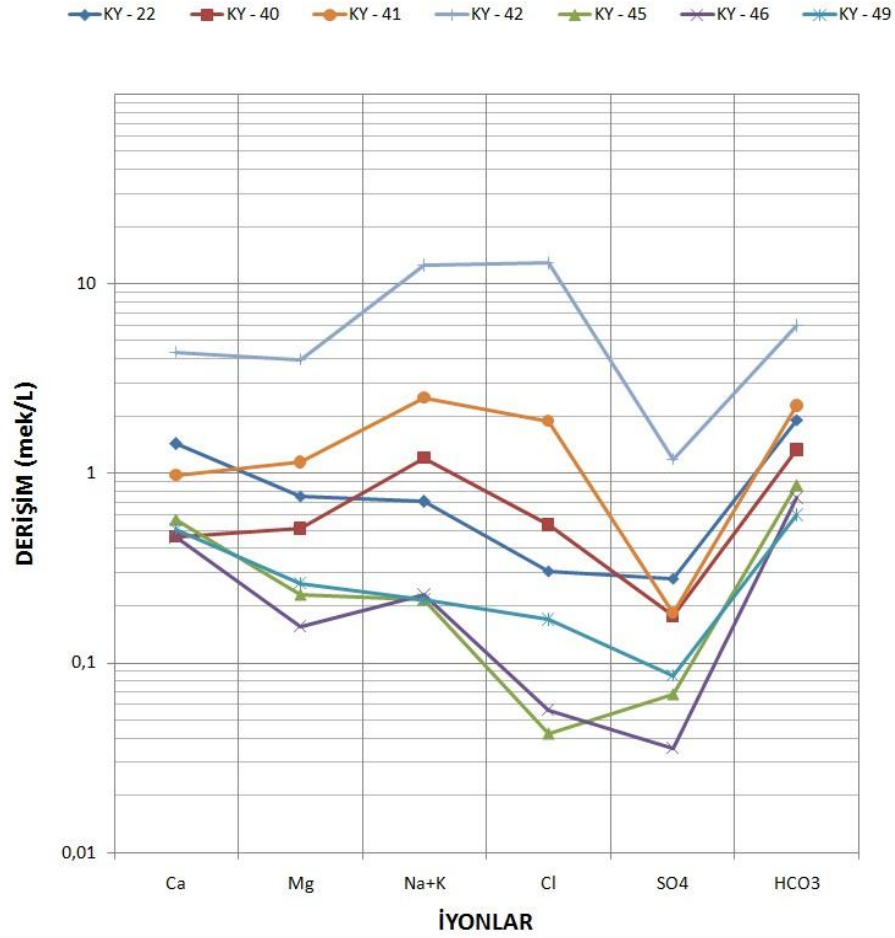


### SİĞ KUYULAR

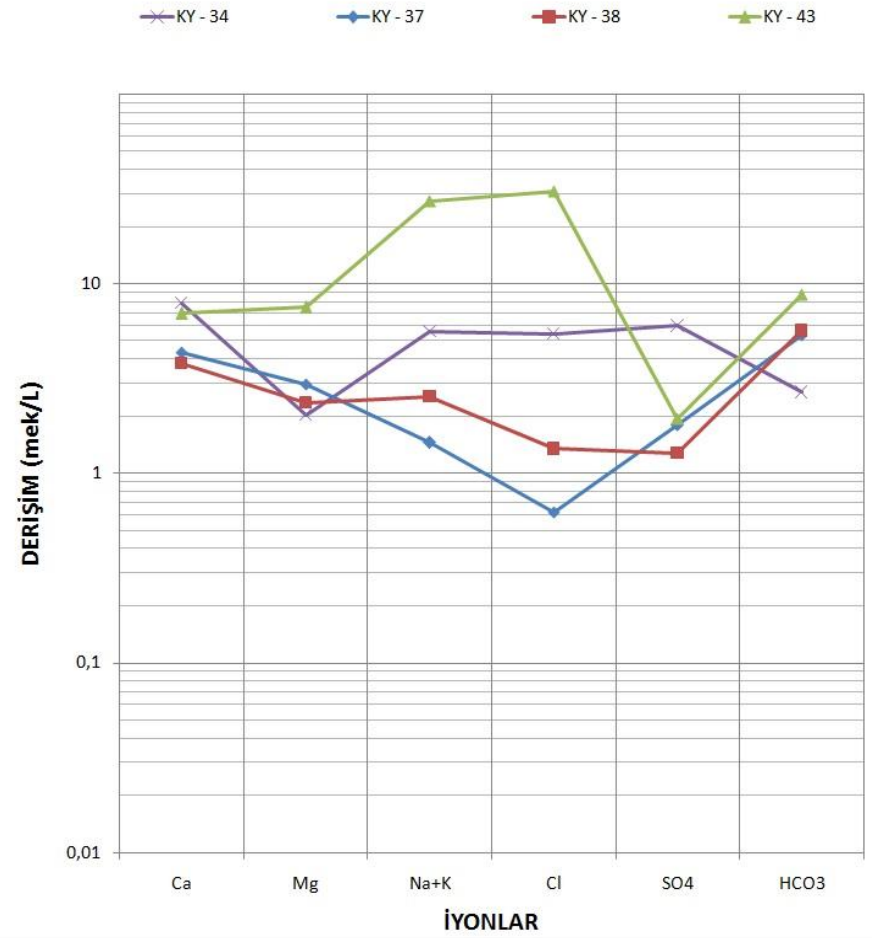


Şekil 5.6.4. Örnekleme noktalarına ait yarı logaritmik (Scheoller) diyagramı (derin ile sığ kuyular)

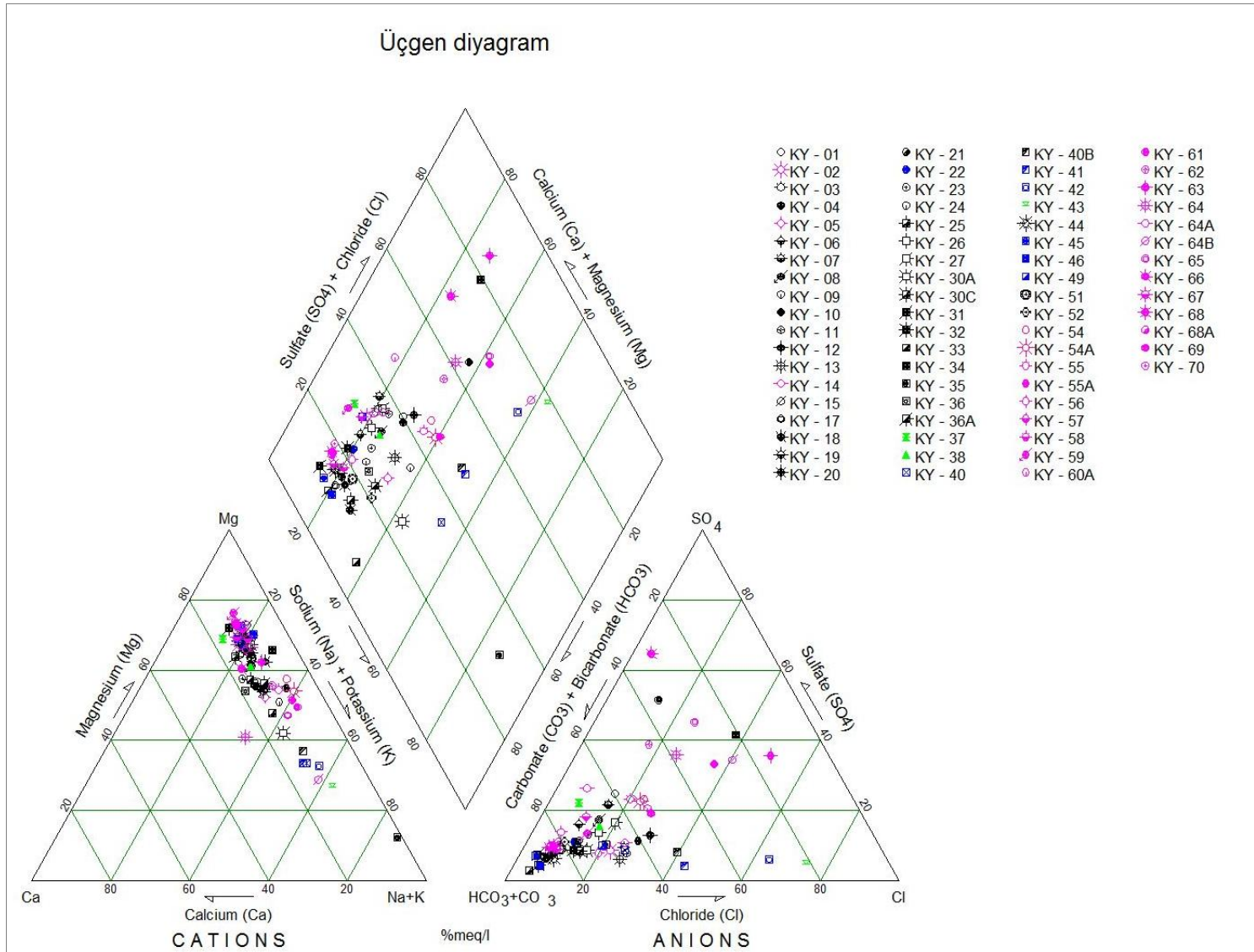
### KAYNAKLAR



### YÜZEYSULARI



Şekil 5.6.5. Örnekleme noktalarına ait yarı logaritmik (Scheoller) diyagramı (kaynaklar ile yüzeysuları)



Şekil 5.6.6. Örnekleme noktalarına ait Üçgen (Piper) Diyagramı

## 6. YERALTISUYU VE KİRLİTİCİ TAŞINIMI AÇISINDAN DEĞERLENDİRME

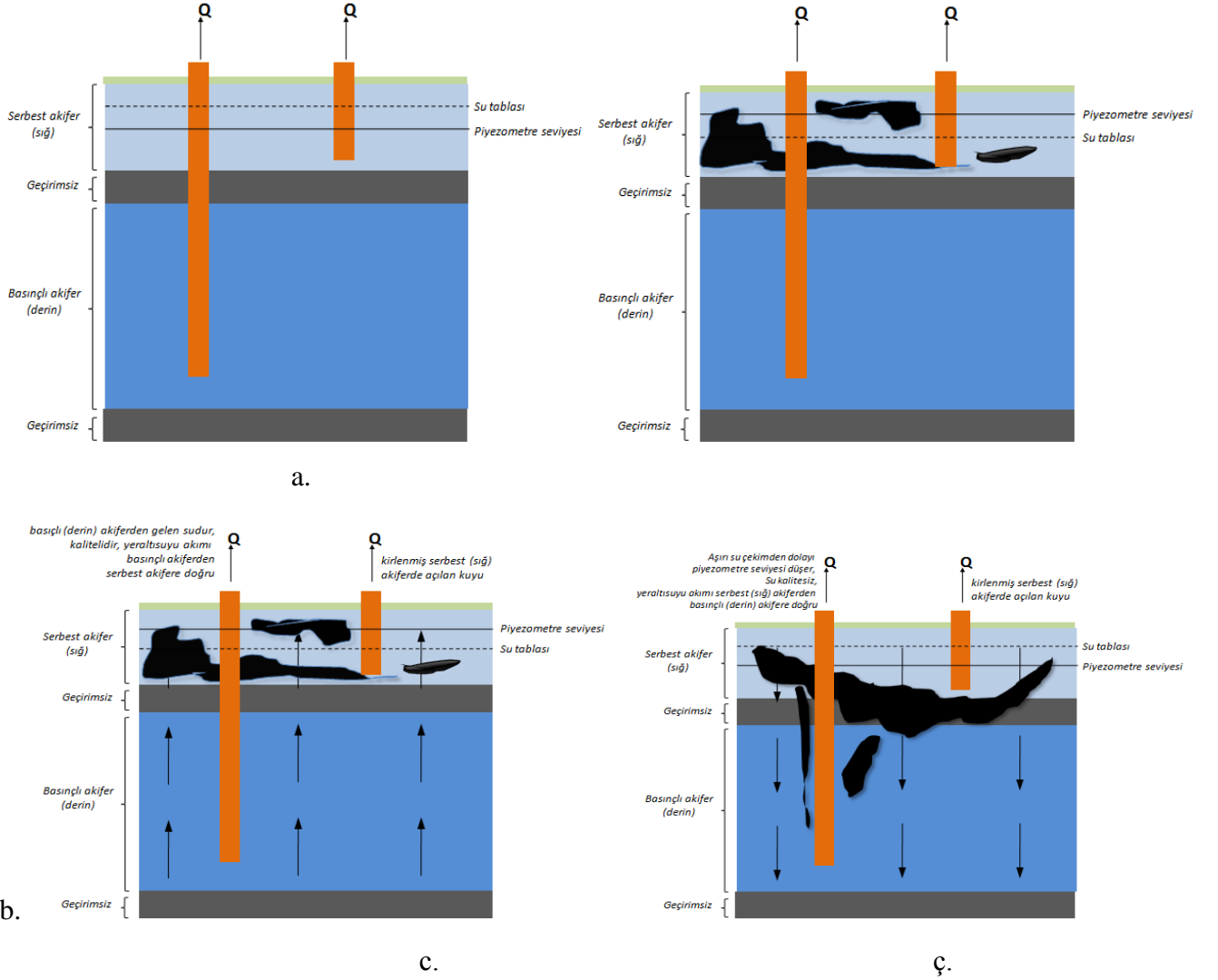
### **Kirlilik durumu ile hidrojeolojik yapı arasındaki ilişkiler**

Çalışma alanının Karpuzatan, Keykubat, Beştepeler ve Yıldırım Beyazıt mahallesinde gecekondular yapıları mevcuttur. Ayrıca, Argıncık ve Taşlıburun'da şehir mezarlıklarının yer almasından dolayı, bölgelerde sığ kuyularının bulunduğu serbest akiferler kısmen veya tamamen kirliliğe maruz bırakılmaktadır. Serbest akiferi oluşturan jeolojik birimler, üstü geçirimsiz örtü birimle (masif bazalt ve andezitler) örtülmemiş ve/veya kirliliğe karşı korunmamış alüvyon çökelleri, birikinti konisi, kil, marn, kalker ve çakıldır (Şekil 6.2.a ve Şekil 6.2.b). Buna karşın, gerek sözü edilen bölgelerde gerekse çalışma alanının diğer bölgelerinde mevcut olan üstü geçirimsiz birimlerle (masif bazalt ve andezitler) örtülmüş basınçlı akiferlerde açılan derin kuyularında ise bu durum tersine gözlenmekte, kirlenme bulunmamaktadır. Basınçlı akiferi oluşturan birimler yamaç molozu, kırık ve çatlaklı bazalt, andezit ve bu kayaların tüfleri ile aglomeradır (Şekil 6.2.a ve 6.2.b).

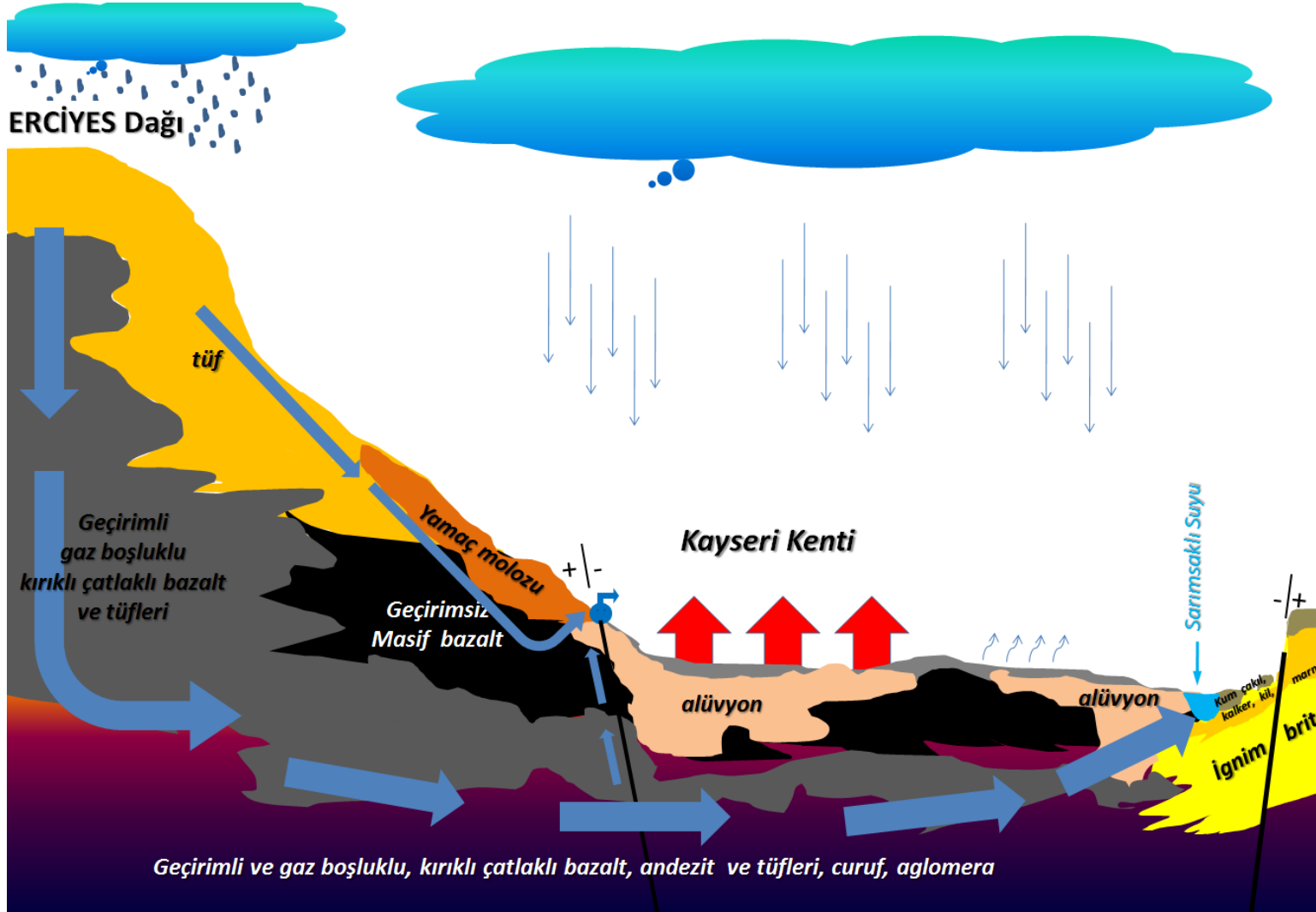
### **Hidrodinamik yapının kirlenmeye etkileri**

Çalışma alanı olan Kayseri Kenti, yıllar gittikçe diğer illerden göç almakta ve dolayısıyla, nüfus artmakta ve sanayileşmenin de artmasına paralel olarak su ihtiyacı da artmaktadır. Buna rağmen, küresel iklim değişikliğinin devam etmesiyle bölgede yeraltı suyu seviyesinde ciddi düşüşler meydana gelmektedir. Bunun önemli belirtilerinden birisi, son yıllarda yerel halkın kullanıldığı tulumba/keson kuyularında ciddi bir yeraltı suyu seviyesi düşüşlerinin meydana gelmesidir. Sığ kuyularla ilgili yapılan arazi çalışmalarında yerel halktan aşağıdaki bilgiler alınmıştır; “geçen yıllarda özellikle Karpuzatan, Keykubat ve Yıldırım Beyazıt mahallelerindeki sığ kuyuların pek çoğundan su artezyen yaparak/kendiliğinden çıkıyordu, fakat, gerek bilinçsiz yeraltı suyu tüketimi gerekse iklim değişikliğinden dolayı zamanla yeraltı suyunun debisi azaldı (kendiliğinden olan boşalmalar\_ artık gözlenmiyor..), su kalitesi bozuldu ve artık içme suyu olarak değil sadece sulama amaçlı olarak kullanılmaktadır”. Kayseri Kenti yerleşkesinin bulunduğu ova kesiminde mevcut ve/veya eski gecekondular mevkileri, mezarlık ve sanayi bölgelerinde sığ/serbest akifere ait yeraltı suyunun daha çok kirliliğe maruz kalmış olduğu (elektriksel iletkenlik Eİ değerinin zaman zaman 3000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'i , nitrat  $\text{NO}_3^-$  değeri ise 240 mg/L', klorür  $\text{Cl}^-$  ise 705 mg/L'i aşmaktadır) gözlenmektedir. Genel anlamda, derin/basınçlı akiferde yeraltı suyu seviyesinin (piezometrik seviye) düşmesiyle, bu akiferlerin üzerinde yer alan

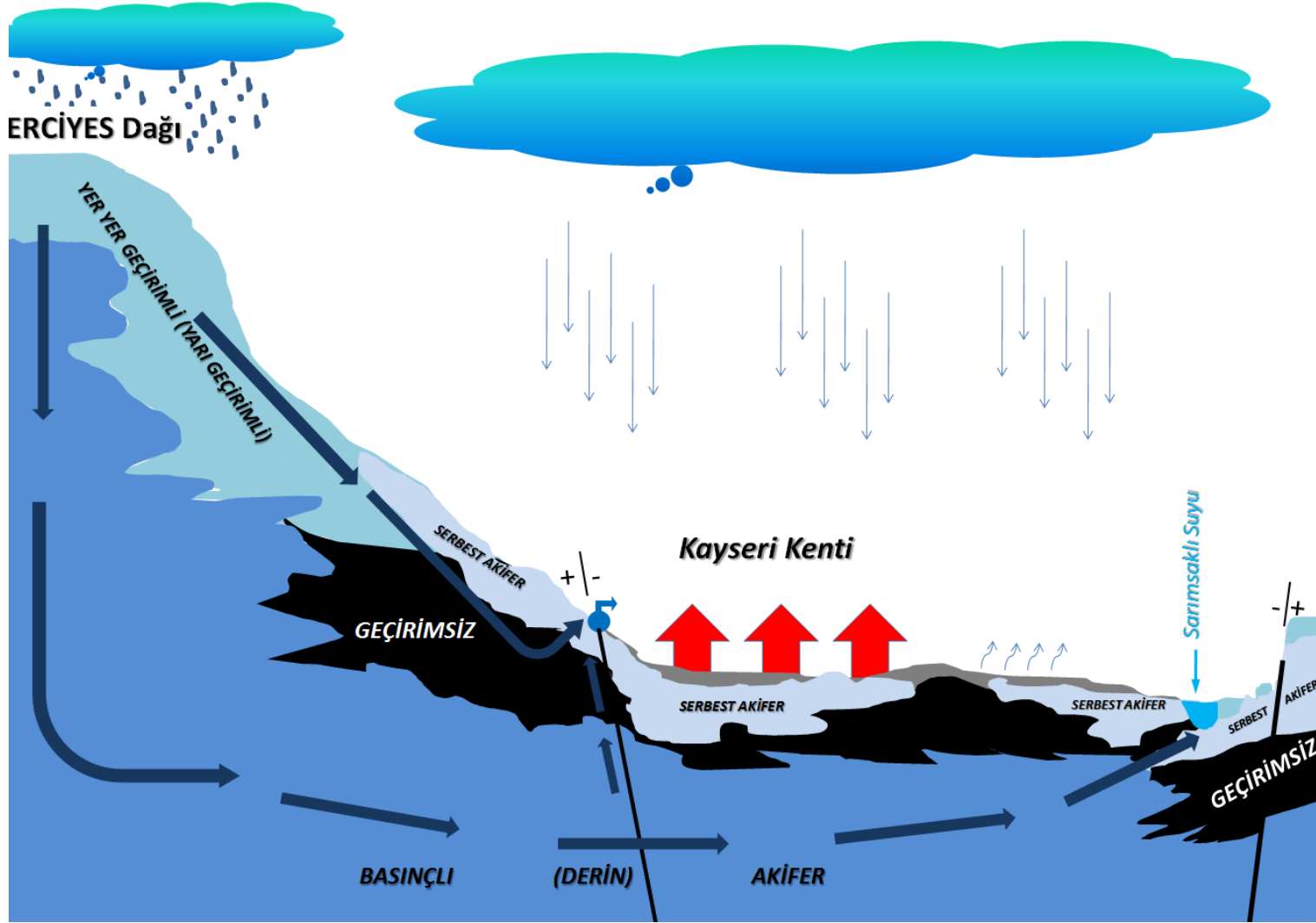
mevcut kirlenmiş ve/veya kirlenmeye müsait olan sığ/serbest akiferden basınçlı akiferden yeraltısuyu akımı sözkonusudur (Şekil 6.1.ç). Bu durumda basınçlı akiferin de kirlenme riski ortaya çıkmaktadır. Volkanik kayaç çökellerinden oluşan Kayseri Kenti Ovası'nın Karpuzatan bölgesinde bu duruma benzer bir yapıyı görmek mümkündür (Bkz. Şekil 6.1.d). Tam tersi durum olduğunda basınçlı akiferden serbest akifere yeraltısuyu akımı meydana gelmektedir (Şekil 6.1.c).



**Şekil 6.1.** Hidrodinamik yapının kirlenmeye müsait olan sığ/serbest akiferden basınçlı akiferden yeraltısuyu akımı sözkonusudur (Şekil 6.1.ç). Bu durumda basınçlı akiferin de kirlenme riski ortaya çıkmaktadır. Volkanik kayaç çökellerinden oluşan Kayseri Kenti Ovası'nın Karpuzatan bölgesinde bu duruma benzer bir yapıyı görmek mümkündür (Bkz. Şekil 6.1.d). Tam tersi durum olduğunda basınçlı akiferden serbest akifere yeraltısuyu akımı meydana gelmektedir (Şekil 6.1.c).



Şekil 6.2.a. Çalışma alanının şematik jeolojik kesiti



Şekil 6.2.b. Çalışma alanının şematik hidrojeolojik kesiti

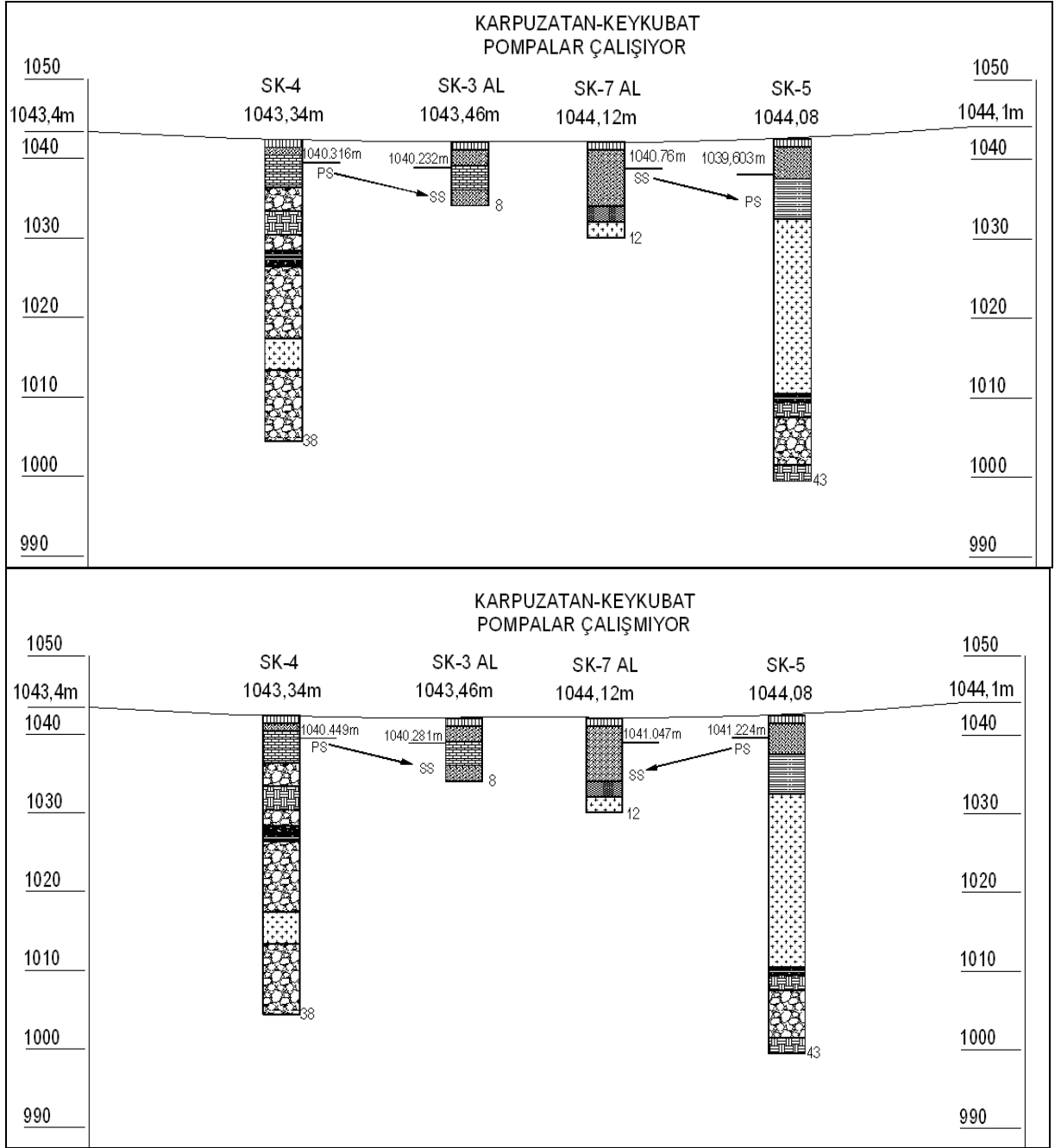


Çalışma alanında yeraltısuyunun yüzeye yakın ve dolayısıyla kirlenme riskinin en yüksek olduğu bölgeler, çalışma alanının kuzeyini oluşturan Keykubat ve Karpuzatan bölgeleridir. Toplam 16 kuyunun bulunduğu ve kentte kullanılan toplam içme suyunun yaklaşık % 30 - 40 ının sağlandığı (mevcut işletme koşullarında çekilen su yüzde otuza kadar düşebildiği gibi yüzde kırklara kadar da çıkabilmektedir) Keykubat ve Karpuzatan bölgelerinde su seviyesinin yüzeyden olan derinliği 1 ile 2 metre arasında değişmektedir. Bu bölgede yer alan üstteki serbest akifer ile bunun altında yer alan derin/basınçlı akifer arasındaki hidrodinamik yapının açıklanabilmesi amacıyla bölgede karotlu sığ ve derin sondaj kuyuları açılmış ve bu kuyularda yerinde fiziksel ve kimyasal ölçümler, kimyasal ve kirlenme düzeyinin belirlenmesi amaçlı örneklemelerin yanı sıra su seviyesi ölçümleri yapılmıştır. Aşağıdaki paragraflarda anılan bu Keykubat ve Karpuzatan kuyularında hidrodinamik yapının belirlenmesine yönelik su seviyesi ölçümlerinden oluşan bir çalışma ve bu çalışmanın sonuçları sunulmuştur.

Bilindiği üzere basınçlı akifer sistemlerinin 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 (Şekil 6.1.c) üst akiferdeki kirlenmiş suyun basınçlı ana akifer sistemine geçmesi mümkün değildir. Bu durum ancak, aşırı çekimlerle piezometrik seviyenin bölgedeki yeraltı seviyesinin altına düşmesi durumunda (Şekil 6.1.ç) mümkün olabilmektedir. Söz konusu basınçlı akifer sisteminin bulunduğu bölgede, kuyudan su çekilmesi sırasında oluşan dinamik seviye eğer o noktadaki yeraltı seviyesinin çok altına düşerse (Şekil 6.1.d), 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 yeraltısuyu 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 azalmasına 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 6.1.d).

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 6.1.d). Bu durum oldukça sakıncalı olup söz konusu kuyudan uzun süreli su çekimi yapılması durumunda alüvyonda bulunabilecek kirlilik parametrelerinin 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 6.1.d** Keykubat ve Karpuzatan bölgesi sığ ve derin kuyularında kuyu logları ve ölçülen statik seviye ve piezometrik seviyeler

## 7. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

➤ Kayseri'nin merkez ilçesinde yıllık ortalama yağışı 376.98 mm'dir. Bölgede en çok yağış Mart, Nisan ve Mayıs aylarında, en az yağış Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında düşmektedir. Kayseri kent merkezinde 24 yıllık gözlem süresi içerisinde, yıllık ortalama buharlaşma miktarı 1013.9 mm'dir. DMİ Kayseri YGI'na ait 74 yıllık yağış verileri kullanılarak yapılan değerlendirmelere göre, bölgede sürekli olarak yaklaşık 11 yıllık bir kurak dönemin arkasından yaklaşık 14 yıllık yağışlı dönemler tekrarlanırken, son kurak dönem başlangıcı olan 1988 yılından sonra mevcut periyodik gidiş değişmiş olup 1999–2000 yılından itibaren yağışlı döneme girilmiş olması gerekirken, Türkiye'nin pek çok bölgesinde de gözlenmekte olan uzun bir kurak dönemi yaşanmaktadır.

➤ Çalışma alanı, iki ayrı litolojik birimden (alüvyon – yamaç molozu ile Erciyes Dağı'nın volkanizma ürünü bazalt, andezit ve bunların tüf ve aglomeraları) oluşmaktadır.

➤ Çalışma alanı ve yakın çevresinde, Kayseri Sarımsaklı ovasını 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. Bu iki ırmağın yıllık ortalama debileri sırasıyla 2,316 m<sup>3</sup>/sn ve 3,226 m<sup>3</sup>/sn kadardır.

➤ Çalışma alanının Karpuzatan, Keykubat, Beştepeler ve Yıldırım Beyazıt mahallesinde gecekondü yapıları mevcuttur. Ayrıca, Argıncık ve Taşlıburun'da şehir mezarlıklarının yer almasından dolayı, bölgelerde sığ kuyularının bulunduğu serbest akiferler kısmen veya tamamen kirliliğe maruz bırakılmaktadır (elektriksel iletkenlik Eİ değerinin zaman zaman 3000 µS/cm'i, nitrat NO<sub>3</sub><sup>-</sup> değeri ise 240 mg/L', klorür Cl<sup>-</sup> ise 705 mg/L'i aşmaktadır). Serbest akiferi oluşturan jeolojik birimler, üstü geçirimsiz örtü birimle (masif bazalt ve andezitler) örtülmemiş ve/veya kirliliğe karşı korunamamış alüvyon çökelleri, birikinti konisi, kil, marn, kalker ve çakıldır. Buna karşın, gerek sözü edilen bölgelerde gerekse çalışma alanının diğer bölgelerinde mevcut olan üstü geçirimsiz birimlerle (masif bazalt ve andezitler) örtülmüş basınçlı akiferlerde açılan derin kuyularında ise bu durum tersine gözlenmekte, kirlenme bulunmamaktadır. Basınçlı akiferi oluşturan birimler yamaç molozu, kırık ve çatlaklı bazalt, andezit ve bu kayaların tüfleri ile aglomeradır.

➤ Genel anlamda, derin/basınçlı akiferde yeraltısuyu seviyesinin (piezometrik seviye) düşmesiyle, bu akiferlerin üzerinde yer alan mevcut kirlenmiş ve/veya kirlenmeye müsait olan sığ/serbest akiferden basınçlı akifere yeraltısuyu akımı söz konusudur. Bu durumda basınçlı akiferin de kirlenme riski ortaya çıkmaktadır. Volkanik kayaç çökellerinden oluşan Kayseri Kenti Ovası'nın Karpuzatan bölgesinde bu duruma benzer bir yapıyı görmek mümkündür. Anılan bu Karpuzatan bölgesinde derin işletme kuyularından kontrollü su çekilmesi konusunda planlamaların yapılması gerekmektedir.

➤ Çalışma alanındaki Kaski,İller Bankası,DSİ ve Korusu Sondaj tarafından açılan kuyuların pompa testlerine bakıldığında, akiferin özelliklerini yansıtan iletimlilik değerleri ve depolama katsayılarını tespit etmek oldukça zor, hatta bazı bölgeler için hiç mümkün olmamaktadır. Bunun sebebi ise kuyuların çok kısa sürelerde dinamik seviyeleri oluşturuyor olması yani kararlı akımın oluşuyor olmasıdır diyebiliriz.

➤ Bölgede bahsettiğimiz basınçlı akifer ve serbest akifer sistemlerinin varlığına somut bir örnek olarak Kaski'nin içme suyu temini amaçlı, Kuyucak mevki 2 nolu terfii merkezi alanında İller Bankası'na açtırmış olduğu kuyuları gösterebiliriz. Bu kuyuların resmi raporlamaları henüz teslim edilmediği için kesin bilgileri tez içerisinde kullanılmamıştır. Ancak sondörlerden edinilen bilgilere göre durum şu şekildedir. İki adet kuyu bulunmaktadır ve birbirlerine mesafesi 20 metredir. Serbest akiferden beslenen kuyu derinliği 240 metre civarında, basınçlı akiferden beslenen kuyunun derinliği 330 metreler civarındadır. Asıl önemlisi kuyuların statik değerleri bir birinden farklı ve hatta suların kimyasal değerlerinde de bariz farklılıklar olduğu belirlenmiştir.

➤ Kaski Genel Müdürlüğünün Karasazlık(Dokuzpınarlar) Bölgesinde 2050 yılı içmesuyu temini amaçlı açtırmış olduğu her biri 60 lt/sn debili 24 adet sondaj kuyusunun bulunduğu mevki genel anlamda çok yüksek beslenime sahip ve hatta bölgenin Yeraltısuyu boşalım noktasının yakını ve Karasaz batıklığının da yanındır. Statik seviyelerinin şu anda Kaski kuyularında bataklık seviyelerine göre daha düşük değerde(su kotu olarak yüksekte) olması, Yeraltısuyu akım yönünün bataklığa doğru olduğunu göstermektedir. Ancak 24 kuyu ile sürekli yapılacak olan su çekimlerinin( $24*60=1.440$  lt/sn) Yeraltısuyu akım yönünü bataklıktan Kaski kuyularına doğru çevirme ihtimali oldukça önemli bir konudur. Bu konuda seviyelerin ve hatta bazı kimyasal parametrelerin işletmeciler tarafından online sistemlerle takip edilmesi çok elzem ve önemli bir ihtiyaçtır.

## 8. KAYNAKLAR

- Ardıçoğlu, M., 1998,** Kayseri yeraltısuyu ve kirlenme potansiyelinin incelenmesi, Kayseri I. Atıksu Sempozyumu Bildiriler Kitabı, ss. 69-75, Kayseri
- Değirmenci, M., Ekmekçi, M., Altın, A. Atmaca, E., 2006,** “Kayseri Kent İçme Suyu Havzasında Yeralan Eski öp 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 alışmalar 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,
- DSİ, 1969,** Kayseri Sarımsaklı Ovası planlama kademesinde hidrojeolojik etüt raporu, DSİ Jeoteknik ve Yeraltısuları Daire Başkanlığı, Ankara.
- Fetter, C.W.,1975,** Applied Hydrogeology, Fourth Edition, Prentice Hall
- 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 evre Durum Raporu, 2004, Kayseri Valiliği, Kayseri**
- Kılıçdađı, R., Sariaslan, M., Ak, S., řanver, S., Akbulut, İ. Ve Nisan, E., 1999,** Kayseri Kentinin evre Jeolojisi ve Dođal Kaynakları, MTA Gn. Mūd. Orta Anadolu I. Bölge Mūdürlüđü Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, 125 s. Sivas

**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.

**Tezcan L,** Hidrojeoloji Ders Notları, Hidrojeoloji Bölümü, Hacettepe Üniversitesi, Ankara

**Türkecan, A., Acarlar, M., Dönmez, M., Hepşen, N., Bilgin, R., 1998,** Kayseri (Bünyan-Develi-Tomarza) Yöresinin Jeolojisi Ve Volkanik Kayaçların Petrolojisi, Jeoloji Etütleri Daire Başkanlığı, Maden Tetkik Ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara

**Yıldız, M.,S., 2010,** Jeofizik Mühendisi, Söyleşi, Kayseri

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

[http://www.kayseriliyim.com/kayseri/genel\\_bilgi.php?yer=4](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>).

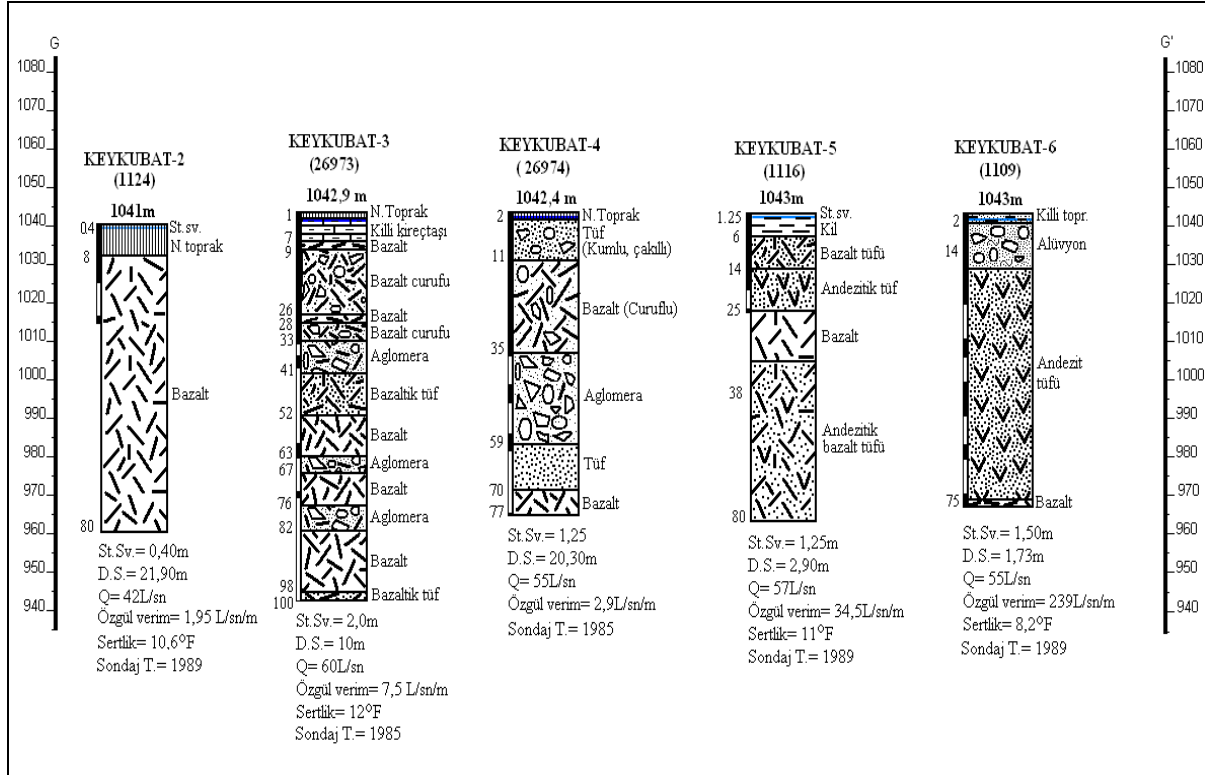
(<http://www.hidrojeoloji.net/karst-hidrojeolojisi.html>)

## **10. EKLER**

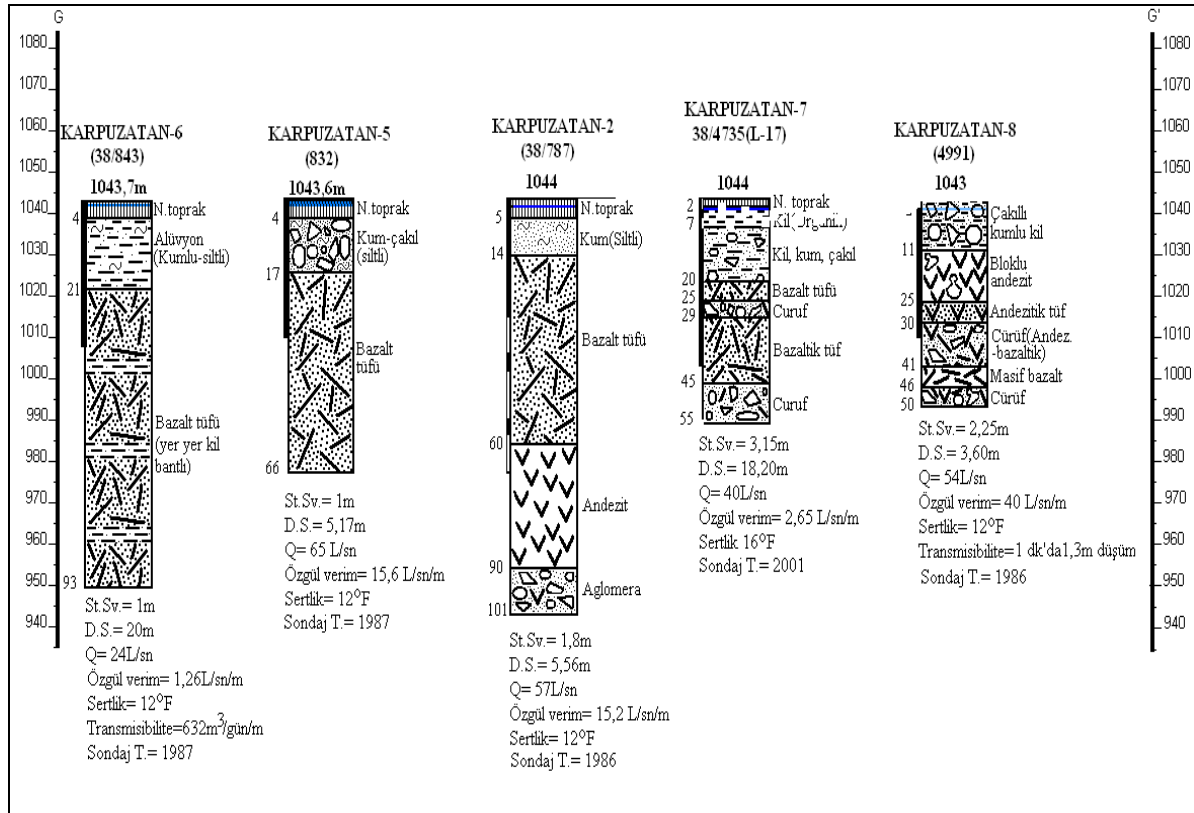
### **EK 1.**

#### **KUYU LOGLARI VE İLGİLİ KUYUYA AİT BAZI ÖZELLİKLER**

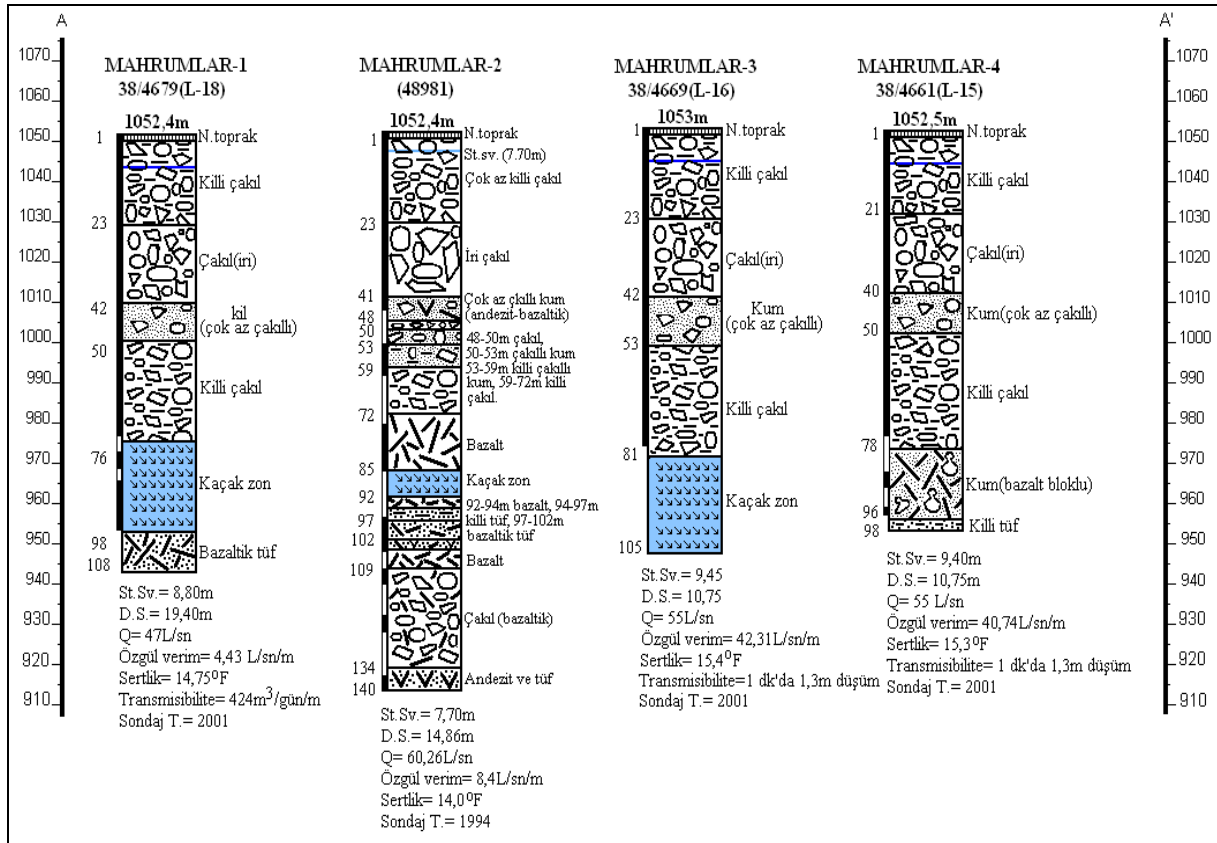




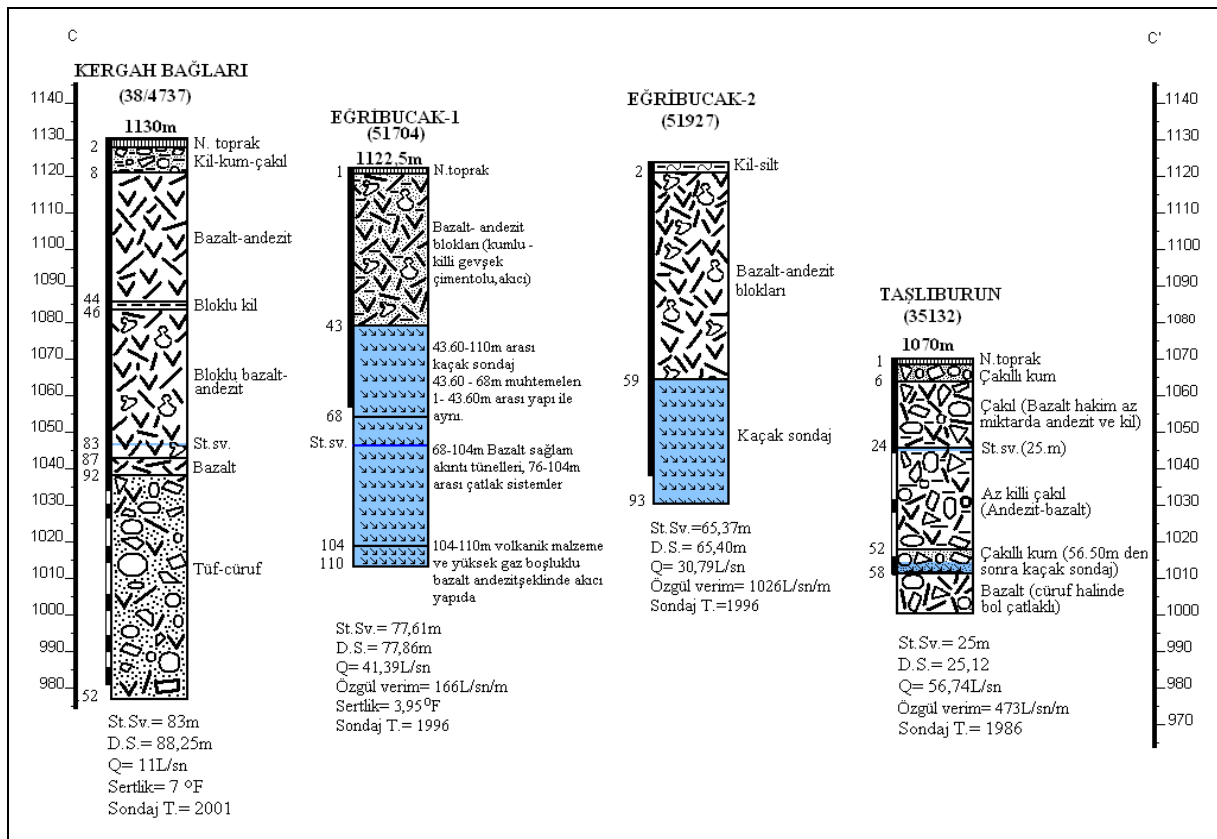
**Ek 1. Kayseri kenti içme suyu havzasında yer alan kuyulara ait kuyu logları ve ilgili kuyuya ait bazı özellikler.**



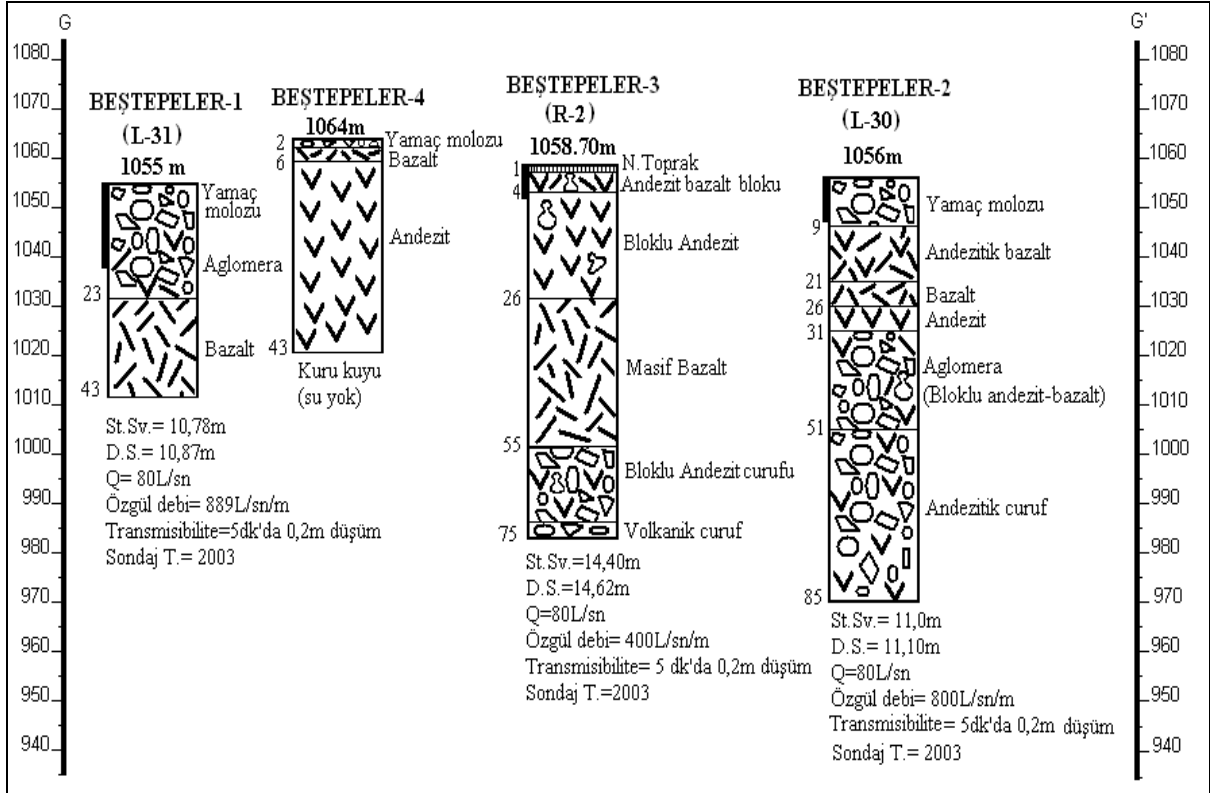
**Ek 1. Devam ediyor.....**



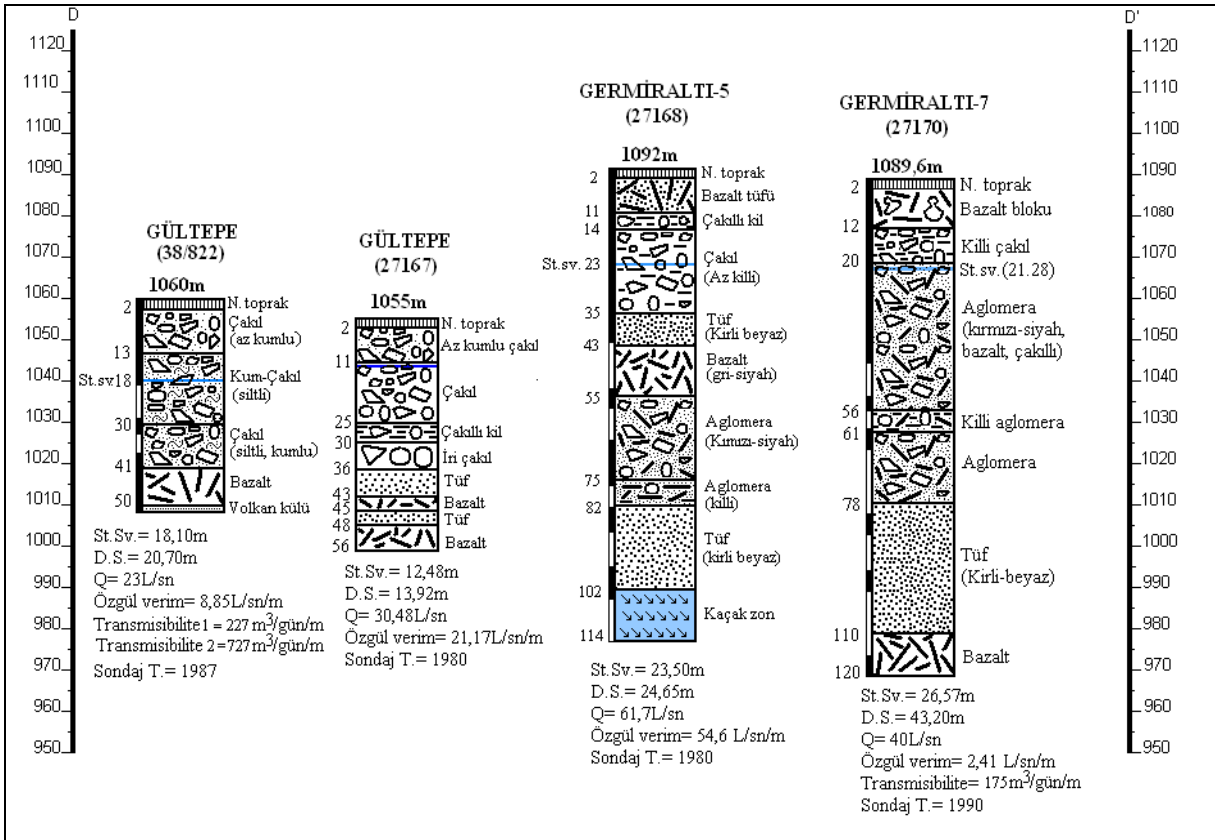
Ek 1. Devam ediyor



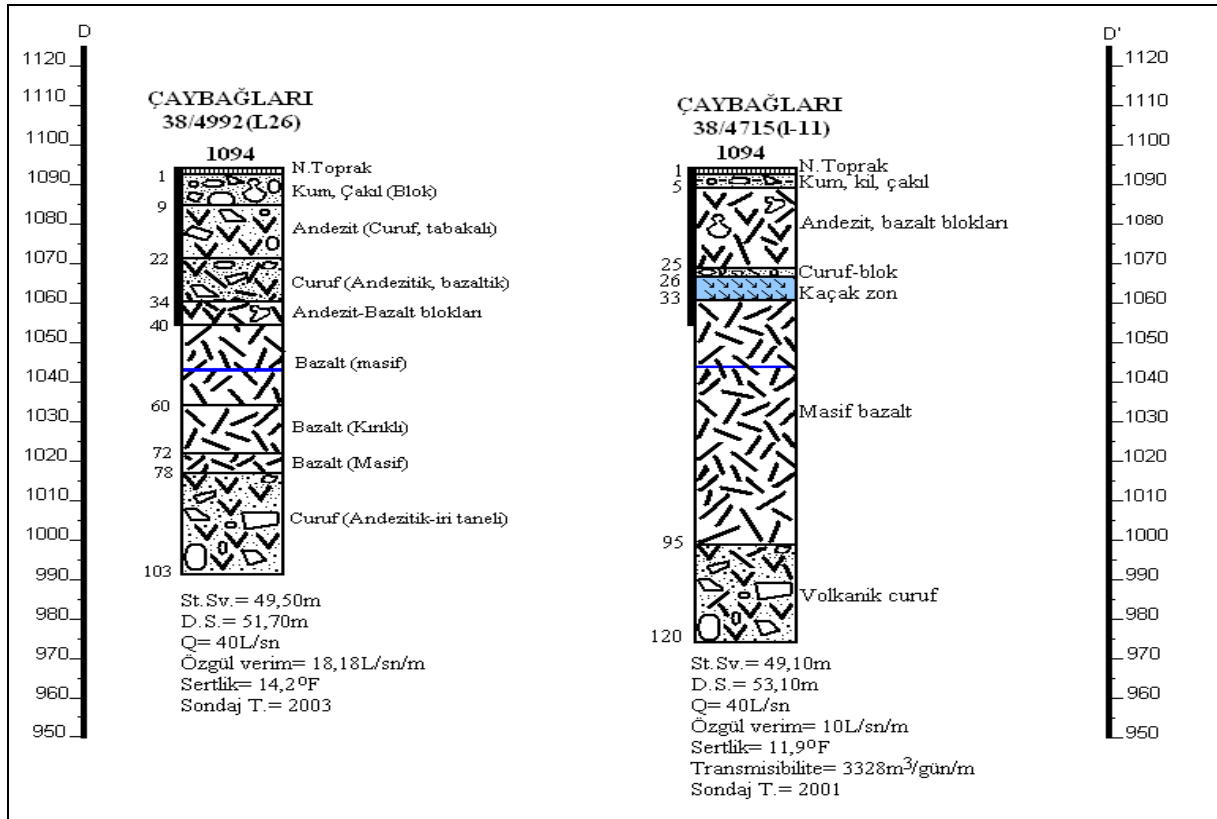
Ek 1. Devam ediyor



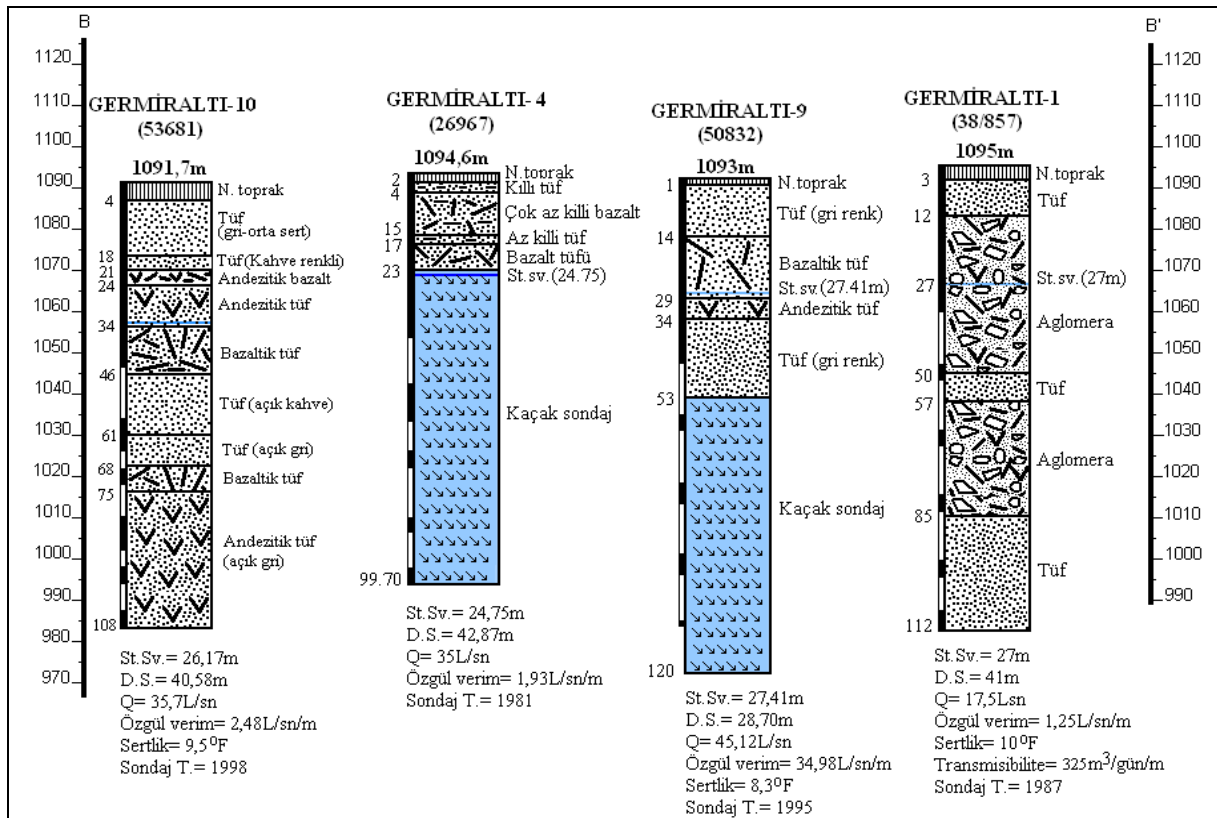
Ek 1. Devam ediyor



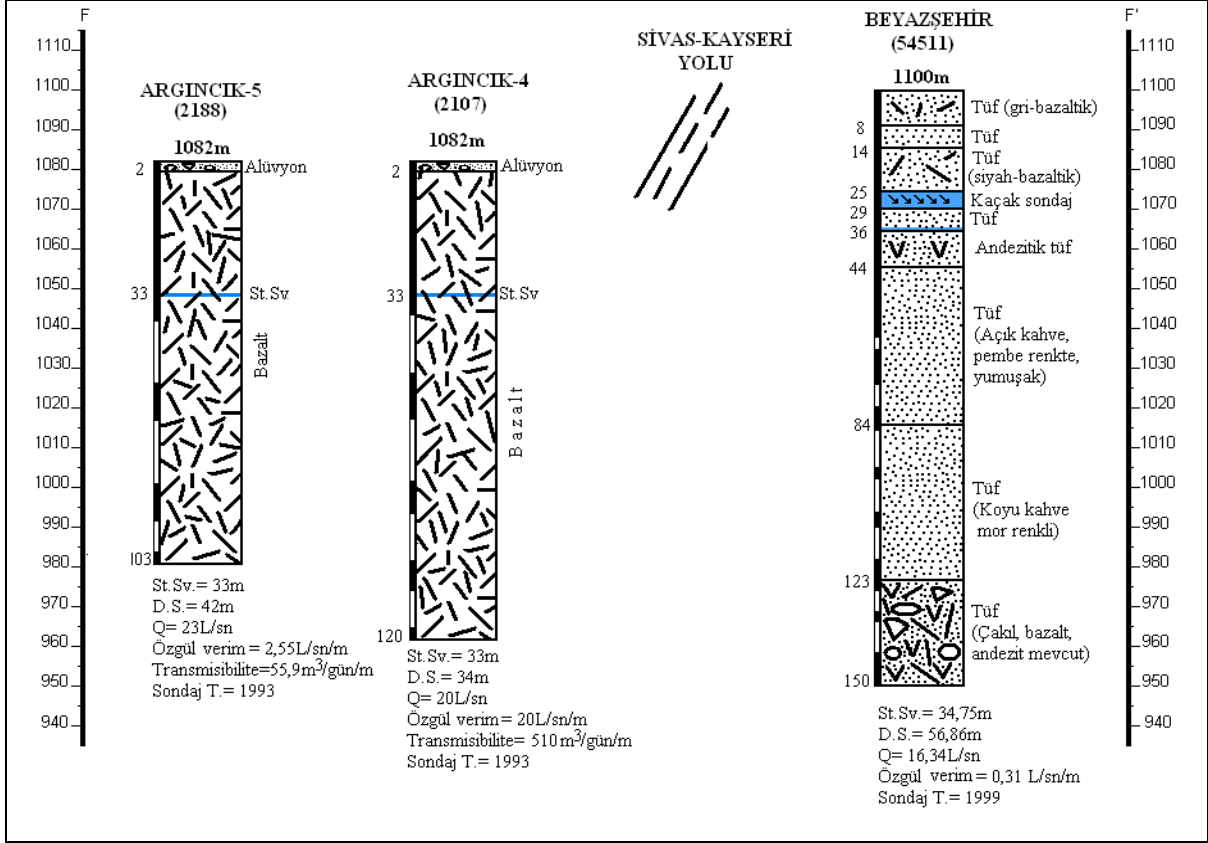
Ek 1. Devam ediyor



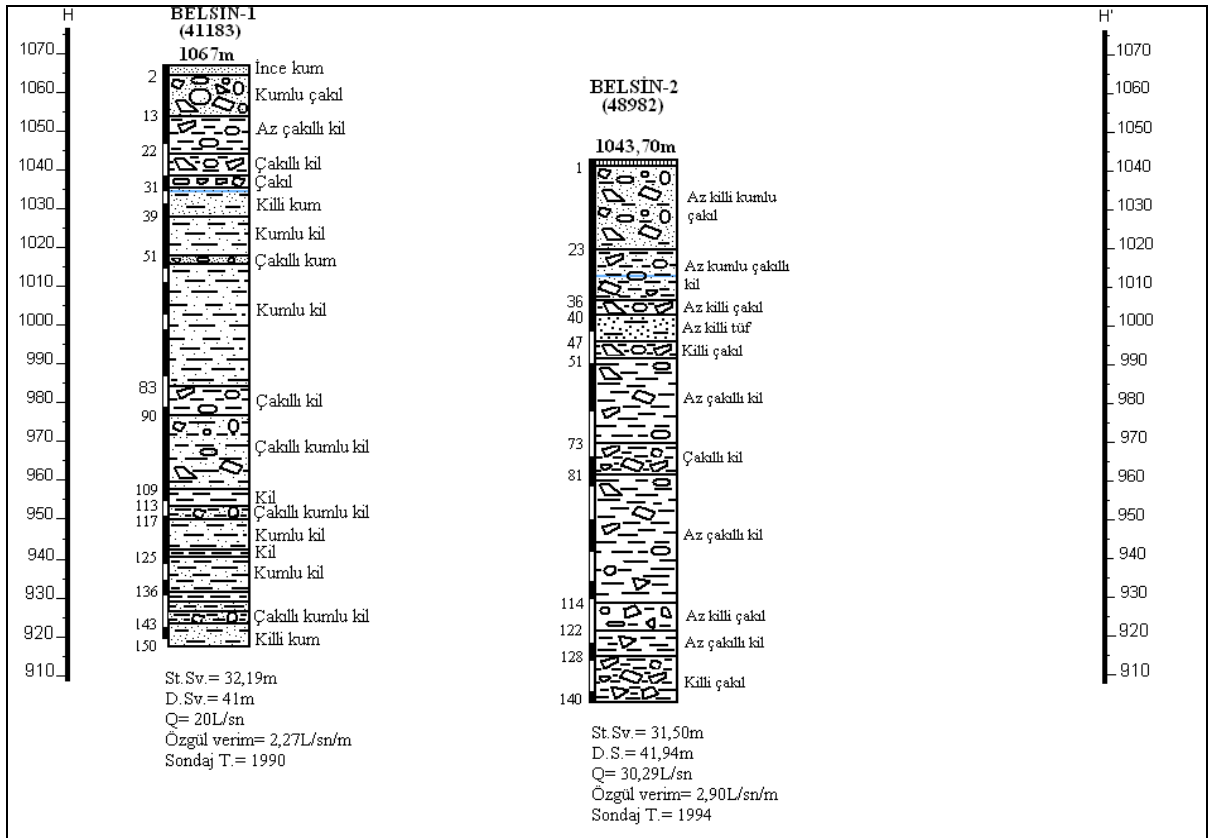
Ek 1. Devam ediyor



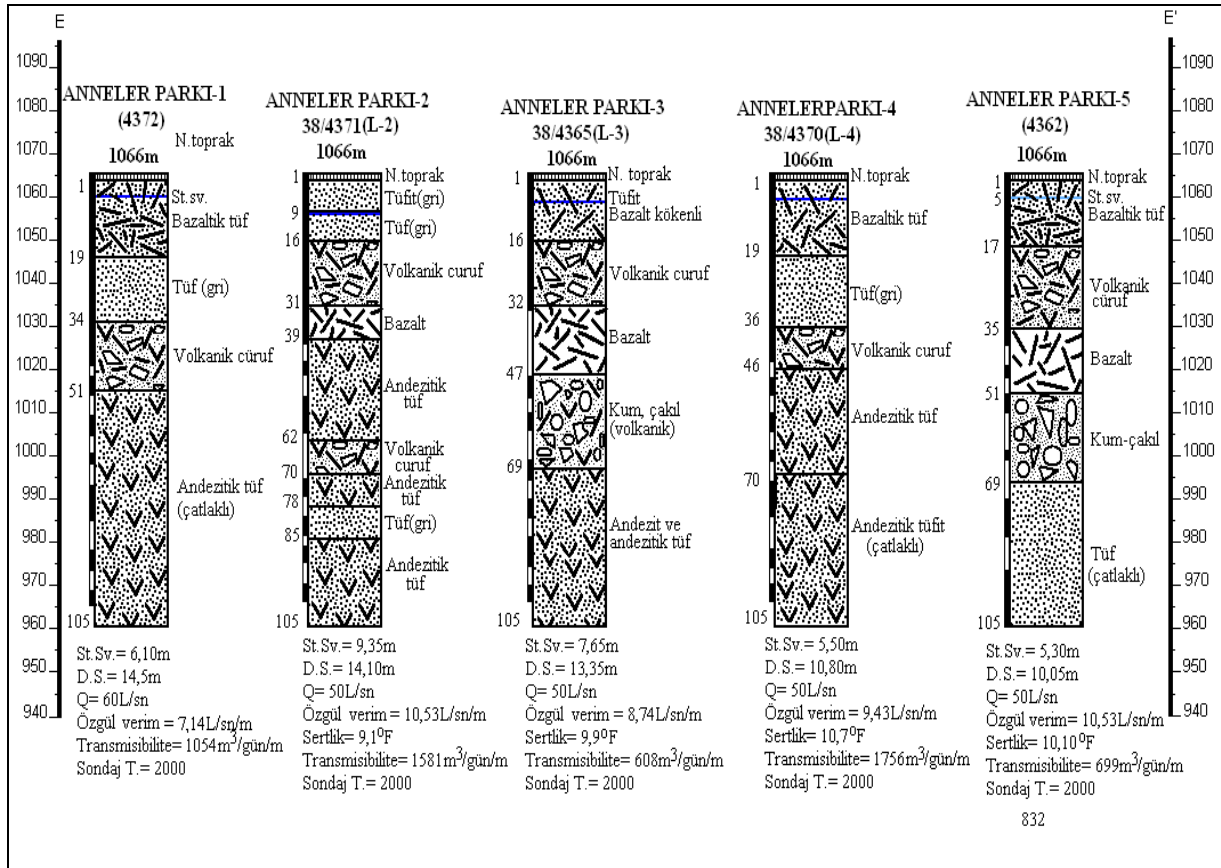
Ek 1. Devam ediyor



**Ek 1. Devam ediyor**



**Ek 1. Devam ediyor**



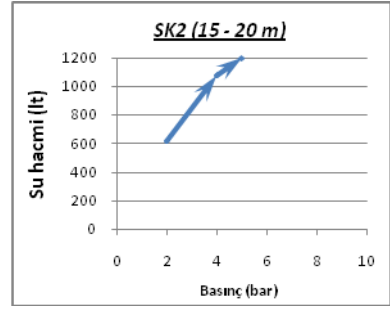
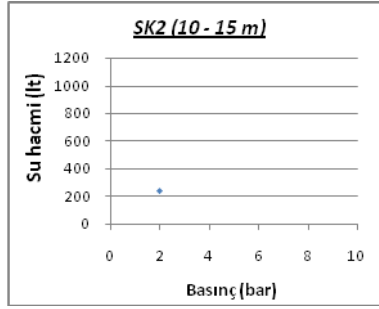
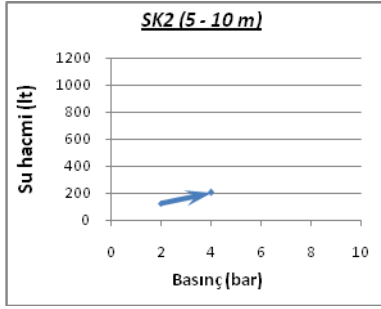
**Ek 1. Devam ediyor**

**EK 2.**  
**BASINÇLI SU TEST SONUÇLARI**

Kuyu adı: SK 2

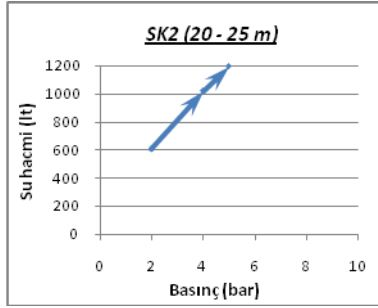
Kot: 1054 m

Kuyu derinliği: 55 m

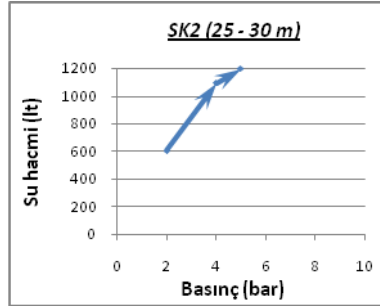


Kuyu ağzından su geldi.

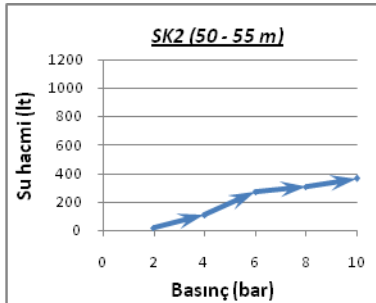
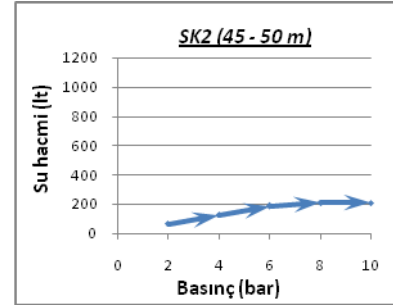
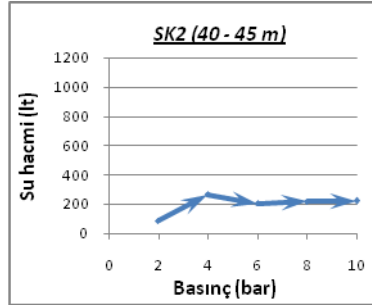
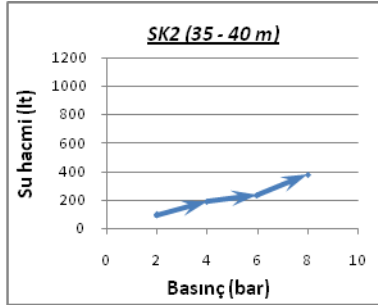
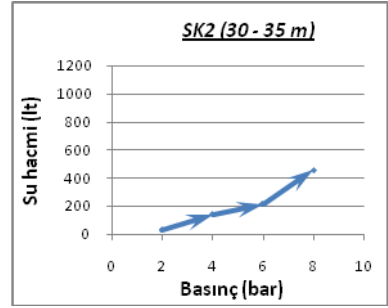
6 atm'e yükselmedi.



6 atm'e yükselmedi.



6 atm'e yükselmedi.

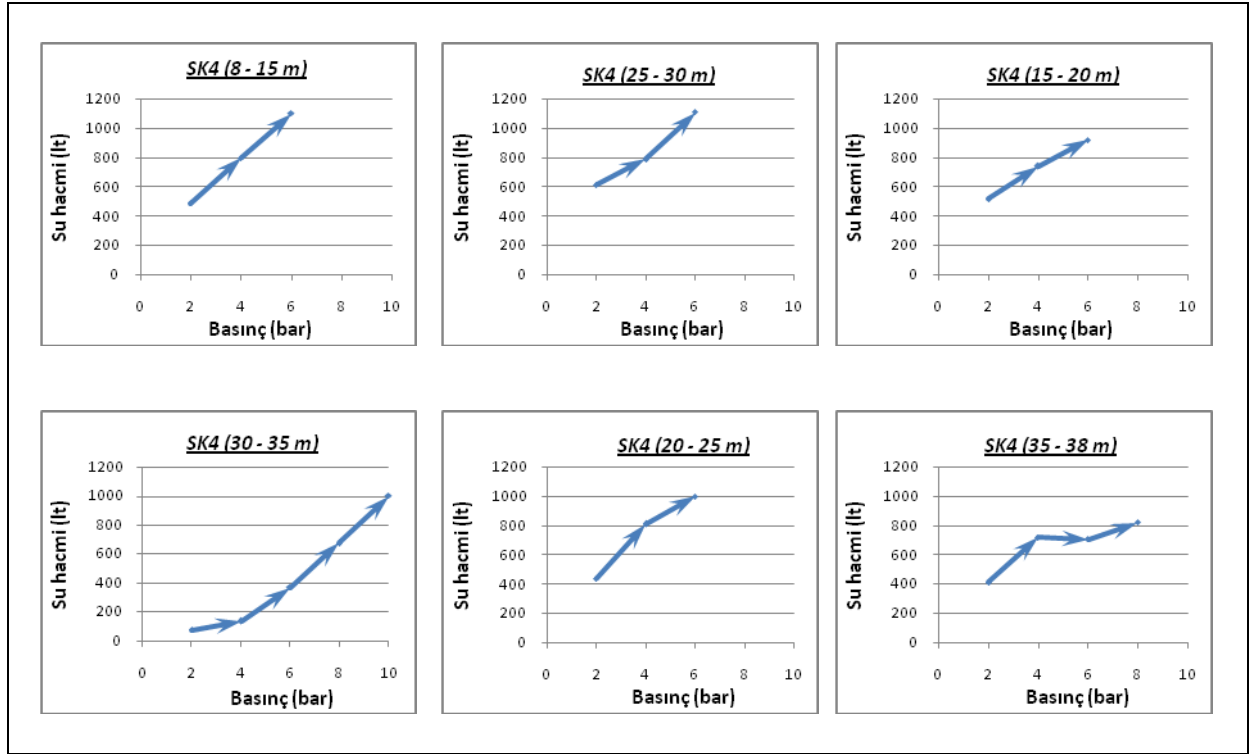




Kuyu adı: SK 4

Kot: 1054 m

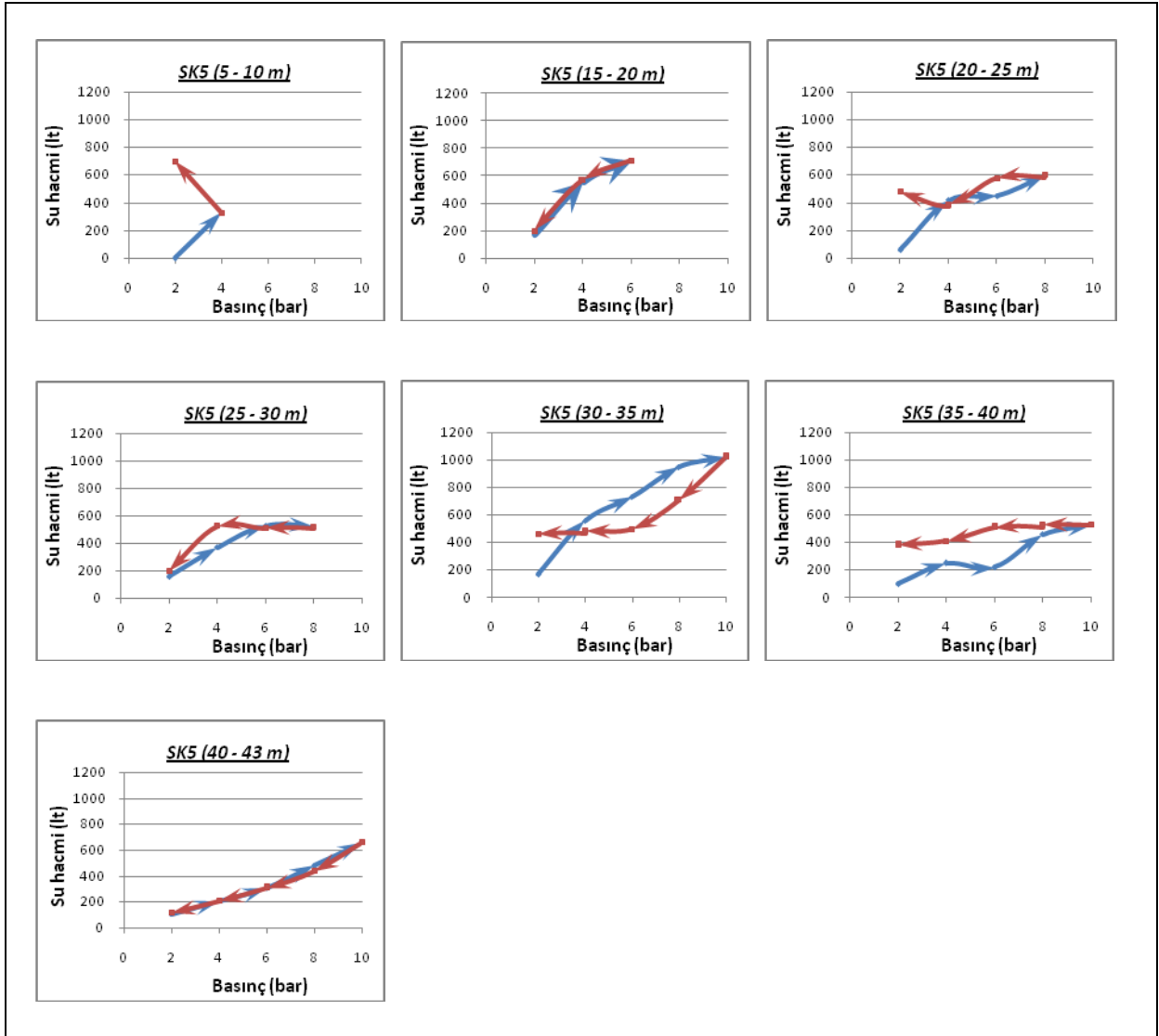
Kuyu derinliği: 38 m



Kuyu adı: SK 5

Kot: 1054 m

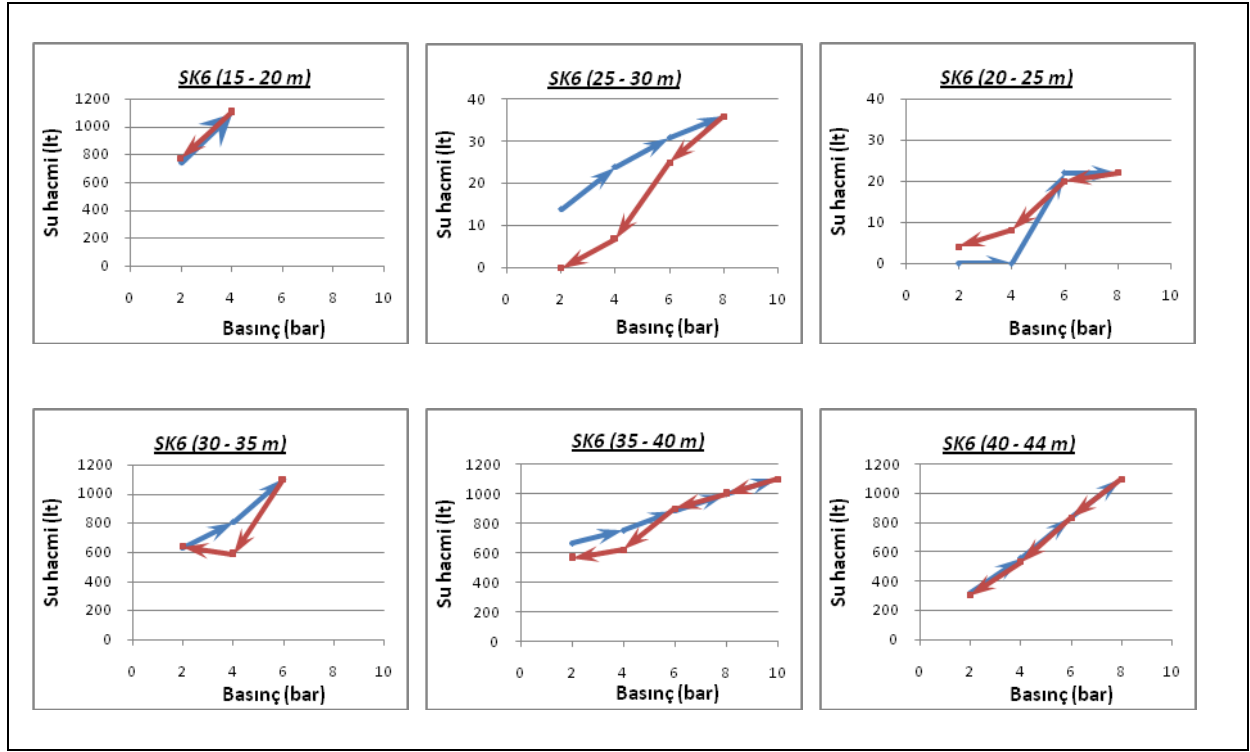
Kuyu derinliği: 43 m



Kuyu adı: SK 6

Kot: 1054 m

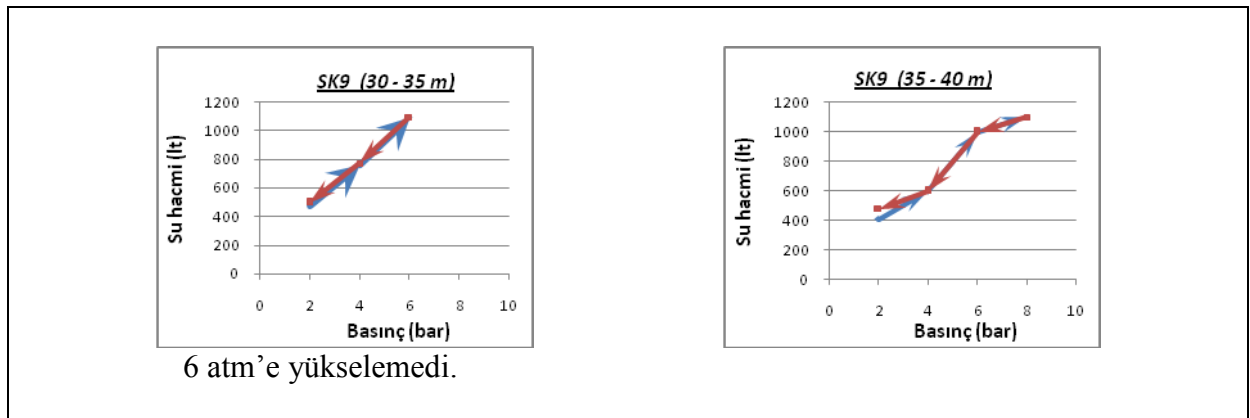
Kuyu derinliği: 44 m



Kuyu adı: SK 9

Kot: 1040 m

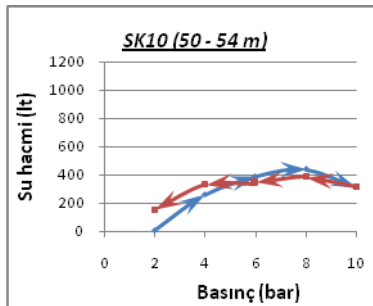
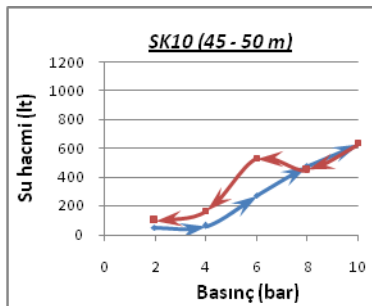
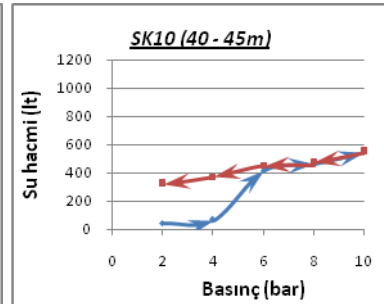
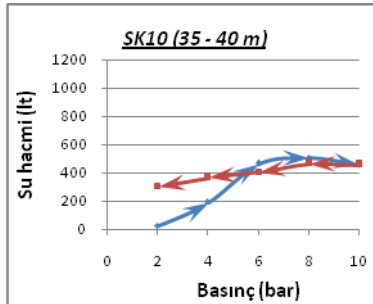
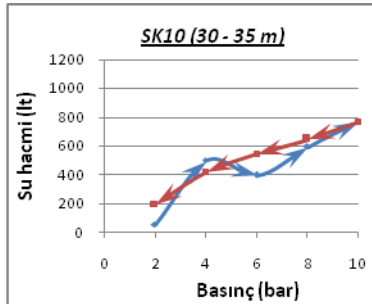
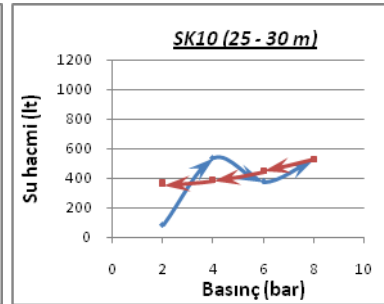
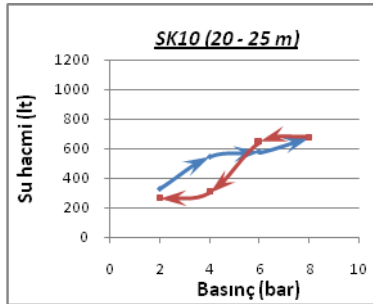
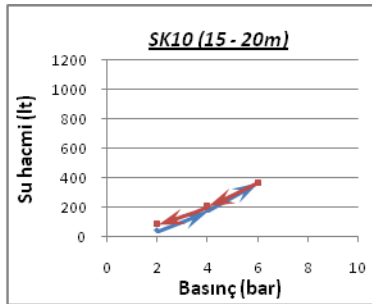
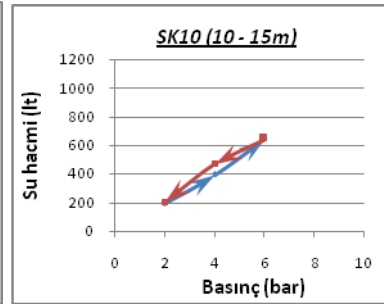
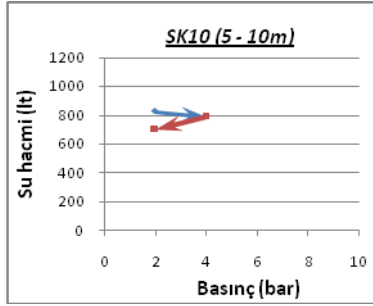
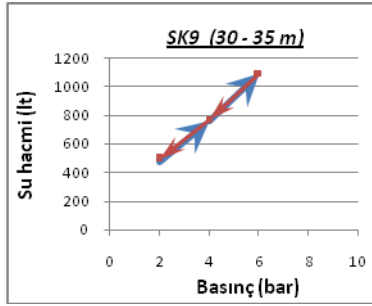
Kuyu derinliği: 40 m



Kuyu adı: SK 10

Kot: 1054 m

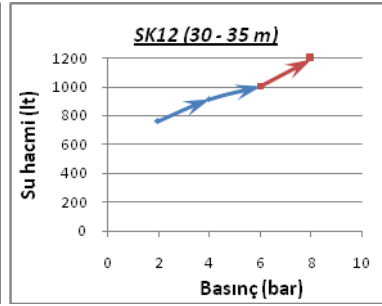
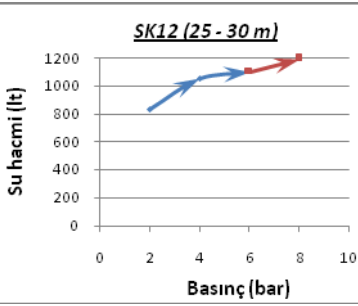
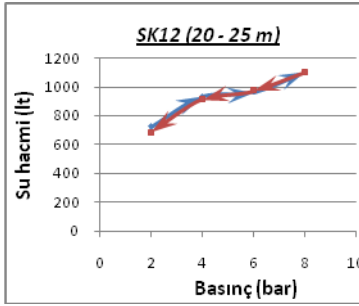
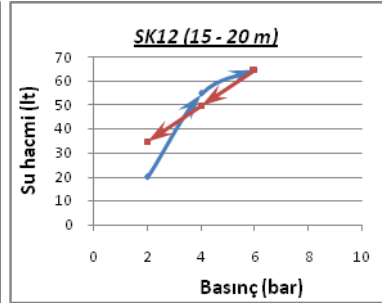
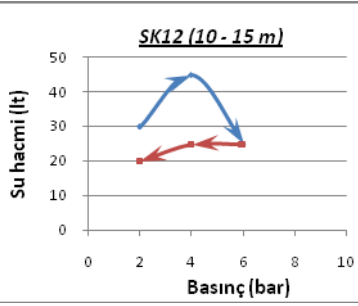
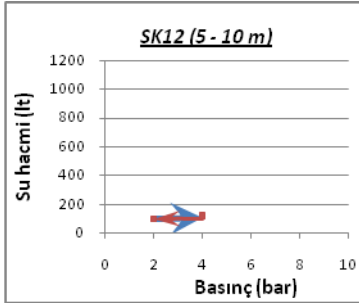
Kuyu derinliği: 54 m



Kuyu adı: SK 12

Kot: 1095 m

Kuyu derinliği: 95 m



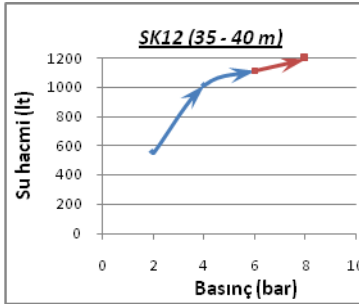
Pompa

8 atm'e yükselemedi. Pompa

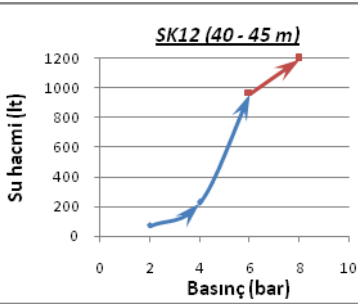
8 atm'e yükselemedi.

tam kapasite kullanıldı.

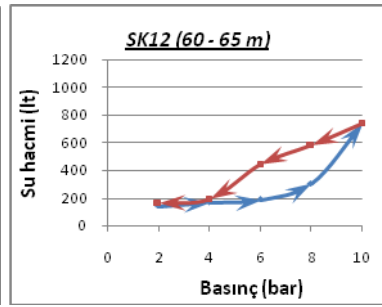
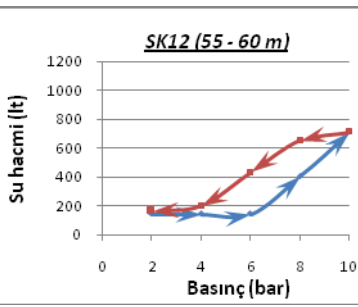
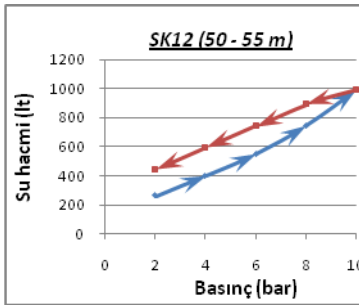
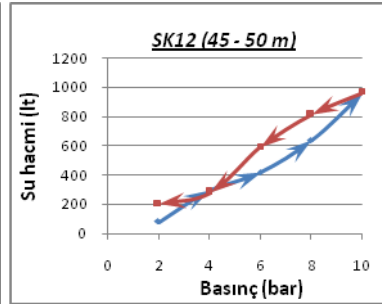
tam kapasite kullanıldı.



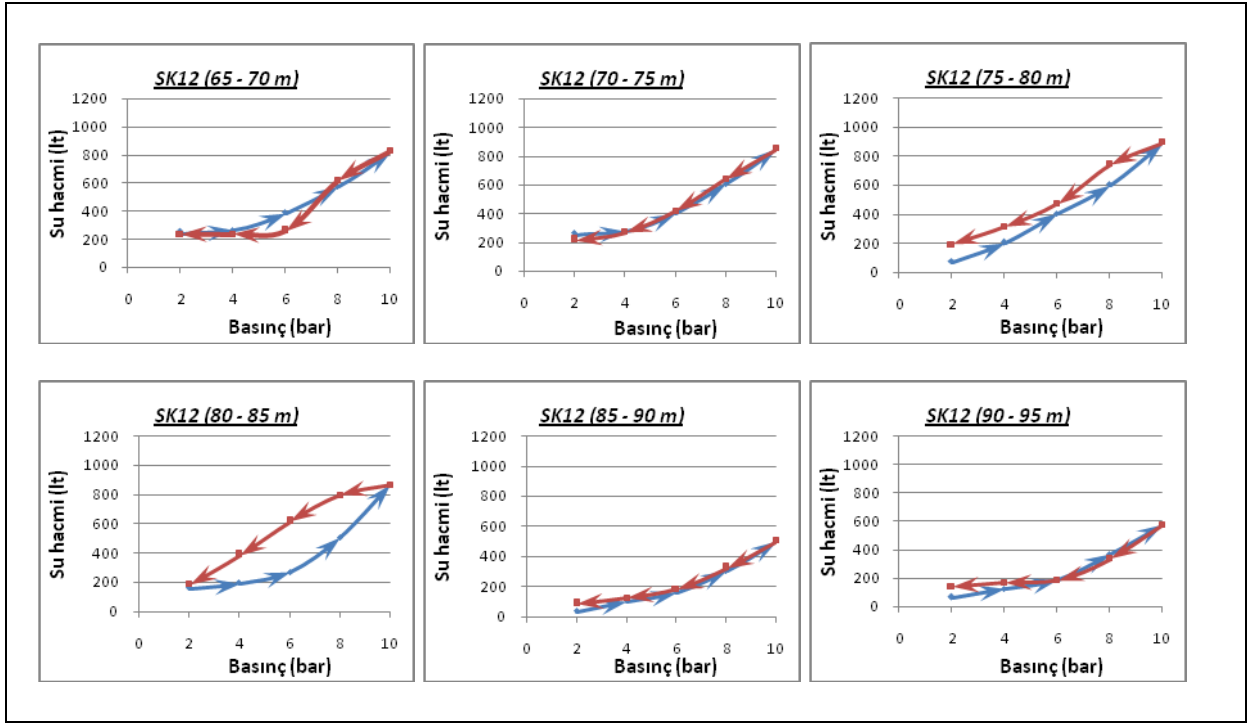
8 atm'e yükselemedi.  
Pompa tam kapasite kullanıldı.



8 atm'e yükselemedi.  
Pompa tam kapasite kullanıldı.



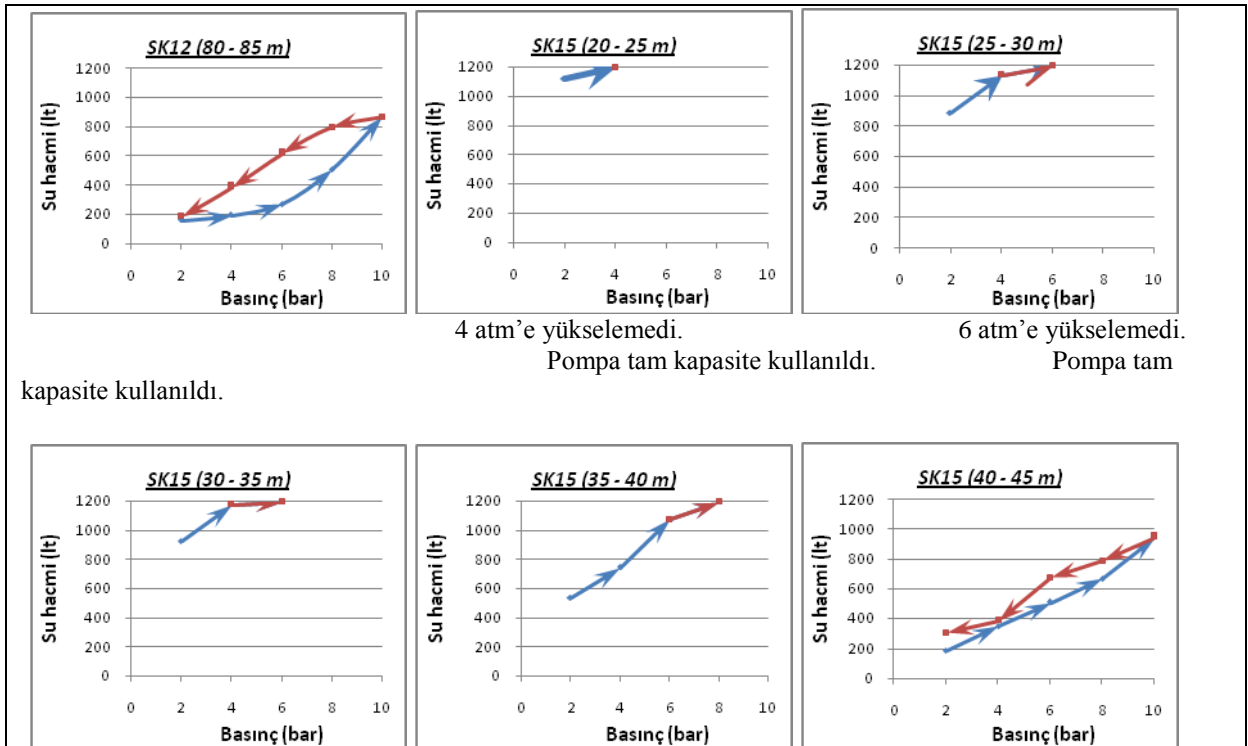
SK 12 devam ediyor.



Kuyu adı: SK 15

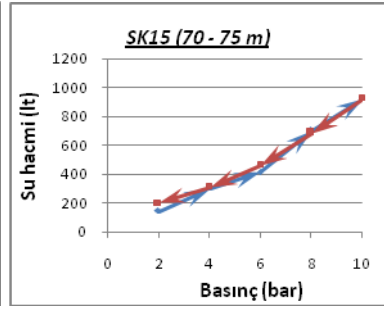
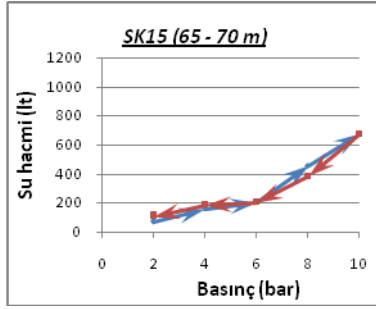
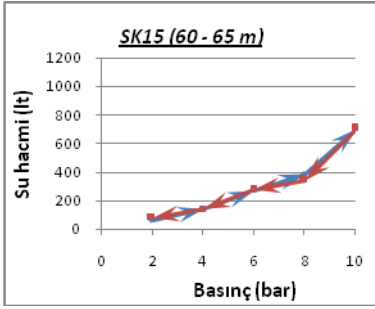
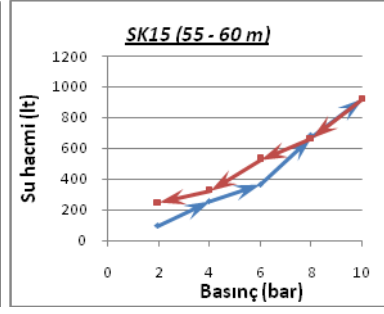
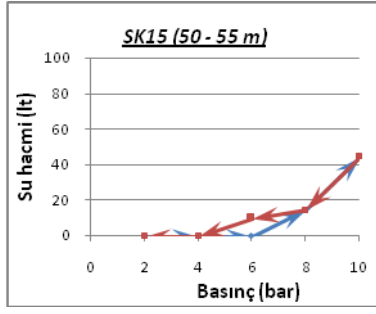
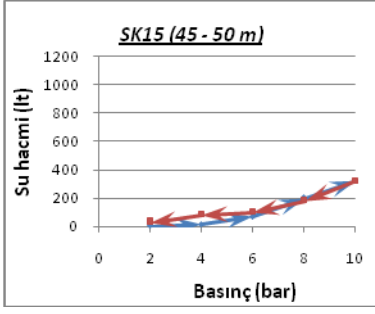
Kot: 1095 m

Kuyu derinliği: 95 m

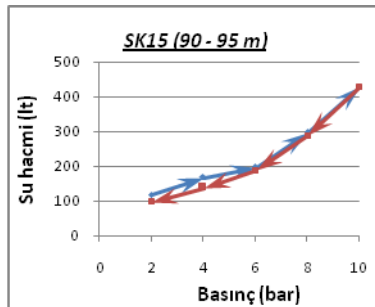
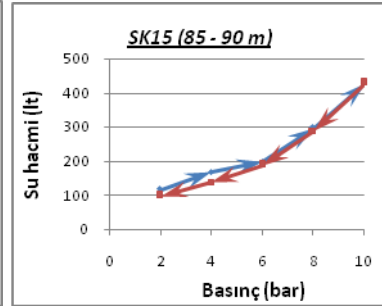
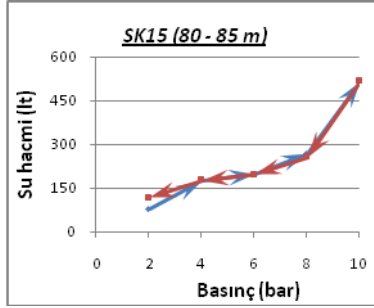
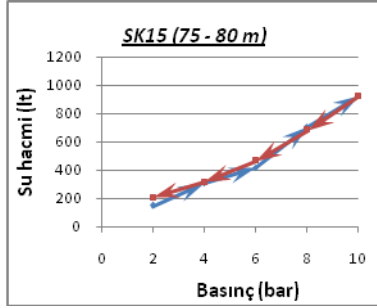


8 atm'e yükselmedi.  
Pompa tam kapasite kullanıldı.

8 atm'e yükselmedi.  
Pompa tam kapasite kullanıldı.



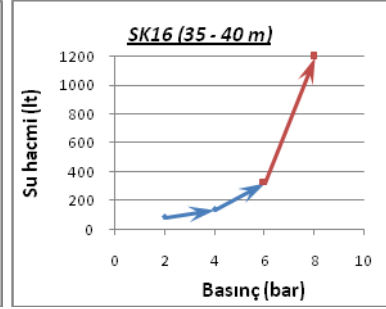
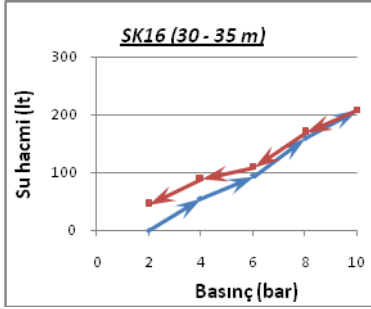
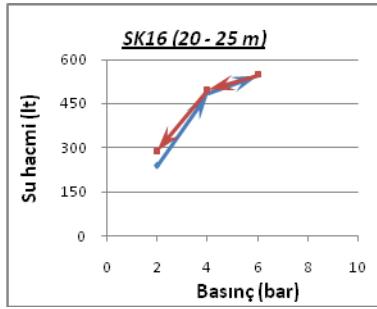
SK 15 devam ediyor.



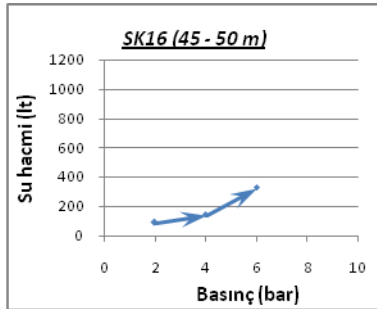
Kuyu adı: SK 16

Kot: 1070 m

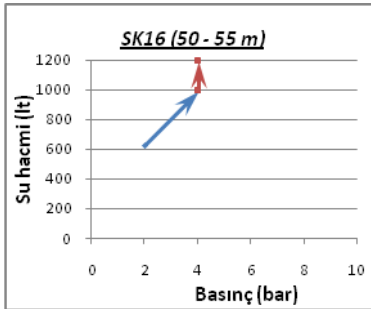
Kuyu derinliği: 70 m



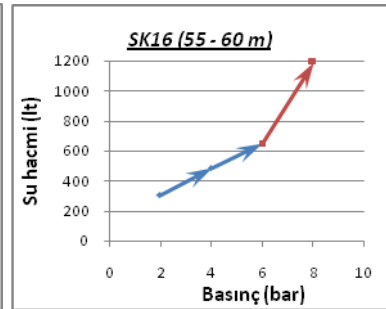
8 atm'de beklendi. Kuyu ağzından su geldi.



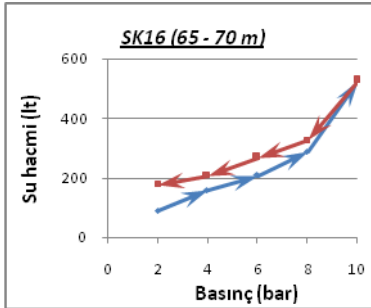
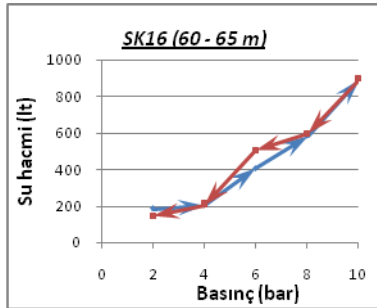
8 atm'ye yükselemedi. Kuyu ağzından su geldi.



4 atm'den fazla yükselemedi. Pompa tam kapasite kullanıldı.



6 atm'den fazla yükselemedi. Pompa tam kapasite kullanıldı.





**EK 3.**  
**KAROTLU ARASTIRMA SONDAJ KUYULARINDAKİ KAROTLARIN**  
**FOTOĞRAFLARI**

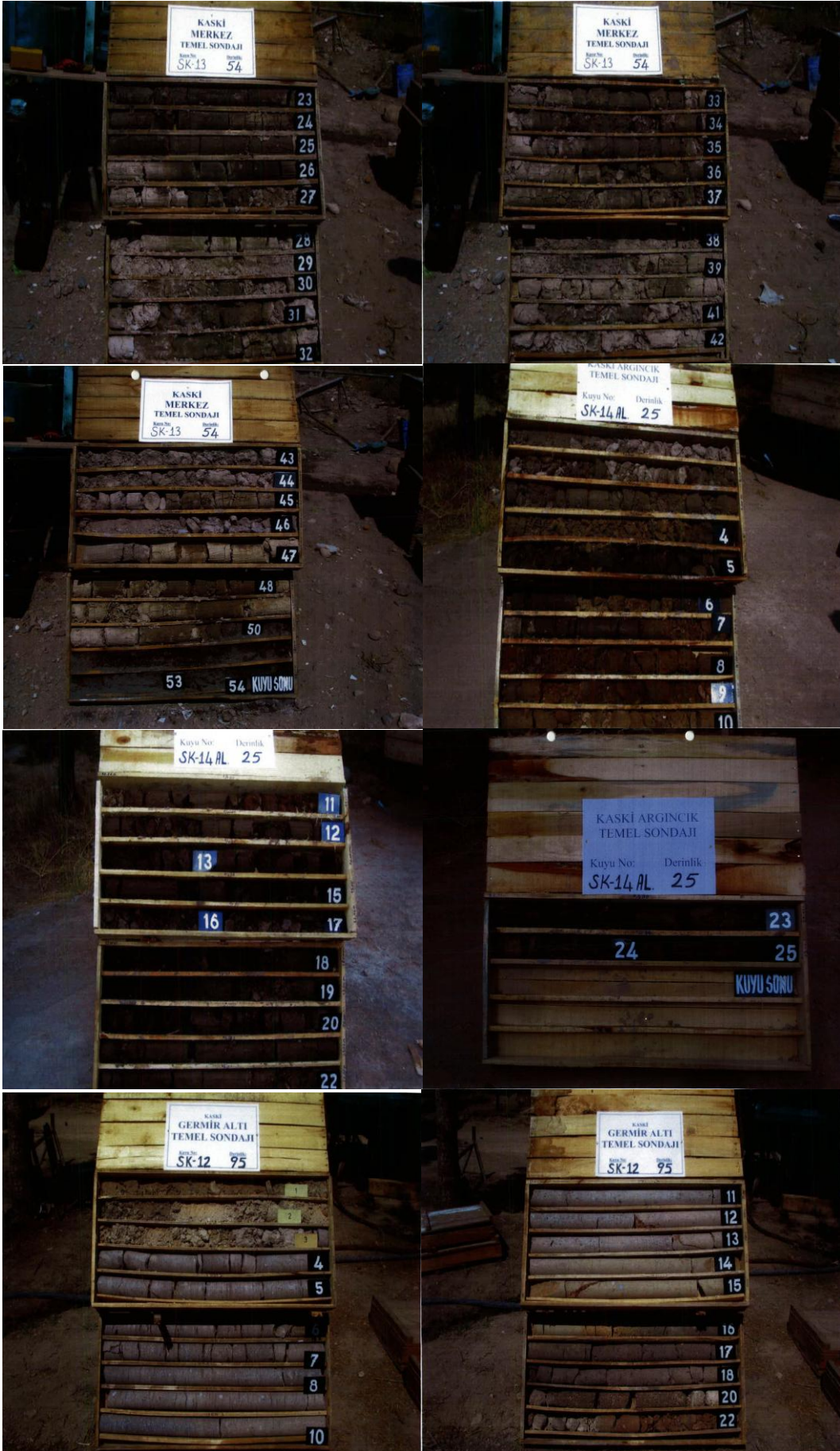






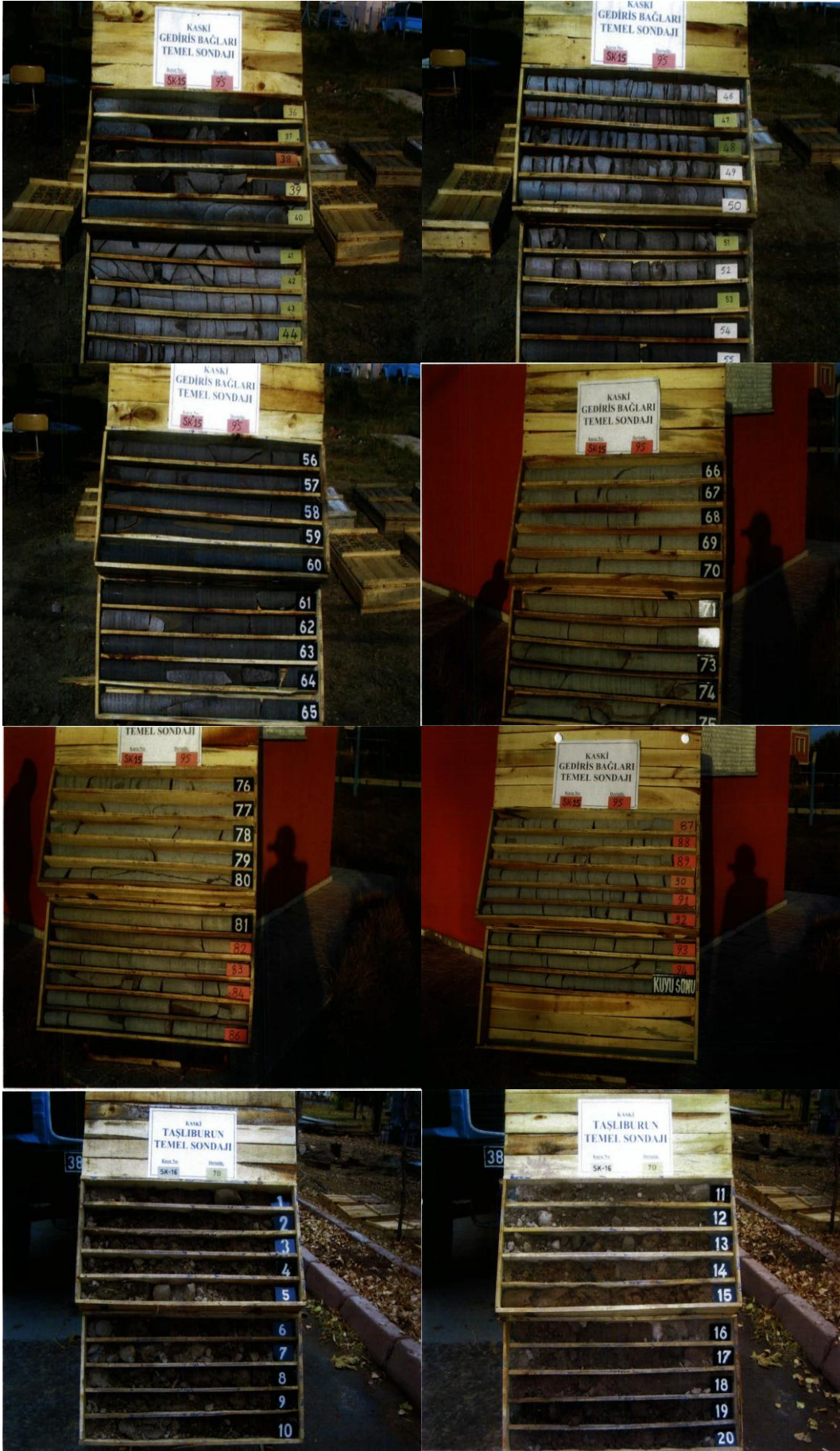






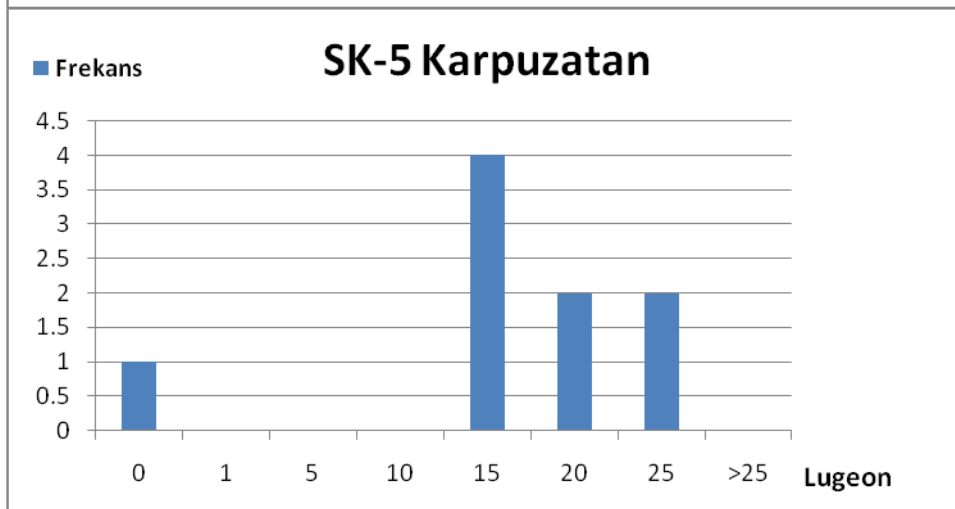
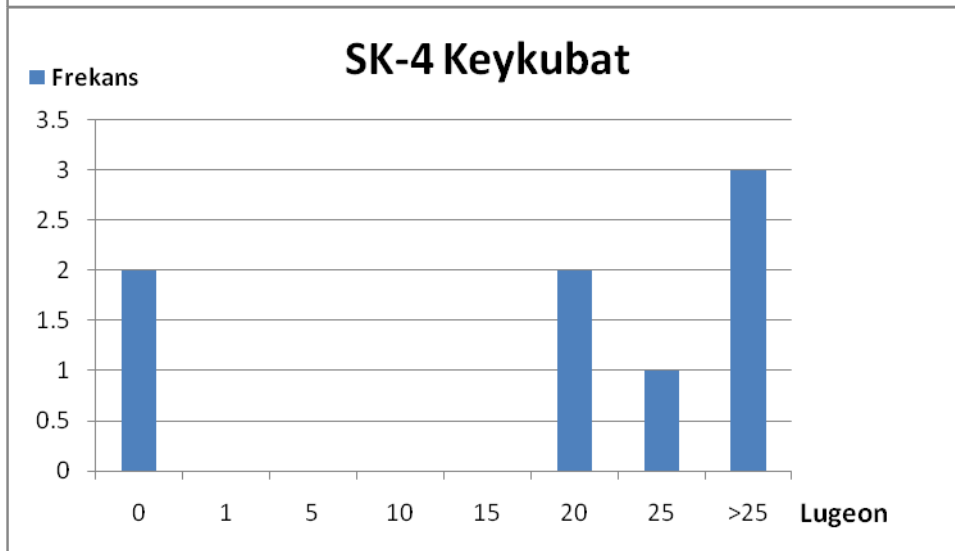
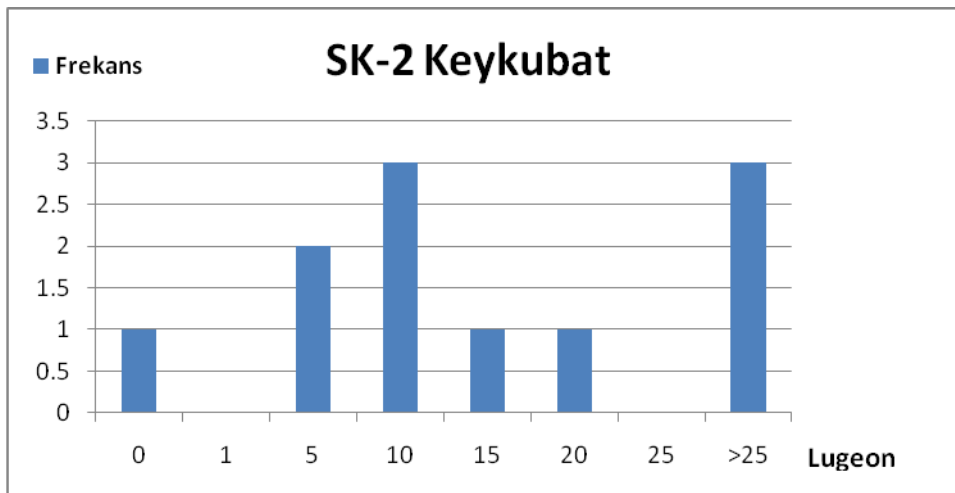


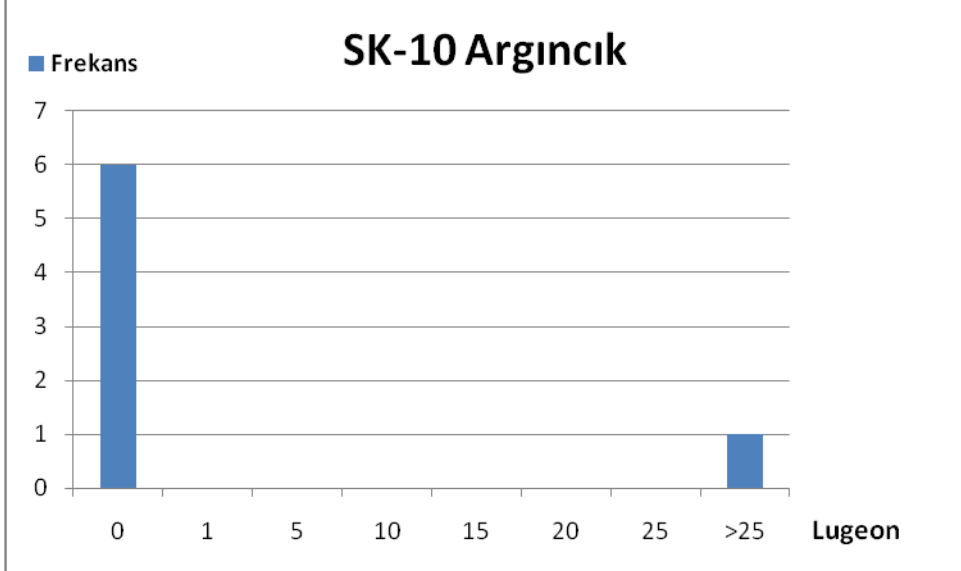
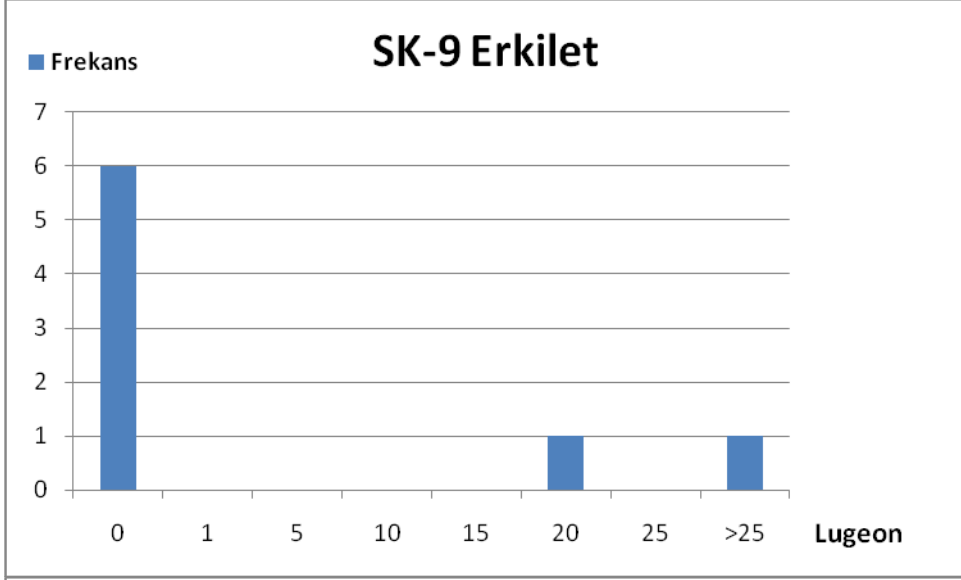
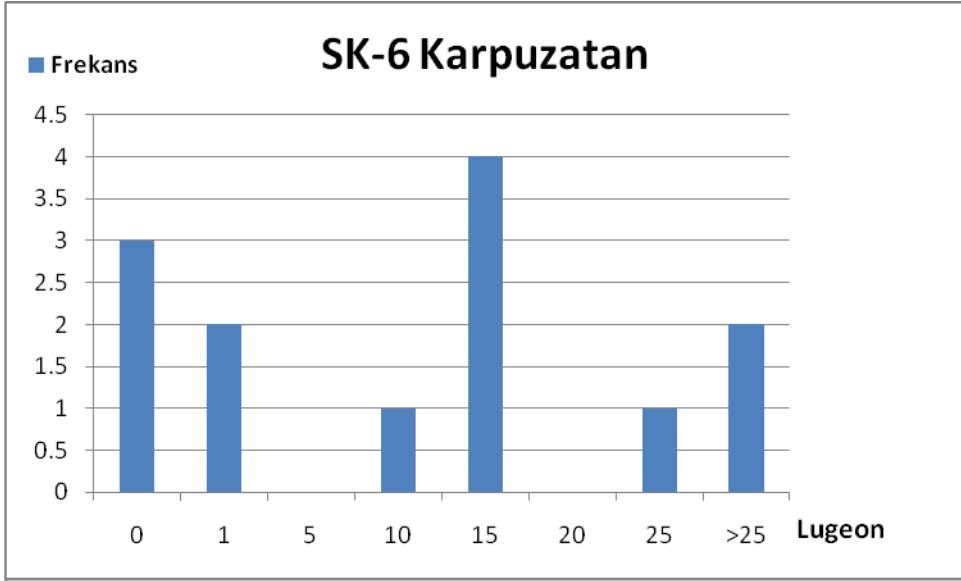


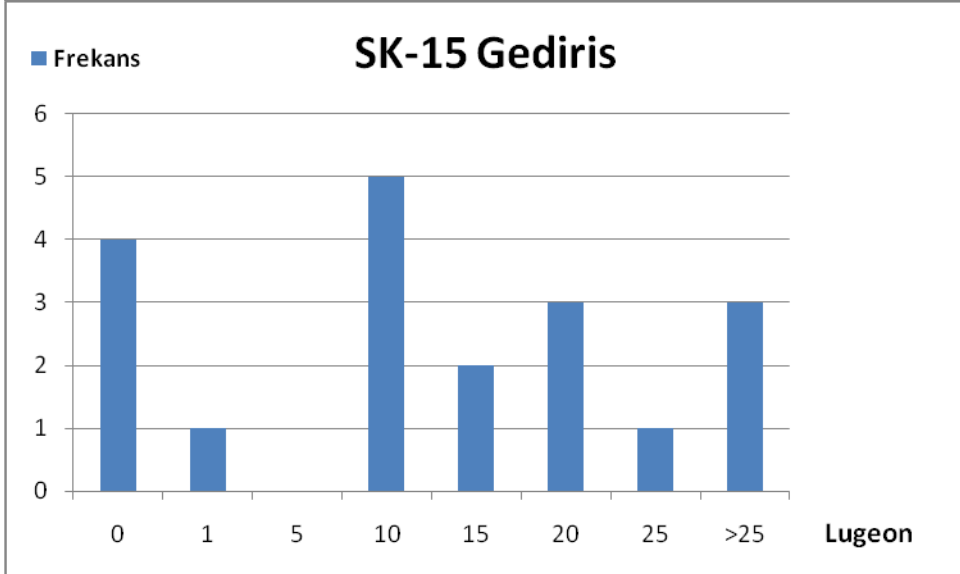
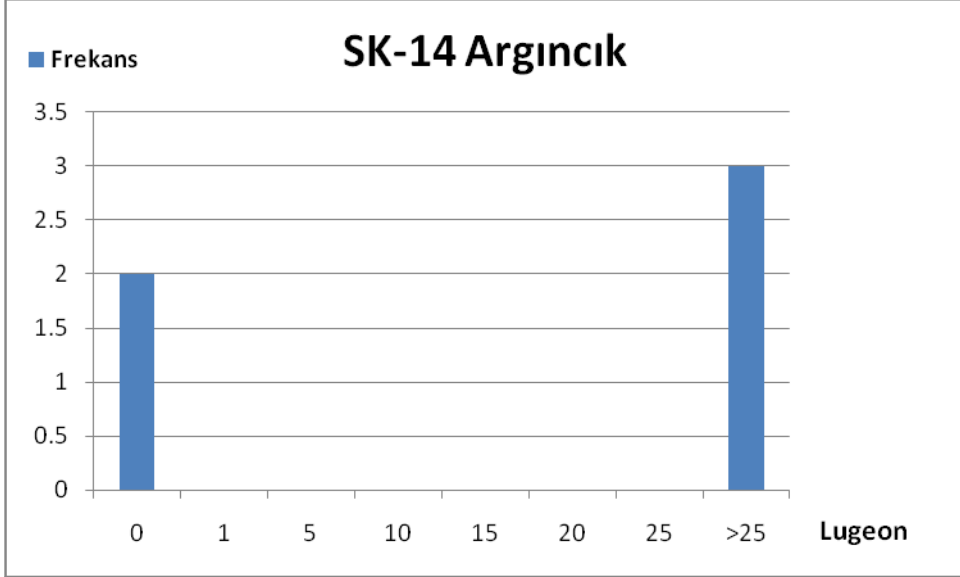
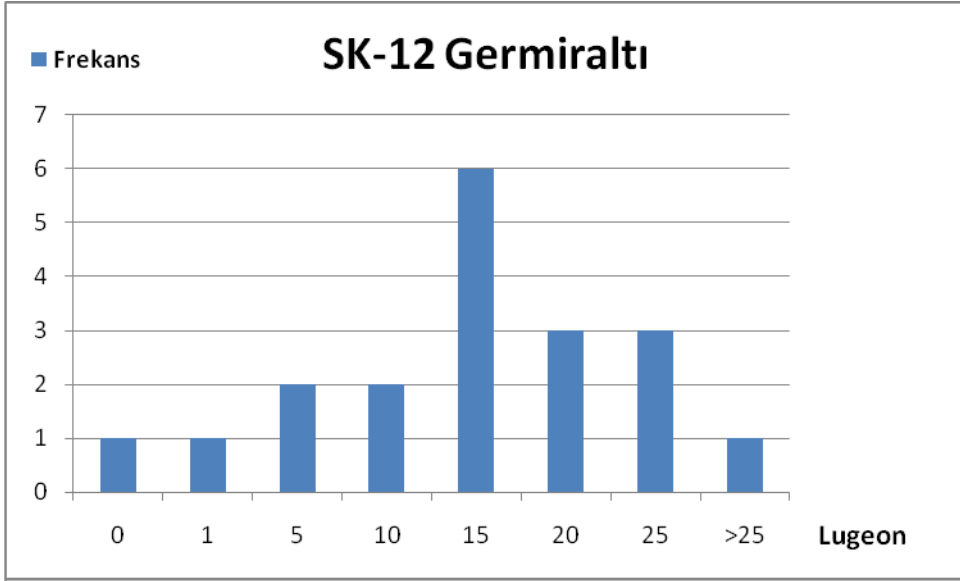


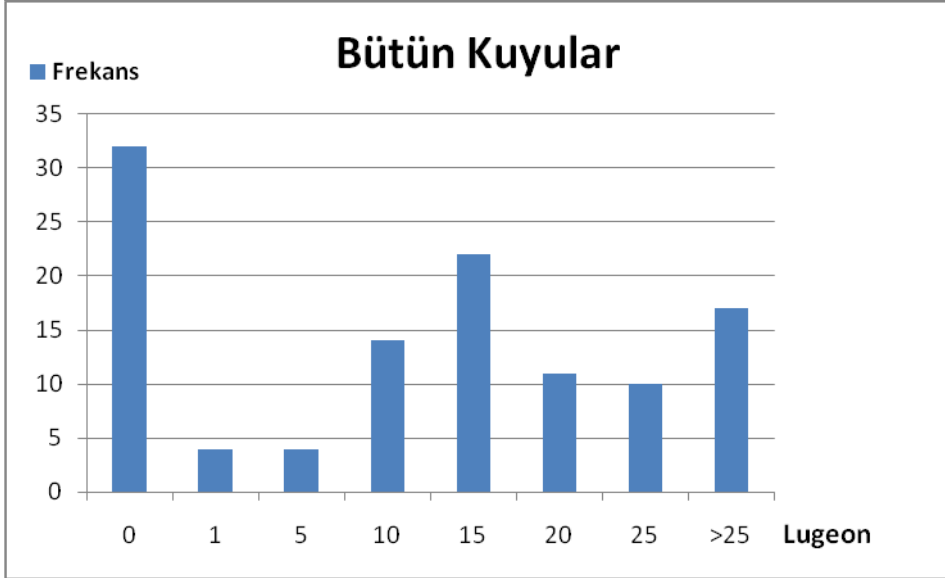
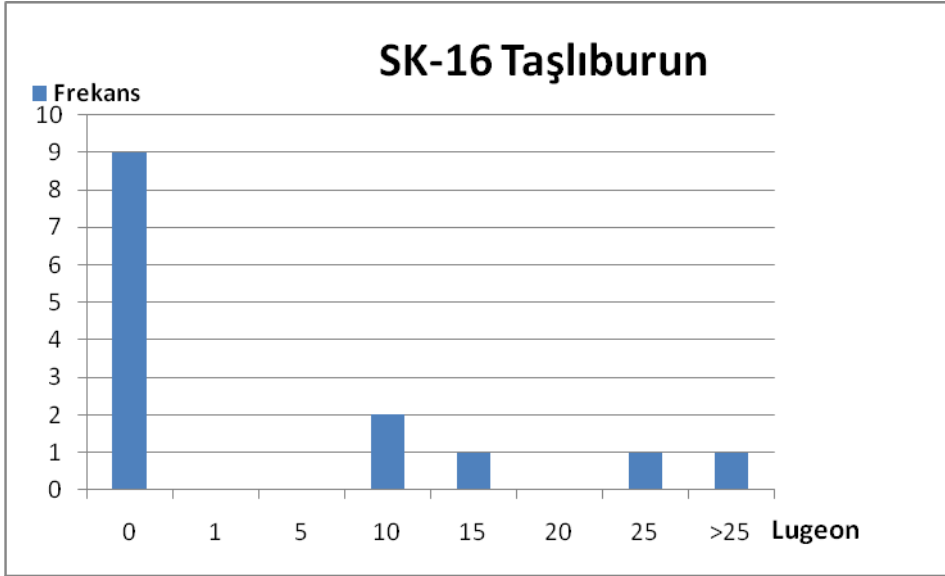


**EK 4.**  
**KAROTLU ARAŞTIRMA SONDAJ KUYULARINDA YAPILAN LUGEON**  
**DENEYLERİ SONUÇLARININ**  
**LUGEON- FREKANS HİSTOGRAMLARI**







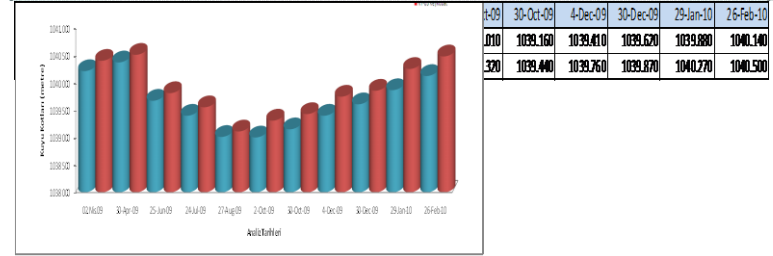
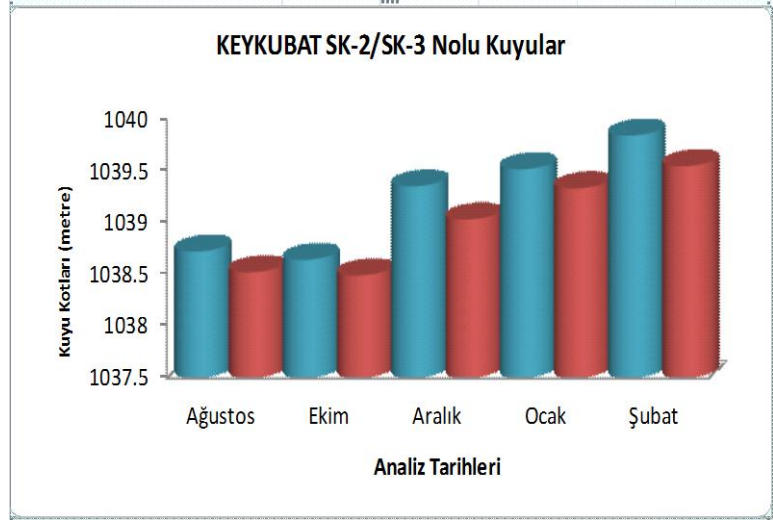


**EK 5.**

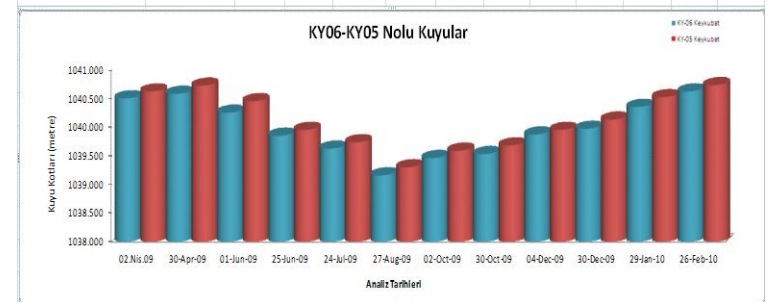
**GÖZLEM KUYULARINDAKİ YAS ÖLÇÜM SONUÇLARI GRAFİKLERİ**



Pompa Çalışıyor	Ağustos	Ekim	Aralık	Ocak	Şubat
SK-2 Keykubat (Der.8m )	1038.72	1038.64	1039.35	1039.515	1039.84
SK-3 Keykubat (Der.55m )	1038.52	1038.49	1039.03	1039.33	1039.545



Pompa Çalışıyor	02 Nis 09	30-Apr-09	01-Jun-09	25-Jun-09	24-Jul-09	27-Aug-09	02-Oct-09	30-Oct-09	04-Dec-09	30-Dec-09	29-Jan-10	26-Feb-10
KY-05 Keykubat (Der.8m )	1040.500	1040.580	1040.250	1039.850	1039.625	1039.360	1039.460	1039.590	1039.870	1039.970	1040.350	1040.620
KY-05 Keykubat (Der.38m )	1040.620	1040.720	1040.450	1039.950	1039.735	1039.380	1039.580	1039.680	1039.950	1040.130	1040.520	1040.790



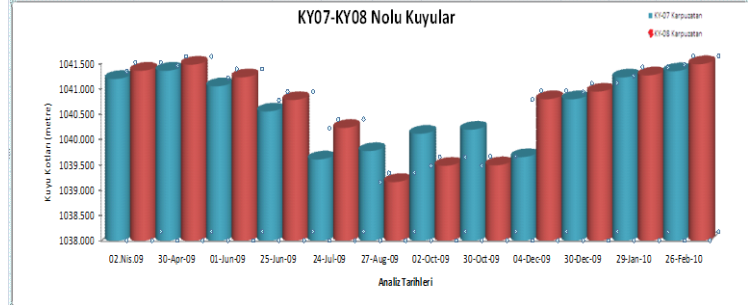
Pompa Çalışıyor	Ağustos	Ekim	Aralık	Ocak	Şubat
KY-06 Keykubat (Der.8m)	1039.11	1039.51	1039.95	1040.325	1040.66
KY-05 Keykubat (Der.38m)	1039.16	1039.575	1040.025	1040.415	1040.605

Çalışmıyor

Çalışıyor

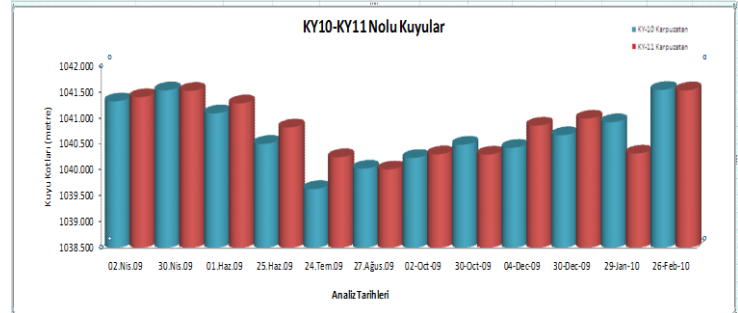
KY05-06 N

Pompa Çalışıyor	02.Nis.09	30-Apr-09	01-Jun-09	25-Jun-09	24-Jul-09	27-Aug-09	02-Oct-09	30-Oct-09	04-Dec-09	30-Dec-09	29-Jan-10	26-Feb-10
KY-07 Karpuzatan (Der.11m)	1041.130	1041.350	1041.195	1041.530	1039.005	1039.770	1040.130	1040.130	1039.650	1040.730	1041.220	1041.340
KY-08 Karpuzatan (Der.43m)	1041.350	1041.470	1041.222	1041.775	1040.225	1039.160	1039.480	1039.480	1040.730	1040.940	1041.260	1041.480



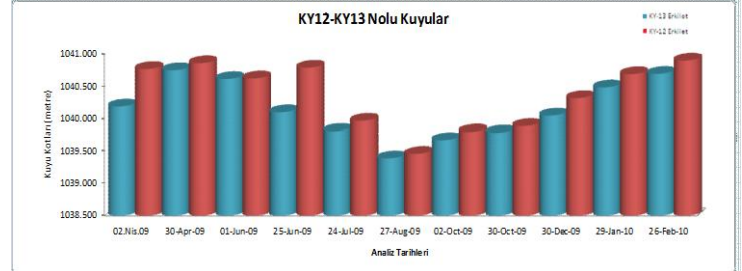
Pompa Çalışıyor	Ağustos	Ekim	Aralık	Ocak	Şubat
KY-07 Karpuzatan (Der.11m)	1038.69	1040.07	1040.68	1041.01	1041.29
KY-08 Karpuzatan (Der.43m)	1039.59	1038.98	1040.005	1040.32	1041.405

Pompa Çalışıyor	02.Nis.09	30.Nis.09	01.Haz.09	25.Haz.09	24.Tem.09	27.Ağus.09	02-Oct-09	30-Oct-09	04-Dec-09	30-Dec-09	29-Jan-10	26-Feb-10
KY-10 Karpuzatan (Der.14m)	1040.310	1041.520	1041.080	1040.495	1039.630	1040.030	1040.225	1040.480	1040.420	1040.660	1040.910	1041.530
KY-11 Karpuzatan (Der.44m)	1040.390	1041.530	1041.270	1040.810	1040.240	1040.005	1040.295	1040.290	1040.845	1040.980	1040.130	1041.520



npa Çalışıyor

Pompa Çalışmıyor	02.Nis.09	30-Apr-09	01-Jun-09	25-Jun-09	24-Jul-09	27-Aug-09	02-Oct-09	30-Oct-09	30-Dec-09	29-Jan-10	26-Feb-10
KY-13 Enkilet (Der:25m)	1040.180	1040.740	1040.605	1040.690	1039.805	1039.390	1039.670	1039.780	1040.040	1040.475	1040.685
KY-12 Enkilet (Der:40m)	1040.760	1040.850	1040.635	1040.780	1039.960	1039.460	1039.795	1039.880	1040.310	1040.680	1040.890



Pompa Çalışmıyor	02.Nis.09	30-Apr-09	01-Jun-09	25-Jun-09	24-Jul-09	27-Aug-09	02-Oct-09	30-Oct-09	04-Dec-09	30-Dec-09	29-Jan-10	26-Feb-10
KY-14 Argnck Mez (Der:25m)	1056.020	1056.390	1056.022	1054.400	1054.650	1053.370	1053.720	1054.640	1055.390	1055.670	1055.960	1056.400
KY-15 Argnck Mez (Der:56m)	1056.030	1056.350	1056.040	1054.600	1054.715	1053.650	1053.980	1054.800	1055.390	1055.715	1056.000	1056.420

