

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**HÜYÜK – İMRENLER – BURUNSUZ - KÖŞK
(BEYŞEHİR - KONYA)
ÇEVRESİNİN HİDROJEOLOJİ
İNCELEMESİ**

Duygu YAZICIOĞLU
YÜKSEK LİSANS TEZİ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI
Konya, 2007

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**HÜYÜK – İMRENLER – BURUNSUZ - KÖŞK
(BEYŞEHİR - KONYA)
ÇEVRESİNİN HİDROJEOLojİ
İNCELEMESİ**

Duygu YAZICIOĞLU
YÜKSEK LİSANS TEZİ
JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI
Konya, 2007

**Bu tez 11.09.2007 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği/ oyçokluğu ile
kabul edilmiştir.**

**Yrd. Doç. Dr.
Güler GÖÇMEZ
(Danışman)**

**Doç. Dr.
Yaşar EREN
(Üye)**

**Yrd. Doç. Dr.
Necati KARAKAYA
(Üye)**

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

HÜYÜK – İMRENLER – BURUNSUZ - KÖŞK (BEYŞEHİR-KONYA) ÇEVRESİNİN HİDROJEOLJİ İNCELEMESİ

Duygu YAZICIOĞLU

Selçuk Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Güler GÖÇMEZ

Konya, 2007

100 Sayfa

İnceleme alanı, Konya İli'nin 100 km batı-güneybatısında olup, yaklaşık olarak 169 km² lik bir alanı kapsamaktadır.

İnceleme alanında temeli Alt(?) - Orta Kambriyen – Alt Ordovisiyen yaşlı Çaltepe Formasyonu oluşturmaktadır. Çaltepe Formasyonun üzerine uyumlu olarak kristalize kireçtaşı ve metakonglomera aratabakalı, fillit ve metakumtaşları ile temsil olunan Üst Kambriyen – Alt Ordovisiyen yaşlı Sultandede formasyonu gelir. Bu istifli arakatkılı metakuvarsit ve metakuvars konglomeralarından yapılı, Orta –Üst Devoniyen yaşlı Engili formasyonu açılı uyumsuzlukla örter. Bunun üzerine uyumlu olarak kökende çamurtaşı arakatkılı karbonatlarla temsil edilen Alt-Orta Karbonifer yaşlı Kirazlı formasyonu yer alır. Tüm bu birimleri, kırmızımsı-sarımsı, krem ve turuncu renklerde, kötü boylanmalı çakıltaşı, çamurtaşı, kiltası ve kumtaşı ile kumlu kireçtaşı ara katkılardan oluşan Pliyosen yaşlı Hüyük formasyonu ve Kuvaterner yaşlı alüvyonlar açısız uyumsuzluklarla örtmektedir.

Elek analizi sonuçlarına göre Hüyük formasyonu oluşturan malzemenin ortalama tane çapı (d_{50})= 0.5 -2.6 mm, etkili tane çapı (d_{10})= 0.08- 0.5 mm, boylanma sabiti (S_0)= 1.7- 2.8 mm, düzen katsayısı (C_u) ise 5- 12.7mm arasındadır.

İnceleme alanında bulunan kaynaklardan ve kuyulardan alınan numunelerin kimyasal analizleri neticesinde Scholler diyagramına göre sular aynı kökenlidir.

Piper diyagramına göre inceleme alanındaki kaynak ve kuyu suları, 5.bölgede toplanmışlardır. Bu gruba göre sular; karbonat sertliği > karbonat

olmayan sertliği grubuna girmektedir. Böyle sular CaCO_3 ve MgCO_3 'lı sulardır. Karbonat sertliği %50 'den fazla olan sulardır.

Wilcox Diyagramına göre Köşk Kaplıcasına ait su 'iyi-kullanılabilir' sınıfında diğer tüm sular çok iyi –iyi uygun sular sınıfındadır.

ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramına göre suların çoğunluğu $\text{C}_2\text{-S}_1$ sınıfına girmektedir. Ancak Köşk kaplıcası ve avuş kaplıcasına ait sular bu diyagramın $\text{C}_3\text{-S}_1$ sınıfına düşmektedir. $\text{C}_2\text{-S}_1$ sınıfına giren sular Orta tuzlulukta su-az sodyumlu sulardır. Sodyum tehlikesi yoktur. Orta derecede tuza ihtiyaç gösteren bitkiler için kullanılır. Ancak sodyuma karşı duyarlı olan bitkilerin dışında her türlü tarım için uygundur. $\text{C}_3\text{-S}_1$ sınıfına giren sular Fazla tuzlulukta su – az sodyumlu sulardır. Drenaj yapılmaksızın bitkiler için kullanılmaz. Sodyuma karşı duyarlı olan bitkiler dışında kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Sıcak ve mineralli su, Köşk kaplıcası, fay, kaynak, debi.

ABSTRACT

Master's Thesis

THE HYDROGEOLOGICAL STUDIES AROUND HÜYÜK – İMRENLER - KÖŞK (BEYŞEHİR)

Duygu YAZICIOĞLU

Selcuk University

Graduate School of Naturel Applied Sciences

Department of Geological Engineering

Supervisor: Ass.Prof. Dr. Güler GÖÇMEZ

Konya, 2007

100 pages

The study area, which is about 100 km to west-southwest of Konya covers an area of 169 km².

The Lower (?)- Middle Cambrian- Lower Ordovician Çaltepe Formation forms the base of the metamorphic rocks. It is made up of recrystallized reef all limestone and dolomite. The Upper Cambrian –Lower Ordovician Sultandede Formation conformably overlies the base unit consist of phyllite and metasandstone intercalated with recrystallized limestone and metaconglomerate. The Middle – Upper Devoniyen Engili Formation overlies them with an angular unconformity. It is conformably overlain by the Lower- Middle Carboniferous Kirazlı Formation represented by originally been limestone and mudstone. Hüyük formation of Pliosen age and alluvium of Quaterner age that consist of reddish yellow, cream and orange coloured and at granulous conglomerate, mudstone, claystone and sandstone are covered all the other formations.

According to the results of screen analysis, the average diameter of units changes between (d_{50})= 0.5 -2.6 mm the effective diameter (d_{10})= 0.08- 0.5 mm, coefficient changes between (Cu) 5- 12.7mm.

According to Scholler diagram, which was made as a result of the chemical analysis of the samples which were taken from the sources in the investigation area, sources are same origin.

According to Piper diagram, source and well waters investigation area are in fifth zone. These waters are carbonate degree of hardness > uncarbonate degree of hardness and with CaCO₃ and MgCO₃ and their carbonate degree of harness more than 50 %.

According to Wilcox diagram, water belong to Köşk thermal spring is well-useable. The other waters are class of very well and waters.

According to ABD salinity laboratory diagram, most of waters are in C_2-S_1 state. But belong to Köşk thermal spring and Çavuş spring waters are in C_3-S_1 . C_2-S_1 water is middle salinty and with little sodium water This water does'nt inculude sodium risk for plants and is used that press for the secondary salt. But this water is suitable for all sort of agricultures, except for plants that sense to sodium. C_3-S_1 water is much salinity and with little sodium water. This water don't use without drantage for plants. This water can use except for plant that sense to sodium.

Key words: Hot and mineralized water, Köşk spa, fault, spring, debite.

ÖNSÖZ

Bu çalışma Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Bu tezin hazırlanmasında benden desteklerini esirgemeyen değerli danışman hocam Sn. Yrd. Doç. Dr. Güler GÖÇMEZ'e en derin teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarımdeki diyagramların hazırlanmasında, beni değerli bilgilerinden mahrum bırakmayan saygıdeğer hocalarım, Sn. Yrd. Doç. Dr.Ferhat BAYRAM, Yrd. Doç. Dr. Fetullah ARIK, Arş. Gör Ayla BOZDAĞ ve Arş. Gör. Alican ÖZTÜRK'e sonsuz teşekkürü borç bilirim.

Tezin hazırlanması sırasında değerli bilgilerinden yararlandığım Sn. Doç. Dr. Yaşar EREN, Prof. Dr. Füsün ALKAYA, Arş. Gör. Salih DİNÇ ve sevgili arkadaşım Arş. Gör. Yeşim BOZKIR'a teşekkür ederim.

Arazi çalışmalarım esnasında değerli katkılarını gördüğüm Köy Hizmetleri laboratuvarı'na Hüyük, İmrenler Belediyesi'ne, şükran ve saygılarımı sunarım.

Hayatım boyunca maddi, manevi desteklerini her zaman yanımda hissettiren, benim için büyük fedakarlıklar gösteren aileme ve eşim Ferdi KIZILCAN'a teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ.....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	x
TABLolar LİSTESİ.....	xii
1.GİRİŞ.....	1
1.1. Amaç, Materyal ve Metod.....	1
1.2. Önceki Çalışmalar.....	2
1.3. İnceleme Alanı.....	8
1.4. Yerleşim ve Ulaşım.....	8
1.5. Bitki Örtüsü.....	8
1.6. Ekonomi.....	10
1.7. Morfoloji ve Akarsu.....	10
1.8. Orografi ve Hidrografi.....	10
1.9. İklim koşulları.....	12
1.10. Buharlaşma Terleme.....	17
2. GENEL JEOLojİ.....	22
2.1. Stratigrafi.....	22
2.2. Çaltepe Formasyonu (€Oç).....	22
2.3. Sultandede formasyonu (€Os).....	27
2.3.1. Bel Yakası Üyesi (€Osb).....	30
2.4. Engili formasyonu (De).....	31
2.5. Kirazlı formasyonu (Ck).....	34
2.6. Hüyük formasyonu.....	36
2.7. Alüvyon.....	38
3. YAPISAL JEOLojİ.....	40
3.1. Kıvrımlar.....	40
3.2. Faylar.....	40
3.3.Çatlaklar.....	41
3.4. Uyumsuzluklar.....	41
4. JEOLojİ EVRİMİ.....	46
5. HİDROJEOLojİ.....	48
5.1. Hidrojeoloji Birimleri.....	48
5.1.1. Geçirimli birim (G-1).....	48
5.1.2. Geçirimsiz birim (Gz-1).....	48
5.1.3. Az geçirimli birim (AG-1).....	49
5.1.4. Geçirimli birim (G-3).....	49
5.1.5. Geçirimli birim (G-4).....	49
5.1.6. Geçirimli birim (G-5).....	50
5.2. Akiflerin Hidrojeoloji Özellikleri.....	51
5.2.1. Elek analizi.....	52
5.2.2. Porozite.....	54
5.2.3 Permeabilite.....	54
5.2.4. Sondaj kuyuları.....	55
5.3. Soğuk Su Kaynakları.....	57
5.3.1. Başpınar kaynağı.....	57
5.3.2. Burunsuz çeşmesi.....	58

5.3.3. Uşakpınarı Kaynağı.....	59
5.3.4. Süpürgelik kaynağı.....	59
5.3.5. Mutlu kaynağı	60
5.3.6. Aşağıpınar kaynağı.....	61
5.3.7. Ulupınar kaynağı	61
5.3.8. Pınarbaşı Kaynağı	63
5.3.9. İlmen kaynağı.....	63
5.4. Sıcak ve Mineralli Su Kaynakları	64
5.4.1. Köşk kaplıcası	64
5.4.2. Çavuş kaplıcası.....	69
5.5. Kaynak Sularının Sınıflaması	69
5.5.1. Uluslararası Hidrojeologlar Birliği (AIH)’a göre sınıflama.....	69
5.6. Su Tablası Haritaları	71
6. SU KİMYASI.....	80
6.1. Sularda Bulunan İyonlar ve Kökenleri.....	80
6.1.1. Katyonlar	80
6.1.2. Anyonlar.....	80
6.2. Suların Tahlil Sonuçlarına Göre Grafiklerle Gösterilmesi.....	82
6.2.1. Yarı logaritmik Scholler Diyagramı.....	82
6.2.2. Piper diyagramı	86
6.3. Suların İçilebilme Özellikleri	88
6.4. Suların Sulama Suyu Özellikleri	89
6.4.1. Wilcox diyagramı.....	90
6.4.2. ABD tuzluluk laboratuvarı diyagramı.....	92
7. SONUÇLAR	95
KAYNAKLAR	97

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. İnceleme alanının yer bulduru haritası.....	9
Şekil 1.2. İnceleme alanının oro-hidrografi haritası.....	12
Şekil 1.3. Eklenik sapma grafiği ve yağış dağılışı histogramı.....	14
Şekil 1.4. İnceleme alanının klimogramı (20 yıllık ortalama).....	15
Şekil 1.5. Yağış – buharlaşma ve terlemenin değişim grafiği (20 yıllık ortalama) (Thorntwait'e).....	20
Şekil 1.6. Yağış – buharlaşma ve terlemenin değişim grafiği (2006) (Thornthwaite'e göre).....	21
Şekil 2.1. İnceleme alanının genelleştirilmiş dikme kesiti.....	23
Şekil 2.2. Çaltepe Formasyonu'na ait kireçtaşlarında gözlenen kalsit damarı (Akdağtepe güneyi).....	24
Şekil 2.3. Çaltepe Formasyonu'na ait kireçtaşları (Akdağtepe güneybatısı).	25
Şekil 2.4. Sultandede formasyonuna ait filitlerden bir görünüm (Asar Tepe güneyi).....	29
Şekil 2.5. Engili formasyonuna ait pembe, beyaz renkli metakuvarsitler (Belbaşı Mevkii güneyi).....	33
Şekil 2.6. Engili formasyonu (De) ve Kirazlı formasyonu (Ck) sınır ilişkisi. (Yıldız Dağı, Kuzeydoğudan, güneybatıya bakış).....	35
Şekil 2.7. Pınarbaşı mevkii Hüyük formasyonundan (Th) bir görünüm (doğudan batıya bakış).	37
Şekil 2.8. Alüvyonda meydana gelen obruk oluşumları.....	39
Şekil.3.1. Çaltepe ve Sultandede formasyonlarına tabaka konumlarına ait nokta ve kontur diyagramları (n=45). Kıvrım eksen konumu =K64°D, 43°KD.....	42
Şekil 3.2. Engili ve Kirazlı formasyonlarında tabaka konumlarına ait nokta ve kontur diyagramları (n=50).Kıvrım eksen konumu =K65°,45°KD.....	43
Şekil 3.3. Sultandede formasyonunda yapraklanma konumlarına ait nokta ve kontur diyagramları (n=50). Kıvrım eksen konumu= K48°D, 41°KD.....	44
Şekil 3.4 Çaltepe Formasyonu'nda çatlak ölçümlerine ait gül diyagramı (n=40). Egemen çatlak konumları =K10°-20°D ve K40°-50°D olarak belirlenmiştir.	45
Şekil 5.1. İnceleme alanındaki hidrojeoloji birimleri.....	51
Şekil 5.2. Hüyük formasyonuna ait eklenik eğri.....	53
Şekil 5.3. İnceleme alanında önceden açılmış bazı kuyulara ait litoloji logları (İller Bankası içme suyu hidrolojik – hidrojeolojik etüt raporu, Görgülü, 2000).....	55
Şekil 5.4. İmrenler Kasabası'nın kuzeydoğusundaki Başpınar Kaynağının görünümü.....	57
Şekil 5.5. Başpınar kaynağının çıkış yerinde bulunan 45°GB eğimli faydan bir görünüm (Kuzeybatıya bakış).....	58
Şekil 5.6. Burunsuz Kasabası'nda çeşme haline getirilmiş kaynağın görünümü.	58
Şekil 5.7. Uşakpınarı kaynağının görünümü.....	59
Şekil 5.8. Süpürgelik kaynağından bir görünüm.	60

Şekil 5.9. Mutlu kaynağından görünüm.....	60
Şekil 5.10. Aşağıpınar mevkiinde bulunan tarihi çeşmeden kaynak çıkışının görünümü.....	61
Şekil 5.11. Ulupınar kaynağının görünüm. (Aralık 2006)	62
Şekil 5.12. Ulupınar kaynağının görünümü (Mayıs 2007)	62
Şekil 5.13. Pınarbaşı kaynağından bir görünüm.	63
Şekil 5.14. İlmen kasabasında artezyen olarak çıkan kaynağın görünümü.	64
Şekil 5.15. Beyşehir-Köşk K-1 kuyusu litoloji ve kuyu donanımı (Tekin ve Çetiner, 1988)	68
Şekil 5.16. Çavuş hamamından bir görünüm.....	69
Şekil 5.17. İnceleme alanının yeraltısu tablası haritaları (Ölçeksiz)	72
Şekil 5.18. İnceleme alanının eş Kalsiyum haritaları (Ölçeksiz).....	73
Şekil 5.19. İnceleme alanının eş Magnezyum haritaları (Ölçeksiz)	74
Şekil 5.20. İnceleme alanının eş Bikarbonat haritaları (Ölçeksiz).....	75
Şekil 5.21. İnceleme alanının eş Klor haritaları (Ölçeksiz)	76
Şekil 5.22. İnceleme alanının eş Sülfat haritaları (Ölçeksiz).	77
Şekil 5.23. İnceleme alanının eş Sodyum haritaları (Ölçeksiz).	78
Şekil 5.24. İnceleme alanının eş Potasyum haritaları (Ölçeksiz).....	79
Şekil 6.1. İnceleme alanındaki kaynaklara ait yarı logaritmik schoeller diyagramı.....	84
Şekil 6.2. İnceleme alanındaki kuyulara ait yarı logaritmik schoeller diyagramı.....	86
Şekil 6.3. İnceleme alanına ait kaynaklara ait suların Piper diyagramı.	87
Şekil 6.4. İnceleme alanındaki kuyular ait suların Piper Diyagramı.....	88
Şekil 6.5. İnceleme alanındaki suların İçilebilirlik Diyagramı	89
Şekil 6.6. İnceleme alanındaki kaynak sularının Wilcox diyagramı.....	91
Şekil 6.7. İnceleme alanındaki kuyu sularının Wilcox diyagramı.	92
Şekil 6.8. İnceleme alanındaki kaynaklara ait ABD tuzluluk diyagramı.	93
Şekil 6.9. İnceleme alanındaki kuyulara ait ABD tuzluluk diyagramı.....	94

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1.1. İnceleme alanına ait aylık ortalama sıcaklık değerleri (1986 – 2006- 20 yıllık).....	16
Tablo 1.2. İnceleme alanına ait aylık ortalama yağış değerleri (20 yıllık ortalama 1986 - 2006)	17
Tablo.1.3 İnceleme alanının 1986-2006 yılları arası Deneştirmeli Nem Bilançosu Thornwait'e (1948) göre.....	18
Tablo.1.4. İnceleme alanının 2006 yıllı ortalaması Deneştirmeli Nem Bilançosu Thornwait'e (1948) göre.....	19
Tablo 5.1. Elek analizi sonuçları.	52
Tablo 5.2. İnceleme alanında önceden açılmış bazı kuyuların özellikleri (İller bankası içme suyu. hidrolojik – hidrojeolojik etüt raporu, Görgülü, 2000)	56
Tablo 5.3. Köşk Kaplıca suyunda, son 50 yılda yapılan kimyasal tahliller.....	66

Tablo 5.4. Köşkköy jeotermal alanında açılan sondajlar.....	67
Tablo 6.1. İnceleme alanındaki kaynakların fiziko-kimyasal analiz sonuçları (mg/l) (2006-2007yılları arası).....	81
Tablo 6.2. İnceleme alanındaki kuyuların fiziko-kimyasal analiz sonuçları (mg/l) (2006-2007yılları arası).....	82

EKLERİN LİSTESİ

- EK-1** HÜYÜK-İMRENLER-BURUNSUZ-KÖŞK (BEYŞEHİR)ÇEVRESİNİN
JEOLOJİ HARİTASI
- EK-2** HÜYÜK-İMRENLER-BURUNSUZ-KÖŞK (BEYŞEHİR)ÇEVRESİNİN
HİDROJEOLOJİ HARİTASI
- EK-3** HÜYÜK-İMRENLER-BURUNSUZ-KÖŞK (BEYŞEHİR)ÇEVRESİNİN
JEOLOJİK KESİTLERİ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

HÜYÜK – İMRENLER – BURUNSUZ - KÖŞK (BEYŞEHİR-KONYA) ÇEVRESİNİN HİDROJEOLJİ İNCELEMESİ

Duygu YAZICIOĞLU

Selçuk Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Güler GÖÇMEZ

Konya, 2007

100 Sayfa

İnceleme alanı, Konya İli'nin 100 km batı-güneybatısında olup, yaklaşık olarak 169 km² lik bir alanı kapsamaktadır.

İnceleme alanında temeli Alt(?) - Orta Kambriyen – Alt Ordovisiyen yaşlı Çaltepe Formasyonu oluşturmaktadır. Çaltepe Formasyonun üzerine uyumlu olarak kristalize kireçtaşı ve metakonglomera aratabakalı, fillit ve metakumtaşları ile temsil olunan Üst Kambriyen – Alt Ordovisiyen yaşlı Sultandede formasyonu gelir. Bu istifli arakatkılı metakuvarsit ve metakuvars konglomeralarından yapılı, Orta –Üst Devoniyen yaşlı Engili formasyonu açılı uyumsuzlukla örter. Bunun üzerine uyumlu olarak kökende çamurtaşı arakatkılı karbonatlarla temsil edilen Alt-Orta Karbonifer yaşlı Kirazlı formasyonu yer alır. Tüm bu birimleri, kırmızımsı-sarımsı, krem ve turuncu renklerde, kötü boylanmalı çakıltaşı, çamurtaşı, kiltası ve kumtaşı ile kumlu kireçtaşı ara katkılardan oluşan Pliyosen yaşlı Hüyük formasyonu ve Kuvaterner yaşlı alüvyonlar açısız uyumsuzluklarla örtmektedir.

Elek analizi sonuçlarına göre Hüyük formasyonu oluşturan malzemenin ortalama tane çapı (d_{50})= 0.5 -2.6 mm, etkili tane çapı (d_{10})= 0.08- 0.5 mm, boylanma sabiti (S_0)= 1.7- 2.8 mm, düzen katsayısı (C_u) ise 5- 12.7mm arasındadır.

İnceleme alanında bulunan kaynaklardan ve kuyulardan alınan numunelerin kimyasal analizleri neticesinde Scholler diyagramına göre sular aynı kökenlidir.

Piper diyagramına göre inceleme alanındaki kaynak ve kuyu suları, 5.bölgede toplanmışlardır. Bu gruba göre sular; karbonat sertliği > karbonat

olmayan sertliği grubuna girmektedir. Böyle sular CaCO_3 ve MgCO_3 'lı sulardır. Karbonat sertliği %50 'den fazla olan sulardır.

Wilcox Diyagramına göre Köşk Kaplıcasına ait su 'iyi-kullanılabilir' sınıfında diğer tüm sular çok iyi –iyi uygun sular sınıfındadır.

ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramına göre suların çoğunluğu $\text{C}_2\text{-S}_1$ sınıfına girmektedir. Ancak Köşk kaplıcası ve avuş kaplıcasına ait sular bu diyagramın $\text{C}_3\text{-S}_1$ sınıfına düşmektedir. $\text{C}_2\text{-S}_1$ sınıfına giren sular Orta tuzlulukta su-az sodyumlu sulardır. Sodyum tehlikesi yoktur. Orta derecede tuza ihtiyaç gösteren bitkiler için kullanılır. Ancak sodyuma karşı duyarlı olan bitkilerin dışında her türlü tarım için uygundur. $\text{C}_3\text{-S}_1$ sınıfına giren sular Fazla tuzlulukta su – az sodyumlu sulardır. Drenaj yapılmaksızın bitkiler için kullanılmaz. Sodyuma karşı duyarlı olan bitkiler dışında kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Sıcak ve mineralli su, Köşk kaplıcası, fay, kaynak, debi.

ABSTRACT

Master's Thesis

THE HYDROGEOLOGICAL STUDIES AROUND HÜYÜK – İMRENLER - KÖŞK (BEYŞEHİR)

Duygu YAZICIOĞLU

Selcuk University

Graduate School of Naturel Applied Sciences

Department of Geological Engineering

Supervisor: Ass.Prof. Dr. Güler GÖÇMEZ

Konya, 2007

100 pages

The study area, which is about 100 km to west-southwest of Konya covers an area of 169 km².

The Lower (?)- Middle Cambrian- Lower Ordovician Çaltepe Formation forms the base of the metamorphic rocks. It is made up of recrystallized reef all limestone and dolomite. The Upper Cambrian –Lower Ordovician Sultandede Formation conformably overlies the base unit consist of phyllite and metasandstone intercalated with recrystallized limestone and metaconglomerate. The Middle – Upper Devoniyen Engili Formation overlies them with an angular unconformity. It is conformably overlain by the Lower- Middle Carboniferous Kirazlı Formation represented by originally been limestone and mudstone. Hüyük formation of Pliosen age and alluvium of Quaterner age that consist of reddish yellow, cream and orange coloured and at granulous conglomerate, mudstone, claystone and sandstone are covered all the other formations.

According to the results of screen analysis, the average diameter of units changes between (d_{50})= 0.5 -2.6 mm the effective diameter (d_{10})= 0.08- 0.5 mm, coefficient changes between (Cu) 5- 12.7mm.

According to Scholler diagram, which was made as a result of the chemical analysis of the samples which were taken from the sources in the investigation area, sources are same origin.

According to Piper diagram, source and well waters investigation area are in fifth zone. These waters are carbonate degree of hardness > uncarbonate degree of hardness and with CaCO₃ and MgCO₃ and their carbonate degree of harness more than 50 %.

According to Wilcox diagram, water belong to Köşk thermal spring is well-useable. The other waters are class of very well and waters.

According to ABD salinity laboratory diagram, most of waters are in C_2-S_1 state. But belong to Köşk thermal spring and Çavuş spring waters are in C_3-S_1 . C_2-S_1 water is middle salinty and with little sodium water This water does'nt inculude sodium risk for plants and is used that press for the secondary salt. But this water is suitable for all sort of agricultures, except for plants that sense to sodium. C_3-S_1 water is much salinity and with little sodium water. This water don't use without drantage for plants. This water can use except for plant that sense to sodium.

Key words: Hot and mineralized water, Köşk spa, fault, spring, debite.

1. GİRİŞ

1.1. Amaç, Materyal ve Metod

Selçuk Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği bölümünde yüksek lisans tezi olarak hazırlanan bu çalışmada Konya iline yaklaşık 100 km uzaklıktaki Beyşehir ilçesinin kuzey - kuzey batısındaki yaklaşık 169 km² lik alanın jeolojik ve hidrojeolojik incelemesi yapılmıştır. Jeolojik çalışmalarda 1/25.000 ölçekli topografik haritaların Konya- M27- a1, Konya – M27-a2 paftaları yararlanılarak jeoloji haritası hazırlanmış stratigrafik dikme kesit çıkartılmıştır.

Çalışmada alanın jeoloji incelenmesi üzerinde önemle durulmuş, su noktalarından örnekler alınarak kimyasal analizleri yaptırılmış özellikleri açıklanarak çeşitli diyagramlarla yorumlanmıştır.

Formasyonların tabaka konumları, Brunton tipi pusula ile ölçülerek Steronet programı ile diyagramlar hazırlanıp yöreyi etkileyen tektonik hareketlerin tipik özellikleri ortaya çıkartılmıştır. Ayrıca paleontolojik, petrografik incelemeler için kayalar örnekleri alınmıştır. Alınan örneklerin ince kesitleri Jeoloji Mühendisliği Bölümünde yaptırılmıştır.

Hidrojeolojik çalışmalarda, çalışma alanı içerisindeki tüm su noktaları tespit edilerek haritaya işaretlenmiştir. Debileri belirli hacim yöntemi ile ölçülmüştür. Bu noktalardan sistematik örnekler alınarak suların fiziko-kimyasal özelliklerini ve kökenlerini belirlemek için Köy Hizmetleri Bölge Müdürlüğü laboratuvarlarında analizleri yaptırılmıştır. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan yağış-sıcaklık, nispi nem vb. değerler kullanılarak bölgenin karşılaştırmalı nem bilânçosu hazırlanmıştır. Ayrıca bölgenin yağış –buharlaştırma –terlemenin değişim grafiği çizilmiştir.

Yeraltı su seviyesinin en yüksek ve en düşük olduğu dönemlerde kuyulardan YAS seviyesi ölçümü yapılmış ve Surfer programı yardımıyla yeraltısu tablası haritaları hazırlanmıştır.

1.2. Önceki Çalışmalar

Çalışma alanında, değişik zamanlarda pek çok çalışma yapılmıştır. Bunlardan bazıları kronolojik sıraya göre aşağıda özetlenmiştir.

Blumental (1947), Seydişehir –Beyşehir alanının jeolojisini inceleyerek altta yer alan şistleri ‘Seydişehir şisti’ olarak adlandırmıştır. Devoniyen yaşı verilen olarak şistlerin üzerine Üst Paleozoik ‘in gri mavi renkli kireçtaşı kalkıştı ara katkılı masif kireçtaşlarının geldiğini, dolomit ve siyah renkli kireçtaşlarının ise Triyas yaşlı olduğunu belirtmiştir.

Çağlar (1948), çalışmasında Köşk Hamamı’na ait kaynak suyunun kimyasal tahlilini yaparak suyun 35C°, debisinin 5lt/sn 9,1 eman radyoaktivite ölçmüştür. Tahlil sonucuna göre kaplıca suyunun sodyumlu, kalsiyumlu sülfatlı ve 1249 mg/ lt mineral içerdiğini belirtmiştir.

Brennich (1954), Akşehir (90/1, 2, 3, 4) ve Ilgın (91/1,91/3) paftalarına ilişkin 1/100.000 ölçekli jeoloji haritalarını hazırlamış, en yaşlı kayalar olarak dolomitik mermer, koyu mavi –gri kireçtaşı, fillit ve killi şistleri göstermiştir. Şist ve fillit arasında ekaylanmış olarak ve yüksek tepelerde bir taban konglomerasıyla başladığı gözlenen kuvarsiti Paleozoyik istife dahil etmiştir.

Abdüsselamoğlu (1958), yılında hazırladığı ‘Sultandağı’nın jeolojisi’ adlı raporunda, Devoniyen’e ait mercanlı tabakaların bulunduğunu belirtmiştir. Abdüsselamoğlu (1958)’na göre metamorfik şistler ile bunlar arasındaki kuvarsit ve kireçtaşları temeli oluştuğunu belirterek metamorfik seri üzerine diskordans olarak gelen dolomit ve kireçtaşlarına Jura yaşını vermiştir. Jura’dan sonra fosilli Üst Kretase’den genç formasyonların karasal Neojen ve Kuvaterner olduğunu belirtmiştir. Sultandağı ‘nın bütünüyle kuzeydoğuya yatık bir antiklinalden meydana geldiğine ve en az Permian ‘den itibaren kara halinde kaldığına işaret etmiştir. Önemli olmamakla beraber bazı hematit ve linyit yüzeylemelerinin de olduğunu belirtmiştir.

Bruun ve diğerleri (1971), Batı Toroslar’ın yapısal sorunlarına açıklık getirecek bölgesel yorumlar yapmıştır. 1- Otokton Torosları oluşturan Mesozoyik – Tersiyer yaşlı örtü ile eski temel üzerinde durulmuş. 2-Batı Toroslar’daki üç büyük nap sisteminin tartışılması olmuştur. Bunlardan, Beyşehir-Hoyran napı üzerinde

durulmuştur. Yapılan çalışmada, Çaltepe Formasyonu (Alt-Orta Kambriyen)ile başlayan istif, dereceli olarak Seydişehir şeyline geçtiğini belirtmişlerdir.

Haude (1972), Akşehir –Isparta arasında ayrıntılı çalışmalar yapmıştır. Akşehir –Isparta karayolunun güneyinde KB-GD uzanımlı 3 zon ayırtlamıştır. Bunlar; Mesozoyik kireçtaşı kapsayan zon, Kambriyen-Devoniyen birimlerinin yer aldığı en eski zon ve Üst Devoniyen –Permien zonu olduğunu, bunların çevrelerini ise gölsel Pliosen çökellerinin oluşturduğu belirtmiştir.

Özgül ve Gedik (1973), Orta Toroslarda Alt Paleozoyik yaşta Çaltepe kireçtaşı ve Seydişehir formasyonun stratigrafisi hakkında yeni bilgiler sunmuşlardır. Hadim dolayında Çaltepe kireçtaşlarının alt seviyesini oluşturan kül renkli kireçtaşında fosil izine rastlamadığını belirterek, üst seviyelerdeki Tribolit ve Brakiapod kapsayan, alacalı renkli, yumrulu kireçtaşına Orta Kambriyen yaşını vermişlerdir.

Yenal ve Usman (1974), Köşk Köy hamamın suyunun kalsiyumlu, sülfatlı, karbonatlı, silisli olduğunu tespit ederek toplam mineralizasyonun 1145mg/lt sıcaklığın 34 °C debisinin 7lt/sn olduğunu belirtmiştir.

Üngör (1975), Köşk ve dolayında MTA Enstitüsü adına yaptığı çalışmasında alanın jeolojisi ve kaynakları hakkında ilk çalışmaları yapmış, temelde Paleozoik yaşlı birimlerin olduğunu bunların üzerine Senozoik yaşlı birimlerin uyumsuz olarak geldiğini belirtmiştir.

Özgül (1976), ‘Toroslar’ın bazı temel jeolojik özelliklerini’ isimli çalışmasında Kambriyen – Tersiyer aralığında çökelmiş ve birbirlerinden değişik havza koşulları yansıtan Toros kuşağını; Alanya, Bozkır, Antalya, Bolkardağı, Aladağ, Geyikdağı Birliği olarak ayırtlamıştır. Bolkardağı, Aladağ, Geyikdağı ve Alanya birlikleri şelf türü karbonat ve kırıntı kayaları kapsarken Bozkır ve Antalya birlikleri ise derin deniz çökelleri, ofiyolitler ve bazik denizaltı volkanitleri ile temsil edilmiştir. Sultandağı’nı Geyikdağı Birliğine dahil etmiştir.

Demirkol (1977)’a göre, inceleme alanın en yaşlı litoloji topluluğu, Alt(?)-Orta Kambriyen yaşlı Çaltepe kireçtaşı ile başladığını ve dereceli olarak Üst Kambriyen-Alt Ordovisiyen yaşlı Sultandede formasyonuna geçtiği belirtmiştir. Bu birimlerin üzerine uyumsuz olarak Orta-Üst Devoniyen yaşlı Engili kuvarsiti ve

düşey geçişli Harlak formasyonu üzerine Alt Karbonifer yaşlı Kocakızıl formasyonu ve bunun üzerine ise Permien yaşlı Dersinek formasyonunun geldiğini belirterek mezozoyik yaşlı birimler ise Üst Jura yaşlı Hacılabaz kireçtaşlarının daha üstte Neojen yaşlı birimler açılı diskordansla geldiğini savunmuştur.

Demirkol ve diğerleri (1977), ‘Sultandağı’nın stratigrafisi ve jeoloji evrimi’ adlı araştırmalarında bölgede görülen kaya birimlerini otokton ve allokon olarak ayırtlamışlardır. Otokton birimler içinde Paleozoyik’te bir çok birim ayıtlamışlar. En altta, Alt(?) -Orta Kambriyen yaşlı Çaltepe kireçtaşlarının ve bu kireçtaşlarının üzerine konkordan olarak Ordovisiyen yaşlı Sultandede formasyonunun geldiğini, bu istiflerin üzerine ise diskordans olarak Orta-Üst Devoniyen yaşlı Engili Kuvarsiti’nin geldiğini belirtmişlerdir. Engili kuvarsiti ile yanal düşey geçişli olan Harlak formasyonunun üzerine ise Karbonifer yaşlı Kocakızıl ve Kartalkaya formasyonlarının üzerine diskordans olarak Permien yaşlı Dersinek formasyonu geldiğini, bu birimlerin üzerine ise konkordan olarak Topraktepe formasyonunun geldiğini belirtmektedirler.

Ayrıca Mezozoyik’te transgresif istif Üst Jura yaşlı Hacılabaz formasyonu ile başladığını ve Kretase yaşlı Koçbeyli formasyonuna geçtiğini savunmuşlardır. Bunların üzerine Paleosen-Eosen yaşlı Celeptaş formasyonunu geldiğini, Celeptaş formasyonunun üzerine ise; Akarsu ve gölsel çökellerle temsil edilen Bağkonak, Göksöğüt, Yarıkkaya ve Dört formasyonları Üst Miyosen yaşlı olduğunu belirtmişlerdir.

Akay (1981), Beyşehir ve yakın dolayının temel jeolojisi isimli incelemesinde, Beyşehir dolaylarında gözlenen kambriyen yaşlı kaya stratigrafi birimleri ile Orta Kambriyen- Alt Ordovisiyen yaşlı Seydişehir şistleri arasındaki bindirmenin, Alt Kimmeriyen dağ oluşumunun bir sonucu olduğunu ve kabaca Orta Torosların kuzey kesiminin Resiyen sırasında bu dağ oluşumundan etkilendiğini belirtmiştir.

Demirkol (1981), Sultandağlarının kuzeybatısını inceleyerek bölgede bulunan kaya stratigrafisi birimlerini; litoloji ve yapısal niteliklerine göre ‘Otokton ve Allokon birimler diye ikiye ayırmıştır.

Boray ve Şaroğlu (1983), Isparta dirseğinin kuzeyinde, Şuhut-Çay-Yalvaç yöresinde Neojen ve Kuvaterner’deki çalışmalarında, bölgenin neotektonik

gelişiminin, sıkışma tektoniği rejimi ile oluştuğunu savunmuşlardır. Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı Neojen çökelleri yanal ve düşey olarak birbirlerine geçişli karasal, akarsu, göl fasiyesindeki çökellerle temsil olunur. Neojen çökellerindeki tektonik şekil değiştirme kuzeyde küçük bir alanda görülen D - B uzanımlı faylar hariç tutulursa, genelde K-G uzanımlı kıvrımlar ve ters faylardan oluştuğunu, doğu-batı yönlü sıkışmanın varlığını gösteren verilere rağmen, büyük ölçüde bir çekme geriliminin varlığını gösteren herhangi bir verinin bulunmadığını bölgenin neotektonik gelişmesinde etkisi olduğu anlaşılan doğu-batı yönlü sıkışma rejiminin, hareket eden Anadolu levhasının olasılıkla Ege'de bir direnişle karşılaşması sonucu meydana geldiğini belirtmektedirler.

Özgül (1983), Torosların değişik kesimlerinde inceleme yapan Özgül, Kırıkkavak fayı ve Ecemiş fayı ile sınırlanmış Orta Torosları Üst Paleozoyik – Tersiyer zaman aralığında, stratigrafi, metamorfizma ve yapısal özellikleri ile farklı havza koşullarını yansıtan kaya birimi topluluklarını kapsadığını belirtmiştir. Senoniyen – Lütésiyen yatay hareketleri ile üst üste yerleşmiş olan bu toplulukların Aladağ, Bolkardağ, Bozkır, Antalya, birlikleri olduğunu belirtmiştir.

Ayhan ve Karadağ (1985), Şarkikaraağaç güneyinde yüzeyleyen ve bağımsız iki ayrı kuşak biçiminde izlenen hematit şamozit, kaolinit, pirokroit, böhmit, diyor, ve götit mineralleri içeren cevherlerin, oluşum mekanizmalarının tümüyle birbirlerinden farklı olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar, bu cevher kuşaklarından ilkinin Çaltepe Formasyonuna ait dolomitler ile Feletepe formasyonuna ait kayaçlar arasındaki bir uyumsuzluk hattı boyunca yer aldığına işaret ederler. İkinci cevher kuşağı da Kırıkkavak formasyonu ile Karakaya formasyonu arasında bulunduğunu belirtmişlerdir.

Ayhan (1986), Beyşehir - Hüyük çevresinde yaptığı çalışmada bölgede, Alt – Orta Kambriyen yaşlı Çaltepe Formasyonuna ilişkin dolomit, kireçtaşı ve yumrulu kireçtaşı ile Üst Kambriyen-Ordovisiyen yaşlı Seydişehir Formasyonu'na ait filit ve şistlerin yüzeylediğini belirtmiştir. Ayhan, barit zuhurlarının, kuzeybatı-güneydoğu yönünde uzanan Çaltepe Formasyonu içinde ortaya çıktığını gözlemiştir. Bu çalışmada Orta Toroslar'ın Beyşehir ve Fele bölümlerinde yüzeyleyen ve Çaltepe Formasyonu içinde yer alan barit zuhurları ile inceleme alanındaki zuhurlar

birbirleri ile karşılaştırılmış ve her iki bölgede de barit çökeliminin Alt-Orta Kamriyen döneminde gerçekleştiği ortaya koymuştur.

Öztürk ve diğ.(1987), Sultandağ'ında (Ilgın L₂₇,d₁-d₃-d₄), Anamasdağı'nda (M₂₆ a₂.b₃.b₄) olmak üzere sekiz adet 1/50.000 ölçekli paftanın jeoloji haritasını hazırlamışlardır. Araştırmacılar inceleme alanında Sultandağı grubu, Anamasdağ Grubu Madenli Grubu ve Neotektonik olmak üzere 4 birlik ayırtlamışlardır. Bölgede geniş yayılım sunan Sultandağ grubuna ilişkin kayaçların düşük dereceli yeşil şist fasiyesinde metamorfizma geçirmiş kayaçların yapılı olduğunu belirtmişlerdir.

Altta Kambriyen yaşlı kireçtaşı ve dolomitlerden oluşan Çaltepe Formasyonunun bulunduğunu, onun üzerine, kireçtaşı bantları içeren pelitik kökenli kayaçlar ve metakırıntılar'dan oluşan Üst Kambriyen –Alt Ordovisiyen yaşlı Sultandede formasyonunun geldiğini belirtmişlerdir. Kuvarsit, kristalize kireçtaşı ardalanmasından oluşan Orta (?)–Üst Devoniyen yaşlı Engili formasyonu, Sultandede formasyonunu uyumsuz olarak örter. Engili formasyonu üstünde ise Üst Devoniyen –Alt Karbonifer yaşlı metasilttaşı, kuvarşist ve kristalize kireçtaşlarından oluşmuş Sivritepe formasyonu ile uyumlu olduğunu belirtmişlerdir.

Umut ve diğerleri (1987), 'Tuzlukçu- Ilgın-Doğanhisar-Doğanbey (Konya) ve Dolayının Jeolojisi ' isimli çalışmalarında Akşehir ve Beyşehir gölleri arasında yer alan Neojen ve daha genç birimlerin stratigrafisi incelenmişlerdir.

Zedef (1987), yaptığı çalışmada bölgenin jeolojisinin Paleozoik yaşlı metamorfik kayaçlar, Tersiyer yaşlı volkanitler, travertenler, konglomeralar, gölsel kireçtaşları ile Kuvarterner yaşlı kırmızı toprak, yamaç molozu ve alüvyonlardan oluştuğunu ortaya koymuştur.

Eren (1987), 'Sultandağları masifinin stratigrafisi ve mesoskopik tektoniği' adlı çalışmasında Engili (Akşehir)- Bağkonak (Yalvaç) köyleri arasında, Sultandağlarının stratigrafisi ve tektonik evrimini aydınlatmaya çalışmıştır.

Eren (1990), 'Engili (Akşehir)-Bağkonak (Yalvaç) köyleri arasında Sultandağları Masifi'nin tektonik özellikleri' adlı çalışmasında masifin çekirdeğindeki Alt Paleozoyik yaşlı birimlerin Kaledoniyen dağ oluşum hareketleri ile birbirini üstleyen üç deformasyon fazı geçirdiğini ortaya koymuştur. Eren,

Hersiniyen dağ oluşum hareketleri ile de, Üst Paleozoyik yaşlı epimetamorfik kılıfın KB-GD gidişli mesoskopik tektonik yapılar kazandığını belirtmiştir.

Eren (1991), 'Akşehir güneyinde Sultandağları Masifi metatortul kılıfının Mesoskopik tektoniği ' konulu çalışmasıyla, Akşehir'in güneyinde Sutandağları'nın kuzey yamaçları boyunca yüzlek veren ve yapısal açıdan Sultandağları Masifi'nin kılıfını oluşturan metatortul istifin mesoskopik tektonik tarihçesini aydınlatmaya yönelik veriler elde etmiştir.

Ayhan ve Güzel (1993), tarafından yapılan Hüyük ilçesi ve civarının jeoloji ve hidrojeoloji incelemesinde; yeraltı sularının içme ve kullanma özellikleri tespit edilmiş ve yeraltısularında bir kirlenmenin olduğu belirtmişlerdir.

Cengiz ve Kuşçu (1993), Çarıkisaraylar- Şarkikaraağaç (Isparta) yöresindeki barit cevherleşmesinin kökenine ilişkin yaptıkları çalışmada, bölgedeki kurşunlu barit cevherleşmelerinin orta ısıli hidrotermal çözeltilerle çökelmiş bir yatak olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Şen, Göçmez ve Özkan (1998), inceleme alanın güneydoğusunda yer alan Köşk Köy kaplıcasının jeolojik ve hidrojeolojik incelemesi yapılmıştır. Bu çalışmada kaplıca suyunun sıcaklığının 35 C° ve debisinin 3.46lt/sn olduğu ve Paleozoyik yaşlı mermerlerin sıcak suların akiferlerini oluşturduğunu belirtmişlerdir.

Özkan (2000), 'Burunsuz –İmrenler çevresindeki karasal Neojen çökellerinin sedimantolojisi' adlı çalışmasında Neojen yaşlı karasal çökellerinin litostatigrafik ayırtlama ilkelerine dayalı jeoloji haritası hazırlanmıştır. Bu çalışma ile Konya ilinin batısında yer alan Hüyük ilçesinin güneydoğusunda ki İmrenler-Burunsuz çevresinde bulunan Neojen birimlerinin sedimanter özelliklerini ortaya çıkarmıştır

Bozdağ (2005), yılında hazırladığı 'Doğanhisar – Hüyük (KONYA) arasının jeolojisi' adlı yüksek lisans tezinde Doğanhisar- Hüyük arasında Miyosen- Pliyosen yaşlı örtü altında düşük dereceli metamorfizma ve deformasyon geçirmiş metamorfikleri tanımlamıştır. Sultandağları Masifine ilişkin temel kayaçların yapısal ve jeolojik gelişimleri çalışmasının amacını oluşturmuştur.

1.3. İnceleme Alanı

İnceleme alanı İç Anadolu Bölgesinde, Konya il sınırları içinde yer almaktadır. Konya il merkezinin batı, güneybatısındadır. Güneyinde Beyşehir ilçesi, güneybatısında Beyşehir gölü bulunmaktadır. İnceleme alanı yaklaşık olarak 169 km² lik bir alanı kapsamaktadır (Şekil 1.1).

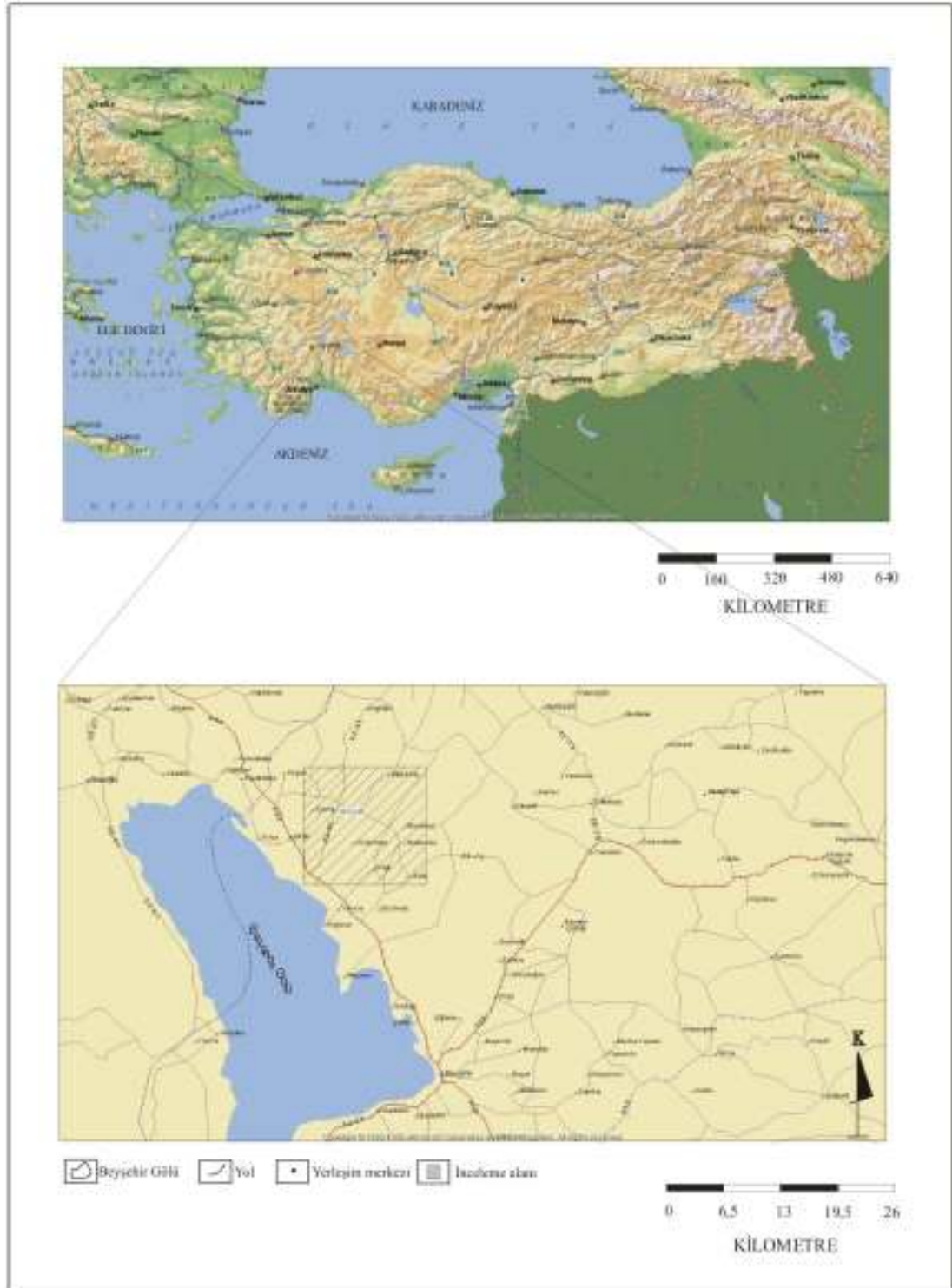
İnceleme alanı 1/25.000 ölçekli Konya- M27-a1, Konya –M27-a2 paftaları içerisinde yer almaktadır.

1.4. Yerleşim ve Ulaşım

Beyşehir ilçesi Konya'nın önemli ilçelerinden birisidir. İnceleme alanı, Konya ilinin yaklaşık 110 km batısında yer almaktadır. İnceleme alanının kuzeyinde Hüyük ilçesi, Çavuş, İlmen, ,Değirmenaltı, Pınarbaşı, Suludere, Mutlu, Başlamış kasabası yer almaktadır. İnceleme alanının güney kesiminde Çukurkent, Görünmez Yenice, Köşk, Burunsuz, İmrenler, Sekli kasabaları bulunmaktadır. Bu yerleşim birimleri birbirlerine asfalt yada stabilize yollarla bağlıdır. Merkezlerin Beyşehir ilçesi ile ulaşımı mükemmel bir asfalt yolla sağlanmaktadır. İnceleme alanı ve çevresine ulaşım kış aylarında kolaylıkla sağlanmaktadır.

1.5. Bitki Örtüsü

Bölge bitki örtüsü bakımından zengin olmamakla birlikte Ortaburun Tepe doğusu ve Burunsuz kuzeyinde ağaçlık alanlar yer almaktadır. Ayrıca yerleşim merkezlerinde de yer yer ağaçlık kesimler gözlenmektedir. Bölgenin yerleşim birimleri civarında yoğun meyve ağaçları, üzüm bağları, kavak ve söğüt ağaçları ile kaplı alanlar görülmesine karşılık, tarım alanlarında seyrek olarak birkaç tür meyve ağacı, metamorfik kayaların bulunduğu kesimlerde maki türü dikenli bitkiler, meşe, ardıç ve çam gibi ağaç türleri bulunmaktadır. Genelde Hüyük ilçesi, Mutlu Kasabası, Suludere köyü ve kuzeyi ile Pınarbaşı köyü arasında bulunan alan bitki örtüsü bakımından fakir kesimdir.



Şekil 1.1. İnceleme alanının yer bulduru haritası

1.6. Ekonomi

Yöre halkı geçimini ziraatla sağlamaktadır. Ziraat daha çok düz, ovalık kesimi oluşturan alüvyon kesimde yapılmaktadır. Tarım ürünlerinden başlıca tahılgillerden, nohut, pancar ve ayçiçeği yetiştirilmektedir. Bölgede ziraatın yanı sıra hayvancılık da önemli bir geçim kaynağıdır. Ayrıca Köşk beldesinin esas gelir kaynağını termal turizm oluşturmaktadır. Köşk kaplıcası yaz ve kış aylarında faaliyet göstermekte ve önemli gelir kaynakları arasında yer almaktadır. İnceleme alanında ekonomik değeri olabilecek barit ve kuvars bulunmaktadır. Ekonomik değere sahip barit, inceleme alanının batısında, Hüyük kuzeyinde Akdağ mevkiinde, Hüyük batısında baritler Hüyük formasyonu içinde yer almaktadır. Bariti genelde kuvars damarı kontrol eder. İrili ufaklı barit yataklarının çoğu terkedilmiş olup çalışan sayıda barit yatağına rastlanmıştır. İnceleme alanında bulunan parçalanmış kuvarsitler ise toplanarak toz haline getirilip aşındırıcı olarak kullanılmaktadır. Ayrıca İmrenler kasabasında bulunan kaynak ve çevresindeki mesire yeri yaz aylarında İmrenler beldesinin en önemli gelir kaynağıdır.

1.7. Morfoloji ve Akarsu

İnceleme alanında yükseltiler 1184 m ile 1784 m arasında değişmektedir. En yüksek rakım 1784 m ile arazinin kuzeybatısında yer alan Tavşanmeke tepedir. En düşük rakım ise 1184 m ile Yenice kasabasının batısında yer alan Bozaran tepenin bulunduğu düzlüklerdir. İnceleme alanı oldukça engebeli bir morfolojiye sahiptir. Alanın Kuzey bölgeleri yüksek ve engebeli, güney bölgeler ise alçak ve düzlük alanlardan oluşmaktadır. Bölgede en düşük rakım 1150 m ile Çukurkent Köyü'dür. En yüksek rakımlı kesim ise 1650 m ile Suludere kuzey ve kuzey doğusudur.

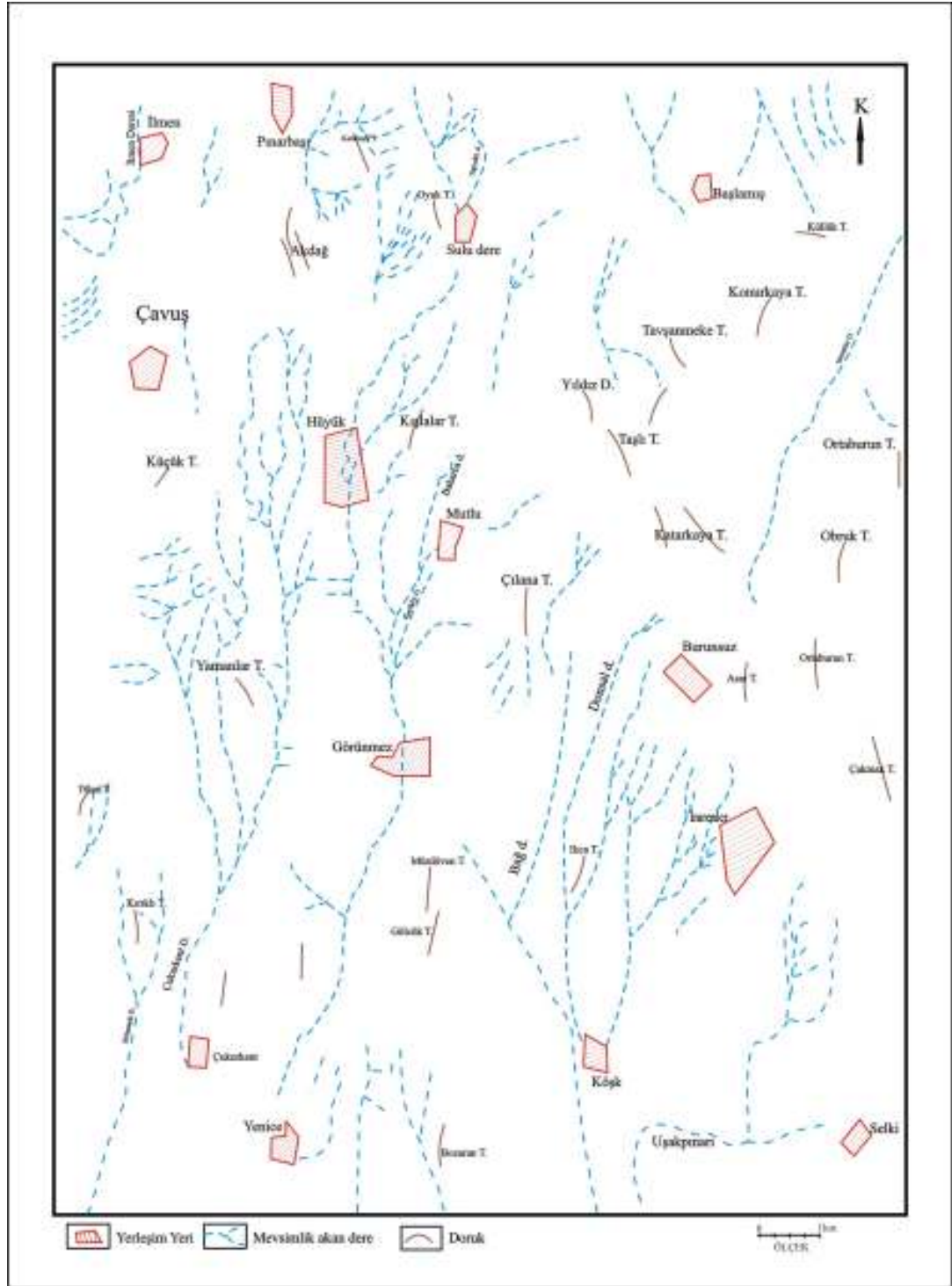
Akarsu açısından fakir olan inceleme alanındaki başlıca dereler Çavuş Deresi, Hüyük Deresi, Görünmez Deresi, Çukurkent Deresi, Keçiköy Deresi ve Pınarbaşı Deresidir. Dereler mevsimlik yağışlara bağlı olarak akış haline geçmektedir. Derelerin akış yönü kuzey - güney yönündedir. Doruk ağları ise KB - GD ve K - G yönündedir (Şekil 1.2).

1.8. Orografi ve Hidrografi

İnceleme alanın doruk akarsu ağı ve yağış alanlarını belirlemek amacıyla 1/25000 ölçekli topografik harita yardımıyla alanın orohidrografi haritası

hazırlanmış (Şekil 1.2) ve alanın dorukları ile akarsu ağları belirlenmiştir. Yükseltiiler genellikle KB-GD ve K-G doğrultusundadır.

İnceleme alanının batı yarısındaki tepelerin kotu; Bozaran Tepe (1184m), Çırpıklık Tepe (1193m), Kırıklı Tepe (1193m), Gölcük Tepe (1195m) , Sıralı kaya Tepe (1197m) , Yüksel Tepe (1198m) Kayalıtarla Tepe (1202m), Yamanları Tepe (1227m) ,Çakırsini Tepe (1257m), Oyuk Tepe (1429m) ,Akdağ (1430m) dur. Bu tepelerde Akdağ 'da Çaltepe Formasyonu diğer tepelerde ise Hüyük formasyonu yüzeylemektedir. İnceleme alanında doğu yarısındaki yükseltiilerin kotu; Cilana Tepe(1323 m) Belbaşı (1558 m), Çakmak Tepe (1626 m), Konurkaya Tepe (1630m), Küllük Tepe(1734 m), Tavşanmeke Tepe (1784m) dır. Cilana Tepe'de alüvyon, Belbaşı tepe ve Küllük tepe'de Engili formasyonu, Çakmak tepe Konurkaya tepe'de, Sultandede formasyonu yüzeylemektedir.



Şekil 1.2. İnceleme alanının oro-hidrografi haritası.

1.9. İklim koşulları

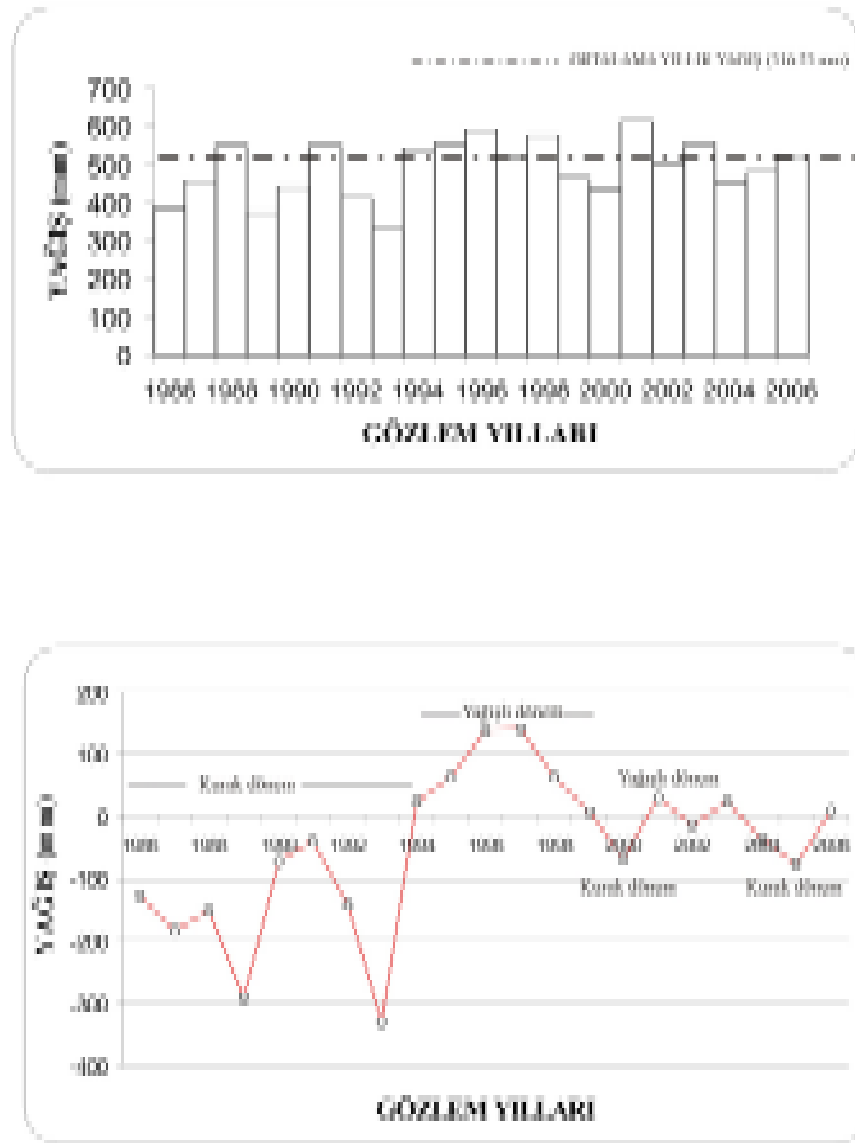
İnceleme alanı tipik karasal iklim ile Akdeniz ikliminin geçiş kuşağında bulunmaktadır. İnceleme alanın yağış rejimini belirlemek için Konya Meteoroloji

istasyonunun 1986- 2006 yılları arası aylık toplam yağış değerleri kullanılmıştır. 1986 yılında toplam yağış 387.9mm, 2006 yılında ise 526.3mm olmuştur. 20 yıllık aylık ortalama sıcaklık 11.95 °C, 1986 - 2006 yılları arası ise ortalama yağış 516.25 mm olarak gerçekleşmiştir.

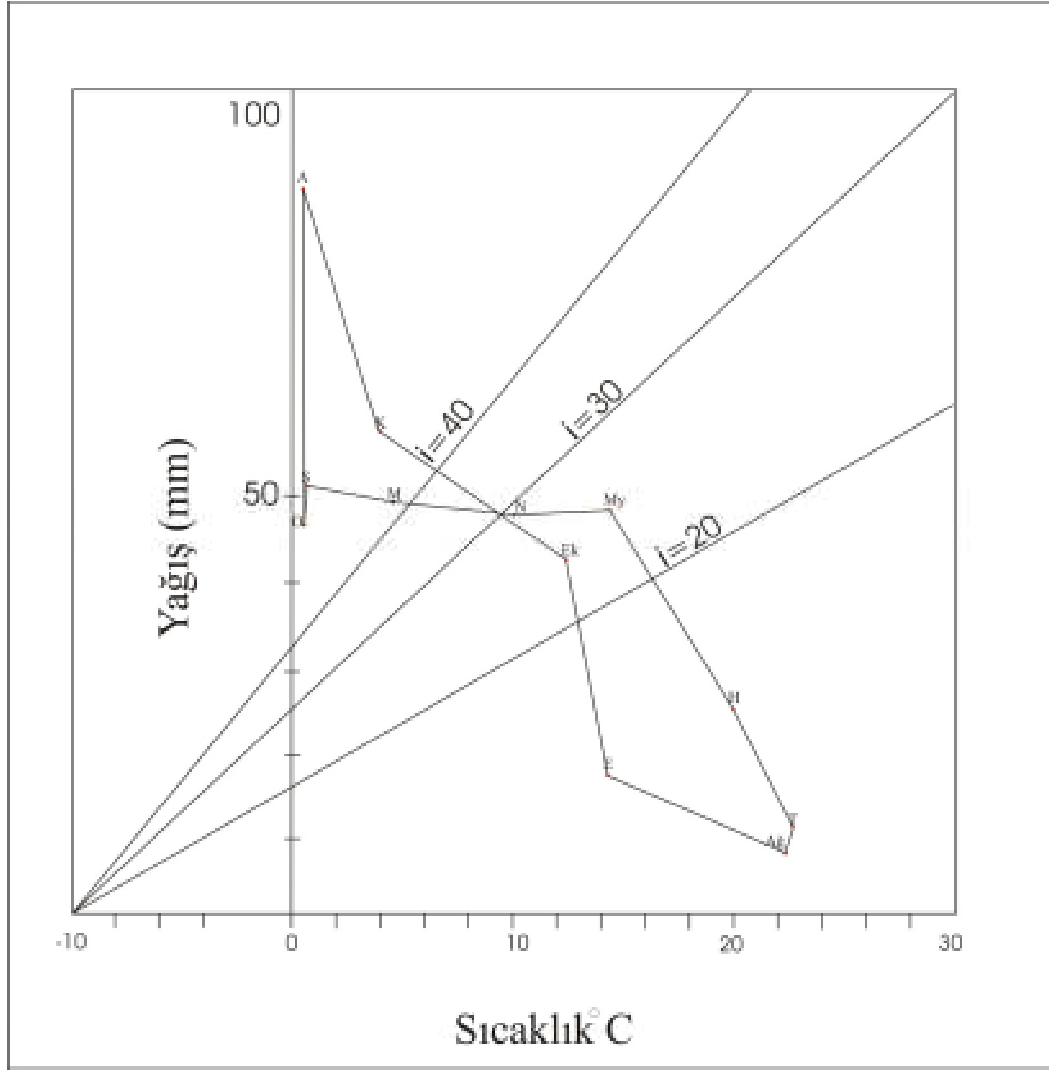
Bölgenin ortalama yıllık yağıştan sapma eğrisi ve yağışın dağılışı histogramı çizilmiştir.(Şekil 1.3). Eklenik yağış grafiğine göre 1986 yılından 1994 yılına kadar kurak dönem, 1994 yılından 1999 yılının ortalarına kadar yağışlı dönem, 1999 yılının ortalarından 2001 yılı başına kadar kurak dönem, 2001 yılı ortalarından 2002 yılı ortalarına kadar yağışlı dönem, 2002 ortalarına kurak dönem, 2002 yılından 2004 yılına kadar yağışlı dönem, 2004 yılından 2006 yılına kadar kurak dönem olarak tespit edilmiştir. Ayrıca yağış grafiğine göre bölgeye ait aritmetik ortalama yıllık yağış 41.16 mm olarak hesaplanmıştır.

Meteorlojiden alınan veriler doğrultusunda, en düşük aylık sıcaklık Şubat ayında -12.5 °C en yüksek ortalama aylık sıcaklık Temmuz ve Ağustos aylarında 32.5 °C dır. 1986- 2006 yılları arası (20 yıllık) sıcaklık ve yağış değerleri kullanılarak alanın klimogramı çizilmiştir (Tablo 1.1, Tablo 1.2; Şekil 1.4).

Standart indis (I) değerlerine göre Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül ayları kurak aylar, Nisan, Mayıs, Ekim ayları kurak ve yağışlı aylar arasındaki geçiş aylarını, Aralık, Ocak, Şubat, Mart, Kasım ayları oluşturmaktadır (Şekil 1.4).



Şekil 1.3. Eklenik sapma grafiği ve yağış dağılış histogramı



Şekil 1.4. *İnceleme alanının klimogramı (20 yıllık ortalama)*

Tablo 1.1 *İnceleme alanına ait aylık ortalama sıcaklık değerleri (1986 – 2006 - 20 yıllık)*

AYLAR	Minumum SICAKLIK(°C)	Maksimum SICAKLIK(°C)	Ortalama SICAKLIK(°C)
Ocak	-12.1	8.8	0.58
Şubat	-12.5	10.0	0.68
Mart	-6.0	16.6	4.8
Nisan	0.8	18.8	10.51
Mayıs	5.8	23.6	15.36
Haziran	10.1	27.5	19.81
Temmuz	12.3	32.5	23.28
Ağustos	12.4	32.5	23.06
Eylül	7.8	28.9	17.44
Ekim	3.4	21.8	12.36
Kasım	-3.3	14.2	5.44
Aralık	-5.5	9.6	1.59

Tablo 1.2. *İnceleme alanına ait aylık ortalama yağış değerleri (20 yıllık ortalama 1986 - 2006)*

Aylar	Ortalama Yağış (mm)
Ocak	48.12
Şubat	50.39
Mart	45.72
Nisan	47.15
Mayıs	49.48
Haziran	25.25
Temmuz	11.32
Ağustos	8.98
Eylül	17.51
Ekim	42.61
Kasım	66.97
Aralık	80.39

1.10. Buharlaşma Terleme

İnceleme alanının 20 yıllık ortalama (1986- 2006) yıllarına ait aylara göre ortalama sıcaklık ve yağış değerleri kullanılarak Thornthwaite (1948) yöntemine göre yağış, buharlaşma – terlemenin denestirilmeli nem bilançosu hazırlanmış değişim grafiği çizilmiştir (Tablo 1.3, Tablo 1.4).

İnceleme alanına ait 20 yıllık ortalama sıcaklık ve yağış değerlerine göre hazırlanan değişim grafiğinde Ocak ayından Nisan ayı sonuna kadar yağış buharlaşma –terlemeden fazla olduğundan su fazlası görülmektedir. Nisan ayı ile Mayıs ayı ortalarında yağış buharlaşma –terlemeden az olmakta toprağın su ihtiyacı faydalı su yedeğinden karşılanmaktadır. Mayıs ayı ortalarından Ekim ayı ortalarına kadar yağış buharlaşma –terlemeden az ve faydalı su yedeği de sıfır olduğundan

yağış gerçek buharlaşma terlemeye eşit olmaktadır. Ekim ayı ortalarından Aralık ayı sonuna kadar ise faydalı su yedeği tamamlanmaya çalışılmaktadır (Şekil.1.5).

2006 yılına ait yağış ve sıcaklık değerlerine göre deneştirmeli nem bilançosu hazırlanarak yağış, buharlaşma - terlemenin değişimi grafiği çizilmiştir (Tablo 1.4 ve Şekil 1.6). Bu grafiğe göre Ocak ayından Mart ayı sonuna kadar yağış, buharlaşma terlemeden fazla olduğundan su fazlası görülmektedir. Nisan ayı sonundan Haziran ayı ortalarına kadar yağış buharlaşma terlemeden az olmakta ve toprağın su ihtiyacı faydalı su yedeğinden tamamlamaktadır. Haziran ayı başından Eylül ayı sonuna kadar yağış buharlaşma - terlemeden az olmakta ve su noksanı görülmektedir. Ekim ayında yağış fazla olmakta ve faydalı su yedeği tamamlanmakta olup Kasım ve Aralık aylarında ise su fazlası görülmektedir (Şekil 1.6).

Tablo.1.3 *İnceleme alanının 1986-2006 yılları arası Deneştirmeli Nem Bilançosu Thornwait'e (1948) göre*

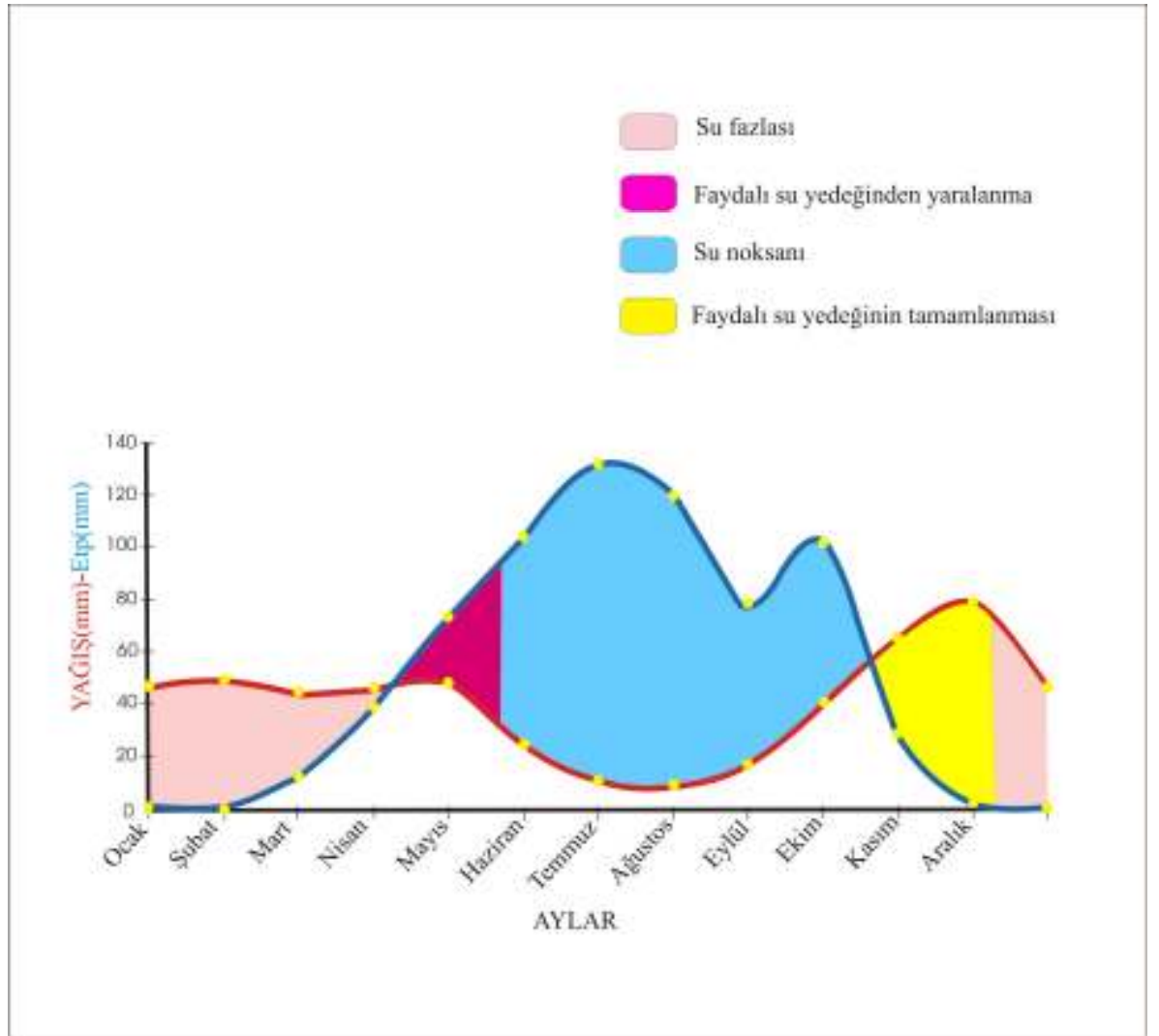
AYLAR	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
Aylık sıcaklık ortalaması (°C)	0.64	-0.55	4.57	10.01	14.63	18.86	22.17	21.81	17.42	22.48	9.89	1.51	143.44
Sıcaklık indisi	0.04	0.00	0.87	2.86	5.08	7.46	9.53	9.30	6.62	9.74	2.81	0.16	54.48
Potansiyel Buh-Ter (Etp-mm)	0.89	0.00	12.63	36.32	60.56	85.28	106.04	103.72	76.62	108.04	35.73	2.84	
Enlem düzeltme katsayısı	0.84	0.83	1.03	1.11	1.24	1.25	1.27	1.18	1.04	0.96	0.83	0.81	
Düzeltilmiş Etp-mm	0.75	0.00	13.00	40.31	75.10	106.60	134.67	122.39	79.69	103.72	29.66	2.30	708.19
Yağış-mm	48.12	50.39	45.72	47.15	49.48	25.25	11.32	8.99	17.51	42.61	66.97	80.35	493.86
Faydalı su yedeği-mm	100.00	100.00	100.00	100.00	74.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	37.31	100.00	
Gerçek Buh-Ter (Etr-mm)	0.75	0.00	13.00	40.31	75.10	99.63	11.32	8.99	17.51	42.61	29.66	2.30	341.18
Su fazlası-mm	47.37	50.39	32.72	6.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.36	152.68
Su noksanı-mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.96	123.35	113.41	62.18	61.11	0.00	0.00	367.01

Not: Faydalı su yedeği Ocak ayında 100 mm olarak alınmıştır.

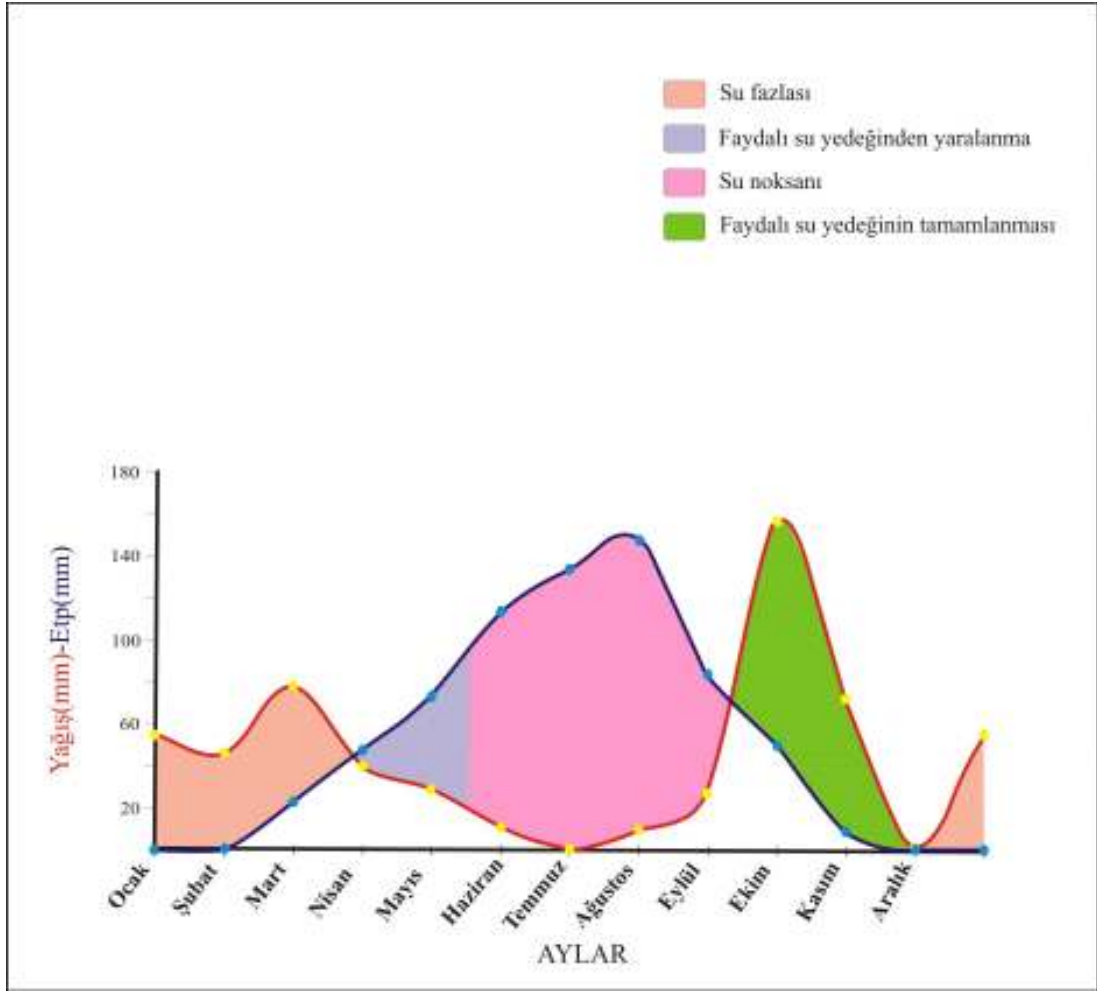
Tablo.1.4. İnceleme alanının 2006 yılı ortalaması Deneştirmeli Nem Bilançosu
Thornwait'e (1948) göre

AYLAR	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
Aylık sıcaklık ortalaması (°C)	-2.70	0.60	6.30	10.70	13.80	19.40	21.80	24.90	17.60	12.40	3.60	0.00	128.40
Sıcaklık indisi	0.00	0.04	1.42	3.16	4.65	7.79	9.29	11.37	6.72	3.96	0.61	0.00	49.01
Potansiyel Buh-Ter (Etp-mm)	0.00	1.13	21.98	42.91	59.19	91.02	105.47	124.76	80.48	51.70	10.84	0.00	
Enlem düzeltme katsayısı	0.84	0.83	1.03	1.11	1.24	1.25	1.27	1.18	1.04	0.96	0.83	0.81	
Düzeltilmiş Etp-mm	0.00	0.93	22.63	47.63	73.39	113.77	133.94	147.22	83.70	49.63	8.99	0.00	681.85
Yağış-mm	54.50	46.50	77.90	40.20	29.40	11.00	0.70	10.00	26.80	156.40	71.80	1.10	526.30
Faydalı su yedeği-mm	100.00	100.00	100.00	92.57	48.58	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	
Gerçek Buh-Ter (Etr-mm)	0.00	0.93	22.63	47.63	73.39	59.58	0.70	10.00	26.80	49.63	8.99	0.00	300.30
Su fazlası-mm	54.50	45.57	55.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.77	62.81	1.10	226.00
Su noksanı-mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	54.19	133.24	137.22	56.90	0.00	0.00	0.00	381.55

Not:Faydalı su yedeği Ocak ayında 100 mm olarak alınmıştır.



Şekil 1.5. Yağış – buharlaşma ve terlemenin değişim grafiği (20 yıllık ortalama) (Thorntwait'e)



Şekil 1.6 Yağış – buharlaşma ve terlemenin değişim grafiği (2006) (Thornthwaite 'e göre)

2. GENEL JEOLojİ

2.1. Stratigrafi

İnceleme alanında litostratigrafik birim ayırtlamasına uygun olarak altı formasyon ayırtlanmıştır (Ek-1, Şekil 2.1). İnceleme alanı içinde temeli; kırmızı, sarı, kahve renkli kristalize kireçtaşı, ve dolomitlerden oluşan Alt (?) -Orta Kambriyen – Alt Ordovisiyen yaşlı Çaltepe Formasyonu oluşturmaktadır. Geniş bir yayılıma sahip Üst Kambriyen –Alt Ordovisiyen yaşlı Sultandede formasyonu yeşilimsi gri renkli metakumtaşı, yer yer kuvarsit damarları içeren fillitler, sarımsı renkli kalkışistlerden ve metasilttaşlarından oluşmaktadır. Sultandede formasyonu üzerine açılı uyumsuz olarak pembe, sarı, beyaz renkli metakuvarsit, gri, siyah renkli fillit ve metakonglemera ile gri, siyah renkli metakarbonatlardan oluşan Orta-Üst Devoniyen yaşlı Engili formasyonu gelmektedir. Bu birimin üzerine uyumlu olarak bej, beyaz, renkli, kristalize kireçtaşı, bej kahve renkli dolomit ve grimsi renkli fillitlerden oluşan Alt –Orta Karbonifer yaşlı Kirazlı formasyonu uyumlu olarak gelmektedir. Bu birimler üzerine açılı uyumsuzlukla çakıl, kum ve kil boyutunda malzemeden oluşan Pliyosen yaşlı Hüyük formasyonu ve bu formasyonu da örten Kuvaterner yaşlı alüvyon bulunmaktadır (Şekil 2.1).

2.2. Çaltepe Formasyonu (EOç)

İnceleme alanının en yaşlı kayaçlarını dolomit ve kristalize kireçtaşlarından yapı birim oluşturmaktadır. Bu birim Monod ve Dean (1970) tarafından, Seydişehir (Konya) ilçesinin 10 km kuzeyinde bulunan Çaltepe'deki yüzleklerine izafeten 'Çaltepe Kireçtaşı' adı altında incelemişlerdir. Bu adlama Sultandağlarında araştırma yapan diğer araştırmacılar tarafından da kullanılmıştır (Demirkol, 1977; Demirkol ve diğ., 1977; Eren, 1987). Öztürk ve diğ. (1987) ise yaptıkları çalışmada da Çaltepe Formasyonu adı altında incelenmesi benimsenmiştir. Bu çalışmada da bu adlandırılma kullanılmıştır.

Çaltepe Formasyonu çalışma alanının batısında, Hüyük kuzeyindeki Akdağ mevkiinde yüzeylemektedir (Ek-1).

İnceleme alanının en alt oluşuğu olarak, kristalize kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı ve dolomitlerden oluşmaktadır. Çaltepe Formasyonu, dış yüzeyi kırmızı, kahve, sarımsı renkli, taze yüzeyi gri, beyaz, krem renkli kötü boylanmalı kristalize kireçtaşlarından oluşmaktadır. Saydam görünümlü kireçtaşları ve dolomitler sert, sıkı dokulu, pürüzlü kırılmalı, kalsit damarlı ve erime boşlukludur (Şekil 2.2). İstifin tabanında yer alan dolomitlerin renkleri genellikle gridir. Ancak, yer yer açık ve koyu kahverengi renklerde gözlenmektedir. Bunlar aşırı derecede parçalanmıştır. Bundan dolayı belirgin bir tabakalanma göstermezler. Dolomitler, genellikle şekerli bir dokuya sahiptirler. Ancak, ara sıra bantlı görüntülü, ince tabakaları da kapsarlar. Dolomitlerin üzerine uyumlu olarak açık gri açık mavimsi renkli yarı kristalize kireçtaşları gelmektedir. Bunların genel görünümünün masif olmasına rağmen, tabakalanma belirgindir. Bazı kesimlerde kalın tabakalanma belirgindir. Zayıf bir metamorfizma geçiren bu kayalarda değişen oranlarda rekristalizasyonun etkisi gözlenmektedir.



Şekil 2.2. Çaltepe Formasyonu'na ait kireçtaşlarında gözlenen kalsit damarı (Akdağtepe güneyi)



Şekil 2.3. Çaltepe Formasyonu'na ait kireçtaşları (Akdağtepe güneybatısı).

Çaltepe Formasyonu'na ait kristalize kireçtaşlarından ve dolomitik kireçtaşlarından alınan numunelerin mikroskopik incelemeleri yapılmıştır. Bu incelemelerde kayaçta yaklaşık %95'i kalsit %5 opak mineraller bulunmaktadır. Kalsit kristalleri birbirleriyle yer yer girik ve yer yer düz sınırlar sunarlar. Yaklaşık eş boyutlu olan kalsit kristalleri orta tanelidir ve tipik çift yönlü dilinimlere sahiptir. Yer yer kalsit taneler arasında karbonat çimento gözlenmektedir.

Şeker dokusu ile arazide tipik olarak dolomitler izlenir. Dolomitler genellikle ince –orta-iri kristaller şeklinde gözlenen dolomitler çoğunlukla orta kristaller şeklinde olup kristal yüzeyleri temiz ve yer yer tek ve çift yönlü dilinimlere sahiptir. Kayaçta bulunan opak mineraller oldukça belirgin prizmatik şekle sahiptir.

Kalsitik Dolomitik yaklaşık % 65 dolomit, % 30 kalsit, % 5 kuvars + muskovit ve % 1 opak mineraller bulunmaktadır. Dolomit kristalleri orta boybudur ve ksenomorf şekle sahiptir. Kalsitler ince taneli olup mikritik bir görünümündedir.

Dolomitik kireçtaşlarında ise hakim mineral kalsit olup ince tanelidir. Dolomitler ksenomorf şekilli olup orta-iri boyutludur. Ayrıca dolomit kristallerinin yüzeyi temiz olup tek yönlü dilinime yer yer çift yönlü dilinime sahiptir.

Çaltepe Formasyonun alt sınırına inceleme alanında rastlanmamıştır, üst sınırı ise uyumlu olarak Sultandede formasyonu ile örtülmüştür. Fakat inceleme

alanın batısındaki Akdağ mevkiinde Çaltepe Formasyonu ile Sultandede formasyonu eğim atımlı ters bir fayla, bindirmeli bir sınıra sahiptir (Ek-1). Ancak Sultandağları Masifi'nde yapılan çalışmalarda Demirkol ve diğ.(1977) Çaltepe Formasyonunun, üstten uyumlu olarak Sultandede formasyonun tarafından örtüldüğü belirtilmiştir.

Çaltepe Formasyonu'nun kalınlığı arazide tam olarak tespit edilememiştir. Birimin kalınlığı Demirkol ve diğ.(1977), Sultandağlar'ında yaptığı çalışmalarında 200 m. olarak tespit edilmiştir. İstif altan üste doğru; dolomit (40 m), gri kireçtaşları (50 m) ve açık pembe renkli yumrulu kireçtaşlarından (50 - 60 m) oluşmuştur. Buna göre Çaltepe Formasyonu'nu oluşturan karbonatların toplam kalınlığı 130- 150 m arasında değişmektedir (Zedef,1990).

Çaltepe Formasyonu'na ait kireçtaşlarının yer yer dolomitleşmiş ve mermerleşmiş olması, ortam yorumuna götürecek yapı ve dokuların kaybolmasına neden olmuştur. Formasyonun alt seviyelerini oluşturan beyaz-kül renkli kireçtaşlarında tayin edilemeyen mercan izlerine rastlanmıştır, bu mercanların salt derinlik bildirmekle beraber sığ sularda geliştiği söylenebilir. Ayrıca resiflerle birlikte çökeltme fasiyesi genellikle sığ şelf ortamını göstermektedir. Resifler sığ suda geliştiklerinden, büyümeleri deniz yüzeyinin dalgalanmasına ağırlı olacak şekilde kalmıştır (Demirkol ve diğ., 1977).

Monod ve Dean (1970) Seydişehir –Çaltepe 'de yüzeyleyen Çaltepe Formasyonu'na ait birim içinde, Orta Kambriyen yaşlı *Protoleniade* sp., *Paradoxsides* sp., *Corynexochus* sp. *Solenopleuropsis* sp., *Agraulos* sp., *Porypyge* sp., fosillerini bulmuştur. Buna göre Çaltepe Formasyonun yaşı Alt (?) -Orta Kambriyen – Alt Ordovisiyen olarak tanımlanmıştır

Sultandağlarında çalışan Haude (1972), Tribolit fosillerine (*Paradoxsides* sp., *Corynexochus* sp., *Pardailhania* sp., *Ctenocephalus* sp., *Parabailiella* sp., *Solenopleuropsis* sp.) bağlı olarak formasyonun Orta Kambriyen yaşında olabileceğini belirtmiştir.

Demirkol (1977) ise *Limnasonella* sp gibi Orta Kambriyen karakterize eden fosilleri bulmuştur. Öztürk ve diğ. (1981) 'nin yaptığı çalışmada *Oboolallo* sp.fosili ile ilişkili olarak Orta Kambriyen –Ordovisiyen yaşını tespit etmişlerdir.

Çaltepe Formasyonunun kalınlığı 200 m olarak ölçülmüştür (Zedef,1987).Bu çalışmada da formasyonun alt sınır ilişkisi tespit edilemediğinden ve önceki çalışmalardan yararlanılarak birimin yaşı Alt(?)- Orta Kambriyen –Alt Ordovisiyen olarak kabul edilmiştir.

2.3. Sultandede formasyonu (EOs)

İnceleme alanında, Sultandağları Masifi'nin en yaygın oluşuğu olarak metakonglomera, metakumtaşı, metakuvarsit ve kristalize kireçtaşı arakatkılları içeren fillitler mostra verir. Bu istif, önceki çalışmalarda “Paleozoyik metamorfik seri ”(Brennich, 1954; Abdülsselamoğlu, 1958), “Seydişehir şistleri” (Blumentahal, 1947; Haude, 1968), “Seydişehir formasyonu” (Monod,1970), ‘Sultandede yeşil şist formasyonu’ (Erişen, 1972), Demirkol ve diğ.(1977; Öztürk ve diğ. , 1987; Eren, 1991) , “Cankurtaran formasyonu ”(Eren,1987) olarak tanımlamıştır. Bu çalışmada da Demirkol ve diğ.(1977)'nin adlaması dikkate alınarak ‘Sultandede formasyonu olarak tanımlanmıştır.

Sultandede formasyonu, Pınarbaşı Köyü batısında, Burunsuz ve İmrenler kasabası civarında, Konurkaya Tepe ve Obruk Tepe çevresinde geniş alanlarda yayılım göstermektedir (Ek-1).

Sultandede formasyonu, en alt kesiminde, Çaltepe Formasyonu üzerine uyumlu olarak gelen yeşil, kahve, renkli metakumtaşı, gri-yeşil renkli fillit ardalanması ile başlar ve üstte doğru kristalize kireçtaşı, mermer, metakuvarsit, arakatkılları ile devam etmektedir (Şekil 2.1). En üstte ise formasyonun egemen litolojisini oluşturan fillitler yer almaktadır (Şekil 2.4). Sultandede formasyonunu oluşturan litolojiler genelde sık kıvrımlı olup, yanal ve düşey yönde geçişler gösterirler. Bu nedenle, formasyonu oluşturan her bir litolojinin ayırtlanması olanaksızdır. Ancak, formasyon içindeki kristalize kireçtaşları (Bel yakası üyesi) üye mertebesinde ayırtlanabilmiştir (Ek-1).

Formasyon altta gri, yeşil, boz, alacalı ve kahve renkli metakumtaşı ve fillit ardalanması ile başlamaktadır. Bu seviyede metakumtaşları orta –kalın tabakalı olup, tabaka kalınlıkları 5-60 cm arasında değişmektedir. Birim içerisinde değişik düzeylerden ayrışmamış yüzeylerden alınan örneklerin ince kesitlerinde tanelerin çimento içinde belirli bir yönlenme gösterdikleri, orta-iyi boylandıkları, genellikle yarı-yuvarlak –yarı köşeli oldukları gözlenir. İnce kesitlerde, kuvarslar dalgalı yanıp

sönmeli, genellikle çimento içinde yüzer durumdadır. Kuvarslar incelenen örneklerin temel kayaç yapıcı bileşeni olup, oranı %40-60 arasında değişir. Mika olarak, kayaç içinde %20-25 'i geçmeyecek şekilde yönlenmiş muskovit gözlenir. Feldispatlardan %3-5 oranında plajyoklas yer almaktadır.

Kısaca petrografik tanımını yapılan metakumtaşları, matriks ve çimento ile tutturulmuştur (%15- 20). Oluşuk 20-30 cm kalınlığında yeniden kristallenmiş kireçtaşı aratabakalı metakumtaşı ve fillitler ile devam etmektedir. Bu metakumtaşı, fillit, kalkışist ve rekristalize kireçtaşı sıralaması 10-125 m kalınlığında gri, beyaz, kirli sarı, krem renkli, ince –kalın tabakalı, KB-GD uzanımlı kristalize kireçtaşı ve mermerler izlemektedir. Formasyonun diğer litolojilerden renk ve bileşim yönünden farklılığı görülen bu birim, Sultandede formasyonu içinde üye mertebesinde ayırtlanmış ve tanımlanmıştır.

Kalkışistler gri, gri-yeşil ve sarımsı kahverenkli. Petrografik olarak gronolepidoblastik dokuludur. Kalkışistler; Kalsit, Klorit, Muskovit, kuvars, plajiyoklas, sfen mineralleri topluluğundan oluşmaktadır.

Formasyonun değişik düzeylerinde koyu yeşilimsi gri ve gri renkli metakuvarsitler görülür. Masif –çok zayıf şisti yapılar ile belirgin kuvarsitlerde gronoblastik doku hakimdir. Petrografik olarak, ince taneli, dalgalı sönmeli, birbirleriyle grik sınırlar yaparak yapraklanmaya az çok etkin kuvarslar kayacın %90 'nını oluşturur.

Sultandede formasyonu, gri, gri- yeşil renkli ve daha az oranda ince metakumtaşı ile son bulunmaktadır.

Fillitler, inceleme alanında Sultandede formasyonunun egemen litolojisini oluşturur. Fillitlerdeki yaygın mineral topluluğu Serisit+kuvars± klorit+ muskovit± plajiyoklas± sfen +opak ± apatit şeklindedir.

El örneklerinde grimsi yeşil, yeşil ve mor renkli olup sık yapraklanmalıdır. Kayaçta yeşil renk klorit artmasına bağlı olarak değişmektedir. Ayrıca ince yer yer kaba yapraklanma gösteren, sık kıvrımlı ve yağsı bir parlaklığa sahiptirler Ayrışma yüzeyleri sarımsı kahve renklidir.

Fillitlerden yapılan ince kesitlerde kayacın bileşiminin %50 serisit, %45 kuvars ve %5 ağır minerallerden oluştuğu görülmüştür Kayacın ana bileşenini

oluşturan serisitler, kayaçta yapraklanma düzlemlerini oluşturmakla birlikte kayaça yönlü bir doku kazandırmaktadırlar Serisitler yönlenmiş pulsu şekili olup, soluk yeşil renkli klorit ve levhamsı muskovitler birbirleriyle girik sınırlıdır. Mozayik yapılı, genellikle dalgalı sönmeli, ince taneli kuvars önemli bir bileşendir. Kayaçta, kuvarslar ksenoblast taneler halindedir ve kayaça bir yönelim kazandırmıştır. Eş boyutlu tanelerden yapılı kayaç içerisinde serisit ve kuvars kristalleri birbiriyle ardalanma yaparak kayaça grano-lepidoblastik bir doku kazandırmışlardır.

Kristalize kireçtaşlarının ince kesitlerinde % 80- 90 kalsit minerali gözlenmektedir. Ayrıca % 5-20 kuvars, % 2-10, muskovit ve % 2 opak minerali bulunmaktadır Kayacın bileşenini oluşturan kalsitler, yer yer yuvarlağımsı ve birbirleriyle düzgün sınırlar yapan kristaller halinde olup kayaça mozaik bir doku kazandırmıştır. Kayaç masif yapılı olup gronoblastik (mozaik) dokuludur Alizerin testi ile kayaçlar kristalize kireçtaşı olarak adlandırılmıştır (Bozdağ, 2005).

Sultandede formasyonundan alınan kayaçlarda yapılan petrografik incelemeler sonucu şu sonucu çıkarabiliriz; birim içerisinde fillit, metakumtaşı, gibi litolojilere rastlanması ve ayrıca kuvars, serisit, klorit, kalsit, plojioklas, sfen gibi minerallerin bulunmasından dolayı düşük dereceli bir metamorfizmayı işaret etmektedir. Dolayısıyla yeşilşist fasiyesinde düşük dereceli metamorfizma geçirmiş olması muhtemeldir.



Şekil 2.4. Sultandede formasyonuna ait fillitlerden bir görünüm (Asar Tepe güneyi)

2.3.1. Bel Yakası Üyesi (EOsb)

Sultandede formasyonunun üst kesimlerinde görülen kristalize kireçtaşı, ve kalkışist bantlarından oluşan birim Cengiz (1997) tarafından ‘Bel yakası üyesi’ olarak adlandırılmıştır. Bel Yakası üyesi adlamasının kullanımı bu çalışmada da uygun görülmüş ve aynen benimsenmiştir.

Yaklaşık KKB-GGD uzanımlı olan bu üye kuzeyde Akkuyu Tepe’den Suludere ‘ye kadar uzanmaktadır (Ek-1).

Birimin litolojisini gri-beyaz renkli bol çatlaklı ince –orta tabakalı ve az eklemlili olan kristalize kireçtaşları oluşturmaktadır. Kristalize kireçtaşlarının üst seviyeleri kirli sarı –gri renkli, orta tabakalı olup demir laminalı ve saçılmış demir içerikli dolomit seviyeleri içermektedir. Yer yer kalsit damarları gözlenmektedir. Sarımsı bej-gri –siyahımsı ve ince şistoziteli yapıları ile sahada kolayca tanınan kalkışistler, mermerler ile uyumlu şekilde ardalanma gözlenmektedir (Şekil 2.1).

Kalkışistler içerisinde yaklaşık % 60-65 kalsit, % 20-25 klorit, % 15-20 muskovit, % 6-8 kuvars, % 2-4 plajiyoklas minerallerine rastlanılmaktadır.

Kayacın ana bileşenini oluşturan karbonatlar ksenomorf olup çok yüksek çift kırınımına sahiptirler. Kayacın ikinci ana bileşenini olan klorit ve muskovit oluşturmaktadır. kloritler ksenomorf olup yapraksı kristalleri ile belirgindir. Muskovitler levhamsı şekilleri ve tek yönlü dilimleri ile çok belirgindir. Kayacın genel dokusu granolepidoblastik dokuludur. Yaygın karbonat minerallerinden yapılı kayaç yapraksı –levhamsı klorit ve muskovitlerin kazandırdığı foliasyon özelliği ile kalkışist olarak isimlendirilmişlerdir.

Üye içerisinde yer alan Metakarbonatlar mikroskop altında orta, çoğunlukla küçük taneli karbonatlardan yapılıdır. Kayaç içerisinde yaklaşık % 70-80 kalsit,% 1-15 kuvars, % 5 kayaç parçacığı, % 3 feldispat ve tali olarak opak mineral gözlenmektedir.

Karbonat kristalleri ksenomorf şekillidir. Kalsitlerde ise bükülmeler gözlenmektedir. Kuvarslar yer yer temiz yüzeyli olarak gözlenirken polikristalin kuvarslar dalgalı sönme göstermektedir. Kayaç; kalsit, kuvars, plajiyoklas, kayaç parçacığı, ve opak mineraller içermektedir.

Sultandede formasyonu altta Alt(?)- Orta Kambriyen –Alt Ordovisiyen yaşlı Çaltepe formasyonu ile uyumlu, üstte Üst Devoniyen yaşlı Engili formasyonu ile uyumsuzdur. İnceleme alanında oldukça geniş yüzeyleyen formasyon, 1000 metreden fazla kalınlığa sahiptir (Dean-Monod,1970).

Sultandede formasyonu kökende şeyl, kumtaşı, kireçtaşı, mercekse geometrili konglomera ve bazik kökenli volkanik kayalardan oluşur. Yoğun tektonik etkilere rağmen bu kayalar formasyon içinde orijinal bir stratigrafiyi yansıtırlar bu stratigrafik düzen, söz konusu çökelerin türbiditik fasiyeste bir kıta yamaç veya kıta eteğinde ve kısmen filiş fasiyesinde geliştiğini göstermektedir.

Sultandede formasyonundan derlenen örneklerden birime yaş verebilecek paleontolojik veri elde edilememiştir. Formasyonun yaşı, ilişkide olduğu ve yaşları saptanmış alt-üst formasyonların yaşı ile bölgesel deneştirmeye gidilerek verilmiştir ve Üst Kambriyen-Alt Ordovisiyen yaşta olduğu saptanmıştır (Demirkol ve diğ.1977). Haude (1972) çalıştığı alandaki şistleri incelemiş, bu şistlerin Üst Devoniyen'e kadar çıktığını *Asophollus sp.*, *Macropyge sp.*, *Pseudeegnoptus sp.* fosili ile belirlemiştir. Demirkol ve diğ.(1977), Sultandede formasyonu içerisinde buldukları *Groptolitlere* dayanarak Üst Kambriyen-Alt Ordovisiyen yaşını verirler. Öztürk ve diğ.(1981), Sultandede formasyonu içerisinde buldukları, *Cephalapoda*, *Gastropoda pyhcodes* ve *Tribolit pygidium* fosillere dayanarak Ordovisiyen olabileceğini belirtirler.

Dean-Monod (1970), Seydişehir dolaylarında yaptıkları çalışmada, Seydişehir şistlerini incelemişler ve şistlerde buldukları Tribolitler'e dayanarak Üst Arenigien yaşını vermişlerdir.

Stratigrafik konum itibariyle Sultandağları bölgesinde, Sultandede formasyonu altta Alt(?)-Orta Kambriyen-Alt Ordovisiyen yaşlı Çaltepe formasyonu ile uyumlu olduğundan, bu çalışmada da birimin yaşı Üst Kambriyen- Alt Ordovisiyen olarak kabul edilmiştir.

2.4. Engili formasyonu (De)

İnceleme alanında Sultandede formasyonu üzerine kuvars çakıllı, metakonglomera seviyesi ile başlayan fillit ve kireçtaşı arakatlı metakuvarsitlerden oluşan bir istif bulunmaktadır. Bu istif, ilk kez Haude (1968, 1972) tarafından

‘Engili kuvarsiti’ olarak adlandırmıştır. Demirkol (1977 1982, 1984,1986) ve Demirkol ve diğ. (1977)’de bu adlamayı benimsemişlerdir. Eren (1991), yaptığı çalışmada birimin yalnızca metakuvarsitlerden oluşması nedeniyle ‘Engili formasyonu adı altında incelemiştir. Bu çalışmada da Engili formasyonu adı altında incelemesi uygun görülmüştür.

Engili formasyonu inceleme alanının orta kesiminde, Yıldızdağ ve Tavşanmeke Tepe’de, kuzeydoğusunda Başlamış köyü çevresinde, Ortaburun Tepe, Donrul Tepe civarında yüzeylemektedir (Ek-1). Litolojik olarak, sert ve dayanımlı olduklarından inceleme alanının en yüksek kısımlarını oluştururlar.

Engili formasyonu mercekssel geometrili, gri- mor renkli metakuvars konglomeraları ile başlar. Metakuvars konglomeraları beyaz, pembe, gri renkli, kötü katmanlı, sıkı tutulmuştur, silis çimentoludur. Taneleri genellikle 1-10 cm boyutunda az yuvarlak-köşeli kuvars çakılları oluşur. Tanelerin % 95 ‘i süt kuvars olup az miktarda şişt parçaları içerir. Metakuvars konglomeraların alt düzeyleri kötü boylanmalı olup, üste doğru boylanmanın düzeldiği ve derecelenme gösterdiği görülür. Metakuvars konglomera üstte doğru tane boyu ufalarak metakuvarsitlere geçer Metakuvarsitler pembe, sarı, gri ve beyaz renkli, ince-orta yer yer kalın tabakalıdır Metakuvarsitler üstte doğru gri, gri-yeşil renkli fillitler ile ardalanmalı olarak gözlenirler. İstifin üst seviyelerinde ayrıca, ara tabakalar şeklinde koyu gri siyah renkli, ince –orta tabakalı kireçtaşları yer almaktadır (Şekil 2.1, Şekil 2.5).

Metakuvarsitler, mikroskopta gronolepidoplastik dokuludur. İnce taneli, dalgalı sönmeli birbirleriyle girik sınırlar yaparak yapraklanmaya koşut uzamış kuvars, kayacın %90-95’ini oluşturur. Ayrıca, ince taneli yönlenmiş serisit, klorit ve opak mineralleride gözlenmektedir.

Kristalize kireçtaşları gri, gri-yeşil, sarımsı renkli olup yaklaşık %70- 75 kalsit, %20- 25 klorit ve tali miktarda ise serisit klorit opak mineraller toplululuğundan oluşur. Kayacın ana bileşeni olan kalsitler ksemomorf olarak izlenir ve tek yönlü dilinme sahiptir. Kloritler ise kayaca yönlü doku kazandırmıştır. Gronolepidoplastik dokusu ile belirgin kayaç kristalize kireçtaşı olarak isimlendirilmiştir (Bozdağ, 2005).



Şekil 2.5. Engili formasyonuna ait pembe, beyaz renkli metakuarsitler (Belbaşı Mevkii güneyi)

Metakuarsitler, mikroskopta gronolepidoplastik dokuludur. İnce taneli, dalgalı sönmeli birbirleriyle girik sınırlar yaparak yapraklanmaya koşut uzamış kuvars, taşın %90-95'ini oluşturur. Ayrıca, ince taneli yönlenmiş serisit, klorit ve opak mineralleride gözlenmektedir.

Kristalize kireçtaşları gri, gri-yeşil, sarımsı renkli olup yaklaşık %70- 75 kalsit, %20- 25 klorit ve tali miktarda ise serisit klorit opak mineraller toplululuğundan oluşur. Kayacın ana bileşeni olan kalsitler ksemomorf olarak izlenir ve tek yönlü dilinme sahiptir. Kloritler ise kayaca yönlü doku kazandırmıştır. Gronolepidoplastik dokusu ile belirgin kayaç kristalize kireçtaşı olarak isimlendirilmiştir (Bozdağ, 2005).

Engili formasyonu altta Üst Kambriyen –Alt Ordovisyen yaşlı Sultandede formasyonu üzerine açılı uyumsuz olarak gelirken üst sınırında Alt-Orta Karbonifer yaşlı Kirazlı formasyonu ile uyumludur (Ek 2).

Demirkol ve diğ.(1977), Engili formasyonunun kalınlığını 220 m olarak vermişlerdir. Görünür kalınlık 200m civarındadır.

Demirkol (1977) inceleme alanın kuzeyinde Sultandağlarında yaptığı çalışmada, Engili formasyonunun tabanda birkaç metre kalınlıkta taban konglomerası ile Sultandede formasyonu üzerine açılı uyumsuz olarak geldiğini belirtmiştir. Eren (1988) ise, yapısal analizlerle Demirkol (1977)'un tezini doğrular

veriler elde etmiştir. Yukarıda da belirtildiği gibi Sultandede formasyonu bir kıta yamacı ya da kıta eteğinde türbiditik fasiyeste gelişim göstermişken, Engili formasyonu karışık kıyı ortamında çökelmiştir. Tektostratigrafik konumlardaki farklılık, bu iki formasyon arasındaki sınırın uyumsuz olduğunu ayrıca kanıtlamaktadır. Engili formasyonu üstten Kirazlı formasyonu tarafından uyumlu olarak örtülmektedir.

Metakuvarsitlerin iyi olgunlaşması, üst düzeylerde kireçtaşları ve ince malzemelerin görülmesi çökelme ortamının, duyarsız, yüksek yer yer düşük enerjili, sığ olduğunu gösterir. Formasyon sığ, kıta şelfinde çökelmiştir (Demirkol ve diğ.1977).

Haude (1972) yaptığı çalışmalar sonrasında mollusk, brachiopod, mercan ve krinoid izlerine göre tanımladığı *Dimitria*, *Seminoi*, *Camarotoechia sp.* fosillerine göre formasyonun yaşını Üst Devoniyen olarak belirtir. Öztürk ve diğ.(1987) inceleme alanında bulunan kuvarsitlerin alt düzeylerinden aldığı numunelerden *Camarotoechia sp.* ait *Ryhnchonella*’ ya göre formasyona Orta-Üst Devoniyen yaşını vermişlerdir. Demirkol (1977), Engili formasyonunun taban seviyelerinde yer alan mercanlı kireçtaşlarından aldığı numunelerde *Disphyllum goldfussi* ve *Disphyllum minus* fosillerine dayanarak formasyona Orta-Üst Devoniyen yaşını vermişlerdir. İnceleme alanında yapılan çalışmalar sonucunda Engili formasyonunda yaş tayini yapılabilecek fosil tespit edilememiştir. Bu yüzden daha önceki çalışmalardan elde edilen verilere göre formasyonun yaşı Orta-Üst Devoniyen yaş aralığını olarak benimsenmiştir.

2.5. Kirazlı formasyonu (Ck)

Engili formasyonu üzerine, altta gri yeşil renkli filitlerle başlayan, üste doğru ise siyah renkli ince tabakalı kireçtaşı, gri- siyah renkli fillit, dolomit, dolomitik kireçtaşı ve kalkıştler ile gelişen bir istif mostra vermektedir. Bu istif, önceki araştırmacılar (Haude,1968) tarafından altta ‘siyah şist ve kalker’ üstte ise ‘dolomit ve kalker’ içinde gösterilmiş ve ayrı bir birim olarak ayırtlanmıştır. Eren (1987) ise Bağkonak (Yalvaç), Engili (Akşehir) arasında aynı istifi Kirazlı formasyonu olarak adlandırmışlardır.

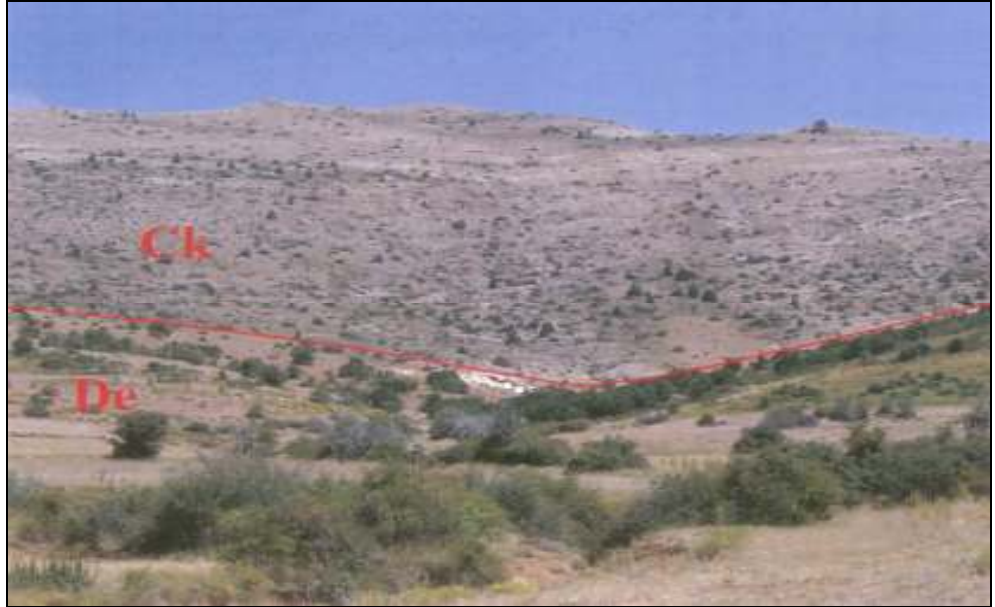
Kirazlı formasyonu, inceleme alanının doğusunda Tavşanmeke Tepe çevresinde ve Konurkaya Tepe doğusunda yüzeylemektedir (Ek-1).

Kirazlı formasyonu, Engili formasyonu üzerinde sarı, beyaz, gri, koyu mavi renkli ince-orta tabakalı, kristalize kireçtaşı ile başlar Bu birim üste doğru koyu gri, siyah renkli, iri kristalli, orta kalın tabakalı dolomitik kireçtaşlarına ve dolomitlere geçer (Şekil 2.1). Dolomitler sarımsı kahve renkli, sert iri kristalli ve yüzeyleri pürüzlüdür.

Kristalize kireçtaşlarından yapılan mikroskobik incelemelerde; %85 kalsit, %15 oranında da dolomit gözlenmektedir. Kayaç içindeki kristaller yaklaşık eş boyutudur.

Masif yapı ve gronblastik dokusu ile belirgin olan kayaç genelde orta tanelidir. Kayaçta kalsitin yanı sıra az miktarda klorit, serisit, kuvars ve opak mineraller de gözlenmiştir.

Formasyonun genel uzanımı KB-GD yönünde olup, inceleme alanında altta, Engili formasyonunun devrik senklinalleriyle uyumlu olarak aynı yönde devrik senklinaller şeklinde gözlenir. Birimin kalınlığı yaklaşık 125 m'dir.(Öztürk ve diğ.,1987).



Şekil 2.6. Engili formasyonu (De) ve Kirazlı formasyonu (Ck) sınır ilişkisi. (Yıldız Dağı, Kuzeydoğudan, güneybatıya bakış).

Engili formasyonu üzerine transgresif olarak gelen kökünde şeyl, kumlu, killi kireçtaşı ve saf kireçtaşlarından yapılı Kirazlı formasyonu şelf ortamında çökelmiştir (Şekil. 2.6).

İnceleme alanında yapılan çalışmalar sonucunda Kirazlı formasyonunda yaş tayini yapılabilecek fosil tespit edilememiştir formasyonunun yaşı ilişkili olduğu birimlerin yaşları ve daha önceki çalışmalardan yararlanılarak verilmiştir. Haude (1968) resifal kireçtaşlarında tayin ettiği *Millerella sp.*, *Eostafella sp.* fosillerine dayanarak Alt Westfaliyen yaşını elde etmiştir.

Eren (1987), birimin orta düzeylerine ait örneklerden cins ve türü tayin edilemeyen Schwagerinidae fosillerine dayanarak Üst Karbonifer-Alt Permiyen yaşını vermişlerdir. Kirazlı formasyonunun yaşı altındaki ve üstündeki birimlerin yaşları ve yukarıdaki paleontolojik bulgular karşılaştırılarak, birimin Alt-Orta Karbonifer yaşı olabileceği kabul edilmiştir. Bu çalışmada da aynı yaş benimsenmiştir.

2.5. Hüyük formasyonu

İnceleme alanında tutturulmamış, kırmızı, sarı, kahve renkli çakıl, kum ve kil boyutundaki malzemelerden ve kiltası, kumtaşı, silttaşı, çakıltaşı, marn ve kireçtaşlarından meydana gelen birim Ayhan ve Güzel (1994), tarafından Hüyük formasyonu olarak adlandırılmıştır. Bu çalışmada ise birim Hüyük formasyonu olarak benimsenmiştir (Ek-1).

Hüyük formasyonu inceleme alanında en geniş alanları kapsar. En iyi yüzeylemeleri, Pınarbaşı, Değirmenaltı, Hüyük ilçesinin güneyinde ve Köşk Köy çevresinde görülmektedir. İnceleme alanının kuzeybatısında ise Pınarbaşı köyü çevresinde ve Hüyük ilçe merkezinde yüzeyde görünürken, Hüyük doğusundaki Mutluköy civarında ise Kuvarterner yaşı alüvyonlar tarafından örtülmüştür (Ek-1).

Hüyük formasyonu, tutturulmamış, kırmızı, sarı, kahve renkli çakıl, kum ve kil boyutundaki malzemelerden meydana gelmiştir (Şekil 2.1). Özellikle kil ve silt boyutlu malzemenin ağırlıkta olduğu seviyeler yörede tuğla kiremit yapımında kullanılmaktadır. Değinen malzemeler kırmızı, kırmızımsı kahve ve sarı renkler gösterirler. Bunlar pekişmemiş malzemelerdir. Ana kayaya yakın seviyeleri şist kırıntıları bakımından zengindir. İnceleme alanında bulunan kireçtaşları sarı, bej,

beyaz renkli olup orta katmanlı ve serttir. Kilitaşları yeşilimsi gri, kırmızı renklidir ve orta katmanlıdır. Silttaşları sarı, kırmızı renkli, orta katmanlı iyi boyplanmalı, gevşek tuuturulmuş karbonat çimentoludur (şekil 2.7).



şekil 2.7. *Pınarbaşı mevkiı Hüyük formasyonundan (Th) bir görünüm (doğudan batıya bakış).*

Birim, inceleme alanında st Kambriyen –Alt Ordovisiyen yaşlı Sultandede formasyonu üzerine uyumsuz gelir. Kuvaterner yaşlı Alüvyon da Hüyük formasyonu uyumsuz olarak örter. (Ek- 2).İnceleme alanının kuzeybatısında ise Pınarbaşı köyü çevresinde ve Hüyük ile merkezinde yüzeyde görünürken, Hüyük doğusundaki Mutluky civarında ise Kuvaterner yaşlı alüvyonlar tarafından örtülmüştür. (Ek-1).

İnceleme alanında 2-10 m arasında değişiklik gösteren kalınlıklarda gözlenmiştir Ayhan ve Güzel (1993), rt şeklinde izlenen bu formasyonun kalınlığı 2 m ile 60 m arasında değiştiğini belirtmişlerdir

Hüyük formasyonu karasal bir ortamda oluşmuştur. Bu kayaçların uygun iklim ve topografik şartlarda ayrışması, aşınıp taşınmaları ile ortaya çıkmışlardır.

Formasyonun yaşı Güzel ve Ayhan(1994) tatafindan Pliyosen olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada da bu yaşlandırma kabul edilmiştir.

2.6. Alüvyon

İnceleme alanında oluşumları günümüzde de devam eden, çakıl, kum, kil, silt boyutunda çökel birimleri bulunur. Bu birimler kendisinden yaşlı bütün birimlerden içerisine malzeme alımına, günümüzde de devam etmektedir. Bu da günümüzdeki morfolojinin oluşumuna neden olmaktadır.

Genellikle az eğimli dere kenarlarında şerit şeklinde gözlenir. Tipik olarak İmrenler Deresi, Çayır Deresi, Özün Deresi, Hüyük Deresi Bağ Deresi boyunca izlenir (Ek-1).

Gri, kahvemsı renkte gözlenen alüvyonlar, gevşek ve tutturulmamış malzemeden oluşmaktadır. Birim içerisindeki malzemeler kum, kil ve çakıl boyutundadır. Oldukça kötü boyanmalıdırlar. Kuvaterner öncesi tüm kaya birimlerinden içerisine parçalar alır Alüvyon kendinden yaşlı tüm birimleri açılı uyumsuz olarak örtmektedir.

İmrenler Deresi boyunca mostra veren alüvyon içerisinde yeni obruk oluşumları gözlenmiştir. Obruk oluşumları bir hat boyunca alüvyon içerisinde oluşmaya başlamıştır (Şekil.2.8)

Birime yaş verecek fosil bulunamamıştır. Ancak Kuvaterner (Güncel) yaşlı olduğu kabul edilmiştir.



Şekil 2.8. Aliiviyonda meydana gelen obruk oluşumları.

3. YAPISAL JEOLJİ

İnceleme alanı Toridler Ana Tektonik Birliği'nin (Ketin, 1966) kuzeyinde, Sultandağları bölgesinin güneydoğusunda yer almaktadır. İnceleme alanındaki Alt – Orta Kambriyen –Alt Ordovisiyen yaşlı Çaltepe Formasyonu ile Üst Kambriyen – Alt Ordovisiyen yaşlı Sultandede formasyonu Kaledoniyen, Üst Paleozoyik yaşlı Engili ve Kirazlı formasyonları da Hersiniyen orojenik hareketlerinden etkilenmiş, Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı birimlerle birlikte metamorfizmaya uğramış, kıvrımlı, kırıklı ve faylı yapılar kazanmışlardır.

3.1. Kıvrımlar

İnceleme alanındaki formasyonlardan ölçülen tabaka konumlarının analizi SCHMIDT ağı yöntemiyle StereoNet programında değerlendirilmiştir. Üst Kambriyen – Alt Ordovisiyen'de Çaltepe Formasyonu ve Sultandede formasyonu Kaledoniyen orojenik hareketleri ile kıvrımlı yapı kazanmıştır. Sultandede formasyonu ve Engili formasyonundan elde edilen tabaka ölçümlerinden bu birimlerin bol kıvrımlı oldukları saptanmış ve yapılan ölçümlerle elde edilen nokta kontur diyagramlarında, kıvrım eksen konumları K64°D,43°KD olarak belirlenmiştir (Şekil 3.1). Engili ve Kirazlı formasyonu senklinal kıvrım ekseni konumu K65°D,45°KD olarak bulunmuştur (Şekil 3.2). Engili ve Kirazlı formasyonu kıvrım eksen izleri konumu ise KB-GD doğrultusudur (Ek-1). Sultandede formasyonundaki yapraklanmalardan alınan ölçümlerden elde edilen nokta – kontur diyagramlarında ise kıvrım ekseni konumu K48°D,41°KD olarak bulunmuştur (Şekil 3.3).

3.2. Faylar

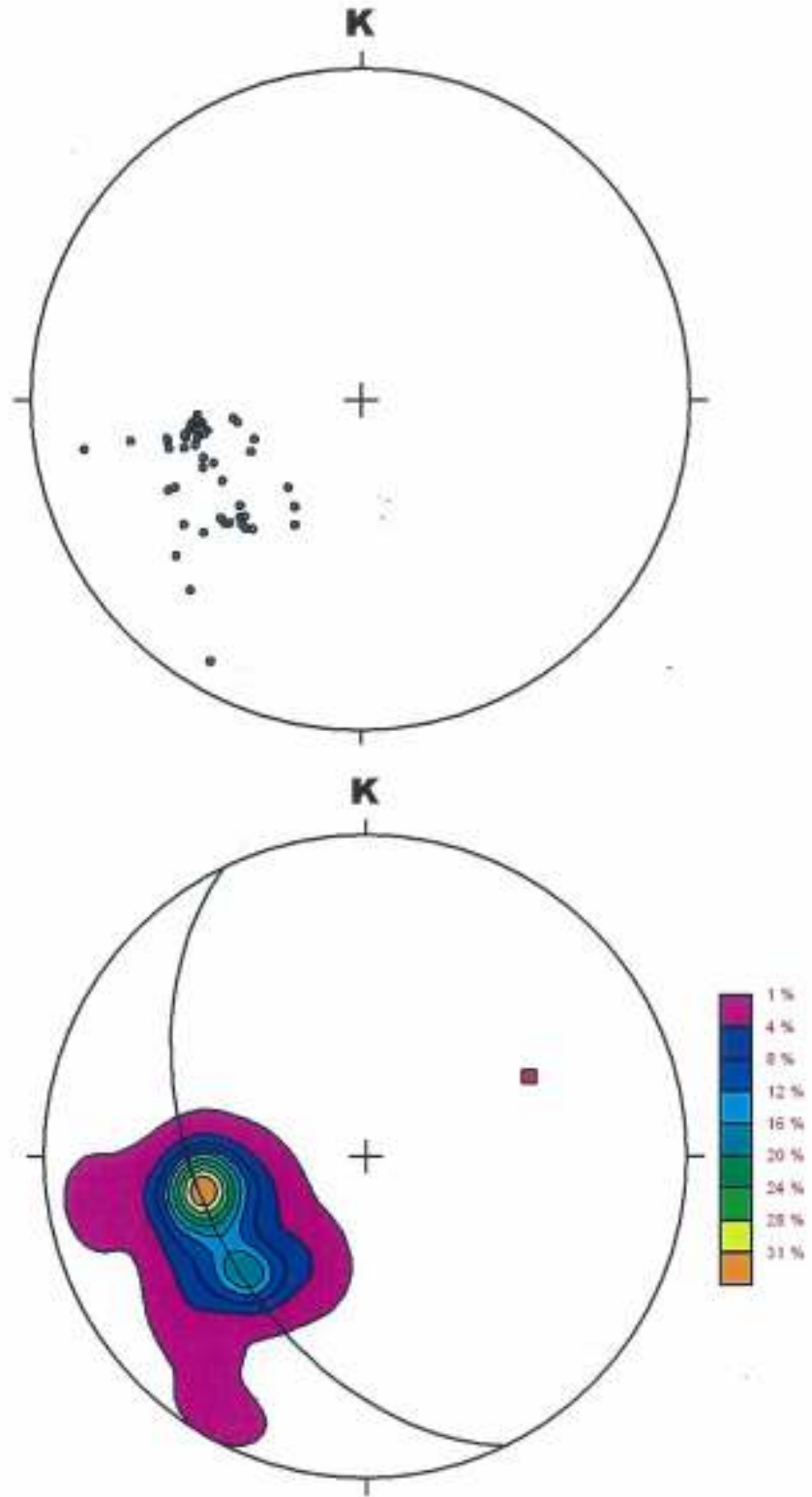
İnceleme alanının kuzeybatısında Sultandede formasyonun bir üyesi olan Belyakası üyesi içinde sağ ve sol yönlü GB-KD konumlu, doğrultu atımlı faylar saptanmıştır (Ek- 1). Yine inceleme alanının batısında bulunan Üst Kambriyen –Alt Ordovisiyen yaşlı Sultandede formasyonu üzerine eğim atımlı ters fayla, Alt- Orta Kambriyen - Alt Ordovisiyen yaşlı kireçtaşlarından oluşan Çaltepe Formasyonu bindirme şeklinde gelmiştir (Ek -1, Ek -2).

3.3. Çatlaklar

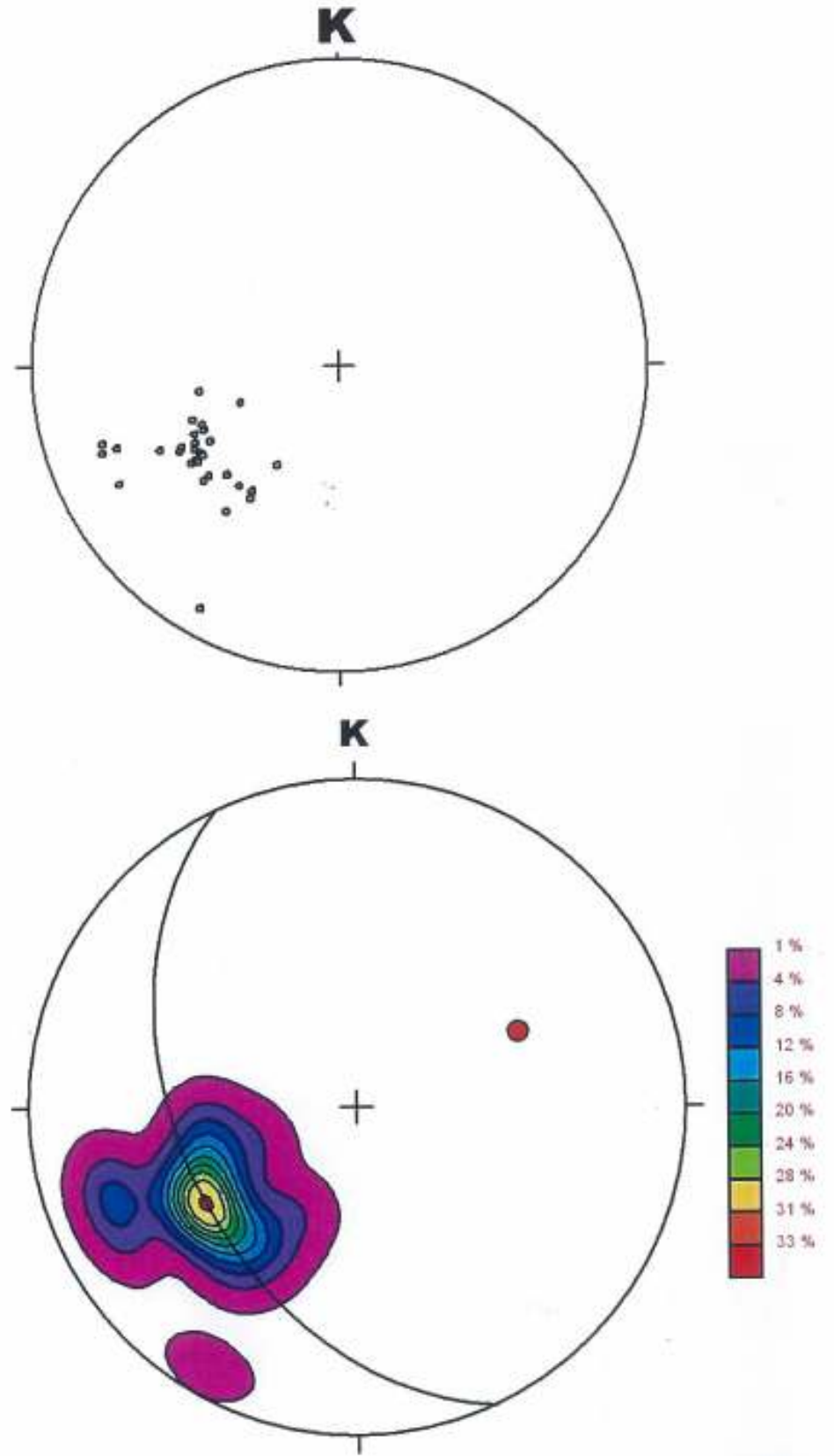
İnceleme alanının batısında bulunan Alt- Orta Kambriyen- Alt Ordovisiyen yaşlı bol çatlaklı kireçtaşlarından oluşan Çaltepe Formasyonu'ndan elde edilen çatlak ölçümleri ile yapılan gül diyagramında, egemen çatlak konumları K10- 20°D ve K40-50°D olarak belirlenmiştir (Şekil 3.4).

3.4. Uyumsuzluklar

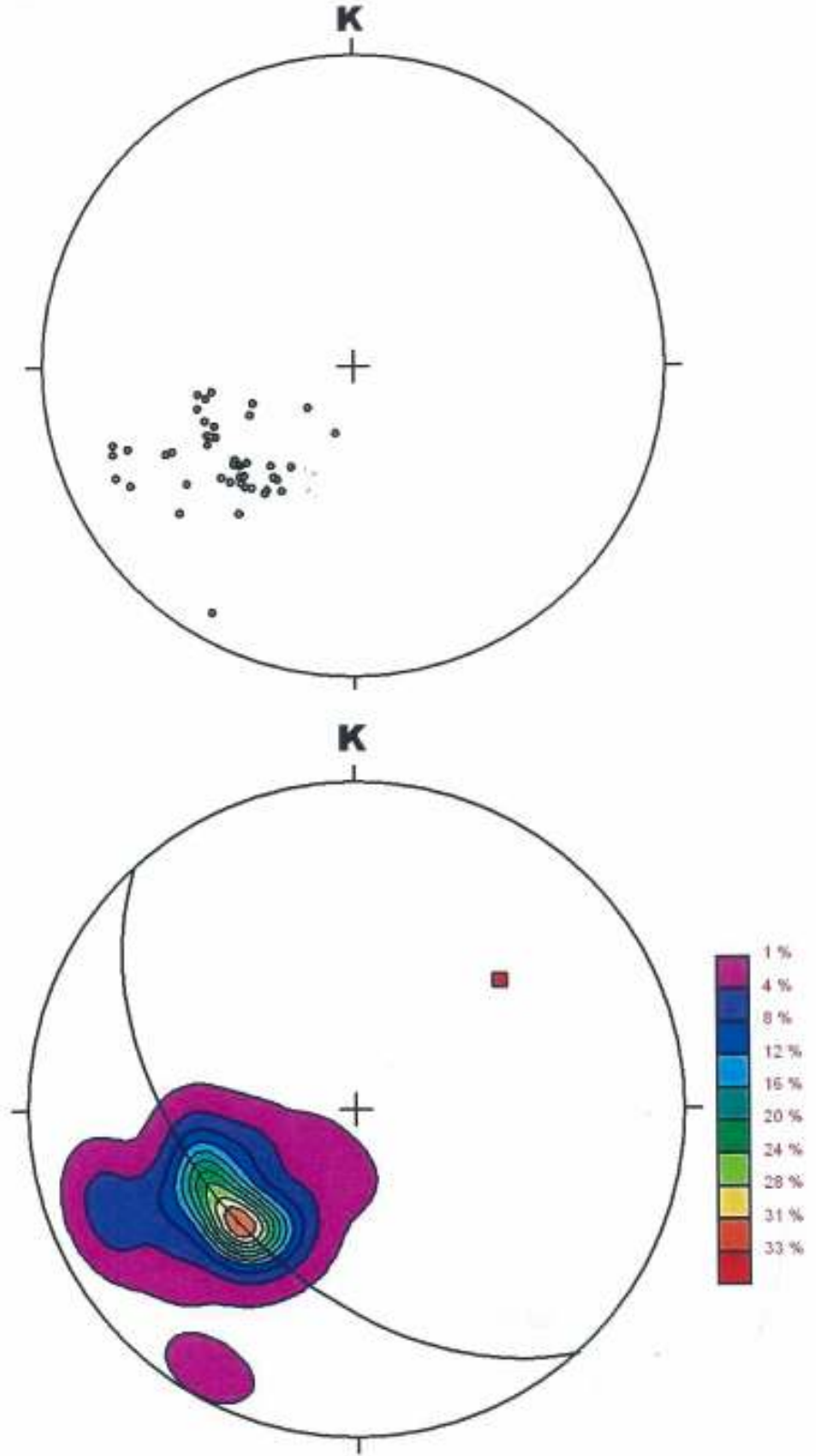
İnceleme alanında yapılan çalışmalarda uyumsuzluk yüzeyleri tespit edilmiştir (Şekil 2.1; Ek -2). Bu uyumsuzluklar, Sultandede formasyonu ile Engili formasyonu arasındaki, açılı uyumsuzluk, ikinci bir uyumsuzluk da Hüyük formasyonu ile Çaltepe Formasyonu ve Sultandede formasyonu arasındadır. Tespit edilen üçüncü ve son uyumsuzluk ise tüm birimleri açılı uyumsuz olarak örten alüvyon ile diğer birimler arasındaki uyumsuzluktur.



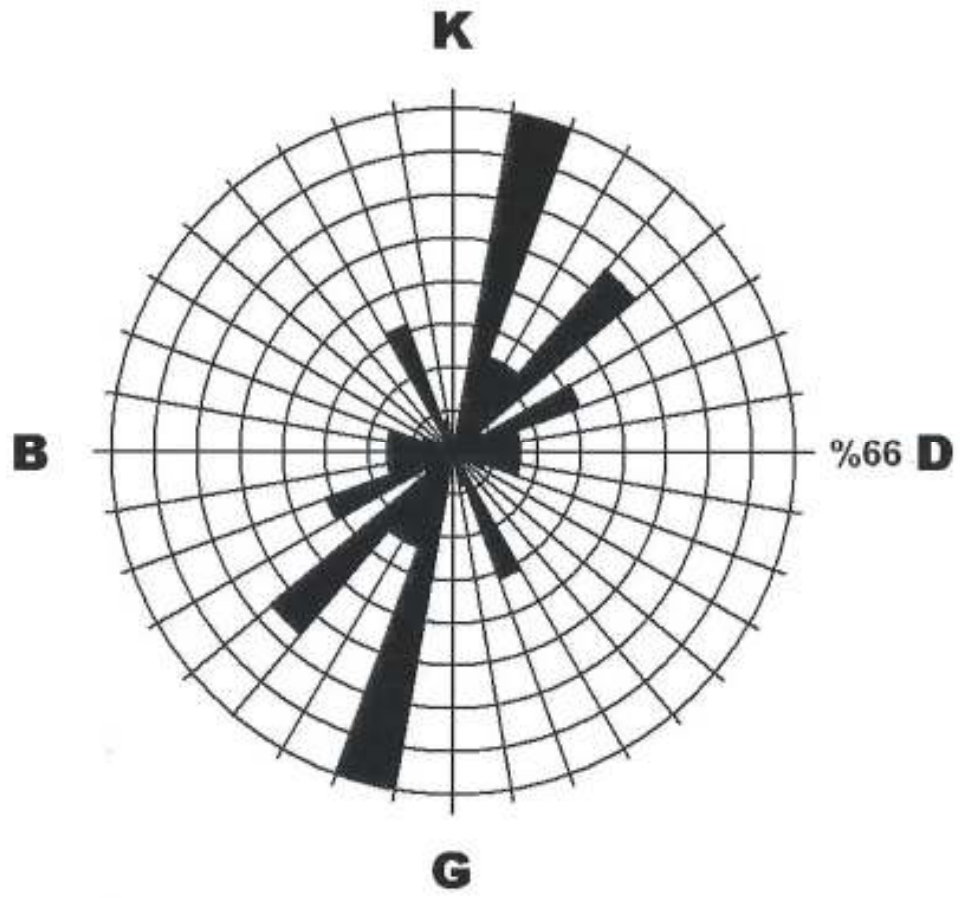
Şekil.3.1 Çaltepe ve Sultandede formasyonlarına tabaka konumlarına ait nokta ve kontur diyagramları (n=45). Kıvrım eksen konumu =K64°D, 43°KD



Şekil 3.2. Engili ve Kirazlı formasyonlarında tabaka konumlarına ait nokta ve kontur diyagramları (n=50). Kıvrım eksen konumu =K65°,45°KD.



Şekil 3.3. Sultandede formasyonunda yapraklanma konumlarına ait nokta ve kontur diyagramları (n=50). Kıvrım eksen konumu= K48°D, 41°KD



Şekil 3.4 Çaltepe Formasyonu'nda çatlak ölçümlerine ait gül diyagramı ($n=40$). Egemen çatlak konumları = $K10^{\circ}$ - $20^{\circ}D$ ve $K40^{\circ}$ - $50^{\circ}D$ olarak belirlenmiştir.

4. JEOLojİ EVRİMİ

Çalışma alanında yapılan incelemeler, elde edilen veriler önceki çalışmaların ışığında bölgenin jeoloji evrimi şöyledir;

Çalışma alanı Ketin (1966), tarafından ayırtlanan birliklerden Torid kuşağı içinde yer almaktadır. Bölgede Kaledoniyen, Hersiniyen ve Alpin Orojenez fazları etkin olmuş ve önemli kıvrımlar gelişmiştir.

Bölgenin bilinen jeolojik gelişimi Alt(?) –Orta Kambriyen yaşlı Çaltepe Formasyonunu oluşturan kireçtaşları ile başlamaktadır. Kireçtaşlarının yer yer tümüyle dolomitleşmiş görünmesi, ortama götürecek yapı ve dokuların kaybolmasına neden olmuştur. Ancak üste doğru Sultandede formasyonuna geçmesi formasyonun, az – çok duyarsız, düşük enerjili ortam koşullarının hüküm sürdüğü, neritik ortamlarda oluştuğunu gösterir. Yani bölgeyi hareketli, az- çok duyarsız, sığca bir deniz kaplamıştır (Demirkol ve diğ.,1977).

Üst Kambriyen –Alt Ordovisiyen yaşlı Sultandede formasyonunda, ince klastikler hakimdir. Şimdiye kadar ortama kaba klastik, ince klastik ve az olarak da karbonatlı çökellerin gelmesi genel olarak duyarsız şelf ortamını göstermektedir (Demirkol, 1977).Bu ortam, Orta Devoniyen’de başlayan bir transgresyonla tekrar denizel nitelik kazanmış ve bu deniz kıyısında biriken plaj ve olasılıkla kıyı boyu kumulları, tabanda konglomera düzeyi ile başlayan ve kuvarsitlerle devam eden Orta – Üst Devoniyen yaşlı Engili formasyonunu oluşturmuştur. Söz konusu transgresyon nedeni ile bu birimin üzerinde, yerel gelişen blok faylanmaların kontrolünde yer yer resifal ortamlar yer almış ve bu ortamlarda fusulinidler, krinoidler, mercanlar ve bryozöerler yoğun olarak yaşamıştır (Eren,1987).

Alt-Orta Karbonifer yaşlı kireçtaşlarından oluşan Kirazlı formasyonu, sığ kıta şelfinde çökelmiştir. Tüm birimler Alpin orojenik hareketleri ile geçirdikleri düşük dereceli metamorfizma ile kıvrımlı, kırıklı ve faylı yapılar kazanmışlardır.

Miyosen sonunda bölge bir yükselme rejimine girer ve Pliyosen ‘de çakıl, kum, çamur ve killi alüvyal yelpaze ve havza düzlüğü yahut taşkın havzası ortamında depolanarak, Hüyük formasyonunu oluşturmuştur (Ayhan ve Güzel, 1993).

Bölge günümüzde aşınma, taşınma rejimi etkisinde olup, Güncel olarak derelerde alüvyon oluşumları devam etmektedir.

5. HİDROJEOLOJİ

Bu bölümde inceleme alanında yer alan litoloji birimlerinin hidrojeoloji özellikleri, akiferlerin tespiti ile yeraltı sularının fiziko-kimyasal özellikleri, kökenlerinin belirlenmesi ve suların çeşitli diyagramlarla yorumları yapılmıştır.

5.1 Hidrojeoloji Birimleri

Litoloji ve stratigrafi özelliklerine göre ayırtlanmış birimler farklı hidrojeoloji özelliklerine sahiptirler. Birbirlerine benzer veya ortak hidrojeoloji özelliklerine sahip birimler, nitelik bakımından geçirimli, az geçirimli ve geçirimsiz olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 5.1).

5.1.1 Geçirimli birim (G-1)

İnceleme alanında ayırtlanan Alt-Orta Kambriyen-AltOrdovisiyen yaşlı yer yer dolomitleşmiş kristalize kireçtaşlarından oluşan Çaltepe formasyonu kırıklı çatlaklı ve boşluklu bir yapıya sahip olduklarından akifer kaya özeliğine sahiptirler. Geçirmiş olduğu tektonik faaliyetler sonucunda ikincil gözeneklilik kazanmıştır. Bu durum bu formasyonun akifer olma özeliğini olumlu yönde etkilemiştir. Yağışların süzülmesi bu kırık ve çatlaklardan boyunca olmaktadır. İnceleme alanındaki kaynak suları, akiferden beslenmektedir (Şekil 5.1).

5.1.2. Geçirimsiz birim (Gz-1)

İnceleme alanının kuzeyinde yüzeyleyen Sultandede formasyonu sarı, yeşil, mor, siyah, kahve renkli metakumtaşlarından ve fillit ardalanmasından oluşmaktadır (Şekil 5.1).

Birimin içinde bulunan fillitler geçirimsiz olduklarından dolayı Sultandede formasyonu hazne akifer olma özeliğini olumsuz yönde etkilemektedir. Ancak Sultandede formasyonunun bir üyesi olan Bel yakası mermer üyesi geçirimli birim özeliği göstermektedir. Bel yakası üyesi gri, bej renkli kristalize kireçtaşlarından oluşmaktadır. Kırıklı ve çatlaklı kireçtaşları akifer kaya özeliğine sahiptirler. Bu durumda bu birimin akifer olma özeliğini olumlu yönde etkilemiştir. Ancak çok küçük alanlarda mostra verdiği için birimin tamamı geçirimsiz birim olarak sınıflandırılmıştır.

5.1.3. Az geçirimli birim (AG-1)

İnceleme alanının kuzeydoğusunda yüzeyleyen Engili formasyonu metakuvarsitlerden, siyah renkli fillitlerden ve metakarbonatlardan oluşmaktadır (Şekil5.1).

Metakarbonatlar akifer kaya olma özelliği oluştururken fillitler ise geçirimliliği önemli ölçüde azalmaktadır.

5.1.4. Geçirimli birim (G-3)

Bej, beyaz renkli kristalize kireçtaşları, gri, siyah renkli kireçtaşları ve kahve renkli dolomitlerden oluşan Kirazlı formasyonu inceleme alanının kuzeydoğusunda yüzeylemektedir (Şekil 5.1.).

Kireçtaşlarında gelişmiş bulunan kırık ve çatlaklar ikincil gözenekliliği artırmaktadır. Bu nedenle birim akifer olma özelliğindedir.

5.1.5. Geçirimli birim (G-4)

Pliyosen yaşlı Hüyük formasyonu inceleme alanının ortasından itibaren güneye kadar uzanır ve diğer tüm birimleri örterek çalışma alanının yarıdan fazla bir kısmını kaplamaktadır. Hüyük formasyonu; bazı kesimlerinde kil içermesine rağmen kum ve kil içeren seviyeleri de bulunmaktadır (Şekil 5.1). Kumlu ve çakılı seviyeler yeraltısuyu taşıması bakımından oldukça önemli bir potansiyele sahiptir. Kuzeyde topoğrafyanın yüksek kesimlerini oluşturan temeldeki metamorfik birimlerin üzerine düşen ve yer altına süzülen yağış; yeraltısuyu akım yönünün kuzeyden güneye doğru olması nedeniyle, metamorfik birimlerin Hüyük formasyonu ile olan dokanak yüzeyleri boyunca bu formasyonu beslemektedir. Bu nedenle Hüyük formasyonu, kil oranının yükseldiği kesimleri hariç tutulursa, kum ve çakılın yoğunlaştığı kesimlerde yeterli oranda su taşımaktadır. Bu formasyonda basınçlı akiferler gözlenir. İlmen kasabası çevresinde Sultandede formasyonun üzerine gelen ve altta çakıl, üst seviyelerine doğru killi malzeme yığılmasında oluşan Hüyük formasyonu basınçlı akifer özelliği gösterir. Bu akiferlerden, gerek Köy Hizmetlerinin gerekse köy halkının açtığı kuyular artezyen kuyu özelliği göstermektedir. Artezyen yüksekliği 2m 'ye kadar yükselmektedir.

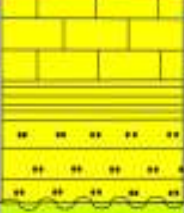
İnceleme alanında gerek Köy Hizmetleri gerekse İller bankası tarafından çok sayıda kuyu açılmıştır. Kuyuları debileri 1.5 lt/sn ile 30lt/sn arasında değişmektedir.

En düşük verimli kuyu, Görünmez Köyünde (1.5 lt/sn), en yüksek verimli kuyu ise Köşk kaplıcası yakınında (30lt/sn) açılmıştır. Diğer kuyularda ise en çok 3.6-10 lt/sn'lik debilere rastlanmıştır (Ayhan ve Güzel, 1993). Çalışma alanının da görüldüğü üzere Hüyük formasyonu dışında su taşıyan diğer birimlerin pek yaygın olmadığı yönündedir. Akifer olma özellikleri sınırlıdır. Aynı zamanda tüm bu birimler, Hüyük formasyonu beslemektedirler. Bu nedenle çalışmada Hüyük formasyonu, su taşıyan önemli bir formasyon olarak ele alınmıştır.

5.1.6. Geçirimli birim (G-5)

Dereler boyunca gözlenen Kuvaterner yaşlı alüvyon kum, kil, silt boyutunda malzemeden oluşmuştur (Şekil 5.1).

Sıkışmamış olan birim içindeki çakıllar iri, yuvarlak ve köyü boylanmalıdır. Kumlu ve çakıllı seviyeler akiferi oluşturmaktadır. Alüvyon içindeki sular sondaj kuyusu yanı sıra keson kuyularla alınmaktadır. Killi seviyeler geçirimsizliği olumsuz yönde etkilemektedir ve düşürmektedir.

Hidrojeoloji Birimleri	FORMASYON	ÜYE	SİMGE	KALINLIK(m)	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
Geçirimli Birim(G-5)	Alüvyon		Qal	100		Çakıl- kil boyutlu tutturulmamış malzeme
						Uyumsuzluk
Geçirimli Birim(G-4)	Hüyük		Th	150		Sarı,beyaz renkli kireçtaşı, sarı renkli silttaşı ardalanması ve kil, kum, çakıldan oluşan tutturulmamış malzeme
						Uyumsuzluk
Geçirimli Birim(G-3)	Kirazlı		Ck	125		Bej,beyaz renkli kristalize kireçtaşı,gri siyah renkli kireçtaşı ve yer yer kahve renkli dolomit
Az Geçirimli Birim(AG-1)	Engili		De	200		Pembe renkli orta tabakalı metakuarsit, gri, siyah renkli fillit, metakonglemera ve ara tabakalar şeklinde gri,siyah renkli metakarbonat ardalanması
						Uyumsuzluk
Geçirimsiz Birim(Gz-1)	Sultandede		Ç-Os	1000		Sarı, yeşil, mor, gri, siyah, kahve renkli metakumtaşı, metasilttaşı, fillit ardalanması
Geçirimli Birim(G-2)		Bel yakalanmamış bölge				Gri ,bej renkli kriastalize kireçtaşı
Geçirimli Birim(G-1)	Çaltepe		Ç-Oç	200		Kızıl, sarı, kahve renkli kristalize kireçtaşı ve yer yer dolomit

Şekil 5.1. İnceleme alanındaki hidrojeoloji birimleri

5.2. Akiflerin Hidrojeoloji Özellikleri

İnceleme alanındaki Neojen yaşlı Hüyük formasyonundan alınan numunelerin elek analizleri yapılarak tane dağılımı, boylanma sabiti, düzen katsayısı

vb özellikleri saptanmıştır. Ayrıca porozite, permeabilite ve geçirimsilik değerleri tespit edilmiştir.

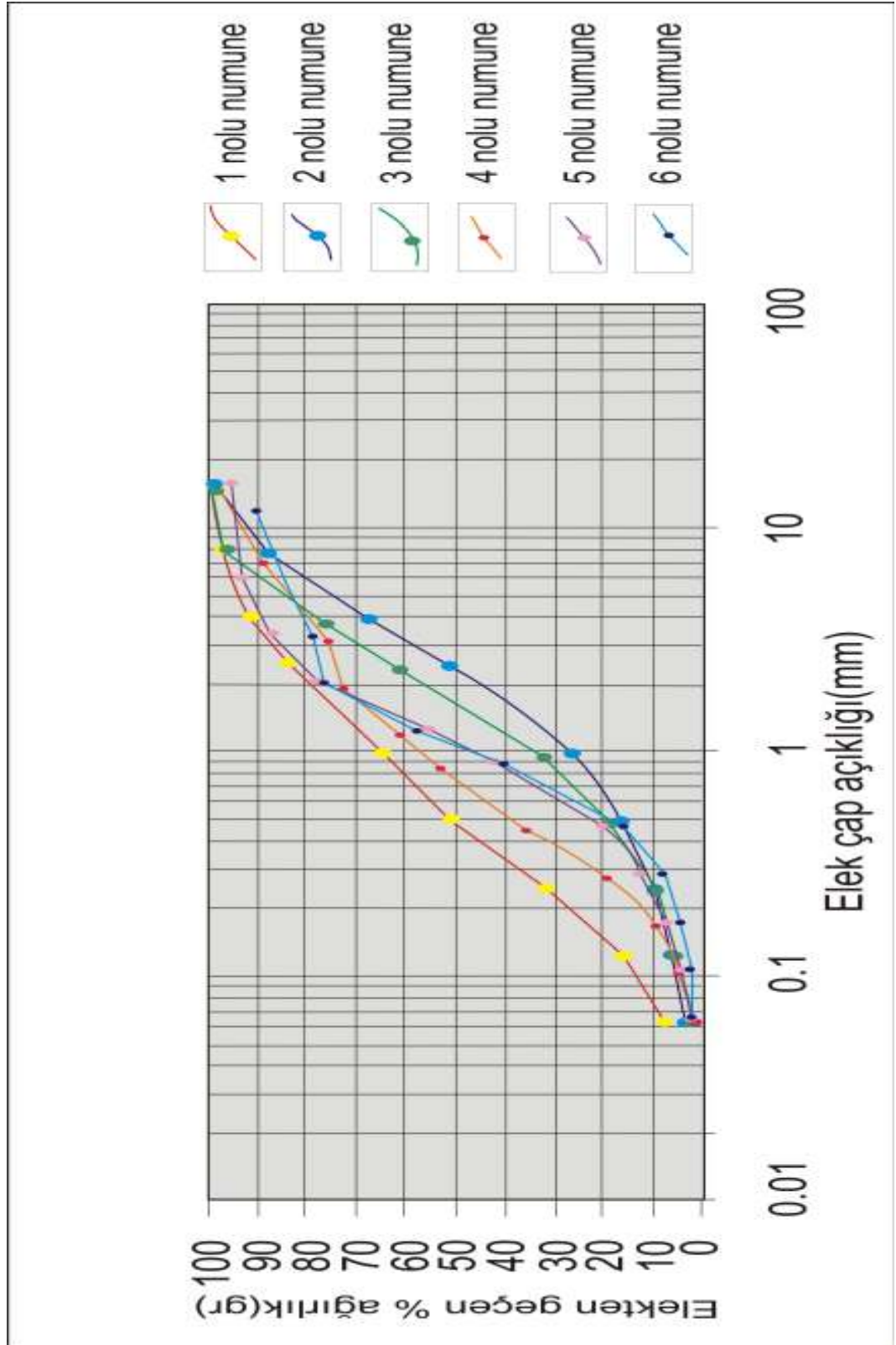
5.2.1 Elek analizi

Hüyük formasyonuna ait örneklerin elek analizlerinde anfor serisi elek takımına ait 10 adet elek kullanılmıştır. Bulunan değerlere göre sedimanın granümetri eğrileri çizilmiştir.(Şekil 5.2). Bu eğriler yardımıyla etkili çap (d_{10}), d_{25} , ortalama tane çapı (d_{50}), d_{75} , düzen katsayısı (C_u), boylanma sabiti (S_0)değerleri hesaplanmıştır. Bulunan değerler Tablo 5.1'te verilmiştir.

Çizilen granümetri eğrilerinden de görüleceği gibi eğriler genelde düzenlidir. Elek analizi sonuçlarına göre etkili tane çapı (d_{10}) 0.08- 0.5 mm, ortalama tane çapı (d_{50}) 0.5 -2.6 mm, düzen katsayısı (C_u) 5-12.7mm ve boylanma sabiti (S_0) 1.7-2.8 mm arasındadır. Bu değerler göre sedimanın boylanması normaldir. Düzen katsayısının büyük olması ise gözenekliliğin ve eğrinin eğiminin azaldığını yani tanelerin farklı çapta olduğunu belirtmektedir.

Tablo 5.1. Elek analizi sonuçları.

Numune	d_{10}	d_{25}	d_{50}	d_{60}	d_{75}	$C_u = d_{60} / d_{10}$	$S_0 = \sqrt{d_{75} / d_{25}}$
1	0.08	0.2	0.5	0.8	1.6	10	2.8
2	0.25	0.9	2.5	3	5	12	2.3
3	0.3	0.75	1.9	2.5	4	8.3	2.3
4	0.3	0.3	2.5	1.9	2.2	6.3	2.7
5	0.5	1.3	2.0	3.8	5.5	7.6	2.05
6	0.2	1.4	2.5	3.1	4	3.9	1.7



Şekil 5.2. Hüyük formasyonuna ait eklenik eğri

5.2.2. Porozite

İnceleme alanında mostra veren formasyonların çoğunda ikincil porozite gelişmiş durumdadır. Kireç taşlarındaki kırık, çatlak ve erime boşlukları ikincil poroziteyi oluşturmaktadır.

Hüyük formasyonunda sıkılaşmamış birimden alınan örneklerin porozitesi sıkılama yöntemiyle hesaplanmıştır.

$$n=(V_v/V_t) \times 100$$

$$n=\text{toplam porozite}$$

$$V_v=\text{kayaç içindeki boşlukların toplam hacmi(cm}^3\text{)}$$

$$V_t=\text{kayacın tüm hacmi(cm}^3\text{)}$$

Bu yönteme göre numuneden yapılan hesaplamalar sonucunda formasyondan alınan örneklerde porozite %35 olarak bulunmuştur.

5.2.3. Permeabilite

İnceleme alanında bulunan Hüyük formasyonundan alınan numunenin geçirimsizliği, sabit basınçlı permametre deneyi ile hesaplanmıştır.

$$K=Q/S \times l/h$$

$$K=\text{Numunenin geçirgenlik değeri -m/s}$$

$$Q=\text{Numuneden süzülen suyun debisi -m}^3\text{/s}$$

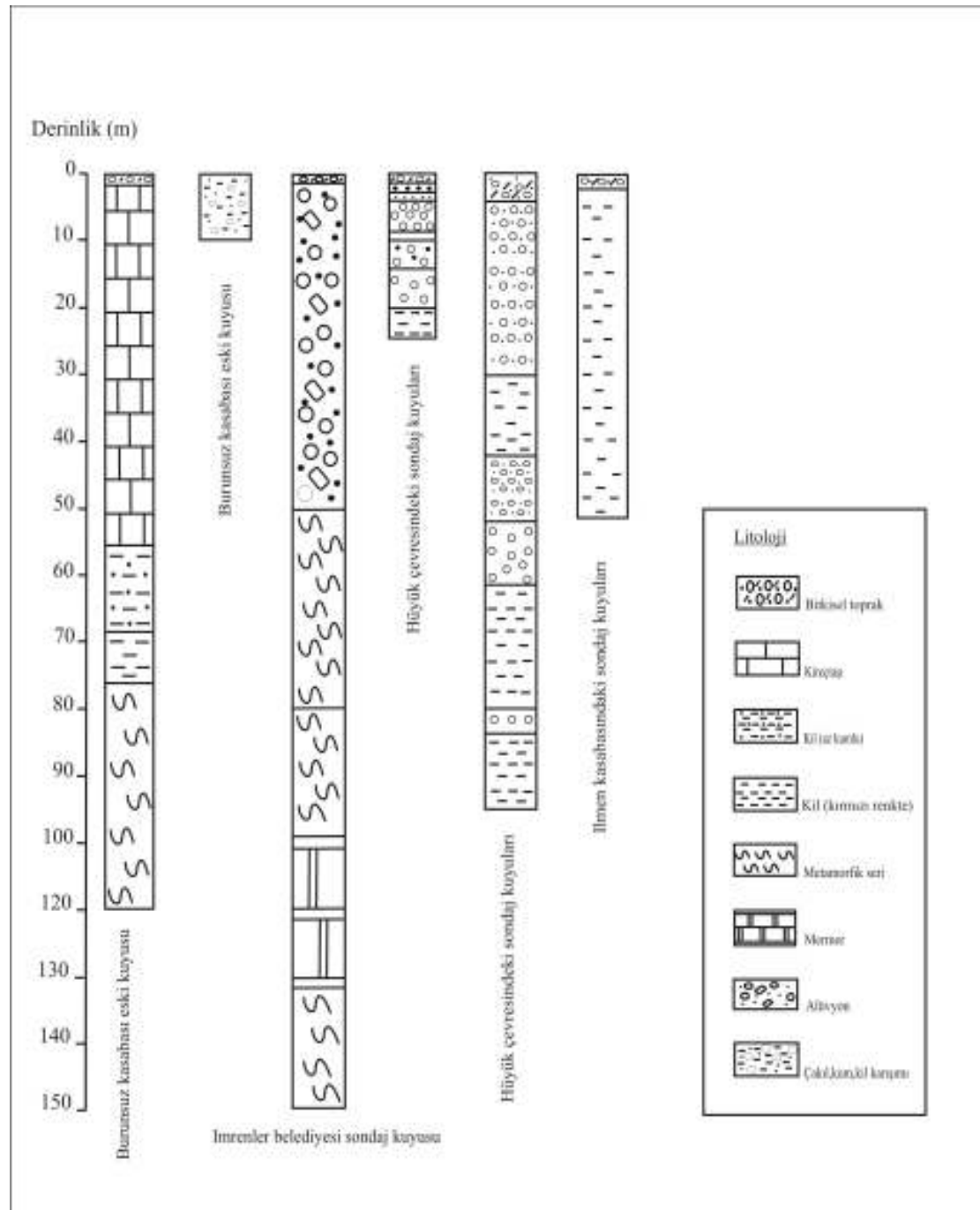
$$l=\text{Numunenin kalınlığı -m}$$

$$h=\text{Suyun numuneye giriş ve çıkışındaki seviye farkı -m}$$

Bu yönteme göre örnekte permeabilite değeri $0.29.10^{-3}$ m/sn olarak bulunmuştur. Kayaçların geçirimsizlikleri genellikle ince taneli oluşuklardan daha iri taneliye geçişte artar. Hüyük formasyonundan elde edilen permeabilite değerine göre bu formasyonun cinsi kaba kum olarak sınıflandırılır ve geçirimsizliği oldukça iyidir (Canik, 1998).

5.2.4. Sondaj kuyuları

İnceleme alanında DSİ, İller Bankası, Köy Hizmetleri ve özel kişilerce açılmış sondaj kuyuları ve keson kuyular bulunmaktadır (Şekil 5.3, Tablo 5.2) Bu kuyuların çoğu açılmış ancak ihtiyacı karşılayamamıştır.



Şekil 5.3 *İnceleme alanında önceden açılmış bazı kuyulara ait litoloji logları (İller Bankası içme suyu hidrolojik – hidrojeolojik etüt raporu, Görgülü, 2000)*

Tablo 5.2. *İnceleme alanında önceden açılmış bazı kuyuların özellikleri (İller bankası içme suyu. hidrolojik – hidrojeolojik etüt raporu, Görgülü, 2000)*

Kuyu adı	Açılış tarihi	Derinlik	Statik Seviye	Dinamik Seviye	Q (l/sn) pompaj
Köy Hizmetleri Burunsuz (eski) kuyusu (İller bankası Burunsuz içme suyu etüt raporu, Görgülü, 1999)	1979	120 m	0,00 m	20,00 m	6,00lt/sn
Köy Hizmetleri Burunsuz (eski) kuyusu (İller bankası Burunsuz içme suyu etüt raporu, Görgülü, Özgenç, 1999)	1998	100 m	10,00 m	22,00 m	6,00lt/sn
İmrenler Belediyesi kuyusu (İller bankası İmrenler içme suyu etüt raporu, Görgülü, 1999)	1998	148 m	25,00 m		17,00lt/sn
Hüyük çevresindeki kuyular (İller bankası Hüyük içme suyu etüt raporu, Görgülü, 2000)	1978	25.00 m	1.75 m	8.30 m	18,40lt/sn
Hüyük çevresindeki kuyular (İller bankası Hüyük içme suyu etüt raporu, Görgülü, 2000)	1977	125.80m			
İlmen ve çevresindeki sondaj kuyusu (İller bankası Burunsuz içme suyu etüt raporu, Görgülü, 1999)	1996	52 m	1,70 m	18,00 m	10,00lt/sn

5.3. Soğuk Su Kaynakları

İnceleme alanında düşük debisi olan çok sayıda soğuk su kaynağı vardır. Kaynaklar tabaka yüzeyleri boyunca kırık, çatlak ve faylardan, formasyon dokanaklarından açığa çıkmaktadır. Uşakpınarı kaynağı ve Ulupınar kaynağı kaptaj yapılarak içme suyu olarak kullanılmaktadır. Diğer kaynaklar ise sulama amaçlı olarak kullanılmaktadır. Kaynak sularının sıcaklıkları 12 °C ile 19 °C debileri ise 3 lt/sn ile 40 lt/sn arasındadır. Yağışlara bağlı değişiklik Kaynak, debilerinde mevsimlik gözlenmektedir.

5.3.1. Başpınar kaynağı

İnceleme alanında, İmrenler Kasabası'nın kuzeybatısında Başpınar kaynağı bulunmaktadır. Kaynak, eğim yönü 45°GB olan faydan çıkmaktadır. Bu kaynak bir fay kaynağıdır. Başpınar kaynağı'nın sıcaklığı 18 °C debisi ise 7 lt/sn 'dir. Kaynağın pH'ı 7.2, toplam mineralizasyonu 301,78 mg/lt 'dir. Başpınar kaynağının etrafı yaklaşık 8 m² büyüklüğünde bir havuzla çevrilmiş ve bir tarafında su çıkışı için kapak bulunmaktadır. Bahar ve yaz aylarında bu alan piknik alanı olarak kullanılmaktadır (Şekil 5.4).



Şekil 5.4. İmrenler Kasabası'nın kuzeydoğusundaki Başpınar Kaynağının görünümü



Şekil 5.5. Başpınar kaynağının çıkış yerinde bulunan 45°GB eğimli faydan bir görünüm (Kuzeybatıya bakış)

5.3.2 Burunsuz çeşmesi

Burunsuz kasabasında çıkan kaynak çeşme haline getirilmiştir. Kaynak sıcaklığı 17 °C, debisi ise 3 lt/sn'dir. Kaynağın pH'ı 7.1, toplam mineralizasyonu 345.69 mg/lt dir. Burunsuz kasabası halkı bu kaynağı içme suyu olarak kullanmaktadır (Şekil 5.6.).



Şekil 5.6. Burunsuz Kasabası'nda çeşme haline getirilmiş kaynağın görünümü.

5.3.3. Uşakpınarı Kaynağı

Uşakpınarı kaynağı Uşakpınarı mevkiinde çıkmaktadır. Kaynağın çıkış yeri kapte edilerek kapatılmıştır. Sular depoda toplanılmıştır. Kaynağın sıcaklığı 18°C, debisi ise 8 lt/sn'dir. Uşakpınarı kaynağı'nın pH'ı 7, toplam mineralizasyonu ise 429.85 mg/lt'dir. Bu kaynak içme suyu olarak kullanılmaktadır (Şekil 5.7).



Şekil 5.7. Uşakpınarı kaynağının görünümü

5.3.4. Süpürgelik kaynağı

Süpürgelik kaynağı, Süpürgelik mevkiinde çıkmaktadır. Kaynak artezyen olarak çıkmaktadır.

Sıcaklığı 15 °C, debisi ise 18 lt/sn 'dir. Kaynağın pH'ı 7, toplam mineralizasyonu ise 338.81 mg/lt'dir. Süpürgelik kaynağı içme suyu olarak kullanılmaktadır (Şekil 5.8).



Şekil 5.8. Süpürgelik kaynağından bir görünüm.

5.3.5. Mutlu kaynağı

Mutlu kasabası çevresinde Köy hizmetlerinin açmış olduğu sondaj kuyusu artezyen kuyu özelliği göstermektedir. Bu kuyu dinamo ile çalıştırılmaktadır. 12-13 m su derinliği vardır. Ancak şebeke suyu değildir. Kaynağın sıcaklığı 17 °C, debisi ise 7 lt/sn 'dir. Yapılan analiz sonuçlarına göre bu kaynağın pH'ı 7.4, toplam mineralizyonu 257,74 mg/lt'dir. Bu kaynak kasabalı tarafından sulama suyu olarak kullanılmaktadır (Şekil 5.9).



Şekil 5.9. Mutlu kaynağından görünüm.

5.3.6. Aşağıpınar kaynağı

Aşağıpınar mevkiindeki tarihi çeşme, kaynak suyudur. Bu kaynakta su seviyesi 17 m 'dir. Kaynağın debisi mevsimlik olarak değişmektedir. Kış aylarında debisi yüksek yaz aylarında ise debisi düşmektedir. Kaynağın sıcaklığı 15°C, pH'ı 7.1, toplam mineralizasyonu 338.98 mg/l'tir. Köy halkı tarafından içme ve sulama suyu olarak kullanılmaktadır.(Şekil 5.10).



Şekil 5.10. Aşağıpınar mevkiinde bulunan tarihi çeşmeden kaynak çıkışının görünümü

5.3.7 Ulupınar kaynağı

Hüyük - Ulupınar mevkiinde mevsimsel yağışlara göre debisi değişen kaynaklar bulunmaktadır. Bu kaynaklar kaynağını Kafadağından almaktadır. Bu kaynaklar kapte edilerek içme suyu olarak kullanılmaktadır. Bu kaynağın debisi 3lt/sn olarak ölçülmüştür. Ulupınar kaynağının su miktarı mevsimlik olarak değişkenlik göstermektedir Bu kaynağın sıcaklığı 15 °C, pH'ı 7.4, toplam

mineralizyonunu ise 214.44 mg/l'tir. Kaynağın bulunduğu yerde kasaba halkı tarafından bir park yapılmıştır. Yaz aylarında halk tarafından mesire yeri olarak kullanılmaktadır.(Şekil 5.11; Şekil 5.12).



Şekil 5.11. Ulupınar kaynağının görünümü. (Aralık 2006)



Şekil 5.12. Ulupınar kaynağının görünümü (Mayıs 2007)

5.3.8. Pınarbaşı Kaynağı

Pınarbaşı kaynağı, Pınarbaşı mevkiinde çıkmaktadır. Sular havuzlarda biriktirilmektedir. Bu kaynağın debisi yaklaşık 40lt/sn olarak tespit edilmiştir. Kaynağın sıcaklığı 17 °C, pH'ı 7.2, toplam mineralizasyonu 319.26 mg/lt'dir. Pınarbaşı kaynağı sulama amaçlı olarak kullanılmaktadır (Şekil 5.13).



Şekil 5.13. Pınarbaşı kaynağından bir görünüm.

5.3.9. İlmen kaynağı

İlmen kasabasında bulunan kaynaklardan sular artezyen olarak çıkmaktadır. İlmen kasabasındaki kaynakların debileri yaklaşık olarak 3lt/sn olarak tespit edilmiştir. Kaynakların sıcaklıkları yaklaşık olarak 18°C dir. Yapılan analiz sonuçlarına göre kaynakların pH'ı 6.5 toplam mineralizasyonu 493.96 mg/lt'dir. Kaynaklardan elde edilen sular sulama amaçlı olarak kullanılmaktadır (Şekil 5.14).



Şekil 5.14. İlmen kasabasında artezyen olarak çıkan kaynağın görünümü.

5.4. Sıcak ve Mineralli Su Kaynakları

Sıcak sular 19.yüzyılın sonlarından beri Launay 1899, Moret 1946, Fresenius 1951 gibi araştırmacılar tarafından farklı şeklerde tanımlanmışlardır. Sıcak ve minerali sular hakkındaki tanımlama ve sınıflandırmalar, Uluslararası Hidrojeologlar Birliği (AHİ), Sıcak ve minerali sular komisyonu tarafından geliştirilerek uluslararası bir nitelik kazanmıştır (Başkan ve Canik 1983).

AHİ göre, sıcaklığı 20 °C ve toplam mineralizasyonu 100 mg/lt den fazla olan “Sıcak ve minerali su” olarak sınıflandırılmıştır.

İçerdiği toplam minerelizasyon 1000 mg/lt den fazla olup ,sıcaklığı 20 °C dan düşük olan sular ise” minerali su” dur. Ayrıca bazı araştırmacılar fiziko – kimyasal yönden tedavi edici, hastalığı önleyici ve hafifletici özellikleri tıbben veya tecrübelerle belirlenen suları da “Şifalı Su” olarak isimlendirmişlerdir.

5.4.1. Köşk kaplıcası

İnceleme alanındaki sıcak ve minerali su kaynakları Köşk Köyü’ ün 2 km kuzeyinde Ilıca Tepe’nin batısındaki dere yatağından çıkmaktadır. Hidrotermal oluk görevi yapan gömülü bir fayla yeryüzüne ulaşmaktadır. Sıcak su üzerinde tarihi bir hamam bulunmaktadır.

Hamamdan bir toplama havuzuna boşalan suyun debisi 3,66 lt/sn olduğu tespit edilmiştir (Canik, 1997). Kaynak ağzında suyun sıcaklığı maksimum termometre ile 35 °C ölçölmüştür. Sıcak ve mineralli su kaynakları ilk kez Çağlar, (1948) tarafından tahlil edilmiş, değişik zamanlarda bazı araştırmacılar tarafından da tahlilleri yaptırılmıştır (Tablo 5.3) Tablo 5.3'den de göröleceği gibi uzun yıllar içinde önemli olabilecek bir değişim gözlenmemiştir. Sadece Na ve Cl değerinde değişiklik saptanmıştır (Yenal,1974).

Tablo 5.3. Köşk Kaplıca suyunda, son 50 yılda yapılan kimyasal tahliller

İyonlar (mg/l)	1948 Çağlar	1974 O.Yenal	1975 MTA	1988-MTA Sondaj Suyu	1991 İller Bankası	1998 F.Boyalı	2007 D.Yazıcıoğlu
K	4,7	4,04	2,8	1,6		2,4	1.44
Na	152,9	40,92	33,0	40	15 (yak)	30	18.78
Ca	139	215,97	210,0	216	304	200	180.00
Mg	40,4	30,74	41,0	45	72,9	39,5	36.00
Fe	0.024	0,187	0	0,1	0,14	<0,011	-
Al	0.85	0,075	0	0,1		0	-
Cl	10,7	8,00	13	67,0	15,81	12,0	10.01
SO ₄	661	444,40	607,0	604,0	710	605	430.63
HCO ₃	189,1	215,69	183,0	189,0	384,3	187	219.6
H ₂ SiO ₃	325	76,00	42.0	32,0	7,05	0	-
CO ₂	17.6	94,00	-	20,0		0	-
Radyoaktivite	9,1 Eman	9,0 PCI	-	-		7,4	-
pH	7.1	7,4	7,1	7,6		7	6.9
Sıcaklık (°C)	35	3,4		35		35	35
Debi (l/s)	5	7		11,0			-
Krom		0,80		-			-
Çinko		0,01		-			-
İyot		0.12		0,5			-
Brom		0,27		0,5			-
Flor		0,15	0,30	0,8			-
Metabolik Asit		12,15	0,15				-
H ₂ S		0,20	0				-
İletkenlik mho		1,2.10 ⁻³		1,22 10 ⁻³	2,16.10 ⁻³		-
Toplam mineralizasyon	1248,7	1130,02	1126,1	1214,8	1509,2	1075,9	1048.3

Kaplıca içinde iki adet sondaj kuyusu açılmıştır (Tablo 5.4).1998 yılında 112.60 derinliğinde bir adet kuyu açılmıştır. Üretim şekili, artezyen kuyudur (Tablo 5.4).

Tablo 5.4. Köşkköy jeotermal alanında açılan sondajlar

KUYU NO	TARİH	SICAKLIK	DEBİ (lt/sn)
1	1997	40C°	>40
2	1998	35C°	11

Jeolojik, hidrojeolojik ve jeofizik çalışmalar sonucunda sıcak suyun gömülü fay boyunca yükseldiği belirlenmiştir. Bu nedenle yapılacak sondajın 450 m derinlikte olması ve fayı kesmesi hedeflenmiştir. Yapılan sondajda göl çökellerinin çakıllı, killi seviyeleri kapalı boru ile geçilip çimentolanmıştır. Sondaj kuyusunda filtre kullanılmıştır (Şekil 5.15).

Köşk Köy sıcak ve mineralli su kaynakları, meteorik kökenlidir. İnce kırık ve çatlaklar boyunca yerin derinliklerine doğru yer çekimi etkisiyle süzülen yağış suları, jeotermik gradyanla ısınmışlardır. Isınan sular hidrostatik basınç, kılcallık, soğuk ve sıcak su arasındaki yoğunluk farkı, sudaki gazların genleşmesi nedeni ile faylar boyunca yükselerek yeryüzüne çıkmışlardır (Canik,1980).Sıcaklık ölçümlerine ve kimyasal analiz sonuçlarına göre kaynağın suyu, AHI'a göre "Ca, Mg, SO₄ ve HCO₃'lı sıcak ve mineralli su" tanımına girmektedir. İnceleme alanında volkanik aktiviteye rastlanmamıştır. Bu nedenle suların jeotermik gradyanla ısındığı düşünülebilir.

Sıcak suyun geldiği derinlik

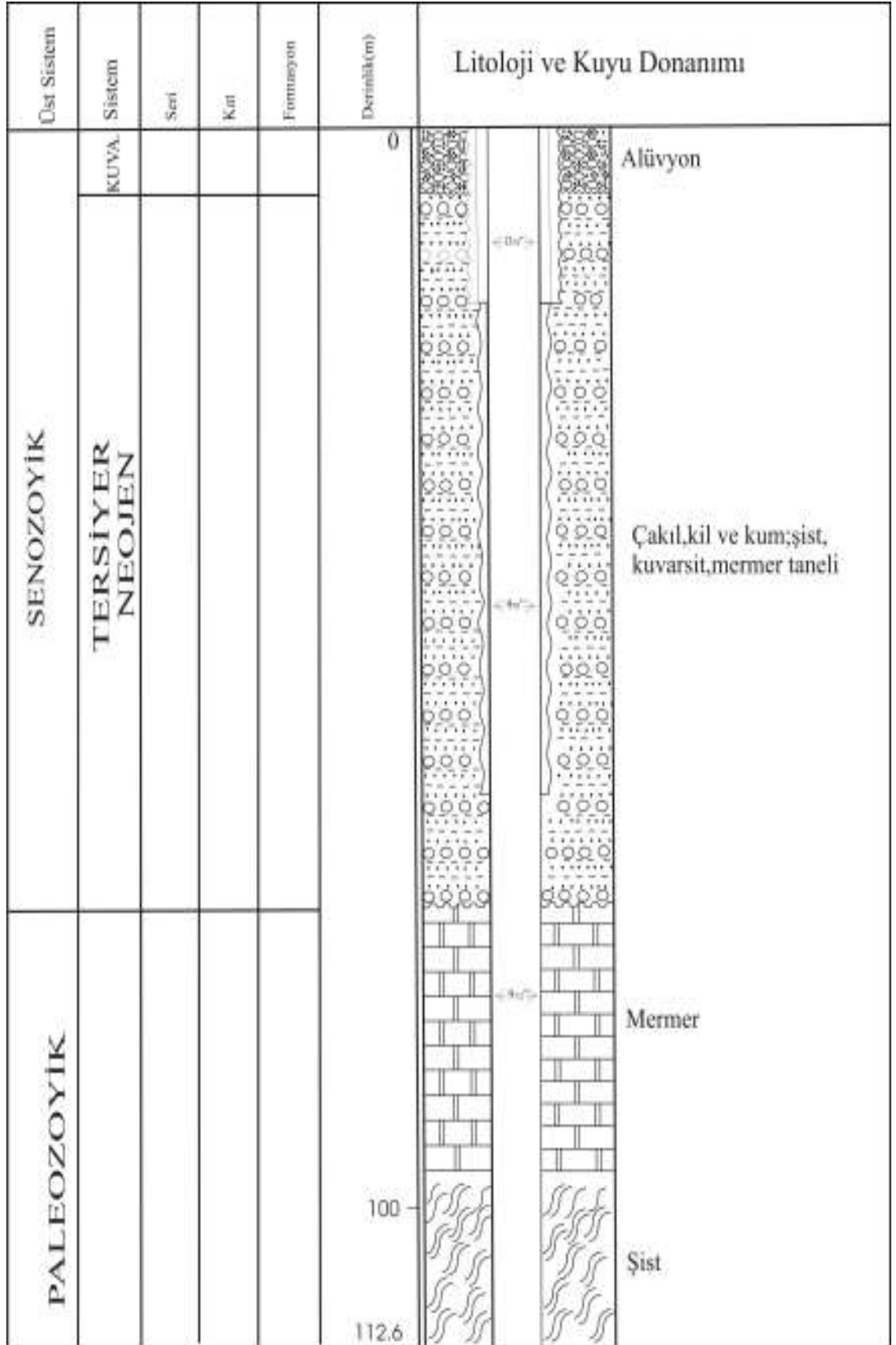
$D = (S_k - S_o) \times J_g$ formülünden hesaplanmıştır. Formülde:

S_k = Kaynak suyunun sıcaklığı (35 ° C)

S_o = Ortamın uzun yıllar sıcaklık ortalaması (11,3°C)

J_g = Ortamda muhtemelen jeotermik gradyan (42 m) dır.

Buna göre kaplıca suyu yaklaşık $D=(35-11,3) \times 42 =1000$ m derinden ısınarak yeryüzüne dönmektedir.



Şekil 5.15. Beyşehir-Köşk K-1 kuyusu litoloji ve kuyu donanımı (Tekin ve Çetiner, 1988)

5.4.2. Çavuş kaplıcası

Bu kaynak inceleme alanının kuzeybatısında bulunan Çavuş kasabası'nın yaklaşık 1 km kadar doğusunda çıkmaktadır (Şekil 5.16). Suyun sıcaklığı 25°C olup debisi 1-1.5 l/sn 'dır. Bu kaynağın çıktığı yerde tarihi bir hamam bulunmaktadır. Ancak suyun sıcaklığının az olması nedeniyle bir termal tesis kurulmamıştır. Şu anda mevcut kaynakların kaptajı yapılmış olup, 2 ayrı yerde kaynaklar çok olmamakla birlikte halk tarafından banyo amaçlı kullanılmaktadır.



Şekil 5.16. Çavuş hamamından bir görünüm.

5.5 Kaynak Sularının Sınıflaması

5.5.1. Uluslararası Hidrojeologlar Birliği (AIH)'a göre sınıflama

İnceleme alanında bulunan soğuk ve sıcak su kaynakları, Uluslararası Hidrojeologlar Birliği (AIH)'a göre sınıflandırılmıştır. Bu sınıflamaya göre kaynakların, katyon toplamaları %100, anyon toplamaları %100 olarak alınmıştır. Katyon ve anyonların sudaki toplam konsantrasyonlarına göre ayrı ayrı yüzdeleri hesaplanmıştır. Sınıflama yapılırken her bir kaynak için anyonların %20'den büyük olanları katyonların da %20'den büyük olanları dikkate alınmıştır. Ayrıca diğer elemanlar olarak sıcaklık ($>20^{\circ}\text{C}$ olan sular soğuk sular; $<20^{\circ}\text{C}$ olan sular sıcak sular), radyoaktivite değerleri de incelenmiştir.

Başpınar kaynağı; Uluslararası Hidrojeologlar Birliği ‘nin tanımına göre Kalsiyumlu, Magnezyumlu, Sülfatlı, Bikarbonatlı, soğuk su sınıfındadır.

Burunsuz çeşmesi; Uluslararası Hidrojeologlar Birliği ‘nin tanımına göre Kalsiyumlu, Magnezyumlu, Sülfatlı ve Bikarbonatlı, soğuk su sınıfındadır.

Uşakpınarı kaynağı; Uluslararası Hidrojeologlar Birliği ‘nin tanımına göre Kalsiyumlu, Sülfatlı ve Bikarbonatlı radyoaktif soğuk su sınıfındadır.

Süpürgelik kaynağı; Uluslararası Hidrojeologlar Birliği ‘nin tanımına göre Kalsiyumlu, ve Bikarbonatlı soğuk su sınıfındadır.

Mutlu kaynağı; Uluslararası Hidrojeologlar Birliği ‘nin tanımına göre Kalsiyumlu, Magnezyumlu, Sülfatlı ve Bikarbonatlı soğuk su sınıfındadır.

Aşağıpınar kaynağı; Uluslararası Hidrojeologlar Birliği ‘nin tanımına göre Kalsiyumlu, Bikarbonatlı soğuk su sınıfındadır.

Ulupınar kaynağı; Uluslararası Hidrojeologlar Birliği ‘nin tanımına göre Kalsiyumlu, Magnezyumlu, Sülfatlı ve Bikarbonatlı soğuk su sınıfındadır.

Pınarbaşı kaynağı; Uluslararası Hidrojeologlar Birliği ‘nin tanımına göre Kalsiyumlu, Magnezyumlu, Sülfatlı ve Bikarbonatlı soğuk su sınıfındadır.

İlmen kaynağı; Uluslararası Hidrojeologlar Birliği ‘nin tanımına göre Kalsiyumlu, Sülfatlı ve Bikarbonatlı soğuk su sınıfındadır.

Köşk kaplıcası; Uluslararası Hidrojeologlar Birliği ‘nin tanımına göre Kalsiyumlu, Magnezyumlu, Sülfatlı, Bikarbonatlı, sıcak ve mineralli su sınıfındadır.

Çavuş kaplıcası; Uluslararası Hidrojeologlar Birliği ‘nin tanımına göre Kalsiyumlu, Magnezyumlu, Sülfatlı, Bikarbonatlı, sıcak ve mineralli su sınıfındadır.

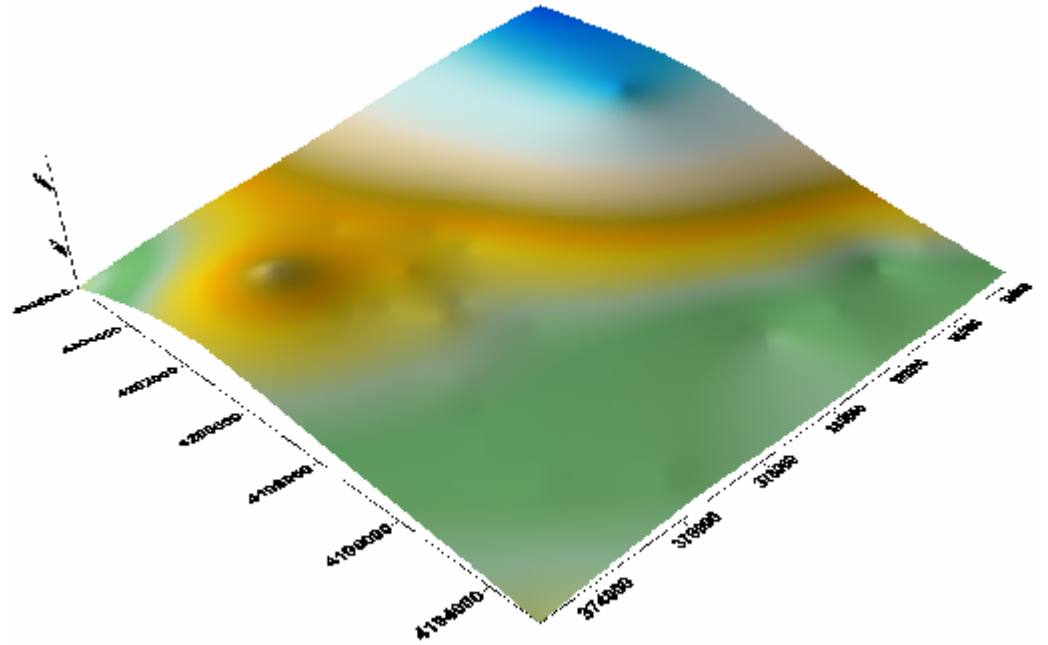
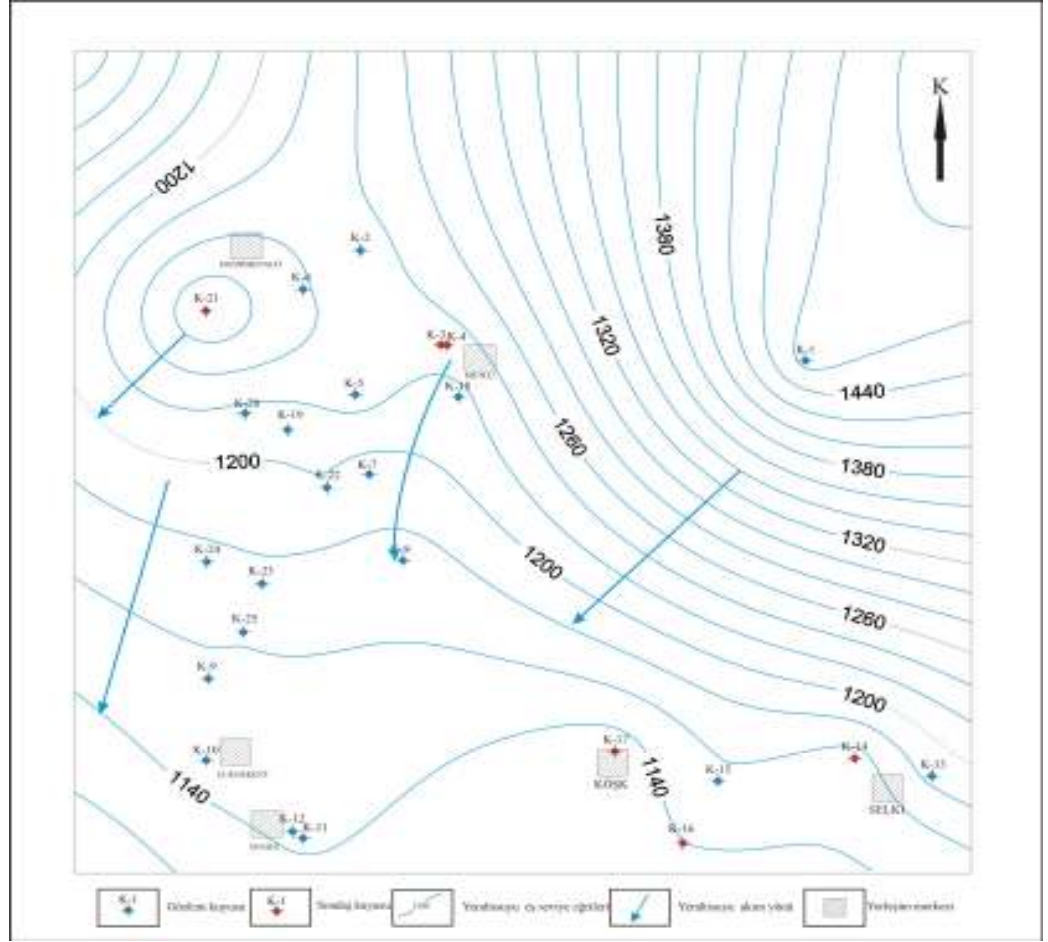
5.6. Su Tablası Haritaları

İnceleme alanındaki kuyuların su seviyeleri ölçülerek yeraltısu tablası haritası Surfer programı ile hazırlanmıştır. Yeraltısu tablası haritasına göre yeraltı suyu akım doğrultusu ve hidrolik eğim tayin edilmiştir. Yeraltısu akım yönü kuzeyden güneye doğrudur. İnceleme alanının kuzeydoğusunda, hidrolik eğim güneybatısına göre daha yüksektir. Hidrolik eğim %1 -6 arasında değişmektedir (Şekil 5.17).

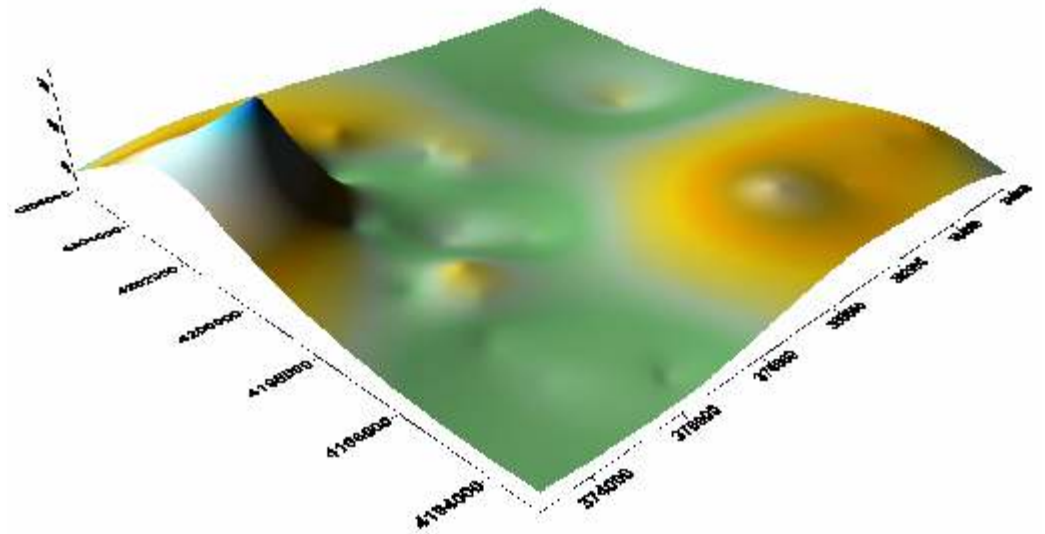
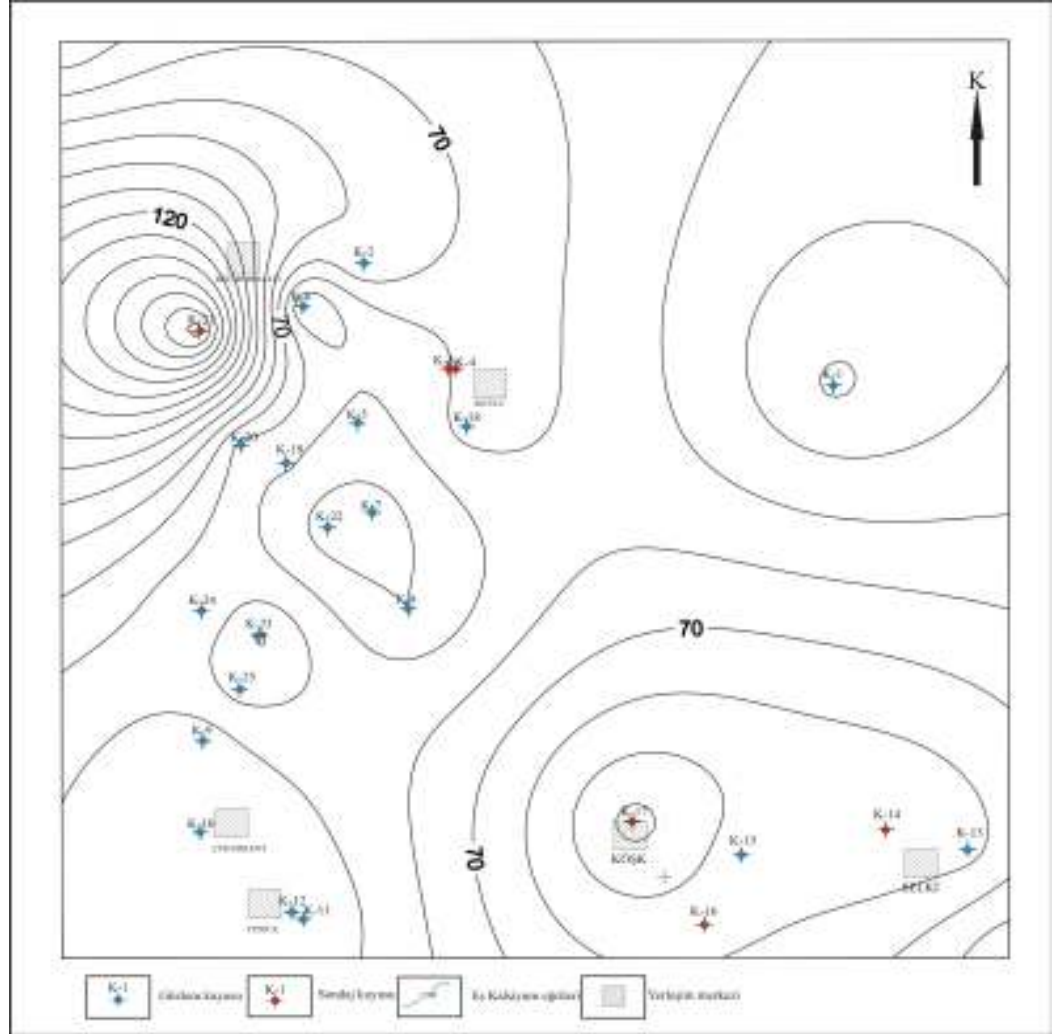
Kuyulardan alınan su örneklerinin analizleri sonucuna bağlı olarak eş Kalsiyum, eş Magnezyum, eş Bikarbonat, eş Klor, eş Sülfat, eş Sodyum ve eş Potasyum haritaları hazırlanmıştır. Bu haritalara göre kuyulardaki anyon ve katyon değerlerinin miktarı ortaya çıkmıştır(Şekil 5.18- 5.24).

Kireçtaşı, marn, dolomit ve jipsli akiferlerde dolaşan sulara Ca ve Mg miktarı oldukça fazla olmaktadır. Eş kalsiyum ve eş magnezyum haritalarında, Ca miktarının yoğunlaştığı bölge kireçtaşlarından oluşan Çaltepe formasyonun bulunduğu bölgedir. Kalsiyumun kökeni inceleme alanında bulunan kireçtaşları içerisinde dolaşan CO₂'li suların kireçtaşlarındaki CaCO₃ 'ü çözmesi ve suya karışması sonucudur (Şekil 5.19, Şekil 5.20).

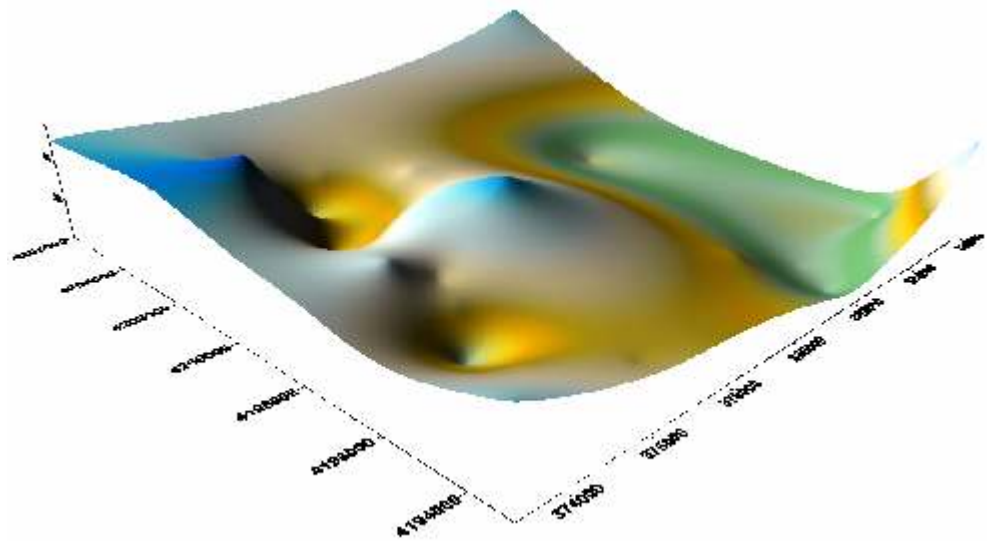
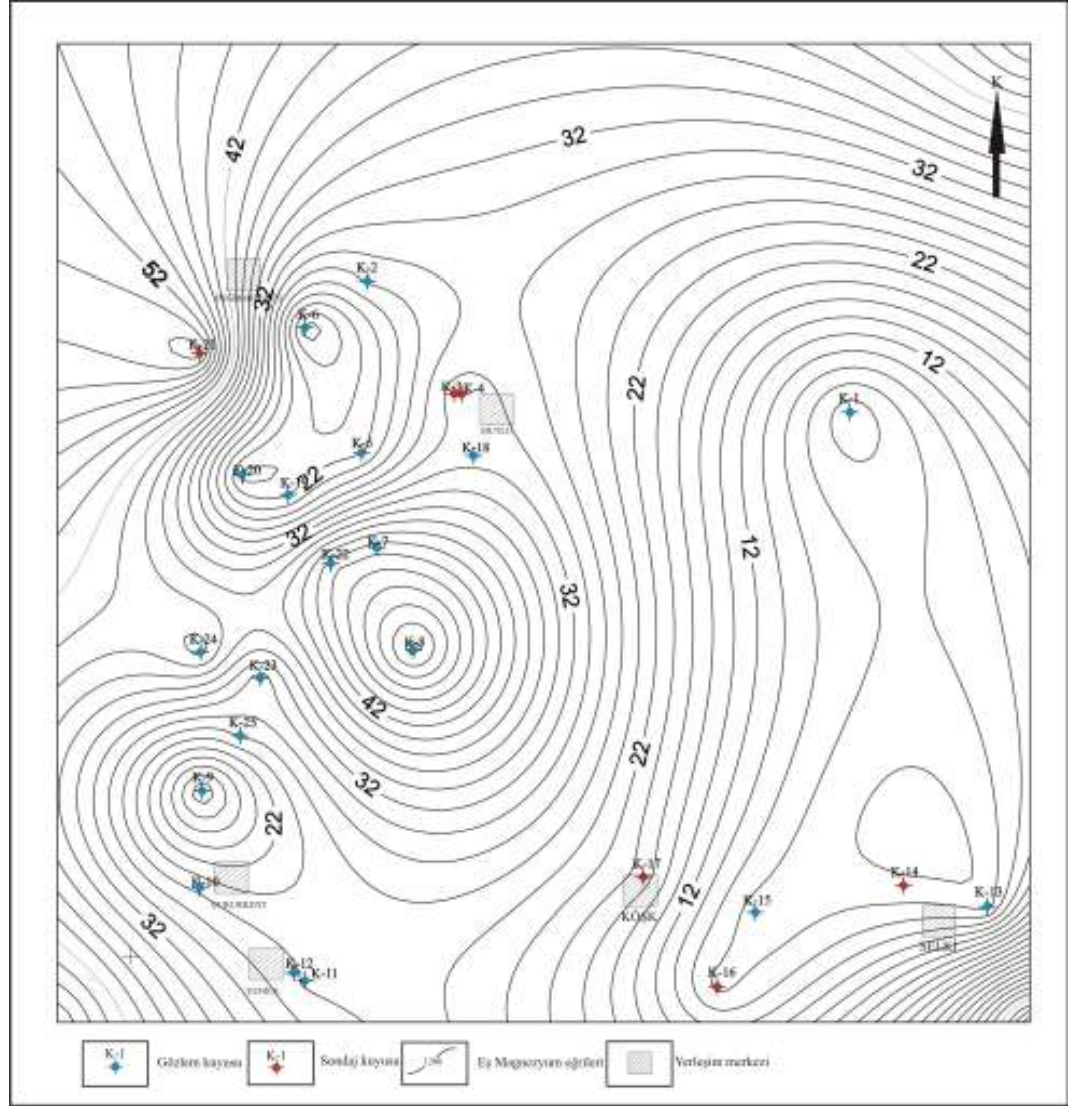
Na 'ca zengin sular, tuzlu ve alkalili kayalardan geçerek Na iyonunca zenginleşirler. İnceleme alanında bulunan kuyularda da az da olsa Na iyonu içeren sular vardır. Bu Na iyonu miktarına göre eş sodyum haritaları oluşturulmuştur. Jipsli kayalar (CaSO₄2H₂O) içersinde dolaşan su SO₄'ca iyonunca zenginleşir. Na ve Cl'ün varlığı jipsin erimesini hızlandırır. SO₄ iyonun değişimi eş sülfat haritasında gösterilmiştir. Bikarbonatın kökeni kireçtaşlarıdır. Beslenme bölgesinden yeraltına süzülen yağmur suları CO₂ ve topraktaki organik asit etkisiyle karbonatlı kayaları çözerek, suyun bikarbonat bakımından zenginleşmesini sağlar. İncelenen sulardaki bikarbonatın kökeni Kambriyen yaşlı Çaltepe formasyonuna ait kireçtaşlarıdır.



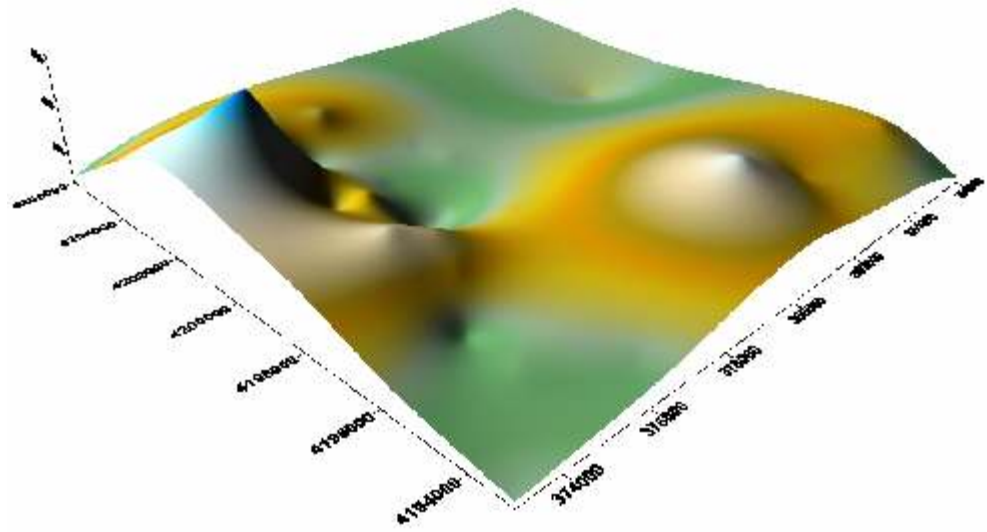
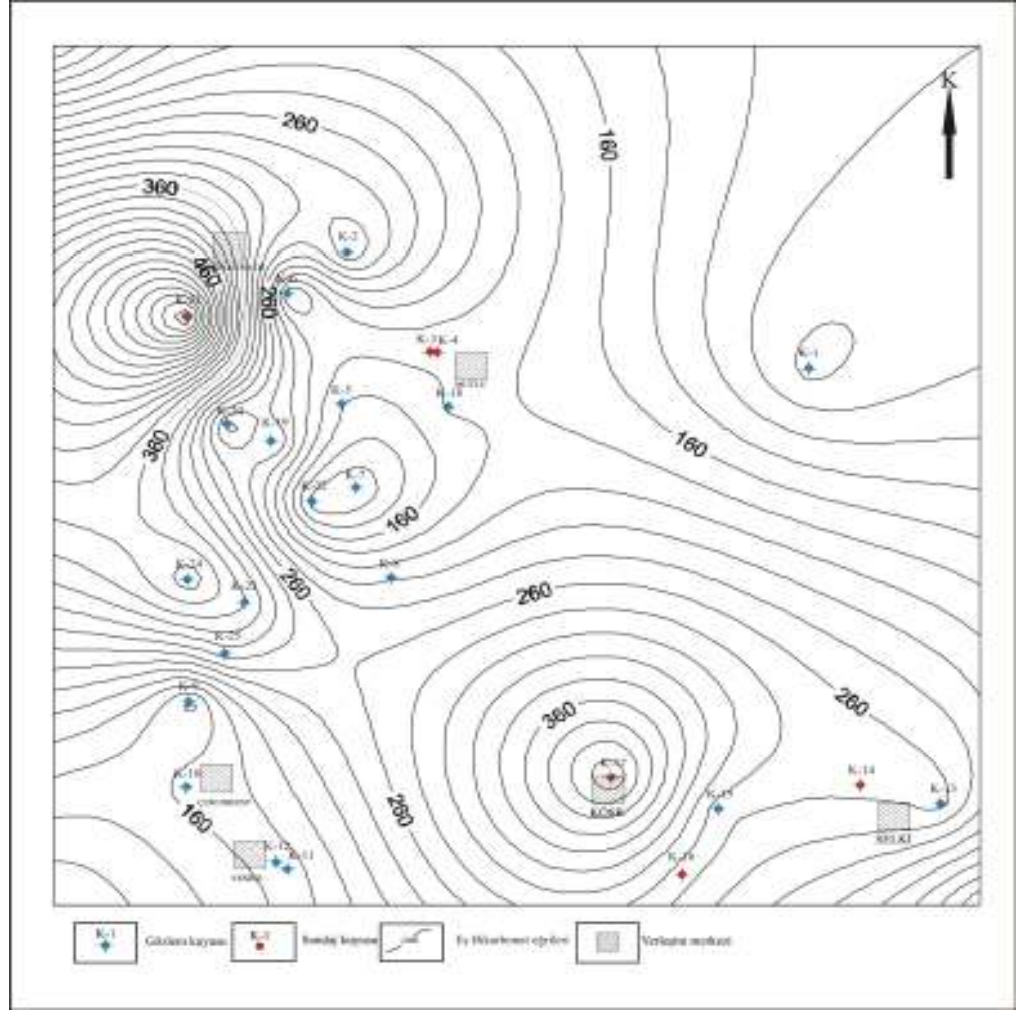
Şekil 5.17. İnceleme alanının yeraltısı tablası haritaları(Ölçeksiz)



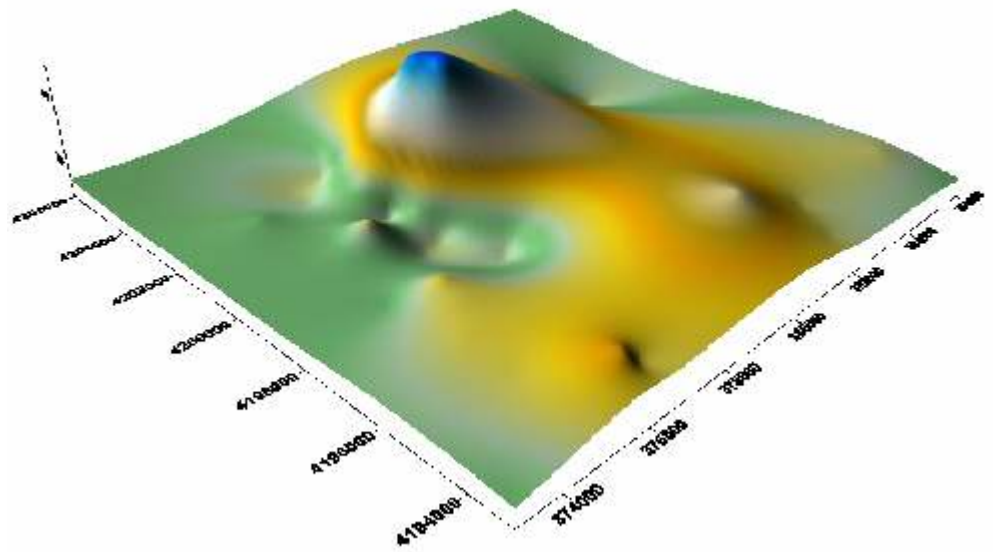
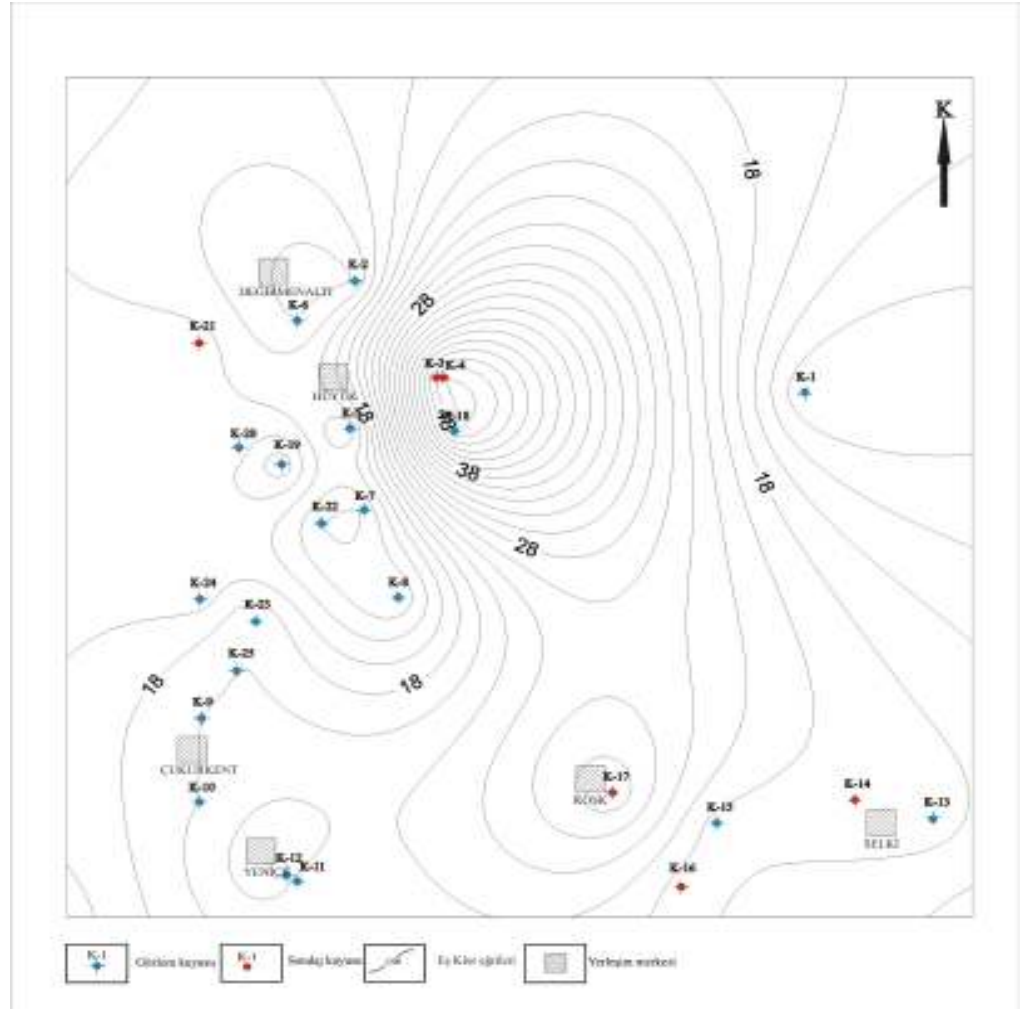
Şekil 5.18. İnceleme alanının eş Kalsiyum haritaları (Ölçeksiz)



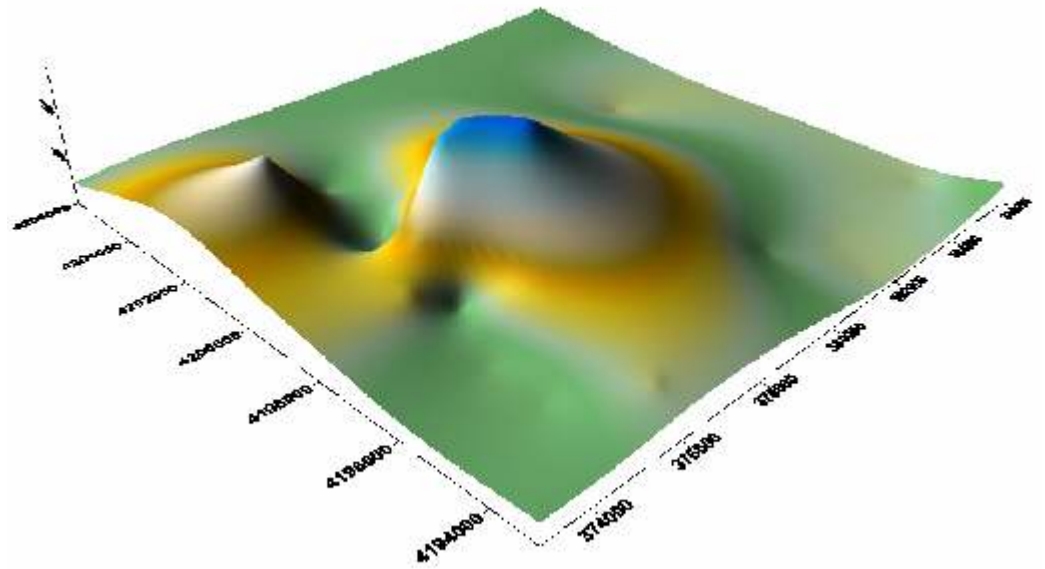
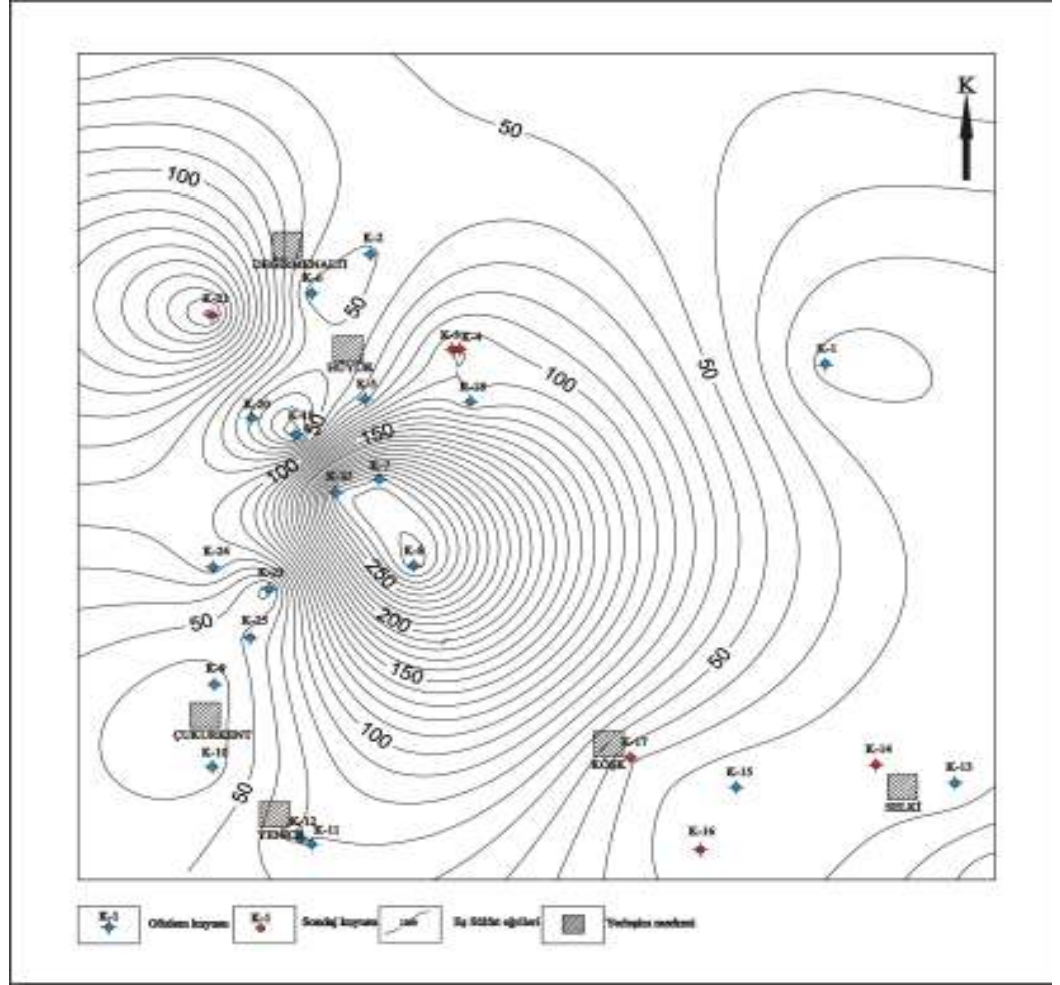
Şekil 5.19. İnceleme alanının eş Manyetizasyon haritaları (Ölçeksiz)



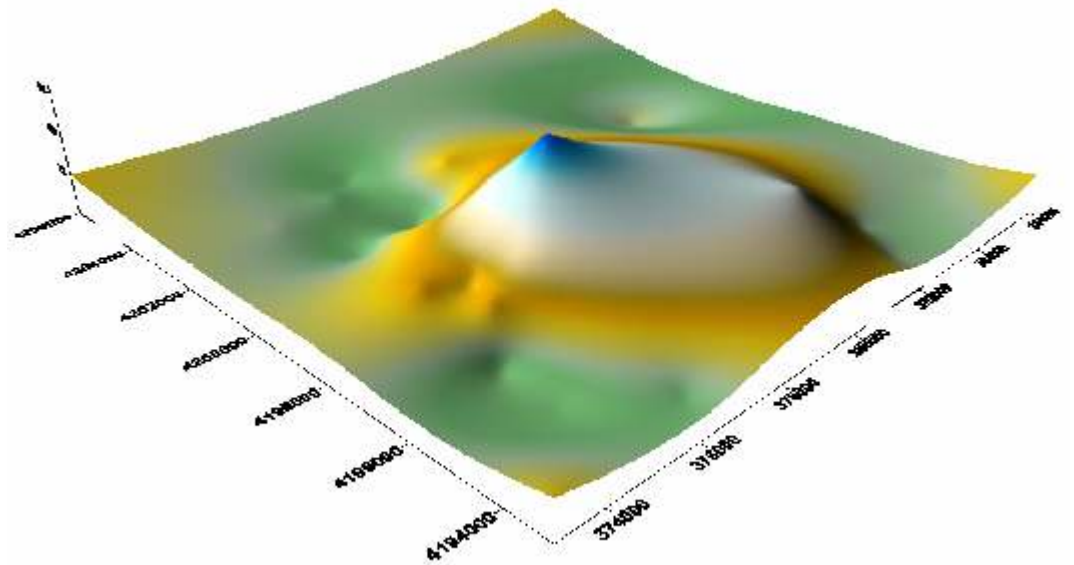
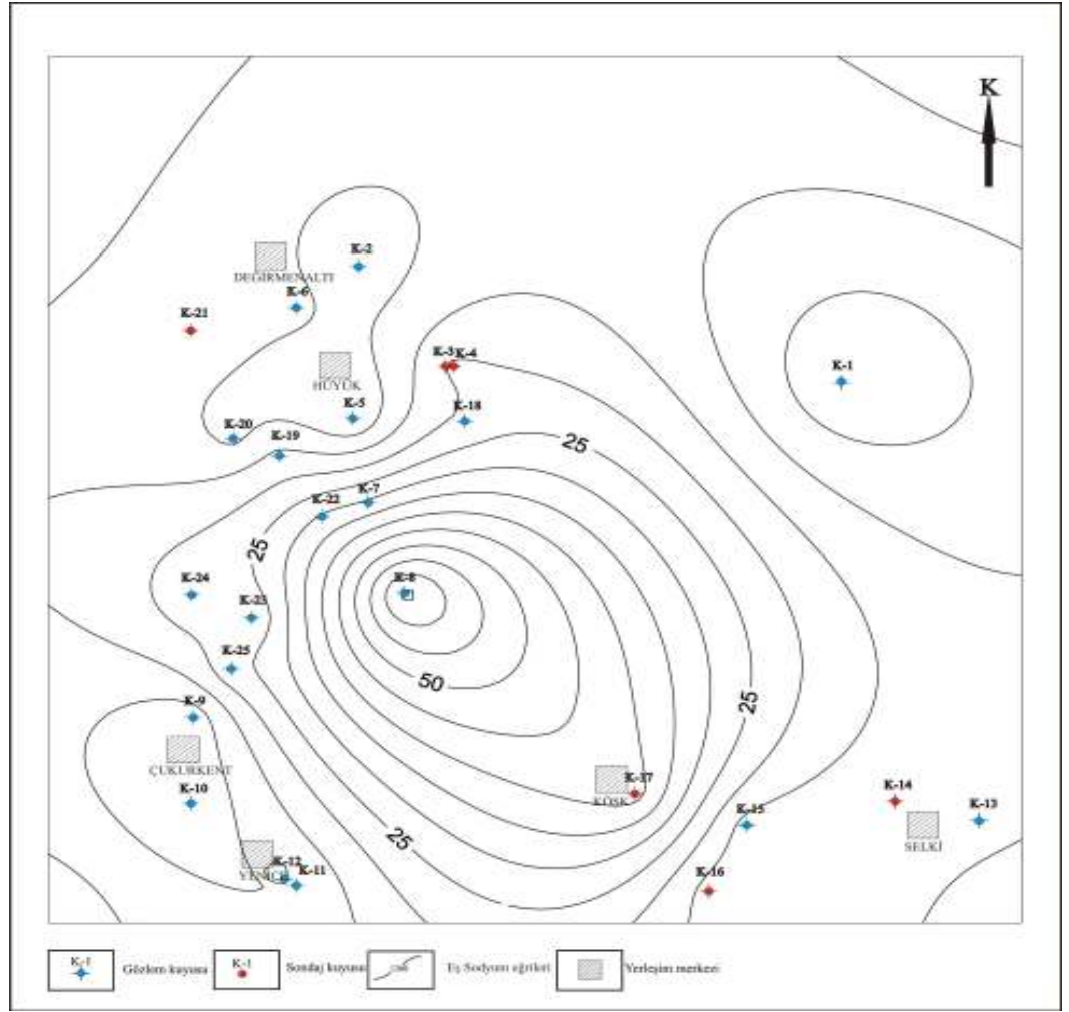
Şekil 5.20. İnceleme alanının eş Bikarbonat haritaları (Ölçeksiz)



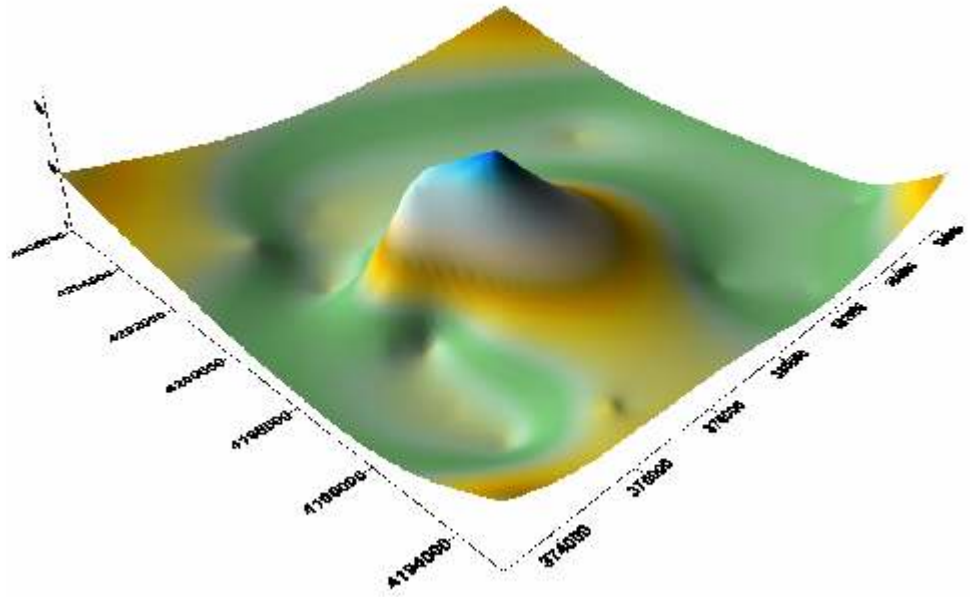
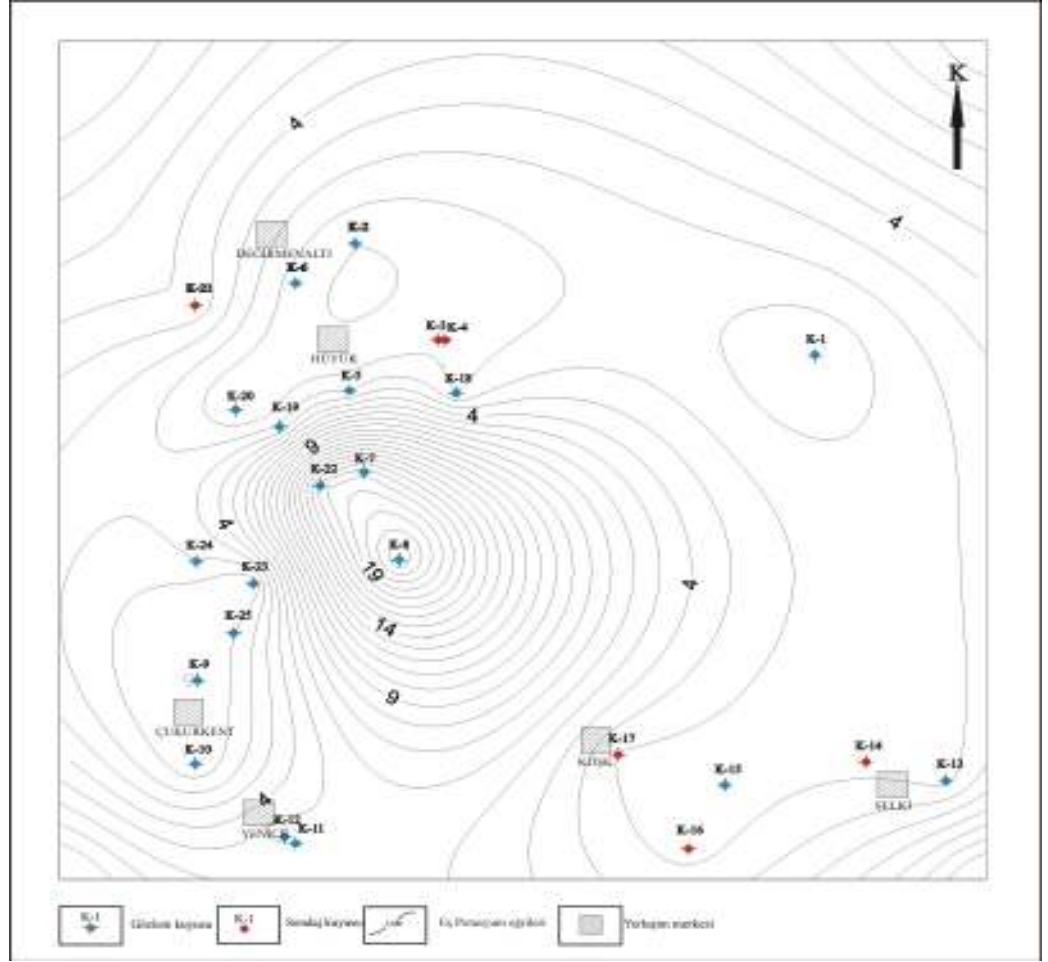
Şekil 5.21. İnceleme alanının eş Klor haritaları (Ölçeksiz)



Şekil 5.22. İnceleme alanının eş Sülfat haritaları (Ölçeksiz).



Şekil 5.23. İnceleme alanının eş Sodyum haritaları (Ölçeksiz).



Şekil 5.24. İnceleme alanının eş Potasyum haritaları (Ölçeksiz)

6. SU KİMYASI

İnceleme alanında bulunan soğuk, sıcak ve mineralli su kaynakları, adi kuyular ve kaynaklardan alınan su örneklerinin kimyasal analizleri, Köy Hizmetleri 2. Bölge Müdürlüğü su kimyası laboratuvarlarında yaptırılmıştır (Tablo 6.1, 6.2). Kimyasal analizlerinin sonuçlarına göre çeşitli diyagramlar oluşturulmuştur. Bu diyagramlar vasıtasıyla suların, fiziko –kimyasal özellikleri, kökenleri ve kayaçlarla olan ilişkileri, sülfat ve kirece doygunlukları, içilebilirlikleri, sulama suyu; endüstride kullanımları vb. gibi açılardan değerlendirilmeye çalışılmıştır. Ayrıca inceleme alanında ki kuyularda elektrikli seviye ölçü aleti ile yeraltı su seviyesi ölçümü yapılarak bölgenin yeraltısı tablası haritası hazırlanmıştır.

6.1. Sularda Bulunan İyonlar ve Kökenleri

6.1.1. Katyonlar

Kalsiyum (Ca^{++}): İnceleme alanında bulunan sularda, toplam iyonların miliekivalen değerleri %19.82-%87,5 arasındadır. Kalsiyum inceleme alanında bulunan Kambriyen yaşlı Çaltepe Formasyonuna ait kireçtaşlarında dolaşan CO_2 'li suların bu kayaçlardaki CaCO_3 'ı çözmesi sonucunda suya karışmıştır.

Magnezyum (Mg): İnceleme alanında bulunan sularda, toplam iyonların miliekivalen değerleri en az %6.91 en fazlası %50.42'dır. Magnezyumun kökeni, Çaltepe formasyonunda ki dolomitlerden kaynaklanmaktadır.

Sodyum (Na^+) : İnceleme alanında bulunan sularda, toplam iyonların miliekivalen değerleri en az %0.00'nı en çok % 28.74'nü oluşturmaktadır. Sodyumlu feldispatların bozuşmasıyla sulara geçmiş olabilir. Kaplıca suyundaki sodyumun iç kökeni, sodik plajiyoklaslarca zengin bir andezitik mağmaya bağlanabilir.

Potasyum (K^+): Analizleri yapılan sularda, toplam miliekivalen değerleri en az %0.00 en çok %14.50 olarak saptanmıştır. Potasyumlu feldispatların bozuşması ile yer altı suyuna geçen potasyum iyonun sularda bulunan miktarının az olmasının nedeni, killi ortamdaki kil minerallerince tutulmalarıdır.

6.1.2. Anyonlar

Klorür (Cl^-): İnceleme alanında bulunan sularda, toplam iyonların miliekivalen değerleri en az %1.22 en fazla % 21.65 'dir. İncelenen sulardaki

klorünün kökeni yağmur suları ve inceleme alanındaki kuvarsitlerden kaynaklandığı belirlenmiştir.

Sülfat (SO_4): İnceleme alanında bulunan sularda, toplam iyonların miliekivalen değerleri %3 ile %74.22 arasında değişmektedir. İnceleme alanındaki alüvyon, sıkılaşmamış birimler içindeki sülfatlı seviyeler sülfat kaynağı olarak belirlenmiştir.

Bikarbonat (HCO_3^-), Karbonat (CO_3^{2-}): İnceleme alanında bulunan sularda toplam iyonların miliekivalen değerlerinin en az % 22.14 en fazla %85.27 olduğu kimyasal analizler sonucunda belirlenmiştir. İncelenen sulardaki bikarbonatın, kökeni Kambriyen yaşlı Çaltepe formasyonuna ait kireçtaşlarıdır. Beslenme bölgesinden yeraltı sularına süzülen yağmur suları CO_2 ve topraktaki organik asitlerin etkisi ile karbonatlı kayalar çözerek, suyun bikarbonat ve karbonat iyonu bakımından zenginleşmesini sağlar.

Asitlik: İnceleme alanında derlenen örneklerde yapılan pH ölçümlerine göre soğuk suların bir kısmı asidik (pH=6,0 -7,0) bir kısmı ise bazik (pH=7,0 -7,4) olup alkali özelliktedir.

Tablo 6.1. İnceleme alanındaki kaynakların fiziko-kimyasal analiz sonuçları (mg/l) (2006-2007yılları arası)

Numune yeri	pH	EC	SERTLİK	Ca	Mg	HCO_3	CO_3	Cl	SO_4	Na	K
Başpınar kaynağı	7.2	355	20	56	14.4	183	0	5.01	42.41	0	0.96
Uşakpınarı kaynağı	7	577	28	100	7.2	195.2	0	15.02	106.35	4.64	1.44
Burunsuz çeşme	7.1	461	23	72	12	195.2	0	15.02	50.66	0.79	0.02
Süpürgelik kaynağı	7	462	21	76	4.8	219.6	0	10.01	23.88	3.56	0.96
Aşağıpınar kaynağı	7.1	460	21	68	9.6	219.6	0	10.01	26.13	4.64	0.96
Mutlu kaynağı	7.1	334	15	36	14.4	146.4	0	10.01	39.24	11.2	0.49
Ulupınar kaynağı	7.4	196	15	32	16.8	109.8	0	5.01	50.83	0	0
Pınarbaşı kaynağı	7.2	395	21	52	19.2	195.2	0	5.01	45.72	2.15	0
İlmen kaynağı	6.5	572	32	112	9.6	292.8	0	5.01	73.08	1.45	0.02
Çavuş Kaplıcası	6.3	1350	72	192	57.6	646.6	0	15.02	195.89	13.34	4.84
Köşk Kaplıcası	6.9	1238	60	180	36	219.6	0	10.01	430.63	18.78	1.44

Tablo 6.2. *İnceleme alanındaki kuyuların fiziko-kimyasal analiz sonuçları (mg/lt) (2006-2007yılları arası).*

Numune yeri	pH	EC	SERTLİK	Ca	Mg	HCO ₃	CO ₃	Cl	SO ₄	Na	K
k-1	7	165	8	28	2.4	73.2	0	10.01	5.69	0	0.02
k-2	6.7	585	31	80	26.4	317.2	0	10.01	48.81	6.86	0.02
k-3	7.4	788	31	56	31.2	187	0	48.6	110.2	20	0.96
k-4	7.4	813	29	64	31.2	183	0	50.06	111.25	20.77	0.96
k-5	8.2	438	21	48	21.6	158.6	0	10.01	75.3	4.64	1.91
k-6	7	330	16	38	14.4	150.4	0	10.01	43.24	11.2	0.49
k-7	6	1776	106	35.2	43.2	103.7	0	10.01	273.81	30.64	17.71
k-8	7.6	1264	33	40	55.2	219.6	0	10.01	298.33	66.8	23.12
k-9	8.1	438	16	44	12	134.2	0	20.02	34.68	6.59	0
k-10	7.8	400	20	40	25.5	168.2	0	20.02	35.42	7	0
k-11	7.8	654	22	44	26.4	170.8	0	25.03	71.85	10.4	5.84
k-12	7.6	600	20	41	25.5	171	0	20.02	68.43	10	5
k-13	8	576	23	84	4.8	268.4	0	19.9	11.5	12.9	1.6
k-14	7.5	610	22	88	4.5	265.3	0	19.9	15	12.5	1.7
k-15	7.4	625	16	85	5	268.4	0	19.9	12.5	12.9	1.6
k-16	7	600	25	84	5.3	268.4	0	19.9	11.5	13	1.6
k-17	7.6	1033	34	104	19.2	439.2	0	29.8	31.2	42.3	1.9
k-18	7.4	813	29	64	31.2	183	0	50.06	111.25	20.77	0.96
k-19	8	494	22	52	21.6	268.4	0	19.9	10.01	16.45	1.91
k-20	7.6	403	22	56	19.2	207.4	0	15.02	46.13	8.82	0.02
k-21	6	1300	70	187	57.55	646.5	0	15.02	195.85	13.31	4.84
k-22	6	1776	106	35.2	43.2	103.7	0	10.01	273.81	30.64	17.71
k-23	7.4	608	30	72	28.8	341.6	0	20.02	33.41	19.77	0.02
k-24	7.4	539	30	52	41.03	293.5	0	15.02	86	24	2
k-25	7.4	567	27	64	26.4	292.8	0	20.02	52.98	23.99	0.96

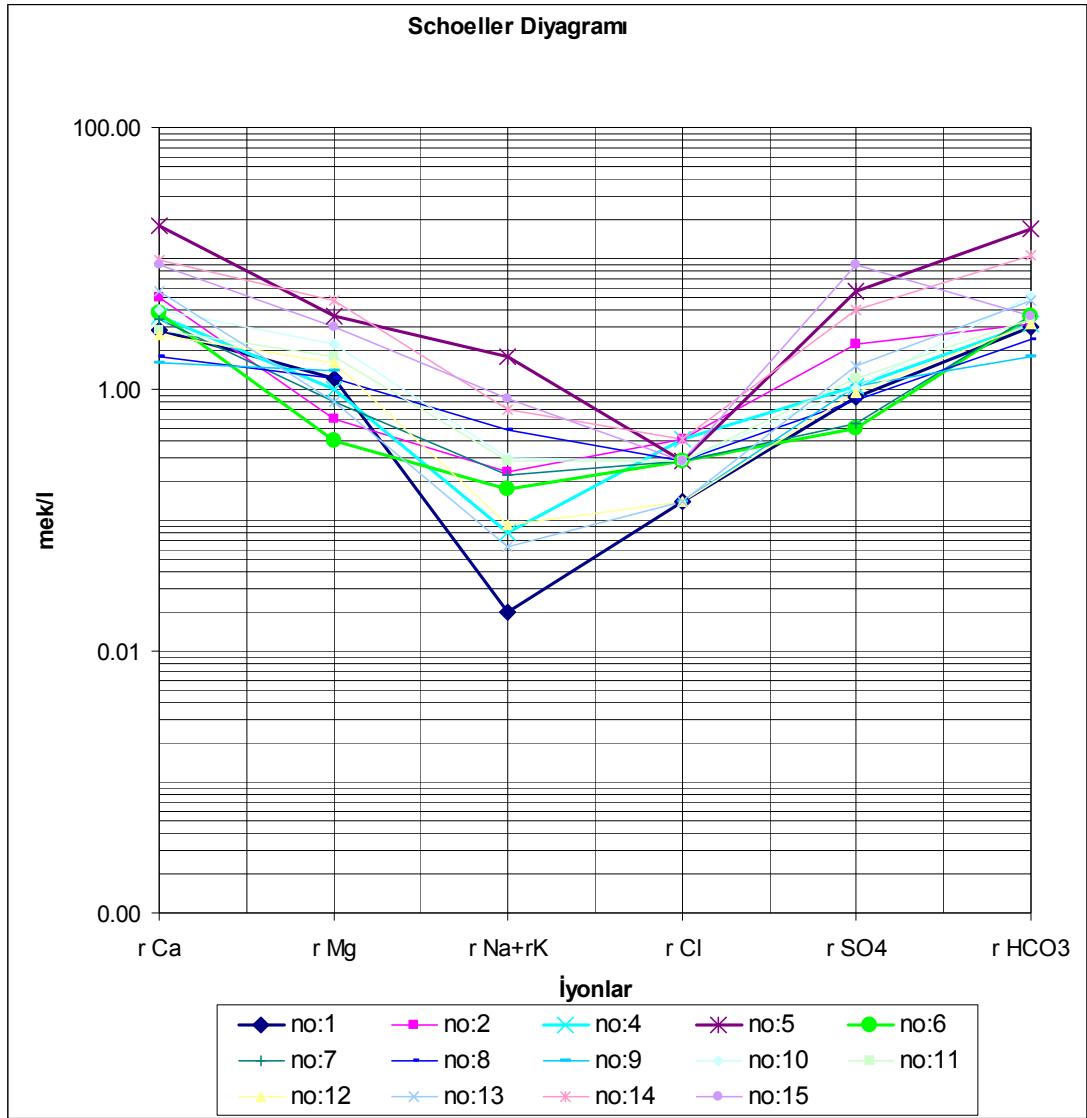
6.2. Suların Tahlil Sonuçlarına Göre Grafiklerle Gösterilmesi

6.2.1. Yarı logaritmik Scholler Diyagramı

İnceleme alanında bulunan su noktalarından alınan suların kökenlerinin belirlenmesi amacı ile yarı logaritmik Scholler diyagramı çizilmiştir (Şekil 6.1, Şekil 6.2). Diyagram; aritmetik eksen de iyonlar, logaritmik eksen de iyonlara ait miliekivalen değerleri kullanılarak oluşturulmuştur. Şekil 6.1 'de ki Schoeller diyagramına göre iyonların sıralanışı şöyledir:

Başpınar kaynağı (No 1)	: $rCa > rMg > r(Na+K)$, $rHCO_3 > rSO_4 > rCl$
Uşakpınarı kaynağı (No 2)	: $rCa > rMg > r(Na+K)$, $rHCO_3 > rSO_4 > rCl$
Burunsuz Kaynağı (No 4)	: $rCa > rMg > r(Na+K)$, $rHCO_3 > rSO_4 > rCl$
Elmalık kaynağı (No 5)	: $rCa > rMg > r(Na+K)$, $rHCO_3 > rSO_4 > rCl$
Süpürgelik kaynağı (No 6)	: $rCa > rMg > r(Na+K)$, $rHCO_3 > rSO_4 > rCl$
Aşağıpınar kaynağı (No 7)	: $rCa > rMg > r(Na+K)$, $rHCO_3 > rSO_4 > rCl$
Mutlu kaynağı (No 8)	: $rCa > rMg > r(Na+K)$, $rHCO_3 > rSO_4 > rCl$
Ulupınar kaynağı (No 9)	: $rCa > rMg > r(Na+K)$, $rHCO_3 > rSO_4 > rCl$
Mayaş kaynağı (No 10)	: $rCa > rMg > r(Na+K)$, $rHCO_3 > rSO_4 > rCl$
Akdağ kuyusu (No 11)	: $rCa > rMg > r(Na+K)$, $rHCO_3 > rSO_4 > rCl$
Pınarbaşı kaynağı (No12)	: $rCa > rMg > r(Na+K)$, $rHCO_3 > rSO_4 > rCl$
İlmen kaynağı (No13)	: $rCa > rMg > r(Na+K)$, $rHCO_3 > rSO_4 > rCl$
Çavuş kaplıcası (No14)	: $rCa > rMg > r(Na+K)$, $rHCO_3 > rSO_4 > rCl$
Köşk kaplıcası (No15)	: $rCa > rMg > r(Na+K)$, $rSO_4 > rCO_3 > rCl$

Diyagrama göre iyonları birleştiren doğrular yaklaşık olarak birbirine paralel olduğu için suların aynı kökenlidir. Sular Ca ve HCO_3 'ca zengin olup Na, K, Cl'ca düşüktür. Ancak Köşk kaplıcası Ca ve SO_4 'ca zengindir. Buna göre sular kalsiyum ve bikarbonat'ca zengin akiferden gelmektedir.



Şekil 6.1. *İnceleme alanındaki kaynaklara ait yarı logaritmik schoeller diyagramı.*

Şekil 6.2 'de ki Schoeller diyagramına göre iyonların sıralanışı şöyledir:

K-1: $r\text{ Ca} > r\text{ Mg} > r(\text{Na}+\text{K})$, $r\text{ HCO}_3 > r\text{ Cl} > r\text{ SO}_4$

K-2: $r\text{ Ca} > r\text{ Mg} > \% r(\text{Na}+\text{K})$, $\% r\text{ HCO}_3 > r\text{ Cl} > r\text{ SO}_4$

K-3: $r\text{ Ca} > r\text{ Mg} > r(\text{Na}+\text{K})$, $r\text{ HCO}_3 > r\text{ Cl} > r\text{ SO}_4$

K-4: $r\text{ Ca} > r\text{ Mg} > r(\text{Na}+\text{K})$, $r\text{ HCO}_3 > r\text{ Cl} > r\text{ SO}_4$

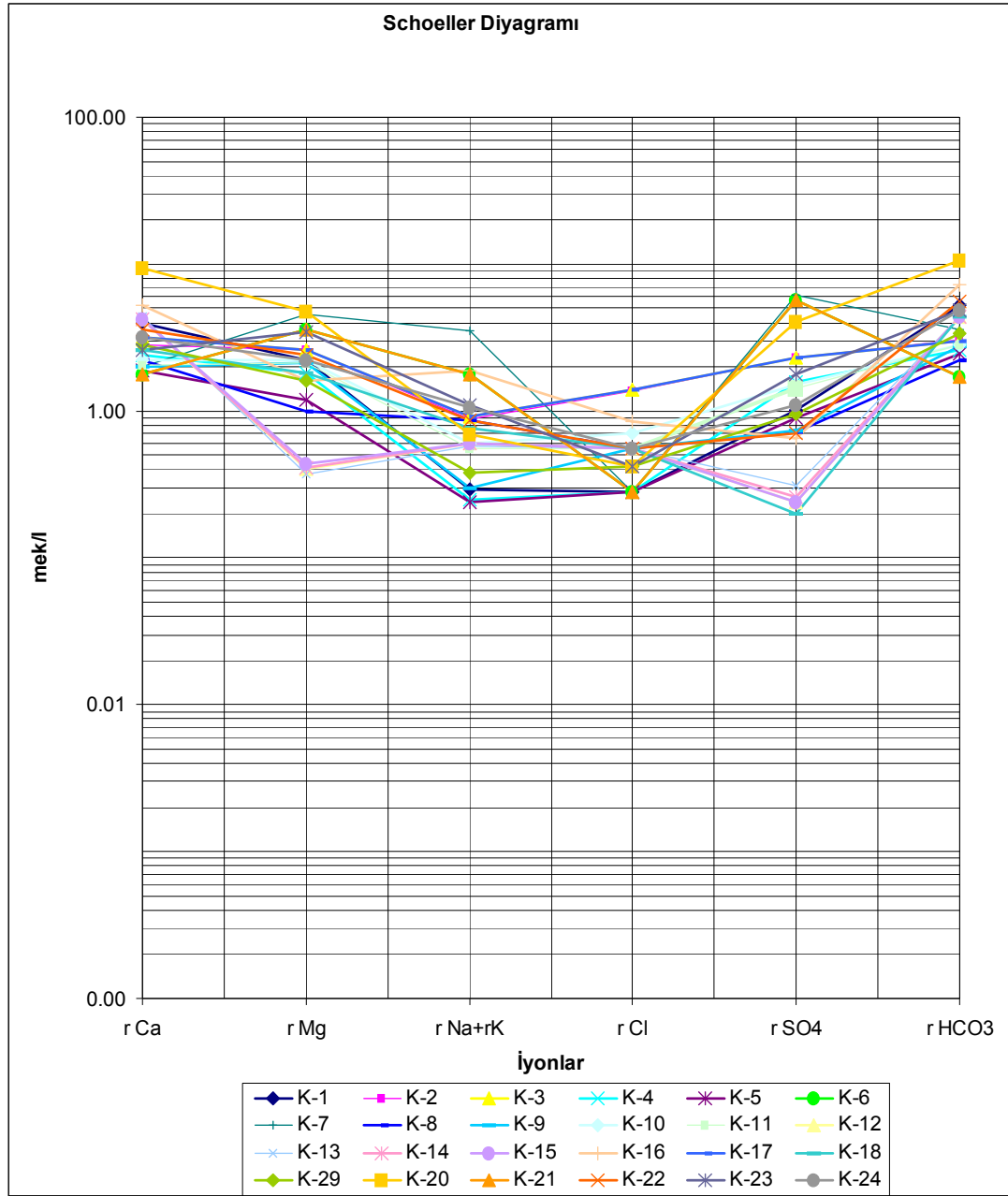
K-5: $r\text{ Ca} > r\text{ Mg} > r(\text{Na}+\text{K})$, $r\text{ HCO}_3 > r\text{ Cl} > r\text{ SO}_4$

K-6: $r\text{ Ca} > r\text{ Mg} > r(\text{Na}+\text{K})$, $r\text{ HCO}_3 > r\text{ Cl} > r\text{ SO}_4$

K-7: $r(\text{Na}+\text{K}) > r\text{ Mg} > r\text{ Ca}$, $r\text{ SO}_4 > r\text{ HCO}_3 > r\text{ Cl}$

- K-8:** $r \text{ Mg} > r (\text{Na}+\text{K}) > r \text{ Ca} , r \text{ SO}_4 > r \text{ HCO}_3 > r \text{ Cl}$
- K-9:** $r \text{ Ca} > r \text{ Mg} > \% r (\text{Na}+\text{K}) , r \text{ HCO}_3 > r \text{ Cl} > r \text{ SO}_4$
- K-10:** $r \text{ Mg} > r \text{ Ca} > \% r (\text{Na}+\text{K}) , r \text{ HCO}_3 > r \text{ SO}_4 > r \text{ Cl}$
- K-11:** $r \text{ Mg} = r \text{ Ca} > \% r (\text{Na}+\text{K}) , r \text{ HCO}_3 > r \text{ SO}_4 > r \text{ Cl}$
- K-12:** $r \text{ Mg} > r \text{ Ca} > \% r (\text{Na}+\text{K}) , r \text{ HCO}_3 > r \text{ SO}_4 > r \text{ Cl}$
- K-13:** $r \text{ Ca} > r (\text{Na}+\text{K}) > \% r \text{ Mg} , r \text{ HCO}_3 > r \text{ Cl} > r \text{ SO}_4$
- K-14:** $r \text{ Ca} > r (\text{Na}+\text{K}) > r \text{ Mg} , r \text{ HCO}_3 > r \text{ Cl} > r \text{ SO}_4$
- K-15:** $r \text{ Ca} > r (\text{Na}+\text{K}) > r \text{ Mg} , r \text{ HCO}_3 > r \text{ Cl} > r \text{ SO}_4$
- K-16:** $r \text{ Ca} > r (\text{Na}+\text{K}) > r \text{ Mg} , r \text{ HCO}_3 > r \text{ Cl} > r \text{ SO}_4$
- K-17:** $r \text{ Ca} > r (\text{Na}+\text{K}) > r \text{ Mg} , r \text{ HCO}_3 > r \text{ Cl} > r \text{ SO}_4$
- K-18:** $r \text{ Ca} > r \text{ Mg} > r (\text{Na}+\text{K}) , r \text{ HCO}_3 > r \text{ SO}_4 > r \text{ Cl}$
- K-19:** $r \text{ Ca} > r \text{ Mg} > r (\text{Na}+\text{K}) , r \text{ HCO}_3 > r \text{ Cl} > r \text{ SO}_4$
- K-20:** $r \text{ Ca} > r \text{ Mg} > r (\text{Na}+\text{K}) , r \text{ HCO}_3 > r \text{ SO}_4 > r \text{ Cl}$
- K-21:** $r \text{ Ca} > r \text{ Mg} > r (\text{Na}+\text{K}) , r \text{ HCO}_3 > r \text{ SO}_4 > r \text{ Cl}$
- K-22:** $r \text{ Mg} > r \text{ Ca} > r (\text{Na}+\text{K}) , r \text{ SO}_4 > r \text{ HCO}_3 > r \text{ Cl}$
- K-23:** $r \text{ Ca} > r \text{ Mg} > r (\text{Na}+\text{K}) , r \text{ HCO}_3 > r \text{ SO}_4 > r \text{ Cl}$
- K-24:** $r \text{ Mg} > r \text{ Ca} > r (\text{Na}+\text{K}) , r \text{ HCO}_3 > r \text{ SO}_4 > r \text{ Cl}$
- K-25:** $r \text{ Ca} > r \text{ Mg} > r (\text{Na}+\text{K}) , r \text{ HCO}_3 > r \text{ SO}_4 > r \text{ Cl}$

Diyagramda iyonları birleştiren doğrular yaklaşık olarak birbirine paralel olduğu için sular aynı kökenlidir. Kuyulardaki sular Ca, Mg, HCO_3 'ca zengin Na ve K 'ca fakir sulardır. Buna göre sular Kalsiyum ve Bikarbonat'ca zengin akiferden gelmektedir.



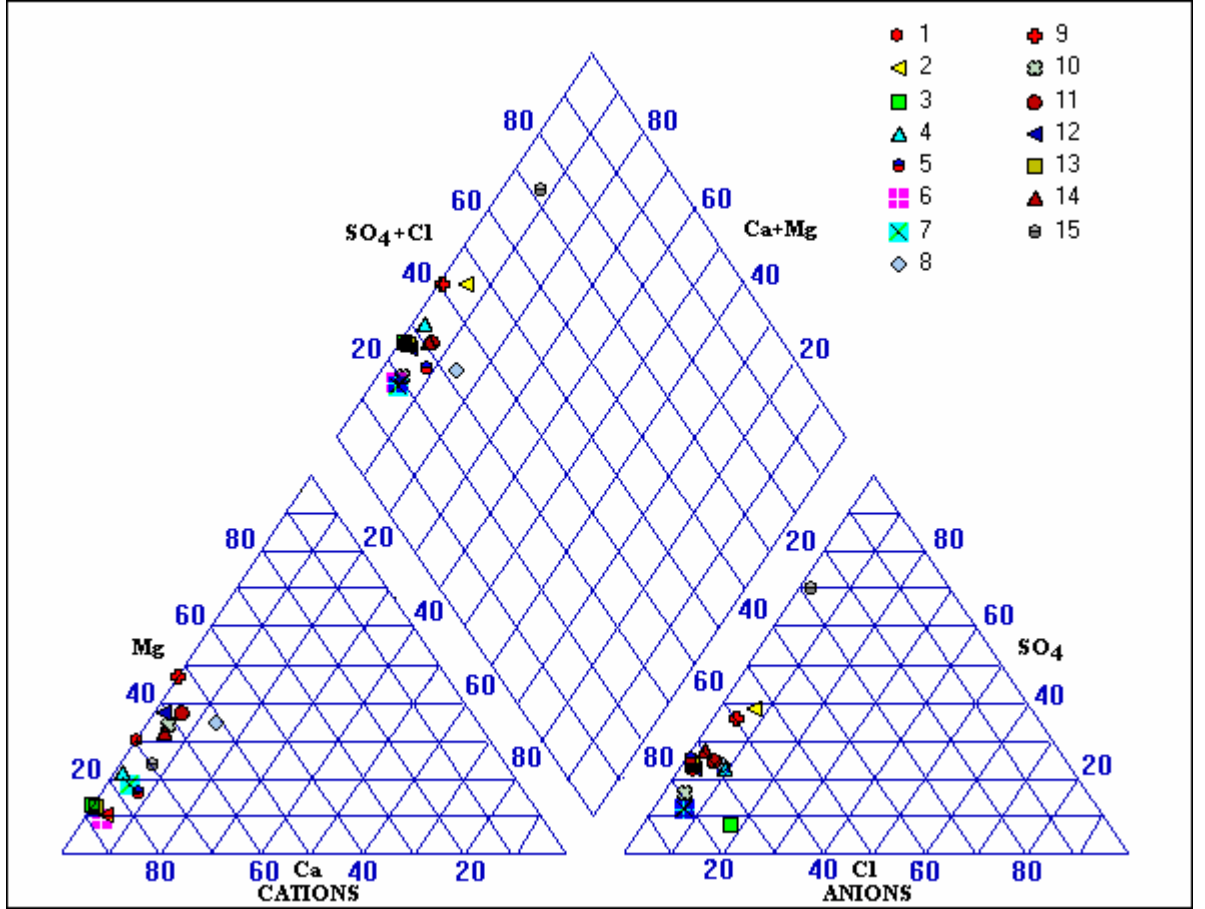
Şekil 6.2. İnceleme alanındaki kuyulara ait yarı logaritmik schoeller diyagramı.

6.2.2. Piper diyagramı

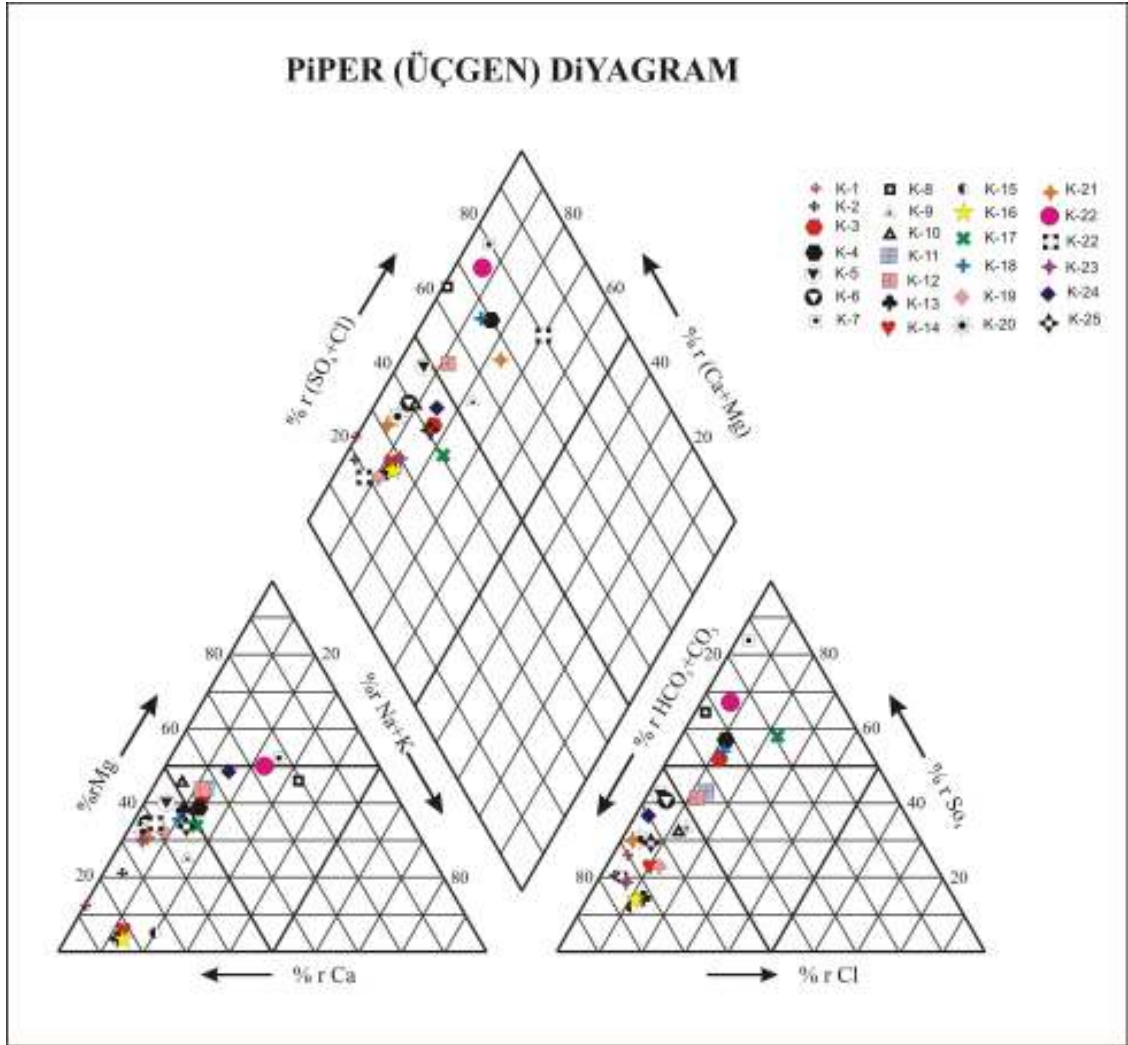
Yan yana bulunan eşkenar katyon ve anyon üçgenine, iyonların litrede % mek değerleri işaretlendikten sonra, bulunan bu noktalar iki üçgenin üzerine çizilen bir eşkenar dörtgene taşınarak suyun sınıfı belirlenir.

İnceleme alanındaki kaynak ve kuyu suları, 5.bölgede toplanmışlardır (Şekil 6.3, Şekil 6.4). Bu gruba göre sular; karbonat sertliği > karbonat olmayan sertliği

grubuna girmektedir. Böyle sular CaCO_3 ve MgCO_3 'lu sulardır. Karbonat sertliği %50 'den fazla olan sulardır.



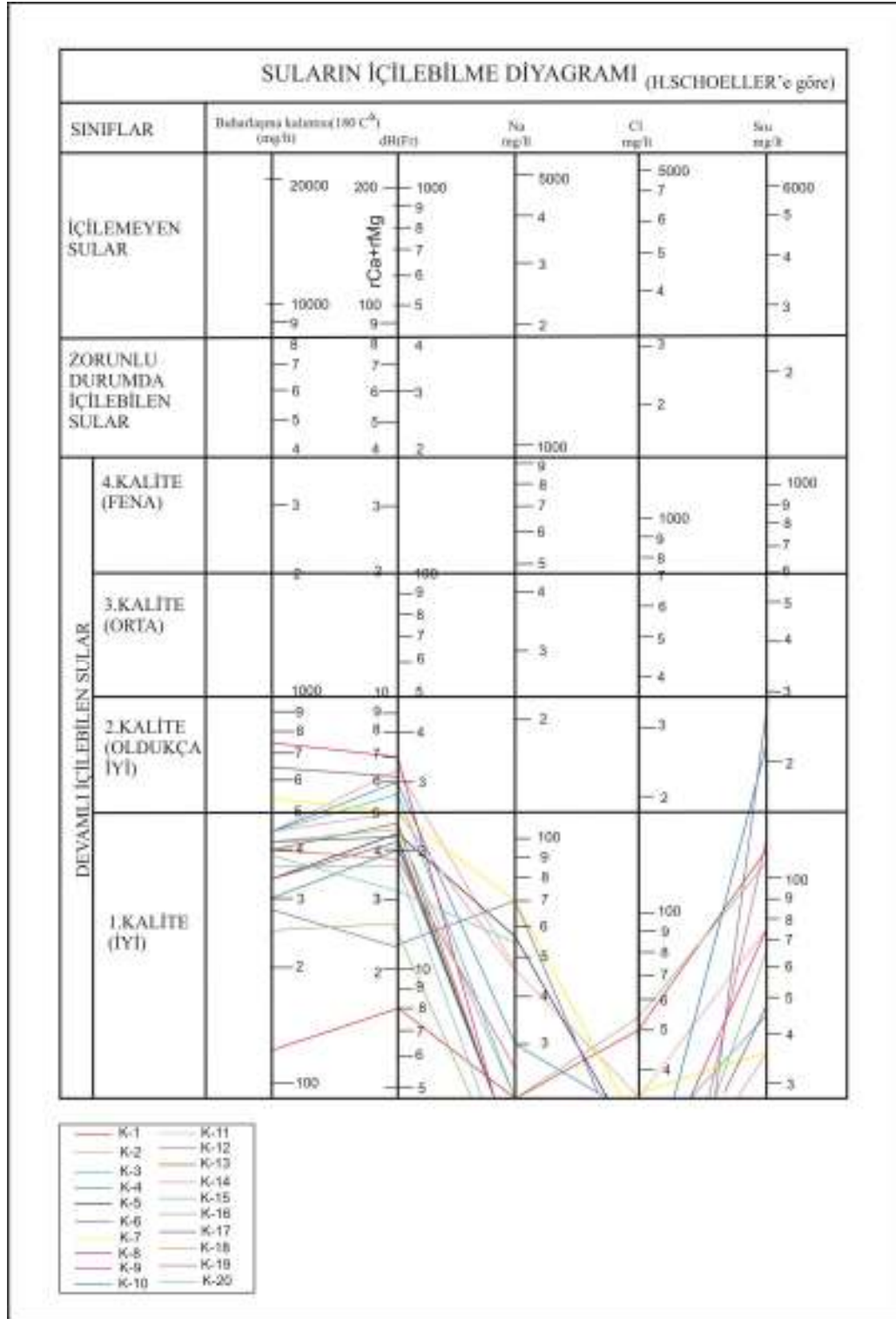
Şekil 6.3 İnceleme alanına ait kaynaklara ait suların Piper diyagramı.



Şekil 6.4 İnceleme alanındaki kuyular ait suların Piper Diyagramı.

6.3. Suların İçilebilme Özellikleri

İnceleme alanında yer alan suların içilebilme özellikleri Schoeller'in içilebilirlik diyagramına göre belirlenmiştir (Şekil 6.5). Buna göre bölgedeki su kaynakları, içilebilir sınıftandır.



Şekil 6.5 İnceleme alanındaki suların İçilebilirlik Diyagramı

6.4. Suların Sulama Suyu Özellikleri

İnceleme alanındaki suların, sulama suyu için uygun olup olmadıkları ABD tuzluluk laboratuvarı ve Wilcox diyagramları ile tespit edilmiştir.

6.4.1. Wilcox diyagramı

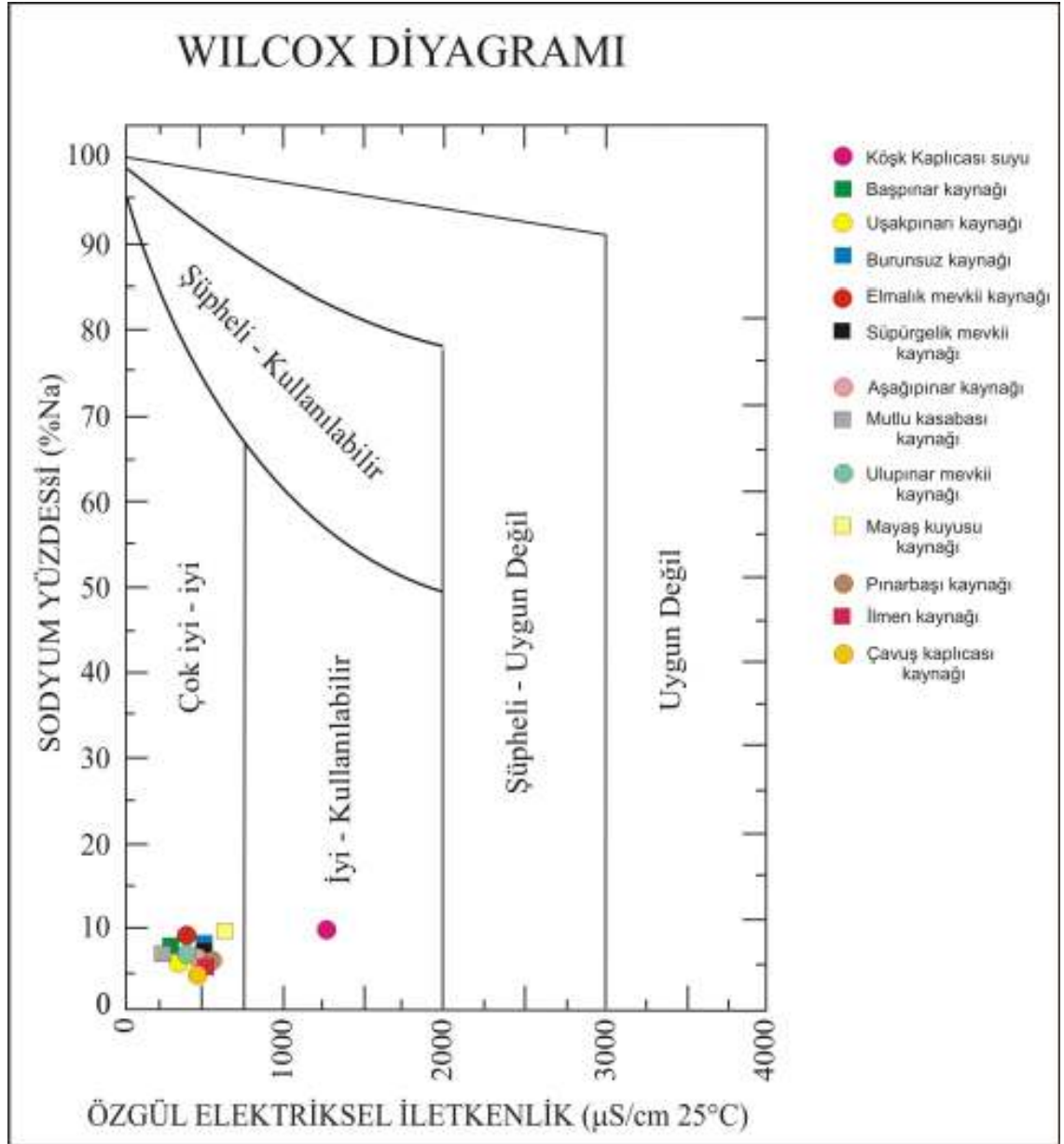
Wilcox diyagramının çizimi için analiz sonuçlarındaki %Na ve EC değerleri kullanılmıştır. Yatay ekseninde 25 °C 'deki elektriksel iletkenlik (EC) ve düşey ekseninde ise %Na ve SAR (sodyum adsorbsiyon oranı)değerleri alınmıştır. Na yüzdesi ve SAR değerleri aşağıdaki formüllerle hesaplanmıştır.

$\%r\ Na = (r\ Na + r\ K) \times 100 / rCa + rMg + r\ Na + r\ K$ formülü ile bulunabilen sodyum yüzdesi (%Na) değerleri işaretlenerek her bir numunenin bulunduğu nokta tespit edilmiştir (Şekil 6.6).

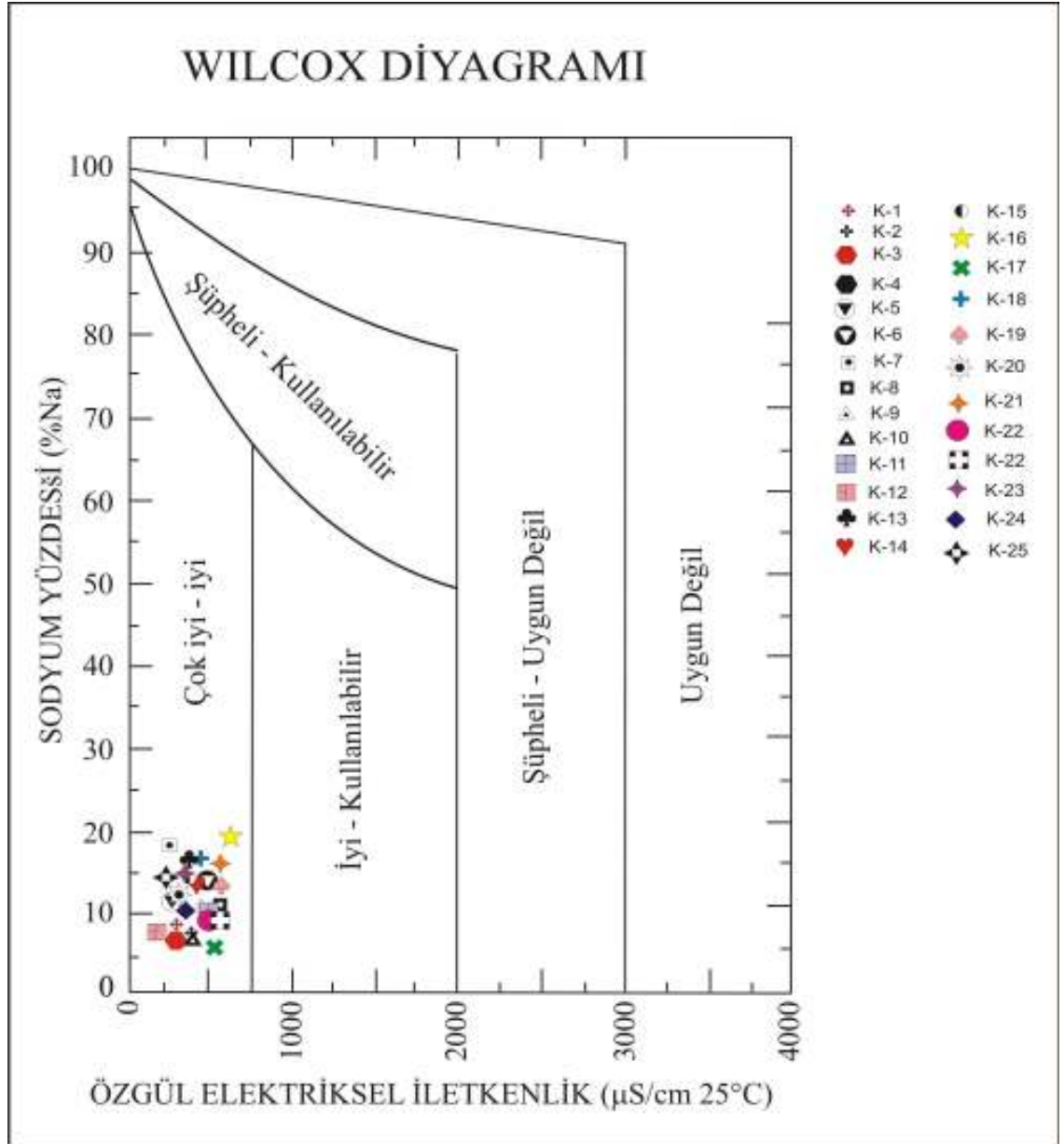
Wilcox diyagramı EC ve %Na değerlerine göre sulama sularını ayıran bir sistemdir. Bu sistemde sular aşağıdaki şekilde sınıflandırılmıştır.

1. Çok iyi-iyi
2. İyi kullanılabilir
3. Şüpheli kullanılabilir
4. Şüpheli kullanılmaz
5. Uygun değil

Wilcox Diyagramına göre Köşk Kaplıcasına ait su 'iyi-kullanılabilir' sınıfında diğer tüm sular çok iyi –iyi uygun sular sınıfındadır (Şekil 6.6 Şekil 6.7)



Şekil 6.6. İnceleme alanındaki kaynak sularının Wilcox diyagramı



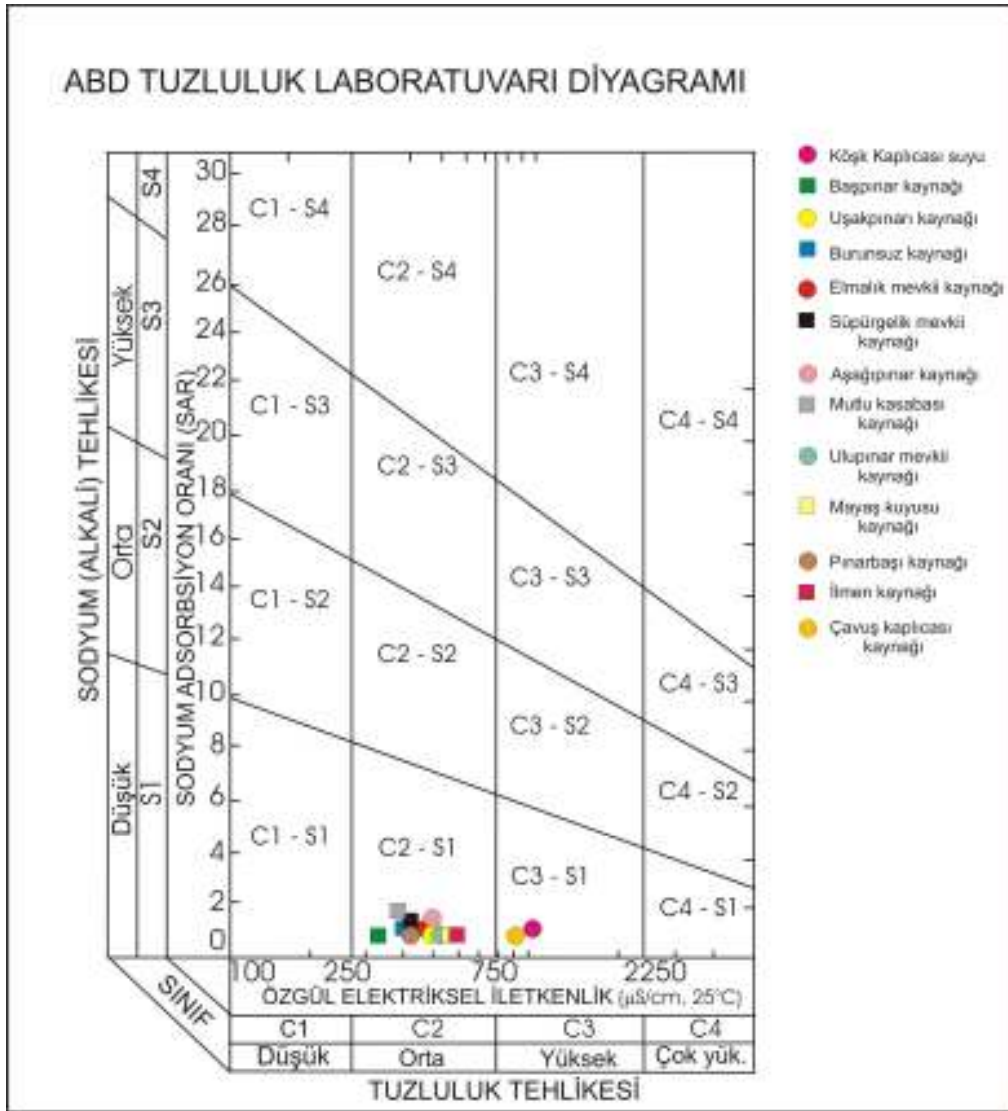
Şekil 6.7. İnceleme alanındaki kuyu sularının Wilcox diyagramı.

6.4.2 ABD tuzluluk laboratuvarı diyagramı

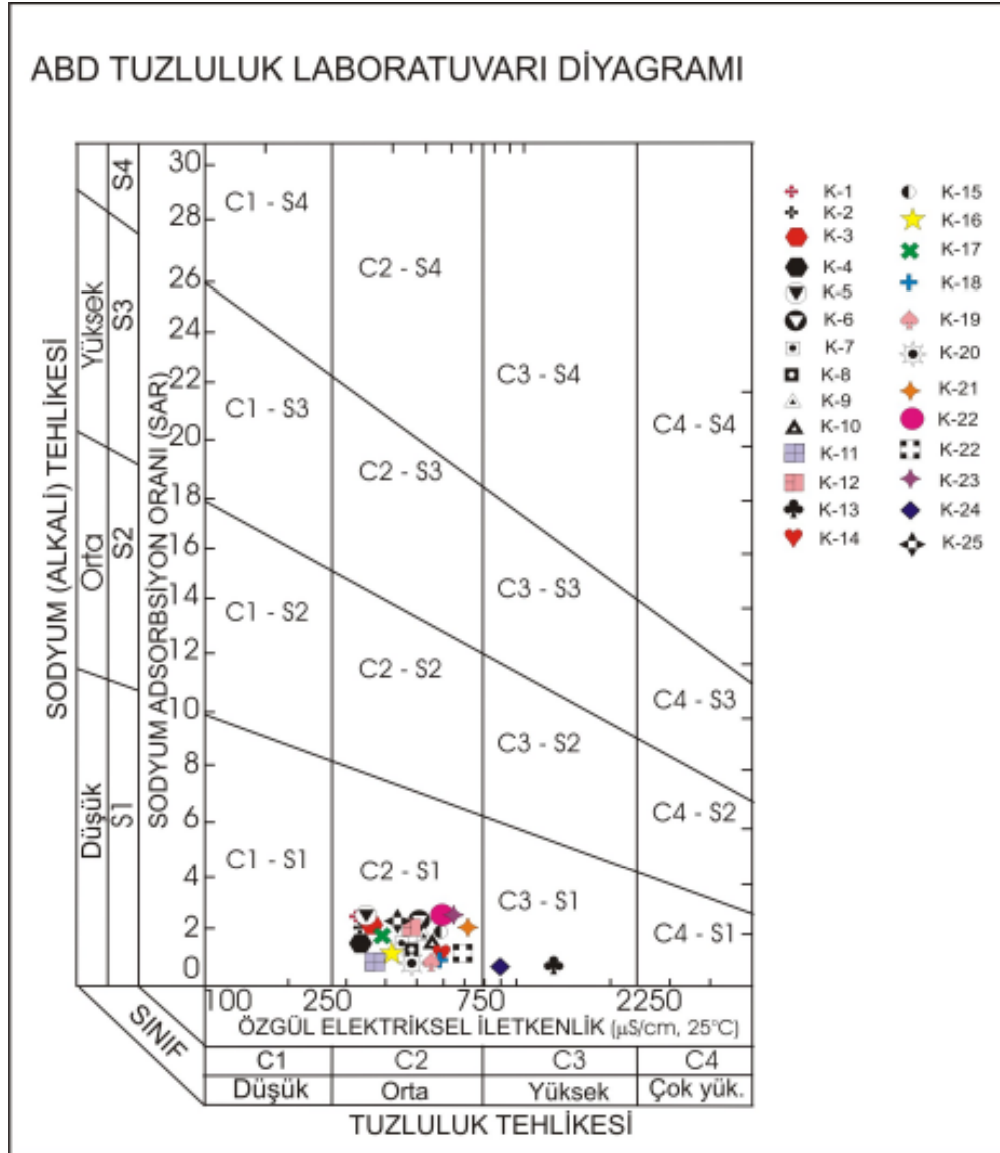
Bu diyagramın çizimi için sulara ait 25 °C ‘deki elektriksel iletkenlik (Ec) ve Sodyum adsorbsiyon oranı (SAR) değerleri gerekmektedir. Ec değerleri kimyasal analiz sonuçlarından yararlanılarak tespit edilmiştir. SAR değerleri ise;

$$SAR = \frac{rNa}{(\sqrt{rCa + rMg}) \div \sqrt{2}}$$
 formülü ile hesaplanmıştır. Sonuçta yatay ekseninde Ec, dikey ekseninde ise numunelere ait SAR değerleri işaretlenerek her bir numuneye karşılık gelen nokta bulunmuştur (Şekil 6.8 Şekil 6.9).

ABD Tuzluluk laboratuvarı diyagramı, sulama sularının sınıflandırılmasında çok kullanılan bir diyagramdır. Çizilen diyagramda suların çoğunluğu C₂-S₁ sınıfına girmektedir. Ancak Köşk kaplıcası ve Çavuş kaplıcasına ait sular bu diyagramın C₃S₁ sınıfın düşmektedir. C₂S₁ sınıfına giren sular Orta tuzlulukta su- az sodyumlu sulardır. Sodyum tehlikesi yoktur. Orta derecede tuza ihtiyaç gösteren bitkiler için kullanılır. Ancak sodyuma karşı duyarlı olan bitkilerin dışında her türlü tarım için uygundur. C₃S₁ sınıfına giren sular Fazla tuzlulukta su – az sodyumlu sulardır. Drenaj yapılmaksızın bitkiler için kullanılmaz Sodyuma karşı duyarlı olan bitkiler dışında kullanılabilir.



Şekil 6.8. İnceleme alanındaki kaynaklara ait ABD tuzluluk diyagramı.



Şekil 6.9. İnceleme alanındaki kuyulara ait ABD tuzluluk diyagramı

7. SONUÇLAR

Hüyük –Burunsuz (Konya) arasında yapılan bu çalışmada önceki veriler göz önüne alınarak şu sonuçlar elde edilmiştir.

1. İnceleme alanında Sultandağları Masifi'nin en yaşlı kayaçları metamorfitlerdir. Bunlar alttan üste doğru: Çaltepe formasyonu, Sultandede formasyonu, Engili formasyonu, Kirazlı formasyonudur. Bu metamorfitler üzerine açılı uyumsuzlukla Hüyük formasyonu gelmektedir. En üstte ise Kuvaterner yaşlı alüvyonlar yer alır.

2. İnceleme alanındaki faylar, GB-KD konumlu, sağ ve sol yönlü doğrultu atımlı faylardır.

3. Yeraltısuyu akım yönü kuzeyden güneye doğrudur. İnceleme alanının kuzeydoğusunda, hidrolik eğim güneybatısına göre daha yüksektir. Hidrolik eğim %1 -6 arasındadır.

4. İnceleme alanında 20 yıllık ortalama yağış 516.25 mm olup aylık ortalama sıcaklık 11.95 °C' dir.

5. Göller bölgesinde yer alan inceleme alanı, tipik karasal iklim ile Akdeniz ikliminin geçiş kuşağında yer alır.

6. Elek analizi sonuçlarına göre Hüyük formasyonu oluşturan malzemenin ortalama tane çapı (d_{50})= 0.5 -2.6 mm, etkili tane çapı (d_{10})= 0.08- 0.5 mm, boyanma sabiti (S_0)= 1.7- 2.8 mm, düzen katsayısı (C_u) ise 5- 12.7mm arasındadır.

7. Hüyük formasyonundan alınan numunelere göre, toplam porozite değeri %35 'dir.

8. Hüyük formasyonundan alınan örneklerdeki permeabilite değeri $0.29.10^{-3} \text{m/sn}$ 'dir.

9. İnceleme alanında soğuk ve sıcak su kaynakları bulunmaktadır. Sıcak su kaynakları Köşk Kaplıcası ve Çavuş Kaplıcası'dır. Köşk kaplıcası kaynağı, kırık ve çatlaklar boyunca yağışın yerin derinliklerine süzülerek Jeotermik gradyanla ısınarak kırık ve fay hatları boyunca derinlerden yeryüzüne kadar ulaşmıştır. Çavuş kaplıcasının da oluşumu aynıdır. Ancak Çavuş kaplıcasının sıcaklığı Köşk

kaplıcasına göre düşüktür. Köşk kaplıcasının sıcaklığı 35°C-40 °C arasındadır. Çavuş kaplıcasının sıcaklığı ise 25 °C'dir.

10. Yarı logoritmik Scholler diyagramına göre iyonların sıralanışı benzerlik göstermekte ve iyonları birleştiren doğrular yaklaşık paraleldir. Diyagrama göre sular aynı kökenlidir.

11. Piper diyagramına göre inceleme alanındaki kaynak ve kuyu suları, 5.bölgede toplanmışlardır (Şekil 6.3, Şekil 6.4). Bu gruba göre sular; karbonat sertliği > karbonat olmayan sertliği grubuna girmektedir. Böyle sular CaCO_3 ve MgCO_3 'lı sulardır. Karbonat sertliği %50 'den fazla olan sulardır.

12. Wilcox Diyagramına göre Köşk Kaplıcasına ait su 'iyi-kullanılabilir' sınıfında diğer tüm sular çok iyi –iyi uygun sular sınıfındadır (Şekil 6.6 Şekil 6.7).

13. ABD Tuzluluk laboratuvarı diyagramına göre suların çoğunluğu $\text{C}_2\text{-S}_1$ sınıfına girmektedir. Ancak Köşk kaplıcası ve Çavuş kaplıcasına ait sular bu diyagramın C_3S_1 sınıfın düşmektedir. C_2S_1 sınıfına giren sular Orta tuzlulukta su- az sodyumlu sulardır. Sodyum tehlikesi yoktur. Orta derecede tuza ihtiyaç gösteren bitkiler için kullanılır. Ancak sodyuma karşı duyarlı olan bitkilerin dışında her türlü tarım için uygundur. C_3S_1 sınıfına giren sular Fazla tuzlulukta su – az sodyumlu sulardır. Drenaj yapılmaksızın bitkiler için kullanılmaz Sodyuma karşı duyarlı olan bitkiler dışında kullanılabilir.

KAYNAKLAR

- Abdülsselamoğlu, Ş., 1958, Sultandağları'nın 1/100.000 ölçekli jeolojik leveleri hakkında rapor: MTA. Enst., Arşivi, Rapor No:2669.
- AIH, 1979, 'Map of mineral and thermal water of Eouroe'. Scale 1:500.000, international Association of Hydrogeologists, United Kindom.
- Akay, E., 1981, Beyşehir yakın dolayının temel jeoloji özellikleri: Maden Tetkik ve Arama Enst. Değ., Rap. No.1007, 101 s., yayımlanmamış.
- Ayhan, A., ve Karadağ, M.M.,1985, Şarkikarağaç (Isparta) güneyinde bulunan boksitli demir ve demirli boksit yataklarının jeolojisi ve oluşumu; Türkiye Jeol.Kur. Bült., C. 28, S. 2, 137-146
- Ayhan, A., 1986, Hüyük (Beyşehir) civarının Alt- Orta Kambriyen birimlerinde bulunan barit zuhurlarının özellikleri; Türkiye Jeolojisi Kurultayı-1986 Bildiri Özetleri, s 61.
- Ayhan, A., Güzel,A.,1993 "Hüyük ilçesi ve civarının jeoloji ve hidrojeoloji incelemesi" raporu, s72.
- Blumental, M., 1947, Seydişehir- Beyşehir hinterlandındaki Toros dağlarının jeolojisi: M.T.A. yayınları Seri D, No:2, Ankara.
- Boray, A., Şaroğlu, F., 1983, Şuhut-Çay –Yalvaç yöresinin neotektoniği ile ilgili gözlemler: 37. Türkiye Jeoloji Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Bildiri Özetleri, s.73-74.
- Bozdağ, A., 2005, Doğanhisar- Hüyük (KONYA) arasının jeolojisi: Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, 71 s.
- Brennich, G., 1954, 1/100.000 ölçekli genel jeolojik harita izahnamesi, Akşehir (90-1,2,3,4) ve Ilgın (91/1 ve 91/3) paftaları, M.T.A Derleme Rapor No:2515, Ankara.
- Bruun, J.H., Dumont, J.F., Graciansky, P.C., Gutnic, U., Juteau, T., Marcoux, J.,Monod, O., Poisson, A., 1971, Outline of the Western Taurides in Geology

and History of Turkey (Ed. A.Ş. Compbell Petroleum Exploration Societuty of Libya, Tripoli):p.225-255.

Cengiz, O., ve Kuşçu, M., 1993, Çarıksaraylar (Şarkikarağaç-Isparta) kuzeyinin jeolojisi ve kurşunlu barit yatakları: TJK. Bült., C.36, S.1, 63-74 s.

Canik, B., 1971, Yeraltı suyu bilançosu, MTA dergisi, sayı 76, Ankara.

Çağlar, K.Ö., 1948, Türkiye maden suları ve Kaplıcaları, M.T.A. yayını, seri B, No:11, Fasikül 2, Ankara

Demirkol, C., 1977, Yalvaç-Akşehir dolayının jeolojisi: Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Yer bilimleri Bölümü, Doçentlik Tezi. 107 s.

Demirkol, C., ve Sipahi, H., Çiçek, S., 1977. Sultandağlarının stratigrafisi ve jeolojji evrimi. M.T.A. Enst., Raporu, 6305 (yayımlanmamış).

Demirkol, C., 1981, Sultandağ kuzeybatısının jeolojisi ve Beyşehir-Hoyran napı ile ilişkileri:Tübitak Temel Bilimler araştırma grubu, Proje No:382, 56 s. Ankara

Eren, Y., 1987, Sultandağları Masif'nin strtigrafisi ve mesoskopik tektoniği, Yüksek lisans tezi (Yayımlanmamış). Selçuk Üniversitesi. Konya, 80 s.

Eren,. Y.,1990, Engili (Akşehir)- Bağkonak (Yalvaç) arasında Sultandağları Masifi'nin tektonik özellikleri, Türkiye Jeol.Bül., s.33,sayfa 39-50.

Eren,. Y.,1991, Akşehir güneyinde Sultandağları Masifi metatortul kılıfının messoskopik tektoniği, A.Ü. Isparta Müh.Fakültesi dergisi, s. 6, sayfa 55-68

Haude, H., 1972, Sratigraphie und Tectonic des Südlichen Sultandağ (SW Antolien): Zeit. Deutsch. Geol. Ges.,123, s 411-421.

Özgül, N.,Gedik, İ., 1973, Orta Toroslarda Alt Paleozoyik yaşta Çaltepe kireçtaşı ve Seydişehir formasyonunun stratigrafisi ve konodot faunası hakkında yeni bilgiler: T.J.K. Bülteni s.16, sayfa 39-52.

- Özgül, N., 1976, Torosların bazı temel jeolojik özellikleri :T.J.K. Bülteni 19/1, s 65-77.
- Özgül, N., 1983,. Stratigraphy and tectonic evolution of the Central Taurides international symposium Geology of The Taurus Belt, 26-29 Sept., p77-90, Ankara.
- Öztürk, E.M., Dalkılıç, H., Ergin, A., Avşar, Ö.P., 1987.Sultandağı güneydoğusu ile Anamasdağı dolayının jeolojisi Maden Tetkik Arama Enst.Rap. No:7045 (yayımlanmamış), Ankara.
- Özkan, M., 2000, Burunsuz-İmrenler- çevresindeki karasal Neojen çökellerinin sedimantolojisi, Selçuk Üniversitesi. Araştırma fonu. Proje No: 99/034.
- Piper, A. M 1944, A graphic procedure in the geochemical interpretation of water analyses. Transactions, American Geophysical Union 25: 914- 23.
- Scholler, H., 1962 Les eaux souterraines, 642 p., Masson et.cie, Paris.
- Scholler, H., 1967 Hydrodynamique dans le karst, Chronique d'Hydrogeologie, BRGM, No. 10, p.7-21.
- Şen, O., Göçmez, G., Özkan, A., 1998, Köşk Köy (Hüyük-Konya) Kaplıcasının Jeolojik ve Hidrojeolojik incelemesi, Müh. Bil. Der., 1139-1145.
- Thorntwaite, C. W., 1948. An approach a rational classification of climate, the geographical review, p.55-94, volume 38 ,New York.
- Umut, M., Karabıyıkoglu, M., Saraç,G., Bulut, V., Demirci, A.R ., Erkan, M., Kurt, Z., Metin, S., ve Özgönül E.,1987, Tuzlukçu- Ilgın-Doğanhisar-Doğanbey (Konya) ve dolayının jeolojisi M.T.A. Enstitüsü Arşivi, Rapor No:293, Ankara, 51 s.
- Üngör, A., 1975, Konya Köşk Köyü Kaplıcasının Hidrojeoloji Etüd Raporu, M.T.A Rapor No: 6867, Ankara.
- Yenal, O., Umsan, N., 1974, Köşkköy jeotermal alanının incelemesi, M.T.A raporu.

Zedef, V., 1987 Selki –Çamlıca –İmrenler (Beyşehir) yöresinin jeolojisi, kıl ve demir. Zuhurları, S.Ü.Fen Bil. Enst. Yüksek Lisans Tezi, Konya, 70s (yayımlanmamış).