

**Senirkent-Uluborlu (Isparta) Havzasının  
Hidrojeoloji İncelemesi**

**Fatma SEYMAN**

**Yüksek Lisans Tezi  
Jeoloji Mühendisliği  
Anabilim Dalı  
Isparta-2005**

**T.C.  
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SENİRKENT-ULUBORLU (ISPARTA) HAVZASININ  
HİDROJEOLJİ İNCELEMESİ**

**FATMA SEYMAN**

**DANIŞMAN  
Prof. Dr. REMZİ KARAGÜZEL**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİMDALI**

**ISPARTA 2005**

# İÇİNDEKİLER

Sayfa

İçindekiler.....	i
Özet.....	iii
Abstract.....	v
Teşekkür.....	vii
Şekiller Dizini.....	viii
Çizelgeler Dizini.....	ix
1.GİRİŞ.....	1
1.1. Çalışmanın Amacı.....	1
2.KAYNAK ÖZETLERİ.....	2
2.1.Önceki Çalışmalar.....	2
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	7
3.1.İnceleme Alanının Tanıtılması.....	7
3.2. Çalışma Yöntemleri.....	10
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	12
4.1. Stratigrafi.....	12
4.1.1. Otokton Birimler.....	12
4.1.1.1. Sarıyardere Dolomiti (TRs).....	12
4.1.1.2. Yassiviran Kireçtaşı (Jy).....	14
4.1.1.3. Suuçandere Kireçtaşı (JKs).....	16
4.1.1.4. Uluborlu Formasyonu (Tu).....	17
-İncesu Konglomera Üyesi (Tui).....	19
4.1.1.5. Zendeve Volkanitleri (Tz).....	20
4.1.1.6. Pupa Çayı Konglomerası (Pp).....	21
4.1.1.7. Pliyosen Karasal Çökelleri (Pl).....	22
4.1.1.8. Eski Alüvyon (Qel).....	22
4.1.1.9. Yamaç Molozu (Qy).....	22
4.1.1.10. Alüvyon (Qa).....	23
4.1.2. Allohton Birimler.....	23
4.1.2.1. Kapıdağ Kireçtaşı (Kk).....	23
4.2. Yapısal Jeoloji.....	25
4.2.1. Faylar.....	26
4.3. Jeolojik Evrim.....	27
4.4. Hidroloji.....	29
4.4.1. Yağış.....	29
4.4.2. Buharlaşma.....	35
4.4.3. Akış.....	43
4.4.4. Su Bilançosu.....	43
4.5. Hidrojeoloji.....	47
4.5.1.Su Noktaları.....	47
4.5.1.1. Akarsular.....	47
4.5.1.2. Kaynaklar.....	53
4.5.1.3.Sondaj Kuyuları ve Sığ Kuyular.....	57
4.5.1.4.Göller.....	61
4.5.2. Litolojik Birimlerin Hidrojeolojik Özellikleri.....	62

4.5.2.1. Geçirimli Birim(Gç1).....	62
4.5.2.2. Geçirimli Birim(Gç2).....	63
4.5.2.3. Geçirimli Birim(Gç3).....	64
4.5.2.4. Yarı Geçirimli Birim (Gy).....	64
4.5.2.5. Geçirimsiz Birim (Gz).....	64
4.5.3. Akiferlerin Hidrojelojik Parametreleri .....	65
4.5.4. Yeraltısuyu Dinamiği.....	68
4.5.4.1. Yeraltısuyu Seviye Haritaları .....	68
4.5.4.2. Yeraltısuyu Seviye Değişimi.....	69
4.6. Su Kimyası.....	70
4.6.1. Yeraltısularının Genel Kimyasal Özellikleri.....	70
4.6.1.1. Sertlik.....	73
4.6.1.2. Hidrojen İyon Konsantrasyonu (pH).....	73
4.6.1.3. Özgül Elektriksel İletkenlik (EC) .....	74
4.6.1.4.Sodyum Absorpsiyon Oranı (SAR).....	74
4.6.1.5. Sodyum İyon Yüzdesi (% Na).....	75
4.6.2. Yeraltısularının Kimyasal Sınıflaması.....	75
4.6.2.1. Scholler (1995'e) Göre Suların Sınıflandırılması.....	75
4.6.2.2. Piper Diyagramına Göre Suların Sınıflaması.....	76
4.6.3. Suların Kullanım Özellikleri.....	78
4.6.3.1. Suların İçilebilirlik Özellikleri .....	78
4.6.3.2. Scholler'e Göre Suların İçilebilirlik Özellikleri.....	81
4.6.3.3.Suların Sulamada Kullanım Özellikleri.....	83
4.6.4. Yeraltısuyu Kirliliği.....	86
5. TARTIŞMA ve SONUÇLAR.....	90
6. YARARLANILAN ve DEĞİNİLEN KAYNAKLAR.....	93
7. ÖZGEÇMİŞ.....	97
8. EKLER.....	
EK-1 : Senirkent-Uluborlu Havzasının Jeoloji Haritası	
EK-2 : Senirkent-Uluborlu Havzasının Jeoloji Kesitleri	
EK-3 : Senirkent-Uluborlu Havzasının Eş Yağış Haritası	
EK-4 : Senirkent-Uluborlu Havzasının Drenaj Ağı Haritası	
EK-5 : Senirkent-Uluborlu Havzasının Hidrojeoloji ve Yeraltısuyu Seviye Haritası (Eylül 2003)	
EK-6 : Senirkent-Uluborlu Havzasının Yeraltısuyu SeviyeHaritası (Mayıs 2004)	
EK-7 : Sondaj Kuyuları Debi Haritası	
EK-8 : Senirkent-Uluborlu Havzasının Hidrojeokimya Haritası	
EK-9 : Kuyu Hidroliği Grafikleri	
EK-10 : Yüze ve Yeraltısularında Ağır Metal, Nitrat, Nitrit ve Amonyak Konsantrasyonları Dağılım Haritaları	

## ÖZET

Bu çalışma Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilimdalı'nda yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Bu çalışmada, ülkemizin önemli tatlı su rezervuarlarından biri olan Eğirdir Gölü su toplama alanı içerisinde bulunan, Senirkent-Uluborlu havzasında yeraltısuyu potansiyelini ve kalitesini belirlemek amacıyla hidrojeolojik havza etüdü yapılmıştır. Bu çalışmalar doğrultusunda havzada; jeoloji, hidroloji, hidrojeoloji ve hidrojeokimyasal incelemeler yapılmıştır. Bu incelemeler Senirkent-Uluborlu havzasının yüzey drenaj alanı içerisinde gerçekleştirilmiştir.

Jeoloji çalışmalarında; inceleme alanında yer alan birimlerin jeolojik yapısına açıklık getirmek amacıyla, bölgede yapılmış önceki çalışmalar incelenmiş ve saha çalışmaları ile revize edilerek sahanın 1/100 000 ölçekli jeoloji haritası ve yeraltı jeolojisine açıklık getirmek amacıyla enine jeolojik kesitleri hazırlanmıştır. Bölgede yer alan kaya birimleri özelliklerine ve birbirleriyle olan ilişkilerine göre allokton ve otokton olmak üzere 2 grup altında toplanmıştır. Otokton birimler yaşlıdan gence doğru; Sarıyardere dolomiti, Yassıviran kireçtaşı, Suuçandere kireçtaşı, Uluborlu formasyonu, İncesu konglomera üyesi, Zendevi volkanitleri, Pliyosen karasal çökeller, Pupa Çayı konglomerası, Eski alüvyon, Yamaç molozu ve Alüvyondan oluşmaktadır. Bölgede allokton birim olarak Kapıdağı kireçtaşı bulunmaktadır.

Hidrojeoloji çalışmalarında; inceleme alanında gözlenen litolojik birimlerin hidrojeolojik özelliklerine göre, geçirimli (Gç), yarı geçirimli (Gy) ve geçirimsiz birimler (Gz) olarak değerlendirilmiş ve bölgenin 1 / 100 000 ölçekli hidrojeoloji haritası hazırlanmıştır.

Alüvyon akiferin hidrojeolojik parametreleri (K,T,S), DSİ 18. Bölge Müdürlüğü tarafından açılan sondaj kuyularında yapılmış olan pompaj deney verilerinden yararlanarak belirlenmiştir. Bu verilere göre hidrojeolojik parametreler ortalama olarak; Senirkent bölgesi için,  $K= 3,24 \times 10^{-5}$  m/sn,  $T= 3,44 \times 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/sn,  $S= 2,81 \times 10^{-2}$ , Uluborlu bölgesi için  $K= 6,15 \times 10^{-6}$  m/sn,  $T= 1,84 \times 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/sn,  $S= 1,95$ 'dir.

Havzada yeraltısuyu dinamiğine açıklık getirmek amacıyla hazırlanan yeraltısuyu seviye haritasından akım yönünün Eğirdir Gölü'ne doğru olduğu görülmüştür.

Hidroloji çalışmalarında; inceleme alanına ait yağış, buharlaşma-terleme ve akış verilerinden yararlanılarak havza için toplam beslenme ( $465,174 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/yıl) ve toplam boşalım ( $375,84 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/yıl) miktarları hesaplanmıştır. Bilanço farkı  $90 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/yıl olarak bulunmuştur. Bu hesaplamalara göre havzada emniyetli olarak kullanılabilir su miktarı, bilanço farkının %60'ı olan  $54 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/yıl olarak belirlenmiştir.

Çalışma alanında suların hidrojeokimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla, temsili lokasyonlardan alınan, yüzey ve yeraltısuyu örneklerinin hidrojeokimyasal analizleri yapılmıştır. Su kimyasının litoloji ile ilişkisi ve bölgesel farklılığını görmek amacıyla 1/100 000 ölçekli hidrojeokimya haritası hazırlanmıştır. Havzadaki sular Piper diyagramına göre Ca-Mg-HCO<sub>3</sub>'lü sular olduğu ve karbonatlı kayalardan beslendiği görülmektedir. Schöeller diyagramına göre çok iyi-iyi kaliteli sular, ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramına göre C<sub>2</sub>S<sub>1</sub> sınıfında, Wilcox diyagramlarına göre çok iyi-iyi kullanılabilir sular sınıflarında yer almaktadır.

İnceleme alanında yüzey ve yeraltısularının kirliliklerinin belirlenmesi için yapılan nitrat ( $\text{NO}_3$ ), nitrit ( $\text{NO}_2$ ), amonyak ( $\text{NH}_4$ ) ve ağır metal analiz sonuçlarına göre, havzada suların dış kökenli kirleticilerden olumsuz etkilendiği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Jeoloji, hidrojeoloji, Senirkent-Uluborlu, su bilançosu, su kimyası

## ABSTRACT

This study has been prepared as master thesis in Geological Engineering Section of the Graduate School of Natural and Applied Sciences of Süleyman Demirel University.

In this study, hydrogeological basin investigation has been carried out to determine the quality and potential of groundwater of Senirkent-Uluborlu basin occurring in the Eğirdir Lake fresh water basin, which is one of the most important fresh water basins in our country. For this purpose, geological, hydrology, hydrogeology and hydrochemical features of the Senirkent-Uluborlu basin constrained by surface drainage area have been determined.

By using previous works made in the study area, 1/100 000 scale geological map and cross-sections of the study area have been prepared. The lithological units, which make up of the area were separated into two groups as autochthonous and allochthonous units. Autochthonous units consists from oldest to youngest of Sarıyardere dolomite, Yassıviran, Suuçandere limestones, Uluborlu formation, İncesu conglomerate members, Zendevidan volcanites, Pliocene terrestrial sediment, Pupaçayı conglomerate, old alluvium, slope wash and alluvium. Kapıdağ limestone is only the allochthonous unit in the area:

The lithological units have been evaluated as permeable, semi-permeable, impermeable units in terms of their hydrogeological features and 1/100 000 scale hydrogeological map was made.

Hydrogeologic parameters (K,T,S) of alluvium aquifer were estimated by using results of pump experiment made by DSİ 18. Regional Management. According to these results, hydrogeological parameters for Senirkent area are  $T= 3.44 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ ,  $K= 3.24 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ ,  $S=2.81 \times 10^{-2}$ , and for Uluborlu area;  $T= 1.84 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ ,  $K= 6.15 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ ,  $S=1.95$ .

Groundwater map of the study area shows that direction of groundwater flow is towards the Eğirdir Lake.

By using precipitation, evaporation-transpiration, flow data of the area, total recharge and discharge were found as  $465,174 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{year}$  and  $375,84 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{year}$  respectively. Water budget deficit was calculated as  $90 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{year}$  and the amount of water, which can be used safely, was determined as  $54 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{year}$ , %60 of water budget deficit.

In order to find out the hydrogeochemical features, surface and groundwater samples taken from representative locations in the study area were analysed for the hydrochemical features. 1/100 000 scale hydrochemical map was made to find out relation of water chemistry with lithological units and to see the differences in regional scale. Waters plotted within the Ca-Mg-HCO<sub>3</sub> area in Piper diagram and it is thought that these waters are in relation with carbonate rocks. They take place in good-best quality waters in Schöller diagram, in C<sub>2</sub>S<sub>1</sub> class in diagram of USA Salinity Lab., good-best usable waters in Wilcox diagrams.

Values of NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub> heavy metals analyses made to determine pollution of groundwater, show that water in the basin have been affected from the outer-originated polluters.

**Key Words:** Geology, hydrogeology, Senirkent-Uluborlu, water budget, water chemistry

## TEŞEKKÜR

Bu tez Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Anabilim Dalı Uygulamalı Jeoloji Programında yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır. Finansal desteklerinden dolayı SDÜ Araştırma Projeleri Yönetim Birimi'ne teşekkür ederim.

Tezin konu seçiminden hazırlanmasına kadar tüm bilgi ve tecrübelerini benden esirgemeyen ve tezin her aşamasında özenle destek veren danışman hocam Prof.Dr. Remzi KARAGÜZEL'e teşekkürü bir borç bilirim.

Tezle ilgili her konuda beni yönlendiren ve yardımcı olan hocalarım Yrd.Doç.Dr.Ayşen DAVRAZ'a, Yrd.Doç.Dr. Kamil YILMAZ ve Uzm. İskender SOYASLAN'a çok teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında bana destek ve özellikle arazi çalışmalarında yardımcı olan meslektaşım Arş.Gör. Şehnaz TAY'a teşekkürü bir borç bilirim.

Tezin arazi çalışmalarının yürütülebilmesi için lojistik destek sağlayan Uluborlu ve Senirkent Belediye Başkan ve personeline teşekkür ederim.

Bu çalışmanın gerçekleştirilebilmesi için imkan sağlayan Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'ne ve Jeoloji Mühendisliği Bölüm Başkanlığı'na ve ayrıca manevi desteklerinden dolayı aileme teşekkür ederim.

Ocak, 2005

Fatma SEYMAN



Şekil 3.1	İnceleme Alanının Yer Bulduru Haritası.....	8
Şekil 4.1	İnceleme Alanının Tektono-Stratigrafik Sütun Kesiti.....	13
Şekil 4.2	Yassıviran Kireçtaşlarının Görünümü (Senirkent GD'su).....	15
Şekil 4.3	Suuçandere Kireçtaşlarından Bir Görünüm (Çatma T. KB'sı)...	17
Şekil 4.4	Uluborlu Formasyonundan Bir Görünüm (Gençali Kuzeyi).....	19
Şekil 4.5	Zendeve Volkanitlerinden Bir Görünüm (Gençali KB'sı).....	21
Şekil 4.6	Kapıdağ Kireçtaşlarından Görünüm (Kömürlük Tepe).....	24
Şekil 4.7	Gençali Dolaylarında volkanitler üzerinde gözlenen faydan bir görünüm.....	27
Şekil 4.8	Çalışma Alanının Tektonik Haritası.....	28
Şekil 4.9 (a)	Ortalama Yıllık Yağıştan Eklenik Sapma (Senirkent DMİ).....	32
Şekil 4.9 (b)	Senirkent Bölgesinde Yağışın Yıllara Göre Dağılımı.....	32
Şekil 4.10 (a)	Ortalama Yıllık Yağıştan Eklenik Sapma (Uluborlu DMİ).....	33
Şekil 4.10 (b)	Uluborlu Bölgesinde Yağışın Yıllara Göre Dağılımı.....	33
Şekil 4.11 (a)	Ortalama Yıllık Yağıştan Eklenik Sapma (Gençali DMİ).....	34
Şekil 4.11 (b)	Gençali Bölgesinde Yağışın Yıllara Göre Dağılımı.....	34
Şekil 4.12	Thorntwaite Yöntemine Göre Yağış ve Etp'nin Aylık Değişim Grafiği (Senirkent).....	38
Şekil 4.13	Thorntwaite Yöntemine Göre Yağış ve Etp'nin Aylık Değişim Grafiği (Uluborlu) .....	40
Şekil 4.14	Yağış ve Etp'nin Aylık Değişim Grafiği (Senirkent ve Uluborlu Ortalaması).....	42
Şekil 4.15	Uluborlu Barajı'nın Teknik Özellikleri ve Mansaptan Bir Görünüm.....	50
Şekil 4.16	İleydağı Göleti'nin Görünümü ve Teknik Özellikleri.....	52
Şekil 4.17	Değirmendere Kaynağı Jeolojik Kesiti.....	53
Şekil 4.18	Ayazmana Kaynağı Jeolojik Kesiti.....	54
Şekil 4.19	Kayaagzı Kaynağı Jeolojik Kesiti.....	54
Şekil 4.20	Üğüllü Kaynağı Jeolojik Kesiti.....	55
Şekil 4.21	Üğüllü Kaynağı'ndan Bir Görünüm.....	56
Şekil 4.22	Uluborlu Bölgesi Sondaj Kuyu Logları.....	58
Şekil 4.23 (a)	Senirkent Bölgesi Sondaj Kuyu Logları.....	59
Şekil 4.23 (b)	Senirkent Bölgesi Sondaj Kuyu Logları (Devamı).....	60
Şekil 4.24	Piper Diyagramı.....	77
Şekil 4.25	Schöller Diyagramı.....	82
Şekil 4.26	ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramı.....	84
Şekil 4.27	Wilcox Diyagramı.....	85
Şekil 4.28	İleydağı Köyü Atık Su Arıtma Tesisi Taban Sızdırmazlık Çalışmaları.....	87

Çizelge 3.1	Çalışma Alanında Yeralan Yerleşim Merkezlerine Ait 2000 Yılı Nüfus Sayım Sonuçları.....	9
Çizelge 4.1	Isparta ve Afyon İllerine Bağlı Devlet Meteoroloji İstasyonları	30
Çizelge 4.2	Uluborlu-Senirkent Havzası Dolayındaki Devlet Meteoroloji İstasyonları Yıllık ve Ortalama Yağış Verileri.....	31
Çizelge 4.3	Senirkent Meteoroloji İstasyonu İçin Hazırlanan Thorntwaite Buharlaşma-Terleme Bilançosu.....	37
Çizelge 4.4	Uluborlu Meteoroloji İstasyonu İçin Hazırlanan Thorntwaite Buharlaşma-Terleme Bilançosu.....	39
Çizelge 4.5	Senirkent ve Uluborlu Meteoroloji İstasyonları Ortalaması İçin Hazırlanan Thorntwaite Buharlaşma-Terleme Bilançosu.....	41
Çizelge 4.6	Senirkent-Uluborlu Havzası Su Bilançosu.....	46
Çizelge 4.7	Pupa Çayı Su Temin Tablosu (DSİ 18. Bölge Müdürlüğü).....	49
Çizelge 4.8	Uluborlu ve Senirkent ilçelerine Ait DSİ 18. Bölge Müdürlüğü Tarafından Açılmış Olan Sondaj Kuyularının Verileri.....	61
Çizelge 4.9	Akifer Parametreleri (K,T,S).....	66
Çizelge 4.10	Yeraltısuyu Seviye Ölçümleri (30.09.2003-20.05.2004).....	69
Çizelge 4.11	Senirkent-Uluborlu Havzasında Yüzey ve Yeraltısularının Hidrojeokimyasal Özellikleri.....	72
Çizelge 4.12	Türk İçme Suyu Standartı (TS-266).....	79
Çizelge 4.13	Dünya Sağlık Örgütü İçme Suyu Standartları (WHO).....	80
Çizelge 4.14	Senirkent-Uluborlu Havzasında Yüzey ve Yeraltısularında Ağır Metal Konsantrasyonları (ACME Laboratuvarları).....	88
Çizelge 4.15	Senirkent-Uluborlu Havzasında Yüzey ve Yeraltısularında Nitrat, Nitrit ve Amonyak Konsantrasyonları.....	89

## 1.GİRİŞ

Yeryüzünde yüzey ve yeraltısularının esas kaynağını oluşturan yağışın Dünya ortalaması 1000 mm iken Türkiye ortalaması 646 mm'dir. Bu durum Türkiye'nin su kaynakları bakımından zengin ülkeler arasında yeralmadığını göstermektedir. Bu nedenle ülkemizde su kaynaklarından rezervi tüketmeden ve kaliteyi bozmadan yararlanma zorunluluğu artmaktadır. Ülkemizde, artan nüfusla, kişi başına düşen su potansiyeli her yıl biraz daha azalmaktadır. Öte yandan, yanlış arazi kullanımı, kentleşme ve sanayi kuruluşlarında, vahşi depolanan katı atıklar, sıvı atıklar arıtılmaksızın deşarj edilen havzalarda, yüzey ve yeraltı sularının hızla kirlenmesine neden olmaktadır.

Türkiye' de yıllık kullanılabilir yeraltı ve yerüstü su potansiyeli toplam olarak 107,3 km<sup>3</sup>tür (DSİ, 1997). İyi nitelikli kullanılabilir yüzey suları potansiyelinin %33,15'i, yeraltısuyu potansiyelinin %48,78'i fiilen kullanılabilir. Ülkemizde içme ve kullanmaya ayrılan mevcut su miktarı 2,401 km<sup>3</sup>/yıl dolayındadır. Ülkemizde su kaynaklarının rezervleri günümüz için yeterlidir. Ancak, gelecekteki kullanımlar için yeterli miktar ve kalitede suyun olup olmadığını belirlemek ve havzaların sorunlarına karşı çözümler üretmek için hidrojeolojik havza etüdlerinin yapılması gerekmektedir.

Tez konusu olarak seçilen havzada, sulama suyunun büyük bölümü Eğirdir Gölü'nden temin edilmektedir. Uluborlu-Senirkent havzasında 1969 yılında DSİ tarafından yapılan etüd dışında ayrıntılı bir hidrojeoloji çalışması bulunmamaktadır. Ancak, bölgede tarımsal faaliyetlerde sulama suyuna olan talebin artışı ve nüfusla birlikte artan katı ve sıvı atıkların su kalitesine olan olumsuz etkileri, havzada hidrojeoloji çalışmalarının revize edilmesi zorunluluğunu getirmiştir.

### 1.1 Çalışmanın Amacı

Bu yüksek lisans tezinde, Eğirdir Gölü'nün yüzey drenaj alanı içinde yer alan Senirkent-Uluborlu havzasının hidrojeoloji incelemesini yaparak, havzadaki su potansiyeli ve kalitesi ile en uygun kullanım koşullarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

## **2.KAYNAK ÖZETLERİ**

### **2.1 Önceki Çalışmalar**

Çalışma alanının ve yakın çevresinin jeolojisi birçok yerli ve yabancı araştırmacılar tarafından incelenmiştir. Ancak, mühendislik jeolojisi ve hidrojeolojisi ile ilgili sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır.

**Parejas (1942);** Araştırmacı Sandıklı, Dinar, Burdur, Isparta, Eğirdir civarının 1/100000 ölçekli jeoloji haritasını yapmıştır. Alanın, Alp Jeosenkline, Torid çukurunun kuzey sahilinde olabileceğini ve bölgenin stratigrafisinin Paleozoyik, Verrukana, Mesozoyik, Tersiyer (Eosen-Oligosen) ve Neojen'den meydana geldiğini savunmuştur.

**Altınlı (1944);** Antalya, Burdur, Isparta bölgelerinde yaptığı çalışmalarda; fasiyeslerin benzerlikleri yönünden, stratigrafik birimlerin ayrılmasındaki güçlükleri belirterek; Jura yaşlı kumtaşı, radyolarit, silisli şist, kuvarsit topluluğu ile temsil edilen filişimsi serinin üzerine Senomaniyen yaşlı Rudist ve Actaenella'lı kireçtaşlarının geldiğini, üzerinde Senomaniyen yaşlı kireçtaşlarının ve bunları diskordansla örten Eosen' in geldiğini belirtmiştir.

**Brunn vd. (1965);** Araştırmacılar Batı Toros'larda çok geniş çalışmalar yapmışlardır. Beydağlarını ve Geyik Dağı'nı otokton kabul etmişler ve bunların üstünde üç ana nap yapılarının bulunduğunu ileri sürmüşlerdir. Sırasıyla; kuzeydoğudan geldiği varsayılan ve Lütisiyen-Priaboniyen filişisi üzerine oturan Hoyran-Beyşehir-Hadım napları, kuzeybatıdan gelen ve üzerine Üst Kretase-Eosen aralığında (Lütisiyen öncesi) gelen Antalya naplarının yereldiğini savunmuşlardır.

**Poisson (1968);** Antalya, Burdur, Korkuteli, Isparta dolaylarında çalışmalar yapan araştırmacı, batı ve kuzeybatıda çok detaylı çalışmalar yapmış ve özellikle de Beydağlarına ağırlık vererek stratigrafisini ortaya koymaya çalışmıştır. Beydağlarının Liyas'tan başlayarak Senomaniyen sonuna kadar resifal kireçtaşları olarak devam ettiğini, Senomaniyenin pelajik kireçtaşlarından oluştuğunu, Üst Paleosen-Alt Eosen yaşında bir olistrostromun varlığını, bunların üzerinde Lütésiyen kireçtaşlarının diskordans olduğunu, Akitanienin resifal kireçtaşları, Burdigaliyenin filiş olarak devam ettiğini belirtmiştir.

**DSİ, (1969),** Senirkent ovası hidrojeoloji incelemesi kapsamında alüvyon ortamda su potansiyeli belirlenmiştir.

**Dumont ve Kerey (1975);** Eğirdir Gölü güneyinde, Beydağları ile Anamasdağ, Geyik Dağı arasında kalan alanda; kaya birimlerinin stratigrafik ve tektonik özellikler açısından birbirleriyle farklılık gösteren üç birlik olarak adlandırmışlardır. Bunlardan, Karacahisar Birliği, metamorfik şistler ve kireçlerinden oluşmuştur. İkinci birlik olan Ofiyolitli Birlik çeşitli yaştaki kireçtaşı blokları, radyolarit içeren serpantinleşmiş peridotit ve ultrabazik kayalardan oluşurken üçüncü birlik olan Dulup Birliği Jura-Kretase yaşlı dolomit ve kireçtaşları ile temsil edilirler.

**D.S.İ. (1975);** D.S.İ. 18. Bölge Müdürlüğü tarafından hazırlanmış olan Isparta-Uluborlu Barajı yapılabirlik raporunda, Uluborlu Barajı projesi kapsamında sulama ve taşkın koruma amaçlarına hizmet etmek üzere Pupa Çayı üzerinde yapılacak depolamanın jeoteknik durumunu belirtilmek amacıyla çalışmalar yapılmıştır.

**Koçyiğit (1980);** Isparta Büklümü kuzey kenarında yer alan Hoyran Gölü yöresinin stratigrafik ve tektonik özelliklerini belirlemeyi amaçlayan çalışmacı; metamorfitle temsil edilen Üst Kambriyen-Alt Ordovisiyen yaşlı Sultandede formasyonunun temeli oluşturduğunu, ve bu temeli açısız uyumsuzlukla üstleyen Hoyran grubunun ise Liyas-Lütésiyen yaşlı sürekli bir sedimanter istif ile tanımlandığını; ayrıca Liyas'ta başlayan Mesozoyik transgresyonun Lütésiyen'e kadar devam ettiğini belirtmiştir.

**Koçyiğit (1981);** Batı Toroslar'da karbonat platformunun evrimini inceleyen araştırmacı Toroslarda gözlenen ve egemen kaya türü genelde sığ denizel özellikli Paleozoyik, Mesozoyik ve Alt Tersiyer yaşlı karbonatlardan oluşan birimleri Toros Karbonat Platformu olarak adlandırmıştır. Platformdaki stratigrafik boşlukların genelde Üst Karbonifer - Alt Triyas'a rastladığını belirtmiştir. Araştırmacı tüm Mesozoyik istifinin egemen kaya türünün sığ denizel kökenli karbonatlar olduğu ve transgrasyonla başladığından bahsetmiştir. Araştırmacı Toros Karbonat platformu' nun özellikle Mesozoyik Alt Tersiyer sırasında oluşmuş örnek istiflerden birinin, Isparta Büklümü kuzey iç kenarında (Hoyran Havzası) yüzelediğini belirtmiştir.

**Koçyiğit (1983);** Göller Bölgesi'nin tektonik evriminde birbirini izleyen duraylı, çökme tektoniği ve sıkışma tektoniğine bağlı olay ve jeolojik yapıları başlıca üç tektonizma dönemine ayırtlamıştır. Yazara göre bunlar sırasıyla, paleotektonik dönem, geçiş dönemi ve yeni tektonik dönem şeklinde sınıflanmıştır. Liyas'tan başlayıp Üst Lütesiyen sonuna kadar süren ve platform üzerine İç Toros ofiyolitli karışığı napının tektonik olarak üzerlemesiyle sona eren eski tektonik dönem veya Paleotektonik dönem, Üst Lütesiyen sonu ile Orta Oligosen sonu aralığında gerçekleşen ve molas oluşumuyla aralanan geçiş dönemi, Orta Oligosen sonunda başlayıp günümüze değin süren çökme tektoniğiyle denetlenen dönemi ise yeni tektonik dönem olarak adlanmıştır.

**Yalçınkaya vd. (1986);** Bölgede yaptıkları çalışmalarda Batı Toroslar'da yüzeyleyen kaya birimlerinin düzgün bir stratigrafik dizilime sahip olduğunu belirtmişlerdir. Genel stratigrafî çatısı içinde Batı Torosları otokton konumlu olarak, Teke Toroslarını ise allohton konumlu olarak tanımlamışlardır.

**Yalçınkaya (1989);** Batı Toroslar'da Isparta açısını oluşturan Mesozoyik ve Tersiyer yaşlı kaya birimlerinin stratigrafisi ile ofiyolitik kayalarla olan ilişkilerini ve bunların tektonik evrimini araştırmıştır. Neritik, yarı pelajik ve pelajik fasiyeste çökelmiş kireçtaşlarından oluşan Davraz formasyonunun Anatolid - Torid platformunun küçük

bir bölümünü yansıttığını belirten yazar, ofiyolitik karmaşıkların Üst Paleosen - Alt Eosen zaman aralığında bölgeye yerleştiğini vurgulamıştır.

**Karaman (1989);** Eğirdir, Kovada, Kaşıkara ve Burdur Geç Senozoyik havzalarının yapısal evrimini ve ekonomik potansiyelini araştırmıştır. Orta Miyosen'de gerçekleşen Afrika Avrasya yakınlaşması ile bölgede sağ ve sol yanal atımlı iki makaslama fayının oluştuğunu, bu fayların kesiştiği yerde ise Eğirdir Gölü'nün açılmaya başladığını K-G doğrultulu açılma çatlaklarının normal faylara dönüşmesi ile Eğirdir Gölü'nün oluşumunu tamamladığını belirtmiştir.

**Karaman vd. (1990);** Gönen - Atabey arasındaki bölgede yaptıkları çalışmada kayaçları allokton ve otokton kökenli olmak üzere iki gruba ayırmışlardır. Bölgede tek allokton konumlu birim Orta - Üst Jura yaşlı Tinastepe kireçtaşları olduğunu ve Eosen yaşlı Kayıköy formasyonunu tektonik bir dokanakla üstlediğini belirtirler. Eosen yaşlı Kayıköy formasyonu iki üyeye ayrılmıştır. Formasyonun üstünde bulunan bu üyelerin birbirleriyle yanal ve düşey geçişli olduğunu belirterek önceden Oligosen olarak değerlendirilen bu birimlerin Üst Eosen yaşlı olduğunu tespit etmişlerdir.

**Mutlutürk vd. (1991),** Türkiye'nin 4. büyük gölü olan Eğirdir Gölü'nün doğal ve yapay yollarla kirlenmesine neden olan kirleticiler araştırmışlardır. Yaklaşık 470 km<sup>2</sup>'lik göl alanı ve 3351.2 km<sup>2</sup>'lik havza alanı kirleticilerden etkilenmektedir. Gerek su potansiyeli, gerek çevreye olan etkisi, gerekse gelecekte bölge halkı için içme suyu temin edecek olan bu gölün ve havzanın mutlak kirlenme faktörleri bitki besin maddeleri, hayvansal atıklar, tarımsal mücadele ilaçları, kanalizasyon, evsel sıvı atıklar ve katı atıklar olduğunu ortaya koymuşlardır.

**Özgül vd. (1991);** Araştırmacılar Göller Bölgesi yada Isparta Büklümü adlarıyla bilinen Orta ve Batı Torosların birleştiği bölgenin çeşitli yörelerinde çok sayıda çalışmalar yapmışlardır. Bölgenin stratigrafi ve yapısal özellikleri açısından birbirinden farklı kaya topluluklarını incelemişler ve ayrı birlikler altında

toplamışlardır. Bu birlikleri Geyik Dağı, Aladağ, Bolkar Dağı, Bozkır ve Antalya Birlikleri ve Batı Toroslarda bilinen Bey Dağı Birliği olarak adlandırmışlardır.

**Karagüzel vd. (1996);** Araştırmacılar 13 Temmuz 1995 tarihinde Senirkent'te meydana gelen moloz-çamur akmasında; olayın nedenlerinin açıklanabilmesi, alınması gereken önlemleri belirlemek ve projelendirmek için, öncelikle akmalara neden olan havzaların jeomorfolojik, hidrolojik ve jeolojik özelliklerini belirlemişlerdir. Ayrıca, sözkonusu doğal olayın yanısıra insan faktörünün yaşanan afete etkisini de tartışmışlardır.

**Polat (1997);** Çalışmada, Uluborlu-Senirkent Ovası (Isparta) hidrojeoloji incelemesi konulu bitirme ödevi kapsamında su kimyasını belirlemeye çalışmıştır.



### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1.İnceleme Alanının Tanıtılması

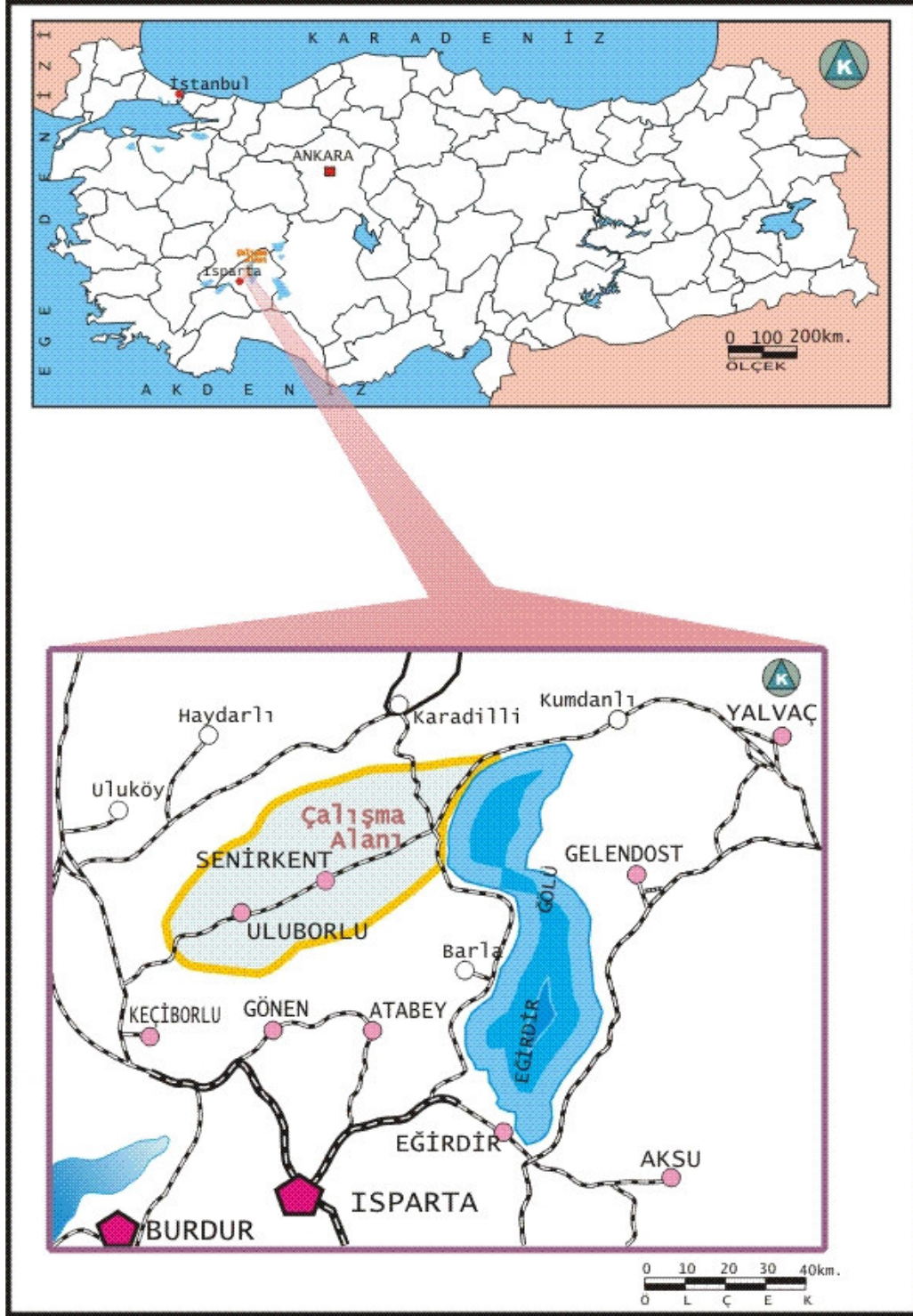
İnceleme alanı Türkiye'nin Göller Bölgesi'nde ve Eğirdir Gölü'nün batısında olup, yaklaşık 753 km<sup>2</sup>'lik bir alanı kapsamaktadır (Şekil 3.1). Havza içerisinde Senirkent ve Uluborlu ilçeleri ile Gençali, Büyükkabaca, Uluğbey, Küçükkabaca, İnhisar, İleydağı, Yassıören, Ortayazı, ve Garip kasabaları, çevresinde ise kuzeyde Kulak, batıda Dinar, güneyde Atabey ve Keçiborlu, güneydoğusunda Barla önemli yerleşim birimleridir.

Doğusunda Eğirdir Gölü'ne açılan ve yarı kapalı bir havza özelliğinde olan Senirkent-Uluborlu havzasının kuzey ve güneyi dağlarla sınırlanmıştır. İnceleme alanının batıdan doğuya doğru önemli yükseltileri başlıca; Karabeygir T. (2372m), Gelincik (Barla) Dağı (2799m), Beşparmak Dağı (2402m), Kapıdağı (2463m), Tınas T. (1989m), Kömürlük T. (1983m), Toklu T.(1911m), Gök T.(1992m), Şablalı T.(2130m), Kuzueşneği T. (2060m), Tepe çukuru T. (1999m), Kılınçlağın Dağı'dır. Ovanın batısında 1010m olan arazi kotu Eğirdir Gölü kenarında ise yaklaşık olarak 920 m'ye düşmektedir.

İnceleme alanının en önemli yüzeysel akışlarından Pupa Çayı ovayı baştan sona kat etmekte ve Eğirdir Gölü'ne (Hoyran Kesimi) dökülmektedir. Ayrıca Senirkent'in doğusunda yer alan Değirmendere ve Uluborlu'nun güneyinde yer alan Şehirçayı Pupa Çayı'nın önemli kollarıdır.

Coğrafi konum olarak Akdeniz ve İç Anadolu bölgeleri arasında yer alan çalışma alanı, Göller bölgesi ikliminin karakteristik özelliklerini taşımaktadır. İlkbaharı kısa, sonbahar ve kış mevsimleri uzun geçen bölgede, yazlar kurak ve sıcak, kış ayları ise soğuk ve yağışlıdır. Yağışlar en çok ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde düşmekte

olup, genellikle batı ve güney kesimden gelmektedir. Uzun yıllar (38 yıl) ortalamasına göre ortalama yıllık yağış 558 mm'dir.



Şekil 3.1 : İnceleme alanının yerbulduru haritası

Çalışma alanının batısına Isparta-Afyon yolunun 40. km'sinden doğuya dönülerek yaklaşık 10 km sonra ulaşılmaktadır. Ayrıca Isparta-Barla yolundan da çalışma alanının doğusuna ulaşmak mümkündür. Çalışma alanında yer alan başlıca yerleşim yerleri Senirkent ve Uluborlu ilçeleridir. Çalışma alanında bulunan yerleşim merkezlerine ait 2000 yılı nüfus sayım sonuçları Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Çalışma alanında yer alan yerleşim merkezlerine ait 2000 yılı nüfus sayım sonuçları

<b>Yerleşim Merkezleri</b>	<b>Nüfus (2000)</b>
Uluborlu Merkez	11717
Dereköy	324
İleydağı	319
İnhisar	129
Küçükkabaca	759
Senirkent Merkez	13698
Akkeçili	251
Başköy	222
Büyükkabaca	4479
Garip	655
Gençali	714
Ortayazı	375
Uluğbey	3507
Yassıören	1927
<b>Toplam</b>	<b>39078</b>

(Yerleşim merkezlerindeki belediyelerden alınan veriler kullanılmıştır.)

Çalışma alanında yüksek ve eğimli arazi kesimleri genelde mera olarak kullanılırken, düşük eğimli ova kenarları ve ovada sulu tarım yapılmaktadır. Bağcılık, elmacılık, gülcülük, kiraz, pancar ve hububat tarımı halkın önemli tarımsal faaliyetleridir. Tarım suyu Eğirdir Gölü, Uluborlu ve İleydağı Göletleri ile yeraltısuyundan sağlanmaktadır.

### 3.2.Çalışma Yöntemleri

Senirkent-Uluborlu havzasında yeraltısuyu potansiyelini ve kalitesini belirlemek amacıyla yapılan araştırmalar; jeoloji, hidroloji, hidrojeoloji ve hidrojeokimyasal çalışmalar başlıkları altında toplanmıştır. Çalışma alanı 1/100 000 ölçekli Afyon L-25 ve Afyon L-24 paftalarında yer almakta ve yaklaşık 753 km<sup>2</sup>'lik bir alanı kapsamaktadır. Bu çalışma kapsamında hazırlanan jeoloji ve hidrojeoloji haritaları 1/50 000 ölçekli ayrıntıda çalışılmış ve 1/100 000 ölçeğe küçültülerek sunulmuştur.

**Jeoloji:** Çalışmada öncelikle beslenme havzası sınırı 1/25 000 ölçekli topoğrafik haritalar yardımıyla belirlenmiştir. Havza sınırı içerisindeki alanın ayrıntılı 1/100 000 ölçekli jeoloji haritası önceki çalışmalardan ve arazi çalışmalarından yararlanarak hazırlanmıştır. Yeraltı jeolojisine açıklık getirmek amacıyla sistematik jeolojik kesitler çizilmiştir.

**Hidroloji :** Çalışmanın bu bölümünde, inceleme alanında yer alan Senirkent ve Uluborlu ilçelerinde bulunan Devlet Meteoroloji İstasyonlarının uzun yıllara ait ölçüm verileri kullanılarak, havza için su bilançosu elemanları belirlenmiştir. Bilanço elemanları yağış, buharlaşma, akış ve sızmadır.

Havza içinde ortalama yağış tayini için Eş Yağış (İzohyet) Yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntemde inceleme alanı ve yakın çevresinde yer alan meteoroloji istasyonlarına ait yıllık toplam yağış verileri kullanılmıştır. Ayrıca yağış verilerinden yararlanılarak Senirkent, Uluborlu ve Gençali yerleşim yerlerine ait eklenik sapma grafikleri hazırlanmıştır. Potansiyel ve gerçek buharlaşma-terleme değerleri Senirkent ve Uluborlu için Thornthwaite yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır. Havzaya dışarıdan gelen bir yüzeysel akış bulunmamaktadır. Havzadan Eğirdir Gölü'ne boşalan Pupa Çayı üzerinde bulunan ve DSİ 18. Bölge Müdürlüğü'ne ait olan akım-rasat istasyonu değerleri alınmıştır. Sonuç olarak, bu bölümde havza için su bilançosu oluşturulmuştur.

**Hidrojeoloji :** Bu bölümde inceleme alanında su noktaları, litolojik birimlerin hidrojeolojik özellikleri, akiferlerin hidrojeolojik parametreleri ve yeraltısuyu dinamiği konuları araştırılmıştır. Akiferlerin hidrolojik parametrelerinin tespit edilebilmesi için DSİ tarafından açılmış sondaj kuyularında yapılan pompaj deneylerinde elde edilen zaman-düşüm değerleri kullanılmıştır. Deney sonuçlarının değerlendirilmesinde Aquifer Test 3.5 bilgisayar yazılım programından yararlanılarak, Cooper-Jacob Time Drown ve Thies yöntemleri kullanılmıştır. Senirkent-Uluborlu havzasında yeraltısuyu seviyesi ve akım yönü belirlenmesi için Eylül (2003) ve Mayıs (2004) dönemlerinde yeraltısuyu seviye ölçümleri yapılmıştır. Seviye ölçümlerinde GPS ve kuyu rasat aletinden yararlanılmıştır.

**Hidrojeokimya :** Çalışma alanında yeraltısularının hidrojeokimyasal özelliklerini ve kirlilik durumunu belirlemek amacıyla, havzayı temsil edecek yüzey ve yeraltısuyu (kaynak, kuyu) noktaları belirlenmiştir. Seçilen lokasyonlardan alınan örneklerin kimyasal analizleri ACME (Kanada) laboratuvarında, SDÜ Jeotermal Enerji, Yeraltısuyu Mineral Kaynakları Araştırma ve Uygulama Merkezi ve SDÜ Çevre Mühendisliği laboratuvarlarında yaptırılmıştır. Analiz sonuçları farklı yöntemlerle değerlendirilerek ve çeşitli kullanım alanlarına göre sınıflandırılmıştır.

## **4. ARAŞTIRMA BULGULARI**

### **4.1.Stratigrafi**

Senirkent-Uluborlu havzasının yüzey drenaj alanı sınırı belirlenerek tüm çalışmalar havza sınırı içerisinde kalan alan için gerçekleştirilmiştir. İnceleme alanında yer alan birimlerin jeolojik yapısına açıklık getirmek amacıyla, bölgede yapılmış önceki çalışmalar incelenmiş ve saha çalışmaları ile revize edilerek sahanın 1/100 000 ölçekli jeoloji haritası ve yeraltı jeolojisine açıklık getirmek amacıyla enine jeolojik kesitleri hazırlanmıştır (Ek-1, EK-2).

Bölgede yer alan kaya birimleri özelliklerine ve birbirleriyle olan ilişkilerine göre allokton ve otokton olmak üzere 2 grup altında toplanmıştır. Otokton birimler yaşlıdan gence doğru; Sarıyardere dolomiti, Yassıviran kireçtaşı, Suuçandere kireçtaşı, Uluborlu formasyonu, İncesu konglomera yesi, Zendevi volkanitleri, Pliyosen karasal çökeller, Pupa ayı konglomerası, Eski alüvyon, Yamaç molozu ve alüvyondan oluşmaktadır. Bölgede allokton birim olarak Kapıdağı kireçtaşı bulunmaktadır (Şekil 4.1)

#### **4.1.1. Otokton Birimler**

##### **4.1.1.1. Sarıyardere Dolomiti (TRs)**

Birim, Dumont ve Kerey (1975) tarafından MenteŐe dolomiti olarak adlandırılırken, özgül vd. (1991) tarafından MenteŐe dolomiti ile denestirilebilecek nitelik ve konumda olduğu için ismi deđiŐtirilerek Sarıyardere dolomiti olarak adlandırılmıştır.

M E S O Z O Y I K		S E N O Z O Y I K						ÜST SİSTEM	
TRİYAS	JURA	KRETASE		TERSIYER			KUVATERNER	SİSTEM	SİRİ
		ALT	ÜST	PALEOJEN	EOSEN	MIYOSEN			
RESİYEN				PALEOSEN	EOSEN	MIYOSEN	PLİYOSEN		
TRs	Jy	JKs	Kk	Tu	Tz	Pp	Pl	Qal	Qym
SARIYERDERE DOLOMITİ	YASSIYIRAN KIREÇTAŞI	SUUÇANDERE KIREÇTAŞI	KORİBAĞ KIREÇTAŞI	ULUBORLU FORMASYONU	ZARINDI YOLKANTIRI	TEPEKÖY KONGLOMERATI	TEPEKÖY KONGLOMERATI	YARILAC BÖLÜCÜ ALÜVYON	YARILAC BÖLÜCÜ ALÜVYON
SARIYERDERE DOLOMITİ				İNCESU KONGLOMERATI (Tu)					
71-50	500	470	30-40	1000		100			
								LİTOLOJİ	
								AÇIKLAMALAR	
									Kil, silt, kum, çakıl, blok boyutundaki malzeme
									Gevşek tutturulmuş çakıl, kum, silt ve kil
									Gevşek yapılı killi, kumlu çakıl
									Kil yüzdesi fazla olan gevşek koglomera
									Kil, silt, kum, çakıl, marn, kiltaş, kumtaş ardalınması
									Trakit, tüf ve aglomera
									İncesu Üyesi: İyi yuvarlaklaşmış, kalın ve düzensiz tabakalı koglomera
									İnce-orta-kalın tabakalı, gri, yeşil, bej, kırı sarı renkli, kumtaş, kiltaş, silttaş ve koglomera
									Orta-kalın katmanlı, rudist parçalı, kırı beyaz, gri, açık gri renkli kireçtaş
									Kül renkli, orta katmanlı, fosil taneli kireçtaş
									Kalın tabakalı, homojen, alg, mercan, gastropod fosilli kireçtaş
									Açık gri, yoğun bitümlü, kırılğan yapılı dolomit

ÖLÇEKSİZ

Şekil 3.1 İnceleme alanının tektono-stratigrafik sütun kesiti



Özgül vd. (1991), Sarıyardere dolomitini Barla Dağı'nın kuzeybatı ve kuzey eteklerinde yüzeylenen Senirkent birimine dahil etmişlerdir. Senirkent birimi Üst Triyas-Üst Eosen aralığında çökelmiş kayaları kapsar. Sarıyardere dolomiti Barla Dağı ile Uluborlu ve Senirkent ilçelerinin arasında kalan dik yamacında düzenli kesit veren Senirkent biriminin, bölgede yüzeylenen en yaşlı kaya-stratigrafi birimidir (Özgül vd, 1991).

Sarıyardere dolomiti, inceleme alanında Senirkent, Yassıören, ve Garip yerleşim birimlerinin güneyinde ve Kapıdağ'ın doğusunda geniş bir yayılıma sahiptir. Ayrıca, Barla (Gelincik) Dağı ile Beşparmak Dağı aralığında, bu iki dağın güney ve kuzeyinde olmak üzere iki koldan doğu-batı yönünde de yayılım göstermektedir (EK-1).

Gri, grimsi siyah renkli, orta-kalın katmanlı, yoğun bitüm kokulu, üzerinde bol megalodont kavkıları bulunduran, çok kırılmalı bir yapıya sahip, yersel olarak breşik ve sık eklemli, dolomitik kireçtaşlarından oluşan Sarıyardere dolomiti, 150 m kalınlığa sahiptir (Yalçınkaya vd. 1986).

Üst Triyas-Paleosen aralığına ait kaya birimlerinden bölgede açığa çıkan en yaşlı kaya stratigrafi birimini Noriyen-Resiyen yaşta Sarıyardere dolomiti oluşturmaktadır (Şekil 4.1). Suuçandere kireçtaşı dolomitler üzerine uyumlu olarak gelmektedir (Özgül vd. 1991).

#### **4.1.1.2. Yassıviran Kireçtaşı (Jy)**

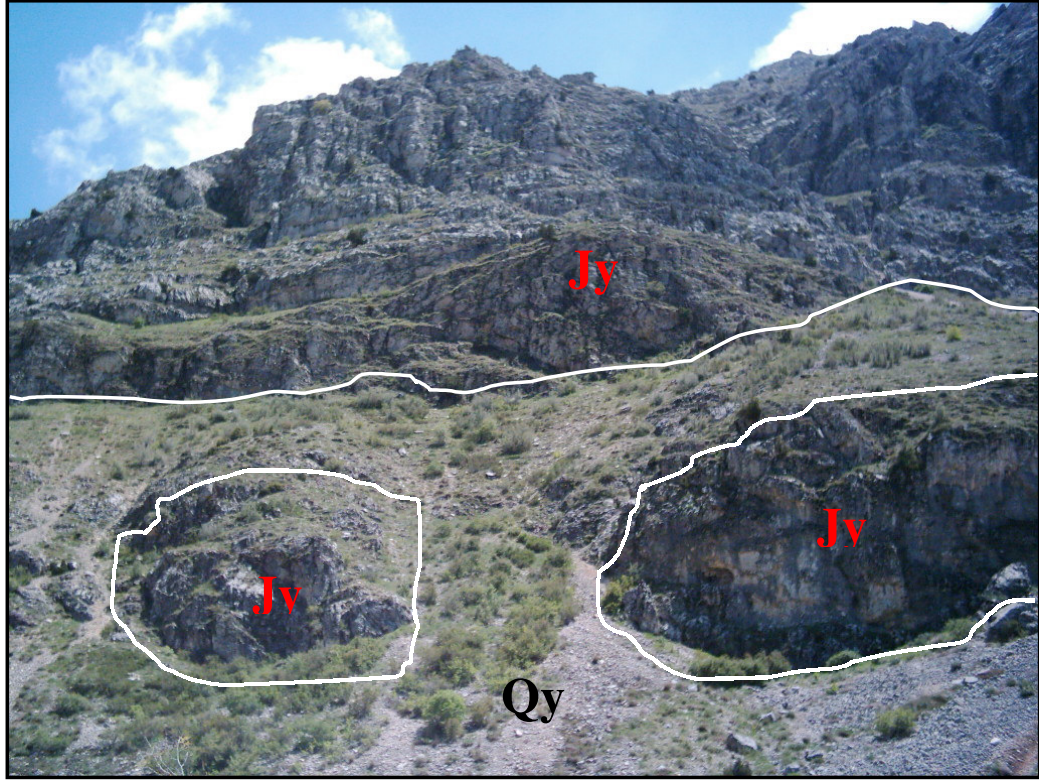
Bu birim Dumont ve Kerey (1975) tarafından Alakilise kireçtaşı olarak adlandırılmıştır. İnceleme alanı dolayında birim Yassıviran kireçtaşı olarak adlandırıldığı için bu çalışmada da bu isim benimsenmiştir. Ayrıca Özgül vd. (1991), bu litolojik birimi Barla Dağı çevresinde Senirkent Birimi içerisinde Yassıviran kireçtaşı olarak tanımlamıştır.

Birim çalışma alanında, Senirkent'in güneydoğusunda Ayazmana Tepe, Yağlıca Tepe, Dikmen Tepe, Kırağdağı ve Gelincik Dağı çevresinde gözlenmektedir (Şekil 4.2).

Yassıviran kireçtaşı, orta-kalın katmanlı, siyahımsı gri, gri renkli, yaygın kesimlerde yaklaşık kalınlığı 400-500 m'ye ulaşır (Yalçınkaya vd. 1986). Birim sahada kırıklı çatlaklı ve erime boşluklu yapısı ile belirgindir.

Birim Sarıyardere dolomitini uyumlu ve geçişli bir dokanakla üstler. Üstte ise Suuçandere kireçtaşı ile uyumludur (Şekil 4.1).

Özgül vd. (1991) tarafından birimin yaşı lamellibrans, bentonik foraminifer ve Rudist bulgularından dolayı Liyas olarak verilmiştir.



Şekil 4.2 : Yassıviran kireçtaşlarının görünümü (Senirkent güneydoğusu)

#### 4.1.1.3. Suuçandere Kireçtaşı (JKs)

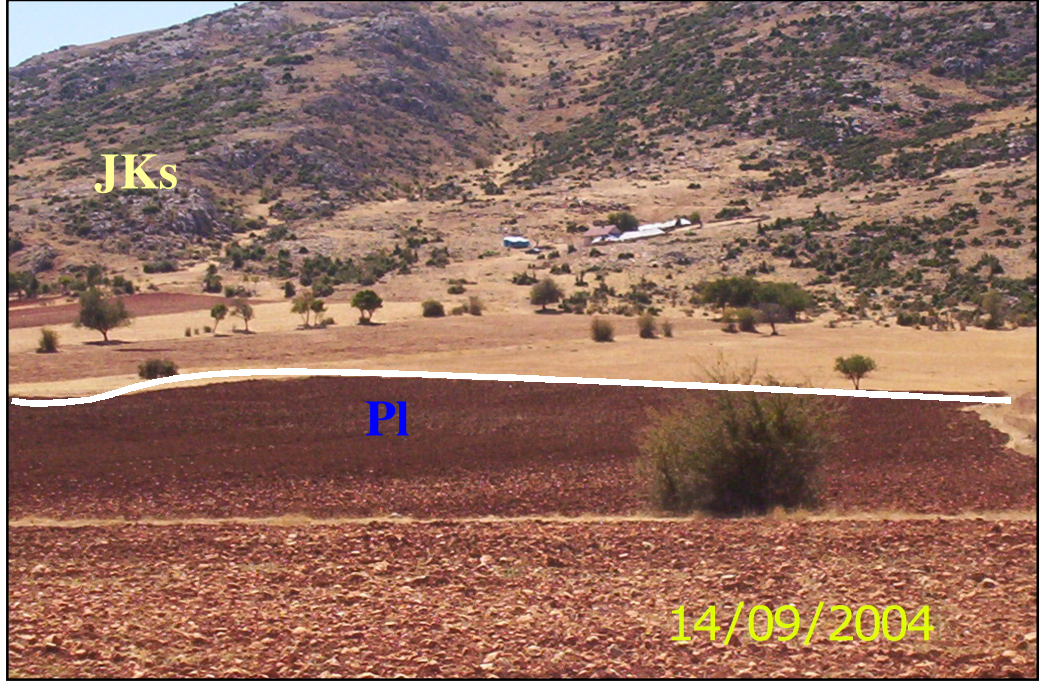
İnceleme alanında aynı yaş aralığında bulunan üç ayrı kireçtaşı gözlenmektedir. Bu birimler Koçyiğit (1980) tarafından Ergenli kireçtaşı (Malm-Maastrichtiyen), Özgül vd. (1991) tarafından Tınastepe kireçtaşı (Dogger-Senomaniyen) ve Suuçandere kireçtaşı (Dogger-Alt Kretase) olarak adlandırmışlardır. Hidrojeoloji amaçlı bu çalışmada, bu üç kireçtaşı birimi çalışmanın amacına uygun olması bakımından birleştirilmiş ve Özgül vd. (1991) tarafından verilen Suuçandere kireçtaşı ismi benimsenmiştir.

Birim Senirkent Ovası kuzey kıyısı boyunca Uluğbey-Büyükkabaca-Gençali şeridinde yüzeylenmektedir. Ova düzlüğü içerisinde Ada Tepe, Ulaş Tepe, ve Düden Tepe yükseltilerinde ve ovanın güneyinde Kapıdağ-Beşparmak Dağ eteklerinde de haritalanan birim alüvyon ova tabanında da yer almaktadır. Ayrıca birim inceleme alanının batısında Damönü tepe, Çatma Tepe ve İnhisar çevresinde geniş bir alanda yüzeylerken (Şekil 4.3), çalışma alanının kuzeydoğusunda Gürlek Tepe-Sümbüllü Tepe yükseltileri boyunca da haritalanmıştır (EK-1).

Birim tabanda, gri, orta katmanlı, bentonik ve pelajik foraminiferli oolitle, onkoidli yer yer çakmaktaşı yumruları, mikrit ve killi kireçtaşı aradüzeyleri bulunduran ve yaklaşık kalınlığı 250 m olan kireçtaşları ile başlamaktadır.

Birim, Kömürlük Tepe KD'sunda, yeşil, gri-boz renkli, ince katmanlı, mikrit-radyolarit-kalkarenit arakatkılı kireçtaşları ile temsil edilmektedir.

Birimin en üst seviyesini oluşturan, grimsi siyah, siyah renkli, orta katmanlı, bentonik foraminiferli, dolomit arakatkılı, yer yer rudistli kireçtaşları Çatma Tepe, İnhisar Tepe Sümbüllü Tepe dolaylarında haritalanmıştır (EK-1).



Şekil 4.3 : Suuçandere kireçtaşındaki bir görünüm (Çatma Tepe kuzeybatısı)

Suuçandere kireçtaşı altta yassıviran kireçtaşını uyumlu olarak üstlemektedir (Şekil 4.1). Üstte ise Uluborlu formasyonu tarafından uyumlu olarak olarak üzerlenmektedir (Özgül vd. 1991). Birimin yaşı Jura-Kretase aralığında yer almaktadır.

#### 4.1.1.4. Uluborlu Formasyonu (Tu)

İnceleme alanında filiş özelliğini taşıyan iki ayrı birim bulunmaktadır. Birimler Özgül vd. (1991) tarafından Uluborlu formasyonu (A. Tersiyer- Ü. Paleosen) ve Kazanpınarı formasyonu (Ü. Paleosen-A.Eosen) olarak adlandırmışlardır. Bu iki birim çalışmanın amacına yönelik olarak birleştirilmiş ve formasyonun yüzelediği bölgeden dolayı Özgül vd. (1991) tarafından verilen Uluborlu formasyonu ismi kullanılmıştır.

Birim, inceleme alanında Uluborlu güneyinde geniş bir alanda yüzeylenmektedir. Uluborlu-Senirkent Ovasının kuzeyinde Dereköy-Küçükkabaca-Uluğbey yerleşim alanları dolayında ve Eğirdir Gölü kuzey kesimlerinde haritalanmıştır (EK-1). Ayrıca Başköy civarında ve Senirkent güneyi, Gençali ile Büyükkabaca'nın kuzeybatısı arasında da yayılım göstermektedir (Şekil 4.4).

Formasyonun tabanında egemen kaya türünü, sığ denizel koşullarda çökelmiş kumtaşı, kumlu çakıltası, çakıltası, detritik (kırıntılı) kireçtaşı ile bunlarla arakatlı kiltası, killi kireçtaşı ve çamurtaşı düzeyleri oluşturur. Birim genel olarak arazi gözlemlerinde açık gri, yeşil, kirli sarı renkleri gösterir. Her düzeyde yaygın ana katmanlanma gösteren detritik kireçtaşları açık krem ve kirli beyaz renkli orta-kalın katmanlı olup, çoğunlukla türbitidik özelliktedir (Karaman, 1994).

Yaklaşık olarak 1000m kalınlığındaki birim, yukarıya doğru beyaz-bej renkli, ince-orta tabakalanmalı, kumtaşı, çamurtaşı, marn, tuf, konglomera ardalanmalıdır. Yer yer üst seviyelerinde lavlar bulduran ve yine yer yer aralarında beyaz-bej renkli, gölsel kireçtaşı ara seviyeleri bulduran gölsel ve karasal sedimanlardır (Yalçinkaya vd. 1986).

Uluborlu formasyonu altta Suuçandere kireçtaşı üzerine uyumlu olarak gelmektedir Zendevi volkanitleri ile ise birim üzerine uyumsuz olarak gelmektedir. Uluborlu formasyonu içinde Üst Eosen yaşta nisbeten boylanmış kireçtaşı, radyolarit ve volkanit çakıllı, çakıltası düzeyleri içeren İncesu konglomerası üyesini buldurmaktadır (Şekil 4.1).

Uluborlu formasyonu Alt Tersiyer-Üst Paleosen-Alt Eosen yaşta mikrit ve kalsitürbitidlerle başlayan ve filiş fasiyesinde kırıntılarla temsil edilir. Filiş içinde Lütesiyene ait herhangi bir fosile rastlanmamıştır (Özgül vd. 1991).



Şekil 4.4: Uluborlu Formasyonundan bir görünüm (Gençali kuzeyi)

#### - İncesu Konglomera Üyesi (Tui)

Birim Parejas (1942) tarafından Priaboniyen-Oligosen Filişi olarak Gutnic (1977) tarafından ise İncesu konglomerası olarak adlandırılmıştır. Uluborlu Formasyonunun üyesi kabul edilen birimin ismi yayılım gösterdiği İncesu Köyü'nden gelmektedir.

İnceleme alanında Dereköy kuzeyi ve Küçükkabaca civarında geniş bir yayılım gösterir (EK-1).

Birim ince-orta kalınlıkta, kil ve kumtaşı arabantlı, radyolarit ve killi kumlu kireçtaşından oluşmaktadır. Kum çimentolu konglomeralar oldukça yaygın olmasına rağmen, aynı zamanda 3-50 cm arasında kalınlığa sahip kiltası ve marn içeren kömür arakatkılarından oluşmaktadır (Gutnic, 1977).

*Nummulites fichteli*, *Nummulites intermedius* ve *Amphistegina* sp. Fosilleri içeren İncesu konglomera üyesi Alt-Orta Oligosen yaşlıdır. Ayrıca yaygın olarak *Fusulint*'li biyomikrit, *Involutina*'lı biyosparit, *Siderolites* ve *Orbitoide*'sli biyomikrit, dolomit radyolarit, serpantinit, dunit, gabro, bazalt, andezit, diabaz, bazaltik tuf, şist, amfibolit, granit gibi kayalar bunların yanısıra zeolit, feldispat, klorit, kuvars mineralleri de içermektedir (Gutnic, 1977).

#### **4.1.1.5. Zendeve Volkanitleri (Tz)**

İnceleme alanında gözlenen volkanitler, volkan bacalarının parazit konilerinin oluşumu sırasında dışarı atılan tuf, aglomera ve dayklardan türemiştir (Koçyiğit, 1983)

Gençali'nin kuzeybatısı ile Dereköy'ün batısı boyunca haritalanan birim (EK-1) Başköy dolaylarında ve Büyükkabaca'nın kuzey kesimlerinde geniş bir yayılıma sahiptir (Şekil 4.5).

Birim gri, pembe, siyah renkli, taze, kaba sanidin kristalli ve dayklar şeklinde trakitlerden meydana gelmiştir. Trakitler fenokristaller halinde labrodor, andezit ve lösitler de içermektedir (Koçyiğit, 1983).

Zendeve Volkanikleri inceleme alanında yer alan Uluborlu formasyonunu uyumsuz olarak kesmektedir (Şekil 4.1). Miyosen yaşlı genç birim, üzerine ise Pliyosen karasal çökelleri ve Pupa Çayı konglomerası uyumlu olarak gelmektedir (Şekil 4.1). Zendeve volkanitlerinin yaşı, Becker-Platen vd., (1977) tarafından herhangi bir fosil belirtisi olmadığından radyometrik yaş tayinine göre Ü. Miyosen olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.5 : Zendeve Volkanitleri'nden bir görünüm (Gençali kuzeybatısı)

#### 4.1.1.6. Pupa Çayı Kongloması (Pp)

Birim, Erenler Tepe kuzeyi ve Damönü Tepe güneyi arasında kalan alanda Pupa Çayı akış yönünde dar bir şerit şeklinde yayılıma sahiptir.

Uluborlu'nun batısından doğan Pupa Çayı'nın getirdiği malzemeden oluşan Pupa Çayı Kongloması, polijenik, iyi boylanmalı ve zayıf çimentolu çakıllardan oluşmaktadır. Kumlu seviyeler yanında, kil yüzdesi fazla olan gevşek seviyelerde içermektedir.

Birim altta Miyosen yaşlı Zendeve volkanitleri üzerine uyumlu olarak gelmiştir. Aynı yaşta olan Pliyosen karasal çökelleri ile yanal geçişlidir. Üzerine ise Eski alüvyon uyumlu olarak gelmektedir (Şekil 4.1). Birimin yaşı Pliyosen'dir.



#### **4.1.1.7. Pliyosen Karasal Çökelleri (Pl)**

Birim Pupa Çayı Konglomeraları ile yanal geçişli olarak aynı lokasyonun yüksek kotlarında haritalanmıştır (EK-1).

Kil, silt, kum ve bol miktarda polijenik iri çakıllardan oluşan birim Pliyosen yaşlıdır. (Gutnic, 1977).

#### **4.1.1.8. Eski Alüvyon (Qel)**

Damönü Tepe kuzeyinde, Ortayazı, Asar Tepe ve Garip'in güneyinde birikinti konisi şeklinde yayılıma sahiptir (EK-1).

Özellikle Eğirdir Gölü batısı ve Dikmen Tepe kuzeyinde Yassıviran kireçtaşları üzerinde oldukça kalındır. Gevşek bir yapı gösteren birim killi-kumlu ve iri çakılıdır. Eski alüvyonlar Kuvaterner yaşlıdır.

#### **4.1.1.9. Yamaç Molozu (Qy)**

Yamaç molozu inceleme alanında Uluborlu'nun kuzeybatısı ile İnhisar köyü arasında bir şerit şeklinde uzanmaktadır. Ayrıca Hisarlık Tepe'nin Kuzeydoğusunda da yayılım göstermektedir.

Özellikle inceleme alanının güney sınırını oluşturan Barladağı-Beşparmakdağı-Kapıdağı yükseltilerinin kuzey yamaçlarında farklı kalınlıklarda, jeoloji haritasında gösterilmeyen yamaç moloz örtüsü bulunmaktadır. Yamaç molozlarının kalınlıkları eğim aşağı artış göstermektedir

İnceleme alanında yamaçlarda hakim litolojiyi oluşturan yamaç molozu, 20-40m kalınlığa ulaşan, irili ufaklı kireçtaşı blokları, çakıl, kum, silt ve kil boyutunda taneler ile nebati topraktan oluşmaktadır. Birim Kuvaterner yaşlıdır.

#### **4.1.1.10. Alüvyon (Qa)**

Uluborlu-Senirkent Grabeni'nde Pupa Çayı boyunca batıdan doğuya Eğirdir Gölü'ne doğru genişleyen ova düzlüğünde alüvyon haritalanmıştır.

Alüvyon inceleme alanının yüksek kotlarında bulunan formasyonlardan türeyen malzemelerden oluşmaktadır. Alüvyon yer yer çakıllı, kumlu, killi çakıllı kum, kumlu çakıl ve siltlidir. Pupa Çayı'nın ovaya girdiği sağ ve sol sahilde erozyon malzemesi olarak gelen konglomeralar sebebiyle, alüvyon bu alanda çakıllı, kumlu seviyeler halindedir. Uluborlu batısındaki yükseltilerde geniş alanlarda mostra veren Uluborlu formasyonundaki killi seviyelerin aşınması ile de killi malzemeler gözlenmektedir.

#### **4.1.2. Allohton Birimler**

##### **4.1.2.1. Kapıdağ Kireçtaşı (Kk)**

Kalsitürbitidit, mikrit ve çörtlü mikritlerden oluşan formasyon Özgül vd. (1991) tarafından adlandırılmıştır.

Kapıdağ kireçtaşı inceleme alanında, Kömürlük Tepe, Hisarlık Tepe, Kapıdağı, Gelincikdağı dolaylarında, Kırdagları kuzeyinde ve güneyinde yayılım göstermektedir (Şekil 4.6), (EK-1).

Kapıdağ kireçtaşı altta 30-40m kalınlıkta, orta-kalın katmanlı, bol rudist parçalı, kirli beyaz, gri, açık gri, krem renkli, yer yer mikrit ara düzeyli kalsitürbitidlerle başlar Özgül vd. (1991). Üstte, ince-orta-kalın tabakalı, gri, krem, bej, yeşilimsi gri, kirli beyaz, pembe renkli, yer yer ince kalsitürbitidit ara düzeyli planktonik foraminiferli mikrit ve çörtlü mikritler kapsar. Birimin kalınlığı 30-190 m arasında değişmektedir (Şenel, 1997).

Altta Rudist kırıntılı türbitidik kireçtaşı, üstte pelajik foraminiferli kırmızı-bej mikritlerden oluşan Kapıdağ kireçtaşı ile temsil edilir. Kapıdağ kireçtaşı, Barla Dağ'larının batı kesiminde Tınaz Tepe yöresinde Suuçandere kireçtaşı pelajik karbonatlarıyla uyumlu gözükmeye karşılık dağlık alanın doğu kesiminde formasyonun tabanında büyük açıl uyumsuzluk izlenir. Aynı şekilde Kapıdağ kireçtaşının Senomaniyen yaşta kırmızı mikritleri Gelincikdağı'nın güney ve batı kesiminde de Suuçandere kireçtaşı birimini yüksek açılı uyumsuzlukla üstlemektedir (Özgül vd. 1991), (Şekil 4.1)



Şekil 4.6 : Kapıdağ kireçtaşlarından bir görünüm (Kömürlük Tepe)

Kapsadığı kireçtaşının yaşı, Özgül vd. (1991) tarafından Senomaniyen-Maastrichtiyen olarak verilmiştir.

## 4.2.Yapısal Jeoloji

Isparta'nın bulunduğu bölgede; Beydağları otoktonu, Anamas-Akseki otoktonu, Antalya napları, Beyşehir-Hoyran-Hadım napları yüzeylenmekte olup, bölgede irili ufaklı faylarla kesilmiş naplı yapılar egemendir. Beydağları platformuna Üst Kampaniyen Maestrihtiyen'de iyice yaklaşan Antalya napları, Daniyen'de Beydağları otoktonu üzerine yerleşmiştir. Antalya naplarının Beydağları otoktonu üzerine yerleşimine bağlı olarak yer yer olistrostromlar oluşmuştur. Paleozoyik boyunca benzer gelişim Anamas-Akseki otoktonu içinde geçerlidir. Antalya napları, Beydağları otoktonunda olduğu gibi, Daniyen'de Anamas-Akseki otoktonunun güney kenarına yerleşmiştir (Şenel, 1996).

Eğirdir Gölü dolayının tektonik gelişiminde duraylı çekme ve sıkışma türü tektonik evreler tekrarlanarak birbirlerini izlemişlerdir. Toros karbonat platformu için örnek bir alan oluşturan Hoyran neritik karbonat platformu, Liyas sırasında, yaklaşık D-B doğrultulu çekim fayı özelliğinde bir kırığın (Hoyran fayı) gelişmesi ile biçim kazanmıştır. Kütle hareketlerinin olduğu Senirkent ve Uluborlu ilçe merkezlerinde içinde bulunduğu Uluborlu-Senirkent-Hoyran Grabeni Neotektonik döneme ait çekim faylarının etkisiyle oluşmuş bir çöküntü düzlüğüdür. Bu dönemde meydana gelen ve yaklaşık KD-GB gidişli çekim fayları zamanda bölgenin jeomorfolojisini denetleyen önemli yapısal unsurlardır.

Isparta dirseğinin oluşumunda etkin olan doğu-batı sıkışma kuvvetleri bölgede yer yer güney-kuzey çekme kuvvetlerinin oluşumuna neden olmuştur. Bu çekme kuvvetlerinin sonucu olarak oluşan çekim fayları; Isparta dirseğinin geometrik konumuna uygun olarak dirseğin batı kanadında KD-GB doğrultularda (Burdur fayı, Senirkent fayı), doğu kanadında ise KB-GD doğrultularda (Akşehir fayı, Beyşehir fayı) uzanmaktadır (Koçyiğit, 1983, Karaman, 1986).

#### 4.2.1.Faylar

Jeolojik devirler boyunca meydana gelen etkileşimler sonucunda Eğirdir Gölü'nü ikiye bölen Hoyran (Kumdanlı) fayı meydana gelmiştir (Şekil 4.8). Hoyran (Kumdanlı) fayı sol yönlü doğrultu atımlı bir faydır. Çalışma alanının doğusunda yeralan Eğirdir (Hoyran) Gölü bu fayın da etkileşim göstererek oluşturduğu bir graben yapısıdır.

Senirkent grabenini oluşturan Senirkent fayı (Yalçınkaya, 1995) K70D doğrultulu bir çekim fayıdır. Sahadaki devamlılığı, Uluborlu civarından başlayarak doğu istikametinde Eğirdir Gölü'ne kadar, yaklaşık 25 km izlenebilmektedir. Bu faya bağlı (sintetik faylar) tali çekim fayları gelişmiş ve bunlar Beşparmak dağlarının kuzey yamaçlarında basamaklar şeklinde taraçalar oluşturmuştur. Devamlılıkları çoğunlukla bir veya birkaç km olan bu fayların şevlerinde ve düşen blokları üzerinde yaygın yamaç molozları gelişmiştir (Karagüzel vd., 1996).

Eskigençali güneyinden, Gençali kuzeybatısına kadar uzanan Esendere fayı ise KD-GB doğrultulu eğim atımlı normal faydır. Çekme gerilmeleri sonucunda oluşan diğer bir fay ise Dereköy fayıdır. Dereköy fayı D-B uzanımlı normal faydır. Uluğbey dolayındaki D-B yönlü fay tüfleri keserken, buna benzer diğer faylar Gençali bölgesinde gözlenmektedir (Şekil 4.7)



Şekil 4.7 : Gençali dolaylarında volkanitler üzerinde gözlenen faydan bir görünüm

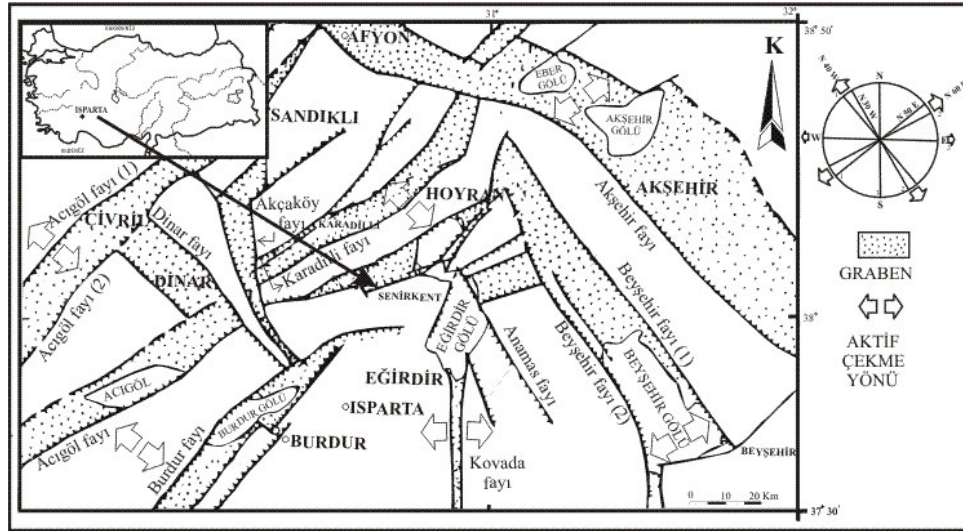
### 4.3. Jeoloji Evrimi

Çalışma alanı (Ketin,1966) Anadolu'nun tektonik birlikleri sınıflamasına göre Toridler (Toroslar) tektonik birliği içinde yer almaktadır. Isparta'nın kuzey kesiminde oluşan Isparta büklümünün Batı Toroslar kesiminde yer alan alan Alp orojenezi ile gelişmiştir. Batı Torosların tamamı Maestrihtiyen sonunda bölgesel bir yükselim ile tamamen su dışında kalmıştır. Toros karbonat platformunun özellikle Mesozoyik-Alt Tersiyer sırasında oluşmuş örnek istiflerinden biri Hoyran bölgesinde Isparta büklümü kuzey iç kenarında gözlenmektedir. İstif, GB'dan KD'ya doğru aşmalı bir deniz ilerlemesiyle gelişmiş tipik neritik karbonatlardan kuruludur. Üst Triyas-Üst Lütesiyen aralığında süreklilik sunan istif, Maestrihtiyen'e kadar yalnızca litoral neritik özellikli karbonatlarla temsil edilirken, Maestrihtiyen-Üst Lütesiyen sırasında,

yerel fasiyesde gelişmeye başlamıştır. Tortullaşma Filiş fasiyesiyle sonlanmıştır (Koçyiğit, 1981).

Maestrihtiyen'de çekme ve sıkışma gerilimleri bölgeye hakim olmuştur. Sıkışma rejimi Orta-Üst Miyosen evresinde de devam etmiş ve sonrasında inceleme alanını çekme rejimi ile etkilemiştir. Orta Oligosen sonundan günümüze kadar, normal blok faylanma tarafından denetlenen Isparta büklümü kuzey iç kenarında, riftleşmenin bölgesel yükselme, faylanma ve volkanizma gibi evreleri gelişmiştir. Bunun sonucunda oluşan horst ve grabenler Pliyosen yaşlı gölsel ve karasal oluşukların çökeltme ortamlarını sınırlamışlardır. Horst ve grabenlerin çukurlarında oluşan göller (Eğirdir Gölü gibi) ile birlikte bölge günümüzdeki konumuna ulaşmıştır (Şekil 4.8).

Geç Alpin orojenezini Attikiyen fazını yansıtan evre sonunda tüm temel birimler üzerine Kuvaterner çökelleri olan; taraça, yamaç molozu ve alüvyonlar yerleşmiştir. Tektonik etkinlik, blok faylanmanın denetimde günümüzde de sürmektedir.



Şekil 4.8 : Çalışma alanının tektonik haritası (Koçyiğit 1984)

#### 4.4.Hidroloji

Çalışma alanının ayrıntılı hidroloji incelemesinin yapılması amacıyla, havzanın içerisinde ve yakın çevresinde bulunan Devlet Meteoroloji İstasyonlarının uzun yıllara ait ölçümleri değerlendirilerek su bilanço elemanları hesaplanmıştır. Bilanço için gerekli olan hidrojeolojik verilerin belirlenmesi için yağış, akış, buharlaşma-terleme(evapotranspirasyon) ve süzülme(sızma) hesaplamaları yapılmıştır.

##### 4.4.1.Yağış

İnceleme alanı ve yakın çevresinde bulunan yerleşim birimlerinde ortalama yağış, Dinar DMİ'de 790,48 mm, Kumdanlı DMİ'de 461,7 mm, Keçiborlu DMİ'de 628,38 mm, Atabey DM' de 4988 mm, Gençali DMİ'de 359,85 mm, Uluborlu DMİ'de 762,45 mm, Senirkent DMİ'de 702,08 mm ve Barla DMİ'de 565,11mm olarak hesaplanmıştır. Çalışma alanında su bilançosu yapmak için ortalama yağışın hesaplanmasında, Dinar, Atabey, Uluborlu ve Senirkent DMİ'nin 36 yıllık ölçüm verileri, Kumdanlı, Keçiborlu ve Barla DMİ'nin ise 25 yıllık ölçüm verilerinden yararlanılmıştır. En uzun ölçüm süresi 38 yıl ile Gençali DMİ'de yapılmıştır (Çizelge 4.2). Bu çalışmada verileri kullanılan Devlet Meteoroloji İstasyonlarına ait bazı özellikler Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Senirkent-Uluborlu havzasında bölgeye düşen ortalama yağışın tayini için Eş Yağış (İzohyet) Yöntemi uygulanmış ve havzaya düşen ortalama yıllık yağış miktarı 558 mm olarak hesaplanmıştır (Ek-3). 753 km<sup>2</sup>'lik yüzey drenaj alanına sahip Senirkent-Uluborlu havzasına düşen ortalama yağış miktarı  $420,174 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/yıl olarak bulunmuştur.

Havza içerisinde bulunan Senirkent, Uluborlu ve Gençali devlet meteoroloji istasyonları yağış ölçümleri değerlendirilerek eklenik sapma grafikleri hazırlanmıştır. Senirkent'e ait eklenik sapma grafiğinde 1964-1967 yılları arasında kararlı dönem, 1967-1971 yılları arası yağışlı dönem, 1971-1977 yılları arası kurak dönem, 1977-1981 yılları arası yağışlı dönemi 1981-1994 yılları arası kurak dönemi, 1994-2000



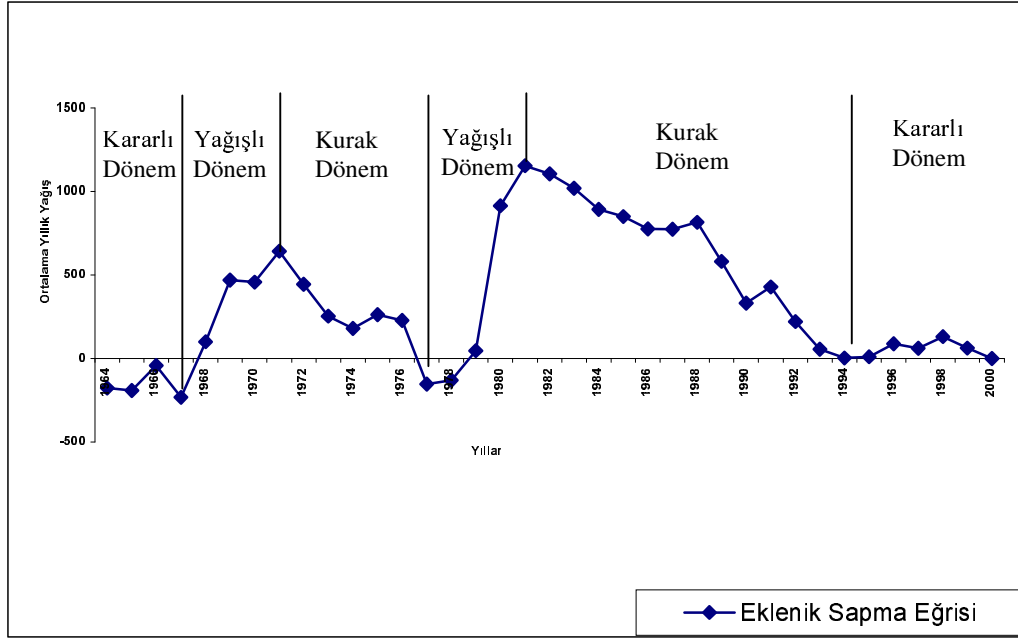
yılları ise kararlı dönemi temsil etmektedir (Şekil 4.9 a-b). Senirkent'te 1971-2002 yılları arasında ölçülen ortalama sıcaklık değeri  $12.3^{\circ}\text{C}$ 'dir Uluborlu' ya ait eklenik sapma grafiğinde 1958-1961 yılları arasında kararlı dönem, 1961-1969 yılları arası yağışlı dönem, 1969-1977 yılları arası kurak dönem, 1977-1982 yılları arası yağışlı dönem, 1982-1993 yılları arası kurak dönem ve 1993-2000 yılları arası ise kararlı dönemdir (Şekil 4.10 a-b). Uluborlu'da 1994-2002 yılları arasında ölçülen ortalama sıcaklık değeri  $11.7^{\circ}\text{C}$ 'dir. Gençali için yapılan eklenik sapma grafiğinde 1963-1970 yılları arasında yağışlı dönem, 1970-1975 yılları arası kurak dönem, 1975-1984 yılları arası kararlı dönem, 1984-1994 yılları arası kurak dönem, 1994-2002 yılları arası ise yağışlı dönemdir (Şekil 4.11 a-b).

Çizelge 4.1 : Isparta ve Afyon illerine bağlı Devlet Meteoroloji İstasyonları

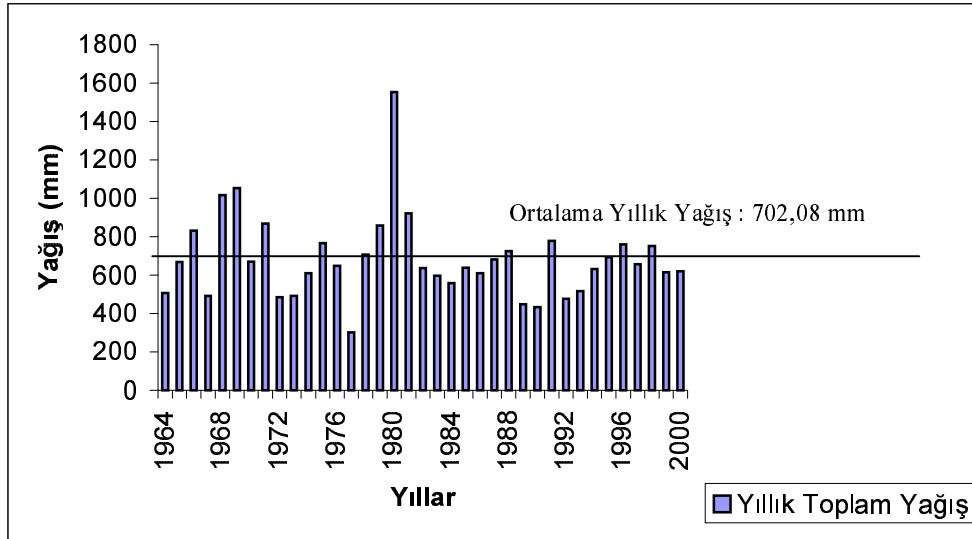
İstasyon adı	İstasyon no	Kuruluş tarihi	Enlem	Boylam
Uluborlu	17864	01/06/90	38.05	30.27
Kumdanlı	5998	01/01/84	37.28	30.59
Barla	6507	01/01/87	38.01	30.47
Keçiborlu	6676	01/06/71	37.57	30.18
Atabey	6679	01/05/66	37.57	30.39
Senirkent	17826	01/01/81	38.06	30.33
Dinar	17862	01/01/38	38.04	30.1

Çizelge 4.2 : Uluborlu-Senirkent havzası dolayındaki Devlet Meteoroloji İstasyonları  
yıllık ortalama yağış verileri (mm)

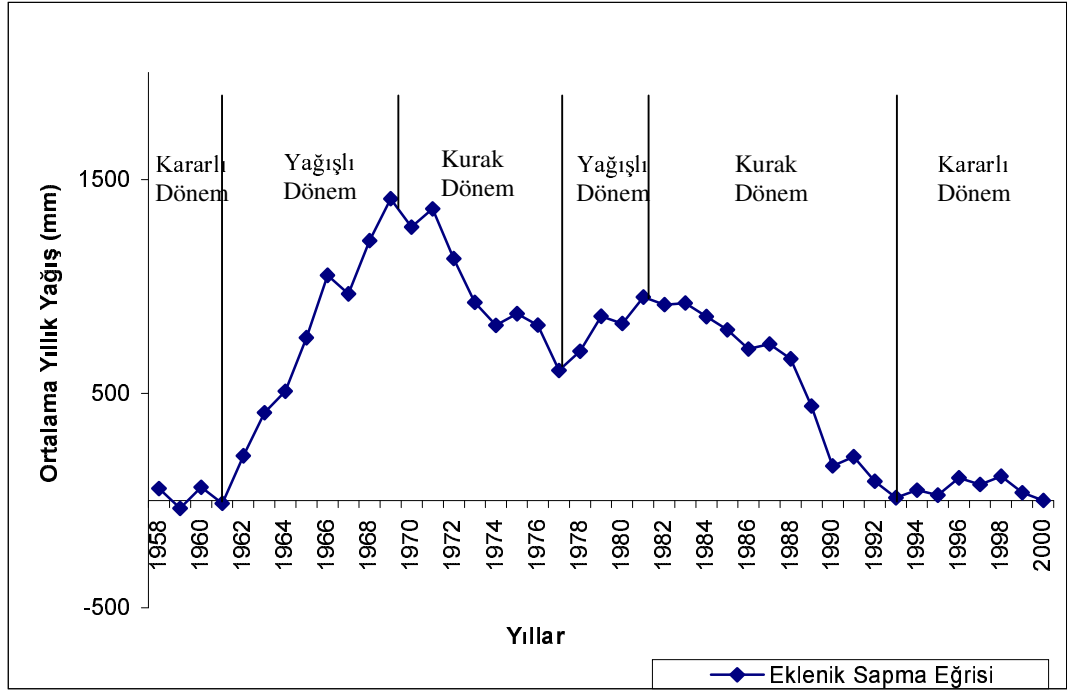
YILLAR	DİNAR	KUMDANLI	KEÇİBORLU	ATABEY	GENÇALİ	ULUBORLU	SENİRKENT	BARLA
1964	459		518	493.8	385.5	738.7	505.5	
1965	493.1	514.8	607.9	573.3	409.3	888	668.6	
1966	652.1	552	632.1	646.3	463.1	929.5	832.3	599.6
1967	459.2	380.1	482.9	506.8	310.5	551.2	491.8	399.8
1968	635.2	583.4	718.2	601	466.1	887.9	1017.1	678.1
1969	536.3	557.5	804.1	775.3	499.4	832.8	1053.2	658.8
1970	366	327.7	416.4	345.3	257.1	506.4	670.5	402.9
1971	455.1	427.6	554.6	545.2	371.8	723.8	867.6	496.2
1972	368.2	324.2	414.8	364.7	254	406.4	485.5	414
1973	360.9	379.1	362.3	368.2	219.2	433.3	492.0	370.2
1974	353.4	432.4	451	456.4	249.9	531.1	609.7	454.8
1975	458.7	561.9	564.2	669.6	444.1	692.6	766.0	668.6
1976	539.9	498.6	612.7	502.1	347.9	585.6	648.7	585.2
1977	281.3	271.7	313.8	407.6	275.7	425.4	300.2	380.7
1978	490.8	544	568.5	612.2	378.8	729	707.1	682.2
1979	542.2	559.4	601.4	638	427.4	802	859.2	623.5
1980	537.3	453	514.2	413.3	315	603.8	1552.4	516.5
1981	444.5	414.8	545	541.2	344.8	761.7	921.8	786.7
1982	368.4	437.6	555.4	434.1	339.1	603.1	636.0	535.6
1983	543.6	509.2	518.3	498.7	335.7	645.4	596.3	654.5
1984	388.6	469.4	376.9	393.4	284.3	576	557.2	482.1
1985	413	478.2	416.9	560.9	287.3	576.2	638.2	579.3
1986	324.1		434.9	369.6	208.6	548.5	609.5	418.5
1987	449.4		457.8	592.1	354.1	661.9	681.2	649.2
1988	438.4	405.9	482.6	584.6	308.6	569.7	725.9	570.8
1989	371.5	337.4	315.2	378.8	270.8	417.7	448.8	458.3
1990	276.5	277.7		308.6	237.8	357.8	432.9	343.3
1991	465.1	510.8		594.9	386.1	681.2	779.1	718.3
1992	309	334.1		382.3	291.3	524.1	476.9	
1993	326.3			326.4	230.1	560.9	516.3	
1994	521.1			399.5		673.7	630.7	
1995	446.6			437.8	424.9	615.4	691.8	
1996	491.2			420.8	406.1	719.2	760.4	
1997	450.5			526.4	424.5	607.7	656.1	
1998	545.1			507.7	370.7	676.4	752.5	
1999	366.5			395.9	515.8	562	615.4	
2000	404.6			369	334.8	600.9	620.3	
2001					406.8			
2002					410.8			
<b>TOPLAM</b>	<b>28457.2</b>	<b>11542.5</b>	<b>15709.6</b>	<b>17941.8</b>	<b>13674.4</b>	<b>27448.2</b>	<b>25274.7</b>	<b>14127.7</b>
<b>ORT.</b>	<b>790.48</b>	<b>461.7</b>	<b>628.38</b>	<b>498.38</b>	<b>359.85</b>	<b>762.45</b>	<b>702.08</b>	<b>565.11</b>
<b>YIL</b>	<b>36</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>36</b>	<b>38</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>25</b>



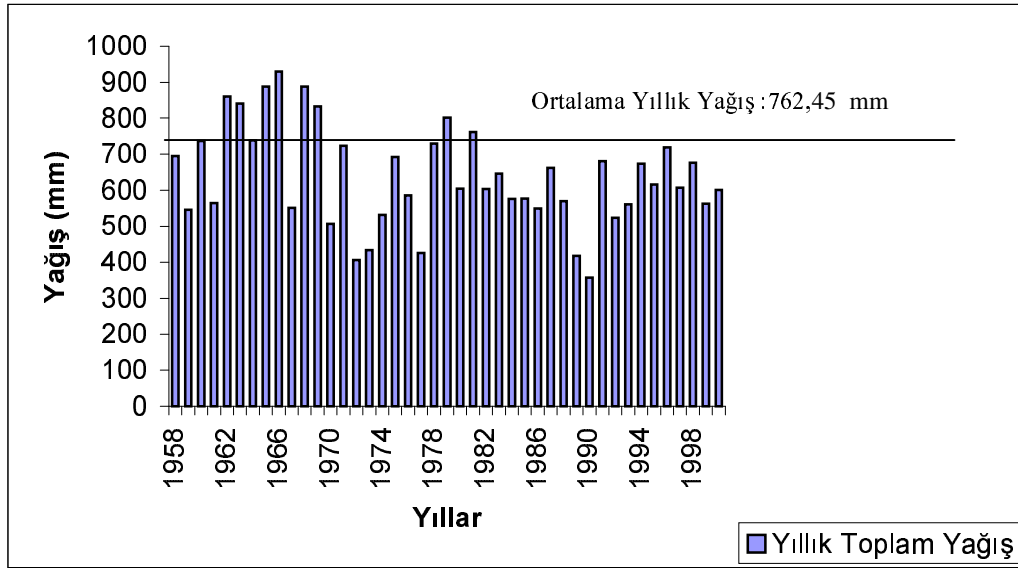
Şekil 4.9 a : Ortalama yıllık yağıştan eklenik sapma grafiği (Senirkent DMİ)



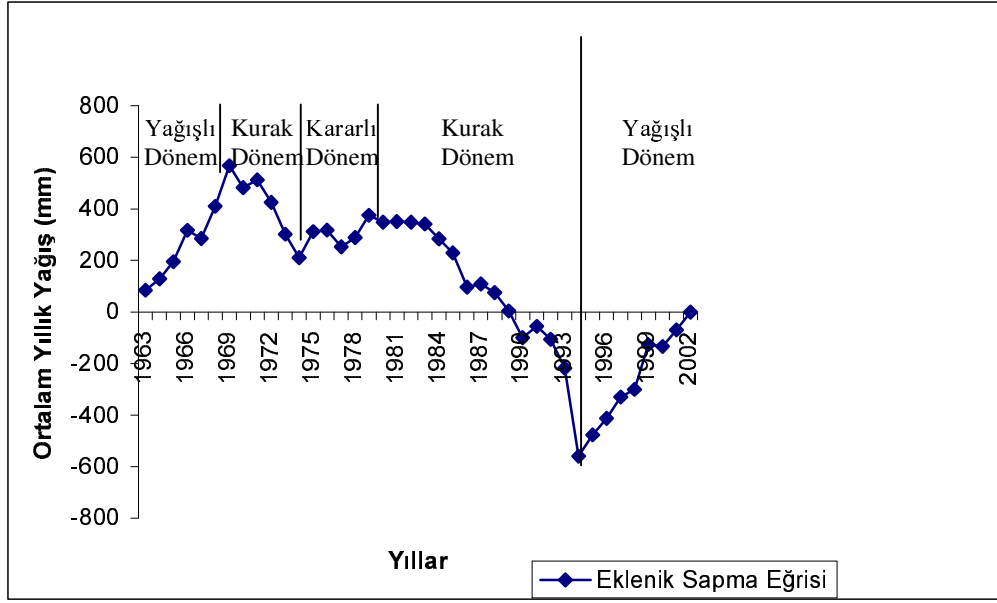
Şekil 4.9 b : Senirkent bölgesinde yağışın yıllara göre dağılımı



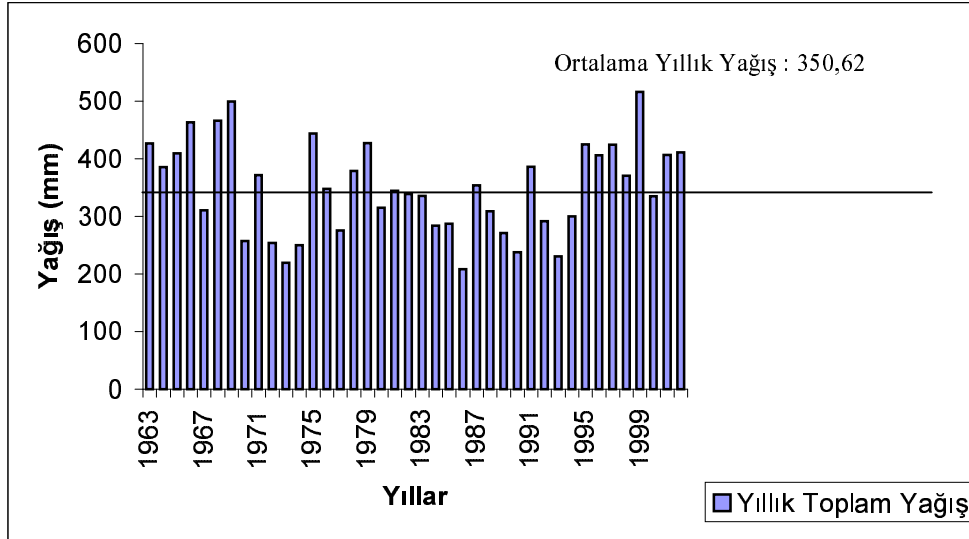
Şekil 4.10 a : Ortalama yıllık yağıştan eklenik sapma grafiği (Uluborlu DMİ)



Şekil 4.10 b: Uluborlu bölgesinde yağışın yıllara göre dağılımı



Şekil 4.11 a : Ortalama yıllık yağıştan eklenik sapma grafiği (Gençali DMİ)



Şekil 4.11 b : Gençali bölgesinde yağışın yıllara göre dağılımı

#### 4.4.2.Buharlaşma

İnceleme alanında buharlaşmayı hesaplayabilmek için Thornthwaite yönteminden yararlanılmıştır. Senirkent ve Uluborlu ilçelerine ait Devlet Meteoroloji İstasyonlarında ölçülen aylık sıcaklık ve yağış verileri kullanılarak potansiyel (Etp) ve gerçek (Etr) buharlaşma değerleri Senirkent ve Uluborlu için ayrı ayrı hesaplanmıştır.

Senirkent için 1971-2002 yıllarına ait buharlaşma-terleme su bilançosu Çizelge 4.3'de verilmiştir. Bu çizelgeye göre; toplam ortalama yıllık yağış miktarı 641,3 mm, potansiyel buharlaşma (Etp) değeri 721,67 mm ve gerçek buharlaşma (Etr) değeri ise 376,60 mm olarak bulunmuştur. Ayrıca bu verilerden yararlanılarak yağış ve potansiyel buharlaşma grafiği hazırlanmıştır (Şekil 4.12). Bu grafiğe göre Ocak ayından Nisan ayının sonuna kadar ve Kasım ile Aralık aylarında yağış (P) potansiyel buharlaşmadan (Etp) fazladır. Bu yüzden bu dönemlerde Etp, Etr'ye eşittir ve bu dönem için su fazlası 262,68 mm olarak hesaplanmıştır. 100 mm olarak kabul edilen zemin nem rezervi, Mayıs ayının başından Haziran ayının ortalarına kadar harcanmıştır. Haziran ayı ortalarından Ekim ayı sonlarına kadar gerçekleşen su noksanı ise 345,07 mm'dir. Tüm bu verilere göre; 641,30 mm olan yıllık yağışın 376,60 mm'lik kısmı buharlaşarak atmosfere dönmektedir. Senirkent için su fazlası tüm yağışın % 41,0'i kadardır.

Uluborlu için 1968-2002 yılları için yapılmış buharlaşma-terleme su bilançosu Çizelge 4.4'de verilmiştir. Çizelge 4.4'de toplam ortalama yıllık yağış miktarı 602,1 mm, gerçek buharlaşma (Etr) değeri 380,87 mm ve potansiyel buharlaşma (Etp) değeri ise 691,70 mm olarak bulunmuştur. Bu verilerden yararlanılarak yağış ve potansiyel buharlaşma grafiği hazırlanmıştır (Şekil 4.13). Bu grafiğe göre Ocak ayından Nisan ayının sonuna kadar ve Kasım ile Aralık aylarında yağış (P) potansiyel buharlaşmadan (Etp) fazladır. Bu dönemde Etp, Etr'ye eşittir ve su fazlası 221,23 mm olarak hesaplanmıştır. 100 mm olarak kabul edilen zemin nem rezervi, Mayıs ayının başından Haziran ayının ortalarına kadar harcanmıştır. Haziran ayı ortalarından Ekim ayı sonlarına kadar gerçekleşen su noksanı ise 310,86 mm'dir.

Tüm bu verilere göre; 602,10 mm olan yıllık yağışın 380,87 mm'lik kısmı buharlaşarak atmosfere dönmektedir. Uluborlu için su fazlası tüm yağışın % 36,74'ü kadardır.

Senirkent-Uluborlu havzası için su bilançosu hazırlarken boşalım hanesine giren buharlaşma-terleme için Senirkent ve Uluborlu'ya ait yıllık yağış ve sıcaklık değerlerinin ortalaması alınarak yeniden Thornthwaite yöntemine göre Etr ve Etp değerleri hesaplanarak grafikleri hazırlanmıştır. Çünkü Senirkent ve Uluborlu ilçeleri temsili olarak havzanın merkezini oluşturmakta ve birbirine yakın mesafelerde bulunmaktadır.

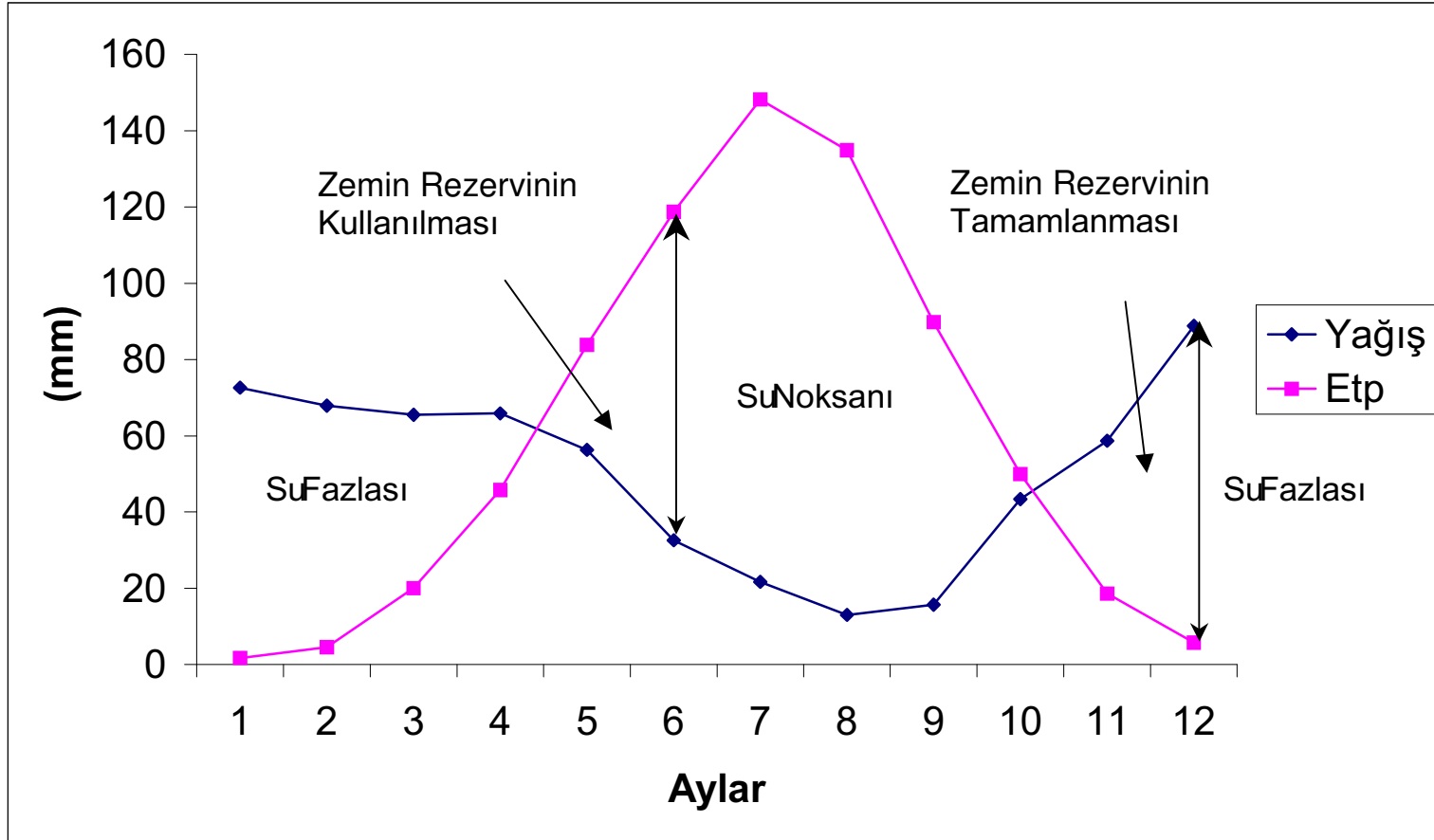
Senirkent ve Uluborlu'nun ortalama yağış ve sıcaklık değerleri için hazırlanan buharlaşma hesabı Çizelge 4.5'de verilmiştir. Çizelgede toplam ortalama yıllık yağış miktarı 622,00 mm, gerçek buharlaşma (Etr) değeri 378,92 mm ve potansiyel buharlaşma (Etp) değeri ise 701,21 mm olarak bulunmuştur. Ayrıca bu verilerden yararlanılarak yağış ve potansiyel buharlaşma grafiği hazırlanmıştır (Şekil 4.14). Bu grafiğe göre Ocak ayından Nisan ayının sonuna kadar ve Kasım ile Aralık aylarında yağış (P) potansiyel buharlaşmadan (Etp) fazladır. Bu yüzden bu dönemde Etp, Etr'ye eşittir ve bu dönem için su fazlası 243,08 mm olarak hesaplanmıştır. 100 mm olarak kabul edilen zemin nem rezervi, Mayıs ayının başından Haziran ayının ortalarına kadar harcanmıştır. Haziran ayı ortalarından Ekim ayı sonlarına kadar gerçekleşen su noksanı ise 324,29 mm'dir. Tüm bu verilere göre; 622,00 mm olan yıllık yağışın 378,92 mm'lik kısmı buharlaşarak atmosfere dönmektedir. Ortalama değerler için su fazlası tüm yağışın % 39,08'i kadardır. 378,92 mm'lik gerçek buharlaşma (Etr) miktarı 753 km<sup>2</sup>'lik havza alanı için 285,326x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/yıl olmaktadır.

Sonuç olarak 753 km<sup>2</sup> büyüklüğündeki inceleme alanından ortalama 378,92 mm/yıl gerçek buharlaşma (Etr) değeri ile ortalama 285,326x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/yıl buharlaşma-terleme yolu ile boşalmaktadır.

Çizelge 4.3 : Senirkent Meteoroloji İstasyonu için hazırlanan Thorntwaite Buharlaştırma-Terleme Bilançosu

Senirkent	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	TOPLAM
<b>Aylık sıcaklık (°C)</b>	1,20	2,50	6,40	11,20	16,20	20,80	24,20	23,70	19,30	13,10	7,00	3,00	
<b>Aylık endeks (i)</b>	0,12	0,35	1,45	3,39	5,93	8,66	10,89	10,55	7,73	4,30	1,66	0,46	55,49
<b>Etp (mm)</b>	1,71	4,54	20,01	45,74	83,81	118,70	148,21	134,85	89,78	49,92	18,65	5,75	721,67
<b>Yağış (mm)</b>	74,40	68,80	73,00	68,80	59,60	35,40	18,10	13,00	12,90	41,20	75,80	100,30	641,30
<b>Zemin rezervi</b>	100	100	100	100	75,79	0	0	0	0	0	57,15	100	
<b>Etr (mm)</b>	1,71	4,54	20,01	45,74	83,81	111,19	18,10	13,00	12,90	41,20	18,65	5,75	376,60
<b>Z.rezerv Değişimi</b>	-	-	-	-	-24,21	-75,79	-	-	-	-	57,15	42,85	
<b>Su noksanı (mm)</b>	-	-	-	-	-	7,51	130,11	121,85	76,88	8,72	-	-	345,07
<b>Su Fazlası (mm)</b>	72,69	62,24	52,99	23,06	-	-	-	-	-	-	-	51,70	262,68
<b>Enlem düzeltme Katsayısı</b>	0,86	0,84	1,03	1,10	1,22	1,23	1,25	1,17	1,03	0,97	0,85	0,83	

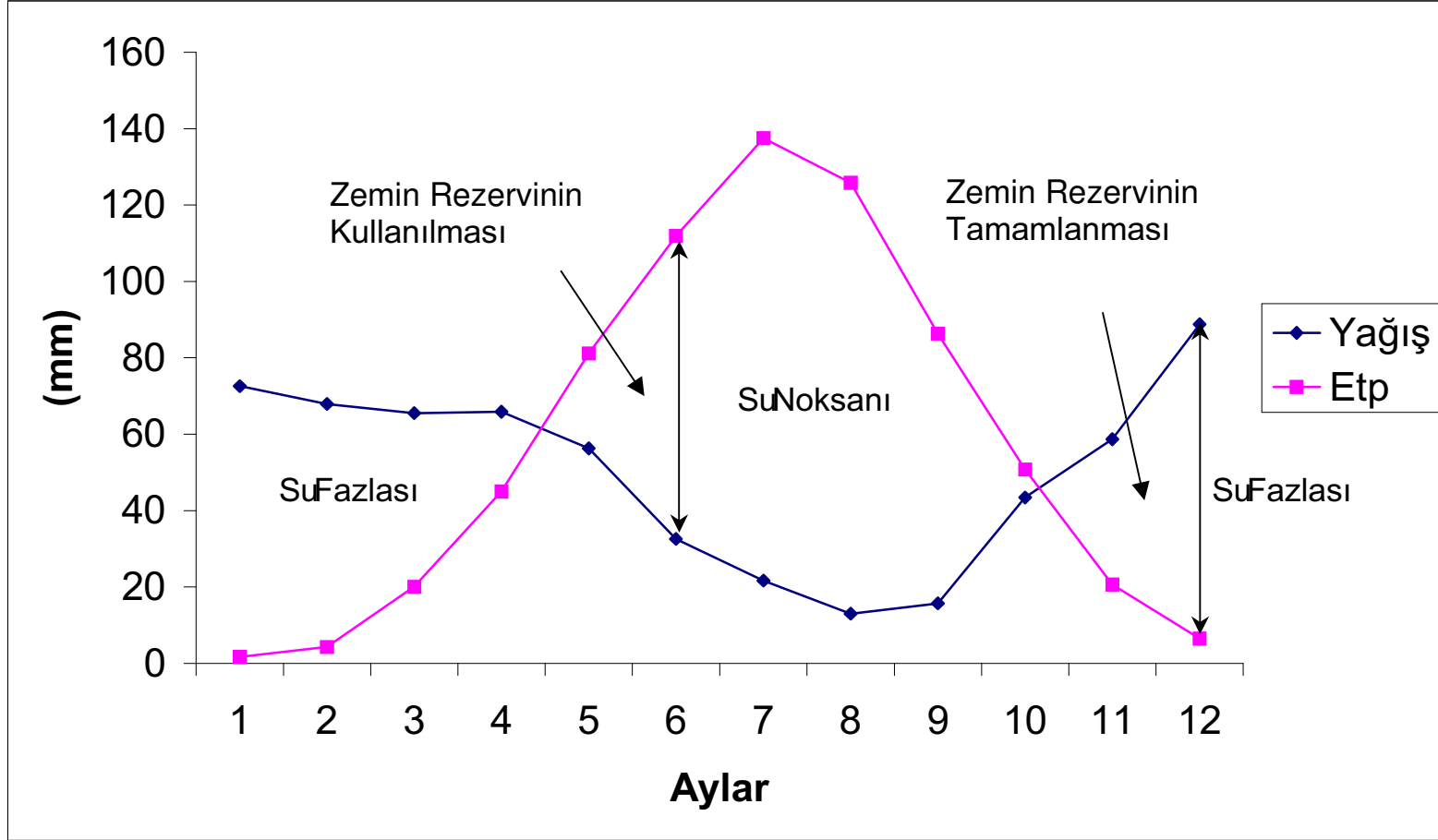




Şekil 4.12 : Thornthwaite yöntemi yağış ve Etp'nin aylık değişim grafiği (Senirkent)

Çizelge 4.4 : Uluborlu Meteoroloji İstasyonu için hazırlanan Thorntwaite Buharlaşma-Terleme Bilançosu

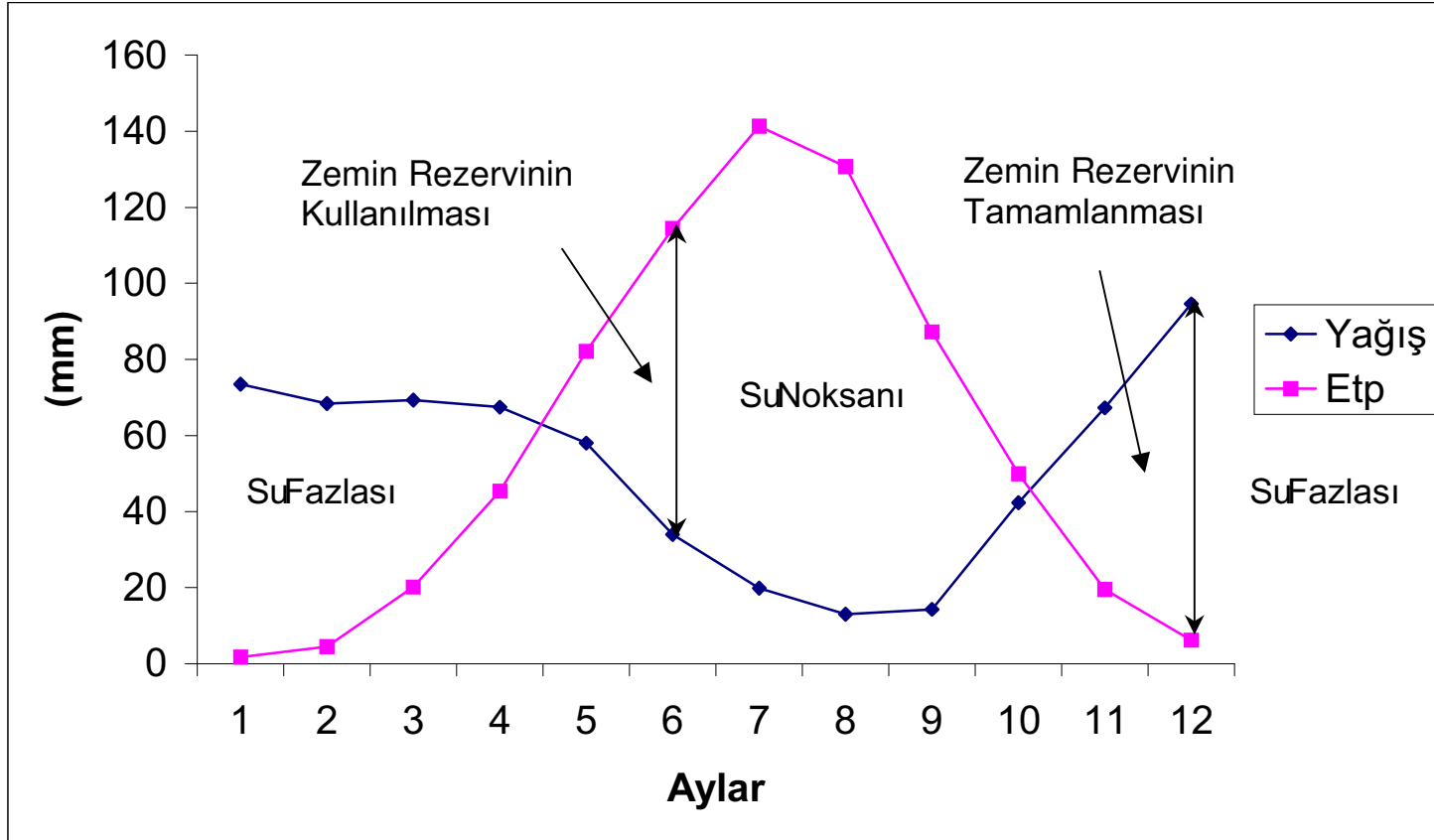
<b>Uluborlu</b>	<b>Ocak</b>	<b>Şubat</b>	<b>Mart</b>	<b>Nisan</b>	<b>Mayıs</b>	<b>Haziran</b>	<b>Temmuz</b>	<b>Ağustos</b>	<b>Eylül</b>	<b>Ekim</b>	<b>Kasım</b>	<b>Aralık</b>	<b>TOPLAM</b>
<b>Aylık sıcaklık (°C)</b>	1,00	2,10	5,90	10,50	15,30	19,50	22,60	22,20	18,30	12,70	7,00	2,90	
<b>Aylık endeks (i)</b>	0,09	0,27	1,28	3,07	5,44	7,85	9,81	9,55	7,13	4,10	1,66	0,44	50,69
<b>Etp (mm)</b>	1,70	4,31	20,05	45,03	81,17	111,90	137,56	125,82	86,33	50,75	20,62	6,46	691,70
<b>Yağış (mm)</b>	72,60	67,90	65,50	65,90	56,30	32,60	21,70	13,00	15,70	43,40	58,70	88,80	602,10
<b>Zemin rezervi</b>	100	100	100	100	75,13	0	0	0	0	0	38,08	100	
<b>Etr (mm)</b>	1,70	4,31	20,05	45,03	81,17	107,73	21,70	13,00	15,70	43,40	20,62	6,46	380,87
<b>Z.rezerv Değişimi</b>	-	-	-	-	-24,87	-75,13	-	-	-	-	38,08	61,92	
<b>Su noksanı (mm)</b>	-	-	-	-	-	4,17	115,89	112,82	70,63	7,35	-	-	310,86
<b>Su Fazlası (mm)</b>	70,90	63,59	45,45	20,87	-	-	-	-	-	-	-	20,42	221,23
<b>Enlem düzeltme Katsayısı</b>	0,86	0,84	1,03	1,10	1,22	1,23	1,25	1,17	1,03	0,97	0,85	0,83	



Şekil 4.13 : Thornthwaite yöntemi yağış ve Etp'nin aylık değişim grafiği (Uluborlu)

Çizelge 4.5 : Senirkent ve Uluborlu Meteoroloji İstasyonları Ortalaması için hazırlanan Thorntwaite Buharlaşma-Terleme Bilançosu

Senirkent Uluborlu	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	TOPLAM
<b>Aylık sıcaklık (°C)</b>	1,10	2,30	6,20	10,90	15,80	20,20	23,40	23,20	18,80	12,90	7,00	3,00	
<b>Aylık endeks (i)</b>	0,10	0,31	1,38	3,25	5,71	8,28	10,35	10,08	7,43	4,20	1,66	0,46	53,21
<b>Etp (mm)</b>	1,71	4,44	20,16	45,35	82,11	114,50	141,28	130,75	87,20	49,95	19,53	6,23	701,21
<b>Yağış (mm)</b>	73,50	68,40	69,30	67,40	58,00	34,00	19,90	13,00	14,30	42,30	67,30	94,60	622
<b>Zemin rezervi</b>	100	100	100	100	74,3	0	0	0	0	0	47,9	100	
<b>Etr (mm)</b>	1,71	4,44	20,16	45,35	82,11	109,89	19,90	13,00	14,30	42,30	19,53	6,23	378,92
<b>Z.rezerv Değişimi</b>	-	-	-	-	-24,11	-75,89	-	-	-	-	47,77	52,23	
<b>Su noksanı (mm)</b>	-	-	-	-	-	4,61	121,38	117,75	72,9	7,65	-	-	324,29
<b>Su Fazlası (mm)</b>	71,79	63,96	49,14	22,05	-	-	-	-	-	-	-	36,14	243,08
<b>Enlem düzeltme Katsayısı</b>	0,86	0,84	1,03	1,10	1,22	1,23	1,25	1,17	1,03	0,97	0,85	0,83	



Şekil 4.14 : Thorntwaite yöntemi yağış ve Etp'nin aylık değişim grafiği (Senirkent ve Uluborlu'nun ortalaması)

#### 4.4.3.Akış

753 km<sup>2</sup>'lik bir alana sahip olan Senirkent-Uluborlu havzası içerisinde yağışlı dönemde yüzeysel akışı sağlayan tek dere olarak Pupa (Üğüllü) Çayı bulunmaktadır. Pupa Çayı havzanın batısından doğup doğuya doğru ovayı katederek Eğirdir Gölü'ne boşalır. Çalışma alanında bulunan diğer mevsimlik derelerden Şehir Çayı, Değirmendere, Dereköy Çayı, Ak Çay ve İleydağı Çayı, Pupa Çayı'nın havza içerisinden beslenen kolları oldukları için bilanço hesaplarında dikkate alınmayacaktır.

Havza'dan Eğirdir Gölü'ne tek yüzeysel boşalım olan Pupa Çayı akım rasat değerleri Çizelge 4.7'de verilmiştir. Pupa Çayı akım rasat istasyonu havzanın ortasında yer almaktadır (EK-4). Pupa Çayı yıllık ortalama akış değeri 12.84 m<sup>3</sup>/yıl olarak DSI tarafından belirlenmiştir.

#### 4.4.4.Su Bilançosu

Çalışmanın bu bölümünde, Senirkent-Uluborlu havzası için hidroloji verileri yardımıyla su bilançosu hazırlanmıştır (Çizelge 4.6).

#### -Beslenme

Senirkent-Uluborlu havzasının en önemli beslenme kaynağı yağıştır. Su toplama havzasına düşen ortalama yıllık yağış miktarı  $420,174 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/yıl olarak belirlenmiştir(Bölüm 4.4.1).

Havzanın diğer bir beslenme kaynağı ise tarım arazileri için Eğirdir Gölü'nden havzaya verilen sulama suyudur. Eğirdir Gölü'nden ortalama 45 110 198 m<sup>3</sup> / yıl su alınmaktadır. Bu miktar su bilançosu hazırlanırken havza beslenimi olarak dikkate alınmıştır.

## -Boşalım

Araştırma alanında en önemli olan boşalım buharlaşmadır. 753 km<sup>2</sup> büyüklüğündeki inceleme alanından ortalama 378,92 mm/yıl gerçek buharlaşma (Etr) değeri ile ortalama 285,326x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/yıl buharlaşma-terleme yolu ile boşalmaktadır (Bölüm 4.4.2).

Havza içerisinde DSİ 18. Bölge Müdürlüğü tarafından açılmış 25 adet sondaj kuyusu bulunmaktadır (Çizelge 4.8). Kuyuların günde 6 saat ve yılda 150 gün çalıştığı düşünüldükçe, Senirkent'te bulunan DSİ'ye ait toplam 19 adet kuyudan 2,1x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/yıl, Uluborlu'da bulunan 6 adet kuyudan ise 0,47x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/yıl su çekilmektedir. Ayrıca resmi kurumlara ait kuyuların dışında yöre halkına ait ruhsatlı/ruhsatsız en az 60 dolayında sondaj kuyusu bulunmaktadır. Bu kuyularda üretim debileri ve süreleri hakkında doğru bilgilere ulaşılamamıştır. Hazırlanan su bilançosunda özel kuyuların üretim debisi ve süresinin resmi kuyulara benzer olduğu varsayılmıştır. Buna göre özel kuyulardan yılda 4.1x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/yıl su çekilmektedir. Havzada toplam yeraltısuyu üretimi ise 6.7 m<sup>3</sup>/yıl olarak bulunmuştur.

Havzadan Pupa Çayı ile Eğirdir Gölü'ne yüzeysel akış şeklinde boşalım olmaktadır. Göl kenarında akım rasat istasyonu bulunmamaktadır. Senirkent köprüsünde 1974-2000 yılları arasında DSİ tarafından yapılan ölçümlerde ortalama yüzeysel akış miktarı 12.84 m<sup>3</sup>/yıl bulunmuştur (Çizelge 4.7). Ancak, ölçüm yapılan nokta havzanın ortasında bulunduğu ve havza drenaj sistemi de göz önünde tutularak toplam yüzeysel akış yolu ile boşalım bu değer iki katı olan 25.68 m<sup>3</sup>/yıl kabul edilmiştir.

Uluborlu ilçe merkezi ve Küçükkabaca yerleşim yerinde bulunan tarım arazilerinin sulanması için yapılan Uluborlu Barajı ile net olarak 1640 ha'lık alan sulanmaktadır. Uluborlu barajından alınan su miktarı ortalama 11 916 198 m<sup>3</sup>/yıl'dır. Uluborlu'nun İleydağı kasabasında da 113 ha'lık alanın sulama suyu ihtiyacı için İleydağı göletinden 660 000 m<sup>3</sup>/yıl su alınmaktadır. Barajlardan verilen toplam sulama suyu miktarı 12 576 198 m<sup>3</sup>/yıl dır. DSİ 18. Bölge Müdürlüğü verilerine göre Uluborlu

dolayında sulama randımanı % 46 dır. Buna göre su bilançosu hesabında, sulamaya verilen 12 576 198 m<sup>3</sup>/yıl suyun % 46'sı olan 5.78 x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/yıl su boşalım olarak dikkate alınmıştır.

DSİ 18.Bölge Müdürlüğü verilerine göre sulamaya verilen suyun sulama randımanı %33 dür. Eğirdir Gölü'nden tarım alanları için verilen 45 110 198 m<sup>3</sup> /yıl suyun %33'ü olan 14,88 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> /yıl havzadan boşalım olarak kabul edilmiştir.

Su bilançosunda dikkate alınması gereken bilanço elemanları arasında havzadaki kaynak boşalımları da bulunmaktadır. Bölgenin jeolojik yapısı ve kaynak lokasyonları incelendiğinde, kaynakların havza içerisinden beslendiği görülmektedir. Kaynak boşalımları ise Pupa çayı akım rasat istasyonlarında ölçüldüğü için ayrıca boşalım olarak dikkate alınmamıştır. Ancak, Eğirdir Gölü kıyısında yer alan Kayaağzı kaynağı direkt göle boşaldığı için havza boşalım elemanları arasına alınmıştır. 45l/s debi ile Kayaağzı kaynağının Eğirdir Gölü'ne yıllık boşalımı 1,419x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/yıl olarak hesaplanmıştır.

Eğirdir Gölü kenarında olan çalışma havzasından alüvyon ova ve tabanındaki kireçtaşlarından yeraltı akışı ile Eğirdir Gölü'ne bir boşalım olduğu bilinmektedir.

Yeraltı boşalımı;  $Q = T \times i \times G$  formülü ile hesaplanmaktadır.

$T$  = Transmisibilite katsayısı (m<sup>2</sup>/gün)

$i$  = Hidrolik eğim

$G$  = Havzanın Göle Boşalım alanı genişliği (m)

Ortalama Transmisibilite katsayısı (4.5.3. Akiferlerin Hidroloji Parametreleri başlıklı bölüm altında ayrıntısı verilecek olan kuyu hidroliği uygulamalarında) 345.6 m<sup>2</sup>/gün olarak hesaplanmıştır. Hidrolik eğim 0,003 olarak belirlenmiştir. Havzadan Eğirdir Gölü'ne boşalım alanı genişliği 10 km'dir. Sonuçta havzadan Eğirdir Gölü'ne yeraltı boşalımı ortalama 37,8x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/yıl olarak hesaplanmıştır.



Havzada hesaplanan toplam beslenme ( $465 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ ) ile toplam boşalım ( $377 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ ) değerleri arasında  $88 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ 'lık fark bulunmaktadır (Çizelge 4.6). Ölçümlerde ve hesaplamalarda olabilecek hatalar dikkate alındığında emniyetli kullanılabilir su miktarı bilanço farkının % 60'ı alınabilir. Senirkent-Uluborlu havzasında dinamik su rezervi yaklaşık  $53 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$  bulunmuştur.

Çizelge 4.6: Senirkent-Uluborlu Havzası Su Bilançosu

BESLENİM	( $\times 10^6$ ) $\text{m}^3/\text{yıl}$	BOŞALIM	( $\times 10^6$ ) $\text{m}^3/\text{yıl}$
Yağış	420,174	Buharlaşıma	285
Eğirdir Gölü'nden sulama suyu	45	Kuyulardan çekim	6,7
		Pupa Çayı boşalımı	25,68
		Göletlerden alınan sulama suyundan bitki kullanımı	5,78
		Eğirdir Gölü'nden alınan sulama suyundan bitki kullanımı	14,88
		Kayaagzı kaynağından Eğirdir Gölü'ne boşalım	1,419
		Eğirdir Gölü'ne yeraltısuyu boşalımı $Q=T \times i \times G$	37,8
<b>Toplam</b>	<b>465,174</b>	<b>Toplam</b>	<b>377,26</b>

## **4.5.Hidrojeoloji**

Bu bölümde su noktaları, litolojik birimlerin hidrojeolojik özellikleri, akiferlerin hidrojeolojik parametreleri ve yeraltısuyu dinamiği ele alınmaktadır.

### **4.5.1.Su Noktaları**

Çalışma alanında çok sayıda kaynak, yüzeysel akış, sondaj kuyuları ve 2 adet gölet bulunmaktadır.

#### **4.5.1.1.Akarsular**

Çalışma alanında bulunan yüzeysel akışları göstermek için drenaj ağı haritası hazırlanmıştır (Ek-4). Çalışma alanında çok sayıda sürekli ve mevsimlik dere bulunmaktadır.

#### **-Pupa Çayı:**

Ovanın en uzun akarsuyu olan Pupa Çayı'nın drenaj alanı 202 km<sup>2</sup>'dir. Diğer mevsimlik dereleri bünyesine katarak 45 km'lik bir mesafeden sonra Eğirdir Gölü'ne ulaşmaktadır.

Pupa Çayı üzerinde Uluborlu Köprüsü ve Senirkent Köprüsü üzerinde bulunan akım Rasat İstasyonları D.S.İ. 18. Bölge Müdürlüğü tarafından işletilmektedir (Çizelge 4.7).

Pupa Çayı 1962 yılında Temmuz ve Ağustos aylarında, 1963 yılında Ağustos ve Eylül aylarında, 1964 yılında Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında, 1965 yılında Eylül ayında, 1966 yılında Ağustos ve Eylül aylarında, 1967 yılında Temmuz ve Ağustos aylarında, 1968 yılında ise Temmuz ayında kuru dere haline geçmektedir

Pupa Çayı üzerine inşaa edilen Uluborlu barajı ile Uluborlu ilçe merkezi ve Küçükcabaca yerleşim yerinde net 1640 ha tarım arazisinin sulanması ve 300 ha

arazinin taşkından korunması sağlanmaktadır. Uluborlu barajından alınan su miktarı ortalama 11 916 198 m<sup>3</sup>'dür. Barajı besleyen Şalgamlı ve Kuruçay derelerinin yıllık ortalama akımı 12,02 hm<sup>3</sup>'tür. Uluborlu Barajı'nın teknik özellikleri (Şekil 4.15)'de verilmiştir.

Çizelge 4.7 : Pupa Çayı Su Temin Tablosu (DSİ 18. Bölge Müdürlüğü)

Bölge : Isparta													Yağış alanı : 291 km <sup>2</sup>
İstasyon No : 09-073													Birimler : hm <sup>3</sup>
Suyun adı : Pupa Çayı													
İstasyon adı : Senirkent köprüsü													
Su Yılı	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Toplam
1974	0,00	0,00	0,12	0,00	0,10	2,62	0,03	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	2,97
1975	0,00	0,00	0,20	0,20	0,66	2,59	1,76	3,41	1,38	0,00	0,00	0,00	10,20
1976	0,00	0,26	1,03	2,72	2,13	2,99	3,72	1,38	0,01	0,00	0,00	0,00	14,24
1977	0,21	0,06	0,80	0,92	2,55	2,28	1,44	0,60	0,12	0,00	0,00	0,00	8,98
1978	0,15	0,05	0,17	1,13	5,97	6,32	5,65	1,24	0,02	0,02	0,00	0,02	20,74
1979	0,55	0,22	0,96	6,09	7,15	2,02	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17,63
1980	0,35	1,19	2,14	4,98	4,19	4,36	6,05	2,63	0,16	0,00	0,00	0,00	26,05
1981	0,00	0,23	0,30	3,59	4,59	6,83	3,43	1,55	0,00	0,00	0,00	0,00	20,52
1982	0,00	0,00	2,23	1,50	0,53	3,20	5,12	3,30	0,27	0,00	0,00	0,00	16,15
1983	1,10	0,26	0,18	0,03	0,91	1,56	6,23	1,18	0,33	0,00	0,00	0,16	11,94
1984	0,00	1,66	2,70	1,64	0,60	1,79	2,50	2,22	0,04	0,01	0,00	0,00	13,16
1985	0,00	0,03	0,00	0,33	0,96	0,52	1,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,97
1986	0,00	0,02	0,03	0,41	0,85	1,10	0,35	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	2,81
1987	K A P A L I												
1996													
1997	0,04	0,00	0,26	0,23	0,17	0,00	0,66	0,50	0,07	0,02	0,04	0,01	2,00
2000	0,03	0,44	0,69	0,37	1,13	1,53	4,17	6,52	5,91	1,08	0,24	0,16	22,27
Toplam	2,43	4,42	11,81	24,14	32,49	39,71	42,88	24,63	8,36	1,13	0,28	0,35	192,63
Ortalama	0,16	0,29	0,79	1,61	2,17	2,65	2,86	1,64	0,56	0,08	0,02	0,02	12,84



Şekil 4.15 : Uluborlu Barajı'nın teknik özellikleri ve mansaptan bir görünümü

Gövde Tipi	: Zonlu toprak dolgu
Göletin Amacı	: Sulama ve feyezana kontrolü
Temelden Yüksekliği	: 72,00 m
Talvegten Yüksekliği	: 56,46 m
Kret Kotu	: 1159,26
Kret Uzunluğu	: 315,00 m
Toplam Dolgu Hacmi	: 2078,000 m <sup>3</sup>
Maximum Depolama Hacmi	: 21,3 hm <sup>3</sup>
Maximum Göl Alanı	: 1,32 km <sup>2</sup>
Maximum Su Seviyesi	: 1154,72 m
Normal Su Seviyesi	: 1152,40 m
Normal Su Seviyesi Yüzey Alanı	: 1,100 km <sup>2</sup>
Normal Su Seviye Hacmi	: 21,30 hm <sup>3</sup>
Minimum Su Seviyesi	: 1118,40 m
Minimum Su Seviyesi Yüzey Alanı	: 0,192 km <sup>2</sup>
Minimum Su Seviye Hacmi	: 1,4 hm <sup>3</sup>
İşletmeye Girdiği Yıl :	: 1984

### **-Değirmendere Çayı**

Yassıören güneyinde, Senirkent'in doğusunda yeralan Değirmen dereyi besleyen birçok kaynak bulunmaktadır. Bu derenin sularının bir kısmı Senirkent ilçesinin içme suyu amaçlı, bir kısmı ise, Yassıören kasabasında sulama suyu amaçlı olarak kullanılmaktadır.

### **-Şehir Çayı**

Uluborlu'nun güneyinde yeralan Şehir Çayı Kapıdağ'dan doğar, Pupa Çayı'na karışır.Şehir Çayı'nın debisi 60l/s'dir. Köy Hizmetleri (Eski Topraksu) Bölge Müdürlüğü çayın sularını beton kanal içine alarak, 800 dekarlık arazide sulu ziraat yapılmasını temin etmiştir. Geçmiş yıllarda üzerine bir hidroelektrik santrali kurulmuş ve işletilmiştir.

### **-Ak Çay**

Kapıdağ yaylasında 11 adet kaynağın birleşmesiyle oluşan Ak çay Uluborlu'da bulunmaktadır. Ayrıca Ak çay, Suuçan olarak bilinen şelalenin suyunu da oluşturmaktadır. Akçay'ın akış debisi ölçülmemektedir.

### **- Dereköy Çayı**

Uluborlu'daki Dereköy Çayı, kaynağını Akpınarından almaktadır. Dereköy Çayı suları tarım arazilerinin sulamasında kullanılmaktadır.

### **- İleydağı Çayı**

İnceleme alanının batısında yeralan İleydağı Çayı'nı besleyen Ahır deresinin yıllık ortalama akımı 1,272 hm<sup>3</sup>'tür. 1996 yılında üzerine İleydağı Göleti yapılarak (Şekil.4.16) İleydağı ovasındaki tarım arazisinin sulanması sağlanmıştır. İleydağı göletinden alınan su miktarı ortalama olarak 660 000 m<sup>3</sup>'tür.



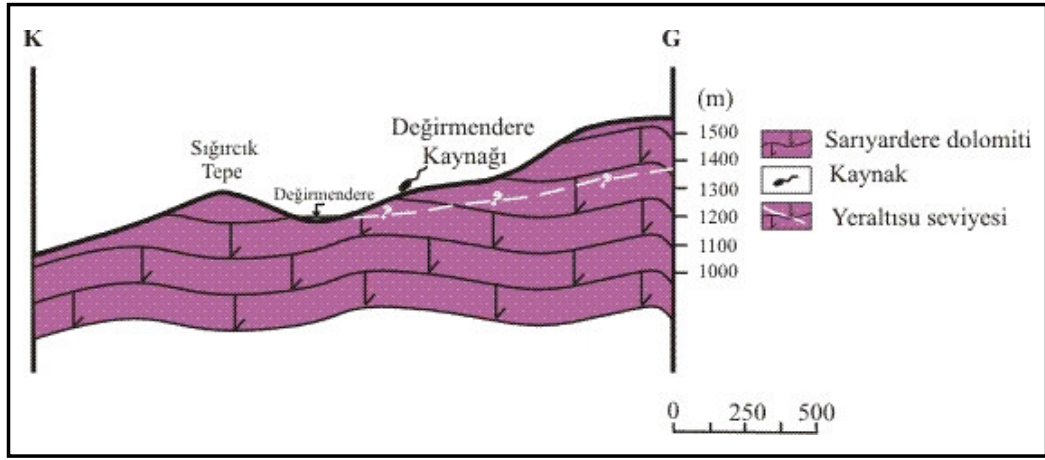
Şekil 4.16 : İleydağı Gölü'nün görünümü ve teknik özellikleri

Gövde Tipi	: Homojen toprak dolgu
Göletin Amacı	: Sulama
Temelden Yüksekliği	: 34,90 m
Talvegten Yüksekliği	: 26,90 m
Normal Su Seviyesi	: 1244,40 m
Normal Su Seviyesi Yüzey Alanı	: 0,093 km <sup>2</sup>
Normal Su Seviye Hacmi	: 0,80 hm <sup>3</sup>
Minimum Su Seviyesi	: 1231,0 m
Minimum Su Seviyesi Yüzey Alanı	: 0,022 km <sup>2</sup>
Minimum Su Seviye Hacmi	: 0,069 hm <sup>3</sup>
İşletmeye Girdiği Yıl :	: 1996

#### 4.5.1.2.Kaynaklar

İnceleme alanında yer alan kaynaklar genellikle dokanak ve süreksizliklere bağlı olarak ortaya çıkmakta yada tektonik dokanaklardan boşalmaktadır. Kaynaklar 1/100 000 ölçekli hidrojeoloji haritası üzerinde gösterilmiştir (EK-8). Bu kaynaklardan debileri ölçülen 4 adeti ayrıntılı olarak aşağıda incelenmiştir.

#### -Değirmendere Kaynağı



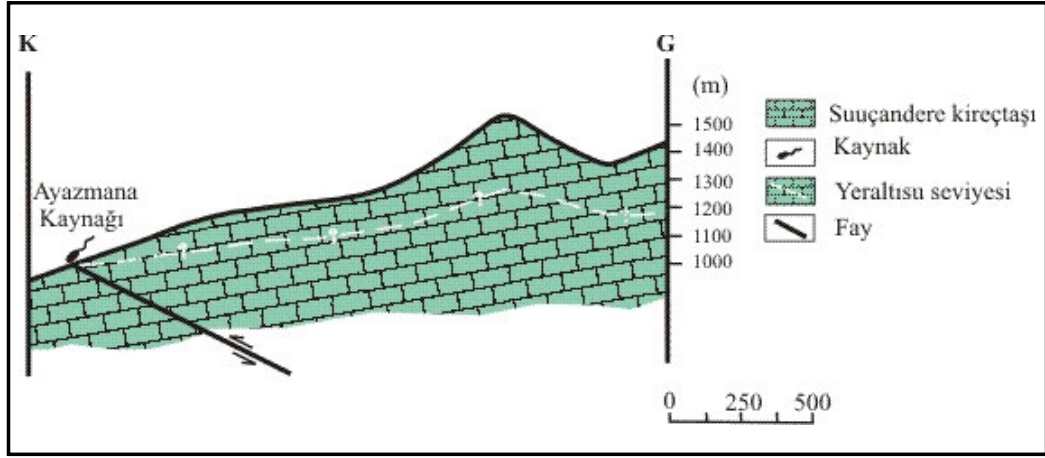
Şekil 4.17 : Değirmendere Kaynağı jeolojik kesiti

Yassıören köyüne yaklaşık 3km kuzeydoğusunda bulunan kaynak Sarıyazı dolomitlerinden boşalan tabaka kaynağı özelliğindedir (Şekil 4.17).

Yassıören güneyindeki dağlardan çıkan ve Değirmen dereyi meydana getiren kaynağın yaz debisi  $Q=55$  l/s'dir. Kaynak çıkış noktasında yapılan kaptajdan 5 l/s Senirkent ilçesine içme suyu olarak verilmektedir. Geriye kalan 50 l/s' i ise Yassıören köyünün bahçelerinde sulama suyu olarak kullanılmaktadır.



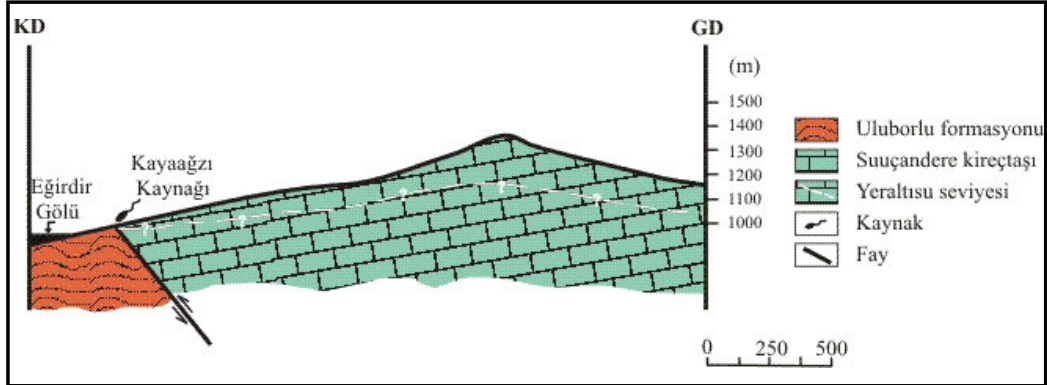
### -Ayazmana Kaynağı



Şekil 4.18 : Ayazmana Kaynağı jeolojik kesiti

Yassıören köyünün 2 km güneydoğusunda yer alan Suuçandere kireçtaşlarından boşalan Ayazmana kaynağının kurak dönem debisi  $Q=35$  l/s' dir. Kaynakta sürekli debi ölçümü yapılmamaktadır (Şekil 4.18).

### -Kayaagzı Kaynağı



Şekil 4.19 : Kayaagzı Kaynağı jeolojik kesiti

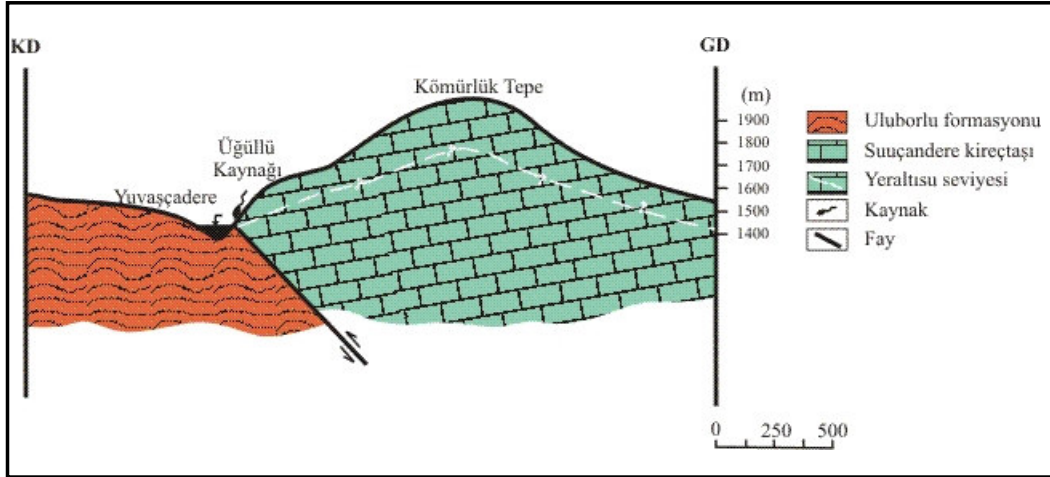
Kayaagzı kaynağı Senirkent-Uluborlu havzasının güneydoğu sınırında ve Eğirdir Gölü'nün güneybatısında bulunan Kayaagzı mahallesinde yer almaktadır. Kaynak  $Q=45$  l/s debi ile sularını Eğirdir Gölü'ne boşaltmaktadır. Dokanak kaynağı

özelliğinde olan Kayaazğı kaynağı, Yassıvıran kireçtaşı ve Uluborlu formasyonunun dokanağından boşalmaktadır(Şekil 4.19). Kaynak bölgesinde gözlenen Uluborlu formasyonu çok küçük bir alanda yüzeylendiği için 1/100 000 ölçekli jeoloji haritasında gösterilmemiştir.

### -Üğüllü Kaynağı

Uluborlu sınırları içerisinde yer alan Üğüllü kaynağı yerleşim yerinden yaklaşık 8 km' lik mesafe bulunmaktadır. Kömürlük tepenin kuzey yamacında bulunan kaynak çevresinde Kapı dağı, Hisarlık tepe ve Kalaycı tepe bulunmaktadır.

Üğüllü kaynağı; allokon konumdaki Jura-Kretase yaşlı Suuçandere kireçtaşlarının geçirimsiz kaya birimi özelliği taşıyan Tersiyer-Paleosen yaşlı Uluborlu formasyonunun üzerine bindirmesi sonucu oluşan tektonik dokanaktan boşalan yeraltısuyudur (Şekil 4.20).



Şekil 4.20: Üğüllü Kaynağı jeolojik kesiti

Üğüllü kaynağı; Uluborlu barajını besleyen Yuvaşcaderesinin de kaynağı konumundadır (Şekil 4.20). Kaynak boşalım kotu 1436,2 m., debisi ise  $Q=350$  l/s civarındadır.

Üğüllü kaynağı yüzey drenaj alanı içerisinde kaynak suyunun kalitesini olumsuz yönde etkileyecek yerleşim alanı, çiftlik evi, ağıl, ahır, sanayi tesisi, tarım alanı vb. yüzeysel kirleticiler bulunmamaktadır. Arazi doğal yapısı nedeniyle bu türden kullanımlara uygun olmadığından kaynak sürekli olarak doğal koruma altındadır. Uluborlu ilçesinin içme suyunun bir kısmının karşılandığı kaynak Uluborlu Belediyesi tarafından kaptaj ile geliştirilerek koruma altına alınmıştır (Şekil 4.22).

Üğüllü kaynağı Uluborlu ilçesi ve çevre köylerin içme suyu ihtiyacını karşılaması yanında uygun içme suyu kalitesinde olmasından dolayı kaynak suyu şişeleme tesisi vasıtasıyla ticari amaçlı olarak da kullanılmaktadır.



Şekil 4.21 : Üğüllü kaynağından bir görünüm

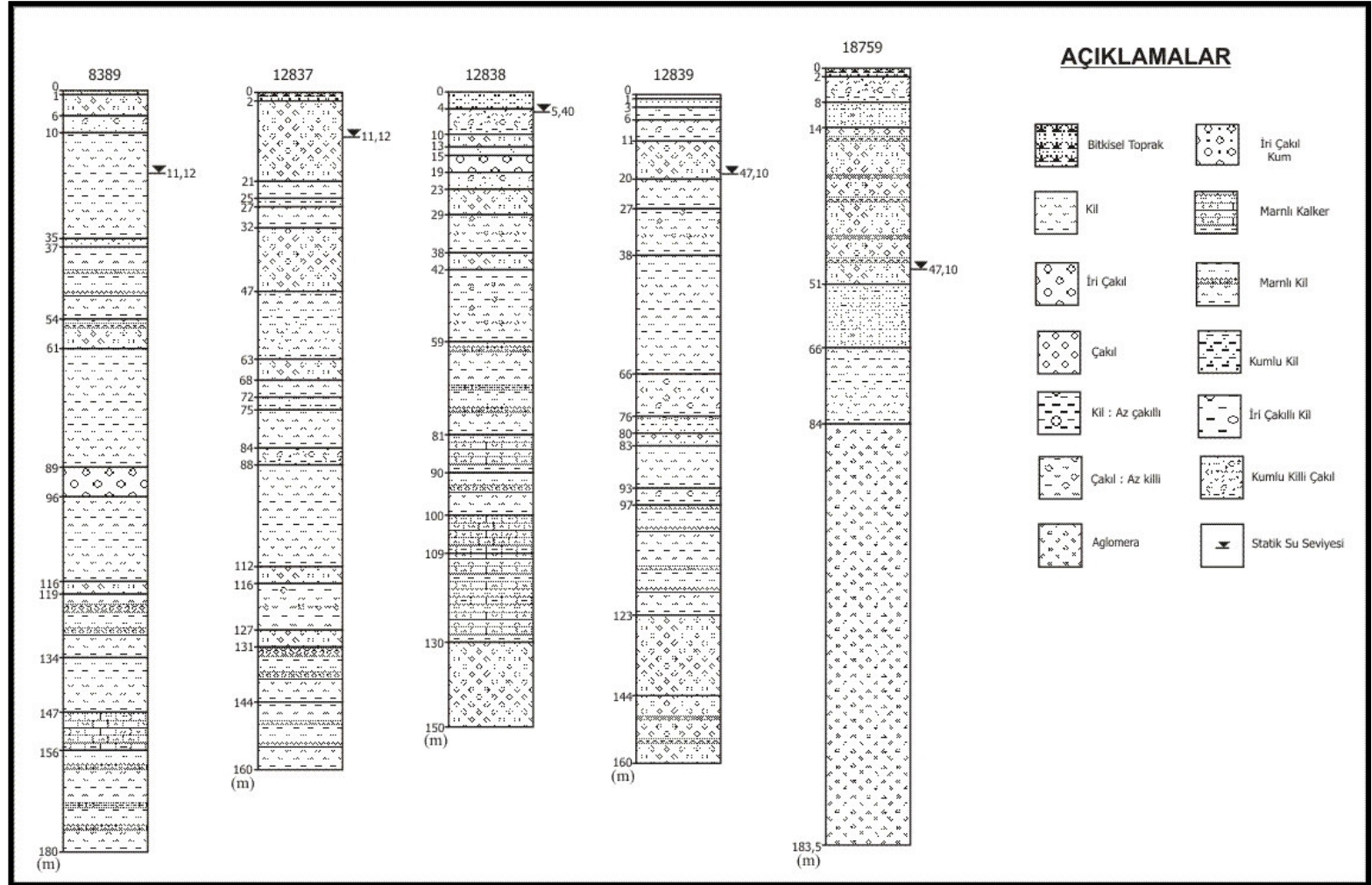
#### 4.5.1.3. Sondaj Kuyuları ve Sığ Kuyular

Senirkent-Uluborlu havzasında özel kişilere ait sondaj ve sığ kuyu olmak üzere yaklaşık 60'tan fazla sulama amaçlı kuyu bulunmaktadır.

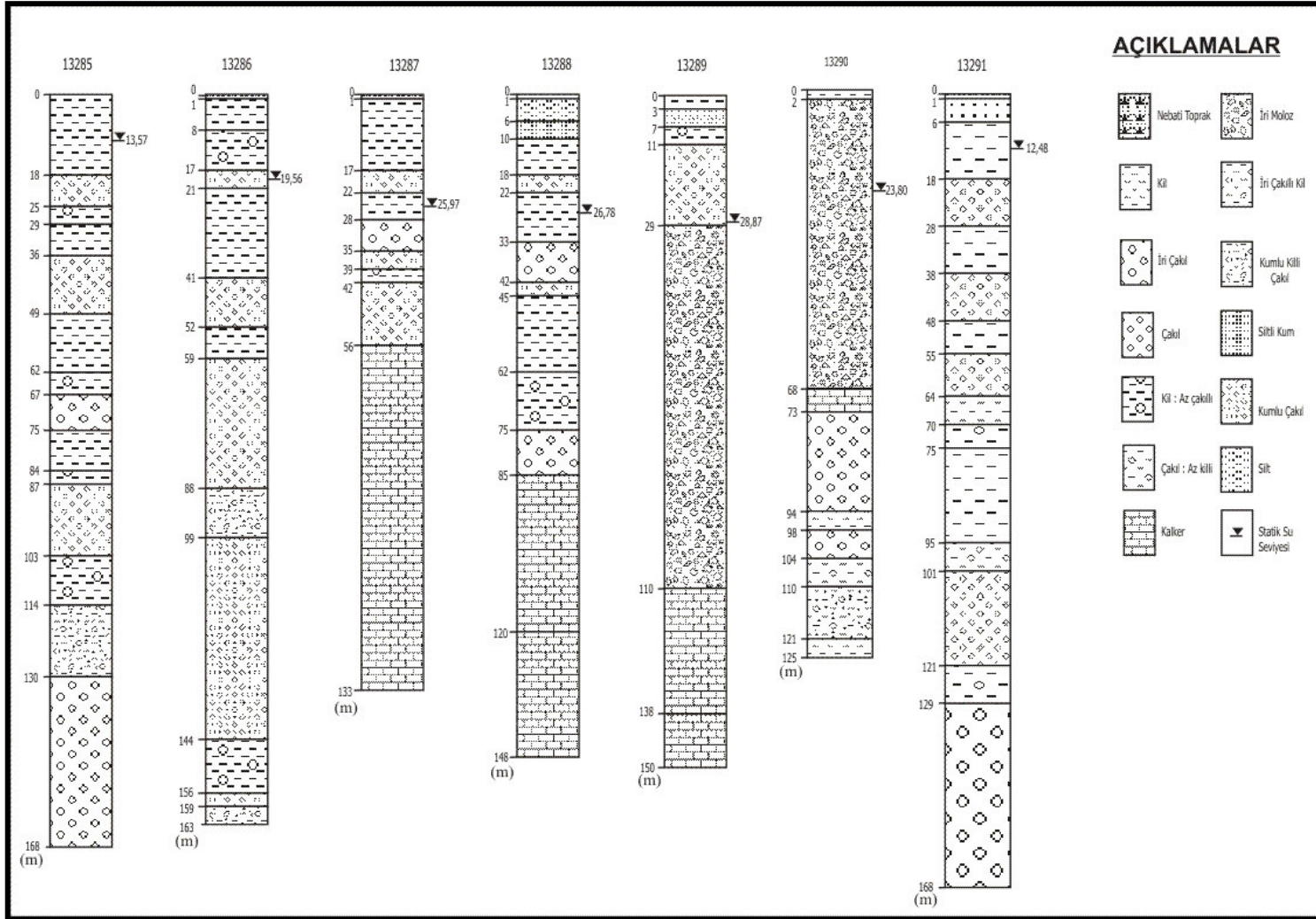
Senirkent-Uluborlu havzasında, DSİ 18. Bölge Müdürlüğü tarafından araştırma ve işletme amaçlı açılmış Uluborlu'da 5 adet, Senirkent'te 13 adet olmak üzere toplam 18 adet sondaj kuyusu işletiliyor durumda bulunmaktadır. Ayrıca, İller Bankası tarafından açılmış 4 adet içme, Topraksu Bölge Müdürlükleri tarafından açılmış 2 adet sulama kuyusu yer almaktadır. Uluborlu'da bulunan sondaj kuyularının derinlikleri 150-183,5 m, statik seviyeleri 5,40-47,10 m, dinamik seviyeleri 20,78-57,40 m arasında değişmektedir. Senirkent'te ki sondaj kuyularında ise derinlikleri 125-168,3 m, statik seviye 9,19-27,87 m, dinamik seviye 18,7-41,44 m arasındadır. Bu kuyulara ait hidrolojik ve hidrojeolojik özellikler Şekil 22-23 (a-b) ' de teknik özellikler ise Çizelge 4.8' de sunulmuştur.

İnceleme alanında açılan sondaj kuyuları içme ve sulama amaçlı olup tamamı ovada açılmıştır. Kuyular da alüvyonun yanında konglomera ve kireçtaşıdan da su alınmaktadır. Senirkent'in doğusunda yer alan Ortayazı mevki civarında açılan sondaj kuyularında (10586, 10587, 10588, 13287, 13288, 13289) konglomera ile kireçtaşlarından su alınmaktadır. Uluborlu bölgesinde açılmış olan sondaj kuyularının debileri 11-36 l/s iken, Senirkent'te açılmış olan sondaj kuyularının debileri 12-50 l/s arasında değişmektedir (Çizelge 4.8).

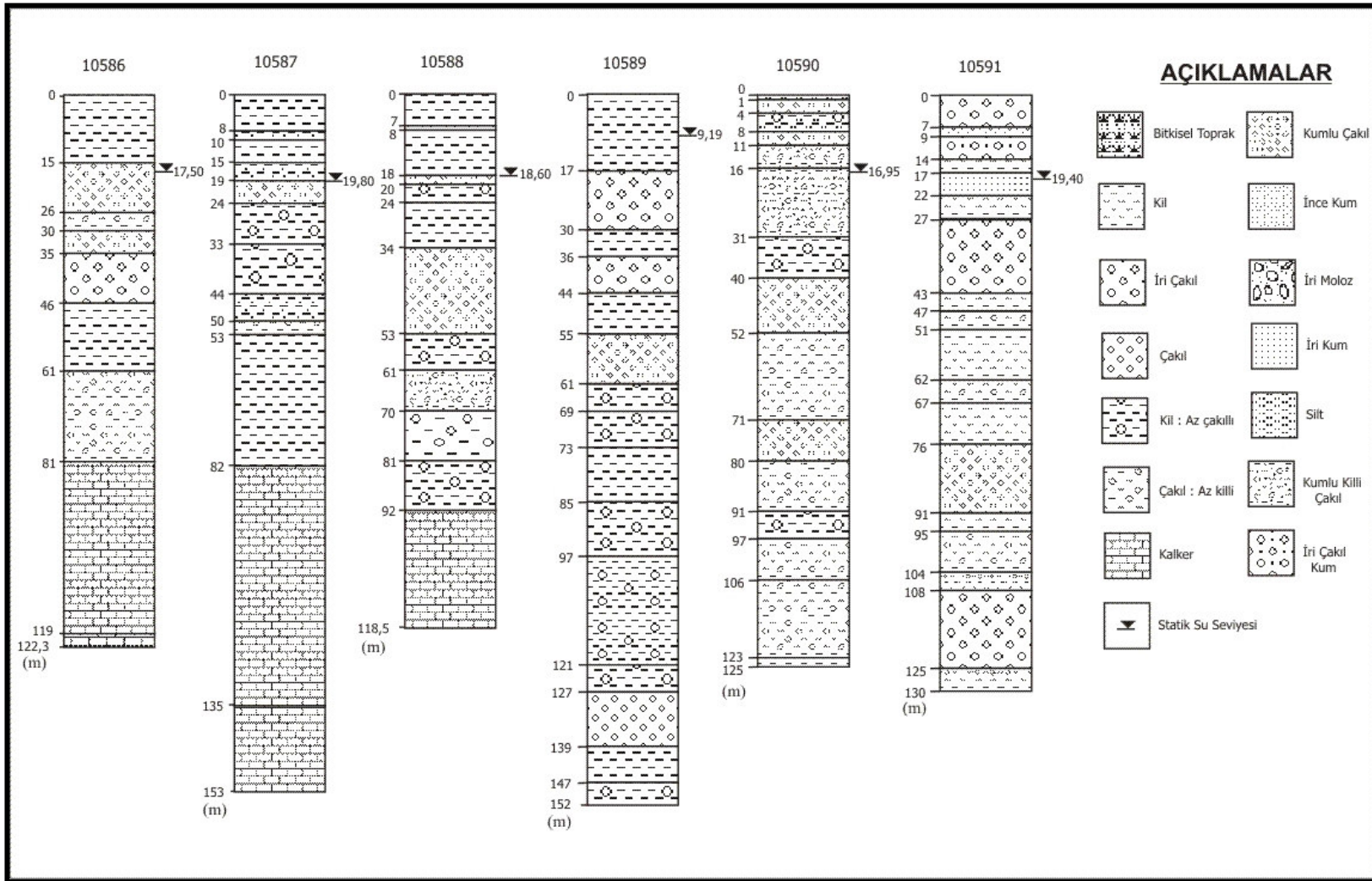
18759 nolu kuyunun düşük debisi (12 l/s), kesilen killi düzeyler ve 84-183,5 m arasında geçilen aglomera ile açıklanabilmektedir. 12839 ve 10586 nolu kuyulardaki göreceli olarak düşük debiler, kuyuların işletmeye hazırlanmasında yapılan teknik sorunlardan kaynaklanabilir (EK-7).



Şekil 22 : Uluborlu bölgesi sondaj kuyu logları



Şekil 23 (a) : Senirkent bölgesi sondaj kuyu logları



Şekil 23 (b): Senirkent bölgesi sondaj kuyu logları (devamı)

Çizelge 4.8: Uluborlu ve Senirkent ilçelerine ait DSİ 18. Bölge Müdürlüğü tarafından açılmış olan sondaj kuyularının verileri

YER	KUYU NO	STATİK SEVİYE (m)	DİNAMİK SEVİYE (m)	DERİNLİK (m)	DEBİ (Q <sub>P</sub> ) l/s
ULUBORLU	12837	11,12	20,78	160	36
	12838	5,40	32,48	150	25
	12839	17,42	34,95	160	20
	8389	21	46,15	180	11
	18759	47,10	57,40	183,5	12
SENİRKENT	10586	17,5	41,37	122,3	25
	10587	19,8	35,79	153,2	35
	10588	18,6	28,06	118,5	36
	10589	9,19	18,73	152,8	36
	10590	16,95	22,43	125	32
	10591	19,4	28,10	130	36
	13285	13,57	18,7	168,3	41
	13286	19,56	41,44	163,5	33
	13287	25,97	28,39	133	41
	13288	26,78	30,2	148	42
	13289	28,87	33,3	150	50
	13290	23,8	34,42	125	40
	13291	12,48	21,06	168	40

#### 4.5.1.4.Göller

##### - Eğirdir Gölü

Eğirdir Gölü 918.19 m. su kotunda 480 km<sup>2</sup> yüzey drenaj alanına sahiptir. Türkiye'nin 4. büyük gölü olan Eğirdir Gölü Isparta ilinin en büyük tatlı su kaynağını oluşturmaktadır.

Isparta il sınırlarının tam ortasında yeralan gölün kuzey-güney uzunluğu 50 km ve doğu-batı genişliği 3-16 km' dir. Göl derinliği yıllara ve mevsimlere göre değişmekle birlikte, ortalama derinlik 7 metredir. En derin yeri Barla kasabası önlerinde 15 m'yi bulmaktadır. Maksimum işletme seviyesi olan 918 m. kotunda göl alanı 472,6 km<sup>2</sup>, su depolama kapasitesi 3,96 milyar m<sup>3</sup>'tür.



1938-1991 yılları arası rasat periyodunda; en düşük su seviyesi Aralık 1975'te 915.33 m olarak tespit edilmiştir. Bu seviyedeki göl alanı 453 km<sup>2</sup> ve su hacmi ise 2.74 milyar m<sup>3</sup> hesaplanmıştır. En yüksek su seviyesi Mayıs 1969'da tespit edilmiş, buna göre su kotu 919.11 m, göl alanı 481 km<sup>2</sup> ve su hacmi ise 4.44 milyar m<sup>3</sup> olarak gerçekleşmiştir. Eğirdir Gölü'nün yıllık ortalama beslenimi 907x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>'tür (Karagüzel vd., 1995).

Göl iki kısma ayrılmaktadır. Kuzeyde kalan ve daha küçük olan kısmına Hoyran Gölü, güneyde kalan kısmına Eğirdir Gölü denir. Hoyran Gölü drenaj alanı 89 km<sup>2</sup>'dir. Her iki bölüm Hoyran Boğazı ile birbirine bağlanır. Beyşehir Gölü'nden sonra Türkiye'nin 2. büyük tatlı su gölü olan Eğirdir Gölü'nden, Isparta Belediyesi'nin yanında, il genelinde tarım alanlarının sulanması için gerekli olan suda sağlanmaktadır. Ayrıca, Kovada hidroelektrik santrallerine de Eğirdir Gölü'nden su verilmektedir.

#### **4.5.2.Litolojik Birimlerim Hidrojeolojik Özellikleri**

Çalışma alanında yer alan jeolojik birimler fiziksel ve hidrojeolojik özellikleri gözönüne alınarak; geçirimli (Gç1, Gç2, Gç3), yarı geçirimli (Gy) ve geçirimsiz birimler (Gz) olarak ayrılanmıştır. Alüvyon, eski alüvyon, yamaç molozu ve pliyosen karasal çökelleri gözenekli yapıları ile (Gç1), Sarıyardere Dolomiti, Yassıviran Kireçtaşı, Suuçandere Kireçtaşı ve Kapıdağ Kireçtaşı geçirimli (Gç2), Pupa Çayı Konglomerası (Gç3) geçirimli birimler olarak tanımlanırken, Zendevi Volkanitleri (Gy) yarı geçirimli birim olarak, Uluborlu Formasyonu (Gz) geçirimsiz birim olarak sınıflandırılmıştır. Hidrojeolojik birimler 1/100 000 ölçekli hidrojeoloji haritasında gösterilmiştir (Ek-5).

##### **4.5.2.1.Geçirimli Birim (Gç1)**

İnceleme alanında geçirimli birim (Gç1) olarak ele alınan alüvyon, eski alüvyon, yamaç molozu ve pliyosen karasal çökelleridir. Birim çalışma alanında geniş bir yayılıma sahiptir.

Birim içinde en önemli akifer özelliği taşıyan alüvyon 140 km<sup>2</sup>'lik bir alanı kapsamaktadır. Bölgede DSİ 18. Bölge Müdürlüğü tarafından açılmış olan tüm sondaj kuyuları alüvyon üzerindedir. Uluborlu'da açılmış olan sondaj kuyularının debileri 11-36 l/s, Senirkent'teki sondaj kuyularının debileri ise 12-50 l/s arasında değişmektedir.

Alüvyon kil, silt, kum, çakıl, blok boyutundaki malzemeler ve bunların değişik kombinasyonlarının ar dalanmasından oluşmaktadır. Çakıl ve kum seviyelerinde su bulundurması açısından alüvyon önemli bir akiferdir. Alüvyon ortamda açılan kuyuların üretim debileri Ek-7'de verilmiştir.

Eski alüvyon killi-kumlu ve iri çakıllardan oluşan eski alüvyon gevşek yapısı ile iyi bir akiferdir. Hisarlık tepenin kuzeydoğusunda belirgin bir yapıya sahip olan yamaç molozları ağırlıklı olarak kil içeriği yanında irili ufaklı kireçtaşı çakıl ve blokları, kum, silt ve nebati topraktan oluşmaktadır. Pliyosen karasal çökelleri ise kil, silt, kum içeriği yanında bol miktarda çakıllardan oluşmaktadır. Çakıl içeriği pliyosen karasal çökelleri için iyi bir akifer özelliğini gösterir. Ancak birim bölgede çok küçük bir alana sahip olduğundan yeraltısu açısından önem taşımamaktadır.

#### **4.5.2.2. Geçirimli Birim (Gç2)**

Birim; Kapıdağ, Yassıviran, Suuçandere kireçtaşları ve Sarıyardere dolomitinden meydana gelmektedir. Karbonatlı kayalardan oluşan bu hidrojeolojik birim inceleme alanında yükselteri oluşturan çok geniş bir alanda yüzeylenmektedir. Uluborlu - Eğirdir Gölü arasında alüvyon örtü altında da karstik kireçtaşları (Suuçandere kireçtaşı) olduğu hazırlanan jeolojik kesitlerde görülmektedir (EK-2). 13287, 13288, 13289, 10586, 10587 ve 10588 no' lu sondaj kuyularında alüvyon altında 56-110 m'ler arasında karstik kireçtaşları kesilmiştir. Bu kuyularda verim (20-50 l/sn arasında )görünür derecede artmıştır.

Birimi oluşturan kireçtaşları, erime boşluklu, kırıklı ve çatlaklı yapıları ile karstik akifer niteliği taşımaktadır. Geniş bir yayılıma sahip olan kireçtaşları çatlak ve erime boşluklarında yeraltısuyu bulundurması açısından önemlidir.

#### **4.5.2.3. Geçirimli Birim (Gç3)**

İncesu ve Pupa Çayı konglomeraları Gç3 birimini oluşturmaktadır. Kil ve kumtaşı arabantlı, radyolarit ve kireçtaşları çakıllarından oluşan İncesu konglomerası, karbonat çimentolu olduğu için erime boşlukları ve süreksizlik düzlemlerinde yeraltısuyu bulundururlar. Gevşek tutturulmuş karbonat çimentolu Pupa Çayı konglomerası da, akifer özelliği taşımaktadır.

#### **4.5.2.4. Yarı Geçirimli Birim (Gy)**

Zendevi volkanitleri, içerisinde yer alan volkanik çakıl içeriği ile yarı geçirimli birim olarak sınıflandırılmıştır.

#### **4.5.2.5. Geçirimsiz Birim (Gz)**

Uluborlu Formasyonlarından oluşan birim fiziksel ve hidrojeolojik özelliklerine göre geçirimsiz birim olarak sınıflandırılmıştır.

Uluborlu Formasyonu kumtaşı, çamurtaşı, marn, tuf ve konglomera ardalanmasından oluşmaktadır. Filiş özelliğindeki formasyon 1000 m kalınlığa sahip olmasına karşın çalışma alanında daha çok, kiltası ve çamurtaşı marn seviyelerle temsil edilmektedir. Birim bu özelliğinden dolayı içerisinde önemli miktarda su bulundurmaz ve geçirimsiz olarak sınıflandırılmıştır. 18759 nolu kuyuda 84 m'den sonra Uluborlu formasyonunda 100 m ilerlenmesine karşı debi artışı olmamıştır (EK-7).

### 4.5.3. Akiferlerin Hidrojeolojik Parametreleri

İnceleme alanında tanımlanan akiferlerin hidroloji parametrelerini (K=Permeabilite katsayısı, T= Transmisibilite katsayısı, S=Depolama katsayısı) belirlemek amacıyla, DSİ 18. Bölge Müdürlüğü tarafından açılan sondaj kuyularından 12 adet temsili kuyu seçilmiştir. Bu kuyuların 8 adedi (13286, 13288, 13289, 13290, 13291, 10587, 10590, 10591) Senirkent bölgesinde 4 adedi ise (12837, 12838, 12839, 18759) Uluborlu bölgesinde yer almaktadır. Bu kuyularda açıldıkları tarihlerde yapılan pompaj deneyleri zaman-düşüm değerleri temin edilmiş ve akifer hidroloji parametreleri belirlenmiştir.

Deney sonuçlarının değerlendirilmesinde Aquifer Test 3.5 bilgisayar yazılım programından yararlanılarak gözenekli akiferde, dengesiz rejim için geçerli olan Cooper-Jacob Time-Drown ve Thies yöntemleri seçilmiştir. Tamamı kaya ortamda açılan sondaj kuyusu bulunmadığı için, çatlaklı kaya ortam için geçerli olan yöntemler uygulanamamıştır. Bu program yardımıyla çizilen grafikler EK-9'da ve hesap sonuçları Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.9: Akifer parametreleri (K,T,S)

Bölge	Kuyu No	Cooper-Jacob Time-Drawdown		Thies		
		K (m/sn)	T(m <sup>2</sup> /sn)	K (m/sn)	T(m <sup>2</sup> /sn)	S
ULUBORLU	12837	3,05x10 <sup>-5</sup>	4,88x10 <sup>-3</sup>	2,32x10 <sup>-5</sup>	3,71x10 <sup>-3</sup>	5x10 <sup>-2</sup>
	12838	9,51x10 <sup>-6</sup>	1,43x10 <sup>-3</sup>	6,79x10 <sup>-6</sup>	1,02x10 <sup>-3</sup>	1,36
	12839	9,84x10 <sup>-6</sup>	1,58x10 <sup>-3</sup>	8,72x10 <sup>-6</sup>	1,40x10 <sup>-3</sup>	0,12
	18759	9,26x10 <sup>-6</sup>	1,70x10 <sup>-3</sup>	6,77x10 <sup>-6</sup>	1,24x10 <sup>-4</sup>	1,8x10 <sup>-2</sup>
SENİRKENT	10590	6,11x10 <sup>-5</sup>	7,61x10 <sup>-3</sup>	5,18x10 <sup>-5</sup>	6,47x10 <sup>-3</sup>	1,2x10 <sup>-2</sup>
	10591	4,07x10 <sup>-5</sup>	5,29x10 <sup>-3</sup>	3,15x10 <sup>-5</sup>	4,09x10 <sup>-3</sup>	1,83x10 <sup>-4</sup>
	13286	1,48x10 <sup>-5</sup>	2,41x10 <sup>-3</sup>	1,01x10 <sup>-5</sup>	1,65x10 <sup>-3</sup>	2,8x10 <sup>-2</sup>
	13290	7,77x10 <sup>-5</sup>	9,71x10 <sup>-3</sup>	2,92x10 <sup>-5</sup>	3,65x10 <sup>-3</sup>	7,2x10 <sup>-2</sup>
	13291	3,63x10 <sup>-5</sup>	6,11x10 <sup>-3</sup>	3,05x10 <sup>-5</sup>	5,13x10 <sup>-3</sup>	2,4x10 <sup>-4</sup>
	10587	2,88x10 <sup>-5</sup>	4,41x10 <sup>-3</sup>	1,40x10 <sup>-5</sup>	2,15x10 <sup>-3</sup>	3,1x10 <sup>-2</sup>
	13288	9,25x10 <sup>-5</sup>	1,37x10 <sup>-2</sup>	6,99x10 <sup>-5</sup>	1,03x10 <sup>-2</sup>	2,4x10 <sup>-3</sup>
	13289	4,59x10 <sup>-4</sup>	6,88x10 <sup>-2</sup>	2,24x10 <sup>-4</sup>	3,36x10 <sup>-2</sup>	1,6x10 <sup>-2</sup>

Çizelge 4.9' deher iki yöntemle göre hesaplanan akifer karakteristiklerinin uyumlu olduğu görülmüştür. Alüvyon akiferde açılan kuyulardan hesaplanan K,T,S değerlerinin değişimi 3 farklı grupta değerlendirilebilir. Thies yönteminin kullanımı daha yaygın olduğu için hidroloji parametrelerinin açıklanmasında bu yöntemin verileri esas alınmıştır.

Thies yöntemine göre elde edilen permeabilite katsayısının (K) değişim aralığı

- 1- 5,99x10<sup>-6</sup> - 1,99x10<sup>-5</sup> m/sn arasında kalan değerler
- 2- 1,99x10<sup>-5</sup> - 5,99x10<sup>-5</sup> m/sn arasında kalan değerler
- 3- 5,99x10<sup>-5</sup> - 2,99x10<sup>-4</sup> m/sn arasında kalan değerler

Thies yöntemine göre elde edilen transmisibilite katsayısının (T) değişim aralığı Őu Őekildedir:

- 1-  $1,99 \times 10^{-3} - 2,99 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{sn}$  arasında kalan değerler
- 2-  $2,99 \times 10^{-3} - 5,99 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{sn}$  arasında kalan değerler
- 3-  $5,99 \times 10^{-3} - 3,99 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{sn}$  arasında kalan değerler

Alüvyon akiferde açılan ve 1. grupta yeralan 12838, 18759, 13286 ve 12839 no'lu sondaj kuyularında permeabilite katsayısı  $K=8,72 \times 10^{-6} - 1,01 \times 10^{-5} \text{ m}/\text{sn}$  arasında, transmisibilite katsayısı  $T=1,02 \times 10^{-3} - 1,65 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{sn}$  arasında değişmektedir (Çizelge 4.9). Bölge genel olarak incelendiğinde bu grupta yeralan sondaj kuyuları en düşük değerlere sahiptir. Özellikle 12838, 13286 ve 12839 no'lu kuyularda değerlerin düşük olması kil seviyesinin kalınlığı ile açıklanabilmektedir. Ayrıca 18759 no'lu kuyuda kil seviyesinin kalın olmasının yanısıra 99,5 m aglomeranın olmasıda bu kuyudaki transmisibilite katsayısının düşük olduğunu göstermektedir (EK-7).

2. grupta yeralan 12837, 10590, 10591, 13290 ve 13291 no'lu sondaj kuyularında permeabilite katsayısı  $K=2,32 \times 10^{-5} - 5,1 \times 10^{-5} \text{ m}/\text{s}$  arasında, transmisibilite katsayısı  $T=3,65 \times 10^{-3} - 6,47 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$  arasında değişmektedir (Çizelge 4.9). Bu grupta göreceli olarak daha yüksek hidrolojik parametreler, kuyuların ovanın güneyinde Beşparmakdağı eteklerinde yer alması ve kuyulardaki kalın yamaç molozu ve çakıl yüzeyleri ile açıklanmaktadır. Nitekim 13290 no'lu sondaj kuyusunda 64 m yamaç molozu ve 25m çakıl seviyeleri gözlenmektedir. Bu kuyunun permeabilite katsayısı  $K= 2,92 \times 10^{-5} \text{ m}/\text{s}$  ve transmisibilite katsayısı  $T=3,65 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ 'dir. Diğer kuyularda da çakıl seviyelerinin kalın olması nedeniyle 2. grupta yeralan bu kuyuların permeabilite ve transmisibilite katsayıları yüksektir (EK-7).

3. grupta yeralan 10587, 13288, ve 13289 no'lu sondaj kuyularında permeabilite katsayısı  $K=1,40 \times 10^{-5} - 2,24 \times 10^{-4} \text{ m}/\text{s}$  arasında, transmisibilite katsayısı  $T=2,15 \times 10^{-3} - 3,36 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$  arasında değişmektedir (Çizelge 4.9). Diğer grupların temsil ettiği bölgelere oranla, bu grupta K,T,S katsayılarının daha yüksek olması alüvyon akiferde

açılan bu 3 kuyuda tabanda 40-70 m kalınlıklarında karstik akiferden üretim yapılmasıyla açıklanabilir. 13288 ve 10587 no'lu kuyular kireçtaşı seviyelerinin kalınlıkları oldukça yüksektir. Ayrıca bu grubun en yüksek hidrolojik parametrelerine sahip olan 13289 no' lu sondaj kuyusunda ise gözenekli kesimdeki yamaç molozunun kalınlığına (81 m) bağlı olduğu görülmektedir.

Her ne kadar pompaj verileri değerlendirilen sondaj kuyuları, ovanın tamamını temsil etmese de, yapılan hesaplamalar sonucunda bulunan K,T,S katsayıları baz alındığında akiferleri verimliliklerine göre aşağıdaki şekilde sıralama yapmak mümkündür.

1. derecede karstik akifer
2. derecede yamaç molozu (birikinti konileri)
3. derecede alüvyon akifer

#### **4.5.4. Yeraltısuyu Dinamiği**

##### **4.5.4.1.Yeraltısuyu Seviye Haritaları**

İnceleme alanında yaklaşık 60 adet sondaj kuyusu bulunmaktadır. Bunlardan temsili olarak seçilenlerde statik seviye ölçümleri yapılmıştır. Bu ölçümler (Eylül (2003) ve Mayıs (2004)) kurak ve yağışlı dönemlerde gerçekleştirilmiştir (Çizelge 4.10). Bu ölçümlerden yararlanılarak 2 döneme ait 2 ayrı yeraltı suyu seviye haritası hazırlanmıştır (Ek-5, Ek-6).

Eylül (2003) dönemi için hazırlanan yeraltısuyu seviye haritasında (EK-5); inceleme alanının batısında Uluborlu merkezinde yeraltısuyu seviye eğrileri tümsek oluşturmaktadır. Bu durum bölgede yaz aylarında kiraz bahçelerinde sulama yapılması ile açıklanabilmektedir. İnceleme alanının doğusunda gözlenen tümsek ise bölge de tabanda bulunan kireçtaşlarının alüvyon ortasında topoğrafik olarak yüksek mostra vermesi ile açıklanmaktadır. Her iki dönemde de genel olarak, yeraltısuyu seviye eğrileri Uluborlu dolayında sıklaşırken, Senirkent ve Eğirdir Gölü'ne doğru

seviye eğrilerinin seyrekleştiği görülmektedir. Uluborlu dolayında hidrolik eğim  $i=0,02$  iken Senirkent dolaylarında  $i= 9 \times 10^{-4}$  olarak bulunmuştur. Uluborlu dolayındaki eğrilerin sıklığı akiferin filişlerden türeyen killi malzemenin artışı ve düşük permeabilite katsayısı ile açıklanabilmektedir. Ovadaki yeraltısuyu akım yönü Eğirdir Gölü'ne doğru olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.10 : Senirkent-Uluborlu ovasında yeraltısuyu statik seviye ölçümleri  
(30.09.2003-20.05.2004)

Bölge	Kuyu No	Kuyu Ağız Kotu (m)	Seviye Farkı (m)	EYLÜL		MAYIS	
				Yeraltısuyu Derinliği (m)	Yeraltısuyu Kotu (m)	Yeraltısuyu Derinliği (m)	Yeraltısuyu Kotu (m)
ULUBORLU	U-1	1049,00	2,10	32,40	1016,60	30,03	1018,70
	U-2	1040,00	1,55	23,55	1016,45	22,00	1018,00
	U-3	1033,00	0,10	17,10	1015,90	16,55	1016,00
	U-4	1024,00	0,50	15,55	1008,45	15,05	1008,95
	U-5	1018,00	0,75	15,05	1002,50	14,75	1003,25
	U-6	1022,00	0,20	12,20	1009,80	12,00	1010,00
	U-7	989,00	4,15	27,10	961,60	23,25	965,75
SENİRKENT	S-1	972,00	2,24	18,50	953,50	16,26	955,74
	S-2	965,00	2,80	19,45	945,55	16,65	948,35
	S-3	990,00	5,60	38,60	951,40	33,00	957,00
	S-4	962,00	4,60	34,35	927,65	29,75	932,25
	S-5	934,00	0,75	12,90	921,00	12,25	921,75
	S-6	923,00	0,10	5,00	919,50	4,90	920,65
	S-7	934,00	0,75	16,40	917,60	15,65	918,35
	S-8	925,00	0,95	2,95	922,05	2,00	923,00
	S-9	925,00	0,40	3,00	922,00	2,60	922,40
	S-10	923,00	0,30	3,30	919,70	3,00	920,00

#### 4.5.4.2.Yeraltısuyu Seviye Değişimi

Alüvyon ovada yeraltısuyu seviye değişimleri incelenerek bu seviye değişimlerini etkileyen jeolojik ve hidrojeolojik faktörler araştırılmıştır. Uluborlu bölgesinde yeraltısuyunun yüzeyden derinliği 12-32 m arasında, Senirkent'te ise 2-34 m arasında değişmektedir (Çizelge 4.10).



Eylül ayından, Mayıs ayına seviye yükselimleri tüm kuyularda aynı oranda gerçekleşmemiştir. Seviye eğrilerinin sıklaştığı bölgelerde yükselimi daha fazla olmuştur. Bu durum ortamın litolojisine bağlı, porozitesi ve permeabilite katsayısına bağlı olarak gerçekleşmektedir. Boşluk hacmi daha az olan kesimlerde seviye yükselimi fazla gerçekleşmektedir.

#### **4.6.Su Kimyası**

Bu bölümde, bölgede bulunan yeraltı ve yerüstularından Haziran 2004 döneminde su örnekleri alınarak; kimyasal analizleri yapılmış ve suların farklı amaçlarla kullanılabilme özellikleri ile kirlilik durumunun tespit edilmesi için, analiz sonuçları farklı diyagramlar ve haritalar yardımıyla yorumlanmıştır.

##### **4.6.1.Yeraltısularının Genel Kimyasal Özellikleri**

Çalışma alanında yeraltısuyunun kimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla, sondaj kuyuları ve kaynaklardan alınan su numunelerinin kimyasal analiz sonuçlarından yararlanılmıştır.

Kimyasal analizlerde; katyonlar ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^+$ ,  $\text{Mg}^+$ ), anyonlar ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ), hidrojen iyon konsantrasyonu (pH), özgül elektriksel iletkenlik (EC), sodyum yüzdesi (%Na), sodyum adsorbsiyon oranı (SAR), ve sertlik gibi kimyasal özellikler tespit edilmiştir. Haziran 2004 döneminde alınan su örneklerinin kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.11 'de verilmiştir.

Ayrıca, inceleme alanında temsili seçilen sondaj kuyuları ve kaynaklardan alınan su örneklerinde genel olarak anyon ve katyon dağılımını görmek amacıyla 1/100 000 ölçekli hidrojeokimya haritası hazırlanmıştır (Ek-8) Haritada suların genel kimyasal yapısının Ca-Mg- $\text{HCO}_3$ 'lü sular olduğu görülmektedir.

Hidrojeokimya haritasında, ovanın güneyinde yer alan U-0, S-2, S-3 ve S-4 nolu lokasyonlarda ova genelinde farklı iyon konsantrasyonu (<5 mek/l) dikkati

çekmektedir. Bu durum yüzeysel beslenimli kaynak sularının uzun süre kayalarla temas etmemeleri ile açıklanabilmektedir. Ovanın kuzeyinde U-1 ve S-9 nolu kuyularda da benzer durum, fliş ve volkanitlerden beslenim ile ilişkilendirilebilir.

Çizelge 4.11. Senirkent-Uluborlu Havzasında Yüzey ve Yeraltısularının Hidrojeokimyasal Özellikleri

Bölge	Tip	Num No	Na <sup>+</sup> (mek/l)	K <sup>+</sup> (mek/l)	Ca <sup>++</sup> (mek/l)	Mg <sup>++</sup> (mek/l)	Cl <sup>-</sup> (mek/l)	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> (mek/l)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mek/l)	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup> (mek/l)	Sıcaklık (C°)	Sertlik Fr°	EC mch/cm	pH	%Na	SAR	Su Sınıfı
SENİRKENT	S. kuyusu	S-1	0,52	0,03	3,36	2,36	0,04	0,31	4,23	0	12,3	28,6	480	7,82	8,29	0,22	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
	Kaynak	S-2	0,13	0,02	2,54	1,62	0,06	0,04	3,48	0	16,9	20,8	340	7,95	3,02	0,06	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
	Kaynak	S-3	0,03	0,01	2,28	1,99	0,10	0,04	3,07	0	9,7	21,4	300	7,90	0,69	0,01	C <sub>1</sub> S <sub>1</sub>
	Kaynak	S-4	0,03	0,01	2,26	1,08	0,05	0,04	2,46	0	10,9	16,7	240	7,53	0,88	0,02	C <sub>1</sub> S <sub>1</sub>
	S. kuyusu	S-5	0,46	0,14	6,09	1,53	0,21	0,15	6,56	0	13,2	38,1	710	7,78	3,23	0,12	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
	S. kuyusu	S-6	0,91	0,03	3,71	4,12	0,48	0,37	3,53	0	15	39,2	660	7,71	10,3	0,33	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
	Kaynak	S-7	0,14	0,03	3,16	2,26	0,07	0,04	4,10	0	10,7	27,1	410	7,63	2,50	0,06	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
	S. kuyusu	S-8	0,67	0,23	8,27	3,03	3,19	3,74	3,83	0	15,4	56,5	1050	7,60	5,49	0,20	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
	S. kuyusu	S-9	0,78	0,70	2,13	1,43	0,43	0,31	3,28	0	14,5	17,8	400	7,98	15,4	0,41	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
	S. kuyusu	S-10	0,28	0,27	3,51	2,71	0,09	0,37	5,12	0	12,4	31,1	520	7,94	4,14	0,11	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
	S. kuyusu	S-11	0,47	0,17	5,60	2,02	0,22	0,42	5,64	0	13,5	38,1	650	7,24	5,69	0,170	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
ULUBORLU	Kaynak	U-0	0,06	0,01	2,79	0,26	0,07	0,21	4,92	0	-	15,3	-	-	1,92	0,03	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
	Kaynak	U-1	0,13	0,05	3,53	0,79	0,07	0,15	4,30	0	14,3	21,6	380	7,93	2,89	0,06	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
	S. kuyusu	U-2	1,13	0,07	4,34	5,37	0,20	0,77	6,85	0	11,7	48,6	790	7,42	10,36	0,36	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
	S. kuyusu	U-3	0,74	0,06	3,74	4,49	0,19	0,44	6,45	0	11,3	41,2	650	7,43	8,19	0,26	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
	S. kuyusu	U-4	0,64	0,04	3,77	3,40	0,15	0,42	5,44	0	11,9	35,9	610	7,65	8,15	0,24	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
S. kuyusu.	U-5	0,46	0,04	4,14	2,81	0,14	0,50	4,51	0	11,7	34,8	560	8,02	6,17	0,17	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	

#### 4.6.1.1. Sertlik

Suların sertliği başta kalsiyum, magnezyum, bikarbonat iyonları olmak üzere, Ca-Mg sülfat, Ca-Mg nitrat ve az miktarda da demir, alüminyum ve stronsiyum iyonlarından ileri gelmektedir. Ülkemizde suların sertliği için "Fransız Sertlik Derecesi (Fr°)" kullanılmaktadır. 1 Fransız sertlik derecesi = 1 lt suda, 10 mg Ca ve Mg bikarbonat veya buna eşit miktarda diğer sertlik verici iyonların bulunmasıdır.

Çalışma alanında yeraltısuyunun sertliği 15,3-56,5 Fr° arasında değişmektedir. Senirkent bölgesinde yeralan kaynakların (Devekaya, Değirmendere, Cevzlidere-akdere, ve Kayaağzı, (S2, S3, S4, S7) sertliği, 16,7-27,1 Fr° arasında, sondaj kuyularındaki yeraltısularının (S1, S5, S6, S8, S9, S10, S11,) sertliği ise 17,8-56,5 Fr° arasında değişmektedir. S5 No'lu Ortayazı mevkiinin kuzey doğusunda bulunan bir bahçede açılmış olan kuyudur. Bu kuyu alüvyonda açılmış ancak tabanda kireçtaşları bulunmaktadır. Bu yüzden bu kuyuda sertlik 56,5 Fr°'dır. Uluborlu bölgesindeki Üğüllü Kaynağının (U0) sertliği 15,3 Fr°, Dereköy Kaynağı'nın (U1) sertliği 21,6 Fr°'dır. Uluborluda sondaj kuyularında (U0,U1,U2, U3, U4, U5) yeraltısuyunun sertliği 35,9-48,6 Fr° arasında değişmektedir (Çizelge 4.10).

#### 4.6.1.2. Hidrojen İyon Konsantrasyonu (pH)

pH, su içindeki H<sup>+</sup> ve OH iyonu konsantrasyonlarının azalıp artış göstermesine bağlı olarak değişmektedir. Genel olarak yeraltıları PH<7 olan asit özelliği fazla sulardır. Yerüstü suları PH>8 olan bazik özellikte sulardır. Buna göresu içindeki hidrojen iyon konsantrasyonunun tanım aralığı aşağıdaki şekildedir.

pH;	> 8,5	Bazik
	8,5-7	Bazik karakterli
	7	Nötr
	7,7-4,5	Asit karakterli
	< 4,5	Asidik

Bu sınıflamaya göre Çizelge 4.11 'de verilen pH verileri değerlendirilecek olursa, Senirkent-Uluborlu ovasındaki tüm sular "Bazik karakterli" olarak tanımlanmıştır.

#### 4.6.1.3. Özgül Elektriksel İletkenlik (EC)

Özgül elektriksel iletkenlik, + 25 C° deki 1 cm<sup>3</sup> suyun iletkenliğidir. İçme ve sulama suları sınıflamasında bir ölçüt olarak kullanılmaktadır.

Çalışma alanında genel olarak özgül elektriksel iletkenlik (EC) değerleri, 240-1050 arasında değişmektedir. Senirkent bölgesinde yer alan kaynaklarda bu değerler 240-410 arasında, sondaj kuyularında 400-710 arasında iken, Uluborlu bölgesindeki kaynaklarda 380, sondaj kuyularında ise 480-1050 arası olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.11).

#### 4.6.1.4.Sodyum Adsorpsiyon Oranı (SAR)

Senirkent-Uluborlu ovası halkı geçimini tarımsal faaliyetlerden karşılamaktadır. Bu nedenle ovada sulama suyunun kalitesi oldukça önemlidir. Sodyum adsorpsiyon oranı (SAR), suların sulamada kullanılabilirliğini tespit etmek için kullanılan bir değerdir.

SAR'a göre sulama suları aşağıda şekilde sınıflandırılmıştır;

SAR; >10	çok iyi özellikte sulama suları
10-18	iyi özellikte sulama suları
18-26	orta özellikte sulama suları
<26	fena özellikte sulama suları

Ovada yer alan kuyularda tespit edilen SAR değerleri % 0,11-0,41 arasında değişmektedir. Senirkent bölgesindeki kuyularda bu değerler % 0,12-0,41 arasında,

Uluborlu' da % 0,170,36 arasındadır (Çizelge 4.11). Her iki bölgede de tespit edilen SAR değerlerine göre sular "çok iyi özellikte sulama suyu" sınıfında yer almaktadır.

#### **4.6.1.5. Sodyum İyon Yüzdesi (% Na)**

Yeraltısuyunun sulama suyu olarak kullanımını tespit etmek için kullanılan diğer bir özellikte sodyum yüzdesidir. Sulama sularında sodyum yüzdesinin artışı topraktaki kalsiyum ve magnezyumla baz değişimi doğuracağından istenmektedir.

Çalışma alanında Haziran 2004 döneminde alınan yeraltısuyunun sodyum yüzdesi 0,69-10,36 arasında değişmektedir (Çizelge 4.11)

#### **4.6.2. Yeraltısularının Kimyasal Sınıflaması**

##### **4.6.2.1. Scholler (1995'e) Göre Suların Sınıflandırılması**

Scholler (1995) suları sınıflandırırken 3 kısma ayırmış. Bunlar, klorür, sülfat ve karbonat miktarlarına göre sınıflandırmalardır.

##### **- Klorür Derişimi;**

- a- Hiperkorürlü sular : Klorür miktarı 700 mek/l'den doyunluğa kadar olan sular
- b- Klorotalastik sular : Klorür miktarı 420-700 mek/l arasındaki sular
- c- Klorürce zengin sular : Klorür miktarı 140-420 mek/l arasındaki sular
- d- Orta klorürlü sular : Klorür miktarı 15-40 mek/l arasındaki sular
- e- Normal klorürlü sular : Klorür miktarı 15 mek/l'den az sular

Klorür derişimi bakımından Senirkent-Uluborlu havzasındaki suların tamamı "normal klorürlü" sular sınıfında yer almaktadır.

### - Sülfat Derişimi;

- a- Hiposülfatlı sular : Sülfat miktarı 58 mek/l'den fazla olan sular
- b- Sülfatlı sular : Sülfat miktarı 24-58 mek/l arasındaki sular
- c- Oligosülfatlı sular : Sülfat miktarı 6-24 mek/l arasındaki sular
- d- Normal sülfatlı sular : Sülfat miktarı 6mek/l'den az sular

Sülfat derişimi bakımından Senirkent-Uluborlu havzasındaki suların tamamı "normal sülfatlı" sular sınıfında yer almaktadır.

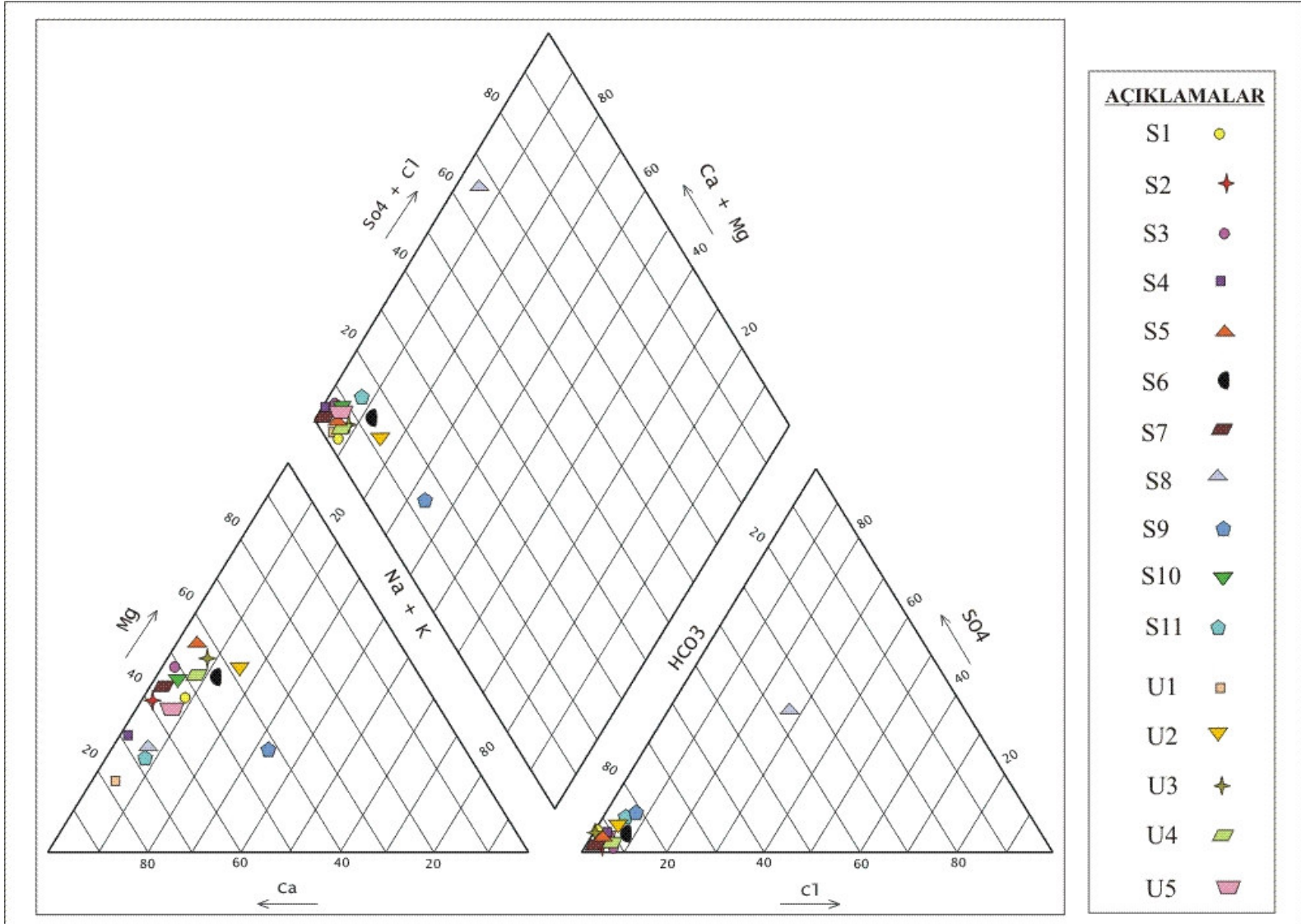
### - Karbonat+bikarbonat Derişimi;

- a- Hiperkarbonatlı sular :  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{=}$  toplam miktarı 7 mek/lt'den fazla olan sular
- b- Normal karbonatlı sular:  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{=}$  toplam miktarı 2-7 mek/lt arasındaki sular
- c- Hipokarbonatlı sular :  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{=}$  toplam miktarı 2 mek/lt'den az olan sular

Senirkent-Uluborlu havzasındaki kuyu ve kaynaklardan alınan suların tamamı karbonat ve bikarbonat derişimi bakımından "normal karbonatlı sular" sınıfında yer almaktadır.

#### 4.6.2.2. Piper Diyagramına Göre Suların Sınıflaması

Bu diyagramda Senirkent-Uluborlu ovasında alınan su örneklerinde yapılan kimyasal analiz sonuçlarından elde edilen anyon ve katyon değerleri kullanılmıştır (Şekil 4.24). Bu verilere göre alkali toprak elementlerin toplamı, alkali elementlerin toplamından büyüktür ( $\text{Ca}^+ + \text{Mg}^+ > \text{Na}^+ + \text{K}^+$ ). Piper diyagramına göre çalışma alanında bulunan yeraltısuları Ca-Mg- $\text{HCO}_3$ 'lı sular sınıfına girmektedir. Ancak, S5, S6, U2 ve U3 nolu örnekler Ca-  $\text{HCO}_3$ 'lı sular sınıfına girmektedir.



Şekil 24 : Piper Diyagramı



### **4.6.3. Suların Kullanım Özellikleri**

Bu bölümde inceleme alanındaki suların kimyasal analiz sonuçlarına dayalı olarak suyun değişik amaçlı kullanımlara (içilebilme ve sulamada kullanılabilme) elverişli olup olmadığı değerlendirilmiştir.

#### **4.6.3.1.Suların İçilebilirlik Özellikleri**

Suların içmeye uygun olup olmadığını belirlemek amacıyla bazı su kalitesi standartları kullanılmaktadır. Bu standartlardan en önemlilerinden bir tanesi Çizelge 4.12' de verilen TS266 Türk içme suyu standardıdır. Çizelge 4.12'ye göre inceleme alanında kimyasal analizleri yapılan sondaj kuyusu ve kaynak suları için yapılan ağır metal konsantrasyonlarının değerlendirilmesinde de Türk İçme Suyu Standardı kullanılmıştır. Ağır metal konsantrasyonlarının dağılım haritaları EK-10'da verilmiştir.

Su kalitesi belirlemek için kullanılan diğer bir standart ise U.S. Environmental Protection Agency, 1975 ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) Avrupa Standartları, 1970 içme suyu standartlarıdır (Çizelge 4.13). Bu çizelgeye göre de oadaki suların içme suyu standartlarına uygun olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.12. Türk içme suyu standartı (TS-266)

Madde ismi	Müsaade edilebilen değer	Maksimum değer
<b>Zehirli maddeler</b>		
Kurşun (Pb)	-----	0,05 mg/l
Selenyum (Se)	-----	0,01 mg/l
Arsenik (As)	-----	0,05 mg/l
Krom (Cr <sup>+6</sup> )	-----	0,02 mg/l
Siyanür (CN)	-----	0,01 mg/l
<b>Sağlığa etki eden maddeler</b>		
Florür (F)	1,0 mg/l	1,5 mg/l
Nitrat (NO <sub>3</sub> )	-----	45,0 mg/l
<b>İçilebilme özelliğine etki eden maddeler</b>		
Renk	5 birim	50 birim
Bulanıklık	5 birim	25 birim
Koku ve tad	kokusuz normal	kokusuz normal
Buharlaştırma kalıntısı	500 mg/l	1500 mg/l
Demir (Fe)	0,3 mg/l	1 mg/l
Mangan (Mn)	0,1 mg/l	1,5 mg/l
Bakır (Cu)	1,0 mg/l	1,5 mg/l
Çinko (Zn)	5,0 mg/l	15,0 mg/l
Kalsiyum (Ca)	75,0 mg/l	200,0 mg/l
Magnezyum (Mg)	50,0 mg/l	150,0 mg/l
Sülfat (SO <sub>4</sub> )	200,0 mg/l	400,0 mg/l
Klorür (Cl)	200,0 mg/l	600,0 mg/l
pH	7,0-8,5	6,5-9,2
Bakiye klor	0,1 mg/l	0,5 mg/l
Fenolik maddeler	-----	0,002 mg/l
Alkil benzen sülfonat	0,5 mg/l	1 mg/l
Mg+Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	5000 mg/l	1000 mg/l
<b>Kirlenmeyi belirten maddeler</b>		
Toplam organik madde	3,5 mg/l	-----
Nitrit	-----	-----
Amonyak	-----	-----

Çizelge 4.13. Dünya Sağlık Örgütü İçme suyu standartları (WHO)

Bileşen	Tavsiye edilen konsantrasyon sınırı <sup>a</sup> (mg/l)
<b>İnorganik</b>	
Toplam çözülmüş katı madde	500
Klorür (Cl)	250
Sülfat (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )	250
Nitrat (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	45 <sup>b</sup>
Demir (Fe)	0,3
Mangan (Mn)	0,05
Bakır (Cu)	1,0
Çinko (Zn)	5,0
Bor (B)	1,0
Hidrojen sülfür (H <sup>2</sup> S)	0,05
	<b>Maksimum izin verilebilir konsantrasyon<sup>c</sup></b>
Arsenik (As)	0,05
Baryum (Ba)	1,0
Kadmiyum (Cd)	0,01
Krom (Cr <sup>VI</sup> )	0,05
Selenyum	0,01
Antimon (Sb)	0,01
Kurşun (Pb)	0,05
Civa (Hg)	0,002
Gümüş (Ag)	0,05
Florür (F)	1,4-2,4 <sup>d</sup>
<b>Organik</b>	
Siyanür	0,05
Endirin	0,0002
Lindan	0,004
Metoksiklorür	0,1
Toksafen	0,005
2,4-D	,0,1
2,4,5-TP silveks	0,01
Fenoller	0,001
Karbon kloroform ekstraktı	0,2
Sentetik deterjanlar	0,5
	<b>Maksimum izin verilebilir aktivite (pCi/l)</b>
Radyonükleidler ve radyoaktivite	
Radyum 226	5
Stronsiyom 90	10
Plütonyum	50000
Gros beta aktivitesi	30
Gros alfa aktivitesi	3
Bakteriyolojik	
Toplam koli bakterisi	100 ml'de 1 adet

KAYNAKLAR: U.S. Enviromental Protection Agency, 1975 ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) Avrupa Standartları, 1970.

<sup>a</sup> Bu bileşenler için tavsiye edilen sınır değerleri başlıca görünüş ve tad karakteristikleri sağlamak içindir.

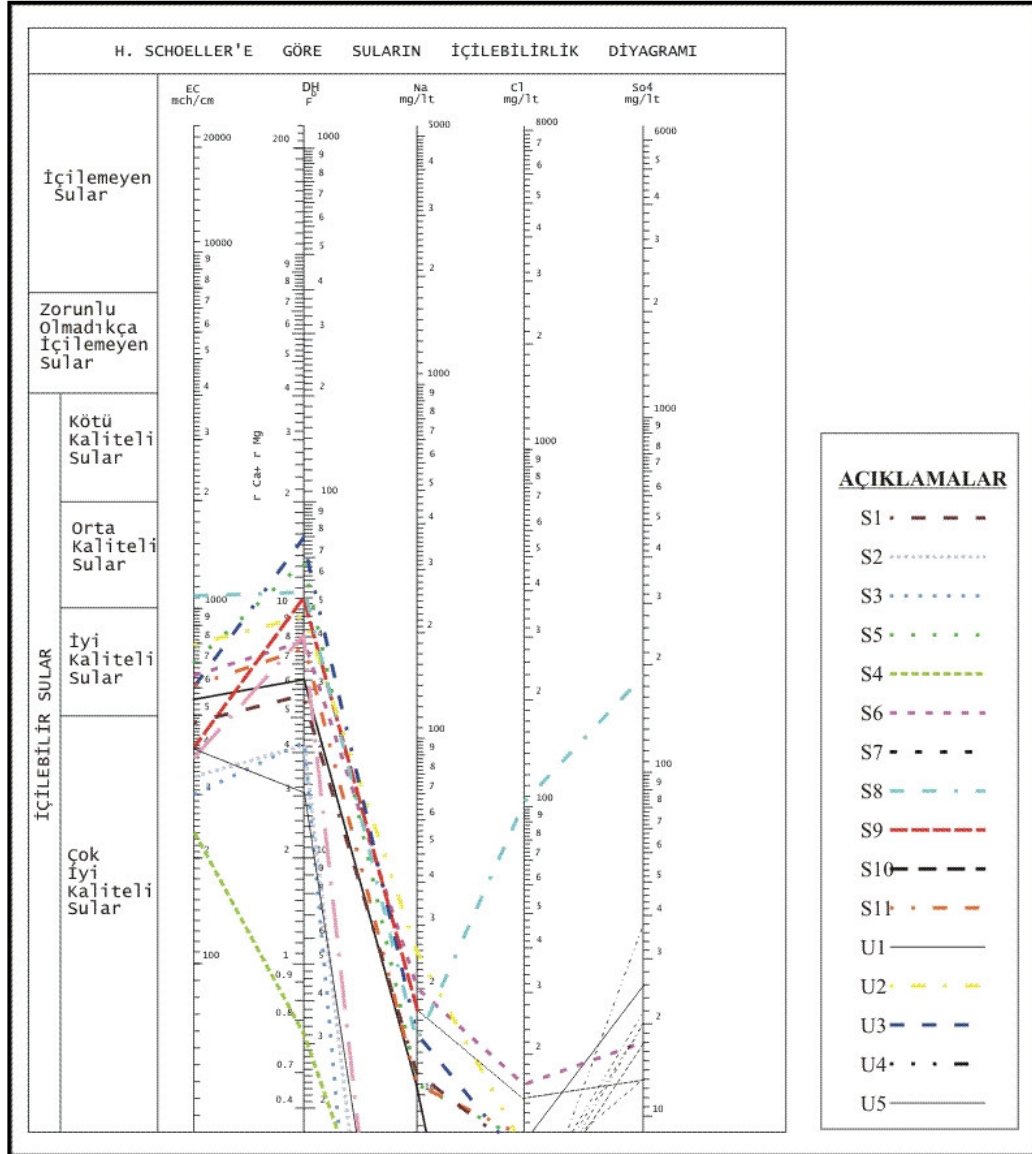
<sup>b</sup> A.B.D. ve Kanada standartlarına göre NO<sub>3</sub><sup>-</sup> sınırı 10mg/l olarak ifade edilmektedir. Avrupa standartlarında bu sınır n için 11,3 mg/l; NO<sub>3</sub><sup>-</sup> için 50mg/l'dir

<sup>c</sup> Maksimum izin verilebilir sınırlar sağlık kriterlerine göre belirlenir.

<sup>d</sup> Sınır değeri bölgenin havza sıcaklığına bağlıdır; suyun uzun süre tüketilmesi durumunda florür 5,10 mg/l'de zehirli olmaktadır.

#### **4.6.3.2. Scholler'e Göre Suların İçilebilirlik zellikleri**

Çalışma alanında yeraltısularının içilebilme özelliklerinin tespit edilmesinde Scholler diyagramı kullanılmıştır (şekil 4.25). Senirkent ve Uluborlu bölgelerinde bulunan sular Scholler diyagramına göre "ok iyi kaliteli sular" ve "iyi kaliteli sular" sınıfında yer almaktadır. Senirkent bölgesinde yeralan S8, S5, S6, S11 ve S10 nolu kuyular ile Uluborlu bölgesindeki U2, U3, U4 ve U5 nolu kuyularda elektriksel iletkenlik değerleri (EC) ve sertlik değerleri yüksek olduğu için "iyi kaliteli sular" sınıfında yer almaktadır (izelge 4.10).



Şekil 4.25 : Schöeller İçilebilirlik Diyagramı

#### 4.6.3.3.Suların Sulamada Kullanım Özellikleri

İnceleme alanında suların sulamaya uygun olup olmadığını belirlemek amacıyla ABD Tuzluluk Laboratuvarı ve Wilcox diyagramlarına göre sınıflamalar yapılmıştır.

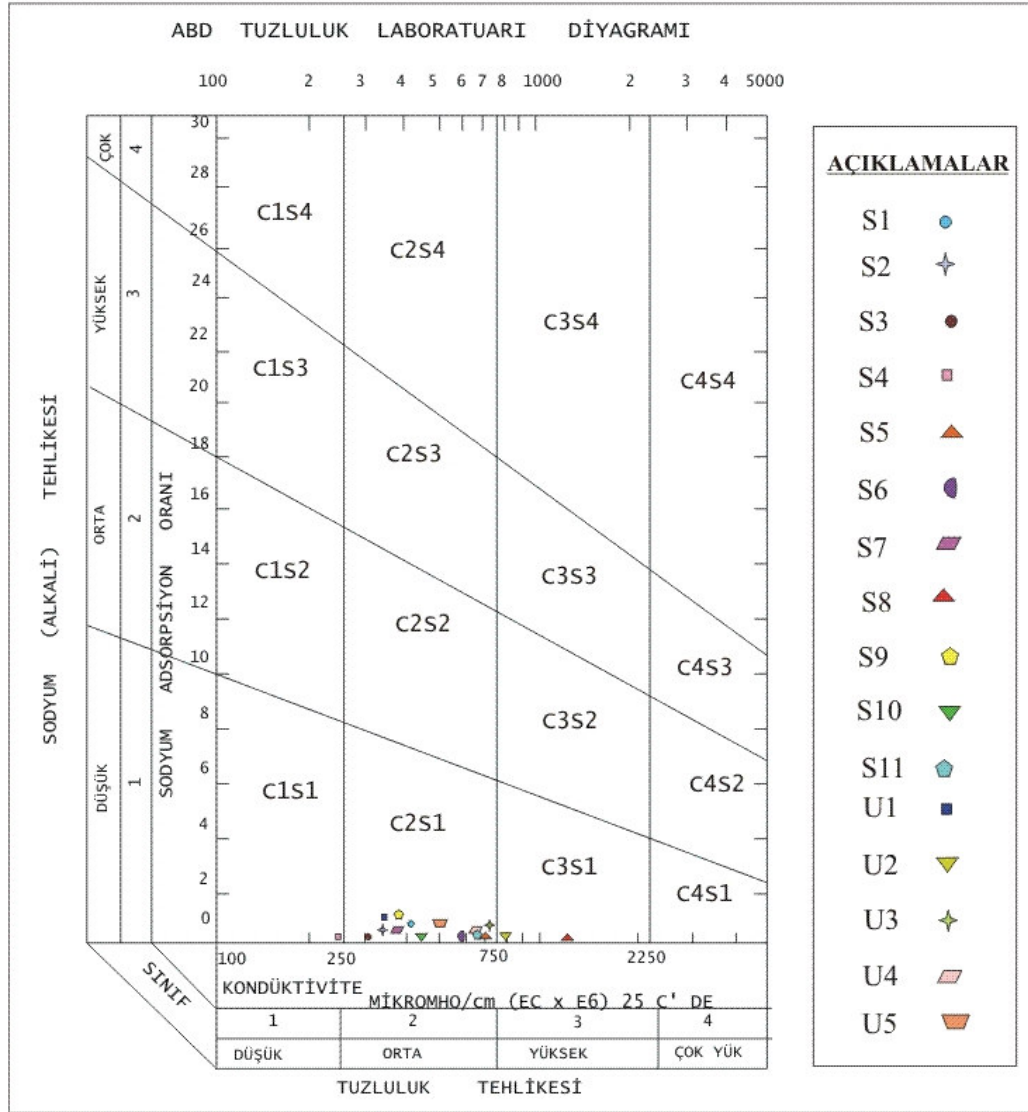
##### - ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramı

Çalışma alanından alınan su örneklerinde yapılan kimyasal analizler sonucunda elde edilen sodyum adsorpsiyon oranı (SAR) ve elektriksel iletkenlik değerleri (EC,) ABD tuzluluk laboratuvarı diyagramına yerleştirilmiştir (Şekil 4.26). Diyagramda suların tuzluluk ve sodyum miktarlarına göre sınıflamalar yapılmıştır.

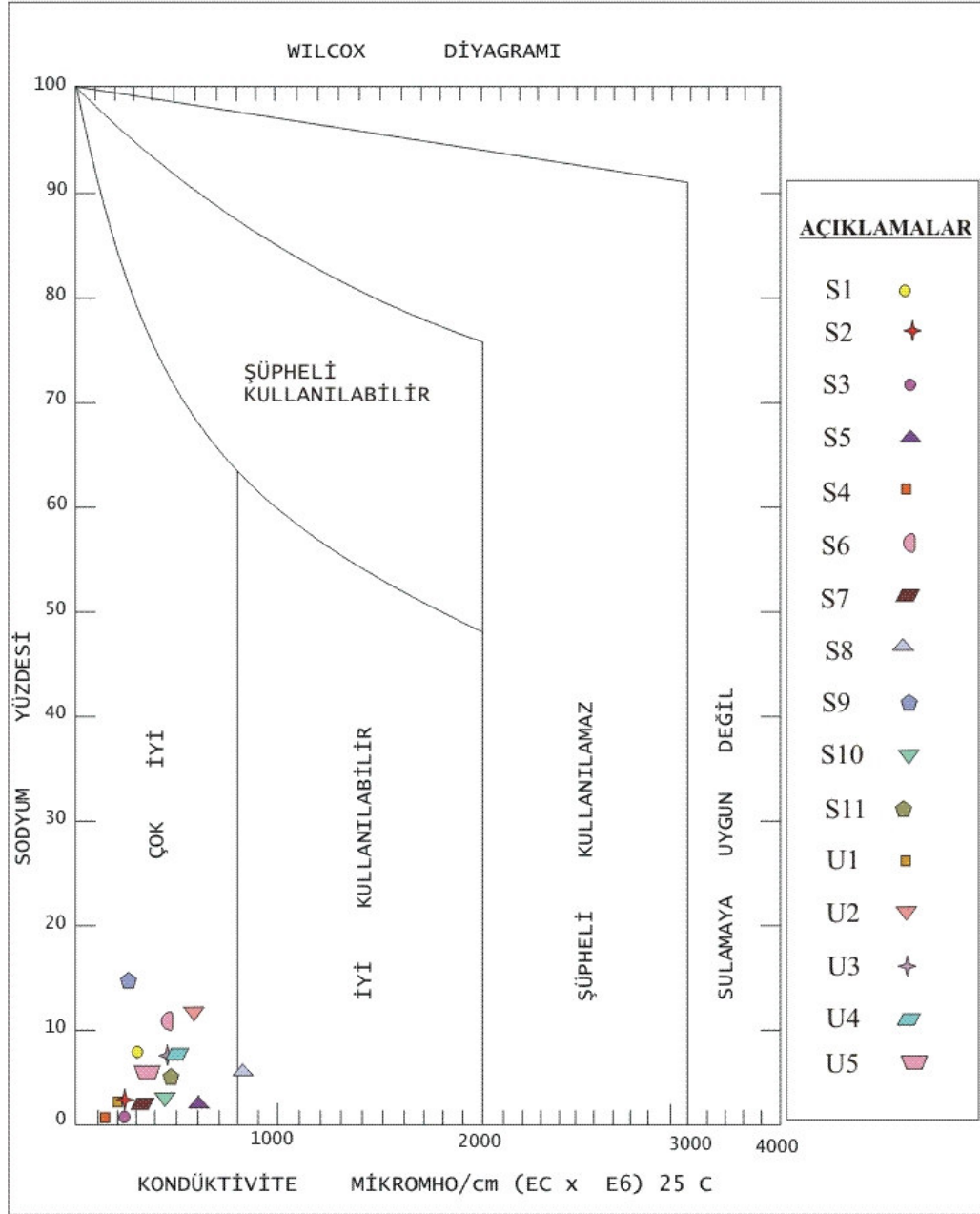
Senirkent-Uluborlu ovasının yeraltısuyu  $C_2S_1$  sınıfında yer almaktadır. Bu sular orta derecede suya ihtiyaç gösteren bitkiler için kullanılan orta tuzlulukta su ve sodyuma karşı çok duyarlı olan bitkilerin dışında her türlü tarım için uygun olan az sodyumlu sular özelliğindedir. Senirkent bölgesindeki S3 ve S4 nolu kaynak suyu örneği  $C_1S_1$  sınıfında ve sodyuma karşı çok duyarlı olan bitkilerin dışında her türlü tarım için uygun olan az sodyumlu ve az tuzlu su sınıfındadır. Uluborlu bölgesindeki S8 nolu sondaj kuyularından alınan örnekler ise  $C_3S_1$  sınıfında yer almakta ve drenaj yapılmaksızın bitkiler için kullanılamaz, bazı bitkiler için kullanılabilen fazla tuzlu su ve ender halde sulama suyu olarak kullanılabilen fazla sodyumlu su olarak tanımlanmaktadır.

##### - Wilcox Diyagramı

Yeraltısularının sulamada kullanılabilme özelliğini belirlemede kullanılan Wilcox diyagramında, Senirkent-Uluborlu ovasındaki tüm sular "çok-iyi / iyi kullanılabilir" sular sınıfında yer almaktadır (Şekil 4.27).



Şekil 4.26 : ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramı



Şekil 4.27 : Wilcox diyagramı



#### 4.6.4. Yeraltısuyu Kirliliği

İnceleme alanında yeralan Senirkent ve Uluborlu yerleşim merkezleri ile ve bunlara bağlı bulunan köylerin kanalizasyon suları Senirkent-Uluborlu havzasının en önemli yüzeysuyu olan Pupa Çayı'na boşaltılmaktadır (EK-10). Ayrıca, Pupa Çayı Senirkent-Uluborlu havzasının batısında yeralan Eğirdir Gölü'ne dökülmektedir. Isparta il merkezinin içme suyunun da karşılandığı Eğirdir Gölü'nde kirliliğin daha geniş alanlara yayılmasını önlemek amacıyla tedbirler alınmalıdır. Senirkent ve Uluborlu yerleşim merkezlerine ait kanalizasyon sistemlerinin biran önce yapılması ve bu kirliliğin kontrol altına alınması gerekmektedir.

Senirkent ve Uluborlu bölgelerinde tarımsal faaliyetlerde kullanılan zirai ilaçlar ve gübre kullanımında yeraltısularını kirleten ve önlem alınması gereken diğer bir husustur.

Senirkent Belediyesi katı atıkları Senirkent-Yassıören yolu kenarında, yamaç molozu üzerinde vahşi depolamaktadır. Uluborlu Belediyesi katı atıkları Senirkent-Uluborlu yolu üzerinde Akçay Mevkiine boşaltılmaktadır (EK-10). Ayrıca Köy Hizmetleri tarafından İleydağ Köyünde atıksu arıtma çalışmaları yürütülmektedir (Şekil 4.28)

Kirleticilerin yüzey ve yeraltısularına etkisini araştırmak amacıyla 19 farklı lokasyondan su örnekleri alınarak, ACME (Kanada) Laboratuvarlarında ağır metal analizleri yaptırılmıştır (Çizelge 4.14). Ağır metal konsantrasyonlarının alansal dağılımları Ek-10/1-10/11'de gösterilmiştir. Alınan örneklerden Mn konsantrasyonunun S5 ve S11 nolu kuyularda (EK-10/6), Fe konsantrasyonunun S5, S11 ve U3 nolu kuyularda (EK-10/4), Zn konsantrasyonunun S5, S8 ve S11 nolu kuyularda (EK-10/5) sınır değerlerden yüksek olduğu görülmüştür. Bu yüksek değerler üzeri açık olan keson kuyularda suyun uzun süre beklemesi, bölgedeki atık sular ve katı atıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Ayrıca suların kirlilikleri için önemli gösterge olan nitrat ( $\text{NO}_3$ ), nitrit ( $\text{NO}_2$ ) ve amonyak ( $\text{NH}_4$ ) analizleri de yapılmıştır (Çizelge 4.15). İçme sularında hiç

bulunmaması gereken nitrit ( $\text{NO}_2$ ) ve amonyaka ( $\text{NH}_4$ ) hemen hemen tüm örneklerde rastlanması suların dış kökenli kirleticilerden etkilendiğini göstermektedir (EK-10/1-10/3). Özellikle çok yüksek sayılabilecek amonyak ( $\text{NH}_4$ ) değerleri SN-1 ve SN-10, UL-2, UL-4 nolu örneklerin kanalizasyon suları boşalım noktalarında alınmaları ve UL-6 nolu örneğin keson kuyudan olması ile açıklanmaktadır (Ek-10/1). Yeraltısularında 10 mg/l'ye kadar nitrat ( $\text{NO}_3$ ) doğal olarak bulunabilir. Bu değer üzerindeki değerler dış kökenli kirliliğin bir belirtisidir. Yapılan analizlerde yeraltı ve yüzey sularında nitrat ( $\text{NO}_3$ ) konsantrasyonu açısından da kirlilik bulunduğu ve sadece SN-11 nolu kuyuda içme suyu standartlarını aşan bir değere (77,8 mg/l) rastlanılmıştır (EK-10/2). Noktasal olarak belirlenen bu durum, havzada suların içme suyu olarak kullanılmasında sürekli izlenmesi ve dikkatli olunması gerektiğini ortaya çıkarmaktadır. Öte yandan, havzanın boşalımı Eğirdir Gölü'ne olduğundan bu durum göl için de geçerlidir.



Şekil 4.28: İleğidağı Köyü atık su arıtma tesisi taban sızdırmazlık çalışmaları.

Çizelge 4.14 : Senirkent-Uluborlu havzası yüzey ve yeraltısularının ağır metal konsantrasyonları (ACME Laboratuvarları)

Kuyu No	Sıcaklık C <sup>0</sup>	pH	Ec	TDS	Mn ppb	Cu ppb	Zn ppb	Pb ppb	Hg ppb	Cd ppb	Se ppb	As ppb	Fe ppb	Cr ppb
S-1	12,3	7,82	0,48	0,25	16,09	8,3	4,0	1,1	0,1	0,05	0,9	2,2	69	24,6
S-2	16,9	7,95	0,34	0,17	0,45	17,3	13,0	3,9	0,1	0,05	0,5	1,4	24	5,0
S-3	9,7	7,90	0,30	0,16	0,18	2,4	1,8	0,4	0,1	0,05	0,5	1,4	10	0,9
S-4	10,9	7,53	0,24	0,13	0,88	2,4	1,3	0,8	0,1	0,05	0,5	1,1	17	0,7
S-5	13,2	7,78	0,71	0,36	<b>55,05</b>	18,7	<b>2216</b>	5,9	0,1	0,10	0,5	3,7	<b>236</b>	3,2
S-6	15,0	7,71	0,66	0,34	1,2	2,3	2,4	0,4	0,1	0,05	1,3	2,8	19	11,2
S-7	10,7	7,63	0,41	0,21	0,55	1,9	2,0	0,4	0,1	0,05	0,5	3,2	10	2,2
S-8	15,4	7,60	1,05	0,54	2,72	0,8	<b>118,8</b>	0,5	0,1	0,05	0,5	4,8	30	5,2
S-9	14,5	7,98	0,40	0,21	3,44	1,6	0,7	0,6	0,1	0,05	1,0	5,7	107	15,7
S-10	12,4	7,94	0,52	0,27	0,91	2,0	2,8	0,3	0,1	0,05	1,3	3,3	10	23,1
S-11	13,5	7,24	0,65	0,33	<b>69,09</b>	19,1	<b>1458,2</b>	19,4	0,1	0,10	0,5	3,6	<b>10286</b>	27,7
U-0	-	-	-	-	0,16	0,8	2,7	0,1	0,1	0,05	0,5	2,0	10	0,5
U-1	14,3	7,93	0,38	0,19	2,33	0,8	1,2	0,7	0,1	0,05	0,5	2,7	10	1,8
U-2	11,7	7,42	0,79	0,40	1,31	2,6	4,8	1,1	0,1	0,05	2,1	3,7	10	33,1
U-3	11,3	7,43	0,65	0,33	5,29	1,0	0,9	0,3	0,1	0,05	1,5	3,0	<b>710</b>	30,6
U-4	11,9	7,65	0,61	0,31	15,66	1,0	1,4	0,3	0,1	0,05	1,5	3,7	194	38,3
U-5	11,7	8,02	0,56	0,29	0,77	14	11,7	3,0	0,1	0,10	1,0	2,8	25	21,6
Sınır Değer (ppb) İçme Suyu Standartları (TS266)					<b>50</b>	<b>3000</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>50</b>	<b>200</b>	<b>50</b>

Çizelge 4.15 : Senirkent-Uluborlu havzası yüzey ve yeraltıları nitrat,nitrit ve amonyak konsantrasyonları

Şişe No	Amonyak (NH <sub>4</sub> ) mg/l	Nitrat (NO <sub>3</sub> ) mg/l	Nitrit (NO <sub>2</sub> ) mg/l
SN1	<b>2,55</b>	9,3	<b>0,03</b>
SN2	<b>0,07</b>	<b>30,2</b>	<b>0,02</b>
SN3	<b>0,02</b>	<b>31,2</b>	<b>0,01</b>
SN4	0,00	<b>13,0</b>	<b>0,02</b>
SN5	<b>0,01</b>	<b>13,3</b>	<b>0,02</b>
SN6	0,00	<b>11,7</b>	<b>0,05</b>
SN7	<b>0,01</b>	<b>18,7</b>	<b>0,06</b>
SN8	0,00	<b>13,1</b>	<b>0,08</b>
SN9	0,00	<b>11,7</b>	<b>0,02</b>
SN10	<b>0,16</b>	<b>10,9</b>	<b>0,19</b>
SN11	0,00	<b>77,8</b>	<b>0,03</b>
SN12	0,00	<b>11,8</b>	<b>0,03</b>
SN13	<b>0,05</b>	<b>14,0</b>	<b>0,05</b>
UL0	<b>0,06</b>	<b>27,1</b>	<b>0,05</b>
UL1	<b>0,01</b>	<b>32,3</b>	<b>0,03</b>
UL2	<b>0,16</b>	<b>29,2</b>	<b>0,01</b>
UL3	<b>0,03</b>	<b>27,1</b>	<b>0,02</b>
UL4	<b>3,10</b>	<b>14,3</b>	<b>0,02</b>
UL5	<b>0,07</b>	<b>22,5</b>	<b>0,07</b>
UL6	<b>2,30</b>	<b>20,0</b>	<b>0,03</b>
Sınır Değer (mg/l) (TS266)	-	<b>45</b>	-

## 5. TARTIŞMA ve SONUÇLAR

Senirkent-Uluborlu havzası hidrojeoloji incelemesi amaçlı hazırlanan bu çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi özetlenebilir.

- Senirkent-Uluborlu havzasının öncelikle yüzey drenaj alan sınırı belirlenmiş ve yapılan tüm çalışmalar bu havza sınırı içerisinde kalan alan için gerçekleştirilmiştir.

- 753 km<sup>2</sup>'lik bir alana sahip olan Senirkent-Uluborlu havzasında yer alan birimlerin jeolojik yapısına açıklık getirmek amacıyla, bölgede yapılmış önceki çalışmalar incelenmiş ve saha çalışmaları ile revize edilerek, sahanın 1/100 000 ölçekli jeoloji haritası ve yeraltı jeolojisine açıklık getirmek amacıyla jeolojik kesitleri hazırlanmıştır. Bölgede yer alan kaya birimleri özelliklerine ve birbirleriyle olan ilişkilerine göre allokton ve otokton olmak üzere 2 grup altında toplanmıştır. Otokton birimler yaşlıdan gence doğru; Sarıyardere dolomiti, Yassıviran kireçtaşı, Suuçandere kireçtaşı, Uluborlu formasyonu, İncesu konglomera üyesi, Zendevi volkanitleri, Pliyosen karasal çökeller, Pupa Çayı konglomerası, Eski alüvyon, Yamaç molozu ve Alüvyondan oluşmaktadır. Bölgede allokton birim olarak Kapıdağı kireçtaşı bulunmaktadır. Bu bilgiler ışığında bölgenin genelleştirilmiş stratigrafik sütun kesiti hazırlanmıştır.

- Litolojik birimler fiziksel ve hidrojeolojik özelliklerine göre değerlendirilerek 1/100 000 ölçekli hidrojeoloji haritası hazırlanmıştır. Buna göre; Eski alüvyon, Yamaç molozu ve Alüvyon geçirimli Pliyosen karasal çökeller, (Gç1), Kapıdağı kireçtaşı, Sarıyardere dolomiti, Yassıviran kireçtaşı, Suuçandere kireçtaşı (Gç2), İncesu konglomera üyesi, Pupa Çayı konglomerası (Gç3), Zendevi volkanitleri yarı geçirimli (Gy), Uluborlu formasyonu ise geçirimsiz birimler (Gz) olarak sınıflandırılmıştır.

- İnceleme alanında resmi kurumlara ve şahıslara ait toplam 60 adet kuyu bulunmaktadır. Bu kuyulardan DSİ 18. Bölge Müdürlüğü tarafından açılan sondaj kuyularında yapılan pompaj deney verileri kullanılarak alüvyon akiferin

hidrojeolojik parametreleri (K,T,S) hesaplanmıştır. Uluborlu bölgesi için hesaplanan hidrojeolojik parametreler ortalama olarak  $K= 6,15 \times 10^{-6}$  m/sn  $T= 1,84 \times 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/sn  $S= 1,95$ , Senirkent için ise,  $K= 3,24 \times 10^{-5}$  m/sn  $T= 3,44 \times 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/sn  $S= 2,81 \times 10^{-2}$ 'dir.

- Havzada Mayıs-2004 ve Eylül-2003 dönemlerinde yeraltısuyu seviye ölçümleri gerçekleştirilmiş ve 1/100 000 ölçekli yeraltısuyu seviye haritaları hazırlanmıştır. Havzanın yeraltısuyu akım yönünün Eğirdir Gölüne olduğu belirlenmiştir.

- Havzada emniyetli olarak kullanılabilir yeraltısuyu miktarını belirlemek için yağış, buharlaşma-terleme, akış ve süzülme gibi beslenme ve boşalım elemanları değerlendirilmiştir. Beslenme olarak yağış  $420,174 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/yıl, Eğirdir Gölü'nden gelen sulama suyu  $45 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/yıl olarak hesaplanmıştır. Boşalım olarak ise buharlaşma  $285 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/yıl, kuyulardan çekim  $6,7 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/yıl, Pupa çayı boşalımı  $25,68 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/yıl, göletlerden alınan sulama suyundan bitki kullanımı  $5,78 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/yıl, Eğirdir Gölü'nden alınan sulama suyundan bitki kullanımı  $14,88 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/yıl ve Eğirdir Gölü'ne yeraltısuyu boşalımı  $37,8 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/yıl olarak hesaplanmıştır. Bu verilere göre; toplam beslenme miktarı ( $465,174 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/yıl) ile toplam boşalım miktarı ( $375,84 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/yıl) arasında  $90 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/yıl fark bulunmaktadır. Bu hesaplamalara göre havzada emniyetli olarak kullanılabilir su miktarı, bilanço farkının %60'ı olan  $54 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/yıl olarak belirlenmiştir.

- Havza genelinde birçok kaynak boşalımı bulunmaktadır. Bunlardan en önemlileri Değirmendere, Ayazmana, Kayaagzı ve Üğüllü kaynaklarıdır. Bu kaynakların hiçbirinde dedi ölçümü yapılmamaktadır. Havzanın yeraltısuyu potansiyeli açısından bu kaynakların sürekli debi ölçümleri yapılmalıdır.

- Çalışma alanındaki yeraltısuyunun kullanılabilir özellikleri ile kirlilik durumunun tespit edilmesi için havzanın temsili bölgelerinde yer alan sondaj kuyuları ve kaynaklardan su örnekleri alınmış ve kimyasal analizleri yaptırılmıştır. İnceleme alanından alınan bu su örneklerinde genel olarak anyon ve katyon dağılımını görmek amacıyla hidrojeokimya haritası hazırlanmıştır. Haritada suların genel kimyasal yapısının Ca-Mg-HCO<sub>3</sub>'lü sular olduğu görülmektedir. Ayrıca, inceleme alanında

suların sulamaya uygun olup olmadığını belirlemek amacıyla ABD Tuzluluk Laboratuvarı ve Wilcox diyagramlarına göre sınıflamalar yapılmıştır. ABD Tuzluluk Laboratuvarı sınıflamasına göre; Senirkent-Uluborlu havzasının yeraltısuyu  $C_2S_1$  sınıfında yer almaktadır. Bu sular orta derecede suya ihtiyaç gösteren bitkiler için kullanılan orta tuzlulukta su ve sodyuma karşı çok duyarlı olan bitkilerin dışında her türlü tarım için uygun olan az sodyumlu sular özelliğindedir. Wilcox diyagramında ise, havzadaki tüm sular "çok-iyi-iyi" kullanılabilir sular sınıfında yer almaktadır.

- Havzanın yeraltısuyunun kirlilik durumunun tespit edilebilmesi için havzayı temsil eden lokasyonlardan örnekler alınarak nitrat ( $NO_3$ ), nitrit ( $NO_2$ ), amonyak ( $NH_4$ ) ve ağır metal analizleri de yapılmış ve suların dış kökenli kirleticilerden olumsuz etkilendiği belirlenmiştir. İnceleme alanında yer alan Senirkent ve Uluborlu yerleşim merkezleri ile ve bunlara bağlı bulunan köylerin kanalizasyon suları Senirkent-Uluborlu havzasının en önemli yüzeysuyu olan Pupa Çayı'na boşaltılmaktadır. Pupa Çayı havzanın doğusunda yer alan Eğirdir Gölü'ne dökülmektedir. Isparta il merkezinin içme suyunun da karşılandığı Eğirdir Gölü'nde su kalitesini olumsuz yönde etkilemesini önlemek amacıyla tedbirler alınmalıdır. Senirkent ve Uluborlu yerleşim merkezlerine ait kanalizasyon sistemlerinin biran önce yapılması ve bu kirliliğin kontrol altına alınması gerekmektedir.

- Senirkent ve Uluborlu bölgelerinde tarımsal faaliyetlerde kullanılan zirai mücadele ilaçları ve bunların ambalaj atıklarının da havzada kontrol altına alınması gerekmektedir.

- Senirkent-Uluborlu havzası içerisinde yer alan hiçbir yerleşim merkezinde katı atık depolama sahası bulunmamaktadır. Bundan dolayı yerleşim merkezlerinin atıklarından sızan sular yeraltısuyunu kirletmektedir. Bu nedenle havza içerisinde katı atık düzenli depolama tesisi zorunlu görülmektedir. Tay, (2005) tarafından havzada katı atık düzenli depolama tesisi yer seçimi yapılmıştır.

## 6. YARARLANILAN VE DEĞİNİLEN KAYNAKLAR

- Altınlı, E., 1944. Antalya bölgesinin stratigrafik etüdü, İÜFF Mecmuası, Seri B-C, IX, 3, 227-238.
- Altıntaş, A., 1976. Isparta-Uluborlu Barajı Çevre Jeolojisi, DSİ 18. Bölge Müdürlüğü, (yayınlanmamış), Isparta
- Becker-Platen, J.D., Benda, L. Steffens, P., 1977. Lithound biostratigraphische Deutung radiometrischer Altersbestimmungen au dem Jungtertiar der Turkei (Kanozoikum und Braunkohien edr Turkei, 18): Geol, Jb, B25, 139-167, Hannover.
- Bozcu, A., 1996, Kasımlar (Sütçüler-Isparta) yöresinde yeralan Mesozoyik yaşlı denizel tortulların jeolojisi, petrografisi ve organik jeokimyasal yöntemlerle incelenmesi, SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi (yayınlanmamış), 135s., Isparta
- Çınar, K., 1997. Üğüllü kaynağı (Uluborlu-Isparta) hidrojeolojik etüd raporu, İller Bankası 5. Bölge Müdürlüğü, Antalya
- Çınar, K., Uslu, M., E., Yalçın, A., 1997. Isparta ili Uluborlu ilçesi ek imar planına ait gözlemsel jeolojik etüt raporu, Uluborlu Belediyesi Fen İşleri Müd., Isparta
- DSİ, 1969, Senirkent-Uluborlu havzası hidrojeolojik etüd raporu, DSİ 18. Bölge Müdürlüğü, Isparta
- DSİ, 1975. Uluborlu Barajı yapılabirlik raporu. DSİ 18. Bölge Müdürlüğü, Isparta
- DSİ, 1997, Devlet Su İşleri Haritalı İstatistik Bülteni, TC Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, DSİ Genel Müdürlüğü, Apk Daire Başkanlığı, Ankara
- Demirkol, C., Sipahi, H., Çiçek, S., Barka, A., Sönmez, Ş., 1977, Sultandağının stratigrafisi ve jeoloji evrimi, MTA raporu, derleme no: 6305, Ankara (yayınlanmamış)
- Demirkol, C., Yetiş, C., 1984, Hoyran gölü (Isparta) kuzeyinin stratigrafisi, MTA Dergisi, s. 101-102, 1-4, Ankara
- DMİ, 2004, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, 1968-2002 yılları arası meteoroloji elemanları ölçüm değerleri
- Dumont, J,F, ve Kerey, E., 1975. Eğirdir Gölü güneyinin (Isparta ili) temel jeolojik etüdü, TJK Bülteni, Cilt:18, Sayı:2, 1-10.



- Ertunç, A., 2003, Uluborlu ilçesi Muzaffer Kasabal arkasına ait jeolojik ve zemin etüd raporu, Temel İnşaat, Isparta
- Gutnic, M., 1977, Geologie du Taurus Pisidien au nord d' Isparta, Turquei: Principaux resultats extraits des notes de M. Gutnic entre 1964 et 1971 par O. Monod, Universite du Paris-Sud Orsay, 130p.
- Gutnic, M., Monod, O., Poisson, A., ve Dumont, F., D., 1979. Geology des Taurides occidentales (Turquie): Mem-Soc. Geol. Fr., N.S., S8, S: 112.
- Hançer, M., 1996. Isparta güneyi, Ağlasun-Bucak civarının jeolojik ve tektonik özellikleri, SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora tezi (yayınlanmamış), 223 s., Isparta.
- Irlayıcı, A., 1993, Isparta Ovası hidrojeolojisi ve yeraltı suları ile ilgili çevre sorunları, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (yayınlanmamış, yüksek lisans tezi), Isparta
- Irlayıcı, A., 1997, Eğirdir-Burdur Gölleri arasının hidrojeoloji incelemesi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü (yayınlanmamış, doktora tezi), Isparta
- Isparta İli Çevre Durum Raporu, 1994, Isparta Valiliği Çevre İl Müdürlüğü, Isparta
- Karagüzel., R., Taşdelen, S., Akyol E., 1995. An analysis of the level fluctuations of Eğirdir Lake SW Turkey, International earth sciences colloquium on the Aegean Region 701-710, Izmir-Güllük, Turkey.
- Karagüzel., R., Taşdelen, S., Akyol E., Tokgözlü, A., Irlayıcı, A., ve Özgül, S., 1995. Eğirdir Gölü hidrolojisi (Ön rapor), SDÜ Müh-Mim Fak. Jeoloji Müh. Böl. Uyg. Jeo. ABD, 61 s., Isparta
- Karagüzel, R., Bozcu, M., Yalçın, A., Yılmaz, K., 1996. Senirkent (Isparta) moloz-çamur akması ön mühendislik jeolojisi, 49. Türkiye Jeoloji Kurultayı, 16-25, Ankara.
- Karaman, M., E., 1986. Burdur dolayının genel stratigrafisi, Akdeniz Üniv. Isparta Müh. Fak. Dergisi, S2. 23-35, Isparta
- Karaman, M., E., Meriç, E., ve Tansel, İ., 1988. Çünür (Isparta) dolaylarında Kretase-Tersiyer geçişi, AÜ Isparta Müh. Fak. Dergisi, 4, 80-100, Isparta
- Karaman, M., E., Meriç, E., ve Tansel, İ., 1989. Gönen-Atabey (Isparta) arasındaki bölgenin jeolojisi, CÜ Müh. Fak. Dergisi, Seri A-Yerbilimleri, 7(2), 129-139.

- Karaman, M., E., 1990. Isparta güneyinin temel jeolojik özellikleri, Türkiye Jeoloji Bülteni, C:33, 57-67.
- Karaman, M.E., 1994, Isparta-Burdur arasının jeolojisi ve tektonik özellikleri, Türkiye Jeoloji Bülteni, Cilt:37 Sayı:2, S:119-134, Ankara
- Ketin, İ., 1966, Anadolunun tektonik birlikleri, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Dergisi, Sayı:66, S:23-24, Ankara
- Koçyiğit, A., 1984, Güneybatı Türkiye ve yakın dolayında levha içi yeni tektonik gelişimi, Türkiye Jeoloji Bülteni, Cilt:27 Sayı:1, S:1-14, Ankara
- Koçyiğit, A., 1980. Hoyran Gölü yöresinin (Afyon-Isparta) stratigrafik ve tektonik özellikleri, AÜ Fen Fak. Genel Jeoloji Kür., Doç. Tezi (yayınlanmamış), 172s., Ankara.
- Koçyiğit, A., 1981. Isparta büklümünde (Batı Toroslar) Toros karbonat platformunun evrimi, Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, C:24, 15-25.
- Koçyiğit, A., 1983. Hoyran Gölü (Isparta Büklümü) dolayının tektoniği, Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, C:26, 1-10.
- Mutlutürk, M., Karagüzel, R., Köseoğlu, M., Oran, S., Oğlakçı, M. ve Taşdelen, S., 1991. Eğirdir Gölü ve Havzası Kirletici Faktörlerin Araştırılması, Göller Bölgesi Tatlı Su Kaynaklarının Korunması ve Çevre Sorunları Sempozyumu, 479-489, Isparta
- Özgül, N., Bölükbaşı, S., Alkan, H., Öztaş, Y., Korucu, M., 1991. Göller bölgesinin tektona-stratigrafik birlikleri, Ozan Sungurlu Semp. Bildiriler Kitabı, s.213-237, Ankara
- Parejas, E., 1942. Sandıklı, Dinar, Burdur, Isparta ve Eğirdir bölgesinde yapılan jeolojik löveler hakkında rapor. MTA Rapor No: 1930 Ankara
- Poisson, A., 1977. Evolution paleogeographique du massif des Bey Dağları SI:VI, Ege bölgeleri jeolojisi kollokyumu, İzmir, Bildiri Özetleri, 85-86.
- Poisson, A., 1977. Recherchas geologiques dans les Taurides occidentales (Turquie): Those, I' Université de ParisSud, Orsoy, 795s.
- Poisson, A., Akay, E., Dumont, J.F., Uysal, Ş., 1984. The Isparta angle: a Mesozoic paleorift in the western Tuarides: Geology of the Taurus belt, (Ed. by O. Teleli and C. Güncüoğlu), 11-26, Ankara.
- Polat Z., 1997. Senirkent-Uluborlu ovasının hidrojeolojisi (su kimyası kuyu hidroliği). SDÜ Müh-Mim. Fak. Jeo. Müh. Böl. Bitirme Ödevi, Isparta

- Sariiz, K., 1985. Keçiborlu kükürt yataklarının oluşumu ve yörenin jeolojisi, AÜ yayınları, 91, Doktora tezi, Ankara
- Şenel, M., 1996, Anamas-Akseki otoktonu güney kenarını temsil eden Pirnos Bloğu'nun stratigrafik özellikleri ve paleocoğrafik yorumu; Orta Toroslar, Türkiye, Türkiye Jeoloji Bülteni, Cilt:39 Sayı:2, S:19-29, Ankara
- Şenel, M., 1997. Türkiye jeoloji haritaları IspartaJ10 paftası, MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Etüdüleri Dairesi, Ankara
- Tay, ş., (2005), Senirkent-Uluborlu (Isparta) Havzasının Katı Atık Düzenli Depolama Yeri Seçimine Yönelik Jeolojik - Jeoteknik İncelemesi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (yayınlanmamış)
- TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası : [www.zmo.org.tr/etkinlikler](http://www.zmo.org.tr/etkinlikler)
- Ünal, K. E., 1992. Uluborlu (Isparta) barajının jeoteknik incelemesi, AÜ Isparta Müh. Fak., Seminer çalışması, Isparta
- Yağmurlu, F., 1991. Yalvaç-Yarıkkaya neojen havzasının stratigrafisi ve depolama ortamları, Türkiye Jeoloji Bülteni, Cilt: 34, S:9-19, Ankara
- Yalçınkaya, S., Ergin, A., Taner, K., Afşar, Ö., P., Dalkılıç, M., Özgönül, E., 1986 Batı Toroslar'ın Jeoloji raporu, MTA rapor no: 7898 (yayınlanmamış), Ankara
- Yalçınkaya, S., 1989. Isparta-Ağlasun dolayının jeolojisi, İÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Doktora tezi (yayınlanmamış), İstanbul
- Yalçınkaya, S., 1995, Senirkent (Isparta feyezanı, DSİ Genel Müdürlüğü Bülteni, Sayı 407-408, Ankara

## ÖZGEÇMİŞ

**Adı Soyadı** : Fatma SEYMAN

**Doğum Yeri** : Afyon

**Doğum Yılı** : 1980

**Medeni Hali** : Bekar

### **Eğitim ve Akademik Durum:**

**Lise** : 1993-1996 İzmit 19 Mayıs Lisesi

**Lisans** : 1997-2001 Süleyman Demirel Üniversitesi  
Mühendislik Mimarlık Fakültesi  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü

**Yabancı Dil** : İngilizce

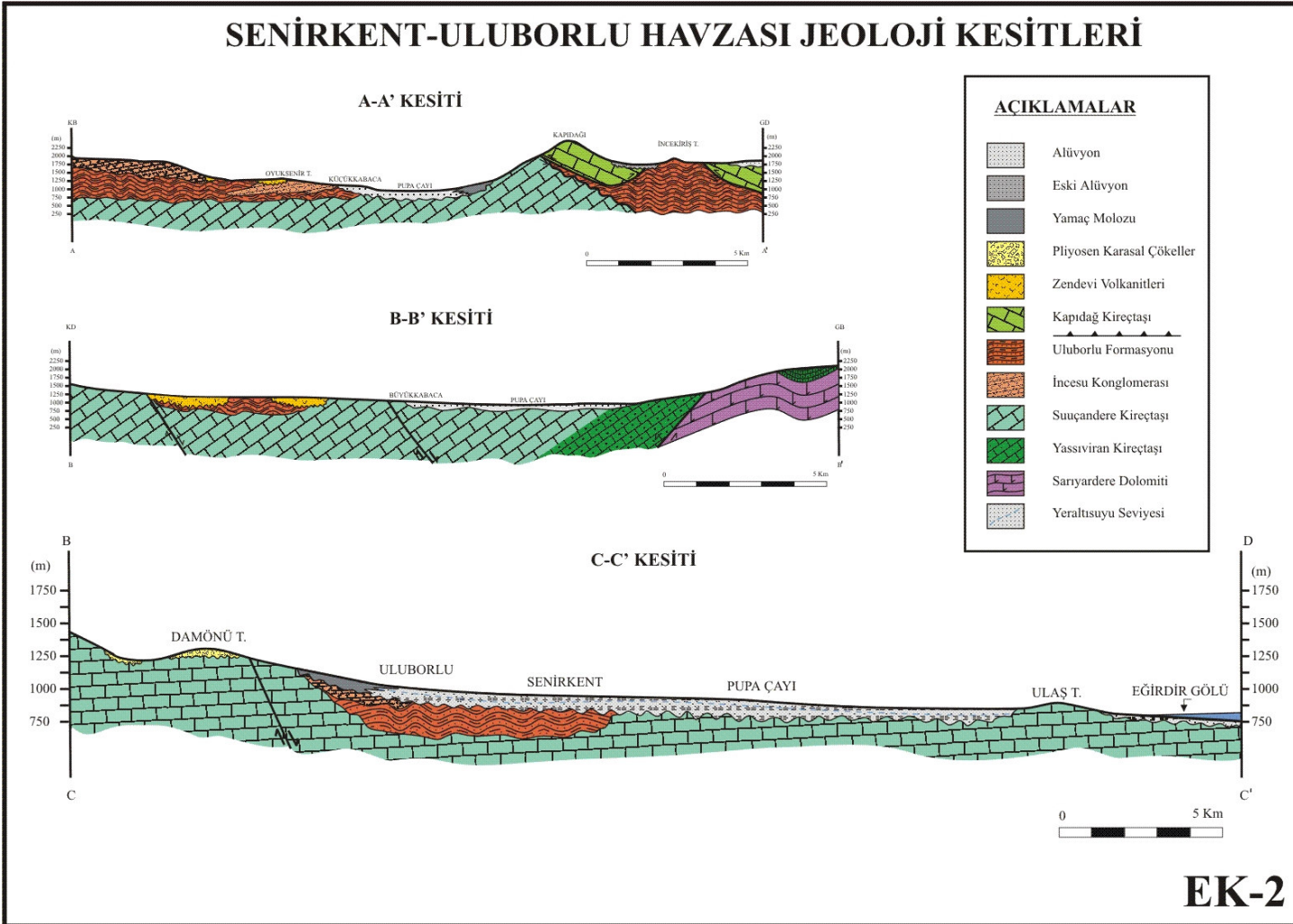
### **İş Deneyimi:**

2002-..... : Süleyman Demirel Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Araştırma Görevlisi

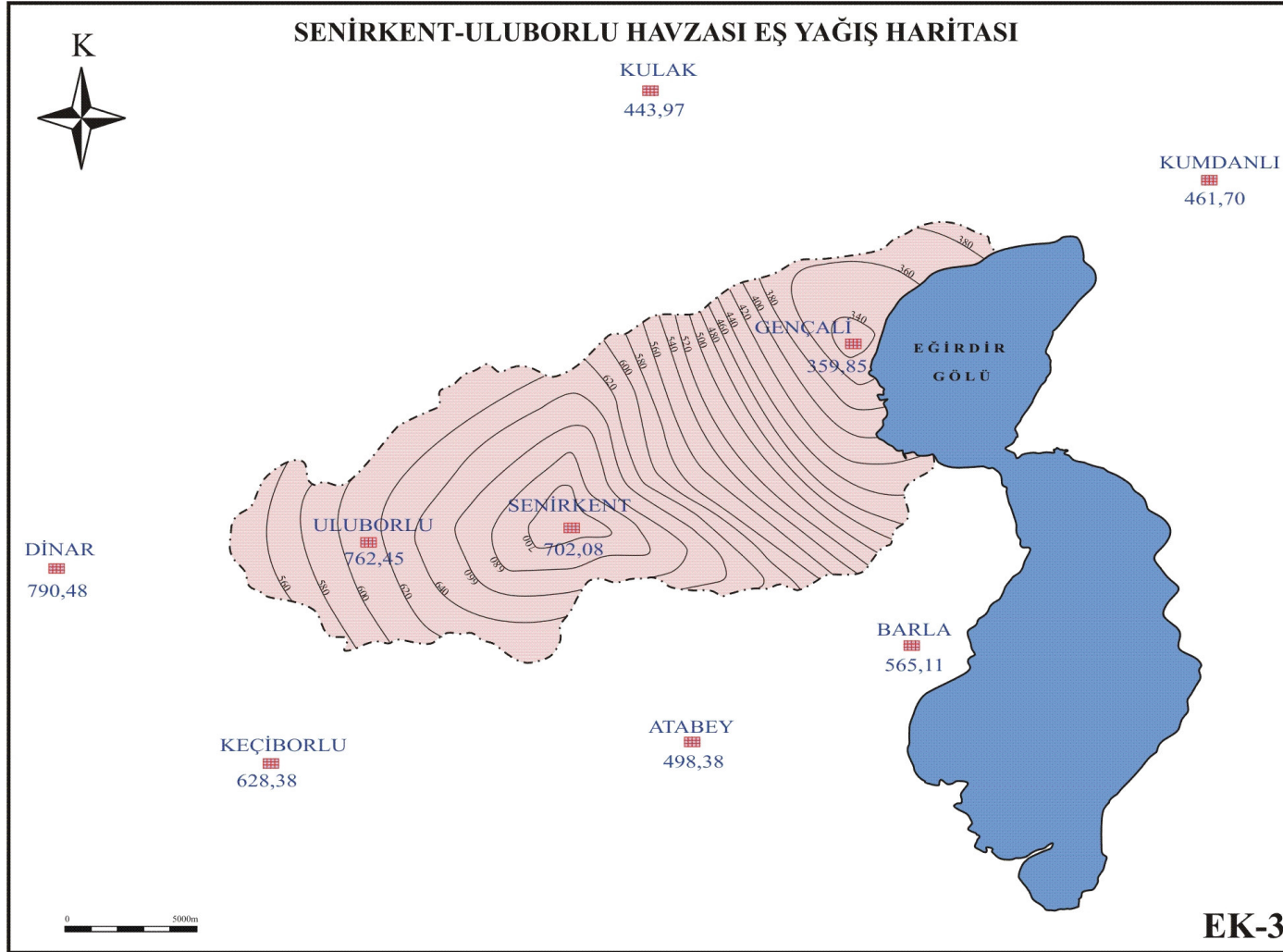
EKLER



## SENİRKENT-ULUBORLU HAVZASI JEOLJİ KESİTLERİ



**EK-2**

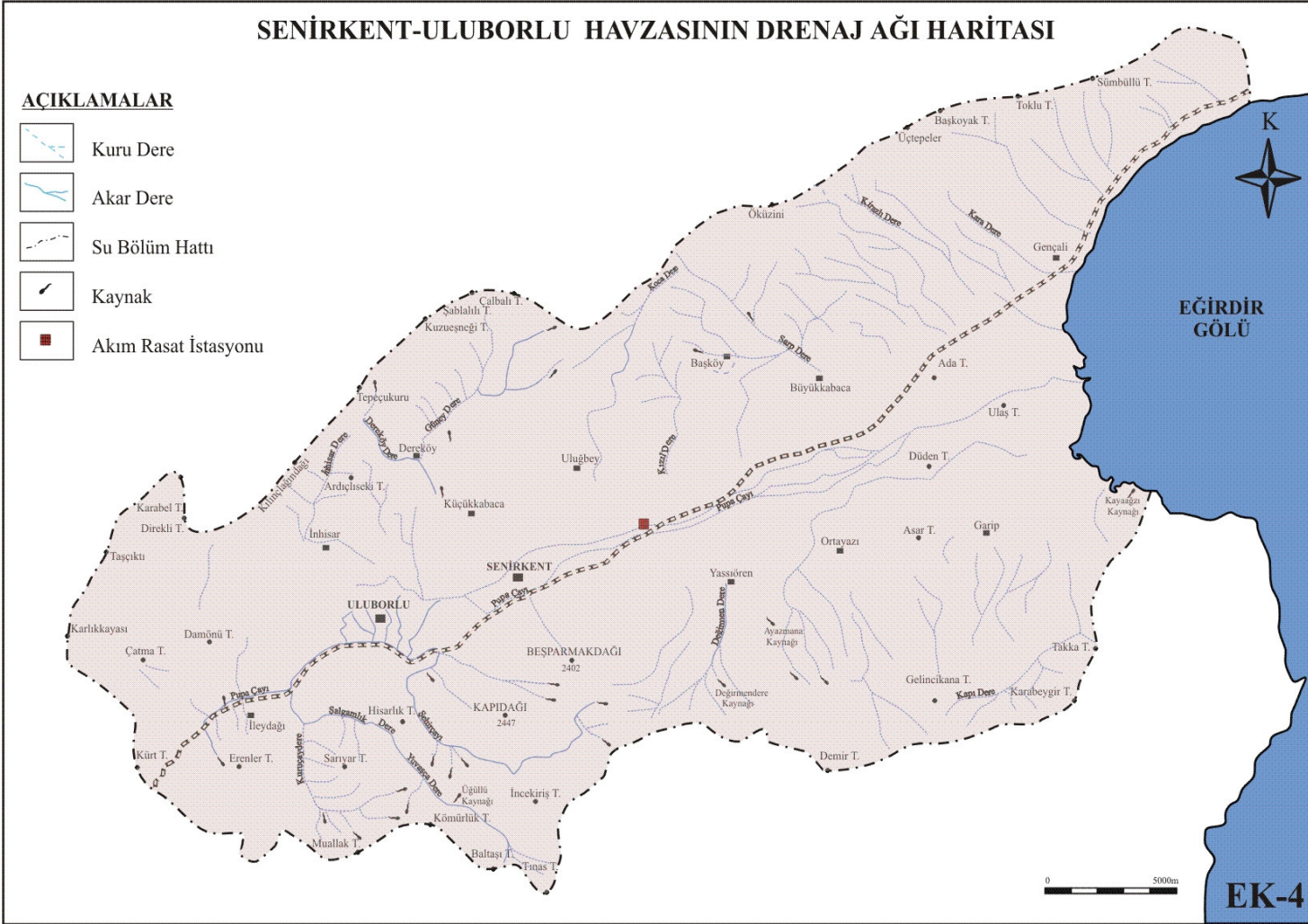


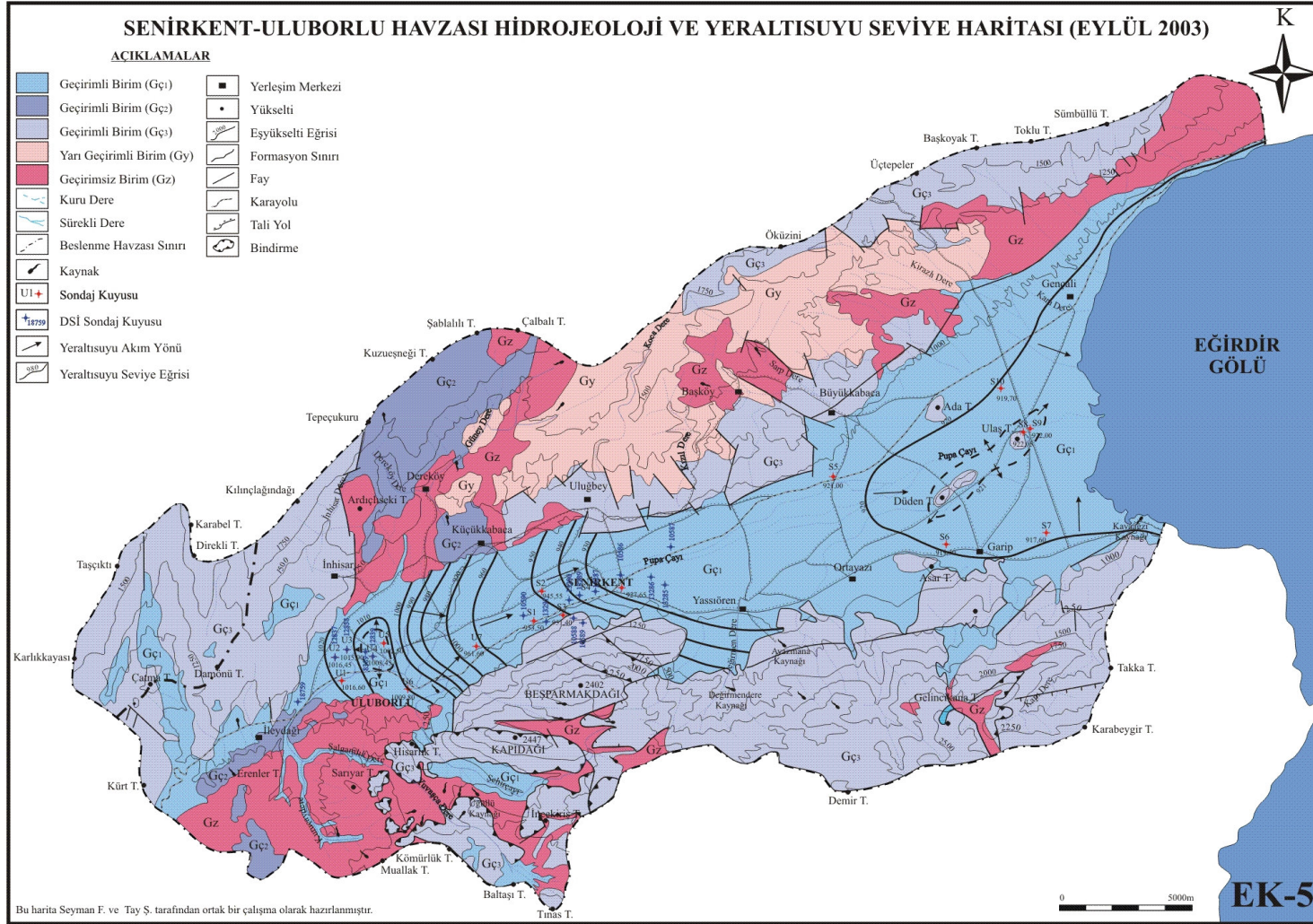


## SENİRKENT-ULUBORLU HAVZASININ DRENAJ AĞI HARİTASI

### AÇIKLAMALAR

-  Kuru Dere
-  Akar Dere
-  Su Bölüm Hattı
-  Kaynak
-  Akım Rasat İstasyonu

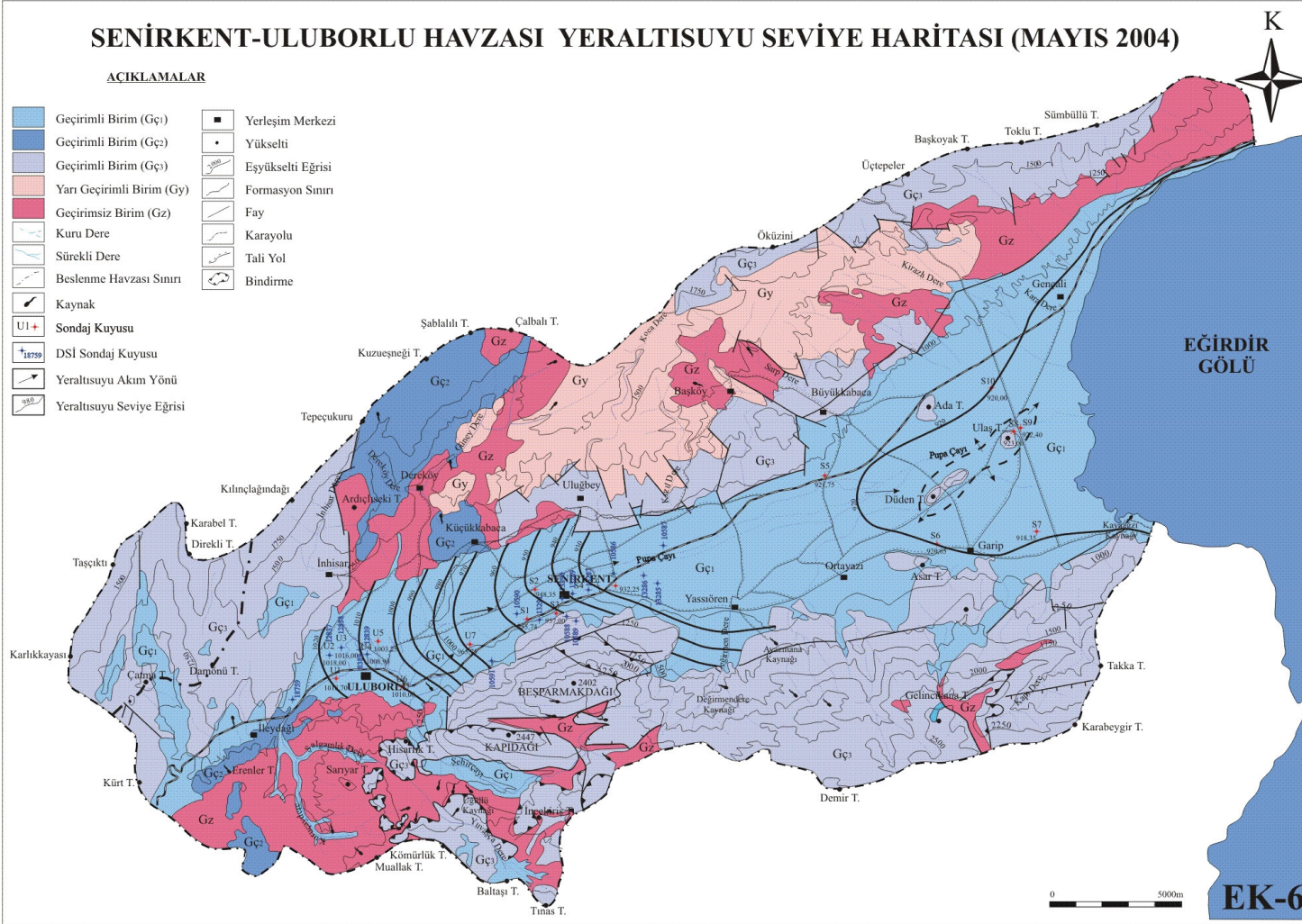


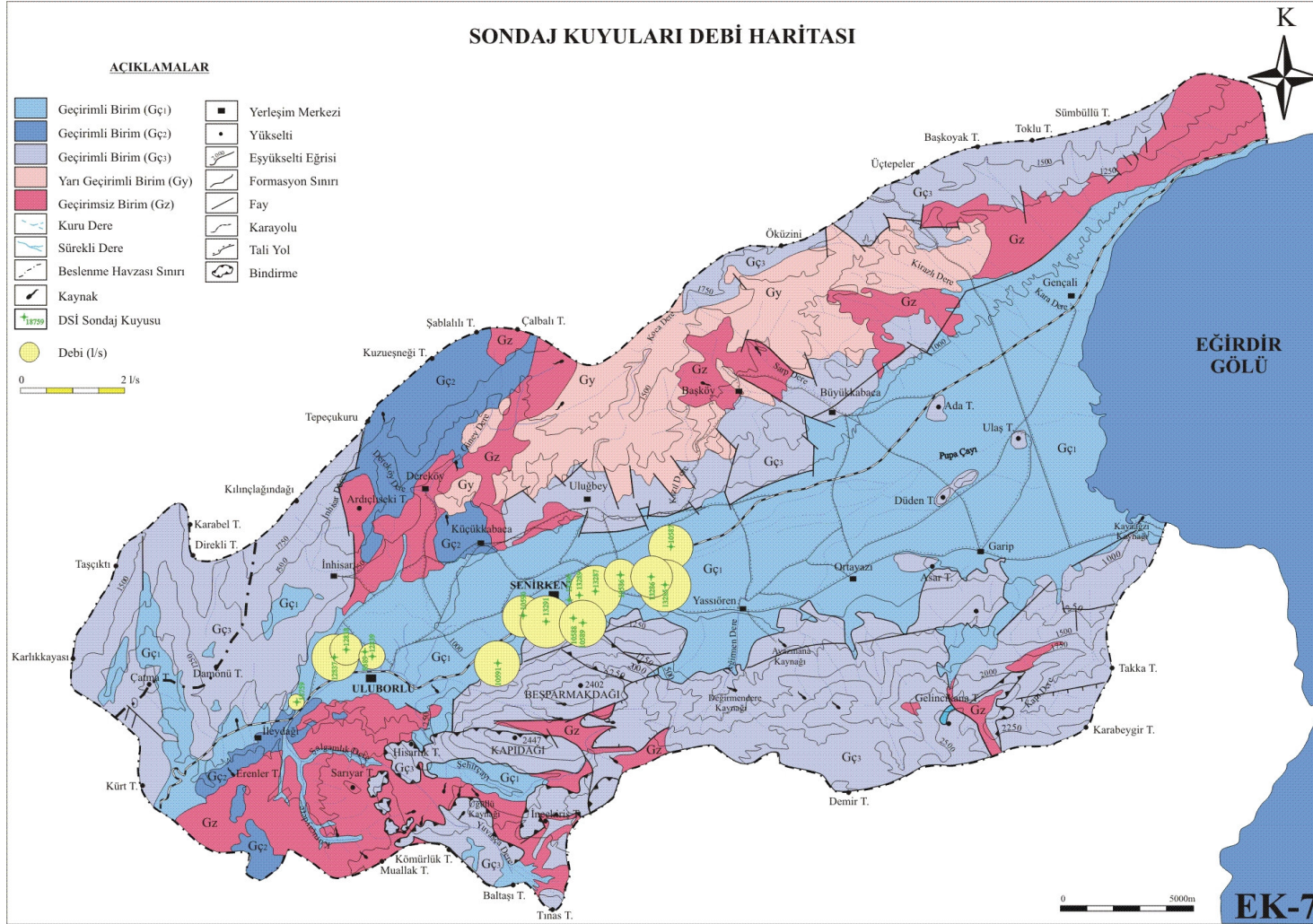


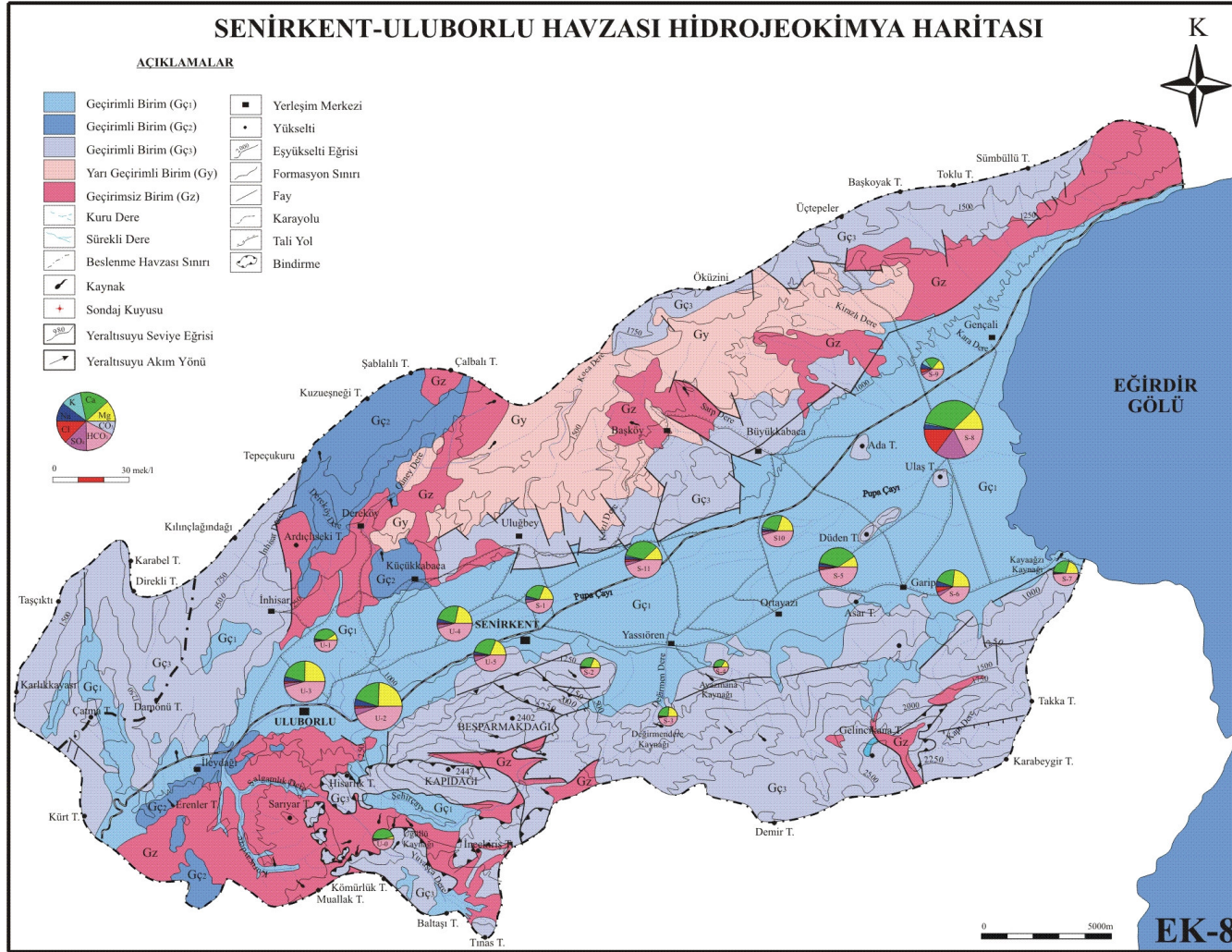
## SENİRKENT-ULUBORLU HAVZASI YERALTISUYU SEVİYE HARİTASI (MAYIS 2004)

### ACIKLAMALAR

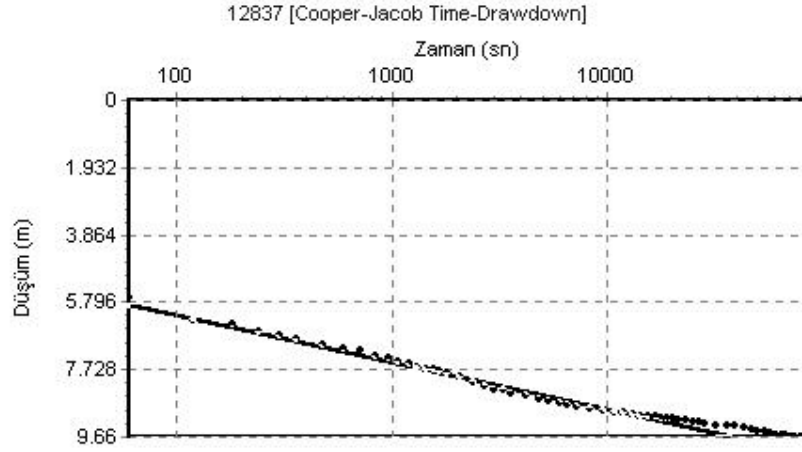
	Geçirimli Birim (Gç <sub>1</sub> )		Yerleşim Merkezi
	Geçirimli Birim (Gç <sub>2</sub> )		Yükselti
	Geçirimli Birim (Gç <sub>3</sub> )		Eşyüksekti Eğrisi
	Yarı Geçirimli Birim (Gy)		Formasyon Sınırı
	Geçirimsiz Birim (Gz)		Fay
	Kuru Dere		Karayolu
	Sürekli Dere		Tali Yol
	Beslenme Havzası Sınırı		Bindirme
	Kaynak		
	Sondaj Kuyusu		
	DSİ Sondaj Kuyusu		
	Yeraltısuyu Akım Yönü		
	Yeraltısuyu Seviye Eğrisi		







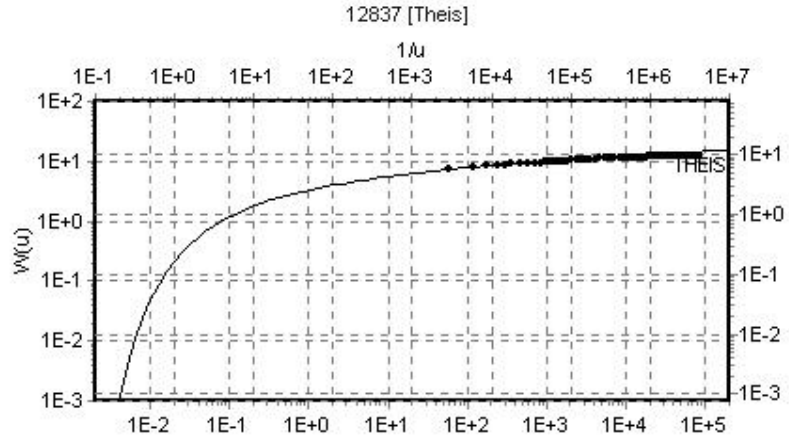
**EK-9**  
**KUYU HİDROLİĞİ GRAFİKLERİ**



$$K = 3,05 \times 10^{-5} \text{ m/sn}$$

$$T = 1,44 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{sn}$$

12837 No'lu kuyuya ait Cooper-Jacob Time-Drawdown yöntemi

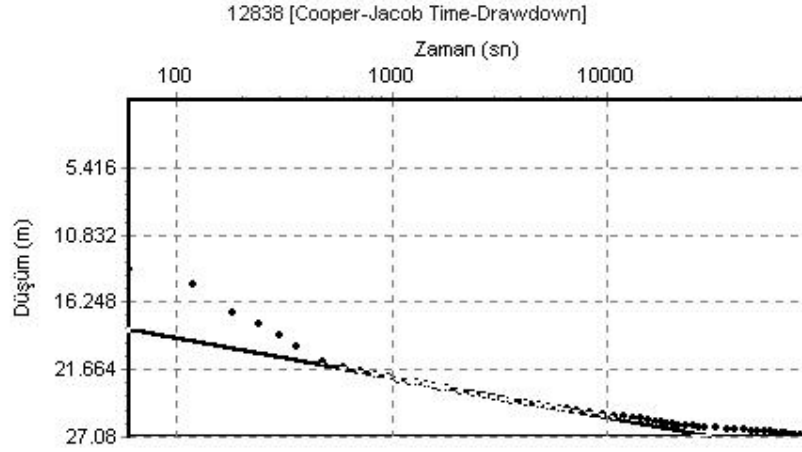


$$K = 2,32 \times 10^{-5} \text{ m/sn}$$

$$T = 3,71 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{sn}$$

$$S = 5 \times 10^{-2}$$

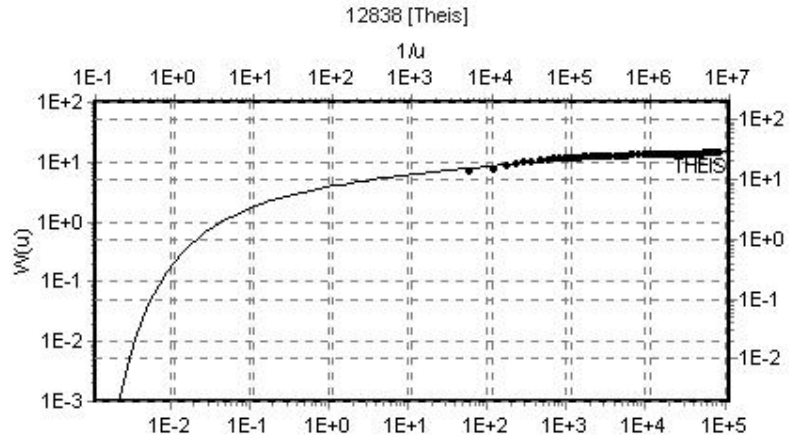
12837 No'lu kuyuya ait Theis yöntemi



$$K = 9,51 \times 10^{-6} \text{ m/sn}$$

$$T = 1,43 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{sn}$$

12838 No' lu kuyuya ait Cooper-Jacob Time-Drawdown yöntemi



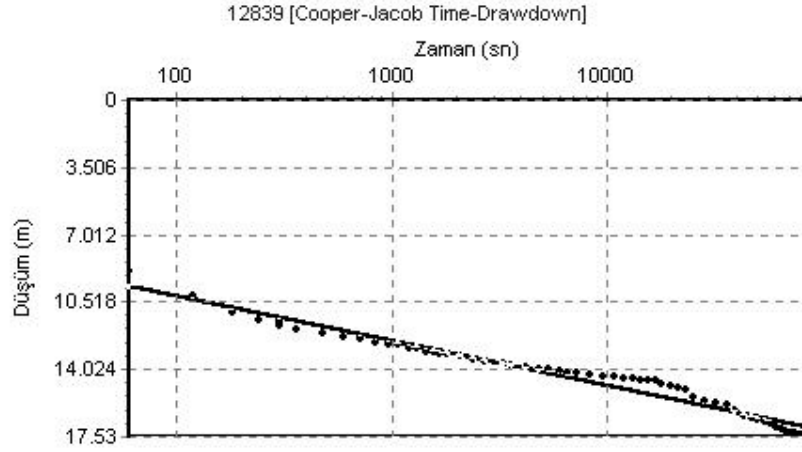
$$K = 6,79 \times 10^{-6} \text{ m/sn}$$

$$T = 1,02 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{sn}$$

$$S = 1,36$$

12838 No' lu kuyuya ait Theis yöntemi

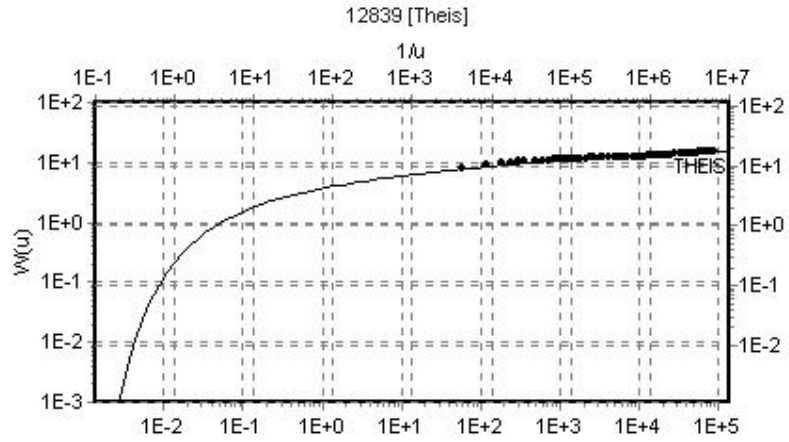




$$K = 9,84 \times 10^{-6} \text{ m/sn}$$

$$T = 1,58 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{sn}$$

12839 No' lu kuyuya ait Cooper-Jacob Time-Drawdown yöntemi

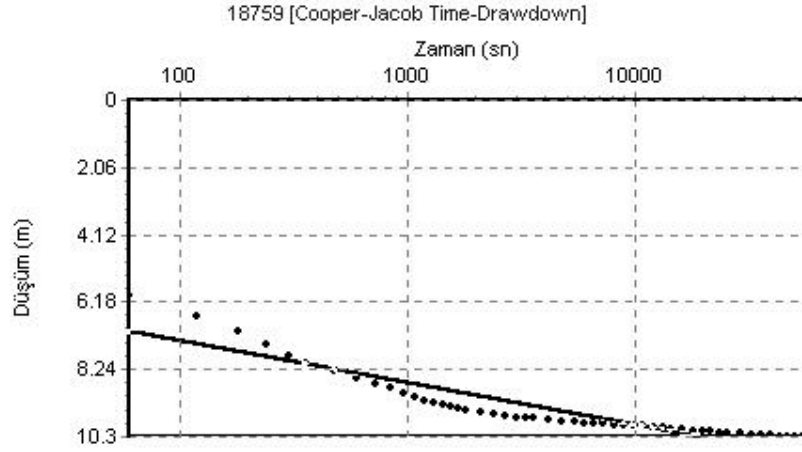


$$K = 8,72 \times 10^{-6} \text{ m/sn}$$

$$T = 1,40 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{sn}$$

$$S = 0,12$$

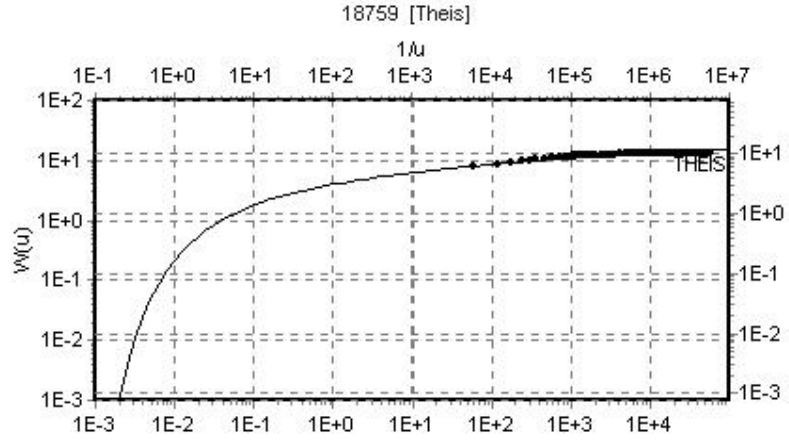
12839 No'lu kuyuya ait Theis yöntemi



$$K = 9,26 \times 10^{-6} \text{ m/sn}$$

$$T = 1,70 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{sn}$$

18759 No' lu kuyuya ait Cooper-Jacob Time-Drawdown yöntemi

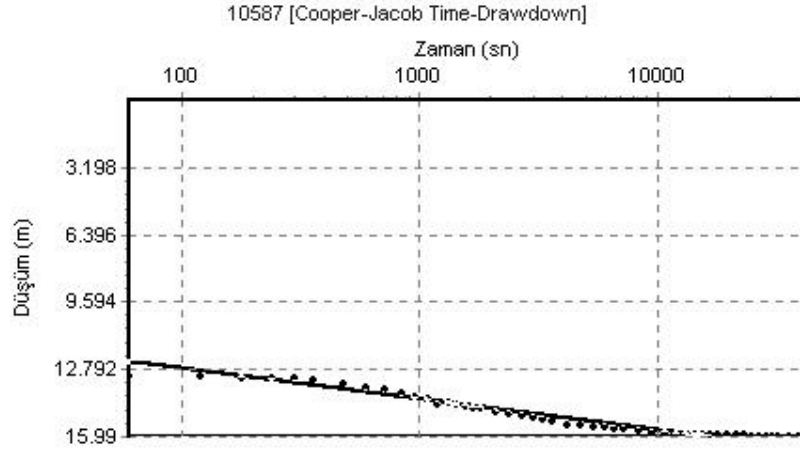


$$K = 6,77 \times 10^{-6} \text{ m/sn}$$

$$T = 1,24 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{sn}$$

$$S = 1,8 \times 10^{-2}$$

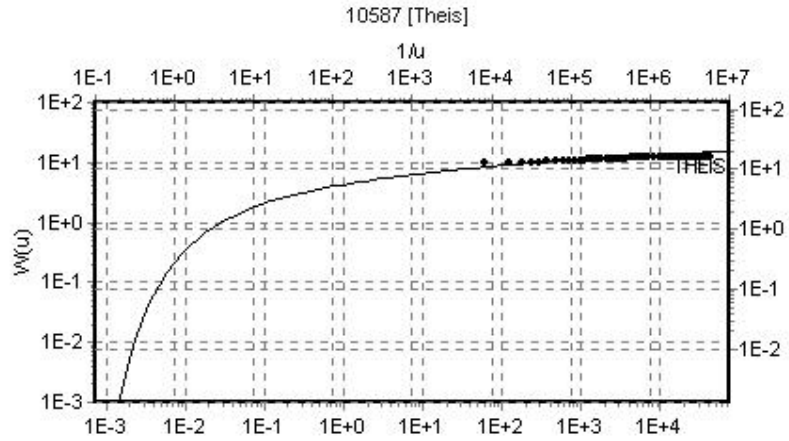
18759 No' lu kuyuya ait Theis yöntemi



$$K = 2,88 \times 10^{-5} \text{ m/sn}$$

$$T = 4,41 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{sn}$$

10587 No' lu kuyuya ait Cooper-Jacob Time-Drawdown yöntemi

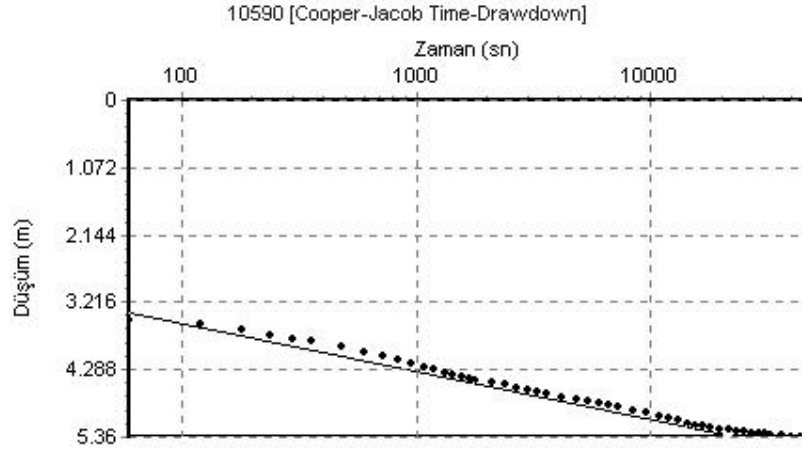


$$K = 1,40 \times 10^{-5} \text{ m/sn}$$

$$T = 2,15 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{sn}$$

$$S = 3,1 \times 10^{-2}$$

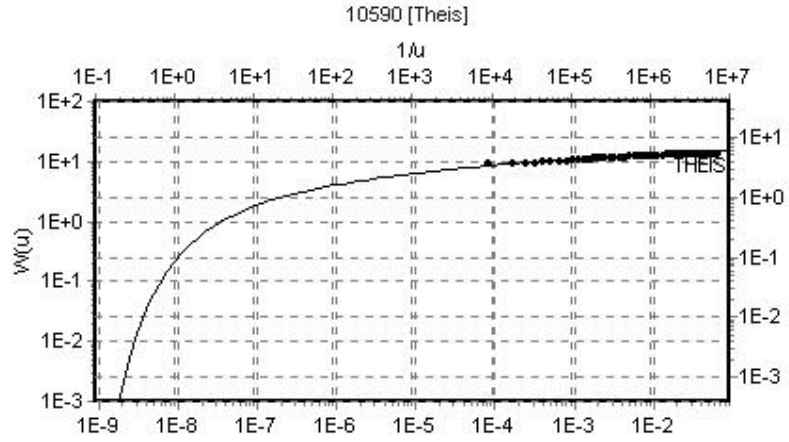
10587 No' lu kuyuya ait Theis yöntemi



$$K = 6,11 \times 10^{-5} \text{ m/sn}$$

$$T = 7,61 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{sn}$$

10590 No' lu kuyuya ait Cooper-Jacob Time-Drawdown yöntemi

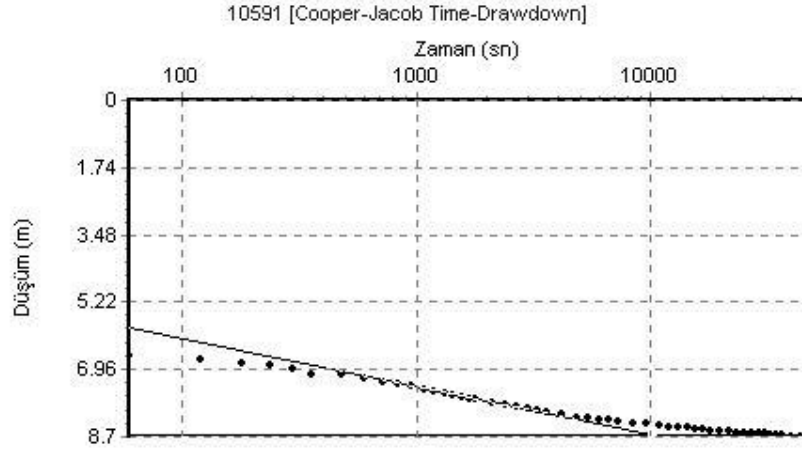


$$K = 5,10 \times 10^{-5} \text{ m/sn}$$

$$T = 6,47 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{sn}$$

$$S = 1,2 \times 10^{-2}$$

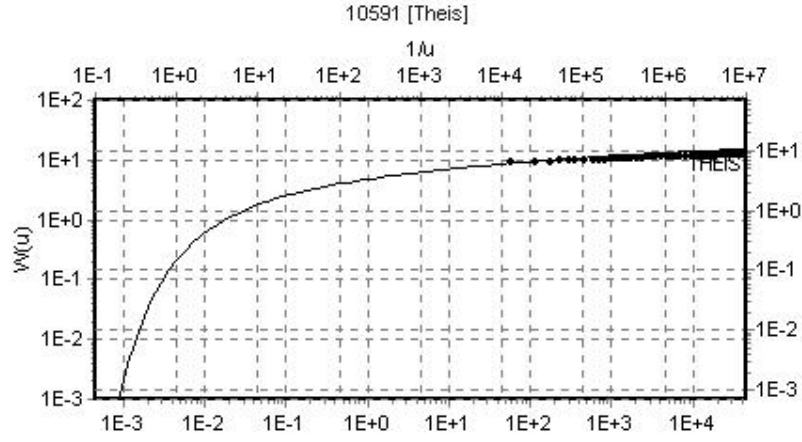
10590 No' lu kuyuya ait Theis yöntemi



$$K = 4,07 \times 10^{-5} \text{ m/sn}$$

$$T = 5,29 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{sn}$$

10591 No' lu kuyuya ait Cooper-Jacob Time-Drawdown yöntemi

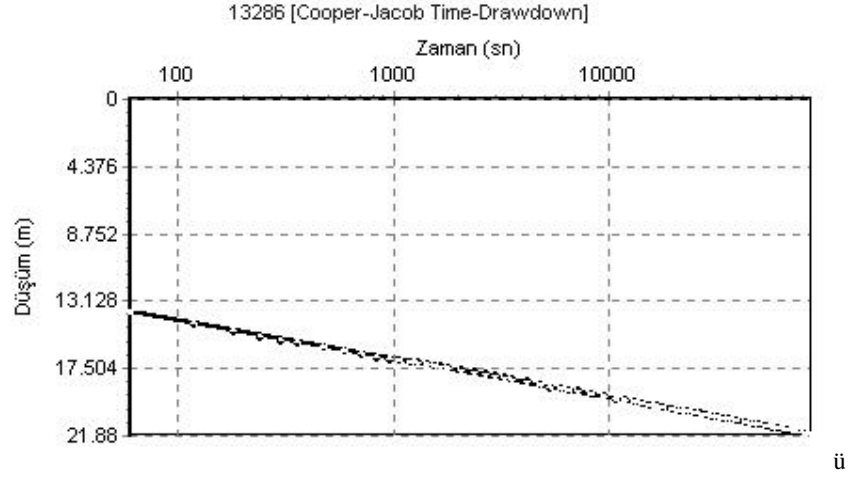


$$K = 3,15 \times 10^{-5} \text{ m/sn}$$

$$T = 4,09 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{sn}$$

$$S = 1,83 \times 10^{-4}$$

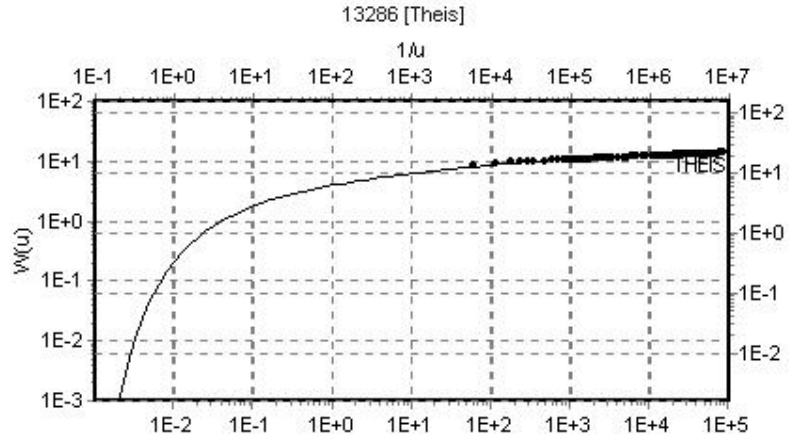
10591 No' lu kuyuya ait Theis yöntemi



$$K = 1,48 \times 10^{-5} \text{ m/sn}$$

$$T = 2,41 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{sn}$$

13286 No' lu kuyuya ait Cooper-Jacob Time-Drawdown yöntemi

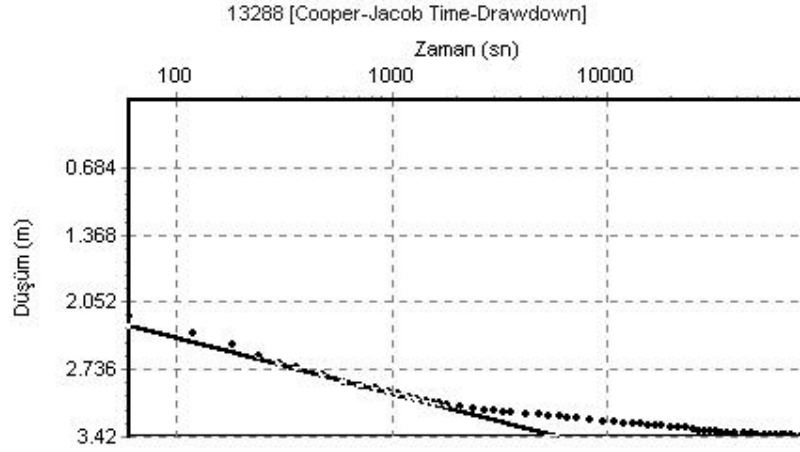


$$K = 1,01 \times 10^{-5} \text{ m/sn}$$

$$T = 11,65 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{sn}$$

$$S = 2,8 \times 10^{-2}$$

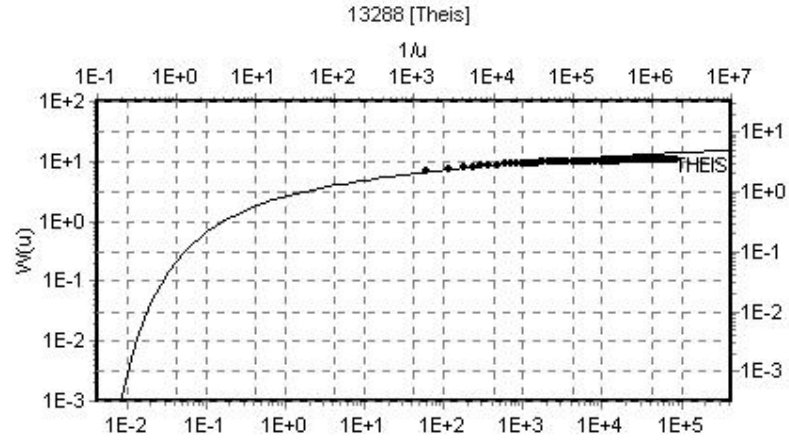
13286 No' lu kuyuya ait Theis yöntemi



$$K = 9,25 \times 10^{-5} \text{ m/sn}$$

$$T = 1,37 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{sn}$$

13288 No' lu kuyuya ait Cooper-Jacob Time-Drawdown yöntemi

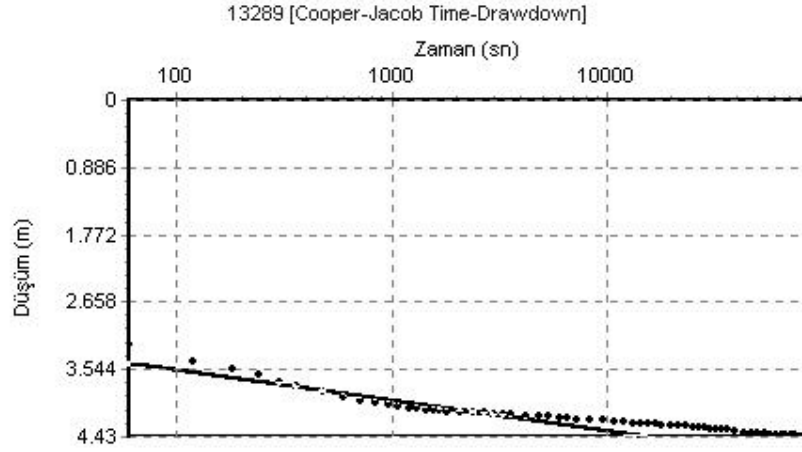


$$K = 6,99 \times 10^{-5} \text{ m/sn}$$

$$T = 1,03 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{sn}$$

$$S = 2,4 \times 10^{-3}$$

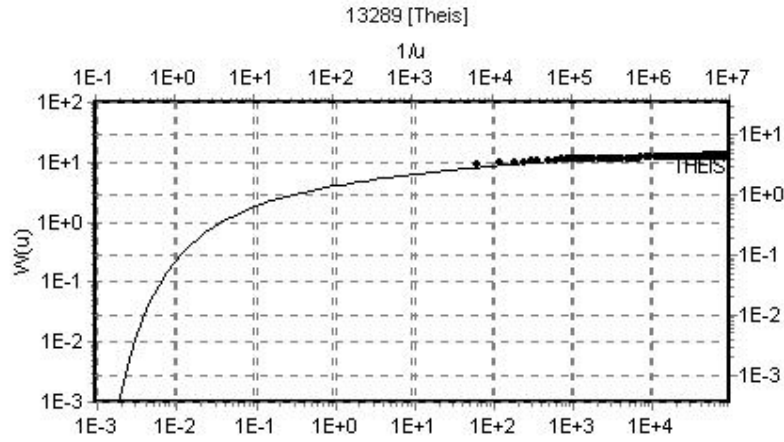
13288 No' lu kuyuya ait Theis yöntemi



$$K = 4,59 \times 10^{-4} \text{ m/sn}$$

$$T = 6,88 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{sn}$$

13289 No' lu kuyuya ait Cooper-Jacob Time-Drawdown yöntemi



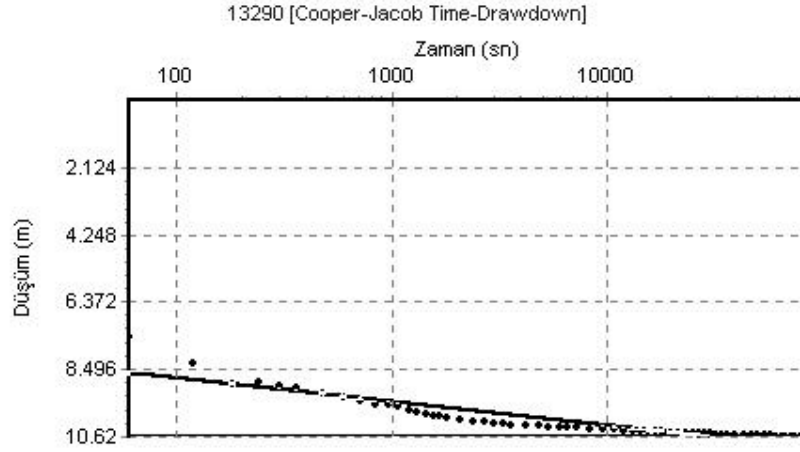
$$K = 2,24 \times 10^{-4} \text{ m/sn}$$

$$T = 3,36 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{sn}$$

$$S = 1,6 \times 10^{-2}$$

13289 No' lu kuyuya ait Theis yöntemi

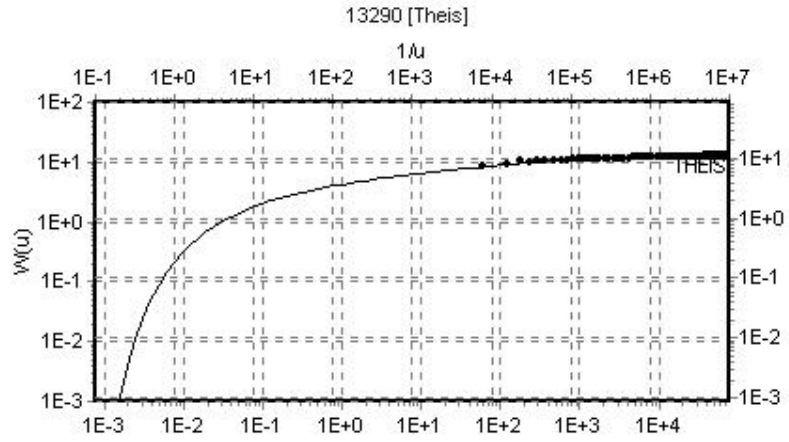




$$K = 7,77 \times 10^{-5} \text{ m/sn}$$

$$T = 9,71 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{sn}$$

13290 No' lu kuyuya ait Cooper-Jacob Time-Drawdown yöntemi

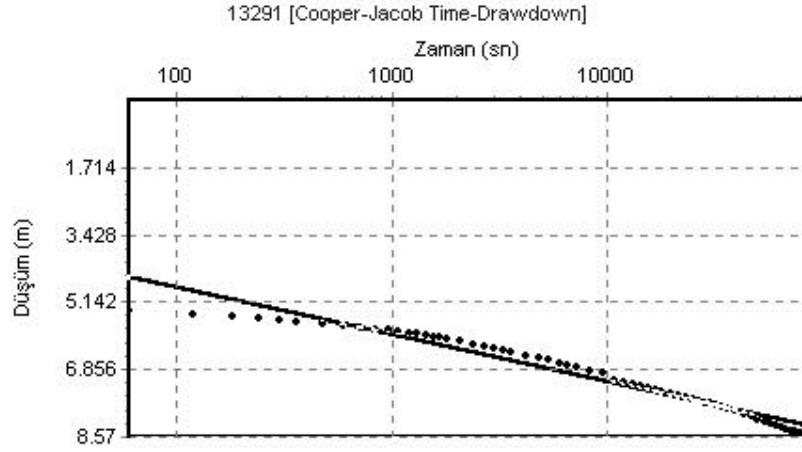


$$K = 2,92 \times 10^{-5} \text{ m/sn}$$

$$T = 3,65 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{sn}$$

$$S = 7,2 \times 10^{-2}$$

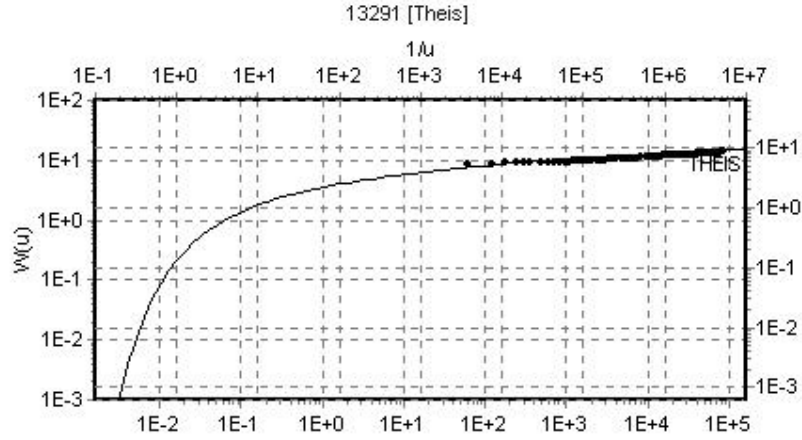
13290 No' lu kuyuya ait Theis yöntemi



$$K = 3,63 \times 10^{-5} \text{ m/sn}$$

$$T = 6,11 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{sn}$$

13291 No' lu kuyuya ait Cooper-Jacob Time-Drawdown yöntemi



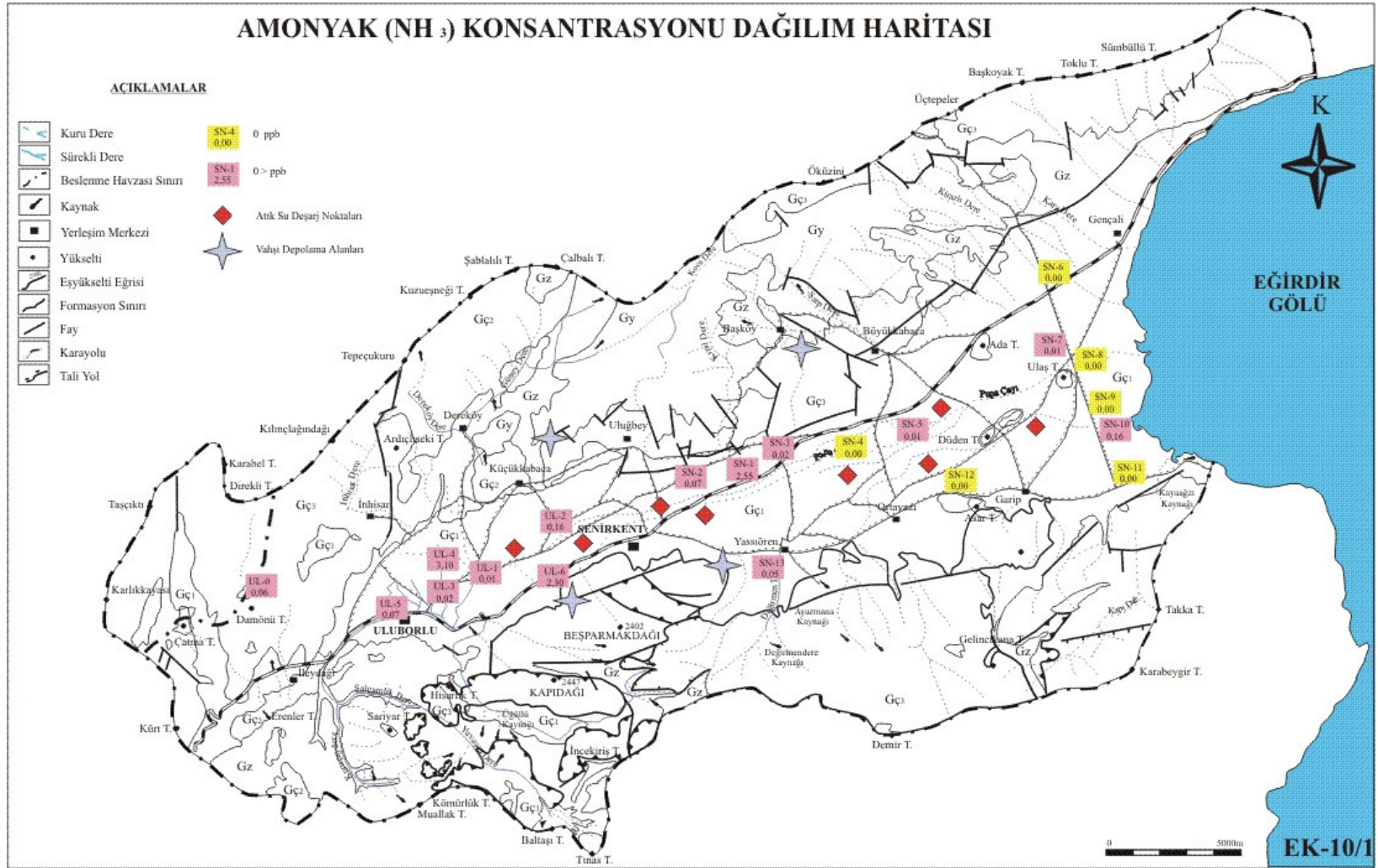
$$K = 3,05 \times 10^{-5} \text{ m/sn}$$

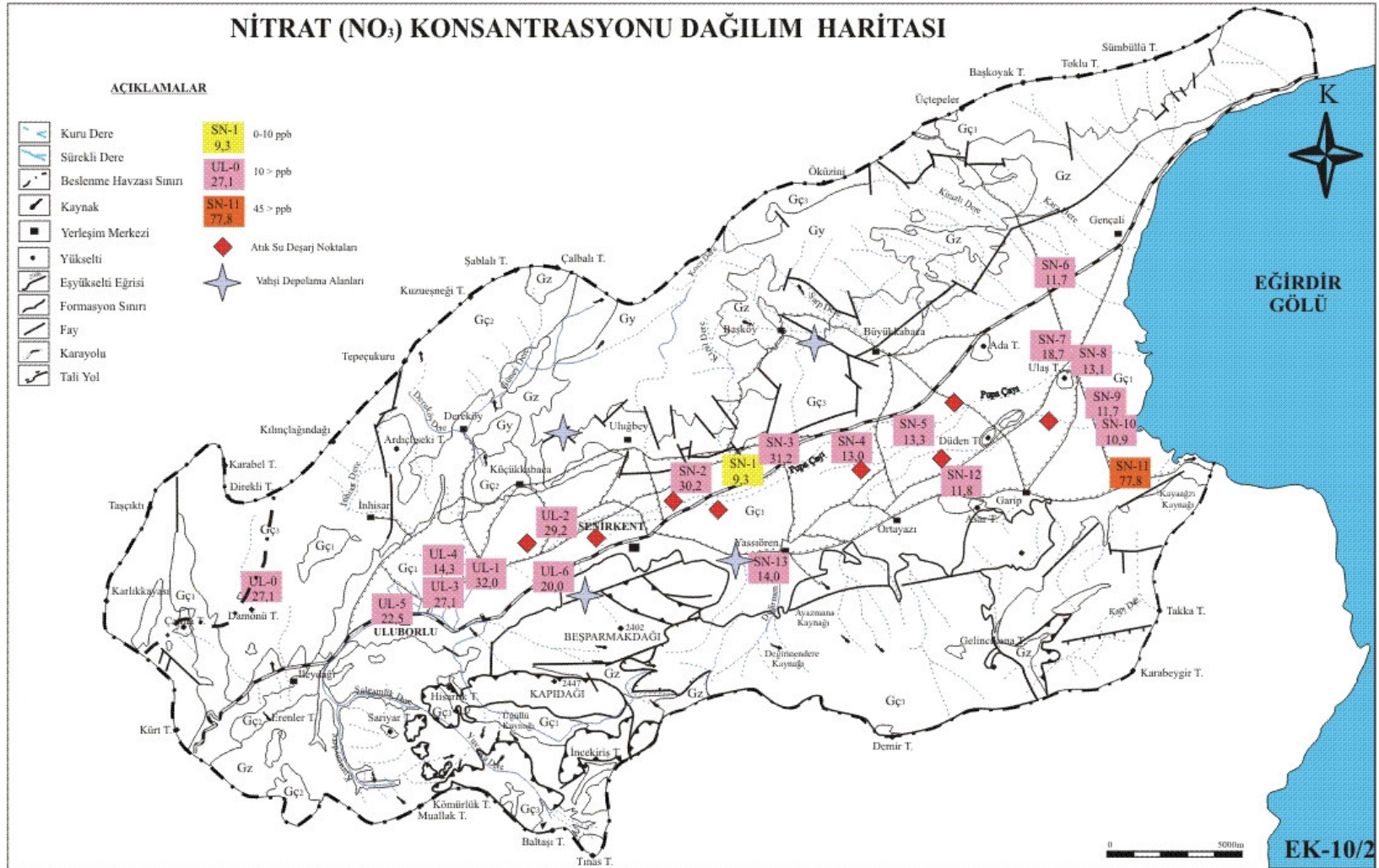
$$T = 5,13 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{sn}$$

$$S = 2,4 \times 10^{-4}$$

13291 No' lu kuyuya ait Theis yöntemi

**EK-10**  
**YÜZEYERALTISULARINDA AĞIR METAL,**  
**NİTRAT, NİTRİT ve AMONYAK**  
**KONSANTRASYONLARINDA GİLİM HARİTALARI**



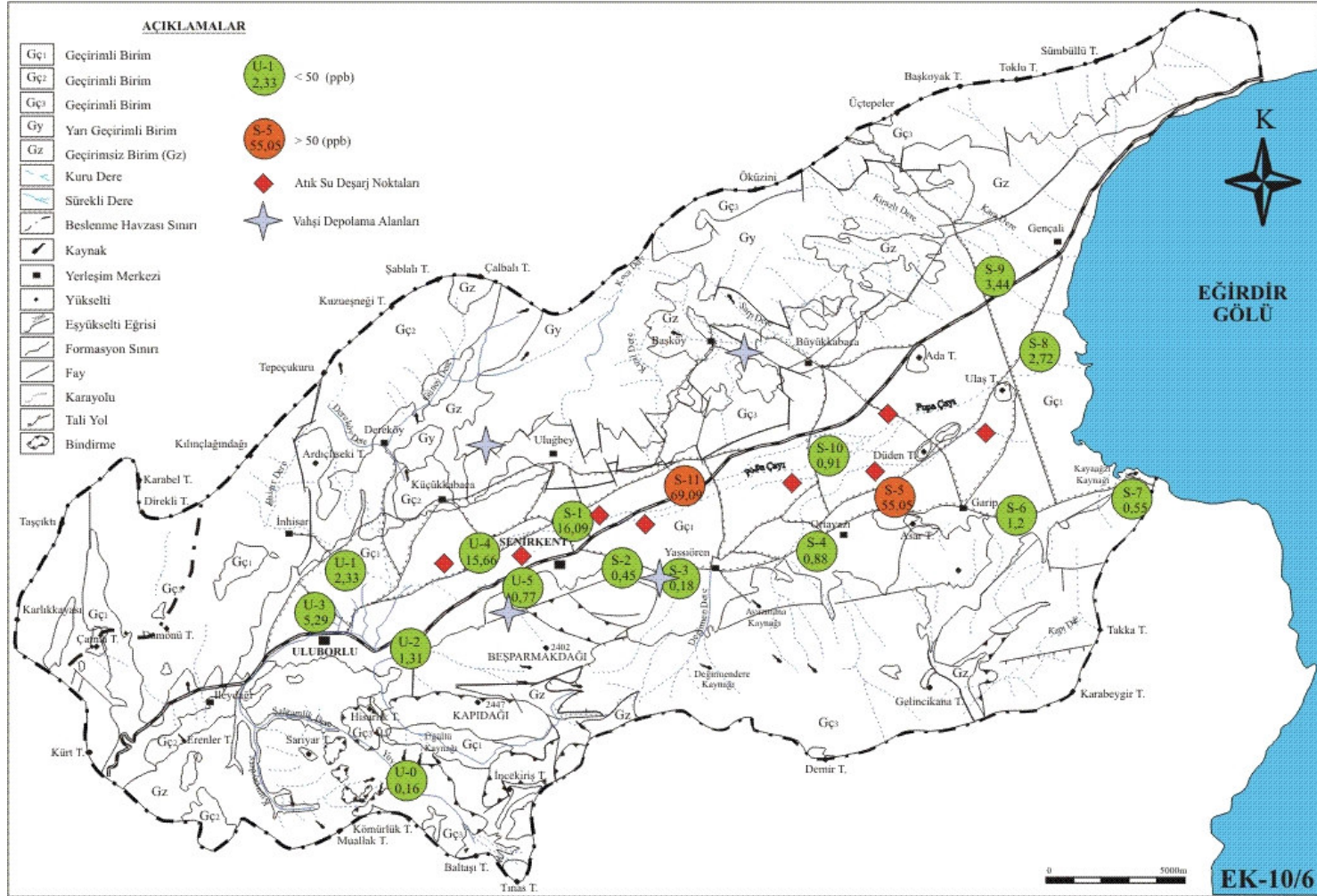






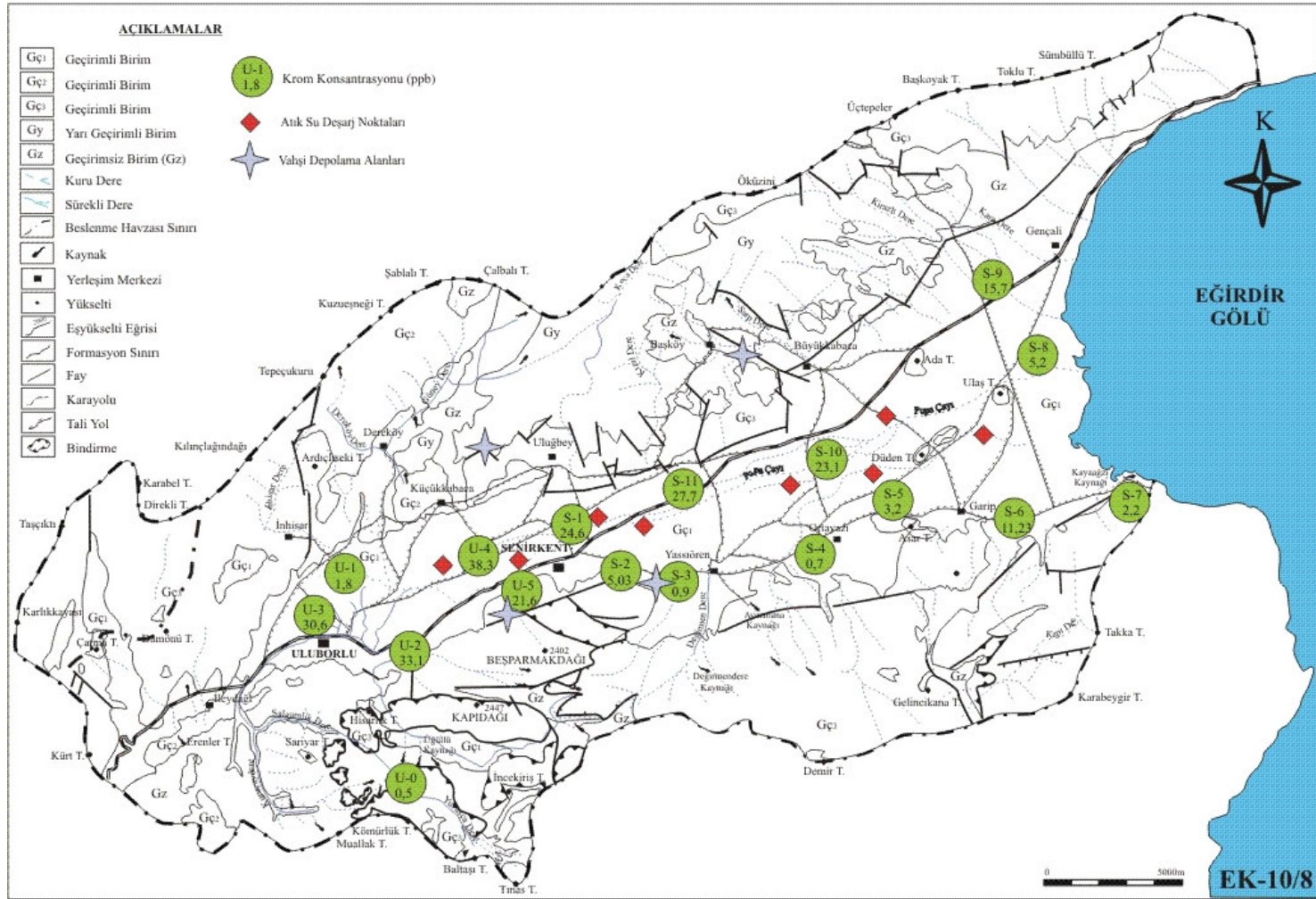




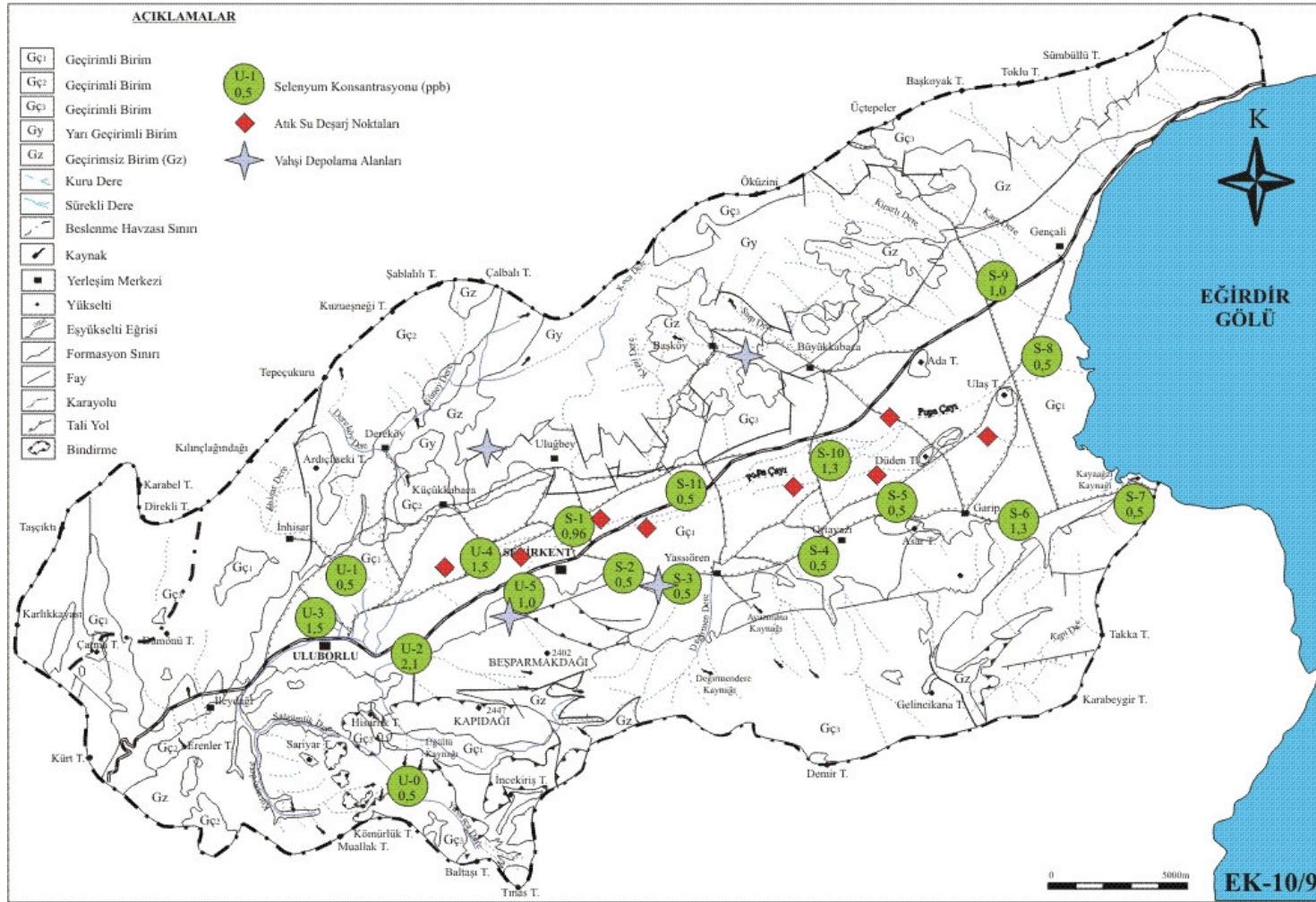


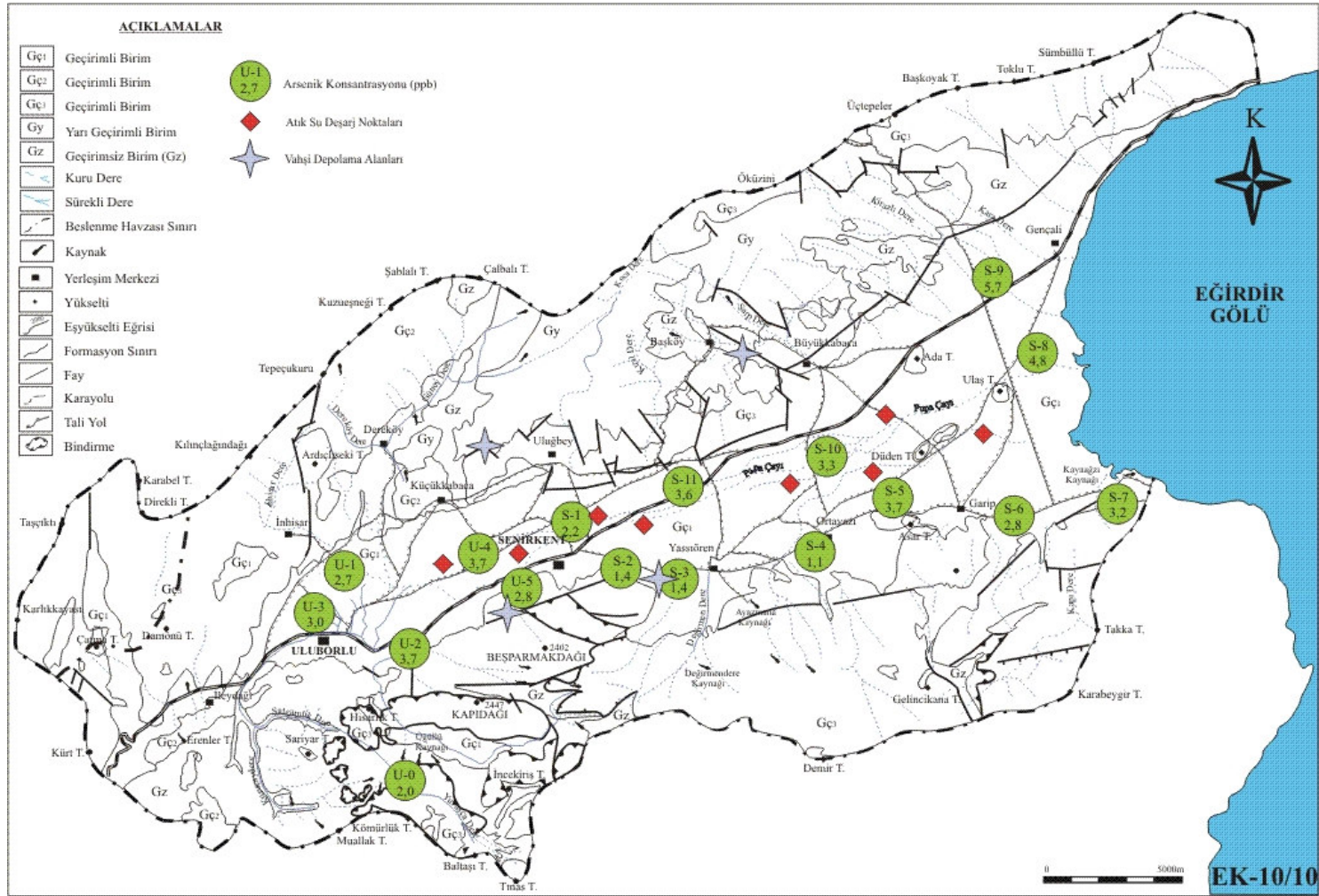
Şekil : Mangan Konsantrasyonu (ppb) Dağılım Haritası





Şekil : Krom Konsantrasyonu (ppb) Dağılım Haritası





Şekil : Arsenik Konsantrasyonu (ppb) Dağılım Haritası

