

**AFŞİN-ELBİSTAN KÖMÜR ÜRETİM SAHASINDA OLASI
DRENAJ SORUNLARININ HİDROKİMYASAL VE
İZOTOPIK TEKNİKLERLE İNCELENMESİ**

**INVESTIGATION OF THE PROBABLE DRAINAGE
PROBLEMS IN AFSIN-ELBISTAN COAL MINE BY
MEANS OF HYDROCHEMICAL AND ISOTOPIC
TECHNIQUES**

OSMAN GÖKMENOĞLU

PROF. DR. C. SERDAR BAYARI

Tez Danışmanı

Hacettepe Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı için Öngördüğü

YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak hazırlanmıştır.

Osman GÖKMENOĞLU'nun hazırladığı “Afşin-Elbistan Kömür Üretim Sahasında Olası Drenaj Sorunlarının Hidrokimyasal ve İzotopik Tekniklerle İncelenmesi” adlı bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından **JEOLojİ (HİDROJEOLojİ) MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir

Prof. Dr. Mehmet ÇELİK

Başkan

M. Çelik

Prof. Dr. C. Serdar BAYARI

Danışman

C. Serdar Bayarı

Prof. Dr. Hatim ELHATİP

Üye

H. Elhatip

Prof. Dr. Murat ERCANOĞLU

Üye

M. Ercanoğlu

Prof. Dr. N. Nur ÖZYURT

Üye

N. Özyurt

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak / /..... tarihinde onaylanmıştır.

Prof. Dr. Menemşe GÜMÜŞDERELİOĞLU

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK

Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,

başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,

atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,

kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,

ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

30/05/2019

OSMAN GÖKMENOĞLU

YAYINLANMA FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanması zorunlu metinlerin yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan “*Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge*” kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricince YÖK Ulusal Tez Merkezi / H. Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- Enstitü / Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir.
- Enstitü / Fakülte yönetim kurulu gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren ay ertelenmiştir.
- Tezim ile ilgili gizlilik kararı verilmiştir.

30.05 / / /2019

(İmza)

OSMAN GÖKMENOĞLU

ÖZET

AFŞİN-ELBİSTAN KÖMÜR ÜRETİM SAHASINDA OLASI DRENAJ SORUNLARININ HİDROKİMYASAL VE İZOTOPIK TEKNİKLERLE İNCELENMESİ

Osman GÖKMENOĞLU

Yüksek Lisans, Jeoloji Mühendisliği Bölümü

Tez Danışmanı: Prof. Dr. C. SERDAR BAYARI

Mayıs 2019, 84 sayfa

Yaklaşık 4.5 milyar ton linyit rezervine sahip Afşin Elbistan Kömür Havzasının, işletilmesi sırasında ortaya çıkan yeraltısuyu drenajı probleminin başlıca nedeni kömürlü seviyeler altında yer alan karstik akiferin sahip olduğu artezyen karakterli hidrostatik yük basıncıdır. Sürdürülebilir bir kömür üretimi için işletme alanına olan yeraltısuyu akımının etkin bir biçimde uzaklaştırılması gerekmektedir.

Drenaj çalışmalarının aktif olarak devam ettiği havzada halen iki adet üretim ocağı (Kışlaköy ve Çöllolar) bulunmaktadır. Kışlaköy sektöründe, karstik akifer ile gıdya akiferinden sırasıyla yılda ortalama 70 milyon ve 7 milyon m³ düzeyinde yeraltısuyu drenajı yapılmaktadır. Çöllolar sektöründe ise, 2011 yılında oluşan heyelana değin, yine sırasıyla, yılda ortalama 8.2 milyon m³ ile 6.6 milyon m³ düzeyinde yeraltısuyu drenajı yapılmıştır. Çöllolar sektöründe, 2016 kayıtlarına göre 10.5 milyon m³ yeraltısuyu çekimi

gerçekleşmiş ve günümüze kadar da devam etmektedir. Yeraltısuyu bütçe hesaplamalarında yıllık toplam $837,40 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ beslenme, $868,25 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ boşalım belirlenmiş, buradan da $-30,85 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ bütçe farkının olduğu, ve bunun da drenaj kuyuları kaynaklı olduğu görülmüştür.

Gerçekleştirilen yoğun yeraltısuyu drenajına rağmen özellikle karstik akifer açısından yeraltısuyu seviyesinde yeterli düşüm sağlanamamış olup, bu durumun Şubat 2011 tarihinde meydana gelen 50 milyon m^3 'lük heyelanın gerçekleşmesinde etkili olduğu düşünülmektedir. Çek-ayır tipinde bir tektonik çöküntü olan kömür havzasında, yeraltısuyu akımları genelde kuzeybatıdan güneydoğuya ve kuzeyden güneye yönünde gelişmektedir.

Çalışma kapsamında saha genelinde 37 adet lokasyonda örnekleme yapılmıştır. Havzadaki yeraltısularının $\text{Ca}/\text{HCO}_3+\text{CO}_3$ tipinde oldukları belirlenmiştir. Suların izotopik içeriklerine göre sahada genelde eski ve güncel su karışımları bulunmaktadır. Hidrojeokimyasal değerlendirmeler kömür üretimini tehdit eden yeraltısularının havza genelinde karstik akifer kaynaklı olduğuna işaret etmektedir. Yeraltısuyu sistemi doğrudan yağışlarla beslenmektedir. Yağışlı ve kurak dönem su örneklerinin kimyasal bileşimleri arasında belirgin bir farklılık bulunmamaktadır. Karstik akiferin bazı su örneklerindeki SO_4 yüksekliği kömür seviyesindeki su katkısından kaynaklanmaktadır.

Gıda akitardının düşük iletkenliği nedeni ile olası farklı drenaj teknikleri araştırılmalıdır. Sürdürülebilir maden işletmeciliği için karstik akifer yükünün emniyetli seviyeye düşürülmesi gerekmektedir. Bunun için karst akiferinde yeni drenaj kuyuları açılması gerekecektir. Hurman Çayının, özellikle sektör girişi olan kesimlerinde sızdırmazlığı sağlanmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Maden Drenajı, hidrojeokimya, çevresel izotoplar, Afşin Elbistan, Kömür

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE PROBABLE DRAINAGE PROBLEMS IN AFSIN-ELBISTAN COAL MINE BY MEANS OF HYDROCHEMICAL AND ISOTOPIC TECHNIQUES

Osman GÖKMENOĞLU

Master of Science, Department of Geological Engineering

Supervisor: Prof. Dr. SERDAR BAYARI

May 2019, 84 pages

The principal reason of the drainage problem encountered during the mining activities in Afsin-Elbistan Coal Basin, is the excess hydrostatic head of the karstic aquifer that extends beneath the coal zone. Afsin–Elbistan coal basin has a reserve of 4.5E09 tons of lignite approximately. A sustainable mining for coal production, groundwater inflow towards the open pit should be prevented effectively.

There are two open pit coal mines (Kışlaköy ve Çöllolar), in which drainage activities have been carried out. In the Kışlaköy mine, the amount of annually drained groundwater from the karst and gyttja aquifers are 70E06 and 7E06 m³, respectively. In the Çöllolar

mine the amount of groundwater drained in 2016 is $10.5E06 \text{ m}^3$ and the same value of groundwater is drained today. According to the groundwater budget calculations, $837,40E06 \text{ m}^3/\text{year}$ of recharge and $868,25E06 \text{ m}^3/\text{year}$ of discharge is determined. The difference between these numbers is $30,85E06 \text{ m}^3/\text{year}$ and corresponds to the amount drained by wells.

Despite extensive drainage in both mines, sufficient drawdown has not been achieved in the karst aquifer. The $50E06$ tons of landslide that occurred in February, 2011, seems to be associated with the ineffective drainage of the karst aquifer.

In different parts, the groundwater flows from northwest to southeast and from north to south of the pull-apart type coal basin.

Water samples have been collected from 37 different locations representing the entire basin. All water samples belongs to $\text{Ca}/\text{HCO}_3+\text{CO}_3$. The isotopic composition of water samples indicates mixing of old and young waters. Hydrochemical evaluations suggest that the groundwaters, threatening the coal production originate mainly from the karstic aquifer which is overlain by the coal layer. The groundwater system is recharged directly from the precipitation. There is no appreciable difference between the water samples representing wet and dry periods. High SO_4 concentration observed in some of the water samples of karst aquifers seems to originate from the water contribution from coal layer.

Different drainage techniques should be investigated due the low hydraulic conductivity of the gyttja aquitard. For a sustainable coal production, the groundwater head in karst aquifer should be lowered to a reasonable level table or the hydrostatic head to a reliable level, would solve many of the groundwater problems. Additional drainage wells should be drilled in the karst aquifer. Hurman Creek should be sealed particularly in the area where it enters the mining sector.

Key words: Mine drainage, hydrochemistry, stable isotopes, Afşin Elbistan, Coal

TEŞEKKÜR

Tez alışmamın her aşamasında, özellikle de yazım aşamasında değerli katkı ve eleştiriyle yol gösteren, sonsuz sabırla beni her zaman teşvik eden ve güven veren danışmanım Sayın Prof. Dr. C. Serdar BAYARI'ya,

Ayrıca tez süresince bilgi ve yardımlarını asla esirgemeyen Prof. Dr. N. Nur ÖZYURT'a, önemli yorum ve değerlendirmeleri ile katkıda bulunan juri yelerim Sayın Prof. Dr. Hatem ELHATİP'e, Sayın Prof. Dr. Mehmet ÇELİK'e ve Sayın Prof. Dr. Murat ERCANOğLU'na,

Tez yazım formatının düzeltilmesinde gece gündüz demeden yardımcı olan Hacettepe Üniversitesi Hidrojeoloji Anabilim Dalı Araştırma Görevlisi Dr. Pınar AVCI'ya,

Su kimyası verilerinin yorumlanmasında yardımcı olan mesai arkadaşlarım Dr. İ. Noyan GÜNER'e ve Dr. Koray TÜRK'e,

Laboratuar hizmetlerinden yararlanmamda yardımcı olan ve analizlerin yapılmasını gerçekleştiren Hacettepe Üniversitesi Su Kimyası Laboratuvarı alışanlarından Uzm. Esin ORHAN ve Uzm. Füsun MUSLU'ya,

Her sene kayıt yaptırdığımda, tezimin beni bitirmem için beni zorlayan, hayatımın parçası biricik kızım Kübra Simay'a,

ve Sema'ya.

Sonsuz teşekkür ederim.

Osman GöKMENOğLU

Haziran 2019, Ankara

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Amaç ve Kapsam.....	1
1.2. Çalışma Alanı.....	2
1.3. Araştırma Yöntemleri.....	3
2. GENEL JEOLJİK ÖZELLİKLER.....	9
2.1. Stratigrafi.....	9
2.2. Temel Kaya Birimleri.....	10
2.3. Senozoyik Kömür Havzasının Kaya Birimleri.....	14
2.4. Kuvaterner Çökeller.....	17
2.5. Tektonik.....	18
2.5.2. Kıvrımlar.....	19
3. HİDROLOJİ.....	21
3.1. Yıllık Yağış, Sıcaklık ve Buharlaştırma-Terleme.....	21
3.2. Kaynaklar.....	23
3.3. Kuyular.....	27

3.4. Akarsular	30
3.5. Yeraltısuyu Bilançosu Hesaplamaları	33
4. HİDROJEOLJİ	36
4.1. Jeolojik Birimlerin Hidrojeolojik Özellikleri	36
4.2. Jeolojik Birimlerin Hidrolik İletkenlikleri	39
4.3. Yeraltısuyu Beslenmesi ve Akım Yönleri	40
5. SU KİMYASI VE ÇEVRESEL İZOTOPLAR	41
5.1. Örnekleme ve Yerinde Ölçümler	41
5.2. Su Kimyası	45
5.3. Su İzotopları	53
6. KAVRAMSAL HİDROJEOLOJİK MODEL	63
7. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	67
7.1. Sonuçlar	67
7.2. Öneriler	70
8. KAYNAKLAR	72
EKLER	75
EK 1 – Jeoloji Haritası	75
EK 2 – Akarsu Ağı ve Kömür İşletme Sahaları Haritası	76
EK 3 – Hidrojeoloji Haritası	77
EK 4 – Hidrokimyasal ve İzotopik Örnekleme Noktaları Haritası	78
EK 5 – Tezden Türetilmiş Yayınlar	79
EK 6 – Tezden Türetilmiş Bildiriler	80
EK 7 - Tez Çalışması Orjinallik Raporu	81
ÖZGEÇMİŞ	82

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. İnceleme alanı ve dolayının konum haritası ve Google Earth görüntüsü (bakış kuzeye)	4
Şekil 2-1. Afşin Elbistan Kömür havzasına ait temel kaya birimlerine ait tektono-stratigrafik istif [3].	10
Şekil 2.2. Afşin-Elbistan Havzası'nın genelleştirilmiş stratigrafik dikme kesiti [8].	12
Şekil 2-3. Ahmetçik Formasyonu'nun kömürlü göl (Alt birim) ve akarsu çökellerinin (Üst birim) temsili kesiti (Kışlaköy güneyi, bakış doğuya doğru) [3].	15
Şekil 2.4. Linyit içermeyen gastropodalı gölssel kireçtaşı ve kırıntılıların arazi görünümü (Doğanköy GB'sı, kuzeye bakış) [3].	16
Şekil 2.5. Alt birim içerisindeki kömürlü seviyenin görünümü.	17
Şekil 2.6. Ahmetçik Formasyonu Üst Birimi, İğdemli stratigrafik kesiti (Hurman Çayı yarması) [3].	18
Şekil 2.7. Kışlaköy İşletmesinin doğusunda, karstik drenajın yapıldığı bölgede mostra veren Kışlaköy Fay aynası	20
Şekil 2.8. Hurman ve Kışlaköy fayları ile Ahmetçik Formasyonunu gösteren havzanın şematik enine kesiti [3].	20
Şekil 3.1. Afşin meteoroloji istasyonu 1971-2012 dönemi için Turc yöntemi ile hesaplanan yıllık toplam buharlaşma-terleme değerleri (mm).....	23
Şekil 3-2. İşletme öncesinde sahanın olası genel yeraltısuyu durumu (Google Earth 1984)	24
Şekil 3.4. Kaynak debilerinin aylık değişimleri (2013-2014 ölçümleri) [7].	25
Şekil 3.3. Çalışma sahasında bulunan kaynaklar.	26
Şekil 3.5. Statik seviye ölçümlerinin aylara göre değişimi (2013 ölçümleri) [7].	28
Şekil 3.6 İnceleme alanında faal olan drenaj kuyuları ile sulama ve içme suyu kuyularının dağılımı.....	29

Şekil 3.7. Afşin-Elbistan kömür sahası ve dolayının akarsu ağı haritası.....	30
Şekil 3.8. 2012 yılı Hurman Çayı memba (Tanır AGİ) ve mansap (Kuşkayası AGİ) akım gözlemleri (DSİ, 2016).	31
Şekil 3.9. E Sektörü güneyinde Hurman Çayı üzerinde kurulu memba (Sinekli AGİ) ve mansap (Kuşkayası AGİ) akımlarının karşılaştırılması [7].	32
Şekil 3.10. Kışlaköy sektöründeki drenaj sularını Hurman Çayı'na ulaştırmak amacıyla inşa edilen toprak drenaj kanalının görünümü.....	33
Şekil 5.1. a) Elbistan Kaynarca kaynağından numune alımı ve Akarsu örnekleme noktalarından bazılarının görünümü Nisan 2015, a) Hurman Çayı, kuzeye bakış, b) Hurman Çayı, güneye bakış, c) Drenaj Kanalı, güneybatıya bakış.	43
Şekil 5.2. Karst Akiferinden alınan numune lokasyonlarından bazıları, a) Kayapınar, güneye bakış, b) Gölpınar, doğuya bakış c) Arıtış Köyü Camii yanındaki kaynak çıkışı d) Çöllolar sektörü Bant Dağıtım Merkezindeki kaynak, batıya bakış, e) Mağaraözü çıkış noktası, mağaranın 30 m içerisi, kuzeye bakış, f) Hurman 2, kuzeye bakış.....	44
Şekil 5.3. Kömür Üst Akiferinden alınan numune lokasyonları. a) K1 artezyen kuyu, kömür rezervi amaçlı açılan sondaj kuyusu, b) PT gidya akiferinde açılan drenaj kuyusu.....	45
Şekil 5.4. İnceleme alanı yağışlı dönem su örneklerine ait Piper Diyagramı (Örnek kodları Çizelge 5.1.'de açıklanmıştır).	47
Şekil 5.5. İnceleme alanı kurak dönem su örneklerine ait Piper Diyagramı (Örnek kodları Çizelge 5.1.'de açıklanmıştır).	47
Şekil 5.6. İnceleme alanında yer alan akarsu örneklerine ait yağışlı dönem Schoeller grafiği (Örnek kodları Çizelge 5.1.'te açıklanmıştır).	48
Şekil 5.7. İnceleme alanında yer alan akarsu örneklerine ait kurak dönem Schoeller grafiği (Örnek kodları Çizelge 5.1.'te açıklanmıştır).....	49
Şekil 5.8. İnceleme alanında yer alan kömür üstü akiferleri kuyu örneklerine ait yağışlı dönem Schoeller grafiği (Örnek kodları Çizelge 5.1.'te açıklanmıştır).	50

Şekil 5-9. İnceleme alanında yeralan kömür üstü akiferleri kuyu örneklerine ait kurak dönem Schoeller Diyagramı (Örnek kodları Çizelge 5.1.'te açıklanmıştır).	50
Şekil 5.10. İnceleme alanındaki karstik akifer kuyu ve kaynaklarına ait örneklerin yağışlı dönem Schoeller grafiği (Örnek kodları Çizelge 5.1.'te açıklanmıştır).	51
Şekil 5.11. İnceleme alanındaki karstik akifer kuyu ve kaynaklarına ait örneklerin kurak dönem Schoeller Diyagramı (Örnek kodları Çizelge 5.1.'te açıklanmıştır).	52
Şekil 5.12. Su örneklerinin $\delta^{18}\text{O} - \delta^2\text{H}$ grafiği (Üst: yağışlı dönem, Alt: kurak dönem).	54
Şekil 5.13. Su örnekleri yağışlı dönem $\delta^{18}\text{O} - \delta^2\text{H}$ grafiğinin ayrıntılı görünümü57	57
Şekil 5.14. Su örnekleri yağışlı dönem $\delta^{18}\text{O} - \delta^2\text{H}$ grafiğinden iç ayrıntı görünümü.....58	58
Şekil 5.15. Su örnekleri yağışlı dönem $\delta^{18}\text{O} - \text{Öİ}$ grafiğinin ayrıntılı görünümü60	60
Şekil 5.16. Su örnekleri yağışlı dönem $\delta^{18}\text{O}$ (oksijen-18)- ^3H (Tritiyum) grafiğinin ayrıntılı görünümü.	61
Şekil 6.1. İşletme öncesi doğal koşulları yansıtan kavramsal hidrojeolojik model.	65
Şekil 6.2. İşletme durumundaki koşulları yansıtan kavramsal hidrojeolojik model.	66

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Afşin meteoroloji istasyonu 1971-2012 dönemi aylık toplam yağış değerleri (mm).....	22
Çizelge 3.2. Afşin meteoroloji istasyonu1971-2012 dönemi aylık ortalama sıcaklık değerleri (°C).....	23
Çizelge 3.3. İnceleme alanındaki kaynakların ortalama debileri (Arazi Ölçümleri).	25
Çizelge 3.4. Havza genelindeki kuyularda gerçekleşen yıllık ortalama çekim miktarları (2016 EÜAŞ İşletme Müdürlüğü Kayıtları)	34
Çizelge 3.5. Çalışma alanına ait yeraltısuyu bütçesi	35
Çizelge 5.1. Örnekleme noktalarına ait bilgiler. (Açıklama: ÜAD: Kömür üstü akiferler drenaj kuyusu, ÜAS: Kömür üstü akiferler sulama suyu kuyusu, AA: Kömür altı akifer kuyusu, AAK: Kömür altı akifer kaynağı, ADD: Kömür altı akifer drenaj kuyusu, YS: Yüzey suyu (akarsu, drenaj kanalı), GD: Gidya).....	42
Çizelge 5.2. Havzada yer alan bazı kaynaklara ilişkin yerinde ölçüm ve debi değerleri	45
Çizelge 5.3. İnceleme sahasından alınan su örneklerinin çevresel izotop içerikleri.....	55

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

°C	Santigrat derece
cm	Santimetre
m	Metre
cal	Kalori
MW	Megavat
³ H	Tritiyum izotopu
¹⁸ O	Oksijen-18 izotopu
² H	Döteryum izotopu

Kısaltmalar

MTA	Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
EÜAŞ	Elektrik Üretim Anonim Şirketi Genel Müdürlüğü
vd.	ve diğerleri
DMD	Dünya Meteorik Doğrusu
YMSD	Yerel Meteorik Doğrusu
AMD	Akdeniz Meteorik Doğrusu
YBD	Yerel Buharlaşma Doğrusu
ÜAD	Kömür üstü akiferler drenaj kuyusu
ÜAS	Kömür üstü akiferler sulama suyu kuyusu
AA	Kömür altı akifer kuyusu
AAK	Kömür altı akifer kaynağı
ADD	Kömür altı akifer drenaj kuyusu
YS	Yüzey suyu (akarsu, drenaj kanalı)
GD	Gıda

1. GİRİŞ

1.1.Amaç ve Kapsam

Açık ocaklardaki yeraltısuyu varlığı ile ilişkili heyelanlar, toprak kaymaları, grizu patlamaları, sıvılaşma, kütleli hareket gibi olumsuzluklar düzenli ve yüksek hızlı kömür üretimini aksatmakta, sürdürülebilir maden işletmeciliğine engel olmaktadır. Çöllolar Açık Ocağında 6 Şubat 2011 ve 10 Şubat 2011 tarihlerinde meydana gelen ve 10 çalışanın ölümüne neden olan heyelanların gelişiminde yeraltısuyu varlığının da etkili olduğu değerlendirilmiştir. Söz konusu açık ocaklarda mal ve can kayıplarının engellenmesi ve üretimin arzu edilen en üst düzeyde mümkün kılınması için mevcut hidrojeolojik sistemin doğru tanımlanması ve kömür üretim planlarının yeraltısuyu drenaj planları temelinde gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Kömür üretiminin dinamik doğasından dolayı hidrojeolojik gözlem ve drenaj faaliyetlerinin de zamanında ve sürekli biçimde gerçekleştirilmesi bir zorunluluktur.

Afşin-Elbistan sahasında linyit damarını içeren Pliyosen yaşlı akarsu-göl çökelleri ile bunun üzerinde yer alan, çoğunlukla flüviyal-alüviyal-kolüviyal-göltsel çökeller ve altta yer alan Torid-Anatolid Plakasına ait karstlaşma içeren karbonatlı kayaçlar tektono-stratigrafik istifin ana bileşenlerini oluşturmaktadır. Kömür oluşumu morfo-tektonik açıdan çek-ayır tipindeki bir havzanın çukur kesimini dolduran Pliyosen çökelleri içinde gerçekleşmiş, bu çökeller daha sonra Kuvaterner yaşlı çökellerce örtülmüştür.

Günümüzde Afşin-Elbistan Ovası ağırlıklı olarak Torid-Anatolid Plakası'na ait karstik karbonatlı kayaçlarla çevrelenmekte, bu kayaç birimleri Pliyosen çökelleri altında da uzanım göstermektedir. Bu jeolojik yapı açık ocaklar ve çevresinde dikey olarak birbirlerinden ince taneli akifer seviyeleri ile ayrılmış basınçlı karstik ve taneli akifer seviyelerinden oluşan karmaşık bir hidrojeolojik yapının varlığına işaret etmektedir. Dolayısıyla sürdürülebilir madencilik faaliyetleri açısından hem derin-bölgesel, hem de sığ-yerel yeraltısuyununun dikkate alınması gerektiği anlaşılmaktadır. Aynı zamanda, Ceyhan Nehri'nin bir kolu olarak havzanın ortasında, kuzeyden

güneye akan Hurman Çayı'nın da açık ocak yeraltısuyu beslenimine katkısı olduğu, bu çalışma sırasında gözlenmiş ve değerlendirilmiştir.

Bu çalışmanın amacı Afşin-Elbistan kömür sahasında yaşanan ve yaşanabilecek olası drenaj sorunlarının çözümünde, yeraltı ve yer üstü sularının hidrokimyasal ve izotopik içeriklerinden hareketle açık maden ocaklarının drenajında temel alınabilecek bir kavramsal hidrojeolojik modelin oluşturulmasıdır.

Çalışma kapsamında mevcut literatür verileri derlenmiş, jeolojik ve hidrojeolojik saha gözlemleri jeolojik birimlerin hidrojeolojik özellikleri tanımlanmış, hidrojeokimyasal ve çevresel izotopik veriler ile sığ-yerel ve derin-bölgesel yeraltısuyu akım sistemleri hakkında bilgi üretilmiş, bu bilgiler hidrojeolojik kavramsal model ortamına taşınarak gelecekteki madencilik faaliyetlerine yönelik yeraltısuyu drenaj önerileri geliştirilmiştir.

1.2.Çalışma Alanı

Afşin-Elbistan kömür havzası, 2016 yılı verilerine göre 4.2 milyar tonluk rezervi ile Türkiye linyit kömürü potansiyelinin %25 kadarını içeren en büyük kömür yataklarından biri olma özelliğine sahiptir. Kömür havzası, dört tarafı dağlarla çevrili bir çek-ayır (pull-apart) havza olan Afşin-Elbistan ovası içinde gelişmiştir. İncelenen kömür yayılım alanı ise 1/25.000 ölçekli Elbistan L37-b3 ve Elbistan L38-a4 paftaları içerisinde yer almaktadır (Şekil 1.1.).

Sahada kömür damarı varlığı 1967'de belirlenmiş, alansal yayılım 1980'li yıllara değin incelenmiş, ilk kez 1977 yılında termo-elektrik üretimine başlanılmıştır. Kömürün kalorifik değeri 650-1200 kalori arasında, kalınlığı ise 45-85 m arasında değişmektedir. Linyit damarı yatay konumlu ve ince tabakalanmalıdır. Kömür tabakası kalınlıkları 10-100 cm arasında değişmektedir. Yaklaşık 35-90 metre

civarında üst örtüye sahip olan yatak açık maden işletmeciliğine uygun olarak işletilmektedir.

Üretilen kömür, Afşin-Elbistan A ve B Termik Santrallerinde (her birinin kurulu gücü 4x340 MW) termo-elektrik enerji üretimi için kullanılmaktadır. Toplam 20 milyon ton/yıl düzeyindeki yıllık linyit üretiminin 18.6 milyon ton/yıl'lık bölümü termo-elektrik enerji üretimi için, 1.4 milyon ton/yıl'lık kısmı ise ve çevre illerin yakıt ihtiyacı için kullanılmaktadır. Kömür havzası, ruhsat sahibi tarafından her biri kabaca 750 milyon ton rezerv içeren 5 ayrı sektöre bölünmüş olup, halen bunlardan iki tanesinde (A-Kışlaköy ve B-Çöllolar) açık maden işletmeciliği devam ettirilmektedir (Şekil 1.1.).

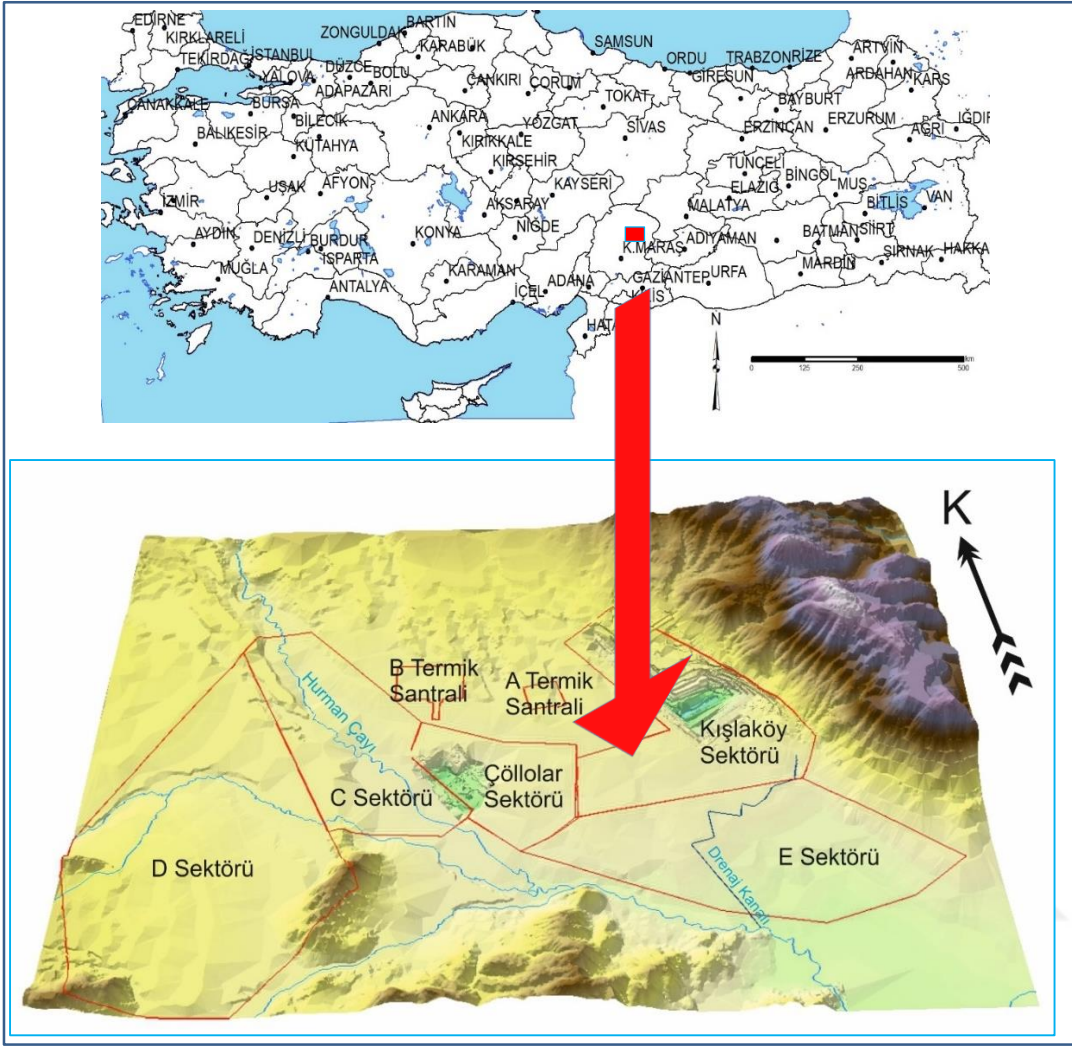
EÜAŞ (Elektrik Üretim Anonim Şirketi) tarafından işletilen Kışlaköy açık ocağı, Afşin-Elbistan A Termik Santraline, maden ruhsatı EÜAŞ'a ait olmakla birlikte Park Holding tarafından işletilmekte olan Çöllolar açık ocağı ise Afşin-Elbistan B Termik Santraline kömür sağlanmaktadır. Bu tez kapsamındaki çalışmalar tüm sektörleri ve dolayımı içeren bir alanda gerçekleştirilmiştir.

1.1.Araştırma Yöntemleri

Çalışma kapsamında yürütülen araştırmalar; literatür araştırmasını, arazi çalışmalarını, laboratuvar analizlerini, veri değerlendirme ve kavramsal modelleme çalışmalarını içeren dört aşamadan oluşmaktadır.

1.1.1. Literatür araştırması

Çalışma kapsamında öncelikli olarak Afşin-Elbistan havzasının jeolojisi incelenmiştir.



Şekil 1.1. İnceleme alanı ve dolayının konum haritası ve Google Earth görüntüsü (bakış kuzeye)

Özbek ve Güçlüer [1], “Maraş–Elbistan–Çöllolar-B Linyit Sektörü 1977 Yılı Faaliyet Raporu”nda, inceleme alanındaki Permokarbonifer, Üst Kretase ve Eosen kireçtaşlarının temeli teşkil ettiğini ve akifer özelliğinde olduklarını ifade etmişlerdir. Üst Kretase kireçtaşlarının, karstik yapılı olduğunu ve etkin su içerdiğinden de bahsetmişlerdir. Raporlarında, yeraltısuyu akım yönünün güneye doğru olduğunu, eş su seviye eğrilerinin daraldığı kesimlerde geçirgenliğin azaldığını, hidrolik eğim ve debinin arttığını, heterojen özellikteki formasyonun içinde yer yer piyezometrik

yüzeyde çöküntülerin görüldüğünü ve bu durumun muhtemelen geçirimsiz bir merceğin varlığından dolayı meydana geldiğini ifade etmişlerdir.

Atay [2], “Kahramanmaraş – Afşin-Elbistan Linyit Sahası Kızıldağ ile Kışlaköy Sektörü Arası Su Sondajları Jeofizik Kuyu Ölçüleri Raporu”nda; kireçtaşı, çakıltası, kumtaşı gibi akifer olabilecek kayalar, kil ve kil karmaşıkları (lehm) gibi geçirimsiz kayalardan ayrıldığından bahsetmektedir. Kızıldağ'daki kireçtaşı rezervuarından Kışlaköy sektöründeki alt ve üst akiferlere suyun, kumtaşı ve çakıltası tabakaları tarafından taşındığından bahsetmektedir. Yazar söz konusu raporda jeofizik yöntemlerin uygulandığı ve birimlerin ayırt edilmeye çalışıldığını ifade etmiştir.

Bedi ve ark. [3], “Doğu Toroslar’ın Jeodinamik Evrimi (Afşin-Elbistan-Göksun-Sarız Dolayı)” isimli raporlarında, Türkiye güneyini batıdan doğuya kat eden Toros kuşağının doğu bölümünün jeolojisini, tektonik yapısını, jeomorfolojisini detaylı bir şekilde incelemiş ve yeni bulguları belirtmişlerdir. Yazarlar raporlarında, Afşin Elbistan dolayının detaylı jeoloji haritasını ve neotektonik haritasını hazırlamışlardır.

Besbelli ve ark. [4], “Afşin-Elbistan Kömür Havzası HB ve HD Sektörlerinin Jeoloji, Rezerv ve Hidrojeoloji Raporu” isimli çalışmalarında, Hurman Çayı’nın batısında ve doğusunda rezerv sondajlarının ve Afşin-Elbistan Kömür Havzası’nın detaylı hidrojeoloji etütlerinin yapıldığından bahsetmektedirler. Çalışmalarında kömürün oluşum mekanizması hakkında bilgi edinilmiş, istifin ve kömürlü zonun kalınlığının K, G ve B yönlerinde incelendiğini; kömür kalınlığının ise Hurman Çayı’na doğru artış gösterdiğini tespit etmişlerdir. Pompa testleri sonucunda iletimlilik (transmisibilite) (T) 0.00007-0.25 m²/gün değerleri arasında bulunmuştur. Yapılan deneyler ve alınan aylık statik seviye ölçümleri değerlendirmelerinde yeraltısuyu akım yönünün, Hurman Çayı’nın batısında KB-G ve K-GD, Hurman Çayı’nın doğusunda ise K-G ve GD yönünde olduğu saptanmıştır. Raporlarında havzadaki mevcut yeraltısularının yağışlardan beslendiği ifade edilmektedir. Drenaj alanı üzerine düşen yağışların bir kısmı, sahanın kuzeyinde bulunan, Gürün-Gökpınar ve Darende-Günpınar

kaynaklarından boşalırken, büyük bir kısmının ise işletme sırasında önemli sorunlara yol açabilecek kömür altı akiferlerini beslediği vurgulanmaktadır. Bununla beraber, etüt alanının batısında bulunan Binboğa Dağları'na düşen yağışların da kömür altı akiferlerini beslediği ifade etmişlerdir.

Uçar ve ark. [5], “Afşin-Elbistan Kışlaköy Sektörü Drenaj Amaçlı Sondaj Çalışması Hidrojeoloji Raporu” isimli çalışmalarında, Afşin-Elbistan kömür havzası Kışlaköy sektörünün doğu kanadında karstik drenaj amaçlı sondajların yapıldığını belirtmişlerdir. Pompa testleri sonucunda, karstik akiferin iletkenlik değerini 13.8-551 m²/gün arasında bulunmuştur. Kuyularda periyodik statik seviye ölçümleri sonucunda yeraltısuyu akım yönünün G-K ve GB-KD yönünde olduğu saptanmıştır. Kışlaköy sektörünün doğu kanadında açılan kuyulardan 10 l/sn ile 90 l/sn arasında verim elde edilmiştir. Havzanın temelini oluşturan Mesozoyik yaşlı birimler, özellikle tektonik hatlar boyunca hidrostatik basınç nedeni ile sorunlar oluşturduğundan bu sorunun çözümüne yönelik çalışmalar yapılmıştır.

Gökmenoğlu ve ark. [6], “Kahramanmaraş Afşin-Elbistan Kömür Havzası Hidrojeoloji İncelemesi Projesi Hurman Çayı Doğu Bölgesi Drenaj Raporu” isimli çalışmalarında, Hurman Çayı'nın doğusu için drenaj kuyuları lokasyonlarının belirlendiğini, toplam 197 adet kömür tabanını hedefleyen kuyu açılarak, mevcut yapılan drenaja ilave kuyuların üretime alınmasının sağlandığını ifade etmişlerdir.

Gökmenoğlu ve ark. [7], “Kahramanmaraş Afşin-Elbistan Kömür Havzası E Sektörü Hidrojeoloji Etüt ve Kışlaköy Sektörü Sondajları “ isimli raporlarında, E sektörünün detay hidrojeoloji etütlerinin yapıldığını ve yine E sektöründe işletmeye yönelik susuzlaştırma modeli oluşturulduğunu belirtilmektedirler. Çalışma sahası genelinde yeraltısuyu tablasının kurak ve yağışlı dönem geçişlerinde 3-5 m düştüğü gözlenmiştir. Kaynak boşalım noktalarında, kaynak debilerinin mevsimsel değişimlere bağlı olarak değişim gösterdiklerini, kaynaklardaki suların fiziksel özelliklerinin fazla değişmediğini ifade etmişlerdir. Ayrıca, Hurman Çayı'nda

gerçekleştirilen debi gözlemlerinde, akarsuyun havzaya giriş ve çıkış debileri arasındaki farkın, özellikle yaz aylarında (Temmuz ve Ağustos) 4 m³/sn, Eylül ayında ise ortalama 4,4 m³/sn'ye ulaştığı belirtilmiştir. Havzadaki yeraltıları, kökensellik bakımından Ca⁺² ve HCO₃⁻ tipi sulardan oluştuğunu da belirtmişlerdir. Aynı raporda, drenaj amaçlı açılacak kuyu derinliklerinin kesinlikle kömür tabanının altında kalmasının gerekliliği, yeraltı suyu tablasının hedeflenecek işletme taban kotuna kadar düşürülmesinin zorunluluğu, su seviyesinin kömür seviyesinin içerisinde bırakılmasının, işletme sırasında tehlike arz edebilecek durumlara yol açabileceği vurgulanmıştır.

Erkasap [8], "Afşin-Elbistan Linyit İşletmeleri Drenaj Suları ile Kömür Havzası Su Kalitesinin İncelenmesi" isimli yüksek lisans tez çalışmasında, kömür havzasında bulunan Kışlaköy işletmesinden çıkan drenaj sularının ve bu suların hidrojeokimyasal özelliklerinin yeraltı sularına ve yüzey suyu sularına etkisini araştırmıştır. Çalışmaları kapsamında kuyulardan, drenaj kanalından ve Hurman Çayından numune almış, analizlerini yaptırmıştır. Tez çalışmasının sonucunda, SO₄'ce zengin drenaj sularının yeraltı suları ile yüzeysularına etkisinin olmadığı kanaatine varmıştır.

1.1.2. Saha ve laboratuvar çalışmaları

Saha çalışmaları aşamasında, inceleme alanında geçmişte yürütülmüş çalışmaların ötesinde bilgi sağlayacak güncel verilerin üretilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, hazırlanan jeolojik yapı verileri yerinde incelenmiş [3], gerek duyulan revizyonlar yapılmıştır. Birimlerin hidrojeolojik özellikleri ayırtlanmış ve incelenecek sahanın hidrojeoloji haritası oluşturulmuştur. Sahadaki örnekleme çalışmalarına 2013 yılında başlanmış, çalışma alanı içinde belirlenen 37 adet lokasyondan, majör iyon kimyası, iz element, trityum (³H) ve duraylı izotop (¹⁸O-²H) analizleri için örnekleme yapılmıştır.

1.1.3. Değerlendirme çalışmaları

Yapılan literatür okumalarında, Afşin-Elbistan bölgesi ve civarına ilişkin birden fazla jeoloji çalışması bulunmaktadır. Bu çalışmalardan, inceleme alanına ait Bedi ve ark. [3] tarafından hazırlanmış jeoloji haritası detaylı olması ve doğruya en yakınlığı nedeniyle temel alınmıştır. Sahanın ruhsatlı kömür sahası olması ve bilgilerin çoğunun gizli tutulması nedeni ile istenilen her türlü veriye (özellikle rezerv sondaj logları) ulaşılamamış, ancak MTA'nın yaptığı çalışmalardan derlenen bilgiler doğrultusunda havzanın jeolojik yapısı yeterli ayrıntıda tanımlanmıştır. Yine MTA tarafından yürütülen hidrojeolojik çalışmalar kapsamında gerçekleştirilen araştırma sondajlarından ve pompaj testlerinden üretilen veriler temel alınarak jeolojik birimlerin hidrojeolojik karakteri tanımlanmış ve akifer, akifüj ve akiklöd özelliği taşıyan birimler belirlenerek çalışma alanının hidrojeoloji haritası oluşturulmuştur. Derlenen bilgiler değerlendirilerek yeraltısuyu beslenme-boşalım bölgeleri saptanmış, yeraltısuyu hidrolik yük dağılımı ve akım yönü belirlenmiştir. İnceleme alanının topoğrafik ve jeolojik haritaları kullanılarak havzanın drenaj alanı üzerinde örnekleme yapılacak noktalar tespit edilmiştir.

Literatür inceleme çalışmaları kapsamında MTA tarafından geçmişte çeşitli amaçlarla açılmış kuyuların litoloji logları incelenmiş ve hidrojeolojik birimlerin 3 boyutlu dağılımı belirlenmiştir. Ayrıca, önceki çalışmalar kapsamında gerçekleştirilen yeraltısuyu hidrolik yük gözlemleri incelenmiş, farklı hidrojeolojik birimlere ait değerler ayırtlanmıştır. Benzer biçimde, pompaj testlerine ait gözlemler yeniden değerlendirilerek hidrojeolojik birimlerin jeohidrolojik karakteristikleri belirlenmiştir.

Kimyasal analizler ile yeraltısuyunun kökeninin, su-kayaç etkileşimi ile dolaşım süreçlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Yeraltısuyu beslenme bölgelerinin ve beslenme koşullarının belirlenmesi amacı ile ¹⁸O ve ²H verileri değerlendirilmiştir. Yeraltısuyu geçiş süresinin belirlenmesi için ³H verilerinden yararlanılmıştır.

2. GENEL JEOLJİK ÖZELLİKLER

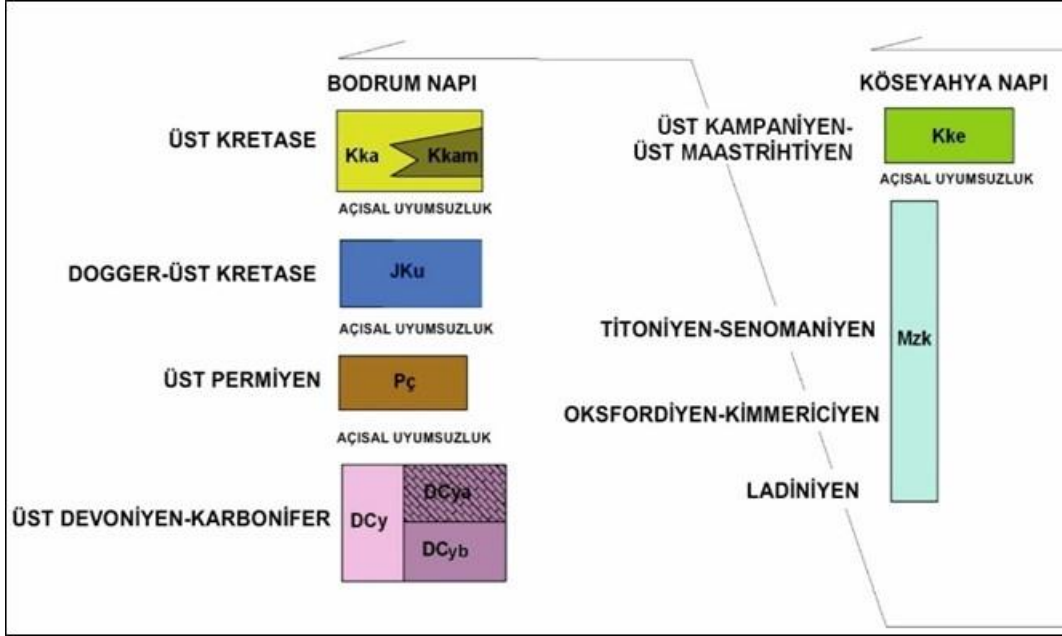
2.1.Stratigrafi

Çalışma alanının içinde yer aldığı bölgede, Devoniyen-Kuvaterner zaman aralığında oluşmuş, birbirinden farklı, yapısal ve stratigrafik özellikler gösteren allokon ve otokon konumlu kayalar yüzeylemektedir. Tez çalışmaları sırasında, jeolojik birimlerin litoloji-dokanak ilişkilerinin ve tektonik özelliklerinin anlaşılmasında Bedi ve ark. [3] tarafından hazırlanan jeoloji raporundan yararlanılmıştır. Tez çalışmasında kullanılan stratigrafik kesit ve jeolojik harita ağırlıklı olarak söz konusu rapordan alıntılanarak düzenlenmiştir.

Çalışma alanı ve dolayında jeolojik yapı Torid-Anatolid Bloku'nu oluşturan neo-tektonik dönem öncesine ait çökeller ile bunlar üzerinde, dağlar-arası Afşin-Elbistan havzasında havza dolgusu (basin infill) şeklinde gelişmiş, kömür içeren Pliyosen çökelleri (Ahmetçik Formasyonu) ve bunun üzerinde yer alan Kuvaterner çökellerinden oluşmaktadır. İnceleme alanında Anatolid-Torid Bloku Geç Kretase yaşlı Dağlıca Karışığı üzerinde bindirmeli tektonik dokanakla yer alan Geç Jura-Kretase yaşlı Kömürhan Ofiyolitleri, bunlar üzerinde yine tektonik dokanaklı olarak bulunan Bodrum Napı ile başlamaktadır [3]. Bodrum Napına ait metamorfik kayalar Bozkır Naplarının bir bölümünü oluşturan Geç Permiyen-Geç Kretase yaşlı çökeller içeren Gülbahar Napı tarafından tektonik olarak üzerlenmektedir. Gülbahar Napı üzerinde ise orta Triyas-Geç Kretase yaşlı çökellerden oluşan Köseyahya Napı (= Domuzdağ Napı) yer almaktadır. Anılan nap serileri üzerinde yer alan Paleosen-Eosen-Miyosen yaşlı örtü birimleri inceleme alanında gözlenmemekte, jeolojik istifin üst bölümlerinde kömür içeren Pliyosen yaşlı Ahmetçik formasyonu yer almaktadır. Akarsu ve göl çökellerinden oluşan bu birim, alüvyon yelpazesi, yamaç molozu ve genç alüvyon gibi Kuvaterner yaşlı çökellerce üzerlenmektedir (Şekil 2.1., 2.2., ve 2.3.).

Neo-tektonik dönem öncesi birimlere ilişkin tektono-stratigrafik istif Şekil 2.1'de, kömür oluşumunun gerçekleştiği Ahmetçik Formasyonu ile alt ve üstündeki birimleri

içeren stratigrafik dikey kesit ise Şekil 2.2.'de verilmiştir. Şekilde sunulan birimler kömür içeren Ahmetçik Formasyonu'nu da kapsayan Senozoyik yaşlı birimlerin altında yer alan temel kaya birimlerini oluşturmaktadır. İnceleme alanına ait jeoloji haritası Ek 1.'de gösterilmiştir.



Şekil 2-1. Afşin Elbistan Kömür havzasına ait temel kaya birimlerine ait tektono-stratigrafik istif [3].

2.2. Temel Kaya Birimleri

2.2.1. Yoncayolu Formasyonu (DCya ve DCyb)

Çalışma sahasında, rekristalize kireçtaşı, dolomit, kalkşist, şist ve kuvarsit ardalanımından oluşan Yoncayolu Formasyonu, tabanında çoğunlukla metakarbonat ara seviyeleri de kapsayan metakırıntılılarla temsil edilen Büyükkızılcık üyesi (DCyb) ve stratigrafik olarak üstünde yer alan ve çoğunlukla seyrek şist ara seviyeli dolomit, dolomitik kireçtaşı ve rekristalize kireçtaşlarından oluşan Apıklar üyesi'nden (DCya) oluşmaktadır.

Şistler koyu yeşil, kurşuni gri, mavimsi, sarımsı ve yeşil renk tonlarında olup, ince-orta yapraklanmalı, oldukça kıvrımlı ve kıvrımcıktır. Ara düzeyler şeklinde ve

sıkça izlenen kaya türlerinden dolomitler; siyah, koyu gri renklidir ve genellikle orta-kalın, yer yer ince tabakalı olup, oldukça yoğun bitümlü, çört nodül ve sıvamalıdır [3].

Yoncayolu formasyonu, inceleme alanında altındaki ve üstündeki birimler ile çoğunlukla tektonik dokanaklı (özellikle alt bölümlerinin) olması nedeniyle çok farklı kalınlıklar sunmaktadır. Formasyon, inceleme alanında 600 m kalınlık gösterir. Yoncayolu Formasyonu'nun Geç Devonyen-Orta Karbonifer yaşında olduğu belirtilmektedir [3].

2.2.2. Çayderesi Formasyonu (Pç)

Birim, ilk kez Özgül [10] tarafından Çayderesi kireçtaşı olarak tanımlamıştır. Formasyon, çalışma alanında Kuşkayası, Karahüyük ve Karagöz dolaylarında gözlenir.

Çayderesi Formasyonu çok seyrek oranda şist, kalkşist arakatıkları kapsayan dolomit, dolomitik kireçtaşı, rekristalize kireçtaşı ve mermer ardalanımından oluşmaktadır. Birimin kalınlığı yanal yönde değişmekle birlikte yaklaşık 400-600 m kalınlık sunmaktadır [3].

Çayderesi formasyonu Geç Permiyen yaşlıdır. Pliyo-Kuvaterner yaşlı Ahmetçik formasyonu ve Kuvaterner yaşlı birimler tarafından aşısız uyumsuzlukla örtülür [3].

2.2.3. Ula Formasyonu (Jku)

Karagöz güneyinde yüzeylenmektedir. Rekristalize kireçtaşı, çörtlü mermer ve dolomit ardalanımı ile üst düzeylerinde breşik kireçtaşlarından oluşur. Rekristalize kireçtaşları; ayrışma yüzeyleri açık gri, beyaz, yer yer koyu gri renkli, taze yüzeyleri beyaz, açık gri renkli, genellikle masif görünümlü olup, yer yer kalın-çok kalın tabakalanmalı, seyrek de olsa ince ve düzenli tabakalı, erime boşluklu, orta-iri kristalli, şekersi dokulu ve bol eklemlidir. Çörtlü mermerler; gri, beyaz renkli,

genellikle kalın-çok kalın, yer yer orta ve düzenli tabakalanmalı, şekersiz dokulu ve bol eklemlidir [3].

SİSTEM	SERİ	FORMASYON	KALINLIK (m)	KAYA TÜRÜ	AÇIKLAMALAR	ORTAM	
T E R S İ Y E R	KUVATERNER				Alüviyal yelpaze, taşkın ovası çökelleri ve akarsu yatağı	AKARSU	
					Çakıltaşı	AKARSU	
	PLİYOSEN	AHMETÇİK	ÜST BİRİM	50 -250	Çakıllı kumtaşı, silttaşı		
			ÜST PLİYOSEN		Çakıltaşı, silttaşı, çamurtaşı		
	ALT PLİYOSEN	AHMETÇİK	ALT BİRİM	100 - 200	Killi kireçtaşı		
					Kumtaşı, silttaşı, çamurtaşı		
	MIYOSEN	ÜST	KARAMAĞARA	350-400	Çakıltaşı, silttaşı, çamurtaşı	Gıda Kilitaşı, marn	GÖL
					Killi kumtaşı, silttaşı, çamurtaşı		
		ORTA	GOYDELİNG	50 - 100	Çakıltaşı, silttaşı, çamurtaşı	K Kömür	GÖL
					Çakıltaşı, silttaşı, çamurtaşı		
ALT		SALYAN	>50	Killi kumlu kireçtaşı	K Kilitaşı	GÖL	
				Kireçtaşı, marn			K Kilitaşı
ÜST PALEOZOYİK- MESOZOYİK			>500	Kireçtaşı, marn	K Kilitaşı	GÖL	
				Kumtaşı, silttaşı, çamurtaşı			K Kilitaşı
				Çakıltaşı	Karasal Sığ Denizel	Sığ Denizel	
				Çakıltaşı, çakıllı kumtaşı			
				Kumtaşı, çamurtaşı, kilitaşı, marn ve kireçtaşı			
				Temel Kayalar			

Şekil 2.2. Afşin-Elbistan Havzası'nın geliştirilmiş stratigrafik dikme kesiti [3][9].

Birim genel olarak 20-250 m kalınlık sunmaktadır. Birimin, gerek saptanan fosiller gerekse de stratigrafik konumu gereği, Batı Toroslar'daki benzer birimlerle korelasyonu göz önüne alındığında Dogger-Geç Kretase yaşı olduğu saptanmıştır [3].

2.2.4. Karabögürtlen Formasyonu (Kka-Kkam)

Birim çalışma alanı güney-güneybatısında geniş alanlarda yüzeilenmektedir. Başlıca şist, kalkşist, kuvars şist, bazik bileşimli şist ve metakonglomera ardalanımından oluşan birim (Kka), bu kaya türlerine eşlik eden çörtlü mermer, rekristalize kireçtaşı, dolomit ve dolomitik kireçtaşından (Kkam) oluşur. Birimde hakim kayatürü şist ve kalkşist ardalanımlıdır. Birimin saha genelindeki ortalama kalınlığı 200-300 m civarındadır. Birim olasılıkla Geç Kretase yaşı olduğu belirtilmektedir [3].

2.2.5. Köseyahya (Domuzdağ) Napı

Kireçtaşı ve Mermer (Mzk)

Köseyahya napı inceleme alanı kuzeydoğusunda, Kalaycık, Küçükkışla ve Kışlaköy arasında kalan alanda ve Kalaycık köyü kuzeybatısında yüzeilenir.

Köseyahya napı inceleme alanında Geç Kampaniyen-Geç Maastrichtiyen yaşı Kemaliye formasyonu tarafından açısız uyumsuz olarak üstlenir. Ayrıca Pliyo-Kuvaterner yaşı Ahmetçik formasyonu tarafından açısız uyumsuz olarak örtülür. Köseyahya napı, hem Lütesiyen sonu hem de Geç Miyosen yatay hareketleri ile Kemaliye formasyonu üzerinde tektonik olarak yer alır [3].

Ağırlıklı olarak karbonatlardan oluşan birimde kireçtaşı, mermer belirgin litolojilerdir. Köseyahya napı Ladiniyen-Senomaniyen yaşıdır [3].

Kemaliye Formasyonu (Kke)

Birim ilk kez Munzur Dağları yöresinde Özgül [10] tarafından tanımlanmış ve “Kemaliye formasyonu” olarak adlandırılmıştır. Formasyon, inceleme alanında Kışlaköy kuzeyinde, Küçükkışla ve çevresinde, ayrıca Kalaycık doğusunda yayılım göstermektedir. Alt düzeyleri düzenli filiş, üst düzeyleri ise vahşi filiş özelliğinde olan birim değişik yaş ve türde blok ve tektonik dilimler kapsamaktadır.

Formasyon 10-300 m arasında kalınlık sunar. Formasyonun tabanında yer alan düzenli filiş istifi her zaman görülmeyip, daha yaşlı birimler üzerinde formasyonun bloklu bölümü doğrudan gelebilmektedir. Birim, yanal yönde sıkça fasiyes değişimi gösterir [3].

Kemaliye formasyonu içindeki ince kırıntılardan (kıltaşı, silttaşı, marn) derlenen nannoplankton ve planktonik foraminifer yaşları birbirleri ile uyumlu olup, Geç Kampaniyen-Geç Maastrichtiyen yaşını vermektedir. Birim Köseyahya napı üzerine açılmal uyumsuzlukla gelmekte, Pliyo-Kuvaterner yaşlı Ahmetçik formasyonu ve Kuvaterner yaşlı alüvyon ve yamaç molozları tarafından açılmal uyumsuzlukla örtülmektedir [3].

2.3. Senozoyik Kömür Havzasının Kaya Birimleri

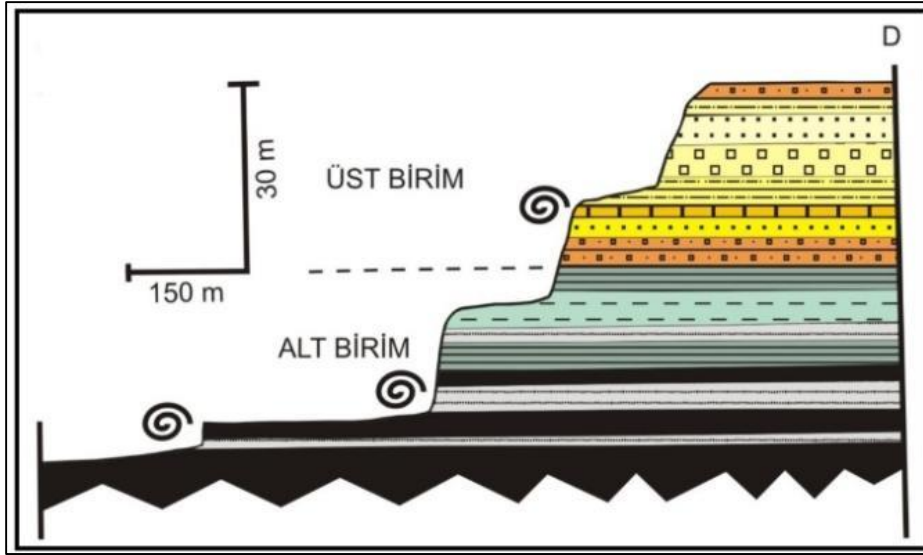
Afşin-Elbistan Senozoyik yaşlı kömür havzası batıda ve kuzeyde Binboğalar, doğuda Kızıldağ, güneyde Engizek Dağ silsileleri tarafından çevrilmiş tektonik kökenli, çek-ayır tipinde bir havzadır. Havza, geçmiş araştırmacılar tarafından tektonik bir çöküntü havzası olarak tanımlanmıştır [3]. Havzanın dolgusu (basin infill) linyit içeren Pliyosen çökelleri ile bunlar üzerinde yer alan Kuvaterner göl ve akarsu çökellerinden oluşmaktadır.

Afşin-Elbistan havzası stratigrafik, sedimentolojik ve yapısal özelliklerine göre farklı iki ayrı evrede tektonik gelişim göstermiştir [9]. Geç Miyosen yaşlı birinci evrede; çalışma alanı dışında, kuzeyde yer alan daha yüksek topografik alanlarda kıvrımlı yapı gösteren gölsel çakıltaşı, kumtaşı ile seyrek linyit bantları içeren kıltaşı, marn ve killi-kumlu kireçtaşlarından oluşan Karamağara Havzası (Karamağara Formasyonu) gelişmiştir. Pliyosen yaşlı ikinci evrede ise, Afşin-Elbistan ovası dolayında altta kalın linyit tabakaları içeren göl (Ahmetçik Formasyonu Alt birimi), üstte ise akarsu çökellerinden oluşan (Ahmetçik formasyonu Üst birimi) Afşin-Elbistan Havzası gelişmiştir [3].

2.3.1. Ahmetçik Formasyonu (T_{pl}Q_a)

Afşin-Elbistan havzasındaki kömürlü göl çökelleri, Ahmetçik Formasyonun Alt birimi, bunlar üzerine geçişli gelen akarsu çökelleri ise Üst birim olarak ayırtlanmıştır [3] [9].

Ahmetçik formasyonunun alt birimi, linyit içeren göl çökellerinden oluşmaktadır. Afşin-Elbistan Termik Santrali için açılan Kışlaköy açık kömür ocağında taban şevinde kalın bir kömür seviyesiyle başlar, kıltaşı, gastropodalı silt ve kilden oluşan gıdya, marn, silttaşı, çamurtaşı ile Üst birim dokanağına kadar devam eder (Şekil 2.3.).



Şekil 2-3. Ahmetçik Formasyonu'nun kömürlü göl (Alt birim) ve akarsu çökellerinin (Üst birim) temsili kesiti (Kışlaköy güneyi, bakış doğuya doğru) [3].

MTA Genel Müdürlüğü tarafından yapılan derin kuyularda, alt birimin tabanında yeşil renkli, kısmen ince çakıllı, plastik karakterli kıltaşları gözlenmiştir. Daha alt seviyelerde ise yer yer Ahmetçik formasyonunun taban konglomeralarına rastlanmıştır [6].

Alt birimin gözleendiği yerler Afşin'in yaklaşık 10 km kuzeydoğusunda bulunan Kuşkayası ile Elbistan'ın yaklaşık 10 km kuzeybatısında yer alan Pınarbaşı (Ceyhan Nehrinin kaynak alanı) köyleridir. Her iki yerde de stratigrafik olarak yine Üst birim dokanağına yakın seviyeler olan silttaşı, kıltaşı, marn, çamurtaşı ve killi kireçtaşı ar dalanması gözlenmektedir. Silttaşı ve kıltaşları kül gri renkli, bitki kırıntılı, bolca gastropodlu gıdyadır. Marnlar yeşilimsi gri renkli ve çakıllıdır. Kireçtaşları ise gözenekli ve killi gastropodalıdır. İnceleme alanında alt birime ait gastropodalı gölsel kireçtaşları Doğanköy'de (6,5 km Elbistan'ın kuzeyi) gözlenir [3]. Doğanköy yüzleğinde gölsel kireçtaşları gri, beyaz ve kirli sarı renkli,

ince-orta tabakalı, bol gastropodalı olup, ince tabakalı silttaşı, kiltaşı ve kumtaşı araldanmalıdır (Şekil 2.4.).



Şekil 2.4. Linyit içermeyen gastropodalı gölsel kireçtaşı ve kırıntılıların arazi görünümü (Doğanköy GB'sı, kuzeye bakış) [3].

Afşin-Elbistan havzasında yaygın olarak bulunan, hemen hemen tüm havzayı kaplayan akarsu ortamı ürünü çökeller Üst birimi oluşturmaktadır. Alt birime ait linyitli göl çökelleri (Şekil 2.5.), üste doğru göl ortamının kapanmasıyla biterek havzaya akarsu çökellerinden oluşan Üst birim çökelmiştir. Üst birim baskın olarak, kaba kırıntılılarından oluşmaktadır. Afşin-Elbistan havzasının etrafını çevreleyen normal faylarla yükselen yüksek topoğrafik alanlardan, havzaya taşınan malzemeler alüvyal yelpaze ve örgülü nehir çökelleri olarak kömürlü göl çökellerini örterek depolanmışlardır [3].



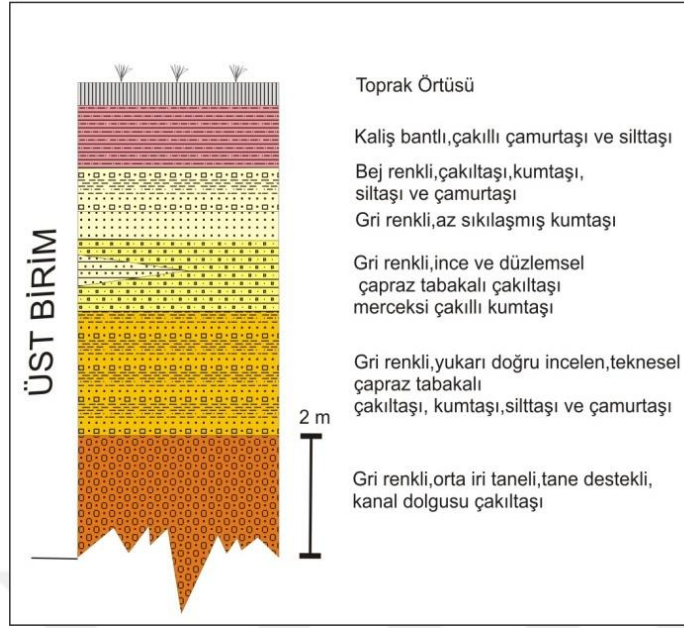
Şekil 2.5. Alt birim içerisindeki kömürlü seviyenin görünümü.

Üst birim çakıltaşı, kumtaşı, silttaşından oluşmaktadır (Şekil 2.7.). Üst birim, havza genelinde alttaki Alt birim ile geçişli, temel kaya birimleri üzerine ise açılmal uyumsuzlukla gelmektedir. Ahmetçik Formasyonu'nun Üst birimi, Erken Pliyosen yaşı kabul edilmiştir [3].

2.4.Kuvaterner Çökeller

2.4.1. Alüvyon Yelpazesi (Qaly)

İnceleme alanında yüksek topoğrafyalı alanların düşük kotlardaki havza düzlüklerine basamak yaptığı bölgelerde gözlenen alüvyon yelpazesi, genellikle normal faylara koşut gelişmiştir. Kışlaköy Fayı boyunca, güneye doğru akan dereler, havzaya yelpaze boşalmasını sağlamaktadır. Yelpazeler baskın olarak yakınsak kısmından iraksak kesimlerine doğru, çakıltaşı, kumtaşı, kili silttaşı ve çamurtaşlarından oluşmaktadır (Şekil 2.6.) [3].



Şekil 2.6. Ahmetçik Formasyonu Üst Birimi, İğdemli stratigrafik kesiti (Hurman Çayı yarması) [3].

2.4.2. Yamaç Molozu (Qym)

Yamaç molozları inceleme alanında Kışlaköy kuzeyinde gözlenmektedir. Blok boyutuna varan, çok kötü boylanmalı, tane destekli, yarı tutturulmuş köşeli çakıllardan oluşmaktadır.

2.4.3. Alüvyon (Qal)

İnceleme alanında günümüzde de mevsimsel olarak akarsu debilerine göre çökelişini sürdüren alüvyon genellikle tutturulmamış çakıl, kum, silt, kil ve çamurdan oluşmaktadır. Kalın alüvyonlar oluşturan akarsulardan birisi de Hurman Çayı'dır.

2.5. Tektonik

2.5.1. Faylar

Afşin-Elbistan havzasında KB-GD doğrultulu normal faylar sağ yanal atım bileşenli, KD-GB doğrultulu olanlar ise sol yanal atım bileşenli olup, bunların büyük çoğunluğu havzanın açılmasında etkin olmuş ve Neotektonik birim olan Pliyo-Kuvaterner yaşlı Ahmetçik formasyonunun çökelişini sağlamıştır [3].

Kışlaköy fayı, havzayı Doğanköy, Kışlaköy (L38-a3) ve Kaşanlı köyü (L38-a1) hattı boyunca kateder ve KB-GD doğrultuludur. GB'ya eğimli olan Kışlaköy fayı, linyitli göl çökellerinin oluşmasını sağlamış ve havzanın Erken Pliyosen'de çökmesini denetlemiştir [3]. Kışlaköy fayı, MTA tarafından yapılan derin karstik sondajlarda, belirgin bir şekilde kesilmiştir [6]. Kışlaköy fayı yaklaşık 20 km uzunluğunda olup, genelde Ahmetçik formasyonunu, temel birimleri ile sınırlamaktadır. Fay zonu, Üst birimin üst seviyelerdeki çökelleri ile alüvyon yelpazeleri tarafından örtülmektedir. Fayın en belirgin yüzlek verdiği yer, Kışlaköy yolunun doğu kesiminde, drenaj kuyularının bulunduğu bölgededir (Şekil 2.7.).

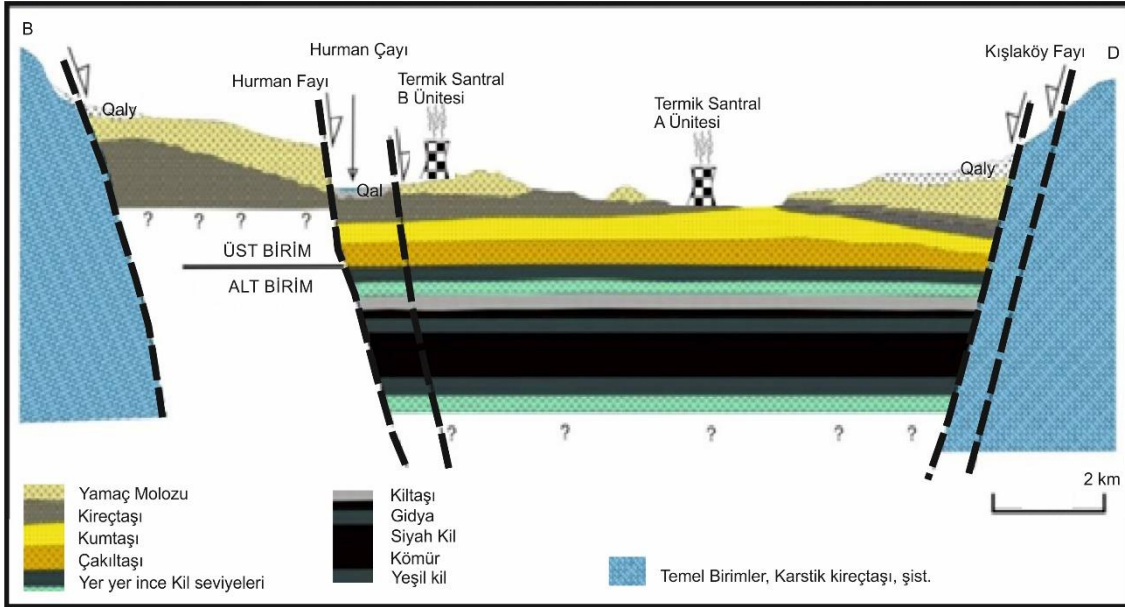
Hurman fayı, inceleme alanında Tanır kasabasının güneyinden başlayıp güneydoğuya doğru Hurman Çayı boyunca devam eder. İğdemlik köyünden sonra doğuya yönelerek Elbistan kuzeybatısında alüvyonların altında kaybolur. Kesikli gözlenen fayın uzunluğu yaklaşık 30 km kadardır. Fay düzlemi doğrudan gözlenemese bile, Hurman fayı jeolojik ve morfolojik verilere göre sağ yanal atım bileşenli normal fay olup, KB-GD doğrultulu ve KD'ya eğimlidir [3]. Hurman Çayı günümüzde Hurman fayının düşen bloğu üzerinde yatağını oluşturmuştur. Yükselen ve düşen bloklar üzerinde yapılan sondajlarda geçilen stratigrafik birimlerin metraj derinliklerinin farklı olduğu belirtilmektedir (Şekil 2.8).

2.5.2. Kıvrımlar

İnceleme alanında Senozoyik çökeller içinde belirgin bir kıvrımlanma gözlenmemiştir. Aktif olarak tektonizmanın devam ettiği fay hatları boyunca, düşen ve yükselen blokların hareketlerine göre formasyon uçlarında kıvrımlanmalar göze çarpmaktadır.



Şekil 2.7. Kışlaköy İşletmesinin doğusunda, karstik drenajın yapıldığı bölgede mostra veren Kışlaköy Fay aynası



Şekil 2.8. Hurman ve Kışlaköy fayları ile Ahmetçik Formasyonunu gösteren havzanın şematik enine kesiti [3].

3. HİDROLOJİ

3.1.Yıllık Yağış, Sıcaklık ve Buharlaşma-Terleme

İnceleme alanı Afşin ve Elbistan meteoroloji istasyonları arasında kalmaktadır. Bununla birlikte, aşağıdaki değerlendirmeler coğrafi yakınlık ve yükselti benzerliği nedeniyle Afşin meteoroloji istasyonunun verileri üzerinden yapılmıştır.

Afşin meteoroloji istasyonu'nun 1971 ile 2012 yılları arasındaki verileri kullanılarak ortalama yıllık yağış girdisi 418,7 mm olarak belirlenmiştir (Çizelge 3.1.). Bölgede kışları yağışlı, yazları kurak geçen bir iklim gözlenmektedir. Yağış rejimi bakımından Temmuz ve Ağustos ayları en kurak, Aralık, Ocak, Şubat ve Mart ayları da en yağışlı aylardır.

Aynı dönemde (1971-2012) yapılan sıcaklık ölçümlerine göre ise; yıllık ortalama sıcaklık 10,4°C olarak belirlenmiştir. Yıl içerisindeki en yüksek sıcaklık Temmuz ve Ağustos aylarında ölçülürken, en düşük sıcaklık Ocak ayında ölçülmüştür (Çizelge 3.2.).

Mevcut verilerin niteliği dikkate alınarak yıllık toplam buharlaşma-terleme miktarı Afşin meteoroloji istasyonuna ait yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık yağış değerleri kullanılarak, Turc eşitliği ile hesaplanmıştır (Şekil 3.1.) [11]. Eşitlik ve içerdiği parametrelerin değerleri aşağıda gösterilmiştir.

$$ET_g = \frac{P}{\sqrt{0,9 + \left(\frac{P}{L}\right)^2}} \quad (1) [11]$$

Burada:

ET_g : Gerçek buharlaşma-terleme (mm/yıl)

P : Yıllık toplam yağış (mm)

L : 30+25T+0,05T³ eşitliği ile T ye bağlı bir faktör

T : Yıllık ortalama sıcaklık (°C)

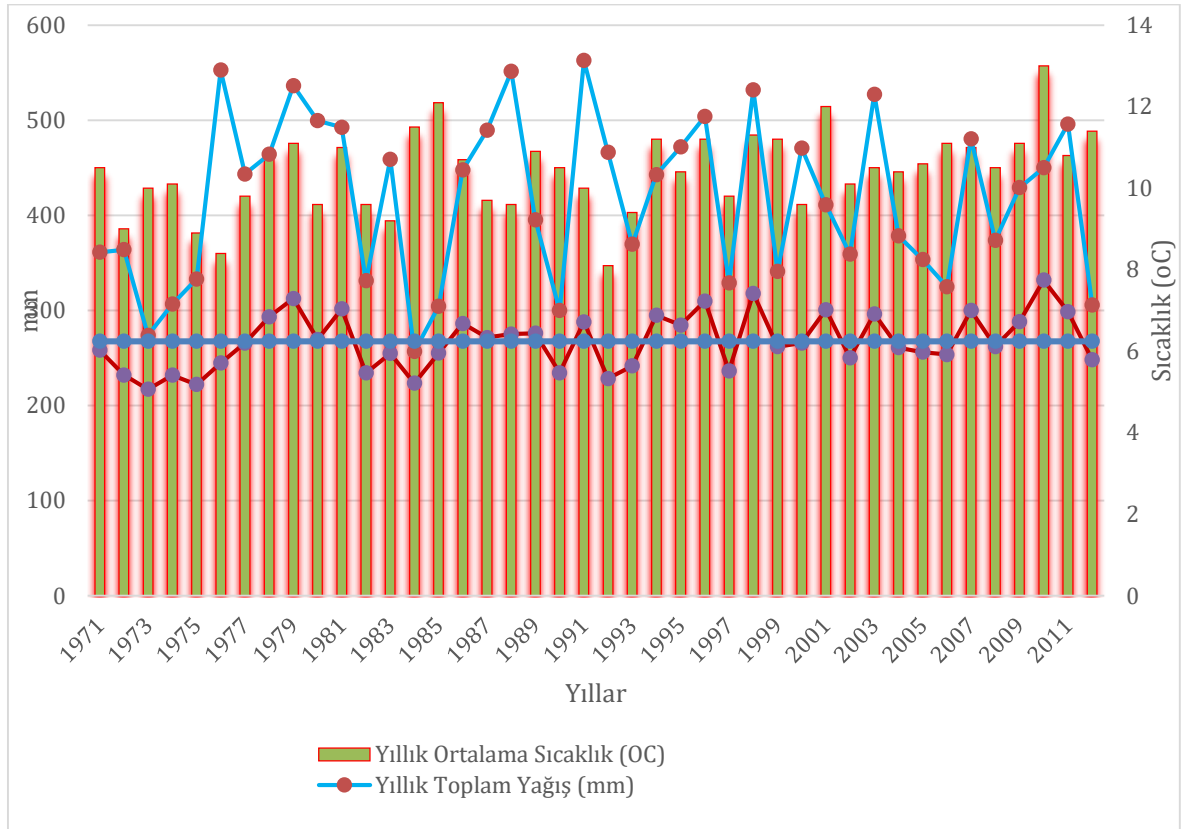
Turc eşitliği ile belirlenen uzun yıllar ortalama buharlaşma-terleme değeri 271,9 mm olarak belirlenmiştir (Şekil 3.1.).

Çizelge 3.1. Afşin meteoroloji istasyonu 1971-2012 dönemi aylık toplam yağış değerleri (mm)

YIL /AY	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	YILLIK TOPLAM
197	11.7	38.3	76.4	70.6	19	15.5	0.6	22.	0.2	24.9	47.4	34.1	361.2
197	20.5	19.7	14.1	70.9	60.7	79.1	1.1	9	14.2	34.8	39.2	0.5	363.8
197	38.5	29.5	18.5	52.2	33.7	8.8	0.3	0	15.1	11.4	39	26.8	273.8
197	38.1	19.8	43.8	56.8	8.3	4.3	0	11.	16.9	23.9	19.7	63.6	306.6
197	52.4	66.7	19.2	77	34.3	2.9	1.4	0.6	13.2	1.7	21.6	42.1	333.1
197	97.8	46.6	32	81.9	94.3	13.9	11.	0	8.2	81.6	38.5	46	552.7
197	38.4	60.8	90.5	103.	35.7	14.2	13.	0	11.9	14.5	1.4	59.3	443.4
197	117.	38.6	65.2	61.7	41.4	5.1	0	0	12.8	64.9	0.5	56.3	464.1
197	95.2	89	18.5	34.2	50.3	18.4	47	0	0.2	31.5	87.5	64.6	536.4
198	95.3	33.1	82.2	55.1	108.	3.5	2	0	0.5	27.1	33.2	59.2	499.5
198	99.9	57	52.1	41.9	33.4	29.7	0	1.7	5	24.4	28.5	119	492.6
198	22.3	29.4	55.8	51.4	57.1	4.3	3.7	1.1	8.9	15.5	28	53.6	331.1
198	40.7	67.2	48.8	52.5	45.9	40.6	0	1.9	0	47.2	95.6	18.6	459.0
198	67	24.7	55.5	67	32.7	9.9	0	0	0	0	0	0	256.8
198	27.6	58.7	40.4	29.7	16.2	33.8	0	0	3.5	76.8	17.5	0	304.2
198	33.2	42.1	8.4	19.6	86.5	34.5	0	0	7.4	64.7	54.8	97.5	448.7
198	86.3	27.8	104.	24.7	13.3	12.1	1.3	3.8	0	36.9	73.9	105	489.5
198	23.9	36.7	155.	62.7	36.5	29.5	2.1	0.4	2.6	71	82.6	48.7	551.8
198	11.6	3.8	59.7	19.5	3.7	21.7	0.2	0.2	13	54.7	139	68.3	395.4
199	36.8	53.9	8	29.6	48.3	2	1.6	0.7	8.9	30.4	32	48.8	301.0
199	44.1	60.4	70.2	67.2	43.1	22.5	0	0	12.6	47.5	79.2	116.	563.5
199	21.7	68.1	33.3	26.7	112.	15.5	12.	0	1.8	10.1	69.2	95.3	466.4
199	21.7	35.1	36	40.7	151.	21.6	0.2	2.4	0	25.5	10	25.2	369.6
199	101.	57.4	18.8	43.3	44.4	0.9	0.2	1	5.6	42.3	50.3	77.1	442.8
199	58.1	20.1	39.5	90.8	60.4	51.8	10	1	8.6	36.2	88.3	7.1	471.9
199	43.5	28.7	97.8	106.	59.6	1	1.8	1	20.4	40.7	13.2	89.4	504.0
199	23.9	43.9	16.5	77.8	27.4	6.8	6.6	0.6	16	38.5	18.6	52.3	328.9
199	38.6	8.9	96.8	101.	51.3	12.8	2.6	1.6	2.1	28.3	91.6	96	531.8
199	49.2	47.7	53.9	30.7	31.1	13.7	4.6	2.3	9.6	35	12.1	51.2	341.1
200	133.	54.6	62	47.4	24.3	0.7	0	4.2	23.3	54.3	20.3	45.9	470.7
200	9.1	38.9	52.7	52.7	59.9	0	0	1.8	1.4	15.5	42.3	136.	410.9
200	48.6	59	49.4	68.1	22.9	9.4	6.8	5.5	10	11.6	24.9	43	359.2
200	52.8	106.	90.5	73.4	44.4	19.9	0	0	25.4	18.9	24.2	70.9	527.3
200	106.	29.7	12.7	43.1	44.6	2.5	1	0	0	3.2	112.	21.9	378.3
200	53.7	39.6	34.2	43.4	28.4	18.2	5.8	0.4	8	52.6	32.4	36.7	353.4
200	31.8	53.3	57.5	37.2	23.1	12.2	7.5	2.8	3.5	77.1	18.9	0	324.9
200	20.3	81.1	27.9	56.5	60.4	30.9	5.7	2.3	0	59.9	95.4	40	480.4
200	35.9	60.7	63	22.2	43	6	0	3.5	26.3	27.8	35.9	49.4	373.7
200	28.2	78.3	28.8	71.1	41.5	12.1	3.4	0.3	14.6	14.9	72.8	63.2	429.2
201	96.8	34.4	16.7	63.4	29.4	23.4	1	0	0.2	47.9	0	136.	450.0
201	41.6	52.8	64.6	92	50	35.4	12.	0.2	32.4	21	57	36.2	496.0
201	98.4	79.8	16.2	42	42.2	23.6	0.2	2.2	0.2	0	0.8	0	305.6
ORTALAMA													418,7

Çizelge 3.2. Afşin meteoroloji istasyonu 1971-2012 dönemi aylık ortalama sıcaklık değerleri (°C)

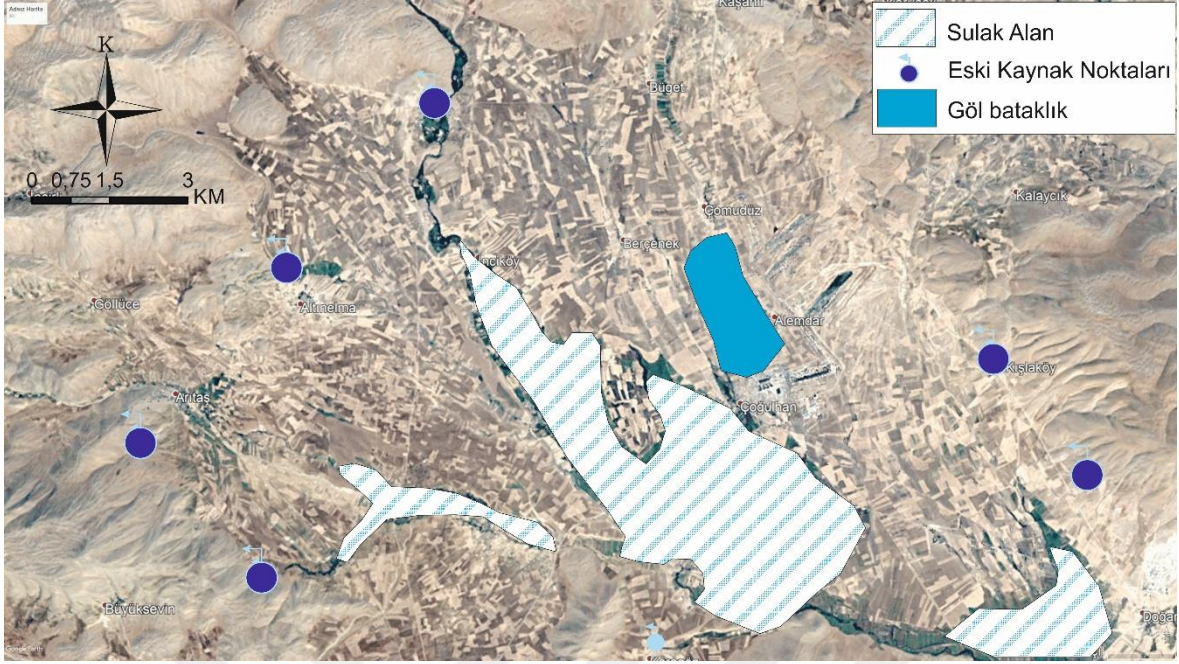
AYLAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ortalama Sıcaklık (°C)	-3.25	-1.42	3.96	10.08	14.76	19.41	23.45	23.12	18.36	11.94	4.57	-0.40



Şekil 3.1. Afşin meteoroloji istasyonu 1971-2012 dönemi için Turc yöntemi ile hesaplanan yıllık toplam buharlaşma-terleme değerleri (mm)

3.2.Kaynaklar

Saha incelemeleri sırasında, sürekli akış yapan kaynakların varlığı kadar, açık ocak işletmesi faaliyetlerinin öncesinde boşalım yapıp, bazı nedenlerle kurumuş karstik kaynaklara rastlamak mümkündür. Arıtış köyünün batısında, Altınelma Köyünün kuzey batısında, Tanır Köyünün batısında benzer noktalar mevcuttur (Şekil 3.2.). Bu kaynaklardan bazıları, günümüzde, işletme sonrasında da boşalımlarına devam etmektedir.



Şekil 3-2. İşletme öncesinde sahanın olası genel yeraltısuyu durumu (Google Earth 1984)

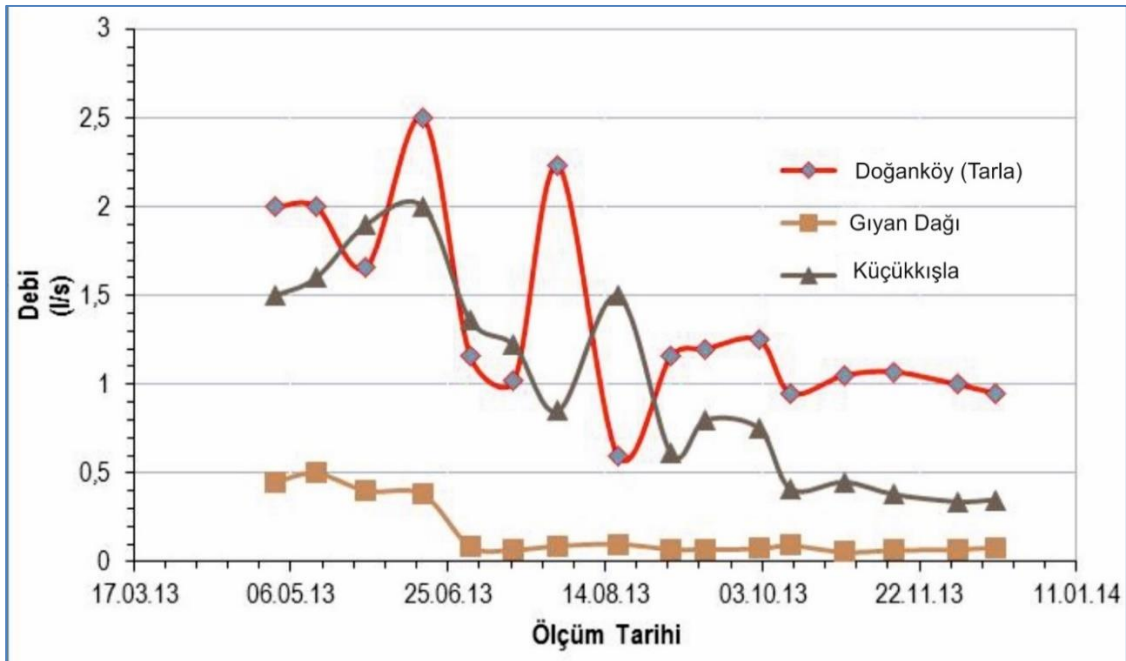
Günümüzde, havzanın drenaj alanı içerisinde sürekli ve mevsimsel akış gösteren çok sayıda kaynak mevcuttur. Bu kaynakların bir bölümünün debileri oldukça düşük, bir bölümünün debileri ise, çalışma sahasının batı-kuzeybatısında olduğu gibi oldukça yüksektir. Yüksek debili kaynaklar karst akiferinin boşalımlarıdır. Kömür havzasının batısından boşalım yapan Mağaraözü kaynağı, E sektörünün doğusunda yer alan Gıyan Komu (Gıyan Dağı) ve Küçükkışla kaynağı, İğdemlik (Sinekli) köyü güneyindeki Kaynarca kaynağı, sahanın güneyinde yer alan Izgın (Pınarbaşı) kaynağı bölgenin en önemli yeraltısuyu boşalım noktalarıdır (Çizelge 3.3.). Bu kaynaklardan yüksel debili olanlar karstik boşalımlardır. Bunlardan, Gıyan Komu (Gıyan Dağı) kaynağı, karstik kireçtaşları ile filiş dokanağından çıkmaktadır (Şekil 3.3.).

Kaynakların debileri özellikle kurak dönem sonuna doğru azalmaktadır. Sürekli gözlem yapılan bazı kaynakların ölçülen debileri Şekil 3.4.'de gösterilmiştir. Beklendiği gibi kaynak debileri genel olarak yağışlı dönemden kurak dönem sonuna değin azalmaktadır. Gıyan Dağı gibi bazı kaynaklarda ise minimum debi kurak dönem boyunca süreklilik göstermektedir. Karstik kaynaklarda gözlenen boşalımın, yıl boyu süreklilik göstermesi, Temel Kaya

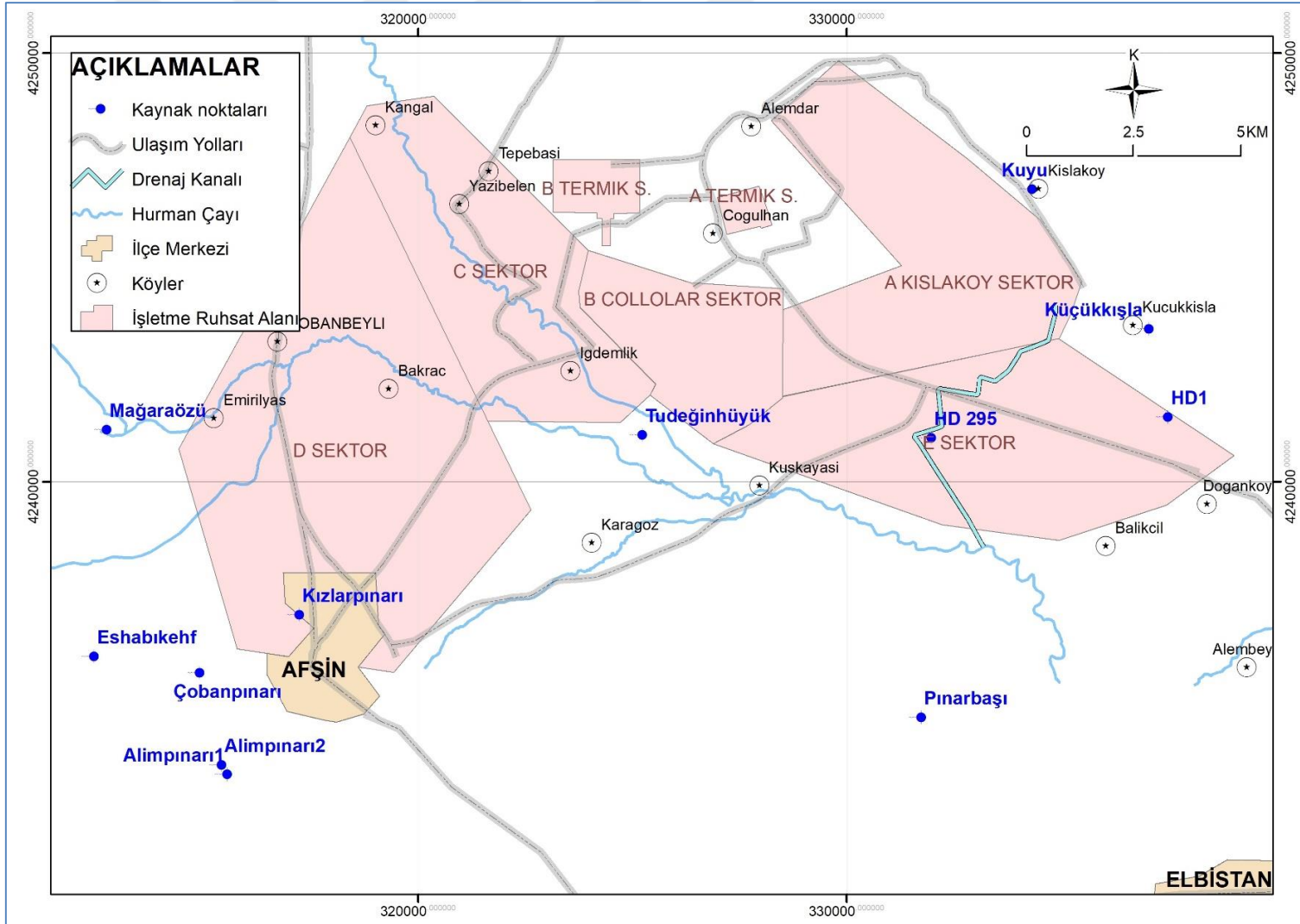
Birimleri içinde yer alan karst akiferlerindeki hidrolik yükün ova kotunun altına düşmediğini göstermektedir.

Çizelge 3.3. İnceleme alanındaki kaynakların ortalama debileri (Arazi Ölçümleri).

KAYNAK ADI	DEBİ (l/snn)
Üçpınar K.	66,7
Çobanpınarı K.	161,9
Tanır K.	1.093,8
Mağaraözü K.	1.148,2
Izgın K.	1.796,9
Küçükkişla	1.010,0
Gıyan Dağı (Gıyankomu)	0,4
Doğanköy (HD1)	1,6
TOPLAM	4.267,5



Şekil 3.3. Kaynak debilerinin aylık değişimleri (2013-2014 ölçümleri) [7].



Şekil 3.4. Çalışma sahasında bulunan kaynaklar.

3.3.Kuyular

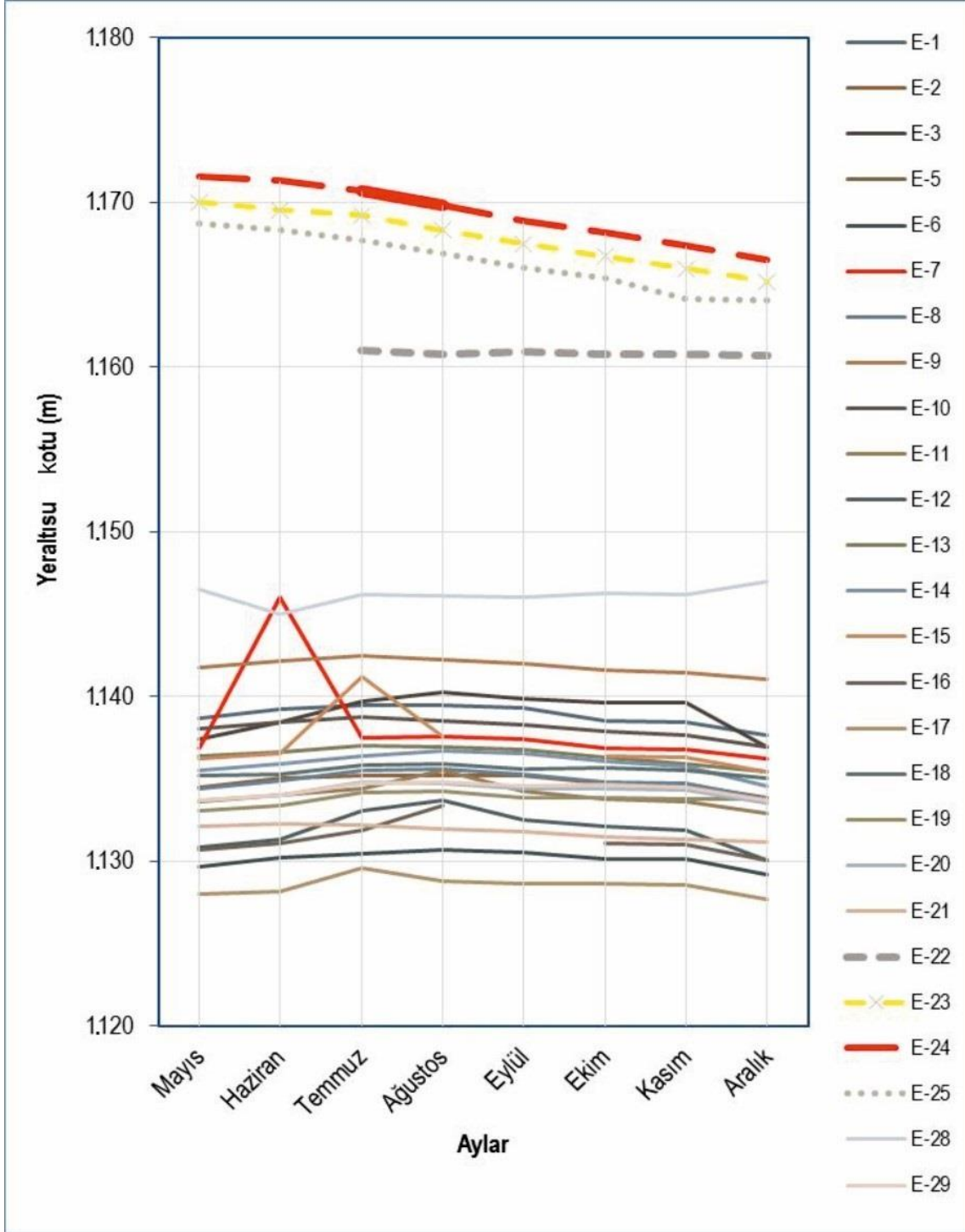
İnceleme alanında yeraltısuyu hidrolik yük dağılımının alansal ve zaman içindeki değişimin belirlenmesi amacıyla, Kışlaköy (A Sektörü) ve Çöllolar (B Sektörü) sektörlerinde açılmış drenaj ve gözlem kuyularından, aynı zamanda havza genelinde yer alan içmesuyu kuyuları ile sulama suyu kuyularında 2015 yılı Mayıs-Aralık döneminde aylık olarak hidrolik yük gözlemleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.5.).

Kışlaköy açık ocak işletmesinde 90 civarında karstik akiferi, 650 civarında da kömür üstü akiferi drene eden pompaj kuyusu bulunmaktadır. Çöllolar açık ocak işletmesinde de sırasıyla 20 ve 550 civarında pompaj kuyusu üretim yapmaktadır. Karstik akifer kuyularının debileri 25-80 lt/snn arasında değişirken, kömür üstü akiferinden üretim yapan kuyuların debileri 0,1-1,5 lt/snn arasındadır.

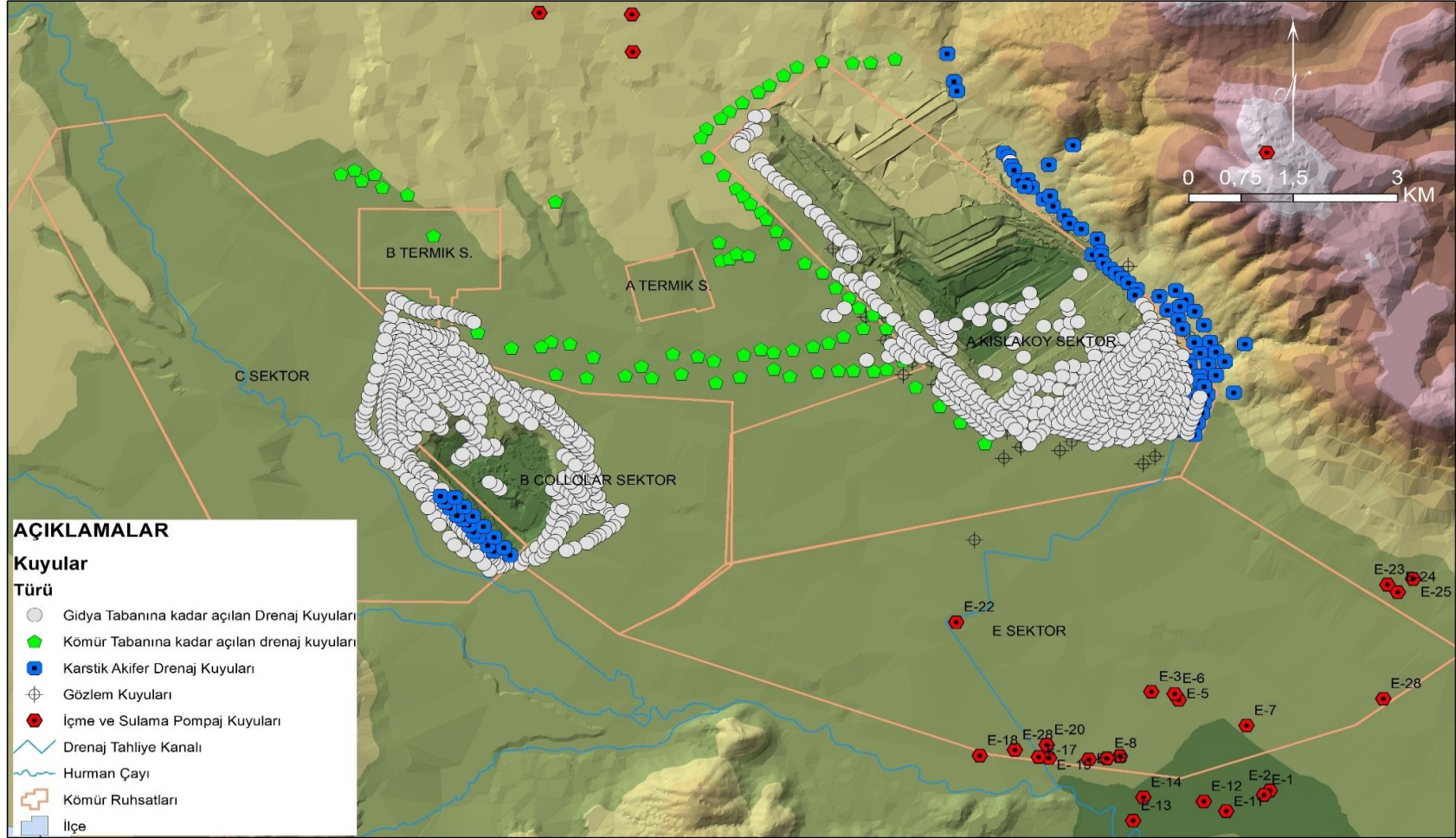
Bu kuyulardan E-23, E-24 ve E-25 temel kaya birimlerine ait kireçtaşında açılmış olup Doğan köyüne içme suyu temin etmektedir. Gözlem dönemi boyunca gözlenen hidrolik yükün 1170 m den 1165 m'ye kadar düştüğü belirlenmiştir. Kışlaköy drenaj kanalının hemen kenarında bulunan E-22 numaralı kuyunun, su seviyesi ise kuyu ağzındadır. Kuyu temel kaya birimlerine ait kireçtaşından su almaktadır. Bu kuyunun açılması sırasında yüksek yeraltısuyu basıncı nedeni ile sorun yaşanmıştır. Öte yandan, MTA Genel Müdürlüğü tarafından 2006-2008 yılları arasında E sektörünün rezervinin belirlenmesine yönelik olarak açılan kuyuların bazılarında, akan artezyen şeklinde yeraltısuyu boşalımı ile karşılaşılması olup, söz konusu boşalmalar bilindiği kadarıyla 2017 yılına kadar devam etmiştir. Bu kuyular da karst akiferinden su almaktadır.

Şekil 3.6.'de gösterilen diğer kuyular ise özel şahıslara ait pompalı ya da pompasız, derinlikleri yüzeyden 80-110 metre arasında değişen sulama suyu temini amaçlı kuyulardır. Bu kuyularda gözlenen hidrolik yükler 1135 m kotu civarında olup, Temel Kaya Birimleri üzerinde yer alan Senozoyik yaşlı birimler içindeki akifer seviyelerini temsil etmektedirler. Bu kuyulardaki yüklerde mevsimsel değişimlerin yanı sıra

kullanıma bağılı değişimler de söz konusudur. Grafikte verilen seviye ölçümleri 2013 yılına ait olup, dönemsel ölçümlerden yararlanılmıştır [7].



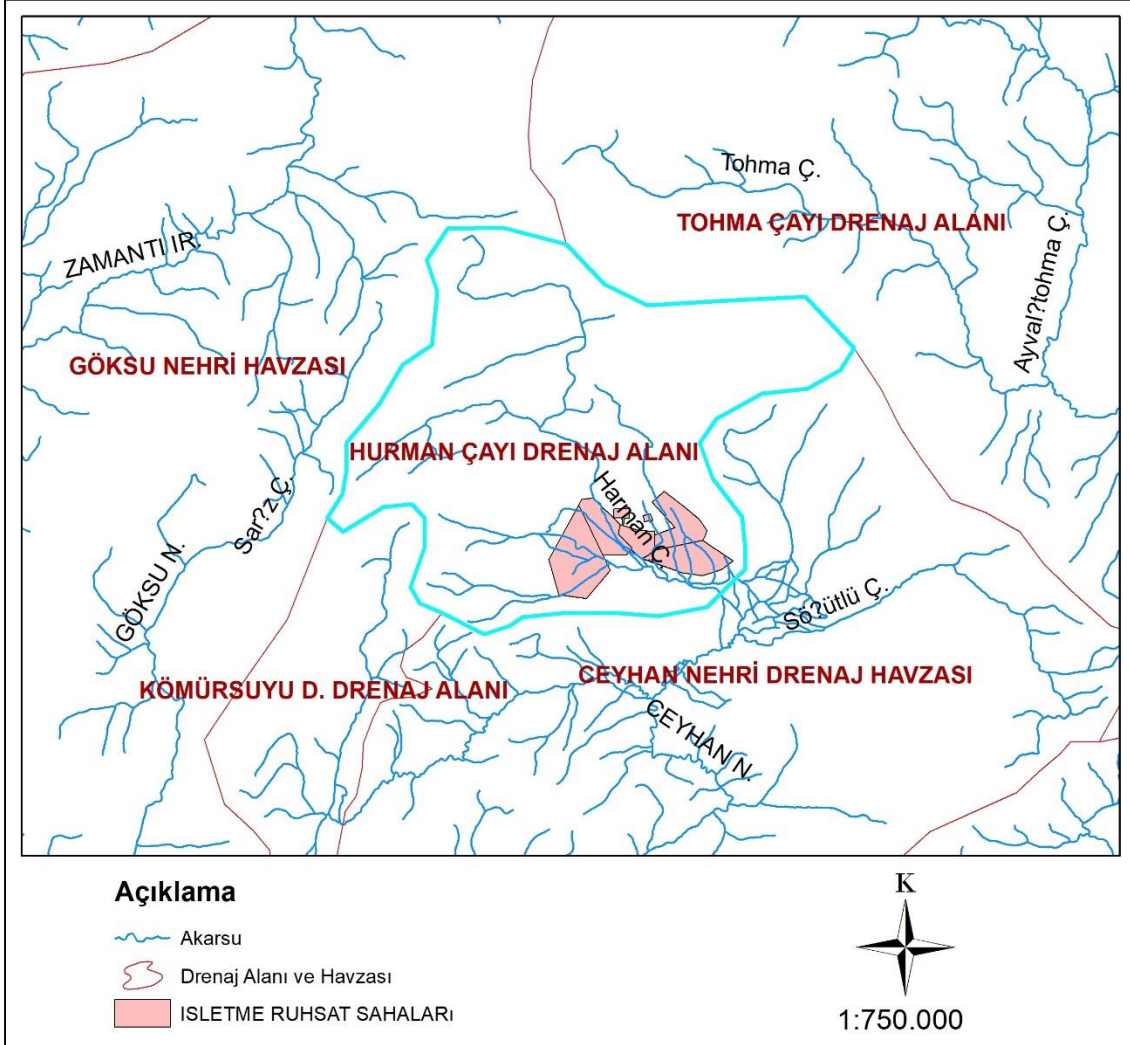
Şekil 3.5. Statik seviye ölçümlerinin aylara göre değişimi (2013 ölçümleri) [7].



Şekil 3.6 İnceleme alanında faal olan drenaj kuyuları ile sulama ve içme suyu kuyularının dağılımı

3.4.Akarsular

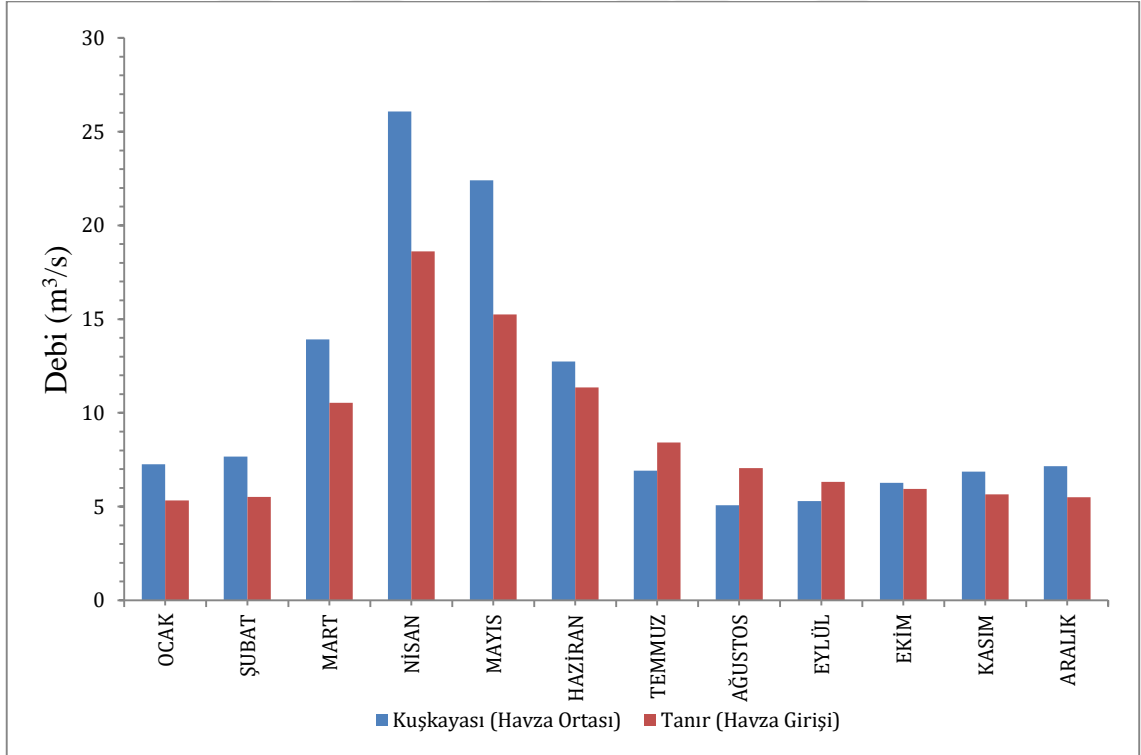
Afşin-Elbistan kömür sahasını içeren drenaj alanı yaklaşık 2000 km²'dir (Şekil 3.7.). Hidrolojik havza, batıdan Kömürsuyu Dere ve Göksu Nehri, güneyden ve doğudan Ceyhan Nehri, kuzeyden Tohma Çayı hidrolojik havzaları ile sınırlandırılmıştır.



Şekil 3.7. Afşin-Elbistan kömür sahası ve dolayının akarsu ağı haritası.

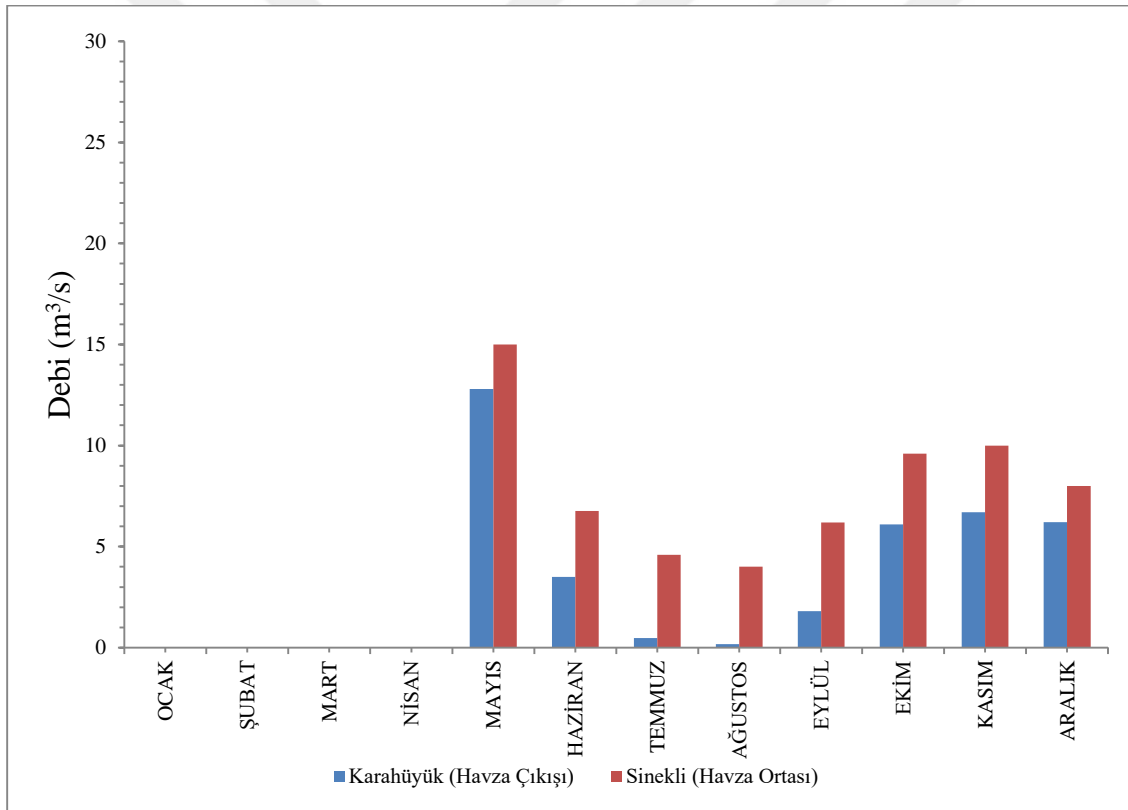
İnceleme alanında, kömür üretim sektörleri dolayında sürekli akış gösteren en önemli akarsu Hurman Çayı'dır (EK 2.). C Sektörü boyunca KB'dan GD'ya akan Hurman Çayı mevcut ve gelecekteki maden işletmeciliği açısından büyük önem taşımaktadır. Yağışlı dönemlerde 13 m³/snn debiye ulaşan akım miktarı, yaz aylarında 0.1 – 1 m³/snn'ye değin düşmektedir. Hurman Çayı, inceleme sahasından yıllık ortalama 8,4 m³/sn debi ile havzayı terk etmektedir (Kuşkayası AĞI verileri).

Hurman Çayı'nın C Sektörü membasında, Tanır Köyü civarında bulunan AGİ'nde gözlenen akım değerleri ile Çöllolar açık ocağı güneyinde C Sektörünün mansabında, Kuşkayası Köyü civarında bulunan AGİ'nde gözlenen 2012 yılı akımları Şekil 3.8.'de karşılaştırılmıştır. Şekilden memba ve mansap istasyonları arasında yeraltısuyunun Hurman Çayı'nı beslemesi nedeniyle akımlarda artış olduğu gözlenmektedir. Temmuz-Eylül aylarını kapsayan kurak dönemde ise yeraltısuyundan sulama suyu temini nedeniyle mansap akımları memba akımlarının altına düşmektedir. Bu durum, Hurman Çayı akımlarının yüzeye yakın akifer seviyelerindeki yeraltısuyu beslemesinden etkilendiğini göstermektedir. Diğer bir deyişle, kar erimesi ve aşırı yağış sonunda oluşan yoğun yüzey akışı (overland flow) gibi katkılar dışında çaydaki akım sürekliliğinin sığ akifer seviyelerinin beslemesinden kaynaklandığı anlaşılmaktadır. Buna karşın, daha akış aşağıda, E Sektörü sınırı boyunca havza çıkışına uzanan bölgede gerçekleştirilen akım gözlemleri ise, bu kesimde Hurman Çayı'nın sığ akifer seviyelerini beslediğine işaret etmektedir.



Şekil 3.8. 2012 yılı Hurman Çayı memba (Tanır AGİ) ve mansap (Kuşkayası AGİ) akım gözlemleri (DSİ, 2016).

Sinekli Köyü yakınlarında özel sektör tarafından inşa edilmiş Sinekli AGİ verileri ile, havza çıkışı olarak kabul edilen Karahüyük AGİ verileri Şekil 3.9.'de karşılaştırılmıştır. Bu AGİ'leri arasında ana kola katılan diğer akarsular ile Kışlaköy açık ocağı drenaj kanalında dikkate değer düzeyde bir akış gözlenmemiştir. Gözlem döneminde mansap akımları kurak yaz aylarında (Temmuz ve Ağustos) 4 m³/sn kadar artmakta, bu artış Eylül ayında ortalama 4,4 m³/sn'ye ulaşmaktadır. Saha çalışmaları sırasında Kışlaköy drenaj kanalının Hurman Çayı'na birleştiği noktada herhangi bir akış gözlenmemiştir. Yeraltına süzülme gibi değerlendirilen bu durum aslında yerel halkın bu drenaj kanalındaki suların tamamını sulama amacıyla kanal dışına pompalamaları sonucu ortaya çıkmaktadır.



Şekil 3.9. E Sektörü güneyinde Hurman Çayı üzerinde kurulu memba (Sinekli AGİ) ve mansap (Kuşkayası AGİ) akımlarının karşılaştırılması [7].

Arazi çalışmaları sırasında, kanal üzerinde, yer yer vatandaşlar tarafından akışı engelleyeci yapay bentlerin yapıldığı (toprak dolgu veya tahta parçaları ile suyun önünün kesilmesi gibi), bu bentlerin membasında biriktirilen suların, kanal kenarları tahrip edilerek tarla sulamasına alındığı da gözlenmiştir (Şekil 3.10.).



Şekil 3.10. Kışlaköy sektöründeki drenaj sularını Hurman Çayı'na ulaştırmak amacıyla inşa edilen toprak drenaj kanalının görünümü.

3.5.Yeraltısuyu Bilançosu Hesaplamaları

Havzada beslenme ana kaynağı yağıştır. Yıllık ortalama 418,70 mm yağış, toplam 2.000 km² lik alanda, yıllık toplam $837,4 \times 10^6$ m³/yıl beslenme sağlar.

“Ture” yöntemi kullanılarak yapılan buharlaşma hesaplamalarına göre de; yıllık toplam 271,9 mm rakamından, kireçtaşı yayılımının olmadığı alanlarda (1.082,49 km², (süzülme oranı %22)) $229,58 \times 10^6$ m³/yıl, kireçtaşı yayılımının olduğu alanlarda ise (918,41 km²,

(süzülme oranı %55)) $112,37 \times 10^6$ m³/yıl buharlaşma kaybı hesaplanabilmektedir. Buna göre toplam buharlaşma kaybı yıllık $341,95 \times 10^6$ m³/yıl dır.

EİEİ'den ve DSİ'den alınan akım miktarlarına (2016) göre ortalama 8,30 m³/sn Hürman çayından havza dışına akım söz konusudur. Bu da yıllık toplam $261,75 \times 10^6$ m³/yıl akarsu boşalımıdır.

İnceleme alanında yer alan kaynakların ortalama debileri göz önünde bulundurularak hesaplanan yıllık toplam kaynak boşalım miktarı da $134,58 \times 10^6$ m³/yıl'dır.

Kuyulardan yapılan çekimler, toplam $130,07 \times 10^6$ m³/yıl olarak öngörülmüştür (Çizelge 3.4.).

Çizelge 3.4. Havza genelindeki kuyularda gerçekleşen yıllık ortalama çekim miktarları (2016 EÜAŞ İşletme Müdürlüğü Kayıtları)

KUYU	YILLIK BOŞALIM (m ³ /yıl)
Drenaj (Kışlaköy)	$97,5 \times 10^6$
Drenaj (Çöllolar)	$10,5 \times 10^6$
Havza geneli içmesuyu	$9,46 \times 10^6$
Havza geneli sulama suyu	$12,61 \times 10^6$
TOPLAM	$130,07 \times 10^6$

Yapılan hesaplamalar sonucunda çalışma alanı için oluşturulan yeraltısuyu bütçesi Çizelge 3.5.'da verilmiştir.

Yeraltısuyu bütçe hesaplamaları sonucu ortaya çıkan bütçe farkının saha genelindeki iki adet açık işletmede yapılan drenaj faaliyetlerinden kaynaklandığı görülmektedir. Aktif drenajın yapıldığı Çöllolar ve Kışlaköy Sektörlerinin bulunduğu sahanın toplam alansal yayılımı toplam $43,24$ km²'dir. Hesaplanan bütçe farkının bu alanda yarattığı etki ise yıllık $0,71$ m/yıl olarak hesaplanmıştır. Bu yıllık düşüm miktarının işletmenin güvenilirliği açısından yeterli olmadığı da bir gerçektir.

Çizelge 3.5. Çalışma alanına ait yeraltısuyu bütçesi

BÜTÇE BİLEŞENİ	BESLENME	BOŞALIM
Yağış	837,40 x 10 ⁶ m ³ /yıl	
Buharlaşma		341,95 x 10 ⁶ m ³ /yıl
Kaynak boşalımı		134,58 x 10 ⁶ m ³ /yıl
Yüzeysel akış (Denaj Kanalı Dahil)		261,65 x 10 ⁶ m ³ /yıl
Kuyulardan çekim		130,07 x 10 ⁶ m ³ /yıl
TOPLAM	837,40 x 10 ⁶ m ³ /yıl	868,25 x 10 ⁶ m ³ /yıl
BÜTÇE FARKI		-30,85 x 10 ⁶ m ³ /yıl

4. HİDROJEOLOJİ

4.1. Jeolojik Birimlerin Hidrojeolojik Özellikleri

İnceleme alanı ve dolayında hidrojeolojik açıdan akifer (geçirimli), akitard (yarı geçirimli) ve akifüj (geçirimsiz) özelliği sergileyen jeolojik birimler yer almaktadır. İnceleme alanına ait hidro-stratigrafik birimler EK 3’de gösterilmiştir. Tabanda bir bölümü karstik akifer niteliğine sahip Temel Kaya Birimleri ile başlayan istif, kömür içeren Ahmetçik Formasyonu ve bunun üzerinde yer alan Kuvaterner çökellerinden oluşmaktadır. Ekde verilen hidrojeoloji haritasında çoğunlukla çakıllardan oluşan akifer birimler; AQ-Ç, karstik akiferler; AQ-KÇT, çoğunlukla kumlu birimlerden oluşan ve verimliliği biraz daha düşük akiferler; AQ-K, akitard özelliği gösteren birimler; AQD, son olarak da akifüj özelliği gösteren birimler de AQX ile simgelenmiştir.

İnceleme alanı yakınlarında Hurman Çayı, örtülü bir tektonik dokanak gibi görünmektedir. Akarsuyun batı bölümünde Bodrum, doğu bölümünde ise Köseyahya (Domuzdağ) naplarına ait temel kaya birimleri yüzeylenmektedir. İnceleme alanı dolayında yer alan en yaşlı jeolojik birim olan Bodrum Napı’na ait Yoncayolu Formasyonu (DCy) tabanı, çoğunlukla metakarbonat ara seviyeleri kapsayan metakırıntılılarla temsil edilen Büyükkızılcık üyesi (DCyb) ve stratigrafik olarak üstünde yer alan ve çoğunlukla seyrek şist ara seviyeli dolomit, dolomitik kireçtaşı ve rekristalize kireçtaşlarından oluşan Apıklar üyesi’nden (DCya) oluşmaktadır. Büyükkızılcık üyesi (DCyb) akitard/akiklöd, Apıklar üyesi (DCya) ise akifer özelliğine sahiptir. Bununla birlikte, formasyon genel olarak metakırıntılı (DCyb) bir matriks içerisinde metakarbonatlardan (DCya) oluşan bir görünüm sergilemektedir. Bu nedenle, formasyon Apıklar üyesinin geniş alanlar kaplamadığı yerlerde akitard; bu üyenin süreklilik gösterdiği yerlerde ise akifer niteliği sergilemektedir (AQ-KÇT). Birim inceleme alanının BBG’inde yüzeylenmektedir.

İnceleme alanındaki temel kaya birimlerinden Çayderesi formasyonu (Pç), çok az oranda şist, kalkışist ara katkıları kapsayan dolomit, dolomitik kireçtaşı, rekristalize kireçtaşı ve mermer araldanmasından oluşmaktadır. İnceleme alanında Çöllolar sahası BBG’inde

geniş yüzleklere sahip olan birim bol çatlaklı yapısı ile geçirgen özellikte olmasına karşın, belirgin bir su tutma/iletme özelliği sergilememektedir. Bu durumun, birimin içerdiği şist ve kalkışist ara katkılarının su iletimini azaltmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (EK 3.). Birim hidrojeolojik açıdan akitard olarak kabul edilmiştir (AQD).

Çöllolar sahası BBG'inde Çayderesi formasyonu (Pç) ile tektonik dokanıklı olarak bulunan Ula formasyonu (Jku) akifer, Karaböğürtlen formasyonu (Kka ve Kkam) ise çoğunlukla akiklöd, yer yer de akitard özelliğine sahiptir. Ula formasyonu (Jku) rekristalize kireçtaşı, çörtlü mermer ve dolomit aralanması ile üst düzeylerinde breşik kireçtaşlarından oluşmaktadır. Rekristalize kireçtaşlarında erime boşlukları belirgindir. Birim hidrojeolojik açıdan karstik akifer özelliği sergilemektedir. Karaböğürtlen formasyonu başlıca şist, kalkışist, kuvars şist, bazik bileşimli şist ve metakonglomera aralanımından oluşan matriks (Kka) içinde çörtlü mermer, rekristalize kireçtaşı, dolomit ve dolomitik kireçtaşı (Kkam) seviyeleri içermektedir.

Yoncayolu formasyonunda olduğu gibi Karaböğürtlen formasyonu metakırıntılı matriks içinde yer yer metakarbonat blokları içeren bir görünüm sergilemektedir. Formasyonun metakırıntılı birimleri akitard/akiklöd, metakarbonatlı birimleri akifer özelliğine sahip olmakla birlikte metakırıntılılardan oluşan matriks formasyonun genel olarak akitard/akiklöd karakterine sahip olduğu kabul edilmiştir (AQD).

İnceleme alanında, Kışlaköy sahası DKD'sunda Temel Kaya birimlerinden Köseyahya (Domuzdağ) Napına ait kireçtaşı-mermer (Mzk) ve stratigrafik olarak bunun üzerinde yer alan Kemaliye formasyonu (Kke) yüzeylenmektedir. Erime boşlukları içeren kireçtaşı-mermer birimi (Mzk) karstik akifer özelliği sergilemektedir (AQ_KÇT). Alt düzeyleri düzenli filiş, üst düzeyleri ise vahşi filiş özelliğinde olan Kemaliye formasyonu değişik yaş ve türde blok ve tektonik dilimler kapsamakta olup genel olarak akitard/akiklöd karakterine sahiptir (AQD).

Kışlaköy sektörünün doğusu ile Çöllolar sektörünün güneyinde yüzeylenen karbonatlı kayalardan 7 adet karstik kaynak boşalımı gerçekleşmektedir (ortalama toplam boşalım miktarı 5,5 m³/sn). İnceleme alanı yakınlarında yüzeylenmemekle birlikte, Köseyahya (Domuzdağ) Napı'nı tektonik olarak üzerleyen Munzur Napını oluşturan karbonatlar da bol çatlaklı bir yapıya sahiptir ve kısmen karstik akifer özelliği göstermektedir. Bu birim, havzanın kuzeyinde önemli beslenme alanlarından birisini oluşturmaktadır (EK 3.). Bölgede incelenen Gıyankomu kaynağı da, Kemaliye Formasyonu ile Munzur Kireçtaşları dokanağından çıkmaktadır.

Temel Kaya Birimleri üzerinde yer Senozoyik kömür havzası Ahmetçik formasyonu (TPIQa) ile temsil edilmektedir. Birimin alt üyesi göl, üst üyesi ise akarsu ortamında oluşmuştur. Kışlaköy ocağında tabanda kalın bir kömür seviyesi ile başlayan alt birim kıltaşı, silt ve kilden oluşan gıyda, marn, silttaşı ve çamurtaşından oluşmaktadır.

Sondajlardan elde edilen verilere göre kömür seviyesi altında kısmen ince çakıllı, plastik karakterli kıltaşları gözlenmiş, daha alt seviyelerde ise yer yer Ahmetçik formasyonunun taban konglomeralarına rastlanmıştır. Bu özellikleri ile birimin akifer özelliği sergileyen kaba taneli taban seviyeleri akifer, bunun üstündeki seviyeleri ise akıtar olarak değerlendirilmiştir [6][7].

Ahmetçik formasyonunun üst birimi Afşin-Elbistan havzasını çevreleyen yüksek topoğrafik alanlardan taşınan, ağırlıklı olarak çakıltaşı, kumtaşı, silttaşından oluşan alüvyal yelpaze ve örgülü nehir çökellerini ihtiva etmektedir [3]. Üst birim akifer özelliğine sahiptir.

İnceleme alanındaki istifin üst bölümünü oluşturan Kuvaterner yaşlı alüvyon yelpazesi (Qaly), yamaç molozu (Qym) ve güncel alüvyon (Qal) da ağırlıklı olarak çakıltaşı, kumtaşı, silttaşından yapılmış olup, akifer özelliği sergilemektedirler.

Yukarıdaki değerlendirmeler ışığında inceleme alanındaki stratigrafik birimlerin hidrojeolojik işlevi Çizelge 4.1.'de özetlenmiştir.

Çizelge 4.1. İnceleme alandaki stratigrafik birimlerin hidrojeolojik işlevi ve hidrolik parametreleri

Birim	Hidrojeolojik Karakter	İletimlilik (m ² /gün)	Hidrolik İletkenlik (m/gün)
Kuvaterner (alüvyon, yamaç molozu, alüvyon yelpazesi)	Akifer*	9,61x10 ² – 2,87x10 ²	11,4 – 1,79
Ahmetçik Formasyonu Üst Birimi			
Ahmetçik Formasyonu Alt Birim (Gıdya Seviyesi)	Akitard	3,55x10 ⁻¹ – 55,2	4,22x10 ⁻³ – 3,45x10 ⁻¹
Ahmetçik Formasyonu Alt Birim (Kömürlü Seviye)	Akitard	1,94x10 ²	23,1
Ahmetçik Formasyonu Alt Birim (Taban Kili)	Akifüj	1x10 ⁻²	1x10 ⁻⁸
Temel Kaya Birimleri (karstik kireçtaşı vd.)	Akifer	4,23	49,2

(*) İki seviye, tek akifer olarak değerlendirilmiştir.

4.2. Jeolojik Birimlerin Hidrolik İletkenlikleri

İnceleme alanında yayılım gösteren jeolojik birimler, eski çalışmalarda belirlenen hidrolik özellikler de dikkate alınarak, su içerme ve iletme özelliklerine göre ayırt edilmiştir.

Kömür seviyesinin altında bulunan karst akiferi, yeraltısuyuna oldukça doygun olup, Gökmenoğlu ve ark. [7] tarafından 622 m/gün hidrolik iletkenlik ($K= 7 \cdot 10^{-3}$ m/sn), $1,6 \cdot 10^{-2}$ özgül depolama değerleri ile tanımlanmıştır. Besbelli [4] raporunda ise, karst akiferi için $2,23 \cdot 10^4$ m²/gün iletimlilik katsayısı değeri elde edilmiştir. KIŞ-6 nolu karstik kuyuda yapılan pompa testinde geçirimsizlik $4,23 \cdot 10^3$ m²/gün, geçirgenlik ise 49,2 m/gün ($K= 6 \cdot 10^{-4}$ m/sn) değerleri elde edilmiştir. Drenaj amaçlı gıdya içerisinde açılan kuyularda iletimlilik katsayısı $3,55 \cdot 10^{-1}$ – 55,2 m²/gün, hidrolik iletkenlik $4,22 \cdot 10^{-3}$ – $3,45 \cdot 10^{-1}$ m/gün ($K= 5 \cdot 10^{-8}$ m/sn - $K= 4 \cdot 10^{-6}$ m/sn) değerleri elde edilmiştir. Kömür seviyesinde ise iletimlilik $1,94 \cdot 10^2$ m²/gün, hidrolik iletkenlik ise 23,1 m/gün ($K= 3 \cdot 10^{-8}$ m/sn) değeri elde edilmiştir.

⁴ m/sn) değerleri elde edilmiştir. Ahmetçik Formasyonunu oluşturan st birimlerden, gölsel kireçtaşlarında ise iletimlilik $9,61 \cdot 10^2 - 2,87 \cdot 10^2$ m²/gün, hidrolik iletkenlik ise 11,4 – 1,79 m/gün ($K = 1,3 \cdot 10^{-4}$ m/sn - $K = 2 \cdot 10^{-5}$ m/sn) olarak belirlenmiştir [6][7].

4.3.Yeraltısuyu Beslenmesi ve Akım Yönleri

Sahada MTA tarafından yapılan çalışmalar incelenmiş, farklı zamanlarda yapılan statik seviye limleri karşılaştırılmıştır. Kömür seviyesinin üzerindeki serbest akifer statik su seviyelerinin, kömür seviyesinin altındaki karstik akifere göre daha düşük hidrolik yük değerlerine sahip olduğu gözlenmiştir. st akiferdeki hidrolik yük değerleri 1124–1166 m arasında değişirken, karstik akifer hidrolik yükleri 1125–1220 m arasında değişmektedir [7]. Havzanın batısında doğuya doğru gelişen akım yönleri, havza ortalarında güneydoğu ve güney ynne dönmektedir. llolar ve Kışlaköy Açık Ocaklarında sürdürülen drenaj çalışmaları nedeniyle, işletmelerin buldukları alanlarda diğer kesimlere göre daha düşük seviyeler oluşmuştur (EK 3.).

5. SU KİMYASI VE ÇEVRESEL İZOTOPLAR

5.1.Örnekleme ve Yerinde Ölçümler

Çalışma alanında hidrojeolojik sistemin karakterizasyonu, ya da diğer bir deyişle,kavramsal hidrojeolojik modelin oluşturulabilmesi için temsil edici olduğu düşünülen 37 farklı noktadan yüzey ve yeraltısuyu örnekleri alınmıştır (Çizelge 5.1.). Örneklemeler yağışlı (Eylül 2012, Kasım 2013) ve kurak (Haziran 2013) olmak üzere iki farklı dönemde gerçekleştirilmiştir. Örnekleme noktalarının alansal dağılımı EK 4.'te gösterilmiştir.

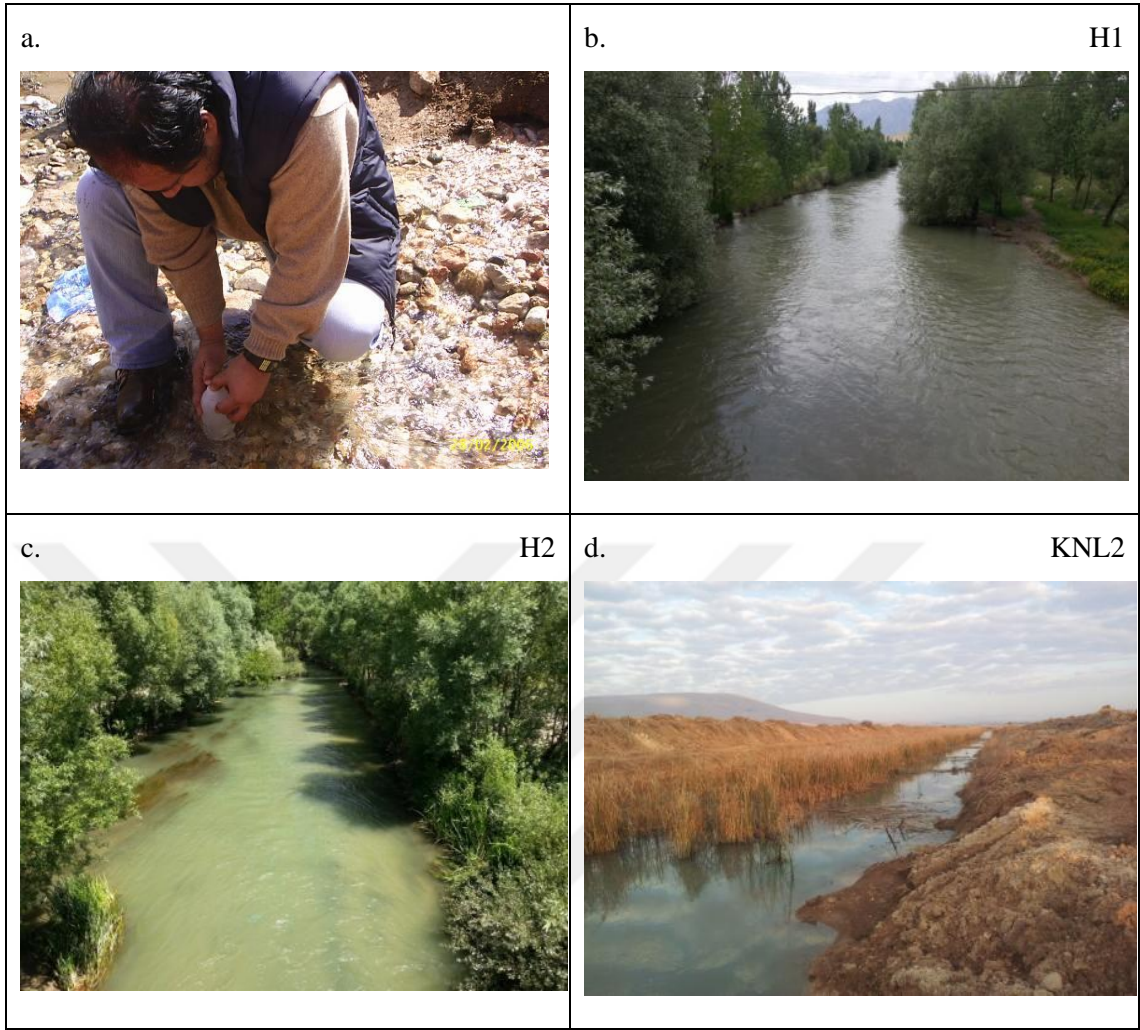
Örnek alımlarında ^3H için 500 ml hacimli, $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^2\text{H}$ için ise 100 ml hacimli sızdırmaz, opak beyaz renkli, çift kapaklı, emniyet kilitli plastik şişeler kullanılmıştır. Majör iyon analizleri için aynı nitelikte 500 ml hacimli şişeler kullanılmıştır. Örnek alınırken, şişe içerisinde hava kalmamasına, örneklemeden sonra su numunesi şişelerinin dış etkilerden korunmasına dikkat edilmiştir (Şekil 5.1.a.).

Su örnekleri üç ana grubu temsil etmektedir. Bu gruplar, akarsular (Hurman Çayı, drenaj kanalı) (Şekil 5.1.b., c. ve d.) “Yüzey suyu (YS)”, kömürlü zon altında yer alan Temel Kaya Birimlerine ait karstik akifer (Şekil 5.2.) “Alt Akifer (AA)” ve kömürlü zon üstünde yer alan Kuvaterner alüvyon, yamaç molozu ve alüvyon yelpazesi ile Ahmetçik Formasyonu Üst Birimi “Üst Akifer (ÜA)” (Şekil 5.3.) şeklinde ayırtlanmıştır. Kömür üstündeki akıtar karakterli “Gıdya (GD)” seviyesi ise, ayrıca belirtilmiştir.

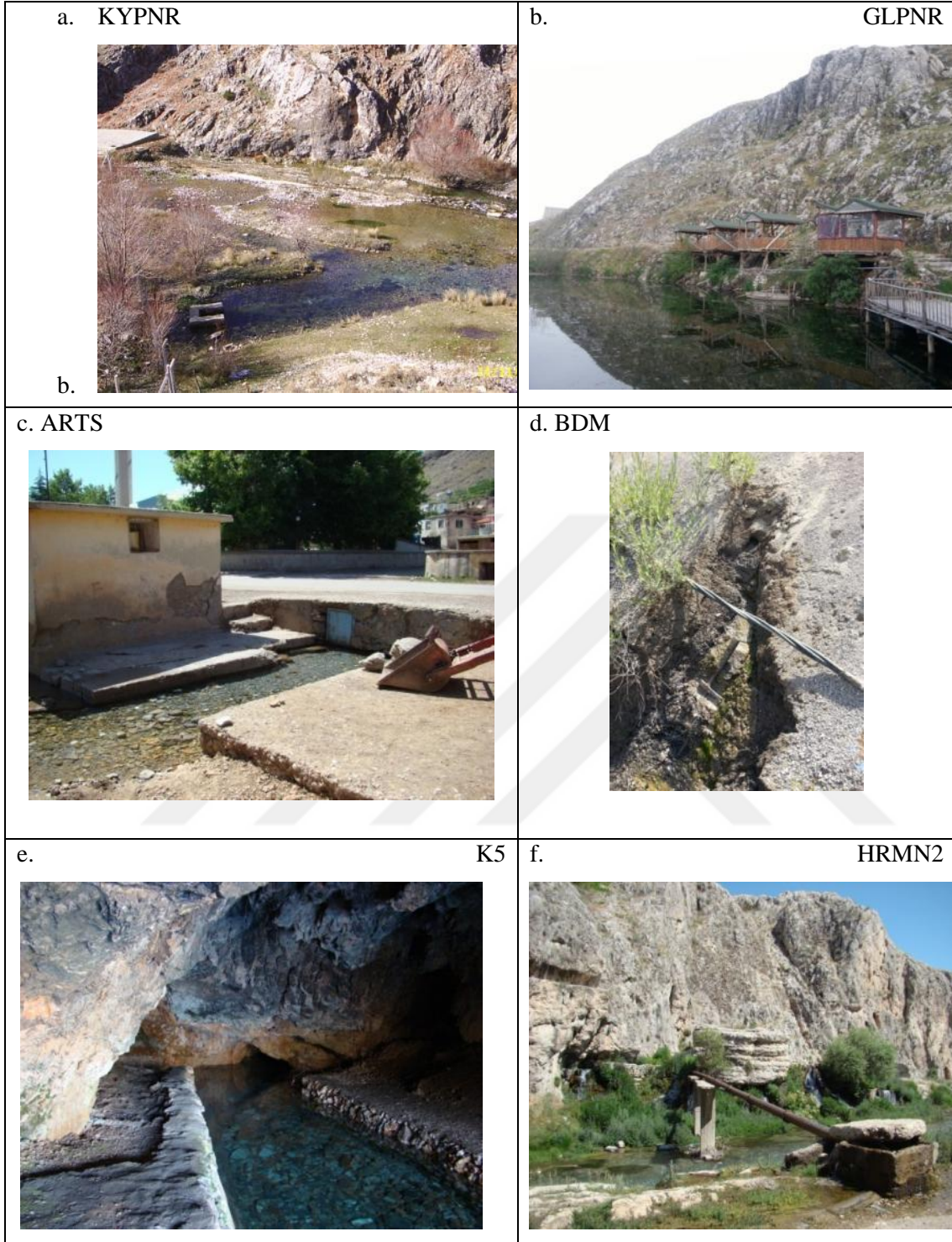
Alınan örneklerin majör iyon su kimyası analizleri Hacettepe Üniversitesi Su Kimyası Laboratuvarında, $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^2\text{H}$ izotop analizleri Nevada Üniversitesi-Reno Duraylı İzotop Laboratuvarında, trityum (^3H) analizleri ise Hacettepe Üniversitesi Çevresel Trityum Laboratuvarında yaptırılmıştır. Majör iyon analizlerinde elektro-nötralite % 5'ten iyidir. Trityum analizlerinde analitik doğruluk ± 0.2 TU (1σ) düzeyindedir. Duraylı izotop analizlerinde analitik doğruluk $\delta^{18}\text{O}$ için 0.1‰ VSMOW (1σ), $\delta^2\text{H}$ için ise 1 ‰ VSMOW (1σ) düzeyindedir.

Çizelge 5.1. Örnekleme noktalarına ait bilgiler. (Açıklama: ÜAD: Kömür üstü akiferler drenaj kuyusu, ÜAS: Kömür üstü akiferler sulama suyu kuyusu, AA: Kömür altı akifer kuyusu, AAK: Kömür altı akifer kaynağı, ADD: Kömür altı akifer drenaj kuyusu, YS: Yüzey suyu (akarsu, drenaj kanalı), GD: Gıdya)

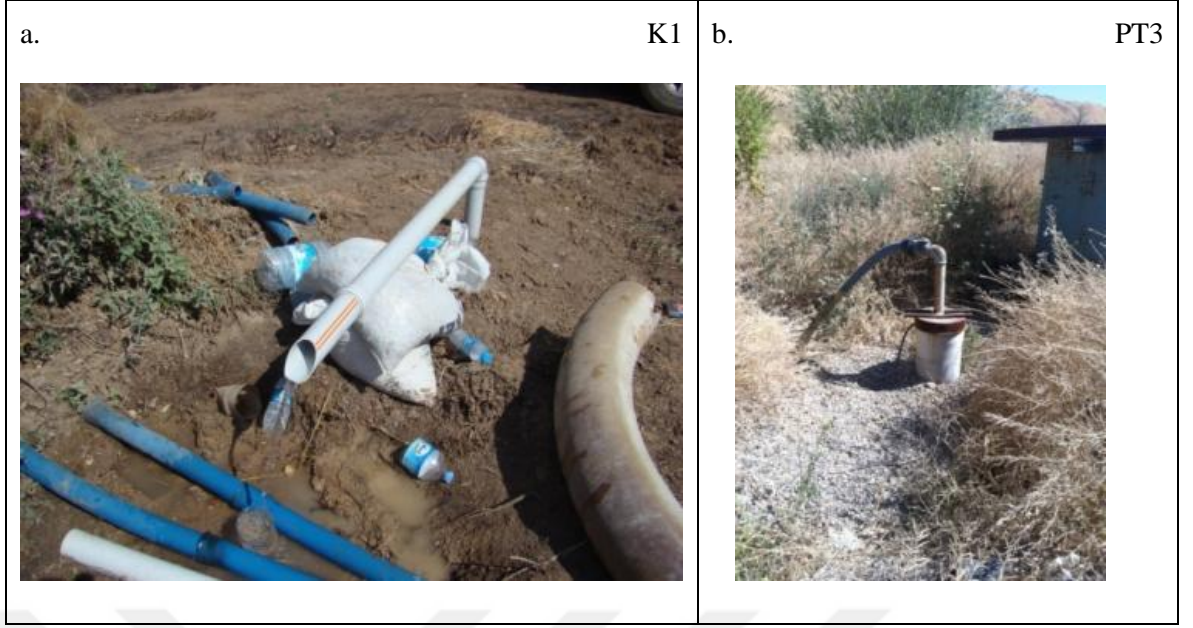
Sıra No	Örnek Kodu	Örneğin Kökeni	Konum	Su Alınan Seviye(ler)
1	A27	ÜAD	Kışlaköy Sektörü	Kömür üstü, kuyu, drenaj
2	ALMD	ÜAD	Kışlaköy Sektörü, Alemdar Köyü	Kömür üstü, kuyu, drenaj
3	ARTS	AAK	Artaş Köyü içi, Cami avlusu	Karst akiferi, kaynak
4	BDM	GD	Çöllolar İşletmesi bant dağıtım merkezi	Gıdya, kaynak
5	BSV	ÜAD	Kışlaköy Sektörü	Kömür üstü, kuyu, drenaj
6	E18	ÜAS	Kuşkayası Köyü doğusu	Kömür üstü, kuyu, sulama
7	E2	ÜAS	Balıkçıl Köyü	Kömür üstü, kuyu, sulama
8	E21	ÜAS	Karahüyük Köyü	Kömür üstü, kuyu, sulama
9	E22	ÜAS	Çoğulhan	Kömür üstü, kuyu, sulama
10	E25	ÜAS	Doğanköy Kuzeyi	Kömür üstü, kuyu, sulama
11	E28	AA	Doğanköy	Karst akiferi, kuyu, içme suyu
12	GLPNR	AAK	Elbistan Batı çıkışı	Karst akiferi, kaynak
13	H1	YS	Hurman Çayı , Kuşkayası Köyü civarı	Akarsu, memba
14	H2	YS	Hurman Çayı, Karahüyük Köyü civarı	Akarsu, mansap
15	HRMN2	AAK	Tanır Köyü	Karst akiferi, kaynak
16	HRMNK	AAK	Tanır Köyü	Karst akiferi, kaynak
17	K1	AA	Kuşkayası Köyü Kuzeyi	Karst akiferi, kuyu, rezerv sondajı
18	K2	AA	Doğanköy-Kışlaköy arası, Gıyan	Karst akiferi, kaynak, kçt-şist dokanağı
19	K3	AA	Doğanköy kuzeyi	Karst akiferi, kuyu, rezerv sondajı
20	K4	AAK	Küçükkişlaköy	Karst akiferi, kaynak
21	K5	AAK	Afşin Kuzeyi Mağaraözü Kaynağı	Karst akiferi, kaynak
22	K6	AAK	Izgın (Pınarbaşı) Köyü batısı	Karst akiferi, kaynak
23	K7	AAK	Çöllolar Sektörü Güneyi	Karst akiferi, kaynak
24	K8	AAK	Çöllolar Sektörü Güneyi	Karst akiferi, kaynak
25	KIS20	AAD	Kışlaköy Sektörü	Karst akiferi, kuyu, drenaj
26	KIS6	AAD	Kışlaköy Sektörü	Karst akiferi, kuyu, drenaj
27	KIŞ7	AAD	Kışlaköy	Karst akiferi, kuyu, drenaj
28	KNL1	YS	Kışlaköy Drenaj Kanalı	Drenaj Kanalı, memba
29	KNL2	YS	Kışlaköy Drenaj Kanalı	Drenaj Kanalı, mansap
30	KYNC	AAK	Elbistan güneydoğusu	Karst akiferi, kaynak
31	KYPNR	AAK	Kara Elbistan	Karst akiferi, kaynak
32	MKIS10	AAD	Kışlaköy Sektörü	Karst akiferi, kuyu, drenaj
33	PNRB	AAK	Elbistan, Piknik Sahası	Karst akiferi, kaynak
34	PT1	ÜAD	Çöllolar Sektörü	Kömür üstü, kuyu, drenaj
35	PT2	AAD	Çöllolar Sektörü, Sinekli Köyü	Karst akiferi, kuyu, drenaj
36	PT3	ÜAD	Çöllolar Sektörü	Kömür üstü, kuyu, drenaj
37	S249	ÜAD	Kışlaköy Sektörü	Kömür üstü, kuyu, drenaj



Şekil 5.1. a) Elbistan Kaynarca kaynağından numune alımı ve Akarsu örnekleme noktalarından bazılarının görünümü Nisan 2015, a) Hurman Çayı, kuzeye bakış, b) Hurman Çayı, güneye bakış, c) Drenaj Kanalı, güneybatıya bakış.



Şekil 5.2. Karst Akiferinden alınan numune lokasyonlarından bazıları, a) Kayapınar, güneye bakış, b) Gölpinar, doğuya bakış c) Arıtış Köyü Camii yanındaki kaynak çıkışı d) Çöllolar sektörü Bant Dağıtım Merkezindeki kaynak, batıya bakış, e) Mağaraözü çıkış noktası, mağaranın 30 m içerisi, kuzeye bakış, f) Hurman 2, kuzeye bakış



Şekil 5.3. Kömür Üst Akiferinden alınan numune lokasyonları. a) K1 artezyen kuyu, kömür rezervi amaçlı açılan sondaj kuyusu, b) PT gidya akiferinde açılan drenaj kuyusu.

5.2.Su Kimyası

5.2.1. Sahada Ölçülen Parametreler

Saha incelemeleri sırasında, yerinde fiziksel-kimyasal parametrelerin ölçümleri yapılmıştır. Yapılan dönemsel ölçümler Çizelge 5.2.'de sunulmuştur. Kurak ve yağışlı dönem olarak alınan ölçümlerde yağışlı dönemde iletkenlik ve sıcaklık değerlerinin, kurak dönemde daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bu durum su noktalarındaki güncel beslenme katkısını göstermektedir.

Çizelge 5.2. Havzada yer alan bazı kaynaklara ilişkin yerinde ölçüm ve debi değerleri

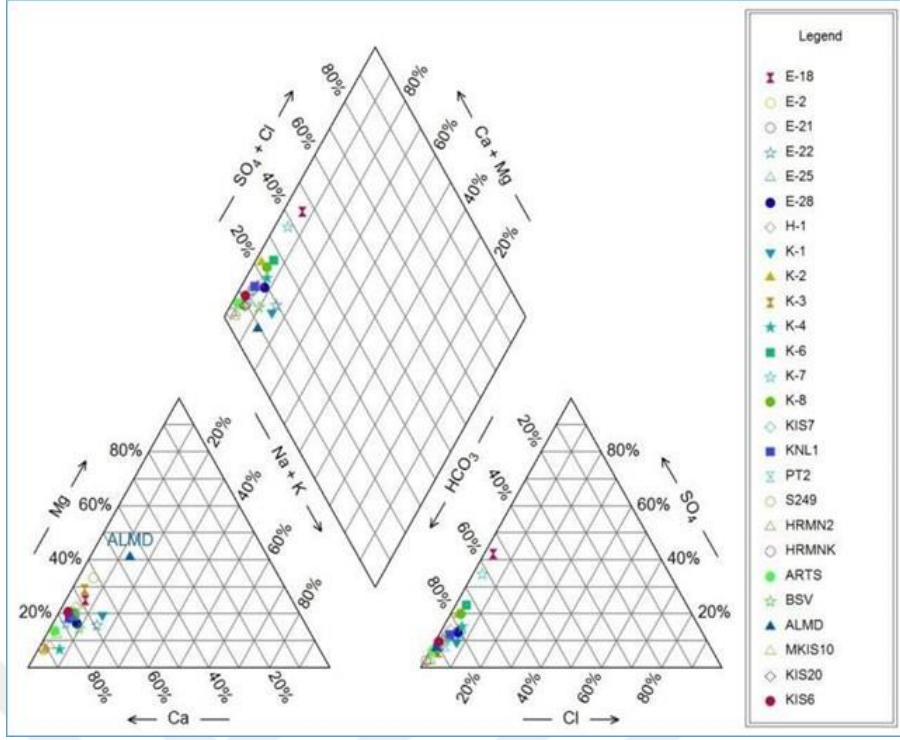
Kaynak Adı	Elektriksel İletkenlik ($\mu\text{S}/\text{cm}$)		Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)		Debi ((l/sn) Ort.
	Yağışlı	Kurak	Yağışlı	Kurak	
Üçpınar	326,5	388	10,7	12,1	66,7
Hurman 4	-	-	-		1.565,7
Çobanpınarı K.	338,6	385,2	9,3	17,2	161,9
Akçırıpınarı	285,4	441,1	10,4	15,6	707,2
Tanır K.	262	302,2	9,9	10,5	1.093,8
Mağaraözü K.	234,8	448	8,6	10,6	1.148,2
Izgın K	441,1	498,9	14,7	15,7	1.796,9
Pınarbaşı	357,3	399,8	11,9	14,7	7.628,6
Kaynarca 1	428,9	494,5	13,4	14,1	
Kaynarca 2	476,8	535	12,9	14,3	

5.2.2. Majör İyon Kimyası

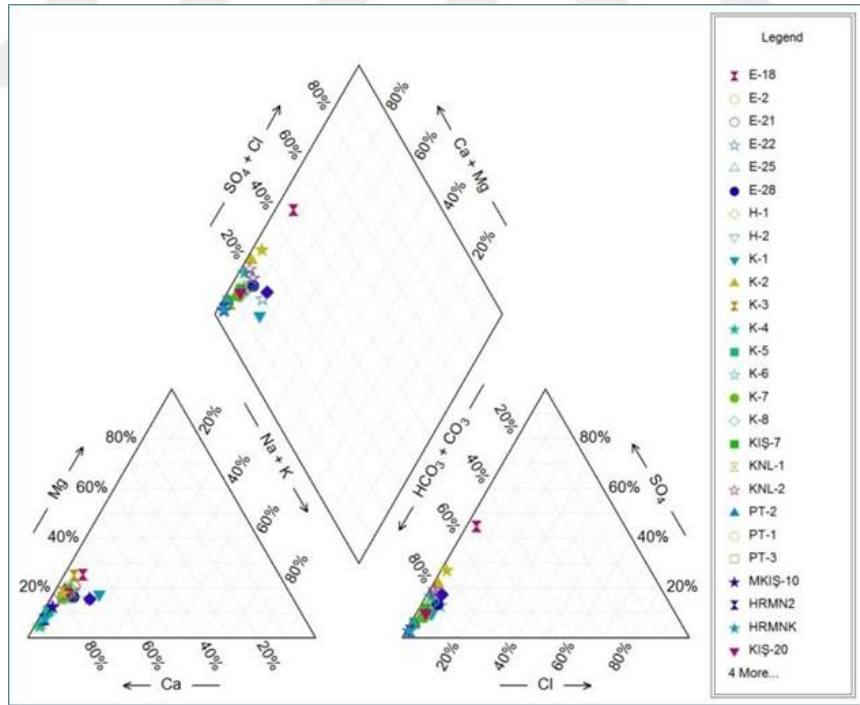
Çalışma kapsamında incelenen suların majör iyon derişimlerinin hem kurak, hem de yağışlı dönemlerde oldukça benzer oldukları gözlenmektedir. Bazı su noktalarından (örğ. PT-1, PT-3, A-27, HRMKN, PNRB, HRMN2, S249, BSV, GLPNR, KYPNR, PNR) hem yağışlı, hem de kurak dönemde örnek alınamadığından, bu noktalar için benzer bir değerlendirme yapmak mümkün değildir.

Şekil 5.4 ve 5.5’da gösterilen Piper [12] diyagramlarından da izlendiği gibi her iki dönemde de tüm sular Ca-HCO₃ fasiyesindedir. Az sayıdaki su örneğinde (örğ. ALMD, E-18) sülfat (SO₄²⁻) derişiminde diğer örneklere oranla kısmi bir artış izlenmektedir. Bu örnekler kömür üstü akiferlerine ait drenaj ve sulama sularını temsil etmekte olup, bağıl yüksek sülfat derişiminin jips çözünmesi ile ilgili olabileceği düşünülmektedir. Bölgedeki yeraltısuyu örneklerinin hiç birisinde hidrojen sülfür (H₂S) kokusu ile karşılaşılmadığından, sülfat derişiminin bu gazın oksitlenmesi ile ilgili olması olası görülmemektedir. Öte yandan, doğrudan karst akiferi içerisinde açılmış kuyularda düşük sülfat derişimleri ile karşılaşılırken (örğ. MKIŞ10), kömürlü seviyelerin de kesildiği karst akiferini drene eden kuyularda (örğ. K-1, K-3) sülfat derişiminin daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum, yukarıdaki değerlendirmelerle uyumlu olarak artan sülfat derişimlerinin kömürlü seviyeler ile ilişkili olduğuna işaret etmektedir.

Kurak ve yağışlı dönem örneklerine ait Schoeller grafikleri a) yüzey suyu, b) Kömür üstü akiferler ve c) Temel kaya birimleri akiferi grupları için sırasıyla Şekil 5.6., 5.7., 5.8. ve Şekil 5.9., 5.10., 5.11.’de gösterilmiştir. Daha önce de belirtildiği gibi, Schoeller [13] grafiklerinden tüm suların Ca-HCO₃ fasiyesinde oldukları, tüm örneklerde katyon derişimlerinin Ca>Mg>Na+K sırasını, anyon derişimlerinin ise CO₃+HCO₃>SO₄>Cl sırasını izledikleri görülmektedir. Az sayıdaki örnekte ise sodyum (Na) ve sülfat derişimlerinin genel eğilimden yüksek değerler aldıkları izlenmiştir.

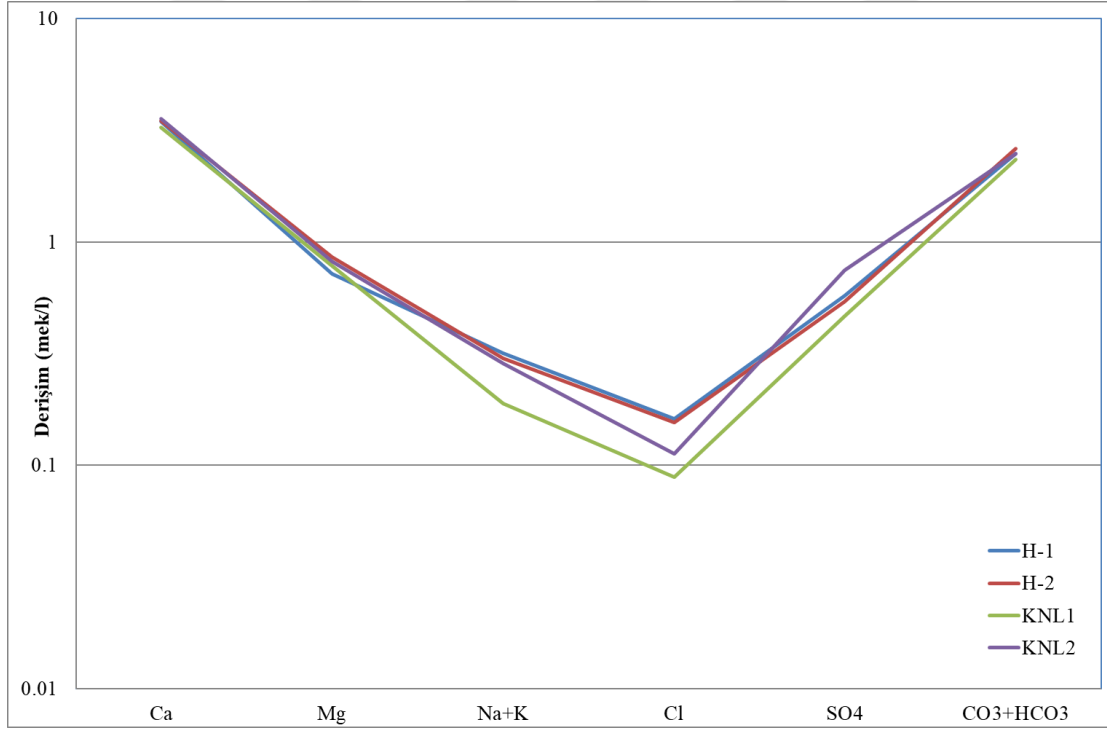


Şekil 5.4. İnceleme alanı yağışlı dönem su örneklerine ait Piper Diyagramı (Örnek kodları Çizelge 5.1.'de açıklanmıştır).



Şekil 5.5. İnceleme alanı kurak dönem su örneklerine ait Piper Diyagramı (Örnek kodları Çizelge 5.1.'de açıklanmıştır).

Hurman Çayı'nın Çöllolar ve Kışlaköy sektörleri güneyinde yer alan kesimine ait memba (H-1) ve mansap (H-2) örnekleri ile Kışlaköy sektörü güneyinde yer alan drenaj kanalına ait memba (KNL-1) ve mansap (KNL-2) örneklerinin yağışlı ve kurak dönem Schoeller grafikleri [12] Şekil 5.6. ve Şekil 5.7.'da gösterilmiştir. Her iki grafiğin oldukça benzer oldukları, kalsiyum derişimlerinin 3.4 mek/l, toplam karbonat ve bikarbonat derişimlerinin ise 2-3 mek/l aralığında oldukları izlenmektedir. Kışlaköy drenaj kanalı (KNL-1 ve KNL-2) çoğunlukla karst akiferini drene eden kuyuların suları ile beslenmektedir. Ancak, işletme ortalarına doğru, gıdya ve üst akifer drenaj kuyularının suları kanala ilave olmaktadır. Bu nedenle, KNL-2 örneği KNL-1 örneğine göre daha yüksek iyon derişimlerine sahiptir. Bu örneklerde klorür (Cl⁻) derişimleri 0,1 mek/l'nin üzerindedir.

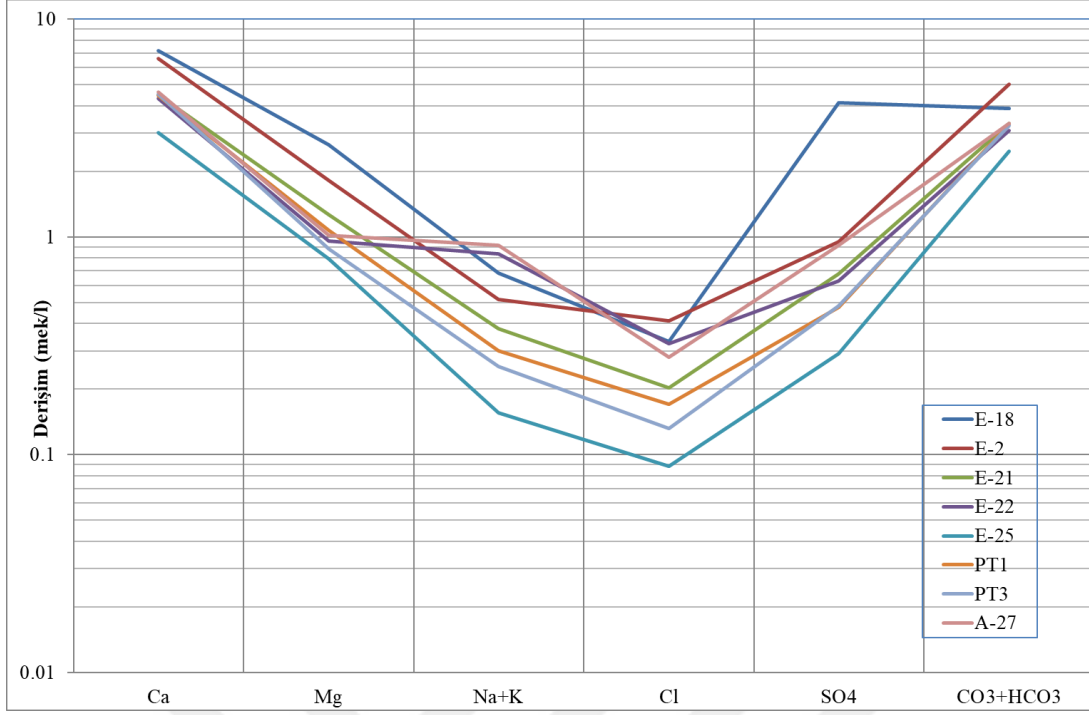


Şekil 5.6. İnceleme alanında yer alan akarsu örneklerine ait yağışlı dönem Schoeller grafiği (Örnek kodları Çizelge 5.1.'te açıklanmıştır).

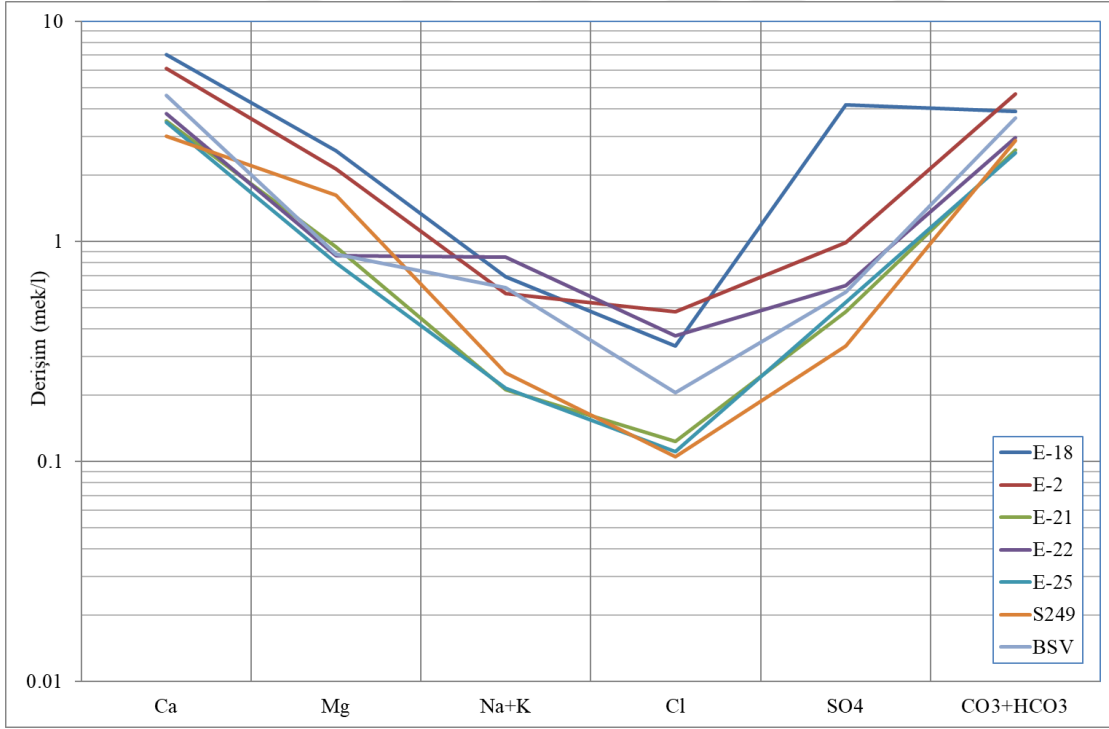


Şekil 5.7. İnceleme alanında yer alan akarsu örneklerine ait kurak dönem Schoeller grafiği (Örnek kodları Çizelge 5.1.'te açıklanmıştır)

Öte yandan, kömür üstü akifer seviyelerindeki yeraltısularını temsil eden örneklerde de (örğ. E-18, E-2, E-21, E-22, E-25, PT-1, PT-3, A-27, S246 ve BSV) yağışlı (Şekil 5.8.) ve kurak dönem (Şekil 5.9.) eğilimleri benzerlik göstermektedir. Bununla birlikte, kömür üstü akifer seviyelerine ait örneklerin bir bölümünde –yüzey suyu örneklerinde olduğu gibi- kalsiyum derişimleri 3.4 mek/l, toplam karbonat ve bikarbonat derişimleri ise 2-3 mek/l aralığında iken, diğeri bir bölüm örnekte bu değerler sırasıyla 6-7 mek/l ve 3.5 mek/l aralığına yükselmektedir. Bu durumun, kömür üstü akiferlere ait yeraltısularının geçiş sürelerindeki farklılıktan kaynaklandığı düşünölmektedir. Diğeri bir deyişle, kısa geçiş süreli ve bağıl sığ yeraltısularındaki derişimler aynı zamanda bu tür yeraltısuyunca beslenmekte olan yüzey sularına benzer derişimlere sahip iken, daha uzun geçiş süreli ve bağıl derin yeraltısuyu örnekleri daha yüksek derişimlere sahip görünmektedirler. Kömür üstü akiferlerine ait su örneklerinde de klorür derişimleri 0,1 mek/l'nin üzerindedir.

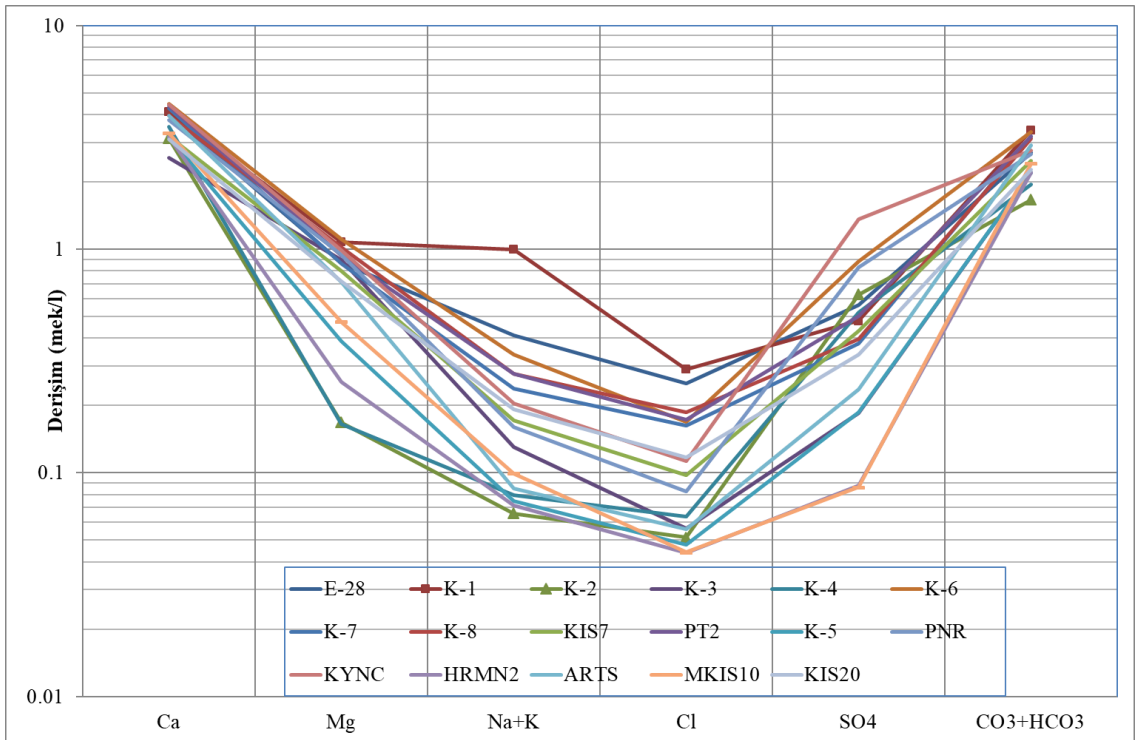


Şekil 5.8. İnceleme alanında yer alan kömür üstü akiferleri kuyu örneklerine ait yağışlı dönem Schoeller grafiği (Örnek kodları Çizelge 5.1.'te açıklanmıştır).



Şekil 5-9. İnceleme alanında yer alan kömür üstü akiferleri kuyu örneklerine ait kurak dönem Schoeller Diyagramı (Örnek kodları Çizelge 5.1.'te açıklanmıştır).

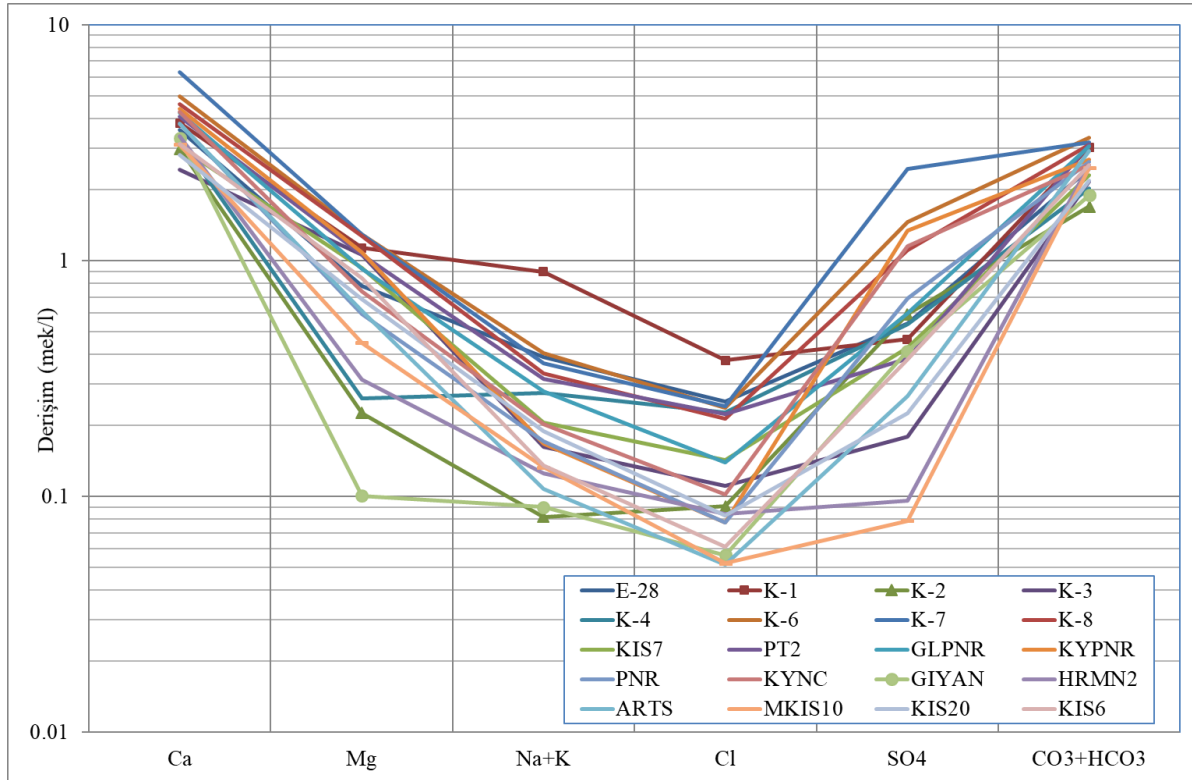
Kömür içeren Ahmetçik Formasyonu altında yer alan Temel Kaya Birimlerine ait akifer esas olarak karbonatlı birimler içinde gelişmiş bir karst akiferidir. Bu akifere ait kaynaklar ile drenaj kuyularından alınan yağışlı ve kurak dönem örneklerinin (örğ. E-28, K-1, K-2, K-3, K-4, K-6, K-7, K-8, KIS7, PT2, KYNC) Schoeller grafikleri sırasıyla Şekil 5.10. ve Şekil 5.11.'de gösterilmiştir. Ayrıca, yalnızca yağışlı dönemde örneklenen HRMKN, PNRB ve HRMN2 örnekleri ile yalnızca kurak dönemde örneklenen GLPNR, KYPNR ve PNR örnekleri de ilgili şekillerde gösterilmiştir. Her iki dönemde de örneklerin değişim eğilimleri benzerlik göstermekte olup, hakim fasiyes Ca-HCO_3 'tür.



Şekil 5.10. İnceleme alanındaki karstik akifer kuyu ve kaynaklarına ait örneklerin yağışlı dönem Schoeller grafiği (Örnek kodları Çizelge 5.1.'te açıklanmıştır).

Karst akiferine ait örneklerin bir bölümü kömür üstü akifer seviyeleri ve yüzey suyu örneklerinden farklı olarak 3 mek/l'den düşük kalsiyum ve 2 mek/l'den düşük, toplam karbonat ve bikarbonat derişimlerine sahiptirler. Karst akiferine ait örneklerin toplam karbonat ve bikarbonat derişimleri her iki dönemde de 1,5-3 mek/l aralığında iken,

kalsiyum derişimleri yağışlı dönemde 2,5-4,5 mek/l aralığında, kurak dönemde ise 2,5-7 mek/l aralığında bulunmaktadır. Diğer bir deyişle, karst akiferine ait bazı örneklerdeki (örğ. K-2, K-8 ve MKIS10) kalsiyum derişimi kurak dönemde artış göstermektedir. Bu durum, olasılıkla söz konusu örneklerde uzun geçiş süreli yeraltısuyu akım bileşeninin bağıl katkı oranındaki artıştan kaynaklanmaktadır. Yüzey suyu ve kömür üstü akiferlerine ait su örneklerinden farklı olarak, bir kısım karst akiferi boşalımlarında klorür derişimlerinin 0,1 mek/l'nin altında bulunması dikkat çekicidir.



Şekil 5.11. İnceleme alanındaki karstik akifer kuyu ve kaynaklarına ait örneklerin kurak dönem Schoeller Diyagramı (Örnek kodları Çizelge 5.1.'te açıklanmıştır).

Sonuç olarak, yağışlı ve kurak döneme ait su örneklerinin majör iyon derişimleri,

a) inceleme alanındaki tüm suların Ca-HCO₃ fasiyesinde olduğunu,

b) yüzey sularının kalsiyum derişimlerinin 3-4 mek/l, toplam karbonat ve bikarbonat derişimlerinin ise 2-3 mek/l aralığında oldukları,

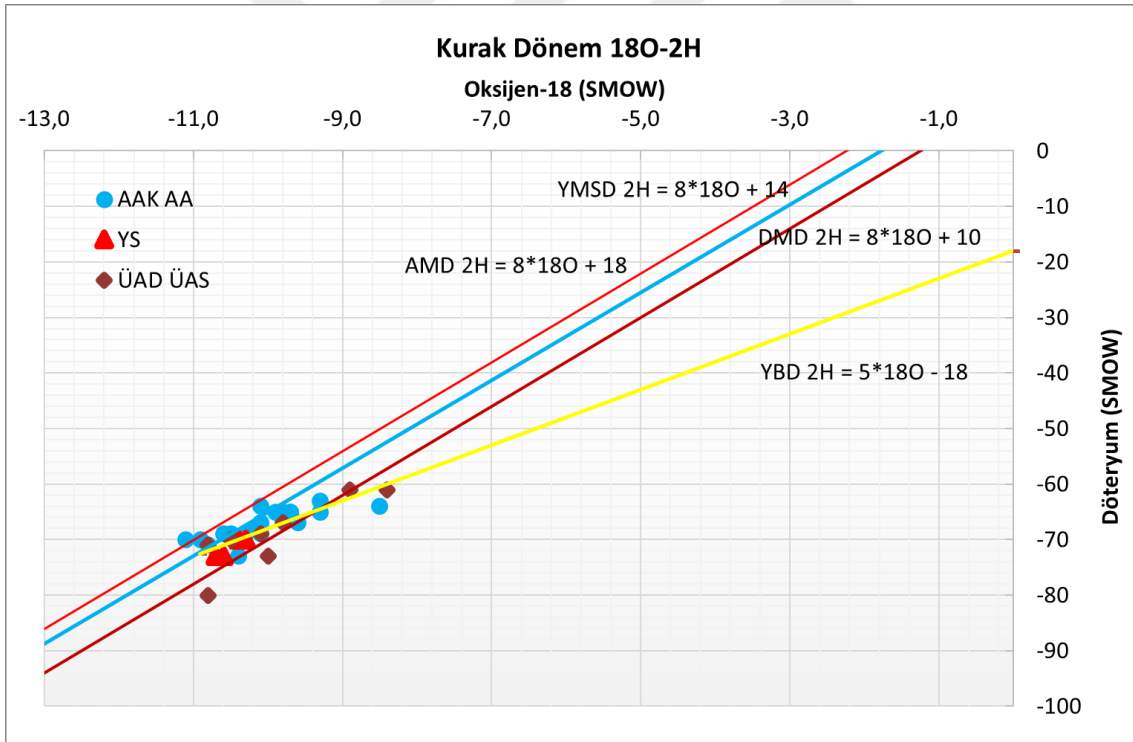
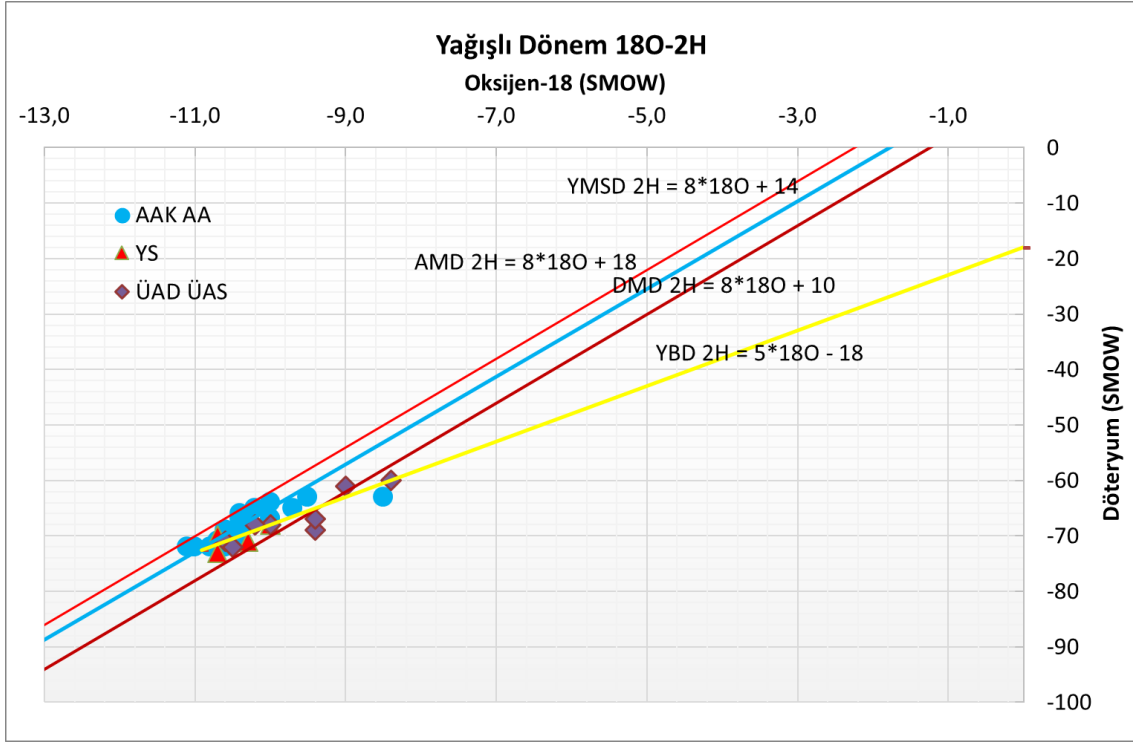
- c) kömür üstü akifer seviyelerine ait örneklerin bir bölümünde –yüzey suyu örneklerinde olduğu gibi- kalsiyum derişimleri 3-4 mek/l, toplam karbonat ve bikarbonat derişimleri ise 2-3 mek/l aralığında iken, diğer bir bölüm örnekte bu değerler sırasıyla 6-7 mek/l ve 3-5 mek/l aralığına yükseldiği,
- d) Karst akiferine ait örneklerin toplam karbonat ve bikarbonat derişimleri her iki dönemde de 1,5-3 mek/l aralığında iken, kalsiyum derişimlerinin yağışlı dönemde 2,5-4,5 mek/l aralığında, kurak dönemde ise 2,5-7 mek/l aralığında bulunduğu,
- e) Yüzeysuyu ve kömür üstü akiferlerine ait su örneklerinde klorür derişiminin 0,1 mek/l'nin üzerinde olduğu,
- f) Karst akiferini drene eden bazı kuyularda ise klorür derişiminin 0,1 mek/l'nin altına indiği anlaşılmaktadır.

5.3.Su İzotopları

Çalışma kapsamında 26 noktadan yağışlı ve kurak dönemde olmak üzere 37 noktadan çevresel izotop (^2H , ^{18}O ve ^3H) analizi amaçlı su örneği alınmıştır. Örnekler yüzey sularını, çalışma alanındaki içme ve sulama suyu temin kuyularını, kömür üstü akiferleri ile alt akifer drenaj kuyularını temsil etmektedir. Analiz sonuçları Çizelge 5.3.'te gösterilmiştir. Çizelgenin “Suyun Kökeni” sütunu su örneğinin kaynağını (örđ. yüzey suyu, üst akifer drenaj kuyusu vb.) göstermektedir. Çizelgede ayrıca, örnekleme anında ölçülmüş özgül iletkenlik (Öİ) değerleri de gösterilmiştir. Bu çizelgede ek olarak yağışlı (30 adet) ve kurak (33 adet) dönemlere ait trityum (^3H) analiz sonuçlarına da yer verilmiştir.

5.3.1. Duraylı İzotop ($\delta^2\text{H}$ ve $\delta^{18}\text{O}$) Verileri

Çizelge 5.3.'te sunulan yağışlı ve kurak dönem duraylı izotop verileri incelendiğinde her iki döneme ait izotop içerikleri arasındaki farkın ($\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^2\text{H}$) oldukça düşük olduğu anlaşılmaktadır. Her iki dönemde de örneklenen 26 su noktası için ortalama $\delta^{18}\text{O}$ değeri -0,1 (per mil V-SMOW), $\delta^2\text{H}$ değeri ise -0,2 (per mil V-SMOW) düzeyindedir. Bu durum, söz konusu su noktalarının beslenme koşullarında örnekleme dönemleri arasında önemli bir farklılık olmadığını göstermektedir. Bu durum, her iki döneme ait izotop içeriklerini yansıtan Şekil 5.12.'te de izlenmektedir.



Şekil 5.12. Su örneklerinin $\delta^{18}\text{O} - \delta^2\text{H}$ grafiği (Üst: yağışlı dönem, Alt: kurak dönem).

Çizelge 5.3. İnceleme sahasından alınan su örneklerinin çevresel izotop içerikleri.

Örnek Kodu	Suyun Kökeni	Yağışlı Dönem				Kurak Dönem			
		(Haziran 2013)				(Kasım 2012, Eylül 2013)			
		ÖEİ	δH^2	δO^{18}	3H	ÖEİ	δH^2	δO^{18}	3H
K-4	AAK	327	-63	-9,5	5,76	322	-63	-9,3	5,51
ARTS	AAK	402	-72	-10,6	5,17	393	-69	-10,5	6,28
BDM	GD					466			4,51
GLPNR	AAK					504	-65	-9,8	4,51
K-1	AA	536	-63	-8,5	1,62	516	-64	-8,5	-0,29
K-2	AA	314	-67	-10	6,39	291	-66	-9,7	5,86
K-3	AA	310	-71	-10,7	-0,37	303	-73	-10,4	-0,84
K-5	AAK	310	-69	-10,6	4,78				
K-6	AAK	512	-68	-10,3	4,27	518	-68	-10,2	4,08
K-7	AAK	465	-67	-10,4	3,55	653	-65	-9,3	2,52
K-8	AAK	452	-65	-9,7	4,41	494	-65	-9,7	2,51
KIŞ-20	AAD	344	-70	-10,4	3,21	328	-69	-10,1	4,4
KIŞ6	AAD					345	-69	-10,3	4,34
KIŞ-7	AAD	369	-69	-10,4	3,46	360	-69	-10,6	2,84
KYNC	AAK	494	-65	-10,2	4,12	466	-64	-10,1	5,59
KYPNR	AAK					487	-65	-9,7	5,82
MKIŞ-10	AAD	325	-72	-10,8	5,9	323	-70	-10,9	5,38
PNRB	AAK	430	-64	-10	4,89	415	-65	-9,9	6,1
PT-2	AAD	460	-66	-10,4	4,49	463	-67	-10,1	3,64
E-28	AA	466	-67	-10	2,6	444	-67	-9,6	2,46
HRMN2	AAK	296	-72	-11,1	5,65	315	-71	-10,8	6,15
HRMNK	AAK	296	-72	-11	3,85	320	-70	-11,1	6,54
KNL-1	YS	361	-70	-10,7	2,73	362	-70	-10,4	3,5
KNL-2	YS	409	-68	-10	4,05	379	-70	-10,3	3,28
H-1	YS	399	-71	-10,3	4,75	437	-73	-10,6	3,85
H-2	YS	409	-73	-10,7	5,37	425	-73	-10,7	4,36
A-27	ÜAD	594	-69	-9,4	1,51				
ALMD	ÜAD					422	-80	-10,8	0,76
PT-3	ÜAD	488	-68	-10	4,07				
S249	ÜAD					402	-69	-10,1	0,74
BSV	ÜAD					546	-73	-10	1,28
E-18	ÜAS	880	-61	-9	5,63	843	-61	-8,9	5,48
E-2	ÜAS	843	-67	-9,4	4,13	743	-67	-9,8	2,74
E-21	ÜAS	537	-71	-10,6	4,3	389	-70	-10,5	2,79
E-22	ÜAS	540	-60	-8,4	3,52	515	-61	-8,4	2,61
E-25	ÜAS	356	-72	-10,5	1,7	382	-71	-10,8	2,9
PT-1	ÜAD	526	-68	-10,2	3,3				

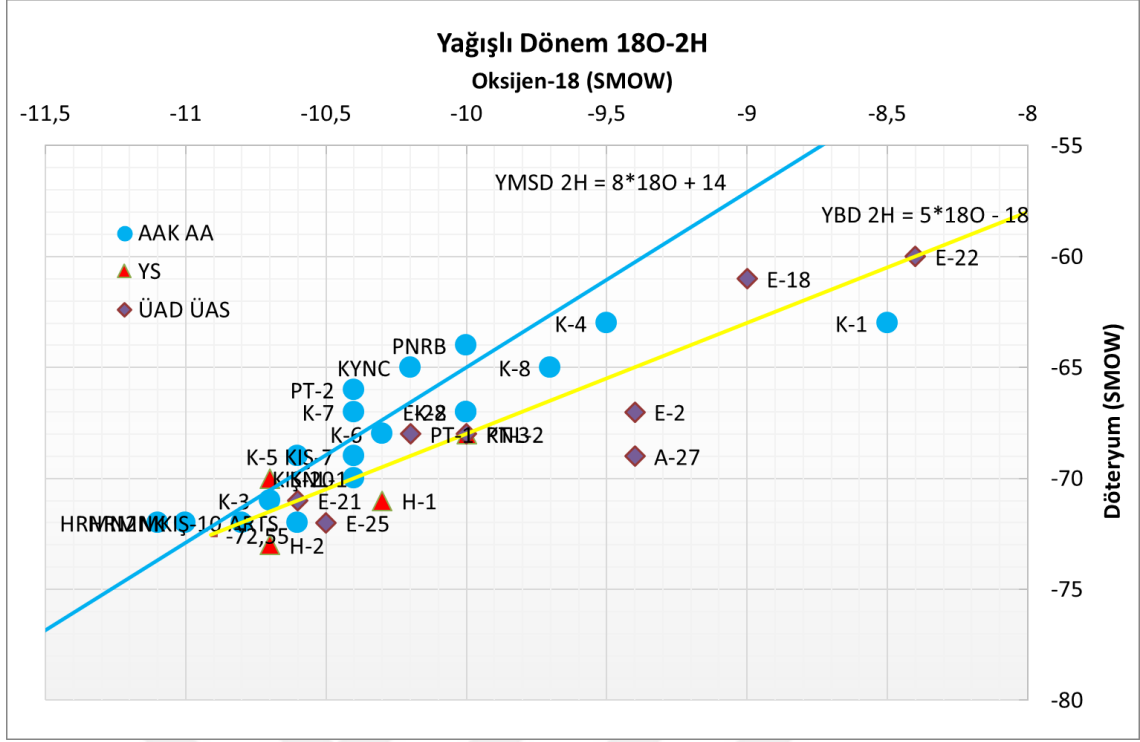
Açıklama: ÜAD: Kömür üstü akiferler drenaj kuyusu, ÜAS: Kömür üstü akiferler sulama suyu kuyusu, AA: Kömür altı akifer kuyusu, AAK: Kömür altı akifer kaynağı, ADD: Kömür altı akifer drenaj kuyusu, YS: Yüzey suyu (akarsu, drenaj kanalı), GD: Gidya, Delta:

Yağışlı Dönem – Kurak Dönem. Birimler; Öİ: mikroS/cm, ^{18}O ve 2H = per mil V-SMOW, 3H . Tritium Unit, TU. Negatif 3H değerleri teknik bir gösterim olup, uygulamada 0 olarak kabul edilmelidir. Delta Öİ(1): 100 mikroS/cm ve üzeri farklar dikkate alınmadığında gözlenen ortalama fark.

Her iki dönemde de örneklerin, “ $\delta^2\text{H}=8*\delta^{18}\text{O}+18$ ” eşitliğine sahip Akdeniz Meteorik Doğrusu (AMD) ile “ $\delta^2\text{H}=8*\delta^{18}\text{O}+10$ ” eşitliğine sahip Dünya Meteorik Doğrusu (DMD) arasında kaldığı görülmektedir. Örneklerden önemli bir bölümünün “ $\delta^2\text{H}=8*\delta^{18}\text{O}+14$ ” eşitliğine uyan yerel meteorik su doğrusu (YMSD) üzerinde yer aldığı gözlenmiştir. Az sayıdaki örnek ise YMSD’den zenginleşme yönünde sapan yerel buharlaşma doğrusu (YBD) üzerinde bulunmaktadır. YMSD’na ait döteryum fazlası (=+14) değeri, yerel yağışların oluşumunda Balkanlar ile Doğu Akdeniz kökenli yağışlardan her ikisinin de etkili olduğuna işaret etmektedir. Gözle yapılan değerlendirmeye göre YBD (Yerel Buharlaşma Doğrusu) eşitliği “ $\delta^2\text{H}=5*\delta^{18}\text{O}-18$ ” şeklindedir. YBD eğiminin 5 dolayında bulunması yarı-kurak nem koşullarında orta şiddette bir buharlaşmaya işaret etmektedir.

Şekil 5.13.’de yağışlı dönem örneklerinin $\delta^{18}\text{O}-\delta^2\text{H}$ ilişkisi yakın planda gösterilmiş, örnek noktaları üzerine Çizelge 5.3.’te gösterilen “Suyun Kökeni” bilgisi renklendirilerek verilmiştir. Bu yolla örneklerin duraylı izotop içerikleri ile kökenleri ve ait oldukları örnek kodlarının daha kolay algılanması hedeflenmiştir.

Şekil 5.13.’de ilk göze çarpan bir kısım su örneklerin YMSD’den YBD yönünde sapmalarıdır. Bu örneklerin çoğunluğu ÜAS (kömür üstü akiferler sulama) kuyusu olup, olasılıkla sığ su tablasından buharlaşan ve/veya sulama sırasında buharlaşmaya uğrayarak sığ su tablasına süzülen suları temsil etmektedirler. Bu gruptaki örneklerden birisi de ÜAD (kömür üstü akiferler drenaj) kuyusu olup, olasılıkla ÜAS kuyuları için söz konusu durum, bu örnek için de geçerlidir. Yine, bu grup içinde K-1 örneği, alt akifer ya da karst akiferine ulaşan, rezerv tespit amaçlı açılan sondaj kuyusudur. Karst akiferine ulaşmasına karşın bu kuyudan alınan suyun belirgin buharlaşma izi taşınması kuyunun taban bölümünün zamanla tıkanıdığı ve kuyuya yalnızca kömür üstü akiferlerden su ulaştığına işaret etmektedir.

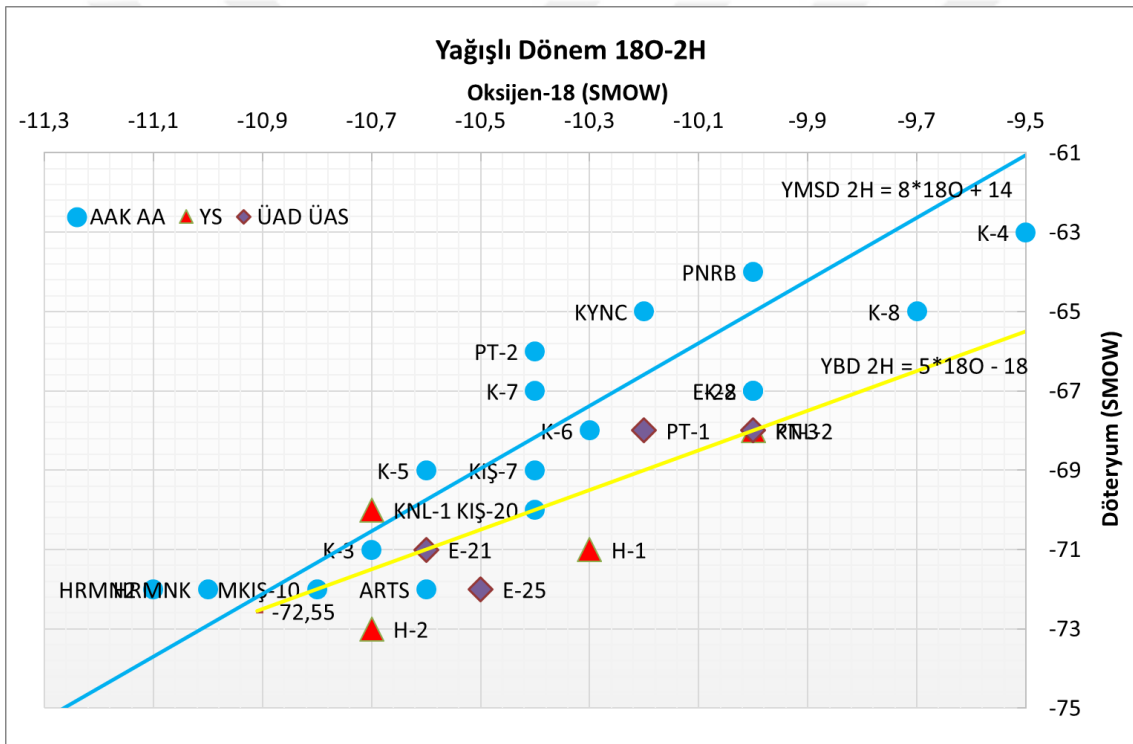


Şekil 5.13. Su örnekleri yağışlı dönem $\delta^{18}\text{O} - \delta^2\text{H}$ grafiğinin ayrıntılı görünümü

Şekil 5.14.'de $\delta^{18}\text{O} - \delta^2\text{H}$ ilişkisi izotopik açıdan fakirleşmiş örnekleri kapsayan alan için daha ayrıntılı biçimde gösterilmektedir. Grafikten bu gruptaki örneklerin ağırlıklı olarak AA kökenli olduğu izlenmektedir. Bu görünüm beklenen bir durum olup, temel kaya birimlerinin besleniminin yüksek dağlık kesimlerden kaynaklandığını tartışmasız biçimde kanıtlamaktadır. Beslenme yükseltisindeki artış duraylı izotop içeriğinin negatifleşmesine neden olduğundan, daha negatif izotop içerikleri daha üst kotlarda gerçekleşen beslenimin göstergesidir. Bu yaklaşımdan hareketle, HRMNK ve HRMN2 kodlu Hurman kaynak grubuna ait örneklerin, en düşük izotop içerikleri ile diğer örneklere oranla en yüksek ortalama beslenme alanı kotuna sahip oldukları anlaşılmaktadır. Drenaj kanalı memba kesimi “KNL-1” ve Hurman Çayı mansap “H-2” örneklerinin bağıl negatif izotop içerikleri bu sulara AA kökenli su katkısı olduğuna işaret etmektedir. Hurman Çayı boyunca membadan “H-1” mansaba “H-2” izotopik içerikte gözlenen zayıflama havza çıkışına doğru yüksek beslenme alanlarından kaynaklanan yeraltısuyunun akarsuya daha fazla katkıda bulunduğuna işaret etmektedir. Öte yandan, yüksek kotlardan kaynaklanan yeraltısuyu beslenimlerinin havza çıkışında bir birine

yakınsayarak akarsu akımına katılması beklenen bir durum olduğundan Hurman Çayı'nda gözlenen verilerden H-2 örneği dolayının bir tür “havza çıkışı” olduğuna işaret etmektedir.

Şekil 5.14'de yer alan bazı örnekler yerel hidrojeolojik sistem hakkında ilginç bilgiler sunmaktadır. Örneğin, kömür üstü akiferlerden sulama suyu temin edilen E-21 örneği yerel olarak beslendiği düşünülen bir akifer seviyesi için oldukça düşük bir duraylı izotop içeriğine sahiptir. E-25 örneği için de benzer bir durum söz konusudur. Bu kuyuların bir şekilde alt akifer kökenli yeraltısuyu ile beslendiği anlaşılmaktadır.



Şekil 5.14. Su örnekleri yağışlı dönem $\delta^{18}\text{O} - \delta^2\text{H}$ grafiğinden iç ayrıntı görünümü

Bilindiği gibi, yeraltısuyunun duraylı izotop (örğ. $\delta^{18}\text{O}$) içeriği artan beslenme yükseltisi ya da buna bağlı olarak azalan beslenme sıcaklığı ile azalmakta ve negatifleşmektedir. Öte yandan, tipik bir havzada beslenme yükseltisi arttıkça beslenme ve boşalım -ya da örnekleme- noktası arasındaki uzaklık artmakta, bu durum da, yeraltısuyunun anılan iki

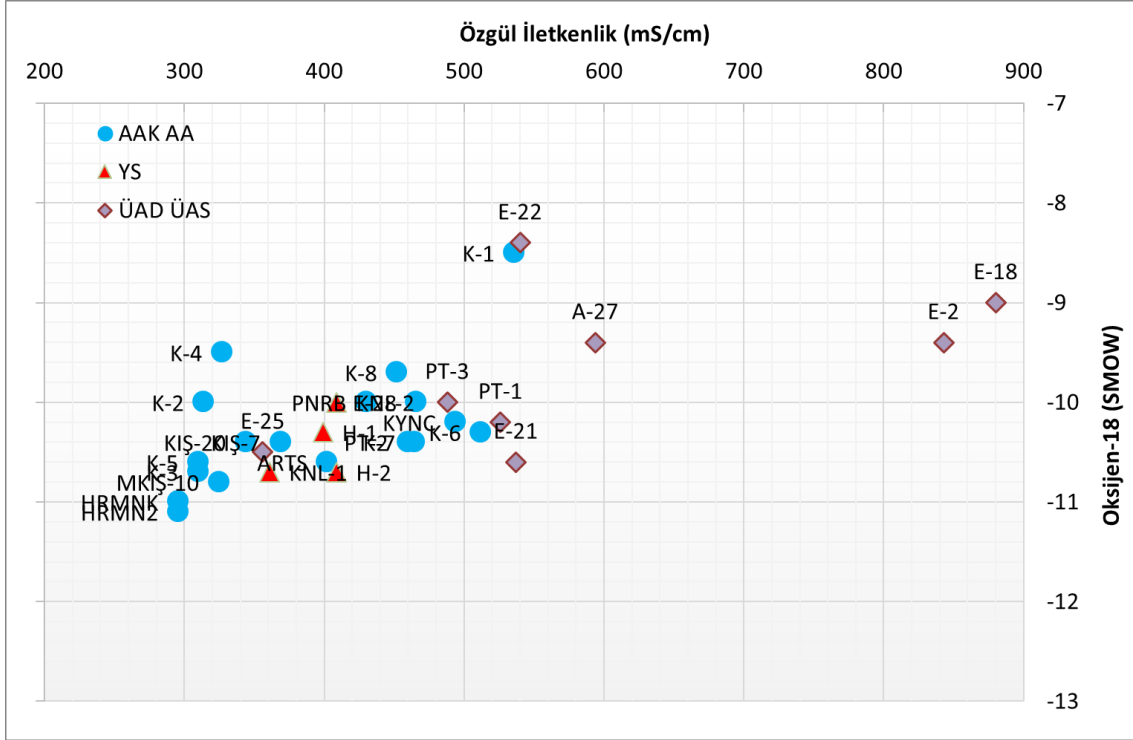
nokta arasında daha uzun zaman geçirmesine; yani yeraltısuyu geçiş süresinin artmasına neden olmaktadır. Benzer biçimde, yeraltısuyunun özgül iletkenlik (Öİ, 25°C'deki elektriksel iletkenlik) değeri içerdiği çözünmüş madde miktarı ile orantılı olup, çözünmüş madde miktarı da artan geçiş süresi ile yükselmektedir. İnceleme alanı gibi dağlarla çevrili “havza dolgusu” (basin fill) akiferlerin yüzeye yakın kesimlerinde ova yakınlarından beslenmiş, sığ dolaşım ve kısa geçiş süreli yeraltısuları,, akiferlerin derin kesimlerinde ise, yüksek dağlık kesimlerden beslenmiş, derin dolaşım, uzun geçiş süreli yeraltısuları ile karşılaşılması, kuramsal açıdan karşılaşılması beklenen genel bir durumdur. Yukarıdaki genellemeler çerçevesinde inceleme alanındaki sığ yeraltısuyunun ^{18}O 'ce daha zengin ve düşük Öİ içerikli, derin yeraltısuyunun ^{18}O 'ce daha fakir ve yüksek Öİ içerikli olması ilk bakışta beklenen bir durumdur.

Şekil 5.15.'de gösterilen su örneklerine ait $\delta^{18}\text{O}$ – Öİ grafiğinin ise yukarıda anılan genellemenin tersi yönde bir ilişki sunduğu izlenmektedir.

Şekilden bir kısmı buharlaşma ile zenginleşmiş $-\delta^{18}\text{O}$ - $\delta^2\text{H}$ grafiğinde YBD üzerinde bulunan- bazı ÜAS ve ÜAD örneklerinin ^{18}O 'ce daha zengin (düşük beslenme alanı kotu) ve yüksek Öİ içerikleri (uzun yeraltısuyu geçiş süresi) ile grafiğin sağ üst kısmında kümelenmiş izlenmektedir. Buna karşın, grafiğin sol alt bölümünde ise ağırlıklı olarak ^{18}O 'ce daha fakir (yüksek beslenme alanı kotu) ve düşük Öİ içerikleri (kısa yeraltısuyu geçiş süresi) ile karst akiferi (AA) örnekleri yer almaktadır. Bununla birlikte, grafiğin orta kesimlerinde ÜAD/ÜAS örnekleri ile AA/AAK örneklerinin birilerine yakın konumlarda yer aldıkları izlenmektedir. Bu durum, inceleme alanındaki yeraltısuyu geçiş sürelerinin her bir akifer içinde farklılık göstermesinden kaynaklanmaktadır. Diğer bir deyişle, inceleme alanında yeraltısuyunun uzun ya da kısa geçiş süresine sahip olması belirli bir akifere özgü bir özellik değildir.

Tüm örnekler arasında ^{18}O 'ce daha fakir (yüksek beslenme alanı kotu) ve düşük Öİ içerikleri (kısa yeraltısuyu geçiş süresi) HRMNK ve HRMN2 kodlu Hurman karst kaynaklarına aittir. Bu kaynakların, gelişmiş karst akım kanalları boyunca oldukça

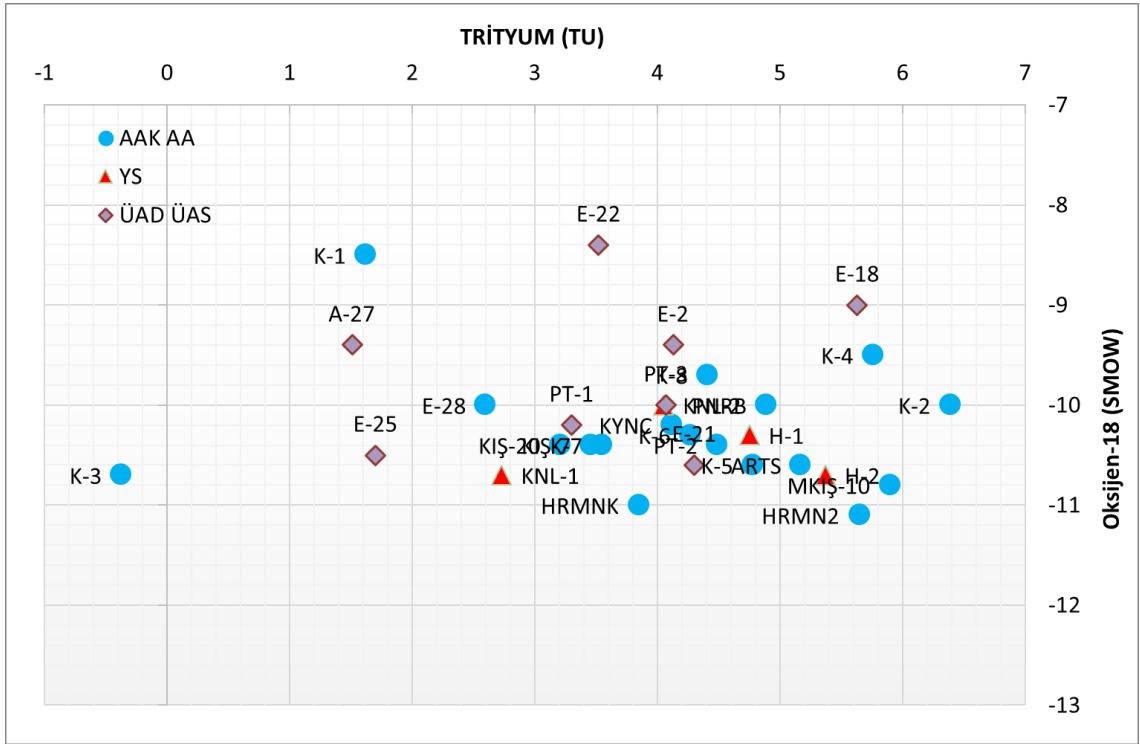
yüksek kotlardan hızla boşaldıkları anlaşılmaktadır. Kaynaklarda gözlenen ^3H içerikleri de (6,15 TU ve 6,54 TU) yeraltısuyu geçiş süresinin oldukça kısa, beslenimin oldukça güncel olduğuna işaret etmektedir.



Şekil 5.15. Su örnekleri yağışlı dönem $\delta^{18}\text{O}$ – Öİ grafiğinin ayrıntılı görünümü

Şekil 5.16.'de su örneklerine ait $\delta^{18}\text{O}$ - ^3H ilişkisi gösterilmiştir. Bilindiği gibi, yeraltısuyunun ^3H içeriği yeraltında kalış (geçiş) süresi arttıkça azalmaktadır. Öte yandan, yeraltısuyu geçiş süresinin ise artan beslenim yükseltisi ile artması da kuramsal açıdan beklenen bir durumdur. Bu beklentiler çerçevesinde, uzun geçiş süreli yeraltısularının kısa geçiş süreli yeraltısularına göre daha negatif $\delta^{18}\text{O}$ ve daha düşük ^3H içeriğine sahip olmaları beklenen bir durumdur. Şekil 5.17. inceleme alanındaki su örneklerinin bu beklenti ile uyumlu bir davranış sergilemediğini göstermektedir. Daha önce de belirtildiği gibi, inceleme alanında yeraltısuyunun uzun ya da kısa geçiş süresine sahip olmasının belirli bir akifere özgü bir özellik olmadığı anlaşılmaktadır. Örneğin bazı ÜAD ve ÜAS örneklerinin -11 permil gibi düşük $\delta^{18}\text{O}$ içerikleri bunların oldukça yüksek kotlardan beslenmiş olduğuna işaret etmektedir. Diğer bir değişle, bir kısım ÜAD/ÜAS kuyularının

karst akiferinden (AA) dikkate değer oranda beslenmiş olmaları olası görünmektedir. Bu gibi örneklerde, ^3H içeriğinin düşük olması söz konusu beslenimin yavaş bir akımla gerçekleşmiş olduğuna işaret etmektedir. Karst Akifer örneklerin büyük bölümünde $\delta^{18}\text{O}$ içeriğinin düşük ^3H içeriğinin yüksek olması bölgedeki karstlaşmanın oldukça ileri düzeye ulaştığına, akifer içinde gelişkin akım kanallarının oldukça yaygın olduğuna işaret etmektedir. Diğer bir deyişle, kömür havzası tabanında yer alan karst akiferinin üzerindeki kömürlü seviyelere doğru oldukça güçlü bir karst yeraltısuyu beslenimi sağlanmakta olup, bu durumun sürdürülebilir işletim açısından her zaman dikkate alınması gerekmektedir.



Şekil 5.16. Su örnekleri yağışlı dönem $\delta^{18}\text{O}$ (oksijen-18)- ^3H (Trityum) grafiğinin ayrıntılı görünümü.

5.3.2. Trityum Verileri

İnceleme alanı su örneklerinin ^3H içerikleri 0 TU ile 6,54 TU arasında değişmektedir. Çalışma kapsamında su noktalarından yalnızca 2012 ve 2013 yıllarına ait örnek alınabildiğinden, elde edilen ^3H verileri oldukça sınırlı bir zaman dilimini yansıtmaktadır.

Bu nedenle, örneklerin yeraltı geçiş sürelerine ilişkin güvenilir nicel değerlendirmelerde bulunulması mümkün değildir. Bununla birlikte, suların ^3H içeriklerinin zamanla azaldığı bilindiğinden Çizelge 5.3.'te sunulan veriler nitel bir yaklaşımla “Eski yada yaşlı”, “Güncel yada yeni” ve “Karışım” (eski ve güncelin karışımı olduğu düşünülen) şeklinde tanımlanmıştır. Bu tanımlama, nitel ve öznel olup, $^3\text{H} < 1 \text{ TU}$ derişimli sular “Eski”, $^3\text{H} > 5.5 \text{ TU}$ derişimli sular “Güncel”, bunların rasındaki derişimler ise “Karışım” suları olarak değerlendirilmiştir. Hem kurak, hem de yağışlı dönem verisi bulunan 26 su noktasına ait ^3H içerikleri arasındaki minimum, ortalama ve maksimum farklar sırasıyla 0,14 TU, 0,97 TU ve 2,69 TU düzeyindedir. Kabaca 1 TU üzerindeki farklar örneğin güncel ve eski beslenme suları karışım oranının yıl içinde daha geniş bir değişim oranına sahip olduğuna işaret etmektedir. Söz konusu durumla alt akifere (karst akiferi) ait örneklerde daha sıklıkla rastlanmaktadır.

6. KAVRAMSAL HİDROJEOLOJİK MODEL

Sahada yapılan genel değerlendirmeler sonucu, yeraltısularının beslenme ve boşalım ilişkilerinin anlaşılabilmesi ve madeni tehdit eden unsurların irdelenebilmesi amacı ile her iki işletmeyi de (Kışlaköy ve Çöllolar) dahil eden bir kavramsal hidrojeolojik model oluşturulmuştur. İşletme öncesi ve sonrasının değerlendirilebildiği modeller aşağıdaki şekillerde gösterilmiştir.

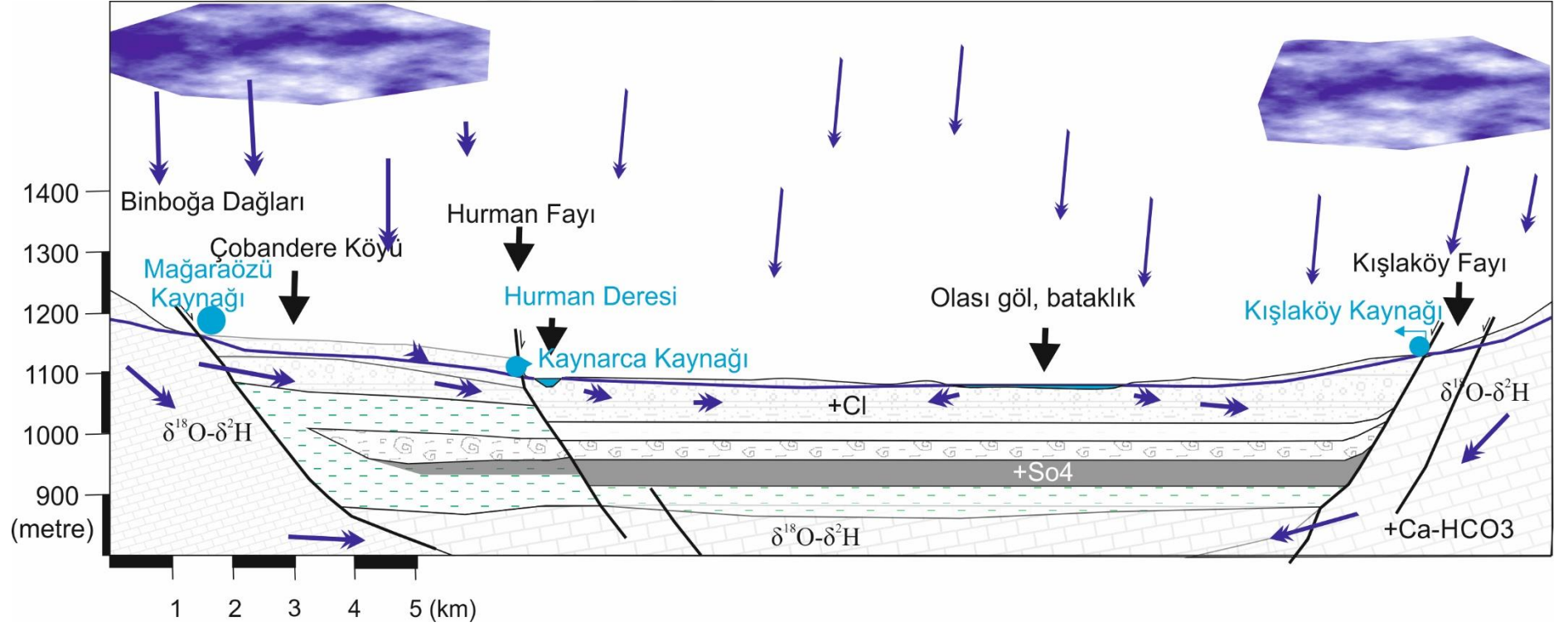
İşletme öncesi havzadaki yeraltısuyunun durumunun araştırılması amacı ile internet üzerinden paylaşılan Google Earth uydu görüntülerinden, 1982 yılına ilişkin uydu görüntüsünden yararlanılmıştır (Bkz. Bölüm 3.3., Şekil 3.6.). Bu görüntü üzerine olası sulak alanlar ile eski kaynak çıkış noktaları işaretlenmiştir. Kömür üstü akifer ile karstik akiferin, büyük olasılıkla hidrolik yüklerinin dengede olduğu işletme öncesinde, kömürün yayılım yaptığı Afşin-Elbistan platosunda, topoğrafik olarak çukurlukların bulunduğu alanlarda, göl yada bataklık noktaları ile karşılaşmak olasılıklar dahilindedir. Günümüzde farklı hidrolik yüklere sahip her iki akifer düzeyinin işletme öncesinde, kömür üstü akiferinin karst akiferinden beslendiği ve karst akiferinin hidrolik yük seviyesinde bulunması sistemin doğal halini ifade etmektedir. Bu nedenle yeraltısuyu seviyesi yüzeye çok yakın bir konumda bulunmaktadır. Aynı zamanda, işletme öncesinde, ovanın yüksek kesimlerinde kaynakların bulunduğu ilişkin yapısal unsurlar (kaynak boşalım noktaları, kurumuş güncel mağara çıkışları gibi) bulunmaktadır. Bu da, saha genelinde, tektonik ve dokanak tipi kaynakların varlığına birer işarettir (Şekil 6.1.).

Afşin Elbistan kömür havzasında bulunan yeraltısularının ana beslenmeleri yağışlardır. Her ne kadar, bazı numune sonuçlarından ($\text{Ca}+\text{HCO}_3$) karstik akifer kökenli oldukları ortaya çıksa da, bu akifer de havzanın yüksek kesimlerine düşen yağışlardan ve kar erimesinden beslendiği tahmin edilmektedir. Drenaj kuyularındaki farklılıkların en büyük nedeninin yeraltısuyu dolaşım sürelerindeki farklılıklar oluşturmaktadır.

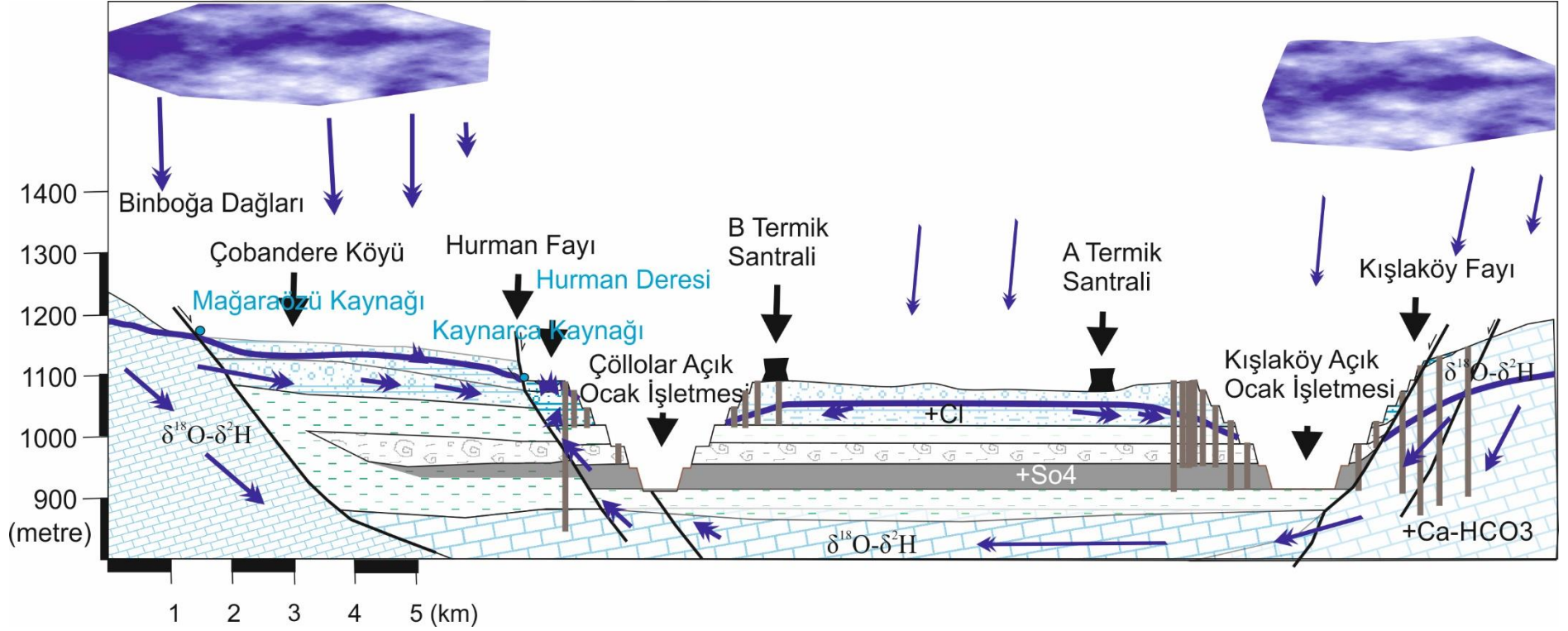
Kışlaköy ve Binboğa yüksek kesimlerine düşen yağışlar, karstik akifer boyunca yeraltına süzülmekte ve pull-apart havzanın ortalarına doğru akım göstermektedir. Kaynarca kaynağından dolayı, hidrolik olarak geçirgen olduğu kabul edilen Hurman fayı boyunca da karstik kökenli yeraltısuları, hidrostatik basınç etkisi ile yüzeylemektedir. Bu bölgeden alınan yeraltısuyu örneklerinde $\text{Ca}+\text{HCO}_3$ etkisi net bir şekilde görülmektedir.

Diğer taraftan, yine yağış beslemesine maruz kalan üst akifer seviyeleri, kömür seviyesinin üzerinden itibaren akifer doygunluğuna ulaştıklarından, alınan örneklerin bazılarında SO_4 yükselmeleri göstermektedirler. Bu yükseltilerin kömür seviyelerinden kaynaklanan yeraltısuyu katkıları ile ilgili olduğu değerlendirilmektedir..

Kömür seviyesi ile Üst akifer ve karstik akifer arasında geçirimsiz kil seviyesinin bulunmasına rağmen, derin dolaşimli yeraltısularının üst akifer drenaj kuyularından çıkması, özellikle karstik akiferdeki yeraltısuyunun bir şekilde yüzeylemesine sebep olacak bir unsurun varlığını göstermektedir. Karstik akiferdeki hidrostatik basıncın yüksek olması, kimi yerde kömür seviyesinin havza çökeliminden yada tektonizmadan kaynaklanan dokanak halinde olması, havzanın özelliği nedeni ile tektonik zonların geçirgen olması, en önemli unsurlardır. Kışlaköy sektöründe açılan ilave karstik akifer drenaj kuyularının ardından statik su seviyesi düşümü sağlanmış ve işletme sırasında topuk olarak bırakılan kömür alınabilmiştir. Çöllolar sektöründe ise karstik akiferde yeterli miktarda drenaj yapılmadığından su seviyesinin istenilen oranda düşümü sağlanamamaktadır (Şekil 6.2). Özetle, çalışma alanındaki açık ocakların susuzlaştırılmasında karstik akiferin drenajının önemli olduğu ve göz ardı edilemeyeceği anlaşılmaktadır.



Şekil 6.1. İşletme öncesi doğal koşulları yansıtan kavramsal hidrojeolojik model.



Şekil 6.2. İşletme durumundaki koşulları yansıtan kavramsal hidrojeolojik model.

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

7.1.Sonuçlar

Sahadaki yeraltı suları, mevcut Kışlaköy ve Çöllolar açık ocak işletmelerinde büyük sorunlara neden olmakla beraber, sürdürülebilir maden işletmeciliğine de engel olmaktadır. Gerek kömür seviyesinin üzerinde yer alan serbest akiferler, gerekse de kömür istifini oluşturan Ahmetçik Formasyonun altındaki karstik akifer, yeraltı suyu bakımından oldukça doygunudur. Aynı zamanda, yüzey suları bakımından, havzanın ortasından, Hurman Çayı da, işletmeciliği olumsuz yönde etkilemektedir.

Arazi yapılan gözlemler ve literatür araştırmaları neticesinde; çoğunlukla metakarbonat ara seviyeleri kapsayan metakırıntılılarla temsil edilen Büyükkızılcık üyesi (DCyb) akitard/akiklüt, çoğunlukla seyrek şist ara seviyeli dolomit, dolomitik kireçtaşı ve rekristalize kireçtaşlarından oluşan Apıklar üyesi (DCya) akifer özelliğindedir. Temel kaya birimlerinden Çayderesi formasyonu (Pç), çok az oranda şist, kalkşist ara katkıları kapsayan dolomit, dolomitik kireçtaşı, rekristalize kireçtaşı ve mermer ar dalanmasından oluşmaktadır ve akitard özelliğindedir. Rekristalize kireçtaşı, çörtlü mermer ve dolomit ar dalanması ile üst düzeylerinde breşik kireçtaşlarından oluşan Ula formasyonu (Jku) karstik akifer özelliği sergilemektedir. Karaböğürtlen formasyonu ile Yoncayolu Formasyonu, başlıca şist, kalkşist, kuvars şist, bazik bileşimli şist ve metakonglomera ar dalanımından oluşan matriks (Kka) içinde çörtlü mermer, rekristalize kireçtaşı, dolomit ve dolomitik kireçtaşı (Kkam) seviyeleri içermektedir ve hidrojeolojik olarak akitard/akiklüt karakterine sahip olduğu kabul edilmiştir. Kışlaköy sahası DKD'sunda bulunan Köseyahya (Domuzdağ) Napına ait kireçtaşı-mermer (Mzk) ve stratigrafik olarak bunun üzerinde yer alan Kemaliye formasyonu (Kke), sırasıyla karstik akifer ve akitard/akiklüt karakterine sahiptir. Senozoyik kömür havzası Ahmetçik formasyonunun alt üyesini göl, üst üyesi ise akarsu ortamında oluşmuş çökeller yer almaktadır ve kömürlü istif bu üye içerisinde yer almaktadır ve akitard olarak değerlendirilmiştir. Ahmetçik formasyonunun üst birimi ağırlıklı olarak çakıltaşı, kumtaşı, silttaşından oluşan alüvyal yelpaze ve örgülü nehir çökellerini ihtiva etmektedir ve akifer özelliğine sahiptir. Kuvaterner yaşlı alüvyon yelpazesi (Qaly), yamaç molozu (Qym) ve güncel alüvyon (Qal) da ağırlıklı olarak çakıltaşı, kumtaşı, silttaşından yapılmış olup, akifer özelliği sergilemektedirler.

Hidrolojik açıdan ele alındığında, havzanın kuzeyinde yer alan ve temel birimleri temsil eden karbonatlar, önemli beslenme alanlarından birisidir.

Üst akiferde hakim yeraltısuyu akım yönü, topografyaya bağlı olarak KB-GD yönünde gelişmektedir. Hurman Çayı, havza kuzeyinde yeraltısuyu tarafından beslenirken, havzanın güneyinde akifere beslenme sağlamaktadır.

Yeraltısuyu bütçe hesaplamalarında yıllık toplam $837,40 \times 10^6$ m³/yıl beslenme, $868,25 \times 10^6$ m³/yıl boşalım belirlenmiştir. Beslenme – boşalım ilişkisinden yıllık $-30,85 \times 10^6$ m³/yıl bütçe farkının olduğu, ve bunun da drenaj kuyuları kaynaklı olduğu görülmüştür.

Afşin Elbistan kömür sahasında, yeraltısularının hidrokimyasal içerikleri incelendiğinde, karst akiferi sularının genelde karışım sular sınıfında yer aldıkları gözlenmiştir. Saha genelinde karstik akiferden boşalım yapan su noktalarının, ³H içeriklerine göre eski sular sınıfına girdiği ve derin dolaşım olduğu gözlenmiştir. Diğer su noktaları yağışlardan beslenmektedir.

Kömür seviyesinin üzerindeki akiferlerden boşalım yapan kuyulardaki klor derişimlerinin yüksekliği; ortam çökeli sırasında oluşan evaporitik çökellerinin yeraltısuyuna etkisi karışması sonucunda geliştiği düşünülmektedir.

Kurak dönemde oluşan yağışların izotopik içerikleri daha pozitif (izotopik zenginleşme) iken, yağışlı mevsimde bu değerler giderek azalmaktadır (izotopik hafifleme). Buna göre Mağaraözü kaynağının Izgın kaynağına göre daha yüksek kotlardan beslendiğini gözlenmektedir. Bazı su örneklerinin diğer örneklere göre daha yüksek $\delta^{18}\text{O}$ değerlerine sahip olmasının buharlaşmanın bir etkisi olduğu gözlenmiştir.

Su örneklerinin büyük bir çoğunluğu YMD ile DMD arasında kalmaktadır. Sahadaki sulardan kuzey bölümde yer alan (HRMNK ve HRMN2) kaynak çıkışlarının yağış

suyundan direkt olarak etkilenmiş oldukları ve bu nedenle de düşük izotopik içerikleri gösterdikleri belirlenmiştir.

Saha genelinde bulunan suların Ca^{+2} ve HCO_3+CO_3 , yani kireçtaşı kökenli oldukları görülmektedir.

Direkt olarak karstik akifer içerisinde açılmış kuyularda düşük SO_4 konsantrasyonları varken (MKIŞ10), kömürlü seviyelerin kesildiği karstik kuyularda (K-1, K-3) sülfat zenginleşmesi görülmektedir. K-2 noktasındaki (Gıyan Kaynağı) magnezyum azalmasının kireçtaşı-mikaşist dokanağından kaynaklandığı düşünülmektedir. K-7 (Kaynarca Kaynağı) noktasındaki yüksek SO_4 konsantrasyon içeriği, kaynak çıkış noktasında işletme tarafından kömür dekapaj pasasının yığılmış olması ve kaynak gölü içerisinde pasa kökenli atıkların karışması olduğu gözlenmiştir. K-1 kömür rezerv kuyusundaki yüksek Cl içeriği de derin dolaşımı ifade etmesine karşın, Na içeriğinin yüksekliği gölsel çökellerin etkisini (evaporitik çökellerin) göstermektedir.

Kömür üstü akifere ilişkin E-18 lokasyonu diğer noktalara göre daha yüksek SO_4 , Ca ve Mg içeriklerine sahiptir. Kömür seviyesi üzerindeki mevcut akiferin, açılan kuyu özelliklerine bağlı olarak, kömürün üzerindeki gölsel çökellerin (özellikle evaporitik çökeller) bu iyon zenginleşmesini tetiklediği düşünülmektedir. Üst akiferden alınan diğer su örneklerinin yağış sularının yanısıra, yanal olarak, Ca ve HCO_3 'ce zenginlikleri nedeni ile karstik akiferden beslendikleri de söylenebilir.

ALMD örneği diğer örneklere göre daha yüksek Mg içeriğine sahiptir. E-18 örneği SO_4 'ce zengin, HCO_3 'ce de seyreltik olduğu görülmektedir. Havza genelindeki sular katyon bakımından Ca ve Mg'lu, anyon bakımından ise HCO_3 'lü sular sınıfına girmektedir.

Karstik akiferden alınan sulardan K-7 ve K-8 kaynak noktaları kurak döneme göre daha seyreltik iyon içeriğine sahiptirler. Bu da yağışlardan hemen etkilendiklerini göstermektedir. K-1 noktası (artezyen yapan kömür arama kuyusu) diğer örneklere göre

daha yüksek Cl ve Mg+K değerlerine sahiptir ve diğer noktalara göre daha derin dolaşımı temsil etmektedir. HRMN2 ve HRMNK kaynak noktalarının da yağışlardan etkilendikleri, yağışlarla beraber iyon içeriklerinin azaldığı görülmektedir.

Genel olarak, kurak ve yağışlı dönem analizleri arasında belirgin bir farklılık olmamakla beraber, yeraltısuyu sisteminin doğrudan yağışlardan beslendiği görülmektedir. Buna bağlı olarak da suların iyon içeriklerinde kısmen seyrelmeler gerçekleşmektedir.

Ca-HCO₃ verilerine bakıldığında, K-1 ve K-3 kuyularının birbirlerine fazla benzemeyen farklı dolaşım sistemlerinden boşaldığı görülmektedir. K-1 suları K-3 sularına göre konsantre iyon içeriğine sahiptir ve karst akiferi içerisinde daha uzun kalarak zenginleşme göstermektedir.

Diyagramdaki K-6 ve K-7 noktalarının karstik akifer boşalım noktaları olduğunu dikkate alırsak, kömür sahası drenaj kuyularından A27, PT1, PT2 ve PT3 noktalarının karstik akiferle doğrudan ilişkili oldukları şeklinde yorumlanabilir.

Kışlaköy sektöründeki KIS7 ve KIS20 drenaj kuyuları ile K-3 boşalım noktası aynı sistemi boşalttığı ve benzer dolaşım süreçlerine maruz kaldıkları görülmektedir.

Kurak dönem analiz sonuçlarının yer aldığı Ca-HCO₃ diyagramı incelendiğinde karstik akiferden boşalım yapan K-3, KIS6, MKIS10, KIS7 ve KIS20 noktaları, aynı akiferden boşalım yapmaktadır. BSEV, ALMD ve S249 kömür üstü akiferi drenaj kuyuları olup, yüksek HCO₃ oranına sahiptirler.

İncelemeler sonucunda, mevcut akiferler yağıştan beslenmekle beraber, bir çok noktada, karstik akiferin etkisi de gözlenmiştir.

7.2.Öneriler

Afşin Elbistan Kömür havzasının işletilmesi sırasında karşılaşılabilecek yeraltısuyu sorunlarının çözümüne yönelik öneriler aşağıda belirtilmiştir.

Araştırmalar karstik akiferin saha genelinde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Buna göre karst akiferinin drenajına kesinlikle önem verilmelidir ve drenaj aralıksız devam ettirilmelidir.

Gıdya akitardının hidrolik iletkenliği oldukça düşüktür. Açılan drenaj kuyularının üretimleri de buna bağlı olarak oldukça düşük olmaktadır (0,1-1,5 lt/sn). Bu birimin drenajında, yatay üretim, çimento enjeksiyonu, galeri açımı, gidyanın yüzeye yakın bölgelerinde drenaj hendeklerinin ya da kanallarının açılması gibi olası diğer tekniklerin uygulanabilirlikleri araştırılmalıdır.

Yeraltısuyunun Hurman Çayı beslediği bölgelerde, yeraltısı seviyesinin drenaja bağlı olarak düşmesi sonucu akımın ters yönde çalışacağı anlaşılmaktadır. Diğer bir değişle, düzgün bir drenaj sonucunda, su tablasının düşmesi ile birlikte Hurman Çayı yeraltısuyunu besleyecektir. Etkisi belirgin bir şekilde gözlenen Hurman Çayı'nın, yaratacağı olası sızmanın ortadan kaldırılması amacıyla akarsu tabanı tecrit edilmeli ya da yatak güzergahı değiştirilmelidir.

Doğal akışları ile karst akiferindeki yükü azaltmaları nedeniyle, karst akiferinden beslenen kaynak çıkış noktaları belirli aralıklarla temizlenmeli, işletmelerin etrafındaki kaynaklar kapte edilerek serbest boşalımları koruma altına alınmalıdır.

Tez çalışması kapsamında kullanılan kuyu verileri, gerçekte her bir akiferi ayrı ayrı temsil etmemektedir. Sahada açılan kuyuların drenaj amaçlı olması nedeniyle, kömür üzerinde bulunan akifer ve akitard seviyelerinin tamamının tek parçada filtreli teçhiz edilmiştir. Gelecekte, her seviyenin özelliklerinin ayrı ayrı belirlenmesi; hidrolik parametre tayininde, hidrolik yüklerin kıyaslanmasında ve hidrojeokimyasal numune alımında ve değerlendirilme aşamasında daha doğru sonuçlara taşınması nedeni ile önemlidir.

İşletme öncesinde ve sırasında, işletme alanının içinde ve etrafında yeraltısuyu drenajı düzenli olarak devam ettirilmelidir.

8. KAYNAKLAR

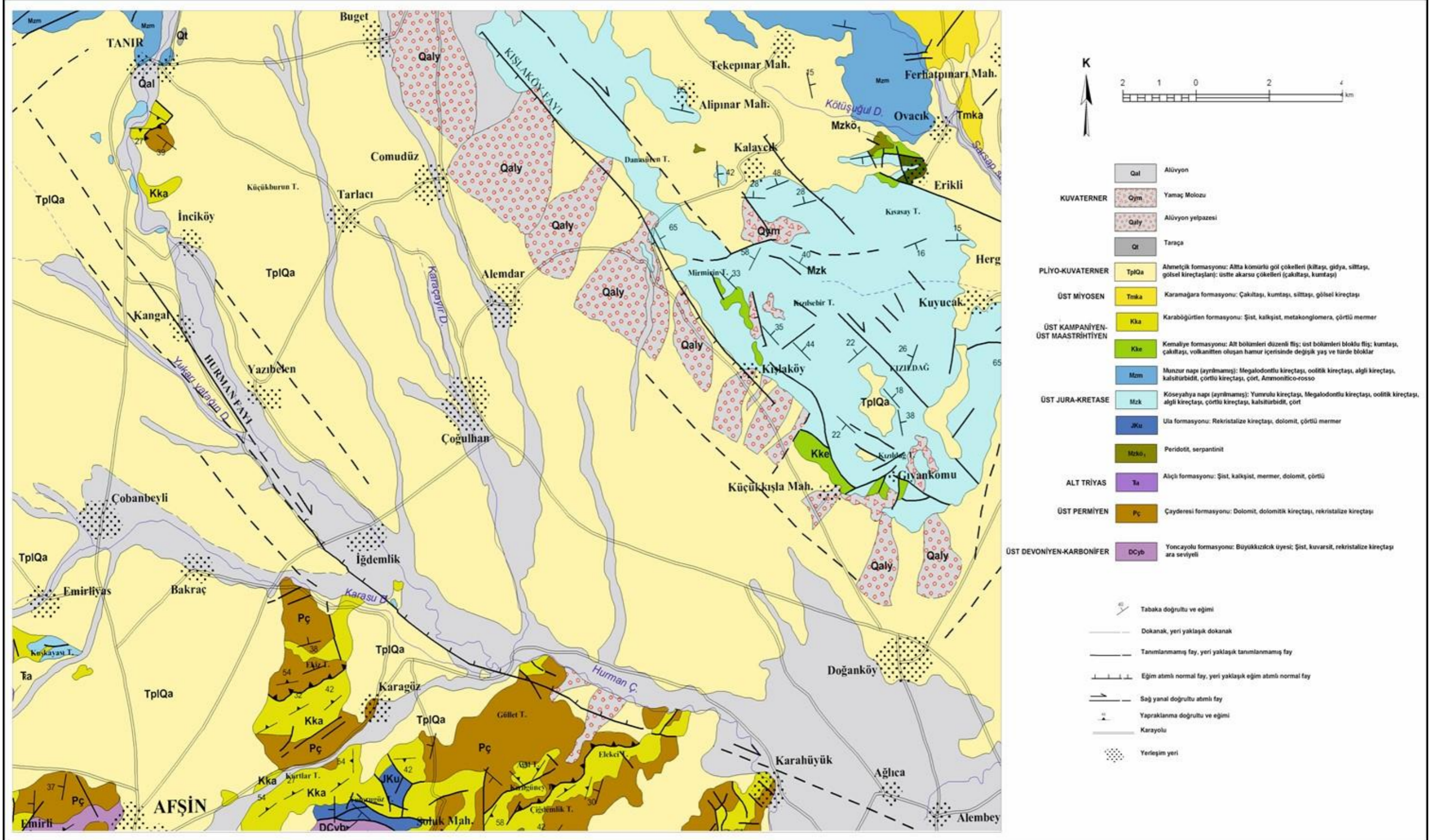
- [1] Özbek, T., ve Güçlüer, S., Maraş–Elbistan–Çöllolar-B Linyit Sektörü 1977 Yılı Faaliyet Raporu, **1977**.
- [2] Atay, Kahramanmaraş–Afşin-Elbistan Linyit Sahası Kızıldağ ile Kışlaköy Sektörü Arası Su Sondajları Jeofizik Kuyu Ölçüleri Raporu, **1981**.
- [3] Bedi, Y., Yusufoglu, H., Beyazpirinç, M., Özkan, M.K., Usta, D., Yıldız, H., Doğu Toroslar’ın jeodinamik evrimi (Afşin-Elbistan-Göksu-Sarız dolayı). MTA Genel Müdürlüğü Rapor No: 11150, Ankara (Yayımlanmamış), **2009**.
- [4] Besbelli, B., Karaca K., Gökmenoğlu O., Afşin-Elbistan Kömür Havzası HB ve HD Sektörlerinin Jeoloji, Rezerv ve Hidrojeoloji Raporu, MTA Genel Müdürlüğü Rapor No: 11238, 235s., Ankara (Yayımlanmamış), **2009**.
- [5] Uçar ve ark. (2010), Afşin-Elbistan Kışlaköy Sektörü Drenaj Amaçlı Sondaj Çalışması Hidrojeoloji Raporu, MTA Genel Müdürlüğü Rapor No: ..., Ankara (Yayımlanmamış), **2010**.
- [6] Gökmenoğlu, O., Aslan, M., Kahramanmaraş Afşin-Elbistan Kömür Havzası Hidrojeoloji İncelemesi Projesi Hurman Çayı Doğu Bölgesi Drenaj Raporu, MTA Genel Müdürlüğü Enerji Dairesi Arşiv No: 1346, 236s., Ankara (Yayımlanmamış), **2013**.
- [7] Gökmenoğlu, O., Uyanık, M., Yıldız, H., Kahramanmaraş Afşin-Elbistan Kömür Havzası E Sektörü Hidrojeoloji Etüt ve Kışlaköy Sektörü Sondajları Raporu, *MTA Genel Müdürlüğü Enerji Dairesi Arşiv No:*, 152s., Ankara (Yayımlanmamış), **2014**.
- [8] Erkasap, M., Afşin-Elbistan Linyit İşletmeleri Drenaj Suları ile Kömür Havzası Su Kalitesinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aksaray, **2012**.
- [9] Yusufoglu, H., Bedi, Y., Usta, D., Özkan, M.K., Beyazpirinç, M., Yıldız, H., , Afşin-Elbistan Neojen Havzasının Tektonik Evrimi, Doğu Toroslar, Türkiye, 58. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri, s. 264-265., **2005**.
- [10] Özgül, N., Toroslar’ın bazı temel jeoloji özellikleri, T.J.K. Bülteni, 19, s. 65-78, Ankara, **1976**.

- [11] Turc, L., The Water Balance of Soils, Relation Between Precipitation, Evaporation And Flow, *Annales Agronomiques*, 5, 491-569, **1954**.
- [12] Piper, A. M, A Graphic Procedure in The Geochemical Interpretation Of Water Analyses: *American Geophysical Union Transactions*, v. 25, p. 914-923..., **1944**.
- [13] Schoeller, H., *Les Eauv Souterrailnes*. Mason, Paris, **1962**.
- [14] Domenico, P.A. and F.W. Schwartz, *Physical and Chemical Hydrogeology*, John Wiley & Sons, New York, 824 s., **1990**.
- [15] Heath, R.C., 1983. Basic Ground-Water Hydrology, U.S. Geological Survey Water-Supply Paper 2220, 86s., **1983**.
- [16] Morris, D.A. and A.I. Johnson, 1967. Summary of hydrologic and physical properties of rock and soil materials as analyzed by the Hydrologic Laboratory of the U.S. Geological Survey, U.S. Geological Survey Water-Supply Paper 1839-D, 42s., **1967**.
- [17] Yusufoglu, H., An intramontane pull-apart basin in tectonic escape deformation: Elbistan Basin, Eastern Taurides, Turkey, *Journal of Geodynamics* 65, s.308– 329, **2013**.
- [18] Törk, K., Erduran, B., Güner, İ.N., Keleş, S., Köklü, Ş., Emiroğlu, Ş., Navruz, M., Çakır, K., Yeleser, L., Afşin-Elbistan Kömür Sahası Doğan Maden Sitesi çöküntü alanı araştırma projesi, MTA Genel Müdürlüğü, Rapor No: 11748, 72 s., Ankara, **2014**.
- [19] Craig, H., Isotopic variations in meteoric waters, *Science*, 133, 1833-1835, **1961**.
- [20] Clark, I. D. and P. Fritz, *Environmental Isotopes in Hydrogeology*: Lewis Publishers, Boca Raton, Florida, 328 p., **1997**.
- [21] Gat, J. R., Carmi, I, Evolution of the isotopic composition of atmospheric waters in the Mediterranean Sea area, *Journal of Geophysical Research*, 75, 3039- 3048, **1970**.
- [22] Tarhan, N., Göksun-Afşin-Elbistan Dolayının Jeolojisi, MTA Genel Müdürlüğü Kütüphanesi, Derleme No: 7296, 63 s., **1982**.
- [23] Dindane, K., Bouchaou L., Hsissou Y., Krimissa M., Hydrochemical and isotopic characteristics of groundwater in the Souss Upstream Basin, Southwestern Morocco, *Journal of African Earth Sciences* 36, 315–327., **2003**.
- [24] Niswonger, R.G., Panday, Sorab, and Ibaraki, Motomu, MODFLOW-NWT, A Newton formulation for MODFLOW-2005: U.S. Geological Survey Techniques and Methods 6–A37, 44 p., **2011**, <http://pubs.usgs.gov/tm/tm6a37/>.

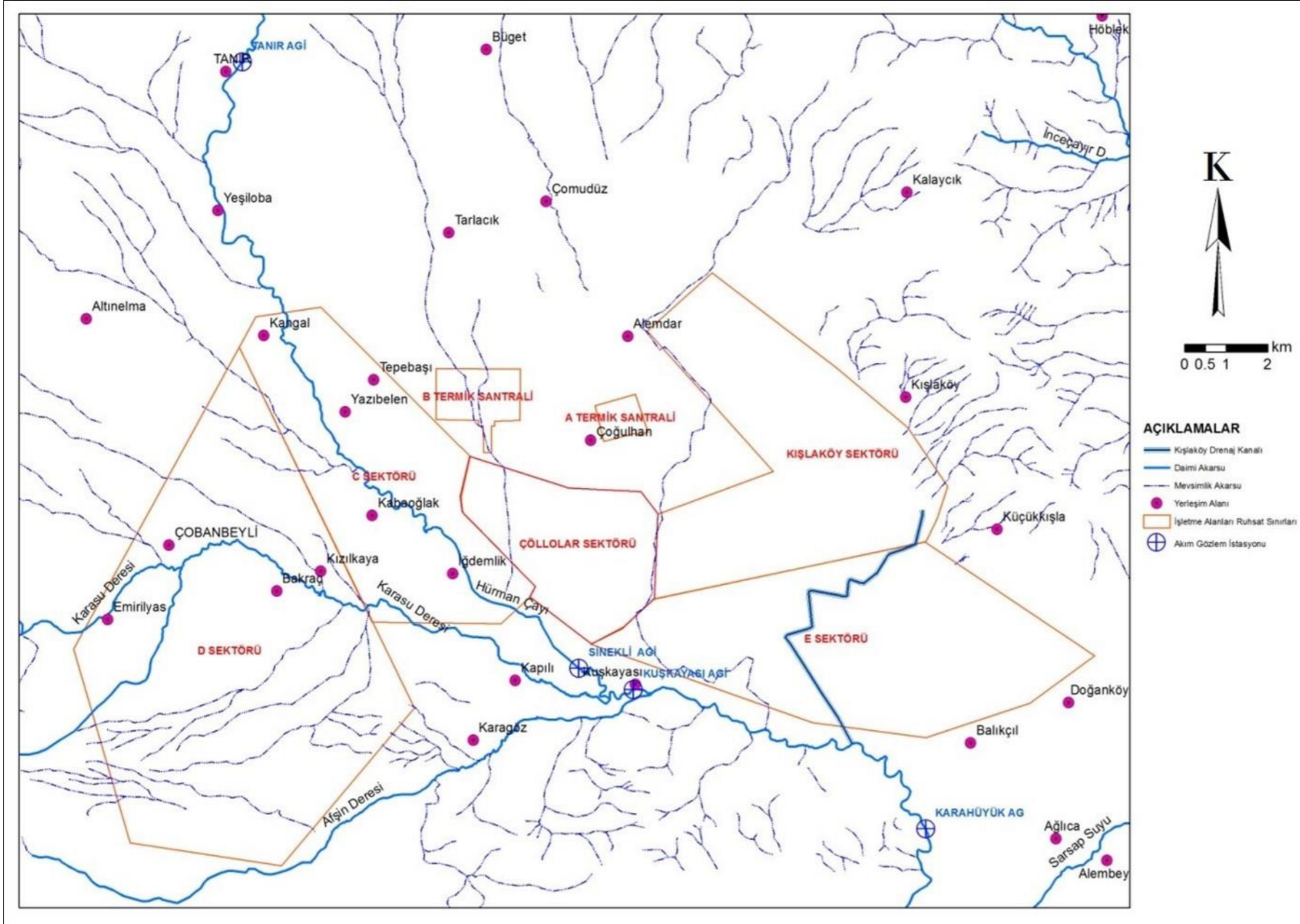
- [25] Maihemuti, B., Ghasemizadeh, R., Yu, X., Padilla, I., Alshawabkeh, A.N., Simulation of Regional Karst Aquifer System and Assessment of Groundwater Resources in Manatí-Vega Baja, Puerto Rico, **Journal of Water Resource and Protection** Vol.7 No.12, August 20, **2015**.
- [26] Rostami, A., Nafchi, R. A. M., The Underground Water Level Simulation in Imamzadeh Jafar Plateau by the Use of MODFLOW Software **Open Journal of Geology** Vol.6 No.8, August 22, India, **2017**.
- [27] Hongze Gao, H., Groundwater Modeling for Flow Systems with Complex Geological and Hydrogeological Conditions, International Conference on Fine Geological Exploration and Groundwater & Gas Hazards Control in Coal Mines *Procedia Earth and Planetary Science* 3 (2011) p. 23–28, **2011**.
- [28] Freeze, R.A and Cherry, J.A., *Groundwater*, Printice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey 07632, **1979**.
- [29] Karay, Gy. and Hajnal, G., Modelling of groundwater flow in fractured rocks, 7th Groundwater Symposium of the International Association for Hydro-Environment Engineering and Research (IAHR), *Procedia Environmental Sciences* 25 (2015) p. 142 – 149, **2015**.
- [30] Loofbourow, R.L., and Brittain, R.L., "Dewatering Through Wells before Mine Development." *Mining Congress Tour.*, July, pp. 43 - 50. **1964**.
- [31] Pawan Kumar Rajak. P.K., Sarkar, S., Paul, B., Comparison of the dewatering of underground and open pit coal mine pumping systems in (BCCL), Dhanbad, Jharkhand, India, International Conference on Mechanical, Materials and Renewable Energy IOP Publishing IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 377 (2018) 012152 doi:10.1088/1757-899X/377/1/012152, **2018**.
- [32] Kaçaroğlu, F., Gökpınar Karst Kaynaklarının (Gürün-Sivas) Hidrojeoloji İncelemesi, *Yerbilimleri Dergisi*, 27 (3), s. 181-194, Ankara, **2006**
- [33] Staesche, V.U., Maraş-Elbistan-Karamağara Neojen havzası hakkında rapor: MTA Derleme Rapor No: 6383 (yayımlanmamış), **1970**.

EKLER

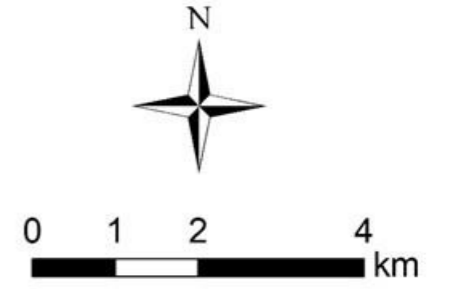
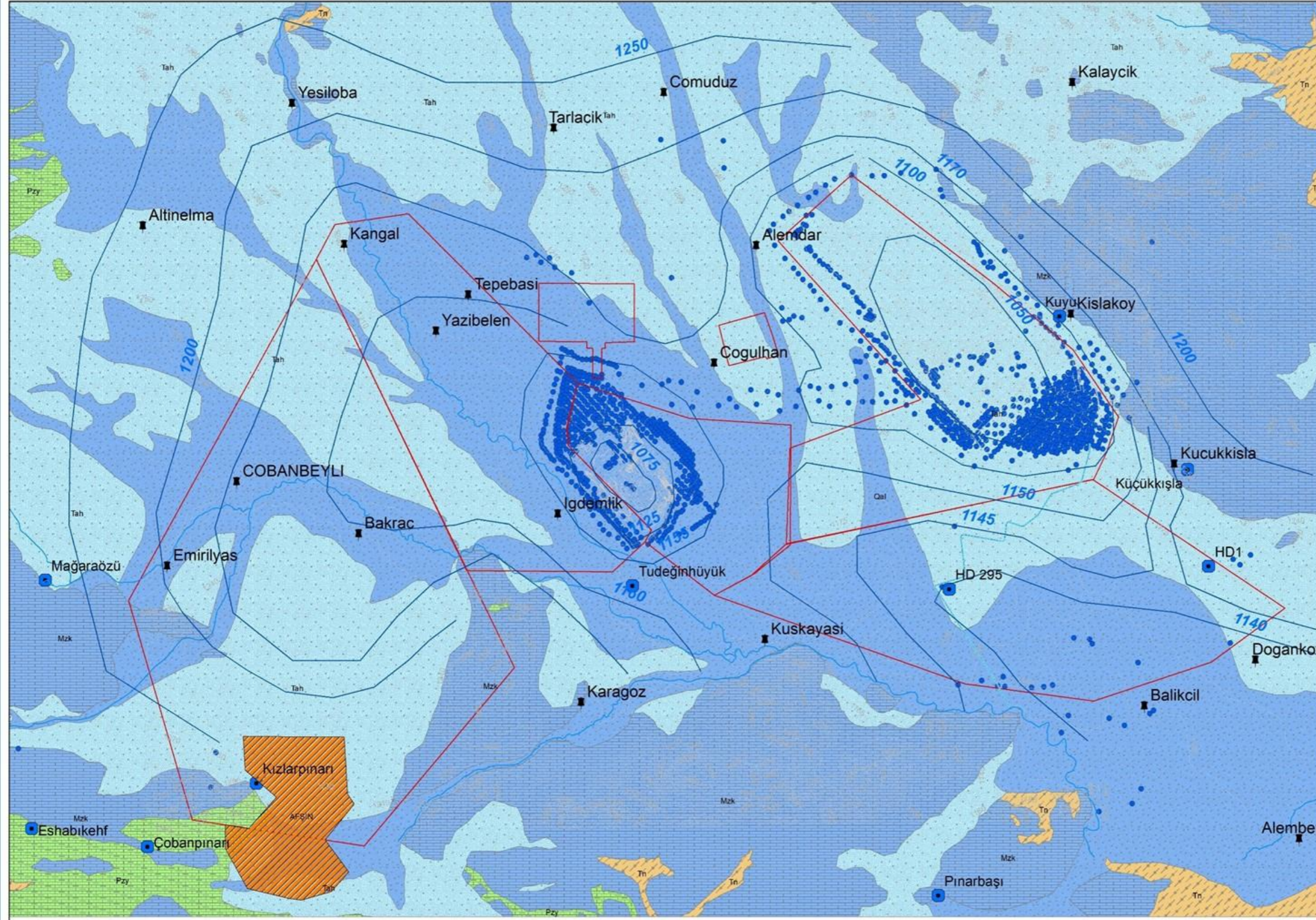
EK 1 – Jeoloji Haritası



EK 2 – Akarsu Ağı ve Kömür İşletme Sahaları Haritası.



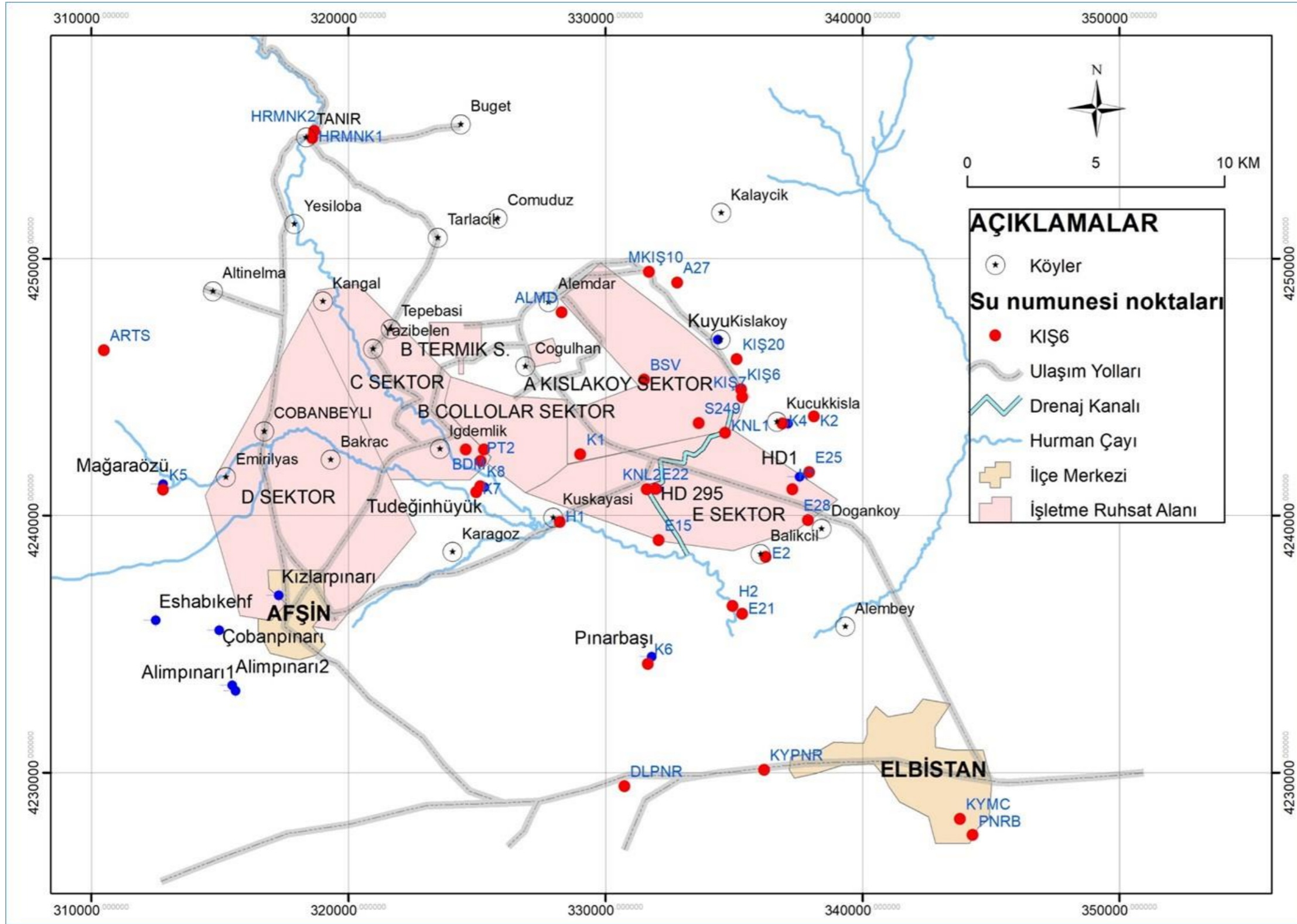
AFŞİN-ELBİSTAN KÖMÜR SAHASI HİDROJEOLOJİ HARİTASI



AÇIKLAMALAR

- Eşyeraltısu Eğrisi
- Hurman Çayı
- İlçe Merkezi
- Drenaj Kanalı
- Kömür Ruhsat Sınırları
- Kaynak
- Topografya
- Su kuyuları
- AQ_Ç Akifer: çakıllı ve Kumlu
- AQ_KÇT Akifer: Karstik
- AQ_K Akifer: Kumlu, yer yer killi
- AQD Akitard: Kireçtaşı-Şist
- AQX Akifüj: Şist, grafit

EK 4 – Hidrokimyasal ve İzotopik Örnekleme Noktaları Haritası.



EK 5 – Tezden Türetilmiş Yayınlar

Gökmenoğlu, O., Güner, İ., N., Afşin Elbistan Kömür Havzası Hidrojeolojik İncelemesi Projesi Kışlaköy Sektörü Batı Şevi Pompa Testi Raporu, MTA, (2012).

Gökmenoğlu, O., Aslan, M., Kahramanmaraş Afşin-Elbistan Kömür Havzası Hidrojeoloji İncelemesi Projesi Hurman Çayı Doğu Bölgesi Drenaj Raporu, MTA, (2013).

Gökmenoğlu, O., Uyanık, M., Yıldız, H., Kahramanmaraş Afşin-Elbistan Kömür Havzası E Sektörü Hidrojeoloji Etüt ve Kışlaköy Sektörü Sondajları Raporu, MTA, (2014).

Gökmenoğlu, O., Sarıyer, S., Gökalp, Y., Keskin, M., Kahramanmaraş İli Afşin-Elbistan Kömür Havzası Çöllolar Sahası Yeraltısuyu Akım Modeli ve Drenaj Planı Raporu, MTA, (2017).

EK 6 – Tezden Türetilmiş Bildiriler





HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI'NA

Tarih: 28/05/2019

Tez Başlığı / Konusu: AFŞİN-ELBİSTAN KÖMÜR ÜRETİM SAHASINDA OLASI DRENAJ SORUNLARININ HİDROKİMYASAL VE İZOTOPIK TEKNİKLERLE İNCELENMESİ

Yukarıda başlığı/konusu gösterilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 71 sayfalık kısmına ilişkin, 28/05/2019 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 3 'tür.

Uygulanan filtrelemeler:

- 1- Kaynakça hariç
- 2- Alıntılar hariç/dâhil
- 3- 5 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

Adı Soyadı: Osman Gökmenoğlu
Öğrenci No: N12122280
Anabilim Dalı: Jeoloji Mühendisliği
Programı: Hidrojeoloji
Statüsü: Y.Lisans Doktora Bütünleşik Dr.

28/05/2019

DANIŞMAN ONAYI

UYGUNDUR.

Prof. Dr. C. Serdar BAYARI

ÖZGEÇMİŞ

Kimlik Bilgileri

Adı Soyadı : Osman GÖKMENOĞLU

Doğum Yeri : Çankırı

Medeni Hali : Bekar

Yazışma Adresi :Balkiraz Mah., Başarı Cad. No: 16/6, Şehitlik-Mamak-Ankara

Telefon : 0532 646 15 69

Elektronik posta adresi : ogokmenoglu@gmail.com

Yabancı Dil: İngilizce (İyi), İspanyolca (Orta)

EĞİTİM DURUMU

Lisans : (1986-1990) Hacettepe Üniversitesi Jeoloji (Hidrojeoloji) Müh. Bölümü

Yüksek Lisans : (1991-2019) Hacettepe Üniversitesi Jeoloji (Hidrojeoloji) Müh. Bölümü.

İş Tecrübesi:

MTA Genel Müdürlüğü (1990 – günümüz) Hidrojeoloji Etütleri, Jeotermal Araştırmaları, Sondaj, Proje oluşturma, planlama ve proje yürütme ve izleme, Maden sahası yeraltısuyu drenajı, Yeraltısuyu Akım Modellemesi, Drenaj Konsept Geliştirmesi

