

**MİSLİ OVASI (NİĞDE) YERALTISULARARININ
HİDROJEOKİMYASAL VE ÇEVRESEL İZOTOPIK
BİLEŞİMİNİN İNCELENMESİ**

**INVESTIGATION OF HYDROGEOCHEMICAL AND
ENVIRONMENTAL ISOTOPIC COMPOSITION OF
GROUNDWATERS IN MISLI PLAIN (NIGDE)**

TOLGA ÖZBİLGE

Hacettepe Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim – Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin

Jeoloji(Hidrojeoloji) Mühendisliği Anabilim Dalı İçin Öngördüğü

YÜKSEK LİSANS TEZİ

olarak hazırlanmıştır.

2008

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa

İÇİNDEKİLER DİZİNİ	i
ŞEKİLLER DİZİNİ	iii
ÇİZELGELER DİZİNİ	v
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ÖZ	vii
ABSTRACT	viii
TEŞEKKÜR	ix
1 GİRİŞ	1
1.1 Amaç ve Kapsam	1
1.2 Çalışma Alanının Konumu ve Genel Özellikleri	2
1.3 Araştırma Yöntemleri	5
1.3.1 Literatür araştırması	5
1.3.2 Arazi ve laboratuvar çalışmaları	5
1.3.3 Değerlendirme çalışmaları	6
1.4 Önceki Çalışmalar	6
2 JEOLJİK YAPI	10
2.1 Stratigrafik Jeoloji	10
2.1.1 Sineksizyayla Metagabrosu (Ws)	10
2.1.2 Melendizdağı Tüfleri (Tmt)	10
2.1.3 Melendizdağı Andezitleri (Tma)	12
2.1.4 Göstük İgnimbiriti (Tgü)	12
2.1.5 Karakaya Formasyonu (Tkh)	12
2.1.6 Kızlıkaya İgnimbiriti (Tk)	12
2.1.7 Ağılı Formasyonu (Ta)	14
2.1.8 Hasandağ Kül Formasyonu (Qh)	14
2.1.9 Kumtepe Külü (Qkk)	14
2.1.10 Göllüdağ Kül Akıntısı ve Tüfleri (Qg)	14
2.1.11 Genç bazalt-andezit (Qb)	14
2.1.12 Bazaltik Cüruf Konileri (Qc)	15
2.1.13 Alüvyon (Qal)	15
2.2 Yapısal Jeoloji	15
2.3 Tarihsel Jeoloji	15
3 HİDROJEOLJİ	17
3.1 Jeolojik Birimlerin Hidrojeolojik Özellikleri	17
3.2 Hidrojeolojik Birimler	17
3.3 Hidroloji ve Yeraltısuyu Beslenme-Boşalım İlişkisi	19
3.4 Yeraltısuyu Seviye Değişimi	25
3.5 Sondaj Kuyuları	31
3.6 Örnekleme Noktalarının Seçimi ve Dağılımı	31

4	SU KİMYASI ÇALIŞMALARI	34
4.1	Yerinde Ölçülen Fiziksel ve Kimyasal Özellikler.....	34
4.1.1	Sıcaklık	35
4.1.2	Özgül Elektriksel İletkenlik (ÖEİ)	37
4.1.3	Hidrojen İyonu Aktivitesi (pH)	40
4.1.4	Çözünmüş Oksijen (ÇO)	42
4.2	Yeraltısuyu Majör İyon İçeriğinin Genel Değerlendirmesi.....	43
4.3	Besin Tuzları	53
4.4	İz Elementler	54
5	ÇEVRESEL İZOTOP ÇALIŞMALARI	61
5.1	Duraylı İzotoplar	61
5.2	Tritiyum	66
6	HİDROJEOLÖJİK KAVRAMSAL MODEL	70
7	SONUÇLAR VE ÖNERİLER	73
	KAYNAKLAR	76
	EKLER DİZİNİ.....	78
	ÖZGEÇMİŞ	97

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1 İnceleme alanı yer bulduru haritası	2
Şekil 1.2 İnceleme alanı sayısal yükseklik modeli ve yerleşim yerleri.	3
Şekil 2.1 İnceleme alanının stratigrafik kesiti (Ayhan vd.,1988' den uyarlanmıştır)	11
Şekil 2.2 İnceleme alanına ait jeoloji haritası (Ayhan vd. 1988'den uyarlanmıştır)	13
Şekil 3.1 İnceleme alanının geçirimsizlik haritası (Çirkin, 2006'dan uyarlanmıştır).....	18
Şekil 3.2 İnceleme alanının genelleştirilmiş hidrojeoloji haritası	19
Şekil 3.3 İnceleme alanında örneklenen DSİ kuyularının konumları.....	25
Şekil 3.4 DSİ'ne ait bazı kuyuların 1981-2007 yılları arasında yağışlı dönemdeki seviye değişimi.....	26
Şekil 3.5 DSİ'ne ait bazı kuyuların 1998-2007 yılları arasında yağışlı dönemdeki seviye değişimi.....	27
Şekil 3.6 1975 yılı yağışlı dönem eş yeraltısuyu seviye haritası	29
Şekil 3.7 1998 yılı yağışlı dönem eş yeraltısuyu seviye haritası.....	29
Şekil 3.8 2002 yılı yağışlı dönem eş yeraltısuyu seviye haritası.....	30
Şekil 3.9 2005 yılı yağışlı dönem eş yeraltısuyu seviye haritası.....	30
Şekil 3.10 Örnekleme hatları boyunca çizilen hidrojeolojik kesitler.....	32
Şekil 3.11 İnceleme alanı yeraltısuyu örnekleme haritası	33
Şekil 4.1 İnceleme alanı 2006-2007 dönemi yeraltısuyu sıcaklık (maksimum) dağılım haritası	36
Şekil 4.2 İnceleme alanı 1998 dönemi yeraltısuyu sıcaklık (maksimum) dağılım haritası.....	37
Şekil 4.3 İnceleme alanı 2006-2007 dönemi yeraltısuyu ÖEİ dağılım haritası.....	39
Şekil 4.4 İnceleme alanı 1998 dönemi yeraltısuyu ÖEİ dağılım haritası.....	40
Şekil 4.5 İnceleme alanı 2006-2007 dönemi yeraltısuyu pH dağılım haritası	41
Şekil 4.6 İnceleme alanı 1998 dönemi yeraltısuyu pH dağılım haritası	41
Şekil 4.7 İnceleme alanı 2006-2007 dönemi yeraltısuyu ÇO dağılım haritası.....	43
Şekil 4.8 İnceleme alanındaki yeraltısuyu örneklerine ait Piper Diyagramı.....	45
Şekil 4.9 İnceleme alanı 2006-2007 dönemi yeraltısuyu Ca ⁺² dağılım haritası	46
Şekil 4.10 İnceleme alanı 1998 dönemi yeraltısuyu Ca ⁺² dağılım haritası.....	47
Şekil 4.11 Misli Ovası yeraltısuyu örneklerine ait Ca-HCO ₃ grafiği.....	47
Şekil 4.12 İnceleme alanı 2006-2007 dönemi yeraltısuyu Na ⁺ ve Cl ⁻ dağılım haritaları.....	49
Şekil 4.13 İnceleme alanı 1998 dönemi yeraltısuyu Na ⁺ ve Cl ⁻ dağılım haritaları	50
Şekil 4.14 İnceleme alanı 2006-2007 dönemi için yeraltısuyu Na-Cl grafiği	51
Şekil 4.15 Misli Ovası yeraltısuları yarı logaritmik diyagramları.....	52
Şekil 4.16 İz element analizlerinde ölçülebilir büyüklüğün gözlemlendiği örnek sayısı.....	55
Şekil 4.17 Her bir element için ölçülen maksimum ve minimum iz element derişimleri.....	56

Şekil 4.18 Yeraltısuyu örnekleme hatları boyunca ÖEİ ve ^3H değişimi.....	57
Şekil 4.19 Yeraltısuyu örnekleme hatları boyunca alüminyum, bor ve silis değişimi.....	58
Şekil 4.20 Yeraltısuyu örnekleme hatları boyunca baryum, rubidyum ve stronsiyum değişimi	58
Şekil 4.21 Yeraltısuyu örnekleme hatları boyunca uranyum ve toryum değişimi	59
Şekil 4.22 Yeraltısuyu örnekleme hatları boyunca nadir toprak serisi elementlerin değişimi ...	60
Şekil 5.1 İnceleme alanı 1998 yılı yağış örneklerinin $\delta^{18}\text{O}$ - $\delta^2\text{H}$ grafiği.....	62
Şekil 5.2 İnceleme alanı 2006 dönemi yeraltısuyu örneklerinin $\delta^{18}\text{O}$ - $\delta^2\text{H}$ grafiği	63
Şekil 5.3 İnceleme alanı büyütülmüş $\delta^{18}\text{O}$ - $\delta^2\text{H}$ grafiği.....	63
Şekil 5.4 İnceleme alanı DSI'1971 verilerine göre oluşturulmuş $\delta^{18}\text{O}$ - $\delta^2\text{H}$ grafiği.....	64
Şekil 5.5 İnceleme alanı DSI'1998 verilerine göre oluşturulmuş $\delta^{18}\text{O}$ - $\delta^2\text{H}$ grafiği.....	65
Şekil 5.6 İnceleme alanı yeraltısuyu örneklerinin ÖEİ- ^{18}O grafiği	65
Şekil 5.7 Atmosferik trityum içeriğinin yıllara göre değişimi	66
Şekil 5.8 İnceleme alanı 2006-2007 dönemi alansal trityum dağılım haritası	67
Şekil 5.9 İnceleme alanı 1975 dönemi alansal trityum dağılım haritası	68
Şekil 5.10 İnceleme alanı 1998 dönemi alansal trityum dağılım haritası	68
Şekil 6.1 İnceleme alanına ait hidrojeolojik kavramsal model.....	72

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1 Misli Ovası için hesaplanan su bütçesi değerleri	23
Çizelge 3.2 İnceleme alanı için hesaplanan yeraltısuyu beslenimi	23
Çizelge 3.3 İnceleme alanı için hesaplanan yeraltısuyu boşalımı	24
Çizelge 3.4 İnceleme alanı için beslenim ve boşalım değerleri	24
Çizelge 3.5. Bazı bitkilerin mevsimlik su tüketim miktarları	28
Çizelge 4.1 Yeraltısuyunun ölçülen fiziksel-kimyasal özelliklerine ait istatistikler.....	34
Çizelge 4.2 Yeraltısuyu majör iyon içeriğine ait istatistikler	44
Çizelge 4.3 Yeraltısuyu iz element içeriğine ait istatistikler	55
Çizelge 5.1 Misli Ovası çevresel izotop verilerine ait istatistikler	61

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Ca ⁺²	Kalsiyum
Cl ⁻	Klorür
CO ₃ ⁻²	Karbonat
DMİ	Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü
DSİ	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
ETa	Gerçek Buharlaşma-Terleme
ETp	Potansiyel Buharlaşma-Terleme
HCO ₃ ⁻	Bikarbonat
i	Hidrolik eğim
K	Hidrolik iletkenlik
K ⁺	Potasyum
Mg ⁺²	Magnezyum
mikroS	MikroSiemens
MTA	Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
n	Gözeneklilik
Na ⁺	Sodyum
NH ₃ ⁻	Amonyak
NO ₃	Nitrat
ÖEİ	Özgül Elektriksel İletkenlik
P	Yağış
pH	Hidrojen iyonu aktivitesi
Q	Debi
SO ₄ ⁻²	Sülfat
T	Sıcaklık

MİSLİ OVASI (NİĞDE) YERALTISUYUNUN HİDROJEOKİMYASAL VE ÇEVRESEL İZOTOPIK BİLEŞİMİNİN İNCELENMESİ

Tolga Özbilge

ÖZ

Bu çalışma kapsamında, tarımsal amaçlı yoğun yeraltısuyu kullanımının önemli nitelik ve nicelik kaybına neden olduğu Misli Ovası akiferinde yeraltısuyunun hidrokimyasal ve çevresel izotopik özelliklerinin yer ve zaman içindeki değişimi incelenmiştir. İnceleme alanında ova yüzeyinde yayılan alüvyon ve bunun altında bulunan volkano-sedimanter ve volkanik birimler ana akiferi oluşturmaktadır. Ovada özel kooperatifler ile şahıslara ait yaklaşık 5000 adet derin yeraltısuyu üretim kuyusu bulunmakta olup; bunların işletme debileri 5 ile 60 l/s arasında değişmektedir. Hidrojeolojik bütçe hesaplamaları yıllık 64 milyon m³ dolayındaki beslenime karşılık, 50 milyon m³ suyun kaynaklar aracılığı ile doğal olarak, 150 milyon m³ suyun ise kuyular aracılığı ile yapay olarak boşaldığını göstermektedir. Aşırı yeraltısuyu kullanımına bağlı olarak su tablası son yirmi yılda ortalama 12 m kadar alçalmış olup, bunun 8 m'lik bölümü son 9 yılda gerçekleşmiştir. Hidrojeokimyasal gözlemler yeraltısuyunun genelde kalsiyum ve magnezyum karbonat niteliğine sahip olduğunu göstermektedir. Alüvyon akiferin yoğun çekimin yapıldığı orta bölümlerindeki yeraltısuyu iyonik açıdan daha zengindir. Bu bölgedeki pozitif anomalinin aşırı çekime bağlı olarak derindeki yarı durağan rezervin devreye girmesinin yanısıra zayıf bir sıcak su katkısından kaynaklandığı öngörülmektedir. İz element analizlerine göre derin yeraltısuyunun ilksel olarak sıcak su kökenli olabileceği düşünülmektedir. Duraylı izotop içeriklerine göre yeraltısuyu örneklerinin önemli bir bölümü +4 eğimli doğru üzerinde yer almaktadır. Bu durumun kısmen buharlaşan sulama suyunun akifere geri dönüşünün yanısıra kısmi bir derin kökenli sıcak su katkısından da kaynaklandığını göstermektedir. Uzun süreli gözlemlere göre yeraltısuyunun trityum içeriği 1970'li yılların ortası ile günümüz arasında 260 TU'dan 9 TU'ya kadar azalmıştır. Bu çalışmanın sonuçları tutumlu su kullanım politikalarının uygulanmaması durumunda, mevcut rezervdeki nitelik ve nicelik bozulmasının devam edeceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Niğde, Misli, yeraltısuyu, akifer, hidrokimya, izotop

Danışman: Prof. Dr. Serdar BAYARI, Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Hidrojeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

INVESTIGATION OF HYDROGEOCHEMICAL AND ENVIRONMENTAL ISOTOPIC COMPOSITION OF GROUNDWATER IN MISLI PLAIN (NİĞDE)

Tolga Özbilge

ABSTRACT

Spatio-temporal changes in the hydrochemical and environmental isotopic properties of the groundwater in the Misli Plain where extensive agricultural groundwater use has caused substantial quality and quantity degradation in the existing reserve. The main aquifer in the study area comprise of the alluvium that overlays the plain's surface and the volcano-sedimentary and volcanic units located beneath the alluvial cover. Throughout the plain, about 5,000 deep wells which are privately owned or belonging to irrigation cooperatives have been operated with discharge rates between 5 to 60 l/sec. Hydrogeologic budget calculations indicate that about 50 million m³ of groundwater discharges through springs and 150 million m³ is used by pumping from deep wells whereas the annual recharge amounts to 64 million m³. Extensive groundwater abstraction during the last twenty years has caused a groundwater table decline of 12 m, about 8 m of which occurred during the last 9 years. Hydrochemical observations reveal calcium and magnesium carbonate as the dominant groundwater facies while relatively enriched groundwater is encountered in the central plain where groundwater abstraction is most extensive. Groundwater's elevated trace element composition observed in this area suggests a thermal source for the origin of deep groundwater. About half of the groundwater samples are located on an evaporation line with a slope of +4. Probable reasons of such isotopic composition include seep-back of partly evaporated irrigation water into the aquifer and/or contribution of a deep-seated thermal groundwater into the abstraction. Based on long-term observations, groundwater's tritium content declined from 260 TU in middle 1970s to 9 TU in recent years. Results of this study reveal that qualitative and quantitative threat upon existing groundwater reserve will continue in the future if proper measure for thrifty water-use policies are not implemented.

Keywords: Nigde, Misli, groundwater, aquifer, hydrochemistry, isotope

Supervisor: Prof. Dr. Serdar BAYARI, Hacettepe University, Dept. of Geological Engineering, Hydrogeological Engineering Section

TEŞEKKÜR

Yazar, bu çalışmanın gerçekleşmesinde emeği olan, aşağıda adı geçen kişi ve kuruluşlara içtenlikle teşekkür eder.

Sayın Prof. Dr. Serdar BAYARI (Tez Danışmanı), çalışmanın her aşamasına bilgi ve tecrübeleriyle katkıda bulunmuştur.

Sayın Dr. N. Nur ÖZYURT, çalışmanın her aşamasında yardımlarını esirgememiştir.

Sayın Prof. Dr. Mehmet EKMEKÇİ, inceleme alanıyla ilgili bilgi ve görüşleriyle teze katkıda bulunmuştur.

Hidrojeoloji Mühendisi Başar ODACI ve Hidrojeoloji Mühendisi Güvenç DEMİRKIRAN arazi çalışmalarının gerçekleştirilmesinde yardımcı olmuşlardır.

Jeoloji Yüksek Mühendisi İbrahim YILMAZ ve Jeoloji Mühendisi Ejder YAPICI tezin çeşitli aşamalarında katkıda bulunmuşlardır.

Kimya Mühendisi Fusun MUTLU ve Kimyager Esin ÖNCEL su kimyası ve trityum analizlerini gerçekleştirmişlerdir.

DSİ Genel Müdürlüğü'nden Hidrojeoloji Yüksek Mühendisi Dr. Müfit DOĞDU, DSİ Kayseri Bölge Müdürlüğü'nden Jeoteknik ve Yeraltısuları Şube Müdürü Jeoloji Yüksek Mühendisi Sedat ÇELENK ve Jeoloji Mühendisi Şeref VAROL teze katkıda bulunmuşlardır.

Tezin her aşamasında destek ve yardımlarını esirgemeyen aileme sonsuz teşekkür ederim.

1 GİRİŞ

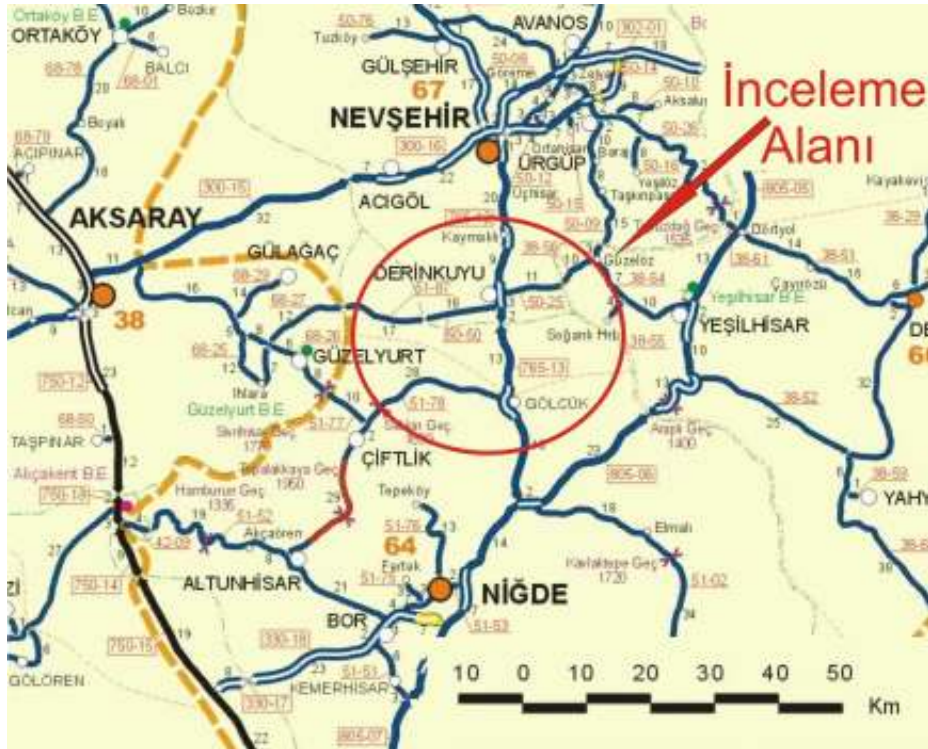
1.1 Amaç ve Kapsam

Son yıllarda tüm dünyada, özellikle ülkemizin içinde bulunduğu iklim kuşağında iklim değişimi ile birlikte azalan ve dağılımı değişen yağışlar sonucunda yüzey suyu kaynaklarında önemli azalmalar meydana gelmektedir. Yüzey su kaynaklarının su ihtiyacını karşılamadaki yetersizliği yeraltı suyu kaynaklarının önemini artırmaktadır. Yeraltı suyu kaynaklarının uzun yıllardır sınırsız kaynaklar olarak algılanmasından kaynaklanan bilinçsiz işletilme politikaları birçok akiferin yeraltı suyu üretimine elverişsiz hale gelmesine neden olmuştur. Yeraltı suyu kaynaklarının uzun ömürlü kullanılmasını sağlayacak işletim planlaması ancak sağlıklı üretilmiş hidrojeolojik bilginin derlenmesi ve değerlendirilmesi ile mümkün olabilir. Yurdumuzda bazı bölgeler (örn Konya havzası, Niğde Misli Ovası) jeolojik ve jeomorfolojik özellikleri ve gelişmemiş yüzey drenaj sistemleri nedeni ile doğrudan yeraltı suyu kullanımına bağımlıdır. Yeraltı suyu kullanımına bağlı bu bölgeler aynı zamanda tarıma elverişli geniş arazileri de bünyesinde barındırmaktadır. Bu çelişki nedeni ile uzun yıllar boyunca tarımsal faaliyetlerin sürdürülebilmesi için yeraltı suyu kaynakları yoğun olarak kullanılmıştır. Yoğun yeraltı suyu kullanımı zaman içinde yeraltı suyu miktarı ve kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Türkiye’deki yeraltı suyu açısından yüksek potansiyelli sahalar son yıllardaki hızlı nüfus artışına bağlı aşırı su tüketimi nedeniyle tehlike altında bulunmaktadır. Geçmiş yıllara oranla hemen hemen tüm yeraltı suyu işletmesi yapılan alanlarda miktar ve kalite açısından gerileme gözlenmiştir. Bilinçsizce ve izin alınmaksızın açılan yeraltı suyu kuyularından yapılan aşırı çekimler yeraltı suyu seviyesinde önemli düşümlere neden olmuştur. Tarımda kullanılan ilaçlar ve gübreler nedeni ile sulama fazlası olarak yeraltına süzülen su, akiferdeki yeraltı suyu kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Devam eden bu uygulama sonunda sulama için elverişli yeraltı suyu elde edilmesi güçleşmektedir. Bu nedenle özellikle tarımsal su tüketiminin yoğun olduğu yeraltı suyu havzalarında hidrojeolojik etüdlerin günümüz koşullarını temsil edecek şekilde yenilenmesi gerekmektedir. Güncel bilgilerin derlenmesinin ardından havzaya ait geçmiş yıllardaki yeraltı suyu seviyesi, su kalitesi ve çevresel izotop verilerinin birlikte değerlendirilmesi gereklidir. Bu şekilde izlenen bir yeraltı suyu sisteminde yeraltı suyu işletmesi açısından sağlıklı bir planlama yapılması mümkün olmaktadır.

Bu çalışma kapsamında İç Anadolu Bölgesi'nin önemli tarım alanlarından birisi olan Niğde-Misli Ovası incelenmiştir. Çalışma kapsamında ovada seçilen kuyu ve kaynaklar yeraltısuyunun hidrojeokimyasal ve çevresel izotopik bileşimi belirlenmiş. 2006-2007 yıllarındaki güncel gözlemler ve ovada geçmiş yıllarda yapılmış çok sayıda gözlem ile karşılaştırılarak birlikte değerlendirilmiştir. Sonuç olarak tarımsal amaçlı yeraltısuyu işletmesinin akiferdeki yeraltısuyu miktarı ve kalitesi üzerindeki etkileri ortaya konmaya çalışılmıştır. Ulaşılan sonuçların gelecekte yapılacak yeraltısuyu işletme planlamaları için yol gösterici olacağı umulmaktadır.

1.2 Çalışma Alanının Konumu ve Genel Özellikleri

Misli Ovası olarak adlandırılan inceleme alanı İç Anadolu bölgesinde Niğde ve Nevşehir il sınırları içerisinde yer almaktadır. Ovanın kuzeyinde Nevşehir, güneyinde Niğde, doğusunda Yeşilhisar, batısında ise Aksaray yerleşim merkezleri bulunmaktadır (Şekil 1.1).

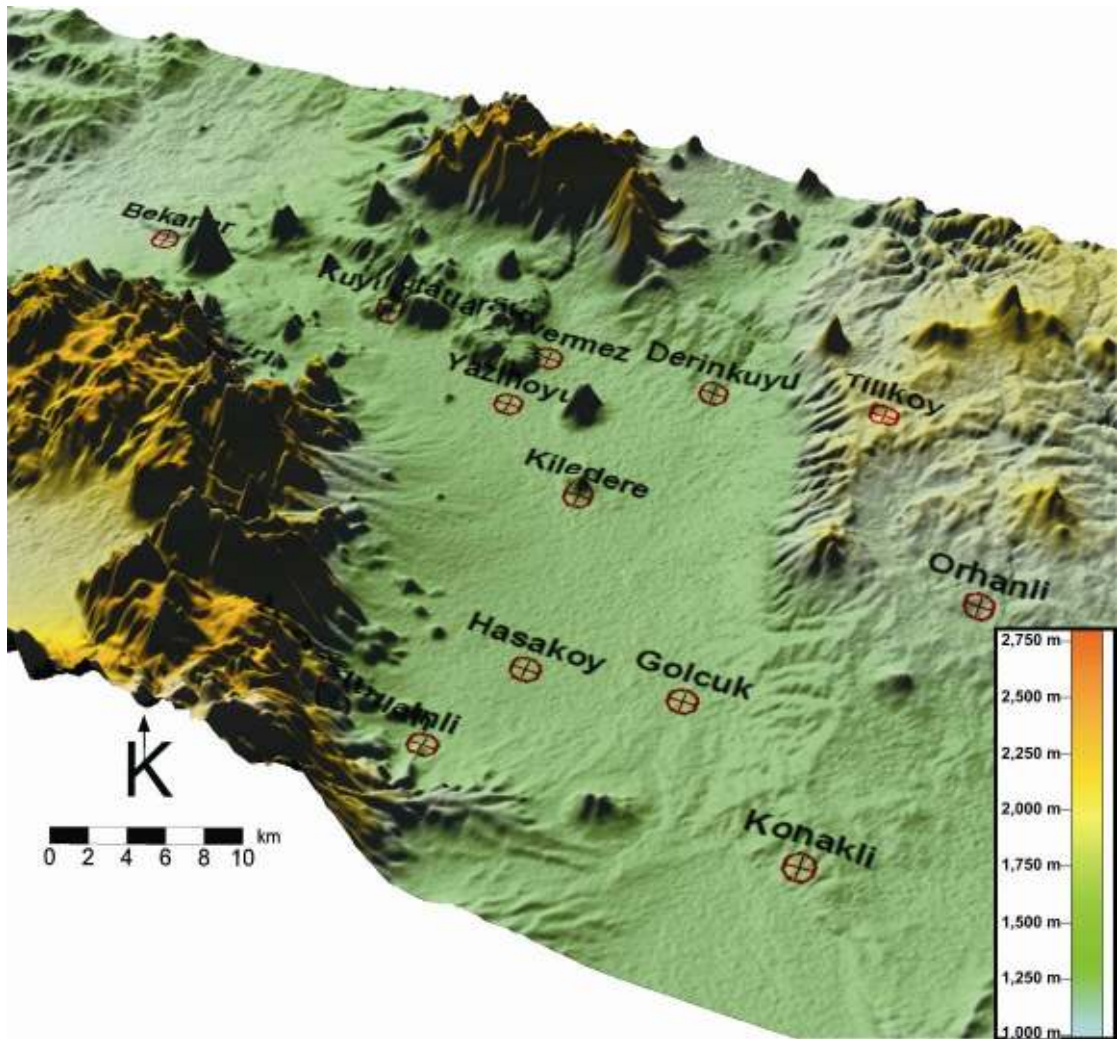


Şekil1.1 İnceleme alanı yer bulduru haritası

İnceleme alanındaki en büyük yerleşim yerleri Nevşehir iline bağlı Derinkuyu ilçesi ve Niğde iline bağlı Misli (Gölcük) bucağıdır. Bunların dışında başlıca yerleşim yerleri Nevşehir iline bağlı Suvermez, Yazıhöyük, Kuyulutatlar ve Niğde iline bağlı Kandılı, İnli, Hasaköy, Tırhan, Bağlama, Alay, Kiledere, Ağçoşar, Ovacık ve Çavdarlı

yerleşimleridir. Çalışma alanı sınırları içerisinde Kapadokya bölgesinin iki önemli turistik merkezi olan Derinkuyu ve Kaymaklı'da bulunmaktadır. Volkanik çökeller içinde kazılmış tarihi yeraltı şehirleri, kiliseler ve doğal peri bacalarıyla ünlü olan bölge turizm açısından yıl boyunca hareketlidir. İnceleme alanı 1/100.000 ölçekli topografik haritaların L33 ve L32 paftaları sınırları içerisinde kalmaktadır (Şekil 1.1). Misli Ovası yaklaşık 420 km²'lik bir alanda yayılmaktadır. Ovayı içinde bulunduran yüzey su drenaj alanı ise yaklaşık olarak 1150 km²'dir.

İnceleme alanına ait sayısal yükseklik modeli Şekil 1.2'de verilmiştir. Çalışma alanında ortalama yükseklik 1345 m' dir. Havza içinde verimli akiferleri barındıran Misli Ovası'nın ortalama kotu yaklaşık 900 m'dir. Havzayı, güneybatıdan Melendiz Dağı, diğer yönlerde ise volkanik kökenli küçük tepeler sınırlamaktadır. Bu tepeler genellikle KB-GD uzanımlıdır(Şekil 1.2).



Şekil 1.2 İnceleme alanı sayısal yükseklik modeli ve yerleşim yerleri.

İnceleme alanında devamlı akış gösteren bir akarsu bulunmamaktadır. Havzanın doğu ve batısında akışa başlayan yüzey suları ovanın yüksek geçirimli bölümüne ulaştıklarında yeraltına süzülerek ya da buharlaşma sonucu kaybolmaktadır. Havza içerisinde nispeten uzun süre su taşıyan iki adet dere vardır. Bunlardan birisi; İnlı köyünün yakınlarından geçen Murtaza deresi diğeri ise havzanın güneyinde bulunan Kargasekmez deresidir. Ovayı oluşturan alüvyon malzemenin yüksek geçirimliliği yüzeysel akışın yanı sıra havzada göl ya da bataklıkların oluşmasını da engellemektedir.

Havzada sürekli akış gösteren bir kaynak bulunmamaktadır. Havzanın yüksek kotlarındaki beslenime bağlı olarak mevsimlik kaynaklar ortaya çıkmaktadır. Çalışma alanına ait 1970' li yıllardaki gözlemlere göre havzada Gölcükbaşı ve Pınarbaşı (Öztepe) olmak üzere iki önemli kaynak literatüre geçmiştir. Ancak yeraltısuyu seviyesinin uzun yıllar içinde düşmesi sonucunda günümüzde bu kaynaklar kurumuştur. Ovanın ortasında Gölcük yerleşimi yakınında boşalan Gölcükbaşı kaynağının debisi 240 l/s olup Gölcük ve yakın çevresinde sulama amacıyla kullanılmıştır. Ovanın güneyinde tüflerden bir hat boyunca farklı noktalarda boşalan Pınarbaşı kaynağının toplam debisi ise yaklaşık 110 l/s olarak ölçülmüştür (DSİ,1971). Pınarbaşı kaynağının boşalım kotu Misli Ova kotunun altındadır ve boşalan yeraltısuyu havza dışında kalan Bor ilçesine doğru akmaktadır.

Havzanın kuzey batısında, bazaltlardan boşalan Ağaçlı kaynakları ise günümüzde akışı devam eden en büyük kaynaktır. Ağaçlı kaynaklarının ortalama en düşük akımı 917 l/s olarak belirlenmiştir (Yüce, 2005). Ağaçlı kaynakları yüksek yeraltısuyu sıcaklığı (yaklaşık 25°C) ve zengin kimyasal içeriği ile dikkat çekmektedir.

İnceleme alanında karasal iklim hüküm sürmektedir. Yazları sıcak ve kurak, kışları ise soğuk geçer. Niğde meteoroloji istasyonunda 1975-2006 döneminde ölçülen uzun yıllar hava sıcaklığı 10.9 °C'dir. En yüksek sıcaklıklar Temmuz ve Ağustos 1987 tarihinde 37.8 °C civarında, en düşük sıcaklıklar ise Ocak ve Şubat 1985 tarihinde – 24.2 °C olarak belirlenmiştir (<http://www.meteoroloji.gov.tr>). Yıllık ortalama yağış ise yaklaşık 350 mm'dir. Düşük yağış miktarı ile çalışma alanı yarı kurak iklim özellikleri göstermektedir.

İnceleme alanında hakim karasal iklim tipi yüzünden ormanlık bölge azdır. Bölgedeki bitki örtüsü genellikle tarımsal bitkilerden oluşmaktadır. Sulanabilir arazide en yaygın olarak patates ve şeker pancarı üretimi yapılmaktadır. Bunun dışında elma, lahana, hububat gibi diğer ürünler de genellikle ikincil ürün olarak yetiştirilmektedir. Havza, Türkiye'nin en fazla patates ve şeker pancarı yetiştirilen bölgesidir. Bölgede tarımın yanısıra hayvancılık da önemli bir ağırlığa sahiptir.

1.3 Araştırma Yöntemleri

Çalışma kapsamında yürütülen araştırmalar; literatür araştırması, arazi çalışmaları, laboratuvar ve değerlendirme çalışmaları olarak gruplandırılan dört aşamadan oluşmuştur.

1.3.1 Literatür araştırması

Çalışma kapsamında öncelikli olarak Misli Ovası ve çevresinin jeolojisi incelenmiştir. İnceleme alanına ait Ayhan v.d. (1988) ve Atabey (1989) tarafından hazırlanmış 1/100.000 ölçekli jeoloji haritası temel alınmış, arazi gözlemleri sırasında haritalarda gerekli revizyonlar yapılmıştır. Çalışma alanı, tarımsal faaliyetin yoğunluğundan kaynaklanan yeraltısu talebi nedeni ile 1970'li yıllardan itibaren DSİ ve üniversitelerde görevli araştırmacılar tarafından yürütülen birçok çalışmaya konu olmuştur. Bu çalışmalardan ulaşılabilenlerin tümü derlenmiş ve incelenmiştir. Derlenen bilgiler doğrultusunda havzanın jeolojik ve hidrojeolojik yapısı ortaya konmuştur. Hidrojeoloji haritası oluşturularak akifer özelliği taşıyan birimler belirlenmiş, bölgenin yeraltısu beslenme bölgeleri ve genel yeraltısu akım yönü saptanmıştır.

İnceleme alanının topoğrafik ve jeolojik haritaları kullanılarak havzanın drenaj alanı belirlenmiş, meteorolojik veriler kullanılarak su bütçe oluşturulmuş ve havzanın yeraltısu beslenme, boşalım ilişkisi ortaya konulmuştur.

1.3.2 Arazi ve laboratuvar çalışmaları

Arazi çalışmaları sırasından çalışma alanında geçmişte yürütülmüş çalışmaların ötesinde bilgi sağlayacak güncel verilerin üretilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda 2006 ve 2007 yıllarında çalışma alanı içinde belirlenen 4 hat boyunca seçilen kuyularda yerinde fiziksel-kimyasal parametre ölçümünün yanı sıra, majör

iyon kimyası, iz element, trityum (^3H) ve duraylı izotop (^{18}O - ^2H) analizleri için örnekleme yapılmıştır.

Kimyasal analizler ile yeraltısuyunun kökeninin, su-kayaç etkileşimi ile belirlenmesi amaçlanmıştır. Yeraltısuyu beslenme bölgelerinin ve beslenme koşullarının belirlenmesi amacı ile ^{18}O ve ^2H verileri değerlendirilmiştir. Yeraltısuyu geçiş süresinin belirlenmesi için ^3H verilerinden yararlanılmıştır.

1.3.3 Değerlendirme çalışmaları

Çalışma kapsamında yapılan araştırmalar sonucunda inceleme alanının jeolojisi ve jeolojiye bağlı olarak hidrojeolojisi ortaya konmuştur. Havza için yeraltısuyu bütçesi oluşturularak mevcut sistemdeki beslenme ve boşalım ilişkileri irdelenmiştir. İncelenme alanında çalışır durumdaki yeraltısuyu kuyularında yapılan yerinde ölçüm ve analizler ile yeraltısuyunun güncel kimyasal izotopik özellikleri belirlenmiştir. Değerlendirmelerin önemli bir kısmı, güncel sonuçların geçmiş yıllardaki gözlemler ile karşılaştırılmasına ayrılmıştır. Yeraltısuyunun kimyasal ve izotopik özelliklerinin zaman içinde değişiminden hareket ile yeraltısuyu işletmesi ve iklimin yeraltısuyu seviyesi ve kalitesi üzerindeki etkileri sorgulanmıştır. Yapılan bu değerlendirmelerin Misli Ovasında gelecekteki su kullanımı planlamalarında yol gösterici olabileceği vurgulanmıştır.

1.4 Önceki Çalışmalar

Çalışma alanı gerek zengin jeolojik yapısı ve gerekse yeraltısuyu ihtiyacı nedeni ile çok sayıda araştırmaya konu olmuştur. Bu bölümde çalışma alanında yürütülmüş jeoloji ve hidrojeoloji araştırmalarının bir kısmının temel bulguları kronolojik olarak özetlenmiştir.

Beekman (1966) tarafından “Hasandağı-Melendizdağı Bölgesinde Pliyosen-Kuvaterner Volkanizma Faaliyetleri” başlığı altında yapılan çalışmada ignimbrit oluşumlarına ve andezit-bazalt volkanizmasına değinilmiştir.

Pasquera (1968), “Orta Anadolu’daki Senozoik Volkanik Sahanın Jeolojisi” başlığı altındaki çalışmada havzayı iki ana formasyona ayırmış ve Erciyes Dağı’nın oluşumunu incelemiştir. Yazara göre havza, karasal kökenli iri taneli detritik

malzemedan oluşan Yeşilhisar formasyonu ve volkanik aktivite kökenli Ürgüp Formasyonu'ndan oluşmaktadır.

Çalışma alanının hidrojeolojisi ile ilgili ilk değerlendirmeler DSİ tarafından 1971 yılında yapılan etüd raporunda toplu olarak sunulmuştur. "Misli Ovası Hidrojeolojik Etüt Raporu" başlığıyla derlenen çalışmada Misli Ovasında yeraltısuyunun farklı derinliklerdeki miktar ve kalitesinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda derinlikleri 43-300 m arasında değişen toplam 93 adet sondaj kuyusu incelenmiştir. Anılan çalışma kapsamında yeraltısuyunun kimyasal karakteristikleri belirlenmiştir. Araştırma sonucunda havzanın yüksek verimli ve kimyasal açıdan kaliteli (sulama açısından kullanılabilir) yeraltısuyu rezervine sahip olduğu ortaya konulmuştur. Raporda yeraltısuyu kullanımında önerilen planlara sadık kalınması gerekliliği de önemle vurgulanmıştır.

Yurdumuzda yeraltısuyu sistemlerinde izotopik yöntemlerin kullanımının başladığı 1970'li yıllarda DSİ tarafından Misli Havzasında da bir izotop araştırması yürütülmüştür (DSİ, 1975). Değerlendirme sonucunda havzanın belirli bölgelerindeki yeraltısuyunun beslenme alanlarının farklı olduğu ve özellikle KB'daki boşalımların (Gülağaç Kaynakları) Misli Ovası yeraltısuyu rezervuarı ile ilişkili olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Anılan raporda sunulan veriler bölgede aşırı yeraltısuyu çekiminin başlamasından önceki döneme ait izotopik içeriği temsil etmesi açısından oldukça değerlidir.

Batum (1978,a ve b)'de, Nevşehir'in güneybatısında, Göllüdağ ve Acıgöl yöresindeki volkanitlerin Jeolojisi-Petrografisi ve jeokimyası incelenmiştir. Çalışmalar, özellikle bu araştırmanın sınırları içinde yer alan Kızılkaya ignimbritlerinin petrografik ve jeokimyasal özelliklerini açıklaması açısından önemlidir.

Göncüoğlu (1985), "Niğde Masifi Batı Yarisının Jeolojisi" başlıklı çalışmada Niğde masifinin Orta Anadolu Masifi içindeki yeri açıklanmıştır ve Niğde masifine ait metamorfik kayalara değinilmiştir.

Ayhan vd (1988), "Derinkuyu-Gölcük-Sulucaova (Niğde) Civarının Jeolojisi" başlığı altındaki çalışmada Üst Kretase'den Holosen'e kadar uzanan zaman diliminde havzadaki jeolojik olaylar detaylı olarak ele alınmıştır. Havzayı etkileyen volkanik aktivitelere değinilmiş, kayaçların oluşum mekanizmaları açıklanmıştır.

Le Pennec (1994) tarafından Derinkuyu ve yakın çevresindeki kalderalar ve özellikleri araştırılmıştır.

1970'li yılların başında havzada yapılan hidrojeolojik etüd çalışması DSİ, 1998 araştırması ile yenilenmiştir. Çalışmada havzada yeraltısuyu işletmesinin devam ettiği ve zaman içinde arttığı geçen 27 yıl süresince Misli Ovasında değişen şartlar incelenmiştir. Bu kapsamda toplam 208 adet sondaj kuyusu verileri incelenmiştir. Yeraltısuyu seviyesinde 0.7-2 m arasında bölgesel düşümlerin olduğuna dikkat çekilmiştir. Su kimyası verileri de 1998 yılına ait değerleri temsil edecek şekilde tekrarlanmış ve yorumlanmıştır. Sonuç olarak havzada yeraltısuyu boşalımının beslenimden fazla olduğuna dikkat çekilmiş ve yeraltısuyu kullanımının sınırlandırılması tavsiye edilmiştir. Bölgedeki sıcak su rezervuarının işletilmesi de araştırmanın bir diğer önemli başlığıdır.

Acar (1998) tarafından ODTÜ İnşaat Mühendisliği Bölümünde yapılan yüksek lisans tez çalışmasında Misli Ovasında MODFLOW kullanılarak yeraltısuyu akım modeli oluşturulmuştur. Modelleme çalışmasında Misli akiferi, çevresi geçirimsiz sınırlardan oluşan tek parça serbest akifer olarak tanımlanmıştır. Model kalibrasyonu, DSİ tarafından yapılan yeraltısuyu seviye gözlemleri kullanılarak yapılmıştır. Model uygulamasının en çarpıcı ve iddialı bulgusu akiferde zaman içinde hızla artan yeraltısuyu çekimine rağmen yeraltısuyu seviyelerinde kayda değere bir düşüm olmadığı ve gelecekte de olmayacağıdır.

Başaran ve Süral (2001)'da 1975 yılında yapılan yeraltısuyu çevresel izotop araştırması yeni gözlemler ile tekrarlanmış, trityum değerleri ile yeraltısuyunun yaşı ve $^{18}\text{O}/^{2}\text{H}$ değerleri ile beslenme bölgesi ortaya konulmuştur. Çalışma sonucunda bölgedeki sıcak su rezervuarının işletilen akifere olan etkisi ve sulamadan dönen suların yeraltısuyu kalitesi üzerindeki olumsuz etkisine değinilmiştir.

Söğüt (2003), tarafından gerçekleştirilen "Misli Ovasının Hidrojeolojik İncelemesi" başlıklı doktora tezi kapsamında Misli Ovasının akifere ait hidrojeolojik özelliklerin belirlenmesi amacıyla pompa testleri yapılmıştır. Çalışmada ayrıca kuyulardan alınan örnekleri kapsayan bir de su kimyası çalışması yürütülmüştür.

Le Pennec vd (2005), tarafından yapılan çalışma Kapadokya bölgesindeki ignimbritleri jeokimyasal özellikleri ve yaş tayini üzerinde yapılmış en yeni tarihli araştırmalardan biridir.

Ekmekçi vd (2005) tarafından Niğde Misli Ovası'nda yeraltısuyunun potansiyelinin araştırılması amacıyla yürütülen proje kapsamında ova genelinde tane boyu dağılımı ve toprak dokusu, gözeneklilik, hidrolik iletkenlik, süzülme hızı gibi parametreler belirlenmiştir. Derlenen bilgiler kullanılarak havzanın kavramsal yeraltısuyu akım modeli oluşturulmuştur. Aynı araştırmanın bir devamı olan Çirkin (2006) tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanan çalışmada da kavramsal model irdelenmiştir. Araştırmalar sonucunda Misli Ovasında statik, yarı statik ve dinamik olarak adlandırılan yeraltısuyu akım bölümlerinin varlığına işaret edilmiştir.

Yüce (2005 ve 2007) çalışmaları Misli Ovasında 1990'lı yılların sonuna kadar yürütülen çalışmaların geniş okuyucu kitlesine ulaşmasını sağlayacak tebliğ ve makale şeklindeki derlemesi niteliğindedir. Çalışma sonucunda bölgedeki yeraltısuyunun kimyasal özelliklerinden hareket ile derin dolaşımli sıcak su rezervuarı ile alüvyon akifer arasındaki karışımın varlığı vurgulanmıştır.

2 JEOLJİK YAPI

İnceleme alanının hemen hemen tümü volkanik ve/veya volkanik kökenli kayalardan oluşmaktadır. Havzadaki volkanik kayalar geç Miyosen'den Kuavaterne'ye kadar devam eden öncelikle Melendizdağı ve sonra da Hasan Dağı volkanizmalarına aittir. Bölgenin jeolojik yapısına ait detaylı ve öncül çalışmalar Pasquera (1968) ve Beekman (1966) tarafından yapılmıştır. Bu araştırmaların ardından Atabey (1989) ve Ayhan vd. (1988)'nin çalışmaları ile Misli Ovasının bugün tüm araştırmacılar tarafından kabul edilen jeolojik yapısını ortaya konmuştur.

2.1 Stratigrafik Jeoloji

Çalışma alanı içinde kalan formasyonların litolojik özellikleri ve stratigrafik ilişkileri genelleştirilmiş stratigrafik istifle verilmiştir (Şekil 2.1). Çalışma sahasının jeolojik haritası, Atabey (1989) ve Ayhan vd. (1988)nin oluşturmuş olduğu 1/100.000 ölçekli jeoloji haritaları revize edilerek yeniden düzenlenmiştir (Şekil 2.2). Stratigrafik istifle yeralan formasyonların genel özellikleri aşağıdaki bölümlerde özetlenmiştir.

2.1.1 Sineksizyayla Metagabrosu (Ws)

Bölgede temel kayacı oluşturan Kretase yaşlı Sineksizyayla Metagabrosu ilk defa Göncüoğlu (1977) tarafından adlandırılmıştır. Birim gabro, hornblend-gabro, bantlı gabro, amfibolit karakterli kayalarından oluşmaktadır. Birim çalışma alanının güneyi ve doğusunda gözlenmektedir. Tilköy, Çavdarlı'nın batısı ve Orhanlı kasabasının kuzeyi birimin sınırlı alanlarda yüzeylendiği bölgelerdir. Sineksizyayla Metagabrosunun kendinden daha genç birimler ile stratigrafik ilişkisi uyumsuzdur.

2.1.2 Melendizdağı Tüfleri (Tmt)

Melendizdağı Tüfleri, Beekman (1966 a,b) tarafından adlandırılmıştır. Melendizdağı andezitlerinin aşındığı yerlerde, İnli köyünün batısında yüzeylenmektedir. Sarımsı, yeşilimsi, morumsu ve kahverengi görünümlüdürler. Tüf ağırlıklı olmak üzere akma breşi ve aglomeradan oluşmaktadır. Yer yer manganez ve kükürt içermektedir. Limonitleşme ve silisleşmeyle de yer yer karşılaşmaktadır.

Üst Sistem	Sistem	Seri	Kod	Litoloji	Formasyon
SENOZOYİK	Tersiyer-Kuvaterner	Holosen	Qal		Alüvyon-Yamaç Molozu; Blok çakıl, kum, kil, mil
			Qc		Bazaltik Curuf; Volkan bombası, lapilli kül
			Qb		Genç Bazalt Andezit
		Pliyosen-Pleyistosen	Qg		Göllü Dağ Külü Akıntı Tüfleri; Tüf, kül, obsidiyen
			Qkk		Kumtepe Külü
			Qh		Hasan Dağı Külü Formasyonu Tüf, tüfit, kumtaşı, kireçtaşı
			Ta		Ağılı Formasyonu; Volkanik çakıllı konglomera
			Tk		Kızılkaya İgnimbiriti
			Orta-Üst Miyosen	Tkh	
		Tgu			Göstük İgnimbiriti
		Tma			Melendiz Dağı Andezitleri
		Tmt			Melendiz Dağı Tüfleri
		Ws			Sineksiz Yayla Metagabrosu

Şekil 2.1 İnceleme alanının stratigrafik kesiti (Ayhan vd., 1988' den uyarlanmıştır)

2.1.3 Melendizdağı Andezitleri (Tma)

Birim, Beekman (1966) tarafından adlandırılmıştır. Havzanın güneybatısında yaygın olarak görülmektedir. Havzanın kuzeyi ve batısında ise dar alanlarda yüzeylemektedir. Melendizdağı Andezitleri; gri, açık gri, dış görünümü yer yer kahverengi olan camsı ve sık dokuludur. Ayolopilitik, vitrifirik, pilotoksitik dokuda olan andezitlerin fenokristalleri plajiyoklas, amfibol, biyotit ve piroksendir.

2.1.4 Göstük İgnimbiriti (Tgü)

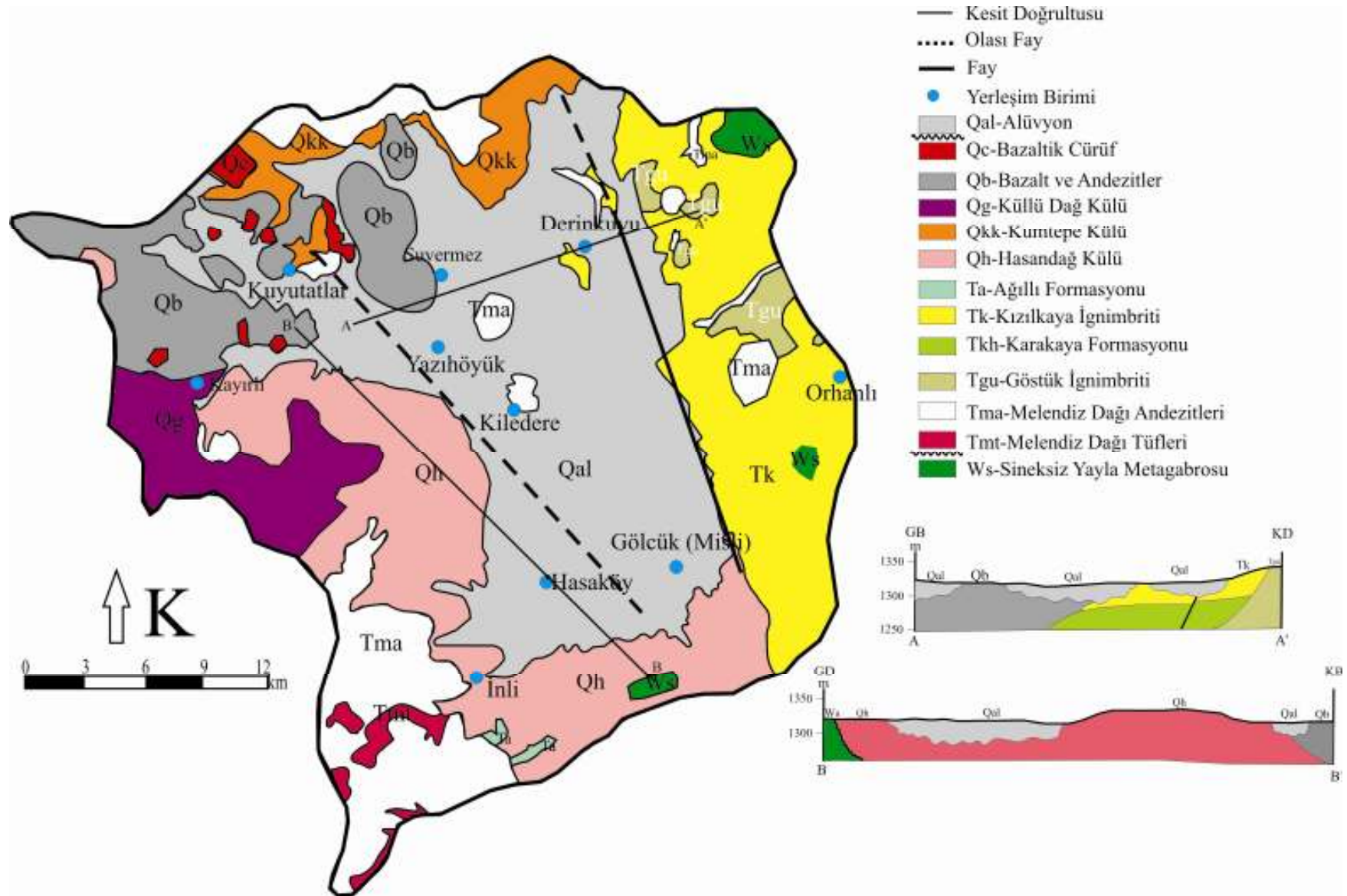
Göstük İgnimbiritinin taban seviyesi beyaz renkli, ince taneli vitrik-tüf ile karakteristiktir. Birimin üst seviyelerine doğru gidildikçe diyabaz, gabro, bazalt ve andezitler görülmektedir. Göstük İgnimbiriti fenokristal ve hamur fazından oluşmaktadır. Hamur fazını volkanik cam oluşturmaktadır. Yine hamur içerisinde pomza parçaları da görülmektedir.

2.1.5 Karakaya Formasyonu (Tkh)

İlk kez Beekman (1966) tarafından adlandırılan Karakaya Formasyonu çalışma alanı içinde yayılım göstermemektedir. Karakaya Formasyonu konglomera, kumtaşı, tüf, tüfit ve kireçtaşıdan oluşmaktadır. Birimde bulunan çapraz tabakalanma ve omurgalı fosiller formasyonun muhtemel göl ve akarsu ortamında çökeldiğini göstermektedir.

2.1.6 Kızılıkaya İgnimbiriti (Tk)

Kızılıkaya İgnimbiriti çalışma alanının doğusunda çok geniş bir yayılım göstermektedir. Kızılıkaya İgnimbiriti bölgede gözlenen iki ignimbirit fazından birisidir. Kızılıkaya ignimbiritinde üç farklı seviye gözlenmektedir. Altta zayıf kaynaklanmalı andezit, bazalt, granit çakılları, ortada kuvvetli kaynaklanmış açık gri renkli ignimbirit ve üstte ise daha gri ve ince taneli ignimbirit gözlenmektedir. Formasyonun bozunma yüzey rengi pembemsi-kırmızımsıdır. Taze kırık yüzeyi ise pembemsi, beyazımsı gri renkli olup sütunsal yapıda ve andezitik karakterlidir. Birimin ortalama kalınlığı 15 m civarındadır. Yaş tayini çalışmalarına göre birim Alt Pliyosen yaşlıdır.



Şekil 2.2 İnceleme alanına ait jeoloji haritası (Ayhan vd. 1988'den uyarlanmıştır)

2.1.7 Ağıllı Formasyonu (Ta)

Ağıllı Formasyonu, aglomera, kumtaşı, kilitaşı ve tüfitten oluşmaktadır. Birim içindeki aglomeralar ise andezit, bazalt, ofiyolit çakıllı tüfit ve gevşek kumtaşından oluşmaktadır. Çalışma alanının güneyinde yüzeylenen birimin yaklaşık kalınlığı 20-30 m'dir.

2.1.8 Hasandağ Kül Formasyonu (Qh)

Alanda alüvyondan sonra en yaygın birim olan Hasandağ Külü Beekman (1966) tarafından adlandırılmıştır. Genelde beyaz, kirli beyaz ve gri renkli kül ile lapilliden oluşur. Üst kesimlerinde ise ince karbonatlı seviyelere rastlanmaktadır. Havza genelinde yatay konumlu olan formasyonun bazı yerlerde eğim kazandığı gözlenmektedir. Birim çalışma alanının güney-batısında Melendizdağı Andezitlerini örtmektedirler.

2.1.9 Kumtepe Külü (Qkk)

Çalışma alanının kuzey-kuzey batısında yüzeylenen Kumtepe Külü Pasquera (1968) tarafından adlandırılmıştır. Birim gri, beyaz renkli pomzaca zengin camsı külden oluşmaktadır.

2.1.10 Göllüdağ Kül Akıntısı ve Tüfleri (Qg)

Göllüdağı Kül akıntısı çalışma alanının batısında yüzeylenmektedir. Beekman (1966) tarafından adlandırılan birim tabanında yeralan 10-20 cm çaplı perlit yumrulu tüfler ile karakteristiktir. Göllüdağ kül akıntısının üst seviyelerinde 10-15 cm'lik obsidyenler bulunmaktadır. Birimin en üst seviyelerinde ise bozunma rengi gri, taze yüzü beyaz renkli olan sıkı tutturulmuş tüfler bulunmaktadır.

2.1.11 Genç bazalt-andezit (Qb)

Genç bazalt ve andezitler çalışma alanının kuzey, kuzey-batısında yaygın olarak yüzeylenmektedir. Arazide ve el örneklerinde bazalt görünümlü olan birimin yapılan jeokimyasal araştırmalarda yer yer andezitik karakterde olduğu belirlenmiştir. Birimdeki bazaltlar; siyah, kiremit renkli, ince taneli, sıkı, midye kabuğumsu kırılma yüzeyi göstermektedir. Birimin andezitik bölümlerinde porfirik yapı gözlenirken, bazaltlarda ise ofitik yapıya rastlanmaktadır (Batum, 1978 a,b). Genç bazalt ve

andezitten oluşan birimin yaşı Atabey (1989) tarafından Pleyistosen olarak belirlenmiştir.

2.1.12 Bazaltik Cüruf Konileri (Qc)

Bazaltik Cüruf konileri çalışma alanının kuzeybatısında dar alanlarda gözlenmektedir. Bazaltik karakterli Cüruf konilerinin taban alanları 500-700 m çapında dairesel, eliptik şekillidir. Konilerin derinlikleri ise 50-100 m arasında değişmektedir. Koni duvarlarının eğimi yaklaşık 25-30 derecedir. Koniler litolojik olarak volkan bombası, kül, lapilli ve bazaltik Cürufdan oluşmaktadır.

2.1.13 Alüvyon (Qal)

Çalışma alanının orta bölümünde güneydoğu; kuzeybatı doğrultulu geniş bir hat boyunca gözlenen birimdir. Alüvyon çakıl, kum, kil, mil ve ince bir toprak örtüsünden oluşmaktadır. Kalınlığı ovanın farklı bölgelerinde paleotopografyaya bağlı olarak farklılık göstermektedir.

2.2 Yapısal Jeoloji

Havzadaki en yaşlı birim olan Kretase yaşlı gabronun Alp Orojenezinin etkisinde kaldığı saptanmıştır. Orojenez etkileriyle gabroda kıvrımlanmalar ve faylar oluşmuştur. Kretase yaşlı taban kayacın büyük oranda daha genç birimler ile örtülü halde bulunması yapısal unsurların izlenmesini güçleştirmektedir.

Çalışma alanının doğusunda, kabaca Kızılkaya İgnimbiriti ve alüvyon arasında güneydoğu-kuzeybatı doğrultulu bir fay bulunmaktadır. Havza içinde yüzeyde izleri bulunan başka kırık hattı bulunmamaktadır.

Havzanın doğu sınırını Ecemiş Fay Zonunun devamı oluşturmaktadır. Genel yapısı gereğince çek ayır havza görünümüne sahip Misli Ovasının bu yapısını kazanabilmesi için batı sınırı boyunca da bir kırık hattı ile ilişkili olması beklenmektedir. Bununla birlikte örtü birimlerinden dolayı bu sınır sahada belirgin değildir.

2.3 Tarihsel Jeoloji

Çalışma alanının temelinde bulunan metamorfik kayalar (Paleozoik yaşlı Niğde Grubu kayaları) denizel ortamda çökelmişler ve sonrasında Sineksizyayla Meta

gabrosu tarafından metamorfizmaya uğratılmıştır. Temel birimlerin çökelim ortamı olan deniz Alt Paleozoik'te bölgeyi terk etmiştir. Bölgede Üst Kretase boyunca magmatik hareketlilik görülmüştür. Bu faaliyetler sonucunda granit ve gabro yükselimleri gerçekleşmiştir. Sineksizyayla Metagabrosu daha sonra Üçkapılı granodiyoriti tarafından kesilmiştir.

Volkano-sedimanter birimlerin yerleşimi bölgede tekrar denizel ortam koşullarının Üst Paleosen'de yeniden etkili olması sonucudur. Oligosen başında bölge tekrar karasal ortama dönüşmüştür. Karasal koşullarda havza içi ve çevresinde andezit, andezitik tuf, bazaltik cüruf, kül, tuf ve bazalt akıntılarını kapsayan volkanizma oluşmuştur. Bu kayaçlar ağırlıklı olarak Hasan Dağı, Melendiz Dağı ve Erciyes Dağı volkanizmalarının ürünleridir.

Çevresindeki genç aktif volkanizma ve çeşitli volkanik ve volkano sedimanter kayaçların varlığı nedeni ile bölge volkan bilimciler tarafından ayrıntılı olarak incelenmiştir. Volkan bilimciler havzayı "maar" olarak tanımlamışlardır. Maar, püskürme veya patlamayla birlikte lav ve mağmanın oluşturduğu, geniş, hafif kabarmış bir krater olarak tanımlanmaktadır. Maar tipik olarak suyla dolu ve sığ bir krater gölü görünümündedir. Maarlar 60 m'den 2000 m uzanan çapa ve 10 m'den 200 m'ye kadar derinliğe sahip olabilirler. Misli Ovasında da mevcut jeotermal gradyan ve havzadaki akifer kalınlığının (alüvyon dolgu malzemesinin) 200 m'den fazla olmaması ovanın bugünkü formunu almadan önce bir maar olabileceği görüşünü desteklemektedir.

3 HİDROJEOLOJİ

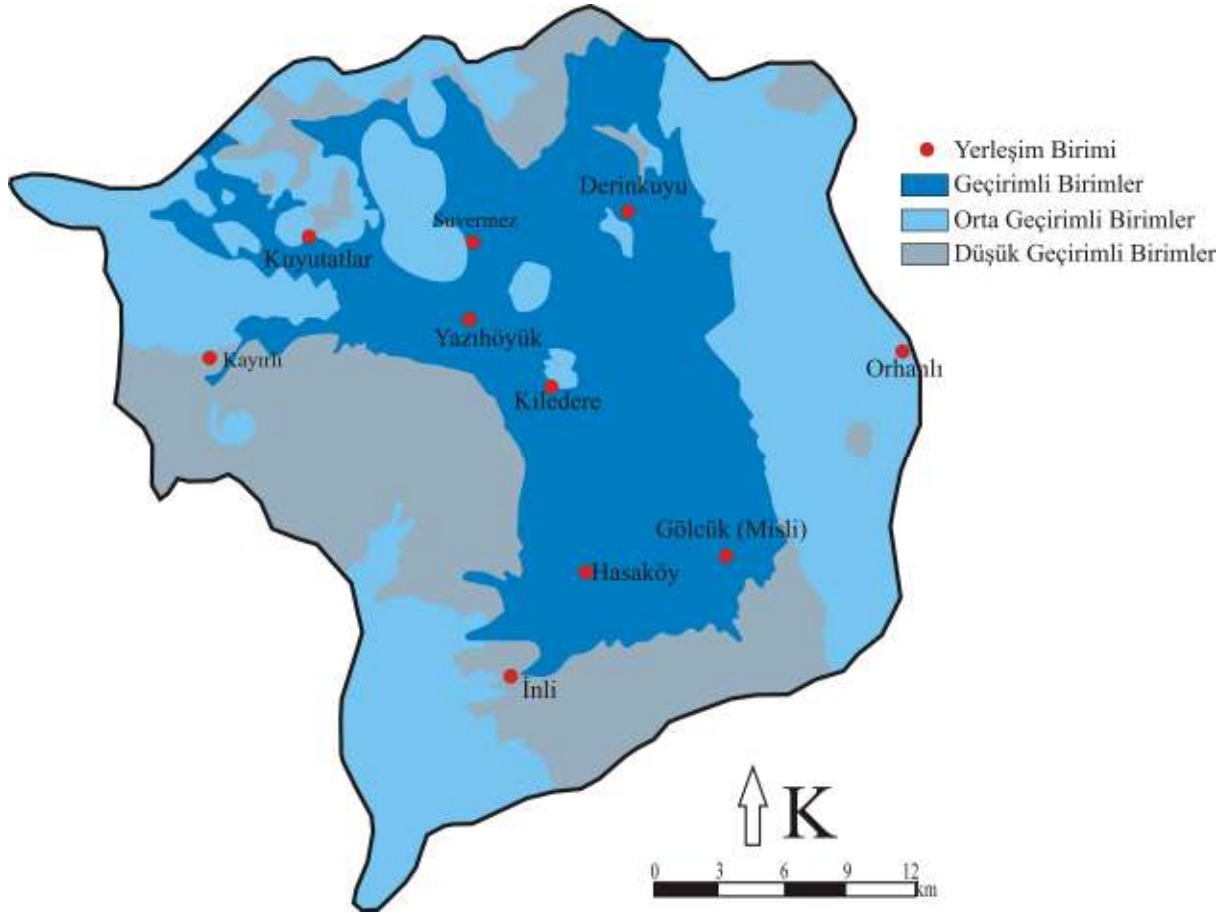
3.1 Jeolojik Birimlerin Hidrojeolojik Özellikleri

Çalışma alanındaki jeolojik birimler su taşıma ve hidrolik iletkenlik açısından sınıflandırılmıştır. Bu sınıflama için önceki çalışmalarda önerilen gözeneklilik ve iletkenlik özellikleri dikkate alınmıştır. İnceleme alanındaki birimlerin gözeneklilik değerleri farklı çalışmalarda ortalama %51.1 (Tamer, 2006), %46.7 (Işıldar, 1988) ve %49.8 (Şimşek, 1990) olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde çeşitli araştırmalarda jeolojik birimlerin hidrolik iletkenlik değerleri ise ortalama 3.39×10^{-5} m/gün (Çirkin, 2006), 1.85×10^{-5} m/gün (Işıldar, 1988) ve 2.1×10^{-5} m/gün (Şimşek, 1990) olarak saptanmıştır. Bu verileri kullanarak Çirkin (2006) tarafından yapılan çalışmada çalışma alanı düşük geçirimli, orta geçirimli ve geçirimli birimler olarak üçe ayrılmış ve inceleme alanı için genelleştirilmiş bir geçirimsizlik haritası önerilmiştir (Şekil 3.1).

Önerilen sınıflamaya göre çalışma alanındaki Kumtepe Külü (Qkk), Hasandağ Kül formasyonu (Qh), Melendizdağı Tüfleri (Tmt) ve Sineksizyayla Metagabrosu (Ws) gözeneklilik ve iletkenlik değerlerine göre düşük geçirimsizliğe sahip birimler olarak tanımlanmıştır (Çirkin, 2006). Misli Ovasındaki genç bazalt-andezitler (Qb), Göllüdağ Kül Akıntısı Tüfleri (Qg), Kızılkaya İgnimbiriti (Tk), Göstük İgnimbiriti (Tgü), Bazaltik Cüruf Konileri (Qc), Ağıllı Formasyonu (Ta) ve Melendizdağı Andezitleri (Tma) ise orta geçirimsizliğe sahip birimler olarak tanımlanmıştır. Geçirimli birim olarak ise sadece alüvyon (Qal) tanımlanmıştır.

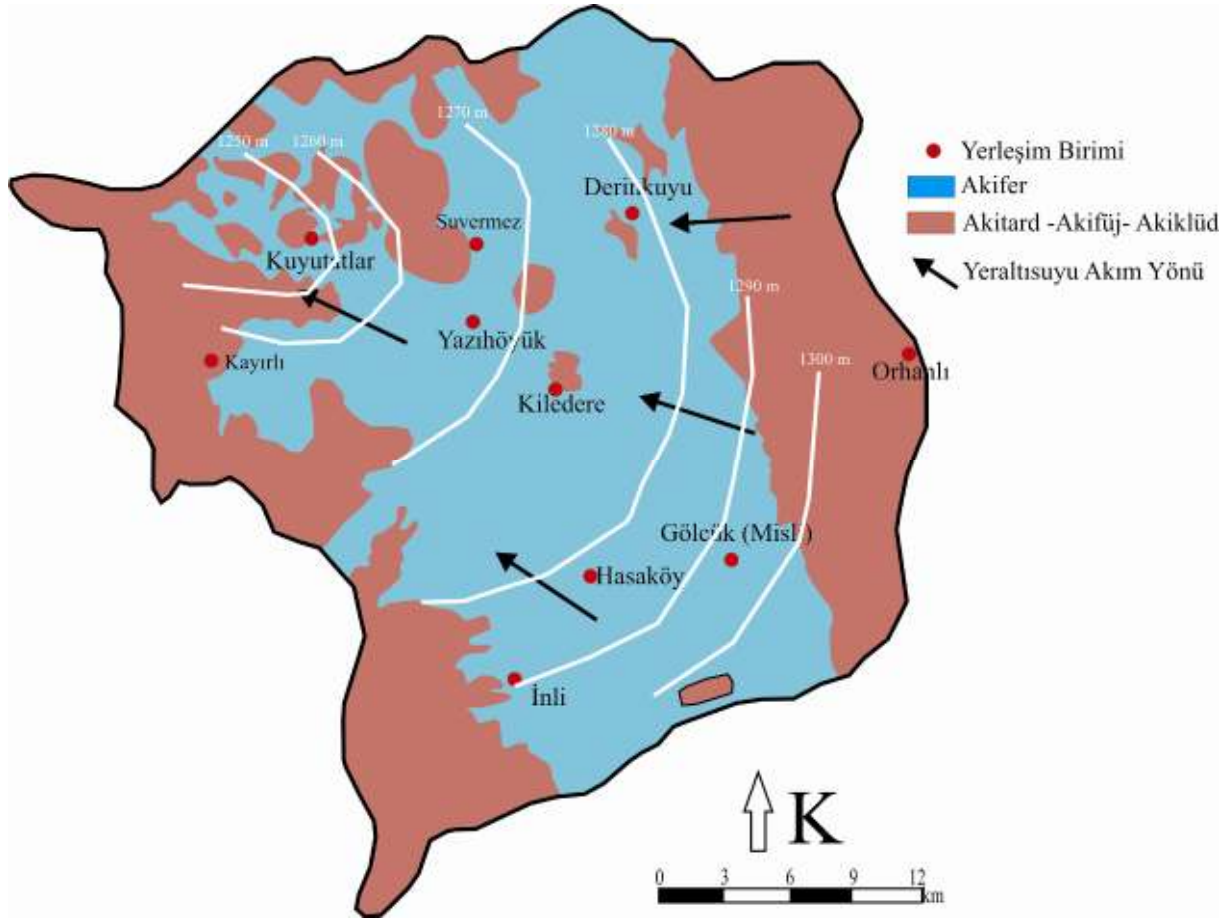
3.2 Hidrojeolojik Birimler

Bu çalışmada çalışma alanındaki jeolojik birimler su tutma ve iletme özellikleri dikkate alınarak akifer ve akifard-akifüj-akiklud olarak tanımlanmıştır (Şekil 3.2). Bu değerlendirme yapılırken arazi gözlemleri ve geçmiş yıllardaki araştırmalarda üretilen veriler göz önüne alınmıştır. Misli Ovası ile ilgili önceki çalışmalarda akifer birimler hakkında farklı görüşler ortaya konulmuştur. DSİ (1971) ve DSİ (1998) raporlarında akifer birimleri alüvyon (Qal), Melendizdağı Tüfleri (Tmt), Hasandağ Kül formasyonu (Qh), Kumtepe Külü (Qkk), Göllüdağ Kül Akıntısı Tüfleri (Qg) ve Bazaltik Cüruf Konileri (Qc) olarak nitelendirilmiştir. Oysa Söğüt (2003)'de; alüvyon (Qal), Göstük İgnimbiriti (Tgü), Kızılkaya İgnimbiriti (Tk) ve Hasandağ Kül formasyonu (Qh) akifer özelliği taşıyan jeolojik birimler olarak sınıflandırılmıştır. Çirkin (2006)'da ise akifer özelliği gösteren birim olarak sadece alüvyon (Qal) belirtilmiştir.



Şekil 3.1 İnceleme alanının geçirimsizlik haritası (Çirkin, 2006'dan uyarlanmıştır.)

Bu çalışma kapsamında ise özellikle kuyu loglarının incelenmesi ile alüvyon (Qal) ve Hasandağ Külü (Qh) formasyonlarının verimli akifer özelliğinde olduğuna dikkat çekilmektedir. İnli ve Gölçük civarında sadece Hasandağ Külü (Qh) formasyonunda açılan yeraltısuyu kuyularının debileri 45 l/s civarındadır. Alüvyon (Qal) birimlerde ise bu değer 60 l/s' ye ulaşmaktadır. Bu değerlendirme dikkate alınarak hazırlanan genelleştirilmiş hidrojeoloji haritası Şekil 3.2'de verilmiştir. Çalışma alanında yüzeylenmeyen ancak özellikle havzanın doğu sınırındaki kuyuların su aldığı birim olan Karakaya formasyonu da (Tkh) akifer özelliği göstermektedir.



Şekil 3.2 İnceleme alanının genelleştirilmiş hidrojeoloji haritası

3.3 Hidroloji ve Yeraltısuyu Beslenme-Boşalım İlişkisi

Bir yeraltısuyu sisteminde yeraltısuyu potansiyelinin hesaplanabilmesi için akifere giren ve çıkan su miktarının doğru bir şekilde saptanması gereklidir. Bu yüzden beslenmeyi saptamak için uygun yaklaşımı seçmek çok önemlidir. Bu konuda bütçe yaklaşımı, izotop hidrolojisi, su tablası değişimi gibi değişik yaklaşımlar bulunmaktadır. Çalışma alanında önceden yapılmış çalışmalar ve Misli Ovasına ait elde edilebilen kaliteli veriler doğrultusunda en uygun yaklaşımın bütçe yaklaşımı olacağına karar verilmiştir. Bu yaklaşımın temeli kütle korunumu ilkesine dayanmaktadır. Korunum ilkesi basit bir şekilde ifade edilecek olursa;

$$\text{Akifere Giren Su} = \text{Akiferden Çıkan Su} \pm \text{Depolamadaki Değişim} \quad (3.1)$$

şeklinde yazılabilir. Misli havzasındaki yeraltısuyu bütçesinin hesaplanabilmesi için ilgili bileşenler aşağıda tek tek ele alınmıştır.

Misli Ovasında akifere su girişi;

-Ova üzerine düşen yağıştan süzülme ile

-Havzada yayılan geçirimsiz birimler üzerinde gelişen yüzeysel akışın ovayı oluşturan yüksek geçirimli birimlerden süzülmesi ile

-Havzada yayılan geçirimli, yarı-geçirimli birimlerden süzülme ile ve

-Yan havzalardan içe akışla ova akiferine katılan yeraltısuyu ile sağlanmaktadır.

Misli Ovası akiferinden çıkan su miktarını ise;

- akiferin doygun seviyesine ulaşmadan, buharlaşma-terleme (ET) sonucu yeraltısuyundan oluşan kayıplar

- kuyulardan çekim ve kaynaklardan boşalım ile

-Havza dışına yer altı akışı ile gerçekleşmektedir.

Misli Ovası için yeraltısuyu bütçesi yukarıda sıralanan tüm bileşenlerin hesaplanması ile gerçekleştirilmiştir. Hesaplamalar sonucunda belirlenen depolamadaki değişim ise akiferdeki yeraltısuyu rezervindeki değişime karşılık gelmektedir.

Havzaya giren su miktarını hesaplarken;

$$\text{Beslenme} = \text{Alan} \times \text{Etkin Yağış} \times \text{Süzülme Oranı} \quad (3.2)$$

eşitliği kullanılmıştır. Etkin yağış değeri için Çizelge 3.1' de verilen inceleme alanı su bütçesi elemanlarından Fazla Su kullanılmıştır. Etkin yağış hesaplanırken havzanın yağış değerleri, potansiyel buharlaşma-terleme (ET_p) değerleri, gerçek buharlaşma-terleme değerleri kullanılmıştır (Çizelge 3.1). Yağış verileri Niğde DMİ meteoroloji istasyonundaki gözlemlerden derlenmiştir. Çalışma alanı çevresinde farklı yağış gözlem istasyonları olmasına karşın Niğde DMİ değerlerin ortalama değerlere yakın olması nedeniyle diğer istasyonlara ait veriler kullanılmamıştır. Potansiyel buharlaşma-terleme (ET_p) değeri sıcaklık değerleri yardımıyla Thornthwaite eşitliği kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Thornthwaite eşitliği; } ET_p = 16 \times (10 \times (T/l))^a \times F(\lambda) \text{ şeklindedir.} \quad (3.3)$$

Burada,

ET_p , aylık potansiyel buharlaşma terleme (mm/ay)

$$a, (6.75 \times 10^{-7} \times I^3) - (7.71 \times 10^{-5} \times I^2) + (1.79 \times 10^{-2} \times I) + 0.49239 \quad (3.4)$$

$$I, \text{ yıllık sıcaklık indeksi, } I = (T/5)^{1.514} \quad (3.5)$$

T, aylık ortalama sıcaklık

$F(\lambda)$, düzeltme katsayısını (enlem derecesine göre) temsil etmektedir.

Gerçek buharlaşma-terleme değerleri hesaplanırken ise bütçe yaklaşım metodu kullanılmıştır. Bütçe yaklaşım metodunda rezerv suyun başlangıç değeri 100 mm olarak kabul edilmiştir. Süzülme değerleri Çirkin (2006)'dan alınmıştır. Yan havzalardan içe akışla ova akiferine gelen su miktarı havza sınırı yeraltısuyu bölüm hattıyla aynı olması nedeniyle dikkate alınmamıştır. Havza için hesaplanan toplam beslenme sonuçları Çizelge 3.2'de sunulmuştur.

İnceleme alanının topoğrafyası ve jeolojik birimlerinin gözenekliliği dikkate alındığında ova üzerine düşen yağışın tamamının süzüleceği kabul edilmiştir. Buna göre ova üzerine düşen yağıştan süzülen su miktarı;

$$414.5 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl} \times 0.078 \times 1 = 35.08 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}' \text{ olarak hesaplanmıştır.}$$

Havzada yayılan birimlerden süzülerek ova akiferine gelen su miktarı, beslenme formülü kullanılarak birimlerin süzülme katsayıları dikkate alınarak aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$\text{Güncel bazalt-andezit (Qb)} \ 89.2 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl} \times 0.078 \times 0.5 = 3.48 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

$$\text{Bazaltik Cüruf (Qc)} \ 8.2 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl} \times 0.078 \times 0.8 = 0.51 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

$$\text{Kumtepe Külü (Qkk)} \ 36.4 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl} \times 0.078 \times 0.5 = 1.42 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

$$\text{Hasandağı Külü (Qh)} \ 160.6 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl} \times 0.078 \times 0.25 = 3.13 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

$$\text{Göllüdağ Külü (Qg)} \ 54.8 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl} \times 0.078 \times 0.25 = 1.06 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

$$\text{Göstük İgnimbriti (Tgu)} \ 6.3 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl} \times 0.078 \times 0.5 = 0.24 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

Kızılkaya İgnimbiriti (Tk) $168.1 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl} \times 0.078 \times 0.5 = 6.55 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$

Melendizdağı Andezitleri (Tma) $126.1 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl} \times 0.078 \times 0.9 = 8.84 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$

Melendizdağı Tüfleri (Tmt) $8.3 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl} \times 0.078 \times 0.8 = 0.54 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$

Havzada yayılan birimlerden yüzeysel akışla ova akiferine gelen su miktarı hesaplanırken süzülmeyen yağış sularından buharlaşma terleme değerlerinin çıkartılmasıyla elde edilmiştir. Süzülmeyen yağış suları hesaplanırken yine aynı süzülme katsayıları kullanılmıştır. Etkin yağışa bağlı olarak buharlaşma terleme kayıpları ise %80 (Çirkin, 2006) olarak hesaplamaya katılmıştır.

Güncel Bazalt-Andezit (Qb) $89.2 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl} \times 0.078 \times 0.5 \times 0.2 = 0.69 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$

Bazaltik Cüruf (Qc) $8.2 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl} \times 0.078 \times 0.2 \times 0.2 = 0.03 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$

Kumtepe Külü (Qkk) $36.4 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl} \times 0.078 \times 0.5 \times 0.2 = 0.28 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$

Hasandağı Külü (Qh) $160.6 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl} \times 0.078 \times 0.75 \times 0.2 = 1.88 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$

Göllüdağ Külü (Qg) $54.8 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl} \times 0.078 \times 0.75 \times 0.2 = 0.64 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$

Göstük İgnimbiriti (Tgu) $6.3 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl} \times 0.078 \times 0.5 \times 0.2 = 0.04 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$

Kızılkaya İgnimbiriti (Tk) $168.1 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl} \times 0.078 \times 0.5 \times 0.2 = 1.31 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$

Melendizdağı Andezitleri (Tma) $126.1 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl} \times 0.078 \times 0.1 \times 0.2 = 0.19 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$

Melendizdağı Tüfleri (Tmt) $8.3 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl} \times 0.078 \times 0.2 \times 0.2 = 0.03 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$

Geçirimsiz birimler (Ta, Tkh, Ws) $11.45 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl} \times 0.078 \times 1 \times 0.2 = 0.18 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$

Çizelge 3.1 Misli Ovası için hesaplanan su bütçesi değerleri

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
Yağış (mm)	30.60	30.70	33.70	47.70	47.30	25.40	5.20	3.60	7.00	28.30	33.30	38.40	331.20
Potansiyel Buharlaşma Terleme(Etp,mm)	0.00	1.20	16.30	47.00	78.50	111.80	134.50	123.80	85.50	47.20	17.10	2.60	665.50
Yağış(Etp,mm)	30.60	29.50	17.40	0.70	-31.20	-86.40	-129.30	-120.20	-78.50	-18.90	16.20	35.80	-334.30
Rezerv Su (mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	68.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.20	100.00
Gerçek Buharlaşma Terleme (mm)	0.00	1.20	16.30	47.00	78.50	94.20	5.20	3.60	7.00	28.30	17.10	2.60	301.40
Eksik Su (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.60	129.30	120.20	78.50	18.90	0.00	0.00	364.50
Fazla Su (mm)	30.60	29.30	17.40	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	78.00

Çizelge 3.2 İnceleme alanı için hesaplanan yeraltısuyu beslenimi

BESLENİM	$\times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$
- Ova üzerine düşen yağıştan süzülen su miktarı	32.33
- Havzada yayılan birimlerden yüzeysel akışla ova akiferine giren su miktarı	5.27
- Havzada yayılan birimlerden süzülerek ova akiferine giren su miktarı	25.77
TOPLAM	63.37

Havzanın boşalım değerleri hesaplanırken dışa akışla havza dışına çıkan yeraltısuyu ve tarım faaliyetleri nedeniyle kullanılan yeraltısuyu hesaplanmıştır (Çizelge 3.3). Buharlaşma-terleme yoluyla boşalım ise havzada devamlı akış gösteren yüzey suyu bulunmaması, yeraltısuyu seviyesinin yüzeyden 3 m' den daha derin olması ve doygun olmayan zondaki kayıpların ise su bütçesi hesaplaması kapsamında değerlendirilmemesi nedeniyle ihmal edilmiştir. Havzanın kuzeybatısında bulunan Gölağaç-Bekarlar kaynağı havzanın boşalım noktasıdır. Bu kaynakların yıllık ortalama boşalım değerleri 1.56 m³/s düzeyindedir (Çirkin, 2006). Buradan boşalım değeri yıllık 49.14×10⁶ m³/yıl olarak hesaplanmıştır. İnceleme alanında tarım faaliyetleri için kullanılan yeraltısuyu hesaplanırken;

$$\text{Yeraltısuyu Boşalımı} = \text{Alan} \times \text{Yeraltısuyundaki Yıllık Düşüm} \times \text{Etkin Porozite} \quad (3.6)$$

eşitliği kullanılmıştır. Bu eşitliğe göre yeraltısuyu kullanımının yoğun olduğu ova alanı, DSİ' den alınan yeraltısuyu düşüm verileri ve inceleme alanının etkin porozite değerleri kullanılarak tarımda kullanım amaçlı yeraltısuyu boşalım değeri 150×10⁶ m³/yıl olarak hesaplanmıştır. Burada alan 500 km², yeraltısuyundaki yıllık düşüm 0.6 m ve etkin porozite olarak da 0.5 kullanılmıştır.

Çizelge 3.3 İnceleme alanı için hesaplanan yeraltısuyu boşalımı

BOŞALIM	×10 ⁶ m ³
- Kaynaklar	49.14
- Tarım faaliyetleri için kullanılan yeraltısuyu	150
TOPLAM	199.14

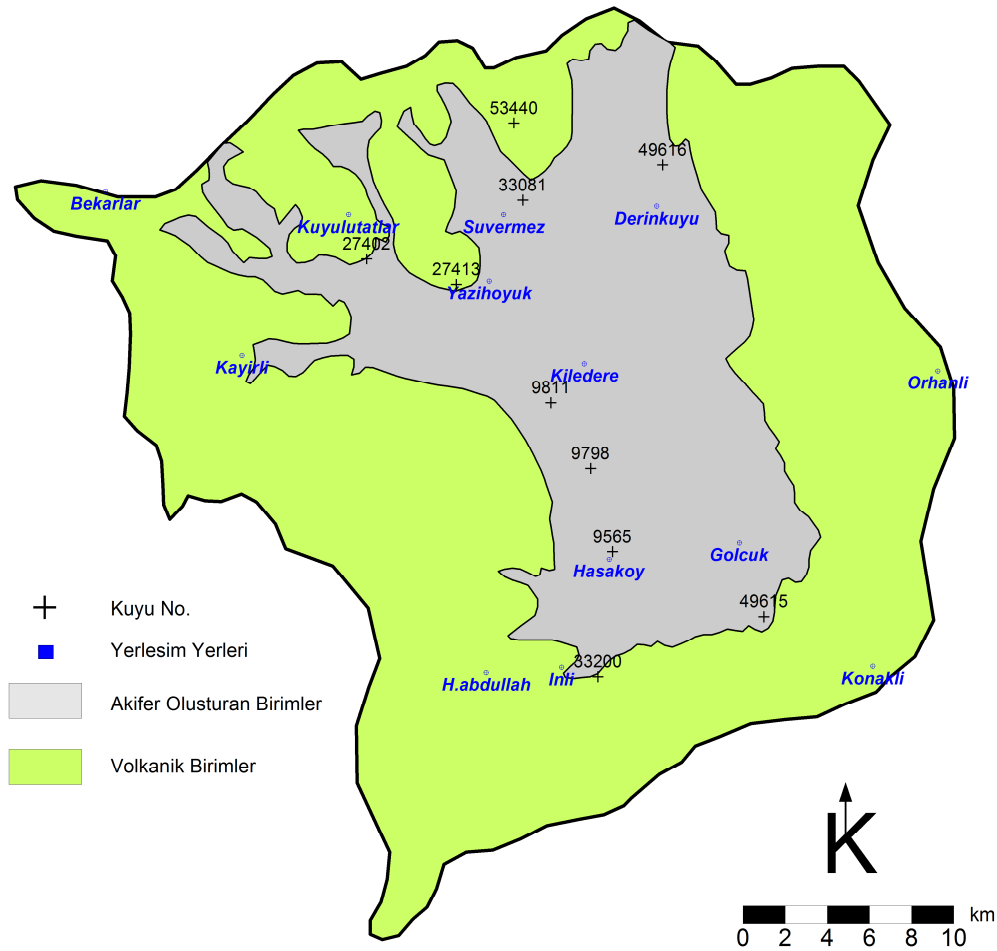
Sonuç olarak yapılan hesaplamalarda toplam beslenme 63.37×10⁶ m³/yıl olarak boşalım değeri ise 199.14×10⁶ m³/yıl olarak hesaplanmıştır (Çizelge 3.4).

Çizelge 3.4 İnceleme alanı için beslenme ve boşalım değerleri

BESLENİM(×10 ⁶ m ³ /yıl)	BOŞALIM(×10 ⁶ m ³ /yıl)
63.37	199.14

3.4 Yeraltısu Seviye Değişimi

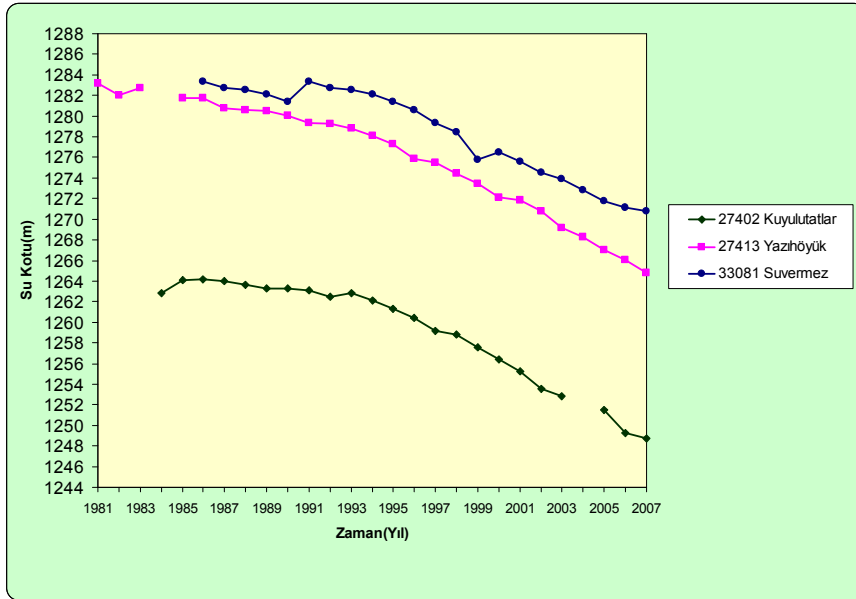
Çalışma alanında faaliyet gösteren çok sayıda yeraltısu kuyusu bulunmaktadır. Misli Ovasında DSİ tarafından 1958’li yıllardan itibaren araştırma ve işletme amaçlı yeraltısu sondaj çalışmaları yapılmıştır. Sondajların sulama amaçlı kullanımı özellikle 1980’li yıllarda önemli oranda artmıştır. Kuyuların debileri 6-70 l/s arasında değişmektedir. Ovada yeraltısu seviye gözlemlerine 1971 yılında başlanmıştır (DSİ, 1971). Daha sonra 1981’den itibaren başlayan gözlemler özellikle bölgenin kentsel ve turistik açıdan gelişmiş olan Derinkuyu, Yazıhüyük, Suvermez ve Kuyutatlar bölgelerinde yoğunlaşmıştır. Misli Ovasının kuzeyinde kalan bu sınırlı bölgedeki gözlemler de ovadaki yeraltısu işletmesinin sonuçları hakkında önemli bilgi içermektedir. Ova genelinde 1971 yılında yapılan yaygın yeraltısu etüdü 1998 yılında DSİ tarafından tekrarlanmıştır. DSİ tarafından sürekli seviye gözlemi yapılan kuyuların ova içindeki dağılımları Şekil 3.3’de verilmiştir.



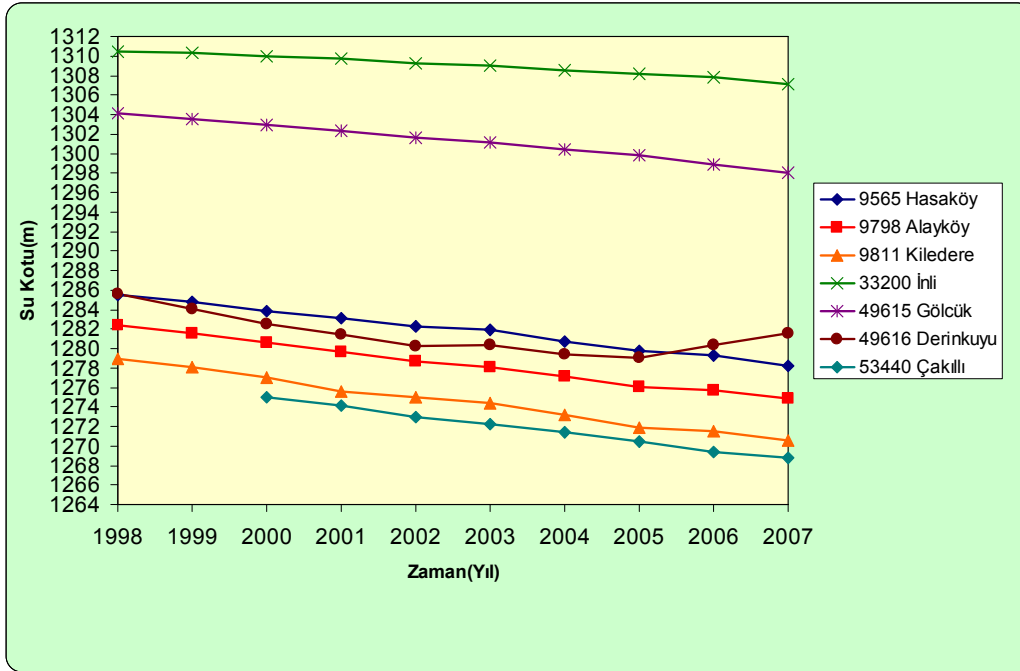
Şekil 3.3 İnceleme alanında örneklenen DSİ kuyularının konumları

DSİ'nin inceleme alanında sürekli gözlem yaptığı kuyuların verileri kullanılarak hazırlanan yıllara göre yeraltısuyu seviye düşüm grafikleri Şekil 3.4 ve Şekil 3.5'de verilmiştir. Çalışma alanının kuzeybatısında Kuyulutatlar (27402), Yazıhöyük (27413) ve Suvermez (33981) kuyularında gözlem yapılan yaklaşık 20 yıllık dönem içindeki düşüm sırası ile 12, 18 ve 14 m olarak belirlenmiştir. Kuyularda gözlenen toplam düşümlerin gözlem süresine bölünmesi ile sırası ile 0.52, 0.69 ve 0.66 m/yıl'a karşılık gelen ortalama düşüm hızları belirlenmiştir. Bir yıl içinde akiferdeki yeraltısuyu seviyesinde oluşacak 50 cm'lik düşüm oldukça büyüktür.

Şekil 3.5'de göreceli olarak daha kısa süredir yeraltısuyu seviye gözlemi içeren ova geneline yayılmış yedi kuyuya ait seviye gözlemleri sunulmuştur. Bu kuyularda gözlem süresinin kısa olması yıllık yeraltısuyu seviye düşümünün azaldığı şeklinde yanlış bir algılamaya neden olmaktadır. Oysa Şekil 3.5'de yer alan Gölcük (49615) kuyusunda ölçülen yıllık düşüm 0.66 m, benzer şekilde Çakıllı (53440) kuyusunda ise 0.85 m/yıl olarak hesaplanmaktadır. Grafik üzerinde zaman içinde yeraltısuyu seviyesinde artış gözlenen tek kuyu Derinkuyu bölgesinde bulunan 49616 nolu kuyudur. Derinkuyu mevkiinde 2005 yılında gözlenen seviye yükseliminin nedeni olasılıkla bu alanda tarımsal faaliyetin sınırlandırılmış olmasıdır. 49616 nolu kuyuda 2005-2007 döneminde gözlenen yükselimi 2.5 m'dir.



Şekil 3.4 DSİ'ne ait bazı kuyuların 1981-2007 yılları arasında yağışlı dönemdeki seviye değişimi



Şekil 3.5 DSI'ne ait bazı kuyuların 1998-2007 yılları arasında yağışlı dönemdeki seviye değişimi

Uzun yıllardır Misli Ovasındaki yeraltısuyu düşümünün sebebi olarak tarımsal faaliyet ve özellikle ekimi yapılan bitki türü tercihi gösterilmektedir. Bu kapsamda su tüketimi açısından en çok eleştirilen bitki şeker pancarıdır. Şeker pancarı ve patates Misli Ovası bitki deseninde en yaygın bitki türleridir. İklimsel özellikler nedeniyle Belçika, İrlanda, Danimarka ve Finlandiya'da şeker pancarı neredeyse hiç sulanmaz. İngiltere, Almanya, Fransa, İsveç ve Hollanda'da şeker pancarı alanının bir bölümü sulanmaktadır. İklimsel gereklilikten kaynaklanan nedenlerle Türkiye gibi Akdeniz kuşağında yer alan İspanya'da (%80), Portekiz'de (%100) ve Yunanistan'da (%100) sulama yaygındır.

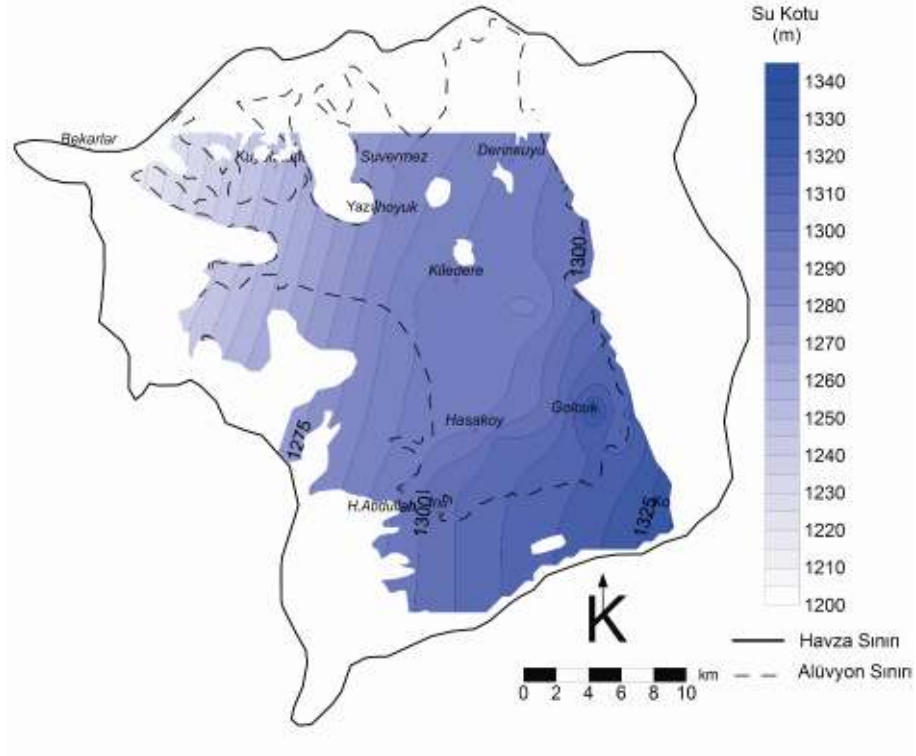
Yurdumuzda 2005 yılı itibariyle; toplam tarla ürünü ekili alan 17.209.467 hektar olup, bu alanın 335.812 hektarlık bölümünde şeker pancarı ekimi yapılmaktadır. Bu orana göre ülke genelinde tarla ürünleri ekili sulama yapılan toplam alanın %6.5'luk bölümünde şeker pancarı ekilidir. Şeker pancarı bitki gelişimiyle ilişkili nedenlerden dolayı "münavebeli olarak üretilen" yani, aynı yere dört yılda bir ekilebilen bir bitkidir. Şeker pancarı ile münavebeli olarak ekimi yapılan bitkiler genellikle buğday, mısır, ayçiçeği ve fasulyedir. Bu bitkilerin sulamaya ihtiyaç duydukları dönem şeker pancarına göre daha kısa olmasına rağmen mevsim genelindeki su tüketimleri birbirine oldukça yakındır. Orta Anadolu bölgesi iklim

koşularında ekimi yapılan bazı bitki türlerinin mevsimlik sulama tüketim miktarları Çizelge 3.5’de verilmiştir (<http://www.clw.csiro.au>). Pirinç dışında çizelgede verilen bitki su tüketim miktarlarının birbirlerine yakınlığı dikkate alındığında ekilen bitki türü seçiminden çok kullanılan sulama yönteminin su tüketimi üzerinde etkili olduğu gözlenmektedir. Derinkuyu bölgesinde tarımsal faaliyetin engellenmesi ya da sınırlandırılması ile sağlanan yeraltısuyu seviye yükselimi uygulanan hatalı sulama yöntemi (yağmurlama) seçiminin önemini göstermektedir. Derinkuyu bölgesinin 2 yıllık süre içinde yeraltısuyu seviyesinde yıllık yaklaşık 1 m’lik yükselim; iyi planlanmış sulama politikaları ile yeraltısuyunun doğal beslenme koşullarında dengede kalacağını ve uzun yıllar boyunca bölgenin tarımsal amaçlı sulama ihtiyacını karşılayabileceğini göstermektedir.

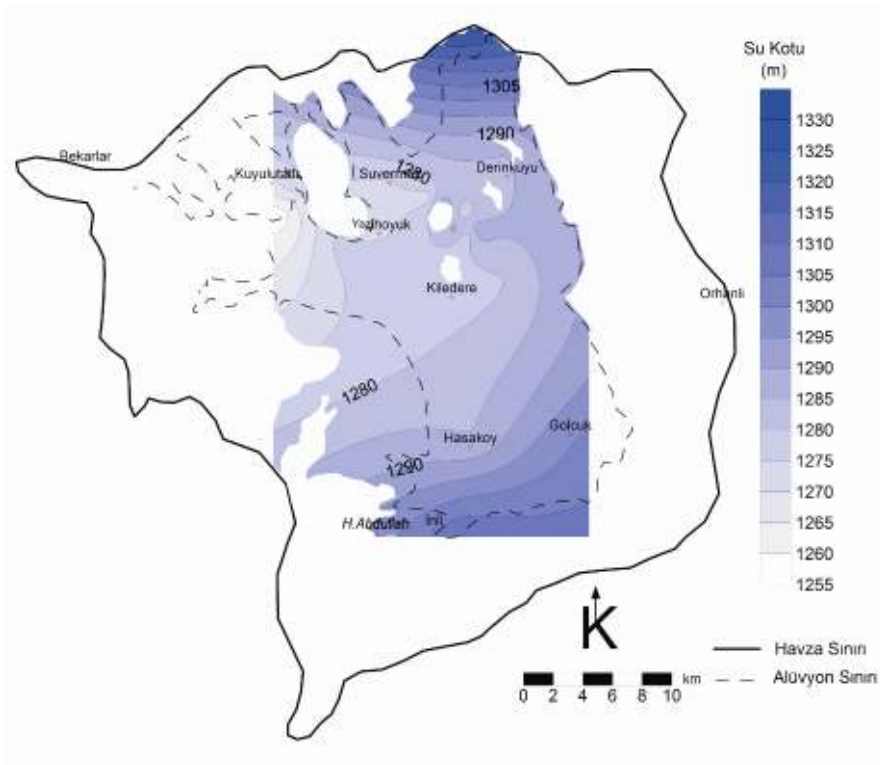
Çizelge 3.5. Bazı bitkilerin mevsimlik su tüketim miktarları

Sebze ($\times 10^6$ l/ha)	3
Meyve ($\times 10^6$ l/ha)	7
Tütün ($\times 10^6$ l/ha)	4
Üzüm ($\times 10^6$ l/ha)	8
Fındık ($\times 10^6$ l/ha)	6
Pamuk ($\times 10^6$ l/ha)	7
Tahıl ($\times 10^6$ l/ha)	3
Şeker Pancarı ($\times 10^6$ l/ha)	7
Yonca ($\times 10^6$ l/ha)	4
Pirinç ($\times 10^6$ l/ha)	11
Bakliyat ($\times 10^6$ l/ha)	3
Tohumlu Bitkiler ($\times 10^6$ l/ha)	3

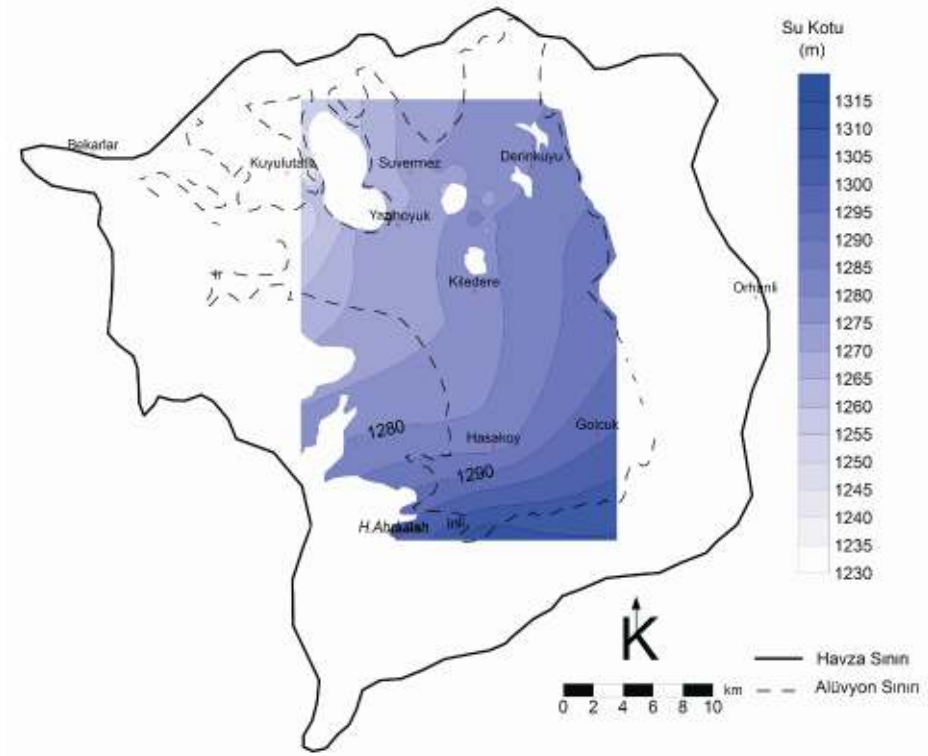
Misli Ovasının farklı bölümlerinde yer alan kuyulardaki noktasal düşümlerin yanı sıra ova genelinde alansal düşümün zaman içindeki değişiminin izlenebilmesi için farklı gözlem dönemlerine ait alansal yeraltısuyu seviye dağılım haritaları oluşturulmuştur (Şekil 3.6, Şekil 3.7, Şekil 3.8 ve Şekil 3.9).



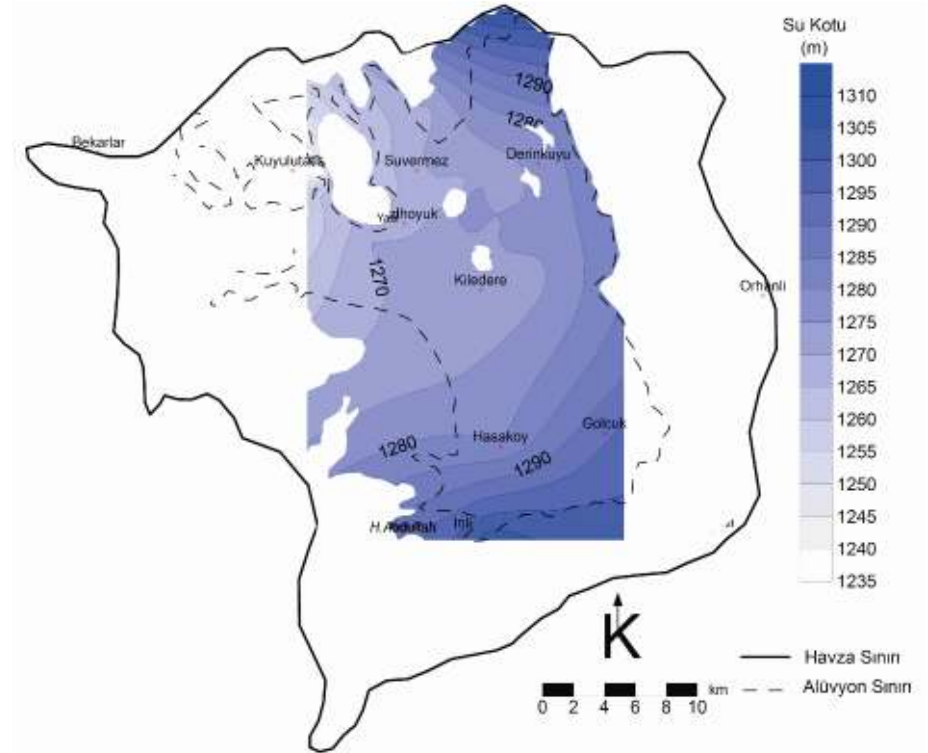
Şekil 3.6 1975 yılı yağışlı dönem eş yeraltısuyu seviye haritası



Şekil 3.7 1998 yılı yağışlı dönem eş yeraltısuyu seviye haritası



Şekil 3.8 2002 yılı yağışlı dönem eş yeraltısuyu seviye haritası



Şekil 3.9 2005 yılı yağışlı dönem eş yeraltısuyu seviye haritası

İnceleme alanına ait yeraltısuyu seviye haritaları incelendiğinde 1975-2007 yılları arasındaki 32 yıllık dönemde yeraltısuyu seviyelerinde ve yeraltısuyu akım yönlerinde belirgin farklılıklar göze çarpmaktadır. 1975 yılında yapılan seviye gözlemlerine göre

hazırlanan haritada akım yönünün yaklaşık doğubatı uzanımlı olduğu gözlenmektedir (Bkz. Şekil 3.6). 1975 yılı sayıca en çok seviye gözleminin yapıldığı dönem olmasına rağmen havza içerisinde belirgin düşüm bölgelerinin varlığı gözlenmemektedir. 1998 ve sonrası yeraltısuyu seviye haritalarında akım yönünün belirgin bir şekilde kuzeybatı yönüne doğru olduğu ve ova içerisinde düşüm bölgelerinin olduğu gözlenmektedir. Bu değişimin nedeni havzanın orta kesimlerinde bulunan alüvyon ile kaplı alandaki yeraltısuyu seviyesinin diğer alanlara oranla daha fazla düşmesidir. Örneğin havzanın güneyinde bulunan İnli bölgesinde su kotu zaman içinde büyük değişim göstermezken havza ortasında bulunan Hasaköy ve Kiledere' de su kotunda zaman içinde toplam 20 m'ye yakın bir düşüm söz konusudur. Bu düşümün nedeni çok sayıda kuyudan yüksek çekimin yapılmasıdır. Havza genelinde yeraltısuyu akım ağının değişmesi zaman içinde beslenme ile akifere ulaşan suyun akış hızının (gradyan değişimi) ve yeraltısuyu kalitesinin değişmesine neden olmaktadır.

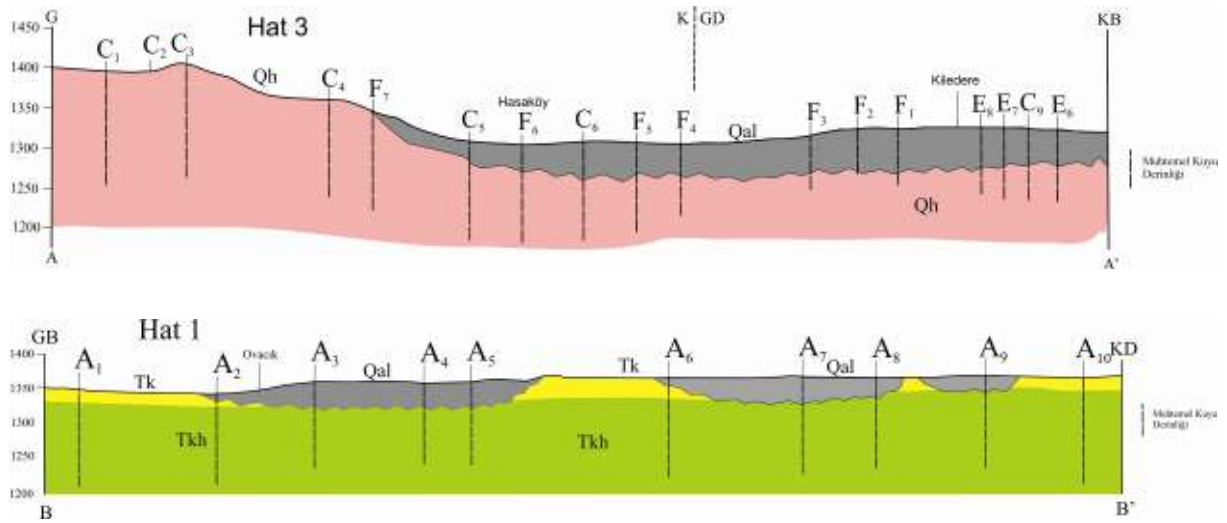
3.5 Sondaj Kuyuları

Misli Ovasında gözlenen yeraltısuyu seviye düşümünün nedeni olarak gösterilen sondaj kuyularının genel özellikleri bu bölümde özetlenmeye çalışılmıştır. Çalışma alanında DSİ ve şahıslar tarafından özel olarak sulama suyu temini amacıyla açılmış çok sayıda sondaj kuyusu bulunmaktadır. Bölgede araştırma ve işletme amaçlı yeraltısuyu sondajlarının açılmasına DSİ tarafından 1950'li yılların sonlarında başlanmıştır. Bölgede yapılan sondajların ağırlıklı olarak sulama amacıyla kullanımı ise özellikle 1980'li yıllar sonrasında önemli oranda artmıştır. Bölgede DSİ tarafından açılan ya da kayıtlı yaklaşık 150 kuyu var iken, kayıtsız olarak açılmış ve işletilen yaklaşık 5000 kuyu bulunmaktadır. Ovada açılan kuyuların ortalama derinliği 100 m'dir. Şahıslar tarafından açtırılan kuyuların büyük bölümü (% 80); işletme maliyetlerinin yüksekliği ve/veya yeraltısuyu seviye düşümü sonucu pompaların askıda kalması nedeni ile atıl durumdadır.

3.6 Örnekleme Noktalarının Seçimi ve Dağılımı

Çalışma alanında 2006-2007 yıllarındaki yeraltısuyu örnekleme için genellikle sondaj kuyuları seçilmiştir. 2006 yılının Temmuz ayı ve 2007 yılının Haziran aylarını içeren iki farklı dönemde örnekleme yapılmıştır. 2006 yılında 40 adet, 2007 yılında ise 30 adet olmak üzere toplam 70 adet örnek alınmıştır. Örnekleme için kullanılacak

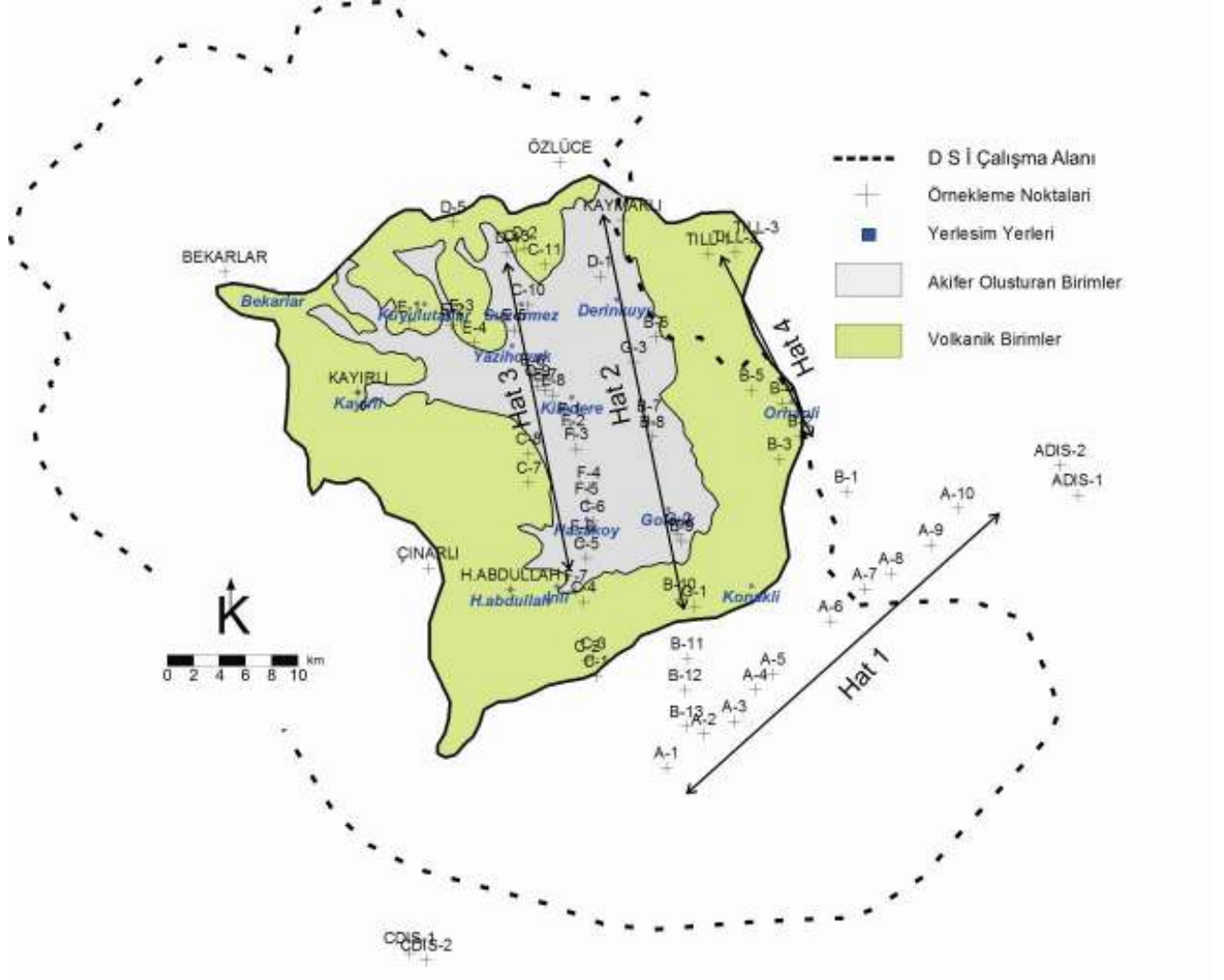
kuyular, havzadaki akım yönü, Misli Ovası için oluşturulmuş olan drenaj alanı ve daha önceki çalışmalar dikkate alınarak seçilmiştir. Örnekleme yapılan kuyuların Misli Ovası boyunca belirli hatları izlemesine dikkat edilmiştir. Bu amaç doğrultusunda havzanın güney sınırını izleyen GB-KD uzanımlı bir hat ile bölgesel yeraltısuyu akım yönüne paralel olarak batıdan doğuya uzanan 3 farklı hat boyunca gözlem yapılmıştır. Misli Ovasında örnekleme yapılan iki hat boyunca çizilen genelleştirilmiş hidrojeolojik kesit üzerinde örnekleme yapılan kuyular işaretlenmiştir (Şekil 3.10). Misli Ovasına komşu diğer havzalardan da örnekler alınarak havzanın yan havzalarla olan olası bağlantılarının araştırılması amaçlanmıştır. Örnekleme çalışması sırasında bazı kuyuların atıl durumda olması nedeni ile örnekleme planlanan bazı bölgelerde örnekleme yapılamamıştır. Bu çalışma kapsamında oluşturulan havza sınırı ile önceki çalışmaların bir bölümünde tanımlanan havza sınırı arasında da farklılıklar bulunmaktadır. Ancak bu çalışmada bölge ve çevresine ait geniş bir gözlem yapılması planlandığında DSİ (1971) tarafından önerilen havza sınırına sadık kalınmıştır.



Şekil 3.10 Örnekleme hatları boyunca çizilen hidrojeolojik kesitler.

Örnekleme ve yerinde ölçüm yapılan toplam 70 noktanın çalışma alanı içindeki yerleri Şekil 3.11'de gösterilmiştir. Örnekleme noktalarına ait bilgiler Ek-1 ve Ek-2'de sunulmuştur. İleriki bölümlerde yapılacak değerlendirmelerde havza dışında bulunan gözlem-örnekleme noktaları Cdiş-1, Cdiş-2, Adış-1 ve Adış-2 olarak kodlanan noktalardır. Bu noktalar konumlarının yanı sıra kimyasal kompozisyonları ile de havzaya ait yeraltısuyundan farklı karakterde olduğundan ileriki bölümlerde yapılan

değerlendirmelere dahil edilmemiştir. “Bekarlar” kuyusu havzanın kuzeybatısındaki termal boşalımı, “Çınarlı” olarak adlandırılan nokta ise inceleme alanındaki kısa geçiş süreli, kimyasal açıdan zenginleşmemiş yeraltı suyu beslenimini temsil etmektedir.



Şekil 3.11 İnceleme alanı yeraltı suyu örnekleme haritası

4 SU KİMYASI ÇALIŞMALARI

Çalışma alanında seçilen noktalarda yerinde sıcaklık, pH, çözülmüş oksijen içeriği (ÇO) ve özgül elektriksel iletkenlik (ÖEİ) ölçümleri yapılmıştır. Aynı noktalarda standartlara uygun olarak alınan yeraltısuyu örneklerinde (Hacettepe Üniversitesi Su Kimyası ve ICPMS Laboratuvarında) majör anyon-kasyon ve iz element analizleri gerçekleştirilmiştir. Majör iyon analizleri Dionex marka yüksek performanslı iyon kromatografi (HPIC) cihazı ile yapılmış, alkalinite ise titrasyon yöntemi ile belirlenmiştir. İz element analizleri ise Thermo Electron X7 model ICP-MS cihazında gerçekleştirilmiştir. Tüm noktalarda yapılan analizlerin toplu sonuçları metin devamlılığını bozmamak için Ek-1 ve Ek-2'de verilmiştir. Analiz yöntemlerinin hata ve hassasiyetleri ilgili bölümlerde belirtilmiştir.

Çalışmanın amacı doğrultusunda geçmiş gözlemler ile karşılaştırma yapılabilmesi için DSİ'nin 1975 ve 1998 raporlarında sunulan kimyasal analiz sonuçları da bu bölüm içerisinde değerlendirilmiştir. Yeraltısuyunun kimyasal kompozisyonunun değişimi havzadaki yeraltısuyu işletmesi ve düşüm süreci ile birlikte değerlendirilmiştir. Bu kapsamda çalışma alanına ait güncel ve eski kimyasal veriler dağılım haritaları yardımı ile yorumlanmıştır.

4.1 Yerinde Ölçülen Fiziksel ve Kimyasal Özellikler

Çalışma alanının seçilen noktalarında yerinde ölçülen sıcaklık, ÖEİ, pH ve ÇO ölçümlerin ortalama, en düşük ve en yüksek değerleri ile oluşturulan özet Çizelge 4.1' de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Yeraltısuyunun ölçülen fiziksel-kimyasal özelliklerine ait istatistikler

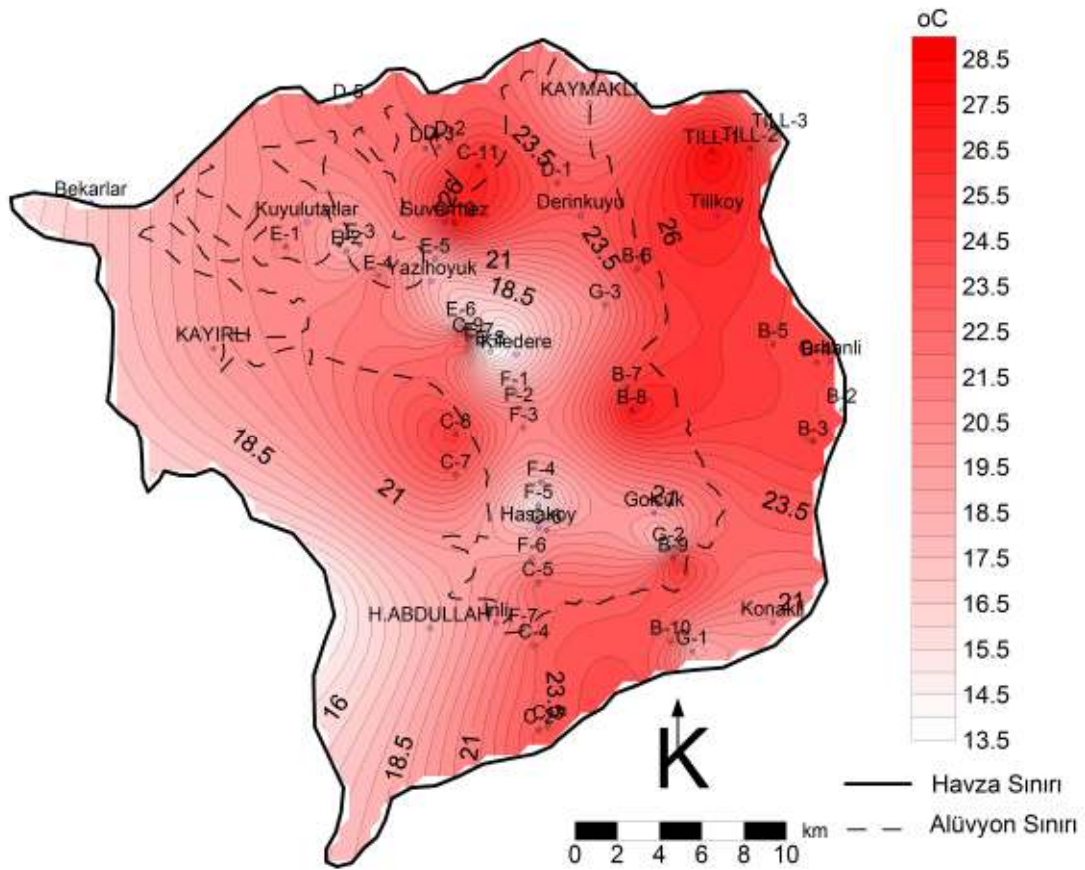
	Sıcaklık °C	ÖEİ mikroS/cm	pH	Çözülmüş Oksijen mg/l
En düşük	13.40	180.00	5.53	1.20
En yüksek	28.40	1217.00	8.20	8.91
Ortalama	21.65	511.83	6.98	6.38
Standart Sapma	3.58	259.27	0.54	1.46
Ölçüm sayısı	66	66	66	64

4.1.1 Sıcaklık

Çalışma alanı içinde yeraltısuyunda ölçülen ortalama yeraltısuyu sıcaklığı 21.65 °C dir. Ölçülen en yüksek ve en düşük yeraltısuyu sıcaklığı ise sırasıyla 28.40 °C ve 13.40 °C'dir. Çalışma alanında yürütülen önceki çalışmalarda daha yüksek yeraltısuyu sıcaklıkları ölçülmüştür. Galip, (2005)'de çalışma alanı KB'sında 110 m derinliğinde bir kuyuda 65 °C yeraltısuyu sıcaklığı tespit edilmiştir. Bu çalışma kapsamında incelenen noktalarda bu büyüklükte bir sıcaklık gözlenmemiştir. Çalışma alanında ölçülen en düşük yeraltısuyu sıcaklığı 13.40 °C ile Kiledere yakınlarında bulunan E8 kuyusuna aittir. En düşük yeraltısuyu sıcaklıklarından bir diğeri de 13.50 °C ile Çınarlı örneğinde ölçülmüştür. Çınarlı örneği yüksek boşalım kotu nedeni ile güncel yeraltısuyu beslenimini temsil etmesi amacı ile seçilen gözlem noktasıdır. Dolayısıyla ölçülen yeraltısuyu sıcaklığıda Niğde ilininin ortalama yıllık hava sıcaklığı olan 11 °C ye yakın büyüklüktedir. Çalışma alanının tam ortasında yer alan E8 kuyusunda gözlenen ortalama hava sıcaklığına yakın yeraltısuyu sıcaklığı bu bölgede de ova yüzeyinden yeraltısuyu beslenimi olasılığını kuvvetlendirmektedir.

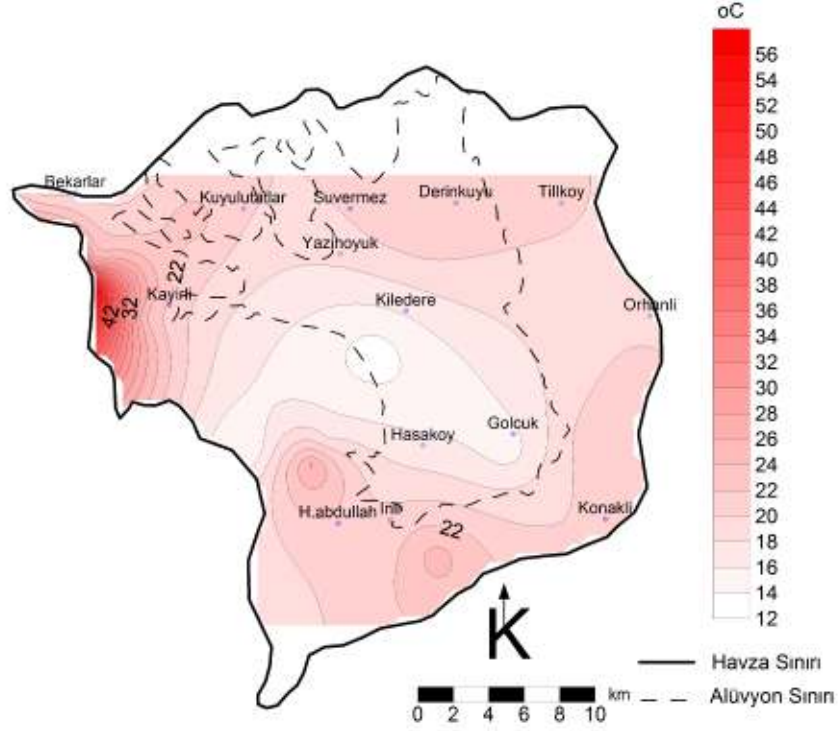
Sıcaklık ölçümlerinin Misli Ovasındaki dağılımları Şekil 4.1'de verilmiştir. Misli Ovasında yeraltısuyu sıcaklığının bölge genelinde heterojen bir dağılım gösterdiği görülmektedir. Bir havza içinde yeraltısuyunun değişen sıcaklıkta olması farklı sondaj derinlikleri, beslenme koşulları ve yeraltısuyunun dolaşım derinlik ve uzunluklarındaki farklılıklardan kaynaklanabilir. Çalışma alanı içinde bulunan termal suyun varlığı bölgede jeotermal gradyanın yüksek olduğunu göstermektedir.

2006-2007 yılı dağılım haritasında en düşük sıcaklıklar alüvyon malzeme ile kaplı bölgede yer alan Kiledere, Hasaköy ve Gölcük bölgelerinde gözlenmektedir. Göreceli olarak yeraltısuyu sıcaklığının düşük olduğu bir diğer bölge ise çalışma alanının batısında Melendiz Dağı eteklerinde kalan yeraltısuyu beslenme bölgesidir.



Şekil 4.1 İnceleme alanı 2006-2007 dönemi yeraltısuyu sıcaklık (maksimum) dağılım haritası

Bu çalışma kapsamında gerçekleştirilene benzer biçimde 1998 yılında yürütülen etüd kapsamında ölçülen sıcaklık verileri kullanılarak bir dağılım haritası oluşturulmuştur (Şekil 4.2). 1998 yılı gözlemlerinde de Misli Ovasının orta kesimi ve batıda düşük sıcaklık bölgesi belirlenmiştir. Ancak 1998 yılı dağılım haritasında havzanın kuzeybatısında yeralan yüksek sıcaklıklı termal suyun bulunması dağılımı etkilemiştir. Ancak her iki harita birlikte değerlendirildiğinde ovanın orta kesiminde ortalama hava sıcaklığına eşit sıcaklıkta yeraltısuyunun bulunması bu bölgenin yüzeye yakın kotlardan yıllık yağışlar ile daha etkin biçimde beslendiğini göstermektedir.



Şekil 4.2 İnceleme alanı 1998 dönemi yeraltısuyu sıcaklık (maksimum) dağılım haritası

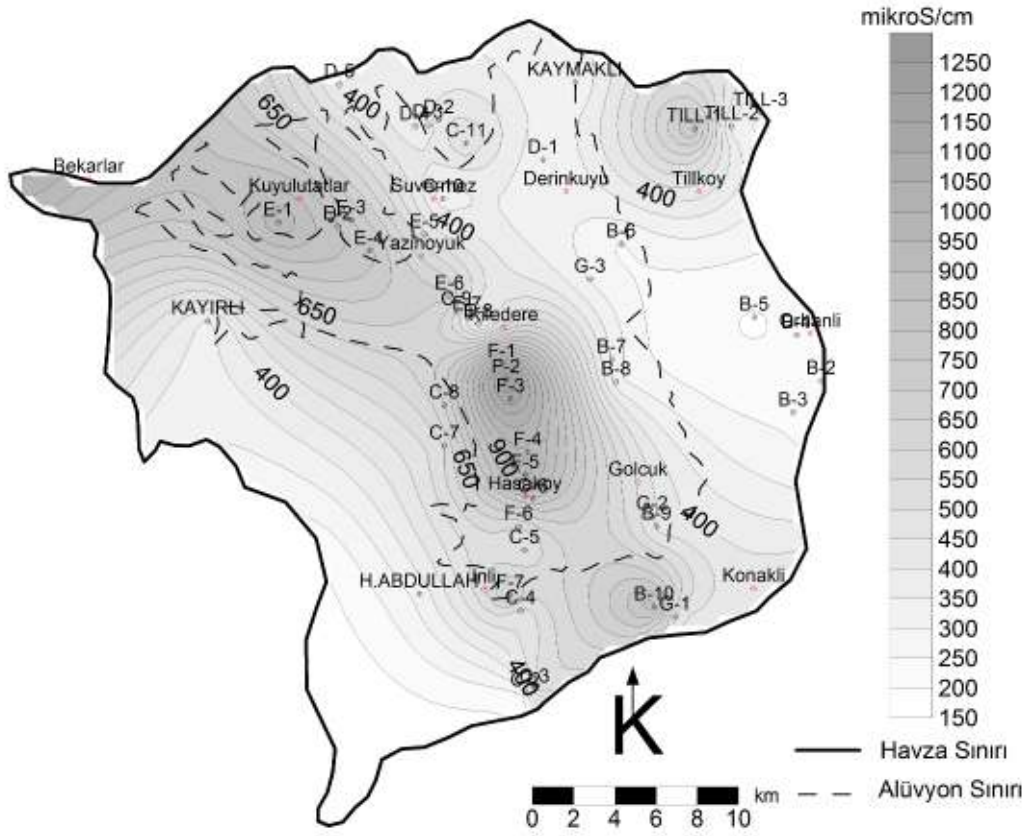
4.1.2 Özgül Elektriksel İletkenlik (ÖEİ)

Yeraltısuyu, içerdiği iyonların bolluğuna ve sıcaklığına bağlı olarak elektrik iletmektedir. Suyun bu özelliğinin ölçümü kolay olduğundan hidrokimya çalışmaları yaygın olarak kullanılmaktadır. Arazi çalışması sırasında ölçülen yüksek elektriksel iletkenlik değerleri sudaki yüksek iyon içeriğinin bir göstergesidir. Ancak suyun elektrik iletme kabiliyeti sıcaklık ile de değiştiğinden ölçülen iletkenlik değerlerinin standart bir sıcaklık için düzeltilmesi yapılan ölçümlerinin karşılaştırılabilir büyüklüklere dönüştürülmesini sağlamaktadır. Genel olarak 25 °C için düzeltilen iletkenlik ölçümleri “özgül elektriksel iletkenlik (ÖEİ)” olarak adlandırılır. Bu çalışma kapsamında da sunulan tüm iletkenlik değerleri ÖEİ olarak ölçülmüştür ve mikrosimens/cm ($\mu\text{S}/\text{cm}$) birimi ile sunulmuştur.

Yeraltısuyu akımı hakkında önemli bilgiler veren ÖEİ değerleri çalışma alanında 180 ile 1217 mikroS/cm aralığında değişmektedir. Ölçülen ÖEİ değerlerinin ortalaması 511.83 mikroS/cm'dir. En düşük ÖEİ değeri sıcaklık gözlemlerinde de olduğu gibi Melendiz Dağı eteklerinde yer alan Çınarlı örneğine aittir. Arazi çalışmaları sırasında ölçülen en yüksek ÖEİ değeri 1217 mikroS/cm ile “F2” kodlu örneğe aittir. F2 kuyusu

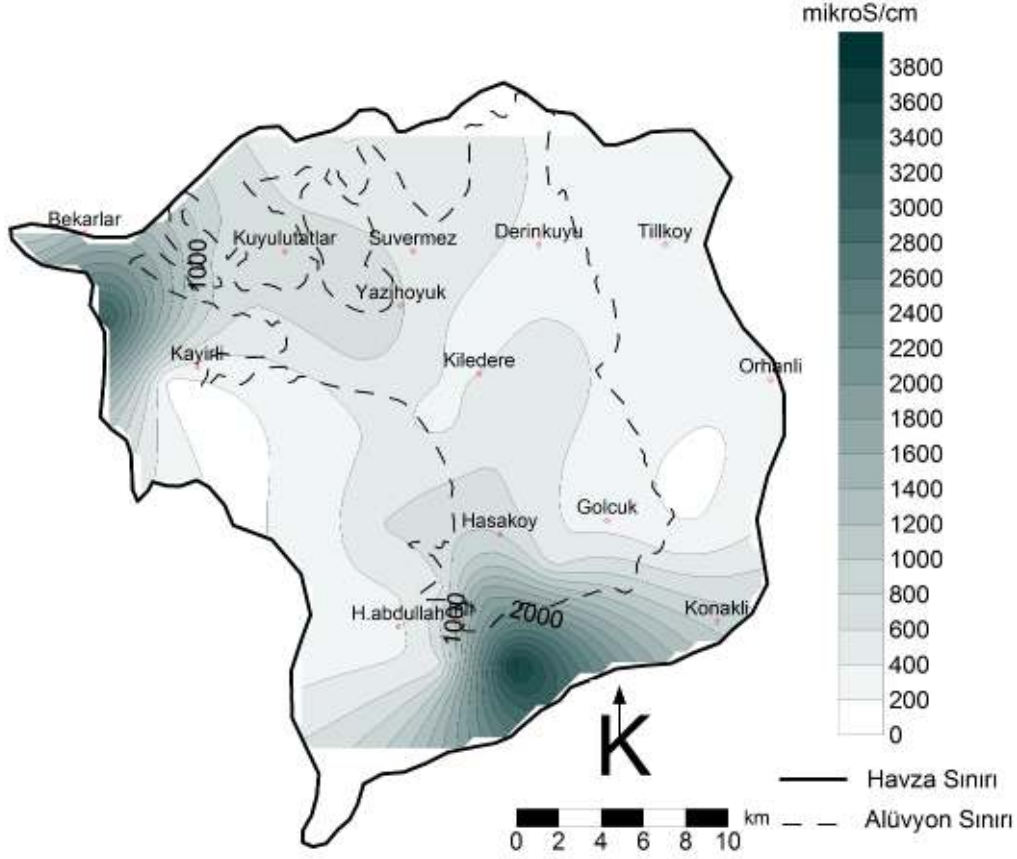
48 m derinliktedir ve çalışma alanının orta bölümünde bulunmaktadır. Çalışma alanında önceki çalışmalar kapsamında yaklaşık 3500 mikroS/cm büyüklüğünde ÖEİ değerlerinin ölçülmüş olması bu çalışma sırasında örneklenen noktalar içinde yüksek çözünmüş madde içeren söz konusu bölgede ölçüm yapılmadığını göstermektedir. 2006-2007 döneminde yürütülen arazi çalışmaları kapsamında “Adış2” noktasında 2150 mikroS/cm ile yüksek ÖEİ değeri gözlenmiştir. Ancak bu nokta çalışma alanının kuzeydoğusunda Sultansazlığı içinde kaldığından değerlendirmeye dahil edilmemiştir.

Çalışma alanında bu çalışma ile önceki çalışmalarda ölçülen ÖEİ değerleri dağılım haritaları kullanılarak karşılaştırılmıştır (Şekli 4.3 ve Şekli 4.4). Misli Ovasında ÖEİ değerleri de sıcaklık değerleri gibi heterojen bir dağılım göstermektedir. Havzada yeraltısuyu dolaşımı olan farklı formasyonların varlığı ve göreceli uzun ya da kısa yeraltısuyu dolaşım uzunlukları, farklı büyüklüklerde ÖEİ değerlerinin bir havza içinde görülmesinin en önemli sebepleridir. Misli Ovasında kuzeybatı-güneydoğu doğrultulu belirgin bir hat boyunca ÖEİ değerlerinin çalışma alanının geneline göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu hattın iki ucunda havzada bulunan iki termal su kaynağı yer almaktadır. Önceki çalışmaların bir bölümünde ovanın ortasında KB-GD doğrultulu bir olası fayın varlığından söz edilmektedir (DSİ,1998). Ova içindeki yüksek ÖEİ bölgesi bu olası fay ile ilişkili görünmektedir. Ancak aynı hat boyunca ovanın orta kesiminde düşük sıcaklık bölgelerinin bulunması söz konusu fay hattının parçalı kırıklardan oluşabileceğine işaret etmektedir. 2006-2007 döneminde en düşük ÖEİ ölçümleri çalışma alanının doğusunda Orhanlı bölgesinde ve batıda Melendiz Dağı'nda görülmektedir.



Şekil 4.3 İnceleme alanı 2006-2007 dönemi yeraltısuyu ÖEİ dağılım haritası

Şekli 4.4'de çalışma alanının kuzeybatı ve güneydoğundaki termal yeraltısuların varlığından (sıcaklık ve tuzluluk nedeniyle) kaynaklanan yüksek iletkenlik bölgeleri açıkça gözlenmektedir. Havzanın kuzeybatısında bulunan sıcak su kaynağının ÖEİ değeri 2781 mikroS/cm havzanın güneyinde bulunan sıcak su kaynağının ÖEİ değeri ise 3752 mikroS/cm' dir. Bu yüksek iletkenlik bölgeleri dışında güncel olarak tespit edilen ve ovanın ortası boyunca devam eden yüksek iletkenlik hattı 1998 verilerinde de ayırt edilmektedir. 1998 yılı verilerine göre en düşük çözünmüş iyon içeriği havzanın batısı ve doğusundaki olası yeraltısuyu beslenme bölgelerinde yoğunlaşmaktadır.

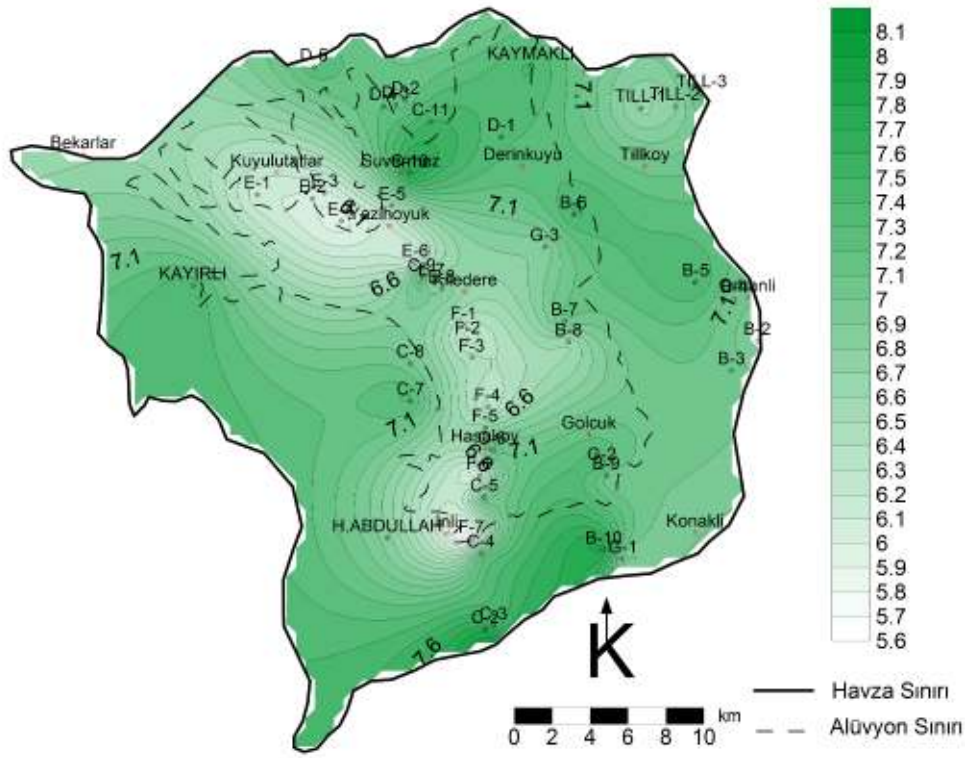


Şekil 4.4 İnceleme alanı 1998 dönemi yeraltısuyu ÖEİ dağılım haritası

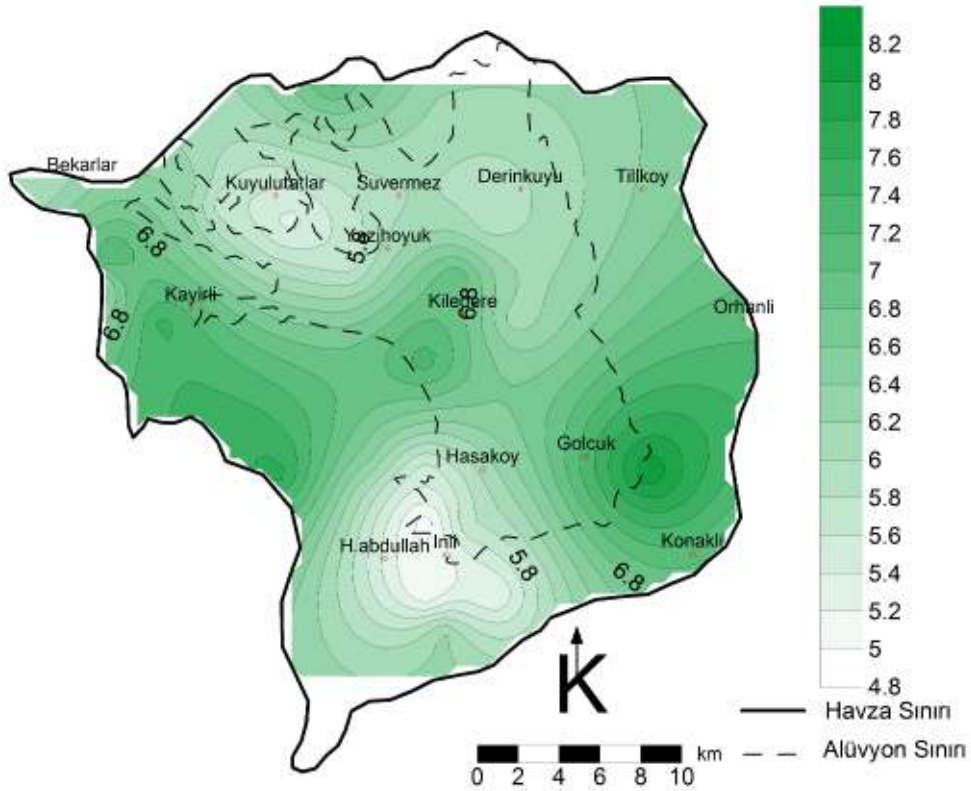
4.1.3 Hidrojen İyonu Aktivitesi (pH)

Sudaki hidrojen iyonu aktivitesi olan pH hidrokimya çalışmalarında önemli bir gösterge parametredir. Ölçümü kolay olan pH'ın yerinde ölçülmesi ölçümün kalitesi açısından büyük önem taşımaktadır. Doğal sular genellikle 6.0 ile 8.5 pH aralığında değerlere sahiptir.

Çalışma alanındaki en yüksek pH 8.20 ile C1 noktasında, en düşük pH ise 5.53 ile F7 noktasında ölçülmüştür. Ölçülen pH değerlerinin ortalaması 6.89'dur. İnceleme alanındaki sular genellikle asidik sular sınıfındadır. Yerinde ölçülen diğer fiziksel-kimyasal parametrelere oranla dar bir aralık içinde değişen pH gözlemlerinin dağılım haritalarında değerlendirilmesi daha güçtür. Şekil 4.5 ve Şekil 4.6 sırası ile 2006-2007 ve 1998 dönemlerine ait pH gözlemleri ile oluşturulmuştur.



Şekil 4.5 İnceleme alanı 2006-2007 dönemi yeraltısuyu pH dağılım haritası



Şekil 4.6 İnceleme alanı 1998 dönemi yeraltısuyu pH dağılım haritası

Çalışma alanı pH dağılımı açısından da heterojen bir yapı göstermektedir. Havza geneline göre düşük pH değerleri iç bölgede toplanmaktadır. Kiledere'nin güneyi, İnli ve Kuyulutatlar düşük pH ölçümlerinin yapıldığı bölgelerdir. Olası yeraltısuyu beslenme bölgeleri olarak tanımlanan ovanın batı ve doğusunda bağlı olarak yüksek pH değerleri gözlenmektedir. Düşük pH gözlemleri yüksek sıcaklık ve ÖEİ gözlemleri ile tanımlanan hat üzerindeki noktalarda yer almaktadır.

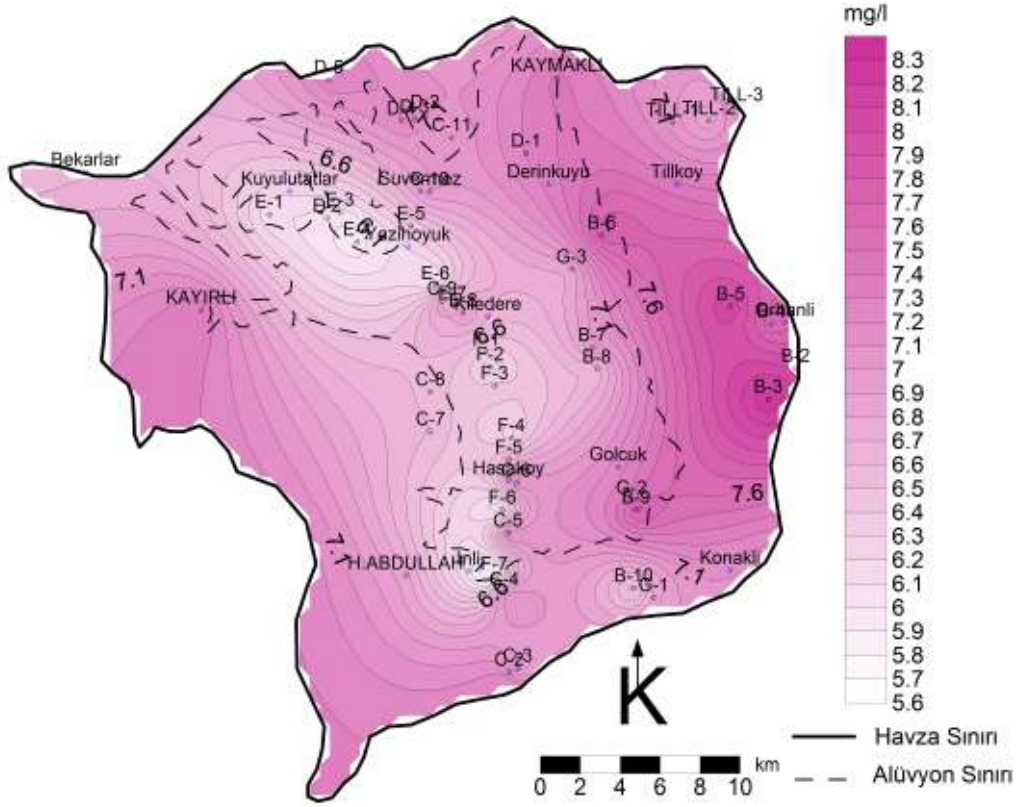
1998 yılında yapılan pH ölçümlerine göre ova genelinde en düşük pH değerleri İnli ve Kuyulutatlar bölgelerinde gözlenmektedir. Bu iki bölgeyi çevresine göre farklı büyüklükte çözülmüş hidrojen iyonu aktivitesi ile Derinkuyu izlemektedir. Havzanın batı ve doğu sınırlarında pH değerleri 8-7 pH birimi aralığında değişmektedir. 2006-2007 gözlemleri ile 1998 yılı verileri karşılaştırıldığında 1998 yılında ölçülen pH değerlerinin genel olarak daha yüksek olduğu gözlenmektedir.

4.1.4 Çözülmüş Oksijen (ÇO)

Çözülmüş Oksijen (ÇO) su içerisinde çözülmüş halde bulunan oksijen miktarıdır. Suda gazların çözünürlüğü sıcaklık ve çözülmüş katı miktarı ile ters orantılı olduğundan düşük sıcaklıklarda ve ÖEİ'ği düşük sulara ÇO içeriğinin yüksek olması beklenmektedir. Bu durumda genel olarak sığ dolaşimli sulara ÇO içeriğinin derin dolaşimli sulara oranla daha yüksek olması beklenebilir. Yeraltısuyundaki ÇO yeraltısuyu akım yolu boyunca kimyasal reaksiyonlarda tüketildiğinden akım yolu/süresi uzadıkça azalması da beklenen bir durumdur.

Çalışma alanında yeraltısuyunun çözülmüş oksijen değerleri 1.2 ile 8.91 mg/l aralığında değişmektedir. Ölçülen değerlerin ortalaması 6.33 mg/l'dir. En düşük çözülmüş oksijen değeri 1.2 mg/l ile 2007 yılı Temmuz ayında F7 nolu kuyuda gözlenmiştir. En yüksek çözülmüş oksijen ise 8.91 mg/l ile E8 nolu kuyuda ölçülmüştür. Till-1 ve C8 lokasyonlarında ÇO ölçümü yapılamamıştır. ÇO gözlemlerinin geniş aralık içinde dağılması çalışma alanının farklı bölümlerinde yeraltısuyu akım süresi boyunca oksijen tüketimi süreçlerinin farklı olduğu göstermektedir. Şekil 4.7'de çalışma alanı geneline ait ÇO dağılım haritası verilmiştir. Misli Ovasında ölçülen ÇO değerlerine göre havzanın ortasında belirli bir hat boyunca gözlenen düşük ÇO değerleri dikkat çekmektedir. Diğer bir deyişle düşük çözülmüş oksijen değerleri olası sıcak su getirimi bölgelerinde rastlanmaktadır.

Yüksek çözünmüş oksijen ise oksijen tüketimine neden olan kimyasal reaksiyonların gerçekleşmediği atmosferik gaz girişinin var olduğu akım bölgelerinde gözlenmektedir.



Şekil 4.7 İnceleme alanı 2006-2007 dönemi yeraltısuyu ÇO dağılım haritası

Çalışma alanının orta bölümünde güneydoğu-kuzeybatı uzanımlı bir hat boyunca ÖEİ değerlerinin yüksek olmasına karşın çevre bölgelere göre daha düşük sıcaklık, pH ve ÇO değerleri ile karşılaşılmaktadır. Bu dağılımın olasılıkla soğuk yüzeysel beslenme ile ılık-tuzlu derin yeraltısuyunun karışımından kaynaklandığı sanılmaktadır.

4.2 Yeraltısuyu Majör İyon İçeriğinin Genel Değerlendirmesi

Misli Ovasında yeraltısuyu majör iyon kimyasal bileşiminin belirlenmesi için; sodyum (Na^+), potasyum (K^+), magnezyum (Mg^{+2}), kalsiyum (Ca^{+2}), amonyum (NH_4), lityum (Li), klorür (Cl^-), sülfat (SO_4^{-2}), bikarbonat (HCO_3^-), florür (F), bromür (Br), fosfat (PO_4), nitrat (NO_3^-) ve nitrit (NO_2) iyonlarının analizi yapılmıştır. Örneklerin ortalama, en düşük, en yüksek derişim değerleri Çizelge 4.2'de toplu olarak verilmiştir.

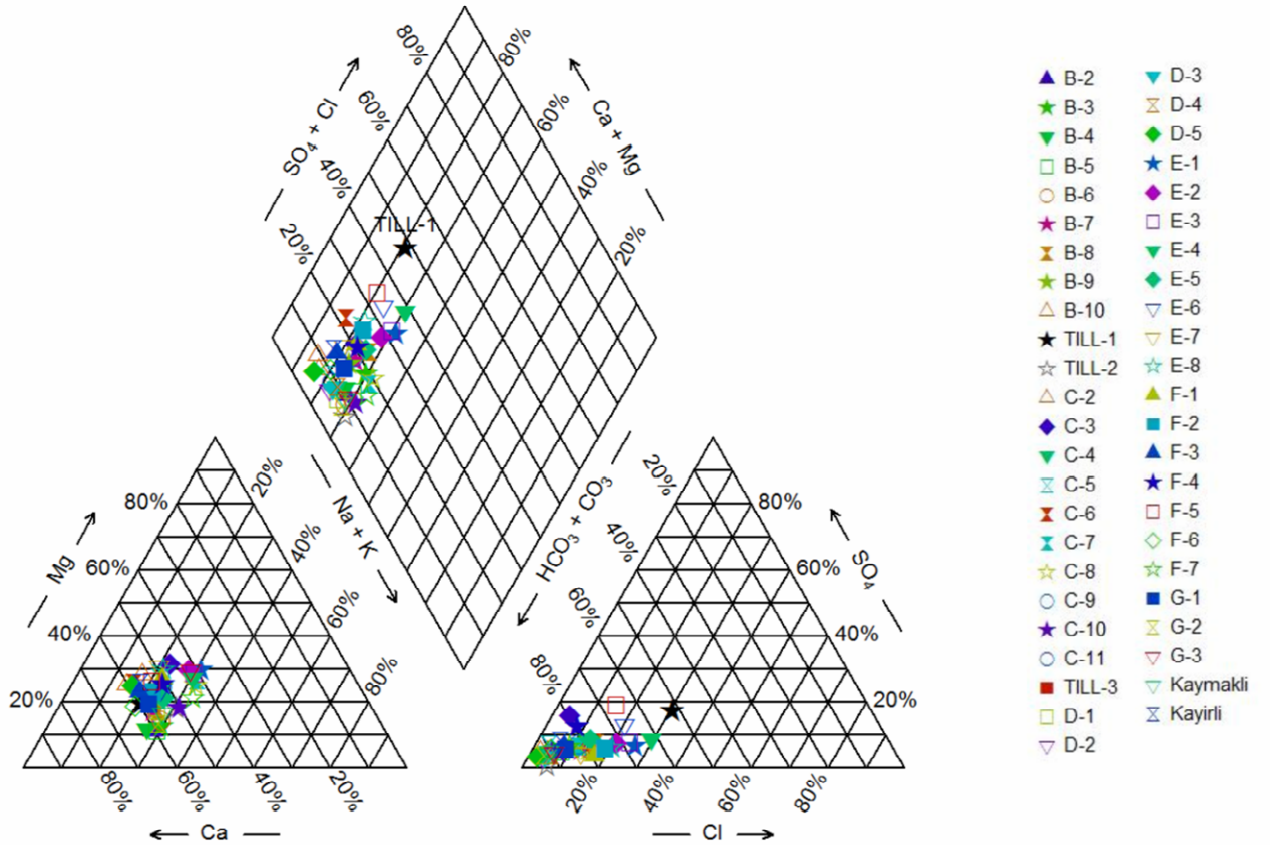
Çalışma kapsamında örneklerinin hiçbirinde ölçülebilir düzeyde nitrit (NO_2), bromür (Br), fosfat (PO_4) ve karbonata (CO_3^{2-}) rastlanmamıştır. Florür, lityum ve amonyum 49, 48 ve 39 örnekte saptanabilmiştir. Diğer iyonlar tüm örneklerde saptama sınırı üzerinde büyüklüklerde ölçülmüştür.

Çizelge 4.2 Yeraltısuyu majör iyon içeriğine ait istatistikler

	F	Cl	NO_3	SO_4	HCO_3	Li	Na	NH_4	K	Mg	Ca
Saptama Sınırı (İK*) (ppm)	0.02	0.03	0.1	0.15		0.0005	0.002	0.0025	0.005	0.00025	0.0005
Minimum (mek/l)	0.001	0.079	0.014	0.006	1.320	0.0003	0.261	0.001	0.047	0.256	1.324
Minimum (ppm)	0.019	2.801	0.868	0.288	80.541	0.002	6.000	0.018	1.838	3.111	26.532
Maksimum (mek/l)	0.116	1.829	3.087	1.200	10.660	0.031	2.906	0.290	0.337	3.667	6.567
Maksimum (ppm)	2.204	64.844	191.406	57.637	650.429	0.201	66.809	5.231	13.176	44.563	131.596
Ortalama (mek/l)	0.022	0.453	0.310	0.272	4.677	0.007	1.202	0.040	0.160	1.311	3.077
Ortalama (ppm)	0.418	16.060	19.221	13.064	285.371	0.045	27.634	0.722	6.256	15.932	61.660
Ölçüm sayısı	49	66	66	66	66	48	66	39	66	66	66

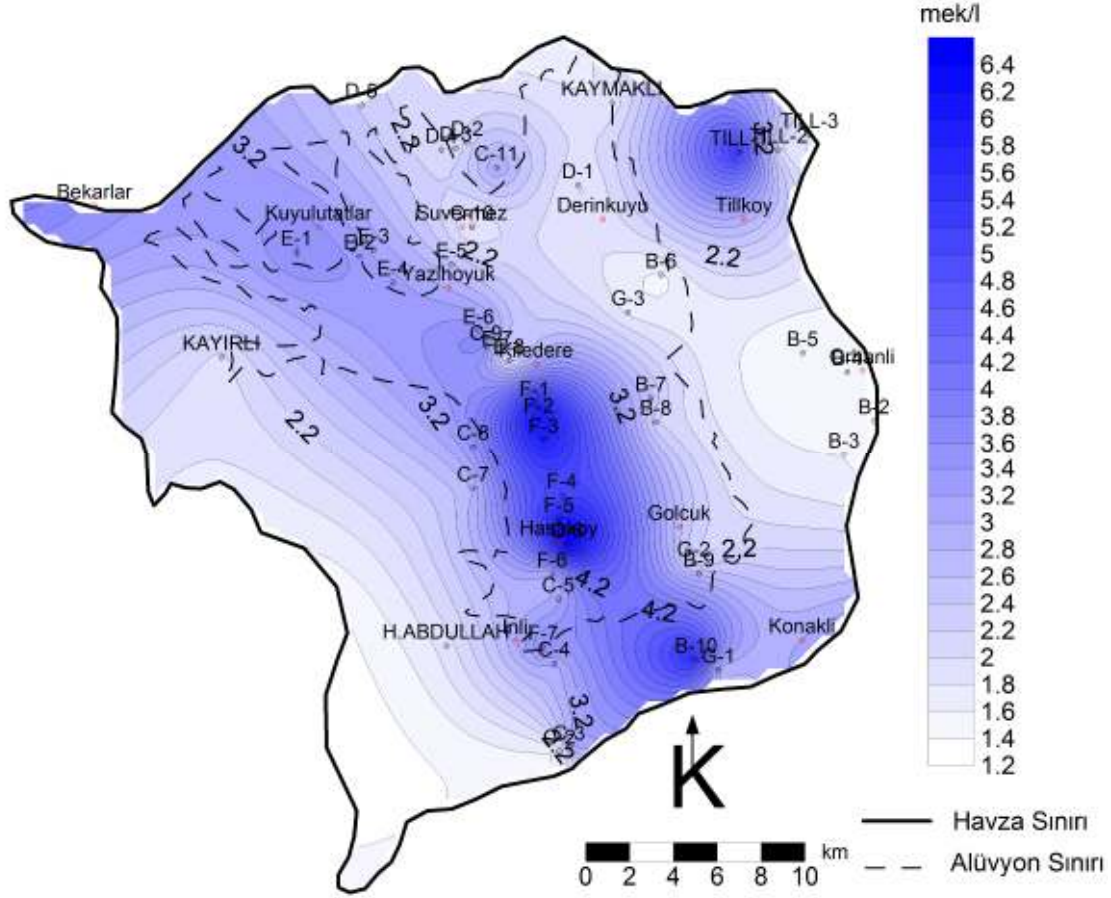
*İK: İyon Kromatografi

Büyük havzalarda çok sayıda örneğe ait majör iyon verilerinin genel anlamda değerlendirilmesi için kullanılan en yaygın yöntem örneklerin Üçgen ya da Piper Diyagramlar üzerinde gösterimidir. Çalışma alanına ait örneklerin majör iyon bileşimleri kullanılarak hazırlanan Piper Diyagramı Şekil 4-8' de verilmiştir. Diyagrama göre inceleme alanındaki tüm noktalar kalsiyum karbonatlı ve magnezyum karbonatlı sular sınıfındadır. Çalışma alanında örneklenen yeraltısularının büyük çoğunluğu (yaklaşık %70) $\text{Ca}+\text{Mg} / \text{HCO}_3$ karakterindedir. Çalışmada örneklenen yeraltısularının %80 HCO_3 ve %60 $\text{Ca}+\text{Mg}$ içerdikleri gözlenmektedir. Çalışma alanı dışında kalan Adış1 ve Adış2 örnekleri diğer noktalara göre farklı karakterdedir. Çalışma alanı dışını temsil eden bu örneklerin kimyasal içeriklerindeki belirgin farklılık Misli havzasında yeraltısuyu dolaşımının dış havzalar ile ilişkili olmadığına önemli bir göstergesidir. Çalışma alanı dışına ait bu örneklerin yanısıra inceleme alanındaki Till-1 örneği yüksek SO_4+Cl değerleriyle farklılık göstermektedir. Ayrıca 8 adet yeraltısuyu örneği de (Çınarlı, A8, C6, Cdış1, C3, E8, A9, A10) küçük farklılıklar ile diğer örneklerden ayrılmaktadır. Bu örnekleri diğer gruptan ayıran özellik HCO_3^- içeriğinin azalışına karşılık SO_4+Cl içeriğinin artmış olmasıdır.



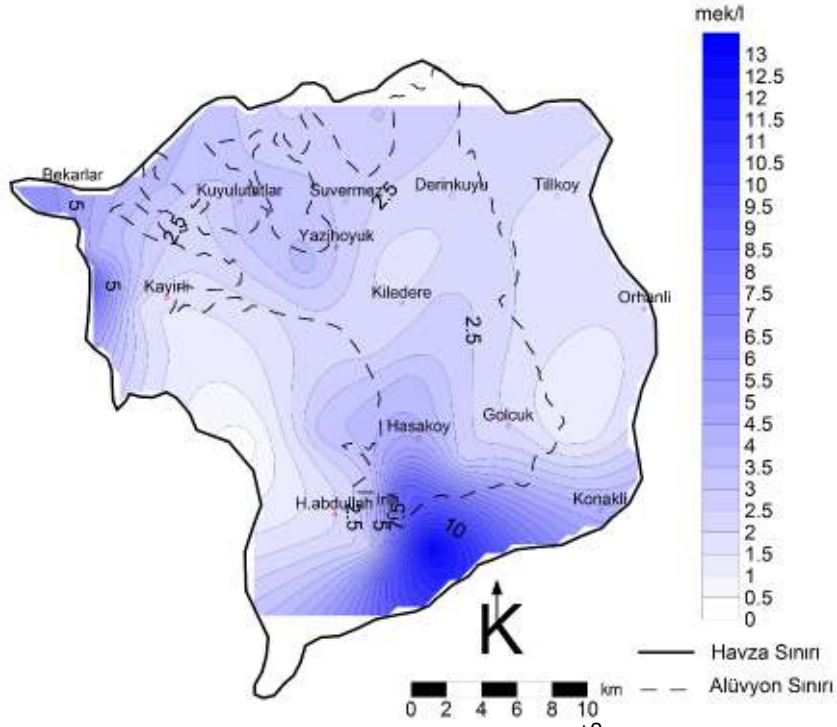
Şekil 4.8 İnceleme alanındaki yeraltısuyu örneklerine ait Piper Diyagramı

Misli Ovası yeraltısularında bolluğu en yüksek katyon olan kalsiyum derişimi Ca^{+2} 6.567 mek/l ile 1.32 mek/l aralığında ölçülmüştür. En yüksek kalsiyum Hasaköy yakınlarındaki C6 lokasyonunda, en düşük Ca^{+2} ise Çınarlı noktasında belirlenmiştir. Analiz yapılan tüm örneklerin ortalama Ca^{+2} derişimi ise 3.07 mek/l'dir. Çalışma alanında yeraltısuyunda bolluğu en yüksek iyon olan kalsiyumun alansal dağılımı Şekil 4.9' da 2006-2007 örnekleri kullanılarak sunulmuştur. En yüksek kalsiyum derişimi ova boyunca GD-KB doğrultulu hat boyunca yer almaktadır. Çalışma alanında en düşük derişimler ise batı ve doğuda ölçülmüştür. Yüksek kalsiyum derişim bölgesi daha önce değinilen fiziksel-kimyasal anomali hattı ile de uyumludur. Yeraltısuyunda kalsiyumun kaynağı genellikle karbonatlı kayalardır. Bölgede jeolojik istifde yer alan Hasan Dağı Külü ve Karakaya formasyonunda kireçtaşı varlığından bahsedilmektedir. Çalışma alanında yüzeylenmeyen Karakaya formasyonuna havzanın doğu bölümünde açılmış kuyuların bir bölümünde rastlanmaktadır. Bu durumda Misli Ovasında yeraltısuyundaki kalsiyumun olası kökeninin Hasandağı Külünün karbonatlı seviyeleri, volkano sedimanter kayaların karbonat çimentosu ve kalsiyum içeren silikatlı minerallerin bozunması olduğu anlaşılmaktadır.



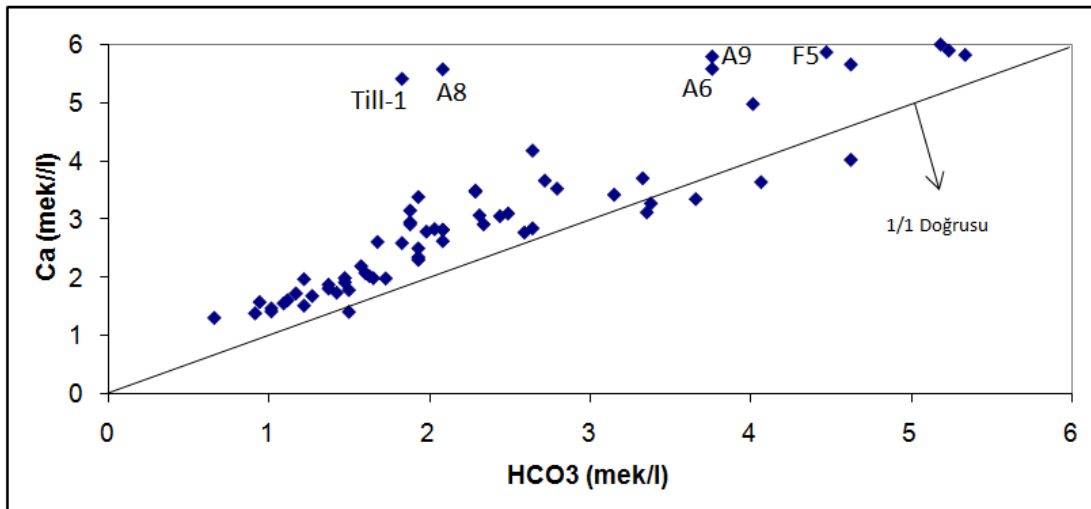
Şekil 4.9 İnceleme alanı 2006-2007 dönemi yeraltısuyu Ca^{+2} dağılım haritası

1998 yılı verileri kullanılarak hazırlanan kalsiyum dağılım haritası Şekil 4.10'da verilmiştir. Dağılım haritasında ilk dikkat çeken farklılık ölçülmüş en yüksek kalsiyum derişiminin 2006-2007 yılı örneklemesine oranla yaklaşık 2 kat daha yüksek olmasıdır. Yaklaşık 12 mek/l kalsiyum derişimi havzanın KB ve güneyindeki termal su noktalarına karşılık gelmektedir. Termal kaynaklarda gözlenen yüksek kalsiyum derişimi sıcak su rezervuarının yüksek kalsiyum içeren bir jeolojik birim olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.10 İnceleme alanı 1998 dönemi yeraltısuyu Ca^{+2} dağılım haritası

Misli Ovası yeraltısuyunda ölçülen HCO_3^- derişimleri 1.320-10.660 mek/l arığında değişmektedir. Çalışma alanına ait örnekler için hazırlanan Ca- HCO_3 grafiği Şekil 4.11'de verilmiştir. Grafik üzerinde kalsiyum ve bikarbonat arasında doğrusal bir ilişkinin varlığı gözlenmektedir. Doğrusal ilişkinin dışında kalan örnekler Till-1, A6, A8, A9 ve F5 noktalarıdır. Her iki nokta da havzanın doğu sınırına yakındır. Örneklerin Ca- HCO_3 (mek/l) grafiğinde 1/1 doğrusu üzerinde yer almaları kimyasal bileşiminin kireçtaşı çözünmesinden kaynaklanabileceğini göstermektedir.



Şekil 4.11 Misli Ovası yeraltısuyu örneklerine ait Ca- HCO_3 grafiği

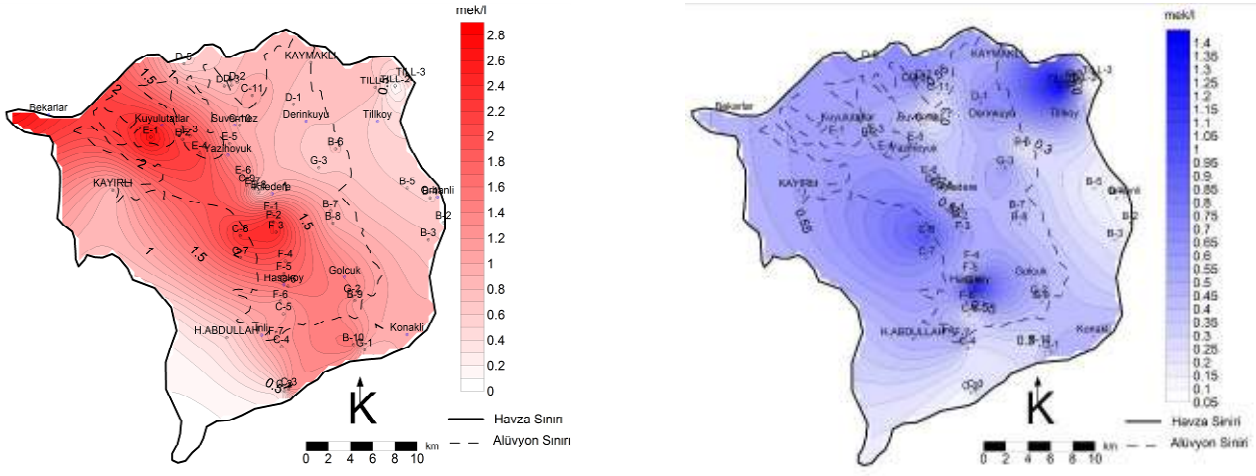
Çalışma alanında bolluğu en yüksek ikinci katyon magnezyumdur. Ölçülen en yüksek Mg^{+2} derişimi 3.667 mek/l ile F2 lokasyonunda, en düşük Mg^{+2} derişimi 0.256 mek/l ile B5 kodlu örnekte ölçülmüştür. Yeraltısuyunun ortalama Mg^{+2} derişimi ise 1.311 mek/l dir. Çalışma alanı içinde magnezyum dağılımı kalsiyumun ötesinde farklı bir bilgi sağlamadığı düşüncesiyle ayrıca gösterilmemiştir. Çalışma alanında bulunan iki sıcak su kaynağının magnezyum derişimleri Misli Ovası genelindeki yeraltısuyuna oranla çok daha yüksektir. Yeraltısuyunda magnezyumun başlıca kaynağı dolomit ya da magnezyum içeren silikatlı kayaçlardır. Çalışma alanındaki jeolojik istifde dolomitli kayaçların varlığından söz edilmemektedir. Bu durumda yeraltısuyunda gözlenen magnezyumun, magnezyum içeren silikat minerallerin bozunmasından türemiş olması olası görünmektedir.

Misli Ovası yeraltısuyu örneklerinde 0.047-0.337 mek/l aralığında potasyum derişimleri ölçülmüştür. En yüksek potasyum Kiledere yakınlarındaki F2 kodlu kuyuda, en düşük potasyum ise havzanın güney sınırında yer alan C2 noktasında belirlenmiştir. Çalışma alanı geneli için ölçülen ortalama potasyum derişimi ise 0.160 mek/l'dir. Yeraltısuyunun tarımsal faaliyetlerde kullanımı açısından önemli bir parametre olan potasyumun sulama suyunda 0.4 mek/l'nin altında olması istenmektedir.

Yeraltısuyunda gözlenen sodyum iyonunun kökeninin kalsiyum ve magnezyumdan farklı olabileceği düşüncesi ile daha ayrıntılı incelenmiştir. İnceleme alanındaki en yüksek Na^{+} 2.906 mek/l ile Bekarlar örnekleme noktasında gözlenmiştir. Çalışma kapsamında termal su karakterini temsil ettiği düşünülen bu noktadan sonra sodyum içeriği en bol olan nokta 2.720 mek/l ile E1 lokasyonudur. En düşük Na^{+} derişimi ise birçok diğer iyonda da gözlendiği gibi beslenme suyunu temsil eden 0.261 mek/l ile Çınarlı örneğidir. Yapılan tüm sodyum analizlerinin ortalaması 1.202 mek/l olarak belirlenmiştir. Klorür, yeraltısuyu sistemlerinde korunumlu iyon olarak özellikle buharlaşma sonucu zenginleşen bir iyondur. Bu neden ile Misli Ovası örneklerinde sodyum ve klorür derişimleri ile birlikte değerlendirilmiştir.

İnceleme alanındaki en yüksek klorür 1.829 mek/l ile A9 lokasyonunda, en düşük değer ise 0.079 mek/l ile Till-3 lokasyonunda ölçülmüştür. İnceleme alanında örneklenen yeraltısuları için ortalama Cl^{-} derişimi ise 0.453 mek/l'dir. Şekil 4.12 ve

Şekli 4.13’de inceleme alanında 2006-2007 ve 1998 yıllarına ait sodyum ve klorür dağılımları birlikte sunulmuştur.



Na

Cl

Şekil 4.12 İnceleme alanı 2006-2007 dönemi yeraltısuyu Na⁺ ve Cl⁻ dağılım haritaları

Termal suların bulunduğu akifer sistemlerinde sodyum belirleyici iyonlardan biridir. Misli Ovasında da termal yeraltısuyu hareketinin varlığı nedeni ile yeraltısuyunda yüksek oranda sodyum beklenmektedir. Çalışma alanı için oluşturulan sodyum dağılım haritası incelendiğinde bölgede diğer parametreler ile de tanımlanmış KB-GD uzanımlı hat boyunca yüksek sodyum iyon derişimi ile karşılaştırılmaktadır. Ancak çalışma alanı içindeki sıcak suların sodyum içerikleri dikkate alındığında (Bkz. Şekil 4.14) 2006-2007 döneminde ölçülen sodyum derişimleri oldukça düşüktür. Alüvyon akifere sıcak su katkısı nedeni ile yüksek olması beklenen sodyum derişiminin beklenenin altında ölçülmüş olması Yüce (2007) tarafından iyon değişimi ile açıklanmıştır.

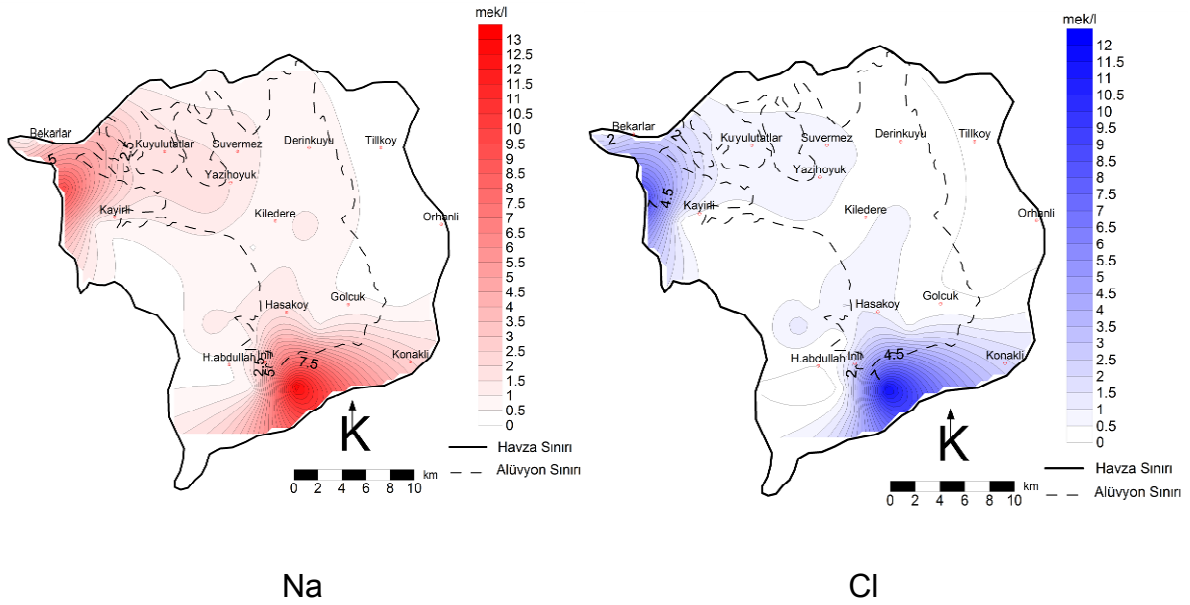
Klorür iyon derişimlerinin çalışma alanı içindeki dağılımının oldukça farklı olduğu görülmektedir (Şekil 4.12). Bu durum Halit (NaCl) çözünmesinin inceleme alanında önemli bir hidrojeokimyasal süreç olmadığını göstermektedir. Misli Ovasında yeraltısuyu iyon derişimlerinin genellikle yüksek olduğu hattın dışında özellikle kuzey doğudaki Tillköy yerleşimi çevresinde yüksek klorür derişimleri gözlenmiştir. Diğer iyonlardan farklı olarak ovanın kuzeybatısında klorür derişimleri daha düşüktür.

Çalışma alanında gerçekleştirilen 1998 gözlemleri kullanılarak hazırlanan dağılım haritaları Şekli 4.13’de sunulmuştur. Havzanın güney ve kuzeybatısındaki yüksek

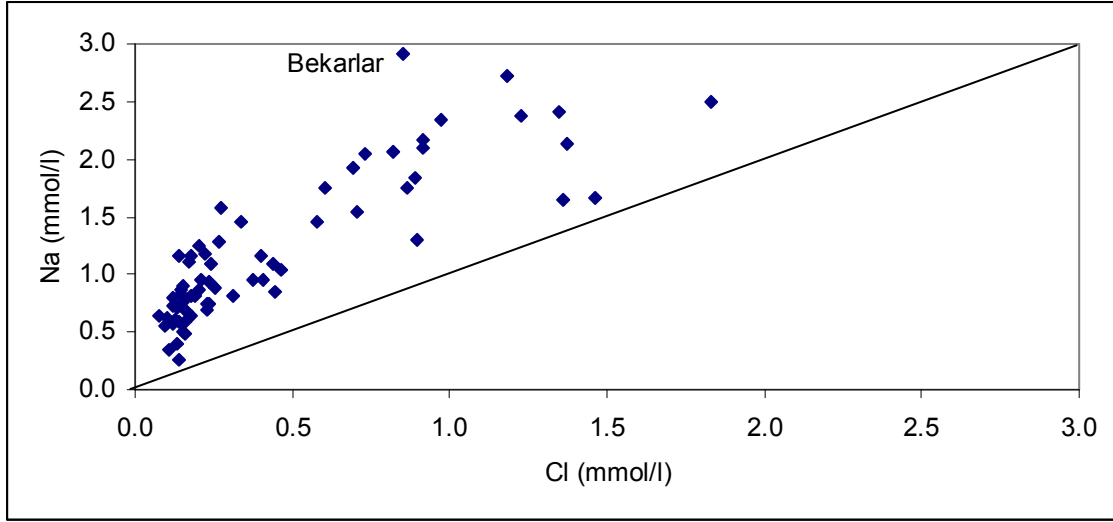
sodyum ve klorür derişimleri dağılım üzerinde belirleyici olmaktadır. Termal suların gözleendiği bu noktalarda her iki iyonun derişimi de yaklaşık 10 mek/l'dir.

Havzanın kuzey-batısında bulunan kaynağın sodyum derişimi 9 mek/l havzanın güneyinde bulunan kaynağın sodyum derişimi ise 13 mek/l' dir.

İki farklı iyonun aynı kökenden yeraltısuyuna katılıp katılmadığının belirlenmesi için iyon çifti grafikleri kullanılmaktadır. Şekil 4.14'de Misli Ovası yeraltısuyu örneklerinde sodyum ve klorür derişimleri grafik üzerinde verilmiştir. Na-Cl arasında doğrusal bir ilişki gözlenmekle birlikte ölçülen 1 mol klorüre karşı sodyum bolluğu yaklaşık 2.0, 2.5 kat daha fazladır. Bu durum yeraltısuyuna klorürden farklı bir kaynaktan sodyum katıldığını göstermektedir. Benzer şekilde yeraltısuyunda klorürün de zenginleşmemiş olması sulamadan buharlaşarak yeraltısuyuna katılan su miktarının önemli düzeyde olmadığını göstermektedir.



Şekil 4.13 İnceleme alanı 1998 dönemi yeraltısuyu Na⁺ ve Cl⁻ dağılım haritaları

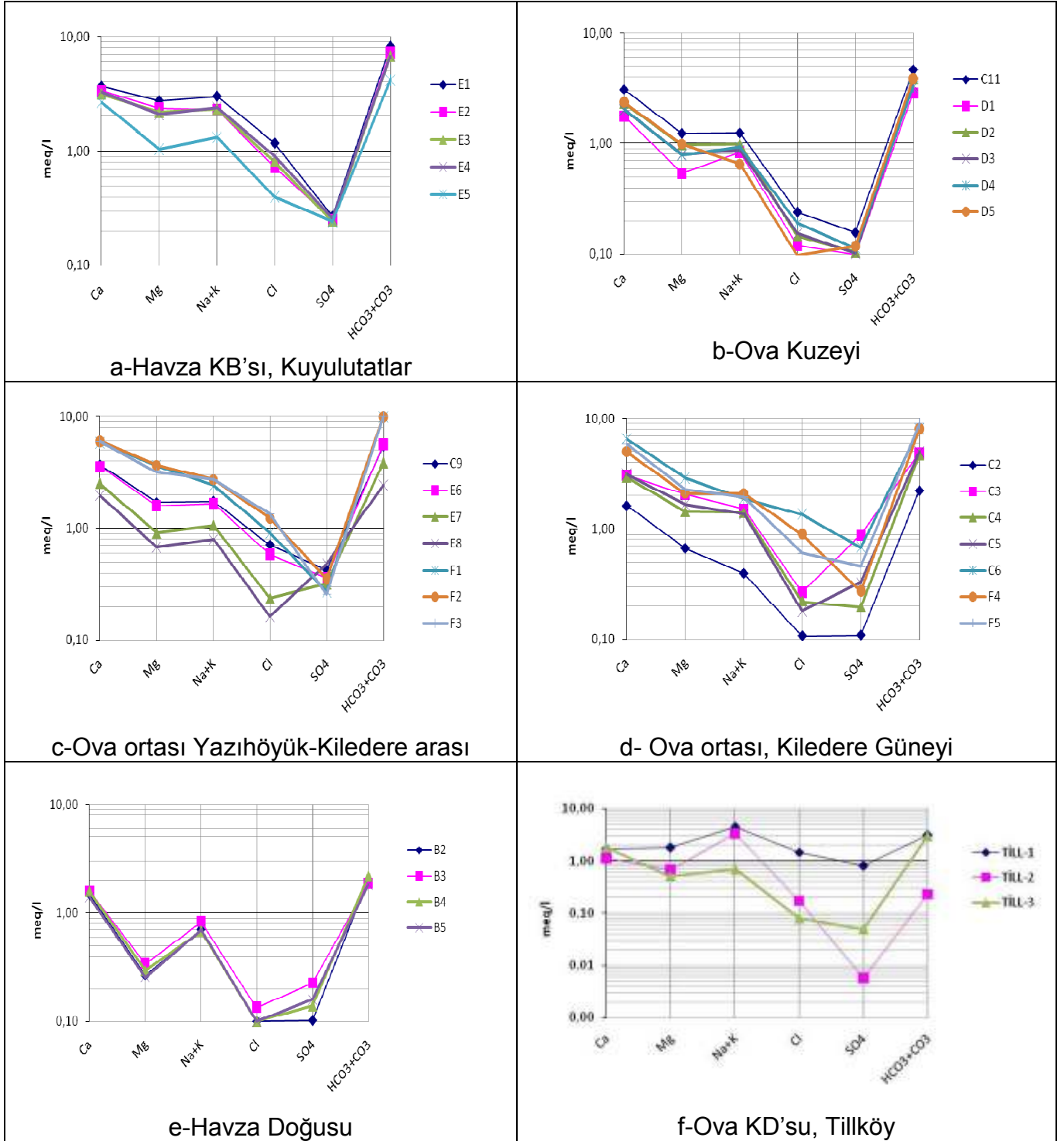


Şekil 4.14 İnceleme alanı 2006-2007 dönemi için yeraltısuyu Na-Cl grafiği

Misli Ovası yeraltısularında yeraltısularının kökensel benzerliklerinin gösterilmesi için yarı logaritmik diyagramlar kullanılmıştır (Şekli 4.15). Grafikler; örnekleme noktalarının havza içindeki konumları ve yeraltısuyu akım yönü dikkate alınarak 7 farklı grup oluşturularak hazırlanmıştır.

Çalışma alanının kuzeybatısından Kuyulutatlar yakınlarında yer alan E1, E2, E3, E4 ve E5 örneklerine göre çizilen grafikte (Şekil 4.15a) iyon dizilimi genel olarak $SO_4 < Cl < Mg < Na+K < Ca < HCO_3+CO_3$ şeklindedir. E5 örneği, SO_4 dışındaki tüm iyonlar açısından diğer örneklere göre daha düşük derişimlidir. Bu grup içinde en yüksek iyon derişimi yeraltısuyu akım yolunda en uzaktaki nokta olan E1 örneğidir.

C11,D1,D2,D3,D4 ve D5 örnekleri çalışma alanının kuzeyinde Suvermez yerleşiminin kuzeyinde toplanmıştır. Kuzey grubu olarak adlandırılan örneklerin yarı logaritmik diyagramı Şekil 4.15b'de verilmiştir. Birbirine paralel hareket eden iyon dizilimleri önceki gruba benzer biçimde $SO_4 < Cl < Mg < Na+K < Ca < HCO_3+CO_3$ şeklindedir. D5 örneğinde ise $Mg > Na+K$ şeklinde olduğu görülmektedir. D5 noktası volkanik birimler içinde açılmış bir kuyudur. Bu grupta incelenen yeraltısuyu örneklerinin en yüksek derişimi KB grubuna (Şekil 4.15a) oranla daha yüksektir.



Şekil 4.15 Misli Ovası yeraltısuları yarı logaritmik diyagramları

Misli Ovasının alüvyon ile kaplı orta bölümündeki kuyular iki grupta incelenmiştir. Yazıhöyük-Kiledere arasında kalan noktalar Şekil 4.15c ve Kilederenin güneyinde kalan örnekleme noktaları ise Şekil 4.15d'de verilen grafikler ile değerlendirilmiştir. Her iki grafikte de Misli Ovasında ölçülen en yüksek derişimlerin yer aldığı görülmektedir. C9, E6, E7, E8, F1, F2, ve F3 örnekleri için çizilen diyagramda iyon

dizilimi önceki gruplarda olduğu gibi $SO_4 < Cl < Mg < Na+K < Ca < HCO_3+CO_3$ şeklindedir.

Şekil 4.15d'de verilen grafik, C2, C3, C4, C5, C6, F4 ve F5 örneklerini içermektedir. Grafik üzerinde C6 nolu örnek farklı iyonik yapısıyla diğer örneklerden ayrılmaktadır. C6 örneğindeki yüksek klorür, magnezyum, kalsiyum ve sodyum+potasyum değerleri bir sıcak su katkısı ve/veya buharlaşma etkisinin olabileceğini göstermektedir. Diğer yandan C2 örneğinde ise düşük iyon derişimleri dikkat çekicidir. C2 örneği havzada yüksek kottan boşalan bir kaynak olduğundan iyon içeriğinin düşük olması beklenen bir durumdur.

Şekil 4.15e B2, B3, B4 ve B5 örneklerini içermektedir. Diyagrama göre bu dört yeraltısuyunun da kökeni aynıdır. Havzanın yüksek kotlarında yer alan bu örneklerde iyon derişimleri düşüktür.

Till-1, Till-2 ve Till-3 örneklerine göre çizilen diyagramında (Şekil 4.15f) Till-1 örneğinin farklı iyon dağılımı dikkat çekmektedir. Till-2 ve Till-3 ise aynı kökenlidir. Till-1'deki yüksek klorür ve daha önce de değinilen sodyum, magnezyum, kalsiyum içeriği olasılıkla bir sıcak su karışımının göstergesidir.

4.3 Besin Tuzları

Azotlu ve fosfatlı iyonlar yeraltısularında kirlilik göstergesi olarak kabul edilmektedir. Analizi yapılan iyonlardan fosfat (PO_4) ve nitrit (NO_2) örneklerin hiç birinde ölçülebilir büyüklükte (sırasıyla 0.014 mek/l ve 3.087 mek/l) gözlenmemiştir. Analizi yapılan örneklerin tümünde saptanan nitrat örneklerin bir bölümünde anyonlar içinde belirgin bolluğa ulaşmıştır. Till-1 kodlu örneğindeki toplam anyon içeriğinin %34'ü (mek/l) NO_3^- tan oluşmaktadır. Benzer şekilde A8 örneğinde %25 ve G2 örneğinde ise %17 oranında NO_3^- bulunmaktadır. B3, G3, Çınarlı ve A10 örneklerinde ise %10-11 düzeyinde NO_3^- belirlenmiştir. Çınarlı dışında bu örneklerin havzanın doğusunda toplandıkları görülmektedir. Yüksek nitrat, derişimlerinin tarımsal aktivite ve /veya organik kirlilik ile ilgili olduğu düşünülmektedir.

Analizi yapılan diğer bir azotlu iyon olan amonyum ise örneklerin 39 tanesinde ölçülebilir büyüklükte bulunmaktadır. Ölçülen en düşük ve en yüksek amonyum

derişimleri sırasıyla 0.001 ve 0.290 mek/l olarak belirlenmiştir. Misli Ovası yeraltısuyu için ortalama amonyum derişimi se 0.040 mek/l dir.

Çalışma kapsamında kimyasal içeriği incelenen yeraltısularının bazılarında ölçülen NO₃ ve NH₄'un TSE 266 (2005) içme kullanma suyu standardı sınır değerlerinin üzerinde olduğu gözlenmektedir. TSE 266 standardına göre NO₃ ve NH₄ için izin verilen en yüksek derişimler sırasıyla 50 ve 0.5 mg/l dir. Dolayısıyla büyük olasılıkla gübre kullanımından kaynaklanan bu iyonların tespit edildiği suların içme kullanma suyu olarak kullanımı sakıncalıdır.

4.4 İz Elementler

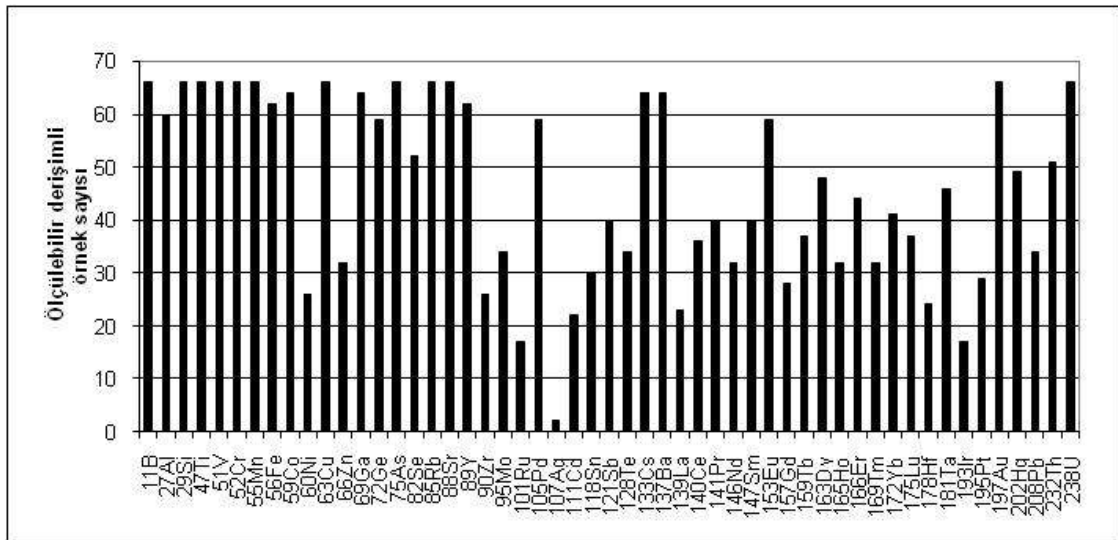
Çalışma kapsamında yeraltısuyunun iz element içeriği de incelenmiştir. Çizelge 4.3'te iz elementlerin minimum, maksimum ve ortalama derişimleri toplu olarak verilmiştir. Çizelgede ayrıca ICPMS yöntemi ile analiz limit değerinin üzerindeki ölçüm yapılmış örnek sayısı da gösterilmiştir. Şekil 4.16'da ölçülebilir büyüklükte iz element içeren örnek sayılarının ilgili elementlere göre değişimi gösterilmiştir. Bazı iz elementler toplam örnek sayısının yarısı ya da daha fazlasında ölçülemediğinden (örn. Ni, Zn, Zr, Ru, Ag, Cd, Sn, La, Nd, Gd, Ho, Tm, Hf, Ir, Pt) ileriki değerlendirmelerde bunlara değinilmemiştir.

İz element analiz sonuçları Si, B ve Sr element derişimlerinin belirgin şekilde diğer element derişimlerinden büyük olduğunu göstermektedir (Şekil 4.17). Analizi yapılan yeraltısuyu örneklerinin tümünde gözlenen Si derişimi 10-48 ppm arasında değişmektedir. Yeraltısularının silis içeriği yaygın olarak SiO₂ şeklinde ifade edilmektedir. Bu durumda SiO₂ cinsinden Misli Ovasında yeraltısuyunun 21.39-102.68 ppm aralığında SiO₂ içerdiği anlaşılmıştır. Misli Ovası yeraltısularında gözlenen yüksek Si içeriği silikatlı minareller içeren vakanik ve volkano sedimanter birimlerden oluşan bir akifer için beklenen bir durumdur. Ancak silikat minerallerinin düşük çözünürlüğü yeraltısuyu kayaç etkileşimi sonucunda çözeltiye geçen silis bolluğunun karbonat minerallerinden kaynaklanan elementlere oranla daha az olmasına neden olmaktadır. Diğer elementlere oranla yüksek oranda gözlenen bir diğer element olan B ise 0.021-2 ppm aralığında değerler almaktadır. Çalışma alanındaki yeraltısuyu örneklerinde stronsiyum ise 0.098-0.800 ppm aralığında değişmektedir.

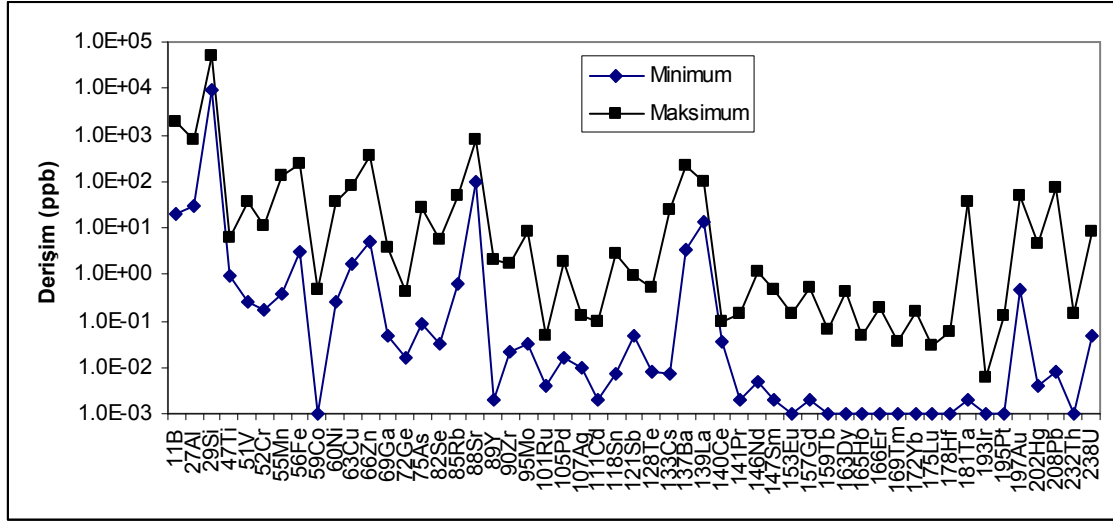
Çizelge 4.3 Yeraltısuyu iz element içeriğine ait istatistikler

		En düşük	En yüksek	Ortalama	Örnek sayısı
		ppb	ppb	ppb	
1	11B	20.920	1943.000	397.884	66
2	27Al	30.660	773.900	86.945	60
3	29Si	9605.000	48390.000	27292.803	66
4	47Ti	0.962	6.370	3.000	66
5	51V	0.250	37.000	18.408	66
6	52Cr	0.174	11.060	1.364	66
7	55Mn	0.396	131.100	7.056	66
8	56Fe	3.189	236.300	46.005	62
9	59Co	0.001	0.485	0.074	64
10	60Ni	0.250	35.400	6.734	26
11	63Cu	1.738	77.940	8.289	66
12	66Zn	4.900	366.600	35.964	32
13	69Ga	0.049	3.857	1.147	64
14	72Ge	0.016	0.439	0.140	59
15	75As	0.083	25.860	8.345	66
16	82Se	0.032	5.673	1.314	52
17	85Rb	0.625	50.680	14.694	66
18	88Sr	98.000	768.000	286.285	66
19	89Y	0.002	2.008	0.175	62
20	90Zr	0.022	1.714	0.368	26
21	95Mo	0.033	8.037	1.391	34
22	101Ru	0.004	0.046	0.019	17
23	105Pd	0.016	1.858	0.496	59
24	107Ag	0.010	0.130	0.070	2
25	111Cd	0.002	0.094	0.042	22
26	118Sn	0.007	2.767	0.322	30
27	121Sb	0.049	0.906	0.268	40
28	128Te	0.008	0.514	0.173	34
29	133Cs	0.007	25.050	1.974	64
30	137Ba	3.304	210.100	50.308	64
31	139La	13.290	95.580	28.377	23
32	140Ce	0.036	0.100	0.063	36
33	141Pr	0.002	0.145	0.016	40
34	146Nd	0.005	1.089	0.126	32
35	147Sm	0.002	0.445	0.059	40
36	153Eu	0.001	0.147	0.016	59
37	157Gd	0.002	0.536	0.064	28
38	159Tb	0.001	0.066	0.008	37
39	163Dy	0.001	0.421	0.036	48
40	165Ho	0.001	0.046	0.006	32
41	166Er	0.001	0.186	0.018	44
42	169Tm	0.001	0.034	0.004	32
43	172Yb	0.001	0.160	0.016	41
44	175Lu	0.001	0.028	0.003	37
45	178Hf	0.001	0.058	0.010	24
46	181Ta	0.002	34.950	4.315	46
47	193Ir	0.001	0.006	0.002	17
48	195Pt	0.001	0.127	0.030	29
49	197Au	0.470	48.830	7.240	66
50	202Hg	0.004	4.483	0.757	49
51	208Pb	0.008	74.990	5.052	34
52	232Th	0.001	0.138	0.013	51
53	238U	0.048	8.006	2.418	66

Not: Element simgeleri önündeki sayılar ölçümde kullanılan izotop kütle numarasıdır.



Şekil 4.16 İz element analizlerinde ölçülebilir büyüklüğün gözlemlendiği örnek sayısı

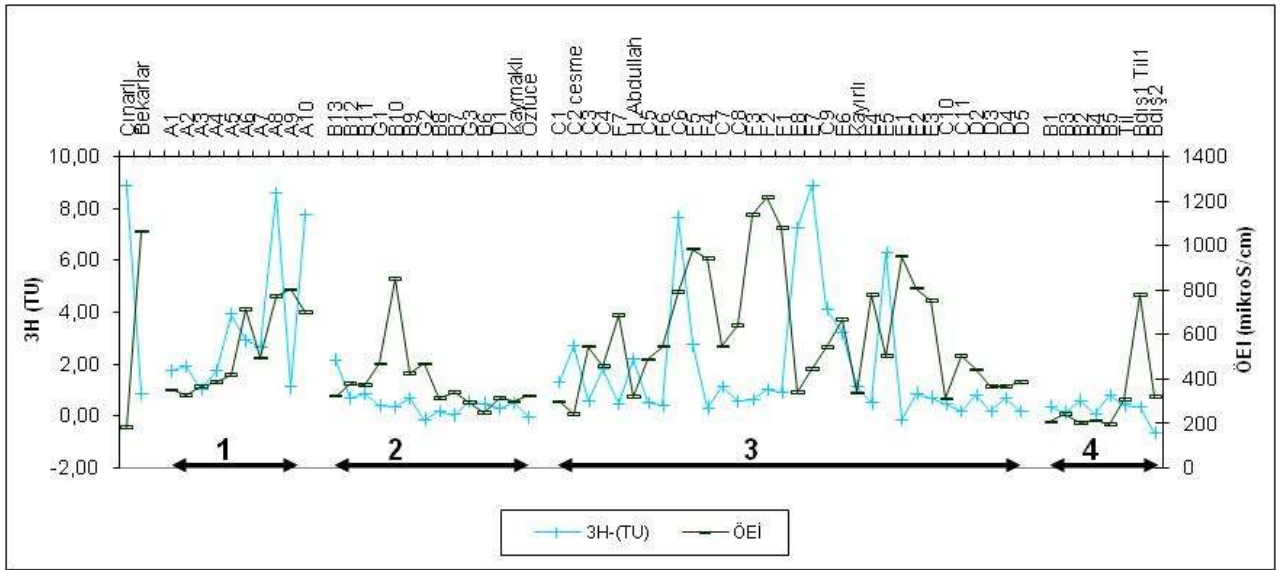


Şekil 4.17 Her bir element için ölçülen maksimum ve minimum iz element derişimleri

İz element sonuçlarının değerlendirilmesi için havzayı çeşitli yönlerde kesen dört hat üzerinde örnekleme noktaları gruplandırılmıştır. Örnekleme noktalarından oluşturulan hatlar aşağıdaki gibidir (Bkz. Şekil 3.11);

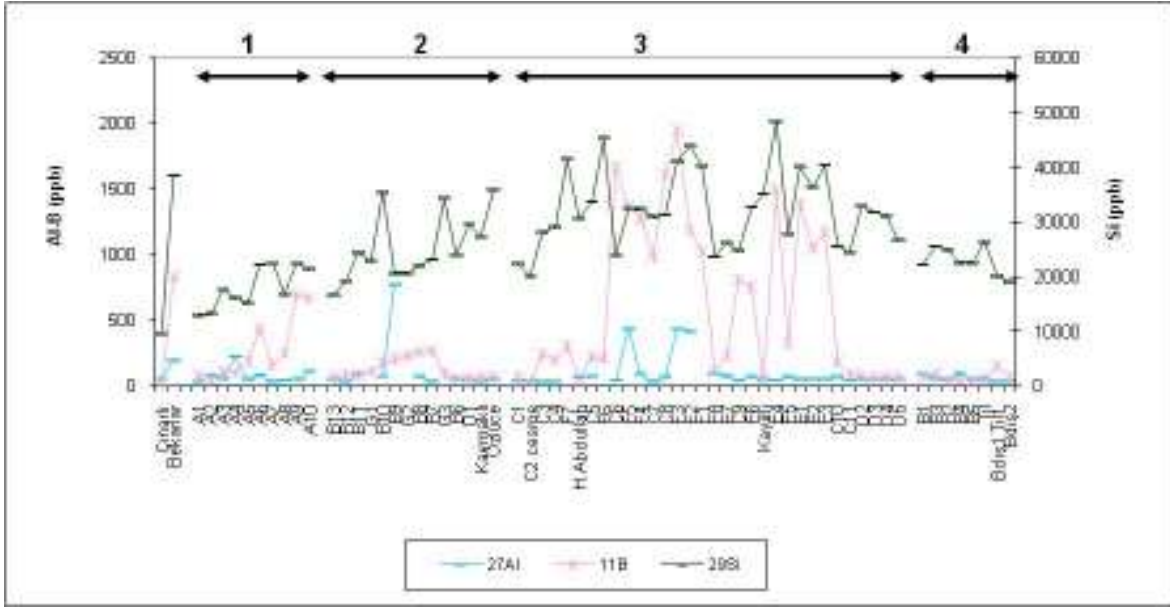
1. Hat: Çalışma alanının güney-güneydoğusunda yer almaktadır. Hat, en güney örnekleme noktası olan A1 ile başlar A10 ile sona erer.
2. Hat: Çalışma alanında alüvyonun doğu sınırı boyunca güney-kuzey doğrultulu bir hat üzerinde örneklenen kuyulardan oluşmaktadır. En güneyde B13 noktası ile başlar sırasıyla Gölcük ilçesini geçer ve "Kaymaklı" örneği ile son bulur.
3. Hat: Misli Ovasının batı sınırı boyunca güney-kuzey doğrultulu hat boyunca örneklenen noktalardan oluşur. Hat güneyden başlayarak Hasaköy, Kiledere ve Survermez yerleşimlerinden geçmektedir. Çalışmanın önceki bölümlerinde çeşitli parametreler açısından anomali bölgesi olarak tanımlanan hat ile yaklaşık aynı doğrultudadır.
4. Hat: Çalışma alanını Sultansazlığı havzası ile ayıran doğu sınır boyunca uzanmaktadır. Hat üzerinde güneyden kuzeye doğru Orhanlı ve Tillköy yerleşimleri kesilmektedir. Bu hat az sayıda örnekleme noktası ile temsil edilmekle birlikte olası yeraltısuyu beslenme bölgesi olması açısından önemlidir.

Havza içindeki konumları dikkate alınarak gruplandırılan örnekleme noktalarının genel karakteristikleri hakkında fikir vermesi için öncelikle ÖEİ ve ^3H içerikleri grafik olarak sunulmuştur (Şekil 4.18). Bu grafik üzerinde özellikle 3 nolu Hat'ın bazı istisnalar içermekle birlikte yüksek ÖEİ ve düşük ^3H içerikleri ile tipik olduğu gözlenmektedir. Bu hat üzerinde belirgin farklılığının ovanın orta kesiminde gözlenmiş olması da ileriki değerlendirmeler için önemlidir. Hat 1 ve Hat 2'de ise ÖEİ ile ^3H içeriği arasında genelde doğrusal bir ilişki gözlenmektedir. Hat 4'te ise ÖEİ ve ^3H içeriklerinin genelde düşük olduğu izlenmektedir.



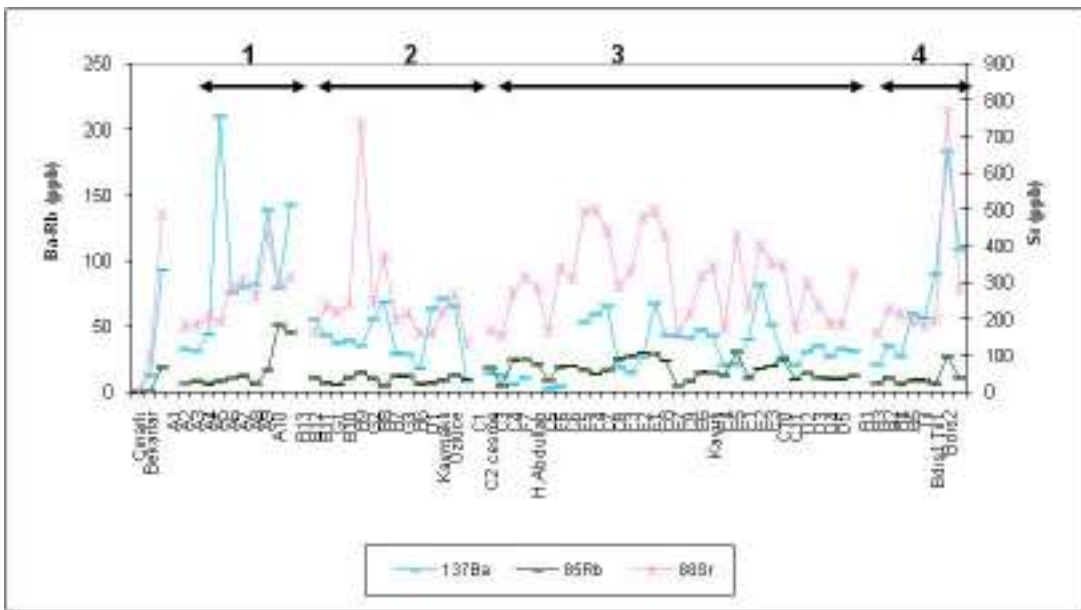
Şekil 4.18 Yeraltısuyu örnekleme hatları boyunca ÖEİ ve ^3H değişimi

Şekil 4.19'da genel olarak sıcak su içeren akifer sistemleri ile ilişkilendirilen alüminyum, bor ve silis derişimleri ele alınmıştır. Özellikle Si ve B açısından 3.Hattın oldukça zengin olduğu gözlenmektedir. Aynı bölge yüksek ÖEİ değerleri ile de ayırt edildiğinden bu alanda sıcak su kökenli katkı olasılığının oldukça yüksek olduğu düşünülmektedir. Alüminyum ise sınırlı sayıda gözlem noktasında diğer örneklerden farklı büyüklükte değerlere ulaşmaktadır. Ancak yüksek alüminyum gözlemlerinin büyük kısmı da 3.Hat içinde yer almaktadır.



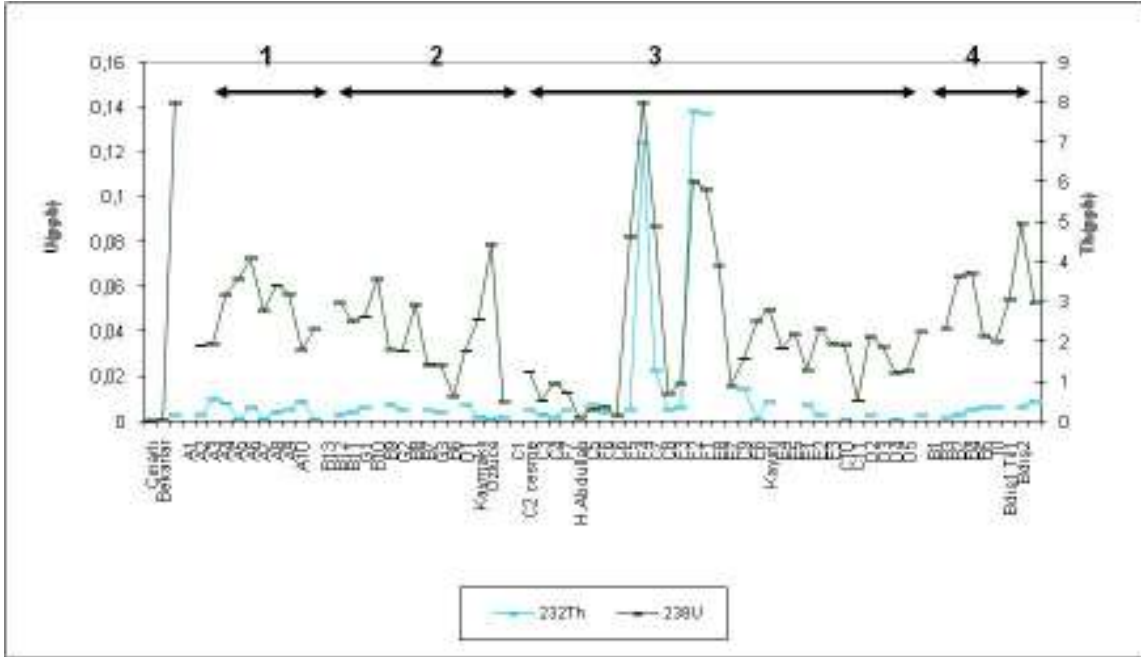
Şekil 4.19 Yeraltısuyu örnekleme hatları boyunca alüminyum, bor ve silis değişimi

Bölgedeki yeraltısuyunun bolluğu en yüksek iyonu olan kalsiyum ile aynı kökenden türeyebilecek ve kimyasal özellikleri nedeni ile genellikle kalsiyum ile benzer davranış eğiliminde olan baryum, stronsiyum ve rubidyum derişimlerinin ilgili hatlar boyunca değişimleri de Şekli 4.20'de gösterilmiştir. Ba, Sr ve Rb grubu elementler için en yüksek derişimler 1, 2 ve 4.nolu hatlarda gözlenmektedir. Çalışma alanının 4.nolu hatındaki kuyular karbonat ağırlıklı Karakaya formasyonunu kestiğinden karbonat kökenli elementlerin bolluğunun yüksek olması beklenen bir durumdur. Bununla birlikte söz konusu elementlerin volkanik kökenli kayalardan türemesi de olasıdır.



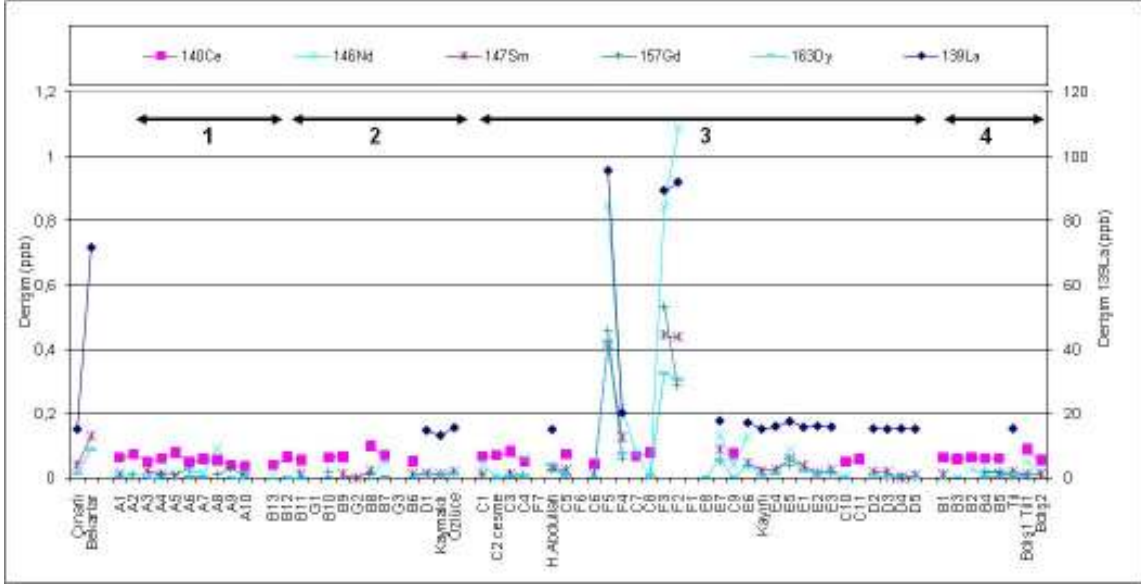
Şekil 4.20 Yeraltısuyu örnekleme hatları boyunca baryum, rubidyum ve stronsiyum değişimi

Toryum ve uranyum elementlerinin derişimleri incelenen örneklerde oldukça düşük düzeydedir. Buna karşın elementlerin havza içindeki dağılımları dikkat çekicidir (Şekil 4.21). Çalışma kapsamında sıcak suyu temsil edici olarak örneklenen “Bekarlar” noktasının belirgin şekildeki yüksek uranyum derişiminin 3 nolu hat üzerindeki altı noktada da gözlenmesi sıcak su karışımı fikrini destekleyen bir diğer veridir.



Şekil 4.21 Yeraltısuyu örnekleme hatları boyunca uranyum ve toryum derişimi

Volkanik kayalar oluşturulan minerallerde farklı bollukları ile tanımlama ve sınıflama kriteri olarak kullanılan nadir toprak elementlerinin, volkanik kayalardan oluşan akiferlerin yeraltısuyunda da ölçülebilir bolluğa ulaşması beklenmektedir. Misli Ovası yeraltısuyu örneklerinde de derişimi en yüksek olan nadir toprak elementi lantan'dır (Şekil 4.22). Lantan'ın maksimum derişiminin gözlemlendiği noktalar “Bekarlar” örneği ile 3 nolu örnekleme hattının orta kesiminde yer alan kuyulardır (Kiledere ve çevresi). Yeraltısuyundaki bollukları lantanın oldukça altında olmakla birlikte Nd, Gd, Dy ve Sm elementleri de 3 nolu.hat boyunca havzanın geneline oranla belirgin olarak yüksek derişimlerde bulunmaktadır.



Şekil 4.22 Yeraltısuyu örnekleme hatları boyunca nadir toprak serisi elementlerin değişimi

İz element verilerinden elde edilen en önemli sonuç 3 nolu hat üzerinde sıcak su katkısına işaret eden yüksek derişimlerdir. Bu anomalilerin gözlemlendiği bölgeler önceki bölümlerde değinilen fiziksel ve kimyasal anomalilerin saptandığı alanlar ile örtüşmektedir.

5 ÇEVRESEL İZOTOP ÇALIŞMALARI

Bu çalışma kapsamında yeraltısuyunun etkilendiği fiziksel süreçlerin, beslenme alanı yükseltisinin ve bağlı geçiş süresinin belirlenmesi için çevresel izotoplardan (^{18}O , ^2H , ^3H) yararlanılmıştır. Duraylı izotop ölçümü yalnızca 2006 yılı örneklerinde yapılırken ^3H analizi örneklenen tüm noktalarda yapılmıştır (Bkz. Ek 1). Çizelge 5.1 de bu çalışmanın yanı sıra 1975 ve 1998 yıllarında elde edilen çevresel izotop verilerine ait bazı istatistikler sunulmuştur.

Çizelge 5.1 Misli Ovası çevresel izotop verilerine ait istatistikler

		1975	1998	2006-2007
^3H (TU)	En yüksek	381	19.85	8.86
	En düşük	-1.1	0	-0.64
	Ortalama			1.71
$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	En yüksek	-9.00	-7.83	-9.18
	En düşük	-10.90	-12.85	-11.76
	Ortalama			-10.30
$\delta^2\text{H}$ (‰)	En yüksek	-65.90	-56.12	-70.23
	En düşük	-79.40	-88.34	-83.90
	Ortalama			-75.49

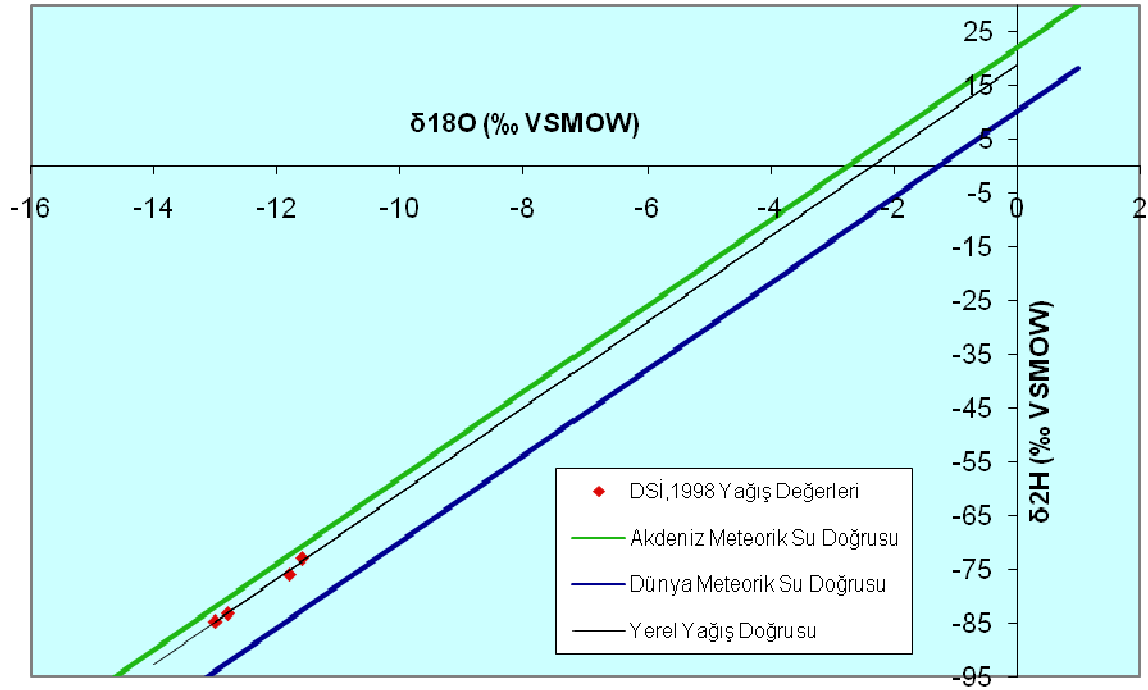
5.1 Duraylı İzotoplar

Bu çalışma kapsamında 2006 yılında örneklenen 40 adet yeraltısuyu örneğinin ^{18}O ve ^2H analizleri Utah Üniversitesi Ehlenringer Laboratuvarın'da yaptırılmıştır. İzotop oranı kütle spektrometresinde gaz dengeleme tekniği ile yapılan analiz sonuçları binde (‰) olarak, VSMOW (Viyana Standart Ortalama Okyanus Suyu) standarttan sapma (δ) olarak ifade edilmiştir. Analitik hata ^{18}O için 0.1 ‰ VSMOW, döteryum için 1 ‰ VSMOW düzeyindedir. Sonuçlar Ek-1' de verilmiştir.

İncelenen 40 örnekte en yüksek ^{18}O -9.18 ‰ ile C4 lokasyonuna, en düşük ^{18}O değeri ise -11.76 ‰ ile Till-2 kuyusuna aittir. En yüksek ^2H değeri ise -70.23 ‰ ile B10 ve C4 kuyuları, en düşük ^2H ise -83.90 ‰ ile Till-2 kuyusuna aittir. Misli Ovası yeraltısularının ortalama ^{18}O ve ^2H içerikleri sırasıyla -10.30 ‰ ve -75.49 ‰ olarak hesaplanmıştır.

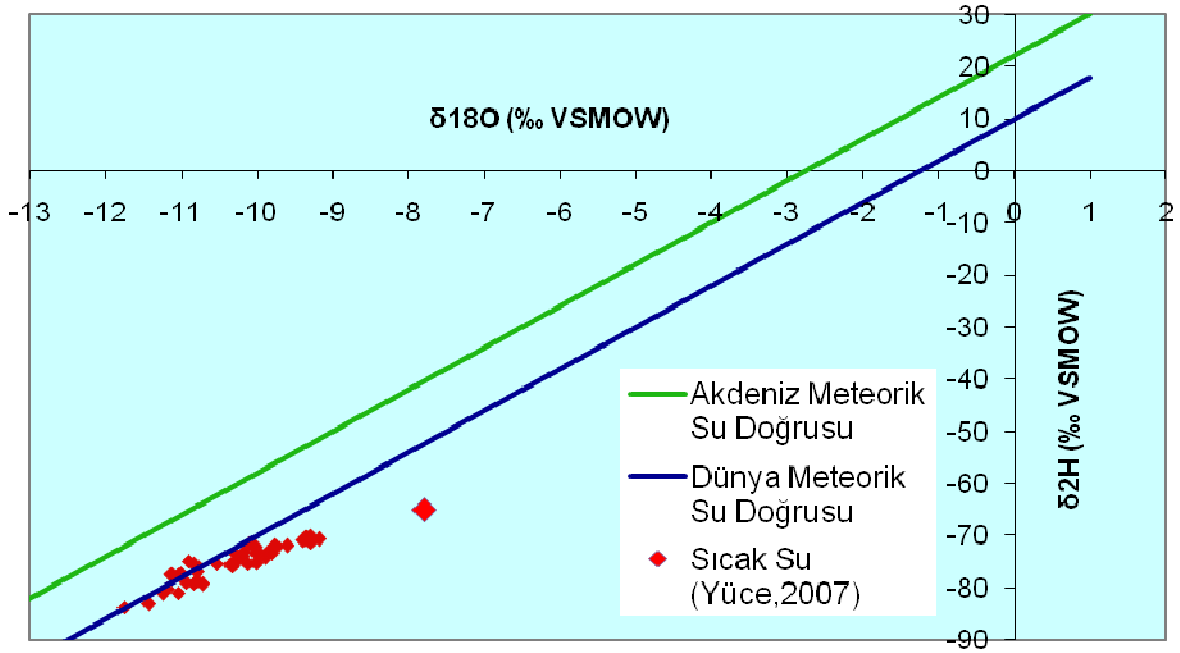
DSİ (1998) verilerine göre inceleme alanındaki yağış suları kabaca +22 ‰ VSMOW döteryum fazlası değeri ile tipik Yerel Meteorik Su Doğrusu (YMSD) üzerinde yer

almaktadır. Yağış sularının $\delta^{18}\text{O}/\delta^2\text{H}$ grafiğindeki konumları YMSD'nun yanı sıra + 24 döteryum fazlası değerli Doğu Akdeniz Meteorik Su Doğrusu (DAMSD) ve + 10 döteryum fazlası değerli Küresel Meteorik Su Doğrusu (KMSD) ile birlikte Şekil 5.1'de gösterilmektedir. Orta Anadolu'da yağış suyu döteryum fazlası değeri genellikle +10 ile + 14 ‰ VSMOW dolayındadır. İnceleme alanı yağışlarının döteryum fazlası ile bu yağışların karasal ve Akdeniz kökenli nem karışımından oluştuğunu göstermektedir. Akdeniz kökenli yağışların inceleme alanındaki ağırlığı oldukça büyüktür. Bu durum olasılıkla Akdeniz kaynaklı hava akımlarının Ecemiş Koridoru boyunca kuzeye taşınmasından kaynaklanmaktadır.

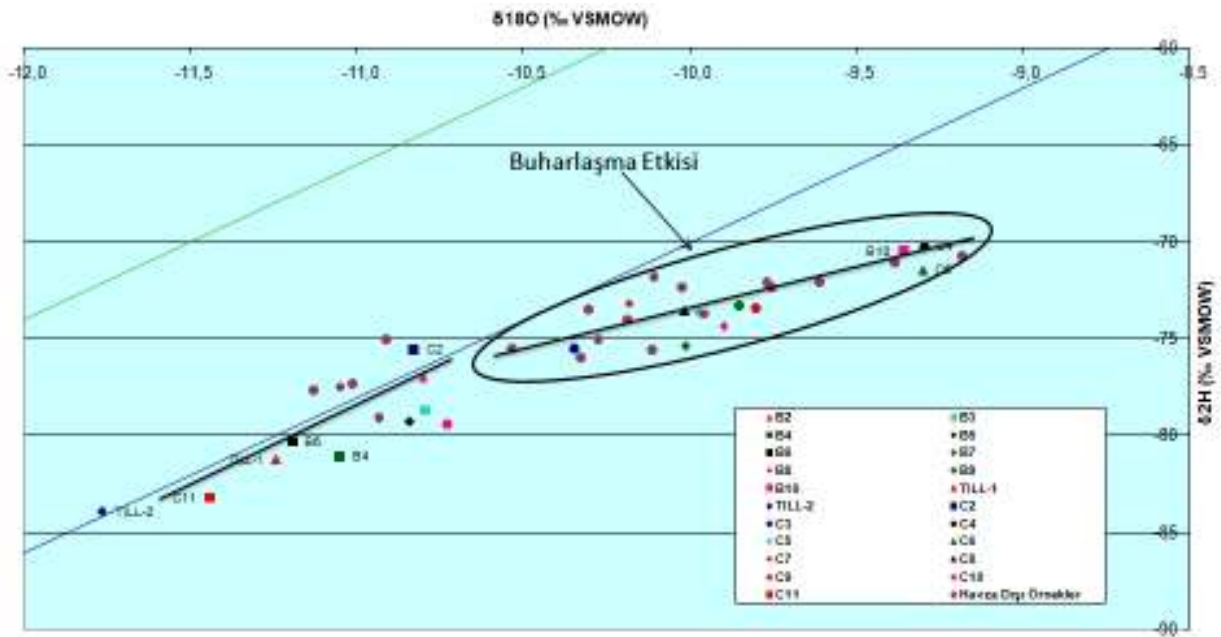


Şekil 5.1 İnceleme alanı 1998 yılı yağış örneklerinin $\delta^{18}\text{O}-\delta^2\text{H}$ grafiği

Öte yandan çalışma alanına ait 1998 yılı yağışlarının Akdeniz kökenli olmasına karşın 2006 yılına ait yeraltı suyu örneklerinin ağırlıklı olarak KMSD üzerinde kaldığı gözlenmektedir (Şekil 5.2-Şekil 5.3). Bu durum çalışma alanının farklı yıllarda farklı kökenli yağışların etkisi altında kaldığını göstermektedir.



Şekil 5.2 İnceleme alanı 2006 dönemi yeraltısuyu örneklerinin $\delta^{18}\text{O}-\delta^2\text{H}$ grafiği



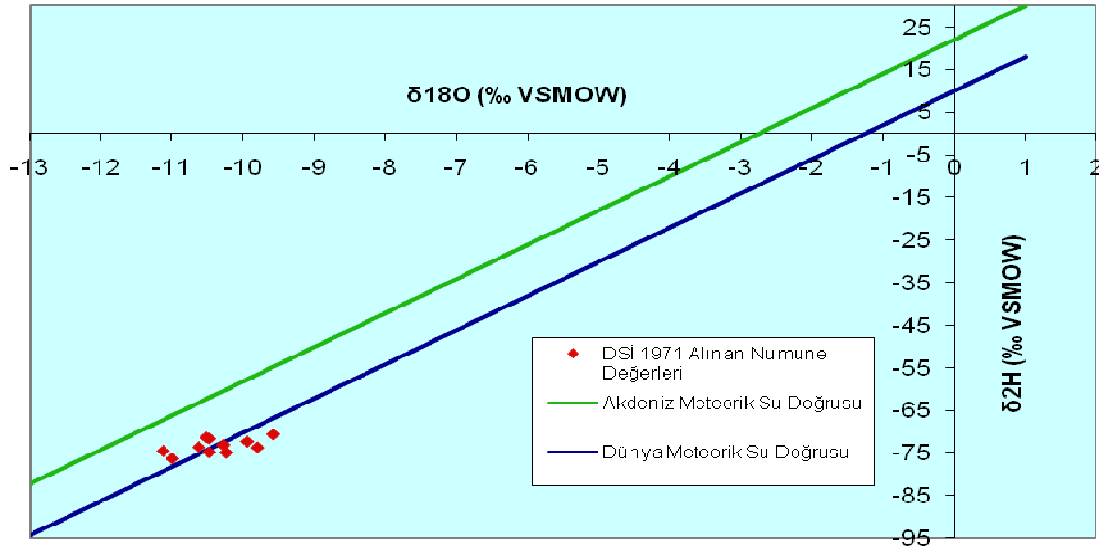
Şekil 5.3 İnceleme alanı büyütülmüş $\delta^{18}\text{O}-\delta^2\text{H}$ grafiği

Şekil 5.2 ve Şekil 5.3'te çok sayıda örneğin meteorik su doğrusundan pozitif yönde saptığı (zenginleştiği) izlenmektedir. Bu zenginleşmenin buharlaşmadan ve/veya termal su katkısından kaynaklanmış olması olasıdır (Yüce, 2007). Havza içerisinde bulunan C2 ve Till-2 nolu örnekler Akdeniz ve Dünya Meteorik Doğruları arasında kalmaktadır. Bu iki örnek dışındaki tüm örnekler Dünya Meteorik Doğrusu altında kalmaktadırlar. C2, Till-2 ve C11 düşük ^{18}O ve ^2H içerikleriyle diğer örneklerden

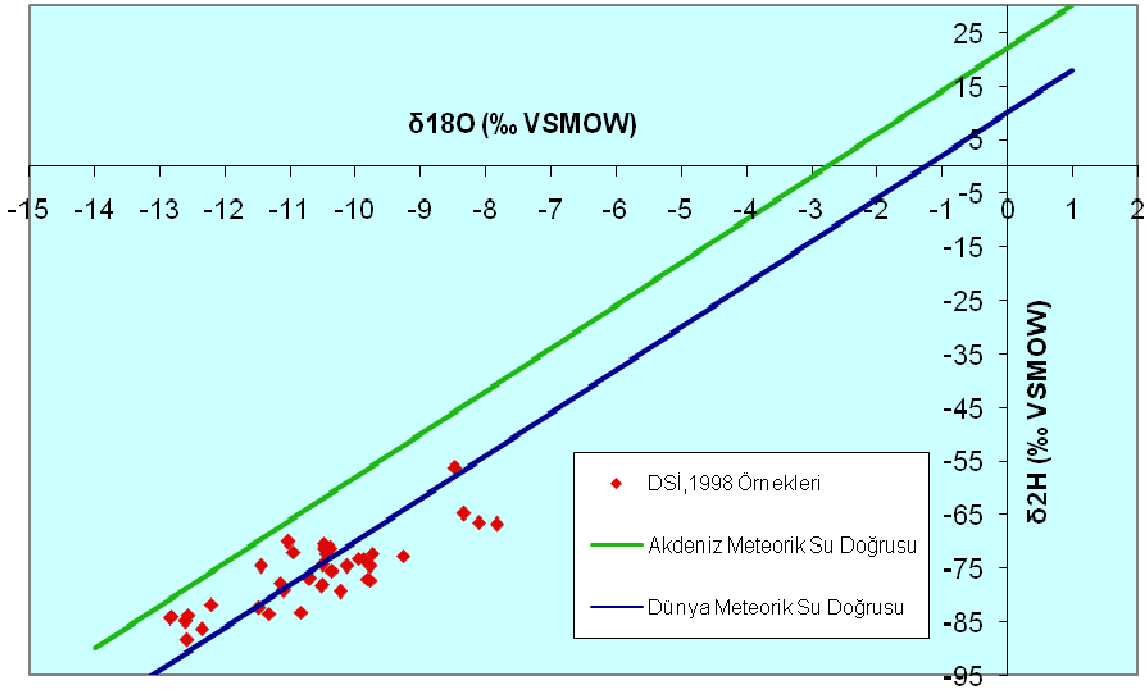
ayrılmaktadır. Bu örneklerin daha yüksek kotlardan beslendiği öngörülmektedir. Ayrıca bu örneklerin yoğun yeraltısuyu işletim alanından uzak olmalarından dolayı termal su katkısından uzak oldukları düşünülmektedir. B10, C4 ve C6 örnekleri ise yüksek ^{18}O ve ^2H içerikleriyle dikkat çekmektedir. Daha önceki parametrelerde de ifade edildiği gibi bu durumun sıcak su katkısından kaynaklanmış olması olası görülmektedir.

Çalışmanın amacına uygun olarak Misli Ovasında önceki dönemlere ait duraylı zotop içerikleri de karşılaştırma yapabilmek için derlenmiştir. Şekil 5.4' de 1975 yılında yürütülen çalışma kapsamında üretilen veriler görülmektedir. Sınırlı sayıda gözlem yapılmış olmasına rağmen 1975 yılı yeraltısuyu duraylı izotop içeriği hem büyüklük hem de dağılım açısından 2006 dönemine benzerlik göstermektedir.

Misli Ovasında 1998 yılında yapılan daha geniş kapsamlı başka bir araştırmaya ait duraylı izotop verileri Şekil 5.5'de sunulmuştur. 1998 ve 2006 yıllarına ait sonuçlar arasındaki başlıca fark su noktalarının 1998 yılında daha dağınık bir dağılıma sahip olmasıdır. Grafik üzerinde saçılan örneklerin hemen hemen yarısı KMSD ile DAMSD arasında yer almaktadır. 1998 yılında yaklaşık 1.0-1.5 ‰ daha düşük ^{18}O değerleri ölçülmüştür. 1998 yılı duraylı izotop analiz sonuçları da olası buharlaşma ve/veya sıcak su karışımı olasılığını göstermektedir.

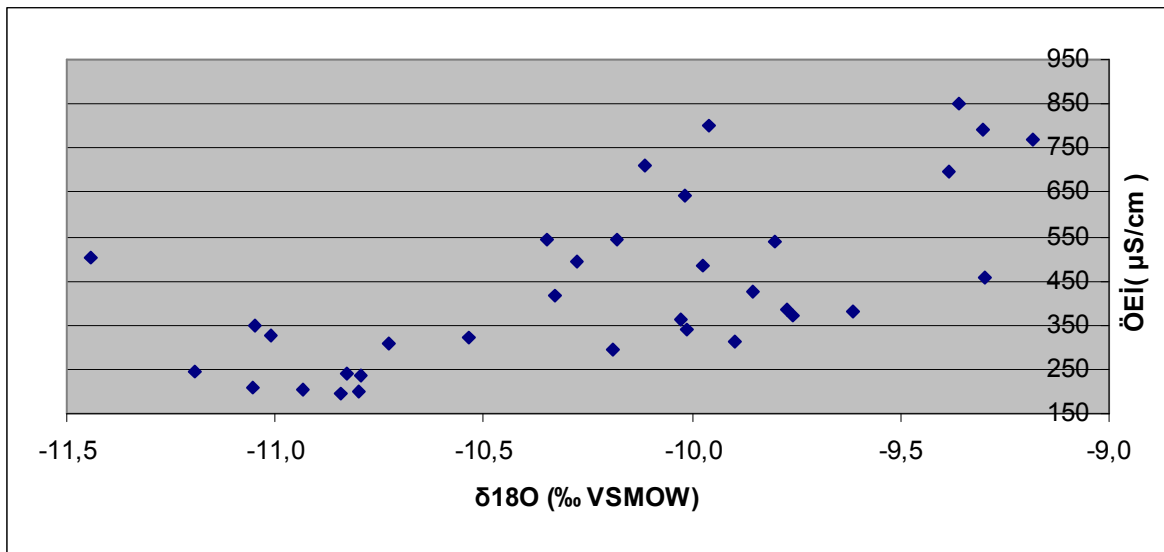


Şekil 5.4 İnceleme alan DSI'1971 verilerine göre oluşturulmuş $\delta^{18}\text{O}$ - $\delta^2\text{H}$ grafiği



Şekil 5.5 İnceleme alanı DSI'1998 verilerine göre oluşturulmuş $\delta^{18}\text{O}-\delta^2\text{H}$ grafiği

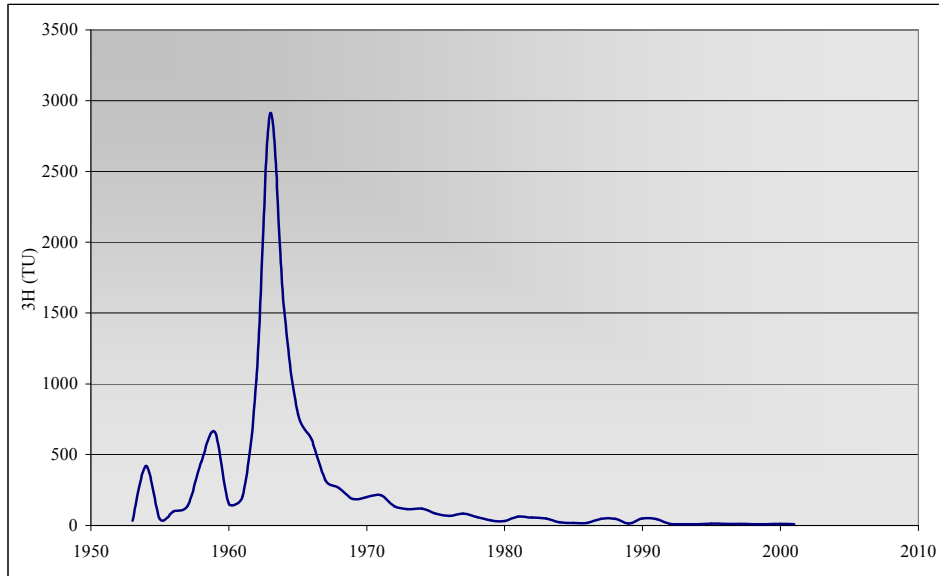
Çalışma alanındaki yeraltısuyu duraylı izotop analiz sonuçları ÖEİ verileri ile birlikte değerlendirilmiştir (Şekil 5.6). ÖEİ ve ¹⁸O arasında kuvvetli bir doğrusal ilişki gözlenmemiş olsa da ÖEİ değerleri yüksek olan örneklerin ¹⁸O açısından da zengin oldukları izlenmektedir. Bu durum söz konusu örneklerin termal yeraltısuyu katkısı içerebileceklerini göstermektedir.



Şekil 5.6 İnceleme alanı yeraltısuyu örneklerinin ÖEİ-¹⁸O grafiği

5.2 Trityum

Trityum hidrojeoloji çalışmalarında yeraltısuyu geçiş süresi hakkında bilgi edinmek için yaygın olarak kullanılan bir radyoaktif izotoptur. Yeraltısuyunun ^3H içeriği çoğunlukla beslenme suyunun (yağışın) ^3H içeriğine bağlıdır. Beslenme suyu ^3H içeriğine yakın büyüklükte ^3H içeren yeraltısularının yakın geçmişte beslendikleri düşünülür. Yeraltısuyu akımı süresince ^3H içeriğinin değişimi radyoaktif bozunmaya bağlıdır. ^3H izotopunun yaklaşık 12 yıl olan yarı ömrü nedeni ile kabaca son 12 yılı kapsayan beslenime ait ^3H sinyalinin büyük oranda değişmemesi beklenir. Örneklenen yeraltısuyundaki ^3H sinyalinin değişmesinde beslenimden sonra geçen sürenin yanı sıra farklı yaştaki sular arasındaki karışım süreci de etkilidir. Karışım sürecinden etkilenmemiş beslenme süresi yeteri kadar uzun olan yeraltısuyunda analitik ölçüm düzeyinde ^3H gözlenmektedir. Atmosferik ^3H sinyalinin zaman içinde değişmesi ^3H içeriğinin anlamlandırılmasını güçleştirmektedir (Şekil 5.7). Antropojenik kökenli katkılardan dolayı ^3H 'un atmosferik bolluğu en yüksek değerine 1960'lı yılların başında ulaşmıştır. 1960'lı yıllardaki yüksek ^3H değerlerinin nedeni kuzey yarı kürede atmosfere açık yapılan termo-nükleer bomba denemeleridir. 1960 trityum pikinden sonra atmosferik trityum içeriği sürekli bir azalma eğilimindedir.

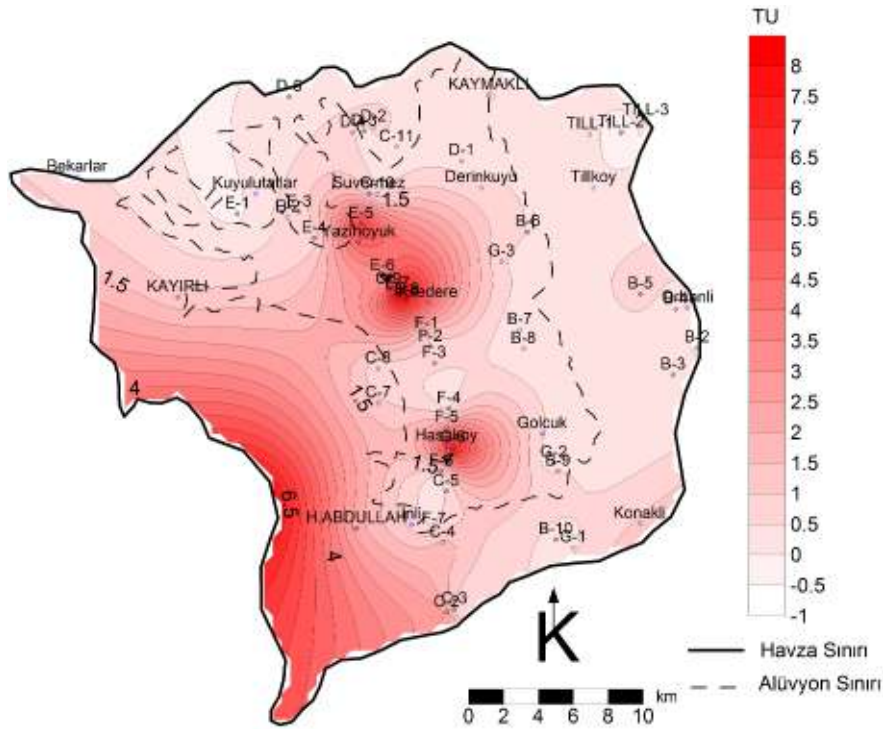


Şekil 5.7 Atmosferik trityum içeriğinin yıllara göre değişimi

Yeraltısuyunda ölçülen ^3H içeriğinin örnekleme tarihi için yağış (beslenme) suyu trityum içeriğine yakın olması yeraltısuyu geçiş süresinin kısa olduğunun bir göstergesidir. Herhangi bir havzada yeraltısuyu ^3H yaşı hakkında daha ayrıntılı

değerlendirmenin yapılabilmesi yağışın yanısıra yeraltısuyu ^3H içeriğinin de zaman içindeki (örn. 5-10 yıl boyunca) değişiminin bilinmesini gerektirmektedir.

Çalışma kapsamında Misli Ovasında iki dönemde toplam 70 adet yeraltısuyu örneğinde ^3H analizi yapılmıştır. ^3H analizleri, elektrolitik zenginleştirmenin ardından sıvı parıldama sayım cihazında yapılan sayım ile Hacettepe Üniversitesi Çevresel Trityum Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. İnceleme alanındaki en yüksek trityum içeriği 8.86 TU ile E7 lokasyonunda, en düşük ^3H değeri ise -0.64 TU ile Till-2 lokasyonunda saptanmıştır. Havza içerisinde ölçülen ortalama ^3H değeri ise 1.71 TU'dur. Tüm örnekleme noktalarına ait trityum analiz sonuçları Ek-1'de toplu olarak verilmiştir. 2006-2007 dönemine ait ^3H analiz sonuçlarının çalışma alanı içindeki dağılımı Şekil 5.8'de sunulmuştur. Misli Ovası genelinde en yüksek ^3H değerleri ovanın orta kesiminde Hasaköy ve Kiledere dolayında toplandığı görülmektedir. Yüksek ^3H değerlerinin gözlemlendiği bu bölümler çalışma alanını KB-GD doğrultulu kesen hat içinde kalmaktadır.

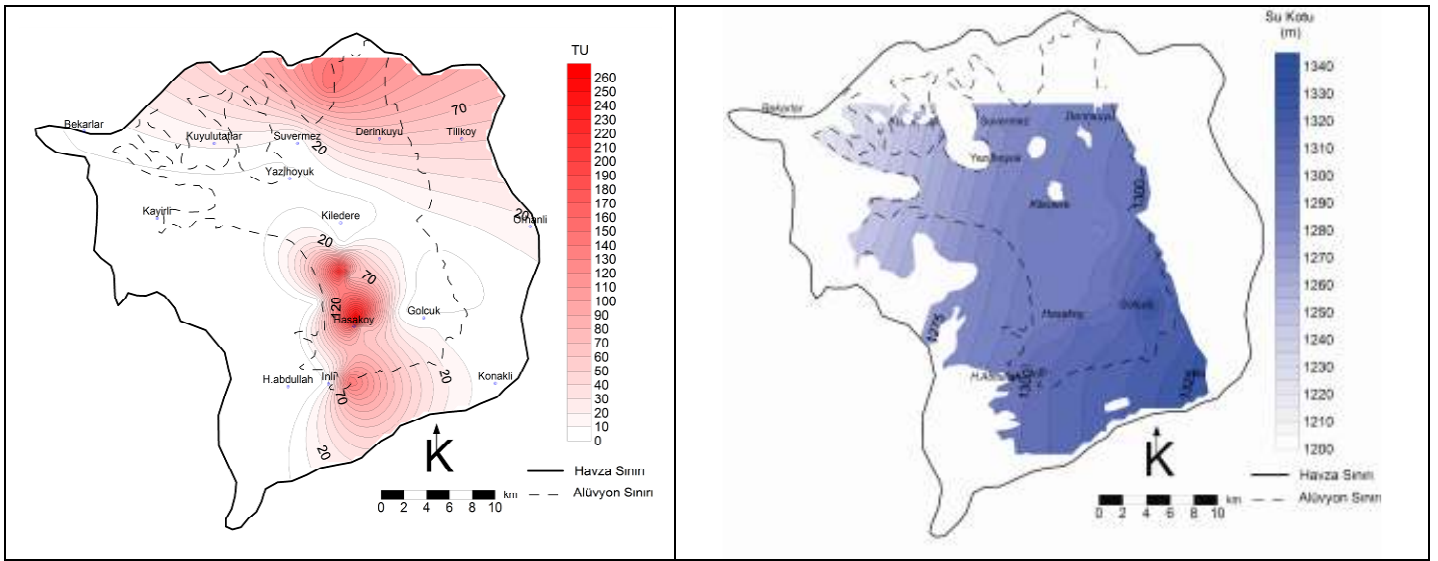


Şekil 5.8 İnceleme alanı 2006-2007 dönemi alansal trityum dağılım haritası

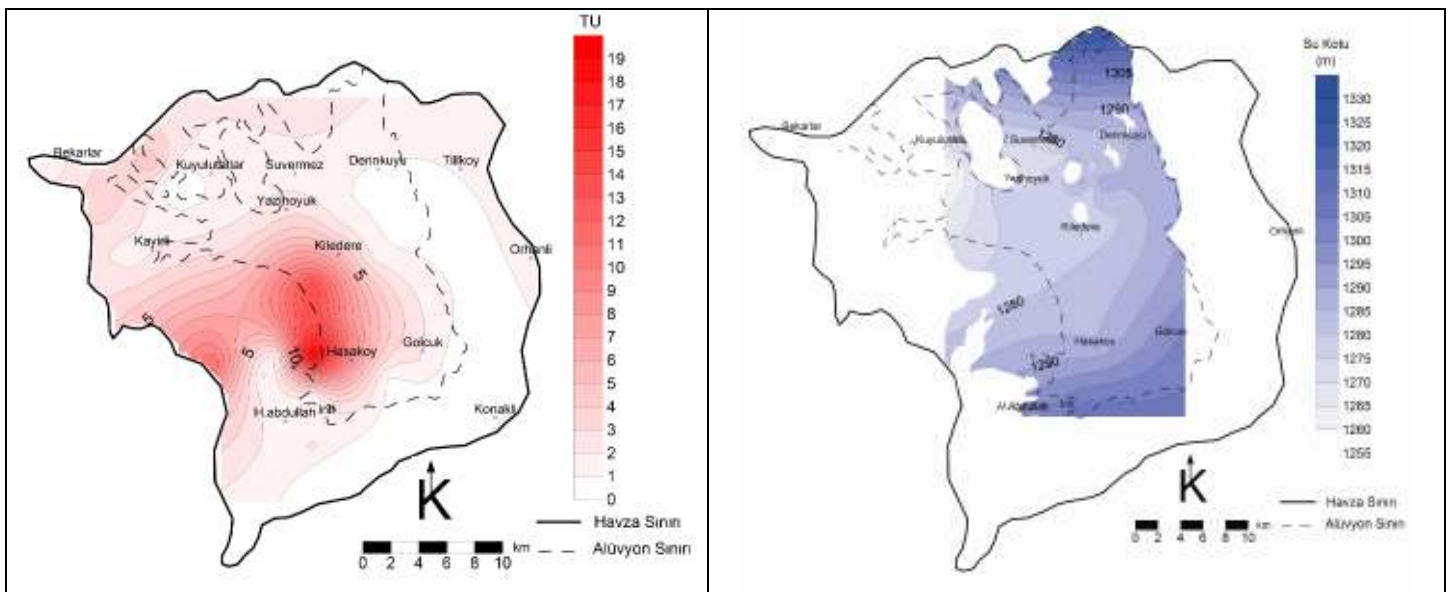
Bu hat Misli Ovasında varlığı yeraltısuyunun fiziksel ve kimyasal özellikleri ile de kendini gösteren hat ile aynıdır. ÖEi , Na^+ , Ca^{+2} , ÇO ve Cl^- değerleri dikkate alındığında bu hat boyunca eski/sıcak su katkısının gerçekleştiği şeklinde

yorumlanmıştır. Eski/sıcak suların genel olarak trityum içermemesi beklenmektedir. Bu nedenle bu bölgelerde yüksek trityum değerleriyle karşılaşılması fiziksel-kimyasal gözlemler ile çelişmektedir. Bu çelişkili durumun Misli Ovasının yer yer büyük oranda güncel yağışlardan beslenmesinden ve kısmi olarak da yer yer sıcak su katkısı içermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir

Bu değerlendirmenin ne denli sağlıklı olduğunun kontrolü ancak önceki yıllara ait trityum dağılımlarının incelenmesi ile mümkündür. Şekil 5.9 ve Şekil 5.10'da sırası ile 1975 ve 1998 yıllarına ait trityum dağılım haritaları sunulmuştur.



Şekil 5.9 İnceleme alanı 1975 dönemi alansal trityum dağılım haritası



Şekil 5.10 İnceleme alanı 1998 dönemi alansal trityum dağılım haritası

Geçmiş yıllardaki trityum değerleri ile mevcut değerler karşılaştırıldığında Misli Ovasında yeraltısuyu ^3H içeriğinin zamanla azaldığı anlaşılmaktadır. 1975, 1998 ve 2006-2007 dönemlerinde sırasıyla gözlenen en yüksek ^3H derişimleri yaklaşık 250, 20 ve 10 TU olarak belirlenmiştir. Bu azalma trendi atmosferik ^3H 'un azalma trendine uygundur. Dolayısıyla çevresine göre göreceli olarak yüksek ^3H içeriğinin gözleendiği bölgeler de güncel beslenimin ağırlıklı olduğu söylenebilir. Ancak zaman içinde ^3H dağılım haritalarında dikkat çekici olan bir diğer özellik yüksek trityum bölgelerinin zaman içinde farklı alanlarda yoğunlaşmasıdır. 1975 yılında Ovanın orta bölgesi olan Hasaköyden başlayarak güneye uzanan bir bölgede ve havzanın kuzeydoğu sınırında göreceli olarak yüksek ^3H bölgesinin varlığı gözlenmektedir. 1998 yılına gelindiğinde Hasaköy çevresindeki yüksek ^3H anomalisinin batıya doğru uzadığı ve KD'daki yüksek ^3H bölgesinin kaybolduğu tespit edilmektedir. 2006-2007 dönemi gözlemlerinde ise yüksek ^3H anomalisinin Hasaköy, Kiledere ve Yazıhöyük çevresinde yoğunlaşması gözlenmektedir. Güncel beslenim ile doğrudan ilişkili olan yüksek ^3H içeriklerinin yeraltısuyu seviye haritaları ile birlikte değerlendirilmesi havzada akım dinamiğindeki değişimler için gösterge olmaktadır.

Aşırı çekimin başlamasından önce ağırlıklı olarak havzanın doğusundan beslenen Misli Ovası yeraltısuyu akım sisteminin havzanın orta kesimindeki çekim nedeni ile zaman içinde çalışma alanının güney ve güney-batısından beslenir duruma geldiği anlaşılmaktadır. Ağırlıklı beslenim bölgelerinin değişimi yeraltısuyu akım yönünde lokal değişimlere de neden olmaktadır. Havzanın orta kesiminde oluşan seviye düşümü ova yüzeyinden beslenimi hızlandırdığından yüksek ^3H gözlenen bölge alansal olarak zaman içinde yaygınlaşmaktadır. Trityum verilerinin zaman içindeki belirgin değişimi ve yeraltısuyu seviye değişimi ile olan yüksek uyumu trityum kullanılarak yapılacak bir yeraltısuyu akım modelinin sağlıklı sonuçlar üretebileceğini göstermektedir.

6 HİDROJEOLOJİK KAVRAMSAL MODEL

İnceleme alanına ilişkin hidrojeolojik kavramsal model tez kapsamında elde edilen jeolojik, hidrojeolojik, hidrojeokimyasal ve izotopik veriler ile önceki çalışmaların sonuçları ışığında oluşturulmuştur. (Şekil 6.1)

İnceleme alanının jeolojik yapısı inceleme alanındaki beslenme koşullarını doğrudan etkilemektedir. Daha önceki bölümlerde de bahsedildiği gibi inceleme alanını batıda Melendiz Dağı, doğu da ise ignimbritlerden oluşan küçük tepelikler sınırlamaktadır. Havzanın yüzeysel beslenimi bu sınırlar içinde gerçekleşmektedir. Ovanın orta kesimlerinde ise yüksek geçirimsizliğe sahip alüvyon birimleri bulunmaktadır. Batıda bulunan Melendiz Dağı'ndan beslenme derin dolaşım ile sağlanmaktadır. Ova ortasındaki alüvyondan beslenme ise güncel beslenimdir. İnceleme alanındaki geçmiş volkanik aktiviteler günümüzde jeotermal gradyanın varlığını sağlamaktadır.

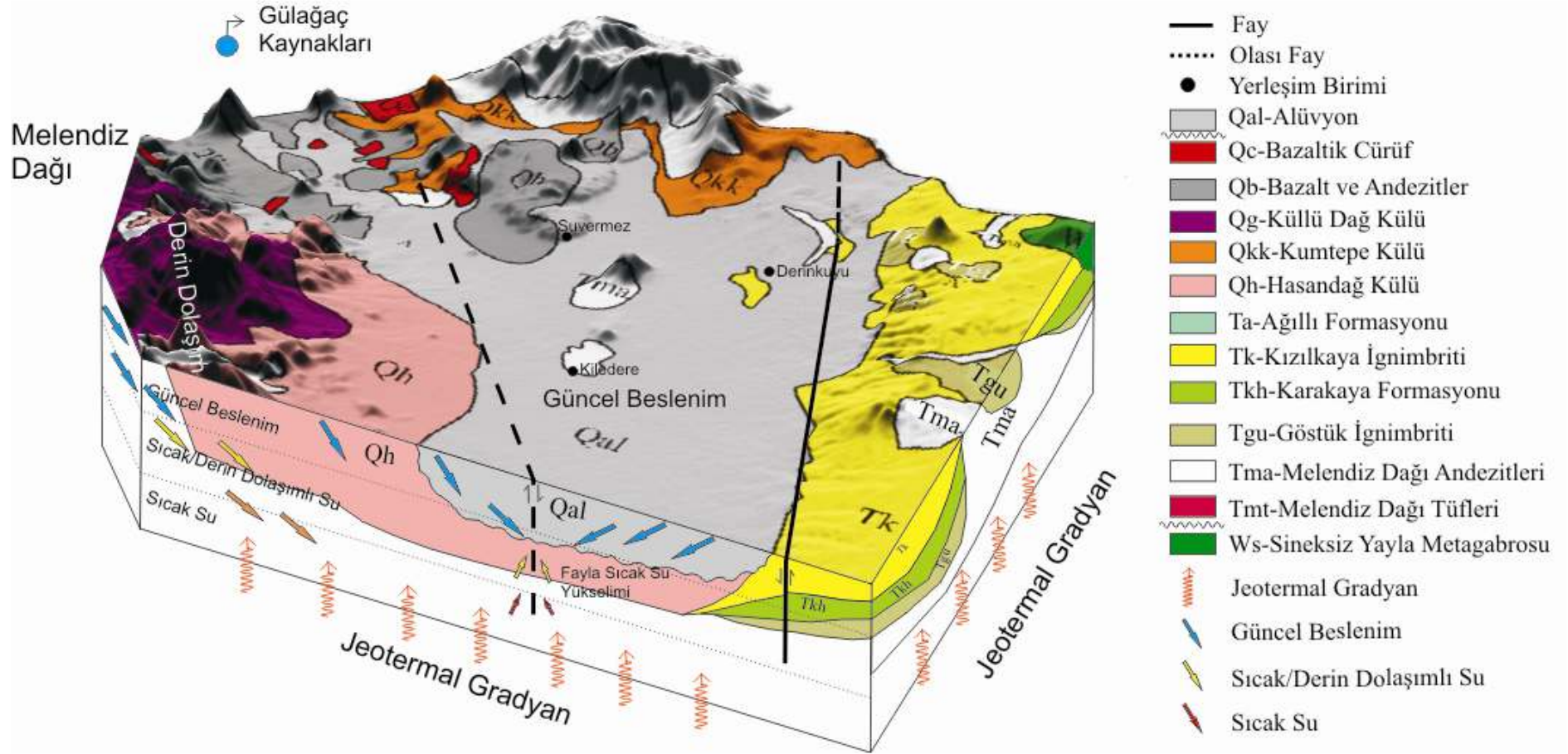
Yukarıdaki anılan beslenme koşulları inceleme alanında yeraltısuyunun izotopik bileşimini de etkilemektedir. İnceleme alanında yeraltısuyu ^3H içeriği derin dolaşım ve sıcak sular nedeniyle düşük, genelde ova ortasından sağlanan güncel beslenme nedeniyle ise yüksek değerler almaktadır. Oksijen-18 değerleri de aynı şekilde ova ortasında düşük değerler almaktadır. Misli Ovasındaki yeraltısularının kimyasal bileşimi de farklı akım-beslenme koşullarından dolayı bölgeler arası farklılık göstermektedir.

Önceki çalışmalarda inceleme alanında dinamik rezerv, yarı-statik rezerv ve statik rezerv varlığı ortaya konulmuştur (Çirkin, 2006). Bu çalışma sonucunda dinamik rezerv diye ifade edilen ova yüzeyinin sığ kesimlerinde ki yeraltısuyunun güncel beslenimli olduğu saptanmıştır. Yarı-statik rezerv diye ifade edilen kesimde ise derin dolaşım/sıcak su etkisinin varlığına saptanmıştır. Yüksek trityum, düşük ÖEİ., düşük kimyasal içeriklere "dinamik rezerv" diye ifade edilen kesimde, düşük trityum, yüksek ÖEİ., yüksek kimyasal içerikler ise "yarı-statik rezerv" diye ifade edilen kesimde bulunmaktadır. Ancak bazı kuyularda (örğ. C-6) hem güncel beslenme hem de derin dolaşım/sıcak su katkısı özellikleri görülmektedir. Bu sondaj kuyularının hem dinamik hem de yarı-statik rezervden beslendiği öngörülmektedir. İnceleme alanının ortasında bulunan fay hattı boyunca yükselen derin dolaşım/sıcak su inceleme

alanında dinamik rezervden beslenen bazı bölgelerde de derin dolaşımılı/sıcak su etkisi yaratmaktadır

DSİ'nin yeraltısuyu seviye ölçümlerine göre bölgede oldukça hızlı bir yeraltısuyu düşümü olduğu anlaşılmaktadır. Bu düşüm, tarıma elverişli dinamik rezervin hızla tükenmesine neden olmaktadır. Dinamik rezervin tükenmesi sonucunda yeraltısuyu kuyularından tarıma daha elverişsiz (daha tuzlu) yeraltısuyu üretilmeye başlanmıştır.

İnceleme alanının doğal yeraltısuyu boşalım alanı Gülağaç kaynaklarıdır. Gülağaç kaynakları kot itibari ile yarı-statik alan olarak ifade edilen derinlik kuşağına denk gelmektedir. Yapılan kimyasal analizlerde de Gülağaç kaynaklarından boşalmanın derin dolaşım/sıcak su özellikli sular olduğunu göstermektedir.



7 SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada elde edilen veriler ışığında Misli Ovası yeraltısuyunun potansiyeli, hidrojeokimyasal ve izotopik bilişimi hakkında aşağıdaki sonuçlara varılmıştır.

İnceleme alanı genel itibariyle volkanik birimlerden oluşmaktadır. Bu volkanik birimler bazalt, andezit, tuf ve ignimbirittir. Havzanın orta kesimlerinde ise Misli Ovası akiferini oluşturan çakıl, kum, kil, ve mil içerikli alüvyon bulunmaktadır. Hidrojeolojik açıdan volkanik birimler orta-düşük geçirimsizliğe, alüvyon ise orta-yüksek geçirimsizliğe sahiptirler. İnceleme alanında volkanik birimlerden Hasandağ Külü, Kumtepe Külü ile alüvyon akifer özelliği göstermektedir.

Alansal yayılımı 450 km² civarında olan alüvyon içinde tarım amaçlı kullanım için açılmış 5000'in üzerinde çok verimli yeraltısuyu üretim kuyusu bulunmaktadır. Bu kuyuların debileri 6 l/s ile 70 l/s arasında değişmektedir. İnceleme alanında çok sayıda kuyu bulunması nedeniyle yoğun yeraltısuyu çekimi söz konusudur. Bu da yeraltısuyu seviyesinde önemli düşümlere sebep olmuştur. DSİ'ne ait yeraltısuyu üretim ve gözlem kuyularına ait seviye değişimi su tablasının son yirmi yılda ortalama 12 m alçaldığını göstermektedir. Bu düşümün 8 m'lik bölümü son 9 yılda gerçekleşmiştir. Bu durum, düşüm hızının zamanla arttığını göstermektedir.

İnceleme alanında karasal iklim hüküm sürmekte, kurak-yarı kurak iklim tipi görülmektedir. Buharlaştırma-terleme miktarı yağış miktarından yüksektir. Bütçe hesaplamalarına göre havzadaki ortalama yıllık yeraltısuyu beslenimi 63.37×10^6 m³'tür. Havzanın doğal yeraltısuyu boşalımı kuzeybatıda bulunan Gülağaç kaynakları ve tarımsal yeraltısuyu çekimi aracılığı ile gerçekleşmektedir. Gülağaç kaynaklarının yıllık boşalım miktarı 49.14×10^6 m³ tür. Yeraltısuyu çekim faaliyetlerinden kaynaklanan boşalım ise 150×10^6 m³/yıl'dır. Beslenme ve boşalım değerleri arasındaki fark yeraltısuyu bütçesinin 135.77×10^6 m³/yıl açık verdiğini göstermektedir.

Çalışma kapsamında elde edilen hidrokimyasal veriler havzanın ortasında, kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda uzanan bir hat boyunca ÖEİ, pH, ÇO, sodyum, kalsiyum ve magnezyum değerlerinde bir artış dikkati çekmektedir. Bu pozitif anomalinin aşırı çekim sonucu statik rezervin boşaltılmaya başlamasından ya da bu

bölgede, akiferin derinliklerinde gerçekleşen zayıf bir sıcak su girişinden kaynaklandığı sanılmaktadır.

Piper diyagramına dayalı değerlendirmeler inceleme alanındaki yeraltısularının kalsiyum-karbonatlı ve magnezyum-karbonatlı olduğunu göstermekte olup, yarı-logaritmik diyagram değerlendirmeleri tüm yeraltısularının benzer karakterde olduğunu göstermektedir. İz element analiz sonuçlarına göre, sıcak su kökenli olabilecek elementlere özellikle havza ortasında aşırı yeraltısuyu çekiminin gerçekleştiği bölgede rastlanmıştır. Bu gözlem aşırı yeraltısuyu çekiminin olduğu bölgelerde sıcak/soğuk su karışımı olasılığını güçlendirmektedir.

Yeraltısuyu örneklerinin ^{18}O ve ^2H içeriklerinin değerlendirilmesi sonucunda önemli sayıda örneğin eğimi 4 dolayında olan doğru üzerinde yer aldığı saptanmıştır. Bu durumun, buharlaşmanın yanısıra örneklerin bulunduğu bölgelerde dipten yükselen bağıl olarak sıcak yeraltısuyu katkısından da kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Çalışma kapsamında toplanan su örneklerinin duraylı izotop içeriklerinin geçmiş yıllardaki örneklere göre ^{18}O ve ^2H açısından sırasıyla 1 ‰ VSMOW ve 10 ‰ VSMOW daha zengin olmasının son yıllardaki yağışların daha sıcak koşullarda gerçekleşmiş olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

İnceleme alanından bu çalışma kapsamında toplanan örneklerin trityum içeriklerinin önceki çalışmalarda elde edilen değerler ile karşılaştırılması sonucunda 1975'ten günümüze değin trityum değerlerinde önemli bir azalma olduğu saptanmıştır. Örneğin, 1975 yılında maksimum 260 TU olan yeraltısuyu trityum içeriği 1998 yılında 19 TU'ya, 2006 yılında ise 9 TU'ya kadar düşmüştür. Bu durumun, atmosferik trityum içeriğinin zamanla azalmasının yanısıra aşırı çekim sonucu yeraltısuyunda düşük trityum içerikli statik/yaşlı yeraltısuyu bileşeninin artmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. İnceleme alanının, tarımsal faaliyetlerin olmadığı yüksek kesimlerde yeraltısuyu trityum içeriğinin güncel beslenimin trityum içeriğine yakın olması bu görüşü desteklemektedir. Diğer yandan, aşırı yeraltısuyu çekiminin yapıldığı, major iyon ve iz element içerikleri ile sıcak su karışım etkisi gösteren bazı bölgelerde de yüksek trityum değerlerine rastlanmıştır. Bu durumun, söz konusu bölgelerde oluşan su tablası düşüm konilerinin daha fazla güncel beslenimi üzerlerinde toplamasından kaynaklandığı sanılmaktadır.

Bu çalışmanın yanısıra önceki çalışmalardan elde edilen veriler yoğun yeraltısuyu kullanımının inceleme alanındaki yeraltısuyunun miktar ve kalitesinde önemli olumsuzluklara neden olduğunu göstermektedir. Aşırı yeraltısuyu tüketime neden olan mevcut sulama politikalarının sürdürülmesi halinde söz konusu sorunların gelecekte daha da artması beklenmelidir. Bu nedenle, inceleme alanında uygulanan tarımsal üretim politikalarının tutumlu su kullanımını destekleyecek biçimde düzenlenmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Atabey, E., 1989, 1/100 000 Ölçekli Açınımsal Nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi, Kayseri İ19 Paftası, M.T.A. Genel Müdürlüğü yayını, Ankara.
- Ayhan, A., Papak, İ., Atabey, E., 1988, Gölcük (Misli)-Derinkuyu-Sulucaova civarının jeolojisi, MTA Rapor No: 8345, Ankara.
- Başaran, N., Süral, U., 2001, Niğde-Misli Ovasında izotop teknikleri kullanılarak yeraltısuyu karakteristiklerinin belirlenmesi, DSİ, Ankara.
- Batum, İ., 1978a, Nevşehir güneybatısındaki Göllüdağ ve Acıgöl yöresi volkanitlerinin jeolojisi ve petrografisi, H.Ü. Yerbilimleri Dergisi, 4 (1-2), 50-69.
- Batum, İ., 1978b, Nevşehir güneybatısındaki Göllüdağ ve Acıgöl yöresi volkanitlerinin jeokimyası ve petrolojisi, H.Ü. Yerbilimleri Dergisi, 4 (1-2), 70-88.
- Beekman, P.H., 1966, The Pliocene and Quaternary volcanism in the Hasandağ-Melendizdağ region, MTA Bulletin, 66, 1-17.
- DSİ, 1971, Misli Ovası Hidrojeolojik Etüd Raporu, D.S.İ. Genel Md.lüğü, Yeraltısuları Dairesi Başkanlığı yayını, Ankara.
- DSİ, 1975, Determination of groundwater Characteristics in The Niğde-Misli Plain by Means of Isotopes (Bursalı, S., Ertan, İ., Yalçın, H., Günay, G., Önhon, E.), DSİ, Ankara.
- DSİ, 1998, Niğde-Misli Havzası Hidrojeolojik Revize Etüt Raporu (Yurdagül, M., Kaya, N., Boz, İ., Kaplan, A., Ala, T.,), DSİ, Ankara.
- Ekmekçi, M., Çirkin, T., Çelik, H., Şişman, M., Aydın, H., 2005, Niğde-Misli Ovası Yeraltısuyu Potansiyelinin Araştırılması Projesi Sonuç Raporu, Proje No: 196Y014, TÜBİTAK, Ankara.
- Göncüoğlu, M.C., 1977, Geologie des Westlichen Niğde Massivs, Doktora Tezi, Bonn Üniversitesi.
- Göncüoğlu, M.C., 1985, Niğde Masifi Batı Yarısının Jeolojisi, MTA Rapor No: 7856, Ankara.
- Işıldar, A.A., 1988, Niğde-Misli Ovası Topraklarının Fiziksel Özellikleri ve Bu Topraklarda Nitrojen Hareketi Üzerinde Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Le Pennec, J.L., Bourdier, J.L., Froger, J.L., Temel, A., Camus, G., Gourgaud, A., 1994, Neogene ignimbrites of the Nevşehir Plateau (Central Turkey): stratigraphy, distribution and sources constraints, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 63, 59-87.

Le Pennec, J.L., Temel, A., Froger, J.L., Sen, S., Gourgaud, A., Bourdier, J.L., 2005, Stratigraphy and age of the Cappadocian ignimbrites, Turkey: reconciling field constraints with paleontologic, radiochronologic, geochemical and paleomagnetic data, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 141, 45-64.

Pasquera, G., 1968, Geology of the Cenozoic volcanic area of Central Anatolia, *Atti Della Accademia Nazionale Des Lincei Memorie Serie VIII, IX Rome* 53-204 p.

Şimşek, H., 1990, Niğde-Misli Ovasında Tarla Sulama Randımanı Üzerine Bir Araştırma, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Söğüt, A. R., 2003, Misli Ovasının Hidrojeolojik İncelenmesi, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

TSE 266; 2005, Sular - İnsanî tüketim amaçlı sular, Türk Standardları Enstitüsü; ICS 13.060.20

Yüce, G, 2005, Misli Havzasındaki sıcak suların sığ yeraltısuyu kalitesine etkilerinin incelenmesi, 2. Ulusal Hidrolojide İzotop Teknikleri Sempozyumu, Gümüşdör/İzmir,59-73s.

Yüce, G, 2007, A geochemical study of the groundwater in the Misli Basin and enviromental implications, *Environmental Geology*, 857-868p.

www.clw.csiro.au

www.meteoroloji.gov.tr

EKLER DİZİNİ

EK-1 İnceleme alanı yeraltısuyu örneklerine ait fiziksel, kimyasal, izotopik veriler

EK-2 İnceleme alanı yeraltısuyu örneklerinin iz element derişimleri

EK-1 İnceleme alanı yeraltısuyu örneklerine ait fiziksel, kimyasal, izotopik veriler

ÖRNEK ADI	ALINDIĞI TARİH	TAHMİNİ KUYU DERİNLİĞİ	SICAKLIK (°C)	pH	ÇÖ (mg/l)	ÖEIX10 ⁶ MikromS/cm	KATYONLAR Mek/l				ANYONLAR Mek/l			Elektro-Nötrallite (%)	Mek/l				Sr(ppm)	18O (‰ VSMOW)	2H (‰ VSMOW)	3H (TU)
							Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁼		NO ₃	NH ₄	F	Li				
							A-1	27.07.2006	145	21.6	6.7	7	348		0.48	0.08	3.16	0.67				
A-2	27.07.2006	130	19.4	7.2	6.8	325	0.4	0.07	3.39	0.7	3.86	0.14	0.21	0,704	0.0064	0.0000	0.0064	0.0000	0.000	-11.0	-77	1.93
A-3	27.07.2006	120	19.7	7.2	6.7	364	0.89	0.1	2.83	1.08	4.16	0.25	0.22	2,634	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.028	-10.0	-72	1.04
A-4	27.07.2006	120	19.8	7.2	6.9	386	0.87	0.09	2.8	0.85	3.96	0.2	0.25	0,496	0.0091	0.0000	0.0091	0.0000	0.000	-9.8	-72	1.75
A-5	27.07.2006	120	17.4	7.3	6.9	416	0.96	0.11	3.48	1.11	4.57	0.38	0.27	1,667	0.0092	0.0032	0.0092	0.0023	0.020	-10.3	-76	3.91
A-6	27.07.2006	140	17.9	7.2	6.5	710	1.75	0.2	5.58	1.74	7.51	0.86	0.34	1,165	0.0035	0.0000	0.0035	0.0215	0.000	-10.1	-76	2.91
A-7	27.07.2006	130	22.4	6.9	6.4	492	0.86	0.13	3.5	1.08	4.57	0.45	0.25	0,826	0.0049	0.0000	0.0049	0.0036	0.000	-10.3	-75	2.65
A-8	27.07.2006	120	22.6	7	7.4	770	1.3	0.17	5.57	1.46	4.16	0.9	1.2	0,802	0.0109	0.0000	0.0109	0.0141	0.000	-9.2	-71	8.58
A-9	27.07.2006	130	22.2	7.2	8.2	801	2.49	0.3	5.79	1.95	7.51	1.83	0.44	2,013	0.0192	0.0000	0.0192	0.0311	0.000	-10.0	-74	1.12
A-10	27.07.2006	150	26	7.4	7.6	698	2.14	0.24	4.18	1.19	5.28	1.38	0.53	1,211	0.0142	0.0321	0.0142	0.0235	0.000	-9.4	-71	7.74
B-1	27.07.2006	110	24.6	7	7.8	205	0.74	0.1	1.43	0.43	2.03	0.22	0.1	2,138	0.0021	0.0203	0.0021	0.0000	0.000	-10.9	-79	0.38
B-2	27.07.2006	100	23.7	6.9	8	200	0.63	0.07	1.49	0.27	2.03	0.1	0.09	1,380	0.0000	0.0024	0.0000	0.0004	0.000	-10.8	-77	0.61

ÖRNEK ADI	ALINDIĞI TARİH	TAHMİNİ KUYU DERİNLİĞİ	SICAKLIK (°C)	pH	ÇÖ (mg/l)	ÖEIX10 ⁶ MikroS/cm	KATYONLAR Mek/l				ANYONLAR Mek/l			Elektro-Nötrallite (%)	Mek/l				Sr(ppm)	18O (‰ VSMOW)	2H (‰ VSMOW)	3H (TU)
							Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁼		NO ₃	NH ₄	F	Li				
							B-3	27.07.2006	120	25.1	7.1	8.3	238		0.74	0.09	1.59	0.34				
B-4	27.07.2006	120	24.9	7.0	7.6	211	0.59	0.09	1.57	0.29	2.18	0.14	0.09	0,507	0.0000	0.0012	0.0000	0.0000	0.0000	-11.1	-81	0.08
B-5	27.07.2006	100	24.9	7.4	8.1	195	0.6	0.1	1.4	0.26	1.83	0.16	0.09	1,726	0.0017	0.0007	0.0017	0.0005	0.0000	-10.8	-79	0.81
B-6	27.07.2006	145	25	7.4	7.8	245	0.72	0.07	1.53	0.38	2.44	0.13	0.09	3,112	0.0000	0.0017	0.0000	0.0010	0.0000	-11.2	-80	0.49
B-7	27.07.2006	159	25.4	7.2	7	340	1.03	0.13	2.62	0.76	3.35	0.46	0.18	2,966	0.0000	0.0000	0.0000	0.0027	0.0000	-10.0	-75	0.06
B-8	27.07.2006	158	27.5	6.6	6.6	314	0.96	0.12	2.21	0.66	3.15	0.4	0.18	0,152	0.0015	0.0000	0.0015	0.0031	0.0000	-9.9	-74	0.19
B-9	27.07.2006	160	25.9	7	7.8	425	1.09	0.14	2.83	1.02	4.16	0.44	0.21	0,513	0.0030	0.0200	0.0030	0.0065	0.0000	-9.9	-73	0.68
B-10	27.07.2006	100	23	7.9	6.4	851	1.58	0.21	5.66	2.93	9.24	0.27	0.46	1,247	0.0000	0.0369	0.0000	0.0030	0.0000	-9.4	-70	0.34
B-11	27.07.2006	160	25.9	7.6	7.4	372	0.7	0.11	2.6	1.06	3.65	0.23	0.25	0,155	0.0000	0.0020	0.0000	0.0000	0.0000	-9.8	-72	0.84
B-12	27.07.2006	150	23.6	8.2	7.2	379	0.81	0.12	2.92	1.06	3.76	0.31	0.26	4,965	0.0000	0.2905	0.0000	0.0000	0.0000	-9.6	-72	0.71
B-13	27.07.2006	160	22	7.1	7.2	321	0.57	0.11	2.96	0.78	3.76	0.12	0.2	2,041	0.0000	0.0049	0.0000	0.0000	0.0000	-10.5	-75	2.17
C-1	28.07.2006	140	24	8.2	7.3	295	0.62	0.13	2	1.01	2.94	0.13	0.36	2,308	0.0020	0.0032	0.0020	0.0000	0.0000	-10.2	-74	1.30

ÖRNEK ADI	ALINDIĞI TARİH	TAHMİNİ KUYU DERİNLİĞİ	SICAKLIK (°C)	pH	ÇÖ (mg/l)	ÖEIX10 ⁶ Micromh/cm	KATYONLAR Mek/l				ANYONLAR Mek/l			Elektro-Nötrallite (%)	Mek/l				Sr(ppm)	18O (‰ VSMOW)	2H (‰ VSMOW)	3H (TU)
							Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁼		NO ₃	NH ₄	F	Li				
							C-2	28.07.2006	ÇEŞME	23.7	7.8	7.2	240		0.35	0.05	1.63	0.67				
C-3	28.07.2006	140	23.2	7.4	6.8	544	1.29	0.22	3.06	2.06	4.87	0.27	0.88	3,555	0.0013	0.0231	0.0013	0.0023	0.0000	-10.3	-75	0.57
C-4	28.07.2006	135	23	7.2	7.1	456	1.17	0.23	2.93	1.42	4.67	0.22	0.2	3,667	0.0105	0.0008	0.0105	0.0069	0.0000	-9.3	-70	1.83
C-5	28.07.2006	115	23	7.1	7.2	486	1.16	0.19	3.11	1.66	4.97	0.18	0.33	3,713	0.0000	0.0000	0.0000	0.0054	0.0000	-10.0	-74	0.52
C-6	28.07.2006	110	19.9	7.2	7.1	791	1.64	0.23	6.57	2.90	8.07	1.36	0.68	3,191	0.0000	0.0090	0.0000	0.0038	0.5950	-9.3	-71	7.66
C-7	28.07.2006	120	23.4	7.4	6.6	545	1.92	0.25	2.78	1.76	5.18	0.69	0.36	2,808	0.0000	0.0408	0.0000	0.0118	0.0513	-10.2	-73	1.15
C-8	28.07.2006	120	25.5	7		641	2.35	0.29	3.43	2.00	6.29	0.97	0.33	2,144	0.0000	0.0355	0.0000	0.0128	0.0000	-10.0	-74	0.56
C-9	28.07.2006	90	26.3	7.4	7	540	1.54	0.21	3.67	1.70	5.43	0.71	0.42	2,028	0.0000	0.0155	0.0000	0.0051	0.0397	-9.8	-73	4.13
C-10	28.07.2006	100	27.7	7.8	7	309	0.96	0.12	1.7	0.60	2.54	0.21	0.12	4,643	0.0103	0.0456	0.0103	0.0026	0.0000	-10.7	-79	0.46
C-11	28.07.2006	100	26.7	7.5	7	502	1.1	0.15	3.08	1.24	4.62	0.24	0.16	2,779	0.0039	0.0047	0.0039	0.0016	0.0000	-11.4	-83	0.19
Till-1	27.07.2006	100	28.4	6.7		775	0.8	0.27	1.66	1.73	3.65	1.46	0.8	0,361	0.0000	0.0000	0.0000	0.0007	0.7667	-11.2	-81	0.36
Till-2	27.07.2006	110	26.4	6.8	6.8	317	0.01	0.1	1.12	0.69	3.3	0.17	0.01	2,809	0.0000	0.0074	0.0000	0.0004	0.0000	-11.8	-84	0.00

ÖRNEK ADI	ALINDIĞI TARİH	TAHMİNİ KUYU DERİNLİĞİ	SICAKLIK (°C)	pH	ÇÖ (mg/l)	ÖEIX10 ⁶ Micromh/cm	KATYONLAR Mek/l				ANYONLAR Mek/l			Elektro-Nötrallite (%)	Mek/l				Sr(ppm)	¹⁸ O (‰ VSMOW)	² H (‰ VSMOW)	³ H (TU)
							Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁼		NO ₃	NH ₄	F	Li				
							Till-3	11.06.2007	110	19.7	5.84	7.2	345		0.63	0.06	1.8	0.51				
D-1	11.06.2007	100	23.8	5.1	7.3	320	0.73	0.1	1.76	0.53	2.84	0.85	0.1	1,115	0.1782	0.0760	0.0332	0.0013	0.0000			0.86
D-2	11.06.2007	110	23.7	7.1	7.1	446	0.87	0.11	2.32	0.98	3.86	0.12	0.11	0,241	0.2161	0.0351	0.0107	0.0019	0.0000			0.53
D-3	11.06.2007	90	22.8	5.2	7.2	380	0.77	0.09	2	0.8	3.45	0.15	0.1	2,508	0.1911	0.0575	0.0097	0.0012	0.0000			0.00
D-4	11.06.2007	120	22.6	5.5	7.2	381	0.81	0.11	2.04	0.79	3.25	0.15	0.11	0,164	0.2271	0.0822	0.0425	0.0000	0.0000			1.14
D-5	11.06.2007	120	22.3	6	7.3	390	0.55	0.1	2.36	0.99	3.86	0.14	0.12	1,598	0.1013	0.0644	0.0227	0.0000	0.0000			8.85
E-1	11.06.2007	118	21.2	3.5	6.1	990	2.72	0.27	3.65	2.74	8.12	0.12	0.27	1,654	0.1236	0.0000	0.0117	0.0159	0.0000			0.28
E-2	11.06.2007	80	18.6	5	6.1	845	2.05	0.23	3.36	2.35	7.31	0.15	0.25	2,910	0.1776	0.0000	0.0132	0.0093	0.0000			0.80
E-3	11.06.2007	100	18.7	5.1	6.1	805	2.07	0.24	3.13	2.16	6.7	0.15	0.24	2,703	0.1566	0.0000	0.1156	0.0132	0.0000			0.18
E-4	11.06.2007	55	22.2	4.3	5.9	857	2.16	0.25	3.28	2.09	6.75	0.19	0.26	1,748	0.1308	0.0000	0.0109	0.0132	0.0000			0.67
E-5	11.06.2007	80	18.2	6.4	6.4	523	1.17	0.16	2.64	1.04	4.16	0.1	0.24	0,004	0.2861	0.1137	0.0291	0.0043	0.0000			0.19
E-6	11.06.2007	85	16	5.9	6	709	1.46	0.2	3.53	1.59	5.58	1.18	0.36	0,408	0.2905	0.0000	0.0314	0.0054	0.0000			0.00

ÖRNEK ADI	ALINDIĞI TARİH	TAHMINİ KUYU DERİNLİĞİ	SICAKLIK (°C)	pH	ÇÖL (mg/l)	ÖEIX10 ⁶ Micromh/cm	KATYONLAR Mek/l				ANYONLAR Mek/l			Elektro-Nötrallite (%)	Mek/l				Sr(ppm)	¹⁸ O (‰ VSMOW)	² H (‰ VSMOW)	³ H (TU)
							Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁼		NO ₃	NH ₄	F	Li				
							E-7	11.06.2007	80	14.9	6.5	6.6	460		0.93	0.14	2.51	0.91				
E-8	11.06.2007	75	13.4	8.9	7	359	0.68	0.11	1.99	0.68	2.44	0.82	0.48	0,807	0.3004	0.0220	0.0470	0.0000	0.0000			0.71
F-1	11.06.2007	65	19.3	3.1	6.4	1130	2.1	0.31	5.82	3.63	10.7	0.91	0.27	0,714	0.1450	0.0000	0.0397	0.0073	0.0000			0.51
F-2	11.06.2007	48	21.3	3	6.2	1252	2.37	0.34	6	3.67	10.4	0.4	0.35	0,614	0.1970	0.0000	0.1053	0.0114	0.0000			6.29
F-3	11.06.2007	50	20.8	4.8	6.5	1204	2.41	0.31	5.89	3.15	10.5	0.58	0.26	1,886	0.1623	0.0000	0.0120	0.0103	0.0000			3.22
F-4	11.06.2007	80	18.2	4.7	6.2	933	1.84	0.24	4.98	2.09	8.02	0.24	0.27	1,077	0.2287	0.0653	0.0083	0.0064	0.0000			8.86
F-5	11.06.2007	90	14.2	7.6	6.7	1010	1.75	0.2	5.87	2.29	8.93	0.16	0.46	1,358	0.3615	0.0000	0.0209	0.0029	0.0000			7.24
F-6	11.06.2007	115	19.7	4.1	5.9	574	1.16	0.18	2.86	1.4	5.28	0.92	0.21	1,559	0.1464	0.0000	0.0120	0.0086	0.0000			0.90
F-7	11.06.2007	135	21.3	1.2	5.5	739	1.24	0.21	3.71	1.82	6.65	1.23	0.25	1,277	0.1341	0.0902	0.0208	0.0034	0.0000			1.03
G-1	11.06.2007	80	18.2	7	6.9	480	0.82	0.12	2.84	0.85	4.06	1.34	0.18	1,103	0.3320	0.0437	0.0211	0.0000	0.0000			0.66
G-2	11.06.2007	100	17.2	7.8	7.4	488	1.45	0.12	2.09	0.97	3.2	0.89	0.22	1,357	0.7867	0.0628	0.0305	0.0003	0.0000			0.33
G-3	11.06.2007	135	20.9	5.9	6.8	302	0.64	0.07	1.74	0.57	2.34	0.6	0.11	0,689	0.3358	0.0000	0.0365	0.0012	0.0000			2.74

ÖRNEK ADI	ALINDIĞI TARİH	TAHMINİ KUYU DERİNLİĞİ	SICAKLIK (°C)	pH	ÇÖ (mg/l)	ÖEIX10 ⁶ Micromh/cm	KATYONLAR Mek/l				ANYONLAR Mek/l			Elektro-Nötrallite (%)	Mek/l				Sr(ppm)	¹⁸ O (‰ VSMOW)	² H (‰ VSMOW)	³ H (TU)
							Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁼		NO ₃	NH ₄	F	Li				
							KAYMAKLI	11.06.2007	120	18.8	5.6	7.4	312		0.79	0.12	1.83	0.41				
ÖZLÜCE	11.06.2007	140	22.9	4.6	6.7	329	0.89	0.11	1.43	1.01	2.99	0.21	0.1	-0,227	0.1003	0.0000	0.1152	0.0023	0.0000			0.47
KAYIRLI	11.06.2007	ÇEŞME	19.7	5.4	7.4	342	0.83	0.16	1.93	0.56	2.94	0.18	0.14	0,282	0.2128	0.0000	0.0181	0.0021	0.0000			0.43
ÇINARLI	11.06.2007	ÇEŞME	13.5	7.8	7.3	185	0.26	0.06	1.32	0.34	1.32	0.34	0.17	3,131	0.2104	0.0000	0.0233	0.0000	0.0000			0.00
H.ABDULLAH	11.06.2007	110	17.9	7	6.9	325	0.51	0.09	1.89	0.86	2.74	0.18	0.2	1,200	0.1489	0.0000	0.0287	0.0010	0.0000			0.57
BEKARLAR	11.06.2007	KAYNAK	15.4	4.1	6.5	1075	2.91	0.31	4.03	3.25	9.24	0.15	0.64	-1,21	0.1218	0.0996	0.0116	0.0220	0.0000			2.21
ADIŞ-1	28.07.2006		19	7.8	6.8	1058	1.9	0.1	11.3	2.1	3.76	0.44	12.5	-4,188	0.0062	0.0000	0.0062	0.0003	1.0248	-10.9	-75	12.76
ADIŞ-2	28.07.2006		21.5	8.5	7.4	2150	19.3	0.26	1.79	5.03	11.1	8.85	4.91	2,942	0.0000	0.0180	0.0000	0.0462	0.0000	-11.1	-78	8.97
CDIŞ-1	28.07.2006		25.8	8.5	6.8	560	1.3	0.17	4.25	1.95	5.08	0.67	1.17	3,041	0.0055	0.0000	0.0055	0.0034	0.0000	-10.1	-72	2.15
CDIŞ-2	28.07.2006		21.3	8.6	7.6	247	0.6	0.12	1.55	0.85	2.44	0.09	0.25	3,003	0.0080	0.0000	0.0080	0.0000	0.0000	-10.3	-73	0.09

EK-2 İnceleme alanı yeraltısuyu örneklerinin iz element derişimleri

Örnek No	9Be	11B	27Al	29Si	31P	33S	47Ti	51V	52Cr	55Mn
A1	*	76.51	34.77	13030	2.247	15320	2.597	12.25	2.102	1.144
A2	*	53.91	78.29	13230	*	14370	1.881	10.02	1.455	0.455
A3	*	103.4	53.94	17680	*	14080	2.071	28.96	1.753	1.474
A4	*	96.27	220.9	16110	*	12670	1.969	17.26	1.51	0.539
A5	*	189.4	39.8	15190	*	14030	1.594	11	2.114	1.448
A6	*	440.9	78.21	22200	9.564	13800	1.616	13.03	2.33	1.433
A7	*	156.6	34.97	22440	5.23	13690	3.151	16.14	1.481	0.788
A8	*	250.1	38.22	16760	*	12620	6.37	12.7	1.591	1.047
A9	*	696.3	44.18	22460	*	14700	1.855	16.64	1.605	0.989
A10	*	667.4	102.3	21320	*	14410	3.119	19.38	1.379	1.508
ADIS1	*	427.9	179.8	20250	*	70290	6.232	13.71	2.756	4.289
ADIS2	*	3204	245.6	21280	16.72	66040	15.82	46.63	4.55	7.248
B1	*	67.93	83.64	22200	21.98	13750	4.065	12.21	1.221	0.814
B2	*	36.1	39.32	24930	9.043	12400	3.423	8.846	1.028	0.966
B3	*	94.4	53.87	25540	*	11920	3.39	9.825	1.225	0.922
B4	*	48.92	91.08	22580	1.468	9631	4.193	10.86	0.826	1.223
B5	*	34.53	41.11	22560	0.607	9994	4.48	9.364	0.85	0.85
B6	*	61.53	39.88	23970	*	10460	3.341	14.84	0.519	1.415
B7	*	267.4	32.94	23130	83.43	10370	2.401	25.26	1.572	0.441
B8	*	256.5	73	22050	65.49	10800	4.152	21.9	1.578	0.667
B9	*	202.3	773.9	20670	1.533	10440	3.58	19.26	1.401	0.995
B10	*	173.3	69.3	35400	295.8	14100	4.11	26.26	1.76	24.38
B11	*	82.04	87.85	24380	119.8	12370	2.998	26.7	1.073	0.824
B12	*	83.24	32.85	19240	33.38	6006	1.049	22.85	1.17	0.808
B13	*	62.21	39.57	16540	*	11960	1.321	14.02	1.592	0.582
TILL1	*	152.8	32.33	20180	*	12470	3.165	17.76	1.117	1.469
TILL2	*	70.59	32.86	18940	13.37	11880	1.331	31.05	0.92	0.396
C1	*	64.99	37.84	22350	34.06	11660	3.606	24.37	0.742	0.929
C2	*	29.77	33.26	20020	61.03	10640	3.028	26.75	0.68	0.854
C3	*	240.6	33.02	28010	137.7	11200	1.958	20.46	1.057	1.376
C4	*	199.9	31.07	28950	256	11270	2.881	20.94	1.216	131.1
C5	*	217.6	72.46	33660	406.9	10180	5.482	12.83	1.78	1.266
C6	*	1661	37.67	23870	*	11510	3.154	18.95	2.666	0.6
C7	*	981.2	30.66	30850	218.8	12320	3.803	17.99	1.019	0.922
C8	*	1608	64.97	31300	188.8	12480	4.834	16.92	1.355	0.776
C9	*	806.9	38.3	24670	20.48	11860	4.969	18.06	1.167	1.337
C10	*	185.1	63.96	25540	97.48	11560	2.357	25.64	0.409	0.946
C11	*	89.96	37.94	24490	1.104	9785	4.073	19.65	0.441	0.518
CDIS1	*	330.4	43.77	19320	*	10260	2.075	20.06	1.238	0.473
CDIS2	*	52.92	29.91	21390	64.2	8974	2.41	29.29	1.065	0.831

Not: *= Değerler ölçüm sınırı altındadır. Derişimler ppb birimindedir.

Örnek No	59Co	60Ni	63Cu	66Zn	69Ga	72Ge	75As	79Br	82Se	85Rb
A1	0.115	*	4.105	*	0.735	0.063	14.03	9.688	0.154	6.559
A2	0.127	*	4.104	*	0.65	*	14.73	9.956	1.002	8.581
A3	0.108	*	2.533	*	0.743	0.139	13.48	12.51	3.104	6.382
A4	0.056	*	3.677	*	3.857	0.14	9.174	10.93	1.616	8.093
A5	0.056	*	5.203	*	1.2	0.027	4.735	14	*	10.67
A6	0.091	*	4.591	*	1.325	0.108	4.169	25.26	*	11.95
A7	0.068	*	3.938	*	1.327	0.143	5.141	17.48	0.874	6.533
A8	0.094	*	4.109	*	2.479	0.1	5.024	24.92	2.05	16.68
A9	0.124	*	2.725	*	1.435	0.3	6.136	43.38	0.077	50.68
A10	0.039	*	4.882	*	2.33	0.227	5.131	35.54	*	45.69
ADIS1	0.723	*	81.07	*	0.654	0.327	5.209	25.07	11.51	8.038
ADIS2	0.819	*	17.43	*	1.196	0.157	11.64	67.15	19.45	18.9
B1	0.056	*	5.028	*	0.335	0.279	5.959	11.84	*	7.421
B2	0.09	*	4.243	*	0.427	0.074	4.745	7.24	*	6.485
B3	0.078	*	5.944	*	0.535	0.237	4.69	9.818	0.099	11.54
B4	0.082	*	4.442	*	1.11	*	5.027	8.935	0.767	9.368
B5	0.062	*	3.873	*	0.872	0.185	4.953	8.143	*	9.246
B6	0.019	*	4.912	*	1.135	0.074	9.654	8.464	0.525	7.325
B7	0.062	*	5.863	*	0.438	0.032	11.17	16.8	2.833	12.59
B8	0.059	*	34.76	18.62	0.534	*	8.978	15.96	1.149	11.99
B9	0.085	*	4.337	*	1.085	0.032	5.091	15.59	*	10.12
B10	0.177	*	4.253	*	0.698	0.073	13.46	12.2	3.854	14.98
B11	0.017	*	6.676	*	0.454	0.151	11.78	15.19	0.496	5.776
B12	0.136	*	2.095	*	0.787	0.02	15.34	16.9	3.402	7.462
B13	0.006	*	4.678	*	0.803	0.071	14.44	8.961	*	11.47
TILL1	0.117	*	23.27	*	3.433	0.07	5.878	16.65	2.961	27.66
TILL2	0.039	*	4.899	*	1.716	0.072	6.173	12.6	5.673	11.19
C1	0.124	*	4.249	*	0.226	*	6.022	8.572	2.847	18.54
C2	0.097	*	4.921	3.714	0.189	*	2.196	5.45	*	5.375
C3	0.161	*	4.34	*	0.145	0.439	4.753	11.29	1.951	24.05
C4	0.485	*	6.417	*	0.199	0.034	4.406	8.247	*	24.98
C5	0.101	*	4.365	4.9	0.049	0.277	3.555	8.527	*	19.03
C6	0.067	*	5.052	*	0.649	0.158	5.389	34.38	2.254	17.03
C7	0.048	*	5.217	*	0.235	0.245	11.72	20.91	0.101	25.34
C8	0.079	*	5.361	*	0.297	0.199	10.02	25.04	1.827	27.5
C9	0.116	*	4.003	*	0.833	0.158	5.922	21.48	*	15.07
C10	0.079	*	4.609	*	0.371	*	14.78	13.58	2.897	9.816
C11	0.034	*	3.568	*	0.483	0.243	3.339	9.875	0.62	14.89
CDIS1	0.11	*	3.988	*	0.295	0.194	15.23	15.38	*	18.87
CDIS2	0.045	*	4.79	*	0.122	0.24	10.28	6.409	1.331	18.72

Not: *= Değerler ölçüm sınırı altındadır. Derişimler ppb birimindedir.

Örnek No	89Y	90Zr	93Nb	95Mo	99Tc	101Ru	105Pd	107Ag	111Cd	115In
A1	0.011	*	*	0.603	*	0.045	0.016	*	*	*
A2	0.039	*	*	0.561	*	*	0.095	*	*	*
A3	0.021	*	*	1.966	*	*	0.016	*	*	*
A4	0.017	*	*	2.651	*	*	*	*	*	*
A5	0.025	*	*	0.976	*	*	0.136	*	*	*
A6	0.008	*	*	0.972	*	*	0.06	*	0.091	*
A7	0.017	*	*	0.63	*	*	0.1	*	*	*
A8	0.016	*	*	1.855	*	0.046	0.058	*	*	*
A9	0.036	*	*	2.161	*	0.023	0.016	*	0.043	*
A10	0.008	*	*	4.533	*	*	0.084	*	0.009	*
ADIS1	0.057	*	*	1.547	*	*	0.994	*	*	*
ADIS2	0.037	*	*	17.77	*	0.225	*	*	*	*
B1	0.028	*	*	0.716	*	*	*	0.004	0.071	*
B2	0.018	*	*	0.389	*	*	0.042	*	0.011	*
B3	0.003	*	*	0.304	*	0.025	0.087	*	0.047	*
B4	0.032	*	*	0.601	*	*	0.016	*	0.067	*
B5	0.027	*	*	0.197	*	*	0.039	*	0.043	*
B6	0.018	*	*	0.755	*	*	0.042	*	*	*
B7	0.046	*	*	1.625	*	*	0.104	*	0.068	*
B8	0.065	*	*	1.565	*	*	0.038	*	0.009	*
B9	0.037	*	*	1.64	*	*	0.082	0.01	*	*
B10	0.192	*	*	0.233	*	*	0.208	*	*	*
B11	0.052	*	*	2.295	*	*	*	0.003	0.094	*
B12	0.04	*	*	1.658	*	0.02	*	*	0.007	*
B13	0.003	*	*	1.298	*	*	0.02	*	0.01	*
TILL1	0.003	*	*	8.037	*	*	0.126	*	*	*
TILL2	0.023	*	*	0.66	*	*	0.042	*	0.011	*
C1	0.043	*	*	2.006	*	*	*	*	*	*
C2	0.023	*	*	1.601	*	0.024	0.043	*	0.011	*
C3	0.058	*	*	1.207	*	*	0.065	*	*	*
C4	0.072	*	*	0.033	*	*	0.107	*	0.07	*
C5	0.103	*	*	*	*	0.024	*	*	0.084	*
C6	0.003	*	*	*	*	*	0.067	0.015	0.012	*
C7	0.101	*	*	0.491	*	*	0.113	*	*	*
C8	0.068	*	*	*	*	*	0.11	*	0.002	*
C9	0.023	*	*	0.281	*	*	0.045	*	*	*
C10	0.023	*	*	1.848	*	*	*	*	0.083	*
C11	0.008	*	*	0.424	*	*	0.068	*	*	*
CDIS1	0.008	*	*	0.99	*	0.024	0.043	*	0.012	*
CDIS2	0.003	*	*	1.535	*	*	*	*	0.083	*

Not: *= Değerler ölçüm sınırı altındadır. Derişimler ppb birimindedir.

Örnek No	121Sb	127I	128Te	133Cs	137Ba	139La	140Ce	141Pr	146Nd	147Sm
A1	0.756	2.667	*	0.278	32.32	*	0.064	0.002	0.016	0.012
A2	0.906	2.058	0.246	0.255	31.2	*	0.075	0.002	0.005	*
A3	0.393	4.256	*	0.126	44.39	*	0.052	0.007	*	0.024
A4	0.437	4.573	0.011	0.476	210.1	*	0.062	0.007	0.017	0.012
A5	0.276	2.873	*	0.29	76.06	*	0.08	0.013	*	0.012
A6	0.243	5.023	0.115	0.205	79.77	*	0.052	0.009	0.018	*
A7	0.251	4.18	0.438	*	81.83	*	0.059	0.009	0.017	*
A8	0.199	7.486	*	0.016	137.7	*	0.057	0.009	0.092	*
A9	0.184	9.032	0.142	7.769	79.52	*	0.041	0.004	*	*
A10	0.14	9.428	0.169	9.642	141.7	*	0.036	0.005	0.018	*
ADIS1	0.484	5.725	0.931	*	48.52	*	0.292	0.021	*	0.06
ADIS2	0.562	47.37	0.028	0.016	59.93	*	0.347	0.043	0.032	*
B1	0.294	3.057	0.073	0.044	21.78	*	0.064	0.005	0.007	0.013
B2	0.192	1.64	0.187	0.03	27.77	*	0.065	0.007	0.03	*
B3	0.301	2.69	0.356	2.259	35.52	*	0.06	0.007	*	*
B4	0.2	2.726	0.029	0.015	59.77	*	0.062	0.007	0.017	*
B5	0.226	2.113	0.07	0.086	56.52	*	0.062	0.007	0.017	0.013
B6	0.282	2.395	0.015	1.206	62.7	*	0.054	0.002	*	0.013
B7	0.285	4.326	0.116	2.032	28.94	*	0.069	0.004	0.051	*
B8	0.357	3.803	*	1.784	29.84	*	0.1	0.011	0.006	0.025
B9	0.327	3.901	0.274	0.248	55.84	*	0.066	0.004	*	0.013
B10	0.187	7.573	0.236	0.007	35.01	*	0.065	0.007	*	*
B11	0.346	4.036	*	0.072	37.4	*	0.057	0.009	0.007	0.013
B12	0.483	4.847	0.253	0.087	43.59	*	0.067	0.012	*	*
B13	0.671	3.122	0.164	0.062	54.89	*	0.041	0.007	0.006	*
TILL1	0.11	2.903	0.158	0.276	182.4	*	0.09	0.004	0.052	0.013
TILL2	0.211	3.317	0.056	0.034	108.8	*	0.057	0.005	0.018	0.013
C1	0.135	1.472	0.186	0.22	14.65	*	0.068	0.007	0.041	0.013
C2	0.178	1.561	0.433	0.16	13.06	*	0.071	0.009	0.007	*
C3	0.216	2.827	0.514	0.452	5.759	*	0.082	0.009	*	0.013
C4	0.177	3.959	0.267	0.372	11.46	*	0.051	0.023	0.066	*
C5	0.223	2.519	*	0.41	4.455	*	0.074	0.012	0.019	0.027
C6	0.14	5.551	0.013	*	52.76	*	0.045	0.002	*	0.014
C7	0.132	4.761	0.395	4.112	19.72	*	0.068	0.009	0.08	*
C8	0.195	4.701	0.403	2.98	15.55	*	0.08	0.009	0.007	*
C9	0.218	4.579	0.083	1.604	47.81	*	0.077	0.009	0.043	*
C10	0.289	3.221	0.162	2.343	20.13	*	0.052	0.014	0.007	*
C11	0.183	3.318	0.216	1.907	30.81	*	0.06	0.005	*	*
CDIS1	0.386	2.547	*	0.381	22.19	*	0.067	0.007	*	0.026
CDIS2	0.159	2.118	*	0.206	7.671	*	0.059	0.005	*	0.013

Not: *= Değerler ölçüm sınırı altındadır. Derişimler ppb birimindedir.

Örnek No	157Gd	159Tb	163Dy	165Ho	166Er	169Tm	172Yb	175Lu	178Hf	181Ta
A1	*	*	0.007	0.001	0.001	*	0.001	0.001	*	0.019
A2	0.01	*	*	*	*	0.001	0.001	*	*	0.013
A3	*	*	0.001	0.003	*	*	*	0.001	*	0.012
A4	0.01	*	0.001	0.003	*	*	0.002	*	*	0.018
A5	0.01	*	*	0.001	*	*	0.012	*	*	0.056
A6	0.031	0.002	0.007	0.004	*	*	0.007	0.002	*	0.011
A7	*	*	0.007	*	0.001	0.001	*	*	*	0.013
A8	0.01	0.003	*	0.001	0.005	*	0.007	0.001	*	0.021
A9	0.031	0.003	0.001	*	*	*	0.002	0.001	*	0.004
A10	0.01	*	0.002	0.001	0.009	0.001	*	*	*	0.015
ADIS1	0.099	0.007	0.036	*	*	*	0.007	*	*	0.068
ADIS2	*	*	*	*	*	*	*	0.006	*	0.053
B1	*	*	*	0.001	*	*	*	0.004	*	*
B2	*	*	*	*	0.001	0.001	0.007	0.001	*	0.007
B3	*	*	0.002	0.003	*	*	0.002	0.001	*	0.04
B4	0.02	0.002	0.007	0.001	0.001	0.001	*	*	*	*
B5	0.02	*	0.007	*	0.001	*	*	*	*	0.033
B6	*	0.005	0.002	*	*	0.001	*	*	*	*
B7	*	0.002	0.007	0.003	0.009	0.001	*	*	*	*
B8	0.01	0.003	*	*	*	*	*	*	*	*
B9	*	0.002	*	0.001	0.001	*	*	0.002	*	0.017
B10	0.02	*	0.002	0.003	0.005	0.001	0.007	0.003	*	0.006
B11	*	*	0.002	0.001	0.009	*	0.002	0.002	*	0.017
B12	*	0.001	0.001	0.001	0.004	*	0.006	*	*	*
B13	*	0.003	*	0.003	*	*	0.002	*	*	*
TILL1	0.01	*	0.002	*	*	*	*	0.002	*	*
TILL2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.02
C1	0.01	*	*	*	0.013	0.001	0.007	*	*	0.002
C2	*	0.002	0.002	0.003	0.001	*	*	*	*	*
C3	0.011	0.002	0.008	0.001	0.022	0.001	0.007	0.001	*	0.01
C4	0.011	0.002	0.008	0.006	0.001	0.001	0.013	0.004	*	*
C5	0.01	0.002	0.008	0.001	0.022	0.001	0.002	0.007	*	0.022
C6	*	*	0.002	*	0.006	*	*	*	*	0.003
C7	*	*	*	0.003	0.001	0.001	0.013	0.002	*	0.003
C8	*	0.002	0.008	0.001	0.001	*	0.007	*	*	*
C9	*	*	0.002	*	0.01	0.004	*	0.002	*	*
C10	*	0.003	0.002	0.001	*	0.001	0.008	*	*	0.022
C11	*	0.002	*	0.001	0.001	*	*	*	*	0.034
CDIS1	0.021	0.003	*	*	0.01	*	*	0.001	*	0.008
CDIS2	*	*	0.002	0.001	*	0.001	0.007	*	*	0.013

Not: *= Değerler ölçüm sınırı altındadır. Derişimler ppb birimindedir.

Örnek No	185Re	189Os	193Ir	195Pt	197Au	202Hg	205Tl	208Pb	232Th	238U
A1	*	*	0.003	*	1.449	0.217	*	0.011	0.003	1.892
A2	*	*	0.001	*	1.274	*	*	*	0.01	1.951
A3	*	*	0.001	*	1.334	0.004	*	*	0.008	3.171
A4	*	*	*	*	0.906	0.054	*	*	0.001	3.565
A5	*	*	*	*	1.239	0.029	*	*	0.006	4.076
A6	*	*	*	*	1.534	*	*	*	0.001	2.77
A7	*	*	*	*	1.408	0.029	*	*	0.004	3.406
A8	*	*	*	*	1.18	0.115	*	*	0.005	3.204
A9	*	0.015	*	*	1.305	0.058	*	*	0.009	1.789
A10	*	*	0.003	*	1.399	0.188	*	0.267	0.001	2.299
ADIS1	*	*	0.015	*	5.664	0.154	*	*	0.047	9.579
ADIS2	*	*	0.005	*	5.283	0.15	*	*	0.025	1.258
B1	*	*	*	*	1.543	0.136	*	*	0.002	2.327
B2	*	*	0.001	*	1.196	0.01	*	0.008	0.005	3.734
B3	*	0.015	*	*	0.624	0.06	*	*	0.003	3.616
B4	*	*	0.003	*	0.87	0.08	*	*	0.006	2.14
B5	*	*	0.001	*	1	0.03	*	*	0.006	2.018
B6	*	*	0.001	*	1.322	*	*	*	0.007	1.766
B7	*	*	0.001	*	1.168	*	*	*	0.004	1.428
B8	*	*	0.001	*	0.61	*	*	5.069	0.005	1.414
B9	*	0.015	*	*	0.971	*	*	*	0.005	1.762
B10	*	*	*	*	0.658	*	*	*	0.007	1.803
B11	*	*	0.001	*	0.684	0.057	*	*	0.006	2.616
B12	*	*	*	*	1.181	0.038	*	*	0.004	2.496
B13	*	*	*	*	1.094	0.055	*	*	0.003	2.977
TILL1	*	*	*	*	0.711	*	*	*	0.006	4.964
TILL2	*	*	*	*	1.417	*	*	*	0.009	2.977
C1	*	0.015	0.001	*	1.066	0.009	*	0.132	0.005	1.244
C2	*	*	0.001	*	0.816	*	*	*	0.003	0.52
C3	*	*	0.003	*	0.94	*	*	*	0.002	0.963
C4	*	*	*	*	1.138	*	*	*	0.005	0.718
C5	*	0.016	0.001	*	0.974	*	*	0.637	0.004	0.366
C6	*	0.016	0.006	*	0.693	0.014	*	*	0.005	4.634
C7	*	*	*	*	0.693	*	*	*	0.005	0.696
C8	*	*	*	*	1.257	*	*	0.293	0.006	0.943
C9	*	*	*	*	0.81	0.013	*	*	0.001	2.505
C10	*	*	*	*	0.47	*	*	*	*	0.517
C11	*	*	0.003	*	0.839	*	*	*	0.003	2.12
CDIS1	*	*	*	*	0.922	0.14	*	0.087	0.007	1.763
CDIS2	*	*	0.001	*	1.017	0.186	*	*	0.003	1.075

Not: *= Değerler ölçüm sınırı altındadır. Derişimler ppb birimindedir.

Örnek No.	7Li	9Be	11B	27Al	29Si	47Ti	51V	52Cr	55Mn	56Fe
D1	8.631	*	57.46	44.15	29560	2.06	13.38	0.66	4.04	12.35
D2	10.1	*	75.69	40.15	32740	2.197	22.16	1.085	4.086	14.7
D3	9.19	*	65.59	40.12	31780	3.322	21.97	0.799	4.393	14.71
D4	9.109	*	67.21	42.34	31190	2.86	22.22	0.813	4.411	21.3
D5	1.018	*	64.12	40.26	26630	2.41	22.8	0.557	4.8	17.98
E1	102.8	*	1380	39.74	39930	3.621	20.21	1.844	4.893	44.07
E2	67.95	*	1049	40.69	36260	3.635	17.59	1.131	4.194	38.4
E3	89.42	*	1171	39.71	40340	3.083	18.99	0.776	4.315	22.88
E4	104.7	*	1493	38.96	48390	4.194	24.88	1.063	4.824	15.01
E5	28.67	*	323.1	68.13	27770	2.477	20.08	1.392	4.406	28.22
E6	41.61	*	751.4	65.53	32690	2.54	17.39	1.157	4.278	15.6
E7	22.03	*	230.4	75.28	26210	2.661	22.6	0.899	4.286	24.1
E8	17.02	*	120.2	82.06	23650	1.856	18.31	11.06	5.6	41.69
F1	53.27	*	1024	*	40280	2.324	25.54	2.837	21.5	100.7
F2	75.16	*	1186	414.5	43880	5.253	27.83	2.141	25.76	236.3
F3	77.39	*	1943	432.6	41000	4.214	20.36	1.337	21.69	169.7
F4	43.16	*	1280	86.97	32340	2.816	13.51	1.653	4.51	29.66
F5	20.39	*	1367	435.6	32430	2.808	18.25	3.847	23.73	184.1
F6	61.99	*	213.8	*	45300	3.763	11.13	2.002	3.579	*
F7	22.71	*	305.2	*	41420	3.057	0.25	0.175	40.56	*
G1	4.993	*	106.7	*	22780	1.269	14.75	0.603	4.239	3.189
G2	4.51	*	230.7	*	20680	1.498	23.09	0.288	3.649	*
G3	7.913	*	94.92	*	34240	2.825	37	0.546	3.918	*
KAYMAKLI	7.484	0.068	63.08	30.68	27310	2.221	6.716	0.237	4.241	18.76
H.ABDULLAH	7.53	*	57.59	58.81	30670	2.769	15.65	0.479	3.905	12.48
OZLUCE	13.72	*	68.82	42.6	35970	3.38	27.52	0.651	4.33	14.48
TILL-3	5.88	*	57.7	40.82	26370	1.94	14.81	0.605	4.011	9.549
KAYIRLI	13.82	*	52.42	40.52	35070	2.754	16.87	0.784	4.168	14.79
CINARLI	*	0.004	20.92	49.37	9605	0.962	3.066	0.174	4.171	19.88
BEKARLAR	137.1	*	830.7	196.9	38400	3.852	25.03	0.747	41	71.65

Not: *= Değerler ölçüm sınırı altındadır. Derişimler ppb birimindedir.

Örnek No.	62Ni	63Cu	66Zn	69Ga	72Ge	75As	81Br	82Se	85Rb	88Sr
D1	1.232	3.615	10.07	2.3	0.146	4.448	37.12	0.206	9.036	219
D2	2.003	3.414	12.37	1.07	0.287	5.5	46.42	0.032	11.26	235.6
D3	1.349	4.326	10.96	0.917	0.125	6.114	25.75	0.981	9.96	187.3
D4	1.627	4.187	12.78	1.014	0.222	6.269	40.76	0.616	10.12	186.1
D5	1.519	4.277	17.48	1.067	0.146	2.577	23.08	0.991	12.3	321.7
E1	3.95	4.326	10.45	2.665	0.075	23.28	163.2	0.613	17.93	402.7
E2	3.785	7.935	13.36	1.671	0.244	17.75	119.1	1.291	19.82	355.8
E3	4.133	8.192	11.85	0.821	0.149	23.04	130.4	1.479	24.58	345
E4	5.082	14.61	16.62	0.688	0.302	25.86	164.6	0.916	30.43	425.8
E5	4.056	5.045	13.32	1.256	0.126	7.816	79.98	0.647	10.72	236.2
E6	4.63	4.081	14.85	1.437	0.081	8.685	106.2	0.652	14.88	342.9
E7	5.183	17.24	29.62	1.374	0.059	8.641	50.01	0.344	8.346	216.7
E8	9.33	19.93	23.08	1.596	0.035	10.48	27.65	0.277	4.555	165.4
F1	*	77.94	366.6	1.59	0.178	9.867	147.2	0.321	23.67	427.5
F2	34.29	28.61	69.8	2.077	0.127	9.802	182.4	1.852	28.73	495.2
F3	35.4	26.73	73.23	0.869	0.338	6.153	186.3	*	29.97	480.3
F4	7.526	5.365	11.64	1.994	0.025	4.36	129	1.203	16.48	440.9
F5	35.06	34.59	67.95	1.86	0.016	5.897	137.3	4.16	13.76	497.1
F6	0.25	1.738	7.319	*	0.107	5.588	38.75	1.214	19.89	311.8
F7	1.077	2.922	7.323	*	0.034	0.083	55.94	0.539	21.44	284.9
G1	*	3.237	7.892	1.174	0.101	10.09	60.98	0.509	11.34	242.3
G2	*	2.045	177.6	2.029	0.041	7.006	141.3	1.477	5.31	368.2
G3	*	7.304	19.16	0.516	0.062	14.16	62.58	0.58	6.451	161
KAYMAKLI	1.827	3.986	9.44	2.086	0.06	2.39	38.7	0.516	13.05	267.5
H.ABDULLAH	4.53	6.485	17.15	0.125	0.023	4.879	13.05	0.61	9.123	165.5
OZLUCE	1.643	3.904	10.91	0.275	0.268	12.78	26.38	*	9.732	132.5
TILL-3	1.068	3.766	12.22	2.876	0.1	4.1	29.12	0.381	5.883	196.8
KAYIRLI	0.599	4.994	12.73	0.639	0.388	2.46	20.37	0.277	12.81	176.1
CINARLI	0.769	4.553	13.75	0.41	*	0.457	15.69	0.433	0.625	98
BEKARLAR	3.165	16.48	45.8	2.881	0.018	19.04	113.8	2.079	19.51	487.2

Not: *= Değerler ölçüm sınırı altındadır. Derişimler ppb birimindedir.

Örnek No.	89Y	90Zr	93Nb	95Mo	101Ru	105Pd	107Ag	112Cd	115In	118Sn
D1	0.097	0.132	*	*	*	0.638	*	*	*	*
D2	0.1	0.183	*	*	*	0.7	*	*	*	0.144
D3	0.108	0.146	*	*	*	0.392	*	*	*	*
D4	0.075	0.119	*	*	*	0.533	*	*	*	*
D5	0.116	0.078	*	*	*	1.101	*	*	*	0.471
E1	0.125	0.173	*	*	*	1.241	*	*	*	0.226
E2	0.137	0.194	*	*	0.008	0.863	*	*	*	*
E3	0.129	0.149	*	*	*	1.121	*	*	*	0.349
E4	0.161	0.113	*	*	0.016	1.298	*	*	*	0.048
E5	0.277	0.128	*	*	0.004	0.911	*	*	*	0.45
E6	0.291	0.161	*	*	*	1.034	*	*	*	0.102
E7	0.311	0.149	*	*	*	0.641	*	0.023	*	0.984
E8	0.226	0.661	*	*	*	0.523	0.13	*	*	0.134
F1	0.024	0.747	*	*	*	1.339	*	*	*	*
F2	2.008	1.352	*	*	0.019	1.447	*	0.047	*	0.593
F3	1.96	1.369	*	*	*	1.858	*	*	*	0.991
F4	0.404	0.264	*	*	*	1.524	*	*	*	0.222
F5	1.938	1.714	*	*	0.019	1.79	*	*	*	2.767
F6	0.002	0.022	*	*	*	0.784	*	*	*	*
F7	*	*	*	*	*	0.78	*	*	*	0.273
G1	*	*	*	*	*	0.609	*	*	*	*
G2	*	*	*	*	0.026	1.049	*	*	*	*
G3	*	*	*	0.525	0.004	0.514	*	*	*	0.026
KAYMAKLI	0.094	0.187	*	*	0.008	0.833	*	*	*	*
H.ABDULLAH	0.197	0.195	*	*	*	0.491	*	*	*	*
OZLUCE	0.101	0.141	*	*	*	0.397	*	*	*	*
TILL-3	0.115	0.158	*	*	0.004	0.456	*	*	*	0.129
KAYIRLI	0.095	0.11	*	*	0.007	0.584	*	*	*	0.009
CINARLI	0.108	0.188	*	*	*	0.221	*	*	*	*
BEKARLAR	0.325	0.728	*	*	*	1.546	*	*	*	1.151

Not: *= Değerler ölçüm sınırı altındadır. Derişimler ppb birimindedir.

Örnek No.	121Sb	127I	133Cs	137Ba	139La	140Ce	141Pr	146Nd	147Sm	153Eu
D1	*	3.729	1.016	71.09	14.92	*	*	*	0.017	0.015
D2	*	6.548	1.177	35.31	15.43	*	*	*	0.022	0.012
D3	*	2.148	1.078	27.35	15.27	*	*	*	0.02	0.006
D4	*	3.43	1.237	32.84	15.44	*	*	*	0.003	0.01
D5	*	5.691	1.053	31.65	15.33	*	*	*	0.01	0.01
E1	*	12.22	1.359	81.77	15.87	*	*	*	0.04	0.024
E2	*	11.14	4.739	51.49	16.22	*	*	*	0.016	0.019
E3	*	11.88	2.481	26.91	15.97	*	*	*	0.028	0.011
E4	*	11.21	8.043	21.67	16.16	*	*	*	0.028	0.006
E5	*	8.754	2.747	40.31	17.67	*	*	0.089	0.061	0.019
E6	*	12.55	2.618	42.73	17.28	*	*	0.13	0.049	0.019
E7	*	7.911	1.972	41.1	17.85	*	*	0.135	0.09	0.025
E8	0.049	4.305	0.049	42.5	*	*	*	*	*	0.006
F1	*	7.915	1.993	43.37	*	*	*	*	*	*
F2	*	11.24	4.751	67.3	92.02	*	0.145	1.089	0.438	0.147
F3	*	8.632	25.05	27.63	89.43	*	0.097	0.847	0.445	0.092
F4	*	5.122	3.76	65.79	20.3	*	0.025	0.217	0.127	0.039
F5	*	13.46	5.305	58.85	95.58	*	0.112	0.849	0.417	0.137
F6	*	2.984	0.462	*	*	*	*	*	*	*
F7	*	5.804	0.45	*	*	*	*	*	*	*
G1	0.119	11.14	0.177	39.66	*	*	*	*	*	0.006
G2	*	17.49	0.035	68.65	*	*	*	*	0.002	0.014
G3	0.117	6.665	3.187	17.96	*	*	*	*	*	0.002
KAYMAKLI	*	8.308	0.79	64.77	13.29	*	*	*	0.013	0.015
H.ABDULLAH	*	0.979	1.151	3.304	15.16	*	*	*	0.036	0.011
OZLUCE	*	2.574	1.135	8.366	15.72	*	*	*	0.022	0.005
TILL-3	0.076	6.565	0.879	89.34	15.46	*	*	*	0.022	0.02
KAYIRLI	*	2.919	1.027	20.48	15.32	*	*	*	0.025	0.009
CINARLI	*	1.679	0.846	13.05	15.27	*	*	*	0.042	0.008
BEKARLAR	*	14.91	3.882	92.96	71.71	*	*	*	0.132	0.037

Not: *= Değerler ölçüm sınırı altındadır. Derişimler ppb birimindedir.

Örnek No.	159Tb	163Dy	165Ho	166Er	169Tm	172Yb	175Lu	178Hf	181Ta	182W
D1	*	0.017	*	0.003	*	0.001	*	0.002	16.45	*
D2	0.001	0.011	*	*	*	0.004	0.001	0.004	4.969	*
D3	0.001	0.003	*	0.005	*	0.001	0.001	0.003	7.378	*
D4	0.001	0.012	*	0.003	0.001	0.014	0.001	0.001	5.04	*
D5	0.001	0.005	*	0.004	0.001	0.007	0.001	0.005	3.245	*
E1	0.001	0.023	*	0.004	0.001	0.007	0.002	0.005	4.086	*
E2	0.003	0.018	*	0.01	0.001	0.01	0.002	0.005	4.281	*
E3	0.001	0.019	*	0.013	0.003	0.006	0.001	0.001	4.421	*
E4	0.004	0.016	*	0.011	0.001	0.006	0.002	*	2.124	*
E5	0.006	0.062	0.003	0.018	0.001	0.014	0.002	0.002	*	*
E6	0.007	0.04	0.001	0.026	0.002	0.019	0.002	0.007	*	*
E7	0.007	0.059	0.005	0.023	0.004	0.016	0.003	0.007	*	*
E8	*	0.001	*	*	*	*	*	0.007	12.91	*
F1	*	*	*	*	*	*	*	0.009	28.66	*
F2	0.066	0.31	0.046	0.166	0.034	0.16	0.021	0.035	*	*
F3	0.064	0.328	0.038	0.111	0.025	0.058	0.028	0.037	*	*
F4	0.016	0.079	0.003	0.035	0.006	0.022	0.003	0.008	0.333	*
F5	0.065	0.421	0.042	0.186	0.029	0.145	0.017	0.058	*	*
F6	*	*	*	*	*	*	*	*	7.85	*
F7	*	0.003	*	*	*	*	*	*	6.693	*
G1	*	*	*	*	*	*	*	*	10.14	*
G2	*	*	*	*	*	*	*	*	5.586	*
G3	*	*	*	*	*	*	*	*	7.33	*
KAYMAKLI	*	0.011	*	0.005	*	0.008	0.001	0.005	*	*
H.ABDULLAH	0.004	0.042	0.001	0.012	0.002	0.01	0.001	0.003	*	*
OZLUCE	*	0.016	*	0.003	*	*	0.001	0.005	4.582	*
TILL-3	0.002	0.017	*	0.002	0.002	*	0.001	0.002	10.82	*
KAYIRLI	0.001	0.011	*	0.008	0.001	0.003	*	0.003	8.948	*
CINARLI	0.001	0.015	*	0.004	0.001	0.006	0.001	0.007	7.298	*
BEKARLAR	0.006	0.09	*	0.033	*	0.009	*	0.02	34.95	*

Not: *= Değerler ölçüm sınırı altındadır. Derişimler ppb birimindedir.

Örnek No.	185Re	189Os	193Ir	195Pt	197Au	198Hg	205Tl	208Pb	232Th	238U
D1	*	0.003	*	0.001	8.807	0.679	*	1.473	0.002	2.553
D2	*	*	*	0.035	8.671	0.847	*	1.414	*	1.881
D3	*	*	*	0.013	8.997	0.712	*	1.532	0.001	1.229
D4	*	*	*	0.013	8.976	0.75	*	1.769	*	1.245
D5	*	0.003	*	0.006	8.969	0.672	*	1.503	0.003	2.247
E1	*	*	*	0.027	9.517	0.605	*	1.407	0.003	2.321
E2	*	*	*	0.013	9.403	0.683	*	1.834	*	1.936
E3	*	*	*	0.018	8.938	0.768	*	1.396	0.001	1.907
E4	*	*	*	0.008	9.043	0.83	*	1.475	*	2.183
E5	*	*	*	*	8.832	0.624	*	2.339	0.007	1.291
E6	*	*	*	0.004	8.89	0.758	*	2.248	0.009	2.807
E7	*	*	*	0.012	8.904	0.663	*	3.202	0.014	1.565
E8	*	*	*	0.017	7.228	0.65	*	2.112	*	0.88
F1	*	*	*	0.121	33.61	3.146	*	74.99	*	3.902
F2	*	*	*	0.118	48.83	3.831	*	15.57	0.137	5.825
F3	*	*	*	0.013	48.81	3.728	*	15.91	0.138	6.017
F4	*	*	*	0.008	10.19	0.721	*	3.05	0.023	4.897
F5	*	*	*	0.127	48.19	2.848	*	15.64	0.124	7.995
F6	*	*	*	0.042	8.08	0.663	*	0.256	*	0.144
F7	*	*	*	0.042	8.483	0.739	*	0.278	*	0.097
G1	*	*	*	0.021	7.939	0.707	*	0.246	*	3.561
G2	*	*	*	0.008	7.946	0.669	*	0.24	*	2.925
G3	*	*	*	0.041	7.942	0.45	*	0.261	*	0.621
KAYMAKLI	*	*	*	0.001	8.818	0.918	*	1.433	0.001	4.439
H.ABDULLAH	*	*	*	0.032	9.032	0.671	*	2.02	0.007	0.301
OZLUCE	*	*	*	0.001	8.885	0.751	*	1.409	0.002	0.502
TILL-3	*	*	*	0.024	8.653	0.696	*	1.467	*	3.063
KAYIRLI	*	*	*	0.01	8.685	0.91	*	1.556	*	1.831
CINARLI	*	0.003	*	0.016	8.877	0.708	*	1.353	*	0.048
BEKARLAR	*	*	*	0.073	41.91	4.483	*	7.016	0.003	8.006

Not: *= Değerler ölçüm sınırı altındadır. Derişimler ppb birimindedir.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Tolga ÖZBİLGE

Doğum Yeri : İzmir

Doğum Yılı : 1978

Medeni Hali : Bekar

Eğitim ve Akademik Durumu:

Lise 1993-1996 Artvin Anadolu Lisesi

Lisans 1996-2001 Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji(Hidrojeoloji) Mühendisliği
Bölümü

Yabancı Dil: İngilizce

İş Tecrübesi:

2002-2003 Tekson Ltd. Şti Deriner HES Projesi, Jeoloji Mühendisi

2004- MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Mühendisi