

T.C
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KONYA YERLEŞİM ALANI YERALTI SUYU
KALİTESİ VE KİRLİLİĞİ

M. Tahir NALBANTÇILAR

DOKTORA TEZİ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Konya, 2002

T.C. YÖSEK ÖĞRETİM KURULU
BİBLİYOTEKLERİ MERKEZİ

T.C
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KONYA YERLEŞİM ALANI YERALTI SUYU
KALİTESİ VE KİRLİLİĞİ

M. Tahir NALBANTÇILAR

728977

DOKTORA TEZİ
128917

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Konya, 2002

T.C
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KONYA YERLEŞİM ALANI YERALTI SUYU
KALİTESİ VE KİRLİLİĞİ

M. Tahir NALBANTÇILAR

DOKTORA TEZİ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Konya, 2002

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM BAKANLIĞI
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

T.C
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

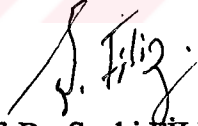
**KONYA YERLEŞİM ALANI YERALTI SUYU
KALİTESİ VE KİRLİLİĞİ**

M. Tahir NALBANTÇILAR


DOKTORA TEZİ


JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI


Bu tez 29/07/2002 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

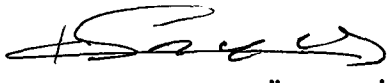

Prof. Dr. Şevki FİLİZ
(Jüri Başkanı)

128 S 17


Prof. Dr. Hasan YAZICIGİL
(Üye)


Prof. Dr. Ahmet GÜZEL
(Üye)


Yrd. Doç. Dr. Güler GÖÇMEZ
(Üye)


Yrd. Doç. Dr. Adnan ÖZDEMİR
(Üye)

ÖZET

Doktora Tezi

KONYA YERLEŞİM ALANI YERALTI SUYU KALİTESİ VE KİRLİLİĞİ

M. Tahir NALBANTÇILAR

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ahmet GÜZEL

2002, 117 Sayfa

Jüri:

Prof. Dr. Şevki FİLİZ

Prof. Dr. Hasan YAZICIGİL

Prof. Dr. Ahmet GÜZEL

Yrd. Doç. Dr. Güler GÖÇMEZ

Yrd. Doç. Dr. Adnan ÖZDEMİR

Bu çalışmada, Konya yerleşim alanındaki yeraltı suyunun mevsimsel olarak seviye değişimi, akım yönleri, kimyasal nitelikleri, kalitesi ve kirlilik durumu ortaya konarak, olası kirletici unsurlar belirlenmiştir. Ayrıca hidrojeolojik parametreler yardımı ile Coğrafi Bilgi Sistemleri metotları kullanılarak, çalışma alanındaki yeraltı suyunun kirlenebilme olasılığı ortaya konulmuş ve kirlenme açısından riskli bölgeler belirlenmiştir.

İnceleme alanında endüstriyel çalışma alanları, katı atık sahası ve litolojik özelliklerden kaynaklanan kirlilikler nedeni ile yeraltı su kalitesi olumsuz yönde etkilenmektedir. Bedir, Aydınlikevler ve Musallabağları yörelerindeki Al, Cd, Cr, Ni ve Zn kirliliği endüstriyel çalışmalardan, Çimenlik ve Yanıkcami dolaylarındaki Al, As, Co, Cr, Cu,

Li, Ni, Pb ve Zn kirliliği katı atık sahasından, Karatay'ın doğusundaki kesimlerde izlenen SO₄, Mg ve Cl kirliliği ise litolojik özelliklerden kaynaklanmaktadır.

Kirlenebilirlik modellemesinde kullanılan DRASTIC metodunda, hidrojeolojik parametreler esas alınarak hazırlanmış kirlenme potansiyeli haritalarına göre, inceleme alanında en fazla kirlenme riski taşıyan yerlerin Konya yerleşim alanının kuzey, batı ve güney kesimlerindeki lokal alanlar ile doğu ve güneydoğu kesimlerindeki geniş alanlar olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Yeraltı suyu, su kalitesi, su kirliliği, CBS, DRASTIC, Konya



ABSTRACT

Ph. D. Thesis

GROUND WATER QUALITY AND CONTAMINATION OF KONYA SETTLEMENT AREA

M. Tahir NALBANTÇILAR

Selcuk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Geological Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Ahmet GÜZEL

2002, 117 Page

Jury:

Prof. Dr. Ahmet GÜZEL

Prof. Dr. Hasan YAZICIGİL

Prof. Dr. Şevki FİLİZ

Assist. Prof. Dr. Güler GÖÇMEZ

Assist. Prof. Dr. Adnan ÖZDEMİR

In this study, seasonal fluctuations in groundwater levels, groundwater flow directions, hydrochemical properties, water quality and probable contaminants of groundwater of Konya settlement area have been determined. With the help of hydrogeological data, vulnerability of the study area to groundwater pollution potential, and high risk areas for pollution were addressed by using Geographic Information Systems (GIS) methods.

The groundwater quality within the study area has been affected negatively due to industrial areas, solid waste disposal site, and lithological properties. In the area of Bedir, Aydinlikevler and Musallabaglari, high concentration of Al, Cd, Cr, Ni and Zn in the

groundwater were derived from industrial sites; Al, As, Co, Cr, Cu, Li, Ni, Pb and Zn concentrations of groundwater were found high in Cimenlik and Yanikcami and mainly originated from solid waste disposal site. As a result of negative effects of lithology SO₄, Mg and Cl concentrations of the groundwater were found high in the east of Karatay.

According to the contamination risk maps for the study area prepared by using DRASTIC method's hydrogeological parameters, the highest contamination potential areas for the groundwater were determined in local areas in the North, West and South, and most of the areas in the East and South-East of Konya settlement area.

Keywords: Groundwater, water quality, water contamination, GIS, DRASTIC, Konya



TEŞEKKÜR

Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora programı kapsamında yürütülen bu çalışmanın her safhasında değerli bilgi ve tecrübeleri ile beni yönlendiren ve yardımlarını hiçbir zaman eksik etmeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Ahmet GÜZEL'e en içten teşekkürlerimi arz ederim.

Gerek tez konusu gerekse laboratuvar çalışmalarım süresince yakın ilgi ve yardımlarını gördüğüm ve çoğu zaman özel vakitlerini bile bana ayırarak, tezi hazırlamamda önemli katkısı olan Sayın Prof. Dr. Hasan YAZICIGİL'e şükranlarımı arz ederim.

Doktora çalışmalarım esnasında fakülte olanaklarını ve idari kolaylıkları sağlayan Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dekanı Sayın Prof. Dr. Ali SİNAN'a ve Jeoloji Mühendisliği Bölüm Başkanı Sayın Prof. Dr. Yüksel AYDIN'a teşekkürü bir borç bilirim. Değerli önerileri ile beni yönlendiren Tez İzleme Komitesi üyesi Sayın Y. Doç. Dr. Güler GÖÇMEZ'e ayrıca teşekkür ederim.

Arazi, laboratuvar ve arşiv çalışmalarım esnasında, her türlü olanaklarıyla bana destek veren KOSKİ Genel Müdürü Sayın Yafes YÜZÜGÜLDÜ'ye ve Su Üretimi ve Arıtma Tesisleri Şube Müdürü Sayın Bayram KAHVECİ'ye teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca su analizleri ve kuyu başı çalışmalarında yardımlarını gördüğüm Sayın Kimya Mühendisi Ömer AKKAN ile Sayın Laborant Sait KÖZOĞLU'na ve Sayın Jeo. Müh. Nuri GÜVEN ile Sayın Teknisyen Mustafa ATİK'e teşekkür ederim.

Su örneklerimin analiz edilmesine olanak sağlayan Ziraat Fakültesi Dekanı Sayın Prof. Dr. Mehmet KARA'ya, Sayın Prof. Dr. Sait GEZGİN'e, Sayın Uzman Nesim DURSUN'a, Sayın Arş. Gör. Mehmet HAMURCU'ya ve Sayın Teknisyen Ali KAHRAMAN'a teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca analizler konusunda yine çok değerli katkıları olan Kimya bölümü öğretim elemanlarından Sayın Doç. Dr. Mustafa ERSÖZ'e, Sayın Doç. Dr. Hüseyin KARA'ya, Sayın Y. Doç. Dr. Yunus ÇENGELOĞLU'na, Sayın Y. Doç. Dr. Zafer YAZICIGİL'e, Sayın Y. Doç. Dr. Ahmet KOÇAK'a, Sayın Dr. Esengül KIR'a ve Sayın Arş. Gör. Fatih DURMAZ'a teşekkürü bir borç bilirim.

Tezin hazırlanışı sırasında çeşitli konularda karşılıklı görüş alışverişinde bulunduğumuz anabilim dalımızın değerli öğretim elemanlarından Sayın Y. Doç. Dr. Adnan ÖZDEMİR'e, Sayın Y. Doç. Dr. A. Ferhat BAYRAM'a, Sayın Arş. Gör. Ali Rıza SÖĞÜT'e ve Sayın Arş. Gör. İsmail İNCE'ye teşekkürlerimi arz ederim.

Tezin kritiği ile ilgili çalışmalarda destek gördüğüm Sayın Doç. Dr. Zeki ÇAMUR'a, Sayın Doç. Dr. Muazzez KARAKAYA'ya, Sayın Y. Doç. Dr. Şuayip KÜPELİ'ye ve Sayın Y. Doç. Dr. Yaşar EREN'e şükranlarımı arz ederim.

Bilgisayarda gerçekleştirilen modelleme çalışmalarında değerli katkılarıyla bana yardım eden Sayın Jeo. Yük. Müh. Özgür Tolga PUSATLI'ya, Sayın Y. Doç. Dr. İ. Öztuğ BİLDİRİCİ'ye, Sayın Dr. Murat YAKAR'a, Sayın Arş. Gör. Fetullah ARIK'a ve Sayın Arş. Gör. Alican ÖZTÜRK'e teşekkürü bir borç bilirim.

Arşiv ve envanter çalışmalarında yardımlarını gördüğüm Meteoroloji Bölge Müdürü Sayın Jeo. Yük. Müh. Tacettin SERT'e, Konya Ticaret Odası'ndan Sayın Harun İNFAL'e, ve Konya Sanayi Odası'ndan Sayın Seyfi SUNA'ya teşekkür ederim. Yine çalışmalarım süresince çeşitli konularda yardımlarını gördüğüm Sayın Y. Doç. Dr. Rahmi ERDEM'e, Sayın Y. Doç. Dr. Şükrü DURSUN'a, Sayın Y. Doç. Dr. Refik UYANÖZ'e, Sayın Dr. Necati KARAKAYA, Sayın Dr. Hüseyin ÖZAYTEKİN'e, Sayın Arş. Gör. Öcal Serdar YILDIRIM'a, Sayın Arş. Gör. Özer KARAKAYACI'ya, Sayın Arş. Gör. Ali TOR'a, Sayın Jeo. Yük. Müh. Ahmet İŞÇİOĞLU'na, Sayın Jeo. Yük. Müh. İsmail KARA'ya, Sayın Jeo. Yük. Müh. İbrahim YİĞİTBAŞI'na, Sayın Jeo. Müh. Mustafa ÖZ'e, Sayın Jeo. Müh. Ömer HAMARAT'a, Sayın Jeo. Müh. Yusuf SEYREK'e, Sayın Jeo. Müh. Aytekin DİKEN'e, Sayın Jeo. Müh. Vedat ASLAN'a, Sayın Jeo. Müh. Fatih CERAN'a, Sayın Kimyager Atilla ŞİRİN'e, Sayın Çevre Yük. Müh. Murat KÜÇÜKHEMEK'e, Sayın Harita Müh. Celal CAN'a, Sayın Ziraat Müh. Ceylani KILIÇ'a, Sayın Tekniker Ali DELİKAN'a, Sayın İsmail AYVAZ'a, Sayın Ahmet Tuğrul KİŞİ'ye, Sayın Ahmet KADIOĞLU'na, Sayın M. Tahir KURUÇAY'a ve isimlerini burada anmadığım tüm emeği geçenler ile mesai arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

<u>İÇİNDEKİLER</u>	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	vii
1. GİRİŞ	1
1.1. Amaç.....	1
1.2. Önceki Çalışmalar.....	4
1.2.1. Jeoloji Çalışmaları.....	4
1.2.2. Hidrojeoloji Çalışmaları.....	5
1.2.3. Yeraltı Suyu Kirliliği Çalışmaları.....	8
1.3. İklim.....	9
1.4. Akarsular.....	9
1.5. Barajlar.....	9
1.6. Kaynaklar.....	9
1.7. Bataklıklar.....	12
2. GENEL JEOLJİ	13
2.1. Stratigrafi.....	13
2.1.1. Paleozoyik-Mesozoyik Temel Kayaçları.....	13
2.1.2. Senozoyik Örtü Kayaçları.....	16
2.1.2.1. Tersiyer.....	16
2.1.2.1.1. Dilekçi Formasyonu (Td).....	16
2.1.2.2. Kuvaterner.....	17
2.1.2.2.1. Yılanlıkır Formasyonu (Qey).....	17
2.1.2.2.2. Kumocağı Formasyonu (Qek).....	18
2.1.2.2.3. Konya Formasyonu (Qeko).....	18
2.1.2.2.4. Sakyatan Formasyonu (Qes).....	18
2.1.2.2.5. Göçü Formasyonu (Qegö).....	18
2.1.2.2.6. Aslımyayla Formasyonu (Qeas).....	19
2.1.2.2.7. Beşyüzevler Formasyonu (Qeb).....	19
2.1.2.2.8. Karahüyük Formasyonu (Qyk).....	19
2.2. Yapısal Jeoloji.....	19

3. HİDROJEOLOJİ	21
3.1. Birimlerin Hidrojeolojik Özellikleri.....	21
3.2. Yeraltı Su Seviyesi.....	23
3.3. Yeraltı Suyu Beslenimi ve Boşalımı.....	26
4. YERALTI SUYU KİMYASI VE KALİTESİ	30
4.1. Metotlar.....	30
4.2. Yeraltı Suyunun Özellikleri.....	30
4.2.1. Yeraltı Suyu Kimyası ve Kalitesinin Değerlendirilmesi.....	32
5. KİRLİLİK	37
5.1. Kirlilik Kaynakları.....	37
5.2. Yeraltı Su Kirliliği ve Değerlendirilmesi.....	43
5.3. Kirlenme Olasılığı.....	45
5.3.1. Metot.....	45
5.3.2. Su Derinliği.....	47
5.3.3. Net Beslenme.....	49
5.3.4. Akifer Ortamı.....	49
5.3.5. Toprak Ortamı.....	49
5.3.6. Topoğrafya.....	53
5.3.7. Vadoz Zonun Etkisi.....	53
5.3.8. Akiferin Hidrolik İletkenliği.....	53
5.3.9. DRASTIC.....	57
5.4. Yeraltı Su Yönetimi.....	59
6. SONUÇLAR	60
7. KAYNAKLAR	63
8. EKLER	68

Şekil 1.1, İnceleme alanının yer bulduru haritası.....	2
Şekil 1.2, İnceleme alanının ve çevresinin üç boyutlu görünümü.....	3
Şekil 1.3, İnceleme alanının yıllara göre ortalama yıllık yağış dağılımı.....	10
Şekil 1.4, İnceleme alanının ortalama yıllık yağıştan sapma grafiği.....	11
Şekil 1.5, Altınapa Barajı'nın genel görünümü.....	12
Şekil 2.1, İnceleme alanına ait genelleştirilmiş dikme kesit.....	14
Şekil 2.2, İnceleme alanına ait jeoloji haritası.....	15
Şekil 3.1, İnceleme alanının (Nisan 2001) yağışlı dönemine ait yeraltı su tablası haritası ve yeraltı suyu akım yönü.....	24
Şekil 3.2, İnceleme alanının (Ekim 2001) kurak dönemine ait yeraltı su tablası haritası ve yeraltı suyu akım yönü.....	25
Şekil 3.3, inceleme alanında KOSKİ tarafından yapılan su sondajları; a) 30 nolu ve b) 90 nolu kuyunun açılışından görünümler	28
Şekil 3.4, Konya kenti yıllık su ihtiyacı ve kaynak projeksiyonu (DSİ 2000).....	29
Şekil 4.1, İnceleme alanındaki kuyuların coğrafik dağılımını gösterir harita.....	31
Şekil 4.2, Örneklerin Piper diyagramındaki dağılımı (Ekim 2001).....	33
Şekil 5.1, İnceleme alanındaki olası kirleticileri gösterir harita.....	38
Şekil 5.2, Selçuklu İlçesi'nde Eski (Motor) Sanayi'den görünüm.....	40
Şekil 5.3, Meram İlçesi'ndeki Şeker Fabrikası'ndan görünüm.....	40
Şekil 5.4, Konya'nın rehabilite edilmeden önceki katı atık sahası.....	41
Şekil 5.5, Kent ve merkezindeki Musalla Mezarlığı (yoğun ağaçlı kesim).....	42
Şekil 5.6, a) İnceleme alanının Su Derinliği parametresine göre yağışlı sezona ait kirlenbilirlik riski dağılım haritası.....	48
b) İnceleme alanının Net Beslenme parametresine göre yağışlı sezona ait kirlenbilirlik riski dağılım haritası.....	50
c) İnceleme alanının Akifer Ortamı parametresine göre yağışlı sezona ait kirlenbilirlik riski dağılım haritası.....	51

d) İnceleme alanının Toprak Ortamı parametresine göre yağışlı sezona ait kirlenebilirlik riski dağılım haritası.....	52
e) İnceleme alanının Topoğrafya parametresine göre yağışlı sezona ait kirlenebilirlik riski dağılım haritası.....	54
f) İnceleme alanının Vadoz Zon parametresine göre yağışlı sezona ait kirlenebilirlik riski dağılım haritası.....	55
g) İnceleme alanının Hidrolik İletkenlik parametresine göre yağışlı sezona ait kirlenebilirlik riski dağılım haritası.....	56
Şekil 5.7, İnceleme alanına ait DRASTIC indeksi haritası.....	58

ÇİZELGELER

Çizelge 3.1, Bazı kuyulara ait pompaj testi verilerine göre akifer karakteristikleri.....	22
Çizelge 5.1, Konya Sanayi Odası'na bağlı kuruluşlarının ilçelere göre sayısı ve sektörel dağılımı.....	39
Çizelge 5.2, Konya-Merkez'de tüketilen tarım ilaçları ile gübrelerin cins ve miktarları.....	42
Çizelge 5.3, DRASTIC parametrelerinin ağırlık katsayıları ile sınıflandırma (a) ve birimler (b) ile ilgili katsayı oranları (Aller ve dig. 1987)	46

EKLER

EK A: DSİ rasat kuyularına ait yeraltı suyu seviyesi verileri ve grafikleri	68
EK B: İnceleme alanındaki kuyulara ait bilgiler.....	75
EK C: İnceleme alanındaki kuyu sularının kimyasal analizleri (Nisan ve Ekim 2001).....	80
EK D: Kurak sezona ait su örneklerinin iyon konsantrasyon dağılımları (Ekim 2001)..	87
EK E: İnceleme alanındaki bazı kuyu sularının kirlilik analizleri (mg/lt) (Nisan 2001) ile katı atık sahasına ait su örneklerinin kirlilik analizleri (mg/lt) (Haziran 2002).....	97
EK F: Kirlilik parametrelerine ait iyon konsantrasyon dağılımları (Nisan 2001).....	100
EK G: Suların TS 266 (1997) ve Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne (1988) göre sınıflandırılmaları.....	109

1. GİRİŞ

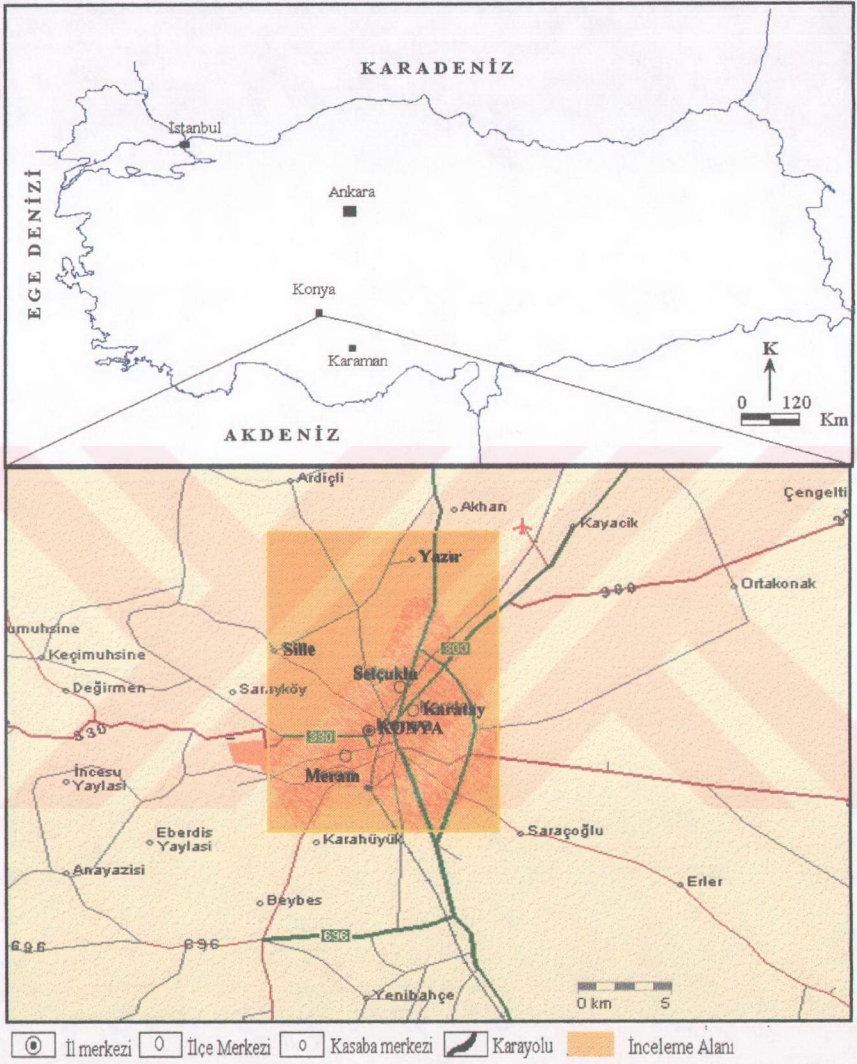
Konya yerleşim alanını içeren çalışma sahasının UTM-3 ülke jeodezik kordinat sistemine göre elde edilmiş köşe kordinatları $y_1=444.951$ $x_1=4.206.110$, $y_2= 467.147$ $x_2=4.206.110$, $y_3=467.147$ $x_3=4.178.160$, $y_4=444.951$ $x_4=4.178.160$ şeklinde olup, yaklaşık 610 km²'lik bir alana sahiptir (Şekil 1.1). İnceleme alanının üç boyutlu görünüşü Şekil 1.2'de verilmiştir.

Bu alan içerisindeki içme, kullanma, endüstriyel ve sulama amaçlı su gereksiniminin tamamına yakını bölgede açılmış olan sondaj kuyuları aracılığı ile yeraltı suyundan sağlanmaktadır. Yeterli düzeyde su bulunduğu zamanlarda Altınapa Barajından ve ayrıca kaynaklardan buna destek yapılmaktadır. Böylelikle yeraltı suyunun kalitesi, kimyası ve kirlilik durumu, halk sağlığı açısından öncelikli ve önemlidir. Bu nedenle yapılacak çalışmada yeraltı suyunun bileşiminin, kirliliğinin, kalitesinin ve içilebilirliğinin belirlenmesi öncelik kazanmaktadır. Ayrıca bu alanın hidrojeolojik özellikleri bakımından yeraltı suyunun kirlenebilirlik olasılığının irdelenmesi gerekmektedir. Yine Kentin su gereksinimleri için yapılan üretim durumu elde edilecek veriler çerçevesinde değerlendirilmelidir.

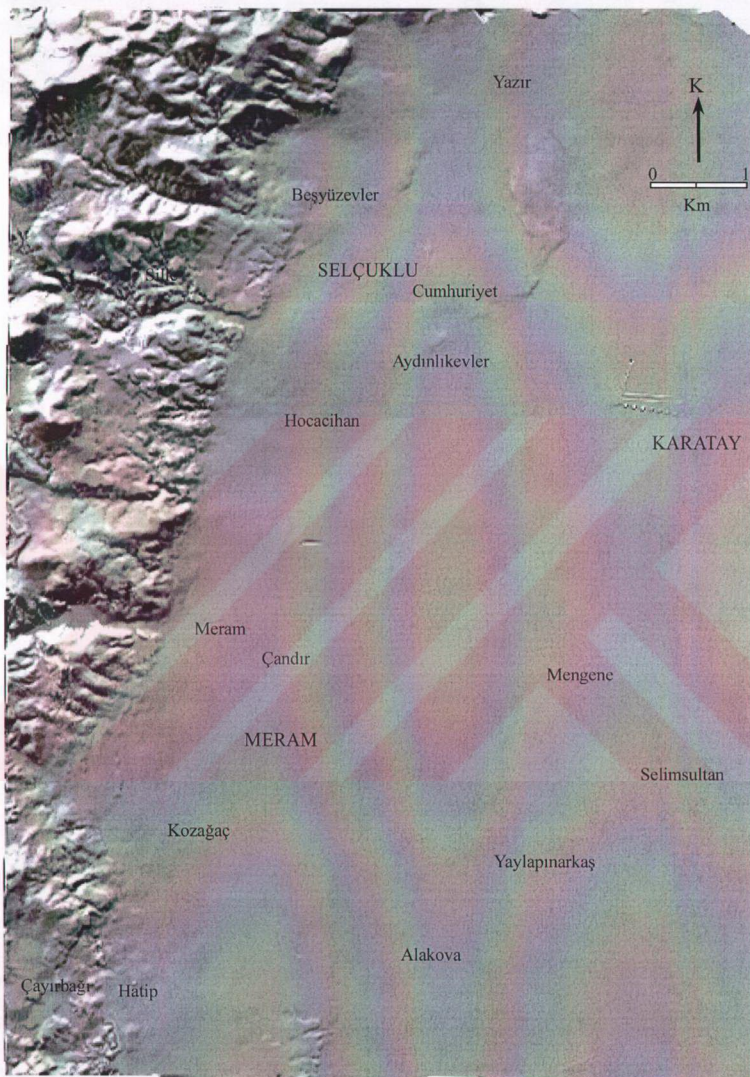
1.1. Amaç

İnceleme alanında yeraltı suyuna olan gereksinim açısından suyun sağlandığı akiferin özelliğinin, tipinin ve olası kirleticilerin bilinmesi, su yönetimi bakımından zorunludur. Bu çalışmada, hidrojeolojik ve hidrokimyasal verilerle, Konya yerleşim alanından elde edilen yeraltı suyunun kimyası, kalitesi ve kirlilik durumunun ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu kapsamda inceleme alanında yeraltı suyunun hem kurak ve hem de yağışlı sezondaki kimyasal içeriği araştırılmış ve suyun kalitesi ve kirliliğinin belirlenmesine çalışılmıştır.

Yeraltı suyunun kalitesini korumak, kirleticilerin veya kirliliğin yayılma pozisyonunu kavramak sistematik bir kontrol programı gerektirir. Yeraltı suyunun etkili yönetimini kazanmak için; verimli bir şekilde saklanabilir, güncellenebilir, çözümlenebilir ve idare-kontrol edilebilir bir Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) gereklidir. Bu amaçla Konya yerleşim alanındaki yeraltı suyunun olası kirlenebilirliğini belirlemek için US-EPA (1987) tarafından öngörülen DRASTIC yöntemi bu alan için uygulanacaktır. Söz konusu yöntemle hidrojeolojik parametreler kullanılarak



Şekil 1.1, İnceleme alanının yer bulduru haritası



Şekil 1.2, İnceleme alanının ve çevresinin üç boyutlu görünümü

Konya yerleşim alanının kirlenebilirlik potansiyeli haritaları ortaya konulacaktır. Ayrıca, inceleme alanındaki yeraltı su tablası ve yeraltı suyu akım yönü belirlenecek ve yapılacak hidrokimyasal analizlerin sonuçlarına göre bu yeraltı suyunun, su standartlarına göre, içilebilirliği ve kalitesi ortaya çıkarılacaktır.

1.2. Önceki Çalışmalar

Çalışma alanı bugüne kadar farklı amaçlarla yapılan birçok araştırmaya konu olmuştur. Bu araştırmalar jeoloji, hidrojeoloji ve yeraltı su kirliliği olarak ayrı ayrı başlıklar altında aşağıda verilmiştir.

1.2.1. Jeoloji Çalışmaları

Konya yerleşim alanı ve dolaylarında genel jeolojik amaçlı yapılmış olan araştırmalar tarih sırasına göre aşağıda özetlenmiştir.

Göğler ve Kırıl (1973) yaptıkları çalışmada Konya'nın batısında yer alan Kızılören dolayının genel stratigrafisini çalışarak, gerekli litolojik birim tanımlamalarını ve adlamalarını yapmışlardır.

Özcan ve diğ. (1990) Konya Kadınhanı-İlgın dolayının temel jeolojisini çalışmışlar ve temeli oluşturan metamorfik kayaların yaşının Devoniyen-Üst Kretase arasında olduğunu belirtmişlerdir.

Hakyemez ve diğerlerinin (1992) hazırladığı "Konya-Çumra-Akören dolayının jeolojisi" isimli raporda, inceleme alanındaki ovalık kesimin detaylı olarak jeolojisi incelenmiş ve Senozoyik örtü kayaları Tersiyer ve Kuvaterner olarak ayrılanmıştır.

Eren (1993 ve 1996), Ilgın-Sarayönü güneyinde yer alan Bozdağlar Masifi'nin yapısal özelliklerini konu alan çalışmasında Masif'in okton ve örtü birimlerinin stratigrafisini ortaya koymuştur.

Eren (2001), Konya ve çevresinin neo-tektonik özelliklerinin ve depremselliğinin konu edildiği çalışmasında, inceleme alanını yaklaşık kuzey-güney doğrultuda sınırlayan Konya Fay Zonu (KOFZ) ile Yazır fayının (YAF) önemli yapısal unsurlar olduğunu vurgulamıştır. Yine Konya havzasının kuzey kesimini Karaömerler fayı, batıdan ise Dinarlar fayı ile Göçü fayı sınırlamakta olduğunu

belirtmektedir. Konya yerleşim alanının ise Konya fay zonunun doğusunda yer aldığı ve fayın eğim yönündeki düşen bloğunda olduğunu vurgulamaktadır.

1.2.2. Hidrojeoloji Çalışmaları

Konya yerleşim alanı ve dolaylarında yapılan hidrojeolojik araştırmalar tarih sırasına göre aşağıdaki şekilde özetlenmiştir.

İnceleme alanı ile ilgili ilk hidrojeolojik çalışma Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ) tarafından 1975 yılında yapılan “Konya-Çumra-Karapınar Ovası Hidrojeolojik Etüt Raporu” dur. Bu raporda akiferin dağılımı, hidrolik özellikleri, yeraltı suyu kontur haritası, yeraltı suyu beslenimi, boşalımı ve bilançosu ile ilgili konular yer almaktadır. Ayrıca yeraltı ve yüzey sularından alınan örneklerden yapılmış su kimyası analizleri bulunmaktadır. Hatip Kaynağı ve Alakova dolayında açılmış sondaj kuyu suyuna ait analizlerden suyun, C_2S_1 sınıfı olduğu ve orta tuzlu az sodyumlu suları karakterize ettiği ve sulamaya elverişli olduğu belirtilmiştir.

Güzel (1983 ve 1985) Sarayönü ve Kadınhanı'nı kapsayan çalışmasında, yörede yeraltı suyunun Nisan ayında en yüksek, Ekim ayında en alçak seviyede olduğunu belirtmiştir. Ayrıca 1981 yılının Nisan ve Ekim ayları arasında su tablasında 0.4 ile 2.75 metre arasında değişim olduğunu ortaya koymuştur.

Gökçekuş'un 1984 yılında yaptığı çalışmada, Lalebahçe, Kozağaç, Dikmeli ve Hatip kuyularının olduğu kesimin akiferin beslenme bölgesini, Alakova ile Yenibahçe çevresinin ise boşalım bölgesini oluşturduğunu belirtmiştir.

Güzel'in (1986) Konya kuzeyinde bulunan Beşgöz ve Zengi Kaynakları'nın hidrojeolojik incelemesinde, kaynakların Zengi-Beşgöz fayı boyunca yüzeye çıktıklarını belirtmiştir. 1978-1981 yılları arasında ise bu kaynakların toplam $150 \times 10^6 m^3$ su boşalttığını hesaplamıştır.

Güzel (1987), Konya kuzeyindeki Atlantı Ovası'nın oluşumu, gelişimi ve karst hidrojeolojisi üzerine yaptığı incelemede, ova tabanını eriyebilme özelliğine sahip Permiyen yaşlı kireçtaşlarının oluşturduğunu belirtmektedir. Yine ovada yeraltı su seviyesinin 1 ile 30 metre arasında değiştiğini ve suyun Ca, Mg, HCO_3 ve SO_4 'lı olduğunu söylemektedir.

Gökçekuş ve Karahanoğlu (1988) çalışmasında, Konya Ovası'nın batı kesiminin hidrojeolojisinin istatistiksel değerlendirilmesi sonucunda 58 yıllık aylık

yağışların yıllara göre değişiminin tamamen periyodik olduğu, ayrıca akiferin boşalım bölgesinde yer alan 1617 nolu DSİ kuyusundaki aylık su seviye değişimlerinin azda olsa periyodik bir özellik taşıdığını belirlemişlerdir. Yine bölgedeki yeraltı suyu seviye değişimlerinden yalnızca eklenik yağışlarla iyi bir iliki elde etmişlerdir.

Güzel (1989 ve 1993), Konya'nın kuzeybatısındaki Bilecik dolaylarındaki karstik oluşumlu Yarığın-tepe mağarasının özelliklerini ve bölgenin karst hidrojeolojisini araştırmıştır.

Güzel ve Göçmez (1991a) Konya'nın güneybatısında yer alan ve en iyi kalitede kaynak sularının bulunduğu Çayırbağı, Hatip, Beybes ve Kozağaç dolaylarının hidrojeolojik incelemesini yapmışlardır. Kaynakların iyon sıralanışlarının Çayırbağı'nda $rMg > rCa > r(Na+K)$ ve $rHCO_3 > rSO_4 > rCl$ şeklinde, Hatip'te ise $rCa > rMg > r(Na+K)$ ve $rHCO > rSO_4 > rCl$ şeklinde olduğunu belirlemişlerdir.

Güzel ve Göçmez (1991b) Konya'nın kuzeybatısında bulunan Kembos ve Beykonak Kaynakları'nın hidrojeolojisini inceledikleri çalışmada kaynakların $5.7 \times 10^7 \text{ m}^3$ ve $5.2 \times 10^6 \text{ m}^3$ boşalıma sahip oldukları belirlenmiştir.

Uluatam (1994 ve 1995) Konya sulama projesinin su kalitesi bakımından değerlendirmesini yaptığı çalışmalarında, Beyşehir ve Suğla gölü, Mavi boğaz, Derebucak Barajı, Gembos ve Yeşildağ Ovasını çevre etki değerlendirmesi kapsamında incelemiş ve bu yerleri belirli bir planla sınıflandırmıştır. Tasarlanan sulama projesinin oluşturacağı olumsuzlukların biyolojik ve ekolojik denge üzerinde olumsuz etki yapacağı sonucuna varmıştır.

Güzel ve Novinpour (1998) Beyşehir gölünün doğusunda bulunan karstik kaynakların hidrojeoloji incelemelerinde Eflatunpınar $0.634 \text{ m}^3/\text{sn}$ ile en yüksek, Sevindik Kaynağı ise $0.096 \text{ m}^3/\text{sn}$ ile en düşük debiyeye sahip olduğu belirlenmiştir. Yine yöredeki kaynak suları Schoeller içilebilirlik diyagramına göre iyi ve çok iyi kalitede suya sahip olduklarını ortaya koymuşlardır.

Özdemir ve Aydın'ın (1998a) yaptıkları çalışmada Konya yerleşim alanındaki yeraltı suyunun kimyasal özellikleri incelenmiştir. İnceleme alanının doğu ve kuzeydoğusunda Ca, Mg, Cl ve SO_4 iyonlarıncı, doğu kesimlerinde ise Na, K ve

HCO₃ iyonlarının zengin yeraltı suyunun bulunduğu belirlenmiştir. İncelenen suların içilebilir olduğu tespit edilmiştir.

Aydın ve diğerlerinin (1998) Konya'daki kaynak sularının özelliklerini araştırdıkları çalışmalarında, 6 adet su kaynağının bir şebeke ağı ile şehre verilmiş olduğunu belirtmişler ve kaynakların debilerindeki değişim ile kimyasal bileşimlerini ortaya koymaya çalışmışlardır.

Özdemir ve Aydın (1998b), Konya yerleşkesindeki yeraltı suyunda bulunan iyonların konsantrasyonlarını USPHS, USEPA, WHO ve TSE'ye göre değerlendirmişlerdir. Suların evsel gereksinimler için kullanılabilir nitelikte olduğunu ve en kaliteli suların Konya'nın güneybatısındaki Dereköy ve Hatip dolaylarında bulunduğunu belirtmişlerdir.

DSİ'nin 2000 yılında tamamladığı raporda inceleme alanına ait yer altı su tablası haritası, su kimyası bilgileri, su kalite haritaları, iklim bilgileri ile Konya kenti yıllık su ihtiyacı ve kaynak projeksiyonuna ilişkin veriler bulunmaktadır.

Demirbaş (2001) çalışmasında, Konya-Çumra 3. Merhale projesinin amaçlarından birisinin Konya kentinin içme suyu gereksinimini karşılamak olduğunu vurgulamıştır.

Göçmez (2001), Konya çevresinde bulunan ve şifalı su olarak bilinen suların hidrokimyasal özelliklerini inceleyerek, şifa özellikleri bakımından değerlendirmesini yapmıştır.

Kahveci (2001) çalışmasında, Konya kentinin içme, kullanma ve endüstriyel su ihtiyacının 2015 yılında 130 milyon metreküp olacağını tasarlandığını ve bu suyun 30 milyon metreküpünün Altınapa barajından, 100 milyon metreküpünün ise yeraltı suyundan sağlanmasının planlandığını vurgulamıştır. Ayrıca şehir merkezinin kanalizasyon şebekelerinin % 95'inin çalışır durumda olduğunu bildirmiştir.

Kara'nın (2001) Konya ve yakın merkezlerdeki jeotermal enerji olanaklarını irdelediği çalışmasında, su sıcaklığının 22-44 °C arasında olduğu 10 ayrı yörede kaynak ve sondaj bulunduğunu belirtmiştir. Merkeze en yakın sahanın ise su sıcaklığının 44 °C olduğu İsmil (Demirkent) bölgesidir.

1.2.3. Yeraltı Suyu Kirliliği Çalışmaları

DSİ (1975) çalışmasında, Konya ovasında kuyu sularının analizlerinin kalite dağılımını kontur harita şeklinde hazırlamıştır. Bunda sülfat ve klor elementlerinin dağılımları gösterilmiş ve kötü kaliteli yeraltı suyu içeren sahalar, DSİ'nin 2000 yılında yayınladığı raporunda da belirtilmiştir.

Ayhan ve diğ. (1993) Konya Kapalı Havzası'nda ve Tuz Gölü'nde kirliliğin tespiti ve giderilmesi projesinde, Konya'nın evsel ve endüstriyel atıklarının ana tahliye kanalına deşarj edildiği belirtilmektedir.

Güzel ve Ayhan (1994) Konya'nın Hüyük kasabası ve dolayının hidrojeolojisi ile bölgedeki yeraltı sularında gözlenen kirliliğin nedenlerini araştırmışlardır.

Kılıçarslan ve Kılıçarslan (1994) Konya kentinin gelecekteki içme ve kullanma suyunun önemli bir bölümünü karşılayacağı Altınapa baraj gölündeki su kirlenmesinin ve kalitesinin belirlenmesine çalışmışlardır. Bu amaçla Nisan 1988 ile Nisan 1990 tarihleri arasında düzenli olarak numuneler alınarak, fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik analize tabi tutmuşlardır.

Göçmez ve Güzel (1997) çalışmalarında Konya ovasının değişik kesimlerindeki su örneklerinde yapılmış ölçümlerde bor değerlerinin, Çumra çevresi 1,65-3,15 ppm, Karapınar çevresi 1,25-2,95 ppm, Ereğli çevresi 1,85-5 ppm, Altınekin çevresi 1,25-5,65 ppm, Konya merkez ise 1,40-3,75 ppm olarak bulunduğunu belirtmişlerdir. Yeraltı sularındaki bor miktarının artışını civardaki volkanik kayalar ve bunların ayrışmasına bağlamışlardır.

Güzel ve diğ. (1998) Konya'nın kuzeybatısında bulunan civa madenlerinin ve bunlara ait pasa sahasının, buldukları yöredeki yeraltı ve yüzey sularında oluşturabilecekleri kirliliği araştırmışlardır. Sonuçta su örneklerinin analizlerinden şu değerleri elde etmişlerdir; Hg=0,006 mg/lt, Cd=0,01 mg/lt, Fe=0,3 mg/lt, F=1,6 mg/lt.

Güzel ve diğ. (2000) Konya Kapalı Havzası ve Tuz Gölü'ndeki kirlenme üzerine yaptıkları çalışmada, 1990 yılında Konya kanalizasyonuna ve dolayısıyla ana tahliye kanalına verilen artık su miktarının ortalama 1500 lt/sn olduğu belirtmişlerdir. Ana tahliye kanalının Tuz Gölü'nü kirlüten kaynaklardan olduğu da bu çalışmada vurgulanmıştır.

Aydın (2001), Konya yeraltı suyunun kirlenme tehlikesini vurguladığı çalışmada Akyokuş, Dere, Köyceğiz, Bağlarbaşı, Yazır köyü batısındaki dağlık kesimde başlayan ve altyapısı olmayan yapılaşmanın Konya yeraltı suyunu olumsuz yönde etkileyeceğini belirtmiştir.

1.3. İklim

Tipik karasal iklimin egemen olduğu bölgede, yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve kar yağışlıdır. 1956-2001 yılları arasına ait Konya Meteoroloji İstasyonu verilerine göre Konya'ya yılda düşen ortalama yağış miktarı 318.83 mm'dir (DSİ 2000; Şekil 1.3). Bu verilere göre yağışın mevsimler itibarıyla dağılımı şu şekildedir: kış aylarında toplam yağışın % 33'ü, ilkbaharda % 33'ü, yaz aylarında % 12'si ve son baharda ise % 22'sidir. Bu dağılım aylara göre şu durumdadır: Ocak % 11, Şubat % 9, Mart % 9, Nisan % 10, Mayıs % 14, Haziran % 8, Temmuz % 2, Ağustos % 2, Eylül % 3, Ekim % 9, Kasım % 10, Aralık % 13. Yöreyle ait yağış değerlerinden elde edilmiş olan ortalama yıllık yağıştan eklenik sapma grafiği de Şekil 1.4'te verilmiştir.

1.4. Akarsular

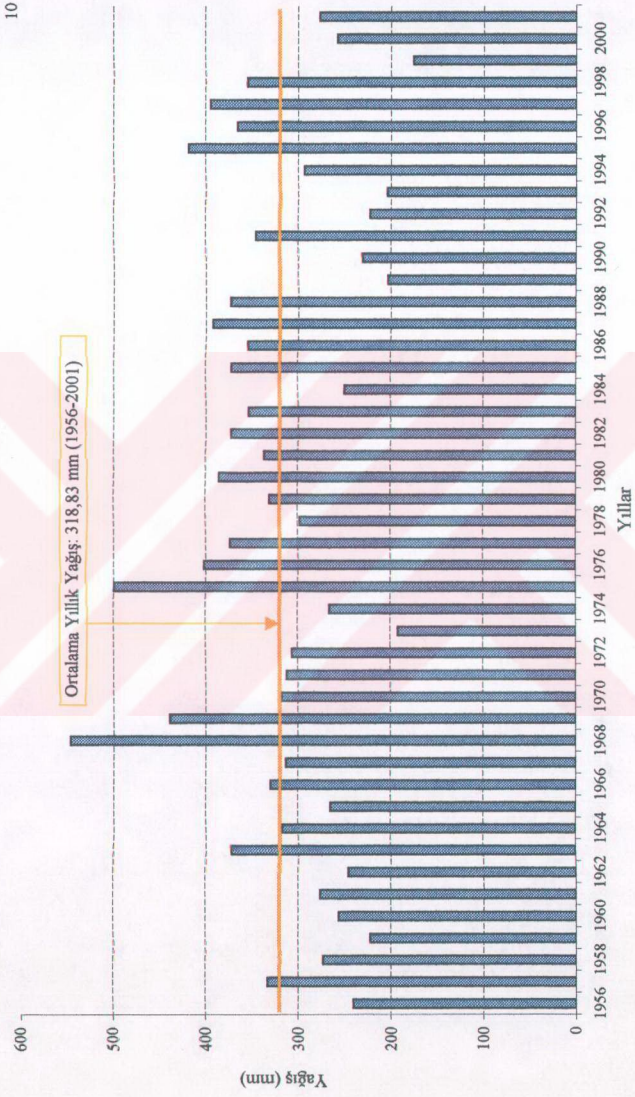
İnceleme alanı içerisindeki önemli akarsular Meram Çayı ve Sille Deresi'dir. Meram Çayı'nda DSİ 1975'e göre $1,072 \text{ m}^3 / \text{sn}$ 'lik debi ölçülmüştür. Her iki akarsu üzerinde kurulu olan Altınapa ve Sille barajları kuraklık nedeni ile kurumştur.

1.5. Barajlar

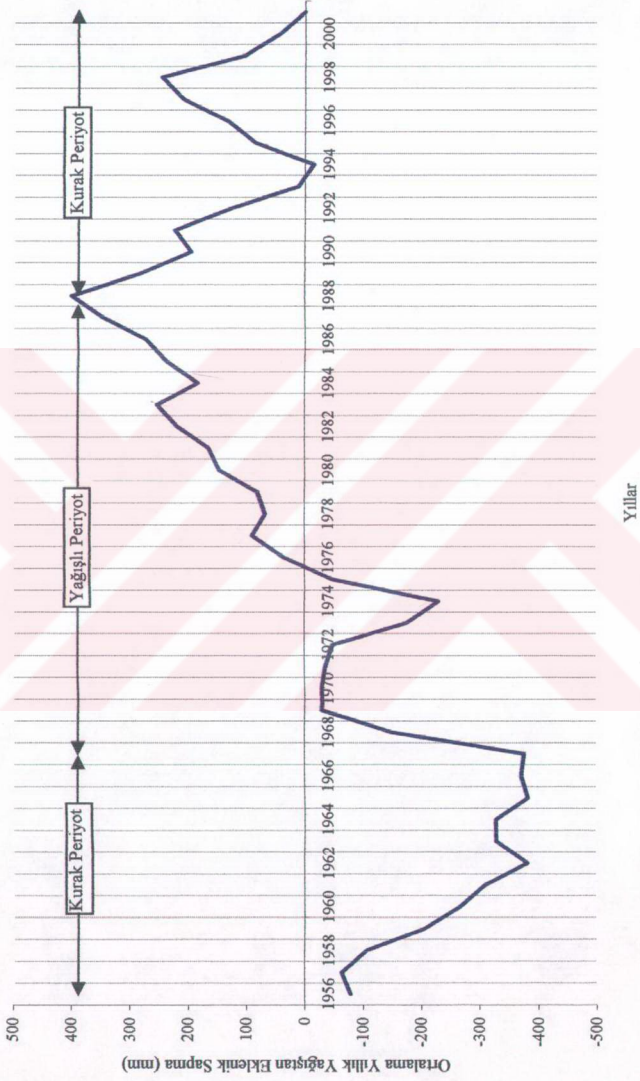
Çalışma sahasında sulama ve taşkından koruma amaçlı olarak inşaa edilmiş Sille Barajı bulunmaktadır. Ayrıca inceleme alanı dışında bulunan ancak şehrin içme suyunun bir kısmının sağlandığı ve sulama amaçlı olarak ta kullanılan Altınapa Barajı bulunmaktadır (Şekil 1.5).

1.6. Kaynaklar

İnceleme alanı içerisindeki kaynaklar genellikle sahanın güneybatı kesiminde



Şekil 1.3, inceleme alanının yıllara göre ortalama yıllık yağış dağılımı

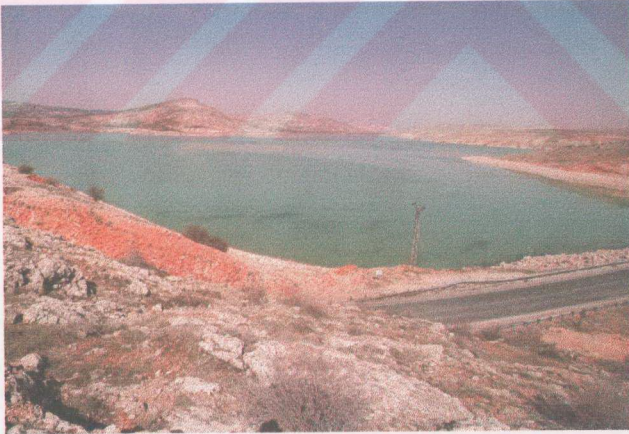


Şekil 1.4, İnceleme alanının ortalama yıllık yağıştan sapma grafiği

yer almaktadır. Bunlardan Hatip Köyü civarındaki Hatip Kaynağı 27 lt/sn'lik debiye sahip olup, civarındaki bahçeleri sulama ve balık üretimi amaçlı değerlendirilmektedir. Bunun dışındaki kaynaklar Konya Su ve Kanalizasyon İdaresi (KOSKİ) tarafından kaptaj yapıp, tatlı su çeşmeleri aracılığıyla, şehre ulaştırılmaktadır. Bu kaynaklarda KOSKİ tarafından 2002 yılında yapılan debi ölçüm değerleri şu şekildedir; Çayırbağı Köyü girişindeki Çayırbağı Kaynağı 28 lt/sn, Kozağaç mevkiinde Antalya Çevre yolu kenarındaki Dutlu Kaynağı 55 lt/sn, Dere Köyü batısındaki Beypınarı 12 lt/sn ve Mukbil 11 lt/sn ile Durunday batısındaki Kırankaya Kaynağı 9 lt/sn.

1.7. Bataklıklar

Konya yerleşim alanında çay, dere ve sulama kanalları aracılığı ile akıp gelen su, alçak kotlu kesimlerde bataklık alanları oluşturmuştur. Bunlar Alakova ve Aslım bataklıklarıdır. DSİ tarafından açılan kurutma kanalları ve yeraltı su tablasındaki düşümler nedeniyle, her iki bataklık kurumuş ve mera olarak kullanılmaktadır.



Şekil 1.5, Altınapa Barajı'nın genel görünümü

2. GENEL JEOLojİ

Konya havzasının kuzeybatısını kapsayan inceleme alanında Paleozoyik-Mezozoyik yaşı temel kayalar ile Miyosen-Kuvaterner yaşı örtü kayalar yüzeylenir (Şekil 2.1, 2.2).

Paleozoyik-Senozoyik yaş aralığında oluşmuş kayaları içeren inceleme alanı, Türkiye'nin tektonik sınıflamasında (Ketin 1966), Anatolidler içerisinde yer alır. Özgül'e (1976) göre ise Toridler Ana Tektonik Birliklerinden Bozkır ve Bolkar Dağı birliklerini kapsamaktadır. İnceleme alanında, Göger ve Kırval (1973), Özcan ve diğ. (1988), Hakyemez ve diğ. (1992) ve Eren (1993, 1996 ve 2001) ayrıntılı jeolojik araştırmalarda bulunmuş ve yörenin stratigrafisi ile yapısal özelliğini irdelemişlerdir. Bu çalışmada, yörenin genel jeolojisi geniş ölçüde söz konusu araştırmalardan yararlanılarak özetlenecektir.

2.1. Stratigrafi

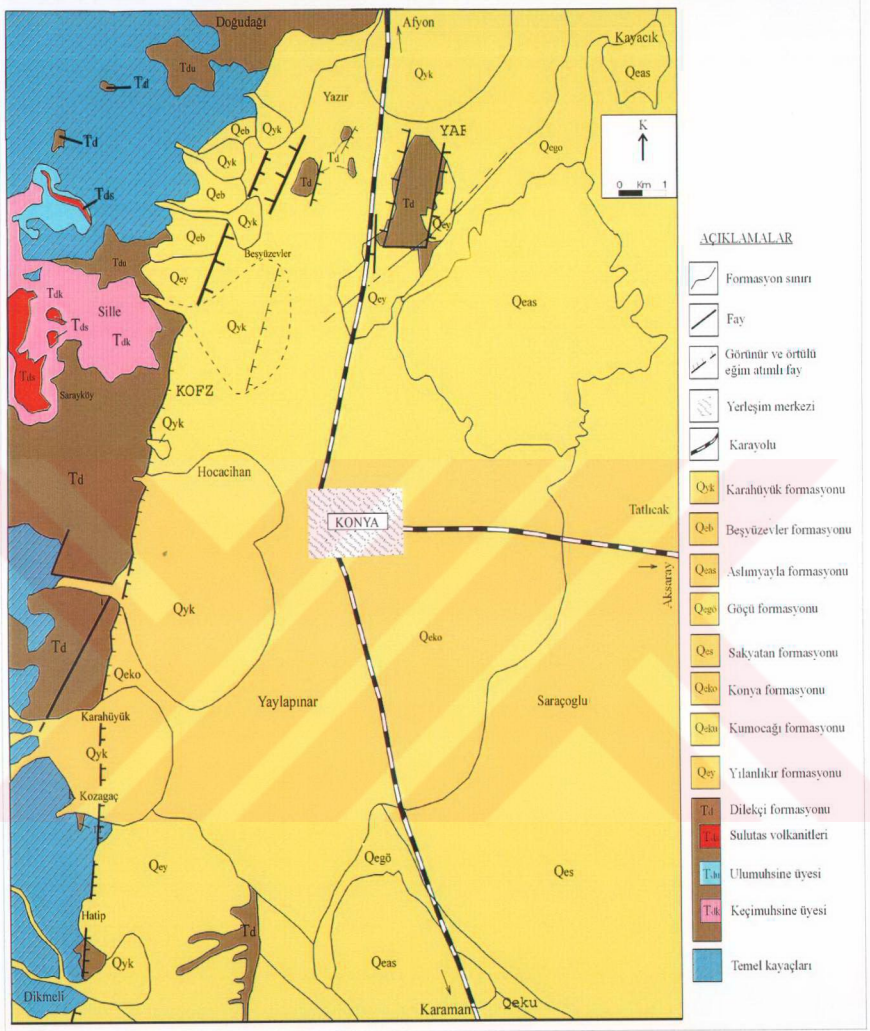
İnceleme alanında Paleozoyik-Mezozoyik yaşı otokton ve allokton konumda temel kayalar ile bunları açılı uyumsuzlukla örten Neo-otokton konumla Miyosen-Kuvaterner yaşı örtü kayalar yüzeylenmektedir. Temel kayaları, başkalaşıma uğramış sedimanter ve magmatik kökenli kayalar ile, okyanusal kökenli kayalar oluşturmaktadır. Örtü kayalar ise karasal, tatlı su-gölsel ve volkanik kayalardan oluşmaktadır.

2.1.1. Paleozoyik-Mezozoyik Temel Kayaları

Temel Kayalar olarak tanımlanan birimler, inceleme alanının batısında Konya havzasını batıdan sınırlayan KOFZ (Eren 2001) hareketlerine bağlı olarak oluşmuş kuzey-güney gidişli horst yapısı içerisinde izlenir. Bu yükseltinin kuzey kesiminde başkalaşıma uğramış sedimanter ve magmatik kökenli kayalar yaygınlık sunarken, güneyinde okyanusal kökenli Mezozoyik yaşı ofiyolitler ve ofiyolitik karışık niteliğindeki kayalar gözlenir. Temeli oluşturan metamorfiteğin yaşı Devoniyen- Üst Kretase arasındadır (Özcan ve diğ. 1990; Eren 1996). Söz konusu temel kayaları Neojen çökelleri ile açılı uyumsuz olarak örtülürler (Şekil 2.1, 2.2).

ÜST SİSTEM	SİSTEM	SERİ	FORMASYON	ÜYE	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR	
SENOZOYİK	KUVATERNER	PLEYİSTOSEN - HOLOSEN	Karahüyük			Killi-siltli, kumlu, kötü boylanmalı çakıl-blok	
			Beşyüzevler			Köşeli çakıllı, kötü boylanmalı çakıltaşı	
			Aslımyayla			Gri-kahverenkli, tuz jips ara seviyeli çok az tutturulmuş çamurtaşı	
			Göçü			Çapraz tabakalı az-orta tutturulmuş kumtaşı ve orta-iyi tutturulmuş çakıltaşı	
			Sakyatan			Beyaz-gri renkli, jips aratabakalı marn	
			Konya			Çok az tutturulmuş sarımsı kahverenkli silttaşı, kumtaşı, çakıltaşı	
			Kumocağı			Beyaz-gri renkli yer yer kumlu çakıllı marn, kumtaşı	
			Yılanlıkır			Kırmızı-gri renkli çakıltaşı, kumtaşı, çakıllı çamurtaşı	
	TERSİYER	ÜST MİYOSEN - PLİYOSEN	Dilekçi	Keçimuhisine Ulumuhisine Sultutas			Diskordans Çakıltaşı, kumtaşı, kıltaşı, çamurtaşı, killi kireçtaşı kireçtaşı, tuf, aglomera ve lav
							Andezit, dasit, riyodasit ve tuf
							Kireçtaşı, kumlu-killi kireçtaşı, killi kireçtaşı, kıltaşı
							Yanal ve düşey geçişli, andezitik ve riyolitik tuf ile aglomera, çört, çamurtaşı, kıltaşı
							Taban çakıltaşı, kireçtaşı
							Diskordans
PALEOZOYİK-MEZOZOYİK			Temel Kayaçları			⇒ Bindirme	
						⇒ Bindirme Başkalaşıma uğramış sedimanter ve magmatik kökenli kayaçlar ile okyanusal kökenli Mesozoyik yaşlı ofiyolitler ve ofiyolitik kayaçlar	

Şekil 2.1, İnceleme alanına ait genelleştirilmiş dikme kesit (Eren (2001) ve Hakycmez ve diğ.'den (1992) sadeleştirilerek alınmıştır)



Şekil 2.2, İnceleme alanına ait jeoloji haritası (Eren (2001) ve Hakyemez ve diğ.'den (1992) sadeleştirilerek alınmıştır)

2.1.2. Senozoyik Örtü Kayaçları

İnceleme alanının doğu kesimindeki düşük eğimli alanlarda yaygın olarak gözlenen örtü birimleri bu çalışmada daha fazla öneme sahiptir. Bu nedenle bu birimler daha ayrıntılı olarak tanımlanacaktır. Örtü birimler Tersiyer ve Kuvaterner yaşlı olmak üzere iki alt bölümde incelenecektir.

2.1.2.1. TERSİYER

2.1.2.1.1. Dilekçi Formasyonu (Td)

Çakıltası, kumtaşı, kıltaşı, çamurtaşı, killi kireçtaşı, kireçtaşı, tuf ve volkanik kayaçlardan oluşan birim ilk kez Göğer ve Kıral (1973) tarafından Dilekçi formasyonu olarak isimlendirilmiştir. İnceleme alanında Meram ve Sille civarında yaygınlık sunan Dilekçi formasyonu, tabanda alüvyal yelpaze ve akarsu çökellerinden, üste doğru görsel özellikli kayaçlar ile volkanitlerden yapıldır.

Birim sarımsı, kahve, kırmızı, yeşil, gri ve beyaz alacalı renklerde, orta-kalın tabakalı az tutturulmuş kumtaşı, çakıltası, çamurtaşı, killi kireçtaşı, kireçtaşı ve genellikle andezitik-dasitik tuf, aglomera ve lavlardan oluşmuştur. Bu kaya türleri birbirleri ile yanal ve düşey geçişler sunmaktadır.

Dilekçi formasyonunun egemen olarak andezitik ve riyolitik tuf, aglomeradan oluşan bölümü Keçimuhsine üyesi (Tdk); kireçtaşı, kumlu-killi kireçtaşı ve kıltaşlarından oluşan bölümü Ulumuhsine üyesi (Tdu); andezit, dasit bileşimli volkanitlerden oluşan bölümü ise Sulutaş volkanikleri (Tds) adı altında incelenmiştir (Göğer ve Kıral 1973).

Birim, inceleme alanındaki temel birimler üzerine açılı uyumsuz olarak gelmekte olup, yine açılı uyumsuz olarak Kuvaterner çökelleri tarafından örtülür. Hakyemez ve diğ. (1992) birimin toplam kalınlığının 800 metreye kadar ulaştığını belirtmişlerdir.

Dilekçi formasyonuna, görsel kayaçlarda tanımlanan tatlisu görsel fosil buluntularına ve volkanik kayaçdan yapılan radyometrik yaş tayinlerine göre Üst Miyosen-Pliyosen yaşı verilmiştir (Göğer ve Kıral 1973; Hakyemez ve diğ. 1992).

2.1.2.2. Kuvaterner

İnceleme alanının en yaygın kayaçlarını Konya kapalı havzasını dolduran Kuvaterner yaşlı birimler oluşturur (Şekil 2.2). Söz konusu kayaçlar çalışma alanının doğu kesimlerinde yaygın olarak yüzeyler.

Kuvaterner yaşlı çökellerin farklı formasyonlar olarak ayırtlanmasında kaya türü özelliklerinin yanısıra bunların yansıttığı ortamsal veriler ve jeomorfolojik karakterler de dikkate alınmıştır. İnceleme alanındaki kumsal yüzleklerin kuzeyinde yer alan o döneme ait göl tabanı çökeli ve güneyinde bataklık veya kıyı düzlüğü çökeli gözlenmesi görelî yaşlandırmaya imkan tanımıştır.

Kuvaterner yaşlı birimlerin kalınlığını 0-40 metre arasında olduğu ve bunların kalınlığının kuzeye doğru arttığı, gömülü fayların arasında kalan kesimlerde ise 400 metreye kadar bir kalınlığa ulaştığı belirlenmiştir (Hakyemez ve diğ. 1992).

2.1.2.2.1. Yılanlıkır Formasyonu (Qey)

Çapraz tabakalı çakıltaşları, kaba kumtaşları ve yer yer çakıllı çamurtaşlarından oluşan birim Hakyemez ve diğ. (1992) tarafından Yılanlıkır formasyonu olarak tanımlanmıştır. Birim çalışma alanının güneybatısı ve kuzey kesimlerinde mostralar verir.

Formasyon genellikle küçük ve yarı yuvarlak çakıllı, orta boylanmalı, orta-kalın çapraz tabakalanmalı çakıltaşları, orta-kalın tabakalı kaba kumtaşları ve orta tabakalı ve yer yer çakıllı çamurtaşlarının aralanmasından oluşur. Genel olarak kırmızı-gri renklerdeki bu formasyon, yaslandığı taban kayaların kaya türüne uygun olarak başlıca Üst Miyosen- Pliyosen yaşlı gölsel kireçtaşı ve volkanik çakıltaşları ile temel birimlere ait kırıntıları içermektedir. Yaygı akması kökenli kumtaşı ve çakıltaşı tabakaları, örgülü akarsu düzeninde çökelmiş kumtaşı ve çakıltaşı tabakaları ile çakıllı çamurtaşlarını içermesi, bu istifin bir alüvyon yelpazesinin orta veya uzak kesiminde çökeldiğini göstermektedir (Hakyemez ve diğ. 1992).

Yılanlıkır formasyonu temel birimler ile Neojen birimler üzerine açılı uyumsuz olarak gelir. Bu birim Pleyistosen yaşlı Konya formasyonu tarafından örtülmektedir. Formasyonun kalınlığı 25 metre dolayındadır. Fosil saptanamayan formasyonun yaşı stratigrafik konumuna göre Pleyistosen'in ilk evresi olarak yorumlanmıştır (Hakyemez ve diğ. 1992).

2.1.2.2.2. Kumocağı Formasyonu (Qeku)

Beyaz ve gri renkli yer yer kumlu ve çakıllı düzeylere sahip marn ve kumtaşından oluşmuştur. Çalışma alanının güneyinde gözlenen bu birimler, Kumocağı formasyonu olarak Hakyemez ve diğ. (1992) tarafından isimlendirilmiştir.

Fosil içeriği bulunmayan bu formasyon, stratigrafik konumuna göre Geç Pleyistosen yaşlı olup, diğer eş yaşlı çökeller ile uyumludur.

2.1.2.2.3. Konya Formasyonu (Qeko)

Konya yerleşim alanında oldukça yaygın olan ve sarımsı kahverengi renk tonlarında izlenen, az tutturulmuş silttaşı, kumtaşı ve çakıltaşından oluşan istif, Konya formasyonu olarak isimlendirilmiştir (Hakyemez ve diğ. 1992).

Formasyon alüvyal yelpaze çökelleri özelliğini taşımakta olup, doğuya doğru göl çanağı çökellerine geçiş gösterir. Çakıltaşının egemen olduğu kesimlerden silttaşının hakim olduğu düzeylere geçiş gösterirken, yer yer kumtaşı aratabakaları da gözlenmektedir.

Geç Pleyistosen evresinde oluşmuş olan Formasyon, Dilekçi formasyonunu uyumsuz olarak, Yılanlıkır formasyonunu ise uyumlu olarak örter.

2.1.2.2.4. Sakyatan Formasyonu (Qes)

Konya'nın doğu ve güneydoğu kesiminde yaygın olan ve beyaz-gri renk tonlarında izlenen, jips ara tabakalı, yer yer organik bileşenli marnlar, Sakyatan formasyonu olarak isimlendirilmiştir (Hakyemez ve diğ. 1992).

Kumocağı formasyonunu uyumlu olarak örten Formasyon, stratigrafik konumuna göre Pleyistosen-Güncel yaşlıdır (Hakyemez ve diğ. 1992).

2.1.2.2.5. Göçü Formasyonu (Qegö)

İnceleme alanının kuzeydoğu kesiminde gözlenen orta-iyi tutturulmuş çakıltaş, çakıl katkılı az-orta tutturulmuş kumtaşından oluşan ve çakıllı göl kumsalını temsil eden birim Göçü formasyonu olarak isimlendirilirken; Pleyistosen-Güncel yaşlı Formasyon, Yılanlıkır formasyonunu uyumsuz olarak örtmektedir (Hakyemez ve diğ. 1992).

2.1.2.2.6. Aslımyayla Formasyonu (Qeas)

İnceleme alanının kuzeydoğu ve güney kesiminde, gri-kahverengi renkli, yer yer tuz ve jips ara seviyeli çok az tutturulmuş çamurtaşlarından oluşan ve tuzlu bataklık özelliğindeki birim, Aslımyayla formasyonu olarak adlandırılmış olup, Konya ve Kumocağı formasyonlarının üzerine uyumlu olarak gelen Formasyon, Pleyistosen-Güncel yaşlıdır (Hakyemez ve diğ. 1992).

2.1.2.2.7. Beşyüzevler Formasyonu (Qeb)

Konya'nın kuzeybatı kesiminde yüzlek veren köşeli çakıllı, kötü boylanmalı, orta-kalın tabakalı çakıltaşlarından oluşan ve tipik bir yamaç molozu niteliğindeki birim, Beşyüzevler formasyonu olarak isimlendirilmiştir (Hakyemez ve diğ. 1992).

Temeli oluşturan kayalar ile Dilekçi formasyonunu uyumsuz olarak örten Formasyon, Konya formasyonu ile olasılıkla yan al geçişlidir. Formasyon, Pleyistosen-Güncel yaşlıdır (Hakyemez ve diğ. 1992).

2.1.2.2.8. Karahüyük Formasyonu (Qyk)

İnceleme alanının batı kesiminde, alüvyon yelpazesi çökelleri özelliğinde gelişmiş, killi-siltli, kumlu, kötü boylanmış çakıl ve bloklardan oluşan birim, Karahüyük Formasyonu olarak adlandırılmış ve tüm istifi uyumsuzlukla örterken, Güncel olarak da oluşumunu sürdürmektedir (Hakyemez ve diğ. 1992).

2.2. Yapısal Jeoloji

Konya'nın batı kesiminden geçen kuzey-güney gidişli Konya fayı (Özcan ve diğ. 1990) veya KOFZ inceleme alanı boyunca, kademeli şekilde sıralanmış faylardan oluşmaktadır (Şekil 2.2). KOFZ egemen olarak doğuya eğimli normal bir fay olup, azda olsa sağ yönlü yan al atıma sahiptir. Bu fay zonuyla havzanın batı kenarı merdiven basamakları şeklinde aşağı doğru çökmüştür. Havza kenarında bu faylanmalara bağlı olarak, yaygın bir şekilde askıda kalmış alüviyal yelpazeler izlenmektedir. Faylanmayla yükselen bu yelpazelerin eteklerinde daha genç ve daha küçük boyutta alüviyal yelpaze ve konileri oluşmuştur (Eren 2001).

Kenar faylarının dışında, Konya yerleşim alanı içerisinde daha küçük ölçekli graben/horst yapıları oluşturan YAF gibi kuzey-güney doğrultulu faylarda bulunur. Bu fay, KOFZ'nun doğusunda yer alan ve toplam uzunluğu 10 km'ye varabilen kademeli olarak sıralanmış ve farklı uzunluklardaki bölümlerden oluşmuş bir faydır (Eren 2001).



3. HİDROJEOLOJİ

Bu çalışmanın Genel Jeoloji bölümünde özellikleri verilmiş olan litolojik birimler, hidrojeolojik nitelikleri ile davranışları bakımından farklı özellikler sunmaktadır. Bu birimlerin hidrojeolojik özellikleri, yeraltı su seviyesi, beslenimi ve boşalımı ile ilgili hususlar bu bölüm içerisinde ele alınacaktır.

3.1. Birimlerin Hidrojeolojik Özellikleri

Konya yerleşim alanı içerisinde yer alan birimlerin genelleştirilmiş dikme kesiti Şekil 2.1’de, yayılımları ise Şekil 2.2’de verilmiştir. Hakyemez ve diğ. (1992) ve Eren (2001) tarafından tanımlanmış olan istifte Temel Kayaçlar’ın dışında Mesozoyik sonrasına ait 12 ayrı litolojik özelliğin olduğu belirlenmiştir. Temel kayaçlar ile Tersiyer ve Kuvaterner yaşlı formasyonlar, inceleme alanında, akifer özelliğindedir. Ancak bu çalışma kapsamında Mesozoyik sonrasındaki birimler önem kazanmaktadır. Bunlardan Dilekçi formasyonu, çakıltası, kumtaşı, kiltası, kireçtaşı ve volkaniklerden oluşmakta olup, 0,08’lik depolama katsayısına sahip ve yüzeysel beslenimi zayıftır (Aller ve diğ. 1987). Yörede en geniş yayılımı olan Konya formasyonu silttaşı, kumtaşı ve çakıltasından oluşmakta olup, 0,08’lik depolama katsayısına (S) sahip ve yüzeysel beslenimi oldukça iyidir. İnceleme alanının en düşük kotuna sahip olan ve ovalık kesimini oluşturan Sakyatan formasyonu, jips ara seviyeli marndan oluşmakta olup, 0,07’lik depolama katsayısına sahip ve yüzeysel beslenimi iyidir. 0,08’lik depolama katsayısı ve zayıf yüzeysel beslenim özellikli Aslımyayla formasyonu tuz ve jips ara seviyeli çamurtaşından oluşmaktadır. Beşyüzevler formasyonu ile aynı depolama katsayısı (0,11) ve oldukça iyi yüzeysel beslenim özelliği gösteren Yılanlıkır formasyonu çakıltası, kumtaşı, çakıllı çamurtaşından yapıldır. 0,12’lik S değerli ve zayıf yüzeysel beslenimli Karahüyük formasyonu killi siltli kumlu çakıl ve bloktan oluşmaktadır. Göçü formasyonu ise çakıltası ve kumtaşından oluşmakta olup, $S = 0,12$ ve yüzeysel beslenim özelliği çok iyidir.

KOSKİ’den elde edilen pompaj testi verilerinin Jacob ve Theis’a göre hidrolik iletkenlikleri ve depolama katsayıları hesaplanmıştır (Çizelge 3.1). İnceleme

Çizelge 3.1, Bazı kuyulara ait pompaj testi verilerine göre akifer karakteristikleri

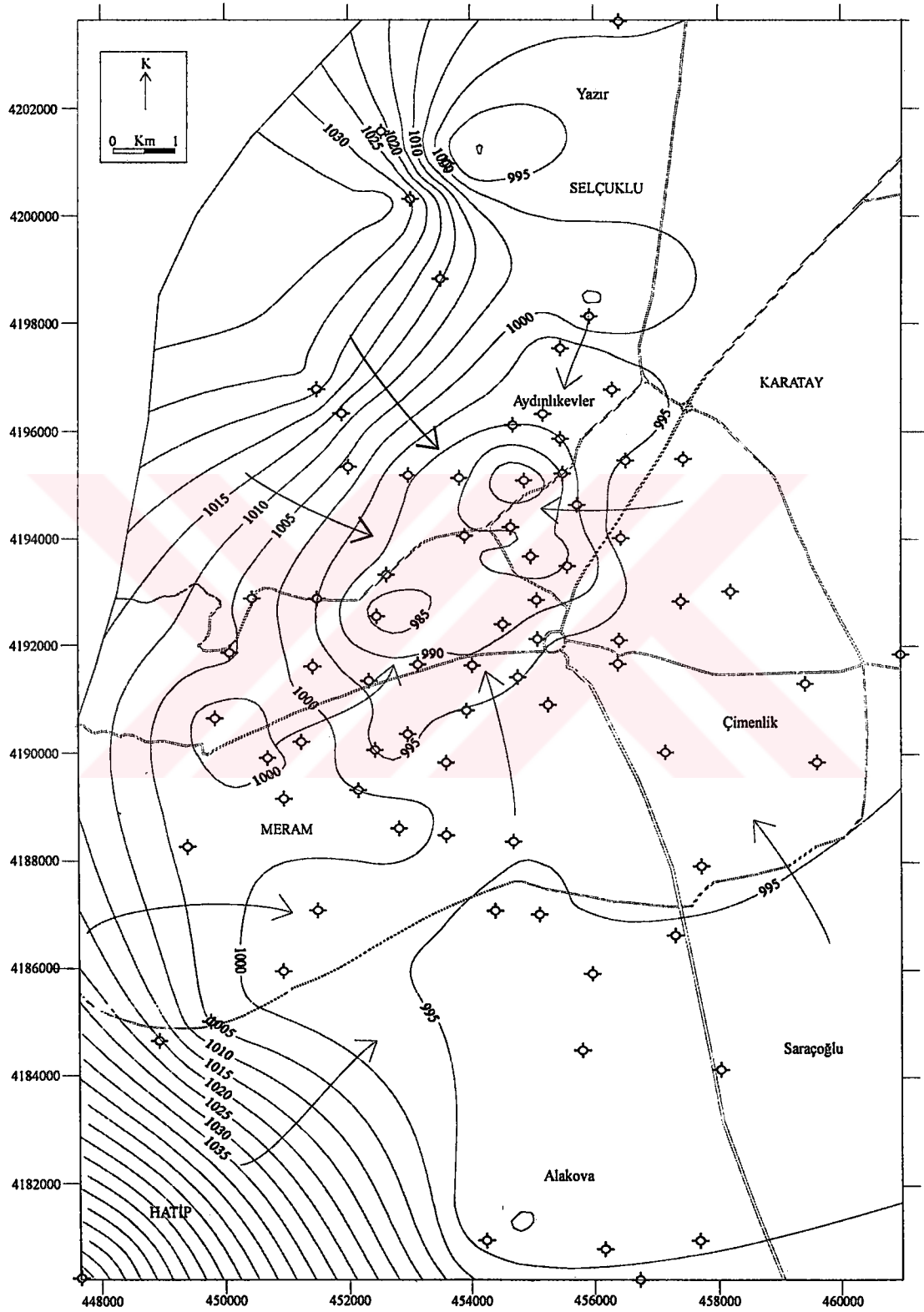
Kuyu No	JACOB			THEİS			Ortalama		
	T (m ² /sn)	K (m/sn)	S	T (m ² /sn)	K (m/sn)	S	T (m ² /sn)	K (m/sn)	S
1	8,6 x 10 ⁻⁴	2,2 x 10 ⁻⁵	0,10	1,5 x 10 ⁻³	3,8 x 10 ⁻⁵	0,10	1,2 x 10 ⁻³	3 x 10 ⁻⁵	0,10
2	1,2 x 10 ⁻³	1 x 10 ⁻⁵	0,13	1,7 x 10 ⁻³	1,4 x 10 ⁻⁵	0,03	1,5 x 10 ⁻³	1,2 x 10 ⁻⁵	0,08
8	5,5 x 10 ⁻³	8,7 x 10 ⁻⁵	0,20	4,8 x 10 ⁻³	7,6 x 10 ⁻⁵	0,02	5,2 x 10 ⁻³	8,2 x 10 ⁻⁵	0,11
27	9 x 10 ⁻⁴	6,3 x 10 ⁻⁶	0,10	8 x 10 ⁻⁴	5,6 x 10 ⁻⁶	0,12	8,5 x 10 ⁻⁴	6 x 10 ⁻⁶	0,11
35	1,8 x 10 ⁻³	2 x 10 ⁻⁵	0,08	2,2 x 10 ⁻³	2,4 x 10 ⁻⁵	0,05	2 x 10 ⁻³	2,2 x 10 ⁻⁵	0,07
36	1 x 10 ⁻³	1,1 x 10 ⁻⁵	0,13	2 x 10 ⁻³	2,2 x 10 ⁻⁵	0,11	1,5 x 10 ⁻³	1,7 x 10 ⁻⁵	0,12
38	1 x 10 ⁻⁴	1,6 x 10 ⁻⁶	0,08	1 x 10 ⁻⁴	1,6 x 10 ⁻⁶	0,06	1 x 10 ⁻⁴	1,6 x 10 ⁻⁶	0,07
109	4 x 10 ⁻⁵	3 x 10 ⁻⁷	0,16	6 x 10 ⁻⁵	4,5 x 10 ⁻⁷	0,08	5 x 10 ⁻⁵	3,8 x 10 ⁻⁷	0,12
110	2,4 x 10 ⁻³	2 x 10 ⁻⁵	0,01	2,7 x 10 ⁻³	2,3 x 10 ⁻⁵	0,13	2,6 x 10 ⁻³	2,2 x 10 ⁻⁵	0,07
111	1,6 x 10 ⁻³	2,7 x 10 ⁻⁵	0,07	2 x 10 ⁻³	3,4 x 10 ⁻⁵	0,07	1,8 x 10 ⁻³	3,1 x 10 ⁻⁵	0,07

alanındaki hidrojeolojik birimlere ait Çizelge 3.1'de verilen depolama katsayısı değerleri akiferin serbest olduğunu göstermektedir.

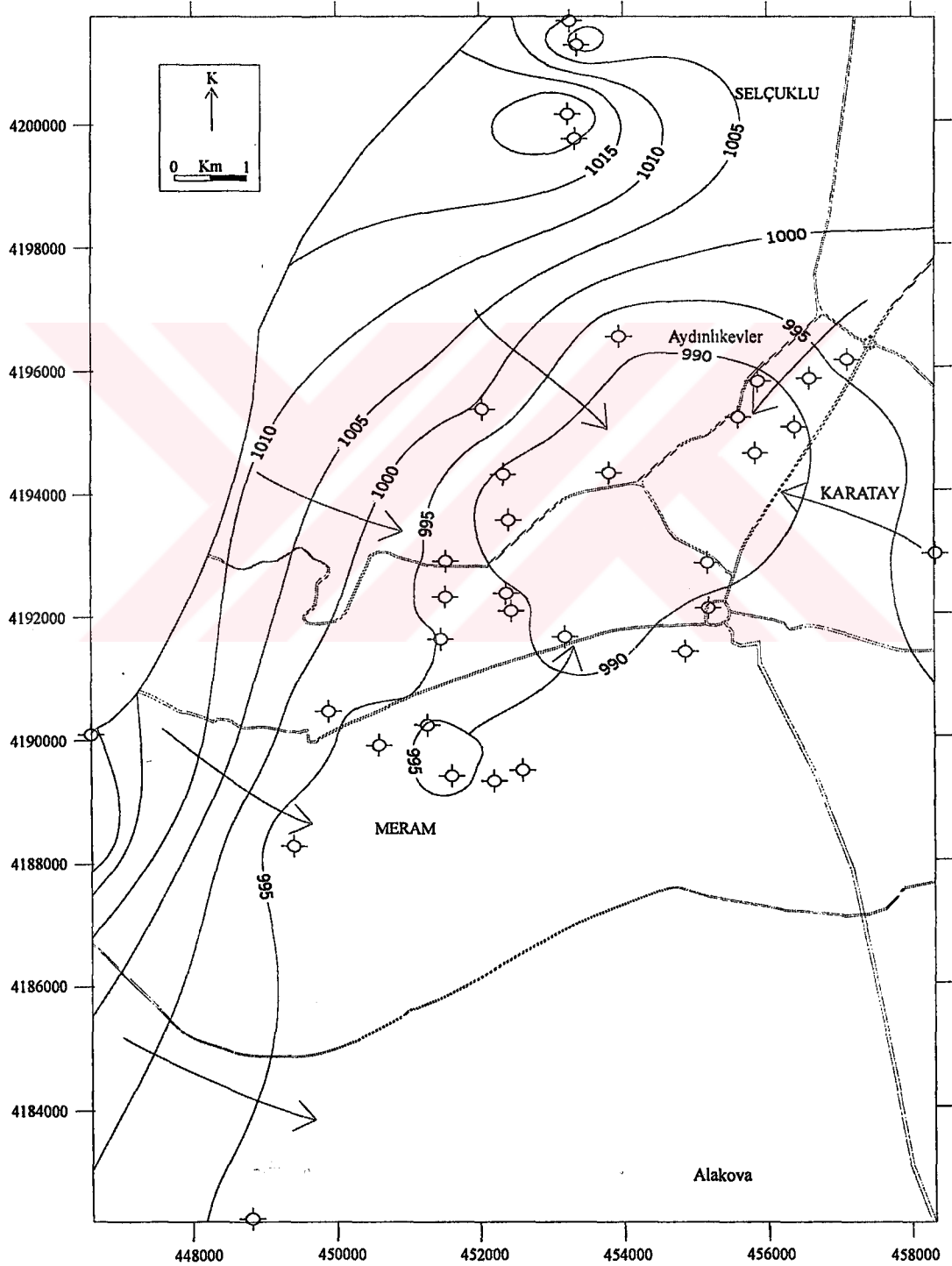
3.2. Yeraltı Su Seviyesi

İnceleme alanında 2001 yılı Nisan ayında yapılan yeraltı suyunun statik seviye ölçümlerinden elde edilen yağışlı sezona ait yeraltı suyunun seviye haritası ve akım yönleri Şekil 3.1'de verilmiştir. Şekilden görüleceği gibi yeraltı suyu hareketi genel olarak batıdan doğuya doğrudur. Kuzey kesimlerde bu yön kuzeybatıdan güneydoğuya, güneyde ise güneybatıdan kuzeydoğuya doğrudur. Ancak alanın doğu kesiminde yeraltı suyunun ana akım istikameti yön değiştirerek inceleme alanının merkezine doğru yani batı kesimindeki akım yönüne ters yönde akım oluşturmaktadır. Böylece alanın doğusunda yeraltı suyu akımı doğudan batıya doğru olmaktadır. Bu nedenle Konya yerleşim alanı çevresinde yeraltı suyu akımı tüm yönlerden şehir merkezine doğrudur. Yani Konya'nın merkezi kesimlerinde kuyularla çekilen yeraltı suyu nedeniyle, akifere doğru işinsal bir yeraltı suyu akımı oluşumu sağlanmış durumdadır (Şekil 3.1).

İnceleme alanındaki yeraltı suyunun Ekim 2001 döneminde yapılan seviye ölçümünden elde edilen yeraltı su tablası haritası ve yeraltı suyunun akım yönleri Şekil 3.2'de verilmiştir. Bu haritaya göre, kurak döneme ait yeraltı suyunun akım yönü, yağışlı sezona ait yeraltı suyu akım yönleriyle paralellik sunmaktadır. Ancak yeraltı su seviyesinde iki dönem arasında belirgin bir düşüş söz konusudur. Örneğin şehir merkezindeki 29 nolu (Fuar) kuyuda 3,7 metre, Yazır'ın (Selçuklu) batı kesiminde 8 metre dolaylarında, 69 nolu (Ulaşevler) kuyuda 3,6 metre, 76 nolu kuyunun bulunduğu Kovanazlı (Meram) dolaylarında 6,3 metre ve 24 nolu Yanıkcami (Karatay) kuyusunda 0,4 metrelik yeraltı su seviyesinde düşme gerçekleşmiştir. Buradan Karatay bölgesindeki ovalık kesimden gelen yeraltı suyu besleniminin, diğer bölgelere göre fazla olmasından dolayı düşüm, diğer kesimlere göre oldukça az gerçekleşmiştir. Karatay ilçesinin ovaya yakın kesimlerinde yeraltı suyunun hidrolik eğiminin de düşük (% 1 dolaylarında) olduğu görülmektedir (Şekil 3.1 ve 3.2).



Şekil 3.1, İnceleme alanının (Nisan 2001) yağışlı dönemine ait yeraltı su tablası haritası ve yeraltı suyu akım yönü



Şekil 3.2, İnceleme alanının (Ekim 2001) kurak dönemine ait yeraltı su tablası haritası ve yeraltı suyu akım yönü

İnceleme alanında yeraltı su seviyelerinin uzun yıllara ait değişimini takip etmek amacıyla DSİ tarafından rasat kuyuları oluşturulmuştur. Bunlar 112 nolu (Alakova-1617), 113 nolu (Hatip-8185) ve 114 nolu (Hatip-9434) kuyular olup, genellikle inceleme alanının güneyinde yer almaktadır (Şekil 4.1). DSİ'nin bu su kuyularına ait 1967'den 2001 yılına kadarki süreyi kapsayan yeraltı su seviyeleri (metre) ile bu seviyelerin aylık değişim grafikleri EK A'da verilmiştir. Rasat kuyularında yapılmış ölçümlere göre, 2001 yılının yağışlı ve kurak sezonları arasında yeraltı su seviyesinde 112 nolu kuyuda 4,8 metre, 113 nolu kuyuda 7,61 metre ve 114 nolu kuyuda 8,91 metrelik düşüm gerçekleşmiştir (EK A).

Yörede yıllık toplam yağışın uzun yıllar ortalaması 318,83 mm (Şekil 1.3.) iken 1999 yılında 176,1 mm, 2000'de 258,5 mm ve 2001'de 277 mm olarak gerçekleşmiştir. Gerek son yıllarda bu yağış miktarındaki azalış ve gerekse kentin içme, kullanma ve sulama suyu gereksinimindeki artış nedeni ile 2001 yılında önceki yıllara göre daha fazla miktarda yeraltı suyundan su temin edilmeye yönelinmiştir. Buna koşut olarak, kurak sezonda yeraltı suyundan yapılan çekim miktarı yağışlı sezona göre artmıştır. Bunların sonucunda da yeraltı suyunun beslenmesindeki azalışa ek olarak önceki yıllara göre su çekimindeki artış sonucu yeraltı su seviyesinde sürekli bir düşüm söz konusu olmuştur. Çalışmanın yapıldığı dönemdeki su seviyesi ölçümlerinde Nisan 2001'e göre Ekim 2001'de düşüm gözlenmiştir. Benzer durum 112, 113 ve 114 nolu rasat kuyularında (EK A) da görülmektedir. Konya yerleşim alanında yağışlı ve kurak sezon arasındaki yeraltı su seviyesindeki düşüm miktarı, benzer topoğrafik özelliklere sahip alanlarda yaklaşıklıkla aynı miktarda gerçekleşmektedir. Topoğrafyanın ve hidrolik eğimin arttığı merkezden batıya özellikle kuzeybatı doğru olan alanlarda, sezonlar arasında oluşan yeraltı su seviyesindeki düşümler, diğer düz topoğrafyaya sahip alanlara göre daha fazla olduğu gözlenmektedir (Şekil 3.1 ve 3.2).

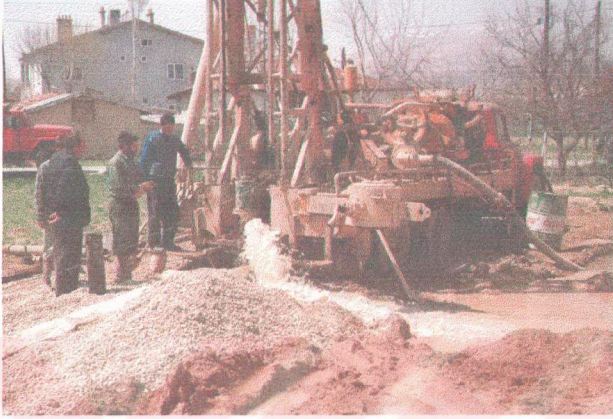
3.3. Yeraltı Suyu Beslenimi ve Boşalımı

Konya yerleşim alanında yeraltı suyu yüzeysel akış, yağış, yeraltından ve sulama suyundan beslenmektedir. Ancak son yıllardaki kuraklık nedeni ile yüzeysel akış son derece azdır. İnceleme alanının özellikle doğu ve güneydoğusundaki ovalık kesimden Konya'nın merkezine yani doğudan batıya doğru bir yeraltı beslenimi söz

konusudur (Şekil 3.1). Ayrıca alana düşen yaklaşık 318.83 mm'lik yıllık toplam yağış ile sulamadan geri süzülen suyun da beslenime katkısı bulunmaktadır.

İnceleme alanında KOSKİ tarafından su üretimi amaçlı açılmış 202 adet sondaj kuyusu bulunmaktadır (Şekil 3.3). Bunların yanında endüstriyel alanlarda ve apartmanlarda açılmış 550 civarında, çalışma alanının özellikle güney ve batı kesimindeki Meram, Lalebahçe, Alakova dolaylarında sulama amaçlı açılmış yaklaşık 350 adet sondaj kuyusu vardır. Yine Konya'nın doğu kesiminde Saraçoğlu, Tatlıcak dolaylarında ise hayvancılık ve sulama amaçlı açılmış 300 kadar keson kuyu ile 50 m'lik sondaj kuyuları yer almaktadır. Sonuçta Konya yerleşim alanında çeşitli amaçlar için 1500 kadar kuyu aracılığı ile yeraltı suyundan su sağlanmaktadır.

KOSKİ'nin 2001 yılı verilerine göre şehre yıllık olarak, Altınapa Barajı'ndan 3×10^6 m³, kuyularla yeraltı suyundan 87×10^6 m³'lük ve ayrı bir dağıtım sistemi olan tatlı su şebekesine şehrin güneybatı kesimindeki çeşitli kaynaklardan (Çayırbağı, Dutlu, Beypınarı, Mukbil ve Kırankaya) 4×10^6 m³'lük su verilmiştir. Bunun yanı sıra özel sondaj kuyularından da olasılıkla 13×10^6 m³'lük su alınmıştır. Toplam olarak inceleme alanında yeraltı suyundan 2001 yılında yaklaşık 104×10^6 m³ su çekilmiştir. 2000 yılında ise Altınapa Barajı'ndan 10×10^6 m³ ve kuyularla yeraltı suyundan 67×10^6 m³ su üretimi yapılmıştır (KOSKİ 2001). 2001 yılındaki özel sondajlarla yapılan su üretimi (13×10^6 m³) aynen alınırsa, 2000 yılında yeraltı suyundan yaklaşık 90×10^6 m³ su sağlanmış demektir. Dolayısıyla 2001 yılında 2000'e göre yeraltından yapılan su üretiminde % 15.6 dolayında artış olmuştur. DSİ'ne (2000) göre 2015 yılında Konya'nın içme, kullanma ve endüstri suyu ihtiyacı 130×10^6 m³ olacağı varsayılmaktadır. Suyun 39×10^6 m³'lük kısmının Altınapa Barajı'ndan karşılanması (barajdan elde edilecek suyun sulamaya verilmeden sadece içme ve kullanma amaçlı olarak tahsisi) planlanmaktadır. Kalan 91×10^6 m³'ün ise yeraltı suyundan karşılanması öngörülmektedir (DSİ 2000) (Şekil 3.4).

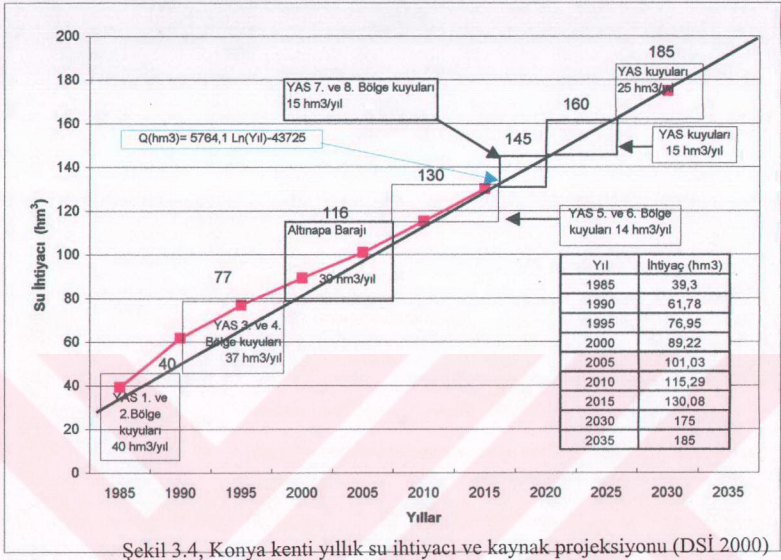


a)



b)

Şekil 3.3. İnceleme alanında KOSKİ tarafından yapılan su sondajları;
a) 30 nolu ve b) 90 nolu kuyunun açılışından görünüm



4. YERALTI SUYU KİMYASI VE KALİTESİ

4.1. Metotlar

Yeraltı suyunun bileşimi ve kalitesini belirlemek için, 2001 yılı Nisan ve Ekim aylarında birer kez olmak üzere sondaj kuyularından yeraltı suyu örneklenmesi yapılmıştır. Yöreden yağışlı sezona ait 85 adet ve kurak sezona ait 86 adet kuyudan alınan su örneğinin analizi yapılmıştır. Yine yağışlı sezonda inceleme alanına dağılmış şekildeki 16 adet kuyudan ağır metal analizi için su örneği alınmıştır. Su örnekleme yapılan kuyuların coğrafik dağılımı Şekil 4.1'de verilmiştir. EK B'de ise bu çalışmada kullanılan kuyuların adları, koordinatları ve hangi amaçla yararlanıldığına ait bilgi verilmiştir.

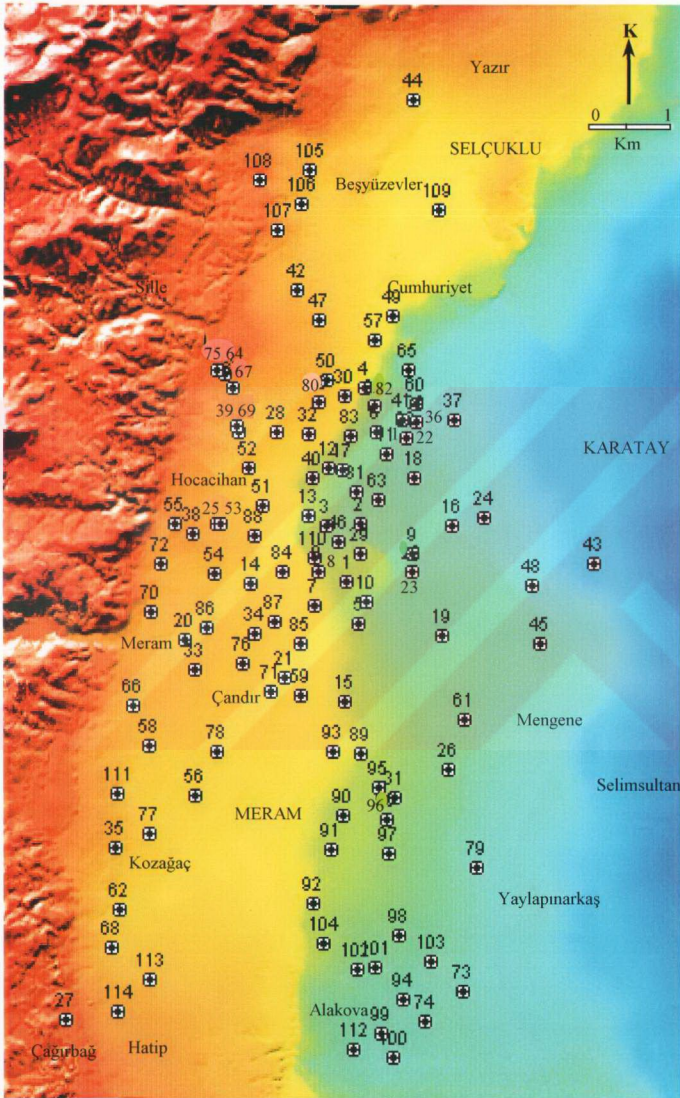
Su numuneleri, örnekleme yapılacak kuyu suyu ile beş kez çalkalandıktan sonra 1 lt'lik PVC şişelere alınarak laboratuvara nakledilmiştir. Bu örnekler laboratuvarda buzdolabında muhafaza edilmiştir.

Sulardaki EC, CaCO₃, Sertlik, NO₂, NO₃, NH₃, SO₄, Cl, CO₃, HCO₃, Al, As, B, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Ga, In, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, S, Se, Sr, Tl, V ve Zn analizlerinin yapılmasında Selçuk Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü, Ziraat Fakültesi ve KOSKİ laboratuvarlarından yararlanılmıştır (EK C). Analizler için titrasyon metodu ile Flame Photometer ve ICP-AES kullanılmıştır.

4.2. Yeraltı Suyunun Özellikleri

İnceleme alanı içinde dönemsel olarak toplanmış olan su örneklerine ait yeraltı su kimyası ve kalitesine ilişkin veriler bu bölümde, kirliliğine ilişkin veriler ise 5. Bölüm'de sunulacaktır.

İnceleme alanından alınan yeraltı suyu örneklerinin EK C'de yağışlı ve kurak sezona ait kimyasal analiz sonuçları verilmiştir. EK D'de ise kurak sezona ait su örneklerinin iyon konsantrasyon dağılım haritaları verilmiştir. Bu haritaların hazırlanmasında EK B'deki örnekleme yapılan kuyu yerleri baz alınmıştır. Yine kurak sezona ait su örneklerinin ana iyon değerlerinin Piper (1944) diyagramındaki dağılımları ise EK C'de verilmiştir.



Şekil 4.1, İnceleme alanındaki kuyuların coğrafik dağılımını gösterir harita

4.2.1. Yeraltı Su Kimyası ve Kalitesinin Değerlendirilmesi

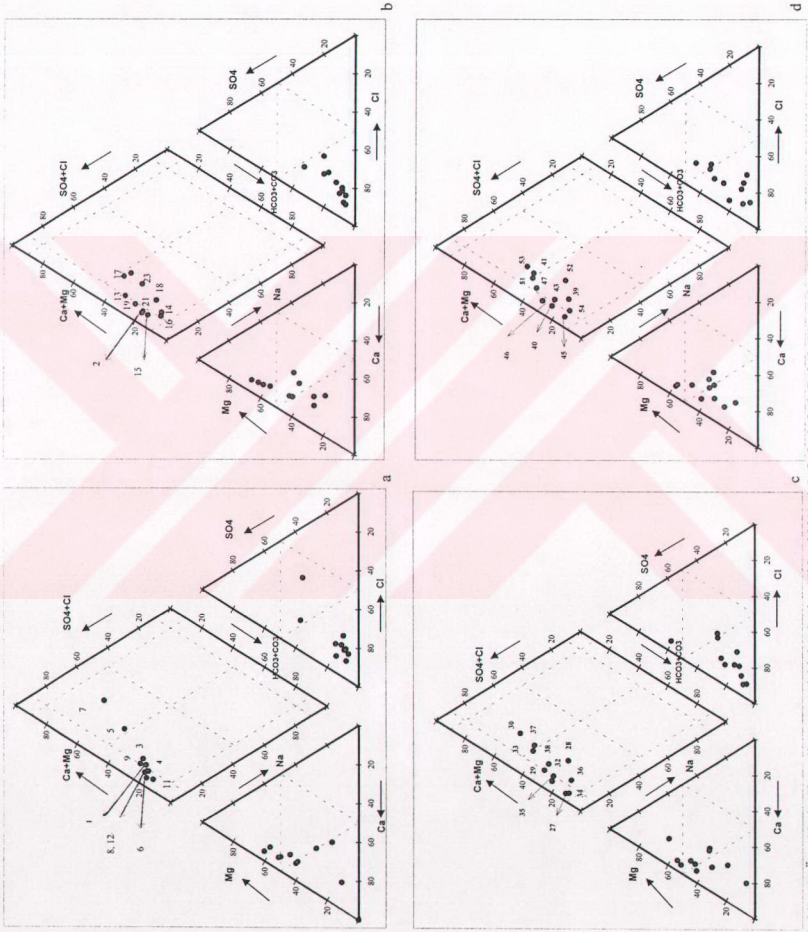
İnceleme alanındaki 74 adet kuyu suyunun katyon ve anyonlarının Piper diyagramındaki dağılımına göre, genellikle yeraltı suyunun CaCO_3 ve MgCO_3 'lı tipte ve karbonat olmayan sertliği % 50'den fazla olan sular olduğu, 12 tanesinin ise iyonlarının hiçbiri % 50'yi geçmeyen karışık bileşimli su olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.2).

Çalışma alanında 2001 yılı içinde Nisan ile Ekim aylarında yapılan analizler kıyaslandığında; yağışlı ve kurak sezon arasında elementlerin konsantrasyon değerlerinde farklı değişimlerin olduğu gözlenmektedir (EK C). Elementlere göre bu farklılıklar ile TS 266'ya (1997) ve Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne (1988) göre değerlendirilmeleri aşağıda verilmiştir:

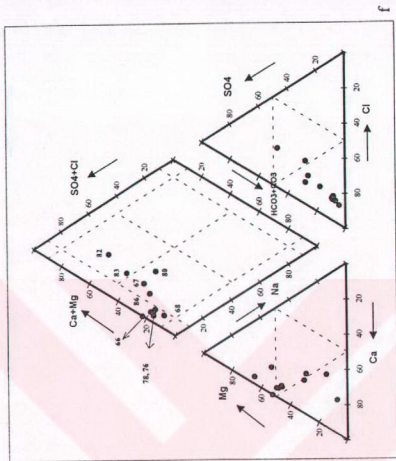
Elektriksel iletkenlik (EC) değerleri yağışlı sezonda 355 $\mu\text{mhos/cm}$ (64 nolu örnek) ile 1612 $\mu\text{mhos/cm}$ (29 nolu örnek) arasında, kurak sezonda ise 44 $\mu\text{mhos/cm}$ (35 nolu örnek) ile 2132 $\mu\text{mhos/cm}$ (37 nolu örnek) arasında değişim göstermiştir. İletkenlik değerlerinde genellikle kurak sezonda (olasılıkla yüzeysel beslenmenin gerçekleşmemesinden dolayı) azalış gözlenmiştir. EC değerleri ($\mu\text{mhos/cm}$) 29 (1612'den 630'a), 57 (1406'dan 952'ye) ve 108 (1140'dan 631'e) nolu kuyuların su örneğinde oldukça fazla azalma olmuş, ancak aynı dönemde örneklenen 48 (630'dan 1410'a) nolu kuyunun suyunda ise aşırı artış olduğu belirlenmiştir. EC değerleri çoğu su örneklerinde önerilen miktarı aşmaktadır.

Fransız sertlik derecesine göre su örneklerinin sertlikleri; Nisan 2001'de 15 (52 nolu örnek) ile 77 (29 nolu örnek) arasında, Ekim 2001'de ise 17 (6 ve 28 nolu örnek) ile 100 (37 nolu örnek) arasında olduğu belirlenmiştir. İki dönem arasında kıyas yapıldığında Kurak sezon analizlerinde 48 örnekte değer azalışı belirlenirken, 29 (77'den 31'e), 57 (70'den 40'a) ve 108 (53'ten 30'a) nolu örneklerde oldukça fazla miktarda azalış, 65 (41'den 65'e) nolu örnekte de artış gerçekleşmiştir. Nisan 2001'deki analizlere göre 1, 2, 23, 49, 57, 99, 100 ve 108 nolu kuyuların suları, Ekim 2001'deki analizlere göre de 23, 37, 48, 60, 65, 90, 93, 95, 99, 100, 105, 107 ve 108 nolu kuyu suları "çok sert"tir (Uslu ve Türkman 1987). Suların sertlikleri "az yumuşak"tan "çok sert"e kadar değişim göstermekte olup, çoğunlukla da "sert su" özelliğindedir.

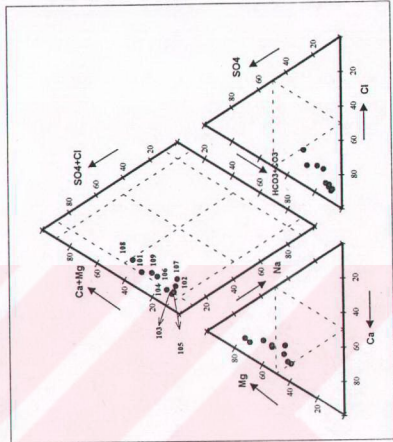
Kalsiyum (Ca) iyonu, Nisan 2001 analiz döneminde 30 mg/lit (56 nolu örnek) ile 190 mg/lit (57 nolu örnek) arasında, Ekim 2001 analiz döneminde ise 22 mg/lit (92 nolu örnek) ile 180 mg/lit (65 nolu örnek) arasında değişen konsantrasyonlara sahip olmuştur. Bu



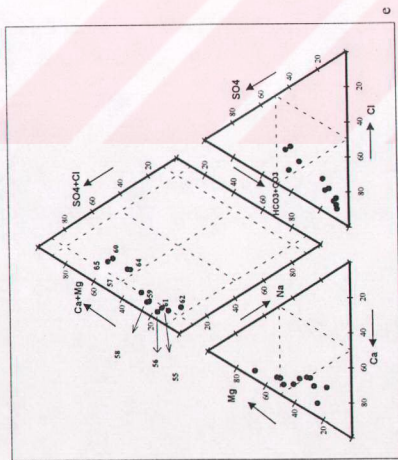
Şekil 4.2. Örneklerin Piper diyagramındaki dağılımları (Ekin-2001):a) 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11 ve 12 nolu kuyular için
 c) 27, 28, 29, 30, 32, 33, 34, 35, 36, 37 ve 38 nolu kuyular için; d) 39, 40, 41, 43, 45, 46, 47, 51, 52, 53 ve 54 nolu kuyular için.



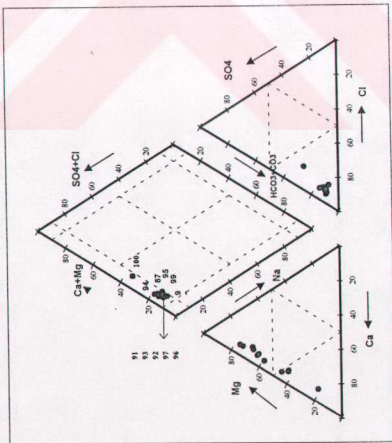
f



h



c



e

Şekil 4.2. devam, e) 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64 ve 65 nolu kuyular için; f) 66, 67, 68, 71, 76, 78, 80, 81, 82, 83 ve 86 nolu kuyular için; g) 87, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99 ve 100 nolu kuyular için; h) 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108 ve 109 nolu kuyular için.

iki sezona ait değerler irdelendiğinde 44 su örneğinde değer azalışı belirlenmiştir. 29 (150 mg/l'ten 64 mg/l't'ye), 57 (190'dan 100'e), 87 (90'dan 30'a) ve 103 (50'den 24'e) nolu örneklere bu azalma oldukça fazla miktarda gerçekleşmiştir. 65 (110 mg/l'ten 180 mg/l't'ye), 68 (40'dan 90'a) ve 99 (50'den 120'e) nolu örneklere ise kalsiyum artışı fazla miktarda olurken, 21 örnekte normal bir miktarda artış gerçekleşmiştir.

Magnezyum (Mg) yağışlı dönemde 3 mg/l't (52 nolu nek) ile 100 mg/l't (23 nolu nek) arasında, kurak dönemde ise 4 mg/l't (32 ve 67 nolu neklere) ile 173 mg/l't (37 nolu nek) arasında llmüştr. Yine Nisan 2001'de Ekim 2001 döneminde kıyasla, 21 örnekte konsantrasyon artışı normal düzeyde gerçekleşirken, 15 (26'dan 55'e) ve 52 (3'den 23'e) nolu neklere bu artış fazla miktarda olmuştur. Yine 34 örnekte konsantrasyon azalışı normal bir oranda gerçekleşirken 2, 6, 14, 18, 27, 29, 31, 32, 54, 62, 67, 71, 80, 95 ve 104 nolu neklere 98 ile 4 mg/l't arasında fazla oranda değişen bir azalm olmuştur. Nisan 2001'de 32 adet nekte, Ekim 2001'de ise 18 adet nekte Mg konsantrasyonu izin verilecek maksimum miktarı aşmaktadır (TS 266 1997).

Sodyum (Na) analizi sadece Ekim 2001 döneminde yapılmıştır. Farklı Na konsantrasyonlarına sahip olan kuyu sularında en dşuk değer 3,8 mg/l't ile 78 nolu, en yüksek değer 78,7 mg/l't olarak 37 nolu neklere llmüştr. Diğer yüksek Na içeriği (mg/l't) 12 (47,3), 23 (51,9), 60 (52,9) ve 65 (57) nolu kuyu sularında belirlenmiştir.

Potasyum (K) analizi sadece Ekim 2001 döneminde yapılmıştır. 0,8 mg/l't ile 78 nolu nekte en az, 23 nolu kuyu suyunda 49,1 mg/l't ile en fazla konsantrasyona sahiptir. Bu nekteki potasyum içeriği izin verilecek maksimum miktarı aşmaktadır ve bu fazlalık olasılıkla mezarlıktan kaynaklanmaktadır. 101 nolu kuyu suyu 11,9 mg/l't potasyum içerirken, diğer kuyu sularının daha az K bulunduğu belirlenmiştir.

Kalsiyum karbonat (CaCO₃) konsantrasyonu Nisan 2001'de 185 mg/l't (52 ve 80 nolu neklere) ile 460 mg/l't (21, 25, 71 ve 100 nolu neklere) arasında Ekim 2001'de ise 150 mg/l't (67 nolu nek) ile 450 mg/l't (23, 99 ve 100 nolu neklere) arasında llmüştr. Konsantrasyon değerleri Ekim 2001'de 43 adet su örneğinde azalmıştır. Bunlarda en fazla düşüm 1 nolu nekte gerçekleşmiş ve 415 mg/l't'den 265 mg/l't'ye kadar değişim olmuştur. Ayrıca 32 adet nekte konsantrasyon artışı belirlenmiştir.

Klorür (Cl) içeriği ilk analiz döneminde 15 mg/l't (89, 91, 92 ve 93 nolu neklere) ile 160 mg/l't (23 nolu nek) arasında, son dönemde ise 13 mg/l't (91 nolu nek) ile 155 mg/l't (23 nolu nek) arasında değişim göstermektedir. İki dönem arasında Cl, 37 nekte azalmış ve 30 nekte de artmıştır. Bunlardan 1 (65 mg/l't'den 35 mg/l't'e), 2 (110'dan 50'ye), 29 (135'ten 45'e), 39 (43'ten 17'ye) ve 87 (60'dan 25'e) nolu neklere klorür miktarında fazla

oranda azalma; 48 (30 mg/l'ten 145 mg/l'e), 65 (90'dan 150'ye), 83 (26'dan 52'ye) ve 92 (15'ten 32'ye) nolu örneklerde ise fazla oranda artma olmuştur. Nisan 2001'de 40 adet su örneğinde, Ekim 2001'de ise 48 adet su örneğinde Cl miktarı izin verilebilecek maksimum miktarı aşmaktadır. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne (1988) göre Cl içeriği açısından su örnekleri çoğunlukla II. Kalite'dir. Yeraltı suyunda klorür içeriğinin fazlalığı Aslımyayla formasyonunun litolojik özelliğinden kaynaklanmaktadır (Şekil 2.1 ve 2.2).

Sülfat (SO_4) yağışlı sezon analizlerinde 8 mg/l'te (27 ve 68 nolu örnekler) ile 550 mg/l'te (49 nolu örnek) arasında, kurak sezonda ise 15 mg/l'te (68 ve 78 nolu örnekler) ile 400 mg/l'te (65 nolu örnek) arasında ölçülmüştür. SO_4 konsantrasyonunun 14 örnekte (Ekim ayında yapılan analizlerde Nisan ayına göre) daha az olduğu, buna karşılık 55 örnekte ise daha fazla olduğu belirlenmiştir. 7, 8, 10, 12, 13, 26, 27, 31, 36, 40, 48, 52, 64, 65, 68, 78, 82, 94, 99, 100, 101 ve 103 nolu örneklerde Ekim'de yapılan analizde artış oranı oldukça fazla olduğu, 108 nolu örnekte ise azalış oranının oldukça fazla olduğu belirlenmiştir. Kurak sezondaki sülfat miktarındaki artışın nedeni, hidrojeoloji bölümünde Şekil 3.1 ve 3.2'de verilen yeraltı su tablası haritalarında görüleceği gibi, yeraltı su akımının söz konusu kuyuların bulunduğu yere doğru aşırı çekim nedeniyle ışınal yöneliminden kaynaklanması olasıdır. Bunun sonucu olarak Sakyatan formasyonu (Şekil 2.1 ve 2.2) içerisindeki jipsli seviyeler, yeraltı suyunun sülfatça zenginleşmesine neden olmuş olabilir. Nisan 2001'de 25, 49 ve 57 nolu örneklerde, Ekim 2001'de ise 30, 53, 56, 60, 65 ve 82 nolu örneklerde sülfat miktarı izin verilebilecek maksimum miktarı geçmektedir.

İnceleme alanında yeraltı suyu kalitesinin denetlenmesi amacıyla yapılan analizlerde, yağışlı sezonda varlığı tespit edilemeyen nitrit (NO_2), kurak sezon analizinde ise sadece 12, 13, 27, 52, 57, 63, 105 ve 107 nolu örneklerde 0,05 mg/l ile 0,2 mg/l arasında olup, TS 266'ya (1997) göre izin verilebilecek maksimum miktarı aşmaktadır.

3, 7, 8, 13, 29, 34, 48, 54, 63, 65, 87, 94, 99, 100 ve 107 nolu örneklerin Ekim 2001'deki analizlerinde 0,03 ile 0,25 mg/l arasında değişen miktarda amonyak (NH_3) varlığı belirlenmiştir. Nisan 2001'deki analizlerde ise sadece 87 nolu kuyu suyu örneğinde 0,08 mg/l amonyak belirlenmiştir.

Nitrat (NO_3) sadece Nisan 2001'de yapılan analizde 3 mg/l'te (93 nolu örnek) ile 110 mg/l'te (29 nolu örnek) arasında ölçülmüştür. Yüksek nitrat içerikli sular şunlardır: 2 nolu örnekte 95 mg/l, 23 nolu kuyu suyunda 84 mg/l ve 29 nolu örnekte 110 mg/l. TS 266'ya (1997) göre 2, 3, 18, 23, 29, 48, 51, 63 ve 107 nolu örneklerdeki nitrat konsantrasyonu izin verilebilecek maksimum miktardan fazladır. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne (1988) göre, nitrat içeriği bakımından su örnekleri çoğunlukla III. Kalite'dir.

5. KİRLİLİK

Bu bölümde çalışma sahasındaki olası kirlilik kaynakları irdelenip, yeraltı suyunun kirlilik durumunun analizlerle araştırılması ve yeraltı suyunun hidrojeolojik parametreler göz önüne alınarak kirlenme olasılığının modellenmesi yapılacaktır.

5.1. Kirlilik Kaynakları

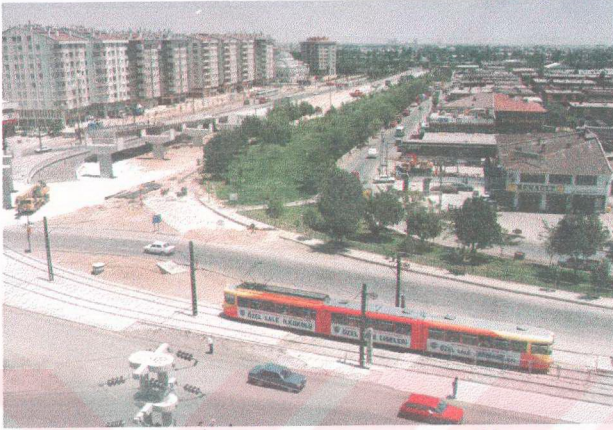
İnceleme alanında, yeraltı suyunda kirlilik oluşturabilecek olası kaynaklar; fabrikalar-sanayiler, katı atık sahaları, mezarlıklar, tarımsal ve hayvansal aktivitelerin yoğun olarak yapıldığı alanlardır. Konya yerleşim alanındaki olası kirleticileri gösterir harita Şekil 5.1'de verilmiştir.

Konya Sanayi Odası'nın 2002 yılı verilerine göre, Konya-Merkez'de 1089 adet kayıtlı sanayi kuruluşu bulunmaktadır. Bunlar farklı endüstriyel sektörlerde iş yapmaktadırlar (Çizelge 5.1). Şehirde kirlilik bakımından riskli olarak görülen en önemli unsur sanayilerin yerleşke içerisindeki konumudur. Selçuklu İlçesi'nde sanayiler yerleşim birimleri ile iç içe durumdadır (Şekil 5.2). Bu ilçedeki sanayilerden bazıları, I. Organize sanayi, Zafer, Anadolu, Karatay ve Motor (Eski) Sanayi, Kamyon Garajı, DSİ, TCK, Telekom, Kurum Atölyeleri ile Demirciler, Dökümcüler, Hırdavatçılar, Marangozlar ve Kunderacılar Sitesi ve Çimento fabrikasıdır. Üretim amaçlı endüstriyel faaliyetler ağırlıklı olarak Karatay İlçesi'nde yoğunlaşmıştır. İlçede Mermereiler, Yeni Toptancılar, Yeni Gıdacılar, Yeni Kunderacılar, Yeni Hurdacılar, Yeni Demirciler, Yeni Ahşap Doğramacılar, Yeni Tenekeçiler, Yeni Matbaacılar Sitesi, Beton Santrali, Süt ve Kağıt Bisküvi ve Un Fabrikaları ile TUMOSAN ve Köy Hizmetleri Atölyesi ana endüstriyel merkezleri oluşturur. Meram İlçesi'nde ise diğer ilçelere göre oldukça sınırlı olan endüstriyel alanlardan bazıları şunlardır: Meram Sanayi, Krom Manyezit Fabrikası İşletmesi, Şeker, Un ve Yem Fabrikaları, Et Balık Kurumu tesisleri ile Askeri Atölye'dir. Bu ilçede de endüstri alanları ile yerleşim birimleri zaman içerisinde iç içe kalmıştır. Bu durum, Şeker Fabrikası ve çevresindeki konutları gösteren Şekil 5.3'te net olarak görülmektedir. Benzer durum Meram sanayi içinde geçerlidir. Bu alanlar kirleticilik bakımından noktasal kirlilik potansiyeli taşımaktadırlar (Todd 1980). Endüstriyel alanlarda kanalizasyon sisteminin varlığına rağmen, bir kısım fabrika ve atölyeler katı ve sıvı

Çizelge 5.1, Konya Sanayi Odası'na bağlı kuruluşlarının ilçelere göre sayısı ve sektörel dağılımı

Sanayi Kuruluşlarının Bulunduğu Yerler	Adet
Selçuklu	356
I. Organize	129
Karatay	209
Büsan	81
II. Organize	173
III. Organize	37
Meram	104
Toplam	1.089

Sanayi Türleri	Adet
Kömür, Kum, Mermer, LPG vd.	31
Tuz, Sodyum sülfat, Çay, Baharat vd.	17
Deterjan, İlaç, Boya vd.	25
Et, Süt, Su mamülleri ve yan sanayi	24
Şeker ve Şekerli maddeler	50
Un ve Unlu maddeler	81
Yem	29
İplik ve Halı	15
Deri ve Lastik Ayakkabı, Kauçuk mamülleri	47
Naylon Ambalaj	9
Plastik ve Plastik mamülleri	67
Tekstil ve Konfeksiyon	33
Ağaç ve Mobilya	34
Kağıt Ürünleri ve Basım	30
Cam (Kristal Cam, Cam Eşya, Isı Yalıtım Camı vd.)	13
Tuğla, Kiremit ve Beton	40
Kireç ve Çimento	3
Müteahhit Hizmetleri (Bina, Baraj, Bent, Yol, Köprü dahil)	19
Muhtelif Döküm (Pik, Çelik, Alüminyum, Sfero, Bakır, Sarı Döküm dahil)	77
Tel, Çivi ve Haddeleme	14
Metal (Krom, Galvaniz, Çelik Büro Malzemeleri, Civata, Somun dahil)	60
Metal (Kalorifer, Akaryakıt Tankı, Brülör, Soba vd.)	23
Elektirikli Makine ve Gereçleri	24
Tarım Alet ve Makinaları	61
Sondaj Makine ve Malzemeleri	23
Muhtelif Makina (Kantar, Baskül, Tekstil, Ambalaj, Enerji ve Gıda Mak.)	32
Asansör, Vinç, Caraskal, Buzdolabı, Komprasör vd.	29
Değirmen Makinaları ve Kalibrasyon Makine İmali	39
Hidrolik (Hidrolik Pres, Giyotin, Makas, Abkant Pres vd.)	40
Torna Makinaları (Ayna, Flanş, Puntolama, Honlama vd.)	13
Av Tüfeği ve Malzemeleri	8
Oto Yedek Parça ve Motor	77
Dorse, Damper, Karasör, Kabin vd.	20
Motor Dışı Aksam ve Parçaları	39
Bisiklet, Motosiklet, Triportör	7
Toplam	1.161



Şekil 5.2, Selçuklu İlçesi'ndeki Eski (Motor) Sanayi'den görünüm



Şekil 5.3, Meram İlçesi'ndeki Şeker Fabrikası'ndan görünüm

atıklarını açık alanlara deşarj etmektedirler. Ayrıca şehirdeki sanayi sitelerinden kanalizasyona deşarj edilen sıvı atıklar, herhangi bir arıtıma tabi tutulmamaktadır. Bunun yanında kanalizasyon şebekesinden oluşan sızmalar, bu alanları riskli bölgeler durumuna

getirmektedir. Diğer kirlilik oluşturabilecek kaynak, şehrin eski ve yeni katı atık sahalarıdır. Şehir yerleşim alanının doğu kesiminde kalan ve noktasal kirletici durumundaki yeni saha yaklaşık 300.000 m²'lik alana yerleşmekte ve 2.000.000 m³'lük katı atık bulundurmaktadır. Bu alanda atıklar, herhangi bir iyileştirme ve kontrollü bir depolama yapılmadan ve atıkların sızıntı sularının drenajı yapılmaksızın düzensiz olarak yığılmakta ve yağışlar ile diğer sıvılardan akan/süzülen atık suları direkt yeraltı suyuyla karışabilmektedir (Şekil 5.4). 2000 yılı sonuna doğru Konya Büyükşehir Belediyesi tarafından bu sahanın yaklaşık yarısının üzeri kille kapatılmak suretiyle rehabilite edilmeye çalışılmıştır. Yine şehrin güneybatı kesimindeki eski katı atık sahası da aynı şartlar altında risk taşımaktadır.



Şekil 5.4, Konya'nın rehabilite edilmeden önceki katı atık sahası

Konya çok eski medeniyetlere tanık olması ve kentte yaşayan nüfus sayısı bakımından yoğun olmasının bir sonucu olarak ilin her kesiminde dar veya geniş alanlara sahip çok sayıda mezarlık vardır. Kentin genişlemesine bağlı olarak bu alanlar merkezi kesimlerde kalmışlardır (Şekil 5.5).

İnceleme alanının doğu kesiminde yaygın olarak yüzlek veren Sakyatan ve Aslımyayla formasyonu (Şekil 2.2) içerisindeki jips ara seviyeli litolojilerin yeraltı suyunu etkilemesiyle kimyasal bileşimi değiştirmektedir. İyon konsantrasyonunda oluşan bu olumsuz artış, yeraltı suyunu, kirlenme tehdidi altında bırakmaktadır.

Konya'nın özellikle güney-güneybatı kesiminde yaygın olarak bahçecilik ve diğer tarımsal aktiviteler yapılmaktadır (Şekil 5.1). Tarım İl Müdürlüğü'nün 2002 yılı verilerine göre Selçuklu, Karatay ve Meram İlçeleri dahil olmak üzere Konya'da 8256 kişi tarımla uğraşmaktadır. Bunların tarımda kullandıkları ilaç ve gübre cinslerine ait bilgiler Çizelge 5.2'de verilmiştir. Bunun yanı sıra batı-güneybatı kesiminde yaygın olarak yapılan hayvan yetiştiriciliğinden doğabilecek kirlenmeler de olası kirlilik kaynaklarıdır.



Şekil 5.5, Kent ve merkezindeki Musalla Mezarlığı (yoğun ağaçlı kesim)

Çizelge 5.2, Konya-Merkez'de tüketilen tarım ilaçları ile gübrelerin cins ve miktarları (kg)

İlaç Türleri	Tüketim Miktarı	Gübre Cinsi	Tüketim Miktarı
İnsektisit	65.940	Amonyum Sülfat (%21 N)	2.940.350
Fungusit	98.750	Amonyum Nitrat (%26 N)	11.476.100
Herbisit	140.350	Amonyum Nitrat (%33 N)	20.527.350
Akarisit	550	Amonyum Nitrat (%30 N)	91.900
Kışlık Yağ	9.800	ÜRE	16.166.900
Diğerleri	1.200	Diamonyum Fosfat(%18 N, %46 P)	12.764.700
Toplam	316.590	Kompoze (15-15-15)	1.684.900
		Kompoze (15-15-15-Zn)	209.500
		Kompoze (20-20-0)	6.818.350
		Kompoze (20-20-0-Zn)	4.285.550
		Triple Süperfosfat	30.100
		Kompoze Nitrat	35.250
		Kompoze (10-25-20)	2.414.900
		Toplam	76.505.500

5.2. Yeraltı Su Kirliliği ve Değerlendirilmesi

İnceleme alanındaki kirliliği ortaya koyabilmek amacıyla, belirli bir su kirliliğinin bilinmemesinden dolayı olası kirleticiler baz alınarak, bunlara yakın noktalardan ve bunların dışındaki alanlara olabildiğince homojen olarak dağılmış kuyular esas alınmıştır. Bunun için 6, 23, 24, 34, 37, 43, 49, 56, 57, 61, 63, 67, 92, 92, 96, 100 ve 106 nolu kuyulardan (Şekil 4.1) yağışlı dönemde yeraltı suyu örnekleri alınmıştır. Ayrıca katı atık sahasına (Şekil 5.1) ait sızıntı suyundan ve bu sahanın 30 m kuzeydoğusundaki tulumba suyundan Haziran 2002' de örnek alınmıştır. Kirlilik durumunu belirlemek amacıyla bu örneklerde Al, As, B, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Ga, In, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, S, Se, Sr, Tl, V ve Zn analizleri yaptırılmış ve sonuçları EK E'de verilmiştir. Yapılan analizlerin sonucuna göre yeraltı suyunu kirleten parametrelerin durumu su örneğinin alındığı kuyunun potansiyel kirleticilerle (Şekil 5.1) olan ilişkisi de değerlendirilerek aşağıda ortaya konulmaya çalışılmıştır. Yine yağışlı döneme ait kirlilik parametrelerinin (Pb, Ni, Cu, Zn, Cr, Cd ve As) konsantrasyon dağılım haritaları EK F'de verilmiştir. Ayrıca Suların sınıflandırılması TS-266'ya (1997) ve Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne (1988) göre yapılmıştır (EK G).

İnceleme alanında sadece 24 nolu kuyu suyunda arsenik (As) 0,0092 mg/lt'lik konsantrasyona sahip olup, diğer örneklerde bulunmamaktadır. Bu miktar izin verilecek maksimum değer altındadır. Ancak Dünya Sağlık Örgütü'ne (WHO 1996) göre bu su, cild kanseri oluşturma riski taşımaktadır. Bu örnekteki arsenik varlığı kuyunun katı atık sahasına yakın olmasıyla ilişkilidir.

Çinko (Zn), tüm örneklerde 0,001248 ile 0,05613 mg/lt arasında değişen konsantrasyonlara sahiptir. Örnekleme yapılan kuyu sularındaki Zn içeriği önerilen sınırlar içerisinde. Bunlardan 6 ve 34 nolu kuyular sanayi merkezinden, 56 nolu kuyu eski katı atık sahasından veya Hüyük Tepe'den (eski medeniyetlerin katı atık alanı olduğu varsayılmaktadır) ve 61 ile 100 nolu kuyular ise tarımsal aktivitelerde kullanılan gübre ve zirai ilaçlardan etkilenme olasılığı vardır.

Kurşun (Pb), sadece 24 ve 43 nolu kuyu suyunda 0,0024 ve 0,0028 mg/lt değerinde olup, diğer örneklerde bulunmamaktadır. Bu iki kuyudaki kurşun konsantrasyonu izin verilecek maksimum miktarın altındadır. İnceleme alanında sadece bu iki su noktasında kurşunun belirlenmesi, bunların katı atık sahasına yaklaşık 3 km'lik bir mesafede

bulunmaları ve yeraltı suyu akım yönünün bu elementin katı atık sahasından taşınmasına yardımcı olabilecek hareket yönüne sahip olmasından kaynaklanmaktadır (Şekil 3.1).

Örneklerden yapılan analizde nikel (Ni) 0 ile 0,012277 mg/lit arasında değişen içerikte olduğu belirlenmiştir. Bunlardan 6 ve 23 nolu kuyularda 0,005 ve 0,012 mg/lit'lik nikel konsantrasyonuna rastlanırken, 24, 57, 67, 92 ve 106 nolu kuyu suyu örneklerinde 0,000066 ile 0,0033 mg/lit arasında bulunmaktadır. 6, 23, 24, 57, 67, 92 ve 104 nolu örneklerdeki nikel içeriği TS 266'ya (1997) göre önerilen miktarı aşmaktadır. 6 nolu örnekteki nikelin varlığı olasılıkla su kuyusunun sanayide yer almasından kaynaklanmaktadır.

Yeraltı suyu örneklerinden yapılan analizde 0,002 ile 0,16 mg/lit dolaylarında demir (Fe) belirlenirken, bu miktar 43 nolu kuyuda artış göstererek 0,30 mg/lit'ye ulaşmakta ve izin verilecek maksimum miktarı aşmaktadır. Ancak bu miktardaki demir giysilerde ve çamaşırlarda leke yapmaya yeterlidir (WHO 1996). Bu su noktasında demir miktarındaki artış, katı atık sahasına yakın olmasıyla ilişkilidir.

Su örneklerinde bakır (Cu) 0,000121 ile 0,035797 mg/lit arasında olduğu belirlenmiştir. En fazla bakır konsantrasyonu (0,035 mg/lit) 34 nolu kuyuda ortaya çıkmasına rağmen, bütün kuyulardaki bakır konsantrasyonu önerilen miktarı aşmamaktadır. 6 ve 34 nolu kuyu suları endüstri sahalarından ve 56 nolu kuyu Meram bölgesindeki Hüyük Tepe'ten veya eski katı atık sahasından etkilenmesi olasıdır.

Krom (Cr) konsantrasyonu, örnekleme yapılan 6, 23, 24, 34, 37, 43, 49, 56, 57, 61, 63, 92, 96, 100 ve 104 nolu kuyu sularında 0,001536 ile 0,025524 mg/lit arasında olup, izin verilecek maksimum değeri aşmamaktadır. En yüksek konsantrasyona (0,0255 mg/lit) 92 nolu kuyuda rastlanılmaktadır. Bu kuyunun yanısıra 96 ve 100 nolu kuyu sularındaki krom varlığının yüksek oluşu, inceleme alanının güneybatı kesiminde yüzeyleyen ve içerisinde ofiyolit bulunduran Temel Kayaçları'ndan (Şekil 2.2) kaynaklanmaktadır. Yine 24 ve 43 nolu kuyulardaki 0,017 ve 0,018 mg/lit'lik kromun bulunuşu, katı atık sahasından kaynaklanmaktadır.

Diğer bir kirlilik oluşturan element olan kadmiyum (Cd), inceleme alanında yapılan örneklemelelerde sadece 6, 23, 24, 37, 43, 57, 67, 92, 96 ve 100 nolu kuyularda 0,000089 ile 0,00277 mg/lit arasında değişen konsantrasyonlarda bulunmaktadır. En yoğun olarak 6 nolu (0,0027 mg/lit) ve 43 nolu (0,0017 mg/lit) kuyuda bulunmaktadır. Bu kuyu suları Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (1988) bakımından IV. Kalite'dir. Örnekleme yapılan

kuyulardaki kadmiyum miktarı içilebilirlik bakımından izin verilebilecek maksimum limiti aşmamaktadır. Olasılıkla 6 nolu kuyu suyunun endüstriyel faaliyetlerden ve 43 nolu kuyu suyunun ise katı atık sahasından etkilenmesinden dolayı kadmiyum varlığı söz konusudur.

5.3. Kirlenme Olasılığı

Bu bölümde Konya yerleşim alanındaki yeraltı suyunun kirlenebilirlik olasılığının ortaya konulmasına çalışılacaktır. Yeraltı suyu kirlenme potansiyeli tahmini için bir takım modeller önerilmiştir. Bunlardan; Katı atık sahalarının oluşturabileceği yeraltı su kirliliğinin tahmin edilmesini tasarlayan Amerika Çevre Koruma Acentası (US-EPA) 1983'te ilk modeli benimsemiştir. Yine katı atık sahalarında yeraltı su seviye değişimleri ile kirleticinin karışması olasılığı için Thorntwaite ve Mather 1957, Fenn ve diğ. 1975, Gibb ve diğ. 1983, yine katı atık alanlarının kirleticiliği üzerine Seller ve Canter 1980 modelleme çalışması yapmıştır. US-EPA, 1986 yılında, RCRA kanunu çerçevesinde 3 parametrelilik (hidrolik iletkenlik, hidrolik eğim ve etkili porozite) ve tehlikeli atıklarda, 100-foot'luk yayılma için geçecek zaman belirlenecek şekilde model geliştirmiştir. Bu modellerden sonra US-EPA tarafından 1987 yılında 7 hidrojeolojik parametre üzerine kurulu ve önceki modellere göre geliştirilmiş olan DRASTIC modelini önermiştir. Bu model, Amerika'da uygulanmakta ve son yıllarda da çeşitli araştırmacılar (Baker ve Panciera 1990, Evans ve Myers 1990, Tim ve Jolly 1994, Ahn ve Chon 1999, Kim ve Hamm 1999, Pusatlı 2000, Bekesi ve McLonchie 2002) tarafından güvenle kullanılmaktadır. Bu çalışma kapsamında Konya yerleşim alanı için bu model uygulanmıştır.

5.3.1. Metot

DRASTIC modeli, hidrojeolojik parametreler kullanılarak yeraltı suyunun kirlilik potansiyelinin tahmini için, US-EPA ve NWWA (Ulusal Su Kuyuları Derneği) ile Aller ve diğ. (1987) tarafından geliştirilmiştir. Bu çalışmada bu model bilgisayar ortamı kullanılarak adapte edilmiştir. DRASTIC kelimesinin kısaltılmasında;

D: Su derinliği, R: Net beslenme, A: Akifer ortamı, S: Toprak ortamı,

T: Topoğrafya, I: Vadoz zonun etkisi ve C: Akiferin hidrolik iletkenliğini tanımlamaktadır.

Bu model için belirlenmiş standart sınıflandırmalar (Çizelge 5.3) kullanılarak, farklı özellikleri tanımlayan katmanlar D, R, A, S, T, I ve C için ayrı ayrı hazırlanmıştır. Bu katmanlar birbiri üzerine konmuş ve her bir katmanın poligonlarının birbirleriyle çıkan alanları, sonuçta DRASTIC katmanı olarak çizilmiştir .

Çizelge 5.3, DRASTIC parametrelerinin ağırlık katsayıları ile sınıflandırma (a) ve birimler (b) ile ilgili katsayı oranları (Aller ve diğ. 1987)

Su Derinliği (ağırlık; W = 5)		Net Beslenme (ağırlık; W = 4)		Topografya (ağırlık; W = 1)		Hidrolik İletkenlik (ağırlık; W = 3)	
Aralık (m)	Oran (r)	Aralık (cm)	Oran (r)	Aralık (%)	Oran (r)	Aralık (cm/gün)	Oran (r)
0-1.52	10	0-5.08	1	0-2	10	0-4.07	1
1.52-4.57	9	5.08-10.16	3	2-6	9	4.07-12.21	2
4.57-9.14	7	10.16-17.78	6	6-12	5	12.21-28.48	4
9.14-15.24	5	17.78-25.40	8	12-18	3	28.48-40.70	6
15.24-22.86	3	25.40<	9	18<	1	40.70-81.40	8
22.86-30.48	2					81.40<	10
30.48<	1						

Akifer Ortamı (ağırlık; W = 3)		Toprak Ortamı (ağırlık; W = 2)		Vadoz Zon Ortamı (ağırlık; W = 5)	
Birim	Oran (r)	Birim	Oran (r)	Birim	Oran (r)
Altere metamorfik/volkanik	3-5	İnce veya yok/ Akarsu çökelleri	10	Basıncılı tabaka	1
Tabakalı kumtaşı, kireçtaşı ve şeyl istifleri	5-9	İnce	9	Silt/Kil	2-6
Masif kumtaşı	4-9	İyi drenajlı iri alüvyon	8	Şeyl	2-5
Masif kireçtaşı	4-9	Altere, orta derinlikte kireçsiz kahverengi toprak ve iyi drenajlı alüvyon	7	Kireçtaşı	2-7
Kum ve Çakıl	4-9	Orta derinlikte kireçsiz kahverengi toprak	6	Kumtaşı	4-8
		Orta derinlikte, orta kalınlıklı kolüviyal	5	Tabakalı kireçtaşı, kumtaşı, şeyl	4-8
		Derin, orta /ince kolüviyal	4	Önemli silt ve killi çakıl ve kum	4-8
		Yetersiz drenajlı orta kalınlıklı alüvyon	3	Metamorfik /Volkanik	2-8
		Yetersiz drenajlı ince alüvyon	2	Kum ve Çakıl	6-9
Hidromorfik	1	Karstik kireçtaşı	8-10		

Potansiyel kirlenme (DRASTIC indeksi=DI) aşağıda verilen eşitlik kullanılarak, son katman (DRASTIC katmanı) üzerinde oluşmuş poligonlar için, derecelendirilmiştir:

$$DI = D_W D_r + R_W R_r + A_W A_r + S_W S_r + T_W T_r + I_W I_r + C_W C_r$$

Eşitliğin sonucu son katman üzerinde oluşmuş bu poligonun DRASTIC İndeksini verir. Formülde W ve r alt indisleri, her bir katman için belirlenmiş olan ağırlık (W) ve oran (r) için kullanılmıştır. DRASTIC'in hesaplanması için kullanılan ağırlık değerleri ve oranlar Çizelge 5.3'de verilmiştir.

DRASTIC modeli oluşturulurken aşağıda verilen bazı kabullerin yapılması gerekmektedir.

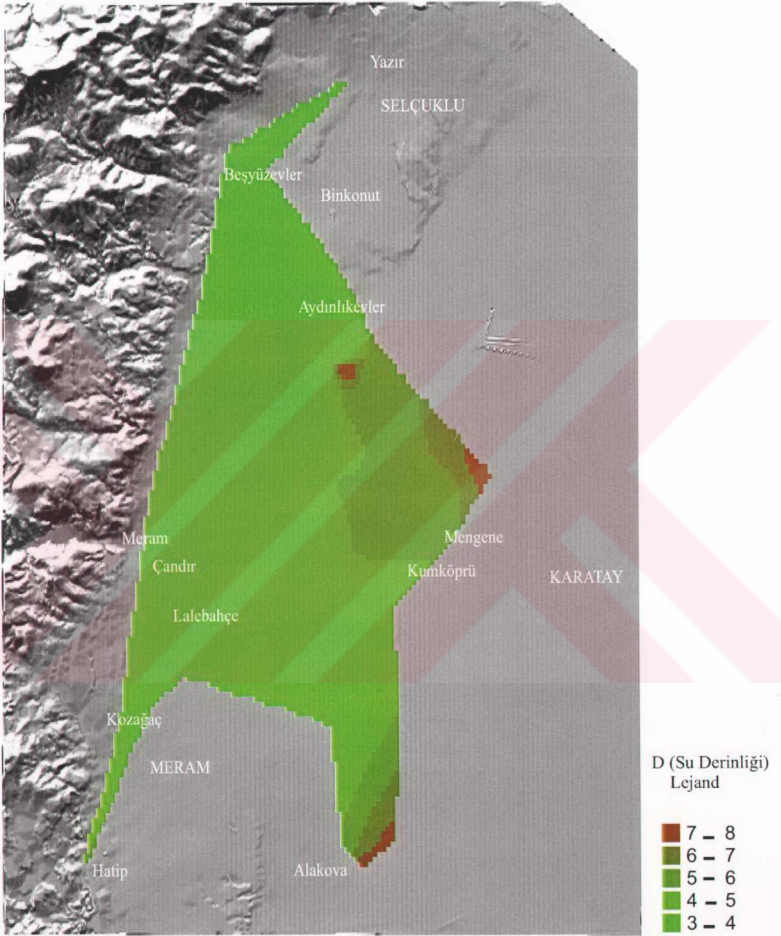
a) Kirlenme yeryüzüne yüzeyden süzülür. Yağış ve suyun hareketi ile yeraltı suyu karışır. Diğer bir deyişle kirlenme toprak ve vadöz zon içerisine girer,

b) Değerlendirmesi yapılacak alanların 0,4 km² veya daha geniş olması, bu model için yeterlidir. Katmanlar, 500m x 500m'lik boyuttaki kareler şeklinde hücreler baz alınarak hazırlanmıştır ve bu hücre tanımlanan rakamsal değer ile değerlendirilmiştir. Bu kareler tüm parçaların katmanların ortak bir eleği olarak kullanılır.

5.3.2. Su Derinliği

Su derinliği katmanı, uygun lokasyonlarda (kuyulardan) topoğrafik yüksekliklerden ölçülen yeraltı suyu derinliklerinin çıkartılmasıyla oluşturulmuştur (Şekil 3.1). Tüm havzada yeraltı su seviyeleri Nisan 2001'de seçili kuyulardan (Şekil 4.1) alınmıştır. Ölçülen yeraltı su seviyeleri TIN (Triangular Irregular Network; üçgenlere ayrılmış düzensiz ağ) metodu kullanılarak sayısal olarak belirlenmiştir. Bu katmanın her bir hücresindeki su derinliği değeri, Çizelge 5.3'de verilen aralıklar kullanılarak oranlanmıştır. Sonuçta, bu hücre oranları tüm havzanın su derinliğinin sınıflandırılma haritasının çiziminde kullanılmıştır (Şekil 5.6 a).

Bu haritaya göre, en iyi kullanılabilir (kirlenebilirlik riski en az olan) akifer ortamı inceleme alanının batı kesimleri ve çevresindeki alanlarda yer alır. Buna ek olarak Alakova ve Karatay bölgesinin bazı alanları, su derinliğine göre, nispeten yüksek bir kirlenebilirlik potansiyeline sahiptir.



Şekil 5.6. a) İnceleme alanının Su Derinliği parametresine göre yağışlı sezona ait kirlenbilirlik riski dağılım haritası

5.3.3. Net Beslenme

Net beslenme katmanı, Nisan 2001 ve Ekim 2001 tarihleri arasında ölçülmüş yeraltı suyu seviyeleri arasındaki farkların TIN metodunun kullanılmasıyla oluşturulmuştur. İlk havzanın farklı özellikteki alanları belirlenir (A_i). Bu alanlara denk düşen depolama katsayıları (Sy_i) ile yer altı su seviye değişim farkı (Δh_i) çarpılmıştır.

$$R = A_i * Sy_i * \Delta h_i$$

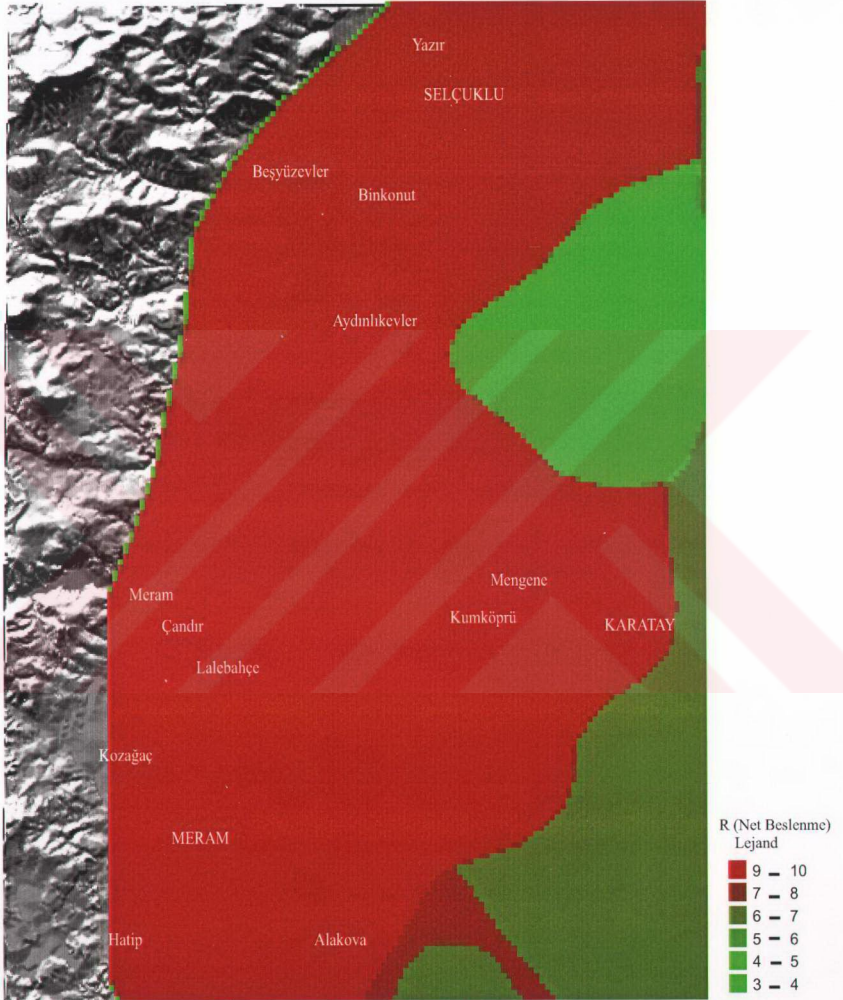
Her farklı alana ait depolama katsayıları, sondaj kuyularına ait pompaj testlerinden hesaplanmıştır (Çizelge 3.1). Bu katmandaki her bir hücrenin yukarıdaki formülle hesaplanmış net beslenme miktarı (R), Çizelge 5.3 a'da verilen değer aralıkları kullanılarak Net Beslenme katmanına ait o hücrenin DRASTIC değer karşılığı belirlenir. Bu şekilde elde edilen değerler, inceleme alanına ait, net beslenmenin sınıflandırılma haritasını çizmek için kullanılmıştır (Şekil 5.6 b). Bu haritaya göre, incelenen havzanın büyük bir kesiminin yüzeysel beslenme oranının yüksek olması dolayısıyla kirlenme olasılığı da yüksektir.

5.3.4. Akifer Ortamı

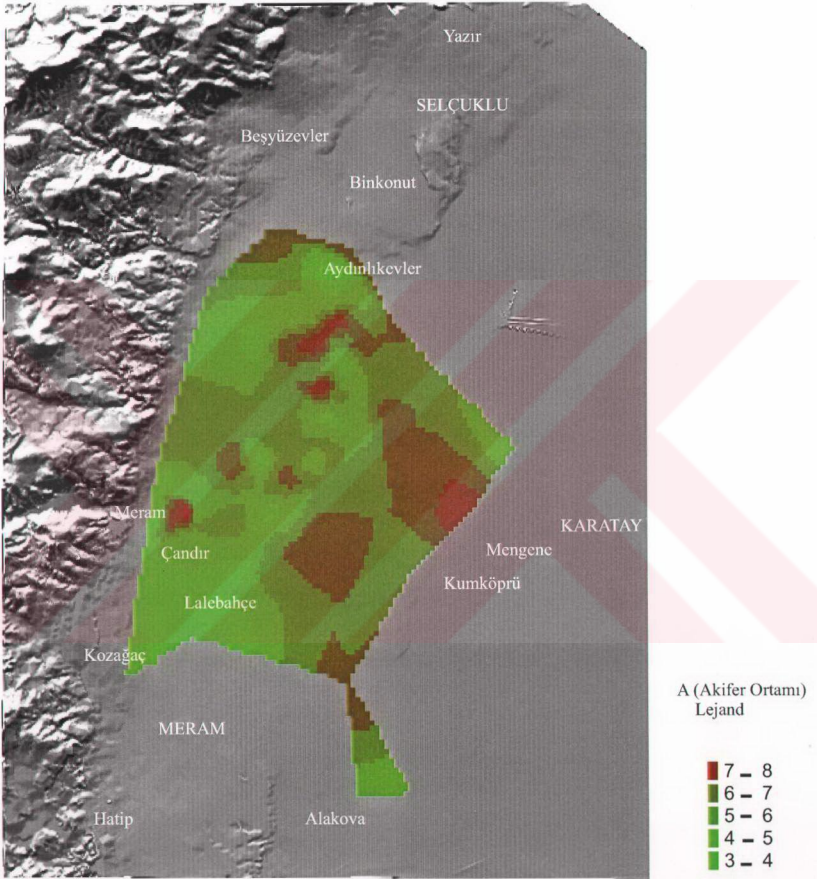
107 adet kuyuya ait litolojik logun değerlendirilmesi ile belirlenen akifer birimleri, Çizelge 5.3 b'de verilen limitler esas alınarak oranlanmıştır. Daha sonra bu oranlar, bir harita üzerine, havzanın akifer alanının sınıflaması için eklenmiştir (Şekil 5.6 c). Bu haritaya göre akifer ortamının oranlamasında olası kirlenmeye karşı en hassas yerler, havzanın kuzey ve batı kesimlerinde lokal alanlar ile doğusundaki Kumköprü ve dolaylarında ise geniş alanlardır.

5.3.5. Toprak Ortamı

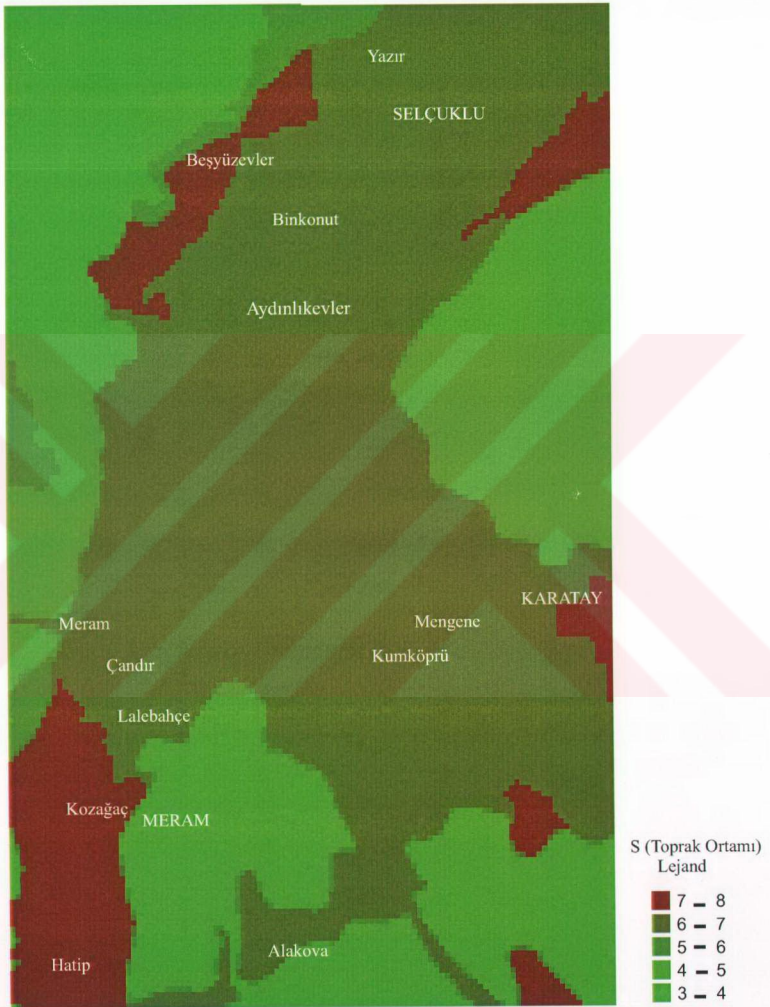
Havzanın toprak durumu haritası, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü'ne (Büyüksar 1992) ait raporda bulunan Konya iline ait arazi sınıflaması haritalarından sayısallaştırılarak uyarlanmıştır. Toprak ortamı haritasının hazırlanmasında (Şekil 5.6 d), toprak türleri Çizelge 5.3 b'de verilen limitler kullanılarak oranlanmıştır. Bu haritaya göre, inceleme alanının kuzeybatı kesimlerinde bulunan Yazır'ın batı kesimleri, Binkonut'un doğu kesimleri ile Kozağaç ve Hatip çevresi kirlenebilirlik olasılığı oldukça hassas bölgelerdir.



Şekil 5.6, devam; b) İnceleme alanının Net Beslenme parametresine göre yağışlı sezona ait kirlenbilirlik riski dağılım haritası



Şekil 5.6, devam; c) İnceleme alanının Akifer Ortamı parametresine göre yağışlı sezona ait kirlenbilirlik riski dağılım haritası



Şekil 5.6, devam; d) İnceleme alanının Toprak Ortamı parametresine göre yağışlı sezona ait kirlenbilirlik riski dağılım haritası

5.3.6. Topografya

Havzanın topografik haritalarından belirlenen eğimler, Çizelge 5.3'de verilen yüzde aralık değerlerinin kullanılmasıyla hesaplanmıştır. Bu oranlar daha sonra havzanın topografya-eğim haritasının çiziminde kullanılmıştır (Şekil 5.6 e). Bu haritanın değerlendirilmesinden hemen hemen bütün havzanın, topografik eğim oran değerlerine göre, yüksek kirlenme potansiyeli taşıdığını gösterir.

5.3.7. Vadoz Zonun Etkisi

İnceleme alanına ait vadoz zonun özelliklerini yansıtmaları için, litolojik özelliklere ve havzadaki dağılımlarına göre 202 kuyudan 107'si seçilmiştir. Bu kuyulara ait litolojik loglar değerlendirilmiş ve vadoz zon sınırı ayrı ayrı belirlenmiştir. Her kuyuyu temsil edecek bir oranın belirlenmesi için aşağıdaki formül kullanılmıştır;

$$R = \frac{D}{\sum_{i=1}^n \frac{d_i}{r_i}}$$

R: Ortalama oran,

D: n tane birimin toplam kalınlığı,

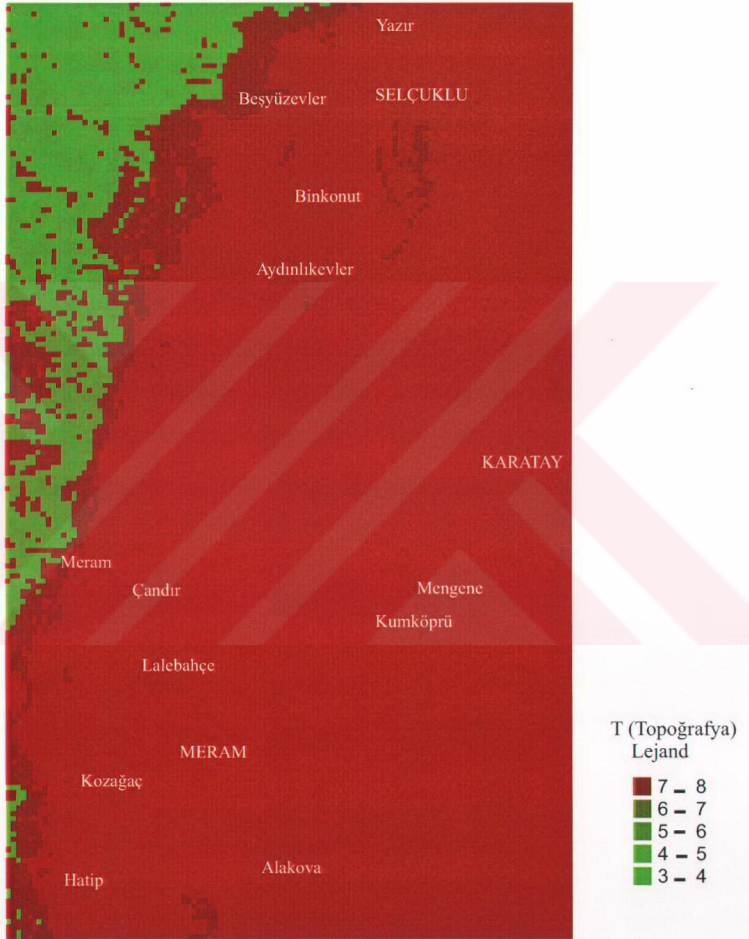
r_i : Her bir birime ait Çizelge 5.3'den elde edilen oran,

d_i : Her bir birimin kalınlığı.

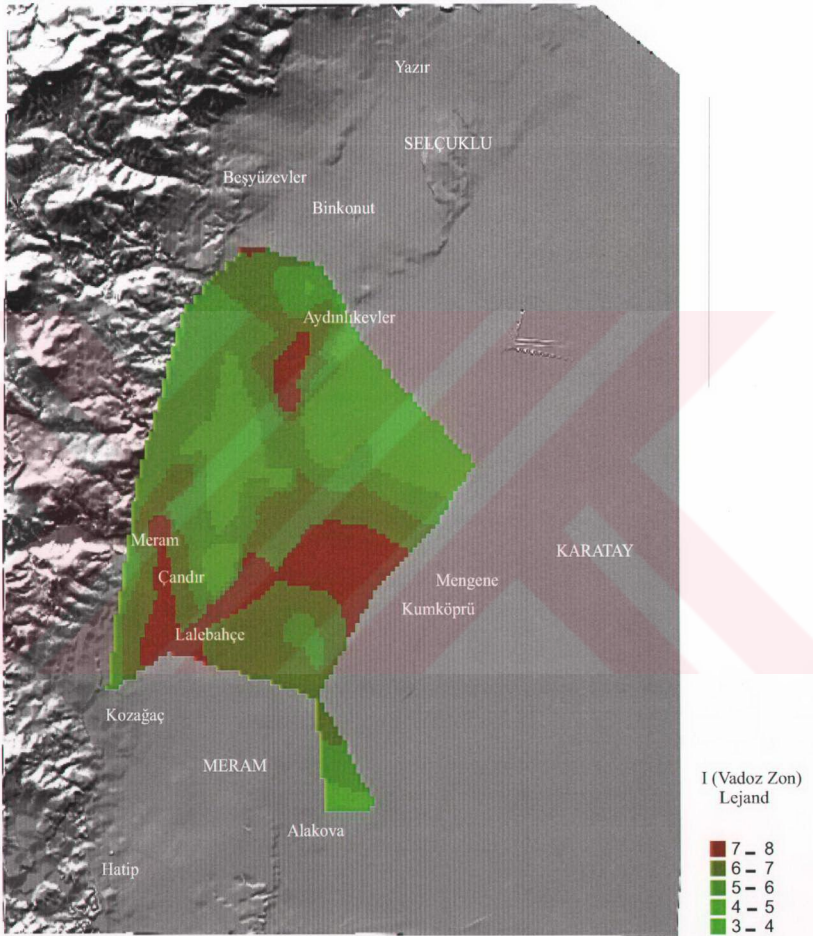
Önce her kuyu için ortalama oranlar hesaplanmış ve karelej haritası TIN metodu kullanılarak hazırlanmıştır. Daha sonra her hücreye denk gelen oranlar, vadoz zon sınıflama haritasını çizmek için kullanılmıştır (Şekil 5.6 f). Bu haritaya göre, havzada kirlenme potansiyeli en yüksek olan bölgeler Kumköprü, Kozagaç, Lalebahçe, Aydınlikevler ve dolaylarında yer alır.

5.3.8. Akiferin Hidrolik İletkenliği

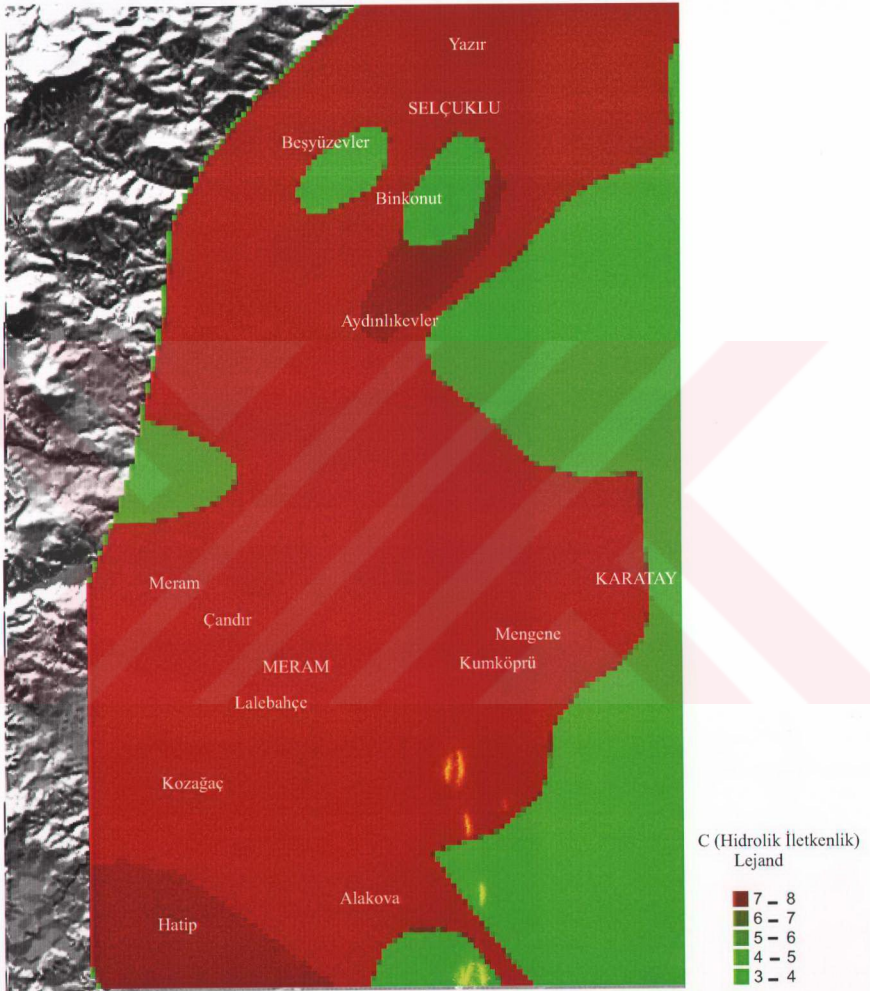
Hidrolik iletkenlik sınıflama haritası Çizelge 5.3 a'da verilen oranlar esas alınarak hazırlanmıştır. İnceleme alanının farklı bölgelerine ait hidrolik iletkenlik değerleri o alandaki sondaj kuyularına ait pompaj testlerinden hesaplanmıştır. Havzanın hidrolik iletkenlik sınıflama haritası (Şekil 5.6 g), en yüksek kirlenme olasılığının Yazır, Binkonut,



Şekil 5.6, devam; e) İnceleme alanının Topoğrafya parametresine göre yağışlı sezona ait kirlenbilirlik riski dağılım haritası



Şekil 5.6, devam; f) İnceleme alanının Vadoz Zon parametresine göre yağışlı sezona ait kirlenbilirlik riski dağılım haritası



Şekil 5.6, devam; g) İnceleme alanının Hidrolik İletkenlik parametresine göre yağışlı sezona ait kirlenbilirlik riski dağılım haritası

Aydınlıkevler, Meram, Lalebahçe, Küçükkovanağzı, Kumköprü, Mengene, Kozağaç, Alakova, Hatip ve dolaylarını içeren geniş alanlarda yer aldığı gösterir.

5.3.9. DRASTIC

Yukarıda belirtilen 7 adet katmanın (5.3.2'den 5.3.8'e kadar) her birine ait oranlar Çizelge 5.3'de verilen ilgili ağırlıkları ile çarpılmıştır. Daha sonra, havzadaki Her bir hücrenin genel DRASTIC indeksini elde etmek için, 7 adet sonuç toplanmıştır. Bu indisler yağışlı dönem için havzanın DRASTIC indeks haritasının çiziminde kullanılmıştır (Şekil 5.7). Bu haritaya göre, yüksek kirlenme potansiyeli olan alanlar Çandır dolayları, Alakova ve kuzeyi, Karaaslanaybahçe, Yaylapınarkaş, Yaylapınarsüleymaniye, Kumköprü, Mengene, Çimenlik, Yanıkcami, Küçükkovanağzı'nın doğu kesimleri, Uzunharmanlar, Bedir ile Musallabağları'nda yer alır.

Bu haritanın değerlendirilmesinden, daha önceden belirlenen olası kirlilik kaynaklarının (sanayi alanları, fabrikalar, zirai faaliyetler, katı atık sahaları v.b.) lokasyonlarının da göz önünde bulundurulmasından, yüksek kirlenme riski olan yeraltı suyu Bedir, Musallabağları, Feritpaşa, Çimenlik, Kumköprü, Yaylapınarsüleymaniye, Uzunharmanlar ve Çandır'da yer almaktadır.

DRASTIC indeksi sonuçlarına göre kirlenebilirlik bakımından en riskli alanlar ile kirlenme ve su kalitesi ilişkisi aşağıda verilmiştir:

Kurum atölyelerinin ve endüstriyel alanların yoğun olduğu Bedir, Aydınlikevler ve Musallabağları mevkiindeki yeraltı suyunda Cr, Cd, Ni, Mg ile litolojik özelliklerden kaynaklanan Cl, SO₄, Ca, Na içeriği yüksektir. Feritpaşa mevkiinde ise Konya'nın en eski mezarlıklarından olan Musalla mezarlığı nedeni ile yeraltı suyunda Na ve Mg ile litolojik özelliklerinden dolayı Cl ve SO₄ konsantrasyonu fazladır. Zirai faaliyetlerin yoğun yapıldığı Çandır ve civarındaki yeraltı suyunda Mg ve SO₄ fazla miktarda bulunmaktadır. Mengene, Çimenlik ve Yanıkcami katı atık sahasına ve endüstriyel alanlara yakın olması nedeni ile yeraltı suyunda Al, As, Ba, Ca, Cr, Fe, NA, Ni, Mg ve Pb, ayrıca bölgenin litolojik özelliğinden de Cl, SO₄ konsantrasyonu fazladır. Kumköprü ve Saraçoğlu dolaylarında yeraltı suyunda bulunan SO₄ miktarı bu yöredeki yoğun tarımsal ve hayvansal faaliyet sonucudur. Yenisüleymaniye, Yaylapınarkaş, Karaaslanaybahçe dolaylarında yeraltı suyunda Mg ve SO₄ varlığı tarımsal faaliyet sonucudur.

5.4. Yeraltı Su Yönetimi

Yeraltı suyu kirlenme olasılığı haritasına (Şekil 5.7) göre, Çandır dolayları, Alakova ve kuzeyi, Karaaslanaybahçe, Yaylapınarkaş, Yaylapınarsüleymaniye, Kumköprü, Mengene, Çimenlik, Yanıkcami, Küçükkovanağzı'nın doğu kesimleri, Uzunharmanlar, Bedir ile Musallabağları'nda yeraltı suyu % 60'dan fazla olasılıkla kirlenme riski altındadır. Yine bu alanlara yakın mesafelerde kirletici nitelikteki sanayi alanları, fabrikalar, zirai faaliyetler ile katı atık sahası bulunmaktadır. Bu nedenlerle ismi geçen alanlarda kuyu açılmasına izin verilmemeli veya sınırlandırılmalıdır.

Yine haritaya göre; Yanıkcami, Çimenlik, Kumköprü, Yaylapınarkaş dolayları ve doğu kesimleri ile Alakova'nın kuzey ve doğusu yeraltı suyu açısından son derece kirlenebilirlik olasılığı bulunan korunmasız alanlardır. Bundan dolayı buralar katı atık sahası için uygun değildir.



6. SONUÇLAR

İnceleme alanında gözlenen birimler genellikle % 8 ile % 12'lik depolama katsayısına sahip olup, yüzeysel beslenme özellikleri iyidir. Bu alanda yeraltı su tablasının kotu 985 m ile 1005 m arasında değişim göstermektedir. Yeraltı suyu akım yönü ise inceleme alanının her yönünden şehir merkezine doğrudur. Yeraltı suyundan yapılan su üretimi 2000 yılında 90×10^6 m³ iken, 2001 yılında 104×10^6 m³'e ulaşarak, bir önceki yıla göre %15,6'lık artış olmuştur. Bunun sonucunda yeraltı su seviyesinde 0,4 m (Karatay bölgesinde) ile 8 m (Selçuklu'nun kuzey kesimleri) arasında düşüm olmuştur.

İnceleme alanındaki yeraltı suyu çoğunlukla CaCO₃ ve MgCO₃ özelliğine sahip olup, karbonat olmayan sertliği % 50'den fazladır. Sular, Fransız sertlik derecesine göre, sert su sınıfındadır.

TS-266'ya (1997) göre her iki analiz döneminde de çoğu kuyu suyunda Na, Cl, Ca, Mg, SO₄ ve EC miktarlarının önerilen sınırları aştığı, bazı kuyularda ise Cl, Mg, SO₄ ve K değerleri izin verilecek maksimum miktarı geçtiği belirlenmiştir. Nisan 2001 dönemindeki analizlerde EC, SO₄, Ca, Mg, Na, Ni, Cr, Cd, Ba, Cl, As, Pb, Al, Fe ve Se konsantrasyonlarının, Ekim 2001'de ise EC, SO₄, Mg, Na ve Cl miktarlarının bazı kuyu sularında önerilen miktarı aştığı belirlenmiştir. Yine bazı örneklerin Nisan 2001'deki analizlerinde Cl, Mg, NO₃, K, Ba, Fe ve SO₄ içeriğinin, Ekim 2001'deki analizlerinde ise Cl, Mg, NO₂, K, SO₄ ve EC miktarlarının izin verilecek maksimum miktarı aştığı belirlenmiştir.

Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne (1988) göre çoğunlukla sular SO₄, NO₂, NH₃, Al, As, B, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Na, Ni, Pb, Se ve Zn içerikleri bakımından I. Kalite, Cl içeriğine göre II. kalite ve NO₃ içeriklerine göre ise III. Kalite su niteliğindedir.

2001 yılı Nisan ayında yapılan analizlerde hiçbir kuyu suyunda nitrit (NO₂) varlığına rastlanılmazken, amonyak (NH₃) sadece 87 nolu kuyuda belirlenmiştir. 2001 yılı Ekim ayında yapılan analizlerde bazı kuyularda 0,05-0,2 mg/l aralığında (12, 13, 27, 52, 57, 63, 105, 107) NO₂, 0,03-0,25 mg/l değer aralığında (3, 7, 8, 13, 24, 34, 37, 48, 54, 63, 65, 87, 94, 99, 100, 107) NH₃ varlığı belirlenmiştir.

Çalışma alanında Çimenlik ve Yanıkcamı doğusunda bulunan katı atık sahası yeraltı suyu kalitesini düşürmektedir. Bedir ve Aydınlikevler dolayındaki sanayiler (Eski sanayi, Karatay sanayi, I. Organize sanayi) ile Musallabağları'ndaki kurum atölyeleri ve fabrikalar yeraltı suyunda kirlilik oluşturan alanlardır. Ayrıca Meram bölgesindeki Meram sanayi ile

Ağır Bakım atölyesi, endüstriyel aktivitelerden; Meram, Lalebahçe, Alakova, Hatip, Kumköprü, Küçükkovanağzı ve dolayları, tarımsal faaliyetlerden dolayı yeraltı suyu açısından kirlilik riski taşımaktadır. Çimenlik, Saraçoğlu ve Taşrakaraaslan bölgesi de hayvansal faaliyetlerden dolayı kirlenme riski taşımaktadır. Bunların yanı sıra şehrin çeşitli yerlerinde bulunan çok sayıdaki mezarlıklar yeraltı suyu için ayrıca bir kalite sorunu oluşturmaktadır.

DRASTIC metodunun su derinliği parametresine göre, Konya'nın doğu kesimleri ile güneyde Alakova; net beslenme ve topoğrafya parametrelerine göre inceleme alanında topoğrafik eğimin azaldığı kesimler; akifer ortamı parametresine göre, Kumköprü ve çevresindeki geniş alanlar; toprak örtüsü parametresine göre Yazır'ın batı bölümü, Binkonut'un doğu kesimleri ile Kozağaç ve Hatip dolayları; vadoz zon parametresine göre Aydınlikevler, Kumköprü, Lalebahçe ve Kozağaç; akiferin hidrolik karakteristikleri parametresine göre Aydınlikevler, Kumköprü, Lalebahçe, Kozağaç, Yazır, Binkonut, Meram, Küçükkovanağzı, Mengene, Alakova ve Hatip kirlenebilirlik olasılığı açısından en riskli yerleri oluşturmaktadır.

Tüm hidrojeolojik parametrelerin (DRASTIC indeksi) değerlendirilmesinin sonucunda kirlenebilirlik potansiyelinin en fazla olduğu kesimler; Çandır, Bedir, Musallabağları, Yanıkcami, Çimenlik, Karaaslanaybahçe ve Uzunharmanlar mevkileridir.

Yukarıda ortaya konan sonuçlar çerçevesinde aşığıdaki önerilerin dikkate alınması gerekmektedir:

İnceleme alanına dağılmış olan kuyularda yağışlı ve kurak sezonlarda yeraltı su kalitesi ve kirliliğinin izlenmesi yapılmalıdır. Yine bu kuyulardan yıl boyunca aylık yeraltı su seviyesinin rasatı yapılmalıdır.

Katı atık sahasından kaynaklanan kirliliğin yayılma yönlerinin ve mekanizmasının belirlenmesi için detaylı araştırma yapılmalıdır. Bu alanın rehabilitasyonunun en kısa sürede tamamlanması ve yağış sularından izole edilmesi zorunlu hale gelmiştir. Bu bölgeye yakın olan kuyulardan yapılan su çekimleri, bu araştırma sonuçlanıncaya kadar durdurulmalıdır.

Endüstriyel alanlara, mezarlıklara, yoğun tarımsal ve hayvansal faaliyetlerin sürdürüldüğu alanlara yakın olan kuyulardan su temininden vazgeçilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmanın yapıldığı dönemde ölçülen yeraltı suyu seviyesindeki düşümler yeraltı suyunun yetersiz beslenmesinden ve kentin su gereksiniminin artmasından kaynaklanmaktadır. Önümüzdeki yıllarda bu durumun devam edebileceği düşünölmektedir.

Bu nedenle Konya yerleşim alanında mevcut olan resmi ve özel kuyuların sayısının belirlenerek yeraltından temin edilen suyun bilançosu yapılmalı ve esas olarak şehir merkezinde belirlenmiş olan aşırı çekim göz önünde bulundurularak kentte halen uygulanan su üretim sistemi revize edilip, yeraltı suyundan kontrollü çekim yaptırılması gerekmektedir.

İl merkezinin doğu ve kuzeydoğu kesimlerinde, yeraltı suyunun Konya ovasından beslenmesi nedeniyle kuyu sularında normal değerlerin üzerinde Ca, Mg, Na, Cl ve SO₄ içerikleri gözlenmektedir. Bu nedenle, bu bölgedeki sondaj faaliyetlerinin sınırlandırılması, ayrıca mevcut kuyuların da terk edilmesi uygun olacaktır.



7. KAYNAKLAR

- Aller, L., Bennett, T., Lehr, J.H., Petty, R.J. and Hackett, G., 1987, DRASTIC: A Standardized System for Evaluating Ground Water Pollution Potential Using Hydrogeologic Settings: EPA Series, No: EPA-600/2-87-035, 455 pp, USA.
- Ahn, H.I. and Chon, H.T., 1999, Assessment of Groundwater Contamination Using Geographic Information Systems: Environmental Geochemistry and Health, Kluwer Acad. Publ., Netherlands, 21, 273-289.
- Aydın, Y., 2001, Konya Yeraltı Suyunun Kirlenme Tehlikesi: Yerbilimleri Açısından Konya Sempozyumu-1, Bildiri Özetleri, 3, Konya.
- Aydın, M.E., Ateş, N. and Dorum, A., 1998, An Investigation on Spring Waters of Konya: 1st International Workshop on Environmental Quality and environmental Engineering in the Middle East Region 5-7 October '98, Proceedings, Bahadır, M. and Burdurlu, Y. (eds.), 503-511, Konya-Turkey.
- Ayhan, A., Güzel, A., Küçükhöyük, M. ve Göçmez, G., 1993, Konya Kapalı Havzasında ve Tuz Gölünde Kirliliğin Tesbiti ve Giderilmesi: Çevre Bakanlığı Projesi, 250 s., Ankara.
- Baker, C.P. and Panciera, E.C., 1990, A Geographic Information System For Groundwater Protection Planning: Journal of Soil and Water Conservation, March-April, 246-248.
- Bekesi, G. and McConehine, J., 2002, The Use of Aquifer-Media Characteristics To Model Vulnerability To Contamination, Manawatu Region, New Zealand: Hydrogeol. J, 10/2, 322-331
- Büyükşar, H., 1992, Konya İli Arazi Varlığı: Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, İl Rapor No: 42, 167 s., Ankara.
- Demirbaş, M., 2001, Konya-Çumra III. Merhale Projesi: Yerbilimleri Açısından Konya Sempozyumu-1, Bildiri Özetleri, 12, Konya.
- DSİ, 1975, Konya-Çumra-Karapınar Ovası Hidrojeolojik Etüt Raporu: DSİ Genel Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltı suları Dairesi Başkanlığı, 185 s., Ankara.
- DSİ, 2000, Konya-Çumra III. Merhale Projesi Planlama Raporu: DSİ Genel Müdürlüğü Etüt ve Planlama Dairesi Başkanlığı, Cilt 1-2, 1207 s., Ankara.
- Eren, Y., 1993, Konya Kuzeybatısında Bozdağlar Masifi'nin Otokton ve Örtü Birimlerinin Stratigrafisi: Türkiye Jeol. Kur. Bült., 36, 7-23.

- Eren, Y., 1996, Ilgın-Sarayönü (Konya) Güneyinde Bozdağlar Masifi'nin Yapısal Özellikleri: Türkiye Jeol. Kur. Bült., 39/2, 49-64.
- Eren, Y., 2001, Konya ve Çevresinin Neo-tektonik Özellikleri ve Depremselliği: Yerbilimleri Açısından Konya Sempozyumu-1, Bildiri Özetleri, 17-19, Konya.
- Evans, B.M. and Myers, W.L., 1990, A GIS-Based Approach To Evaluating Regional Groundwater Pollution Potential With DRASTIC: Journal of Soil and Water Conservation, March-April, 242-245.
- Fenn, D.G., Keith, J.H. and Truett, V.DG., 1975, Use of The Water Balance Method For Predicting Leachate Generation From Solid Waste Disposal Sites:U.S. EPA Solid Waste Report No: 168, Cincinnati, Ohio, 40 pp.
- Gibb, J.P., Michael, J.B., Susan, C.S. and Mark, W.H., 1983, Hazardous Waste In Ogle and Winnebago Counties; Potential Risk Via Ground Water Due To Past and Present Activities: Illinois Department of Energy and Natural Resources, Document No: 83/26, 66 pp.
- Göçmez, G., 2001, Konya Çevresi Şifalı Sularının Hidrokimyasal Açısından Değerlendirilmesi: Yerbilimleri Açısından Konya Sempozyumu-1, Bildiri Özetleri, 20, Konya.
- Göçmez, G. ve Güzel, A., 1997, Konya Ovası Yeraltı Sularındaki Bor Kirlenmesi: S.Ü. Müh. Mim. Fak., Jeol. Müh. Böl., 20. Yıl Jeoloji Sempozyumu, Bildiri Özetleri, 9-10, Konya.
- Göğer, E. ve Kıral, K., 1973, Kızılören Dolayının (Konya'nın Batısı) Genel Stratigrafisi: MTA Rapor No: 5204, 14 s.(yayınlanmamış).
- Gökçekuş, H., 1984, Konya Ovası Batı Kesiminin Hidrojeolojisi ve Yeraltı Düzeyi Değişimlerinin Yorumu: A.Ü. Yüksek Lisans Tezi, 85 s., Ankara.
- Gökçekuş, H. ve Karahanoğlu, N., 1988, Konya Ovası Batı Kesimi Hidrojeolojisinin İstatistiksel Değerlendirilmesi: Ulusal I. Hidrojeoloji Simpozyumu, Bildiriler, B. Canik (Ed.), 205-211, Ankara.
- Güzel, A., 1983, Sarayönü-Kadınhanı (Konya) Dolayının Hidrojeoloji incelemesi: S.Ü. Müh. Mim. Fak. Jeoloji Müh. Böl, Doktora tezi, 115 s., Konya (yayınlanmamış).
- Güzel, A., 1985, Sarayönü ve Kadınhanı Dolayının Yeraltı suyu Bilançosu: Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 22, 11-20, Ankara.
- Güzel, A., 1986, Sarayönü (Konya) Beşgöz ve Zengi Kaynaklarının Hidrojeolojisi: S.Ü. Müh. Mim. Fak. Dergisi, 1/1, 45-55, Konya.

- Güzel, A., 1987, Konya-İlgın-Atlantı Ovasının Oluşumu, Gelişimi ve Karst Hidrojeolojisi: Ulusal I. Hidrojeoloji Sempozyumu Bildiri Özleri, 10, Ankara.
- Güzel, A., 1989, Konya Yarığın-tepe Mağarası: Hacettepe Üniv. Yerbilimleri 20. Yıl Özel Sayısı, 15, 7-14, Ankara.
- Güzel, A., 1993, Yükselen (Konya) Çevresinin Karst Hidrojeoloji İncelemesi: A.Ü. Fen. Fak. Jeo. Müh. Böl. Suat Erk Semp. Bildiriler, 411-417, Ankara.
- Güzel, A. ve Ayhan, A., 1994, Hüyük (Konya) Çevresinin Hidrojeolojisi ve Yeraltı sularında Görülen Kirlenmenin Nedenleri: Ç.Ü. Müh. Mim. Fak. 15. Yıl Özel Sayısı, 59-73, Adana.
- Güzel, A. ve Göçmez, G., 1991a, Çayırbağı, Hatip, Beybes, Kozagaç (Konya) Yöresindeki Kaynakların Hidrojeoloji İncelemesi: Ç.Ü. Müh. Mim. Fak., Ahmet Acar Sempozyumu, Bildiriler, 125-134, Adana.
- Güzel, A. ve Göçmez, G., 1991b, Kombos-Beykonak (İlgın-KONYA) Kaynaklarının Hidrojeoloji İncelemesi: A.Ü. Isparta Müh. Fak. Dergisi, 6, 239-260, Isparta.
- Güzel, A. ve Novinpour, E.A., 1988, Beyşehir Gölü (Konya) Doğusundaki Karstik Kaynakların Hidrojeoloji İncelemesi: S.Ü. Müh. Mim. Fak. Dergisi, 3/1, 69-79, Konya.
- Güzel, A., Nabantçılar, M.T., Yıldırım, Ö.S., Murathan, A. and Gökay, M.K., 1998, Contamination around Abandoned Sızma (Konya-Turkey) Mercury Mine: 1st International Workshop on Environmental Quality and environmental Engineering in the Middle East Region 5-7 October '98, Proceedings, Bahadır, M. and Burdurlu, Y. (eds.), 601-608, Konya-Turkey.
- Güzel, A., Göçmez, G., Ayhan, A. ve Küçükhöyük, M., 2000, Konya Kapalı Havzası ve Tuz Gölü'nde Kirlenme: N.Ü. Aksaray Müh. Fak. Haymana-Tuzgölü-Ulukışla Basenlerinin Uygulamalı Çalışması (Workshop) Bildiri Özetleri, 26-27, Aksaray.
- Hakyemez, H.Y., Elibol, E., Umut, M., Bakırhan, B., Kara, İ., Dağistan, H., Metin, T. ve Erdoğan, N., 1992, Konya-Çumra-Akören Dolayının Jeolojisi: MTA Rapor No: 9449, 63 s., Ankara.
- Kahveci, B., 2001, Konya'da Su Temin Kaynakları ve Yönetimi: Yerbilimleri Açısından Konya Sempozyumu-1, Bildiri Özetleri, 24-27, Konya.
- Kara, İ., 2001, Konya'nın Jeotermal Enerji Olanakları: Yerbilimleri Açısından Konya Sempozyumu-1, Bildiri Özetleri, 28, Konya.
- Ketin, İ., 1966, Anadolu'nun Tektonik Birlikleri: MTA Dergisi, 66, 23-34, Ankara.

- Kim, Y.J. and Hamm, S.Y., 1999, Assesment of the potential for groundwater contamination using the DRASTIC/EGIS tecnique, Cheongju area, South Korea; Hydrogeology Journal, 7, 227-235.
- Kılıçarslan, A. ve Kılıçarslan, H., 1994, Konya Kenti İçme Suyunun Karşılacağı Altınapa Barajının Kirlenmesi: Çevre Sempozyumu'94, Bildiriler, 61-73, Konya.
- KOSKİ, 2001, KOSKİ Faaliyet Raporu-2000: Koski Genel Müdürlüğü Yayını, 143 s., Konya.
- Özcan, A., Göncüoğlu, M.C., Turhan, N., Uysal, Ş., Şentürk, K. ve Işık, A., 1988, Late Paleozoic Evolution of the Kütahya-Bolkardağı Belt: METU Journal of Pure and Appl. Sci., 21, 211-220.
- Özcan, A., Göncüoğlu, M.C., Turhan, N., Şentürk, K., Uysal, Ş. ve Işık, A., 1990, Konya-Kadınhanı-Ilgın Dolayının Temel Jeolojisi: MTA Rapor No: 9535, 132 s.(yayınlanmamış).
- Özdemir A. ve Aydın M.E., 1998a, Konya Yerleşim Alanı Yeraltı Suyu Kimyası Özellikleri : S.Ü. Müh. Mim. Fak. Derg., 13/1, 37-47, Konya.
- Özdemir, A. and Aydın, M.E., 1998b, An Investigation on Areal Distribution of Konya Groundwater Main Ions: 1st International Workshop on Environmental Quality and environmental Engineering in the Middle East Region 5-7 October '98, Proceedings, Bahadır, M. and Burdurlu, Y. (eds.), 314-321, Konya-Turkey.
- Özgül, N., 1976, Toroslar'ın Bazı Temel Jeolojik Özellikleri: Türkiye Jeol. Kur. Bült., 19, 65-78.
- Piper, A.M., 1944, A Graphic Procedure in the Geochemical Interpretation of Water Analyses: Trans. Amer. Geophys. Union, 25, pp. 914-928.
- Pusatlı, Ö.T., 2000, Assessment of Irrigation Water Quality and Contamination in The Küçük Menderes River Basin (İzmir-Turkey): METU The Graduate School of Naturel and Applied Sciences, Master of Science Thesis, Ankara, 188 p.
- Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği, 1988, Resmi Gazete, Tarih: 4 Eylül 1988, No: 19919, Ankara.
- Seller, L.E. and Canter, L.W., 1980, Summary of Selected Ground Water Quality Impact Assessment Methods: National Center For Ground Water Research Report No: NCGWR 80-3, Norman, Oklahoma, 142 pp.

- Thornthwaite, S.W. and Mather, J.R., 1957, Instructions and Tables For Computing Potential Evapotranspiration and The Water Balance: Drexel Institute of Technology, Laboratory of Climatology, Publications in Climatology, Centerton, New Jersey, Vol. 10, No: 3, 311 pp.
- Tim, U.S. and Jolly, R., 1994, Evaluating Agricultural Nonpoint-Source Pollution Using Integrated Geographic Information Systems and Hydrologic/Water Quality Model: Journal of Environmental Quality, 23, 25-35.
- Todd, D.K., 1980, Groundwater Hydrology: John Wiley and Sons Inc., 535 p., America.
- TSE, 1997, Sular-İçme ve Kullanma Suları: Türk Standartları Enstitüsü, TS 266, Nisan 1997, Ankara.
- Uluatam, S.S., 1994, Water Quality Assessment of Konya Irrigation Project: Ç.Ü. Müh. Mim. Fak. 15. Yıl Sempozyumu, Bildiriler, 97-112, Adana.
- Uluatam, S.S., 1995, Assessment of the Konya Irrigation Project With Respect to Water Quality: Environmental Management and Health, Vol. 6, No. 2, pp. 6-15.
- United States Environmental Protection Agency, 1983, Surface Impoundment Assessment National Report: U.S. EPA-570/9-84-002, 200 pp.
- United States Environmental Protection Agency, 1986, Criteria For Identifying Areas of Vulnerable Hydrogeology Under The Resource Conservation and Recovery Act: U.S. EPA, Office of Solid Waste and Emergency Response, Washington, D.C., 491 pp.
- Uslu, O. ve Türkman, A., 1987, Su Kirliliği ve Kontrolü: Başbakanlık Çevre Gen. Müd. Yay. Eğitim Dizisi 1, 364 s., Ankara.
- WHO, 1996, Guidelines for Drinking-water Quality; Vol.2, Health Criteria and other Supporting Information: 2nd ed., pp. 940-949, Geneva.

8. EKLER

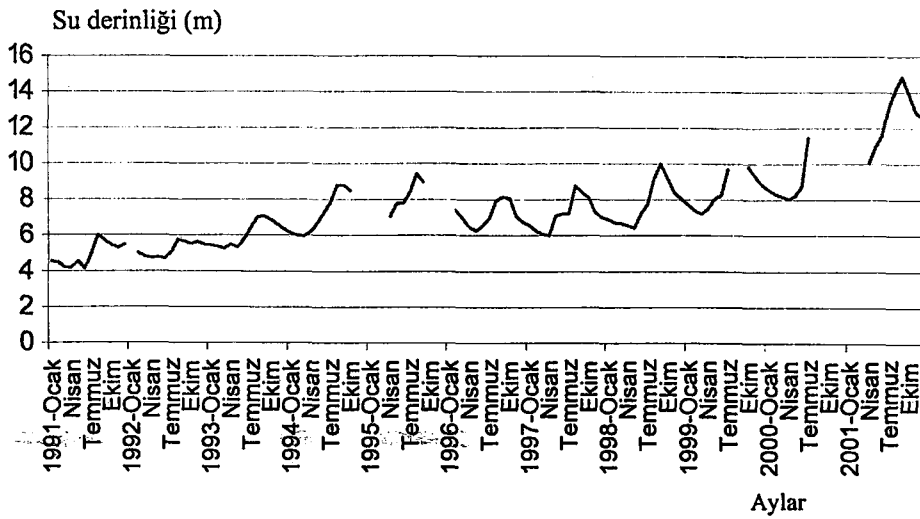
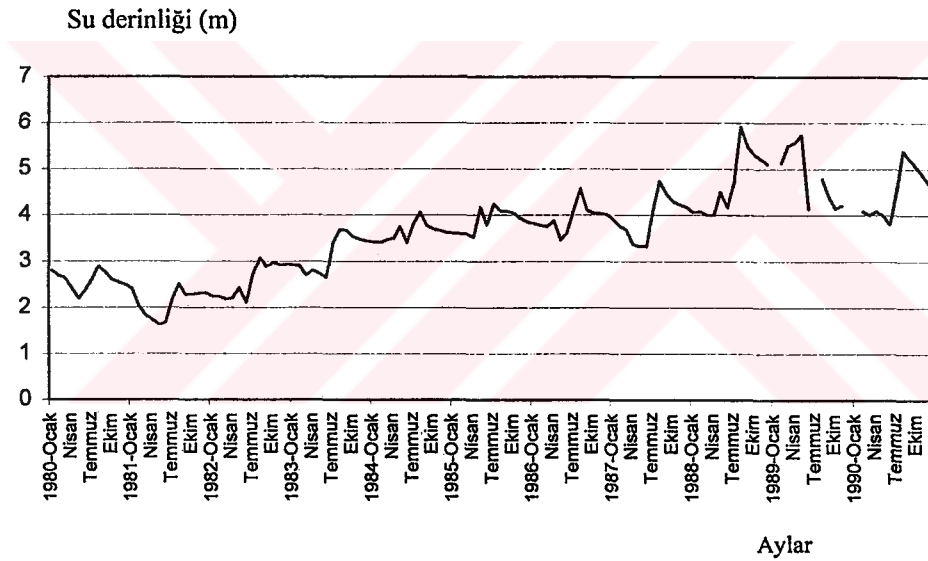
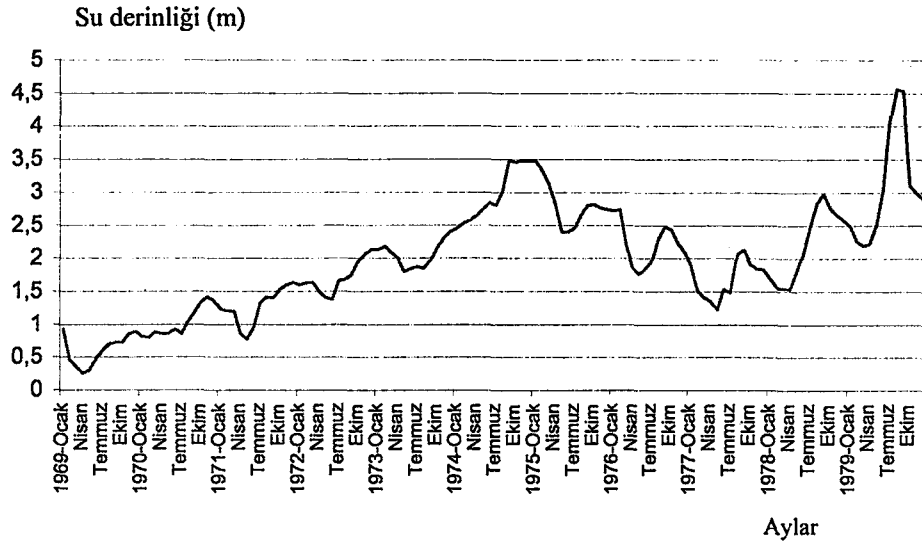
EK A : DSİ rasat kuyularına ait yeraltı suyu seviyesi verileri ve grafikleri



EK A: a) İnceleme alanında bulunan 112 nolu DSİ (Alakova-1617) rasat kuyusuna ait yeraltı suyu seviye değerleri (metre)

Yıllar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
1967	1,7	1,79	1,6	1,63	1,6	1,68	1,8	1,81	1,89	2,03	2,13	2,11
1968	1,8	1,7	1,02	0,84	0,92	0,96	0,94	1,06	1,05	1,14	1,26	1,2
1969	0,93	0,46	0,35	0,26	0,3	0,48	0,6	0,7	0,73	0,72	0,86	0,89
1970	0,82	0,8	0,88	0,86	0,86	0,93	0,86	1,04	1,18	1,34	1,42	1,35
1971	1,23	1,21	1,2	0,86	0,78	0,96	1,33	1,41	1,4	1,53	1,6	1,64
1972	1,6	1,63	1,64	1,5	1,41	1,38	1,66	1,68	1,76	1,96	2,07	2,13
1973	2,13	2,18	2,08	2	1,8	1,84	1,87	1,85	1,96	2,16	2,3	2,4
1974	2,45	2,53	2,57	2,64	2,74	2,84	2,8	3,02	3,48	3,46	3,48	3,48
1975	3,48	3,34	3,14	2,82	2,4	2,4	2,46	2,66	2,8	2,81	2,76	2,74
1976	2,72	2,74	2,2	1,86	1,77	1,84	1,95	2,3	2,48	2,44	2,23	2,1
1977	1,93	1,52	1,42	1,36	1,23	1,54	1,48	2,07	2,13	1,92	1,85	1,84
1978	1,7	1,56	1,55	1,54	1,81	2,08	2,47	2,84	2,98	2,76	2,66	2,58
1979	2,5	2,26	2,2	2,23	2,52	3,05	4,04	4,56	4,54	3,11	2,98	2,9
1980	2,8	2,69	2,64	2,42	2,19	2,36	2,6	2,88	2,77	2,6	2,54	2,48
1981	2,4	2,02	1,83	1,74	1,62	1,67	2,18	2,51	2,27	2,28	2,3	2,32
1982	2,24	2,24	2,18	2,2	2,42	2,1	2,7	3,06	2,88	2,96	2,92	2,93
1983	2,92	2,9	2,7	2,8	2,73	2,65	3,4	3,69	3,66	3,53	3,47	3,44
1984	3,42	3,4	3,46	3,5	3,74	3,4	3,82	4,06	3,77	3,7	3,66	3,62
1985	3,61	3,6	3,6	3,52	4,17	3,78	4,24	4,1	4,1	4,04	3,94	3,86
1986	3,82	3,78	3,76	3,88	3,46	3,62	4,12	4,58	4,12	4,05	4,04	4,02
1987	3,91	3,77	3,69	3,37	3,32	3,32	4,1	4,74	4,48	4,3	4,23	4,18
1988	4,06	4,08	4	4	4,5	4,18	4,7	5,92	5,48	5,32	5,22	5,12
1989		5,14	5,5	5,58	5,74	4,14	4,7	4,8	4,4	4,15	4,22	
1990		4,1	4,02	4,09	3,99	3,8	4,54	5,39	5,21	5,03	4,84	4,64
1991	4,56	4,48	4,22	4,17	4,56	4,14	5,02	6,02	5,72	5,43	5,31	5,49
1992		5,01	4,81	4,74	4,76	4,71	5,02	5,74	5,68	5,51	5,63	5,49
1993	5,43	5,36	5,27	5,49	5,32	5,82	6,46	7,04	7,05	6,89	6,61	6,34
1994	6,12	6,01	5,97	6,18	6,69	7,26	7,84	8,78	8,78	8,49		
1995				7,06	7,78	7,81	8,36	9,41	8,99			
1996		7,4	6,94	6,45	6,28	6,56	7	7,95	8,14	8,09	7,1	6,75
1997	6,57	6,28	6,07	6	7,1	7,23	7,23	8,76	8,41	8,11	7,28	7,02
1998	6,9	6,73	6,7	6,56	6,43	7,23	7,73	9,18	9,98	9,16	8,38	8,05
1999	7,75	7,41	7,22	7,47	8,05	8,25	9,68			9,85	9,32	8,87
2000	8,56	8,35	8,17	8,05	8,21	8,74	11,44					
2001				10,06	10,96	11,55	13,17	14,17	14,86	13,89	12,89	12,58

EK A: İnceleme alanında bulunan 112 nolu DSİ (Alakova-1617) rasat kuyusuna ait yeraltı suyu seviye değişim grafikleri

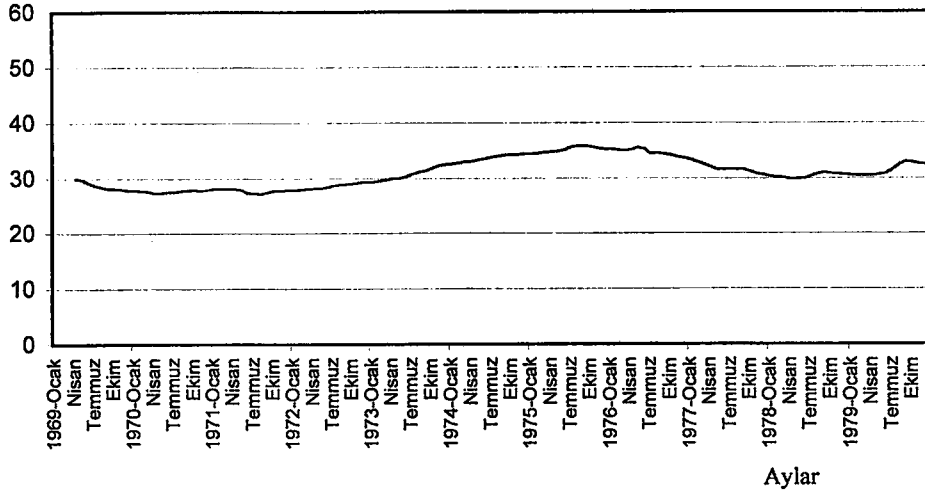


EK A: b) İnceleme alanında bulunan 113 nolu DSİ (Hatip-8185) rasat kuyusuna ait yeraltı suyu seviye değerleri (metre)

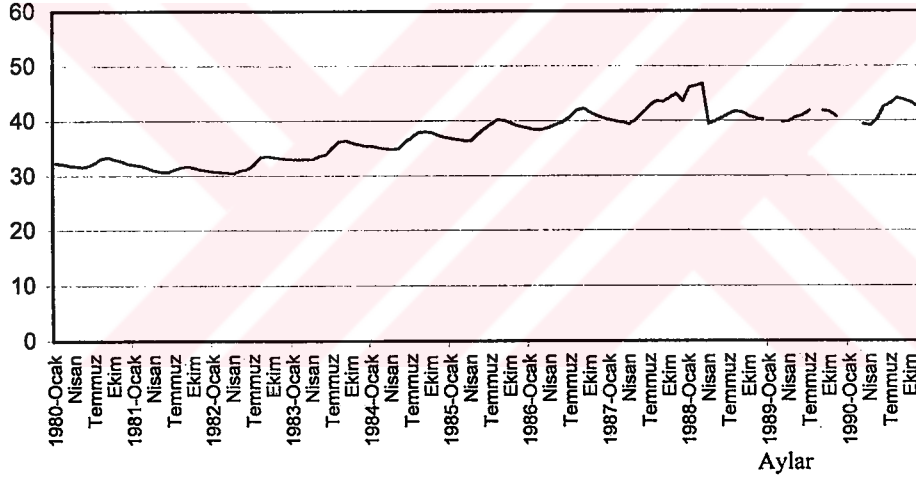
Yıllar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eytil	Ekim	Kasım	Aralık
1969				30	29,74	29,15	28,74	28,4	28,15	28,1	28,04	27,85
1970	27,8	27,74	27,6	27,39	27,39	27,59	27,57	27,7	27,8	27,9	27,76	27,94
1971	28,12	28,14	28,16	28,13	27,9	27,32	27,23	27,13	27,4	27,7	27,76	27,82
1972	27,87	27,92	28	28,1	28,14	28,34	28,58	28,81	28,92	29	29,17	29,28
1973	29,28	29,44	29,64	29,99	30	30,26	30,72	31,07	31,28	31,78	32,3	32,47
1974	32,59	32,72	32,93	33,06	33,29	33,53	33,84	33,98	34,22	34,26	34,32	34,36
1975	34,36	34,45	34,7	34,8	34,88	35,16	35,6	35,86	35,86	35,7	35,48	35,28
1976	35,22	35,18	34,98	35,2	35,51	35,32	34,45	34,54	34,39	34,18	33,92	33,73
1977	33,4	32,94	32,55	32,03	31,62	31,6	31,72	31,6	31,55	31,22	30,85	30,61
1978	30,35	30,26	30,1	29,9	29,94	30	30,34	30,83	30,97	30,84	30,73	30,67
1979	30,56	30,45	30,45	30,42	30,66	30,78	31,52	32,41	32,96	32,85	32,57	32,41
1980	32,33	32,2	31,94	31,77	31,6	31,84	32,42	33,12	33,33	33	32,65	32,23
1981	31,99	31,79	31,44	30,96	30,76	30,68	31,15	31,52	31,7	31,45	31,12	30,88
1982	30,73	30,6	30,58	30,4	30,88	31,1	31,96	33,33	33,58	33,32	33,19	33,09
1983	33	32,95	32,92	32,92	33,54	33,86	35,23	36,14	36,36	36	35,68	35,44
1984	35,44	35,06	34,9	34,84	34,9	36,1	36,94	37,84	38,04	37,79	37,34	36,98
1985	36,77	36,54	36,39	36,39	37,61	38,5	39,39	40,16	40,06	39,57	39,09	38,76
1986	38,52	38,35	38,37	38,81	39,34	39,81	40,85	41,92	42,2	41,5	40,93	40,5
1987	40,16	39,84	39,64	39,43	40,12	41,39	42,73	43,58	43,49	44,18	44,94	43,53
1988	46,06	46,42	46,78	39,42	39,96	40,58	41,2	41,7	41,52	40,88	40,49	40,24
1989			39,81	39,84	40,64	40,9	41,86	41,8	41,82	41,6	40,7	
1990			39,38	39,07	40,16	42,5	43,2	44,11	43,79	43,34	42,61	41,92
1991	41,44	40,85	40,74	40,52	41,27	42,11	43,88	45,09	45,06	44,22	43,16	42,48
1992		41,46	40,82	40,82	41,73	42,19	43,26	44,49	44,28	43,54	42,05	42,48
1993	42,13	41,66	41,28	41,29	42,33	43,4	44,88	45,73	45,78	45,16	44,62	43,93
1994	43,34	42,93	42,62	43,04	44,69	45,77	46,63	47,68	47,72	47,24		
1995				44,53	45,63	47,58	48,16	49,31	49,42			
1996		46,2	45,46	45	45,3	45,67	46,73	48,08	48,92	48,45	46,55	45,88
1997	45	44,15	43,4	42,86	43,65	44,45	44,8	46,74	47,23	46,66	45,77	45,22
1998	44,86	44,4	44,03	43,55	43,91	44,9	45,45	47,96	48,93	48,55	47,4	46,74
1999	46,41	45,8	45,57	45,02	45,9	47,87	49,02	49,89	48,93	50,59	49,56	48,79
2000	48,07	47,75	47,26	46,84	47,73	48,24	50,98	51,7	52,38	52,39	51,42	50,67
2001	50,11	49,35	49,19	49,93	51,79	52,79	52,92	55,62	56,8	56,64	55,45	54,78

EK A: İnceleme alanında bulunan 113 nolu DSİ (Hatip-8185) rasat kuyusuna ait yeraltı suyu seviye değişim grafikleri

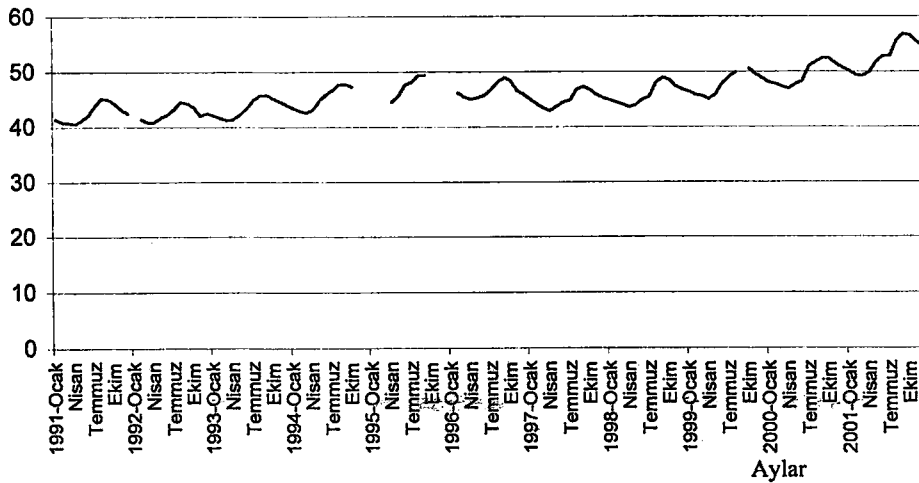
Su derinliği (m)



Su derinliği (m)



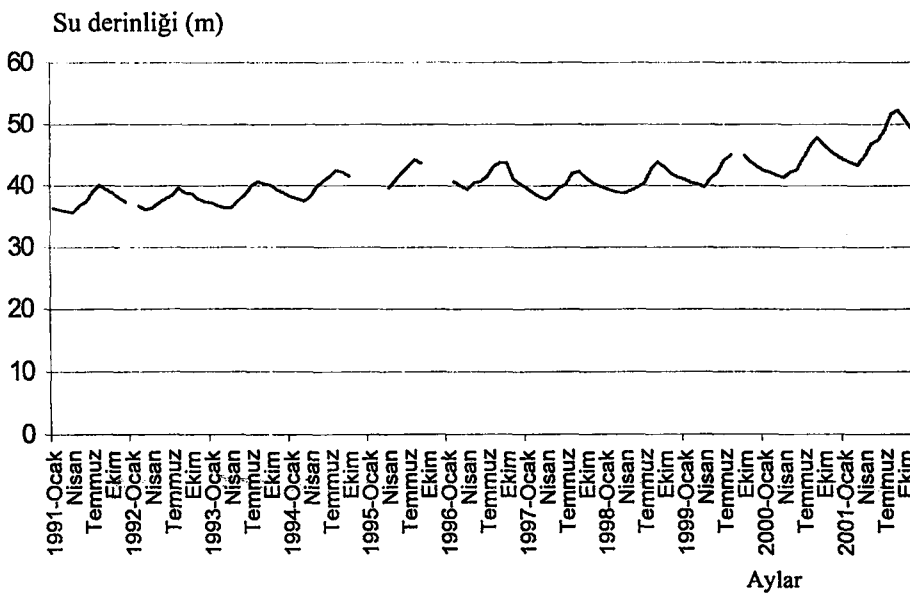
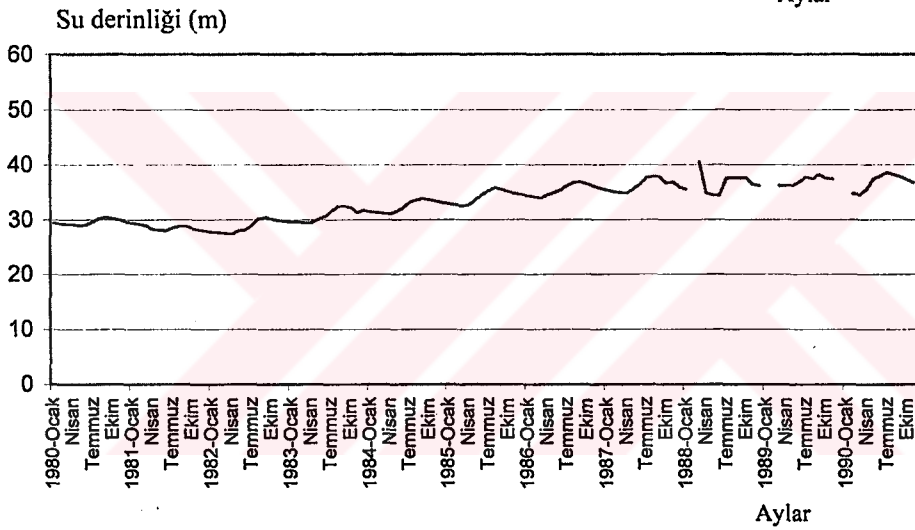
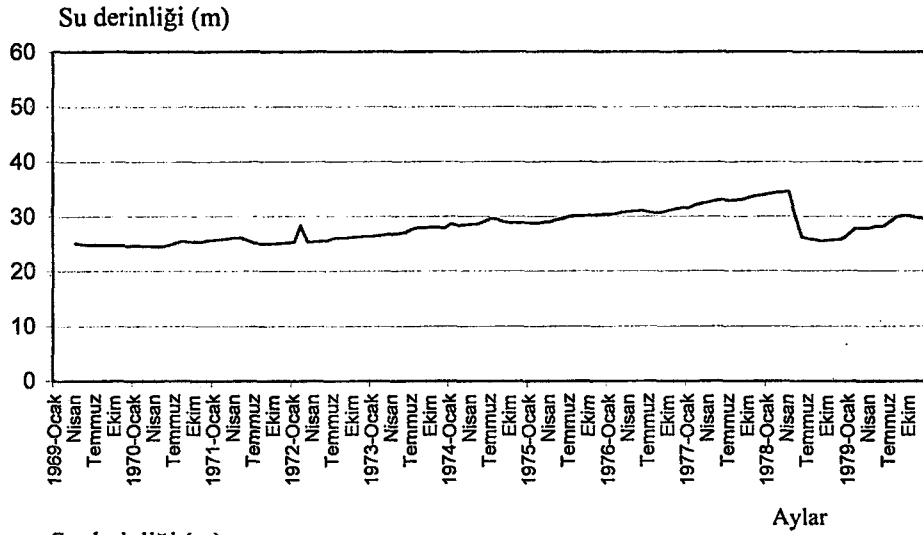
Su derinliği (m)



EK A: c) İnceleme alanında bulunan 114 nolu DSİ (Hatip-9434) rasat kuyusuna ait yeraltı suyu seviye değerleri (metre)

Yıllar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
1969				25,1	24,94	24,78	24,78	24,7	24,7	24,67	24,66	24,64
1970	24,66	24,65	24,62	24,53	24,53	24,72	25,08	25,47	25,32	25,34	25,25	25,55
1971	25,66	25,78	25,91	26,02	26,02	25,62	25,05	24,98	25	25,03	25,11	25,2
1972	25,25	28,28	25,3	25,4	25,44	25,58	25,98	26,02	26,03	26,13	26,23	26,33
1973	26,33	26,46	26,6	26,7	26,86	27,07	27,62	27,88	27,88	28	27,98	27,82
1974	28,59	28,25	28,37	28,49	28,56	28,94	29,6	29,5	28,96	28,76	28,76	28,74
1975	28,74	28,68	28,93	28,99	29,32	29,6	29,94	30,04	30,07	30,16	30,24	30,3
1976	30,33	30,4	30,7	30,85	30,97	31,04	30,77	30,58	30,74	31,06	31,3	31,51
1977	31,51	32,08	32,37	32,59	32,9	33,1	32,86	32,95	33,05	33,42	33,72	33,92
1978	34,15	34,31	34,46	34,62	30,4	26,17	25,91	25,69	25,5	25,62	25,7	25,76
1979	26,79	27,82	27,83	27,82	28,18	28,08	28,98	29,88	30,16	30,03	29,72	29,53
1980	29,41	29,29	29,17	29,04	28,9	29,06	29,7	30,28	30,42	30,18	29,93	29,57
1981	29,38	29,2	28,87	28,19	28,07	27,99	28,54	28,78	28,8	28,44	28,13	27,87
1982	27,72	27,63	27,51	27,45	28,05	28,13	29,01	30,15	30,44	30,07	29,83	29,69
1983	29,6	29,53	29,49	29,45	30,05	30,53	31,52	32,34	32,45	32,23	31,34	31,69
1984	31,4	31,28	31,12	31,03	31,5	32,16	33,19	33,58	33,8	33,61	33,31	33,02
1985	32,84	32,63	32,48	32,64	33,58	34,38	35,18	35,83	35,49	35,13	34,76	34,5
1986	34,29	34,1	33,96	34,56	34,88	35,43	36,2	36,73	36,85	36,43	36,04	35,7
1987	35,42	35,14	34,95	34,82	35,47	36,44	37,64	37,79	37,84	36,7	36,9	35,91
1988	35,5		40,5	34,85	34,45	34,42	37,5	37,6	37,5	37,68	36,4	36,2
1989			36,18	36,2	36,2	36,9	37,7	37,4	38,25	37,5	37,46	
1990			34,72	34,52	35,49	37,4	37,96	38,63	38,2	37,87	37,28	36,78
1991	36,37	36,07	35,81	35,62	36,81	37,37	39,03	40,06	39,42	38,83	38,12	37,45
1992		36,71	36,14	36,44	37,24	37,94	38,43	39,62	38,91	38,7	37,86	37,45
1993	37,18	36,72	36,45	36,39	37,53	38,43	39,91	40,69	40,26	40,11	39,35	38,86
1994	38,18	37,89	37,56	38,25	39,89	40,81	41,57	42,44	42,19	41,55		
1995				39,75	40,88	42,22	43,16	44,21	43,68			
1996		40,7	40	39,4	40,45	40,73	41,47	43,02	43,74	43,8	41,1	40,37
1997	39,66	38,93	38,25	37,81	38,53	39,73	40,18	42,02	42,31	41,42	40,52	39,96
1998	39,62	39,19	38,92	38,81	39,32	39,84	40,4	42,81	43,84	43,02	42,01	41,38
1999	41,04	40,5	40,28	39,78	41,24	42,22	44,15	45,02	44,93	44,93	43,93	43,14
2000	42,45	42,15	41,72	41,35	42,24	42,55	44,63	46,5	47,87	46,65	45,61	44,9
2001	44,27	43,87	43,37	44,81	46,88	47,44	49,1	51,7	52,28	50,9	49,3	48,6

Ek A: İnceleme alanında bulunan 114 nolu DSİ (Hatip-9434) rasat kuyusuna ait yeraltı suyu seviye değışim grafikleri



EK B : İnceleme alanındaki kuyulara ait bilgiler

EK B: İnceleme alanındaki kuyulara ait bilgiler

Kuyu No	Kuyu Adı	Y	X	Su Seviyesi	Su Kimyası Analizi (Nisan 2001)	Su Kimyası Analizi (Ekim 2001)	Kirlilik Analizi (Nisan 2001)	Pompaj Testi	Rasat Kuyusu
1	1-Anıt	454.853	4.191.428	+	+	+		+	
2	2-Devlet Hastanesi-1	455.164	4.192.873	+				+	
3	4-Şekermurat	454.300	4.192.825		+	+			
4	6-Aydınlık Evler-1	455.263	4.196.348	+	+	+			
5	7-Uzunharmanlar	455.142	4.190.351		+	+			
6	10-Sanayi	455.590	4.195.239	+	+	+	+		
7	11-Ofis	454.004	4.190.812	+	+	+			
8	12-Trafik Eğitim Parkı	454.103	4.191.645	+	+	+		+	
9	13-Çukurmektep	456.512	4.192.117	+	+	+			
10	14-Aksinne	455.352	4.190.917	+	+	+			
11	15-Bugday Pazarı	455.828	4.194.654	+	+	+			
12	16-Asfalt Şantiyesi	454.379	4.194.323		+	+			
13	17-Özlem	453.862	4.193.088		+	+			
14	18-Melikşah	452.386	4.191.358	+	+	+			
15	19-Küçük kovan ağzı	454.771	4.188.377	+	+	+			
16	21-Yediler	457.515	4.192.851	+	+	+			
17	22-Malas-2	454.733	4.194.236	+	+	+			
18	24-Araplar-1	456.538	4.194.034	+	+	+			
19	25-Mengene-2	457.258	4.190.036	+	+	+			
20	26-Selver-1	450.720	4.189.926	+	+	+			
21	27-Çakılharman-1	453.231	4.188.980		+	+			
22	29-Kamyon Garajı	456.364	4.195.080		+	+			
23	31-Üçler-2	456.491	4.191.680	+	+	+	+		
24	32-Yanık Cami	458.323	4.193.034	+	+	+	+		
25	34-Hocacihan YSE	451.539	4.192.895	+	+	+			
26	35-Yaylıpınar-1	457.415	4.186.639	+	+	+			
27	38-Hatip	447.644	4.180.267	+	+	+		+	
28	40-Çingirıklı Kuyu	453.035	4.195.206	+	+	+			

Kuyu No	Kuyu Adı	Y	X	Su Seviyesi	Su Kimyası Analizi (Nisan 2001)	Su Kimyası Analizi (Ekim 2001)	Kirilik Analizi (Nisan 2001)	Pompaj Testi	Rasat Kuyusu
29	41-Fuar	455.180	4.192.137	+	+	+			
30	44-AydınlıkEvler-2	454.765	4.196.139	+		+			
31	46-Yaylınar-2	456.062	4.185.922	+	+	+			
32	48-5evler-1	453.884	4.195.159	+	+	+			
33	50-Selbasan	450.987	4.189.169	+	+	+			
34	51-KullukSanayi	452.483	4.190.076	+	+	+	+		
35	52-Kozağaç	448.936	4.184.658	+	+	+		+	
36	53-MarangTrenYoluG	456.611	4.195.486	+	+	+		+	
37	54-OtoGaleri	457.552	4.195.518	+	+	+	+		
38	56-Tıp-1	450.909	4.192.628					+	
39	57-Ulaşevler-1	452.084	4.195.247			+			
40	58-Uğurlu	453.977	4.194.071	+	+	+			
41	59-Organize-2	456.268	4.195.510			+			
42	62-TestiOcakları-1	453.570	4.198.858	+	+	+			
43	63-HayvanPazarı	461.143	4.191.855	+	+	+	+		
44	64-Yazır	456.490	4.203.665	+					
45	65-FatihGülbaba	459.750	4.189.849	+		+			
46	69-Belediye	454.604	4.192.417	+		+			
47	70-TestiOcakları-2	454.110	4.198.060			+			
48	71-YeniCezaevi	459.558	4.191.310	+	+	+			
49	72-Yalı 77	456.019	4.198.162	+	+	+	+		
50	73-Malas-4	454.307	4.196.538	+	+	+			
51	74-Tekke	452.676	4.193.344	+	+	+			
52	75-Akşemsettin	452.338	4.194.307			+			
53	76-Hocacıhan YSE-2	451.628	4.192.895			+			
54	78-Aşkan	451.469	4.191.624	+	+	+			
55	79-YunusEmre	450.470	4.192.902	+	+	+			
56	80-Goncaköy	450.971	4.185.968	+	+	+	+		

Kuyu No	Kuyu Adı	Y	X	Su Seviyesi	Su Kimyası Analizi (Nisan 2001)	Su Kimyası Analizi (Ekim 2001)	Kirlilik Analizi (Nisan 2001)	Pompaj Testi	Rasat Kuyusu
57	81-Birlik	455.549	4.197.567	+	+	+	+		
58	82-Lalebahçe	449.775	4.187.250						
59	83-Kovanagzi-2	453.664	4.188.494	+	+	+			
60	84-Toroslar-2	456.595	4.195.933						
61	86-SelimSultan	457.841	4.187.926	+	+	+	+		
62	87-Beybes	449.031	4.183.077						
63	88-Musalla-1	455.669	4.193.508	+	+	+	+		
64	92-Esentepe-1	451.715	4.196.722						
65	95-Sakarya	456.390	4.196.800	+	+	+			
66	96-Durunday(Yorgancı)	449.411	4.188.274	+	+	+			
67	103-Esentepe-2	451.938	4.196.356	+	+	+	+		
68	104-45Evler	448.815	4.182.115						
69	105-Ulaşevler-3	452.043	4.195.363	+	+	+			
70	106-Meram Yaka-2	449.862	4.190.659	+	+	+			
71	109-Çakılharman-3	452.876	4.188.620	+	+	+			
72	110-AAymazOkuluY	450.104	4.191.880	+	+	+			
73	111-AlakovaParselliçi-1	457.801	4.180.967	+	+	+			
74	112-AlakovaParselliçi-2	456.821	4.180.237	+	+	+			
75	113-Esentepe-3	451.531	4.196.890	+	+	+			
76	115-Arnoğlu-2	452.204	4.189.327	+	+	+			
77	116-SezerlerPetrol	449.780	4.185.020	+	+	+			
78	117-Harmancık	451.537	4.187.099	+	+	+			
79	140-Çatalhöyük	458.151	4.184.128	+	+	+			
80	K3-Malas-5	454.143	4.195.975						
81	K5-Işıklar-2	455.067	4.193.690	+	+	+			
82	K12-İtfaiye-2	455.550	4.195.885	+	+	+			
83	K15-MehmetAkif	454.952	4.195.111	+	+	+			
84	2K2-41Evler	453.198	4.191.662	+	+	+			
85	2K3-ÇakılharmanEFA	453.664	4.189.842	+	+	+			

Kuyu No	Kuyu Adı	Y	X	Su Seviyesi	Su Kimyası Analizi (Nisan 2001)	Su Kimyası Analizi (Ekim 2001)	Kirlik Analizi (Nisan 2001)	Pompaj Testi	Rasat Kuyusu
86	2K5-Çekirdekçi	451.276	4.190.227	+	+	+			
87	2K7-Kulluk-2	453.025	4.190.371	+	+	+			
88	2K10-CennetPınarı	452.514	4.192.562	+					
89	3K2- HasanköySgOcağı	455.199	4.187.024	+	+	+			
90	3K4- HasanköyCamiY-3	454.730	4.185.450		+	+			
91	3K5- Hasanköy-4	454.402	4.184.618		+	+			
92	3K6- Hasanköy-5	453.983	4.183.206		+	+	+		
93	3K8-HasanköyÇevYolu	454.467	4.187.094	+	+	+			
94	3K9-Alakova-6	456.251	4.180.809	+	+	+			
95	3K11-Kaş-1(46010)	455.631	4.186.160		+	+			
96	3K13-Kaş-2(46012)	455.861	4.185.373		+	+	+		
97	3K14-Kaş-3(46013)	455.900	4.184.482	+	+	+			
98	3K17-Kaş-4(46016)	456.136	4.182.416		+	+			
99	3K19-Alakova-2(46018)	455.683	4.179.950		+	+			
100	3K20-Alakova-3(46019)	456.019	4.179.327		+	+	+		
101	3K21-Alakova-4(46020)	455.562	4.181.613		+	+			
102	3K22-Kongaz-2(46021)	455.074	4.181.555		+	+			
103	3K24-Alakova-5(46023)	456.968	4.181.756		+	+			
104	3K25-Kongaz-1(46024)	454.227	4.182.215		+	+			
105	6K1-YeldaSitesiYanı	453.877	4.201.899		+	+			
106	6K4-500Evl-8	453.680	4.201.007	+	+	+	+		
107	6K6-500Evl-9	453.069	4.200.347	+	+	+			
108	6K8-500Evl-6	452.584	4.201.605	+	+	+			
109	P8-TEAŞ	457.150	4.200.850					+	
110	P9-PetrolOfisiTesis	454.000	4.192.000					+	
111	P10-Kozagaç	449.000	4.186.000					+	
112	R1-DSİ Alakova(1617)	455.000	4.179.500						+
113	R2-DSİ Hatip (8185)	449.800	4.181.300						+
114	R3-DSİ Hatip (9434)	449.000	4.180.500						+

EK C : İnceleme alanındaki kuyu sularının kimyasal analizleri (Nisan ve Ekim 2001)

EK C: a) İnceleme alanındaki bazı kuyu sularının kimyasal analizleri (Nisan 2001)

Kuyu No	EC (µmhos/cm)	Sertlik (Fr)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	CaCO ₃ (mg/l)	Cl (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	NO ₂ (mg/l)	NO ₃ (mg/l)	NH ₃ (mg/l)
1	850	46	96	54	415	65	33	0	5.2	0
2	1025	54	134	52	380	110	50	0	95	0
3	764	42	90	48	335	52	30	0	32	0
4	581	27	60	29	175	40	100	0	13	0
5	553	33	50	51	360	30	20	0	14	0
6	452	22	52	23	215	45	50	0	10	0
7	590	36	72	44	370	25	26	0	10	0
8	689	39	86	44	405	38	30	0	16	0
9	556	33	60	44	325	25	30	0	15	0
10	557	38	60	44	320	27	17	0	5	0
11	603	33	74	74	280	45	37	0	18,5	0
12	977	33	60	45	325	135	20	0	20	0
13	687	40	90	44	335	53	32	0	21	0
14	620	39	90	40	385	28	27	0	15	0
15	557	33	48	26	370	33	16	0	17	0
16	613	38	80	44	300	25	27	0	4	0
18	692	44	90	54	375	80	120	0	40	0
20	678	43	92	48	350	25	26	0	14	0
21	632	38	84	41	460	26	27	0	8.5	0
23	1542	72	126	100	375	160	110	0	84	0
24	558	35	60	50	350	25	27	0	11	0
25	886	43	106	80	460	44	280	0	13	0
26	589	40	70	82	405	37	24	0	16	0
27	514	34	44	56	370	23	8	0	10	0
28	453	21	54	19	235	42	50	0	12	0
29	1612	77	150	98	400	135	20	0	110	0
31	577	37	60	76	365	23	18	0	8,5	0

Kuyu No	EC (μ mhos/cm)	Sertlik (Fr)	Ca (mg/lt)	Mg (mg/lt)	CaCO ₃ (mg/lt)	Cl (mg/lt)	SO ₄ (mg/lt)	NO ₂ (mg/lt)	NO ₃ (mg/lt)	NH ₃ (mg/lt)
32	521	24	74	13	235	45	82	0	9	0
33	437	29	60	56	280	25	17	0	4	0
34	662	41	80	53	395	31	32	0	15	0
36	681	34	90	35	280	60	60	0	10	0
39	487	27	76	19	220	43	60	0	12	0
40	573	35	60	50	350	27	17	0	11	0
41	754	38	100	34	290	70	100	0	14	0
43	603	38	76	44	360	44	28	0	8	0
47	517	28	80	19	175	30	110	0	23	0
48	630	33	60	44	350	30	32	0	26	0
49	1430	73	180	69	430	140	550	0	3	0
50	513	28	76	22	235	27	47	0	15	0
51	800	37	80	42	300	55	130	0	32	0
52	418	15	60	3	185	45	37	0	12	0
54	667	43	90	50	400	31	32	0	15	0
55	474	32	70	33	270	23	35	0	13	0
56	370	30	30	56	280	21	11	0	12	0
57	1406	70	190	56	400	145	300	0	7	0
58	457	24	44	33	300	25	60	0	14	0
61	610	39	68	55	370	36	35	0	12	0
62	402	29	44	51	265	20	13	0	13	0
63	680	39	90	40	285	45	37	0	33	0
64	355	23	62	19	195	33	30	0	15	0
65	942	41	110	32.5	300	90	150	0	11	0
66	615	38	64	54	325	20	42	0	13	0
67	374	23	58	20	195	35	35	0	13	0
68	520	33	40	56	360	26	8	0	15	0
71	659	40	80	80	460	25	26	0	9	0
76	495	32	60	42	315	25	25	0	14	0
78	370	26	36	43	285	27	8	0	6	0

Kuyu No	EC ($\mu\text{mhos/cm}$)	Sertlik (Fr)	Ca (mg/lt)	Mg (mg/lt)	CaCO ₃ (mg/lt)	Cl (mg/lt)	SO ₄ (mg/lt)	NO ₂ (mg/lt)	NO ₃ (mg/lt)	NH ₃ (mg/lt)
80	417	21	60	14	185	27	65	0	15	0
81	717	39	92	40	315	56	42	0	16	0
82	651	30	80	25	190	55	130	0	18	0
83	470	23	70	13	215	26	70	0	15	0
86	643	39	80	46	375	20	32	0	16	0
87	759	46	90	59	410	60	32	0	12	0,08
89	488	32	53	46	255	15	32	0	5	0
90	458	30	46	45	260	17	32	0	6	0
91	377	26	44	38	210	15	20	0	7	0
92	395	25	46	33	240	15	15	0	7	0
93	530	36	76	41	305	15	35	0	3	0
94	531	34	41	58	300	25	9	0	8	0
95	537	37	70	49	275	18	35	0	10	0
96	477	32	46	50	220	17	32	0	13	0
97	386	24	52	27,5	205	18	18	0	4	0
98	450	29	54	39	240	18	18	0	5	0
99	665	46	50	84	350	35	17	0	14	0
100	938	55	106	71	460	50	50	0	14	0
101	495	30	41	50	275	20	9	0	8	0
102	468	32	46	51	265	20	17	0	7	0
103	555	34	50	72	300	25	15	0	8,5	0
104	424	29	40	48	220	15	13	0	6	0
105	597	34	50	54	265	40	50	0	15	0
106	435	22	50	24	215	20	35	0	15	0
107	698	35	60	50	265	60	110	0	35	0
108	1140	53	80	82	375	90	150	0	12	0

EK C: b) İnceleme alanındaki bazı kuyu sularının kimyasal analizleri (Ekim 2001)

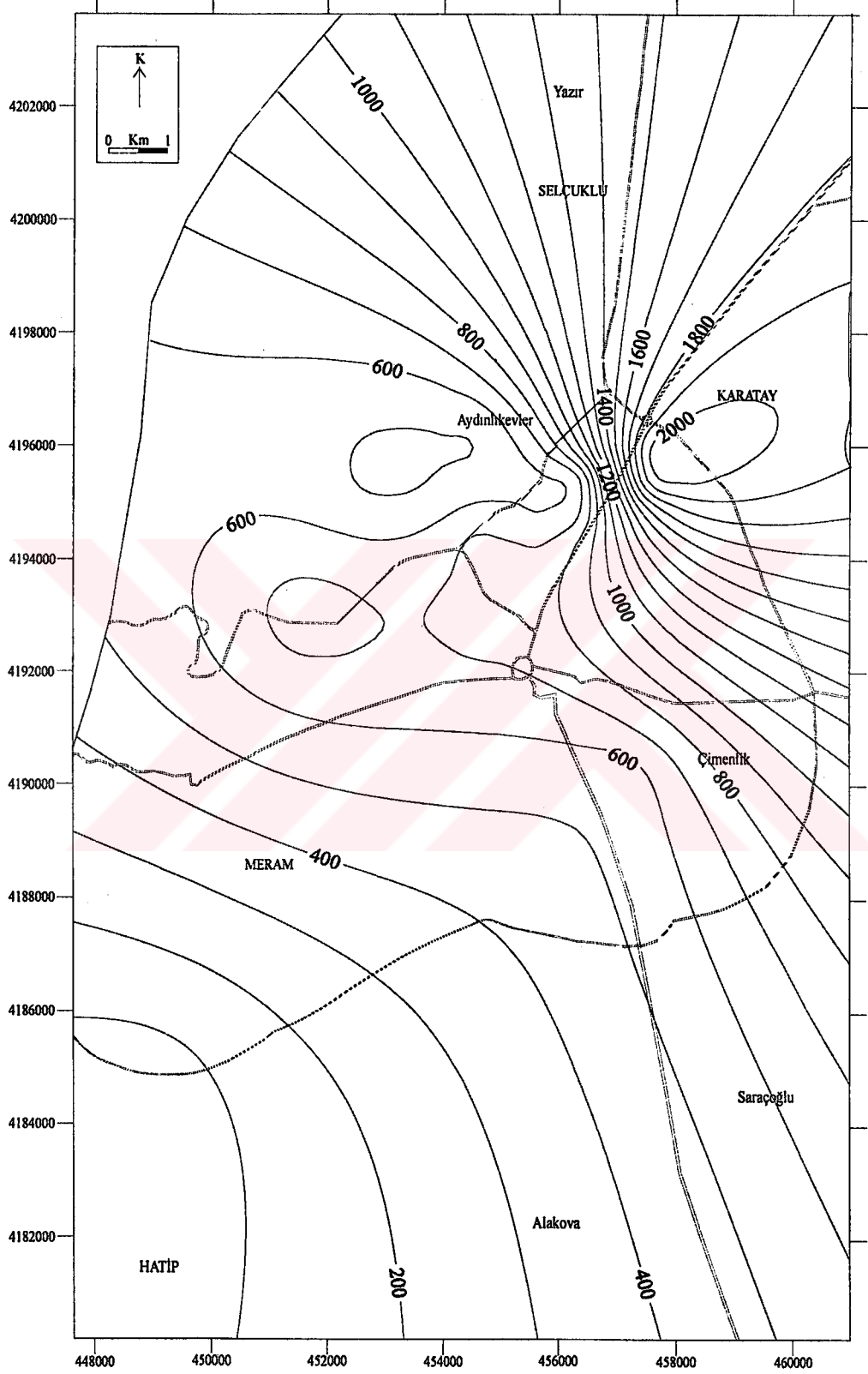
Kuyu No	EC (µmhos/cm)	Sertlik (Fr)	Ca (mg/lt)	Mg (mg/lt)	Na (mg/lt)	K (mg/lt)	CaCO ₃ (mg/lt)	Cl (mg/lt)	SO ₄ (mg/lt)	CO ₃ (mg/lt)	HCO ₃ (mg/lt)	NO ₂ (mg/lt)	NH ₃ (mg/lt)
1	485	29	54	38	9,5	2	265	35	26	60	175	0	0
2	730	26	90	8	16,2	4,9	275	50	32	0	275	0	0
3	748	37	76	45	18,7	6,6	340	53	50	130	145	0	0,2
4	585	27	70	23	35,2	3,9	190	40	130	30	145	0	0
5	553	34	52	55	7,4	2,1	300	30	20	0	300	0	0
6	435	17	50	10	32,4	4,2	200	35	45	20	0	0	0
7	580	35	80	38	14,5	3,1	315	22	50	30	270	0	0,04
8	688	37	84	39	17	4,6	325	40	55	0	325	0	0,07
9	543	33	60	44	8,9	2,6	325	25	30	100	175	0	0
10	544	34	60	46	---	---	280	25	40	10	265	0	0
11	587	33	50	50	13,3	2,9	340	45	40	130	145	0	0
12	744	28	56	34	47,3	6,9	290	80	120	130	95	0,1	0
13	685	40	86	45	17,5	6	250	50	60	50	175	0,2	0,03
14	631	32	90	23	20,2	3,3	390	30	35	180	120	0	0
15	554	34	46	55	11,2	2,3	300	31	20	50	225	0	0
16	555	37	60	29	13,3	3	340	25	25	180	70	0	0
17	740	35	80	38	36,6	7,7	275	50	150	50	200	0	0
18	849	33	100	19	37,6	7,7	350	70	110	150	125	0	0
19	555	33	54	48	13,8	2,7	425	70	70	150	200	0	0
21	558	33	48	50	11,3	2,4	300	33	26	0	300	0	0
22	566	31	36	10	11,6	2,5	270	36	26	40	210	0	0
23	1490	55	110	69	51,9	49,1	450	155	160	150	225	0	0
24	571	31	60	40	11,1	2,5	290	34	25	---	---	0	0,1
26	656	37	60	86	13,3	5	340	35	40	80	220	0	0
27	370	21	40	28	4,1	1,1	260	15	25	130	60	0,2	0
28	460	17	40	17	20,6	6,1	250	30	75	100	100	0	0
29	630	31	64	38	14,2	3,8	215	45	34	20	180	0	0,08
30	510	25	60	25	30,9	4	175	20	260	50	100	0	0

Kuyu No	EC (µmhos/cm)	Sertlik (Fr)	Ca (mg/lt)	Mg (mg/lt)	Na (mg/lt)	K (mg/lt)	CaCO ₃ (mg/lt)	Cl (mg/lt)	SO ₄ (mg/lt)	CO ₃ (mg/lt)	HCO ₃ (mg/lt)	NO ₂ (mg/lt)	NH ₃ (mg/lt)
31	540	30	66	34	13,8	2,7	250	30	40	0	250	0	0
32	499	23	84	4	18,6	4,4	165	50	75	30	120	0	0
33	418	29	50	40	7,1	1,9	290	20	20	180	0	0	0
34	661	41	95	44	11,8	2,9	285	35	34	0	285	0	0,15
35	44	41	56	18	15,2	1,1	225	20	24	50	150	0	0
36	710	33	100	19	35,6	5,6	250	80	110	0	250	0	0
37	2132	100	124	173	78,7	7,3	325	55	130	200	25	0	0,2
39	474	25	80	11	19,9	5,9	270	17	80	180	0	0	0
40	570	34	80	35	11,8	2,5	290	40	40	40	225	0	0
41	695	34	86	31	35,2	5,1	230	60	140	30	195	0	0
42	471	29	60	34	--	--	280	30	50	160	40	0	0
43	602	32	55	35	16,2	2,8	290	50	35	10	275	0	0
45	549	34	56	50	9,1	2,3	300	25	17	0	300	0	0
46	723	40	66	58	12,6	3,6	265	60	26	0	265	0	0
47	512	30	80	25	17,5	3,3	200	27	90	20	170	0	0
48	1001	55	100	75	13,3	2,6	285	145	140	---	---	0	0,2
51	785	41	100	40	33,5	7,1	265	53	150	30	220	0	0
52	579	23	54	23	33,1	7,7	260	40	100	120	80	0,1	0
53	768	33	90	40	43,8	6,3	240	50	200	120	0	0	0
54	662	30	90	19	15,4	3,6	380	25	42	30	335	0	0,08
55	578	33	60	44	13,9	3,3	340	23	33	90	215	0	0
56	370	22	26	38	4,8	1	215	17	25	50	140	0	0
57	952	40	100	38	41,3	4,4	335	95	220	50	260	0,15	0
58	417	20	40	25	6,2	1,4	200	23	40	30	155	0	0
59	552	32	94	20	11,1	2,4	260	32	40	0	260	0	0
60	1188	48	150	25	52,5	4,9	400	150	320	5	325	0	0
61	556	34	60	48	13,8	2,8	350	35	35	90	215	0	0
62	403	20	46	21	16,8	1,1	275	15	27	150	50	0	0
63	800	45	100	50	20,9	6,1	325	60	80	50	250	0,12	0,03
64	425	22	56	19	21	6,5	165	27	130	30	120	0	0

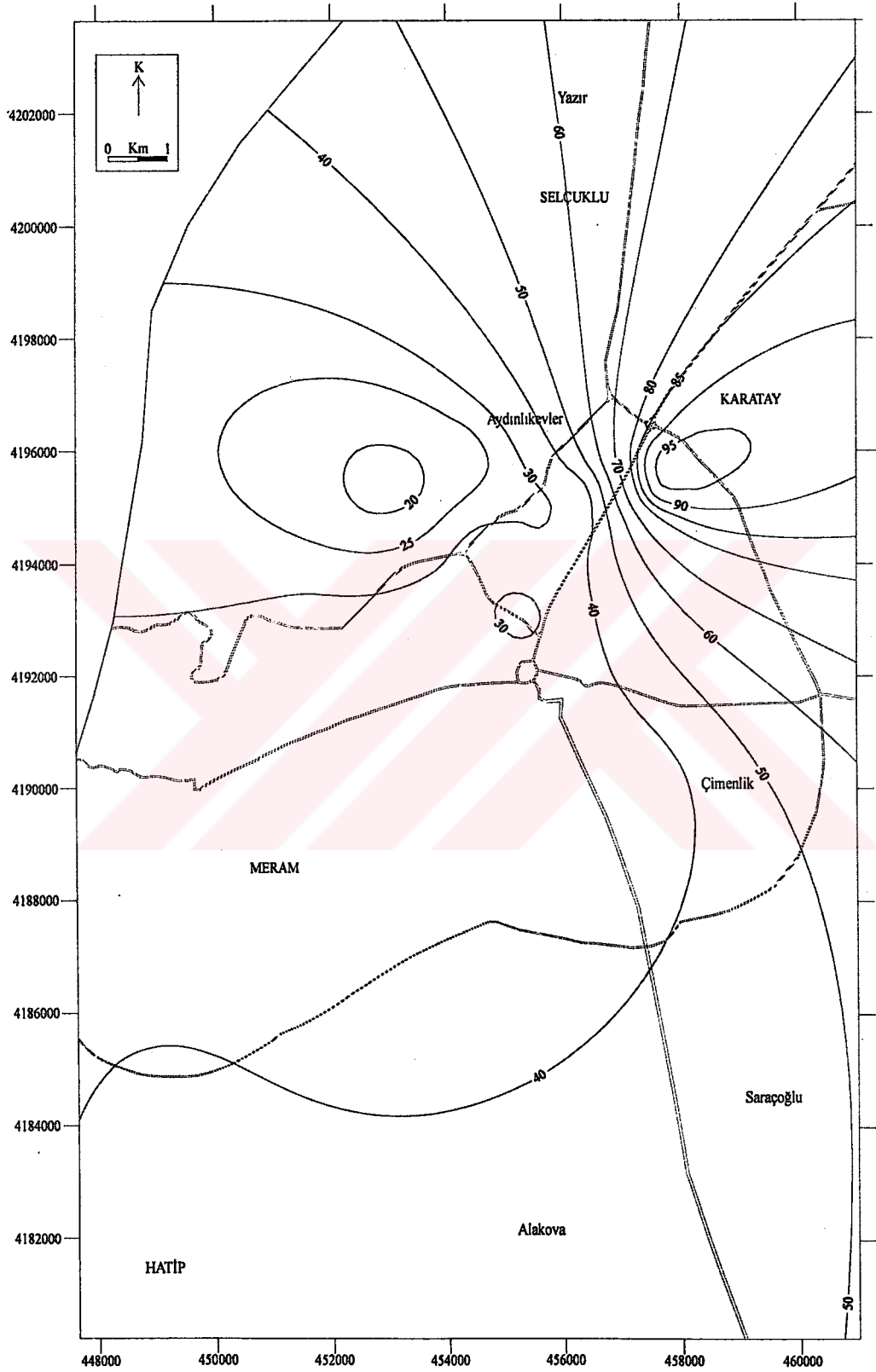
Kuyu No	EC (µmhos/cm)	Sertlik (Fr)	Ca (mg/lt)	Mg (mg/lt)	Na (mg/lt)	K (mg/lt)	CaCO ₃ (mg/lt)	Cl (mg/lt)	SO ₄ (mg/lt)	CO ₃ (mg/lt)	HCO ₃ (mg/lt)	NO ₂ (mg/lt)	NH ₃ (mg/lt)
65	1410	65	180	50	57	4,5	385	150	400	0	385	0	0,25
66	712	42	82	54	---	---	300	32	26	0	300	0	0
67	378	19	70	4	17,3	6,2	150	20	60	20	120	0	0
68	705	44	90	53	13,6	6,1	385	30	15	20	350	0	0
71	523	28	56	34	10,1	2,2	280	28	28	30	235	0	0
76	663	40	80	50	9,6	3,9	385	35	35	20	350	0	0
78	361	21	28	35	3,8	0,8	210	20	15	40	145	0	0
80	409	18	38	6	21,5	3,7	165	32	66	30	120	0	0
81	760	40	60	60	28,8	7,4	340	50	80	80	220	0	0
82	747	32	80	29	42,1	4,8	175	83	240	30	130	0	0
83	597	26	64	23	25	4,4	180	52	80	20	130	0	0
86	645	39	76	50	8,5	3,1	310	32	26	0	310	0	0
87	669	31	30	59	9	2,8	360	25	45	70	255	0	0,2
90	451	30	70	31	9,6	6,5	310	15	32	120	130	0	0
91	360	27	44	39	5,3	3,4	210	13	20	20	180	0	0
92	380	25	22	49	7,6	1,1	280	32	25	160	40	0	0
93	525	30	66	34	6,7	2,1	275	15	40	20	250	0	0
94	543	31	36	54	14,5	1,3	335	27	40	120	155	0	0,1
95	532	31	102	14	10,6	4,8	315	20	35	100	165	0	0
96	475	29	36	50	9,6	4,9	285	20	32	100	135	0	0
97	382	27	38	43	7,4	2,3	250	15	25	120	70	0	0
99	450	51	120	53	19,4	2	450	60	150	0	450	0	0,07
100	980	54	126	59	30	3,2	450	55	150	0	450	0	0,07
101	506	27	34	46	15,2	11,9	310	20	32	70	205	0	0
102	458	30	30	56	13,3	1,1	310	17	27	120	130	0	0
103	533	29	24	58	13,9	1,4	335	27	35	100	185	0	0
104	418	20	44	23	11,1	1,1	250	15	17	30	205	0	0
105	585	24	60	57	27,7	2,4	285	50	55	120	115	0,1	0
106	435	21	40	28	22,7	2,8	240	20	35	100	90	0	0
107	845	45	70	69	35,7	2,8	320	80	150	40	260	0,05	0,08
108	631	30	60	38	20,8	4,4	315	53	80	100	165	0	0

EK D : Kurak sezona ait su örneklerinin iyon konsantrasyon dağılımları (Ekim 2001)

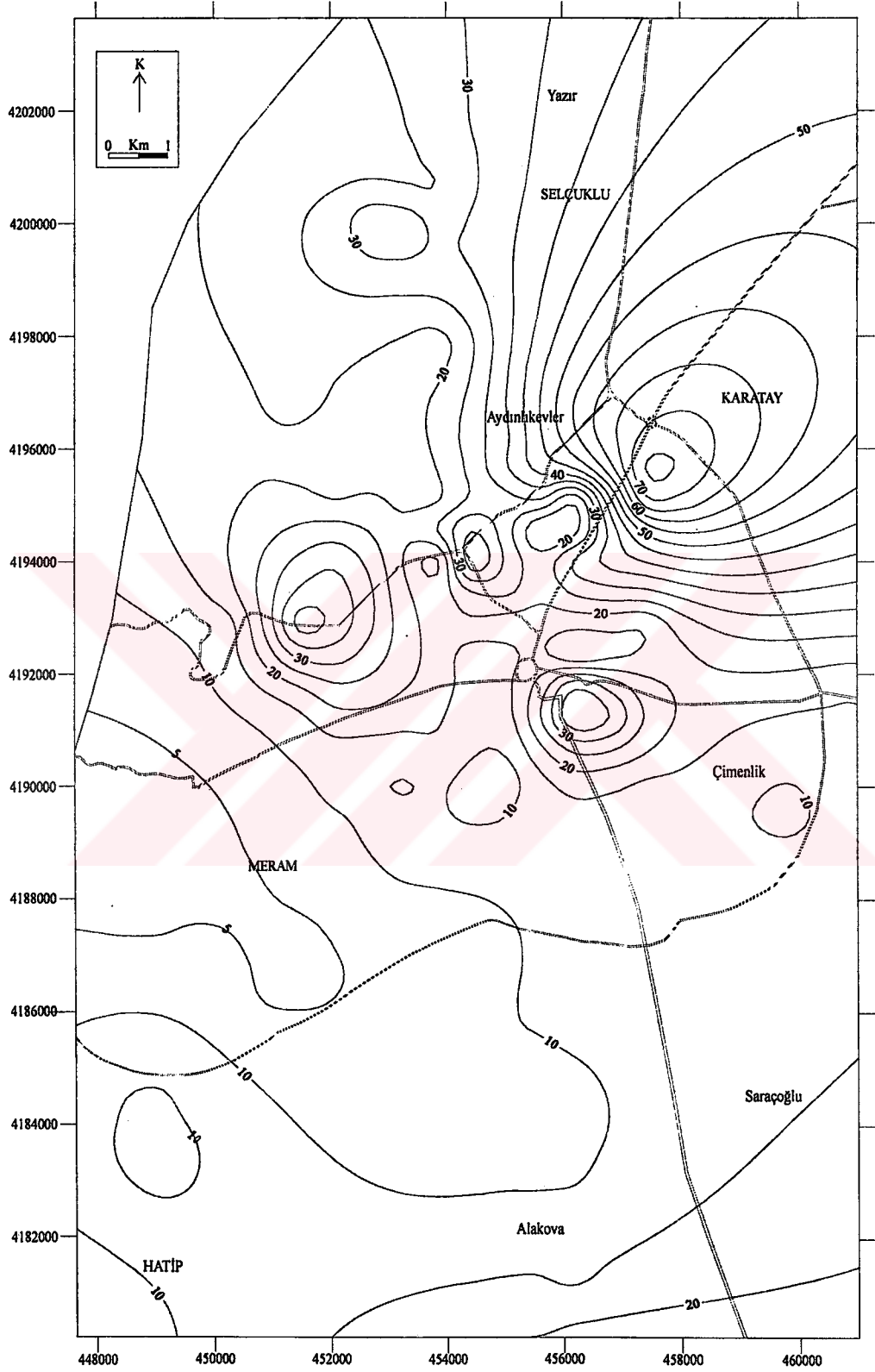




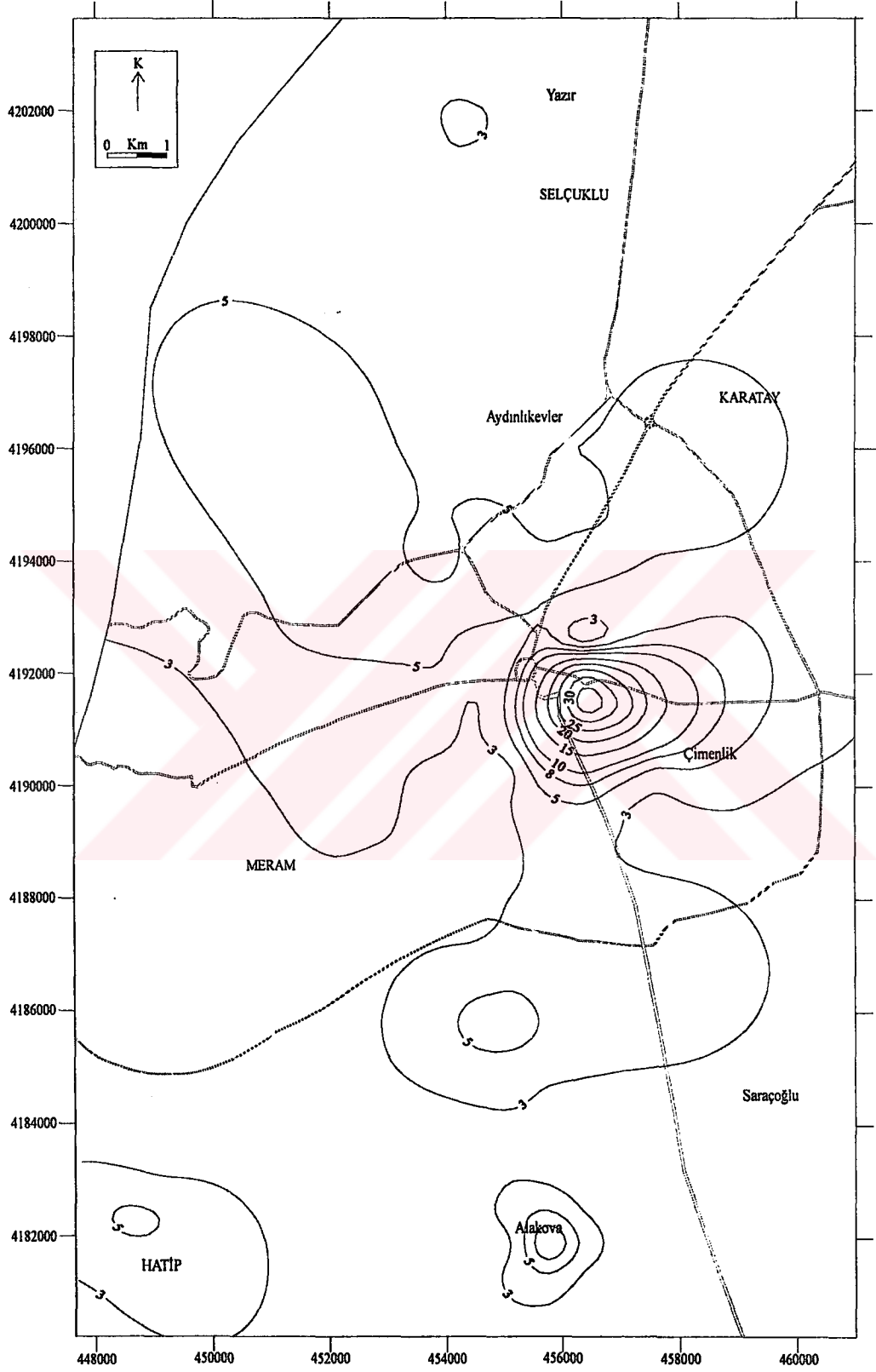
Şekil: Su örneklerinin EC ($\mu\text{mhos/cm}$) dağılım haritası



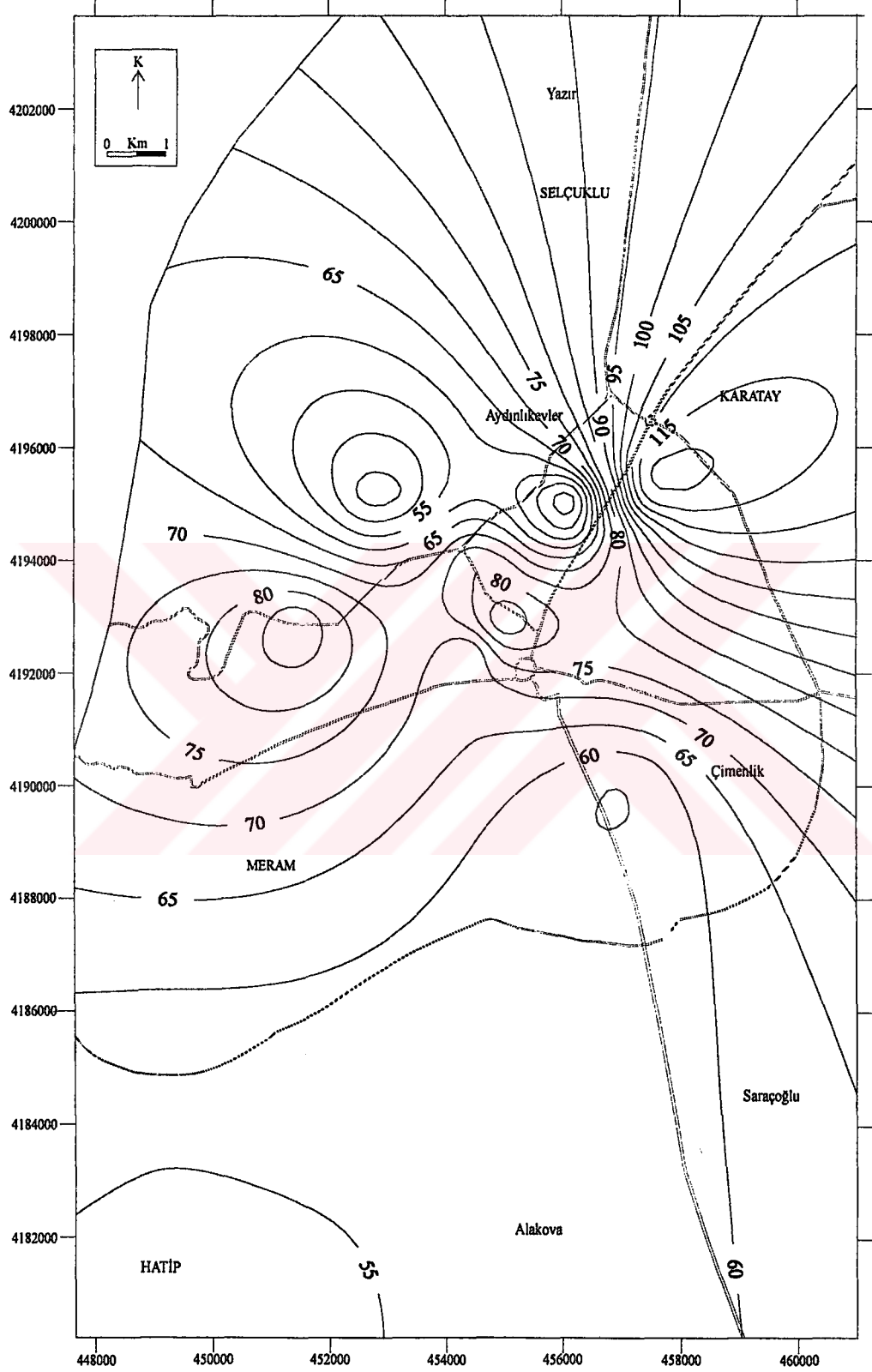
Şekil: Su örneklerinin Sertlik (Fr) dağılım haritası



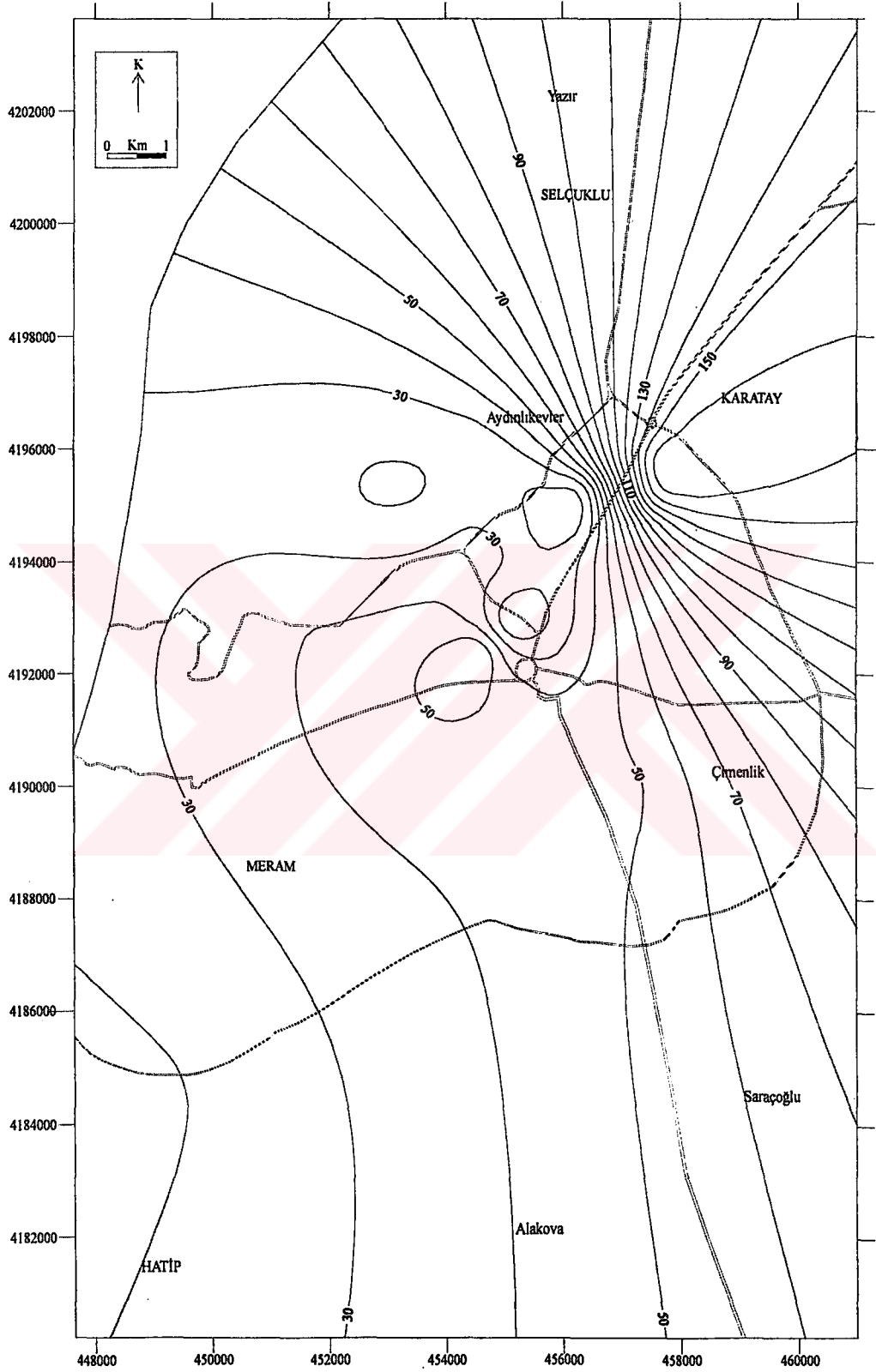
Şekil: Su örneklerinin Na (mg/Lt) konsantrasyonu dağılım haritası



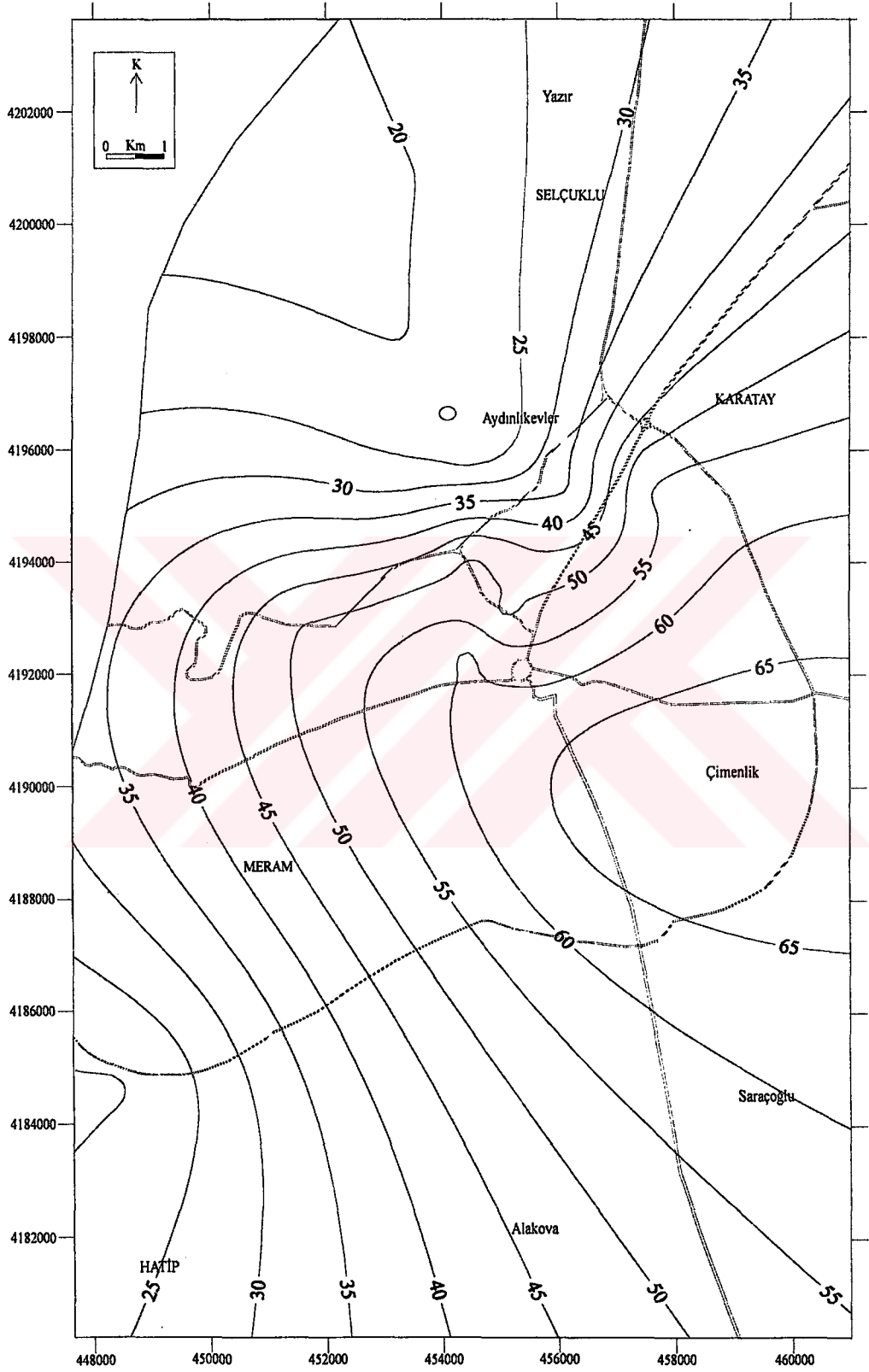
Şekil: Su örneklerinin K (mg/l) konsantrasyonu dağılım haritası



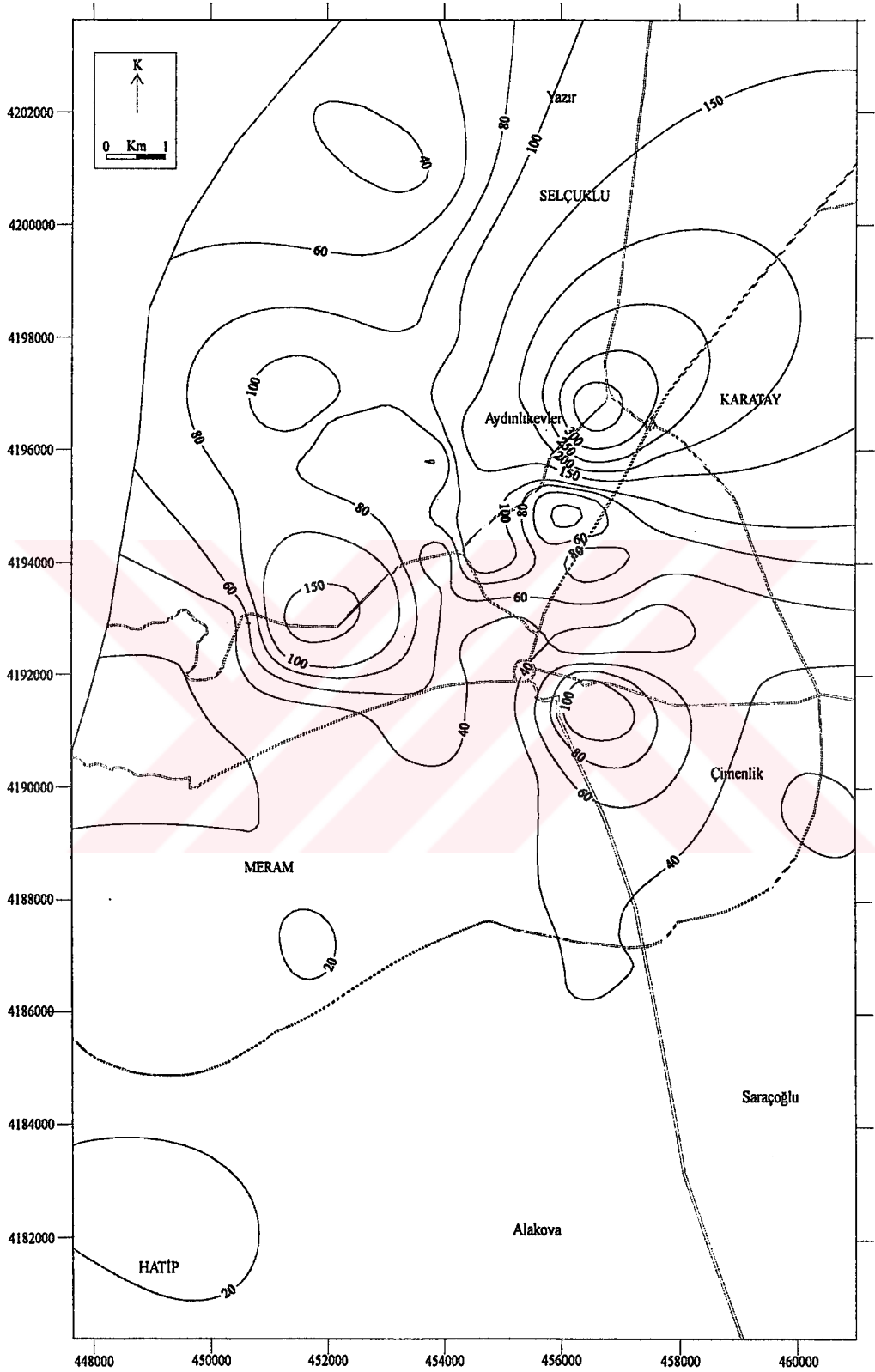
Şekil: Su örneklerinin Ca (mg/l) konsantrasyonu dağılım haritası



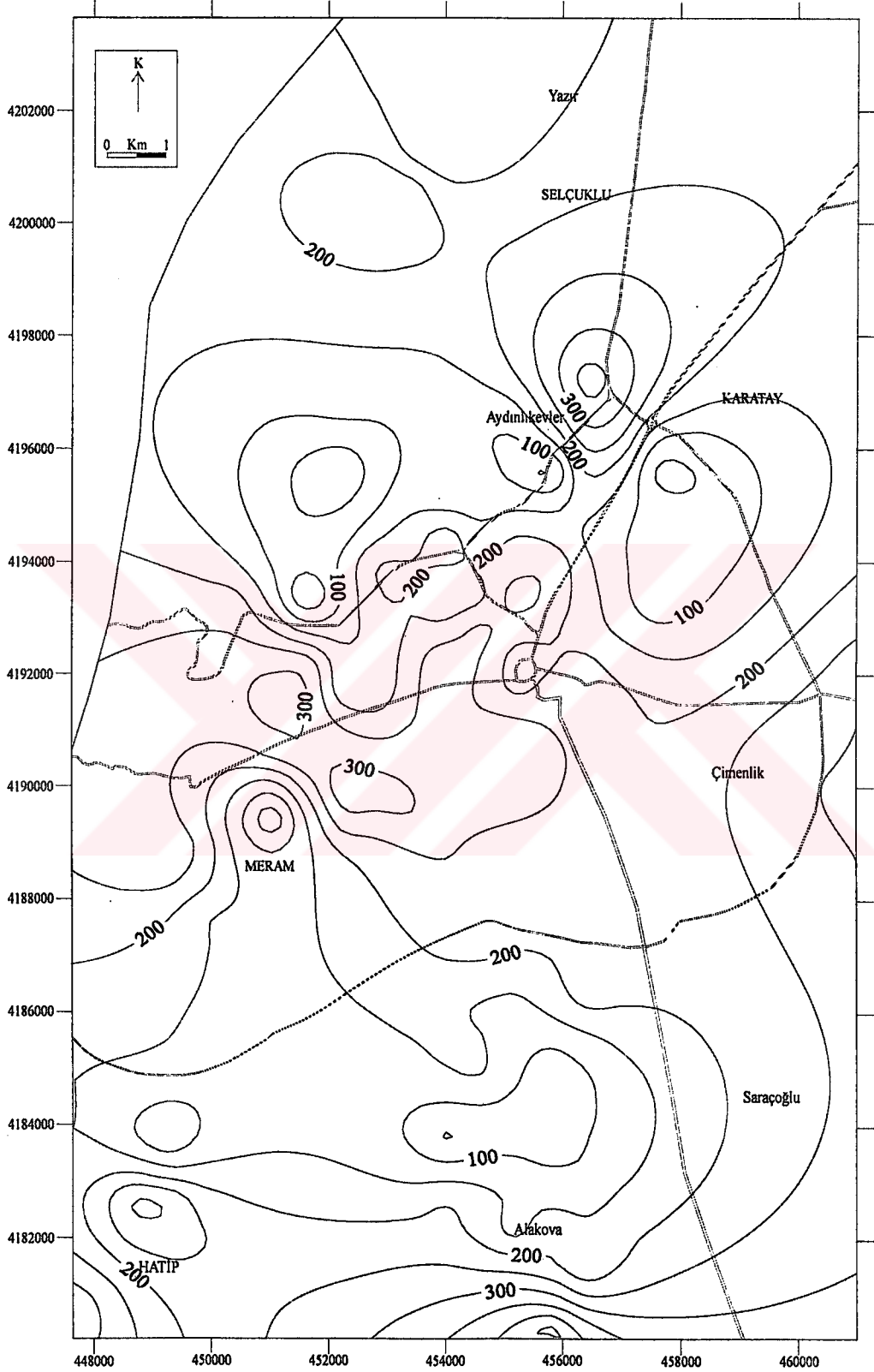
Şekil: Su örneklerinin Mg (mg/lit) konsantrasyonu dağılım haritası



Şekil: Su örneklerinin Cl (mg/lt) konsantrasyonu dağılım haritası



Şekil: Su örneklerinin SO_4 (mg/lt) konsantrasyonu dağılım haritası



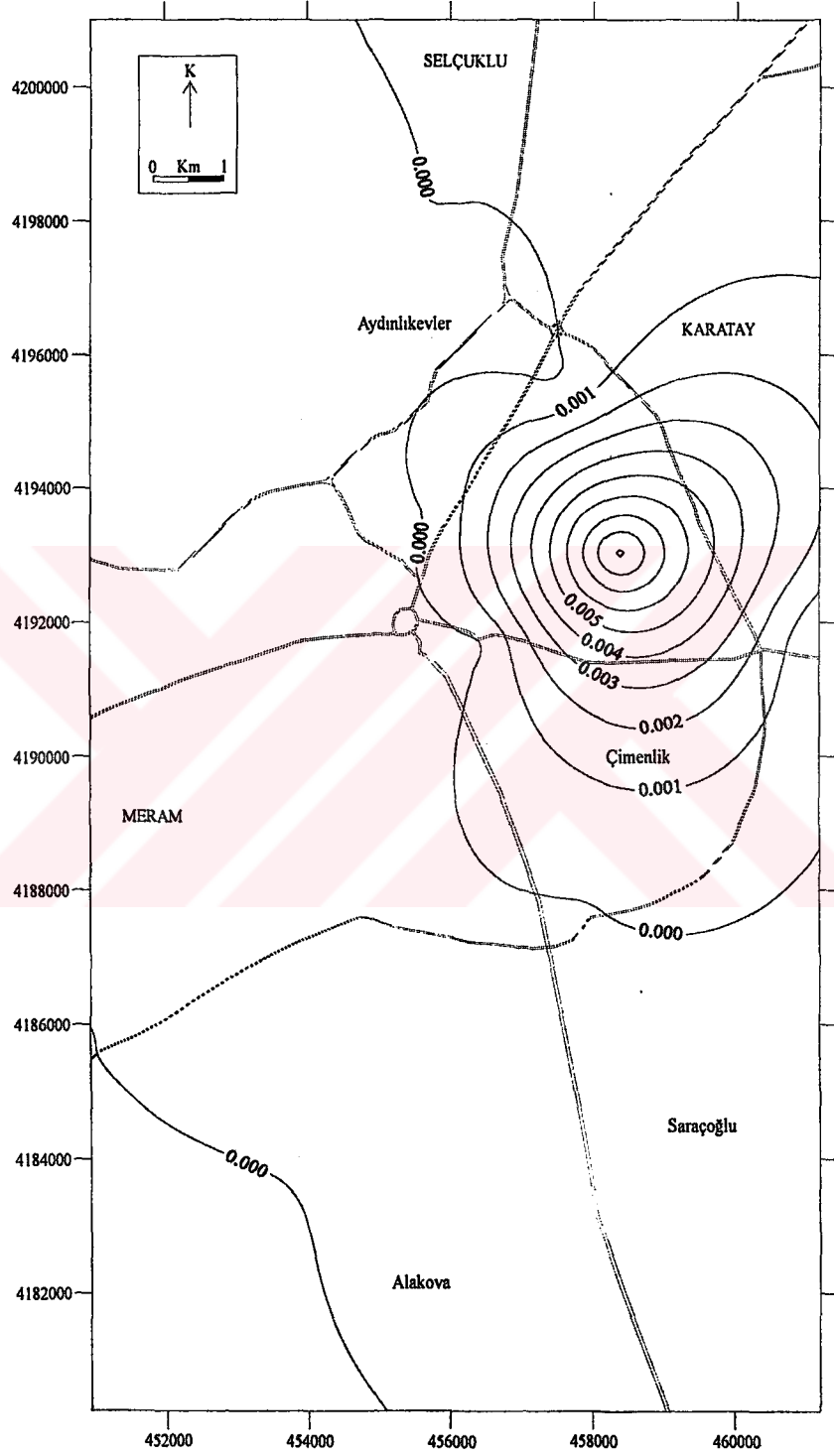
Şekil: Su örneklerinin HCO_3^- (mg/Lt) konsantrasyonu dağılım haritası

EK E: İnceleme alanındaki bazı kuyu sularının kirlilik analizleri (mg/lt) (Nisan 2001) ile katı atık sahasına ait su örneklerinin kirlilik analizleri (mg/lt) (Haziran 2002)

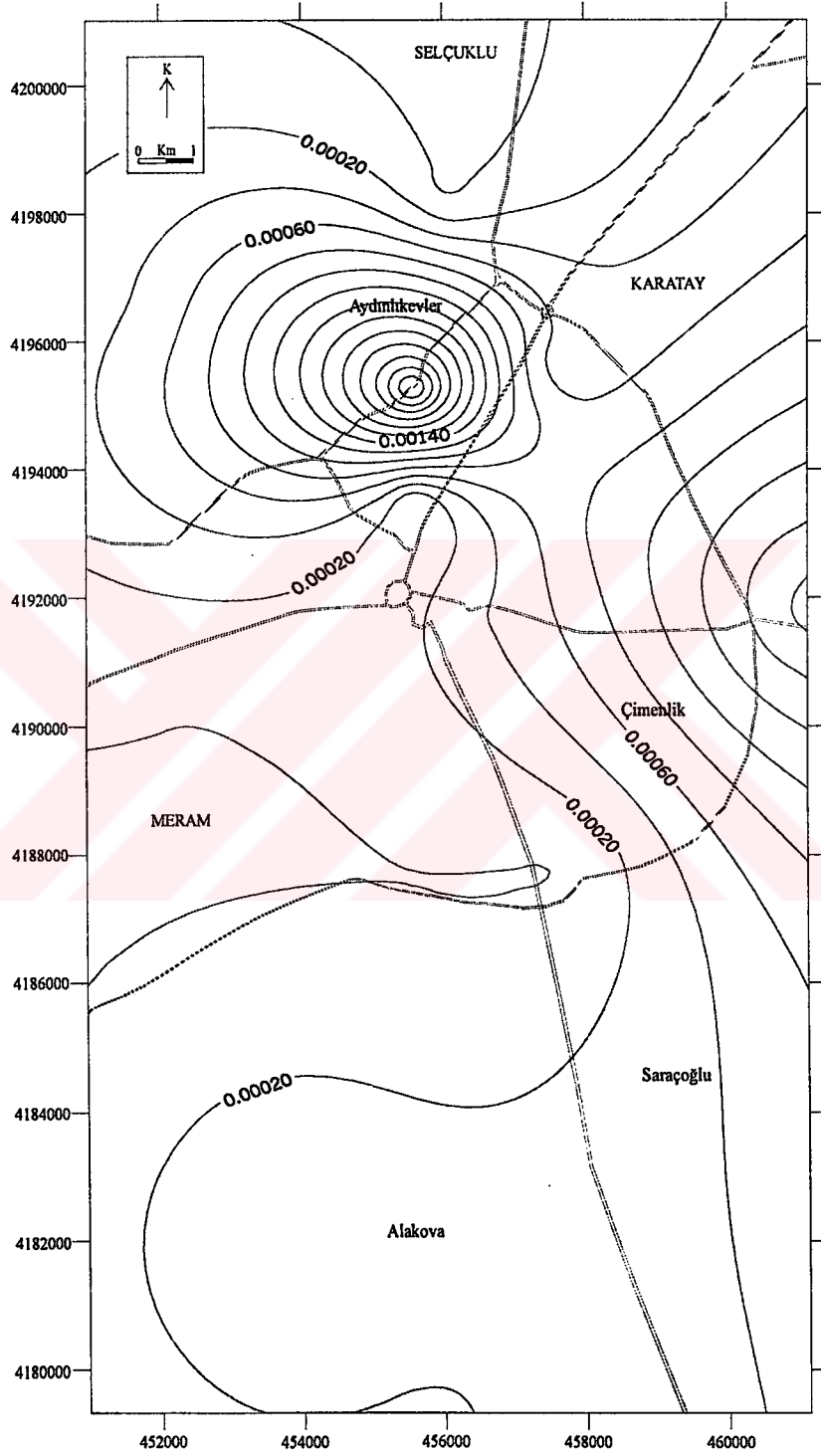


Kuyu No	Li	Mg	Mn	Na	Ni	P	Pb	S	Se	Sr	Tl	V	Zn
Standart1	4	54	4	254	4	25	4	25	4	4	4	4	4
Standart Örnk-1	3,887	52,396	3,942	248,58	3,8651	24,042	3,8813	24,283	3,9469	3,8782	3,9325	3,9511	3,8911
6	0,00604	22,545	0,009421	26,626	0,00544	0,005616	0	23,718	0	0,75284	0,022786	0,0166	0,038406
23	0,01890	68,187	0,015212	37,742	0,012277	0,040805	0	23,198	0	1,1347	0,03941	0,006758	0,052341
56	0,00058	43,58	0,011104	12,585	0	0,021844	0	3,506	0	0,13022	0,021819	0,001968	0,039068
61	0,00708	50,336	0,012041	10,363	0	0,008972	0	10,296	0	0,87712	0,013856	0,003936	0,05613
67	0,00259	13,445	0,004074	41,679	0,00237	0,011935	0	13,705	0	0,41212	0,015188	0,010084	0,009892
Standart Örnk-1	3,8404	51,937	3,8069	244,04	3,7378	23,759	3,8441	23,647	3,8477	3,7125	3,8215	3,8157	3,7853
Standart Örnk 2	3,9773	53,581	3,9698	256,53	4,011	24,945	3,9306	25,171	4,0365	4,0218	4,0181	4,0106	3,9908
34	0,00328	56,919	0,010476	13,311	0	0	0	12,477	0	1,0642	0,03845	0,003154	0,02083
37	0,03355	91,475	0,012882	143,76	0	0,001532	0	72,140	0	3,2394	0,005589	0,009434	0,007063
49	0,04592	56,838	0,01224	108,56	0	0	0	104,16	0	2,8918	0,027118	0,004483	0,001791
57	0,01958	40,975	0,00794	95,699	0,001765	0	0	60,602	0,006998	1,7938	0,043419	0,009257	0,008405
63	0,00893	42,874	0,006553	38,559	0	0	0	19,854	0	1,3664	0,024025	0,010122	0,013986
96	0,00255	43,584	0,006783	12,992	0	0,006024	0	8,7269	0	0,65797	0,009817	0,003652	0,004124
100	0,05913	63,565	0,007981	53,492	0	0,016263	0	29,013	0	1,0728	0,041818	0,004148	0,029096
104	0,00437	31,913	0,007939	37,045	0,000066	0	0	11,867	0	0,59567	0,025516	0,007423	0,005635
Standart Örnk-2	4,0181	54,184	4,1162	257,06	4,0833	25,117	3,8962	25,471	4,0142	4,0762	3,9957	4,0996	4,0719
24	0,00752	53,987	0,008863	18,052	0,003284	0	0,002851	9,9737	0	0,77322	0,015407	0,005833	0,005211
43	0,02721	65,498	0,015315	33,851	0	0,016494	0,002414	26,585	0	1,2069	0,046187	0,010687	0,001248
92	0,00134	46,134	0,00816	10,777	0,001424	0,015134	0	2,6528	0	0,24441	0,021506	0,007365	0,002657
Standart Örnk-2	4,0574	54,242	4,0614	258,59	4,0827	25,256	3,9004	25,764	4,0664	4,0909	4,0204	4,045	4,0561
Kati atik sahası sızıntı suyu	2,41	25,61	4,39	278,42	1,06	33,75	0,00	775,10	0,05	10,71	0,00	6,36	1,82
Kati atik sahası yakınıdaki Tulumba suyu	0,28	27,25	0,07	198,17	0,00	0,03	0,00	543,11	0,00	7,28	0,00	1,27	0,00

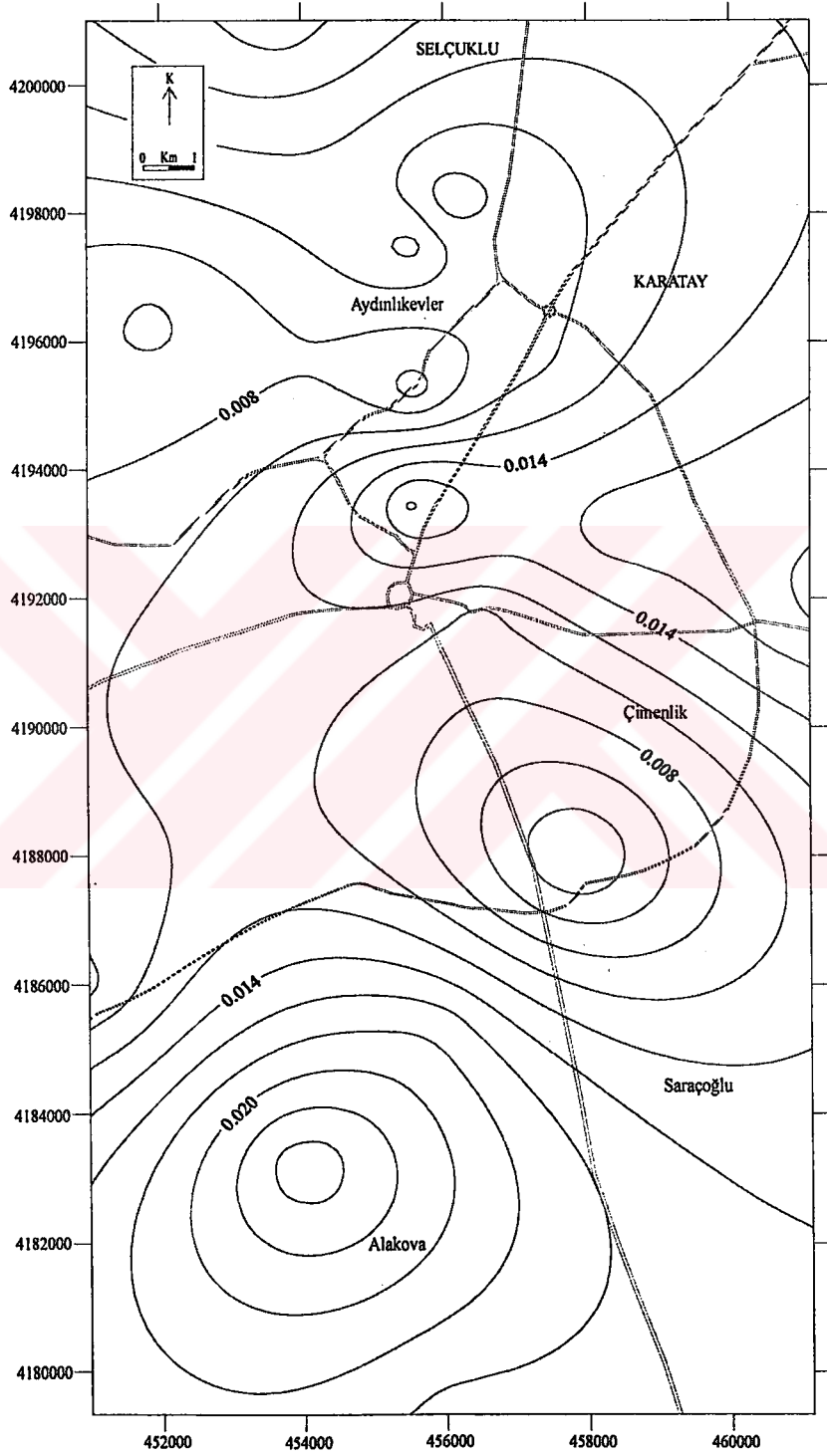
EK F : Kirlilik parametrelerine ait iyon konsantrasyon dağılımları (Nisan 2001)



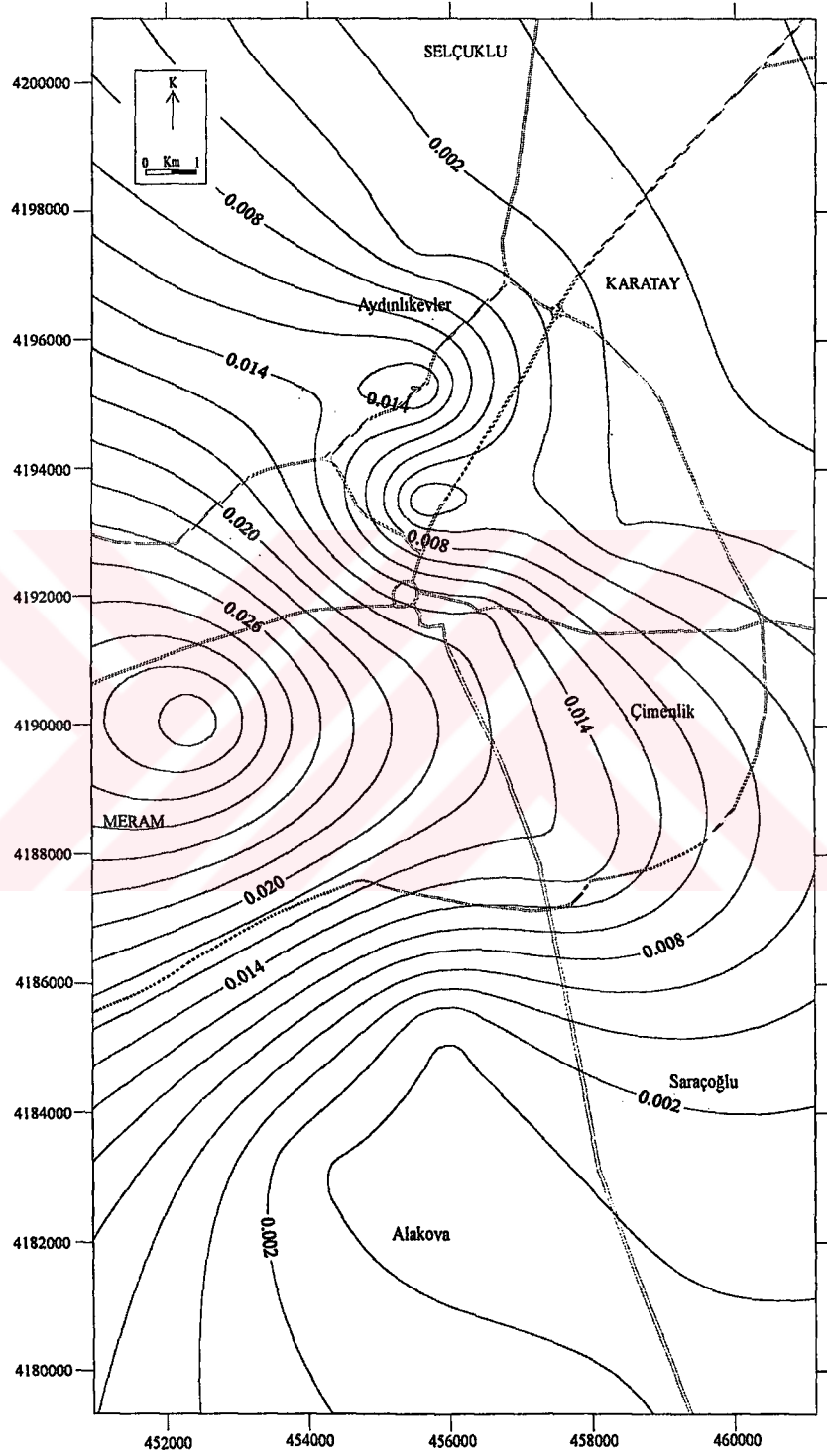
Şekil: Su örneklerinin As (mg/Lt) konsantrasyonu dağılım haritası



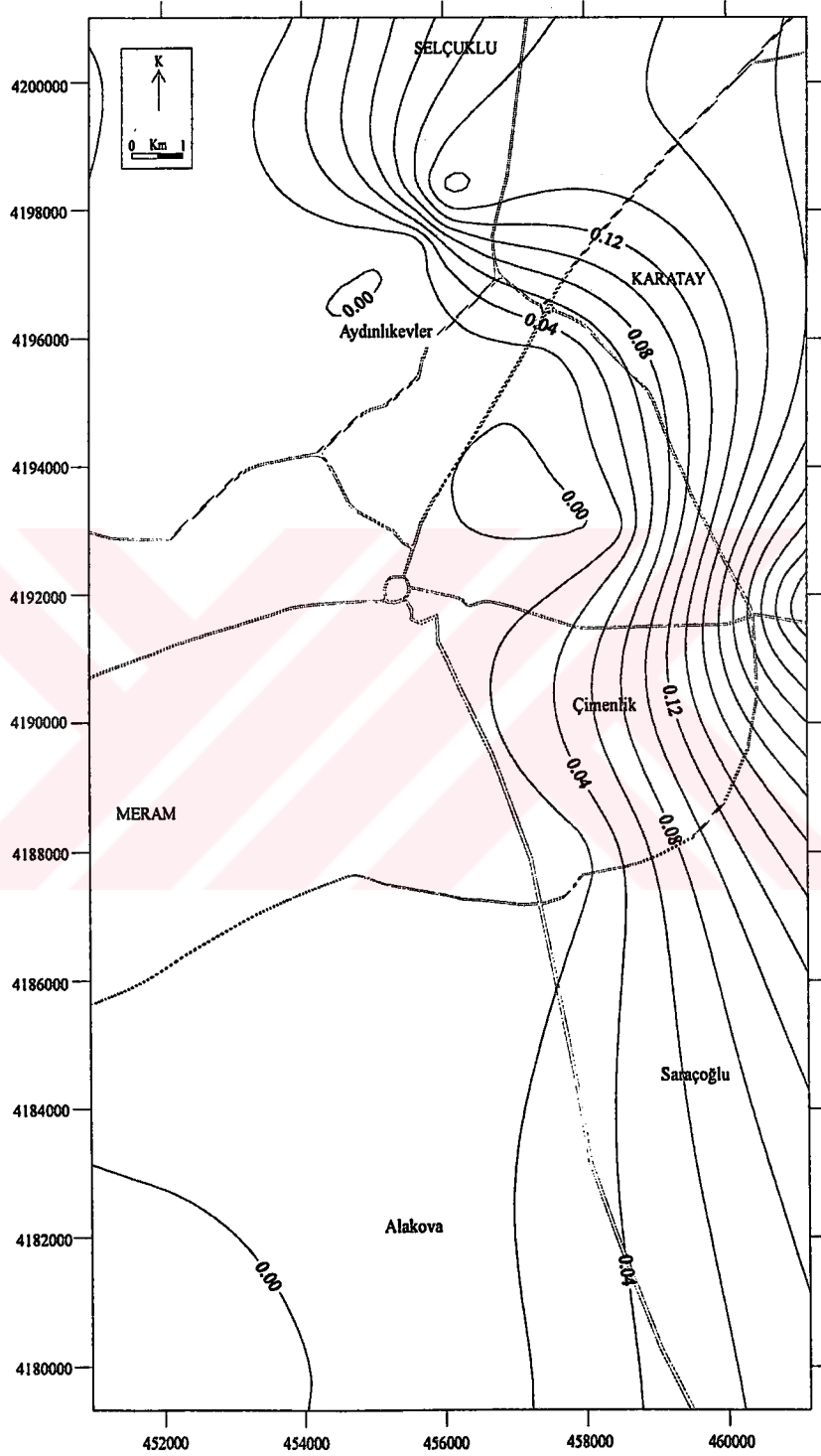
Şekil: Su örneklerinin Cd (mg/l) konsantrasyonu dağılım haritası



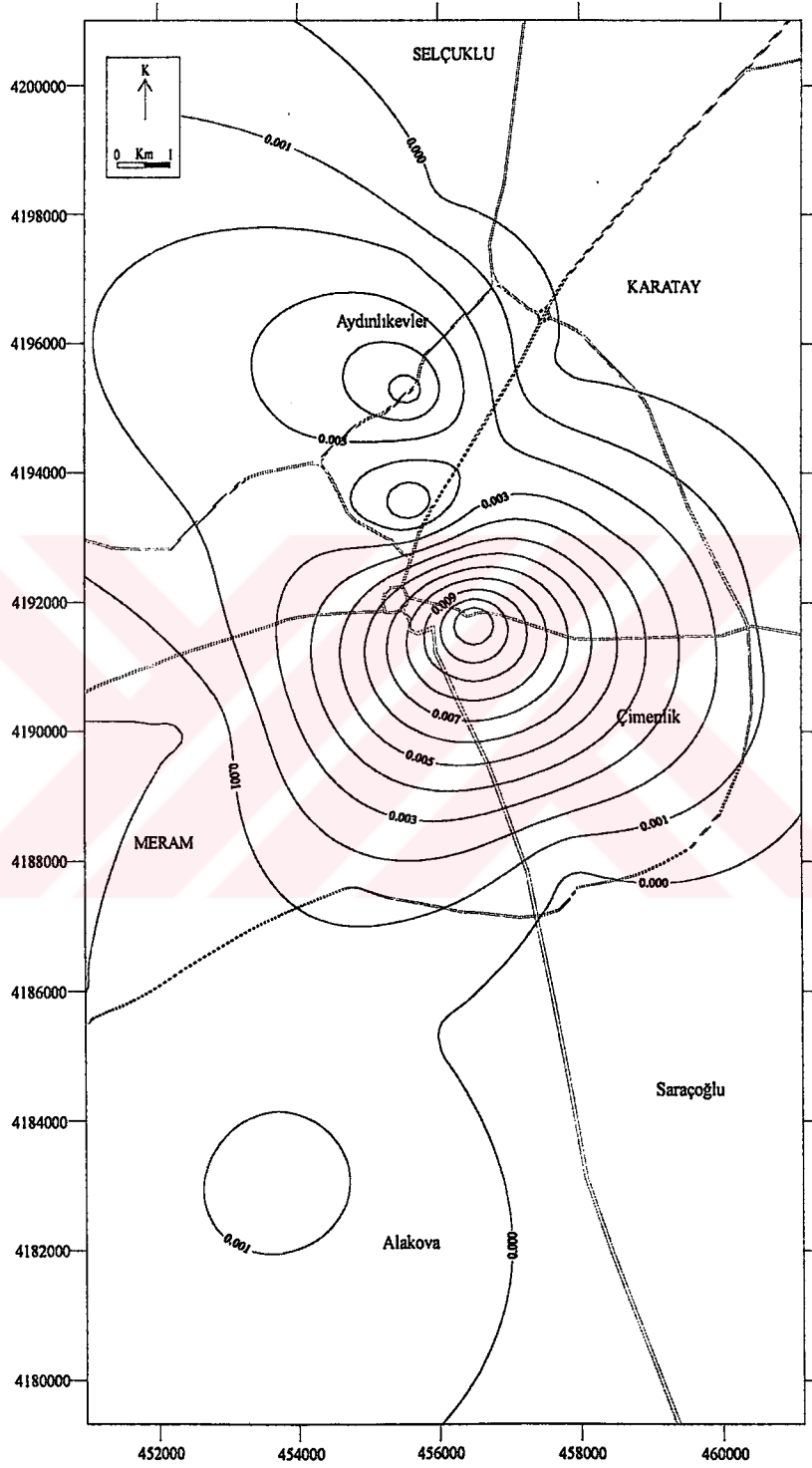
Şekil: Su örneklerinin Cr (mg/l) konsantrasyonu dağılım haritası



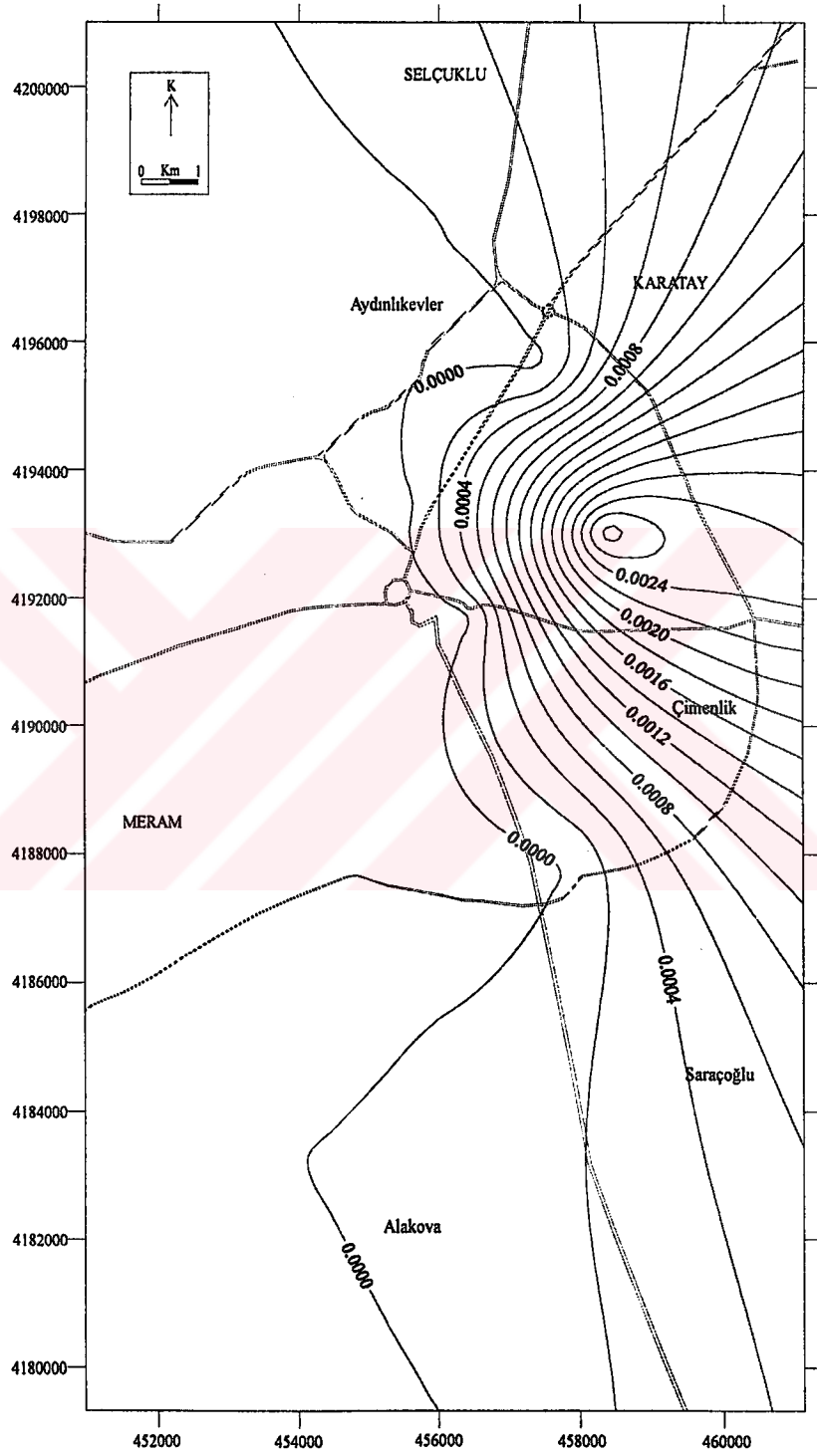
Şekil: Su örneklerinin Cu (mg/Lt) konsantrasyonu dağılım haritası



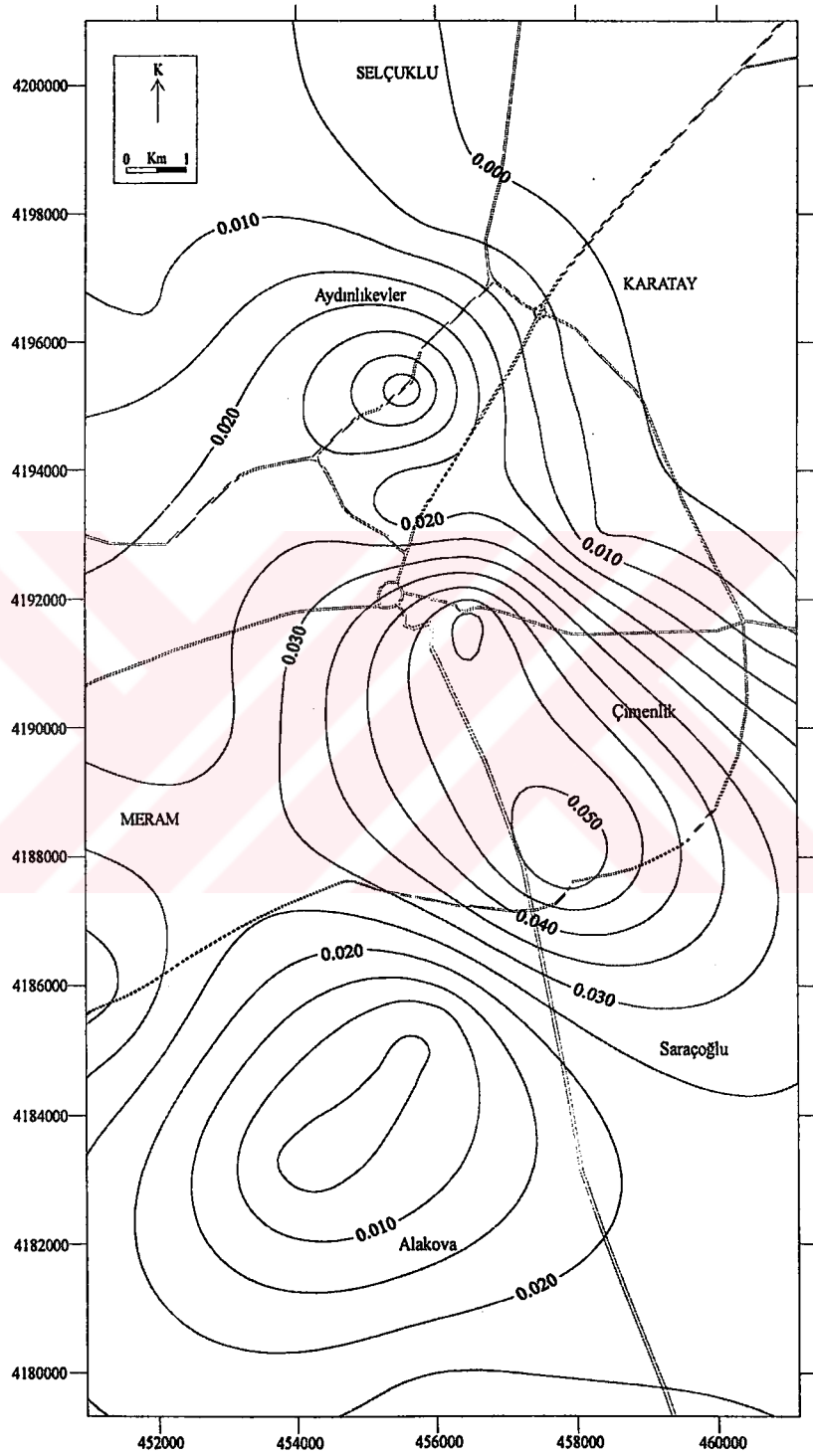
Şekil: Su örneklerinin Fe (mg/Lt) konsantrasyonu dağılım haritası



Şekil: Su örneklerinin Ni (mg/lt) konsantrasyonu dağılım haritası



Şekil: Su örneklerinin Pb (mg/Lt) konsantrasyonu dağılım haritası



Şekil: Su örneklerinin Zn (mg/lt) konsantrasyonu dağılım haritası

EK G: Suların TS 266 (1997) ve Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne (1988) göre sınıflandırılmaları



EK G: a) İnceleme alanındaki kuyu sularında Nisan 2001 dönemine ait analizlerde içme suyu standartlarındaki (TS 266; 1997) sınırları aşan parametreler

<u>Kuyu No</u>	<u>Önerilen miktarı aşan parametreler</u>	<u>İzin verilebilecek maksimum miktarı aşan parametreler</u>
1	SO ₄ , EC	Cl, Mg
2	SO ₄ , EC, Ca	Cl, Mg, NO ₃
3	Mg, SO ₄ , EC	Cl, NO ₃
4	SO ₄ , EC	Cl
5	EC, Cl	Mg
6	SO ₄ , EC, Ni, Na, Cr, Cd, Ba	Cl
7	SO ₄ , EC, Mg	
8	SO ₄ , EC, Mg	Cl
9	SO ₄ , EC, Mg	
10	EC, Mg, Cl	
11	SO ₄ , EC	Mg, Cl
12	EC, Mg	Cl
13	SO ₄ , EC, Mg	Cl
14	SO ₄ , EC, Cl, Mg	
15	EC	Cl
16	SO ₄ , EC, Mg	
18	SO ₄ , EC	Mg, Cl, NO ₃
20	SO ₄ , EC, Mg	
21	SO ₄ , EC, Cl, Mg	
23	SO ₄ , EC, Ca, Ni, Na, Cr, Cd, Ba	Mg, NO ₃ , Cl, K
24	SO ₄ , EC, As, Pb, Ni, Cr, Cd	Mg, Ba
25	EC	SO ₄ , Mg, Cl
26	EC	Mg, Cl
27	EC	Mg
28	SO ₄ , EC	Cl
29	Ca, EC	NO ₃ , Mg, Cl
31	EC	Mg
32	SO ₄ , EC	Cl
33	EC	Mg
34	SO ₄ , EC, Cr	Mg, Ba, Cl
36	SO ₄ , EC, Mg	Cl
37	Na, K, Cr, Cd, Ca	Mg, Ba
39	SO ₄ , EC	Cl
40	Mg, EC, Cl	
41	SO ₄ , EC, Mg	Cl
43	SO ₄ , EC, Na, Cr, Cd, Al, Pb	Mg, Fe, Ba, Cl
47	SO ₄ , EC, Cl	
48	SO ₄ , EC, Cl, Mg	NO ₃
49	Ca, EC, Na, Fe, Cr, Ba, Al	Ca, SO ₄ , Mg, Cl
50	SO ₄ , EC, Cl	
51	SO ₄ , EC, Mg	Cl, NO ₃
52	SO ₄ , EC	Cl
54	SO ₄ , EC, Mg	Cl
55	SO ₄ , EC, Mg	
56	Cr	Mg
57	Ca, EC, Se, Ni, Na, Cr, Cd, Ca, Ba	SO ₄ , Mg, Cl
58	SO ₄ , EC, Mg	

61	SO ₄ , EC, Cr	Mg, Ba, Cl
62	EC	Mg
63	SO ₄ , EC, Mg, Na, Cr, Ca	Ba, Cl, NO ₃
64	SO ₄	Cl
65	SO ₄ , EC, Ca, Mg	Cl
66	SO ₄ , EC	Mg
67	SO ₄ , Ni, Na, Cr, Cd, Ba	Cl
68	EC, Cl	Mg
71	SO ₄ , EC	Mg
76	EC, Mg	
78	Mg	Cl
80	EC, Cl, SO ₄	
81	EC, Mg, SO ₄	Cl
82	EC, SO ₄	Cl
83	EC, Cl, SO ₄	
86	EC, SO ₄ , Mg	
87	EC, SO ₄	Mg, Cl
89	EC, SO ₄ , Mg	
90	EC, SO ₄ , Mg	
91	Mg	
92	Mg, Ni, Cr, Cd, Ba	
93	EC, SO ₄ , Mg	
94	EC	Mg
95	EC, SO ₄ , Mg	
96	EC, SO ₄ , Mg, Cr, Cd	Ba
98	EC, Mg	
99	EC	Mg, Cl
100	EC, SO ₄ , Ca, Na, Cr, Cd	Mg, Ba, Cl
101	EC, Mg	
102	EC	Mg
103	EC	Mg
104	EC, Mg, Cr, Na, Ni	Ba
105	EC, SO ₄	Mg, Cl
106	EC, SO ₄	
107	EC, SO ₄ , Mg	Cl, NO ₃
108	EC, SO ₄	Mg, Cl

EK G: b) İnceleme alanındaki kuyu sularında Ekim 2001 dönemine ait analizlerde içme suyu standartlarındaki (TS 266; 1997) sınırları aşan parametreler

Kuyu No	Önerilen miktarı aşan parametreler	İzin verilebilecek maksimum miktarı aşan parametreler
1	SO ₄ , EC, Mg	Cl
2	SO ₄ , EC	Cl
3	Mg, SO ₄ , EC	Cl
4	SO ₄ , EC, Na	Cl
5	EC, Cl	Mg
6	SO ₄ , EC, Na	Cl
7	SO ₄ , EC, Mg	
8	SO ₄ , EC, Mg	Cl
9	SO ₄ , EC, Mg	
10	SO ₄ , EC, Mg	
11	SO ₄ , EC, Mg	Cl
12	SO ₄ , EC, Mg, Na	Cl, NO ₂
13	SO ₄ , EC, Mg	Cl, NO ₂
14	SO ₄ , EC, Na, Cl	
15	EC	Mg, Cl
16	EC	
17	SO ₄ , Mg, Na	Cl
18	SO ₄ , EC, Na	Cl
19	SO ₄ , EC, Mg	Cl
21	SO ₄ , EC, Mg	Cl
22	SO ₄ , EC	Cl
23	SO ₄ , EC, Ca, Na	Mg, K, Cl
24	EC, Mg	Cl
26	SO ₄ , EC	Mg, Cl
27		NO ₂
28	SO ₄ , EC, Cl, Na	
29	SO ₄ , EC, Mg	Cl
30	EC, Na	SO ₄
31	SO ₄ , EC, Mg, Cl	
32	SO ₄ , EC	Cl
33	EC, Mg	
34	SO ₄ , EC, Mg	Cl
36	SO ₄ , EC, Na	Cl
37	SO ₄ , Ca, Na	EC, Mg, Cl
39	SO ₄ , EC	
40	SO ₄ , EC, Mg	Cl
41	SO ₄ , EC, Mg, Na	Cl
42	SO ₄ , EC, Mg, Cl	
43	SO ₄ , EC, Mg	Cl
45	EC, Mg	
46	SO ₄ , EC	Mg, Cl
47	SO ₄ , EC, Cl	
48	SO ₄ , EC	Mg, Cl
51	SO ₄ , EC, Mg, Na	Cl
52	SO ₄ , EC, Na	Cl, NO ₂
53	EC, Mg, Na	Cl, SO ₄
54	SO ₄ , EC	
55	SO ₄ , EC, Mg	

56	Mg	
57	EC, Mg, Na	Cl, SO ₄ , NO ₂
58	SO ₄ , EC	
59	SO ₄ , EC	Cl
60	EC, Na, Ca	Cl, SO ₄
61	SO ₄ , EC, Mg	Cl
62	SO ₄ , EC	
63	SO ₄ , EC, Mg, Na	Cl, NO ₂
64	SO ₄ , EC, Na, Cl	
65	EC, Mg, Ca, Na	Cl, SO ₄
66	SO ₄ , EC	Mg, Cl
67	SO ₄	
68	EC, Cl	Mg
71	SO ₄ , EC, Mg, Cl	
76	SO ₄ , EC, Mg	Cl
78	Mg	
80	SO ₄ , EC, Na	Cl
81	SO ₄ , EC, Na	Mg, Cl
82	EC, Na	Cl, SO ₄
83	SO ₄ , EC, Na	Cl
86	SO ₄ , EC, Mg	Cl
87	SO ₄ , EC	Mg
90	SO ₄ , EC, Mg	
91	Mg	
92	Mg	Cl
93	SO ₄ , EC, Mg	
94	SO ₄ , EC, Cl	Mg
95	SO ₄ , EC, Ca	
96	SO ₄ , EC, Mg	
97	Mg	
99	SO ₄ , EC, Ca	Mg, Cl
100	SO ₄ , EC, Ca, Na	Mg, Cl
101	SO ₄ , EC, Mg, K	
102	SO ₄ , EC	Mg
103	SO ₄ , EC, Cl	Mg
104	EC	
105	SO ₄ , EC, Na	Mg, Cl, NO ₂
106	SO ₄ , EC, Na	
107	SO ₄ , EC, Na	Mg, Cl, NO ₂
108	SO ₄ , EC, Mg, Na	Cl

EK G: İnceleme alanındaki kuyu sularının Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne (1988) göre kalite sınıfları (I=Yüksek kaliteli su, II=Az kirlenmiş su, III=Kirli su, IV=Çok kirlenmiş su)

c) Nisan 2001 dönemi analizleri;

Kuyu No	Cl	SO ₄	NO ₂	NO ₃	NH ₃
1	II	I	I	II	I
2	II	I	I	IV	I
3	II	I	I	IV	I
4	II	I	I	III	I
5	II	I	I	III	I
6	II	I	I	II	I
7	I	I	I	II	I
8	II	I	I	III	I
9	I	I	I	III	I
10	II	I	I	I	I
11	II	I	I	III	I
12	II	I	I	III	I
13	II	I	I	IV	I
14	II	I	I	III	I
15	II	I	I	III	I
16	I	I	I	I	I
18	II	I	I	IV	I
20	I	I	I	III	I
21	II	I	I	II	I
23	II	I	I	IV	I
24	I	I	I	III	I
25	II	III	I	III	I
26	II	I	I	III	I
27	I	I	I	II	I
28	II	I	I	III	I
29	II	I	I	IV	I
31	I	I	I	II	I
32	II	I	I	II	I
33	I	I	I	I	I
34	II	I	I	III	I
36	II	I	I	II	I
39	II	I	I	III	I
40	II	I	I	III	I
41	II	I	I	III	I
43	II	I	I	II	I
47	II	I	I	IV	I
48	II	I	I	IV	I
49	II	IV	I	I	I
50	II	I	I	III	I
51	II	I	I	IV	I
52	II	I	I	III	I
54	II	I	I	III	I
55	I	I	I	III	I

Kuyu No	Cl	SO ₄	NO ₂	NO ₃	NH ₃
56	I	I	I	III	I
57	II	III	I	II	I
58	I	I	I	III	I
61	II	I	I	III	I
62	I	I	I	III	I
63	II	I	I	IV	I
64	II	I	I	III	I
65	II	I	I	III	I
66	I	I	I	III	I
67	II	I	I	III	I
68	II	I	I	III	I
71	I	I	I	II	I
76	I	I	I	III	I
78	II	I	I	II	I
80	II	I	I	III	I
81	II	I	I	III	I
82	II	I	I	III	I
83	II	I	I	III	I
86	I	I	I	III	I
87	II	I	I	III	I
89	I	I	I	I	I
90	I	I	I	II	I
91	I	I	I	II	I
92	I	I	I	II	I
93	I	I	I	I	I
94	I	I	I	II	I
95	I	I	I	II	I
96	I	I	I	III	I
97	I	I	I	I	I
98	I	I	I	I	I
99	II	I	I	III	I
100	II	I	I	III	I
101	I	I	I	II	I
102	I	I	I	II	I
103	I	I	I	II	I
104	I	I	I	II	I
105	II	I	I	III	I
106	I	I	I	III	I
107	II	I	I	IV	I
108	II	I	I	III	I

EK G: d) Ekim 2001 dönemi analizleri;

Kuyu No	Na	Cl	SO ₄	NO ₂	Kuyu No	Na	Cl	SO ₄	NO ₂
1	I	II	I	I	52	I	II	I	IV
2	I	II	I	I	53	I	II	II	I
3	I	II	I	I	54	I	I	I	I
4	I	II	I	I	55	I	I	I	I
5	I	II	I	I	56	I	I	I	I
6	I	II	I	I	57	I	II	III	IV
7	I	I	I	I	58	I	I	I	I
8	I	II	I	I	59	I	II	I	I
9	I	I	I	I	60	I	II	III	I
10	I	I	I	I	61	I	II	I	I
11	I	II	I	I	62	I	I	I	I
12	I	II	I	IV	63	I	II	I	IV
13	I	II	I	IV	64	I	II	I	I
14	I	II	I	I	65	I	II	III	I
15	I	II	I	I	66	I	II	I	I
16	I	I	I	I	67	I	I	I	I
17	I	II	I	I	68	I	II	I	I
18	I	II	I	I	71	I	II	I	I
19	I	II	I	I	76	I	II	I	I
21	I	II	I	I	78	I	I	I	I
22	I	II	I	I	80	I	II	I	I
23	I	II	I	I	81	I	II	I	I
24	I	II	I	I	82	I	II	III	I
26	I	II	I	I	83	I	II	I	I
27	I	I	I	IV	86	I	II	I	I
28	I	II	I	I	87	I	I	I	I
29	I	II	I	I	90	I	I	I	I
30	I	I	III	I	91	I	I	I	I
31	I	II	I	I	92	I	II	I	I
32	I	II	I	I	93	I	I	I	I
33	I	I	I	I	94	I	II	I	I
34	I	II	I	I	95	I	I	I	I
35	I	I	I	I	96	I	I	I	I
36	I	II	I	I	97	I	I	I	I
37	I	II	I	I	99	I	II	I	I
39	I	I	I	I	100	I	II	I	I
40	I	II	I	I	101	I	I	I	I
41	I	II	I	I	102	I	I	I	I
42	I	II	I	I	103	I	II	I	I
43	I	II	I	I	104	I	I	I	I
45	I	I	I	I	105	I	II	I	IV
46	I	II	I	I	106	I	I	I	I
47	I	II	I	I	107	I	II	I	III
48	I	II	I	I	108	I	II	I	I
51	I	II	I	I					