

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BASKİL (ELAZIĞ) VE YAKIN ÇEVRESİNDEKİ TARIM ARAZİLERİNDE
GÜBRE KULLANIMININ YERALTI VE YERÜSTÜ SULARINDA
OLUŞTURDUĞU KİRLİLİK

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Seda BAKIR
06216102

Jeoloji Mühendisliği
Uygulamalı Jeoloji

Yrd. Doç. Dr. Özlem ÖZTEKİN OKAN

OCAK – 2010

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BASKİL (ELAZIĞ) VE YAKIN ÇEVRESİNDEKİ TARIM ARAZİLERİNDE
GÜBRE KULLANIMININ YERALTI VE YERÜSTÜ SULARINDA
OLUŞTURDUĞU KİRLİLİK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Seda BAKIR

06216102

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 30 Aralık 2009
Tezin Savunulduğu Tarih : 12 Ocak 2010

Tez Danışman: Yrd.Doç. Dr. Özlem ÖZTEKİN OKAN (F.Ü)
Diğer Jüri Üyeleri: Prof. Dr. Bahattin ÇETİNDAG (F.Ü)
Yrd. Doç. Dr. Yusuf SAATÇI (F.Ü)
Prof. Dr. Ahmet ŞAŞMAZ (F.Ü)
Doç Dr. Ubeyde İPEK (F.Ü)

OCAK- 2010

ÖNSÖZ

“Baskil (Elazığ) ve Yakın Çevresindeki Tarım Arazilerinde Gübre Kullanımının Yeraltı ve Yerüstü Sularında Oluşturduğu Kirlilik” başlıklı bu çalışma, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim dalı, Uygulamalı Jeoloji (Hidrojeoloji) bilim dalında yüksek lisans tezi olarak hazırlanmış ve Fırat Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından FÜBAP-1638 no’lu proje ile desteklenmiştir. Araştırmayı maddi açıdan destekleyen Fırat Üniversitesi Rektörlüğü’ ne ve Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (FÜBAP)’ ne teşekkür ederim.

Bu çalışmanın hazırlanması, arazi ve büro çalışmalarında yönlendirici ve bilgilendirici katkı ve yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Özlem ÖZTEKİN OKAN’a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Arazi çalışmalarının yanı sıra, çok değerli katkı ve görüşlerini esirgemeyen sayın hocam Prof. Dr. Bahattin ÇETİNDAG’a sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunarım. Bölümümüzün öğretim üyelerinden Yrd. Doç. Dr. Murat İNCEÖZ’e, bölgenin tektonik bilgi ve haritalarının çıkarılmasındaki yardımlarından dolayı çok teşekkür ederim.

İnceleme alanın meteorolojik bilgilerini almamızı sağlayan, Baskil Meteoroloji Müdürü Kenan KÖSE’ye; laboratuvarlarını kullanmamıza imkan veren Üniversitemizin Çevre Mühendisliği Bölümü’ne ve Yrd. Doç. Dr. Işıl ARSLAN’a teşekkür ederim.

Tez çalışmalarımın farklı aşamalarında yardımlarını gördüğüm Bozok Üniversitesi’nden Yrd. Doç. Dr. Güllü KIRAT, Arş. Gör. Sevim ÖZULUKALE, Tunceli Üniversitesi’nden Yrd. Doç. Dr. Özlem ERDEM, Atatürk Üniversitesi’nden Arş. Gör. Sibel KAYGILI, bölümümüzün Arş. Gör. Serap ÇOLAK ve Arş. Gör. Nevin ÖZTÜRK’e teşekkür ederim.

Tez çalışmalarım esnasında göstermiş oldukları sonsuz sabır ve manevi desteklerinden dolayı sevgili aileme içtenlikle teşekkür ederim.

Seda BAKIR
ELAZIĞ-2010

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	I
İÇİNDEKİLER.....	II
ÖZET.....	V
ABSTRACT.....	VII
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	IX
TABLolar LİSTESİ.....	XI
SİMGELER.....	XII
KISALTMALAR.....	XIII
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Çalışmanın Amacı.....	1
2. MATERYAL VE METOT.....	2
2.1. Coğrafya.....	3
2.2. İklim.....	4
2.3. Literatür.....	10
3. JEOLojİ.....	13
3.1. Keban Metamorfizmaları.....	15
3.2. Baskil Magmatitleri.....	15
3.3. Kuşular Formasyonu.....	16
3.4. Seske Formasyonu.....	17
3.5. Kırkgeçit Formasyonu.....	17
3.6. Pliyo-Kuvaterner.....	18
4. YAPISAL JEOLojİ.....	19
5. HİDROJEOLojİ	21
5.1. Yeraltı Suyu Taşıyan Formasyonlar	21
5.2. Kayaçların Hidrojeolojik Özellikleri.....	22
5.2.1. Geçirimsizlik	22
5.2.2. Gözeneklilik.....	23

5.3.	Su Örnekleme Noktaları.....	23
6.	SU KİMYASI.....	25
6.1.	Sularda Bulunan Başlıca İyonlar ve Kökenleri.....	25
6.1.1.	Katyonlar.....	26
6.1.2.	Anyonlar.....	30
6.2.	Kimyasal Analizlerin Diyagramlarla Gösterilmesi.....	31
6.2.1.	Schoeller (1955) Diyagramı.....	31
6.2.2.	Piper diyagramı.....	36
6.2.3.	Suların İçilebilme Diyagramı.....	38
6.2.4.	Wilcox Diyagramı.....	39
6.2.5.	ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramı.....	43
6.3.	Suların Çeşitli Kriterlere Göre Sınıflandırılması.....	45
6.3.1.	Suların Sıcaklıkları.....	45
6.3.2.	Hidrojen İyonu Konsantrasyonu (pH).....	45
6.3.3.	Sodyum İyon Yüzdesi (%Na).....	45
6.3.4.	Sodyum Adsorpsiyon Oranı (SAR).....	46
6.3.5.	Sertlik.....	47
6.3.6.	Suların Elektriksel İletkenliği (EC).....	48
7.	SU KİRLİLİĞİ.....	49
7.1.	Örnekleme Noktalarının Tarımsal Faaliyetlere Göre Dağılımı.....	50
7.2.	NH ₄ -N.....	54
7.3.	NO ₂ -N.....	55
7.4.	NO ₃ -N.....	57
7.5.	PO ₄ ⁻³ -P.....	60
7.6.	Suların İçme Suyu Standartlarına Göre Değerlendirilmesi.....	62
8.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	66
	KAYNAKLAR.....	68
	ÖZGEÇMİŞ.....	72

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BASKİL (ELAZIĞ) VE YAKIN ÇEVRESİNDEKİ TARIM ARAZİLERİNDE GÜBRE KULLANIMININ YERALTI VE YERÜSTÜ SULARINDA OLUŞTURDUĞU KİRLİLİK

Seda BAKIR

Fırat Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı

2010, Sayfa: 72

Bu tez çalışmasında Baskil ilçesi tarım alanlarında kullanılan gübrelemenin, yüzey ve yeraltı sularında oluşturduğu kirlilik incelenmiştir.

İnceleme alanında tabandan tavana doğru Permo-Triyas yaşlı Keban Metamorfitleri, Koniasiyen-Santoniyen yaşlı Baskil Magmatitleri, Alt Paleosen yaşlı Kuşçular Formasyonu, Tanesiyen-Alt Eosen yaşlı Seske Formasyonu, Lütasiyen-Üst Oligosen yaşlı Kırkgeçit Formasyonu ve Pliyo-Kuvaterner yaşlı çakıltaşı, kil, silt, kireçtaşı, kumtaşı ve yamaç molozu yer almaktadır.

Thornthwaite formülüne göre incelenen bölge; yarı kurak, mezoterm, kış aylarında çok miktarda su fazlalığı ve yaz aylarında da çok miktarda su eksikliği olan ikinci dereceden iklim özelliklerine sahiptir.

İnceleme alanında su taşıyan formasyonlar; Keban Metamorfitleri, Baskil Magmatitleri, Seske Formasyonu, Kırkgeçit Formasyonu, Pliyosen çakıltaşları, silt ve kumtaşlarıdır.

Bölgedeki Pliyosen çökellerinin geçirimsizlikleri $7,48 \cdot 10^{-4}$ m/sn - $17,4 \cdot 10^{-3}$ m/sn arasında; gözeneklilikleri ise % 30 ile % 45 arasındadır.

İncelenen 8 kuyu ve 2 yüzey sularının sıcaklıkları 12.6 ila 21 °C arasında, elektriksel iletkenlikleri 161.5 ila 574 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında değişmektedir. Sularda en fazla bulunan katyon Ca^{+2} , en fazla bulunan anyon ise HCO_3^{-2} tır.

Suların kimyasal analizleri sonucunda, K^+ değerlerinde dönemsel bir artış gözlenmiştir. Bu artış K^+ 'un yeraltı suyunda yağışlı dönemlerde düşük konsantrasyonlarda, kurak dönemlerde ise yüksek konsantrasyonlarda bulunmasına bağlanabilir. Bunun yanında K^+ iyonundaki artış, inceleme alanında kullanılan yoğun K^+ bileşimli gübre kullanımından da kaynaklanıyor olabilir.

Sulardaki $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$ konsantrasyonları, dönemsel olarak incelenmiş ve konsantrasyonların artış gösterdiği belirlenmiştir. Aynı zamanda sulardaki $\text{NO}_3\text{-N}$ değerlerine göre suların yüzeyden bir kirletici tarafından kirletildiği tespit edilmiştir.

İnceleme alanında kullanılan gübrelerin yeraltı ve yüzey sularının $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$ ve $\text{PO}_4^{-3}\text{-P}$ konsantrasyonlarında belirleyici bir etki göstermezken, farklı dönemlerde alınan su örnekleriyle yapılan analizler sonucu her iki dönemde farklı değerlere sahip olmaları nedeniyle gelecek dönemler için sularda kirlilik riski taşıdığı ortaya çıkmıştır.

Baskil ve yakın çevresindeki kuyu ve yüzey sularının Türk İçme Suyu Standartları'na uygun olduğu belirlenmiştir. Ancak tarımsal kökenli yeraltı ve yüzey su kirliliği, kullanılan gübre tür ve miktarları kontrol altında tutularak gelecekte oluşabilecek kirlilik önlenmiş olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Baskil, Gübre, $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{PO}_4^{-3}\text{-P}$, K^+ , Kirlilik.

ABSTRACT

Master of Science Thesis

THE POLLUTION OF SURFACE AND GROUNDWATER BY USING FERTILIZERS AT AGRICULTURE AREAS OF BASKİL (ELAZIĞ) AND ITS CLOSE VICINITY

Seda BAKIR

Fırat University

Graduate School of Natural and Applied Science

Department of Geological Engineering

2010, Page: 72

This thesis were investigated the pollution of surface and groundwater by using fertilizers at agriculture areas of Baskil and its close vicinity.

In the studied area from bottom to top Permo-Trias Keban Metamorphites, Coniasian-Santonian upper Baskil Magmaties, Lower Paleocene Kuşcular Formation, Tanesien-Lower Paleocene Seske Formation, Lutetion-Upper Oligosen Kırkgeçit Formation and Pliecene-Quaternary sandstone, clay, silt, limestone and debris are present.

In the studied area, formations bearing groundwater are Keban Metamorphics, Baskil Magmaties, Seske Formation, Kırkgeçit Formation and Pliocene aged conglomerates, silt and sandstone.

The permeability of Pliocene sediments are between $7,48.10^{-4}$ m/sn and $17,4.10^{-3}$ m/sn, porosity is between 30 % and 40 %.

In the studied are borehole and surface waters' temperatures and elecrical conductivity are range from 12,6 °C to 21 ° C, and from 161.5 to 574µS/cm. The abundant ions in waters are Ca^{+2} and HCO_3^{-2} .

As results of chemical analysis of waters, a periodic increase was observed in K^+ values. This increase causes that the value of K^+ is observed much more in the arid seasons, but less in rainy seasons. Furthermore, increase in K^+ ions used densely may be the result of using fertilizers containing K^+ .

In the studied area waters, the NH_4-N , NO_2-N concentrations were examined periodically and increased concentrations were determined. According to NO_3-N values in waters, pollutants from the surface was determined by the pollutant.

While there is no a specific on NH_4-N , NO_2-N , NO_3-N ve $PO_4^{-3}-P$ concentration ratios of groundwater and surface water of fertilizers used in studied area, it occurs that there is a risk of pollution in waters in future periods because of the different values of fertilizers as a result of analysis of water samples taken in different periods.

It is determined that groundwaters and surface waters in Baskil it's and near surrounding are convenient for the Turkish Driking Water Standarts. However, the pollution happen in groundwater and surface water is caused by agricultural reasons in the future, will have been prevented by controlling both kinds and amounts of fertilizers used for water pollution.

Key Words: Baskil, Fertilizer, NH_4-N , NO_2-N , NO_3-N , $PO_4^{-3}-P$, K^+ , Pollution.

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1. İnceleme alanının yer bulduru haritası.....	3
Şekil 2.2. Baskil Meteoroloji Müdürlüğü'nün Baskil ilçesi 2007 yılı verilerine göre yağış ve potansiyel buharlaşma terlemenin Thornthwaite formülüne göre yıllık değişim grafiği.....	7
Şekil 2.3. Baskil Meteoroloji Müdürlüğü'nün Baskil ilçesi 2008 yılı verilerine göre yağış ve potansiyel buharlaşma terlemenin Thornthwaite formülüne göre yıllık değişim grafiği.....	9
Şekil 3.1. Baskil ve çevresinin jeoloji haritası	13
Şekil 3.2. İnceleme alanının stratigrafik kesiti	14
Şekil 4.1. Baskil ve yakın çevresinin tektonik yapıları	19
Şekil 5.1. İnceleme alanındaki su örnekleme noktalarının dağılımını gösteren harita ..	24
Şekil 6.1. İnceleme alanındaki suların Ca^{+2} iyonunun dönemsel dağılımı.....	28
Şekil 6.2. İnceleme alanındaki suların K^{+} iyonunun dönemsel dağılımı.....	29
Şekil 6.3. İnceleme alanındaki suların Cl^{-} iyonunun dönemsel dağılımı	30
Şekil 6.4. İnceleme alanındaki suların Temmuz-2008 kimyasal analiz sonuçlarının Schoeller diyagramında gösterilmesi	32
Şekil 6.5. İnceleme alanındaki suların Nisan-2009 kimyasal analiz sonuçlarının Schoeller diyagramında gösterilmesi.....	33
Şekil 6.6. İnceleme alanındaki suların Temmuz-2008 dönemine ait Piper diyagramı..	36
Şekil 6.7. İnceleme alanındaki suların Nisan -2009 dönemine ait Piper diyagramı.....	37
Şekil 6.8. Temmuz 2008 analiz sonuçlarına göre suların içilebilme diyagramı.....	38
Şekil 6.9. Nisan 2009 analiz sonuçlarına göre suların içilebilme diyagramı	39
Şekil 6.10. İnceleme alanındaki suların Temmuz-2008 dönemine ait Wilcox diyagramı.....	40
Şekil 6.11. İnceleme alanındaki suların Nisan -2009 dönemine ait Wilcox diyagramı.....	41
Şekil 6.12. İnceleme alanındaki suların Temmuz-2008 dönemine ait ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramı.....	43

Şekil 6.13. İnceleme alanındaki suların Nisan -2009 dönemine ait ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramı.....	44
Şekil 7.1. İnceleme alanında kirlilik oluşturabilecek unsurların dağılımı.....	51
Şekil 7.2. İnceleme alanındaki suların $\text{NH}_4\text{-N}$ değerlerinin Temmuz-2008 ve Nisan-2009 dağılımı	54
Şekil 7.3. İnceleme alanındaki suların Temmuz-2008 (a) ve Nisan -2009 (b) $\text{NH}_4\text{-N}$ değerlerinin dağılım haritası.....	55
Şekil 7.4. İnceleme alanındaki suların $\text{NO}_2\text{-N}$ değerlerinin Temmuz-2008 ve Nisan -2009 dağılımı.....	56
Şekil 7.5. İnceleme alanındaki suların $\text{NO}_3\text{-N}$ değerlerinin Temmuz-2008 ve Nisan-2009 dağılımı	58
Şekil 7.6. İnceleme alanındaki suların Temmuz-2008 (a) ve Nisan -2009 (b) $\text{NO}_3\text{-N}$ değerlerinin dağılım haritası	59
Şekil 7.7. İnceleme alanındaki suların HCO_3^- , SO_4^{2-} ve $\text{NO}_3\text{-N}$ değerlerinin Temmuz-2008 ve Nisan- 2009 dönemlerindeki dağılımı.....	60
Şekil 7.8. İnceleme alanındaki suların $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ içeriklerinin Temmuz-2008 ve Nisan -2009 dağılımı.....	61
Şekil 7.9. İnceleme alanındaki suların Temmuz-2008 (a) ve Nisan -2009 (b) $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ değerlerinin dağılım haritası.....	62

TABLÖLER LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1. 2007 ve 2008 yılları sıcaklık ortalamaları, yağış miktarları ve % bağıl nemleri.....	5
Tablo 2.2. İnceleme alanının 2007 yılı nem bilançosu.....	6
Tablo 2.3. İnceleme alanının 2008 yılı nem bilançosu.....	8
Tablo 5.1. İnceleme alanından numunelerde tespit edilen geçirimsizlik değerleri.....	22
Tablo 5.2. İnceleme alanından numunelerde tespit edilen gözeneklilik, özgül verim (Q_s) ve özgül tutum (Q_r) değerleri.....	23
Tablo 6.1. İnceleme alanı içerisinde bulunan suların kimyasal analiz sonuçları (06.07. 2008).....	26
Tablo 6.2. İnceleme alanı içerisinde bulunan suların kimyasal analiz sonuçları (27.04.2009).....	27
Tablo 6.3. Temmuz 2008 dönemi analiz sonuçlarına göre kuyu ve yüzey sularındaki iyonların sıralanışı.....	34
Tablo 6.4. Nisan 2009 dönemi analiz sonuçlarına göre kuyu ve yüzey sularındaki iyonların sıralanışı.....	34
Tablo 6.5. Temmuz 2008 döneminde kuyu ve yüzey sularındaki anyon ve katyonların sıralanışı.....	35
Tablo 6.6. Nisan 2009 döneminde kuyu ve yüzey sularındaki anyon ve katyonların sıralanışı.....	36
Tablo 6.7. Suların tuzluluk ve sodyum miktarlarına göre sınıflandırılması.....	42
Tablo 6.8. % Na sınıflaması.....	43
Tablo 6.9. SAR kriter aralığı.....	46
Tablo 6.10. İnceleme alanının % Na ve SAR değerleri ve sınıflaması.....	46
Tablo 7.1. Baskil ilçesi 2007 yılı tarım ilaçları bayi satış cetveli	52
Tablo 7.2. Kıta içi su kaynakları, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği	53
Tablo 7.3. Türk Standartları Enstitüsü (TS266-2005), Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO), Avrupa Birliği (EC) ve ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA) tarafından belirtilen limit değerler.....	65

SİMGELER

B : Bor

Ca⁺² : Kalsiyum

Cl⁻ : Klorür

CO₂ : Karbondioksit

HCO₃ : Bikarbonat

K⁺ : Potasyum

Mg⁺² : Magnezyum

Na⁺ : Sodyum

N : Azot

NH₃ : Amonyak

NH₄ : Amonyum

NO₃ : Nitrat

NO₂ : Nitrit

PO₄ : Fosfat

SO₄⁻² : Sülfat

KISALTMALAR

DSİ	: Devlet Su İşleri
EC	: Elektriksel iletkenlik
MTA	: Maden Tetkik Arama
mek	: Miliekivalen
mek/l	: Miliekivale/litre
mg/l	: Miligram/litre
SAR	: Sodyum adsorbsiyon oranı
pH	: Hidrojen iyonu konsantrasyonu
%Na	: Sodyum iyon yüzdesi
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
TPAO	: Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı

1. GİRİŞ

Yeraltı sularının kirlenmesi, toprak ortamındaki kirleticilerin çoğalmasıyla birlikte gün geçtikçe artmaktadır. Yapılan araştırmalar; Türkiye’de yeraltı suyundan karşılanan toplam su tüketiminin 1980 öncesinde % 40, 1980’li yıllarda % 30 civarında olmasına karşın 90 lı yıllarda % 20 lere kadar düştüğünü ortaya koymaktadır (<http://www.sura.cevreorman.gov.tr/formlar/coi.htm>).

Ülkemizde tarım sektörü, eskiden olduğu gibi günümüzde de insanların beslenmesi, istihdamı, ekonomiye katkısı ve ihracat potansiyeli bakımından büyük önem taşımaktadır. Tarımı yönlendiren en önemli faktörlerin başında gübre ve su, yıllardır önceliğini korumuştur. Kimyasal gübreler tüm dünyada olduğu gibi, ülkemizde de aşırı ve bilinçsiz bir biçimde kullanılmaktadır. Bu kullanım şekli özellikle yeraltı, yüzey ve toprak yapısında kirliliğe neden olmakta ve bu durum canlı yaşamı için oldukça ciddi bir problem oluşturmaktadır.

1.1. Çalışmanın Amacı ve Önemi

Bu çalışmada, Baskil ilçesi tarım alanlarında yapılan gübrelemenin, yüzey ve yeraltı sularında oluşturduğu etkiler incelenmiştir. Çalışma kapsamında jeoloji, hidrojeoloji, su kimyası ve su kirliliği üzerinde durulmuştur.

İnceleme alanında, 2008-2009 yıllarında bölgede yapılan gübreleme dönemleri dikkate alınarak, Nisan ayı gübreleme dönemi, Temmuz ayı da gübreleme yapılmayan dönem olmak üzere iki dönemde hidrojeokimyasal gözlemler yapılmıştır. Araziden alınan su ve kayaç örneklerinin laboratuarda analizleri yapılarak elde edilen veriler yorumlanmıştır.

Baskil ve çevresindeki tarım arazilerinde gübreleme uygulamalarının yeraltı ve yüzey sularında $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{PO}_4\text{-P}$ yapılan çalışmalarla tespit edilip; gübrelemenin sular üzerindeki etkisi araştırılmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

“Baskil (Elazığ) ve Yakın Çevresindeki Tarım Arazilerinde Gübre Kullanımının Yeraltı ve Yerüstü Sularında Oluşturduğu Kirlilik” başlıklı bu çalışma; literatür araştırmaları, arazi, laboratuvar ve büro çalışmaları olmak üzere dört aşamada gerçekleştirilmiştir.

Literatür araştırmaları arazi çalışmalarından önce başlatılmış ve çalışmanın her aşamasında devam etmiştir. Bu çalışma kapsamında inceleme alanı ve yakın çevresinin jeoloji ve hidrojeolojisini konu alan rapor, makale, kitap vb. gibi çalışmalar derlenmiştir.

Arazi çalışmalarında; önceki çalışmalara bağlı olarak derlenen bölgenin jeoloji haritası oluşturulup örnek alınan 8 kuyu suyu ve 2 yüzey su noktaları işaretlenip bir örnekleme haritası oluşturulmuştur. Arazide örnek alınan kaynak ve kuyu sularının koordinatları GPS (Küresel Konumlama Sistemi) yardımıyla belirlenmiştir. Sıcaklık, pH, elektriksel iletkenlik gibi bazı su kalitesi parametreleri sahada kaynak başlarında YSI marka Orion 63 model pH metre ile ölçülmüştür.

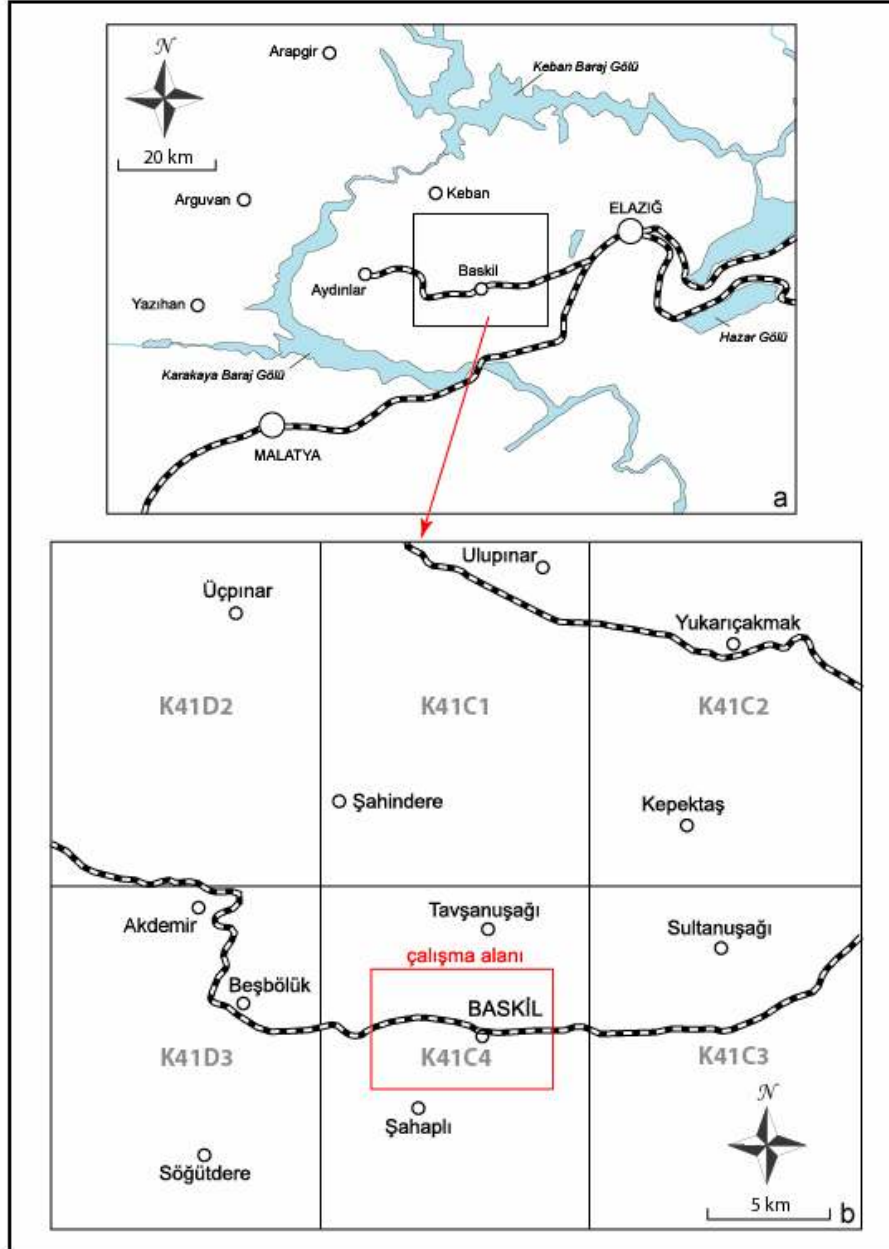
Alınan örneklerin Jeoloji Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarında; major anyon ve katyonları ile kirlilik parametreleri (NH_4^+ -N, NO_2^- -N, NO_3^- -N, PO_4^{3-} -P) kitler yardımıyla Nova 60 cihazıyla spektrofotometrik olarak belirlenmiştir. Sulardaki HCO_3^- tayini ise titrasyon deneyi ile tespit edilmiştir. Hidrojeoloji çalışmalarında laboratuvarda farklı özellikteki gevşek ve sıkışmış numunelerin tabanı delikli kutu ile geçirimsizlikleri, ayrıca sıkılama yöntemi ile de gözeneklilikleri tayin edilmiştir.

Büro çalışmalarında ise; hem arazi hem de laboratuvar çalışmalarından elde edilen tüm veriler değerlendirilerek, yorumlanmıştır.

2.1. Coğrafya

İnceleme alanı; Elazığ'ın güneybatısında il merkezine 39 km uzaklıktaki Baskil ilçesi ve yakın çevresini kapsamaktadır (Şekil 2.1).

Baskil ilçesi ve yakın çevresini içine alan bu alan Türkiye 1/25.000 ölçekli Elazığ K41-c4 topografik pafta haritasında yer almaktadır.



Şekil 2.1. İnceleme alanının yer bulduru haritası

2.2. İklim

Baskil Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınan verilere göre; bölgenin 2007 yılındaki aylık sıcaklık ortalaması 12,08 °C, toplam yağış miktarının 285 mm olduğu belirtilmiştir. 2007 yılı en düşük sıcaklık değeri Ocak ayında -3 °C olup, en yüksek sıcaklık değeri Ağustos ayında 28 °C'dir. 2007 yılının en fazla yağış aldığı ay Nisan ayı olup bu ayda 63 mm yağış düşmüştür.

2008 yılı verilerine göre bölgenin sıcaklık ortalaması 11.5 °C, toplam yağış miktarı da 386,9 mm' dir. Yıl içerisinde bölge en yüksek sıcaklığa 25,9 °C ile Ağustos ayında ve en düşük sıcaklığa da -6,11 °C ile Ocak ayında ulaşmıştır. 2008 yılı içinde en fazla yağış alan ay 74,5 mm'lik yağışla Kasım ayı olup, en az yağış alan ay 5,7 mm yağışla Ağustos ayı olmuştur. Bölgenin 2007 ve 2008 yılları aylık sıcaklık ortalaması, aylık yağış miktarı ve bağıl nem yüzdesi Tablo 2.1.' de verilmiştir.

Thornthwaite (1948) formülü kullanılarak 2007 ve 2008 yıllarının nem bilançosu hazırlanmıştır (Tablo 2.2 ve Tablo 2.3). Nem bilançosunda; Nisan ayı sonuna kadar su fazlalığının varlığı, Mayıs ve Ekim ayları arasında buharlaşma-terlemenin yağıştan fazla olduğu ve Haziran-Kasım ayları arasında su noksanlığı olduğu ortaya çıkmıştır. Thornthwaite formülünden yararlanarak; yağış, buharlaşma ve terlemenin 2007-2008 yılları arası değişim grafiği hazırlanarak Şekil 2.2 ve Şekil 2.3'de verilmiştir.

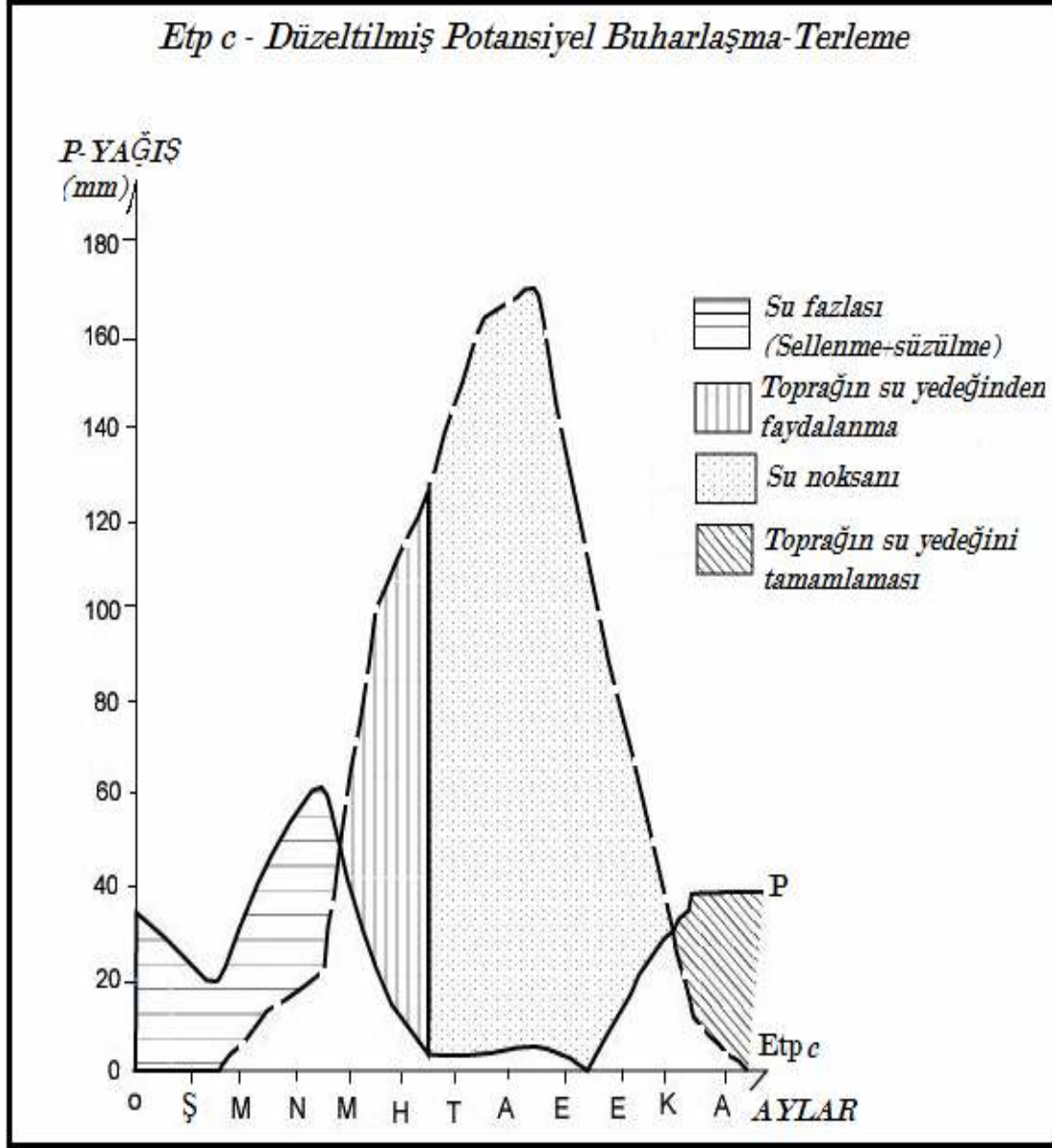
Thornthwaite (1948) formülü kullanılarak çıkarılan bölgenin iklim formülü; $DB_2'sb_2'$ şeklindedir. Bu formülde D kuraklık indisine göre; yarı kuraklığı, B_2' sıcaklık şartlarına göre mezotermal iklimi, s yağış düzenine göre kış aylarında çok miktarda su fazlalığını ve yaz aylarında da çok miktarda su eksikliğini; b_2' sıcaklık düzenine göre ikinci dereceden iklimi belirtir.

Tablo 2.1. 2007 ve 2008 yılları sıcaklık ortalaması, yağış miktarları ile % bağıl nemler (Baskil Meteoroloji Müdürlüğü).

AYLAR	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	TOPLAM
Aylık Sıcaklık Ortalaması-°C(2007)	-3	0	5	7	19	22	26	28	22	15	5	-1	12,08
Aylık Sıcaklık Ortalaması-°C(2008)	-6,11	-3,3	9,5	14,3	13,9	20,4	25,3	25,9	19,5	13,2	7,3	-1,9	11,5
Yağış-mm (2007)	29	17	46	63	20	3	4	6	0	21	38	38	285
Yağış-mm (2008)	42,3	20	37,8	35,1	64,3	20,5	0	5,7	36,5	21,7	74,5	28,5	386,9
Bağıl Nem % (2007)	73	68	56	56	42	30	25	26	22	44	59	68	
Bağıl Nem % (2008)	64	68,4	47,4	38,9	41,8	35,5	23,7	25,6	31,8	48,7	58,3	69,8	

Tablo 2.2. İnceleme alanının 2007 yılı nem bilançosu (Thornthwaite formülüne göre).

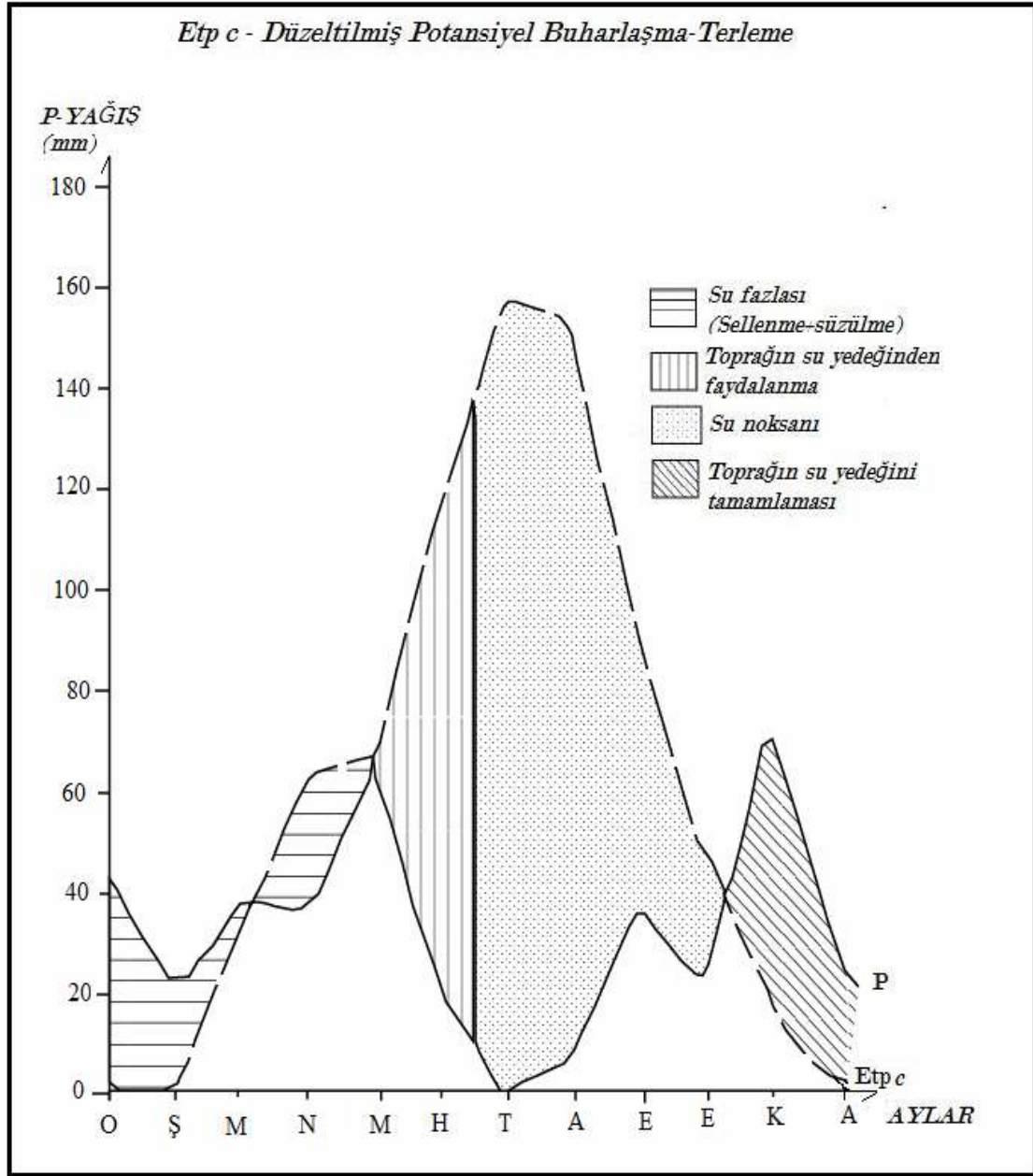
Aylar (Baskil - 2007)	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	K	A	TOPLAM
Aylık Sıcaklık Ortalaması-°C	-3	0	5	7	19	22	26	28	22	15	-1	145
Sıcaklık İndisi	0	0	1	1,66	7,55	9,42	12,13	13,58	9,42	5,28	1	61,04
Potansiyel Buharlaşma Terleme Etp-mm	0	0	11,97	19,5	82,96	102,61	130,73	145,56	102,61	58,88	0	
Enlem Düzeltme Katsayısı (37°)	0,86	0,84	1,03	1,1	1,22	1,23	1,25	1,17	1,03	0,97	0,83	
Düzeltilmiş Etp c- mm	0	0	12,33	21,45	101,21	126,21	163,41	170,31	105,69	57,11	0	767,69
Yağış-mm	29	17	46	63	20	3	4	6	0	21	38	285
Faydalı Su Yedeği-mm	100	100	100	100	18,79	0	0	0	0	0	27,83	
Gerçek Buharlaşma Terleme Etr-mm	0	0	12,33	21,45	101,21	21,79	4	6	0	21	0	197,95
Su Fazlası - mm	29	17	33,67	41,55	0	0	0	0	0	0	0	121,22
Su Noksanı -mm	0	0	0	0	0	104,42	159,41	164,31	105,69	36,11	0	569,94



Şekil 2.2. Baskil Meteoroloji Müdürlüğü'nün Baskil ilçesi 2007 yılı verilerine göre yağış ve potansiyel buharlaşma terlemenin Thornthwaite formülüne göre yıllık değişim grafiği

Tablo 2.3. İnceleme alanının 2008 yılı nem bilançosu (Thorntwaite formülüne göre).

Aylar (Baskıl - 2008)	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	K	A	TOPLAM
Aylık Sıcaklık Ortalaması-°C	-6,11	-3,3	9,5	14,3	13,9	20,4	25,3	25,9	19,5	13,2	-1,9	137,99
Sıcaklık İndisi	0	0	2,64	4,91	4,7	8,41	11,64	12,06	7,85	4,35	0	61,04
Potansiyel Buharlaşma Terleme Etp-mm	0	0	31,83	56,65	54,43	93,5	126,65	130,9	87,73	50,61	0	
Enlem Düzeltme Katsayısı(37°)	0,86	0,84	1,03	1,1	1,22	1,23	1,25	1,17	1,03	0,97	0,83	
Düzeltilmiş Etp c- mm	0	0	32,78	62,32	66,4	115,01	158,31	153,15	90,36	49,09	0	746,08
Yağış-mm	42,3	20	37,8	35,1	64,3	20,5	0	5,7	36,5	21,7	28,5	386,9
Faydalı Su Yedeği-mm	100	100	100	72,78	70,68	0	0	0	0	0	84,34	
Gerçek Buharlaşma Terleme Etr-mm	0	0	32,78	62,32	66,4	91,18	0	5,7	36,5	21,7	0	335,24
Su Fazlası - mm	42,3	20	5,02	0	0	0	0	0	0	0	0	67,32
Su Noksanı -mm	0	0	0	0	0	23,83	158,31	147,45	53,86	27,39	0	410,84



Şekil 2.3. Baskil Meteoroloji Müdürlüğü'nün Baskil ilçesi 2008 yılı verilerine göre yağış ve potansiyel buharlaştırma terlemenin Thornthwaite formülüne göre yıllık değişim grafiği

2.3. Literatür

İnceleme alanı ve çevresinde farklı amaçlı jeoloji çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmalar bölge jeolojisinin belirlenmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Bölge ve çevresinde yapılmış başlıca jeoloji çalışmaları şöyledir:

Tokay ve diğ. (1959), “Türkiye’de muhtemel uranyum ve toryum bölgeleri” başlıklı çalışmalarında asit intruziflerinin Baskil çevresinde ve Pertek güneydoğusunda geniş, Keban madeni kesiminde ise daha mevzii sahalarda mostra verdiğini belirtmişlerdir.

Turan (1984), “Baskil-Aydınlar yöresinin stratigrafisi ve tektoniği” başlıklı doktora tezinde; Elazığ çevresinin önemli tektonik yapılarından olan Baskil antiklinali ve Hor bindirme fayını (Baskil Bindirmesi) ilk defa haritalayarak adlandırmıştır.

Çetindağ (1985), Elazığ, Palu-Kovancılar dolayının hidrojeolojisini incelediği çalışmasında, Kırkgeçit, Karabakır formasyonlarının su taşıdığını ve bunların diğer formasyonlarla dokanaklarında küçük debili kaynakların oluştuğunu belirtmiştir.

Asutay (1986), Baskil (Elazığ) çevresinin jeolojisini konu alan çalışmasında; levha tektoniği ışığı altında Baskil Magmatitlerinin özelliklerine dayanarak Baskil Graniti’nin bir kıta kenarı magmatizması ürünü olduğu söylenebileceğini ortaya koymuştur. Baskil Magmatitlerinin, büyük bir olasılıkla Arap platformu ve Keban levhası arasında var olan bir okyanus kabuğunun, kuzeye doğru, Keban levhasının altına dalmasıyla oluşabileceğini belirtmiştir.

Akgül (1991), Baskil çevresinde yaptığı çalışmalarda bölgede yüzeyleyen magmatik kayalar “Baskil Granitoyidi” olarak adlandırarak granitoyidi oluşturan birimlerden diyoritlerin aşırı tüketilmiş kaynağı, granitlerin ise uyumsuz elementlerce zengin kaynağı işaret ettiklerini belirtmiştir. Araştırmacı, Baskil granitoidinin çarpışma bölgesindeki farklı cinsteki kayaların kısmi ergimesiyle oluştuğunu ve kalkalkali seri karakterinde olduğunu ileri sürmüştür.

Çetindağ (1989), “Elazığ Ören Çayı havzasının hidrojeoloji incelemesi” başlıklı doktora tez çalışmasında yaklaşık 350 km²’ lik bir alanın 1/25.000 ölçekli jeoloji haritasını hazırlamış ve inceleme alanında bulunan kaynak, adi kuyu ve sondaj kuyularının beslenme, köken ve fiziko-kimyasal özelliklerini açıklamıştır.

Çetindağ (1994), Elazığ ve yakın çevresindeki su kaynaklarının jeolojisinin incelendiği çalışmasında; Elazığ ve yakın çevresinde Paleozoyik yaşlı metamorfik kayalar, Mesozoyik yaşlı magmatik kayalarla, Senozoyik yaşlı çeşitli oluşukların bulunduğunu belirtmiştir. Ören Çayı havzasında, Pliyosen çakıltaşları içerisinde basınçlı akifer, silt ve

kumlu seviyelerde ise serbest akifer olduğunu, Kovancılar ovasında Pliyosen göl oluşuklarında basınçlı akifer, Uluova’ da Plio - Kuvaterner yaşlı kil, silt, kum, çakıl ve kalker seviyelerinin akifer formasyonları oluşturduğunu belirtmiştir.

Çetindağ (1996), Haringet Havzası’ nda yapmış olduğu çalışmada havzadaki yeraltı sularının kökenini, fiziko-kimyasal karakterlerini ve yan kayaçlarla ilişkilerini araştırmıştır. Kaynak ve kuyu sularında bulunan HCO_3^- , Mg^{+2} , Ca^{+2} , Na^+ ve K^+ en fazla iyonlar olduğunu ve Schoeller’ in içilebilme diyagramına göre; 1. ve 2. kalite devamlı içilebilen sular bölgesinde gruplandıklarını belirtmiştir.

Gerçek (1996), Nazaruşağı (Baskil - Elazığ) Hidrotermal Kuvars Damarları ve cevherleşmeyi konu alan çalışmasında; hidrotermal kuvars damarlarının bölgede meydana gelen sıkışmanın oluşturduğu kırıklar boyunca geliştiğini belirtmiştir. Bu kuvars damarları boyunca kalkopirit, pirit, bizmut, sfalerit ve altın, primer cevher mineralleri iken, hematit, limonit, kovelin, kupritin ise sekonder cevher mineralleri olduğunu belirtmiştir.

Çetindağ (1997), “Ören Çayı Havzası’nın hidrojeoloji incelemesi” başlıklı çalışmasında havzadaki kaynak ve kuyu sularında en fazla bulunan iyonların HCO_3 , Ca ve Mg olduğunu, Piper diyagramlarında magmatik kayaçlardan beslenen kaynak sularının karışık sular bölgesinde gruplandığını belirlemiştir.

Öztekin (1998), Elazığ İli içme ve kullanma suları üzerinde yapmış olduğu çalışmada; bölgede su taşıyan formasyonların, Keban Metamorfikleri, Elazığ Magmatitleri, Seske Formasyonu, Kırkgeçit Formasyonu, Pliyosen çakıltaşları ile silt ve kumtaşları olduğunu belirtmiştir. Aynı zamanda bu birimlerden gelen sular üzerinde yapılan analizler sonucunda; suların temiz sular grubunda bulunduğunu ve Türk İçme Suyu Standartları’na göre içmeye uygun sular olduğunu belirtmiştir.

Ünlü (1998), yeraltı suyu kirliliği üzerine yapmış olduğu çalışmada; yeraltı suyunu kirleten fiziksel, kimyasal, biyolojik kirletici parametreler hakkında bilgi vererek Elazığ Merkez İlçesindeki yeraltı sularının kalitesi ve kirliliği konusunda özet bir bilgi vermiştir.

Bölücek ve diğ. (1999), Baskil çevresinde yapmış oldukları çalışmalarında; Topalkem cevherleşmelerinin Senoniyen yaşlı Elazığ Magmatitleri içinde yer alan 50–750 m’ lik bir altere zon içerisinde bulunduğunu belirtmişlerdir.

Çetindağ ve Öztekin (2004), Uluova akiferleri üzerine yapmış oldukları çalışmayla; Elazığ İl merkezinin güneydoğusundaki Uluova’ da serbest akiferlerde; Na-Cl ve Na- HCO_3 fasiyesi, basınçlı akiferlerde ise Ca- HCO_3 , Mg- HCO_3 ve Na- HCO_3 fasiyesi geliştiğini belirtmişlerdir. Ovada Hazar Gölü suyu ile sulama yapılmasından kaynaklanan

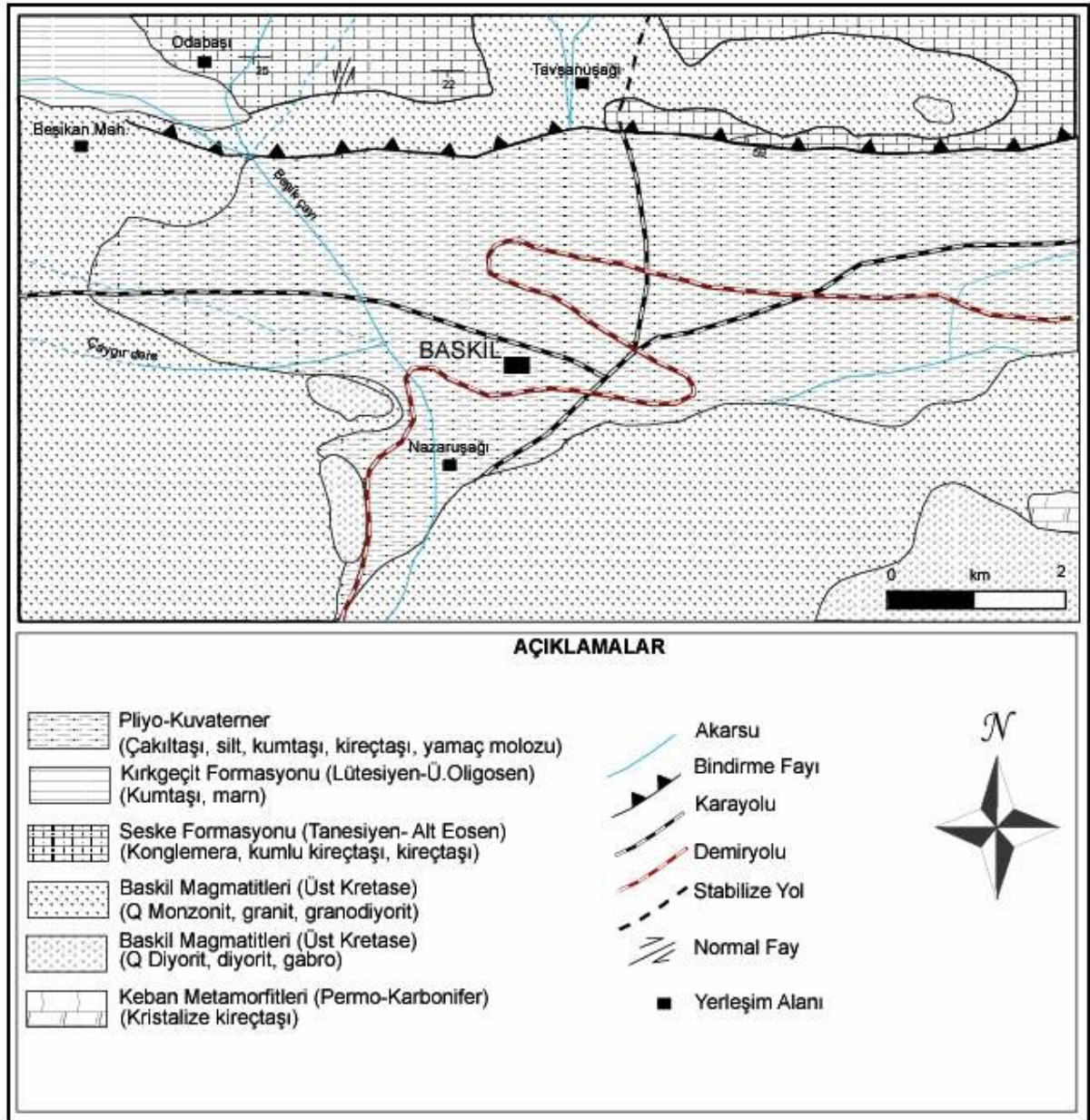
Na kirliliği ile aşırı yapay gübre kullanımı ve sahada uygun olmayan ortamlarda hayvansal gübrelerin depolanması sonucu serbest akifer sularında $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NH}_3\text{-N}$, toplam $\text{PO}_4\text{-P}$, basınçlı akifer sularında; toplam $\text{PO}_4\text{-P}$ ve $\text{NH}_4\text{-N}$ kirliliğinin TSE Standart (266) değerleri üzerinde olduğunu belirtmişlerdir.

Dumanlılar ve diğ. (2005), Baskil (Elazığ) Güneyindeki cevherleşmeler üzerine yaptıkları çalışmada; Baskil Magmatitlerinin volkanik ada yayı, Bilaser Tepe Magmatitlerinin ise çarpışma sonrası granitoidler olduğunu belirlemişlerdir.

Gerçek (2005)'in, Yolçatı -Baskil - Kömürhan (Elazığ) arası Elazığ Magmatitlerinden kaynaklanan suların hidrojeokimyasal özelliklerini incelediği çalışmada; Elazığ Magmatitlerinden kaynaklanan suların ortalama element içeriğini ppb olarak hesaplayarak farklı litolojik gruplara ayrılan suların element içeriğini detaylı prospeksiyon çalışmalarıyla belirlemiştir.

3. JEOLJİ

İnceleme alanı çevresinde Paleozeyik' ten Senozoyik' e kadar değişen yaşlarda birimler yüzeyleme vermektedir. Bu birimler yaşlıdan gence doğru; Permo-Triyas yaşlı Keban Metamorfitleri, Koniasiyen-Santoniyen yaşlı Baskil Magmatitleri, Alt Paleosen yaşlı Kuşçular Formasyonu, Tanesiyen-Alt Eosen yaşlı Seske Formasyonu, Lütesiyen-Üst Oligosen yaşlı Kırkgeçit Formasyonu ve Pliyo-Kuvaterner'dir (Şekil 3.1. ve Şekil 3.2.).



Şekil 3.1. Baskil ve çevresinin jeoloji haritası (Akgül, 1991' den değiştirilerek).

ÜST SİSTEM	SİSTEM	SERİ	KAT	FORMASYON	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
PLİYO-KUVATERNER						Çakıltı, silt, kireçtaşı, kumtaşı ve yamaçmolu
SENOZOYİK						
TERTİYER						
ORTA EÖSEN ÜST OLİGOSEN						Beyaz renkli, ince-orta tabakalanmalı kumlu kireçtaşı
LÜTESİYEN-ŞATTİYEN						Kumtaşı, killi-kumlu kireçtaşı, marn ardalanmalı flis
KIRKGEÇİT						Metamorfik ve magmatik kayac blok ve çakılları içeren olistostromal konglomera
Kumlu kireçtaşı						
Killi kireçtaşı						
Konglomera ve iri taneli kumtaşı						
O. PALEÖSEN ALT EÖSEN						
TANESİYEN İPEZİYEN						
SESKE						Çakıllı, kumlu, masif ve orta-kalın tabakalı, gri-beyaz renkli kireçtaşları
ALT PALEÖSEN						
KONGLOMERALAR						Karbonat çimentolu, şarabi-kırmızı renkli konglomera
MEZÖZOYİK						
KRETASE						
ÜST KRETASE						
ALT KRETASE						
KONIASİYEN – MAESTRİTİYEN						
BASKIL MAGMATİTLERİ						
Tonalit						
Asit damar kayaları						
Geçiş kayaları (Kuars diyorit)						
PALEOZOYİK						
PERMİYEN						
KARBONAT MERCEKLERİ						Karbonat mercekli mikasist-kalkışist

Şekil 3.2. İnceleme alanının stratigrafik kesiti (Güdücü, 1996'dan değiştirilerek).

3.1. Keban Metamorfitleeri (Permo-Triyas)

İlk defa Özgöl (1976) tarafından Batı Toroslarda göröl birim, Alanya Birliği' ne dahil edilerek adlandırılmıştır. Elazığ çevresinde yapılan çalışmalarda birim aynı adla kullanılmıştır (Gerçek, 2005).

Birim ilk defa Kipman (1976, 1981) tarafından yaşlandırılmıştır. Araştırmacı Keban yöresinde bu birim için içerisinde Glomospira ve Ammodiscu fosillerini bularak metamorfiklerin yaşını Permiyen, metamorfizma yaşını ise Jura-Alt Kretase olarak vermiştir (Çetindağ, 1989).

Genel olarak belirgin şistozitenin izlendiği Keban Metamorfitleerine ait kayaçların kırık ve çatlakları boyunca erime yapıları gelişmiştir. Çatlaklar ise genelde kalsit kristallerince doldurulmuştur. Kaba masif görünümünde olan birim, yer yer orta-kalın tabakalanma gösteren seviyeler de içerir. Ayrıca bantlar ve mercekler halinde dolomitleşme görölür (Çetindağ, 1989).

Bölgenin temelini oluşturan bu birim, özellikle bölgenin en aktif yapısal hareketlerinin oluştuğu Miyosen' de yer yer kırılarak daha genç birimlerin üzerine itilmişlerdir. Tektonik itilmelerin etkisiyle birimde asimetrik kıvrım sistemleri de gelişmiştir.

Turan (1984), Baskil çevresinde yaptığı çalışmasında Keban Metamorfitleerinin, rekristalize kireçtaşı-kalkşistler ile temsil edildiğini ve bu kayaçlar içinde göröl klorite zengin seviyelerin, metamorfizma derecesinin düşük olduğunu ve yeşilşist fasiyesinden ileri gitmediğini belirtmiştir. Baskil Magmatitleri ile Permo-Triyas yaşlı Keban Metamorfitleeri arasında yer yer tektonik, yer yer de intrüzif dokanak izlenir.

Karstlaşmaya oldukça elverişli olan Keban Metamorfitleerinin bu özelliğinden dolayı yüzeysel su içeriği oldukça zayıftır. Baskil çevresinde yapılan birçok çalışmada karstlaşma olayı etkisi ile oluşmuş birçok mağara tespit edilmiştir.

3.2. Baskil Magmatitleri (Üst Kretase)

Baskil Magmatitleri inceleme alanında; başlıca derinlik, damar ve yüzey kayaçları ile temsil edilmektedir. Baskil Magmatitleri çeşitli araştırmacılar tarafından Doğu Anadolu genelinde Yüksekova Karmaşığı, ya da Elazığ Karmaşığı adıyla kullanılmıştır.

Turan (1984), Baskil-Aydınlar çevresinde yapmış olduğu çalışmada, Baskil Magmatitlerinin piroklastik üyesi içerisinde yer alan kırmızı renkli mikritik kireçtaşlarında, birime yaş verebilecek fosillere rastlayamamış ancak birimin diğer birimlerle olan

stratigrafik ilişkisine dayanarak Senoniyen yaşının verilmesinin uygun olduğunu belirtmiştir.

Genellikle az alterasyon gösteren Baskil granitinin kayaçları, oldukça az bozunma sunmaktadırlar. Orta ve iri taneli kayaç türlerinin daha sık izlendiği granit serisi KKD ve KKB eklem sistemleri ile de sıkça kesilmiştir. Granitik kayaçlar, özellikle Baskil çevresinde koyu renkli yarı derinlik ve volkanik kayaçlar tarafından kuşatılmıştır. Çalışma alanı ve yakın çevresinde granitik kayaçlar Keban Metamorfitlerini keserler ve aralarında belirgin kontakt metamorfizma zonu gözlenir. Baskil granitinde en sık izlenen damar kayaçları diyabazlardır, özellikle beyaz renkli tonalitleri kestikleri bölgelerde, koyu renkleri ve paralel gidişleri ile çok uzaklardan dahi seçilebilmektedirler. Asidik damar kayaçları granit içine daha sonra yerleşmiş ve diyabazları kesmişlerdir. Baskil granitinin en önemli özelliklerinden biri de, melanokrat mineral olarak hornblendin yaygın olarak izlenmesidir. Granitik kayaçların hemen her türünde bulunan hornblendin yanı sıra biyotit ender olarak bulunur (Asutay, 1988).

Baskil Magmatitlerinin bölgedeki en önemli özelliklerinden biri de damar kayaçları bakımından zengin olmasıdır. Bazı damar kayaçlarından, asidik damar kayaçlarına kadar çeşitli bileşimlerde izlenirler (Gerçek, 2005). Asutay (1985), damar kayaçlarının derinlik kayaçlarının kimyasal özellikleri ile benzerlikler gösterdiğini, damar kayaçlarından yapılan kimyasal analizlerde kayaçların tümüyle kalk-alkalen alanda yer aldığını saptamıştır.

Baskil Magmatitleri Üst Paleosen – Alt Eosen yaşlı Seske Formasyonu ile Orta Eosen – Üst Oligosen yaşlı Kırkgeçit Formasyonu tarafından açılı uyumsuzlukla örtülür.

3.3. Kuşçular Formasyonu (Alt Paleosen)

Kuşçular konglomerası, çalışma alanında dar alanlarda yüzeyleyen, bütünüyle konglomeratik bir birimdir. Bu birim Elektrik Etüt İdaresi (1972) tarafından yapılan çalışmalarda özellikle Keban ve çevresinde önemli kalınlıklara erişmesi nedeniyle formasyon olarak nitelendirilmiş ve Kuşçular formasyonu olarak adlandırılmıştır. Kuşçular Formasyonu, çalışma alanında Baskil Magmatitlerinin üzerinde izlenir. Bu birim başlıca karbonat çimentolu sıkı tutturulmuş şarap renkli konglomeralardan ibarettir. Şarap rengi, konglomeraların çimentosundaki demir içeriğinden kaynaklanmaktadır. Konglomeralardaki genellikle kötü boylanmalı ve çok az derecelenme gösteren çakıllar, tümüyle Keban Metamorfitlerine aittir. Genellikle fosil içermezler (Asutay, 1986).

Çetindağ (1989), Kuşçular formasyonun çakıl taşlarını oluşturan çakılların boylarının oldukça düzensiz olup, çok küçük çakıllarla, bloklar karışık olduğunu ve oldukça sıkı çimentolanmış olduklarını belirtmiştir.

İnceleme alanında Seske Formasyonu'nun tabanında görülen birim, Seske Formasyonu ile aynı alanlarda yüzeyleyir. Baskil Magmatitleri' nin volkanosedimanter örtüsü üzerine uyumsuz olarak çökelmiş olan birimin, üzerindeki Seske Formasyonu ile ilişkisi dereceli geçişlidir.

3.4. Seske Formasyonu (Orta Paleosen – Alt Eosen)

Erdoğan (1975) tarafından adlanmış ve tanımlanmış olan birim, özellikle Elazığ yöresinde oldukça geniş yayılım göstermekte olup alanında bütünüyle kireçtaşlarından oluşmuştur. Kuşçular Formasyonu üzerinde düşey geçişli olarak izlenen bu birim; genellikle orta kalın tabakalanmalı, açık gri, sarımsı boz renklerde izlenir. Üst kısımları yer yer boşluklar içerir, bol mikrofosillidir (Asutay, 1985).

Üst Kretase yaşlı Baskil Magmatitlerine ait volkanik kayaçların üzerinde uyumsuz olarak bulunur. Grimsi beyaz renkte, oldukça kırıklı, çatlaklı ve karstik olan birim fosil içeriğine göre Turan (1984), Asutay (1985) ve Karabulut (1988) tarafından Orta Paleosen olarak yaşlandırılmıştır (Gerçek, 2005).

Çetindağ (1989), Seske Formasyonunun, Kuşçular Formasyonu üzerine uyumlu olarak geldiğini belirtmiştir. Birim genelde masif görünümde olup, üst seviyelerde bazen orta-kalın tabakalanma sunup; kırıklı, çatlaklı ve karstik boşluklu bir yapıya sahip olduğunu belirtmiştir.

Seske Formasyonun kireçtaşları sığ resif gerisi ortamları simgeleyen bol foraminifera türleri yanında, temiz ve berrak ortamlarda yaşayan alg fosilleri de içermektedir. Turan (1984) ve Asutay (1985) formasyonun resif gerisi sığ lagüner ortamda çökelen karbonat yığılması olduğunu belirtmişlerdir.

3.5. Kırkgeçit Formasyonu (Orta Eosen-Üst Oligosen)

Elazığ yöresinde geniş yayılım gösteren bu birim ilk defa TPAO jeologları tarafından Van'ın güneydoğusundaki Kırkgeçit Köyü civarında tanımlanmış ve bu adla kullanılmıştır (Perinçek, 1979). Elazığ bölgesinde kalınlığı yerel olarak değişen bu birimin, Baskil dolaylarında ölçülebilen maksimum kalınlığı 1950 m' dir (Türkmen ve diğ., 1997).

Çetindağ (1985), Palu dolaylarında tespit ettiği fosil örneklerine dayanarak formasyona Lütisiyen-Üst Oligosen; Özkul (1988), Orta Eosen-Oligosen yaşını vermişlerdir.

Asutay (1986), Doğu Anadolu Bölgesinde çok yaygın olarak izlenen bu formasyonun, başlıca konglomera, karbonat ve fildişi fasiyesindeki kayalardan oluştuğunu, birimin bölgedeki dağılımı ve özellikle alt dokanak ilişkileri birçok farklılıklar gösterdiğini belirtmiştir. Kırkgeçit Formasyonu genel olarak; kumtaşı ve marn birimlerinden oluşmuştur. Birçok araştırmacı tarafından taban konglomerası ile başladığı belirtilen bu formasyonun, Baskil çevresinde ancak yersel ve çok dar birkaç yerde konglomeralarla başladığı, genelde tabanı Orta Eosen kireçtaşlarından oluşturduğu belirtilmiştir.

3.6. Pliyo-Kuvaterner

Çalışma alanında Pliyosen çakıltaşları, silt ve kumtaşları ile kireçtaşları bulunmaktadır. Çakıltaşının elemanları zayıf kumlu bir çimento ile tutturulmuş olup çoğu yerde çakıllar serbest haldedir (Çetindağ, 1989). Turan (1984), Baskil yöresinde yaptığı çalışmalarda birimi polijenik heterojen çakıltaşı olarak tanımlayıp Pliyosen olarak yaşlandırmıştır.

Pliyosen silt ve kumtaşları bölgede kil, silt ve kireçtaşı yumrulu birimlerle bunların arasında kama ve mercek şeklinde ince kum ve çakıllı seviyelerden oluşan bir litoloji ile temsil edilmektedir. Kum ve çakıllar çoğu zaman kil ve killi kum ile ardalanmalı olup alt seviyelere inildikçe sarı ve gri renkte killer çoğunluktadır (Çetindağ, 1989).

Pliyosen yaşlı göl kireçtaşları kirli beyaz ve gri renkte olup, karstik yapıdadırlar. Yatay tabakalı ve oldukça kırılğan bir yapıya sahiptirler. Tabanda pizolitik kireçtaşları ile başlayıp yatay tabakalı ve oldukça kırılğandır. Pizolitlerin çapları 1.5-3 cm' dir. Bunlar CaCO_3 la çimentolanmış ve konglomeratik bir yapı kazanmışlardır. Bu birim Pliyosen'in diğer oluşukları ile yanal geçişlidir. Yamaç molozları bölgede farklı boyutta köşeli magmatik, metamorfik ve sedimanter kayalar parçalarını içermektedir (Çetindağ, 1989).

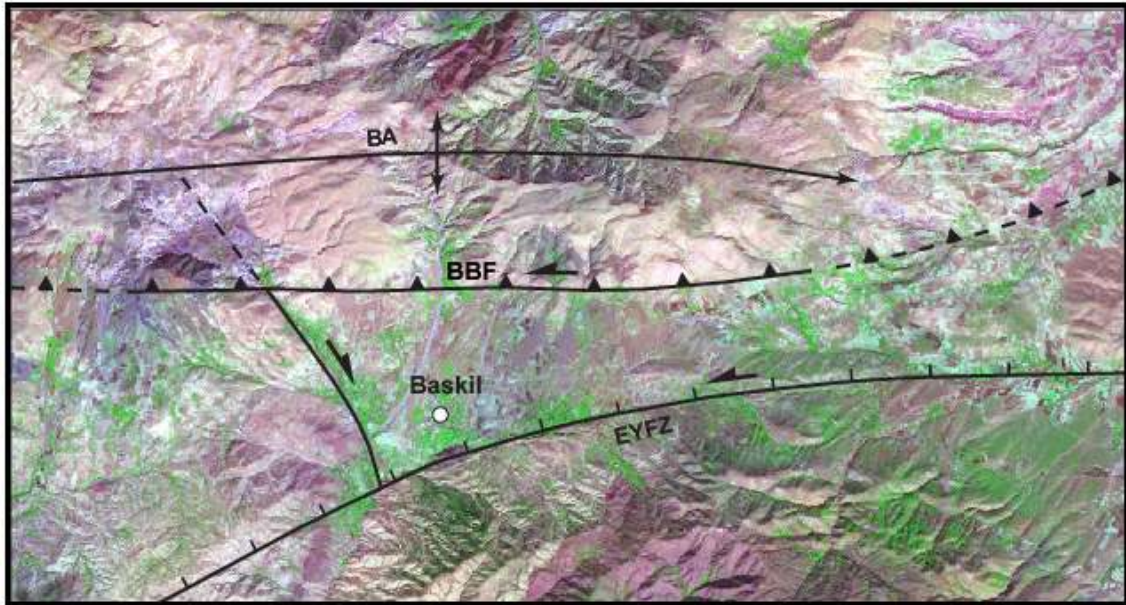
Çalışma bölgesindeki en genç birim olan alüvyonu nehir yataklarında biriken ve çevrede yüzeyleyen kayalardan türemiş tutturulmamış çakıl, kum, kil vb. oluşturmaktadır. Alüvyon dere yataklarında oldukça dar alanlarda yüzeylediklerinden haritalanamamıştır.

4.YAPISAL JEOLojİ

İnceleme alanı, Türkiye’ nin dört tektonik birliğinden biri olan Toridlerin doğu kesiminde yer almaktadır. Bölge, Üst Kretaseden itibaren yaklaşık kuzey-güney doğrultulu sıkışma rejimi etkisinde kalmış olup bu sıkışma rejimi günümüze kadar devam etmektedir. Buna bağlı olarak diskordanlar, kıvrımlanmalar, magmatik faaliyetler ve bu ana olaylara bağlı daha küçük boyutlu yapısal öğeler gelişmiştir (Gerçek, 2005).

Asutay (1985); bölgede meydana gelen yapısal hareketleri, birinci dönem yapısal hareketler ve ikinci dönem yapısal hareketler olarak ikiye ayırmıştır. Araştırmacıya göre; birinci dönem hareketleri bölgedeki magmatizmanın oluşumundan sonra sona ermiştir ve bu oluşumlar Maastrichtiyen’ den daha yaşlıdır. Çalışma alanının bugünkü topografyasını kazandıran hareketler ise ikinci dönem hareketlerdir ve Miyosen’de gerçekleşen hareketlerle sağlandığını belirtmiştir.

Çalışma alanının da içinde bulunduğu Güneydoğu Anadolu, Alpin dağ oluşumunun etkisinde kalmış ve hareketlere bağlı olarak kıvrımlanmıştır. Alpin dönemi Triyas’ tan başlayıp Tersiyer sonlarına kadar devam etmiştir. Doğu Anadolu’ da yapılan araştırmalar sonucu bölgede Triyas’ tan sonra tektonik hareketlerin etkili olduğu ortaya çıkmıştır. İnceleme alanın en önemli tektonik yapıları; Elazığ Yeşilyurt Fay Zonu (EYFZ), Baskil Antiklinali (BA) ve Baskil Bindirmesi’ dir (BBF) (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Baskil ve yakın çevresinin tektonik yapıları (Kaymakçı ve diğ., 2006’ dan değiştirilerek).

Baskil çevresindeki tektonik yapılardan; Elazığ Yeşilyurt Fay Zonu (EYFZ) yaklaşık K60 °D doğrultusunda Doğu Anadolu Fay (DAF) sistemine paralel olarak uzanan sol yönlü yaklaşık 120 km'lik bir uzunluğa sahip bir doğrultu atımlı fay zonudur. Fay zonu birbirine paralel/yarı paralel fay segmentlerinden oluşmaktadır. KD'da Elazığ, orta bölümde Baskil ve GB bölümünde Malatya havzasını kontrol eden Elazığ Yeşilyurt Fay Zonu (EYFZ), neotektonik dönemde oluşmuş ve günümüzde halen aktivitesini sürdürmektedir. Baskil havzasını güneyde sınırlayan fay zonu boyunca Kretase yaşlı magmatik birimler ile Pliyo-Kuvaterner yaşlı havza dolgusu çökelleri karşı karşıya gelmiştir. Önemli oranda normal bileşeni olan fayın güney bloğundan kuzey bloğuna doğru çok sayıda alüvyal yelpazeler gelişmiştir (Kaymakçı ve diğ., 2006).

İnceleme alanının bir diğer tektonik yapısı olan Baskil Antiklinali; Baskil ilçesinin 20 km kadar güneybatısında Fırat Nehri kenarından başlayarak, Baskil doğusuna kadar uzanan büyük bir antiklinaldir. Antiklinal, Tatar (1986) tarafından Baskil Antiklinali olarak adlandırılmıştır. Kıvrımın eksenini K70°D doğrultulu olup, GB'ya doğru dalımlıdır. KB kanadı Baskil bindirmesi ile kesilen kıvrımın çekirdeğinde Baskil Magmatitleri yer alırken, kanatlarında Harami, Kuşcular, Seske ve Kırkgeçit Formasyonlarının yüzeylendiği Turan (1991) tarafından belirtilmiştir.

Baskil bindirme fayı; ilk defa Turan (1984) tarafından çalışılmış ve haritalanmıştır. Fay için "Baskil Bindirmesi" adını ilk defa Tatar (1987) kullanmıştır. D-B doğrultusunda yaklaşık 25 km uzunluğuna sahip olan fay hattı boyunca; yer yer Keban Metamorfikleri, yer yer de Baskil Magmatitleri üzerlerindeki Harami, Seske ve Kırkgeçit Formasyonları ile birlikte kuzeyden güneye doğru itilmiştir. İtilme düzlemi altında genellikle Kırkgeçit Formasyonu görülmesine rağmen, faylanmanın batı ucunda Alt Miyosen yaşlı Alibonca Formasyonu'nun da faylanmadan etkilendiği saptanmıştır. Bu da faylanmanın Alt Miyosen'den sonra Neotektonik dönemde meydana geldiğini açıkça kanıtlamıştır. Kaymakçı ve diğ., (2006) Baskil Bindirme Fayının (BBF) sol yanal bir fay zonu olduğunu belirtmişlerdir.

5. HİDROJEOLOJİ

5.1. Yeraltı Suyu Taşıyan Formasyonlar

İnceleme alanının da yeraltı suyu taşıyan formasyonlar; Keban Metamorfikleri, Baskil Magmatikleri, Seske Formasyonu, Kırkgeçit Formasyonu, Pliyosen çakıltaşları, silt ve kumtaşlarıdır.

Keban Metamorfikleri' ne ait kristalize kireçtaşlarının birincil gözeneklilikleri oldukça düşüktür. Ancak metamorfizmadan sonra ve bölgede meydana gelen tektonizmaya bağlı olarak çatlaklı, kırıklı bir yapı kazanmışlardır. Bu çatlaklı ve kırıklı yapı karstlaşmayı daha da geliştirmiştir. Bu nedenle bu kayalarda geçirimsizlik ve ikincil porozite yüksek olup, su depolayabilmektedir.

Baskil Magmatiklerine ait magmatik ve volkanik kayaların birincil gözeneklilikleri oldukça düşüktür. Ancak bu kayalarda gelişen alterasyon, çatlak ve kırık sistemleri ikincil gözeneklilik ve geçirimsizlik oluşturmuşlardır. Bu nedenle bu kayalar da yeraltı suyunu depolayabilmektedirler.

Seske Formasyonuna ait kireçtaşları, çatlaklı, kırıklı, erime boşluklu ve faylı bir yapıda olmaları nedeniyle bol miktarda su depolayabilmektedirler.

Kırkgeçit Formasyonunun tavan birimini oluşturan kireçtaşları çatlaklı ve erime boşluklu olmaları nedeniyle su depolamaktadırlar. Ancak formasyon içindeki kumlu ve az killi kireçtaşı, kumtaşı, marn şeklindeki aralanmalar içinde yer alan killi ve marnlı seviyeler geçirimsiz olup suyu iletmezler. Diğer seviyelerde ise yeraltı suyunun hareketi daha çok tabaka duruşları ile ilgilidir.

Pliyosen çakıltaşlarını oluşturan elemanlar oldukça kumlu ve zayıf bir çimento ile kısmen de serbest halde bulunmaları nedeniyle gözeneklilik ve geçirimsizlik oldukça yüksektir. Bu nedenle oldukça iyi bir akifer özelliğine sahip olup, su depolamaktadırlar. Pliyosenin göl çökellerinin silt, ince kum ve çakıllı seviyelerinde serbest akifer oluşmuştur. Derinlere doğru gidildikçe çakılların tane çapı küçülmekte, yer yer killi ve marnlı seviyelere geçiş yapmaktadır. Bu litoloji ile yanall geçişli olan gölsel kireçtaşları erime boşluklu ve çatlaklı olmaları nedeniyle bol su depolarlar (Çetindağ, 1989).

5.2. Kayaçların Hidrojeolojik Özellikleri

İnceleme alanındaki akifer formasyonlarda depolanan suyun miktarının tespit edilebilmesi için bazı hidrojeolojik temel kavramların hesaplanmasına ihtiyaç vardır. Bunlar gözeneklilik, geçirimlilik, vb. gibi akifer formasyonu oluşturan kayaçların hidrojeoloji özellikleridir.

İnceleme alanında bu gibi özelliklerin tespit edilebilmesi için arazi ve laboratuvar çalışmaları yapılmıştır.

5.2.1. Geçirimlilik

İnceleme alanında alüvyon, Pliyosen çakıltaşları, konglomera ve çökelleri ile Baskil granitlerine ait seviyelerden alınan 11 adet numunenin geçirimlilikleri tabanı delikli kutu yardımıyla aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$K = L/t \log_e (1 + (h/L)) \text{ (Schoeller, 1962).}$$

K= Geçirimlilik katsayısı (m/s)

L= Numunenin kutudaki kalınlığı (m)

t= Suyun numunenin üst yüzeyinde kaybolması için geçen zaman (s)

h= Numune üzerindeki suyun kalınlığı (m)

Tabanı delikli kutu ile yapılan ve yukarıdaki formülle hesaplanan geçirimlilik değerleri Tablo 5.1’ de verilmiştir. Pliyosen çökellerindeki geçirimlilik değerleri $7,48.10^{-4}$ - $17,4.10^{-3}$ m/s arasında değişmekte olup geçirimli zemin sınıfına girmektedirler.

Tablo 5.1. İnceleme alanından numunelerde tespit edilen geçirimlilik değerleri

Örnek No	Adı	Geçirimlilik (m/s)
1	Pliyosen çökelleri	17.10^{-3}
2	Pliyosen çökelleri	$17,4.10^{-3}$
3	Pliyosen çökelleri	$5,88.10^{-3}$
4	Pliyosen çökelleri	$1,93.10^{-3}$
5	Pliyosen çökelleri	$3,73.10^{-3}$
6	Pliyosen çökelleri	$1,98.10^{-3}$
7	Pliyosen çökelleri	$7,48.10^{-4}$
8	Baskil granitleri altere zonları	$8,85.10^{-4}$
9	Pliyosen çökelleri	$1,5.10^{-3}$
10	Pliyosen çökelleri	$3,67.10^{-3}$
11	Pliyosen çökelleri	$7,9.10^{-3}$

Pliyosen çökellerinin iri ve kısmen yuvarlaklaşmış olmaları geçirimsizliği yükseltmiştir. Bunun yanında Baskil granitlerinin altere zonlarından alınan örnekte ise geçirimsizlik $8,85.10^{-4}$ m/sn olarak belirlenmiştir.

5.2.2. Gözeneklilik

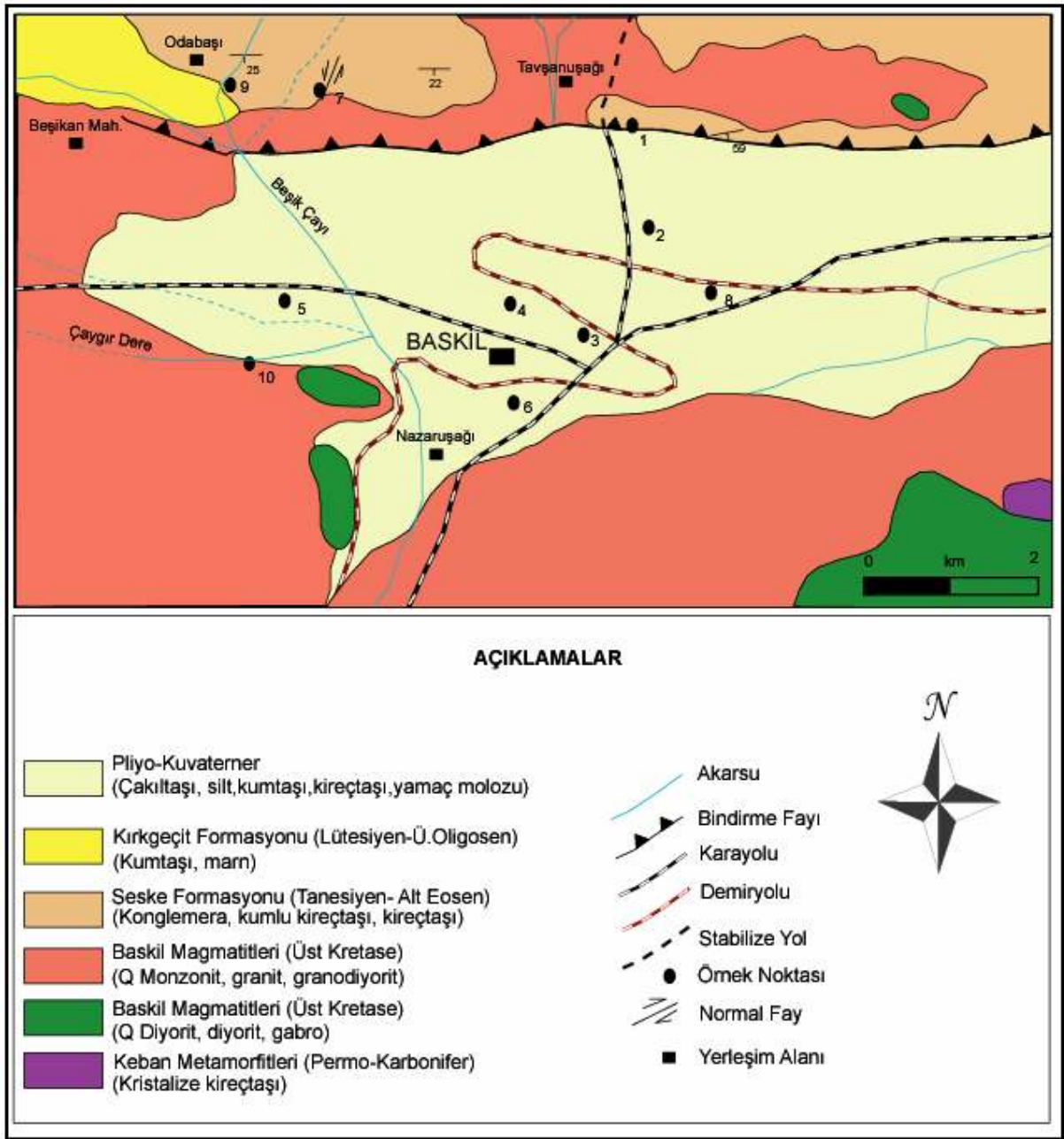
Alüvyon, Pliyosen çakıldaşları, konglomera ve göl çökelleri ile Baskil granitlerine ait seviyelerden alınan 11 adet numunenin gözeneklilikleri sıkılama yöntemiyle ölçülmüştür. Araziden alınan numuneler 110 °C sıcaklıkta 24 saat etüvde bekletilerek numuneler gözeneklilik deneyi için hazır hale getirilmiştir. Sıkılama yöntemiyle gözeneklilik, özgül verim (Q_s) ve özgül tutum (Q_r) değerleri tespit edilmiştir (Tablo 5.2).

Tablo 5.2. İnceleme alanından numunelerde tespit edilen gözeneklilik, özgül verim (Q_s) ve özgül tutum (Q_r) değerleri

Örnek No	Adı	Gözeneklilik(%)	Q_s (%)	Q_r (%)
1	Pliyosen çökelleri	40	15,2	24,8
2	Pliyosen çökelleri	35	14	21
3	Pliyosen çökelleri	37.5	25,69	11,81
4	Pliyosen çökelleri	35	20	15
5	Pliyosen çökelleri	45	19,8	25,2
6	Pliyosen çökelleri	30	20,4	9,6
7	Pliyosen çökelleri	40	21,2	18,8
8	Baskil granitleri altere zonları	40	24	16
9	Pliyosen çökelleri	42	18,48	23,52
10	Pliyosen çökelleri	40	17,6	22,4
11	Pliyosen çökelleri	35	25,9	9,1

5.3. Su Örneklemeye Noktaları

Örnekleme, çalışmanın amacına göre çeşitli kuyu ve yüzey sularından alınmıştır (Şekil 5.1). Örnek noktaları genel olarak Pliyo-kuvaterner yaşlı birimlerden alınan 8 kuyu, 2 yüzey suyudur. İklimsel özellikleri nedeniyle bölgede mevsimsel akış gösteren akarsular bulunmaktadır. İnceleme alanı içerisinde 9 ve 10 no'lu örnek noktaları yüzey suyunda alınmış olup, Baskil'in kuzeybatısından güneydoğusuna doğru mevsimsel akış gösteren Beşik Çayı ve Baskil' in kuzeybatısında yer almakta olan Çaygır Dere'dir (Şekil 5.1). Yüzey sularının ve kuyuların debileri 0.6 ile 2.3 l/sn arasındadır.



Şekil 5.1. İnceleme alanındaki su örnekleme noktalarının dağılımını gösteren harita (Akgül,1991'den değiştirilerek).

6. SU KİMYASI

Baskil ilçe merkezi ve yakın çevresinde bulunan tarım arazileri içerisinde ve bu tarım arazilerine yakın noktalarda bulunan kuyu, çeşme ve yüzey sularından Temmuz-2008 ve Nisan-2009 tarihlerinde su örnekleri alınarak kimyasal analizleri yapılmıştır (Tablo 6.1 ve Tablo 6.2). Su örneklemeleri tarımsal gübrelemenin Kasım ayından Nisan ayına kadar aktif olarak yapıldığından Nisan ayında ve gübreleme çalışmalarının durduğu Nisan ayı sonrası yağışlar ve yeraltı suyuna geçiş süreleri dikkate alınarak Temmuz ayında da örnekler alınmıştır.

Suların kullanım amacına göre kalitesinin belirlenmesi için sularda bulunan anyonlar (CO_3^{-2} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{-2}) ve katyonlar (Na^+ , K^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2}) Schoeller, Piper, ABD tuzluluk laboratuvarı ve Wilcox diyagramları üzerinde yorumlanmıştır.

6.1. Sularda Bulunan Başlıca İyonlar ve Kökenleri

6.1.1. Katyonlar

Kalsiyum (Ca^{+2})

Kalsiyum yeraltı sularına kalsit, aragonit, dolomit, jips, anhidrit, fluorit gibi silikatlı olmayan minerallerin ve albit, anortit, piroksen ve amfibol gibi silikatlı minerallerdeki kalsiyumun çözünmesi ile karışabilir. Suda H^+ iyonunun bulunması kalsiyumun çözünmesini kolaylaştırır (Erguvan ve diğ., 1973).

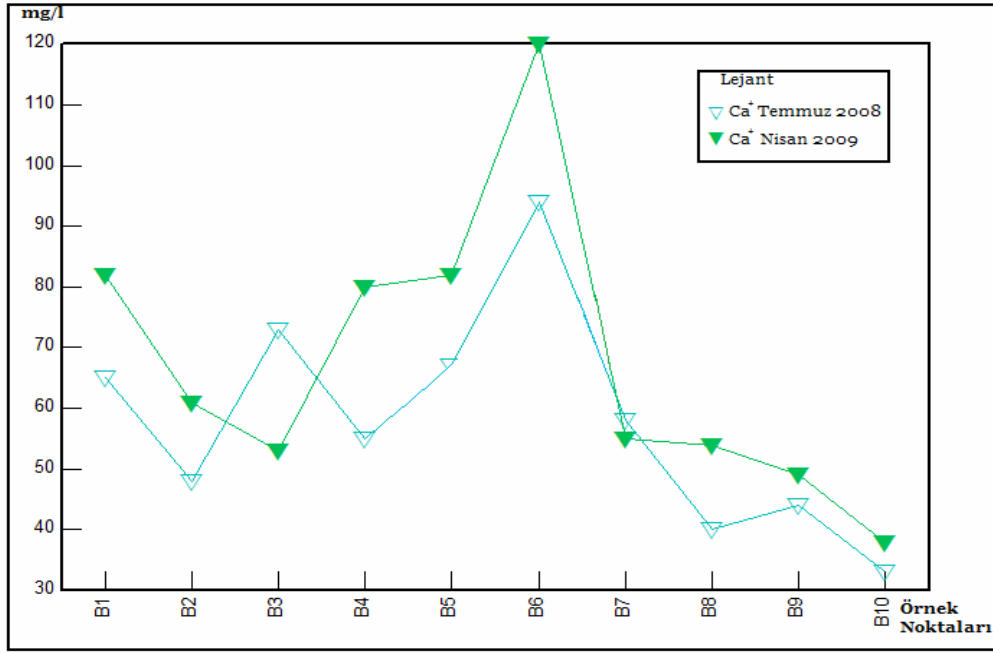
İncelenen suların Temmuz-2008 yani gübrelemenin olmadığı dönem içerisindeki kimyasal analiz sonuçlarına göre Ca^{+} iyonu toplam iyonların miliekivalen değerinin %23.39-%41.60' ını oluşturmaktadır. Gübreleme dönemini temsil eden Nisan-2009 analiz sonuçlarına göre; Ca^{+} iyonu %30.56-%46.28 değerleri arasında değişmektedir (Tablo 6.1 ve Tablo 6.2). İnceleme alanı içerisinde kalsiyum iyonun kökeni bölgede çok geniş alanlar kaplayan kireçtaşının karbondioksitli sularla çözündürülmesiyle suya geçmiş olmalıdır.

Tablo 6.1. İnceleme alanı içerisinde bulunan suların kimyasal analiz sonuçları (06.07. 2008).

Örnek Noktaları		B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	B ₇	B ₈	B ₉	B ₁₀
Elektriksel İletkenlik (µS/ cm)		403,4	161,5	420,6	338.5	462	574	287	345,6	232,9	254
Sıcaklık (° C)		20.9	17.2	16,3	18.8	15.5	15.8	15.9	17.7	14.2	24.4
pH		6.69	6.32	6.47	7.44	6.45	6.5	6.85	6.42	7.0	6.51
Toplam sertlik d°h Fr		24.86	24.32	26.23	18.37	22.56	33.33	19.57	17.71	16.65	11.85
Ca ⁺²	mg/l	65	48	73	55	67	94	58	40	44	33
	mek/l	3.25	2.4	3.65	2.75	3.35	4.7	2.9	2	2.2	1.65
	%mek/l	28.85	23.39	41.60	38.11	31.79	32.65	32.08	26.61	31.48	27.98
Mg ⁺²	mg/l	21	30	19.5	11.3	14.2	24	12.4	18.8	13.8	8.8
	mek/l	1.75	2.5	1.625	0.94	1.18	2	1.04	1.56	1.15	0.73
	%mek/l	15.37	24.01	18.32	12.91	11.11	13.74	11.34	20.63	16.27	12.30
Na ⁺¹	mg/l	9	2	0	13	7	8	4	3	2	10
	mek/l	0.4	0.08	0	0.6	0.3	0.35	0.2	0.13	0.1	0.4
	%mek/l	3.48	0.85	0	7.84	2.89	2.42	1.93	1.73	1.25	7.39
K ⁺¹	mg/l	8.2	18.2	5.3	18.5	4.9	6	16.6	9	8	5
	mek/l	0.2	0.46	0.13	0.45	0.13	0.2	0.4	0.23	0.2	0.13
	%mek/l	1.87	4.54	1.55	6.57	1.19	1.07	4.71	3.07	2.94	2.17
Cl ⁻¹	mg/l	12.5	8.9	11.4	18.9	14.4	42.2	6.8	4.7	7.8	7
	mek/l	0.35	0.25	0.32	0.53	0.41	1.19	0.19	0.13	0.22	0.20
	%mek/l	3.14	2.45	3.68	7.4	3.86	8.28	2.13	1.77	3.15	3.35
SO ₄ ⁻	mg/l	27	31	18	28	27	44	17	31	11	14
	mek/l	0.56	0.64	0.37	0.58	0.56	0.92	0.35	0.64	0.23	0.30
	%mek/l	4.99	6.30	4.28	8.09	5.34	6.37	3.92	8.60	3.28	4.94
HCO ₃	mg/l	287.54	237.2	160.72	80.36	276.36	303.8	237.16	170.52	176.4	148.96
	mek/l	4.7	3.90	2.63	1.32	4.53	4.98	3.88	2.80	2.90	2.44
	%mek/l	41.91	37.97	30.08	18.39	43.02	34.66	43.09	37.26	41.44	41.48
NH ₄ -N (mg/l)		0.16	0.09	0.07	0.12	0.09	0.02	0.03	0.06	0.03	0.04
NO ₂ -N(mg/l)		0.003	0.001	0.0	0.001	0.001	0.001	0.001	0.0	0.001	0.001
NO ₃ -N(mg/l)		2.3	2.2	2.5	3.1	4.4	7.1	4.5	1.3	0.7	1.3
B(mg/l)		0.17	0.09	0.14	0.13	0.10	0.11	0.09	0.09	0.10	0.10
PO ₄ ⁻³ -P(mg/l)		0.05	0.05	0.03	0.01	0.14	0.01	0.02	0.05	0.04	0.01

Tablo 6.2. İnceleme alanı içerisinde bulunan suların kimyasal analiz sonuçları (27.04. 2009).

Örnek Noktaları		B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	B ₇	B ₈	B ₉	B ₁₀
Elektriksel İletkenlik (µS/ cm)		380.6	266	350	457.3	450.6	448	256.6	350	249	265
Sıcaklık (° C)		12.6	15.4	15.3	14.5	13.2	15.2	13.3	17.7	14.2	18.2
pH		6.98	6.5	6.2	6.56	6.4	6.83	6.8	6.42	7.1	6.45
Toplam sertlik d°h Fr		27.0	23.7	20.6	25.0	25.4	38.2	16.2	19.5	14.6	16.2
Ca ⁺²	Mg/l	82	61	53	80	82	120	55	54	49	38
	mek/l	4.1	3.05	2.65	4	4.1	6	2.75	2.7	2.45	1.9
	%mek/l	40.85	34.32	33.76	40.43	40.88	43.95	46.28	39.36	42.78	30.56
Mg ⁺²	Mg/l	15.8	20.6	17.8	12.2	12	19.6	6.1	14.6	6	16.4
	mek/l	1.32	1.72	1.48	1.02	1.00	1.63	0.51	1.22	0.50	1.37
	%mek/l	12.98	19.11	18.69	10.17	9.86	11.84	8.46	17.54	8.64	21.74
Na ⁺¹	Mg/l	4	7	7	9	5	18	4	8	3	3
	mek/l	0.17	0.30	0.30	0.39	0.22	0.78	0.17	0.35	0.13	0.13
	%mek/l	1.74	3.43	3.88	3.96	2.17	5.75	2.93	5.08	2.27	2.09
K ⁺¹	Mg/l	3.2	4.4	2.8	2.7	2.1	3.1	1.9	2	1.7	2.1
	mek/l	0.08	0.11	0.07	0.07	0.05	0.08	0.05	0.05	0.04	0.05
	%mek/l	0.82	1.27	0.92	0.69	0.54	0.58	0.83	0.74	0.75	0.87
Cl ⁻¹	Mg/l	11.6	9	13.2	30.5	31.2	43.3	10	11	9.7	10.5
	mek/l	0.33	0.25	0.37	0.86	0.88	1.22	0.28	0.31	0.27	0.30
	%mek/l	3.27	2.86	4.75	8.71	8.79	8.96	4.75	4.53	4.79	4.77
SO ₄ ⁻	Mg/l	16	21	13	49	21	29	5	12	8	7
	mek/l	0.33	0.44	0.27	1.02	0.44	0.60	0.10	0.25	0.17	0.15
	%mek/l	3.33	4.93	3.46	10.33	4.37	4.34	1.75	3.65	2.92	2.35
HCO ₃ ⁻	Mg/l	225.4	182.3	162.7	148.9	199.9	197.9	125.4	117.6	131.3	141.12
	mek/l	3.70	2.99	2.67	2.44	3.28	3.24	2.06	1.93	2.15	2.31
	%mek/l	36.89	33.69	34.04	24.72	32.74	23.81	34.65	28.16	37.65	37.28
NH ₄ -N(mg/l)		0.07	0.04	0.28	0.03	0.02	0.03	0.14	0.07	0.01	0.05
NO ₂ -N(mg/l)		0.002	0.004	0.001	0.001	0.002	0.002	0.004	0.002	0.002	0.001
NO ₃ -N(mg/l)		0.6	0.7	1.5	5.9	3.9	5.5	0.8	3.7	0.6	1
B(mg/l)		0.1	0.16	0.11	0.13	0.12	0.12	0.14	0.09	0.15	0.12
PO ₄ ⁻³ -P(mg/l)		0.03	0.01	0.05	0.01	0.01	0.02	0.04	0.01	0.01	0



Şekil 6.1. İnceleme alanındaki suların Ca^{+2} iyonunun dönemsel dağılımı

Genel olarak bakıldığında Ca^{+2} değerleri Temmuz ayında düşük; Nisan ayında ise yüksektir (Şekil 6.1). Bu farklılığın yağışlarla ilişkili olduğu düşünülmektedir.

Magnezyum (Mg^{+2})

Yeraltı sularında Ca^{+2} 'dan sonra en fazla rastlanan katyondur. Yeraltı sularında Mg^{+2} , un kaynağı dolomit ve evaporit, magmatik kayaç minerallerinden olivin, biyotit, hornblend, ojit ve metamorfik kayaçlarda bulunan serpantin, talk, diyopsit, tremolit gibi minerallerdir. MgSO_4 ve MgCl_2 suda rahat çözülür. Fazla Mg'lu suların tadı acıdır (Şahinci, 1991).

İnceleme alanında, örnek noktalarındaki suların Temmuz ayındaki kimyasal analiz sonuçlarına göre Mg^{+2} iyonu toplam iyonların miliekivalen değerinin %11.11-%24.01'ini oluşturmaktadır. Nisan ayı analiz sonuçlarına göre Mg^{+2} iyonu %9.86-%21.74 değerleri arasında değişmektedir (Tablo 6.1. ve Tablo 6.2.). Mg^{+2} iyonunun kökeni Baskil Magmatitleri içinde yer alan volkanik kayaçlardaki olivin, amfibol, koyu renkli mikalar ve silikat mineralleridir.

Sodyum (Na^{+})

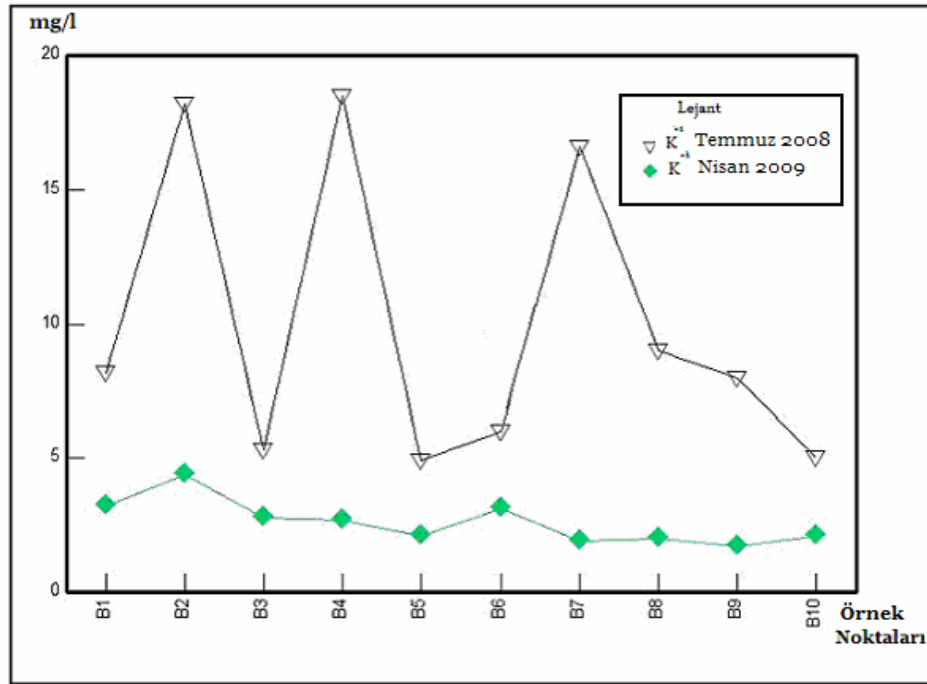
İnceleme alanındaki suların Temmuz ayındaki kimyasal analiz sonuçlarına göre; Na^{+} iyonu, toplam iyonların miliekivalen değerinin %0.85-%7.84'ini oluşturmaktadır. Nisan ayı analiz sonuçlarına göre Na^{+} iyonu %1.74-%5.75 değerleri arasında değişmektedir (Tablo 6.1 ve Tablo 6.2).

Na^+ iyonu, Baskil Magmatitlerindeki Na^+ lu feldispatların altere olması ve kil minerallerinin baz değişimi sonucu sulara geçmiş olmalıdır.

Potasyum (K^+)

K^+ , yerkabuğunda en çok bulunan elementler sırasında yedincidir. Bununla beraber doğal sularda K^+ miktarı azdır (Kahvecioğlu ve diğ., 2003; Çeliker, 2008'den). K^+ ve Na^+ yerkabuğunda eşit miktarda bulunurken, magmatik kayalarda Na^+ , tortul kayalarda K^+ egemendir (Şahinci, 1991).

İncelenen suların Temmuz ayı kimyasal analiz sonuçlarına göre K^+ , toplam iyonların miliekivalen değerinin %1.07-%6.57'ini, Nisan ayı analiz sonuçlarına göre ise %0.54-%1.27' ini oluşturmaktadır (Tablo 6.1 ve Tablo 6.2). Yapılan analizler sonucunda suların K^+ içeriklerinin Temmuz ayında daha yüksek değerlerde olduğu görülmüştür (Şekil 6.2).



Şekil 6.2. İnceleme alanındaki suların K^+ iyonunun dönemsel dağılımı.

Bunun nedeni olarak K^+ iyonunun yeraltı suyunda çözünmeye karşı direncinin yüksek oluşu ve yağışlı dönemlere kıyasla kurak dönemlerde sularda daha çok bulunması gibi özelliklerine bağlanabilir. Bunun yanında inceleme alanındaki tarım arazilerinde kullanılan gübreler; DAP (diamonyum fosfat), 13.24.12 (N, P, K) ve 5.12.15 (N, P, K) gübreler olup bunlar da yeraltı sularında K^+ iyonundaki artışın nedeni olabilirler.

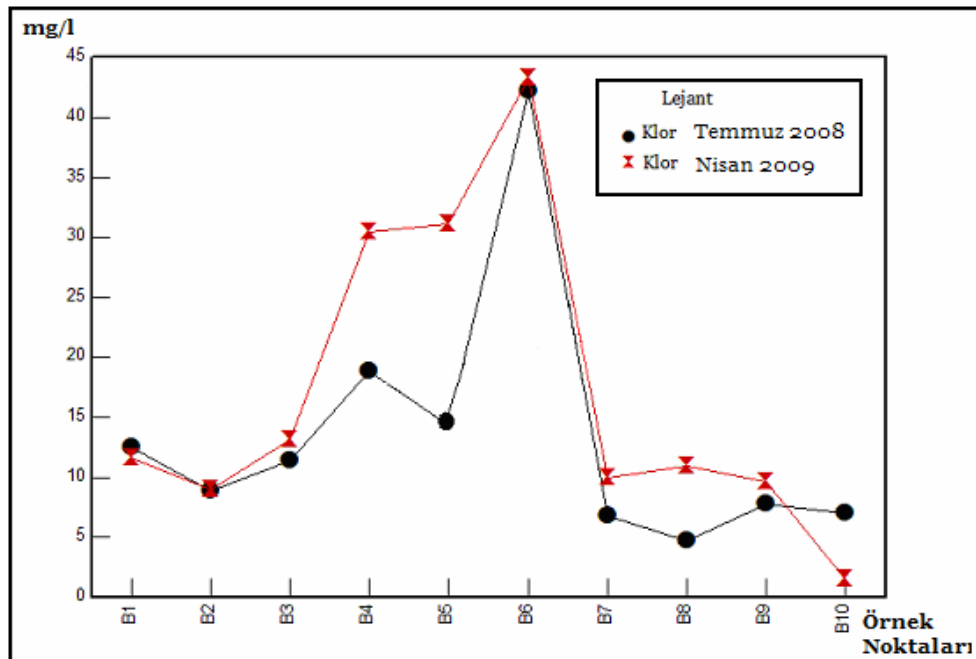
6.1.2. Anyonlar

Klorür (Cl⁻)

Yeraltı sularındaki Cl⁻, deniz suyundan, evaporitlerden, yağmur ve kar suyundan ya da atmosferden gelebilir. Bunların içinde yeraltı suyuna en fazla Cl⁻ veren kaynak deniz suyudur. Bu bakımdan kıyılardan uzaklaştıkça yeraltı sularındaki Cl⁻ miktarı önemli oranda azalır.

Cl⁻ yerkabuğunu üst seviyelerinde, özellikle asidik kayalar içinde birikir. Magmatik kayalarda önemli Cl⁻ kaynağı feldspatoid sodalit ($\text{Na}_8(\text{Cl}_2(\text{Al}(\text{SiO}_4))_6)$) ve Klorapatit ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$) gibi minerallerdir. Cl/ F oranı, bazik kayalardan, asidik kayalara doğru azalır (Erguvanlı ve diğ., 1973).

İnceleme alanındaki suların Temmuz ayı kimyasal analiz sonuçlarına göre Cl⁻ iyonu, toplam iyonların miliekivalen değerinin %1.77-%8.28'ini oluştururken Nisan ayında ise %2.86-%8.96' sını oluşturmaktadır (Tablo 6.1 ve Tablo 6.2). Analiz sonuçlarına göre Temmuz ayında Cl⁻ konsantrasyonları Nisan ayından Cl⁻ düşük değerlerdedir. Nisan ayı yağışlı dönemi temsil ettiğinden, suların Cl⁻ konsantrasyonu yüksektir (Şekil 6.3). Genel olarak sularda bulunan Cl⁻ iyonun kökeni, Pliyosen çökellerinde bulunan tuzlu seviler ile yağmur suyudur. Bunun yanı sıra tarım alanlarında gübre kullanımı da yeraltı sularındaki Cl⁻ ün kökeni olabilir (Halim ve diğ., 2009).



Şekil 6.3. İnceleme alanındaki suların Cl⁻ iyonunun dönemsel dağılımı

Sülfat (SO_4^{-2})

Yeraltı sularındaki SO_4^{-2} 'ın büyük bir kısmı jips ve anhidritten gelmektedir (Erguvanlı ve diğ., 1973). Bunların dışında az miktarda piritin oksidasyonu ile oluşan demir sülfattan, magnezyum ve sodyum sülfattan ileri gelebilir.

Magmatik ve metamorfik kayalardan veya bunların ürünlerinden oluşan tortul kayalardaki yeraltı sularında 100 mg/l' den az SO_4^{-2} bulunur (Şahinci, 1991).

İnceleme alanındaki örnek suların Temmuz ayı kimyasal analiz sonuçlarına göre SO_4^{-2} içerikleri, toplam iyonların miliekivalen değerinin %3.28-%8.60'ini oluşturmaktadır. Nisan ayı analiz sonuçlarına göre ise %1.75-%10.33' ünü oluşturmaktadır (Tablo 6.1 ve Tablo 6.2). Sulardaki bu iyonun kökenini, Baskil Magmatitlerindeki piritin (FeS_2) oksidasyonu ile Kırkgeçit Formasyonu'nun SO_4 'lü seviyeleri oluşturabilir.

Bikarbonat (HCO_3^{-2})

Yeraltı sularındaki CO_3^{-2} ve HCO_3^{-2} iyonlarının çoğu atmosfer ve topraktaki CO_2 ' den ve karbonatlı kütlelerin erimesinden oluşmaktadır. Dolayısıyla CO_3^{-2} ve HCO_3^{-2} miktarı CO_2 miktarına ve suyun pH' ına bağlıdır (Erguvanlı ve diğ., 1973).

İnceleme alanındaki örnek noktalarındaki suların Temmuz-2008 dönemi içerisindeki kimyasal analiz sonuçlarına göre; HCO_3^{-2} değeri, toplam iyonların miliekivalen değerinin %18.38-%43.02'ini oluşturmaktadır. Nisan-2009 analiz sonuçlarına göre; HCO_3^{-2} değeri %23.81-%37.65 değerleri arasında değişmektedir.(Tablo 6.1 ve Tablo 6.2). İnceleme alanı içinde yüksek değerlerde çıkan HCO_3^{-2} ' ın kaynağı Seske Formasyonu' na ait kireçtaşlarının CO_2 ' li sularla çözündürülmesiyle geçmiş olmalıdır.

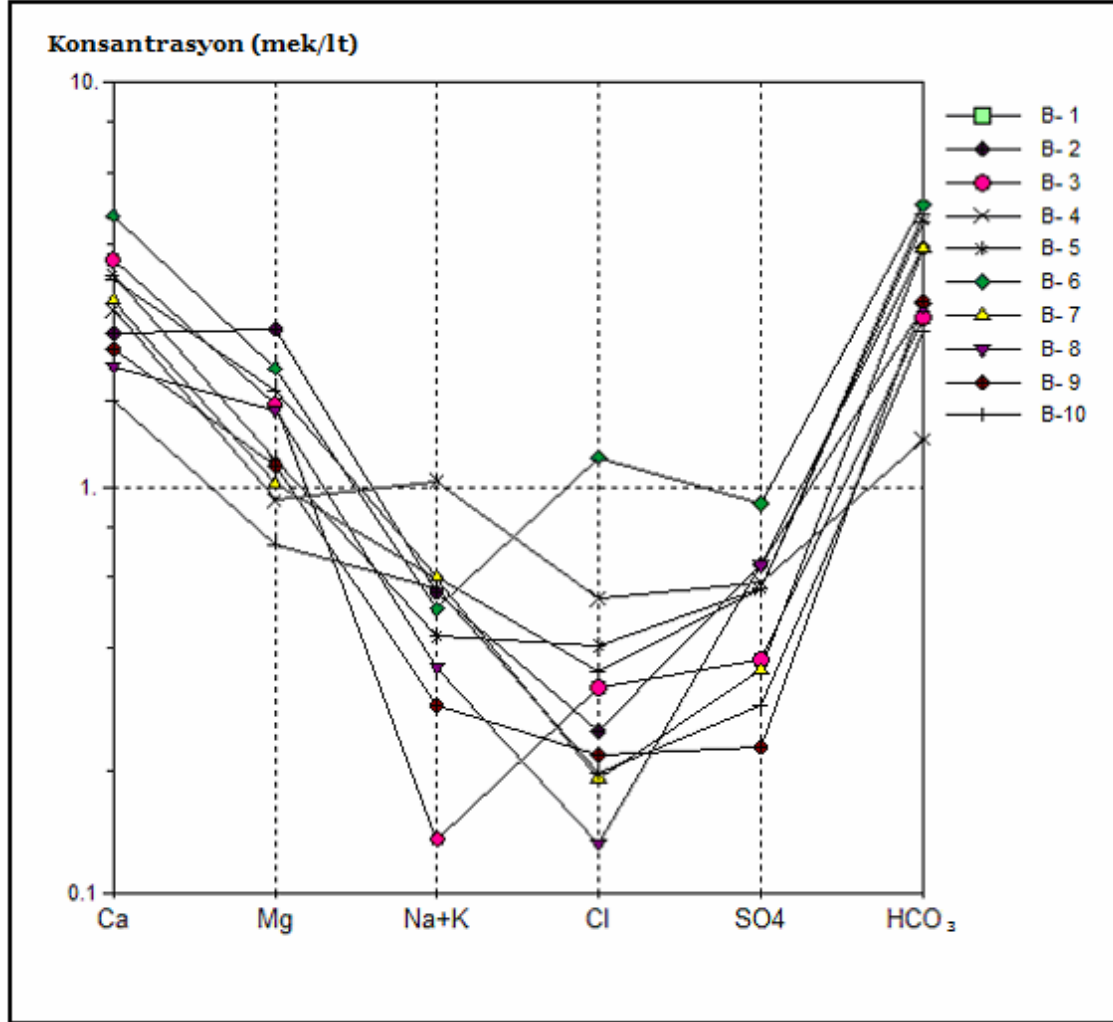
6.2. Kimyasal Analizlerin Diyagramlarla Gösterilmesi

Farklı su noktalarından alınan numunelerin kimyasal analizi yapılarak, bu suları birbirleri ile karşılaştırmak için türlü grafiklerle sunulmuştur. Çalışma alanındaki suların analiz sonuçları çeşitli diyagramlar üzerinde gösterilerek yorumlanmıştır.

6.2.1. Schoeller Diyagramı

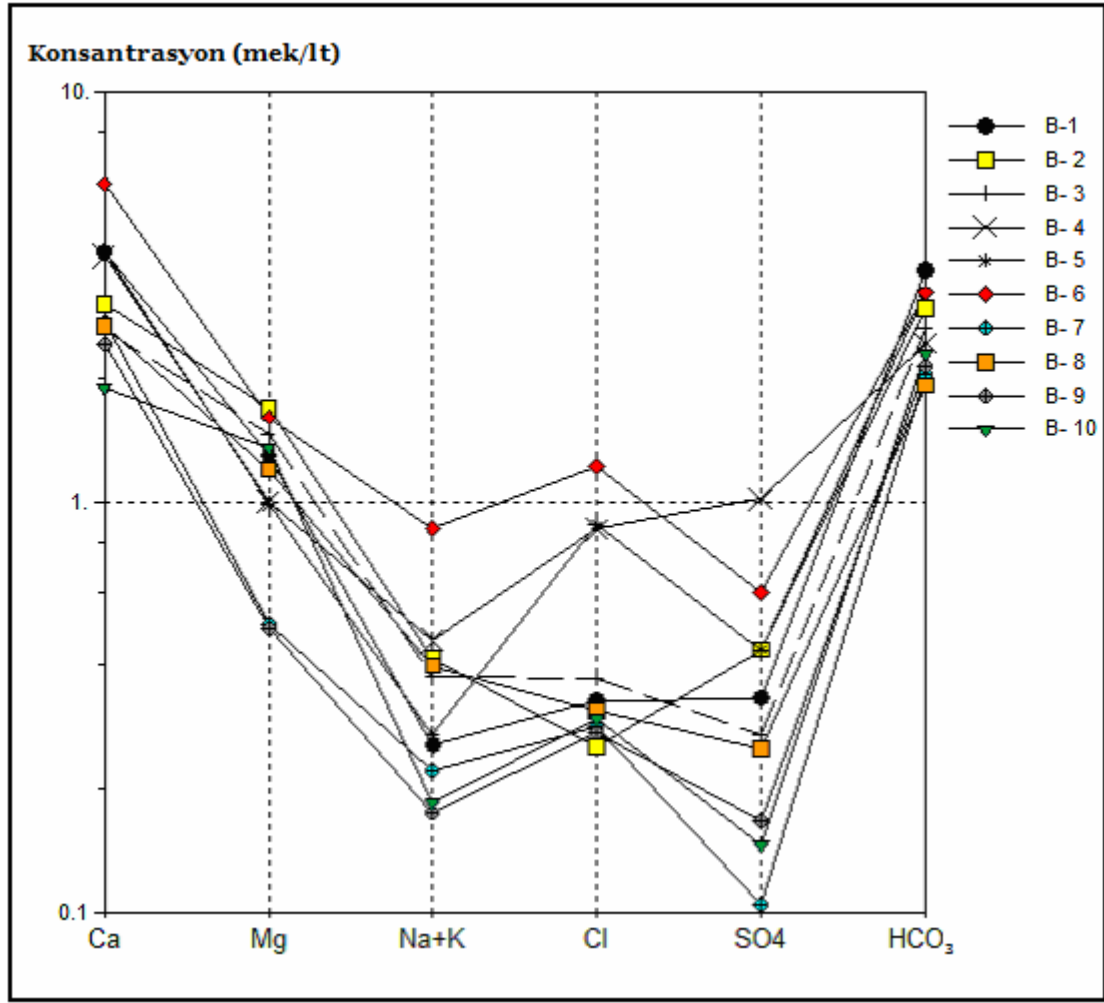
Schoeller diyagramı (1955); düşey eksen logaritmik, yatay eksen aritmetik ölçekli kağıt üzerine eşit aralıklarla yatay eksen üzerine sırasıyla rCa^{+2} , rMg^{+2} , $\text{r}(\text{Na}^{+} + \text{K}^{+})$, rCl^{-} , rSO_4^{-2} ve $\text{r}(\text{CO}_3^{-} + \text{HCO}_3^{-})$ iyonları yerleştirilmesiyle hazırlanmaktadır. Analizler yapılan kaynak ve kuyu sularının Nisan ve Temmuz aylarına ait Schoeller Diyagramları çizilmiştir (Şekil 6.4 ve Şekil 6.5).

İncelenen sularının Temmuz 2008 ve Nisan 2009 tarihlerinde yapılan analiz sonuçlarına göre iyonların sıralanışı Tablo 6.3 ve Tablo 6.4’ te; anyon ve katyonların kendi aralarında sıralanışı Tablo 6.5 ve Tablo 6.6’da verilmiştir.



Şekil 6.4. İnceleme alanındaki suların Temmuz-2008 kimyasal analiz sonuçlarının Schoeller diyagramının da gösterilmesi

Örnek alınan kuyu ve yüzey sularının kimyasal analiz sonuçlarına göre Schoeller diyagramları çizilmiştir. Gübreleme yapılmayan dönemi ifade eden Temmuz-2008 analiz sonuçlarına göre çizilen diyagramda; alınan suların iyonlarının miliekivalen değerlerini birleştiren doğruların birbirine az çok paralel geçtiği görülmektedir. Bu da örnek noktalarını besleyen akiferlerin aynı litolojiden kaynaklanıyor olabileceği gösterir.



Şekil 6.5. İnceleme alanındaki suların Nisan-2009 kimyasal analiz sonuçlarının Schoeller diyagramında gösterilmesi

Nisan-2009 analiz sonuçlarına göre de çizilen Schoeller diyagramında değerleri birleştiren doğrularında az çok paralel geçtiği görülmüştür (Şekil 6.5). Bunun nedeni, bu örnek noktalarını besleyen akiferin aynı litolojiden besleniyor olmasıdır.

Tablo 6.3. Temmuz 2008 dönemi analiz sonuçlarına göre kuyu ve yüzey sularındaki iyonların sıralanışı

ÖRNEK NO	İYONLARI SIRALANIŞI
1 NO'LU ÖRNEK	$\text{rHCO}_3^{-2} > \text{rCa}^{+2} > \text{rMg}^{+2} > \text{r}(\text{Na}^+ + \text{K}^+) > \text{rSO}_4^- > \text{rCl}^-$
2 NO'LU ÖRNEK	$\text{rHCO}_3^{-2} > \text{rMg}^{+2} > \text{rCa}^{+2} > \text{rSO}_4^- > \text{r}(\text{Na}^+ + \text{K}^+) > \text{rCl}^-$
3 NO'LU ÖRNEK	$\text{rCa}^{+2} > \text{rHCO}_3^{-2} > \text{rMg}^{+2} > \text{rSO}_4^- > \text{rCl}^- > \text{r}(\text{Na}^+ + \text{K}^+)$
4 NO'LU ÖRNEK	$\text{rCa}^{+2} > \text{rHCO}_3^{-2} > \text{r}(\text{Na}^+ + \text{K}^+) > \text{rMg}^{+2} > \text{rSO}_4^- > \text{rCl}^-$
5 NO'LU ÖRNEK	$\text{rHCO}_3^{-2} > \text{rCa}^{+2} > \text{rMg}^{+2} > \text{rSO}_4^- > \text{r}(\text{Na}^+ + \text{K}^+) > \text{rCl}^-$
6 NO'LU ÖRNEK	$\text{rHCO}_3^{-2} > \text{rCa}^{+2} > \text{rMg}^{+2} > \text{rCl}^- > \text{rSO}_4^- > \text{r}(\text{Na}^+ + \text{K}^+)$
7 NO'LU ÖRNEK	$\text{rHCO}_3^{-2} > \text{rCa}^{+2} > \text{rMg}^{+2} > \text{r}(\text{Na}^+ + \text{K}^+) > \text{rSO}_4^- > \text{rCl}^-$
8 NO'LU ÖRNEK	$\text{rHCO}_3^{-2} > \text{rCa}^{+2} > \text{rMg}^{+2} > \text{rSO}_4^- > \text{r}(\text{Na}^+ + \text{K}^+) > \text{rCl}^-$
9 NO'LU ÖRNEK	$\text{rHCO}_3^{-2} > \text{rCa}^{+2} > \text{rMg}^{+2} > \text{r}(\text{Na}^+ + \text{K}^+) > \text{rSO}_4^- > \text{rCl}^-$
10 NO'LU ÖRNEK	$\text{rHCO}_3^{-2} > \text{rCa}^{+2} > \text{rMg}^{+2} > \text{r}(\text{Na}^+ + \text{K}^+) > \text{rSO}_4^- > \text{rCl}^-$

Tablo 6.4. Nisan 2009 dönemi analiz sonuçlarına göre kuyu ve yüzey sularındaki iyonların sıralanışı

ÖRNEK NO	İYONLARI SIRALANIŞI
1 NO'LU ÖRNEK	$\text{rHCO}_3^{-2} > \text{rCa}^{+2} > \text{rMg}^{+2} > \text{rSO}_4^- > \text{rCl}^- > \text{r}(\text{Na}^+ + \text{K}^+)$
2 NO'LU ÖRNEK	$\text{rCa}^{+2} > \text{rHCO}_3^{-2} > \text{rMg}^{+2} > \text{rSO}_4^- > \text{r}(\text{Na}^+ + \text{K}^+) > \text{rCl}^-$
3 NO'LU ÖRNEK	$\text{rCa}^{+2} > \text{rHCO}_3^{-2} > \text{rMg}^{+2} > \text{rSO}_4^- > \text{rCl}^- > \text{r}(\text{Na}^+ + \text{K}^+)$
4 NO'LU ÖRNEK	$\text{rHCO}_3^{-2} > \text{rCa}^{+2} > \text{rMg}^{+2} > \text{r}(\text{Na}^+ + \text{K}^+) > \text{rCl}^- > \text{rSO}_4^-$
5 NO'LU ÖRNEK	$\text{rCa}^{+2} > \text{rHCO}_3^{-2} > \text{rMg}^{+2} > \text{rCl}^- > \text{rSO}_4^- > \text{r}(\text{Na}^+ + \text{K}^+)$
6 NO'LU ÖRNEK	$\text{rCa}^{+2} > \text{rHCO}_3^{-2} > \text{rMg}^{+2} > \text{rCl}^- > \text{r}(\text{Na}^+ + \text{K}^+) > \text{rSO}_4^-$
7 NO'LU ÖRNEK	$\text{rCa}^{+2} > \text{rHCO}_3^{-2} > \text{rMg}^{+2} > \text{rCl}^- > \text{r}(\text{Na}^+ + \text{K}^+) > \text{rSO}_4^-$
8 NO'LU ÖRNEK	$\text{rCa}^{+2} > \text{rHCO}_3^{-2} > \text{rMg}^{+2} > \text{rCl}^- > \text{r}(\text{Na}^+ + \text{K}^+) > \text{rSO}_4^-$
9 NO'LU ÖRNEK	$\text{rCa}^{+2} > \text{rHCO}_3^{-2} > \text{rMg}^{+2} > \text{rCl}^- > \text{r}(\text{Na}^+ + \text{K}^+) > \text{rSO}_4^-$
10 NO'LU ÖRNEK	$\text{rHCO}_3^{-2} > \text{rCa}^{+2} > \text{rMg}^{+2} > \text{rCl}^- > \text{r}(\text{Na}^+ + \text{K}^+) > \text{rSO}_4^-$

Tablo 6.5. Temmuz 2008 döneminde kuyu ve yüzey sularındaki anyon ve katyonların sıralanışı

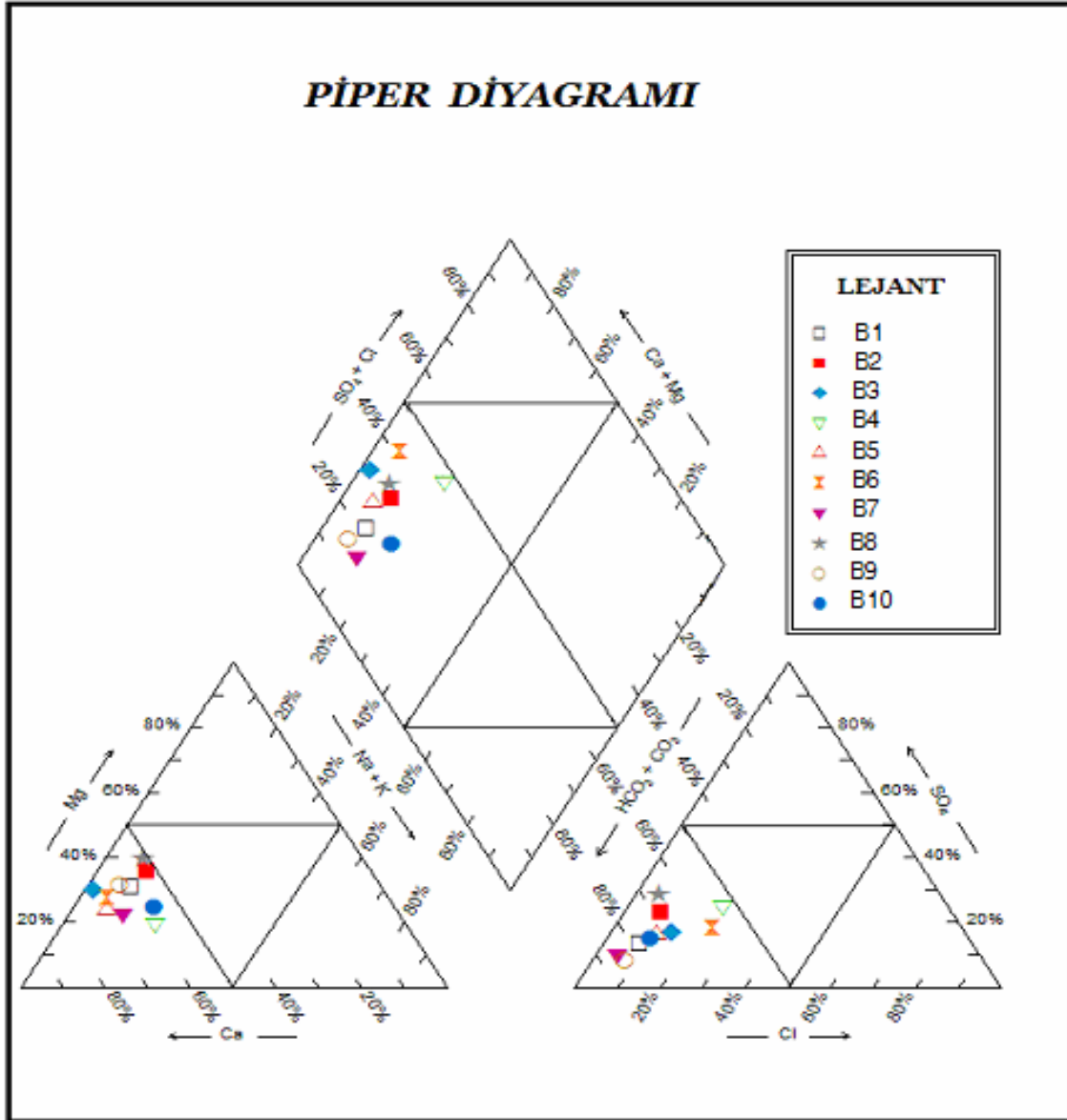
ÖRNEK NO	KATYONLAR	ANYONLAR
1 NO'LU ÖRNEK	$rCa^{+2} > rMg^{+2} > r(Na^{+} + K^{+})$	$rHCO_3^{-2} > rSO_4^{-} > rCl^{-}$
2 NO'LU ÖRNEK	$rMg^{+2} > rCa^{+2} > r(Na^{+} + K^{+})$	$rHCO_3^{-2} > rSO_4^{-} > rCl^{-}$
3 NO'LU ÖRNEK	$rCa^{+2} > rMg^{+2} > r(Na^{+} + K^{+})$	$rHCO_3^{-2} > rSO_4^{-} > rCl^{-}$
4 NO'LU ÖRNEK	$rCa^{+2} > r(Na^{+} + K^{+}) > rMg^{+2}$	$rHCO_3^{-2} > rSO_4^{-} > rCl^{-}$
5 NO'LU ÖRNEK	$rCa^{+2} > rMg^{+2} > r(Na^{+} + K^{+})$	$rHCO_3^{-2} > rSO_4^{-} > rCl^{-}$
6 NO'LU ÖRNEK	$rCa^{+2} > rMg^{+2} > r(Na^{+} + K^{+})$	$rHCO_3^{-2} > rCl^{-} > rSO_4^{-}$
7 NO'LU ÖRNEK	$rCa^{+2} > rMg^{+2} > r(Na^{+} + K^{+})$	$rHCO_3^{-2} > rSO_4^{-} > rCl^{-}$
8 NO'LU ÖRNEK	$rCa^{+2} > rMg^{+2} > r(Na^{+} + K^{+})$	$rHCO_3^{-2} > rSO_4^{-} > rCl^{-}$
9 NO'LU ÖRNEK	$rCa^{+2} > rMg^{+2} > r(Na^{+} + K^{+})$	$rHCO_3^{-2} > rSO_4^{-} > rCl^{-}$
10 NO'LU ÖRNEK	$rCa^{+2} > rMg^{+2} > r(Na^{+} + K^{+})$	$rHCO_3^{-2} > rSO_4^{-} > rCl^{-}$

Tablo 6.6. Nisan 2009 döneminde kuyu ve yüzey sularındaki anyon ve katyonların sıralanışı

ÖRNEK NO	KATYONLAR	ANYONLAR
1 NO'LU ÖRNEK	$rCa^{+2} > rMg^{+2} > r(Na^{+} + K^{+})$	$rHCO_3^{-2} > rSO_4^{-} > rCl^{-}$
2 NO'LU ÖRNEK	$rCa^{+2} > rMg^{+2} > r(Na^{+} + K^{+})$	$rHCO_3^{-2} > rSO_4^{-} > rCl^{-}$
3 NO'LU ÖRNEK	$rCa^{+2} > rMg^{+2} > r(Na^{+} + K^{+})$	$rHCO_3^{-2} > rCl^{-} > rSO_4^{-}$
4 NO'LU ÖRNEK	$rCa^{+2} > rMg^{+2} > r(Na^{+} + K^{+})$	$rHCO_3^{-2} > rCl^{-} > rSO_4^{-}$
5 NO'LU ÖRNEK	$rCa^{+2} > rMg^{+2} > r(Na^{+} + K^{+})$	$rHCO_3^{-2} > rCl^{-} > rSO_4^{-}$
6 NO'LU ÖRNEK	$rCa^{+2} > rMg^{+2} > r(Na^{+} + K^{+})$	$rHCO_3^{-2} > rCl^{-} > rSO_4^{-}$
7 NO'LU ÖRNEK	$rCa^{+2} > rMg^{+2} > r(Na^{+} + K^{+})$	$rHCO_3^{-2} > rCl^{-} > rSO_4^{-}$
8 NO'LU ÖRNEK	$rCa^{+2} > rMg^{+2} > r(Na^{+} + K^{+})$	$rHCO_3^{-2} > rCl^{-} > rSO_4^{-}$
9 NO'LU ÖRNEK	$rCa^{+2} > rMg^{+2} > r(Na^{+} + K^{+})$	$rHCO_3^{-2} > rCl^{-} > rSO_4^{-}$
10 NO'LU ÖRNEK	$rCa^{+2} > rMg^{+2} > r(Na^{+} + K^{+})$	$rHCO_3^{-2} > rCl^{-} > rSO_4^{-}$

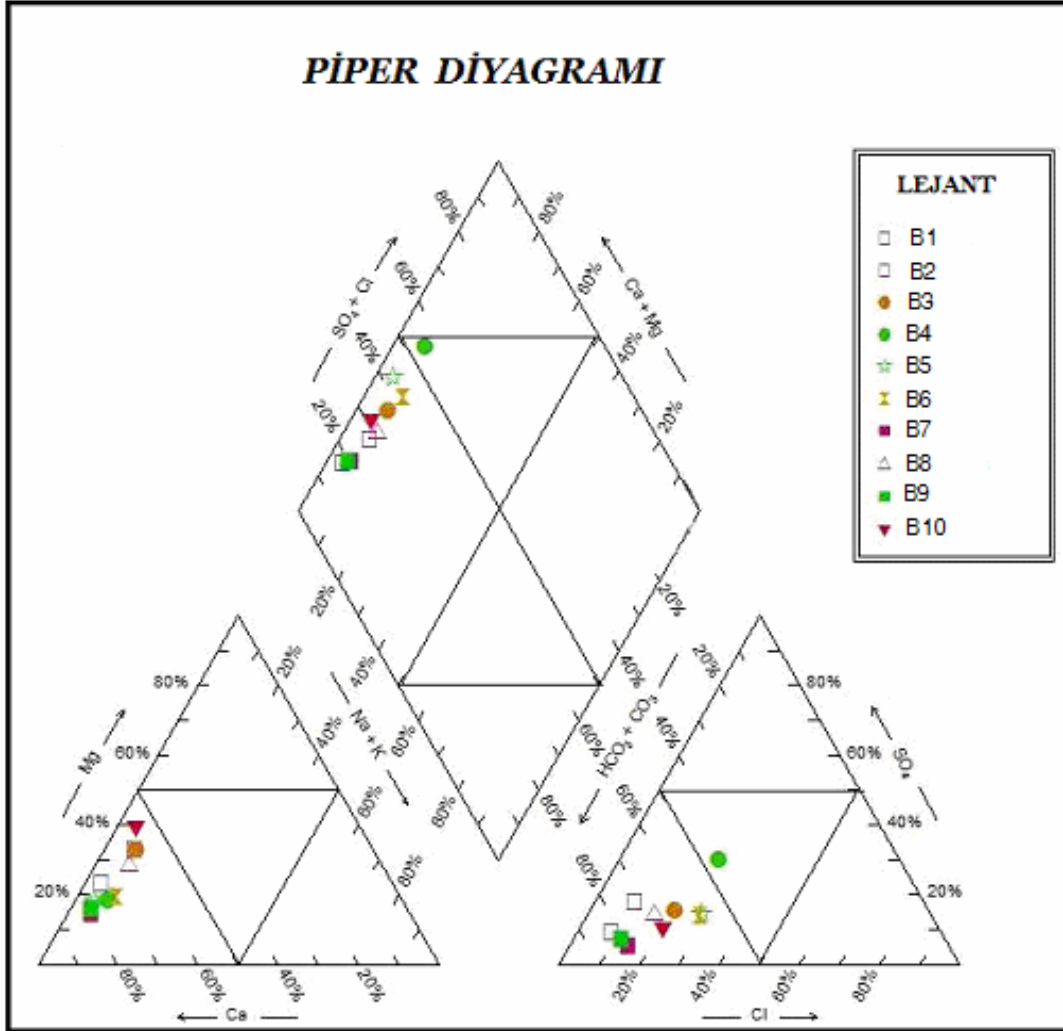
6.2.2. Piper diyagramı

Suların genel anyon-kasyon yapısını gösterebilmek amacıyla Piper diyagramı kullanılmıştır. Bu diyagramda eşkenar bir üçgenin her kenarı 50 eşit parçaya bölünerek bir diyagram hazırlanmıştır. Anyon ve katyonları % mek/l değerleri diyagram üzerinde gösterilerek suların Piper' e göre sınıflaması yapılır.



Şekil 6.6. İnceleme alanındaki suların Temmuz-2008 dönemine ait Piper diyagramı

Temmuz 2008 analiz sonuçlarına göre sular; Piper diyagramında aynı bölgede yoğunlaşmıştır (Şekil 6.6). Örnek noktaları Piper diyagramında 1. ve 5. bölgede olup bu bölge sularının karbonat sertliği %50 'den fazla olup $Ca^{+2} + Mg^{+2} > Na^{+} + K^{+}$ 'dur. Aynı zamanda bu bölgede $CaCO_3$ ve $MgCO_3$ lı sular bulunmaktadır.

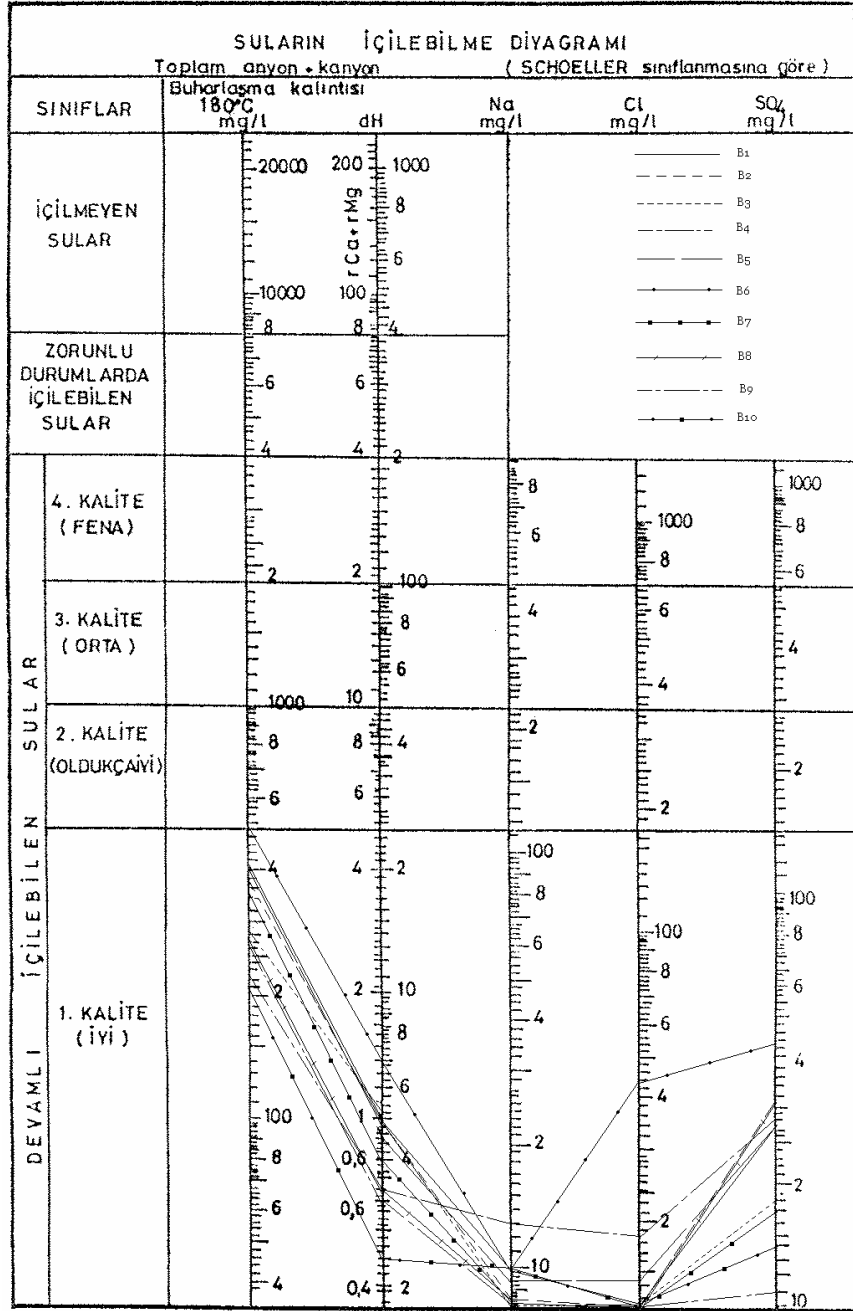


Şekil 6.7. İnceleme alanındaki suların Nisan -2009 dönemine ait Piper diyagramı

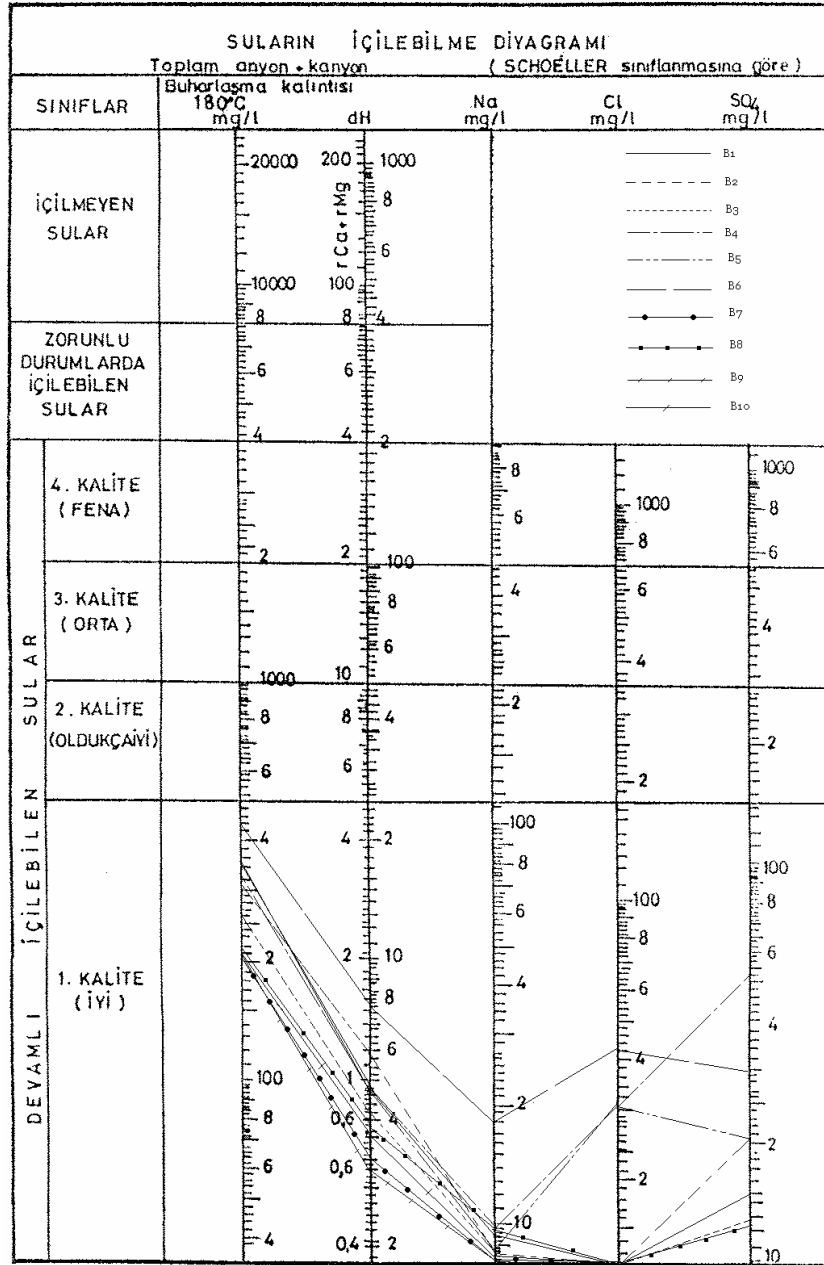
İnceleme alanın Nisan-2009 analiz sonuçlarının Piper diyagramında dağılımında; örnek sularından 4 no' lu örnek noktası dışındaki tüm örnek noktaları aynı bölge içinde yani 5 ve 1 nolu alanlarda yer almıştır (Şekil 6.7). Yani; karbonat sertliği %50 'den fazla olan sular ve $CaCO_3$ ve $MgCO_3$ 'lı sular, $Ca^{+2} + Mg^{+2} > Na^{+} + K^{+}$,karbonatlı ve sülfatlı sular. Ancak 4 no' lu örnek noktası 9 ve 1 nolu alanlarda yer almış ve bu da iyonların hiçbiri %50'yi geçmeyen karışık sular ve $Ca^{+2} + Mg^{+2} > Na^{+} + K^{+}$, karbonatlı ve sülfatlı sular grubunda olduğunu göstermektedir.

6.2.3. Suların İçilebilme Diyagramı

Kaynak ve kuyu sularının içilebilme özelliklerini araştırmak amacıyla Schoeller' in yaptığı sınıflamaya göre suların içilebilme diyagramları çizilmiştir. Diyagramları Temmuz 2008 ve Nisan 2009 analiz sonuçlarına göre incelenen tüm sular; “ Devamlı içilebilen 1. kalite sular” sınıfında yer almaktadır (Şekil 6.8 ve Şekil 6.9.).



Şekil 6.8. Temmuz 2008 analiz sonuçlarına göre suların içilebilme diyagramı

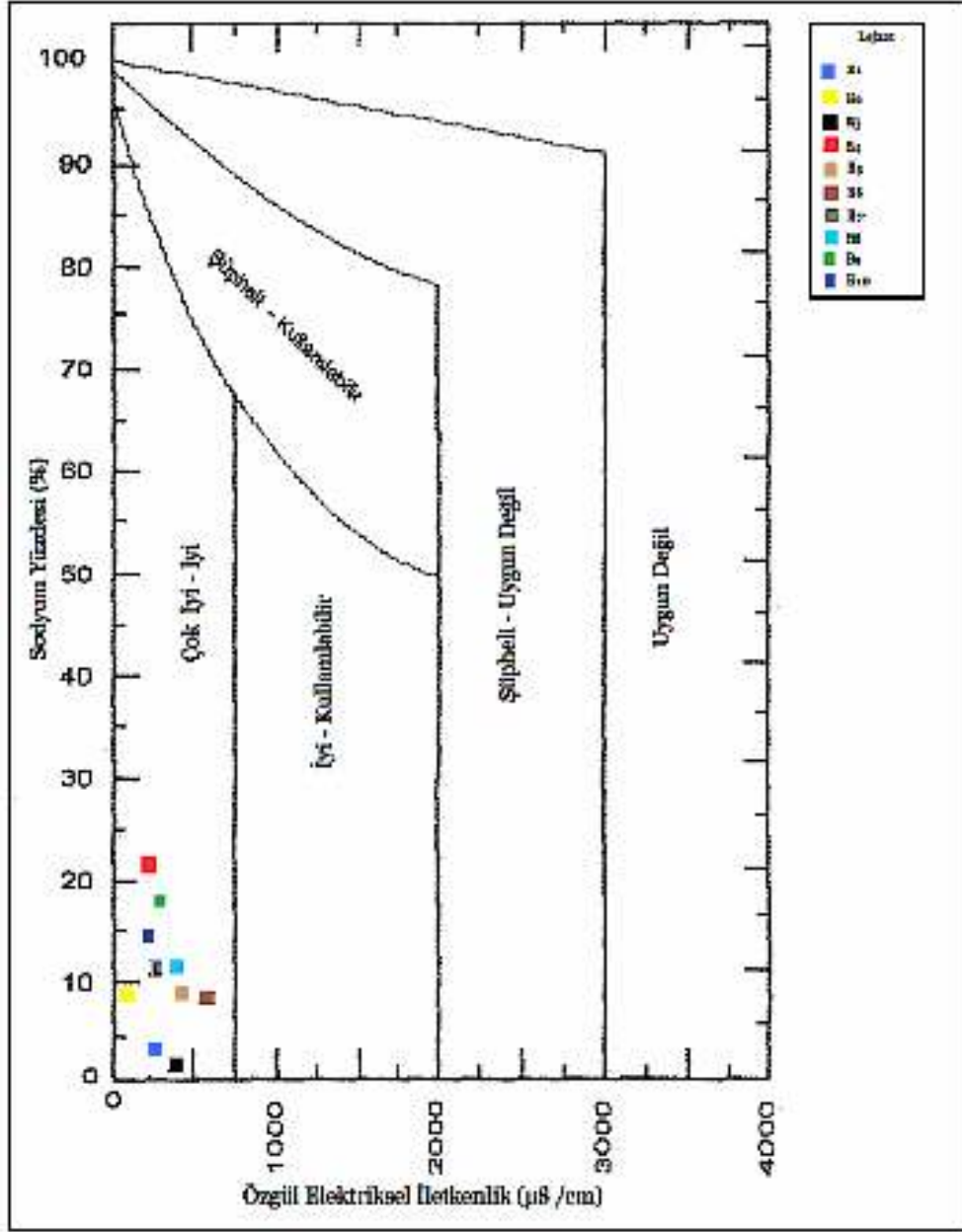


Şekil 6.9. Nisan 2009 analiz sonuçlarına göre suların içilebilme diyagramı

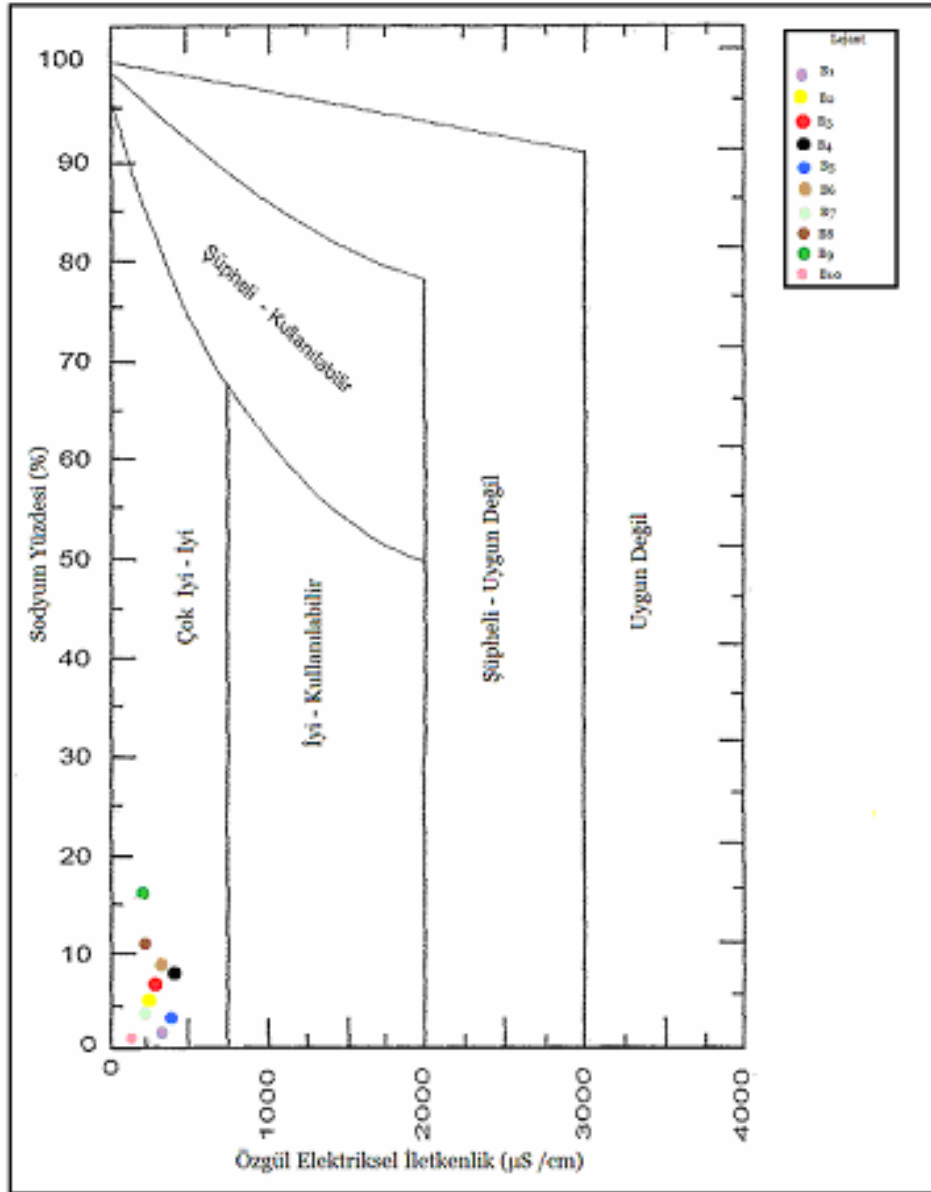
6.2.4. Wilcox Diyagramı

Wilcox diyagramı, sulama suyu uygunluğunu ortaya koymak için kimyasal analizlerin diyagrama taşınmasıyla elde edilir. Düşey ekseninde sodyum yüzdesi ve yatay ekseninde özgül elektriksel iletkenlik kullanılarak sulama sularının doğrudan yorumunun yapılmasını sağlar.

İncelenen suların Temmuz-2008 dönemi için %Na değeri %2,41-%22,15 arasında, Nisan-2009 dönemi için %Na değeri ise; %4,41- %15,23 arasında değişmektedir (Tablo 6.7). Wilcox Diyagramına göre sular aynı karakterde olup diyagramda, “Çok İyi- İyi” sular sınıfında yer almaktadır (Şekil 6.10 ve Şekil 6.11).



Şekil 6.10. İnceleme alanındaki suların Temmuz-2008 dönemine ait Wilcox diyagramı



Şekil 6.11. İnceleme alanındaki suların Nisan -2009 dönemine ait Wilcox diyagramı

Tablo 6.7. İnceleme alanındaki suların % Na ve SAR değerleri ve sınıflaması

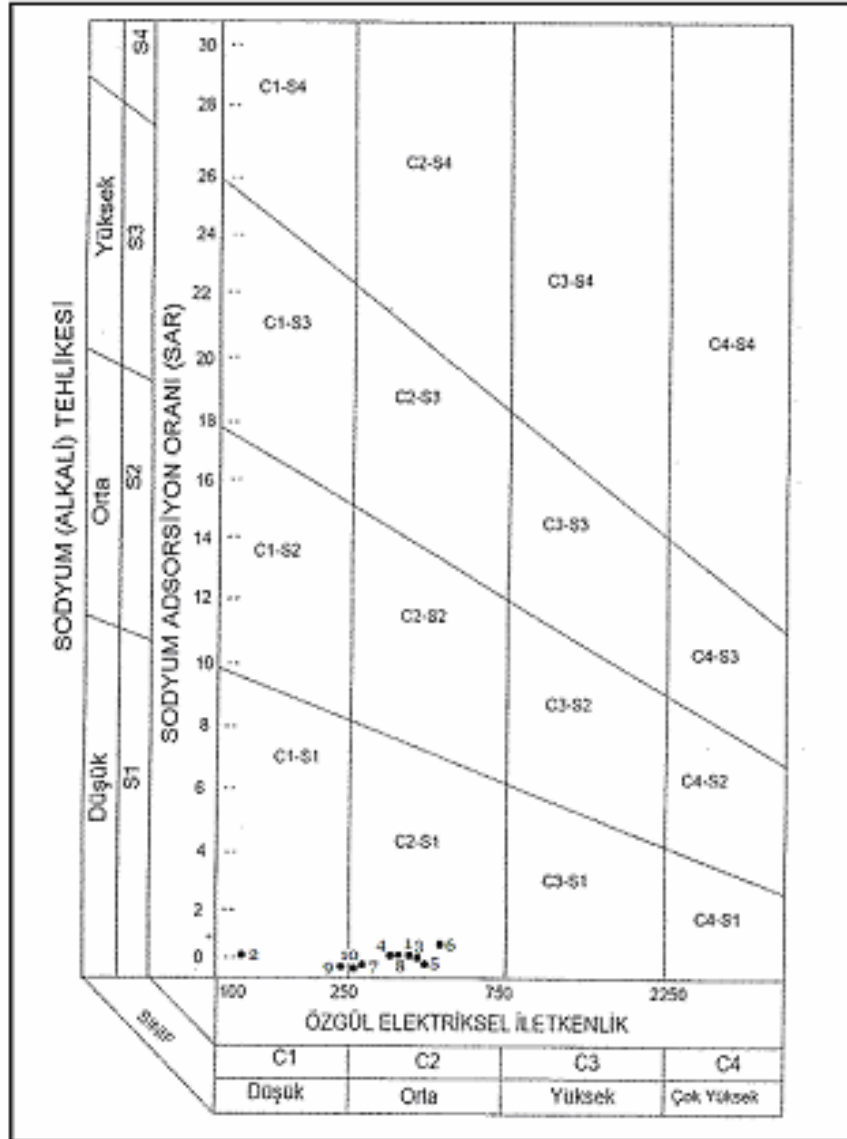
Lokasyonlar	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10
%Na (Temmuz -2008)	10.71	9.93	2.41	22.15	8.67	7.59	13.22	9.18	8.22	18.21
%Na Sınıflaması	(1. Sınıf Su)	(1. Sınıf Su)	(1. Sınıf Su)	(2. Sınıf Su)	(1. Sınıf Su)	(1. Sınıf Su)	(1. Sınıf Su)	(1. Sınıf Su)	(1. Sınıf Su)	(1. Sınıf Su)
%Na (Nisan -2009)	4.41	7.92	8.22	8.39	5.03	10.13	6.32	9.26	15.23	5.22
%Na Sınıflaması	(1. Sınıf Su)	(1. Sınıf Su)	(1. Sınıf Su)	(1. Sınıf Su)	(1. Sınıf Su)	(1. Sınıf Su)	(1. Sınıf Su)	(1. Sınıf Su)	(1. Sınıf Su)	(1. Sınıf Su)
SAR (Temmuz -2008)	0.25	0.05	0.20	0.25	0.14	0.40	0.14	0.25	0.11	0.10
SAR Sınıflaması	(1. Sınıf Su)	(1. Sınıf Su)	(1. Sınıf Su)	(1. Sınıf Su)	(1. Sınıf Su)	(1. Sınıf Su)	(1. Sınıf Su)	(1. Sınıf Su)	(1. Sınıf Su)	(1. Sınıf Su)
SAR (Nisan -2009)	0.11	0.20	0.21	0.25	0.14	0.40	0.14	0.25	0.11	0.10
SAR Sınıflaması	(1. Sınıf Su)	(1. Sınıf Su)	(1. Sınıf Su)	(1. Sınıf Su)	(1. Sınıf Su)	(1. Sınıf Su)	(1. Sınıf Su)	(1. Sınıf Su)	(1. Sınıf Su)	(1. Sınıf Su)

6.2.5. ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramı

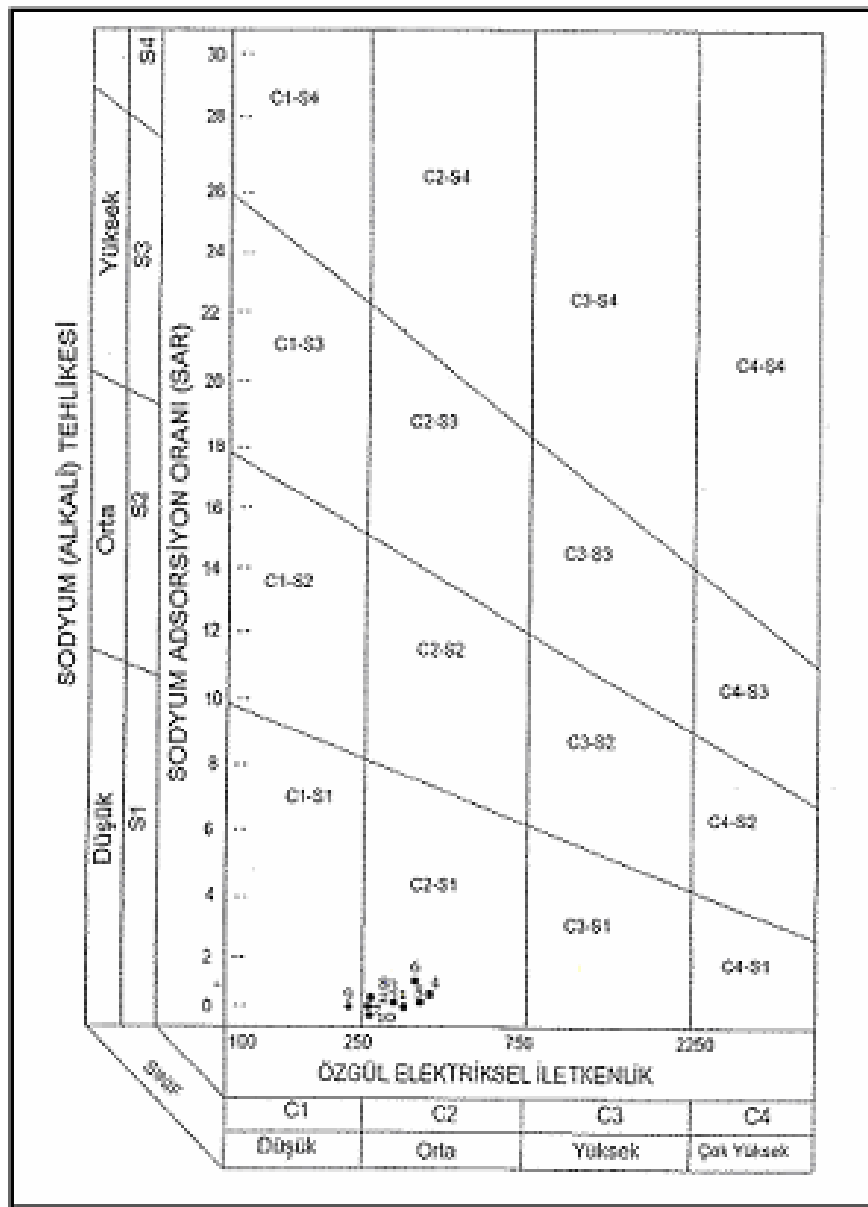
ABD tuzluluk laboratuvarı diyagramında sular, sodyum adsorpsiyon oranı (SAR) ve özgül elektriksel iletkenlik (EC) değerleri göz önüne alınarak, sınıflandırılmaktadır (Tablo 6.8). inceleme alanındaki suların ABD tuzluluk laboratuvarı diyagramındaki dağılımı Şekil 6.12 ve Şekil 6.13’ de verilmiştir.

Tablo 6.8. Suların Tuzluluk ve Sodyum miktarlarına göre sınıflandırılması.

<u>Tuzluluğa Göre Alt Sınıflama</u>		<u>Sodyum Miktarına Göre Alt Sınıflama</u>	
C1	Az tuzlu su	S1	Az sodyumlu su
C2	Orta tuzlulukta su	S2	Orta derecede sodyumlu su
C3	Fazla tuzlu su	S3	Fazla sodyumlu su.
C4	Çok fazla tuzlu su	S4	Çok fazla sodyumlu su.



Şekil 6.12. İnceleme alanındaki suların Temmuz-2008 dönemine ait ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramı



Şekil 6.13. İnceleme alanındaki suların Nisan -2009 dönemine ait ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramı

Kimyasal analizler sonucunda elde edilen sodyum adsorbsiyon oranı (SAR); Temmuz-2008 döneminde 0.05-0.40 arasında, Nisan-2009 da ise 0.11-0.40 arasında değişmektedir (Tablo 6.7). Sodyum adsorbsiyon oranı (SAR) ile elektriksel iletkenlik (EC) değerlerinin ABD tuzluluk diyagramındaki dağılımına göre Temmuz-2008 döneminde 2 ve 9 no' lu örnek C₁-S₁; diğer su örnekleri ise C₂-S₁ grubuna girmektedir (Şekil 6.12).

Nisan-2009 analiz sonuçlarının diyagramdaki dağılımında 9 no' lu örnek C₁-S₁; diğer su örnekleri C₂-S₁ grubuna girmektedir (Şekil 6.13). C₁ (EC:250 μ S/cm' den az), az tuzlu sular; her toprakta tüm bitkilerin sulamasına uygundur. C₂ (EC 250-750 μ S/cm arası), orta

tuzlu sular; orta akaçlama özelliğindeki topraklarda, tuzluluk tehlikesi olmadan tüm bitkiler sulanabilir. S₁, az sodyumlu sular olup hemen tüm topraklarda sodyum tehlikesi yaratmadan kullanılabilir.

6.3. Suların Çeşitli Kriterlere Göre Sınıflandırılması

6.3.1. Suların Sıcaklıkları

Genel olarak suların sıcaklığı su tablasının derinliğine, coğrafik enleme, yüksekliğe ve etkin volkanizmaya bağlıdır. Çok soğuk sular (+ 5' e kadar), soğuk sular (+10' a kadar), çok az ılık sular (+18' e kadar), az ılık sular (+ 25' e kadar), ılık sular (+ 37' ye kadar) ve + 40' dan fazla olan sular ise sıcak sular diye gruplandırılır (Şahinci, 1991).

İnceleme alanındaki suların sıcaklık değerleri Temmuz-2008 döneminde; 14.2 ile 21 °C arasında; Nisan-2009 döneminde ise 12.6 ile 18.2 °C arasında değişmektedir. İncelenen sular genel olarak çok az ılık sular sınıfına girmektedir (Tablo 6.1 ve Tablo 6.2).

6.3.2. Hidrojen İyonu Konsantrasyonu (pH)

Suda H⁺ iyonunun artmasıyla pH, 7' den küçük değerler alır ve su asit karakter kazanır. OH⁻ iyonu konsantrasyonun artması ile pH 7' den büyük değerler alır ve su bazik karakter kazanır. Doğal suların pH değerleri 6.5-8.0 arasında değişir. Yerüstü suları, pH>8 olan bazik özellikte sulardır. Asit ve bazik suların esas sınır değerleri; 4.5 ve 8.2 kabul edilmektedir. Buna göre pH<4.5 olan sular “ Asit Su”, pH>8.2 olan sular “Bazik Su” olarak nitelendirilmektedir (Erguvanlı ve diğ., 1973).

İnceleme alanındaki pH ölçümleri kaynak başlarında yapılmıştır. İncelenen suların pH değerleri; 6.2 ile 7.44 arasında olup bu da suların içmeye uygun nitelikte pH değerine sahip sular olduklarını göstermektedir (Tablo 6.1 ve Tablo 6.2).

6.3.3. Sodyum İyon Yüzdesi (%Na)

Sodyum iyon yüzdesi, sulama suları için önemli bir özelliktir. Sulama sularında sodyum yüzdesinin artışı topraktaki kalsiyum ve magnezyumla baz değişimine neden olur. Sodyum oranı 50' den küçük olan sular sulamaya uygun kabul edilir. Sodyum yüzdesi hesaplanması için aşağıdaki formül kullanılır:

$$\%Na = \frac{rNa + rK \times 100}{rNa + rK + rCa + rMg}$$

Tablo 6.9. %Na sınıflaması

Sulama suyu sınıfı	1. Sınıf Su	2. Sınıf Su	3. Sınıf Su	4. Sınıf Su	5. Sınıf Su
	(Çok İyi)	(İyi)	(Kullanılabilir)	(İhtiyatlı Kullanılmalı)	(Zararlı Kullanılmaz)
Değişebilir Na Yüzdesi	< 20	20-40	40-60	60-80	>80

İnceleme alanındaki suların %Na değerleri %2.41 ile %22.15 arasında değişen değerlerde olup sular 4 no'lu örnek dışında tüm örnek noktaları birinci sınıf su sınıfında, 4 no'lu örnek noktası ise ikinci sınıf su sınıflamasına girmektedir (Tablo 6.9).

6.3.4. Sodyum Adsorpsiyon Oranı (SAR)

SAR, sulama suları ve toprak ekstraktı için kullanılan bir orandır. Bu oran sodyum iyonun değişim reaksiyonlarındaki aktifliğinin ifadesi olup, sodiklik tehlikesi yönünden sulama sularının sınıflandırılmasında en fazla kullanılan ölçüdür (Tablo 6.10). SAR aşağıdaki formülle tespit edilir.

$$SAR = \frac{rNa}{\sqrt{\frac{rCa + rMg}{2}}}$$

SAR kavramı, sodyumu tek başına değil, Ca^{+2} ve Mg^{+2} ile karşılıklı etkileşimi ve kation değişim reaksiyonlarındaki aktifliği ile dikkate aldığı için, %Na' a göre daha anlamlıdır. Bilindiği gibi Ca^{+2} ve Mg^{+2} suda sodyum tehlikesini azaltıcı etki gösterir (Doğan, 1981).

Tablo 6.10. SAR kriter aralığı.

Sulama suyu sınıfı	1. Sınıf Su	2. Sınıf Su	3. Sınıf Su	4. Sınıf Su
	(Çok İyi)	(İyi)	(Kullanılabilir)	(Kullanılmaz)
SAR Kriteri	0-10	10-18	18-26	26

İnceleme alanındaki suların Nisan ve Temmuz aylarında hesaplanan SAR değerleri; 0.05 ile 0.40 arasında değişmekte olup SAR kriter sınıflamasına göre birinci sınıf su sınıflamasına girmektedir (Tablo 6.10).

6.3.5. Sertlik

Sertlik, su içinde çözünmüş +2 değerlikli iyonların (kalsiyum, magnezyum, demir vb.) varlığının sonucu oluşmaktadır. Genellikle sertlik, kalsiyum ve magnezyum iyonlarının doğal sularda daha fazla bulunmalarından dolayı, bu iki element iyonlarının konsantrasyonlarının toplamı olarak ifade edilmektedir. Suların sertliği, Fransa’da geliştirilen ve uluslararası kabul gören standarda göre ölçülmektedir. Fransız sertliği (Fr) veya mg/l CaCO_3 ülkemizde yaygın olarak sertlik sınıflandırmasında kullanılan birimlerdir. 1 Fr derecesi 10 mg/l CaCO_3 sertliğine eşit olmaktadır. Sular sertlik derecelerine göre şu şekilde sınıflandırılmaktadır:

<u>Sertlik Derecesi</u>	<u>Su Sınıflaması</u>
0 – 10	Menba suyu
11 – 22	Tatlı su
23 – 32	Sert su
33 – 54	Çok sert su
> 55	Çok fazla sert su

Sular için 5-10 d°H Fr derecesi en uygun sertlik derecesidir. Bu nedenle, sular eğer 10 Fr üzerinde sertlikte ise mutlaka yumuşatılması gerekmektedir.

Herhangi bir suyun sertliği, o suyun temas etmiş olduğu topraklardaki minerallerin suda çözünmesiyle yakından ilgilidir. Genel olarak yeraltı suları daha fazla oranda mineral madde ile temas ettiklerinden yüzey sularına göre daha serttir (Kırımhan ve diğ., 1981).

İnceleme alanın Temmuz-2008 dönemi için sertlik değerleri; 11.85 ile 33.33 d°H Fr arasında değişmektedir. Nisan-2009 analiz sonuçlarına göre sertlik değerleri; 14.6 ile 38.2 d°H Fr arasında değişim göstermektedir. Her iki dönemin sertlik değerleri kıyaslandığında; 1,2,5 no’ lu örnekler her iki dönemde aynı özellik gösterip; “Sert su” sınıflamasına girmektedir. 6 no’lu örnek her iki dönemde de yüksek sertlik derecesine sahip olup; “Çok sert su” sınıflamasına girmektedir. 7,8,9 ve 10 no’ lu örnekler de her iki dönemde de yaklaşık sertlik dereceleriyle; “Tatlı su” sınıflamasına girmektedir. Analiz sonuçlarına göre; 3 no’ lu örnek Temmuz-2008’ de “Sert su” sınıfına girerken, Nisan-2009’da “Tatlı su” sınıfına, 4 no’ lu örnekte Temmuz-2008’ de “Tatlı su” sınıfına girerken, Nisan-2009’da “Sert su” sınıfına girmektedir. Suların sertlik derecelerindeki değişim yağışlarla ilişkili olabilir.

6.3.6. Suların Elektriksel İletkenliği (EC)

Elektriksel iletkenlik, +25 °C 'de 1 cm³ suyun iletkenliğidir. Elektriksel iletkenlik suyun içinde bulunan çözünmüş iyon miktarıyla doğru orantılıdır. Saf suyun elektriksel iletkenliği 0.5–5 micromho/cm, içme sularında elektriksel iletkenlik ise 30 – 2000 µS/cm arasında bulunmaktadır (Ala, 2001).

İnceleme alanındaki suların elektriksel iletkenliği 161.5 ile 574 µS/cm arasında değişme göstermektedir (Tablo 6.1 ve Tablo 6.2).

7. SU KİRLİLİĞİ

Su içerisinde bulunan bazı elementler miktarına ve etkileşim süresine bağlı olarak sınır değerleri aştığı için zehirli etki yapabilmektedir (arsenik, kadmiyum, krom, kurşun, civa, baryum, nitrat, florür, radyoaktif maddeler, amonyum, klorür gibi).

Evlerden, endüstriden ve zirai faaliyetlerden doğan her türlü atıklar bir nehir veya gölün normal hayatını etkiler. Eğer bu etkiler, en iyi şekilde kullanma için, suları kabul edilemez bir hale sokuyorsa, su kirlenmiştir.

Yeraltı suyuna etki eden maddeler arasında ilk sırada herhangi bir ortama depolanan kimyasal maddeler gelmektedir. Buna ilave olarak, tarımsal amaçlı olarak kullanılan kimyasal maddeler de yüzey suları ile taşınarak yeraltı suyuna emilebilirler. Çöp depolama alanları yeraltı suyuna etki eden diğer önemli bir etmendir. Oksitleyici özellikte olan yüzey suları, çöp depolama alanlarındaki çöplerin içine girdiğinde çözülebilir organik madde ile reaksiyona girer ve CO_2^- oluşumuna yol açar. Su içinde bu gazın varlığı karbonik asit oluşumuna ve dolayısıyla suyun asiditesine artmasına (pH' ın azalmasına) neden olur (Akçay, 2002).

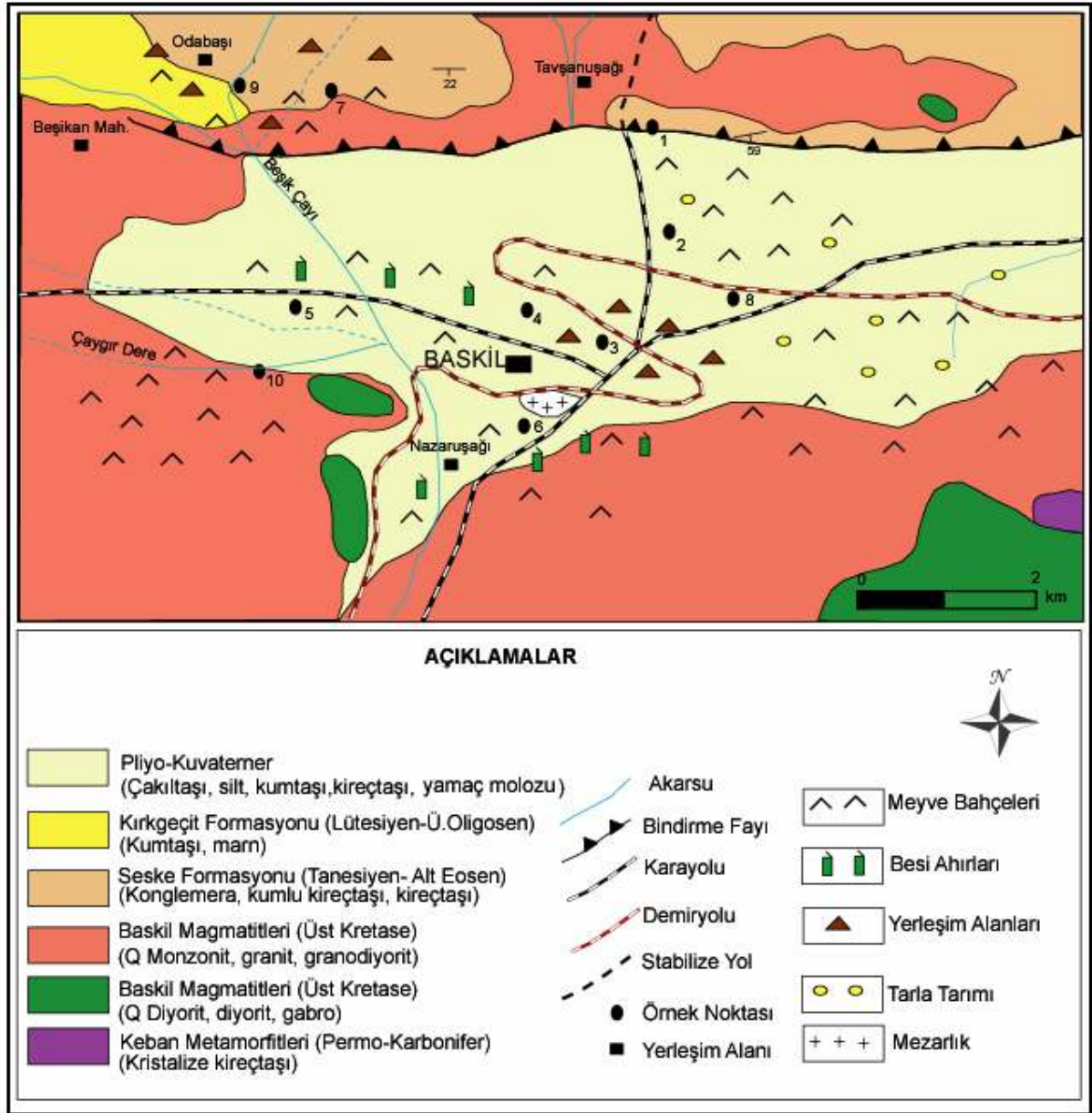
Tarımsal çalışmaların gereği olarak bitki hastalıklarıyla mücadele için kullanılan pestisitlerin, verimin arttırılması için kullanılan kimyasal gübrelerin, erozyon ve toprağın sürülmesi sonucu oluşan toz toprak, hayvan gübresi, bitki artığı olmak üzere tarımsal çalışma sonucu meydana gelen katı ve sıvı atıkların neden olduğu kirliliğe tarımsal kirlilik denilmektedir. Tarımsal kirliliğinin çeşitleri şöyledir:

- Toprak erozyonundan gelen sediment kirliliği
- Gübrelemenin oluşturduğu kirlilik
- Pestisitlerin oluşturduğu kirlilik
- Hayvansal atıkların oluşturduğu kirlilik

Tarım ürünlerinde elde edilen verimi arttırmak için kullanılan gübrelerin asıl bileşenleri NO_3 , PO_4 , ve K^+ dur. Toprağa gübre olarak verilen üç elementin (N, K ve P) en süratli ve en etkili olanı N' tur. Bu bileşenlerin bitkilerin bünyelerine girebilmeleri için öncelikle su ile çözünmesi gerekir. Dolayısıyla toprağa ilave edildikten sonra yağmur suları yardımıyla çözünen bu bileşenler bitkiler tarafından emilmeden yüzey akışları vasıtasıyla vadilere taşınabileceği gibi, yeraltına sızarak yeraltı suyunun bünyesine de girebilir. Böylece her iki ortamdaki su NO_3 , PO_4 , ve K^+ bakımından aşırı zenginleşmiş olur (Akçay, 2002).

7.1. Örnekleme Noktalarının Tarımsal Faaliyetlere Göre Dağılımı

Örnekleme noktaları 10 tane olup bunlardan 2 ve 8 no'lu örnek noktaları tarla tarımı ve meyve bahçelerinin bulunduğu alanlar içinde yer almaktadır. 3 no'lu örnek noktası Baskil ilçe merkezinde yer alıp yerleşim alanlarında bulunmaktadır. 6 no'lu örnek noktası bahçe tarımını yapıldığı ve besi ahırlarının bulunduğu bir nokta olup aynı zamanda örnek noktasının kuzey doğrultusunda ilçe mezarlığı yer almaktadır. 4 ve 5 no'lu noktalarda meyve bahçeleri ve pek fazla olmasa da besi ahırlarının varlığı söz konusudur. 10 no'lu örnek noktasının bulunduğu alan içinde yoğun şekilde meyve bahçeleri yer almaktadır. 9 ve 7 no'lu örnekler eğimin fazla olduğu bir mahalle olup yerleşim yeri olan bu bölgede genelde bahçe tarımı yapılmaktadır. Genel olarak inceleme alanı içinde meyve bahçeleri yer almaktadır. İnceleme alanında yüzey suları pek fazla olmamakla beraber var olan yüzey sularının bulunduğu alanlarda aktif bir tarım yapılmamakta, aktif tarımın yapıldığı alanlar içinde de yüzey suyu bulunmamaktadır (Şekil 7.1).



Şekil 7.1. İnceleme alanında kirlilik oluşturabilecek unsurların dağılımı

İnceleme alanı içinde çok çeşitli gübreleme çalışmaları yapılmaktadır. Aralık, Ocak aylarında topraktan azot bileşimli hayvansal gübreler verilmekte olup, bunu Şubat ve Mart aylarında Diamonyum fosfat ve N-P-K bileşimli gübreler izlemektedir. Nisan ve Mayıs aylarında ağaç çiçeklerine ürünü fazlaştırmak amacıyla yapraklara K^+ bileşimde yaprak gübresi uygulanmaktadır. Bu gübre toz bileşimde olup sulandırılarak püskürtmeli olarak ağaçların çiçekleri üzerine uygulanan bir gübredir. İnceleme alanı içinde İlçe Tarım Kooperatifi verilerine göre 2007 yılı tarım ilaçları bayi satış cetveli gübre isim ve

miktarlarıyla Tablo 7.1’ de verilmiştir. Sular bu gübre bileşenlerine ve Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğine (Tablo 7.2) göre incelenip değerlendirilmiştir.

Tablo 7.1. Baskil ilçesi 2007 yılı tarım ilaçları bayi satış cetveli (Baskil Tarım Kredi Kooperatifi, 2008).

% 26 (N) AMONYUM NİTRAT	% 46 ÜRE	%33 (N) AMONYUM NİTRAT	DAP (DİAMONYUM FOSFAT) N-P-K: 18-46-0	KOMPOZE N-P-O 20-20-0
75.100 kg	32.000 kg	40.600 kg	47.550 kg	197.700 kg

Tablo 7.2. Kıta içi su kaynakları, Su kirliliği kontrol yönetmeliği (Resmi gazete 2008).

SU KALİTE PARAMETRELERİ	SU KALİTE SINIFLARI			
	I	II	III	IV
A) Fiziksel ve inorganik- kimyasal parametreler				
1) Sıcaklık (°C)	25	25	30	> 30
2) pH	6.5-8.5	6.5-8.5	6.0-9.0	6.0-9.0 dışında
3) Çözünmüş oksijen (mg O ₂ /L) ^a	8	6	3	< 3
4) Oksijen doygunluğu (%) ^a	90	70	40	< 40
5) Klorür iyonu (mg Cl ⁻ /L)	25	200	400 ^b	> 400
6) Sülfat iyonu (mg SO ₄ ⁼ /L)	200	200	400	> 400
7) Amonyum azotu (mg NH ₄ ⁺ -N/L)	0.2 ^c	1 ^c	2 ^c	> 2
8) Nitrit azotu (mg NO ₂ ⁻ -N/L)	0.002	0.01	0.05	> 0.05
9) Nitrat azotu (mg NO ₃ ⁻ -N/L)	5	10	20	> 20
10) Toplam fosfor (mg P/L)	0.02	0.16	0.65	> 0.65
11) Toplam çözünmüş madde (mg/L)	500	1500	5000	> 5000
12) Renk (Pt-Co birimi)	5	50	300	> 300
13) Sodyum (mg Na ⁺ /L)	125	125	250	> 250
B) Organik parametreler				
1) Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) (mg/L)	25	50	70	> 70
2) Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) (mg/L)	4	8	20	> 20
3) Toplam organik karbon (mg/L)	5	8	12	> 12
4) Toplam kjeldahl-azotu (mg/L)	0.5	1.5	5	> 5
5) Yağ ve gres (mg/L)	0.02	0.3	0.5	> 0.5
6) Metilen mavisi ile reaksiyon veren yüzey aktif maddeleri (MBAS) (mg/L)	0.05	0.2	1	> 1.5
7) Fenolik maddeler (uçucu) (mg/L)	0.002	0.01	0.1	> 0.1
8) Mineral yağlar ve türevleri (mg/L)	0.02	0.1	0.5	> 0.5
9) Toplam pestisid (mg/L)	0.001	0.01	0.1	> 0.1
C) İnorganik kirlenme parametreleri ^d				
1) Civa (µg Hg/L)	0.1	0.5	2	> 2
2) Kadmium (µg Cd/L)	3	5	10	> 10
3) Kurşun (µg Pb/L)	10	20	50	> 50
4) Arsenik (µg As/L)	20	50	100	> 100
5) Bakır (µg Cu/L)	20	50	200	> 200
6) Krom (toplam) (µg Cr/L)	20	50	200	> 200
7) Krom (µg Cr ⁺⁶ /L)	Ölçülmeyecek kadar az	20	50	> 50
8) Kobalt (µg Co/L)	10	20	200	> 200
9) Nikel (µg Ni/L)	20	50	200	> 200
10) Çinko (µg Zn/L)	200	500	2000	> 2000
11) Siyanür (toplam) (µg CN/L)	10	50	100	> 100
12) Florür (µg F ⁻ /L)	1000	1500	2000	> 2000
13) Serbest klor (µg Cl ₂ /L)	10	10	50	> 50
14) Sülfür (µg S ⁼ /L)	2	2	10	> 10
15) Demir (µg Fe/L)	300	1000	5000	> 5000
16) Mangan (µg Mn/L)	100	500	3000	> 3000
17) Bor (µg B/L)	1000 ^e	1000 ^e	1000 ^e	> 1000
18) Selenyum (µg Se/L)	10	10	20	> 20
19) Baryum (µg Ba/L)	1000	2000	2000	> 2000
20) Alüminyum (mg Al/L)	0.3	0.3	1	> 1
21) Radyoaktivite (Bq/L)				
Alfa-aktivitesi	0,5	5	5	> 5
Beta-aktivitesi	1	10	10	> 10
D) Bakteriyolojik parametreler				
1) Fekal koliform(EMS/100 mL)	10	200	2000	> 2000
2) Toplam koliform (EMS/100 mL)	100	20000	100000	> 100000

(a) Konsantrasyon veya doygunluk yüzdesi parametrelerinden sadece birisinin sağlanması yeterlidir.

(b) Klorüre karşı hassas bitkilerin sulanmasında bu konsantrasyon limitini düşürmek gerekebilir.

(c) PH değerine bağlı olarak serbest amonyak azotu konsantrasyonu 0.02 mg NH₄⁺-N/L değerini geçmemelidir.

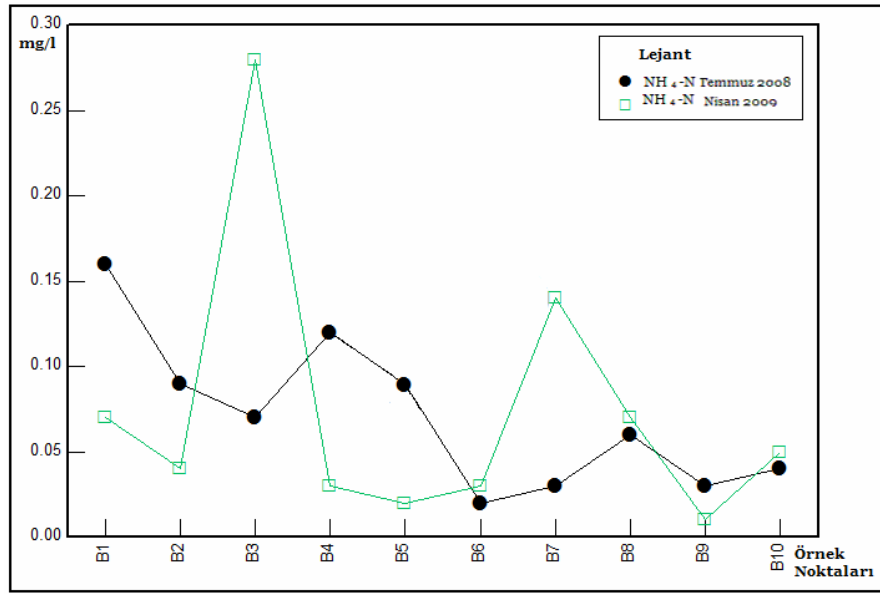
(d) Bu gruptaki kriterler parametreleri oluşturan kimyasal türlerin toplam konsantrasyonlarını vermektedir.

(e) Bora karşı hassas bitkilerin sulanmasında kriteri 300 µg/L'ye kadar düşürmek gerekebilir."

7.2. $\text{NH}_4^+\text{-N}$

Sularda amonyum bulunması genellikle yeni bir kirlenmeyi gösterir. Bu bakımdan düşük miktarlarda bile olsa amonyum bulunan suların kirliliğinden şüphe edilmelidir.

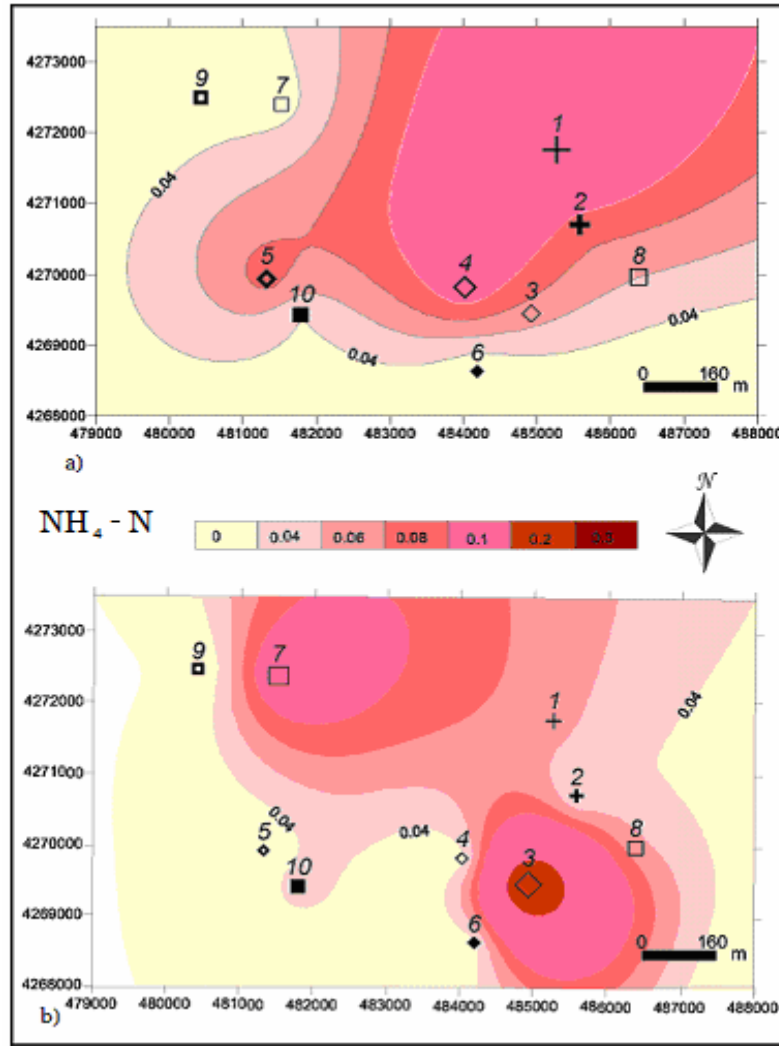
İnceleme alanın da yapılan analizler sonuçlarına göre amonyum değerlerinin dönemsel dağılımının; Temmuz-2008 analiz sonuçları, Nisan-2009 analiz sonuçlarına göre daha yüksek değerler gösterdiği gözlenmiştir. Ancak 3 no' lu örnek noktasında amonyum değerinin Nisan-2009 analiz sonucuna göre yüksek olduğu gözlenmiştir (Şekil 7.2).



Şekil 7.2. İnceleme alanındaki suların $\text{NH}_4\text{-N}$ değerlerinin Temmuz-2008 ve Nisan-2009 dönemlerindeki dağılımı.

İncelenen suların $\text{NH}_4\text{-N}$ miktarları gübrelemenin yapıldığı dönemi ifade eden Nisan ayı analiz sonuçlarında düşükken, gübrelemeden sonraki dönemi ifade eden Temmuz ayı analiz sonuçlarında artış göstermiştir. Bu durum yeraltı sularının tarımda kullanılan kimyasal gübrelerden etkilendiğini göstermektedir (Şekil 7.2).

İnceleme alanındaki suların $\text{NH}_4\text{-N}$ değerlerin dağılımı Şekil 7.3' de verilmiştir. Bu şekilde $\text{NH}_4\text{-N}$ değerlerinin Temmuz ayındaki en yüksek değerlere 1 ve 4 no' lu örneklerin bulunduğu sahada yoğunlaştığı; ancak Nisan ayındaki $\text{NH}_4\text{-N}$ dağılımının 3 ve 7 no'lu alanlarda yoğunlaştığı gözlenmiştir. Her iki dönem dikkate alındığında 8,9 ve 10 no' lu örneklerin iki dönem içinde yaklaşık değerlere sahip olduğu gözlenmiştir. Su kirliliği kontrol yönetmeliğine göre; inceleme alanındaki suların $\text{NH}_4\text{-N}$ değerlerinin suların 1. kalite su sınıfında yer aldığını göstermektedir.



Şekil 7.3. İnceleme alanındaki suların Temmuz-2008 (a) ve Nisan -2009 (b) $\text{NH}_4\text{-N}$ değerlerinin dağılım haritası

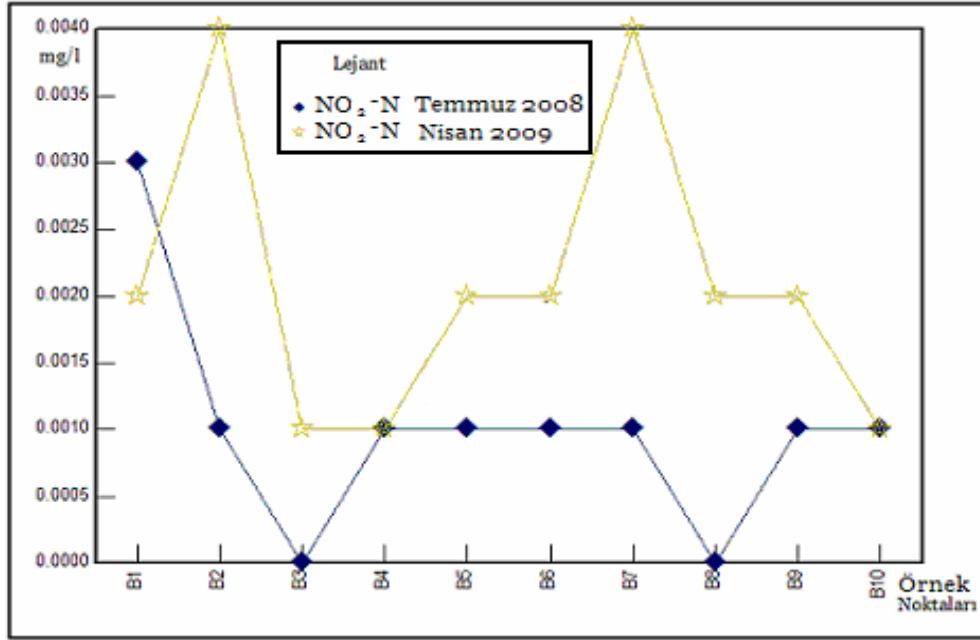
7.3. $\text{NO}_2\text{-N}$

NO_2^- ve NH_3 'ün suda mevcudiyeti daha ziyade suların dışkı maddeleriyle kirlendiğini akla getirir. Aslında bu bileşiklerin kendisi sağlık bakımından zararlı olmasa bile kirlenme indikatör vazifesi gördüğü için önemlidir. Bu sebeple içilecek suyun NO_2 ve NH_3 konsantrasyonu sıfır olmalıdır (Muslu, 1985; Öztekın, 1996'dan).

NO_3 ve NO_2 doğal azot döngüsünde yaygın olarak oluşan maddelerdendir. Bir suda NH_3 bulunması yeni başlayan kirlenmeyi gösterir. NO_3 organik azotun en son oksidasyon ürünüdür. Organik azotun çürümesi sonucu serbest NH_3 , serbest NH_3 'ın oksidasyonu ile NO_2 , NO_2 'in oksidasyonu ile NO_3 oluşur.

NO_2 iyonun varlığı ortamda aktif bir biyolojik olayın işaretidir. Çok düşük $\text{NO}_2\text{-N}$ değerlerde bulunsa bile, kirlenmenin başladığını ve biyolojik olayların sürdüğünü belirtir (Tamgaç ve diğ., 1994; Çeliker, 2008'den).

NO₂-N inceleme alanı içindeki dönemsel dağılımında; gübrelemenin yapıldığı dönem olan Nisan ayında oldukça yüksek değerlerde görülmekte; ancak gübrelemeden sonraki dönemi ifade eden Temmuz ayındaki analiz sonuçlarında NO₂-N miktarı azalmıştır (Şekil 7.4). Buda yeraltı sularının gübrelemeden azda olsa etkilendiğini ortaya çıkarmaktadır.



Şekil 7.4. İnceleme alanındaki suların NO₂-N değerlerinin Temmuz-2008 ve Nisan -2009 dönemlerindeki dağılımı

İnceleme alanındaki suların Temmuz ayı NO₂-N değerleri 0 ile 0.003 mg/l arasında, Nisan ayı değerleri ise 0.001 ile 0.004 mg/l arasında değişmektedir. Su kirliliği kontrol yönetmeliğinin NO₂-N'un 0.002 mg/l değerini 1, 2 ve 7 no' lu örnek noktaları aştığından bu sular 2. kalite su sınıfına girerken diğer örnek noktaları 1. kalite su sınıflamasına girmektedir.

7.4. NO₃-N

Yeraltı sularına NO₃ çoğunlukla canlıların artıkları ve suni gübreler yolu ile geçer. Sularda 5-10 mg/l' nin üzerinde NO₃'ın bulunması, bu suyun dışarıdan kirletildiğini gösterir. NO₃, bitkilerin esas maddesidir. Bu bakımdan sulama sularında fazla bulunması zararlı değildir. Çoğu zaman toprağa ve suya gübre olarak nitrat karıştırılır (Erguvanlı ve diğ., 1973).

NO₃, organik azotun en son oksidasyon ürünüdür. Bununla birlikte bir suda NH₃ ve NO₃ bulunması, mutlaka kirlilik gösterir şeklinde bir kayıt yoktur. Bunların varlığı zararlı kirlilik için yeterli şart değildir. Ancak bakteriyolojik analiz yapılması için uyarı bir ölçümdür. Suya aynı kaynaktan zararlı bakterilerin de gelebileceğinin göstergesidir.

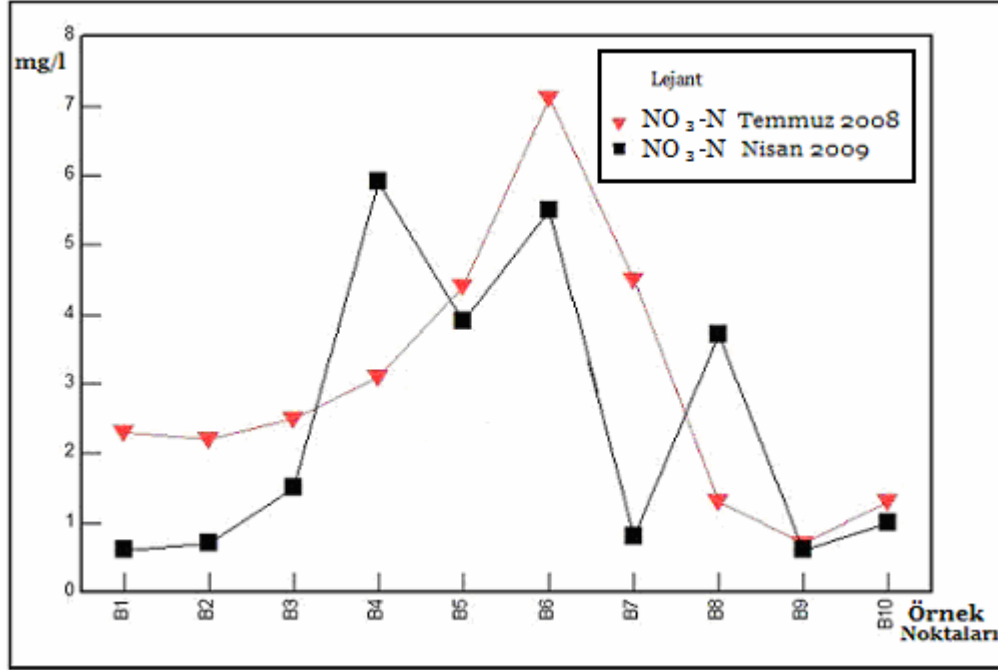
Genellikle yeraltı suyundaki NO₃'ın, suyun geçtiği jeolojik formasyonlarla bir ilgisi yoktur. Fakat çok seyrek olarak bazı yeraltı sularında, suyun temas ettiği nitratlı kayaç ve minerallerden geçen nitrata rastlanmaktadır.

Fazlaca NO₃ bulunan bir suyun yüzeyden kirlenip kirlenmediği konusunda emin olmak için suyun Cl⁻ konsantrasyonuna bakılmalıdır. Fazlaca miktarda NO₃ ile birlikte yine fazla miktarda Cl⁻ bulunması, bir suyun lağım ve kanalizasyon ayaklarından sızmalarla kirlenmiş olduğunun en kuvvetli belirtisidir (Polat ve diğ., 2007).

İnceleme alanı içindeki örnek suların NO₃ ve Cl⁻ değerlerine bakıldığında; 4 ve 6 no' lu örnekler diğer örnek noktalarına göre NO₃ ve Cl⁻ değerlerinin fark edilir ölçüde yüksek değerlerde olduğu söz konusudur. Buna göre 4 ve 6 no' lu sular kanalizasyon veya lağımlardan sızan sularla kirlenmiş olabilir.

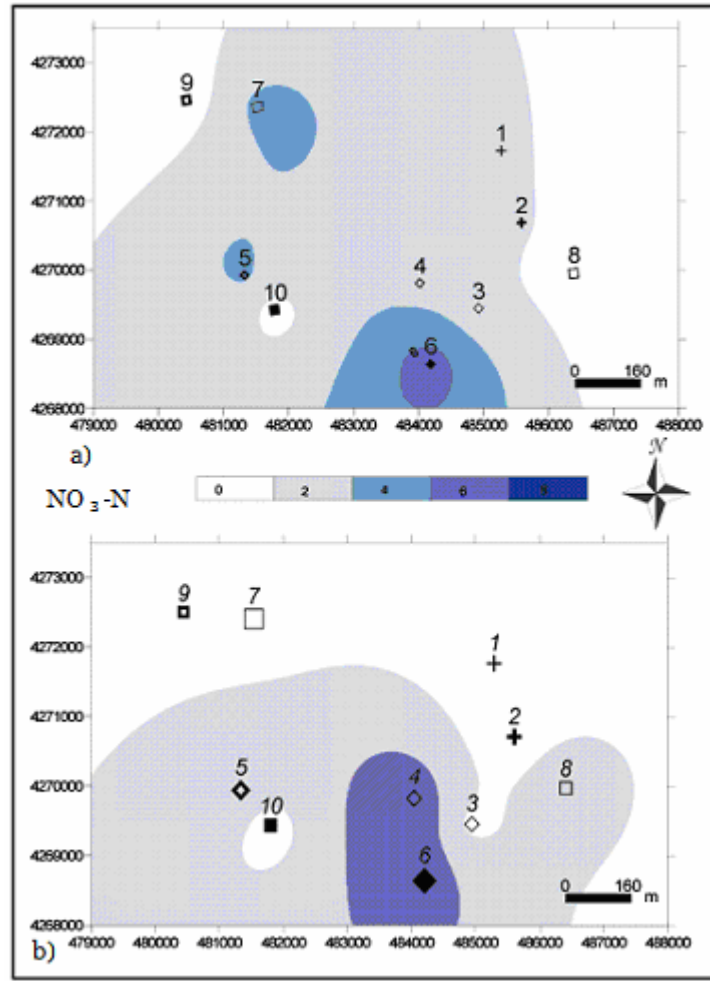
NO₃-N değerlerinin incelenen sulardaki dönemsel dağılımında genel olarak Temmuz ayındaki değerlerin Nisan ayından yüksek olduğu gözlenmiştir (Şekil 7.5). Ancak 4 ve 8 no' lu örneklerin NO₃-N içerikleri diğer örnek noktalarından farklı olarak Nisan ayında artış göstermiştir. Temmuz ayındaki NO₃-N konsantrasyonu 0.7 mg/l ile 7.1 mg/l arasında, Nisan ayında ise 0.6 mg/l ile 5.9 mg/l arasında değişme göstermektedir (Tablo 6.1 ve Tablo 6.2). Nisan ayındaki azalış nedenleri arasında akiferdeki dispersiyon sonucunda seyrelme, denitrifikasyon gibi doğal giderim mekanizmalarının çalışması veya geçici NO₃-N kaynaklarının ortadan kalkmış olması olabilir. Diğer taraftan tarımsal gübreleme, septik çukuru veya kanalizasyon sisteminden kaçaklar, yağıştaki azalıştan dolayı yeraltı suyu beslenme oranının azalması veya NO₃-N çalışma sahası dışındaki bir kaynaktan taşınması nitrat artışına sebepler olarak sayılabilir. Dolayısıyla NO₃-N konsantrasyonlarındaki

mevsimsel değişimlerini muhtemelen arazi kullanımı, yağış dağılımı, yeraltı suyu beslenme oranları gibi etkenler belirlemektedir.



Şekil 7.5. İnceleme alanındaki suların NO₃-N değerlerinin Temmuz-2008 ve Nisan-2009 dönemlerindeki dağılımı

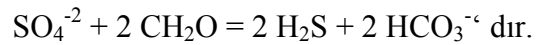
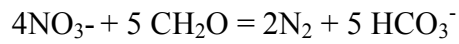
İnceleme alanındaki kuyu sularının NO₃-N içeriklerinin, yüzey sularına göre daha yüksek değerlerde olduğu tespit edilmiştir. Bu durum yeraltı sularının tarımsal gübrelerden daha fazla ve hızlı etkilendiğini göstermektedir. İnceleme alanındaki suların NO₃-N değerlerinin Temmuz ayında 5,6 ve 7 no' lu, Nisan ayında 4 ve 6 no'lu örnek noktalarında diğer örnek noktalarına göre daha yüksek değerlerde olduğu gözlenmiştir. Her iki dönemde 6 no'lu örnek noktasında NO₃-N yüksek değerde bulunmuştur (Şekil 7.6). Bunun nedeni, 6 no' lu örnek noktasının bulunduğu alanda yoğun bahçe tarımı ve besi hayvancılığının yanı sıra kanalizasyon sızıntılarının neden olduğu kirliliğe bağlanabilir.



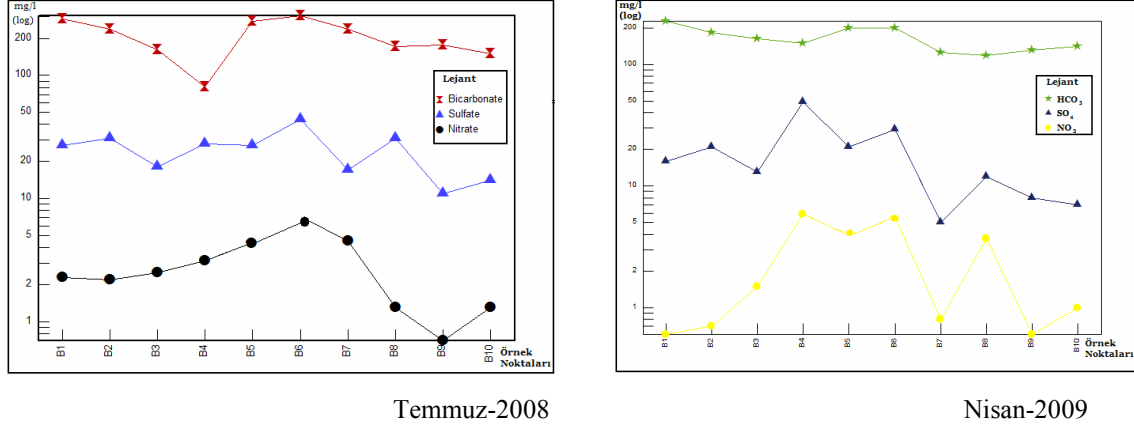
Şekil 7.6. İnceleme alanındaki suların Temmuz-2008 (a) ve Nisan -2009 (b) $\text{NO}_3\text{-N}$ değerlerinin dağılım haritası

Mikroorganizmaların varlığı, sulara HCO_3^- , NO_3^- ve SO_4^{-2} konsantrasyonları arasında kurulabilecek bir ilişkiyle açıklanabilir. Sular içindeki mikrobiyal faaliyetlerin azalmasıyla, sular da HCO_3^- artması NO_3^- ve SO_4^{-2} 'ın azalmasına neden olur (Halim ve diğ., 2009).

Yani;



Organik maddelerdeki mikrobiyal azalının meydana gelmesiyle HCO_3^- 'nin artıp; NO_3^- ve SO_4^{2-} 'in yeraltı suyunda azalmasını açıkça ortaya koyar. İnceleme alanındaki; HCO_3^- , NO_3^- ve SO_4^{2-} değerlerinin Temmuz ve Nisan aylarındaki değişimi Şekil 7.7' da verilmiştir. Değerlere göre; HCO_3^- artmasıyla, NO_3^- ve SO_4^{2-} değerlerinde azalma görülmüştür.



Şekil 7.7. İnceleme alanındaki suların HCO_3^- , SO_4^{2-} ve NO_3^- -N değerlerinin Temmuz-2008 ve Nisan-2009 dönemlerindeki dağılımı

İnceleme alanı içerisindeki suların, su kirliliği kontrol yönetmeliğine göre; NO_3 -N içeriği bakımından Temmuz ayında 6 no'lu örnek dışındaki örnekler; birinci kalite sınıfına girerken; 6 no'lu örnek NO_3 -N değerinin 5' ten büyük olması nedeniyle ikinci kalite su sınıflamasına girmektedir. Nisan ayındaki analiz sonuçlarına göre de 4 ve 6 no' lu örnekler ikinci kalite su sınıflamasına girerken diğer örnek noktalarındaki su örnekleri birinci kalite su sınıflamasına girmektedir.

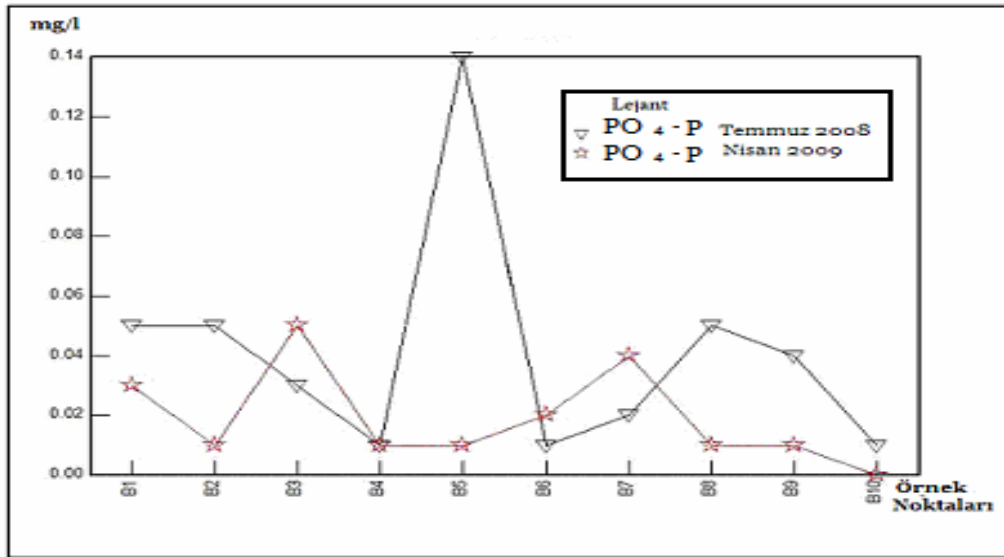
Baskil ilçesi ve çevresindeki yüzey ve yeraltı sularının NO_3 -N kirliliğinin dönemsel ve dağılım olarak değerlendirilmesi sonucunda; çalışma alanındaki içme suyunun kalitesinin artırılması ve devamlılığının sağlanması için bu bölgede, özellikle tarım alanlarındaki yeraltı sularının NO_3 içeriklerinin kontrol edilmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır.

7.5. PO_4^{3-} -P

Ülkemiz toprakları P' ca fakir olup çoğu tarım alanlarımızın bu nitelikli gübrelerle gübrelenme zorunluluğu bulunmaktadır. P, topraklarda az hareketli bitki besin maddelerindendir. Bu nedenle çevre kirliliği üzerindeki etkisi, toprağa uygulanan gübrelerin aşırı yağış suları ile yıkanması veya toprak erozyonu ile su kaynaklarına taşınması şeklinde olmaktadır. Ayrıca P' lu gübrelerde bulunan kadmiyum gibi ağır metaller gübre uygulamalarından sonra önce toprakta, sonra da o ortamda yetişen bitkide birikerek insanlara gıda ile taşınabilmekte ve tüketicilerde kirlilik şeklinde adsorbe

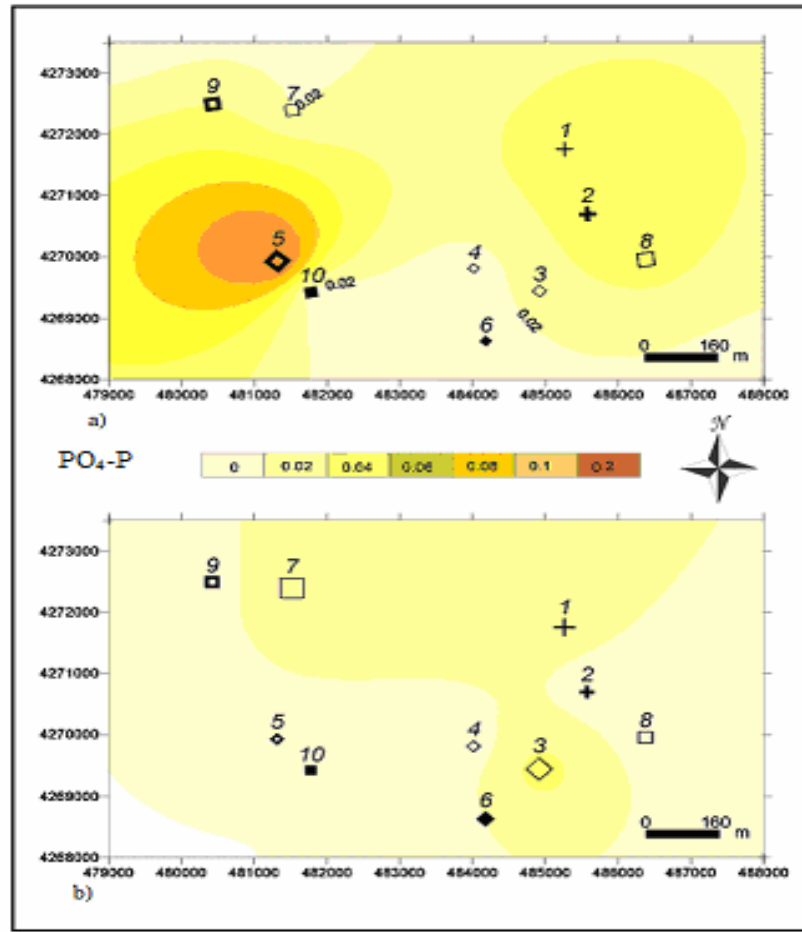
edilmekte veya ortam pH' ına bağılı kalarak güç çözünür bileşikler oluşturmaktadır. Sonuç olarak P'lu gübre kaynaklı çevre kirliliği de bazı sahalarda; gereğinden fazla bilinçsiz P'lu gübre kullanılması, bunların bir kısmının yüzey akışı ile su kaynaklarına ulaşabilmeleri ve P' lu gübre ile tarım alanlarına bulaşan kimi ağır metallerin toprakta kararlılığını uzun yıllar sürdürmelerinden kaynaklanmaktadır.

İnceleme alanındaki suların PO_4 -P içerikleri Temmuz ayında 0.01 mg/l ile 0.14 mg/l, Nisan ayında ise 0 ile 0.05 mg/l arasında değişme göstermektedir (Şekil 7.8). Temmuz ayında yani gübreleme yapılmayan dönem ve gübreleme dönemi olan Nisan ayında su örnek noktalarının PO_4 -P miktarı farklı değerler göstermektedir. Temmuz ayında PO_4 -P seviyesinde görülen yükselme P'lu gübrelerin kullanımından kaynaklanmaktadır. Suların PO_4 -P dağılımı 5 no' lu kaynak noktasındaki PO_4 -P değerinin yüksek oluşu bu kaynak noktasının düşük bir kotta yer alması ve çevresinde tarım yapılmasının bir sonucudur.



Şekil 7.8. İnceleme alanındaki suların PO_4 -P içeriklerinin Temmuz-2008 ve Nisan -2009 dönemlerindeki dağılımı

PO_4 -P içeriklerinin inceleme alanı içindeki dağılımında 5 no' lu örnek noktası dışındaki örnek noktaları her iki dönemde de yakın değerlerde bulunmuşlardır (Şekil 7.9).



Şekil 7.9. İnceleme alanındaki suların Temmuz-2008 (a) ve Nisan -2009 (b) PO₄-P değerlerinin dağılım haritası

7.6. Suların İçme Suyu Standartlarına Göre Değerlendirilmesi

İçme sularının fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik özellikleri çeşitli standartlarla tespit edilmiştir. Ülkemizde Türk Standartları Enstitüsü (TSE)' nün içme suları için belirlediği standart değerleri Tablo 7.2'de verilmiştir.

İncelenen suların kimyasal analiz sonuçlarını standartlara göre değerlendirildiğinde tüm kuyu, kaynak ve yüzey sularının pH değerleri Türk İçme Suyu Standartlarının pH limit değerleri içinde yer almakta olup, tüm sular içmeye uygun pH değerlerine sahiptir.

Suya sertlik veren önemli iyonlardan biri olan Ca⁺² inceleme alanındaki sularda; 40-120 mg/l arasında değişmekte olup; Türk İçme Suyu Standartları'na uygundur. Mg iyonu da suya sertlik veren bir iyon olup standartlara göre izin verilen değer; 50 mg/l, maksimum değer ise 150 mg/l' dir. İnceleme alanında ise sulardaki Mg⁺² miktarı; 11.3 ile 30 mg/l arasında olup Türk İçme Suyu Standartları'na uygundur. Na⁺ iyonunun izin verilen değeri

175 mg/l' dir. İnceleme alanındaki suların Na^+ içerikleri 2 ile 18 mg/l arasında değişmekte olup Türk İçme Suyu Standartları'na uygundur.

K^+ iyonunun Türk İçme Suyu Standartları'na göre izin verilen limit değeri 12 mg/l olup inceleme alanındaki sular da, 1.9 ile 18.5 mg/l arasındadır. 2,4 ve 7 no' lu örneklerin Temmuz-2008 analiz sonuçlarının standartların üstünde değerler göstermesi nedeniyle K^+ değerleri Türk İçme Suyu Standartları'na uygunluk göstermemektedir. K^+ iyonundaki bu değer artışının nedeni, K^+ iyonun çözünmeye karşı göstermiş olduğu direncin yanı sıra kurak dönemlerde K^+ miktarının daima yüksek oluşudur. Bunun yanı sıra inceleme alanı içinde kullanılan K^+ bileşimli gübrelerin fazlalığı ve Nisan ayından sonra bahçe tarımının yoğun olarak yapıldığı alanlarda ağaçların çiçeklerine ürün fazlalaştırmak için verilen K^+ içerikli yaprak gübresi, K^+ iyonun artış nedenleri arasında gösterilebilir.

Suyun tadında büyük değişiklik yaratan Cl^- iyonunun standartlara göre izin verilen limit değeri 200 mg/l, maksimum değeri 600 mg/l dir. 150 mg/l' den az klorürlü sular her türlü kullanmaya uygundur. Belirli sınırlara kadar fizyolojik etkisi olmayan Cl^- iyonları, suyun tadını değiştirir ve üst sınıra erişmezse suyun lezzetini artırır. 250 mg/l' den fazla Cl^- bulunduran sular içmeye elverişli değildir, 350 mg/l' nin üzerinde ise sulama ve endüstride sorun yaratabilir. Cl^- iyonları 500 mg/l' yi aştığında suyun tadı bozulur. Fazla Cl^- bitkilerin gelişmesini önler ve zehir etkisi gösterir (Şahinci, 1991). İncelenen suların Cl^- değerleri 4.7 ile 43.3 mg/l arasında olup Türk İçme Suyu Standartları'na uygundur.

SO_4^{-2} 'ın Türk İçme Suyu Standartları'na göre izin verilen limit değeri 200 mg/l, maksimum değeri 400 mg/l' dir. İçme sularında SO_4^{-2} 'ın miktarı 200-400 mg/l arasındadır. SO_4^{-2} tarımda toprağın tuzluluğunu arttırması dışında zararlı bir etkisi yoktur. Sulama sularında 250 mg/l' ye kadar olan miktarlar bitki beslenmesi için faydalıdır. Bu miktar 500 mg/l' yi geçtiğinde zararlı olmaya başlar (Erguvanlı ve diğ., 1973). İnceleme alanındaki suların SO_4^{-2} değerleri 11 ile 49 mg/l arasında değişmekte olup Türk İçme Suyu Standartları'na uygundur.

İçme suları için, farklı sınır değerleri verilen B 1968'de Su Kalite Kriterleri Komitesi (Committee on Water Quality Criteria), izin verilen sınırın 1 mg/l olarak belirlemiştir. 1971'de İçme Suları Teknik Komitesinin (Drinking Water Standards Technical Review Committee) incelemeleri sonucunda 1 mg/l sınırını gerektirecek kanıt olmadığını, insan sağlığı yönünde 0,3 mg/l 'nin güvenilir bir sınır olduğuna karar vermiştir. Ülkemizde ise, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği 'nde doğrudan içme suyu olarak kullanılabilecek I. sınıf su kalite sınıfına giren suda B için izin verilen sınır değer 1 mg/l' dir. 1997'de resmi

gazetede ise içme suyu sınır değeri 3 mg/l olarak verilmiştir (Resmi Gazete, 1997; Uygan ve diğ., 2004'ten).

İnceleme alanındaki B değişimi Temmuz ayında 0.09 mg/l ile 0.17 mg/l arasında, Nisan ayında ise 0.09 mg/l ile 0.16 mg/l arasındadır. İki ay arasında fazla olmayan bir değişim sergilemekte olup sahanın sulama sularının bor derişim sınıflandırmasına göre çok iyi su sınıfında yer almaktadır. İçme suyu standartlarının üst sınırı 1 mg/l olduğundan bu suların içme suyu kullanımı açısından da bir sorun teşkil etmemektedir.

NH₄-N değerlerinin içme suyu standartlarına göre üst limiti; 0.05 ile 0.5 mg/l arasındadır. İnceleme alanı içindeki suların NH₄-N değerleri; 0.01 ile 0.28 mg/l arasında değişme göstermekte olup Türk İçme Suyu Standartlarına uygunluk göstermektedir.

NO₂-N içme suyu üst limiti 0.5 mg/l, amonyum azotu ise 0.5 mg/l' dir. İnceleme alandaki NO₂-N değerleri dönemsel dağılımında; Nisan ve Temmuz aylarında 0 ile 0.004 mg/l arasında değişmektedir. Bu değerler içme suyu standartlarının çok altında olup, suların NO₂-N değerleri Türk İçme Suyu Standartlarına uygunluk göstermektedir.

İçme suyu standartlarına göre NO₃-N miktarının üst limiti 50 mg/l' dir. İnceleme alanındaki suların nitrat değerleri 0.6 mg/l ile 7.1 mg/l arasında değişme göstermekte olup sular, Türk İçme Suyu Standartlarına uygun sulardır.

PO₄-P değerlerinin içme suyu standartlarına göre üst sınırı 0.4 mg/l' dir. İnceleme alanındaki suların PO₄-P değerleri standart üst sınırın çok altında olup Türk İçme Suyu Standartlarına uygunluk göstermektedir. Genel olarak inceleme alanındaki sular Türk İçme Suyu Standartlarına uygun sulardır.

Tablo 7.2. Türk Standartları Enstitüsü (TS266-2005), Sağlık Bakanlığı'nın 17 Şubat 2005 tarih ve 25730 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik", Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO), Avrupa Birliği (EC) ve ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA) tarafından belirtilen limit değerleri.

PARAMETRELER	TÜRK STANDARTLA RI TSE 266 (2005)	DÜNYA SAĞLIK TEŞKİLATI (WHO) (1999)	ABD ÇEVRE KORUMA AJANSI (EPA) 2002	AVRUPA BİRLİĞİ (EC) 1998	SAĞLIK BAKANLI ĞI İ.T.A.S.H.Y. 2005
Sıcaklık (oC)	-	-	-	-	-
pH	6,5- 9,5	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	6,5- 9,5	6,5- 9,5
Bulanıklık (NTU)	5,00	5,00	1,00	1,00	1,00
Koku	Normal	-	-	-	Normal
TDS (mg/l)	-	1.000,0	500,0	-	-
İletkenlik	2.500	-	-	-	2.500
Tuzluluk	-	-	-	-	-
Amonyum (mg/l)	0,500	1,500	-	0,500	0,500
Demir (mg/l)	0,200	-	0,300	0,200	0,200
Mangan (mg/l)	0,050	0,500	0,050	0,050	0,050
Alüminyum (mg/l)	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Sülfat (mg/l)	250,0	250,0	250,0	250,0	250,0
Magnezyum(mg/l)	50	-	-	-	-
Sodyum(mg/l)	175	200	-	200	-
Potasyum(mg/l)	12	-	-	-	-
Serbest Klor(mg/l)	0.5	5	-	-	-
Kalsyum (mg/l)	200	-	-	-	-
Klorür (mg/l)	250,00	250,00	250,00	250,00	250,00
KİMYASAL ÖZELLİKLER					
Sertlik (Fs ^o)	-	50,0	-	-	-
Nitrit (mg/l)	0,500	-	-	-	0,500
Nitrat (mg/l)	50,0	50,0	45,0	50,0	50,0
Bakır (mg/l)	2,000	-	1,000	2,000	2,000
Siyanür (mg/l)	0,050	-	-	-	0,050
Kurşun (mg/l)	0,010	0,050	0,050	0,010	0,025
Kadmiyum (mg/l)	0,005	0,005	0,010	0,005	0,005
Krom (mg/l)	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Nikel (mg/l)	0,020	-	-	-	0,020
MİKROBİYOLOJİK ÖZELLİKLER					
E.Coli	0/100mL	-	-	0/100mL	0
Koliform	0/100mL	-	-	0/100mL	0
Koloni Say.(22 ^o C)	Normal	-	-	-	Normal

8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çalışılan sahada Paleozoyik'ten Senozoyik' e kadar uzanan yaş aralığında farklı özellikte altı jeolojik birim yer almaktadır. Bunlar; Permo-Triyas yaşlı Keban Metamorfikleri, Koniasiyen-Santoniyen yaşlı Baskil Magmatikleri, Alt Paleosen yaşlı Kuşçular Formasyonu, Tanesiyen-Alt Eosen yaşlı Seske Formasyonu, Lütisiyen-Üst Oligosen yaşlı Kırkgeçit Formasyonu ve Pliyo-Kuvaterner 'dir.

İnceleme alanı tektonik açıdan oldukça yoğun bir bölge olup yörenin ismiyle anılan Baskil Bindirmesi, Elazığ Yeşilyurt Fay Zonu (EYFZ) ve Baskil Antiklinali en belirgin yapısal unsurları oluşturmaktadır.

Thornthwaite formülüne göre incelenen bölge; yarı kurak, mezoterm, kış aylarında çok miktarda su fazlalığı ve yaz aylarında da çok miktarda su eksikliği olan ikinci dereceden iklim özelliklerine sahiptir.

İnceleme alanında su taşıyan formasyonlar; Keban Metamorfikleri, Baskil Magmatikleri, Seske Formasyonu, Kırkgeçit Formasyonu, Pliyosen çakıltaşları, silt ve kumtaşlarıdır.

Bölgedeki Pliyosen çökellerinin geçirimsizlikleri $7,48.10^{-4}$ - $17,4.10^{-3}$ m/s arasında; gözeneklilikleri ise % 30 ile %45 arasındadır.

İncelenen kuyu ve yüzey sularının sıcaklıkları 12.6 ile 21 °C arasında, elektriksel iletkenlikleri 161.5 ile 574 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında değişmektedir. Sularda en fazla bulunan katyon Ca^{+2} , en fazla bulunan anyon HCO_3^{-2} tır.

Schoeller diyagramlarında suların iyonlarını birleştiren doğrular birbirine az çok paralel geçtiğinden, sular aynı kökenlidir.

Piper diyagramında örnek noktaları, 1 ve 5 nolu alanda gruplanmıştır. Bu bölgede $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2} > \text{Na}^{+} + \text{K}^{+}$ şeklinde bir dizilim olup, MgCO_3 lı sular grubuna girmektedirler. Bu suların karbonat sertliği %50' den fazladır. Karbonatlı ve sülfatlı sulardır. Ancak 4 no' lu örnek noktası 9 ve 1 nolu alanda yer almış ve bu da iyonların hiçbiri %50'yi geçmeyen karışık sular ve $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2} > \text{Na}^{+} + \text{K}^{+}$ karbonatlı ve sülfatlı sular grubundadır.

Suların içilebilirlik diyagramına göre; çalışma alanındaki sular genel olarak “Devamlı içilebilir 1. kalite sular” sınıfında yer almışlardır.

Wilcox diyagramına göre sular aynı karakterde olup, “Çok İyi- İyi” sınıfında bulunurken ABD tuzluluk laboratuvarı diyagramında ise C₁-S₁ ve C₂-S₁ grubundadırlar.

İncelenen suların kimyasal analiz sonuçlarına göre sular, standartlara uygun olup ve içme ve kullanmaya uygundur. Ancak K^+ iyonu 2,4 ve 7 no' lu örnek noktalarında hem Türk İçme Suyu Standartları'na hem de Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne göre limit değerlerinin çok üstündedir. K^+ iyonunun bu örnek noktalarındaki yüksek değerleri, K^+ un yeraltı sularında bulunma özellikleri ile inceleme alanında yapılan gübrelemeyle ilişkili olduğu söylenebilir.

NH_4-N , NO_2-N , PO_4-P ve B değerleri standartların altında olup incelenen sularda herhangi bir kirlilik tespit edilmemiştir.

Baskil ilçesi ve çevresindeki yüzey ve yeraltı sularının NO_3-N kirliliğinin dönemsel ve dağılım olarak değerlendirilmesi sonucunda; çalışma alanındaki içme suyunun kalitesinin artırılması ve devamlılığının sağlanması için bu bölgede, özellikle tarım alanlarındaki yeraltı sularının NO_3 içeriklerinin kontrol edilmesi sonucu ortaya çıkmıştır. Baskil ilçesi su ihtiyacının önemli bir bölümünü bu bölgedeki kuyulardan sağlamaktadır. İçme suyu olarak kullanılan kaynak ve kuyuların daha iyi korunması ve tarımsal gübreleme ve ilaçlamanın daha dikkatle yapılarak gelecekte kirlilik oluşturma potansiyeline sahip bu sahanın korunması sağlanmalıdır. Bu amaçla bu bölgede daha detaylı ve kapsamlı hidrojeokimyasal çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Bu çalışma bölgede gelecek yıllarda yapılacak çalışmalar için bir veri niteliğindedir. Bölgede bundan sonra yapılacak kirlilik çalışmalarında, hem gübreleme dönemleri hem de yağışlı ve kurak dönemlerde alınacak su örneklerin kimyasal analiz sonuçları bölgede oluşması muhtemel kirliliğin boyutunu tespit edilmesine olanak sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Ala, Z., 2001. Burdur yerleşim alanı ve çevresinin hidrojeoloji incelemesi, Yüksek Lisans Tezi, S.D.Ü. Fen Bil. Enst., 75s., (yayınlanmamış).
- Alçıçek, M. C., 1996. Elazığ çevresindeki heyelanların jeoloji incelemesi, Yüksek Lisans Tezi, F.Ü. Fen Bil. Enst., 85s., (yayınlanmamış).
- Akçay, M., 2002. Jeokimya Temel Kavramlar ve Uygulamaya Aktarımları, KTÜ, yayın no:204, 506s.
- Akdemir, S., 1997. Van merkez ve çevresinin hidrojeoloji incelemesi, Yüksek Lisans Tezi, F.Ü. Fen Bil. Enst., 165s., (yayınlanmamış).
- Akgül, M., 1991. Baskil (Elazığ) granitoidinin petrografik ve petrolojik özellikleri, Yerbilimleri (Haziran), 18s., 67-78.
- Asutay, H.J., 1985. Baskil (Elazığ) çevresinin jeolojik, petrografik ve petrolojik ve petrolojik incelenmesi, Doktora Tezi, A.Ü. Fen Bil. Enst., (yayınlanmamış).
- Asutay, H.J., 1986. Baskil (Elazığ) çevresinin jeolojisi ve Baskil magmatitlerinin petrolojisi, M.T.A Dergisi, 107, Ankara ,49-72.
- Asutay, H.J., 1988. Baskil (Elazığ) çevresinin jeolojisi ve petrografik incelemesi, MTA Dergisi, 107, 38-60.
- Bölücek, C., Akgül, M., Sağıroğlu, A., 1999. Topalkem (Baskil-Elazığ) Cevherleşmelerinin Minerolojik ve Jeokimyasal Özellikleri. 52. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiriler Kitabı, 10-12 Mayıs, Ankara, 191-198.
- Canik, B., 2003. Hidrojeoloji (Yeraltı sularının Aranması, İşletilmesi, Kimyası), A.Ü. Fen Fak., Jeoloji Müh. Bölümü, Ankara, 286s.
- Çeliker, M., 2008. Uluova'nın (Elazığ) hidrojeolojisinin coğrafi bilgi sistemleri ile incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ç.Ü. Fen Bil. Enst., 102s., (yayınlanmamış).
- Çetindağ, B., 1985. Palu-Kovancılar (Elazığ) dolayının hidrojeoloji incelemesi, Yüksek Lisans Tezi, F.Ü. Fen Bil. Enst., 110s., (yayınlanmamış).
- Çetindağ, B., 1989. Elazığ-Ören çayı çevresinin hidrojeoloji incelemesi, Doktora Tezi, F.Ü. Fen Bil. Enst., 270s., (yayınlanmamış).
- Çetindağ, B., 1996. Elazığ-Kovancılar ovasının hidrojeoloji incelemesi, İçme suyu Sempozyumu (7-10 Ekim 1996) İSKİ, İstanbul, 269-278.
- Çetindağ, B., 1997. Elazığ yakın çevresindeki bazı formasyonların hidrojeolojik karakteristikleri, 20. Yıl Jeoloji Sempozyumu (12-16 Mayıs 1997) Bildirileri, S.Ü.-Konya, 203-209.

- Çetindağ, B., Öztekin Okan, Ö., 2004. Hydrochemical Characteistics And Pollution Potential Of Uluova Aquifers, Elazığ, Turkey. *Enviromental Geology* 2004, 45:796-807
- Doğan, L., 1981. Hidrojeolojide Su Kimyası, DSİ basım ve foto film işletme müdürlüğü matbaası, Ankara, 178s.
- Dumanlılr, Ö., Aydal, D., Dumanlılar, H., 2005. Baskil (Elazığ) Güneyindeki Cevherleşmelerin Jeolojik ve Mineralojik Özellikleri, *Jeoloji Mühendisliği Dergisi* 29 (1).
- Erdoğan, T., 1975. Gölbaşı yöresinin jeolojisi, TPAO Arşiv Rap. 229 (yayımlanmamış), Ankara
- Erguvanlı, K., Yüzer, E., 1973. Yeraltı suları Jeolojisi (Hidrojeoloji), İTÜ Kütüphanesi, sayı 967, 340s.
- Halim, M. A., Majumder, R. K., Nessa, S. A., Hiroshiro, Y., Uddin, M. J., Shimada, J., Jinno, K., 2009. Hydrogeochemistry and arsenic contamination of groundwater in the Ganges Delta Plain, Bangladesh, *Journal of Hazardous Materials*, 164, 1335-1345.
- Hajhamad, L., Mohammad, N. A., 2009. Assessment of nitrate contamination of groundwater using lumped-parameter models, *Enviromental Modelling & Software*, 24, 1073-1087.
- Gerçek, E., 1996. Nazaruşağı (Baskil-Elazığ) Hidrotermal Kuvars Damarları ve İlgili Cevherleşmeler, Yüksek Lisans Tezi, F.Ü., Fen Bil. Enst., Elazığ, 51 s., (yayınlanmamış).
- Gerçek, E., 2005. Yolçatı-Baskil-Kömürhan (Elazığ) arası Elazığ Magmatitlerinden kaynaklanan suların hidrojeokimyasal prospeksiyon parametreleri, Doktora Tezi, F.Ü. Fen Bil. Enst., 166s., (yayınlanmamış).
- Güzel, S., 1996. Elazığ K42 1/100.000 lik paftasının derlenmesi, Yüksek Lisans Semineri, F.Ü. Fen Bil. Enst., 61s., (yayınlanmamış).
- Karabulut, N., 1988. Baskil kuzeyi Hacı Mustafa Köyü ve çevresinin ayrıntılı jeolojik incelemesi, Yüksek Lisans Tezi, F.Ü. Fen Bil. Enst., 49s., (yayınlanmamış).
- Kaymakcı, N., İnceöz, M. and Ertepinar, P., 2006. 3D-Architecture and Neojen evolution of the Malatya Basin: İnferences for the kinematics of the Malatya and Ovacık Fault zones, *Turkish Journal of Earth Sciences*, Vol. 15, pp. 123-154.
- Keller, A. E., 2005. Çevre Jeolojisine Giriş. Upper Saddle River, New Jersey 07458, 545s.

- Kırımhan, S., Boyobat, N., 1981. Erzurum içme sularında toplam sertlik tayini ve iki analiz yönteminin karşılaştırılması, *Doğa Bilim Dergisi*, cilt 7, 151-159.
- Kim, R. H., Lee, J. and Chang, H. W., 2003. Characteristics of organic matter as indicators of pollution from small-scale livestock and nitrate contamination of shallow groundwater in a agricultural area, *Hydrological Processes*, 17, 2485-2496.
- Kipman, E., 1981. Keban'ın jeolojisi ve Keban şaryajı, *İ.Ü. Yerbilimleri Dergisi.*, 1-2, İstanbul, 75-81.
- Okan, Ö.Ö., 2004. Kolan (Karakoçan) sıcak ve mineralli su kaynağı'nın hidrojeokimyasal incelenmesi, Doktora Tezi, F.Ü. Fen Bil. Enst., 99s., (yayınlanmamış).
- Özkul, M., 1988. Elazığ batısında Kırkgeçit Formasyonu üzerinde sedimantolojik incelemeleri. Doktora Tezi, F.Ü. Fen Bil. Enst., (yayınlanmamış).
- Öztekin, Ö., 1998. Elazığ ili içme ve kullanma sularının fiziko-kimyasal özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, F.Ü. Fen Bil. Enst., 124s., (yayınlanmamış).
- Öztürk, N., 2007. Kirliliğin yeraltı suyu jeokimyasına etkileri, Yüksek Lisans Semineri, F.Ü. Fen Bil. Enst., 50s., (yayınlanmamış).
- Schoeller, H., 1962. *Les Eaux Souterraines*. Mason Et Cie, Paris.
- Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, 13.02.2008 tarihli ve 26786 sayılı resmi gazete.
- Şahinci, A., 1991. Doğal Suların Jeokimyası, Reform Matbaası, İzmir, 548s.
- Taşan, B., 2001. Susanoğlu (İçel) beldesi ve çevresinin su kimyası incelemesi, Yüksek Lisans Tezi, F.Ü. Fen Bil., Enst., 69s., (yayınlanmamış).
- Thorntwaite, C.W., 1948, An approach a rational classification of climate, *The Geographical review*, Vol. 38, New York.
- Tokay, M., Erentöz, C., 1959. Türkiye' de Muhtemel Uranyum ve Toryum Bölgeleri, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, MTA, (52), Ankara, 76-93.
- T.S.E., 2005. Türk İçme Suyu Standartları (TS 266).
- Turan, M., 1984. Baskil-Aydınlar (Elazığ) yöresinin stratigrafisi ve tektoniği, Doktora Tezi, F.Ü. Fen Bil. Enst., 180s., (yayınlanmamış).
- Turan, M., 1991. Elazığ yakın civarındaki bazı önemli tektonik yapılar ve bunların bölgenin jeolojik evrimindeki yeri, A. Suat Erk Jeoloji Sempozyumu (2-5 Eylül 1991) Bildirileri, A.Ü.-Ankara, 193-204.
- Türkmen, İ., Esen, N., 1997. Şelf, kanyon ve havza düzlüğü kompleksinin fasiyes özellikleri: Kırkgeçit Formasyonu (Orta Eosen-Oligosen), Elazığ çevresi, Türkiye, F.Ü. Fen ve Müh. Bilimleri Dergisi, 107-123.

- Polat, R., Elçi, E., Şimşek, C., Gündüz, O., 2007. İzmir-Nif Dağı çevresindeki yeraltı suyu nitrat kirliliği boyutunun mevsimsel değerlendirilmesi, 7. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi Yaşam Çevre Teknoloji (24-27 Ekim 2007).
- Uygan, D., Çetin, Ö., 2004. Bor'un tarımsal ve çevresel etkileri: Seydisuyu su toplama havzası, II. Uluslararası Bor Sempozyumu, (23-25 Eylül 2004) Eskişehir.
- Ünlü, A., 1998,.Yeraltı suyu Kirliliği ve Kontrolü. Elazığ Bölgesi ve Yakın Çevresinin Su Sorunları Paneli, F.Ü. Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Yayın No. 39, Elazığ, 54-71.
- Zabunoğlu, S., Karaçal, İ., 1983. Gübrelemenin çevre kirlenmesine etkisi, Doğa Bilim Dergisi, Müh./Çev., 7, 79-87.
- <http://www.sura.cevreorman.gov.tr/formlar/coi.htm>)

ÖZGEÇMİŞ

1984 yılında Elazığ’da doğdum. İlk, orta ve lise öğretimimi Elazığ merkez okullarında tamamladıktan sonra 2002 yılında Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü’nde lisans eğitimine başladım. 2006 yılında lisans eğitimimi tamamlayıp, 2007 yılında Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı’nda yüksek lisans eğitimime başladım ve 2009 yılında araştırma görevlisi olarak göreve başlamış olup, halen aynı bölümde görev yapmaktayım. 2009-2010 eğitim-öğretim yılında, yüksek lisans tez çalışması olarak hazırladığım “Baskil (Elazığ) ve Yakın Çevresindeki Tarım Arazilerinde Gübre Kullanımının Yeraltı ve Yerüstü Sularında Oluşturduğu Kirlilik” adlı bu çalışmayı Enstitü’ye teslim ettim.