

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

**EĞREKKAYA VE AKYAR (ANKARA) BARAJ HAVZALARINA
AİT KARAKTERİSTİK ÖZELLİKLERİN ANALİZİ İLE
KORUMA KUŞAKLARININ BELİRLENMESİ**

Ayça TÜRKER

**Danışman
Doç. Dr. Şehnaz ŞENER**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ISPARTA - 2023**



© 2023 [Ayça TÜRKER]

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	i
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM	7
3.1. Çalışma Alanının Tanıtılması.....	7
3.2. Çalışma Yöntemleri.....	9
3.2.1. Mevcut durum değerlendirmeleri	9
3.2.2. Hassasiyet haritalarının oluşturulması	10
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	13
4.1. Çalışma Alanının Stratigrafisi	13
4.1.1. Üst Jura - Alt Kretase	15
4.1.2. Alt - Üst Kretase	15
4.1.3. Alt Miyosen	16
4.1.4. Alt – Orta Miyosen	17
4.1.5. Orta Miyosen	18
4.1.6. Üst Miyosen.....	19
4.1.7. Pliyosen	19
4.1.8. Kuvaterner	20
4.2. Hidrolojik Özellikler	20
4.2.1. Yağış	21
4.2.2. Sıcaklık	23
4.2.3. Açık yüzey buharlaşması	24
4.2.4. Bağlı nem.....	25
4.3. Hidrojeolojik Özellikler	26
4.3.1. Litolojik birimlerin hidrojeolojik özellikleri	26
4.3.2. Su tablası – yeraltısuyu seviye değişimleri.....	27
4.3.3. Kaynaklar.....	30
4.3.4. Sıcak su kaynakları	30
4.3.5. Yeraltısuyu kalitesi ve hidrojeokimyasal özellikleri	31
4.3.5.1. Suların kimyasal sınıflaması	45
4.4. Baskıların değerlendirilmesi.....	51
4.4.1. Noktasal kirletici kaynaklar	51
4.4.2. Yayılı kirletici kaynaklar	52
4.5. Havzaların hassasiyet haritalarının hazırlanması	52
4.5.1. Rezervuara mesafe.....	52
4.5.5. Erozyon potansiyeli	59
4.5.6. Arazi örtüsü	59
4.5.7. Hidrojolojik durum	62
4.5.8. Koruma kuşaklarının belirlenmesi.....	64
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	13
KAYNAKLAR	72
EKLER	75
EK A. Haritalar	75
ÖZGEÇMİŞ	78

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

EĞREKKAYA VE AKYAR (ANKARA) BARAJ HAVZALARINA AİT KARAKTERİSTİK ÖZELLİKLERİN ANALİZİ İLE KORUMA KUŞAKLARININ BELİRLENMESİ

Ayça TÜRKER

Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Şenaz ŞENER

Ülkemizde içme – kullanma suyu temin edilen baraj havzalarımızın koruma alanları belirlenirken, genellikle mesafeye dayalı yaklaşım esas alınmaktadır. Mevcut mevzuat çerçevesinde, içme suyu temin edilen baraj veya göletin maksimum su kotundan itibaren 300 m genişliğindeki alan “Mutlak Koruma Alanı”, mutlak koruma alanından itibaren 700 m genişliğindeki alan “Kısa Mesafeli Koruma Alanı”, kısa mesafeli koruma alanından itibaren 1000 m genişliğindeki alan “Orta Mesafeli Koruma Alanı”, orta mesafeli koruma alanından havza sınırına kadar olan bölüm ise “Uzun Mesafeli Koruma Alanı” olarak kabul edilmektedir.

Havzadaki olası bir kirletici kaynağın rezervuara ulaşmasını etkileyen birden çok parametre bulunmakta olup, bu parametreler havza özelinde değişiklik göstermektedir. Buna ek olarak, havza özelinde değişiklik gösteren ve koruma kuşakları belirlenirken analiz edilmesi gereken; eğim, yükselti, hidrojeoloji gibi parametreler kirletici taşınımını eşit derecede etkilememektedir. Bu nedenle, havza karakteristiği ve havza karakteristiğini temsil eden parametrelerin kendi arasındaki hiyerarşisi ihmal edilerek belirlenen mesafeye dayalı koruma alanları, sürdürülebilir havza yönetimi açısından sorun teşkil etmektedir.

Bu tez çalışması kapsamında yukarıda belirtilen hususları esas alacak şekilde, mesafeye dayalı koruma kuşakları yaklaşımına alternatif bir yöntem değerlendirilmiştir. Bu yöntem ile Eğrekkaya ve Akyar Baraj Gölü havzaları örneği üzerinden havzaların kirletici taşınımını etkileyecek karakteristik özellikleri analiz edilmiştir. Yapılan çalışmada öncelikli olarak çalışma alanının jeolojik, hidrolojik, hidrojeolojik ve hidrojeokimyasal özellikleri ortaya konulmuş ve havzadaki baskılar değerlendirilmiştir.

Havzaların hassasiyet haritalarının hazırlanması aşamasında ise rezervuara mesafe, ana derelere mesafe, yükseklik, eğim, erozyon potansiyeli, arazi kullanımı ve hidrojeoloji olmak üzere yedi farklı parametre değerlendirmiştir. Bu parametreler hem kendi içerisinde hem de birbirleri arasında Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) kullanılarak ağırlıklandırılmış ve CBS tabanlı ArcGIS yazılımı ile analiz edilerek havzaların hassasiyet haritaları oluşturulmuştur. Ancak, hassasiyet haritalarının bir dağılım haritası şeklinde olması ve keskin sınırları bulunmaması sebebiyle smooth,

gap gibi ilave analizler yapılarak havza karakteristiğine uygun koruma kuşakları oluşturulmuştur.

Son olarak, çalışma alanının sosyal – ekonomik durumu göz önünde bulundurularak, oluşturulan koruma kuşaklarının mevcut mevzuat çerçevesinde uygulanabilirliği değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirme sonucunda; mutlak, orta ve uzun mesafeli koruma alanlarında yöre halkının temel geçim kaynağı olan tarım ve hayvancılık faaliyetleri açısından ilave bir kısıt uygulanmayacağı, kısa mesafeli koruma alanında ise ilave kısıt uygulanacak alanları dik vadi yamaçlarının teşkil etmesi sebebiyle zaten bahse konu faaliyetler için elverişli sahalar olmadığı tespit edilmiştir. Yapılan tüm bu değerlendirmeler sonucunda ise, havza karakteristiği doğrultusunda belirlenen koruma kuşaklarının uygulanabilir olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: İçme Suyu Havzası, Havza Koruma Kuşakları, Havza Yönetimi, Eğrekkaya Barajı, Akyar Barajı

2023, 78 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

DETERMINATION OF PROTECTION ZONES BY ANALYZING CHARACTERISTICS OF EĞREKKAYA AND AKYAR (ANKARA) DAM BASINS

Ayça TÜRKER

**Süleyman Demirel University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Geological Engineering**

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Şehnaz ŞENER

In our country, the protection areas of our dam basins, from which drinking - potable water is supplied, are generally determined by using the distance-based methods. Within the scope of the current regulation, the area 300 m wide from the maximum water level of the drinking water dam or pond is "strict protected area", the area 700 m wide from the strict protected area is considered as "short distance protected area", the area 1000 m wide from the short distance protected area is considered as "medium distance protection area", and the part from the medium distance protection area to the basin border is considered as "long distance protection area".

The arrival of a pollutant in the basin to the reservoir depends on many parameters and this is related to the basin characteristic. In addition, the parameters that are analyzed while determining the protection zones such as, slope, elevation, hydrogeology, does not affect pollutant transport equally. Therefore, distance-based protection areas, which are determined by neglecting the hierarchy between the basin characteristics, pose a problem in terms of sustainable watershed management.

Within the scope of this study, an alternative method to the distance-based protection zones approach is evaluated, based on the above-mentioned issues. With this method, the characteristic features of the basins that will affect pollutant transport are analyzed through the example of Eğrekkaya and Akyar Dam Lake basins. In the study, primarily the geological, hydrological, hydrogeological and hydrogeochemical characteristics of the study area are revealed and the pressures in the basin are evaluated.

During the preparation of the sensitivity maps of the basins, seven different parameters are evaluated: distance to the reservoir, distance to main streams, elevation, slope, erosion potential, land use and hydrogeology. The weight coefficient was calculated for these parameters by using the Analytical Hierarchy Process (AHP) and sensitivity maps of the basins are created by analyzing them with GIS-based ArcGIS software. However, since the sensitivity maps are in the form of a distribution map and do not have sharp boundaries, additional analyzes such as smooth and gap are made and protection zones appropriate to the basin characteristics are created.

Finally, taking into account the social and economic situation of the study area, the applicability of the created protection zones within the framework of current legislation is evaluated. As a result of the evaluation; It has been determined that no additional restrictions will be applied in terms of agricultural and livestock activities, which are the main source of income of the local people in absolute, medium and long-distance protection areas, while in the short-distance protection area, the areas where additional restrictions will be applied are not suitable for the activities in question due to the steep valley slopes. As a result of all these evaluations, it was concluded that the protection zones determined based on the basin characteristics are applicable.

Keywords: Drinking Water Basin, Protection Zones of Basin, Basin Management, Eğrekkaya Dam, Akyar Dam

2023, 78 page



TEŐEKKÜR

Tez çalışmam boyunca bana bilgi ve tecrübesi ile yol gösterip destek olan tez danışmanım Sayın Doc. Dr. Şehnaz Şener'e en derin saygı ve teőekkürlerimi sunuyorum.

Tez süresince her daim yanımda olan değerli eşim Arif Serkan TÜRKER ile yüksek lisans eğitimim boyunca beni teővik ve motive eden sevgili arkadaşım Beste DOğAN'a sonsuz teőekkürlerimi sunuyorum.

Ayça TÜRKER
ISPARTA, 2023



ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Çalışma alanının yer bulduru haritası	7
Şekil 4.1. Çalışma alanı ve çevresine ait stratigrafik sütun kesit	14
Şekil 4.2. Çalışma alanı çevresinde yer alan meteoroloji gözlem istasyonları	21
Şekil 4.3. Çalışma alanı çevresinde yer alan MGI'lerin aylık uzun dönem ortalama yağışları	22
Şekil 4.4. Çalışma alanı çevresinde bulunan MGI'lerin aylık ortalama sıcaklıkları	23
Şekil 4.5. Çalışma alanı çevresindeki MGI'lerin aylık ortalama buharlaşmaları	24
Şekil 4.6. Çalışma alanı çevresindeki MGI'lerin aylık bağıl nem değerleri	25
Şekil 4.9. Eğrekkaya Barajı Gölü Havzası yeraltısularına ait Piper Diyagramı	46
Şekil 4.10. Akyar Baraj Gölü Havzası yeraltısularına ait Piper Diyagramı	47
Şekil 4.11. Eğrekkaya Baraj Gölü havzası yeraltısularına ait Schoeller Diyagramı	49
Şekil 4.12. Akyar Baraj Gölü havzası yeraltısularına ait Schoeller Diyagramı	50
Şekil 4.13. Rezervuara Mesafe Analizi	54
Şekil 4.14. Ana Derelere Mesafe Analizi	55
Şekil 4.15. Yükseklik Analizi	57
Şekil 4.16. Eğim Analizi	58
Şekil 4.17. Erozyon Analizi	60
Şekil 4.18. Arazi Örtüsü Analizi	61
Şekil 4.19. Hidrojolojik Durum Alanalizi	63
Şekil 4.20. Eğrekkaya ve Akyar Baraj Gölü Havzalarına ait Hassasiyet Haritası	65
Şekil 4.21. Eğrekkaya ve Akyar Baraj Göllerine ait Koruma Kuşakları	66

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. Çalışma alanında bulunan yerleşim yerleri.....	8
Çizelge 3.2. Puanlama ölçeği	11
Çizelge 3.3. AHP sürecinde kullanılan rastgelelik indeksi	12
Çizelge 4.1. Eğrekkaya ve Akyar Baraj Gölü Havzaları'nda yer alan kuyular	27
Çizelge 4.3. Eğrekkaya Baraj Gölü Havzası YAS örneklerine ait 1. dönem fizikokimyasal analiz sonuçları	33
Çizelge 4.4. Akyar Baraj Gölü Havzası YAS örneklerine ait 1. Dönem fizikokimyasal analiz sonuçları	36
Çizelge 4.5. Eğrekkaya Baraj Gölü Havzası YAS örneklerine ait 2. dönem fizikokimyasal analiz sonuçları	39
Çizelge 4.6. Akyar Baraj Gölü Havzası YAS örneklerine ait 2. dönem fizikokimyasal analiz sonuçları	42



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AHP	Analitik Hiyerarşi Prosesi
ASKİ	Ankara Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü
Ca ²⁺	Kalsiyum
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
Cl ⁻	Klorür
CO ₃ ⁻²	Karbonat
HCO ₃ ⁻²	Bikarbonat
K ⁺	Potasyum
MGİ	Meteoroloji Gözlem İstasyonu
Mg ²⁺	Magnezyum
MTA	Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
Na ⁺	Sodyum
pH	Hidrojen İyonu Konsantrasyonu
SO ₄ ²⁻	Sülfat
Rİ	Rastgelelik İndeksi
TO	Tutarlılık Oranı
Tİ	Tutarlılık İndeksi
YAS	Yeraltısuyu

1. GİRİŞ

Ülkemizde içme suyu temin edilen havzalarda uygulanan teknik ve hukuki usuller Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yayımlanan “İçme – Kullanma Suyu Havzalarının Korunmasına Dair Yönetmelik” kapsamında yürütülmektedir. Söz konusu yönetmelikte içme suyu havzalarının koruma alanları mesafeye dayalı yaklaşım esas alınarak; mutlak, kısa, orta ve uzun mesafeli koruma alanı olmak üzere 4 sınıfa ayrılmıştır. Bu kapsamda;

Mutlak Koruma Alanı: Maksimum su kotundan itibaren 300 m genişliğindeki alan, Kısa Mesafeli Koruma Alanı: Mutlak koruma alanından itibaren 700 m genişliğindeki alan, Orta Mesafeli Koruma Alanı: Kısa mesafeli koruma alanından itibaren 1000 m genişliğindeki alan, Uzun Mesafeli Koruma Alanı: Orta mesafeli koruma alanından itibaren havza sınırına kadar olan alan olarak değerlendirilmektedir.

İçme – Kullanma Suyu Havzalarının Korunmasına Dair Yönetmelik kapsamında, havzalarda uygulanacak hususlara ek olarak her bir havza özelinde “Havza Koruma Planı ve Özel Hüküm Belirleme” çalışmalarının gerçekleştirilmesi zorunluluk haline getirilmiş olup ilgili idarelere bu çalışmaların tamamlanması için 5 (beş) yıl süre verilmiştir. Havza Koruma Planları, yine Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yayımlanan “İçme – Kullanma Suyu Havzası Koruma Planı Hazırlanmasına Dair Usul ve Esaslar Tebliği” çerçevesinde hazırlanmakta ve havza özelinde yürütülen kapsamlı bir çalışma neticesinde oluşturulmaktadır. Bu çalışmalar neticesinde hükme bağlanan konular ise “Özel Kanun” niteliği taşımaktadır.

Yukarıda bahsi geçen koruma planlarının amacına ulaşabilmesi için, öncelikle koruma kuşaklarının havza karakteristiğine uygun bir şekilde tespit edilmesi gerekmektedir. Halihazırda tamamlanan çalışmalar incelendiğinde ise, bu konuda eksikler olduğu ve koruma kuşaklarının belirlenme aşamasında kirletici taşınımını etkileyen parametrelerin de analiz edildiği alternatif bir metodolojiye ihtiyaç duyulduğu görülmektedir.

Bu çalışma ile Ankara il sınırları içerisinde bulunan ve Ankara iline içme ve kullanma suyu sağlayan Eğrekkaya ve Akyar Baraj Havzaları örneği üzerinden, ‘Çok Kriterli

Karar Verme Yöntemleri'nin koruma kuşaklarının belirlenme sürecine entegrasyonu ile alternatif bir metodoloji geliştirilmesi heflenmiştir. Bu kapsamda, Akyar ve Eğrekkaya Baraj Havzaları'nın jeolojisi, hidrojeolojisi ve hidrolojisi değerlendirilmiş, yeraltı suyu analiz sonuçlarından hareketle havzalardaki hidrojeokimyasal durum incelenmiş ve su kalitesini etkileyebilecek noktasal - yayılı kirletici kaynaklar ortaya konmuştur.

Yukarıda belirtilen değerlendirmelerin akabinde ise, havzadaki kirletici kaynakların su kaynağına karışmasını etkileyebilecek parametreler (rezervuara mesafe, ana derelere mesafe, hidrojeoloji/geçirimsizlik, eğim, arazi kullanımı ve erozyon potansiyeli) Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) kullanılarak ağırlıklandırılmış ve CBS tabanlı ArcGIS yazılımı ile analiz edilmiştir. Yapılan analiz sonucunda havzaların hassasiyet haritaları hazırlanmış ve hassasiyet haritalarının uygunluğu değerlendirilerek havza karakteristiğini temsil eden koruma kuşakları oluşturulmuştur.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Bu bölümde çalışma konusu ile ilişkili olarak Havza Yönetimi ile Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri kapsamında yapılan ulusal ve uluslararası çalışmalar incelenmiştir. Çalışma alanı olan Eğrekkaya ve Akyar Baraj Havzaları, Kızılcahamam jeotermal sistemi içerisinde yer almakta olup alanın jeotermal potansiyeli ile ilgili Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü (MTA) tarafından çalışmalar gerçekleştirilmiştir. ‘Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri’nden özellikle ‘Analitik Hiyerarşi Süreci’nin birçok araştırmacılar tarafından farklı kategorilerdeki riskli alan tanımlamalarında kullanıldığı görülmektedir. Bununla birlikte, havza yönetimi konusunda mesafeye dayalı yaklaşıma alternatif olarak ekosistem servislerine dayalı havza yönetimi üzerinde durulduğu görülmüştür.

Srdjevic vd. (2002), Brezilya’nın alüvyal bir havzası olan Paraguacu nehir havzasının örneğinden yola çıkarak havza yönetim stratejilerini AHP ile önceliklendirmiştir. Paraguacu nehir havzası yaklaşık 2 milyonluk bir nüfusa sahiptir. Havzanın temel su kullanımları; sulama, hayvancılık, insani ihtiyaçlar ve ekosistem ihtiyaçları olarak kategorize edilmiştir. Bu çerçevede yarı kurak bir havza olan Paraguacu nehir havzasının yönetim stratejileri AHP ile önceliklendirilerek 40 yıllık bir periyot için 3 yönetim planı şeklinde değerlendirilmiştir.

Elçi vd. (2009), havza koruma alanlarının belirlenme sürecinde yeraltısuyu sistemindeki kirletici taşınımının da değerlendirilmesi gerektiğini belirtmiştir. Yazarlar tarafından yapılan çalışma kapsamında, İzmir ilinin su ihtiyacının yaklaşık %36’sının karşılandığı Tahtalı Baraj Gölü Havzası’nda yeraltısuyu kirliliğinin alıcı noktalara ulaşma süreleri Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) desteği ile analiz edilmiş ve koruma kuşakları belirlenirken yeraltısuyu sisteminin de değerlendirilmesi konusuna dikkat çekilmiştir.

Şener vd. (2009), Eğirdir Gölü havzası sınırları içerisinde bulunan Senirkent Alt Havzası’nın akifer duyarlılık haritalarını Çok Kriterli Karar Verme Analiz yöntemi ile DRASTIC metodunu entegre kullanarak oluşturmuşlardır. Yapılan çalışmada, DRASTIC parametrelerinin ağırlıklandırılmasında Analitik Hiyerarşi Süreci yönteminden faydalanılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen havza hassasiyet haritası üç sınıfta incelenerek yüksek, orta ve düşük hassasiyete sahip alanlar

tanımlanmıştır. Genel olarak göl kıyısında bulunan alüvyon ortamlar yüksek hassasiyete sahip alanlar olarak belirlenmiştir.

Albayrak (2012), tarafından yapılan doktora tez çalışmasında İstanbul Ömerli Havzası'nda ekosistem servislerine dayalı bir yaklaşımın uygulanabilirliği değerlendirilmiştir. Yapılan çalışmada, "Öncelikli Ekosistem Servisleri" tanımlandıktan sonra, servislerin ekolojik – ekonomik – sosyo kültürel önemleri Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Yapılan analiz neticesinde en önemli servis tatlı su üretimi (% 29,1) olarak belirlenmiştir. Tatlı su üretiminden sonra ise sırasıyla gıda üretimi (%14), su ve erozyon kontrolü (% 12,7), hava kalitesi düzenleme ve iklim koruma (%12), biyolojik ve inorganik hammadde üretimi (% 9,1) ve rekreasyon - ekoturizm (%8,1) gelmektedir. Önem kriterleri ise kendi arasında; ekolojik değer (% 55), ekonomik değer (% 24) ve sosyo- kültürel değeri (% 21) olarak sıralanmıştır.

Erdoğan (2020), Ekosistem servisleri yaklaşımının bütünlük havza yönetimine entegrasyonuna ilişkin yaptığı değerlendirmede; ekosistem hizmetlerini sınıflandırmış, ekosistem hizmetleri ve toplum refahı arasındaki ilişkiyi değerlendirmiş ve havzaların sağladığı ekosistem hizmetlerini inceleyerek ekosistem hizmetleri ile havza planlaması arasında ilişki kurmuştur. Tüm bu incelemeler neticesinde ise, ekosistem servisleri yaklaşımının planlama sürecine entegrasyonunu havzanın sağlığı ve toplum refahı açısından atılabilecek en önemli adımlardan biri olarak değerlendirmiştir.

Koçan (2013), Kızılcahamam – Çamlıdere Bölgesinin jeolojik miras potansiyelini değerlendirmiştir. Bu çalışmada, yine Eğrekkaya Havzası'nda yer alan Sey Hamamı bölgesinin jeolojisine yer verilmiştir. Sey Hamamı bölgesinde 2. evre volkanizmanın tüf, tüfit, aglomera gibi piroklastikleri ile andezitik lavların gözlendiği belirtilmektedir. Bu alan, Güvem bazalt sütunları ve Beşkonak civarındaki görsel marn ve kilaşları içerisindeki yaprak fosiller ile birlikte bölgedeki 23 jeosit durağından 2. si olarak değerlendirilmiştir.

Kaliraj vd. (2013), Hindistan Tamil Nadu'da bulunan Vaigai üst havzası için potansiyel yapay yeraltısuyu besleme alanlarını CBS tabanlı yazılımlar ve AHP kullanarak değerlendirmişlerdir. Yapılan çalışma sonucunda, toplam alanın 21,8 km²'si besleme için yüksek potansiyele sahip bölge, orta doğu ve orta kısımdaki hafif

eğimli alanların orta derecede potansiyele sahip bölge, güneydeki engebeli alanlar ise uygun olmayan bölge olarak değerlendirilmiştir.

Rahamana vd. (2015), CBS araçları ve Bulanık Analitik Hiyerarşi Sürecini kullanarak Kallar Havzası'nı akış frekansı, drenaj yoğunluğu, havza rölyefi gibi morfolojik kriterler ile alt havza bazında analiz etmiştir. Yapılan analiz sonucunda, havza hassasiyet derecesine göre 5 (beş) sınıf oluşturulmuştur.

Pasvanoğlu ve Çelik (2018), Kızılcahamam Jeotermal Sistemin kavramsal modelini oluşturmuştur. Yine aynı çalışma kapsamında, Eğrekkaya Havzası'nda yer alan Sey Hamamı Sıcak Su Kaynağı incelenmiş, su kimyası değerlendirilmiş ve izotop analizleri ile beslenme alanı belirlenmiştir. Yapılan çalışmada, sıcak su kaynakları içerisinde F, B, Li, Rb, Sr ve Cs gibi minor elementlerin de bulunduğu, bu elementlerin mevcudiyetinin daha çok sıcak su-kayaç ilişkisinden kaynaklandığı, Seyhamamı kaynak çıkış grubu olarak değerlendirilen bölgedeki genel su karakteri Na – Ca – HCO₃ tipinde olduğu belirtilmiştir. Yapılmış olan izotop çalışmaları sonucunda ise, bahsi geçen sıcak su kaynaklarının beslenme kotlarının 1350 – 1750 m arasında değiştirdiği görülmüş ve beslenme alanı olarak Işık Dağının zirveleri ön plana çıkmıştır. Abdullah vd. (2018), tarafından Irak'ta yer alan Halabja Saidağiq havzasının kirliliğe karşı hassas olan bölgelerinin belirlenmesine yönelik yapılan çalışmada AHP kullanarak DRASTIC yöntemi yeniden ağırlıklandırmış ve havzanın hassasiyet haritası oluşturulmuştur. Yapılan çalışma Trityum izotop analizi ile doğrulanmış ve sonuç olarak havza hassasiyet derecesi açısından 5 (beş) sınıfa ayrılmıştır.

Kuru ve Tezer (2019), Kırklareli Baraj Havzası'nda CBS tabanlı yazılımlar ile mekansal analizler yapmış ve Ekosistem Servisleri yaklaşımını da sürece entegre ederek, koruma kuşaklarının belirlenme aşamasında kullanılabilcek yeni bir yaklaşım üzerinde durmuştur. Bu yaklaşım ile kirlotici taşınımını etkileyen parametrelerin eşit derecede öneme sahip oldukları kabul edilerek puanlama yöntemi ile CBS ortamında analiz edilmiş ve bu analizlerde ekosistem servisleri de kullanılmıştır. Çalışma sonucunda 4 kademededen oluşan yeni koruma kuşakları oluşturulmuştur. Yeni kuşaklar incelendiğinde; mutlak, kısa ve orta mesafeli koruma alanlarının genişlediği, uzun mesafeli koruma alanının ise küçüldüğü görülmektedir.

Aghlmand vd. (2020), İran'ın Ardabil Saqezchi bölgesinin heyelan duyarlılık haritalarını CBS araçları ve Analitik Hiyerarşi Süreci yöntemini kullanarak

hazırlamışlardır. Heyelan duyarlılık haritaları hazırlanırken arazi kullanımı, yağış, faylara mesafe, litoloji, akarsu ağlarına uzaklık, yükselti, eğim, bakı ve yola mesafe parametreleri parametreleri kullanılmış olup çalışma alanı, “çok yüksek, yüksek, orta, düşük ve çok düşük” duyarlı alanlar olarak 5 (beş) sınıfa ayrılmıştır.

Aykut (2021), Türkiye'nin kuzeybatısında kalan Edirne – Kalkansöğüt bölgesindeki yeraltısu potansiyelini ortaya koymak amacıyla AHP yaklaşımını kullanarak CBS tabanlı bir analiz yapmıştır. Analiz edilen parametreler, litoloji, fay yoğunluğu, jeomorfoloji, toprak, arazi kullanımı, arazi örtüsü, drenaj yoğunluğu, çizgisel yoğunluk, yağış ve eğim olarak belirlenmiştir. Yapılan analiz sonucunda, çalışma alanının %14'ünün zayıf, %47'sinin orta düzeyde yeraltısu potansiyeline sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Bununla birlikte, iyi ve çok iyi yeraltısu potansiyeli olan bölgelerin çalışma alanının sırasıyla %31 ve %8'ni oluşturduğu görülmüştür.

Bakalár vd (2021), Slovakya'da bulunan Hornad havzasının sürdürülebilir yönetimini sağlamak için geliştirdiği bir modelde SWOT analizi ve AHP yaklaşımını birlikte kullanarak kararları önceliklendirmiştir. Çalışma sonucunda havzadaki su kalitesini iyileştirmeye yönelik değerlendirmeler yapılmış olup özellikle atıksu alt yapısı ve yönetimi üzerinde durulmuştur.

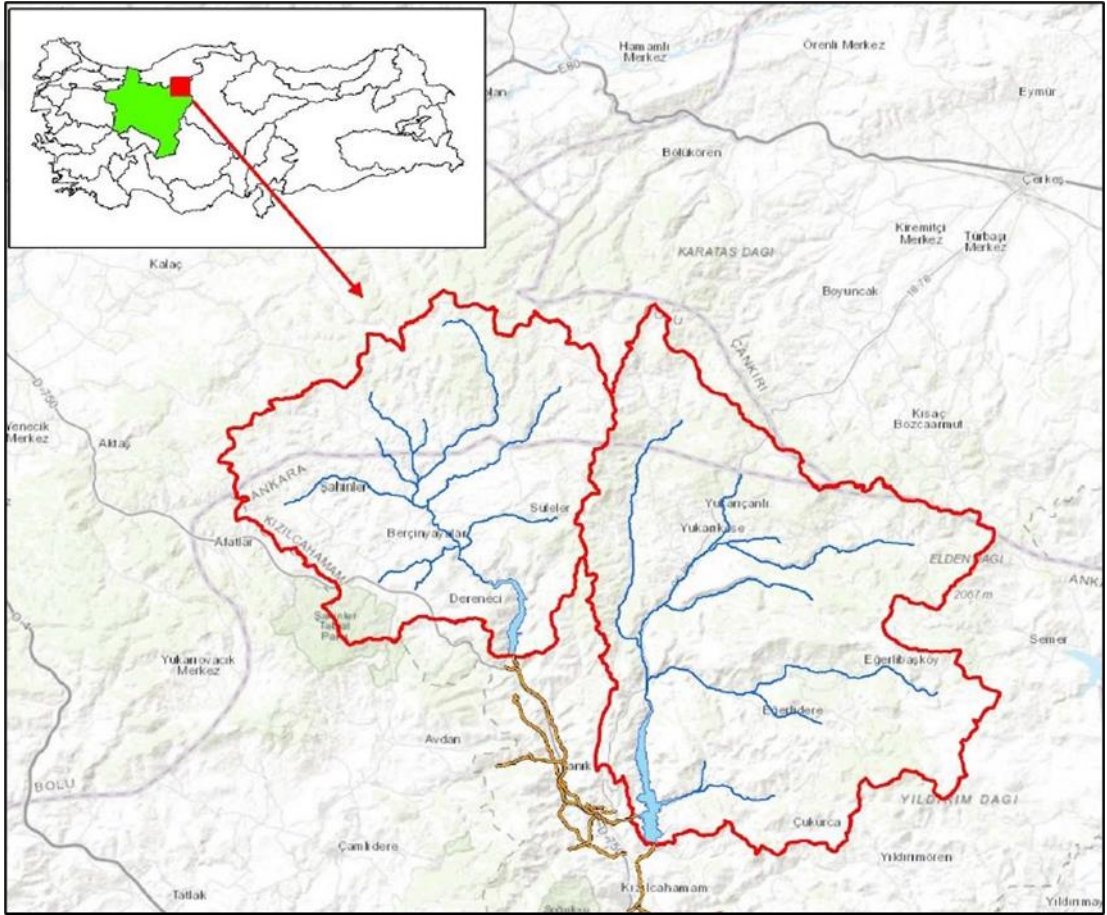
ASKİ (2021), İçme-Kullanma Suyu Havzalarının Korunmasına Dair Yönetmelik gereğince Kurtboğazı – Eğrekkaya ve Akyar Baraj Havzalar için Havza Koruma Planı ve Özel Hüküm Belirleme Projesi'ni gerçekleştirmiştir. Proje kapsamında, havzanın karakteristik özellikleri ortaya konmuş, baskı – etki analizi yapılmış, 1 su yılı boyunca yeraltı ve yüzey suyu izleme çalışması gerçekleştirilmiş, gelecek dönemlerdeki muhtemel su kalitesi modellenmiş ve bu çalışmaların sonuçlarına göre koruma planı hazırlanmıştır.

Sütünç ve Yavuz (2022), Siirt Üniversitesi Kezer Yerleşkesi'nin taşkın risk haritasını Analitik Hiyerarşi Sürecinden faydalanarak oluşturmuştur. Yapılan analizlerde, akış birikimi, yağış yoğunluğu, jeoloji, arazi örtüsü/kullanımı, eğim, yükseklik ve drenaj ağlarından uzaklık olmak üzere yedi değişken kullanılmış olup oluşturulan taşkın risk haritası, “çok yüksek, yüksek, orta, düşük ve çok düşük” duyarlı alanlar olarak 5 (beş) sınıfa ayrılmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Çalışma Alanının Tanıtılması

Çalışma alanını Ankara ili'nin kuzeyinde yer alan Eğrekkaya ve Akyar Barajları'nın beslenme alanları teşkil etmektedir. Komşu havza niteliğinde olan Eğrekkaya ve Akyar Baraj Havzaları'nın büyük kısmı Ankara ili Kızılcahamam ilçesi sınırları içerisinde yer almakta olup, söz konusu havzalar Bolu ili Gerede ilçesi ile Çankırı ili Çerkeş ilçesi sınırları içerisinde de kalmaktadır (Şekil 3.1.).



Şekil 3.1. Çalışma alanının yer bulduru haritası

Eğrekkaya Barajı Havzası yaklaşık olarak 383 km²'lik alana sahip olup, bu alan içerisinde Kızılcahamam ilçesine bağlı 21 yerleşim alanı bulunmaktadır. Akyar Barajı Havzası ise yaklaşık 254 km² olup, havza sınırları içerisinde yer alan 9 yerleşim yerinin 8'i Kızılcahamam İlçesine, 1 tanesi ise Bolu İlinin Gerede İlçesine bağlıdır.

Bahse konu yerleşimlerin tamamında kırsal yaşam hakimdir. Eğrekkaya ve Akyar Baraj Havzaları içerisinde bulunan yerleşim alanları Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Çalışma alanında bulunan yerleşim yerleri

İL	İLÇE	HAVZA	Yerleşim Yeri
ANKARA	Kızılcahamam	Eğrekkaya	Çukurca Mahallesi
ANKARA	Kızılcahamam	Eğrekkaya	Aksak Mahallesi
ANKARA	Kızılcahamam	Eğrekkaya	Çukurören Mahallesi
ANKARA	Kızılcahamam	Eğrekkaya	Sarayköy Mahallesi
ANKARA	Kızılcahamam	Eğrekkaya	Oğlakçı Mahallesi
ANKARA	Kızılcahamam	Eğrekkaya	Semeler Mahallesi
ANKARA	Kızılcahamam	Eğrekkaya	Güvem Mahallesi
ANKARA	Kızılcahamam	Eğrekkaya	Kavaközü Mahallesi
ANKARA	Kızılcahamam	Eğrekkaya	İğceler Mahallesi
ANKARA	Kızılcahamam	Eğrekkaya	Hıdırlar Mahallesi
ANKARA	Kızılcahamam	Eğrekkaya	Kasımlar Mahallesi
ANKARA	Kızılcahamam	Eğrekkaya	Yukarıçanlı Mahallesi
ANKARA	Kızılcahamam	Eğrekkaya	Yukarıkese Mahallesi
ANKARA	Kızılcahamam	Eğrekkaya	Belpınar Mahallesi
ANKARA	Kızılcahamam	Eğrekkaya	Salın Mahallesi
ANKARA	Kızılcahamam	Eğrekkaya	Yağcıhüseyin Mahallesi
ANKARA	Kızılcahamam	Eğrekkaya	Eğerlibaşköy Mahallesi
ANKARA	Kızılcahamam	Eğrekkaya	Eğerlikuzören Mahallesi
ANKARA	Kızılcahamam	Eğrekkaya	Eğerliälören Mahallesi
ANKARA	Kızılcahamam	Eğrekkaya	Eğerlidereköy Mahallesi
ANKARA	Kızılcahamam	Eğrekkaya	Beşkonak Mahallesi
ANKARA	Kızılcahamam	Akyar	Süleler Mahallesi
ANKARA	Kızılcahamam	Akyar	Karaağaç Mahallesi
ANKARA	Kızılcahamam	Akyar	Üyücek Mahallesi
ANKARA	Kızılcahamam	Akyar	Derence Mahallesi
ANKARA	Kızılcahamam	Akyar	Gebeler Mahallesi
ANKARA	Kızılcahamam	Akyar	Berçinyayalar Mahallesi
ANKARA	Kızılcahamam	Akyar	Şahinler Mahallesi
BOLU	Gerede	Akyar	Demirler Köyü
ANKARA	Kızılcahamam	Akyar	Berçinçatak Mahallesi

Ankara ilinde genellikle karasal iklim hüküm sürmektedir. Ancak, çalışma alanı ilin kuzeyindeki yükseltileri teşkil etmekte olup Ankara'nın iç kesimlerine göre daha yumuşak ve yağışlı bir iklim hakimdir.

Çalışma alanının çok büyük kısmını oluşturan Kızılcahamam ilçesinde topoğrafya genellikle engebeli ve ormanlıktır. Kızılcahamam İlçesi; termal kaynakları, dağları, vadileri, jeolojik özellikleri, yaylaları, Soğuksu Milli Parkı, Şahinler Tabiat Parkı, Kartaltepe Tabiat Parkı, Karagöl ile baraj gölleri gibi doğal turistik çekicilikleri yanı sıra türbeler, camiler, hamamlar, kaleler, geleneksel evleri, el sanatları, giyim ve kuşamı, yöresel yemekleri, festivalleri, ulaşım imkânları ve konaklama tesisleri vs. gibi beşeri çekicilikleri ile zengin bir turizm potansiyeline sahiptir.

Eğrekkaya Havza sınırları içerisinde Bakanlar Kurulu Kararı ile 2005 yılında ilan edilmiş olan 1000 hektarlık Ankara Kızılcahamam Sey Hamamı Termal Turizm Merkezi de yer almaktadır. Termal turizm merkezinde işletme halinde 1 adet tarihi Seyhamamı Termal Kaplıcası bulunmaktadır.

3.2. Çalışma Yöntemleri

3.2.1. Mevcut durum değerlendirmeleri

Bu çalışma ile Ankara iline içme – kullanma suyu sağlayan Eğrekkaya ve Akyar Baraj Havzalarının morfolojik, hidrolojik, jeolojik, hidrojeolojik ve hidrojeokimyasal özellikleri ile havzadaki baskıların değerlendirilmesinde bölgede yapılmış olan önceki çalışmalardan faydalanılmıştır.

“İçme-Kullanma Suyu Havzalarının Korunmasına Dair Yönetmelik” gereğince, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü koordinasyonunda Ankara Su ve Kanalizasyon İdaresi (ASKİ) Genel Müdürlüğü tarafından “Kurtboğazı – Eğrekkaya – Akyar Barajı Havza Koruma Planı ve Özel Hüküm Belirleme Projesi” gerçekleştirilmiştir. Söz konusu proje kapsamında derlenen havza karakteristiğine ilişkin veriler (jeoloji, hidrojeoloji, kirletici kaynaklar, meteorolojik veriler vb.) ve su kalitesi analiz sonuçları ASKİ Genel Müdürlüğünden temin edilerek mevcut durum değerlendirmelerinde kullanılmıştır.

Jeoloji

Havzaların jeolojik özelliklerinin tespitinde, MTA tarafından hazırlanmış Bolu – H29, Bolu – G29 ve Bolu – G28 1/100.000 ölçekli paftaları ile bölgeye ait 1/25.000 ölçekli sayısal MTA jeoloji katmanları kullanılmıştır. Jeolojik haritalama tamamlandıktan sonra, çalışma alanı içerisinde bulunan formasyonların jeolojik özellikleri mevcut çalışmalar ve saha gözlemleri derlenerek özetlenmiştir.

Hidroloji

Çalışma alanı çevresinde yer alan meteoroloji istasyonlarına ait veriler karşılaştırmalı olarak değerlendirilerek, havzaların sıcaklık, yağış, açık yüzey buharlaşması ve bağıl nem durumu ortaya konmuştur.

Hidrojeoloji ve Hidrojeokimya

Mevcut veriler ve saha gözlemlerinden hareketle çalışma alanında yayılım sunan jeolojik birimlerin hidrojeolojik özellikleri belirlenmiş, bu birimlerin oluşturduğu hidrojeolojik ortamlar (akifer, akiklöd, akifüj, akitard) değerlendirilmiş, havzadaki yeraltı suyu seviye durumu incelenmiş, yeraltısuyu akımı yorumlanmış ve çalışma alanındaki sıcak/soğuk su kaynaklarına ilişkin bilgi verilmiştir. Tüm bu çalışmalar 1/25.000 ölçekli hidrojeoloji haritası üzerinde gösterilmiştir. Ayrıca, çalışma alanındaki yeraltısuyu kalitesi incelenmiş ve Piper - Schoeller diyagramları kullanılarak yeraltısularının hidrojeokimyasal özellikleri değerlendirilmiştir.

Baskıların Belirlenmesi

Mevcut veriler ve saha gözlemleri doğrultusunda havzalarda su kalitesini etkileyebilecek noktasal / yayılı kirletici kaynaklar belirlenmiştir.

3.2.2. Hassasiyet haritalarının oluşturulması

Havzaların hassasiyet haritaları hazırlanırken; öncelikli olarak barajların beslenme alanındaki kirletici taşınımını etkileyebilecek parametreler belirlenmiştir. Bu

kapsamda, ulusal ve uluslararası literatür incelenmiş ve çalışma alanının karakteristikleri dikkate alınarak rezervuara mesafe, ana derelere mesafe, yükseklik, eğim, erozyon potansiyeli, arazi örtüsü ve hidrojeolojik durum olmak üzere 7 farklı parametre değerlendirmeye alınmıştır. Daha sonra, çok kriterli karar verme yöntemlerinden “Analitik Hiyerarşi Prosesi” kullanılarak her bir parametre önce kendi içinde daha sonra birbiri arasında önem derecesine göre ağırlıklandırılmıştır.

Kriter ağırlıkları belirlenirken Çizelge 3.2’de verilmiş olan 1-9 puanlı tercih ölçeğinden faydalanılarak ikili karşılaştırmalar yapılmış ve köşegeni 1 olan kare matrisler oluşturularak normalize edilmiştir.

Çizelge 3.2. Puanlama ölçeği (Saaty, 2004)

Önem Yoğunluğu	Tanım
1	Eşit Önem Durumu
2	Zayıf veya Biraz Daha Önemli
3	Orta Derecede Daha Önemli
4	Orta Dereceden Fazla Önemli
5	Güçlü Derecede Önemli
6	Güçlü Dereceden Daha Fazla Önemli
7	Çok Kuvvetli veya Kanıtlanmış Derecede Önemli
8	Çok Çok Güçlü Derecede Önemli
9	Aşırı Önem Durumu

İkili karşılaştırmalar tamamlandıktan sonra yargıların ne derece tutarlı olduğu kontrol edilmiştir. Tutarlılık Oranı hesaplanırken aşağıda belirtilen formül kullanılmıştır.

$$TO = Tİ / Rİ \quad (1)$$

Burada;

Tİ: Tutarlılık İndeksi,

Rİ: Rastgelelik İndeksi (Çizelge 3.3).

Tutarlılık İndeksi aşağıda verilen formül ile hesaplanmaktadır.

$$Tİ: \lambda_{\max} - n / n - 1$$

Burada λ max, karar matrisinin en büyük özvektörü olup, normalize edilmiş matrisler ile hesaplanmaktadır. 'n' degeri ise matrisin derecesini ifade etmektedir (Saaty, 2004, Alonso ve Lamata, 2006).

Çizelge 3.3. AHP sürecinde kullanılan rastgelelik indeksi (Saaty, 2004, Alonso ve Lamata, 2006)

Matris Boyutu (n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Rastgele İndeks (RI)	0	0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49

Literatürde tutarlılık oranı için üst limit olarak 0,10 esas alınmaktadır. Yukarıda belirtilen formül kullanılarak hesaplanan tutarlılık oranının 0,10 un altında kalması durumunda yargıların tutarlı olduğu kabul edilir. Bu oranın 0,10 üstüne çıkması halinde ise, yargıların kendi içinde tutarlı olmadığı sonucuna varılır (Palaz ve Kovancı, 2008). Bu çerçevede herbir matris için tutarlılık analizi yapılmıştır. Yapılan bu değerlendirmeler neticesinde hesaplanan nihai kriter ağırlıkları CBS tabanlı ArcGIS yazılımı kullanılarak analiz edilmiş ve havza özelinde hassasiyet haritaları oluşturulmuştur.

Koruma kuşaklarının belirlenmesine yönelik CBS tabanlı ArcGIS yazılımı ile "Smooth ve Gap" analizleri yapılarak havzalar için elde edilmiş hassasiyet haritaları tekrar değerlendirmiş ve mutlak, kısa mesafeli, orta mesafeli ve uzun mesafeli koruma alan sınırları belirlenmiştir. Ayrıca, belirlenen sınırların koruma – kullanma dengesi çerçevesinde uygulanabilirliği tartışılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Çalışma Alanının Stratigrafisi

Çalışma alanının jeolojik özelliklerinin tespitinde, MTA tarafından hazırlanmış Bolu – H29, Bolu – G29 ve Bolu – G28 1/100.000 ölçekli paftaları ile bölgeye ait 1/25.000 ölçekli sayısal MTA jeoloji katmanları kullanılmıştır. Jeolojik haritalama tamamlandıktan sonra, çalışma alanına giren formasyonların simge, yaş, oluşum koşulu, dokusal özellikleri ve litolojik özelliklerine göre yaşlıdan gence sıralaması ile aşağıda anlatımları yapılmış ve çalışma alanına ait stratigrafik kolon kesit Şekil 4.1’de, 1/25.000 ölçekli jeoloji haritası ise Ek-A1’de verilmiştir.

Eğrekkaya ve Akyar Baraj Gölü Havzaları’nda Jura – Kuvaterner yaş aralığında oluşum göstermiş kayaç grupları bulunmaktadır. Bölgede bulunan en yaşlı formasyon, Eğrekkaya Barajı drenaj alanının kuzey ucuna yakın bölgede mostra veren Soğukçam formasyonuna ait Kalloviyen-Apsiyen (Orta Jura) kireçtaşlarıdır. Bu birimin üstünde ise Kretase yaşlı kumtaşı, şeyl, kireçtaşı ve tüf’ten oluşan Yenipazar formasyonu yüzeylemektedir.

Çalışma alanının geneline bakıldığında Miyosen döneminde volkanizma evresinin etkin olduğu ve volkanik kökenli kayaçların sahada geniş yayılımlar sunduğu görülmektedir. Çalışma alanının büyük kısmını kapsayan volkanizma ürünleri ve bu volkanizma evresi sonucu oluşum gösteren Uludere, Karasivri, Kirazdağı, Ilıcadere, Deveören, Özlü bazaltı ve Bakacaktepe volkanitleri Alt-Orta Miyosen yaşlı kayaçlardır. Bu birimlerin üzerine açısız uyumsuzlukla gelen Pliyosen yaşlı konglomera, kumtaşı ve kiltaşından oluşan Örencik formasyonu istiflenmiştir. Tüm bu birimlerin üzerine gelen Kuvaterner yaşlı alüvyon ve taraça çökelleri bölgedeki en genç birimlerdir.

4.1.1. Üst Jura - Alt Kretase

Soğukçam Formasyonu (JKs)

Birim Altınlı (1973a,b) tarafından Soğukçam kireçtaşı olarak tanımlanmıştır. İlerleyen zamanlarda Göncüoğlu vd. (1996) tarafından Soğukçam formasyonu olarak incelenmiştir. Çalışma alanında temeli oluşturan bu birim Eğrekkaya Baraj Gölü Havzası'nın kuzeyinde çok küçük bir alanda mostra vermektedir.

Beyaz, krem, pembemsi renkli, çörtlü, kil ara katmanlı, porselenimsi görünümlü, yarı pelajik kireçtaşlarından oluşan formasyon, adını en iyi gözlendiği lokasyon olan Soğukçam köyünden almaktadır. Midye kabuğu şeklindeki kırılmalı kireçtaşları içerisinde yaygın olarak çört yumru ve ara bantları bulunmaktadır. İstifin alt seviyelerinde olistostrom ve kayma yapıları yaygın olarak görülmekte ve bu düzeylerde kalsitürbidit ara bantları mevcuttur. Formasyonun üst seviyelerinde kil oranı artarak, birim killi kireçtaşı ve marn araldanmasına dönüşmektedir. Birimin yaklaşık kalınlığı bölgede 150 – 200 metre dolaylarındadır. Formasyonun alt sınırı Bayırköy formasyonu üzerinde paralel uyumsuz, üst sınırı ise Yenipazar formasyonu ile uyumsuzdur. Bu formasyonda bentik ve planktonik fosil sayısı çoktur. Bu nedenle Üst Jura – Alt Kretase (Kalloviyen – Apsiyen) yaşında olduğu değerlendirilmiştir. Birim, yamaç – havza ortamında çökelmiştir (Duru ve Aksay, 2002).

4.1.2. Alt - Üst Kretase

Yenipazar Formasyonu (Kye)

Yenipazar formasyonu adı Saner (1980) tarafından volkanitli, bloklu, kumtaşı-şeyl araldanmasından oluşan fliş fasiyesindeki çökel istifini için kullanmıştır. Aynı isim kapsamı genişletilerek günümüze kadar gelmiştir. Formasyon çalışma alanında Eğrekkaya Baraj Gölü Havzası kuzeydoğusunda Yağcıhüseyin yerleşiminin doğu kısmında gözlenmektedir.

Yenipazar formasyonu, genel olarak grimsi yeşil renkli, ince-orta tabakalı kumtaşı - şeyl araldanması ile kahverengi ve yeşil volkanit, yeşil renkli marn ve beyaz, bej,

kırmızı, pembe renkli, ince tabakalı mikritik (pelajik - yarı pelajik) kireçtaşı ve sınırlı miktarda konglomeralardan oluşmaktadır. Formasyon, bloklu, volkanitli, kumtaşı – şeyl araldanmasından oluşan fliş fasiyesindedir. Yanal yönde değişim gösteren birimin kalınlığı 500 – 600 metre arasındadır. Yenipazar formasyonu inceleme alanında altta, Soğukçam formasyonu ile uyumsuz dokanaklı, üstte Kızılçay formasyonu ile geçişlidir. Birimin yaşı, fosil içeriğine göre Alt – Üst Kretase (Albiyen – Senomaniyen) olarak değerlendirilmiştir. Birim, havza – yamaç ortamında çökelmeye başlamış, şelf ortamında çökelim sona ermiştir (Duru ve Aksay, 2002).

4.1.3. Alt Miyosen

Karasivri Volkaniti (Tmk)

Birim Türkecan vd. (1991) tarafından adlandırılmıştır. Birim çalışma alanında Akyar Baraj Gölü Havzası'nın güneybatı ucu ile Eğrekkaya Baraj Gölü Havzası'nın güney ve doğu kesimlerinde dağınık olarak gözlenmektedir. Formasyon, dasit ve riyolit türde lav, tüf ve aglomeradan oluşmaktadır. Lavlar daha çok beyaz, gri, pembe renkli, akma yapılı, yer yer blok lav gibi görülmektedir. Lavların andezit, dasit olanları porfiritik dokuda, riyolitler ise camsı, akma yapısı göstermektedir. Tüfler ise beyaz, pembe renklerde olup yer yer perlitleşmişlerdir. Türkecan vd. (1991) tarafından fizyon izi yöntemiyle yaptırılan analizler ile formasyonun yaşı 17,9 milyon yıl ile 23 milyon yıl aralığında tespit edilmiş olup birim Alt Miyosen yaşlıdır (Sevin ve Aksay, 2002).

Kirazdağı Volkaniti (Tmki)

Birim Türkecan vd. (1991) tarafından adlandırılmıştır. Birim çalışma alanında Akyar Baraj Gölü Havzası'nın kuzey sınırında ve Eğrekkaya Baraj Gölü Havzası'nda Semeler mahallesi ile Güvem bucağı dolaylarında gözlenmektedir.

Andezit ve piroklastiklerden oluşan birim, siyah, gri, pembe, grimsi yeşil renklerdeki lavlar, akma yapılı, ince-kalın katmanlı, porfirik dokulu, çatlaklı olup çatlakları silisli oluşuklar doldurmuştur. Birim Uludere piroklastikleri içinde Karasivri volkanitlerinin üzerindeki aglomera düzeyinin üstünde yer almaktadır. Türkecan vd. (1991) tarafından

K/Ar yöntemi ile yaptırılan yaş tayinine göre birim Alt Miyosen yaşlıdır (Sevin ve Aksay, 2002).

4.1.4. Alt – Orta Miyosen

Hançili Formasyonu (Tmh)

Birim Akyürek vd. (1980) tarafından adlandırılmış olup çalışma alanında Eğrekkaya Baraj Gölü Havzası'nın batısı ile Akyar Baraj Gölü Havzası'nın doğusunda mostra vermektedir.

Formasyon beyaz, gri renkte, orta-kalın tabakalı çörtlü kireçtaşı, beyaz, sarı renkli, orta tabakalı kumtaşı, gri, yeşil renkli ince tabakalı yer yer kartonumsu seviyeler içeren kilaşları ile tüflerden oluşmaktadır. Birimin içinde kömür düzeyleri, killi seviyelerde yaprak ve makrofosil mevcuttur. Birim kendisinden yaşlı formasyonlar üzerinde uyumsuz olarak bulunur. Yanal yönde Uludere piroklastikleri ile girik, üstten ise Örencik formasyonu tarafından uyumsuz olarak örtülür. Birim görsel ortamda çökelmiştir. Formasyonun yaşı fosil içeriğine göre Alt – Orta Miyosen (Serravaliyen-Tortoniyen) olarak saptanmıştır (Duru ve Aksay, 2002).

Bakacaktepe Volkaniti (Tmb)

Birim Türkecan vd. (1991) tarafından adlandırılmıştır. Birim çalışma alanında Akyar Baraj Gölü Havzası'nın üst kotlarında yaygın olarak izlenirken Eğrekkaya Baraj Gölü Havzası'nda Hıdırlar, Yukarıçanlı, Belpınar ve Yağcıhüseyin mahallelerinin olduğu bölgede geniş bir mostra vermektedir.

Andezit, dasit lav, aglomera ve tüflerden oluşan birim, adını en iyi yüzeylendiği yerden almaktadır. Birim, gri, yeşil, bej, siyah, pembe renkli lavlar, üst düzeylerde levhamsı, alt düzeylerde masif, yer yer de domsu yapı gösterirken, viskozitesinin düşüklüğü nedeniyle geniş alanda yayılım göstermektedir. Birimde gözlenen beyaz renkli, iri feldspatlar Deveören Volkanitlerinden ayrılmasında kolaylık sağlamaktadır Birim içerisinde bulunan aglomeralar siyah, gri, pembe, kahverengi renkli, yan köşeli, yuvarlak, 1-30 m arasında değişen boyutlardaki dasit, andezit parçalarının tüfle

tutturulmasından oluşmaktadır. Aglomeralar, kalın katmanlı yer yer masif görünümlü iken tüfler aglomera tabakaları arasında bantlar halinde yer alır. Karasal ortam çökeli olan birimin yaşı ise Alt – Orta Miyosen olarak belirlenmiştir (Sevin ve Aksay, 2002).

4.1.5. Orta Miyosen

Ilcadere Volkaniti (Tm1)

Birim Türkecan vd. (1991) tarafından adlandırılmıştır. Formasyon Eğrekkaya Baraj Gölü Havzası'nda da Akyar Baraj Gölü Havzası'nda da dağınık ve yaygın bir şekilde mostra vermektedir.

Bazaltik, andezitik lavlar ve aglomeralardan oluşan birim, siyah, gri, kırmızı, kahverengi renklerde, bloklu, masif, cüruf biçimlerinde görünen lavlar, bazaltik andezit ve bazalt türündedir. Aglomeralar sarı, gri, kırmızı ve kahverenginin değişik tonlarında olup, bazen küçük blok ve çakılların sarı renkli tüfle, bazen de iri blokların gri renkli tüfle tutturulmasından oluşmuş, tabakalı veya yığılım biçiminde gözlenmektedir. Uludere piroklastikleri ile Hançili formasyonu içine akmış lavlar, akma düzeylerini pişirmiş, üstte ise Deveören lav ve piroklastikleri ile örtülmüştür. Birim göreceli olarak Orta Miyosen yaşlıdır (Sevin ve Aksay, 2002).

Deveören Volkaniti (Tmd)

Birim Türkecan vd. (1991) tarafından Kıbrısçık ilçesine bağlı Deveören köyü dolaylarında izlenmesi üzerine adlandırılmıştır. Birim Eğrekkaya Baraj Gölü Havzası'nın doğusu ile Akyar Baraj Gölü Havzası'nın iç kesimlerinde geniş yayılım sunmaktadır.

Dasit, andezit türü lavlar ile aglomera ve tüflerden oluşan birim Deveören volkaniti olarak adlandırılmıştır. Gri, yeşil, siyah, kahverengi renkli, yer yer masif görünümlü, genelde levhamsı akmalı lavlar, hamurlarında bol cam içermekte ve kimyasal analizlerine göre de dasitik bir volkanizma karakterindedir. Beyaz pembe renkli tüfler ile kırmızı şarabi renkli aglomeralar birimin diğer litolojilerini oluşturmaktadır.

Deveören volkanitleri, Ilıcadere volkanitleri üzerinde, Bakacaktepe lavlarının da altında yer alıp Orta Miyosen yaşındadır (Sevin ve Aksay, 2002).

4.1.6. Üst Miyosen

Özlu Bazaltı (Tmö)

Birim Türkecan vd. (1991) tarafından adlandırılmıştır. Birimin çalışma alanındaki en geniş mostrası Akyar Baraj Gölü Havzası'nda Süleler mahallesinin kuzeyinde gözlenmektedir.

Özlu Bazaltı, koyu kahverengi, gri, siyah, kızıl kahve, soğuma eklemli, yersel gaz boşluklu, yoğunlukla kompakt, gaz boşlukları ikinci materyalle dolmuş bazaltlarla temsil edilmektedir. Petrografik olarak olivin fenokristalli, plajiyoklaz ve porfirik dokuludur. Birim, Miyosen birimlerini üzerlerken, Üst Pliyosen yaşlı çökellerle örtüldüğünden Üst Miyosen yaşlı kabul edilmiştir (Sevin ve Aksay, 2002).

4.1.7. Pliyosen

Örencik Formasyonu (Tplö)

Birim Aydın vd. (1987) tarafından adlandırılmıştır. Birim çalışma alanında, Akyar Baraj Gölü Havzası'nda kalan Üyücek ve Gebeler yerleşimlerinin yakın çevresinde gözlenmektedir.

Kumtaşı, karasal konglomera, çamurtaşı ardalıktan oluşan birim, en iyi mostra verdiği lokasyondan adlandırılması yapılmıştır. Birim, kırmızı, kahve renkli, sarımsı kırmızı, kumtaşı, konglomera, çamurtaşı ardalıktan ile temsil edilmektedir. Birim genelde çok az tutturulmuş olup, orta-kalın tabakalı yer yer tabaklanma belirsizdir. Konglomeralar, kötü boylanmalı, aşınmalı tabanlı olup çakılları yuvarlak-az yuvarlaktır. Üste doğru kumtaşlarına ve çamurtaşlarına dereceli geçişler gözlenmektedir Kumtaşlarında sarımsı kırmızı renk hakim olup, ince- orta-kaba tanelidirler. Kumtaşı tabakalarında paralel ve çapraz laminalar şeklinde gözlenmektedir. Birim 50-150 m arasında bir kalınlıktadır. Formasyon içerisinde fosil

tespit edilememiştir. Bu nedenle stratigrafik konumuna dayanarak birimin yaşı Pliyosen olarak verilmiştir. Örencik Formasyonunun kaya türü özellikleri birimin akarsu ortamında çökelmiş olduğunu göstermektedir. (Sevin ve Aksay, 2002).

4.1.8. Kuvaterner

Taraça Çökelleri (Qt)

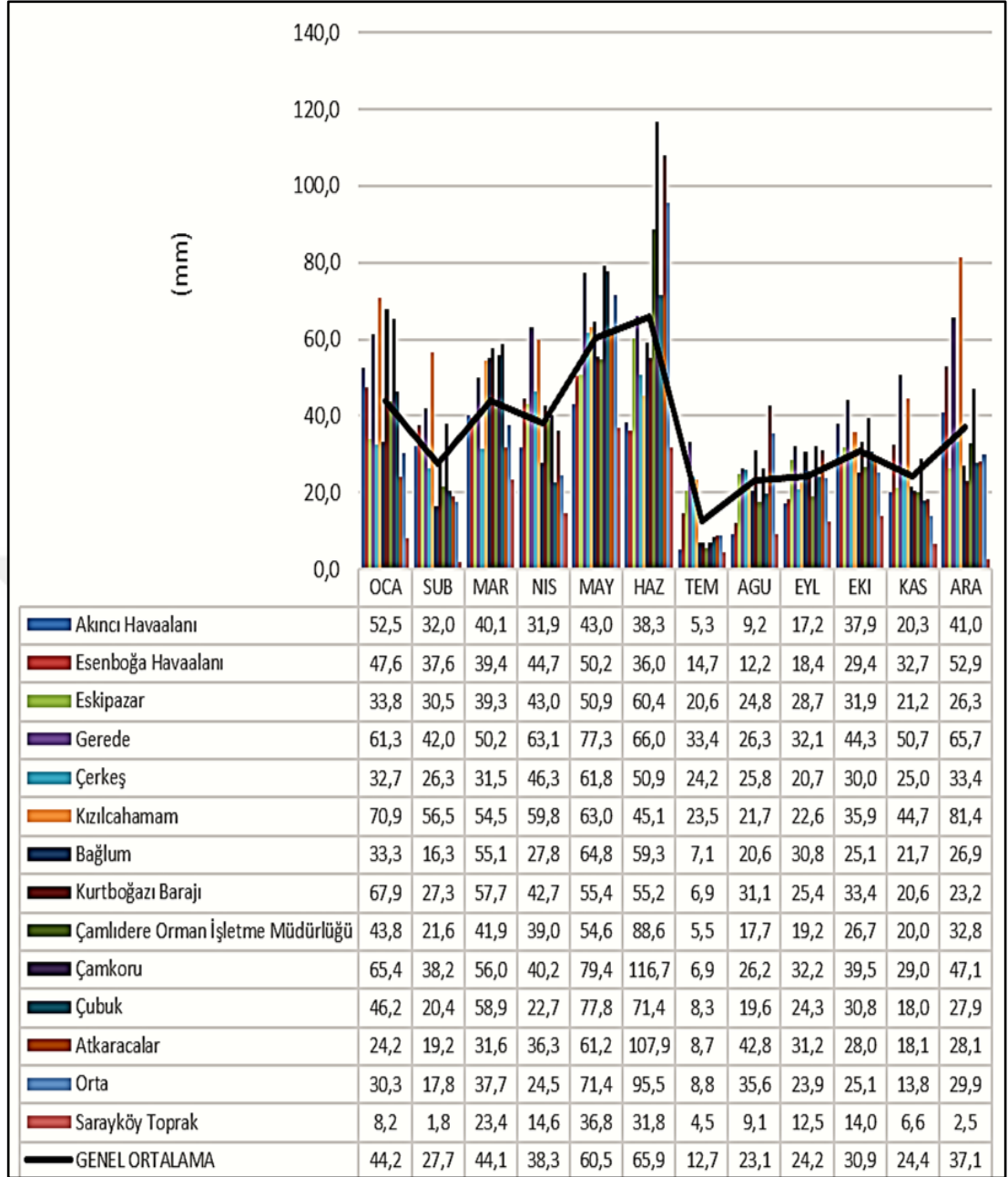
Birim, yamaç yükseltilerinin başladığı kesimlerde (eteklerde) yer yer yamalar halinde görülen eski alüviyal çökellerdir (çakıl, kum, çamur) (Bilginer vd., 2002). Taraça çökelleri, Akyar Barajı havzasında Süleler Köyü doğusunda, Eğrekkaya Barajı havzasında ise havzanın doğu kısmında ufak mostralar vermektedir.

Alüvyon (Qal)

Akarsu yataklarında, eski çukurluklar üzerine gelişmiş düz alanlardaki çakıl, kum, çamur çökelleri halinde gözlenen birim (Sevin ve Aksay, 2002) Eğrekkaya ve Akyar Baraj havzalarında özellikle rezervuar alanı ve akarsu yataklarında çökelim göstermiştir.

4.2. Hidrolojik Özellikler

Çalışma alanının hidrolojik özelliklerinin değerlendirilmesi aşamasında çalışma alanı ve çevresindeki meteoroloji istasyonlarına ait verilerden faydalanılmıştır. Çalışma alanı ve yakın çevresindeki meteoroloji istasyonlarının konumlarını gösterir harita Şekil 4.2’de verilmiştir.

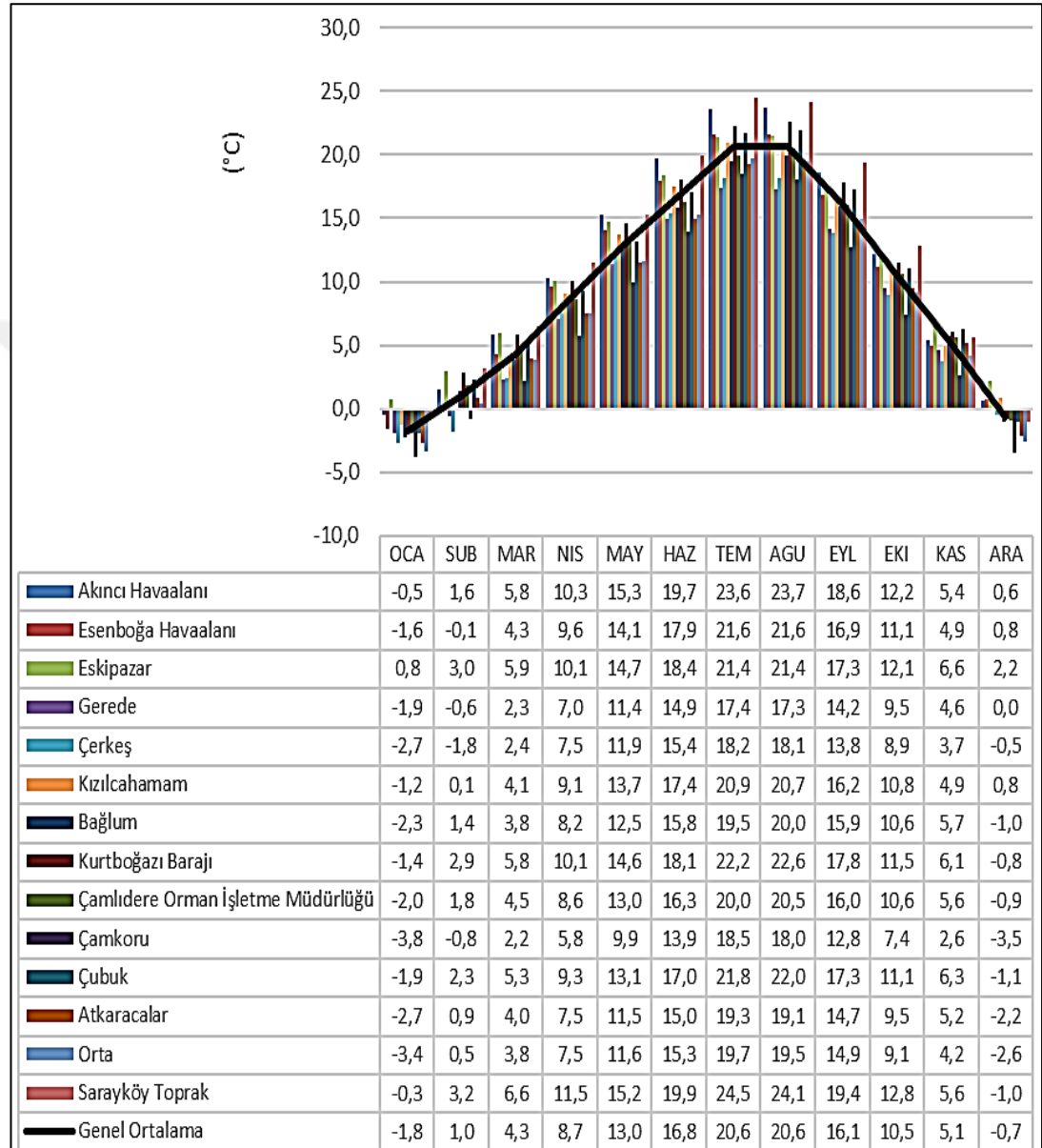


Şekil 4.3. Çalışma alanı çevresinde yer alan MGİ'lerin aylık uzun dönem ortalama yağışları (ASKİ, 2021)

Çalışma alanı çevresindeki istasyonların aylık toplam yağış ortalamaları değerlendirildiğinde, ilkbahar ayları yağışlı, yaz ayları ve sonbahar ayları diğer mevsimlere oranla az yağışlı aylardır. En az yağış alan ay Temmuz (12,7 mm) iken en yağışlı ay Haziran ayıdır (65,9 mm). İstasyonlara ait yağış değerleri karşılaştırıldığında ise kuzeyde kalan istasyonların güneye oranla daha fazla yağış kaydettiği görülmektedir.

4.2.2. Sıcaklık

Çalışma alanı çevresinde yer alan ve sıcaklık verisi mevcut olan istasyonlara ait aylık ortalama sıcaklık değerleri karşılaştırmalı olarak Şekil 4.4’de verilmiştir.



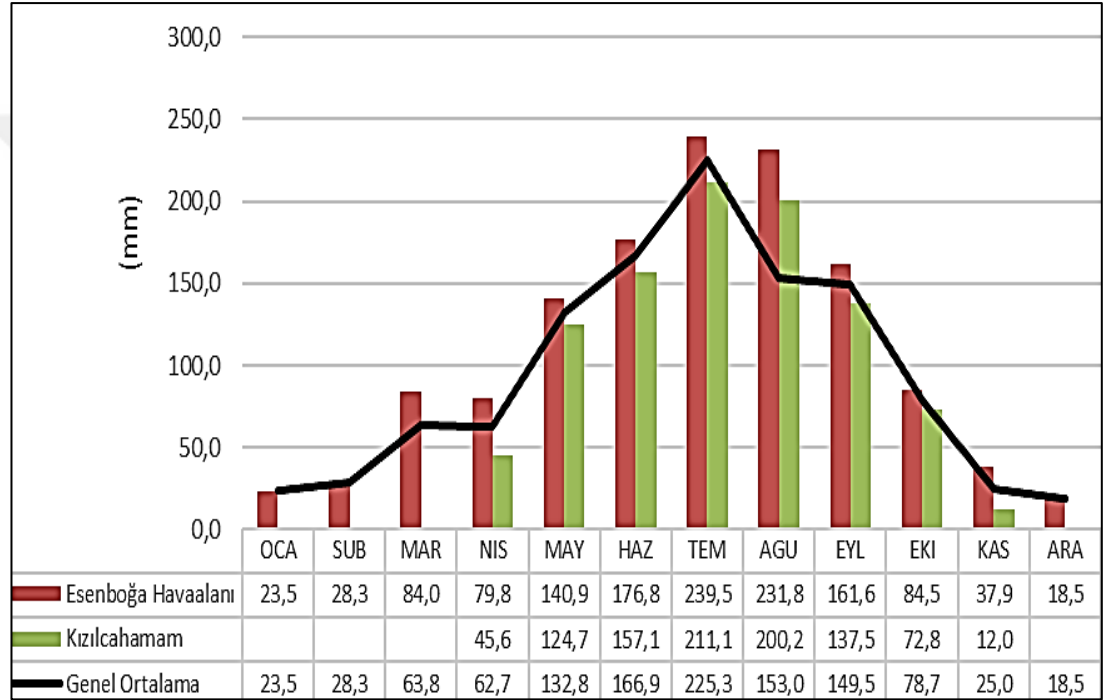
Şekil 4.4. Çalışma alanı çevresinde bulunan MGI'lerin aylık ortalama sıcaklıkları (ASKİ, 2021)

Çalışma alanının ortalama aylık sıcaklıklarına bakıldığında en yüksek değer Temmuz ve Ağustos aylarında (20,6 °C), en düşük değer ise Ocak ayında (-1,8 °C) görülmüştür. Çalışma alanında Sarayköy Toprak MGI (11,8 °C) en yüksek yıllık sıcaklık ortalamasına sahiptir. Çamkoru (6,9 °C) MGI ise yüksek irtifada kurulu düşük sıcaklık

değerlerini işaret eden istasyondur. Ölçülen sıcaklık değerlerine göre havzanın yıllık sıcaklık ortalaması 9,5 °C'dir.

4.2.3. Açık yüzey buharlaşması

Çalışma alanı çevresinde yer alan ve açık yüzey buharlaşma verisi mevcut olan istasyonlara ait aylık ortalama buharlaşma değerleri karşılaştırmalı olarak Şekil 4.5'de verilmiştir.



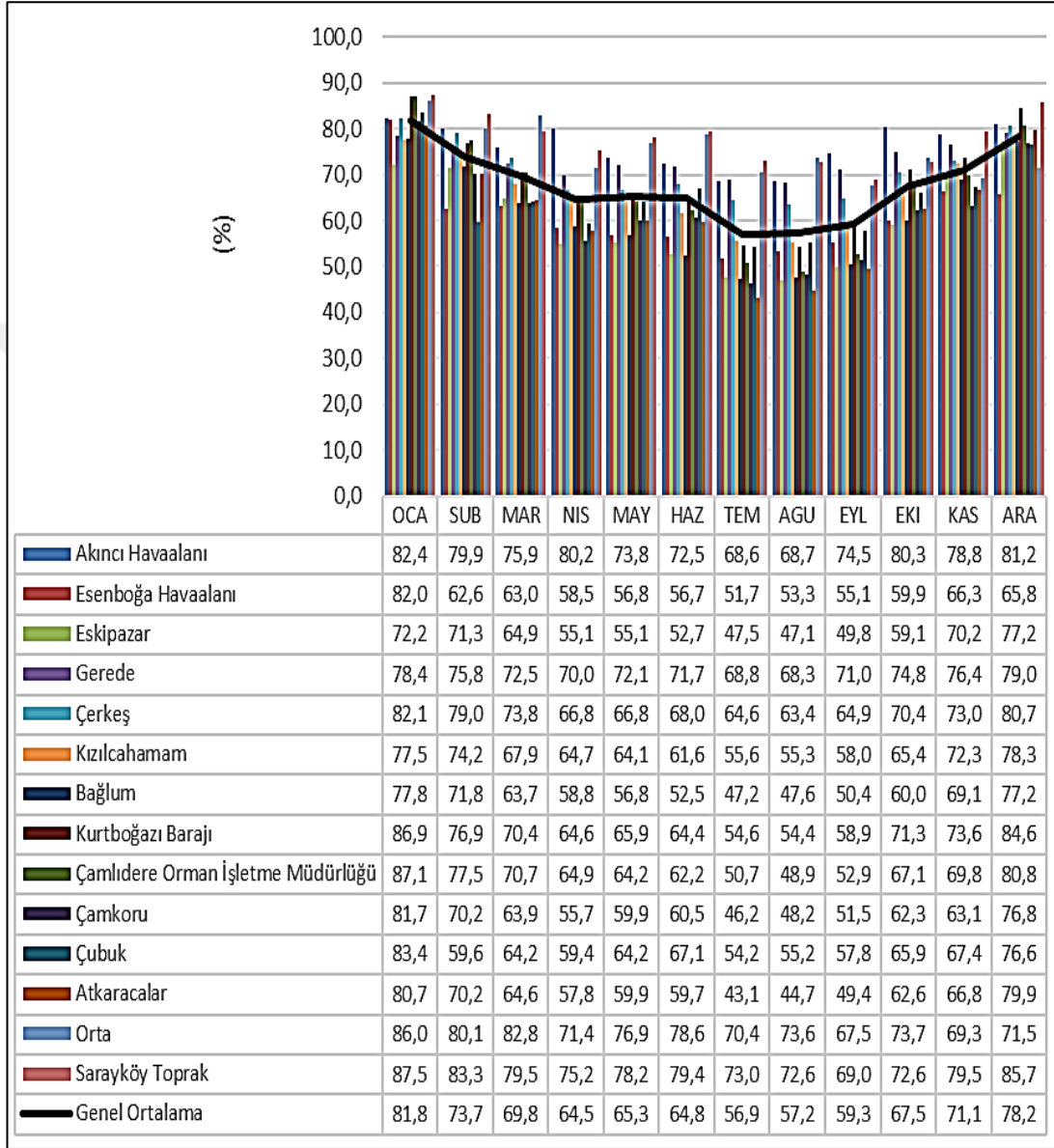
Şekil 4.5. Çalışma alanı çevresindeki MGI'lerin aylık ortalama buharlaşmaları (ASKİ, 2021)

Çalışma alanında ölçülmüş olan ortalama aylık buharlaşma değerlerine göre en yüksek değer Temmuz ayında (225,3 mm), en düşük değer ise Aralık ayında (18,5 mm) olarak kaydedilmiştir.

Açık yüzey buharlaşma ölçümü yapılan meteoroloji istasyonlarına ait yıllık toplam buharlaşma değerlerinin uzun yıllar toplam ortalama değerlerine göre en yüksek değer Esenboğa Havaalanı (239,5 mm) istasyonunda, en düşük değer ise Akıncı Havaalanı (70,6 mm) istasyonunda ölçülmüştür.

4.2.4. Bağlı nem

Çalışma alanı çevresinde yer alan ve bağlı nem verisi mevcut olan istasyonlara ait aylık ortalama bağlı nem değerleri karşılaştırmalı olarak Şekil 4.6’da verilmiştir.



Şekil 4.6. Çalışma alanı çevresindeki MGI’lerin aylık bağlı nem değerleri (ASKİ, 2021)

Çalışma alanı ve çevresinde kaydedilmiş olan aylık ortalama bağlı nem en fazla Ocak ayında (81,8%) ve en az Temmuz ayında (56,9%) görülmüştür. Bölgenin yıllık ortalama bağlı nem verilerine bakıldığında en yüksek değer Sarayköy Toprak istasyonunda (78 %) ve en düşük değer Peçenek istasyonunda (60,2 %) görülmüştür.

4.3. Hidrojeolojik Özellikler

4.3.1. Litolojik birimlerin hidrojeolojik özellikleri

Eğrekkaya ve Akyar Baraj Gölü Havzaları'na ait hidrojeoloji haritası hazırlanmış olup EK-A2'de verilmiştir. Çalışma alanında gözlenen birimlerin hidrojeolojik özellikleri incelendiğinde; Kuvaterner çökelleri ile (alüvyon ve taraça) Örencik formasyonunun konglomera – kumtaşı seviyeleri akifer olarak tanımlanmıştır. Bu birimler iki baraj havzasında da rezervuar çevresi ve vadi kenarlarında gözlenmektedir.

Çalışma alanının büyük kısmı volkanik kayaç grubuna ait andezit, bazalt, aglomera ve tuf birimlerinden oluşmaktadır. Bu volkanik birimlerin homojen bir yayılım içinde olmaması akifer özelliğini zayıflatmıştır. Bölgede Miyosen döneminde oluşum göstermiş volkanik kayaçlar akifüj olarak değerlendirilmekte ve az geçirimli özellik göstermektedir. Bu birimlerin kırık – çatlak sistemleri içinde yeraltısu dolaşımına izin veren seviyeleri, mevsimsel yağışlara bağlı olarak içerdikleri yeraltısu ile vadi tabanındaki akarsu beslenimlerine katkı sağlamakta ya da kaynak çıkışları şeklinde boşalmaktadır (ASKİ, 2021). Geçmiş yıllarda DSİ ve Su Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından yapılan çalışmalar kapsamında, Eğrekkaya - Akyar Baraj Gölü Havzaları'nda akifer ve YAS kütlesi olarak sadece alüvyon birimleri değerlendirilmiştir.

Akifer ve akifüj birimleri dışında, orta derecede geçirimliğe sahip olup akitard birim olarak tanımlanmış birimler Eğrekkaya Baraj Gölü Havzası'nın doğu ucunda yüzeyleyen Yenipazar formasyonuna ait kumtaşı, şeyl, kireçtaşı ve tuf birimleridir. Bu formasyon üzerinde açılmış belgeli kuyular bulunmakta olup birçok kuyunun debisi 0.5 - 3 L/s arasında değişmektedir. Bölgede ASKİ tarafından açılan bazı derin sondaj kuyularının da kuru çıktığı bilinmektedir (ASKİ, 2021).

Bölgede tektonik faaliyetler sonucu oluşum gösteren fay, bindirme gibi çizgisel yapılar vasıtası ile jeotermal kaynak çıkışları da bulunmaktadır. Çalışma alanı içerisinde özellikle Eğrekkaya Baraj Gölü havzasında Seyhamamı bölgesinde kuzey-güney doğrultulu faylarda sıcak su – mineralli kaynak çıkışları bulunmaktadır. Çalışma alanı içinde karstik özelliğe sahip tek birim Soğukçam formasyonuna ait karbonatlı kayaçlar

olup bu kayacın yüzelediği alan Eğrekkaya Baraj Gölü havzasının kuzey kesimleridir. Ancak bu mostra oldukça küçük ve sınırlı bir alanı kapsadığı için çalışma alanı içinde karstlaşma sonucu yeraltısuyu dolaşımını kontrol edecek bir yapı olarak değerlendirilmemiştir.

4.3.2. Su tablası – yeraltısuyu seviye değişimleri

Eğrekkaya ve Akyar Baraj Gölü havzaları için yeraltısuyu seviye dağılımı ve yeraltı suyu akımına ilişkin değerlendirme yapılırken havzalarda yer alan toplam 74 adet kuyuya (ASKİ ve şahıs kuyusu) ait veriler kullanılmıştır (Çizelge 4.1.). Bu kuyuların seviye değerleri incelendiğinde; zeminden yeraltısuyu seviyesine olan derinliğin 2,00 m ile 126,00 m arasında değiştiği; dinamik su seviyesinin ise 10,00 m 168,00 m arasında değiştiği görülmüştür. Her bir kuyunun topoğrafik kot değerlerinden statik seviyeye olan derinliğin çıkartılması ile yeraltısuyu seviye değerleri hesaplanmıştır. Akyar Barajı beslenme alanı içinde yeraltısuyu seviye değerlerinin 1244,98 – 1601,00 m arasında, Eğrekkaya Barajı beslenme alanı içinde yeraltısuyu seviye değerlerinin 1032,99 – 1900,97 m arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1. Eğrekkaya ve Akyar Baraj Gölü Havzaları'nda yer alan kuyular (ASKİ, 2021)

Kuyu adı	Debi lt/sn	YAS seviyesine derinlik (m)	Zemin kotu (m)	Yeraltı suyu seviyesi (m)	Dinamik su seviyesi (m)	Havza
Talat Akçaoğlu-Nermin Akin	1,00	23,00	1235,54	1212,54	40,00	Eğrekkaya
Ahmet Ercan	1,00	18,35	1189,12	1170,77	22,65	Eğrekkaya
S.S. Haberciler Konut Yapı Kooperatifi	6,00	18,00	1477,96	1459,96	28,00	Eğrekkaya
Nurgül Aşık	1,50	9,00	1495,43	1486,43	20,00	Eğrekkaya
Siğmatullah Önder	1,00	17,00	1521,43	1504,43	68,00	Eğrekkaya
İbrahim Çakiroğlu	2,00	22,00	1558,45	1536,45	96,32	Eğrekkaya
Durdu Özpolat	1,00	25,00	1577,79	1552,79	68,00	Eğrekkaya
Ensar Ülker	0,50	20,00	1489,63	1469,63	56,00	Eğrekkaya
Nafiz Ülgen	2,00	37,00	1560,71	1523,71	60,00	Eğrekkaya
Siğmatullah Önder	1,50	43,15	1618,74	1575,59	80,65	Eğrekkaya
Betül Bayrak	1,00	18,00	1500,62	1482,62	73,00	Eğrekkaya

Kuyu adı	Debi lt/sn	YAS seviyesine derinlik (m)	Zemin kotu (m)	Yeraltı suyu seviyesi (m)	Dinamik su seviyesi (m)	Havza
Ersan Renda-Haydar Saka	0,60	15,00	1331,51	1316,51	30,00	Eğrekkaya
Merih Güney	1,50	7,38	1040,37	1032,99	64,82	Eğrekkaya
Ayhan Barut ve Ort.	1,50	18,00	1246,12	1228,12	73,00	Eğrekkaya
Gülen Ergül	1,00	21,00	1209,66	1188,66	73,00	Eğrekkaya
Murat Bozkurt	3,00	11,00	1275,54	1264,54	83,00	Eğrekkaya
Gökhan Ulusoy	5,00	12,00	1346,66	1334,66	35,75	Eğrekkaya
Siğmatullah Önder	1,00	21,00	1211,58	1190,58	73,00	Eğrekkaya
Siğmatullah Önder	1,00	37,00	1266,59	1229,59	63,00	Eğrekkaya
Akin Aksümer ve Ortakları	2,00	70,12	1262,32	1192,20	94,50	Eğrekkaya
Servet Arslan	2,00	17,50	1438,04	1420,54	42,00	Eğrekkaya
Servet Arslan	1,50	40,00	1478,01	1438,01	67,50	Eğrekkaya
Mustafa Barut ve Ort.	1,50	43,15	1379,16	1336,01	80,65	Eğrekkaya
Ömer Ferit Saraçoğlu ve Ortakları	1,00	12,00	1224,19	1212,19	64,00	Eğrekkaya
Haci Okman ve Ortakları	1,00	29,00	1122,02	1093,02	76,00	Eğrekkaya
İsmail Tunaboşlu	0,50	20,00	1660,16	1640,16	85,00	Eğrekkaya
Hüseyin Erdoğan	1,00	12,00	1645,38	1633,38	50,00	Eğrekkaya
İsmet Doğanay	3,00	38,50	1601,87	1563,37	60,00	Eğrekkaya
Yaşar Demirci	0,10	8,00	1281,07	1273,07	15,00	Eğrekkaya
Selda Kiliç ve Ortakları	1,00	27,30	1860,00	1832,70	48,50	Eğrekkaya
Şevki Kepenek	1,50	16,10	1771,01	1754,91	74,90	Eğrekkaya
Şefik Songül	2,00	29,36	1846,28	1816,92	50,17	Eğrekkaya
İlhan Coşkun	1,50	25,00	1628,53	1603,53	39,00	Eğrekkaya
Halil Gedik ve İştirakçileri	2,00	6,00	1590,00	1584,00	50,00	Eğrekkaya
Süleyman Şengül	1,00	17,00	1795,77	1778,77	68,00	Eğrekkaya
Aziz Celep	2,00	15,00	1798,85	1783,85	40,00	Eğrekkaya
Ahmet Aydeniz	1,50	8,30	1742,10	1733,80	20,50	Eğrekkaya
Mehmet Bozkurt	1,50	14,00	1585,43	1571,43	67,00	Eğrekkaya
Cemalettin Aytemiz	3,00	6,95	1488,68	1481,73	14,90	Eğrekkaya
Sadettin Ayaz	3,00	23,55	1708,42	1684,87	47,20	Eğrekkaya
Ahmet Aydeniz	2,50	19,30	1920,27	1900,97	30,00	Eğrekkaya
Rahmetullah İnal	1,50	25,00	1565,72	1540,72	66,00	Eğrekkaya
Ahmet Tuna	2,50	18,80	1539,45	1520,65	67,60	Eğrekkaya
Hüseyin Bediz	2,00	12,11	1228,98	1216,87	46,50	Eğrekkaya
Nuri Dağdağ	0,15	34,00	1286,73	1252,73	60,00	Eğrekkaya

Kuyu adı	Debi lt/sn	YAS seviyesine derinlik (m)	Zemin kotu (m)	Yeraltı suyu seviyesi (m)	Dinamik su seviyesi (m)	Havza
Muharrem Kamberoğlu	1,00	22,50	1451,63	1429,13	34,00	Eğrekkaya
Rıza Duman	3,00	17,80	1721,00	1703,20	28,00	Eğrekkaya
Osman Can	1,00	25,00	1313,32	1288,32	45,00	Eğrekkaya
Adnan Sari	0,50	38,00	1210,00	1172,00	63,50	Eğrekkaya
Neriman Can ve Ortakları	0,50	10,00	1492,03	1482,03	50,00	Eğrekkaya
Hasan Bülbül ve Ortakları	0,50	12,52	1589,64	1577,12	60,27	Eğrekkaya
Mehmet Bilgin ve Ortakları	1,00	30,00	1621,96	1591,96	104,00	Eğrekkaya
Beşir Acar	1,00	2,00	1259,87	1257,87	35,00	Eğrekkaya
Ahmet Aydeniz	2,50	18,50	1809,41	1790,91	31,00	Eğrekkaya
Rifat Uğrar	3,00	18,50	1809,41	1790,91	48,50	Eğrekkaya
S.S. Batikent Kara Yapı Koop.	0,50	47,50	1279,03	1231,53	65,00	Eğrekkaya
Şener Aktaş	3,00	26,20	1640,19	1613,99	60,00	Eğrekkaya
Ahmet Baltacıoğlu	1,00	10,20	1462,68	1452,48	33,01	Akyar
Serap Altun	5,00	8,00	1396,48	1388,48	21,00	Akyar
Alisan Tosun	2,00	30,00	1349,69	1319,69	56,00	Akyar
Faruk Tuğcu	1,50	16,00	1400,00	1384,00	36,50	Akyar
Osman-Rabiya Yüksel	3,00	3,00	1247,98	1244,98	21,00	Akyar
Hasan Biri	2,00	29,00	1630,00	1601,00	76,00	Akyar
Mehmet-İsmail Ateş	0,40	45,00	1531,16	1486,16	60,00	Akyar
İbrahim Yazar	15,00	8,00	1379,04	1371,04	21,00	Akyar
Mithat Coşkun	0,50	42,00	1361,31	1319,31	60,00	Akyar
ASKİ	5,00	2,00	1070,00	1068,00	10,00	Eğrekkaya
ASKİ	0,80	27,00	1641,00	1614,00	72,00	Eğrekkaya
ASKİ	7,00	12,00	1637,89	1625,89	54,00	Eğrekkaya
ASKİ	6,00	1,00	1347,54	1346,54	81,00	Eğrekkaya
ASKİ	2,00	110,00	1399,52	1289,52	153,00	Akyar
ASKİ	1,00	96,00	1394,46	1298,46	143,00	Akyar
ASKİ	2,00	74,00	1516,04	1442,04	148,00	Akyar
ASKİ	-	126,00	1530,75	1404,75	168,00	Akyar

Eğrekkaya ve Akyar Baraj Gölü havzalarında yer alan ve konum bilgileri Ek-A2’de belirtilen kuyular ile kaynak boşalımının çoğunlukla lokal olarak yeraltı suyu ihtiva eden ve çalışma alanına hakim olan volkanik kayalar içerisinde olduğu görülmektedir. Volkanik birimlerin önemli akifer özelliği göstermemesi ve havza ölçeğinde yeraltısu dolaşımına imkan sağlayacak bir yapıya sahip olmaması

sebebiyle yeraltısuyu akım yönü tayinine ilişkin bir çalışma yapılmamıştır. Ancak her iki havzada da akifer olarak nitelendirilen ve vadi/rezervuar çevresinde gözlenen Kuvaterner çökellerinde, mevsimlik seviye değişimine bağlı olarak topoğrafya ile uyumlu sığ bir yeraltısuyu dolaşımı söz konusudur.

4.3.3. Kaynaklar

Soğuk Su Kaynakları

Eğrekkaya ve Akyar Baraj Gölü Havzası içerisinde çok sayıda kaynak çıkışı bulunmakta olup bu kaynakların debileri değişkenlik göstermektedir. Kaynakların büyük çoğunluğu, isale hatları ve terfi yapıları ile köylere ulaştırılıp çeşme haline getirilmiştir. Çeşme haline getirilen bu kaynak suları, genelde köylüler tarafından içme-kullanma suyu olarak kullanılmaktadır. Ocak-Şubat 2019 döneminde yapılan arazi çalışmalarında çoğu çeşmenin akış gösterdiği ve ortalama 1-4 l/s arasında debi değerlerine sahip olduğu görülmüştür (ASKİ, 2021).

Çalışma alanındaki kaynak boşalımlarının birçoğu, volkanik birimler içindeki kırık-çatlak ve formasyon dokanaklarındaki faylanmalar sonucunda oluşmuştur. Bunun nedeninin, bölgede tektonizmanın yoğun etkinliği sonucunda volkanik kayaların yüzeye yakın seviyelerinde oluşum göstermiş özellikle bazalt birimlerinin çatlaklarındaki sığ dolaşım olduğu düşünülmektedir. Kaynak boşalımlarının gözlemlendiği lokasyonlar daha çok volkanik kayalar içindeki kırık-çatlak yapıları, fay gibi çizgisel yapılar ve litolojik değişim gösteren kontak zonlardır. Özellikle Eğrekkaya Baraj Gölü drenaj alanı kuzey bölümünde, faylanmaların yoğunlaştığı alanda çok sayıda kaynak çıkışı bulunmaktadır (EK-A2).

4.3.4. Sıcak su kaynakları

Çalışma alanı, ülkemizdeki en önemli jeotermal sahalardan birisi olan Kızılcahamam sıcak su kaynaklarının oluşum mekanizması olan derin dolaşım sahalarının içinde kalmaktadır. Eğrekkaya alt havzasında bulunan Seyhamamı sıcak su kaynağı olarak doğal çıkış yapmaktadır. Seyhamamı sıcak su kaynağı 23 °C - 43 °C sıcaklıkta olup elektriksel iletkenlik değeri 1029 µS/cm – 3700 µS/cm arasında değişmektedir.

Kızılcahamam jeotermal sahasındaki suların sıcaklıkları 42 °C - 81 °C arasında olup oldukça yüksek sıcaklığa sahiptir. Seyhamamı sıcak su kaynağının sıcaklığının düşük olması, sığ dolaşım yapması ve alüvyon akiferinde bulunan soğuksuyla karışımı ile ilgili olarak değerlendirilmektedir (Pasvanoğlu ve Çelik 2018).

Sıcak su kaynakları içerisinde F, B, Li, Rb, Sr ve Cs gibi minör elementler bulunmakta olup bu elementler daha çok sıcak su-kayaç ilişkisinden kaynaklanmaktadır. Seyhamamı kaynak çıkış grubu olarak değerlendirilen bölgedeki genel su karakteri Na – Ca – HCO₃ tipindedir. Yapılmış olan izotop çalışmaları sonucunda, bahsi geçen sıcak su kaynaklarının beslenme kotlarının 1350 – 1750 m arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre, Seyhamamı sıcak su kaynaklarının beslenme yeri Işık Dağının zirveleri olarak belirlenmiştir (Pasvanoğlu ve Çelik, 2018).

4.3.5. Yeraltısu kalitesi ve hidrojeokimyasal özellikleri

ASKİ Genel Müdürlüğü tarafından 2019 yılında her iki baraj gölü havzasından toplam 20 lokasyondan yeraltısu örnekleri alınmış olup numune noktalarına ait koordinat bilgileri Çizelge 4.2’de verilmiştir. Örnekleme çalışması yağışlı ve kurak dönemleri temsil edecek şekilde Nisan-2019 (yağışlı dönem) ve Ekim-2019 (kurak dönem) dönemlerinde yapılmış ve elde edilen analiz sonuçları “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik”te belirtilen parametreler özelinde değerlendirilmiştir. Su örneklerine ait fizikokimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.3, Çizelge 4.4, Çizelge 4.5 ve Çizelge 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.2. Eğrekkaya ve Akyar Baraj Gölü havzaları YAS örnekleme noktaları

AD	Açıklama	Yerleşim	Coğrafik WGS-84	
			Enlem	Boylam
EY-1	Kuyu	Oğlakçı mah.	40,522657	32,656048
EY-2	Çeşme	Güvem mah.	40,595715	32,645185
EY-3	Çeşme	Hıdırlar mah.	40,664952	32,665739
EY-4	Kuyu	Güvem mah.	40,596031	32,659381
EY-5	Kuyu	Beşkonak mah.	40,627862	32,688833
EY-6	Kuyu	Yukarıçamlı mah.	40,656260	32,696215
EY-7	Çeşme	Salin mah.	40,643051	32,739531
EY-8	Kuyu	Eğerlikuzören mah.	40,604296	32,752999
EY-9	Çeşme	Akçabayır mah.	40,566239	32,719179
EY-10	Çeşme	Değirmenciler mah.	40,574918	32,785769
AY-1	Kuyu	Üyecek mah.	40,600890	32,488222
AY-2	Çeşme	Gebeler mah.	40,630473	32,510630
AY-3	Çeşme	Berçinyayalar mah.	40,640212	32,508776
AY-4	Çeşme	Şahinler mah.	40,663565	32,505110
AY-5	Çeşme	Şahinler mah.	40,668404	32,460566
AY-6	Çeşme	Demirler köyü	40,674059	32,509953
AY-7	Çeşme	Demirler köyü	40,692525	32,495083
AY-8	Çeşme	Hamzalar mah.	40,675831	32,517285
AY-9	Çeşme	Süleler mah.	40,653917	32,584871
AY-10	Kuyu	Süleler mah.	40,650835	32,598079

Çizelge 4.3. Eğrekkaya Baraj Gölü Havzası YAS örneklerine ait 1. dönem fizikokimyasal analiz sonuçları (ASKİ, 2021)

Eğrekkaya Baraj Gölü Havzası Yağışlı Dönem	Birim	EY-1	EY-2	EY-3	EY-4	EY-5	EY-6	EY-7	EY-8	EY-9	EY-10
Yerinde ölçülen parametreler											
İletkenlik	µS/cm	413,6	132,1	59,8	329,8	67,2	157,4	115,4	115,2	136,5	83,4
Çözünmüş Oksijen	mg/L	3,46	9,52	9,59	4,01	3,65	4,15	9,69	3,78	6,74	9,32
Çözünmüş Oksijen Doygunluk Oranı	%	36,2	85,4	81,1	44,3	39,8	47,1	83,7	38,2	62,6	81,4
pH	-	7,92	7,96	8,24	7,95	7,55	7,2	7,93	7,82	7,88	8,29
Sıcaklık	C	13,6	10,5	8,1	9,7	8,5	10,1	8,9	15,8	12	9,4
Redoks potansiyeli	Eh	1,8	-76,4	-89,6	-34,7	100,6	47,9	-74,9	17,9	-73	-92
Tuzluluk	‰	0,2	0,06	0,03	0,016	0,03	0,07	0,05	0,05	0,06	0,04
Nütrient Parametreleri											
Nitrat azotu	mg/L	2,755	0,757	0,37	0,456	0,234	0,834	1,829	1,492	0,029	0,629
Nitrit Azotu	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,024	<0,02	<0,02
Toplam kjeldahl azotu	mg/L	1,05	0,091	<0,03	0,147	0,812	0,406	0,196	0,77	1,82	<0,03
Toplam azot	mg/L	3,779	0,846	0,404	0,611	1,046	1,237	2,019	2,289	1,835	0,639
Amonyak azotu	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	0,144	<0,01	<0,01	<0,01	0,175	<0,01	<0,01
Çözünmüş İnorganik Nitrat	mg/L	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Organik Azot	mg/L	1,024	0,089	0,034	<0,027	0,812	0,403	0,19	0,598	1,801	<0,027
Orto fosfat fosforu	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,05	<0,05	<0,05	0,109	<0,05	0,054
Toplam fosfor	mg/L	0,187	0,041	<0,03	0,258	0,127	<0,03	<0,03	0,254	0,725	0,094
Oksijenlendirme parametreleri											

Eğrekkaya Baraj Gölü Havzası Yağışlı Dönem	Birim	EY-1	EY-2	EY-3	EY-4	EY-5	EY-6	EY-7	EY-8	EY-9	EY-10
Biyokimyasal oksijen iht.	mg/L	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Kimyasal oksijen ihtiyacı	mg/L	<10	<10	11	<10	<10	<10	15	<10	<10	<10
Çözünmüş org. karbon	mg/L	0,4	0,5	1,2	1,6	2,4	2	2,7	0,4	1,1	0,8
Toplam organik karbon	mg/L	0,5	1,1	1,8	3,3	4,9	3,9	3,3	0,4	1,7	1,2
Anyonlar											
Klorür	mg/L	5,36	4,9	1,73	18,2	1,56	3,86	3,81	2,49	0,09	1,23
Sülfat	mg/L	217,5	5,3	5,4	21,4	7,4	13,9	10,8	2,6	<0,1	8,5
Bikarbonat	mg/L	60	53,6	21,88	106,19	21,93	50,43	29,31	39,74	25,85	28,99
Karbonat	mg/L	<3,3	4,5	<3,3	17,7	<3,3	<3,3	<3,3	<3,3	<3,3	<3,3
Florür	µg/L	219,8	84,4	<67	132	76,5	<67	<67	115,3	<67	104,6
Katyonlar											
Kalsiyum	mg/L	66,82	17,65	6,96	50,56	8,9	23,73	15,75	9,76	18,28	9,33
Magnezyum	mg/L	13,21	3,39	1,44	10,14	1,97	4,33	3,67	8,45	4,19	2,7
Sodyum	mg/L	19,66	12,48	5,57	12,81	4,34	7,69	5,59	35,07	7,47	6,82
Potasyum	mg/L	5,83	4,24	1,7	4,7	3,97	1,41	2,43	8,09	5,44	1,98
Chromium	µg/L	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Metalik											
Arsenik	µg/L	37,69	11,05	2,22	32,43	1,48	2,64	2,03	3,24	3,56	0,47
Kadmiyum	µg/L	0,01	0,01	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,12	0,02
Kurşun	µg/L	1,12	1,73	1,33	1,14	2,4	4,93	2,01	1,93	6,76	1,42
Civa	µg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02

Eğrekkaya Baraj Gölü Havzası Yağışlı Dönem	Birim	EY-1	EY-2	EY-3	EY-4	EY-5	EY-6	EY-7	EY-8	EY-9	EY-10
Alüminyum	µg/L	46,19	82,68	572,39	61,62	314,82	524,69	255,28	119,86	458,51	814,76
Antimon	µg/L	0,92	0,31	0,35	0,73	0,71	0,49	0,33	0,54	0,61	0,61
Bakır	µg/L	0,58	0,52	0,7	4,41	2,44	7,73	1,62	1	3,77	1,97
Baryum	µg/L	7,96	117,34	28,46	44,95	35,99	43,78	28,26	4,11	27,21	7,16
Berilyum	µg/L	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Çinko	µg/L	34,95	89,47	30,36	44,68	46	1975,46	28,71	98,59	148,77	58,83
Toplam krom	µg/L	0,6	1,56	1,03	0,45	0,8	0,95	0,92	0,64	1,91	0,66
Nikel	µg/L	0,58	2,96	0,59	1,35	1,37	10,51	3,37	0,58	2,92	0,99
Bor	mg/L	0,04	0,04	<0,033	<0,033	<0,033	<0,033	<0,033	0,09	<0,033	<0,033
Strontium	µg/L	1142,27	186,38	60,45	351,96	90,64	175,59	134,66	84,59	213,53	103,41
Molybdenum	µg/L	0,54	0,69	<0,3	2,75	0,35	0,42	<0,3	1,07	0,58	<0,3
Selenyum	µg/L	1,98	<0,3	0,36	0,65	0,38	0,54	0,66	0,31	0,3	0,31
Kobalt	µg/L	<0,03	0,13	0,11	0,09	0,1	0,26	0,56	0,04	0,32	0,18
Demir	µg/L	56,37	132,55	214,44	987,32	157,74	402,09	142,05	181,93	727,56	573,76
Mangan	µg/L	1,84	3,07	4,87	46,23	3,41	15,52	5,79	2,53	12,71	6,53
Gümüş	µg/L	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Titanyum	µg/L	<3,3	<3,3	3,77	<3,3	3,51	4,21	<3,3	<3,3	10,9	6,9
Vanadyum	µg/L	2,24	4,7	1,45	3,8	1,87	3,12	2,04	4,12	6,56	2,89
Lithium	mg/L	0,0103	0,0006	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	0,0019	0,004	<0,0003	<0,0003

Çizelge 4.4. Akyar Baraj Gölü Havzası YAS örneklerine ait 1. Dönem fizikokimyasal analiz sonuçları (ASKİ, 2021)

Akyar Baraj Gölü Havzası Yağışlı Dönem	Birim	AY-1	AY-2	AY-3	AY-4	AY-5	AY-6	AY-7	AY-8	AY-9	AY-10
Yerinde ölçülen parametreler											
İletkenlik	µS/cm	88	62,7	127	53,8	113,8	651,3	40,8	118,5	166,9	130,7
Çözülmüş Oksijen	mg/L	7,54	12,02	6,9	10,9	8,47	6,71	11,23	63	4,96	4,47
Çözülmüş Oks. Doygunluk Oranı	%	69,1	95,3	56,3	87,4	75,8	59,9	87	6,85	50,1	44,4
pH	-	7,51	7,43	8,14	7,83	7,74	7,85	8,1	7,85	7,95	8,25
Sıcaklık	C	11,4	5,5	6,6	6	10,4	10,3	4,6	11,5	8,6	15,2
Redoks potansiyeli	Eh	-63,1	-50,8	-84,4	-69,6	-65,7	-71,2	-82	-71,4	93,8	-56
Tuzluluk	‰	0,04	0,03	0,06	0,02	0,05	0,05	0,02	0,06	0,08	0,06
Nitruent Parametreleri											
Nitrat azotu	mg/L	0,205	0,411	<0,02	0,035	0,725	0,399	0,084	0,813	1,427	0,519
Nitrit Azotu	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,023	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Toplam kjeldahl azotu	mg/L	0,182	0,098	0,525	3,318	0,056	3,08	0,588	<0,03	0,84	<0,03
Toplam azot	mg/L	0,383	0,5	0,537	3,341	0,796	3,457	0,673	0,831	2,26	0,54
Amonyak azotu	mg/L	<0,01	<0,01	0,28	<0,01	<0,01	<0,01	0,467	<0,01	0,478	<0,01
Çözülmüş İnorganik Nitrat	mg/L	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Organik Azot	mg/L	0,178	0,089	0,24	3,306	0,048	3,058	0,122	<0,027	0,355	<0,027
Orto fosfat fosforu	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Toplam fosfor	mg/L	<0,03	<0,03	0,037	<0,03	<0,03	2,603	<0,03	0,404	0,156	0,032
Oksijenlendirme parametreleri											

Akyar Baraj Gölü Havzası Yağışlı Dönem	Birim	AY-1	AY-2	AY-3	AY-4	AY-5	AY-6	AY-7	AY-8	AY-9	AY-10
Biyokimyasal oksijen iht.	mg/L	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Kimyasal oksijen ihtiyacı	mg/L	11	<10	<10	<10	<10	10	19	<10	10	<10
Çözünmüş Org. Karbon	mg/L	2,2	1,5	1,5	2,1	0,2	0,8	3,5	0,4	1	0,3
Toplam organik karbon	mg/L	3,3	2,3	2,1	6,8	0,4	4,4	4,7	0,4	1,4	0,3
Anyonlar											
Klorür	mg/L	1,73	1,35	22,45	1	1,44	1,21	1,68	1,85	4,37	1,54
Sülfat	mg/L	7,6	8,2	7,9	8,1	1,6	2,3	7,7	3	12	2,4
Bikarbonat	mg/L	33,5	21,78	21,57	14,56	48,08	50,48	26,42	52,34	56,94	61,01
Karbonat	mg/L	<3,3	<3,3	<3,3	<3,3	<3,3	4,8	<3,3	<3,3	9,3	<3,3
Florür	µg/L	<67	<67	<67	<67	<67	69,3	<67	178,5	<67	<67
Katyonlar											
Kalsiyum	mg/L	9,62	6,98	13,21	7	11,38	10,82	4,81	11,87	21,07	16,3
Magnezyum	mg/L	3,37	1,22	2,61	1,42	4,74	4,4	1,13	5,69	7,12	5,15
Sodyum	mg/L	4,6	4,45	9,99	3,86	11,26	15,91	4,01	10,74	9,06	10,13
Potasyum	mg/L	3,36	3,65	2,86	1,18	4,38	3,06	1,3	4,36	0,98	4,37
Chromium	µg/L	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Metalik											
Arsenik	µg/L	0,67	0,37	0,37	<0,3	0,89	0,9	<0,3	0,78	0,39	1,9
Kadmiyum	µg/L	0,02	0,01	0,07	0,01	0,01	0,15	0,02	0,07	0,02	0,01
Kurşun	µg/L	5,99	1,86	41,93	1,4	1,63	4,92	2,12	4,84	2,19	2,93
Civa	µg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02

Akyar Baraj Gölü Havzası Yağışlı Dönem	Birim	AY-1	AY-2	AY-3	AY-4	AY-5	AY-6	AY-7	AY-8	AY-9	AY-10
Alüminyum	µg/L	1011,26	712,05	98,24	326,38	64,48	116,26	328,11	89,88	165,47	68,28
Antimon	µg/L	<0,3	<0,3	0,82	0,46	<0,3	0,41	0,39	0,37	0,61	0,72
Bakır	µg/L	1,34	3,16	2,21	1,35	0,5	2,64	1,33	2,61	1,14	1,56
Baryum	µg/L	16,06	51,43	109,26	34,06	5,68	13,39	18,7	13,02	35,18	4,56
Berilyum	µg/L	<0,3	0,36	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Çinko	µg/L	25,19	22,24	45,52	8,38	23,17	95,09	41,7	134,5	101,39	65,62
Toplam krom	µg/L	1,03	0,68	1,02	0,61	1,14	2,95	0,61	2,86	1,24	2,15
Nikel	µg/L	1,8	1,19	1,36	0,86	0,46	1,36	1,63	1,84	1,06	0,69
Bor	mg/L	<0,033	<0,033	<0,033	<0,033	<0,033	<0,033	<0,033	<0,033	<0,033	<0,033
Strontium	µg/L	77,1	69,24	118,3	65,27	91,59	91,49	50,22	91,2	143,89	119,59
Molybdenum	µg/L	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	0,88	1,07	<0,3	1,45	0,31	1,11
Selenyum	µg/L	0,41	0,35	<0,3	0,38	<0,3	0,34	0,32	<0,3	0,38	0,3
Kobalt	µg/L	0,44	0,14	0,1	0,11	0,06	0,22	0,27	0,11	0,1	0,11
Demir	µg/L	1003,06	364,54	252,73	242,29	47	406,87	440,64	397,5	101,94	152,1
Mangan	µg/L	44,48	9,74	3,48	3,54	4,09	28,15	4,63	4,42	4,31	4,17
Gümüş	µg/L	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Titanyum	µg/L	13,05	13,51	3,81	6,5	<3,3	<3,3	4,97	<3,3	3,59	<3,3
Vanadyum	µg/L	2,7	1,3	0,86	1,44	8,11	8,44	1,27	8,29	4,36	5,52
Lithium	mg/L	0,0037	0,002	<0,0003	<0,0003	0,0048	0,0066	<0,0003	0,007	<0,0003	0,0004

Çizelge 4.5. Eğrekkaya Baraj Gölü Havzası YAS örneklerine ait 2. dönem fizikokimyasal analiz sonuçları (ASKİ, 2021)

Eğrekkaya Baraj Gölü Havzası Kurak Dönem	Birim	EY-1	EY-2	EY-3	EY-4	EY-5	EY-6	EY-7	EY-8	EY-9	EY-10
Yerinde ölçülen parametreler											
İletkenlik	µS/cm	528	169,9	132,5	475,8	133	746	258,3	136,1	168,2	105,6
Çözülmüş Oksijen	mg/L	8,47	9,07	6,49	10,44	7,29	7,31	9,12	3,88	8,31	9,44
Çözülmüş Oks. Doygunluk Oranı	%	83,8	87,9	79,5	98,3	70	72,9	85,5	40,2	77,9	86,2
pH	-	6,38	7,51	7,54	6,89	6,99	7,12	7,24	6,47	7,47	7,14
Sıcaklık	C	14,9	13,9	12,3	12,6	13,5	15,1	12,4	17,1	12,4	11,3
Redoks potansiyeli	Eh	-17,9	-83,4	-84,6	-47,8	-53,1	-61,1	-67,6	-23	-80,9	-61,7
Tuzluluk	‰	0,26	0,08	0,06	0,23	0,06	0,37	0,12	0,06	0,08	0,05
Nitruent Parametreleri											
Nitrat azotu	mg/L	3,138	0,353	0,447	0,325	0,119	0,427	4,402	1,414	1,139	0,076
Nitrit Azotu	mg/L	<0,02	0,023	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Toplam kjeldahl azotu	mg/L	0,633	0,123	0,1	0,046	0,164	0,399	0,471	0,609	0,665	0,237
Toplam azot	mg/L	3,771	0,498	0,548	0,375	0,283	0,825	4,873	2,023	1,804	0,318
Amonyak azotu	mg/L	0,234	0,073	0,07	0,01	0,167	0,4	0,071	0,048	0,287	0,209
Çözülmüş İnorganik Nitrat	mg/L	3,208	0,775	0,531	0,616	0,129	0,505	4,611	1,485	1,207	0,175
Organik Azot	mg/L	0,399	0,05	0,03	0,036	<0,027	<0,027	0,4	0,561	0,378	0,028
Orto fosfat fosforu	mg/L	<0,05	<0,05	0,102	0,057	0,051	<0,05	<0,05	0,113	0,07	<0,05
Toplam fosfor	mg/L	0,205	0,217	0,211	0,32	0,233	0,061	0,125	0,281	0,364	0,132
Oksijenlendirme parametreleri											

Eğrekkaya Baraj Gölü Havzası Kurak Dönem	Birim	EY-1	EY-2	EY-3	EY-4	EY-5	EY-6	EY-7	EY-8	EY-9	EY-10
Biyokimyasal oksijen iht.	mg/L	3,65	<2	<2	<2	4,75	<2	<2	<2	2	2,15
Kimyasal oksijen ihtiyacı	mg/L	<10	<10	<10	10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Çözünmüş Org. Karbon	mg/L	0,4	0,6	0,4	1,1	1,4	2,2	0,7	0,5	1	0,7
Toplam organik karbon	mg/L	0,4	0,6	0,4	1,2	1,9	2,4	0,7	1,1	1	0,8
Anyonlar											
Klorür	mg/L	4,62	1,44	1,09	8,69	1,36	4,52	5,82	1,79	13,78	0,83
Sülfat	mg/L	207,3	2,6	2,2	40,4	4,4	62,6	10,9	1,9	9,4	6,4
Bikarbonat	mg/L	55,36	52,17	18,87	105,08	15,93	52,38	25,21	41,38	21,5	23,08
Karbonat	mg/L	<3,3	<3,3	<3,3	<3,3	<3,3	<3,3	<3,3	<3,3	<3,3	<3,3
Florür	µg/L	284,1	166,2	99,3	261,2	85,9	189,2	75,9	247	123,7	236,8
Katyonlar											
Kalsiyum	mg/L	74,98	20,77	15,4	72,59	16,51	103,67	33,15	11,12	18,77	11,79
Magnezyum	mg/L	13,73	2,73	3,06	14,03	3,62	23,77	8,55	5,44	3,94	3,24
Sodyum	mg/L	18,69	13,48	8,87	14,88	8,11	25,21	9,47	8,95	6,29	7,2
Potasyum	mg/L	5,49	4,2	2,82	5,93	3,95	11,38	2,55	6,62	4,96	1,83
Chromium	µg/L	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Metalik											
Arsenik	µg/L	31,61	9,66	4,27	35,23	3,83	25,63	2,24	2,5	2,59	0,37
Kadmiyum	µg/L	0,02	0,02	0,03	0,06	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02
Kurşun	µg/L	1,4	2,06	1,52	1,52	1,6	3,34	2,33	1,9	1,11	1,2
Civa	µg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02

Eğrekkaya Baraj Gölü Havzası Kurak Dönem	Birim	EY-1	EY-2	EY-3	EY-4	EY-5	EY-6	EY-7	EY-8	EY-9	EY-10
Alüminyum	µg/L	21,82	60,56	291,34	56,37	330,13	287,33	347,49	34,29	181,87	553,95
Antimon	µg/L	0,58	0,67	<0,3	0,6	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	0,53	<0,3
Bakır	µg/L	0,5	0,62	0,43	1,24	0,91	3,3	0,81	0,82	1,47	0,93
Baryum	µg/L	7,99	123,52	18,17	52,68	50	90,4	23,66	5,76	22,82	7,48
Berilyum	µg/L	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Çinko	µg/L	13,83	37,46	20,71	33,43	15,43	355,96	24,22	46,21	21,43	12,22
Toplam krom	µg/L	<0,3	0,37	<0,3	<0,3	<0,3	0,57	0,49	<0,3	0,36	0,33
Nikel	µg/L	<0,3	<0,3	<0,3	1,98	0,32	6,78	0,68	<0,3	0,32	0,32
Bor	mg/L	<0,033	<0,033	<0,033	0,13	<0,033	0,04	<0,033	<0,033	<0,033	<0,033
Strontium	µg/L	1207,38	191,52	115,27	479,35	156,44	502,35	253,33	77,35	207,53	106,39
Molybdenum	µg/L	0,47	0,63	0,65	4,56	0,71	1,21	0,33	0,81	0,51	<0,3
Selenyum	µg/L	2,25	<0,3	<0,3	0,56	<0,3	<0,3	0,6	<0,3	<0,3	<0,3
Kobalt	µg/L	<0,03	0,04	0,05	0,14	0,05	0,15	0,1	0,04	0,07	0,08
Demir	µg/L	56,19	34,77	37,34	49,47	39,69	836,41	45,66	29,79	114,76	206,95
Mangan	µg/L	4,01	1,41	2,36	86,19	1,2	38,71	4,78	1,35	3,29	3,14
Gümüş	µg/L	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Titanyum	µg/L	<3,3	<3,3	<3,3	<3,3	<3,3	3,66	<3,3	<3,3	4,42	4,25
Vanadyum	µg/L	1,94	3,7	1,8	4,84	3,05	0,8	3,28	3,54	5,41	2,27
Lithium	mg/L	0,0085	0,0048	0,0039	0,0027	0,003	0,0315	0,0099	0,0081	0,0026	0,0019

Çizelge 4.6. Akyar Baraj Gölü Havzası YAS örneklerine ait 2. dönem fizikokimyasal analiz sonuçları (ASKİ, 2021)

Akyar Baraj Gölü Havzası Kurak Dönem	Birim	AY-1	AY-2	AY-3	AY-4	AY-5	AY-6	AY-7	AY-8	AY-9	AY-10
Yerinde ölçülen parametreler											
İletkenlik	µS/cm	119,3	101,1	140,6	109,3	138,2	159,4	99,4	141,8	173,8	165,5
Çözülmüş Oksijen	mg/L	5,83	10,64	6,05	7,4	8,56	8,6	9,01	6,76	8,9	6,69
Çözülmüş Oks. Doygunluk Oranı	%	58,8	102,4	57,2	70,9	81,3	79,4	86,2	65,8	86,8	67,1
pH	-	7,07	7,2	6,62	7,1	7,33	7,02	7,27	7,12	7,59	7,26
Sıcaklık	C	15,8	13,6	12,8	13,4	13	11,8	13,3	14,1	14,2	15,5
Redoks potansiyeli	Eh	-57,7	-65,1	-32,4	-59,4	-14,4	-54,8	-69,7	-61,1	-87,7	-69,2
Tuzluluk	‰	0,06	0,05	0,07	0,05	0,07	0,08	0,05	0,07	0,08	0,08
Nitruent Parametreleri											
Nitrat azotu	mg/L	0,513	0,344	0,311	0,531	0,743	0,332	0,333	0,437	0,339	0,33
Nitrit Azotu	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Toplam kjeldahl azotu	mg/L	0,136	<0,03	0,307	0,159	0,168	0,253	0,088	0,211	0,134	0,09
Toplam azot	mg/L	0,65	0,359	0,617	0,69	0,911	0,585	0,427	0,656	0,473	0,42
Amonyak azotu	mg/L	0,068	0,02	0,024	0,147	0,094	0,078	0,084	0,209	0,1	0,085
Çözülmüş İnorganik Nitrat	mg/L	0,596	0,423	0,396	0,653	0,805	0,421	0,407	0,492	0,472	0,395
Organik Azot	mg/L	0,068	<0,027	0,283	<0,027	0,074	0,175	<0,027	<0,027	0,034	<0,027
Orto fosfat fosforu	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Toplam fosfor	mg/L	0,171	0,081	<0,03	0,095	0,062	0,098	0,116	0,057	0,162	0,091
Oksijenlendirme parametreleri											

Akyar Baraj Gölü Havzası Kurak Dönem	Birim	AY-1	AY-2	AY-3	AY-4	AY-5	AY-6	AY-7	AY-8	AY-9	AY-10
Biyokimyasal oksijen iht.	mg/L	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Kimyasal oksijen ihtiyacı	mg/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Çözünmüş Org. Karbon	mg/L	0,2	0,5	1,1	0,4	0,3	1,3	0,7	0,6	1,1	0,8
Toplam organik karbon	mg/L	0,3	0,6	1,9	0,5	0,4	1,7	0,9	0,7	1,5	0,8
Anyonlar											
Klorür	mg/L	1,24	0,95	5,54	1,04	0,9	2,21	0,83	1,42	1,29	1
Sülfat	mg/L	1,5	2	4,7	2	1,3	2,4	2,1	2,4	5,4	1,9
Bikarbonat	mg/L	40,32	24,59	21,9	16,26	52,31	57,81	23,26	54,7	56,8	65,08
Karbonat	mg/L	<3,3	<3,3	<3,3	<3,3	<3,3	<3,3	<3,3	<3,3	<3,3	<3,3
Florür	µg/L	71,6	145,2	85,7	<67	<67	74,5	97,4	<67	75,7	169,3
Katyonlar											
Kalsiyum	mg/L	11,14	13,61	14,64	13,03	12,41	16,28	9,54	11,96	21,37	17,19
Magnezyum	mg/L	4,32	4,14	2,69	3,06	4,77	5,07	2,96	5,73	7,12	5,66
Sodyum	mg/L	7,2	8,59	11,07	7,16	9,23	10,88	7,12	9,35	10	9,32
Potasyum	mg/L	3,66	4,17	3,8	2,38	3,97	3,81	2,82	3,89	1,76	3,99
Chromium	µg/L	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Metalik											
Arsenik	µg/L	1,27	2,82	0,64	0,45	0,8	0,68	0,43	0,78	0,34	1,35
Kadmiyum	µg/L	0,05	0,04	0,05	0,03	0,01	0,06	0,03	0,02	0,02	0,02
Kurşun	µg/L	7,72	4,84	10,24	2,98	1,03	2,14	0,61	4,33	0,76	2
Civa	µg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02

Akyar Baraj Gölü Havzası Kurak Dönem	Birim	AY-1	AY-2	AY-3	AY-4	AY-5	AY-6	AY-7	AY-8	AY-9	AY-10
Alüminyum	µg/L	751,91	651,11	260,31	447,77	53,62	202,88	270,76	20,08	133,11	207,4
Antimon	µg/L	0,6	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Bakır	µg/L	1,81	2,87	1,21	1,05	0,56	1,45	0,61	7,17	0,77	0,93
Baryum	µg/L	9,3	28,41	113,77	47,9	7,31	76,83	19,24	10,5	48,01	7,3
Berilyum	µg/L	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Çinko	µg/L	31,49	39,45	41,66	26,44	27,84	23,51	25,93	16,57	20,12	46,08
Toplam krom	µg/L	0,83	5,51	0,42	1,06	0,81	0,71	<0,3	0,91	0,57	1,03
Nikel	µg/L	0,81	0,89	0,97	0,33	<0,3	1,22	0,33	<0,3	0,31	<0,3
Bor	mg/L	<0,033	<0,033	<0,033	<0,033	<0,033	<0,033	<0,033	<0,033	<0,033	<0,033
Strontium	µg/L	73,82	116,36	115,3	102,72	89,24	124,31	88,25	84,79	144,6	109,45
Molybdenum	µg/L	0,75	0,42	<0,3	0,41	0,76	0,49	0,6	0,84	<0,3	0,91
Selenyum	µg/L	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Kobalt	µg/L	0,25	0,12	0,05	0,04	0,04	0,91	0,05	0,07	0,09	0,08
Demir	µg/L	1384,72	167,81	42,49	38,69	31,26	884,01	42,79	36,47	65,75	85,48
Mangan	µg/L	32,35	9	2,22	1,52	1,17	43,85	1,45	3,97	1,98	6,33
Gümüş	µg/L	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Titanyum	µg/L	7,16	20,33	<3,3	<3,3	<3,3	5,13	<3,3	<3,3	4,3	<3,3
Vanadyum	µg/L	3,04	3,01	1,49	4,66	7,79	4,23	3,51	7,34	3,68	5,25
Lithium	mg/L	0,0072	0,0066	0,0005	0,004	0,004	0,0064	0,0015	0,0063	<0,0003	0,0051

Kızılcahamam Jeotermal sisteminin bir parçası olan Eğrekkaya ve Akyar Baraj Gölü havzaları faylanmaların en yoğun olduğu alanlardır. Eğrekkaya havzasında bulunan Seyhamamı Kaynağı bu faylanmalara bağlı olarak oluşan sıcak su kaynaklarından birisidir. Yapılmış olan yeraltısuyu analiz sonuçlarına göre jeotermal kaynaklı arsenik parametresi Eğrekkaya Havzası'nda yoğun olarak gözlenmiştir. Havzadaki soğuk su akiferi olarak tanımlanan alüvyon birim içinde açılan kuyularda da jeotermal kaynaklı arsenik parametresi gözlenmiştir. Bu durum, faylanmanın da etkisiyle yer yer sıcak su ve soğuk su sistemlerinin karıştığını göstermektedir. Akyar Baraj Gölü havzasında ise herhangi bir jeotermal etki gözlenmemiştir. Akyar havzasının yüksek kotta yer alması ve mevcut fay sistemlerinin bu bölgeye ulaşmaması jeotermal etkiyi azaltmıştır.

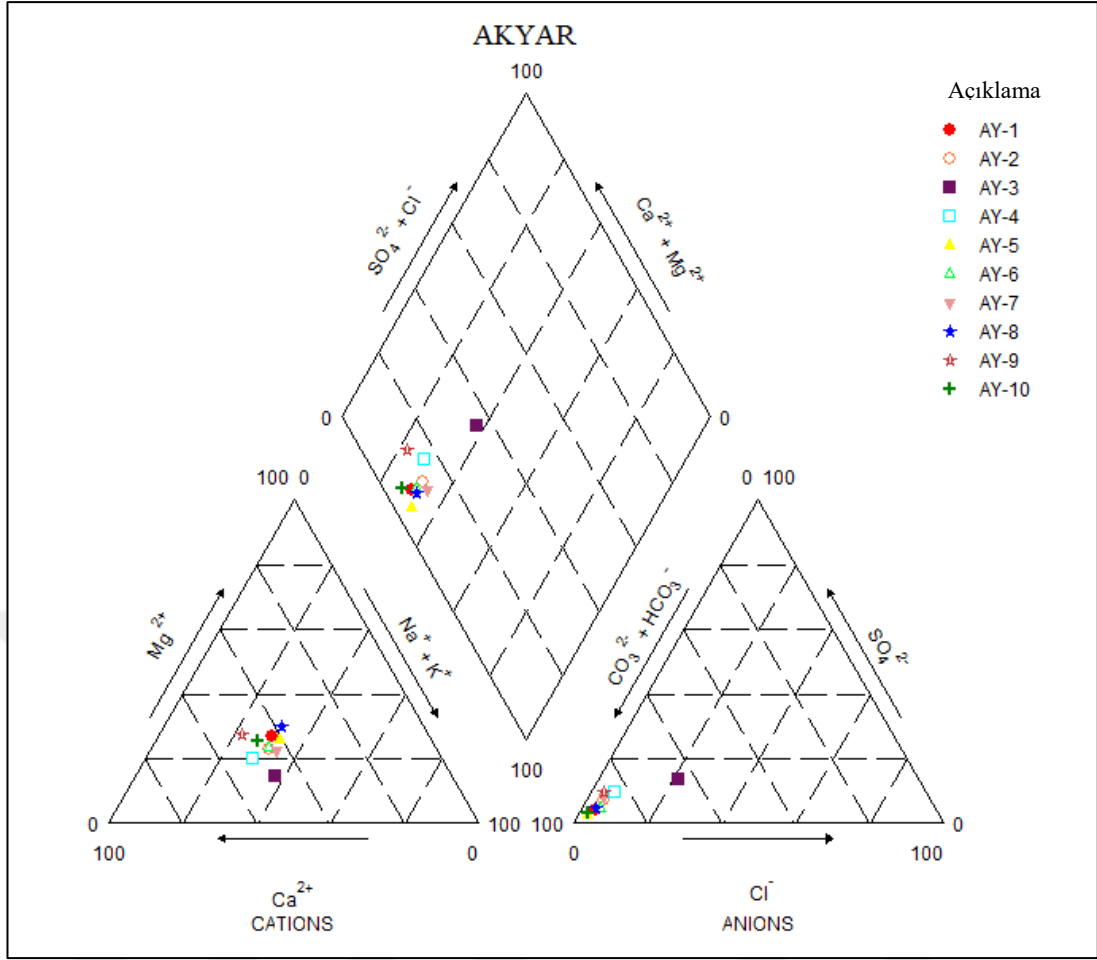
Çalışma alanının büyük bir bölümünde andezit, bazalt, dasit, riyolit, piroklastik kayaç ve aglomeralardan oluşan volkanik kayaçlar yüzeylenmektedir. Bu tür kayaçlarda metalojenik kayaç anomalileri de oldukça yoğun olarak gözlenmektedir. Kızılcahamam ve Çamlıdere bölgesinin neredeyse tamamını kapsayan bölgesel jeolojik yapının sonuçları olarak her iki baraj alt havzasında (Eğrekkaya, Akyar) kurşun, alüminyum ve demir parametreleri yüksek konsantrasyonlarda gözlenmiş olup çizelgeler üzerinde vurgulanmıştır (Çizelge 4.3, 4.4, 4.5, 4.6).

4.3.5.1. Suların kimyasal sınıflaması

Çalışma alanındaki yeraltısuyunun su tipini ve fasiyes özelliklerini tanımlamak için hidrojeokimyasal grafikler hazırlanmıştır. Suların kurak döneme ait kimyasal analiz sonuçları kullanılarak hazırlanmış olan Piper ve Schoeller Diyagramları ve suların kimyasal özelliklerine ait değerlendirmeler aşağıda sunulmuştur.

Piper Diyagramı

İyonların topluca tek bir diyagramda değerlendirme kolaylığı açısından hidrojeolojide oldukça sık kullanılan diyagramlardan biri Piper (Üçgen) diyagramıdır. Piper diyagramı anyon ve katyonların (% meq/l cinsinden) ayrı ayrı gösterildiği iki ayrı üçgenden ve tüm iyonların ortaklaşa gösterildiği bir dörtgenden oluşmaktadır. Üçgen diyagramlar suların fasiyes tiplerinin tespitinde, dörtgen ise suların sınıflamasında ve karşılaştırılmasında kolaylık sağlamaktadır (Arslan, 2023).



Şekil 4.10. Akyar Baraj Gölü Havzası yeraltısularına ait Piper diyagramı (Kurak dönem, ASKİ 2021).

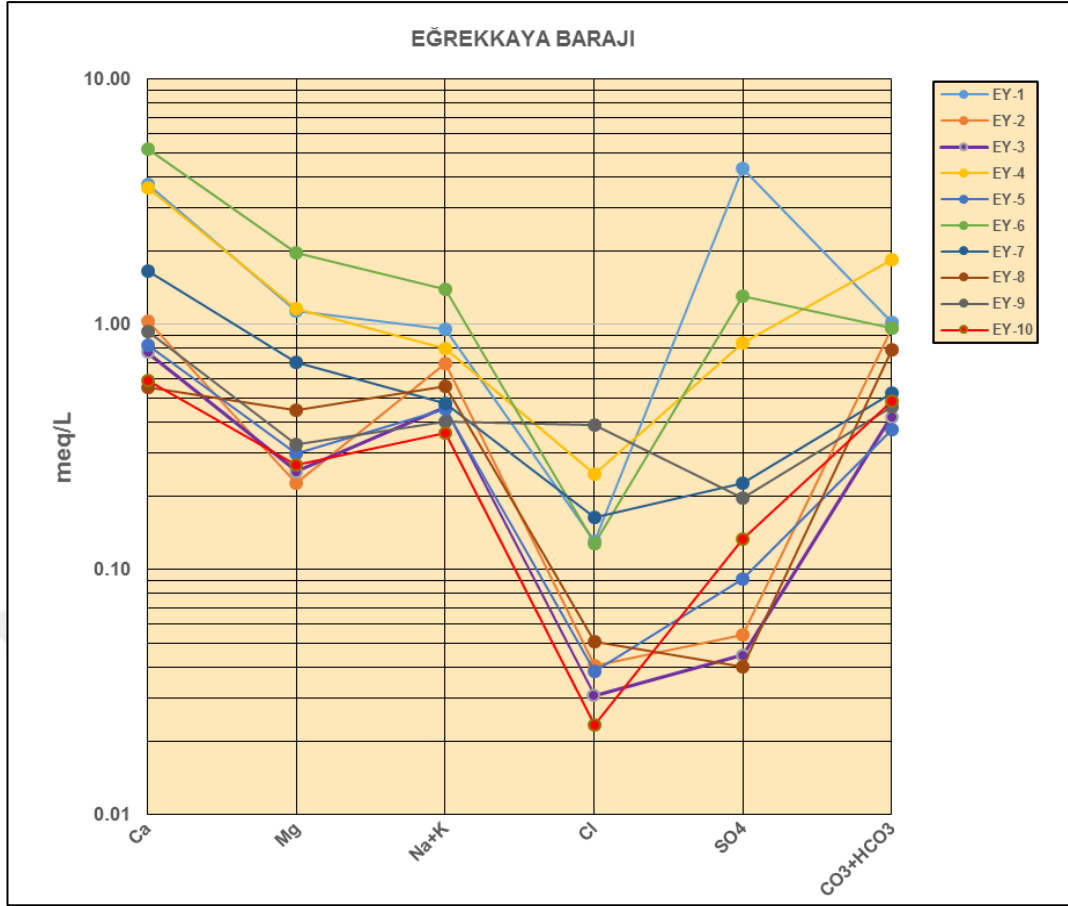
Piper diyagramına göre Eğrekkaya havzasındaki yeraltısuları daha çok kalsiyum, karbonat ve bikarbonatça zengin sular olup sert su özelliğindedir. Genel su tipinin Ca-HCO₃, Ca-Mg-HCO₃, MgCO₃ ve karışık tipli sular fasiyesinde olduğu görülmektedir. EY-1 nolu örnek ise Ca-SO₄-Cl'lü su fasiyesinde olup diğer örneklerden farklı bir özellik göstermektedir. Bu farklılığın ise bölgedeki sıcak sular ile etkileşim sonucunda geliştiği düşünülmektedir. Akyar havzasında ise yeraltısuları karbonatça zengin sular olarak gözlenmesine rağmen homojen bir kimyasal köken yapısı göstermemektedir. Yeraltısularında daha çok Ca-Mg-HCO₃, Mg-CO₃ su tipleri hakimdir. Çalışma alanı içindeki kayaçların genel olarak kalsiyum ve magnezyumca zengin olması su tipinde kayaç-su etkileşiminin etkili olduğunu göstermektedir.

Schoeller Diyagramı

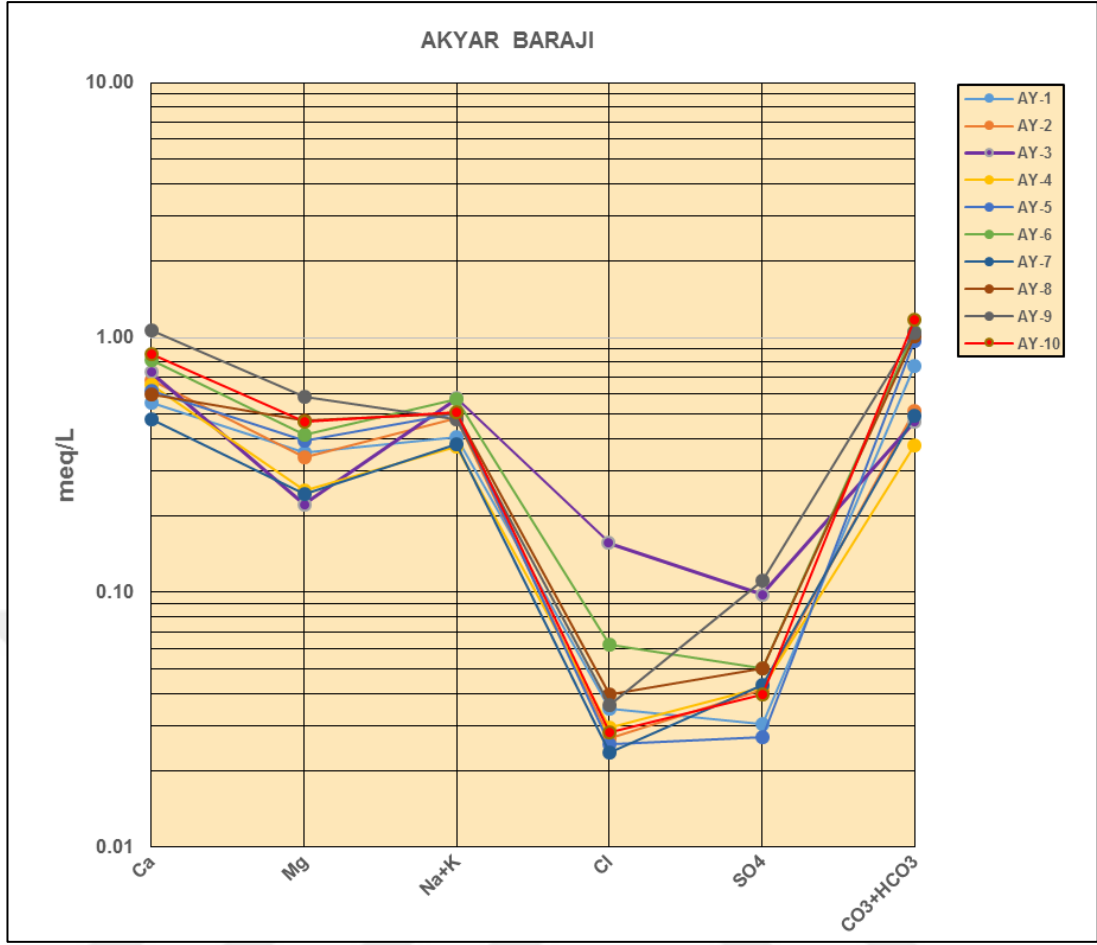
Schoeller diyagramı ile suların Mg^{2+} , Ca^{2+} , Na^+ , K^+ , Cl^- , CO_3^{2-} , HCO_3^- , SO_4^{2-} iyonlarının meq/l değerlerinin logaritmik kağıda aktarılmaktadır. Bu diyagramda, her su örneği için farklı iyonların derişim değerleri kırık çizgilerle birleştirerek suyun kimyasal özellikleri Schoeller grafiği üzerinden yorumlanmaktadır. Elde edilen bu grafik ile su örneklerinin farklılıkları kolayca görülebilmekte ve örneklenen suların hangi tip formasyonlarla temas halinde olduğuna ilişkin bilgi edinilmektedir. Schoeller diyagramında aynı kökenli, aynı akifer ve beslenme alanına sahip suların iyon dağılımlarının paralellik göstermesi beklenmekte olup benzer sular kırık paralel çizgiler meydana getirmektedir (Arslan, 2023).

Eğrekkaya havzasında bulunan yeraltısularına ait Scholler diyagramı incelendiğinde sulara kalsiyum, karbonat ve sülfat iyonlarının hakim olduğu görülmektedir. Ayrıca, yeraltısuyu kökenini gösteren karışım sularının varlığı akifer ortamda farklı dolaşımın etkin olduğunu göstermektedir (Şekil 4.11).

Akyar barajı havzasına ait yeraltısularının iyon konsantrasyon değerleri Eğrekkaya havzasındaki sulara göre düşük olup düşük klorür ve sülfat miktarına sahip, kalsiyum ve karbonat miktarının yüksek olduğu su tipi hakimdir (Şekil 4.12). Yeraltısuları genel olarak klorürce normal klorlü sular ve sülfatça normal sülfatlı sular sınıfında yer almaktadır. Karbonat-bikarbonat sınıflamasına göre ise sular hipokarbonatlı sular sınıfında yer almaktadır.



Şekil 4.11. Eğrekkaya Baraj Gölü havzası yeraltısularına ait Schoeller diyagramı (Kurak dönem, ASKİ 2021).



Şekil 4.12. Akyar Baraj Gölü havzası yeraltısularına ait Schoeller diyagramı (Kurak dönem, ASKİ 2021).

Çalışma alanını oluşturan Eğrekkaya ve Akyar Baraj Gölleri havzalarında yeraltısuyunun dolaşımı sırasında temas ettiği formasyonların genel olarak aynı birimleri içerdiği gözlenmekte olup volkanik birimlerin hakim olduğu dasit, andezit, bazaltlar ile yer yer kireçtaşı, çamurtaşı, kumtaşı, marn seviyeleri gözlenmektedir. Ortaç ve mafik magmatik kayalarda yoğun olarak Na-Ca feldspat ve biyotit, amfibol, piroksen gibi koyu renkli silikat mineralleri hakimdir. Su örneklerinde baskın olarak Ca iyonlarının varlığı Na-Ca feldspatlar ile, Mg iyonları ise daha çok silikat minerallerinin ayrışması ile açıklanabilir. Su örneklerindeki baskın HCO_3 iyonunun varlığı ise bölgede yer yer mostra veren kireçtaşı, killi kireçtaşı birimleri ile ilişkilidir. Ayrıca, feldspat minerallerinin ayrışması sonucunda açığa çıkan kalsit minerallerinin sular tarafından kolayca çözünmesi ile HCO_3 iyonu artış göstermektedir.

Çalışma alanı içinde herhangi bir sanayi, endüstriyel tesislerden kaynaklı kirlilik söz konusu değildir. Ancak, özellikle Eğrekkaya alt havzasında gözlenen jeotermal kaynak

çıkışları ve sığ dolaşimli yeraltısuyunun bu kaynaklar ile karışması sonucu yeraltısularında iyon farklılığı ve konsantrasyon değişimlerine sebep olmaktadır (ASKİ, 2021).

4.4. Baskıların değerlendirilmesi

Çalışmanın bu bölümünde Eğrekkaya ve Akyar Baraj Gölü havzaları içerisindeki yeraltısuyu ve baraj göllerinin su kalitesini olumsuz etkilemesi muhtemel kirletici kaynaklar değerlendirilmiştir. Havzalar içerisindeki kirletici kaynaklar noktasal ve yayılı kirletici kaynaklar olmak üzere iki başlık altında incelenmiştir.

4.4.1. Noktasal kirletici kaynaklar

Eğrekkaya ve Akyar Baraj Gölü havzaları içerisinde yer alan noktasal kirletici kaynak yalnızca evsel atıksulardır. Havzada düzenli katı atık depolama alanı ve rehabilite edilen katı atık depolama alanlarının yer almaması nedeniyle noktasal kaynaklı sızıntı suyu bulunmamaktadır (ASKİ, 2021).

Eğrekkaya Baraj Gölü havzası sınırları içerisinde yer alan 44 yerleşim merkezinin 17'sinde kanalizasyon sistemi ve sızdırmaz fosseptik varken (Yukarıçanlı Mahallesi tek yerleşim için 2 adet fosseptik, Eğerlibaşköy Mahallesi'ne bağlı 4 yerleşim için tek bir fosseptik, Eğerlikuzören Mahallesi için ise 3 yerleşime 2 adet fosseptik), diğer yerleşim merkezlerinin kanalizasyon sistemi olmayıp, şahıslara ait fosseptikler mevcuttur (ASKİ, 2021). Akyar Baraj Gölü havzasında ise 16 yerleşim merkezinin 5'inde kanalizasyon sistemi bulunurken, diğerlerinde sızdırmaz fosseptik bulunmaktadır. Berçinçatak Mahallesi'ne bağlı olan Merkez ve Hamzalar Mahalleleri ortak bir fosseptik kullanmaktadır. Geri kalan 11 yerleşim yerinde ise ferdi fosseptik tespit edilmiş olup bu havzada da vidanjörle çekilen fosseptik tespit edilememiştir (ASKİ, 2021).

Sızdırmaz fosseptiklerde toplanan evsel atıksular zaman zaman taşarak alıcı ortama doğrudan karışması nedeniyle noktasal kaynak olarak değerlendirilirken, şahıslara ait geçirimsiz/sızdırmaz özellikte olan fosseptikler yayılı kirletici kaynaklar olarak değerlendirilmektedir.

4.4.2. Yayılı kirletici kaynaklar

Eğrekkaya ve Akyar Baraj Gölü havzalarında başlıca yayılı kirletici kaynaklar içerisinde; sızdırmalı fosseptikler, meskun bölgeler, meralar, tarım alanları, tarımsal faaliyetlerde kullanılan gübreler ve tarımsal mücadele ilaçları yer almaktadır. Ayrıca, çalışma alanındaki her türlü hayvancılık faaliyetleri ve atmosferik birikim su kaynakları için kirletici kaynak olarak sayılabilir. Tüm bu hususlara ek olarak çalışma alanında yaygın olarak gözlenen orman alanları da azot ve fosfor konsantrasyonuna olan katkısı nedeniyle literatürde yayılı kirletici kaynaklar kategorisine dahil edilmektedir. Ancak ormanlık alanların azot ve fosfor konsantrasyonuna katkısından çok su kalitesi ve miktarı üzerinde iyileştirici etkisi bulunmaktadır (ASKİ, 2021).

4.5. Havzaların hassasiyet haritalarının hazırlanması

İçme – kullanma suyu temin edilen Akyar ve Eğrekkaya Baraj Gölü havzalarının koruma kuşaklarının belirlenme sürecinde öncelikle kirletici taşınımını etkileyen yedi farklı parametre belirlenmiştir. Su kalitesini etkilemesi mümkün olan ve havza özellikleri dikkate alınarak belirlenen parametreler; rezervuara mesafe, ana derelere mesafe, yükseklik, eğim, erozyon potansiyeli, arazi kullanımı ve hidrojeolojidir. Daha sonra Analitik Hiyerarşi Prosesi yöntemi kullanılarak her bir parametre kendi içerisinde ağırlıklandırılmış ve risk durumunu temsil eden raster haritaları oluşturulmuştur. Son aşamada hazırlanan tematik haritalar kullanılarak çalışma alanının hassasiyet haritası oluşturulmuştur. Kirletici taşınımını etkileyen parametreler aşağıda ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

4.5.1. Rezervuara mesafe

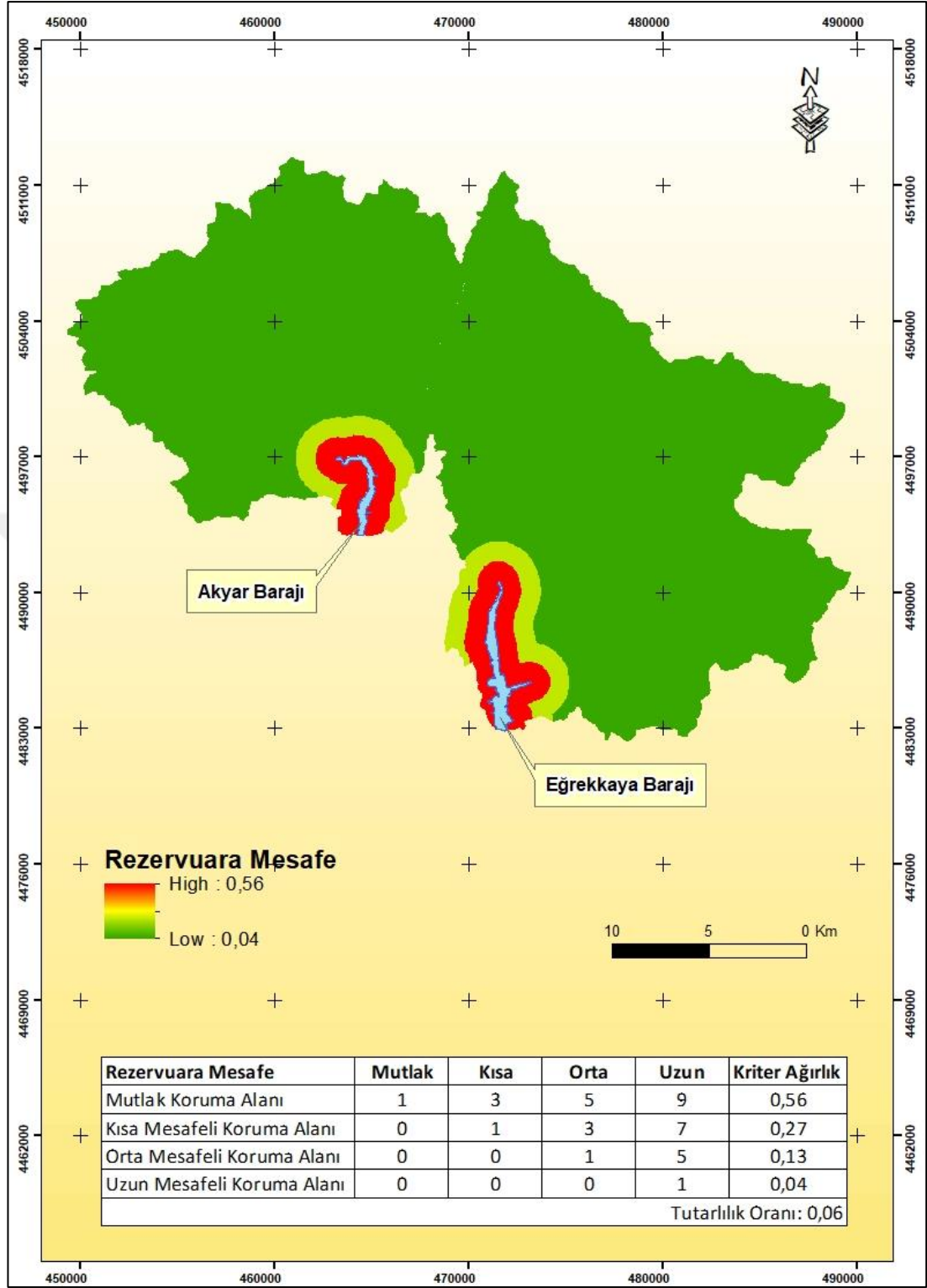
Baraj havzalarında yüksek risk barındıran ve öncelikli olarak korunması gereken alanların belirlenme sürecinde, “rezervuara mesafe” birincil olarak dikkate alınması gereken önemli bir kriter olarak değerlendirilmektedir. Her iki havzada da mevcut durumda yürürlükte olan “Kurtboğazı-Eğrekkaya-Akyar Baraj Havzaları Özel Hükümleri ve Koruma Planı”na göre, mesafeye dayalı koruma kuşakları kullanılmaktadır. Koruma kuşaklarının revizesi neticesinde oluşacak sosyal etkiyi minimize etmek adına; “Rezervuara Mesafe” kriteri için yapılan analizlerde doğrudan

mevcut durumda kullanılan koruma kuşakları esas alınmıştır. Havza “mutlak (rezervuardan itibaren 300 m genişliğindeki alan), kısa (mutlak koruma alanından itibaren 700 m genişliğindeki alan), orta (kısa mesafeli koruma alanından itibaren 1000 m genişliğindeki alan) ve uzun mesafeli koruma alanı (orta mesafeli koruma alanından itibaren havza sınırına kadar olan alan)” olmak üzere 4 sınıfa ayrılmış olup Analitik Hiyerarşi Prosesi kullanılarak her bir sınıfın risk durumuna göre ağırlık katsayısı hesaplanmış ve bu katsayılar için tutarlılık analizi yapılmıştır. Yapılan tutarlılık analizi sonucunda, hesaplanan ağırlık katsayılarının kendi içinde tutarlı olduğu görülmüş ve bu katsayılar kullanılarak CBS ortamında raster veriler üretilmiştir. Yapılan analize ilişkin kare matris ve raster haritası Şekil 4.13’de sunulmuştur.

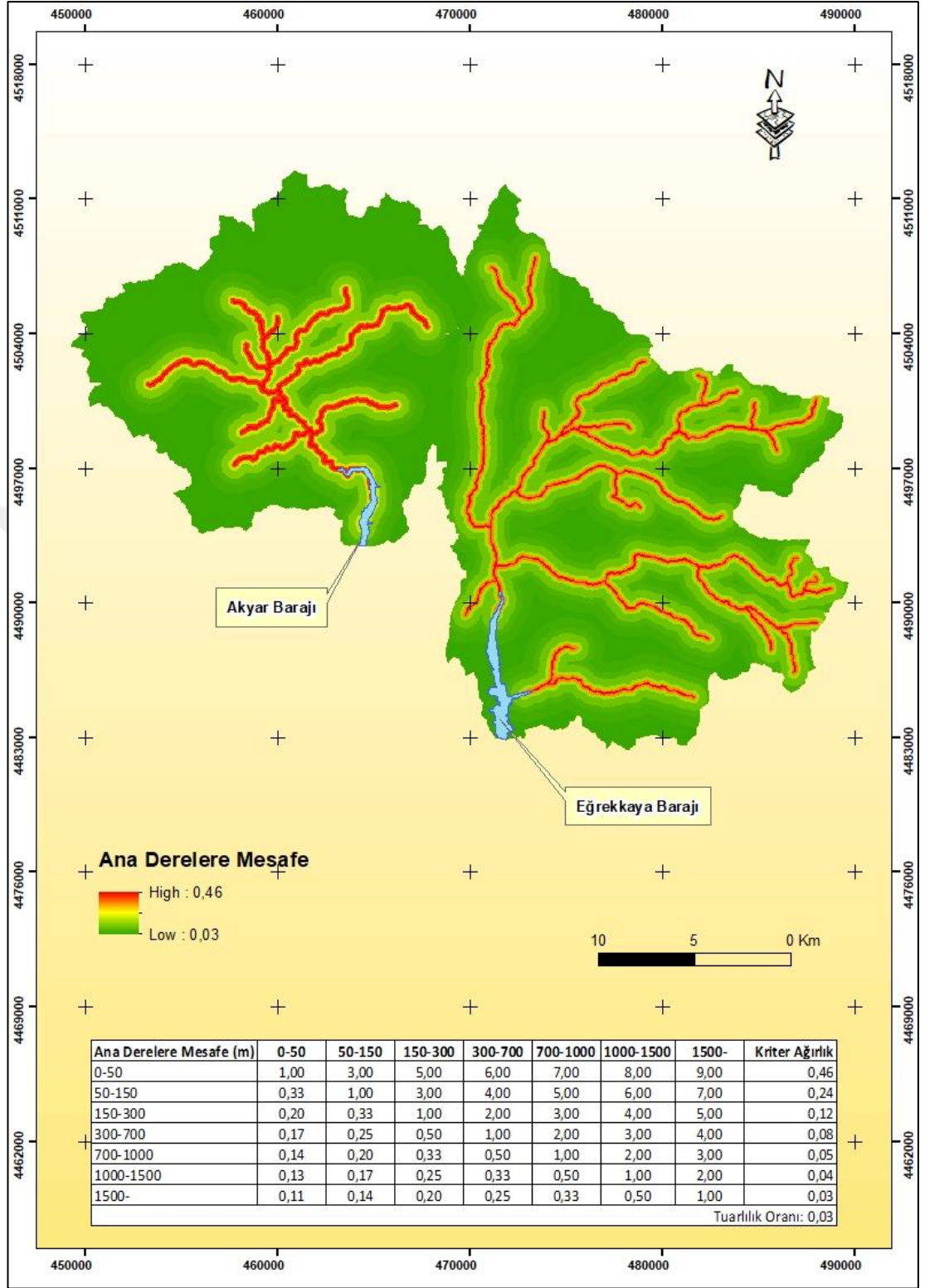
4.5.2. Ana derelere mesafe

Kirletici taşınımını etkileyen bir diğer parametre rezervuarı besleyen ana derelere mesafe olarak değerlendirilmiştir. Çalışma alanında sürekli akışa sahip ana derelere yakın bölgeler yüksek risk barındıran alanlar olarak kabul edilmiştir. Havza ana derelere yakınlık açısından 7 sınıfa ayrılmıştır. Sınıf aralıkları; 0 – 50 m, 50 m – 150 m, 150 m – 300 m, 300 m – 700 m, 700 m – 1000 m, 1000 m – 1500 m ve 1500 m – havza sınırı olarak seçilmiştir. Ana derelerin yakınında aralıklar dar tutulmuş olup uzaklaştıkça kademeli olarak genişletilmiştir.

Analitik Hiyerarşi Prosesi kullanılarak her bir sınıfın risk durumuna göre ağırlık katsayısı hesaplanmış ve bu katsayılar için tutarlılık analizi yapılmıştır. Yapılan tutarlılık analizi sonucunda, hesaplanan ağırlık katsayılarının kendi içinde tutarlı olduğu görülmüş ve bu katsayılar kullanılarak CBS ortamında raster veriler üretilmiştir. Yapılan analize ilişkin kare matrisler ve raster verileri Şekil 4.14’de verilmiştir.



Şekil 4.13. Rezervuara mesafe analizi



Şekil 4.14. Ana derelere mesafe analizi

4.5.3. Yükseklik

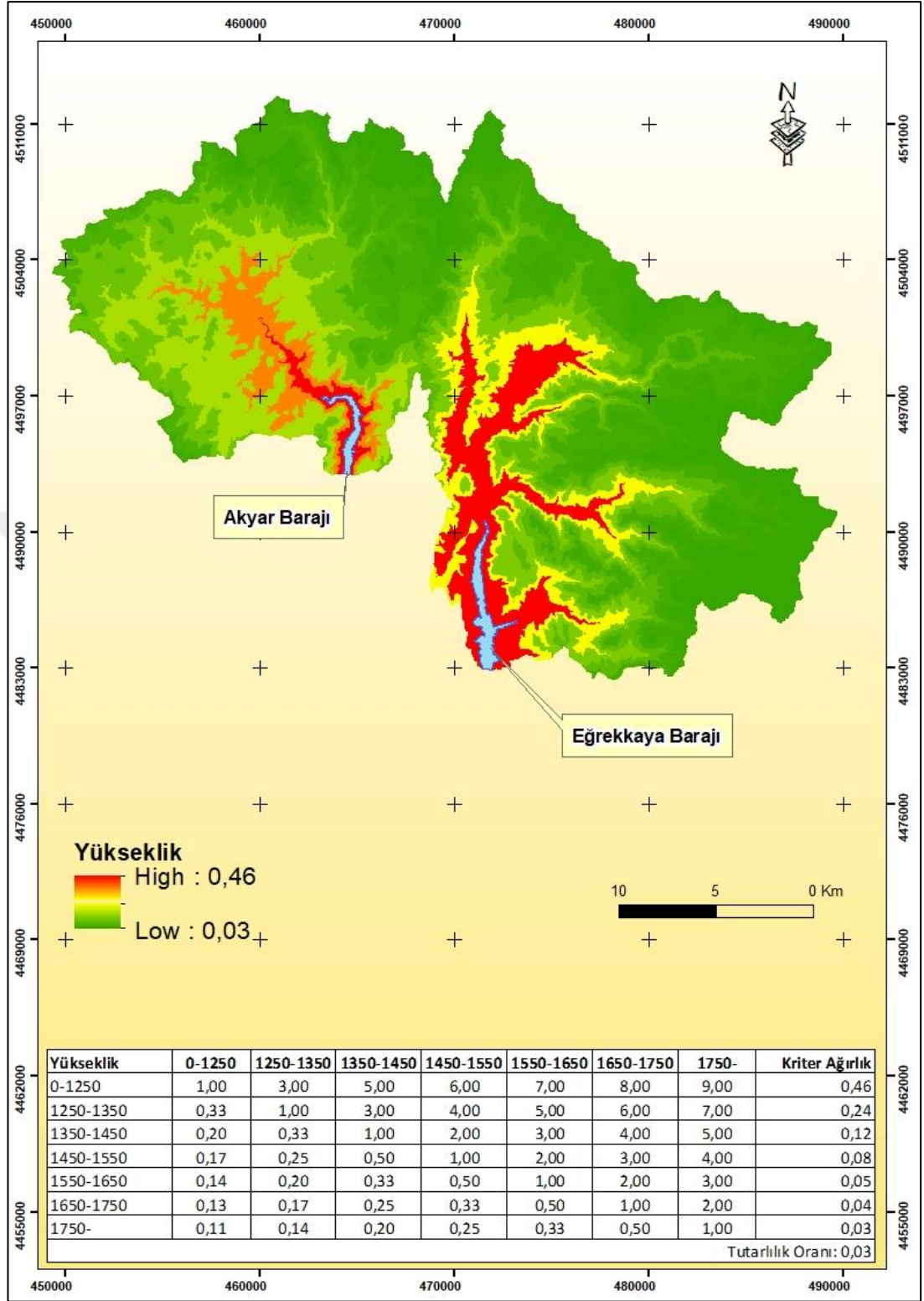
Havzada düşük kotlarda bulunan kirletici unsurların yüksek kotlara nazaran daha kolay su kaynaklarına karışabileceği kabulünden yola çıkarak, havza yükseklik açısından 7 sınıfa ayrılmıştır. Sınıf aralıkları; 0 – 1250 m, 1250 m – 1350 m, 1350 m – 1450 m, 1450 m – 1550 m, 1550 m – 1650 m, 1650 m – 1750 m ve 1750 m – havza sınırı olarak seçilmiştir. 1250 m kotundan itibaren 1750 m'ye kadar her 100 m'de bir aralık atanmıştır.

Analitik Hiyerarşi Prosesi kullanılarak her bir sınıfın risk durumuna göre ağırlık katsayısı hesaplanmıştır. Elde edilen ağırlık katsayıları için tutarlılık analizi yapılmıştır. Yapılan tutarlılık analizi sonucunda, hesaplanan ağırlık katsayılarının kendi içinde tutarlı olduğu görülmüş ve bu katsayılar kullanılarak CBS ortamında raster veriler üretilmiştir. Yapılan analize ilişkin kare matris ve raster veriler Şekil 4.15'de sunulmuştur.

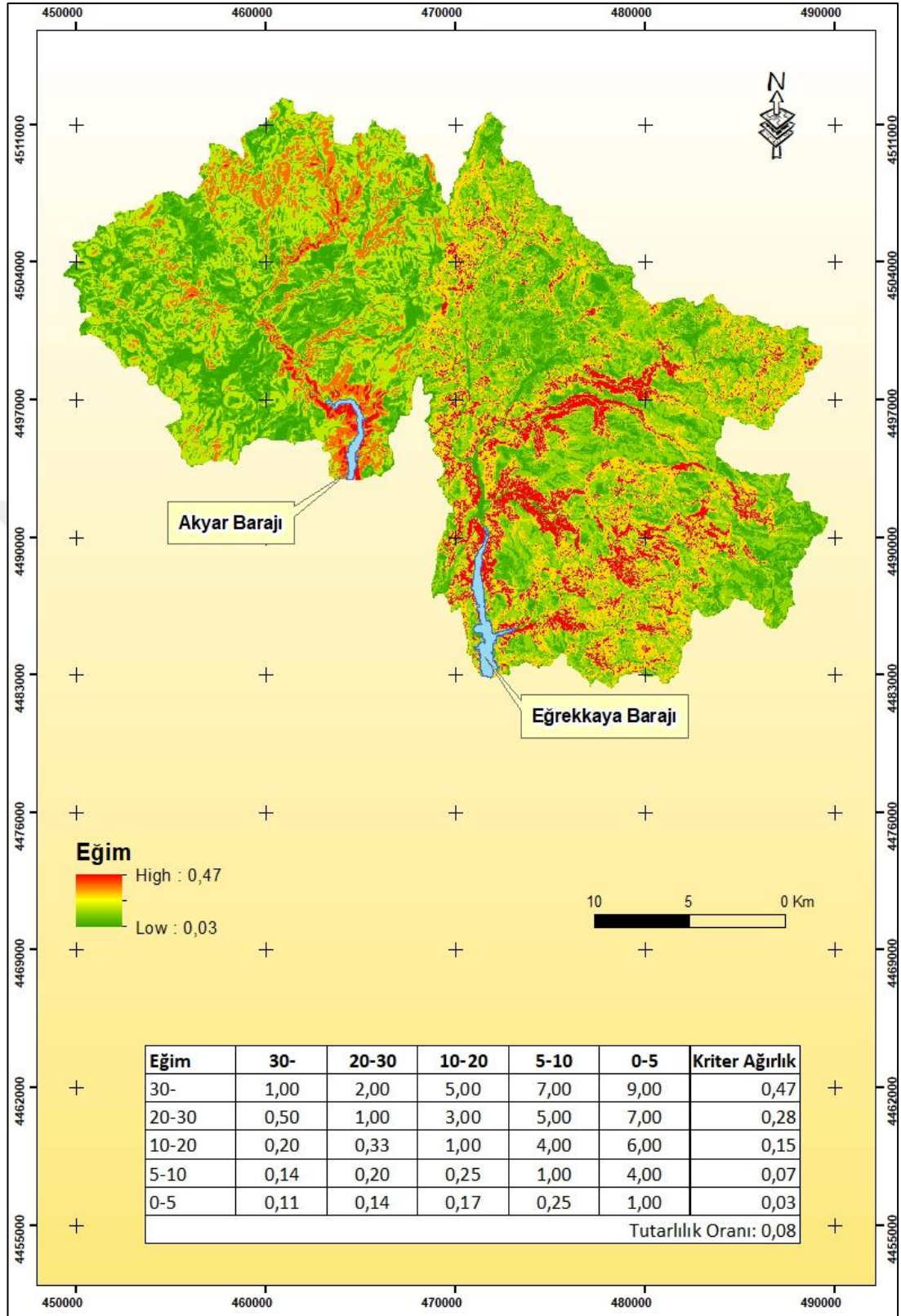
4.5.4. Eğim

Havzada eğim yükseldikçe, özellikle çıplak arazilerde kirletici kaynakların yerçekimi etkisi ile düşük kotlarda yer alan su kaynaklarına karışma riski artmaktadır. Bu kapsamda, çalışma alanında yüksek eğime sahip alanların daha riskli olduğu kabul edilmiştir. Çalışma alanına ait sayısal yükseklik modeli kullanılarak eğim analizi yapılmıştır. Yapılan analiz sonucunda havza eğim durumuna göre 5 sınıfa ayrılmıştır. Sınıf aralıkları; 0 – 5°, 5° – 10°, 10° – 20°, 20° – 30° ve >30° olarak seçilmiştir.

Analitik Hiyerarşi Prosesi kullanılarak her bir sınıfın risk durumuna göre ağırlık katsayısı hesaplanmış ve bu katsayılar için tutarlılık analizi yapılmıştır. Yapılan tutarlılık analizi sonucunda, hesaplanan ağırlık katsayıları kullanılarak CBS ortamında raster veriler üretilmiştir. Yapılan analize ilişkin kare matris ve raster veriler Şekil 4.16'da verilmiştir.



Şekil 4.15. Yükseklik analizi



Şekil 4.16. Eğim analizi

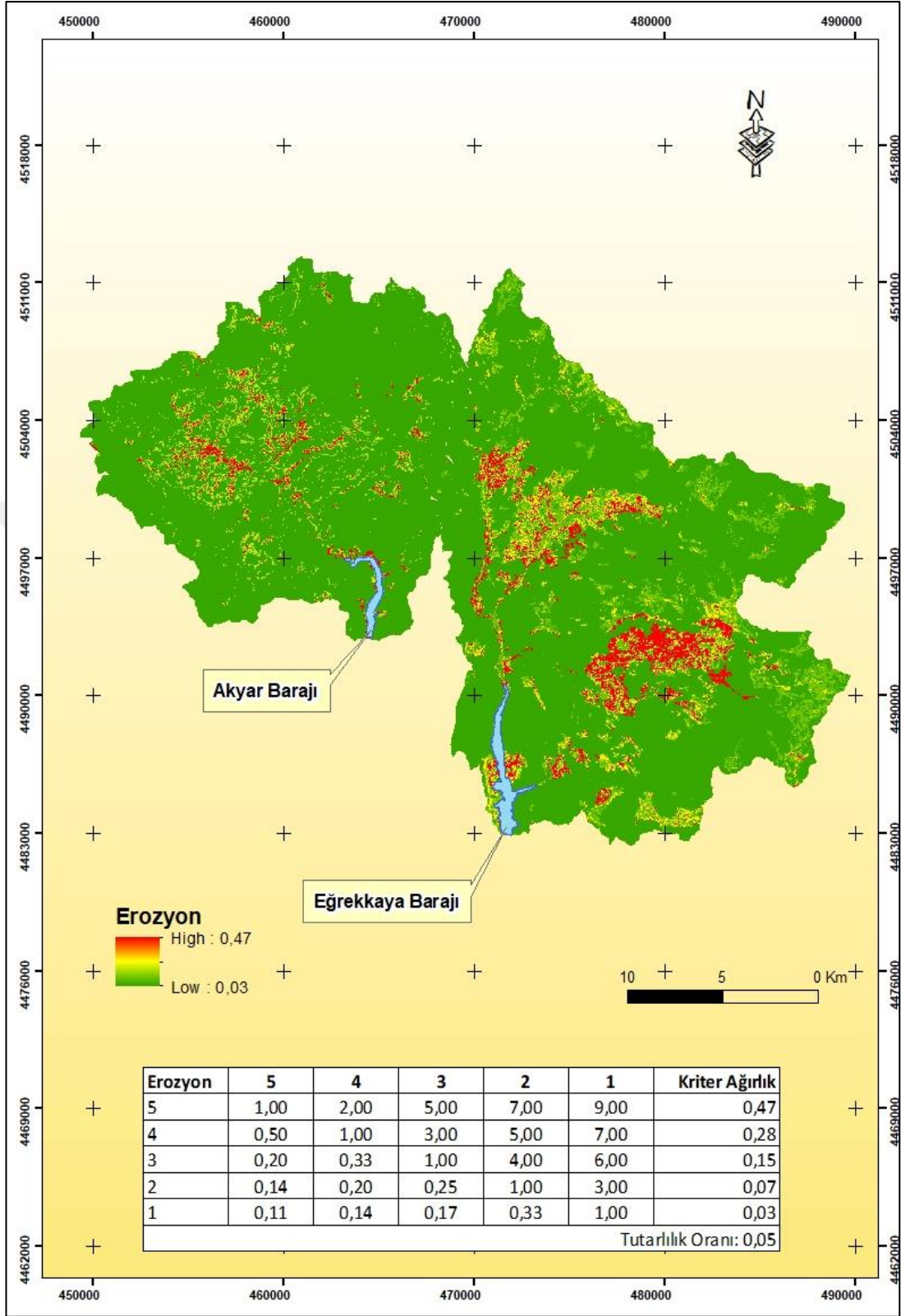
4.5.5. Erozyon potansiyeli

Erozyon potansiyeli yüksek bölgelerde, gevşek malzemenin kirletici unsurlar ile birlikte su kaynaklarına taşınma riski bulunmaktadır. Bu kasamda, çalışma alanında erozyon potansiyeli yüksek olan bölgelerin daha riskli olduğu kabul edilmiştir. Havza koruma planı ve özel hüküm belirleme çalışmaları kapsamında ASKİ Genel Müdürlüğüne yapılan risk analizine ilişkin veriler kullanılarak, havza erozyon potansiyeli açısından; çok düşük risk, düşük risk, orta risk, yüksek risk ve çok yüksek risk olmak üzere 5 sınıfa ayrılmıştır.

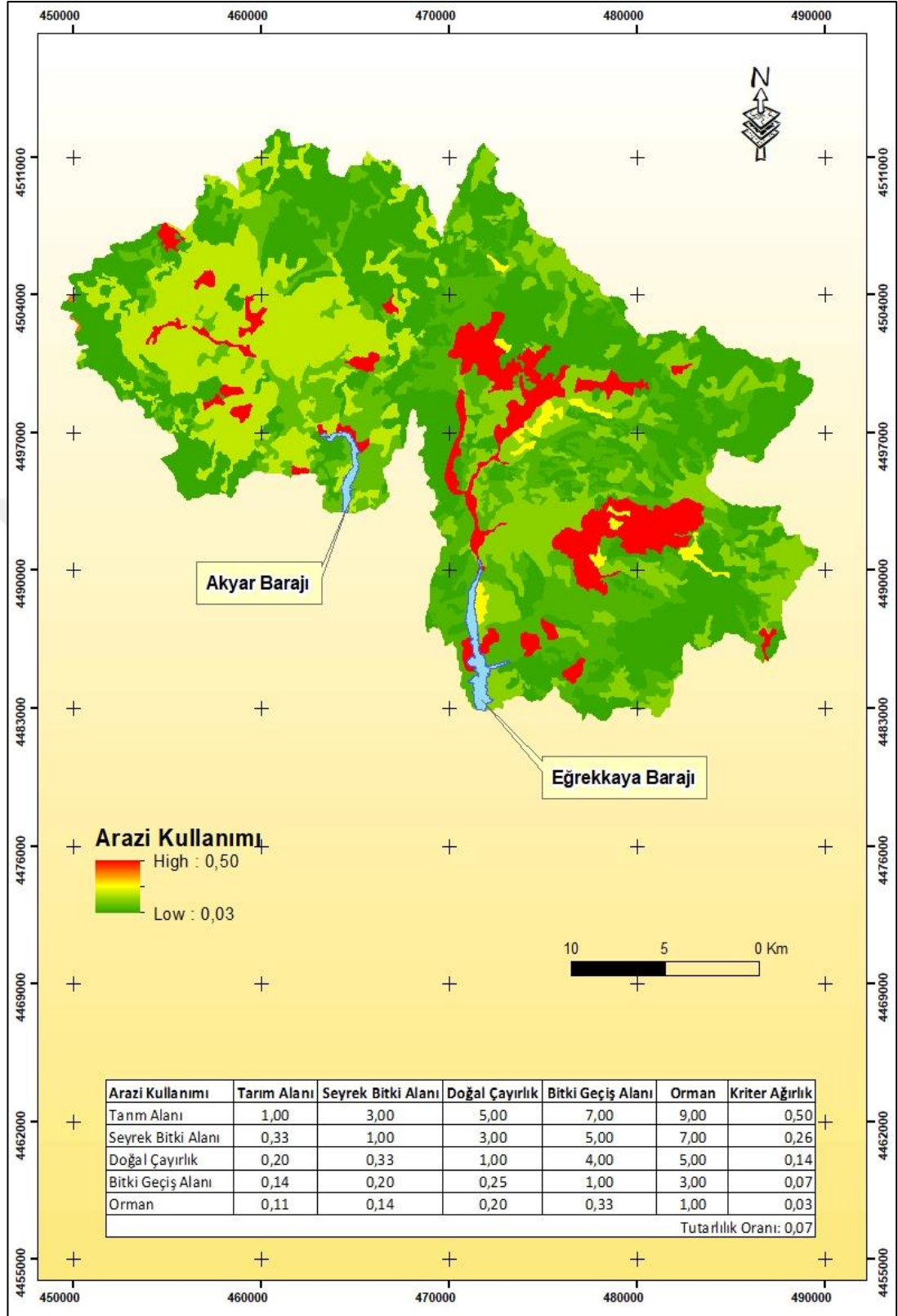
Analitik Hiyerarşi Prosesi kullanılarak her bir sınıfın risk durumuna göre ağırlık katsayıları hesaplanmış ve bu katsayılar için tutarlılık analizi yapılmıştır. Yapılan tutarlılık analizi sonucunda, hesaplanan ağırlık katsayıları kullanılarak raster veriler üretilmiştir. Yapılan analize ilişkin kare matris ve raster veriler Şekil 4.17'de sunulmuştur.

4.5.6. Arazi örtüsü

Tarım ve Orman Bakanlığı Bilgi İşlem Dairesi'nden temin edilen CORINE-2018 verileri kullanılarak, herbir arazi kullanımı Analitik Hiyerarşi Prosesi ile ağırlıklandırılmıştır. Havzalarda hakim olan arazi örtüsü tipleri Tarım Alanı, Seyrek Bitki Alanı, Doğal Çayırılık, Bitki Geçiş Alanı ve Orman Alanları olarak sınıflanmaktadır. Yukarıda belirtilen alanlardan tarım alanları; pestisit, gübre vb. kullanımlar nedeniyle yüksek riskli alanlar olarak değerlendirilmiştir. Seyrek Bitki Alanı, Doğal Çayırılık ve Bitki Geçiş Alanları için ise, bitki örtüsünün yoğunluğu ile doğru orantılı olarak kirletici taşınımını engelleyecekleri kabulü ile ağırlık katsayıları hesaplanmıştır. Orman alanları ise, sahip oldukları ölü örtü tabakaları nedeniyle doğal bir filtre görevi görmeleri, taban akışını artırmaları ve ciddi anlamda kirletici taşınımını önlemeleri nedeniyle en güvenli bölgeler olarak değerlendirilmiştir. Herbir arazi örtüsü için bu doğrultuda ağırlıklandırılma yapılmış ve yapılan ağırlıklandırmanın tutarlılığı analiz edilmiştir. Yapılan tutarlılık analizi sonucunda, hesaplanan ağırlık katsayılarının kendi içinde tutarlı olduğu görülmüş ve bu katsayılar kullanılarak CBS ortamında raster veriler üretilmiştir. Yapılan analize ilişkin kare matris ve raster veriler Şekil 4.18'de sunulmuştur.



Şekil 4.17. Erozyon analizi

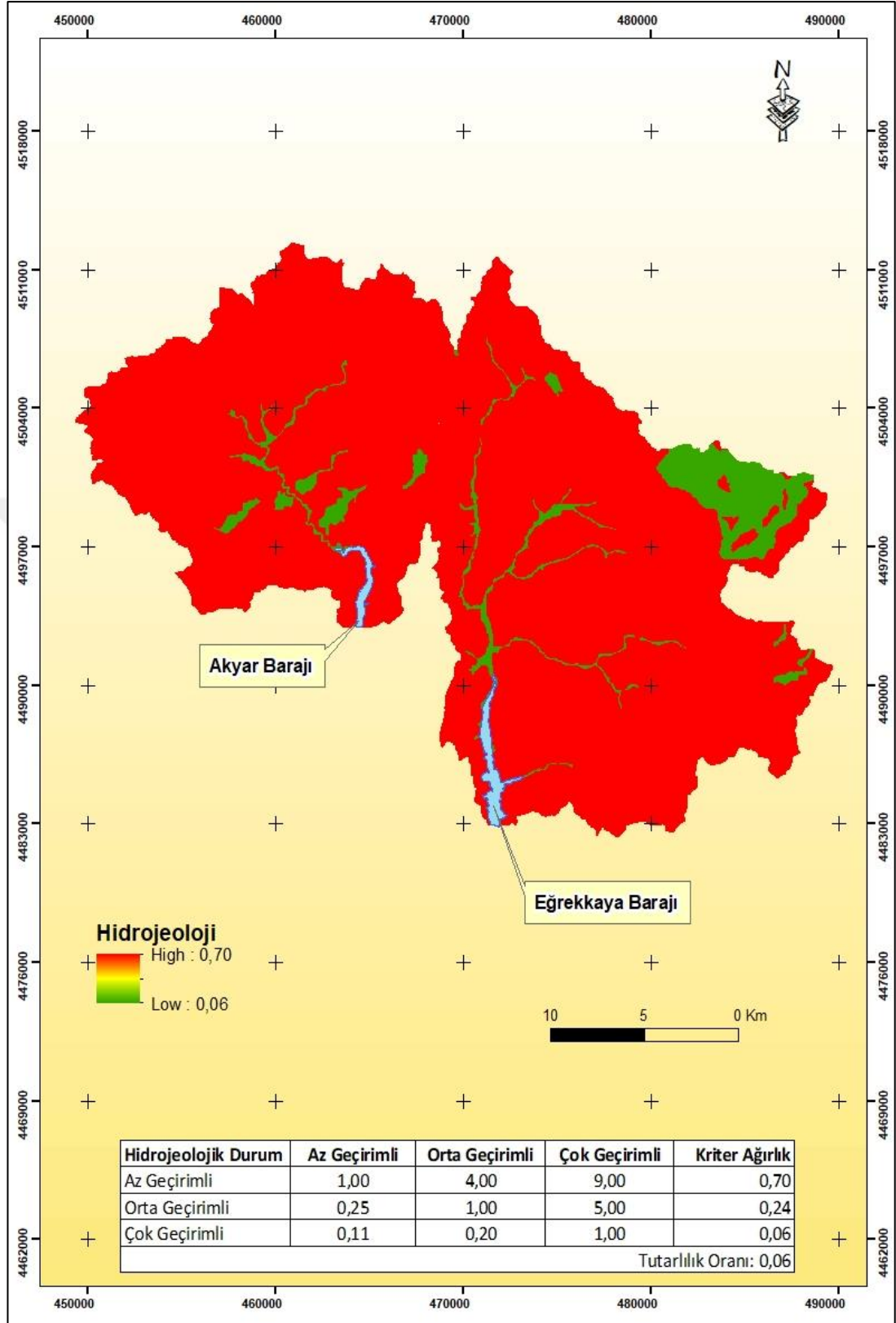


Şekil 4.18. Arazi örtüsü analizi

4.5.7. Hidrojolojik durum

Havzaların hidrojeolojik özellikleri değerlendirildiğinde, genellikle bölgede yeraltısuyu ihtiva eden volkanik birimlerin hâkim olduğu görülmüştür. Havzalarda yeraltısuyu – yüzey suyu ilişkisi ihmal edilecek düzeyde zayıf olduğu için, geçirimsizlik azaldıkça yüzeye düşen suyun havzadaki kirleticiler ile birlikte içme suyu kaynağına daha kolay ulaşacağı kabulünden yola çıkılmıştır. Geçirimli olarak tanımlanan çökel/alüvyal birimlerden süzülen suyun ise, içme suyu kaynağına ulaşsa dahi doğal bir filtreden geçtiği için daha güvenli olduğu kabul edilmiştir. Havza hidrojeolojik özelliklerine göre az geçirimli, orta geçirimli ve çok geçirimli olmak üzere 3 sınıfa ayrılmıştır. Analitik Hiyerarşi Prosesi kullanılarak her bir sınıf için ağırlık katsayısı hesaplanmış ve bu katsayılar için tutarlılık analizi yapılmıştır. Yapılan tutarlılık analizi sonucunda, hesaplanan ağırlık katsayılarının kendi içinde tutarlı olduğu görülmüş ve bu katsayılar kullanılarak CBS ortamında raster veriler üretilmiştir. Yapılan analize ilişkin kare matris ve raster veriler Şekil 4.19’da verilmiştir.

Raster verileri oluşturulan her bir parametre, Analitik Hiyerarşi Prosesi kullanılarak önem derecelerine göre kendi arasında da kıyaslanmış ve ağırlıklandırılmıştır. Mevcut uygulamalar, yasal düzenlemeler ve yapılan gözlemler değerlendirildiğinde, en öncelikli kriter olarak “Rezervuara Mesafe”; ikincil öncelikli kriter olarak ise, rezervuarı besleyen “Ana Derelere Mesafe” kabul edilmiştir. Mesafeden bağımsız havzanın herhangi bir yerinde bulunan kirletici faktörlerin su kaynağına ulaşmasını etkileyen diğer parametreler ise, kendi arasında eşit derece öneme sahip üçüncül öncelikli kriter olarak kabul edilmiştir. Yapılan kabuller doğrultusunda ağırlık katsayıları hesaplanmış ve bu katsayılar için tutarlılık analizi yapılmıştır. Yapılan analize ilişkin kare matris ve raster veriler Şekil 4.20’de sunulmuştur. Eğrekkaya ve Akyar Baraj Gölü Havzalarına ait hassasiyet haritasına göre çalışma alanının büyük bir bölümünün orta ve uzun mesafeli koruma alanı bölgesinde yer aldığı görülmektedir.

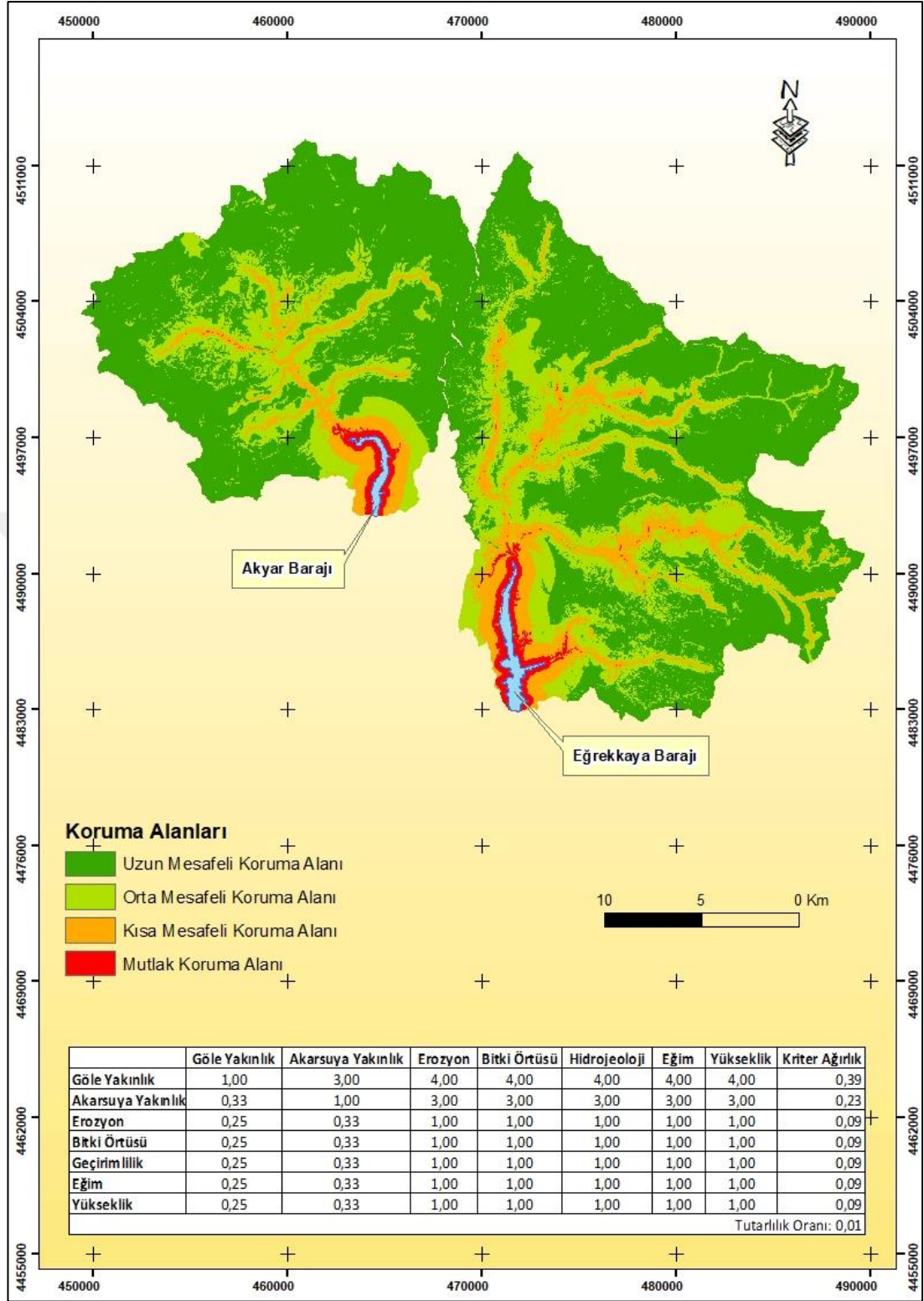


Şekil 4.19. Hidrojeolojik durum analizi

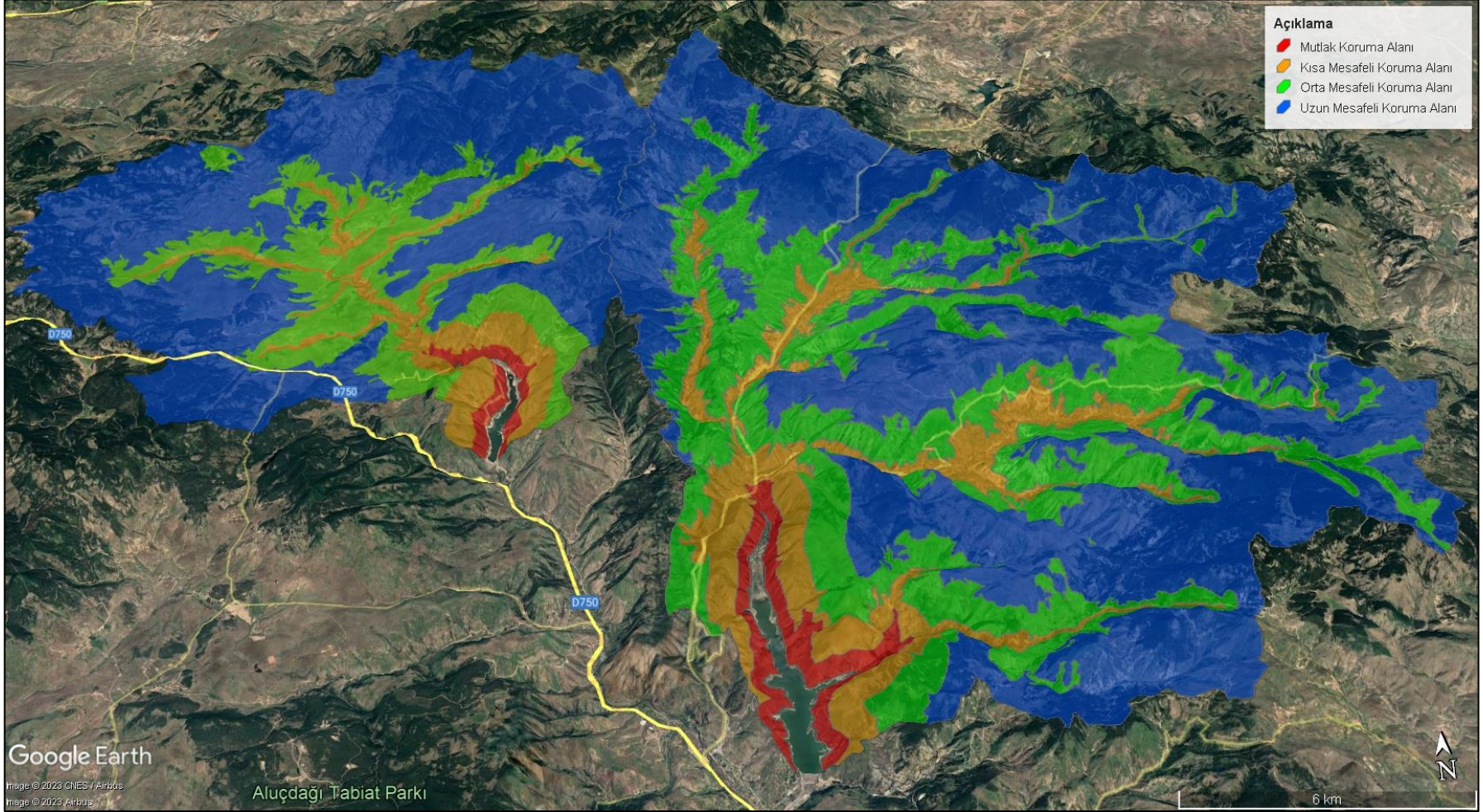
4.5.8. Koruma kuşaklarının belirlenmesi

Yapılan detaylı analizler neticesinde, çalışma alanındaki kirletici taşınımı açısından hassas bölgeler bir dağılım haritası şeklinde oluşturulmuştur. Ancak, bahse konu haritanın doğrudan kullanılması durumunda, uygulama aşamasında ciddi karışıklıklar yaşanacağı öngörülmektedir. Bu hassasiyette bir dağılım haritasından elde edilen sonucun direkt olarak “Koşuma Kuşakları” şeklinde kabul edilmesi, özellikle parsel bazında ve / veya daha büyük ölçekli faaliyetlerin planlanmasını olanaksız kılacaktır. Bu nedenle, elde edilen hassasiyet haritası üzerinde CBS tabanlı ArcGIS yazılımı ile “Smooth ve Gap Analyz” yapılmış olup çok kritik olmayan bölgelerde ufak çaplı ihmalleri kapsayacak şekilde manuel müdahalelerde de bulunulmuştur.

Yapılan çalışmalar sonucunda Akyar Baraj Havzası için; mutlak koruma alanı 396 ha’da 423 ha’a, kısa mesefeli koruma alanı 941 ha’dan 1987 ha’a, orta mesafeli koruma alanı 1208 ha’dan 5375 ha’a çıkmış olup uzun mesafeli koruma alanı ise 22681 ha’dan 17425 ha’a düşmüştür. Eğrekkaya Baraj Havzası için; mutlak koruma alanı 623 ha’dan 757 ha’a, kısa mesefeli koruma alanı 1202 ha’dan 4005 ha’a, orta mesafeli koruma alanı 1732 ha’dan 10928 ha’a çıkmış olup uzun mesafeli koruma alanı 34351 ha’dan 22171 ha’a düşmüştür. Eğrekkaya ve Akyar Baraj Havzaları için oluşturulan koruma kuşaklarını gösteren harita Şekil 4.21’de verilmiştir.



Şekil 4.20. Eğrekkaya ve Akyar Baraj Gölü havzalarına ait hassasiyet haritası



Şekil 4.21. Eğekkaya ve Akyar Baraj göllerine ait koruma kuşakları

Yapılan analizler sonucunda, çalışma alanında en ciddi kısıtların uygulandığı mutlak ve kısa mesafeli koruma alanlarının büyüdüğü görülmektedir. Bu kapsamda, sürdürülebilir havza yönetiminin sağlanabilmesi için uygulama aşamasındaki en önemli paydaş olan yöre halkını mağdur etmeyecek şekilde koruma – kullanma dengesinin gözetilmesi gerekmektedir.

Eğrekkaya ve Akyar Baraj Gölleri Havzaları'nda yer alan yerleşimlerin tamamı kırsal nitelikte olup yöre halkının başlıca geçim kaynağı tarım ve hayvancılıktır. Bununla birlikte, havzadaki en önemli baskı unsurlarının tarım ve hayvancılıktan gelen kirlilik yükleri olduğu bilinmektedir. Dolayısıyla bu faaliyetler kontrol altına alınırken uygulanabilir ve gerçekçi politikalar geliştirilmelidir. Eğrekkaya ve Akyar Baraj Gölleri Havzaları için hali hazırda uygulamada olan mevzuat incelendiğinde; mutlak koruma alanında yer alan mevcut tarım alanlarında yalnızca organik tarıma izin verildiği, kısa mesafeli koruma alanında ise organik tarımın mümkün olmadığı durumlarda iyi tarım uygulamalarına izin verildiği görülmektedir. Bununla birlikte, her iki koruma kuşağında da yeni tarım alanlarının açılmasına izin verilmemektedir. Orta ve uzun mesafeli koruma alanlarında ise, yeni tarım alanı açılmasına izin verilmekle birlikte iyi tarım uygulamaları zorunlu tutulmuştur.

Mevcut mevzuat çerçevesinde, hayvancılık faaliyetlerine mutlak ve kısa mesafeli koruma alanlarında yalnızca zati ihtiyaç kapsamında izin verilmekte, orta ve uzun mesafeli koruma alanlarında ise zati ihtiyacın yanısıra belli bir kapasiteye kadar ticari amaçlı hayvancılık tesislerine de izin verilmektedir. Yukarıda yapılan kıyaslamalar göz önünde bulundurulduğunda, mutlak koruma alanının kısa mesafeli koruma alanına doğru büyümesi halinde; yöre halkı açısından mağduriyet oluşturacak yeni kısıtlamalar gündeme gelmeyecektir. Orta ve uzun mesafeli koruma alanlarında ise tarım ve hayvancılık faaliyetleri için halihazırda aynı kısıtların uygulanması sebebiyle; orta mesafeli koruma alanının uzun mesafeli koruma alanına doğru genişlemesi durumunda yine yöre halkını etkileyecek ilave tedbirler söz konusu olmayacaktır. Koruma kuşaklarının revizesi halinde, kısa mesafeli koruma alanının büyümesi ile birlikte tarım ve hayvancılık faaliyetleri ile ilgili uygulanan kısıtlar daha geniş bir alanı kapsayacaktır. Ancak yapılan incelemeler sonucunda, kısa mesafeli koruma alanının genişlediği bölgeleri genellikle dik vadi yamaçlarının teşkil ettiği görülmekte olup bu

alanların halihazırda tarım/hayvancılık (tesis) gibi faaliyetler için tercih edilen/uygun sahalar olmadığı görülmektedir.

Sonuç olarak, oluşturulan yeni koruma kuşaklarının yöre halkının sosyal – ekonomik durumu açısından genel bir şekilde değerlendirildiğinde uygulanabilir olduğu düşünülmektedir. Ancak bu tarz bir çalışmanın mevzuata entegrasi durumunda, alanında uzman diğer meslek gruplarının da sürece dahil olması ve mevzuat maddelerinin bu çerçevede tekrar gözden geçilmesi gerekmektedir.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

İklim değişikliğinin kaçınılmaz bir sonucu olarak su kaynaklarımız hızla tüklenmekte olup mevcut kaynaklarımızın yönetimi konusunda iyileştirici tedbirler alınması göz ardı edilemez bir ihtiyaç haline gelmiştir. Bu kapsamda ilgili kurumların koordinasyonunda çok sayıda çalışma yürütölmektedir. Bu çalışmalardan biri de içme – kullanma suyu havzaları için yürütölen “Havza Koruma Planı ve Özel Hüküm Belirleme Projeleri”dir. Bir içme suyu havzası için koruma planı hazırlanırken, öncelikli olarak koruma alanlarının doğru belirlenmesi gerekmektedir. Koruma alanları, havza karakteristiğini yansıtmakla birlikte uygulanabilir de olmalıdır. Ayrıca, sürdürülebilir yönetimin sağlanması için koruma – kullanma dengesi hassasiyetle gözetilmelidir.

Bu tez çalışması kapsamında yukarıda belirtilen hususları esas alacak şekilde, mesafeye dayalı koruma kuşakları yaklaşımına alternatif bir yöntem değerlendirilmiştir. Bu yöntem ile Eğrekkaya ve Akyar Baraj Gölü havzaları örneği üzerinden havzaların kirletici taşınımını etkileyecek karakteristik özellikleri analiz edilmiştir. Yapılan çalışmada öncelikli olarak çalışma alanının jeolojik, hidrolojik, hidrojeolojik ve hidrojeokimyasal özellikleri ortaya konulmuş ve havzadaki baskılar değerlendirilmiştir.

Çalışma alanı volkanik birimlerin hâkim olduğu iki komşu havzadan oluşmaktadır. Çalışma alanında rezervuar ve vadilerin çevresinde yayılım sunan Kuvaterner çökelleri (alüvyon ve taraça) ile yine geniş yayılıma sahip olmayan Örencik formasyonunun konglomera – kumtaşı seviyeleri dışında akifer olarak tanımlanabilecek bir litoloji bulunmamaktadır. Birimlerin litolojik özellikleri ve yeraltısuyu analiz sonuçları değerlendirildiğinde yeraltı – yüzey suyu etkileşiminin zayıf olduğu görölmektedir. Yeraltısuyu analiz sonuçları incelendiğinde; Eğrekkaya Havzası’nda jeotermal kaynaklı iyon zenginleşmeleri gözlenmektedir. Piper diyagramına göre Eğrekkaya havzasındaki yeraltısuları daha çok kalsiyum, karbonat ve bikarbonatça zengin sular olup sert su özelliğindedir. Genel su tipinin ise Ca-HCO₃, Ca-Mg-HCO₃, MgCO₃ ve karışık tipli sular fasiyesinde olduğu görölmektedir. EY-1 nolu örnek ise Ca-SO₄-Cl’lü su fasiyesinde olup diğer örneklerden farklı bir özellik göstermektedir. Bu farklılığın ise bölgedeki sıcak sular ile etkileşim sonucunda geliştiği düşünölmektedir.

Akyar Baraj Gölü Havzası'nda ise yeraltısuları karbonatça zengin sular olarak gözlenmesine rağmen homojen bir kimyasal köken yapısı göstermemektedir. Yeraltısularında daha çok Ca-Mg-HCO₃, Mg-CO₃ su tipleri hakimdir. Çalışma alanı içindeki kayaçların genel olarak kalsiyum ve magnezyumca zengin olması su tipinde kayaç-su etkileşiminin etkili olduğunu göstermektedir. Çalışma alanını oluşturan Eğrekkaya ve Akyar Baraj Gölleri havzalarında yeraltısuyunun dolaşımı sırasında temas ettiği formasyonların genel olarak aynı birimleri içerdiği gözlenmekte olup volkanik birimlerin hakim olduğu dasit, andezit, bazaltlar ile yer yer kireçtaşı, çamurtaşı, kumtaşı, marn seviyeleri gözlenmektedir. Ortaç ve mafik magmatik kayaçlarda yoğun olarak Na-Ca feldispat ve biyotit, amfibol, piroksen gibi koyu renkli silikat mineralleri hakimdir. Su örneklerinde baskın olarak Ca iyonlarının varlığı Na-Ca feldspatlar ile, Mg iyonları ise daha çok silikat minerallerinin ayrışması ile açıklanabilir. Su örneklerindeki baskın HCO₃ iyonunun varlığı ise bölgede yer yer mostra veren kireçtaşı, killi kireçtaşı birimleri ile ilişkilidir. Ayrıca, feldispat minerallerinin ayrışması sonucunda açığa çıkan kalsit minerallerinin sular tarafından kolayca çözünmesi ile HCO₃ iyonu artış göstermektedir. Bununla birlikte her iki havzada da litolojiye bağlı kurşun, alüminyum ve demir parametreleri tespit edilmiştir.

Çalışma alanındaki baskılar incelendiğinde, başlıca noktasal kirletici kaynaklar olarak evsel atıksularına ait deşarj noktaları tespit edilmiştir. Sızdırmaz fosseptiklerde toplanan evsel atıksular zaman zaman taşarak alıcı ortama doğrudan karışması nedeniyle noktasal kaynak olarak değerlendirilirken, şahıslara ait geçirimli/sızdırmalı özellikte olan fosseptikler yayılı kirletici kaynaklar olarak değerlendirilmiştir. Eğrekkaya ve Akyar Baraj Gölü havzalarında tespit edilen diğer yayılı kirletici kaynaklar ise; meskun bölgeler, meralar, tarım alanları, tarımsal faaliyetlerde kullanılan gübreler ve tarımsal mücadele ilaçları olarak karşımıza çıkmıştır. Ayrıca, çalışma alanındaki her türlü hayvancılık faaliyetleri ve atmosferik birikim su kaynakları için kirletici kaynak olarak sayılabilir. Tüm bu hususlara ek olarak çalışma alanında yaygın bir şekilde gözlenen orman alanları da azot ve fosfor konsantrasyonuna olan katkısı nedeniyle yayılı kirletici kaynaklar kategorisine dahil edilmektedir. Ancak, ormanların su kalitesi ve miktarı üzerindeki iyileştirici etkisinin çok daha fazla olduğu bilinmektedir.

Havzaların hassasiyet haritalarının hazırlanması aşamasında rezervuara mesafe, ana derelere mesafe, yükseklik, eğim, erozyon potansiyeli, arazi kullanımı ve hidrojeoloji

olmak üzere yedi farklı parametre değerlendirmiştir. Bu parametreler hem kendi içerisinde hem de birbirleri arasında Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) kullanılarak ağırlıklandırılmış ve CBS tabanlı ArcGIS yazılımı ile analiz edilerek havzaların hassasiyet haritaları oluşturulmuştur. Ancak, hassasiyet haritalarının bir dağılım haritası şeklinde olması ve keskin sınırları bulunmaması sebebiyle smooth, gap gibi ilave analizler yapılarak havza karakteristiğine uygun koruma kuşakları oluşturulmuştur. Yapılan çalışmalar sonucunda, Akyar Baraj Gölü havzası için; mutlak koruma alanı 396 ha'da 423 ha'a, kısa mesefeli koruma alanı 941 ha'dan 1987 ha'a, orta mesafeli koruma alanı 1208 ha'dan 5375 ha'a çıkmış olup uzun mesafeli koruma alanı ise 22681 ha'dan 17425 ha'a düşmüştür. Eğrekkaya Baraj Gölü havzası için ise; mutlak koruma alanı 623 ha'dan 757 ha'a, kısa mesefeli koruma alanı 1202 ha'dan 4005 ha'a, orta mesafeli koruma alanı 1732 ha'dan 10928 ha'a çıkmış olup uzun mesafeli koruma alanı 34351 ha'dan 22171 ha'a düşmüştür.

Kırsal yaşamın hâkim olduğu her iki baraj havzasında da yöre halkının temel geçim kaynağının tarım ve hayvancılık olduğu göz önünde bulundurularak, koruma kuşakları için tespit edilen değişim koruma – kullanma dengesi çerçevesinde değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirme sonucunda; mutlak, orta ve uzun mesafeli koruma alanlarında tarım ve hayvancılık faaliyetleri açısından ilave bir kısıt uygulanmayacağı, kısa mesafeli koruma alanında ise ilave kısıt uygulanacak alanları dik vadi yamaçlarının teşkil etmesi sebebiyle zaten bahse konu faaliyetler için elverişli sahalar olmadığı tespit edilmiştir. Yapılan tüm bu değerlendirmeler sonucunda ise, havza karakteristiği doğrultusunda belirlenen koruma kuşaklarının uygulanabilir olduğu sonucuna varılmıştır. Ancak bu tarz çalışmalar yürütülürken, alanında uzman diğer meslek gruplarının (sosyolog, çevre mühendisi vb.) ve sürece dahil olacak tüm paydaşların (ilgili kamu kurumları, sivil toplum kuruluşları vb.) görüşleri alınarak nihai kararlar verilmelidir. 'Havza Koruma Planı ve Özel Hüküm Belirleme Projeleri'nde farklı meslek gruplarından uzmanlar bir araya gelerek koordinasyon halinde çalışmaktadır. Bu tarz metodolojilerin bahse konu projelere entegre edilmesi havza özelinde daha kapsamlı değerlendirilmelerin yapılmasını ve daha işlevsel sonuçlar elde edilmesini sağlayacaktır. Koruma kuşaklarının sağlıklı belirlenmesi neticesinde uygulanacak tedbirler ile su kaynaklarının sürdürülebilir ve bütünleşik yönetimi aşamalarında maksimum faydanın sağlanacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Abdullah T., Ali S.S., Al-Ansari N.A., Knutsson., S. (2018) Possibility of Groundwater Pollution in Halabja Saidiadiq Hydrogeological Basin, Iraq Using Modified DRASTIC Model Based on AHP and Tritium Isotopes, 8(7), 236.
- Aghlmand, M., Onur, M. İ & Talaei, R., 2020. Heyelan Duyarlılık Haritalarının Üretilmesinde Analitik Hiyerarşi Yönteminin ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanımı. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (Özel Sayı), 224 230.
- Albayrak, İ., 2012. Ekosistem Servislerine Dayalı Havza Yönetim Modelinin İstanbul - Ömerli Havzası Örneğinde Uygulanabilirliği, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 198 s, İstanbul.
- Alonso J., Lamata M.T., 2006. Consistency in the Analytic Hierarchy Process: A New Approach, International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems, 14 (4), 445 - 459. <https://doi.org/10.1142/S0218488506004114>
- Akyürek, B., Bilginer, E., Çatal, E., Dağ, Z., Soysal, Y., Sunu, O., 1980. Eldivan – Şabanözü (Çankırı), Hasayaz – Çandır (Kalecik – Ankara) Dolayının Jeolojisi. MTA Rap. No:6741 (yayımlanmamış).
- Altınlı, İ.E., 1973a. Orta Sakaryanın Jeolojisi. 50. Yıl Yerbilimleri Kongresi, Tebliğler Dergisi, MTA Yay., 159 – 187.
- Altınlı İ.E., 1973b. Bilecik Jurasıği. 50. Yıl Yerbilimleri Kongresi, Tebliğler Dergisi, MTA Yay., 112 - 113.
- Anonim, 2021, Kurtboğazı – Eğrekkaya – Akyar Barajı Havza Koruma Planı ve Özel Hüküm Belirleme Projesi Nihai Raporu, ASKİ Genel Müdürlüğü, 863 s.
- Aslan, H., 2023. Grafikselle Yöntemler, Erişim Tarihi:15.05.2023. <file:///C:/Users/arsset/Desktop/Grafikselle%20Y%C3%B6ntemler-1.pdf>
- Aydın, M., Serdar, H.S., Şahintürk, Ö., Yazman, M., Çokuğraş, R., Demir, O., Özçelik, Y., 1987. Çamdağ (Sakarya)-Sünnicedağ (Bolu) Yöresinin Jeolojisi. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, (30) 1, 1 - 14.
- Aykut, T., 2021. Determination of Groundwater Potential Zones Using Geographical Information Systems (GIS) and Analytic Hierarchy Process (AHP) between Edirne-Kalkansogut (northwestern Turkey). Groundwater for Sustainable Development, (12), 100545. <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2021.100545>
- Bakalár, T., Pavolová , H., Tokarčík, A., 2021. Analysis and Model of River Basin Sustainable Management by SWOT and AHP Methods. Water, (13), 2427. <https://doi.org/10.3390/w13172427>

- Bilginer, E., Pehlivan, Ş., Aksay, A., 2002. 1/100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Bolu G29 paftası, MTA Genel Müdürlüğü, jeoloji Etütleri Dairesi yayını, Ankara.
- Duru, M., Aksay, A., 2002. 1/100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Bolu H29 paftası, MTA Genel Müdürlüğü, jeoloji Etütleri Dairesi yayını, Ankara.
- Elçi, A., Karadaş, D., Gündüz, Ö., 2009. Havza Koruma Alanlarının Yeraltı Suyu Kirlenmelerinin Taşınımı Bakımından Değerlendirilmesi. Su Vakfı Dergisi, (2), 41-48
- Erdoğan, Ü.B. 2020. Ekosistem Hizmetleri Kavramının Havza Ölçeğinde Değerlendirilerek Planlamaya Entegrasyonu. D.Ü Ormancılık Dergisi 16 (2), 196-216 <http://dergipark.gov.tr/journal/256/workflow/active>
- Göncüoğlu, M.C., Turhan, N., Şentürk, K., Uysal, Ş., Özcan, A., Işık, A., 1996. Orta Sakarya'da Nallıhan-Sarıcakaya Arasındaki Yapısal Birliklerin Jeolojik Özellikleri. MTA Rap. (yayımlanmamış).
- Kaliraj, S., Chandrasekar, N. & Magesh, N.S., 2013. Identification of Potential Groundwater Recharge Zones in Vaigai Upper Basin, Tamil Nadu, Using GIS-based Analytical Hierarchical Process (AHP) Technique. Arabian Journal of Geosciences, (7), 1385 – 1401. <https://doi.org/10.1007/s12517-013-0849-x>
- Koçan, N., 2013. Kızılcahamam-Çamlıdere (Ankara) Bölgesi Jeolojik Mirasının Koruma Kullanma Potansiyeli. Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 13 (1), 36 - 47.
- Kuru, A., Tezer, A., 2019. New Approach to Determine the Protection Zones for Drinking Water Basins: The Case Study of Kırklareli Dam. Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University 35(1), 519 - 535.
- Pasvanoglu, S., Çelik, M., 2018. A Conceptual Model for Groundwater Flow and Geochemical Evolution of Thermal Fluids at the Kızılcahamam Geothermal Area, Galatian Volcanic Province, Geothermics. (71), 88 – 107.
- Rahamana, S.A., Ajeezb, S.A., Aruchamyc, S., Jegankumard, R., 2015. Prioritization of Sub Watershed Based on Morphometric Characteristics Using Fuzzy Analytical Hierarchy Process and Geographical Information System – A Study of Kallar Watershed, Tamil Nadu. Aquatic Procedia, (4), 1322-1330. <https://doi.org/10.1016/j.aqpro.2015.02.172>
- Saaty T., 2004. Decision Making - The Analytic Hierarchy and Network Processes (AHP/ANP). Journal of Systems Science and Systems Engineering, (13), 1 - 35.
- Saner, S., 1980. Batı Pontidlerin ve Komşu Havzaların Oluşumlarının Levha Tektoniği Kavramı ile Açıklanması, Kuzeybatı Türkiye. MTA Dergisi, 93 (94), 1 - 19.
- Sevin, M., Aksay, A., 2002. 1/100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Bolu G28 paftası, MTA Genel Müdürlüğü, jeoloji Etütleri Dairesi yayını, Ankara.

- Sütünç, H.S., Yavuz, V.S., 2022-3. Taşkın Risk Alanlarının Analitik Hiyerarşi Süreci Kullanılarak Mikro-Havza Ölçeğinde Değerlendirilmesi. Kent Araştırmaları Dergisi (Journal of Urban Studies) 13 (37), 1667-1690. [DOI:10.31198/idealkent.1129283](https://doi.org/10.31198/idealkent.1129283)
- Srdjevic, B.; Medeiros, Y.; Srdjevic, Z. Schaer, M., 2002. Evaluating Management Strategies in Paraguacu River Basin by Analytic Hierarchy Process. International Congress on Environmental Modelling and Software, Haziran 2002, Lugano, Switzerland, 42 - 47. <https://scholarsarchive.byu.edu/iemssconference/2002/all/38>
- Şener, Ş., Şener, E., Davraz, A., 2009. DRASTIC ve Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemlerinin Entegrasyonu ile Akifer Duyarlılık Haritalarının Hazırlanması: Senirkent – Uluborlu Havzası (Isparta) Örneği. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 13 (1), 48 - 59.
- Türkecan, A., Dinçel, A., Hepşen, N., Papak, İ., Akbaş, B., Sevin, M., Özgür, İ.B., Bedi, Y., Mutlu, G., Sevin, S., Ünay, E., Saraç, G., Karataş, S., 1991. Bolu – Çankırı (Koroğlu Dağları) Arasındaki Neojen Yaşlı Volkanitlerin Stratigrafisi ve Petrografisi. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, (6), 85 - 103.

EKLER

EK A. Haritalar



