

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**KURTBOĞAZI HAVZASI VE ONU BESLEYEN
HAVZALARIN KALİTE PARAMETRELERİNİN
İZLENMESİ VE PLANLANMASI**

Lale ÇALIŞKAN

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

**ANKARA
2018**

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Lale ÇALIŞKAN tarafından hazırlanan “**Kurtboğazi Havzası ve Onu Besleyen Havzaların Kalite Parametrelerinin İzlenmesi ve Planlanması**” adlı tez çalışması 15/10/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı'nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. İlhami ÜNVER
Ankara Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Jüri Üyeleri :

Başkan : Prof. Dr. Sadık USTA
Ankara Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Üye : Prof. Dr. A. Çağlan GÜNAL
Gazi Üniversitesi Biyoloji Eğitimi Anabilim Dalı

Üye : Prof. Dr. Gökhan ÇAYCI
Ankara Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Üye : Prof. Dr. Lale BALAS
Gazi Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Üye: Prof. Dr. İlhami ÜNVER
Ankara Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Atila YETİŞEMİYEN
Enstitü Müdürü

ETİK

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

15.10.2018



Lale ÇALIŞKAN

ÖZET

Doktora Tezi

KURTBOĞAZI HAVZASI VE ONU BESLEYEN HAVZALARIN KALİTE PARAMETRELERİNİN İZLENMESİ VE PLANLANMASI

Lale ÇALIŞKAN

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. İlhami ÜNVER

Bu çalışmayla Kurtboğazi havzası ile, onu besleyen Akyar, Eğrekkaya, Kavşakkaya alt havzalarındaki su kalitesinin ve sediment kompozisyonunun yersel ve zamansal değişkenliği ile toprak özelliklerinin alansal dağılımları arasındaki ilişkilerin belirlenmesi ve her bir alt havzanın ana havza üzerindeki etkilerinin ortaya konması amaçlanmıştır. Bu doğrultuda 15 noktadan bir yıl boyunca ayda bir su örneği, göl aynası tabanlarında 5 noktadan sediment örneği ve havza topraklarını temsil edecek ölçütlerle 148 noktadan toprak örneği alınarak analizleri yapılmıştır.

Analiz sonuçlarına göre; her bir alt havzanın arazi kullanım durumu, topografyası, jeolojik yapısı ve toprak özelliklerinin Kurtboğazi havzasının su ve sediment kalitelerini etkilediği tespit edilmiştir. Ayrıca, analiz edilen su kalitesi parametreleri yönünden her bir alt havzanın Kurtboğazi havzasına taşıdığı yükler hesaplanarak, ana havza üzerindeki etkileri belirlenmiştir. Buna göre; Kurtboğazi havzasına taşınan amonyum (% 45), toplam fosfor (% 54), biyolojik oksijen ihtiyacı (% 47), magnezyum (% 61), sodyum (% 51), karbonat (% 79), klorür (% 49), sülfat (% 63), bor (% 38) ve arsenik yükü (% 49) en fazla Eğrekkaya alt havzasından gelmektedir. Toplam çözünmüş madde (% 42), kimyasal oksijen ihtiyacı (% 48), kalsiyum (% 53) ve bikarbonat (% 46) yükü bakımından en fazla katkıyı Kavşakkaya alt havzası yapmaktadır. Kurtboğazi havzasına potasyum yükü (% 41) bakımından her iki alt havza aynı oranda katkıda bulunurken, nitrat yükü (% 63) bakımından ise en büyük katkıyı Kurtboğazi havzasında bulunan Mera çayı yapmaktadır. Havzada ciddi bir su kalitesi sorunu belirlenmemiştir.

Ekim 2018, 336 sayfa

Anahtar Kelimeler : Su kalitesi, havza özellikleri, arazi kullanımı, CBS

ABSTRACT

Ph. D. Thesis

MONITORING AND PLANNING OF THE QUALITY PARAMETERS OF THE KURTBOGAZI WATERSHED AND ITS TRIBUTARY FEEDING WATERSHEDS

Lale ÇALIŞKAN

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Soil Science and Plant Nutrition

Supervisor : Prof. Dr. İlhami ÜNVER

The aim of this study was to determine the relationships between the spatial and temporal variability of the water quality and sediment composition of the Kurtboğazi watershed together with its feeding watersheds and the spatial distribution of the soil properties, and to determine the effects of each catchment on the main watershed. For this purpose, required analyses were performed on the monthly water samples taken from 15 locations, on the sediment samples from 5 stations at the crossing points of the stream and the dam lake and on the 148 representing soil samples.

The results showed that the land use, topography, geological formations and soil characteristics of each feeding catchment altogether determined the quality of the main water body and the sediment compositions in the Kurtboğazi watershed. In addition, the loads of each feeding catchment were analyzed and their effects on the main watershed were calculated.

It was found that ammonium (45%), total phosphorus (54 %), biological oxygen demand (47 %), magnesium (61 %), sodium (51 %), carbonate (79 %), chloride (49 %), sulfate (63 %), boron (38 %) and arsenic (49 %) transported from the Eğrekkaya catchment to the Kurtboğazi were the highest amounts in the watershed. The Kavşakkaya catchment contributed the most percentages of the total dissolved matter (42 %), chemical oxygen demand (48 %), calcium (53 %) and bicarbonate (46 %) loads. Both feeding catchments were similarly equal in the potassium (41 %) load where the nitrate load (63 %) of the Mera stream to the Kurtboğazi watershed was the highest. No serious water quality problem was detected in the watershed.

October 2018, 336 pages

Key Words : Water quality, watershed characteristics, land use, GIS

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın her aşamasında kıymetli bilgi, birikim ve tecrübeleri ile katkılarını esirgemeyen, kendisine ne zaman danışsam yüksek motivasyonu bana güç veren, yapıcı eleştirileriyle yol gösterici ve destek olan saygıdeğer hocam Sayın Prof. Dr. İlhami ÜNVER'e (Ankara Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı) teşekkürü bir borç biliyor ve şükranlarımı sunuyorum.

Tez izleme komitesinde değerli bilgileri ve önerileriyle beni yönlendiren ve her zaman destek sağlayan hocam Sayın Prof. Dr. Sadık USTA'ya (Ankara Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı), kıymetli katkıları ve önerileriyle çalışmamda her zaman desteğini gördüğüm tez izleme komitesi üyesi hocam Sayın Prof. Dr. A.Çağlan GÜNAL'a (Gazi Üniversitesi Biyoloji Anabilim Dalı) teşekkür ederim.

Arazi ve analiz çalışmalarındaki değerli katkıları ve desteği nedeniyle Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürü Sayın Doç. Dr. Aynur ÖZBAHÇE'ye, jeostatistik konusunda değerli katkıları nedeniyle Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü öğretim üyesi Sayın Prof. Dr. Taşkın ÖZTAŞ'a teşekkür ederim.

CBS analiz çalışmaları ve ihtiyaç duyduğum her konuda destek olan, sonsuz katkısı ve özverisi nedeniyle Sayın Dr. Meral PEŞKİRCİOĞLU'na, Sayın Dr. Hakan YILDIZ'a ve Sayın Öztekin URLA'ya teşekkür ederim.

Toprak analizleri ve yorumlanması ile ilgili katkı ve desteklerinden dolayı Sayın Dr. Mehmet KEÇECİ ile Sayın Dr. Mustafa USUL'a teşekkür ederim.

Çalışmamın her aşamasında değerli katkılarını ve yardımlarını esirgemeyen Tarım ve Orman Bakanlığı Bitkisel Üretim Genel Müdürü Sayın Dr. Müslüm BEYAZGÜL'e, Uluslararası Tarımsal Eğitim Merkezi Müdürü Sayın Selman EREN'e, ASKİ Genel Müdür Yardımcısı Sayın Remzi YILMAZ'a, DSİ Genel Müdürlüğü'nden Sayın Başmühendis Atilla TEKBUDAK'a ve Kızılcahamam Tarım ve Orman İlçe Müdürü Sayın Ali ÖZDEMİR'e teşekkür ederim.

Tez aşamamda her konuda bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım Gazi Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi öğretim üyelerinden Sayın Prof. Dr. Metin YAMAN ile Sayın Prof. Dr. Mehmet GÜÇLÜ'ye teşekkür ederim.

Tez yazım aşamasındaki yardımlarından dolayı Sayın Dr.Rahmi TAŞÇI'ya, çalışmam boyunca her zaman her konuda destek ve yardımlarını gördüğüm Sayın Mukaddes SAVCI ve Sayın Ferya TAŞÇI'ya teşekkür ederim.

Ayrıca doktora eğitimimin her aşamasında sabır, destek ve anlayışından dolayı sevgili eşim Sinan ÇALIŞKAN'a ve sevgili aileme sonsuz teşekkürlerimi borç bilirim.

Lale ÇALIŞKAN
Ankara, Ekim 2018

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI SAYFASI	
ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiv
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	5
2.1 Havza Karakteristiklerinin Belirlenmesi ile İlgili Çalışmalar	5
2.2 Havza Yönetimi ile İlgili Çalışmalar	9
2.3 Su Kalitesi ile İlgili Çalışmalar	11
2.4 Toprak Özellikleri ve Haritalanması ile İlgili Çalışmalar.....	20
2.5 Araştırma Alanında Yürütülen Çalışmalar	28
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	32
3.1 Materyal.....	32
3.1.1 Çalışma alanının genel özellikleri.....	32
3.1.2 Topografya.....	33
3.1.3 Çalışma alanındaki barajlar	34
3.1.4 İklim özellikleri	46
3.1.5 Toprak özellikleri.....	49
3.1.6 Arazi kullanımları.....	50
3.1.7 Jeoloji	60
3.1.8 Bitki örtüsü	64
3.1.9 Yerleşimler, nüfus ve sosyoekonomik yapı.....	67
3.2 Yöntem	70
3.2.1 Arazi çalışmaları	70
3.2.2 Laboratuvar çalışmaları.....	73
3.2.3 Verilerin değerlendirilmesi ve istatistiksel analizler.....	76
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	83
4.1 Su Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi ve İstatistiksel Analizler.....	83
4.1.1 Sıcaklık.....	85
4.1.2 Çözünmüş oksijen	90
4.1.3 pH	96
4.1.4 Elektriksel iletkenlik	101
4.1.5 Toplam çözünmüş madde.....	149
4.1.6 Nitrat azotu	153
4.1.7 Amonyum azotu	156
4.1.8 Toplam fosfor	160
4.1.9 Biyolojik oksijen ihtiyacı	165
4.1.10 Kimyasal oksijen ihtiyacı	169

4.1.11 Kalsiyum.....	138
4.1.12 Magnezyum.....	142
4.1.13 Sodyum	146
4.1.14 Potasyum.....	150
4.1.15 Karbonat ve bikarbonat	154
4.1.16 Klorür.....	161
4.1.17 Sülfat	190
4.1.18 Bor	192
4.1.19 Arsenik	192
4.1.20 Sodyum adsorpsiyon oranı.....	194
4.2 Kurtboğazı Havzasına Taşınan Yükler.....	185
4.2.1 Akım verileri.....	195
4.2.2 Toplam çözünmüş madde.....	196
4.2.3 Nitrat azotu	197
4.2.4 Amonyum azotu	198
4.2.5 Toplam fosfor	199
4.2.6 Biyolojik oksijen ihtiyacı	199
4.2.7 Kimyasal oksijen ihtiyacı.....	198
4.2.8 Kalsiyum	200
4.2.9 Magnezyum.....	201
4.2.10 Sodyum.....	202
4.2.11 Potasyum.....	203
4.2.12 Karbonat	204
4.2.13 Bikarbonat	205
4.2.14 Klorür.....	205
4.2.15 Sülfat	206
4.2.16 Bor	207
4.2.17 Arsenik	207
4.2.18 Akyar barajından Eğrekkaya barajına taşınan yükler.....	208
4.3 Toprak Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi ve İstatistiksel Analizler	209
4.3.1 Bünye (kum, silt, kil yüzdeleri)	210
4.3.2 Elektriksel iletkenlik	211
4.3.3 Toprak pH'sı	212
4.3.4 Katyon değişim kapasitesi (KDK)	213
4.3.5 Kireç	214
4.3.6 Organik madde.....	232
4.3.7 Alınabilir kalsiyum	221
4.3.8 Alınabilir magnezyum	223
4.3.9 Alınabilir potasyum	224
4.3.10 Alınabilir fosfor	226
4.3.11 Alınabilir demir.....	228
4.3.12 Alınabilir bakır.....	230
4.3.13 Alınabilir çinko.....	231
4.3.14 Alınabilir mangan	233
4.3.15 Alınabilir bor	234

4.4 Sediment Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi ve İstatistiksel Analizler	234
4.4.1 Bünye (kum, silt, kilyüzdeleri)	234
4.4.2 Elektriksel iletkenlik	234
4.4.3 Sediment pH'sı	234
4.4.4 Katyon değişim kapasitesi (KDK)	234
4.4.5 Kireç	234
4.4.6 Organik madde.....	234
4.4.7 Alınabilir kalsiyum	234
4.4.8 Alınabilir magnezyum	234
4.4.9 Alınabilir potasyum	234
4.4.10 Alınabilir fosfor	234
4.4.11 Alınabilir demir	234
4.4.12 Alınabilir bakır	234
4.4.13 Alınabilir çinko	234
4.4.14 Alınabilir mangan	234
4.4.15 Alınabilir bor	234
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	236
KAYNAKLAR	238
EKLER.....	311
EK 1 Su Örnekleme	312
EK 2 Toprak Örnekleme	313
EK 3 Sediment Örnekleme.....	244
EK 4 Su Kalite Parametreleri Korelasyon Analizi	319
EK 5 Taşınan Yükler	320
EK 6 Anket Sonuçları... ..	323
EK 7 Toprak Analiz Sonuçları	325
EK 8 Toprak Özelliklerinin Korelasyon Analizi.....	332
EK 9 Sediment Analiz Sonuçları	333
ÖZGEÇMİŞ.....	334

SİMGELER DİZİNİ

As	Arsenik
B	Bor
BOİ ₅	Biyolojik Oksijen İhtiyacı
°C	Santigrat derece
Ca	Kalsiyum
Cr	Krom
CH ₃ COONH ₄	Amonyum Asetat
Cu	Bakır
CO ₃	Karbonat
CaCO ₃	Kireç (Kalsiyum Karbonat)
Cl	Klorür
da	Dekar
dS.m ⁻¹	Desisimens/metre
Fe	Demir
ha	Hektar
HCO ₃	Bikarbonat
hm ³	Hektometreküp
K	Potasyum
kg	Kilogram
km	Kilometre
km ²	Kilometrekare
KOİ	Kimyasal Oksijen İhtiyacı
L	Litre
µg/L	Mikrogram/Litre
µS/cm	MikroSiemens/santimetre
max	Maksimum
min	Minimum
m ³	Metreküp
mg/L	Miligram/Litre
mL	Mililitre
mm	Milimetre
meq.L ⁻¹	Miliekivalen/Litre
m ³ /sn	Metreküp/saniye
mS/cm	Milisiemens/santimetre
mg	Miligram
Mg	Magnezyum
MgCO ₃	Magnezyum karbonat
Mn	Mangan
Mo	Molibden
N	Azot
Na	Sodyum
NH ₃	Amonyak
NO ₂	Nitrit
NO ₃	Nitrat
O ₂	Oksijen
PO ₄	Fosfat

P	Fosfor
pH	Hidrojen iyon konsantrasyonunun ters logaritması
ppm	Milyonda bir kısım
SO ₄ ⁻²	Sülfat
%	Yüzde
Zn	Çinko

Kısaltmalar

ASKİ	Ankara Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
CORINE	Coordination of Information on the Environment (Arazi Kullanımı Sınıflandırma Yöntemi)
ÇK	Çarpıklık Katsayısı
DK	Değişim Katsayısı
DSİ	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
EC	Elektriksel İletkenlik
EC	European Commission (Avrupa Birliği Komisyonu)
EPA	Çevre Koruma Ajansı
FAO	Gıda ve Tarım Örgütü
GPS	Geographical Positioning Ssystem (Coğrafi Konumlandırma Sistemi)
IDW	Inverse Distance Weighting (Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon Yöntemi)
KDK	Katyon değişim kapasitesi
MTA	Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
OM	Organik Madde
SAR	Sodyum Adsorpsiyon Oranı
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
YSKY	2012 tarihinde yürürlüğe konmuş olan Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği
STATİP	Sorunlu Tarım Alanlarının Tespiti ve İyileştirilmesi Projesi
SYM	Sayısal Yükseklik Modeli
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
TS 266	Türk Standartları Enstitüsü İnsani Tüketim Amaçlı Sular Tebliği
WHO	World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Çalışma alanının konumu	32
Şekil 3.2 Çalışma alanının sayısal yükseklik modeli, akarsu ağı.....	33
Şekil 3.3 Barajlar arası su transferi hattı	38
Şekil 3.4 Akyar barajına gelen ve harcanan su miktarları (2000-2015)	39
Şekil 3.5 Eğrekkaya barajına gelen ve harcanan su miktarları (1993-2015)	40
Şekil 3.6 Kavşakkaya barajına gelen ve harcanan su miktarları (2007-2015).....	40
Şekil 3.7 Kurtboğazı barajına gelen ve harcanan su miktarları (1972-2015)	41
Şekil 3.8 Kurtboğazı barajından yapılan sulamalar ve harcanan su miktarları (1972-2015).....	42
Şekil 3.9 Kurtboğazı barajından yapılan sulama miktarları (1972-2015).....	43
Şekil 3.10 Kızılcahamam meteoroloji istasyonu aylık toplam yağışlar uzun yıllar ortalaması (1970-2012)	47
Şekil 3.11 Kızılcahamam meteoroloji istasyonu uzun yıllar yıllık toplam yağış miktarı (1970-2012)	48
Şekil 3.12 Kızılcahamam meteoroloji istasyonu uzun yıllar aylık ortalama sıcaklık miktarı (1970-2012)	48
Şekil 3.13 Çalışma alanındaki büyük toprak grupları	50
Şekil 3.14 Çalışma alanındaki arazi kullanım durumları (1974)	51
Şekil 3.15 Çalışma alanındaki arazi kullanım durumları (2014)	52
Şekil 3.16 Akyar alt havzası arazi kullanım durumları.....	54
Şekil 3.17 Eğrekkaya alt havzası arazi kullanım durumları.....	55
Şekil 3.18 Kavşakkaya alt havzası arazi kullanım durumları	56
Şekil 3.19 Kurtboğazı havzası arazi kullanım durumları.....	57
Şekil 3.20 Arazi kullanımındaki değişimler (1974-2014).....	59
Şekil 3.21 Çalışma alanının jeoloji haritası	64
Şekil 3.22 Çalışma alanındaki yerleşim yerleri ve ilçe sınırları.....	68
Şekil 3.23 Su ve sediment örnekleme noktalarının konumları	71
Şekil 3.24 Toprak örnekleme noktalarının konumları	72
Şekil 4.1 Sularda tespit edilen sıcaklık değerleri	89
Şekil 4.2 Sularda tespit edilen çözünmüş oksijen değerleri	95
Şekil 4.3 Sularda tespit edilen pH değerleri.....	100
Şekil 4.4 Sularda tespit edilen elektriksel iletkenlik değerleri.....	106
Şekil 4.5 Sularda tespit edilen toplam çözünmüş madde miktarları	111
Şekil 4.6 Sularda tespit edilen nitrat değerleri.	117
Şekil 4.7 Sularda tespit edilen amonyum azotu değerleri	122
Şekil 4.8 Sularda tespit edilen toplam fosfor miktarları	129
Şekil 4.9 Sularda tespit edilen biyolojik oksijen ihtiyacı değerleri.....	133
Şekil 4.10 Sularda tespit edilen kimyasal oksijeni ihtiyacı değerleri.....	137
Şekil 4.11 Sularda tespit edilen kalsiyum değerleri.....	141
Şekil 4.12 Sularda tespit edilen magnezyum değerleri	145
Şekil 4.13 Sularda tespit edilen sodyum değerleri.....	149
Şekil 4.14 Sularda tespit edilen potasyum değerleri	153

Şekil 4.15 Sularda tespit edilen karbonat değerleri.....	156
Şekil 4.16 Sularda tespit edilen bikarbonat değerleri.....	160
Şekil 4.17 Sularda tespit edilen klorür değerleri.....	165
Şekil 4.18 Sularda tespit edilen sülfat değerleri	169
Şekil 4.19 Sularda tespit edilen bor değerleri.	173
Şekil 4.20 Sularda tespit edilen arsenik değerleri.....	178
Şekil 4.21 Sularda tespit edilen sodyum adsorpsiyon oranı değerleri	182
Şekil 4.22 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresi akım verileri	187
Şekil 4.23 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresinden gelen aylık ortalama akımların Kurtboğazı havzasına katkıları	188
Şekil 4.24 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresindeki toplam çözünmüş madde yükleri	189
Şekil 4.25 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresinden gelen toplam çözünmüş madde yüklerinin Kurtboğazı havzasına katkıları	190
Şekil 4.26 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresindeki nitrat yükleri.....	192
Şekil 4.27 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresinden gelen nitrat yüklerinin Kurtboğazı havzasına katkıları.....	192
Şekil 4.28 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresindeki amonyum azotu yükleri.....	194
Şekil 4.29 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresinden gelen amonyum azotu yüklerinin Kurtboğazı havzasına katkıları.....	194
Şekil 4.30 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresindeki toplam fosfor yükleri.....	195
Şekil 4.31 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresinden gelen toplam fosfor yüklerinin Kurtboğazı havzasına katkıları.....	196
Şekil 4.32 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresindeki organik madde yükleri.....	197
Şekil 4.33 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresinden gelen biyolojik oksijen ihtiyacı yüklerinin Kurtboğazı havzasına katkıları.....	198
Şekil 4.34 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresindeki kimyasal oksijen ihtiyacı yükleri	199
Şekil 4.35 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresinden gelen kimyasal oksijen ihtiyacı yüklerinin Kurtboğazı havzasına katkıları.....	199
Şekil 4.36 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresindeki kalsiyum yükleri.....	200
Şekil 4.37 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresinden gelen kalsiyum yüklerinin Kurtboğazı havzasına katkıları.....	201
Şekil 4.38 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresindeki magnezyum yükleri.....	202
Şekil 4.39 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresinden gelen magnezyum yüklerinin Kurtboğazı havzasına katkıları.....	202

Şekil 4.40 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresindeki sodyum yükleri.....	203
Şekil 4.41 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresinden gelen sodyum yüklerinin Kurtboğazı havzasına katkıları.....	204
Şekil 4.42 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresindeki potasyum yükleri.....	205
Şekil 4.43 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresinden gelen potasyum yüklerinin Kurtboğazı havzasına katkıları.....	205
Şekil 4.44 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresindeki karbonat yükleri.....	206
Şekil 4.45 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresinden gelen karbonat yüklerinin Kurtboğazı havzasına katkısı.....	207
Şekil 4.46 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresindeki bikarbonat yükleri.....	207
Şekil 4.47 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresinden gelen bikarbonat yüklerinin Kurtboğazı havzasına katkıları.....	208
Şekil 4.48 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresindeki Klorür yükleri.....	209
Şekil 4.49 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresinden gelen klorür yüklerinin Kurtboğazı havzasına katkıları.....	210
Şekil 4.50 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresindeki sülfat yükleri.....	211
Şekil 4.51 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresinden gelen sülfat yüklerinin Kurtboğazı havzasına katkıları.....	212
Şekil 4.52 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresindeki bor yükleri.....	213
Şekil 4.53 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresinden gelen bor yüklerinin Kurtboğazı havzasına katkıları.....	213
Şekil 4.54 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresindeki arsenik yükleri.....	214
Şekil 4.55 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresinden gelen arsenik yüklerinin Kurtboğazı havzasına katkıları.....	215
Şekil 4.56 Toprakların kum yüzdesi dağılımı haritası.....	221
Şekil 4.57 Toprakların silt yüzdesi dağılımı haritası.....	223
Şekil 4.58 Toprakların kil yüzdesi dağılımı haritası.....	224
Şekil 4.59 Toprakların elektriksel iletkenlik haritası.....	226
Şekil 4.60 Toprakların pH haritası.....	228
Şekil 4.61 Toprakların KDK haritası.....	230
Şekil 4.62 Toprakların kireç kapsamları haritası.....	231
Şekil 4.63 Toprakların organik madde kapsamları haritası.....	233
Şekil 4.64 Toprakların alınabilir kalsiyum içerikleri haritası.....	234
Şekil 4.65 Toprakların magnezyum içerikleri haritası.....	236
Şekil 4.66 Toprakların potasyum içerikleri haritası.....	238
Şekil 4.67 Toprakların fosfor içerikleri haritası.....	239

Şekil 4.68 Toprakların demir içerikleri haritası	241
Şekil 4.69 Toprakların bakır içerikleri haritası	242
Şekil 4.70 Toprakların çinko içerikleri haritası.....	244
Şekil 4.71 Toprakların mangan içerikleri haritası.....	246
Şekil 4.72 Toprakların bor içerikleri haritası	248



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Akyar barajının genel özellikleri	34
Çizelge 3.2 Eğrekkaya barajının genel özellikleri	35
Çizelge 3.3 Kavşakkaya barajının genel özellikleri.....	36
Çizelge 3.4 Kurtboğazı barajının genel özellikleri	37
Çizelge 3.5 Akıncı ovası sulama oranları	45
Çizelge 3.6 Akıncı ovasında sulanan alanda yetiştirilen bitkiler.....	45
Çizelge 3.7 Kızılcahamam istasyonuna ait (1970-2012) aylık ortalama meteorolojik veriler.....	47
Çizelge 3.8 Çalışma alanındaki büyük toprak grupları.....	49
Çizelge 3.9 Çalışma alanındaki arazi kullanımı dağılımı (1974).....	51
Çizelge 3.10 Çalışma alanındaki arazi kullanımı dağılımı (2014).....	52
Çizelge 3.11 Akyar alt havzası arazi kullanımı dağılımı	53
Çizelge 3.12 Eğrekkaya alt havzası arazi kullanımı dağılımı	54
Çizelge 3.13 Kavşakkaya alt havzası arazi kullanımı dağılımı.....	55
Çizelge 3.14 Kurtboğazı havzası arazi kullanımı dağılımı	57
Çizelge 3.15 Arazi kullanımındaki değişim (1974 ve 2014)	58
Çizelge 3.16 Havzaların 1990 ve 2015 yıllarına ait nüfusları.....	68
Çizelge 3.17 Su kalitesi parametrelerine ait analiz yöntemleri.....	74
Çizelge 4.1 Çalışma alanında ölçülen su kalite parametreleri ve ulusal ve uluslararası sınır değerler	84
Çizelge 4.2 Sularda tespit edilen sıcaklık değerleri	88
Çizelge 4.3 Sularda tespit edilen çözünmüş oksijen değerleri.....	94
Çizelge 4.4 Sularda tespit edilen pH değerleri.....	99
Çizelge 4.5 Sularda tespit edilen elektriksel iletkenlik değerleri.....	105
Çizelge 4.6 Sularda tespit edilen toplam çözünmüş madde miktarları	110
Çizelge 4.7 Sularda tespit edilen nitrat değerleri	116
Çizelge 4.8 Sularda tespit edilen amonyum azotu değerleri.....	121
Çizelge 4.9 Sularda tespit edilen toplam fosfor değerleri	128
Çizelge 4.10 Sularda tespit edilen biyolojik oksijen ihtiyacı değerleri.....	132
Çizelge 4.11 Sularda tespit edilen kimyasal oksijen ihtiyacı değerleri.....	136
Çizelge 4.12 Sularda tespit edilen kalsiyum değerleri	140
Çizelge 4.13 Sularda tespit edilen magnezyum değerleri	144
Çizelge 4.14 Sularda tespit edilen sodyum değerleri	148
Çizelge 4.15 Sularda tespit edilen potasyum değerleri	152
Çizelge 4.16 Sularda tespit edilen karbonat değerleri.....	155
Çizelge 4.17 Sularda tespit edilen bikarbonat değerleri.....	159
Çizelge 4.18 Sularda tespit edilen klorür değerleri.....	164
Çizelge 4.19 Sularda tespit edilen sülfat değerleri.....	168
Çizelge 4.20 Sularda tespit edilen bor değerleri	172
Çizelge 4.21 Sularda tespit edilen arsenik değerleri	177
Çizelge 4.22 Çalışma alanı sularında tespit edilen sodyum adsorpsiyon oranı değerleri.....	181

Çizelge 4.23 Çalışma alanı sularının sınıflandırılması	184
Çizelge 4.24 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresi aylık akım verileri	186
Çizelge 4.25 Akyar barajı aylık akım verileri	216
Çizelge 4.26 Toprak özelliklerine ait tanımlayıcı istatistikler	218
Çizelge 4.27 Toprakların kum yüzdesi dağılımı	220
Çizelge 4.28 Toprakların silt yüzdesi dağılımı	222
Çizelge 4.29 Toprakların kil yüzdesi dağılımı	223
Çizelge 4.30 Toprakların elektriksel iletkenlik dağılımı	225
Çizelge 4.31 Toprakların pH dağılımı	227
Çizelge 4.32 Toprakların KDK dağılımı.....	229
Çizelge 4.33 Toprakların kireç dağılımı	231
Çizelge 4.34 Toprakların organik madde dağılımı	232
Çizelge 4.35 Toprakların alınabilir kalsiyum dağılımı	234
Çizelge 4.36 Toprakların alınabilir magnezyum dağılımı	235
Çizelge 4.37 Toprakların alınabilir potasyum dağılımı	237
Çizelge 4.38 Toprakların alınabilir fosfor dağılımı	239
Çizelge 4.39 Toprakların alınabilir demir dağılımı	240
Çizelge 4.40 Toprakların alınabilir bakır dağılımı.....	242
Çizelge 4.41 Toprakların alınabilir çinko dağılımı	243
Çizelge 4.42 Toprakların alınabilir mangan dağılımı	245
Çizelge 4.43 Toprakların alınabilir bor dağılımı	247
Çizelge 4.44 Sediment özelliklerine ait tanımlayıcı istatistikler.....	250

1. GİRİŞ

Su, insanların geçici olarak sahip oldukları, kendi yaşamları için olduğu kadar gelecek neslin yaşamları için de korumak ve geliştirmek zorunda oldukları kıt bir kaynaktır. Yerinde olmakla birlikte eksik kalan bu görüşe göre suyun gelecek nesillere zarar görmeden aktarılması hem bir gereklilik, hem de gelecek nesillerin temel hakkıdır. Bu yüzden su kaynaklarının planlanmasında temel yaklaşım çevresel, sosyal ve ekonomik sürdürülebilirlik esasları bütününe dayanmalıdır. Holistik yaklaşımda ise su, en ilkinden en gelişmişe tüm canlıların yaşamı için mutlak gerekli, bu nedenle bütüncül mutlak koruma ve geliştirme programları gerektiren bir doğal kaynaktır. Bütüncül ve çağdaş yaklaşıma göre su, tüm canlı varlıkların esenliğini koruma ve geliştirme yönünden asla vazgeçilemez, yeri doldurulamaz bir doğal kaynaktır. Susuz herhangi bir yaşam biçimi hayal gücümüzün sınırlarını aşmaktadır.

Nüfus artışı, kentleşme ve endüstrileşme gibi sebeplerle üzerindeki baskı günden güne artan su, artık stratejik bir kaynak haline gelmiştir. 21. yüzyılın başından itibaren çevre sorunlarının artması, kullanılabilir su kaynaklarını kısıtlamaya başlamıştır.

Öte yandan çağımızda etkisini giderek artıran küresel iklim değişiklikleri; kuraklıklar, taşkınlar ve su baskınları gibi ne yönde gelişecekleri pek de belirli olmayan olumsuzluklar dolayısıyla su kaynaklarının yönetimi ve korunması konusunda daha fazla özen gerekmektedir.

Su kaynakları yönetimi, su kaynakları ile ilgili ihtiyaçların belirlenmesini, buna göre plan yapılmasını, rasyonel su kullanımını, kapsamlı gözlemleri, etkin koruma için gerekli koşulların ve yöntemlerin tamamını bünyesinde toplayan bir bütündür.

Geçmişte nerede, ne kadar su bulunduğu sorusuna cevap aranırken, günümüzde suyun miktarının yanı sıra kalitesinin de ele alınması, bu iki unsura etki eden tüm faktörlerin birlikte değerlendirilmesi zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Başka bir deyişle, su kaynakları geniş kapsamda “çevre” olgusu içinde ele alınmaktadır. Çevrenin de su, hava, toprak

gibi doğal kaynaklar açısından bir bütün oluşturması; dolayısıyla bir kaynağa yapılan müdahalenin diğerlerini etkilemesi nedeniyle, su kaynakları yönetiminin de çevre bütünü içinde değerlendirilmesi gerekmektedir.

Toprak ve su kaynaklarının geliştirilmesi ve yönetimi açısından günümüzde gelişen yaklaşım, havza bazında ve tüm doğal kaynakların bir arada düşünüldüğü “bütüncül” bir yönetim şeklidir.

Yağışlar, doğal veya insanların değiştirdikleri yüzey şekilleri boyunca ilerleyip, en düşük kote inerler. Su bölüm çizgisi adı verilen, alanın en yüksek yerlerini birleştiren ve topladığı suları tek bir çıkışa yönelten arazi parçasına “su havzası” adı verilir. Bu çıkış, bir ana akarsu, göl, sulak alan veya deniz olabilir. Büyüklüğü ne olursa olsun, içme kullanma, endüstri, tarım, su ürünleri üretimi, doğaya güzellik ve değer katma, yaban yaşamına destek vb. gereksinimleri karşılayan havzalar, yaşamsal işlevler üstlenmiştir.

Havza yönetimi ise, bir havza sınırı içerisinde kalan toprak, su, bitki örtüsü varlığı ile bunları etkileyen bir faktör olarak da insan faaliyetlerinin birlikte ele alındığı bir doğal kaynak yönetimidir. Bu tanım çok boyutlu, çok disiplinli, çok kurumlu, katılımcı, bütüncül, koordine ve sürdürülebilir kalkınma nitelikleri olan bir içeriğe sahiptir. Havza yönetiminde asıl amaç; hem toprak ve su kaynaklarının korunması, sürdürülebilirliğinin sağlanması, hem de insanların faydalanmalarının en üst düzeye çıkarılmasıdır.

Bir su havzası planı, o havzadan beklenen kullanım ve yönetim biçimlerini sağlamak üzere oluşturulan strateji ve iş planları bütünüdür. Suyun niteliğini, miktarını veya akış oranını etkileyen her eylem, havzanın aşağılarında da etkili olur.

Havza yaklaşımı, sayısız programları ve kaynakları eşgüdümlü ve bütüncül ele alan bir çerçeve sağlar. Bu yaklaşım, su havzası olarak sınırlandırılan bir coğrafi bölgede ilgili tüm tarafları su kalitesi üzerine odaklanmaya yöneltir. Su kalitesi sorunlarının havza

bazında ele alınmasıyla, sorunların kaynaklarıyla ilişkileri gözlenebilir ve nedenler üzerine etkin biçimde eğilme ortamı doğar.

Tüm su havzası planları kendine özgü olup, kendi coğrafyasındaki yeryüzü özelliklerini ve o havzadaki toplumların ve mikrobiyel, bitkisel ve hayvansal kara ve su yaşam türlerinin istek ve beklentilerini yansıtır.

Son yıllarda ülkemizde de, su kaynaklarımızın sürdürülebilir anlamda korunması ve kontrollü olarak yönetimi açısından havza bazında yönetim planları oluşturulmaya çalışılmaktadır. Bu anlamda 25 adet su havzasında yönetim planları hazırlanmaya başlanmıştır. Su kaynaklarının sürdürülebilir anlamda korunması ve kontrollü olarak yönetimi açısından oluşturulan yönetim planları kapsamında yaşanan en büyük sıkıntı, havzalardaki su ve toprak kalite değişimlerine yönelik yeterli bilgilerin olmaması nedeniyle, uygun kullanım şekillerinin belirlenememesi olarak karşımıza çıkmaktadır. Belirtilen bu unsurlar göz önüne alındığında yapılan bu çalışma ile aşağıdaki hedeflere ulaşılmaya çalışılmıştır;

Kurtboğazi barajının, her yıl önemli nüfus artışının görüldüğü ve sanayileşen başkent Ankara'da içme ve bir oranda sulama suyu temini açısından önemi her geçen gün artan bir su kaynağı olmasına karşın, bu kaynak için daha önce detaylı ve uzun süreli bir kalite değişim profili çıkartılmamıştır. Ayrıca, kendisini besleyen daha küçük havzalara sahip olması, Kurtboğazi barajını incelemeye değer başka bir öncelik getirmektedir. Akyar barajından Eğrekkaya barajına, Eğrekkaya barajından İncegez tüneli vasıtasıyla Kurtboğazi barajına ve Kavşakaya barajından Kurtboğazi barajına su aktarılması, Kurtboğazi ana havzası olarak bu dört baraj havzasının ortak bir şekilde değerlendirilmesini ve koruma/izleme çalışmalarında eşgüdüm sağlanmasını zorunlu kılmaktadır. Belirtilen her bir alt havzanın kalite göstergelerindeki değişimler debileriyle birlikte ortaya konduğunda, ana barajın sürdürülebilir kullanımı açısından sorunlar, öncelikler, çözüm yolları gibi çok sayıda konunun aydınlatılması olanağı doğacaktır.

Akyar, Eğrekkaya, Kavşakkaya ve Kurtboğazı havzalarındaki su kalitesi ve sediment kompozisyonunun yersel ve zamansal değişkenliği ile toprak özelliklerinin alansal dağılımları arasındaki ilişkileri ve Kurtboğazı havzasını besleyen her bir havzanın ana havza üzerindeki etkilerini ortaya koymak amacı ile planlanan bu çalışma, çalışma alanının sürdürülebilir toprak ve su yönetimine yönelik kullanım koruma ve izleme stratejilerinin geliştirilmesi açısından gerekli çıktıları üretmeyi amaçlamaktadır.

Kurtboğazı baraj havzası ile ilgili olarak yapılmış fazla çalışma bulunmamaktadır. Yapılan az sayıdaki çalışmada daha çok baraj suyu kalitesi, temel kirletici kaynaklar, erozyon çalışmaları gibi konulara değinilmiştir. Akyar, Eğrekkaya, Kavşakkaya ve Kurtboğazı havzalarını bütüncül değerlendiren bir çalışmaya literatürde rastlanmamıştır. Kurtboğazı barajından kimi yıllarda sulama amacıyla su çekilmekte, kimi yıllarda ise buna izin verilmemektedir. Bir yandan ciddi içme-kullanma suyu sıkıntısı çekilen Başkentte henüz köklü bir çözüm üretilememişken, barajın yapımı sırasında kullanım amacının Kahramankazan ilçesine bağlı birkaç köyün arazilerine sulama suyu sağlanması olması, kayda değer bir çelişki yaşandığını göstermektedir. Doğal olarak, sulama uygulamasının, yöredeki tarımsal üretim üzerindeki ekonomik ve toplumsal etkilerinin ortaya konması, bu araştırmanın bir diğer amacını oluşturmaktadır.

Kurtboğazı ana havzasındaki uzun dönemde arazi kullanım durumundaki değişimler, geçmiş kullanım durumu raporları ve haritaları ile günümüzdeki veriler karşılaştırılarak ortaya konmaya çalışılmıştır.

Sonuçlar, Kurtboğazı ana havzası için henüz hazırlanmamış olan yönetim planına güncel ve detaylı veriler sağlayabilecek bir özelliktedir. Özellikle mevcut kalite durumlarının ortaya konulması ile bölgenin ve su kaynaklarının kullanım esasları ayrıntılı olarak belirlenecektir. Böylece etkin, kalıcı, yöre halkı tarafından da benimsenmiş, barışçıl havza yönetim planlarının geliştirilebileceği, olası sorunların öncelikle çözüme kavuşturulabileceği ve genel anlamda Ankara içme ve kullanma suyunun niteliğinin yükseltilebileceği öngörülmektedir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1 Havza Karakteristiklerinin Belirlenmesi ile İlgili Çalışmalar

Havza yönetimi, toprak ve su koruma önlemlerinin uygulanması ve havza önceliklerinin belirlenmesi için havzaya ait ekolojik, jeolojik ve topografik özelliklerin bilinmesini gerektirir. Havzanın; sınır, alan, yükseklik, bakı, eğim, drenaj alanı, alt havzalar gibi fiziksel özellikleri havzanın karakteristiğini oluşturmaktadır. Klasik olarak, bu parametreler topografik haritalardan veya saha araştırmalarından elde edilir. Son yirmi yılda bu bilgiler, CBS ortamında sayısal yükseklik modelinden türetilmektedir (Moore vd. 1991, Martz ve Garbrecht 1992).

Topografik havza verileri, CBS yardımıyla oluşturulacak sayısal yükseklik modeli kullanılarak daha kolay, hızlı ve güvenilir bir biçimde yapılmaktadır (Tribe 1992).

Verdin ve Verdin (1999), Amerika'nın 4 büyük nehri olan Mackenzie, Nelson, St. Lawrence ve Mississippi nehirlerinin alt havzalarını CBS ortamında belirlemişlerdir.

Turcotte vd (2001), Canada Que'bec Chaudie`re nehir havzasının drenaj yapısı ve havza özelliklerini CBS ortamında üretmişlerdir.

Melesse ve Jordan (2003), Florida'da St. Johns nehri havzasının sayısal yükseklik modeli ve diğer hidrolojik parametrelerini kullanarak, eğim akış yönü, akış birikimi, drenaj alanı ve akarsu ağları gibi havzanın karakteristik özelliklerini haritalandırmıştır.

Akkaya vd. (2004) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, Arc-Info coğrafi bilgi sistemi (CBS) yazılımı kullanılarak sayısal yükseklik modelinden (SYM) Bursa-Karacabey İnkaya gölet havzasına ait su akış yönleri ve drenaj ağlarının gösterilmesi gibi bazı havza karakteristikleri elde edilmiştir.

Wolock vd. (2004), Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırma Kurumu tarafından yapılan bir çalışma ile çok sayıdaki küçük havzalarda, havza özelliklerinin (sınırı, akarsu ağı, arazi kullanımı, toprak özellikler vb.) CBS ortamında belirlendiğini bildirmişlerdir.

Torgersen vd. (2004) tarafından yürütülen bir çalışmada, Amerika'nın Oregon eyaletinde Camp Creek havzasının arazi kullanımı ve diğer bazı özellikleri CBS kapsamında belirlenmiştir.

Nişancı vd. (2007) tarafından yapılan bir çalışmada, Trabzon ve çevre beldeler için önemli bir konuma sahip olan Atasu barajını kapsayan Galyan vadisinin sayısal modeli ortaya konmuş, havzanın topografik yapısı, ulaşım, idari sınırlar, arazi örtüsü, maden alanları, mülkiyet yapısı gibi havza planlaması ve yönetimi için gerekli olan veriler elde edilmiştir.

Theller ve Reynard (2008) tarafından İsviçre'nin Alpler bölgesindeki çalışma alanının sınırı, topografyası, akarsu ağı vb. havza özellikleri ArcGIS ortamında belirlenmiştir.

Günok ve Pınar (2009) tarafından Sorgun Çayı havzasına ait sayısal yükselti modeli oluşturularak jeoloji, hidrografya, jeomorfoloji, bitki örtüsü ve toprak haritaları hazırlanmıştır.

Şeker vd. (2009), Melen havzasında CBS ve Uzaktan Algılama teknikleri yardımıyla arazi kullanım dağılımı, idari sınırlar, havza sınırları, toprak, su, alt havzalar ve sayısal arazi modelini üretmiş, havzanın akarsu ağı, drenaj ve alt havzalarına ilişkin haritalarını oluşturmuşlardır. Bu haritalar, daha sonraki su kalitesi ve havza modeli çalışmalarında girdi olarak kullanılmıştır.

Strager vd. (2010), Batı Virginia'da su kaynaklarının geniş çaplı yönetimine katkıda bulunmak için havza karakterizasyonu ve modelleme sistemi geliştirmişlerdir. Bu

sayede CBS ortamında havzanın tüm akarsu ağı belirlenmiş, su kalitesi verileri ile arazi kullanımını arasında bu model sayesinde ilişki kurulmuştur.

Aydöner vd. (2010), Sapanca Gölü havzasının karakteristiğini ortaya koymak amacıyla dereler bazında alt havzalar, havza sınırları, güncel arazi örtüsü/arazi kullanım durumu, dereler, yollar vb. verileri CBS ortamına entegre etmişlerdir. Havza sınırları dahilinde üretilen tüm mekansal ve mekânsal olmayan bu veriler daha önce tasarlanmış olan veri modeline entegre edilerek planlama faaliyetleri için kullanılacak bir CBS veri altyapısı oluşturulmuştur.

Dindaroğlu (2011) tarafından yapılan bir çalışmada Erzurum ili Kuzgun baraj gölü çevresinde mevcut arazi kullanım durumuna göre doğal kaynakların (su kaynakları, hidrolojik fonksiyonlu ormanlar, çayır ve mera alanları) etüdü yapılarak, fiziksel ve kimyasal karakteristikleri belirlenmiştir. Doğal kaynak potansiyellerinin sürdürülebilirliği için CBS ve arazi gözlem ve analizleri ile uydu görüntüleri birlikte kullanıldığında daha doğru değerlendirilmelerin yapılabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Pareta ve Pareta (2011), Karawan havzasının drenaj ağı, akış yönü, eğimi, yüksekliği gibi fiziksel özelliklerini CBS ortamında üretmişlerdir.

Öztürk vd. (2011) tarafından Batı Karadeniz havzası içinde 2.322 km² alana sahip Devrekani çayı alt havzasının yönetim planının oluşturulmasında kullanılmak üzere doğal kaynak değerlerinin ortaya konulması amaçlanmış ve topografya, toprak, hidroloji ve arazi kullanım özellikleri CBS ortamında elde edilmiştir.

Köseoğlu ve Özdemir (2013), Rize iline ait sayısal yükseklik verilerini kullanarak tanımlı bir bölgenin topografik ve hidrolojik özelliklerini belirlemişlerdir. Bu kapsamda eğim ve yükseklik analizleri sonucunda akarsu hatları ve havza alanları tespit edilerek, bunların karakteristik özellikleri ortaya konmuştur.

Bağdatlı (2013), Marmara havzası içerisinde yer alan dere yatakları ve bunlara ilişkin havza karakteristiklerini CBS ortamında ArcGIS yazılımı yardımıyla belirlemiştir.

Bağdatlı ve Öztürk (2014) tarafından yürütülen bir çalışmada 1/25.000 ölçekli sayısal topografik haritalar üzerinden CBS ortamında Çorlu deresi havza alanına ilişkin tüm havza karakteristik özellikleri belirlenmiş ve havza alanına ilişkin temel althığı oluşturacak sayısal yükseklik modelleri ortaya konulmuştur. Araştırma kapsamında, ArcGIS 10.2 CBS yazılımının spatial analyst modülünden yararlanılmıştır.

Bağdatlı vd. (2014), Tekirdağ ili Çerkezköy ilçe sınırları içerisindeki yerüstü su kaynakları potansiyeli ve toprak özelliklerini CBS yardımıyla belirleyerek havza karakteristiklerini ortaya koymuşlardır.

Candan vd. (2015) tarafından yapılan bir çalışma kapsamında, Çorlu Deresi havza alanına ilişkin sayısal yükseklik modeli oluşturularak, havza sınırları belirlenmiştir. Araştırmada ayrıca su akış yönleri ve akış toplanma gridlerinin hesaplanması ile drenaj ağları belirlenerek, havzanın karakteristik özellikleri ortaya konmuştur.

Yılmaz vd. (2015), çalışmalarını Çankırı-Şabanözü alt havzasında gerçekleştirilmişlerdir. Coğrafi bilgi sistemleri ortamında ArcGIS yazılımı kullanılarak Çankırı havzasına ait sınırlar, havzanın alan, çevre, genişlik, minimum, maksimum ve ortalama yükseklik, bakı, ortalama eğim ve drenaj yoğunluğu gibi fiziksel ve akış karakteristikleri gibi özellikler belirlenmiştir. Havza karakteristiklerinin belirlenmesinde; CBS yazılımlarının gözlem ve hesaplamalara oldukça yakın sonuçlar gösterdiği ve sürecin klasik yöntemlere ve yaklaşımlara nazaran hızlı gerçekleştiği vurgulanmıştır.

Taş (2016), Afyonkarahisar Çay deresi havzası için sayısal yükseklik modelini kullanarak yükseklik, eğim, bakı, drenaj özellikleri, alan ve çevre uzunluğu gibi havza karakteristiklerinin grid boyutu ile değişimlerini incelemiştir. Araştırmacıya göre CBS

ortamında birçok havza karakteristiği sayısal yükseklik modelinden çeşitli yüzey ve hidroloji analizleri ile türetilerek elde edilmektedir.

2.2 Havza Yönetimi İle İlgili Çalışmalar

Havza planlamasında nüfus artışıyla birlikte su sağlama, su kalitesini belirleme, su ve sediment akışı ve diğer doğal kaynakları bir arada değerlendirme ihtiyacı yoğunluk kazanmıştır (Falkenmark 1976).

Havza yönetimi, toprak ve su kaynaklarının olumsuz etkilemeden yürütülen doğal kaynak yönetimidir (Brooks vd. 1996).

Entegre havza yönetimi; suyun miktarı ile birlikte kalitesini de dikkate almayı, su kaynaklarını alt havzalar ölçeğinde planlanmayı, disiplinler arası bir yaklaşımla tüm doğal kaynakların sürdürülebilir bir biçimde kullanımını gerektirir (Cobourn 1999).

Grigg (1999), havza bazında yönetimin, suyun ekolojik ve sosyal bir bütünlük içinde yönetilmesini gerektiğini bildirmiştir.

Arazi kullanım kararları eş zamanlı olarak su kullanım kararlarıdır (Falkenmark vd. 1999, Gleick 2000, Toteng 2002).

Suri (2000), su havzalarındaki “planlama ilkeleri”ni belirlemeye çalışmış ve “havza yönetim modeli”ni araştırmıştır. Ömerli içme suyu havzasında yapılan çalışmada su kaynaklarının kirlenmesi ve tükenmesinin, plan-yasa-yönetim sisteminin karmaşık ve çelişkili yapısından kaynaklandığı sonucuna varılarak yeni bir havza yönetim modeli önerilmiştir.

Randhir vd. (2001), su kaynaklarının havza ölçeğinde diğer doğal kaynaklarla birlikte ve çok katılımcı bir yönetim anlayışıyla planlanması ve yönetilmesinin esas olduğunu bildirmişlerdir.

Ay (2001) tarafından hazırlanan bir raporda İzmir'e içme suyu sağlayan Tahtalı barajı havzasında, arazi kullanımlarından kaynaklanan sorunlar ve bu sorunları ortadan kaldıracak alternatif arazi kullanım politikaları araştırılmıştır. Çalışma kapsamında öncelikle havzadaki mevcut durum saptanmış ve sorunlar belirlenmeye çalışılmıştır. Sonuçta, baraj havzalarındaki arazilerin kullanımında planlamanın ve kurumlar arası koordinasyonun önemi vurgulanarak havzaya özerk bir yönetim sağlayacak örgütsel bir yapının kazandırılması gerektiği belirtilmiştir.

Akkaya'ya (2002) göre su kaynakları yönetiminde kurumsal yapı ve yasal mevzuat oldukça önemli olup, uygulamada karşılaşılan sorunların aşılması için en etkin çözüm yolu "Havza Yönetim Modeli"nin oluşturulmasıdır.

Küçükali (2005), havzaların doğal kaynaklarıyla birlikte sürdürülebilirliğinin ve koruma-kullanma bağlamında yönetiminin sağlanması gerektiğini belirtmiş ve sürdürülebilirliğinin sağlanması bakımından kaynak yönetimi kriterlerini belirtmiştir.

Doğal kaynak yönetiminde yerel halkın ve karar vericilerin de görüşlerinin alınması gerekir (Karageorgis vd. 2005).

Havzalarda doğal kaynak yönetimi bütünsel yaklaşımı gerektirir (Wang vd. 2005, Liu vd. 2007).

Akın ve Akın (2007) tarafından ülkemizdeki su havzalarının sanayi, nüfus yoğunluğu ve tarımsal etkinliklere bağlı olarak kirlenme durumları ortaya konarak, her bir havzadaki yıllık ortalama su potansiyelleri değerlendirilmiştir.

Karadağ (2007) tarafından yürütülen bir çalışmada Kovada gölü alt havzasının temel özellikleri, karakteri, su kaynakları kalitesi ve yönetimine ilişkin sorunlar ortaya konmuştur. Elde edilen veriler değerlendirilerek, "katılımcı havza yönetim modeli" oluşturulmuş ve alana ilişkin öneriler sunulmuştur.

Havza çalışmalarının başlıca amacı su üretmek olup, bunu sağlamanın en temel yolu ise havzalardaki başta toprak ve bitki örtüsü kaynakları olmak üzere, tüm doğal kaynakların korunarak kullanılmasıdır. Arazi kullanım planlarının ve havza yaklaşımının birlikte değerlendirilmesi önemlidir (Erol 2007).

Öztürk (2007), Porsuk çayı havzasındaki çevre sorunlarının mevcut durumunu belirleyerek, havzadaki sorunların (kirlilik, erozyon, taşkın, bitki örtüsünün tahribi vb.) çözülmesinde havza yönetimi ilkeleri doğrultusunda öneriler sunmuştur.

Erol (2008), Kösederesi ve Darıderesi su toplama havzalarında uygulanan toprak ve su koruma çalışmalarının havza yönetim ilkeleri doğrultusunda değerlendirilmesi gerektiğini belirtmiştir.

2.3 Su Kalitesi İle İlgili Çalışmalar

Holm Hansen vd. (1976), Tahoe gölünün farklı derinliklerinde mevsimsel olarak ışık, sıcaklık, çözülmüş oksijen, fitoplankton biyoması, partikül ve çözülmüş organik karbon, azot, fosfor ve inorganik besin tuzlarını incelemişlerdir. Çoğu parametrenin en derin ve üst 25 m. derinlikte en düşük değerini aldığını saptamıştır.

Power ve Scheders (1989) tarafından bildirildiğine göre, Kuzey Amerika'da tarımsal alanlarda azotlu gübrelerin yoğun kullanılmasına bağlı olarak uzun yıllar içinde özellikle yeraltı suyunda yüksek nitrat seviyeleri tespit edilmiştir.

Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırmaları Kurumu tarafından 1991 yılında Ulusal Su Kalitesi Değerlendirme Programı çerçevesinde ülkenin doğal su kaynaklarının kalitesinin belirlenmesi, zaman içindeki değişimi ve su kalitesini etkileyen doğal ve insan faktörlerini ortaya koymak amacıyla bir çalışma başlatılmıştır. 60 farklı su havzasında 12.000 yeraltı suyu ve 22.000 yüzey suyu örneğinde azot ve fosfor bileşiklerinin analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları havzaların arazi kullanımı,

toprak özellikleri, hidrojeolojisi gibi özellikleriyle birlikte değerlendirilmiş ve su kalitesinin ileriye dönük eğilimleri saptanmıştır (Mueller vd. 1995).

Bricker ve Jones (1995), doğal suların kalitesini belirleyen en önemli etkenlerin, havzasının jeolojisi, atmosferik girdiler, iklim koşulları ve insan faktörü olduğunu bildirmektedirler.

Su kirliliği; genel anlamda, insan etkileri sonucunda kullanmayı kısıtlayan ya da engelleyen ve ekolojik dengeleri bozan kalite değişimleri şeklinde tanımlanmaktadır. Kullanım amaçlarının çeşitliliği yanı sıra, su kalitesini belirleyen etmenlerin sonsuzluğu bugün için geçerli olan su kalitesi ölçütlerinin sürekli yenilenmesi gereğini getirmektedir. Hatta bilinenlerin, bilinmeyenlerden az olduğu söylenebilir. Bu konuda karşılaşılan bir diğer zorluk da iklim, coğrafya ve jeoloji gibi çok değişen doğal koşulların su kalitesini etkilemesi ve standart oluşturmayı daha karmaşık bir duruma getirmesidir (Munsuz ve Ünver 1995).

Nixon 1995, su ekosistemlerine giren organik madde miktarındaki artışın ötrofikasyonu tetiklediğini belirtmiştir.

Petts ve Calow'a (1996) göre su kalitesini etkileyen unsurların tanımlanması ve ölçülmesi, belirli bir nehir havzasında toprak ve su kaynaklarının yönetilmesinin önemli bir parçasını oluşturmaktadır.

Göllere özgü en tipik su kalitesi sorunu ötrofikasyondur. Sadece sedimentteki fosforun geri çözünmesi bile alglerin birkaç yıl kitlesel üremelerine yol açar (Forsberg 1998).

Vega vd. (1998) tarafından İspanya'da Duero havzasında yürütülen bir çalışmada Pisuerga nehrinin bazı fiziko-kimyasal özellikleri belirlenmiştir. 30 ay boyunca 3 ayda bir alınan su örneklerinde sıcaklık, çözünmüş oksijen, pH, EC, PO₄, NO₂, NO₃, NH₄, BOİ₅, KOİ, CO₃, HCO₃, Cl, SO₄, Ca, Mg, Na, K analizleri yapılarak anova testi ile istatistiki olarak değerlendirilmiştir. Avrupa Birliği içme suyu standartlarına göre

Pisuerga nehrinin, NO₂, NH₄, PO₄, KOİ, Na, SO₄ ve Cl kapsamalarının tavsiye edilen sınır değerlerin üzerinde olduğu belirlenmiştir.

Alexander vd. (1998) tarafından Amerika Birleşik Devletlerinde 1962-1995 yılları arasında havzalarda su kalitesi ve miktarı ile ilgili bir izleme çalışması yürütülmüştür. 30 yılı geçen bir izleme ağı ile 680 farklı izleme noktasında suların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri belirlenmiş ve ülkesel bir veri tabanı oluşturulmuştur.

Bakan ve Şenel (2000) tarafından yürütülen bir çalışmada, Karadeniz'e Samsun'dan deşarjı olan Mert ırmağında 10 farklı noktadan su ve sediment örnekleri alınarak, sularda sıcaklık, pH, toplam çözünmüş madde (TÇM), biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ₅), kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), toplam fosfor, nitrit azotu (NO₂), nitrat azotu (NO₃), amonyak azotu (NH₃) ve organik azot (N), sedimentte ise pH, su miktarı, organik madde analizleri yapılmıştır. Mert ırmağının, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (SKKY) Kıtaçi Su Kaynaklarının Kalite Sınıflandırmasına göre genel olarak kirli su özellikleri taşıdığı, sediment tabakasında da yüksek organik madde içerdiği belirtilmiştir.

Voutsas'ca vd. (2001) tarafından yapılan bir çalışmada Makedonya'nın büyük nehirlerinde 2 yıl süren (1997-1998) bir araştırma ile suların bazı fizikokimyasal özellikleri (pH, sıcaklık, çözünmüş oksijen, iletkenlik, toplam askıda katı madde, BOİ₅, KOİ, N ve P bileşikleri) belirlenmiş ve yüzey sularının kalitesine ilişkin bir veri tabanı oluşturulmuştur.

Interlandia ve Crockett'nce (2002) yürütülen bir çalışmada Amerika'da Schuykill havzasında su kalitesinin belirlenmesi için 1973-1996 ile 1990-1999 yılları arasında iki farklı kurum tarafından üretilen su kalitesi verileri kullanılmıştır. Havza sularında elektriksel iletkenlik, sertlik, nitrat, fosfat, klorür, florür, bulanıklık, sodyum ve mangan analizleri yapılarak özellikle iklim ve arazi kullanımının bu parametreler üzerindeki etkisi belirlenmiştir.

Roman vd. (2003), Puerto Rico’da 15 havzanın su kalitesini belirleyerek istatistiki olarak değerlendirmişler ve bir veri tabanı oluşturmuşlardır.

Simeonov vd. (2003) tarafından yapılan bir çalışmada, Yunanistan’ın Aliakmon, Axios, Gallikos, Loudias ve Strymon nehirleri ve bunları besleyen derelerde 3 yıllık bir su kalitesi izleme çalışması gerçekleştirilmiştir. Aylık olarak 25 örnekleme noktasında sulara pH, EC, çözünmüş oksijen, toplam çözünmüş madde, nitrit, nitrat, amonyum, toplam fosfor, BOİ₅, KOİ, organik azot, Ag, As, B, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Fe, Mn, Ni, Pb, Se ve Zn parametreleri izlenmiştir. Analiz sonuçları çeşitli istatistiki yöntemlerle değerlendirildikten sonra her bir fizikokimyasal parametre için olası kaynakların katkısı yorumlanmıştır.

Bellos ve Sawidis (2005) tarafından Pinios nehri ve onu besleyen yan kollarında 1996-1998 yılları arasında suların bazı fiziko-kimyasal özellikleri izlenmiştir. Sıcaklık değişimlerinin fazla olduğu sulara, suyun akışının azaldığı dönemlerde organik madde miktarının arttığı ve çözünmüş oksijenin düştüğü belirlenmiştir. Eysel ve tarımsal atıklar nedeniyle azot ve fosfor bileşiklerinin yüksek değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir.

Gündoğdu ve Özkan (2006), Küçük Menderes nehir havzasında üç yıl boyunca periyodik olarak alınan su örneklerinin analiz sonuçlarına göre nehir suyunun kalitesinin genellikle III. ve IV. sınıf (kirli ve çok kirli sular) olduğunu tespit etmişler ve çözüm önerilerinde bulunmuşlardır.

Taş (2006), Derbent baraj gölünden alınan su örneklerine ait toplam 16 parametreyi incelemiş ve ortalama su sıcaklığı, pH, çözünmüş oksijen, amonyum azotu (NH₄) ve demir (Fe) değerlerine göre su kalitesinin I. sınıf (yüksek kaliteli su), ortalama toplam çözünmüş madde, nitrit azotu (NO₂) ve orto-fosfat (PO₄) açısından II. sınıf (az kirlenmiş su), sülfat (SO₄), sodyum (Na) ve klorür (Cl) açısından ise III. sınıf (kirlenmiş su) niteliğinde olduğunu belirlemiştir.

Kaçan (2006), Gümüşçay, Çürüksu ve Büyük Menderes nehrinin su kalitesini belirleyerek Büyük Menderes'e taşınan kirlilik yüklerini hesaplamıştır. Gümüşçay ve Çürüksu, Büyük Menderes nehir suyunun; pH yönünden I. sınıf su, çözünmüş oksijen yönünden ise II. sınıf su, Gümüşçay ve Çürüksu'nun organik madde konsantrasyonu bakımından IV. sınıf su, Büyük Menderes nehir suyunun ise III. sınıf su, Gümüşçay'ın, toplam çözünmüş katı madde yönünden IV. sınıf su Çürüksu ve Büyük Menderes nehir sularının ise II. sınıf su kalitesinde olduğu tespit edilmiştir.

Shrestha ve Kazama (2007) tarafından yürütülen bir çalışmada yürütülen Fuji nehir havzasında 1995-2002 yılları arasında 13 farklı örnekleme noktasında 12 su kalite parametresi 8 yıl boyunca izlenmiştir. Havzada pH, sıcaklık, çözünmüş oksijen, EC, toplam askıda katı madde, BOİ₅, KOİ, NH₄, NO₃, PO₄ ve toplam koliform yönünden az kirlenmiş, orta seviyede kirlenmiş ve çok kirlenmiş bölgeler tespit edilmiştir.

Karadavut (2007), Melendiz havzasının yüzey ve yeraltı sularındaki kirleticileri araştırdığı çalışmasında; kıta içi su kalitesi sınıflandırma kriterlerine göre, hem yüzey hem de yeraltı sularında NO₂, NO₃ ve toplam N açısından IV. sınıf su özelliği, diğer parametreler açısından II. sınıf su kalitesinin yaygınlığını tespit etmiştir. Raporda, Melendiz havzasında noktasal ve yayılı kaynakların neden olduğu su kirliliğinin önlenmesi ve su kalitesinin iyileştirilebilmesi için önerilerde bulunulmuştur.

Akyel (2007) tarafından Kırıkkale havzasında yürütülen bir çalışmada su kalitesinin belirlenmesi amacıyla Kapulukaya baraj çıkışı, Çoruhözü deresi, Delice ırmağı ve Kızılırmak nehrinde su örneklemeleri yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre sularda belirlenen; BOİ₅ 2,8-27,6 ppm, TÇM 785-4238 ppm, çözünmüş oksijen 0,2-6,5 ppm, NH₃ 0,068-5,7 ppm, NO₂ 0,014-0,070 ppm, PO₄ 0,02-0,87 ppm, Fe 0,63-15,34 ppm, mangan (Mn) 0,01-0,10 ppm ve krom (Cr) 0,005-0,037 ppm'dir.

Ünlü vd. (2008), Hazar gölünden aldıkları su örneklerinin fiziksel ve inorganik-kimyasal parametrelerinin analizlerini yaparak Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğindeki kalite kriterleri ile kıyaslamışlardır. Araştırmacılar, Hazar gölünün genellikle I. ve III. sınıf

su kalitesinde, toplam fosfor açısından ise IV. sınıf su kalitesinde olduğunu tespit etmişlerdir.

Li vd. (2008), Çin'de bulunan yukarı Han nehri havzasında 2 yıl süren bir çalışma ile 42 örnekleme noktasında suların bazı fiziko- kimyasal özelliklerini belirlemişlerdir. Varyans analizi ile değerlendirilen çalışmada pH, EC, toplam çözünmüş madde, bulanıklık ve nitratın örnekleme noktaları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu, azotlu bileşiklerin miktarının yağışlı mevsimlerde yükseldiği, evsel ve tarımsal atıkların su kalitesini etkilediği belirtilmiştir.

Özer (2008), Göksu deltasında yüzey ve yeraltı suları olmak üzere toplam 34 noktada su örnekleme yaparak, deltadaki arazi kullanımı ile su kalitesi etkileşimini CBS ortamında tematik haritalarla ortaya koymuştur. Çalışmada; yüzey ve yeraltı sularının, elektriksel iletkenlik (EC), pH, çözünmüş oksijen, tuzluluk, sıcaklık, nitrit (NO₂), nitrat (NO₃), fosfat (PO₄), amonyak (NH₃), demir (Fe), bakır (Cu), krom (Cr), mangan (Mn) bakımından, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğine göre II. sınıf su kategorisine girdiği ortaya konmuş, yüzey sularının tarımsal faaliyetlerden çok etkilendiği belirlenmiştir.

Sakan vd. (2009) tarafından yapılan bir çalışmada Tisza nehrinin su ve sedimentinin endüstriyel atıklara bağlı olarak ağır metallere kirletildiği belirlenmiştir.

Kauffman ve Belden (2010), Amerika'da Delaware ve Chesapeake körfezinde Delaware nehir sisteminde 1970-2005 yılları arasındaki verileri kullanarak su kalitesi trendini belirlemişlerdir. Sularda çözünmüş oksijen, toplam çözünmüş madde, toplam azot, toplam fosfor kapsamının özellikle son yıllarda havza yönetim stratejileri nedeniyle su kalitesinde iyileşme görüldüğü belirlenmiştir.

Fan vd. (2010), Çin'in en önemli endüstriyel alanlarından birinde yer alan Pearl nehrinde su kalitesini belirlemek amacıyla 49 farklı noktada izleme yapmışlardır. Sularda çözünmüş oksijen, BOI₅, KOI, toplam fosfor, amonyak, yağ ve civa analizleri

yapılarak istatistiki olarak değerlendirilmiştir. Nehir suyunun gerek şehir kanalizasyonu gerekse endüstriyel atıklarla oldukça kirlendiği belirtilmiştir.

Yenici (2010), Büyük Menderes havzası genelinde su kalitesini belirleyerek, nehre gelen kirlilik yüklerini hesaplamıştır. Büyük Menderes nehir havzası su kalitesini değerlendirmek için fiziksel, kimyasal, inorganik, organik ve bakteriyolojik parametreler incelenmiştir. Yapılan değerlendirme sonucunda havzanın su kalitesinin IV. sınıf (çok kirlili) olduğu görölmüştür. Çalışmada ayrıca Yukarı Büyük Menderes havzasındaki su kütlelerinin durumları verilmiş, baskı ve etki unsurları değerlendirilmiştir.

Özdemir (2010), İstanbul'daki su havzalarında su kalitesinin ve arazi kullanımlarının tarihsel süreç içerisindeki değişimini inceleyerek, su kalitesi ve arazi kullanımı arasındaki ilişkiyi belirleyip, su havzalarında alınması gereken arazi kullanımı kararları üzerine bir değerlendirme yapmıştır. Bu amaçla havzalarda arazi kullanımlarından kaynaklanan kirlilik yükleri hesaplanmış ve su kalitesi değerleri ile karşılaştırılarak aralarındaki ilişki tespit edilmeye çalışılmış, İstanbul'da içme suyu havzalarındaki kirliliğin sürekli artış gösterdiği vurgulanarak çözüm önerilerinde bulunulmuştur.

Katip (2010), Uluabat gölünden, gölü besleyen akarsulardan ve noktasal kirlilik kaynaklarından aldığı örneklerde bazı iz elementler ile diğer su ve sediment kalitesi parametrelerini analiz etmiştir. Sonuçta, Uluabat gölünün su kalitesinin içme ve kullanma suyu açısından uygun olmadığı, sulama amaçlı olarak ihtiyatla kullanılabilereği, WHO (Dünya Sağlık Örgütü) ve EPA (Çevre Koruma Ajansı) sınır değerlerine göre bazı metaller açısından toksik seviyede olduğu belirlenmiştir.

Öner ve Çelik (2011), Gediz nehri üzerinde belirlenen 5 noktadan alınan su örneklerinde bazı fiziksel ve kimyasal parametrelerin, sediment örneklerinde ise bazı ağır metallerin analizlerini yapmışlardır. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğine göre yapılan değerlendirmede aşağı Gediz havzası için Gediz nehri su kalitesinin IV. sınıf su kalitesinde olduğu görölmüştür.

McKenzie vd. (2012) tarafından yürütülen bir çalışmada New York'un içme suyunun % 10'unu karşılayan Croton havzasında suların nitrat ve çözünmüş organik karbon kapsamının yüksek olduğu belirlenmiştir.

Tokatlı (2012), Emet çayı havzasında 8 istasyonda mevsimsel olarak su, sediment ve balık örneklerine ait bazı limnolojik parametreler ve sistemin inorganik yükünün belirlenmesi için abiyotik ve biyotik öğelerinde bazı element akümülyasyonlarını araştırmıştır. Elde edilen veriler istatistiki olarak değerlendirilmiş ve çeşitli ulusal ve uluslararası limit değerler ile karşılaştırılmıştır. Havzanın önemli miktarda organik ve inorganik kirliliğe maruz kaldığı tespit edilmiştir.

Köse (2012) tarafından, Porsuk çayından mevsimsel olarak alınan su ve sediment örneklerinde fizikokimyasal parametrelerin analizi yapılmış, makro ve mikro element seviyeleri belirlenmiştir. Sonuçta, Porsuk çayının kaynağı ile karşılaştırıldığında, Kütahya ve Eskişehir illeri çıkışında yoğun organik ve inorganik kirlilikten dolayı su kalitesinin düştüğü, sediment örneklerinde kirlilik yükünün önemli derecede yükseldiği tespit edilmiştir.

Mutlu vd. (2013), Sivas Hafik'teki Horohon deresinin su kalitesini belirlemek amacıyla bir yıl boyunca aylık olarak çözünmüş oksijen, tuzluluk, pH, sıcaklık ve EC, askıda katı madde, KOİ, toplam alkalinite, toplam sertlik, NH₃, NO₂, NO₃, PO₄, SO₄, Cl, Na, magnezyum (Mg), kalsiyum (Ca) analizlerini yapmışlardır. Araştırma sonucunda dereye su kirliliği açısından önemli bir problemin bulunmadığı ve derenin iyi sayılabilecek bir su kalitesine sahip olduğu belirlenmiştir.

İsveç tecrübesi, iyi tasarlanmış ve mali destekli bir yüzey suyu izleme ağının, bir dizi stres unsurunu ve toplumsal kaygıları anlamak ve yönetmek için kullanılabileceğini göstermektedir (Fölster vd. 2014).

Sönmez (2015), Bitlis Karmuç çayında su kalitesini belirlemek amacı ile 2013 yılında 4 noktada su örnekleme yapmıştır. Örneklerde sıcaklık, pH, çözünmüş oksijen, EC,

askıda katı madde, BOİ₅, KOİ, toplam kjeldahl-azotu ve toplam fosfor analizleri yapılarak ulusal su kalite standartlarına göre kıyaslama yapılmıştır.

Serdar (2015) Doğu Karadeniz havzasında Ordu ve Artvin arasında bazı akarsuların fiziko-kimyasal su kalitesini mevsimsel olarak belirlemiştir. Çalışmada, sıcaklık, pH, EC, çözünmüş oksijen, askıda katı madde, toplam sertlik, bulanıklık, SO₄, NO₂, NO₃, NH₄, PO₄, klorofil-a, toplam N ve toplam P değerleri belirlenmiştir. Akarsuların genel olarak; hafif alkali, düşük mineralli, yağışlı dönemlerde bulanık, diğer dönemlerde ise düşük bulanıklığa sahip olduğu belirlenmiş, ayrıca düşük düzeyde organik madde ihtiva eden, düşük SO₄, NH₄ ve NO₃ açısından yüksek kaliteli, NO₂ açısından ise az kirlenmiş, düşük fosfat ve silikatlı bir su karakterine sahip oldukları vurgulanmıştır.

Varol (2015), Diyarbakır'da yer alan Dicle Baraj gölünden Şubat 2008 - Ocak 2009 tarihleri arasında 3 noktadan aylık olarak yüzey suyu örnekleri almış ve sıcaklık, pH, çözünmüş oksijen, EC, seki diski derinliği, bulanıklık, askıda katı madde, toplam alkalinite, toplam sertlik, HCO₃, Cl, KOİ ve SO₄ ölçümlerini yaparak gölün I. sınıf yani yüksek kaliteli sular sınıfına girdiğini belirlemiştir.

Çakır vd. (2016), Tekirdağ'da bulunan Naipköy baraj gölünü besleyen Işıklar deresinin su kalitesini belirlemek amacıyla yaptıkları analizler sonucunda suyun, çoğu kalite parametresinde I. sınıf su özelliği gösterdiğini, arseniğin (As) sınır değerlerin çok üzerinde olduğunu ve arsenik değeri açısından dere suyunun IV. sınıf su niteliğinde olduğunu belirlemişlerdir.

Jung vd. (2016), Nakdong nehri ve onu besleyen derelerde 2008 - 2012 yılları arasında 20 farklı örnekleme noktasında bazı su kalitesi parametrelerini izlemişlerdir. Çeşitli istatistiki yöntemlerle değerlendirilen pH, sıcaklık, çözünmüş oksijen, EC, toplam askıda katı madde, BOİ₅, KOİ, toplam N, toplam P kapsamları özellikle şehir kanalizasyon atıklarının etkisiyle yüksek bulunmuştur.

Trowbridge vd. (2016), San Francisco Körfezinde Su Kalitesi İzleme Bölgesel Programı kapsamında körfez sularının su kalitesinin izlendiğini ve su yönetim kararlarına katkıda bulunulduğunu bildirmişlerdir.

Kuzey Colorado Platosu'nda bir su kalitesi izleme ağı oluşturulmuş ve 2013-2015 yılları arasında suların sıcaklık, pH, çözülmüş oksijen, toplam çözülmüş madde, azot ve fosfor bileşikleri gibi bazı özellikleri takip edilmiştir. Elde edilen veriler ulusal su kalitesi standartlarıyla kıyaslanmıştır. Su kalitesi parametrelerinin % 96,7'sinin standartlara uygun olduğu, % 3,3'ünün ise standart değerleri aştığı belirtilmiştir (Anonymous 2016).

Ding vd. (2016) tarafından yürütülen bir çalışmada Çin'in Dongjiang nehir havzasında arazi kullanımının su kalitesine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla havzada 56 farklı noktadan alınan su örneklerinde sıcaklık, çözülmüş oksijen, EC, toplam azot, toplam fosfor, amonyum, nitrat analizleri yapılarak istatistiki olarak değerlendirilmiştir. Düşük debili su kaynaklarının arazi kullanımından daha çok etkilendiği, havzanın jeomorfolojik özelliklerinin de su kalitesi üzerinde oldukça etkili olduğunu belirtilmiştir.

Şenel (2017), Antalya'nın Konyaaltı ilçesinden geçerek Akdeniz'e dökülen Boğaçayı ve onu besleyen akarsulardan 2016 ve 2017 yıllarında 12 noktada su örnekleme yapmıştır. Su örneklerinde EC, pH, N, P, K, Mg, Ca, Na, NO₃, CO₃, HCO₃, SO₄, Cl, B, Fe, Z, Cu, Mn, Cr ve As analizleri yapılmış olup, Boğaçayı'nın mevcut durumunun önemli bir kirliliğe sahip olmadığı ancak belirli aralıklarla izlenmesi gerektiği belirtilmiştir.

2.4 Toprak Özellikleri ve Haritalanması İle İlgili Çalışmalar

Toprak özelliklerinin haritalanmasında kullanılan çeşitli enterpolasyon yöntemleri bulunmaktadır. Enterpolasyon yöntemlerinin tahminleme doğrulukları ve birbirlerine üstünlükleri konusunda da birbiriyle çelişkili çok sayıda çalışma vardır.

Laslett vd. (1987), kriging yönteminin, ters mesafe ağırlık yöntemine göre daha doğru pH tahminler verdiğini bildirmişlerdir.

Warrick vd. (1988) tarafından yürütülen bir çalışmada bazı toprak özellikleri (kum ve kalsiyum içeriği ile infiltrasyon oranı) ile patates verimi kriging ve ters mesafe ağırlık yöntemlerini kullanarak haritalandırılmış ve krigingin ters mesafe ağırlık yöntemine göre daha doğru sonuçlar verdiğini belirtilmiştir.

Leenaers vd. (1990) tarafından Hollanda'da ağır metal kirliliğinin yaşandığı Geul Nehri'nin taşkın yatağında, çinko seviyelerini haritalamak için çeşitli mekansal tahmin yöntemleri (yerel eğilim analizi, matematiksel spline, ters mesafe ağırlıklandırma, blok kriging, nokta kriging ve nokta co-kriging) kullanılmıştır. Çalışma alanında, çinkonun az miktarda verisi mevcut olduğunda gözlemlenen ve tahmin edilen çinko seviyelerinde co-kriging yönteminin diğer yöntemlerden daha iyi performans gösterdiğini belirtilmiştir.

Weber ve Englund'e (1994) göre ters mesafe ağırlık yöntemi, kriging de dahil olmak üzere diğer yöntemlerden daha iyi enterpolasyon sonuçları üretmektedir.

Wollenhaupt vd. (1994), toprakların fosfor ve potasyum içeriklerini haritalamak için ters mesafe ağırlık ve kriging yöntemlerini kullanmıştır. Ters mesafe ağırlık yönteminin nispeten daha doğru sonuçlar verdiğini belirtmiştir.

Akgül vd. (1995), Atatürk Üniversitesi çiftliği topraklarında jeostatistiksel yöntemlerle toprak bünyesine ait verileri değerlendirmişler ve dağılım desenini haritası oluşturmuşlardır. Topraklardaki kil, kum ve çakıl miktarlarının dağılımının topografya ile kuvvetli bir ilişkisi olduğu tespit edilmiştir.

Tarımsal araştırmalarda yaygın olarak kullanılan enterpolasyon yöntemleri ters mesafe ağırlık ve kriging yöntemleridir (Franzen ve Peck 1995, Weisz vd. 1995).

Gotway vd. (1996), toprakların organik madde ve azot içeriklerinin dağılımında ters mesafe ağırlık yöntemden daha iyi sonuçlar almışlardır.

Kravchenko ve Bullock (1999), tarım arazisinden alınan toprak örneklerinin fosfor ve potasyum içerikleri için kriging, IDW ve lognormal ordinary kriging yöntemlerinin performanslarını ve istatistiksel özelliklerini analiz ederek, tahminleme doğruluklarını karşılaştırmışlardır. Verilerin çoğunda, ordinary kriging yönteminin IDW yöntemine göre daha yüksek doğrulukta tahminleme yaptığı belirlenmiştir.

Pozdnyakova ve Zhang (1999) tarafından yürütülen bir çalışmada Güney Kaliforniya'da Kings Nehri Havzasında 3375 ha'lık bir tarım arazisinde tuzluluğun uzaysal (mekânsal) dağılımını belirlemek için jeostatistik yöntemler (kriging and co-kriging) kullanılmıştır. Çalışmada, jeostatistik yöntemlerle tahmin edilen sodyum adsorbsiyon oranına ait uzaysal dağılım analizleri, arazi çalışmalarında kaydedilen tuzluluk ölçümleriyle karşılaştırılmıştır. Araştırmacılar, jeostatistik yöntemlerin geniş alanlarda toprak tuzluluğunun uzaysal dağılımlarının değerlendirilmesinde doğru sonuçlar verdiğini ve ekonomik bir yöntem olarak kullanılabileceğini vurgulamışlardır.

Erşahin ve Karaman (2000), Tokat Kazova'da üst (0-30 cm) ve alt (30-60 cm) topraklarındaki değişkenliğin (kum, silt, kil, OM, alınabilirsu ve CaCO_3 içerikleri ile KDK, pH, hacim ağırlığı ve bitkilerce alınabilir P) belirlenmesinde faktör analizini kullanmışlardır. Üst ve alt topraklara ilişkin faktör analizlerinin sonuçlarının benzer olması, faktör analizlerinde dikkate alınan toprak özelliklerinin düşey yönde fazla değişmediğini göstermektedir. Sonuçlar, toprak değişkenliğinin belirlenmesinde faktör analizinin başarıyla kullanılabileceğini göstermektedir.

Boruvka vd. (2002), Klučov'da 54 hektarlık bir tarım arazisinden topladığı 94 toprak örneğinin kil ve silt içeriği, pH, organik karbon içeriği, nem, toplam porozite, kılcal gözeneklilik ve agregat kırılabilirlik katsayıları, hızlı ıslanma, yavaş ıslatma ve kurutma ve mekanik etkilerinin hem korelasyon ilişkilerini incelemiş hem de uzaysal dağılım analizlerini yaparak haritalandırmıştır.

Akbaş ve Yıldız (2004), Tokat'ta yzey toprağının bazı özelliklerinin değişimini jeoistatistiksel teknikler yardımıyla haritalandırmışlardır. Çalışmada, haritalanan özelliklerin temel toprak haritası ile benzerlikleri ve bu haritalama tekniğinin ve toprak haritalarının CBS çalışmalarındaki kullanım etkinliği tartışılmıştır. Ayrıca toprak haritası hazırlanmamış bölgelerde jeoistatistik yöntemlerle istenen değişkenlere ait haritalar üretilebileceği grlmştr.

Başkan (2004), Gölbaşı zel vre Koruma alanı ve yakın vresi topraklarının mühendislik-fiziksel özellik ilişkilerini ve konumsal yapılarını jeoistatistik yöntem kullanarak belirlediği çalışmasında toprak özelliklerinin dağılım haritalarını elde etmiştir. Sonuçlar silt dışında tüm toprak özelliklerinin topografya ile belirgin bir ilişki gösterdiğini ortaya koymuştur. Araştırılan toprak özelliklerinin konumsal yapısı benzer özellikteki diğer alanlar için uygulanabilir nitelikte bulunmuştur.

Corwin (2005), elektriksel iletkenlik gibi bazı toprak özelliklerinin coğrafı olarak llmesinin rasyonel tarım uygulamaları için en yararlı araçlardan biri haline geldiğini bildirmiştir.

Robinson ve Metternicht (2006) verimi etkileyen ve mevsimsel değişkenlik gösteren toprak özelliklerinden; pH, elektriksel iletkenlik ve organik maddenin enterpolasyon yapılarak haritalanmasında farklı yöntemlerin doğruluğunu karşılaştırmıştır. Çalışmada; her bir toprak özelliği için kriging, lognormal ordinary kriging, inverse distance weighting ve splines interpolasyon yöntemlerinin doğruluk karşılaştırmaları yapılmıştır. Çalışma sonunda IDW ile yapılan enterpolasyonun, tüm toprak özellikleri için en yüksek doğruluğu verdiği belirtilmiştir.

Sağlam (2008), Amasya Gkhyk Tarım İşletmesi içerisinde 1.750 ha alandan alınan 298 adet toprak örneğinde fiziksel (% kil, % silt, % kum, hacim ağırlığı, tarla kapasitesi, daimi solma noktası, hidrolik iletkenlik, st toprak derinliği) ve kimyasal (pH, EC, toplam organik C) kalite göstergelerini analiz ederek dağılım deseni haritalarını üretmiştir.

Karydas vd. (2009), Yunanistan'ın Girit Adası'ndaki çalışma alanı topraklarında organik madde, toplam CaCO₃, elektriksel iletkenlik, demir ve kil içeriğinin kriging, IDW ve Radyal Temel Fonksiyonları (RBF) enterpolasyon yöntemi ile oluşturulan tahmin haritalarının doğruluğunu karşılaştırmıştır. Her üç yöntem de birbirine benzer sonuçlar verdiği belirlenmiştir.

Ünver ve Karabulut (2009) tarafından yürütülen bir çalışmada Çukurova'da bazı toprak özelliklerinin (toplam N, alınabilir P, alınabilir K, OM, EC, pH, KDK, kum, silt, kil, CaCO₃) mekânsal bağımlılık yapıları farklı örnekleme aralıklarında belirlenerek enterpolasyon yöntemi ile toprak verimlilik özellikleri haritalandırılmıştır.

Toprak özellikleri ana materyale, topografyaya, bitki örtüsüne ve iklimine bağlı olarak büyük ölçüde değişebilir. Tüm Bu faktörler toprak özelliklerinin uzaysal dağılımını etkiler (Shi vd. 2009).

Acir (2010), Tokat Kazova'da 20.656 ha'lık alanda 400 noktadan alınan toprakların yarayışlı ve depo potasyum içeriklerini, toprakların yüzey alanlarını ve seçili örneklerin kil mineralojilerini belirlemiş ve örneklerin mesafeye bağlı değişimlerini haritalandırmıştır.

Atatanır vd. (2010), Büyük Menderes deltası topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini analiz ederek, coğrafi bilgi sistemi ortamında bir veri tabanı oluşturmuşlardır.

Mabit ve Bernard (2010), Doğu Kanada'da bir tarım arazinde kriging ve ters mesafe ağırlık yöntemi ile toprak organik maddesinin mekansal dağılımını ve içeriğini haritalandırmışlardır.

Akbaş (2012), Tokat Kazova'da iki derinlikten (0-30 cm ve 30-60 cm) alınan toprak örneklerindeki yarayışlı fosfor içeriğini iki farklı jeostatistik metod ile haritalandırmış ve elde edilen sonuçlardaki farklılıkları ortaya koymuştur.

Sağlam ve Türkmen (2012), Ayaş Araştırma ve Uygulama Çiftliği topraklarının bazı fizikokimyasal özelliklerini (kil, silt, kum, pH, EC, OM ve CaCO₃) jeostatistiksel yöntemlerle her bir parametre için değişim haritaları oluşturmuşlardır.

Turgut ve Öztaş (2012), jeostatistiksel yöntemlerle elde edilen toprak özellikleri dağılım haritalarında, kil içeriğinin dere yatağına yakın olan alanlarda daha düşük, aynı bölgelerde kum içeriğinin daha yüksek, silt içeriği değişiminde de bir düzensizlik olduğunu belirlemişlerdir. Bu çalışmada organik madde içeriğinin hububat ekili alanlarda yüksek, çapa bitkilerinin ekili olduğu alanlarda ise düşük olduğu saptanmış ve arazinin dere yataklarına uzak kısmında kireç içeriğinin ve toprak reaksiyonunun en yüksek değerler aldığı görülmüştür.

Yalçın (2012) tarafından yapılan bir çalışmada Amik Ovasında 17.500 ha'lık bir alanda 130 noktadan üç farklı zamanda ve üç farklı derinlikten alınan toprak örneklerinde tuzlulukla ilgili parametreler incelenmiştir. Toprak örneklerinde toplam çözülebilir tuz miktarı, pH, bünye, kireç, katyon değişim kapasitesi, değişebilir sodyum ve potasyum, çözünebilir katyon ve anyonların analizi yapılarak yersel ve zamansal değişimler jeostatistik yöntemlerle belirlenmiştir.

Başbozkurt vd. (2013), Adıyaman'da yaptıkları çalışma ile araştırma topraklarında saturasyon, tuz, kireç, kil ve bor (B)'un mekânsal bağımlılığının orta ve yüksek derecede olduğunu belirlemişlerdir.

Doğan vd. (2013), Orta Kelkit havzasında 164 noktada tekstür (kum, silt, kil), toplam N, yarayışlı fosfor P, organik madde, elektriksel iletkenlik (EC), pH ve kireç değerlerini CBS ortamında ters mesafe ağırlık (IDW) enterpolasyon yöntemi kullanarak haritalandırmışlardır.

Sağlam (2013) tarafından yürütülen bir çalışmada Ankara Üniversitesi, Ayaş Uygulama ve Araştırma Çiftliği topraklarının fiziko-kimyasal özellikleri incelenmiş ve alanda

yapılacak yönetimsel uygulamalarda toprak suyu, agregatlaşma ve kireç faktörlerinin dikkate alınması gereken önemli özellikler olduğu belirtilmiştir.

Sağlam ve Dengiz (2013), Bafra delta ovasında toprakların kimyasal özelliklerinin geleneksel istatistiksel yöntemlerle değerlendirilmesinde zamansal ve konumsal olarak yüksek varyasyon kaynaklarına sahip olmaları nedeniyle yetersiz kalabildiğini ve çok değişkenli istatistiksel yaklaşımların ve jeostatistiksel yöntemlerin birlikte başarılı bir şekilde kullanılabildiğini ortaya koymuşlardır.

Taşova ve Akın (2013) tarafından yürütülen bir çalışmada Marmara Bölgesi topraklarında verimlilik analizleri (toprak bünyesi, toprak reaksiyonu, toplam tuz, kireç, organik madde) ve makro ve mikro elementler (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn ve Mn) analizleri sonuçlarına göre CBS kapsamında veri tabanı oluşturulmuş ve toprak verimlilik haritaları üretilmiştir. Yapılan analizler sonucunda, Marmara bölgesi tarım arazilerinin genel olarak; killi tınlı, hafif alkali karakterli, organik madde bakımından az, tuzsuz ve az kireçli topraklar olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca incelenen topraklar azot bakımından çok fakir ve fakir, yarayışlı potasyum, kalsiyum ve magnezyum bakımından ise fazla sınıfında bulunmuştur. Bölge topraklarının % 47'sinde fosfor noksanlığı görülürken, % 53'ünde fosfor fazlalığı görülmektedir. Demir (Fe) ve bakır (Cu) içerikleri yeterli düzeyde iken, çinko (Zn) ve mangan (Mn) içeriklerinin ise az olduğu tespit edilmiştir.

Sağlam vd. (2014), Samsun il sınırları içerisinde alınan 889 adet toprak örneğinin bazı fiziko-kimyasal özelliklerinin (kireç, organik madde, pH, elektriksel iletkenlik, toplam azot, yarayışlı fosfor, ekstrakte edilebilir potasyum, kalsiyum, magnezyum, sodyum, yarayışlı demir, bakır, çinko, mangan ve yarayışlı bor) dağılım haritalarını oluşturmuşlardır.

Özyazıcı vd. (2015), Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi tarım topraklarının bazı bitki besin maddesi kapsamını belirlemeyi amaçladıkları çalışmada; 3400 adet toprak örneğinde toplam N, alınabilir edilebilir Ca, Mg, Na, B, Fe, Cu, Zn ve Mn analizleri yapılmıştır. Toprak parametrelerinin sınıflandırılmasından sonra CBS kapsamında veri

tabanı oluşturulmuş ve ters mesafe ağırlık yöntemi (IDW) kullanılarak toprak dağılım haritaları üretilmiştir. Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi tarım topraklarının büyük çoğunluğunun toplam N, alınabilir Fe, Cu ve Mn yönünden yeterli durumda olduğu; analiz edilen toprak örneklerinin % 66,88'inde alınabilir Ca ve % 81,44'ünde alınabilir Mg'un iyi, % 64,56'sında alınabilir Na'un ise orta seviyede olduğu belirlenmiştir. Bölge topraklarının % 34,35'inde B ve % 51,36'sında Zn noksanlığı tespit edilmiştir.

Tunçay vd. (2015), Çukurova Aşağı Seyhan nehir havzasındaki bazı toprak özelliklerinin (kalsiyum karbonat, organik madde, kation değişim kapasitesi ve kil) konumsal dağılımını CBS teknolojisi kullanarak ağırlıklı ters uzaklık interpolasyon yöntemi ile belirlemişlerdir. Üretilen haritalarla; kalsiyum karbonat, organik madde, kation değişim kapasitesi ve kil değerlerinin, toprak analiz sonuçları ile benzerlik gösterdiklerini belirlemişlerdir.

Zhou vd. (2016), Guizhou Eyaleti'ndeki çay dikim alanlarında ağır metal dağılımını mekansal enterpolasyon analizi ile belirlemiştir. Çalışmada IDW ve kriging interpolasyonu kullanılmış ve her iki değerlendirme de toprağın çay ekimi için uygun olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, dağlık bölgelerdeki toprak ağır metalleri analiz etmek için mekansal enterpolasyonun daha fazla uygulanması gerektiği vurgulanmıştır.

Çelenk (2016), Sakarya ili Erenler ilçesinde toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin (tekstür, pH, EC, CaCO₃, OM, KDK değişebilir K, Ca, Mg ve Na) mekânsal değişkenliğini belirlemiş ve sahadaki değişkenliğin genel dağılımında etkili olan faktörleri tespit etmiştir.

Morgan vd. (2017), Mısır'ın Kahire kentinin kuzeybatısındaki bir çalışma alanında toprakların tuzluluk, alınabilir azot ve alınabilir fosfor içeriklerinin tahmininde IDW enterpolasyon tekniği ile dağılım haritaları oluşturmuştur.

Güzel (2017) tarafından yürütülen bir çalışmada Harran ovasından alınan 472 adet toprak örneğinde, yarayıklı fosfor, toplam fosfor, organik madde, toprak reaksiyonu

(pH), elektriksel iletkenlik analizleri yapılarak jeoistatistiksel modelleme ile toprak özelliklerine ait haritalar oluşturulmuştur. Toprakların toplam fosfor içeriklerinin orta miktarda; yarayışlı fosfor, pH ve organik madde içeriklerinin düşük ve elektriksel iletkenliğin tuza etkisi olmayacak miktarlarda olduğu belirlenmiştir.

Kılıç vd. (2017) tarafından yapılan bir çalışmada Zinav Gölü havzasının toprak özellikleri, arazi kullanımı ve topografik özellikleri CBS ortamında oluşturulmuştur. Toplam 70 noktada toprak örnekleme yapılmış ve CaCO₃, toplam azot (N), organik madde (OM), elektriksel iletkenlik (EC), pH ve tekstürü içeren havza toprak özellikleri haritalandırılmıştır. Ayrıca havzanın yüksekliği, eğimi ve bakı durumu da haritalandırılarak sonuçlar toprak özellikleriyle birlikte yorumlanmıştır.

2.5 Araştırma Alanında Yürütülen Çalışmalar

DSİ tarafından “Kurtboğazı Barajı Limnolojik Etüt Raporu” yayınlanmıştır. Kurtboğazı baraj gölünde farklı derinliklerde pH, çözünmüş oksijen, EC, CO₂, NH₃, NO₂, PO₄, organik madde, Ca, Mg, CO₃, HCO₃, Cl, NO₃ kapsamaları belirlenmiştir. Raporunda, barajın mevcut su kalitesi ortaya konmuştur (Anonim 1979).

Aykulu ve Obalı (1981) Kurtboğazı Baraj Gölü’nde 1975–1977 yılları arasında suyun biyolojik kalitesini değerlendirmek için nitesel ve nicesel olarak fitoplankton incelemişler, alglerin mevsimlere göre değişimlerini ve klorofil–a miktarını tespit etmişlerdir.

DSİ tarafından yayınlanan “Kurtboğazı Baraj Gölü Kirlilik Araştırması Raporu” Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (DSİ Genel Müdürlüğü), Sağlık ve Sosyal Yardım Bakanlığı, Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yapılan ortak bir çalışma ile hazırlanmıştır. Nisan 1980 - Eylül 1981 tarihleri arasında baraj gölünü besleyen dereler ile baraj çıkış suyunda çeşitli kirlilik parametrelerine ait analizler ve değerlendirmeler yapılmıştır. Çalışma sonucunda baraj gölünde kirlenme düzeyinin yüksek olmadığı, bölgede sanayileşme sorunu olmamakla birlikte gölün mevcut yerleşim birimlerinin

atıklarından etkilendiği vurgulanmış ve geleceğe yönelik alınması gereken tedbirler sunulmuştur (Anonim 1983).

Abay (1998), Ankara ovasının hidrolojik özellikleri ve buna bağlı olarak Ankara'nın su sorunlarını tespit etmek amacıyla yaptığı çalışmada, Kurtboğazi barajının Ankara'ya su temini açısından önemine değinmiş, su kaynaklarının kirletilmemesi ve korunması amacıyla ASKİ tarafından havza koruma yönetmeliğinin uygulandığını vurgulamıştır.

DSİ tarafından “Ankara Kentine İçmesuyu Sağlayan Baraj Gölleri ve Havzasında Su Kalitesi Araştırma Raporu” yayınlanmıştır. Bu bağlamda Haziran 1995 - Ekim 1995 tarihleri arasında Çamlıdere barajı, Kurtboğazi barajı ve Eğrekkaya barajında su kalitesi gözlem çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Raporunda, baraj gölleri ve gölleri besleyen derelerde belirlenen örnekleme noktalarında sıcaklık, çözünmüş oksijen, elektriksel iletkenlik, sertlik, azot bileşikleri, fosfor bileşikleri Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğinde verilen Kıtaçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterlerine uygunluğu bakımından değerlendirilmiştir. Kurtboğazi barajını besleyen Pazar deresinde nitrit azotu bakımından III. sınıf, Ova çayında II. sınıf, Eğrekkaya barajını besleyen Sey deresinde ise I. sınıf su kalitesi belirlenmiştir (Anonim 1998a).

Polat (2000) tarafından yürütülen “Ankara Kentine İçmesuyu Sağlayan Baraj Göllerinde Tabakalaşma ve Alt-Üst Olma ile Ötrofikasyon Olaylarının İncelenmesi” çalışmada Çamlıdere, Kurtboğazi ve Eğrekkaya baraj göllerinde ölçülen azot, fosfor ve klorofil-a değerleri kullanılarak göl sularının trofik seviyelerini saptamıştır. Çamlıdere ve Kurtboğazi baraj göllerinin oligo-mezotrofik, Eğrekkaya baraj gölünün ise ötrofik yapıda olduğu belirtilmiştir. Eğrekkaya baraj gölünün ötrofik yapıda olmasına baraj tabanındaki ağaçların neden olduğu ve bunun hem kendi suyu hem de Kurtboğazi baraj suyunun kalitesini etkilediği bildirilmiştir.

DSİ tarafından hazırlanan “Eğrekkaya Baraj Gölü ve Havzasında Kirlilik Araştırması Raporu” kapsamında Eğrekkaya barajı ile barajı besleyen derelerde fiziko-kimyasal ve biyolojik su kalitesi parametreleri incelenmiştir. Sey deresi ile baraj gölünde, suyun NO₂, BOİ₅ ve PO₄ bakımından II. sınıf, PO₄ ve BOİ₅'e göre II. sınıf su kalitesinde

olduğu belirtilmiştir. Ayrıca toplam inorganik azotun % 38,3'ünün Sey, % 30'unun Eğilli, % 5,5'inin Çeterek ve % 2,4'ünün Gürcü deresinden, toplam fosforun % 32,7'sinin Gürcü, % 32,4'nün Eğilli, % 20,7'sinin Sey ve % 14'ünün Çeterek deresinden baraj gölüne geldiği bildirilmiştir (Anonim 2001).

Dede (2004), Kurtboğazı barajını besleyen önemli derelerden olan Pazar deresinin içinden geçtiği Pazar köyünü topografik, jeomorfolojik, jeolojik, iklimik, hidrografik, bitki, arazi kullanım, yerleşme, nüfus ve ekonomik faaliyetlerin dağılımı açısından incelemiş, mevcut ve gelecekte karşılaşabileceği sorunlara değinmiştir.

Elibol vd. (2006), Eğrekkaya baraj gölü limnolojisi üzerine yaptıkları çalışmada; baraj gölünde 1999 yılında aylık periyotlarla limnolojik etütler yapmışlar, su sıcaklığı, çözünmüş oksijen, elektriksel iletkenlik, toplam çözünmüş katılar, pH değerlerini belirlemişlerdir. Farklı kriterlere göre ötrofikasyon değerlendirmesi yapılmış, baraj gölünde aşırı kirlenme tespit edilmemiştir.

Bakır (2007), Kurtboğazı barajı çıkış suyu, İvedik arıtma tesisi öncesi ve barajı besleyen derelere ait 1996-2007 yılları arasında yapılmış olan çeşitli su analiz sonuçlarını derleyerek, pH, sıcaklık, çözünmüş oksijen, alkalinite, BOİ₅, orto-fosfat (PO₄), sodyum (Na), potasyum (K), bikarbonat (HCO₃), klorür (Cl), nitrit azotu (NO₂), nitrat azotu (NO₃), amonyum azotu (NH₄) ve sülfat (SO₄) parametrelerini Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde verilen sınır değerlerle karşılaştırmıştır.

Parlak vd. (2007), Kurtboğazı barajı havzasında erozyon riskini belirlemek, erozyon durumu hakkında genel bir bilgi edinmek ve erozyonu önlemek için tedbirlerin alınabileceği potansiyel alanları belirlemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada topografya temel alınarak CBS ve CORINE metodu kullanılmıştır. Son yıllarda alınan tedbirler sayesinde havzada erozyonun azaldığını bildirmişlerdir.

Çalışkan (2008), Kurtboğazi barajı havzası florasını tespit için yaptığı çalışmada; araştırma alanından toplanan 669 bitki örneğini değerlendirmesi sonucunda 59 familyaya ait 203 cins, tür ve türaltı düzeyde 343 takson belirlemiştir.

Ataseven (2011), Ankara ili sınırları içinde yer alan Çamlıdere, Eğrekkaya ve Kurtboğazi barajlarında DSİ tarafından yapılan su kalite analizlerini inceleyerek havzalardaki su kalite sınıflarını belirlemeye çalışmıştır. Araştırmacı ayrıca tarımsal faaliyetlerin su kalitesine etkisini araştırmak amacıyla havzadaki üreticilerin tutumları ile ilgili veriler toplamış ve değerlendirmiştir.

Koçan (2012), Kızılcahamam-Çamlıdere bölgesinin jeopark ve jeoturizm özelliklerini belirlemek için yaptığı çalışmada; önemli jeolojik-jeomorfolojik öğeleri, doğal, kültürel ve tarihi değerleri ile Kızılcahamam Çamlıdere jeopark alanı ve yakın çevresini incelemiştir. Araştırmacı, bölgede jeolojik mirasa ilişkin farkındalığın oluşturulması ve bölge turizm potansiyelinin jeoturizm yoluyla sürdürülebilir kalkınma sağlaması amacıyla önerilerde bulunmuştur.

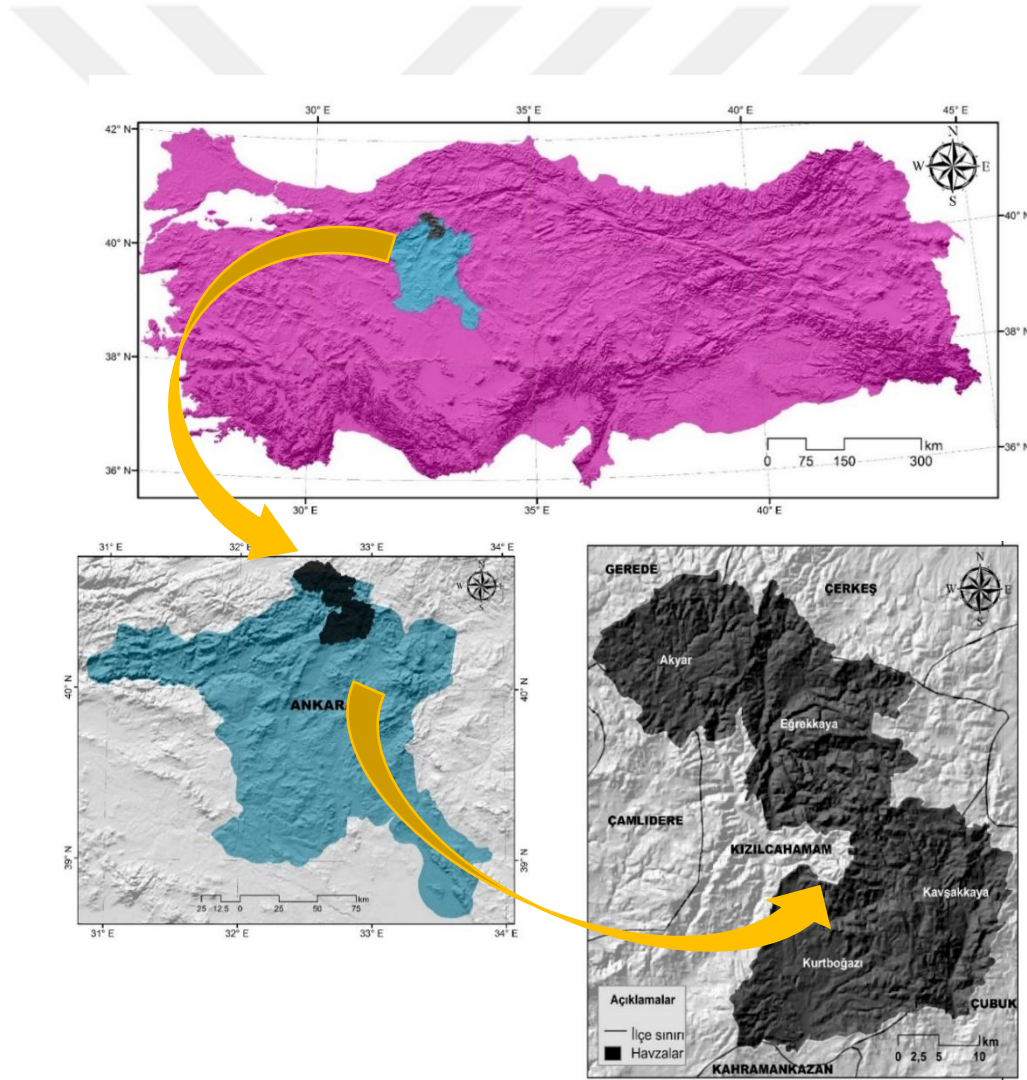
Oğuz (2015), Kurtboğazi barajı havzasında ICONA yöntemi ile erozyona maruz kalabilecek alanları modellemiş ve değerlendirmiştir. Bu modelde araştırma sahasının arazi kullanımı, bitki örtüsü, eğim ve bakı gibi bazı katmanları kullanılarak CBS ortamında sorgulama ve analiz sonucu Kurtboğazi barajı havzasına yönelik erozyon risk dağılım haritası oluşturulmuştur. Çalışma, Kurtboğazi baraj havzasının % 19,9'lük kısmında çok riskli ve % 30,16'lük kısmında ise riskli erozyon tehlikesi olduğunu ortaya koymuştur.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Çalışma alanının özellikleri

Çalışma alanı Sakarya havzası içerisinde, başkent Ankara'nın kuzeyinde yer almakta olup, Akyar, Eğrekkaya, Kavşakkaya ve Kurtboğazi baraj havzalarından oluşmaktadır (Şekil 3.1). Çalışma alanında bulunan her bir havza alanı coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ortamında ArcGIS 10.2 programı ile analiz edilerek hesaplanmıştır.

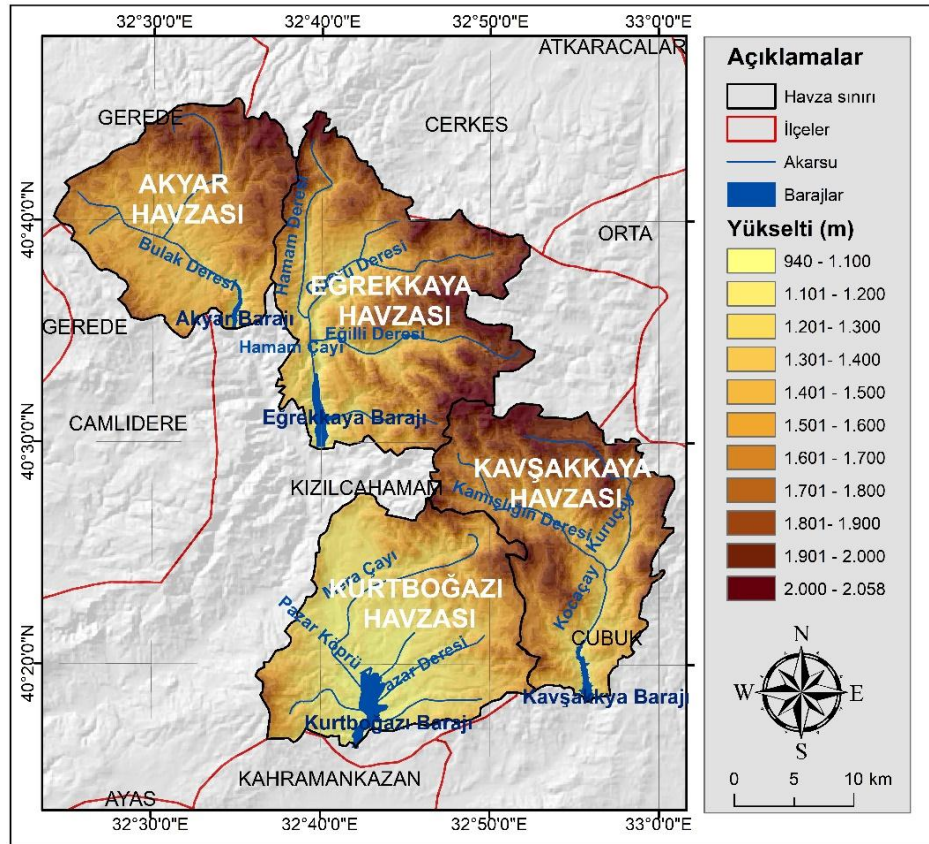


Şekil 3.1 Çalışma alanının konumu

Buna göre Kurtboğazi havzası alanı 33.914 ha, Akyar havzası alanı 26.520 ha, Eğrekkaya havzası alanı 38.302 ha, Kavşakkaya havzası alanı 29.812 ha olarak belirlenmiştir. Akyar, Eğrekkaya, Kavşakkaya ve Kurtboğazi havzalarından oluşan Kurtboğazi ana havzası alanı (çalışma alanı) ise 128.548 ha'dır.

3.1.2 Topografya

Çalışma alanında yer alan Kurtboğazi havzası; 40°26' - 40°46' kuzey enlemleri, 32°60' - 32°88' doğu boylamları, Eğrekkaya havzası; 40°48' - 40°74' kuzey enlemleri, 32°62' - 32°87' doğu boylamları, Kavşakkaya havzası; 40°30' - 40°53' kuzey enlemleri, 32°77' - 33°01' doğu boylamları, Akyar havzası; 40°57' - 40°75' kuzey enlemleri, 32°40' - 32°64' doğu boylamları arasındadır. Çalışma alanı ise; 32°414' ve 40°696' kuzey-batı, 32°614' ve 40°275' güney-batı, 32°956' ve 40°305' güney doğu, 32°666' ve 40°75' kuzey doğu (WGS_84 UTM_Zone 36) koordinatları arasında yer almaktadır.



Şekil 3.2 Çalışma alanının sayısal yükseklik modeli, akarsu ağı

Çalışmada, 1/25.000 ölçekli sayısal topografik haritalar üzerinden CBS ortamında ArcGIS 10.2 yazılımı yardımıyla sayısal yükseklik modeli (SYM) oluşturulmuştur (Şekil 3.2). Çalışma alanının maksimum ve minimum yükseklik değerleri SYM üzerinden tespit edilmiştir. Havzanın maksimum yükseklik kotu 2.058 m, minimum yükseklik kotu ise 949 m'dir.

3.1.3 Çalışma alanındaki barajlar

Çalışma alanında Akyar, Eğrekkaya, Kavşakkaya ve Kurtboğazı baraj gölleri ve bunları besleyen irili ufaklı dereler bulunmaktadır. CBS ortamında ArcGIS 10.2 programı ile akarsu ağı haritası (Şekil 3.2) oluşturulmuştur.

Akyar barajı

Akyar Barajı, 1992-2000 yılları arasında Eğrekkaya barajını beslemesi amacıyla yapılmıştır.

Ankara'nın 90 km kuzeyinde, Kızılcahamam ilçesine 12 km uzaklıkta yer almaktadır. 13 km uzunluğunda 1.000 mm çaplı bir hat ile Eğrekkaya Barajını beslemektedir. Azami su hacmi 56.000.000 m³'tür. Akyar barajını Berçin çayı (Bulak deresi) beslemektedir (Anonim 2015a). Barajın genel özellikleri çizelge 3.1'de verilmektedir.

Çizelge 3.1 Akyar barajının genel özellikleri (Anonim 2018a)

Adı	Akyar
Havza Adı	Sakarya
İl	Ankara
İlçe	Kızılcahamam
Akarsu	Bulak
Amacı	İçme suyu
İnşaatın Başlama-Bitiş Yılı	1992-2000
Gövde Hacmi	2,93 hm ³
Gövde Tipi	Beton Ağırlık
Baraj Göl Alanı	1,89 km ²
Baraj Depolama Hacmi	56 hm ³
Baraj Aktif Hacmi	45 hm ³
Kret Kodu	1136 m
Dolu Savak Tipi	607

Eğrekkaya barajı

1985–1992 yılları arasında Kurtboğazı barajını beslemesi amacıyla yapılmıştır. Ankara'nın 75 km kuzeyinde Kızılcahamam İlçesine 3 km uzaklıkta yapılmış olup azami su hacmi 112.300.000 m³'tür. 15 km'lik 22.000 mm çapındaki boru hattı ile Kurtboğazı barajını beslemektedir (Anonim 2015a). Eğrekkaya barajını, Gürcü deresi, Eğilli deresi ve Hamam çayı (Sey çayı) beslemektedir. Eğrekkaya barajının genel özellikleri çizelge 3.2'de verilmektedir. 1999 yılında su tutulmaya başlayan Akyar baraj gölünden Eğrekkaya baraj gölüne boru hattı ile su aktarımı yapılmaktadır.

Çizelge 3.2 Eğrekkaya barajının genel özellikleri (Anonim 2018a)

Adı	Eğrekkaya
Havza Adı	Sakarya Havzası
İl	Ankara
İlçe	Kızılcahamam
Akarsu	Sey Çayı
Amacı	İçmesuyu
İnşaatın Başlama-Bitiş Yılı	1985 - 1992
Gövde Hacmi	3,41 hm ³
Gövde Tipi	Beton Ağırlık
Baraj Göl Alanı	3,89 km ²
Baraj Depolama Hacmi	112 hm ³
Baraj Aktif Hacmi	84,8 hm ³
Kret Kodu	1031 m
Dolu Savak Tipi	1055

Eğrekkaya baraj gölünden ise İncegez tüneli vasıtası ile Mera çayına, buradan da Kurtboğazı baraj gölüne su aktarımı yapılmaktadır (Anonim 2001).

Kavşakkaya barajı

Kavşakkaya barajı Ankara'nın Kahramankazan İlçesinin 25 km kuzey doğusunda, Çubuk İlçesinde yer almaktadır. Ankara İçme Suyu II. Merhale projesi kapsamında, Ankara çayının yan kollarından olan Ova çayı üzerinde içme suyu amaçlı olarak Ankara

Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü (ASKİ) tarafından inşa edilmiştir. Kavşakkaya barajı, Kurtboğazi barajını beslemekte olup suyunu doğrudan Ankara'ya göndermemektedir. Barajın kapasitesi 80.835.000 m³'tür. Kurtboğazi barajına 1.300 mm çapında 23.120 metrelik çelik bir boru hattıyla bağlanmıştır. Barajın genel özellikleri çizelge 3.3'de verilmektedir (Anonim 2015a).

Çizelge 3.3 Kavşakkaya barajının genel özellikleri (Anonim 2018a)

Adı	Kavşakkaya
Havza Adı	Sakarya Havzası
İl	Ankara
İlçe	Çubuk
Akarsu	Koca Deresi
Amacı	İçmesuyu
İnşaatın Başlama-Bitiş Yılı	2005-2007
Gövde Hacmi	4,7 hm ³
Gövde Tipi	Beton Ağırlık
Baraj Göl Alanı	3,3 km ²
Baraj Depolama Hacmi	64 hm ³
Baraj Aktif Hacmi	76,14 hm ³
Kret Kodu	1124 m
Dolu Savak Tipi	324,4

Kurtboğazi barajı

Kurtboğazi Barajı, Ankara'nın 56 km kuzeyinde (İvedik Su Arıtma Tesisine 47 km), Ova çayının bir kolu olan Kurtboğazi çayı üzerinde, Ankara-İstanbul karayolu yakınında yer almaktadır. Kızılcahamam İlçesine mesafesi yaklaşık 25 km'dir (Anonim 1983). Kurtboğazi baraj gölünü doğrudan besleyen iki ana dere bulunmaktadır. Bunlardan biri Mera çayı (Kurt Çayı), diğeri ise Pazar deresidir. Barajı, Bahtılı, Mera, Kınık, Pazar, Uzunöz, Bostan, Kayıcık, Batak, İğmir, Kirazlı, Eneğim ve Karaboya gibi küçük dereler de beslemektedir (Anonim 2016a).

Ankara'nın içme suyu Çubuk 2, Çamlıdere gibi değişik kaynaklardan sağlanmakla birlikte, ana su kaynağı Kurtboğazi barajıdır. Kente yakınlığı, nispeten iyi korunmuş

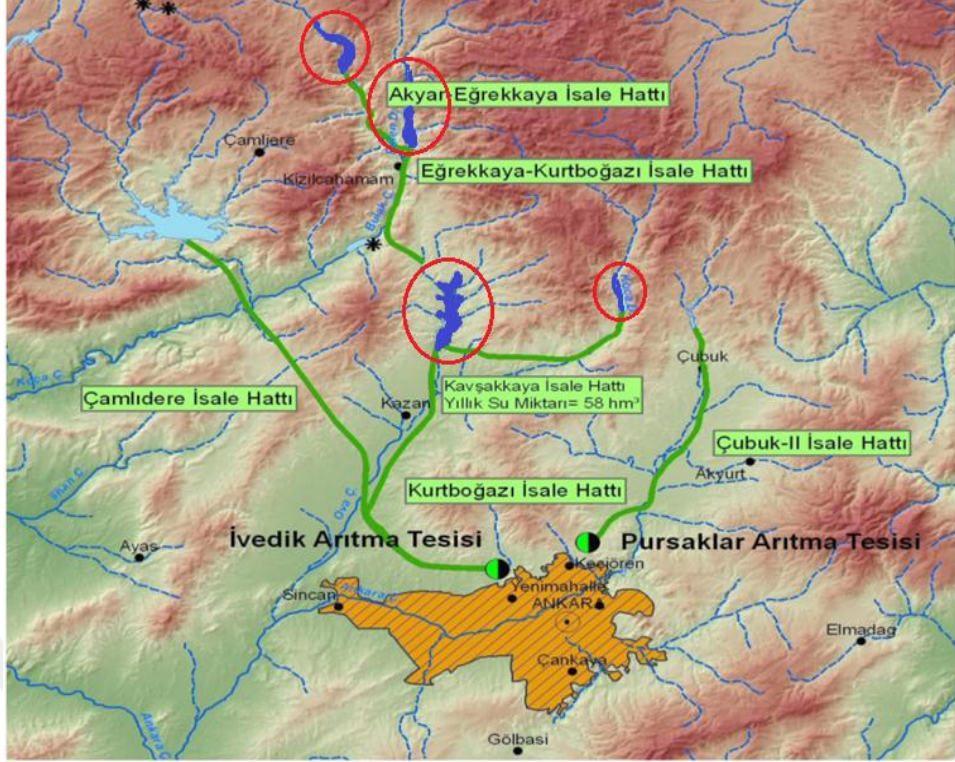
olan havzası, ulaşım kolaylığı, suyun genellikle yüksek olan niteliği ve Başkentte İvedik Su Arıtma Tesisine kadar yerçekimi etkisinde ulaşıyor olması gibi özellikleriyle, Ankara'nın en önemli su kaynağı konumundadır.

Kurtboğazı Baraj inşaatı 1963'te başlamıştır. Başkente içme suyu sağlama ve 3.780 ha alanda sulama yapılması için 1967 yılında hizmete açılmıştır. İvedik Arıtma Tesisine üç adet 2.200 mm çaplı borularla su sağlamaktadır. Beton olan 1. hat 45.000 m, 2. hat 43.500 m, çelik olan 3. hat ise 43.500 m uzunluğundadır (Anonim 2013). Gövde tipi beton ağırlık olup, baraj depolama hacmi 98 hm³, baraj göl alanı 6,13 km² kadardır. Baraja ait diğer özellikler çizelge 3.4'de verilmiştir.

Çizelge 3.4 Kurtboğazı barajının genel özellikleri (Anonim 2018a)

Adı	Kurtboğazı
Havza Adı	Sakarya Havzası
İl	Ankara
İlçe	Kızılcahamam
Akarsu	Kurdere, Ova Çayı
Amacı	Sulama, İçme suyu
İnşaatın Başlama-Bitiş Yılı	1963 - 1967
Gövde Hacmi	0,83 hm ³
Gövde Tipi	Toprak
Baraj Göl Alanı	6,13 km ²
Baraj Depolama Hacmi	97,95 hm ³
Baraj Aktif Hacmi	92,03 hm ³
Kret Kodu	964,1 m
Dolu Savak Tipi	830

Çalışma alanında bulunan Akyar barajından Eğrekkaya barajına, Eğrekkaya barajından İncegez Tüneli vasıtasıyla Kurtboğazı barajına ve Kavşakaya barajından Kurtboğazı barajına su aktarımı yapılmaktadır. Bu durum, Kurtboğazı ana havzasınının kompleks bir su havzası olarak değerlendirilmesini zorunlu kılmaktadır. Şekil 3.3'de barajlar arası su transfer hatları gösterilmektedir.



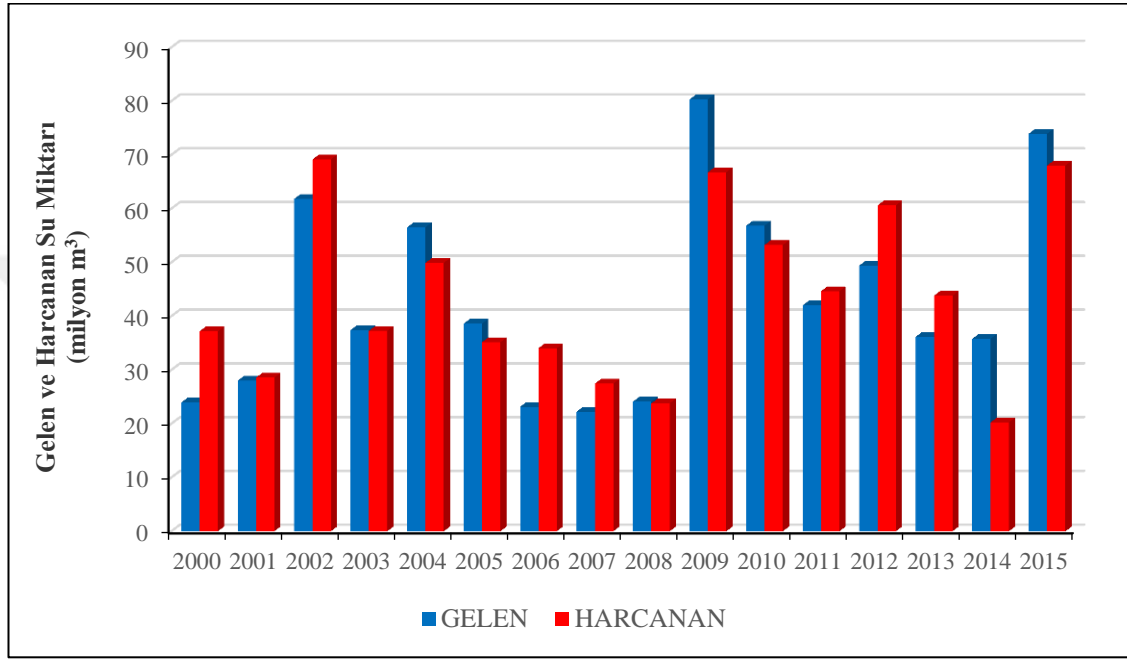
Şekil 3.3 Barajlar arası su transferi hattı

Kurtboğazi Barajında 2013 yılında hizmete açılan bir rekreasyon alanı da bulunmaktadır. Barajda kıyıdan oltayla balık tutmak için bir kıyı da ayrılmış olup, bunun dışında her türlü kullanım yasaktır (Anonim 2013). Çabuk derinleştiği için su ürünleri verimi düşük olan baraj gölünde ekonomik değeri olan balık türleri sazan, tatlısu levreği ve turnadır. Havza koruma çalışmaları kapsamında, kıyıya kolayca ulaşılabilen yerler tel örgülerle çevrilmiş olup, yeni yerleşimlere izin verilmemekte, kırsal kesime istek olduğunda vidanjör hizmeti sunulmakta ve havza, yerden ve havadan gözetim altında tutulmaktadır.

Barajlara Gelen ve Harcanan Su Miktarı

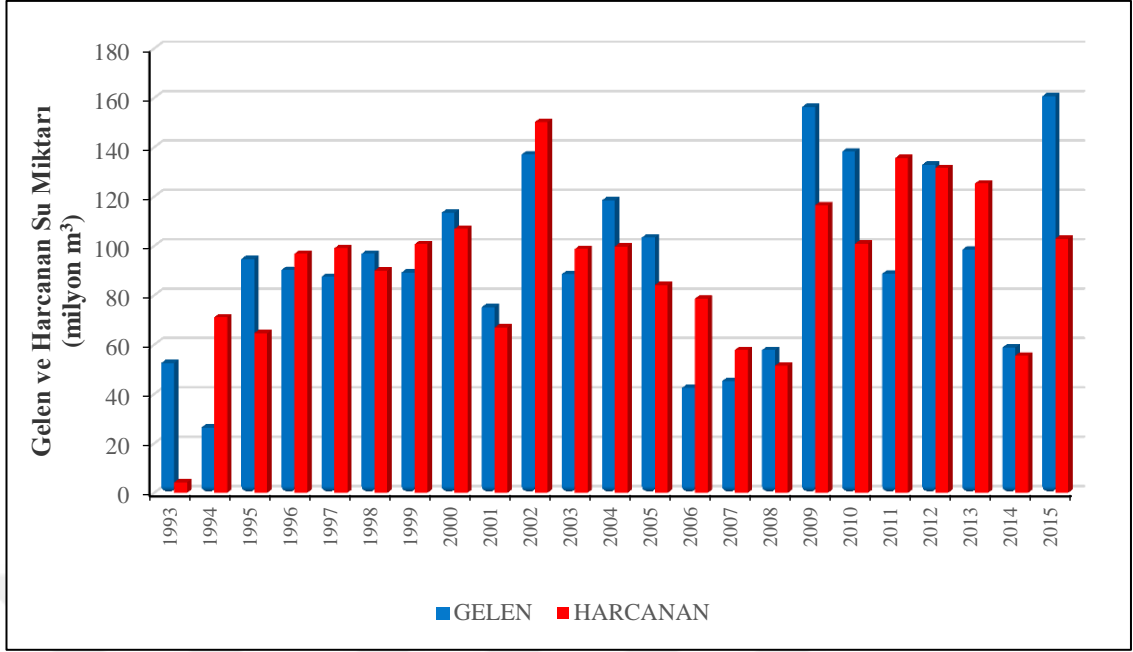
1993-2015 yılları arasında Akyar, Eğrekkaya, Kavşakkaya ve Kurtboğazi barajlarına gelen ve harcanan (içme suyu, enerji, taşkın, sulama, buharlaşma ve derivasyon) su miktarı verilmektedir (Şekil 3.4 - 3.7).

Eğrekkaya barajını beslemesi amacıyla yapılan Akyar barajına en fazla su (80,3 milyon m³) 2009 yılında gelmiştir. Barajdaki en az su miktarı (22,3 milyon m³) 2007 yılında mevcut olup, bu tarihten sonra gelen ve harcanan su miktarında artış olmuştur (Şekil 3.4).

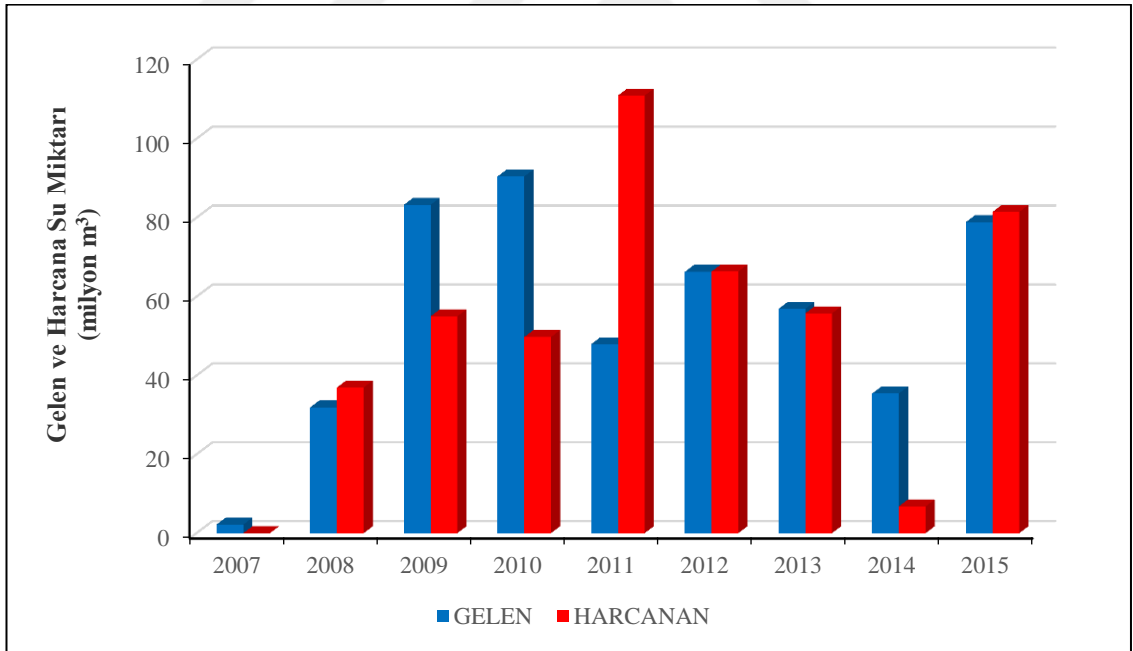


Şekil 3.4 Akyar barajına gelen ve harcanan su miktarları (2000-2015) (Anonim 2016b)

Kurtboğazı barajını beslemesi amacıyla yapılan Eğrekkaya barajından, faaliyete geçtiği ilk yıl olan 1993 yılında çok az miktarda su (4,25 milyon m³) harcanmıştır. Sonraki yıllarda gelen ve harcanan su miktarlarında oldukça artış olmuştur. 2006 ve 2007 yıllarında baraja gelen su miktarlarında (42,5 milyon m³ ve 45,2 milyon m³) azalma olmuştur. Baraja en fazla su (160 milyon m³) 2015 yılında gelmiştir (Şekil 3.5).

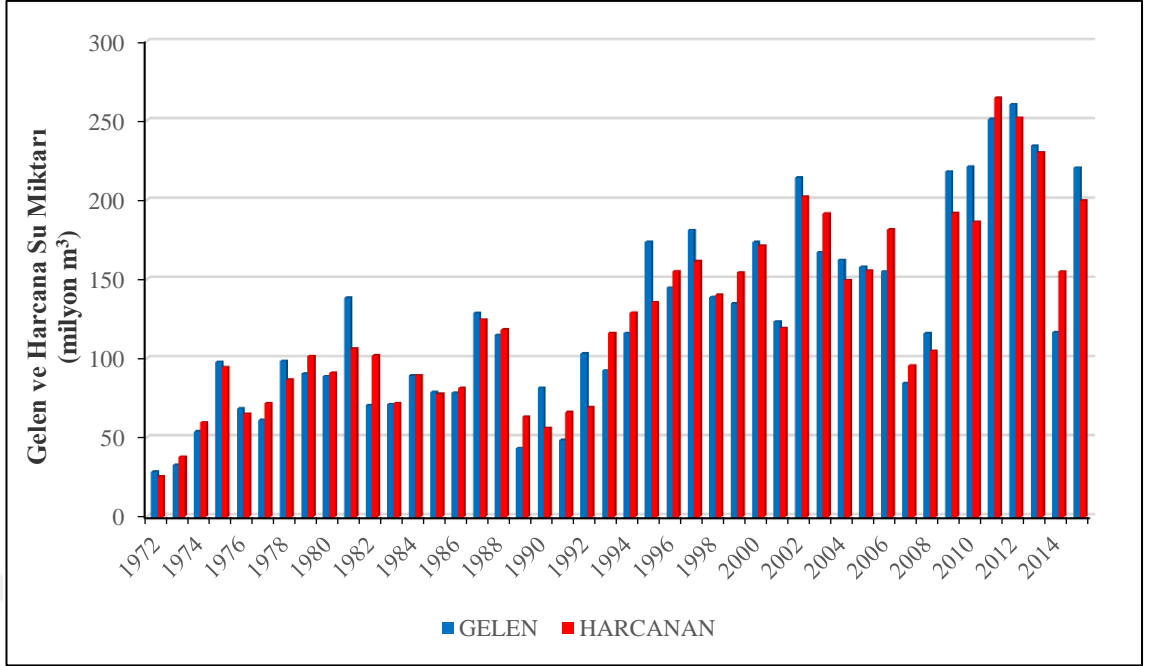


Şekil 3.5 Eğrekkaya barajına gelen ve harcanan su miktarları (1993-2015) (Anonim 2016b)



Şekil 3.6 Kavşakkaya barajına gelen ve harcanan su miktarları (2007-2015) (Anonim 2016b)

Kurtboğazı barajını besleyen Kavşakkaya barajına en fazla su (90,4 milyon m³) 2010 yılında gelmiş olup, en fazla su (110 milyon m³) 2011 yılında harcanmıştır (Şekil 3.6).



Şekil 3.7 Kurtboğazi barajına gelen ve harcanan su miktarları (1972-2015) (Anonim 2016b)

Kurtboğazi barajına en fazla su (260 milyon m³) 2012 yılında gelmiş olup, en fazla su (264 milyon m³) 2011 yılında harcanmıştır (Şekil 3.7).

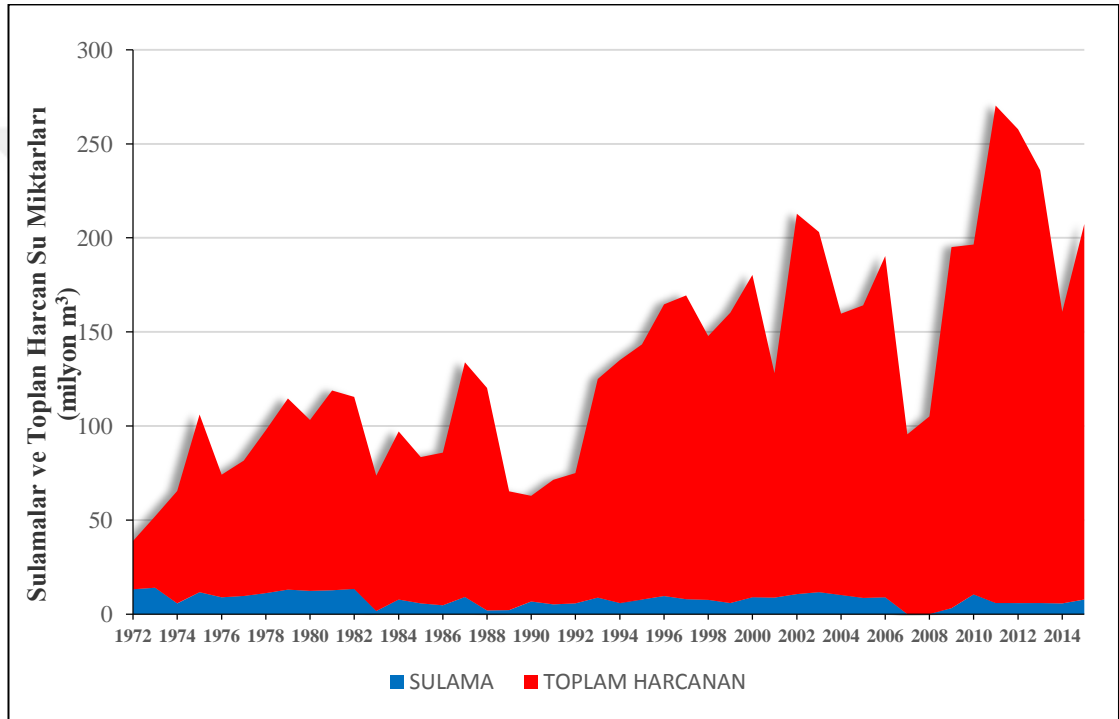
Şekil 3.4-3.7’de görüleceği üzere 2007 yılında yaşanan su krizi Akyar, Eğrekkaya, Kavşakkaya ve Kurtboğazi barajlarına gelen ve harcanan su miktarını oldukça etkilemiştir. Bu barajlardan uzun yıllar (1972-2015) içinde toplam harcanan (içme suyu, enerji, taşkın, sulama, buharlaşma ve derivasyon) su miktarı, Ankara’ya içme ve kullanma suyu sağlayan tüm barajlar içinde yaklaşık % 55-75’lik bir oranı karşılamaktadır.

Kurtboğazi barajından yapılan sulamalar

Kurtboğazi barajı önceleri sulama amaçlı planlanmış, ancak zaman içinde Ankara’nın en önemli içme suyu kaynakları arasında yer almıştır. Barajdan 1972-2015 yılları arasında yapılan sulamalar ve toplam harcanan su miktarları şekil 3.8-3.9’da verilmiştir. Barajdan yapılan sulamaların yıllar içinde oldukça değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Öte yandan sulamada kullanılan su miktarlarının, toplam su tüketimi

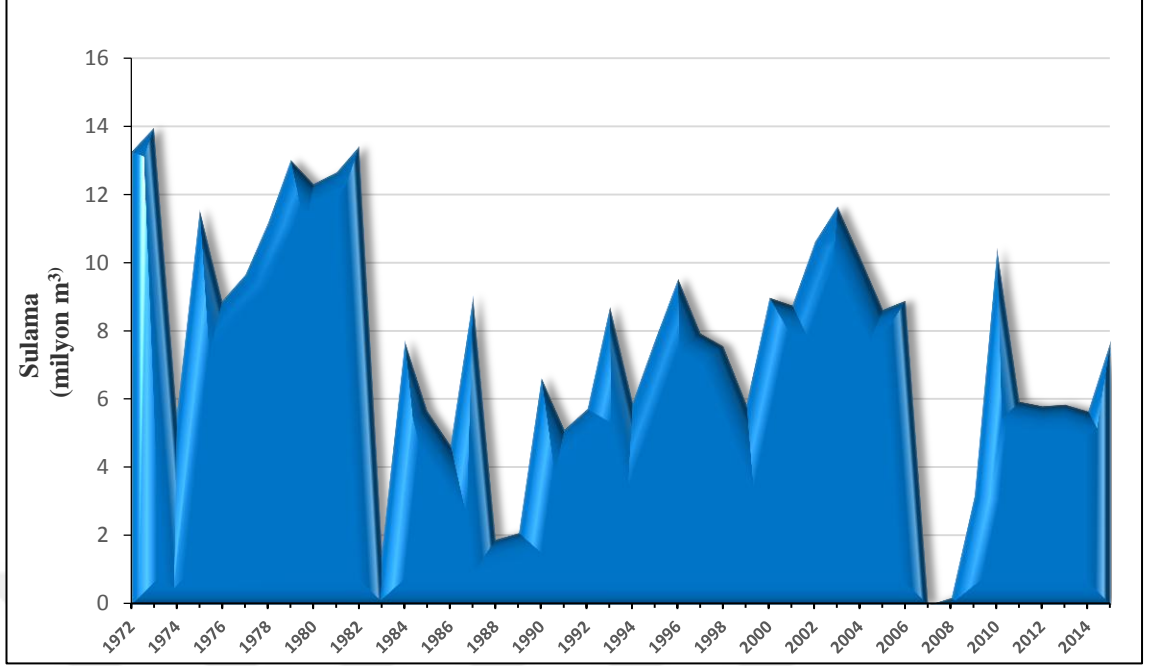
içinde önemsiz bir paya sahip olduğu anlaşılmaktadır. Özellikle 2007 yılında yaşanan su krizi nedeniyle sulamaya izin verilmemiştir.

1973 yılında DSİ tarafından işletmeye açılan Kazan Mürted Ovası Sulaması, 1998 yılında Akıncı Sulama Birliği'ne devredilmiştir. Kurtboğazı barajı, Akıncı Sulamasının başlıca su kaynağıdır. Sulama alanı su sağlama şekli cazibe, sulama tesisinin tipi klasiktir (Anonim 1983, Nalbantoğlu ve Çakmak 2007).



Şekil 3.8 Kurtboğazı barajından yapılan sulamalar ve harcanan su miktarları (1972-2015)

Birliğin toplam brüt sulama alanı 2800 ha'dır (sağ sahil 2000 ha, sol sahil 800 ha). Sağ sahil sulama kanalı, 27 km uzunluğunda ve 12 adet yedek kanaldan kuruludur. Sağ sahil sulaması, Örencik, Yassıören, Yazıbeyli, İymir, Soğulcak, Karalar, Emirgazi, Çimşit ve Kınık mahallelerini kapsamaktadır.



Şekil 3.9 Kurtboğazi barajından yapılan sulama miktarı (1972-2015)

Sol sahil sulama kanalı 13 km uzunluğunda olup, 5 adet yedek kanaldan oluşmaktadır. Sol sahil sulaması Ciğir, Günbaşı, İçören ve Ucarı mahallelerini kapsamaktadır.

Akıncı Sulama Birliği yöneticilerine göre söz konusu tesisten beklenen faydanın sağlanabilmesi için, tesislerin devamlılığının korunması ve sulanan arazi miktarının artırılması, bölge çiftçisinin ekonomik durumunun geliştirilmesi ve Kurtboğazi baraj gölünden kullanılan su miktarını azaltmak üzere şebekenin bir an önce kapalı sulama şebekesine çevrilmesi önem arz etmektedir.

Akıncı sulamasında 2008-2017 yıllarına ilişkin sulama oranları her yıl DSİ tarafından hazırlanan sulama sonuçları değerlendirme raporundan alınarak çizelge 3.5’de verilmiştir. Sulanan alanlarda yıllara göre yetiştirilen ürün dağılımı da çizelge 3.6’da gösterilmiştir. Buna göre, Barajın yapılışında öngörülen alanla, zaman içinde gerçekleşen “sulanan arazi” miktarı arasında büyük farklar süregelmiştir. Kurtboğazi baraj sistemi Başkent’in en önemli içme-kullanma suyu kaynağı olduğuna göre, bu soruna köklü ve kalıcı bir çözüm üretilmesi gereği açıktır (Anonim 2018b).

Alanda yetiştirilen bitkiler arasında şeker pancarı ilk sıradaki yerini sürekli korumuş, onu mısır ve bostan izlemiştir. Yörenin Etimesgut Şeker Fabrikası'na yakın oluşu, şeker pancarı üretimini kuşkusuz özendiren bir etmendir. Ancak pancar, sık sulama gereksinimiyle, en fazla su tüketen bitkilerdendir. Öte yandan 2007 yılında yaşandığı üzere, Barajdan sulamaya su ayrılmadığında, toprak işleme, ekim, gübreleme ve hatta tarımsal savaşım gibi birçok işlemi yapmış olan üreticilerin büyük kayıpları söz konusu olabilmektedir. Bu durum, alanda rasyonel bir sulama planlaması olmadığının açık kanıtıdır. Öncelik, sulamanın tümünden terk edilmesi ve yerel üreticilerin hiçbir kaybına izin verilmemesi olmak üzere, başka üretim modelleri, farklı sulama yöntemleri, başka su kaynakları gibi seçeneklerin de gözden geçirilmesi bir zorunluluktur. Çünkü Kızılırmak'tan alınan su, Başkente çok sayıda sorunu birlikte getirdiği ve tüketicilerce şiddetle reddedildiği için, kalıcı değil, ancak destekleyici bir kaynak olarak değerlendirilmelidir. Sulama suyunun miktarı kadar kalitesinin de önemli olduğu unutulmamalıdır. Gerede Suyu tarafından desteklenmek üzere olan Çamlıdere barajı ise, bol ve nitelikli suyuna karşın, Kentin günden güne artan su gereksinimlerini karşılayabilecek durumda olmayacaktır. Bu durumda Başkent'in, içme kullanma suyu olarak Kurtboğazi baraj sistemine olan bağımlılığının hiçbir zaman azalmayacağını öngörmek, gerçekçi bir yaklaşımdır.

Çizelge 3.5 Akıncı ovası sulama oranları (Anonim 2018b)

Yılı	Sulama Alanı (ha)	DSİ Tesislerinden Sulanan Alan			Sulama Alanında Sulanmayan Alan		Sulama Alanı Sulama Oranı (%)
		Sulama Alanı İçi		Toplam Sulanan Alan (ha)	(ha)	(%)	
		I.Ürün (ha)	(%)				
2008	2800	45	2	45	2755	98	2
2009		202	7	202	2598	93	7
2010		338	12	338	2462	88	12
2011		380	14	380	2420	86	14
2012		360	13	360	2440	87	13
2013		404	14	404	2396	86	14
2014		432	15	432	2368	85	15
2015		438	16	438	2362	84	16
2016		560	2	560	2240	80	20
2017		685	24	685	2115	76	24

45

Çizelge 3.6 Akıncı ovasında sulanan alanda yetiştirilen bitkiler (Anonim 2018b)

Yılı	BİTKİ ÇEŞİTLERİ (%)										
	Baklagil	Şeker Pancarı	Her Çeşit Sebze	Yem Bitkileri	Bostan	Mısır	Patates	Her Çeşit Meyve	Soğan Sarımsak	Ayçiçeği	Toplam
2013	3	55	13	3	7	14	1	2	0	2	100
2014	4	61	6	3	10	8	0	1	1	6	100
2015	5	47	11	3	14	12	3	2	1	2	100
2016	3	37	4	2	13	25	5	1	3	7	100
2017	1	31	2	2	8	48	1	1	1	5	100

3.1.4 İklim özellikleri

Ankara ve çevresinde, yüksek bir iç plato için tipik olan kara iklimi hüküm sürmektedir. Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre, Ankara'nın güney kısmında yarı kurak, kuzey kısmında ise yarı kurak ve yarı nemli, Kızılcahamam'da ise yarı nemli iklim koşulları hakimdir. Günlük ve yıllık en düşük ve en yüksek sıcaklıklar arasındaki farklar büyüktür. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar soğuk ve orta derecede yağışlı olup, en yağışlı mevsim ilkbahardır. Yörede kuzeye gidildikçe ve yükseğe çıkıldıkça yağış miktarı artmaktadır (Anonim 1983, Şensoy vd. 2015, Anonim 2016c).

Dağ sistemlerinin kuzeybatıdan gelen nemli hava kütlelerine engel oluşturması, havzanın kuzey ve güney kesimindeki sahaların yağış miktarlarının farklı olmasına neden olmaktadır. Nemli hava kütlelerinin, etrafı çevreleyen dağ sistemleri boyunca yükselmesinden dolayı, taşıdıkları nemin büyük kısmı buralara yağış olarak bırakılır. Çalışma alanında sıcaklık dağılımında, yağışın yön olarak gösterdiği özelliklerin tersi bir durum söz konusudur. Yani kuzeye doğru sıcaklıklar güneydekilerden genellikle daha düşük olmaktadır. Kuzeybatıdan etkili olan nemli rüzgârlar sıcaklık düşüşünde etkili olmakla beraber, kuzeye doğru sahada dağlık ve engebeli bir yapının egemen olması da sıcaklık azalışında etkilidir. Kurtboğazi barajı havzasında rüzgârlar genel olarak kuzey ve kuzeydoğu yönlerinden esmektedir (Dede 2004, Bakır 2007).

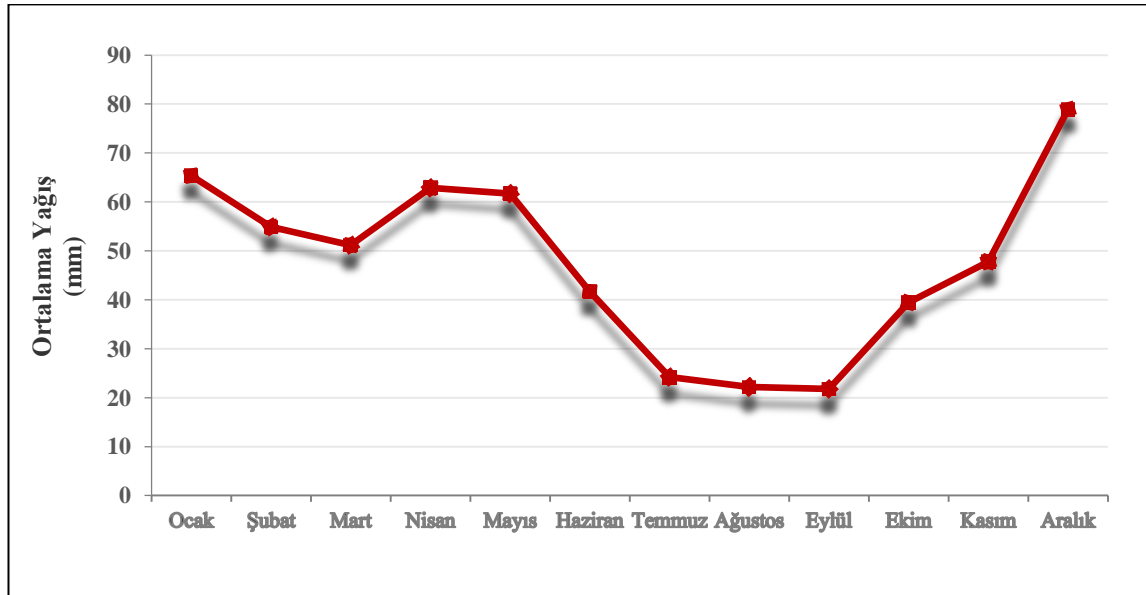
Çalışma alanına en yakın meteoroloji istasyonu olan Kızılcahamam istasyonuna ait 1970-2012 yılları arası iklim verileri (maksimum sıcaklık, minimum sıcaklık, ortalama sıcaklık, yağış, nem, rüzgâr, güneşlenme süresi, güneşlenme şiddeti) Meteoroloji Genel Müdürlüğünden temin edilmiş olup, çizelge 3.7'de verilmektedir (Anonim 2015b).

Kızılcahamam meteoroloji istasyonunun uzun yıllar aylık ortalama yağış miktarı şekil 3.10'da sunulmuştur.

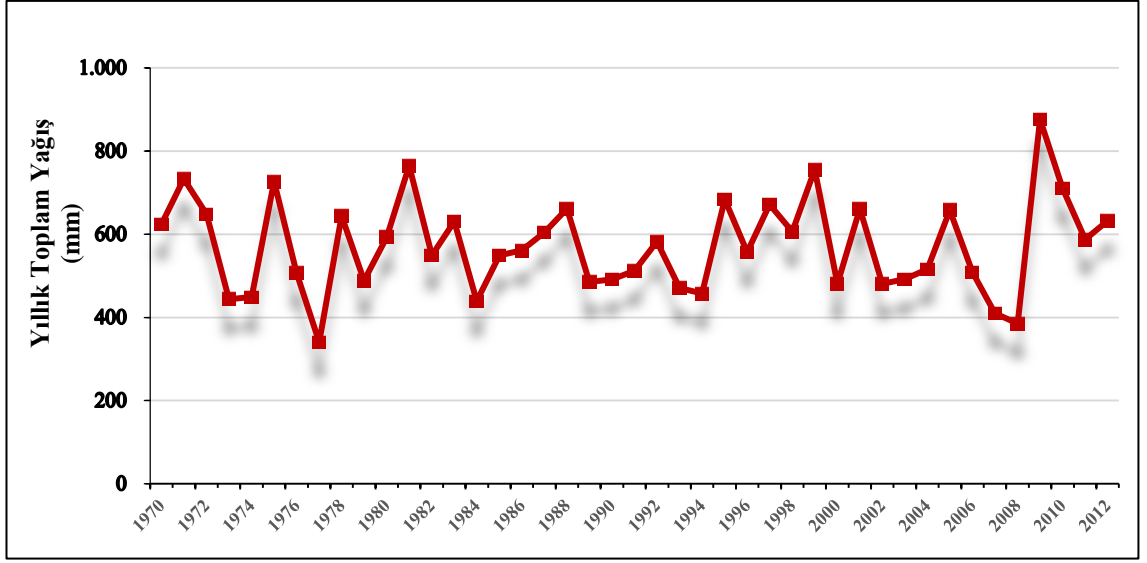
Çizelge 3.7 Kızılcıhamam istasyonuna ait (1970-2012) aylık ortalama meteorolojik veriler (Anonim 2015b)

Aylar	Sıcaklık (°C)			Bağıl Nem (%)	Yağış (mm)	Rüzgar Hızı (m.sn ⁻¹)	Güneşlenme Süresi (saat)	Güneşlenme Şiddeti (mj.m ⁻²)
	Min	Ort	Mak					
Ocak	-4,8	-1,1	3,1	77,2	65,4	1,1	2,5	6,4
Şubat	-4,1	0,2	5	73,6	54,9	1,4	3,4	9,2
Mart	-1,3	4,2	10	67,1	51,2	1,5	4,5	13,4
Nisan	3,2	9,2	15,3	65	62,9	1,4	5,3	17
Mayıs	7	13,9	20,3	63,6	61,7	1,3	7,4	21
Haziran	10,2	17,8	24,4	60,3	41,7	1,4	9,1	23,4
Temmuz	13,2	21,2	28,3	56,1	24,2	1,6	10,4	24
Ağustos	12,8	20,8	28,3	55,8	22,2	1,5	9,3	21,2
Eylül	8,6	16,3	24,2	58,1	21,8	1,3	7,4	17
Ekim	4,6	10,8	18,1	65,7	39,5	1,2	5,2	11,7
Kasım	0	4,7	10,8	72,6	47,8	1,2	3,7	7,7
Aralık	-2,9	0,7	4,8	78,3	78,9	1,2	2,1	5,4

Maksimum ortalama yağış miktarı Aralık ayında 79,0 mm iken, minimum ortalama yağış miktarı Eylül ayında 21,8 mm'dir (Şekil 3.10).

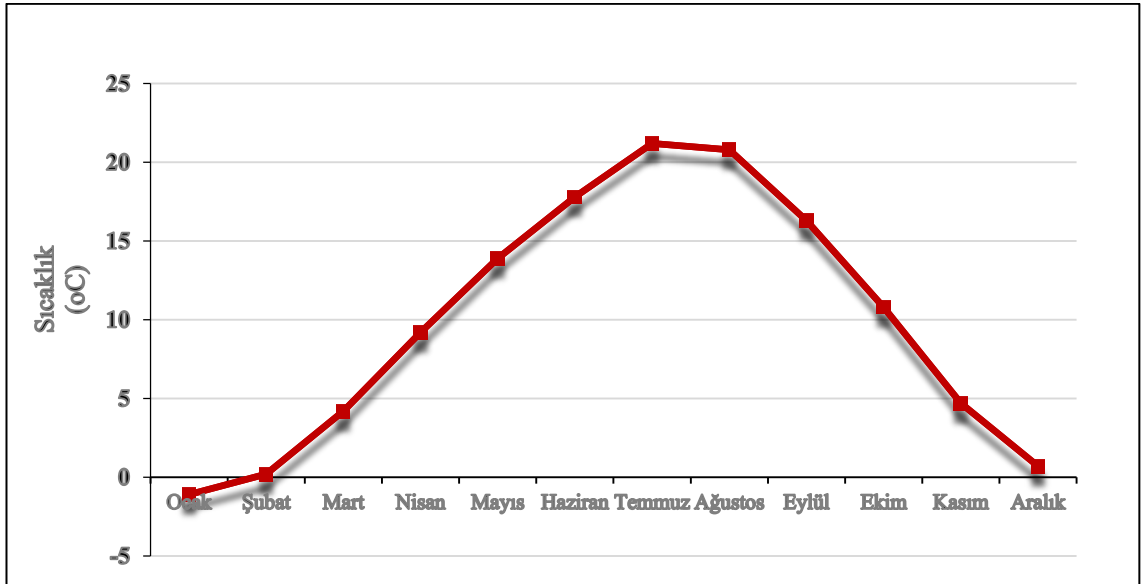


Şekil 3.10 Kızılcıhamam meteoroloji istasyonu aylık toplam yağışlar uzun yıllar ortalaması (1970-2012)



Şekil 3.11 Kızılcahamam meteoroloji istasyonu uzun yıllar yıllık toplam yağış miktarı (1970-2012)

Kızılcahamam istasyonunda 1970-2012 yılları arasında yıllık ortalama yağış 586,3 mm'dir. Maksimum yıllık yağış, 2009 yılında 876,3 mm iken minimum yağış 2008 yılında 384,8 mm olmuştur (Şekil 3.11).



Şekil 3.12 Kızılcahamam meteoroloji istasyonu uzun yıllar aylık ortalama sıcaklık miktarı (1970-2012)

Kızılcahamam istasyonunun uzun yıllar aylık ortalama sıcaklık verileri Şekil 3.2’de gösterilmektedir. Maksimum aylık ortalama sıcaklık Temmuz ayında 21,2 °C iken, minimum aylık ortalama sıcaklık Ocak ayında -1,1 °C olarak belirlenmiştir (Şekil 3.12).

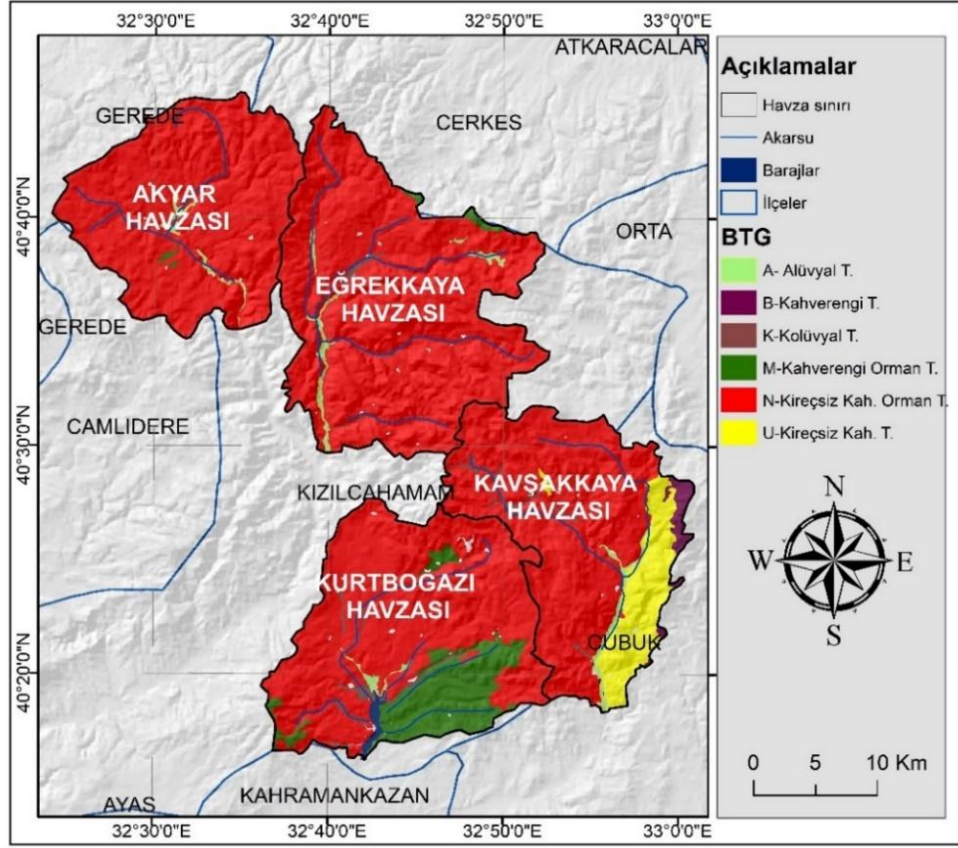
3.1.5 Toprak özellikleri

Çalışma alanının toprak özelliklerini belirlemek amacıyla Mülga Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından üretilen 1/25.000 ölçekli sayısallaştırılmış veriler kullanılmış ve CBS ortamında ArcGIS 10.2 yazılımı kullanılarak havzaya ait büyük toprak grupları haritası elde edilmiştir.

Çizelge 3.8 Çalışma alanındaki büyük toprak grupları

Toprak Sınıfı	Sembol	Alan (%)
Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları	N	87
Kahverengi Orman Toprakları	M	6
Kireçsiz Kahverengi Topraklar	U	4
Alüvyal Topraklar	A	1
Kahverengi Topraklar	B	1
Kolüvyal Topraklar	K	1

Eski Amerikan Toprak Sınıflama Sistemine göre çalışma alanında tespit edilmiş 6 Büyük Toprak Grubunun en yaygın olanı Kireçsiz Kahverengi Orman toprakları % 87’lik bir orana sahiptir. Onu sırasıyla % 6 ile Kahverengi Orman toprakları, % 4 ile Kireçsiz Kahverengi topraklar, % 1 ile Alüvyal topraklar, % 1 ile Kolüvyal topraklar ve % 1 ile Kahverengi topraklar izlemektedir (Çizelge 3.8, Şekil 3.13).



Şekil 3.13 Çalışma alanındaki büyük toprak grupları

3.1.6 Çalışma alanının arazi kullanımları

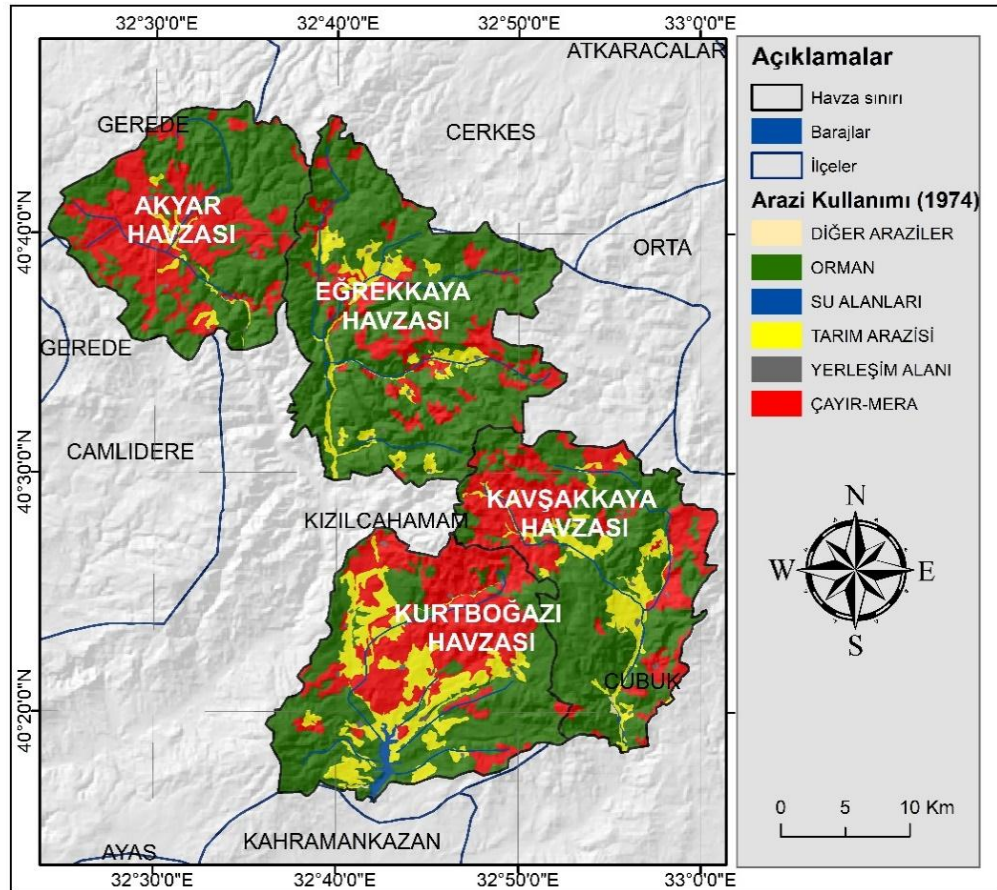
Çalışma alanının 1974 yılında Mülga Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğünce üretilen toprak haritasından elde edilen arazi kullanımı verilerine göre % 9,71'inin tarım arazisi, % 28,5'inin çayır-mera, % 60,9'unun orman, % 0,42'sinin yerleşim alanı, % 0,05'inin diğer kullanım alanı (sanayi, maden, karayolları, mezarlık veya turizm) ve % 0,42'sinin de su alanları olduğu görülmektedir (Çizelge 3.9, Şekil 3.14).

“5403 sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı kanunu gereğince arazi ve toprak kaynaklarının bilimsel esaslara uygun olarak belirlenmesi, sınıflandırılması, arazi kullanım planlarının hazırlanması, koruma ve geliştirme sürecinde toplumsal, ekonomik ve çevresel boyutlarının katılımcı yöntemlerle değerlendirilmesi, amaç dışı ve yanlış kullanımların önlenmesine yönelik altlık bir veri tabanı oluşturmak amacıyla Tarım ve Orman Bakanlığı Tarım Reformu Genel Müdürlüğünce “Sorunlu Tarım Alanlarının

Tespiti ve İyileştirilmesi Projesi (STATİP)''' Projesi yürütülmüştür. 2006 yılında başlayan proje ile 81 ilde sayısal STATİP haritaları üretilmiştir.

Çizelge 3.9 Çalışma alanındaki arazi kullanımı dağılımı (1974)

Arazi Kullanımı (1974)	Alan (ha)	Oran (%)
Tarım Arazisi	12.488	9,71
Çayır-Mera	36.690	28,5
Orman	78.350	60,9
Yerleşim Alanı	544	0,42
Diğer Araziler	56	0,05
Su Alanları	521	0,42
Toplam	128.649	100

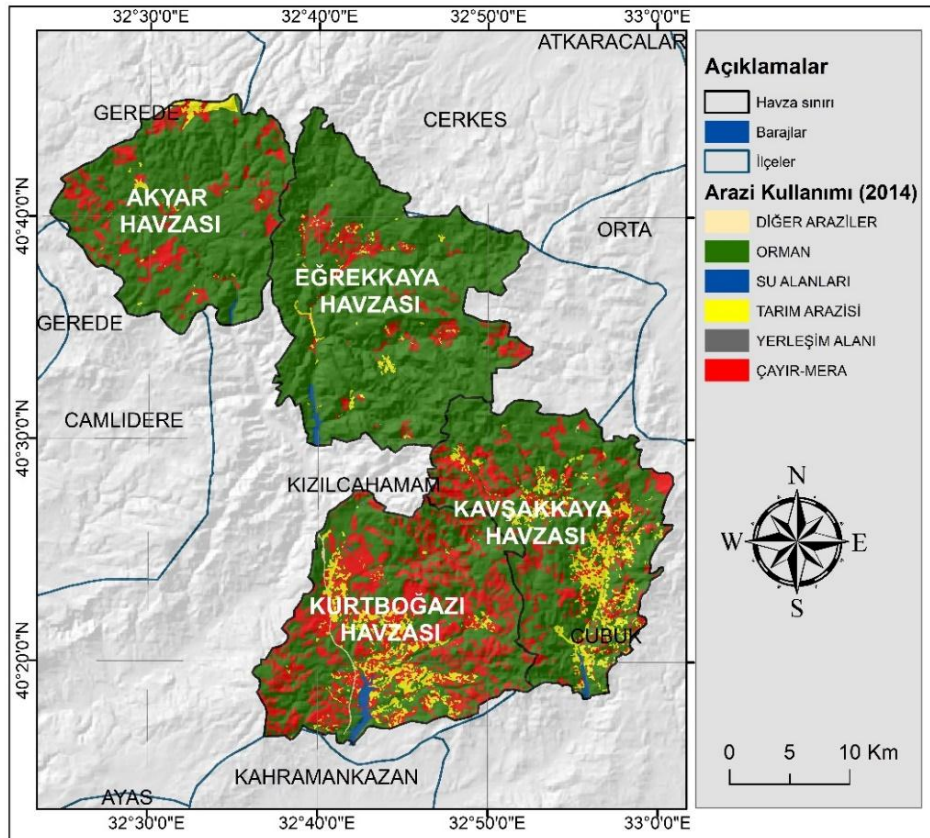


Şekil 3.14 Çalışma alanındaki arazi kullanım durumları (1974)

Çizelge 3.10 Çalışma alanındaki arazi kullanımı dağılımı (2014)

Arazi Kullanımı (2014)	Alan (ha)	Oran (%)
Tarım Arazisi	7.573	5,90
Çayır-Mera	18.289	14,2
Orman	100.776	78,4
Yerleşim Alanı	528	0,40
Diğer Araziler	251	0,20
Su Alanları	1.131	0,90
Toplam	128.548	100

STATİP Projesi revizyon çalışmaları kapsamında çalışma alanına ilişkin 2014 yılı arazi kullanım verileri elde edilmiştir. Bu verilere göre çalışma alanının % 5,90'nının tarım arazisi, % 14,2'sinin çayır-mera, % 78,4'ünün orman, % 0,40'nın yerleşim alanı, % 0,20'sinin diğer kullanım alanı ve % 0,90'nının da su alanları olduğu görülmektedir (Çizelge 3.10, Şekil 3.15).



Şekil 3.15 Çalışma alanındaki arazi kullanım durumları (2014)

Çalışma alanında 1974 ve 2014 yılları arasında arazi kullanımında meydana gelen değişimlere değinmeden önce her bir alt havzanın arazi kullanım durumları irdelenmiştir.

Çalışma alanını oluşturan her bir alt havzanın arazi kullanımları aşağıda verilmektedir.

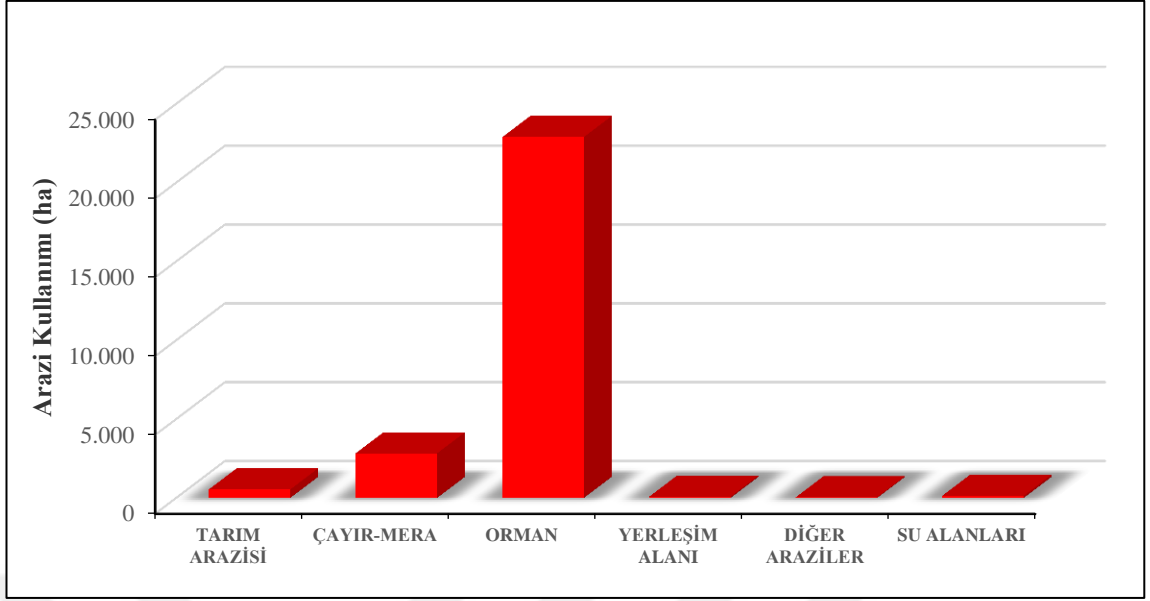
Akyar alt havzası arazi kullanımı

Akyar havzası, çalışma alanının en küçük alt havzası olup, 26.520 ha alan kaplamaktadır. Akyar havzası çoğunlukla dağlık bir topografyaya sahiptir.

Çizelge 3.11 Akyar alt havzası arazi kullanımı dağılımı

Akyar Havzası Arazi Kullanımı (2014)	Alan (ha)	Oran (%)
Tarım Arazisi	538	2,00
Çayır-Mera	2827	10,7
Orman	22.891	86,3
Yerleşim Alanı	79	0,30
Diğer Araziler	42	0,20
Su Alanları	143	0,50
Toplam	26.521	100

Alt havza alanının büyük bir bölümünü orman alanları (% 86,3) kaplamaktadır. Çayır-mera alanları, havzanın % 10,7'sini, tarım alanları ise sadece % 2,00'sini oluşturmaktadır (Çizelge 3.11, Şekil 3.16). Alt havzada yer alan Berçinçatak, Berçinyayalar, Gebeler, Gökbel, İyceler, Karaağaç, Kavaközü, Süleler, Şahinler, Üyücek ve Demirler mahallelerinde genellikle tarla ürünleri olarak arpa ve buğday, sebze ürünleri olarak domates, hıyar ve fasulye ve meyve olarak ise elma, armut ve vişne üretimi yapılmaktadır. Alt havzadaki yerleşim alanlarında toplam 1.453 büyükbaş ve 537 küçükbaş hayvan varlığı bulunmaktadır. Aynı zamanda alt havzada arıcılık yapılmakta olup, 2016 yılı itibari ile 2.458 adet kovanla 7.374 ton bal üretimi yapılmıştır (EK 6 Çizelge 1-2).



Şekil 3.16 Akyar alt havzası arazi kullanım durumları

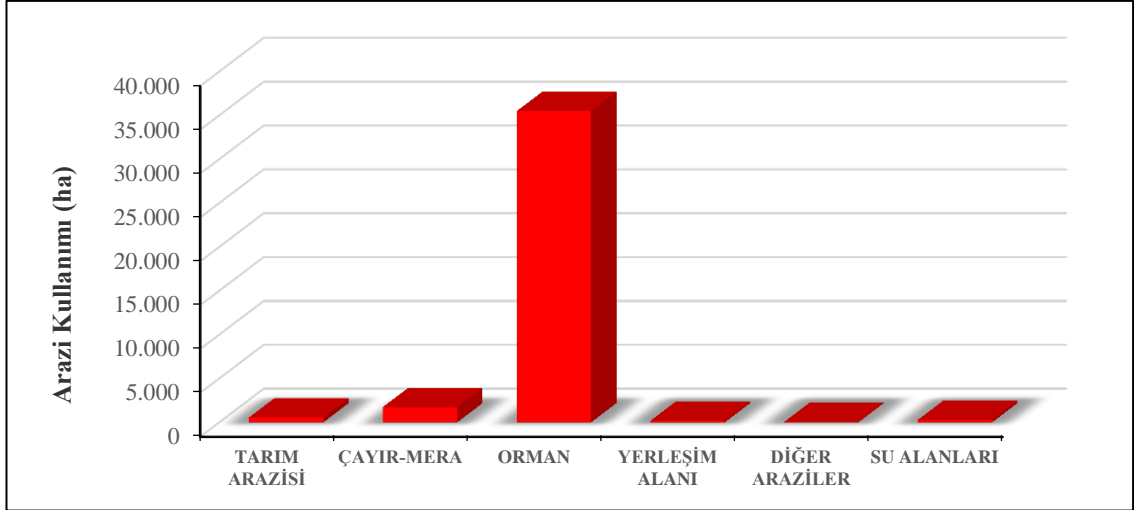
Eğrekkaya alt havzası arazi kullanımı

Çalışma alanının en büyük alt havzası olan Eğrekkaya alt havzası 38.302 ha alan kaplamakta olup, % 92,7'sini orman alanları oluşturmaktadır.

Çizelge 3.12 Eğrekkaya alt havzası arazi kullanımı dağılımı

Eğrekkaya Alt Havzası Arazi Kullanımı (2014)	Alan (ha)	Oran (%)
Tarım Arazisi	555	1,40
Çayır-Mera	1.745	4,60
Orman	35.491	92,7
Yerleşim Alanı	187	0,50
Diğer Araziler	46	0,10
Su Alanları	277	0,70
Toplam	38.302	100

Alt havzanın % 4,60'ında çayır-mera, % 1,40'ında ise tarım arazileri mevcuttur. Su alanları havzanın % 0,70'ini, yerleşim alanları % 0,50'sini oluşturmaktadır (Çizelge 3.12, Şekil 3.17).



Şekil 3.17 Eğrekkaya alt havzası arazi kullanım durumları

Eğrekkaya alt havzasında 19 mahalle bulunmakta olup, çalışma alanının en fazla nüfusuna sahip alt havzasıdır. Sınırlı olan tarım arazilerinde genellikle arpa, buğday ve çok az macar fiği yetiştirilmektedir. Sebze üretiminde ise domates, hıyar ve taze fasulye yetiştirildiği yapılırken meyve bahçeleri de mevcuttur. Alt havzada 6.032 büyükbaş, 3.778 küçükbaş ve 44.000 kanatlı hayvan varlığı mevcut olup, 265 adet hayvancılık işletmesi yer almaktadır. Alt havzada aynı zamanda arıcılık ta yapılmaktadır (EK 6 Çizelge 1-2).

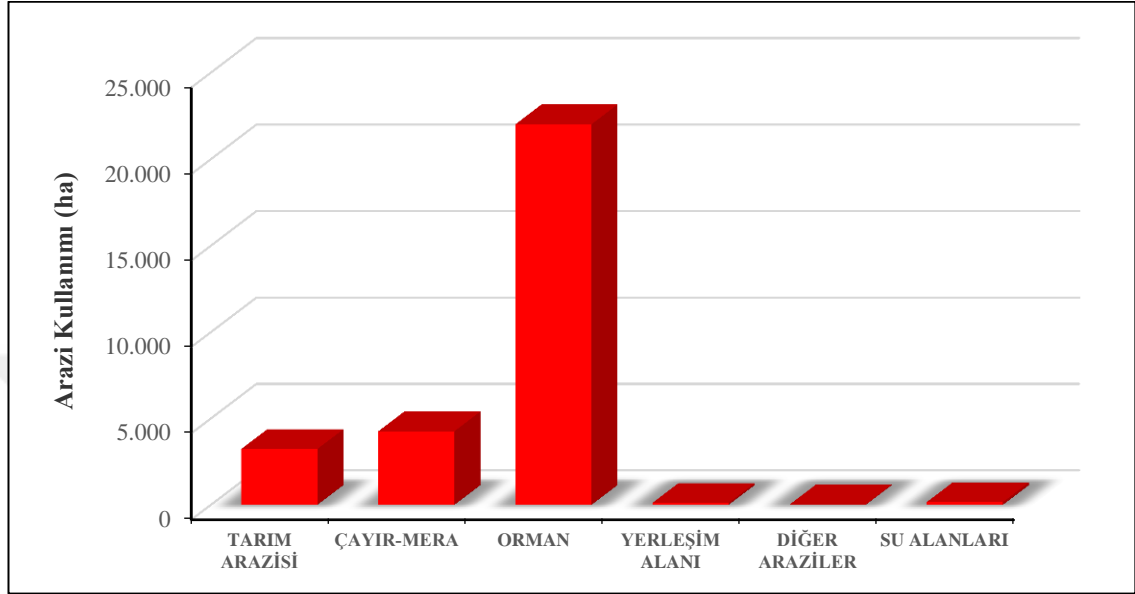
Kavşakkaya alt havzası arazi kullanımı

Kavşakkaya alt havzası 29.812 ha alan kaplamakta olup, çalışma alanı içinde oran olarak en fazla tarım arazisine (% 10,9) sahip olan havzadır.

Çizelge 3.13 Kavşakkaya alt havzası arazi kullanımı dağılımı

Kavşakkaya Alt Havzası Arazi Kullanımı (2014)	Alan (ha)	Oran (%)
Tarım Arazisi	3.237	10,9
Çayır-Mera	4.264	14,3
Orman	22.018	73,9
Yerleşim Alanı	114	0,38
Diğer Araziler	18	0,06
Su Alanları	161	0,54
Toplam	29.812	100

Diğer alt havzalarda olduğu gibi orman alanları (% 73,9) oldukça fazladır. Çayır-mera alanları havzanın % 14,3'ünü, su alanları % 0,54'ünü, yerleşim alanları ise % 0,38'ini kaplamaktadır (Çizelge 3.13, Şekil 3.18).



Şekil 3.18 Kavşakkaya alt havzası arazi kullanım durumları

Kavşakkaya alt havzasında 16 mahalle bulunmaktadır. Alt havzada arpa, buğday, nohut ve macar fiği üretimi yapılmaktadır. Çok az da olsa sebze ve meyve arazileri de mevcuttur. Diğer alt havzalara göre arıcılık burada daha ön planda olup, 2015 yılı verilerine göre 16.988 ton bal üretimi söz konusudur. Toplam 5.402 büyükbaş, 1.819 küçükbaş hayvan varlığı mevcuttur (EK 6 Çizelge 1-2).

Kurtboğazi Havzası Arazi Kullanımı

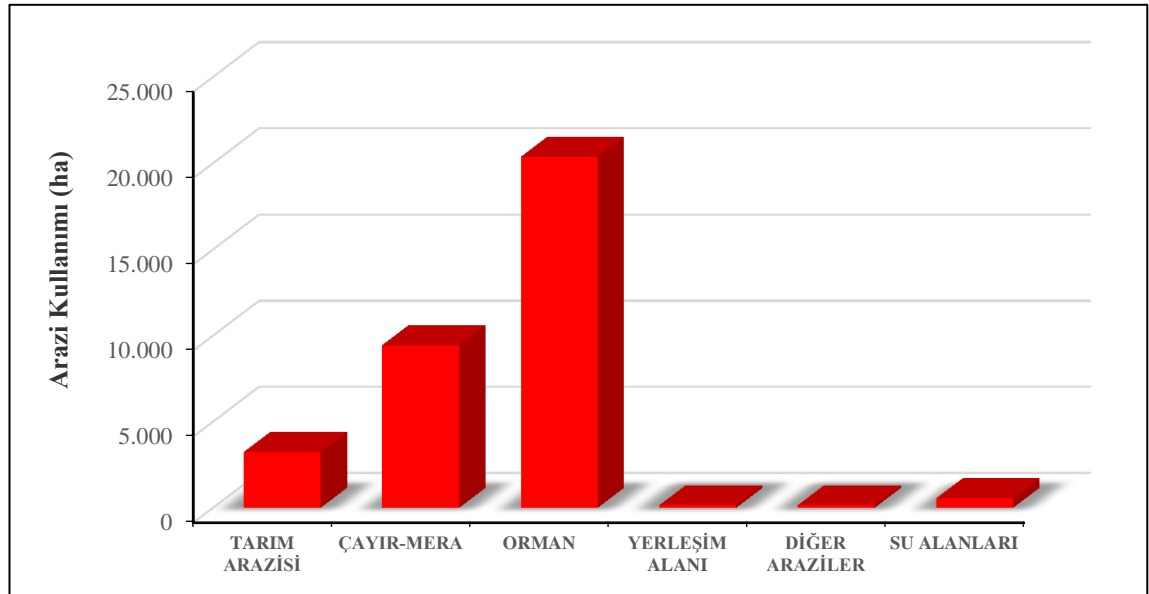
Çalışma alanında ana havza niteliğindeki Kurtboğazi havzasının % 60,1'i orman, % 27,9'u çayır-mera, % 9,56'sı tarım arazisinden oluşmaktadır. 33.914 ha'lık bir alanı kaplayan havzanın % 0,62'si su alanları, % 0,43'ü yerleşim ve % 0,43'ü diğer arazilerden oluşmaktadır (Çizelge 3.14, Şekil 3.19).

Kurtboğazı havzasında 17 mahalle bulunmaktadır. Havzada özellikle küçükbaş hayvan varlığı dikkat çekmektedir. Diğer alt havzalara göre oldukça yüksek küçükbaş hayvan varlığına (14.907 adet) sahiptir.

Çizelge 3.14 Kurtboğazı havzası arazi kullanımı dağılımı

Kurtboğazı Havzası Arazi Kullanımı (2014)	Alan (ha)	Oran (%)
Tarım Arazisi	3.243	9,56
Çayır-Mera	9.455	27,9
Orman	20.372	60,1
Yerleşim Alanı	147	0,43
Diğer Araziler	146	0,43
Su Alanları	550	1,62
Toplam	33.914	100

Toplam 4.037 büyükbaş ve 3.000 kanatlı hayvan varlığı olan havzada 233 işletme bulunmaktadır. Arpa, buğday, nohut, macar fiğ, kuru soğan ve diğer bazı tarla ürünlerinin yanında sebze ve meyve yetiştiriciliği ve bal üretimi de yapılmaktadır (EK 6 Çizelge 1-2).



Şekil 3.19 Kurtboğazı havzası arazi kullanım durumları

Tüm alt havzalarda ve Kurtboğazi havzasında yer alan meralar, genellikle orman içi ve orman civarında bulunmakta olup, zayıf mera niteliğindedir. Havzalardaki mahallelerin yaylalarını bu alanlar oluşturmaktadır. Zayıf mera niteliğindeki bu alanlarda hayvancılık yapılmaktadır. Çalışma alanının içme suyu havzasında yer almasından dolayı yerleşim yerlerinin büyük kısmında (ahır, ağıl, kümes vb) yeni hayvancılık tesislerine izin verilmemektedir.

Çalışma alanında 1974-2014 yılları arasında meydana gelen arazi kullanımındaki değişim

1974 yılı toprak haritasından elde edilen arazi kullanımı haritası ile 2014 STATİP verilerinden elde edilen arazi kullanımı haritasından ArcGIS 10.2 yazılımı kullanılarak arazi kullanımındaki değişiklikler belirlenmiştir (Çizelge 3.15, Şekil 3.20). Çalışma alanındaki arazi kullanımında 1974-2014 yılları arasında önemli değişimler olmuştur.

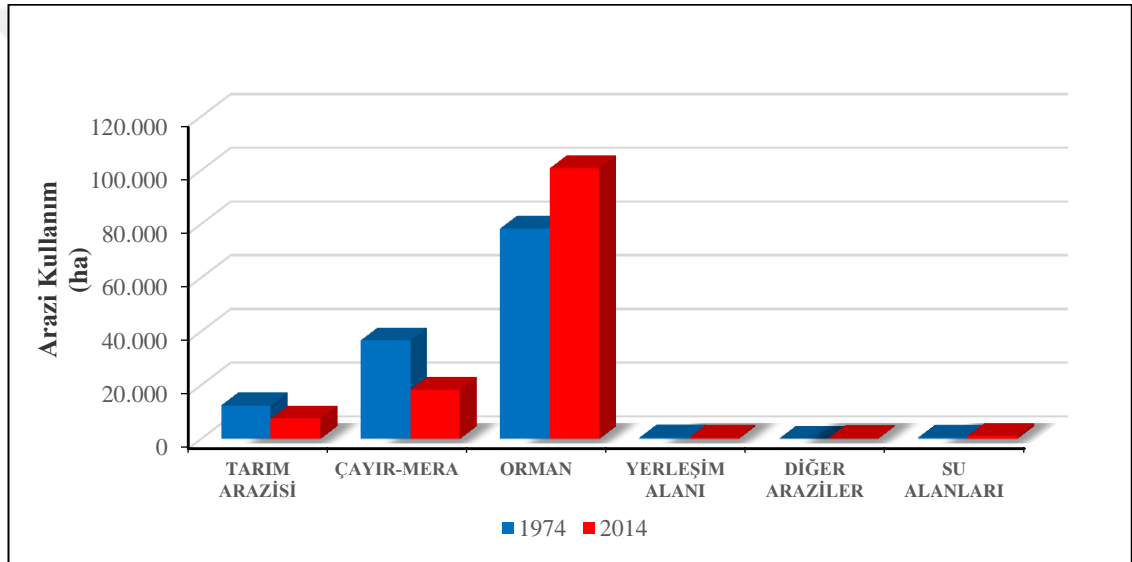
Çizelge 3.15 Arazi kullanımındaki değişim (1974 ve 2014)

Arazi Kullanımı	1974		2014		Değişim	
	Alan (ha)	Oran (%)	Alan (ha)	Oran (%)	Alan (ha)	Oran (%)
Tarım Arazisi	12.488	9,71	7.573	5,90	4.915	-39
Çayır-Mera	36.690	28,5	18.289	14,2	18.401	-50
Orman	78.350	60,9	100.776	78,4	22.426	29
Yerleşim Alanı	544	0,42	528	0,40	16	-3
Diğer Araziler	56	0,05	251	0,20	195	348
Su Alanları	521	0,42	1.131	0,90	610	117
Toplam	128.649	100	128.548	100	101	0,07

1974 yılında 12.488 ha alan kaplayan tarım arazilerinde 2014 yılına kadar 4.915 ha'lık bir azalma yaşanmıştır. Bu durumda 40 yılda çalışma alanındaki tarım arazileri % 39 oranında azalmıştır. Buna göre tarım arazileri özellikle Kavşakkaya ve Kurtboğazi havzalarının baraj alanlarına yakın yerlerde yoğunlaşmıştır.

Çalışma alanının Ankara'ya yakınlığı nedeniyle genç nüfusun Ankara'ya göçü tarımsal faaliyetlerde önemli bir azalmaya neden olmuştur. Ayrıca tarım arazilerinin miras yolu ile bölünmesiyle üretim alanları küçülmüş ve bu durum tarımsal verimliliği olumsuz yönde etkilemiştir.

1974 yılında çalışma alanının % 28,5'ni oluşturan çayır-mera alanları 2014 yılına kadar toplam 18.401 ha azalarak alanın % 14,2'ini kaplamıştır. Bu durumun başlıca nedeninin çalışma alanında yer alan meraların genellikle zayıf mera niteliği taşıması ve zaman içinde amacı dışında kullanılması olduğu düşünülmektedir.



Şekil 3.20 Arazi kullanımındaki değişimler (1974-2014)

Çalışma alanında en geniş alan kaplayan arazi sınıfı orman alanlarıdır. 1974 yılında 78.350 ha ile toplam alanın % 60,9'unu kaplayan orman alanlarında 22.426 ha'lık bir ekleme ile 2014 yılına kadar % 29'luk bir artış görülmektedir. Çeşitli kurumlar tarafından yapılan ağaçlandırma faaliyetleri sonucunda çalışma alanındaki orman varlığı artmıştır. Yerleşim alanlarında 1974 yılından 2014 yılına kadar % 3 oranında bir azalma olmuştur. Bu durum özellikle genç nüfusun başka yerlere göç etmesinden kaynaklanmaktadır.

Diğer araziler olarak değerlendirilen sanayi, maden, karayolları ve turizm alanlarında ise 1974 yılından 2014 yılına kadar % 348 oranında bir artış görülmektedir. Bu artışta en büyük pay, D-100 karayolu olup, sanayi, maden ve turizm alanlarında belirgin bir değişiklik saptanmamıştır. 1974 yılında 521 ha alan kaplayan su alanlarında 2014 yılına kadar 610 ha'lık bir artış yaşanmıştır.

Bu durumda, 40 yılda çalışma alanındaki su alanları % 117 oranında artmıştır. Çalışma alanında Kurtboğazi barajı dışındaki diğer barajların 1974 yılından sonra faaliyete geçmiş olması, su alanlarındaki 1974 ile 2014 yılları arasındaki bu artışı açıklamaktadır.

Buna göre iki çalışma aralığındaki 40 yılın su kalitesinin korunması bakımından olumlu yönde gerçekleştiği öne sürülebilir. Havza genelinde kayda değer bir endüstri yatırımı bulunmamaktadır. Turizm çabaları ise, daha çok Kızılcahamam çevresinde yoğunlaşan ve son yıllarda patlama gösteren termal işletmelerde yoğunlaşmaktadır. Anılan işletmelerin giderek artan oranda kullandıkları suların, su ve daha genelde çevre kalitesi üzerine yaptığı etkileri inceleyen bir araştırmaya rastlanmamıştır. Ancak debisi çok sınırlı Sey hamamı suları dışında diğer termal atık sular doğrudan veya dolaylı olarak Kurtboğazi Barajına ulaşmadığından, burada ele alınmamaktadır.

Öte yandan Ankara-İstanbul arasında açılmış olan otoyol, normal karayolunun aksine Kurtboğazi baraj sisteminin yakınından geçmemektedir. Söz konusu otoyol D-100 karayolunun trafik yükünü azaltarak, bu yöndeki baskının hafiflemesini sağlamıştır.

3.1.7 Jeoloji

Çalışma alanı ve çevresinde, İç Anadolu volkanitleri adı verilen birimler ile Alüvyonlar yüzeylemektedir. Eosen-Pliyosen yaş aralığında oluşan volkanitlerdeki kayalar, hem yaş, hem de özelliklerine göre; bazalt, bazaltik andezit, aglomera (tia) adı altında, tuf, tüfit, volkanit breş, aglomera, ignimbrit (Tib) adı altında, andezit, bazalt, tuf (Tic) adı altında ve dasit, riyolit türündeki volkanik kayalarda (Tid) adı altında sınıflandırılmış ve haritalandırılmıştır. Çok geniş alanlar kaplarlar ve çok büyük kalınlıklara erişirler.

Örneğin yörede Acı Deresi travertenleri, Alicin mağaraları, Balcılar ve Beşkonak Bazalt Sütunları, Abacı Peri Bacaları, Beşkonak Fosil Yatakları, Pelitçik va Uzunkavak ağaç fosilleri, Gelinkayası, Kaplumbağa Kardeşler Jeositi, Soğuksu Milli Parkı andezitleri ve volkanik pişme zonu, Azaphane ve Özdere volkanitleri, Akyarma Tüfleri gibi çok sayıda jeolojik zenginlik yer alır. Zamanla kısmen altere olan, çatlayan ve ufalanan malzemeler, aynı zamanda gerek karayollarının, gerekse inşaat sektörünün çeşitli bölümlerinin hammaddesini oluşturmaktadırlar. Çakıl, kum, mil ve killerden oluşan alüvyonlar ise çoğunlukla dere kenarlarında yüzeylemektedirler. Sey Çayı (Hamam deresi) etrafında da daha çok ince kum ve kil yaygılı olarak bu alüvyon örtüleri yer almaktadır. Bunlar, yapısal olarak, İlçenin kuzey, batı ve güneyinde bu volkanit birimler üzerinde düşey atımlı faylarda gelişmiştir (Anonim 1998b).

Havza genelinde lav kalıntılarının yanı sıra aglomeralar ve tüfler gibi piroklastikler de yaygındır. Pliosen tarihlenen gölsel çökeller, Kızılcahamam'ın güneydoğusunda yer alırlar (Anonim 2016a).

Kızılcahamam Çerkeş yolunun batı yamaçları boyunca hem yatay, hem de düşey tabakalı gölsel çökeller yer alır. Diatomitli bu levhalar, fosiller bakımından çok zengindir. Yaklaşık 5-6 milyon yıl önce yörede bir tatlı su gölü ve çevresinde de bir sekoya/meşe ormanının var olduğu anlaşılmaktadır (Kasaplıgil 2015).

Bölgenin kayaçlarını ve yer şekillerini 23 - 5 milyon yılları arasında (Miyosen'de) gelişen volkanizma ve bunun değişik ürünleri olan volkan konileri, kalderalar, dayklar gibi morfolojik ögeler oluşturmaktadır (Koçan 2013). Bu oluşumların üzeri yer yer Pliosen'in kumtaşı, konglomera ve kilaşı oluşumlarıyla örtülmüştür. Kimi düzlüklerde en üstte Kuaternerin alüvyonları yer alır.

Kurtboğazı baraj yeri ve göl sahasında mevcut formasyonların stratigrafik sıralanışı alüvyon, yamaç molozu, pliosen çökeltisi ve andezit şeklinde bulunmaktadır. Ana kaya olan andezitlerin üzerini yamaç molozu bir örtü halinde kaplamaktadır. Bölgedeki andezitler masif bir yapıda olmakla beraber, fazlaca tektonik hareketler geçirmişlerdir. Meydana gelmiş olan çatlak ve eklemler küçük ve süreksizdir. Pliosen, yatay olarak

andezitlerin üzerini kapatmıştır. Kalınlığı 30-40 metreyi bulan Pliosen, killi, siltli ve az miktarda kumlu topraktan oluşmakta, andezit- bazalt ve silisli bileşimlerin çakıllarını ihtiva etmektedir (Anonim 1983).

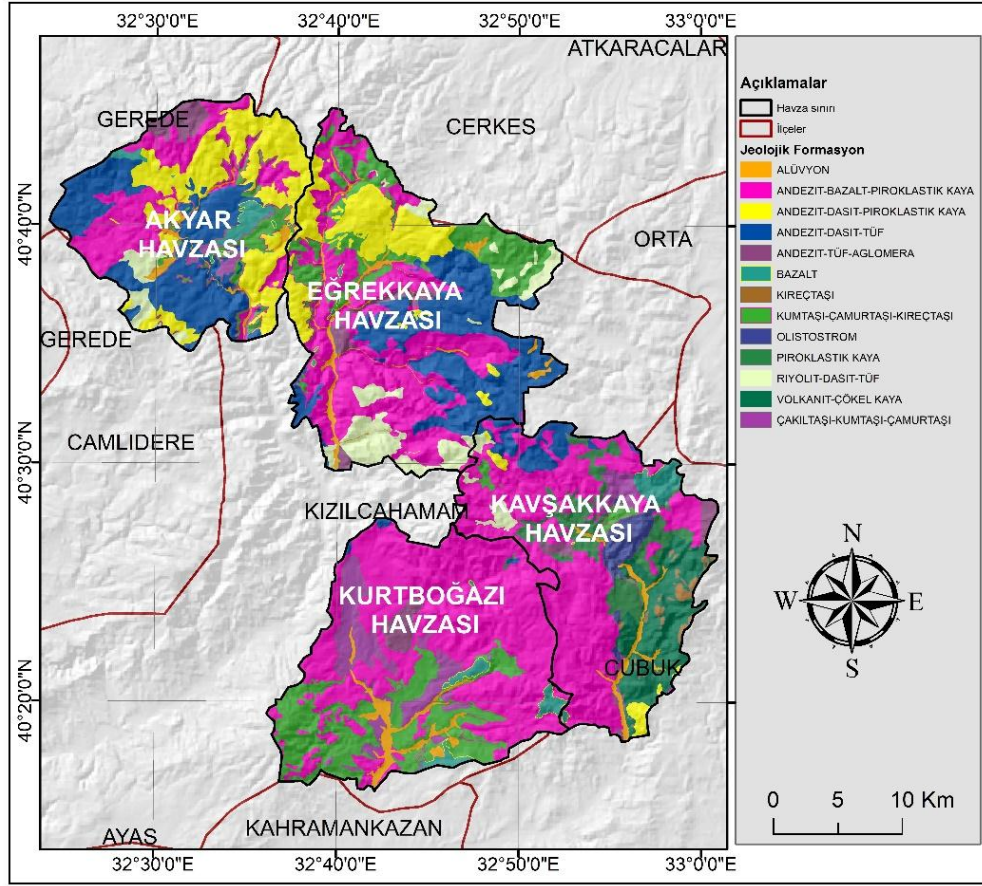
Çalışma alanında bulunan aşınım düzlükleri, uzun süren aşınımın etkisi ile oldukça tahrip olmuş ve 125-130 m derinliğindeki vadilerle yarılmıştır. Jeomorfolojik araştırmalara göre bu düzlüklerin Anadolu'da Miosen göl havzaları çevresinde gelişmiş ve son biçimini Miosen sonlarında kazanmış geniş bir peneplenin artıkları olduğu söylenebilir. Yani bu aşınım düzlükleri Miosen kayaları üzerinde, Pliyosende oluşmuş düzlükler olarak nitelendirilebilir. Bu düzlükler arazinin en yüksek yerlerini oluşturur ve Miosen yaşlı volkanik serinin en son akıntısı olan bazalt-andezit serilerinden oluşur. İnceleme alanında 1200-1400 metrelerde görülen dağ eteği aşınım düzlükleri olarak gelişmiş bulunan yüksek dolgu platoları 100-200 m derinlikte vadiler tarafından yarılmıştır. Bu düzlükler arazinin doğu kesiminde geniş yer kaplar (Dede 2004).

Arazinin gevsek ve ufalanmış malzeme açısından elverişliliği, yamaçlardan inen pek çok yan derenin içindeki çakıl ve kum gibi malzemelerini eğimin azalması ile birlikte biriktirmesi sonucu küçük birer birikinti konisi oluşturmasına neden olmuştur. Birikinti konileri genel itibari ile Kuaterner'in son devresinde yani Holosen'de meydana gelmiştir. Bunlar çalışma alanında Pazar, Kınık ve Mera derelerinin aktığı tabanlı vadiye sıkça görülebilmektedir. Vadi tabanlarının ova meydana getirebilecek kadar genişlemesi sonucu oluşan tabanlı vadiler kum ve kil gibi daha ince malzemeden oluşmakla birlikte, taban suyu yüksek alanlardır. Kuaterner döneminde oluşmuş tabanlı vadiler, kırmızı renkli Pliyosen dolguları üzerinde gelişmiş oldukları için pliyosen çakıl ve kumlarına da rastlanır. Alanda kertik vadilerin döküldüğü bu alanlara; Kınık, Pazar, Mera derelerinin Kurtboğazi Barajına kavuştuğu yerlerde rastlanır (Dede 2004).

Çalışma alanının bir bölümü Türkiye'nin ilk jeoparkı olma özelliği taşıyan Kızılcahamam-Çamlıdere Jeoparkı'nın içinde yer almaktadır. Jeolojik oluşumlar, görsel güzellikleriyle ilgi çekmeleri yanında oluştuğu döneme ait bilgileri de kayıt altında sakladıkları gibi günümüz olaylarına da ışık tutarlar. Ender olarak bulunan, oluştuğu zamanın ve olayın belgesi konumunda olan ve mutlaka korunması gereken pek çok

'jeolojik malzeme' jeolojik miras, jeolojik sit veya jeosit olarak tanımlanır. Kızılcahamam-Çamlıdere Jeoparkı yaklaşık 2.000 km²'lik bir alanı kaplamaktadır. Yaklaşık 23 milyon yıl ile 20 bin yıl arasında değişen zaman periyotlarında oluşmuş farklı jeolojik oluşumlar bulunur. Jeoparktaki 23 ayrı jeosit oldukça dikkat çekicidir. Bunlar belirli yollar ve turlar (jeoyol, jeotur) halinde birbirine bağlıdır. Önemli jeosit duraklarından olan Sey hamamı ve Güvem sütun bazaltları çalışma alanında yer almaktadır. Bölgenin kayaçlarını ve yer şekillerini 23-5 milyon yıllar arasında (Miyosen) gelişen volkanizma ve bunun değişik ürünleri olan volkan konileri, kalderalar, dayklar gibi morfolojik unsurlar oluşturmaktadır. Alanda volkanizmanın oluşturduğu lav akmaları, tuf, aglomera gibi piroklastikler ve bunlarla eş zamanlı ayrı çökelimler ve göl oluşumları söz konusudur. Gölsel çökeller ve piroklastiklerin ardışıklı depolanması, değişik görünümlü yer şekillerinin oluşumuna olanak sağlamıştır. Volkanik faaliyetlerin durgun olduğu dönemlerde, bölgede göller, bataklıklar ve akarsuların varlığı söz konusudur. Volkanik malzemeye kaplı alanlar üzerindeki bu göl ve bataklıklar, sonraki dönemde tekrar volkanik malzemeye dolmuşlardır. Böylelikle volkanik ürünler ile göl ve bataklık ürünleri üst üste gelerek günümüzdeki istif görünümünü kazanmışlardır. Gerek bu göllerin etrafındaki ağaçların silisleşmiş/taşlaşmış hallerini, gerekse balık-yaprak-kurbağa-böcek gibi fosilleri bu istifler içerisinde görmek mümkündür. Buna ilaveten volkanik-göl istifleri sonraki dönemlerde aşınarak vadi, kanyon ve tepeleri oluşturmuşlardır (Boyraz ve Yedek 2012, Koçan 2012).

Bölgede bugün de yer yer depremler, görünür faylar, yaygın termal su kaynakları gibi özelliklerle varlığını sürdüren ve kendini gösteren volkanik etkinlikler, geniş alanlarda kıvrılma ve kırılmalara, sonuçta ufalanmalara yol açmış, böylece şiddetli kış soğuklarının yanı sıra, derin toprağa gerek duymayan, kurağa dayanıklı çok yıllık çalı ve bodur ağaç topluluklarının barınmasına ortam hazırlamıştır.



Şekil 3.21 Çalışma alanının jeoloji haritası

Çalışma alanına ait Maden Tetkik Arama (MTA) Genel Müdürlüğünden temin edilen 1/25.000 ölçekli jeoloji haritası şekil 3.21’de verilmiştir. Haritanın incelenmesinden, özellikle Kurtboğazi baraj havzasının çoğunlukla andezit-bazalt-piroklastik kaya ile kumtaşı-çamurtaşı-kireçtaşı formasyonunda olduğu görülmektedir. Eğrekkaya ve Kavşakkaya baraj havzalarının ise özellikle batı kesimlerinde andezit-bazalt-piroklastik kaya yapısının ağırlıklı olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, Akyar ve Eğrekkaya baraj havzalarının kuzey bölümlerinde ise ağırlıklı olarak andezit-dasit-piroklastik kaya formasyonu hâkimdir.

3.1.8 Bitki örtüsü

Çalışma alanı, Karadeniz Bölgesi ile Orta Anadolu arasında geçiş özelliği taşımaktadır. Geçiş bölgesinde yer alması, alanın Karadeniz ikliminin ve Orta Anadolu Bölgesi’nin

karasal ikliminin ortak etkileri altında kalmasına neden olmuştur. Bu durum, bitki örtüsünün fiziki görünümünü ve dağılışını da etkilemiştir. Çalışma alanının karakteristik bitki örtüsü ağaç formasyonu temsil eden meşelerden oluşmaktadır. Gevşek yapılı topraklar üzerinde gelişme alanı bulan meşeler Köroğlu dağlarından güneye doğru inildikçe yüksekliğin ve eğimin artmasına ve yağışın azalmasına bağlı olarak giderek bodur bir hal almaktadır. Buna karşın Kurtboğazı çevresindeki alüvyon, yamaç molozu ve Pliosen yığılımlarından oluşmakta olan arazi, aşırı otlanmaya elverişli olup, andezitler de bitki yetiştirme açısından uygundur (Anonim 1983).

Meşeler, Akyazı Sırtının güney yamaçlarında, Pazar deresi vadisinin yamaçlarında görülmektedir. Ancak bu alanların tahrip edilmesi sonucunda bu alanlar antropojen step alanı haline gelmiştir. Vadi tabanlarında çayırliklar, sınırlı ağaçlıklar ve bahçeler bulunmasına karşılık; toprağın nispeten kalın olduğu yüksekçe seki düzlüklerinde ve az eğimli yamaçlarda kuru tarım yapılmaktadır. Dikçe yamaçlarda, kayaların yüzeye çıktığı yerlerde erozyon fazla olduğu için bazı yamaçlar ot formasyonundan yoksun kalmıştır. Bu alanlarda kısa boylu ağaç toplulukları olan meşeler yaygın bir şekilde görülmektedir (Dede 2004).

Çalışma alanı içerisinde özellikle baraj gölünün batısındaki yamaçlarda karışık ağaç ve çalı toplulukları bulunmaktadır. Bu kısımlarda en sık olarak rastlanan türler doğal olarak bulunan *Pinus sylvestris* L. (sarıçam) ve *P.nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) *Holmboe* (karaçam) birlikleridir. Kurtboğazı Baraj Gölünün doğusunda yer alan Kuru tepe mevkiinde ise step bitkileri hâkim durumdadır. Çalışma alanında bulunan kayalık kesimler genellikle Yukarı Akçaören köyü çevresinde bulunmaktadır. Kuru tepe mevkiinde de küçük bir kayalık alan yer almaktadır (Çalışkan 2008).

Antropojen step alanları 1200 m ve altındaki alanlarda yaygındır. Havzadaki step bitki topluluğu türleri arasında çayır otları, papatya, ayırık, hatmi, sütleğen, keven, sorguç otu, yemlik, yıldırgan, kekik, üzerlik, katırtırnağı, yabancı arpa, püsküllü çayır, yabancı gül (kuşburnu), böğürtlen, hardal, deve diken, yavşan, gelincik, ballıbaba gibi türler sayılabilir. Bu alanlarda yakacak odun elde etmek amacıyla çok yıllık bitkilerin yok edilmesi, ot formasyonlarının yayılmasına neden olmuştur. Böylece bu alanlardan

yüksekte olanlar antropojen step sahalarına ve daha düz arazilerde tarım arazilerine dönüşmüştür (Kara 1996). Bölgede meşe kömürü üretimi amacıyla yer yer meşeliklerin budandığı görülmekte ise de, bu tür etkinliklerin çevresel ve ekonomik etkileri incelenmiş değildir. Havzanın üst kodları bitki coğrafyası bakımından Avrupa-Sibirya bölgesinin Öksin provensinin batı sektörü sınırları içinde yer almaktadır. Bu topluluğa Kurak Öksini denmekte olup, bitki karakterleri İç Anadolu'dan çok Karadeniz Bölgesi'nin özelliklerini taşır.

Yörenin doğal bitki örtüsünde, alıç, üvez, acı erik, kuşburnu, öküzgözü, ahlat gibi ekonomi ve doğal kaynaklar yönünden değerli çok sayıda ürünler yetişmektedir.

Özellikle Eğrekkaya barajını besleyen Işık dağı, yarıkurak, çok soğuk Akdeniz ikliminin etkisi altındadır (Geven vd. 2009). Türlerin fitocoğrafik bölgelerine göre İran-Turan, % 41,17, Akdeniz kökenliler % 5,88 oranlarındadır. Dağda en çok tür içeren familyalar *Fabaceae*, *Boraginaceae* ve *Scrophulariaceae*'dir.

Kargasekmez'den Işık Dağına uzanan ve Eğrekkaya Baraj Gölü havzasını besleyen alanda egemen ağaç türleri *Abies bornmuelleriana* (Uludağ göknarı - endemik), *Pinus sylvestris* (sarıçam), *Pinus negra* subsp. *pallasiana* (karaçam) ve *Quercus pubescens* subsp. *anatolica* (meşe) dir (Akman ve Ketenoğlu 1979). Ayrıca havzada yer yer gürgen ve titrek kavak, katran ardıcı, salkım ve keçi söğüt, akçaağaç, çınar yapraklı akçaağaç, kızılçık, yalancı akasya, alıç, adi böğürtlen, üvez ve ahlat gibi ağaç, ağaççık ve çalılara rastlanır. Sahada 74 familyaya ait 276 cins, 474 tür, 4 alt tür ve 3 varyete olmak üzere toplamda 481 takson tespit edilmiştir. 474 türün 49 tanesi endemiktir. Soğuksu Milli Parkı'nda Eğribelen ve Samrı Tepe çevrelerinde trakiandezit kayaların yanında gelişebilen Kızılcahamam Lalesi bölgenin en bilinen endemik bitkisidir. Pembemsi kırmızı renge sahip lale, nisan ve mayıs aylarında çiçek açmaktadır (Usta ve Zaman 2015).

Kurtboğazı barajı çevresinde otsu bitkiler olarak *Astareaceae* ve *Brassicaceae* (özellikle *alyssum*) türleri önem kazanır (Akden 2009). Havzanın sol üst bölümlerinde yer alan Çamkoru Tabiat Parkında, aşağıdaki türlerin varlığı belirlenmiştir: *Fagus sylvatica* (batı

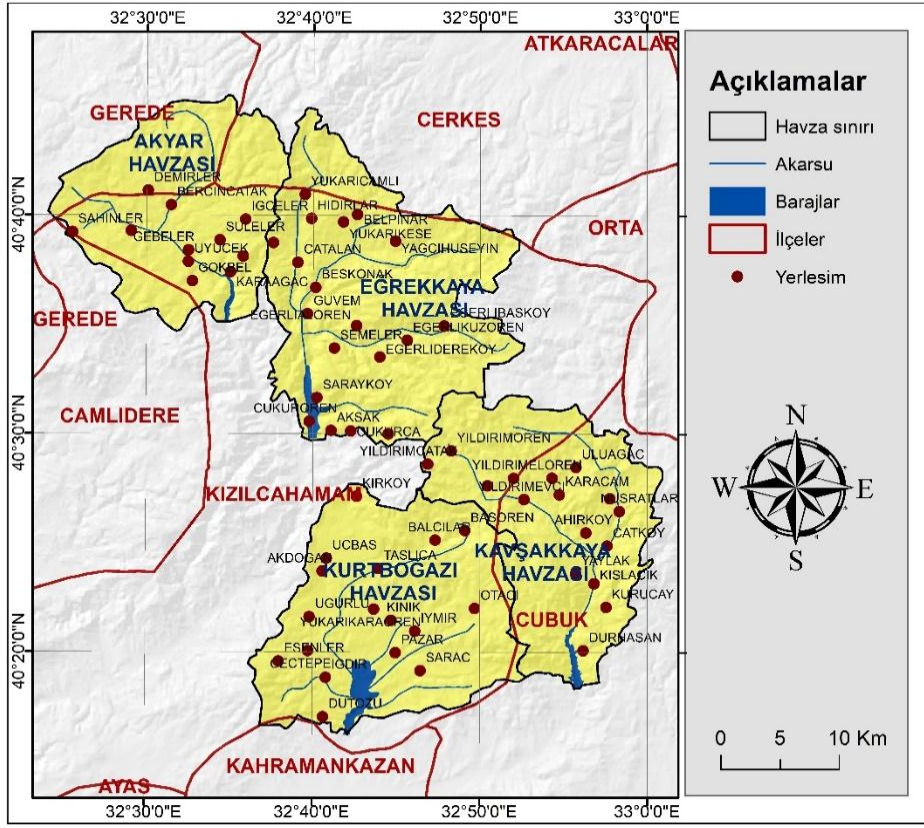
kayını, Avrupa kayını), *Juniperus communis* subsp. *Communis* (adi ardıç, yaygın ardıç), *Juniperus excelsa* (Boylu ardıç, Bozardıç), *Populus alba* (Akkavak), *Populus tremula* (Titrek kavak), *Quercus pubescens* (Tüylü meşe), *Cionura erecta* (Bodur otu), *Centaurea sp* (Peygamber çiçeği), *Butomus umbellatus* (Çiçekli hasır otu), *Legousia falcata* (Kadın aynası), *Dipsacus laciniatus* (Fesçi tarağı/Tarak otu), *Scabiosa argentea* (Uyuz otu), *Astragalus sp* (Geven), *Trifolium sp.* (Çayır üçgülü), *Clinopodium vulgare* (Yabani fesleğen), *Nepeta aquatica* (Kedi nanesi), *Phlomis armeniaca* (Alev dudak), *Salvia aethiopis* (Adaçayı), *Thymus sp.* (Yabani kekik), *Colchicum triphyllum* (Acı çiğdem), *Epilobium roseum* (Yakı otu), *Plantago majör* (Sinir otu), *Primula vulgaris* (Çuha çiçeği), *Ranunculus sp.* (Düğün çiçeği), *Fragaria vesca* (Yabani çilek), *Rosa canina* (Kuşburnu), *Verbascum sp.* (Sığırkuyruğu), *Urtica dioica* (Isırgan otu), *Matricaria maritima* (Papatya). Yöre, endemik bitki türleri açısından da çok zengin olup, belirlenmiş olanlar: *Campanula lyrata* subsp. *lyrata* (Çan çiçeği), *Hypericum adenotrichum* (Kılıç otu), *Crocus ancyrensis* (Ankara çiğdemi), *Lamium pisidicum* (Ballıbaba), *Stachys cretica* subsp. *anatolica* (Dağ çayı), *Muscari aucherii* (Misk soğanı), *Abies nordmanniana* subsp. *bornmülleriana* (Uludağ göknarı) dır (Anonim 2012a).

3.1.9 Yerleşimler, nüfus ve sosyoekonomik yapı

Çalışma alanının büyük bir bölümü Kızılcahamam ilçe sınırları içerisinde kalmakla birlikte Kahramankazan, Çamlıdere, Çubuk, Çankırı-Çerkeş ve Bolu-Gerede ilçelerinin bir kısmını da kapsamaktadır (Şekil 3.22).

Çalışma alanı içerisinde 63 adet yerleşim yeri bulunmaktadır. Her bir yerleşim yerinin ve içinde buldukları havzaların 1990 ve 2015 yıllarına ait nüfusları çizelge 3.16'da verilmektedir. Yerleşim birimlerinin nüfus verileri Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)'dan temin edilmiştir.

Çizelge 3.16'da görüleceği üzere havzalardaki toplam nüfus 1990 yılında 14.521 iken 2015 yılında 6.867'ye düşmüştür.



Şekil 3.22 Çalışma alanındaki yerleşim yerleri ve ilçe sınırları

Bunun başlıca nedeni çalışma alanının Ankara'ya yakınlığı nedeniyle genç nüfusun büyük oranda Ankara'ya göç etmesidir. Ayrıca çalışma alanının içme suyu havzası olmasından dolayı havza içerisinde yeni yerleşimlere izin verilmemektedir.

Çizelge 3.16 Havzaların 1990 ve 2015 yıllarına ait nüfusları

HAVZA	Nüfus (1990)	Nüfus (2015)
Kurtboğazı	4.898	1.601
Eğrekkaya	3.856	2.575
Kavşakkaya	4.381	1.680
Akyar	1.386	1011
Toplam	14.521	6.718

Ankara’da havza koruma çalışmaları

İçme ve kullanma suyu havzalarının ve benzeri su kaynaklarının korunmasına dair İçme-Kullanma Suyu Havzalarının Korunmasına Dair Yönetmelik gereğince; kaynağın ve havzasının özellikleri bilimsel çalışmalar ile değerlendirilerek, koruma alanlarının tanımı ve koruma esasları ile ilgili olarak her kaynak ve havzasına ilişkin özel hükümler getirilinceye kadar bazı genel ilkeler ve koruma alanları geçerli görülmektedir. Havza alanlarının korunması ile ilgili olarak yürürlükte olan bir diğer yönetmelik de Ankara Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü (ASKİ) tarafından çıkartılan “Havza Koruma Yönetmeliği”dir. Her iki yönetmeliğin amacı da; içme ve kullanma suyu temin edilen yüzeysel ve yeraltı su kaynaklarının evsel, endüstriyel, tarımsal ve her türlü hayvancılık faaliyetlerinden kaynaklanan atık sular ile kirlenmesini önlemek için bu kaynaklar etrafında bulunan; mutlak, kısa, orta ve uzun mesafeli koruma alanlarında alınacak tedbirlerle su kaynağının ve toplum sağlığının korunmasıdır. Buna göre içme ve kullanma suyu rezervuarı içinde ve civarında suların kirlenmesine neden olacak faaliyetler koruma alanları esas alınarak yasaklanmıştır.

Ankara’da su kaynaklarının kirlenmeye karşı korunması ile ilgili olarak ASKİ yetkili olup; kaçak yapılar, hayvancılık faaliyetleri, endüstriyel faaliyetler, madencilik faaliyetleri ve mevcut su kalitesini etkileyebilecek diğer etkinliklere izin verilmemekte, havza ve havza kaynakları yakından izlenmekte ve fiziksel, kültürel, toplumsal ve teknik önlemler bütünüyle, barajdan Başkente olabildiğince sağlıklı ve ekonomik (arıtma giderleri düşük) su sağlanmaya çalışılmaktadır.

Çalışma alanındaki sosyo-ekonomik yapının, su kaynakları üzerinde baskı unsuru olabilecek faaliyetlerin ve bu bağlamda tarımsal üreticilerin eğilimlerinin ortaya konabilmesi için Tarım ve Orman Bakanlığı Hayvancılık Genel Müdürlüğü, Kızılcahamam Tarım ve Orman İlçe Müdürlüğü rapor ve belgelerinden faydalanılmış ve alanda ilgililer ile anket ve görüşmeler yapılmıştır (EK 6 Çizelge 1-2).

Çalışma alanındaki nüfusun azalması, tarımsal faaliyetleri de etkilemiştir. Yerleşim yerlerinden genellikle genç nüfusun ayrılması nedeniyle tarımsal faaliyeti

gerçekleştirmede sıkıntılar yaşanmaktadır. Bu nedenle, tarım alanlarının bir kısmı ekilemeyerek boş bırakılmıştır. Ayrıca, arazilerin miras yolu ile bölünmüş olması nedeniyle üretim alanlarının küçülmüş olması, tarımsal verimliliği olumsuz etkilemektedir.

Hayvan sayılarında da son yıllarda azalma olmuştur. Hayvancılık işletmelerinde yapı, üretim, pazarlama, destekleme, işletme kredileri ve tüketim alanlarında sorunlar yaşanmaktadır. Havzada sığır, manda, koyun, keçi ve küçükbaş hayvan yetiştirilmekte olup, arıcılık yapılmaktadır. Hayvan yetiştiriciliğinde sığırcılık diğerlerine göre önem kazanmaktadır. Havza genelinde geleneksel üretim biçimlerinin sınırlanmış olması, su kalitesinin korunması yönünden büyük önem taşımaktadır.

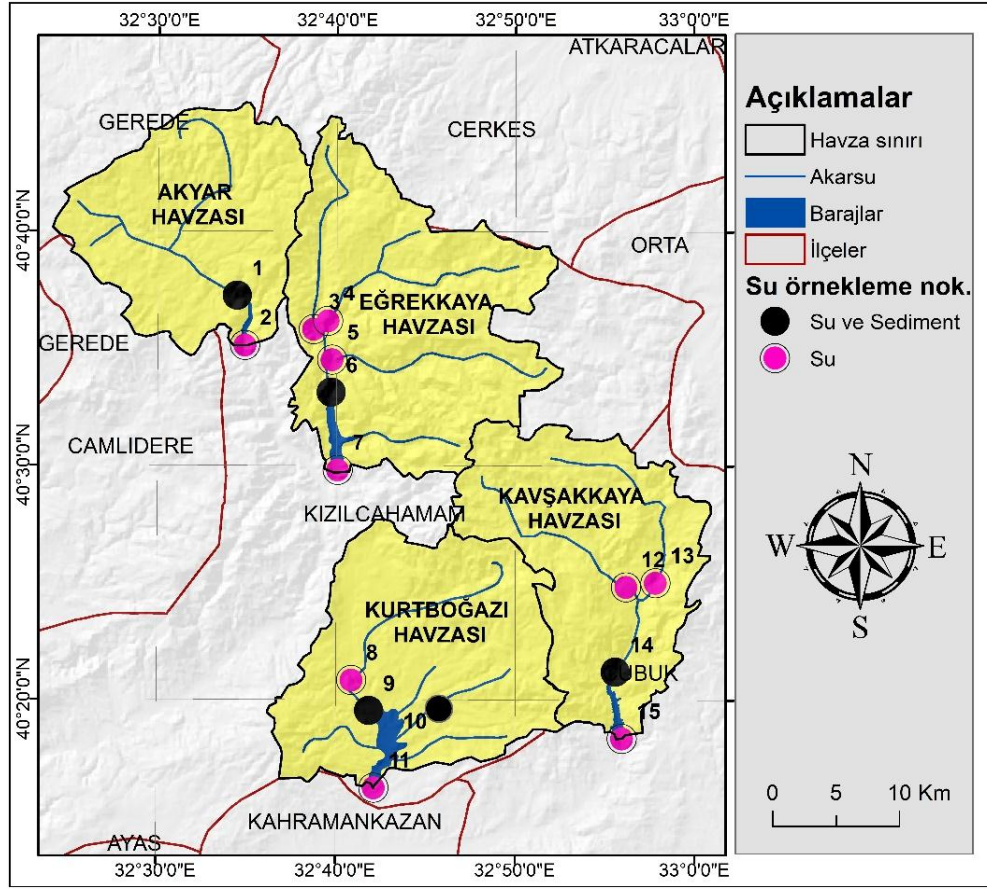
3.2 Yöntem

3.2.1 Arazi çalışmaları

Su Örnekleme

Çalışma alanındaki su kalitesini belirlemek amacı ile Akyar, Eğrekkaya, Kavşakkaya ve Kurtboğazi barajları ve bu barajları besleyen ana dereler üzerinden örnekleme noktaları tespit edilmiştir. Örnekleme noktalarının seçiminde hem havza çıkış noktasının, hem de su kaynağının özelliklerinin olabildiğince temsil edilmesine özen gösterilmiştir.

Çalışma kapsamında, Temmuz 2014 - Haziran 2015 tarihleri arasında bir yıl boyunca her ay düzenli olarak barajlar ve bu barajları besleyen dereler üzerinde belirlenen 15 noktadan yüzey suyu örneği alınmıştır. Su örnekleri, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Numune Alma ve Analiz Metodları Tebliğine uygun olarak cam şişeler ile alınmış ve uygun saklama koşullarında laboratuvara ulaştırılmıştır. Örnekleme noktalarının koordinatları küresel konumlama sistemi (GPS) kullanılarak belirlenmiştir. Su örnekleme noktalarının konumları şekil 3.23'de, koordinat bilgileri ise EK 1 çizelge 1'de verilmiştir.



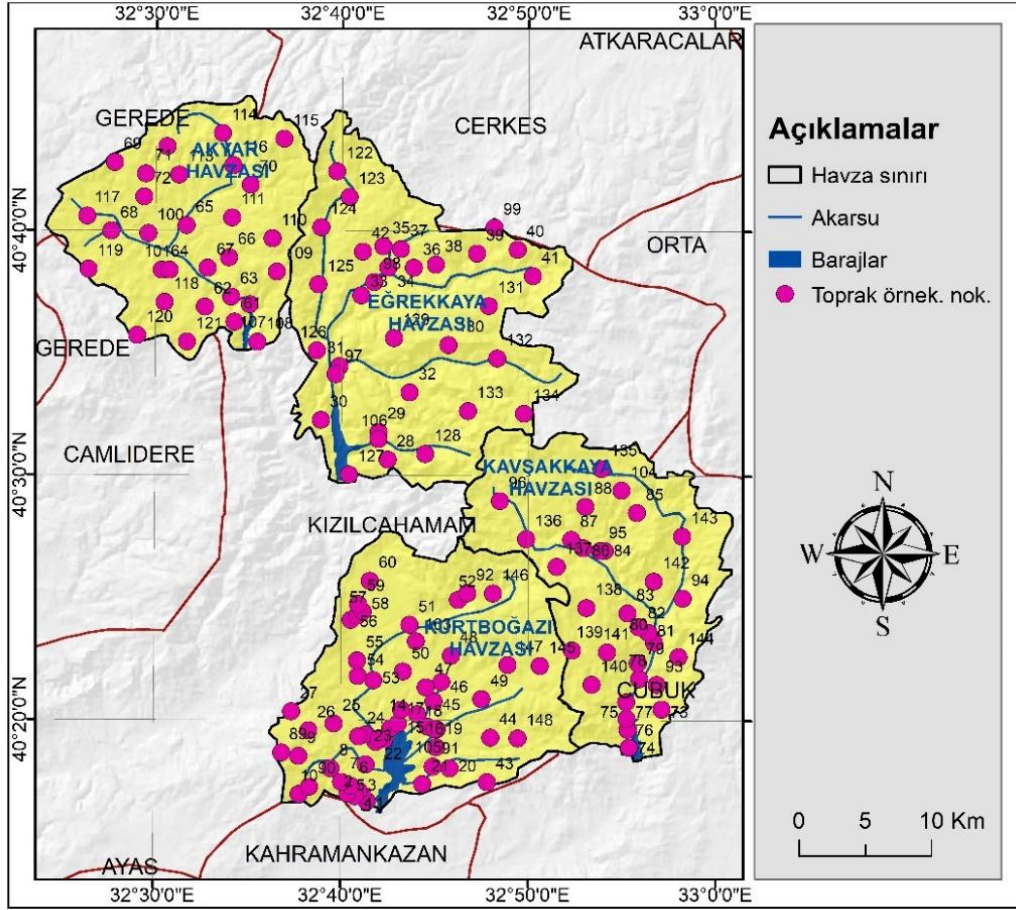
Şekil 3.23 Su ve sediment örnekleme noktalarının konumları

Toprak Örnekleme

Çalışma alanına ait Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü'nden sağlanan 1/25.000 ölçekli jeolojik harita, Mülga Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğünce üretilen toprak haritası ve Tarım Reformu Genel Müdürlüğünce yürütülmüş olan “Sorunlu Tarım Alanlarının Tespiti ve İyileştirilmesi Projesi (STATİP)” kapsamında elde edilen arazi kullanımı haritası kullanılarak çalışma alanında farklı ana materyal, farklı toprak grupları ve farklı arazi kullanımı üzerinde bulunan topraklar belirlenmiştir.

Çalışma alanında, küresel konumlama sistemi (GPS) kullanılarak koordinatları saptanan 148 noktadan yüzey örnekleme (0-20 cm) ile toprak örneği alınmış ve alınan toprak örnekleri gerekli ön işlemlerden geçirilerek laboratuvar analizleri için hazırlanmıştır.

Toprak örnekleme noktalarının konumları şekil 3.24’de, koordinat bilgileri ise EK 2 çizelge 1-5’de verilmiştir.



Şekil 3.24 Toprak örnekleme noktalarının konumları

Sediment Örnekleme

Çalışma kapsamında, sediment kompozisyonunun yersel ve zamansal değişkenliğini belirlemek amacı ile dönemsel olarak Akyar, Eğrekkaya ve Kavşakkaya ve Kurtboğazi barajlarına direkt suyunu boşaltan dereler üzerinde 5 noktadan sediment örneği alınmıştır. Mevsimsel değişikliklerin sediment kapsamına etkili olup olmadığını da belirlemek amacıyla 3 farklı dönemde (Ağustos 2014, Aralık 2014, Nisan 2015) sediment örnekleri alınmıştır. Barajlardaki su (ve taşkın) düzeylerine bağlı olarak, sediment örneklerinin yerleri her bir örneklemede sınırlı oranda değişiklik

göstermektedir. Sediment örnekleme noktalarının konumları şekil 3.23’de, koordinat bilgileri EK 3 çizelge 1’de verilmiştir.

3.2.2 Laboratuvar çalışmaları

Su örneklerinin analiz yöntemleri

Su örneklerine ait sıcaklık, çözünmüş oksijen, pH ve elektriksel iletkenlik değerleri anlık olarak Martini Probe ve YSI probe yardımıyla arazide gerçekleştirilmiş olup, diğer parametrelerin (toplam çözünmüş madde, nitrat azotu, amonyum azotu, toplam fosfor, biyolojik oksijen ihtiyacı, kimyasal oksijen ihtiyacı, kalsiyum, magnezyum, potasyum, sodyum, karbonat, bikarbonat, klorür, sülfat, bor, arsenik) analizleri laboratuvarda “Standart Methods” (Anonymous 1995)’da belirtilen yöntemler kullanılarak yapılmıştır (Çizelge 3.17).

Toprak örneklerinin analiz yöntemleri

Toprak örneklerinde su ile doygunluk, bünye sınıfı, elektriksel iletkenlik, pH, çözültideki iyonlar (kalsiyum, magnezyum, sodyum, potasyum, karbonat, bikarbonat, klorür, sülfat), değişebilir katyonlar (kalsiyum, magnezyum, sodyum, potasyum), katyon değişim kapasitesi, bor, kireç, organik madde, alınabilir kalsiyum, alınabilir magnezyum, alınabilir sodyum, alınabilir potasyum, alınabilir fosfor, alınabilir demir, alınabilir bakır, alınabilir çinko ve alınabilir mangan analizleri yapılmıştır.

Toprakların ve sedimentlerin fiziksel ve fizikokimyasal özelliklerine ait laboratuvar analiz metotları aşağıda verilmektedir.

Suyla Doymunluk (%): Richards (1954) tarafından bildirildiği şekilde toprağa doyuncaya kadar saf su ilave edilmek suretiyle bulunmuş ve % olarak ifade edilmiştir.

Bünye (kum, silt, kil) (%): Hidrometre yöntemi kullanılarak belirlenmiştir (Bouyoucos 1951).

Elektriksel İletkenlik ($dS.m^{-1}$): Elektriksel iletkenlik aletinde su ile doymuş toprağın elektriksel iletkenliğinin ölçülmesi suretiyle belirlenmiştir (Richards 1954).

Çizelge 3.17 Su kalitesi parametrelerine ait analiz yöntemleri

Parametre	Analiz Metodu
Sıcaklık ($^{\circ}C$)	Martini Probe (Yerinde Ölçüm)
pH	Martini Probe (Yerinde Ölçüm)
Çözünmüş Oksijen ($mg.L^{-1}$)	Martini Probe ve YSI Probe (Yerinde Ölçüm)
Elektriksel İletkenlik ($dS.m^{-1}$)	Martini Probe (Yerinde Ölçüm)
Toplam Çözünmüş Madde ($mg.L^{-1}$)	Standard Methods-Checking Correctness of Analyses
Nitrat Azotu ($mg.L^{-1}$)	Standard Methods 4110 B
Amonyum Azotu ($mg.L^{-1}$)	TS 266-Nesslerizasyon Metodu/ Standard Method-Macro-Kjeldahl Method
Toplam Fosfor ($mg.L^{-1}$)	Standard Methods 4500 P B- E
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı ($mg.L^{-1}$)	Standard Methods- Respirometric Method
Kimyasal Oksijen İhtiyacı ($mg.L^{-1}$)	Standard Methods- Open Reflux Method
Kalsiyum ($mg.L^{-1}$)	TS 8196
Magnezyum ($mg.L^{-1}$)	TS 4474 ISO 6059
Potasyum ($mg.L^{-1}$)	TS 4530/T1
Sodyum ($mg.L^{-1}$)	Standard Methods – Flame Emission Photometric Method
Karbonat ($mg.L^{-1}$)	TS 4182 ISO 9963-2
Bikarbonat ($mg.L^{-1}$)	TS 4182 ISO 9963-2
Klorür ($mg.L^{-1}$)	TS 4164 ISO 9297
Sülfat ($mg.L^{-1}$)	Standard Methods 4110 B
Bor ($mg.L^{-1}$)	Standard Methods – ICP Methods (Method 1) /EPA 200.8-ICP MS Method (Method 2)
Arsenik ($mg.L^{-1}$)	Standard Methods – Continuous Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometric Methods (Method 1) /EPA 200.8-ICP MS Method (Method 2)

Toprak Reaksiyonu (pH): Richards (1954)'de belirtildiği gibi su ile doymuş toprakta cam elektrotlu pH metre ile okunmak suretiyle saptanmıştır.

Çözeltideki İyonlar (Ca, Mg, Na, K, CO₃, HCO₃, Cl, SO₄) (meq.L⁻¹): Richards'de (1954) belirtildiği gibi saturasyon ekstraktında çözülmüş halde bulunan anyon ve kationların ölçüm esasına dayanır.

Değişebilir Kationlar (Ca, Mg, Na, K) (%): Bremner (1965) tarafından bildirildiği şekilde toprak örnekleri 1,0 N nötr amonyum asetat ile alınabilir edilerek ekstrakttaki Na, K; Lange M6a Fleymfotometresi ile, Ca ve Mg; Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresiyle belirlenmiştir.

Kation Değişim Kapasitesi (KDK) (cmol.kg⁻¹): Toprak örnekleri 1,0 N sodyum asetat (pH: 8-2) ile doyurulduktan sonra sodyumun fazlası alkolle yıkanmış ve toprak tarafından tutulan sodyum 1,0 N amonyum asetat (pH: 7,0) ile alınabilir edilerek Lange M6a Fleymfotometresi ile belirlenmiştir (Bremner 1965).

Kireç (CaCO₃) (%): Serbest karbonatların tayini Scheibler kalsimetresi kullanılarak yapılmıştır (Çağlar 1958).

Organik Madde (%): Jackson (1958) tarafından bildirildiği şekilde modifiye edilmiş Walkley-Black yöntemiyle belirlenmiş ve % olarak ifade edilmiştir.

Alınabilir Kalsiyum (Ca) (mg.kg⁻¹): Pratt (1965) tarafından bildirildiği şekilde, toprak örnekleri 1,0 N nötr (pH: 7,0) amonyum asetat (CH₃COONH₄) ile alınabilir edilerek süzükteki kalsiyum ICP-OES spektrometresinde belirlenmiştir.

Alınabilir Magnezyum (Mg) (mg.kg⁻¹): Pratt (1965) tarafından bildirildiği şekilde, toprak örnekleri 1,0 N nötr (pH: 7,0) amonyum asetat (CH₃COONH₄) ile alınabilir edilerek süzükteki magnezyum (ICP-OES) spektrometresinde belirlenmiştir.

Alınabilir Sodyum (Na) (mg.kg⁻¹): Richards'e (1954) göre 1,0 N nötr (pH: 7,0) amonyum asetatla elde edilen süzükten okuma esasına dayanır.

Alınabilir Potasyum (K) (mg.kg⁻¹): Richards (1954) tarafından bildirildiği şekilde 1,0 N amonyum asetat (pH 7.0) ile alınabilir edilerek ve ekstrakta geçen miktar alev fotometresi ile okunarak belirlenmiştir.

Alınabilir Fosfor (P) (mg.kg⁻¹): Sodyum bikarbonat (NaHCO₃) ekstraksiyon (0,5 M NaHCO₃, pH: 8,5) yöntemiyle Olsen vd. (1954) tarafından bildirildiği şekilde belirlenmiştir.

Alınabilir Demir (Fe), Bakır (Cu), Çinko (Zn), Mangan (Mn) (mg.kg⁻¹): Lindsay ve Norvell (1978) tarafından bildirildiği şekilde, analize hazırlanan toprak örnekleri DTPA + TEA ile alınabilir edildikten sonra, elde edilen süzüklerdeki Fe, Cu, Zn ve Mn miktarları ICP’de okunarak tayin edilmiştir.

Alınabilir Bor (B) (mg.kg⁻¹): Toprakta sıcak su ekstraksiyonu (Berger ve Troug 1939) sonrası, azometin-H çözeltisi ile renklendirilerek spektrofotometrede belirlenmiştir (Wolf 1971).

Sediment örneklerinin analiz yöntemleri

Sediment örneklerinde toprak örneklerinde olduğu gibi su ile doygunluk, bünye sınıfı, elektriksel iletkenlik, pH, çözeltideki iyonlar (kalsiyum, magnezyum, sodyum, potasyum, karbonat, bikarbonat, klorür, sülfat), değişebilir katyonlar (kalsiyum, magnezyum, sodyum, potasyum), katyon değişim kapasitesi, bor, kireç, organik madde, alınabilir kalsiyum, alınabilir magnezyum, alınabilir sodyum, alınabilir potasyum, alınabilir fosfor, alınabilir demir, alınabilir bakır, alınabilir çinko ve alınabilir mangan analizleri yapılarak, sedimentin fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir. Sediment örneklerinin analiz metotları “Toprak örneklerinin analiz yöntemleri” alt başlığı altında verilmiştir.

3.2.3 Verilerin değerlendirilmesi ve istatistiksel analizler

Su örneklerine ait istatistiksel analizler

Çalışmada; Akyar, Eğrekkaya, Kavşakkaya ve Kurtboğazi havzalarında tespit edilen su kalitesi parametrelerinin (sıcaklık, pH, çözülmüş oksijen, elektriksel iletkenlik, nitrat azotu, amonyum azotu, toplam fosfor, biyolojik oksijen ihtiyacı, kimyasal oksijen ihtiyacı, kalsiyum, magnezyum, sodyum, potasyum, karbonat, bikarbonat, klorür, sülfat, bor, arsenik ve sodyum adsorpsiyon oranı) istatistiksel değerlendirilmesi JMP (V.11) istatistik paket programı kullanılarak yapılmıştır. Su kalitesi parametrelerinin her bir örnekleme noktasına ait tanımlayıcı istatistiklerinden ortalama, standart sapma, en

düşük, en yüksek değerler ile yüzde değişim katsayıları aynı paket programı kullanılarak hesaplanmıştır.

Varyans analizi iki ya da daha fazla gruba ait ortalamalar arasındaki farkın anlamlı olup olmadığı ile ilgili hipotezleri test etmek için kullanılmaktadır.

Ölçülen parametrelerin örnekleme noktaları ve aylara göre (istatistiksel olarak) önemli derecede farklılık gösterip göstermediği Varyans Analizi (One-Way Anova Testi) kullanılarak, anlamlı farklılığın hangi noktalar ve aylar arasında olduğu ise Asgari Önemli Farklılık Testi (AÖF) ile belirlenmiştir. Asgari Önemli Farklılık Testi sonuçları % 1'lik ve % 5'lik ihtimalle tahmin edilmiştir.

Aynı zamanda, çalışma sonucu elde edilen parametreler arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler olup olmadığını tespit edebilmek için ($p < 0,01$ ya da $p < 0,05$) verilere Pearson Korelasyon Analizi uygulanmıştır. Veriler arası ilişkilerin daha güvenilir bir biçimde ortaya konulabilmesi amacıyla, tüm aylarda ve noktalarda belirlenen sonuçların tamamı analizlerde kullanılmıştır.

Toprak örneklerine ait istatistiksel analizler

Çalışmada, 148 noktadan alınan toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine (kum, silt, kil, elektriksel iletkenlik, pH, KDK, kireç, organik madde, toplam azot, alınabilir kalsiyum, alınabilir magnezyum, alınabilir sodyum, alınabilir potasyum, alınabilir fosfor, alınabilir demir, alınabilir bakır, alınabilir çinko, alınabilir mangan ve alınabilir bor) ilişkin tanımlayıcı istatistik değerler JMP programı kullanılarak hazırlanmıştır. Her bir toprak özelliğine ait ortalama, standart sapma, en düşük, en yüksek değerler, yüzde değişim katsayıları, çarpıklık katsayıları ve basıklık katsayıları aynı paket programı kullanılarak hesaplanmıştır.

Çalışmada ele alınan parametrelerin birbirleri ile olan ilişkilerini ($p < 0,01$ ya da $p < 0,05$) belirlemek için Pearson Korelasyon Analizi uygulanmış ve bunların istatistiki olarak önemli olup olmadıkları incelenmiştir.

Aynı zamanda, toprak özelliklerinin birbirleri ile olan ilişkilerini incelemek ve mekânsal bağımlılık durumunu ortaya koymak için çok değişkenli mekânsal analizler yapılmıştır. Toprak analiz sonuçları, belli kriterlere göre sınıflandırıldıktan sonra toprak özelliklerinin mekânsal değişkenlik parametreleri jeostatistiksel modelleme ile belirlenerek, ArcGIS CBS yazılımında güncel toprak veri tabanları oluşturulmuş ve ters mesafe ağırlık yöntemi (IDW-Inverse Distance Weighted) kullanılarak her bir toprak özelliğine ait toprak dağılım haritaları üretilmiştir.

Jeoistatistik, istatistiğin uygulamalı bir dalı olup, birbirleri ile uzaysal ilişkiye sahip veriler arasındaki mesafeyi de hesaba katarak istatistiksel yöntemlerle veri olmayan bölgelerin tahmin edilmesini esas alır (Karaman vd. 2012).

Çalışılan özelliklerin değişkenliklerinin belirlenmesi ve haritalanmasında günümüzde yaygın olarak kullanılan jeostatistik, (Goovaerts 1999, Mulla ve Mcbratney 2001) ilk olarak 1950'lerde Güney Afrika'da madencilik endüstrisinde kullanılmak üzere ortaya çıkmıştır. Krige (1951) tarafından bildirildiğine göre; değişkenlerin uzaysal bağımlılığını temel alan jeostatistiksel teori daha sonra Matheron (1963) tarafından geliştirilmiştir. Jeostatistik yöntemlerin başlangıçta, maden yataklarının modellenmesi, rezerv parametrelerinin değişimi ve dağılımı, rezerv tahmini ve işletme tasarımı için (Isaaks ve Srivastava 1989, Rivoirard 1994) daha sonra ise çok sayıda alanın yanı sıra toprak biliminde de yaygın olarak kullanıldığı (Burgess vd. 1981, Russo ve Bresler 1981, Vieira vd. 1981, Yost vd. 1982, Singh vd. 1985, Warrick vd. 1988, Mejstrik ve Swacha 1988, Rope vd. 1988, Lascano ve Hatfield 1992) çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmiştir.

Arazide heterojen bir yapı gösteren toprağa ait özelliklerin her noktada ölçülme olanağı olmadığından mekânsal analizlerin yapılması daha fazla önem kazanmaktadır. Bu nedenle toprakla ilgili çalışmalarda toprağı temsilen belli aralıklarla örnekler alınarak,

incelenen toprak özelliklerinin temsili değerlendirmeleri yapılmaktadır. Toprağa ait incelenen özellikler için toplanan örneklerin birbirlerine benzer ve ilişkili oldukları düşünüldüğünde, ölçülen değerlerin örnekleme noktaları arasındaki mesafenin bir fonksiyonu olduğu görülmektedir. Dolayısı ile incelenen toprak özelliklerinin değerleri arasındaki mekânsal değişimin derecesinin veya mekânsal bağımlılığın belirlenmesi gerekmektedir (Başbozkurt vd. 2013).

Toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinin mesafeye bağlı değişimlerini ve örnekler arası ilişkiyi tanımlamak için kullanılan en yaygın yöntem jeostatistiktir (Journel ve Huijbregts 1978, Yost vd. 1982, Trangmar vd. 1987, Miller vd. 1988, Voltz ve Webster 1990, Chien vd. 1997, Tsegaye ve Hill 1998, Goovaerts 1999, Webster ve Oliver 2001, Lark 2002). Bu yönüyle de topraktaki değişkenlikte, verilerin uzaysal ilişkisini göz ardı eden geleneksel istatistikten ayrılmaktadır (Clark 1979, Mardia ve Marshall 1984). Yapılan çalışmalarda; uzaysal olarak birbirine bağımlı değişkenlerle ilgili uzaklık faktörünü dikkate almadan yapılan değerlendirmelerin, bu değişkenlerin açıklanması için yeterli olmayacağı, çünkü birbirlerine yakın mesafelerdeki toprak özelliklerinin, birbirlerinden daha uzak mesafelerdeki toprak özelliklerine göre daha fazla benzerlik gösterdiği bildirilmiştir (Tobler 1970, Trangmar vd 1985, Hamlett vd. 1986, Isaaks ve Srivastava 1989, Webster ve Oliver 1990, Mulla ve McBratney 2001). Corwin vd. (2006) tarafından geniş ölçeklerde toprak özelliklerinin uzaysal ve zamansal değişkenliklerinin tanımlanmasının, tarımsal ve çevresel konular için son derece önemli olduğu belirtilmiştir.

Heuvelink (2006), coğrafik değişkenlerin dünya üzerinde her noktada ölçülmesinin mümkün olmadığını, bu nedenle bu tür verilerin yüzeysel dağılımlarının belirlenmesinde enterpolasyon yöntemlerinin kullanılarak, elde edilen coğrafi verilerin tüm alana yayıldığını ve alana ait dağılım haritalarının elde edildiğini bildirmektedir (Özyazıcı vd. 2015).

ArcGIS10 programında IDW (Ters Mesafe Ağırlıklı Yöntem) enterpolasyon yöntemi her bir özellik için ayrı ayrı uygulanmıştır. Anonymous (2017) tarafından bildirildiğine göre; bu yöntem, seçilen örnek noktalarının matematiksel formüller temelinde, belirli

bir kurala bağılı olarak hücrelerin benzerliğe yayılması esasına dayanmaktadır. Hücre değerleri seçilen hücreden uzaklaşma ve mesafedeki artışa bağılı olarak hesap edilmektedir. Söz konusu yöntem ile yakındaki noktaların uzaktaki noktalardan daha fazla ağırlığa sahip olmasını esas aldığından seçilen değişkenin, örneklenen konumdan uzaklaştıkça etkisinin azaldığını varsayar. Yani mesafenin artmasına bağılı olarak tahminleme yapılacak hücre üzerindeki önem ve etki azalır (Sancan ve Karaca 2017).

IDW enterpolasyon yöntemi örneklenen nokta verilerinden enterpolasyonla grid üretmede çoğunlukla tercih edilen ortak bir yöntemdir. Birkaç IDW yöntemi olmasına karşın temel olarak Shepard's Yöntemi olarak bilinen matematiksel fonksiyonu kullanmaktadır (Shepard 1968).

$$F(x,y) = \sum_{i=1}^n w_i f_i; w_i = \frac{h_i^{-p}}{\sum_{j=1}^n h_j^{-p}}$$

Fonksiyon, tahminde kullanılan ağırlıklar mesafeye ters orantılı olarak mesafenin herhangi bir üssü şeklinde ifade edilir. Burada "p" değeri üssü göstermektedir. Ağırlıkları gösteren "wi" değerlerinin toplamı ise 1 olmak zorundadır. Fonksiyon bilinmeyen noktanın değerini bilinen noktaların yakın olanlarına daha çok ağırlık verirken uzak olanlarına daha az ağırlık vererek bulur. Matematiksel olarak açıklanmış olan fonksiyon bir CBS yazılımı olan ArcGIS 10.0 ortamında çalıştırılmış ve eldeki veri tabanı bilgileri tek tek hesaplatılarak her bir toprak özelliği için tematik grid haritalar elde edilmiştir (Doğan vd. 2013).

Çalışmada, üretilen haritalarda her bir gösterge için elde edilen verilerin alt ve üst sınırları ile standart sınıflamada verilen aralıklar göz önüne alınarak değişim aralıkları belirlenmiş ve standart renkler açıktan koyuya uygulanmıştır.

Sediment örneklerine ait istatistiksel analizler

Çalışma kapsamında 5 noktadan dönemsel olarak (3 kez) alınan sediment örneklerine ait analiz sonuçlarının (kum, silt, kil, elektriksel iletkenlik, pH, KDK, kireç, organik

madde, toplam azot, alınabilir kalsiyum, alınabilir magnezyum, alınabilir sodyum, alınabilir potasyum, alınabilir fosfor, alınabilir demir, alınabilir bakır, alınabilir çinko, alınabilir mangan ve alınabilir bor) değerlendirilmesinde öncelikle tanımlayıcı istatistiklere başvurulurken veriler hakkında genel bilgiler özetlenmiştir. Sediment parametrelerine ait ortalama, standart sapma, en düşük, en yüksek değerler ile yüzde değişim katsayıları hesaplanmıştır. Ayrıca parametrelerin sediment örneklerinin alındığı noktalara ve dönemlere göre farklılık gösterip göstermediğine karar vermek için Varyans Analizi yapılmıştır. Daha sonra, sediment parametrelerinin birbirleri ile olan ilişkilerini görmek için Pearson Korelasyon Analizi uygulanmıştır.

Su kaynaklarında sediment miktarının fazla olması istenmez. Özellikle içme suyu temin edilen baraj göllerinde sediment kapsamı ve içeriğine bağlı olarak su kalitesi olumsuz yönde etkilenebilir. Bu bağlamda; havza özelliklerinin su kalitesi üzerindeki etkilerini ortaya koymayı hedeflemiş olan bu çalışmada su ve sediment kalitesi bir bütün olarak değerlendirilmiştir. Zaman zaman şiddetli erozyonun yaşandığı çalışma alanında su ve toprakla birlikte sediment kapsamının da belirlenmesi, arazi kullanımları ile ilgili daha doğru yorum yapma olanağı sağlamıştır.

Çalışmada, her bir baraj gölünün girişinde belirlenen sediment içeriği ile bu içeriğe etki edebilecek arazi kullanımı, topografya, iklim, toprak özellikleri, bitki örtüsü, jeoloji gibi olası etmenler arasında ilişki kurulmaya çalışılarak, her bir alt havza ölçeğinde değerlendirme yapılmıştır. Aynı zamanda, her bir alt havzada toprak özellikleri ile sediment kapsamı arasındaki etkileşim de irdelenmiş olup, barajları besleyen derelerin akışları ve topografyası dikkate alınarak, sediment kapsamına etkisinin olduğu varsayılan toprak örneklerinin sonuçları değerlendirmeye alınmıştır.

Çalışmada, sedimentin kum, silt ve kil kapsamına, her bir alt havzanın bitki örtüsü, topografik yapısı vb. gibi doğal etkenlerin yanında insan faaliyetleri sonucunda da meydana gelebilen olası erozyonun etkisi araştırılmıştır. Bu kapsamda alt havzaların eğim durumu erozyonun şiddet ve derecesinin belirlenmesi için, daha önceki bölümlerde bahsedildiği üzere Mülga Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından üretilen toprak haritası ve STATİP projesi veri tabanı kullanılarak ArcGIS 10.2 yazılım

programından faydalanılmıştır. Eski Amerikan Toprak Sınıflama Sistemine göre toprakların eğim grupları ve erozyon dereceleri tanımlanmıştır. Buna göre eğim grupları; düze yakın (% 0-2), hafif eğimli (% 2-6), orta eğimli (% 6-12), dik eğimli (% 12-20), çok dik eğimli (% 20-30) ve sarp (% 30+) olarak belirlenmiştir. Erozyon dereceleri ise; hiç veya çok az, orta, şiddetli ve çok şiddetli olarak gruplara ayrılmış olup, çalışmada her bir alt havzanın erozyon derecesi ve eğim grupları belirlenmiştir.



4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1 Su Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi ve İstatistiksel Analizler

Akyar, Eğrekkaya, Kavşakkaya ve Kurtboğazı havzalarında, Temmuz 2014-Ağustos 2015 tarihleri arasında aylık olarak 15 noktada ölçülen su kalitesi verileri, incelemeyi kolaylaştırmak amacıyla Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (YSKY) Kıtaçi Yerüstü Su Kaynaklarının Genel Kimyasal ve Fizikokimyasal Parametreler Açısından Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri (Anonim 2012b) sınır değerleriyle karşılaştırılmıştır. YSKY, yüzey suları için dört su kalite sınıfı tanımlanmakta olup, I. Sınıf sular (yüksek kaliteli sular), II. Sınıf sular (az kirlenmiş sular), III. Sınıf sular (kirlenmiş sular) ve IV. Sınıf sular (çok kirlenmiş sular) olarak sınıflandırılmıştır. Parametreler ayrıca; SKKY Teknik Usüller Tebliğinde (Anonim 1991) verilmiş olan Sulama Sularının Sınıflandırılmasında Esas Alınan Sulama Suyu Kalite Parametreleri, Türk Standartları Enstitüsü tarafından bildirilen (Anonim 2005) insani tüketim amaçlı sular tebliği (TS 266), Avrupa Birliği Komisyonunun (EC) içme suları elde edilecek yüzey suları kalitesi tebliği (Anonymous 1975) ile içme suları direktifi (Anonymous 2014a), Dünya Sağlık Örgütü (WHO) (Anonymous 2011a) tarafından içme suları için bildirilen standartlar ve Amerika Çevre Koruma Ajansı (EPA) (Anonymous 2002) tarafından içme suları için tavsiye edilen sınır değerler ile karşılaştırılmıştır. Güncel standartların zamanla yeni çalışmaların ışığında değişebilmesine ve göstergelere her geçen gün yenilerinin eklenmesine karşın, eldeki sonuçların belirli ulusal ve uluslar arası standartlarla karşılaştırılması, hem bunların incelenmelerini ve geçmiş çalışma sonuçlarıyla karşılaştırılmasını kolaylaştırmakta, hem de gelecekteki olası değişimler için taban verisi niteliği kazanmalarını sağlamaktadır. Çalışmada her ne kadar yüzey suyu kalitesi incelense, arıtmadan sonra Ankara'ya içme suyu sağlanacağından ve su kalitesini etkileyen birçok gösterge standart arıtma işlemleriyle değişmeden tüketicilere ulaştığından, sonuçlar ulusal ve uluslararası içme suyu standartları ile de karşılaştırılmıştır.

Su kalitesi parametrelerinin sınır değerler ile karşılaştırıldığı tablo çizelge 4.1'de, her bir parametreye ait su kalitesi sonuçları, ortalama ve standart sapma değerleri çizelge 4.2-4.22'de, grafiksel gösterimi ise şekil 4.1-4.21'de ve su kalite parametreleri arasındaki ilişkiler ve korelasyon analizi ise EK 4 çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Çalışma alanında ölçülen su kalite parametreleri ve ulusal ve uluslararası sınır değerler

Su Kalite Parametreleri	(Anonim 2012b)				(Anonim 1991)				(Anonim 2005)	(Anonymous 1975)	(Anonymous 2014a)	(Anonymous 2011a)	(Anonymous 2002)
	I	II	III	IV	I	II	III	IV					
Sıcaklık (°C)	-	-	-	-	30	30	35	40	-	22	-	-	-
pH	6-9	6-9	6-9	6-9	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-9	6,5-9,5	6,5-8,5	6,5-9,5	6,5-8,5	6,5-8,5
Çözünmüş Oksijen (mg.L ⁻¹)	>8	6	3	< 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Elektriksel İletkenlik (dS.m ⁻¹)	<0,4	1	3	>3	0-0,25	0,25-0,75	0,25-2	2-3	2,5	1	2,5	-	-
Klorür iyonu (mg.L ⁻¹)	-	-	-	-	0-142	142-249	249-426	426-710	250	200	250	250	250
Sülfat iyonu (mg.L ⁻¹)	-	-	-	-	0-192	192-336	336-575	575-960	250	150	250	-	250
Amonyum azotu (mg.L ⁻¹)	<0,2	1	2	> 2	-	-	-	-	0,5	0-0,5	0,3	-	-
Nitrat azotu (mg.L ⁻¹)	< 3	10	20	> 20	0-5	5-10	10-30	30-50	50	25,0	50	50	-
Toplam fosfor (mg.L ⁻¹)	< 0,08	0,2	0,8	> 0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam çözünmüş madde (mg.L ⁻¹)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	500
Sodyum (mg.L ⁻¹)	-	-	-	-	-	-	-	-	200	-	200	200	-
Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) (mg.L ⁻¹)	<25	50	70	> 70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) (mg.L ⁻¹)	<4	8	20	> 20	0-25	25-50	50-100	100-200	-	<3	-	-	-
Sodyum Adsorpsiyon Oranı (SAR)	-	-	-	-	<10	10-18	18-26	>26	-	-	-	-	-
	Yerüstü Su Kaynakları için Belirli Kirlenimler ve Çevresel Kalite Standartları												
Arsenik (µg.L ⁻¹)	53				-	-	-	-	10	-	10	10	10
Bor (mg.L ⁻¹)	0,7				0-0,5	0,5-1,12	1,12-2	>2	1	1	1	0,5	-

Anonim 2012b; Kıtaiçi Yerüstü Su Kaynaklarının Genel Kimyasal ve Fizikokimyasal Parametreler Açısından Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri, Anonim 1991; Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliği, Anonim 2005; Türk Standartları Enstitüsü insani tüketim amaçlı sular tebliği, Anonymous 1975; Avrupa Birliği Komisyonu'nun içme suları elde edilecek yüzey suları kalitesi tebliği, Anonymous 2014; Avrupa Birliği Komisyonu'nun içme suları direktifi, Anonymous 2011a; Dünya Sağlık Örgütü'nün içme suları kalitesi tebliği, Anonymous 2002; Amerika Çevre Koruma Ajansı içme suları standartları

4.1.1 Sıcaklık

Çalışma alanında suyun sıcaklık değerleri 3,9-23,7 °C arasında değişmekte olup, suda en düşük sıcaklık değeri Gürcü deresinde Ocak ayında 3,9 °C iken en yüksek yüzey sıcaklığı Ağustos ayında Eğilli deresinde 23,7 °C olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama sıcaklık değeri ise 11,5 °C olarak belirlenmiştir. Ortalama sonuçlara göre su sıcaklığının en fazla olduğu ay Ağustos ($19,7 \pm 2,6$ °C) olup, en düşük ortalama sıcaklık ($5,2 \pm 0,9$ °C) ise Ocak ayında belirlenmiştir. Çalışma süresi boyunca en yüksek ortalama sıcaklık değerleri Hamam deresi ($13,2 \pm 6,9$ °C) ve Eğrekkaya barajında ($13,2 \pm 5,7$ °C), en düşük ortalama sıcaklık değeri ise Kuruçay'da ($9,6 \pm 4,5$ °C) tespit edilmiştir (Çizelge 4.2, Şekil 4.1).

Çalışma alanında sıcaklık değerleri örnekleme yerine ve zamanına göre değişmiştir. Yapılan varyans analizinde hem örnekleme noktaları arasındaki fark, hem de aylar arasındaki fark % 1 düzeyinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Çalışma süresi boyunca en yüksek ortalama sıcaklık değerlerine sahip olan Hamam deresi ve Eğrekkaya barajı ile Akyar barajı, Eğilli deresi, Hamam çayı, Pazar Köprü Altı, Pazar deresi ve Kurtboğazı barajından alınan örneklerin sıcaklık değerleri arasında istatistiki bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte Berçin çayı, Gürcü deresi, Mera çayı, Kamışlığın deresi ile Kavşakkaya barajı kendi aralarında ve Kuruçay ile Kocaçay kendi aralarında istatistiki olarak aynı gruba girmişlerdir. Bu noktadaki sıcaklık değerleri ile aylar arasındaki sıcaklık farklılıklarında herhangi bir olağanüstülük görülmemiş, değerler mevsimsel olarak azalıp artmıştır. Örnekleme noktaları arasında tespit edilen fark ise, çalışma alanının büyüklüğüne bağlı olarak gün içindeki sıcaklık değişimi, coğrafi konum, yükselti vb. nedenlerle açıklanabilir.

Çalışma alanı sularının sıcaklık değerleri Avrupa Birliği Komisyonunun içme suları elde edilecek yüzey suları kalitesi tebliğinde bildirilen sınır değere uygundur (Çizelge 4.1).

Yüzeysel suların kalitesi açısından sıcaklık, önemli bir fiziksel parametredir. Su sıcaklığı ortamda gerçekleşen birçok fiziksel, kimyasal ve biyolojik olayı etkiler (Dallas ve Day 2004).

Yüzey sularının sıcaklığı üzerine, coğrafi konum, yükselti, mevsim, günün değişik saatleri, akarsu debisi, derinlik ve kirletici kaynaklardan karışan atık özellikleri vb. çok sayıda etmen etkide bulunur. Bu değişkenlerin sayısı o denli fazladır ki, aynı enlem üzerinde bile aynı termal özellikleri gösteren iki su kütlesi bulmak olanaksızdır (Munsuz ve Ünver 1995, Dallas ve Rivers -Moore 2008). Sıcaklık artışı, biyolojik aktiviteyi hızlandırmasının yanında oksijen doygunluğunu azaltan önemli iklimsel bir parametredir (Duffus 1980, Vannote ve Sweeney 1980). Su sıcaklığı, oksijen miktarını, gazların çözünürlüğünü, balıkların tüm yaşamsal faaliyetlerini etkilediğinden canlıların yaşamı açısından diğer çevre faktörlerinden daha fazla önem arz eder (Eriksen 1964, Brett ve Groves 1979, Boyd 1990).

Yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre, suda tespit edilen sıcaklık ile çözünmüş oksijen kapsamı ($p<0,01$) arasında negatif yönde anlamlı korelasyonların tespit edilmiş olması mevcut literatür bilgisini destekler niteliktedir.

DSİ tarafından hazırlanan bir raporda Nisan 1980 - Eylül 1981 tarihleri arasında Mera çayı, Pazar deresi ve Kurtboğazı barajı çıkışındaki ortalama su sıcaklığı sırasıyla 17,8 °C, 16,5°C ve 10,0 °C olarak belirlenmiştir (Anonim 1983). Bir başka Anonim (1998a) raporunda ise Haziran 1995 ile Ekim 1995 tarihleri arasındaki ortalama sıcaklık değerleri Mera çayında 10,2 °C, Pazar deresinde 10,5 °C, Kurtboğazı baraj çıkışında 7,3 °C ve Hamam deresinde (Sey deresi) 8,7 °C olarak tespit edilmiştir.

Bakır (2007), İncegez tüneli, Mera çayı, Pazar deresi ve Kurtboğazı barajı çıkışına ait ölçüm noktalarındaki yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin SKKY'ne göre I. sınıf kalitede olduğunu tespit etmiştir. Bu çalışmalarda elde edilen ulgular ile çalışmamızdaki sonuçlar benzerlik göstermektedir. Debisi diğer akarsulara göre önemli oranda düşük olan Sey deresi dışında, havzadaki tüm akarsu ve durgun suların başlıca beslenme kaynakları atmosfer olduğu için, suların sıcaklığının bölgenin mevsimlik iklim

özelliklerine ve ılıman karasal iklimin sahip olduğu değişikliklere paralel değişim gösterdiği anlaşılmaktadır.

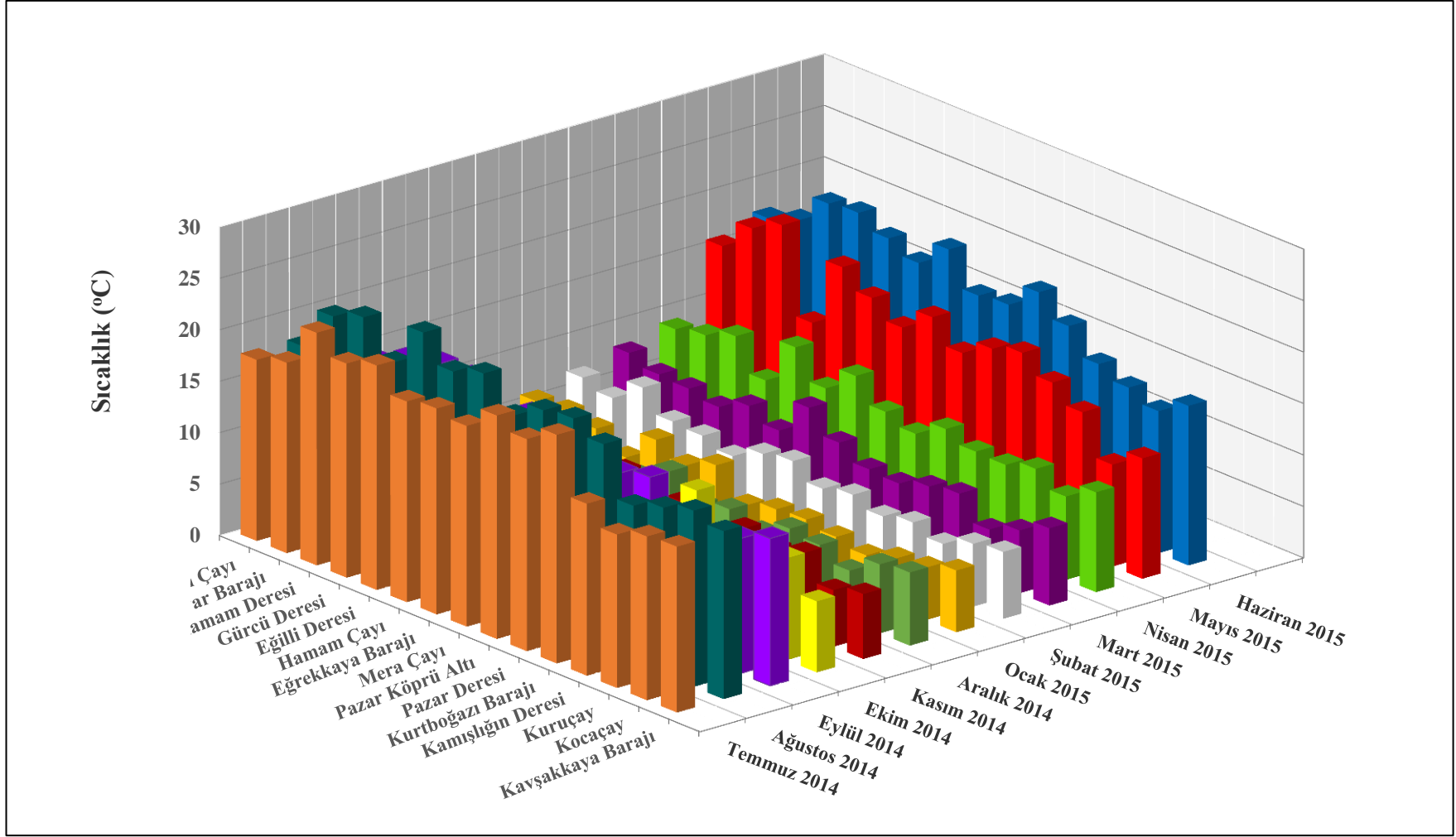
Öte yandan su sıcaklığı değerleri günlük, haftalık veya mevsimlik bazda sistematik olarak izlenmediğinden ve yalnızca bir yıla ilişkin ölçümler olduğundan, diğer su kalitesi göstergelerine göre daha ihtiyatlı yorumlanmalıdır. Ancak havza genelinde, su sıcaklığını önemli düzeyde etkileyebilecek bir termal su bulaşması, endüstriyel etkinlik, yoğun kentsel kirlilik gibi bir olumsuzluğun bulunmadığı not edilmelidir.



Çizelge 4.2 Sularda tespit edilen sıcaklık değerleri

No	Örneklem Noktası	SICAKLIK (°C)												ORT ± SDV
		Temmuz 2014	Ağustos 2014	Eylül 2014	Ekim 2014	Kasım 2014	Aralık 2014	Ocak 2015	Şubat 2015	Mart 2015	Nisan 2015	Mayıs 2015	Haziran 2015	
1	Berçin Çayı	17,6	17,6	13,3	10,8	6,4	5,1	5,8	6,8	7,9	8,9	15,7	17,1	11,1 ± 4,9 CDE
2	Akyar Barajı	18,5	21,7	15,9	10,5	7,6	5,9	6,1	6,0	7,0	9,5	18,6	18,1	12,1 ± 6,0 ABC
3	Hamam Deresi	22,6	22,8	17,6	8,3	7,5	7,9	5,5	8,2	6,8	10,6	20,1	20,9	13,2 ± 6,9 A
4	Gürcü Deresi	20,8	19,6	18,2	11,1	6,1	5,6	3,9	6,1	6,2	7,5	11,8	21,2	11,5 ± 6,6 BCD
5	Eğilli Deresi	21,8	23,7	18,1	7,9	7,8	4,1	6,8	5,9	7,5	11,9	18,4	19,9	12,8 ± 7,1 AB
6	Hamam Çayı	19,5	21,1	14,6	11,9	6,9	5,7	5,5	5,1	6,3	9,1	16,6	18,7	11,8 ± 6,1 ABCD
7	Eğrekaya Barajı	20,0	22,1	16,9	12,8	8,8	7,4	6,7	6,5	9,7	11,5	14,9	21,2	13,2 ± 5,7 A
8	Mera Çayı	19,5	19,2	14,1	11,6	6,3	5,4	4,0	7,0	7,5	9,2	17,1	17,9	11,6 ± 5,8 BCD
9	Pazar Köprü Altı	21,7	20,9	15,2	9,9	8,1	6,1	4,8	5,5	6,1	8,3	14,8	18,2	11,6 ± 6,2 ABCD
10	Pazar Deresi	20,6	21,3	14,7	8,8	6,2	5,1	5,0	6,1	5,9	9,9	16,4	20,6	11,7 ± 6,6 ABCD
11	Kurtboğazi Barajı	22,2	20,0	15,5	12,9	7,9	6,6	4,5	5,2	6,8	8,9	17,2	18,5	12,2 ± 6,3 ABC
12	Kamışlım Deresi	16,7	15,2	12,4	8,5	7,2	6,2	3,9	5,8	7,3	8,8	15,5	16,0	10,3 ± 4,6DE
13	Kuruçay	14,9	16,2	12,1	6,2	7,9	4,9	4,8	4,9	5,0	9,6	13,8	14,9	9,6 ± 4,5 E
14	Kocaçay	15,9	17,1	13,1	9,9	5,5	6,7	5,1	6,1	6,1	8,1	9,9	13,8	9,8 ± 4,2 E
15	Kavşakkaya Barajı	16,1	16,3	14,3	6,9	6,3	7,1	6,0	6,5	7,5	9,7	11,7	15,5	10,3 ± 4,2 DE
ORT ± SDV		19,2 ± 2,5 AB	19,7 ± 2,6 A	15,1 ± 2,0 C	9,9 ± 2,1 D	7,1 ± 0,9 E	6,0 ± 1,0 EF	5,2 ± 0,9 F	6,1 ± 0,8 EF	6,9 ± 1,1 E	9,4 ± 1,2 D	15,5 ± 2,8 C	18,2 ± 2,4 AB	

Aynı harfler, istatistik olarak aynı grupta bulunan göstergeleri, farklı harfler ise, farklı grupları gösterir p<0,01, p<0,05; ORT: ortalama; SDV: standart sapma



Şekil 4.1 Sularda tespit edilen sıcaklık değerleri (EC Komisyonunun içme suları elde edilecek yüzey sularında izin verilen en yüksek sıcaklık değeri 22 °C'dir)

4.1.2 Çözünmüş oksijen

Çözünmüş oksijen, su kalitesi değişiminin izlenmesinde kullanılan önemli parametrelerden biridir. Sudaki oksijen miktarı; atmosferdeki oksijenin kısmî basıncı, suyun sıcaklığı, sudaki organizmalar ve suyun mineral kapsamı gibi fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal aktivitelere bağlı olup, dengeli bir su ekosisteminin olup olmadığının göstergesidir (Svobodova vd. 1993, Ibanez 2010, Anonymous 2011a). Çok sayıda su canlısı için yaşam gereği olan çözünmüş oksijen, aynı zamanda sudaki birçok tepkimenin de temel ögesidir. Oksijen konsantrasyonundaki önemli azalmalar su ortamında yüksek biyokimyasal oksijen ihtiyacı yaratan organik atıkların fazlaca olduğunu gösterir.

Sularda ötrofikasyon düzeyinin belirlenmesinde araştırmacılar çeşitli göstergelerden yararlanmakta iseler de, bunlar arasında en önemlisi sudaki çözünmüş oksijen kapsamı ve buna bağlı kimyasal oksijen isteği (KOİ) ve biyolojik oksijen isteği (BOİ₅) gibi göstergelerdir (Krenkel ve Novotny 1980, Coffin vd. 1993, Chapman 1996, Mesner ve Geiger 2010). Oksijen derişiminin doğal ya da insan faaliyetleri sonucu aşırı düştüğü durumlarda oksijensiz koşullar gelişmekte ve canlı yaşamını tehdit etmektedir (Diaz 2001, Zhang 2010). Kimi araştırmacılarca, doğal sularda sucul hayatın devam edebilmesi için en az 5 mg.L⁻¹ çözünmüş oksijen miktarının gerekliliği bildirilmektedir (Bremond ve Vuichard 1973). Konu, olumsuzluk açısından ele alındığında ise çözünmüş oksijence aşırı doygunluk, iletim ve depolama sistemlerinde aşınmaya da yol açabilmektedir. Çünkü oksijen kimyasal açıdan çok aktif bir elementtir.

Çalışma alanında belirlenen çözünmüş oksijen değerleri 6,55-13,0 mg.L⁻¹ arasında değişmektedir. En düşük çözünmüş oksijen değeri Temmuz ayında Gürcü deresinde ve Ağustos ayında Kavşakkaya barajında 6,55 mg.L⁻¹, en yüksek çözünmüş oksijen değeri ise Akyar barajında Şubat ayında 13,0 mg.L⁻¹ olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.3, Şekil 4.2). Yıllık ortalama çözünmüş oksijen değeri ise 9,61 mg.L⁻¹'dir. Çözünmüş oksijen değerleri için yapılan varyans analizinde hem örnekleme noktaları arasındaki fark hem de aylar arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur (p<0,01). Ortalama sonuçlara göre çözünmüş oksijenin en düşük (7,38 ± 0,43 mg.L⁻¹) değeri Ağustos

ayında, en yüksek değeri ise ($11,9 \pm 0,52 \text{ mg.L}^{-1}$) Şubat ayında belirlenmiştir. Ocak ve Şubat ayları ile Temmuz ve Ağustos ayları arasında istatistiki olarak bir fark bulunmamıştır. Bununla birlikte mevsimsel farklılıklar belirgin olarak ortaya çıkmış ve kış aylarında daha yüksek çözünmüş oksijen değerleri tespit edilmiştir. Oksijenin suda çözünlüğü sıcaklık azaldıkça artmaktadır. Öte yandan suda tuz yoğunluğu artarken çözünmüş oksijen miktarı da azalmaktadır (Wetzel 1983). Yapılan korelasyon analizi sonucunda çözünmüş oksijen ile sıcaklık ($p < 0,01$) ve elektriksel iletkenlik ($p < 0,05$) arasında negatif yönde anlamlı bir ilişki tespit edilmiş olup, bu sonuçlar literatür bilgisini destekler niteliktedir. Ortalama sonuçlara göre örnekleme noktaları incelendiğinde ise, en düşük çözünmüş oksijenin ($9,29 \pm 1,56 \text{ mg.L}^{-1}$) Pazar deresinde, en yüksek ise Mera çayında ($10,2 \pm 1,61 \text{ mg.L}^{-1}$) tespit edildiği görülmektedir. Çözünmüş oksijen değerleri açısından Mera çayı, Akyar barajı ve Kocaçay ile Berçin çayı, Hamam deresi, Gürcü deresi, Eğilli deresi, Hamam çayı, Eğrekaya barajı, Pazar Köprü Altı, Pazar deresi, Kurtboğazı barajı, Kamışlığın deresi, Kuruçay ve Kavşakkaya barajı istatistiki olarak aynı gruba girmişlerdir. Bu gruptaki su kütlelerinde de, çözünmüş oksijen kapsamı yönünden herhangi bir sorun belirlenmemiştir.

Kurtboğazı baraj havzasında yer alan ve 201 nüfusa sahip olan Pazar mahallesinin kanalizasyon atıklarının, artılsa da Pazar deresine veriliyor olması, bu noktadaki ortalama çözünmüş oksijen miktarının diğer noktalara göre daha düşük belirlenmesinde etkili olabilir. Yerleşim yerlerine yakın su kaynakları, evsel atıkların, gübrelerin, tarım ilaçlarının ve hayvancılık atıklarının tehdidi altında olabilmektedir. YSKY'ne göre, çalışma alanındaki suların ortalama çözünmüş oksijen seviyesi açısından I. sınıf su kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.1). Başka bir deyişle, havzadaki yüzey suyu kütlelerinde, çözünmüş oksijen içeriği yönünden herhangi bir sorun görünmemektedir.

Bir DSİ raporunda Kurtboğazı baraj gölünde yüzeyden 5 m derinlikte ölçülen minimum oksijen değerinin $5,90-8,40 \text{ mg.L}^{-1}$ ve maksimum $8,70-12,3 \text{ mg.L}^{-1}$ arasında olduğu belirtilmiştir. Bu durumda SKKY'ne göre çözünmüş oksijeninin minimum değerleri açısından II. ve III. sınıf su, maksimum değerleri açısından ise I. sınıf su kalitesi söz

konusudur. Ancak örnekleme derin suda yapıldığından, SKKY ölçütlerine tam uymamaktadır (Anonim 1979).

Başka bir raporda ortalama çözünmüş oksijen değerinin Mera çayında $8,70 \text{ mg.L}^{-1}$, Pazar deresinde $8,40 \text{ mg.L}^{-1}$ ve Kurtboğazı barajı çıkışında ise $9,60 \text{ mg.L}^{-1}$ olduğu belirlenmiştir. Kurtboğazı baraj gölü yüzeyinde ölçülen değer $12,0 \text{ mg.L}^{-1}$ 'ye kadar çıktığı tespit edilmiştir. Buna karşın çözünmüş oksijen içeriğinin yüzeyden dibe doğru bir azalma gösterdiği, Haziran ve Temmuz aylarında alg patlaması nedeniyle gölün yeşil renge büründüğü belirtilmiştir (Anonim 1983). Bu durum, artan sıcaklıklarla birlikte organizma etkinliklerinin artışı ve sıcaklığı artan suda çözünmüş oksijenin azalmasını gösteren bir örnektir. Sularda algal etkinlikler, çözünmüş oksijen kapsamı yönünden çoğunlukla karmaşık bir duruma yol açarlar. Özellikle klorofilli (yeşil) alglerin yoğunlaşması sırasında, fotosentezle birlikte oksijen üretimi hızlanır, su çözünmüş oksijence zenginleşir. Bu durum, diğer birçok gösterge açısından ötrofik evrede sayılan durgun sularda çözünmüş oksijen kapsamının neden hâlâ yüksek olduğunu açıklamaktadır. Buna karşın suda ortam koşulları elverişsiz hale gelip, algler yok olmaya başladığında, bunları parçalayan saprotroflar (su küfleri) etkinliklerini artırır ve sudaki çözünmüş oksijen hızla düşmeye başlar (Jiang vd. 2008).

Çözünmüş oksijen değerleri bir DSİ yayınında; Mera çayında $8,10 \text{ mg.L}^{-1}$, Pazar deresinde $8,60 \text{ mg.L}^{-1}$, Kurtboğazı baraj çıkışında $8,30 \text{ mg.L}^{-1}$ ve Hamam deresinde $8,50 \text{ mg.L}^{-1}$, olarak tespit edilmiş olup, SKKY'ne göre incelenen tüm su kütlelerinde I. sınıf su kalitesinde bulunmuştur (Anonim 1998a). Başka bir raporda Eğrekkaya gölünün yıllık ortalama çözünmüş oksijen değerinin $8,10 \text{ mg L}^{-1}$ olduğu tespit edilmiştir. SKKY'ne göre bu değer baraj suyunun I. sınıf su kalitesinde olduğunu göstermektedir (Anonim 2001).

Bakır (2007), Kurtboğazı baraj gölünü besleyen derelere ve baraj çıkış suyuna ait yıllık ortalama çözünmüş oksijen değişimlerini belirlemiştir. Bu araştırmada, sistemdeki su kalitesinin, İncegez tüneli hariç uzun yıllar ortalamaları, SKKY'ne göre I. ve II. sınıf su olarak tespit edilmiştir.

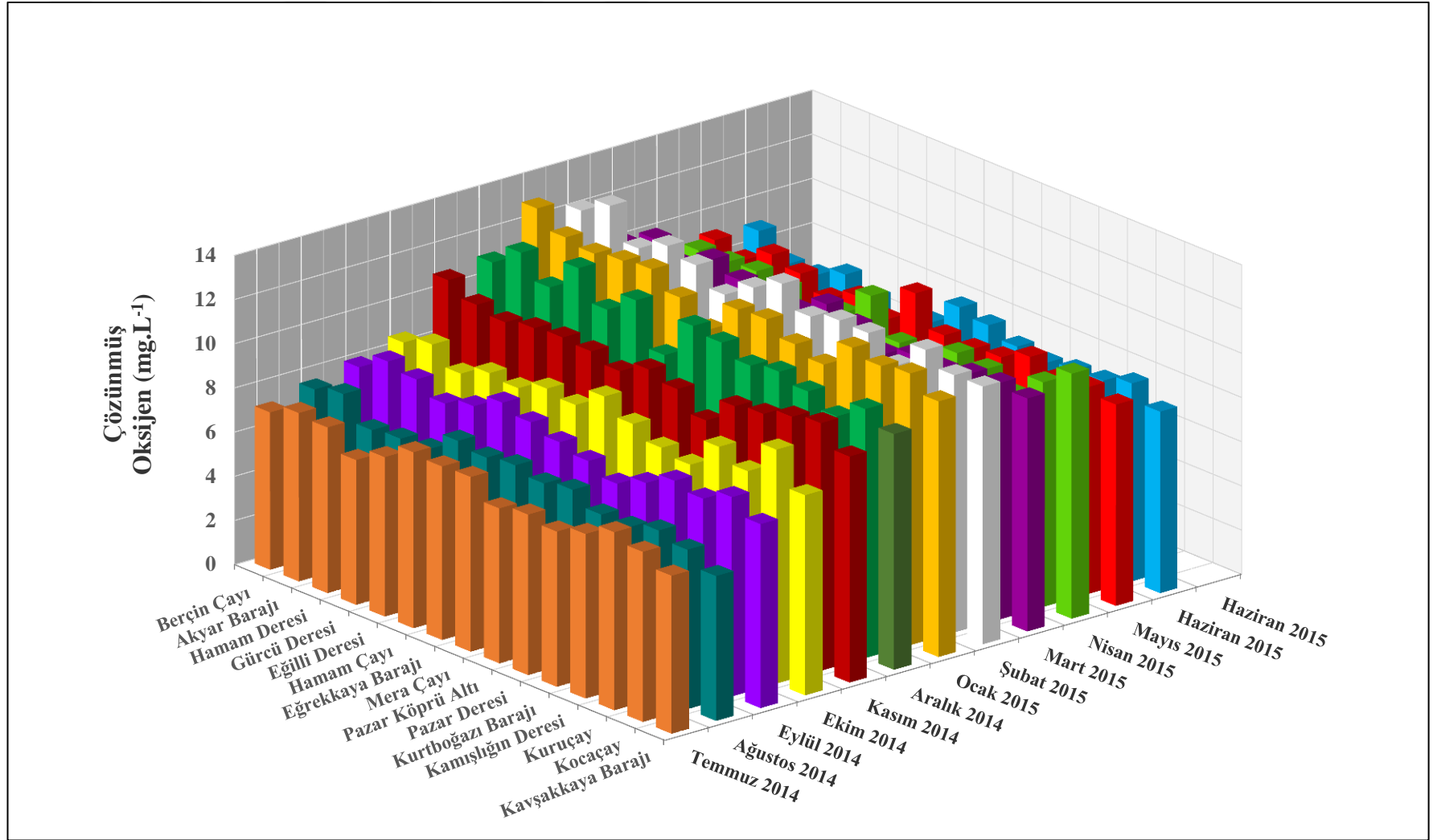
Ataseven (2011), Kurtboğazı ve Eğrekkaya barajlarının su kalitesinin belirlenmesi amacıyla 2007, 2008 ve 2009 yıllarına ait ortalama çözünmüş oksijen değerlerini SKKY'ne göre değerlendirmiştir. Mera çayı, İncegez tünel çıkışı, Pazar deresi ve Kurtboğazı barajı çıkışında 2008 ve 2009 yıllarında, Sey deresinde ise tüm yıllarda incelenen su kütlelerinin I. sınıf su kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmada elde edilen sonuçlar ile Anonim (1979), Anonim (1983), Anonim (1998a), Anonim (2001), Bakır (2007), Ataseven (2011) çalışmalarının sonuçları benzerlik göstermekte olup, Kurtboğazı ve Eğrekkaya barajlarında hem geçmişte, hem de günümüzde çözünmüş oksijen değerleri açısından bir sorun olmadığı belirlenmiştir. Diğer birçok göstergede olduğu gibi, havza sularının çözünmüş oksijen değerlerinin sorunsuz olması, alandaki nüfusun azlığı, önemli bir sanayinin olmaması, tarım alanlarının ve hayvan sayılarının sınırlı olması gibi nedenlerle açıklanabilir.

Çizelge 4.3 Sularda tespit edilen çözünmüş oksijen değerleri

No	Örneklem Noktası	ÇÖZÜNMÜŞ OKSİJEN (mg.L ⁻¹)											ORT ± SDV	
		Temmuz 2014	Ağustos 2014	Eylül 2014	Ekim 2014	Kasım 2014	Aralık 2014	Ocak 2015	Şubat 2015	Mart 2015	Nisan 2015	Mayıs 2015		Haziran 2015
1	Berçin Çayı	7,12	7,58	8,01	8,55	10,8	11,0	12,9	12,2	10,1	9,12	9,15	8,99	9,63 ± 1,81 BCD
2	Akyar Barajı	7,62	7,90	8,80	8,99	10,2	12,0	12,1	13,0	10,9	9,79	8,77	8,02	9,84 ± 1,80 ABC
3	Hamam Deresi	7,50	6,80	8,52	8,20	9,95	11,0	11,9	11,6	10,2	9,80	9,55	8,05	9,42 ± 1,62 CD
4	Gürcü Deresi	6,55	6,94	7,95	8,75	10,2	12,4	12,1	12,2	11,0	9,90	9,22	8,60	9,65 ± 2,00 BCD
5	Eğilli Deresi	7,21	7,00	8,36	8,60	10,3	11,0	12,3	11,9	10,6	9,70	8,63	8,11	9,47 ± 1,75 CD
6	Hamam Çayı	7,96	7,90	9,05	9,11	10,2	12,0	11,5	11,1	9,75	8,56	9,24	7,41	9,48 ± 1,46 CD
7	Eğrekaya Barajı	7,85	7,67	8,69	8,90	9,85	10,0	10,6	11,9	10,3	9,60	8,73	8,02	9,34 ± 1,26 CD
8	Mera Çayı	7,90	7,85	8,32	9,81	10,5	11,9	12,0	12,6	11,1	10,9	10,4	9,23	10,2 ± 1,61 A
9	Pazar Köprü Altı	7,01	7,56	8,00	9,10	10,1	11,6	12,1	11,6	10,7	9,30	9,07	8,95	9,60 ± 1,66 BCD
10	Pazar Deresi	7,26	7,80	7,50	8,55	9,21	11,1	11,5	12,0	9,90	9,10	8,98	8,51	9,29 ± 1,56 D
11	Kurtboğazi Barajı	7,02	7,21	8,06	8,31	10,4	11,4	11,1	12,0	10,4	9,90	9,13	8,30	9,43 ± 1,66 CD
12	Kamışlın Deresi	7,44	7,18	8,69	9,65	10,6	11,0	12,4	11,0	10,3	9,70	9,68	8,50	9,68 ± 1,53 BCD
13	Kuruçay	8,05	7,55	8,41	9,08	11,0	10,4	12,1	12,3	10,6	9,05	9,23	8,55	9,69 ± 1,55 BCD
14	Kocaçay	7,69	7,21	9,01	10,6	11,2	11,3	12,3	11,6	10,7	10,2	9,36	8,96	10,0 ± 1,58 AB
15	Kavşakkaya Barajı	7,14	6,55	8,32	9,05	10,2	10,7	11,6	11,7	10,5	11,1	9,11	8,21	9,5 ± 1,71 BCD
ORT ± SDV		7,42 ± 0,43 G	7,38 ± 0,43 G	8,38 ± 0,43 F	9,02 ± 0,62 E	10,3 ± 0,48 C	11,2 ± 0,64 B	11,9 ± 0,57 A	11,9 ± 0,52 A	10,5 ± 0,39 C	9,71 ± 0,67 D	9,22 ± 0,44 E	8,43 ± 0,48 F	

Aynı harfler, istatistik olarak aynı grupta bulunan göstergeleri, farklı harfler ise, farklı grupları gösterir p<0,01, p<0,05; ORT: ortalama; SDV: standart sapma



Şekil 4.2 Sularda tespit edilen çözünmüş oksijen değerleri (YSKY'ne göre I. sınıf sularda izin verilen en düşük çözünmüş oksijen değeri 8 mg.L⁻¹'dir)

4.1.3 pH

Suyun asitlik ve alkalilik özelliklerini belirleyen pH değeri, sudaki tüm tepkimeleri etkilemesi, bitkisel ve hayvansal besinlerin alınabilirliğine doğrudan etki yapması, su canlılarının yaşamlarını yönlendirmesi, taşıma ve depolama sistemlerinin aşınma veya tıkanma gibi sorunlarında belirleyici rol oynaması nedenleriyle, çok önemli bir göstergedir. Havzanın jeolojik yapısı suların pH'sını etkileyen en önemli etkenlerdendir (Wolbert 2002) ve ülkemiz koşullarında doğal suların çoğu karbonat ve bikarbonat içermeleri nedeniyle hafif alkali özellik gösterir. İçme ve kullanma sularında, su iletim ve depolama sistemlerinde aşınmanın engellenmesi açısından hafif alkali sular yeğlenir. Yine de bu alkaliliğin, sistemde tıkanmalara ve çeşitli tüketim zorluklarına yol açacak oranda yüksek olması istenmez. Sularda, bir kural olmamakla birlikte düşük pH değerleri genellikle havalanmanın sınırlı olduğu bataklıklarda, yüksek pH değerleri ise akarsularda görülür. Doğal sularda asitliğe CO₂ (Boyd 1990) başta olmak üzere, mineral asitler, zayıf dissosiyasyon olan asitler ve kuvvetli asit-zayıf baz tuzları neden olur. Alkaliliğe ise kuvvetli bazlar ile kuvvetli baz-zayıf asit tuzları yol açar. Su, aynı anda asitlik ve bazlık taşıyabilir. Daha doğrusu doğal bir suda hem asitlik, hem de alkalilik doğuran iyonlar bir arada olmalıdır. Verimli doğal tatlı sularda pH 6,5–8,5 arası değişir. Özellikle zayıf dissosiyasyon olan asitlerin bir bölümü 6,0 pH değerinin üzerinde bile tehlikelidir. Çünkü bunlar hem yüksek pH değerlerinde dissosiyasyon olabilir, hem de molekül formları bile zehirleyici olabilir (Munsuz ve Ünver 1995).

Su kütlesi içindeki çok sayıda biyolojik ve kimyasal süreçleri etkilemesinden dolayı pH, su kalitesi değerlendirmesinde önemli bir değişkendir (Chapman 1996). Araştırmacılar bir suyun pH değerinin, sıcaklık ve biyolojik olaylara bağlı olarak mevsimsel, aylık, hatta günlük olarak değişim gösterebildiğini belirtmektedir (Cole ve Weihe 2015). Ancak bu değişimler, yapay bir kirlilik söz konusu olmadığında, hiçbir zaman önemli boyutlara ulaşamaz.

Sucul canlılar için, en uygun pH aralığı 6-8 olup, pH'daki ufak değişikliklerin bile su ortamında önemli etkileri bulunmaktadır (Davenport 1993, Campbell ve Wildberger 2001, Kiran 2010, Ugwu ve Wakawa 2012).

Çalışma alanında pH değerleri 7,7-8,9 arasında olup, incelenen tüm sular hafif alkali karaktere sahiptir. En düşük pH değeri Berçin çayında Ocak ayında 7,7, en yüksek Kurtboğazi barajında Kasım ayında 8,9 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.4, Şekil 4.3).

Kirlenmemiş sulara pH prensip olarak, karbondioksit, karbonat ve bikarbonat iyonları ile humik asit, fulvik asit gibi doğal bileşikler arasındaki denge tarafından kontrol edilir. Bir su kütlesinin asit-baz dengesi, daha çok endüstriyel kirleticiler ve asit formundaki atmosferik çökelmelerle değişebilir (Chapman 1996). Kurtboğazi havzasında böyle bir durum söz konusu olmayıp, suların pH değerleri genellikle yörenin jeolojik oluşumlar ve toprak özellikleriyle uyum içindedir.

Bakır (2007) tarafından yürütülen bir çalışmada Kurtboğazi barajı çıkışında su kalitesi Piper Diyagramı ile değerlendirilmiş ve Baraj çıkış suyunun genel olarak kalsiyum bikarbonat kısmında yer aldığı belirlenmiştir. Bu çalışmada da en yüksek ortalama pH değeri Kurtboğazi barajında elde edilmiş olup, bu durumun, yüksek bikarbonat içeriği ve karbondioksitin uçuculuğu, tamponlayıcı amonyum bileşiklerinin ortamdan uzaklaşması, yüksek alkali ve toprak alkali katyon içeriği, değişik ürünlerin durgun ortamda çözünme ve kompleks oluşturma sürelerinin uzunluğu, baraja doğrudan katılan selinti sularının geldiği arazilerin jeolojik yapısı gibi çok sayıda etmenden kaynaklanmış olabileceği düşünülebilir. Ancak, sulardaki doğal tamponluğun yüksekliği ile birlikte ele alındığında, bu konuda kesin bir yargıya varmak zordur.

YSKY, kıta içi yerüstü su kaynaklarının pH aralığını 6-9 olarak belirlemiştir. Buna göre çalışma alanı suları pH değerleri bakımından ilgili yönetmelikte belirlenen sınırlar içindedir. Çalışma alanı suları aynı zamanda Avrupa Birliği Komisyonu'nun içme suları direktifi ile içme suları elde edilecek yüzey suları kalitesi tebliği, Dünya Sağlık Örgütü'nün içme suları kalitesi tebliği, Amerika Çevre Koruma Ajansı tarafından tavsiye edilen su kalite kriterleri ve Türk Standartları Enstitüsü insani tüketim amaçlı sular tebliğinde bildirilen sınır değerlere uygundur (Çizelge 4.1).

DSİ tarafından hazırlanan "Kurtboğazi Barajı Limnolojik Etüt Raporu"nda Kurtboğazi Baraj gölünün pH'sının 8-8,5 arasında olduğu tespit edilmiştir. SKKY'ne göre bu değer

baraj suyunun I.ve II. sınıf su kalitesinde olduğunu göstermektedir. Ancak Türk Standartları (TS 266), içme sularında 9,2 pH değerine değin izin vermektedir (Anonim 1979).

Bir başka DSİ raporunda Nisan 1980 - Eylül 1981 tarihleri arasında Mera çayı, Pazar deresi ve Kurtboğazı barajı çıkışındaki pH değerleri sırasıyla 7,4, 7,6 ve 7,3 olarak tespit edilmiştir (Anonim 1979).

Başka bir raporda ise Mera çayının pH değeri 7,9, Pazar deresinin pH'ı 1,5, Kurtboğazı Baraj çıkışı pH değeri 8,1 ve Hamam deresi pH değeri ise 7,9 olarak bulunmuştur (Anonim 1983).

Munsuz vd. (1999) tarafından yapılan bir çalışmada, Kurtboğazı Barajında pH değerinin 8,1 olduğu belirtilmiştir.

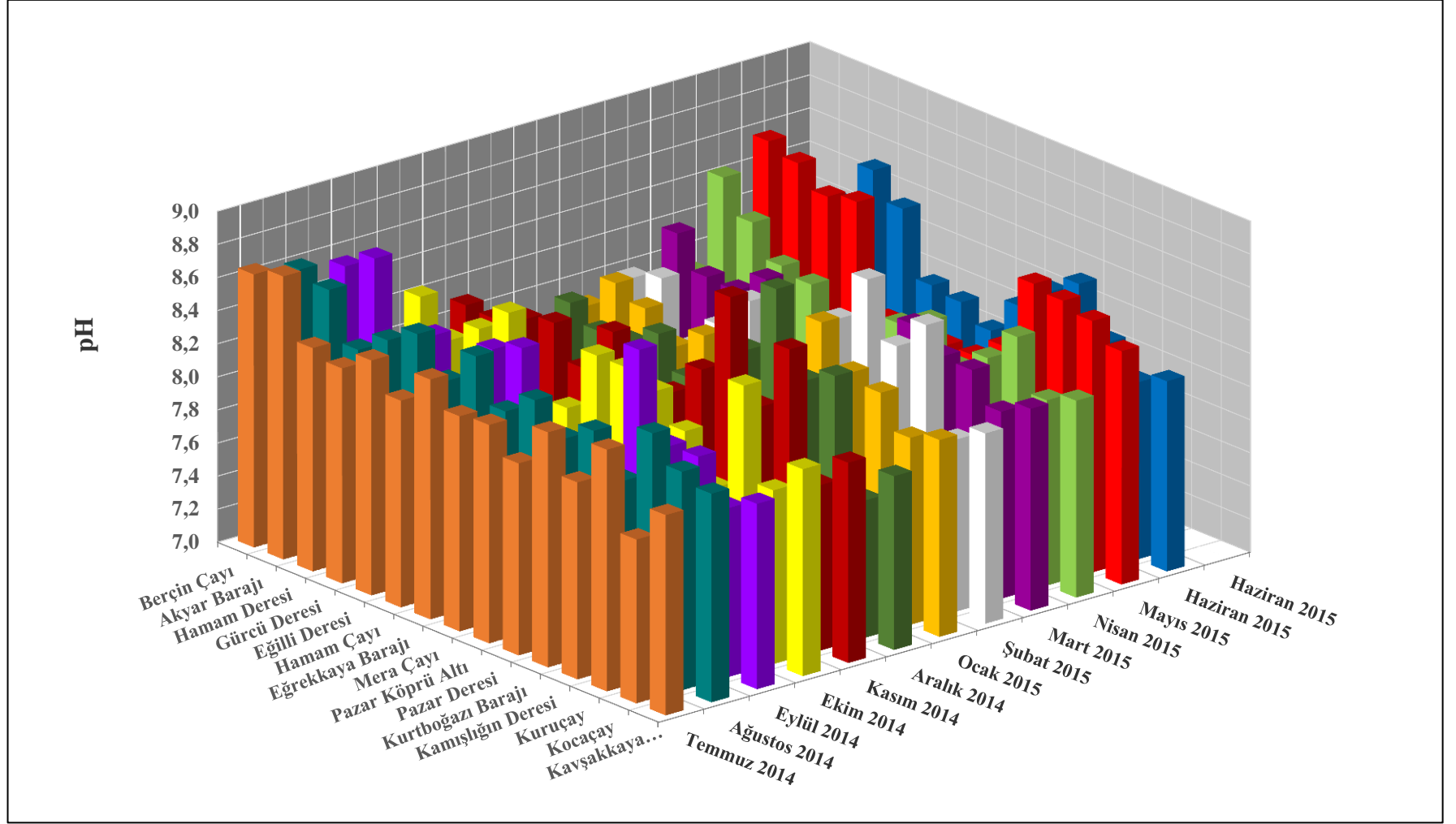
Ayrıca “Eğrekkaya Baraj Gölü ve Havzasında Kirlilik Araştırması Raporu”nda; Eğrekkaya baraj gölündeki pH değerinin 7,8 olduğu belirlenmiştir (Anonim 2001). En düşük pH değeri Mart ve Temmuz aylarında 7,1, en yüksek pH değeri ise Mayıs ayında 9,0 olarak ölçülmüştür. Söz konusu raporlar havzadaki farklı su kütleleri üzerinde, farklı zamanlarda yürütülmüş olup, havza sularının özellikleri hakkında önemli ipuçları sağlamakla birlikte, belirli bir sistematığe uymamaktadırlar.

Bu çalışmadan elde edilen bulgulara benzer olarak Bakır (2007), Kurtboğazı baraj çıkışı ve barajı besleyen tüm derelere ait pH seviyelerinin SKKY'ne göre I. ve II. sınıf su özelliğinde olduğunu belirlemiştir.

Adı geçen raporlarda belirtilen sonuçlar ile çalışmada elde edilen sonuçlar uyum içindedir. Bu durum, havza topraklarının yarıkurak ılıman iklim koşullarında ve hemen her yerde kireçleşme olayı etkisinde oluştuğu göz önüne alındığında, besleyen havza ve alt havzaların genel özellikleriyle açıklanabilir.

Çizelge 4.4 Sularda tespit edilen pH değerleri

No	Örnekleme Noktası	pH											
		Temmuz 2014	Ağustos 2014	Eylül 2014	Ekim 2014	Kasım 2014	Aralık 2014	Ocak 2015	Şubat 2015	Mart 2015	Nisan 2015	Mayıs 2015	Haziran 2015
1	Berçin Çayı	8,7	8,6	8,5	7,9	7,9	7,8	7,7	7,9	7,8	7,9	7,8	7,8
2	Akyar Barajı	8,7	8,6	8,7	8,4	8,2	7,8	7,8	7,9	8,0	8,0	8,1	8,3
3	Hamam Deresi	8,4	8,3	8,2	8,2	8,2	8,1	8,1	8,2	8,4	8,7	8,8	8,2
4	Gürcü Deresi	8,3	8,4	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,2	8,5	8,8	8,4
5	Eğilli Deresi	8,4	8,5	7,9	8,5	8,3	8,2	8,3	8,0	8,2	8,3	8,6	8,7
6	Hamam Çayı	8,3	8,3	8,4	7,9	8,1	8,2	8,1	8,2	8,4	8,2	8,7	8,5
7	Eğrekkaya Barajı	8,5	8,5	8,5	8,0	8,4	8,3	8,2	8,4	7,9	8,0	8,0	8,2
8	Mera Çayı	8,3	8,3	8,0	8,4	8,1	8,1	8,3	8,1	8,2	8,1	8,1	8,1
9	Pazar Köprü Altı	8,3	8,4	8,0	8,4	8,2	8,1	8,1	8,1	8,2	8,2	8,0	8,0
10	Pazar Deresi	8,2	8,2	8,0	8,4	8,4	8,5	8,1	8,5	8,2	8,3	8,0	8,2
11	Kurtboğazi Barajı	8,4	8,4	8,8	8,2	8,9	8,9	8,6	8,8	8,4	8,1	8,2	8,4
12	Kamışlım Deresi	8,2	8,1	8,3	7,9	8,3	8,4	8,4	8,5	8,3	8,2	8,6	8,5
13	Kuruçay	8,5	8,5	8,3	8,6	8,8	8,5	8,3	8,7	8,3	8,4	8,6	8,2
14	Kocaçay	8,0	8,3	8,0	8,1	8,0	7,8	8,1	8,0	8,1	8,1	8,5	8,1
15	Kavşakkaya Barajı	8,2	8,3	8,1	8,3	8,2	8,1	8,2	8,2	8,2	8,2	8,4	8,2



Şekil 4.3 Sularda tespit edilen pH değerleri (YSKY'ne göre kıtaıçi yerüstü su kaynaklarında istenen pH aralığı 6-9'dur)

4.1.4 Elektriksel iletkenlik

Arı su, pratikte yalıtkan olarak kabul edilir. Suda elektriği ileten, çeşitli tuzların çözünmesiyle serbest hale geçen anyon ve katyonlardır. Yani suların elektriksel iletkenliği, suda bulunan tuzların veya çözünebilir madde miktarının bir ölçüsüdür (Hem 1970, Miller vd. 1988, Siosemarde vd. 2010, Anonymous 2012, Iyasele ve Idiata 2015, Ugwu ve Wakawa 2012) ve suyun çözünmüş tuz içeriğine bağlı olarak artar. Akarsu havzasının toprak yapısı, arazi kullanımı, kayaçların mineral içeriği ve iklim koşullarının yanı sıra suya karışan evsel, endüstriyel ve tarımsal atıklar suyun iletkenliğini etkilemektedir (Hem 1970, Langmuir 1997, Anonymous 2014b). Yüksek EC, aynı jeolojik bölgedeki yeryüzü suyu kütleleri arasında önemli değer farkları söz konusu olduğunda, çoğu kez bir kirlilik işaretidir.

Suların EC değerlerine katkı yapan anyon ve katyonların önemli bölümü aynı zamanda mikrobiyel canlılar, su bitkileri ve diğer su canlıları için gerekli besin öğeleri olduklarından, suda bir miktar iletkenliğin varlığı, su yaşamının vazgeçilmez bir gereğidir.

Çalışma alanı sularında EC değerleri $0,08-0,79 \text{ dS.m}^{-1}$ arasında ölçülmüştür. En düşük EC değeri Aralık ayında Eğilli deresinde $0,08 \text{ dS.m}^{-1}$, en yüksek EC değeri ise $0,79 \text{ dS.m}^{-1}$ olarak Hamam deresinde Mayıs ayında ölçülmüştür (Çizelge 4.5, Şekil 4.4). Yıllık ortalama EC değeri ise $0,31 \text{ mg.L}^{-1}$ 'dir. YSKY'ne göre ortalama EC bakımından çalışma alanı suları I. sınıf su kalitesindedir. Bununla birlikte, SKKY Teknik Usuller Tebliği Sulama Sularının Sınıflandırılmasında Esas Alınan Sulama Suyu Kalite Parametrelerine göre elektriksel iletkenlik değeri $0-250 \text{ } \mu\text{mhos/cm}$ ($0 - 0,25 \text{ dS.m}^{-1}$) arası sular; I. sınıf su, $250-750 \text{ } \mu\text{mhos/cm}$ ($0,25 - 0,75 \text{ dS.m}^{-1}$) arası sular; II. sınıf su olarak tanımlanmıştır. Buna göre çalışma alanı suları, ortalama EC değeri bakımından sulama suyu olarak değerlendirildiğinde II. sınıf su kategorisine girmektedir. Ancak Hamam deresinde Mayıs ve Haziran aylarında EC değerleri oldukça yükselmiş ve III. sınıf su niteliğine düşmüştür.

Çalışma alanında tespit edilen EC değerlerinin TS 266 ve Avrupa Birliğinin gerek yüzey suyu, gerekse içme suyu tebliğinde belirtilen sınır değerlerin oldukça altında olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.1). TS 266 içme sularında önerilen üst sınırı $0,4 \text{ dS.m}^{-1}$; en yüksek izin verileni 2 dS.m^{-1} vermektedir. Kuşkusuz bu değerler genel bir anlam taşımakta olup, özgül iyon etkisini göz ardı etmektedir. Örneğin elektriksel iletkenliğe diğerlerinden daha fazla katkı yapan katyon Ca^{+2} olduğunda suyun sertliği, aşırı yüksek anyon SO_4^{-2} olduğunda da acılığı artmaktadır.

Elektriksel iletkenlik değerleri için yapılan varyans analizinde hem örnekleme noktaları arasındaki fark hem de aylar arasındaki fark, istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,01$). Su kaynaklarının mevsimsel olarak tuz içerikleri değişebilir. Ortalama en düşük EC değeri Ekim ayında ($0,30 \pm 0,16 \text{ dS.m}^{-1}$), en yüksek değeri ise Haziran ayında ($0,36 \pm 0,19 \text{ dS.m}^{-1}$) belirlenmiştir. Çalışma alanında EC değerlerinin sonbahar ve kış mevsimlerinde düşük seviyelerde olmasına karşın, ilkbahar ve yaz mevsiminde muhtemelen artan buharlaşmaya bağlı olarak az da olsa bir artış gözlemlenmiştir. Kızılcahamam meteoroloji istasyonunun uzun yıllar (1972-2012) aylık ortalama yağış miktarı incelendiğinde (Şekil 3.12)'de maksimum ortalama yağışın Aralık ayında ($79,0 \text{ mm}$) olduğu görülmektedir. Çalışmada elde edilen en düşük EC değerinin Aralık ayında tespit edilmesi, yağışların neden olduğu debi artışlarıyla birlikte su kütlelerinin seyreltiğini, yani iletkenliğin azaldığını düşündürmektedir.

Ortalama sonuçlara göre en yüksek EC değerleri Hamam deresi ($0,69 \pm 0,07 \text{ dS.m}^{-1}$), Kamışlığın deresi ($0,66 \pm 0,08 \text{ dS.m}^{-1}$) ile Kuruçay'da ($0,45 \pm 0,06 \text{ dS.m}^{-1}$) tespit edilmiştir. Örnekleme noktaları arasında tespit edilen istatistiki farkın hangi noktalardan kaynaklandığı incelendiğinde ise Hamam deresi ve Kamışlığın deresi arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmadığı, ancak bu iki noktanın çalışma alanındaki diğer tüm noktalardan istatistiki olarak daha yüksek iletkenlik değerlerine sahip oldukları belirlenmiştir. Çalışılan diğer su kaynaklarının yüzey sularıyla beslenmesine karşın Hamam deresi, termal sularla beslenmektedir. Gerçekten, çalışma alanında, Kızılcahamam-Çerkeş yolu üzerinde, Eğrekkaya barajı uzun mesafeli koruma alanı içinde tarihi Sey hamamı yer almaktadır. Kaplıca suyunun sıcaklığı $43 \text{ }^\circ\text{C}$, pH değeri 6,5 olup, bikarbonat, sodyum, kalsiyum, karbondioksit ve florür açısından zengin

olduğu bilinmektedir. Hamam deresine deşarj edilen Sey hamamı sularından dolayı bu noktada EC'nin yüksek çıkması, beklenen bir sonuçtur. Ayrıca Kuruçay da istatistiki olarak diğer tüm noktalardan farklı bulunmuştur. Bununla birlikte; Gürcü deresi ile Hamam ayı ve Kocaçay ile Kavşakkaya barajı istatistiki olarak aynı gruba girmekte olup, Hamam deresi, Kamışlığın deresi ve Kuruçay ortalama değerler açısından YSKY'ne göre II. sınıf su özelliği göstermektedir. Ortalama en düşük EC değerine sahip olan Akyar barajı ($0,11 \pm 0,01 \text{ dS.m}^{-1}$) ve Eğilli deresi kendi aralarında Eğrekkaya barajı, Mera ayı, Pazar Köprü Altı, Pazar deresi ve Kurtboğazı barajı da kendi aralarında istatistiki olarak aynı gruba girmişlerdir ($p < 0,01$). Bu iki gruptaki sular YSKY'ne göre I. sınıf su kalitesinde olup, iletkenlik yönünden herhangi bir sorun belirlenmemiştir.

Tarımsal alanlarda kullanılan doğal ve suni gübreler ve evsel atıklar sulardaki tuzluluk miktarını arttırabilir. Kavşakkaya Havzasında zellikle Kamışlığın deresi ve Kuruçay çevresinde tarım arazilerinin varlığı ve sulamadan kaynaklanan tuzlanmanın elektriksel iletkenlik değerini bir miktar yükselttiği düşünülmektedir.

Suların tuzluluk derişimi ile oksijen znrlğ arasında ters bir ilişki olup, yapılan korelasyon analizi sonucunda da elektriksel iletkenlik ile znmş oksijen kapsamı arasında negatif yönde bir ilişki belirlenmiştir ($p < 0,01$).

Bir DSİ raporunda ortalama EC değerinin Mera ayında $280 \mu\text{mhos/cm}$ ($0,28 \text{ dS.m}^{-1}$), Pazar deresinde $304 \mu\text{mhos/cm}$ ($0,30 \text{ dS.m}^{-1}$) ve Kurtboğazı barajı çıkışında $188 \mu\text{mhos/cm}$ ($0,19 \text{ dS.m}^{-1}$) olduğu belirlenmiştir (Anonim 1983).

Munsuz vd. (1999) tarafından yapılan bir çalışmada, Kurtboğazı barajında EC değerinin $0,155-0,299 \text{ dS.m}^{-1}$ arasında değiştiği belirtilmiştir.

Elektriksel iletkenlik değerleri Mera ayında $226 \mu\text{mhos/cm}$ ($0,23 \text{ dS.m}^{-1}$), Pazar deresinde $382 \mu\text{mhos/cm}$ ($0,38 \text{ dS.m}^{-1}$), Kurtboğazı baraj çıkışında $250 \mu\text{mhos/cm}$ ($0,25 \text{ dS.m}^{-1}$) ve Hamam deresinde $349 \mu\text{mhos/cm}$ ($0,35 \text{ dS.m}^{-1}$) olarak bulunmuştur. İletkenlik

değerleri açısından Kurtboğazi barajında gerek içme-kullanma, gerekse sulama suyu olarak bir sorun olmadığı vurgulanmıştır (Anonim 1998a).

Bakır (2007), Kurtboğazi Barajı çıkışı ve barajı besleyen tüm derelere ait EC değerlerini, İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik (TS 266)'te tavsiye edilen sınır değerler ile kıyaslamıştır. Bu çalışmada Kurtboğazi barajı çıkış suyunun uzun yıllar ortalaması, sınır değerlerin oldukça altında bulunmuştur.

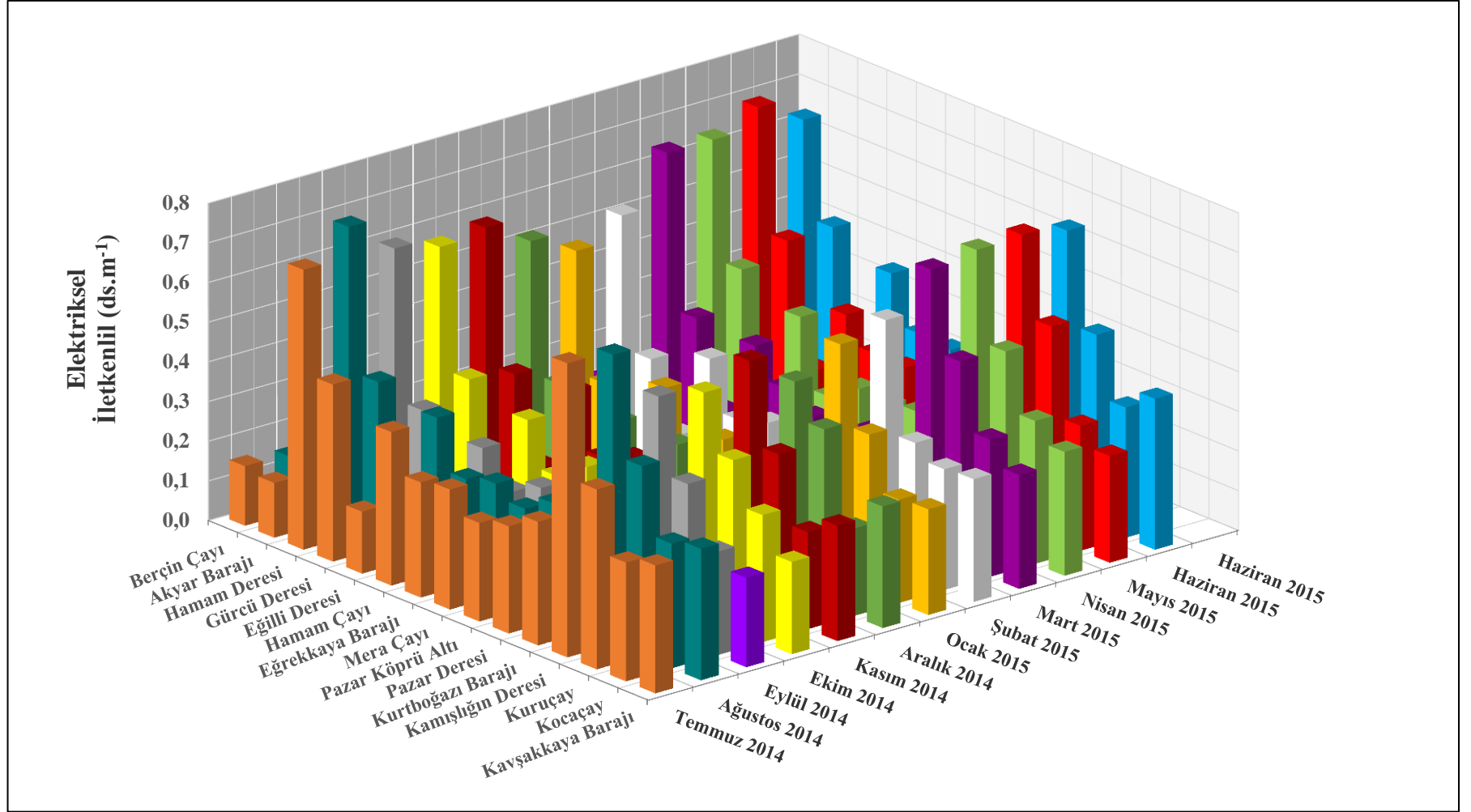
Sonuç olarak, havza suları genel özelliklerinin pek çoğunda olduğu üzere, elektriksel iletkenlik açısından da gerek içme, gerekse sulama suyu tüketimlerine çok elverişlidir.



Çizelge 4.5 Sularda tespit edilen elektriksel iletkenlik değerleri

No	Örnekleme Noktası	ELEKTRİKSEL İLETKENLİK (ds.m ⁻¹)											ORT ± SDV	
		Temmuz 2014	Ağustos 2014	Eylül 2014	Ekim 2014	Kasım 2014	Aralık 2014	Ocak 2015	Şubat 2015	Mart 2015	Nisan 2015	Mayıs 2015		Haziran 2015
1	Berçin Çayı	0,15	0,14	0,11	0,11	0,09	0,10	0,12	0,11	0,11	0,10	0,13	0,14	0,12 ± 0,02 F
2	Akyar Barajı	0,14	0,14	0,11	0,11	0,11	0,12	0,11	0,09	0,11	0,12	0,10	0,11	0,11 ± 0,01 F
3	Hamam Deresi	0,71	0,78	0,69	0,66	0,68	0,61	0,56	0,61	0,74	0,74	0,79	0,72	0,69 ± 0,07 A
4	Gürcü Deresi	0,45	0,42	0,31	0,36	0,34	0,28	0,25	0,28	0,35	0,44	0,48	0,48	0,37 ± 0,08 C
5	Eğilli Deresi	0,16	0,16	0,12	0,09	0,14	0,08	0,09	0,12	0,15	0,13	0,18	0,15	0,13 ± 0,03 F
6	Hamam Çayı	0,39	0,39	0,28	0,32	0,36	0,25	0,30	0,34	0,34	0,38	0,35	0,43	0,34 ± 0,05 C
7	Eğrekkaya Barajı	0,29	0,27	0,20	0,21	0,22	0,18	0,15	0,22	0,27	0,21	0,29	0,30	0,23 ± 0,05 E
8	Mera Çayı	0,30	0,28	0,24	0,26	0,25	0,25	0,23	0,24	0,22	0,26	0,28	0,29	0,26 ± 0,03 E
9	Pazar Köprü Altı	0,25	0,25	0,22	0,26	0,21	0,20	0,20	0,17	0,22	0,25	0,25	0,24	0,23 ± 0,03 E
10	Pazar Deresi	0,27	0,29	0,25	0,27	0,24	0,20	0,19	0,21	0,25	0,26	0,24	0,28	0,25 ± 0,03 E
11	Kurtboğazi Barajı	0,31	0,28	0,26	0,25	0,22	0,24	0,25	0,21	0,22	0,27	0,26	0,28	0,26 ± 0,03 E
12	Kamışlım Deresi	0,74	0,73	0,59	0,57	0,62	0,53	0,59	0,62	0,71	0,73	0,74	0,71	0,66 ± 0,08 A
13	Kuruçay	0,45	0,48	0,40	0,43	0,41	0,44	0,39	0,34	0,51	0,50	0,54	0,48	0,45 ± 0,06 B
14	Kocaçay	0,30	0,31	0,26	0,32	0,24	0,22	0,26	0,30	0,35	0,36	0,31	0,33	0,30 ± 0,04 D
15	Kavşakkaya Barajı	0,32	0,33	0,23	0,23	0,29	0,31	0,27	0,31	0,29	0,31	0,27	0,38	0,29 ± 0,04 D
ORT ± SDV		0,35 ± 0,18 A	0,35 ± 0,19 A	0,28 ± 0,17 CD	0,30 ± 0,16 BC	0,29 ± 0,17 BCD	0,27 ± 0,15 CD	0,26 ± 0,15 D	0,28 ± 0,16 CD	0,32 ± 0,19 AB	0,34 ± 0,20 A	0,35 ± 0,20 A	0,36 ± 0,19 A	

Aynı harfler, istatistik olarak aynı grupta bulunan göstergeleri, farklı harfler ise, farklı grupları gösterir p<0,01, p<0,05; ORT: ortalama; SDV: standart sapma



Şekil 4.4 Sularda tespit edilen elektriksel iletkenlik değerleri (YSKY'ne göre I. sınıf sularda izin verilen en yüksek elektriksel iletkenlik değeri 0,40 dS.m⁻¹'dir)

4.1.5 Toplam çözünmüş madde

Sudaki çözünmüş maddeler, az miktarda organik madde ve daha çok inorganik tuzların ve diğer çözünmüş maddelerin varlığından ileri gelmektedir (Anonymous 1986). Çözünmüş maddeler içinde bulunan başlıca iyonlar; karbonat, bikarbonat, klorür, sülfat, sodyum, potasyum, kalsiyum ve magnezyumdur. Doğal sulardaki toplam çözünmüş maddeler, jeolojik yapıdan, drenaj sularından, evsel ve endüstriyel atık sularından ve yağışlardan ileri gelmektedir (Wetzel 1983, Weber-Scannell ve Duffy 2007). Yüksek konsantrasyonlarda toplam çözünmüş maddeler içme-kullanma sularında istenmeyen tat ve sertlik gibi su kalitesini olumsuz yönde etkilemekte ve sıhhi tesisat ve ev aletlerinde korozyona ya da tıkanmaya neden olmaktadır (Dişli vd. 2004, Johnson ve Scherer 2010).

Çalışma alanında toplam çözünmüş madde miktarı $50,0-674 \text{ mg.L}^{-1}$ arasında değişmektedir. En düşük toplam çözünmüş madde miktarı Ocak ayında Eğilli deresinde $50,0 \text{ mg.L}^{-1}$, en yüksek toplam çözünmüş madde miktarı ise Ağustos ayında Hamam deresinde 674 mg.L^{-1} olarak belirlenmiş olup, yıllık ortalama çözünmüş madde miktarı ise 223 mg.L^{-1} 'dir (Çizelge 4.6, Şekil 4.5). Çalışma alanı sularının ortalama toplam çözünmüş madde miktarının EPA tarafından belirlenen sınır değerinin altında olduğu görülmektedir (Çizelge 4.1).

Toplam çözünmüş madde konusunda, çalışılan aylarda ve örnekleme noktalarında anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($p < 0,01$). Ortalama çözünmüş madde miktarı içerikleri incelendiğinde, en düşük değer Akyar barajında ($70,8 \pm 11,1 \text{ mg.L}^{-1}$), en yüksek değerler Hamam deresi ($544 \pm 82,3 \text{ mg.L}^{-1}$) ve Kamışlığın deresinde ($417 \pm 36,9 \text{ mg.L}^{-1}$) tespit edilmiştir. Sey hamamının termal sularının boşaldığı Hamam deresi, ortalama değerler bakımından EPA standartlarının üstündedir. Hamam deresi ile yakınında bir besi çiftliği bulunan ve akarsu yatağının jeolojisine de bağlı olarak yüksek ortalama çözünmüş madde miktarının tespit edildiği Kamışlığın deresi, istatistiki olarak birbirlerinden ve diğer tüm noktalardan farklı bulunmuştur.

Hamam çayı, Mera çayı, Pazar Köprü Altı ve Pazar deresi kendi aralarında, Eğrekkaya barajı ile Kurtboğazı barajı kendi aralarında, Kocaçay ile Kavşakkaya barajı kendi aralarında istatistiki olarak aynı gruba girmiştir. Aynı zamanda, ortalama en düşük toplam çözünmüş madde miktarına sahip Akyar barajı da Eğilli deresi ve Berçin çayı ile istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. Buna karşılık en düşük toplam çözünmüş madde miktarı ($189 \pm 105 \text{ mg.L}^{-1}$) Ocak ayında, en yüksek ise ($280 \pm 160 \text{ mg.L}^{-1}$) Ağustos ayında tespit edilmiş olup, yaz aylarında çok az bir yükselme belirlenmiştir.

Diğer tüm özellikler elverişli olsa bile, 500 mg.L^{-1} 'den fazla çözünmüş katı madde içeren sular içme suyu olamaz. Buna karşın birçok akarsu 500 mg.L^{-1} 'den fazla çözünmüş katı madde içermektedir. Yüksek miktarda çözünmüş katı maddeler, fizyolojik etkiler, mineral tat ve ekonomik etkisi nedeniyle istenmez. Mineral tuzların, genellikle sülfat ve klorürlerin yüksek derişimleri, su sistemlerinde aşınmaya neden olur. 500 mg.L^{-1} değeri evlerde kullanılan su için benimsenebilir bir ölçüt olup, bu sınırı daha çok ekonomik etkiler belirlemektedir (Munsuz ve Ünver 1995).

Yapılan korelasyon analizi sonucunda toplam çözünmüş madde ile elektriksel iletkenlik, kalsiyum, magnezyum, potasyum, sodyum, karbonat, bikarbonat, sülfat, bor ve arsenik kapsamaları arasında % 1 düzeyinde pozitif yönde önemli bir ilişki kaydedilmiştir.

Kavşakkaya Havzasında yer alan Kamışlığın deresinin, jeolojik formasyonu, yakın çevresinde bulunan besi çiftliği ve tarımsal alanlardan kaynaklanan deşarjlar nedeniyle toplam çözünmüş madde miktarının diğer örnekleme noktalarından yüksek olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, elde edilen değerler ilgili yönetmeliklerde belirtilen sınır değerlerin altındadır.

Bir DSİ raporunda ortalama çözünmüş katı madde miktarının, Mera çayında 233 mg.L^{-1} , Pazar deresinde 257 mg.L^{-1} ve Kurtboğazı barajı çıkışında 173 mg.L^{-1} olduğu belirlenmiş ve toplam çözünmüş madde miktarı bakımından bir sorun olmadığı belirtilmiştir. Bir başka Anonim (1998) raporda ise toplam çözünmüş katılar miktarının Mera çayında 145 mg.L^{-1} , Pazar deresinde 245 mg.L^{-1} , Kurtboğazı baraj çıkışında 160

mg.L⁻¹ ve Hamam deresinde 224 mg.L⁻¹ olduğu tespit edilmiş olup SKKY'ne göre I.sınıf su kalitesinde olduğu belirlenmiştir. On beş yıl arayla yapılan bu ölçümler arasında, kayda değer bir farklılık, başka bir deyişle önemli değişiklik olmadığı anlaşılmaktadır (Anonim 1983).

Bakır (2007), Eğrekkaya barajından Kurtboğazı barajını besleyen Mera çayına su aktarımı yapan İncegez tüneli hariç, diğer yıllık ortalama toplam çözünmüş katı madde miktarının I. sınıf su değerinde olduğunu tespit etmiştir. Ancak araştırmacı, İncegez tüneli çıkış suyunun, bazı yıllarda diğer gözlemlere göre yüksek olduğunu ve suyun II. sınıf değer aldığını belirtmiştir. Bu durumun, tünelle taşınan suların alındığı Eğrekkaya baraj gölünün mevcut halinden kaynaklandığı yorumu yapılmıştır. Bu bulgular, çalışmamızda, Eğrekkaya barajını besleyen Hamam deresinde toplam çözünmüş madde miktarının nispeten yüksek bulunmasını destekler niteliktedir.

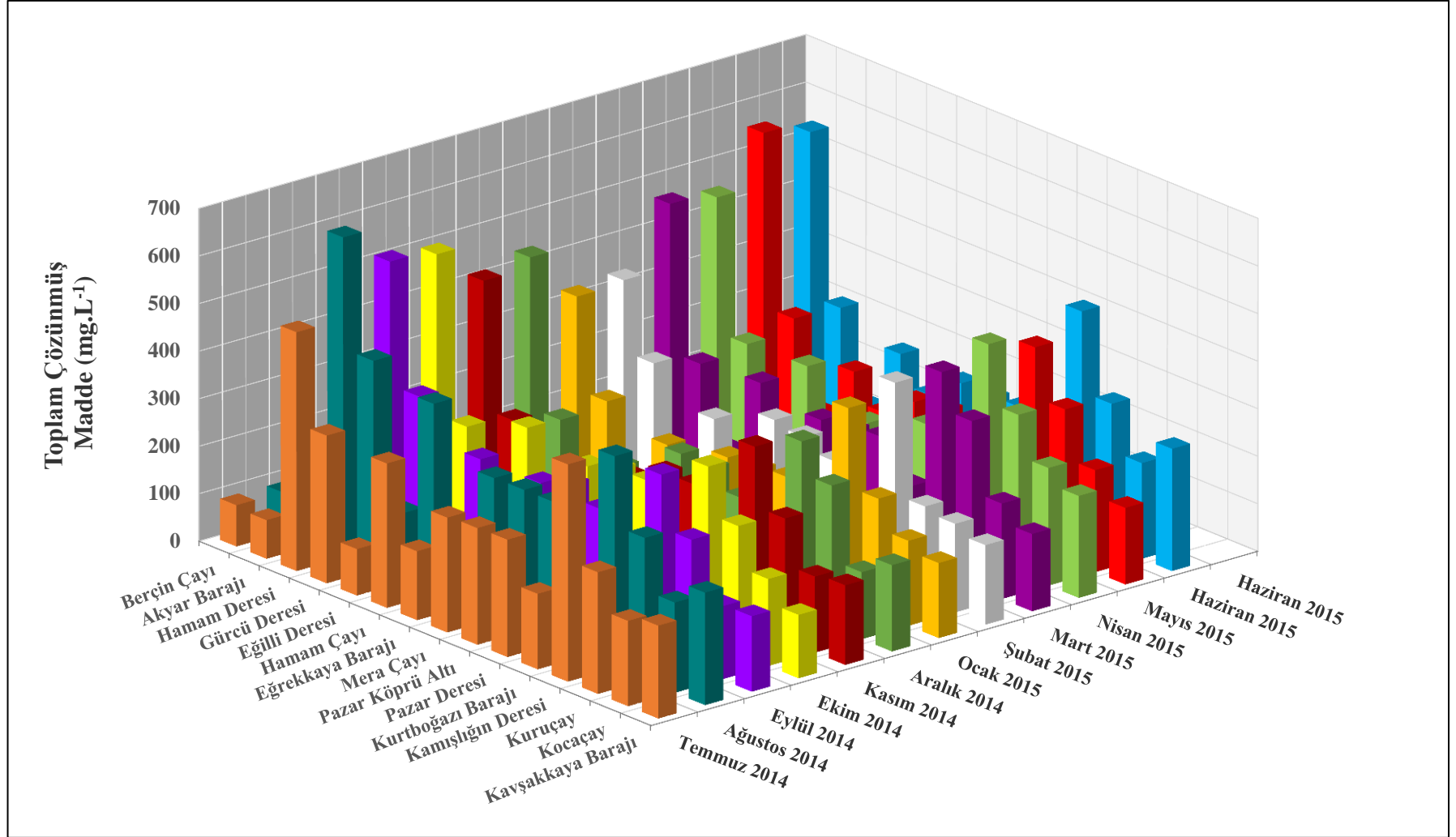
Bununla birlikte bir diğer DSİ raporunda Eğrekkaya baraj gölünün toplam çözünmüş katılar bakımından SKKY'ne göre I. sınıf su kalitesinde olduğu belirlenmiştir (Anonim 2011).

Bu çalışmalardan elde edilen bulgular ile çalışmamız sonucunda ulaşılan toplam çözünmüş madde miktarları uyum içinde olup, havzada yalnızca termal sularla beslenen Hamam deresi, bu kuralın dışında bir kaliteye sahiptir.

Çizelge 4.6 Sularda tespit edilen toplam çözünmüş madde miktarları

No	Örneklem Noktası	TOPLAM ÇÖZÜNÜŞ MADDE (mg.L ⁻¹)											ORT ± SDV	
		Temmuz 2014	Ağustos 2014	Eylül 2014	Ekim 2014	Kasım 2014	Aralık 2014	Ocak 2015	Şubat 2015	Mart 2015	Nisan 2015	Mayıs 2015		Haziran 2015
1	Berçin Çayı	87,0	85,5	74,0	79,0	60,4	70,0	85,0	71,0	73,5	72,8	79,7	86,9	77,1 ± 8,2 H
2	Akyar Barajı	81,3	92,5	62,6	76,4	68,8	70,2	76,8	50,5	73,5	75,5	60,5	61,3	70,8 ± 11,1 H
3	Hamam Deresi	502	674	594	582	498	519	408	415	547	532	640	613	544 ± 82,3 A
4	Gürcü Deresi	311	440	336	245	230	203	214	266	237	250	275	270	273 ± 64,8 CD
5	Eğilli Deresi	98,0	146	101	82,0	95,4	66,0	50,0	66,5	78,6	71,0	99,4	85,6	86,6 ± 24,4 H
6	Hamam Çayı	304	401	256	295	168	157	174	200	248	255	215	224	241 ± 69,1 DE
7	Eğrekaya Barajı	145	157	106	125	116	105	93	120	131	145	155	163	130 ± 23,0 G
8	Mera Çayı	242	297	258	265	211	235	199	250	222	187	203	215	232 ± 31,8 E
9	Pazar Köprü Altı	246	298	282	286	250	231	200	240	227	200	212	210	240 ± 33,7 DE
10	Pazar Deresi	247	298	255	286	250	194	209	215	238	235	202	215	237 ± 32,4 DE
11	Kurtboğazi Barajı	159	143	116	135	120	140	135	115	160	158	174	164	143 ± 19,9 G
12	Kamışlın Deresi	457	446	379	368	382	365	407	432	426	456	422	469	417 ± 36,9 B
13	Kuruçay	256	300	268	269	256	297	242	197	349	334	317	300	282 ± 42,4 C
14	Kocaçay	180	190	153	183	160	141	179	186	201	248	215	201	186 ± 28,5 F
15	Kavşakkaya Barajı	195	237	159	134	167	182	158	167	163	215	161	257	183 ± 36,4 F
ORT ± SDV		234 ± 124 BC	280 ± 160 A	227 ± 142 BCD	227 ± 135 BCD	202 ± 118 CDE	198 ± 123 DE	189 ± 105 E	199 ± 113 DE	225 ± 132 BCD	229 ± 132 BCD	229 ± 146 BCD	236 ± 144 B	

Aynı harfler, istatistik olarak aynı grupta bulunan göstergeleri, farklı harfler ise, farklı grupları gösterir p<0,01, p<0,05; ORT: ortalama; SDV: standart sapma



Şekil 4.5 Sularda tespit edilen toplam çözünmüş madde miktarları (EPA tarafından içme suları için tavsiye edilen toplam çözünmüş madde miktarları 500 mg.L⁻¹'dir)

4.1.6 Nitrat azotu

Havanın yaklaşık % 79'unu oluşturan azot, suda organik azot, nitrat, nitrit, amonyak ve amonyum gibi birçok formlarda bulunabilir. Tembel gaz sınıfında olduğu için azotun çeşitli bileşikler halinde topraklara ve sulara karışması zor ve çok sınırlıdır. Ancak çoğu canlı için başlıca azot kaynağı olan nitrat, doğal sularda yaygın olarak bulunan azot formlarından biridir.

Hemen tüm nitrat bileşiklerinin suda kolay çözünmeleri (Wang ve Wang 2008, Vinod vd. 2015) hareketliliklerinin yüksek olması, başka bir deyişle sulara bulaşabilmelerinin kolay olması; nitratın tüm canlılar için mutlak gerekli temel besin maddesi olması ve son olarak da sulara nitrat bulaşmasının çok değişik kaynaklardan olabilmesi, bu önemli anyonun düzenli biçimde yakından izlemesi zorunluluğunu ortaya koymaktadır. Hatta burada ilginç bir noktaya da değinmek gerekirse, NO_3^- bitki beslemedeki rolü ve çoğu topraktaki yetersiz düzeyleri nedeniyle bir gübre destekçisi de olabilmektedir, ancak bu ayrıntı çalışma kapsamımızın dışında kalmaktadır.

Çeşitli araştırmacılar nitratın, gübre kullanımından sonraki her türlü sızıntılar, septik çukur veya tank kaçakları, kanalizasyon bulaşmaları gibi çok çeşitli kaynaklardan su ortamlarına bulaşabileceğini bildirmişlerdir (Zhang vd. 1996, Schilling ve Wolter 2001, Fytianos vd. 2002, Bellos vd. 2004, Almasri ve Kaluarachchi 2005, Lavelle vd. 2005, Halvorson vd. 2005, Bernot vd. 2006, Lee vd. 2006, Bilotta vd. 2007, Fianko vd. 2010).

Nitrat, kirlenmemiş yüzey sularında genellikle $0,1 \text{ mg.L}^{-1}$ 'yi aşmayan miktarlarda bulunmaktadır. Buna karşın 5 mg.L^{-1} 'nin üzerindeki NO_3^- içeriği; evsel, endüstriyel veya tarımsal kaynaklı kirliliğin bir göstergesi olup, aşırı kirlenmiş sularda 200 mg.L^{-1} 'ye kadar NO_3^- kapsamına rastlanabilir (Finlayson vd. 2000).

Suda nitratın antropojenik artışı, insan sağlığı ve sucul ekosistemler için doğrudan tehdit oluşturmaktadır (Gupta vd. 2010, Bouraoui vd. 2011). İçme suyundaki yüksek NO_3^- konsantrasyonları sağlık açısından tehlikelidir. İçme-kullanma ve endüstri sularındaki

NO₃⁻ miktarının 45 ppm'i geçmesi istenmez. İçme sularındaki NO₃⁻ 50 ppm'i geçtiğinde özellikle çocuklara zararlı olabilir (Abrol vd. 1988, Anonymous 2011a). Özellikle 6 aydan küçük bebeklerde, zamanında el konulmazsa ölüme varan, solunum yetmezliği, mavi-bebek hastalığı gibi rahatsızlıklara neden olur (Philips 1971, Bruning-Fann ve Kaneene 1993, Munsuz ve Ünver 1995, Wasik vd. 2001, Anayah ve Almasri 2009).

Nitratın sucul canlılar üzerindeki toksisitesi nispeten daha azdır. Ancak, yüksek konsantrasyonlardaki nitrat, fosfor başta olmak üzere diğer besin maddelerinin de bulunması durumunda ötrofikasyona ve alg patlamalarına sebep olabilir (Henry vd. 1984, Gutermuth 2017).

Çalışma alanı sularında tespit edilen NO₃⁻ değerleri 0,02-5,00 mg.L⁻¹ arasında değişmekte olup en düşük Eğilli deresi ve Hamam çayında Ağustos ayında 0,02 mg.L⁻¹, en yüksek Kamışlığın deresinde Şubat ayında 5,00 mg.L⁻¹ olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.7, Şekil 4.6). Yıllık ortalama NO₃⁻ değeri ise 0,46 mg.L⁻¹'dir. YSKY'ne göre çalışma alanı suları NO₃⁻ açısından I. sınıf su kalitesindedir. Ayrıca bu değer; TS 266, EC, WHO ve EPA tarafından aşılmaması tavsiye edilen sınır değerlerinin oldukça altındadır (Çizelge 4.1). Çalışmada ortalama NO₃⁻ değerleri incelendiğinde nispeten yüksek değerler kış aylarında, düşük değerler ise yaz aylarında elde edilmiştir. En düşük ortalama NO₃⁻ değeri Temmuz ayında (0,29 ± 0,72 mg.L⁻¹), en yüksek ortalama NO₃⁻ değeri ise Aralık ayında (0,67 ± 1,14 mg.L⁻¹) tespit edilmiştir. Bununla birlikte, en yüksek ortalama NO₃⁻ değeri Kamışlığın deresinde (3,77 ± 0,79 mg.L⁻¹), en düşük ortalama NO₃⁻ değeri ise Kurtboğazı barajında (0,08 ± 0,03 mg.L⁻¹) belirlenmiştir. NO₃⁻ azotu değerleri için yapılan varyans analizinde hem örnekleme noktaları arasındaki fark hem de aylar arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur (p<0,01).

Sulardaki NO₃⁻ miktarı çok değişkenlik göstermekle birlikte NH₄⁺ düşük olduğunda (<50 µg.L⁻¹) fitoplanktonların nitratı kullanması nedeni ile yazları nitrat konsantrasyonu azalır (Straskraba vd. 1993). Aynı zamanda kurak geçen dönemlerden sonraki yağışlarla birlikte sudaki NO₃⁻ miktarı yükselebilir (Hooda vd. 2000, Brainwood vd. 2004, Blanchard ve Lerch 2000, Castillo vd. 2000). Çalışma alanındaki Kızılcıhamam meteoroloji istasyonunun uzun yıllar (1972-2012) aylık ortalama yağış miktarı

incelendiğinde (Şekil 3.12) kış aylarında daha yüksek yağışların olduğu görülmektedir. Çalışmada kış aylarında daha yüksek NO_3^- kapsamalarının tespit edilmesi, artan yağışlara bağlı olarak nitratın yıkanması sonucu sulara karıştığını ve daha yüksek derişimlere ulaştığını düşündürmektedir. Bir diğer olasılık, sonbahar ekimlerinde kullanılan azotlu gübrelerin bir şekilde su sistemlerine karışmış olabileceğidir. Bu konuda kesin bir yargıya varılamamıştır.

Örnekleme noktaları dikkate alındığında, ortalama en yüksek NO_3^- değerine sahip olan Kamışlığın deresi ile diğer tüm noktalar arasında istatistiki bir fark olduğu görülmektedir. Bu durum Kavşakkaya Havzasında yer alan Kamışlığın deresinin yakın çevresindeki yerleşim yerlerinden, tarım arazilerinden, hayvancılık faaliyetlerinden, evsel veya tarımsal kökenli bir bulaşmanın olduğunu düşündürmektedir. Bu derenin genellikle düşük olan debisi ve çevresinde evcil hayvan yetiştiriciliğinin yaygın olması, nitratın genel yüksekliğinin başlıca nedenleri olabilir. Aynı şekilde Pazar Köprü Altı ve Mera çayı da istatistiki olarak tüm noktalardan farklı bulunmuştur. Ortalama en düşük NO_3^- değerine sahip olan Kurtboğazı barajı ile Berçin çayı, Akyar barajı, Hamam deresi, Gürcü deresi, Eğilli deresi, Hamam çayı, Eğrekkaya barajı, Kuruçay, Kocaçay ve Kavşakkaya barajı kendi aralarında istatistiki olarak aynı gruba girmişlerdir. Aynı zamanda Berçin çayı, Akyar barajı, Hamam deresi, Hamam çayı, Pazar deresi, Kuruçay ve Kocaçay istatistiki olarak ayrı bir grup oluşturmuşlardır ($p<0,01$). NO_3^- kapsamalarının ilgili yönetmeliklerde belirlenen sınır değerlerin altında olmasına karşın, havza sularındaki nitratın başlıca kaynaklarının azotlu gübrelemeler, denetimsiz evsel sıvı atıklar, hayvancılık etkinlikleri, organik ürünlerden nitrifikasyon sonucu ortaya çıkan bileşikler gibi çeşitli kaynakları olabileceği değerlendirilmektedir. Bununla birlikte, havza genelinde şimdilik su kirliliği açısından nitratın herhangi bir sorun oluşturmadığı söylenebilir.

Daha önce yürütülmüş olan bir çalışmada Kurtboğazı baraj gölünün NO_3^- seviyesinin 0-2,21 mg.L^{-1} arasında seyrettiği ve barajın NO_3^- açısından fakir (sorunsuz) olduğu tespiti yapılmıştır. (Anonim 1979). Bir başka çalışmada ortalama nitrat değerinin Mera çayında 0,336 mg.L^{-1} , Pazar deresinde 0,092 mg.L^{-1} ve Kurtboğazı barajı çıkışında 0,345 mg.L^{-1} olduğu belirlenmiş ve çalışılan sulara NO_3^- açısından herhangi bir sorun

olmadığı belirtilmiştir (Anonim 1983). Mera çayında tespit edilen NO_3^- seviyesi $0,20 \text{ mg.L}^{-1}$ olup, Pazar deresinde $0,15 \text{ mg.L}^{-1}$, Kurtboğazı baraj çıkışında $0,22 \text{ mg.L}^{-1}$ ve Hamam deresinde ise $0,07 \text{ mg.L}^{-1}$ 'dir (Anonim 1998a). SKKY'ne göre bu noktaların NO_3^- açısından I. sınıf su kalitesindedir. Başka bir çalışmada da Eğrekkaya baraj çıkışındaki ortalama NO_3^- değerinin $0,23 \text{ mg. L}^{-1}$ (SKKY'ne göre I.sınıf su) olduğu belirlenmiştir (Anonim 2001).

Ayrıca Taş (2006), Kurtboğazı baraj gölündeki NO_3^- değerlerini $0,004-2,55 \text{ mg L}^{-1}$ olarak tespit etmiştir.

Bakır (2007), Mera çayının 1996 ve 1997 yıllarındaki ortalama yıllık NO_3^- değerlerinin, sırasıyla $0,10 \text{ mg.L}^{-1}$ ve $1,50 \text{ mg.L}^{-1}$ olduğunu belirtmiştir. Araştırmacı, Kurtboğazı barajı çıkış suyu ve Pazar deresinin yıllık ortalamaları cinsinden bakıldığında NO_3^- açısından SKKY'ne göre bir sorun bulunmadığını tespit etmiştir.

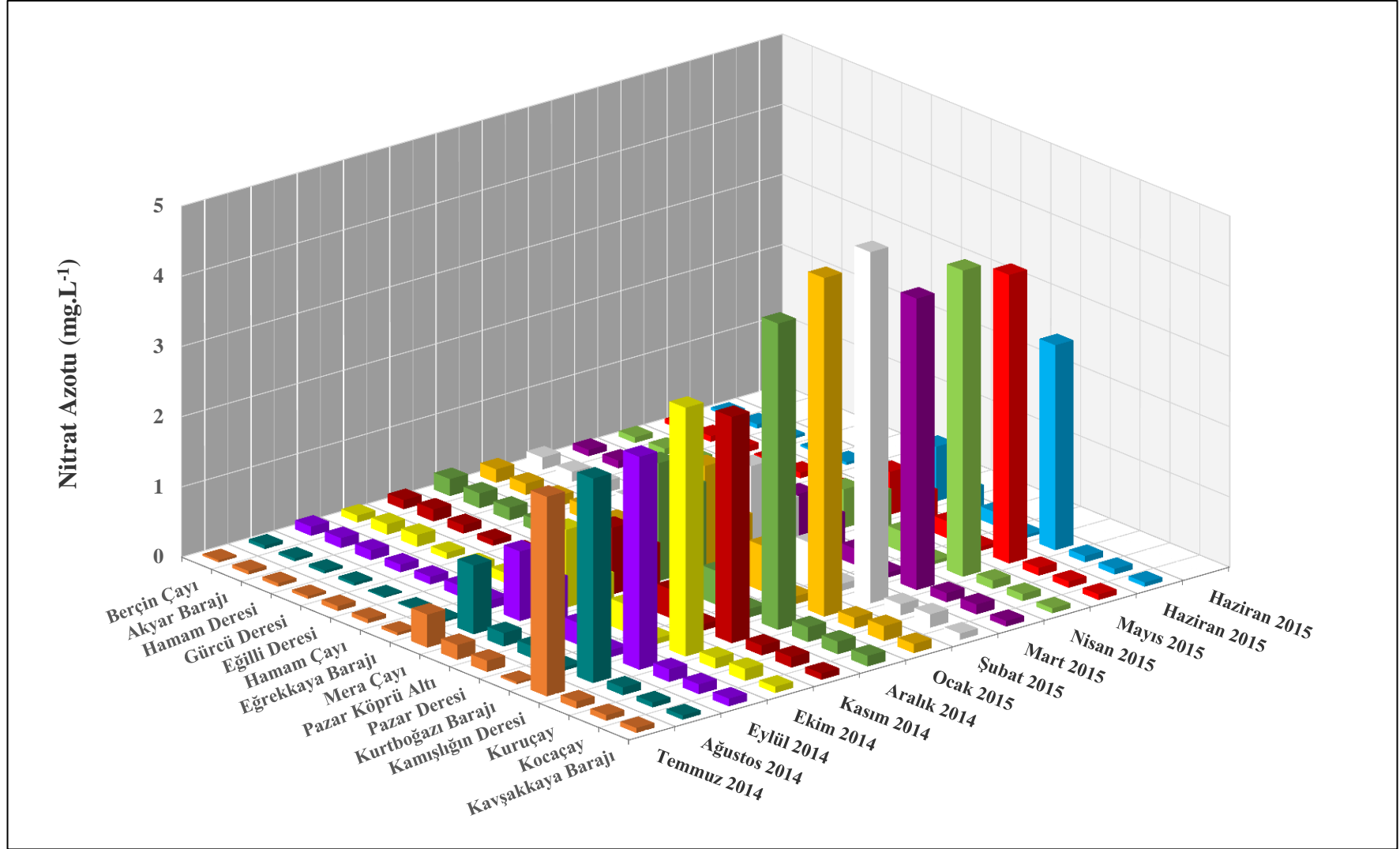
Ataseven (2011), Kurtboğazı barajında tüm örnek noktalarında 2007 ve 2008 yıllarında NO_3^- açısından bir sorun olmadığını belirlemiştir. Ancak araştırmacı, 2009 yılında Kurtboğazı barajı çıkışının NO_3^- açısından SKKY'ne göre II. sınıf su ve İncegez tüneli çıkışının ise IV.sınıf su niteliğinde olduğunu tespit etmiştir. Sey deresinde yapılan incelemede ise NO_3^- seviyesinin I.sınıf su kalitesinde (SKKY) olduğu bildirilmiştir.

Bu çalışmamızdan 30-35 yıl önce yapılan analizlerden başlayarak, her ne kadar örnekleri az sayıda olsa ve belirli bir sistematikleri bulunmasa da, önceki çok sayıda çalışma ile günümüzde alınan sonuçlar arasında dikkat çekici bir uyumun varlığı görülmektedir. Havzada nüfus yoğunluğunun düşüklüğü, kayda değer bir endüstriyel etkinliğin olmaması, tarımsal etkinliklerin ve hayvancılığın havzanın büyüklüğü ve barajlara ulaşan su kütlelerinin büyüklüğü karşısında sınırlı kalması gibi nedenler, uzun dönem içinde NO_3^- kirliliğinin havza üzerinde bir baskı oluşturmadığını gösteren örneklerdir. Sulardaki NO_3^- geleneksel arıtma yöntemleriyle giderilemediğinden, özellikle içme-kullanma sularında hem ham suda, hem de arıtılmış sularda yakından izlenmelidir.

Çizelge 4.7 Sularda tespit edilen nitrat değerleri

No	Örneklem Noktası	NİTRAT AZOTU (mg.L ⁻¹)											ORT ± SDV	
		Temmuz 2014	Ağustos 2014	Eylül 2014	Ekim 2014	Kasım 2014	Aralık 2014	Ocak 2015	Şubat 2015	Mart 2015	Nisan 2015	Mayıs 2015		Haziran 2015
1	Berçin Çayı	0,03	0,05	0,13	0,10	0,13	0,24	0,19	0,17	0,09	0,08	0,07	0,04	0,11 ± 0,06 DE
2	Akyar Barajı	0,05	0,04	0,14	0,15	0,17	0,21	0,16	0,14	0,11	0,09	0,08	0,06	0,12 ± 0,05 DE
3	Hamam Deresi	0,05	0,04	0,14	0,17	0,12	0,18	0,15	0,16	0,13	0,11	0,09	0,04	0,12 ± 0,05 DE
4	Gürcü Deresi	0,04	0,04	0,11	0,09	0,08	0,16	0,19	0,11	0,08	0,08	0,09	0,03	0,09 ± 0,05 E
5	Eğilli Deresi	0,07	0,02	0,11	0,10	0,09	0,18	0,15	0,14	0,09	0,06	0,08	0,04	0,09 ± 0,05 E
6	Hamam Çayı	0,06	0,02	0,15	0,14	0,15	0,19	0,17	0,16	0,11	0,10	0,08	0,09	0,12 ± 0,05 DE
7	Eğrekaya Barajı	0,04	0,03	0,12	0,11	0,09	0,17	0,13	0,14	0,06	0,09	0,08	0,06	0,09 ± 0,04 E
8	Mera Çayı	0,47	0,98	0,99	1,11	0,95	1,68	1,45	1,26	0,67	0,55	0,61	0,78	0,96 ± 0,37 B
9	Pazar Köprü Altı	0,21	0,19	0,75	0,61	0,84	1,52	0,88	0,93	0,52	0,66	0,47	0,34	0,66 ± 0,37 C
10	Pazar Deresi	0,16	0,17	0,31	0,39	0,41	0,48	0,65	0,51	0,23	0,29	0,24	0,19	0,34 ± 0,15 D
11	Kurtboğazi Barajı	0,03	0,05	0,10	0,08	0,09	0,12	0,11	0,10	0,07	0,05	0,06	0,04	0,08 ± 0,03 E
12	Kamışlı Deresi	2,84	2,91	3,03	3,54	3,22	4,36	4,82	5,00	4,15	4,36	4,11	2,92	3,77 ± 0,79 A
13	Kuruçay	0,10	0,11	0,18	0,15	0,14	0,21	0,16	0,16	0,13	0,12	0,11	0,09	0,14 ± 0,04 DE
14	Kocaçay	0,08	0,07	0,14	0,17	0,15	0,18	0,21	0,19	0,14	0,10	0,09	0,08	0,13 ± 0,05 DE
15	Kavşakkaya Barajı	0,07	0,06	0,11	0,09	0,09	0,15	0,13	0,09	0,08	0,07	0,08	0,06	0,09 ± 0,03 E
ORT ± SDV		0,29 ± 0,72 D	0,32 ± 0,76 D	0,43 ± 0,76 BCD	0,47 ± 0,89 ABCD	0,45 ± 0,81 BCD	0,67 ± 1,14 A	0,64 ± 1,22 AB	0,62 ± 1,26 ABC	0,44 ± 1,04 BCD	0,45 ± 1,10 BCD	0,42 ± 1,03 CD	0,32 ± 0,74 D	

Aynı harfler, istatistik olarak aynı grupta bulunan göstergeleri, farklı harfler ise, farklı grupları gösterir p<0,01, p<0,05; ORT: ortalama; SDV: standart sapma



Şekil 4.6 Sularda tespit edilen nitrat değerleri (YSKY'ne göre I. sınıf sularda izin verilen en yüksek nitrat değeri 3 mg.L⁻¹ dir)

4.1.7 Amonyum azotu

Amonyak, sucul ortamlarda iyonize olmuş amonyak (NH_4^+) ve iyonize olmamış amonyak (NH_3) olmak üzere iki formda bulunur. Amonyak içeren bileşikler suda çok kolay çözünerek hemen amonyum iyonuna (NH_4^+) dönüşür (Lawson 1995). Öte yandan amonyum, genel olarak azot içeren organik maddelerin parçalanması sonucu meydana gelen bir ara ürün olup, çoğu organizma için önemli ölçüde toksik değildir (Chapman 1996). Ancak yüksek pH ve sıcaklığa bağlı olarak amonyum iyonları serbest amonyağa dönüşerek su ortamındaki canlılar için toksik hale gelebilmektedir (Sillen ve Martell 1964, Wurts 2003).

Amonyum, özellikle hayvansal fosseptiklerin suya karıştığını gösteren parametrelerin başında gelir. Bu yönüyle potansiyel mikrobiyal bulaşmaların da işaretidir (Zhu vd. 2016). Özellikle soğuk sularda birikebilmesine karşın, sıcak ortamda diğer birçok gaz gibi amonyak da sudan gaz halinde uzaklaşmaya başlar.

Amonyak, serbest klorürlerle oluşturduğu bileşiklerin, klorun dezenfekte edici özelliğini önemli ölçüde düşürmesi nedeni ile kamu gereksiniminde kullanılacak sularda önemli bir kirlilik kaynağıdır (Munsuz ve Ünver 1995). Günümüzde modern arıtma düzeneklerinde, arıtılmış sularda bu ara ürünler de izlenmekte ve havalandırma, dinlendirme gibi önlemlerle oluşmaları önlenmeye çalışılmaktadır. Öte yandan suların asitliğe ve aşırı alkaliliğe karşı tamponluğunun korunmasında, amonyum bileşikleri karbonat sistemlerine destek olur ve su pH'sının hafif alkali reaksiyon dolaylarında kalmasını sağlar (Clark 2000).

Çalışma alanı sularında tespit edilen NH_4^+ değerleri $0,010-0,065 \text{ mg.L}^{-1}$ arasında değişmektedir. En düşük NH_4^+ değeri Eğilli deresinde Aralık ayında $0,010 \text{ mg.L}^{-1}$, en yüksek NH_4^+ değeri ise Mera çayında Temmuz ayında $0,065 \text{ mg.L}^{-1}$ olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.8, Şekil 4.7). Yıllık ortalama NH_4^+ değeri ise $0,030 \text{ mg.L}^{-1}$ 'dir. Ortalama sonuçlara göre NH_4^+ en yüksek değerini Mera çayında ($0,038 \pm 0,016 \text{ mg.L}^{-1}$), en düşük değerini ise Gürcü deresinde ($0,026 \pm 0,009 \text{ mg.L}^{-1}$) almıştır. Buna karşılık en düşük NH_4^+ değeri ($0,017 \pm 0,004 \text{ mg.L}^{-1}$) Şubat ayında, en yüksek ise ($0,045 \pm 0,007$

mg.L⁻¹) Temmuz ve (0,045 ± 0,005 mg.L⁻¹) Ağustos ayında tespit edilmiştir. Çalışmada tespit edilen ortalama NH₄⁺ değerleri, YSKY'ne göre I. sınıf su kalitesindedir. Amonyum azotu değerlerinin aynı zamanda, TS 266 ve Avrupa Birliği yüzey suları ve içme suyu tebliğinde belirlenen sınır değerlerin altında olduğu görülmektedir (Çizelge 4.1). Dünya Sağlık Örgütü tarafından amonyumun içme sularındaki koku eşiği konsantrasyonu yaklaşık 1,5 mg.L⁻¹, tat eşiği ise 35 mg.L⁻¹ olarak önerilmektedir. Ancak bu seviyelerde insan sağlığına doğrudan bir etkisi bulunmadığı için sağlık temelli bir sınır değer bildirilmemiştir (Anonymous 2003a).

Amonyum azotu değerleri için yapılan varyans analizinde hem örnekleme noktaları arasındaki fark, hem de aylar arasındaki fark % 1 düzeyinde istatistik olarak önemli bulunmuştur. Örnekleme noktaları arasında tespit edilen istatistiki farkın hangi noktalardan kaynaklandığı incelendiğinde ortalama en yüksek NH₄⁺ değerine sahip olan Mera çayının, Pazar Köprü Altı ile istatistiki olarak aynı gruba girdiği belirlenmiştir. Bunun yanı sıra en düşük ortalama NH₄⁺ azotu değerine sahip olan Gürcü deresi de Berçin çayı, Akyar barajı, Hamam deresi, Gürcü deresi, Eğilli deresi, Hamam çayı, Eğrekkaya barajı, Pazar deresi, Kurtboğazı barajı, Kamışlığın deresi, Kuruçay, Kocaçay ve Kavşakkaya barajı ile istatistiki olarak aynı gruba girmiştir (p< 0,01). Ortalama en yüksek NH₄⁺ azotu içeriğine sahip olan Mera çayının bile yönetmeliklerde belirlenen sınır değerlerin oldukça altında olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, istatistiki olarak elde edilen farkı, Mera çayının etrafında az da olsa yapılan tarımsal etkinliklere, hayvancılık faaliyetlerine ve muhtemel deşarjlara bağlayabiliriz. Aynı şekilde NH₄⁺ seviyelerinde ilkbahar ve yaz aylarında istatistiki olarak bir artış olmakla birlikte, örnekleme yapılan ayların tamamında NH₄⁺ değerleri yönetmeliklerle belirlenen sınır değerlerin altında kalmıştır.

Yapılan korelasyon analizi sonucunda amonyum azotu ile çözünmüş oksijen kapsamı arasında negatif yönde bir ilişki bulunmuştur (p<0,01). Bristow (2016), suda NH₄⁺ fazlalığının havalanma koşullarının yetersizliği, yani çözünmüş oksijenin eksikliği ile ilgili olduğunu bildirmiştir.

Bir DSİ raporunda Kurtboğazı baraj gölünün NH_4^+ seviyesinin $0,04-0,10 \text{ mg.L}^{-1}$ arasında değiştiği belirtilmiştir. Bir başka Anonim (2001), yayında Eğrekkaya barajı çıkışının ortalama $0,06 \text{ mg.L}^{-1}$ amonyum azotu değerine sahip olduğu belirlenmiştir. SKKY'ne göre NH_4^+ açısından baraj gölü I. sınıf su kalitesindedir (Anonim 1979).

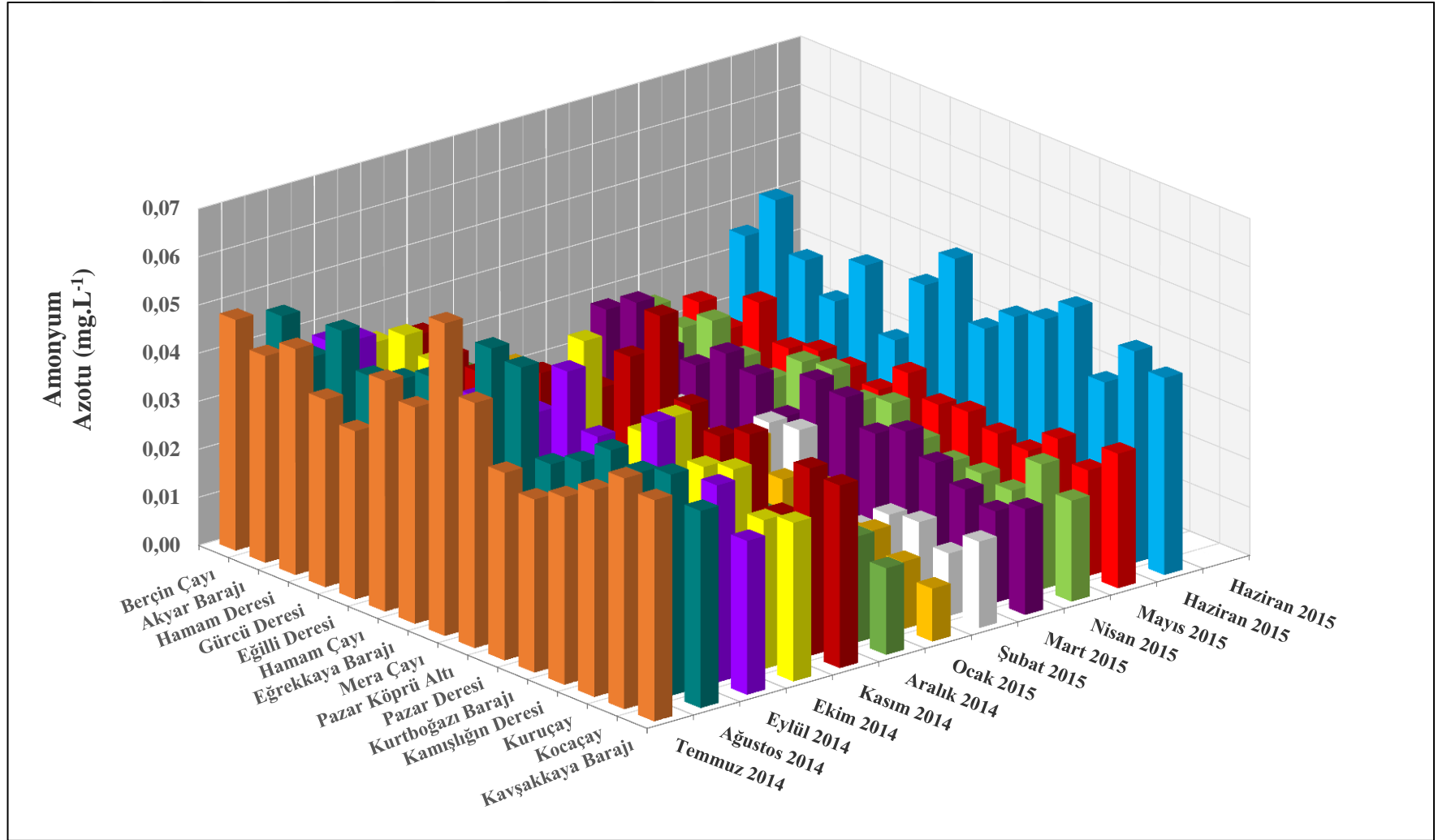
Bakır (2007) ise, daha yakın bir tarihte yürüttüğü araştırmada Kurtboğazı barajı çıkışı ve barajı besleyen tüm derelere ait NH_4^+ seviyelerinin SKKY'ne göre I.ve II. sınıf su özelliğinde olduğunu belirlemiştir. Sularda amonyum fazlalığının çoğu zaman bir kanalizasyon bulaşmasına işaret ettiği göz önüne alındığında, o sonuçlar uyarıcı niteliktedir. Ancak 2014 yılının ikinci yarısı ve 2015'in ilk yarısı boyunca yaptığımız ölçümler, böyle bir tehlikenin varlığını şimdilik doğrulamamıştır.

Havza genelinde nitrat ve amonyum değerleri birlikte incelendiğinde, nüfusun düşüklüğü, endüstrinin yok denecek düzeyde az oluşu, bitkisel ve hayvansal üretimin oldukça sınırlı kalması gibi nedenlerle, Kurtboğazı havza bütününe bu iki gösterge açısından diğer birçok su kaynağına göre daha korunaklı olduğu sonucuna varılmaktadır. Yine de, amonyumun hem önemli bir bulaşma göstergesi olması, hem de çoğu su canlısı için toksik özellikler taşıyabilmesi, düzenli biçimde yakından izlenmesini gerektirmektedir.

Çizelge 4.8 Sularda tespit edilen amonyum azotu değerleri

No	Örneklem Noktası	AMONYUM AZOTU (mg.L ⁻¹)											ORT ± SDV	
		Temmuz 2014	Ağustos 2014	Eylül 2014	Ekim 2014	Kasım 2014	Aralık 2014	Ocak 2015	Şubat 2015	Mart 2015	Nisan 2015	Mayıs 2015		Haziran 2015
1	Berçin Çayı	0,048	0,046	0,038	0,035	0,034	0,023	0,022	0,016	0,028	0,026	0,024	0,035	0,031 ± 0,010 BC
2	Akyar Barajı	0,043	0,040	0,041	0,039	0,032	0,015	0,017	0,013	0,032	0,024	0,021	0,045	0,030 ± 0,012 C
3	Hamam Deresi	0,047	0,048	0,025	0,036	0,031	0,026	0,018	0,017	0,025	0,028	0,029	0,035	0,030 ± 0,010 C
4	Gürcü Deresi	0,039	0,041	0,034	0,029	0,031	0,014	0,012	0,016	0,024	0,023	0,022	0,029	0,026 ± 0,009 C
5	Eğilli Deresi	0,035	0,043	0,030	0,028	0,036	0,010	0,019	0,021	0,029	0,021	0,024	0,039	0,028 ± 0,009 C
6	Hamam Çayı	0,048	0,046	0,039	0,029	0,025	0,022	0,017	0,016	0,027	0,027	0,023	0,026	0,029 ± 0,010 C
7	Eğrekkaya Barajı	0,045	0,041	0,033	0,031	0,038	0,019	0,023	0,018	0,021	0,028	0,021	0,040	0,030 ± 0,010 C
8	Mera Çayı	0,065	0,057	0,041	0,053	0,047	0,021	0,020	0,025	0,031	0,024	0,027	0,048	0,038 ± 0,016 A
9	Pazar Köprü Altı	0,051	0,056	0,052	0,031	0,058	0,021	0,027	0,026	0,030	0,026	0,023	0,036	0,036 ± 0,014 AB
10	Pazar Deresi	0,039	0,038	0,041	0,039	0,042	0,015	0,021	0,016	0,025	0,021	0,024	0,041	0,030 ± 0,011 C
11	Kurtboğazi Barajı	0,036	0,041	0,034	0,045	0,038	0,019	0,023	0,011	0,028	0,019	0,022	0,043	0,030 ± 0,011 C
12	Kamışlığın Deresi	0,039	0,046	0,049	0,037	0,041	0,013	0,016	0,016	0,024	0,019	0,021	0,048	0,031 ± 0,014 C
13	Kuruçay	0,043	0,044	0,031	0,039	0,027	0,016	0,018	0,017	0,021	0,018	0,026	0,035	0,028 ± 0,010 C
14	Kocaçay	0,048	0,046	0,041	0,031	0,039	0,022	0,014	0,013	0,019	0,026	0,022	0,044	0,030 ± 0,013 C
15	Kavşakkaya Barajı	0,046	0,041	0,032	0,033	0,038	0,018	0,011	0,018	0,022	0,021	0,028	0,041	0,029 ± 0,011 C
ORT ± SDV		0,045 ± 0,007 A	0,045 ± 0,005 A	0,037 ± 0,007 B	0,036 ± 0,007 B	0,037 ± 0,008 B	0,018 ± 0,004 D	0,019 ± 0,004 D	0,017 ± 0,004 D	0,026 ± 0,004 C	0,023 ± 0,003 C	0,024 ± 0,003 C	0,039 ± 0,006 B	

Aynı harfler, istatistik olarak aynı grupta bulunan göstergeleri, farklı harfler ise, farklı grupları gösterir p<0,01, p<0,05; ORT: ortalama; SDV: standart sapma



Şekil 4.7 Sularda tespit edilen amonyum azotu değerleri (YSKY'ne göre I. sınıf sularda izin verilen en yüksek amonyum azotu değeri 0,2 mg.L⁻¹'dir)

4.1.8 Toplam fosfor

Çalışma alanı sularındaki toplam fosfor değerleri 0,01-0,16 mg.L⁻¹ arasında değişmektedir. Suda en düşük fosfor değeri Berçin çayı, Akyar barajı, Kuruçay ve Kavşakkaya barajında Aralık, Ocak ve Şubat aylarında 0,01 mg.L⁻¹; en yüksek fosfor değeri Eğilli deresi ve Hamam çayında Temmuz ve Ağustos aylarında 0,16 mg.L⁻¹ olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.9, Şekil 4.8). Yıllık ortalama fosfor değeri ise 0,06 mg.L⁻¹'dir

Toplam fosfor değerleri için yapılan varyans analizinde hem örnekleme noktaları arasındaki fark hem de aylar arasındaki fark % 1 düzeyinde istatistik olarak önemli bulunmuştur. Çalışmada, ortalama en düşük fosfor değeri Şubat ayında (0,03 ± 0,01 mg.L⁻¹) en yüksek fosfor değeri ise Temmuz ayında (0,10 ± 0,04 mg.L⁻¹) belirlenmiştir. Ortalama fosfor değerleri incelendiğinde yaz aylarında artış olduğu, değerlerin sonbahar aylarında azalmaya başladığı ve kış aylarında daha da düşük seviyelere indiği görülmektedir. Yaz aylarında fosfor seviyesindeki yükselme; fosfatlı gübre kullanımı veya suda bulunan alg ve yeşil bitkilerin ölümlerinin artışı veya köklü su üstü bitkilerinin topraktaki fosforun suya geçişini arttırması gibi farklı nedenlerden kaynaklanabilir. Aynı zamanda çalışma alanında yaz aylarında yağışların azalmasına bağlı olarak konsantrasyonların artmasının da etkili olduğu düşünülmektedir. Örnekleme noktaları dikkate alındığında ise ortalama en yüksek fosfor değeri Gürcü deresi, Eğilli deresi ve Hamam çayında (0,09 ± 0,04 mg.L⁻¹) belirlenmiştir. Bu iki derenin yakınlarındaki yerleşim yerleşimlerinden bırakılan evsel ve tarımsal atıklar ile fosseptiklerden gelen sızıntı suları nedeniyle toplam fosfor miktarının arttığı düşünülmektedir. Eğilli deresi, Hamam çayı, Hamam deresi, Gürcü deresi, Eğrekkaya barajı ve Pazar Köprü Altı istatistiki olarak aynı gruba girmekte olup aralarında fark bulunmamıştır. Mera çayı, Pazar deresi, Kurtboğazı barajı, Kamışlığın deresi, Kuruçay, Kocaçay ve Kavşakkaya barajı kendi aralarında istatistiki olarak aynı gruba girmişlerdir. Bununla birlikte ortalama en düşük fosfor kapsamının belirlendiği Berçin çayı ile Akyar Barajı (0,03 ± 0,02 mg.L⁻¹) arasında istatistiki olarak fark bulunmamıştır

YSKY'ne göre, çalışma alanı suları ortalama fosfor açısından I. sınıf su kalitesindedir. TS 266, EC tebliği, WHO ve EPA'da toplam fosfor için bir sınır değeri bildirilmemiştir (Çizelge 4.1). Fosforun sularda besin maddesi olarak bulunmasından ayrı olarak, suyun kimyasal tamponluğunu destekleme ve askıdaki katıların yumaklaşarak dibe çökmesini sağlama gibi işlevleri, olumlu özellikleri arasındadır (Boisvert vd. 1997).

Çeşitli araştırmacılar, fosfor ve çözülmüş oksijen konsantrasyonlarının birbirleriyle yakından ilgili olduğunu, çözülmüş oksijen konsantrasyonları düşük olan sularda yüksek fosfor değerlerine rastlandığını bildirmişlerdir (Wang vd. 2008, Hou vd. 2013). Çalışmamızda tespit edilen toplam fosfor ile çözülmüş oksijen arasındaki negatif korelasyon ($p < 0,01$) bu ilişkiyi doğrular niteliktedir. Bu olayın nedeni suda artan fosfor bileşiklerinin mikrobiyel gelişmeleri özendirilmesi ve sonuçta oksijenin tüketilmesine yol açması olabilir.

Yüzeysel sularda önemli bir kirlilik göstergesi olan fosfor (Harper 1992), doğal sularda hem organik ve hem de inorganik formda bulunmaktadır (Gimbert vd. 2007). Fosfor, tüm canlı organizmaların yapısında yer alan ve genellikle karasal ve sucul ekosistemlerde birincil üretim için sınırlayıcı özellik gösterip, verimliliği belirleyen bir elementtir (Boyd ve Tucker 1992, Scholten vd. 2005, Vitousek vd. 2010, Elser 2011). Doğal sularda fosforun kaynağını kayalar oluşturmaktadır. Bunun yanında, yani yapay yollardan evsel ve endüstriyel atıksuların su ortamına deşarjı, organik maddelerin bozunması, tarımda kullanılan gübrelerin suya karışması gibi nedenlerle de sucul ortamlarda fosfor içeriği artmaktadır (Harper 1992, Bowes vd. 2009, Ashley vd. 2011, Seredia vd. 2014).

Ancak, özellikle taşkın dönemlerinde askıdaki organik ve inorganik katılar yoluyla taşınan fosfor bileşikleri, durgun sularda yer yer ötrofikasyon sorunlarına yol açabilmektedir. Bilindiği üzere fosfor, sularda azotla birlikte (ama sınırlı yararlılığı nedeniyle daha öncelikli olarak, (Henry vd. 1984, Kauppi vd. 1993, Sharpley vd. 1994, Schindler 1977) en temel ötrofikasyon (bataklıklaşma) ajanıdır (Lee 1973, Maier vd. 2009, Withers vd. 2014).

Göl, gölet ve baraj rezervuarlarında önemli bir tehdit unsuru olan ötrofikasyon olayının kontrolü ve seviyesinin belirlenmesi için çok sayıda kriter bulunmakta olup, bunlar arasında toplam fosfor, toplam azot, klorofil-a ve seki diski ölçümleri önemli değişkenlerdir (Carlson 1977, Chapra ve Dobson 1981, Nürnberg 1996, Anonymous 1982, Silvino ve Barbosa 2015). Bu seviyelerin belirlenmesinde ortamda yayırlılığının çok sınırlı olması nedeniyle fosfor en kritik elementtir. Whittaker (1975), toplam fosforun, göllerin trofik durumunun belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan bir değişken olduğunu belirtmiştir.

Çalışmada, tüm havzayı temsil eden Kurtboğazı barajının ortalama fosfor içeriği $0,06 \text{ mg.L}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Kurtboğazı baraj gölünün, toplam fosfor bakımından; Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (Anonim 2012b) sınır değerine ($0,05-0,10 \text{ mg.L}^{-1}$), Anonymous (1982) tarafından bildirilen sınır değerine ($0,03-0,08 \text{ mg.L}^{-1}$), Nürnberg (1996) kriterlerine ($0,03-0,10 \text{ mg.L}^{-1}$) ve Carlson (1977) tarafından belirlenen sınır değerine ($0,02-0,05 \text{ mg.L}^{-1}$) göre ötrofik göller sınıfında olduğu belirlenmiştir.

Buna göre Kurtboğazı barajında yer yer ötrofikasyon düzeylerinin yükseldiği anlaşılmakta olup, önemli bir yerleşim yeri ve endüstri etkinliği olmamasına karşın bu durumun havzadaki yaygın orman örtüsünden ve muhtemel evsel atıklardan kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Bu noktada bir saptama yapmak gerekirse: Kurtboğazı Havzasında yoğun koruma önlemleri gevşetilmeden sürdürüldüğü sürece, en önemli tehditler erozyona bağlı sedimentasyon ve ötrofikasyon tehdidi olarak karşımıza çıkmaktadır.

Baraj gölleri hangi amaçla kullanılırsa kullanılsın mutlaka ötrofikasyon kontrolü yapılmalıdır. Özellikle içme suyu sağlanan göl ve rezervuarların yönetiminde alglerin büyümesinin kontrol edilmesi amacıyla fosfat konsantrasyon seviyesinin yakından izlenmesi ve bilinmesi gereklidir.

Polat (2000), “Ankara Kentine İçmesuyu Sağlayan Baraj Göllerinde Tabakalaşma ve Alt-Üst Olma ile Ötrofikasyon Olaylarının incelenmesi” çalışmasında Kurtboğazı barajında göl yüzeyindeki tabakalaşma ve canlılığını yitiren mikroorganizmalar

nedeniyle belirli derinliklerde oksijen derişiminin sıfır olduğunu belirlemiştir. Aynı zamanda Kurtboğazı barajının 0,06-1,50 mg.L⁻¹ arası toplam fosfor içeriğine sahip olduğu ve OECD'nin kabul ettiği standart değerlere göre hipertrofik göl sınıfına girdiği tespit edilmiştir.

Demir vd. (2000) tarafından yürütölen bir çalışmada, Kurtboğazı barajında toplam fosfor, toplam inorganik azot ve Secchi derinliği değerleri kullanılarak mavi-yeşil alg biyomasını tahmin etmeye yönelik modeller oluşturulmuş ve Kurtboğazı barajında zaman zaman alg patlaması sorununun yaşandığı belirtilmiştir.

Fakıoğlu vd. (2011) tarafından yürütölen bir çalışmada, Türkiye'deki baraj göllerinde tespit edilen bazı mavi-yeşil alg türleri ve toksin olasılığı belirlenmeye çalışılmış ve Kurtboğazı barajında görölen ve zaman zaman ötrofikasyona neden olan algal gelişmeler ile ilgili bir değerlendirme yapılmıştır.

Bir DSİ raporunda Kurtboğazı baraj gölünde oksijen değerinin 5,9 mg.L⁻¹ ye kadar düştüğü, fosfor seviyesinin ise en yüksek 3,02 mg.L⁻¹ olarak tespit edildiği belirtilmiştir. Çalışmada oksijen miktarının azalmasına bağılı olarak algal gelişmenin olduğu gözlemlenmiştir (Anonim 1979).

Bir diğeri DSİ raporunda ortalama fosfat değerinin Mera çayında 0,33 mg.L⁻¹, Pazar deresinde 0,16 mg.L⁻¹ ve Kurtboğazı barajı çıkışında 0,13 mg.L⁻¹ olduğu belirlenmiş ve su ürünleri açısından bir sorun yaratmayacak düzeyde olduğu vurgulanmıştır. Çalışmada aynı zamanda Kurtboğazı barajında ötrofikasyon yönünden önemli olan kritik fosfor yükü belirlenmiş ve barajdaki fosfor yükünün kritik yükün yaklaşık 7,3 katı olduğu tespit edilmiştir (Anonim 1983).

Başka bir DSİ raporunda orto-fosfat değerleri tespit edilmiş olup, Mera çayında 0,08 mg.L⁻¹, Pazar deresinde 0,04 mg.L⁻¹, Kurtboğazı baraj çıkışında 0,05 mg.L⁻¹ ve Hamam deresinde 0,17 mg.L⁻¹ olarak belirlenmiştir. Kurtboğazı barajının ise 0,036 mg.L⁻¹ ortalama orto-fosfat değeri ile SKKY'ne göre II. sınıf su kalitesine sahip olduğu

belirtilmiştir. Aynı zamanda örnekleme yapılan 3 noktada da Kurtboğazı barajının ötrofik ve hipertrofik göl sınıfına girdiği tespit edilmiştir (Anonim 1998a).

Konuya ilişkin bir başka raporda Eğrekkaya barajı çıkışında; en düşük $0,05 \text{ mg.L}^{-1}$, en yüksek $0,30 \text{ mg.L}^{-1}$ ve ortalama $0,29 \text{ mg.L}^{-1}$ fosfor belirlendiği ve örnekleme noktasının SKKY'ne göre III. sınıf su kalitesine sahip olduğu bildirilmektedir (Anonim 2001).

Bakır (2007), Kurtboğazı barajını besleyen dereleri ve baraj çıkış suyunu 1996-2007 yılları arasında orto-fosfat yönünden değerlendirmiş ve incelenen su kütlelerinin genelde II. ve III. sınıf su kalitesine sahip olduğunu ve bunun barajda ötrofik açıdan sorun oluşturduğunu belirtmiştir.

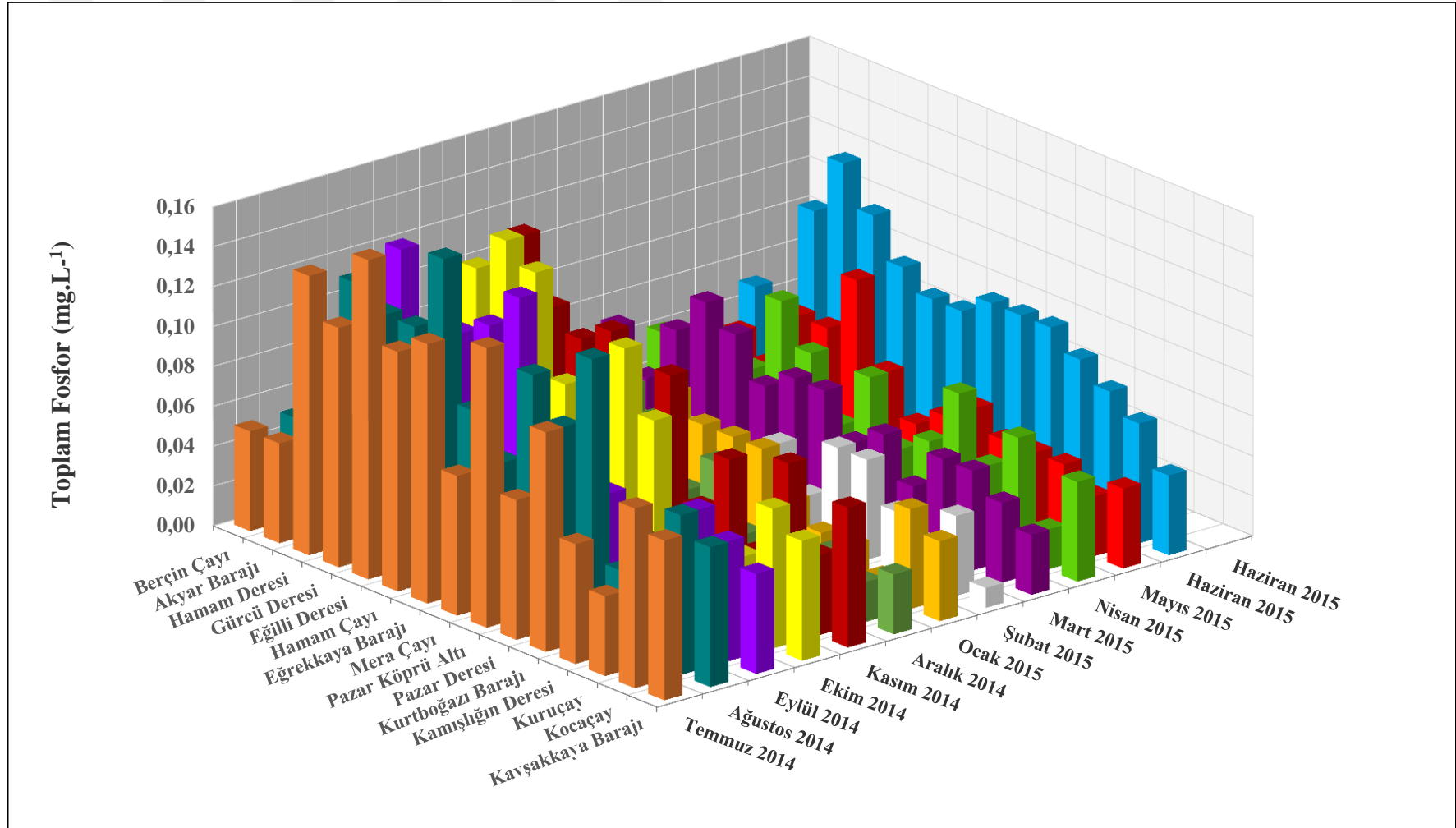
Ataseven (2011), Kurtboğazı barajı ve barajı besleyen bazı derelerde fosfor değerlerinin SKKY'ne göre II., III. ve IV. sınıf su kalitesinde olduğunu belirtmiştir. Araştırmacı, bu durumun, özellikle barajın yakın çevresinde bulunan yerleşim yerlerinin kanalizasyon atıklarından kaynaklandığını vurgulamıştır.

İncelenen tüm önceki yayınlar ve ilgili ulusal ve uluslararası düzenlemelerin çoğu kez önemli oranlarda aşıldığını gösteren kendi çalışmamızın sonuçları, Kurtboğazı barajında ötrofikasyon göstergeleri ve ötrofikasyona yatkınlık durumlarının yakından, düzenli izlenmesi ve gereken önlemlerin alınması gerektiğini açıkça ortaya koymaktadır.

Çizelge 4.9 Sularda tespit edilen toplam fosfor değerleri

No	Örneklem Noktası	TOPLAM FOSFOR (mg.L ⁻¹)											ORT ± SDV	
		Temmuz 2014	Ağustos 2014	Eylül 2014	Ekim 2014	Kasım 2014	Aralık 2014	Ocak 2015	Şubat 2015	Mart 2015	Nisan 2015	Mayıs 2015		Haziran 2015
1	Berçin Çayı	0,05	0,05	0,02	0,03	0,03	0,02	0,01	0,01	0,05	0,04	0,03	0,05	0,03 ± 0,02 D
2	Akyar Barajı	0,05	0,06	0,05	0,04	0,02	0,01	0,02	0,01	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03 ± 0,02 D
3	Hamam Deresi	0,14	0,13	0,14	0,11	0,09	0,02	0,03	0,01	0,06	0,05	0,03	0,10	0,08 ± 0,05 AB
4	Gürcü Deresi	0,12	0,12	0,09	0,13	0,14	0,06	0,04	0,02	0,08	0,04	0,06	0,13	0,09 ± 0,04 A
5	Eğilli Deresi	0,16	0,12	0,11	0,15	0,11	0,04	0,04	0,03	0,07	0,08	0,06	0,11	0,09 ± 0,04 A
6	Hamam Çayı	0,12	0,16	0,12	0,14	0,10	0,07	0,06	0,02	0,05	0,06	0,09	0,09	0,09 ± 0,04 A
7	Eğrekkaya Barajı	0,13	0,09	0,14	0,09	0,11	0,06	0,05	0,02	0,06	0,03	0,05	0,08	0,08 ± 0,04 AB
8	Mera Çayı	0,07	0,07	0,05	0,08	0,06	0,03	0,05	0,04	0,06	0,06	0,03	0,08	0,06 ± 0,02 BC
9	Pazar Köprü Altı	0,14	0,12	0,08	0,12	0,10	0,05	0,05	0,02	0,04	0,03	0,04	0,09	0,07 ± 0,04 AB
10	Pazar Deresi	0,07	0,10	0,06	0,09	0,04	0,02	0,03	0,05	0,05	0,04	0,05	0,09	0,06 ± 0,03 BC
11	Kurtboğazi Barajı	0,11	0,14	0,03	0,04	0,07	0,03	0,02	0,05	0,03	0,07	0,04	0,09	0,06 ± 0,04 BC
12	Kamışlın Deresi	0,06	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,05	0,04	0,04	0,08	0,04 ± 0,02 CD
13	Kuruçay	0,04	0,06	0,07	0,04	0,08	0,03	0,01	0,02	0,05	0,06	0,04	0,07	0,05 ± 0,02 CD
14	Kocaçay	0,09	0,08	0,06	0,07	0,04	0,02	0,05	0,04	0,04	0,02	0,03	0,06	0,05 ± 0,02 CD
15	Kavşakkaya Barajı	0,08	0,07	0,05	0,06	0,07	0,03	0,04	0,01	0,03	0,05	0,04	0,04	0,05 ± 0,02 CD
ORT ± SDV		0,10 ± 0,04 A	0,09 ± 0,04 A	0,07 ± 0,04 B	0,08 ± 0,04 AB	0,07 ± 0,04 B	0,03 ± 0,02 CD	0,03 ± 0,02 CD	0,03 ± 0,01 D	0,05 ± 0,01 C	0,05 ± 0,02 C	0,04 ± 0,02 CD	0,08 ± 0,03 AB	

Aynı harfler, istatistik olarak aynı grupta bulunan göstergeleri, farklı harfler ise, farklı grupları gösterir p<0,01, p<0,05; ORT: ortalama; SDV: standart sapma



Şekil 4.8 Sularda tespit edilen toplam fosfor miktarları (YSKY'ne göre I. sınıf sularda izin verilen en yüksek toplam fosfor miktarı 0,08 mg.L⁻¹'dir)

4.1.9 Biyolojik oksijen ihtiyacı

Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ₅), sudaki organik maddeleri ayrıştırmak için bakteriler tarafından kullanılan oksijen miktarının bir ölçüsüdür. Yüksek BOİ₅ değerleri su ortamında yüksek besin seviyelerine bağlı olarak yüksek organik kirlilik olduğuna işaret eder. BOİ₅ konsantrasyonlarının artması sudaki çözünmüş oksijen değerlerini düşürerek havasız (anaerobik) koşulların oluşmasına neden olmaktadır. Kirlenmemiş doğal sular 5 mg.L⁻¹ veya daha düşük bir BOİ₅ içeriğine sahiptirler (Marty vd. 1997, Cude 2001, Penny vd. 2004).

Su ortamlarında organik madde içeriği ve biyolojik aktivite için önemli göstergelerinden olan BOİ₅ değerleri çalışma alanı sularında oldukça düşük olup, 0,74-2,67 mg.L⁻¹ arasında değişmektedir. En düşük BOİ₅ değeri Temmuz, Ağustos ve Ekim aylarında Pazar Köprü Altı, Kuruçay ve Kocaçay'da 0,74 mg.L⁻¹, en yüksek Ekim ayında Eğrekkaya barajında 2,67 mg.L⁻¹ olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.10, Şekil 4.9). Yıllık ortalama BOİ₅ değeri ise 1,49 mg.L⁻¹'dir. BOİ₅ değerleri için yapılan varyans analizinde hem örnekleme noktaları arasındaki fark, hem de aylar arasındaki fark % 1 düzeyinde istatistik olarak önemli bulunmuştur. Çalışmada ortalama BOİ₅ değerleri incelendiğinde en düşük değer Temmuz ayında (1,08 ± 0,16 mg.L⁻¹), en yüksek değer ise Ekim ayında (1,80 ± 0,49 mg.L⁻¹) tespit edilmiştir. Örnekleme noktaları dikkate alındığında en düşük BOİ₅ değeri Kuruçay'da (1,18 ± 0,23 mg.L⁻¹), en yüksek BOİ₅ değeri ise Eğilli deresinde (1,74 ± 0,43 mg.L⁻¹) belirlenmiştir. Örnekleme noktaları arasında tespit edilen istatistiksel farkın hangi noktalardan kaynaklandığı incelendiğinde en yüksek ortalama BOİ₅ değerine sahip olan Eğilli deresinin, Berçin çayı, Akyar barajı, Hamam deresi, Gürcü deresi, Hamam çayı, Eğrekkaya barajı, Pazar Köprü Altı, Pazar deresi, Kurtboğazı barajı ve Kavşakkaya barajı ile istatistiksel olarak aynı gruba girdiği belirlenmiştir. Bunun yanı sıra en düşük ortalama BOİ₅ değerine sahip olan Kuruçay, Mera çayı, Kamışlığın deresi ve Kocaçay istatistiksel olarak aynı gruba girmiştir (p < 0,01). YSKY'ne göre çalışma alanı suları tüm aylarda ve noktalarda I. sınıf su kalitesine sahiptir. Ayrıca bu değerler; Avrupa Birliği Komisyonu'nun içme suları elde edilecek yüzey suları kalitesi tebliğine göre de uygun durumdadır (Çizelge 4.1).

Bir DSİ raporunda Kurtboğazi baraj gölünde tespit edilen organik madde miktarının 1,84-3,32 mg.L⁻¹ arasında değiştiği ve kirlilik durumunun olmadığı belirtilmiştir (Anonim 1979). Bir başka DSİ raporunda BOİ₅ değerlerinin Mera ayında 3,6 mg.L⁻¹, Pazar deresinde 2,96 mg.L⁻¹, Kurtboğazi baraj çıkışında 3,75 mg.L⁻¹ ve Hamam deresinde 2,7 mg.L⁻¹ olduğu tespit edilmiş ve bu açıdan bir sorun olmadığı belirtilmiştir (Anonim 1998a).

Bir diğer raporda, BOİ₅ değerinin Eğrekkaya baraj çıkışında ortalama 4,4 mg.L⁻¹ olarak tespit edildiği belirtilmiştir (Anonim 2001). Farklı dönemlerde üretilen bu üç rapora göre çalışma alanında BOİ₅ açısından ölçülebilir bir sorun olmadığı belirlenmiştir.

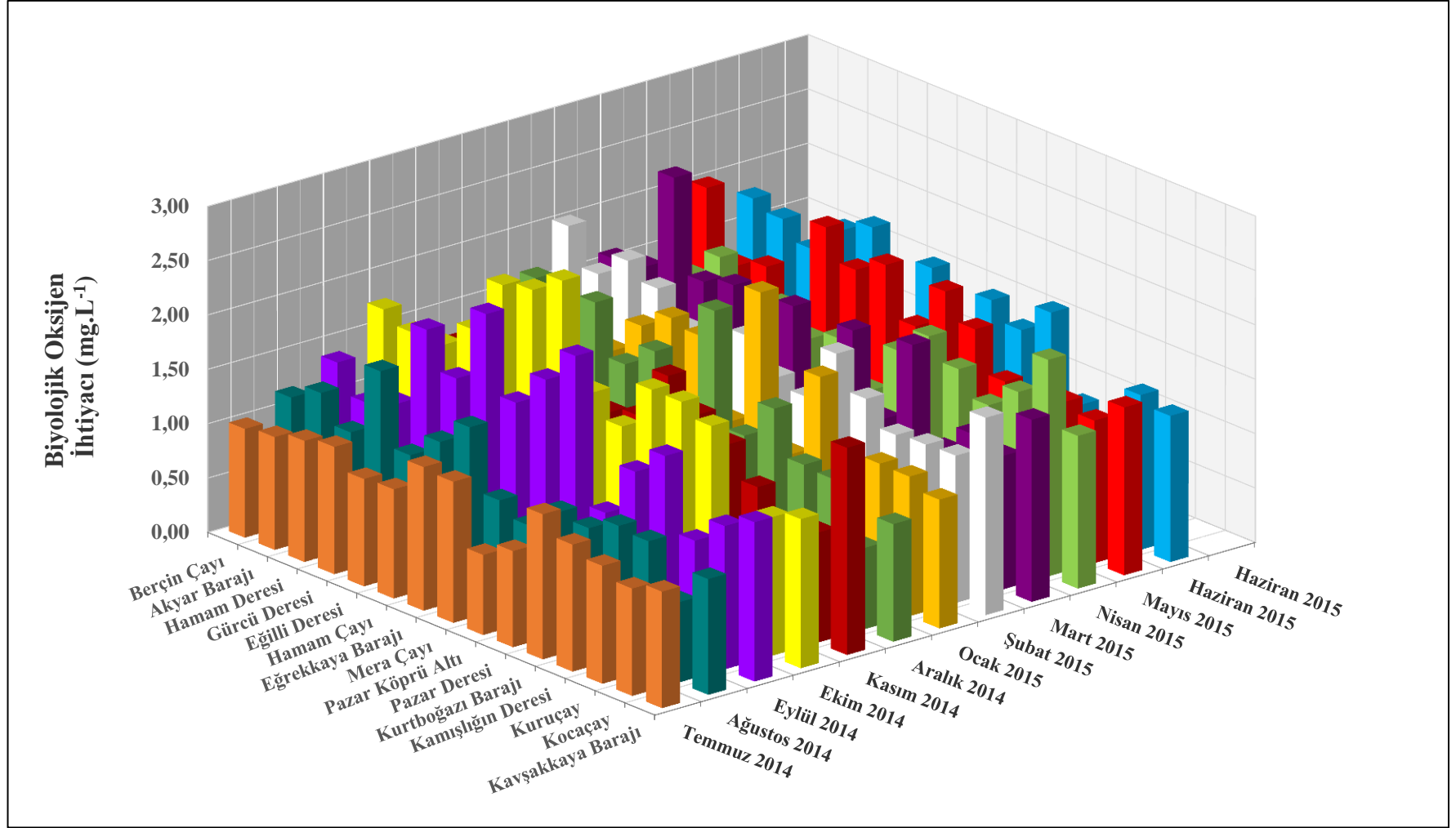
Ancak, Bakır (2007), BOİ₅ değerlerinin yıllık ortalamalara göre Pazar deresinde genelde I. sınıftan kötü olduğu, Kurtboğazi baraj çıkış suyunun I. ve II. sınıf su kalite parametreleri arasında değiştiği ve İncegez tünelinde ise II. sınıf arası değerler aldığını belirtmiştir. Araştırıcının bulguları, yürütüldüğü dönemde organik kirliliğin nispeten yüksek olduğu şeklinde yorumlanabilir.

Burada ilgi çeken nokta, tüm ölçüm dönemlerinde değerlerin genellikle düşük olmasına karşın, günümüzde BOİ₅ değerlerinin önceki çalışmaların tümünden hemen her istasyonda ve her zaman daha da düşük çıkmasıdır. Bu durum büyük bir olasılıkla alandaki havza koruma çalışmalarının başarısını göstermektedir.

Çizelge 4.10 Sularda tespit edilen biyolojik oksijen ihtiyacı değerleri

No	Örneklem Noktası	BİYOLOJİK OKSİJEN İHTİYACI (mg.L ⁻¹)											ORT ± SDV	
		Temmuz 2014	Ağustos 2014	Eylül 2014	Ekim 2014	Kasım 2014	Aralık 2014	Ocak 2015	Şubat 2015	Mart 2015	Nisan 2015	Mayıs 2015		Haziran 2015
1	Berçin Çayı	1,00	1,17	1,37	1,73	1,11	1,09	1,45	2,01	1,59	1,33	2,00	1,78	1,47 ± 0,35 ABC
2	Akyar Barajı	1,04	1,32	1,11	1,63	1,42	1,53	1,40	1,68	1,63	1,42	1,39	1,70	1,44 ± 0,21 ABC
3	Hamam Deresi	1,11	1,07	1,21	1,63	1,77	2,00	1,33	1,92	2,56	1,71	1,50	1,54	1,61 ± 0,42 AB
4	Gürcü Deresi	1,17	1,74	2,00	1,88	1,81	1,33	1,32	1,77	1,71	1,47	1,11	1,82	1,60 ± 0,30 AB
5	Eğilli Deresi	0,99	1,08	1,67	2,40	2,19	2,00	1,66	1,51	1,79	1,49	2,08	1,96	1,74 ± 0,43 A
6	Hamam Çayı	1,00	1,32	2,37	2,47	1,01	1,54	1,85	1,31	1,71	1,29	1,80	1,12	1,57 ± 0,49 AB
7	Eğrekkaya Barajı	1,32	1,56	1,67	2,67	1,33	1,77	1,79	1,67	1,82	1,40	1,96	1,81	1,73 ± 0,36 A
8	Mera Çayı	1,30	1,00	1,99	1,75	1,42	1,08	1,12	1,40	1,08	1,04	1,51	1,22	1,33 ± 0,31 BC
9	Pazar Köprü Altı	0,74	0,88	2,32	1,55	1,89	2,37	2,42	1,33	1,82	1,51	1,94	1,74	1,71 ± 0,54 A
10	Pazar Deresi	0,88	1,12	0,99	2,00	1,65	1,33	1,04	1,84	1,12	1,76	1,70	1,57	1,42 ± 0,38 ABC
11	Kurtboğazı Barajı	1,33	1,08	1,48	2,00	1,49	1,69	1,86	1,54	1,91	1,57	1,33	1,85	1,60 ± 0,28 AB
12	Kamışlıgın Deresi	1,17	1,22	1,74	1,89	1,21	1,29	1,00	1,32	1,07	1,35	1,14	1,11	1,29 ± 0,27 BC
13	Kuruçay	1,08	1,19	1,07	0,74	0,88	1,27	1,29	1,34	1,32	1,58	1,37	1,01	1,18 ± 0,23 C
14	Kocaçay	0,99	0,74	1,32	1,27	1,01	0,75	1,28	1,35	1,23	1,99	1,31	1,42	1,22 ± 0,33 C
15	Kavşakkaya Barajı	1,07	1,06	1,46	1,37	1,90	1,08	1,18	1,81	1,67	1,40	1,54	1,34	1,41 ± 0,29 ABC
ORT ± SDV		1,08 ± 0,16 D	1,17 ± 0,25 CD	1,58 ± 0,44 AB	1,80 ± 0,49 A	1,47 ± 0,39 B	1,48 ± 0,43 B	1,47 ± 0,38 BC	1,59 ± 0,24 AB	1,60 ± 0,40 AB	1,49 ± 0,22 B	1,58 ± 0,32 AB	1,53 ± 0,31 AB	

Aynı harfler, istatistik olarak aynı grupta bulunan göstergeleri, farklı harfler ise, farklı grupları gösterir p<0,01, p<0,05; ORT: ortalama; SDV: standart sapma



Şekil 4.9 Sularda tespit edilen biyolojik oksijen ihtiyacı değerleri (YSKY'ne göre I. sınıf sularda izin verilen en yüksek biyolojik oksijen ihtiyacı değeri 4 mg.L^{-1} 'dir)

4.1.10 Kimyasal oksijen ihtiyacı

Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), sudaki yükseltgenbilir maddelerin kimyasal yolla oksitlenmeleri için gerekli oksijen miktarıdır (Vyrides ve Stuckey 2009, Geerdink vd. 2017). Eysel ve endüstriyel atıklarla kirlenmiş suların kirlilik derecesini belirlemede kullanılan en önemli parametrelerden biri kimyasal oksijen ihtiyacıdır (Alam 2015). Kimyasal oksijen ihtiyacı ne kadar yüksekse, sulardaki kirlilik miktarı da o kadar yüksektir (Trivedy ve Goel 1984). KOİ, biyolojik oksijen isteğinden farklı olarak organik maddenin biyokimyasal reaksiyonlarla değil, redoks reaksiyonlarıyla oksitlenmesi esasına dayanır. Kimyasal oksidasyonda maddenin biyolojik olarak ayrışıp ayrışmadığına ve ayrışma hızına bakılmaksızın bütün organik maddeler oksitlenir (Samsunlu 2005, Burke vd. 2005, Hur ve Cho 2012). Yine de kimyasal oksijen isteğini doğuran etmenler arasında Fe, S, N, Mn gibi çok sayıda inorganik maddeler bulunur. Örneğin Hamam deresi sularının derinlerden yüze, havasız (indirgen) ortamlardan çözdüğü bileşiklerle ulaşan termal suları topladığı göz önüne alındığında KOİ değerlerinin bundan dolayı yüksek çıkması beklenebilir. Ancak termal suların toplam su kütlesi içindeki hacminin düşüklüğü, bu durumun saptanmasını zorlaştırmaktadır.

Çalışma alanı sularında KOİ değerleri 2,29-33,4 mg.L⁻¹ arasında değişmektedir. En düşük KOİ değeri Eğrekkaya barajında Temmuz ayında 2,29 mg.L⁻¹, en yüksek KOİ değeri Gürcü deresinde Aralık ayında 33,4 mg.L⁻¹ olarak tespit edilmiş olup, yıllık ortalama değeri ise 12,9 mg.L⁻¹ olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.11, Şekil 4.10). YSKY'ne göre ortalama KOİ seviyeleri açısından çalışma alanı suları I. sınıf su kalitesine sahiptir (Çizelge 4.1).

KOİ değerleri için yapılan varyans analizinde örnekleme noktaları arasındaki fark % 5 düzeyinde, aylar arasındaki fark ise % 1 düzeyinde istatistik olarak önemli bulunmuştur. Ortalama en düşük KOİ değeri (4,58 ± 1,23 mg.L⁻¹) Temmuz ayında, en yüksek ise (24,0 ± 6,39 mg.L⁻¹) Aralık ayında tespit edilmiştir. Ortalama en düşük KOİ değeri Pazar Köprü altında (9,64 ± 6,08 mg.L⁻¹), en yüksek KOİ değeri ise Kavşakkaya barajında (15,2 ± 7,68 mg.L⁻¹) tespit edilmiştir. Kavşakkaya barajı, Kurtboğazı barajı, Kamışlığın deresi, Kuruçay, Kocaçay, Berçin çayı, Akyar barajı, Hamam deresi, Gürcü

deresi, Eğilli deresi ve Hamam çayı kendi aralarında, Pazar Köprü Altı, Eğrekkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresi de kendi aralarında istatistiki olarak aynı gruba girmiştir.

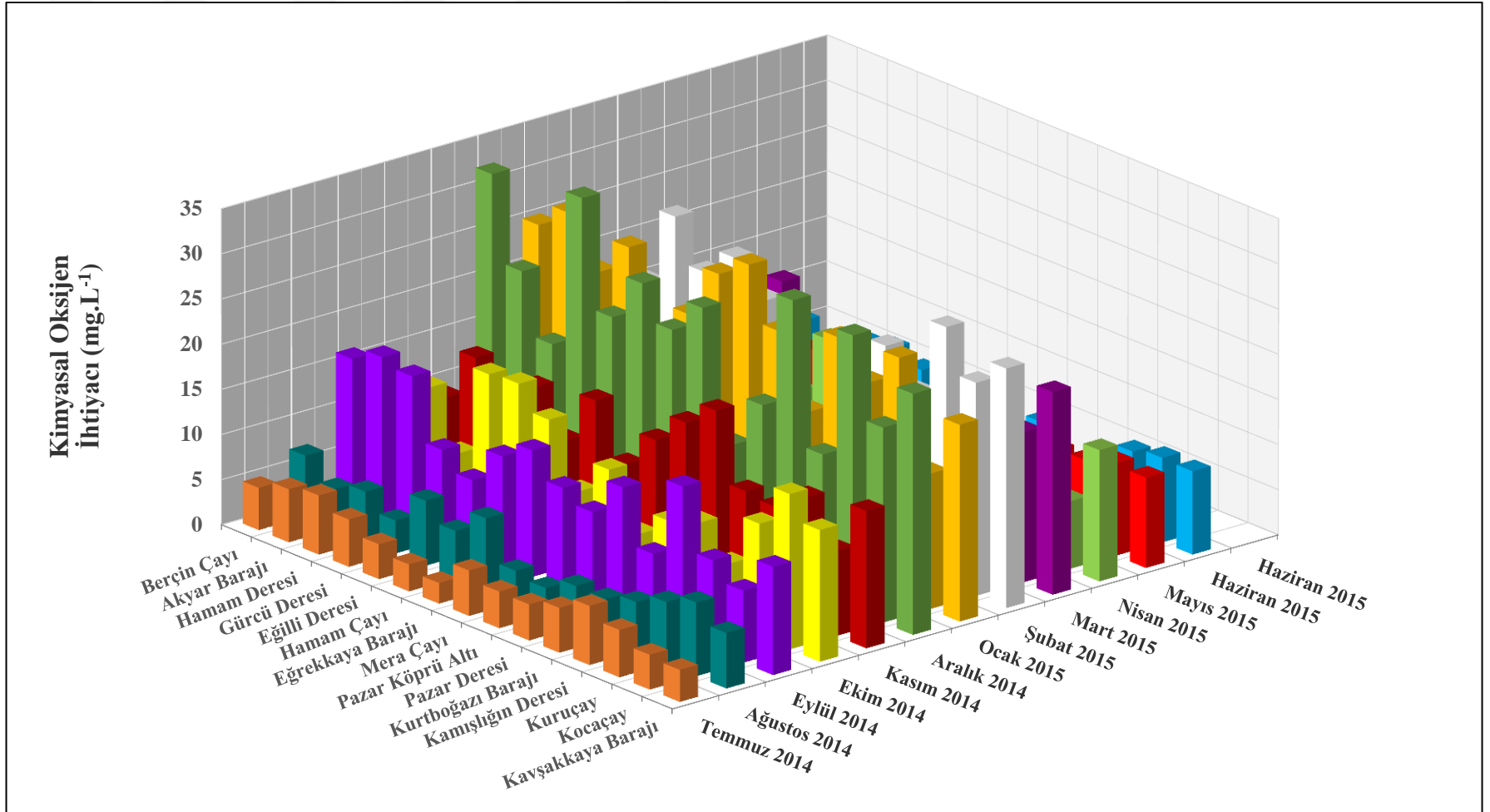
Chapman (1996) tarafından bildirildiğine göre; yüzey sularında KOİ konsantrasyonları 20 mg.L⁻¹'den 200 mg.L⁻¹'ye kadar değişmektedir. Endüstriyel atıksularla kirlenmiş suların KOİ değerleri ise 100 mg.L⁻¹'den 60.000 mg.L⁻¹'ye kadar çıkabilmektedir.

Çalışma alanında su kalitesini önemli derecede tehdit eden kirletici unsurlar bulunmadığından KOİ değerleri oldukça düşük kaydedilmiştir. Yine de kış aylarında tüm çalışma alanı sularında KOİ değerlerinin arttığı görülmektedir. Bu durumun sonbaharda toprağa dönen bitkisel artıkların artan yağışla birlikte organik içeriği yüksek yüzey akışlarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.11 Sularda tespit edilen kimyasal oksijen ihtiyacı değerleri

No	Örneklem Noktası	KİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI (mg.L ⁻¹)											ORT ± SDV	
		Temmuz 2014	Ağustos 2014	Eylül 2014	Ekim 2014	Kasım 2014	Aralık 2014	Ocak 2015	Şubat 2015	Mart 2015	Nisan 2015	Mayıs 2015		Haziran 2015
1	Berçin Çayı	4,68	6,76	16,0	5,52	8,77	32,0	24,9	18,5	10,6	9,21	11,9	5,21	12,8 ± 8,56 ABC
2	Akyar Barajı	5,88	4,41	17,6	12,7	14,5	22,6	27,6	11,8	9,76	7,21	9,68	8,21	12,7 ± 6,95 ABC
3	Hamam Deresi	6,55	5,48	16,8	6,79	11,6	15,9	22,4	19,9	17,4	9,99	9,02	5,76	12,3 ± 5,94 ABCD
4	Gürcü Deresi	5,25	3,65	10,0	16,9	14,0	33,4	26,5	28,4	14,2	8,63	9,21	8,71	14,9 ± 9,62 AB
5	Eğilli Deresi	3,86	7,21	8,00	17,2	9,41	21,6	15,0	23,6	16,6	7,48	10,3	9,31	12,5 ± 6,21 ABCD
6	Hamam Çayı	2,99	5,21	12,0	14,6	15,2	26,7	21,8	26,5	22,5	14,5	10,0	8,23	15,0 ± 7,93 A
7	Eğrekkaya Barajı	2,29	7,98	14,0	8,00	9,52	22,9	27,6	23,2	8,21	5,58	7,99	6,98	12,0 ± 8,10 BCD
8	Mera Çayı	5,02	3,52	11,2	11,8	13,6	26,7	30,0	11,0	8,21	8,52	7,29	5,24	11,8 ± 8,31 CD
9	Pazar Köprü Altı	4,06	2,97	9,89	5,99	16,9	12,9	24,0	10,0	8,06	6,69	10,57	3,64	9,64 ± 6,08 D
10	Pazar Deresi	3,99	4,55	14,0	8,77	19,5	18,7	16,5	18,4	12,9	5,64	9,06	7,88	11,7 ± 5,73 CD
11	Kurtboğazi Barajı	4,96	4,45	8,00	9,95	12,0	31,6	26,0	23,6	11,7	9,88	8,99	3,98	12,9 ± 9,09 ABC
12	Kamışlım Deresi	6,55	5,48	16,8	6,79	11,6	15,9	22,4	19,9	17,4	9,99	9,02	6,25	12,3 ± 5,89 ABCD
13	Kuruçay	5,25	6,85	10,0	12,6	14,0	30,5	26,5	28,4	14,2	8,63	9,21	8,71	14,6 ± 8,82 ABC
14	Kocaçay	3,86	8,15	8,00	17,2	9,41	21,6	15,0	23,6	16,6	7,48	10,25	9,36	12,5 ± 6,14 ABCD
15	Kavşakkaya Barajı	3,55	6,15	12,0	14,6	15,2	26,7	21,8	26,5	22,5	14,5	10,0	9,23	15,2 ± 7,68 ABC
ORT ± SDV		4,58 ± 1,23 A	5,52 ± 1,62 A	12,3 ± 3,39 A	11,3 ± 4,21 B	13,00 ± 3,08 BC	24,0 ± 6,39 BCD	23,2 ± 4,65 BCD	20,9 ± 6,08 CDE	14,0 ± 4,77 DEF	8,93 ± 2,68 EFG	9,5 ± 1,10 FG	7,11 ± 1,97 G	

Aynı harfler, istatistik olarak aynı grupta bulunan göstergeleri, farklı harfler ise, farklı grupları gösterir p<0,01, p<0,05; ORT: ortalama; SDV: standart sapma



Şekil 4.10 Sularda tespit edilen kimyasal oksijeni ihtiyacı değerleri (YSKY'ne göre I. sınıf sularda izin verilen en yüksek kimyasal oksijen ihtiyacı değerleri 25 mg.L⁻¹'dir)

4.1.11 Kalsiyum

Tüm canlılar için önemli bir besin maddesi olan kalsiyum, doğal sularda en bol bulunan elementlerden biridir. Hem denizlerde hem de tatlı sulardaki Ca^{+2} biyolojik açıdan çok önemli olup, birçok canlı iskeletinin temelini oluşturmaktadır (Boyd 1990). Kalsiyum, tüm organizmalar için vazgeçilmez bir elementtir ve birçok su omurgasının kabukları ile omurgalıların kemik oluşumunun yanısıra alglerin ve yüksek bitkilerin gelişiminde etkilidir (Nisbet ve Verneaux 1970, Bremond ve Vuichard 1973, Allan ve Castillo 2007).

Sulardaki kalsiyumun neredeyse tamamının inorganik toprak ürünlerinden kaynaklandığı ve Ca^{+2} iyonlarının topraktan çözünerek veya onunla birlikte akarak göllere ve nehirlere taşındığı bilinmektedir. Kalsiyum, suyun sertliğini meydana getiren elementler arasında en yaygındır (Anonymous 1977). Doğal sulardaki Ca^{+2} konsantrasyonları genellikle 15 mg.L^{-1} 'den daha azdır. Karbonat bakımından zengin kayalar, sulardaki Ca^{+2} konsantrasyonlarını $30-100 \text{ mg.L}^{-1}$ 'e ulaştırabilir (Chapman 1996).

Örneklenen sularda çalışma süresi boyunca tespit edilen Ca^{+2} değerleri $7,00-90,7 \text{ mg.L}^{-1}$ arasında değişmektedir. En düşük Ca^{+2} değeri Akyar barajında Şubat ayında $7,00 \text{ mg.L}^{-1}$, en yüksek Ca^{+2} değeri ise Hamam deresinde Mayıs ayında $90,7 \text{ mg.L}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. (Çizelge 4.12, Şekil 4.11). Yıllık ortalama Ca^{+2} değeri ise $34,1 \text{ mg.L}^{-1}$ 'dir. Çalışmada örnekleme noktaları arasında ortalama değerlere göre en düşük Ca^{+2} değeri Akyar barajında ($10,7 \pm 2,48 \text{ mg.L}^{-1}$), en yüksek değerler ise Hamam deresi ($70,3 \pm 11,7 \text{ mg.L}^{-1}$) ve Kamışlığın deresinde ($60,7 \pm 8,95 \text{ mg.L}^{-1}$) gözlenmiştir. Ca^{+2} değerleri için yapılan varyans analizinde hem örnekleme noktaları arasındaki fark, hem de aylar arasındaki fark % 1 düzeyinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Hamam deresi ve Kamışlığın deresi istatistiki olarak birbirlerinden ve diğer tüm noktalardan farklı bulunmuştur ($p < 0,01$). Hamam deresinde tespit edilen yüksek Ca^{+2} içeriği Sey hamamının termal sularından kaynaklanmaktadır. Kamışlığın deresinin de jeolojik özelliklerden dolayı diğer örnekleme noktalarına göre daha yüksek Ca^{+2} içeriği belirlenmiştir. Hamam çayı, Eğrekkaya barajı, Mera çayı, Pazar Köprü Altı ile Pazar

deresi kendi aralarında, Kuruçay, Kocaçay ve Kavşakkaya barajı kendi aralarında, Gürcü deresi ve Kurtboğazı barajı da kendi aralarında istatistiki olarak aynı gruba girmiştir. Bununla birlikte ortalama en düşük Ca^{+2} kapsamına sahip olan Akyar barajı da, Berçin çayı ve Eğilli deresi ile istatistiki olarak aynı grupta yer almışlardır. Kalsiyum değerleri aydan aya farklılık göstermiş olup, ortalama en düşük değerini Ocak ($28,9 \pm 15,7 \text{ mg.L}^{-1}$) ayında, ortalama en yüksek değerini ise Nisan ($38,9 \pm 21,1 \text{ mg.L}^{-1}$) ayında almıştır.

Kalsiyum, içme-kullanma ve sulama sularında genellikle bir kirlilik ajanı olarak kabul edilmez. Hatta sınırlı oranda kalsiyumun varlığı, suyun asitliğini sınırlaması ve borulardaki korozyonu engellemesi bakımından istenen bir özelliktir (Sander vd. 1996). Ancak içme sularında sertliğe neden olması, içme zorluklarının yanı sıra, boruları ve sistem elemanlarını tıkaması, ciltte bozulmaya neden olması, sabun tüketimini artırması, yemeklerin geç pişmesine yol açması gibi çok sayıda soruna yol açtığından, fazla Ca^{+2} varlığı da istenmeyen bir özelliktir (Sonneborn vd. 1983, Anonymous 2011b). Dünya Sağlık Örgütü tarafından içme sularında tat eşik konsantrasyonu bakımından tavsiye edilen Ca^{+2} aralığı $100\text{-}300 \text{ mg.L}^{-1}$ 'dir. Bununla birlikte içme sularında kalsiyum için bir üst sınır bildirilmemiştir (Anonymous 2008).

Daha önceki bir DSİ çalışmasında Kurtboğazı baraj gölü suyunda muhtelif derinliklerde Ca^{+2} miktarının $20,04\text{-}45,09 \text{ mg L}^{-1}$ arasında değiştiği belirtilmiştir (Anonim 1979).

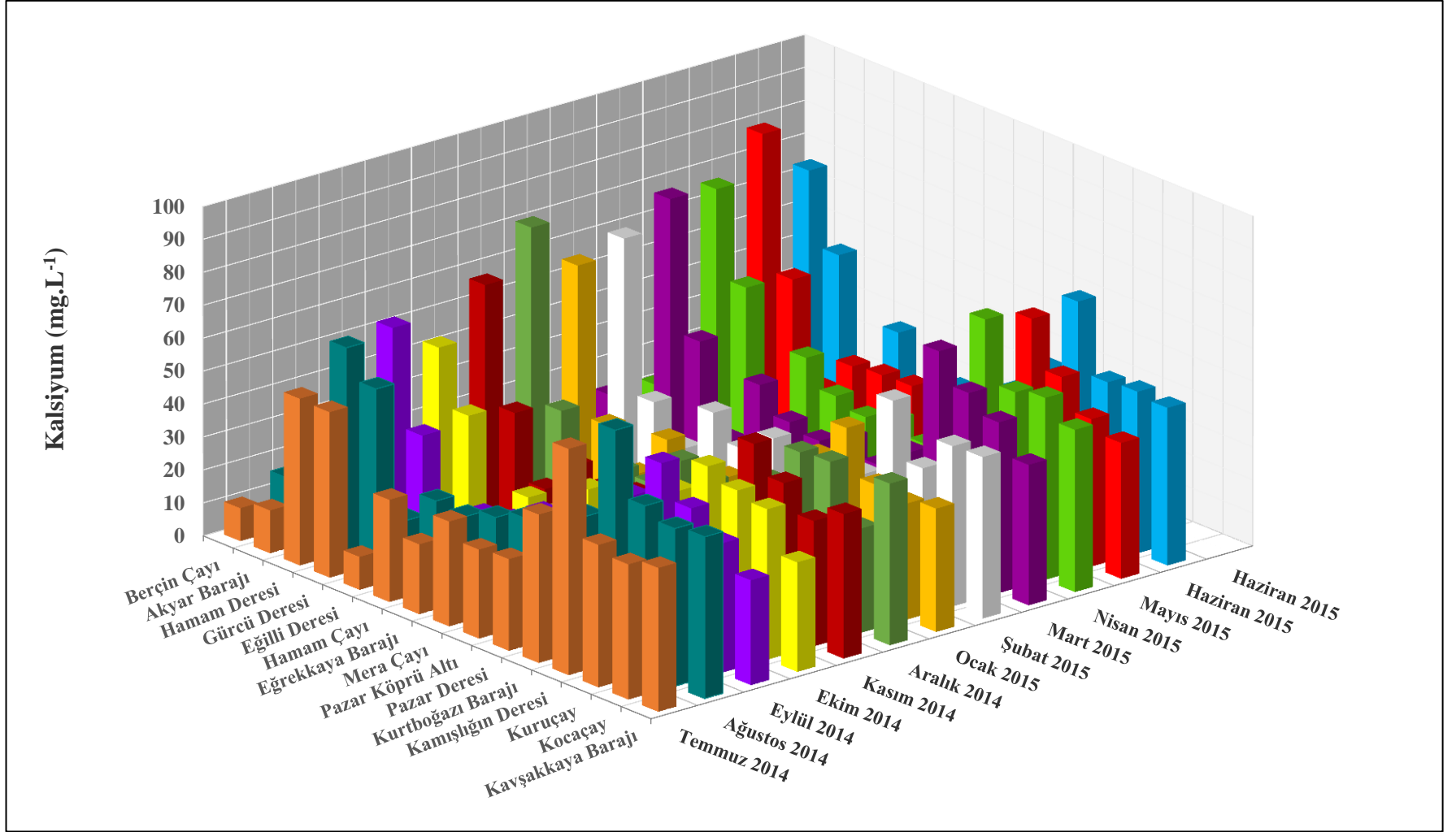
Bir başka DSİ raporunda Ca^{+2} miktarının Mera çayında $28,9 \text{ mg.L}^{-1}$, Pazar deresinde $47,6 \text{ mg.L}^{-1}$, Kurtboğazı baraj çıkışında $27,4 \text{ mg.L}^{-1}$ ve Hamam deresinde $40,7 \text{ mg.L}^{-1}$ olduğu belirlenmiştir (Anonim 1998a).

Diğer bir raporda Eğrekkaya baraj çıkışındaki kalsiyumun ortalama miktarı 34 mg L^{-1} olarak tespit edilmiştir. Değişik dönemlerde ve farklı su kütlelerinde yapılan bu ölçümler, havza sularında sertlik yönünden önemli bir sorun bulunmadığını göstermektedir (Anonim 2001).

Çizelge 4.12 Sularda tespit edilen kalsiyum değerleri

No	Örnekleme Noktası	KALSİYUM (mg.L ⁻¹)											ORT ± SDV	
		Temmuz 2014	Ağustos 2014	Eylül 2014	Ekim 2014	Kasım 2014	Aralık 2014	Ocak 2015	Şubat 2015	Mart 2015	Nisan 2015	Mayıs 2015		Haziran 2015
1	Berçin Çayı	10,0	15,2	11,4	13,4	8,2	10,6	10,0	8,6	12,0	11,0	13,6	15,0	11,6 ± 2,32 F
2	Akyar Barajı	13,0	15,6	8,40	12,2	7,80	11,0	12,2	7,00	10,6	8,20	11,0	11,0	10,7 ± 2,48 F
3	Hamam Deresi	50,6	62,0	64,0	54,0	69,0	82,4	66,9	71,0	79,0	78,0	90,7	75,6	70,3 ± 11,7 A
4	Gürcü Deresi	50,2	53,2	35,0	37,0	33,8	30,4	22,0	25,0	39,4	51,8	50,2	53,6	40,1 ± 11,4 D
5	Eğilli Deresi	10,0	17,0	13,0	8,0	14,4	9,6	11,0	14,6	13,0	12,6	20,5	14,2	13,2 ± 3,42 F
6	Hamam Çayı	31,0	26,6	18,4	19,6	25,2	19,8	25,0	29,2	33,6	37,8	31,2	37,4	27,9 ± 6,64 E
7	Eğrekaya Barajı	21,2	25,6	20,4	18,7	22,2	19,6	19,2	21,8	26,0	29,9	32,2	24,0	23,4 ± 4,30 E
8	Mera Çayı	31,8	29,0	26,4	29,4	24,2	30,0	21,0	28,8	24,0	27,2	32,6	27,8	27,7 ± 3,37 E
9	Pazar Köprü Altı	27,0	32,4	22,6	29,0	26,4	27,4	24,0	25,6	28,8	30,2	27,8	27,2	27,4 ± 2,64 E
10	Pazar Deresi	27,8	31,0	25,6	30,4	23,8	24,2	23,0	20,6	24,0	26,4	23,0	34,6	26,2 ± 4,05 E
11	Kurtboğazi Barajı	45,0	40,4	42,6	40,0	32,2	35,0	38,8	29,0	31,6	41,8	39,8	44,8	38,4 ± 5,28 D
12	Kamışlıgn Deresi	68,6	70,2	56,2	51,2	54,0	47,4	50,8	55,0	66,0	71,6	67,8	69,0	60,7 ± 8,95 B
13	Kuruçay	43,2	51,0	46,2	47,6	45,8	48,2	37,2	38,2	57,0	53,2	53,8	48,2	47,5 ± 5,96 C
14	Kocaçay	41,0	47,8	39,2	45,6	38,0	31,6	35,2	48,6	51,8	55,2	44,7	49,0	44,0 ± 7,07 CD
15	Kavşakkaya Barajı	43,6	49,0	31,8	33,2	43,8	49,0	37,4	49,0	42,6	49,2	41,2	47,8	43,1 ± 6,23 CD
ORT ± SDV		34,3 ± 16,8 ABC	37,7 ± 17,2 A	30,7 ± 16,4 CD	31,3 ± 14,7 BCD	31,3 ± 16,9 BCD	31,7 ± 19,1 BCD	28,9 ± 15,7 D	31,5 ± 17,9 BCD	36,0 ± 20,2 AB	38,9 ± 21,1 A	38,7 ± 21,0 A	38,6 ± 19,3 A	

Aynı harfler, istatistik olarak aynı grupta bulunan göstergeleri, farklı harfler ise, farklı grupları gösterir p<0,01, p<0,05; ORT: ortalama; SDV: standart sapma



Şekil 4.11 Sularda tespit edilen kalsiyum değerleri

4.1.12 Magnezyum

Magnezyum yer kabuğunda en bol rastlanan elementlerden biri olup, genellikle manyezit, dolomit, olivin, serpantin, talk ve asbest gibi minerallerde bulunur (Day 1963, Anonymous 1976). Magnezyum doğal sularda Mg^{+2} olarak yaygındır ve kalsiyum ile birlikte su sertliğine katkıda bulunur (Chapman 1996). Mg^{+2} bileşikleri, Ca^{+2} bileşiklerine oranla genellikle suda daha kolay çözünürler (Sillen ve Martell 1964). Doğal sulardaki Mg^{+2} konsantrasyonu kayaç türüne bağlı olarak 10 ila 50 $mg.L^{-1}$ arasında değişmektedir (Pettyjohn 1972). Mg^{+2} , klorofilin bileşiminde bulunduğundan klorofilli bitkiler için hayati önem taşır ve doğal sularda fitoplankton verimliliğini etkiler (Reynolds 1984). Magnezyumun çeşitli tuzları ve özellikle magnezyum klorür ($MgCl_2$), petrol kuyuları, karayolundan gelen yüzey akışları ve endüstriyel kirli suların bir ögesi olarak su kaynaklarına bulaşabilir (Munsuz ve Ünver 1995). Mg^{+2} doğada Ca^{+2} kadar yaygın olmasa da, benzer özelliklere sahip bir toprak alkali metaldir ve suların sertlik kazanmasından çoğu zaman ikinci derecede sorumludur (Wurts 1993).

Çalışma alanı sularında tespit edilen Mg^{+2} değerleri 1,32-40,9 $mg.L^{-1}$ arasında değişmektedir. En düşük Mg^{+2} değeri Eylül ve Şubat ayında Mera Çayında 1,32 $mg.L^{-1}$, en yüksek Mg^{+2} değeri ise Mayıs ve Temmuz aylarında Kamışlığın deresinde 40,9 $mg.L^{-1}$ olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.13, Şekil 4.12). Yıllık ortalama Mg^{+2} değeri ise 9,36 $mg.L^{-1}$ 'dir. Yapılan varyans analizinde Mg^{+2} değerlerinin hem örnekleme noktaları hem de aylar arasındaki farkı istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,01$). İlkbahar ve yaz aylarında ortalama değerlerde artış gözlemlenmiştir. Ortalama Mg^{+2} değerleri incelendiğinde, en düşük değerini Aralık ayında ($7,79 \pm 8,79 mg.L^{-1}$), en yüksek değerini ise Temmuz ayında ($11,0 \pm 10,1 mg.L^{-1}$) aldığı görülmektedir. Örnekleme noktaları dikkate alındığında ise ortalama en düşük Mg^{+2} değeri Mera Çayında ($1,95 \pm 0,49 mg.L^{-1}$), en yüksek Mg^{+2} değeri ise Kamışlığın deresinde ($36,7 \pm 3,06 mg.L^{-1}$) belirlenmiştir. Kamışlığın deresi ve Kuruçay ortalama değerler açısından istatistiki olarak birbirlerinden ve diğer tüm noktalardan farklı bulunmuştur. Hamam deresi, Eğrekkaya barajı ve Pazar deresi arasında, Gürcü deresi ile Hamam çayı arasında, Eğilli deresi, Pazar Köprü Altı, Kocaçay ve Kavşakkaya barajı arasında istatistiki bir fark bulunmamıştır. Aynı zamanda ortalama en düşük Mg değerine sahip olan Mera

çayı ile Berçin çayı, Akyar barajı ve Kurtboğazı barajı arasında istatistiki olarak fark bulunmamış ve aynı gruba girmişlerdir.

Maddeler birbirini karşılıklı etkiler. Yani ortamda bulunan kimi bileşikler, diğerlerinin olumsuz etkisini önleyebilir veya artırıcı etkide bulunabilir. Ca^{+2} ve Mg^{+2} buna iyi bir örnektir. Bu toprak alkali iyonların sudaki varlığı, asitliği ve onun yol açacağı siyanür, ağır metal vb zehirlenmelerini önleyici etki yapar. Ancak bu iyonların, kimi sularda çinko ve kurşun gibi zehirlilikleri artırabildiği de belirlenmiştir.

Sularda ağır metallerin etkileri ve zehirliliği, suyun fizikokimyasal özelliklerine bağlı olarak değişir. Örneğin Ca^{+2} ve Mg^{+2} iyonları arttıkça, pH yükseldikçe, serin sularda ya da iyi havalanma koşullarında, birçok ağır metalin olumsuz etkileri sınırlanabilmektedir (Munsuz ve Ünver 1995).

Bir DSİ raporunda Kurtboğazı baraj gölünde tespit edilen Mg^{+2} miktarının 1,21-8,51 $mg.L^{-1}$ arasında olduğu belirtilmiştir (Anonim 1979).

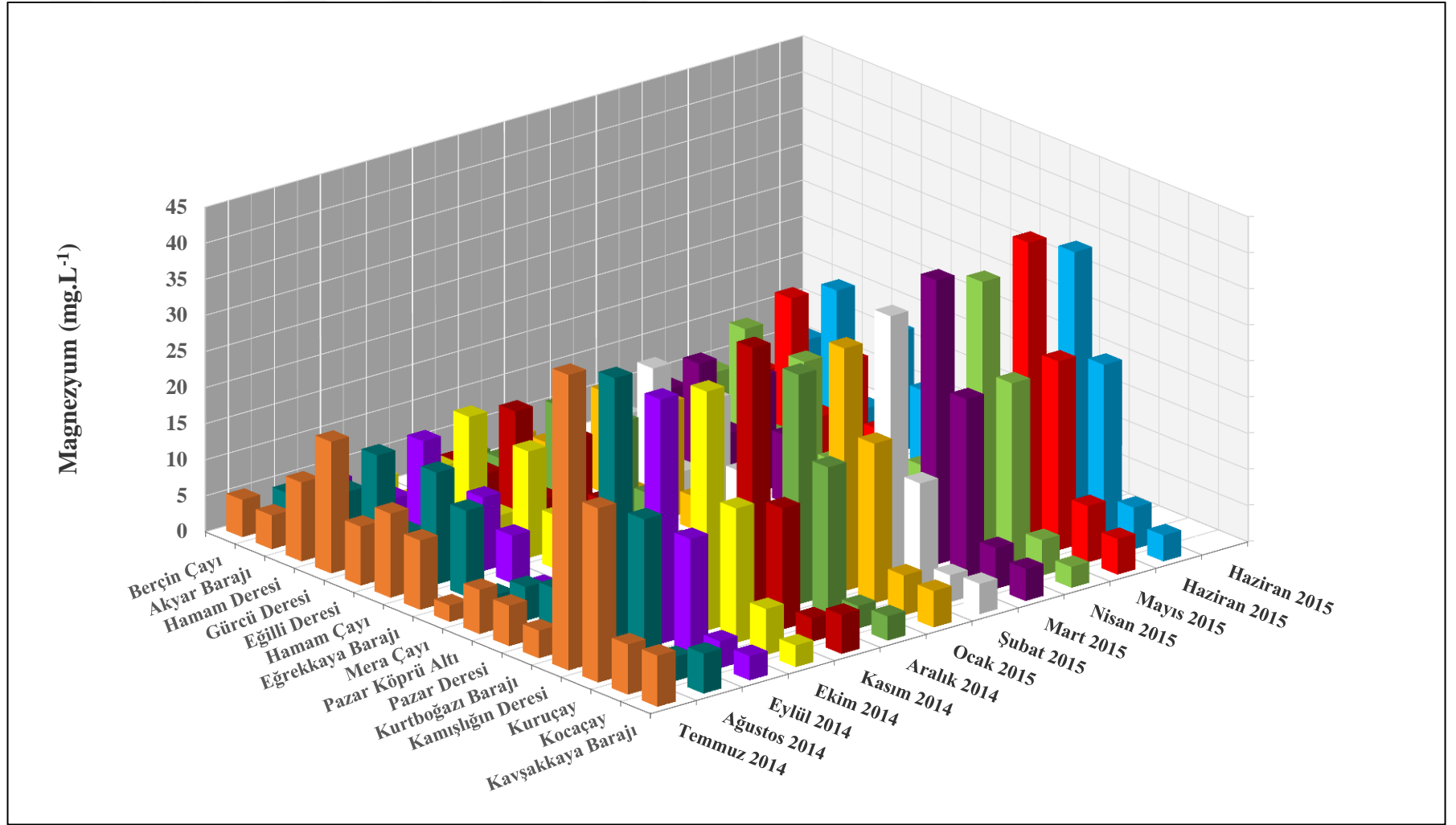
Bir başka DSİ raporunda Mg^{+2} değerlerinin Mera çayında 10 $mg.L^{-1}$, Pazar deresinde 16 $mg.L^{-1}$, Kurtboğazı baraj çıkışında 9,8 $mg.L^{-1}$ ve Hamam deresinde 11,8 $mg.L^{-1}$ olduğu tespit edilmiştir (Anonim 1998a).

Bir diğer raporda ise Eğrekkaya baraj çıkışındaki Mg^{+2} miktarının 4-11,5 $mg.L^{-1}$ arasında değiştiği belirtilmiştir. Her üç DSİ raporunda da; çalışma alanında Mg^{+2} içeriği açısından su kalitesini olumsuz etkileyecek bir duruma rastlanmamıştır (Anonim 2001).

Çizelge 4.13 Sularda tespit edilen magnezyum değerleri

No	Örneklem Noktası	MAGNEZYUM (mg.L ⁻¹)											ORT ± SDV	
		Temmuz 2014	Ağustos 2014	Eylül 2014	Ekim 2014	Kasım 2014	Aralık 2014	Ocak 2015	Şubat 2015	Mart 2015	Nisan 2015	Mayıs 2015		Haziran 2015
1	Berçin Çayı	5,16	4,20	4,08	2,64	2,88	2,40	3,00	3,72	2,28	3,00	3,60	3,48	3,37 ± 0,84 GHI
2	Akyar Barajı	4,68	2,52	3,60	1,44	4,92	3,36	3,72	1,92	3,24	4,32	2,52	3,48	3,31 ± 1,06 GHI
3	Hamam Deresi	10,9	7,80	5,04	7,55	4,80	4,18	4,97	7,44	9,24	9,72	8,04	10,6	7,52 ± 2,34 D
4	Gürcü Deresi	18,2	14,5	14,6	16,2	15,1	13,9	14,0	15,6	14,4	17,4	19,8	19,1	16,1 ± 2,06 C
5	Eğilli Deresi	8,16	5,52	3,48	4,20	4,68	2,16	1,80	3,00	6,48	4,32	5,16	4,44	4,45 ± 1,78 FG
6	Hamam Çayı	11,6	15,5	10,2	14,8	14,6	15,1	16,0	14,6	16,0	16,2	14,5	16,6	14,6 ± 1,89 C
7	Eğrekkaya Barajı	9,60	11,9	6,60	7,44	7,80	6,84	4,56	6,26	9,36	4,20	6,60	10,1	7,60 ± 2,28 D
8	Mera Çayı	2,28	1,92	1,32	1,44	2,28	2,04	2,40	1,32	1,56	1,68	2,28	2,88	1,95 ± 0,49 I
9	Pazar Köprü Altı	6,12	4,68	5,76	8,04	5,04	3,36	5,28	2,52	4,20	4,92	7,32	5,40	5,22 ± 1,53 EF
10	Pazar Deresi	5,60	6,12	4,68	7,44	6,60	2,76	2,52	6,60	9,72	8,52	7,68	8,16	6,37 ± 2,20 DE
11	Kurtboğazi Barajı	3,84	4,08	1,32	2,16	2,76	1,80	2,52	2,28	2,88	3,12	2,28	2,04	2,59 ± 0,80 HI
12	Kamışlıgın Deresi	40,9	38,6	33,8	33,1	37,3	31,8	33,6	36,2	39,4	37,3	40,9	37,8	36,7 ± 3,06 A
13	Kuruçay	24,1	20,8	16,2	18,6	16,8	20,6	22,1	14,8	24,6	25,0	26,2	23,9	21,1 ± 3,81 B
14	Kocaçay	6,96	3,36	3,72	6,36	3,24	3,12	5,52	3,72	5,64	4,92	7,80	5,76	5,01 ± 1,58 EFG
15	Kavşakkaya Barajı	7,08	5,52	3,36	3,00	5,40	3,36	5,04	4,20	4,44	2,88	4,92	3,60	4,40 ± 1,25 FGH
ORT ± SDV		11,0 ± 10,1 A	9,80 ± 9,68 ABC	7,86 ± 8,43 D	8,96 ± 8,60 BCD	8,95 ± 9,16 BCD	7,79 ± 8,79 D	8,47 ± 9,13 CD	8,28 ± 9,14 CD	10,2 ± 10,2 AB	9,83 ± 10,1 ABC	10,6 ± 10,8 A	10,5 ± 10,0 AB	

Aynı harfler, istatistik olarak aynı grupta bulunan göstergeleri, farklı harfler ise, farklı grupları gösterir p<0,01, p<0,05; ORT: ortalama; SDV: standart sapma



Şekil 4.12 Sularda tespit edilen magnezyum değerleri

4.1.13 Sodyum

Sodyum yeryüzünde en bol bulunan elementlerden biridir. İyonik formda (Na^+) tüm canlı organizmalarda bulunur. Hemen tüm Na^+ bileşikleri suda kolayca çözündüklerinden, doğal suların tamamı bir miktar sodyum içerir (Chapman 1996). Doğal kaynaklar dışında insan aktiviteleri de, yüzey suları ve yeraltı sularındaki Na konsantrasyonları üzerinde önemli bir etkiye sahip olabilir. Evsel ve endüstriyel atıksular, kıyı bölgelerinde deniz suyu girişimi, petrol kuyusu sondajlarından kaynaklanan drenaj suları, kar ve buzun kontrol edilmesi için yollarda tuz kullanımı sularındaki Na^+ içeriğine katkıda bulunmaktadır (Hem 1970).

Çalışma alanı sularında tespit edilen Na^+ değerleri $1,61-86,9 \text{ mg.L}^{-1}$ arasında değişmektedir. Suda en düşük Na^+ değeri Eğilli deresinde Aralık ayında $1,61 \text{ mg.L}^{-1}$, en yüksek Na^+ değeri ise Hamam deresinde Ağustos ayında $86,9 \text{ mg.L}^{-1}$ olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.14, Şekil 4.13). Yıllık ortalama Na^+ değeri ise $11,9 \text{ mg.L}^{-1}$ 'dir. Na^+ değerleri için yapılan varyans analizinde hem örnekleme noktaları arasındaki fark hem de aylar arasındaki fark % 1 düzeyinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Çalışmada ortalama Na^+ değerleri incelendiğinde nispeten yüksek değerler sonbahar ve yaz aylarında, düşük değerler ise ilkbahar ve kış aylarında elde edilmiştir. En düşük ortalama Na^+ değeri Aralık ayında ($8,36 \pm 8,32 \text{ mg.L}^{-1}$), en yüksek ortalama Na^+ değeri ise Temmuz ayında ($16,6 \pm 18,4 \text{ mg.L}^{-1}$) tespit edilmiştir. Örnekleme noktaları dikkate alındığında en düşük ortalama Na^+ değeri Eğilli deresinde ($3,81 \pm 1,65 \text{ mg.L}^{-1}$), en yüksek ortalama Na^+ değeri ise Hamam deresinde ($57,5 \pm 16,9 \text{ mg.L}^{-1}$) belirlenmiştir. Örnekleme noktaları arasında tespit edilen istatistiki farkın hangi noktalardan kaynaklandığı incelendiğinde ortalama en yüksek Na^+ değerine sahip olan Hamam deresi istatistiki olarak diğer tüm noktalardan farklı bulunmuştur. Hamam çayı ve Mera çayı arasında, Eğrekkaya barajı ve Pazar deresi arasında istatistiki olarak fark bulunmamıştır. Aynı zamanda en düşük ortalama Na^+ değerine sahip olan Eğilli deresi ile Berçin çayı, Akyar barajı, Gürcü deresi, Eğilli deresi, Pazar Köprü Altı, Kurtboğazı barajı, Kamışlığın deresi, Kuruçay, Kocaçay ve Kavşakkaya barajı arasında istatistiki olarak fark bulunmamıştır.

TS 266, Avrupa Birliği içme suyu tebliği ve Dünya Sağlık rgt tarafından Na⁺ için sınır değerler 200 mg.L⁻¹ olarak belirlenmiştir. Her ne kadar Sey hamamı sularından dolayı Hamam deresinde tespit edilen Na⁺ miktarları nispeten yüksek olsa da çalışma alanı suları tüm nokta ve aylarda sodyum seviyeleri açısından ilgili tebliğlerde belirlenen sınır değerin altındadır (izelge 4.1).

Sudaki tuzların toplam miktarından ayrı olarak, her bir iyonun ayrı ayrı miktarları da önemlidir. Bu iyonlar arasında sodyumun fazlalığı, en sık rastlanan ve giderilmesi zor olan sorundur. Yüksek oranlarda Na⁺ içeren sular, sulamada kullanıldıklarında topraklarda olumsuz özelliklerin artmasına neden olacakları için “sodyumlu su” adıyla ayrı bir sınıfa alınır (Munsuz ve nver 1995).

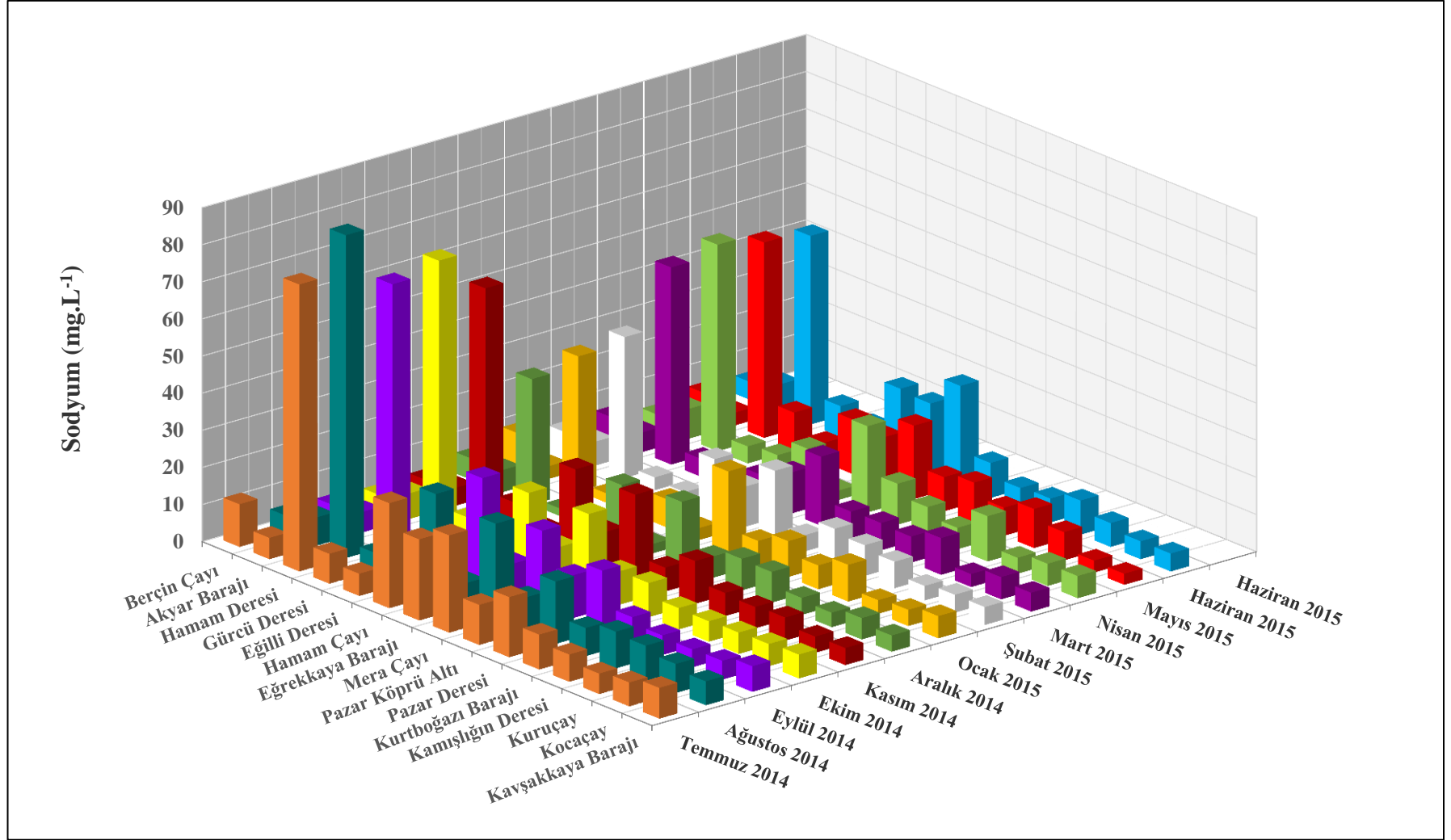
Bir DSİ (1998) raporunda Na⁺ değerlerinin Mera ayında 10,5 mg.L⁻¹, Pazar deresinde 13 mg.L⁻¹, Kurtboğazı baraj çıkışında 7,8 mg.L⁻¹ ve Hamam deresinde 13,4 mg.L⁻¹ olduğu tespit edilmiştir. Bir diğer DSİ yayınında da Eğrekkaya baraj çıkışındaki Na⁺ miktarının 4-11,5 mg.L⁻¹ arasında değiştiği belirtilmiştir (Anonim 2001).

Buna göre sodyum açısından çalışma alanında bir sorun olmadığı belirlenmiştir. Bu raporlarda belirlenen sonuçlar çalışmamız ile uyum içindedir.

Çizelge 4.14 Sularda tespit edilen sodyum değerleri

No	Örnekleme Noktası	SODYUM (mg.L ⁻¹)											ORT ± SDV	
		Temmuz 2014	Ağustos 2014	Eylül 2014	Ekim 2014	Kasım 2014	Aralık 2014	Ocak 2015	Şubat 2015	Mart 2015	Nisan 2015	Mayıs 2015		Haziran 2015
1	Berçin Çayı	11,5	4,83	4,14	3,22	3,68	5,75	8,97	5,75	6,21	3,22	5,52	4,83	5,64 ± 2,43 CDE
2	Akyar Barajı	5,75	7,59	5,52	6,90	4,83	5,98	3,45	6,44	5,29	8,05	3,45	7,59	5,90 ± 1,52 CDE
3	Hamam Deresi	77,3	86,9	70,2	72,9	61,9	33,8	36,3	38,0	53,1	55,7	52,7	50,8	57,5 ± 16,9 A
4	Gürcü Deresi	8,05	4,60	2,76	6,90	7,36	2,07	2,53	3,45	4,83	4,60	10,1	8,28	5,46 ± 2,62 DE
5	Eğilli Deresi	5,98	3,68	3,45	1,84	3,45	1,61	2,07	2,76	3,68	5,52	5,27	6,44	3,81 ± 1,65 E
6	Hamam Çayı	28,3	27,1	27,8	20,2	23,0	15,2	7,59	15,0	7,13	10,6	14,7	19,6	18,0 ± 7,56 B
7	Eğrekkaya Barajı	21,9	6,44	8,05	8,97	9,43	2,53	3,22	10,8	11,0	2,53	13,3	18,9	9,76 ± 6,08 CD
8	Mera Çayı	26,2	25,8	20,2	21,2	22,8	17,3	21,9	18,4	18,6	23,2	19,8	26,9	21,9 ± 3,21 B
9	Pazar Köprü Altı	10,8	9,20	11,5	8,97	6,44	5,75	6,44	4,37	7,13	11,0	9,20	9,43	8,36 ± 2,29 CDE
10	Pazar Deresi	16,2	16,8	16,1	9,20	11,5	8,51	9,66	9,40	7,36	8,05	11,0	5,98	10,8 ± 3,66 C
11	Kurtboğazi Barajı	9,40	7,59	6,90	5,75	6,21	8,28	6,44	8,28	7,00	5,75	7,60	6,44	7,14 ± 1,12 CDE
12	Kamışlıgın Deresi	7,36	9,89	5,29	5,52	5,75	4,60	9,89	7,13	9,89	12,2	10,5	9,22	8,10 ± 2,47 CDE
13	Kuruçay	5,52	9,43	4,83	5,75	6,21	3,91	3,68	3,91	3,50	4,30	7,60	6,44	5,42 ± 1,80 DE
14	Kocaçay	6,44	7,82	5,06	5,98	4,37	5,75	4,37	4,83	5,98	5,98	3,22	4,83	5,39 ± 1,19 DE
15	Kavşakkaya Barajı	8,28	6,44	6,90	6,44	4,60	4,37	5,98	4,83	5,06	5,98	2,99	4,83	5,56 ± 1,39 CDE
ORT ± SDV		16,6 ± 18,4 A	15,6 ± 21,0 AB	13,2 ± 17,3 ABC	12,7 ± 17,5 ABCD	12,1 ± 15,1 ABCD	8,36 ± 8,32 D	8,83 ± 9,03 CD	9,55 ± 8,99 CD	10,4 ± 12,4 CD	11,1 ± 13,3 BCD	11,8 ± 12,2 BCD	12,7 ± 12,4 ABCD	

Aynı harfler, istatistik olarak aynı grupta bulunan göstergeleri, farklı harfler ise, farklı grupları gösterir p<0,01, p<0,05; ORT: ortalama; SDV: standart sapma



Şekil 4.13 Sularda tespit edilen sodyum değerleri (TS 266, EC Komisyonu ve WHO tarafından içme sularında Na⁺ için tavsiye edilen sınır değer 200 mg.L⁻¹'dir)

4.1.14 Potasyum

Potasyum (K^+) yer kabuğunun yaklaşık % 2,1-2,3'ünü oluşturan, yedinci veya sekizinci en bol elementtir (Schroeder 1978, Wedepohl 1995). Bununla birlikte doğal suların kapsamındaki K^+ miktarı azdır. Doğal sulardaki konsantrasyonları genellikle 10 mg.L^{-1} 'den daha az iken, jeotermal ve tuzlu sularda sırasıyla 100 ve 25.000 mg.L^{-1} gibi yüksek konsantrasyonlara ulaşabilir. Bu durum, suyun bulunduğu jeolojik formasyonlarla ilgilidir. K^+ genelde tüm canlılar için gerekli bir elementtir. Kara canlıları için farklı besinlerle alınabilmesine karşın, su canlılarının tek potasyum kaynağı içinde yaşadıkları sudur. Kilce zengin toprakların K^+ kapsamı genellikle yüksektir (Barré vd. 2008). Taşkınlar, akarsular ve seller suya gelen potasyumun başlıca kaynaklarıdır. Her ikisi de alkali iyon olmalarına karşın, sularda K^+ fazlalığı Na^+ kadar zararlı değildir.

K^+ tuzları endüstride ve gübrelerde yaygın olarak kullanılmakta olup, endüstriyel atıklardan ve tarım arazilerinden doğal sulara karışabilmektedir (Chapman 1996). Hütter'e (1992) göre, doğal sularda nispeten yüksek potasyum konsantrasyonlarının belirlenmesi, öncelikle yakın arazilerden yağışlarla potasyumlu gübrelerin yıkanmasıyla açıklanabilir. Ancak Kurtboğazi havzası bütününde böyle bir durumla karşılaşılmamıştır.

Çalışma alanı sularında K^+ seviyeleri $1,17-14,4 \text{ mg.L}^{-1}$ arasında değişmektedir. Suda en düşük K^+ değeri Eylül ayında Berçin çayında $1,17 \text{ mg.L}^{-1}$, en yüksek K^+ değeri ise Mayıs ayında Hamam deresinde $14,4 \text{ mg.L}^{-1}$ olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.15, Şekil 4.14). Yıllık ortalama K^+ değeri ise $4,65 \text{ mg.L}^{-1}$ 'dir. K^+ değerleri için yapılan varyans analizinde hem örnekleme noktaları arasındaki fark hem de aylar arasındaki fark, istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,01$). Çalışmada örnekleme zamanı dikkate alındığında ortalama en düşük K^+ değerinin Eylül ayında ($3,83 \pm 2,06 \text{ mg.L}^{-1}$), en yüksek değer ise Haziran ayında ($6,01 \pm 2,20 \text{ mg.L}^{-1}$) olduğu görülmektedir. Ortalama en düşük K^+ değeri Berçin çayında ($3,11 \pm 1,23 \text{ mg.L}^{-1}$), en yüksek potasyum değeri ise Hamam deresinde ($10,4 \pm 2,63 \text{ mg.L}^{-1}$) tespit edilmiştir. Hamam deresi ve Pazar deresi istatistiki olarak birbirlerinden ve diğer tüm noktalardan farklı bulunmuştur. Gürcü deresi, Kuruçay, Kocaçay ve Kavşakkaya barajı istatistiki olarak aynı gruba girmiştir.

Ortalama en düşük K^+ kapsamına sahip olan Berçin çayı ile Akyar barajı, Eğilli deresi, Hamam çayı, Eğrekkaya barajı, Mera çayı, Pazar Köprü Altı, Kurtboğazı barajı ve Kamışlığın deresi arasında istatistiki olarak fark bulunmamıştır.

Bir DSİ raporunda K^+ değerlerinin Mera çayında 4 mg.L^{-1} , Pazar deresinde $2,9 \text{ mg.L}^{-1}$, Kurtboğazı baraj çıkışında $2,8 \text{ mg.L}^{-1}$ ve Hamam deresinde $5,3 \text{ mg.L}^{-1}$ olduğu tespit edilmiştir (Anonim 1998a).

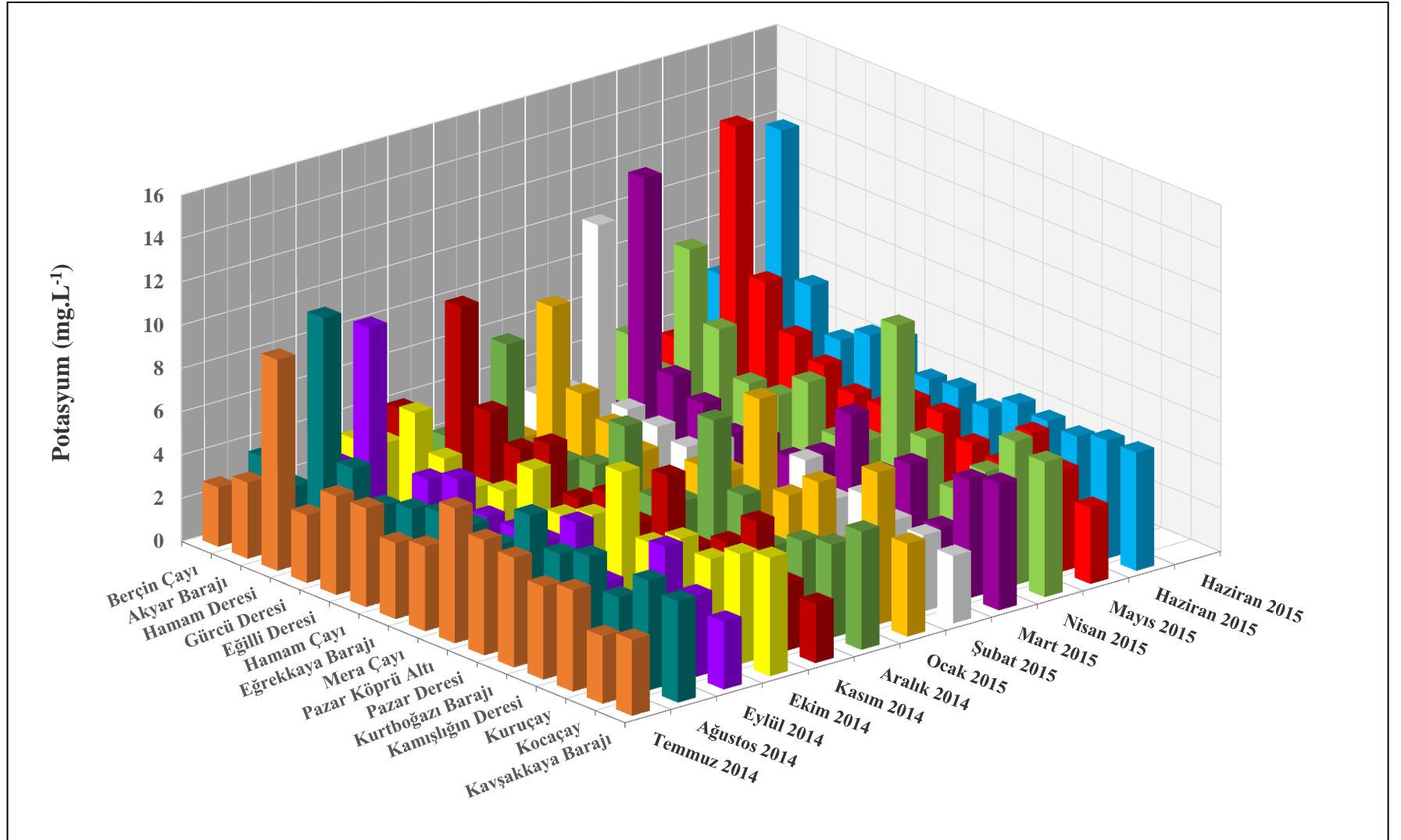
Eğrekkaya barajında yapılan bir çalışmada da ortalama K^+ değerinin $5,54 \text{ mg.L}^{-1}$ olduğu belirlenmiştir (Anonim 2001).

Bu çalışmalarda elde edilen potasyum miktarları çalışmamızdaki sonuçlarla uyum içindedir. Her ne kadar Hamam deresinde nispeten daha yüksek potasyum kapsamı belirlense de, bu değer su kalitesini olumsuz yönde etkileyecek düzeyde değildir. Çalışma alanı sularında potasyum açısından sorun oluşturacak bir durum söz konusu değildir.

Çizelge 4.15 Sularda tespit edilen potasyum değerleri

No	Örneklem Noktası	POTASYUM (mg.L ⁻¹)											ORT ± SDV	
		Temmuz 2014	Ağustos 2014	Eylül 2014	Ekim 2014	Kasım 2014	Aralık 2014	Ocak 2015	Şubat 2015	Mart 2015	Nisan 2015	Mayıs 2015		Haziran 2015
1	Berçin Çayı	2,73	3,51	1,17	3,12	3,90	2,03	2,34	2,73	2,11	4,29	3,51	5,85	3,11 ± 1,23 D
2	Akyar Barajı	3,51	2,73	3,12	3,51	1,95	3,12	1,95	3,51	1,95	3,12	3,51	5,07	3,09 ± 0,89 D
3	Hamam Deresi	9,75	11,1	10,0	5,46	9,75	7,41	8,54	11,7	13,3	9,35	14,4	13,7	10,4 ± 2,63 A
4	Gürcü Deresi	3,12	4,68	1,95	3,90	5,46	1,95	5,07	3,74	4,68	6,24	7,80	7,02	4,63 ± 1,84 C
5	Eğilli Deresi	4,56	3,51	4,11	3,12	4,29	3,12	4,21	3,51	3,98	4,29	5,85	5,07	4,14 ± 0,79 CD
6	Hamam Çayı	4,56	3,90	4,68	3,51	5,07	3,51	3,51	3,12	3,12	4,29	5,07	5,85	4,18 ± 0,88 CD
7	Eğrekkaya Barajı	3,51	4,29	3,51	5,07	3,12	5,85	1,56	3,90	3,51	5,46	4,29	6,24	4,19 ± 1,31 CD
8	Mera Çayı	3,90	4,29	3,51	3,51	3,90	3,12	3,99	2,34	3,12	3,51	4,29	4,92	3,70 ± 0,67 CD
9	Pazar Köprü Altı	6,24	3,95	3,51	4,09	3,12	3,51	4,29	1,95	3,90	3,90	5,12	5,07	4,05 ± 1,09 CD
10	Pazar Deresi	5,32	5,85	4,91	6,63	5,85	7,80	8,19	4,75	6,24	9,75	5,07	4,68	6,25 ± 1,59 B
11	Kurtboğazi Barajı	5,07	4,63	2,73	3,90	3,12	4,89	4,29	3,51	4,11	5,07	4,21	5,46	4,25 ± 0,83 CD
12	Kamışlıgın Deresi	4,29	5,07	1,95	4,68	3,90	3,12	5,46	4,29	5,07	3,28	3,91	5,24	4,19 ± 1,03 CD
13	Kuruçay	4,68	3,74	5,46	4,29	5,41	3,90	3,12	3,65	2,73	4,68	5,85	5,08	4,38 ± 0,98 C
14	Kocaçay	3,12	5,07	3,78	5,07	3,12	4,29	7,02	3,51	5,46	6,63	4,68	5,46	4,77 ± 1,28 C
15	Kavşakkaya Barajı	3,51	4,68	3,12	5,46	2,73	5,46	4,29	3,12	5,85	6,24	3,51	5,46	4,45 ± 1,23 C
ORT ± SDV		4,52 ± 1,73 BC	4,73 ± 1,91 BC	3,83 ± 2,06 C	4,35 ± 1,02 BC	4,31 ± 1,88 BC	4,21 ± 1,76 C	4,52 ± 2,08 BC	3,96 ± 2,26 C	4,61 ± 2,72 BC	5,34 ± 2,02 AB	5,41 ± 2,74 AB	6,01 ± 2,20 A	

Aynı harfler, istatistik olarak aynı grupta bulunan göstergeleri, farklı harfler ise, farklı grupları gösterir p<0,01, p<0,05; ORT: ortalama; SDV: standart sapma



Şekil 4.14 Sularda tespit edilen potasyum değerleri

4.1.15 Karbonat ve bikarbonat

Karbonat-bikarbonat sistemleri, ortamın asitlik-alkalilik düzeyine bağı olarak doğal sularda çok yaygın olan iyonlardır ve hemen her suda bulunabilirler. Bu sistemin varlığı, su kütlelerinin aşırı asitleşmesinin önünde en önemli engeldir. Kalsiyum ve bir ölçüde magnezyumun karbonatlarının suda çözünürlüğü düşük olmakla birlikte, hemen tüm bikarbonatlar suda kolay çözünürler. Öte yandan sodyum ve potasyumun hem karbonat, hem de bikarbonatlarının çözünürlüğü yüksektir.

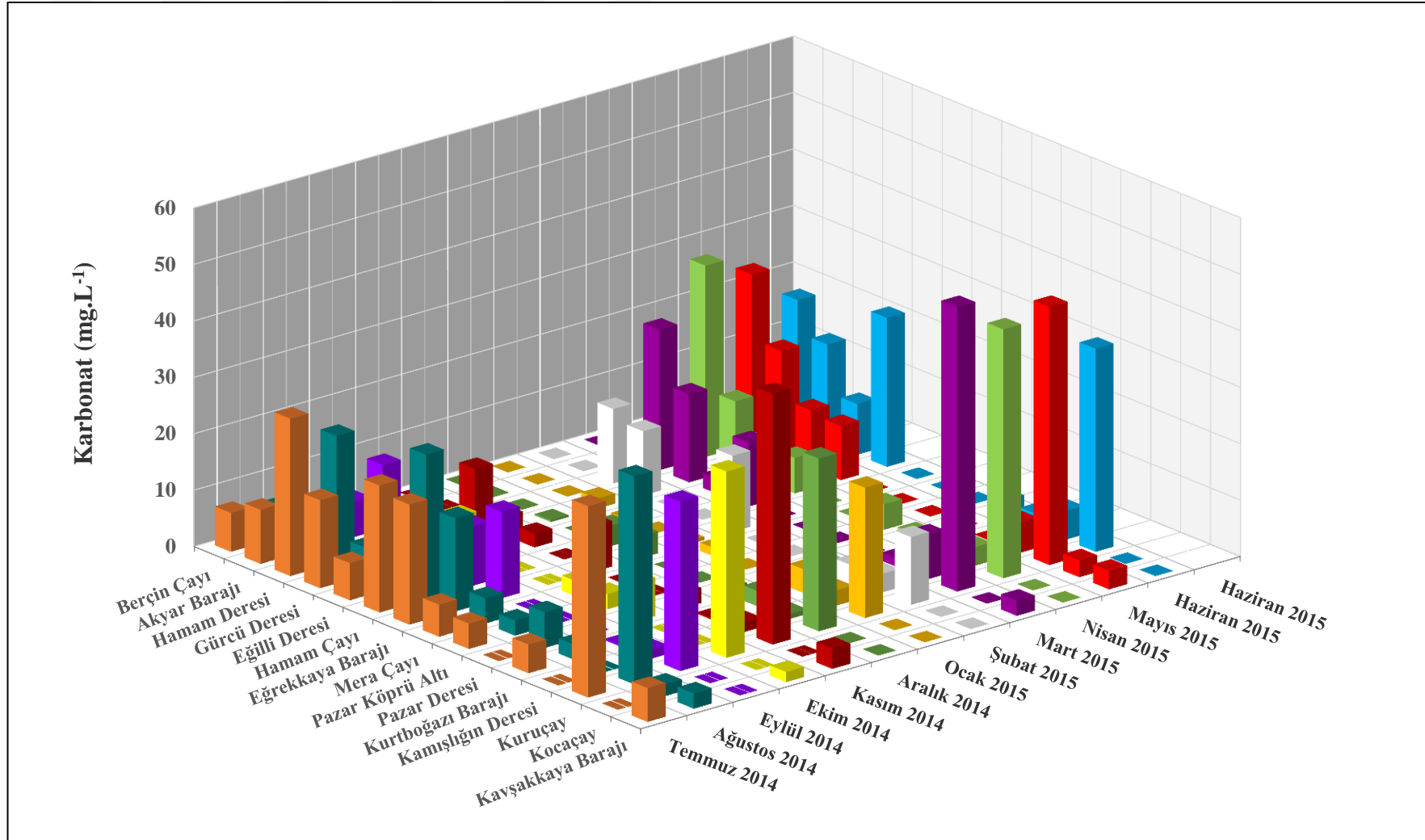
Karbonatların (CO_3^{2-}) ve bikarbonatların (HCO_3^-) varlığı suyun sertliğini ve alkalinitesini etkiler. Doğal sularda bulunan CO_3^{2-} ve HCO_3^- iyonlarını nötralize eden H^+ iyonları miktarına alkalinite denir. Bir suyun alkalinitesi, o suyun asitleri nötralize edebilme kapasitesi olarak tanımlanır (Wurts ve Durborow 1992). Doğal sulardaki başlıca tampon sistemi, karbonat sistemidir. Bu sistem yalnızca asit ve bazları nötrleştirip pH dalgalanmalarını azaltmakla kalmayıp, özümlemede kullanılan karbonun da başlıca kaynağını oluşturur. Bu nedenle suların verimliliği, karbonat tamponluğu sistemi ile yakından ilişkilidir. Mineral asitler suya eklendiğinde karbonat-bikarbonat sistemi tamponluk yeteneğiyle onları öncelikle kendisine bağlar ve bu yetenek aşıldığında, başlangıçtaki biyolojik verim düşer (Munsuz ve Ünver 1995, Mattson 2009). Algler sudaki serbest veya iyonize hâldeki karbondioksiti bünyelerine alarak suyun pH'sını yükseltebilirler. Dolayısıyla alg büyümesinin yoğun olduğu doğal sularda karbonat alkalinitesi görülebilir (Moss 1973). Doğal sularda normal pH aralığında karbonat miktarı bikarbonata göre çok düşüktür. Suyun pH değeri 8,2'nin üzerine çıktığı zaman karbonat iyonu konsantrasyonu artmaya başlar. Yeraltı suları ise daha alkali olabilir ve 10 mg.L^{-1} 'ye kadar CO_3^{2-} konsantrasyonları içerebilir. Yüzey sularındaki HCO_3^- konsantrasyonları genellikle $<500 \text{ mg.L}^{-1}$ ve daha yaygın olarak $<25 \text{ mg.L}^{-1}$ 'dir (Chapman 1996).

Çalışma alanı sularında bazı aylarda ve noktalarda karbonat tespit edilememiştir. Bu durumun nedeni suyun pH'sının eşik değer olan 8,2'nin altında kalmış olmasıdır. En yüksek CO_3^{2-} değeri Kuruçay'da Mart ayında $50,4 \text{ mg.L}^{-1}$, yıllık ortalama değeri ise $6,39 \text{ mg.L}^{-1}$ olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.16, Şekil 4.15).

Çizelge 4.16 Sularda tespit edilen karbonat değerleri

No	Örnekleme Noktası	KARBONAT (mg.L ⁻¹)												ORT ± SDV
		Temmuz 2014	Ağustos 2014	Eylül 2014	Ekim 2014	Kasım 2014	Aralık 2014	Ocak 2015	Şubat 2015	Mart 2015	Nisan 2015	Mayıs 2015	Haziran 2015	
1	Berçin Çayı	6,90	5,40	2,70	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,38 ± 2,40 DE
2	Akyar Barajı	9,60	7,50	6,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	2,45 ± 3,72 DE
3	Hamam Deresi	27,9	22,5	15,0	0,00	9,60	0,00	0,00	13,2	24,9	33,9	30,0	23,1	16,7 ± 12,2 B
4	Gürcü Deresi	15,6	4,80	8,10	5,70	3,30	0,30	1,80	11,4	15,6	12,0	18,6	17,4	9,55 ± 6,40 C
5	Eğilli Deresi	6,60	3,60	0,00	2,70	2,40	0,00	0,30	0,00	2,70	7,20	10,2	9,00	3,73 ± 3,66 DE
6	Hamam Çayı	22,5	25,6	10,5	0,00	0,00	3,60	0,00	0,00	11,4	6,30	9,60	26,4	9,66 ± 10,1 C
7	Eğrekkaya Barajı	21,3	16,5	15,3	0,00	8,10	3,90	0,60	13,5	0,00	0,00	0,00	0,00	6,60 ± 7,98 CD
8	Mera Çayı	5,70	4,50	0,00	2,70	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,20 ± 2,02 DE
9	Pazar Köprü Altı	4,50	2,70	0,00	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,50	0,00	0,00	1,20 ± 1,85 DE
10	Pazar Deresi	0,00	6,30	0,00	6,90	2,70	1,20	0,00	1,20	0,00	1,50	0,00	2,70	1,88 ± 2,43 DE
11	Kurtboğazi Barajı	5,10	2,70	0,30	0,00	0,30	2,70	4,20	2,70	1,50	0,00	0,00	2,40	1,83 ± 1,75 DE
12	Kamışlıgın Deresi	0,00	0,00	1,50	0,00	1,80	0,90	2,70	3,30	7,80	3,30	5,40	5,10	2,65 ± 2,47 DE
13	Kuruçay	33,9	36,8	30,0	33,0	44,4	30,6	23,1	12,0	50,4	44,1	45,7	36,0	35,0 ± 10,7A
14	Kocaçay	0,00	2,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	0,43 ± 1,01 E
15	Kavşakkaya Barajı	6,00	2,70	0,00	1,80	3,60	0,00	0,00	0,00	2,70	0,00	3,30	0,00	1,68 ± 2,00 DE
ORT ± SDV		11,0 ± 10,7 A	9,58 ± 10,76 AB	5,98 ± 8,65 ABCDE	3,80 ± 8,37 CDE	5,08 ± 11,28 BCDE	2,88 ± 7,79 DE	2,28 ± 5,89 E	3,82 ± 5,55 CDE	7,80 ± 13,9 ABCD	7,52 ± 13,4 ABCD	8,39 ± 13,4 ABC	8,54 ± 11,6 ABC	

Aynı harfler, istatistik olarak aynı grupta bulunan göstergeleri, farklı harfler ise, farklı grupları gösterir p<0,01, p<0,05; ORT: ortalama; SDV: standart sapma



Şekil 4.15 Sularda tespit edilen karbonat değerleri

CO₃⁻² değerleri için yapılan varyans analizinde hem örnekleme noktaları arasındaki fark, hem de aylar arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur (p<0,01). CO₃⁻² değerleri aydan aya farklılık gstermişt olup, ortalama en düştük değer Ocak ayında (2,28 ± 5,89 mg.L⁻¹), ortalama en yüksek değer ise Temmuz ayında (11,0 ± 10,7 mg.L⁻¹) llmştr. Ortalama sonuçlara göre karbonatın en düştük değeri Kocaçay'da (0,43 ± 1,01 mg.L⁻¹), en yüksek değeri ise Kuruçay'da (35,0 ± 10,7 mg.L⁻¹) belirlenmiştir. Kuruçay ve Hamam deresi istatistiki olarak birbirlerinden ve diğer tüm noktalardan farklı bulunmuştur. Bu durum, derelerin geçtiği bölgenin jeolojik formasyonuna bağlanabilir. Ayrıca Gürcü deresi, Hamam ayı ve Eğrekkaya barajı istatistiki olarak aynı gruba girmiştir. Bunun yanı sıra en düştük ortalama CO₃⁻² değerine sahip olan Kocaçay ile Berçin ayı, Akyar barajı, Eğilli deresi, Mera ayı, Pazar Köprü Altı, Pazar deresi, Kurtboğazı barajı, Kamışlığın deresi, Kocaçay ve Kavşakkaya barajı arasında istatistiki olarak fark bulunmamıştır.

Çalışma alanı sularının HCO₃⁻ içerikleri 23,8-389 mg.L⁻¹ arasında değişmektedir. Suda en düştük HCO₃⁻ değeri Eğilli deresinde Aralık ayında 23,8 mg.L⁻¹, en yüksek HCO₃⁻ değeri ise Hamam deresinde Mayıs ayında 389 mg.L⁻¹ olarak belirlenmiştir (izelge 4.17, şekil 4.16). Yıllık ortalama HCO₃⁻ değeri ise 149 mg.L⁻¹'dir. HCO₃⁻ değerleri için yapılan varyans analizinde hem örnekleme noktaları arasındaki fark, hem de aylar arasındaki fark % 1 düzeyinde istatistik olarak önemli bulunmuştur. Ortalama değerler açısından en düştük HCO₃⁻ değeri Ocak ayında (132 ± 81,2 mg.L⁻¹), en yüksek HCO₃⁻ değeri ise Mayıs ayında (164 ± 100 mg.L⁻¹) gözlenmiştir.

Örnekleme noktaları ortalama değerlere göre incelendiğinde; en düştük HCO₃⁻ değerinin Akyar barajında (38,7 ± 7,76 mg.L⁻¹), en yüksek değerin ise Hamam deresi (345 ± 27,9 mg.L⁻¹) ile Kamışlığın deresinde (338 ± 26,3 mg.L⁻¹) olduğu görülmektedir. Hamam deresi ve Kamışlığın deresi arasında istatistiki olarak fark bulunmazken, bu iki dere istatistiki olarak diğer tüm noktalardan farklı bulunmuştur. Hamam deresi ve Kamışlığın deresinde derinlerden kireçtaşlarını yüksek sıcaklıklarda zerek yüzeye ulaşan sular, yüzeye bu yüksek HCO₃⁻ içeriğiyle çıkmaktadırlar. Eğrekkaya barajı ile Mera ayı ortalama HCO₃⁻ içeriği bakımından istatistiki olarak diğer noktalardan farklı bulunmuştur. Bununla birlikte Gürcü deresi ve Kuruçay kendi aralarında, Pazar Köprü

Altı, Pazar deresi ve Kurtboğazı barajı da kendi aralarında istatistiki olarak aynı gruba girmiştir. Ortalama en düşük HCO_3^- değerine sahip Akyar barajı ile Berçin çayı ve Eğilli deresi arasında istatistiki bir fark bulunmamıştır.

Sulama suyunun, tuzluluk ve sodyumluluk açısından değerlendirilmesinde CO_3^{-2} ve HCO_3^- anyonlarının önemli bir yeri bulunmaktadır. Sulama suyunda fazla miktarda bulunan CO_3^{-2} ve HCO_3^- iyonları ortamda var olan sodyum ile birleştiğinde toprağın alkalileşmesine yol açar (Munsuz ve Ünver 1995). Bu iyonlar ayrıca su iletim ve depolama tesislerinde koşullar elverişli olduğunda tıkanmalara ve tortulara neden olur.

Bir DSİ raporunda Kurtboğazı baraj gölünde tespit edilen CO_3^{-2} miktarının 0,17-5,30 mg.L^{-1} arasında derinliklere göre değiştiği bildirilmiştir. Ayrıca, baraj gölünde HCO_3^- miktarının 0,15-2,85 mg.L^{-1} arasında bulunduğu gözlemlenmiştir (Anonim 1979).

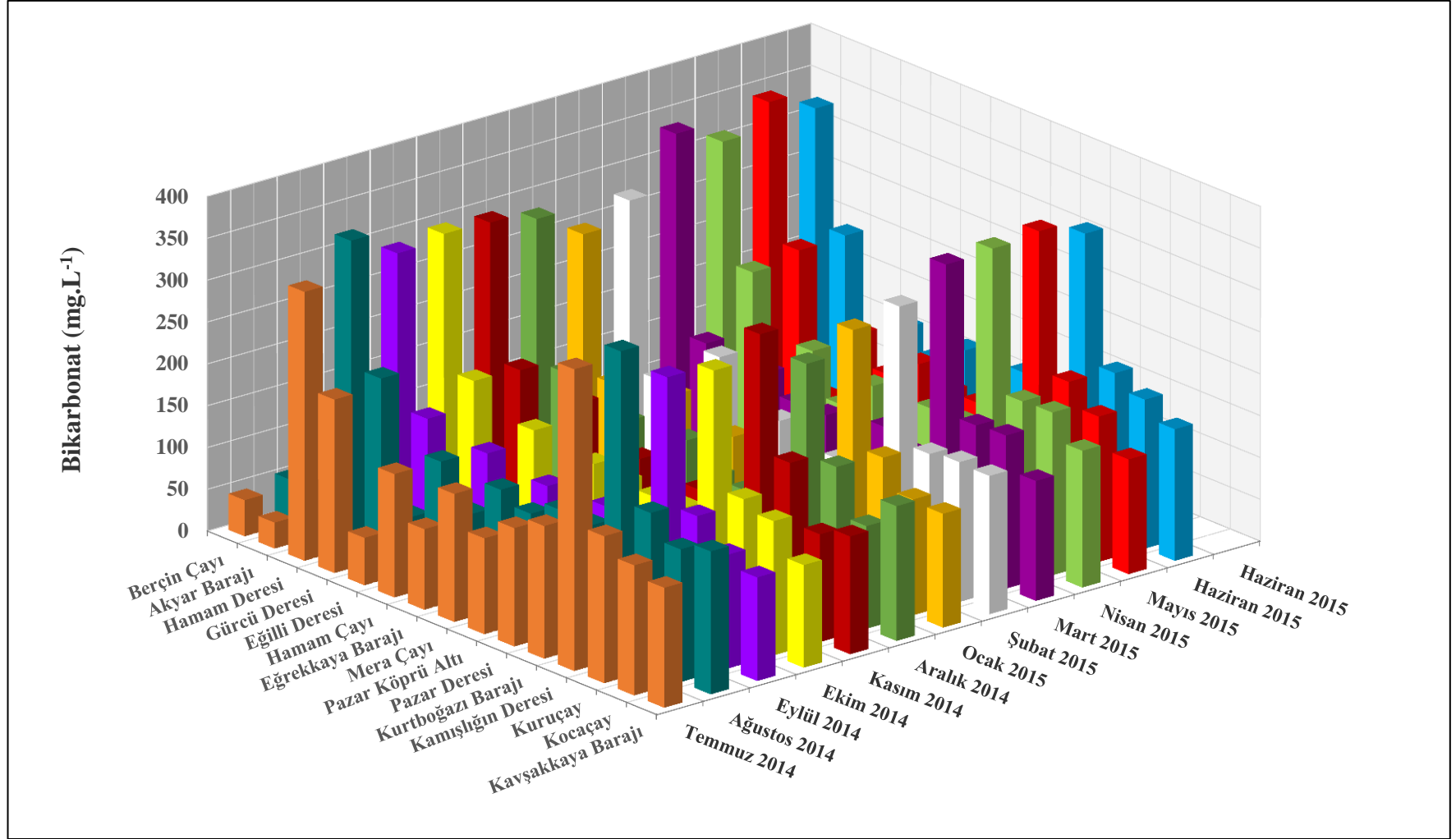
Bakır (2007), yıllık ortalamaları alınan kimyasal analiz sonuçlarını Piper diyagramına göre değerlendirmiş ve Kurtboğazı baraj çıkış suyunun bu diyagrama göre genel olarak karbonat bikarbonat kısmında yer aldığını belirlemiştir. Bilindiği üzere 8,3 pH değeri, sulara CO_3^{-2} iyonlarının varlığı için eşik değerdir ve daha düşük pH değerlerinde karbonatlar bikarbonat iyonlarına dönüşür (Anonymous 1999a, Anonymous 2011a).

Bir diğer DSİ raporunda CO_3^{-2} ve HCO_3^- alkalinitelerinin sırasıyla Mera çayında 21,2 mg.L^{-1} ile 113 mg.L^{-1} , Pazar deresinde 17,6 mg.L^{-1} ile 157 mg.L^{-1} ve Kurtboğazı barajı çıkışında 10,9 mg.L^{-1} ile 101 mg.L^{-1} olduğu belirlenmiştir (Anonim 1983). Havzada değişik tarihlerde yürütülmüş olan tüm bu çalışmalar, kendi sonuçlarımızla birlikte değerlendirildiğinde, çalışılan tüm su kütlelerindeki, CO_3^{-2} - HCO_3^- sistemlerinin, ulusal ve uluslararası standartların kabul edeceği sınırlar içinde değiştiği sonucuna ulaşılmaktadır.

Çizelge 4.17 Sularda tespit edilen bikarbonat değerleri

No	Örneklem Noktası	BİKARBONAT (mg.L ⁻¹)												ORT ± SDV
		Temmuz 2014	Ağustos 2014	Eylül 2014	Ekim 2014	Kasım 2014	Aralık 2014	Ocak 2015	Şubat 2015	Mart 2015	Nisan 2015	Mayıs 2015	Haziran 2015	
1	Berçin Çayı	43,3	51,4	38,4	43,9	39,0	36,6	48,8	37,8	47,9	43,3	48,2	53,7	44,4 ± 5,65 I
2	Akyar Barajı	31,1	47,6	25,6	39,7	42,1	38,4	36,0	28,7	42,1	53,1	37,8	42,7	38,7 ± 7,76 I
3	Hamam Deresi	321	367	336	343	340	329	295	319	383	357	389	365	345 ± 27,9 A
4	Gürcü Deresi	207	217	153	182	179	159	131	119	147	216	226	228	180 ± 38,5 B
5	Eğilli Deresi	56,7	65,5	45,1	32,3	53,6	23,8	27,5	40,3	43,3	37,8	64,1	47,0	44,7 ± 13,5 I
6	Hamam Çayı	148	146	140	152	169	131	146	176	141	151	156	147	150 ± 12,2 CD
7	Eğrekkaya Barajı	96,4	98,2	61,6	95,2	91,5	81,7	75,6	79,3	120	101	121	124	95,5 ± 19,4 H
8	Mera Çayı	153	142	131	141	131	137	126	129	120	138	149	149	137 ± 10,3 DEF
9	Pazar Köprü Altı	115	128	107	135	109	110	109	88,5	119	125	131	127	117 ± 13,3 G
10	Pazar Deresi	142	147	135	131	123	106	109	112	134	140	131	151	130 ± 14,8 FG
11	Kurtboğazi Barajı	159	143	136	132	122	123	120	109	116	139	142	146	132 ± 14,6 EFG
12	Kamışlıgın Deresi	361	366	319	311	339	287	312	324	358	361	366	347	338 ± 26,3 A
13	Kuruçay	176	188	168	172	199	179	174	162	181	193	201	195	182 ± 12,8 B
14	Kocaçay	156	159	136	160	129	123	138	167	183	195	174	178	158 ± 22,7 C
15	Kavşakkaya Barajı	143	171	124	123	141	161	136	165	143	163	137	157	147 ± 16,2 CDE
ORT ± SDV		154 ± 91,0 ABC	162 ± 95,7 A	1367 ± 89,1 DE	146 ± 87,2 CDE	147 ± 91,1 BCD	135 ± 84,5 DE	132 ± 81,2 E	137 ± 88,8 DE	152 ± 99 ABC	161 ± 96,7 AB	164 ± 100 A	164 ± 94,1 A	

Aynı harfler, istatistik olarak aynı grupta bulunan göstergeleri, farklı harfler ise, farklı grupları gösterir p<0,01, p<0,05; ORT: ortalama; SDV: standart sapma



Şekil 4.16 Sularda tespit edilen bikarbonat değerleri

4.1.16 Klorür

Hemen tüm doğal sular çeşitli konsantrasyonlarda klorür içerir. Bu iyon su kalitesi üzerindeki etkili parametrelerden biridir. Cl^- iyonu doğal sularda 100 mg.L^{-1} 'ye kadar bulunabilir (Green ve Herron 2003). Klorürler, doğal olarak en çok sodyum (NaCl), potasyum (KCl) ve kalsiyum (CaCl_2) tuzları halinde bulunur (Weast vd. 1989). Ancak söz konusu tuzlar suda çözündüklerinde dissosiyeye olduklarından, anyonlar ve katyonlar rastgele bir karışıklık içinde dağılırlar.

Cl^- oldukça hareketli olup, hem doğal olarak mineral kökenle, hem de insan faaliyetleri sonucunda yüzey ve yeraltı sularına karışabilmektedir. Doğal olarak bazı kayaçların aşınması, yapay olarak ise evsel ve endüstriyel (petrol üretim alanları ve kâğıt yapımı, galvanizleme, su yumuşatma gibi) atık sular, tarımsal alanlardan gelen drenaj suları, kış dönemlerinde yolların tuzlanması, depolama sahası sızıntıları, deniz kıyısındaki su kaynaklarına deniz suyu infiltrasyonu gibi çeşitli yollarla karışırlar. Genellikle nitrat veya amonyumla birlikte yüksek konsantrasyonlarda klorür, suyun evsel atıklarla kirlendiğini gösterir (Munsuz ve Ünver 1995, Anonymous 1996, Chapman 1996, Gautam vd. 2012). Yüksek Cl^- konsantrasyonları, dağıtım sistemindeki metaller üzerinde aşındırıcı etki yapmaktadır (Anonymous 1978, Gregory 1990).

İçme ve kullanma sularındaki Cl^- içeriğinin hem tat, hem de mikrobiyolojik kalitenin sağlanması açısından belirli bir sınırı aşmaması istenir (Gallar ve Gunten 2002).

Cl^- konsantrasyonu sulama suları için de önemli bir kriterdir. Sulama suyundaki fazlalığı duyarlı bitkiler için toksik etki yapabilir (Munsuz ve Ünver 1995). Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Sulama Sularının Sınıflandırılmasında Esas Alınan Sulama Suyu Kalite Parametrelerine (Anonim 1991) göre sulama suyunda kabul edilen üst sınır değer 142 mg.L^{-1} 'dir.

Çalışma alanı sularında tespit edilen Cl^- değerleri $1,75\text{-}18,2 \text{ mg.L}^{-1}$ arasında değişmektedir. Suda en düşük Cl^- değeri Pazar deresine Şubat ayında $1,75 \text{ mg.L}^{-1}$, en

yüksek Cl^- değeri ise Hamam deresinde Ağustos ayında $18,2 \text{ mg.L}^{-1}$ olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.18, Şekil 4.17). Yıllık ortalama Cl^- değeri ise $6,79 \text{ mg.L}^{-1}$ 'dir. Cl^- değerleri için yapılan varyans analizinde örnekleme noktaları arasındaki fark % 1 düzeyinde istatistik olarak önemli bulunurken, aylar arasındaki fark ise istatistik olarak önemli bulunmamıştır. Ortalama sonuçlara göre klorürün en düşük değeri Pazar deresinde ($3,68 \pm 1,12 \text{ mg.L}^{-1}$), en yüksek değeri Hamam çayında ($11,3 \pm 3,08 \text{ mg.L}^{-1}$) belirlenmiştir. Ortalama en yüksek Cl^- değerinin belirlendiği Hamam çayı ile Berçin Çayı, Akyar barajı, Hamam deresi, Eğilli deresi ve Hamam çayı arasında istatistiki olarak bir fark bulunmamıştır. Bununla birlikte diğer örnekleme noktalarından olan farklılığın sebebi önceki konularda da bahsedildiği üzere Sey Hamamı sularından kaynaklanmaktadır. Aynı zamanda Eğrekkaya barajı ile Kuruçay istatistiki olarak aynı gruba girmiştir. Ortalama en düşük Cl^- değerine sahip olan Pazar deresi ile Gürcü deresi, Mera çayı, Pazar Köprü Altı, Kurtboğazi barajı, Kamışlığın deresi, Kocaçay ve Kavşakkaya barajı arasında istatistiki fark bulunmamıştır.

Çalışmada tespit edilen Cl^- değerleri, SKKY'nin Sulama Sularının Sınıflandırılmasında Esas Alınan Sulama Suyu Kalite Parametrelerine göre I. sınıf su kalitesindedir. Aynı zamanda TS 266, EC yüzey suyu içme suyu tebliği, WHO ve EPA tarafından belirlenen sınır değerleri ile karşılaştırıldığında Cl^- seviyelerinin oldukça düşük olduğu görülmektedir (Çizelge 4.1).

Bir DSİ raporunda Kurtboğazi baraj gölündeki Cl^- miktarının $4,97-8,74 \text{ mg.L}^{-1}$ arasında olduğu tespit edilmiştir (Anonim 1979). Bir diğer DSİ raporunda ortalama Cl^- değerlerinin Mera çayında $7,30 \text{ mg.L}^{-1}$, Pazar deresinde $7,83 \text{ mg.L}^{-1}$ ve Kurtboğazi barajı çıkışında $3,80 \text{ mg.L}^{-1}$ olduğu belirlenmiştir (Anonim 1983). Daha sonra yürütülen bir başka çalışmada Cl^- değerlerinin Mera çayında $6,70 \text{ mg.L}^{-1}$, Pazar deresinde $9,50 \text{ mg.L}^{-1}$, Kurtboğazi baraj çıkışında $7,10 \text{ mg.L}^{-1}$ ve Hamam deresinde $8,50 \text{ mg.L}^{-1}$ olduğu tespit edilmiştir (Anonim 1998a). Eğrekkaya baraj çıkışında tespit edilen ortalama Cl^- değeri ise $9,20 \text{ mg.L}^{-1}$ 'dir (Anonim 2001).

Bakır (2007), Kurtboğazi barajı çıkışı ve barajı besleyen tüm derelere ait Cl^- seviyelerinin SKKY'ne göre I. sınıf su kalitesinde olduğunu belirlemiştir. Araştırmacı,

Kurtboğazı baraj çıkış suyunun Cl⁻ oranının diğerlerine göre (İncegez tüneli, Pazar deresi, Mera çayı) orta seviyede olduğunu rapor etmiş, Pazar deresi Cl⁻ oranının ise özellikle kurak dönemde artış gösterdiğini tespit etmiştir. Bunun nedeni olarak ise; Pazar deresine kanalizasyon atıksuyunun verilmesi yorumu getirilmiştir.

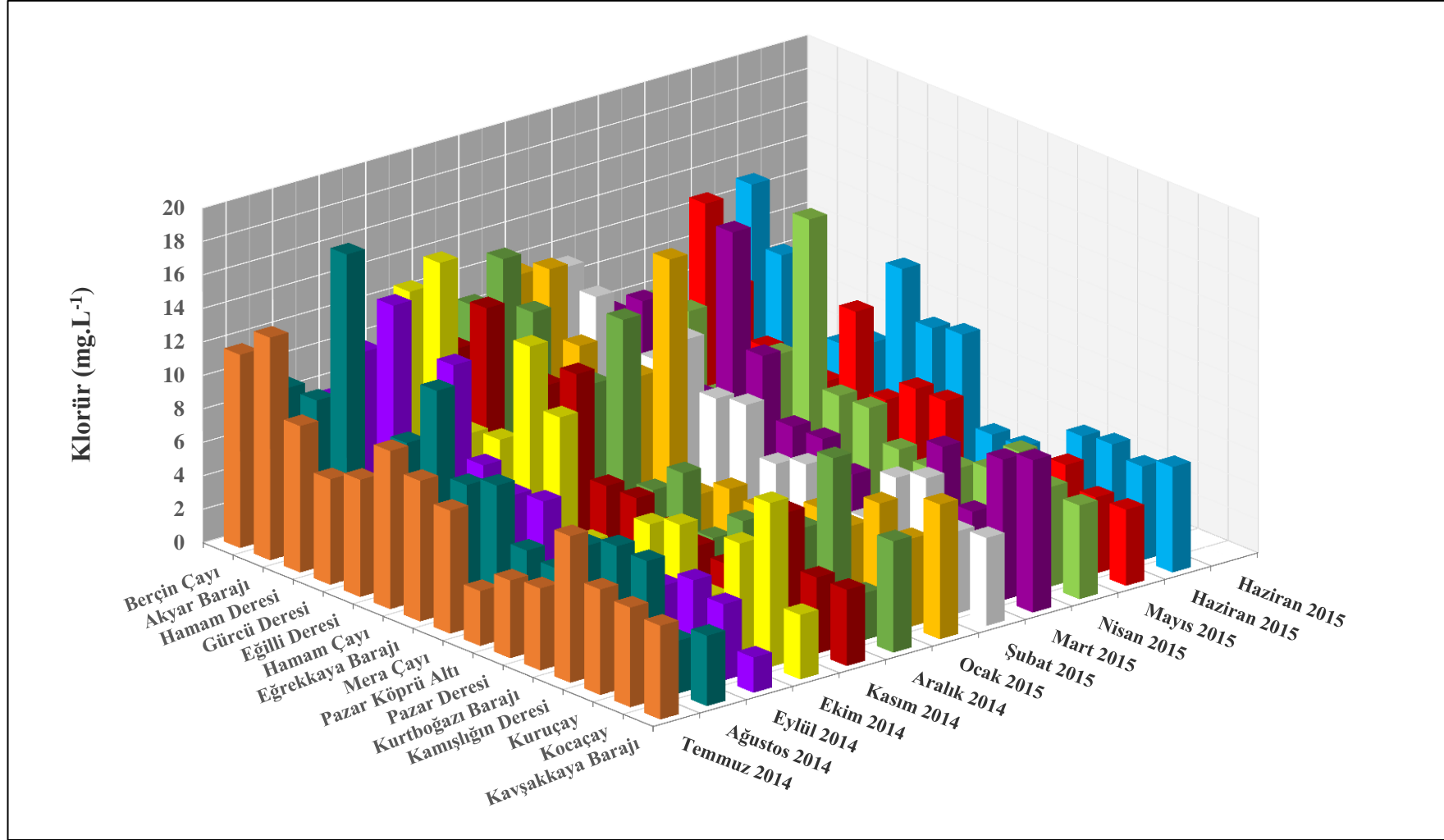
Tüm bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar çalışma alanındaki suların klorür değerinin çeşitli yararlanmalar açısından oldukça düşük olduğunu göstermekte olup, çalışmamızı destekler niteliktedir. Havza genelinde yüzey sularında klorür iyonu zararından söz edilemez.



Çizelge 4.18 Sularda tespit edilen klorür değerleri

No	Örneklem Noktası	KLORÜR (mg.L ⁻¹)											ORT ± SDV	
		Temmuz 2014	Ağustos 2014	Eylül 2014	Ekim 2014	Kasım 2014	Aralık 2014	Ocak 2015	Şubat 2015	Mart 2015	Nisan 2015	Mayıs 2015		Haziran 2015
1	Berçin Çayı	11,6	8,75	7,35	6,65	5,25	10,5	11,6	11,2	7,70	7,70	12,60	13,0	9,48 ± 2,55 A
2	Akyar Barajı	13,3	8,75	10,9	13,7	9,45	14,0	12,6	10,2	9,10	7,70	8,40	9,45	10,6 ± 2,22 A
3	Hamam Deresi	8,75	18,2	14,4	16,1	12,6	11,6	8,75	4,47	1,83	3,50	5,49	4,20	9,15 ± 5,40 AB
4	Gürcü Deresi	6,30	4,55	3,85	6,65	3,85	3,15	4,90	7,84	4,90	3,85	3,85	5,60	4,94 ± 1,41 DEF
5	Eğilli Deresi	7,00	8,40	12,3	7,00	9,45	8,75	8,40	9,80	15,4	7,33	4,90	6,42	8,76 ± 2,81 ABC
6	Hamam Çayı	9,45	12,3	7,00	13,3	10,9	13,3	16,1	7,00	8,75	16,1	9,80	11,6	11,3 ± 3,08 A
7	Eğrekkaya Barajı	8,40	7,35	5,95	9,80	4,90	3,85	2,80	7,35	5,25	6,30	5,25	8,75	6,33 ± 2,08 CDE
8	Mera Çayı	7,35	8,05	6,30	3,15	4,90	5,60	3,85	4,55	5,25	6,30	6,65	9,10	5,92 ± 1,73 DEF
9	Pazar Köprü Altı	3,28	4,90	2,80	3,43	3,85	2,45	3,50	5,25	3,85	4,55	6,65	3,85	4,03 ± 1,16 EF
10	Pazar Deresi	4,64	4,55	4,20	5,60	3,50	4,20	2,45	1,75	2,45	4,20	2,80	3,85	3,68 ± 1,12 F
11	Kurtboğazi Barajı	4,90	6,65	3,71	6,30	3,15	3,85	4,90	3,50	2,80	4,90	4,55	3,15	4,36 ± 1,23 DEF
12	Kamışlıgın Deresi	8,75	7,35	4,20	2,80	3,85	5,25	4,55	6,65	7,70	5,60	3,85	5,95	5,54 ± 1,80 DEF
13	Kuruçay	6,30	7,20	5,25	6,65	7,70	10,2	6,65	7,35	4,55	7,34	5,76	6,20	6,76 ± 1,41 BCD
14	Kocaçay	5,95	3,15	4,55	9,80	4,55	2,80	5,25	4,90	8,40	5,95	4,55	5,60	5,45 ± 1,98 DEF
15	Kavşakkaya Barajı	5,60	4,20	2,10	3,85	4,55	6,65	8,05	5,25	9,10	5,60	4,55	6,30	5,48 ± 1,89 DEF
ORT ± SDV		7,43 ± 2,67	7,62 ± 3,74	6,31 ± 3,57	7,65 ± 4,09	6,16 ± 3,03	7,07 ± 3,97	6,95 ± 3,96	6,47 ± 2,60	6,47 ± 3,51	6,46 ± 3,00	5,98 ± 2,57	6,86 ± 2,91	

Aynı harfler, istatistik olarak aynı grupta bulunan göstergeleri, farklı harfler ise, farklı grupları gösterir p<0,01, p<0,05; ORT: ortalama; SDV: standart sapma



Şekil 4.17 Sularda tespit edilen klorür değerleri (SKKY'ne göre I. sınıf sulama sularında izin verilen en yüksek klorür değeri 142 mg.L⁻¹'dir)

4.1.17 Sülfat

Suyun doğal anyonlarından olan ve hemen her suda bulunan sülfat (SO_4^{-2}), çoğu kez atmosferik olayların etkisiyle elementel sülfür, sülfür mineralleri veya organik sülfürün kısmen oksitlenerek suda çözünmesiyle oluşmuştur (Whitmare 1972, Wetzel 1983, Alley 1993). Büyük bir kısmı kayaçların çözünmesinden oluşan sülfatlar doğal sularda; litrede birkaç miligramdan birkaç bin miligrama kadar değişen konsantrasyonlarda, bol miktarda bulunmaktadır (Anonymous 2003b). SO_4^{-2} iyonları, yüzey sularının yanı sıra yeraltı sularına jips ve anhidritten karışmaktadır (Klimchouk 2000). Doğal sular, genellikle $10\text{-}30 \text{ mg.L}^{-1}$ arasında SO_4^{-2} içermekte olup, jipsli kayaçların kolay çözünabilirliği nedeniyle sularda 100 mg.L^{-1} hatta daha yüksek oranlarda sülfata rastlamak mümkündür. Su ortamlarında, doğal kaynakların yanı sıra evsel, endüstriyel ve tarımsal atık deşarjları da SO_4^{-2} artışına neden olmaktadır. Suların 250 mg.L^{-1} 'den fazla SO_4^{-2} içermesi önemli bir kirlilik göstergesi olabilir (Nisbet ve Verneaux 1970, Barlas vd. 1995).

Çalışma alanında SO_4^{-2} değerleri $3,43\text{-}54,4 \text{ mg.L}^{-1}$ arasında değişmekte olup, sular oldukça düşük SO_4^{-2} seviyesine sahiptir. Suda en düşük SO_4^{-2} değeri Berçin çayında Ocak ayında $3,43 \text{ mg.L}^{-1}$, en yüksek SO_4^{-2} değeri Kamışlığın deresinde Nisan ayında $54,4 \text{ mg.L}^{-1}$ olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.19, Şekil 4.18). Yıllık ortalama SO_4^{-2} değeri ise $13,4 \text{ mg.L}^{-1}$ 'dir. SO_4^{-2} değerleri aydan aya farklılık göstermiş olup, en düşük değerini Aralık ayında ($9,49 \pm 5,30 \text{ mg.L}^{-1}$) ayında, en yüksek değerini ise Temmuz ayında ($17,8 \pm 11,8 \text{ mg.L}^{-1}$) almıştır. Yaz aylarında SO_4^{-2} içeriğinin daha yüksek seviyelere ulaşmasında, tarımsal alanlardan gelen drenaj sularının etkili olduğu düşünülmektedir.

Çalışmada örnekleme noktaları arasında ortalama değerlere göre en düşük SO_4^{-2} değeri Akyar barajında ($6,14 \pm 1,24 \text{ mg.L}^{-1}$), en yüksek değer ise Kamışlığın deresinde ($37,8 \pm 14,7 \text{ mg.L}^{-1}$) gözlenmiştir. SO_4^{-2} değerleri için yapılan varyans analizinde hem örnekleme noktaları arasındaki fark hem de aylar arasındaki fark % 1 düzeyinde istatistik olarak önemli bulunmuştur. Kamışlığın deresi istatistiki olarak diğer tüm noktalardan farklı bulunmuştur. Daha önceki bölümlerde de belirtildiği üzere

Kamişlığın deresinin kayaç yapısından dolayı diğer örnekleme noktalarına göre daha yüksek SO_4^{-2} içeriğine sahip olduğu düşünülmektedir. Hamam deresi, Hamam çayı ve Eğrekkaya barajı kendi aralarında Gürcü deresi ile Kavşakkaya barajı da kendi aralarında istatistiki olarak aynı gruba girmiştir. Ortalama en düşük SO_4^{-2} değerine sahip olan Akyar barajı ile Berçin çayı, Akyar barajı, Eğilli deresi, Mera çayı, Pazar Köprü Altı, Pazar deresi, Kurtboğazı barajı, Kuruçay ve Kocaçay arasında istatistiki bir fark bulunmamıştır.

Çalışma alanı suları SO_4^{-2} bakımından SKKY Sulama Sularının Sınıflandırılmasında Esas Alınan Sulama Suyu Kalite Parametrelerine göre I. sınıf su kategorisine girmektedir. Ayrıca tespit edilen SO_4^{-2} değerlerinin TS 266, EC yüzey suyu ve içme suyu için verilen sınır değerler ile EPA kriterlerinin oldukça altında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.1). Sularda acı tada yol açarak içimi zorlaştırmanın ve kalıcı sertliğe neden olabilmesinin yanı sıra (Anonymous 2008) beton ve metal yapıları aşındırma özelliğine sahip sülfatın (Yang vd. 2014) çalışma alanında sorun oluşturabilecek düzeylerde olmadığı tespit edilmiştir.

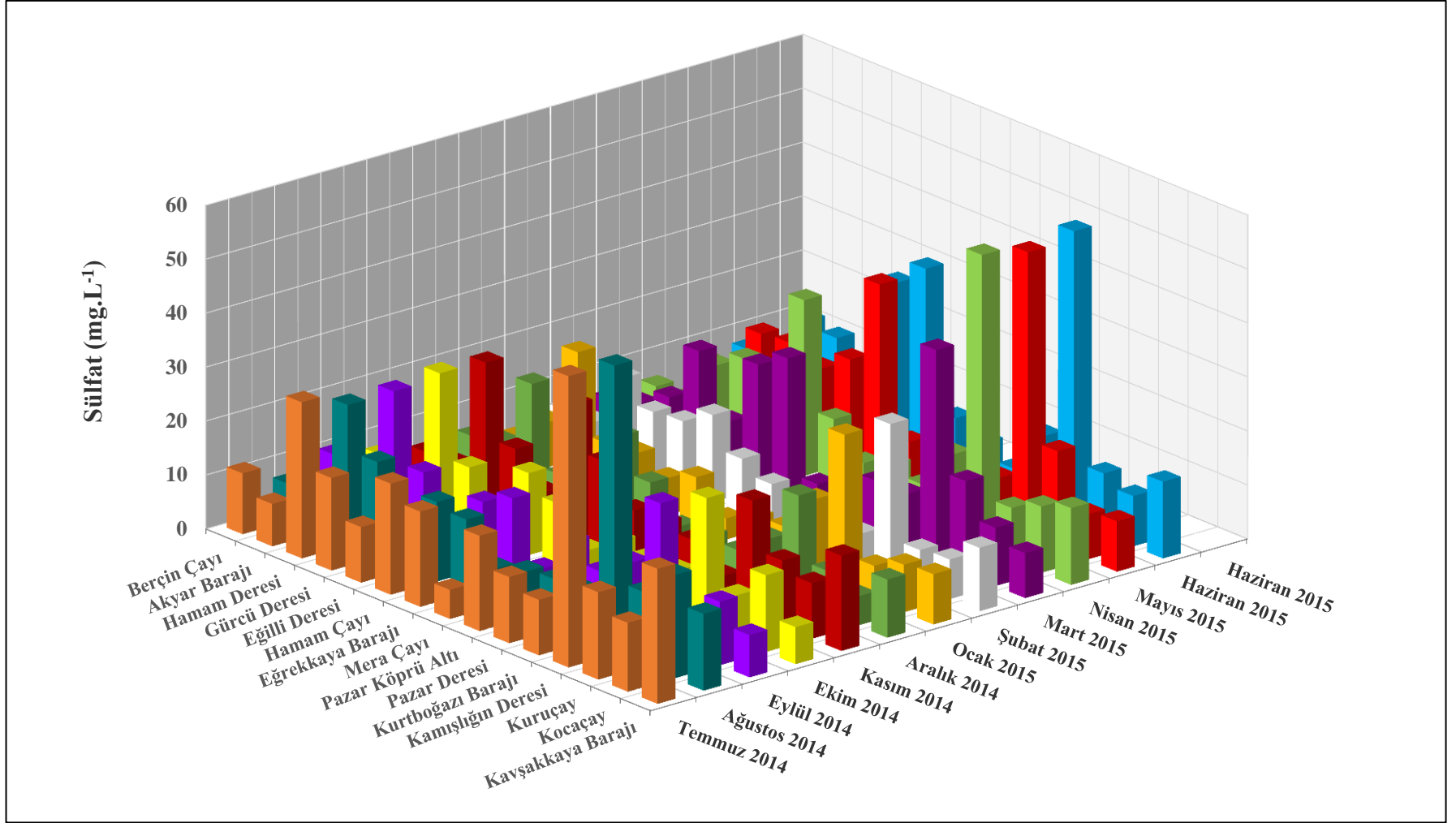
Bir DSİ raporunda SO_4^{-2} değerlerinin Mera çayında $22,9 \text{ mg.L}^{-1}$, Pazar deresinde $33,9 \text{ mg.L}^{-1}$, Kurtboğazı baraj çıkışında $22,3 \text{ mg.L}^{-1}$ ve Hamam deresinde $38,5 \text{ mg.L}^{-1}$ olduğu tespit edilmiştir (Anonim 1998a). Başka bir DSİ raporunda Eğrekkaya baraj çıkışındaki ortalama SO_4^{-2} miktarının $21,5 \text{ mg.L}^{-1}$ olduğu bildirilmektedir (Anonim 2001).

Bu çalışmalardan elde edilen bulgular, Kurtboğazı barajı ve bu barajı besleyen dereler ile Eğrekkaya barajındaki sülfat kapsamalarının I. sınıf su kalitesinde olduğunu göstermekte olup, bu çalışmada elde edilen sonuçlarla uyum halindedir.

Çizelge 4.19 Sularda tespit edilen sülfat değerleri

No	Örneklem Noktası	SÜLFAT (mg.L ⁻¹)												ORT ± SDV
		Temmuz 2014	Ağustos 2014	Eylül 2014	Ekim 2014	Kasım 2014	Aralık 2014	Ocak 2015	Şubat 2015	Mart 2015	Nisan 2015	Mayıs 2015	Haziran 2015	
1	Berçin Çayı	11,3	6,86	9,80	7,35	5,39	5,88	3,43	5,88	5,39	5,39	7,84	7,35	6,82 ± 2,13 FG
2	Akyar Barajı	7,84	5,88	4,90	3,92	5,39	7,06	8,33	5,88	6,89	5,39	6,37	5,88	6,14 ± 1,24 G
3	Hamam Deresi	28,9	26,0	26,0	27,0	26,5	20,1	23,5	16,3	10,3	13,7	17,2	17,2	21,0 ± 6,06 B
4	Gürcü Deresi	17,2	17,6	13,2	11,8	12,7	5,39	8,82	12,3	21,1	17,2	17,6	16,2	14,3 ± 4,38 CDE
5	Eğilli Deresi	10,3	6,86	5,39	3,92	6,86	7,84	9,31	12,7	10,3	13,3	15,2	12,3	9,52 ± 3,45 EFG
6	Hamam Çayı	20,6	14,7	12,3	15,2	25,5	17,2	6,86	16,2	23,0	32,6	19,1	30,9	19,5 ± 7,51 BC
7	Eğrekaya Barajı	17,6	13,7	15,2	11,8	17,2	10,8	9,31	10,3	26,5	12,7	35,3	35,8	18,0 ± 9,37 BCD
8	Mera Çayı	5,39	6,86	4,41	5,39	10,3	4,90	3,92	7,84	5,39	6,86	8,33	10,3	6,66 ± 2,16 G
9	Pazar Köprü Altı	17,6	8,58	11,8	9,31	10,3	5,39	6,37	6,86	6,86	8,82	9,12	8,03	9,09 ± 3,22 EFG
10	Pazar Deresi	12,3	9,31	8,33	8,33	9,31	4,90	6,86	8,82	10,4	7,35	8,33	5,39	8,30 ± 2,03 FG
11	Kurtboğazi Barajı	10,3	9,31	12,3	8,33	4,90	9,31	14,2	5,39	10,3	15,2	8,33	13,7	10,1 ± 3,27 EFG
12	Kamışlın Deresi	53,9	53,4	25,5	24,0	21,1	19,6	28,4	27,9	39,2	54,4	52,4	53,9	37,8 ± 14,7 A
13	Kuruçay	16,2	13,7	5,39	8,24	12,3	7,84	6,37	6,86	17,2	9,75	17,8	11,3	11,1 ± 4,36 EFG
14	Kocaçay	12,7	19,1	11,8	14,2	10,3	5,39	8,82	7,35	10,8	12,3	8,33	9,31	10,9 ± 3,58 EFG
15	Kavşakkaya Barajı	25,0	14,2	7,84	6,86	17,6	10,8	9,31	11,8	8,33	14,2	9,31	14,2	12,5 ± 5,10 DEF
ORT ± SDV		17,8 ± 11,8 A	15,1 ± 12,0 ABC	11,6 ± 6,65 BCD	11,0 ± 6,76 BCD	13,0 ± 7,05 ABCD	9,49 ± 5,30 D	10,3 ± 6,93 CD	10,8 ± 5,93 CD	14,1 ± 9,56 ABCD	15,3 ± 12,7 ABC	16,0 ± 12,5 AB	16,8 ± 13,4 A	

Aynı harfler, istatistik olarak aynı grupta bulunan göstergeleri, farklı harfler ise, farklı grupları gösterir p<0,01, p<0,05; ORT: ortalama; SDV: standart sapma



Şekil 4.18 Sularda tespit edilen sülfat değerleri (SKKY'ne göre I. sınıf sulama sularında izin verilen en yüksek sülfat değeri 192 mg.L⁻¹'dir)

4.1.18 Bor

Bitkiler için mutlak gerekli ve aynı zamanda güçlü bir toksik element olan borun, son dönemde hayvanlar ve insanlar için de zehirliliğinin yanı sıra kimi yaşamsal işlevleri olduğu yani gerekliliği gündeme gelmiştir (Weinthal vd. 2005, Meacham vd. 2010). Yer kabuğunun yaygın elementlerinden olan ve toprak, su, bitki ve hayvanlarda doğal olarak bulunan borun doğada yüzden fazla minerali mevcuttur (Parks 2005). Özellikle deniz suyunda ve kaplıca sularında bol bulunan bir elementtir. Doğal suların bor kapsamı, jeolojik formasyon ve deniz suyu girişiminin yanısıra, evsel, endüstriyel ve tarımsal kirleticilere bağlı olarak değişebilmektedir (Butterwick ve Raymond 1989, Neal vd. 1998, Provin ve Pitt 2002, Anonymous 2009). Bor tuzları yaygın olarak bulunmalarına rağmen doğal sulardaki konsantrasyonları genellikle düşük olup, $0,5 \text{ mg.L}^{-1}$ 'i aşmamaktadır (Coughlin 1998, Neal vd. 1998, Wyness vd. 2003).

Çalışma alanında tespit edilen bor değerleri $0,007-3,788 \text{ mg.L}^{-1}$ arasında değişmekte olup Hamam deresi dışındaki noktalarda oldukça düşük değerler almıştır. Suda en düşük bor değeri Eğrekkaya barajında Şubat ayında $0,007 \text{ mg.L}^{-1}$, en yüksek bor değeri Hamam deresinde Ağustos ayında $3,788 \text{ mg.L}^{-1}$ olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.20, Şekil 4.19). Yıllık ortalama bor değeri ise $0,196 \text{ mg.L}^{-1}$ olup, YSKY Yerüstü Su Kaynakları için Belirli Kirleticiler ve Çevresel Kalite Standartlarında belirtilen sınır değer ($0,7 \text{ mg.L}^{-1}$) oldukça altındadır (Çizelge 4.1).

Bor değerleri için yapılan varyans analizinde, örnekleme noktaları arasındaki fark % 1 düzeyinde istatistiki olarak önemli bulunurken, aylar arasındaki fark ise istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Ortalama en yüksek bor kapsamına sahip olan Hamam deresi ($2,372 \pm 0,884 \text{ mg.L}^{-1}$) diğer tüm noktalardan istatistiki olarak farklı bulunmuştur. Buna karşın ortalama en düşük bor değerine sahip olan Berçin çayı ($0,022 \pm 0,011 \text{ mg.L}^{-1}$) ile Akyar barajı, Hamam deresi, Gürcü deresi, Eğilli deresi, Hamam çayı, Eğrekkaya barajı, Mera çayı, Pazar Köprü Altı, Pazar deresi, Kurtboğazı barajı, Kamışlığın deresi, Kuruçay, Kocaçay ve Kavşakkaya barajı kendi aralarında istatistiki olarak aynı gruba girmişlerdir ($p < 0,01$). YSKY kalite kriterleri bakımından Hamam deresi suları sınır değeri oldukça aşmıştır (Çizelge 4.1). Eğrekkaya havzasında yer alan Sey hamamının

kaplıca suları, çok yakınında bulunan Hamam deresine karışmaktadır. Dolayısıyla bu noktada termal sulardan kaynaklanan bor kapsamının yüksek çıkması beklenen bir sonuçtur.

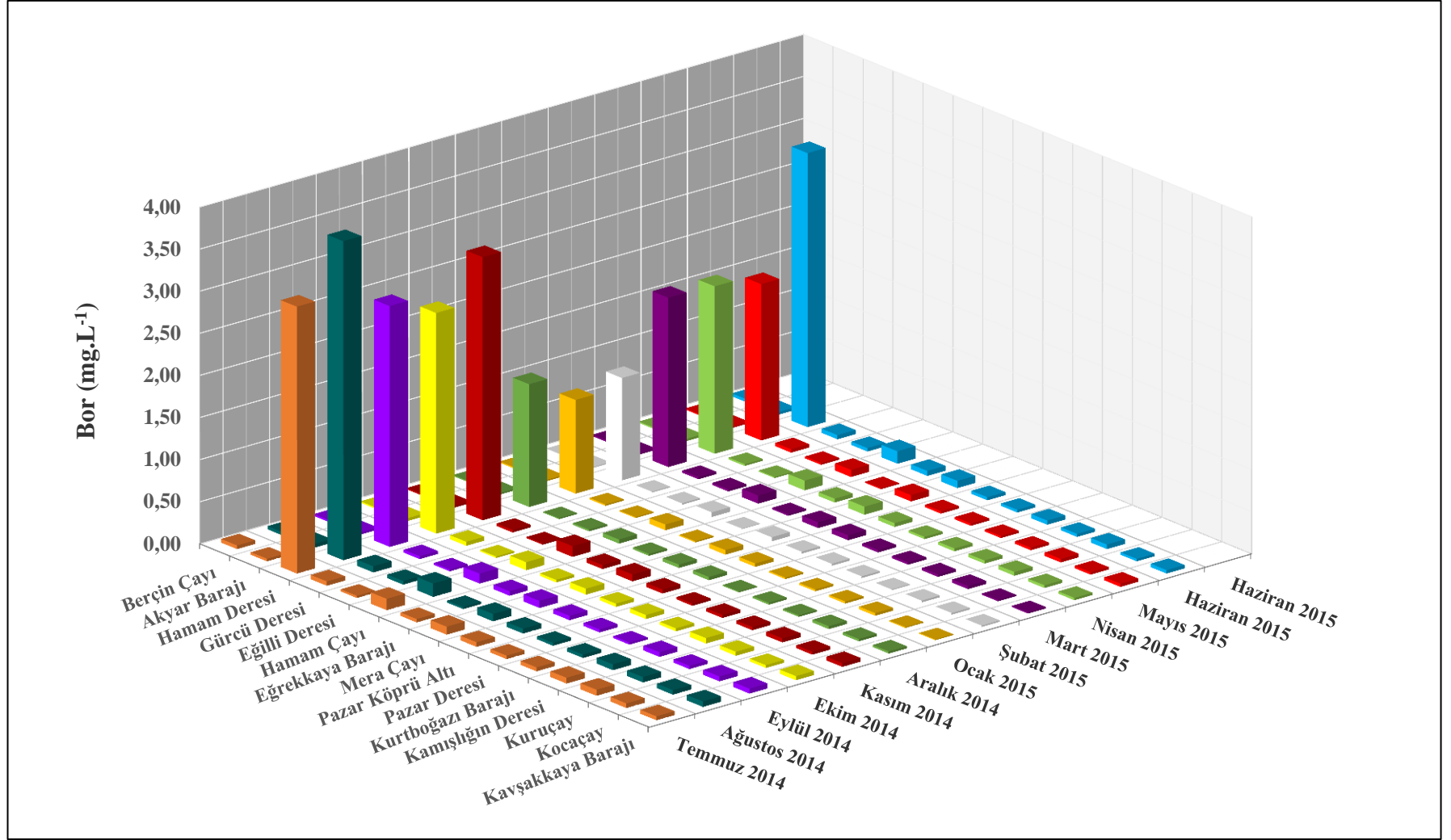
Çeşitli araştırmacılar borun, tarımsal üretimde mutlak gerekli bitki besin elementi olmakla birlikte, düşük dozlarda dahi zehirli konuma geçtiği için sulama sularında katı sınırlarla izlenmesi gerektiğini bildirmişlerdir (Hornick vd. 1970, Munsuz ve Ünver 1995, Parks ve Edwards 2005, Brady ve Weil 2008, Wei vd. 2011). SKKY Teknik Usuller Tebliği Sulama Sularının Sınıflandırılmasında Esas Alınan Sulama Suyu Kalite Parametrelerine göre bor değeri değeri 0-0,5 mg.L⁻¹ arası sular; I. sınıf su, 0,5-1,12 mg.L⁻¹ arası sular; II. sınıf su, 1,12-2,0 mg.L⁻¹ arası sular; III. sınıf su ve > 2,0 mg.L⁻¹ olan sular IV. sınıf su olarak tanımlanmıştır. Buna göre çalışma alanı suları, sulama suyu olarak değerlendirildiğinde ortalama bor değerleri açısından I. sınıf su kategorisine girmekte olup, sulamaya elverişlidir (Çizelge 4.1).

Aynı zamanda Dünya Sağlık Örgütü, borun insan sağlığı için oldukça önemli olduğunu bildirmiş ve içme sularındaki üst sınır seviyesini 0,5 mg.L⁻¹ olarak belirlemiştir (Anonymous 2011a). Çalışma alanı sularının bor içerikleri içme suyu kriterlerine göre değerlendirildiğinde, Hamam deresi dışındaki tüm noktalarda, TS 266 ve EC içme suyu tebliği ve Dünya Sağlık Örgütü tarafından bildirilen içme suyu tebliğindeki bor sınır değerinden düşük olduğu görülmektedir (Çizelge 4.1). Borun tüm canlılar üzerinde düşük düzeylerde bile zehirli olabilmesi ve birçok bor tuzunun suda çözünürlüğünün oldukça yüksek olması nedenleriyle, yakından izlenmesi gereklidir. Özellikle sıcak sularda çözünürlüğü hızla arttığı için, kaynağını termal sulardan alan Hamam deresinde bor bulaşma riski her zaman söz konusu olabilmektedir.

Çizelge 4.20 Sularda tespit edilen bor değerleri

No	Örnekleme Noktası	BOR (mg.L ⁻¹)												ORT ± SDV
		Temmuz 2014	Ağustos 2014	Eylül 2014	Ekim 2014	Kasım 2014	Aralık 2014	Ocak 2015	Şubat 2015	Mart 2015	Nisan 2015	Mayıs 2015	Haziran 2015	
1	Berçin Çayı	0,044	0,039	0,023	0,017	0,018	0,015	0,016	0,012	0,018	0,016	0,014	0,035	0,022 ± 0,011 B
2	Akyar Barajı	0,031	0,045	0,024	0,034	0,022	0,017	0,017	0,009	0,012	0,027	0,016	0,030	0,024 ± 0,010 B
3	Hamam Deresi	3,169	3,788	2,860	2,620	3,125	1,458	1,113	1,216	2,012	1,989	1,857	3,256	2,372 ± 0,884 A
4	Gürcü Deresi	0,052	0,073	0,035	0,048	0,031	0,012	0,017	0,010	0,027	0,022	0,040	0,050	0,035 ± 0,019 B
5	Eğilli Deresi	0,026	0,043	0,022	0,018	0,016	0,022	0,012	0,017	0,025	0,014	0,022	0,041	0,023 ± 0,010 B
6	Hamam Çayı	0,135	0,158	0,118	0,096	0,128	0,049	0,068	0,055	0,097	0,115	0,085	0,148	0,104 ± 0,036 B
7	Eğrekaya Barajı	0,041	0,024	0,053	0,031	0,048	0,023	0,015	0,007	0,020	0,046	0,012	0,059	0,031 ± 0,017 B
8	Mera Çayı	0,095	0,087	0,085	0,071	0,082	0,041	0,055	0,049	0,069	0,096	0,075	0,086	0,074 ± 0,018 B
9	Pazar Köprü Altı	0,055	0,057	0,052	0,039	0,048	0,039	0,041	0,022	0,059	0,046	0,028	0,037	0,044 ± 0,011 B
10	Pazar Deresi	0,042	0,035	0,037	0,049	0,026	0,012	0,018	0,024	0,030	0,027	0,029	0,032	0,030 ± 0,010 B
11	Kurtboğazi Barajı	0,047	0,040	0,025	0,036	0,037	0,022	0,023	0,020	0,028	0,035	0,025	0,050	0,032 ± 0,010 B
12	Kamışlıın Deresi	0,069	0,070	0,055	0,065	0,038	0,019	0,025	0,010	0,030	0,037	0,031	0,036	0,040 ± 0,020 B
13	Kuruçay	0,072	0,065	0,039	0,047	0,049	0,035	0,032	0,022	0,037	0,045	0,042	0,055	0,045 ± 0,014 B
14	Kocaçay	0,055	0,054	0,058	0,034	0,035	0,028	0,012	0,020	0,017	0,033	0,029	0,030	0,034 ± 0,015 B
15	Kavşakkaya Barajı	0,047	0,065	0,059	0,049	0,045	0,025	0,010	0,016	0,015	0,028	0,038	0,041	0,036 ± 0,018 B
ORT ± SDV		0,265 ± 0,804	0,310 ± 0,963	0,236 ± 0,726	0,217 ± 0,665	0,250 ± 0,796	0,121 ± 0,370	0,098 ± 0,281	0,101 ± 0,309	0,166 ± 0,511	0,172 ± 0,504	0,156 ± 0,471	0,266 ± 0,828	

Aynı harfler, istatistik olarak aynı grupta bulunan göstergeleri, farklı harfler ise, farklı grupları gösterir p<0,01, p<0,05; ORT: ortalama; SDV: standart sapma



Şekil 4.19 Sularda tespit edilen bor değerleri (YSKY'ne göre yerüstü su kaynaklarında bor için belirlenen sınır değer 0,7 mg.L⁻¹'dir)

4.1.19 Arsenik

Arsenik, yeryüzünde geniş dağılımı olan bir yarımetal olup toprakta, suda ve canlı organizmalarda değişen konsantrasyonlarda bulunur. Özellikle volkanik arazilerde kükürtle birlikte realgar (AsS), orpiment (As₂S₃), arsenopirit (FeAsS) olarak yer alır ve yağışlarla yüzey sularına karışır. Doğal sularda As seviyesi genellikle 1-2 µg.L⁻¹ arasında değişir (Hindmarsh ve McCurdy 1986, Anonymous 1999b). Buna karşın kaplıca sularında maksimum izin verilen sınır çok daha yüksek olup, 50 µg.L⁻¹'dir (Elteren vd. 2002). Doğal sulardaki As kapsamına, kayaçların aşınması, jeotermal kaynaklar gibi doğal süreçlerin (Robertson 1989) yanında evsel, endüstriyel ve tarımsal atıklar da etki etmektedir (Welch vd. 1988, Korte ve Fernando 1991). Bazı araştırmacılar, geçmişte tarımsal üretimde kullanılan pestisitlerin içeriğindeki arseniğin de su kaynaklarını kirlettiğini bildirmişlerdir (Nadakavukaren vd. 1984, Hindmarsh vd. 1986, Anonymous 2011c). Günümüzde arsenikli ilaç kullanımı, diğer birçok ülke gibi ülkemizde de yasaklanmıştır.

Örneklenen sularda çalışma süresi boyunca tespit edilen As değerleri 0,97-51,0 µg.L⁻¹ arasında olup, en düşük Kamışlığın deresinde Aralık ayında 0,97 µg.L⁻¹, en yüksek Hamam deresinde Ağustos ayında 51,0 µg.L⁻¹ olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.21, Şekil 4.20). Yıllık ortalama As değeri ise 11,14 mg.L⁻¹'dir. Çalışma alanı suları ortalama As kapsamı açısından YSKY'de belirlenen sınır değerinin altındadır. TS 266, EC içme suları direktifi, WHO içme suları kalitesi tebliği ve EPA içme suyu standartlarında arsenik için bildirilen sınır değeri 10 µg.L⁻¹ olup, ortalama arsenik kapsamı bakımından Hamam deresi, Gürcü deresi, Hamam çayı, Mera çayı ile Pazar Köprü Altında bu sınır aşılmıştır (Çizelge 4.1).

Arsenik değerleri için yapılan varyans analizinde hem örnekleme noktaları arasındaki fark, hem de aylar arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur (p<0,01). Ortalama en yüksek As kapsamına sahip olan Gürcü deresi (27,2 ± 12,0 µg.L⁻¹) ve Hamam deresi (26,6 ± 13,6 µg.L⁻¹) aynı gruba girmekte olup, istatistik olarak tüm noktalardan farklı bulunmuştur. Yeraltında yüksek basınç ve sıcaklığın etkisinde kalan sularda çeşitli iyonların ve bu arada arseniğin daha fazla oranlarda çözüldüğü ve yüzey

sularına karışan bu termal suların yüklerini bu derelere taşıdıkları anlaşılmaktadır. Bununla birlikte, Hamam çayı, Mera çayı ve Pazar köprü Altı kendi aralarında, Berçin çayı, Akyar barajı, Eğrekkaya barajı ve Kurtboğazı barajı kendi aralarında istatistiki olarak aynı gruba girmiştir. Örnekleme noktaları arasında ortalama en düşük As kapsamına sahip Kamışlığın deresi ($1,83 \pm 1,02 \mu\text{g.L}^{-1}$) ise Kuruçay, Kocaçay, Kavşakkaya barajı ve Eğilli deresi ile istatistiki olarak aynı gruba girmiştir. Bu grupta yer alan derelerin ve barajların As kapsamı ilgili yönetmeliklerde belirlenen sınır değerlerin altında olup, As açısından bir sorun olmadığı belirlenmiştir. As değerleri aylar arasında da farklılık göstermiş olup, en düşük değerini Şubat ($7,90 \pm 5,56 \mu\text{g.L}^{-1}$) ayında, en yüksek değerini ise Ağustos ($15,5 \pm 16,3 \mu\text{g.L}^{-1}$) ayında almıştır. Çalışmada sonbahar ve kış aylarında daha düşük, ilkbahar ve yaz aylarında nispeten daha yüksek As içeriği belirlenmiştir.

Çalışma alanı sularının As kapsamı ile ilgili yapılmış kısıtlı çalışmalardan olan bir DSİ yayınında As seviyelerinin Kurtboğazı baraj çıkışında $4,5 \mu\text{g.L}^{-1}$ ve Hamam deresinde $9 \mu\text{g.L}^{-1}$ olduğu tespit edilmiştir. Bu değerler, ilgili yönetmeliklerle belirlenen sınır değerlerin altında olup, As açısından sularında bir sorun olmadığı belirlenmiştir (Anonim 1998a).

Yapılan korelasyon analizi sonucunda As ile çözülmüş oksijen kapsamı arasında negatif yönde bir ilişki bulunmuştur ($p < 0,05$). Smedley ve Kinniburgh (2002) arseniğin havasız koşullarda artabileceğini bildirmiştir.

Volkanik aktiviteye sahip ve jeotermal bölgelerde genellikle yüksek derişimde bulunan As toksik ve kanserojen bir maddedir. Bu özelliğinden dolayı Dünya Sağlık Örgütü, 1993 yılında yapmış olduğu düzenlemeyle içme sularında izin verilen As miktarını $50 \mu\text{g.L}^{-1}$ 'den $10 \mu\text{g.L}^{-1}$ 'ye indirmiştir.

Çalışmada, Hamam deresi, Gürcü deresi, Akyar barajı, Hamam çayı, Eğrekkaya barajı, Pazar Köprü Altı ve Mera çayının içme suyu standartlarına uymadığı görülmektedir. Çalışma alanında termal suların bulunması nedeniyle arseniğin yakından takip edilmesi gereken bir su kalitesi parametresi olduğu düşünülmektedir. Arseniğin zehirliliği ve

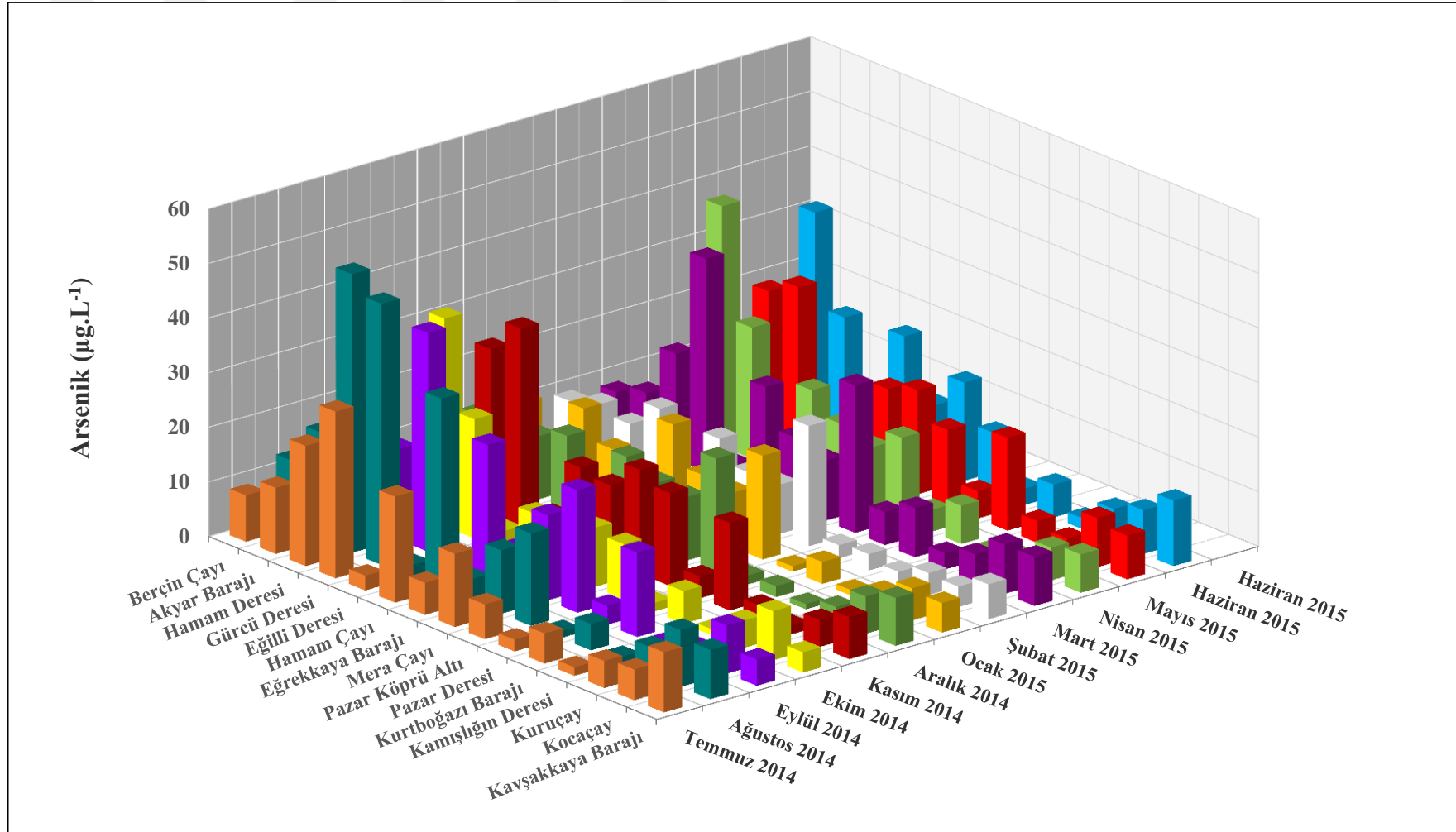
Çözünürlüğü, pH, sıcaklık, ortamdaki diğere iyonlar gibi pek çok etmene bağılı ise de, genellikle arsenit (AsIII), arsenattan (AsIV) daha zehirlidir (Moldovan ve Hendry 2005). Başka bir deyişle, arseniğın çözünürlüğünü ve zehirliliğini belirleyen en önemli etmen havalanma düzeyidir (Magalhães 2002).



Çizelge 4.21 Sularda tespit edilen arsenik değerleri

No	Örneklem Noktası	ARSENİK ($\mu\text{g.L}^{-1}$)												ORT \pm SDV
		Temmuz 2014	Ağustos 2014	Eylül 2014	Ekim 2014	Kasım 2014	Aralık 2014	Ocak 2015	Şubat 2015	Mart 2015	Nisan 2015	Mayıs 2015	Haziran 2015	
1	Berçin Çayı	8,50	12,4	15,6	6,50	7,40	11,1	10,9	8,70	7,90	4,90	4,90	6,80	8,8 0 \pm 3,18 DEF
2	Akyar Barajı	12,1	19,7	8,50	7,60	7,15	9,60	5,80	10,4	10,0	12,0	14,9	14,3	11,0 \pm 3,90 CDE
3	Hamam Deresi	22,0	51,0	16,5	38,0	30,0	11,6	14,3	9,00	19,4	44,0	26,0	38,0	26,6 \pm 13,6 A
4	Gürcü Deresi	30,5	47,8	40,0	21,8	36,0	13,9	9,00	14,0	39,0	24,0	29,0	21,0	27,2 \pm 12,0 A
5	Eğilli Deresi	2,70	2,20	1,58	3,60	4,10	1,11	5,80	1,80	3,40	4,60	2,67	5,50	3,26 \pm 1,52 FG
6	Hamam Çayı	19,4	34,9	24,0	9,00	15,0	14,5	18,0	13,0	20,0	17,0	9,00	22,0	18,0 \pm 7,09 B
7	Eğrekkaya Barajı	5,86	4,07	7,27	9,00	14,0	12,0	11,0	9,00	13,0	13,0	17,0	11,6	10,6 \pm 3,67 DE
8	Mera Çayı	13,4	11,6	15,6	10,8	19,0	11,6	10,0	9,00	11,0	11,0	19,0	18,0	13,3 \pm 3,62 BCD
9	Pazar Köprü Altı	6,36	16,9	22,4	10,1	17,0	20,9	19,0	22,0	27,0	15,0	14,0	11,0	16,8 \pm 5,90 BC
10	Pazar Deresi	2,15	1,26	3,46	1,55	4,00	1,64	0,99	2,40	6,00	4,00	5,00	3,00	2,95 \pm 1,58 FG
11	Kurtboğazi Barajı	5,53	4,83	15,5	5,96	16,0	2,00	4,00	3,00	9,00	7,00	17,0	6,00	7,98 \pm 5,26 DEF
12	Kamışlım Deresi	1,56	0,99	1,21	1,11	3,10	0,97	1,00	2,00	3,00	1,00	4,00	2,00	1,83 \pm 1,02 G
13	Kuruçay	4,96	5,03	2,35	5,00	1,66	2,66	3,00	4,00	5,00	2,00	3,00	6,00	3,72 \pm 1,45 FG
14	Kocaçay	5,61	10,4	8,80	9,00	4,95	6,81	5,88	3,75	9,00	6,00	9,00	8,00	7,27 \pm 2,04 EFG
15	Kavşakkaya Barajı	11,0	9,00	4,80	3,70	7,70	8,77	5,41	6,40	9,00	7,00	8,00	12,0	7,73 \pm 2,45 DEFG
ORT \pm SDV		10,1 \pm 8,25 B	15,5 \pm 16,3 A	12,5 \pm 10,6 AB	9,51 \pm 9,31 B	12,5 \pm 10,1 AB	8,61 \pm 5,95 B	8,27 \pm 5,62 B	7,90 \pm 5,56 B	12,8 \pm 9,83 AB	11,5 \pm 10,9 AB	12,2 \pm 8,29 AB	12,3 \pm 9,40 AB	

Aynı harfler, istatistik olarak aynı grupta bulunan göstergeleri, farklı harfler ise, farklı grupları gösterir p<0,01, p<0,05; ORT: ortalama; SDV: standart sapma



Şekil 4.20 Sularda tespit edilen arsenik değerleri (YSKY'ne göre yerüstü su kaynaklarında arsenik için belirlenen sınır değer $53 \mu\text{g.L}^{-1}$ 'dir)

4.1.20 Sodyum adsorpsiyon oranı

Kurtboğazi barajının başlangıçta tarımsal sulama amaçlı projelendirildiği, sonradan Başkent'in su gereksiniminin artmasıyla birlikte, tarımsal sulamaların ikinci plana itildiği konularına değinilmişti. Yine de, Bölüm 3.1.3'de "Kurtboğazi barajından yapılan sulamalar" başlığı altında incelendiği üzere, Barajdan alınan sularla Akıncı ovasında sınırlı oranda sulama etkinliği sürdürülmektedir.

Sodyum adsorpsiyon oranı (SAR) değeri, sulama sularındaki Na^+ derişiminin, Ca^{+2} ve Mg^{+2} derişimine olan bağıl miktarını göstermekte olup, $\text{SAR} = \frac{\text{Na}}{\sqrt{\text{Ca}+\text{Mg}/2}}$ gibi basit bir denklemlle gösterilmesine karşın, uygulamada önemli bir risk analizi sağlar. Bu değer büyüdükçe, sulanan topraklarda "sodyumluluk riski" artıyor demektir.

Sodyumun, toprağın fiziksel özellikleri üzerine yaptığı olumsuz etkiler, onun diğer iyonlardan ayrı olarak değerlendirilmesini gerektirir. Sodyum fazlalığı ve kalsiyum eksikliğinin neden olduğu sorunların başında, suyun toprağa giriş hızının düşmesi gelir. Bu tehlike genellikle sodyum adsorpsiyon oranı (SAR) ile gösterilir. SAR, sulama sularının olası sodyum zararını belirtmek amacıyla kullanılan bir parametredir (Munsuz ve Ünver 1995).

Çalışma alanı sularının SAR değerleri 0,44-14,7 arasında değişmektedir. En düşük SAR değeri Aralık ayında Gürcü Deresinde 0,44 iken, en yüksek SAR değeri ise Ağustos ayında Hamam Deresinde 14,7 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.22, Şekil 4.21). Yıllık ortalama SAR değeri ise 2,59'dur. SKKY Teknik Usuller Tebliği Sulama Sularının Sınıflandırılmasında Esas Alınan Sulama Suyu Kalite Parametrelerine göre SAR değeri <10 olan sular; I. sınıf su, 10-18 arası sular; II. sınıf su, 18-26 arası sular II. Sınıf su ve >26 olan sular ise IV.sınıf su olarak tanımlanmıştır (Çizelge 4.1). Ortalama SAR değeri açısından çalışma alanı suları I. sınıf su kategorisindedir. SAR değerleri için yapılan varyans analizinde hem örnekleme noktaları arasındaki fark hem de aylar arasındaki fark % 1 düzeyinde istatistik olarak önemli bulunmuştur. Ortalama en düşük SAR değeri Kuruçay'da ($0,93 \pm 0,29$), en yüksek SAR değeri ise Hamam deresinde ($9,40 \pm$

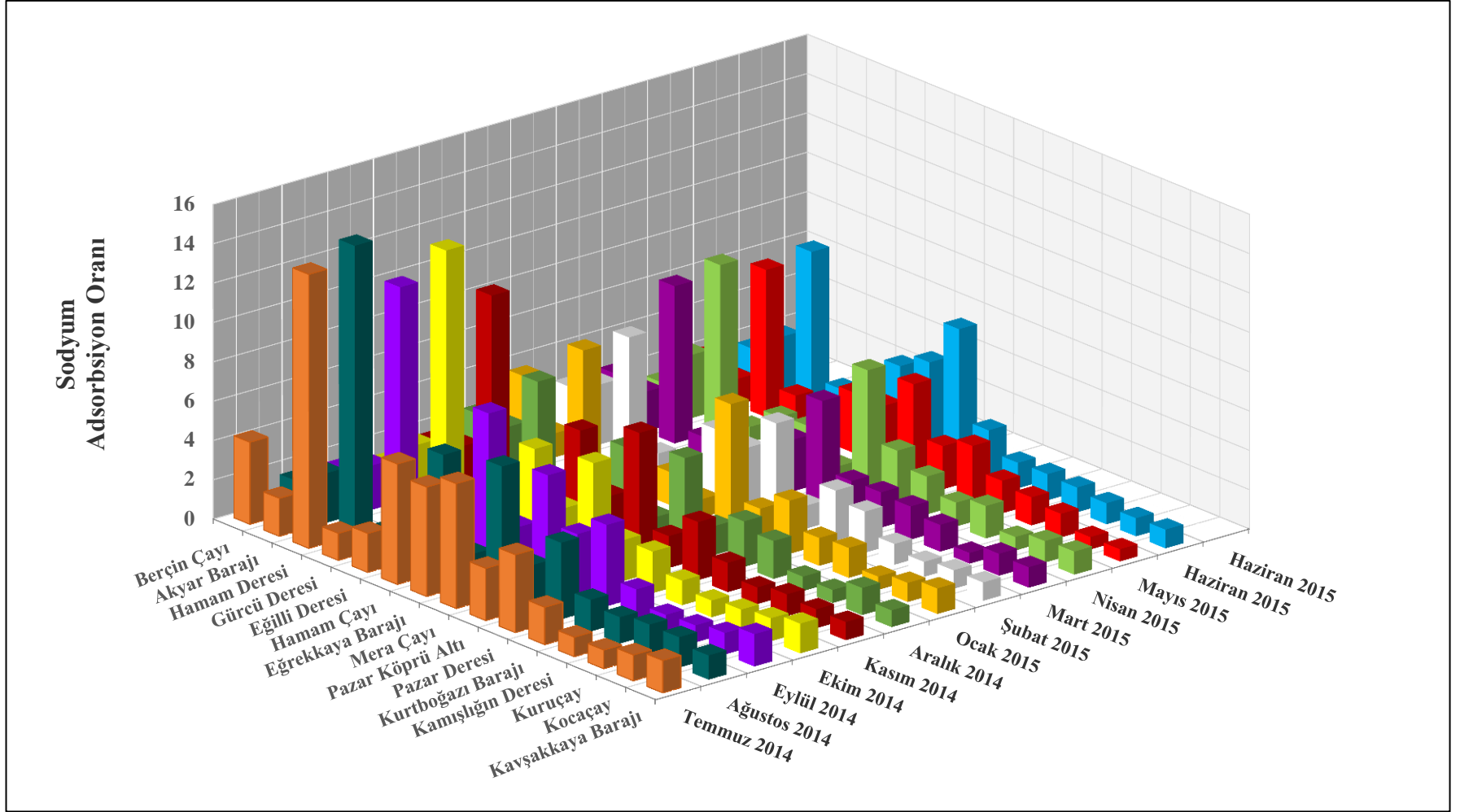
3,30) tespit edilmiştir. Hamam deresi istatistiki olarak diğer tüm noktalardan farklı bulunmuş olup, SKKY'ne göre ortalama değerler açısından I. sınıf su kalitesine sahiptir. Bununla birlikte deredeki su kalitesi Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim ve Kasım aylarında II. sınıf su kalitesine gerilemiştir. İstatistiki olarak Mera çayı ve Hamam çayı da diğer tüm noktalardan farklı bulunmuştur. Akyar barajı, Eğrekkaya barajı ve Pazar deresi istatistiki olarak farklı bir grup oluşturmuştur. Ortalama en düşük SAR değerinin tespit edildiği Kuruçay ise Berçin Çayı, Gürcü Deresi, Eğilli Deresi, Pazar Köprü Altı, Kurtboğazı Barajı, Kamışlıgın Deresi, Kocaçay ve Kavşakkaya Barajı ile istatistiki olarak aynı gruba girmiştir. Ortalama SAR değerleri açısından aylar arasında da farklılıklar belirlenmiş olup en düşük SAR değeri Aralık ayında ($1,91 \pm 1,45$), en yüksek SAR değeri ise Temmuz ayında ($3,66 \pm 3,40$) tespit edilmiştir.

Havzalarda su kalitesinin belirlenmesi çalışmalarında suyun, tarımsal kullanımlar için uygunluğunun belirlenmesi önem arz etmektedir. Çalışma alanı, içme ve kullanma suyu havzası olmakla birlikte özellikle Kurtboğazı ve Kavşakkaya havzalarında tarımsal faaliyetler de yapılmaktadır. Sulamada kullanılacak suyun kalitesinin toprak ve bitkiye etkisi düşünüldüğünde havza çalışmalarında tüm bu etkenlerin birlikte ele alınması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda, çalışmamızda termal kaynaklı suların bulaştığı Hamam deresinin tuz içeriğine bağlı olarak bazı aylarda SAR değerlerinin arttığı ancak ilgili yönetmelik gereği “çok iyi ve iyi sulama suyu” sınıfına girdiği görülmektedir. Aynı zamanda Akıncı ovasının sulamasında kullanılan Kurtboğazı barajında belirlenen SAR değerlerinin de ($1,59 \pm 0,28$) sulama için oldukça elverişli olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.22 Çalışma alanı sularında tespit edilen sodyum adsorpsiyon oranı değerleri

No	Örnekleme Noktası	SODYUM ADSORBSİYON ORANI (SAR)												ORT ± SDV
		Temmuz 2014	Ağustos 2014	Eylül 2014	Ekim 2014	Kasım 2014	Aralık 2014	Ocak 2015	Şubat 2015	Mart 2015	Nisan 2015	Mayıs 2015	Haziran 2015	
1	Berçin Çayı	4,18	1,55	1,49	1,14	1,56	2,26	3,52	2,32	2,32	1,22	1,88	1,59	2,09 ± 0,93 DEF
2	Akyar Barajı	1,93	2,52	2,25	2,64	1,92	2,23	1,22	3,05	2,01	3,22	1,33	2,82	2,26 ± 0,63 DE
3	Hamam Deresi	13,9	14,7	11,9	13,1	10,2	5,14	6,06	6,06	8,00	8,40	7,50	7,74	9,40 ± 3,30 A
4	Gürcü Deresi	1,38	0,79	0,55	1,34	1,49	0,44	0,60	0,77	0,93	0,78	1,71	1,37	1,01 ± 0,42 F
5	Eğilli Deresi	1,98	1,10	1,20	0,74	1,12	0,66	0,82	0,93	1,18	1,90	1,47	2,11	1,27 ± 0,49 EF
6	Hamam Çayı	6,13	5,92	7,36	4,88	5,15	3,63	1,68	3,19	1,43	2,04	3,08	3,76	4,02 ± 1,89 C
7	Eğrekkaya Barajı	5,57	1,49	2,19	2,48	2,43	0,70	0,93	2,89	2,63	0,61	3,03	4,57	2,46 ± 1,49 D
8	Mera Çayı	6,35	6,55	5,44	5,39	6,26	4,31	6,39	4,74	5,21	6,11	4,74	6,87	5,70 ± 0,83 B
9	Pazar Köprü Altı	2,66	2,14	3,05	2,08	1,62	1,47	1,68	1,17	1,76	2,63	2,20	2,34	2,07 ± 0,55 DEF
10	Pazar Deresi	3,96	3,90	4,14	2,12	2,95	2,32	2,70	2,55	1,79	1,93	2,82	1,29	2,71 ± 0,91 D
11	Kurtboğazi Barajı	1,90	1,61	1,47	1,25	1,49	1,93	1,42	2,09	1,69	1,21	1,66	1,33	1,59 ± 0,28 DEF
12	Kamışlığın Deresi	0,99	1,34	0,79	0,85	0,85	0,73	1,52	1,06	1,36	1,65	1,43	1,26	1,15 ± 0,31 EF
13	Kuruçay	0,95	1,57	0,86	1,00	1,11	0,67	0,68	0,76	0,55	0,69	1,20	1,07	0,93 ± 0,29 F
14	Kocaçay	1,32	1,55	1,09	1,17	0,96	1,38	0,97	0,94	1,12	1,09	0,63	0,92	1,10 ± 0,24 F
15	Kavşakkaya Barajı	1,64	1,23	1,65	1,51	0,93	0,85	1,30	0,94	1,04	1,17	0,62	0,95	1,15 ± 0,33 EF
ORT ± SDV		3,66 ± 3,40 A	3,20 ± 3,63 AB	3,03 ± 3,12 ABC	2,78 ± 3,18 ABCD	2,67 ± 2,61 ABCD	1,91 ± 1,45 D	2,10 ± 1,84 CD	2,23 ± 1,58 BCD	2,20 ± 1,94 BCD	2,31 ± 2,18 BCD	2,35 ± 1,78 BCD	2,67 ± 2,17 ABCD	

Aynı harfler, istatistik olarak aynı grupta bulunan göstergeleri, farklı harfler ise, farklı grupları gösterir p<0,01, p<0,05; ORT: ortalama; SDV: standart sapma



Şekil 4.21 Çalışma alanı sularında tespit edilen sodyum adsorpsiyon oranı değerleri (SKKY'ne göre I. sınıf sulama sularında izin verilen en yüksek sodyum adsorpsiyon oranı değerleri 10'dur)

Çalışma alanı sularının sınıflandırılması

Kurtboğazı havzası ve onu besleyen alt havza sularında, Temmuz 2014 - Haziran 2015 tarihleri arasında elde edilen bazı fiziksel ve kimyasal su kalitesi analiz sonuçları; YSKY Kıtaîçi Yerüstü Su Kaynaklarının Genel Kimyasal ve Fizikokimyasal Parametreler Açısından Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri, SKKY Teknik Usüller Tebliğinde verilmiş olan Sulama Sularının Sınıflandırılmasında Esas Alınan Sulama Suyu Kalite Parametreleri, Türk Standartları Enstitüsü tarafından bildirilen insani tüketim amaçlı sular tebliği, Avrupa Birliği Komisyonunun içme suları elde edilecek yüzey suları kalitesi tebliği ile içme suları direktifi, Dünya Sağlık Örgütü tarafından içme suları için bildirilen standartlar ve Amerika Çevre Koruma Ajansı tarafından içme suları için tavsiye edilen sınır değerlerle kıyaslanarak her bir örnekleme noktasındaki kalite sınıfları ve uygunluk durumları özetlenmiştir (Çizelge 4.23).

Çizelge 4.23'den de görüleceği üzere çalışma alanı sularında sıcaklık, bor ve arsenik parametreleri açısından kıyaslandıkları yönetmeliklere uygunluk söz konusudur. Çözünmüş oksijen, pH, nitrat, amonyum, biyolojik oksijen ihtiyacı, kimyasal oksijen ihtiyacı, sodyum, klorür, sülfat ve sodyum adsorbsiyon oranı bakımından sular, I. sınıf kalitede yani yüksek kaliteli su grubundadır. Bununla birlikte elektriksel iletkenlik bakımından Hamam deresi, Kamışlığın deresi ve Kuruçay, toplam çözünmüş madde bakımından hamam deresi ve toplam fosfor bakımından ise Hamam deresi, Gürcü deresi, Eğilli Deresi, Hamam çayı ve Eğrekkaya barajı az kirlenmiş su grubunda olup II.sınıf su kalitesindedir. Dolayısıyla, çalışma alanında gerek jeolojik yapıdan kaynaklı, gerekse insan faaliyetleri sonucu oluşan su kalitesi değişimleri belirlenmiştir.

Çizelge 4.23 Çalışma alanı sularının sınıflandırılması

Parametreler	Örneklem Noktaları															
	Berçin Çayı	Akyar Barajı	Hamam Deresi	Gürcü Deresi	Eğilli Deresi	Hamam Çayı	Eğrekkaya Barajı	Mera Çayı	Pazar Köprü Altı	Pazar Deresi	Kurtboğazi Barajı	Kamışlıgın Deresi	Kuruçay	Kocaçay	Kavşakkaya Barajı	
*Sıcaklık (°C)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
**Çözülmüş Oksijen (mg.L ⁻¹)	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.
**pH	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.
**Elektriksel İletkenlik (dS.m ⁻¹)	I.	I.	II.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	II.	II.	I.	I.	I.
***Toplam çözülmüş madde (mg.L ⁻¹)	I.	I.	II.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.
**Nitrat azotu (mg.L ⁻¹)	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	II.	I.	I.	I.	I.
**Amonyum azotu (mg.L ⁻¹)	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.
**Toplam fosfor (mg.L ⁻¹)	I.	I.	II.	II.	II.	II.	II.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.
**Biyolojik oksijen ihtiyacı (mg.L ⁻¹)	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.
**Kimyasal oksijen ihtiyacı (mg.L ⁻¹)	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.
****Sodyum (mg.L ⁻¹)	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.
*****Klorür (mg.L ⁻¹)	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.
*****Sülfat (mg.L ⁻¹)	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.
**Bor (mg.L ⁻¹)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
**Arsenik (µg.L ⁻¹)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
*****Sodyum Adsorbsiyon Oranı	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.

I; Yüksek kaliteli su, II; Az kirlenmiş su, *, EC 1975, **, YÜSKY 2012, ***, EPA 2009, ****, (TS 266 2005, EC 2014, WHO 2011), *****; SKKY1991

4.2 Kurtboğazı Havzasına Taşınan Yükler

Akyar barajından Eğrekkaya barajına, Eğrekkaya barajından Kurtboğazı barajına ve Kavşakkaya barajından Kurtboğazı barajına su aktarımının yapılması nedeniyle Kurtboğazı havzasını besleyen her bir alt havzanın ana havzaya taşıdığı yüklerin ayrı ayrı hesaplanması gerekmiştir (EK 5 Çizelge 1-3). Her bir alt havzanın Kurtboğazı havzasına, ölçülen su kalitesi parametreleri bakımından katkısı belirlenmiştir. Akyar barajından Kurtboğazı barajına doğrudan su aktarımı yapılmamakta olup, barajın suları öncelikle Eğrekkaya barajına verilmektedir. Dolayısıyla Eğrekkaya alt havzasının Kurtboğazı havzasına taşıdığı yüklerde, Akyar alt havzasının da katkısı bulunmaktadır. Akyar alt havzasının Eğrekkaya alt havzasına katkısı ayrıca değerlendirilmiştir.

4.2.1 Akım verileri

Gerçekte Kurtboğazı barajı, kendisini besleyen ve bu çalışmaya konu olan alt havzalar ve incelenen dereler dışında, çoğu mevsimlik ve düşük debili olmakla birlikte, Baraja doğrudan katılan Bahtılı, Kınık, Uzunöz, Bostan, Kayıcık, Batak, İğmir, Kirazlı, Eneğim ve Karaboya gibi çok sayıda kuruyan dere tarafından beslenmektedir (Anonim 2013). Bu bölümde yer alan bütün veriler söz konusu akarsuların katkıları göz önüne alınmadan elde edilmiştir.

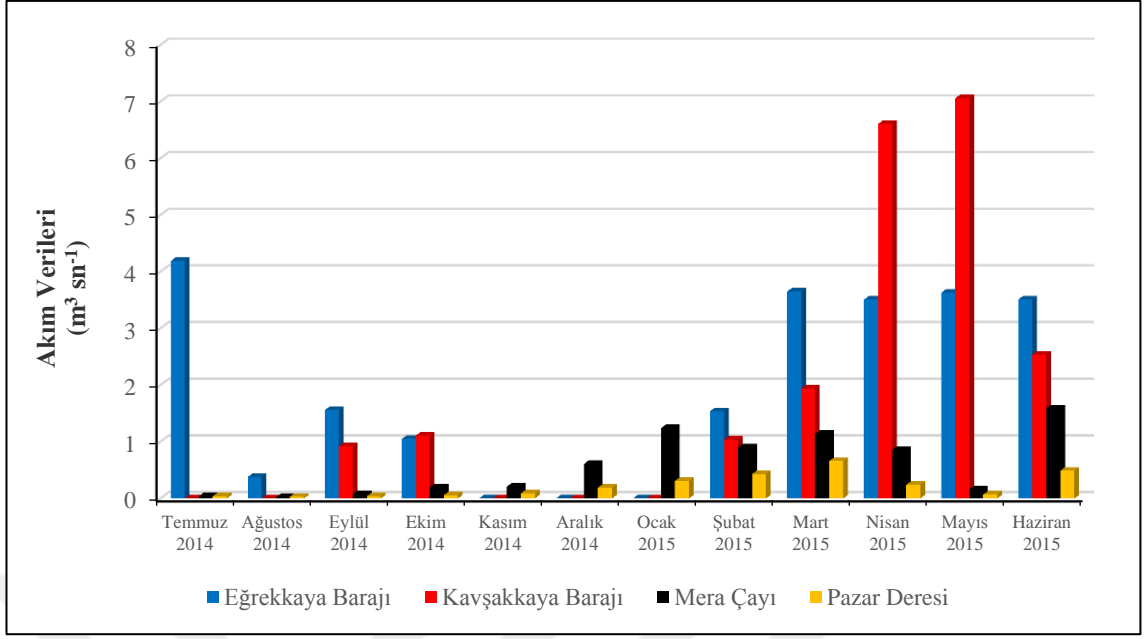
Eğrekkaya ve Kavşakkaya barajlarından Kurtboğazı barajına su aktarımı kapalı sistemler ile yapılmaktadır. Bu iki baraja ek olarak, Kurtboğazı havzasının kendi akarsuları olan Mera çayı ve Pazar deresinden su desteği sağlanmaktadır. Küçük bentler bir yana bırakılırsa, Kavşakkaya barajı ülkemizde bir belediye organı tarafından inşa edilen ilk barajdır. Kentin kuzeyinde su gereksinimi Çubuk 2 barajından karşılanmaktadır. Ancak bölgede giderek artan su gereksinimi karşısında söz konusu baraj yetersiz kalmaya başlamıştır. Önlem olarak Kavşakkaya barajı ile Çubuk 2 barajı arasında 2015 yılında bir hat döşenmiş olup, gerektiğinde Kavşakkaya'dan 6 kilometresi 1000 mm çapında, 8 kilometresi de 800 mm çapında ve 14 km uzunlukta boru hattı ile aktarma yapılmaktadır.

ASKİ yetkilileri, sistemin her iki yönde çalışabileceğini belirtmektedirler. Buna göre Çubuk 2 barajında fazlalık, Kurtboğazı havzasında eksiklik söz konusu olduğunda, Çubuk 2 barajından Kavşakkaya barajına su aktarılması olanağı vardır. Ancak, kentin kuzeyinde artan yoğunluk, bu yönlü bir aktarmaya izin vermeyecek gibi görünmektedir. Özetle belirtmek gerekirse, Kavşakkaya barajının, Kurtboğazı barajını beslemek yönünden payının ve işlevinin yıllar içinde azalacağını öngörmek yanlış olmayacaktır.

Çizelge 4.24 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresi aylık akım verileri

Aylar	Akım (m ³ .sn ⁻¹)			
	Eğrekkaya Barajı	Kavşakkaya Barajı	Mera Çayı	Pazar Deresi
Temmuz 2014	4,19	0	0,04	0,04
Ağustos 2014	0,38	0	0,02	0,03
Eylül 2014	1,56	0,92	0,08	0,04
Ekim 2014	1,05	1,11	0,20	0,06
Kasım 2014	0	0	0,21	0,09
Aralık 2014	0	0	0,61	0,19
Ocak 2015	0	0	1,24	0,31
Şubat 2015	1,54	1,04	0,90	0,43
Mart 2015	3,65	1,94	1,14	0,66
Nisan 2015	3,51	6,61	0,86	0,24
Mayıs 2015	3,63	7,06	0,16	0,07
Haziran 2015	3,51	2,54	1,59	0,49
Ortalama	1,92	1,77	0,59	0,22

Temmuz 2014-Haziran 2015 tarihleri arasında aylık olarak Eğrekkaya barajından Kurtboğazı barajını besleyen Mera çayına İncegez tüneli vasıtasıyla yapılan su aktarımı miktarı, Kavşakkaya barajından Kurtboğazı barajına yapılan su aktarımı miktarı, Mera çayı debisi ile Pazar deresinin debileri DSİ Genel Müdürlüğünden temin edilerek çizelge 4.24, şekil 4.22’de verilmiştir.



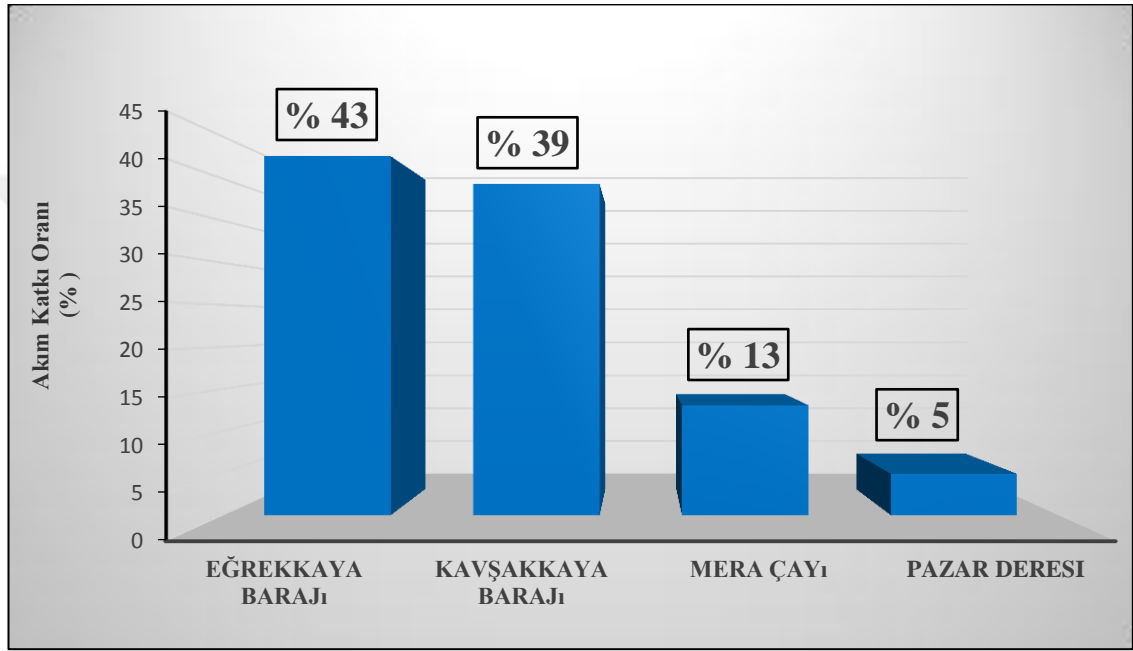
Şekil 4.22 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresi akım verileri

Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresinin yıllık ortalama debileri (Çizelge 4.24) kullanılarak, her birinin Kurtboğazı barajına su miktarı bakımından katkıları hesaplanmıştır. Eğrekkaya barajının Kurtboğazı barajına su miktarı bakımından katkısı % 43'tür. Kavşakkaya barajından Kurtboğazı barajına gelen su miktarı katkısı ise % 39'dur. Mera çayı % 13 ve Pazar deresi ise % 5'lik bir paya sahiptir (Şekil 4.23). Kasım, Aralık 2014 ve Ocak 2015 aylarında alt havza barajlarından su alınma gerek görülmemiş, Kurtboğazı barajının kendi varlığıyla yetinildiği belirlenmiştir. Barajlarda bu tür duraklamalar, su canlılarının esenliği, daha dengeli karışma oranları ve buna bağlı su kaliteleri ve bakım hizmetleri yönünden gerekli ve yararlı olmaktadır.

DSİ verilerine göre 1993-2015 yılları arasında Eğrekkaya barajına gelen su miktarı 2.153 milyon m³ olup, diğer alt havzalardan çok daha fazladır. Barajın 112 hm³ depolama hacmi olup, sularını topladığı alana göre çalışma alanının en büyük alt havzasıdır. Dolayısıyla, Kurtboğazı barajına su miktarı bakımından en büyük katkıyı Eğrekkaya barajı yapmaktadır.

DSİ Genel Müdürlüğünden elde edilen debilerin yıllık ortalama değerleri ile Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresine ait su kalitesi parametrelerinin yıllık ortalama derişimleri (Çizelge 4.6-4.21) kullanılarak, her bir alt havzadan ve kendi havzasından Kurtboğazi havzasına taşınan yükler ve katkıları hesaplanmıştır.

$$\text{Taşınan yük (kg.ay}^{-1}\text{)} = \text{Debi}_{\text{ort}} (\text{m}^3.\text{sn}^{-1}) \times \text{Derişim}_{\text{ort}} (\text{mg.L}^{-1})$$



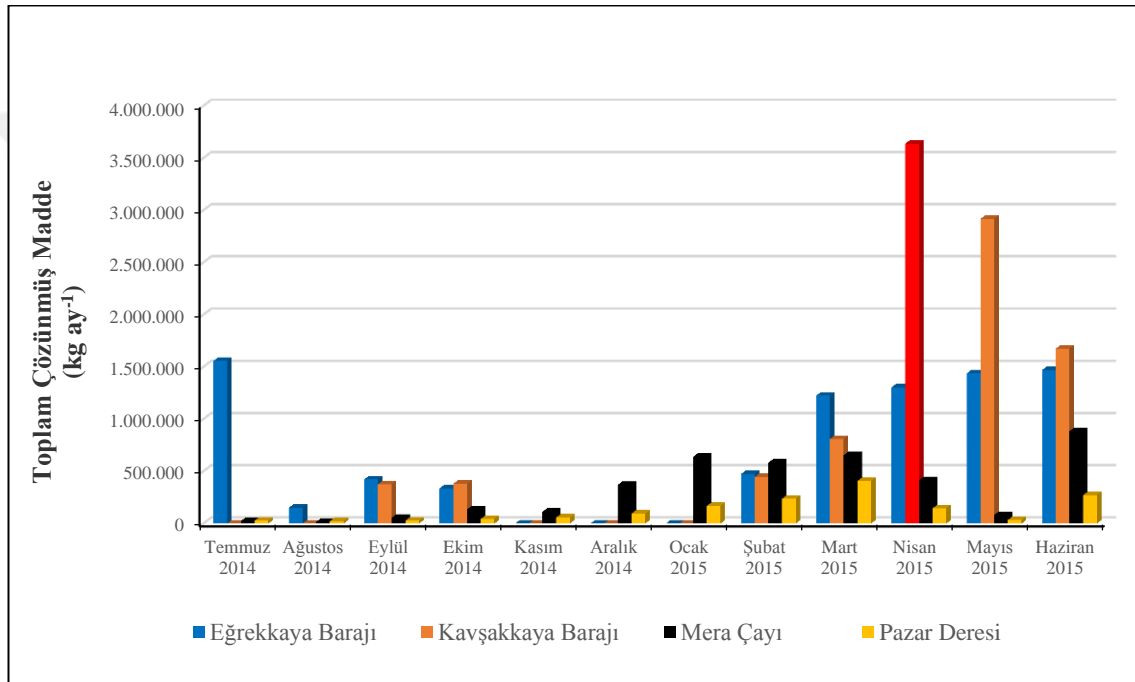
Şekil 4.23 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresinden gelen aylık ortalama akımların Kurtboğazi havzasına katkıları

Gerekli birim dönüşümü yapılarak belirlenen yükler yukarıdaki formülasyonla hesaplanmıştır. Taşınan yük miktarlarının hesabında Kurtboğazi barajına gelen akıntı, sel, yayılı yükler, yeraltı suları vb. ihmal edilmiştir.

4.2.2 Toplam çözünmüş maddeler

Eğrekkaya alt havzasının Kurtboğazi havzasına toplam çözünmüş madde miktarı bakımından katkısı % 35 dolayındadır. Kavşakkaya alt havzasından gelen yük toplam yükün % 42'sini karşılarken, Mera Çayı % 16, Pazar Deresi ise % 7'lik bir katkı payına sahiptir (Şekil 4.24-4.25).

Bir yıllık çalışma süresi içerisinde Eğrekkaya barajında belirlenen ortalama toplam çözünmüş madde derişimi, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresinde belirlenen çözünmüş madde derişimlerinden daha azdır. Buna karşın, Eğrekkaya barajından Kurtboğazı barajına aktarılan suyun ortalama debisi diğer noktalara göre daha fazladır. Yüksek bir akışa sahip olması nedeniyle Eğrekkaya alt havzasının Kurtboğazı havzasına çözünmüş madde toplamı olarak katkısı, Kavşakkaya alt havzasından sonra ikinci sıradadır.



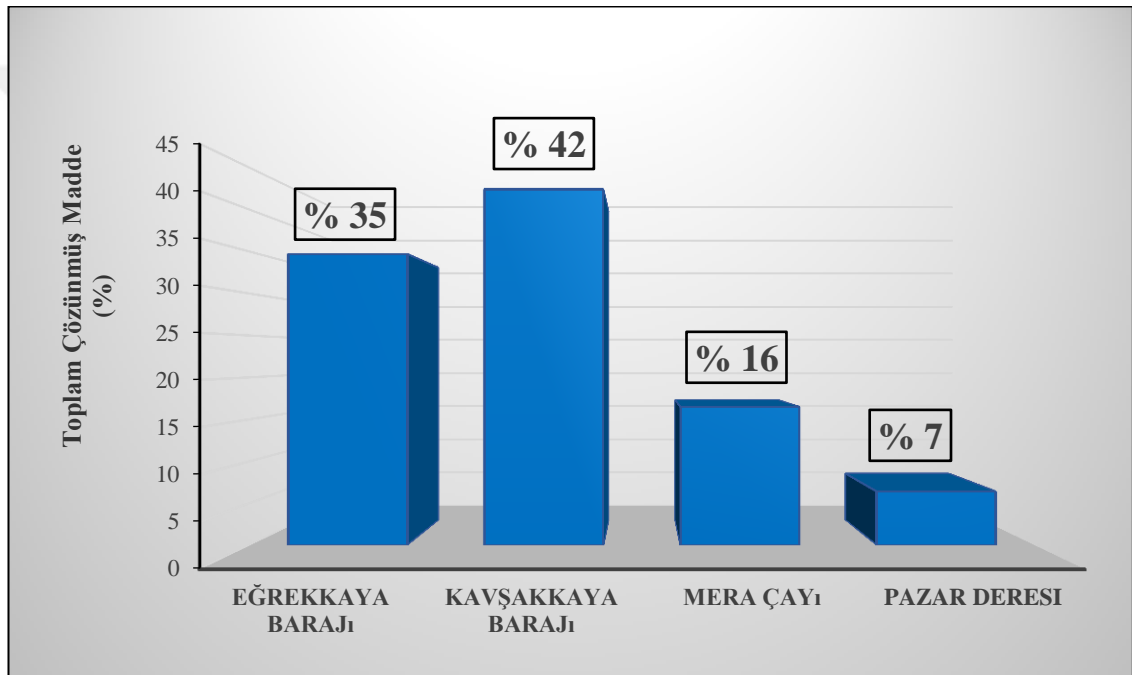
Şekil 4.24 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresindeki toplam çözünmüş madde yükleri

Buna karşın, ortalama en yüksek toplam çözünmüş madde miktarının belirlendiği Pazar deresi, ortalama en düşük debiye sahip olduğu için, diğer noktalara göre Kurtboğazı havzasına en düşük çözünmüş madde katkısı yapmaktadır. Bu durum, özellikle Eğrekkaya havzasının güçlü bitki örtüsü, sağlam jeolojik yapı, düşük nüfus gibi avantajlara sahip olduğunun işareti olarak yorumlanmaktadır.

Çalışma kapsamında ortalama en yüksek çözünmüş madde miktarları Eğrekkaya alt havzasında yer alan Hamam deresi ile Kavşakkaya alt havzasında bulunan Kamışlığın

deresi ve Kuruçay'da belirlenmiştir. Eğrekkaya alt havzasında yer alan Sey hamamının termal suları, Kavşakkaya alt havzasının da jeolojik formasyonu ve derelerin yakın çevresinde bulunan besi çiftliğine bağlı olarak nispeten yüksek çözünmüş madde kapsamı tespit edilmiştir.

Ancak bu açıklamalar havzadaki gözlemlerimizin ötesinde herhangi bir arazi çalışması sonucuna dayanmamakta olup, bu konuların ayrı bir çalışma konusu olarak ele alınması önerilmektedir.



Şekil 4.25 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresinden gelen toplam çözünmüş madde yüklerinin Kurtboğazı havzasına katkıları

Eğrekkaya ve Kavşakkaya barajında tespit edilen ortalama çözünmüş madde miktarları kendi alt havzalarında belirlenen en yüksek ortalama değerleri yansıtmamaktadır. Bu durumda, Hamam deresinin Eğrekkaya barajına, Kamışlığın deresi ve Kuruçay'ın da Kavşakkaya barajına ulaşana kadar sularının seyrelmesine bağlı olarak çözünmüş madde miktarlarının düştüğü anlaşılmaktadır. Dolayısıyla her iki alt havzanın; her ne kadar çalışılan dönem içinde ortalama çözünmüş madde miktarlarının ilgili yönetmeliklerde belirlenen sınır değerleri aşmadığı ve su kalitesini olumsuz yönde

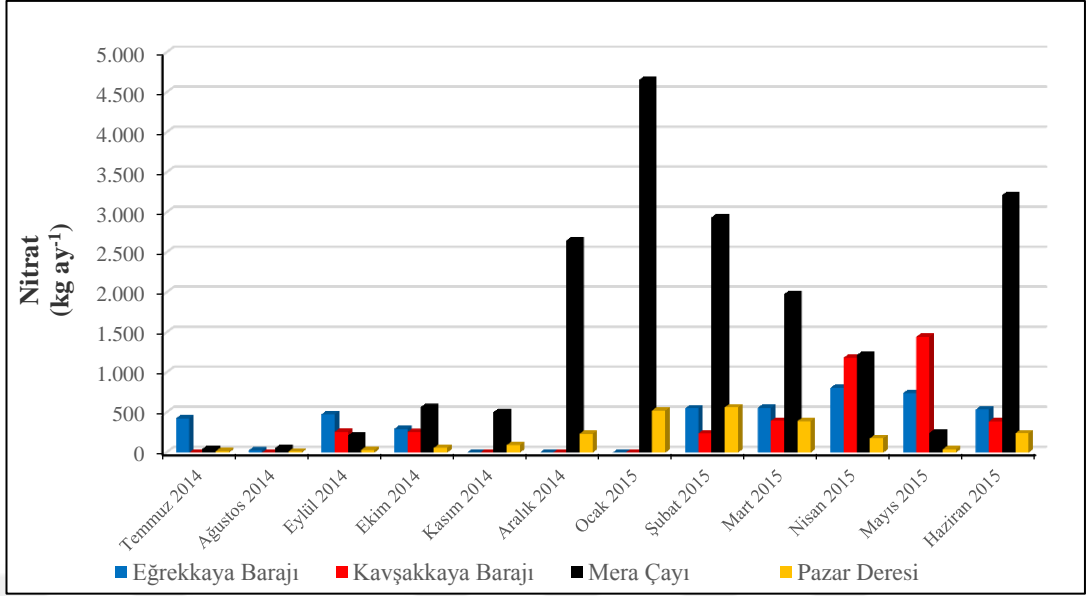
etkileyecek seviyelerde olmadığı belirlense de, ileride Kurtboğazı havzasına daha yüksek çözünmüş madde yükü getirme potansiyelleri yakından izlenmelidir.

4.2.3 Nitrat azotu

Çalışmada Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresinin ortalama nitrat kapsamı ilgili yönetmeliklerle belirlenen sınır değerlerin oldukça altındadır. Bununla birlikte Mera çayında belirlenen ortalama nitrat içeriği tüm çalışma alanı içinde en yüksek ikinci değere sahiptir. Kurtboğazı havzasına en fazla nitrat yükü % 63'lük oranla Mera çayından gelmektedir.

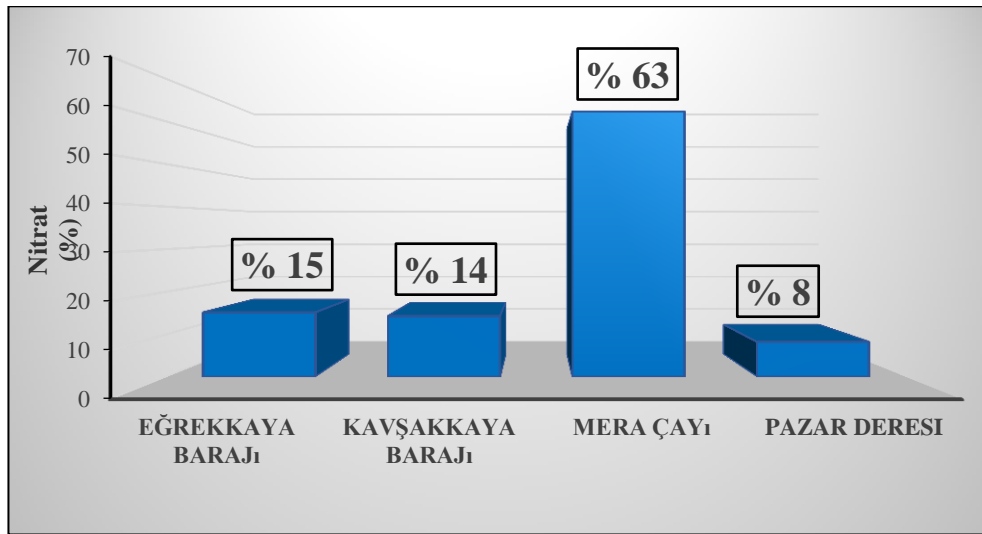
Mera çayı, Kurtboğazı barajını besleyen iki ana dereden biridir. Kurtboğazı havzasının % 60,1'i orman, % 27,9'u çayır-mera, % 9,6'sı tarım arazisinden oluşmaktadır. Aynı zamanda havza içerisinde 17 adet mahalle (köy) bulunmakta olup her birinin sahip olduğu hayvan varlığı ve kullanılan gübrelere ilişkin bilgiler ekte verilmektedir (EK 6 Çizelge 1-2). Havza içerisindeki tarım alanlarında kullanılan gübrelerin ve yerleşim alanlarından kaynaklanan olası evsel ve hayvansal atıkların bir şekilde dereye sızması sonucu Mera çayında nitrat kapsamının nispeten yüksek olduğu düşünülmektedir. Dolayısı ile Mera çayının kendi havzasına nitrat yönünden katkısı oldukça fazladır. Mera çayından sonra ortalama en yüksek nitrat kapsamına sahip olan Pazar deresinin havzadan taşıdığı nitrat yükü derenin düşük debisine bağlı olarak daha kısıtlı kalmıştır. Pazar deresinin kendi havzasına % 8 oranında nitrat yükü katkısı bulunmaktadır.

Eğrekkaya ve Kavşakkaya barajlarından aktarılan suyun debisinin çok yüksek olmasına karşın, barajlarda çok düşük konsantrasyonlarda nitrat kapsamının belirlenmesinden dolayı bu alt havzaların Kurtboğazı havzasına nitrat katkıları daha az seviyede olmuştur. Kurtboğazı havzasında Eğrekkaya alt havzasının % 15, Kavşakkaya alt havzasının ise % 14 seviyesinde nitrat payı mevcuttur (Şekil 4.26-4.27).



Şekil 4.26 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresindeki nitrat yükleri

Kavşakkaya havzasının % 73,9'unu orman alanları, % 14,3'ünü çayır-mera alanları ve % 10,9'unu tarım arazileri oluşturmaktadır. Çalışma alanı içinde ortalama en yüksek nitrat kapsamı Kavşakkaya alt havzasın da bulunan Kamışlığın deresinde belirlenmiştir. Bu derenin yakınlarındaki yerleşim yerlerinden ve besi çiftliğinin hayvansal atıklarından dolayı noktasal olarak belirlenen bu yüksek değerler alt havzanın nitrat bakımından genel karakterini yansıtmamaktadır.



Şekil 4.27 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresinden gelen nitrat yüklerinin Kurtboğazi havzasına katkıları

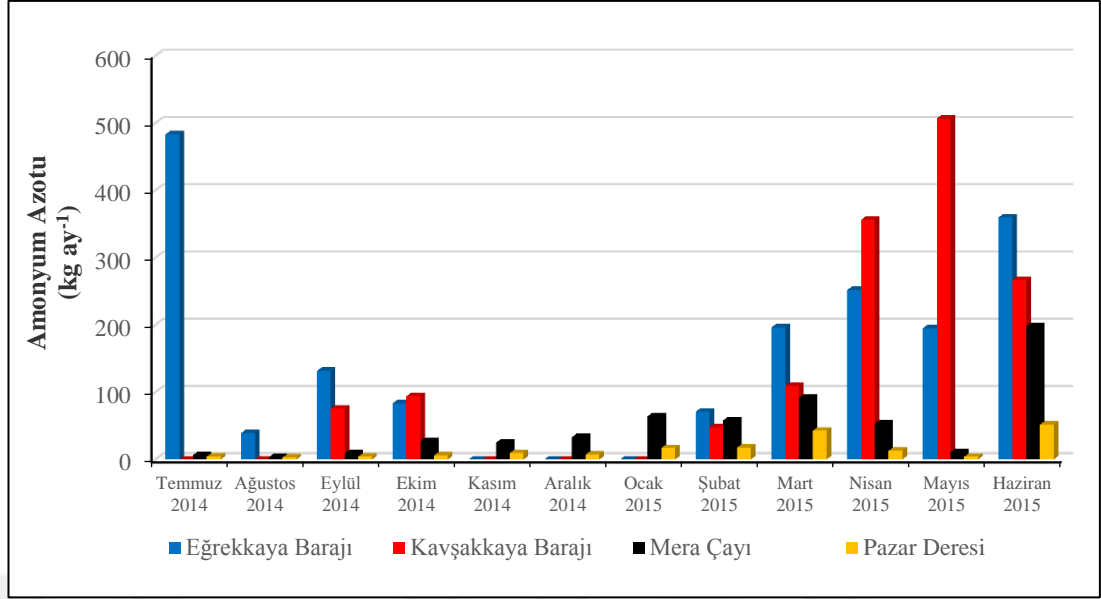
Dolayısıyla Eğrekkaya ve Kavşakkaya alt havzalarının nitrat bakımından Kurtboğazi havzasına katkısı Kurtboğazi havzasının kendi derelerinin katkısının yanında çalışılan dönem içerisinde bir su kalitesi sorunu oluşturacak düzeyde değildir.

Bu sonuçlara göre, öncelikle besi çiftliğinden bulaştığı düşünülen atıkların önlenmesi yönünde önlem alınması havzada bu tür yeni oluşumlara geçit verilmemesi gerekmektedir.

4.2.4 Amonyum azotu

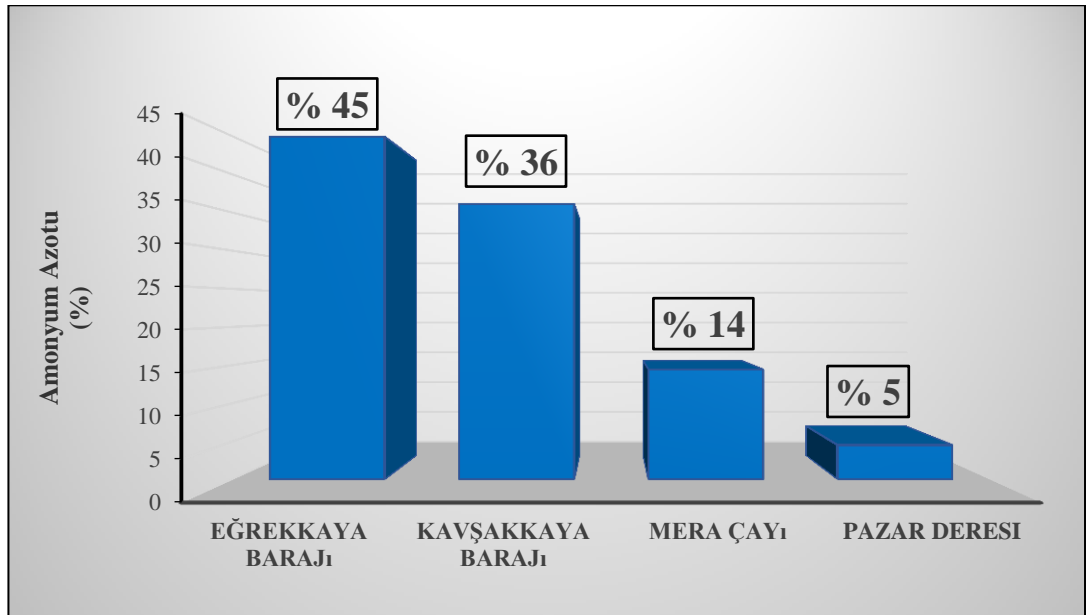
Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresinde belirlenen ortalama amonyum azotu kapsamı oldukça düşük olmakla birlikte suların debisine bağlı olarak Kurtboğazi havzasına katkıları da farklıdır. Eğrekkaya alt havzasının Kurtboğazi havzasına taşıdığı amonyum azotu yükü katkısı toplamın % 45'ini oluşturmaktadır. Kavşakkaya alt havzasından gelen amonyum yükü ise toplamın % 36'sını oluşturmaktadır.

Çalışma alanı içinde ortalama en yüksek amonyum kapsamı Mera çayında belirlenmiş olup amonyum yükü katkısı % 14 olmuştur. Pazar deresinden gelen amonyum yükü ise % 5'lik bir katkı payına sahiptir (Şekil 4.28- 4.29). Eğrekkaya ve Kavşakkaya alt havza sularında amonyum yönünden bir sorun belirlenmemiştir.



Şekil 4.28 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresindeki amonyum azotu yükleri

Ancak Kurtboğazı barajına aktarılan suların yüksek debiye sahip olması, amonyağın su içindeki azotlu bileşiklerin bir ara ürünü olması ve serbest amonyağın su canlıları için toksik seviyeye ulaşabilmesi nedenleriyle, amonyum yakından takip edilmesi gereken bir su kalitesi parametresidir.

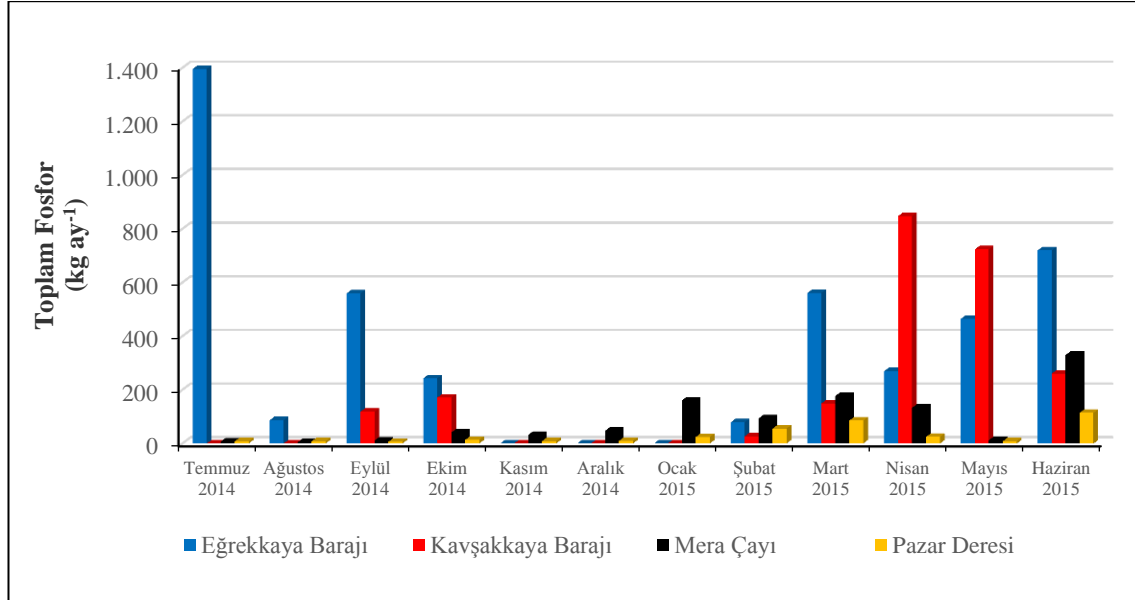


Şekil 4.29 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresinden gelen amonyum azotu yüklerinin Kurtboğazı havzasına katkıları

4.2.5 Toplam fosfor

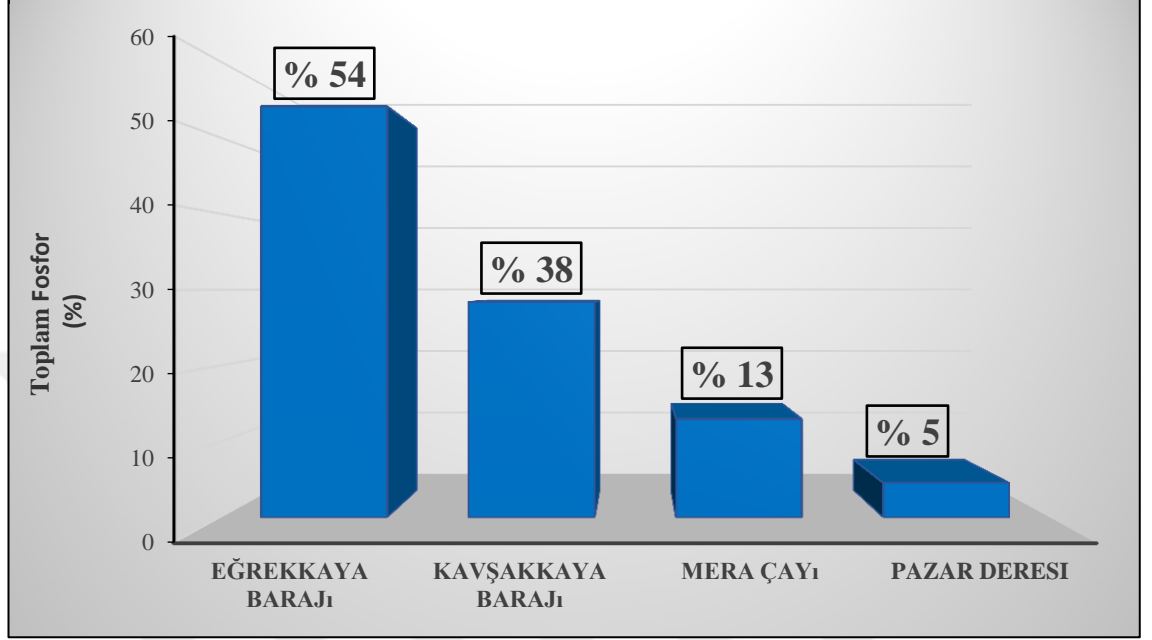
Kurtboğazi havzasına en fazla toplam fosfor yükü % 54'lük bir oranla Eğrekkaya alt havzasından gelmektedir. Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresi, belirlenen ortalama fosfor kapsamı bakımından II. sınıf su kategorisinde olup, aynı zamanda içerdikleri fosfor bakımından ötrofik seviyededirler. Eğrekkaya alt havzasında 19 adet, Kavşakkaya alt havzasında ise 16 adet mahalle bulunmaktadır. Her bir yerleşim yerine ait hayvan varlığı ve kullanılan gübre miktarları EK 6 Çizelge 1-2'de verilmiştir. Eğrekkaya alt havzasının çok küçük bir bölümü (% 1,4) tarım arazilerinden oluşmaktadır. Dolayısıyla, belirlenen fosfor kapsamında tarımsal faaliyetlerin etkisinden ziyade, sarp ve dik bir topoğrafyaya sahip olan alt havzada, özellikle taşkın dönemlerinde akıdaki organik ve inorganik katılar yoluyla taşınan fosfor bileşiklerinin etkili olduğu düşünülmektedir.

Kavşakkaya alt havzasının, Kurtboğazi havzasına fosfor kapsamı bakımından katkısı % 28'dir. Bu alt havzadaki erozyon sonucu suya sürüklenen atıklardan dolayı fosfor içeriğinin II. sınıf su kalitesine gerilediği düşünülmektedir.



Şekil 4.30 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresindeki toplam fosfor yükleri

Buna karşın, ortalama akışlarının düşük olması nedeniyle Mera çayının (% 13) ve Pazar deresinin (% 5) kendi havzalarına fosfor bakımından katkıları daha azdır (Şekil 4.30-4.31).



Şekil 4.31 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresinden gelen toplam fosfor yüklerinin Kurtboğazı havzasına katkıları

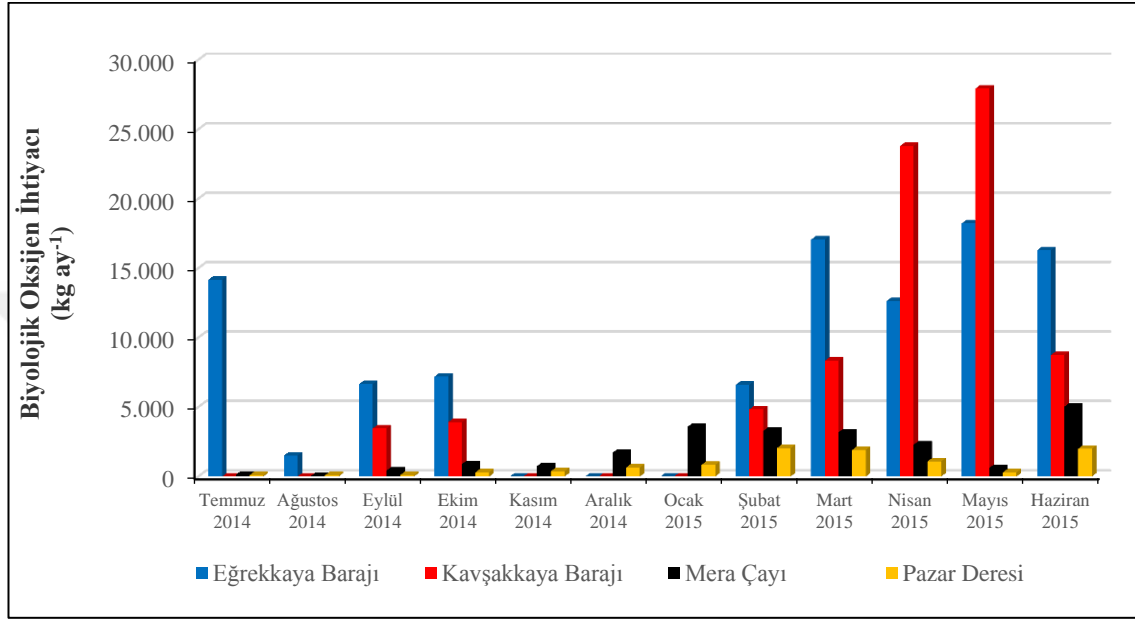
Bu sonuçlardan, Kurtboğazı havzasının fosfor bakımından su kalitesinin belirlenmesinde alt havzaların katkısının önemli olduğu görülmektedir.

Havzadaki su kütlelerinin toplam fosfor yükleri, incelenen çoğu göstergede olduğu gibi genellikle ulusal ve uluslar arası sınıflamalara göre I. sınıf düzeyinde düşük olduğundan, bu bölümde yapılan yorumlar güvenilirliği düşük kestirmelerden öte bir anlam taşımamaktadır. Çünkü örnekleme sırasında ortaya çıkabilecek küçük bir değişiklik bile, bu küçük değerlerde bir takım oynamalara neden olabilecektir.

4.2.6 Biyolojik oksijen ihtiyacı

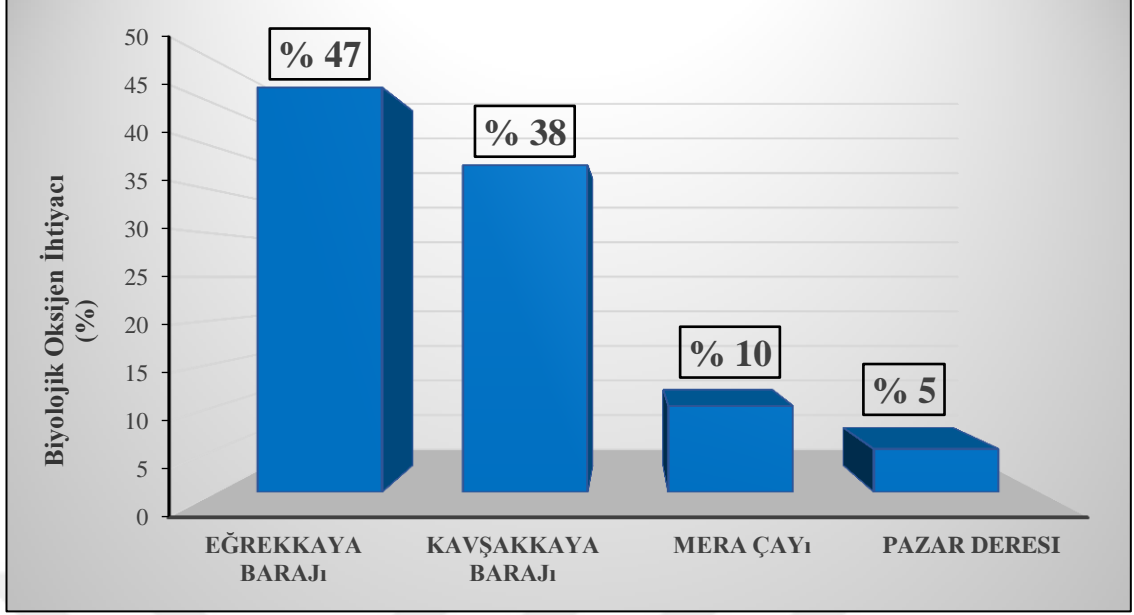
Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresinin ortalama BOİ₅ içerikleri oldukça düşük olup, Eğrekkaya barajından aktarılan suların debisine bağlı

olarak Kurtboğazı havzasına organik madde bakımından en büyük katkıyı Eğrekkaya alt havzası yapmaktadır. Alt havzanın taşıdığı organik madde yükü toplamın % 47'sini oluşturmaktadır. Kavşakkaya alt havzasından taşınan organik madde yükü ise % 38'lik bir katkıya sahiptir.



Şekil 4.32 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresindeki organik madde yükleri

Kurtboğazı havzasına doğrudan taşınan organik madde yüklerinde Mera çayı % 10 ve Pazar deresi % 5'lik bir paya sahiptir (Şekil 4.32-4.33). Alt havzalardan Kurtboğazı havzasına taşınan organik madde yükünün sorun oluşturacak bir seviyede olmadığı belirlenmiştir, ancak BO₅'in takip edilmesi gereken bir parametre olduğu değerlendirilmektedir.

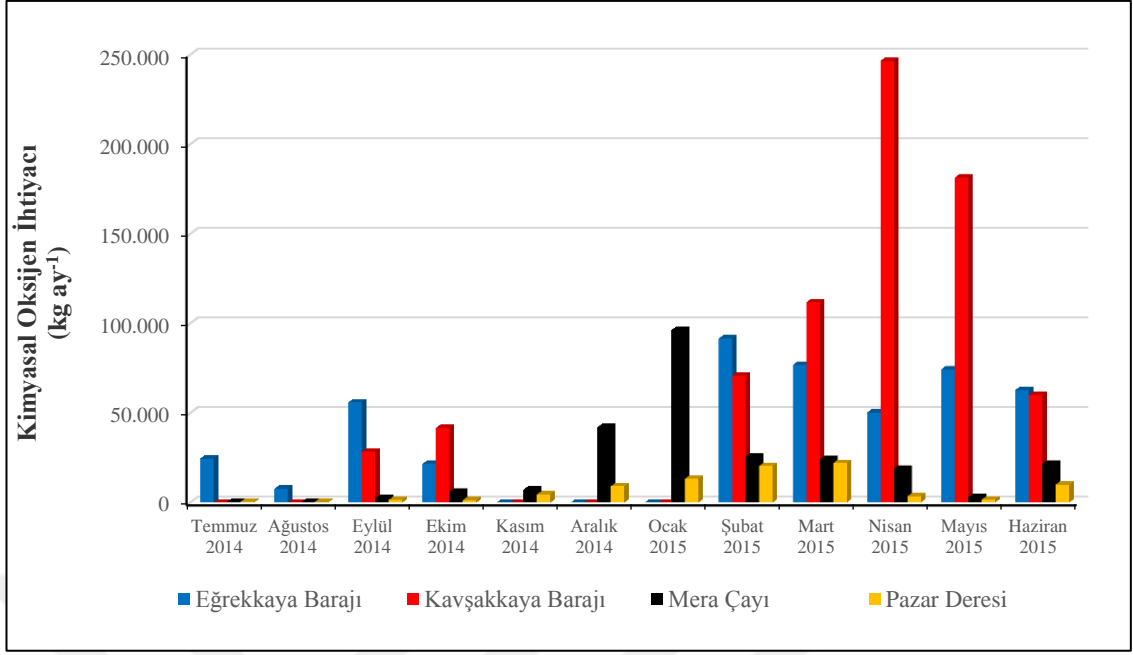


Şekil 4.33 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresinden gelen biyolojik oksijen ihtiyacı yüklerinin Kurtboğazi havzasına katkıları

4.2.7 Kimyasal oksijen ihtiyacı

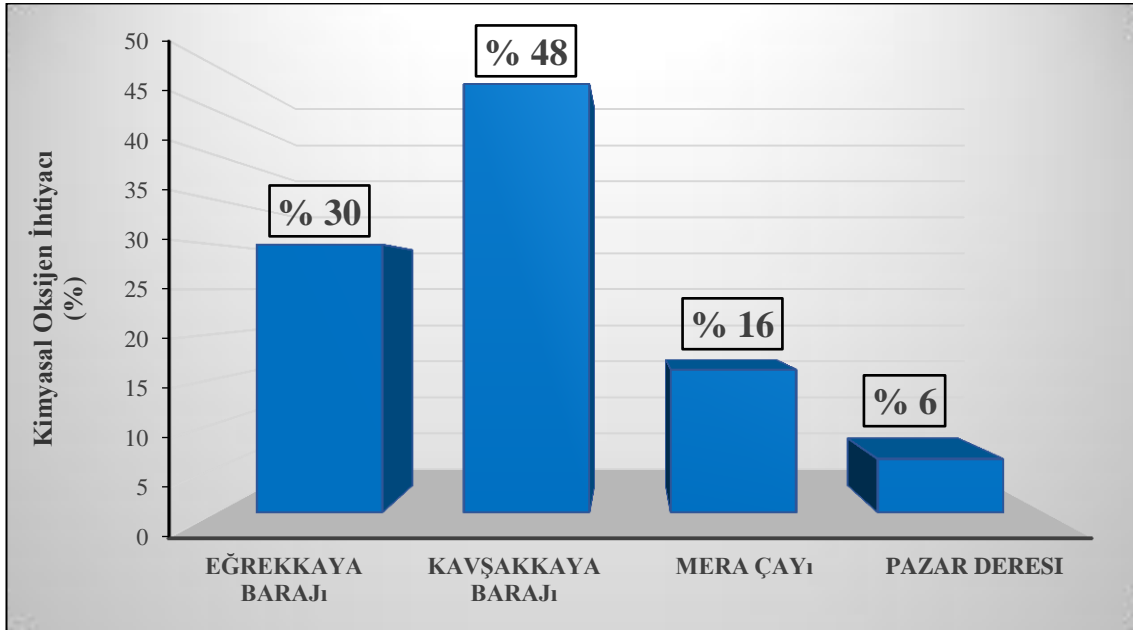
Kimyasal oksijen ihtiyacı yönünden Eğrekkaya ve Kavşakkaya baraj suları, Mera çayı ve Pazar deresinin ortalama değerleri, bir su kalitesi sorunu oluşturmayacak seviyelerdedir.

Ortalama en yüksek KOİ içeriği Kavşakkaya barajında tespit edilmiş olup, bu alt havzadan taşınan yük, Kurtboğazi Havzasına taşınan toplam KOİ yükünün % 48'ini oluşturmaktadır. Eğrekkaya alt havzasının Kurtboğazi havzasına katkısı % 30'dur. Mera çayından gelen KOİ yükü % 16 ve Pazar deresinden gelen yük ise % 6'lık bir katkı payına sahiptir (Şekil 4.34- 4.35).



Şekil 4.34 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresindeki kimyasal oksijen ihtiyacı yükleri

Mera çayı ve Pazar deresinde birbirine çok yakın ortalama KOİ kapsamaları belirlenmiş olup, derelerin debilerine bağlı olarak taşıdıkları KOİ yükü değişmiştir.

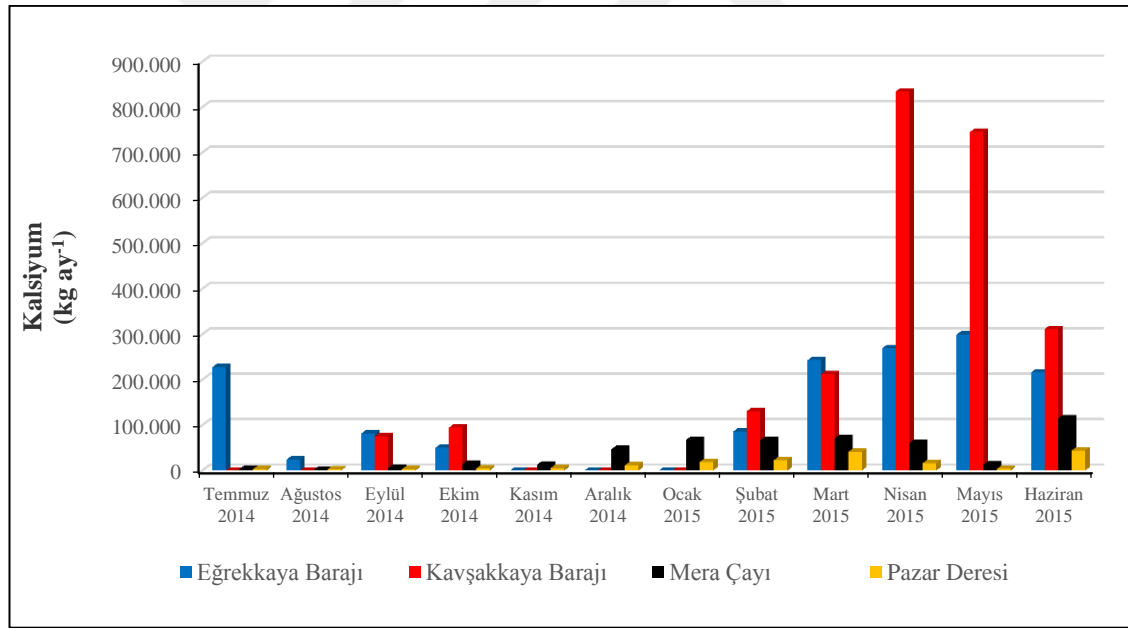


Şekil 4.35 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresinden gelen kimyasal oksijen ihtiyacı yüklerinin Kurtboğaziçi havzasına katkıları

Çalışma alanı sularında KOİ bakımından bir kirlilik söz konusu olmamakla birlikte, özellikle Kavşakkaya barajından gelen KOİ yükünün yakından izlenmesi ve havzada özellikle küçükbaş ve kümes hayvancılığı işletmelerinin denetim altında tutulması yararlı görülmektedir.

4.2.8 Kalsiyum

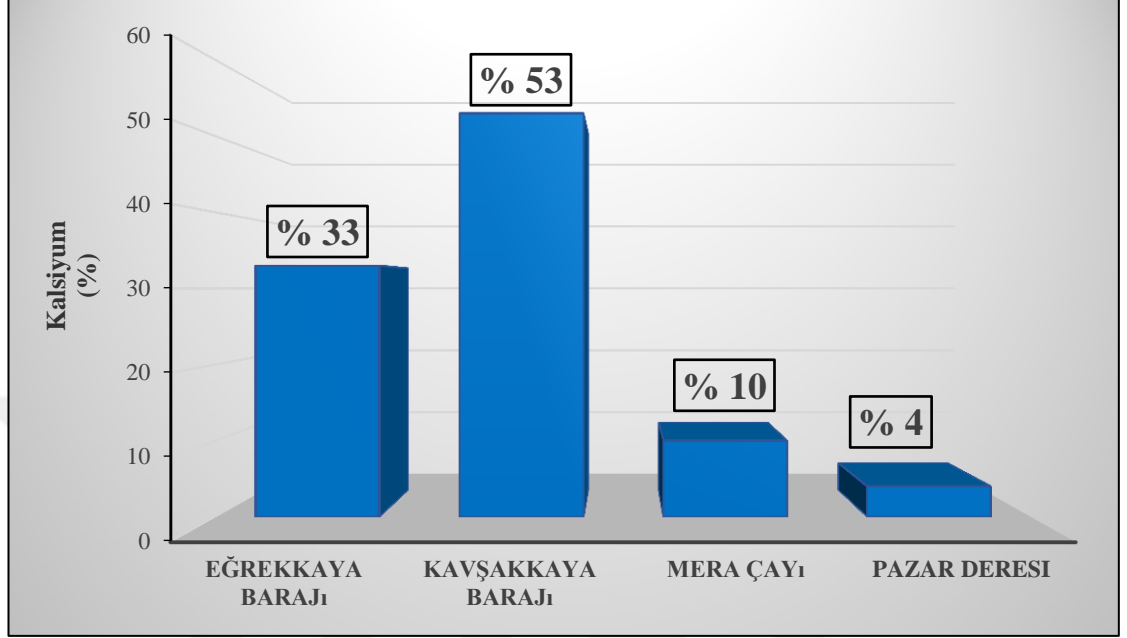
Kurtboğazı havzasına en fazla kalsiyum yükü % 53'lük oranla Kavşakkaya alt havzasından gelmektedir. Kavşakkaya barajında belirlenen ortalama kalsiyum kapsamı, diğer noktalardan daha fazladır. Mera çayının ve Pazar deresinin ortalama kalsiyum içerikleri Eğrekkaya barajının kalsiyum içeriğinden daha fazla olmasına rağmen, debilerine bağlı olarak Kurtboğazı havzasına kalsiyum yönünden katkıları daha düşüktür.



Şekil 4.36 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresindeki kalsiyum yükleri

Eğrekkaya barajının % 33, Mera çayının % 10 ve Pazar deresinin % 4 oranında kalsiyum yükü katkısı bulunmaktadır (Şekil 4.36- 4.37). Suların sertliği başta olmak üzere, aşırı asitliğin engellenmesi, ağır metal zehirliliğinin azaltılması, sodyum zararının en aza indirilmesi, su canlılarının sağlıklı gelişimi gibi çok sayıda kalite ölçütünden

sorumlu bir parametre olan kalsiyum bakımından, havza genelinde su kalitesini olumsuz etkileyecek bir durum söz konusu değildir.



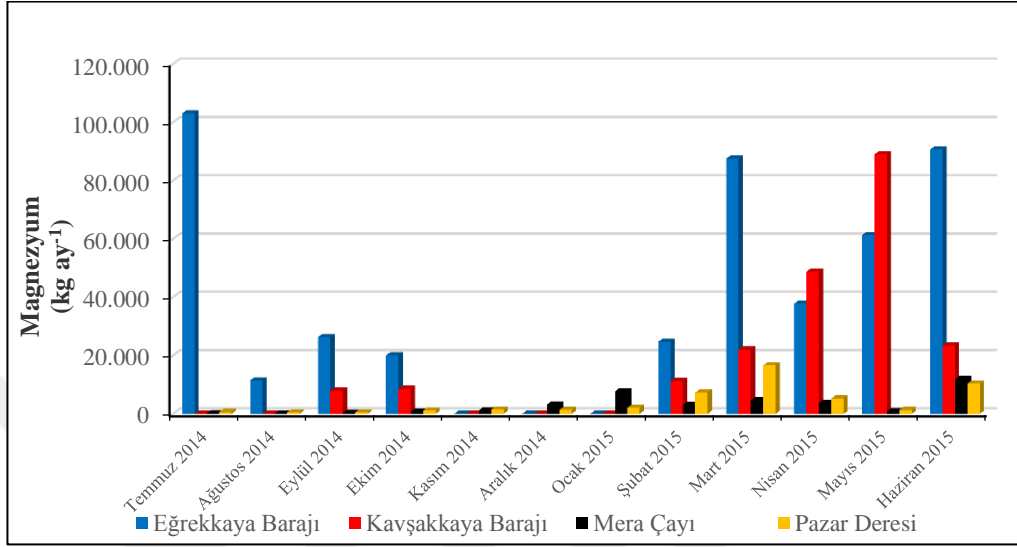
Şekil 4.37 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresinden gelen kalsiyum yüklerinin Kurtboğazi havzasına katkıları

4.2.9 Magnezyum

Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresinin ortalama magnezyum kapsamaları, ulusal ve uluslararası standartlar göz önünde bulundurulduğunda oldukça düşüktür. Kurtboğazi havzasına getirilen magnezyum yükü bakımından da en fazla katkıyı Eğrekkaya (% 61) alt havzası vermiştir.

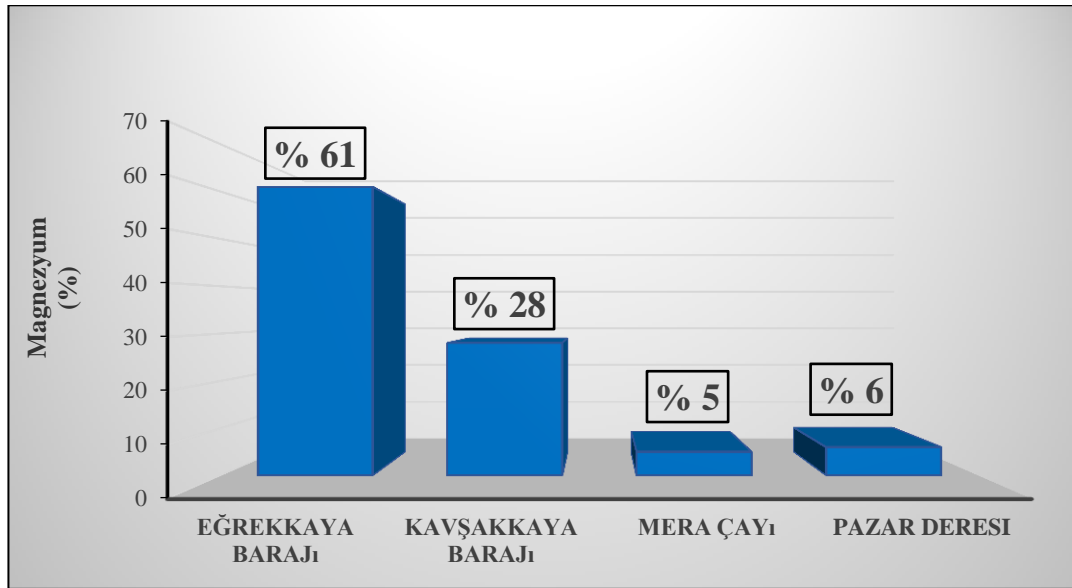
İkinci ortalama en yüksek magnezyum kapsamı Pazar deresinde belirlenmesine rağmen taşınan magnezyum yüküne katkısı % 6 olmuştur. Kavşakkaya alt havzasından gelen magnezyum yükü % 28, Mera çayından gelen yük ise % 5 olarak belirlenmiştir (Şekil 4.38- 4.39).

Kalsiyum gibi magnezyum da sularda sertliğe neden olduğundan içme suyu kalitesi için oldukça önemlidir. Bir görüşe göre 10-100 mg.L⁻¹ arası magnezyum içeren suların tüketimi, kalp krizi riskini azaltmaktadır (Del Gobbovd 2013, Rosanoff 2013).



Şekil 4.38 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresindeki magnezyum yükleri

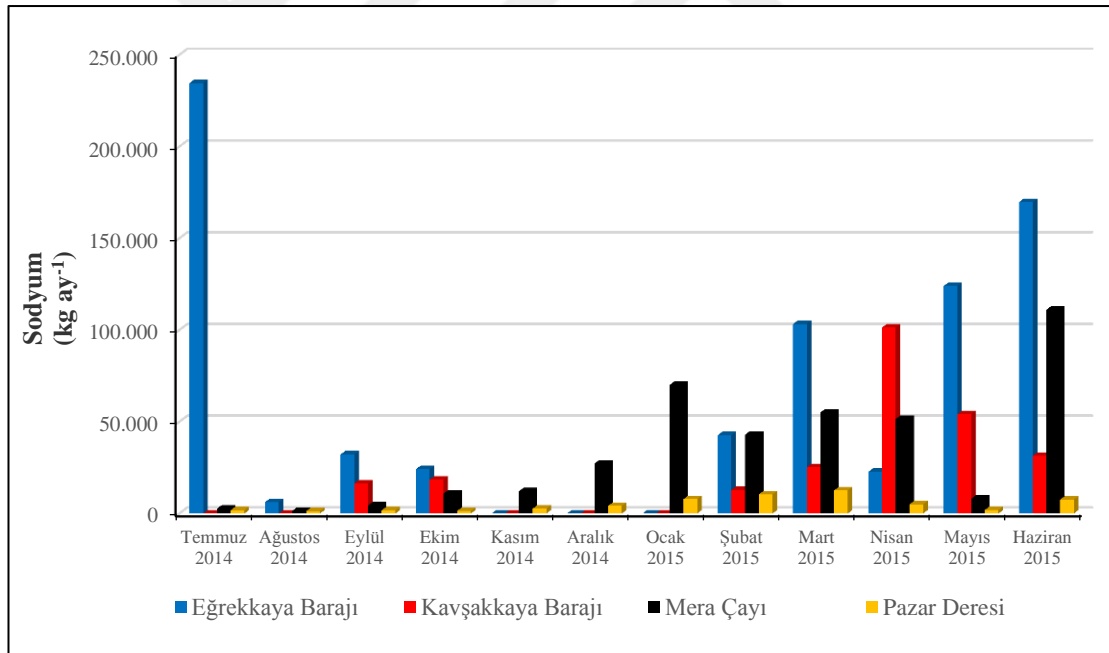
Alt havzaların magnezyum bakımından Kurtboğazi havzasına katkıları açıkça görülmektedir.



Şekil 4.39 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresinden gelen magnezyum yüklerinin Kurtboğazi havzasına katkısı

4.2.10 Sodyum

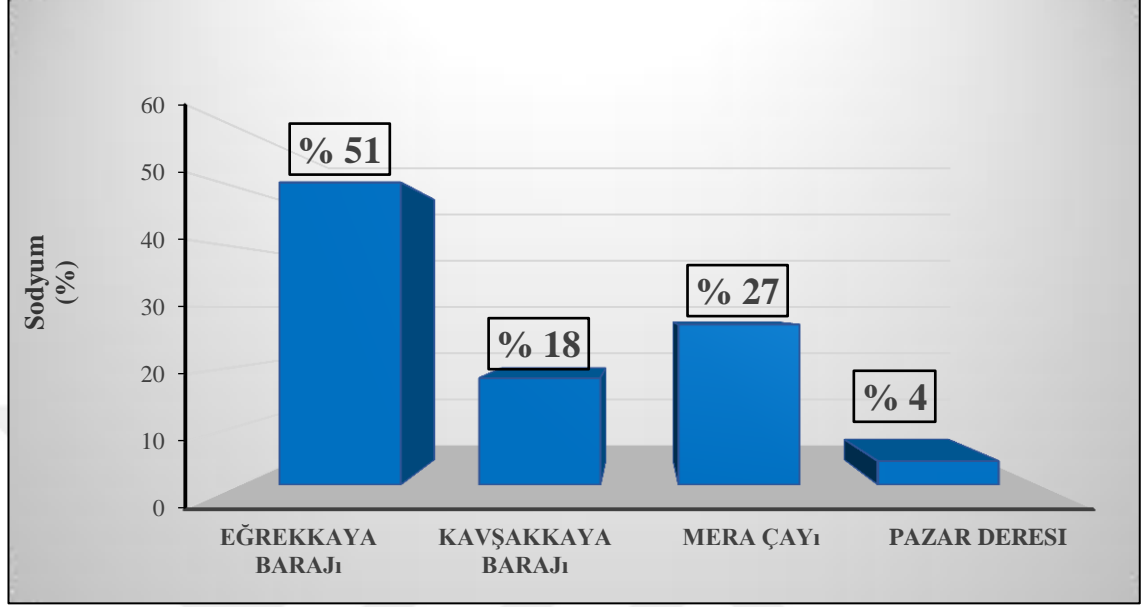
Ortalama sodyum içerikleri bakımından Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresi ilgili yönetmeliklerde belirlenen sınır değerlere göre oldukça düşük kapsamlara sahiptir. Bununla birlikte Eğrekkaya alt havzasında yer alan Hamam deresinde belirlenen sodyum kapsamları çalışmada elde edilen en yüksek değerler olup, bu durum Sey hamamının termal sularından kaynaklanmaktadır. Ancak Hamam deresi sularının Eğrekkaya barajına ulaşana kadar seyrelmesine bağlı olarak, sodyum içeriğinin azaldığı belirlenmiştir. Eğrekkaya alt havzasının Kurtboğazi havzasına taşıdığı sodyum yükü katkısı % 51 olup, burada suyun diğerlerinden daha yüksek debisinin etkisi görülmektedir. Kavşakkaya alt havzasından gelen yük % 18, Mera çayından gelen yük % 27 ve Pazar deresinden gelen yük ise % 4'lük bir katkı payına sahiptir (Şekil 4.40-4.41).



Şekil 4.40 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresindeki sodyum yükleri

Sodyumun içme suyundaki öneminin yanında, Kurtboğazi barajından yapılan sulamalar nedeniyle sulama suyundaki kapsamı da oldukça önem arz etmektedir. Alt havzalardan ve kendi havzasından kaynaklanan sodyum kapsamları itibariyle Kurtboğazi havzasında

bir sorun olmamakla birlikte, sodyum çok yönlü bir öneme sahip olması nedeniyle takip edilmesi gereken bir su kalitesi parametresidir.

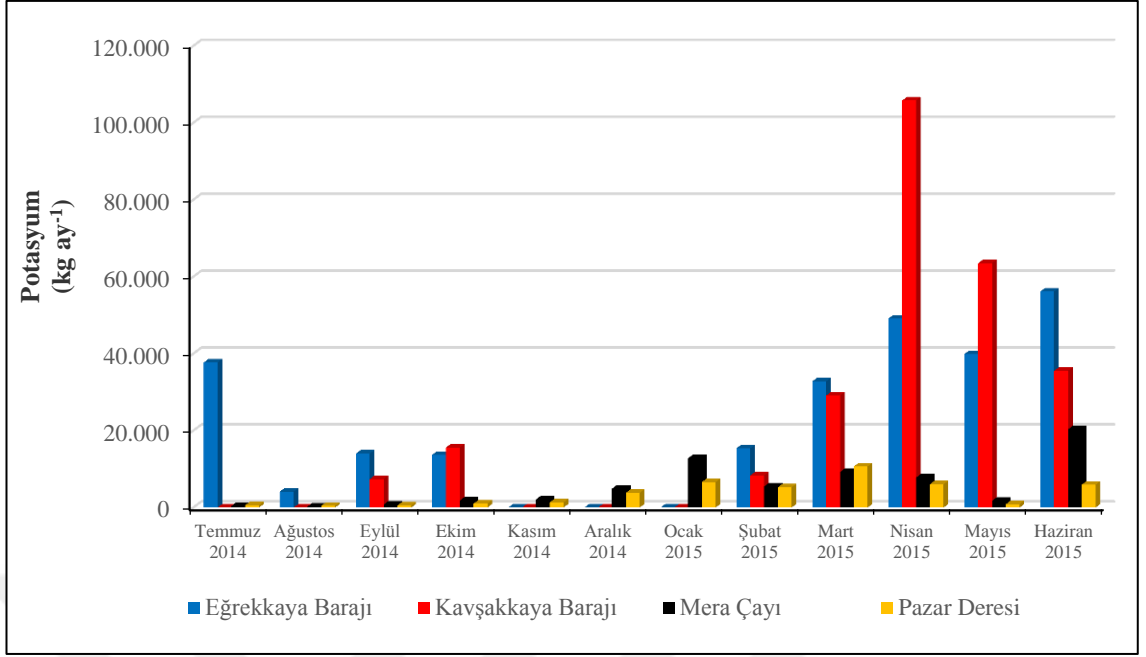


Şekil 4.41 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresinden gelen sodyum yüklerinin Kurtboğazi havzasına katkıları

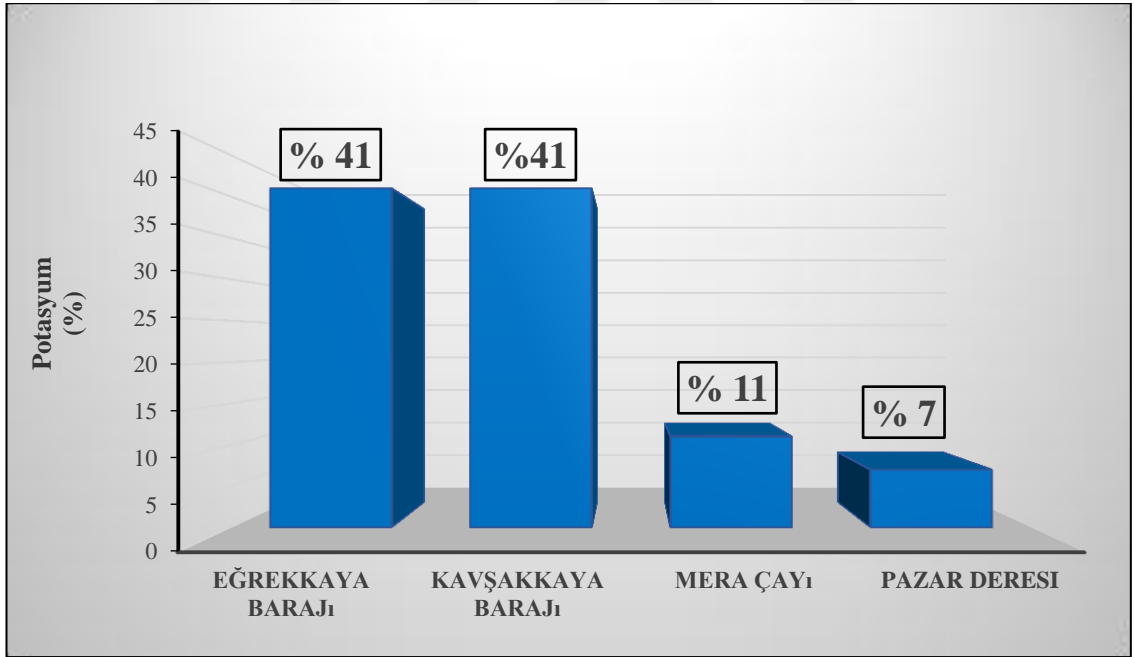
4.2.11 Potasyum

Ortalama potasyum bakımından en yüksek değere sahip olan Pazar deresinden taşınan potasyum yükü, toplam yüklerin % 7'lik bir kısmını karşılamaktadır. Buna karşın Eğrekkaya ve Kavşakkaya alt havzalarının Kurtboğazi havzasına getirdiği potasyum yükleri eşit olup % 41'lik bir katkı sağlanmıştır.

Mera çayından gelen potasyum yükü ise % 11 olarak belirlenmiştir (Şekil 4.42-4.43). Alt havzalarda ve Kurtboğazi havzasında potasyum yönünden bir su kalitesi sorunu olmamakla beraber, hem içme suyu hem de sulama suyundaki kapsamının önemine istinaden takip edilmesi gereken bir iyondur.



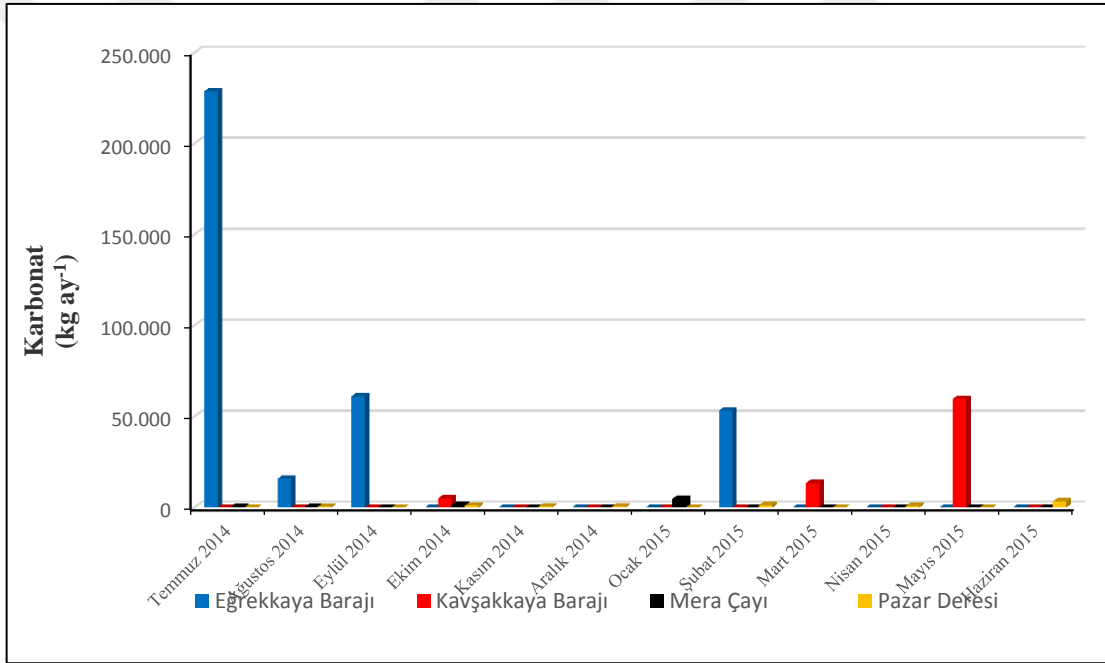
Şekil 4.42 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresindeki potasyum yükleri



Şekil 4.43 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresinden gelen potasyum yüklerinin Kurtboğazi havzasına katkıları

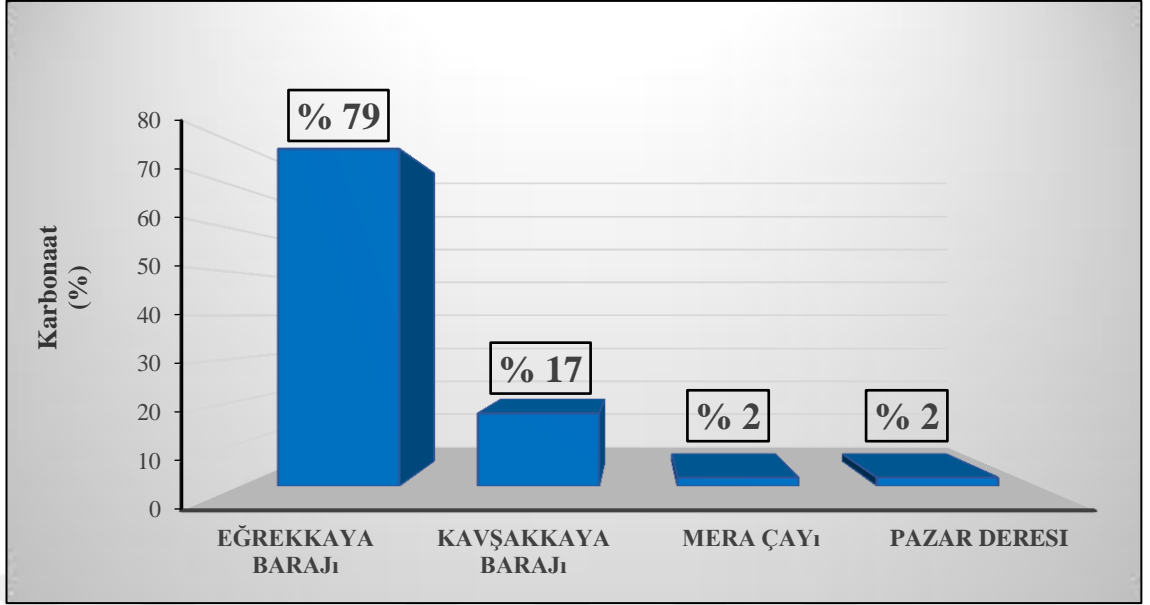
4.2.12 Karbonat

Eğrekkaya barajının ortalama karbonat içeriği diğer noktalardan daha fazla olup, Kurtboğazi havzasına taşınan karbonat yükü bakımından da en yüksek (% 79) katkıyı yapmaktadır. Doğal sularda hemen her zaman karbonat sistemleri bulunur. Yağmur suyunda bile, havadan topladığı karbondioksitin çözünmesi sonucu karbonatlar bulunur. Burada önemli olan suyun pH değeri olup, 8,2 pH suda karbonatların bikarbonata dönüşmesi için alt sınırdır. Bu durumda Kurtboğazi alt havzaları arasında pH değeri 8,3'ü en sık aşan su kaynağının Eğrekkaya baraj suları olduğu sonucuna varılmaktadır.



Şekil 4.44 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresindeki karbonat yükleri

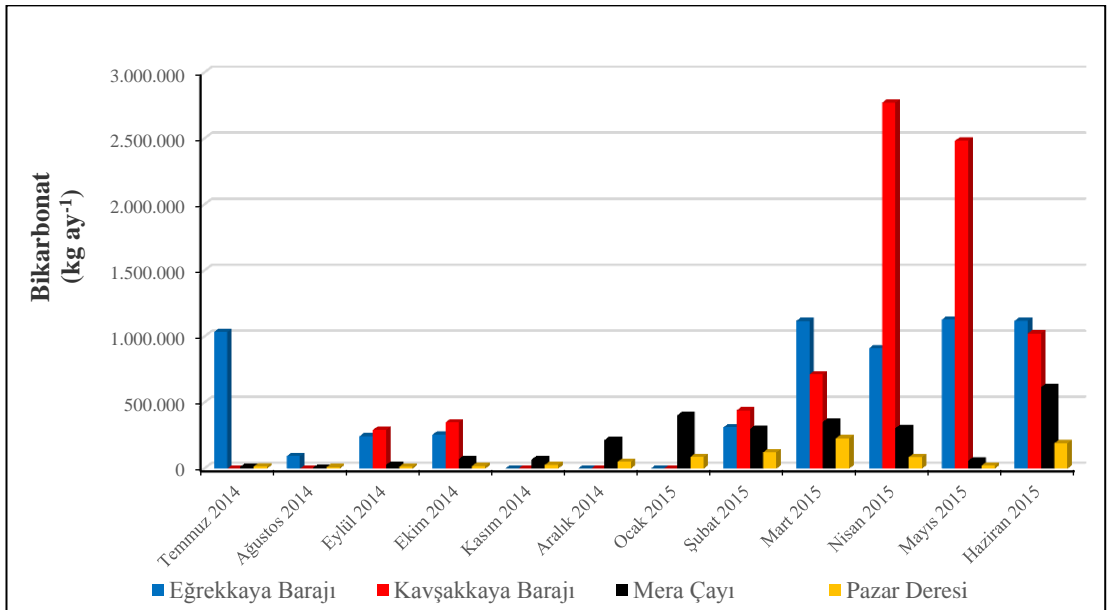
Pazar deresinde belirlenen ortalama karbonat konsantrasyonu, Kavşakkaya barajınınkinden fazla olmasına rağmen, Kavşakkaya alt havzasından gelen yük % 17, Pazar deresinden gelen yük ise % 2'lik bir katkıya sahiptir. Mera çayının taşıdığı ortalama karbonat yükü de % 2'lik bir payı oluşturmaktadır (Şekil 4.44-4.45).



Şekil 4.45 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresinden gelen karbonat yüklerinin Kurtboğazi havzasına katkısı

4.2.13 Bikarbonat

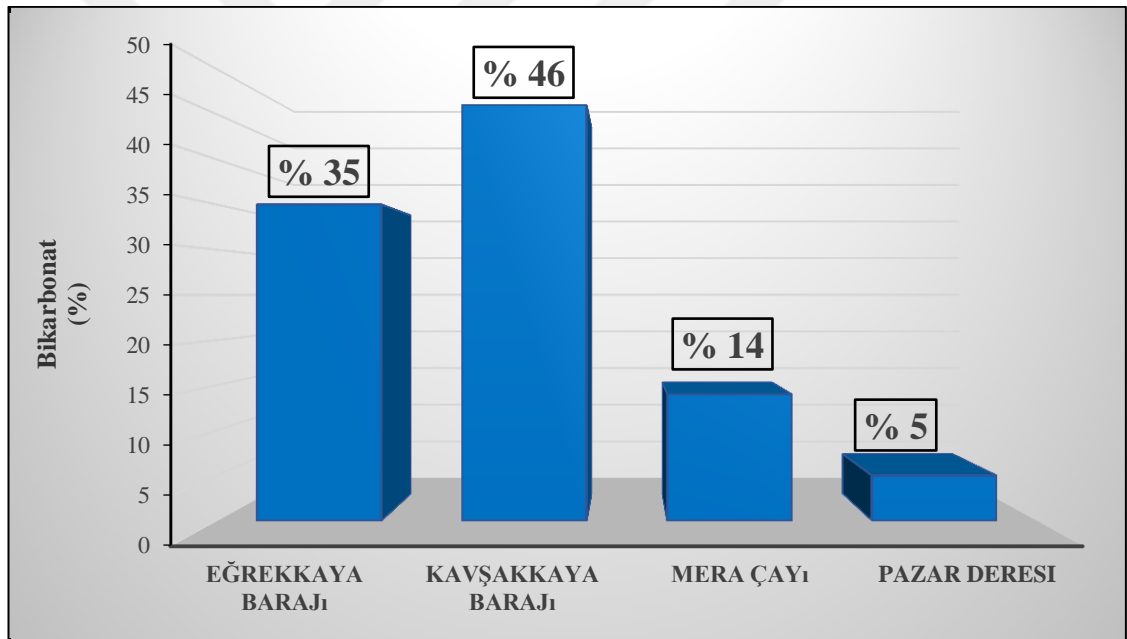
Kavşakkaya alt havzasından Kurtboğazi havzasına gelen bikarbonat yükü katkısı % 46'dır.



Şekil 4.46 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresindeki bikarbonat yükleri

Eğrekkaya Barajı, ortalama bikarbonat konsantrasyonu bakımından en düşük kapsama sahip olmasına rağmen Kurtboğazı havzasına taşıdığı yük katkısı (% 35), Mera çayı ve Pazar deresinin katkısından daha fazladır.

Mera çayından gelen yük % 14 ve Pazar deresinden gelen yük ise % 5'lik bir katkı payına sahiptir (Şekil 4.46-4.47). Eğrekkaya alt havzasında Temmuz ayında, Kavşakkaya alt havzasında özellikle Mart, Nisan, Mayıs ve Haziran aylarında debilere bağlı olarak bikarbonat yüklerinin arttığı görülmektedir. Suların sertliğini ve alkalinitesini etkileyen, tampon sistemi olan karbonat ve bikarbonatlar bakımından hem alt havzalar hem de Kurtboğazı havzası sularında bir su kalitesi sorunu bulunmamaktadır.



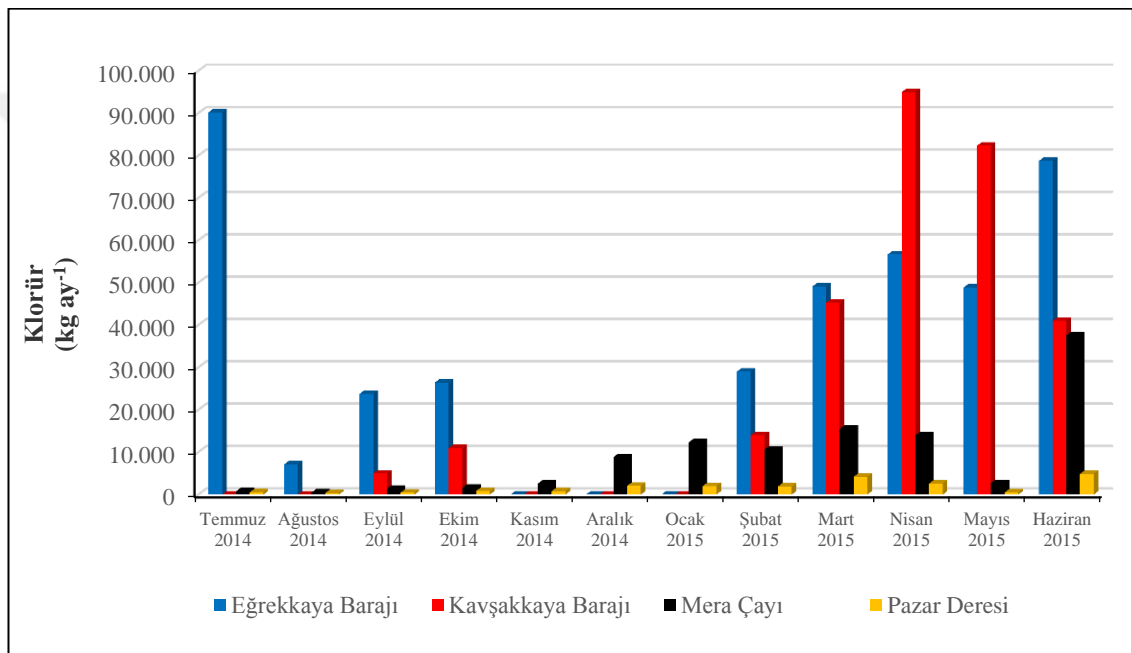
Şekil 4.47 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresinden gelen bikarbonat yüklerinin Kurtboğazı havzasına katkısı

4.2.14 Klorür

Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresinde oldukça düşük klorür değerleri tespit edilmiştir. Kurtboğazı havzasına en fazla klorür yükü % 49'luk oranla Sey hamamının yer aldığı Eğrekkaya alt havzasından gelmektedir. Kavşakkaya

alt havzasının % 35, Mera çayının % 13 ve Pazar deresinin % 3 oranında klorür yükü katkısı bulunmaktadır (Şekil 4.48-4.49).

Klorür, hemen tüm doğal kaynaklarda ve canlıların bünyesinde yer almasına karşın, gerekliliği kanıtlanamamış bir element olup, fazlalığı tüm canlıları olumsuz etkileyebilir. Üstelik hemen tüm klorürlerin suda çözünürlükleri yüksek olup, doğada suyla temasa geçen klorürler kolayca onun bünyesine katılmaktadırlar.

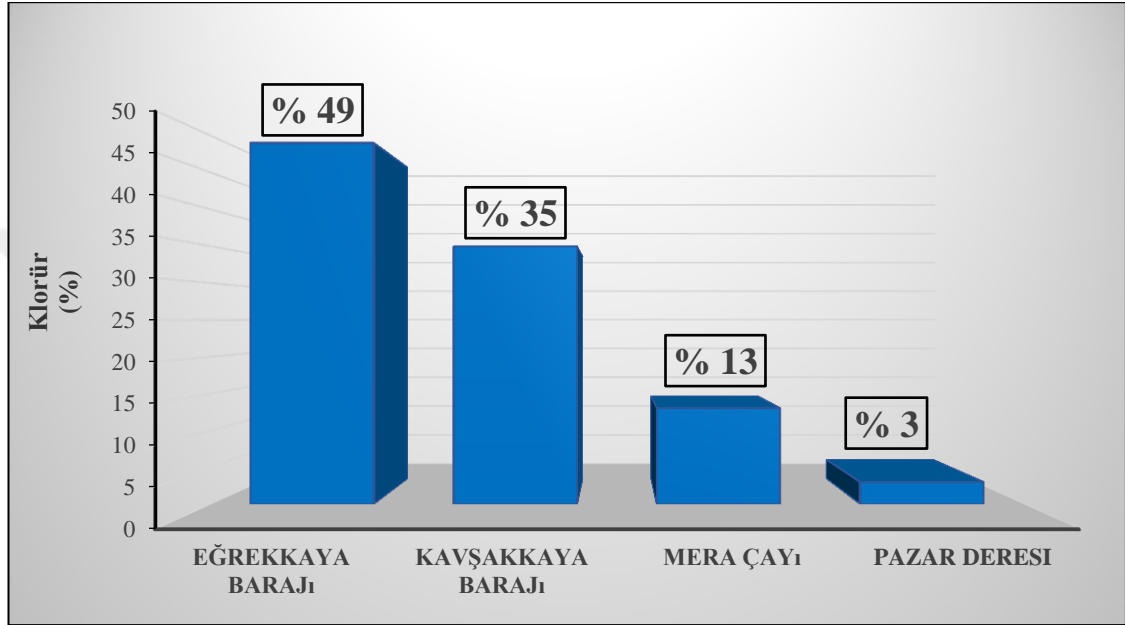


Şekil 4.48 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresindeki klorür yükleri

Dünya Sağlık Örgütü'ne göre (Anonim 2003c), 200-300 mg.L⁻¹ arası klorür içeriği, suyun tadında varlığını hissettirir. Örgüt 250 mg.L⁻¹ değerini üst sınır olarak önermekle birlikte, sularda Cl⁻ için bir önleyici sınır belirlenmemiştir.

Eğrekkaya alt havzasının Kurtboğazı havzasında bağlı yüksek klorür içeriği üzerinde Sey hamamının termal sularının etkili olduğu düşünülmektedir. İncelenen tüm su kütlelerinin taşıdıkları Cl⁻ kapsamının, Mart ayından başlayarak arttığı ve Kavşakkaya barajında Nisan, Eğrekkaya barajında ise Temmuz ayında doruğa

ulaştıkları kaydedilmiştir. Konu üzerinde geçmişte yapılmış bir araştırmaya rastlanmadığından, olayın nedenleri ve sürekliliği konusunda görüş bildirilememektedir. Bununla birlikte alt havzalardan ve kendi havzasından gelen klorür kapsamlarının, Kurtboğazı havza sularında ciddi sorun oluşturmayacak düzeylerde düşük olduğu belirlenmiştir.

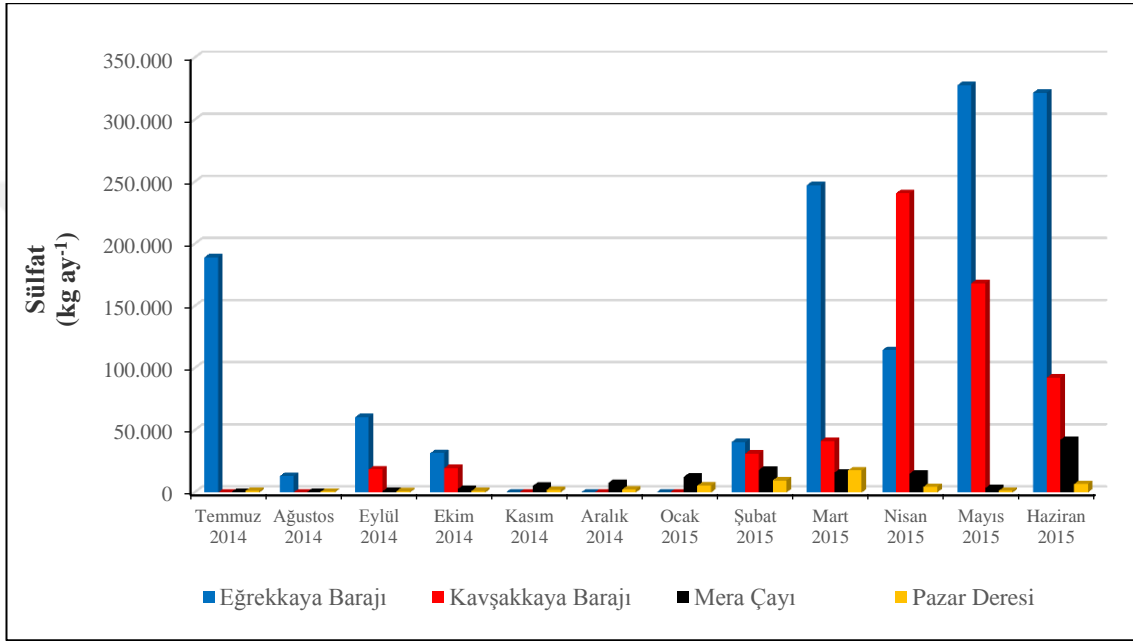


Şekil 4.49 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresinden gelen klorür yüklerinin Kurtboğazı havzasına katkısı

4.2.15 Sülfat

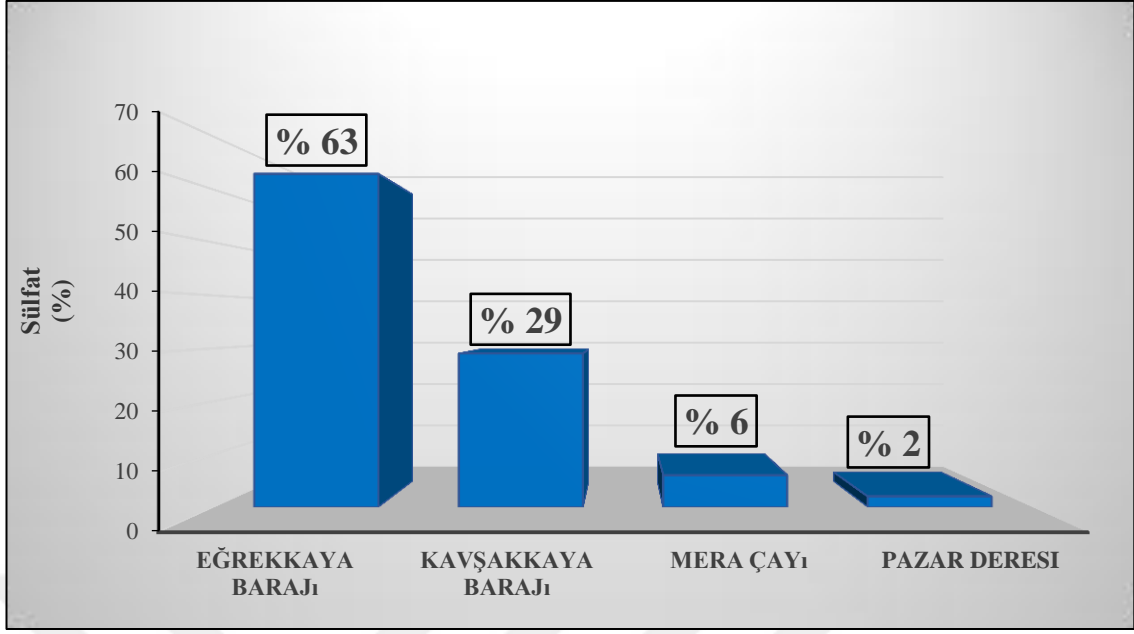
Sülfat, doğal sularda en yaygın anyonlar arasında olup, hemen her suda bulunan bir anyondur. Sülfat fazlalığının canlılar üzerinde önemli bir olumsuz etkisi yoktur. İçme suyunun tadını bozmasının yanı sıra, 1000 mg.L^{-1} gibi yüksek derişimlerde ishale yol açabilmektedir. Havasız (anaerob) koşullarda, mikrobiyel etkinlikler sonucu kötü kokulu ve toksik hidrojen sülfüre dönüşme riski taşırsa da, çalışmamız koşullarında gerek derişiminin, gerekse havasız koşulların oluşma olasılığının düşüklüğü, bu olasılığı zayıflatmaktadır.

Eğrekkaya barajı ve Kavşakkaya barajında belirlenen ortalama sülfat kapsamaları, Mera çayı ve Pazar deresinde belirlenenlerden yüksek olmakla birlikte genel olarak tüm noktalarda oldukça düşük değerler tespit edilmiştir. Kurtboğazı havzasına en fazla sülfat yükü % 63'lük oranla Eğrekkaya alt havzasından gelmektedir. Kavşakkaya alt havzasından gelen yük % 29, Mera çayından gelen yük % 6 ve Pazar deresinden gelen yük ise % 2'lik bir katkı payına sahiptir (Şekil 4.50-4.51).



Şekil 4.50 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresindeki sülfat yükleri

İçme suları için önemli bir kalite parametresi olan sülfat, genellikle Mart -Temmuz ayları arasında miktarında artışlar olmasına karşın, alt havzalarda ve Kurtboğazı havzası sularında genellikle sorun oluşturmayacak seviyeleri korumaktadır.

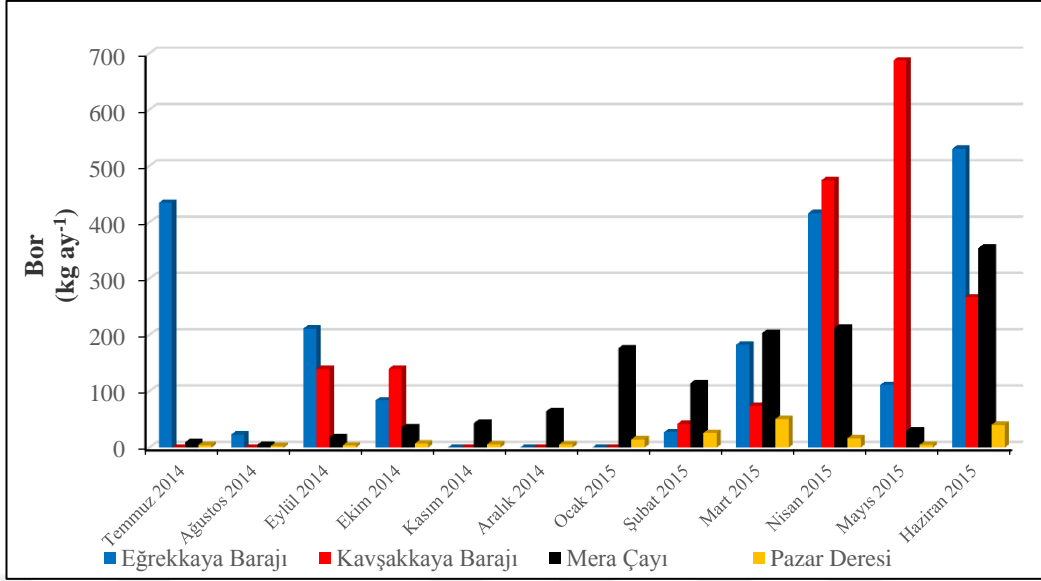


Şekil 4.51 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresinden gelen sülfat yüklerinin Kurtboğazi havzasına katkısı

4.2.16 Bor

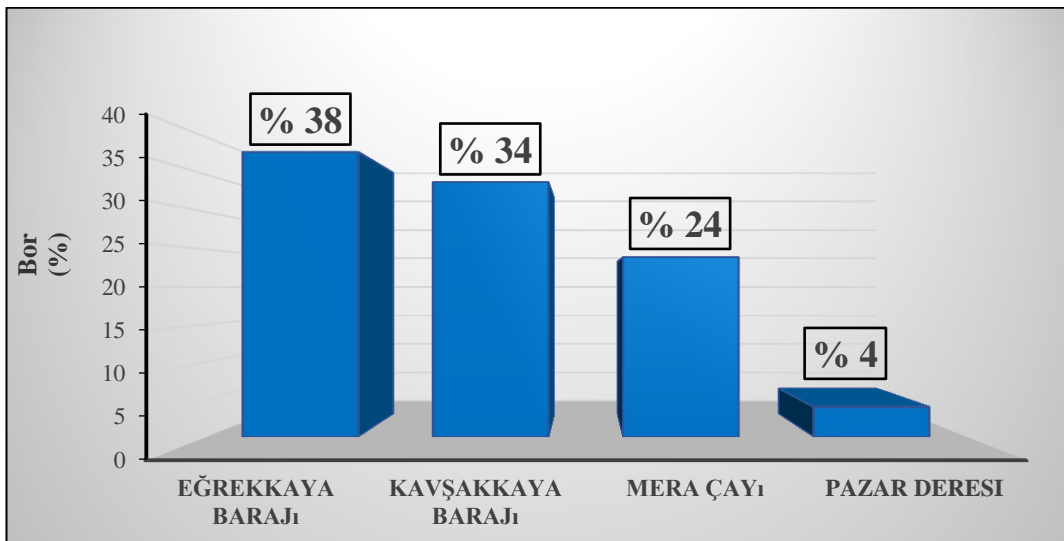
Daha çok gölsel tortul kayalarda görülen ve çoğu tuzunun çözünürlüğü düşük olan bor, havza genelinde bu tür kayaların sınırlı oranda bulunması dolayısıyla riskli düzeylere ulaşmamaktadır.

Sularda bor moleküler $B(OH)_3$ veya iyonik $B(OH)_4^-$ formlarda bulunabilir. Ortalama bor içeriği bakımından en yüksek değere sahip olan Mera çayının Kurtboğazi havzasına katkısı % 24'tür. Alt havzalar içinde Eğrekkaya alt havzasının taşıdığı bor kapsamı % 38'lik bir paya sahip olup, Kavşakkaya alt havzasının katkısı ise % 34 olmuştur. Pazar deresinin taşıdığı bor kapsamı ise % 4'lük bir paya sahiptir (Şekil 4.52- 4.53).



Şekil 4.52 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresindeki bor yükleri

İnsanlar için kesin bir yararı belirlenmemiş olmakla birlikte bor, sulardan bitkilere, oradan da insanlara geçip, birikebilmektedir. Tüm canlılar için toksik etkisinin olabileceği bor kapsamları hem alt havza hem de Kurtboğazı havza sularında sorun oluşturmayacak düzeyde tespit edilmiştir. Bununla birlikte içme ve sulama suyu olarak kullanılan Kurtboğazı barajında ve onu besleyen alt havzalarda önemle takip edilmesi gerekmektedir.

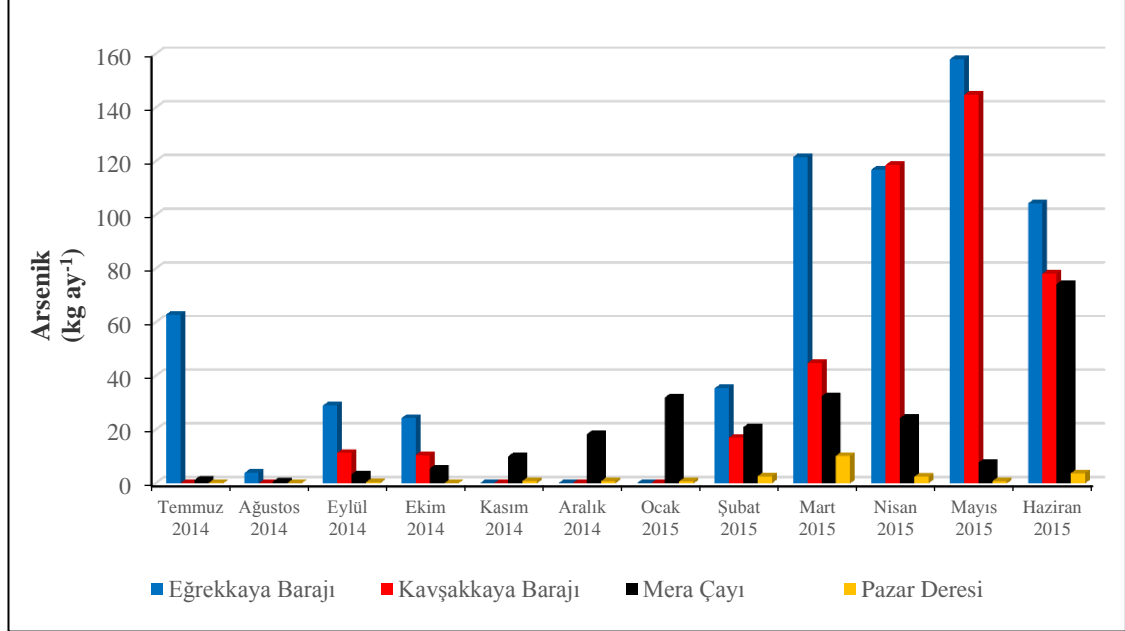


Şekil 4.53 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresinden gelen bor yüklerinin Kurtboğazı havzasına katkısı

4.2.17 Arsenik

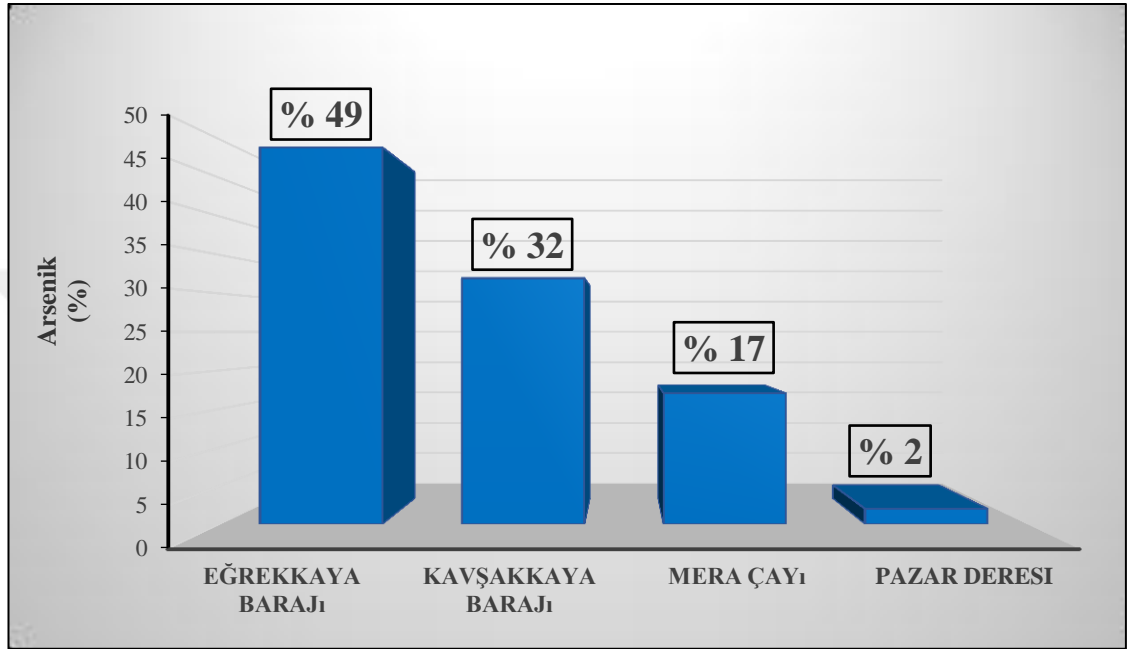
Arsenik doğada -3, 0, + 3 ve + 5 gibi farklı yükseltgenme (oksidasyon) koşullarında bulunabilir. İyi havalandırılan sulara + 5 değerlikli arsenat anyonu, genellikle diğerlerinden daha fazladır (Anonim 2011c). Eğrekkaya alt havzasında yer alan Hamam deresi ile Gürcü deresinin arsenik kapsamı çalışmada belirlenen en yüksek değerlerdir. Arsenik, daha çok sülfütle zengin volkanik kayalarda bol bulunur. Havza genelinde bu kayalar çok yaygın olmasa da, Sey hamamından Hamam deresine katılıp, Eğrekkaya barajına boşalan Hamam deresinde durum farklıdır. Burada derinlerdeki etkinlikler, başka birçok termal sulara olduğu üzere, kayaların konumunu değiştirerek, termal suyun debisinde ve bileşiminde değişikliklere yol açabilmektedir.

Kurtboğazı havzasına en fazla Eğrekkaya alt havzasından (% 49) arsenik yükü gelmekte olup, her ne kadar seyrelerek Eğrekkaya barajına ulaşsa da Sey hamamının termal sularının bu durum üzerinde etkili olabileceği düşünülmektedir.



Şekil 4.54 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresindeki arsenik Yükleri

Kavşakkaya alt havzasından taşınan arsenik yükü % 32'lik bir katkı sağlamaktadır. Mera çayı ortalama en yüksek arsenik kapsamına sahiptir ve kendi havzasına taşıdığı arsenik yükü % 17'lik bir paya sahiptir. Ortalama en düşük arsenik kapsamına sahip olan Pazar deresinden gelen yük ise % 2'lik bir katkı sağlamaktadır (Şekil 4.54-4.55).



Şekil 4.55 Eğrekkaya barajı, Kavşakkaya barajı, Mera çayı ve Pazar deresinden gelen arsenik yüklerinin Kurtboğazi havzasına katkıları

4.2.18 Akyar barajından Eğrekkaya barajına taşınan yükler

Akyar barajından, Eğrekkaya barajına su aktarımı yapılması nedeniyle, Akyar alt havzasının Kurtboğazi havzasına katkısı dolaylı olmaktadır. Bu nedenle Akyar alt havzasının Eğrekkaya alt havzasına taşıdığı yükler hesaplanmıştır.

Temmuz 2014-Haziran 2015 tarihleri arasında aylık olarak Akyar barajından Eğrekkaya barajına yapılan su aktarımı ile ilgili bilgiler DSİ Genel Müdürlüğünden temin edilmiş olup, çizelge 4.25'de verilmiştir.

Çizelge 4.25 Akyar barajı aylık akım verileri

Aylar	Temmuz 2014	Ağustos 2014	Eylül 2014	Ekim 2014	Kasım 2014	Aralık 2014	Ocak 2015	Şubat 2015	Mart 2015	Nisan 2015	Mayıs 2015	Haziran 2015
Akım (m ³ .sn ⁻¹)	2,1	0	0	0	0	0,19	2	0,63	1,1	2,52	2,66	0,86

Akyar barajından Eğrekkaya barajına Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim ve Kasım aylarında su aktarımı yapılmamıştır. Su aktarımı yapılan ayların ortalamasına göre Akyar alt havzasının Eğrekkaya alt havzasına su miktarı yönünden katkısı % 52'dir.

Diğer su kalitesi parametreleri bakımından incelendiğinde Akyar alt havzasından Eğrekkaya alt havzasına taşınan; toplam çözünmüş madde % 26, nitrat azotu % 67, amonyum azotu % 46, toplam fosfor % 24, organik madde % 43, kimyasal oksijen ihtiyacı % 78, kalsiyum % 22, magnezyum % 24, sodyum % 22, potasyum % 37, karbonat % 18, bikarbonat % 20, klorür % 76, sülfat % 15, bor % 32 ve arsenik % 54'lük oranlarındadır. Görüldüğü üzere Akyar havzasının azotlu bileşikler, klorür, arsenik ve organik madde yükleri, Eğrekkaya barajına yaptığı katkıya oranla yüksektir. Bunlardan klorür ve arsenik kapsamaları düşük değerler olarak görmezden gelinse de, azot ve organik madde desteklerinin yakından izlenmesi gereği açıktır. ASKİ Genel Müdürlüğü, havza genelinde üç ayda bir ham su örnekleme ve analizleri yapıldığını belirtmekle birlikte, alınan sonuçları yayınlamamaktadır.

4.3 Toprak Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi ve İstatistiksel Analizler

Çalışma alanı içerisinde her bir havzanın karakteristiğini ortaya koymak ve bunun havzadaki su kalitesi üzerine etkisinin olup olmadığını araştırmak amacıyla; arazi kullanımı, topoğrafya, jeoloji, bakı, eğim vb. etmenler dikkate alınarak toprak örnekleme çalışmaları yapılmıştır. Çalışmanın başlıca amacı havza özelliklerinin su kaliteleri üzerindeki etkilerini ortaya koymak olduğundan, yalnızca yüzey toprağı örnekleme çalışmalarının söz konusu amaca yeterli olacağı öngörülmüştür. Bu amaçla toprak özelliklerindeki değişimler ortaya konmaya çalışılmış ve bunların neden-sonuç ilişkileri irdelenmiştir.

Çalışma kapsamında Akyar, Eğrekkaya, Kavşakkaya ve Kurtboğazı havzalarında 148 noktadan alınan toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri ile besin maddesi içerikleri belirlenmiştir. Analiz sonuçlarına göre; toprakların büyük bir kısmının orta bünyeli (% 74), tuzsuz (% 84,17), nötr pH (% 54,62), 20-30 cmol.kg⁻¹ arası KDK içeriği (% 51,46), kireçsiz, çok az kireçli (% 60,87) ve fakir seviyelerinde organik madde (% 85,67) içerdiği bulunmuştur. Ayrıca, toprakların alınabilir kalsiyum içeriği çok yüksek (% 99,34), alınabilir magnezyum içeriği orta (% 88,71), alınabilir potasyum içeriği yüksek (% 52,62), alınabilir fosfor içeriği yetersiz (% 52,24), alınabilir demir içeriği yüksek (% 86,80), alınabilir bakır içeriği yeterli (% 96,99), alınabilir çinko içeriği çok az (% 98,61), alınabilir mangan içeriği az (% 66) ve alınabilir bor içeriği yüksek (% 79,60) olarak belirlenmiştir.

Toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait analiz sonuçları coğrafi bilgi sistemleri (CBS) kapsamında değerlendirilerek güncel toprak veri tabanları oluşturulmuş ve Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon Yöntemi (Inverse Distance Weighting - IDW) kullanılarak her bir toprak özelliğine ait toprak dağılım haritaları üretilmiştir (Şekil 4.56-4.72).

Toprak özellikleri, jeoloji ve buna bağlı ana materyal özellikleri, toprağı oluşturan iklim, topografya, zaman vb olaylar, arazinin (sulama, gübreleme, toprak işleme vb) kullanım geçmişi gibi çok sayıda etmen tarafından belirlendiğinden, çok kısa mesafelerde bile önemli değişiklikler gösterebilir. Bu nedenle, alınan örnek sayısı ve örnekleme yöntemi ne olursa olsun, toprak özelliklerinin dağılımı konusunda kesin yargılara varmak neredeyse olanaksızdır.

Jeostatistik bilimi bu zorlukları aşmak, başka bir deyişle geleneksel istatistik yöntemlerinin toprak koşullarına uyumsuzluğundaki sorunları hafifletmek ve toprakların değişim aralıklarını belirli sistemlere oturtmak amacıyla geliştirilmekte ise de, şu ana dek bu konuda kesin yargıları sağlayacak bir yöntem jeostatistik alanında da geliştirilebilmiş değildir. Çünkü toprakların özellik kazanmasında olaylar, örneğin bir jeolojik formasyon gibi yalnızca iç etmenler değil, yağış, rüzgâr, bitki örtüsü, insan müdahalesi gibi çok sayıda dış etmen tarafından da yönlendirilmektedir.

Toprak özelliklerinin istatistiksel değerlendirmeleri bu belirlemelerin sınırları içinde incelenmeli ve burada belirtilen hiçbir sınıflamanın herhangi bir kesinlik taşımadığı unutulmamalıdır. Sınıflamalar ve karşılaştırmalar, yalnızca inceleyenlere bir fikir verme amacı gütmektedir.

Akyar, Eğrekkaya, Kavşakkaya ve Kurtboğazı havzalarında 148 noktadan alınan toprak örneklerine ait analiz sonuçları EK 7 Çizelge 1-7’de, toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait tanımlayıcı istatistikler çizelge 4.26’da verilmiştir. Ayrıca toprak özelliklerinin birbirleriyle ilişkilerini belirlemek amacıyla korelasyon analizi yapılmış ve anlamlı bulunan ilişkiler incelenmiştir (EK 8 Çizelge 1).

Çalışmada ele alınan tüm toprak özelliklerinin tanımlayıcı istatistikleri; ortalama, standart sapma, en düşük ve en yüksek değerleri, değişkenlik katsayısı, çarpıklık ve basıklık değerleri hesaplanmıştır. Değişim katsayısı, toprak özelliklerindeki değişimlerin açıklanmasında önemli bir göstergedir. Değişim katsayısı araştırmada her grubu oluşturan verilerin değişiminin değerlendirilmesine olanak veren bir varyasyon ölçü birimidir. İki veri topluluğunun varyasyonlarını, verilerin büyüklüğünden doğan farklılığı standardize ederek karşılaştırabilmek için değişim katsayısı kullanılır (Kavuncu 2018).

Çizelge 4.26 Toprak özelliklerine ait tanımlayıcı istatistikler

Toprak Özelliği	Birimi	Ortalama	En Küçük	En Büyük	Standart Sapma	Değişim Katsayısı %	Çarpıklık	Basıklık
Kum	%	45,76	18,90	72,10	10,65	23,26	0,41	-0,28
Silt	%	25,14	12,00	42,90	6,50	25,85	0,66	0,39
Kil	%	29,09	15,00	60,70	10,31	35,45	0,47	-0,76
Elektriksel İletkenlik	dS.m ⁻¹	0,63	0,27	1,31	0,17	27,04	0,41	0,52
pH		7,29	6,11	8,01	0,45	6,15	-0,61	-0,08
KDK	cmol.kg ⁻¹	22,72	10,33	45,72	7,52	33,11	0,76	0,24
Kireç	%	2,86	0,42	11,06	2,62	91,79	1,17	0,55
Organik Madde	%	1,56	1,00	3,01	0,53	34,17	1,16	0,51
Alınabilir Kalsiyum	mg.kg ⁻¹	3793,00	1652,00	8412,00	1455,00	38,37	1,09	0,79
Alınabilir Magnezyum	mg.kg ⁻¹	357,90	82,20	849,50	166,40	46,51	0,73	0,05
Alınabilir Sodyum	mg.kg ⁻¹	128,73	37,41	302,31	57,16	44,40	0,80	0,10
Alınabilir Potasyum	mg.kg ⁻¹	235,30	21,70	810,50	166,00	70,55	1,20	1,59
Alınabilir Fosfor	mg.kg ⁻¹	9,30	1,40	53,70	8,77	94,33	2,26	5,73
Alınabilir Demir	mg.kg ⁻¹	9,59	0,56	43,45	8,30	86,54	1,60	2,72
Alınabilir Bakır	mg.kg ⁻¹	0,49	0,05	2,96	0,36	73,59	3,14	16,61
Alınabilir Çinko	mg.kg ⁻¹	0,43	0,02	3,59	0,47	111,38	3,40	16,46
Alınabilir Mangan	mg.kg ⁻¹	11,63	0,92	27,64	7,41	63,66	0,40	-0,98
Alınabilir Bor	mg.kg ⁻¹	1,59	0,14	3,16	0,63	39,86	0,14	-0,45

Cambardella vd. (1994) tarafından değişim katsayısı aldığı değerlere göre az değişken (< % 15), orta derecede değişken (% 16-35) ve yüksek derecede değişken (> % 36) olarak sınıflandırılmaktadır (Başbozkurt vd. 2014). Bu sınıflandırmaya göre çalışma alanı topraklarının pH içeriği bakımından az, kum, silt, kil, elektriksel iletkenlik, KDK, organik madde bakımından orta, kireç, alınabilir kalsiyum, alınabilir magnezyum, alınabilir sodyum, alınabilir potasyum, alınabilir fosfor, alınabilir demir, alınabilir bakır, alınabilir çinko, alınabilir mangan ve alınabilir bor içeriği bakımından ise yüksek derecede değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Basıklık ve çarpıklık değerleri ise verilerdeki dağılımın simetrisi hakkında bilgi edinebileceğimiz değerlerdir. Normal bir dağılıma sahip bir veri setinde çarpıklık değeri 0 olarak ölçülmektedir. Çarpıklıkta negatif yönde bir sapma meydana gelmişse dağılımın sola doğru kaymasını dolayısı ile ortalamadan küçük değerlerin ortalamadan sapmasının ortalamadan büyük olanlara oranla daha az olduğunun bir göstergesidir. Basıklık ve diklik katsayısı ise dağılımın her iki tarafının ortalamadan sapma durumlarını ifade eden tanıtıcı istatistiklerdir. Çizelge 4.26'da çarpıklık katsayılarının -0,61 ile 3,40 arasında değiştii; pH dışında incelenen tüm özelliklerin sağa çarpık dağılım gösterdiği görülmektedir. Alınabilir bakır, alınabilir çinko ve alınabilir fosfor en fazla sağa çarpık dağılım gösteren toprak özellikleridir. Basıklık katsayılarına bakıldığında ise alınabilir bakır ve alınabilir çinkonun aşırı dik dağılımlar gösteren özellikler olduğu görülmektedir. Yine basıklık katsayılarına göre alınabilir fosfor ve alınabilir demirin dik dağılımlar sergilediği, diğer özelliklerin ise normal dağılıma yakın diklikte veya daha basık dağılım gösterdiği belirlenmiştir.

4.3.1 Bünye (kum, silt, kil yüzdeleri)

Toprakların Amerikan Toprak Sınıflandırma Sistemine (Baldwin vd. 1938) göre; % 26'sının killi, % 18'inin tınlı, % 28'inin kumlu tınlı, % 14'ünün killi tınlı, % 14'ünün ise kumlu killi tınlı bünye sınıfında olduğu belirlenmiştir. Buna göre havza yüzey toprakları büyük ölçüde ağır bünyeli (% 54) ile hafif bünyeli (28) ve orta bünyeli (% 18) olarak dağılmaktadır.

Kum

Toprakların kum sınıfları ve alansal dağılımı çizelge 4.27’de, kum kapsamına bağlı olarak hazırlanan dağılım haritası şekil 4.56’da verilmiştir. Çalışma alanında en yüksek kum içeriği % 72,1 iken, en düşük kum içeriğinin % 18,9 olduğu belirlenmiştir. Oluşturulan dağılım haritası (Şekil 4.56) ile çizelge 4.29 incelendiğinde çalışma alanının % 55,6’lık (71.511 ha) büyük bir kısmının % 40-50 kum değerine sahip olduğu görülmektedir.

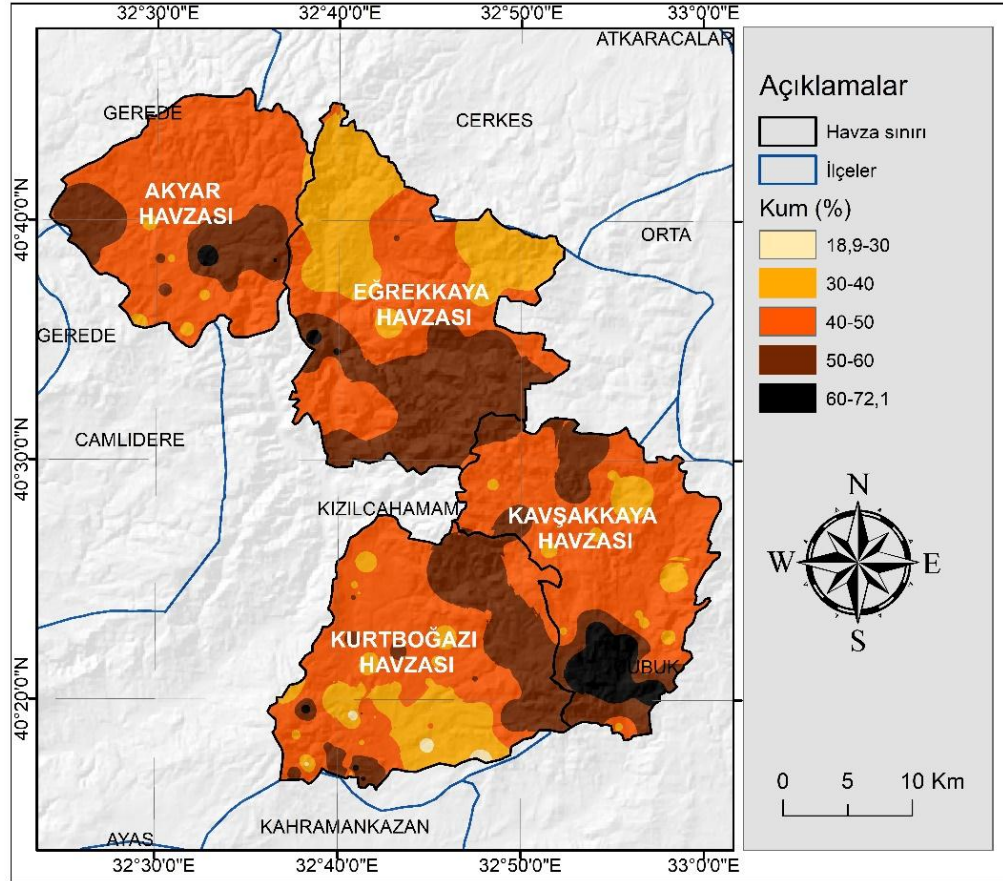
Çizelge 4.27 Toprakların kum yüzdesi dağılımı

*Kum Aralığı (%)	Alan (ha)	Dağılımı (%)
18,9-30	274	0,22
30-40	20.582	16,0
40-50	71.511	55,6
50-60	32.889	25,6
60-72,1	3.292	2,58
Toplam	128.548	100

*(Sınıflandırma tarafımızdan yapılmıştır)

Alanın % 25,6’sı (32.889 ha) % 50-60 , % 16,0’sı (20.582 ha) % 30-40 kum içeriğine sahiptir. En düşük dağılım gösteren alanlar ise, % 2,56’sında (3.292 ha) % 60-72,1, % 0,21’inde (274 ha) % 18,9-30 kum içeren alanlardır. Çalışma alanında özellikle Akyar, Eğrekkaya Kavşakkaya ve Kurtboğazı baraj göllerine ve bunları besleyen dere yataklarına yakın bölgelerde kum içeriğinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu alanlar genellikle çok şiddetli erozyonun görüldüğü ve % 20-30 eğime sahip olan alanlardır. Yükseltinin ve eğimin arttığı alanlarda erozyonun etkisiyle, daha ince tanelerin yıkanıp uzaklaştığı ve sonuçta kum oranının artmış olabileceği düşünülmektedir.

Yapılan korelasyon analizi sonucunda kum ile organik madde kapsamı arasında negatif yönde bir ilişki tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Eğimin fazla olduğu alanlarda organik maddenin erozyona maruz kalması bu korelasyon ilişkisini açıklayıcı olabilir. Öte yandan erozyon etkisinde verim gücü düşen bu topraklarda organik madde desteğinin azalmış olması da bu ilişkiyi etkilemiş olabilir.



Şekil 4.56 Toprakların kum yüzdesi dağılımı haritası

Silt

Toprakların silt sınıfları ve alansal dağılımı çizelge 4.28'de, silt kapsamına bağlı olarak hazırlanan dağılım haritası şekil 4.57'de verilmiştir.

Çizelge 4.28 Toprakların silt yüzdesi dağılımı

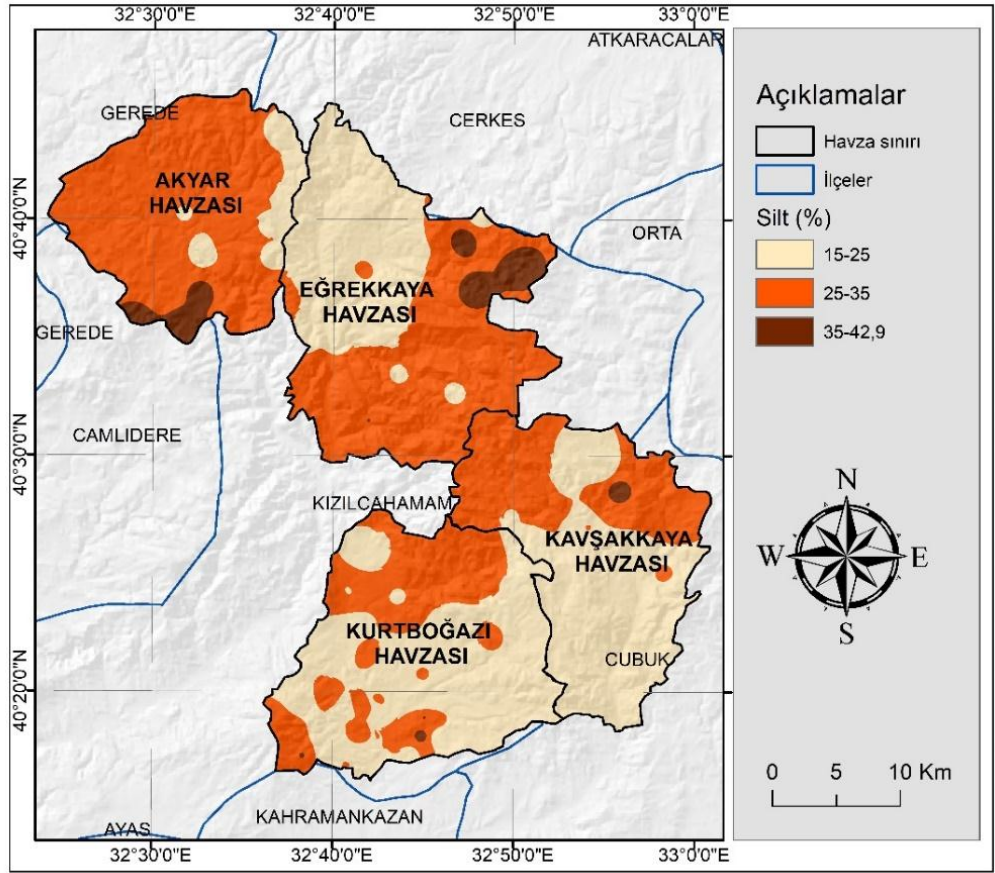
*Silt Aralığı (%)	Alan (ha)	Dağılımı (%)
12-25	58.329	45,4
25-35	66.305	51,6
35-42,9	3.914	3,04
Toplam	128.548	100

*(Sınıflandırma tarafımızdan yapılmıştır)

Çalışma alanında en yüksek silt içeriği % 42,9 iken, en düşük silt içeriğinin ise % 12 olduğu belirlenmiştir.

Yapılan sınıflamaya göre, çalışma alanının % 45,4'ünde (58.329 ha) % 12-25, % 51,6'sında (66.305 ha) % 25-35 ve % 3,04'ünde (3.914 ha) %35-42,9 arasında silt içeriği belirlenmiştir.

Silt dağılımı haritası incelendiğinde çalışma alanında silt içeriğinin genellikle düşük olduğu görülmektedir. Topraklarda silt kapsamının genellikle akarsu hızlarının azaldığı yerlerde artması beklenirken, havzada bu yaygın görüşü destekleyen bir bulgu elde edilmemiştir. Bu durumun nedeninin, ana havzanın Kurtboğazı barajı tarafından ortadan bölünmesi, daha ince taneli toprakların barajın alt tarafında yoğunlaşması ve bir bölüm ince taneli toprakların da göl aynasının dibinde yığılması olduğu düşünülebilir.



Şekil 4.57 Toprakların silt yüzdesi dağılımı haritası

Kil

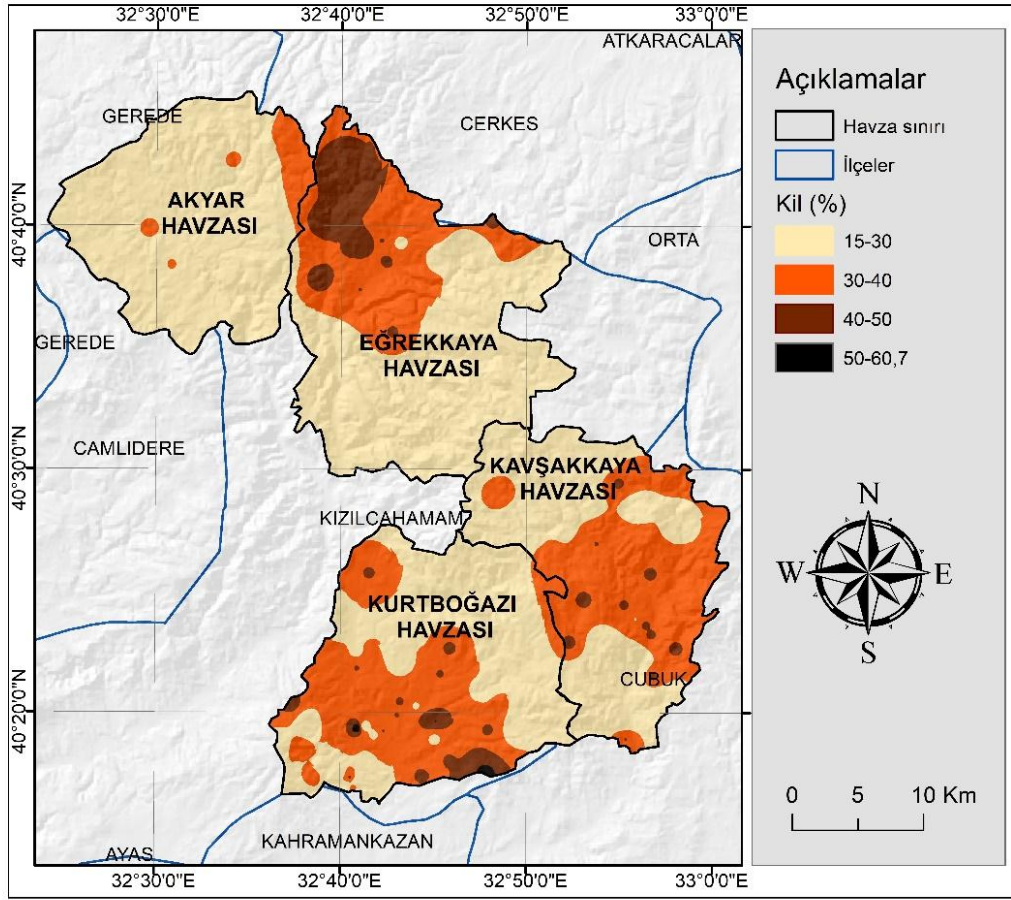
Toprakların kil sınıfları ve alansal dağılımı çizelge 4.29’da, kil kapsamına bağlı olarak hazırlanan dağılım haritası şekil 4.58’de verilmiştir.

Çizelge 4.29 Toprakların kil yüzdesi dağılımı

*Kil Aralığı (%)	Alan (ha)	Dağılımı (%)
15-30	81.458	63,4
30-40	40.415	31,4
40-50	6.564	5,11
50-60,7	111	0,09
Toplam	128.548	100

*(Sınıflandırma tarafımızdan yapılmıştır)

Toprakların kil içeriği % 15- 60,7 arasında değişmektedir. Oluşturulan dağılım haritası (Şekil 4.58) ile çizelge 4.29 incelendiğinde çalışma alanının % 63,4'lük (81.458 ha) büyük bir kısmında kil içeriğinin oldukça düşük değerlere (%15-30) sahip olduğu görülmektedir. Alanın % 31,4'ünde (40.415 ha) % 30-40, % 5,11'inde (6.564 ha) % 40-50 ve % 0,09'unda (111 ha) % 50-60,7 arasında kil içeriği belirlenmiştir. Çalışma alanında tüm baraj göllerine ve bunları besleyen dere yataklarına yakın bölgelerde kil içeriğinin düşük olduğu görülmektedir.



Şekil 4.58 Toprakların kil yüzdesi dağılımı haritası

Çalışmada; toprağın kil kapsamı ile KDK ($p<0,01$), alınabilir kalsiyum ($p<0,01$), alınabilir magnezyum ($p<0,05$), alınabilir sodyum ($p<0,01$), alınabilir potasyum ($p<0,01$), alınabilir bakır ($p<0,01$) ve alınabilir bor ($p<0,01$) kapsamaları arasında pozitif korelasyonlar tespit edilmiştir.

Kurtboğazı ve Kavşakkaya havzalarında sınırlı alanlarda tarım arazileri bulunmaktadır. Bu alanlarda da kil miktarının nispeten yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durum, işlemeli tarımda verimliliğin öncelikle gözetildiğinin bir işareti olabilir.

4.3.2 Elektriksel iletkenlik

Toprakların elektriksel iletkenlik sınıfları ve alansal dağılımı çizelge 4.30'da, elektriksel iletkenlik kapsamına bağlı olarak hazırlanan dağılım haritası şekil 4.59'da verilmiştir.

Çizelge 4.30 Toprakların elektriksel iletkenlik dağılımı

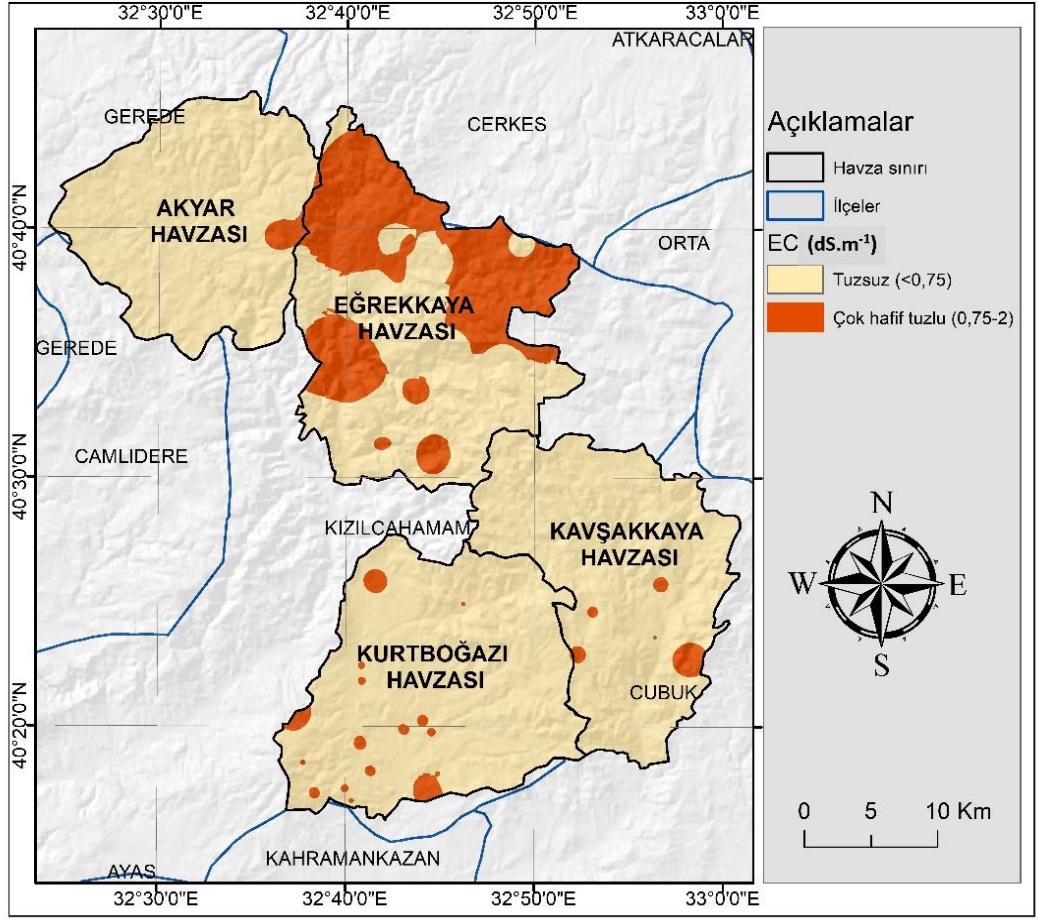
*Sınır Değerler (dS.m ⁻¹)	Değerlendirme	Alan (ha)	Dağılımı (%)
<0,75	Tuzsuz	108.205	84,2
0.75-2	Çok Hafif Tuzlu	20.343	15,8
Toplam		128.548	100

*(Richards 1954)

Toprakların elektriksel iletkenlik değerleri 0,27-1,31 dS.m⁻¹ arasında değişmektedir. Elde edilen elektriksel iletkenlik değerlerine göre oluşturulan çizelge 4.32 incelendiğinde çalışma alanının % 84,2'si kadar büyük bir kısmının (108.205 ha) tuzsuz sınıfında olduğu görülmektedir.

Elektriksel iletkenlik değerinin daha yüksek olduğu çok hafif tuzlu alanlar, toplam alanın % 15,8'ini (20.343 ha) kaplamaktadır.

Her ne kadar toprakta tuzluluk ana materyalin jeolojik özellikleri (Terry 1997) ve işlenen arazilerde toprak yönetimiyle birebir ilişkili ise de, temelde sınırlı dağılım gösteren tuz kapsamı çoğunlukla Kurtboğazı, Akyar ve Kavşakkaya baraj havzalarında, eğimi yüksek ve şiddetli erozyon alanlarında diğer yörelere göre biraz daha düşük bulunmuştur.



Şekil 4.59 Toprakların elektriksel iletkenlik haritası

Eğrekkaya havzasının kuzey kesimlerindeki alüvyal sahalarda (eğimi düz ve düze yakın) ise yıkanma ve taşınmayla tuzların birikmesine bağlı olarak iletkenlik değerleri nispeten yüksek bulunmuştur. Havza genelinde bitkisel üretim ve su kalitesini olumsuz etkileme yönünden önemli bir tuzluluk tehdidinin bulunmadığı belirlenmiştir. Bu bakımdan EC değerlerindeki küçük farkların örneklemelere ve röliyefe bağlı olduğu konusu da gözden uzak tutulmamalıdır.

4.3.3 Toprak pH'sı

Toprakların pH sınıfları ve alansal dağılımı çizelge 4.31'de, pH değerlerine bağlı olarak hazırlanan dağılım haritası şekil 4.60'da verilmiştir. Çalışma alanından alınan toprak örneklerinde en yüksek pH değeri 8,01 iken, en düşük düşük pH değeri 6,11 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.31 Toprakların pH dağılımı

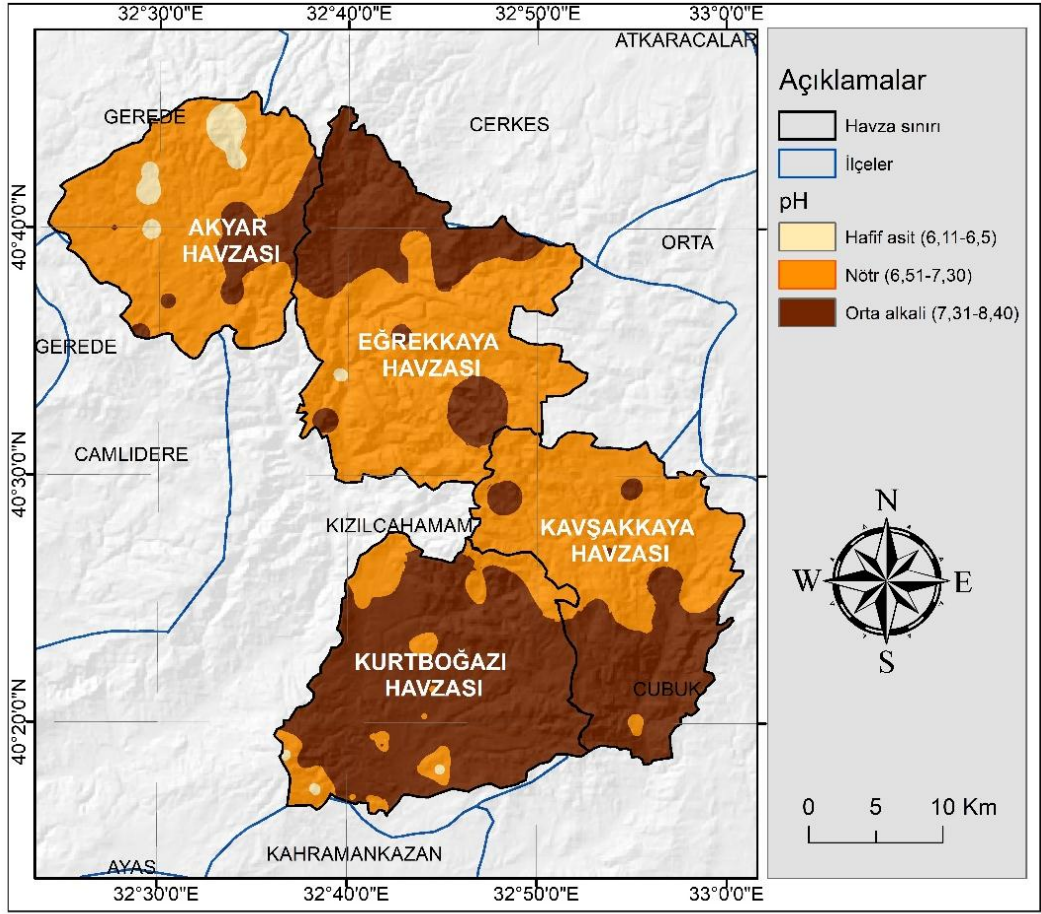
*Sınır Değerler	Değerlendirme	Alan (ha)	Dağılımı (%)
6,11-6,50	Hafif Asit	1.865	1,45
6,51-7,30	Nötr	70.214	54,6
7,31-8,40	Orta Alkali	56.469	43,9
Toplam		128.548	100

*(Muckel ve Mausbach 1996)

Oluşturulan pH dağılım haritası (Şekil 4.60) ve çizelge 4.31 incelendiğinde çalışma alanının % 54,6'lık (70.214 ha) dağılım oranıyla büyük bir kısmının nötr pH değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Diğer büyük dağılım gösteren pH sınıfı, alanın % 43,9'unu (56.469 ha) kaplayan orta alkali pH değerleridir. En düşük pH değerine sahip alan ise, % 1,45'lik (1.865 ha) dağılım oranıyla hafif asit pH değerine sahip olan alandır.

Şekil 4.0'da verilen pH dağılım haritası incelendiğinde Kurtboğazi havzasının neredeyse tamamı, Kavşakkaya havzasının güney ve Eğrekkaya havzasının ise kuzey kesimlerinde orta alkali pH değerinin hâkim olduğu görülmektedir. Genellikle pH değerleri üzerinde bölgenin ana materyali olan kumtaşı-çamurtaşı-kireçtaşı formasyonunun etkili olduğu düşünülmektedir. Yapılan korelasyon analizi sonucunda pH ile kireç kapsamı arasında % 1 seviyesinde bulunan pozitif yöndeki ilişki bu durumu açıklar niteliktedir.

Çalışma alanında orta alkali pH değerleri çoğunlukla tarımsal faaliyetlerin yapıldığı, alüvyal topraklarda tespit edilmiştir. Alüvyal alanlarda yıkanma ve taşınma materyali birikmesinin pH seviyesini bu düzeylerde tuttuğu düşünülmektedir. Havza genelinde, pH değerlerinin bitki gelişimini ve su kütlelerinin pH değerlerini olumsuz yönde etkileyecek karakterde olmadıkları anlaşılmaktadır.



Şekil 4.60 Toprakların pH haritası

Havzanın yarıkurak ılıman karasal iklim karakteri taşıması, toprakta yıkanma olaylarını sınırlayan ve kireçleşme (kalsifikasyon) olayına yol açan en önemli etmendir.

Akyar havzası, Eğrekkaya havzasının güney kesimleri ile Kavşakkaya havzasının kuzey kesimlerinde hafif asit ve nötr karaktere sahip olan topraklar, çoğunlukla yıkanma olaylarının önem kazandığı ormanlar ile kum içeriğinin yüksek ve dolayısıyla kimyasal tamponlama kapasitesinin düşük olduğu alanlarda tespit edilmiştir.

4.3.4 Katyon değişim kapasitesi (KDK)

Toprakların KDK sınıfları ve alansal dağılımı ve sınıfları çizelge 4.32’de, KDK değerlerine bağlı olarak hazırlanan dağılım haritası şekil 4.61’de verilmiştir.

Çizelge 4.32 Toprakların KDK dağılımı

*KDK Aralığı (cmol.kg^{-1})	Alan (ha)	Dağılımı (%)
10,33-20	53.322	41,5
20-30	66.147	51,5
30-40	9.041	7,03
40-45,72	39	0,03
Toplam	128.548	100

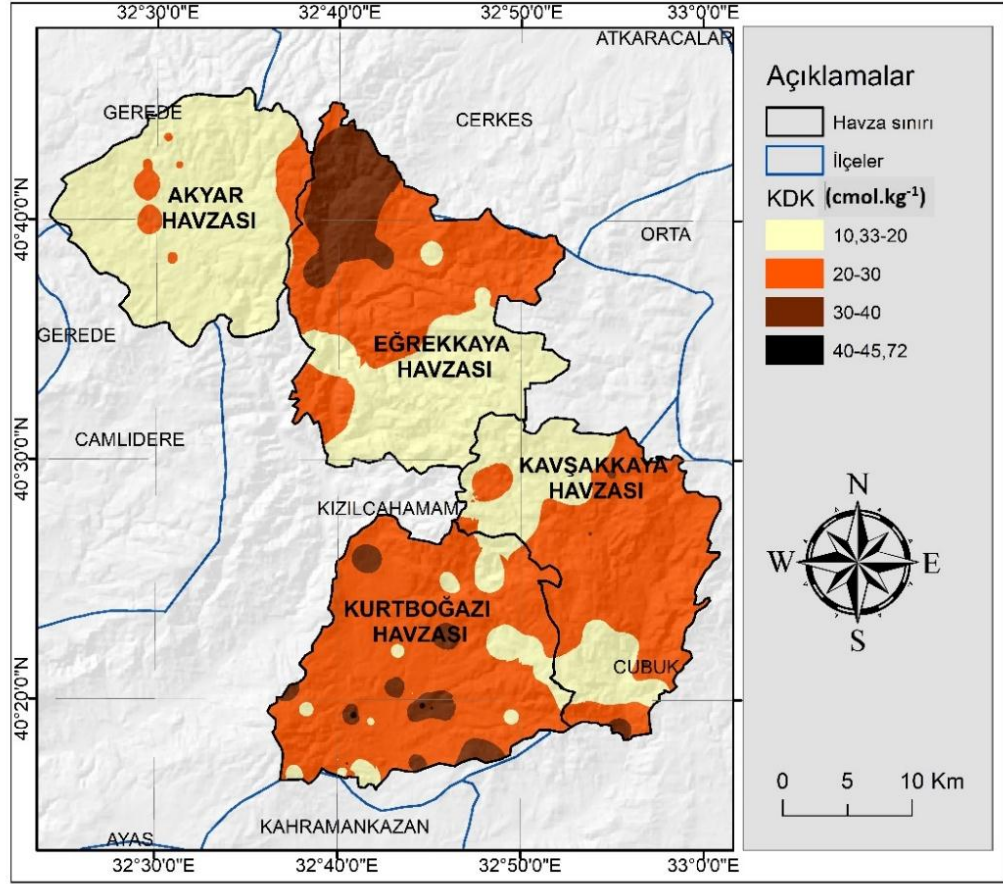
*(Sınıflandırma tarafımızdan yapılmıştır)

Çalışma alanı topraklarında en yüksek KDK $45,7 \text{ cmol.kg}^{-1}$ iken, en düşük KDK $10,3 \text{ cmol.kg}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Oluşturulan KDK dağılım haritasından da görüleceği üzere toprakların, % 41,5'inde (53.322 ha) $10,3-20 \text{ cmol.kg}^{-1}$, % 51,5'inde (66.147 ha) $20-30 \text{ cmol.kg}^{-1}$, % 7,03'ünde (9.041 ha) $30-40 \text{ cmol.kg}^{-1}$ ve % 0,03'ünde (39 ha) $40-45,7 \text{ cmol.kg}^{-1}$ arasında KDK içeriği belirlenmiştir.

KDK ile kil içeriği arasında ($p<0,01$) pozitif, kum içeriği arasında ise istatistiksel anlamda önemli negatif ($p<0,01$) bir ilişki bulunmuştur. Büyük bölümü organik madde kapsamı yönünden yoksul olan topraklarda, bu durumun sonucu olarak organik madde kapsamlarının, KDK değerleri üzerine önemli bir etkisi belirlenmemiştir.

4.3.5 Kireç

Toprakların kireç sınıfları ve alansal dağılımı çizelge 4.33'de, kireç değerlerine bağlı olarak hazırlanan dağılım haritası şekil 4.62'de verilmiştir. Çalışma alanı topraklarında en yüksek kireç içeriği % 11,1 iken, en düşük kireç içeriğinin eseri miktarda olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.61 Toprakların KDK haritası

Elde edilen kireç değerlerine göre oluşturulan çizelge 4.33 ve dağılım haritası (Şekil 4.62) incelendiğinde çalışma alanının % 60,9'luk (78.241 ha) dağılım oranı ile büyük bir kısmının kireçsiz veya çok az kireçli olduğu görülmektedir. Alanın % 27,7'sinde (35.648 ha) az kireçli, % 11'inde (14.187 ha) orta kireçli topraklar yer almaktadır. En düşük kireç değerine sahip alan ise % 0,37'lik (471 ha) dağılım oranı ile kireçli toprakları kapsamaktadır.

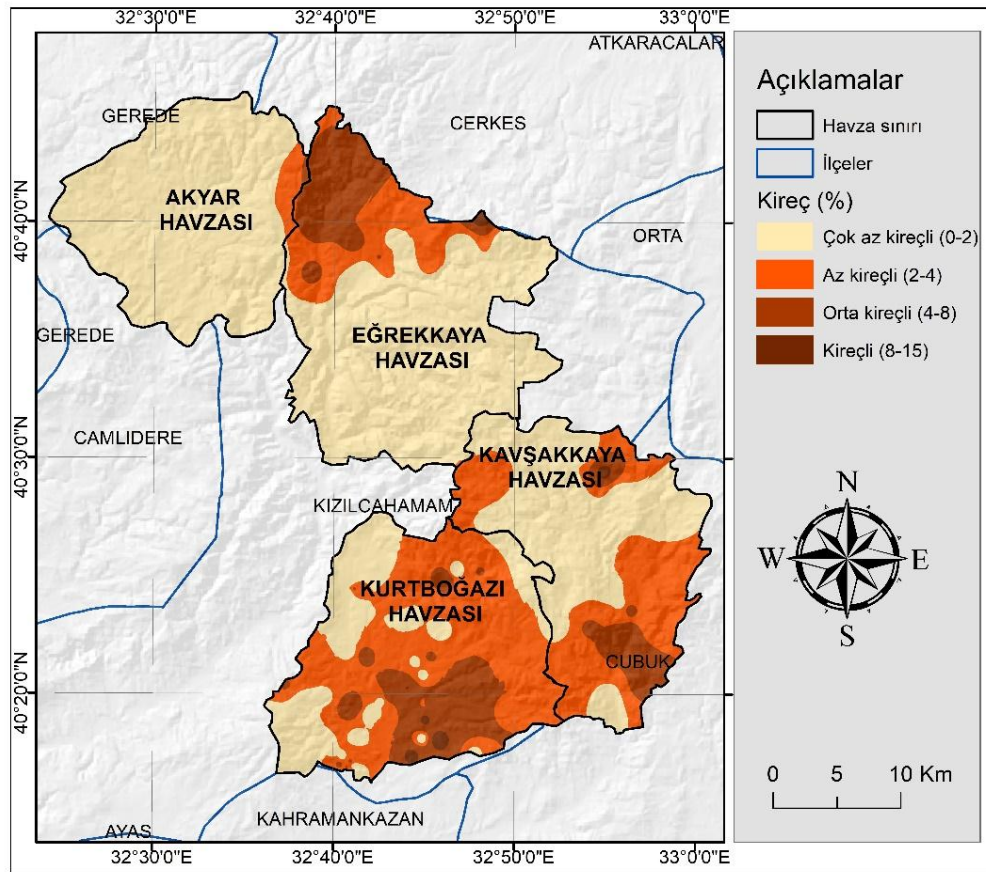
Oluşturulan kireç dağılım haritası incelendiğinde Akyar havzasının neredeyse tamamında, Eğrekkaya havzasının büyük bir kısmında ve Kavşakkaya havzasının ise kuzey kesimlerinde taşınma ve yıkanma yoluyla oluşan alüvyal topraklar üzerinde kireç değerlerinin düşük olduğu görülmektedir. Çalışma alanında kireç değişimi jeolojik yapı ile büyük ölçüde uyum göstermekte olup, Eğrekkaya havzasının kuzeyi ile Kurtboğazi havzasının güney kesimlerinde ana materyali kireçtaşı olan alanlarda kireç içeriğinin yüksek olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.33 Toprakların kireç dağılımı

*Sınır Değerler (%)	Değerlendirme	Alan (ha)	Dağılımı (%)
0-2	Kireçsiz, Çok Az Kireçli	78.241	60,9
2-4	Az Kireçli	35.648	27,8
4-8	Orta Kireçli	14.187	11,0
8-15	Kireçli	471	0,37
Toplam		128.548	100

*(Anonim 2008)

Çalışmada kireç kapsamı ile pH değerleri arasında % 1 düzeyinde pozitif ilişki tespit edilmiştir.



Şekil 4.62 Toprakların kireç kapsamı haritası

4.3.6 Organik madde

Toprakların organik madde sınıfları ve alansal dağılımı çizelge 4.34'de ve üretilen organik madde dağılım haritası şekil 4.63'de verilmiştir.

Çizelge 4.34 Toprakların organik madde dağılımı

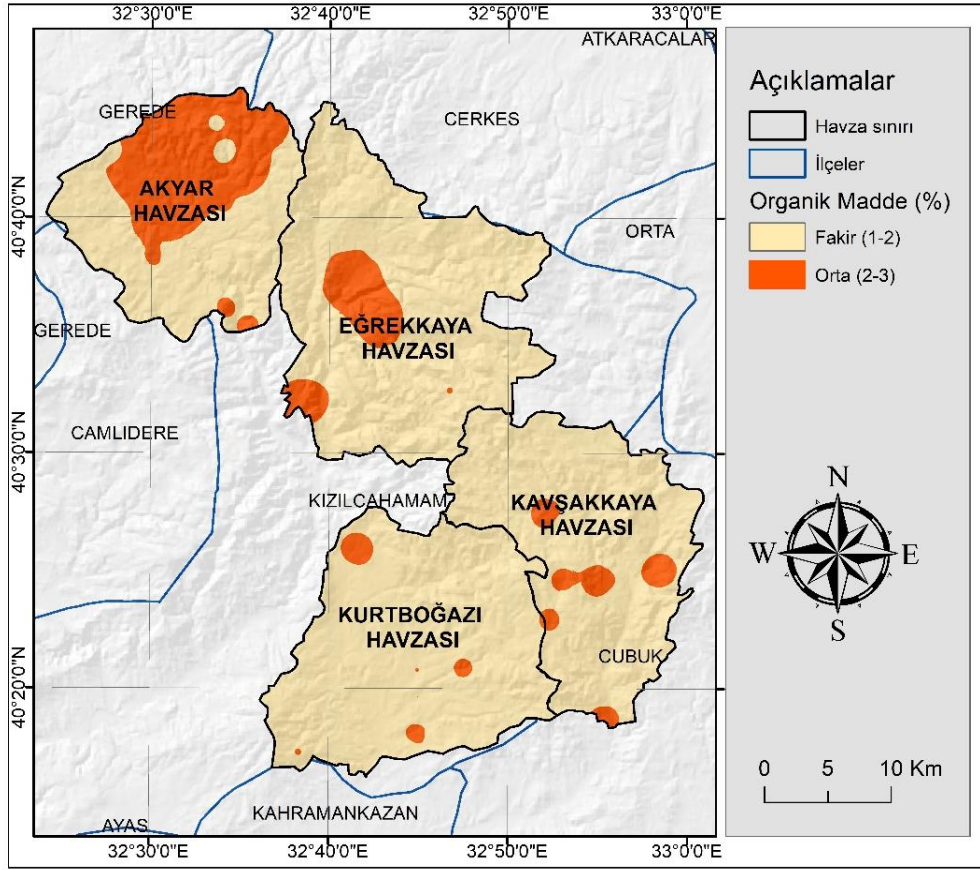
*Sınır Değerler (%)	Değerlendirme	Alan (ha)	Dağılımı (%)
1 - 2	Fakir	110.121	85,7
2 - 3	Orta	18.427	14,3
Toplam		128.548	100

*(Anonim 2008)

Çalışma alanında toprak örneklerinin organik madde miktarı % 1,00 - 3,00 arasında değişmektedir. Organik madde dağılım haritası ve çizelge incelendiğinde çalışma alanının % 85,7'lik dağılım oranı ile büyük bir kısmının (110.121 ha) organik madde yönünden fakir olduğu belirlenmiştir. Organik maddenin orta düzeyde olduğu alan ise toplam alanın % 14,3'ünü (18.427 ha) kaplamaktadır.

Organik madde dağılım haritası incelendiğinde Akyar havzasının kuzey kesimleri ve Eğrekkaya havzasının bir bölümü hariç çalışma alanında organik maddenin genellikle düşük olduğu görülmektedir. Akyar havzasının % 86,3'ünün ve Eğrekkaya havzasının % 92,7'sinin orman alanları ile kaplı olmasından dolayı organik madde miktarı buralarda nispeten daha yüksek bulunmuştur.

Kavşakkaya ve Kurtboğazı havzalarında da orman alanlarının egemen olmasına karşılık Kavşakkaya havzasının % 10,9'unun ve Kurtboğazı havzasının da % 9,6'sının tarım arazisi olması nedeniyle organik maddenin buralarda daha düşük çıkması beklenen bir durumdur.



Şekil 4.63 Toprakların organik madde kapsamı haritası

Havza bütününe bakıldığında, yarıkurak ılıman iklimin, doğal bitki örtüsünün yeterince güçlü olmamasını ve daha önemli olarak havzada organik maddenin parçalanma hızını yüksek tuttuğunu göstermektedir.

4.3.7 Alınabilir kalsiyum

Toprakların kalsiyum sınıfları ve alansal dağılımı çizelge 4.35’de ve kalsiyum içeriklerine bağlı olarak hazırlanan dağılım haritası şekil 4.64’de verilmiştir. Çalışma alanından alınan toprak örneklerinde en yüksek alınabilir kalsiyum miktarı 8410 mg.kg^{-1} , en düşük alınabilir kalsiyum miktarı ise 1650 mg.kg^{-1} olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.35 ve dağılım haritası (Şekil 4.64) incelendiğinde çalışma alanının % 99,3’lük (127.697 ha) dağılım oranı ile neredeyse tamamının çok yüksek kalsiyum değerine

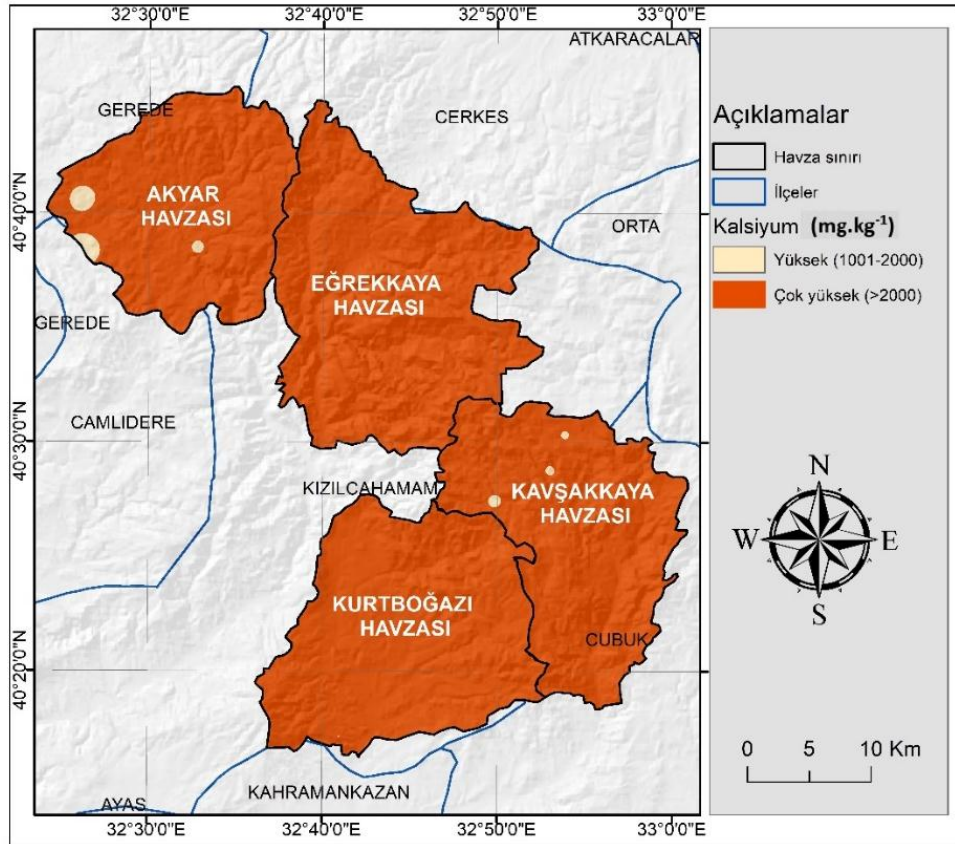
sahip olduğu görülmektedir. Alınabilir kalsiyum içeriğinin yüksek düzeyde olduğu alanlar ise toplam alanın sadece % 0,66'sını (851 ha) oluşturmaktadır.

Çizelge 4.35 Toprakların alınabilir kalsiyum dağılımı

*Sınır Değerler (mg.kg ⁻¹)	Değerlendirme	Alan (ha)	Dağılımı (%)
1001-2000	Yüksek	851	0,66
>2000	Çok yüksek	127.697	99,4
Toplam		128.548	100

*(Schulte vd. 1980)

Çalışma alanında alınabilir kalsiyum ile kireç kapsamı arasında ($p<0,01$) pozitif yönde bir ilişki tespit edilmiştir. Ana materyalin kireçtaşı olduğu yerlerde alınabilir kalsiyum içeriğinin de yüksek olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.64 Toprakların alınabilir kalsiyum içerikleri haritası

Havza genelinde açıkça görülmektedir ki, gerek kireç kapsamı yönünden zengin ana materyal, gerekse aşırı yıkanmalara izin vermeyen iklim koşulları, diğer alkali ve toprak alkali metaller gibi kalsiyumun da birikmesine ortam hazırlamıştır.

4.3.8 Alınabilir magnezyum

Toprakların alınabilir magnezyum miktarına göre dağılımı ve sınıfları çizelge 4.36'da, alınabilir magnezyum kapsamına bağlı olarak hazırlanan dağılım haritası şekil 4.65'de verilmiştir.

Çizelge 4.36 Toprakların alınabilir magnezyum dağılımı

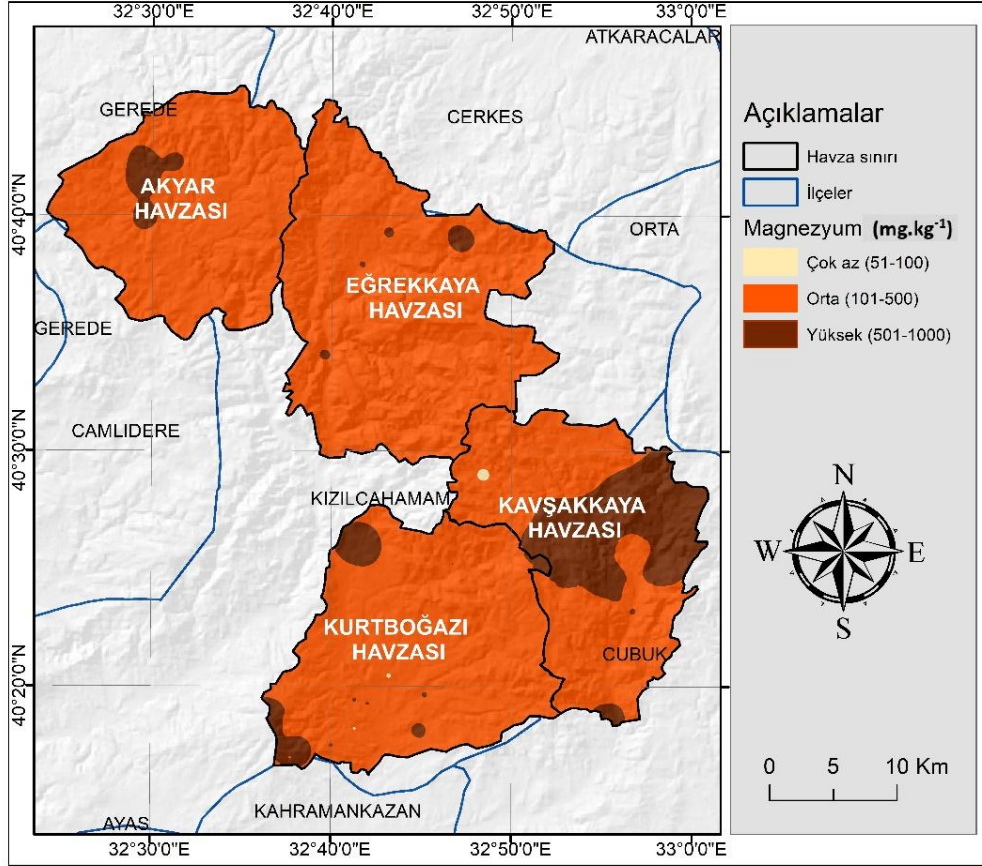
*Sınır Değerler (mg.kg ⁻¹)	Değerlendirme	Alan (ha)	Dağılımı (%)
51-100	Çok Az	82	0,06
101-500	Orta	114.031	88,7
501-1000	Yüksek	14.435	11,3
Toplam		128.548	100

*(Schulte vd. 1980)

Çalışma alanında toprak örneklerinin en yüksek magnezyum içeriği 850 mg.kg⁻¹ iken, en düşük magnezyum içeriğinin ise 82,2 mg.kg⁻¹ olduğu belirlenmiştir. Dağılım haritası (Şekil 4.65) ve çizelge 4.36 incelendiğinde çalışma alanının % 88,7'lik (114.031 ha) dağılım oranı ile büyük bir kısmının orta düzeyde alınabilir magnezyum içeriğine sahip olduğu görülmektedir. Alınabilir magnezyum değerinin yüksek olduğu alanların oranı ise % 11,2 (14.435 ha)'tür. En düşük dağılım gösteren alan ise çok az alınabilir magnezyum içeriğine sahip olup % 0,06'lık (82 ha) bir alan kaplamaktadır.

Magnezyumun kaynağı biyotit, ojit, hornblende, olivin, serpantin, klorit, dolomit gibi minerallerdir (Brantley 2003, Suk vd. 2009). Bu mineraller kolay ayrıştıktıklarından genellikle magnezyum killi topraklarda fazla, kumlu topraklarda da az bulunur.

Çalışmada elde edilen alınabilir magnezyum ile kil kapsamı ($p<0,05$) arasındaki pozitif, kum içeriği ($p<0,01$) arasındaki negatif ilişki bu durumu doğrular niteliktedir.



Şekil 4.65 Toprakların magnezyum içerikleri haritası

Magnezyum, bazı topraklarda manyezit ($MgCO_3$) veya dolomit ($CaMg(CO_3)_2$) şeklinde bulunur. Topraklarda magnezyum miktarı ana materyal, toprağın tipi ve ayrışma ve yıkanma düzeyine göre değişim göstermektedir. Çalışma alanında genellikle orta ve yüksek seviyede alınabilir magnezyum içeriğine sahip topraklar andezit-bazalt piroklastik kayaç ana materyali üzerinde yer almaktadır.

4.3.9 Alınabilir potasyum

Toprakların alınabilir potasyum sınıfları dağılımı ve sınıfları çizelge 4.37'de, alınabilir potasyum kapsamına bağlı olarak hazırlanan dağılım haritası şekil 4.66'da verilmiştir.

Çalışma alanında toprak örneklerinin alınabilir potasyum içerikleri $21,7 \text{ mg.kg}^{-1}$ ile 810 mg.kg^{-1} arasında değişmektedir. Elde edilen alınabilir potasyum değerlerine göre oluşturulan çizelge 4.37 ve dağılım haritası (Şekil 4.66) incelendiğinde çalışma alanında en büyük dağılım gösteren alan % 52,6 (67.638 ha) ile yüksek düzeyde alınabilir potasyum içermektedir.

Çizelge 4.37 Toprakların alınabilir potasyum

*Sınır Değerler (mg.kg^{-1})	Değerlendirme	Alan (ha)	Dağılımı (%)
<80	Az	2.910	2,26
80-120	Orta	10.629	8,27
120-160	Yeterli	13.860	10,8
160-320	Yüksek	67.638	52,6
>320	Çok yüksek	33.511	26,1
Toplam		128.548	100

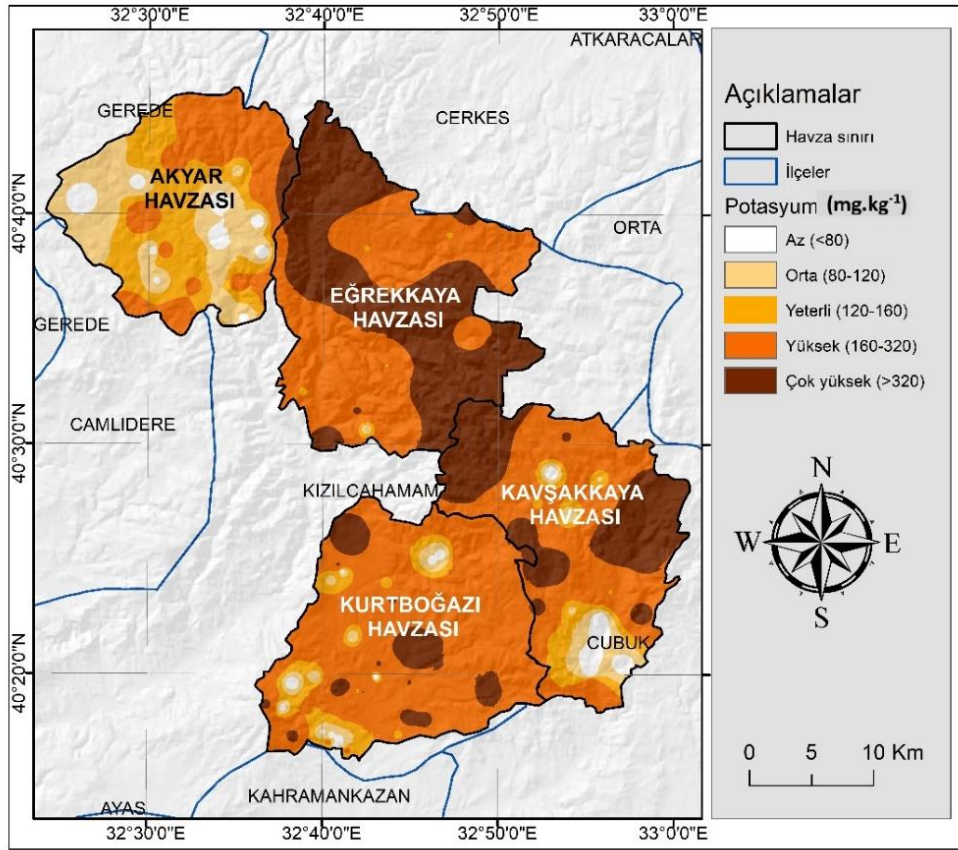
*(Pizer 1967)

Diğer büyük dağılım gösteren sınıf ise % 26,1'lik (33.511 ha) bir alanı kaplayan çok yüksek düzeyde alınabilir potasyum değerleridir.

Diğer sınıf dağılımları % 10,8 (13.860 ha) ile yeterli, % 8,27 (10.629 ha) ile orta ve % 2,26 (2.910 ha) ile az düzeydeki alınabilir potasyum değerleridir.

Toprakta bulunan değişim komplekslerinin cins ve miktarları alınabilir potasyum miktarını etkilemektedir (Thomas ve Hipp 1968, Gardiner ve Miller 2008). Çalışmada, alınabilir potasyum ile kil arasında pozitif, kum arasında negatif yönde önemli ilişkiler kaydedilmiştir ($p<0,01$).

Alınabilir potasyumca zengin olan Kurtboğazı, Kavşakkaya ve Eğrekkaya havzalarının bir bölümünün kilce de zengin olması korelasyon sonuçları ile de doğrulanmıştır.



Şekil 4.66 Toprakların potasyum içerikleri haritası

4.3.10 Alınabilir fosfor

Toprakların alınabilir fosfor dağılımı ve sınıfları çizelge 4.38’de, alınabilir fosfor kapsamına bağlı olarak hazırlanan dağılım haritası şekil 4.67’de verilmiştir.

Çalışma alanı topraklarında en düşük alınabilir fosfor 1,40 mg.kg⁻¹ iken, en yüksek alınabilir fosfor 53,7 mg.kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Oluşturulan alınabilir fosfor dağılım haritası (Şekil 4.67) ile çizelge 4.38 incelendiğinde çalışma alanında yetersiz düzeyde alınabilir fosfor içeren alanların % 52,2 ile (67.147 ha) en büyük dağılımı gösterdiği anlaşılmaktadır. Çok yetersiz ve orta seviyede alınabilir fosfor içeren alanların dağılımı ise birbirlerine yakın olup oranları sırasıyla % 22,8 (29.288 ha) ve % 22,3 (28.700 ha)’dır.

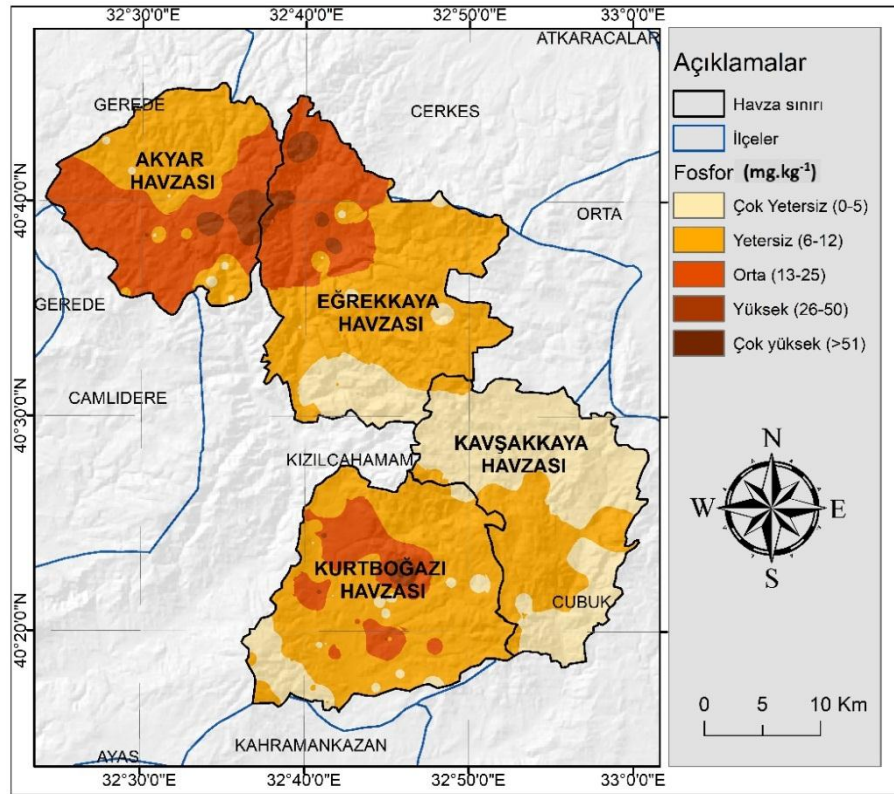
Çalışma alanının % 2,63'ü (3.386 ha) yüksek seviyede alınabilir fosfor içermektedir. Çok yüksek düzeyde alınabilir fosfor içeren alanlar en düşük dağılımı göstermiş olup, toplam alanın sadece % 0,02'sini (26 ha) oluşturmaktadır.

Çizelge 4.38 Toprakların alınabilir fosfor dağılımı

*Sınır Değerler (mg.kg ⁻¹)	Değerlendirme	Alan (ha)	Dağılımı (%)
0-5	Çok Yetersiz	29.288	22,8
6-12	Yetersiz	67.147	52,3
13-25	Orta	28.700	22,3
26-50	Yüksek	3.386	2,63
>51	Çok Yüksek	26	0,02
Toplam		128.548	100

*(Ward 2017)

Çalışma alanının % 75,0'inde fosfor içeriğinin oldukça düşük olduğu görülmektedir.



Şekil 4.67 Toprakların fosfor içerikleri haritası

Ancak özellikle Akyar ve Eğrekkaya havzalarında orman alanlarında muhtemelen organik madde kapsamının bağıl yüksekliğine bağlı olarak orta seviyede fosfor içeriği bulunmuştur. Doğal döngüde organik artıklar, toprakta yavaş yavaş da olsa, alınabilir fosfor kapsamına katkı yapmaktadırlar (Pritchett 1979). Bunun yanı sıra Kurtboğazi havzasının bir bölümünde tarım yapılan arazilerde de fosforlu gübre uygulamasına bağlı olarak fosfor içeriğinin nispeten yüksek olduğu görülmektedir. Öte yandan gerek bitkisel üretimle, gerekse otlatma yoluyla ürün kaldırılıp, fosfatlı gübre eklenmediğinde, tarım arazilerinde fosfor içeriklerinin düşmesi beklenir. Fosforun diğer besin maddelerine göre hareketsizliği ve alınabilirlik sınırının dar bir pH aralığına sıkışmış olması, sulara çözülmüş formlarda ulaşmasını engellemektedir.

4.3.11 Alınabilir demir

Toprakların alınabilir demir dağılımı ve sınıfları çizelge 4.39'da, alınabilir demir kapsamına bağlı olarak hazırlanan dağılım haritası şekil 4.68'de verilmiştir.

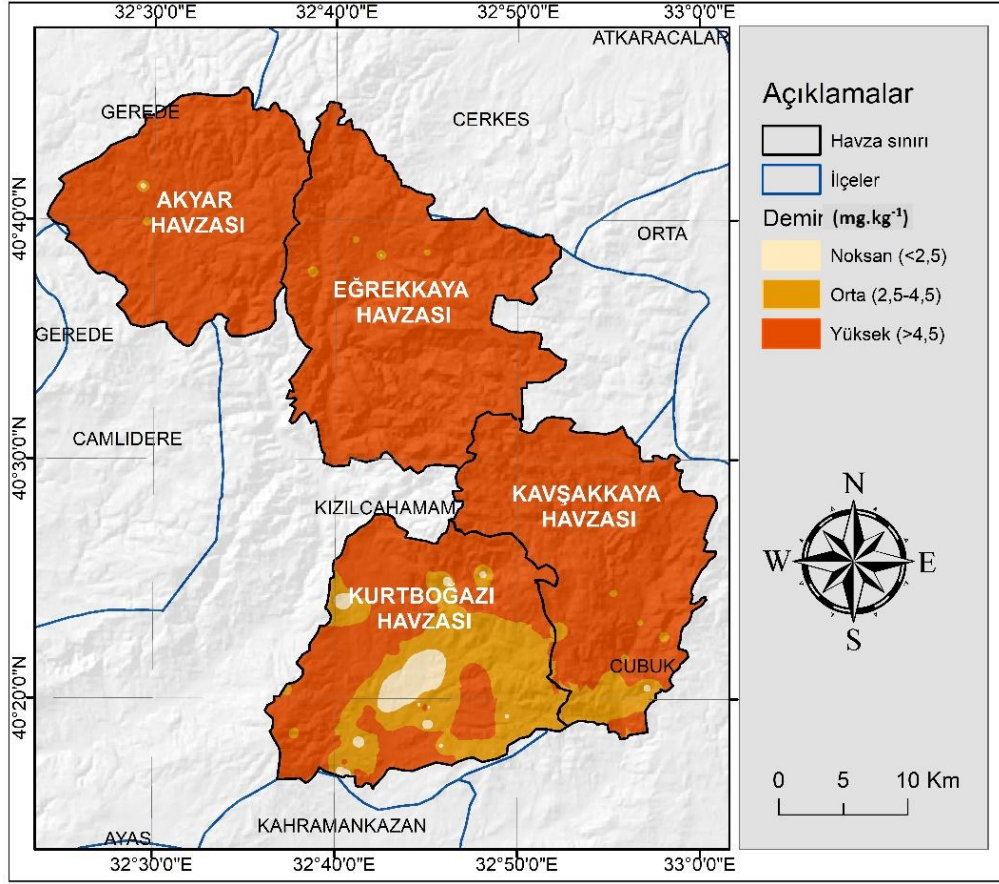
Çalışma alanı topraklarında en yüksek alınabilir demir içeriği $43,5 \text{ mg.kg}^{-1}$ iken, en düşük alınabilir demir içeriği ise $0,56 \text{ mg.kg}^{-1}$ olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.39 Toprakların alınabilir demir dağılımı

*Sınır Değerler (mg.kg^{-1})	Değerlendirme	Alan (ha)	Dağılımı (%)
<2,5	Noksan	1.986	1,54
2,5-4,5	Noksanlık Gösterebilir (Orta)	14.987	11,7
>4,5	İyi (Yüksek)	111.575	86,8
Toplam		128.548	100

*(Lindsay ve Norvell 1978)

Yapılan sınıflamaya göre çalışma alanının % 86,8 dağılım oranı ile (111.575 ha) büyük bir kısmının yüksek düzeyde alınabilir demir içeriğine sahip olduğu görülmektedir.



Şekil 4.68 Toprakların demir içerikleri haritası

Alınabilir demirin orta düzeyde olduğu alan ise toplam alanın % 11,6'sını (14.987 ha) kaplamaktadır. En düşük alınabilir demir değerlerine sahip olan alan ise % 1,54 ile (1.986 ha) demir noksanlığı görülen alandır.

4.3.12 Alınabilir bakır

Toprakların alınabilir bakır dağılımı ve sınıfları çizelge 4.40'da, alınabilir bakır kapsamına bağlı olarak hazırlanan dağılım haritası şekil 4.69'da verilmiştir.

Toprakların alınabilir bakır miktarları 0,05-2,96 mg.kg⁻¹ arasında değişmektedir. Oluşturulan dağılım haritası (Şekil 4.69) ile çizelge 4.40 incelendiğinde çalışma alanının % 96,9'u (124.679 ha) ile tamamına yakın bir dağılım gösteren alanın yeterli düzeyde

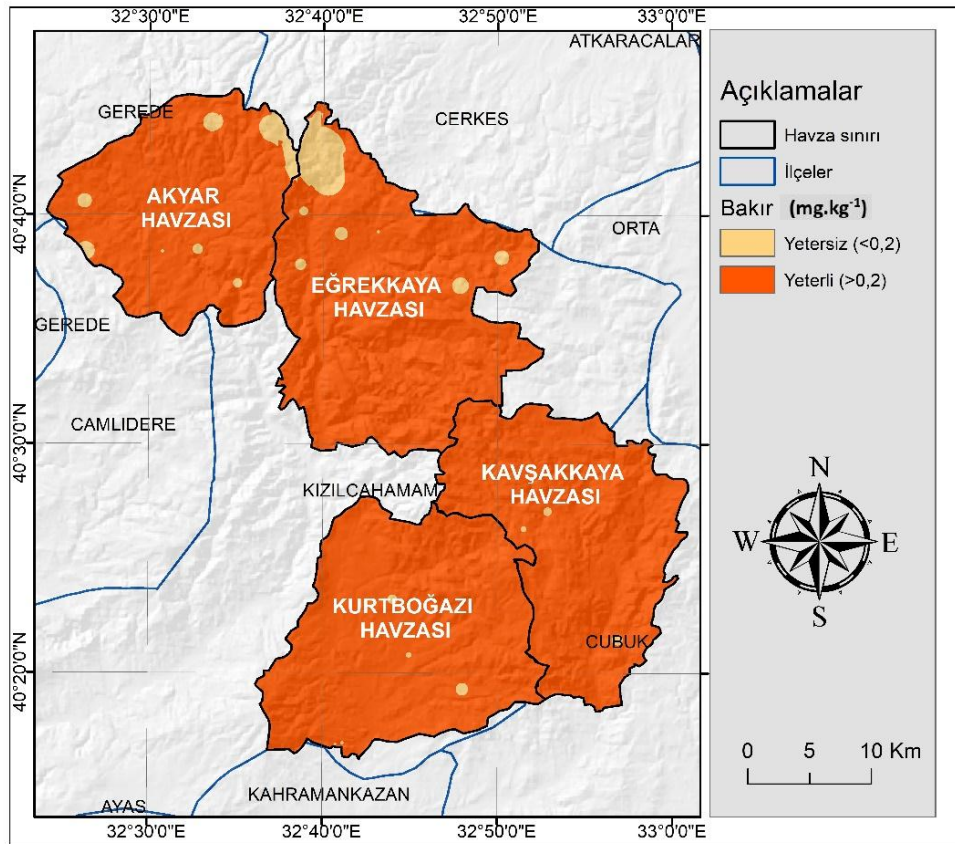
alnabilir bakır içerdiği görülmektedir. Buna karşılık alanın % 3,01'lik küçük bir kısmının (3.868 ha) alınabilir bakır yönünden yetersiz olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.40 Toprakların alınabilir bakır dağılımı

*Sınır Değerler (mg.kg ⁻¹)	Değerlendirme	Alan (ha)	Dağılımı (%)
<0,2	Yetersiz	3.868	3,01
>0,2	Yeterli	124.679	96,9
Toplam		128.548	100

*(Lindsay ve Norvell 1978)

Mağmatik kayalarda bakır genellikle sülfidler halinde, tortul kaya ve materyallerde ise kil minerallerinde tutulmuş durumdadır (Kantarıcı 2000). Çalışmada alınabilir bakır ile kil kapsamı arasında pozitif bir korelasyon tespit edilmiştir (p<0,01). Çalışma alanının tamamına yakın bölümünde alınabilir bakır içeriği yeterli düzeyde bulunmuştur.



Şekil 4.69 Toprakların bakır içerikleri haritası

4.3.13 Alınabilir çinko

Toprakların alınabilir çinko dağılımı ve sınıfları çizelge 4.41’de, alınabilir çinko kapsamına bağlı olarak hazırlanan dağılım haritası şekil 4.70’de verilmiştir.

Çizelge 4.41 Toprakların alınabilir çinko dağılımı

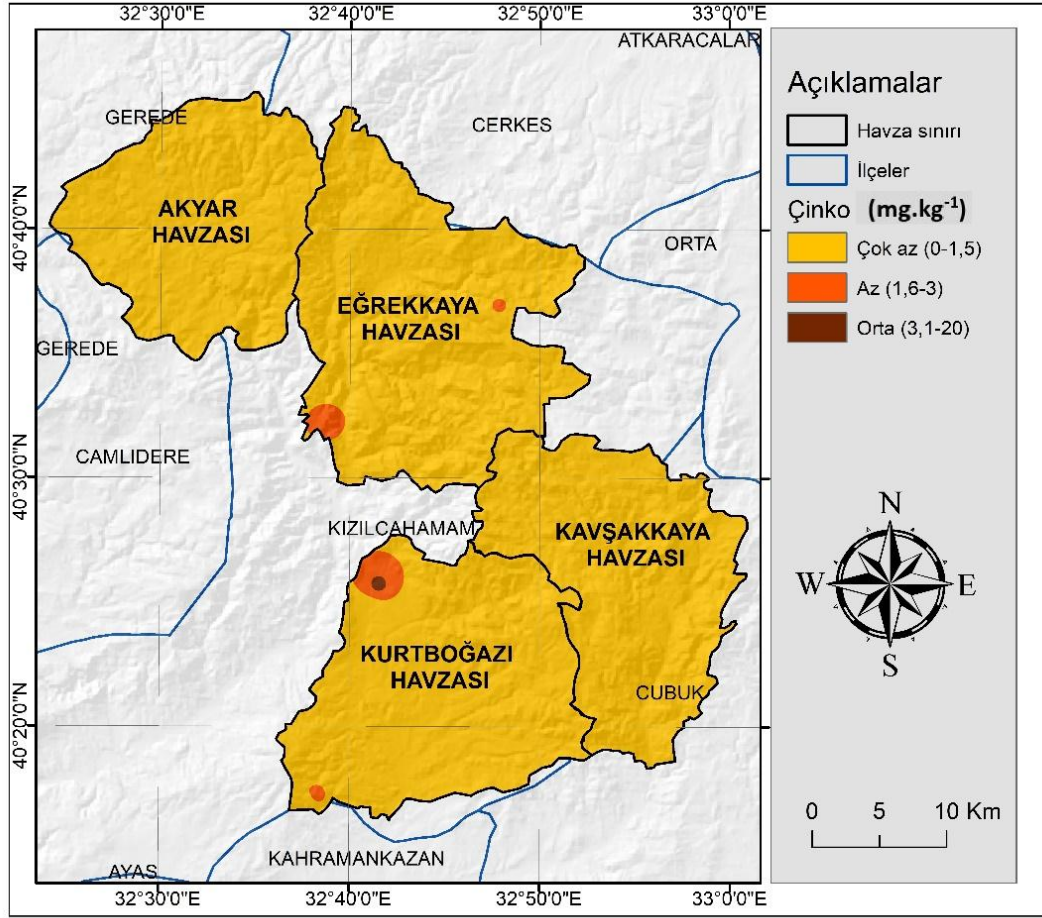
*Sınır Değerler (mg.kg ⁻¹)	Değerlendirme	Alan (ha)	Dağılımı (%)
0-1,5	Çok Az	126.755	98,6
1,6-3	Az	1.700	1,32
3,1-20	Orta	93	0,07
Toplam		128.548	100

*(Schulte vd. 1980)

Toprak örneklerinin alınabilir çinko kapsamaları 0,02-3,59 mg.kg⁻¹ arasında değişmektedir. Yapılan sınıflamaya göre, çalışma alanında en büyük dağılım gösteren alan % 98,6’sı ile (126.755 ha) çok az düzeyde alınabilir çinko içermektedir. Alanın % 1,32’si (1.700 ha) az, % 0,07’si (93 ha) ise orta düzeyde çinko içeriğine sahip toprakları kapsamaktadır.

Kireçli ve alkali reaksiyonlu olan topraklarda çinko çözünürlüğü oldukça düşüktür (Harter 1983, Gadriner ve Miller 2008, Trakal vd. 2011). Mevcut literatür bilgisine paralel olarak alınabilir çinko kapsamı ile pH ve kireç içeriği arasında negatif yönde bir ilişki bulunmuştur (p<0,01).

Topraktaki çinko, silikat minerallerinde oksitler halinde kil minerallerinde tutulmuş olarak veya organik maddede bulunur (Kantarcı 2000, Özbek vd. 2001). Shuman’a (1988) göre toprakta organik maddenin artışına bağlı olarak çinkonun alınabilirliği artmaktadır. Gerek yaygın olarak alkali karakterli toprak özellikleri, gerekse düşük organik madde kapsamaları, topraklarda havza genelinde gözlenen çinko eksikliğinin başlıca nedenleri olarak görülmektedir.



Şekil 4.70 Toprakların çinko içerikleri haritası

Organik maddesi bol olan topraklarda çinko adsorpsiyonunun yüksek olması (Tagwira vd. 1993) çinko ile organik madde kapsamı arasında belirlenen pozitif yöndeki ($p < 0,01$) korelasyonu doğrular niteliktedir.

4.3.14 Alınabilir mangan

Toprakların alınabilir mangan dağılımı ve sınıfları çizelge 4.42’de, alınabilir mangan kapsamına bağlı olarak hazırlanan dağılım haritası şekil 4.71’de verilmiştir.

Çalışma alanından alınan toprak örneklerinde en yüksek alınabilir mangan miktarı 27,6 mg.kg^{-1} iken, en düşük alınabilir mangan miktarı ise 0,91 mg.kg^{-1} olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.42 Toprakların alınabilir mangan dağılımı

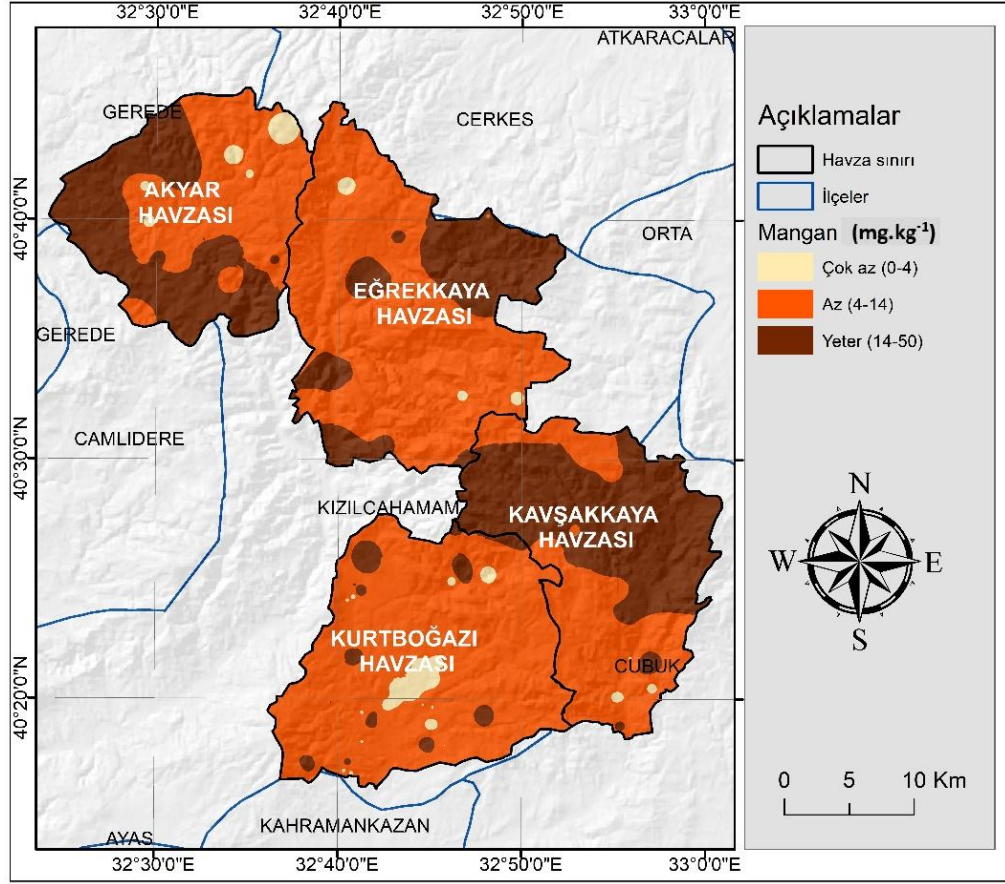
*Sınır Değerler (mg.kg ⁻¹)	Değerlendirme	Alan (ha)	Dağılımı (%)
0-4	Çok Az	2.459	1,91
4-14	Az	84.846	66,0
14-50	Yeter	41.243	32,1
Toplam		128.548	100

*(Silanpää 1990).

Çizelge 4.42 ve dağılım haritası (Şekil 4.71) incelendiğinde çalışma alanının % 66,0'sı ile (84.846 ha) büyük bir kısmının az düzeyde alınabilir mangan içeriğine sahip olduğu görülmektedir. Diğer büyük dağılım gösteren kısım % 32,1'i ile (41.243 ha) yeter düzeyde alınabilir mangan değerleridir. En düşük dağılım gösteren alan ise % 1,91'i ile (2.459 ha) çok az düzeyde alınabilir mangan değerine sahiptir.

Çalışma alanında özellikle Kurtboğazi ve Eğrekkaya havzalarında alınabilir mangan içeriklerinin az miktarda olduğu görülmektedir. Mortvedt'e (1991) göre topraklarda toplam mangan miktarı <20 µg.g⁻¹ ile >3000 µg.g⁻¹ arasında değişiklik göstermekte olup, alınabilir mangan miktarı ise daha düşüktür.

Kavşakkaya havzasının kuzey kesimleri, Eğrekkaya havzasının kuzeydoğu bölümü ve Akyar havzasının batı ve güney bölümlerinde ağırlıklı olarak andezit-bazalt piroklastik kaya formasyonunda olan ana materyale bağlı olarak alınabilir mangan içeriğinin yeterli seviyede olduğu düşünülmektedir. Aynı zamanda kayaç yapısına bağlı olarak alınabilir mangan ile alınabilir demir içerikleri arasında pozitif yönde bir ilişki (p<0,01) bulunmuştur. Çalışmada, alınabilir mangan kapsamı ile kireç ve pH arasında negatif yönde bir ilişki tespit edilmiştir (p<0,01). Toprakta manganın çözünürlüğü toprak reaksiyonuna, mikroorganizma faaliyetlerine ve toprak suyunun özelliklerine göre değişmektedir.



Şekil 4.71 Toprakların mangan içerikleri haritası

Plaster (1992), Mengel ve Kirkby (2001), McCauley vd. (2009) mangan noksanlığının daha çok kireçli ve pH'sı yüksek topraklarda görüldüğünü bildirmişlerdir.

4.3.15 Alınabilir bor

Toprakların alınabilir bor dağılımı ve sınıfları çizelge 4.43'de, alınabilir bor kapsamına bağlı olarak hazırlanan dağılım haritası şekil 4.72'de verilmiştir.

Çalışma alanının alınabilir bor kapsamı 0,14-3,16 mg.kg⁻¹ arasında değişmektedir. Çizelge 4.43 ve dağılım haritası (Şekil 4.72) incelendiğinde çalışma alanının % 79,6 (102.330 ha) dağılım oranı ile büyük bir kısmının yüksek düzeyde alınabilir bor içeriğine sahip olduğu görülmektedir. Alanın % 13,8'ini (17.697 ha) çok yüksek düzeyde alınabilir bor içeriğine sahip topraklar kaplamaktadır. Diğer sınıf dağılımları

sırasıyla; % 6,43'ü ile (8.264 ha) orta düzeyde % 0,19'u ile (245 ha) az düzeyde ve % 0,01'i ile (13 ha) çok az düzeyde alınabilir bor değerleridir.

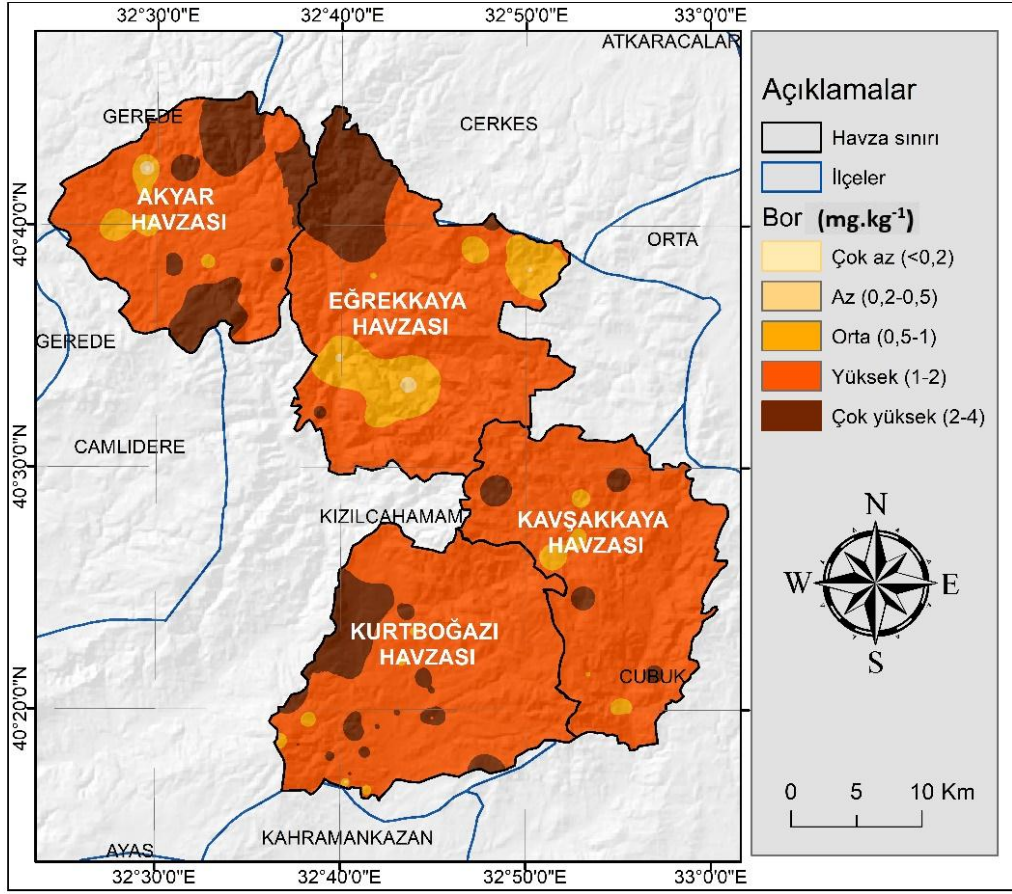
Çizelge 4.43 Toprakların alınabilir bor dağılımı

*Sınır Değerler (mg.kg ⁻¹)	Değerlendirme	Alan (ha)	Dağılımı (%)
<0,2	Çok az	13	0,01
0,2-0,5	Az	245	0,19
0,5-1	Orta	8.264	6,43
1-2	Yüksek	102.330	79,6
2-4	Çok Yüksek	17.697	13,8
Toplam		128.548	100

*(Horneck vd. 2011)

Çalışma alanında bor içeriği tüm havzalarda genellikle yüksek seviyede görülmekte olup, Eğrekkaya havzasının kuzey kesimleri ile Akyar ve Kurtboğazı havzalarının küçük bir bölümünde de çok yüksek seviyede bulunmaktadır. Ancak arazi çalışmaları sırasında havza genelinde, bitkiler üzerinde bor fazlalığından kaynaklanan belirgin bir semptom gözlenmemiştir. Toprakların toplam bor kapsamı 7-80 µg.g⁻¹ arasında değişmektedir (Mortvedt 1991). Borun çözünebilirliği; toprak pH'sı, kil minerali ve tipi, organik madde ve kireç kapsamı gibi toprak özelliklerine bağlıdır (Elrashidi ve O'connor 1982, Keren ve Bingham 1985, Shorrocks 1997, Xu vd. 2001, Su ve Suarez 2004).

Çalışmada, taşınan materyalin birikimine bağlı olarak tespit edilen alınabilir bor ile pH, kil ve KDK arasında pozitif yönde (p<0,01) korelasyonlar tespit edilmiştir. Goldberg (1997), kirecin; toprak pH'sını yükseltmesi ve bor için tutunma yüzeyleri oluşturması dolayısıyla, toprakta bor adsorpsiyonuna etki ettiğini bildirmektedir (Budak ve Günel 2015). Çalışmada alınabilir bor kapsamı ile kireç içeriği arasında pozitif bir ilişki belirlenmiştir (p<0,01).



Şekil 4.72 Toprakların bor içerikleri haritası

Toprağın bor içeriği ile bünyesi arasında da önemli bir ilişki olabileceği (Goldberg ve Glaubig 1986, Communar ve Keren 2008, Gardiner ve Miller 2008) bilinmektedir. Kubota vd. (1949) kaba tekstürlü, iyi drene olan, kumlu toprakların alınabilir bor yönünden yoksun olduğunu bildirmektedirler. Çalışma alanında kum kapsamının fazla olduğu yerlerde alınabilir bor içeriği azalırken, kilin fazla olduğu yerlerde alınabilir bor içeriğinin arttığı istatistiki olarak belirlenmiştir ($p<0,01$).

4.4 Sediment Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi ve İstatistiksel Analizler

Tanım olarak sediment, doğal sulara bir şekilde taşınmış olan organik ve inorganik kökenli materyallerden meydana gelen partiküllerin parçalanarak dibe çökmeleri sonucu oluşan tabakadır (Försner ve Whitman 1981). Bu organik ve inorganik bileşikler su ortamında doğal olarak bulunduğu gibi; erozyonla taşınan inorganik taneler,

kanalizasyon deşarjları, tarımsal uygulamalar, inşaat faaliyetleri gibi bir havzada yapılabilecek tüm aktivitelerden su kaynaklarına dâhil olur ve suyun hızının kesildiği yerde birikirler (Song vd. 2000, Paul ve Meyer 2001, Nelson ve Booth 2002, McKergow vd. 2003, Newham vd. 2004). Sedimentler havzadan gelen kirlilikleri depolayan ortamlardır (Burdige vd. 2004). Sediment kalitesi su kalitesinin önemli belirleyicilerinden olup, kirlilik kaynaklarının tahmin edilmesinde önemli rol oynar (Golterman vd. 1983).

Sediment örneklerine ait analiz sonuçları EK 9 Çizelge 1’de, sedimentin fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait tanımlayıcı istatistikler çizelge 4.44’de verilmiştir. Bu analiz sonuçları değerlendirilirken, öncelikle bir noktanın altı çizilmelidir. Su düzeyinde oluşan değişikliklere bağlı olarak, sediment örnekleri her zaman aynı noktadan alınamamış olup, farklı dönemlerdeki örneklemelerde kısa mesafe farklılıkları olabilmektedir. Öte yandan, amaçlanmasa da, gölet sularının taşma ve çekilme dönemlerinde, taşıdıkları malzemenin içeriğinde değişiklikler olması beklenir.

Çalışmada ele alınan sediment özelliklerinin tanımlayıcı istatistikleri; ortalama, standart sapma, en düşük ve en yüksek değerleri, değişkenlik katsayısı, çarpıklık ve basıklık değerleri hesaplanmıştır. Değişim katsayıları, Cambardella vd. (1994) tarafından bildirilen sınıflandırmaya göre değerlendirilmiş olup, çalışma alanında sediment örneklerinin kum ve kil içerikleri ve pH değerleri bakımından az; silt, elektriksel iletkenlik, KDK, kireç, organik madde, alınabilir kalsiyum, alınabilir magnezyum, alınabilir demir, alınabilir mangan ve alınabilir bor içeriği bakımından orta; alınabilir potasyum, alınabilir fosfor, alınabilir bakır, alınabilir çinko içeriği bakımından ise yüksek derecede değişkenlik gösterdiği görülmektedir.

Çizelgede çarpıklık katsayılarının -1,17 ile 0,74 arasında değiştiği görülmektedir. Kum, organik madde, alınabilir potasyum, alınabilir fosfor, alınabilir demir, alınabilir çinko, alınabilir mangan ve alınabilir bor sağa çarpık dağılım gösterirken, silt, kil, elektriksel iletkenlik, pH, KDK, kireç, alınabilir kalsiyum, alınabilir magnezyum, alınabilir sodyum ve alınabilir bakır sola çarpıklık göstermiştir. Basıklık katsayılarına bakıldığında ise organik madde, alınabilir çinko, alınabilir mangan ve alınabilir borun

basık dağılım gösterdiği, diğer özelliklerin ise normal dağılıma yakın diklik veya basık dağılım gösterdiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.44 Sediment özelliklerine ait tanımlayıcı istatistikler

Sediment Özelliği	Birimi	Ortalama	En Küçük	En Büyük	Standart Sapma	Değişim Katsayısı %	Çarpıklık	Basıklık
Kum	%	36,16	33,10	41,25	2,54	7,04	0,74	-0,24
Silt	%	28,34	20,52	33,22	4,40	15,53	-0,84	-0,53
Kil	%	35,50	25,68	42,10	5,04	14,21	-0,73	-0,03
Elektriksel İletkenlik	dS.m ⁻¹	0,74	0,52	0,95	0,14	18,58	-0,01	-1,03
pH		7,07	6,18	7,69	0,49	6,95	0,00	-1,31
KDK	cmol.kg ⁻¹	24,34	14,36	33,65	6,03	24,75	-0,21	-1,07
Kireç	%	1,43	0,72	1,94	0,44	30,86	-0,86	-0,49
Organik Madde	%	1,83	1,39	2,38	0,34	18,55	0,36	-1,36
Alınabilir Kalsiyum	mg.kg ⁻¹	3899,00	2029,00	5632,00	1078,00	27,63	-0,33	-0,64
Alınabilir Magnezyum	mg.kg ⁻¹	518,60	303,00	663,70	111,20	21,44	-0,67	-0,27
Alınabilir Sodyum	mg.kg ⁻¹	96,49	48,20	145,14	29,30	30,36	-0,23	-0,97
Alınabilir Potasyum	mg.kg ⁻¹	189,90	57,10	364,00	101,20	53,28	0,70	-0,39
Alınabilir Fosfor	mg.kg ⁻¹	8,97	4,30	15,85	3,26	36,31	0,64	0,26
Alınabilir Demir	mg.kg ⁻¹	15,94	9,65	23,79	4,30	26,96	0,30	-0,77
Alınabilir Bakır	mg.kg ⁻¹	0,68	0,16	0,96	0,28	41,20	-1,17	0,02
Alınabilir Çinko	mg.kg ⁻¹	0,35	0,11	0,64	0,22	62,31	0,41	-1,93
Alınabilir Mangan	mg.kg ⁻¹	18,58	11,46	26,61	4,99	26,89	-0,08	-1,36
Alınabilir Bor	mg.kg ⁻¹	1,46	0,96	2,22	0,45	31,03	0,64	-1,23

Çeşitli araştırmacılar, sedimentin, su canlılarının yaşamsal faaliyetlerini gerçekleştirme alanı olduğu için sucul ekosistemler açısından oldukça önemli olduğunu bildirmişlerdir (Newcombe ve MacDonald 1991, Anderson vd. 1996, Newcombe ve Jensen 1996, Caux vd. 1997).

Analiz sonuçlarına göre; sediment örneklerinin kum içeriği % 33,1-41,3, silt içeriği % 20,5-33,2 ve kil içeriği ise % 25,7-42,1 olarak belirlenmiştir. Sediment örneklerinin büyük bir kısmının orta bünyeli (% 80), tuzsuz (% 53), nötr (% 53), 14,4-33,7 cmol.kg⁻¹ arası KDK kapsamı ile tamamının kireçsiz veya çok az kireçli ve fakir seviyelerinde organik madde (% 67) içerdiği tespit edilmiştir. Ayrıca, sediment örneklerinin alınabilir kalsiyum içeriklerinin tamamının çok yüksek, alınabilir magnezyum içeriğinin yüksek (% 60), alınabilir potasyum içeriğinin yüksek (% 40), alınabilir fosfor içeriğinin yetersiz (% 60), alınabilir demir içeriğinin tamamının yüksek, alınabilir bakır içeriğinin yeterli

(% 80), alınabilir çinko içeriğinin tamamının çok az, alınabilir mangan içeriğinin yeter (% 73) ve alınabilir bor içeriğinin ise yüksek (% 67) düzeyde olduğu belirlenmiştir.

4.4.1 Bünye (kum, silt, kil yüzdeleri)

Çalışma alanında sediment örneklerinin % 60'ının killi tınlı, % 20'sinin tınlı ve % 20'sinin killi bünye sınıfında olduğu belirlenmiştir. Buna göre sediment örneklerinin büyük bir kısmının ağır bünyeli (% 80) olduğu görülmektedir.

Çalışma alanında sedimentte tespit edilen kum miktarı % 33,1-41,3 arasında, silt miktarı % 20,5-33,2 arasında ve kil miktarı ise % 25,7-42,1 arasında değişim göstermektedir.

Akyar havzasında Berçin çayının Akyar barajına döküldüğü 1 no'lu sediment örnekleme noktasında (Şekil 3.23) ortalama kum, silt ve kil kapsamı sırasıyla % 34,1, % 30,1 ve % 35,8 olarak belirlenmiştir. Aynı zamanda Akyar havzasındaki toprakların ortalama kum içeriği % 48,5, silt içeriği % 28,3 ve kil içeriği % 23,3 olarak tespit edilmiştir. Toprakların kum kapsamı genellikle silt ve kil kapsamı daha yüksekken sedimentte tam tersi bir durum söz konusu olup, kil kapsamı kum ve silt kapsamına göre daha yüksektir. CBS ortamında yapılan analizler sonucu Akyar havzasının % 47,3'ünün sarp, % 32,1'inin dik eğime sahip olduğu, ayrıca % 51,2'sinde çok şiddetli, % 45,6'sında ise şiddetli erozyon görüldüğü belirlenmiştir. Dolayısıyla havzada erozyonun etkisiyle küçük ve ince toprak materyalinin daha kolay ve daha büyük oranlarda taşınarak birikmesi sonucu sedimentte kil kapsamının yaklaşık % 12 oranında daha yüksek olduğu düşünülebilir.

Eğrekkaya havzasında Hamam çayının Eğrekkaya barajına döküldüğü 6 no'lu sediment örnekleme noktasındaki ortalama kum kapsamı % 40,1, silt kapsamı % 32,8 ve kil kapsamı da % 26,9 olarak belirlenmiştir. Eğrekkaya havzasındaki toprakların ortalama kum kapsamı % 42,5, silt kapsamı % 24,6 ve kil kapsamı da % 32,8'dir. Hem toprakların, hem de sedimentin kum kapsamı silt ve kil kapsamına göre daha yüksek bulunmuştur. Hamam çayının aynı zamanda diğer tüm sediment örnekleme

noktalarının içinde ortalama en yüksek kum ve silt kapsamına ve en düşük kil kapsamına sahip olduğu tespit edilmiştir. Eğrekkaya havzasının % 70'inin sarp bir topoğrafyaya sahip olduğu ve % 63,7'sinde çok şiddetli erozyon olduğu belirlenmiştir. Tarihsel olarak ince taneler akarsular tarafından büyük ölçüde taşınıp uzaklaşmış ve alüvyal tortullar içindeki oranları düşmüş olabilir.

Kocaçay'ın Kavşakkaya barajına boşaldığı 14 no'lu sediment örnekleme noktasında ortalama kum, silt ve kil kapsamı incelendiğinde, değerlerin sırasıyla % 35,6, % 26,9 ve % 37,5 olduğu görülmektedir. Alt havza topraklarının ortalama kum kapsamı % 46,3, silt kapsamı % 22,5 ve kil kapsamı % 31,3 olarak tespit edilmiştir. Toprakların kum kapsamının, sedimentin de kil kapsamının yüksek olduğu belirlenmiştir. Kavşakkaya havzasının % 43,2'sinin dik eğimli ve % 43,4'ünün çok şiddetli erozyon derecesine sahip olduğu belirlenmiştir. Taşınma kolaylığına bağlı olarak sedimentte kil kapsamının daha yüksek olduğu düşünülmektedir.

Pazar Köprü Altı ve Pazar deresinin Kurtboğazı barajına döküldüğü 9 ve 10 no'lu sediment örnekleme noktalarının ortalama kum kapsamı % 35,5, silt kapsamı % 25,9 ve kil kapsamı % 38,6 olarak belirlenmiştir. Kurtboğazı havzası topraklarının ortalama kum kapsamı % 42,7, silt kapsamı % 24,4 ve kil kapsamı % 32,9'dur. Havza topraklarının kum kapsamı daha yüksekken, sedimentte kil kapsamının daha yüksek olduğu görülmektedir. Kurtboğazı havzasının ise % 57,8'inin dik eğime sahip olduğu ve % 61,7'sinin şiddetli erozyona maruz kaldığı tespit edilmiştir. Akyar ve Kavşakkaya havzalarında olduğu gibi erozyona bağlı olarak sedimentte kil kapsamı yüksek çıkmıştır. Parlak vd. (2000), Kurtboğazı havzasının erozyon riskini değerlendirdikleri bir çalışmada geçmiş yıllara nazaran havzadaki ağaçlandırma ve orman koruma tedbirleri sayesinde yıldan yıla erozyonun azaldığını bildirmişlerdir.

Özet olarak, Kurtboğazı havzası ve alt havzalarında toprakların bünyeleri ile sedimentlerin bünyeleri arasında büyük benzerlik olduğu, ancak sediment örneklerinde kum yüzdelерinin genellikle topraklardan daha düşük, kil yüzdelерinin ise daha yüksek olduğu saptanmıştır.

4.4.2 Elektriksel iletkenlik

Çalışma alanında sediment örneklerinin elektriksel iletkenlik değerleri 0,52-0,95 dS.m⁻¹ arasında değişmekte olup, buna göre sedimentler tuzsuz ve çok hafif tuzlu sınıfındadır. Akyar havzasında sedimentte belirlenen ortalama elektriksel iletkenlik değeri 0,66 dS.m⁻¹, alt havza topraklarının ortalama elektriksel iletkenlik değeri ise 0,51 dS.m⁻¹ olarak bulunmuştur. Eğrekkaya havzasında biriken sedimentte ortalama elektriksel iletkenlik değeri 0,55 dS.m⁻¹ olup, alt havzasındaki topraklarda ise ortalama 0,82 dS.m⁻¹ olarak belirlenmiştir. Kavşakkaya havzasında tutulan sedimentte ve havza topraklarında belirlenen ortalama elektriksel iletkenlik değerleri sırasıyla 0,89 dS.m⁻¹ ve 0,60 dS.m⁻¹'dir. Kurtboğazı havzası sediment örneklerinde ortalama 0,80 dS.m⁻¹, topraklarında ise 0,64 dS.m⁻¹ EC değerleri tespit edilmiştir. Alt havzalar içinde sedimentte en yüksek elektriksel iletkenlik değerlerinin belirlendiği Kavşakkaya ve Kurtboğazı havzaları, çalışma alanı içinde en fazla tarım arazisine sahip olan havzalardır. Kavşakkaya havzasının % 10,9'u, Kurtboğazı havzasının ise % 9,6'sı tarım arazisi olup, tarım alanlarında kullanılan gübrelerin yıkanarak taşınması ve baraj aynasında birikmesine bağlı olarak sedimentte elektriksel iletkenlik değerinin sınırlı oranda arttığı düşünülebilir. Aynı zamanda Kurtboğazı havzasında sediment örnekleme noktalarından biri olan Pazar deresi, barajın yakın çevresinde bulunan ve hayvan varlığı oldukça yüksek olan (EK 6 Çizelge 1-2) Pazar beldesinden geçmektedir. Buradan kaynaklanabilecek evsel ve hayvansal atıkların da sedimentin elektriksel iletkenlik değerini yükselttiği düşünülebilir. Her iki alt havzada toprakların ortalama elektriksel iletkenlik değerleri birbirlerine oldukça yakındır. Dolayısıyla, diğer alt havzalara göre sedimentlerin daha yüksek elektriksel iletkenlik değerlerine sahip olmasında, toprak özelliklerinden ziyade arazi kullanımının etkili olduğu düşünülmektedir. Sedimentlerde en düşük elektriksel iletkenlik değerlerinin belirlendiği Eğrekkaya ve Akyar alt havzalarında ise, Kurtboğazı ve Kavşakkaya alt havzalarına benzer olarak toprak özelliklerinden ziyade başka faktörlerin daha etkili olduğu kanaatine varılmıştır. Akyar barajının memba kısmında, sediment örnekleme noktasının yakınında Karacaagaç ve Üyücek mahalleleri bulunmaktadır. Buralardan gelmesi muhtemel evsel ve hayvancılık faaliyetleri atıklarının sedimentin elektriksel iletkenliğini arttırabileceği düşünülmektedir.

Tüm açıklamalara karşın, bu farkların oluşmasında örneklemeden kaynaklanan sapmalar en yakın olasılıklar olarak görülmektedir, çünkü gerek topraklardaki, gerekse sedimentlerdeki EC değerleri, genelde birtakım karşılaştırmalara ve yorumlara izin vermeyecek oranda düşüktür. Öte yandan sık sık su altında kalan sedimentlerde çözülmüş madde içeriklerinin bu bağlamda sürekli değişmesi olağandır.

4.4.3 Sediment pH'sı

Çalışma alanında sediment örneklerinin pH'sı 6,18-7,69 arasında değişmektedir. Akyar havzasında hem sediment, hem de topraklar nötr pH aralığındadır. Eğrekkaya havzasında biriken sediment 6,48 değeri ile hafif asit pH değerine sahipken, alt havza topraklarının pH'sı orta alkali pH grubuna girmektedir. Kavşakkaya havzasında sediment orta alkali, topraklar ise nötr özellik göstermektedir. Kurtboğazı havzası sediment bakımından nötr, topraklar bakımından ise orta alkali pH değerine sahiptir.

Alt havzalar içinde sedimentte ortalama en yüksek pH değeri Kavşakkaya alt havzasında belirlenmiştir. Aynı zamanda bu alt havzada diğer alt havzalardan farklı olarak sedimentin pH değeri, topraklarınkinden daha fazla bulunmuştur. Bu durum; çalışma alanı içinde en fazla tarım arazisine sahip olan Kavşakkaya alt havzasında, alüvyal alanlardaki yıkanma ve taşınma materyalinin sedimentteki pH değerini etkilemesiyle açıklanabilirse de, böyle bir yorum çok da güvenilir olamayacaktır.

4.4.4 Katyon değişim kapasitesi (KDK)

Çalışma alanında sediment örneklerinin KDK'sı 14,4-33,7 cmol.kg⁻¹ arasında değişmektedir. Akyar havzasında sedimentin ortalama KDK değeri 21,5 cmol.kg⁻¹ iken toprakların ortalama KDK değeri 16,3 cmol.kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Eğrekkaya havzası sedimentinin KDK değeri 15,7 cmol.kg⁻¹ olup, havza topraklarınınki 26,4 cmol.kg⁻¹ olarak bulunmuştur. Kavşakkaya havzasında sedimentin ortalama KDK değeri 29,6 cmol.kg⁻¹, toprakların ise 23,2 cmol.kg⁻¹'dir. Kurtboğazı havzası

sedimentinin ortalama KDK'sı $27,6 \text{ cmol.kg}^{-1}$ olup, alt havza topraklarının $26,3 \text{ cmol.kg}^{-1}$ 'dir.

Alt havzalar içinde sadece Eğrekkaya havzasında sedimentin ortalama KDK değeri, topraklarıkinden daha az bulunmuştur. Eğrekkaya alt havzası sedimentinde tespit edilen düşük kil kapsamına bağlı olarak KDK içeriğinin de düşük olması beklenen bir durumdur. Genel olarak, toprakların ve ait oldukları havzadaki sedimentlerin KDK değerleri arasında bir uyumun varlığı dikkat çekmektedir.

4.4.5 Kireç

Çalışma alanında sediment örneklerinde belirlenen en yüksek kireç kapsamı % 1,94 olup, en düşük kapsamı ise eseri miktarda belirlenmiştir. Buna göre sedimentler kireçsiz veya çok az kireçli sınıftadır.

Akyar ve Eğrekkaya alt havzalarının sedimentlerinde eseri miktarda kireç belirlenmiş olup, topraklarında belirlenen ortalama kireç kapsamı ise sırayla % 0,42 ve % 2,95'dir. Akyar alt havzasının % 67'sine yakın bölümü andezit-dasit piroklastik kaya, andezit-dasit-tüf ile kumtaşı-çamurtaşı-kireçtaşı ana materyali üzerinde yer almaktadır. Eğrekkaya alt havzasının büyük bir bölümü (% 47) ise andezit-bazalt piroklastik kaya ile kumtaşı-çamurtaşı-kireçtaşından oluşmuştur.

Kavşakkaya havzasında sedimentin ortalama kireç kapsamı % 1,49 olup, alt havza topraklarındaki kapsamı ise % 2,17'dir. Kireç kapsamı açısından Kurtboğazı havzası incelendiğinde sedimentte ortalama % 1,39, topraklarda ise % 3,99 olduğu görülmektedir.

Kavşakkaya alt havzası ana materyalinin % 46'sı andezit-bazalt piroklastik kayadan oluşmakta olup, Kurboğazı alt havzasının çok büyük bir bölümü (% 81) andezit-bazalt piroklastik kaya ile kumtaşı-çamurtaşı-kireçtaşı ana materyali üzerinde bulunmaktadır.

Tüm alt havzalarda toprakların kireç kapsamı jeolojik yapı ile büyük ölçüde uyum göstermektedir. Sedimentlerde ortalama en yüksek kireç kapsamı Kurtboğazi havzasındaki Pazar deresi üzerindeki sediment noktasında belirlenmiş olmasına rağmen, diğer örnekleme noktaları ile farkı bir karşılaştırma yapmaya izin vermeyecek kadar küçüktür. Tüm alt havzalarda sedimentin topraklara göre daha az kireç kapsamına sahip olması, topraklarda CaCO₃'ün kireçtaşı halinde çökmesine bağlanabilir.

4.4.6 Organik madde

Çalışma alanında biriken sedimentin organik madde kapsamı % 1,39-2,38 arasında değişmektedir. Akyar havzasındaki sedimentin ortalama organik madde kapsamı % 1,56 iken, alt havza toprakların kapsamı % 1,88 olarak belirlenmiştir. Eğrekkaya havzasında tutulan sediment ve alt havza toprakları sırasıyla % 1,45 ve % 1,56 ortalama organik madde içermektedir. Her iki alt havza sediment ve toprakları, organik madde yönünden fakir sınıfa girmekte olup, sedimentin organik madde kapsamı topraklarınkinden düşük bulunmuştur. Eğrekkaya alt havzasının % 92,7'sini, Akyar alt havzasının da % 86,3'ünü orman alanları kaplamaktadır.

Kavşakkaya havzasında ortalama organik madde kapsamı sedimentte % 2,18, topraklarda % 1,62 olarak belirlenmiştir. Alt havzada biriken sediment orta, havza toprakları ise organik madde kapsamı bakımından fakir sınıftadır. Sedimentte belirlenen daha yüksek organik madde kapsamı alt havzada yer alan besi çiftliklerinin atıklarının sularla birlikte baraj gölüne taşınması ve burada birikmesiyle açıklanabilir.

Kurtboğazi havzası incelendiğinde ise ortalama organik madde yönünden sedimentin kapsamının (% 1,98), toprakların kapsamından (% 1,38) daha fazla olduğu görülmektedir. Her ne kadar sediment ve toprakların organik madde kapsamı fakir sınıfta da olsa aradaki farkın, daha önceki bölümlerde de bahsedildiği üzere Kurtboğazi barajına boşalan Pazar deresinin baraj gölüne taşıdığı evsel ve hayvansal atıklardan kaynaklandığı söylenebilir. Organik atıkların su tarafından taşınabilirliğinin kolaylığı, sediment örneklerinde biriken organik madde miktarının her zaman geldiği topraklardan yüksek olmasını gerektirir. Ancak burada organik atıkların birikmeleri

kadar, ayrışma, parçalanma hızları da önemlidir. Dolayısıyla örnekleme zamanı, bu örneklerdeki organik madde kapsamının değişmesine bağlı farklılıklara yol açabilir. Havzada sediment örnekleri üç kez alınıp, değişimler izlenmeye çalışılmış ise de, toprak örnekleri için bu olanak bulunamamıştır. Esasen konu, bu çalışmanın kapsamını aşmaktadır.

4.4.7 Alınabilir kalsiyum

Çalışma alanında biriken sedimentin alınabilir kalsiyum kapsamı 2.028-5.631 mg.kg⁻¹ arasında değişmekte olup çok yüksek düzeydedir. Akyar havzasında biriken sedimentin ortalama alınabilir kalsiyum kapsamı 3.613 mg.kg⁻¹ iken, alt havza topraklarının ortalama alınabilir kalsiyum kapsamı 2.564 mg.kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Eğrekkaya havzasındaki sediment ortalama 2.233 mg.kg⁻¹ alınabilir kalsiyum içermekte olup, topraklarının ortalama kalsiyum kapsamı ise 4.533 mg.kg⁻¹'dir. Kavşakkaya havzasında sedimentin ve toprakların ortalama alınabilir kalsiyum kapsamı sırasıyla 4.719 mg.kg⁻¹, 3.682 mg.kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Kurtboğazı havzasında da diğer alt havzalarda olduğu gibi çok yüksek alınabilir kalsiyum içeriği belirlenmiş olup, sedimentin ortalama alınabilir kalsiyum kapsamı 4.465 mg.kg⁻¹, toprakların ise 4.568 mg.kg⁻¹'dir. Hem sedimentte hem de topraklardaki kalsiyum kapsamı havza jeolojisine bağlı olarak değişmiştir. Bununla birlikte, havza genelinde topraklarda ve sedimentte alınabilir Ca⁺² kapsamının hemen her zaman yüksek olduğu görülmektedir.

4.4.8 Alınabilir magnezyum

Çalışma alanında toplanan sedimentin alınabilir magnezyum kapsamı 303-663 mg.kg⁻¹ arasında değişmektedir. Akyar havzası göl tabanındaki sedimentin ortalama alınabilir magnezyum kapsamı 346 mg.kg⁻¹ iken, alt havza topraklarınıninki 338 mg.kg⁻¹ olup, her ikisi de orta düzeydedir. Eğrekkaya havzasında biriken sedimentin ortalama alınabilir magnezyum kapsamı yüksek düzeyde (513 mg.kg⁻¹) olup, alt havza topraklarının ise orta (336 mg.kg⁻¹) düzeydedir. Kavşakkaya havzasında ise sedimentte ve topraklarda ortalama alınabilir magnezyum kapsamı sırasıyla 651 mg.kg⁻¹ ve 433 mg.kg⁻¹'dir. Kurtboğazı havzasındaki sedimentin ortalama alınabilir magnezyum içeriği 541 mg.kg⁻¹

iken toprakların 320 mg.kg^{-1} 'dir. Kurtboğazı ve Kavşakkaya alt havzalarının ortalama Mg^{+2} kapsamı yüksek, toprakları orta düzeydedir. Ortalama en düşük alınabilir magnezyum kapsamı Akyar alt havzasında belirlenmiş olup, diğer alt havzaların farkı önemli görülmemiştir. Genel olarak tüm alt havzalarda biriken sedimentlerde, taşınma ve yıkanmaya bağlı olarak gerçekleşen birikimlerle, topraklara nazaran daha fazla alınabilir magnezyum belirlenmiştir. Yine de sonuçlar, kesin hükümler yürütmeye izin verecek farklılıklar göstermemektedir.

4.4.9 Alınabilir potasyum

Alınabilir potasyum yönünden çalışma alanında biriken sedimentin değişim aralığı $57,1-363 \text{ mg.kg}^{-1}$ 'dir. Akyar havzasındaki sedimentin ve alt havza topraklarının ortalama alınabilir potasyum kapsamı sırasıyla 165 mg.kg^{-1} ile 125 mg.kg^{-1} 'dir. Alt havzada sediment yüksek, topraklar ise yeterli düzeyde alınabilir potasyum içermektedir. Eğrekkaya havzasında sedimentin ortalama alınabilir potasyum kapsamı az sınıfına ($66,8 \text{ mg.kg}^{-1}$) girmekte olup, alt havza topraklarının kapsamı ise çok yüksek (360 mg.kg^{-1}) düzeydedir. Kavşakkaya havzasında sedimentte 150 mg.kg^{-1} , topraklarda ise 272 mg.kg^{-1} ortalama alınabilir potasyum kapsamı belirlenmiştir. Kavşakkaya alt havzasının ortalama sediment kapsamı yeterli düzeyde iken, toprakları yüksek düzeydedir. Kurtboğazı havzasının ortalama alınabilir potasyum kapsamı sedimentte 283 mg.kg^{-1} , topraklarda ise 248 mg.kg^{-1} olup, her ikisinde de yüksek düzeydedir. Ortalama en düşük alınabilir potasyum kapsamına sahip olan Eğrekkaya havzasındaki sediment, aynı zamanda diğer alt havzalara göre en düşük kil kapsamına da sahiptir. Daha önceki bölümlerde de bahsedildiği üzere değişim komplekslerinin tür ve miktarının, alınabilir potasyum üzerine etkisi bulunmaktadır. Havza genelinde toprakların ve sediment örneklerinin K^+ içerikleri, söz konusu elementin doğal koşullarda varlığını ve alınabilirliğini etkileyen koşulların çeşitliliği de göz önünde bulundurulduğunda, güvenilir ve kapsamlı yorumlara izin verecek oranda değişim göstermemektedir.

4.4.10 Alınabilir fosfor

Çalışma alanındaki sedimentlerde tespit edilen alınabilir fosfor içeriği 4,30-15,8 mg.kg⁻¹ arasında değişmektedir. Akyar havzasında toplanan sedimentin ve alt havza topraklarının ortalama alınabilir fosfor kapsamı sırasıyla 9,08 mg.kg⁻¹ ile 14 mg.kg⁻¹'dir. Buna göre Akyar alt havzasında örneklenen sediment yetersiz, alt havza toprakları ise orta düzeyde alınabilir fosfor içermektedir. Eğrekkaya havzasında ortalama alınabilir fosfor kapsamı sedimentte yetersiz (9,40 mg.kg⁻¹), alt havza topraklarında ise orta (13 mg.kg⁻¹) düzeydedir. Kavşakkaya havzasında belirlenen ortalama alınabilir fosfor kapsamı sedimentte yetersiz sınıfına girmekte olup (7,40 mg.kg⁻¹), topraklarda ise çok yetersiz (4,85 mg.kg⁻¹) düzeydedir. Kurtboğazı havzası ortalama alınabilir fosfor kapsamı yönünden incelendiğinde, sedimentte 9,48 mg.kg⁻¹, topraklarda 10,5 mg.kg⁻¹ olduğu belirlenmiş olup, her ikisinde de yetersiz düzeydedir. Kurtboğazı havzasında özellikle Pazar deresi örnekleme noktasında diğer noktalara nazaran daha yüksek alınabilir fosfor kapsamının belirlenmiş olması, toprak özelliklerinden daha çok evsel ve tarımsal faaliyetlerin etkili olduğunu düşündürmektedir. Kavşakkaya alt havzasında ise tarımsal alanlarda kullanılan gübrelere bağlı olarak sedimentte daha yüksek alınabilir fosfor kapsamının belirlendiği söylenebilir. Marsden (1989) tarafından bildirildiğine göre; göl ve göletlerin ötrofikasyonunda, sedimentlerin fosfor rezervinin önemi büyüktür. Su ortamına giren fosfor öncelikle sedimentte birikir (Sondergaard vd. 2001, James vd. 2004), çünkü fosfatların suda çözünürlükleri ve hareketleri çok sınırlıdır.

4.4.11 Alınabilir demir

Çalışma alanındaki sedimentlerde tespit edilen alınabilir demir kapsamı 9,65-23,7 mg.kg⁻¹ arasında değişmekte olup, buna göre iyi (yüksek) sınıfına girmektedir. Akyar havzasındaki sedimentin ve havza topraklarının ortalama alınabilir demir kapsamı sırasıyla 10,5 mg.kg⁻¹ ile 15,1 mg.kg⁻¹'dir. Eğrekkaya havzasında ortalama alınabilir demir kapsamı sedimentte 14,3 mg.kg⁻¹, alt havza topraklarında ise 7,24 mg.kg⁻¹'dir. Kavşakkaya havzasında belirlenen ortalama alınabilir demir kapsamı sedimentte 15,8 mg.kg⁻¹, topraklarda ise 13,4 mg.kg⁻¹'dir. Kurtboğazı havzasında sedimentte 19,5 mg.kg⁻¹, topraklarda 4,18 mg.kg⁻¹ ortalama alınabilir demir

kapsamı belirlenmiştir. Akyar alt havzasında diğer alt havzalardan farklı olarak sedimentin alınabilir demir kapsamı topraklarınkinden daha düşük bulunmuştur. Elde olunan sonuçlar sedimentlerin ve ait oldukları havza topraklarının alınabilir demir kapsamlarını karşılaştırmaya izin verecek kesinlikte farklılıklar içermemektedir.

4.4.12 Alınabilir bakır

Alınabilir bakır yönünden çalışma alanındaki sedimentlerin değişim aralığı 0,16-0,96 mg.kg⁻¹ düzeylerindedir. Akyar havzasında biriken sedimentin ve alt havza topraklarının ortalama alınabilir bakır kapsamı sırasıyla 0,18 mg.kg⁻¹ ile 0,34 mg.kg⁻¹'dir. Akyar alt havzası sedimentleri yetersiz düzeyde, toprakları ise yeterli düzeyde alınabilir bakır içermektedir. Eğrekkaya havzasında sedimentin ortalama alınabilir bakır kapsamı (0,78 mg.kg⁻¹), alt havza topraklarının kapsamına (0,32 mg.kg⁻¹) göre fazladır. Kavşakkaya havzasında belirlenen ortalama alınabilir bakır kapsamı sedimentte 0,93 mg.kg⁻¹, topraklarda ise 0,56 mg.kg⁻¹'dir. Kurtboğazı havzasında ise sedimentte 0,77 mg.kg⁻¹, topraklarda 0,60 mg.kg⁻¹, ortalama alınabilir bakır kapsamı belirlenmiştir. Eğrekkaya, Kavşakkaya ve Kurtboğazı alt havzaları yeterli düzeyde alınabilir bakır içermektedir. Akyar alt havzası dışında diğer alt havzalarda topraklara nazaran, sedimentin daha fazla alınabilir bakır kapsamına sahip olduğu belirlenmiştir. Ancak sonuçlar, güvenilir yorumlar yapmayı zorlaştırmıştır.

4.4.13 Alınabilir çinko

Havza bütünündeki sedimentlerde tespit edilen alınabilir çinko kapsamı 0,11-0,64 mg.kg⁻¹ arasında değişmekte olup, çok az sınıfına girmektedir. Akyar havzasındaki sedimentin ve topraklarının ortalama alınabilir çinko kapsamı sırasıyla 0,17 mg.kg⁻¹ ile 0,44 mg.kg⁻¹'dir. Eğrekkaya havzasında ortalama alınabilir çinko kapsamı sedimentte 0,57 mg.kg⁻¹, alt havza topraklarında ise 0,51 mg.kg⁻¹'dir. Kavşakkaya havzasında belirlenen ortalama alınabilir çinko kapsamı sedimentte 0,23 mg.kg⁻¹, topraklarda ise 0,32 mg.kg⁻¹'dir. Kurtboğazı havzasında sedimentte 0,38 mg.kg⁻¹, topraklarda 0,38 mg.kg⁻¹ ortalama alınabilir çinko kapsamı belirlenmiştir. Havza

genelinde sedimentlerin ve toprakların ortalama alınabilir çinko kapsamlarının birbirlerine oldukça yakın olması, bir karşılaştırma yapmaya izin vermemektedir.

4.4.14 Alınabilir mangan

Alınabilir mangan yönünden çalışma alanındaki sedimentlerin değişim aralığı 11,4-26,6 mg.kg⁻¹'dir. Akyar havzası sedimentinin ve topraklarının ortalama alınabilir mangan kapsamı sırasıyla 13,1 mg.kg⁻¹ ile 13,4 mg.kg⁻¹'dir. Akyar alt havzası az düzeyde alınabilir mangan içermektedir. Eğrekkaya havzasında sedimentinin ortalama alınabilir mangan kapsamı yeter düzeyde (23,6 mg.kg⁻¹) iken, alt havza topraklarının ki az (10,3 mg.kg⁻¹) düzeydedir. Kavşakkaya havzasında belirlenen ortalama alınabilir mangan kapsamı sedimentte 22,48 mg.kg⁻¹, topraklarda ise 15,57 mg.kg⁻¹ olup, her ikisinde de yeter düzeydedir. Kurtboğazi havzasında ise sedimentte yeter düzeyde (16,8 mg.kg⁻¹), topraklarda az (8,03 mg.kg⁻¹) düzeyde ortalama alınabilir mangan kapsamı belirlenmiştir. Alt havzaların tümünde sedimentte daha fazla alınabilir mangan tespit edilmesi, bu durumun yıkanma ve taşınma materyalinin birikimine bağlı olarak gerçekleştiğini düşündürmektedir.

4.4.15 Alınabilir bor

Çalışma alanındaki sedimentlerde tespit edilen alınabilir bor kapsamı 0,96-2,22 mg.kg⁻¹ arasında değişmektedir. Akyar havzasındaki sedimentin ve topraklarının ortalama alınabilir bor kapsamı sırasıyla 1,21 mg.kg⁻¹ ile 1,68 mg.kg⁻¹'dir. Eğrekkaya havzasında ortalama alınabilir bor kapsamı sedimentte 1,05 mg.kg⁻¹, alt havza topraklarında ise 1,59 mg.kg⁻¹'dir. Kavşakkaya havzasında belirlenen ortalama alınabilir bor kapsamı sedimentte 1,75 mg.kg⁻¹, topraklarda ise 1,49 mg.kg⁻¹'dir. Kurtboğazi havzasında sedimentte 1,65 mg.kg⁻¹, topraklarda 1,81 mg.kg⁻¹ ortalama alınabilir bor kapsamı belirlenmiştir. Sedimentlerde ortalama en yüksek alınabilir bor kapsamı Kurtboğazi alt havzasındaki iki örnekleme noktasından biri olan Pazar deresinde belirlenmiştir. Pazar deresi dışında diğer tüm noktalar alınabilir bor bakımından yüksek sınıfına girerken, bu dere çok yüksek düzeyde bor kapsamına sahiptir. Çalışma alanında tüm alt havzaların sediment kapsamı; alt havza toprak özellikleri, arazi kullanımı, iklim,

topoğrafya, jeoloji gibi etkenler ile birlikte değerlendirilmekle birlikte, daha fazla noktada örnekleme yapılması daha doğru sonuçlara ulaşılmasını sağlayacaktır. Eldeki sonuçlar, tüm alt havzalardaki sediment örneklerinin genel özelliklerinin, gerek besleyen alanlardaki genel toprak özellikleri, gerekse önlerindeki barajın su örnekleriyle uyumlu nitelikte olduğunu göstermektedir. Öte yandan sedimentlerin hiçbirinde yapay evsel veya endüstriyel kirlilik izine rastlanmamış olması, havzanın korunması açısından olumlu bulunmuştur.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Havza yönetimi çalışmalarında alt havzaların özelliklerinin ayrı ayrı belirlenmesi, su kalitesindeki değişimleri izlemeye alt havzaların kendine özgü karakteristiklerinin de ortaya çıkarılabilmesi ve varsa sorunların yerinde çözülmesi bakımından önemlidir. Öte yandan alt havzalardan gelen kirletici kaynakların tahmin edilmesinde sadece su özelliklerinin incelenip, havzada su kalitesi üzerinde doğrudan etkili diğer doğal kaynakların etkisinin ihmal edilmesi de eksik yorumlamalara neden olmaktadır. Başkente içme-kullanma suyu sağlamak gibi yaşamsal bir işlev üstlenmiş olan Kurtboğazi barajının ve ona destek veren diğer barajların ve akarsuların, sık sık örnekleme ve araştırma yapılmakla birlikte, sistematik ve bütüncül bir takibinin yapılmamış olması, ciddi bir eksiklik olarak gözlenmektedir. Ankara'nın içme suyu gereksinimini yöneten, Büyükşehir Belediyesi'ne bağlı ASKİ Genel Müdürlüğü, Başkentteki 2007 su buhranından ders çıkararak laboratuvarlarını yenilemiş, havza koruma çalışmalarını yoğunlaştırmış ve havzadaki önemli su kaynaklarından düzenli örnekler alarak, bunları analiz etmeye başlamıştır. Ancak bu çalışmaların sonuçları da, kamuya paylaşılmayıp, suyun arıtıldıktan sonraki kalitesinin internet ortamında yayınlanmasıyla yetinilmektedir.

Bu çalışma ile Kurtboğazi havzası ve onu besleyen havzaların, yani Kurtboğazi havza sisteminin, sürdürülebilir toprak ve su yönetimine yönelik kullanım, koruma ve izleme stratejilerinin geliştirilmesi açısından toprak, su ve sediment bir bütün olarak ele alınmış ve alt havzaların her birinin payları ayrı ayrı değerlendirilerek havzanın doğal kaynak veri tabanı oluşturulmuştur. Havza genelinde incelenen su kalitesi göstergeleri içme-kullanma suları standartları açısından işlem görmemiş (ham) su niteliğinde olmakla birlikte, Başkentte uygulanan standart arıtma sistemlerinin mikrobiyel bulaşmalar ve diğer organik artıklar, buna bağlı olarak istenmeyen kokular, askıdaki görünür taneler ve bununla birlikte bulanıklık, olumsuz renk ve son olarak da pH dışında hemen hiçbir su kalitesi göstergesini değiştirmediği ve Kurtboğazi barajından çıkan suyun, Çamlıdere ve Kesikköprü barajlarından gelen sularla harmanlanarak kente sunulduğu belirtilmelidir.

Çalışmada Akyar, Eğrekkaya, Kavşakkaya ve Kurtboğazi barajları ve bu barajları besleyen dereler üzerinde belirlenen 15 noktada, Temmuz 2014 - Haziran 2015 tarihleri arasında her ay alınan örneklerle bir yıl boyunca bazı su kalite parametreleri incelenmiş ve mevcut kirlilik seviyesi ile ilgili sonuçlara ulaşılmıştır. Her bir alt havzanın incelenen su kalitesi parametreleri bakımından Kurtboğazi havzasına taşıdığı yükler belirlenmiştir.

Havza sularının sıcaklık değerleri 3,9-23,7 °C arasında değişmekte olup, ortalama sıcaklık değeri 11,5 °C olarak belirlenmiştir. Ortalama sıcaklık değeri, Avrupa Birliği'nin içme suları elde edilecek yüzey suları için belirlediği ortalama üst sıcaklık (22 °C) değerinin altında olduğu belirlenmiştir. Havzada sıcaklık değerleri bakımından su kalitesini olumsuz yönde etkileyecek bir durum söz konusu değildir.

Havza sularında belirlenen çözülmüş oksijen değerleri 6,55-13,0 mg.L⁻¹ arasında değişmektedir. Yıllık ortalama çözülmüş oksijen değeri ise 9,61 mg.L⁻¹'dir. YSKY'ne göre, havza suları ortalama çözülmüş oksijen seviyesi açısından I. sınıf su kalitesindedir. Sucul hayatın devamı için oldukça önemli olan çözülmüş oksijenin çalışmada belirlenen ve genellikle yeterli düzeylerde olan miktarları, havza genelinin korumalı olması ve akarsularla oldukça sık ve yüksek düşülü suların desteklemesinin yanı sıra, havza sularındaki fotosentetik aktivitenin fazlalığına bağlanabilir.

Havza sularının pH değerleri 7,7-8,9 arasında değişmekte olup, sular hafif alkali niteliktedir. YSKY, kıtaiçi yerüstü su kaynaklarının pH aralığını 6-9 olarak belirlemiştir. , III. sınıf sular için pH aralığını 6-9 olarak belirlemiştir. Buna göre çalışma alanı suları pH değerleri bakımından ilgili yönetmelikte belirlenen sınırlar içindedir. Çalışma alanı suları aynı zamanda Avrupa Birliği Komisyonu'nun içme suları direktifi ile içme suları elde edilecek yüzey suları kalitesi tebliği, Dünya Sağlık Örgütü'nün içme suları kalitesi tebliği, Amerika Çevre Koruma Ajansı tarafından tavsiye edilen su kalite kriterleri ve Türk Standartları Enstitüsü insani tüketim amaçlı sular tebliğinde bildirilen sınır değerlere uygundur. Çalışılan havzaların çoğunlukla jeolojisine bağlı olarak değişmekle birlikte alt havzalarda ve Kurtboğazi havzasında evsel ve hayvansal atık deşarjlarının da etkisiyle dalgalanmalar gösterdiği düşünülen pH, tüm alt havzalarda önemle takip edilmesi gereken bir su kalitesi parametresidir.

Özellikle sulama suları açısından önemli bir kalite kriteri olan elektriksel iletkenlik değeri havza sularında 0,08-0,79 dS.m⁻¹ arasında değişmekte olup, ortalama elektriksel iletkenlik değeri 0,31 mg.L⁻¹ olarak belirlenmiştir. YSKY'ne göre ortalama EC bakımından çalışma alanı suları I. sınıf su kalitesindedir. SKKY Teknik Usuller Tebliği Sulama Sularının Sınıflandırılmasında Esas Alınan Sulama Suyu Kalite Parametrelerine göre elektriksel iletkenlik değeri bakımından havza suları II. sınıf su kategorisine girmektedir. Çalışmada Eğrekkaya alt havzasında yer alan Hamam deresi ve Gürcü deresi ile Kavşakkaya alt havzasında yer alan Kamışlığın deresi ve Kuruçay'da en yüksek ortalama iletkenlik değerleri belirlenmiştir. Çalışma alanında tespit edilen EC değerlerinin TS 266 ve Avrupa Birliğinin gerek yüzey suyu gerekse içme suyu tebliğlerinde belirtilen sınır değerlerin oldukça altında olduğu tespit edilmiştir. Havza suları elektriksel iletkenlik yönünden gerek içme, gerekse sulama suyu tüketimlerine elverişlidir.

Toplam çözünmüş madde miktarı havza sularında 50-674 mg.L⁻¹ arasında değişmekte olup, ortalama değeri 223 mg.L⁻¹ olarak belirlenmiştir. Havza sularının ortalama çözünmüş madde miktarları EPA tarafından belirlenen sınır değerinin altında olup, insani tüketim açısından da bir sorun teşkil etmemektedir. Alt havzaların Kurtboğazi havzasına çözünmüş madde miktarı yönünden katkıları incelendiğinde, Kavşakkaya alt havzasının % 42, Eğrekkaya alt havzasının da % 35 oranında çözünmüş madde taşıdığı belirlenmiştir. Her ne kadar Kavşakkaya ve Eğrekkaya alt havzalarında yer alan Kamışlığın deresi, Kuruçay ve Hamam deresinin ortalama çözünmüş madde kapsamı çalışmada elde edilen en yüksek değerler olsa da, bu derelerin kendi alt havzalarının çıkışına ulaşana kadar çözünmüş madde miktarı bakımından seyredildiği anlaşılmaktadır. Dolayısıyla alt havzaların Kurtboğazi havzasına çözünmüş madde miktarı bakımından yaptıkları katkıda aktarılan suyun debisinin daha etkili olduğu düşünülmektedir. Kamışlığın deresi, Kuruçay ve Hamam deresinin gerek jeolojik formasyon, gerekse derelere gelen evsel ve hayvansal atıklar nedeniyle çözünmüş madde kapsamının yüksek olması, her iki alt havzadan Kurtboğazi havzasına ileride gelebilecek katkının artabileceğini düşündürmektedir. Kurtboğazi havzasına Mera çayının % 16, Pazar deresinin % 6 oranında çözünmüş madde yükü katkısı bulunmaktadır. Akyar alt

havzasından Eğrekkaya alt havzasına taşınan toplam çözünmüş madde katkısı ise % 26'dır.

Çalışmada havza sularında belirlenen nitrat kapsamı 0,02-5,00 mg.L⁻¹ arasında değişmekte olup, ortalama nitrat değeri 0,46 mg.L⁻¹'dir. Belirlenen nitrat kapsamı, YSKY'ne göre I. sınıf su kalitesinde olup, TS 266, EC, WHO ve EPA tarafından aşılmaması tavsiye edilen sınır değerlerinin oldukça altındadır. Çalışma alanında nüfusun az, tarımsal etkinliğin ve hayvancılığın sınırlı olması gibi nedenlerle havza sularında düşük miktarlarda nitrat kapsamı belirlenmiştir. Çalışmada ortalama en yüksek nitrat kapsamı Kavşakkaya alt havzasında bulunan Kamışlığın deresi ve Kurtboğazi havzasında bulunan Mera çayı ve Pazar Köprü altında belirlenmiştir. Kurtboğazi havzasına en fazla nitrat yükü % 62'lik oranla Mera çayından gelmektedir. Havza içerisindeki tarım alanlarında kullanılan gübrelerin ve yerleşim alanlarından kaynaklanan olası evsel ve hayvansal atıkların dereye sızması sonucu Mera çayında nitrat kapsamının nispeten yüksek olduğu düşünülmektedir, çünkü havza genelinde nitrat kirliliği doğurabilecek önemli bir endüstriyel etkinlik yoktur. Kamışlığın deresinin nitrat kapsamı Kavşakkaya alt havzasının çıkış suyuna (Kavşakkaya barajına) ulaşınca kadar seyrelerek, nitrat konsantrasyonu düşmüştür. Dolayısıyla gerek Kavşakkaya barajında, gerek Eğrekkaya barajında belirlenen düşük nitrat kapsamlarından dolayı Kurtboğazi havzasına her iki alt havzanın da katkısı oldukça az olmuştur. Kurtboğazi havzasına Eğrekkaya alt havzasının % 15, Kavşakkaya alt havzasının ise % 14 seviyesinde nitrat katkısı mevcuttur. Kurtboğazi havzasında bulunan Pazar deresinin taşıdığı nitrat yükü derenin düşük debisine bağlı olarak daha kısıtlı kalmıştır. Pazar deresinin kendi havzasına % 8 oranında nitrat yükü katkısı bulunmaktadır. Akyar alt havzasından Eğrekkaya alt havzasına taşınan nitrat yükü ise % 67 oranına sahiptir.

Havza sularında tespit edilen amonyum değerleri 0,010-0,065 mg.L⁻¹ arasında değişmektedir. Ortalama amonyum değeri ise 0,030 mg.L⁻¹ olup, YSKY'ne göre havza suları I. sınıf su kalitesindedir. Amonyum azotu değerleri aynı zamanda, TS 266 ve Avrupa Birliği yüzey suları ve içme suyu tebliğinde belirlenen sınır değerlerin altında olup, tüketim için uygun durumdadır. Eğrekkaya alt havzasının Kurtboğazi havzasına

taşıdığı amonyum azotu yükü katkısı % 45'tir. Kavşakkaya alt havzasından gelen amonyum yükü ise toplamın % 36'sını oluşturmaktadır. Mera çayının amonyum yükü katkısı % 14, Pazar deresinden gelen amonyum yükü ise % 5'lik bir katkı payına sahiptir. Akyar alt havzasından Eğrekkaya alt havzasına taşınan amonyum yükü katkısı % 46'dır. Alt havza sularında amonyum yönünden bir sorun olmamakla beraber, Kurtboğazi barajına aktarılan suların yüksek debiye sahip olması, amonyağın su içindeki azotlu bileşiklerin bir ara ürünü olması ve serbest amonyağa dönüşerek su canlıları için toksik seviyeye ulaşabilmesi nedeniyle takip edilmesi gereken bir su kalitesi parametresidir.

Su kalitesi için oldukça önemli bir parametre olan toplam fosforun havza sularında belirlenen değerleri 0,01-0,16 mg.L⁻¹ arasında değişmekte olup, ortalama fosfor değeri ise 0,06 mg.L⁻¹'dir. YSKY'ne göre, havza suları ortalama fosfor bakımından I. sınıf su kalitesinde ve trofik seviye sınıflamasına göre de ötrofik seviyededir. Kurtboğazi havzasına en fazla toplam fosfor yükü % 54'lük bir oranla Eğrekkaya alt havzasından gelmektedir. Tarımsal faaliyetlerin sınırlı olması nedeniyle, sarp ve dik bir topoğrafyaya sahip olan alt havzada, özellikle taşkın dönemlerinde akıdaki organik ve inorganik katılar yoluyla taşınan fosfor bileşiklerinin Eğrekkaya barajındaki fosfor kapsamını etkilediği düşünülmektedir. Kurtboğazi barajına aktarılan suyun yüksek akışına bağlı olarak da, taşınan fosfor yükü artmıştır. Kavşakkaya alt havzasının, Kurtboğazi havzasına fosfor kapsamı bakımından katkısı % 28'dir. Buna karşın, ortalama akışlarının düşük olması nedeniyle Mera çayının %13 ve Pazar deresinin % 5 oranında fosfor katkıları vardır. Akyar alt havzasından Eğrekkaya alt havzasına ise % 24 oranında fosfor katkısı bulunmaktadır. Özellikle Eğrekkaya alt havzasının Kurtboğazi havzasına çok fazla fosfor yükü getirdiği anlaşılmaktadır. Fosforun, su kalitesinin belirlenmesinde, ötrofikasyon kontrolünde sınırlayıcı element olması nedeniyle gerek doğal nedenler, gerekse evsel ve tarımsal faaliyetlerden kaynaklansın, özellikle Eğrekkaya alt havzasında hem topraklarda hem de suda yakından izlenmesi gerekmektedir.

Havza sularında belirlenen biyolojik oksijen ihtiyacı değerleri 0,74-2,67 mg.L⁻¹ arasında değişmektedir ve ortalama BOİ₅ değeri 1,49 mg.L⁻¹'dir. YSKY'ne göre havza suları

BOİ₅ bakımından I. sınıf su kalitesine sahip olup, Avrupa Birliği Komisyonu'nun içme suları elde edilecek yüzey suları kalitesi tebliğine göre de uygun durumdadır. Eğrekkaya alt havzanın Kurtboğazi havzasına taşıdığı organik madde yükü, toplamın % 47'sini oluşturmaktadır. Kavşakkaya alt havzasından taşınan organik madde yükü ise % 38'lik bir katkıya sahiptir. Kurtboğazi havzasına taşınan organik madde yükünün % 10'u Mera çayından, % 5'i ise Pazar deresinden gelmektedir. Akyar alt havzasından Eğrekkaya alt havzasına taşınan organik madde yükü katkısı % 43 olmuştur. Su ortamlarında organik madde içeriği ve biyolojik aktivite için önemli göstergelerinden olan BOİ₅ yönünden alt havzalar ve Kurtboğazi havzasında bir su kalitesi sorunu belirlenmemiştir.

Kural olarak yerkürede bitkisel canlıların büyük bölümü, yılda bir kez yenilenirler. İlbaharda yeşerip büyüyerek oksijen salan bitkiler, sonbaharda yaprakların dökülmesiyle birlikte toprağa dönüp, mikroorganizmaların hücumuna uğrar ve bu kez olay tersine döner. Doğada oksijen-karbondioksit dengesini büyük ölçüde etkileyen bu süreç, sularda biraz farklı işler. Suda oksijen üreten en önemli canlı grubu yeşil algler olup, sıcaklık, pH, besin desteği gibi koşullar uygun olduğunda, bu canlılar (Cyanobakterler) öyle hızlı ve geniş oranlarda gelişirler ki suyu yeşile boyar ve kendilerini özgü kokularını suya bırakırlar (Demir vd. 1999). Daha sonra gelen, ani soğuma, suyun bulanması gibi bir olumsuzluk bu canlıları kitle halinde yok ederek, çürükçül canlılara beslenme ortamı sağlar. Bu süreç, Kurtboğazi baraj havzasında sık yaşanan bir olay olup, izlenmesi için en geçerli yol çözünmüş oksijen kapsamındaki dalgalanmalardır. Havza, diğer özellikler yönünden sularda bataklıklaşma (ötrofikasyon) oluşumuna uygun koşullar barındırmaktadır. Bu bakımdan, sınır değerlerin içinde kalsa bile, bataklıklaşma koşulları oluşturabilecek göstergelerin düzenli biçimde yakından izlenmesi önerilir.

Havza sularında KOİ değerleri 2,29-33,4 mg.L⁻¹ arasında değişmekte olup, ortalama değeri 12,9 mg.L⁻¹ olarak belirlenmiştir. YSKY'ne göre ortalama KOİ seviyeleri açısından havza suları I. sınıf su kalitesine sahiptir. Kavşakkaya alt havzasından Kurtboğazi havzasına taşınan KOİ yükü toplamın % 48'ini oluşturmaktadır. Eğrekkaya alt havzasının Kurtboğazi havzasına katkısı % 30'dur. Mera çayından gelen KOİ yükü

% 16 ve Pazar deresinden gelen yük ise % 6'lık bir katkı payına sahiptir. Havza sularının oldukça düşük seviyelerde KOİ kapsamlarına sahip olması nedeniyle sularda bir kirlilikten söz edilemez. Bununla birlikte her iki alt havzanın Kurtboğazı havzasına olan KOİ yükü katkısı nedeniyle önemli bir su kalitesi parametresi olduğu da ortadadır.

Tüm doğal sularda en bol bulunan elementlerden biri olan kalsiyumun havza sularında belirlenen kapsamları $7,00-90,7 \text{ mg.L}^{-1}$ arasında değişmekte olup, ortalama kalsiyum değeri $34,1 \text{ mg.L}^{-1}$ 'dir. Kurtboğazı havzasına en fazla kalsiyum yükü % 53'lük oranla Kavşakkaya alt havzasından gelmektedir. Mera çayının ve Pazar deresinin ortalama kalsiyum içeriği Eğrekkaya barajının kalsiyum içeriğinden daha fazla olmasına rağmen, debilerine bağlı olarak Kurtboğazı havzasına kalsiyum yönünden katkıları daha düşüktür. Eğrekkaya barajının % 33, Mera çayının % 10 ve Pazar deresinin % 4 oranında kalsiyum yükü katkısı bulunmaktadır. Akyar alt havzasından Eğrekkaya alt havzasına taşınan kalsiyum yükü % 22'lik bir orana sahiptir. Özellikle içme suyu kalitesinin belirlenmesinde suların sertliğinden sorumlu temel parametre olan kalsiyum bakımından su kalitesini sınırlayıcı bir durum söz konusu değildir.

Suların sertlik kazanmasından çoğu zaman ikinci derecede sorumlu olan magnezyum havza sularında $1,32-40,9 \text{ mg.L}^{-1}$ arasında belirlenmiş olup, ortalama değeri $9,36 \text{ mg.L}^{-1}$ 'dir. Kurtboğazı havzasına getirilen magnezyum yükü bakımından en fazla katkıyı Eğrekkaya alt havzası vermiştir. Eğrekkaya alt havzasının % 61, Kavşakkaya alt havzasının % 28, Pazar deresinin % 6 ve Mera çayının % 5 oranında magnezyum katkısı bulunmaktadır. Akyar alt havzasından Eğrekkaya alt havzasına taşınan magnezyum yükü katkısı % 24 olmuştur. İçme suyu kalitesi bakımından önemli bir element olan magnezyum, havza suları için bir sorun teşkil etmeyecek düzeydedir.

Havza sularında tespit edilen sodyum değerleri $1,61-86,9 \text{ mg.L}^{-1}$ arasında değişmekte olup, ortalama sodyum değeri $11,92 \text{ mg.L}^{-1}$ 'dir. İçme-kullanma sularında sodyum, daha çok sodyum diyeti yapanlar için olası bir tehlike ögesidir. Havza sularının sodyum içerikleri TS 266, WHO ve Avrupa Birliği içme suyu tebliğinde belirlenen sınır değerlere de uygundur. Sodyum aynı zamanda sulama suyu kalitesinin belirlenmesinde de önemli bir iyon olup, Kurtboğazı barajından yapılan sulamalarda bir risk

oluşturmayacak düzeydedir. Çalışmada Eğrekkaya alt havzasında Hamam deresinde nispeten yüksek sodyum kapsamı belirlenmiş, ancak Eğrekkaya baraj sularına ulaşmaya kadar etkisi azalmıştır. Buna karşın Eğrekkaya barajından aktarılan suyun debisine bağlı olarak Eğrekkaya alt havzasının Kurtboğazi havzasına taşıdığı sodyum yükü katkısı % 51 olarak belirlenmiştir. Akyar alt havzasından Eğrekkaya alt havzasına sodyum bakımından katkısı % 22'dir. Kavşakkaya alt havzasından gelen yük % 18, Mera çayından gelen yük % 27 ve Pazar deresinden gelen yük ise % 4'lük bir katkı payına sahiptir. Havza sularında belirlenen sodyum kapsamı oldukça düşük olsa da, özellikle Eğrekkaya alt havzasının jeolojik yapısına bağlı olarak ileride sodyum bakımından bir su kalitesi risk potansiyeli bulunmaktadır.

Doğal sularda az miktarda bulunan potasyumun çalışmada havza sularında belirlenen kapsamı 1,17-14,43 mg.L⁻¹ arasında değişmekte olup, ortalama potasyum değeri 4,65 mg.L⁻¹'dir. Alt havzalarda ve Kurtboğazi havzasında potasyum yönünden bir su kalitesi sorunu bulunmamaktadır. Eğrekkaya alt havzasında Hamam deresinde belirlenen nispeten yüksek potasyum kapsamı da su kalitesini olumsuz yönde etkileyecek düzeyde değildir. Öte yandan sularda her zaman bir miktar potasyumun bulunması gereklidir. Çünkü, K⁺ hem önemli bir besin elementidir, hem de sodyumun canlılar üzerindeki olası olumsuz etkilerini sınırlayıcı etki yapar. Potasyumun bir diğer yararı da, bir alkali iyon olarak, sularda elverişsiz asitliğin gelişmesini frenlemesidir.

Eğrekkaya ve Kavşakkaya alt havzalarının Kurtboğazi havzasına getirdiği potasyum yükleri eşit olup, her biri % 41'lik bir katkı sağlamıştır. Mera çayından gelen potasyum yükü ise % 11 Pazar deresinden taşınan potasyum yükü ise % 7'lik bir orana sahiptir. Akyar alt havzasından Eğrekkaya alt havzasına potasyum bakımından katkısı % 37'dir. Alt havzalarda ve Kurtboğazi havzasında potasyum yönünden bir su kalitesi sorunu olmamakla beraber, hem içme suyu hem de sulama suyundaki kapsamının önemine istinaden takip edilmesi gereken bir iyondur.

Havza sularında bazı aylarda ve noktalarda karbonat tespit edilememiştir. En yüksek karbonat değeri 50,4 mg.L⁻¹, ortalama değeri ise 6,39 mg.L⁻¹ olarak belirlenmiştir. Çalışmada ortalama en yüksek karbonat kapsamı derelerin geçtiği bölgenin jeolojik

formasyonuna bağlı olarak Kavşakkaya alt havzasında yer alan Kuruçay ile Eğrekkaya alt havzasında yer alan Hamam deresinde belirlenmiştir. Eğrekkaya alt havzasından Kurtboğazu havzasına taşınan karbonat yükü katkısı % 79 olup, Kavşakkaya alt havzasından gelen yük toplamın % 17'sidir. Pazar deresinde belirlenen ortalama karbonat konsantrasyonu, Kavşakkaya barajınıninkinden fazla olmasına rağmen, düşük akışına bağlı olarak Pazar deresinden gelen yük ise % 2'lik bir katkıya sahiptir. Mera çayının taşıdığı ortalama karbonat yükü de % 2'lik bir payı oluşturmaktadır. Akyar alt havzasından Eğrekkaya alt havzasına taşınan karbonat yükü katkısı % 18 olmuştur.

Bikarbonat, hemen tüm yüzey sularında bulunan ve suyun kimyasal tamponluk sisteminde en önemli rolü oynayan bir anyondur. Öte yandan sulara kalsiyumun çözünüp, hareketliliğinin artmasında bikarbonat iyonları kilit rol oynar. Ancak yüksek oranlarda bulunan bikarbonatlar, su iletim ve depolama sistemlerinde ve hatta bu suyla sulanan bitkilerin yapraklarında beyaz lekeler oluşturur. Havza sularının bikarbonat içerikleri 23,8-389 mg.L⁻¹ arasında değişmekte olup, ortalama bikarbonat değeri ise 149 mg.L⁻¹'dir. Çalışmada ortalama en yüksek bikarbonat kapsamı Eğrekkaya alt havzasında yer alan Hamam deresi ile Kavşakkaya alt havzasında yer alan Kamışlığın deresinde belirlenmiştir. Kavşakkaya alt havzasından Kurtboğazu havzasına gelen bikarbonat yükü katkısı % 46'dır. Eğrekkaya alt havzası toplam yükün % 35'ini karşılarken, Mera çayından gelen yük % 14 ve Pazar deresinden gelen yük ise % 5'lik bir katkı payına sahiptir. Akyar alt havzasından Eğrekkaya alt havzasına bikarbonat kapsamı bakımından katkısı % 20'dir. Suların sertliğini ve alkalinitesini etkileyen ve tampon sistemi olan karbonat ve bikarbonatlar bakımından hem alt havzalar, hem de Kurtboğazu havzası suları ulusal ve uluslararası standartların kabul edeceği sınırlar içinde değişmiştir.

Havza sularında tespit edilen klorür değerleri 1,75-18,2 mg.L⁻¹ arasında değişmekte olup, ortalama klorür değeri 6,79 mg.L⁻¹'dir. Çalışmada tespit edilen Cl⁻ değerleri, SKKY'nin Sulama Sularının Sınıflandırılmasında Esas Alınan Sulama Suyu Kalite Parametrelerine göre I. sınıf su kalitesindedir. Aynı zamanda TS 266, EC yüzey suyu içme suyu tebliği, WHO ve EPA tarafından belirlenen sınır değerleri ile karşılaştırıldığında Cl⁻ seviyelerinin oldukça düşük olduğu görülmektedir. Gerek içme

suyu gerek sulama suyundaki kapsamı oldukça önemli olan klorür, havza genelinde yüzey sularında su kalitesi açısından bir sorun oluşturmayacak düzeydedir. Kurtboğazi havzasına en fazla klorür yükü % 49'luk oranla Sey hamamının yer aldığı Eğrekkaya alt havzasından gelmektedir. Akyar alt havzasından Eğrekkaya alt havzasına taşınan klorür yükü katkısı da % 76'dır. Kavşakkaya alt havzasının % 35, Mera çayının % 13 ve Pazar deresinin % 3 oranında klorür yükü katkısı bulunmaktadır.

Biyolojik verimin artması için doğal sularda bulunması gereken sülfatın havza sularında belirlenen değerleri 3,43-54,4 mg L⁻¹ arasında değişmekte olup, ortalama sülfat değeri 13,4 mg.L⁻¹'dir. Havza suları, SKKY Sulama Sularının Sınıflandırılmasında Esas Alınan Sulama Suyu Kalite Parametrelerine göre I. sınıf su kategorisine girmektedir. Ayrıca tespit edilen SO₄⁻² değerlerinin TS 266, EC yüzey suyu ve içme suyu için verilen sınır değerler ile EPA kriterlerinin oldukça altında olduğu belirlenmiştir.

Kurtboğazi havzasına en fazla sülfat yükü % 63'lük oranla Eğrekkaya alt havzasından gelmektedir. Kavşakkaya alt havzasından gelen yük % 29, Mera çayından gelen yük % 6 ve Pazar deresinden gelen yük ise % 2'lik bir katkı payına sahiptir. Akyar alt havzasından Eğrekkaya alt havzasına sülfat bakımından katkısı % 15 seviyesindedir. İçme suları için önemli bir kalite parametresi olan sülfat, alt havzalarda ve Kurtboğazi havzası sularında sorun oluşturmayacak seviyededir.

Havza sularında tespit edilen bor seviyeleri 0,007-3,788 mg.L⁻¹ arasında değişmekte olup, ortalama bor değeri 0,196 mg.L⁻¹'dir. Havza suları, bor kapsamı bakımından YSKY Yerüstü Su Kaynakları için Belirli Kirleticiler ve Çevresel Kalite Standartlarında belirtilen sınır değerinin oldukça altında olup, sulama suyu olarak ta uygundur. Aynı zamanda ortalama bor içeriği yönünden havza suları TS 266 ve EC içme suyu tebliği ve WHO tarafından bildirilen içme suyu tebliğinde verilen sınır değerlerin altında olup, insani tüketim amaçlı kullanılabilir su sınıfındadır. Çalışmada sadece Eğrekkaya alt havzasındaki Hamam deresinde belirlenen bor kapsamı oldukça yüksektir. Alt havzalar içinde Eğrekkaya alt havzasının Kurtboğazi havzasına taşıdığı bor kapsamı % 38'lik bir paya sahip olup, Kavşakkaya alt havzasının katkısı ise % 34 olmuştur. Mera çayının kendi havzasından taşıdığı bor katkısı % 24, Pazar deresinin ise % 4'tür. Akyar

alt havzasından Eğrekkaya alt havzasına taşınan bor kapsamı % 32'dir. Çalışmada belirlenen düşük konsantrasyonlarına rağmen bor, içme ve sulama suyu kaynağı olarak kullanılan Kurtboğazı barajında ve onu besleyen alt havzalarda önemle takip edilmesi gereken bir su kalitesi parametresidir.

Havza sularında tespit edilen arsenik değerleri 0,97-51 $\mu\text{g.L}^{-1}$ arasında olup, ortalama arsenik değeri 11,14 $\mu\text{g.L}^{-1}$ 'dir. Havza suları ortalama arsenik kapsamı açısından YSKY'de belirlenen sınır değerinin altındadır. TS 266, EC içme suları direktifi ve WHO içme suları kalitesi tebliği ile EPA içme suyu standartlarında arsenik için bildirilen sınır değer yer yer aşılmıştır. Kurtboğazı havzasına en fazla Eğrekkaya alt havzasından arsenik yükü gelmekte olup, bu oran % 49'dur. Kavşakkaya alt havzasından taşınan arsenik yükü % 32'lik bir katkı sağlamaktadır. Mera çayının kendi havzasına taşıdığı arsenik yükü % 17'lik bir paya sahiptir. Pazar deresinden gelen yük ise % 2'lik bir katkı sağlamaktadır. Akyar alt havzasından Eğrekkaya alt havzasına arsenik kapsamı bakımından % 54'lük bir katkı yapılmıştır. Eğrekkaya alt havzası sularının jeolojik yapıdan kaynaklanan yüksek arsenik kapsamı, Kurtboğazı havzasına katkısından dolayı titizlikle takip edilmelidir. Esasen arsenik, doğada kapsamı ve yüksek olan toksisitesi çok hızlı değişen bir element niteliğiyle, tüm su kütlelerinde yakından izlenmesi gereken bir olası tehdittir.

Sulamada kullanılacak suyun kalitesinin belirlenmesinde önemli bir parametre olan SAR değeri, çalışma alanı sularında 0,44-14,7 arasında değişmektedir. Yıllık ortalama SAR değeri ise 2,59'dur. Ortalama SAR değeri açısından çalışma alanı suları I. sınıf su kategorisinde olup, "çok iyi ve iyi sulama suyu" sınıfına girmektedir. Ancak sodyum zararına duyarlı bitkilerin yetiştiriciliğinde, belirlediğimiz yüksek SAR değerleri de riskli olabilmektedir.

Havza genelinde toprak özelliklerini ortaya koymak, bunun su kaliteleri ve sediment bileşimleri üzerine olası etkilerini belirlemek amacıyla, toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri CBS kapsamında değerlendirilerek Kurtboğazı havzası ve alt havzaları için güncel toprak veri tabanları oluşturulmuş ve her bir toprak özelliğine ait toprak dağılım haritaları üretilmiştir. Havza genelinde toprakların % 74'ü orta bünyeli, % 84,2'si

tuzsuz, % 54,6'sı nötrdür. Toprakların % 51,5'inin KDK içeriği 20-30 cmol.kg⁻¹ arasında değişmektedir. Kireç kapsamı bakımından toprakların % 60,9'u kireçsiz ve çok az kireçlidir. Organik madde yönünden ise % 85,7'si fakir seviyededir. Ayrıca, toprakların % 99,3'ünün alınabilir kalsiyum içeriği çok yüksek, % 88,7'sinin alınabilir magnezyum içeriği orta düzeyde, % 52,6'sında alınabilir potasyum içeriği yüksek, % 52,2'sinde alınabilir fosfor içeriği yetersiz, % 86,8'inde alınabilir demir içeriği yüksektir. Toprakların % 96,9'unda alınabilir bakır içeriği yeterli, % 98,6'sında alınabilir çinko içeriği çok az, % 66'sında alınabilir mangan içeriği az ve % 79,6'sında alınabilir bor içeriği yüksek bulunmuştur.

Havzada 1974 ve 2004 yıllarında yapılmış olan iki çalışmanın sonuçlarına göre arazi kullanımlarında önemli değişiklikler olmuş, orman alanlarında % 29 oranında artış olurken, tarım arazilerinde % 39, çayır-mera alanlarında % 50 oranında azalma olmuştur. Aynı zamanda bu tarihler arasında çalışma alanındaki su alanları ve diğer arazilerde % 100'den fazla bir artış görülürken yerleşim alanlarında % 3 oranında bir azalma olmuştur.

Çalışmada, her bir alt havzada sediment içeriği belirlenmiş ve bu içeriğe etki edebilecek arazi kullanımı, topoğrafya, iklim, toprak özellikleri, bitki örtüsü, jeoloji gibi olası etmenler arasında ilişki kurulmaya çalışılmıştır.

Havza genelinde sedimentlerde tespit edilen kum miktarı % 33,1-41,3 arasında, silt miktarı % 20,5-33,2 arasında ve kil miktarı ise % 25,7-42,1 arasında değişim göstermektedir. Akyar, Kavşakkaya ve Kurtboğazı havzalarında topraklardaki yüksek kum kapsamına karşın erozyona bağlı olarak sedimentte kil kapsamı daha yüksek bulunmuştur.

Sediment örneklerinin elektriksel iletkenlik değerleri 0,52-0,95 dS.m⁻¹ arasında değişmekte olup, buna göre sedimentler tuzsuz ve çok hafif tuzlu sınıfındadır. Elektriksel iletkenlik değerleri bakımından sediment kapsamlarını alt havzalarda toprak özelliklerinden ziyade arazi kullanımının etkilediği düşünülmektedir. Bu alt havza sularında iletkenlik yönüyle bir su kalitesi sorunu bulunmamaktadır.

Havza genelinde sediment örneklerinin pH'sı 6,18-7,69 arasında değişmektedir.

Sediment örneklerinin KDK'sı 14,4-33,7 cmol.kg⁻¹ arasında değişmekte olup, alt havzalar içinde sadece Eğrekkaya havzasında sedimentin ortalama KDK değeri, topraklarınkinden daha az bulunmuştur. Eğrekkaya alt havzası sedimentinde tespit edilen düşük kil kapsamına bağlı olarak KDK içeriğinin de düşük olması beklenen bir durumdur.

Havzada sedimentler kireçsiz veya çok az kireçli sınıfında olup, en düşük eseri miktarda, en yüksek ise kireç kapsamı ise % 1,94 olarak belirlenmiştir. Tüm alt havzalarda toprakların kireç kapsamı jeolojik yapı ile büyük ölçüde uyum göstermektedir.

Çalışmada havzada biriken sedimentlerin organik madde kapsamı % 1,39-2,38 arasında değişmektedir. Akyar ve Eğrekkaya alt havzalarında toplanan sedimentlerden alınan örneklerde organik madde kapsamı topraklarınkinden düşük bulunmuştur. Eğrekkaya alt havzasının % 92,7'sini, Akyar alt havzasının da % 86,3'ünü orman alanları kaplamaktadır. Havza sularının organik madde yönüyle ciddi bir kirlilik durumu bulunmamaktadır.

Havza genelinde sedimentin alınabilir kalsiyum kapsamı 2028-5631 mg.kg⁻¹ arasında değişmekte olup çok yüksek düzeyde, alınabilir magnezyum kapsamı 303-663 mg.kg⁻¹ arasında değişmekte olup, orta ve yüksek düzeyde bulunmaktadır. Tüm alt havzalarda toprakların kalsiyum ve magnezyum kapsamı jeolojik yapı ile büyük ölçüde uyum göstermektedir. Havza sularında da kalsiyum ve magnezyum bakımından kullanımı sınırlayacak bir durum söz konusu değildir.

Alınabilir potasyum 57,1-363 mg.kg⁻¹ aralığında olup, alt havzalarda az, yeterli ve yüksek düzeylerde bulunmaktadır. Ortalama en düşük alınabilir potasyum kapsamına sahip olan Eğrekkaya havzasından alınan sediment örneği, aynı zamanda diğer alt

havzalara göre en düşük kil kapsamına da sahiptir. Havza sularında potasyum yönüyle bir su kalitesi sorunu belirlenmemiştir.

Sedimentte tespit edilen alınabilir fosfor içeriği 4,30-15,8 mg.kg⁻¹ arasında değişmektedir. Kurtboğazı havzasında özellikle Pazar deresinin ağzında biriken sedimentte nispeten yüksek alınabilir fosfor kapsamının belirlenmiş olması, toprak özelliklerinden ziyade havzadaki evsel ve tarımsal faaliyetlerin etkili olabileceğini düşündürmektedir. Sedimentlerin fosfor rezervi olarak ötrofikasyon üzerinde önemli etkileri bulunmaktadır (Pieczynska 1990). Kurtboğazı havzasında Pazar deresi ve Mera çayı ile Kurtboğazı barajında zaman zaman görülen ötrofikasyon olayında sedimentteki fosfor kapsamının da etkili olduğu düşünülebilir.

Havza genelinde sedimentlerin alınabilir demir kapsamları 9,65-23,7 mg.kg⁻¹ arasında değişmekte olup, buna göre iyi (yüksek) sınıfına girmektedir. Alınabilir bakır kapsamları 0,16-0,96 mg.kg⁻¹ arasında değişmekte olup, Akyar alt havzasındaki sediment yetersiz düzeyde, Eğrekkaya, Kavşakkaya ve Kurtboğazı alt havzalarındaki yeterli düzeyde alınabilir bakır içermektedir.

Alınabilir çinko kapsamı 0,11-0,64 mg.kg⁻¹ arasında değişmekte olup, çok az sınıfına girmektedir. Alınabilir mangan yönünden havzadaki sedimentin değişim aralığı 11,4-26,6 mg.kg⁻¹'dir. Akyar alt havzasında az düzeyde, Eğrekkaya, Kavşakkaya ve Kurtboğazı alt havzalarında ise yeter düzeyde alınabilir mangan içermektedir. Havzaların jeolojik yapısına bağlı olarak sedimentlerde değişen oranlarda alınabilir demir, bakır ve mangan içerikleri saptanmıştır.

Çalışmada, sediment örneklerinde tespit edilen alınabilir bor kapsamları 0,96-2,22 mg.kg⁻¹ arasında değişmektedir. Kurtboğazı havzasında bulunan Pazar deresinin ağzındaki sedimentte çok yüksek, diğer alt havzalardaki sedimentlerden daha yüksek düzeyde bor tespit edilmiştir. Topraklarda ve sedimentte belirlenen bor kapsamının oldukça yüksek olmasına karşın, havza sularında Hamam deresi dışındaki sularda bor kapsamları oldukça düşüktür. Gerek içme suyu, gerekse sulama suyu olarak kullanımları uygun görülmektedir.

Kurtboğazı barajından gelen suyla, kayıtlı sulamaların Akıncı ovasında gerçekleştirildiği Bölüm 3.1.3’de incelenmiştir. Ancak kente ulaştıktan sonra da, parklar, spor tesisleri gibi yeşil alanlarda ve refüjlerdeki çiçek, çalı, ağaç gibi bitki topluluklarında da suyun sulama amaçlı olarak tüketildiği bilinmektedir. Kentte bu yolla tüketilen su miktarları hakkında sağlıklı verilere ulaşma olanağı bulunamamıştır.

Kurtboğazı barajı Ankara kentine içme, kullanma ve sulama suyu sağlayan önemli bir su kaynağıdır. Akyar, Eğrekkaya ve Kavşakkaya barajlarının sularının Kurtboğazı barajını beslemelerinden dolayı da özel önem arz etmektedir. Ülkemizde, havzalar sisteminden içme suyu sağlayan ilk uygulama olmasına karşın, başka bir alt havzanın yakın gelecekte Kurtboğazı barajına bağlanması fiziksel olarak zordur. ASKİ yönetimi, Barajdan İvedik Arıtma Tesisine su taşıyan iki beton ileti hattını yeterli görmeyip, olası su krizlerinde yararlanılmak üzere 2013 yılında 3.000 mm çaplı üçüncü bir çelik boru hattı döşemiştir (Anonim 2013). Ne yazık ki koşullar, bu üçüncü hatta iş düşecek gibi gelişmemektedir. Başkent’in artan su gereksinimi karşısında Kurtboğazı’nın önemi günden güne artmakta, ama gücü azalmaktadır.

Kurtboğazı havzasının içme suyu havzası olması nedeniyle barajların koruma alanları mesafeleri ve buralarda yapılması yasak olan faaliyetler yönetmeliklerle belirlenmiş durumdadır. Su havzaları koruma alanlarında her türlü kimyasal gübre ve tarım ilacı kullanımına, yapılaşmaya, çöp, moloz birikintileri, hafriyat ve su yakıt depolarına ve çevreyi kirletici sanayi kuruluşlarına izin verilmemektedir. Ancak, yasal olarak belirlenen bu durumun uygulamaya tam olarak yansımadağı görülmektedir. Tarım yapılan alanlarda üreticilerin büyük bir kısmının kimyasal gübre kullandığı gerek Kızılcahamam, Çubuk ve Kahramankazan İlçe Tarım ve Orman Müdürlüklerinin kayıtlarından, gerek üreticilerle yapılan anketlerle belirlenmiştir. Kurtboğazı havzasında bulunan Mera çayı, Pazar deresi ve Kurtboğazı barajının zaman zaman ötrofik seviyede olması, havzada kullanılan gübrelerin su ortamlarına sızmasının etkili olabileceğini düşündürmektedir. Havza genelinde gübre kullanımının kontrol altına alınması, çevreye dost tarım tekniklerinin geliştirilmesi dolayısıyla su ortamlarına gelebilecek azot ve fosfor yüklerini azaltacak tedbirlerin alınması ve tarımsal faaliyetlerden

kaynaklanabilecek kirlenmelerin önlenmesi konusunda üreticilerin ve halkın bilinçlendirilmesi, su kalitesinin korunması bakımından alınacak tedbirler arasındadır.

Ayrıca baraj gölleri ve bunları besleyen derelere yerleşim yerlerinden karışabilecek atıkların engellenmesi ve gerekli arıtımın yapılması uygun olacaktır. Barajların koruma alanları içerisinde yönetmeliklerin öngördüğü şekilde kaçak yapılaşmanın önlenmesi ve katı atıkların uzaklaştırılması, su kalitesini olumsuz etkilerden koruyacaktır. Bununla birlikte havza genelinde özellikle barajların çevresinde yeşil alanların artırılması ve erozyonun önlenmesi için gerekli tedbirlerin alınması önem arz etmektedir.

Aynı zamanda alt havzalar ve Kurtboğazi havzasında toprak ve su kaynaklarının sürdürülebilir ve akılcı bir biçimde kullanımının sağlanması için su kalitesinin izlenmesi çalışmalarına ağırlık verilmelidir.

Bu çalışmayla, Kurtboğazi havzası ve onu besleyen alt havzalar için tüm doğal kaynakları sistematik ölçütler ve yöntemlerle bir arada ele alan bütünleşik bir yaklaşımla güncel veri tabanı oluşturulmuştur. Bu sayede Kurtboğazi ana havzası için etkin, sürdürülebilir ve akılcı bir havza yönetim planının hazırlanarak başkent Ankara'nın içme ve kullanma suyunun kalitesinin yükseltilebileceği öngörülmektedir.

KAYNAKLAR

- Abay, C. 1998. Ankara Ovası'nın hidrolojik özellikleri ve buna bağlı olarak Ankara şehrinin su sorunları. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 106, Ankara.
- Abrol, I.P., Yadav, J.S.P. and Massoud, F.I. 1988. Salt-affected soils and their management. Food and Agriculture Organization of The United Nations, 130, Rome.
- Acir, N. 2010. Kazova topraklarının depo potasyum, kil mineralojisi ve spesifik yüzey alanı etkileşimlerinin geoistatistiksel analizi. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 86, Tokat.
- Akbaş, F. 2012. Tokat Kazova topraklarının yarıyıllık fosfor düzeyinin jeostatistik tahmin ve simulasyon metodlarıyla modellenmesi ve haritalanması. Tarım Bilimleri Dergisi, 18(1), 63-76.
- Akden, S. 2009. Ayaş-Kazan-Yenikent arasında kalan bölgenin florası (Ankara/Türkiye). Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, 82, Ankara.
- Alam, T. 2015. Estimation of chemical oxygen demand in waste water using UV-VIS spectroscopy. PhD Thesis. Simon Fraser University, School of Mechatronic Systems Engineering, 79, Bangladesh.
- Alexander, R.B., Slack, J.R., Ludtke, A.S., Fitzgerald, K.K. and Schertz, T.L. 1998. Data from selected U.S. geological survey national stream water quality monitoring networks. Water Resources Research, 34(9), 24-28.
- Allan, J.D. and Castillo, M.M. 2007. Stream ecology: structure and function of running waters. Springer Science and Business Media, 435, Dordrecht.
- Alley, W.M. 1993. Regional ground-water quality. John Wiley and Sons, 634, Newyork.
- Almasri, M.N. and Kaluarachchi, J.J. 2005. Multi-criteria decision analysis for the optimal management of nitrate contamination of aquifers. Journal of Environmental Management, 74(4), 365-381.
- Anayah, F.M. and Almasri, M.N. 2009. Trends and occurrences of nitrate in the groundwater of the West Bank Palestine. Applied Geography, 29(4), 588-601.
- Anderson, P.G., Taylor, B.R. and Balch, G.C. 1996. Quantifying the effects of sediment release on fish and their habitats. Canadian Manuscript Report of Fisheries and Aquatic Sciences No: 2346, Ontario.

- Anonim. 1979. Kurtboğazı Barajı Limnolojik Etüt Raporu. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı DSİ Genel Müdürlüğü. Ankara.
- Anonim. 1983. Kurtboğazı Baraj Gölü Kirlilik Araştırması Raporu. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı DSİ Genel Müdürlüğü, Sağlık ve Sosyal Yardım Bakanlığı, Tarım ve Orman Bakanlığı. Ankara.
- Anonim. 1991. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliği. Resmi Gazete Tarih: 07.01.1991, Sayı: 20748.
- Anonim. 1998a. Ankara Kentine İçme Suyu Sağlayan Baraj Gölleri ve Havzasında Su Kalitesi Araştırma Raporu. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı DSİ Genel Müdürlüğü. Ankara.
- Anonim. 1998b. Ankara İlinin Çevre Jeolojisi ve Doğal Kaynakları, Ankara Jeoloji-Hidrojeoloji-Jeomorfoloji. MTA. Rapor No:10069. Ankara.
- Anonim. 2001. Eğrekkaya Baraj Gölü ve Havzasında Kirlilik Araştırması Raporu. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı DSİ Genel Müdürlüğü. Ankara.
- Anonim. 2005. TS 266 Türk Standardı, Sular - İnsanî Tüketim Amaçlı Sular. Ankara.
- Anonim. 2008. Toprak ve Arazi Sınıflaması Standartları Teknik Talimatı ve İlgili Mevzuat. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü Yayını. Ankara.
- Anonim. 2012a. Çamlıdere Çamkoru Tabiat Parkı Yürüyüş Rotaları Analizi. Kalkınma Ajansı. Ankara.
- Anonim. 2012b. Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği. Orman ve Su İşleri Bakanlığı. Resmi Gazete Tarih: 30.11.2012, Sayı: 28483.
- Anonim. 2013. Anadolu'da Su Medeniyeti, Ankara'da Su Altyapısı. ASKİ Genel Müdürlüğü. Ankara.
- Anonim. 2015a. ASKİ Faaliyet Raporu. <http://www.aski.gov.tr/tr/812-faaliyet-raporlari-icerik.html>. Erişim Tarihi: 19.07.2017.
- Anonim. 2015b. Yazılı görüşme. Tarım ve Orman Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü. Ankara.
- Anonim 2016a. Ankara İli Kızılcahamam İlçesi Tıbbi ve Aromatik Bitki Envanteri Raporu. Kalkınma Ajansı, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Kızılcahamam İlçe Müdürlüğü, Kalkınma Bakanlığı. Ankara.
- Anonim. 2016b. Yazılı görüşme. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü. Ankara.

- Anonim. 2016c. Thornthwaite İklim Sınıflandırmasına Göre Türkiye İklimi. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Araştırma Dairesi Başkanlığı Klimatoloji Şube Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim. 2018a. “Baraj ve Gölet”. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü. <http://bolge05.dsi.gov.tr/isletmedekitesisler/baraj-golet>. Erişim Tarihi: 09.04.2018.
- Anonymous. 1975. Council Directive of 16 June 1975. Concerning the Quality Required of Surface Water Intended for the Abstraction of Drinking Water in the Member States. 75/440/ EEC. Official Journal of the European Communities.
- Anonymous. 1976. Ontario Ministry of the Environment. Hazardous Substances List and Handbook. Hazardous Substances Program, Air Resources Branch. Report No. ARB-TDA-33-76.
- Anonymous. 1977. Committee on Biologic Effects of Atmospheric Pollutants, Chromium. National Research Council (U.S.). National Academy of Sciences.
- Anonymous. 1978. Sodium, Chlorides and Conductivity in Drinking-water. WHO. Copenhagen.
- Anonymous. 1982. Eutrophication of Waters. Monitoring, Assessment and Control. Co-operative Programme on Monitoring of Inland Waters (Eutrophication Control). OECD. Paris.
- Anonymous. 1986. Quality Criteria for Water. Office of Water Regulations and Standards Washington, DC 20460. EPA.
- Anonymous. 1995. Standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association. Washington, DC.
- Anonymous. 1996. Chloride in Drinking-water. Background Document for Development WHO Guidelines for Drinking-water Quality WHO. Genova.
- Anonymous. 1999a. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Alkalinity. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation.
- Anonymous. 1999b. Arsenic in Drinking Water. United States National Research Council. National Academies Press. Washington, DC.
- Anonymous. 2002. USEPA National Recommended Water Quality Criteria 2002. Human Health Criteria Calculation Matrix. EPA.
- Anonymous. 2003a. Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases. WHO, FAO. Genova.

- Anonymous. 2003b. Drinking Water Advisory: Consumer Acceptability Advice and Health Effects Analysis on Sulfate. EPA. Washington, DC.
- Anonymous. 2003c. Chloride in Drinking-water, Background document for development WHO Guidelines for Drinking-water Quality. WHO.
- Anonymous. 2008. Guidelines for Drinking-Water Quality. Third Edition. Incorporating the First and Second Addenda. Volume 1. Recommendations. WHO. Geneva.
- Anonymous. 2009. Boron in Drinking-water. Background Document for Development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. WHO.
- Anonymous. 2011a. Guidelines for Drinking-water Quality. Fourth Edition. WHO.
- Anonymous. 2011b. Hardness in Drinking-water. Background Document for Development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. WHO.
- Anonymous. 2011c. Arsenic in Drinking-water. Background Document for Development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. WHO.
- Anonymous. 2014a. European Union (Drinking Water) Regulations 2014. Statutory Instruments. S.I. No. 122 of 2014.
- Anonymous. 2014b. Water Quality Indicators. In Colorado River Watch Network. <http://www.lcra.org/water/quality/colorado-river-watchnetwork/Pages/water-quality-indicators.aspx>, Erişim Tarihi: 22 Mayıs 2015.
- Anonymous. 2016. Water Quality in the Northern Colorado Plateau Network Water Years 2013–2015. Natural Resource Report NPS/NCPN/NRR-2016/1332. National Park Service U.S. Department of the Interior Natural Resource Stewardship and Science.
- Anonymous. 2017. How IDW works. <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/3d-analyst-toolbox/how-idw-works.htm>, Erişim Tarihi: 13.02.2017.
- Aryal, J., Gautam, B. and Sapkota, N. 2012. Drinking water quality assessment. Journal of Nepal Health Research Council, 10(3), 192-196.
- Ashley, K., Cordell, D. and Mavinic, D. 2011. A brief history of phosphorus: from the philosopher's stone to nutrient recovery and reuse. Chemosphere, 84(6), 737-746.
- Aykulu, G. and Obalı, O. 1981. Phytoplankton biomass in the kurtboğazi dam lake. Communications Faculty of Science University of Ankara, 24(2), 29-45.
- Bağdatlı, M.C. 2013. Tekirdağ ili Marmara kıyı havza karakteristikleri ve taşkın risk faktörlerinin belirlenerek coğrafi bilgi sistemleri (CBS) veri tabanının oluşturulması. Doktora Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 170, Tekirdağ.

- Bağdatlı, M.C. ve Öztürk, B. 2014. Havza morfolojik özelliklerinin belirlenmesinde coğrafi bilgi sistemlerinin (CBS) etkin rolü. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 18(1), 11-19.
- Bakan, G. ve Şenel, B. 2000. Samsun Mert Irmağı-Karadeniz deşarjında yüzey sediman (dip çamur) ve su kalitesi araştırması. *Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences*, 24(2), 135-141.
- Bakır, F. 2007. Kurtboğazi baraj gölünü besleyen derelerin ve baraj çıkış suyunun çevresel açıdan değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 79, Zonguldak.
- Baldwin, M., Kellog, E.C. and Throp, J. 1938. Yearbook of agriculture, United States Government Printing Office, 700, Washington.
- Barlas, M., İkiel, C. ve Özdemir, N. 1995. Gökova Körfezi'ndeki Akarsu Kaynaklarının Fiziksel ve Kimyasal Açıdan İncelenmesi. Doğu Anadolu Bölgesi II. Su Ürünleri Sempozyumu. 14-16 Haziran 1995. (704-712). Erzurum.
- Barré, P., Montagnier, C., Chenu, C., Abbadie, L. and Velde, B. 2008. Clay minerals as a soil potassium reservoir: observation and quantification through X-ray diffraction. *Plant and Soil*, 302(1-2), 213-220.
- Başbozkurt, H., Öztaş, T., Karaibrahimoğlu, A., Gündoğan, R. ve Genç, A. 2013. Toprak özelliklerinin mekânsal değişim desenlerinin jeostatistiksel yöntemlerle belirlenmesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 44 (2), 169-181.
- Başkan, O. 2004. Gölbaşı yöresi topraklarının mühendislik-fiziksel özellik ilişkilerinde jeostatistik uygulaması. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 154, Ankara.
- Bellos, D., Sawidis, T. and Tsekos, I. 2004. Nutrient chemistry of River Pinios (Thessalia, Greece). *Environment International*, 30(1), 105-115.
- Bellos, D. and Sawidis, T. 2005. Chemical pollution monitoring of the river pinios (Thessalia-Greece). *Journal of Environmental Management*, 76(4), 282-292.
- Berger, K.C. and Truog, E. 1939. Boron determination in soils and plants. *Industrial and Engineering Chemistry Analytical Edition*, 11(10), 540-545.
- Bernot, M.J., Tank, J.L., Royer, T.V. and David, M.B. 2006. Nutrient uptake in streams draining agricultural catchments of the midwestern United States. *Freshwater Biology*, 51(3), 499-509.
- Bilotta, G.S., Brazier, R.E. and Haygarth, P.M. 2007. The impacts of grazing animals on the quality of soils, vegetation, and surface waters in intensively managed grasslands. *Advances in Agronomy*, 94, 237-280.

- Blanchard, P.E. and Lerch, R.N. 2000. Watershed vulnerability to losses of agricultural chemicals: Interactions of chemistry, hydrology, and land-use. *Environmental Science and Technology*, 34(16), 3315-3322.
- Boisvert, J.P., To, T.C., Berrak, A. and Jolicoeur, C. 1997. Phosphate adsorption in flocculation processes of aluminium sulphate and poly-aluminium-silicate-sulphate. *Water Research*, 31(8), 1939-1946.
- Boruvka, L., Donátová, H. and Nemecek, K. 2002. Spatial distribution and correlation of soil properties in a field: a case study. *Rostlinna Vyroba*, 48(10), 425-432.
- Bouraoui, F. and Grizzetti, B. 2011. Long term change of nutrient concentrations of rivers discharging in European seas. *Science of the Total Environment*, 409(23), 4899-4916.
- Bouyoucos G.J. 1951. A recalibration of hydrometer method for making mechanical analysis of soils. *Agronomy Journal*, 43(2), 434-438.
- Bowes, M.J., Smith, J.T., Jarvie, H.P., Neal, C. and Barden, R. 2009. Changes in point and diffuse source phosphorus inputs to the River Frome (Dorset, UK) from 1966 to 2006. *Science of the Total Environment*, 407(6), 1954-1966.
- Boyd, C.E. 1990. Water quality in ponds for aquaculture. Auburn University, Alabama Experiment Station, 482, USA.
- Boyras, S., ve Yedek, Ö. 2012. Kızılcahamam-çamlıdere jeoparkı. *TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Haber Bülteni Dergisi*, 2(1), 21-24.
- Brady, N. C. and Weil, R. R. 2008. The nature and properties of soils. Upper Saddle River, N.J. Pearson Prentice Hall. 14th ed., 322p., England.
- Brainwood, M.A., Burgin, S. and Maheshwari, B. 2004. Temporal variations in water quality of farm dams: impacts of land use and water sources. *Agricultural Water Management*, 70(2), 151-175.
- Brantley, S.L. 2003. Reaction kinetics of primary rock-forming minerals under ambient conditions. *Treatise on Geochemistry*, 5(1), 73-117.
- Bremner, J. M. 1965. Methods of Soil Analysis. Chemical and microbiological properties methods. Part 2. American Society of Agronomy, Soil Science Society of America. Series No: 9, 1321p., Madison, USA.
- Bremond, R. and Vuichard, R. 1973. Parameters of water quality. Ministry of Nature Protection and Environment. 179p., Paris.
- Brett, J.R. and Groves, T.D.D. 1979. Physiological energetics, In: Fish physiology. Bioenergetics and growth. Hoar, W.S., Randall, D.J. and Brett, J.R. (eds.), Academic press, 279– 352, New York.

- Bricker, O.P. and Jones, B.F. 1995. Main factors affecting the composition of natural waters. In: Trace elements in natural waters. Salbu, B., Steinnes, E. (eds.), CRC Press, 1–5, Boca Raton.
- Brooks, K.N., Ffolliott P.F., Gregersen H.M. and Thames J.L. 1996. Hydrology and the management of watersheds. Iowa State University press, 574p., USA.
- Bruning-Fann, C.S. and Kaneene, J.B. 1993. The effects of nitrate, nitrite and N-nitroso compounds on human health: a review. *Veterinary and Human Toxicology*, 35(6), 521-538.
- Budak, M. and Günal, H. 2015. Geostatistical analysis and mapping spatial distribution of boron concentration in saline-alkaline soils. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 52(2), 191-200.
- Burdige, D.J., Kline, S.W. and Chen, W.H. 2004. Fluorescent dissolved organic matter in marine sediment pore waters. *Marine Chemistry*, 89(1-4), 289-311.
- Burgess, T.M., Webster, R. and McBratney, A.B. 1981. Optimal interpolation and isarithmic mapping of soil properties. IV. Sampling strategy. *Journal of Soil Science*, 32(4), 55-524.
- Burke, G., Singh, B. R. and Theodore, L. 2005. Handbook of environmental management and technology. John Wiley and Sons, 806p., New York, USA.
- Butterwick, L., de Oude, N. and Raymond, K. 1989. Safety assessment of boron in aquatic and terrestrial environments. *Ecotoxicology and Environmental safety*, 17(3), 339-371.
- Cambardella, C.A., Moorman, T.B., Novak, J.M., Parkin, T.B., Karlen, D.L., Turco, R.F. and Konopka A.E. 1994. Field scale variability soil properties in central Iowa soils. *Soil Science Society America Journal*, 58(5), 1501-1511.
- Campbell, G. and Wildberger, S. 2001. The monitor's handbook. A reference guide for natural water monitoring. LaMotte Company, 522p., Chestertown, Maryland.
- Candan, D.G., Albut, S. ve Bağdatlı, M.C. 2015. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) entegrasyonu ile Çorlu Deresi havza alanı sayısal yükseklik modelinin (SYM) oluşturulması. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12(1), 8-17.
- Carlson, R.E. 1977. A trophic state index for lakes. *Limnology and Oceanography*, 22(2), 361-369.
- Castillo, M.M., Allan, J.D. and Brunzell, S. 2000. Nutrient concentrations and discharges in a Midwestern agricultural catchment. *Journal of Environmental Quality*, 29(4), 1142-1151.

- Caux, P.Y., Moore, D.R.J. and MacDonald D. 1997. Ambient water quality guidelines (criteria) for turbidity, suspended and benthic sediments technical appendix. British Columbia Ministry of Environment, Lands and Parks. Canada.
- Chapman, D.V. 1996. Water quality assessments: a guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring. UNESCO/WHO/UNEP.
- Chapra, S.C. and Dobson, H.F. 1981. Quantification of the lake trophic typologies of naumann (Surface Quality) and Thienemann (Oxygen). *Journal of Great Lakes Research*, 7(2), 182-193.
- Chesworth, W. 2007. *Encyclopedia of soil science*. Springer Science and Business Media., 902, USA.
- Chien, Y.J., Lee, D.Y., Guo, H.Y. and Houg, K.H. 1997. Geostatistical analysis of soil properties of mid-west Taiwan soils. *Soil Science*, 162(4), 291–298.
- Clark, J. 2000. *Calculations in AS / A Level Chemistry*. Longman inc., 332 p., London.
- Clark, I. 1979. *Practical geostatistics*. Applied Science Publishers, 130p, London.
- Cobourn, J. 1999. Integrated watershed management on the truckee river in Nevada. *Journal of the American Water Resources Association*, 35 (3), 623-632.
- Coffin, R. B., Connolly, J. P. and Harris, P. S. 1993. Availability of dissolved organic carbon to bacterioplankton examined by oxygen utilization. *Marine Ecology Progress Series*, 101 (2), 9-22.
- Cole, G. A. and Weihe, P.E. 2015. *Textbook of limnology*. Waveland press, 439p., USA.
- Communar, G. and Keren, R. 2008. Boron adsorption by soils as affected by dissolved organic matter from treated sewage effluent. *Soil Science Society of America Journal*, 72(2), 492-499.
- Corwin, D.L. 2005. Geospatial measurement of apparent soil electrical conductivity for characterizing soil spatial variability. *Journal Computers and Electronics in Agriculture*, 46(3), 135-152.
- Corwin, D.L., Lesch, S.M., Oster, J.D. and Kafka, S.R. 2006. Monitoring management-induced spatio-temporal changes in soil quality through soil sampling directed by apparent electrical conductivity. *Geoderma*, 131(4), 369-387.
- Coughlin, J. R. 1998. Sources of human exposure. *Biological Trace Element Research*, 66(1-3), 87-100.
- Cude, C.G. 2001. Oregon water quality index a tool for evaluating water quality management effectiveness. *Journal of the American Water Resources Association*, 37(1), 125-137.

- Çağlar, K.Ö. 1958. Toprak İlimi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 286s, Ankara.
- Çakır, O., Özcan, S. ve Elhatip, H. 2016. Tekirdağ iline içme suyu sağlayan Naipköy baraj gölü besleyen ışıklar deresinin su kalite parametrelerinin incelenmesi, 1. Ulusal Çevre Mühendisliği Öğrencileri Sempozyumu, 30-31 Mayıs 2016, Selçuk Üniversitesi, Bildiriler Kitabı, 463-470, Konya.
- Çalışkan, G. 2008. Kurtboğazi barajı havzası (Ankara) florası. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 107, Ankara.
- Çelenk, K.F. 2016. Toprak özelliklerinde mekânsal değişkenliğin faktör analizi: Erenler örneği (Sakarya). Türk Coğrafya Dergisi, 66 (2016), 37-42.
- Dallas, H. and Day, J. 2004. The Effect of Water Quality Variables on Aquatic Ecosystems: A Review. WRC Technical Report No: 224/04. Water Research Commission, Pretoria, South Africa.
- Dallas, H.F. and Rivers-Moore, N.A. 2008. Water Temperatures and the Ecological Reserve. WRC Project No: K5/1799. Water Research Commission, Pretoria, South Africa.
- Davenport, Y. 1993. Responses of the blennius pholis to fluctuating salinities. Marine Ecology Progress Series, 1(2), 101 - 107.
- Day, F.H. 1963. The chemical elements in nature. George G. Harrap, 372s., London.
- Dede, S. 2004. Mekansal analiz çalışmalarına (CBS'de) bir örnek; Pazar köyü, 3. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri Sempozyumu, 6-9 Ekim 2004, Fatih Üniversitesi, Bildiri Kitabı, 1-24, İstanbul.
- Del Gobbo, L. C., Imamura, F., Wu, J. H., de Oliveira Otto, M. C., Chiuve, S. E. and Mozaffarian, D. 2013. Circulating and dietary magnesium and risk of cardiovascular disease: a systematic review and meta-analysis of prospective studies. The American journal of clinical nutrition, 98(1), 160-173.
- Demir, N., Çamdeviren, H. ve Keskin, S. 1999. Prediction of chlorophyll a in Kurtboğazi and Çamlıdere reservoirs. Tarım Bilimleri Dergisi, 5(1), 66-70.
- Demir, N., Pulatsü, S. H. ve Çamdeviren, H. 2000. Kurtboğazi baraj gölünün mavi-yeşil alg (Cyanobacteria) biyomasının tahminine yönelik modeller. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 6(1), 63-66.
- Diaz, R.J. 2001. Overview of hypoxia around the world. Journal of Environmental Quality, 30(2), 275-281.

- Dindaroğlu, T. 2011. Kuzgun baraj gölü ve çevresinde doğal kaynak envanterinin tespiti ile toprak ve su kalitesi yönünden sürdürülebilirliğinin değerlendirilmesi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 230, Ankara.
- Ding, J., Jiang, Y., Liu, Q., Hou, Z., Liao, J., Fu, L. and Peng, Q. 2016. Influences of the land use pattern on water quality in low-order streams of the Dongjiang River basin, China: a multi-scale analysis. *Science of The Total Environment*, 551, 205-216.
- Dişli, M., Akkurt, F. ve Alıcılar, A. 2004. Şanlıurfa Balıklıgöl suyunun bazı kimyasal parametrelerinin mevsimlere göre değişiminin değerlendirilmesi. *Gazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 19(3), 287-294.
- Doğan, H.M., Yılmaz, D.S. ve Kılıç, O.M. 2013. Orta Kelkit Havzası'nın bazı toprak özelliklerinin ters mesafe ağırlık yöntemi (IDW) ile haritalanması ve yorumlanması. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 6 (2013), 46-54.
- Duffus, J. 1980. *Environmental Toxicology*. Edward Arnold Publishers, 164, London.
- Elibol, İ.M., Üstündağ, S. ve Çevlik, H. 2006. Eğrekkaya Baraj Gölü Limnolojisi, I. Balıklandırma ve Rezervuar Yönetimi Sempozyumu, 7-9 Şubat 2006, Bildiri Kitabı, 447-452, Antalya.
- Elrashidi, M.A. and O'Connor, G.A. 1982. Boron sorption and desorption in soils. *Soil Science Society of America Journal*, 46(1), 27-31.
- Eriksen, C. 1964. Evidence of a spring rise in metabolic rate in the burrowing mayfly *Ephemera simulans* Walker. *Hydrobiologia*, 23(3-4), 506-510.
- Erol, A. 2007. Türkiye'de arazi kullanımı ve havza yaklaşımı. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 2(1), 21-25.
- Erol, A. 2008. Kösederesi ve Darıderesi Barajı Su Toplama Havzalarının Havza Yönetimi İlkelerine Kalınarak Değerlendirilmesi, TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi, 21-23 Mart 2008, Bildiri Kitabı, 187-196, Ankara.
- Erşahin, S. ve Karaman, M.R. 2000. Toprak değişkenliğinin yere özgü amenajman ve toprak verimliliği çalışmaları için değerlendirilmesinde faktör analizinin kullanılması. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 6 (2), 76-81.
- Fakıoğlu, Ö., Atamanalp, M. ve Demir, N. 2011. Baraj göllerinde toksik mavi-yeşil algler. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 3(2), 65-71.
- Falkenmark, M., Andersson, L., Castensson, R. and Sundblad, K. 1999. Water a reflection of land use options for counteracting land and water mismanagement. *Swedish Natural Science Research Council*, 128 p., Sweden.

- Falkenmark, M. 1976. Water for a starving world. Westview Press, 204, USA.
- Fan, X., Cui, B., Zhao, H., Zhang, Z. and Zhang, H. 2010. Assessment of river water quality in Pearl River Delta using multivariate statistical techniques. *Procedia Environmental Sciences*, 2, 1220-1234.
- Fianko, J.R., Lowor, S. T., Donkor, A. and Yeboah, P.O. 2010. Nutrient chemistry of the Densu River in Ghana. *The Environmentalist*, 30 (2), 145-152.
- Finlayson, C.M., Gordon, C., Ntiama-Baidu, Y., Tumbulto, J. and Storrs, M. 2000. The hydrobiology of Keta and Songor lagoons: Implications for coastal wetland management in Ghana. Supervising Scientist Report, 152, Australia.
- Forsberg, C. 1998. Which policies can stop large scale eutrophication. *Water Science and Technology*, 37(3), 193-200.
- Fölster, J., Johnson, R.K., Futter, M.N. and Wilander, A. 2014. The Swedish monitoring of surface waters: 50 years of adaptive monitoring. *AMBIO*, 43(1), 3-18.
- Förstner, U. and Whitman, G.T.W. 1981. Metal Pollution in the Aquatic Environment. Springer Verlag, 486 p., New York.
- Franzen, D.W. and Peck, T.R. 1995. Field soil sampling density for variable rate fertilization. *Journal of Production Agriculture*, 8(4), 568-574.
- Fytianos, K., Siumka, A., Zachariadis, G.A. and Beltsios, S. 2002. Assessment of the quality characteristics of pinios River, Greece. *Water, Air and Soil Pollution*, 136 (1), 317-329.
- Gallard, H., Gunten, U. 2002. Chlorination of natural organic matter: kinetics of chlorination and of THM formation. *Water research*, 36(1), 65-74.
- Gardiner, D.T. and Miller, R.W. 2008. Soils in our environment. 11th Edition. Pearson Prentice Hall, Upper Saddle Hill, 605, USA.
- Geerdink, R.B., van den Hurk, R.S. and Epema, O.J. 2017. Chemical oxygen demand: Historical perspectives and future challenges. *Analytica Chimica Acta*, 961, 1-11.
- Geven, F., Ketenoğlu, O., Bingöl, Ü. ve Güney, K. 2009. Işık Dağı (Çankırı) Subalpin Vegetasyonunun Endemik Bitkileri, IX. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, 7-10 Ekim 2009, 82, Nevşehir.
- Gleick, P.H. 2000. The changing water paradigm a look at twenty-first century water resources development. *Journal Water International*, 25(1), 127-138.
- Goldberg, S. and Glaubig, R.A. 1986. Boron adsorption on California soils. *Soil Science Society of America Journal*. 50(5), 1173-1176.

- Goldberg, S. 1997. Reactions of boron with soils. *Plant And Soil*, 193(1-2), 35-48.
- Golterman, H.L., Sly, P.G. and Thomas, R.L. 1983. Study of the relationship between water quality and sediment transport. A guide for the collection and interpretation of sediment quality data. UNESCO Technical Report No: 26, Paris.
- Goovaerts, P. 1999. Geostatistics in soil science: state-of-the art and perspectives. *Geoderma*, 89(1-2), 1- 45.
- Gotway, C.A., Ferguson R.B., Hergert G.W. and Peterson T.A. 1996. Comparison of kriging and inverse-distance methods for mapping soil parameters. *Soil Science Society of America Journal*, 60(4), 1237-1247.
- Green, L.T. and Herron, E.M. 2003. University of Rhode island watershed watch salt ponds monitoring manual supplement to URI watershed watch lake and pond monitoring manual. University of Rhode Island. USA.
- Gregory, R. 1990. Galvanic corrosion of lead solder in copper pipework. *Water and Environment Journal*, 4(2), 112-118.
- Grigg, N.S. 1999. Integrated water resources management: Who should pay?, *Journal of American Water Resources Association*, 35(3), 527-534.
- Gupta, S., Gupta, R.C., Gupta, A.B., Eskiocak, S., Rao, E.P., Puttanna, K. and Singhvi, A. 2010. Pathophysiology Of Nitrate Toxicity On Human Ond Its Mitigation Measures. Indian Nitrogen Group, Society for Conservation of Nature, New Delhi.
- Gutermuth, W. 2017. Circling the drain: regulating nutrient pollution from agricultural sources. *Journal of Law and Health*, 30(1), 80-81.
- Gündoğdu, V. ve Özkan, E.Y. 2006. Küçük Menderes nehri ölçüm ağı tasarımı ve su kalite değişkenlerinin irdelenmesi çalışması, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23(3-4), 361–369.
- Günok, E. ve Pınar, A. 2009. Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) metodolojisinin Sorgun çayı havzası fiziki coğrafyasına uygulanması, *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 22, 203-217.
- Halvorson, A.D., Schweissing, F.C., Bartolo, M.E. and Reule, C.A. 2005. Corn response to nitrogen fertilization in a soil with high residual nitrogen. *Agronomy journal*, 97(4), 1222-1229.
- Hamlett, J.M., Horton, R. and Cressie, N.A.C. 1986. Resistant and explanatory techniques for use in semivariogram analysis. *Soil Science Society of American Journal*, 50(4), 868-875.

- Harper, D. 1992. Eutrophication of freshwaters: Principles, problems and restoration. Chapman and Hall, 322, London.
- Harter, R.D. 1983. Effect of soil pH on adsorption of lead, copper, zinc, and nickel. Soil Science Society of America Journal, 47(1), 47-51.
- Hem, J.D. 1970. Study and interpretation of the chemical characteristics of natural waters. United States Government Printing Office, 361 p., Washington.
- Henry, R., Tundisi, J.G. and Curi, P.R. 1984. Effects of phosphorus and nitrogen enrichment on the phytoplankton in a tropical reservoir, *Hydrobiologia*, 118(2), 177-185.
- Heuvelink, G.B.M. 2006. Incorporating process knowledge in spatial interpolation of environmental variables, 7th International Symposium on Spatial Accuracy Assessment in Natural Resources and Environmental Sciences, 5-7 July 2006, Wageningen University, Book of Abstracts, 32-45, Lisbon, Portugal.
- Hindmarsh, J.T., McCurdy, R.F. and Savory, J. 1986. Clinical and environmental aspects of arsenic toxicity. *CRC Critical Reviews in Clinical Laboratory Sciences*, 23(4), 315-347.
- Holm-Hansen O., Goldman C.R., Richards R. and Williams P.M. 1976. Chemical and biological characteristics of a water column in Lake Tahoe. *Limnology and Oceanography*, 21(4), 548-562.
- Hooda, P. S., Edwards, A.C., Anderson, H.A. and Miller, A. 2000. A review of water quality concerns in livestock farming areas. *Science of the Total Environment*, 250(1-3), 143-167.
- Hornick, R., Greisman, S.E., Woodward, T.E., DuPont, H.L., Dawkins, A.T. and Snyder, M.J. 1970. Typhoid fever: pathogenesis and immunologic control. *New England journal of medicine*, 283(13), 686-691.
- Horneck, D.A., Sullivan, D.M., Owen, J.S. and Hart, J.M. 2011. *Soil Test Interpretation Guide*. Oregon State University Extension Publication. USA.
- Hou, D., He, J., Lü, C., Sun, Y., Zhang, F. and Otgonbayar, K. 2013. Effects of environmental factors on nutrients release at sediment-water interface and assessment of trophic status for a typical shallow lake, Northwest China. *The Scientific World Journal*, 2013, 10-26.
- Hur, J. and Cho, J. 2012. Prediction of BOD, COD, and total nitrogen concentrations in a typical urban river using a fluorescence excitation-emission matrix with PARAFAC and UV absorption indices. *Sensors*, 12(1), 972-986.
- Hutter, L.A. 1992. Water and water research. Otto Salle Verlag, Verlag Sauerländer in the pelagic zone of lakes. *Limnetica*, 22(1-2), 37-50.

- Ibanez, J.G., Hernandez-Esparza, M., Doria-Serrano, C., Fregoso-Infante, A. and Singh, M.M. 2010. Environmental chemistry: fundamentals. Springer Science and Business Media, 333, New York.
- Interlandia, S.J. and Crockett, C.S. 2002. Recent water quality trends in the Schuylkill River, Pennsylvania, USA: a preliminary assessment of the relative influences of climate, river discharge and suburban development. *Water Research*, 37(8), 1737-1748.
- Isaaks, E.H. and Srivastava, R.M. 1989. An introduction to applied geostatistics. *Computers and Geosciences*, 17(3), 471-473.
- Iyasele, J.U., David, J. and Idiata, D.J. 2015. Investigation of the relationship between electrical conductivity and total dissolved solids for mono-valent, di-valent and tri-valent metal compounds. *International Journal of Engineering Research and Reviews*, 3(1), 40-48.
- Jackson, M. 1958. *Soil Chemical Analysis*. Prentice-Hall Inc, 522, USA.
- James, W.F., Best, E.P. and Barko, J.W. 2004. Sediment resuspension and light attenuation in Peoria Lake: can macrophytes improve water quality in this shallow system?. *Hydrobiologia*, 515(1-3), 193-201.
- Jiang, X., Jin, X., Yao, Y., Li, L. and Wu, F. 2008. Effects of biological activity, light, temperature and oxygen on phosphorus release processes at the sediment and water interface of Taihu Lake, China. *Water research*, 42(8-9), 2251-2259.
- Johnson, R. and Scherer, T. 2010. *Drinking Water Quality: Testing and Interpreting Your Results*. North Dakota State University.
- Journel, A.G. and Huijbregts, C.H.J. 1978. *Mining geostatistics*. Academic Press, 600, New York.
- Jung, K.Y., Lee, K.M., Im, T.H., Lee, I.J., Keem, S., Cheon, S.U. and Ahn, J.M. 2016. Evaluation of water quality for the Nakdong River watershed using multivariate analysis. *Environmental Technology and Innovation*, 5, 67-82.
- Kaçan, E. 2006. Gümüşçay ve Çürüksu akarsularının kirlilik parametrelerinin saptanması ve irdelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 126, Denizli.
- Kantarıcı, M.D. 2000. Toprak İlmi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları No: 4261, 420, İstanbul.
- Kara, G. 1996. Kurtboğazı barajı yağış havzasının hidrolojik yönden değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi (basılmamış), İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 122, İstanbul.

- Karadağ, A.A. 2007. Katılımcı havza yönetim modelinin oluşturulması: Kovada gölü örneği. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 240, Ankara.
- Karadavut, S.İ. 2007. Melendiz havzası yüzey ve yeraltısuyu kirliliğinin araştırılması. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 110, Ankara.
- Karageorgis, A.P., Skourtos, M.S., Kapsimalis, V., Kontogianni, A.D., Skoulikidis, N., Pagou, K., Nikolaidis, N.P., Drakopoulou, P., Zanou, H., Karamanos, H., Levkov, Z. and Anagnostou, C. 2005. An integrated approach to watershed management within the DPSIR framework: Axios River catchment and Thermaikos Gulf. *Regional Environmental Change*, 5(2-3), 138–160.
- Karaman, M.R., Susam, T., Turan, M., Tutar, A. and Şahin, S. 2012. Çilek tarımı yapılan arazide uzaysal doğal organik madde değişimlerinin jeostatistiksel yöntemlerle belirlenmesi. *Sakarya Üniversitesi Fen Edebiyat Dergisi*, 14(1), 197-205.
- Karydas, C.G., Gitas, I.Z., Koutsogiannaki, E., Lydakis-Simantiris, N. and Silleos, G.N. 2009. Evaluation of spatial interpolation techniques for mapping agricultural topsoil properties in Crete. *EARSeL eProceedings*, 8(1), 26-39.
- Kasaplıgil, B. 2015. Ankara, Kızılcahamam yakınındaki Güvem köyü civarında bulunan son tersiyer kozalaklı-yeşil yapraklı ormanı. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 88, 94-102.
- Katip, A. 2010. Uluabat Gölü su kalitesinin izlenmesi. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 370, Bursa.
- Kauffman, G.J. and Belden, A.C. 2010. Water quality trends (1970 to 2005) along Delaware streams in the Delaware and Chesapeake Bay watersheds, USA. *Water, Air and Soil Pollution*, 208(1-4), 345-375.
- Kauppi, L., Pietiläinen, O.P. and Knuuttila, S. 1993. Impacts of agricultural nutrient loading on Finnish watercourses. *Water Science and Technology*, 28(3-5), 461-471.
- Keren, R. and Bingham, F.T. 1985. Boron in water, soils, and plants. *Advances in Soil Science*, 1, 229–276.
- Kılıç, O.M., Polat, F., Buhan, E. ve Doğan, H.M. 2017. Zinav Gölü havzasının topoğrafik durumu, arazi kullanımı ve bazı toprak özelliklerinin CBS ve UA ile haritalanması, *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 6(3), 45-54.
- Kiran, B.R. 2010. Physico-chemical characteristics of fish ponds of Bhadra project at Karnataka, *Rasayan Journal of Chemistry*, 3(4), 671-676.

- Kavuncu, O. 2018. İstatistik. Bölüm 4: Varyasyon Ölçüleri. <http://www.orhankavuncu.com/index.php/istatistik/168-bolum-dort-varyasyon-olculeri>.
- Klimchouk, A. 2000. Dissolution and conversions of gypsum and anhydrite. *International Journal of Speleology*, 25(3), 21-36.
- Koçan, N. 2012. Ekoturizm ve sürdürülebilir kalkınma: Kızılcahamam-Çamlıdere (Ankara) jeopark ve jeoturizm projesi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 3(1), 69-82.
- Koçan, N. 2013. Kızılcahamam - Çamlıdere (Ankara) bölgesi jeolojik mirasının koruma kullanma potansiyeli. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 13(1), 36 – 47.
- Korte, N.E. and Fernando Q. 1991. A review of arsenic (III) in groundwater. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 21(1), 1-39.
- Köse, E. 2012. Porsuk çayı su, sediment ve bazı balık türlerinde ağır metal miktarlarının araştırılması. Doktora Tezi, Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 166, Kütahya.
- Köseoğlu, G. ve Özdemir, B. 2013. CBS Teknolojilerinin Havza Sınırlarının Belirlenmesinde Karar Destek Mekanizması Olarak Kullanılması, Coğrafyacılar Derneği Yıllık Kongresi,
- Mortvedt J.J. 1991. *Micronutrients in Agriculture*. Soil Science Society of America, 760, USA.
- Kravchenko, A. and Bullock, D.G. 1999. A comparative study of interpolation methods for mapping soil properties. *Agronomy Journal*, 91(3), 393-400.
- Krenkel, P.A. and Novotney, V. 1980. *Water quality management*. Academic press, 684, New York.
- Krige, D.G. 1951. A statistical approach to some basic mine valuation problems on the witwatersrand. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, 52(6), 119-139.
- Kubota J., Berger K. and Truog E. 1949. Boron movement in soils. *Science Society of America Journal*, 13, 130-134.
- Küçükali, U.F. 2005. Havza tanımı ve doğal kaynak yönetimi. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 92, İstanbul.
- Langmuir, D. 1997. *Aqueous environmental geochemistry*. Prentice Hall, 618, New Jersey.

- Lark, R.M. 2002. Optimized spatial sampling of soil for estimation of the variogram by maximum likelihood. *Geoderma*, 105(1-2), 49-80.
- Lascano, R.J. and Hatfield, J.L. 1992. Spatial variability of evaporation along two transects of a bare soil. *Soil Science Society of American Journal*, 56(2), 341-356.
- Laslett, G.M., McBratney, A.B., Pahl, P.J. and Hutchinson M.F. 1987. Comparison of several spatial prediction methods for soil pH. *J. Journal of Soil Science*, 38(2), 325-341.
- Lavelle, P., Dugdale., R. and Scholes, R. 2005. Nutrient Cycling, In; *Ecosystems and Human Well-Being: Current State and Trends*. Sarukhán, J. and Whyte A.(eds), Island Press, 331-353, Washington.
- Lawson, T.B.1995. *Fundamentals of aquacultural engineering*. Chapman-Hall, 355, USA.
- Lee, G.F. 1973. Role of phosphorus in eutrophication and diffuse source control. *Journal Environmental Quality*, 27, 261-266.
- Lee, M.S., Lee, K.K., Hyun, Y., Clement, T.P. and Hamilton, D. 2006. Nitrogen transformation and transport modeling in groundwater aquifers. *Ecological modelling*, 192(1-2), 143-159.
- Leenaers, H., J.P. Okx, and P.A. Burrough. 1990. Comparison of spatial prediction methods for mapping floodplain soil pollution. *Catena*, 17(6), 535–550.
- Li, S., Liu, W., Gu, S., Cheng, X., Xu, Z. and Zhang, Q. 2008. Spatio-temporal dynamics of nutrients in the upper Han River basin, China. *Journal of Hazardous Materials*, 162(2-3), 1340-1346.
- Lindsay, W.L. and Norwell, W.A. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Science Society of America Journal*, 42(3), 421-428.
- Liu, Y., Guo, H., Zhang, Z., Wang, L., Dai, Y. and Fan, Y. 2007. An optimization method based on scenario analysis for watershed management under uncertainty. *Environmental Management*, 39(5), 678-690.
- Mabit, L. and Bernard, C. 2010. Spatial distribution and content of soil organic matter in an agricultural field in eastern Canada, as estimated from geostatistical tools. *Earth Surface Process and Landforms*, 35(3), 278-283.
- Magalhães, M.C.F. 2002. Arsenic. An environmental problem limited by solubility. *Pure and Applied Chemistry*, 74(10), 1843-1850.

- Maier, G., Nimmo-Smith, R.J., Glegg, G.A., Tappin, A.D. and Worsfold, P.J. 2009. Estuarine eutrophication in the UK: current incidence and future trends. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 19(1), 43-56.
- Mardia, K.V. and Marshall, R.J. 1984. Maximum likelihood estimation of models for residual covariance in spatial regression. *Biometrika*, 71(1), 135-146.
- Marsden, M.W. 1989. Lake restoration by reducing external phosphorus loading: the influence of sediment phosphorus release, *Freshwater Biology*, 21(2), 139-162.
- Marty, J. L., Olive, D. and Asano, Y. 1997. Measurement of BOD: correlation between 5-day BOD and commercial BOD biosensor values. *Environmental technology*, 18(3), 333-337.
- Martz, L.W. and Garbrechet, J. 1992. Numerical definition of drainage network and subcatchment areas from digital elevation models. *Computers and Geosciences*. 18(6), 747-761.
- Matheron, G. 1963. Principles of geostatistics. *Economic Geology*, 58(8), 1246-1266.
- Mattson, M.D. 2009. Biogeochemistry of inland waters. Academic press, 348-353, USA.
- McCauley A, Jones, C. and Jacobsen, J. 2009. Plant Nutrient Functions and Deficiency and Toxicity Symptoms. Montana State University Extension Service.
- McKenzie, J.M., Siegel, D.I., Lautz, L.K., Otz, M.H., Hassett, J. and Otz, I. 2012. Water quality, contamination, and wetlands in the Croton watershed, New York, USA. *Open Journal of Modern Hydrology*, 2(1), 7-14.
- McKergow, L.A., Weaver, D.M., Prosser, I.P., Grayson, R.B. and Reed, A.E.G. 2003. Before and after riparian management: sediment and nutrient exports from a small agricultural catchment, Western Australia. *Journal of Hydrology*, 270(3-4), 253–272.
- Meacham, S., Karakas, S., Wallace, A. and Altun, F. 2010. Boron in human health: evidence for dietary recommendations and public policies. *The Open Mineral Processing Journal*, 3(1), 36-53.
- Mejstrik, V. and Svacha, J. 1988. Concentrations of Co, Cd, Cr, Ni and Zn in crop plants cultivated in the vicinity of coal-fired power plants. *Science of the Total Environment*, 72(15), 57-67.
- Melesse, A.M. and Jordan, J.D. 2003. Spatially distributed watershed mapping and modeling: thermal maps and vegetation indices to enhance land cover and surface microclimate mapping: part 1. *Journal of Spatial Hydrology*, 3(2), 36-65.

- Mengel, K. and Kirkby, E.A. 2001. Principles of plant nutrition. *Annals of Botany*, 93(49), 479-480.
- Mesner, N. and Geiger, J. 2010. Understanding your watershed fact sheet: dissolved oxygen. Utah State University Extension.
- Miller, M.P., Singer, P.M.J. and Nielsen, D.R. 1988. Spatial Variability of Wheat Yield and Soil Properties on Complex Hills. *Soil Science Society of America Journal*, 52(4), 1133-1141.
- Miller, R.L., Bradford, W.L. and Peters, N.E. 1988. Specific conductance: theoretical considerations and application to analytical quality control. United States Government Printing Office, 231, USA.
- Moldovan, B.J. and Hendry, M.J. 2005. Characterizing and quantifying controls on arsenic solubility over a pH range of 1– 11 in a uranium mill-scale experiment. *Environmental Science and Technology*, 39(13), 4913-4920.
- Moore, I.D., Grayson, R.B. and Ladson, A.R. 1991. Digital terrain modelling: a review of hydrological, geomorphological and biological applications. *Hydrological Processes* 5(1), 3-30.
- Morgan, R. S., El-Hady, M. A., Rahim, I. S., Silva, J. and Ribeiro, S. 2017. Evaluation of various interpolation techniques for estimation of selected soil properties. *International Journal*, 13(38), 23-30.
- Moss, B. 1973. The influence of environmental factors on the distribution of freshwater algae: an experimental study: II. The role of pH and the carbon dioxide-bicarbonate system. *The Journal of Ecology*, 61(1), 157-177.
- Muckel, G.B. and Mausbach, M.J. 1996. Soil quality information sheets. Soil science society of America, 393-400, USA.
- Mueller, D.K., Hamilton, P.A., Helsel, D.R., Hitt, K.J. and Ruddy, B.C. 1995. Nutrients in Ground Water and Surface Water of the United States-An Analysis of Data through 1992. US Geological Survey. Water Resources Investigations Report No: 95-4031. USA.
- Mulla, D.J. and McBratney, A.B. 2001. Soil spatial variability, In: *Soil physics companion*, Warrick A.W.(eds), CRC Press, 321–352, New York.
- Munsuz, N., Ünver İ. ve Çaycı G. 1999. Türkiye Suları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Halkla İlişkiler ve Yayın Ünitesi, 479, Ankara.
- Munsuz, N. Ve Ünver, İ. 1995. Su Kalitesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1389, Ankara.

- Mutlu, E., Yanık, T. ve Demir, T. 2013. Horohon Deresi (Hafik-Sivas)' nin su kalitesi özelliklerinin aylık değişimleri. *Alinteri Agricultural Sciences Journal*, 25, 45-57. Dergi
- Nadakavukaren, J.J., Ingermann, R.L., Jeddelloh, G. and Falkowski, S.J. 1984. Seasonal variation of arsenic concentration in well water in Lane County, Oregon. *Bulletin of environmental contamination and toxicology*, 33(1), 264-269.
- Nalbantoğlu, G. ve Çakmak, B. 2007. Akıncı sulama birliğinde sulama performansının karşılaştırmalı değerlendirilmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 13(3), 213-223.
- Neal, C., Fox, K K., Harrow, M. and Neal, M. 1998. Boron in the major UK rivers entering the North Sea. *Science of the Total Environment*, 210, 41-51.
- Nelson, E.J. and Booth, D.B. 2002. Sediment sources in an urbanizing, mixed land-use watershed. *Journal of Hydrology*, 264(1), 51-68.
- Newcombe, C.P. and MacDonald, D.D. 1991. Effects of suspended sediment on aquatic ecosystems. *North American Journal of Fisheries Management*, 11(1), 72-82.
- Newcombe, C.P. and Jensen, J.O.T. 1996. Channel suspended sediment and fisheries: A synthesis for quantitative assessment of risk and impact. *North American Journal of Fisheries Management*, 16(4), 693-727.
- Newham, L.T., Letcher, R.A., Jakeman, A.J. and Kobayashi, T. 2004. A framework for integrated hydrologic, sediment and nutrient export modelling for catchment-scale management. *Environmental Modelling and Software*, 19(11), 1029-1038.
- Nisbet, M. and Verneaux, J. 1970. Composantes chimiques des eaux courantes. Discussion et proposition de classes en tant que bases d'interprétation des analyses chimiques. *Annales de Limnologie-International Journal of Limnology*, 6(2), 161-190.
- Nişancı, R., Yıldırım, V. ve Yıldırım, A. 2007. Su Havzalarına Yönelik CBS Veri Tabanı Modellemesi: Trabzon Galyan Vadisi Örneği, TMMOB Harita Ve Kadastro Mühendisleri Odası Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 30 Ekim-2 Kasım 2007, KTÜ, Bildiri Kitabı, 58, Trabzon.
- Nixon, S.W. 1995. Coastal Marine Eutrophication: A Definition, Social Causes, and Future Concerns, *Ophelia*, 41, 199-219.
- Nürnberg, G.K. 1996. Trophic state of clear and colored, soft-and hardwater lakes with special consideration of nutrients, anoxia, phytoplankton and fish. *Lake and Reservoir Management*, 12(4), 432-447.
- Oğuz, K. 2015. Kurtboğazı barajı havzasında erozyon risk alanlarının belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 30, 176-181.

- Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S. and Dean, L.A. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. U.S. Department of Agriculture, 89, Washington DC.
- Öner, Ö. ve Çelik, A. 2011. Gediz Nehri Aşağı Gediz Havzası'ndan alınan su ve sediment örneklerinde bazı kirlilik parametrelerinin incelenmesi. *Ekoloji*, 20(78), 48-52.
- Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M. ve Kaptan, H. 2001. Toprak Bilimi. 5. Baskı, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 73, 116, Adana.
- Özdemir, C, A. 2010. İstanbul içme suyu havzalarında arazi kullanımlarının su kalitesine olan etkisinin değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 133, İstanbul.
- Özer, O. 2008. Göksu Deltası'nda su kalitesinin belirlenmesi ve su kalitesi coğrafi bilgi sisteminin kurulması. Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 143, Mersin.
- Öztürk, R. 2007. Porsuk çayı çevre sorunları ve bunların çözümlenmesinde havza yönetimi önerileri. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 133, Adana.
- Öztürk, S., Tönük Ubay, G. ve Arıca, B. 2011. Devrekani Çayı Alt Havzası'nın Doğal Kaynak Değerlerinin CBS İle Belirlenmesi, I. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, 26-28 Ekim 2011, KSÜ Mühendislik Bilimleri Dergisi Özel Sayı, 14-21, Kahramanmaraş.
- Özyazıcı, M. A., Dengiz, O., Aydoğan, M., Bayraklı, B., Kesim, E., Urla, Ö. ve Ünal, E. 2015. Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi tarım topraklarının bazı makro ve mikro bitki besin maddesi konsantrasyonları ve ters mesafe ağırlık yöntemi (IDW) ile haritalanması. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 16(2), 187-202.
- Pareta, K. and Pareta, U. 2011. Quantitative morphometric analysis of a watershed of Yamuna basin, India using ASTER (DEM) data and GIS. *International journal of Geomatics and Geosciences*, 2(1), 248-269.
- Parks, J.L. and Edwards, M. 2005. Boron in the environment. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 35(2), 81-114.
- Parlak, M., Dincsoy, Y. ve Seyrek, K. 2007. Determination of Erosion Risk According to Corine Methodology (A Case Study: Kurtbogazi Dam), Republic of Turkey Ministry of Energy and Natural Resources General Directorate of State Hydraulic Works, 22-24 March 2007, 844-859, Antalya.
- Paul, M.J. and Meyer, J.L. 2001. Streams in the urban landscape. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 32, 333-365.

- Penn, M.R., Pauer, J.J. and Mihelcic, J.R. 2004. Environmental and ecological chemistry-Volüme 2. Encyclopedia of life support systems (EOLSS), 452, USA.
- Petts, G. and Calow, P. 1996. River Restoration. Black-well Science, 97, Oxford.
- Pettyjohn, W. 1972. Water quality in a stressed environment. Burgess Publishing Company, 309, Minneapolis.
- Phillips, W.E.J. 1971. Naturally occurring nitrate and nitrite in foods in relation to infant methaemoglobinaemia. Food and Cosmetics Toxicology, 9(2), 219-228.
- Pizer, N.H. 1967. Some advisory aspect. Soil potassium and magnesium. Tech. Bull, 14, 184.
- Plaster, E.J. 1992. Soil science and management. 2nd Edition, Delmar Publishers Inc.,509, New York, USA.
- Polat, M. 2000. Ankara kentine içmesuyu sağlayan baraj göllerinde tabakalaşma ve alt-üst olma ile ötrofikasyon olaylarının incelenmesi. DSİ Teknik Bülteni, 93, 27-39.
- Power, J.F. and Scheders, J.S. 1989. Nitrate contamination of groundwater in North America. Agriculture, Ecosystems and Environment, 26(3-4), 165–187.
- Pozdnyakova, L. and Zhang, R. 1999. Geostatistical analyses of soil salinity in a large field. Precision Agriculture, 1(2), 153-165.
- Pratt, P. F. 1965. Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Ed. C. A. Black. Amer. Soc. Agr. Inc. Pub. Agron. Series No: 9, Madison, Wisconsin, USA.
- Pritchett, W.L. 1979. Properties and management of forest soils. John Wiley and Sons, 500, New York.
- Provin, T.L. and Pitt, J.L. 2002. Description of water analysis parameters. Extension Soil Chemist and Extension Associate, Soil and Crop Sciences Department, Texas.
- Randhir, T.O., Connor, R.O., Penner, P R. and Goodwin, D.W. 2001. A watershed based land prioritization model for water supply protection. Forest Ecology and Management, 143(1-3), 47-56.
- Reynolds, C.S. 1984. The ecology of freshwater phytoplankton. Cambridge University Press.175-177, Cambridge.
- Richards, L.A. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. United States Department of Agriculture, 160p, Washington.

- Rivoirard, J. 1994. Introduction to disjunctive kriging and non-linear geostatistics. Oxford University Press Inc.,180, England.
- Robertson, F.N. 1989. Arsenic in ground-water under oxidizing conditions, south-west United States. Environmental Geochemistry and Health, 11(3-4), 171-185.
- Robinson, T.P. and Metternicht, G. 2006. Testing the performance of spatial interpolation techniques for mapping soil properties. Computers and Electronics in Agriculture, 50(2), 97-108.
- Roman, D.M.S., Warner, G.S. and Scatena, F. 2003. Multivariate analysis of water quality and physical characteristics of selected watersheds in puerto rico. Journal of American Water Resources Association, 39(4), 829-839.
- Rope, S.K., Arthur, W.J., Craig, T.H. and Craig, E.H. 1988. Nutrient and trace elements in soil and desert vegetation of southern Ideha. Environmental Monitoring Assessment, 10(1), 1-24.
- Rosanoff, A. 2013. The high heart health value of drinking-water magnesium. Medical Hypotheses, 81(6), 1063-1065.
- Russo, D. and Bresler, E. 1981. Soil hydraulic properties at stochastic processes: I. An analysis of field spatial variability. Soil Science Society of American Journal, 45(4), 682-687.
- Sağlam, F. ve Türkmen, F. 2012. Ayaş araştırma ve uygulama çiftliği topraklarının bazı fizikokimyasal özelliklerinin jeostatistiksel yöntemlerle incelenmesi, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 49(1), 45-52.
- Sağlam, M. 2013. Çok değişkenli istatistiksel yöntemler ile toprak özelliklerinin gruplandırılması. Toprak Su Dergisi, 2(1), 7-14.
- Sağlam, M. 2008. Gökhöyük tarım işletmesinde yaygın toprak serilerinde bazı kalite göstergelerinin uzaysal değişkenliğinin jeostatistiksel yöntemlerle incelenmesi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 160, Ankara.
- Sağlam, M., Dengiz, O., Özyazıcı, M. A., Erkoçak, A. ve Türkmen, F. 2014. Faktör analizi ile minimum veri setinin oluşturulması ve haritalanması: Samsun ili örneği. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 51(2), 133-144.
- Sağlam, M. ve Dengiz, O. 2013. Kimyasal toprak kalite göstergelerinin faktör ve jeostatistik analiz yöntemleriyle değerlendirilmesi, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 50(2), 181-190.
- Sakan, S.M., Dordevic, D.S., Manojlovic, D.D. and Predrag, P.S. 2009. Assessment of heavy metal pollutants accumulation in the Tisza river sediments. Journal of Environmental Management, 90(11), 3382–3390.

- Samsunlu, A. 2005. Çevre Mühendisliği Kimyası, Birsen Yayınevi, 65, İstanbul.
- Sancan, M. ve Karaca, S. 2017. Van-Erciş ilçesi Bayramlı köyü bağ alanlarının bazı toprak özelliklerinin belirlenmesi ve coğrafi bilgi sistemleri ile haritalanması. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi, 5(2), 55-62.
- Sander, A., Berghult, B., Broo, A.E., Johansson, E.L. and Hedberg, T.A. 1996. Iron corrosion in drinking water distribution systems-The effect of pH, calcium and hydrogen carbonate. Corrosion Science, 38(3), 443-455.
- Schilling, K.E. and Wolter, C.F. 2001. Contribution of base flow to nonpoint source pollution loads in an agricultural watershed. Groundwater, 39(1), 49-58.
- Schindler, D.W. 1977. Evolution of Phosphorus Limitation in Lakes. American Association for the Advancement of Science, 195(4275), 260-262.
- Schroeder, D. 1978. Structure and weathering of potassium containing minerals. In: Potassium in the Soil/Plant Root System, International Potash Institute, 5-27, Switzerland.
- Serdar, S. 2015. Doğu Karadeniz havzası akarsularının fiziko-kimyasal su kalitesi mevsimsel değişimlerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, 119, Rize.
- Sharpley, S.C., Wedepohl, R., Sims, J.T., Daniel, T.C. and Reddy, K.R. 1994. Managing agricultural phosphorus for protection of surface waters: Issues and options. Journal of Environmental Quality 23(3), 437-451.
- Shepard, D. 1968. A Two-Dimensional Interpolation Function For Irregularly Spaced Data, Proceedings of the 1968 23rd ACM national conference, 27-29 August 1968, 517-524, USA.
- Shi, W., Liu, J., Du, Z., Song, Y., Chen, C. and Yue, T. 2009. Surface modeling of soil pH. Geoderma, 150(1-2), 113-119.
- Shorrocks, V.M. 1997. The occurrence and correction of boron deficiency. Plant and Soil, 193(1-2), 121-148.
- Shrestha, S. and Kazama, F. 2007. Assessment of surface water quality using multivariate statistical techniques: A case study of the Fuji river basin; Japan. Environmental Modelling and Software, 22(4), 464-475.
- Shuman, L.M. 1988. Effect of organic matter on distribution of Mn, Cu, Fe, and Zn in soil fraction. Soil Science, 146(3), 192-198.
- Silanpää, M. 1990. Micronutrient assessment at country level: An international study. Food and agriculture organization of the united nations FAO. Soils Bulletin NO:63, Rome.

- Sillen, L.G. and Martell, A.E. 1964. Stability constants of metal-ion complexes. Chemical society, 754, London.
- Silvino, R.F. and Barbosa, F.A.R. 2015. Eutrophication potential of lakes: an integrated analysis of trophic state, morphometry, land occupation, and land use. *Brazilian Journal of Biology*, 75(3), 607-615.
- Simeonov, V., Stratis, J.A., Samara, C., Zachariadis, G., Voutsas, D. and Anthemidis, A. 2003. Assessment of the surface water quality in Northern Greece. *Water Research*, 37(17), 4119–4124.
- Singh, J., Karamanos, R.E. and Kachanoski, R.G. 1985. Spatial variation of extractable micronutrients in a cultivated and a native prairie soil. *Canadian Journal of Soil Science*, 65(1), 149-156.
- Siosemarde, M., Kave, F., Pazira, E., Sedghi, H. and Ghaderi, S.J. 2010. Determine of constant coefficients to relate total dissolved solids to electrical conductivity. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 4(10), 457-459.
- Smedley, P.L. and Kinniburgh, D.G. 2002. A review of the source, behaviour and distribution of arsenic in natural waters. *Applied geochemistry*, 17(5), 517-568.
- Sondergaard, M., Jensen, J.P. and Jeppesen, E. 2001. Retention and internal loading of phosphorus in shallow, eutrophic lakes, *The Scientific World Journal*, 1, 427-442.
- Song, Z., Williams, C.J. and Edyvean, R.G.J. 2000. Sedimentation of tannery wastewater. *Water Research*, 34(7), 2171–2176.
- Sonneborn, M., Mandelkow, J., Schön, D., Hoffmeister, H. and Zoeteman, B.C.J. 1983. Health effects of inorganic drinking water constituents, including hardness, iodide, and fluoride. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 13(1), 1-22.
- Strager, M. P., Fletcher, J. J., Strager, J. M., Yuill, C. B., Eli, R. N., Petty, J. T. and Lamont, S. J. 2010. Watershed analysis with GIS: The watershed characterization and modeling system software application. *Computers and Geosciences*, 36(7), 970-976.
- Straškraba, M., Blažka, P., Brandl, Z., Hejzlar, P., Komárková, J., Kubečka, J. and Vyhnálek, V. 1993. Framework for investigation and evaluation of reservoir water quality in Czechoslovakia. *Comparative Reservoir Limnology and Water Quality Management*, 77, 169-212.
- Su, C. and Suarez D.L. 2004. Boron release from weathering of illites, serpentines, shales, and illitic/palygorskitic soils. *Soil Science Society of America Journal*, 68(1), 96-105.

- Suk, N.I., Kotelnikov, A.R. and Kovalsky, A.M. 2009. Iron-magnesium minerals from differentiated rocks of Lovozersky alkaline massif. *Geochemistry, Mineralogy and Petrology*, 47, 97-107.
- Suri, L. 2000. İçme suyu havzalarında planlama ve yönetim Ömerli içme suyu havzası örneği. Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 190, İstanbul.
- Svobodová, Z. 1993. Water quality and fish health No: 54. Food and Agriculture Organisation.
- Şeker, D.Z., Tanık, A. ve Öztürk, D. 2009. CBS'nin Havza Yönetimi Çalışmalarında Uygulanması, TMMOM Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 2-6 Kasım 2009, Bildiri Özetleri Kitabı, 69, İzmir.
- Şenel, S.M. 2017. Antalya Boğaçayı'nda kirlilik düzeyi ve su kalitesinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 71, Antalya.
- Şensoy, S., Türkoğlu, N., Çiçek, İ., Demircan, M., Arabacı, H. ve Bölük, E. 2015. Urbanization Effect on Trends of Extreme Temperature Indices in Ankara, VII. Uluslararası Katılımlı Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, 28-30 Nisan 2015, İstanbul Teknik Üniversitesi İstanbul Aydın Üniversitesi, 23-36, İstanbul.
- Şener Güzel, G., 2017. Harran ovası topraklarının bazı özelliklerinin jeostatistiksel (kriging-method) yöntemle belirlenerek haritalanması. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 61, Şanlıurfa.
- Schulte, E.E., Liegel, E.A., Simson, C.R. and Kelling, K.A. 1980. Optimum soil test levels for Wisconsin. University of Wisconsin.
- Tagwira, F., Phia, M. and Mugwira, L. 1993. Zinc distribution in Zimbabwean soils and its relationship with other soil factors. *Communications in Soils Science and Plant Analysis*, 24(9-10), 841-861.
- Taş, B. 2006. Derbent Baraj Gölü (Samsun) su kalitesinin incelenmesi. *Ekoloji*, 15(61), 6-15.
- Taş, E. 2016. Havza Karakteristiklerine Konumsal Çözünürlüğün Etkisi: Afyonkarahisar Çay Deresi Havzası, 1. International Academic Research Congress, 3-5 November 2016, e-Book, 603-610, Antalya.
- Taşova, H. ve Akın, A. 2013. Marmara bölgesi topraklarının bitki besin maddesi kapsamlarının belirlenmesi, veri tabanının oluşturulması ve haritalanması, *Toprak Su Dergisi*, 2(2), 83-95.
- Theller, D. and Reynard E. 2008. Mapping Sediment Transfer Processes Using GIS Applications, 6. ICA Mountain Cartography Workshop, 11-15 February 2008, 227-234, Switzerland.

- Thomas, G.W. and Hipp, B.W. 1968. Soil factors affecting potassium availability. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 269-291, USA.
- Tobler, W.R. 1970. A computer movie simulating urban growth in the Detroit region. *Economic geography*, 46(1), 234-240.
- Tokatlı, C. 2012. Emet Çayı su, sediment ve bazı balık türlerinde ağır metal birikimlerinin araştırılması. Doktora Tezi, Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 210, Kütahya.
- Torgersen, C.E., Gresswell R.E. and Bateman D.S. 2004. Pattern detection in stream networks: quantifying spatial variability in fish distribution. *Spatial Analyses in Fishery and Aquatic Sciences*, 2, 405-20.
- Toteng, E.N. 2002. Understanding the disjunction between urban planning and water planning and management in Botswana: a challenge for urban planners. *International Development Planning Review*, 24(3), 271-298.
- Trakal, L., Neuberg, M., Tlustoš, P., Száková, J., Tejnecký, V. and Drábek, O. 2011. Dolomite limestone application as a chemical immobilization of metal-contaminated soil. *Plant Soil Environ*, 57(4), 173-179.
- Trangmar, B.B., Yost, R.J. and Wehara, G. 1985. Application of geostatistics to spatial studies of soil properties. *Advances in Agronomy*, 38, 45-94.
- Trangmar, B.B., Yost, R.J., Wade, M.K., Uehara, G. and Sudjadi, M. 1987. Spatial variation of soil properties and rice yield on recently cleared land. *Soil Science Society of America Journal*, 51(3), 668-674.
- Tribe, A. 1992. Automated recognition of valley heads from digital elevation models. *Earth Surface Processes and Landforms*, 16(1), 33-49.
- Trivedy, R.K. and Goel, P.K. 1984. Chemical and biological methods for water pollution studies. Environmental publications, 215, USA.
- Trowbridge, P. R., Davis, J. A., Mumley, T., Taberski, K., Feger, N., Valiela, L. and Coleman, J. 2016. The regional monitoring program for water quality in San Francisco Bay, California, USA: Science in support of managing water quality. *Regional Studies in Marine Science*, 4, 21-33.
- Tsegaye, T. and Hill, R.L. 1998. Intensive tillage effects on spatial variability of soil test, plant growth and nutrient uptake measurement. *Soil Science*, 163(2), 155-165.
- Tunçay, T., Bayramin, İ., Atalay, F. and Ünver, İ. 2015. Assessment of inverse distance weighting interpolation on spatial variability of selected soil properties in the Cukurava plain. *Journal of Agricultural Sciences*, 22, 377-384.

- Turcotte, R., Fortin, J.P., Rousseau, A.N., Massicotte, S. and Villeneuve, J.P. 2001. Determination of the drainage structure of a watershed using a digital elevation model and a digital river and lake network. *Journal of Hydrology*, 240(3-4), 225-242.
- Turgut, B. ve Öztaş, T. 2012. Bazı toprak özelliklerine ait yersel değişimin jeostatistiksel yöntemlerle belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(2), 10-22.
- Ugwu, A.I. and Wakawa, R. J. 2012. A study of seasonal physicochemical parameters in River Usma. *American Journal of Environmental Science*, 8(5), 569-576.
- Usta, N. ve Zaman, M. 2015. Kızılcahamam ilçesinin turizm potansiyeli ve geliştirilmesi. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 23(39), 1-23.
- Ünlü, A., Çoban, F. ve Tunç, M.S. 2008. Hazar Gölü su kalitesinin fiziksel ve inorganik kimyasal parametreler açısından incelenmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 23(1), 119-127.
- Ünver, İ. ve Karabulut, A. 2009. Çukurova’da flüviyal bir tarım arazisinde bazı toprak verimlilik özelliklerinin jeostatistiksel modellemesi. *Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi*. Proje No: 20060711100. Ankara.
- Van Elteren, J.T., Stibilj, V. and Šlejkovec, Z. 2002. Speciation of inorganic arsenic in some bottled Slovene mineral waters using HPLC–HGAFS and selective coprecipitation combined with FI-HGAFS. *Water Research*, 36(12), 2967-2974.
- Vannote, R. and Sweeney, B. 1980. Geographic analysis of thermal equilibria: a conceptual model for evaluating the effect of natural and modified thermal regimes on aquatic insect communities. *The American Naturalist*, 115(5), 667-695.
- Varol, M. 2015. Dicle Baraj gölü su kalitesinin su kirliliği kontrolü yönetmeliği’ne göre değerlendirilmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 2(1), 85–91.
- Vega, M., Pardo, R., Barrado, E. and Deban, L. 1998. Assessment of seasonal and polluting effects on the quality of river water by exploratory data analysis. *Water Research*, 32(12), 3581–3592.
- Verdin, K.L. and Verdin, J.P. 1999. A topological system for delineation and codification of the Earth’s river basins. *Journal of Hydrology*, 218(1-2), 1-12.
- Vieira, S.R., Nielsen, D.R. and Biggar, J.W. 1981. Spatial variability of field-measured infiltration rate. *Soil Science Society of American Journal*, 47(6), 175-184.
- Vinod, P.N., Chandramouli, P.N. and Koch, M. 2015. Estimation of nitrate leaching in groundwater in an agriculturally used area in the state Karnataka, India, using existing model and GIS. *Aquatic Procedia*, 4, 1047-1053.

- Vitousek, P.M., Porder, S., Houlton, B.Z. and Chadwick, O.A. 2010. Terrestrial phosphorus limitation: mechanisms, implications, and nitrogen–phosphorus interactions. *Ecological applications*, 20(1), 5-15.
- Voltz, M. and Webster, R. 1990. A Comparison of kriging, cubic splines and classification for predicting soil properties from sample information. *Journal of Soil Science*, 41(3), 473-490.
- Voutsas, D., Manoli, E., Samara, C., Sofoniou, M. and Stratis, I. 2001. A study of surface water quality in Macedonia, Greece: Speciation of nitrogen and phosphorus. *Water, Air and Soil Pollution*, 129(1-4), 13-32.
- Vyrides, I. and Stuckey, D.C. 2009. A modified method for the determination of chemical oxygen demand (COD) for samples with high salinity and low organics. *Bioresource technology*, 100(2), 979-982.
- Wang, C. and Wang P. 2008. Migration of infiltrated NH_4 and NO_3 in a soil and groundwater system simulated by a soil tank. *Pedosphere*, 18(5), 628-637.
- Wang, S., Jin, X., Bu, Q., Jiao, L. and Wu, F. 2008. Effects of dissolved oxygen supply level on phosphorus release from lake sediments. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 316(1-3), 245-252.
- Wang, S.H., Huggins, D.G., Frees, L., Volkman, C.G., Lim, N.C., Baker, D.S., Smith, V. and Denoyelles, F. 2005. An Integrated Modelling Approach to Total Watershed Management: Water Quality and Watershed Assessment of Cheney Reservoir, Kansas, USA. *Water, Air, and Soil Pollution*, 164(1-4), 1-19.
- Ward, R. 2017. Crop Nutrition and Management. <https://www.wardlab.com/ward>. Erişim Tarihi: 10.10.2017.
- Warrick, A.W., Zhang, R. El-Harris., M.K. and Myers, D.E. 1988. Direct comparisons between kriging and other interpolators. In: International conference and workshop on the validation of flow and transport models for the unsaturated zone, Wierenga, P.J. and Bachelet, D. (eds), 505-510, New Mexico.
- Wąsik, E., Bohdziewicz, J. and Błaszczuk, M. 2001. Removal of nitrates from ground water by a hybrid process of biological denitrification and microfiltration membrane. *Process Biochemistry*, 37(1), 57-64.
- Weast, R.C., Astle, M.J. and Beyer, W.H. 1989. CRC handbook of chemistry and physics. CRC press, 40, Florida.
- Weber, D.D. and Englund E.J. 1994. Evaluation and comparison of spatial interpolators II. *Mathematical Geology*, 26(5), 589–603.

- Weber-Scannell, P. and Duffy, I. 2007. Effects of total dissolved solids on aquatic organisms: a review of literature and recommendation for salmonid species. *American Journal of Environmental Science*, 3(1), 1-6.
- Webster, R. and Oliver, M.A. 1990. *Statistical methods in soil and land resource survey*. Oxford University Press, 316, Oxford.
- Webster, R. and Oliver, M.A. 2001. *Geostatistics for environmental scientists (Statistics in Practice)*. John Wiley and Sons Ltd., 265, USA.
- Wedepohl, K.H. 1995. The composition of the continental crust. *Geochimica et cosmochimica Acta*, 59(7), 1217-1232.
- Wei, Y.T., Zheng, Y.M. and Chen, J.P. 2011. Design and fabrication of an innovative and environmental friendly adsorbent for boron removal. *Water Research*, 45(6), 2297-2305.
- Weinthal, E., Parag, Y., Vengosh, A., Muti, A. and Kloppmann, W. 2005. The EU drinking water directive: the boron standard and scientific uncertainty. *European Environment*, 15(1), 1-12.
- Weisz, R., Fleischer S. and Smilowitz, Z. 1995. Map generation in high-value horticultural integrated pest management: Appropriate interpolation methods for site-specific pest management of Colorado potato beetle. *Journal of Economic Entomology*, 88(6), 1650-1657.
- Welch, A.H., Lico, M.S. and Hughes, J.L. 1988. Arsenic in ground water of the western United States. *Groundwater*, 26(3), 333-347.
- Wetzel, R.G. 1983. *Limnology*, 2nd Edition. Saunders college publishing, 97, Philadelphia.
- Whittaker, R.H. 1975. *Communities and ecosystems*. Macmillan Publishing Company, 385, New York.
- Withers, P.J., Neal, C., Jarvie, H.P. and Doody, D.G. 2014. Agriculture and eutrophication: where do we go from here?. *Sustainability*, 6(9), 5853-5875.
- Wolbert, H. 2002. Effect of subsurface geology on the water quality of springs at the raystown field station. *Journal of Ecological Research*, 4, 63-68.
- Wolf, B. 1971. The determination of boron in soil extracts, plant materials, composts, manures, water and nutrient solutions. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 2(5), 363-374.
- Wollenhaupt, N.C., Wolkowski, R.P. and Clayton, M.K.. 1994. Mapping soil test phosphorus and potassium for variable-rate fertilizer application. *Journal of Production Agriculture*, 7(4), 441-448.

- Wolock, D.M., Winter, T.C. and McMahon, G. 2004. Delineation and evaluation of hydrologic-landscape regions in the United States using geographic information system tools and multivariate statistical analyses. *Environmental Management*, 34(1), 71-88.
- Wurts, W.A. 1993. Understanding water hardness. *World aquaculture*, 24(1), 18.
- Wurts, W.A. 2003. Daily pH cycle and ammonia toxicity. *World Aquaculture*, 34(2), 20-21.
- Wurts, W.A. and Durborow, R.M. 1992. Interactions of pH, carbon dioxide, alkalinity and hardness in fish ponds. SRAC Publication No: 464, Kentucky State University.
- Wyness, A.J., Parkman, R.H. and Neal, C. 2003. A summary of boron surface water quality data throughout the European Union. *Science of The Total Environment*, 314(1), 255-269.
- Whitmare, R. 1972. *The encyclopedia of geochemistry and environmental sciences*. Van Nostrand Reinhold, 1321 p., New York.
- Xu, J.M., Wang, K., Bell R.W., Yang Y.A. and Huang, L.B. 2001. Soil boron fractions and their relationships to soil properties. *Soil Science Society of America Journal*, 65(1), 133-138.
- Yalçın, M. 2012. Amik ovasında tuzlulukla ilgili toprak özelliklerinin yersel ve zamansal değişiminin jeostatistik yöntemlerle araştırılması. Doktora Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 144, Hatay.
- Yang, F., Shi, B., Bai, Y., Sun, H., Lytle, D. A. and Wang, D. 2014. Effect of sulfate on the transformation of corrosion scale composition and bacterial community in cast iron water distribution pipes. *Water Research*, 59(1), 46-57.
- Yenici, E. 2010. Havza ölçeğinde su kalite yönetimi: Büyük Menderes nehir havzası örnek çalışması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 145, İstanbul.
- Yıldırım-Sönmez, F. 2015. Karmuç çayı su kalitesinin izlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 70, Şanlıurfa.
- Yılmaz, M.U., Özgür, E. ve Yeğen, E.B. 2015. Coğrafi Bilgi Sistemleri Yardımıyla Havza Karakteristiklerinin Belirlenmesi, 4. Su Yapıları Sempozyumu, 19-21 Kasım 2015, İnşaat Mühendisleri Odası, Bildiri Kitabı, 241-247, Antalya.
- Yost, R.S., Uehara, G. and Fox, L. 1982. Geostatistical analysis of soil chemical properties of large land areas. II. Kriging. *Soil Science Society of American Journal*, 46(5), 1033-1037.

- Zhang, J., Gilbert, D., Gooday, A., Levin, L., Naqvi, S. W. A., Middelburg, J. J. and Oguz, T. 2010. Natural and human-induced hypoxia and consequences for coastal areas: synthesis and future development. *Biogeosciences*, European Geosciences Union, 7, 1443-1467.
- Zhang, W.L., Tian, Z.X., Zhang, N. and Li, X.Q. 1996. Nitrate pollution of groundwater in northern China. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 59(3), 223-231.
- Zhou, Z., Niu, Y., Zhang, S., Huang, D. and Yuan, X. 2016. Applied study on the spatial interpolation method for the evaluation of soils with heavy metals in mountainous tea planting regions. *Journal of Residuals Science and Technology*, 13(7), 144-148.
- Zhu, Y., Ye, M., Roeder, E., Hicks, R. W., Shi, L. and Yang, J. 2016. Estimating ammonium and nitrate load from septic systems to surface water bodies within ArcGIS environments. *Journal of Hydrology*, 532, 177-192.

EKLER

EK 1 Su Örnekleme	312
EK 2 Toprak Örnekleme	313
EK 3 Sediment Örnekleme.....	318
EK 4 Su Parametrelerinin Korelasyon Analizi	319
EK 5 Taşınan Yükler.....	320
EK 6 Anket Sonuçları... ..	323
EK 7 Toprak Analiz Sonuçları	325
EK 8 Toprak Özelliklerinin Korelasyon Analizi	332
EK 9 Sediment Analiz Sonuçları	333

EK 1 Su örnekleme

Çizelge 1 Su örnekleme noktalarının koordinatları

Örn. Noktası	Örnek Nokta Adı	Örnekleme Havzası	Koordinat	
			Doğu	Kuzey
1	Berçin Çayı	Akyar	463944.00 d D	4496817.00 m K
2	Akyar Barajı	Akyar	464549.01 d D	4492874.92 m K
3	Hamam Deresi	Eğrekkaya	469976.00 d D	4494120.00 m K
4	Gürcü Deresi	Eğrekkaya	471109.00 d D	4494787.00 m K
5	Eğilli Deresi	Eğrekkaya	471423.00 d D	4491719.00 m K
6	Hamam Çayı	Eğrekkaya	471351.00 d D	4489155.00 m K
7	Eğrekkaya Barajı	Eğrekkaya	471862.00 d D	4482996.00 m K
8	Mera Çayı	Kurtboğazi	472918.00 d D	4466395.00 m K
9	Pazar Köprüaltı	Kurtboğazi	474295.00 d D	4463996.00 m K
10	Pazar Deresi	Kurtboğazi	477019.00 d D	4462155.00 m K
11	Kurtboğazi Barajı	Kurtboğazi	474671.00 d D	4457878.00 m K
12	Kamışlığin Deresi	Kavşakkaya	494612.00 d D	4473720.00 m K
13	Kuruçay	Kavşakkaya	496934.00 d D	4474037.00 m K
14	Kocaçay	Kavşakkaya	493752.00 d D	4467023.00 m K
15	Kavşakkaya Barajı	Kavşakkaya	494266.94 d D	4461740.68 m K

EK 2 Toprak örnekleme

Çizelge 1 Toprak örnekleme noktalarının koordinatları

Örnek Noktası	Örnek Yeri Havza	Koordinat	
		Doğu	Kuzey
1	Kurtboğazı	473637.00 d D	4458743.00 m K
2	Kurtboğazı	473298.00 d D	4459195.00 m K
3	Kurtboğazı	473039.00 d D	4459540.00 m K
4	Kurtboğazı	472736.00 d D	4459108.00 m K
5	Kurtboğazı	472164.00 d D	4459326.00 m K
6	Kurtboğazı	472415.00 d D	4459904.00 m K
7	Kurtboğazı	471700.00 d D	4460205.00 m K
8	Kurtboğazı	470900.00 d D	4461217.00 m K
9	Kurtboğazı	468471.00 d D	4462163.00 m K
10	Kurtboğazı	468503.00 d D	4459275.00 m K
11	Kurtboğazı	473549.00 d D	4461515.00 m K
12	Kurtboğazı	474973.00 d D	4463413.00 m K
13	Kurtboğazı	475441.00 d D	4464253.00 m K
14	Kurtboğazı	476004.00 d D	4464605.00 m K
15	Kurtboğazı	476249.00 d D	4465661.00 m K
16	Kurtboğazı	477467.00 d D	4465305.00 m K
17	Kurtboğazı	478263.00 d D	4464357.00 m K
18	Kurtboğazı	478940.00 d D	4464168.00 m K
19	Kurtboğazı	478873.00 d D	4462804.00 m K
20	Kurtboğazı	479909.00 d D	4461211.00 m K
21	Kurtboğazı	477838.00 d D	4460020.00 m K
22	Kurtboğazı	474311.00 d D	4463210.00 m K
23	Kurtboğazı	473537.00 d D	4463773.00 m K
24	Kurtboğazı	472998.00 d D	4463639.00 m K
25	Kurtboğazı	471145.00 d D	4464602.00 m K
26	Kurtboğazı	469236.00 d D	4464098.00 m K
27	Kurtboğazı	467932.00 d D	4465530.00 m K
28	Eğrekkaya	475229.00 d D	4484568.00 m K
29	Eğrekkaya	474550.00 d D	4486661.00 m K
30	Eğrekkaya	470176.00 d D	4487569.00 m K

EK 2 Toprak rnekleme (devam)**izelge 2 Toprak rnekleme noktalarının koordinatları**

31	Eğrekkaya	471598.00 d D	4491649.00 m K
32	Eğrekkaya	476884.00 d D	4489643.00 m K
33	Eğrekkaya	473236.00 d D	4496988.00 m K
34	Eğrekkaya	475281.00 d D	4499100.00 m K
35	Eğrekkaya	474909.00 d D	4500698.00 m K
36	Eğrekkaya	477215.00 d D	4499068.00 m K
37	Eğrekkaya	476244.00 d D	4500487.00 m K
38	Eğrekkaya	478869.00 d D	4499315.00 m K
39	Eğrekkaya	481986.00 d D	4500147.00 m K
40	Eğrekkaya	485053.00 d D	4500430.00 m K
41	Eğrekkaya	486200.00 d D	4498443.00 m K
42	Eğrekkaya	473360.00 d D	4500295.00 m K
43	Kurtboğazı	482722.00 d D	4460173.00 m K
44	Kurtboğazı	482984.00 d D	4463529.00 m K
45	Kurtboğazı	478696.00 d D	4466281.00 m K
46	Kurtboğazı	479280.00 d D	4467744.00 m K
47	Kurtboğazı	478112.00 d D	4467340.00 m K
48	Kurtboğazı	480011.00 d D	4469726.00 m K
49	Kurtboğazı	482310.00 d D	4466437.00 m K
50	Kurtboğazı	476375.00 d D	4468535.00 m K
51	Kurtboğazı	476878.00 d D	4472069.00 m K
52	Kurtboğazı	480552.00 d D	4473953.00 m K
53	Kurtboğazı	474136.00 d D	4467877.00 m K
54	Kurtboğazı	472969.00 d D	4468210.00 m K
55	Kurtboğazı	472900.00 d D	4469381.00 m K
56	Kurtboğazı	472431.00 d D	4472449.00 m K
57	Kurtboğazı	472915.00 d D	4472756.00 m K
58	Kurtboğazı	473326.00 d D	4473074.00 m K
59	Kurtboğazı	472986.00 d D	4473648.00 m K
60	Kurtboğazı	473878.00 d D	4475392.00 m K
61	Akyar	463668.00 d D	4494997.00 m K
62	Akyar	461430.00 d D	4496145.00 m K
63	Akyar	463410.00 d D	4496901.00 m K
64	Akyar	458172.00 d D	4498933.00 m K
65	Akyar	460045.00 d D	4502314.00 m K
66	Akyar	463244.00 d D	4499877.00 m K

EK 2 Toprak rnekleme (devam)**izelge 3 Toprak rnekleme noktalarının koordinatları**

67	Akyar	461630.00 d D	4499092.00 m K
68	Akyar	454364.00 d D	4501890.00 m K
69	Akyar	454630.00 d D	4507077.00 m K
70	Akyar	464881.00 d D	4505366.00 m K
71	Akyar	456978.00 d D	4506218.00 m K
72	Akyar	456846.00 d D	4504481.00 m K
73	Kavşakkaya	495915.00 d D	4465653.00 m K
74	Kavşakkaya	493441.00 d D	4462771.00 m K
75	Kavşakkaya	493347.00 d D	4464119.00 m K
76	Kavşakkaya	493274.00 d D	4464957.00 m K
77	Kavşakkaya	493250.00 d D	4466207.00 m K
78	Kavşakkaya	494233.00 d D	4467958.00 m K
79	Kavşakkaya	494118.00 d D	4469147.00 m K
80	Kavşakkaya	495357.00 d D	4470695.00 m K
81	Kavşakkaya	494918.00 d D	4471450.00 m K
82	Kavşakkaya	494199.00 d D	4471880.00 m K
83	Kavşakkaya	493344.00 d D	4472926.00 m K
84	Kavşakkaya	491626.00 d D	4477660.00 m K
85	Kavşakkaya	494058.00 d D	4480519.00 m K
86	Kavşakkaya	489993.00 d D	4477856.00 m K
87	Kavşakkaya	489098.00 d D	4478490.00 m K
88	Kavşakkaya	490168.00 d D	4480995.00 m K
89	Kurtboğazi	467186.08 d D	4462426.89 m K
90	Kurtboğazi	469284.97 d D	4459842.87 m K
91	Kurtboğazi	478635.00 d D	4461338.00 m K
92	Kurtboğazi	481242.00 d D	4474449.00 m K
93	Kavşakkaya	495544.00 d D	4467514.00 m K
94	Kavşakkaya	497515.00 d D	4474045.00 m K
95	Kavşakkaya	491268.00 d D	4477627.00 m K
96	Kavşakkaya	483704.00 d D	4481432.00 m K
97	Eğrekkaya	471309.00 d D	4491030.00 m K
98	Eğrekkaya	474221.00 d D	4497998.00 m K
99	Eğrekkaya	483302.00 d D	4502112.00 m K
100	Akyar	457151.33 d D	4501706.07 m K
101	Akyar	458755.00 d D	4498932.00 m K
102	Kurtboğazi	474554.00 d D	4463475.00 m K

EK 2 Toprak örnekleme (devam)**Çizelge 4 Toprak örnekleme noktalarının koordinatları**

103	Kurtboğazı	477360.00 d D	4470829.00 m K
104	Kavşakkaya	492897.00 d D	4482213.00 m K
105	Kurtboğazı	478763.86 d D	4464167.13 m K
106	Eğrekkaya	474522.00 d D	4486114.00 m K
107	Akyar	464807.00 d D	4496332.00 m K
108	Akyar	465388.00 d D	4493478.00 m K
109	Akyar	466860.00 d D	4498797.00 m K
110	Akyar	466539.00 d D	4501310.00 m K
111	Akyar	463487.00 d D	4502888.00 m K
112	Akyar	458593.59 d D	4508275.01 m K
113	Akyar	459488.42 d D	4506130.55 m K
114	Akyar	462791.67 d D	4509274.12 m K
115	Akyar	467435.57 d D	4508836.94 m K
116	Akyar	463574.24 d D	4506846.89 m K
117	Akyar	452539.54 d D	4503030.49 m K
118	Akyar	458381.67 d D	4496503.80 m K
119	Akyar	452632.25 d D	4499012.30 m K
120	Akyar	456310.20 d D	4494003.96 m K
121	Akyar	460064.71 d D	4493506.76 m K
122	Eğrekkaya	471423.69 d D	4506368.55 m K
123	Eğrekkaya	472353.23 d D	4504427.32 m K
124	Eğrekkaya	470223.28 d D	4502143.47 m K
125	Eğrekkaya	469994.34 d D	4497825.57 m K
126	Eğrekkaya	469880.48 d D	4492831.70 m K
127	Eğrekkaya	472299.02 d D	4483440.82 m K
128	Eğrekkaya	478063.98 d D	4484991.29 m K
129	Eğrekkaya	475708.44 d D	4493755.25 m K
130	Eğrekkaya	479827.26 d D	4493230.27 m K
131	Eğrekkaya	482865.93 d D	4496176.14 m K
132	Eğrekkaya	483510.48 d D	4492209.54 m K
133	Eğrekkaya	481294.98 d D	4488236.77 m K
134	Eğrekkaya	485530.76 d D	4488037.24 m K
135	Kavşakkaya	491389.51 d D	4483848.85 m K
136	Kavşakkaya	485688.65 d D	4478542.33 m K
137	Kavşakkaya	488002.42 d D	4476442.34 m K
138	Kavşakkaya	490249.92 d D	4473336.51 m K

EK 2 Toprak rnekleme (devam)

izelge 5 Toprak rnekleme noktalarının koordinatları

139	Kavşakkaya	489154.52 d D	4470121.72 m K
140	Kavşakkaya	490640.21 d D	4467533.62 m K
141	Kavşakkaya	491804.25 d D	4469972.86 m K
142	Kavşakkaya	495333.82 d D	4475330.69 m K
143	Kavşakkaya	497480.80 d D	4478727.52 m K
144	Kavşakkaya	497208.57 d D	4469615.46 m K
145	Kurtboğazı	486732.13 d D	4468950.30 m K
146	Kurtboğazı	483184.31 d D	4474429.87 m K
147	Kurtboğazı	484277.08 d D	4469025.32 m K
148	Kurtboğazı	485039.16 d D	4463475.38 m K

EK 3 Sediment örnekleme

Çizelge 1 Sediment örnekleme noktalarının koordinatları

Örnek Noktası	Örnek Nokta Adı	Örnek Yeri Havza	Koordinat	
			Doğu	Kuzey
1	Berçin Çayı	Akyar	463944.00 d D	4496817.00 m K
6	Hamam Çayı	Eğrekkaya	471351.00 d D	4489155.00 m K
9	Pazar Köprüaltı	Kurtboğazi	474295.00 d D	4463996.00 m K
10	Pazar Deresi	Kurtboğazi	477019.00 d D	4462155.00 m K
14	Kocaçay	Kavşakkaya	493752.00 d D	4467023.00 m K

EK 4 Su parametrelerinin korelasyon analizi

Çizelge 1 Su kalite parametreleri arasındaki ilişkiler ve korelasyon analizi

	Sıcaklık (°C)	Ç.O (mg.L ⁻¹)	pH	EC (dS.m ⁻¹)	TÇM (mg.L ⁻¹)	NO ₃ (mg.L ⁻¹)	NH ₄ (mg.L ⁻¹)	TP (mg.L ⁻¹)	BOİ ₅ (mg.L ⁻¹)	KOİ (mg.L ⁻¹)	Ca (mg.L ⁻¹)	Mg (mg.L ⁻¹)	K (mg.L ⁻¹)	Na (mg.L ⁻¹)	CO ₃ (mg.L ⁻¹)	HCO ₃ (mg.L ⁻¹)	Cl (mg.L ⁻¹)	SO ₄ (mg.L ⁻¹)	B (mg.L ⁻¹)	As (µg.L ⁻¹)	
Ç.O (mg.L ⁻¹)	-0,850**																				
pH																					
EC (dS.m ⁻¹)		-0,152*																			
TÇM (mg.L ⁻¹)				0,921**																	
NO ₃ (mg.L ⁻¹)																					
NH ₄ (mg.L ⁻¹)		-0,728**																			
TP (mg.L ⁻¹)		-0,575**																			
BOİ ₅ (mg.L ⁻¹)																					
KOİ (mg.L ⁻¹)																					
Ca (mg.L ⁻¹)					0,823**																
Mg (mg.L ⁻¹)					0,528**																
K (mg.L ⁻¹)					0,598**																
Na (mg.L ⁻¹)					0,677**																
CO ₃ (mg.L ⁻¹)					0,396**																
HCO ₃ (mg.L ⁻¹)					0,920**																
Cl (mg.L ⁻¹)																					
SO ₄ (mg.L ⁻¹)					0,555**																
B (mg.L ⁻¹)					0,665**																
As (µg.L ⁻¹)		-0,159*			0,385**																
SAR																					

*: korelasyon %5 seviyesinde istatistiki olarak önemlidir (p<0,05), **: korelasyon %1 seviyesinde istatistiki olarak önemlidir (p<0,01)

EK 5 Taşınan yükler

Çizelge 1 Kurtboğazi havzasına taşınan yükler

Akçay Barajından Eğrekkaya Barajına Taşınan Yüklerin Aylara Göre Değişimi (kg.ay ⁻¹)																
AYLAR	Toplam Çözünmüş Madde	Nitrat Azotu (NO ₃)	Amonyum Azotu (NH ₄)	Toplam Fosfor (P)	Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ)	Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	Kalsiyum (Ca)	Magnezyum (Mg)	Sodyum (Na)	Potasyum (K)	Karbonat (CO ₃)	Bikarbonat (HCO ₃)	Klorür (Cl)	Sülfat (SO ₄)	Bor (B)	Arsenik (As)
Temmuz 2014	437.990	269	232	269	5.583	31.670	70.018	25.206	30.970	18.905	51.706	167.558	71.634	42.226	167	65,2
Ağustos 2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eylül 2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ekim 2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kasım 2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aralık 2014	34.684	104	7,41	4,94	754	11.164	5.434	1.660	2.954	1.541	0	18.984	6.916	3.488	8,40	4,74
Ocak 2015	394.342	822	87,3	103	7.208	141.754	62.659	19.106	17.719	10.015	0	184.845	64.714	42.783	84,7	29,8
Şubat 2015	81.745	227	21,1	16,2	2.727	19.116	11.340	3.110	10.433	5.686	0	46.445	16.443	9.526	15,2	16,8
Mart 2015	207.129	310	90,2	84,6	4.587	27.523	29.892	9.137	14.918	5.499	0	118.694	25.662	19.430	33,7	28,2
Nisan 2015	488.420	582	155	194	9.209	46.649	53.054	27.950	52.084	20.186	0	343.363	49.819	34.873	175	77,6
Mayıs 2015	412.269	546	143	273	9.503	66.018	75.020	17.186	23.529	23.938	0	257.932	57.288	43.443	108	102
Haziran 2015	134.750	132	99,0	88,0	3.747	18.062	24.200	7.656	16.698	11.154	13.200	93.940	20.790	12.936	66,0	31,5

Eğrekkaya Barajından Mera Çayına Taşınan Yüklerin Aylara Göre Değişimi (kg.ay ⁻¹)																
AYLAR	Toplam Çözünmüş Madde	Nitrat Azotu (NO ₃)	Amonyum Azotu (NH ₄)	Toplam Fosfor (P)	Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ)	Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	Kalsiyum (Ca)	Magnezyum (Mg)	Sodyum (Na)	Potasyum (K)	Karbonat (CO ₃)	Bikarbonat (HCO ₃)	Klorür (Cl)	Sülfat (SO ₄)	Bor (B)	Arsenik (As)
Temmuz 2014	1.558.374	430	483	1.396	14.177	24.595	227.688	103.104	234.669	37.697	228.762	1.035.121	90.216	189.454	435	62,94
Ağustos 2014	151.505	29,0	39,6	86,9	1.509	7.701	24.704	11.484	6.215	4.140	15.923	94.773	7.093	13.240	23,3	3,93
Eylül 2014	423.470	479	132	559	6.658	55.930	81.498	26.367	32.160	14.022	61.124	246.132	23.770	60.684	212	29,0
Ekim 2014	337.500	297	84	243	7.200	21.600	50.490	20.088	24.219	13.689	0	256.932	26.460	31.752	84,0	24,3
Kasım 2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aralık 2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ocak 2015	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Şubat 2015	474.000	553	71,1	79,0	6.610	91.640	86.110	24.725	42.700	15.405	53.325	313.235	29.033	40.646	27,7	35,6
Mart 2015	1.225.767	561	196	561	17.061	76.821	243.282	87.582	103.301	32.843	0	1.118.723	49.124	247.586	183	122
Nisan 2015	1.305.000	810	252	270	12.630	50.220	269.100	37.800	22.770	49.140	0	911.340	56.700	114.660	417	117
Mayıs 2015	1.438.710	744	195	465	18.228	74.307	299.460	61.380	124.062	39.897	0	1.128.927	48.825	328.104	112	158
Haziran 2015	1.470.600	540	360	720	16.290	62.820	216.000	90.720	169.740	56.160	0	1.119.960	78.750	321.930	531	104

EK 5 Taşınan yükler (devam)

Çizelge 2 Kurtboğazi havzasına taşınan yükler

Kavşakkaya Barajından Kurtboğazi Barajına Taşınan Yüklerin Aylara Göre Değişimi (kg.ay ⁻¹)																
AYLAR	Toplam Çözünmüş Madde	Nitrat Azotu (NO ₃)	Amonyum Azotu (NH ₄)	Toplam Fosfor (P)	Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ)	Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	Kalsiyum (Ca)	Magnezyum (Mg)	Sodyum (Na)	Potasyum (K)	Karbonat (CO ₃)	Bikarbonat (HCO ₃)	Klorür (Cl)	Sülfat (SO ₄)	Bor (B)	Arsenik (As)
Temmuz 2014	0	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ağustos 2014	0	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eylül 2014	375.991	260	75,8	118	3.465	28.416	75.302	7.956	16.339	7.388	0	293.229	4.973	18.565	140	11
Ekim 2014	381.734	257	94,3	172	3.917	41.684	94.919	8.577	18.412	15.610	5.146	350.542	11.007	19.613	140	11
Kasım 2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aralık 2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ocak 2015	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Şubat 2015	447.092	240	48,1	26,7	4.842	70.862	130.830	11.214	12.896	8.330	0	441.378	14.018	31.399	42,2	17,1
Mart 2015	809.648	398	110	149	8.333	111.801	212.148	22.111	25.199	29.133	13.446	713.883	45.318	41.483	74,2	44,8
Nisan 2015	3.638.938	1.187	356	848	23.801	246.598	834.432	48.845	101.421	105.830	0	2.772.621	94.976	241.002	475	119
Mayıs 2015	2.918.806	1.448	507	724	27.934	181.362	745.720	89.052	54.119	63.531	59.730	2.484.225	82.355	168.511	688	145
Haziran 2015	1.675.674	391	267	260	8.745	60.087	311.178	23.436	31.443	35.545	0	1.024.544	41.013	92.507	267	78,1

Mera Çayıdan Kurtboğazi Barajına Taşınan Yüklerin Aylara Göre Değişimi (kg.ay ⁻¹)																
AYLAR	Toplam Çözünmüş Madde	Nitrat Azotu (NO ₃)	Amonyum Azotu (NH ₄)	Toplam Fosfor (P)	Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ)	Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	Kalsiyum (Ca)	Magnezyum (Mg)	Sodyum (Na)	Potasyum (K)	Karbonat (CO ₃)	Bikarbonat (HCO ₃)	Klorür (Cl)	Sülfat (SO ₄)	Bor (B)	Arsenik (As)
Temmuz 2014	24.664	47,9	6,63	7,14	132	512	3.244	233	2.674	398	581	15.617	750	550	9,69	1,37
Ağustos 2014	17.802	58,8	3,42	4,20	60,2	211	1.740	115	1.546	257	270	8.528	483	412	5,22	0,70
Eylül 2014	55.728	214	8,86	10,8	430	2.428	5.702	285	4.372	758	0	28.197	1.361	953	18,4	3,37
Ekim 2014	135.945	569	27,2	41,0	898	6.028	15.082	739	10.855	1.801	1.385	72.287	1.616	2.765	36,4	5,54
Kasım 2014	112.888	507	25,1	32,0	757	7.241	12.923	1.218	12.159	2.083	0	70.034	2.617	5.495	43,8	10,1
Aralık 2014	370.514	2.651	33,1	47,3	1.710	42.133	47.340	3.219	27.221	4.923	0	216.581	8.837	7.732	64,7	18,3
Ocak 2015	639.188	4.657	64,2	161	3.597	96.360	67.452	7.709	70.182	12.816	4.818	403.620	12.366	12.591	177	32,1
Şubat 2015	583.750	2.942	58,4	93,4	3.277	25.685	67.248	3.082	42.964	5.464	0	300.538	10.624	18.306	114	21,0
Mart 2015	655.493	1.982	91,7	177	3.185	24.285	70.992	4.614	55.108	9.229	0	353.658	15.530	15.944	204	32,5
Nisan 2015	414.766	1.220	53,2	133	2.299	18.897	60.330	3.726	51.524	7.785	0	307.126	13.973	15.215	213	24,4
Mayıs 2015	82.580	248	11,0	12,2	612	2.960	13.236	926	8.031	1.742	0	60.429	2.700	3.382	30,5	7,71
Haziran 2015	885.456	3.220	198	330	5.036	21.631	114.758	11.889	111.084	20.310	0	616.930	37.565	42.477	355	74,3

EK 5 Taşınan yükler (devam)

Çizelge 3 Kurtboğazi havzasına taşınan yükler

Pazar Deresinden Kurtboğazi Barajına Taşınan Yüklerin Aylara Göre Değişimi (kg.ay ⁻¹)																
AYLAR	Toplam Çözülmüş Madde	Nitrat Azotu (NO ₃)	Amonyum Azotu (NH ₄)	Toplam Fosfor (P)	Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ)	Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	Kalsiyum (Ca)	Magnezyum (Mg)	Sodyum (Na)	Potasyum (K)	Karbonat (CO ₃)	Bikarbonat (HCO ₃)	Klorür (Cl)	Sülfat (SO ₄)	Bor (B)	Arsenik (As)
Temmuz 2014	27.900	18,1	4,41	7,91	99,8	451	3.141	633	1.831	601	0	15.992	524	1.384	4,70	0,24
Ağustos 2014	23.510	13,4	3,00	7,90	88,5	359	2.449	483	1.326	462	498	11.614	359	735	2,77	0,10
Eylül 2014	27.497	33,5	4,43	6,48	107	1.512	2.765	505	1.739	530	0	14.559	454	900	4,00	0,37
Ekim 2014	44.044	60,1	6,01	13,9	308	1.351	4.682	1.146	1.417	1.021	1.063	20.197	862	1.283	7,56	0,01
Kasım 2014	57.750	94,7	9,70	9,24	381	4.514	5.498	1.525	2.657	1.351	624	28.464	809	2.151	6,01	0,92
Aralık 2014	94.670	235	7,34	9,78	652	9.120	11.834	1.350	4.161	3.814	587	51.902	2.054	2.396	5,87	0,80
Ocak 2015	169.047	527	17,0	24,3	842	13.325	18.630	2.041	7.825	6.634	0	88.444	1.985	5.557	14,8	0,80
Şubat 2015	238.213	566	17,7	55,5	2.044	20.406	22.845	7.319	10.425	5.268	1.331	123.798	1.941	9.781	26,2	2,66
Mart 2015	407.009	394	42,8	85,7	1.919	22.046	41.112	16.650	12.608	10.689	0	229.885	4.197	17.793	51,0	10,3
Nisan 2015	145.638	180	13,0	24,8	1.091	3.497	16.368	5.282	4.991	6.045	930	86.986	2.604	4.557	16,9	2,48
Mayıs 2015	35.113	41,8	4,18	8,70	296	1.576	4.002	1.336	1.921	882	0	22.820	487	1.449	4,98	0,87
Haziran 2015	272.669	241	52,1	114	1.998	10.008	43.942	10.363	7.595	5.944	3.429	192.126	4.890	6.845	40,6	3,81

EK 6 Anket sonuçları

Çizelge 1 Çalışma alanında yapılan anket sonuçları

S. No	Yerleşim Yeri	Havzası	İl Adı	İlçe Adı	Nüfus		Büyükbaş Hayvancılık					Küçükbaş Hayvancılık					Kanath Hayvancılık			Arıcılık		İşletmeler					Kullanılan Toplam Gübre Miktarı (kg)		
					1990	2015	Kültür İrki	Kültür Melezi	Yerli İrk	Manda	Toplam Büyükbaş	Tiftik Keçisi	Kıl Keçisi	Koyun Merinos	Koyun Yerli ve Diğer	Toplam Küçükbaş	Eğri Tavuk	Kaz	Toplam Kanatlı	Kovan Sayısı	Bal Üretimi (ton)	Büyükbaş İşletme Sayısı	Küçükbaş İşletme Sayısı	Kanatlı İşletme Sayısı	Toplam İşletme Sayısı	Azotlu Gübre	Fosforlu Gübre	Diğer Gübreler	
1	Berçinçatak	Akyar	Ankara	Kızılcahamam	204	142	163	159	88	0	410	0	0	0	0	0	0	0	0	110	330	13	0	0	13	500	50	10	
2	Berçinyayalar	Akyar	Ankara	Kızılcahamam	112	64	21	94	4	0	119	0	0	0	0	0	0	0	0	247	741	7	0	0	7	500	50	10	
3	Gebeler	Akyar	Ankara	Kızılcahamam	140	95	54	136	69	0	259	6	0	0	55	61	0	0	0	145	435	9	1	0	10	-	-	-	
4	Gökbel	Akyar	Ankara	Kızılcahamam	27	86	2	2	2	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	-	-	-	
5	Jyçeler	Akyar	Ankara	Kızılcahamam	176	106	78	97	23	80	278	0	0	48	2	50	0	0	0	852	2.556	6	1	0	7	250	20	20	
6	Karaağaç	Akyar	Ankara	Kızılcahamam	140	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	90	0	0	0	0	-	-	-	
7	Kavaközü	Akyar	Ankara	Kızılcahamam	133	155	55	52	7	16	130	31	5	220	159	415	0	0	0	1.004	3.012	7	1	0	8	-	-	-	
8	Sütleler	Akyar	Ankara	Kızılcahamam	115	151	34	94	92	0	220	0	0	0	11	11	0	0	0	70	210	5	0	0	5	500	50	10	
9	Şahinler	Akyar	Ankara	Kızılcahamam	79	58	0	11	4	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	-	-	-	
10	Üyücek	Akyar	Ankara	Kızılcahamam	157	36	1	2	13	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	-	-	-	
11	Demirler	Akyar	Bolu	Gerede	103	62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Toplam					1386	1011	408	647	302	96	1.453	37	5	268	227	537	0	0	0	2.458	7.374	51	3	0	54	1750	170	50	
12	Aksak	Eğrekkaya	Ankara	Kızılcahamam	55	35	18	3	1	0	22	0	0	0	0	0	0	0	10	30	1	0	0	1	-	-	-		
13	Belpınar	Eğrekkaya	Ankara	Kızılcahamam	88	111	124	26	8	0	158	0	0	30	0	30	0	0	0	50	150	9	1	0	10	2222	277	722	
14	Beşkonak	Eğrekkaya	Ankara	Kızılcahamam	128	115	84	107	33	2	226	0	0	400	96	496	0	0	0	0	7	2	0	9	2000	300	500		
15	Çukurca	Eğrekkaya	Ankara	Kızılcahamam	58	50	5	5	19	0	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3	-	-	-		
16	Çukurören	Eğrekkaya	Ankara	Kızılcahamam	167	74	69	147	93	0	309	0	0	0	0	0	0	0	50	150	8	0	0	8	-	-	-		
17	Eğerialören	Eğrekkaya	Ankara	Kızılcahamam	315	99	32	131	67	0	230	0	0	0	0	0	0	0	91	273	12	0	0	12	2200	250	100		
18	Eğerialbaşköy	Eğrekkaya	Ankara	Kızılcahamam	524	313	156	579	234	28	997	700	2	100	200	1.002	0	0	0	442	1.326	30	6	0	36	-	-	-	
19	Eğerialidere	Eğrekkaya	Ankara	Kızılcahamam	257	162	39	100	133	0	272	180	0	860	12	1.052	0	0	0	155	465	24	2	0	26	2500	300	150	
20	Eğerialkozören	Eğrekkaya	Ankara	Kızılcahamam	202	138	32	168	75	0	275	0	0	0	200	200	12.000	0	12.000	89	267	15	2	1	18	2100	200	100	
21	Güvem	Eğrekkaya	Ankara	Kızılcahamam	259	129	59	57	13	0	129	0	0	0	10	10	0	0	0	0	6	0	0	6	2500	300	200		
22	Hıdırlar	Eğrekkaya	Ankara	Kızılcahamam	330	124	173	301	82	33	589	0	0	0	0	0	0	0	50	150	23	7	0	30	2000	200	500		
23	Kasımlar	Eğrekkaya	Ankara	Kızılcahamam	142	85	193	303	98	245	839	0	0	0	146	146	0	0	0	40	120	16	1	0	17	2000	300	500	
24	Salın	Eğrekkaya	Ankara	Kızılcahamam	343	465	439	366	61	0	866	0	0	9	125	134	15.000	0	15.000	195	585	26	1	0	27	2500	250	150	
25	Saray	Eğrekkaya	Ankara	Kızılcahamam	95	37	23	6	2	0	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	-	-	-		
26	Semeler	Eğrekkaya	Ankara	Kızılcahamam	76	45	5	21	14	0	40	0	0	0	6	6	0	0	0	166	498	5	0	0	5	-	-	-	
27	Yağcılıhüseyin	Eğrekkaya	Ankara	Kızılcahamam	115	96	61	42	2	0	105	0	0	0	0	0	0	0	20	60	8	0	0	8	500	50	10		
28	Yıldırımhacılar	Eğrekkaya	Ankara	Kızılcahamam	175	59	15	47	31	0	93	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	5	400	30	50		
29	Yukarıçanlı	Eğrekkaya	Ankara	Kızılcahamam	241	176	194	190	32	0	416	2	0	352	0	354	17.000	0	17.000	204	612	14	1	2	17	2000	200	600	
30	Yükarkese	Eğrekkaya	Ankara	Kızılcahamam	286	262	95	213	98	0	406	42	15	181	110	348	0	0	0	30	90	15	2	0	17	2000	200	500	
Toplam					3.856	2.575	1.816	2.812	1.096	308	6.032	924	17	1.932	905	3.778	44.000	0	44.000	1.592	4.776	228	25	3	256	24.922	2.857	4.082	

EK 6 Anket sonuçları (devam)

Çizelge 2 Çalışma alanında yapılan anket sonuçları

S. No	Yerleşim Yeri	Havzası	İl Adı	İlçe Adı	Nüfus		Büyükbaş Hayvancılık					Küçükbaş Hayvancılık					Kanatlı Hayvancılık			Arıcılık		İşletmeler				Kullanılan Toplam Gübre		
					1990	2015	Kültür İrki	Kültür Melezi	Yerli İrk	Manda	Toplam Büyükbaş	Tiftik Keçisi	Kıl Keçisi	Koyun Merinos	Koyun Yerli ve Diğer	Toplam Küçükbaş	Eriği Tavuk	Kaz	Toplam Kanatlı	Kovan Sayısı	Bal Üretimi (ton)	Büyükbaş İşletme Sayısı	Küçükbaş İşletme Sayısı	Kanatlı İşletme Sayısı	Toplam İşletme Sayısı	Azotlu Gübre	Fosforlu Gübre	Diğer Gübreler
31	Yıldırımçatak	Kavşakkaya	Ankara	Kızılcahamam	114	42	13	121	196	0	330	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	12	1800	300	250	
32	Yıldırımören	Kavşakkaya	Ankara	Kızılcahamam	147	53	15	134	43	0	192	0	0	0	0	0	0	0	500	1.500	14	0	0	14	3140	390	1020	
33	Yıldırımyağlıca	Kavşakkaya	Ankara	Kızılcahamam	126	37	24	71	48	0	143	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	8	-	-	-	
34	Çatokcular	Kavşakkaya	Ankara	Çubuk	444	138	19	153	216	0	388	0	0	0	0	0	0	0	112	1.400	35	0	0	35				
35	Durhasan	Kavşakkaya	Ankara	Çubuk	434	142	62	316	150	0	528	666	0	0	0	666	0	0	0	0	35	5	0	40				
36	Karaçam	Kavşakkaya	Ankara	Çubuk	51	25	7	24	4	0	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2				
37	Kışlacık	Kavşakkaya	Ankara	Çubuk	451	211	73	234	167	0	474	0	0	36	20	56	0	0	0	0	44	2	0	46				
38	Kızılören	Kavşakkaya	Ankara	Çubuk	209	46	18	119	96	0	233	0	0	0	0	0	0	0	36	450	13	0	0	13				
39	Kuruçay	Kavşakkaya	Ankara	Çubuk	617	318	81	110	12	0	203	0	6	0	624	630	0	0	0	281	3.513	33	3	0	36			
40	Nusratlar	Kavşakkaya	Ankara	Çubuk	229	82	47	133	221	0	401	0	12	0	59	71	0	0	0	0	16	4	0	20				
41	Uluğaç	Kavşakkaya	Ankara	Çubuk	181	67	32	173	79	0	284	0	0	0	0	0	0	0	510	6.375	14	0	0	14				
42	Yaylak	Kavşakkaya	Ankara	Çubuk	183	42	6	26	16	0	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	10				
43	Yeşilkent	Kavşakkaya	Ankara	Çubuk	345	102	39	258	106	0	403	0	0	0	0	0	0	0	300	3.750	19	0	0	19				
44	Yıldırımaydoğan	Kavşakkaya	Ankara	Çubuk	219	59	17	126	411	0	554	0	0	0	217	217	0	0	0	0	20	1	0	21				
45	Yıldırımören	Kavşakkaya	Ankara	Çubuk	413	173	67	436	617	0	1.120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52	0	0	52				
46	Yıldırımecvi	Kavşakkaya	Ankara	Çubuk	218	66	0	55	11	0	66	0	0	0	179	179	0	0	0	0	7	1	0	8				
Toplam					4.381	1.603	520	2.489	2.393	0	5.402	666	18	36	1.099	1.819	0	0	0	1.739	16.988	334	16	0	350	4.940	690	1.270
47	Akdoğan	Kurtboğazi	Ankara	Kızılcahamam	574	170	38	54	32	0	124	184	146	392	150	872	0	3.000	3.000	40	120	17	4	0	21	5537	692	1799
48	Bağören	Kurtboğazi	Ankara	Kızılcahamam	160	61	132	41	25	0	198	0	0	0	0	0	0	0	60	180	15	1	0	16	-	-	-	
49	Balcılar	Kurtboğazi	Ankara	Kızılcahamam	244	74	81	69	209	0	359	259	0	70	0	329	0	0	0	0	18	1	0	19	4000	600	800	
50	Çeştepe	Kurtboğazi	Ankara	Kızılcahamam	404	68	6	1	11	0	18	0	0	0	10	10	0	0	0	0	1	0	0	1	16872	2100	5460	
51	Esenler	Kurtboğazi	Ankara	Kızılcahamam	87	22	172	129	95	0	396	271	216	158	320	965	0	0	0	117	351	8	2	0	10	500	100	200
52	İğdir	Kurtboğazi	Ankara	Kızılcahamam	190	49	29	11	13	0	53	19	17	550	489	1.075	0	0	0	50	150	5	2	0	7	7600	945	2450
53	İğmir	Kurtboğazi	Ankara	Kızılcahamam	137	45	17	46	25	0	88	0	0	49	40	89	0	0	0	118	354	5	1	0	6	7654	960	2490
54	Kırköy	Kurtboğazi	Ankara	Kızılcahamam	258	79	7	25	29	0	61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	1	0	9	400	100	100	
55	Otacı	Kurtboğazi	Ankara	Kızılcahamam	304	207	92	82	274	0	448	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	1	0	19	2600	325	845	
56	Pazar	Kurtboğazi	Ankara	Kızılcahamam	448	201	63	149	114	0	326	655	357	2.153	1.070	4.235	0	0	0	40	120	18	15	0	33	76200	9300	24100
57	Pazar Kınık	Kurtboğazi	Ankara	Kızılcahamam	195	80	63	149	77	0	289	4	0	50	22	76	0	0	0	0	14	2	0	16	30354	3800	9900	
58	Taşlıca	Kurtboğazi	Ankara	Kızılcahamam	158	33	0	9	3	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	1800	500	1000	
59	Uğurlu	Kurtboğazi	Ankara	Kızılcahamam	274	99	100	208	75	0	383	148	291	1.147	784	2.370	0	0	0	0	12	5	0	17	3502	437	1140	
60	Üçbaş	Kurtboğazi	Ankara	Kızılcahamam	318	95	12	16	10	0	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	6	8484	1060	2757	
61	Yukarıkaraören	Kurtboğazi	Ankara	Kızılcahamam	801	171	324	410	158	2	894	1.479	244	2.016	467	4.206	0	0	0	50	150	24	8	0	32	26903	3362	8743
62	Dutözü	Kurtboğazi	Ankara	Kahramankaza	204	52	9	8	41	0	58	0	0	0	450	450	0	0	0	0	6	1	0	7				
63	Saraç	Kurtboğazi	Ankara	Kahramankaza	142	95	150	110	32	0	292	0	0	0	230	230	0	0	0	0	0	11	1	0	12			
Toplam					4.898	1.601	1.295	1.517	1.223	2	4.037	3.019	1.271	6.585	4.032	14.907	0	3.000	3.000	475	1.425	188	45	0	233	192.406	24.281	61.784

EK 7 Toprak analiz sonuçları

Çizelge 1 Toprak örneklerine ait analiz sonuçları

Örnekleme Noktası	Su ile doygunluk (%)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Bünye Sınıfı	Elektriksel İletkenlik (dS.m ⁻¹)	pH	Saturasyon Çözeltilisindeki Katyonlar (meq.L ⁻¹)				Değişebilir Katyonlar (%)				KDK (cmol.kg ⁻¹)	Kireç (%)	Organik Madde (%)	Almabilir Kalsiyum (mg.kg ⁻¹)	Almabilir Magnezyum (mg.kg ⁻¹)	Almabilir Sodyum (mg.kg ⁻¹)	Almabilir Potasyum (mg.kg ⁻¹)	Almabilir Fosfor (mg.kg ⁻¹)	Almabilir Demir (mg.kg ⁻¹)	Almabilir Bakır (mg.kg ⁻¹)	Almabilir Çinko (mg.kg ⁻¹)	Almabilir Manganyum (mg.kg ⁻¹)	Almabilir Bor (mg.kg ⁻¹)
								Kalsiyum	Magnezyum	Sodyum	Potasyum	Kalsiyum	Magnezyum	Sodyum	Potasyum													
								1	44	61,2	19,1	19,7	SL	0,42	7,02													
2	49	58,9	25,0	16,1	SL	0,49	7,11	6,94	3,38	1,80	1,32	80,4	17,7	1,15	0,72	18,7	0,91	1,00	3068	416	69,4	77,6	4,60	5,04	0,18	0,42	10,5	1,11
3	37	67,8	16,7	15,5	SL	0,47	7,61	3,47	0,56	1,44	0,32	81,1	15,9	2,11	0,84	11,3	4,56	1,11	1855	218	66,9	41,6	3,85	4,06	0,22	0,41	13,4	1,96
4	55	33,9	30,9	35,2	CL	0,52	7,87	4,22	0,62	1,66	0,19	86,7	11,5	1,21	0,61	25,2	4,16	1,14	4424	351	91,0	64,1	3,76	0,78	0,19	0,20	1,92	1,88
5	40	54,5	19,0	26,5	SCL	0,82	7,14	4,05	1,44	4,22	0,40	79,7	15,5	2,00	2,89	16,2	4,78	1,13	2616	308	113	189	4,34	0,96	0,23	0,06	2,72	0,24
6	93	41,9	16,1	42,0	C	0,43	7,99	2,72	0,18	0,81	0,13	94,8	4,23	0,55	0,44	31,3	0,88	1,01	5986	161	56,9	58,6	5,40	5,03	0,47	0,08	18,0	2,11
7	47	58,8	15,4	25,8	SCL	0,81	7,34	4,51	0,70	3,14	0,65	76,6	21,6	1,06	0,74	19,9	1,65	1,21	3092	521	82,2	69,2	3,18	3,42	0,30	0,61	10,0	1,55
8	47	50,7	23,0	26,3	SCL	0,72	7,51	2,20	1,78	3,21	0,16	84,3	13,1	0,88	1,74	22,6	0,77	1,06	3822	365	80,3	156	3,10	5,46	0,36	0,09	7,21	2,14
9	52	38,7	27,3	34,0	CL	0,76	7,59	3,35	1,92	4,20	0,19	88,7	10,0	0,77	0,52	28,8	0,66	1,01	5145	358	101	62,2	3,15	2,75	0,34	0,12	4,13	2,01
10	44	54,5	25,9	19,6	SL	0,55	7,12	3,47	0,38	0,67	0,75	70,0	23,7	2,64	3,65	17,4	0,49	1,54	2472	498	113	261	7,82	8,26	0,50	0,26	10,2	1,04
11	60	39,1	31,6	29,3	CL	0,82	7,65	4,05	3,34	3,83	0,24	95,0	2,47	0,71	1,85	22,6	0,88	1,06	4333	90,8	89,5	169	9,49	1,51	0,27	0,25	3,76	2,14
12	75	43,3	15,8	40,9	C	0,54	7,67	2,77	0,76	0,94	0,11	83,3	12,0	1,87	2,82	29,5	1,35	1,15	4963	432	143	328	6,31	3,29	0,74	0,08	6,19	1,11
13	68	33,3	28,2	38,5	CL	0,74	7,63	4,62	0,47	2,92	0,13	84,9	11,4	1,04	2,70	26,1	0,91	1,17	4494	361	108	279	11,2	0,56	0,34	0,07	0,91	1,87
14	74	39,7	19,9	40,4	C	0,81	7,93	4,05	0,22	1,48	0,24	95,5	4,00	0,25	0,22	28,6	5,53	1,24	5515	139	41,7	31,5	6,27	1,24	0,40	0,11	3,13	2,06
15	82	38,1	20,5	41,4	C	0,66	7,96	3,70	0,96	1,12	0,19	95,3	1,57	0,92	2,19	38,7	5,21	1,14	7442	82,2	103	336	12,3	1,12	0,42	0,08	2,14	1,64
16	42	49,9	22,6	27,5	SCL	0,79	7,22	5,78	0,25	2,25	0,59	86,3	10,6	0,81	2,23	19,9	8,20	1,62	3480	254	58,7	183	15,6	0,88	0,40	0,26	2,04	1,63
17	100	34,8	21,8	43,4	C	0,82	8,00	4,34	0,80	0,90	0,24	96,1	2,14	0,88	0,91	42,7	6,45	1,02	8284	119	107	161	14,0	2,26	0,61	0,19	3,84	2,12
18	95	29,1	19,5	51,4	C	0,70	7,94	3,99	0,45	0,90	0,16	85,6	12,8	0,64	1,04	42,6	5,33	1,15	7358	656	82,6	179	5,32	1,39	0,57	0,10	2,29	2,35
19	41	40,7	35,4	23,9	L	0,73	7,17	5,78	0,34	2,07	0,19	79,9	16,2	1,20	2,75	20,6	9,27	1,31	3342	403	76,4	224	14,1	1,08	0,74	0,14	1,18	1,55
20	77	39,7	19,2	41,1	C	0,61	7,88	4,62	1,20	1,35	0,46	88,7	7,21	1,01	3,07	27,2	11,06	1,66	4897	246	87,1	339	3,99	2,21	0,45	0,18	3,99	1,48

EK 7 Toprak analiz sonuçları (devam)

Çizelge 2 Toprak örneklerine ait analiz sonuçları

Örnekleme Noktası	Su ile doygunluk (%)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Bünye Sınıfı	Elektriksel İletkenlik (dS.m ⁻¹)	pH	Saturasyon Çözeltisindeki Katyonlar (meq.L ⁻¹)				Değişebilir Katyonlar (%)				KDK (cmol.kg ⁻¹)	Kireç (%)	Organik Madde (%)	Alınabilir Kalsiyum (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Magnezyum (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Sodyum (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Potasyum (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Fosfor (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Demir (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Bakır (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Çinko (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Manganez (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Bor (mg.kg ⁻¹)
								Kalsiyum	Magnezyum	Sodyum	Potasyum	Kalsiyum	Magnezyum	Sodyum	Potasyum													
21	90	35,7	22,4	41,9	C	0,91	7,71	5,78	0,93	2,88	0,19	93,3	4,76	0,84	1,06	32,5	9,62	1,47	6167	196	123	141	4,35	6,14	0,51	0,19	9,06	1,98
22	47	49,0	25,9	25,1	SCL	0,43	7,35	3,64	0,42	1,30	0,19	80,5	14,6	1,90	3,00	14,5	0,84	1,07	2362	256	77,2	173	23,8	8,04	0,65	0,19	22,1	1,63
23	41	51,3	29,0	19,7	L	0,43	7,21	4,22	2,30	3,14	0,27	74,5	19,2	1,65	4,69	22,4	6,56	1,14	3373	527	115	414	4,79	3,53	0,35	0,11	2,86	1,47
24	108	18,9	20,4	60,7	C	0,95	8,01	4,16	0,67	2,25	0,16	91,0	5,56	1,07	2,36	45,7	8,01	1,24	8412	314	168	428	3,91	3,50	0,78	0,18	13,2	3,16
25	51	35,5	29,7	34,8	CL	0,62	7,38	2,77	0,85	3,14	0,38	82,2	16,0	0,83	0,96	21,6	1,33	1,32	3584	420	78,2	88,5	8,99	8,21	0,46	0,18	14,0	1,21
26	39	63,7	17,5	18,8	SL	0,68	7,52	3,47	0,56	3,50	0,13	83,0	15,4	1,02	0,55	16,7	0,92	1,21	2796	311	70,6	37,8	4,37	6,25	0,25	0,11	10,2	0,56
27	104	30,0	23,5	46,5	C	0,88	7,89	4,10	0,35	1,30	0,13	91,4	6,54	0,65	1,40	35,7	4,30	1,11	6611	285	84,9	200	2,77	3,93	0,55	0,21	5,60	3,06
28	39	55,9	27,5	16,6	SL	0,57	7,08	5,78	0,39	0,94	0,32	83,0	14,5	1,17	1,30	17,8	1,68	1,42	3007	312	56,4	95,3	3,08	5,85	0,54	0,44	15,3	1,03
29	41	48,6	25,0	26,4	SCL	0,43	7,11	5,78	0,70	2,42	0,27	80,5	13,3	2,88	3,35	18,7	1,44	1,64	3051	302	146	248	2,79	9,68	0,39	0,80	12,4	0,63
30	42	43,5	34,8	21,7	L	0,66	7,45	4,34	0,35	1,08	0,83	87,6	10,3	0,71	1,36	26,6	0,88	2,76	4702	332	53,7	155	5,00	19,9	0,22	2,34	13,5	2,10
31	36	62,4	22,1	15,5	SL	0,93	7,00	3,76	3,04	1,88	0,24	78,9	15,5	2,05	3,60	16,4	0,99	1,31	2620	319	93,0	234	9,46	6,14	0,50	0,57	3,95	0,42
32	43	55,5	24,5	20,0	SL	0,77	7,20	3,87	0,41	4,31	0,24	89,1	8,33	0,47	2,13	18,6	0,88	2,00	3346	188	62,4	159	5,72	7,10	0,31	0,36	5,69	0,38
33	71	35,9	24,0	40,1	C	0,65	7,18	4,05	0,45	1,26	0,83	84,3	9,03	0,97	5,74	26,0	0,84	3,01	4440	286	78,4	605	4,65	12,6	1,03	1,12	15,1	1,97
34	99	40,2	17,6	42,2	C	0,85	7,68	5,20	0,27	2,16	0,24	91,2	7,00	0,89	0,90	38,2	4,11	1,87	7071	324	127	143	13,8	2,36	0,59	0,14	6,58	1,68
35	74	41,9	17,9	40,2	C	0,66	7,74	4,62	0,29	1,18	0,24	84,2	12,3	1,41	2,04	29,7	3,87	1,65	5066	441	116	243	2,19	10,0	0,81	0,97	10,0	2,02
36	49	47,3	19,8	32,9	SCL	0,66	6,99	4,62	1,92	0,45	0,11	76,0	19,4	1,73	2,88	20,2	0,88	1,14	3119	482	85,6	229	12,4	8,74	0,24	0,14	13,1	1,49
37	46	50,8	22,5	26,7	SCL	0,77	7,00	3,58	0,78	2,83	0,22	77,6	18,9	0,92	2,55	23,2	0,81	1,66	3626	530	78,8	234	11,6	7,87	0,19	0,23	15,4	1,90
38	45	47,5	24,7	27,8	SCL	0,74	7,60	5,20	0,18	3,77	0,46	80,4	14,7	1,76	3,20	16,2	2,55	1,07	2657	287	105	211	8,35	4,19	0,21	0,13	15,2	1,52
39	42	36,5	42,3	21,2	L	0,78	7,31	4,28	1,84	1,78	0,30	75,4	21,0	2,07	1,52	25,1	0,66	1,44	3824	642	136	154	10,9	16,0	0,27	0,85	18,1	0,55
40	65	36,5	25,7	37,8	CL	0,66	7,46	3,93	2,04	1,51	0,27	81,9	14,5	0,92	2,69	24,5	0,74	1,48	4061	441	74,4	264	7,14	11,1	0,40	0,38	24,4	0,87

EK 7 Toprak analiz sonuçları (devam)

Çizelge 3 Toprak örneklerine ait analiz sonuçları

Örnekleme Noktası	Su ile doygunluk (%)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Bünye Sınıfı	Elektriksel İletkenlik (dS.m ⁻¹)	pH	Saturasyon Çözeltisindeki Katyonlar (meq.L ⁻¹)				Değişebilir Katyonlar (%)				KDK (cmol.kg ⁻¹)	Kireç (%)	Organik Madde (%)	Alınabilir Kalsiyum (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Magnezyum (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Sodyum (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Potasyum (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Fosfor (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Demir (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Bakır (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Çinko (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Manganez (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Bor (mg.kg ⁻¹)
								Kalsiyum	Magnezyum	Sodyum	Potasyum	Kalsiyum	Magnezyum	Sodyum	Potasyum													
								41	40	36,4	42,9	20,7	L	1,31	6,99													
42	101	34,7	21,3	44,0	C	0,88	7,81	6,36	0,68	2,70	0,32	93,4	4,53	0,90	1,23	38,5	5,21	1,72	7312	217	142	197	29,8	3,97	0,05	0,17	4,63	3,09
43	105	25,4	20,4	54,2	C	0,27	8,00	1,45	0,45	0,45	0,11	90,0	7,14	1,41	1,45	39,0	1,22	1,03	7045	340	137	225	2,83	2,66	0,35	0,11	6,62	2,56
44	71	34,0	24,9	41,1	C	0,58	7,81	3,70	0,14	1,48	0,13	89,4	6,78	0,99	2,80	27,0	6,47	1,33	4874	221	85,5	298	14,0	7,90	0,09	0,61	18,8	1,40
45	61	39,4	27,9	32,7	CL	0,69	7,53	4,62	0,74	2,88	0,70	81,3	10,7	1,28	6,67	23,3	0,96	2,05	3843	305	109	622	2,51	1,23	0,13	0,16	2,63	2,02
46	76	38,7	20,3	41,0	C	0,75	7,56	6,83	1,65	2,97	0,65	85,9	9,51	1,36	3,28	27,4	4,51	1,18	4810	328	137	370	2,68	1,20	0,51	0,31	3,56	1,45
47	46	48,8	17,6	33,6	SCL	0,65	7,25	3,76	0,32	2,79	0,24	83,4	10,8	1,86	3,88	23,1	1,18	1,17	3884	301	128	354	2,66	1,16	0,35	0,02	3,09	2,47
48	99	35,2	22,6	42,2	C	0,57	7,86	2,89	0,35	1,12	0,05	92,3	4,16	2,12	1,47	37,2	0,91	1,29	6912	190	207	214	53,7	3,83	0,57	0,07	8,01	1,96
49	44	50,3	23,8	25,9	SCL	0,55	7,78	3,93	0,86	1,26	0,43	88,9	4,55	3,21	3,35	23,3	4,96	2,31	4172	132	185	311	6,92	6,25	0,88	0,55	9,74	1,04
50	40	55,3	24,8	19,9	SL	0,44	7,60	2,77	0,76	0,94	0,08	83,4	11,2	3,04	2,30	17,6	2,41	1,13	2966	241	132	160	6,62	4,76	0,64	0,08	6,43	0,84
51	44	47,8	23,9	28,3	SCL	0,40	7,84	2,60	0,63	1,44	0,19	86,7	9,64	2,11	1,51	22,4	3,39	1,16	3917	263	124	135	19,9	6,01	0,61	0,26	13,2	2,21
52	37	55,9	26,3	17,8	SL	0,76	7,82	4,86	0,44	2,83	0,11	88,3	8,63	2,00	1,04	17,1	6,85	1,00	3063	179	103	71,1	5,31	1,10	0,34	0,03	1,19	1,78
53	62	35,1	31,8	33,1	CL	0,55	7,82	3,93	0,31	1,57	0,16	85,9	12,3	0,94	0,90	21,6	5,55	1,13	3761	322	69,0	79,8	4,87	7,30	0,80	0,12	13,5	1,11
54	75	40,6	18,7	40,7	C	0,77	7,47	4,57	0,34	3,41	0,16	81,5	13,5	3,33	1,66	27,4	0,81	1,17	4542	447	269	182	26,3	7,19	0,76	0,21	17,5	2,51
55	45	55,1	16,6	28,3	SCL	0,76	7,30	5,61	1,89	0,40	1,05	75,6	18,6	3,01	2,77	21,6	0,88	1,06	3310	492	153	251	9,48	4,69	0,74	0,35	10,4	2,56
56	40	46,7	33,5	19,8	L	0,71	7,44	4,68	0,24	2,52	0,27	88,7	9,38	0,97	0,93	24,2	0,84	1,10	4334	274	76,9	92,0	4,72	0,81	0,53	0,55	3,71	2,19
57	42	52,4	22,1	25,5	SCL	0,56	7,36	5,78	1,47	2,25	2,21	79,1	17,7	1,99	1,16	20,6	0,55	1,87	3312	447	116	129	7,00	1,44	0,64	1,25	1,93	2,11
58	62	39,5	28,0	32,5	CL	0,49	7,87	2,89	0,80	2,34	0,13	88,4	9,66	1,30	0,63	23,1	4,32	1,04	4112	273	102	59,9	31,8	6,55	0,68	0,16	19,3	2,66
59	63	38,7	28,2	33,1	CL	0,49	7,08	2,76	0,99	2,07	0,20	77,2	16,3	3,04	3,44	24,8	0,42	1,14	3868	493	203	338	8,71	5,56	0,70	1,10	14,1	2,05
60	84	37,5	20,7	41,8	C	0,88	6,98	5,78	1,16	2,97	0,62	75,8	17,6	2,88	3,72	37,0	eseri	2,88	5704	793	302	557	9,44	5,26	0,81	3,59	16,5	1,75

EK 7 Toprak analiz sonuçları (devam)

Çizelge 4 Toprak örneklerine ait analiz sonuçları

Örnekleme Noktası	Su ile doygunluk (%)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Bünye Sınıfı	Elektriksel İletkenlik (dS.m ⁻¹)	pH	Saturasyon Çözeltisindeki Katyonlar (meq.L ⁻¹)				Değişebilir Katyonlar (%)				KDK (cmol.kg ⁻¹)	Kireç (%)	Organik Madde (%)	Alınabilir Kalsiyum (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Magnezyum (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Sodyum (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Potasyum (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Fosfor (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Demir (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Bakır (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Çinko (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Manganez (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Bor (mg.kg ⁻¹)
								Kalsiyum	Magnezyum	Sodyum	Potasyum	Kalsiyum	Magnezyum	Sodyum	Potasyum													
								61	43	46,6	33,8	19,6	L	0,50	7,25													
62	42	38,2	41,2	20,6	L	0,52	7,28	2,25	0,42	3,46	0,11	74,9	18,8	3,55	2,75	16,4	0,92	1,78	2469	371	167	177	14,3	20,9	0,47	0,60	16,8	2,65
63	37	52,7	31,2	16,1	SL	0,48	7,51	2,89	0,35	2,38	0,13	80,8	14,5	3,41	1,34	16,9	0,77	1,91	2754	295	153	90,3	17,7	14,8	0,38	0,46	10,2	2,38
64	41	53,4	28,7	17,9	SL	0,53	7,20	3,64	0,64	2,11	0,19	81,9	15,1	2,11	0,83	13,0	0,84	2,15	2163	240	83,1	45,2	27,1	20,9	0,52	0,74	16,0	1,69
65	48	48,1	24,1	27,8	SCL	0,46	7,25	3,53	1,05	1,12	0,22	80,6	14,1	3,01	2,22	16,2	0,81	2,85	2641	280	124	144	4,88	25,7	0,39	1,08	12,2	1,41
66	35	56,6	28,0	15,4	SL	0,65	7,59	3,24	1,65	3,14	0,19	83,7	11,0	4,50	0,79	11,9	0,88	1,08	2012	164	148	39,2	39,5	16,8	0,25	0,55	15,1	1,72
67	35	69,4	15,5	15,1	SL	0,62	7,20	4,62	0,74	1,03	0,35	75,9	17,0	4,01	3,07	12,0	0,71	1,66	1852	248	119	148	9,89	15,4	0,17	0,15	15,5	0,66
68	42	55,9	25,7	18,4	SL	0,40	7,32	3,18	0,16	0,40	0,22	79,0	16,2	3,44	1,44	15,5	0,77	1,16	2467	300	126	90,3	15,8	12,4	0,21	0,28	21,8	0,54
69	44	42,5	33,3	24,2	L	0,48	6,91	2,83	1,12	0,94	0,08	77,6	18,5	2,74	1,16	19,6	eseri	1,84	3070	443	133	90,2	4,68	28,4	0,49	0,85	25,7	1,85
70	43	48,4	28,1	23,5	L	0,41	6,69	2,60	0,36	2,11	0,19	78,6	17,9	1,87	1,59	17,0	eseri	2,65	2697	367	93,9	109	9,93	11,5	0,23	0,17	3,71	1,52
71	44	45,6	30,6	23,8	L	0,37	6,43	2,25	0,92	1,30	0,03	70,6	24,2	3,44	1,80	20,1	eseri	2,75	2853	587	172	141	7,77	18,6	0,36	0,33	22,8	0,14
72	43	46,1	33,5	20,4	L	0,38	6,30	2,77	0,36	1,48	0,08	73,8	22,8	2,78	0,61	21,4	eseri	2,74	3183	588	151	52,3	4,40	1,84	0,39	0,09	1,88	0,96
73	38	68,6	16,4	15,0	SL	0,43	7,73	3,12	0,61	0,99	0,13	92,1	6,44	0,83	0,62	15,1	6,47	1,16	2809	120	37,4	38,3	3,17	2,17	0,28	0,70	2,83	1,45
74	72	38,1	21,7	40,2	C	0,61	7,52	4,22	0,62	1,53	1,40	80,5	16,1	1,55	1,84	38,4	0,96	2,73	6239	747	162	314	4,30	4,71	0,47	0,13	15,3	1,13
75	47	52,9	22,1	25,0	SCL	0,65	7,28	4,62	0,29	1,93	0,48	82,5	13,1	2,00	2,41	23,1	0,84	1,50	3849	364	127	226	2,66	4,03	0,56	0,04	4,38	1,12
76	39	67,1	17,1	15,8	SL	0,48	7,21	3,47	0,38	1,21	0,08	80,0	18,6	1,01	0,40	13,3	0,73	1,00	2150	298	41,8	21,7	3,35	3,77	0,88	0,05	2,29	0,69
77	41	66,7	16,8	16,5	SL	0,44	7,30	3,41	0,15	1,26	0,08	81,7	15,9	1,96	0,53	16,4	2,41	1,01	2706	313	85,7	35,2	4,63	3,24	0,32	0,18	7,19	1,05
78	40	72,1	12,0	15,9	SL	0,58	7,77	3,82	0,95	1,62	0,16	90,6	6,00	3,00	0,39	15,0	5,69	1,77	2756	113	119	25,4	8,60	3,94	0,35	0,24	3,75	1,16
79	40	71,6	12,4	16,0	SL	0,49	7,85	3,47	0,33	1,53	0,05	92,3	6,11	1,12	0,44	14,4	5,93	1,11	2681	107	50,9	25,4	11,4	5,64	0,75	0,37	5,78	1,29
80	83	37,5	20,8	41,7	C	0,75	7,66	3,41	1,28	3,50	0,35	80,6	15,4	2,40	1,64	27,5	3,99	1,53	4486	519	218	187	3,25	3,68	0,86	0,72	6,30	2,00

EK 7 Toprak analiz sonuçları (devam)

Çizelge 5 Toprak örneklerine ait analiz sonuçları

Örnekleme Noktası	Su ile doygunluk (%)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Bünye Sınıfı	Elektriksel İletkenlik (dS.m ⁻¹)	pH	Saturasyon Çözeltisindeki Katyonlar (meq.L ⁻¹)				Değişebilir Katyonlar (%)				KDK (cmol.kg ⁻¹)	Kireç (%)	Organik Madde (%)	Alınabilir Kalsiyum (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Magnezyum (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Sodyum (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Potasyum (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Fosfor (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Demir (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Bakır (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Çinko (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Manganez (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Bor (mg.kg ⁻¹)
								Kalsiyum	Magnezyum	Sodyum	Potasyum	Kalsiyum	Magnezyum	Sodyum	Potasyum													
								81	90	38,2	19,9	41,9	C	0,76	7,87													
82	49	47,5	22,8	29,7	SCL	0,37	7,18	3,47	0,33	0,90	0,13	75,2	18,6	3,94	2,30	24,7	0,99	1,02	3747	551	234	224	7,02	36,1	0,75	0,82	24,1	1,46
83	79	40,3	18,5	41,2	C	0,74	6,81	3,47	1,19	2,56	0,48	74,0	20,6	3,36	2,03	28,3	eseri	2,99	4250	713	265	240	5,23	3,00	0,46	0,10	8,26	1,65
84	65	39,2	26,3	34,5	CL	0,56	7,25	3,76	0,23	2,56	0,13	75,4	21,7	2,25	0,70	27,9	0,92	1,13	4253	726	183	79,6	5,74	11,0	0,41	0,23	22,2	1,15
85	49	33,2	42,1	24,7	L	0,65	6,83	3,70	0,59	1,66	0,11	71,7	24,1	2,91	1,21	24,0	eseri	1,41	3484	700	180	115	1,40	17,8	0,35	0,22	19,7	1,32
86	69	40,0	23,4	36,6	CL	0,32	6,52	2,14	0,79	0,90	0,08	70,1	23,0	4,11	2,83	25,8	eseri	1,67	3641	716	258	286	4,80	33,7	0,14	0,29	11,1	0,71
87	43	46,9	30,2	22,9	L	0,52	6,72	3,06	0,66	1,44	0,30	74,5	21,2	2,80	1,50	21,8	eseri	2,95	3276	557	155	132	4,38	17,0	0,23	0,21	21,1	1,04
88	38	59,6	24,5	15,9	SL	0,43	6,80	2,20	0,24	1,35	0,30	77,6	19,6	2,11	0,78	11,5	eseri	1,34	1808	272	67,9	39,5	2,63	21,1	0,42	0,15	15,4	0,82
89	50	43,5	31,4	25,1	L	0,48	6,30	3,92	1,90	3,90	0,15	70,1	25,4	1,15	3,30	27,5	eseri	1,12	3895	850	118	357	5,38	16,0	0,76	1,33	12,1	0,69
90	66	28,6	36,0	35,4	CL	0,81	6,15	5,02	0,59	2,74	0,69	70,3	24,2	1,55	3,97	24,5	eseri	2,10	3518	716	129	398	3,77	26,9	1,36	2,53	18,4	1,31
91	67	23,7	40,6	35,7	CL	0,75	6,11	6,77	1,20	2,49	0,12	71,8	22,1	1,74	4,31	24,6	eseri	2,84	3618	662	136	416	5,19	18,6	0,72	1,37	21,8	1,77
92	44	58,1	25,1	16,8	SL	0,63	6,85	4,52	0,50	2,18	0,17	77,9	17,8	3,71	0,67	23,5	eseri	1,55	3691	503	222	64,2	7,23	10,5	1,17	0,25	25,5	1,68
93	93	37,5	20,4	42,1	C	0,59	7,79	3,29	1,04	1,75	0,09	88,5	9,17	1,44	0,93	31,2	6,32	1,37	5581	355	141	117	2,73	9,94	0,09	0,23	25,2	2,64
94	68	37,2	26,3	36,5	CL	0,73	7,16	4,16	0,49	2,17	0,58	74,6	19,0	3,11	3,25	27,0	3,45	2,53	4081	619	227	357	6,33	9,17	0,76	0,21	24,7	1,50
95	82	40,0	18,8	41,2	C	0,75	7,41	3,80	0,32	2,13	0,12	81,4	15,7	2,15	0,76	30,5	eseri	1,55	5024	576	191	94,0	5,66	9,94	0,68	0,33	26,2	1,45
96	65	39,2	26,7	34,1	CL	0,42	7,47	2,81	0,13	1,60	0,34	82,4	3,15	5,11	9,33	21,7	3,96	1,07	3605	83	278	796	2,59	10,8	0,85	0,45	27,6	2,41
97	50	44,1	29,2	26,7	L	0,84	6,22	3,45	2,56	2,23	0,21	71,0	23,0	2,77	3,28	19,7	eseri	1,29	2826	558	151	256	4,81	18,0	0,86	0,59	26,6	0,69
98	63	38,7	28,1	33,2	CL	0,71	6,93	3,99	0,77	1,11	0,88	79,5	16,3	1,11	3,03	26,0	eseri	2,89	4188	515	82,5	329	37,3	25,1	1,16	0,73	25,8	0,91
99	95	39,0	18,9	42,1	C	0,76	7,40	3,29	1,76	1,94	0,17	92,9	3,01	0,13	3,92	28,8	10,1	1,42	5425	124	51,2	447	2,78	14,2	2,15	0,38	13,9	2,40
100	66	36,8	29,8	33,4	CL	0,53	6,28	3,94	0,95	1,01	0,34	70,2	22,6	4,32	2,85	23,2	eseri	2,20	3305	636	245	266	16,5	3,48	1,05	0,02	1,99	0,77

EK 7 Toprak analiz sonuçları (devam)

Çizelge 6 Toprak örneklerine ait analiz sonuçları

Örnekleme Noktası	Su İle doygunluk (%)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Bünye Sınıfı	Elektriksel İletkenlik (dS.m ⁻¹)	pH	Saturasyon Çözeltisindeki Katyonlar (meq.L ⁻¹)				Değişebilir Katyonlar (%)				KDK (cmol.kg ⁻¹)	Kireç (%)	Organik Madde (%)	Alınabilir Kalsiyum (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Magnezyum (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Sodyum (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Potasyum (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Fosfor (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Demir (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Bakır (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Çinko (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Manganez (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Bor (mg.kg ⁻¹)
								Kalsiyum	Magnezyum	Sodyum	Potasyum	Kalsiyum	Magnezyum	Sodyum	Potasyum													
								101	66	36,9	29,2	33,9	CL	0,54	6,56													
102	63	39,2	28,9	31,9	CL	0,63	6,47	4,03	0,34	1,60	0,27	77,8	18,4	2,50	1,30	24,5	eseri	1,36	3856	544	164	131	9,62	7,83	0,87	0,60	18,0	2,30
103	50	41,7	32,5	25,8	L	0,37	6,78	3,12	0,50	1,10	0,14	78,7	13,4	4,00	3,82	22,4	eseri	1,02	3566	365	219	337	5,46	7,86	0,12	0,08	7,87	0,82
104	93	39,3	18,8	41,9	C	0,71	7,52	3,45	0,57	1,62	0,09	90,1	6,00	1,89	2,00	31,0	9,69	1,06	5651	230	169	245	3,34	8,17	1,39	0,27	12,5	2,46
105	93	39,7	18,3	42,0	C	0,52	7,63	3,58	0,36	0,65	0,17	89,1	7,11	0,55	3,23	32,2	1,87	2,04	5807	279	54,7	412	30,7	7,36	2,96	0,17	12,0	1,90
106	48	40,8	35,6	23,6	L	0,94	6,91	5,62	0,75	2,28	0,33	80,4	12,0	3,22	4,37	20,0	eseri	1,03	3267	292	173	347	5,14	6,64	0,50	0,08	11,4	1,44
107	47	40,2	34,4	25,4	L	0,52	6,70	2,06	0,42	2,44	0,11	74,1	19,5	3,41	3,00	16,9	eseri	1,06	2527	397	159	200	3,46	7,10	0,16	0,16	15,7	1,33
108	45	42,6	32,1	25,3	L	0,65	7,11	3,11	0,53	2,03	0,14	81,4	14,6	3,11	0,94	18,6	0,75	2,15	3059	328	154	70,7	4,66	38,7	0,44	0,74	23,5	1,43
109	38	60,2	23,2	16,6	SL	0,69	7,29	2,70	1,85	2,98	0,16	85,5	11,4	2,00	1,09	11,9	0,83	1,16	2052	172	80,7	52,8	28,7	15,6	0,32	0,46	14,2	2,04
110	34	57,5	24,6	17,9	SL	0,86	7,36	2,94	1,57	3,27	0,22	84,6	11,8	2,50	1,09	11,9	0,69	1,23	2032	174	93,9	53,4	35,7	14,6	0,36	0,63	11,3	2,00
111	47	46,9	25,7	27,4	SCL	0,48	7,63	4,03	0,93	1,50	0,38	87,2	10,4	1,77	0,68	16,2	0,93	2,06	2858	206	82,0	49,8	5,77	29,8	0,25	1,14	10,4	1,87
112	43	42,0	28,7	29,3	L	0,44	6,88	2,74	0,82	1,35	0,04	81,8	15,0	1,14	2,03	20,1	eseri	2,11	3308	365	66,0	160	8,45	16,5	0,29	0,55	18,7	1,99
113	44	44,1	31,4	24,5	L	0,48	6,51	2,38	1,22	1,15	0,06	71,6	22,0	4,12	2,29	20,1	eseri	2,30	2896	535	202	180	6,59	15,6	0,44	0,30	24,6	2,47
114	42	47,3	28,6	24,1	L	0,49	6,20	2,32	0,29	2,34	0,22	79,9	13,0	3,80	3,33	17,0	eseri	1,98	2737	267	171	225	10,2	9,63	0,17	0,26	5,96	2,34
115	45	45,5	24,1	30,4	SCL	0,54	6,83	2,19	0,61	2,85	0,15	77,6	14,6	5,06	2,68	17,0	eseri	2,10	2661	302	227	180	8,47	14,6	0,19	0,15	2,16	1,88
116	46	43,0	25,6	31,4	SCL	0,59	6,40	3,34	0,50	2,06	0,12	71,7	21,0	4,18	3,11	17,0	eseri	1,86	2470	431	185	208	6,99	10,4	0,26	0,16	2,04	2,51
117	40	53,8	26,8	19,4	SL	0,33	7,11	2,81	0,19	0,57	0,17	78,9	18,0	1,96	1,15	10,3	0,73	1,35	1652	224	51,8	48,9	18,5	16,5	0,17	0,35	15,7	1,58
118	41	51,1	27,4	21,5	SL	0,66	7,36	3,26	0,80	2,53	0,18	84,2	12,4	2,00	1,41	13,0	0,88	2,00	2218	198	83,8	74,5	22,5	21,3	0,65	0,87	16,9	1,66
119	42	50,3	26,8	22,9	SL	0,33	7,30	2,35	0,08	0,38	0,29	79,5	15,4	2,89	2,22	10,3	0,75	1,12	1662	191	72,4	94,2	19,7	10,7	0,16	0,37	23,5	1,47
120	39	38,4	40,9	20,7	L	0,55	7,33	1,85	0,30	2,52	0,17	77,8	15,8	3,00	3,44	16,4	0,99	1,55	2558	311	135	222	11,6	18,6	0,39	0,65	10,5	1,11
121	41	39,0	41,0	20,0	L	0,61	7,20	2,01	0,23	3,48	0,09	76,8	15,6	4,02	3,58	16,4	1,02	1,68	2529	306	184	230	18,7	24,7	0,31	0,51	18,7	2,66
122	96	32,5	20,8	46,7	C	0,84	7,91	4,92	0,57	2,17	0,40	90,6	5,11	0,99	3,26	38,5	7,56	1,42	7069	242	136	504	30,5	6,77	0,09	0,11	6,66	2,87
123	85	30,8	24,3	44,9	C	0,94	7,88	5,65	0,70	2,44	0,22	88,8	4,16	1,41	5,65	36,5	5,43	1,68	6568	189	166	810	21,6	5,23	0,11	0,29	2,58	2,10
124	81	30,1	24,8	45,1	C	0,83	7,83	5,37	0,37	1,97	0,27	86,6	6,45	1,26	5,73	35,4	6,48	1,39	6207	277	139	799	25,9	6,47	0,19	0,18	7,45	2,06
125	90	31,9	22,3	45,8	C	0,74	7,40	5,64	0,44	2,75	0,41	91,4	3,99	1,23	3,35	36,0	4,96	1,56	6685	177	159	485	24,6	3,66	0,16	0,31	5,58	1,41

EK 7 Toprak analiz sonuçları (devam)

Çizelge 7 Toprak örneklerine ait analiz sonuçları

Örnekleme Noktası	Su İle doygunluk (%)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Bünye Sınıfı	Elektriksel İletkenlik (dS.m ⁻¹)	pH	Saturasyon Çözeltisindeki Katyonlar (meq.L ⁻¹)				Değişebilir Katyonlar (%)				KDK (cmol.kg ⁻¹)	Kireç (%)	Organik Madde (%)	Alınabilir Kalsiyum (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Magnezyum (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Sodyum (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Potasyum (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Fosfor (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Demir (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Bakır (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Çinko (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Manganez (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Bor (mg.kg ⁻¹)
								Kalsiyum	Magnezyum	Sodyum	Potasyum	Kalsiyum	Magnezyum	Sodyum	Potasyum													
126	36	63,1	19,8	17,1	SL	0,85	6,97	3,05	2,58	1,94	0,40	78,1	15,8	2,44	3,68	19,7	eseri	1,43	3095	383	126	288	10,7	7,89	0,30	0,68	4,69	1,12
127	37	58,7	25,5	15,8	SL	0,63	7,11	5,07	0,59	1,00	0,21	80,7	11,6	1,87	5,80	17,8	0,88	1,55	2916	252	85,1	406	5,06	6,54	0,67	0,33	20,4	1,47
128	38	55,9	27,6	16,5	SL	0,84	7,23	6,18	0,34	1,19	0,16	79,7	14,7	1,66	3,98	17,8	0,73	1,05	2890	316	78,5	279	4,15	4,69	0,45	0,44	10,3	1,12
129	72	35,0	24,0	41,0	C	0,66	7,35	3,54	0,44	1,02	0,92	81,6	14,2	1,11	3,12	26,0	1,17	2,68	4294	447	83,3	342	3,66	10,6	1,09	1,22	9,68	1,38
130	42	53,4	25,7	20,9	SL	0,73	7,30	3,37	0,30	5,31	0,40	79,8	11,4	1,44	7,34	18,6	0,96	1,34	2996	257	113	539	6,47	6,78	0,29	0,55	4,31	1,1
131	40	37,0	41,5	21,5	L	0,96	6,78	6,61	2,21	1,17	0,48	77,5	14,1	1,76	6,59	19,7	eseri	1,55	3113	345	90,6	515	6,36	10,1	0,15	1,61	22,2	1,41
132	40	53,8	26,6	19,6	SL	0,72	7,21	4,42	1,40	3,28	0,11	81,1	14,1	0,87	3,85	16,6	0,76	1,69	2729	288	63,4	251	4,44	6,47	0,26	0,59	7,52	1,64
133	41	55,6	24,3	20,1	SL	0,72	7,66	4,11	0,66	4,30	0,29	82,6	9,15	0,97	7,25	17,6	1,01	2,01	2942	196	79,8	502	6,58	8,15	0,44	0,23	3,64	1,14
134	39	52,7	28,6	18,7	SL	0,64	7,22	3,52	0,95	3,59	0,22	79,4	11,2	1,04	8,38	14,4	0,66	1,64	2313	198	66,6	474	7,05	8,36	0,37	0,46	3,47	1,3
135	39	57,9	23,4	18,7	SL	0,46	6,99	1,80	0,14	1,72	0,18	80,9	8,45	3,44	7,22	11,5	eseri	1,39	1882	118	107	328	3,68	19,6	0,29	0,22	10,4	1,74
136	42	55,6	24,9	19,5	SL	0,41	6,54	1,97	0,15	1,25	0,35	75,8	14,6	4,88	4,82	11,5	eseri	1,40	1766	202	142	223	2,55	24,1	0,48	0,39	19,7	1,09
137	67	38,0	22,6	39,4	CL	0,33	6,77	1,79	0,45	0,84	0,11	71,8	20,1	3,61	4,49	25,8	eseri	1,77	3721	626	227	454	6,07	28,6	0,19	0,14	10,6	0,77
138	78	40,3	18,1	41,6	C	0,77	7,36	3,38	0,79	2,30	0,32	77,7	14,8	3,14	4,42	28,7	eseri	2,13	4512	517	249	504	5,55	6,58	0,55	0,11	7,56	2,45
139	81	38,7	18,2	43,1	C	0,81	7,61	3,91	0,57	2,72	0,26	82,1	11,8	2,92	3,15	28,3	eseri	2,31	4719	408	241	357	7,59	3,64	0,41	0,14	6,98	1,20
140	45	65,0	16,0	19,0	SL	0,43	7,55	2,71	0,17	1,12	0,14	75,8	19,8	2,01	2,47	15,1	3,55	1,24	2304	358	81,1	147	4,44	4,92	0,21	0,15	8,17	0,99
141	40	70,2	13,6	16,2	SL	0,53	7,61	4,16	0,41	1,13	0,04	80,4	14,6	3,01	1,99	14,4	4,63	1,36	2344	253	110	112	9,69	7,68	0,85	0,44	6,48	1,63
142	78	41,5	17,6	40,9	C	0,77	7,48	5,62	0,10	2,18	0,21	81,4	10,0	2,46	6,12	28,5	3,58	1,44	4731	343	200	687	3,45	5,69	0,46	0,38	20,5	1,76
143	47	42,0	31,9	26,1	L	0,67	6,84	4,58	0,50	1,68	0,12	67,1	24,7	2,90	5,34	24,0	eseri	1,38	3267	714	178	503	1,66	15,4	0,39	0,14	21,7	1,45
144	81	36,9	20,8	42,3	C	0,96	7,50	4,43	1,49	2,97	0,20	83,8	10,1	2,03	4,11	27,5	2,51	1,55	4675	347	184	447	4,06	3,99	0,77	0,69	8,41	1,16
145	44	59,1	17,6	23,3	SL	0,54	7,43	3,38	0,33	1,11	0,12	80,1	14,1	2,11	3,70	19,1	3,15	1,11	3097	324	104	278	3,77	3,21	0,33	0,28	5,41	1,11
146	37	52,6	28,9	18,5	SL	0,66	7,82	3,28	0,50	2,64	0,09	86,8	7,05	2,64	3,53	17,4	4,16	1,20	3046	149	128	241	6,34	2,11	0,39	0,09	1,10	1,22
147	39	55,0	27,2	17,8	SL	0,54	7,55	3,42	0,23	1,44	0,15	81,9	11,0	2,16	4,95	15,9	3,44	1,00	2624	210	91,7	308	4,45	2,58	0,38	0,26	4,69	1,21
148	41	58,2	21,9	19,9	SL	0,58	7,35	3,94	0,09	0,92	0,12	80,4	12,1	2,60	4,84	18,4	3,07	1,11	2997	268	119	350	6,58	2,44	0,44	0,10	6,21	1,21

EK 8 Toprak özelliklerinin korelasyon analizi

Çizelge 1 Toprak özelliklerinin korelasyon analizi

	Kum	Silt	Kil	Elektriksel İletkenlik	pH	KDK	Kireç	Organik Madde	Alınabilir Kalsiyum	Alınabilir Magnezyum	Alınabilir Sodyum	Alınabilir Potasyum	Alınabilir Fosfor	Alınabilir Demir	Alınabilir Bakır	Alınabilir Çinko	Alınabilir Mangan
Silt																	
Kil																	
Elektriksel İletkenlik																	
pH																	
KDK	-0,736**		0,879**														
Kireç					0,517**												
Organik Madde	-0,205*																
Alınabilir Kalsiyum			0,861**				0,447**										
Alınabilir Magnezyum	-0,306**		0,167*														
Alınabilir Sodyum			0,313**														
Alınabilir Potasyum	-0,395**		0,401**														
Alınabilir Fosfor																	
Alınabilir Demir																	
Alınabilir Bakır			0,233**														
Alınabilir Çinko					-0,247**		-0,291**	0,374**									
Alınabilir Mangan					-0,288**		-0,264**							0,568**			
Alınabilir Bor	-0,385**		0,431**		0,325**	0,382**	0,249**										

*, korelasyon %5 seviyesinde istatistiki olarak önemlidir ($p<0,05$), **; korelasyon %1 seviyesinde istatistiki olarak önemlidir ($p<0,01$).

EK 9 Sediment analiz sonuçları

Çizelge 1 Sediment örneklerine ait analiz sonuçları

Örnekleme Noktası	Nokta Adı	Dönem	Su ile doygunluk (%)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Bünye Sınıfı	Elektriksel iletkenlik (dS.m ⁻¹)	pH	Saturasyon Çözeltilisindeki Katyonlar (meq.L ⁻¹)				Değişebilir Katyonlar (%)				KDK (cmol.kg ⁻¹)	Kireç (%)	Organik Madde (%)	Alınabilir Kalsiyum (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Magnezyum (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Sodyum (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Potasyum (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Fosfor (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Demir (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Bakır (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Çinko (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Manganez (mg.kg ⁻¹)	Alınabilir Bor (mg.kg ⁻¹)
										Kalsiyum	Magnezyum	Sodyum	Potasyum	Kalsiyum	Magnezyum	Sodyum	Potasyum													
1	Berçin Çayı	Ağustos 2014	55	34,7	28,8	36,5	CL	0,70	6,75	3,12	1,56	1,52	0,29	85,4	11,3	1,32	1,98	21,6	eseri	1,51	3714	303	84,7	173	9,52	10,5	0,16	0,16	15,7	1,10
		Aralık 2014	51	33,2	31,9	35,0	CL	0,68	6,77	2,41	1,39	1,63	0,21	81,9	14,6	1,68	1,87	23,2	eseri	1,62	3816	413	109	173	8,96	9,65	0,19	0,19	11,5	1,23
		Nisan 2015	55	34,5	29,5	36,0	CL	0,61	6,78	2,86	1,46	1,66	0,16	83,4	13,3	1,47	1,91	19,7	eseri	1,55	3309	322	87,47	150	8,75	11,7	0,18	0,17	12,1	1,29
6	Hamam Çayı	Ağustos 2014	41	41,3	33,1	25,7	L	0,59	6,18	2,71	0,95	0,65	0,29	71,4	26,3	1,36	0,87	15,5	eseri	1,49	2233	493	54,5	57,1	9,83	16,9	0,86	0,59	26,6	0,96
		Aralık 2014	44	38,6	33,2	28,2	L	0,52	6,62	3,47	0,82	0,52	0,46	69,6	28,0	1,30	1,13	14,4	eseri	1,39	2029	487	48,2	71,2	9,40	11,6	0,77	0,55	20,6	1,18
		Nisan 2015	42	40,6	32,3	27,1	L	0,55	6,65	3,09	0,56	0,71	0,38	70,6	27,1	1,35	0,99	17,1	eseri	1,46	2441	559	60,0	72,3	8,96	14,5	0,71	0,56	23,6	1,00
9	Pazar Köprü Altı	Ağustos 2014	61	34,5	31,0	34,5	CL	0,74	6,87	3,75	0,95	0,72	0,21	76,5	19,7	1,55	2,32	25,5	0,81	1,85	3948	608	101	236	4,30	23,8	0,84	0,60	18,0	1,02
		Aralık 2014	65	33,4	30,0	36,6	CL	0,69	6,96	3,11	0,81	0,85	0,35	80,1	16,8	1,11	1,96	21,2	0,72	1,66	3442	434	67,0	171	5,55	20,2	0,91	0,64	22,2	1,24
		Nisan 2015	60	33,1	31,8	35,2	CL	0,78	6,81	3,68	0,75	0,66	0,30	79,0	17,5	1,41	2,11	25,4	eseri	1,77	4064	539	91,6	216	4,79	22,5	0,88	0,64	20,6	1,14
10	Pazar Deresi	Ağustos 2014	77	37,5	20,9	41,6	C	0,85	7,55	4,55	1,53	0,81	0,68	82,6	13,1	1,69	2,58	33,7	1,77	2,10	5632	543	145	359	15,9	14,9	0,69	0,17	12,0	2,11
		Aralık 2014	84	36,7	21,2	42,1	C	0,80	7,68	4,06	1,46	0,91	0,73	79,5	16,1	1,35	3,01	29,0	1,94	2,15	4676	575	108	364	12,1	16,6	0,64	0,11	14,6	2,22
		Nisan 2015	81	37,6	20,5	41,9	C	0,92	7,56	4,66	1,48	0,88	0,79	81,1	14,5	1,55	2,78	30,6	1,70	2,36	5033	547	125	356	14,3	19,2	0,65	0,13	13,8	2,16
14	Kocacay	Ağustos 2014	62	36,0	26,5	37,5	CL	0,93	7,58	5,01	1,26	0,94	0,25	78,6	18,6	1,65	1,21	29,4	1,55	2,38	4679	664	125	145	8,76	18,7	0,95	0,21	24,7	1,77
		Aralık 2014	69	35,1	27,5	37,4	CL	0,95	7,64	4,16	1,35	0,88	0,20	80,6	16,6	1,50	1,39	31,5	1,48	2,19	5136	637	123	176	7,25	15,4	0,88	0,23	20,5	1,61
		Nisan 2015	65	35,7	26,9	37,5	CL	0,80	7,69	3,57	1,19	0,71	0,38	77,7	19,5	1,70	1,11	27,6	1,43	1,98	4342	654	119	129	6,18	13,3	0,96	0,24	22,2	1,87

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Lale ÇALIŞKAN

Doğum Yeri : Kırıkkale

Doğum Tarihi : 12.01.1974

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Kırıkkale Kurtuluş Lisesi (1991)

Lisans : Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü (1995)

Yüksek Lisans: Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Bilimleri Anabilim Dalı (2011)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

- Uluslararası Tarımsal Eğitim Merkezi (Nisan 2018)
- Tarımsal Araştırma ve Politikalar Genel Müdürlüğü (2006- Nisan 2018)
- Kırıkkale Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü (2002-2006)
- Yozgat Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü (2001-2002)
- Kırıkkale Valiliği (1998-2001)
- Çevre Bakanlığı (1997-1998)
- Kırıkkale Belediyesi (1996-1997)

Yayımlar

- “Kurtboğazı Havzası ve Onu Besleyen Havzalarda Doğal Kaynak Nitelik Göstergelerinin İzlenmesi” sözlü bildiri. Havza Yönetimi Sempozyumu. 10-12 Eylül 2014. ÇANKIRI.

Kongre Sunum

- “Wastewater Treatment in Turkey”. International Training Workshop on Pakistan Bioremediation Model for Waste Water Treatment: An Approach to Conserve Natural Resources. 10-11 Aralık 2014. İSLAMABAD.
- “Soil and Water Resources Research and Policies in Turkey”. International Course on Agricultural Irrigation. 30 Eylül-4 Ekim 2016. İZMİR.

Sempozyum, Kurs ve Konferanslar (Ulusal)

- Etkili İletişim Eğitimi. 11 Haziren 2008. ANKARA.
- II. Toprak ve Su Kaynakları Kongresi. 22-25 Kasım 2011. Kızılcahamam/ANKARA.
- Coğrafi Bilgi Sistemleri, Tarımsal İstatistikleri ve Çiftçi Muhasebe Veri Ağı Eğitim Semineri. 12-16 Kasım 2012. ANTALYA.
- TÜİK Resmi İstatistikler Eğitim Programı. 24-28 Aralık 2012. ANKARA.
- Su Kalitesi İzleme Konusunda Kapasite Geliştirme Projesi Çalıştay. 10-15 Mart 2013. ANTALYA.
- Ormancılık ve Su Şurası. 21-23 Mart 2013. ANKARA.
- İklim Değişikliği ve Tarım Çalıştay. 21-22 Mayıs 2013. KIRKLARELİ.
- Ulusal Su Bilgi Sistemi Fizibilite Etüdü Projesi Çalışma Grupları Çalıştay. 22-25 Ekim 2013. ÇORUM.
- Tarımsal Su Kayıplarının Kontrolü Çalıştay. 9-10 Haziran 2014. ANKARA.
- Havza Yönetimi Sempozyumu. 10-12 Eylül 2014. ÇANKIRI.
- Nehir Havza Araştırmacıları (RBE)-Su Yönetimi Modelleme Platformu (SYMP): Türkiye’de Nehir Havzası Bazlı Planlamaya Yönelik Modelleme Aracı Projesi. 30 Eylül 2014. ANKARA.
- Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğüne yürütülen “Ülkemize Özgü Su Kalitesi Ekolojik Değerlendirme Sisteminin Kurulması Projesi” çalışmaları. 2014. ANKARA.
- Türkiye Afet Yönetimi Strateji Belgesi Hazırlanması Projesi Başlangıç Çalıştay. 28 Kasım 2014. ANKARA.

Sempozyum, Kurs ve Konferanslar (Uluslararası)

- International Course on Agricultural Irrigation. 30 Eylül-4 Ekim 2013. İZMİR.
- “EU Twinning Project on Water Quality Monitoring” Projesine Katılım 2013-2014. ANKARA.
- “Nitrogen Balances and Indicators” Çalıştayı. 31 Mart- 2 Nisan 2014.PARİS.
- “International Training Workshop on Pakistan Bioremediation Model for Waste Water Treatment: An Approach to Conserve Natural Resources”. 10-11 Aralık 2014. İSLAMABAD.
- “Monitoring and Mitigation of Agriculture and Forestry Greenhouse Gases” First Consortium Meeting. 13-15 Şubat 2015. BRÜKSEL.5