

**GÖKSU NEHRİ VE TARSUS ÇAYI (MERSİN) ARASINDA YER  
ALAN AKARSULARIN MORFOMETRİK, HİDROLOJİK VE  
HİDROKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

**DOKTORA TEZİ**

**ÜMİT YILDIRIM**

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ  
ANABİLİM DALI**

**MERSİN  
ARALIK - 2018**

**GÖKSU NEHRİ VE TARSUS ÇAYI (MERSİN) ARASINDA YER  
ALAN AKARSULARIN MORFOMETRİK, HİDROLOJİK VE  
HİDROKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

**DOKTORA TEZİ**

**ÜMİT YILDIRIM**

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

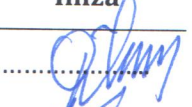




**JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ  
ANABİLİM DALI**

**Danışman  
Prof. Dr. Cüneyt GÜLER**

**MERSİN  
ARALIK - 2018**

## ONAY

Ümit YILDIRIM tarafından Prof. Dr. Cüneyt GÜLER danışmanlığında hazırlanan "Göksu Nehri ve Tarsus Çayı (Mersin) Arasında Yer Alan Akarsuların Morfometrik, Hidrolojik ve Hidrokimyasal Özelliklerinin Araştırılması" başlıklı çalışma aşağıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından 26 Aralık 2018 tarihinde yapılan Tez Savunma Sınavı sonucunda oy birliği ile Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Görevi	Ünvanı, Adı ve Soyadı	İmza
Başkan	Prof. Dr. Cüneyt GÜLER	
Üye	Prof. Dr. Muhsin EREN	
Üye	Prof. Dr. Tolga ÇAN	
Üye	Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Ali KURT	
Üye	Dr. Öğr. Üyesi Kemal ZORLU	

Yukarıdaki Jüri kararı Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 28.12.2018 tarih ve 2018-S/1929 sayılı kararıyla onaylanmıştır.

  
Prof. Dr. Cahit BİLİM  
Fen Bilimleri Enstitü Müdürü

*Bu tezde kullanılan özgün bilgiler, şekil, tablo ve fotoğraflardan kaynak göstermeden alıntı yapmak 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu hükümlerine tabidir.*

## ETİK BEYAN

Mersin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliğinde belirtilen kurallara uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlâk kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak kullandığımı,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Bu tezin herhangi bir bölümünü Mersin Üniversitesi veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı,
- Tezin tüm telif haklarını Mersin Üniversitesi'ne devrettiğimi

beyan ederim.

## ETHICAL DECLARATION

This thesis is prepared in accordance with the rules specified in Mersin University Graduate Education Regulation and I declare to comply with the following conditions:

- I have obtained all the information and the documents of the thesis in accordance with the academic rules.
- I presented all the visual, auditory and written information and results in accordance with scientific ethics.
- I refer in accordance with the norms of scientific works about the case of exploitation of others' works.
- I used all of the referred works as the references.
- I did not do any tampering in the used data.
- I did not present any part of this thesis as an another thesis at Mersin University or another university.
- I transfer all copyrights of this thesis to the Mersin University.

26 Aralık 2018 / 26 December 2018

  
İmza / Signature

Ümit YILDIRIM

## ÖZET

### GÖKSU NEHRİ VE TARSUS ÇAYI (MERSİN) ARASINDA YER ALAN AKARSULARIN MORFOMETRİK, HİDROLOJİK VE HİDROKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Bu çalışmada, Mersin ili doğusunda bulunan Tarsus Çayı ile batısında bulunan Göksu Nehri arasında kalan 17 akarsuda bütünleşik bir su yönetiminin oluşturulması amacıyla hidrolojik ve hidrokimyasal özellikler ile bu akarsuların su toplama havzalarının morfometrik özellikleri derinlemesine incelenmiştir. Bu kapsamda, 17 akarsu havzasının çeşitli temel (havza alanı, havza uzunluğu, havza çevresi uzunluğu, havza rölyefi, akış dizilimi, akış numarası ve akış uzunluğu) ve karakteristik (drenaj yoğunluğu, akarsu sıklığı, drenaj dokusu, çatallanma oranı, form faktör, uzama oranı, yüzeysel akış uzunluğu, rölyef katsayısı ve hipsometrik integral) morfometrik parametreleri Coğrafi Bilgi Sistemi yöntemi yardımıyla hesaplanarak havzaların fiziksel nitelikleri belirlenmiş ve bu akarsu havzalarında oluşması muhtemel sel ve erozyon gibi durumlar için yorumlamalar yapılmıştır. Ayrıca, Ekim 2015 ile Eylül 2016 tarihleri arasındaki bir yıllık süreçte, aylık olarak akarsu örnekleri alınmış ve fizikokimyasal içerikleri belirlenmiştir. Su örneklerinin fiziksel parametreleri (sıcaklık, pH, Eh, elektriksel iletkenlik ve çözülmüş oksijen) yerinde, anyon bileşenleri ( $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$  ve  $\text{F}^-$ ) spektrofotometre, iyon kromatografisi ve titrasyon yöntemleriyle, katyon bileşenleri ( $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{Na}^+$  ve  $\text{K}^+$ ) iyon kromatografisi ve kütle spektrofotometresi yöntemleriyle, iz element bileşenleri (Al, As, B, Ba, Cd, Cr, Co, Cu, Fe, Li, Mn, Mo, Pb, Sr, Si ve Zn) ise kütle spektrofotometresi yöntemleriyle analiz edilmiştir. Fiziksel ve kimyasal analizler sonucunda elde edilen veriler, içme suyu olarak kullanılabilirlik açısından Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından belirlenen standartlara göre ve sulama suyu kalitesi bakımından Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Teknik Usuller Tebliği'nde belirtilen standartlara göre değerlendirilmiştir. Ayrıca, akarsulardan alınan bütün örnekler, Piper diyagramı yardımıyla su sınıflarına ayrılmış, Wilcox diyagramı ve ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramı yardımıyla sulama suyu olarak kullanılabilirliği açısından değerlendirilmiştir. Bütün bunların dışında hidrolojik ve hidrokimyasal analizler sonucunda elde edilen verilerin istatistiksel ilişkilerinin belirlenmesi amacıyla faktör analizi yöntemi kullanılmıştır. Morfometrik analiz sonuçlarına bakıldığında, çalışma alanının doğusunda bulunan havzaların taşkın ve erozyon durumları açısından batıdaki havzalara göre daha hassas olduğu görülmüştür. Bu sebeple, doğudaki havzalarda yerleşim yeri, baraj, gölet, vb. arazi kullanımı seçimi yapılırken daha dikkatli olunması gerekmektedir. Fizikokimyasal analiz sonuçlarına göre; elektriksel iletkenlik,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ , B ve Fe içerikleri, nüfusun ve sanayinin daha yoğun olduğu Deliçay'dan, daha az nüfus ve sanayi tesislerinin bulunduğu Lamas Çayı'na doğru gidildikçe azalma eğilimindedir. Ayrıca pH,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{F}^-$ , Al, As, Fe, Ni ve B derişimleri bazı dönemlerde bazı akarsularda WHO standartlarında belirtilen sınır değerlerini aşmıştır. Su Kirliliği Kontrolü, Teknik Usuller Tebliği'ne göre; akarsu örnekleri genel olarak sulama suyu olarak kullanılabilir nitelikte olup yalnızca pH,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{F}^-$  ve Ni içerikleri açısından birkaç örnek kullanılabilirlik sınırını aşmıştır. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda, hidrolojik ve hidrokimyasal açıdan akarsuların kimyasını etkileyen süreçler göz önünde bulundurularak, "Tuzluluk, Alkalinite, Ayırışma, Akış ve Çözülmüş Oksijen" olarak adlandırılan 5 faktör tespit edilmiştir. Endüstriyel ve evsel atıklar ile tarımsal faaliyetlerde kullanılan gübreler çalışma alanında akarsular için başlıca kirletici kaynaklardır.

**Anahtar Kelimeler:** Akarsu, Su kirliliği, Morfometrik analiz, Hidroloji, Hidrokimyasal analiz, Mersin.

**Danışman:** Prof. Dr. Cüneyt GÜLER, Mersin Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Mersin.

## ABSTRACT

### INVESTIGATION OF THE MORPHOMETRIC, HYDROLOGICAL AND HYDROCHEMICAL PROPERTIES OF THE RIVERS LOCATED BETWEEN GÖKSU RIVER AND TARSUS RIVER (MERSİN)

In this study, the hydrological and hydrochemical properties of the 17 rivers located between the Tarsus River in the east of Mersin and the Göksu River in the west of the Mersin and the morphometric properties of the catchments of these rivers have been investigated in depth in order to establish an integrated water management. In this context, the morphometric properties of 17 basins were determined by calculating basic parameters (basin area, basin length, basin perimeter length, basin relief, stream order, stream number, and stream length) and characteristic parameters (drainage density, stream frequency, drainage texture, bifurcation ratio, form factor, elongation ratio, overland flow length, relief ratio, and hypsometric integral) using Geographical Information System method and interpretations were made regarding the flooding and erosion potentials of these river basins. In addition, during the one-year period between October 2015 and September 2016, stream samples were collected on a monthly basis and their physicochemical contents were determined. Physical parameters (temperature, pH, Eh, electrical conductivity, and dissolved oxygen) of the water samples were measured in-situ, whereas anion components ( $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ , and  $\text{F}^-$ ) were analyzed by spectrophotometer, ion chromatography and titration methods, and cation components ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ , and  $\text{K}^+$ ) were analyzed by ICP-MS and ion chromatography methods. The data obtained from the physical and chemical analyzes were evaluated according to standards specified by the Technical Methods Bulletin of the Water Pollution Control Directive in terms of irrigation water quality and according to standards set by the World Health Organization (WHO) in terms of their usability as drinking water. In addition, all the samples taken from the rivers were divided into water classes by the concept of hydrochemical facies and Piper diagram, and were evaluated in terms of usability as irrigation water by Wilcox diagram and USA Salinity Laboratory diagram methods. In addition to all of these, factor analysis method has been applied in order to determine the statistical relationships of the data obtained from hydrologic and hydrochemical analyzes. Based on the results of the morphometric analysis, it was found that the basins located in the east of the study area are more sensitive than the ones located in the west in terms of flooding and erosion conditions. For this reason, more attention should be paid when making land use decisions such as settlement, dam, pond, etc. in the eastern basins. According to the results of physicochemical analysis; electrical conductivity,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ , B, and Fe concentrations of the water samples were found to decrease from Deliçay, where the population and industry were more intense, towards the Lamas River where less population and industrial facilities are located. Concentrations of pH,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{F}^-$ , Al, As, Fe, Ni and B exceeded the limits specified in WHO in some streams during some sampling periods. According to the Technical Methods Bulletin of the Water Pollution Control Directive, stream samples are generally suitable for irrigation, but a few samples have exceeded the limits in terms of pH,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{F}^-$ , and Ni contents. As a result of the statistical analysis, 5 factors were determined, which are named "Salinity, Alkalinity, Extraction, Flow and Dissolved Oxygen", considering hydrological and hydrochemical processes affecting water chemistries. Industrial and domestic wastes and fertilizers used in agricultural activities are the principal pollutant sources for the streams in the study area.

**Keywords:** River, Water pollution, Morphometric analysis, Hydrology, Hydrochemistry, Mersin.

**Advisor:** Prof. Cüneyt GÜLER, Geological Engineering Department, Mersin University, Mersin.

## TEŞEKKÜR

Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda doktora tezi olarak hazırlanan bu çalışmada yaptığı öneri ve eleştirileriyle tezin hazırlanmasında çok büyük emeği olan danışman hocam sayın Prof. Dr. Cüneyt GÜLER'e en içten duygularıyla teşekkürlerimi sunarım. Tez süreci boyunca çalışmalarım ve araştırmalarımı denetleyerek bana değerli deneyimleriyle birlikte önerilerini aktaran Prof. Dr. Muhsin EREN ve Prof. Dr. Tolga ÇAN'a, tezimin kontrolü ve düzeltmelerinde titizlikle çalışıp önerilerini esirgemeyen tez jürisi Dr. Öğr. Üyesi Kemal ZORLU'ya, arazi ve laboratuvar çalışmalarında bana yardımcı olan, akademik hayatın güzellikleri ve etik olgunluğu kavramamda çok büyük emekleri olan Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Ali KURT'a, Mersin Üniversitesi İleri Teknoloji Eğitim, Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde su örneklerinin analizlerinin yapılmasında bana yardımcı olan Cihan GEÇGEL ve Sevda İLMEN'e, arazi çalışmalarında bana yardımcı olan Onur GÜVEN, Kemal ERBAŞ, Hayriye ÖZKALAY ve Samet SALAR'a ve bütün tez çalışması boyunca manevi olarak yardımlarını esirgemeyen Mersin Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü lisans öğrencileri ile değerli öğretim üyelerine teşekkür ederim. Ayrıca, tez çalışmam sırasında gerek veri hazırlama, gerekse bilimsel çıktıların tartışılması hususunda bana büyük katkılarda bulunan Dr. Öğr. Üyesi Hidayet TAĞA ve Dr. Can AKBULUT'a da en içten teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam esnasında, hem maddi, hem de manevi olarak bana en büyük desteği sağlayan sevgili aileme de en içten teşekkürlerimi sunarım. Son olarak yapmış olduğum bu çalışmaya "2015-TP3-1008" no'lu proje kapsamında maddi destek sağlayan Mersin Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) birimine sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇ KAPAK	i
ONAY	ii
ETİK BEYAN	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
TABLolar DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
EKLER DİZİNİ	xv
KISALTMALAR ve SİMGELER	xvi
<b>1. GİRİŞ</b>	<b>1</b>
1.1. Çalışmanın Amacı	2
1.2. Çalışmanın Kapsamı	2
<b>2. KAYNAK ARAŞTIRMALARI</b>	<b>4</b>
2.1. Çalışma Alanının Tanıtılması	4
2.1.1. Coğrafik Konum	4
2.1.2. Morfoloji	5
2.1.3. İklim ve Bitki Örtüsü	6
2.1.4. Arazi Kullanımı	6
2.1.5. Nüfus, Yerleşim ve Ekonomi	8
2.1.6. Hidrografi	9
2.1.6.1. Yağış ve sıcaklık	9
2.1.6.2. Buharlaşma ve terleme (Evapotranspirasyon)	10
2.1.6.3. Akış	15
2.1.7. Genel Jeoloji	19
2.1.7.1. Paleozoyik birimleri (P)	21
2.1.7.2. Mesozoyik birimleri (M, Ofi)	21
2.1.7.3. Tersiyer birimleri (T1, T2, T3)	22
2.1.7.4. Kuvaterner birimleri (Q)	22
2.2. Akarsular	23
2.2.1. Akarsuların Sınıflandırılması	24
2.2.1.1. Akarsuların topoğrafik özelliklerine göre sınıflandırılması	24
2.2.1.2. Akarsuların akarsu boyunca akımın değişimine göre sınıflandırılması	24
2.2.1.3. Akarsuların akımın sürekliliğine göre sınıflandırılması	24
2.2.1.4. Akarsuların akım rejimine göre sınıflandırılması	24
2.2.1.5. Akarsuların büyüklüklerine göre sınıflandırılması	25
2.2.1.6. Akarsuların yatağının fiziksel özelliklerine göre sınıflandırılması	25
2.3. Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) Teknolojisi	26
2.3.1. Coğrafi Bilgi Sisteminin Kullanım Alanları	27
2.3.2. Coğrafi Bilgi Sisteminin Faydaları	27
2.3.3. Coğrafi Bilgi Sistemi Veri Yapısı	28
2.3.3.1. Vektör veri yapısı	28
2.3.3.2. Raster veri yapısı	29
2.3.4. Coğrafi Bilgi Sisteminin Temel Bileşenleri	30
2.3.5. Coğrafi Bilgi Sisteminin Genel Fonksiyonları	30
2.3.5.1. Veri toplama ve üretimi	30
2.3.5.2. Veri depolama	30
2.3.5.3. Sorgulama ve analiz	31
2.3.5.4. Görüntüleme ve çıktı oluşturma	31



	<b>Sayfa</b>
2.4. Havza Morfometrisi	31
2.4.1. Morfometrik Analizler	32
2.4.1.1. Temel parametreler	33
2.4.1.2. Karakteristik parametreler	35
2.5. Akarsularda Debi Ölçümü	36
2.6. Hidrokimya	38
2.6.1. Fiziksel Parametreler	40
2.6.1.1. Hidrojen iyonu derişimi (pH)	40
2.6.1.2. Redoks potansiyeli (Eh)	40
2.6.1.3. Elektriksel iletkenlik (Eİ)	40
2.6.1.4. Çözünmüş oksijen (ÇO)	41
2.6.2. Majör Katyonlar	41
2.6.2.1. Kalsiyum (Ca <sup>+2</sup> )	41
2.6.2.2. Magnezyum (Mg <sup>+2</sup> )	41
2.6.2.3. Sodyum (Na <sup>+</sup> )	42
2.6.2.4 Potasyum (K <sup>+</sup> )	42
2.6.3. Majör Anyonlar	42
2.6.3.1 Bikarbonat (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) ve Karbonat (CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup> )	42
2.6.3.2. Sülfat (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )	43
2.6.3.3. Klorür (Cl <sup>-</sup> )	43
2.6.3.4. Nitrat (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )ve Nitrit (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	43
2.6.3.5. Florür (F <sup>-</sup> )	44
2.7. Önceki Çalışmalar	45
<b>3. MATERYAL ve YÖNTEM</b>	<b>50</b>
3.1. Morfometrik Analizler	50
3.2. Hidrolojik Analizler	51
3.3. Hidrokimyasal Analizler	52
3.3.1. Akarsu Örneklerinde Yapılan Analizler	52
3.3.1.1. Fiziksel parametre analizleri	54
3.3.1.2. Majör anyon analizleri	54
3.3.1.3. Majör katyon ve iz element analizleri	54
3.3.2. Hidrokimyasal Sınıflamalar	55
3.3.2.1. Piper diyagramı	55
3.3.2.2. ABD tuzluluk laboratuvarı diyagramı	56
3.3.2.3. Wilcox diyagramı	58
3.3.3. İstatistiksel Analizler	58
<b>4. BULGULAR ve TARTIŞMA</b>	<b>60</b>
4.1. Morfometrik Analizler	60
4.1.1. Temel Parametreler	60
4.1.1.1. Havza alanı (A)	61
4.1.1.2. Havza uzunluğu (L <sub>b</sub> )	62
4.1.1.3. Havza çevresi uzunluğu (P)	63
4.1.1.4. Havza rölyefi (B <sub>n</sub> )	64
4.1.1.5. Akış dizilimi (U)	65
4.1.1.6. Akış numarası (N <sub>u</sub> )	66
4.1.1.7. Akış uzunluğu (L <sub>u</sub> )	68
4.1.1.8. Hipsometrik eğri	70
4.1.2. Karakteristik Parametreler	71
4.1.2.1. Drenaj yoğunluğu (D <sub>a</sub> )	72
4.1.2.2. Akarsu sıklığı (F <sub>s</sub> )	73
4.1.2.3. Drenaj dokusu (D <sub>t</sub> )	74
4.1.2.4. Çatallanma oranı (R <sub>b</sub> )	76

	<b>Sayfa</b>
4.1.2.5. Form faktör ( $R_f$ )	78
4.1.2.6. Uzama oranı ( $R_e$ )	79
4.1.2.7. Yüzeysel akış uzunluğu ( $L_g$ )	80
4.1.2.8. Rölyef katsayısı ( $R_r$ )	81
4.1.2.9. Hipsometrik integral ( $I_{hyp}$ )	83
4.1.3. Morfometrik Parametreler Arasındaki İlişkiler	84
4.2. Hidrolojik Analizler	85
4.2.1. Sürekli Akan Akarsular	86
4.2.2. Mevsimsel Akan Akarsular	87
4.2.3. Kuru Dereler	89
4.3. Hidrokimyasal Analizler	89
4.3.1. Fiziksel Parametre Analizleri	89
4.3.1.1. Sıcaklık	90
4.3.1.2. Hidrojen iyonu derişimi (pH)	91
4.3.1.3. Redoks potansiyeli (Eh)	93
4.3.1.4. Elektriksel iletkenlik (Eİ)	94
4.3.1.5. Çözünmüş oksijen ( $\text{ÇO}$ )	96
4.3.2. Kimyasal Analizleri	98
4.3.2.1. Majör katyon analizleri	98
4.3.2.1.1. Kalsiyum ( $\text{Ca}^{+2}$ )	98
4.3.2.1.2. Magnezyum ( $\text{Mg}^{+2}$ )	99
4.3.2.1.3. Sodyum ( $\text{Na}^+$ )	100
4.3.2.1.4. Potasyum ( $\text{K}^+$ )	102
4.3.2.2. Majör anyon analizleri	103
4.3.2.2.1. Bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ) ve Karbonat ( $\text{CO}_3^{2-}$ )	103
4.3.2.2.2. Klorür ( $\text{Cl}^-$ )	105
4.3.2.2.3. Sülfat ( $\text{SO}_4^{-2}$ )	107
4.3.2.2.4. Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ )	108
4.3.2.2.5. Nitrit ( $\text{NO}_2^-$ )	111
4.3.2.2.6. Florür ( $\text{F}^-$ )	112
4.3.2.3. İz element analizleri	113
4.3.2.3.1. Alüminyum (Al)	114
4.3.2.3.2. Arsenik (As)	115
4.3.2.3.3. Baryum (Ba)	116
4.3.2.3.4. Bor (B)	117
4.3.2.3.5. Demir (Fe)	119
4.3.2.3.6. Krom (Cr)	120
4.3.2.3.7. Silisyum (Si)	121
4.3.2.3.8. Stronsiyum (Sr)	122
4.3.3. Suların Hidrokimyasal Sınıflandırılması	123
4.3.3.1. Suların grafik yöntemlerle sınıflandırılması	123
4.3.3.1.1. Piper diyagramı	124
4.3.3.1.2. Wilcox diyagramı	136
4.3.3.1.3. ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramı	143
4.3.4. İstatistiksel Analizler	150
<b>5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER</b>	<b>154</b>
KAYNAKLAR	161
EKLER	170
ÖZGEÇMİŞ	189

## TABLolar DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Tablo 2.1. Çalışma alanında bulunan akarsular, su örnekleme noktalarının coğrafi konumu ve akarsu havzalarının alan ve yükseklik özellikleri	5
Tablo 2.2. Akarsu havzalarında yaygın olarak görülen arazi kullanım sınıfları ve yüzde (%) alansal dağılımları	7
Tablo 2.3. Çalışma alanı içerisinde yer alan, büyük yerleşim yerlerinin, 2017 yılına ait nüfus bilgileri	8
Tablo 2.4. Mersin ve Alata istasyonlarında 1975-2016 yılları arasında ölçülen aylara göre ortalama yağış ve sıcaklık değerleri	9
Tablo 2.5. Mersin ve Alata meteoroloji istasyonları için Thornthwaite yöntemi kullanılarak hazırlanan su bilançosu	12
Tablo 2.6. Çalışma alanında bulunan akarsular, uzunlukları ve Ekim 2015 ile Eylül 2016 arasındaki ortalama debileri	15
Tablo 2.7. Akarsu havzalarında yaygın olarak görülen litolojik birimler ve yüzde (%) alansal dağılımları	20
Tablo 2.8. Morfometrik analizlerde kullanılan parametreler	32
Tablo 3.1. Akarsu örneklerinin analizlerinde kullanılan metotlar ve cihazlar	53
Tablo 4.1. Çalışma alanında bulunan havzaların temel morfometrik parametre değerleri	61
Tablo 4.2. Çalışma alanında bulunan havzaların akış dizilimine bağlı olarak akış numarası değerleri	68
Tablo 4.3. Çalışma alanında bulunan havzaların her bir akış dizilimine ait akarsu kollarının akış uzunluğu değerleri	70
Tablo 4.4. Çalışma alanında bulunan havzaların karakteristik morfometrik parametre değerleri	71
Tablo 4.5. Çalışma alanında bulunan havzaların akış dizilimleri arasındaki çatallanma oranı değerleri	77
Tablo 4.6. Çalışma alanındaki akarsuların Ekim 2015 ve Eylül 2016 dönemleri arasındaki aylık debi değerleri	85
Tablo 4.7. Suların sıcaklığa göre sınıflandırılması	90
Tablo 4.8. Suların pH değerine göre sınıflandırılması	92
Tablo 4.9. Akarsulara ait fizikokimyasal parametrelerin faktör analizi sonuçları	152

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Şekil 2.1. Çalışma alanına ait yer bulduru haritası	4
Şekil 2.2. Çalışma alanına ait arazi kullanım haritası	7
Şekil 2.3. Mersin (a) ve Alata (b) meteoroloji istasyonlarına ait 1975-2016 yılları arasında ölçülen aylık toplam yağış miktarı ve aylık ortalama hava sıcaklıkları	10
Şekil 2.4. Mersin (a) ve Alata (b) meteoroloji istasyonlarının uzun yıllara ait (1975-2016) aylık ortalama yağış miktarı ve aylık ortalama hava sıcaklıkları	10
Şekil 2.5. Mersin (a) ve Alata (b) meteoroloji istasyonlarında yağış, potansiyel buharlaşma ve gerçek buharlaşma değerlerinin aylık değişimi	13
Şekil 2.6. Mersin (a) ve Silifke (b) meteoroloji istasyonlarına ait (1929-2016 yılları arasında) yıllık toplam yağış ve eklenik sapmanın zamana bağlı olarak değişimi	14
Şekil 2.7. Çalışma alanında sürekli olarak akış gözlenen akarsuların güneyden kuzeye doğru arazi görünümü	16
Şekil 2.8. Çalışma alanında genellikle yağışın yüksek olduğu dönemlerde akış gözlenen akarsuların güneyden kuzeye doğru arazi görünümü	17
Şekil 2.9. Çalışma alanında genellikle akış gözlenmeyen akarsuların güneyden kuzeye doğru arazi görünümü	18
Şekil 2.10. Çalışma alanının jeoloji haritası ve akarsu havzalarının yayılımı	19
Şekil 2.11. Çalışma alanının basitleştirilmiş stratigrafik kesiti	20
Şekil 2.12. Akarsu havzasının şematik gösterimi	23
Şekil 2.13. CBS'nin kullanım alanları	27
Şekil 2.14. Vektör veri yapısı	29
Şekil 2.15. Raster veri yapısı	29
Şekil 2.16. CBS'nin temel bileşenleri	30
Şekil 2.17. Verilerin vektör ve raster formatında gösterimi	31
Şekil 2.18. Strahler yöntemine göre akış diziliminin gösterimi	34
Şekil 2.19. Hipsometrik eğri için girdi parametreleri	34
Şekil 2.20. Hipsometrik eğri	35
Şekil 2.21. Akarsu debi ölçüm istasyonunda ortalama hız hesabı	38
Şekil 2.22. Hidrolojik döngü	39
Şekil 2.23. Azot döngüsü	44
Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan yöntemlerin genel şematik gösterimi	50
Şekil 3.2. Sayısal Yükseklik Modeli (DEM)'nin oluşturulmasında kullanılan katmanlar	51
Şekil 3.3. Akarsu hızı ölçümlerinde kullanılan çüce muline cihazı	52
Şekil 3.4. Piper diyagramı ve sınıflaması	56
Şekil 3.5. ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramı	57
Şekil 3.6. Wilcox diyagramı	58
Şekil 4.1. Çalışma alanında bulunan havzaların kapladıkları alanlar (A) bakımından mekânsal dağılımı	62
Şekil 4.2. Çalışma alanında bulunan havzaların uzunluk ( $L_b$ ) bakımından mekânsal dağılımı	63
Şekil 4.3. Çalışma alanında bulunan havzaların çevre uzunlukları (P) bakımından mekânsal dağılımı	64
Şekil 4.4. Çalışma alanında bulunan havzaların rölyefleri ( $B_h$ ) bakımından mekânsal dağılımı	65
Şekil 4.5. Çalışma alanında bulunan havzaların akış dizilimleri bakımından mekânsal dağılımı	66
Şekil 4.6. Çalışma alanında bulunan havzaların akış numaraları ( $N_u$ ) bakımından mekânsal dağılımı	67
Şekil 4.7. Çalışma alanında bulunan havzaların akış uzunluğu ( $L_u$ ) bakımından mekânsal dağılımı	69

	<b>Sayfa</b>
Şekil 4.8. Çalışma alanında bulunan havzaların hipsometrik eğrileri	71
Şekil 4.9. Çalışma alanında bulunan havzaların drenaj yoğunluğu ( $D_d$ ) bakımından mekânsal dağılımı	73
Şekil 4.10. Çalışma alanında bulunan havzaların akarsu sıklığı ( $F_s$ ) bakımından mekânsal dağılımı	74
Şekil 4.11. Çalışma alanında bulunan havzaların drenaj dokusu ( $D_t$ ) bakımından mekânsal dağılımı	75
Şekil 4.12. Çalışma alanında bulunan havzaların ortalama çatallanma oranı ( $R_b$ ) bakımından mekânsal dağılımı	77
Şekil 4.13. Çalışma alanında bulunan havzaların form faktör ( $R_f$ ) değerleri bakımından mekânsal dağılımı	79
Şekil 4.14. Çalışma alanında bulunan havzaların uzama oranı ( $R_e$ ) değerleri bakımından mekânsal dağılımı	80
Şekil 4.15. Çalışma alanında bulunan havzaların yüzeysel akış uzunluğu ( $L_g$ ) değerleri bakımından mekânsal dağılımı	81
Şekil 4.16. Çalışma alanında bulunan havzaların rölyef oranı ( $R_r$ ) değerleri bakımından mekânsal dağılımı	82
Şekil 4.17. Çalışma alanında bulunan havzaların hipsometrik integral ( $I_{hyp}$ ) değerleri bakımından mekânsal dağılımı	83
Şekil 4.18. Çalışma alanında bulunan havzaların bazı morfometrik parametrelerinin birbirleriyle olan ilişkileri	84
Şekil 4.19. Çalışma alanında sürekli olarak akış gösteren akarsuların aylık debi değerleri ile aylık toplam yağış verilerinin zamana bağlı değişimleri	86
Şekil 4.20. Çalışma alanında mevsimsel akış gösteren akarsuların aylık debi değerleri ile aylık toplam yağış verilerinin zamana bağlı değişimleri	88
Şekil 4.21. Çalışma alanındaki akarsulardan alınan su örneklerine ait sıcaklık değerlerinin Ekim 2015 ile Eylül 2016 dönemleri arasındaki değişimlerinin Box diyagramı üzerinde gösterimi	91
Şekil 4.22. Çalışma alanındaki akarsulardan alınan su örneklerine ait pH değerlerinin Ekim 2015 ile Eylül 2016 dönemleri arasındaki değişimlerinin Box diyagramı üzerinde gösterimi	93
Şekil 4.23. Çalışma alanındaki akarsulardan alınan su örneklerine ait Eh değerlerinin Ekim 2015 ile Eylül 2016 dönemleri arasındaki değişimlerinin Box diyagramı üzerinde gösterimi	94
Şekil 4.24. Çalışma alanındaki akarsulardan alınan su örneklerine ait Elektriksel iletkenlik değerlerinin Ekim 2015 ile Eylül 2016 dönemleri arasındaki değişimlerinin Box diyagramı üzerinde gösterimi	95
Şekil 4.25. Çalışma alanındaki akarsulardan alınan su örneklerine ait Çözünmüş Oksijen değerlerinin Ekim 2015 ile Eylül 2016 dönemleri arasındaki değişimlerinin Box diyagramı üzerinde gösterimi	97
Şekil 4.26. Çalışma alanındaki akarsulardan alınan su örneklerine ait kalsiyum ( $Ca^{+2}$ ) değerlerinin Ekim 2015 ile Eylül 2016 dönemleri arasında arasındaki değişimlerinin Box diyagramı üzerinde gösterimi	99
Şekil 4.27. Çalışma alanındaki akarsulardan alınan su örneklerine ait magnezyum ( $Mg^{+2}$ ) değerlerinin Ekim 2015 ile Eylül 2016 dönemleri arasındaki değişimlerinin Box diyagramı üzerinde gösterimi	100
Şekil 4.28. Çalışma alanındaki akarsulardan alınan su örneklerine ait sodyum ( $Na^+$ ) değerlerinin Ekim 2015 ile Eylül 2016 dönemleri arasındaki değişimlerinin Box diyagramı üzerinde gösterimi	101
Şekil 4.29. Çalışma alanındaki akarsulardan alınan su örneklerine ait potasyum ( $K^+$ ) değerlerinin Ekim 2015 ile Eylül 2016 dönemleri arasındaki değişimlerinin Box diyagramı üzerinde gösterimi	103

	<b>Sayfa</b>
Şekil 4.30. Çalışma alanındaki akarsulardan alınan su örneklerine ait bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ) değerlerinin Ekim 2015 ile Eylül 2016 dönemleri arasındaki değişimlerinin Box diyagramı üzerinde gösterimi	104
Şekil 4.31. Çalışma alanındaki akarsulardan alınan su örneklerine ait karbonat ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) değerlerinin Ekim 2015 ile Eylül 2016 dönemleri arasındaki değişimlerinin Box diyagramı üzerinde gösterimi	105
Şekil 4.32. Çalışma alanındaki akarsulardan alınan su örneklerine ait klor ( $\text{Cl}^-$ ) değerlerinin Ekim 2015 ile Eylül 2016 dönemleri arasındaki değişimlerinin Box diyagramı üzerinde gösterimi	106
Şekil 4.33. Çalışma alanındaki akarsulardan alınan su örneklerine ait sülfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) değerlerinin Ekim 2015 ile Eylül 2016 dönemleri arasındaki değişimlerinin Box diyagramı üzerinde gösterimi	108
Şekil 4.34. Çalışma alanındaki akarsulardan alınan su örneklerine ait nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) değerlerinin Ekim 2015 ile Eylül 2016 dönemleri arasındaki değişimlerinin Box diyagramı üzerinde gösterimi	109
Şekil 4.35. Çalışma alanındaki akarsulardan alınan su örneklerine ait nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ) değerlerinin Ekim 2015 ile Eylül 2016 dönemleri arasındaki değişimlerinin Box diyagramı üzerinde gösterimi	111
Şekil 4.36. Çalışma alanındaki akarsulardan alınan su örneklerine ait florür ( $\text{F}^-$ ) değerlerinin Ekim 2015 ile Eylül 2016 dönemleri arasındaki değişimlerinin Box diyagramı üzerinde gösterimi	113
Şekil 4.37. Çalışma alanındaki akarsulardan alınan su örneklerine ait alüminyum (Al) değerlerinin Ekim 2015 ile Eylül 2016 dönemleri arasındaki değişimlerinin Box diyagramı üzerinde gösterimi	114
Şekil 4.38. Çalışma alanındaki akarsulardan alınan su örneklerine ait arsenik (As) değerlerinin Ekim 2015 ile Eylül 2016 dönemleri arasındaki değişimlerinin Box diyagramı üzerinde gösterimi	116
Şekil 4.39. Çalışma alanındaki akarsulardan alınan su örneklerine ait baryum (Ba) değerlerinin Ekim 2015 ile Eylül 2016 dönemleri arasındaki değişimlerinin Box diyagramı üzerinde gösterimi	117
Şekil 4.40. Çalışma alanındaki akarsulardan alınan su örneklerine ait bor (B) değerlerinin Ekim 2015 ile Eylül 2016 dönemleri arasındaki değişimlerinin Box diyagramı üzerinde gösterimi	118
Şekil 4.41. Çalışma alanındaki akarsulardan alınan su örneklerine ait demir (Fe) değerlerinin Ekim 2015 ile Eylül 2016 dönemleri arasındaki değişimlerinin Box diyagramı üzerinde gösterimi	119
Şekil 4.42. Çalışma alanındaki akarsulardan alınan su örneklerine ait krom (Cr) değerlerinin Ekim 2015 ile Eylül 2016 dönemleri arasındaki değişimlerinin Box diyagramı üzerinde gösterimi	121
Şekil 4.43. Çalışma alanındaki akarsulardan alınan su örneklerine ait silisyum (Si) değerlerinin Ekim 2015 ile Eylül 2016 dönemleri arasındaki değişimlerinin Box diyagramı üzerinde gösterimi	122
Şekil 4.44. Çalışma alanındaki akarsulardan alınan su örneklerine ait stronsiyum (Sr) değerlerinin Ekim 2015 ile Eylül 2016 dönemleri arasındaki değişimlerinin Box diyagramı üzerinde gösterimi	123
Şekil 4.45. Deliçay'dan alınan akarsu örneklerine ait Piper diyagramı	124
Şekil 4.46. Kumlukoyak Deresi'nden alınan akarsu örneklerine ait Piper diyagramı	125
Şekil 4.47. Müftü Çayı'ndan alınan akarsu örneklerine ait Piper diyagramı	126
Şekil 4.48. Mezitli Deresi'nden alınan akarsu örneklerine ait Piper diyagramı	127
Şekil 4.49. Kandak Deresi'nden alınan akarsu örneklerine ait Piper diyagramı	128
Şekil 4.50. Sıpa koyağı Deresi'nden alınan akarsu örneklerine ait Piper diyagramı	129

	<b>Sayfa</b>
Şekil 4.51. Tece Deresi'nden alınan akarsu örneklerine ait Piper diyagramı	130
Şekil 4.52. Gilindirez Deresi'nden alınan akarsu örneklerine ait Piper diyagramı	131
Şekil 4.53. Karakız Deresi'nden alınan akarsu örneklerine ait Piper diyagramı	132
Şekil 4.54. Arpaçbahşiş Deresi'nden alınan akarsu örneklerine ait Piper diyagramı	133
Şekil 4.55. Sorgun Çayı'ndan alınan akarsu örneklerine ait Piper diyagramı	134
Şekil 4.56. Lamas Çayı'ndan alınan akarsu örneklerine ait Piper diyagramı	135
Şekil 4.57. Çalışma alanındaki akarsuların kimyasal analiz sonuçlarının ortalamaları kullanılarak oluşturulan Piper diyagramı	136
Şekil 4.58. Deliçay'dan alınan akarsu örneklerine ait Wilcox diyagramı	137
Şekil 4.59. Kumlukoyak Deresi'nden alınan akarsu örneklerine ait Wilcox diyagramı	137
Şekil 4.60. Müftü Çayı'ndan alınan akarsu örneklerine ait Wilcox diyagramı	138
Şekil 4.61. Mezitli Deresi'nden alınan akarsu örneklerine ait Wilcox diyagramı	138
Şekil 4.62. Kandak Deresi'nden alınan akarsu örneklerine ait Wilcox diyagramı	139
Şekil 4.63. Sıpa koyağı Deresi'nden alınan akarsu örneklerine ait Wilcox diyagramı	139
Şekil 4.64. Tece Deresi'nden alınan akarsu örneklerine ait Wilcox diyagramı	140
Şekil 4.65. Gilindirez Deresi'nden alınan akarsu örneklerine ait Wilcox diyagramı	140
Şekil 4.66. Karakız Deresi'nden alınan akarsu örneklerine ait Wilcox diyagramı	141
Şekil 4.67. Arpaçbahşiş Deresi'nden alınan akarsu örneklerine ait Wilcox diyagramı	141
Şekil 4.68. Sorgun Çayı'ndan alınan akarsu örneklerine ait Wilcox diyagramı	142
Şekil 4.69. Lamas Çayı'ndan alınan akarsu örneklerine ait Wilcox diyagramı	142
Şekil 4.70. Deliçay'dan alınan akarsu örneklerine ait ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramı	143
Şekil 4.71. Kumlukoyak Deresi'nden alınan akarsu örneklerine ait ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramı	144
Şekil 4.72. Müftü Çayı'ndan alınan akarsu örneklerine ait ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramı	144
Şekil 4.73. Sıpa koyağı Deresi'nden alınan akarsu örneklerine ait ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramı	145
Şekil 4.74. Tece Deresi'nden alınan akarsu örneklerine ait ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramı	145
Şekil 4.75. Gilindirez Deresi'nden alınan akarsu örneklerine ait ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramı	146
Şekil 4.76. Karakız Deresi'nden alınan akarsu örneklerine ait ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramı	146
Şekil 4.77. Arpaçbahşiş Deresi'nden alınan akarsu örneklerine ait ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramı	147
Şekil 4.78. Lamas Çayı'ndan alınan akarsu örneklerine ait ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramı	147
Şekil 4.79 Mezitli Deresi'nden alınan akarsu örneklerine ait ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramı	148
Şekil 4.80. Kandak Deresi'nden alınan akarsu örneklerine ait ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramı	149
Şekil 4.81. Sorgun Çayı'ndan alınan akarsu örneklerine ait ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramı	149
Şekil 4.82. Normal dağılım gösteren fizikokimyasal değişkenlere ait histogramlar	151

## EKLER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
EK 1. Çalışma alanında bulunan akarsuların fiziksel parametre, majör anyon ve majör kation içerikleri	170
EK 2. Çalışma alanında bulunan akarsuların iz element içerikleri	179
EK 3. İçme ve sulama amaçlı kullanılan sularda izin verilen sınır değerler	188





## KISALTMALAR ve SİMGELER

Kısaltma/Simge	Tanım
A	Havza Alanı
Al	Alüminyum
As	Arsenik
B	Bor
B <sub>h</sub>	Havza Rölyefi
Ca <sup>+2</sup>	Kalsiyum
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemi
Cd	Kadmiyum
Cl <sup>-</sup>	Klorür
CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup>	Karbonat
Co	Kobalt
°C	Santigrat Derece
Cr	Krom
Cu	Bakır
ÇO	Çözünmüş Oksijen
D <sub>d</sub>	Drenaj Yoğunluğu
D <sub>t</sub>	Drenaj Dokusu
Eİ	Elektriksel İletkenlik
ED50	European Datum 1950
Eh	Redoks Potansiyeli
Et <sub>p</sub>	Potansiyel Buharlaşma
Et <sub>r</sub>	Gerçek Buharlaşma
F <sup>-</sup>	Florür
Fe	Demir
F <sub>s</sub>	Akarsu Sıklığı
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Bikarbonat
I <sub>hyp</sub>	Hipsometrik İntegral
K <sup>+</sup>	Potasyum
L <sub>b</sub>	Havza Uzunluğu
L <sub>g</sub>	Yüzeysel Akış Uzunluğu
Li	Lityum
L <sub>u</sub>	Akış Uzunluğu
mek/L	Miliekivalen/Litre
Mg <sup>+</sup>	Magnezyum
MGM	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
Mn	Mangan
Mo	Molibden
Mof	Mersin Ofiyoliti
Na <sup>+</sup>	Sodyum
Ni	Nikel
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Nitrit
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nitrat
N <sub>u</sub>	Akış Numarası
P	Havza Çevresinin Uzunluğu
Pb	Kurşun
pH	Hidrojen İyonu Derişimi
Qa	Alüvyon
Qk	Kalış
R <sub>b</sub>	Çatallanma Oranı
R <sub>e</sub>	Uzama Oranı

<b>Kısaltma/Simge</b>	<b>Tanım</b>
R <sub>f</sub>	Form Faktör
R <sub>r</sub>	Rölyef Katsayısı
SAR	Sodyum Adsorbsiyon Oranı
Sb	Antimon
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	Sülfat
Sr	Stronsiyum
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
U	Akış Dizilimi
UTM	Universal Transverse Mercator
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
Zn	Çinko

---



## 1. GİRİŞ

Bu çalışma, Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda Doktora tezi olarak hazırlanmıştır. Su, canlıların doğal gereksinimlerini karşılayabilmesi için gerekli olan temel ihtiyaçların başında gelmektedir. Günümüzde, sanayileşmenin, kentleşmenin ve bunlara bağlı olarak ihtiyaçların da giderek artması nedeniyle su kullanımında dikkate değer artışlar görülmektedir. Bu gelişmelerle birlikte, çevresel etkiler ve küresel ısınma gibi nedenlere bağlı olarak su kaynaklarının korunması giderek zorlaşmaya başlamıştır. Giderek artan tüm bu çevresel, küresel ve insan kaynaklı etkilere karşı su kaynaklarının daha verimli ve sürdürülebilir kullanımının sağlanması için kalite ve miktar açısından sürekli olarak izlenmesi büyük önem arz etmektedir.

Ülkemizde kişi başına düşen yıllık su miktarı 1.519 m<sup>3</sup>'tür. Bir ülkenin dünya standartlarına göre su zengini sayılabilmesi için, yıllık kişi başına düşen su miktarının 8.000-10.000 m<sup>3</sup> olması gerekmektedir [1]. Buna göre; ülkemiz, dünya standartlarına göre su azlığı çeken bir ülke konumunda bulunmaktadır. Türkiye İstatistik Kurumu, 2030 yılı için ülkemizin nüfusunun 100 milyon olacağını öngörmüştür. Böylece, kişi başına düşecek olan su miktarı da yıllık 1.120 m<sup>3</sup> civarında olacaktır. Hızlı nüfus artışı ve su kullanım miktarındaki artış göz önünde bulundurulduğunda, yakın gelecekte su kaynaklarının öneminin daha da artacağı açıktır. Bu sebeple, gelecek nesillere sağlıklı ve yeterli miktarda su bırakılabilmesi için mevcut su kaynaklarının akılcı bir şekilde kullanılması ve yönetilmesi gerekmektedir.

Mersin il merkezinde yaşayan yöre halkının içme-kullanma suyu olarak kullandıkları yüzey suyu kaynakları, Toros Dağları'ndan beslenerek akışa geçen ve Akdeniz'e dökülen akarsulardan oluşmaktadır. Akarsu çalışmalarında, havza ve su yönetimi açısından su kimyası çalışmalarının yanında, akarsu havzası çalışmalarının da yapılması sayesinde daha verimli sonuçlar elde edilmesi ve doğru kararların alınması mümkün olmaktadır.

Drenaj havzası, topoğrafik yükseklikler tarafından sınırlandırılmış, yüzey ve yeraltı sularının oluşumu ve hareketini düzenleyen hidrolojik bir birimdir [2]. Havza, belli bir alanda sürdürülebilir kalkınma ve sosyo-ekonomik gelişme açısından oldukça önemlidir. Jeoloji, rölyef ve iklim, havzalardaki su sistemlerinin ana belirleyicileridir [3]. Bir drenaj havzasının çeşitli hidrolojik olguları, havzanın boyut, biçim, eğim, drenaj yoğunluğu ve akarsu uzunluğu gibi fizyografik özellikleriyle ilişkili olabilmektedir [4].

Morfometri, yüzey şekli ve boyutlarının ölçümü ve matematiksel analizidir [5]. Drenaj havzalarının morfometrik analizleri, havzanın hidrolojik ve jeomorfolojik süreçlerinin tanımlanması ve farklı havzaların karşılaştırılması bakımından oldukça önemli bir yöntemdir. Havzanın yapısal olgularının belirlenmesinde, bölgenin iklimi, jeolojisi ve jeomorfolojisi oldukça önemli roller oynamaktadır [6]. Drenaj havzalarında morfometrik parametrelerin kantitatif

analizinin, toprak ve su kaynaklarının korunması ve havza düzeyinde doğal kaynak yönetimi açısından havza önceliğinin belirlenmesinde büyük ölçüde katkısının olduğu belirtilmiştir [7].

Hidrolog ve jeomorfologlar, drenaj havzası sistemlerinin akış karakterleri ile coğrafik ve jeomorfolojik karakterler arasında önemli bir ilişki olduğunu kabul etmişlerdir. Bu nedenle de havzanın morfometrik analizi, havza dinamiklerinin temelini kavranması açısından önemli olan ilk adım olarak görülmektedir.

### **1.1. Çalışmanın Amacı**

Bu tez çalışmasında, Mersin ilinin doğusundaki Deliçay ile (Deliçay dâhil) batısındaki Göksu Nehri arasında yer alan 17 akarsuda, Ekim 2015 ile Eylül 2016 dönemleri arasında, aylık olacak şekilde;

- debi ölçümlerinden elde edilen sonuçlar ile bölgedeki yağış miktarı ilişkilendirilerek, yağış ile akış arasındaki ilişki hakkında yorumlar yapılması,

- akarsulardan alınan su örneklerinin çeşitli fiziksel ve kimyasal parametreler açısından analiz edilerek, su-kaya etkileşimi, iklim ve mevsim etkileri, akarsu kirliliği ve kirlilik kaynaklarının belirlenmesi,

- Yapılan analizler sonucunda elde edilen hidrolojik ve fizikokimyasal sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilerek, su kimyasına ve hidrolojisine etki eden faktörlerin ortaya konulması hedeflenmektedir.

Ayrıca, çalışma alanında bulunan akarsularda akışı besleyen su toplama havzalarının Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) yazılımı ile morfometrik analizlerinin yapılarak, bütün analiz ve işlemler sonucunda elde edilen verilerin bir arada değerlendirilmesi, havza planlaması ve yönetimi hakkında yorum ve önerilerin yapılması amaçlanmaktadır.

### **1.2. Çalışmanın Kapsamı**

Bu çalışma kapsamında, Mersin ilinin doğusunda yer alan Tarsus Çayı ile batısında yer alan Göksu Nehri arasında kalan 17 akarsuda, Ekim 2015 ile Eylül 2016 ayları arasında, aylık olacak şekilde;

- debi ölçümleri yapılarak, bir yıllık debi-zaman grafikleri oluşturulmuş,

- her bir akarsuyun yerinde fiziksel parametreleri (sıcaklık, pH, Eh, elektriksel iletkenlik ve çözünmüş oksijen) ölçülmüş,

- akarsu örnekleri alınarak Mersin Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Laboratuvarı ve Mersin Üniversitesi İleri Teknoloji Eğitim, Araştırma ve Uygulama Merkezi (MEİTAM) Laboratuvarı'nda majör, minör ve iz element analizleri yapılmış,

- her bir akarsuyun ait olduğu akarsu havzasının morfometrik analizleri için ArcGIS 9.3.1. [8] CBS yazılımı kullanılmış ve her bir akarsu için ayrı ayrı değerlendirmeler yapılmıştır.

Son olarak, elde edilen bütün veriler istatistiksel analizlerle değerlendirilerek birbirleriyle bağlantıları araştırılmış ve havza yönetimi-planlaması, akarsu kirliliği ve kirliliğe etki eden etkenler açısından yorumlamalar yapılmıştır.

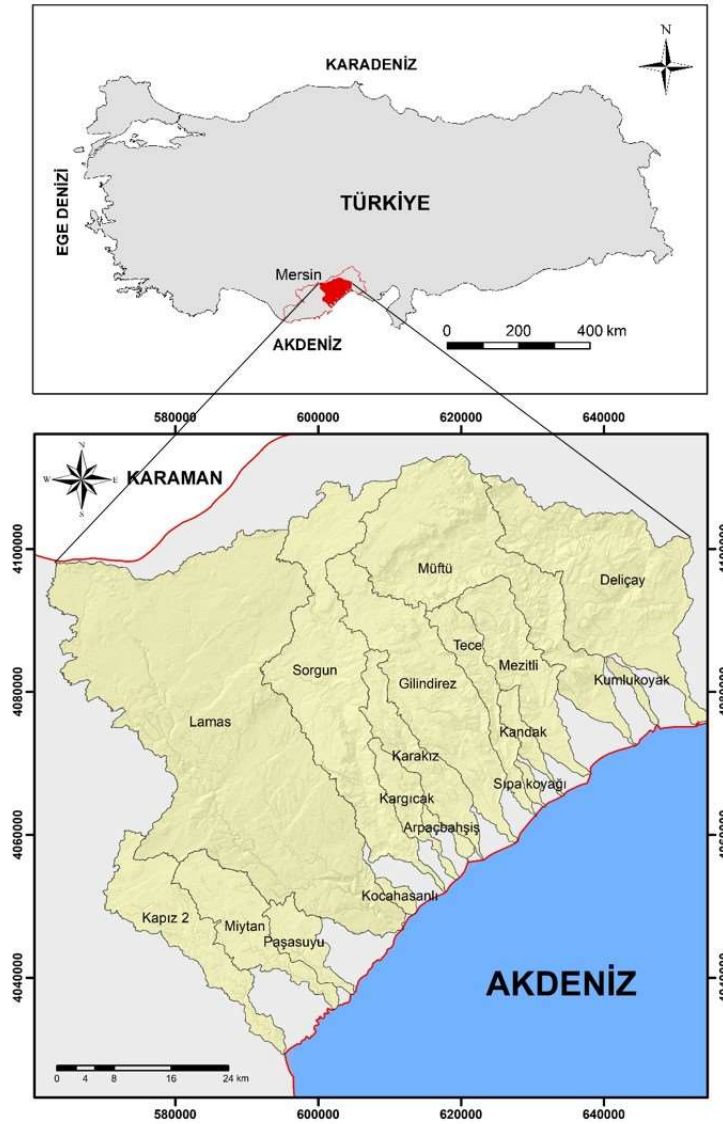


## 2. KAYNAK ARAŞTIRMALARI

### 2.1. Çalışma Alanının Tanıtılması

#### 2.1.1. Coğrafik Konum

Çalışma alanı, Akdeniz Bölgesi'nin doğusunda bulunan Mersin ili sınırları içerisinde olup, 1/100.000 ölçekli Mersin O33, O32 ve P31 pafta numaralı topoğrafik haritaları kapsamaktadır. Bu alan, doğuda Deliçay, batıda Kapız 2 Deresi, kuzeyde Toros Dağları ve güneyde ise Akdeniz tarafından sınırlandırılmaktadır (Şekil 2.1). Çalışma alanı içerisinde, bazıları sürekli akan, bazıları mevsimlik akışa geçen, bazıları da sel durumlarında akış gösteren 17 ayrı akarsu ve bu akarsulara ait havzalar bulunmaktadır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Çalışma alanına ait yer bulduru haritası.

### 2.1.2. Morfoloji

Çalışma alanı, en doğuda Deliçay, en batıda ise Kapız 2 Dereleri'ni kapsamakta olup belirtilen bölgede bu akarsular dâhil toplam 17 farklı akarsu ve bu akarsulara ait havzalar yer almaktadır. Bu çalışma kapsamında incelenen akarsu havzaları, farklı yüzey alanı ve farklı yüksekliklere sahiptir (Tablo 2.1). Çalışma alanında bulunan akarsular, bölgenin kuzeyinde bulunan Toros Dağları'ndan beslenmektedir. Çalışma alanının kuzeyinde, topoğrafik olarak yüksek olan bölgelerde, akarsular aşındırma ve erozyon etkisiyle akışta oldukları alanlarda derin vadiler oluşturmuşlardır. Genel olarak, akarsuların çıkış noktalarına yakın alanlarda topoğrafya düze yakın iken, havzaların topoğrafik olarak yüksek kesimlerinde sarp ve dağlık alanlar bulunmaktadır.

**Tablo 2.1.** Çalışma alanında bulunan akarsular, su örnekleme noktalarının coğrafi konumu ve akarsu havzalarının alan ve yükseklik özellikleri.

Akarsu adı	Örnekleme Noktası		Akarsu havzası alanı (km <sup>2</sup> )	Minimum havza yüksekliği (m)	Maksimum havza yüksekliği (m)
	X	Y			
Deliçay	622420	4075025	439,26	0	2330
	652805	4110505			
Kumlukoyak	640235	4075339	15,51	0	586
	647594	4085025			
Müftü	604407	4071941	468,64	0	2564
	644624	4112793			
Mezitli	619224	4068025	168,71	0	2000
	638485	4096495			
Kandak	625011	4065466	34,21	0	969
	634470	4080944			
Sıpa Koyağı	627393	4063910	10,54	0	563
	631885	4070599			
Tece	614785	4062479	99,64	0	2040
	630581	4093515			
Gilindirez	601053	4058960	330,40	0	2325
	626374	4099997			
Karakız	605591	4056579	126,94	0	1855
	622974	4086027			
Arpaçbahşiş	614539	4056203	13,80	0	581
	621926	4064204			
Kargıcak	606930	4053729	60,13	0	1700
	619630	4073771			
Sorgun	591862	4051904	449,18	0	2418
	617659	4109451			
Kocahasanlı	607853	4048828	14,24	0	599
	613773	4053954			
Lamas	561933	4045670	1344,17	0	2475
	612217	4102708			
Paşasuyu	592156	4037642	63,95	0	1021
	603004	4051995			
Miytan	579345	4035590	153,45	0	1521
	602788	4057974			
Kapız 2	570089	4029435	193,64	0	1709
	595331	4060689			

### 2.1.3. İklim ve Bitki Örtüsü

Çalışma alanında, yazları kurak ve sıcak, kışları ise oldukça yağışlı ve soğuk olan Akdeniz iklimi hâkimdir. Bölge, yaz aylarında bol güneşli günler, yüksek sıcaklıklar ve buna bağlı olarak yüksek buharlaşma potansiyeli ile karakterize edilmektedir.

Çalışma alanındaki hâkim bitki örtüsü, Akdeniz iklimini karakterize eden makidir. Akman [9], çalışma alanındaki bitki örtüsünü topoğrafik olarak farklı yüksekliklere göre dört farklı grupta sınıflandırmıştır. Bunlar:

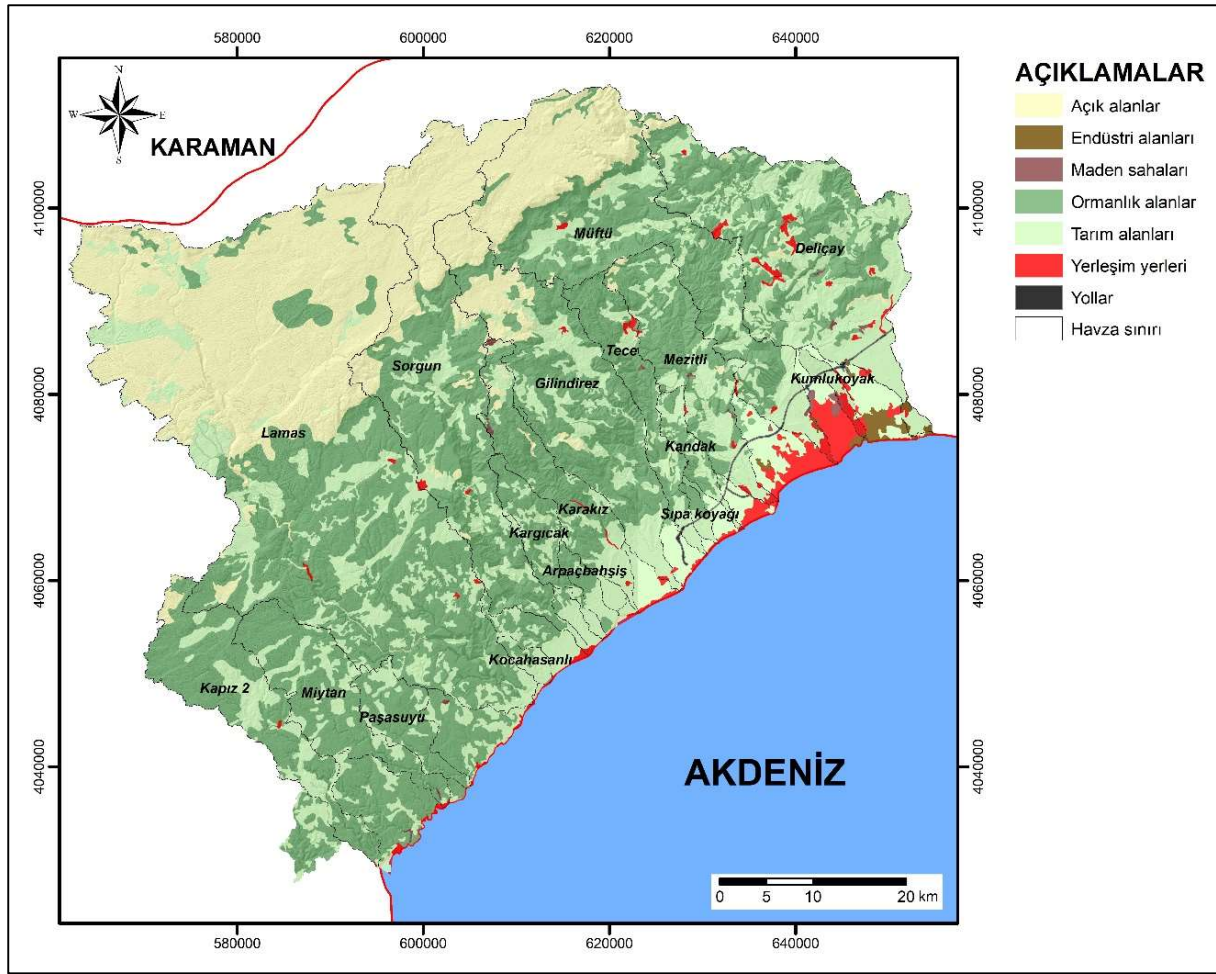
- 0-500 m arasında bulunan, zeytin, sakız, sandal, keçiboynuzu, kermes meşesi, mersin, Halep çamı ve kızılçam,
- 500-1000 m arasında bulunan, fıstık çamı, kermes meşesi, mazı meşesi, selvi, defne ve kızılçam,
- 1000-1500 m arasında bulunan, macar meşesi ve saplı meşe,
- 1500-2000 m arasında bulunan, Akdeniz ikliminin en yüksek bitki örtüsü olarak bilinen köknar, karaçam ve sedir gibi türlerdir.

### 2.1.4. Arazi Kullanımı

Çalışma alanının arazi kullanım sınıfları, CORINE 2012 verileri kullanılarak sınıflandırılmıştır. Sınıflama yapılırken, çalışmanın amacı doğrultusunda, su kimyasını eş miktarda etkileyebilecek etkenler, aynı sınıf altında değerlendirilmiştir. Bu etkenler; ormanlık alanlar, tarım alanları, açık alanlar, yerleşim yerleri, endüstriyel alanlar ve maden sahaları olarak gruplandırılmış ve bu grupların çalışma alanındaki dağılımları Şekil 2.2'de gösterilmiştir. Bu arazi kullanım gruplarının, her bir akarsu havzası içerisindeki dağılımı ise yüzde cinsinden, Tablo 2.2'de verilmiştir.

Çalışma alanında en büyük arazi kullanım grupları; ormanlık alanlar, tarım alanları ve açık alanlardır. Açık alanlar, çalışma alanının yaklaşık %23'ünü kaplamakta, genel olarak bölgenin kuzey sınırına paralel olarak yaklaşık 1800 m yüksekliklerden başlayıp, daha da yukarıya doğru giden karbonat kayaçların oldukça yaygın olduğu alanlarda görülmektedir. Ormanlık alanlar, bölgenin yaklaşık %47'sini kaplarken, tarım alanları %27,5'lik bir alanı kaplamaktadır. Sahile paralel bir yayılım gösteren tarım alanları, genel olarak narenciye bahçelerinden oluşmakta ve çalışma alanının doğusunda daha yoğun olarak görülmektedir. Yerleşim yerleri, çok büyük oranda, havza çıkış noktaları civarında, sahile paralel olarak yayılmış olup çalışma alanının doğusundan batısına doğru gidildikçe, yoğunluğu azalmaktadır. Çalışma alanının doğusunda, Mersin il merkezi civarında, endüstriyel tesisler yoğun olarak yer alırken, çalışma alanının orta kesimlerinde ve endüstriyel alanların civarında küçük alanlar kaplayan maden sahaları da bulunmaktadır.





**Şekil 2.2.** Çalışma alanına ait arazi kullanım haritası.

**Tablo 2.2.** Akarsu havzalarında yaygın olarak görülen arazi kullanım sınıfları ve yüzde (%) alansal dağılımları.

Havza adı	Egemen arazi kullanım sınıfı (%)			
	1.	2.	3.	4.
<b>Deliçay</b>	Tarım alanı (49)	Ormanlık alan (46)	Yerleşim yeri (2)	Açık alan (3)
<b>Kumlukoyak</b>	Tarım alanı (65)	Yerleşim yeri (30)	Maden sahası (3)	Diğer (2)
<b>Müftü</b>	Ormanlık alan (44)	Açık alan (34)	Tarım alanı (21)	Yerleşim yeri (1)
<b>Mezitli</b>	Ormanlık alan (59)	Tarım alanı (38)	Açık alan (2)	Yerleşim yeri (1)
<b>Kandak</b>	Ormanlık alan (53)	Tarım alanı (46)	Yerleşim yeri (1)	–
<b>Sıpa Koyağı</b>	Tarım alanı (51)	Ormanlık alan (49)	–	–
<b>Tece</b>	Ormanlık alan (72)	Tarım alanı (27)	Yerleşim yeri (1)	–
<b>Gilindirez</b>	Ormanlık alan (54)	Tarım alanı (26)	Açık alan (20)	–
<b>Karakız</b>	Ormanlık alan (65)	Tarım alanı (29)	Açık alan (5)	Diğer (1)
<b>Arpaçbahşis</b>	Tarım alanı (60)	Ormanlık alan (40)	–	–
<b>Kargıcak</b>	Ormanlık alan (63)	Tarım alanı (37)	–	–
<b>Sorgun</b>	Ormanlık alan (48)	Açık alan (36)	Tarım alanı (16)	–
<b>Kocahasanlı</b>	Tarım alanı (71)	Ormanlık alan (29)	–	–

**Tablo 2.2.**'nin devamı.

Havza adı	Egemen arazi kullanım sınıfı (%)			
	1.	2.	3.	4.
<b>Lamas</b>	Açık alan (46)	Ormanlık alan (36)	Tarım alanı (18)	–
<b>Paşasuyu</b>	Ormanlık alan (72)	Tarım alanı (28)	–	–
<b>Miytan</b>	Ormanlık alan (76)	Tarım alanı (24)	–	–
<b>Kapız 2</b>	Ormanlık alan (70)	Tarım alanı (27)	Açık alan (3)	–

### 2.1.5. Nüfus, Yerleşim ve Ekonomi

Mersin ili, sürekli göç alan ve her geçen yıl nüfusu artan bir şehirdir. TÜİK verilerine [10] göre; şehrin toplam nüfusu, 2013 yılında 1.705.704 iken, nüfus artarak, 2014 yılında 1.727.255, 2015 yılında 1.745.221, 2016 yılında 1.773.852 ve 2017 yılında 1.793.931'e kadar ulaşmıştır. Şehirde nüfus yoğunluğu, genel olarak, şehrin doğusundan batısına doğru gidildikçe azalmaktadır.

Bu doktora tezi çalışması kapsamında değerlendirilen, akarsular ve havzaları, Mersin ilinin doğusundan batısına doğru bir dizilim göstermektedir. Dolayısıyla, çalışma alanı içerisine giren büyük yerleşim yerlerinin 2017 yılına ait nüfus bilgileri, daha detaylı incelenmiş ve doğudan batıya dizilmiş şekilde Tablo 2.3'te gösterilmiştir.

**Tablo 2.3.** Çalışma alanı içerisinde yer alan büyük yerleşim yerlerinin 2017 yılına ait nüfus bilgileri [10].

	Yerleşim Yeri Adı	Nüfusu
Doğu	Akdeniz	268.876
	Toroslar	295.663
↓	Yenişehir	253.380
	Mezitli	187.536
Batı	Erdemli	137.927
	Silifke	117.456

Çalışma alanı topoğrafik açıdan, genel olarak yüksek alanlar, sırtlar ve tepelerden oluşmakta iken, deniz seviyesine yakın daha düşük kotlardaki alanlar daha düz ve genellikle yerleşim yerlerinin bulunduğu alanlarla temsil edilmektedir. Çalışma alanı içerisinde Mersin il merkezi, Davultepe, Tece, Kargıpınarı, Arpaçbahşiş, Kargıcak, Erdemli, Yeşilyurt, Kocahasanlı, Kumkuyu, Ayaş, Kızkalesi, Narlıkuyu ve Susanoğlu gibi büyük yerleşim merkezlerinin yanında birçok mahalle de bulunmaktadır. Kuzeyde, dağlık kesimlerde genel olarak hayvancılık yaygın iken, Mersin il merkezinde sanayi ve tarım, şehrin batısındaki diğer yerleşim yerlerinde ise tarım ve yaz mevsimlerinde yoğun faaliyet gösteren turizm işletmeleri bulunmaktadır.

Çalışma alanına, D-100 Mersin–Adana ve O-51 Erdemli–Adana karayolları ile dört mevsim ulaşım sağlanabilmektedir. Bunun dışında, bölgeye denizyolu ile de ulaşmak mümkündür. Çalışma alanının kuzeyindeki dağlık alanlarda bulunan yerleşim yerlerine, genel olarak kuzey-güney doğrultusu boyunca uzanan stabilize ve asfalt yollarla ulaşım mümkündür.

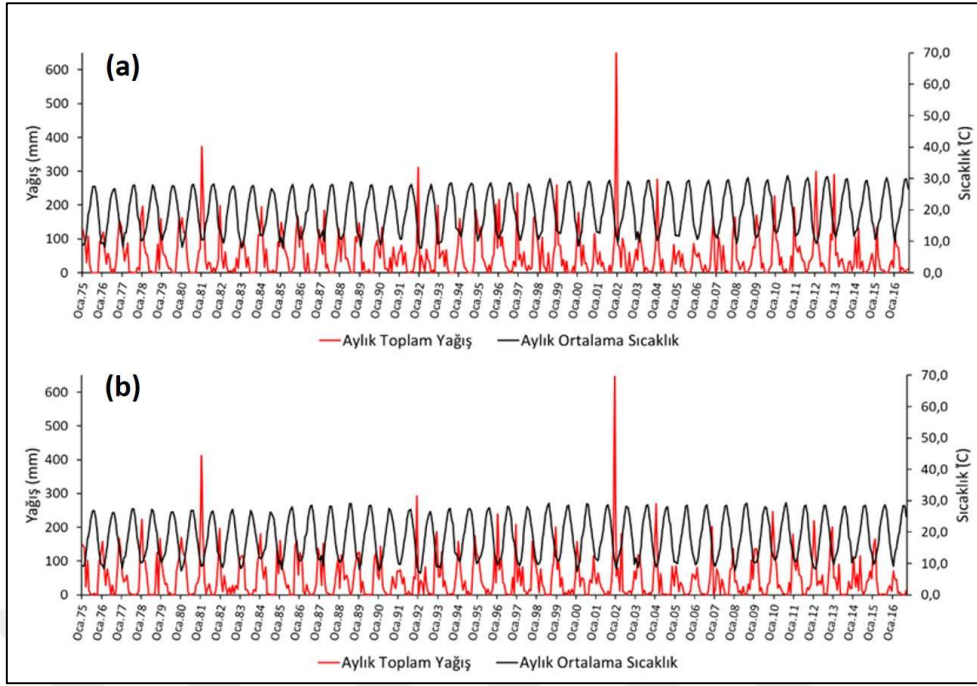
## 2.1.6. Hidrografi

### 2.1.6.1. Yağış ve sıcaklık

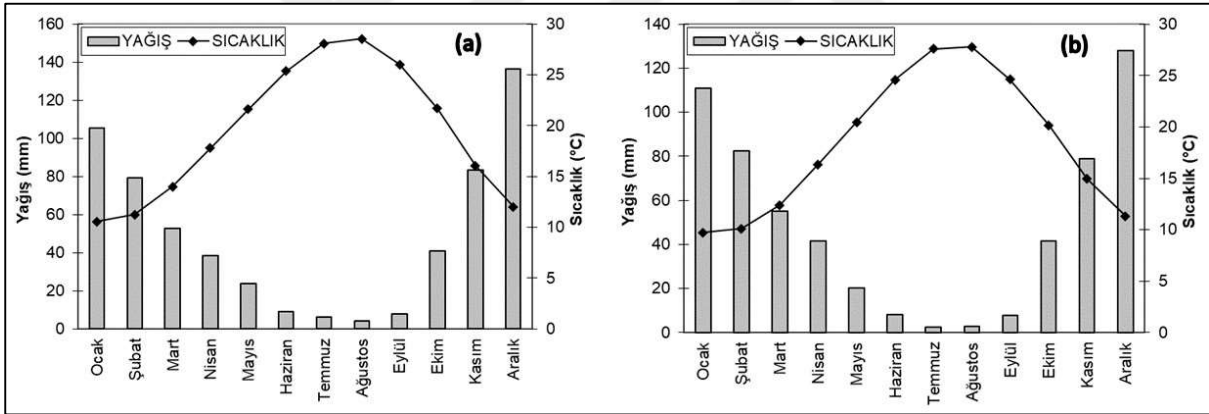
Çalışma alanına ait yağış ve sıcaklık verileri Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden [11] temin edilmiştir. Mersin ve Alata meteoroloji istasyonlarından alınan veriler, 1975-2016 yılları arasındaki 41 yıllık dönemi kapsamaktadır. Belirtilen yıllar arasında, Mersin ve Alata istasyonları için yıllık toplam ortalama yağış miktarı sırasıyla 600,29 mm ve 588,83 mm olarak ölçülmüştür. Bu meteorolojik verilere göre; Mersin istasyonu için maksimum aylık toplam yağış 2001 yılı Aralık ayında 677,4 mm, maksimum aylık ortalama sıcaklık ise 31 °C ile 2010 yılı Ağustos ayında meydana gelmiştir (Şekil 2.3). Alata istasyonunda ise, maksimum aylık toplam yağış 646,8 mm ile 2001 yılı Aralık ayında, maksimum aylık ortalama sıcaklık ise 29,4 °C ile 2010 yılı Ağustos ayında meydana gelmiştir (Şekil 2.3). Bölgenin sahil kesimlerinde yağışlar genellikle yağmur şeklinde olup kar yağışı nadiren görülmektedir. Her iki istasyon için (Mersin ve Alata), 1975-2016 yılları arasında ölçülen, aylık ortalama yağış ve sıcaklık değerleri ve grafikleri, sırasıyla Tablo 2.4 ve Şekil 2.4'te gösterilmiştir. Çalışma alanında günlük toplam en yüksek yağış miktarı 199,5 mm ile 26.12.1968 tarihinde, en yüksek hızdaki rüzgâr ise 135,7 km/sa ile 22.08.2014 tarihinde gerçekleşmiştir [12].

**Tablo 2.4.** Mersin ve Alata istasyonlarında 1975-2016 yılları arasında ölçülen aylara göre ortalama yağış ve sıcaklık değerleri [11].

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
Mersin	Ortalama Sıcaklık (°C)	10,55	11,30	14,03	17,83	21,68	25,44	28,18	28,63	26,11	21,71	16,11	12,05
	Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm)	109,1	79,1	52,2	38,0	24,4	9,6	6,1	4,2	8,2	42,7	83,9	140,4
Alata	Ortalama Sıcaklık (°C)	9,70	10,12	12,40	16,38	20,51	24,61	27,63	27,81	24,66	20,12	14,97	11,31
	Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm)	112,0	82,3	53,2	42,7	20,2	9,3	2,4	2,6	7,7	42,5	81,2	129,7



**Şekil 2.3.** Mersin (a) ve Alata (b) meteoroloji istasyonlarına ait 1975-2016 yılları arasında ölçülen aylık toplam yağış miktarı ve aylık ortalama hava sıcaklıkları [11].



**Şekil 2.4.** Mersin (a) ve Alata (b) meteoroloji istasyonlarının uzun yıllara ait (1975-2016) aylık ortalama yağış miktarı ve aylık ortalama hava sıcaklıkları [11].

### 2.1.6.2. Buharlaşma ve terleme (Evapotranspirasyon)

Yeraltı suyu potansiyeli hesaplamalarında en önemli parametrelerden biri, boşalım elemanı olan buharlaşma-terleme miktarıdır. Bu parametrenin doğrudan ölçümü oldukça zahmetli ve zordur. Bu sebepten dolayı buharlaşma-terleme miktarını belirlemeye yönelik birçok deneysel formül üretilmiştir. Thornthwaite formülü [13], bunlar arasında en yaygın olarak kullanılan formüldür. Bu çalışmada da Thornthwaite formülü [13] kullanılarak çalışma alanında bulunan Mersin ve Alata meteoroloji istasyonlarından alınan 1975-2016 yılları arasındaki aylık ortalama sıcaklık ve yağış verileri kullanılarak her istasyon için ayrı ayrı Gerçek Buharlaşma ( $E_t$ ) ve Potansiyel Buharlaşma ( $E_{t_p}$ ) değerleri hesaplanmıştır (Tablo 2.5). Elde edilen veriler

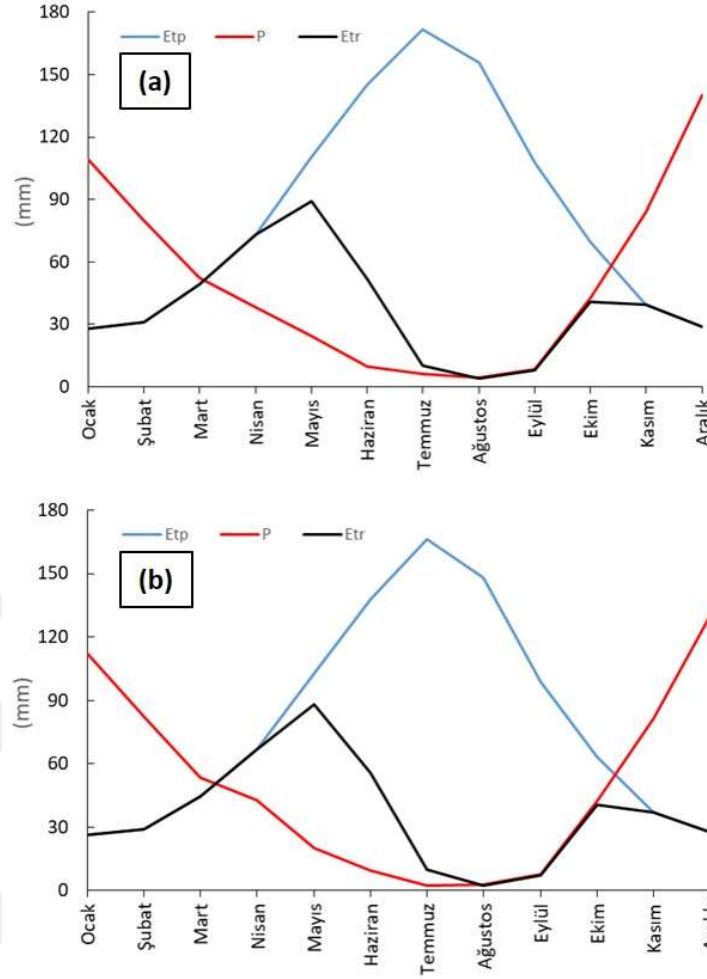
yardımıyla yağış, potansiyel buharlaşma ve gerçek buharlaşma grafikleri oluşturulmuştur (Şekil 2.5). Formül kullanılırken, 36°'ye göre enlem düzeltmesi yapılmış, direkt akış faktörü için %5, faydalı rezerv için 150 mm, yağmur suyu sıcaklığı alt sınırı için 3.3 °C, kar sıcaklığı sınırı için -10 °C ve maksimum kar erimesi sınırı içinse %50 değerleri kullanılmıştır.

Mersin istasyonu için hesaplanan su bilançosuna göre; toplam yıllık ortalama yağış miktarı (P) 598,5 mm, gerçek buharlaşma miktarı ( $E_t$ ) 453,1 mm, potansiyel buharlaşma miktarı ( $E_{tp}$ ) ise 1009,8 mm'dir (Tablo 2.5). Şekil 2.5 incelendiğinde, Ocak ile Mart arasında ve Ekim ayı ortaları ile Aralık arasında yağışın potansiyel buharlaşmadan fazla olduğu, diğer aylarda ise yağışın potansiyel buharlaşmadan daha düşük olduğu gözlemlenmektedir. Ocak ayından Nisan'a kadar ve ayrıca Kasım ve Aralık aylarında potansiyel buharlaşma ile gerçek buharlaşmanın eşit olduğu görülmektedir. Ancak Nisan ve Kasım ayları arasında potansiyel buharlaşma, gerçek buharlaşmadan daha yüksek olup, Ağustos-Ekim ayları arasında yağış miktarı kadar buharlaşma meydana gelmektedir. Faydalı rezerv Ocak ayında 150 mm kabul edilmiş olup, Nisan ayından Ocak ayına kadar harcanmıştır. Mersin istasyonu verilerine göre bölgeye yıllık 598,5 mm yağış düşmekte ve bu yağışın da 453,1 mm'si buharlaşarak atmosfere karışmaktadır.

Alata istasyonu için yıllık toplam yağış miktarı (P) 585,6 mm, gerçek buharlaşma miktarı ( $E_t$ ) 434,9 mm ve potansiyel buharlaşma miktarı ( $E_{tp}$ ) ise 949,9 mm'dir (Tablo 2.5). Şekil 2.5'te görülen potansiyel buharlaşma, gerçekleşen buharlaşma ve yağış grafiğine bakıldığında, parametreler arasındaki ilişkilerin Mersin istasyonuna ait grafikte verilenler ile aynı olduğu görülmektedir. Su bilançosu tablosunda (Tablo 2.5) görüldüğü gibi, Mersin istasyonu için faydalı rezerv Ocak ayında 150 mm kabul edilmiş ve bu rezerv Nisan ayından Ocak ayına kadar olan süreçte harcanmıştır. Alata istasyonu verilerine göre, bölgeye yıllık toplam 585,6 mm yağış düşmekte ve bu yağışın da 434,9 mm'si buharlaşarak atmosfere dönmektedir.

**Tablo 2.5.** Mersin ve Alata meteoroloji istasyonları için Thornthwaite yöntemi kullanılarak hazırlanan su bilançosu.

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
<b>T (°C)</b>	10,55	11,30	14,03	17,83	21,68	25,44	28,18	28,63	26,11	21,71	16,11	12,05	-
<b>Et<sub>p</sub> (mm)</b>	27,8	31,0	49,2	73,0	110,5	144,9	171,7	155,9	107,8	69,6	39,5	28,9	1009,8
<b>P (mm)</b>	109,1	79,7	52,2	38,0	24,4	9,6	6,1	4,2	8,2	42,7	83,9	140,4	598,5
<b>Faydalı Rezerv (mm)</b>	150,0	150,0	150,0	113,1	47,3	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	40,2	144,7	799,8
<b>Et<sub>r</sub> (mm)</b>	27,8	31,0	49,2	73,0	89,1	51,9	10,3	4,0	7,8	40,6	39,5	28,9	453,1
<b>Su Fazlası (mm)</b>	75,8	44,7	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	120,9
<b>Su Noksanı (mm)</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	165,9	151,9	99,9	29,0	0,0	0,0	446,7
<b>T (°C)</b>	9,70	10,12	12,40	16,38	20,51	24,61	27,63	27,81	24,66	20,12	14,97	11,31	-
<b>Et<sub>p</sub> (mm)</b>	26,4	28,8	44,5	66,7	102,8	137,6	166,0	148,1	98,5	63,1	36,8	27,6	946,9
<b>P (mm)</b>	112,0	82,3	53,2	42,7	20,0	9,3	2,4	2,6	7,7	42,5	81,2	129,7	585,6
<b>Faydalı Rezerv (mm)</b>	150,0	150,0	150,0	123,8	54,6	7,7	0,0	0,0	0,0	0,0	40,4	136,0	812,5
<b>Et<sub>r</sub> (mm)</b>	26,4	28,8	44,5	66,7	88,2	55,8	10,0	2,4	7,3	40,4	36,8	27,6	434,9
<b>Su Fazlası (mm)</b>	80,0	49,4	6,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	135,5
<b>Su Noksanı (mm)</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	163,7	145,7	91,2	22,7	0,0	0,0	423,3

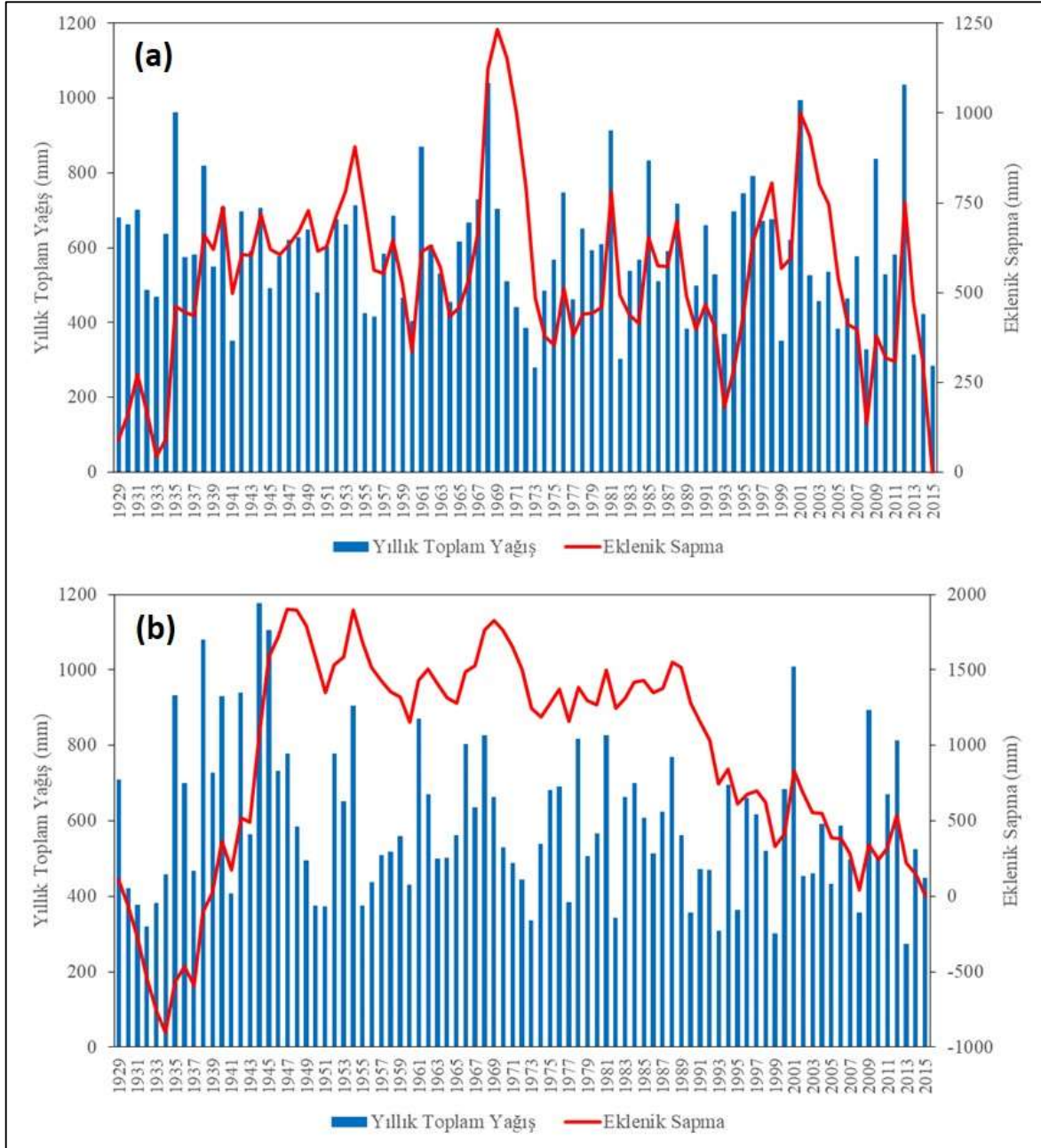


**Şekil 2.5.** Mersin (a) ve Alata (b) meteoroloji istasyonlarında yağış, potansiyel buharlaşma ve gerçek buharlaşma değerlerinin aylık değişimi.

Kuraklık ve yağış durumunun değerlendirilmesi amacıyla, çalışma alanının doğusunda bulunan Mersin meteoroloji istasyonu ve batısında bulunan Silifke meteoroloji istasyonlarından alınan (1929-2016 yılları arasındaki) yıllık toplam yağış verileri kullanılarak eklenik sapma grafikleri oluşturulmuştur (Şekil 2.6).

Mersin meteoroloji istasyonuna ait eklenik sapma grafiğine bakıldığında, 1929 yılından 1954 yılına kadar yağışlı bir dönem hâkim iken, bu yıldan sonra rejim yerini kurak döneme bırakmış ve bu kurak dönem 1960 yılına kadar devam etmiştir (Şekil 2.6a). İzleyen dönemlere bakıldığında, 1960 ile 1970 yılları arasında tekrar yağışlı dönem hâkim duruma gelmiş, 1970 yılından sonra 1993 yılına kadar kurak dönem hüküm sürmüş ve sonrasında 2001 yılına kadar yağışlı dönem, devamında da 2016 yılına kadar kurak dönem gözlenmiştir. Mersin istasyonuna ait yağış verilerine bakıldığında, yağışın en az olduğu dönemin 2016 yılı olduğu ve bu dönemin de en kurak dönemi temsil ettiği gözlemlenmiştir. 1929'dan 2016 yılına kadar yıllık toplam yağışlar bir bütün olarak değerlendirildiğinde, aşırı yağışların 10 yılda bir tekrarlandığı yani yüksek yağış periyodunun 10 yıl olduğu görülmüştür.

Silifke meteoroloji istasyonuna ait yağış verileri kullanılarak yapılan eklenik sapma grafiğine bakıldığında ise, 1929'dan 1946 yılına kadar yağışlı dönem hâkim iken 1946 ile 1989 yılları arasında birbirini takip eden ve göreceli olarak kısa süren yağışlı ve kurak dönemler hâkim olmuştur (Şekil 2.6b). 1989 yılından itibaren 2016 yılına kadar kurak dönem hüküm sürmüştür.



**Şekil 2.6.** Mersin (a) ve Silifke (b) meteoroloji istasyonlarına ait (1929-2016 yılları arasında) yıllık toplam yağış ve eklenik sapmanın zamana bağlı olarak değişimi.



### 2.1.6.3. Akış

Çalışma alanında, yüzeye düşen yağışın akışa geçebileceği ve içerisinde farklı uzunluklarda 17 akarsuyu barındıran değişik büyüklüklerde havzalar bulunmaktadır (Tablo 2.6). Bu akarsulardan 6'sı genellikle sürekli olarak akış göstermekte (Şekil 2.7), 6'sı yağışın fazla olduğu dönemlerde akış göstermekte (Şekil 2.8), 5'i yoğun yağışlar sonucunda meydana gelen sellenme durumları dışında akış göstermeyen (Şekil 2.9) akarsu özelliğindedirler. Bölgedeki akarsular, çalışma alanının kuzeyinde bulunan Toros Dağları'na düşen karların erimesi ve bölgeye düşen yağmurlardan kaynaklanmaktadır. Çalışma alanının kuzey batısında genellikle kireçtaşlarının yüzeylediği alanlarda, yüzey akışını engelleyen oldukça fazla miktarda, farklı çap ve derinliklerde obruklar bulunmaktadır. Bu obruklar, yüzey sularının akış yolu boyunca aniden batarak kaybolmasına neden olmaktadır. Bazı alanlarda, bu kaybolan sular daha düşük kotlarda tekrar yüzeye çıkarak akışa devam etmektedir. Bu akarsular üzerinde, sulama amaçlı kullanılan bentler ve akarsulardan değişik alanlara su taşıyan farklı boyutlarda sulama kanalları bulunmaktadır. Bunun dışında, bölgede genelde kuzey kesimlerde gözlenen, irili ufaklı çok sayıda sulama göleti bulunmaktadır.

**Tablo 2.6.** Çalışma alanında bulunan akarsular, uzunlukları ve Ekim 2015 ile Eylül 2016 arasındaki ortalama debileri.

Akarsu Adı	Akarsu Uzunluğu (km)	Ortalama Debi (m <sup>3</sup> /sn)
Deliçay	65,41	0,289
Kumlukoyak	13,14	0,276
Müftü	79,96	0,729
Mezitli	38,72	0,149
Kandak	20,44	0,283
Sıpa Koyağı	8,85	0,025
Tece	37,74	0,161
Gilindirez	58,49	0,767
Karakız	39,28	0,217
Arpaçbahşiş	12,94	0,094
Kargıcak	26,92	0,000
Sorgun	79,85	0,025
Kocahasanlı	8,32	0,000
Lamas	104,11	4,275
Paşasuyu	23,55	0,000
Miytan	39,73	0,000
Kapız 2	53,66	0,000



**Şekil 2.7.** Çalışma alanında sürekli olarak akış gözlenen akarsuların güneyden kuzeye doğru arazi görünümü: (a) Deliçay; (b) Kumlukoyak Deresi; (c) Müftü Çayı; (d) Mezitli Deresi; (e) Arpaçbahşiş Deresi ve (f) Lamas Çayı.



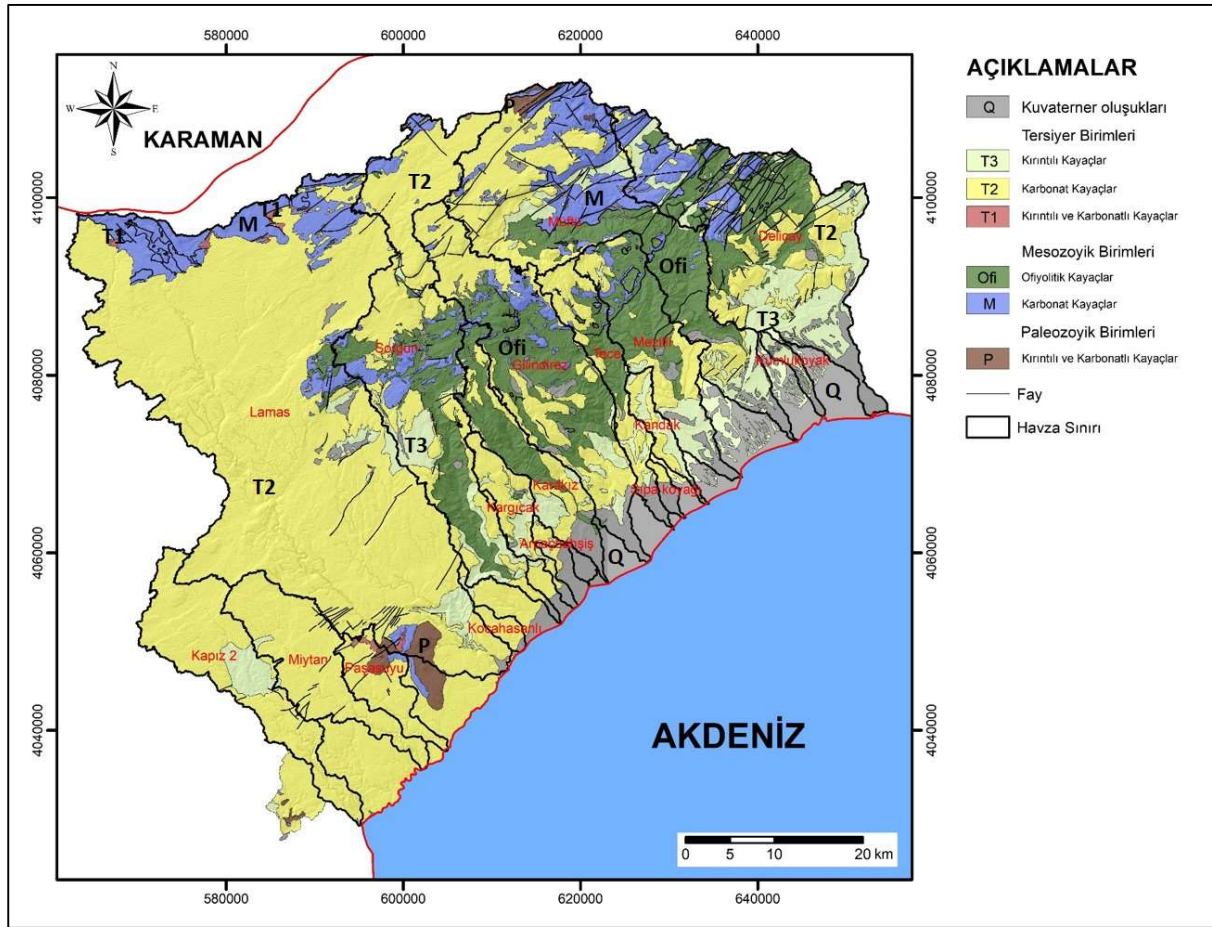
**Şekil 2.8.** Çalışma alanında genellikle yağışın yüksek olduğu dönemlerde akış gözlenen akarsuların güneyden kuzeye doğru arazi görünümü: (a) Kandak Deresi; (b) Sıpa Koyağı Deresi; (c) Tece Deresi; (d) Gilindirez Deresi; (e) Karakız Deresi ve (f) Sorgun Çayı.



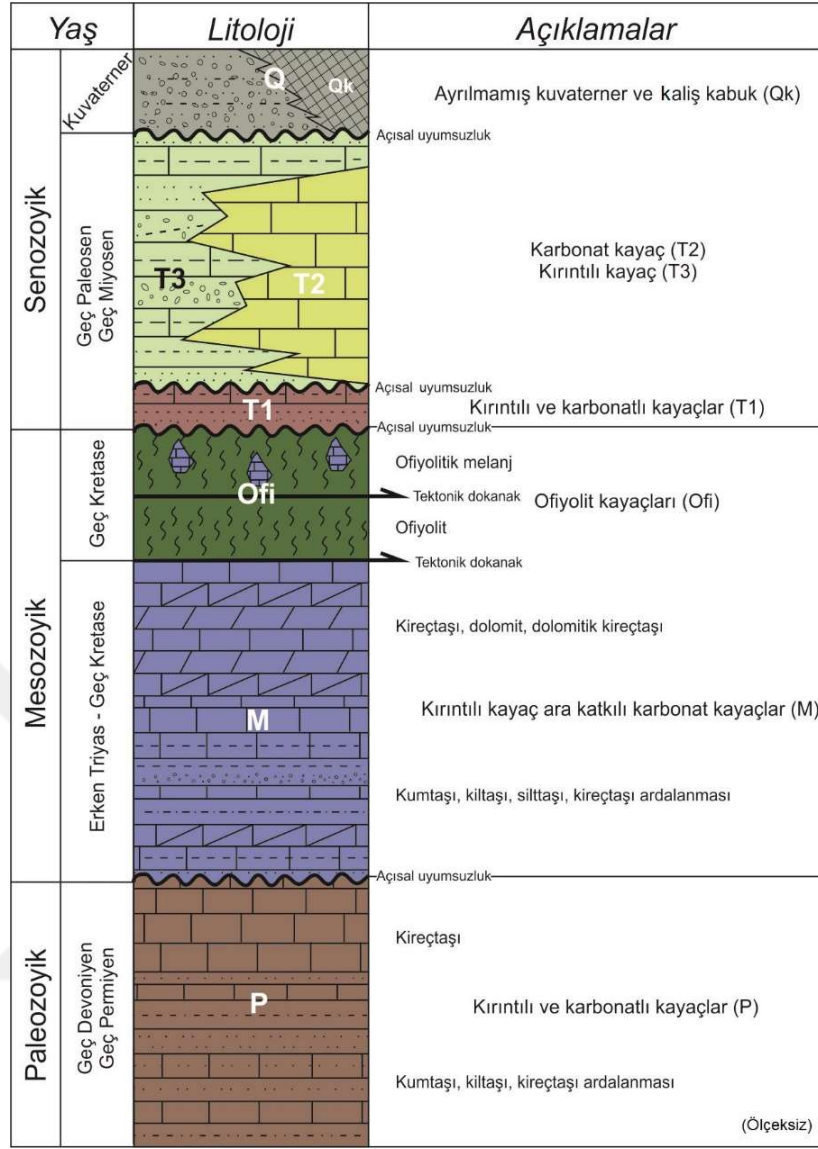
**Şekil 2.9.** Çalışma alanında genellikle akış gözlenmeyen akarsuların güneyden kuzeye doğru arazi görünümü: (a) Kargıcak Deresi; (b) Kocahasanlı Deresi; (c) Paşasuyu Deresi; (d) Miytan Deresi ve (e) Kapız 2 Deresi.

## 2.1.7. Genel Jeoloji

İnceleme alanı, Orta Toros Kuşağı'nda yer almaktadır. Orta Toroslar doğuda Ecemiş fayı ve batıda Kırkkavak fayıyla sınırlandırılmıştır [14]. Burada, Tersiyer yaşlı birimler açısız uyumsuzlukla Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı temel kayalar üzerinde görülür ve lokal alanlarda Kuvaterner yaşlı birimler tarafından uyumsuz olarak üzerlenir (Şekil 2.10 ve 2.11). Birimlerin akarsu havzalarındaki yayılımları Tablo 2.7'de gösterilmektedir.



Şekil 2.10. Çalışma alanının jeoloji haritası ve akarsu havzalarının yayılımı [15-18'den değiştirilerek].



Şekil 2.11. Çalışma alanının basitleştirilmiş stratigrafik kesiti [15-18'den değiştirilerek].

Tablo 2.7. Akarsu havzalarında yaygın olarak görülen litolojik birimler ve yüzde (%) alansal dağılımları.

Havza Adı	Egemen Litoloji (%)		
	1.	2.	3.
<b>Deliçay</b>	Karbonat Kayaç (35)	Ofiyolitik Kayaç (30)	Diğer (35)
<b>Kumlukoyak</b>	Kırıntılı Kayaç (35)	Karbonat Kayaç (35)	Diğer (30)
<b>Müftü</b>	Karbonat Kayaç (53)	Ofiyolitik Kayaç (28)	Diğer (19)
<b>Mezitli</b>	Ofiyolitik Kayaç (45)	Karbonat Kayaç (30)	Diğer (25)
<b>Kandak</b>	Karbonat Kayaç (54)	Kırıntılı Kayaç (46)	-
<b>Sıpa Koyağı</b>	Karbonat Kayaç (84)	Kırıntılı Kayaç (16)	-
<b>Tece</b>	Karbonat Kayaç (58)	Ofiyolitik Kayaç (30)	Diğer (12)
<b>Gilindirez</b>	Karbonat Kayaç (54)	Ofiyolitik Kayaç (40)	-Diğer (6)
<b>Karakız</b>	Ofiyolitik Kayaç (45)	Karbonat Kayaç (44)	Diğer (11)
<b>Arpaçbahşiş</b>	Karbonat Kayaç (84)	Kırıntılı Kayaç (16)	-

**Tablo 2.7'nin devamı.**

Havza Adı	Egemen Litoloji (%)		
	1.	2.	3.
<b>Kargıcak</b>	Karbonat Kayaç (75)	Kırıntılı Kayaç (14)	Diğer (11)
<b>Sorgun</b>	Karbonat Kayaç (55)	Ofiyolitik Kayaç (25)	Diğer (20)
<b>Kocahasanlı</b>	Karbonat Kayaç (97)	Kırıntılı Kayaç (3)	–
<b>Lamas</b>	Karbonat Kayaç (95)	Kırıntılı Kayaç (4)	Diğer (1)
<b>Paşasuyu</b>	Karbonat Kayaç (90)	Kırıntılı Kayaç (10)	–
<b>Miytan</b>	Karbonat Kayaç (99)	Kırıntılı Kayaç (1)	–
<b>Kapız 2</b>	Karbonat Kayaç (90)	Kırıntılı Kayaç (10)	–

### 2.1.7.1. Paleozoyik birimleri (P)

Paleozoyik yaşlı birimler, çalışma alanının kuzeydoğu ve güneybatı kesimlerinde oldukça dar bir alanda yüzeylenmektedir. Bu birimler, tabanda silttaşı, resifal kireçtaşı, şeyl, kuvarsit ve kumlu kireçtaşlarından oluşan Gümüşali formasyonu (Geç Devoniyen) başlamakta ve üste doğru sırasıyla şeyl, marn, kireçtaşı, kuvarsit ve çamurtaşı ardalanmasından oluşan Belemelik formasyonuna (Karbonifer), kuvarsit ve şeyl bantları içeren kireçtaşlarından oluşan Belpınarıtepe formasyonuna (Karbonifer-Permiyen) şeyl, kireçtaşı ve silttaşlarından oluşan Yellice formasyonuna (Geç Permiyen) ve dolomitik kireçtaşı ve rekristalize kireçtaşlarından oluşan Karlığın-tepe formasyonuna (Geç Permiyen) geçiş göstermektedir [16-18]. Bu çalışmada, Paleozoyik birimler genel özellikleri gözetilerek “kırıntılı ve karbonatlı kayaçlar” sınıfı altında değerlendirilmiştir.

### 2.1.7.2. Mesozoyik birimleri (M, Ofi)

Çalışma alanındaki Mesozoyik yaşlı birimler, ofiyolit kayaçları (Ofi) ve kırıntılı kayaç ara katkıları içeren karbonat kayaçlarından (M) oluşmaktadır. Kırıntılı kayaç ara katkıları karbonat kayaçları (M), tabanda Paleozoyik birimlerini açısız uyumsuzlukla üzerleyen, kireçtaşı, marn, şeyl ve dolomitik kireçtaşlarından oluşan Katarası formasyonu (Erken-Orta Triyas) ile başlamaktadır [16, 19]. Bu birim üzerine, genel olarak şist, kalkşist ve rekristalize kireçtaşlarından oluşan Kocatepe formasyonu (Erken-Orta Triyas) gelmekte ve bu formasyon çakıltası, silttaşı, killi kireçtaşı ve kireçtaşlarından oluşan Sarıyarma formasyonu (Geç Triyas) tarafından uyumlu olarak üzerlenmektedir [16, 20]. Mesozoyik birimlerin üst seviyelerinde Jura-Kretase yaşlı kireçtaşı ve dolomitlerden oluşan karbonat kayaçları oldukça yaygındır ve bu birimler Tavşancıdağ-tepe (Jura-Kretase), Çamlık (Erken-Orta Jura-Geç Kretase) ve Yavca (Geç Kretase)

formasyonlarıyla temsil edilmektedir [16, 17, 21]. Erken Triyas'tan Geç Kretase'ye doğru karbonatlı kayaçlar baskın hale gelmektedir (Şekil 2.11). Geç Kretase döneminde, Mersin ofiyoliti tektonik dokanak ile bölgeye yerleşmiş ve içerisinde Triyas ve Geç Kretase yaşlı küçük büyüklü kireçtaşı blokları içeren Mersin ofiyolitik melanji tarafından üzerlenmiştir [15, 16, 22, 23]. Mersin ofiyoliti ve Mersin ofiyolitik melanji, bu çalışma kapsamında "Ofiyolit Kayaçları" olarak adlandırılmıştır. Mesozoyik birimleri, çalışma alanının orta kesimlerinde ve kuzey bölgelerinde yaygın olarak görülmektedir (Şekil 2.10). Çalışma alanının yaklaşık %25'ini kaplayan bu birimler içerisinde, ofiyolitik kayaçlar bu oranın yarısından fazlasını oluşturmaktadır.

### **2.1.7.3. Tersiyer birimleri (T1, T2, T3)**

Tersiyer birimleri, kendi içerisinde kırıntılı ve karbonatlı kayaçlar (T1), karbonat kayaçlar (T2) ve kırıntılı kayaçlar (T3) olacak şekilde sınıflandırılmıştır (Şekil 2.10 ve 2.11). T1 sınıfını oluşturan birimler, ofiyolitik kayaçlar üzerine açılmal uyumsuzlukla gelen killi kireçtaşı, marn ve kumtaşlarından oluşan Güzeller formasyonu (Geç Paleosen-Orta Eosen) ve çakıltaşları ve kumtaşlarından oluşan Delimahmutlu formasyonundan (Orta Eosen) oluşmaktadır [16; 19]. T2 sınıfını oluşturan birimler, Delimahmutlu formasyonunu uyumsuzlukla üzerleyen, başlıca konglomera, kıltaşı, kumtaşı ve marnlardan oluşan Gildirli formasyonu (Oligosen-Miyosen), bu birimin üzerine uyumlu olarak gelen, kumtaşı, çakıltaşı, kumlu siltli kireçtaşı ve marnlardan oluşan Kaplankaya formasyonu (Erken-Orta Miyosen), kıltaşı, silttaşı, killi kireçtaşı-marn birimlerinden oluşan Güvenç formasyonu (Erken-Orta Miyosen) ve en üstte başlıca kumtaşı, konglomera, kıltaşı-silttaşından oluşan Kuzgun formasyonundan (Orta-Geç Miyosen) oluşur [15; 16, 18, 24-26]. T3 sınıfı ise T2 sınıfı birimleriyle yatay ve düşey geçişli olan resifal karbonatlı kayaçlardan oluşan Karaisalı formasyonudur (Erken-Orta Miyosen) [15-17, 26, 27]. Tersiyer birimleri yaygın olarak çalışma alanının batısında, doğudan batıya sahile paralel bir hat boyunca yayılmış olup, toplam alanın yaklaşık %67'sini kaplamaktadır (Şekil 2.10). Bu birimler içerisinde, Karaisalı formasyonundan oluşan T2 sınıfı kayaçlar en fazla alanı (%85) kaplamaktadır.

### **2.1.7.4. Kuvaterner birimleri (Q)**

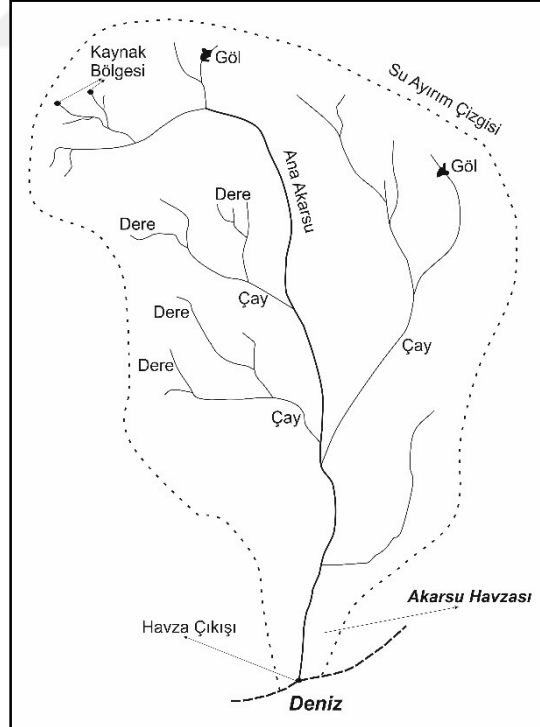
İnceleme alanında, Kuvaterner yaşlı birimler alüvyon, alüvyonel taraça, yamaç molozu, delta çökeli ve kalişlerden oluşur. Dere yatakları boyunca gözlenen alüvyonlar, taraçalar ve derelerin denize ulaştığı yerlerde çökelen delta çökelleri, çevre kayaçlardan türemiş, çakıl, kum, kil ve silt boyutundaki malzemelerden oluşur. Kalişler ise yaygın olarak karbonat kabuk (hardpan calcrete) birimiyle temsil edilmekte ve Toros yükseliminin eteğinde küçük sırt ve tepelerin üzerinde gözlenmektedir [28].



## 2.2. Akarsular

Yağmur, dolu, kar, vb. şekillerde yeryüzüne düşen yağışların bir kısmı sızarak yeraltı sularını oluştururken, bir kısmı da yüzeyde belli bir alanda toplanarak ya da akışa geçerek yüzey sularını oluşturmaktadır. Yüzey sularının bir kısmı da yerçekimi etkisiyle eğim yönünde belli alanlarda toplanarak çizgisel bir akış göstermektedirler. Bu şekilde bir akış sergileyen sular “akarsu” olarak nitelendirilmektedir.

Bir akarsuyun sularını toplayan alan o “akarsuyun havzası” ya da “drenaj havzası” olarak nitelendirilirken, birbirine komşu iki akarsu havzasını birbirinden ayıran çizgi “su ayırım çizgisi” olarak isimlendirilmektedir (Şekil 2.12) [29]. Akarsular, genel olarak birkaç kaynak suyunun birleşmesiyle oluşurken, bunların dışında bazı göller, buzullar ve yeraltı suları da akarsuların başlangıcını oluşturabilmektedir. Bu kısımlar, akarsuların ağız kısımları olup akarsuların deniz ve göller gibi havzadan çıktığı noktalar da akarsuyun “çıkış noktası” olarak adlandırılmaktadır [29]. Bir akarsu havzasında genel olarak, havzanın başlangıcından çıkış noktasında kadar bir ana akarsu ve buna bağlı olan yan kolların birleşmesiyle oluşmuş drenaj sistemleri bulunmaktadır. Bunlara “drenaj ağı” ya da “akarsu ağı” denilmektedir. Akarsu havzasının bölümleri Şekil 2.12’de şematize edilerek gösterilmiştir.



Şekil 2.12. Akarsu havzasının şematik gösterimi [29’dan değiştirilerek].

## **2.2.1. Akarsuların Sınıflandırılması**

### **2.2.1.1. Akarsuların topoğrafik özelliklerine göre sınıflandırılması**

Akarsular, yatak eğimlerine göre; yatak eğimi 0,01'den daha yüksek olan "Dağ Akarsuları", yatak eğimi 0,01 ile 0,001 arasında olan "Plato (Yayla) Akarsuları", yatak eğimi 0,001 ile 0,0001 arasında olan "Ova Akarsuları" ve yatak eğimi 0,0001'den düşük olan "Geniş Akarsu ve Haliçler" olacak şekilde sınıflandırılmaktadır [29].

### **2.2.1.2. Akarsuların akarsu boyunca akımın değişimine göre sınıflandırılması**

Akarsuların, kaynak bölgelerinden çıkış bölgelerine kadar farklı kesitlerinde debileri değişim göstermektedir. Bu kapsamda, akarsu havzası büyüdükçe debisinde de artış olan akarsular "Sulak Akarsular", kaynak kısmında akış olup çıkış kısmına gidildikçe akışın azalarak yok olduğu akarsular "Bozkır Akarsuları", kalkerli alanlarda yer altındaki boşluklardan akan yer yer de yüzeye çıkan akarsular da "Karstik Akarsular" olarak sınıflandırılmıştır [29].

### **2.2.1.3. Akarsuların akımın sürekliliğine göre sınıflandırılması**

Akarsular, akımın sürekliliğine göre; yıl boyunca sürekli olarak akan akarsular "Sürekli Akışlı Akarsular" ve yağışlara bağlı olarak dönem dönem akan sular "Periyodik Akışlı Akarsular" olarak sınıflandırılmıştır. Bunlarla birlikte, yıllarca herhangi bir akış olmayan, fakat ani yağış durumlarında seller şeklinde yatağında akış bulunduran akarsular "Sel Vadileri", yılın üçte ikisinde donmuş görünümde olan akarsular da "Arktik Akarsular" olarak sınıflandırılmıştır [29].

### **2.2.1.4. Akarsuların akım rejimine göre sınıflandırılması**

Akarsularda, akım rejimleri bölgenin iklim, bitki örtüsü, morfoloji, topoğrafya, vb. özelliklerine bağlı olarak değişim gösterebilmektedir. Bazı bölgelerde akışın debi gibi fiziksel özellikleri yıllar içinde çok büyük değişim göstermezken, bazı bölgelerde bu durum bazı yıllarda taşkınlar şeklinde yüksek debili, bazı yıllarda ise kurak ya da düşük debili özellik gösterebilmektedir. Akım rejiminin değişmediği akarsular "Düzenli Rejimli Akarsular", rejimin yıllara göre farklılıklar gösterdiği akarsular da "Düzensiz Rejimli Akarsular" olacak şekilde iki ana grupta sınıflandırılmıştır [29]. Bunların dışında, akarsular rejimlerine göre sınıflandırılacak olursa:

- Öncelikle yağmurdan beslenen, Yağmur (Plüviyal) Rejimli Akarsular,

- Öncelikle kar erimesi ile beslenen, Kar (Nival) Rejimli Akarsular,
  - Öncelikle buzul erimesi ile beslenen, Buzul (Glaziye) Rejimli Akarsular,
  - Birden fazla rejimin karışık olarak etkili olduğu, Karışık Rejimli Akarsular,
- olacak şekilde sınıflandırılmıştır [29].

#### **2.2.1.5. Akarsuların büyüklüklerine göre sınıflandırılması**

Akarsular, küçük kollar şeklinde akışa başlar, bu kolların birbirlerine eklenmesiyle daha büyük akarsuları oluşturur ve nihayetinde bir göl ya da denize dökülerek son bulurlar. Büyüklüklerine göre akarsular; dere, çay ve nehir olarak sınıflandırılmıştır. Akışın ilk başladığı, küçük havzalara su toplayan, sığ ve küçük boyutlu akarsular “Dere” olarak isimlendirilirken, derelerin birleşmesiyle oluşan, derelerden büyük, nehirlerden ise küçük olan akarsular “Çay” olarak isimlendirilmiştir. Nehirler ise birçok derenin ve çayın birleşmesiyle oluşmuş, büyük havzaları oluşturan, uzunlukları 500 km’den daha fazla olan akarsuları temsil etmektedirler [29].

#### **2.2.1.6. Akarsuların yatağının fiziksel özelliklerine göre sınıflandırılması**

Akarsu yatakları, topoğrafya, morfoloji, jeoloji, iklim, yağış, debi, bitki örtüsü, vb. etkenlere bağlı olarak farklı fiziksel özellikler göstermektedir. Yataklarının fiziksel özelliğine bağlı olarak akarsular:

- Yatağın genişliğinin değişimine göre;
  - o Üniform yataklı akarsular,
  - o Düzensiz yataklı akarsular,
  - o Adacıklarla kollara ayrılmış yataklı akarsular.
- Yatağın adacıklarla kollara ayrılma durumuna göre;
  - o Tek adacık ile yatağı kollara ayrılmış akarsular,
  - o Birden fazla adacık ile yatağı kollara ayrılmış akarsular.
- Dolanma oranına göre;
  - o Düşük (1,0-1,3) derece eğrilik gösteren akarsular,
  - o Orta (1,3-2,0) derece eğrilik gösteren akarsular,
  - o Yüksek (> 2,0) derece eğrilik gösteren akarsular.
- Taşkın bölgesinde gölcükler oluşması durumuna göre;
  - o Gölcük oluşmayan akarsular,
  - o Az sayıda gölcük oluşan akarsular,
  - o Çok sayıda gölcük oluşan akarsular.
- Kıyı yüksekliğine göre;

- Alçak kıyılı (< 1,5 m) akarsular,
  - Orta kıyılı (1,5-3,0 m) akarsular,
  - Yüksek kıyılı (> 3,0 m) akarsular.
  - Yatak kenarındaki doğal sedde formasyonlarına göre;
    - Seddeleri hiç olmayan akarsular,
    - Seddeleri orta derecede gelişmiş akarsular,
    - Seddeleri iyi derecede gelişmiş akarsular.
  - Taşkın yatağı durumuna göre;
    - Taşkın yatağı akarsu yatağına göre çok geniş akarsular,
    - Taşkın yatağı akarsu yatağına göre orta genişlikte akarsular,
    - Taşkın yatağı akarsu yatağına göre dar olan akarsular.
  - Bitki örtüsüne göre;
    - Kıyılarında bitki örtüsü bulunmayan akarsular,
    - Her iki kıyısında dar bir şeritte bitki örtüsü bulunan akarsular,
    - Sadece dirseklerin iç kısımlarında bitki örtüsü bulunan akarsular,
    - Akarsu vadisi boyunca bitki örtüsü bulunan akarsular,
- olacak şekilde sınıflandırılmaktadır [29].

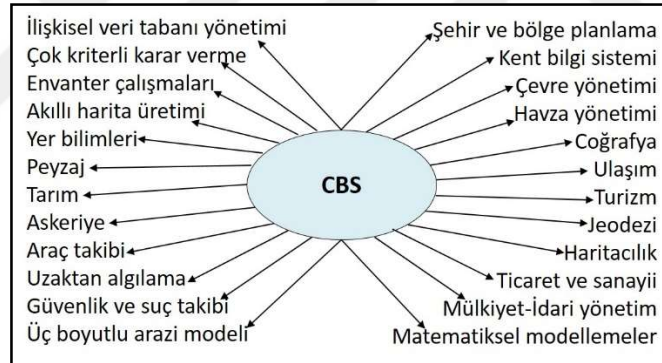
### 2.3. Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) Teknolojisi

CBS temel anlamda karmaşık planlama sorunlarının çözümlenmesi ve yönetimi için tasarlanmış olup belirli bir mekânda belli bir konumdaki verilerin kapsanması, işlenmesi, analizi, yönetimi, modellenmesi ve görüntülenmesini sağlayan donanım, yazılım ve yönetim sistemlerinin tümüdür [30]. CBS, farklı disiplinler için farklı amaçlara yönelik olduğu için tanımlı da disiplinlere göre farklılık gösterebilmektedir. Örneğin, bir biyolog için biyoçeşitlilik takibi, bir ziraat mühendisi için tarımsal ürün takibi ve yoğunluğu, bir hidrolog için sel-taşkın analizinde bir araç olarak tanımlanabilmektedir. CBS ile verilerin toplanması, saklanması ve bu verilerin işlenerek kullanıcıya sunulması işlemleri oldukça pratik bir şekilde yapılabilmektedir. Nüfus artışı, buna bağlı olarak ihtiyaçlarda ve sanayi üretimindeki artış ile ortaya çıkan ve ihtiyaç duyulan verilerin klasik yöntemlerle depolanamayacak kadar çok ve türlerinin geniş olması, CBS kullanımını gerekli kılmakta ve önemini oldukça arttırmaktadır. Ayrıca CBS teknolojisiyle, verilere ait sözel bilgiler de sistemde saklanabilmekte ve diğer verilerle bütünleşik olarak kullanılabilen ve meydana gelen değişimler sisteme daha sonradan entegre edilerek güncelleştirmeler yapılabilmektedir. Bu da CBS'yi diğer sistemlerden ayıran en önemli özelliklerin başında gelmektedir. İşte bütün bu farklılıklar CBS'nin gelişen durumlara karşı yapılacak tanımlamalar ve gelecek için yapılacak tahminlerle, stratejik planlar ve yöntemlerin

geliştirilmesi açısından gerek kamu, gerekse özel sektör tarafından kullanımını her geçen gün daha da arttırmaktadır [31].

### 2.3.1. Coğrafi Bilgi Sisteminin Kullanım Alanları

CBS, adından da anlaşılacağı üzere; coğrafi verinin söz konusu olduğu bütün alanlarda kullanılabilir. Yaşam alanlarımız ve evrendeki diğer bütün çevre göz önünde bulundurulduğunda, coğrafyanın ve buna bağlı olarak coğrafi bilgilerin her yerde varolabileceği gerçeği ile CBS'nin ne denli geniş bir kullanım alanına sahip olabileceği anlaşılabilir. Şekil 2.13'te şematize edildiği gibi, CBS temel anlamda çok kriterli karar verme, üç boyutlu arazi modeli, yer bilimleri, envanter çalışmaları, akıllı harita üretimi, ilişkisel veri tabanı yönetimi, peyzaj, güvenlik ve suç takibi, uzaktan algılama, tarım, askeriye, araç takibi, şehir ve bölge planlama, kent bilgi sistemi, coğrafya, çevre yönetimi, ulaşım, haritacılık, havza yönetimi, matematiksel modellemeler, jeodezi, turizm, ticaret ve sanayi, mülkiyet-idari yönetim ve alan planlama gibi alanlarda kullanılabilir [30].



Şekil 2.13. CBS'nin kullanım alanları [30'dan değiştirilerek].

### 2.3.2. Coğrafi Bilgi Sisteminin Faydaları

CBS ile mevcut coğrafi bilginin yanı sıra, bu verilere ait sözel bilgiler de veri tabanına eklenebilmekte ve gerektiğinde güncellenebilmektedir. CBS, veri tabanı yönetiminde sağladığı kolaylığın yanı sıra, analiz yapabilme, farklı amaçlara yönelik modeller oluşturma ve yapılan çalışmalar esnasında karar destek mekanizmasına sahip olması gibi hayli önemli özellikler taşımaktadır [30]. Bu sebepten dolayı, CBS diğer bilgi sistemlerinden ayrılmakta, kamu ve özel girişimlerde meydan gelen ya da gelebilecek durumların açıklanabilmesi, olası sonuçların ortaya konması ve bunlara yönelik stratejik planların yapılması açısından oldukça önem arz etmektedir [30]. Bütün bu özellikler göz önünde bulundurulduğunda, CBS'nin faydalarının neredeyse sınırsız

olduğu anlaşılmaktadır. Töreyen vd. [30] CBS'nin faydalarını birkaç örnekle şu şekilde tanımlamıştır:

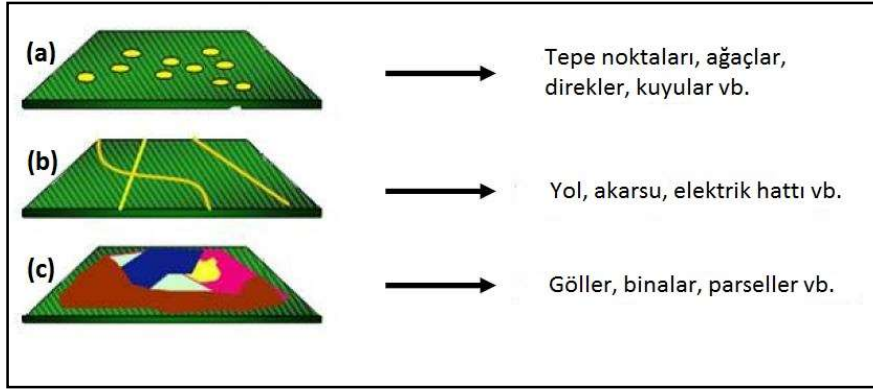
- Bilgi akışını hızlandırır,
- Daha verimli üretim ve envanter yönetimi sağlar,
- İş verimliliğini artırır,
- Etkili ve doğru analizler (acil durum müdahale, kritik bilgi analizleri, vb.) sağlar,
- Veri güncelleme kolaylığı sağlar,
- Mevcut veriye ulaşımı kolaylaştırır,
- Çalışmayı daha kolay ve zevkli hale getirir,
- İş yükünü azaltır ve zaman kaybını önler.

### **2.3.3. Coğrafi Bilgi Sistemi Veri Yapısı**

CBS'de veriler, coğrafi bilgi ile doğrudan bağlantılıdır. Coğrafi bilgi de birbirleriyle bağlantılı mekânsal bilgileri kapsayan coğrafi konum (koordinat) bilgisi ve topolojik bilgi ile tanımlayıcı bilgileri kapsayan öznitelik bilgilerinden oluşmaktadır [30]. Coğrafi konum bilgisi, herhangi bir nesnenin belli bir projeksiyon sistemi ve referans düzlemine göre yeryüzü üzerindeki konumudur [30]. Bu konum, koordinatlarla gösterilmektedir. Topolojik bilgi, topoloji biliminin esaslarına dayanarak, herhangi bir coğrafi nesnenin o nesne etrafında bulunan diğer nesnelere arasındaki komşuluk ilişkilerini belirten bilgidir [30]. Öznitelik bilgisi, genellikle arka planda olan ve harita üzerinde görülmeyen tanımlayıcı bilgileri kapsar ve herhangi bir coğrafi verinin özelliklerini belirten açıklayıcı bilgilerdir [32]. CBS'de vektör veri ve raster veri olmak üzere temelde iki ayrı veri yapısı kullanılmaktadır [30].

#### **2.3.3.1. Vektör veri yapısı**

Mantığı noktalar prensibine dayanan, verilere ait koordinat bilgileri ve öznitelik bilgilerinin de bilgisayar ortamında tutulabildiği (Şekil 2.14), nokta, çizgi ve poligon olmak üzere üç sınıfta ele alınan verilerdir [32]. Bu veriler coğrafi nesnelere konumlarının net olarak tanımlanması açısından oldukça faydalı verilerdir.

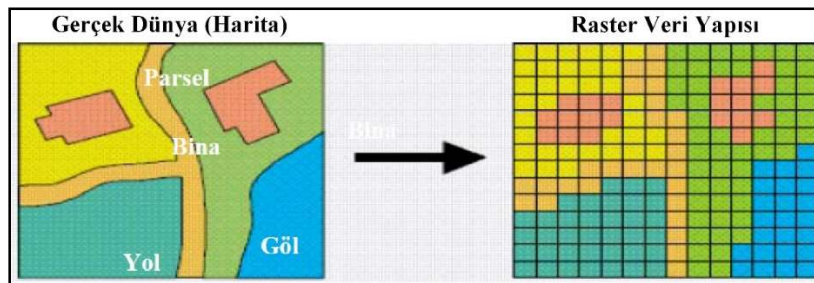


Şekil 2.14. Vektör veri yapısı [30].

Nokta veriler; elektrik direkleri, telekomünikasyon vericileri, tepeler ve kuyular gibi tek bir nokta ile gösterilen verilerdir [30]. Çizgi veriler; akarsular, yollar, telefon ve elektrik hatları, su hatları, doğalgaz hatları gibi en az iki noktanın birleşmesiyle temsil edilen verilerdir [30]. Poligon veriler; binalar, şehir sınırları, ülke sınırları, ormanlar, parseller, göller, vb. belirli bir noktadan başlayıp, başladığı noktada son bulan ve kapalı bir alanı kapsayan bir poligonla temsil edilen verilerdir [30].

### 2.3.3.2. Raster veri yapısı

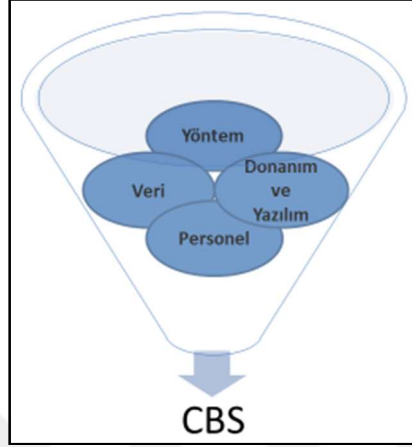
Raster veriler, birbirine komşu olan ve grid adı verilen ızgaralar şeklindeki hücrelerin bir araya gelmesiyle oluşan verilerdir (Şekil 2.15) [30]. Bu veri yapısında, her bir hücre, kendisine ait öznitelik bilgisini göstermekte olup sadece tek bir değer alabilmektedir. Raster verilerde, hücre sayısı ile çözünürlük doğru orantılıdır. Hücre sayısı arttıkça çözünürlük de artmakta ve bununla birlikte verinin kapladığı boyut artmaktadır. Raster veriler, vektör verilere göre daha fazla veri depolayabildiğinden dolayı da en uygun yer seçimi, maliyet analizi, karar verme analizleri gibi bazı konumsal analizler açısından daha kullanışlı ve verimlidirler.



Şekil 2.15. Raster veri yapısı [30].

### 2.3.4. Coğrafi Bilgi Sisteminin Temel Bileşenleri

Şekil 2.16’da şematize edildiği gibi CBS’nin olmazsa olmaz dört ana unsuru bulunmaktadır [32]. Bu unsurlar birbirleriyle sıkı bir ilişki içindedir ve CBS için her biri eşit derecede öneme sahiptir.



Şekil 2.16. CBS'nin temel bileşenleri [32'den değiştirilerek].

### 2.3.5. Coğrafi Bilgi Sisteminin Genel Fonksiyonları

CBS'nin genel fonksiyonlarını; “veri toplama ve üretimi”, “veri depolama”, “sorgulama ve analiz” ve “görüntüleme ve çıktı oluşturma” şeklinde dört ana başlık altında toplamak mümkündür [30].

#### 2.3.5.1. Veri toplama ve üretimi

CBS’de kullanılan veriler çeşitli kaynaklardan elde edilebilmektedir. Bunlar, değişik ölçeklerdeki haritalar, hava fotoğrafları, uydu görüntüleri ve arazide ölçülen koordinat bilgileri gibi veriler olabilmektedir [30].

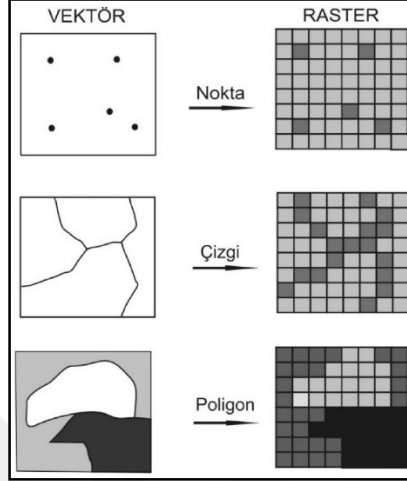
Veriler toplanıp sisteme aktarıldıktan sonra, yazılımlar üzerinden otomatik ya da elle veri üretimi yapılabilir. Hatta bunun dışında, metin ya da tablo olarak üretilmiş veriler de sisteme eklenebilmekte ve bunların dışında da diğer farklı yazılımlarda üretilmiş veriler, gerekli dönüşümler yapılarak CBS’de kullanılabilir.

#### 2.3.5.2. Veri depolama

CBS’de veriler, birbirlerinden soyutlanmış ve katmanlar halinde bulunan, nokta ve noktaların birleştirilmesiyle temsil edilen vektör veri ve hücrelerle temsil edilen raster veri



formatlarında depolanmaktadır [30]. Bu iki formatın da birbirlerine göre üstünlük ve zayıflıkları vardır. Vektör verilerin hassasiyeti, raster verilerin hassasiyetine göre daha yüksek iken, raster veriler ile bazı konumsal analizlerin yapılması daha kolay ve verimlidir. Vektör ve raster verilerinin kendi aralarında dönüşümü mümkün olup vektör verilerden raster verilere dönüşümde bazı veri kayıpları oluşabilmektedir (Şekil 2.17).



Şekil 2.17. Verilerin vektör ve raster formatında gösterimi [31].

### 2.3.5.3. Sorgulama ve analiz

CBS’de grafik ve sözel veriler bütünleşik olarak kullanılıp, sorgulama yapılarak, birbirleri arasında hızlı bir erişim sağlanması mümkündür. Yapılan sorgulamalarda, konuma dayalı kararlarla, tampon bölge analizi, bindirme analizleri, yakınlık analizleri, görünürlük analizleri, taşkın analizleri, yer seçimi analizleri, yoğunluk analizleri, kısayol ve altyapı yönetim analizleri ve yüzey analizleri gibi analizler yapılarak yeni bilgi kümeleri oluşturulabilmektedir [30].

### 2.3.5.4. Görüntüleme ve çıktı oluşturma

CBS’de kullanılan ve depolanan veriler farklı semboller, renkler ve farklı grafik gösterimlerle kullanıcılara görsel olarak sunulabilmektedir. CBS’nin son fonksiyonu olan görüntüleme iki boyutta (2D) olduğu gibi, animasyon ve üç boyutlu (3D) gösterimler şeklinde de olabilmektedir.

## 2.4. Havza Morfometrisi

Drenaj havzası, topoğrafik yükseklikler tarafından sınırlandırılmış, yüzey, yüzey altı ve yeraltı sularının oluşumu ve hareketini düzenleyen hidrolojik bir birimdir [2]. Havza, belli bir

alandaki sürdürülebilir kalkınma için yapılan ve zamanla gelişen sosyo-ekonomik çalışmalar açısından oldukça önemlidir. Jeoloji, rölyef ve iklim, havza ölçeğinde işleyen su sistemlerinin ana belirleyicileridir [3]. Bir drenaj havzasının çeşitli hidrolojik olguları, havzanın boyut, biçim, eğim, drenaj yoğunluğu ve akarsu uzunluğu gibi fizyografik özellikleri ile ilişkili olabilmektedir [4].

Morfometri, yüzey şekil ve boyutlarının ölçümü ve matematiksel analizidir [5]. Drenaj havzalarının morfometrik analizleri, havzanın hidrolojik ve jeomorfolojik süreçlerinin tanımlanması ve farklı havzaların karşılaştırılması bakımından oldukça önemli bir yöntem olup bölgede hakim iklim, jeoloji, jeomorfoloji ve havzanın yapısal olgularının belirlenmesinde oldukça önemli rol oynamaktadır [6]. Drenaj havzalarında morfometrik parametrelerin kantitatif analizinin, toprak ve su koruma ve havza düzeyinde doğal kaynak yönetimi açısından havza önceliğinin belirlenmesinde büyük ölçüde katkısının olduğu belirtilmektedir [7]. Hidrolog ve jeomorfoloğlar, drenaj havzası sistemlerinin akış karakterleri ile coğrafik ve jeomorfolojik karakterler arasında önemli bir ilişki olduğunu kabul etmişlerdir. Bu nedenle de havzanın morfometrik analizi, havza dinamiklerinin temelini kavranması açısından önemli olan ilk adımdır [8].

#### 2.4.1. Morfometrik Analizler

Havza dinamikleri ve karakteristikleri, havzaların karakteristik morfometrik parametrelerinin belirlenmesiyle ortaya koyulabilmektedir. Karakteristik parametrelerin hesaplanabilmesi içinse, ilk olarak temel morfometrik parametrelerin hesaplanması gerekmektedir. Bu temel ve karakteristik parametreler Tablo 2.8'de gösterilen formüller ile hesaplanmaktadır.

**Tablo 2.8.** Morfometrik analizlerde kullanılan parametreler.

Temel Parametreler		
Morfometrik Parametreler	Metot ve Formül	Kaynak
Havza Alanı (A)	Havzanın kapsadığı yüzey alanı (km <sup>2</sup> )	[33]
Havza Uzunluğu (L <sub>b</sub> )	Havza başlangıcı ve çıkışı arasındaki mesafe (km)	[34]
Havza Çevresi Uzunluğu (P)	Havza sınır çizgisi uzunluğu (km)	[34]
Havza Rölyefi (B <sub>h</sub> )	H <sub>maksimum</sub> -H <sub>minimum</sub> (m)	[35]
Akış Dizilimi (U)	Hiyerarşik düzen	[6]
Akış Numarası (N <sub>u</sub> )	Akarsu kollarının sayısı	[36]
Akış Uzunluğu (L <sub>u</sub> )	Akarsu kollarının uzunluğu (km)	[36]
Hipsometrik Eğri	Alan-irtifa eğrisi	[37]

**Tablo 2.8'in devamı.**

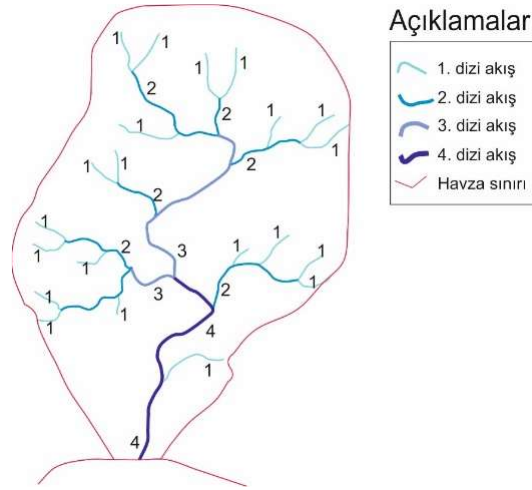
<b>Karakteristik Parametreler</b>		
<b>Morfometrik Parametreler</b>	<b>Metot ve Formül</b>	<b>Kaynak</b>
Drenaj Yoğunluğu ( $D_d$ )	$L_u/A$	[38]
Akarsu Sıklığı ( $F_s$ )	$N_u/A$	[36]
Drenaj Dokusu ( $D_t$ )	$N_u/P$	[36]
Çatallanma Oranı ( $R_b$ )	$N_u/(N_u+1)$	[38]
Form Faktör ( $R_f$ )	$A/L_b^2$	[38]
Uzama Oranı ( $R_e$ )	$\frac{2\sqrt{A}}{L_b}$	[34]
Yüzeysel Akış Uzunluğu ( $L_g$ )	$\frac{1}{2D_d}$	[36]
Rölyef Oranı ( $R_r$ )	$B_h/L_b$	[34]
Hipsometrik İntegral ( $I_{hyp}$ )	Hipsometrik eğri altında kalan alan	[37]

#### 2.4.1.1. Temel parametreler

**Havza alanı (A)**, havzanın harita üzerinde, iki boyutta kapladığı yüzey alanıdır [33]. **Havza uzunluğu ( $L_b$ )**, havza boyunca uzanan ana drenaj kanalına paralel çizilebilecek maksimum uzunluktaki çizginin uzunluğu ile temsil edilen bir parametredir [34]. **Havza çevresi uzunluğu (P)**, havza sınırlarını belirleyen çizginin uzunluğudur [34]. Bir havzanın topoğrafik olarak en yüksek noktası ile en düşük noktası arasındaki yükseklik farkı **Havza rölyefi ( $B_h$ )** değerini vermektedir [35].

**Akış dizilimi (U)**, drenaj havzası analizlerinin temel adımlarından bir tanesi olup hiyerarşik bir yapıya dayanan akarsuların akış diziliminin belirlenmesidir. Akış diziliminin belirlenmesinde Strahler, Horton, Shreve, vb. birçok yöntem kullanılmaktadır. Bu çalışmada, morfometrik analizlerde yaygın olarak kullanılan Strahler yöntemi kullanılmıştır. Strahler yöntemine [6] göre; akarsular ilk ortaya çıktıkları kollarında 1. dizi akışlar olup, 1. dizi akışlar birleşerek 2. dizi akışları, 2. dizi akışlar da birleşerek 3. dizi akışları oluşturmakta ve bu hiyerarşik yapı bu şekilde devam etmektedir (Şekil 2.18).

**Akış numarası ( $N_u$ )**, belirli bir drenaj havzasında, her bir akış diziliminin akış bölümlerinin toplamıdır [36]. Akış numarası, havzaya ait akış dizilimleri ile yaklaşık eşit bir eğilime sahip olup havzaya ait farklı dizilerdeki akış numaraları, bu dizelere ait çatallanma oranı ile ters bir eğilim göstermektedir [36]. **Akış uzunluğu ( $L_u$ )**, hem her bir akarsu diziliminin kendi içerisinde uzunluklarının toplamı, hem de bütün havzadaki akarsuların uzunluğudur [36].

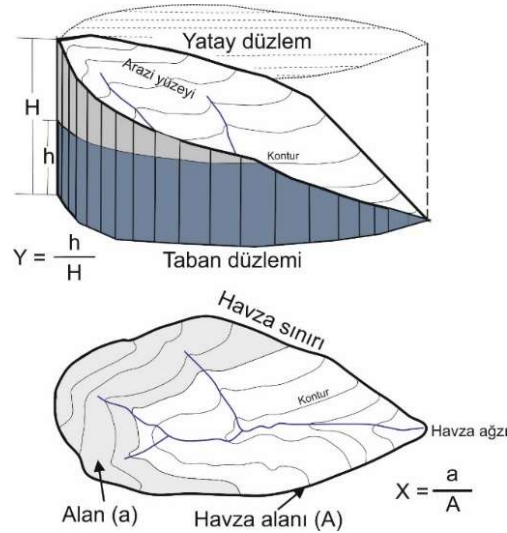


Şekil 2.18. Strahler yöntemine göre akış diziliminin gösterimi [6'dan değiştirilerek].

**Hipsometrik eğri** (Alan-irtifa eğrisi), havza çıkış noktasının üzerinde kalan göreceli yüksekliklerdeki, havzanın yatay kesit alanları ile ilişkilidir [37]. Bir bölgenin jeomorfolojik evriminin tanımlanması için oldukça önemli bir parametredir. Havzadaki düzlükler, zirveler, teraslanma, vb. jeomorfolojik özelliklerin belirlenmesi için kullanılmaktadır.

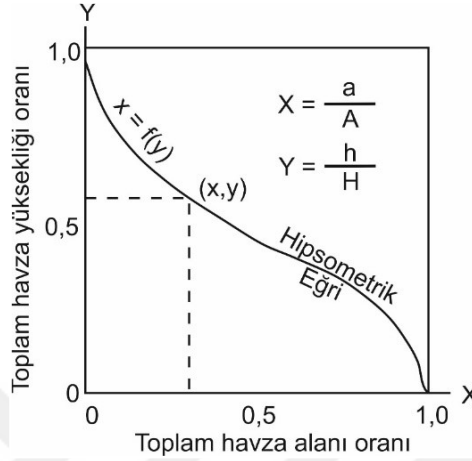
Hipsometrik eğrinin çizilebilmesi için, iki parametre gerekmektedir. Bunlar:

- belli bir yükseklik değerine sahip olan konturun üzerinde kalan yataya iz düşürülmüş alan (a) ve havzanın toplam alanı (A),
- her bir eş yükselti eğrisinin yüksekliği (h) ve havzanın yüksekliği (H) (Şekil 2.19).



Şekil 2.19. Hipsometrik eğri için girdi parametreleri [37].

Hipsometrik eğrinin çizilmesinde X (yatay) ve Y (düşey) olmak üzere iki eksen kullanılır. Y eksen verileri, her bir kontura ait yükseklik değerlerinin (h) havzanın yüksekliğine (H) oranlanmasıyla, X eksen verileri ise her bir yüksekliğe ait konturların üzerinde kalan alanların (a), havzanın toplam alanına (A) oranlanmasıyla elde edilir. Elde edilen bu verilerden, her bir yükseklik değerine karşılık gelen alan değerlerinin birleştirilmesiyle hipsometrik eğri oluşturulur (Şekil 2.20) [37].



Şekil 2.20. Hipsometrik eğri [37].

#### 2.4.1.2. Karakteristik parametreler

**Drenaj yoğunluğu ( $D_d$ )**, birim alanda, havzadaki akarsuların toplam uzunluğu şeklinde ifade edilir [38]. Drenaj yoğunluğunun belirlenmesindeki önemli faktörler, yağış miktarı ve rölyef olup bununla birlikte toprağın sızma kapasitesi, arazi yapısı ve arazinin erozyona karşı göstereceği ilk direnci oldukça önemli faktörlerdir [36].

**Akarsu sıklığı ( $F_s$ )**, birim alandaki toplam akış numarasıdır [36]. Akarsu sıklığı genellikle, drenaj havzalarının boyutlarına göre değişim göstermektedir. Bundan dolayı da drenaj yoğunluğu ve akarsu sıklığı, küçük ve büyük drenaj havzaları için doğrudan karşılaştırılmaz [36].

**Drenaj dokusu ( $D_t$ )**, drenaj havzası çevresinin uzunluğunun, havzaya ait bütün akış dizilerinin bölümlerinin toplam sayısına oranıdır [36]. Smith [39], drenaj dokusunu, çok kaba ( $D_t < 2$ ), kaba ( $D_t = 2-4$ ), orta ( $D_t = 4-6$ ), ince ( $D_t = 6-8$ ) ve çok ince ( $D_t > 8$ ) olacak şekilde beş ayrı sınıfa ayırmıştır.

**Çatallanma oranı ( $R_b$ )**, bir akış dizilimine ait akış numarasının, bir sonraki akış dizilimine ait akış numarasına oranıdır [38]. Çatallanma oranı, güçlü jeolojik kontrollerin egemen olduğu yerlerin dışında, farklı ortamlardaki, farklı havzalarda küçük değişimler göstermektedir [40].

**Form faktör ( $R_f$ )**, havza alanının, havza uzunluğunun karesine oranıdır [38]. Form faktör değeri, dairesel havzalar için genellikle 0,7854'ten daha düşüktür [41]. Form faktör değerinin 0,22'den düşük olduğu havzalar, ince-uzun havza şekilleriyle temsil edilmektedirler [42].

**Uzama oranı ( $R_e$ )**, havza alanı ile eşit alana sahip olan bir dairenin çapının, havzanın maksimum uzunluğuna oranıdır [34]. Uzama oranı değeri, farklı iklim ve jeolojik koşullar altında genellikle 0,6 ile 1,0 arasında değerler alır. Bu değer 1,0'e yakın olması bölgede çok düşük bir rölyefin hakim olduğunu, 0,6 ile 0,8 arasında olması ise yüksek rölyef ve sarp yamaçların hakim olduğunu göstermektedir [6]. Uzama oranı değerleri >0,9 (yuvarlak), 0,9-0,8 (oval), <0,7 (az uzamış) olacak şekilde üç sınıfta gruplandırılmaktadır.

**Yüzeysel akış uzunluğu ( $L_g$ )**, suyun belirli bir kanal akışına geçmeden önce yüzeyde oluşturduğu akışın uzunluğunu tanımlayan bir parametredir [36]. Yüzeysel akış, nispeten ince bir tabaka halinde yüzeyde gerçekleşir ve yağış sona erdikten sonra sızma ve emilme sonucu birkaç dakika içerisinde yok olabilir. Ortamın sızma kapasitesi yağıştan daha büyük ise yüzey akışı oluşmaz [36]. Yüzeysel akışın ortalama uzunluğu, genellikle akış kanalları arasındaki ortalama mesafenin yaklaşık olarak yarısı kadardır ve bu nedenle de yüzeysel akış uzunluğu, drenaj yoğunluğunun yarısının tersine eşittir [36].

**Rölyef oranı ( $R_r$ )**, bir havzanın en yüksek noktası ile en düşük noktası arasındaki yükseklik farkı, o havzanın toplam havza rölyefidir [34]. Rölyef oranı ise, havzanın toplam havza rölyefinin, ana drenaj hattına paralel en uzun mesafeye oranıdır [34].

**Hipsometrik integral ( $I_{hyp}$ )**, bir havzaya ait hipsometrik eğrinin altında kalan alan, o havzanın hipsometrik integral değerini göstermektedir [37]. Bu değer 1'e ya da 0'a yakınlığı ile havzanın jeolojik evrimi ve havzadaki aşınma süreçleri hakkında yorumlar yapılmaktadır.

## 2.5. Akarsularda Debi Ölçümü

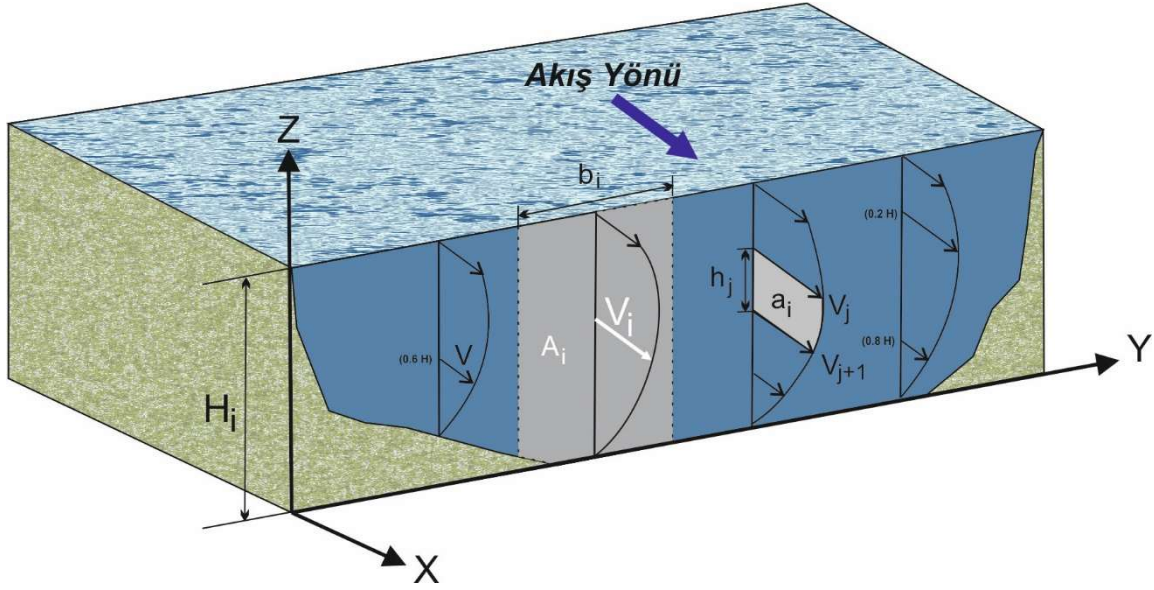
Akarsular, geçmişten günümüze, canlıların yaşam ortamları ve yaşam kalitelerinin belirlenmesinde önemli role sahip olan su kaynaklarının başında gelmektedir. Gelişen teknoloji, sanayileşme, sürekli olarak artan nüfus ve küresel iklim değişimleri akarsuların bu önemini sürekli olarak arttırmaktadır. Akarsularda düzenli olarak takip edilmesi gereken miktar ve kalite niteliklerinin, akarsu havzalarının morfolojik ve hidrolojik özellikleri ile birlikte değerlendirilmesiyle oluşturulacak bütünleşik su yönetimi, hem günümüz nüfusu, hem de gelecek nesiller için temiz ve yeterli miktarlarda su bırakmak açısından önemlidir. Akarsularda akışın miktarı, debisinin belirlenmesiyle ortaya koyulmaktadır. Akarsuyun belli bir kesitinden birim zamanda geçen su miktarı olarak tanımlanan debi, akarsuların fiziksel özelliklerine bağlı olarak farklı şekillerde ölçülebilmektedir. Bu yöntemler aşağıda listelenmiştir [43].

- Hız ölçme esasına dayanan yöntemler:

- Yüzerlerle debi tayini,
- Pitot borusu ile debi tayini,
- Elektro-kimyasal yolla debi tayini,
- Boyar maddelerle debi tayini,
- Mulineyle debi tayini,
- Elektromanyetik yolla debi tayini,
- Akustik yolla debi tayini.
- Hacim ölçme esasına dayanan yöntemler:
  - Geçici depolama ile debi tayini,
  - Kimyasal yolla debi tayini,
    - Derişim arttırıcı maddeler,
    - Boyar maddeler,
  - Radyoaktif izotoplarla debi tayini.
- Kontrol kesitleri yardımı ile debi tayini:
  - Oluklar,
  - Savaklar.

Hız ölçme esasına dayanan yöntemler, akarsularda debinin belirlenmesi için en fazla kullanılan yöntemler olup akarsuyun akış hızı ile aktığı yatağın enine kesiti arasındaki ilişkiyi yararlanılarak yapılmaktadır. Hız ölçme esasına dayanan yöntemlerde, akarsuyun debisinin belirlenmesindeki ilk aşama akarsuyun geçtiği kesit alanının belirlenmesidir. Akarsuların hızları, akarsuyun farklı derinliklerinde ve farklı noktalarında değişiklik gösterebilmektedir. Bu nedenle, akarsularda hız ölçüm esasına dayanan yöntemlerde akarsu hızı, akarsuyun enine kesiti boyunca, farklı kesimlerinde ölçülüp debi hesaplanabilmektedir. Debi ölçümünün yapıldığı kesit alanına ölçüm istasyonu adı verilmektedir. Ölçüm istasyonunda, kanal kesiti düşey dilimlere bölünerek her bir dilimin alanı ( $a_j$ ) hesaplanır. Her bir dilime ait ortalama akarsu hızı  $V_i$ , dilim derinliği boyunca bir veya birkaç noktadan ölçülerek Denklem 2.1'deki formülle hesaplanır (Şekil 2.21). Burada " $V_j$ " ve " $V_{j+1}$ " ölçüm yapılan dilimde ölçülmüş ardışık hızları temsil ederken, ardışık hız ölçümü yapılan hız eğrileri arasında kalan alan " $a_i$ ", dilimin su yüksekliği ise " $H_i$ " ile temsil edilmektedir [44]. Ölçüm yapılan dilimde, akarsu derinliği 60 cm'yi geçmiyorsa, akarsu hızı, su derinliğinin %60'lık kısmında tek bir ölçümle, su derinliği 60 cm'yi geçiyorsa, akarsu hızı, su derinliğinin %20 ve %80'lik kesimlerinde ölçülür.

$$V_i = \frac{\sum a_j}{H_i} = \frac{\sum \frac{(V_j + V_{j+1})}{2} h_j}{H_i} \quad (\text{Denklem 2.1})$$



**Şekil 2.21.** Akarsu debi ölçüm istasyonunda ortalama hız hesabı [44'ten değiştirilerek].

Her bir dilime ait debi değeri Denklem 2.2'deki gibi hesaplanmaktadır. Burada "b<sub>i</sub>" dilimin genişliği, "H<sub>i</sub>" akım derinliği, "V<sub>i</sub>" dilime ait ortalama hız ve "q<sub>i</sub>" dilimin debisini ifade etmektedir. Her bir dilime ait debi değerlerinin toplanmasıyla (Denklem 2.3), akarsuyun debi ölçüm istasyonundaki kesitine ait toplam debisi hesaplanmaktadır.

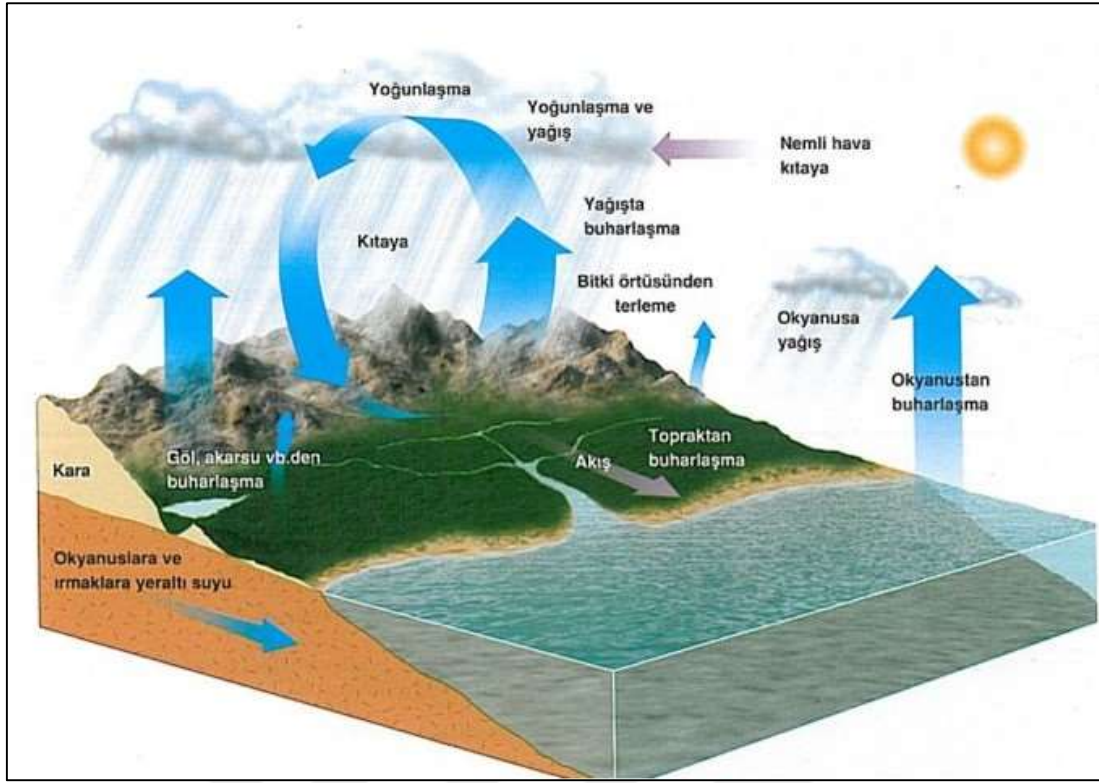
$$q_i = b_i \times H_i \times V_i \quad (\text{Denklem 2.2})$$

$$Q = \sum_{i=1}^n q_i = \sum_{i=1}^n b_i \times H_i \times V_i \quad (\text{Denklem 2.3})$$

## 2.6. Hidrokimya

Yeryüzünde yaşamın varlığının ana unsurlarından biri olan su; yağmur, kar, dolu, çiy gibi formlarda yer yüzeyine düşer. Bu yağışın bir kısmı yüzeyde akışa geçerek, akarsular ve gölleri oluştururken, bir kısmı da yüzeyden derinlere süzülüp, kayaç ve topraklardaki boşluk, çatlak ve kırıklardan geçerek yeraltı sularını oluşturmaktadırlar. Yeraltı suları bazen yapay kuyularla, bazen de kendi hallerinde pınarlar yoluyla yeryüzüne çıkarak kaynakları oluşturmaktadır. Yüzeyde bulunan su molekülleri, bitkilerden terleme ve güneşten gelen enerjinin etkisiyle buharlaşmaya uğrayarak tekrar atmosfere dönmektedir. Şekil 2.22'de gösterilen bu olaylar bütünü "Hidrolojik Döngü" olarak adlandırılmaktadır [45, 46].





Şekil 2.22. Hidrolojik döngü [46].

Sular yer altında ya da yer üstünde buldukları yere göre; hava, kayaç ya da toprak gibi çevresel ortamlar ile sürekli temas halindedirler. Bu durumda sular, temas ettikleri ortamların suda erime-çözünme özelliklerine göre, bu ortamlardan belirli miktarlarda maddeyi bünyelerine alırlar. Bünyelerine aldıkları bu maddelerin miktarı, suların temas halinde oldukları ortamın türüne (kayaç, toprak ve hava), ortamın hava basıncına, suların akış ya da durgunluk durumuna ve temas süreleri gibi etkenlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir [45]. Ülkemizde içme-kullanma suyu olarak yüzey ve yeraltı suları kullanılmaktadır. İçme-kullanma suyu olarak kullanılan bu kaynaklarda, suyun bünyesinde bulunan bu erimiş maddelerin belirli miktarlar üzerinde olması durumunda, bu suların kullanımı çevre ve insan sağlığı açısından oldukça önemli problemlere yol açabilmektedir.

Periyodik cetvelde mevcut tüm elementleri suların kimyasal bileşiminde bulmak mümkündür. Bazı iyonlar eser miktarlarda bulunurken, bazıları da yüksek derişimlerde suyun bünyesinde bulunabilmektedir. Suların, içme-kullanma suyu, tarımsal ya da endüstriyel amaçlı kullanımı açısından değerlendirilmesinde, bu iyonlardan standartlarla belirlenmiş olanlar ve bunların yanı sıra hidrojen iyonu potansiyeli (pH), redoks potansiyeli (Eh), elektriksel iletkenlik (Eİ) ve çözülmüş oksijen (ÇO) içeriği gibi fiziksel parametre değerlerinin belirlenmesi gerekmektedir [45]. Suların bünyesinde en fazla bulunan majör katyon ve anyonlar;  $Ca^{+2}$ ,  $Mg^{+2}$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $CO_3^{-2}$ ,  $HCO_3^-$ ,  $SO_4^{-2}$ ,  $Cl^-$ ,  $NO_3^-$ ,  $NO_2^-$  ve  $F^-$  olup bunların sulardaki derişimleri ile fiziksel özelliklerini etkileyen faktörler aşağıda detaylı olarak açıklanmıştır [45, 47].

## 2.6.1. Fiziksel Parametreler

### 2.6.1.1. Hidrojen iyonu derişimi (pH)

Sulardaki hidrojen iyonu derişiminin bir ifadesi olan pH, suların asitlik ya da baziklik özelliğini temsil etmektedir [48]. Sıcaklıkla doğrudan ilişkisi bulunan pH değeri, genellikle 0 ile 14 arasında değişmektedir. pH değeri 7,0'den düşük olan sular asidik özellik gösterirken, pH değeri 7,0'den büyük olan sular bazik özellik göstermektedir. Yağmur suları yaklaşık 5,6'lık pH değeri ile asidik özelliktedirler [47]. Kirliliğe maruz kalmamış akarsularda pH 6,5 ile 8,5 arasında değerler almaktadır [47]. Sudaki organizmalar ve fotosentez etkisiyle ortamda CO<sub>2</sub> miktarının arttırdığı durumlarda, pH değeri 9,0'a kadar çıkabilmektedir [47]. Yüzey ve yeraltı suları, mafik ve ultramafik kayalar gibi bazik özellik gösteren kayalarla etkileşim halinde olduklarında da, bazik özellik (pH > 7,0) göstermektedirler. Asit maden drenajı gibi sular ise, 7,0'nin altındaki pH değerleri ile asidik özellikteki suları oluşturmaktadırlar [47].

### 2.6.1.2. Redoks potansiyeli (Eh)

Redoks potansiyelinin bir göstergesi olan Eh, suların bünyesindeki kimyasal bileşenlerin türlerine göre; indirgeyici ya da yükseltgeyici özellikte olduğunu belirleyen bir parametredir [49]. pH ile ters bir ilişki gösteren redoks potansiyeli, suyun etkileşim halinde bulunduğu ortamın yapısına, organik madde içeriğine ve geçirimsizlik, gözeneklilik gibi hidrolojik özelliklerine bağlı olarak değişim göstermektedir [47, 50]. Yüzey sularının Eh değeri, yeraltı sularının Eh değerlerine göre daha yüksek olup bu değer yüzeyden derine doğru gidildikçe düşüş göstermektedir [49].

### 2.6.1.3. Elektriksel iletkenlik (Eİ)

Elektriksel iletkenlik, belli sıcaklıklarda 1 cm<sup>3</sup> suyun iletkenliğinin  $\mu\text{ohm/cm}$  ya da  $\mu\text{Siemens/cm}$  cinsinden ifadesidir [47]. Saf suyun (25 °C'de) elektriksel iletkenlik değeri 1  $\mu\text{Siemens/cm}$ 'den daha düşük bir değer gösterirken, su içerisinde çözülmüş iyonların miktarı arttıkça bu oran da artmaktadır. Dolayısıyla, elektriksel iletkenlik değeri, suda çözülmüş toplam iyon miktarı ile doğru orantılı olarak bir değişim göstermektedir. Ayrıca sıcaklıkla da pozitif bir ilişki gösteren elektriksel iletkenlik, suyun atmosferde bulunan gazlar ve havada asılı halde bulunan tozlarla etkileşiminden başlayarak artışa geçmekte ve bu artış suyun temas halinde bulunduğu ortamlardaki iyonların suda çözünme miktarına bağlı olarak değişmektedir [47].

#### **2.6.1.4. Çözünmüş oksijen (ÇO)**

Çözünmüş oksijen, suda çözünmüş halde bulunan oksijen derişimidir ve mg/L ya da yüzde (%) cinsinden ifade edilir [47, 48]. Atmosferdeki bütün gazlar suda belli miktarlarda çözünmektedirler. Oksijen, bu gazlar içerisinde en az çözünürlük gösterenlerden biri olup çözünürlük derecesi suyun sıcaklık ve basınç koşullarına bağlı olarak değişir. Tatlı sularda, düşük sıcaklıklarda çözünmüş oksijen içeriği yüksekken, yüksek sıcaklık ve kısmi basınç altında ve yüksek miktarda  $Cl^-$  içeren sularda çözünmüş oksijen içeriği düşüktür [47, 48]. Çözünmüş oksijen miktarı, suda yaşayan canlı organizmaların oksijeni tüketmesiyle azalmakta, buna karşın fotosentez yapan bitkilerin oksijen üretmesiyle de artmaktadır [47].

#### **2.6.2. Majör Katyonlar**

##### **2.6.2.1. Kalsiyum ( $Ca^{+2}$ )**

Kalsiyum, yerkabuğunda yaygın olarak bulunan bir toprak alkali metal olup kayaçları oluşturan minerallerin en önemli bileşenlerindendir. Kalsiyum, bitki ve hayvan yaşam formları için önemli bir elementtir [47]. Kalsiyum; amfibol, piroksen ve feldspatlar gibi birçok magmatik kayaç mineralinin temel bileşenlerindendir. Bu gibi magmatik kayaçların yanı sıra, bazı metamorfik kayaçların bünyesinde de kalsiyum bulunmaktadır. Metamorfik ve magmatik kayaçların su ile etkileşiminde, kalsiyum iyonu serbest hale geçerek suyun bünyesine katılmaktadır. Fakat bu kayaçlardan suya geçen kalsiyum miktarı oldukça düşüktür. Sularda kalsiyumun ana kaynağı kalsit ( $CaCO_3$ ), aragonit ( $CaCO_3$ ) ve dolomit ( $CaMg(CO_3)_2$ ) gibi karbonat kayaçlarıdır. Tüm bunların yanı sıra, jips ve anhidrit gibi bünyesinde kalsiyum bulunduran mineraller de, yüzey ya da yeraltı sularındaki kalsiyumun kaynağını oluşturur [47, 49].

##### **2.6.2.2. Magnezyum ( $Mg^{+2}$ )**

Yerkabuğunda kalsiyumdan sonra en fazla bulunan toprak alkali metallere biri olan magnezyum, suların bünyesinde  $Mg^{+2}$  formunda bulunmaktadır [47]. Doğal sularda magnezyum, genel olarak dolomitlerden kaynaklanırken, magmatik kayaçlardaki olivin, piroksen, amfibol ve mikalar gibi koyu renkli ferromagnezyen mineraller de sularındaki magnezyumun kaynağını oluşturabilmektedir. Bunların yanında magnezyum, metamorfik kayaçlarda, serpantin ve klorit gibi minerallerde, manyezit, hidromanyezit ve brusit gibi minerallerin bünyesinde bulunmakta ve bunların suyla etkileşimi sonucu suya geçebilmektedir [47].

### 2.6.2.3. Sodyum (Na<sup>+</sup>)

Periyodik tabloda lityum, potasyum, rubidyum ve sezyum ile birlikte alkali metalleri oluşturan sodyum, bunlar arasında yer kabuğunda en fazla bulunan iyonudur. Sodyum, magmatik kayaların bünyesinde potasyumdan biraz daha fazla bulunurken, sedimanter kayaların bünyesinde potasyuma göre çok daha az bulunmaktadır [47]. Yeryüzünde bulunan sodyumun en büyük kaynağı denizlerdir. Magmatik kayalardan, sodyumca zengin plajiyoklazların ayrışması sonucu oluşan killer, sularda sodyumun kaynağını oluştururken, sedimanter kayalar arasında ise evaporitler bu açıdan önemlidir [47]. Ayrıca, kış mevsimlerinde yolların tuzlanması, petrol kuyularından pompalanan tuzlu suyun yüzey/yeraltı sularına karışması, deniz kıyılarında aşırı su çekiminden kaynaklı tuzlusu girişi ve tarımda gübre kullanımı gibi insan aktiviteleri sonucunda da yüzey/yeraltı sularında sodyum miktarı artabilmektedir [47].

### 2.6.2.4. Potasyum (K<sup>+</sup>)

Potasyum, magmatik kayalarda sodyumdan biraz daha az bulunurken, sedimanter kayaların bünyesinde sodyuma oranla çok daha fazla bulunmaktadır. Silikat kayalarındaki ana potasyum mineralleri; ortoklazlar, mikroklinler, mikalar ve lösitlerdir. Bu minerallerin su ile etkileşimi durumunda, potasyum suya geçerek, suyun bünyesine katılmaktadır. İllit gibi potasyum içeren killer, sularda potasyuma kaynak oluşturabilmektedir. Ancak bu tür killerde potasyum, kil mineralini oluşturan tabakalarının arasındaki boşluklarda bulunduğu için suya geçişi, silikat kayalarından geçişe göre çok az miktarlarda gerçekleşmektedir [47]. Bitkiler için hayati bir element olan potasyum, bitkilerin yaşlanması ya da ölmeleri durumunda toprağa geçmekte, buradan da yağmur sularıyla yıkanarak yeraltı-yüzey sularına karışmaktadır [47]. Orman ve tarım alanlarında, yağışlı dönemlerde bu gibi etkenlerden dolayı, sularda potasyum derişiminde artış gözlenebilmektedir.

## 2.6.3. Majör Anyonlar

### 2.6.3.1. Bikarbonat (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) ve Karbonat (CO<sub>3</sub><sup>-2</sup>)

Doğal sularda bikarbonat ve karbonat içeriğinin en önemli kaynakları, atmosferde ve toprakta bulunan karbondioksit ve karbonat kayalarıdır [51]. Sularda bikarbonat-karbonat dengesinin en önemli belirleyicileri, suyun sıcaklığı ve pH değeridir. Yaklaşık 20 °C'de ve 8,3 pH değerine sahip sulardaki bikarbonat ve karbonat neredeyse eşit miktarlarda bulunurken, pH'ın 8,3'ün üzerine çıkması durumunda, bikarbonat iyonları parçalanarak karbonat ve hidrojen

iyonları şeklinde ayrılmakta ve ortamda karbonat iyonu egemen hale gelmektedir [47, 52]. Bikarbonat ve karbonat iyonlarının, tarımsal sulama amaçlı kullanılan sulardaki varlığı, sodyum tehlikesinin azalmasına yardımcı olurken, fazlalığı ise topraklarda kireç birikimine neden olabilmektedir [45, 53].

### **2.6.3.2. Sülfat ( $SO_4^{-2}$ )**

Sülfür minerallerinin, metalik sülfürler şeklinde indirgenmiş formları, hem magmatik hem de sedimanter kayaçların bünyesinde görülebilmektedir. Sülfürler su ile temas edip bozduklarında, oksitlenerek suda sülfat iyonunu oluştururlar. [47]. Jips ve anhidritler gibi kalsiyum sülfatlar, doğal sulardaki sülfatlara en fazla kaynaklık eden mineral veya kayaçlar iken, bunların dışında baryum sülfatlar, stronsiyum sülfatlar, pirit mineralinin oksidasyonu, volkanlar, jeotermal alanlar, fosil yakıtların yakılması, toprak ya da organik atıklardaki sülfatların oksidasyonu gibi kaynaklardan da sulara sülfat geçişi olabilmektedir [47]. Bunların dışında, endüstriyel ve evsel atıklar ve kükürt içeren maden drenajı sularının yüzey sularına boşaltılması ile de yüzey sularındaki sülfat miktarı artabilmektedir [49, 54, 55].

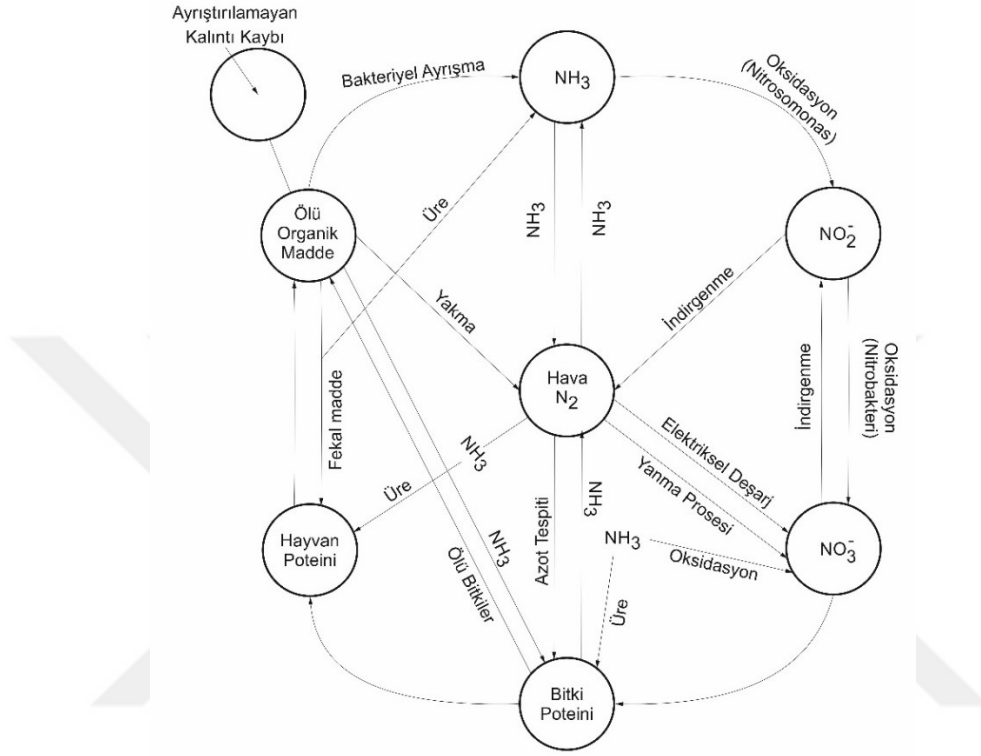
### **2.6.3.3. Klorür ( $Cl^-$ )**

Halojenler arasında önemli bir yere sahip olan klor elementi, sodalit ve apatit gibi magmatik kayaçlar ile evaporitler gibi sedimanter kayaçların bünyesinde bulunur [47]. Yeraltı ve yüzey sularının bu gibi kayaçlar ile etkileşimi sonucunda, sudaki klorür derişimi artar. Magmatik kayaçlardan klor geçişi, evaporitlere göre çok az olup doğal sulardaki en büyük klor kaynağını okyanuslar ya da denizler oluşturmaktadır. Denizlerden tuzlu su girişimiyle ya da denizlerdeki tuzlu suyun havaya karışarak rüzgârlar ile karanın iç kısımlarına taşınmasıyla yüzey ya da yeraltı sularında klor derişimi artabilmektedir [48]. Bu sebepten dolayı, denizlerden karanın iç kısımlarına doğru gidildikçe yüzey ve yeraltı sularında klorür derişimleri düşmektedir. Tüm bu faktörlerin dışında, evsel ve endüstriyel atıksular da yüksek miktarlarda klorür içerebilmekte ve bunların doğal sulara karışması durumunda klorür derişimi artabilmektedir [48].

### **2.6.3.4. Nitrat ( $NO_3^-$ ) ve Nitrit ( $NO_2^-$ )**

Hayvanlar ve insanlar için gerekli amino asitlerin ana kaynağı olan bitki proteinlerinin üretilmesi için kullanılan azot, farklı oksidasyon seviyelerinde, hemen hemen bütün canlı hücrelerinin yaşaması ve üremeleri için ihtiyaç duyduğu temel besin maddelerinden biridir. Bitkiler, azotu topraktan, amonyum ve nitrat şeklinde almaktadırlar [56]. Organik ya da

indirgenmiş formdaki azot, bitkiler tarafından nitrit veya nitrata dönüştürülür. Bu olaya nitrifikasyon denir [47]. Oksijensiz ortamlarda nitrat, bakteriler tarafından azot gazları ya da azot oksit bileşiklerine dönüştürülür. Bu olay da denitrifikasyon olarak adlandırılmaktadır [47]. Azot bileşikleri genellikle, biyosfer tabakasının ince bir kesiminde, biyolojik ve kimyasal süreçler ile birbirlerine dönüşerek, azot döngüsünü oluşturmaktadırlar (Şekil 2.23).



Şekil 2.23. Azot döngüsü[48'den değiştirilerek].

Nitratın, bitkiler tarafından kullanılmayan kısmı ve oksijenin yetersiz olduğu koşullarda azota indirgenemeyen formları, yüzey ve yeraltı sularının bünyesine katılmaktadır [55]. Bunun dışında, organik ve suni gübreler ile canlı atıkları gibi faktörler de sulardaki nitrata kaynak oluşturmaktadır. Organik azotun, bitkiler tarafından tamamen oksitlenememesi sonucu oluşan nitrit ise bozunmuş bitkisel ve hayvansal atıklar, katı atıkların yakılması, endüstriyel ve evsel atıklar, tarımda kullanılan gübreler ve atmosferdeki azotun yıkanması sonucunda yüzey ve yeraltı sularına karışabilmektedir. Ancak nitrit, yüzey ve yeraltı sularında çok düşük derişimlerde bulunmaktadır.

### 2.6.3.5. Florür (F<sup>-</sup>)

Florür iyonu, sularda genellikle çok düşük derişimlerde bulunur. Termal kökenli su kaynaklarının, mika mineralleri ve magmatik kayalarla etkileşimde olan yüzey ve yeraltı

sularının florür derişimleri yüksek olabilmektedir [57]. Ayrıca bazı endüstriyel üretim tesislerinde kullanılan florürlü bileşiklerin atıkları, değişik şekillerde bitki ve toprak bünyesine geçebilmekte, buradan da sulara geçerek florür derişiminin artmasına neden olmaktadır [48].

## 2.7. Önceki Çalışmalar

Mark [58], jeomorfolojinin temel kavramlarının, topoğrafyanın yatay ve düşey ölçümleri olduğunu ifade etmiş, yatay ölçümleri tane ve doku kavramı altında, düşey ölçümleri ise genel olarak rölyef başlığı altında irdelemiş ve yatay ve düşey ölçümler arasında kuvvetli bir ilişki olduğunu belirtmiştir.

Pankaj ve Pankaj [59], Uttarachand'da Song Nehri'nin beş ana alt havzasında (Song, Jakhan Rao, Bandal Nadi, Bandi Nadi ve Suswa Nasi) heyelan vakalarının durumuna göre; gelecekteki havza gelişimi ve planlaması için, CBS kullanarak çizgisel, alansal ve rölyef açısından morfometrik analizler yapmışlardır. Araştırmacılar, alt havzaların genel olarak dentritikten sub-dentritiğe geçtiğini söylemiş ve bunlardan Song Nehri'nin yapısal olayların kontrolünde geliştiğini ve yüksek rölyeften orta rölyefe karakterize edildiğini belirtmişlerdir. Ayrıca, Song Nehri havzasının üst kesimlerindeki heyelan vakalarının, havzanın alt kesimlerine göre daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir.

Özşahin [60], Gönen havzası, Sarıköy ve Kocakıran dereleri üzerinde yapmış olduğu bir çalışmada; birbirine komşu olan bu iki havzada "hipsometrik eğri, hipsometrik integral, drenaj havzası asimetrisi, akarsu uzunluğu-gradyan indeksi ve vadi tabanı genişliği-vadi yüksekliği oranı" gibi jeomorfolojik indisleri, CBS kullanarak analiz etmiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda; bu iki havzanın oluşumu ve gelişiminde etkili olan süreçler, havzalar arasındaki jeomorfolojik farklılık ve benzerlikler hakkında yorumlamalar yapılmıştır.

Eze ve Efiang [61], yapmış oldukları çalışmada hidrolojik süreçler üzerinde durarak, Kalaba Nehri havzasında morfometrik parametreleri incelemişlerdir. Havzanın dairesellik oranı (0,34) ve uzama oranına (0,64) göre; araştırmacılar havzayı oldukça uzamış bir havza olarak tanımlamışlardır. Havzanın drenaj yoğunluğu, akarsu sıklığı ve drenaj sıklığı değerlerinin düşük değerlere sahip olduğunu belirleyen araştırmacılar, bu değerler ışığında havzanın alt kısımlarının su baskını, oyuntu erozyonu ve toprak kayması açısından oldukça hassas olacağını belirtmişlerdir. Bu nedenle de, havzadaki akış ağı üzerinde, insan faaliyetlerinden kaçınılmasını tavsiye etmişlerdir.

Chirala vd. [62] Hindistan'ın Andhra Pradesh eyaletinin kuzey sahilindeki Visakhapatman şehri civarında, ana su kaynağı sistemlerinden biri olan Meghadrigedda drenaj sisteminin morfometrisini CBS yardımıyla ortaya koyarak, sürdürülebilir havza planlaması ve gelişimine temel oluşturmak için bir çalışma yapmışlardır. Araştırmacılar, drenaj sistemini incelemek ve

havza morfometrisini belirlemek amacıyla, morfometrik parametreleri (akış dizilimi, akış uzunluğu, akış uzunluğu oranı, çatallanma oranı, havza alanı, havza çevresi uzunluğu, drenaj deseni, drenaj dokusu, doku oranı, drenaj yoğunluğu, form faktör ve uzama oranı) çizgisel ve alansal olmak üzere iki ayrı grupta değerlendirmişlerdir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda; her bir parametrenin etki derecesi ve birbirleriyle olan bağlantıları korelasyon analiziyle belirlenmiş ve bu çalışma ile sürdürülebilir havza planlaması ve gelişimi için bir temel oluşturulmuştur.

Dash vd. [63] Hindistan'ın Batı Himalaya'lardaki Sirsa Nehri havzası için yapmış oldukları çalışmada; birbirinden farklı morfometrik parametreleri (göreceli rölyef, diseksiyon indeksi, sağlamlık indeksi, hipsometrik eğri, akış dizilimi, akış numarası, akış uzunluğu, ortalama akış uzunluğu, akış uzunluğu oranı, çatallanma oranı, drenaj yoğunluğu, akarsu sıklığı, drenaj dokusu, kanal geliştirme sabiti, havza uzunluğu ve havza şekli) CBS ile analiz ederek, bu havza ve 12 alt havzasının hidrolojisini, havza gelişimi bakımından anlamaya çalışmışlardır. Genel olarak, havzanın iyi drene olmuş ve neredeyse az uzamış bir şekle sahip olduğunu belirtmişlerdir. Farklı morfometrik parametrelerin analizleri ve birbirleriyle yapılan korelasyonları sonucunda, alt havzaların erken olgunlaşma safhası, geç olgunlaşma safhası ve erken yaşlılık safhasında olduğu sonucuna varmışlardır. Bütün sonuçlar değerlendirildiğinde; jeolojik ve diğer faktörlerin havza gelişimi ve aşınma durumu üzerinde oldukça önemli etkilere sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Hindistan'ın Vishav drenaj havzasında, Hajam vd. [42] tarafından yapılan çalışmada, CBS teknikleri ile morfometrik analizler yapılarak, havzanın jeo-hidrolojik karakterizasyonu ve jeomorfolojik özellikleriyle birlikte, bölgedeki potansiyel yeraltı suyu zonları belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırmacılar, analizlerde morfometrik parametreleri, çizgisel, alansal ve topoğrafik olacak şekilde üç farklı grupta değerlendirmişlerdir. Havza alanında akış kanallarının gelişimine; yağmur suları, yeraltı sularının boşalımı ve kar erimelerinin önemli etkileri olduğu belirlenmiştir. Birbirini izleyen değişik diziler arasındaki çatallanma oranının farklı değerlere sahip olduğunu, bunun nedeninin ise jeolojik ve yapısal unsurlardan kaynaklandığını söylemişlerdir. Şekil parametrelerine göre; havzanın uzamış bir havza olduğunu, alansal ve topoğrafik parametrelere göre ise, düşük yüzey akışı, genellikle geçirgen toprak yapısı, ortadan yükseğe değişen sızma kapasitesi ve iyi yeraltı suyu kaynaklarının varlığını gösterdiğini belirtmişlerdir. Yapılan bu çalışmayla, CBS tabanlı morfometrik analizlerin jeo-hidrolojik çalışmalarda oldukça önemli olduğu ortaya konulmuştur.

Iqbal vd. [7], Hindistan'ın Kashmir vadisinde bulunan ve toplam 354 km<sup>2</sup> alana sahip iki ayrı alt havza içeren Shaliganga havzasında, CBS kullanarak morfometrik çalışmalar yapmışlardır. Araştırmacılar, yapmış oldukları bu çalışmada; morfometrik parametreleri, çizgisel parametreler (akış dizilimi, akış numarası, akış uzunluğu, akış uzunluğu oranı, çatallanma oranı, drenaj yoğunluğu, doku oranı ve akarsu sıklığı) ve şekilsel parametreler (sıklık katsayısı,



dairesellik oranı, uzama oranı ve form faktör) olacak şekilde iki ayrı grupta irdelemişlerdir. Çizgisel faktörlerin, aşınma ile direkt olarak ilişkili olduğunu, şekilsel faktörlerin ise, bununla ters bir ilişki gösterdiklerini tespit etmişlerdir. Morfometrik parametrelerin kantitatif analizinin mikro düzeyde, nehir havzası değerlendirmesi ve doğal kaynakların korunumu açısından oldukça etkin ve faydalı bir yöntem olduğunu belirtmişlerdir.

Ramu vd. [41], Tunghabadra drenaj havzasına ait SRTM uydu görüntülerini ve CBS kullanarak morfometrik analizler yapmışlardır. Parametreleri çizgisel (akış dizilimi, akış uzunluğu, ortalama akış uzunluğu, akış uzunluğu oranı ve çatallanma oranı), rölyef (havza rölyefi ve engebelik numarası) ve alansal (drenaj yoğunluğu, akarsu sıklığı, doku oranı, form faktör, dairesellik oranı, uzama oranı, yüzeysel akış uzunluğu ve kanal geliştirme sabiti) olacak şekilde üç farklı grup halinde incelemişlerdir. Akış numarası ve akış dizilimleri, havzanın dentritik drenaj biçiminde olduğunu göstermiş, akış bölümlerinin uzunluğunun en fazla birinci dizi akışta olup akış dizilimi sayısı arttıkça, bu uzunluğun azaldığını tespit etmişlerdir. Rölyef parametrelerinin analizinden elde edilen sonuçlara göre; çalışma alanının yüksek rölyef ve yüksek akış yoğunluğuna sahip olduğunu, alansal parametrelerin analiz sonucuna göre; drenaj dokusunun orta düzeyde olduğunu, uzama oranına göre ise; yüksek rölyef ve sarp yamaçların olduğunu belirtmişlerdir.

Ivkovic [64], Avustralya'da bulunan Namoi Nehir havzasında yapmış olduğu bir çalışmada, akarsu-yeraltı suyu etkileşimini belirleyebilmek için akarsu-yeraltı suyu akış yönü, hidrolik ilişkisi ve akarsu ve yeraltı suyu hidrograflarından yararlanmıştır. Çalışma sonucunda elde ettiği verileri, CBS veri tabanına aktaran araştırmacı, oluşturduğu haritaları kullanarak yorumlamalar yapmıştır.

Frei vd. [65], paralel-fiziksel tabanlı yüzey-yeraltı suyu akım modeli olan PARFLOW'u kullanarak tipik bir alüvyonel sistemde, akifer-nehir etkileşimini zamansal ve mekânsal açıdan incelemişlerdir.

Özçelik ve Benzeden [66], Ceyhan ve Seyhan Nehirleri'nin havzalarında, aylık akışların periyodik bileşenlerinin bölgesel analizinde gereksinim duyulan ölçeklendirme parametrelerinin, doğrudan havza alanına ve genel ortalama akışa bağlı olarak kestirilmesi konusunda bir çalışma yapmışlardır. Bu kapsamda, söz konusu değişkenler arasındaki ilişkileri, doğrusal ve üstel ilişkiler, klasik, ağırlıklı, doğrusal ve doğrusal olmayan en küçük kareler tekniklerini kullanarak incelemişlerdir. Araştırmacılar, ölçeklendirme parametrelerinin kestirimi için regresyon katsayıları, doğrusal olmayan klasik veya ağırlıklı en küçük kareler yöntemleriyle hesaplanan üstel modellerin daha elverişli olduğunu saptamışlardır.

Cruise vd. [67], Güneydoğu Amerika'nın Alabama, Georgia ve Tennessee bölgelerinde, 20 yıllık arazi örtüsü değişimlerini LANDSAT uydu görüntüleri kullanarak belirlemişler ve bölgedeki 12 havzanın hidrolojik indisleri ile olan ilişkilerini ortaya koymuşlardır.

Sriwongsitaron ve Taesombot [68], kuzey Tayland'da bulunan Ping Nehri havzasının üst kesimlerinde, 1988-2005 yılları arasındaki dönemde, arazi örtüsündeki değişiminin sel davranışına olan etkilerini araştırmışlardır. Bu kapsamda, arazi örtüsünü belirlemek amacıyla LANDSAT 5TM uydu görüntülerini kullanmışlardır. Araştırmacılar, yapmış oldukları incelemeler sonucunda; ormanlık alanların taşkın olayları açısından sel durumunu azalttığını, fakat bunun yanında daha büyük sel olayları açısından, havzanın durumu ve toprağın nemlilik durumunun da oldukça önemli etkenler olduğunu belirlemişlerdir.

Gavriloic vd. [69], Sırbistan'da 1960 ile 2010 yılları arasında meydana gelen büyük selleri araştırmışlardır. Bu kapsamda, büyük sellerin meydana geldiği belirlenen nehirlerde (Danube, Sava, Tisza, Tamis ve Velika Morava) bulunan 21 hidrolojik gözlem istasyonunda hidrolojik ölçümler yapmışlardır. Araştırmacılar, maksimum boşalım ve su seviyesinin zamana bağlı değişimlerinin belirlenmesinde, olasılık teorisi ve matematiksel-istatistiksel yöntemleri kullanmış ve sel oluşma olasılığının belirlenmesine temel olan yüksek su oluşumu dağılımının teorik fonksiyonlarını elde etmişlerdir. Yapılan analizler ve değerlendirmeler sonucunda; sel olaylarının çoğunlukla baharın sonlarında ya da yaz başlarında meydana geldiğini ortaya çıkarmışlardır.

Teloglou ve Bansal [70], yapmış oldukları çalışmada, su seviyesinin sürekli değiştiği nehirlerden ve yarı geçirgen yatak özelliğine sahip akiferlerden gelen sızıntı sularından dolayı, serbest akiferlerdeki yeraltı suyu akış mekanizmasının analizi için yeni analitik çözümler geliştirmişlerdir.

Ran vd. [71], kuzey Çin'deki Sarı Nehir'de yapmış oldukları bir çalışmada, nehir boyunca 10 hidrolojik istasyondan elde edilen 35 yıllık veriler ile akarsu kesitleri ve debi değişkenleri arasındaki ilişkileri inceleyerek yorumlar yapmışlardır.

Banks vd. [72], Norveç'te bulunan Trøndelag bölgesindeki akarsulardan aldıkları örneklerde hidrokimyasal analizler yaparak, suların kimyasını belirlemişlerdir. Araştırmacılar, çalışma sonucunda; akarsularda bazı metaller ve sodyum-klor açısından bir kirlilik tespit etmişler ve bunun kaynağını, deniz suyundan buharlaşma sonucu oluşan tuzca zengin aerosollerin kıyı bölgelere taşınımı ve jeolojik kaynaklar şeklinde iki ana faktöre bağlamışlardır.

Yüceer ve İnkayalı [73], Aşağı Seyhan Nehri'nde yapmış oldukları bir çalışmada, nehre deşarj edilen evsel ve endüstriyel atıkların nehirde meydana getirdiği kirliliği incelemiş ve bu kapsamda tek boyutlu su kalite modeli olan QUAL2E'yi kullanmışlardır. Araştırmacılar, bu çalışma sonucunda elde ettikleri sonuçları Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne [74] göre değerlendirmişlerdir.

Battle-Aguilar vd. [75], bir yeraltı suyu akım ve taşınım modeli kullanarak, yeraltı suyu ile Meuse Nehri etkileşimini ve benzen yayılımını incelemişlerdir. Modelde, bileşen-spesifik karbon izotop analizi yöntemini kullanarak, ortalama benzen yıkım oranını tespit etmişlerdir.

Bulut vd. [76], Trabzon ilinde bulunan ve Karadeniz'e dökülen Kuştu ve Galyan Dereleri ve kollarında belirledikleri üç ayrı istasyonda, Nisan 2004 ile Mart 2005 arasında, aylık olarak su örnekleri alarak 20 farklı fizikokimyasal parametreyi su kalitesi açısından incelemişlerdir. Araştırmacılar, elde ettikleri sonuçları Türk Standartları Enstitüsü [77] ve Dünya Sağlık Örgütü'nün [78] belirlemiş olduğu sınır değerlere göre değerlendirmiş, buna göre de demir ve kromun sınır değerlerin üzerinde olduğunu belirlemişlerdir. Bunun dışında, elde ettikleri değerler arasında bir bağlantının olup olmadığını araştıran araştırmacılar, Pearson korelasyonu yöntemini kullanarak bazı parametreler arasında önemli ilişkiler olduğunu tespit etmişlerdir.

Bu vd. [79], Çin'de bulunan Jinshui Deresi'nde yapmış oldukları bir çalışmada, akarsudan dört farklı dönemde, 20 ayrı noktadan örnekler alarak fizikokimyasal analizler yapmışlardır. Araştırmacılar, kümeleme analizi, ayırma analizi ve faktör analizi yöntemlerini kullanarak akarsuyun fizikokimyasal verilerini karşılaştırmış ve bu değişkenlere etki eden unsurlar ve süreçleri değerlendirmişlerdir.

Avila ve Roda [80], kuzey İspanya'da bulunan Montseny doğal parkında yapmış oldukları bir çalışmada, bölgedeki akarsuların 1981-1984 yılları arasında ve 2007 yılında, sülfat ve nitrojen açısından hidrokimyasal değerlendirmesini yapmışlardır. 2007 yılındaki nitrojen içeriğinin, 1981-1984 yılları arasındaki derişime göre %30 arttığını, sülfat içeriğinin ise %54 azaldığını belirten araştırmacılar, bunun nedeninin sıcaklıklardaki artış ve bazı çevresel faktörler olduğunu belirtmişlerdir.

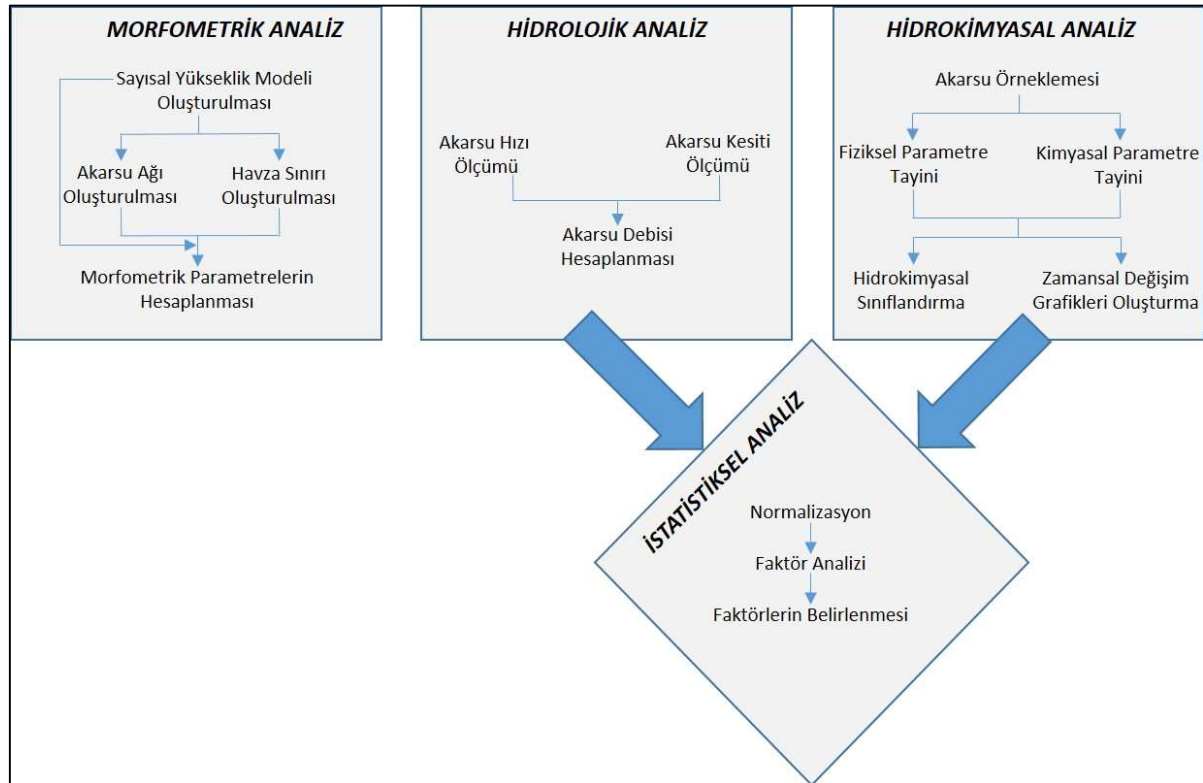
Awadallah ve Yousry [81], Nil Nehri'nde, su kalitesi bakımından homojen bölgeleri belirlemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Değişken olarak bakteri kirliliği, organik kirlilik ve besin/tarım kirliliği faktörlerini değerlendiren araştırmacılar, kümeleme analizi ve temel bileşenler analizini kullanarak, kirliliğin ana kaynakları ve su kalitesini değişik açılardan homojen bölgelere ayırmışlardır.

Özgür vd. [82], Fırat havzasının üst kesimlerinde yer alan Karasu Deresi'nden, 2008-2009 yılları arasındaki yaz, kış ve bahar mevsimlerinde su örnekleri alarak, 12 fizikokimyasal parametrenin belirlenmesi amacıyla analizler yapmış ve mevsimsel değişimleri incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, bazı parametrelerin mevsimlere göre korelasyon gösterdiğini belirleyen araştırmacılar, su kalitesi bakımından demir, bakır ve klorür içeriklerinin, EPA su kalitesi standartlarına göre yüksek düzeylerde olduğunu tespit etmişlerdir.

Akyıldız [83], Büyük Menderes Nehri'nin Denizli ili sınırları içerisinde kalan kesimleri ve yan kolu olan Çürüksu Çayı'nda su kalitesi izleme amaçlı yüksek lisans çalışması yapmıştır. Bu kapsamda; 14 istasyondan Ocak 2016 ve Aralık 2017 arasında aylık olarak su örnekleri alınıp, çeşitli fizikokimyasal ve biyolojik parametreler analiz edilmiştir. Araştırmacı, oluşturduğu veri setini, Avrupa ve dünyada kullanılan farklı standartlar ve SKKY'ne [74] göre değerlendirerek, akarsu kalitesini ortaya koymaya çalışmıştır.

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu doktora tezi kapsamında, çalışma alanı içerisinde yer alan akarsu havzaları; morfometrik, hidrolojik ve hidrokimyasal açıdan analiz edilmiş ve sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Her bir araştırma ve değerlendirme için farklı materyaller ve yöntemler kullanılmıştır (Şekil 3.1). Kullanılan bu materyal ve yöntemler aşağıda ayrı ayrı alt başlıklar şeklinde açıklanmıştır.

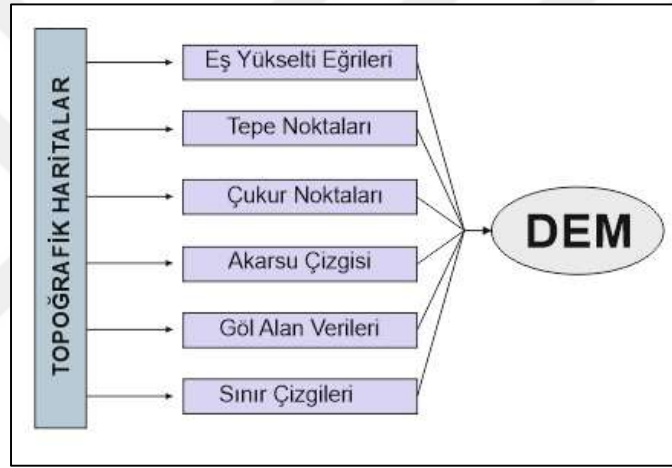


Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan yöntemlerin genel şematik gösterimi.

#### 3.1. Morfometrik Analizler

Bu doktora tezinin amacı ve kapsamı doğrultusunda, morfometrik analizlerin yapılabilmesi için altlık olarak, Harita Genel Komutanlığı tarafından üretilen ve 1/100.000 ölçekli Mersin O33, O32 ve P31 paftaları içerisinde yer alan 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritalar kullanılmıştır. Morfometrik indislerin hesaplanmasını sağlayan raster ve vektör verilerin üretilmesi, işlenmesi ve analizlerinin yapılmasında bir Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yazılımı olan ArcGIS programı kullanılmıştır [8]. Morfometrik indislerden biri olan “hipsometrik eğri”nin üretilmesi için ArcGIS içerisinde bulunan “Hypsometry” eklentisi, diğer parametrelerin üretilmesinde ise “ArcHydro” eklentisi kullanılmıştır.

Morfometrik parametrelerin üretilmesi ve hesaplanmasında ilk adım, üç boyutlu (3D) Sayısal Yükseklik Modeli'nin (DEM) üretilmesidir. Sayısal Yükseklik Modeli, gridlerden oluşmaktadır. Her bir grid, konum verilerinin yanı sıra bir de yükseklik verisi içermektedir. Çalışma alanına ait Sayısal Yükseklik Modeli'ni oluşturmak amacıyla, Harita Genel Komutanlığı'ndan temin edilen topoğrafik haritalar, bir tarayıcı yardımıyla taranmış ve sayısallaştırılarak bilgisayara aktarılmıştır. Elde edilen raster haritalardaki eş yükselti eğrileri, tepe noktaları ve akarsu ağları CBS ortamında vektör formatında sayısallaştırıldıktan sonra, her bir eğriye ve tepe noktasına ait yükseklik değeri, sistemde ilişkili veriye atanmış ve bütün çalışma alanını kapsayan eş yükselti eğrileri ve tepe noktaları haritaları oluşturulmuştur. Daha sonra, bu eş yükseklik değerleri, tepe noktaları ve akarsu ağı kullanılarak, ArcGIS içerisinde bulunan "topo to raster" eklentisiyle, çalışma alanına ait Sayısal Yükseklik Modeli oluşturulmuştur (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Sayısal Yükseklik Modeli (DEM)'nin oluşturulmasında kullanılan katmanlar.

Sayısal yükseklik modeli temel alınarak, ArcHydro eklentisi ile morfometrik analizlerin yapılmasında kullanılan "Temel parametreler" hesaplanmıştır. Bunların yardımıyla da, havza dinamikleri ve morfometrik evrimin tanımlanmasını sağlayan "Karakteristik parametreler" hesaplanmıştır. Tüm bu hesaplamalarda kullanılan eşitlikler Tablo 2.8'de gösterilmiştir.

### 3.2. Hidrolojik Analizler

Bu çalışmada, hidrolojik analizler kapsamında, çalışma alanında bulunan akarsularda debi ölçümleri yapılmıştır. Debi ölçümü, "Hız Ölçme Esasına Dayanan Yöntemler"den olan "Muline" yöntemi ile yapılmıştır. Muline ile hız ölçümü yöntemi, akarsu hızının ölçümünde en çok kullanılan ve en hassas sonuçların alındığı yöntemlerden biridir.

Hız ölçme esasına dayanan yöntemlerin ilk aşaması, akarsu hızının ölçüleceği kesit alanının belirlenmesidir. Bu kapsamda, kesit alanının belirlenmesi amacıyla, akarsu genişliğini

ölçmek için şerit metre, su yüksekliklerini ölçmek için ise üzerinde santimetre mertebesinde uzunlukların bulunduğu metal bir çubuk kullanılmıştır. Genişliği 10 m'den daha fazla olan akarsular yaklaşık 1 metre aralıklı, genişliği 10 metreden daha az olan akarsular ise daha düşük aralıklı dilimlere ayrılarak her bir dilimin alanı belirlenmiştir. Her bir dilimde, akarsuyun hızının belirlenmesi amacıyla "PEMSAN-PMPC25" marka cüce muline kullanılmıştır (Şekil 3.3). Muline, temel olarak bir pervane ve sayaçtan oluşmaktadır. Pervane, akarsuyun akış yönüne dik olacak şekilde yerleştirilmiştir. Akarsu, suyun oluşturduğu kuvvet etkisiyle pervaneyi döndürmekte olup bir iletim kablosu yardımıyla pervanenin belli süredeki tur sayısı sayaç tarafından okunarak kaydedilmektedir. Kaydedilen tur sayısına göre, sayaç üzerinde bulunan ekrandan akarsu hızı okunabilmektedir. Akarsu derinliğinin 60 cm'yi geçtiği dilimlerde, derinliğin %20'lik ve %80'lik kısımlarına muline yerleştirilmiş ve iki ölçüm yapılarak ortalamaları alınmıştır. Derinliği 60 cm'den daha düşük olan kesimlerde ise akarsu derinliğinin %60'lık kısmına muline yerleştirilmiş ve hız ölçümü yapılarak akarsuyun hızı belirlenmiştir. Hız ve alanlar belirlendikten sonra Denklem 2.2 ve Denklem 2.3'te gösterilen eşitlikler kullanılarak akarsuların debileri hesaplanmıştır.



Şekil 3.3. Akarsu hızı ölçümlerinde kullanılan cüce muline cihazı.

### 3.3. Hidrokimyasal Analizler

#### 3.3.1. Akarsu Örneklerinde Yapılan Analizler

Çalışma alanında mevcut, 6'sı sürekli akan, 6'sı mevsimlere bağlı olarak akan ve 5'i de sellenme durumlarında akış gösteren, toplam 17 akarsudan Ekim 2015 ile Eylül 2016 dönemleri

arasında, aylık olarak akarsu örnekleri alınmış ve su kalitesi parametreleri (fiziksel parametreler, majör anyon ve katyonlar ve iz elementler) belirlenmiştir. Fiziksel parametre (pH, Eh, sıcaklık, çözülmüş oksijen ve elektriksel iletkenlik) ölçümleri arazide yerinde, majör-minor iyon ve iz element analizleri ise laboratuvarında yapılmıştır.

Akarsu örnekleri, akarsuyun yüzeyden en az 20 cm derinliğe sahip kesimlerinden, 250 mL'lik yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE) plastik şişeler kullanılarak alınmıştır. Her örnekleme noktasında en az iki adet şişe kullanılmış ve bu şişelerden bir tanesine suyun bünyesinde bulunan katyonların çökmesini ve şişeye absorbe olmasını engellemek için 2 mL nitrik asit ilave edilmiştir. Alınan örnekler, ısı kaybını önlemek amacıyla, içinde buz kalıpları bulunan termoslar kullanılarak oluşturulan soğuk zincir ile laboratuvara taşınmış ve analizler yapılmaya kadar da +4 °C'de muhafaza edilmiştir. Bu çalışma kapsamında, akarsuların hidrokimyasal analizlerinin yapılmasında kullanılan bütün metotlar ve bunlara ait detaylar Tablo 3.1'de gösterilmiştir.

**Tablo 3.1.** Akarsu örneklerinin analizlerinde kullanılan metotlar ve cihazlar.

	<b>Parametre</b>	<b>Birim</b>	<b>Analitik Yöntem</b>	<b>Kullanılan Cihaz</b>
<b>Fiziksel Parametreler</b>	Sıcaklık	C°	Sıcaklık probu	WTW Multi 340i/SET
	pH	Standart	Sentix 41-3 cam pH probu	WTW Multi 340i/SET
	Redoks Potansiyeli (Eh)	mV	Platin elektrot	WTW Multi 340i/SET
	Çözülmüş Oksijen	mg/L	CelloX 325 DO probu	WTW Multi 340i/SET
	% Çözülmüş Oksijen	%	CelloX 325 DO probu	WTW Multi 340i/SET
	Elektriksel İletkenlik	µS/cm	TetraCon 325 grafit probu	WTW Multi 340i/SET
<b>Majör Anyonlar</b>	Florür (F <sup>-</sup> )	mg/L	SPADNS metodu*	Hach Lange DR 2800 Spektrofotometre - Dionex ICS-300
	Klorür (Cl <sup>-</sup> )	mg/L	Mercuric Thiocyanate metodu*	Hach Lange DR 2800 Spektrofotometre - Dionex ICS-300
	Sülfat (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	mg/L	Baryum sülfat bulanıklığı*	Hach Lange DR 2800 Spektrofotometre - Dionex ICS-300
	Nitrat (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	Kadmium indirgeme* metodu	Hach Lange DR 2800 Spektrofotometre - Dionex ICS-300
<b>Majör Anyonlar</b>	Nitrit (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	Diazotizasyon metodu*	Hach Lange DR 2800 Spektrofotometre - Dionex ICS-300
	Bikarbonat (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	Titrasyon (Metil oranj ve asit)	Dijital Büret
	Karbonat (CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> )	mg/L	Titrasyon (Fenol Ftalein ve asit)	Dijital Büret
	Ca, Mg, Na, K	mg/L	İyon Kromatografisi - Kütle Spektrofotometresi	Dionex ICS-300 ve ICP-MS (Agilent 7500ce)
<b>İz Elementler</b>	Al, As, Cd, Cr, Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Pb, Se, Sr, Si V, Zn	µg/L	Kütle Spektrofotometresi	ICP-MS (Agilent 7500ce)

\* Hach Lange DR 2800 Spektrofotometre cihazında kullanılan analitik yöntem.

### 3.3.1.1. Fiziksel parametre analizleri

Akarsu örneklerinin pH, Eh, sıcaklık, çözülmüş oksijen ve elektriksel iletkenlik gibi fiziksel parametrelerine ait ölçümler, arazide akarsulardan alınan örnekler üzerinde yapılmıştır. Örnek alımı aşamasında, örnek kabı, akarsu örneği ile en az üç kez çalkalanmış ve akarsuyun en az 20 cm derinliğine daldırılarak hava boşluğu kalmayacak şekilde doldurulmuştur. Alınan örnekler, WTW Multi 340i/SET multiparametre ölçüm cihazıyla ve Tablo 3.1'de belirtilen fiziksel parametreleri ölçmede kullanılan problemler yardımıyla belirlenmiştir.

### 3.3.1.2. Majör anyon analizleri

Çalışma alanından alınan akarsu örneklerinin anyon analizleri, Mersin Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde bulunan Hach Lange DR 2800 marka Spektrofotometre cihazı ve Mersin Üniversitesi İleri Teknoloji ve Araştırma Merkezi'nde (MEİTAM) bulunan Dionex ICS-3000 iyon kromatografi cihazı kullanılarak yapılmıştır.

Dionex ICS-3000 iyon kromatografi cihazında;  $F^-$ ,  $Cl^-$ ,  $NO_2^-$ ,  $NO_3^-$  ve  $SO_4^{2-}$  anyonlarının analizi Chromelon yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Anyonların analizinde, anyon değiştirici kolon olarak IonPac AS9-HC (25 cm × 4 mm) kullanılmıştır. Sistemde iyonların belirlenmesinde kullanılan iletkenlik detektörü (DS6), daha hassas sonuçlar için anyon (ASRS-ULTRA II) sapsörler (bastırıcı, parazit giderici ) ile desteklenmiştir. Anyonların analizi için 20 mM  $Na_2CO_3$  mobil faz olarak sistemden geçirilmiştir. Anyonların belirlenmesinde kullanılan kalibrasyon doğruları, yedili anyon (Dionex Seven Anion Standart-II) standartları ile oluşturulmuştur. Mobil fazların hazırlanmasında ve standartların seyreltilmesinde 18 M $\Omega$  cm'lik ultra saf su kullanılmıştır. Alınan akarsu örneklerinde, spektrofotometrik yöntemle toplam beş anyon ( $F^-$ ,  $Cl^-$ ,  $NO_2^-$ ,  $NO_3^-$  ve  $SO_4^{2-}$ ) analiz edilmiştir. Bu yöntemde, dalga boyu 340 ile 900 nm arasında değişen Hach Lange DR 2800 marka spektrofotometre cihazı kullanılmıştır. Bu cihaz ile derişim birimleri doğrudan, absorbans ya da transmitans yüzdesi şeklinde sayısal olarak okunabilmektedir. Akarsu örneklerinin bikarbonat ( $HCO_3^-$ ) ve karbonat ( $CO_3^{2-}$ ) derişimleri, 0,01 N sülfürik asit ve metil oranj/fenol ftaleyn indikatörlerinin titrasyonu ile saptanmıştır. Tüm anyon analizleri, akarsu örneğinin alınmasından itibaren 24 saat içerisinde tamamlanmıştır.

### 3.3.1.3. Majör katyon ve iz element analizleri

Akarsu örneklerinin majör katyon ( $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Ca^{+2}$  ve  $Mg^{+2}$ ) analizleri Dionex ICS-3000 iyon kromatografi cihazı ve Chromelon yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Bu yöntemde, katyon



değiştirici kolon olarak IonPac CS12A (25 cm × 4 mm) kullanılmıştır. Sistemde iyonların belirlenmesinde kullanılan iletkenlik detektörü (DS6), CSRS-ULTRA II sapresörler (bastırıcı, parazit giderici) ile desteklenmiştir. Mobil faz olarak 10 mM methansülfonik asit (MSA), 1mL/dk akış hızında sistemden geçirilmiştir. Kalibrasyon doğruları, altılı katyon (Dionex Six Cation Standart-II) standartları ile oluşturulmuştur. Mobil fazların hazırlanmasında ve standartların seyreltilmesinde 18 MΩ cm'lik ultra saf su kullanılmıştır.

Akarsu örnekleri, ICP-MS (Inductively Coupled Plasma–Mass Spectrometry) yöntemiyle dört majör katyon (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>+2</sup> ve Mg<sup>+2</sup>) ve 16 iz element (Al, As, B, Ba, Co, Cr, Cd, Cu, Fe, Li, Mn, Mo, Pb, Si, Sr ve Zn) için analiz edilmiştir. Agilent 7500ce marka ICP-MS cihazı ile yapılan ölçümlerde, harici kalibrasyon standart metodu ve 1'er ppm derişimde Li, Sc, Tb, Sc, Y, Ge, In ve Bi elementlerinin karışımından oluşan, dahili standart kalibrasyon çözeltisi kullanılmıştır. Yöntemde kullanılan argon gazı spektral saflıkta (%99,99) olup akış hızı 15 L/dk olarak belirlenmiştir. Seyreltme ve temizleme işlemleri için 18 MΩ cm'lik ultra saf su kullanılmıştır.

### 3.3.2. Hidrokimyasal Sınıflamalar

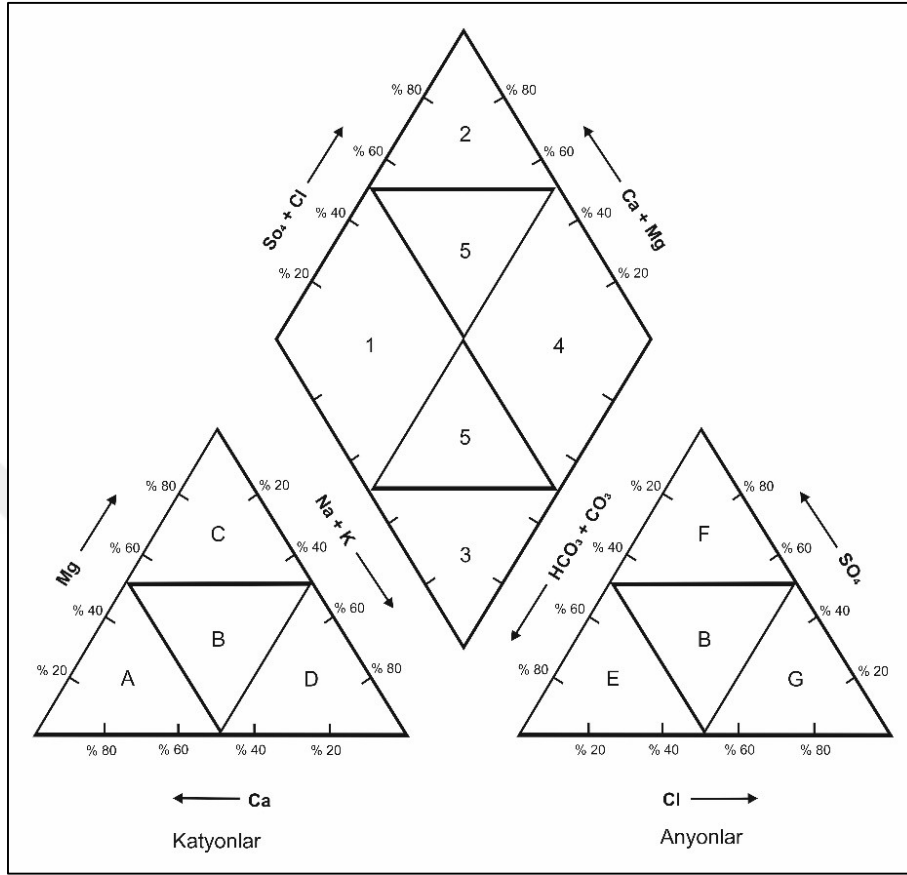
Yüzey ve yeraltı sularının hidrokimyasal sınıflaması, suların kimyasal nitelikleri kullanılarak, bileşimlerinin ve kalitesinin belirlenmesi, farklı bölgelerdeki suların birbirleriyle ve temas halinde oldukları kayaçlarla, antropojenik ve doğal etkenlerle olan ilişkilerinin belirlenmesi açısından hidrojeolojik çalışmalarda sıklıkla kullanılmaktadır [55, 84-88]. Hidrokimyasal sınıflamaların yapılabilmesi için, suyun anyon ve katyon içeriğinin elektriksel yük açısından dengede ve hata payının ±%5'in altında olması tavsiye edilmektedir [89]. Su kimyasında kullanılan, anyon-katyon yük dengesi hatası formülü, Denklem 3.1'de verilmiştir.

$$\% \text{Yük Dengesi Hatası} = \frac{\text{Toplam Katyon (meq}^{-1}) - \text{Toplam Anyon (meqL}^{-1})}{\text{Toplam Katyon (meqL}^{-1}) + \text{Toplam Anyon (meqL}^{-1})} \times 100 \quad (\text{Denklem 3.1})$$

#### 3.3.2.1. Piper diyagramı

Piper [90] tarafından oluşturulmuş olan bu diyagram, hidrokimyasal grafik sınıflandırmalarda oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu diyagram, majör anyon ve katyonların göreceli derişimlerinin iki ayrı kategoriye temsil eden üçgenler ve bu üçgenlerdeki değerlerin birleşmesiyle oluşan merkezde bir eşkenar dörtgenden oluşmaktadır (Şekil 3.4). Piper diyagramında kullanılan anyon ve katyonların %meq/L cinsinden derişimleri, ait oldukları üçgenlere yerleştirilerek, suların fasiyesi belirlenmektedir. Üçgenler üzerindeki noktalar

doğrular yardımıyla eşkenar dörtgene doğru uzatılarak, çizgilerin kesiştiği, majör iyon bileşiminin yüzde cinsinden ifadesi olan ve suyun sınıfını gösteren nokta belirlenmektedir [85].



Şekil 3.4. Piper diyagramı ve sınıflaması [90].

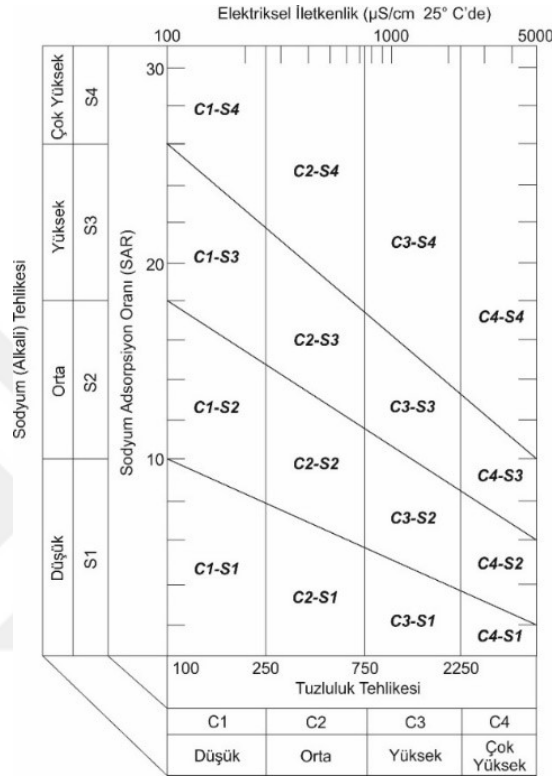
Piper diyagramında (Şekil 3.4), anyon ve kation üçgenleri kendi içerisinde 4'er farklı bölgeyle temsil edilirken, eşkenar dörtgen 5 ayrı bölgeye ayrılmıştır [90; 91]. Anyon üçgeninde, A bölgesi "Kalsiyum tipi suları", B bölgesi "Karışık tipte suları", C bölgesi "Magnezyum tipi suları" ve D bölgesi "Sodyum+Potasyum tipi suları" temsil etmektedir. Kation üçgeninde, E bölgesi "Bikarbonat+Karbonat tipi suları", F bölgesi "Sülfat tipi suları", G bölgesi "Klorür tipi suları" ve B bölgesi "Karışık tipte suları" temsil etmektedir. Eşkenar dörtgene bakıldığında; 1. bölge "Kalsiyum-Magnezyum-Bikarbonat tipi suları", 2. bölge "Kalsiyum-Klorür tipi suları", 3. bölge "Sodyum-Bikarbonat tipi suları", 4. bölge "Sodyum-Klorür tip suları" ve 5. bölge "Karışık tipte suları" temsil etmektedir.

### 3.3.2.2. ABD tuzluluk laboratuvarı diyagramı

ABD tuzluluk laboratuvarı diyagramı [92], suların, sulama suyu olarak kullanılabilirliğini belirlemek amacıyla kullanılmaktadır. Bu diyagramın eksenlerini, sodyum ve alkali tehlikesini

temsil eden Sodyum Adsorpsiyon Oranı (SAR) ve elektriksel iletkenlik değerleri oluşturmaktadır (Şekil 3.5). SAR değerinin hesabında (Denklem 3.2) kullanılan iyonların derişimleri meq/L cinsinden alınır.

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}} \quad (\text{Denklem 3.2})$$



Şekil 3.5. ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramı [92].

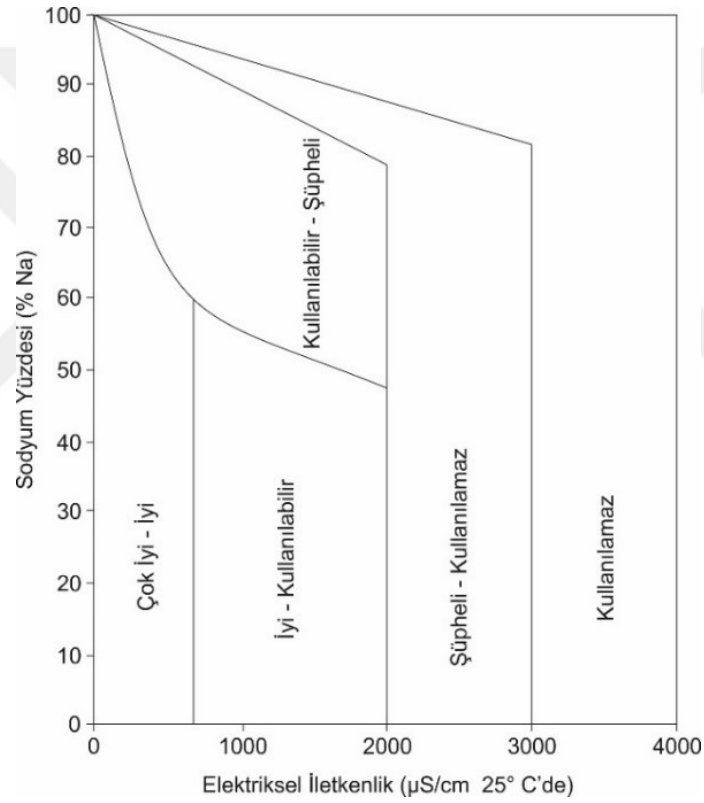
ABD tuzluluk laboratuvarı diyagramında (Şekil 3.5), sular kendi içerisinde SAR oranına göre S1, S2, S3 ve S4 olmak üzere, tuzluluk miktarına göre de C1, C2, C3 ve C4 olmak üzere farklı sınıflara ayrılmıştır. S1 sınıfı sular, sodyumun az olduğu sular olup sodyuma karşı hassas bitkilerin haricinde, diğer bütün tarım faaliyetlerinde kullanılabilir. S2 sınıfı sular, orta derecede sodyum içermekte olup iyi derecede permeabiliteye sahip gipsli arazilerde sulama suyu olarak kullanılabilir. S3 sınıfı sularda, yüksek miktarlarda sodyum bulunmaktadır ve bu sular nadir durumların dışında sulama suyu olarak kullanılabilir. S4 sınıfı sular, çok yüksek miktarda sodyum içeren sular olup yalnızca tuzluluğun çok düşük olduğu durumlarda sulama suyu olarak kullanılabilir.

C1 sınıfı sular, tuzluluğun düşük olduğu suları temsil etmekte olup bitkilerin genelinde sulama suyu açısından uygundur. C2 sınıfındaki sular, orta derecede tuzlu sular olup orta derecede tuza ihtiyacı olan bitkilerde sulama suyu olarak kullanılabilir. C3 sınıfı sularda, tuzluluk miktarı yüksektir ve bu suların drenaj yapılmadan bitkilerin sulanmasında kullanılması

uygun değildir. C4 sınıfı sular, çok yüksek miktarda tuzlu suları temsil etmekte olup çok çok iyi bir drenajın sonunda, bazı bitkilerin sulanmasında kullanılabilir.

### 3.3.2.3. Wilcox diyagramı

Wilcox diyagramı [93], suların tarımda kullanıma uygunluğunun değerlendirilmesi için oluşturulmuş bir diyagramdır. Diyagramın eksenlerini, suyun yüzde (%) sodyum derişimi ve elektriksel iletkenlik (Eİ) değeri oluşturmaktadır. Şekil 3.6’da görüldüğü gibi Wilcox diyagramına göre sular, “Çok iyi-iyi, iyi-kullanılabilir, kullanılabilir-şüpheli, şüpheli-kullanılamaz ve kullanılamaz” olacak şekilde 5 ayrı grupta sınıflandırılmıştır.



Şekil 3.6. Wilcox diyagramı [93].

### 3.3.3. İstatistiksel Analizler

Bu çalışma kapsamında, çok değişkenli istatistiksel analiz yöntemlerinden olan R modu faktör analizi (R-mFA) kullanılmıştır. Faktör analizi yönteminin teknik açıklamaları Harman [94] ve Rummel [95] tarafından detaylı olarak anlatılmıştır. Faktör analizi, eşit varyans ve değişkenlerin normal dağılımını varsaymaktadır [96]. Bu nedenle de, tüm değişkenlerin eşit olarak ağırlıklandırılmasını, ilgili değişkenlerin normalize ve sonrasında standardize edilmesini gerektirmektedir. Faktör analizi tekniği, çok sayıda değişkeni, bir dizi değişken üzerinde yapılan

ölçümleri doğrusal olarak birleştirerek “faktörler” olarak adlandırılan minimum “yeni” değişken sayısına indirir [97].

Bu çalışmada, faktör analizinin ilk aşamasında, mevcut değişkenlerin dağılımlarını değerlendirmek amacıyla tanımlayıcı tek değişkenli istatistikler incelenmiştir. Sonrasında, Box-Cox yöntemi [98] kullanılarak, değişkenlerin normalizasyonu yapılmış ve değişkenler Kolmogorov-Smirnov (K-S) [99, 100] normalite testine tabi tutulmuşlardır. Normal dağılım gösteren yeni değişkenlere, bu değişkenlerin varyansını en üst düzeye çıkarırken, değişkenlerin civarındaki varyansı en düşük seviyeye indirmek amacıyla, Kaiser’in varimax rotasyonu uygulanmıştır. Bu rotasyon ile faktörler, doğal ve antropojenik süreçler açısından kolaylıkla açıklanabilmektedir [101]. Analizin son aşamasında, “Kaiser ölçütü” [102] kullanılarak faktörlerin sayısı belirlenmiştir. Yapılan bütün istatistiksel analizlerde R sürüm 2.5.1 yazılımı [103] kullanılmıştır.

## 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu çalışmada, 17 nolu Doğu Akdeniz havzasında bulunan ve Mersin kent merkezinin doğusunda yer alan Tarsus Çayı ile batısında yer alan Göksu Nehri arasında kalan, toplam 17 akarsu ve bu akarsulara ait havzalar morfometrik, hidrolojik ve hidrokimyasal açıdan incelenmiştir. Bulgular ve tartışma kısmında, bu çalışma kapsamında yapılmış olan analizlerin sonucunda elde edilen bulgular, her bir analize ait alt başlıklar altında verilmiştir.

### 4.1. Morfometrik Analizler

Bu çalışma kapsamında, 17 akarsu havzası için yapılan morfometrik analizler ve hesaplamalar, çalışma alanına ait 10 m çözünürlüklü sayısal yükseklik modeli kullanılarak üretilmiştir. Her bir havza için morfometrik parametre değerleri, temel parametreler (havza alanı (A), havza uzunluğu ( $L_b$ ), havza çevresi uzunluğu (P), havza rölyefi ( $B_h$ ), akış dizilimi (U), akış numarası ( $N_u$ ), akış uzunluğu ( $L_u$ ) ve hipsometrik eğri) ve bu temel parametrelerden türetilen karakteristik parametreler (drenaj yoğunluğu ( $D_d$ ), akarsu sıklığı ( $F_s$ ), drenaj dokusu ( $D_t$ ), çatallanma oranı ( $R_b$ ), ortalama çatallanma oranı ( $MR_b$ ), form faktör ( $R_f$ ), uzama oranı ( $R_e$ ), yüzeysel akış uzunluğu ( $L_g$ ), rölyef oranı ( $R_r$ ) ve hipsometrik integral ( $I_{hyp}$ )) olacak şekilde iki grupta incelenmiştir. Yapılan hesaplamalar ve incelemeler sonucunda elde edilen bulgular, ilgili başlıklar altında detaylı olarak anlatılmıştır.

#### 4.1.1. Temel Parametreler

Morfometrik analiz çalışmalarında kullanılan temel morfometrik parametreler, direkt olarak havza dinamikleri, morfometrik evriminin tanımlanması, erozyon ve sel değerlendirmeleri gibi hidrolojik yorumların yapılmasını sağlamasa da, bu yorumlama ve değerlendirmelerin yapılabilmesi için kullanılan karakteristik parametrelerin hesaplanması için kullanılmaktadırlar. Bu çalışma için yapılan morfometrik analizler sonucunda, çalışma alanında bulunan 17 akarsu havzasının temel morfometrik parametrelerinden havza alanı (A), havza uzunluğu ( $L_b$ ), havza çevresi uzunluğu (P), havza rölyefi ( $B_h$ ), akış dizilimi (U), akış numarası ( $N_u$ ) ve akış uzunluğu ( $L_u$ ) parametrelerinin değerleri Tablo 4.1'de verilmiştir.

**Tablo 4.1.** Çalışma alanında bulunan havzaların temel morfometrik parametre değerleri (A: Havza alanı;  $L_b$ : havza uzunluğu; P: havza çevresi uzunluğu;  $B_h$ : havza rölyefi; U: akış dizilimi;  $N_u$ : akış numarası ve  $L_u$ : akış uzunluğu).

<i>Havza Adı</i>	<i>A (km<sup>2</sup>)</i>	<i>L<sub>b</sub> (km)</i>	<i>P (km)</i>	<i>B<sub>h</sub> (km)</i>	<i>U*</i>	<i>N<sub>u</sub>*</i>	<i>L<sub>u</sub> (km)</i>
<b>Deliçay</b>	439,26	65,41	183,72	2,33	6	1114	807,26
<b>Kumlukoyak</b>	15,52	13,14	27,06	0,58	4	41	42,06
<b>Müftü</b>	468,65	79,96	177,84	2,56	6	850	776,49
<b>Mezitli</b>	168,71	38,72	92,56	1,99	5	513	375,66
<b>Kandak</b>	34,21	20,44	44,58	0,97	4	169	99,73
<b>Sıpa Koyağı</b>	10,55	8,85	18,98	0,56	4	42	31,42
<b>Tece</b>	99,64	37,74	89,43	2,04	5	387	229,34
<b>Gilindirez</b>	330,41	58,49	138,90	2,32	5	543	527,28
<b>Karakız</b>	126,94	39,28	93,39	1,85	5	338	256,43
<b>Arpaçbahşiş</b>	13,80	12,94	27,68	0,58	4	63	41,27
<b>Kargıcak</b>	60,13	26,92	59,61	1,70	4	84	100,16
<b>Sorgun</b>	449,18	79,85	271,89	2,42	6	1001	811,57
<b>Kocahasanlı</b>	14,24	8,32	18,93	0,60	3	24	26,90
<b>Lamas</b>	1344,17	104,11	288,98	2,47	6	1718	1940,25
<b>Paşasuyu</b>	63,95	23,55	55,50	1,02	4	45	70,32
<b>Miytan</b>	153,45	39,73	97,13	1,52	5	252	250,37
<b>Kapız 2</b>	193,64	53,66	127,45	1,70	5	256	297,71

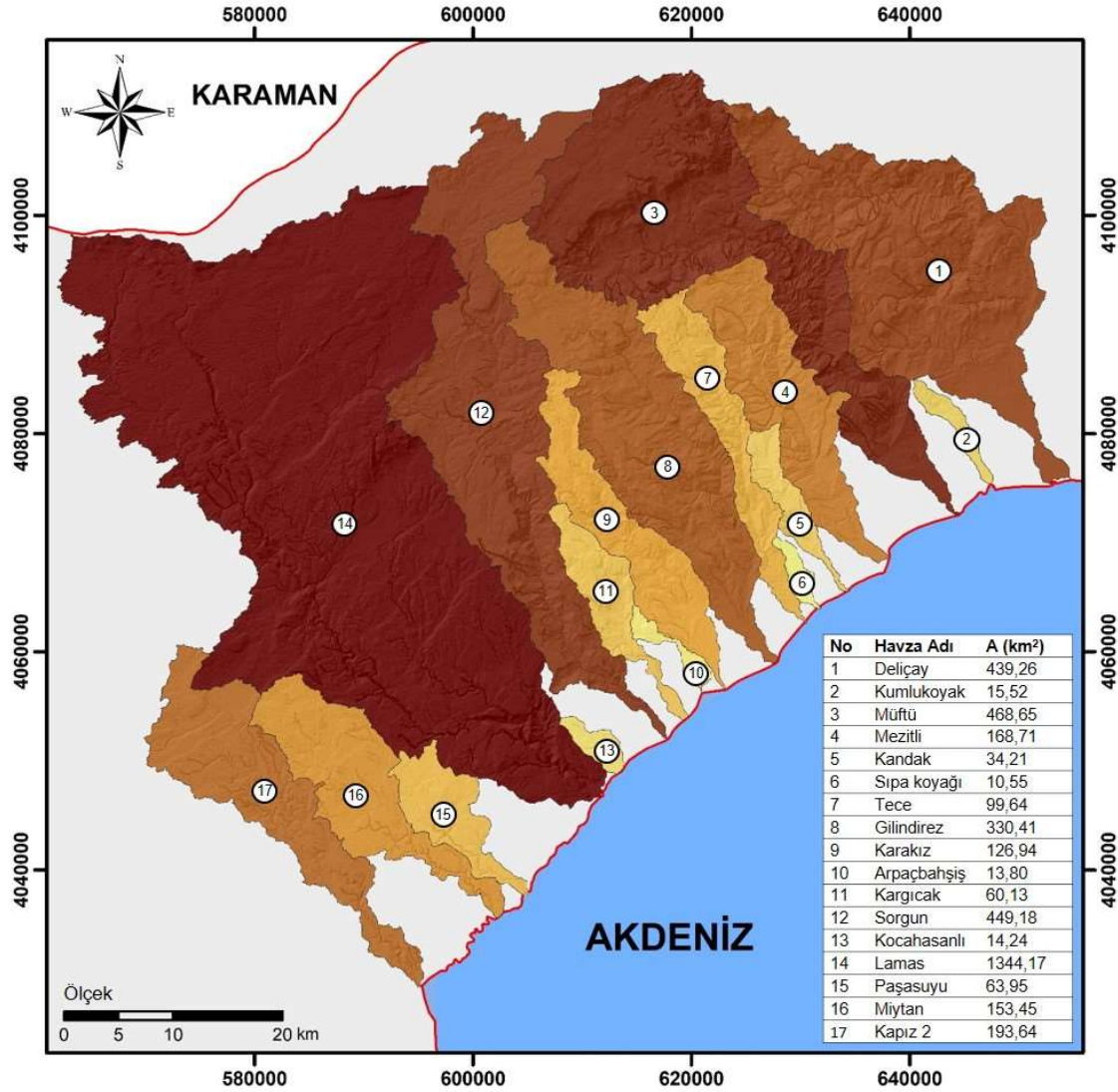
\*Birimsiz.

#### 4.1.1.1. Havza alanı (A)

Akarsu havzalarının morfometrik analizlerinde kullanılan temel parametrelerden biri olan havza alanı (A), havzalardaki akış dizileri, su potansiyeli ve sediman taşınımı gibi etkenlerle doğrusal bir ilişki (korelasyon) göstermektedir [40]. Dolayısıyla, akarsu havzalarının morfometrik olarak değerlendirilmesi açısından, havza alanlarının bilinmesi oldukça büyük bir önem arz etmektedir. Bununla birlikte, birbirine komşu havzaların karşılaştırılması, sel, taşkın, su potansiyeli gibi, günümüz ve geleceğe yönelik havza tabanlı su planlamalarının yapılması bakımından değerlendirilecek kriterlerin başında havzaların kapladıkları alanlar gelmektedir.

Çalışma alanında bulunan havzaların alanları; 10,55 km<sup>2</sup> ile 1344,17 km<sup>2</sup> arasında değişmektedir. En küçük alana sahip havza Sıpa Koyağı iken, en büyük alana sahip havza Lamas havzasıdır. Tülücü'nün sınıflandırmasına [104] göre; Deliçay, Müftü, Gilindirez, Sorgun ve Lamas havzaları, alanları 250 km<sup>2</sup>'den daha büyük olduğu için "büyük havza" olarak nitelendirilebilir. Diğer havzalar, bu havzaların aralarında kalan bölgelerde, daha küçük alanlar kaplamaktadırlar.

Çalışma alanında bulunan havzalar, havza alanı bakımından, küçük değerden büyük değere doğru, koyulaşan renklerle temsil edilecek şekilde tematik olarak haritalanmış ve Şekil 4.1'de gösterilmiştir.

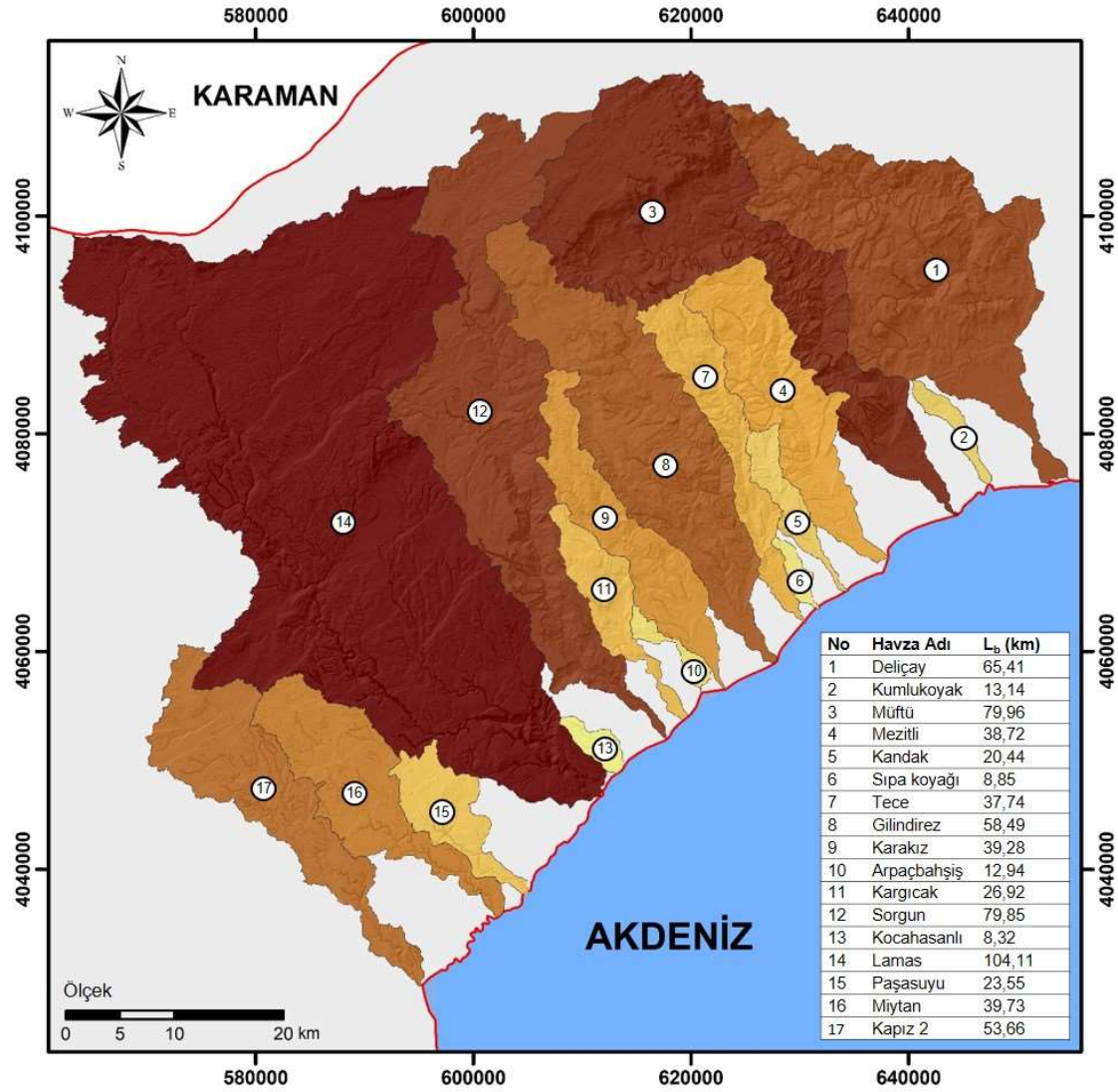


Şekil 4.1. Çalışma alanında bulunan havzaların kapladıkları alanlar (A) bakımından mekânsal dağılımı.

#### 4.1.1.2. Havza uzunluğu (L<sub>b</sub>)

Çalışma alanında bulunan havzalar, uzunlukları bakımından, Şekil 4.2'de görüldüğü gibi değer arttıkça koyulaşan renk tonları ile karakterize edilecek şekilde sınıflandırılmıştır. Buna göre; uzunluğu en az olan havza 8,32 km ile Kocahasanlı havzası iken, 104,11 km uzunluğa sahip Lamas havzası en uzun havzadır.

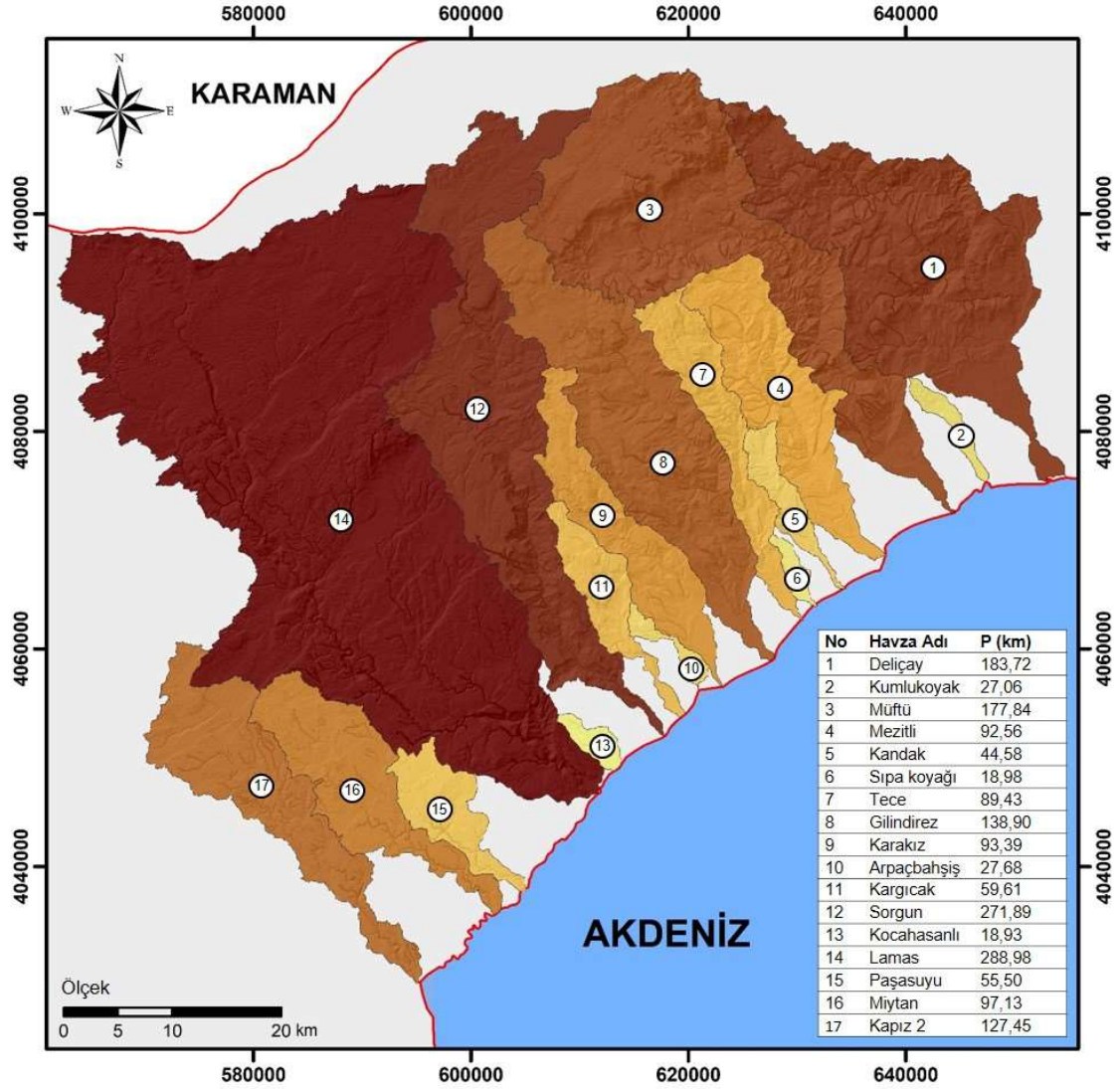




Şekil 4.2. Çalışma alanında bulunan havzaların uzunluk (L<sub>b</sub>) bakımından mekânsal dağılımı.

#### 4.1.1.3. Havza çevresi uzunluğu (P)

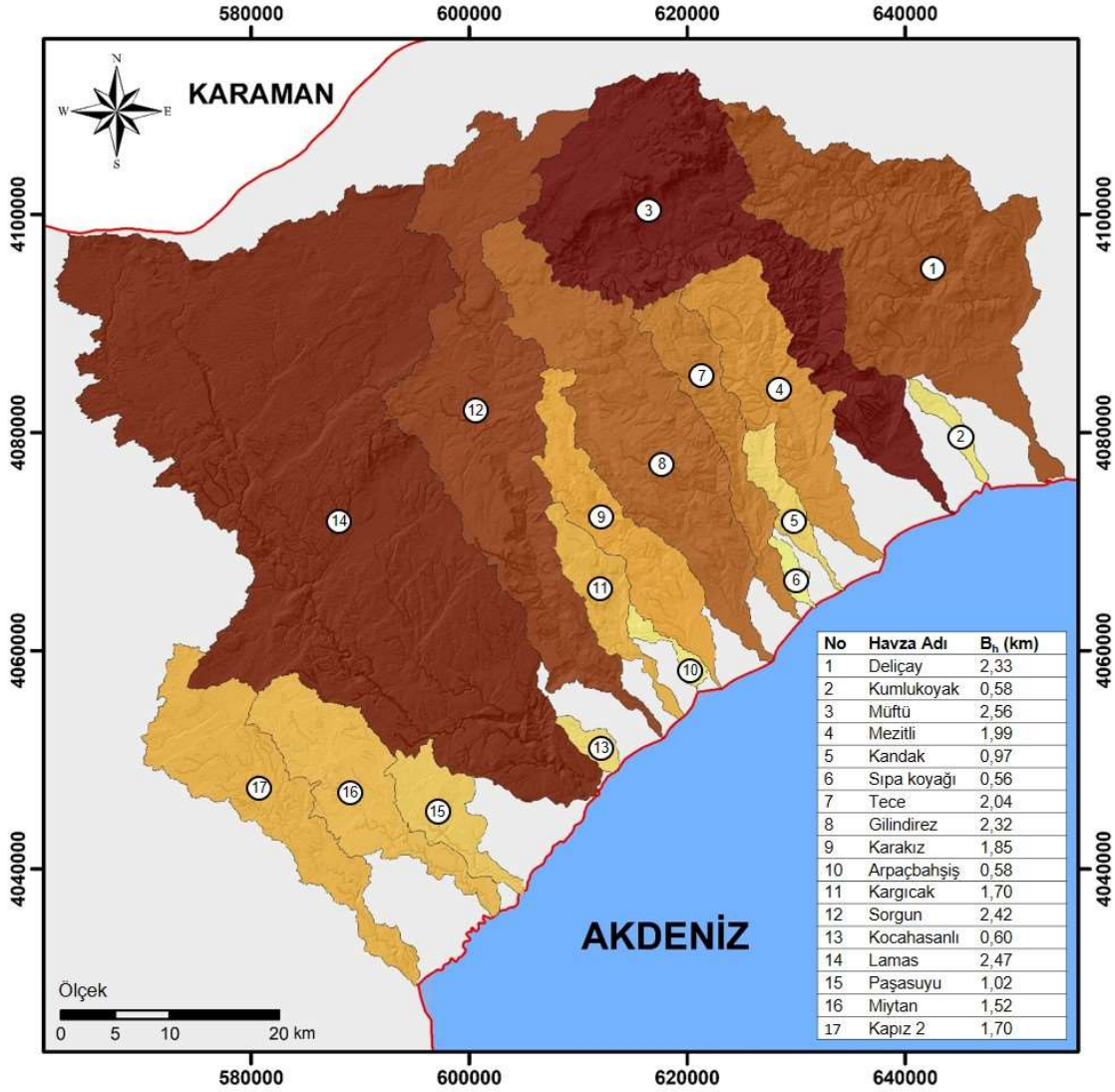
Havza çevresi uzunluğu, yaklaşık eş alan kaplayan havzaların, havza sınır bölümlerinin engebelilik durumuna bağlı olarak farklılıklar göstermektedir. Çalışma alanı içerisinde yer alan 17 akarsu havzası içerisinde, havza çevresi uzunluğu en az olan havza 18,93 km ile Kocahasanlı havzası iken, Lamas havzası 288,99 km sınır çizgisi uzunluğu ile en fazla çevre uzunluğuna sahip havzadır. Havzaların çevre uzunlukları değerleri Şekil 4.3'te, küçükten büyüğe doğru, değer arttıkça koyulaşan renk tonları ile karakterize edilen sınıflar şeklinde gösterilmiştir.



**Şekil 4.3.** Çalışma alanında bulunan havzaların çevre uzunlukları (P) bakımından mekânsal dağılımı.

#### 4.1.1.4. Havza rölyefi ( $B_h$ )

Çalışma alanında bulunan havzalar, Şekil 4.4'te görüldüğü gibi en yüksek noktaları ile en düşük noktaları arasındaki yükseklik farklarına göre, değer arttıkça koyulaşan renk tonları ile karakterize edilecek şekilde sınıflandırılmıştır. Çalışma alanı içerisinde yer alan 17 akarsu havzası içerisinde havza rölyefi değeri en düşük olan havza 0,56 km ile Sıpa Koyağı havzası iken Müftü havzası 2,56 km ile en fazla havza rölyefine sahip havzadır.

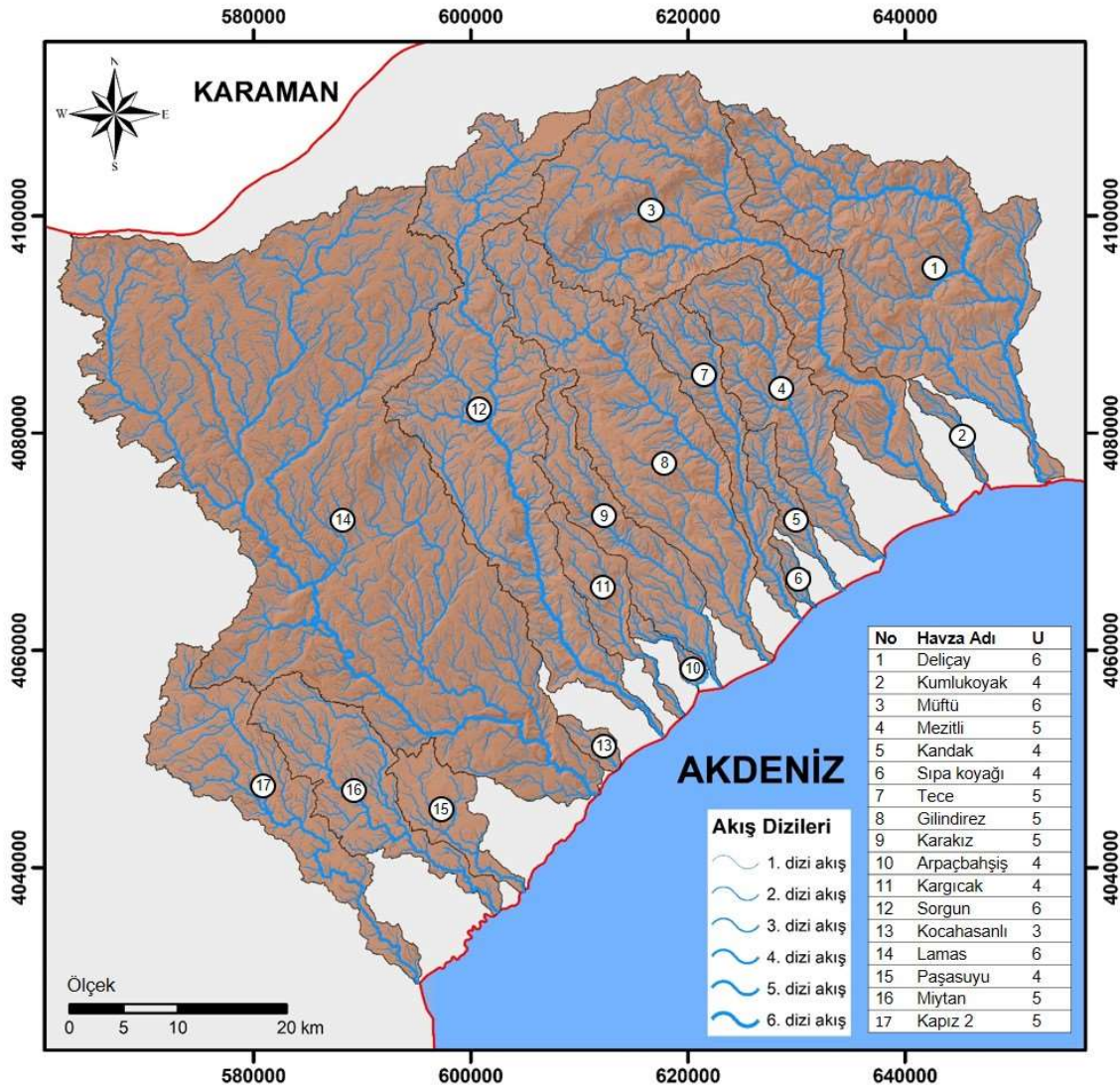


Şekil 4.4. Çalışma alanında bulunan havzaların rölyeferleri (B<sub>h</sub>) bakımından mekânsal dağılımı.

#### 4.1.1.5. Akış dizilimi (U)

Akış dizilimi, karşılaştırılabilir büyüklükteki havzalara ait drenaj ağlarının gelişme derecelerinin kıyaslanmasında kullanılan kantitatif bir araçtır. İyi drene olmuş havzalar, kötü drene olmuş havzalara göre, daha fazla akış dizilimine sahiptirler [36]. Çalışma alanında bulunan havzaların akış dizilimleri Şekil 4.5'te gösterilmiştir. Akış dizilimi, havza alanı ile yüksek bir ilişkiye (korelasyona) sahip olup bazı durumlarda havzanın tektonik, jeolojik ve iklimik özelliklerine bağlı olarak değişim gösterebilmektedir. Çalışma alanının en düşük akış dizilimine sahip olan havzası, bünyesinde en fazla 3. dizi akış bulunduran Kocahasanlı havzası olup çalışma alanının en fazla yüzey alanına sahip havzalarından olan Deliçay, Müftü, Sorgun ve Lamas havzaları ise 6. dizi akışı içerisinde bulundurulur. Mezitli, Tece, Gilindirez, Karakız, Miytan ve Kapız 2 havzaları, bünyelerinde 5. dizi akışları bulundururken, Kumlukoyak, Kandak,

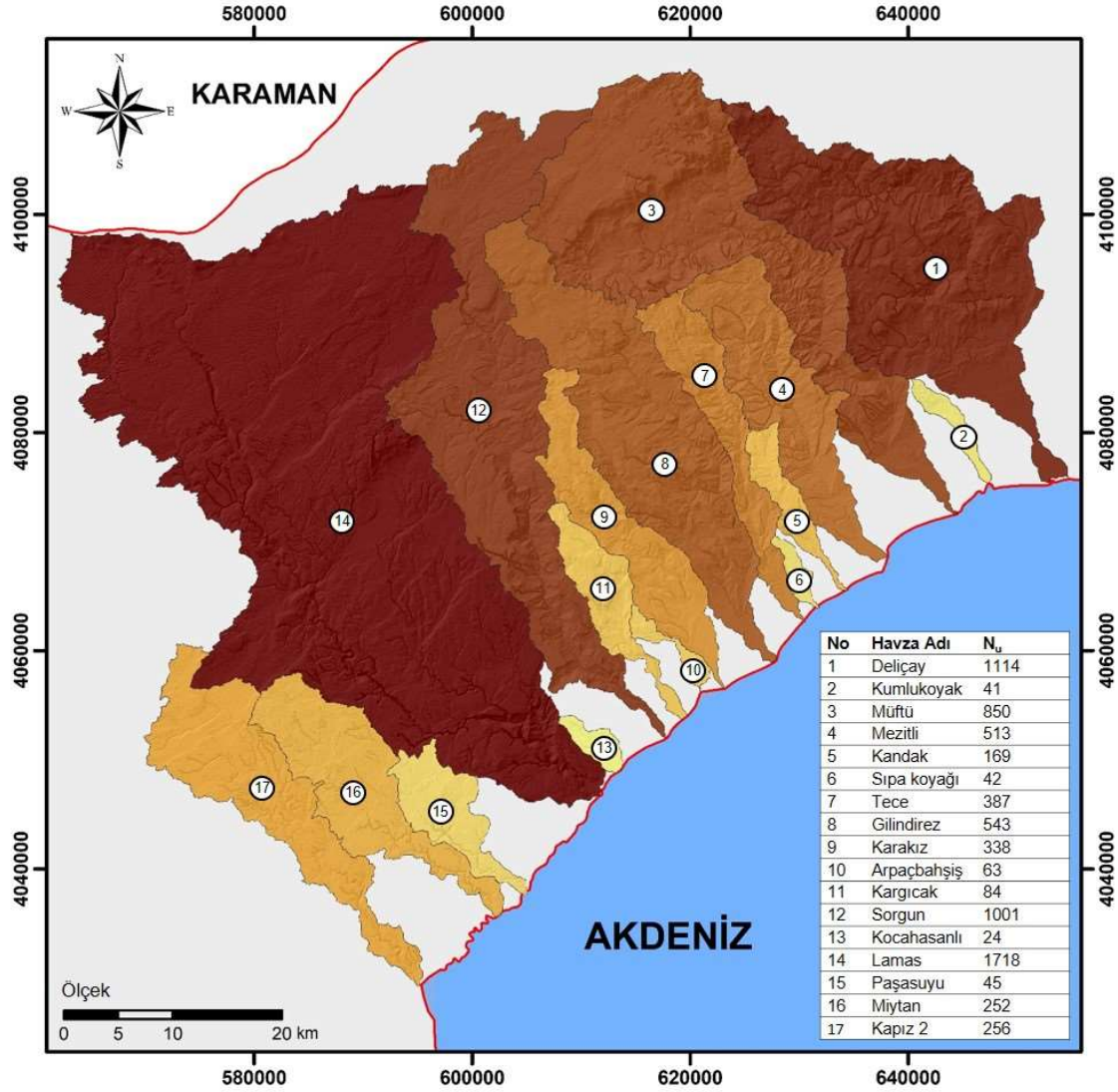
Kocahasanlı, Sıpa Koyağı, Arpaçbaşı, Kargıcak ve Paşasuyu havzalarında ise en fazla 4. dizi akış görülmektedir.



Şekil 4.5. Çalışma alanında bulunan havzaların akış dizilimleri bakımından mekânsal dağılımı.

#### 4.1.1.6. Akış numarası ( $N_u$ )

Akış numarası, genel olarak akış dizilimine paralel eğilim göstermekte olup havza alanları ile doğru orantılı olacak şekilde artış ya da azalış göstermektedir. Çalışma alanında bulunan havzalar, toplam akış numaralarına göre, değer arttıkça koyulaşan renk tonları ile karakterize edilerek sınıflandırılmış ve Şekil 4.6'da gösterilmiştir. En düşük akış numarasına sahip olan havza 24 akış kolu ile Kocahasanlı havzası iken, bünyesinde 1718 akış kolu bulunan Lamas havzası çalışma alanının akış numarası en fazla olan havzasıdır.



**Şekil 4.6.** Çalışma alanında bulunan havzaların akış numaraları ( $N_u$ ) bakımından mekânsal dağılımı.

Bir havzaya ait “Akış numarası”, akarsu havzalarının birbirleriyle karşılaştırılması açısından önemli bir parametre olmasının yanı sıra, havzanın kendi içerisinde morfometrik düzeni ve gelişiminin değerlendirilmesinde de kullanılan önemli bir parametredir. Çalışma alanında bulunan havzaların akış dizilimlerine ait akış numaraları Tablo 4.2’de gösterilmiştir. Bu tablo incelendiğinde, 1. dizi akışlar en fazla akış koluna sahip iken, akış dizisi arttıkça akış numaralarının da azaldığı görülmektedir. Bu durum, çalışma alanında bulunan bütün akarsu havzalarının, oluşum ve büyüklüklerindeki değişimin, bölgenin fizyografik ve yapısal durumu ile toprağın sızma kapasitesine bağlı olarak geliştiğini göstermektedir.

**Tablo 4.2.** Çalışma alanında bulunan havzaların akış dizilimine bağlı olarak akış numarası değerleri.

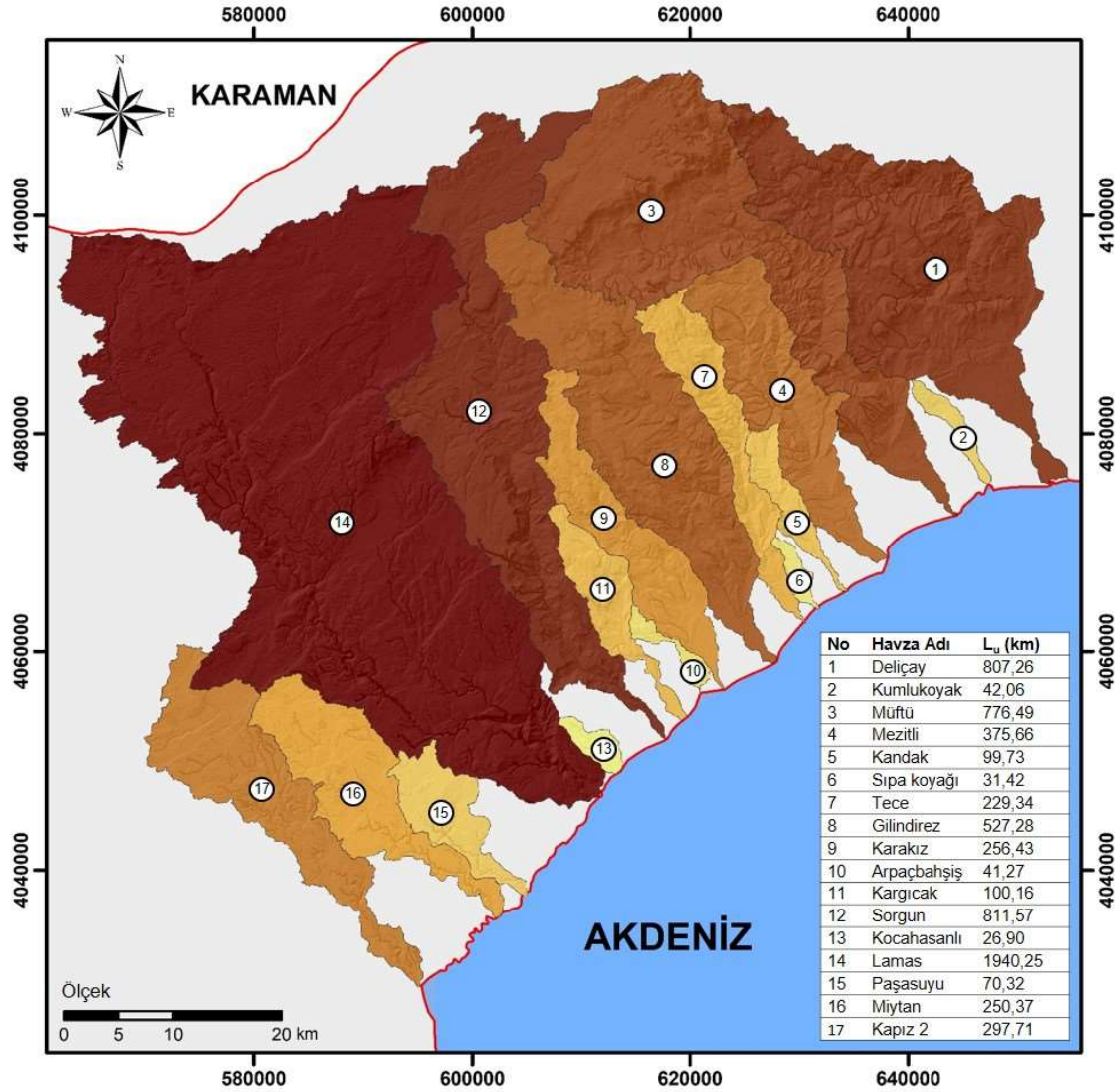
	<i>Akış Dizilimi (U)</i>					
	<b>1.</b>	<b>2.</b>	<b>3.</b>	<b>4.</b>	<b>5.</b>	<b>6.</b>
Deliçay	880	174	45	10	4	1
Kumlukoyak	32	6	2	1	-	-
Müftü	664	149	27	7	2	1
Mezitli	414	81	15	2	1	-
Kandak	134	31	3	1	-	-
Sıpa Koyağı	32	7	2	1	-	-
Tece	315	58	11	2	1	-
Gilindirez	434	85	21	2	1	-
Karakız	273	53	10	2	1	-
Arpaçbahşiş	49	10	3	1	-	-
Kargıcak	68	12	3	1	-	-
Sorgun	797	164	32	5	2	1
Kocahasanlı	19	4	1	-	-	-
Lamas	1406	233	60	13	5	1
Paşasuyu	34	7	3	1	-	-
Miytan	191	46	11	3	1	-
Kapız 2	198	47	8	2	1	-

#### 4.1.1.7. Akış uzunluğu ( $L_u$ )

Bir havzaya ait toplam akış uzunluğu, havzanın büyüklüğü ile doğru orantılıdır. Çalışma alanında, akış uzunluğu en fazla olan havza, 1940,25 km ile en büyük alana sahip Lamas havzasıdır. Toplam akış uzunluğu 26,9 km olan ve en küçük alana sahip havzalardan biri olan Kocahasanlı havzası ise akış uzunluğu değeri en düşük olan havzadır. Havzalar, akış uzunluğu değerlerine göre, değer arttıkça koyulaşan renk tonlarına göre sınıflandırılmış ve Şekil 4.7'de gösterilmiştir.

Akış uzunluğu parametresi, komşu havzaların birbirleriyle karşılaştırılmasında kullanılan önemli bir parametre olup havzanın kendi iç dinamiklerinin belirlenmesinde de önemli bir yer tutmaktadır. Çalışma alanında bulunan havzaların, akış dizilimlerine göre, akış uzunluğu değerleri Tablo 4.3'te gösterilmiştir. Horton'a [36] göre; akış dizisi sayısı arttıkça, akış uzunluğu azalmaktadır. Bu tür farklılıklar, topoğrafik, yapısal ya da jeolojik etkenlerin düzensizliğini göstermektedir [7, 105, 106]. Çalışma alanında bulunan havzaların akış uzunlukları, genel olarak,

akış dizilimi değeri arttıkça azalırken, en büyük akış dizisindeki akış uzunlukları, bir önceki akış dizisindeki akış uzunluğuna göre daha yüksek değer göstermektedir. Bu durum, havzalardaki yükseklik farkının fazla olması, litolojik değişimler ve orta-dik yamaçlardan akan akarsuların yoğunluğundan kaynaklanabilmektedir.



Şekil 4.7. Çalışma alanında bulunan havzaların akış uzunluğu ( $L_u$ ) bakımından mekânsal dağılımı.

**Tablo 4.3.** Çalışma alanında bulunan havzaların her bir akış dizilimine ait akarsu kollarının akış uzunluğu değerleri.

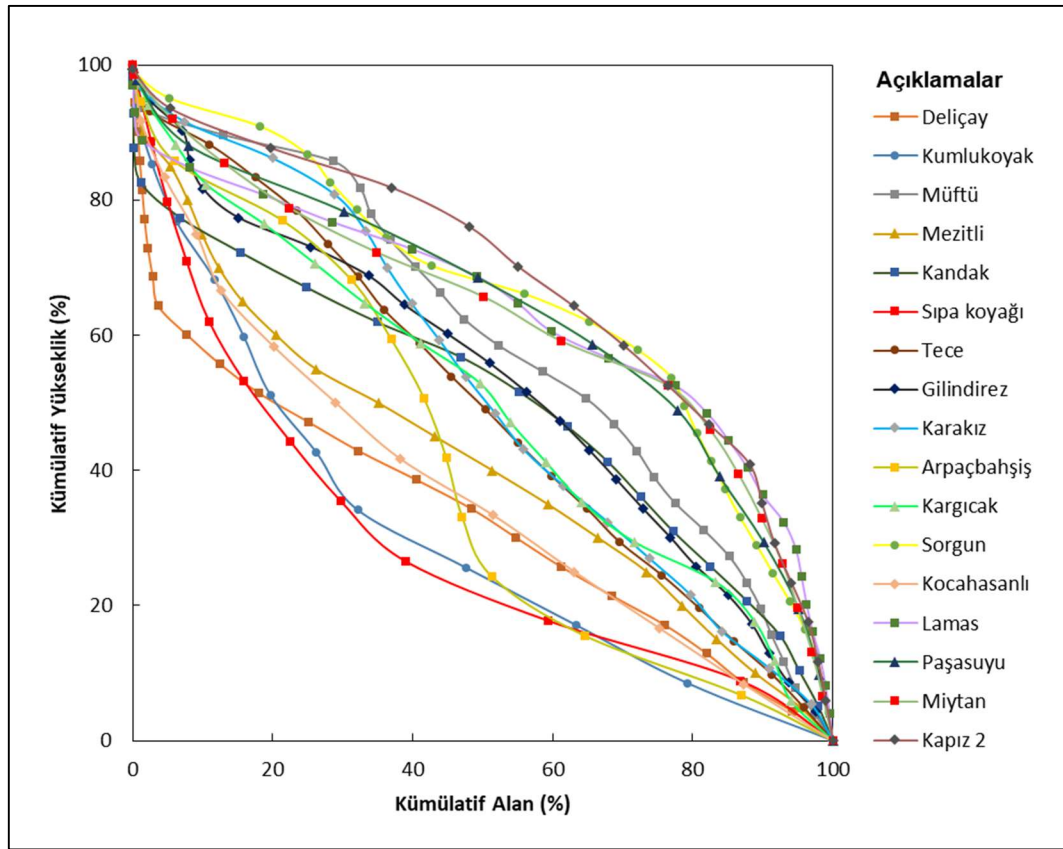
	<i>Akış Dizilimi (U)</i>					
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Deliçay	396,55	195,42	99,38	41,74	25,18	48,98
Kumlukoyak	21,58	8,09	3,80	8,59	-	-
Müftü	417,52	175,60	67,53	50,33	20,80	44,71
Mezitli	195,82	101,39	39,99	18,39	20,07	-
Kandak	52,27	27,12	3,69	16,65	-	-
Sıpa Koyağı	13,66	11,72	5,02	1,02	-	-
Tece	115,45	52,30	22,07	12,25	27,27	-
Gilindirez	297,02	113,29	73,01	18,39	43,57	-
Karakız	129,77	67,18	32,26	25,07	2,15	-
Arpaçbahşiş	19,23	10,03	2,03	9,98	-	-
Kargıcak	54,30	15,37	17,58	12,91	-	-
Sorgun	418,71	213,67	70,97	37,76	30,58	39,88
Kocahasanlı	13,17	7,63	5,29	-	-	-
Lamas	1017,12	508,54	251,80	96,23	103,07	59,71
Paşasuyu	30,70	18,95	7,60	13,05	-	-
Miytan	130,88	54,38	37,50	16,13	27,61	-
Kapız 2	150,60	62,79	30,99	20,36	32,97	-

#### 4.1.1.8. Hipsometrik eğri

Hipsometrik eğri, havzaların tektonik ve jeomorfik gelişimleri hakkında bilgi veren bir parametredir [6, 34, 37]. Hipsometrik eğrinin iç bükey olması, havzanın büyük ölçüde aşındığını, akarsu enerjisinin azaldığını ve bunun sonucunda da akarsu aşındırmasının düşük olduğunu gösterirken, dış bükey eğriler, akarsu enerjisinin yüksek olduğunu ve aşındırıcı gücünün daha fazla olduğunu göstermektedir. Bunun yanı sıra, hipsometrik eğrideki genel eğilimin dışında, eğri içerisinde görülen ani eğilim değişimleri, havzada yapısal unsurların varlığını ya da kayaçların aşınmaya karşı dirençlerinde farklılıklar olduğunu göstermektedir [37]. Çalışma alanında bulunan havzaların hipsometrik eğrileri Şekil 4.8'de gösterilmiştir. Deliçay, Kumlukoyak, Mezitli, Sıpa Koyağı, Arpaçbahşiş ve Kocahasanlı havzalarının eğrileri, iç bükey şekle sahipken, Müftü, Karakız, Sorgun, Miytan ve Kapız 2 havzalarının eğrileri dış bükeydir. Şekil 4.8'de görüldüğü üzere, Deliçay ve Müftü havzalarının hipsometrik eğrilerindeki ani eğilim değişimleri, bu havzaların yüksek kesimlerinde bulunan yoğun fayların varlığı ile açıklanabilir (Şekil 2.10). Arpaçbahşiş havzasına ait hipsometrik eğrideki ani değişim ise, havzanın orta kesimlerinde



bulunan karbonat kayalardan, aşınmaya karşı direnci daha düşük Kuvaterner birimlerine geçiş ile açıklanabilir (Şekil 2.10).



Şekil 4.8. Çalışma alanında bulunan havzaların hipsometrik eğrileri.

#### 4.1.2. Karakteristik Parametreler

Karakteristik parametreler, akarsu havzalarının jeomorfik, jeodinamik ve hidrolojik özelliklerinin değerlendirilmesinde kullanılan anahtar parametreler olup akarsu havzalarının morfolojisinin temelini oluşturan “Temel Parametreler”den türetilmektedirler (Tablo 3.1). Çalışma alanındaki havzaların karakteristik morfometrik parametre değerleri Tablo 4.4’te gösterilmiştir.

**Tablo 4.4.** Çalışma alanında bulunan havzaların karakteristik morfometrik parametre değerleri ( $D_d$ : drenaj yoğunluğu;  $F_s$ : akarsu sıklığı;  $D_t$ : drenaj dokusu;  $MR_b$ : ortalama çatallanma oranı;  $R_f$ : form faktör;  $R_e$ : uzama oranı;  $L_g$ : yüzeysel akış uzunluğu;  $R_r$ : rölyef oranı ve  $I_{hyp}$ : hipsometrik integral).

Havza Adı	$D_d$ ( $km^{-1}$ )	$F_s$	$D_t$	$MR_b$	$R_f$	$R_e$	$L_g$	$R_r$	$I_{hyp}$
Deliçay	1,84	2,54	6,06	3,98	0,10	0,36	0,27	0,03	0,33
Kumlukoyak	2,71	2,64	1,51	3,44	0,09	0,34	0,18	0,04	0,30
Müftü	1,66	1,81	4,78	3,86	0,07	0,31	0,30	0,03	0,59

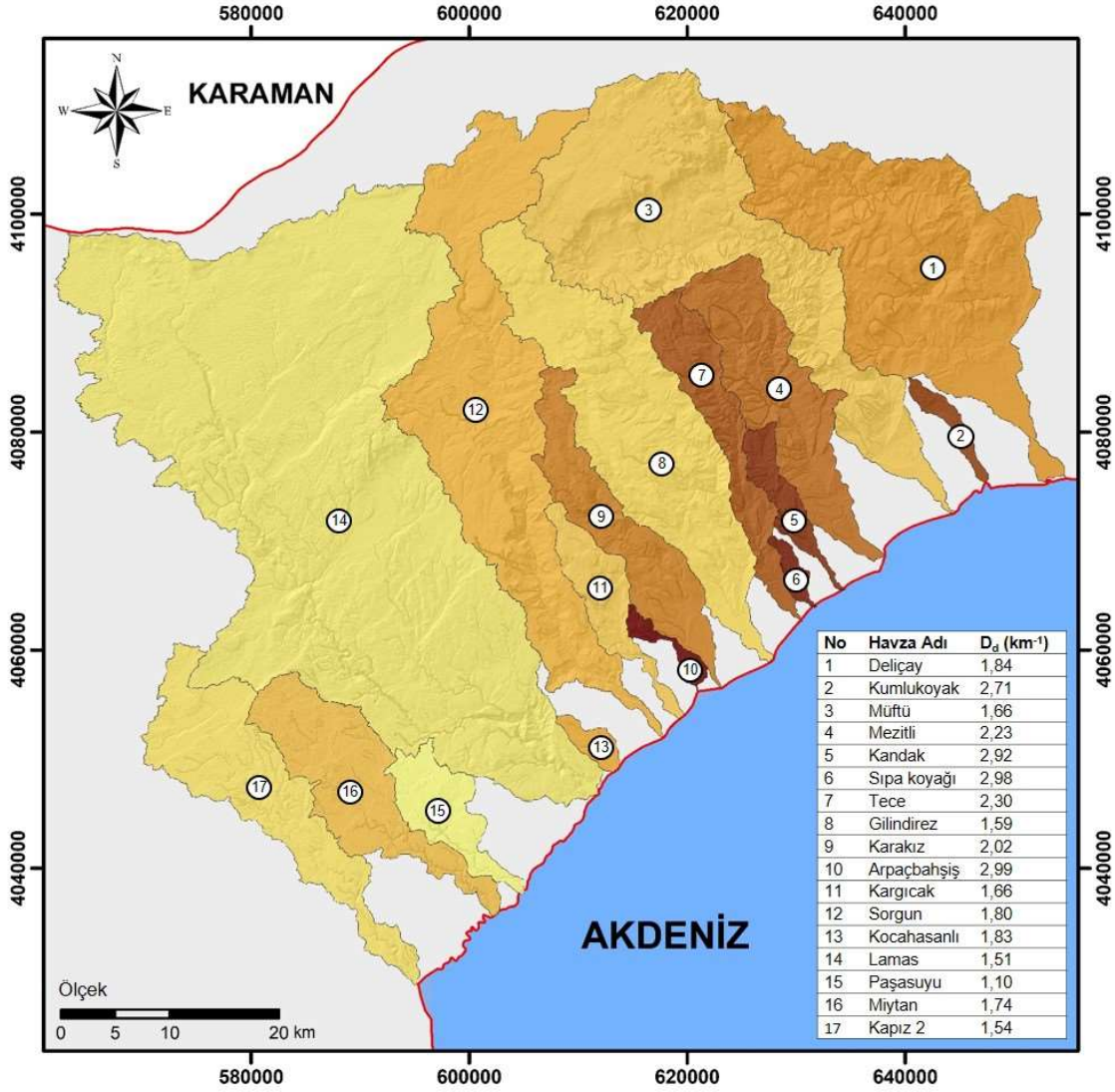
**Tablo 4.4'**ün devamı.

<b>Havza Adı</b>	<b><math>D_d</math> (<math>km^{-1}</math>)</b>	<b><math>F_s</math></b>	<b><math>D_t</math></b>	<b><math>MR_b</math></b>	<b><math>R_f</math></b>	<b><math>R_e</math></b>	<b><math>L_g</math></b>	<b><math>R_r</math></b>	<b><math>I_{hyp}</math></b>
<b>Mezitli</b>	2,23	3,04	5,54	5,00	0,11	0,38	0,22	0,05	0,41
<b>Kandak</b>	2,92	4,94	3,79	5,88	0,08	0,32	0,17	0,05	0,50
<b>Sıpa Koyağı</b>	2,98	3,98	2,12	3,35	0,13	0,41	0,17	0,06	0,29
<b>Tece</b>	2,30	3,88	4,32	3,72	0,07	0,29	0,22	0,05	0,50
<b>Gilindirez</b>	1,59	1,64	3,90	5,41	0,09	0,35	0,31	0,04	0,53
<b>Karakız</b>	2,02	2,66	3,62	4,36	0,08	0,33	0,25	0,05	0,53
<b>Arpaçbahşiş</b>	2,99	4,56	2,28	3,74	0,08	0,32	0,17	0,04	0,40
<b>Kargıcak</b>	1,66	1,40	1,41	4,22	0,08	0,33	0,30	0,06	0,49
<b>Sorgun</b>	1,80	2,23	3,68	4,18	0,07	0,30	0,27	0,03	0,66
<b>Kocahasanlı</b>	1,83	1,68	1,27	4,38	0,20	0,51	0,27	0,07	0,37
<b>Lamas</b>	1,51	1,28	5,94	4,42	0,12	0,39	0,33	0,02	0,64
<b>Paşasuyu</b>	1,10	0,70	0,81	3,39	0,12	0,38	0,45	0,04	0,63
<b>Miytan</b>	1,74	1,64	2,59	3,75	0,09	0,35	0,28	0,04	0,63
<b>Kapız 2</b>	1,54	1,32	2,01	4,02	0,07	0,29	0,32	0,03	0,68

#### 4.1.2.1. Drenaj yoğunluğu ( $D_d$ )

Havzaların drenaj yoğunluğu, yağış, sızma kapasitesi, rölyef ve arazi yapısına bağlı olarak değişmektedir. Zemin geçirimsizliği diğer havzalara göre yüksek olan havzalarda, drenaj yoğunluğu düşük olup bu durum daha kaba bir drenaj dokusunun oluşmasına neden olmaktadır. Zemin geçirimsizliği diğer havzalara göre daha düşük olan havzalarda ise, drenaj yoğunluğu yüksek olup daha ince bir drenaj dokusu oluşmaktadır. Havzadaki bitki örtüsü, drenaj yoğunluğunu önemli derecede etkilemektedir. Yoğun bitki örtüsüne sahip havzalarda, yüzeye düşen yağışın çoğu bitkiler tarafından tutulacağı için, yüzey akışı çok fazla olmayacak ve dolayısıyla drenaj yoğunluğu değeri düşük olacaktır [6, 107]. Düşük drenaj yoğunluğu, kaba drenaj dokusuna neden olmakta ve bu da zeminin yüksek geçirimli malzemeden oluştuğunu göstermektedir. Yüksek drenaj yoğunluğu ise, ince drenaj dokusunun oluşmasına neden olmakta ve bu da zeminin geçirimsiz malzemeden oluştuğunu göstermektedir [41].

Çalışma alanında bulunan havzaların, drenaj yoğunluğu değerleri 1,10 ile 2,99 arasında değişmektedir (Şekil 4.9). Çalışma alanında, en düşük drenaj yoğunluğu Paşasuyu havzasında, en yüksek drenaj yoğunluğu ise Arpaçbahşiş havzasında görülmektedir. Çalışma alanının batısında yer alan ve karstik özellikler sergileyen karbonatlı kayaların yaygın olduğu havzalarda, drenaj yoğunluğu değerleri düşük, doğuda bulunan ve geçirimsizliği düşük olan ofiyolitik kayaların bulunduğu havzalarda ise yüksektir. Bu da, çalışma alanının doğusunda bulunan havzalarda yüzey akışının, batıda bulunan havzalara göre daha fazla olacağı anlamına gelmektedir.

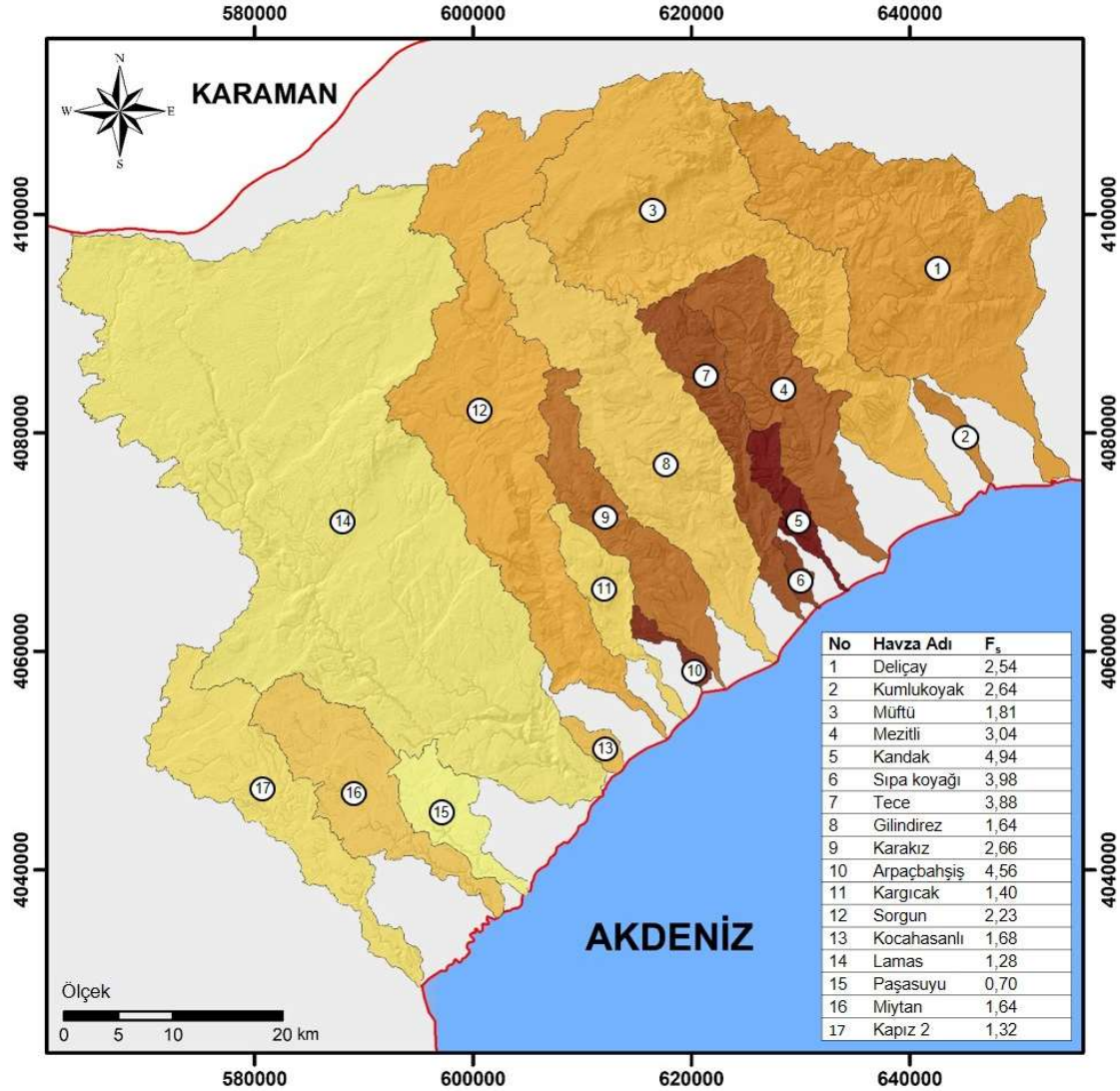


Şekil 4.9. Çalışma alanında bulunan havzaların drenaj yoğunluğu ( $D_d$ ) bakımından mekânsal dağılımı.

#### 4.1.2.2. Akarsu sıklığı ( $F_s$ )

Birim alana düşen akarsu kolu sayısını ifade eden akarsu sıklığı, kayaç yapısı, sızma kapasitesi, bitki örtüsü, zeminin geçirimsizliği, yağış miktarı ve türü ve rölyef gibi parametrelere bağlı olarak değişebilmektedir [42]. Bütün bu faktörlerin yanında, insan ve arazi kullanımı faktörleri de akarsu sıklığı değerini etkileyebilmektedir [42, 108]. Geçirimsizliği düşük ve seyrek bitki örtüsüne sahip yüksek rölyefli alanlarda, akarsu sıklığı yüksek değerler alırken, sızma kapasitesi yüksek ve yoğun bitki örtüsüne sahip, düşük rölyefe sahip alanlarda bu parametre düşük değerler almaktadır [109]. Düşük akarsu sıklığı değerine sahip havzalarda, yüzey akışı yavaştır ve bundan dolayı akarsu sıklığı değeri düşükten orta dereceye kadar olan havzalarda sel olma olasılığı daha düşüktür [110]. Çalışma alanında bulunan havzaların akarsu sıklığı değerleri 0,70 ile 4,94 arasında değişmektedir (Şekil 4.10). En düşük akarsu sıklığına sahip havza, Paşasuyu

havzası iken, en yüksek akarsu sıklığı değerine sahip olan havza Kandak havzasıdır. Akarsu sıklığı değerleri, çalışma alanının batısında yer alan karbonatlı kayaların yaygın olduğu havzalarda, diğer havzalara oranla daha düşük değerler göstermektedir. Bu havzalarda yüzey akışları daha yavaş olacağından, sel olma olasılığı, diğer havzalara göre daha düşük olacaktır.



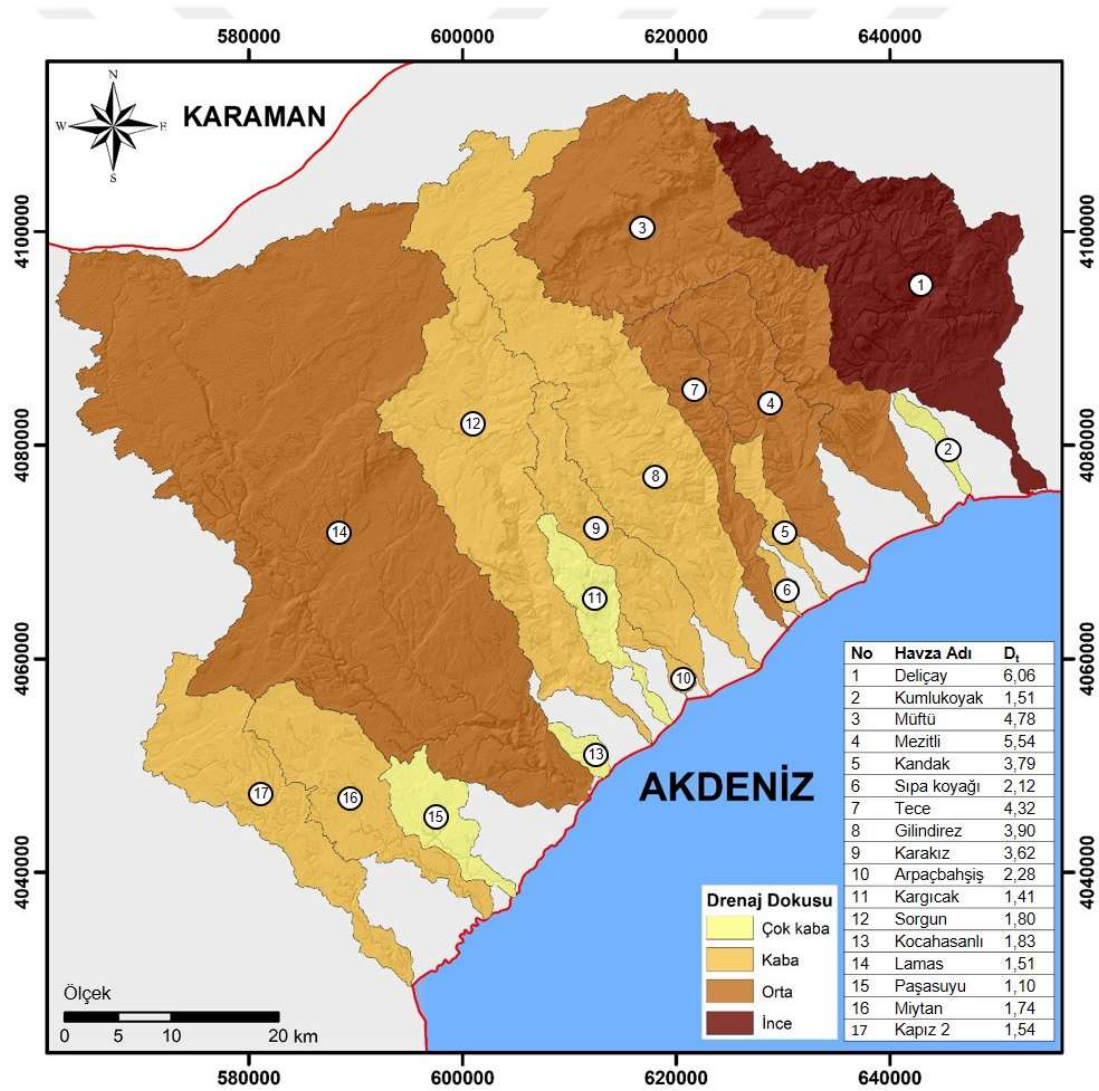
**Şekil 4.10.** Çalışma alanında bulunan havzaların akarsu sıklığı (F<sub>s</sub>) bakımından mekânsal dağılımı.

#### 4.1.2.3. Drenaj dokusu (D<sub>t</sub>)

Havzalarda, drenaj dokusunu etkileyen en büyük faktör zeminin sızma kapasitesidir. Drenaj dokusu, akarsu sıklığı ve drenaj yoğunluğuyla ilişkili [36] olup iklim, yağış, kaya ve toprak tipi, sızma kapasitesi, rölyef ve bitki örtüsü gibi doğal faktörlere de bağlıdır [39]. Masif ve dirençli kayalarda kaba drenaj dokusu gözlenirken, yumuşak ve zayıf kayalarda ince drenaj dokusu

gözlenmektedir [7]. Drenaj dokusu değeri yüksek olan alanlarda, zeminin geçirimsizliği daha yüksek olup yüzey akışı, drenaj dokusu değeri düşük olan alanlara göre daha azdır.

Çalışma alanındaki havzaların drenaj dokusu değerleri 0,81 ile 6,06 arasında değişmektedir. Smith'in sınıflandırmasına [39] göre; drenaj dokusu değeri 2'nin altında olan Kumlukoyak, Kargıcak, Kocahasanlı ve Paşasuyu havzaları "çok kaba drenaj dokusu", drenaj dokusu değerleri 2-4 arasında olan Kapız 2, Miytan, Sıpa Koyağı, Sorgun, Arpaçbahşiş, Karakız, Gilindirez ve Kandak havzaları "kaba drenaj dokusu", drenaj dokusu değerleri 4-6 arasında olan Müftü, Mezitli, Tece ve Lamas havzaları "orta drenaj dokusu" ve drenaj dokusu değeri 6'dan büyük olan Deliçay havzası "ince drenaj dokusu"na sahip olan havzalardır (Şekil 4.11). Çalışma alanında bulunan havzaların drenaj dokusu değerlerine bakıldığında, bölgenin doğusunda bulunan alanlarda bu değer, batıda bulunan havzalara göre daha yüksek olduğu görülmektedir.



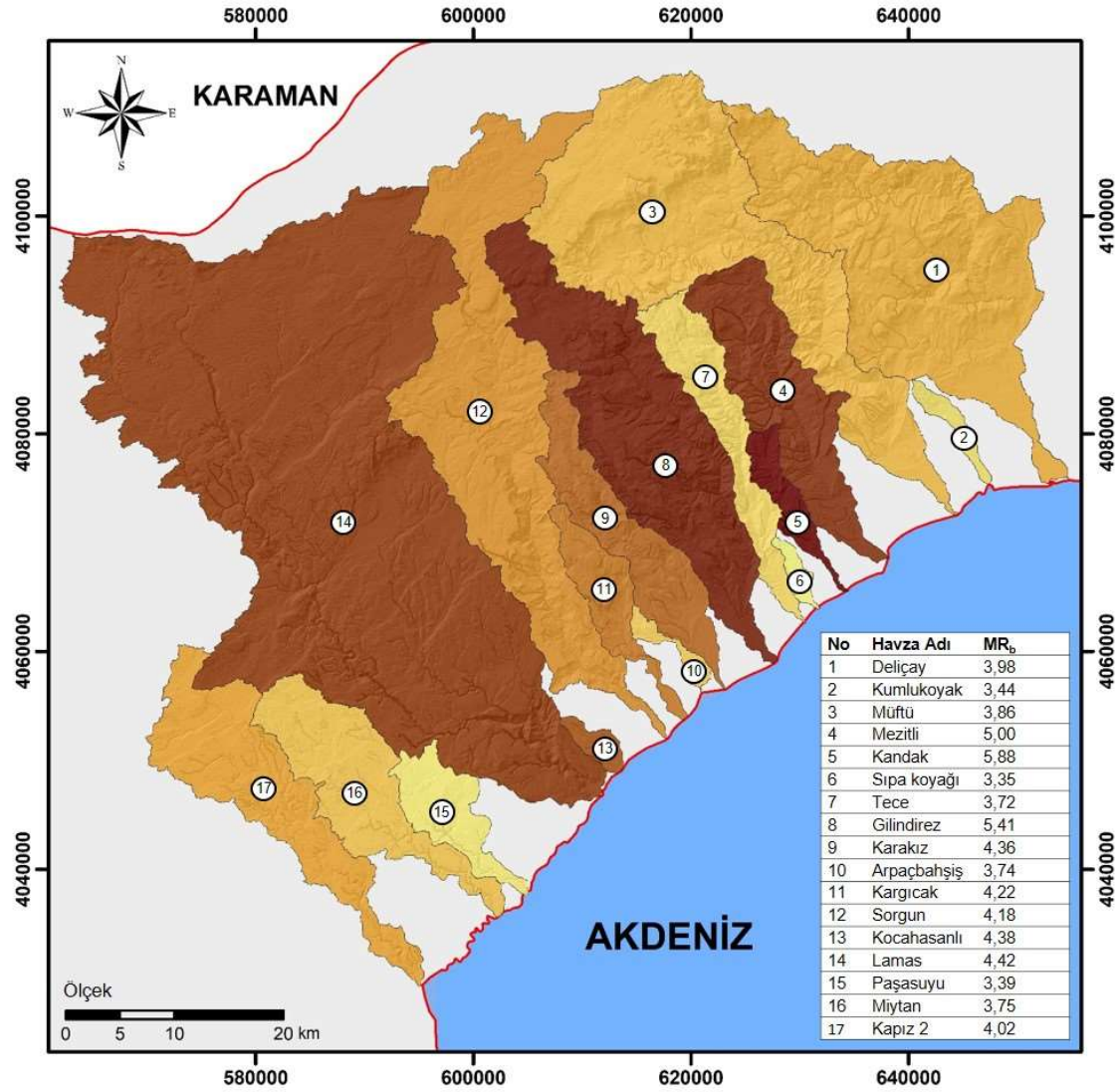
Şekil 4.11. Çalışma alanında bulunan havzaların drenaj dokusu (D<sub>r</sub>) bakımından mekânsal dağılımı.

#### 4.1.2.4. Çatallanma oranı ( $R_b$ )

Bir akış dizisine ait akarsu kollarının sayısının, bir sonraki akış dizisine ait akarsu kollarının sayısına oranının ifadesi olan “çatallanma oranı”, bir havzanın kendi içerisindeki akış kollarının gelişiminin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Her bir akış dizisi arasındaki çatallanma oranı değerlerinin ortalaması ile temsil edilen ortalama çatallanma oranı ( $MR_b$ ) ise birbirine komşu havzalarda karşılaştırılarak, havzaların yapısal yönden ne kadar etkilendiğini belirlemede kullanılır. Havzaların çatallanma oranı ( $R_b$ ) değeri, genellikle 3 ile 5 arasında değişim göstermekte olup 2’den küçük değer alamaz [6]. Çatallanma oranı değeri, yapısal yönden daha az etkilenmiş bölgelerde düşük değerler gösterirken, daha fazla etkilenmiş bölgelerde daha yüksek değerler göstermektedir [111]. Ayrıca, düşük çatallanma oranı değerine sahip havzalarda, keskin pik akışlarının olma olasılığı daha fazla olup bu alanlarda taşkın riski daha yüksektir [61, 107].

Çalışma alanında bulunan Sıpa Koyağı havzası, 3,35 ortalama çatallanma oranı değeri ile en düşük değere sahip iken, Kandak havzası, 5,88 ortalama çatallanma oranı değeri ile en yüksek ortalama çatallanma oranına sahiptir (Şekil 4.12). Diğer havzalar ise göreceli olarak, daha fazla etkilenenden daha az etkilenene doğru sırasıyla, Gilindirez, Mezitli, Lamas, Kocahasanlı, Karakız, Kargıcak, Sorgun, Kapız 2, Deliçay, Müftü, Miytan, Arpaçbahşiş, Tece, Kumlukoyak ve Paşasuyu havzaları şeklindedir. Çalışma alanının geneli, ortalama çatallanma oranı ( $MR_b$ ) bakımından değerlendirildiğinde; bölgenin doğusunda bulunan havzaların daha düşük değerler aldığı görülmüştür. Bu durum, doğudaki havzalarda taşkın riskinin, batıdaki havzalara göre daha yüksek olduğunu ortaya koymaktadır.

Bir havzanın akış dizilimlerinin değeri ile çatallanma oranı değerleri genel olarak ters orantılıdır. Akış dizisi sayısı arttıkça, çatallanma oranı değeri düşer. Fakat bazı havzalarda yapısal kontrol faktörleri ve tektonizma etkilerinden dolayı bu ilişkide farklılıklar oluşabilmektedir. Çalışma alanında bulunan havzaların kendi içlerinde akış dizilerine göre çatallanma oranı değerleri Tablo 4.5’te gösterilmiştir. Kumlukoyak, Sıpa Koyağı, Arpaçbahşiş, Kargıcak, Kocahasanlı ve Paşasuyu havzalarında, akış dizileri ile çatallanma oranı değerleri arasındaki ilişki, normal koşullarda olması gereken ters orantının varlığını gösterirken, diğer havzalarda bazı akış dizilerinde bu durum değişiklik göstermektedir. Değişikliklerin görüldüğü bu havzalardaki tektonik ve yapısal etkileşim, ters orantının görüldüğü havzalara göre çok daha fazladır.



**Şekil 4.12.** Çalışma alanında bulunan havzaların ortalama çatallanma oranı (MR<sub>b</sub>) bakımından mekânsal dağılımı.

**Tablo 4.5.** Çalışma alanında bulunan havzaların akış dizilimleri arasındaki çatallanma oranı değerleri.

		<i>Akış Dizilimi (U)</i>					
		1.	2.	3.	4.	5.	6.
<i>Çatallanma Oranı (R<sub>b</sub>)</i>	Deliçay	5,06	3,87	4,50	2,50	4,00	
	Kumlukoyak	5,33	3,00	2,00	-	-	
	Müftü	4,46	5,52	3,86	3,50	-	
	Mezitli	5,11	5,40	7,50	2,00	-	
	Kandak	4,32	10,33	3,00	-	-	
	Sıpa Koyağı	4,57	3,50	2,00	-	-	
	Tece	5,43	5,27	2,20	2,00	-	
	Gilindirez	5,11	4,05	10,50	2,00	-	

**Tablo 4.5'in devamı.**

		<i>Akış Dizilimi (U)</i>					
		1.	2.	3.	4.	5.	6.
<i>Çatallanma Oranı (R<sub>f</sub>)</i>	Karakız	5,13	5,30	5,00	2,00	-	
	Arpaçbahşiş	4,90	3,33	3,00	-	-	
	Kargıcak	5,67	4,00	3,00	-	-	
	Sorgun	4,86	5,13	6,40	2,50	2,00	
	Kocahasanlı	4,75	4,00	-	-	-	
	Lamas	6,03	3,88	4,61	2,60	5,00	
	Paşasuyu	4,85	2,33	3,00	-	-	
	Miytan	4,15	4,18	3,66	3,00	-	
	Kapız 2	4,21	5,88	4,00	2,00	-	

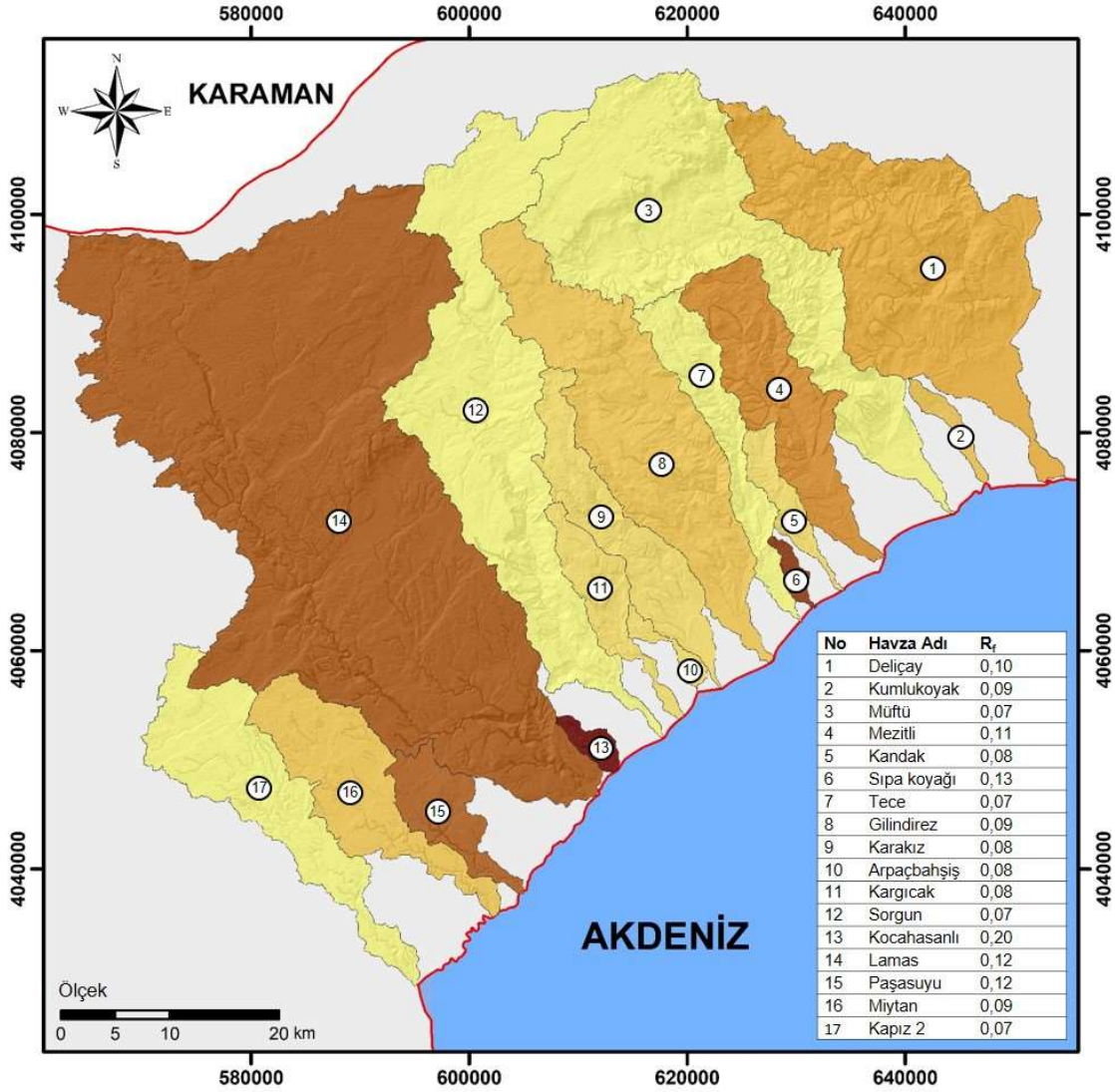
#### 4.1.2.5. Form faktör (R<sub>f</sub>)

Form faktör, havzaların şekilleri ile ilgili olan ve havzaya düşen yağışın, akarsulara ve havza çıkışına ulaşma hızını ve zamanını etkileyen bir havza karakteristiğidir. Form faktör değeri yüksek havzalar, bu değer düşük olduğu havzalara göre daha yuvarlak şekilli havzalardır. Form faktör değeri 0,22'den daha düşük olan havzalar ince-uzun havzalar olarak nitelendirilmektedir. Yüksek form faktör değerine sahip havzalarda, kısa süreli yüksek pik akışları gözlenirken, düşük form faktör değerine sahip ince-uzun havzalarda, uzun süreli ve düşük pik akışları gözlenmektedir [41].

Çalışma alanının yer aldığı Akdeniz bölgesinde, Toros Dağ kuşağı denize paralel olarak uzanmaktadır. Toros Dağları'ndan kaynaklanan akarsular genel olarak kıyıya dik olarak Akdeniz'e dökülmekte ve dolayısıyla kıyıya dik uzanan akarsu havzaları oluşmaktadır. Çalışma alanındaki yükseklikler deniz seviyesinden neredeyse 2500 m'ye kadar, 60-70 km'lik kısa bir mesafede ulaşmaktadır. Bu da birbirlerine paralel ve uzamış şekilli akarsu havzalarının oluşmasına neden olmaktadır.

Çalışma alanında bulunan akarsu havzalarının form faktör değerleri 0,07 ile 0,20 arasında değişim göstermektedir (Şekil 4.13). Genel olarak, çalışma alanındaki havzaların tümü ince-uzun şekilli havzalardan oluşmaktadır. Bunlardan Tece, Sorgun ve Kapız 2 havzaları, Kocahasanlı havzasına göre şekil bakımından daha ince ve uzundurlar. Çalışma alanındaki havzaların düşük form faktör değerleri, buralarda oluşabilecek akışın düşük pikler şeklinde ve uzun süre boyunca meydana geleceğini ifade etmektedir. Yüksek form faktörü değerine sahip havzalarda, kısa süreli ve yüksek pik akışlarının oluşma olasılığı çok daha fazladır.





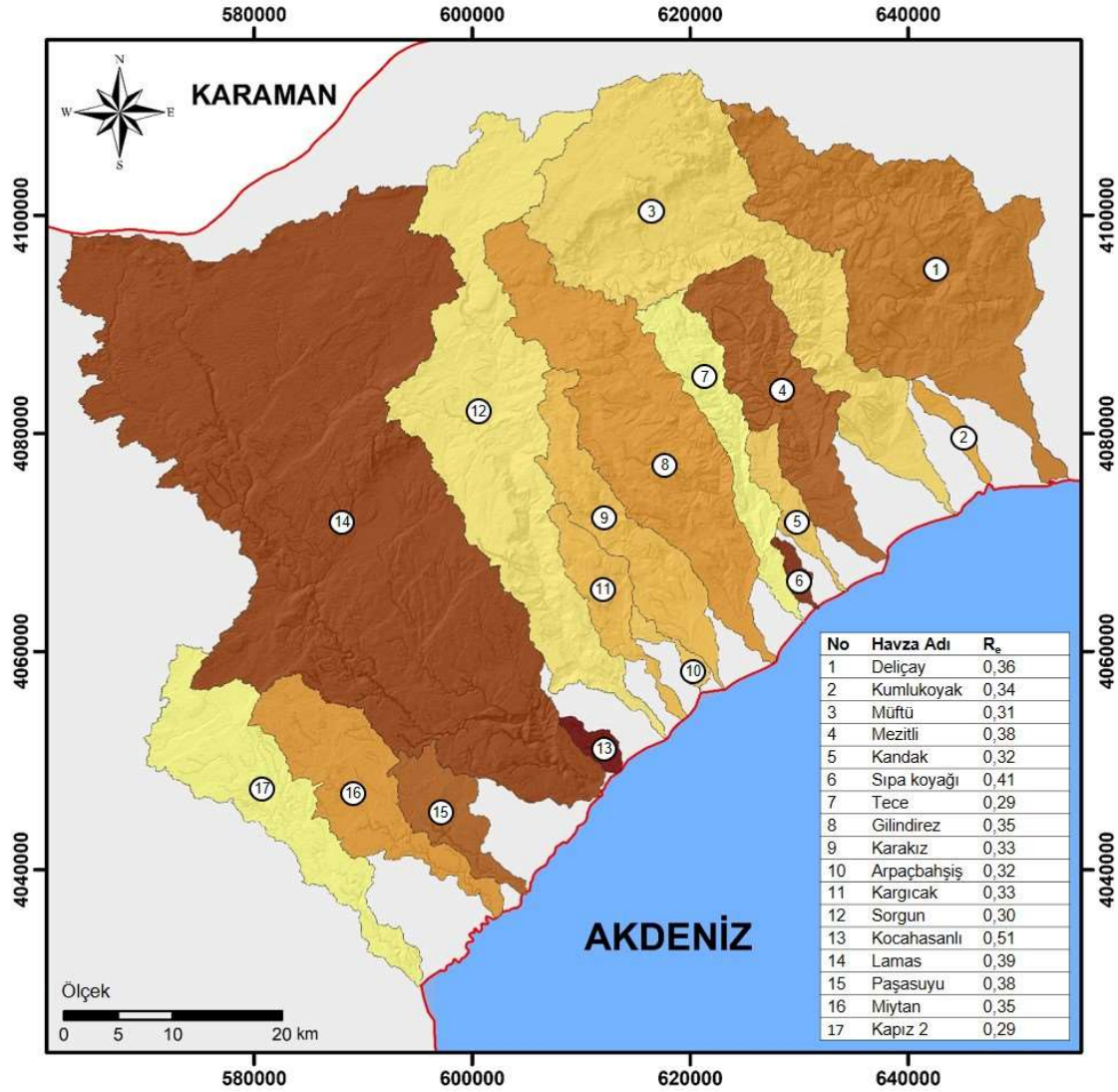
Şekil 4.13. Çalışma alanında bulunan havzaların form faktör (R<sub>f</sub>) değerleri bakımından mekânsal dağılımı.

#### 4.1.2.6. Uzama oranı (R<sub>e</sub>)

Akarsu havzalarının, uzama oranı değerlerine bakıldığında, tamamının uzamış oldukları görülmektedir. Yüzey akışının deşarjı, dairesel havzalarda, ince-uzun havzalara göre daha verimlidir [105]. Bir başka deyişle, dairesel havzalarda, yüzeye düşen yağışın, havzanın ana akarsu koluna ulaşıp buradan da havza çıkış noktasına varması için alacağı yol ve bunun için gerekli zaman, uzamış havzalara göre daha kısadır [6, 107]. Uzama oranı parametresi, form faktörde olduğu gibi havzanın şekilsel nitelikleri ile ilgili olan bir parametredir ve form faktör değerleri ile kuvvetli bir korelasyon gösterir. Çalışma alanında bulunan havzaların uzama oranı değerleri 0,29 ile 0,51 arasında değişmektedir (Şekil 4.14).

Yüksek uzama oranına sahip havzalarda, sızma kapasitesi yüksek, yüzey akışı ise düşük olup düşük uzama oranı değerine sahip havzalarda, yüzey akışı yüksek, bununla birlikte aşınma

ve sediman taşınımı daha fazladır [112]. Uzamış şekilli havzalarda, yüksek rölyef ve sarp yamaçlar hâkim olup bu alanların sızma kapasiteleri yuvarlak ya da oval havzalara göre daha düşük, yüzey akışı ise daha yüksektir.



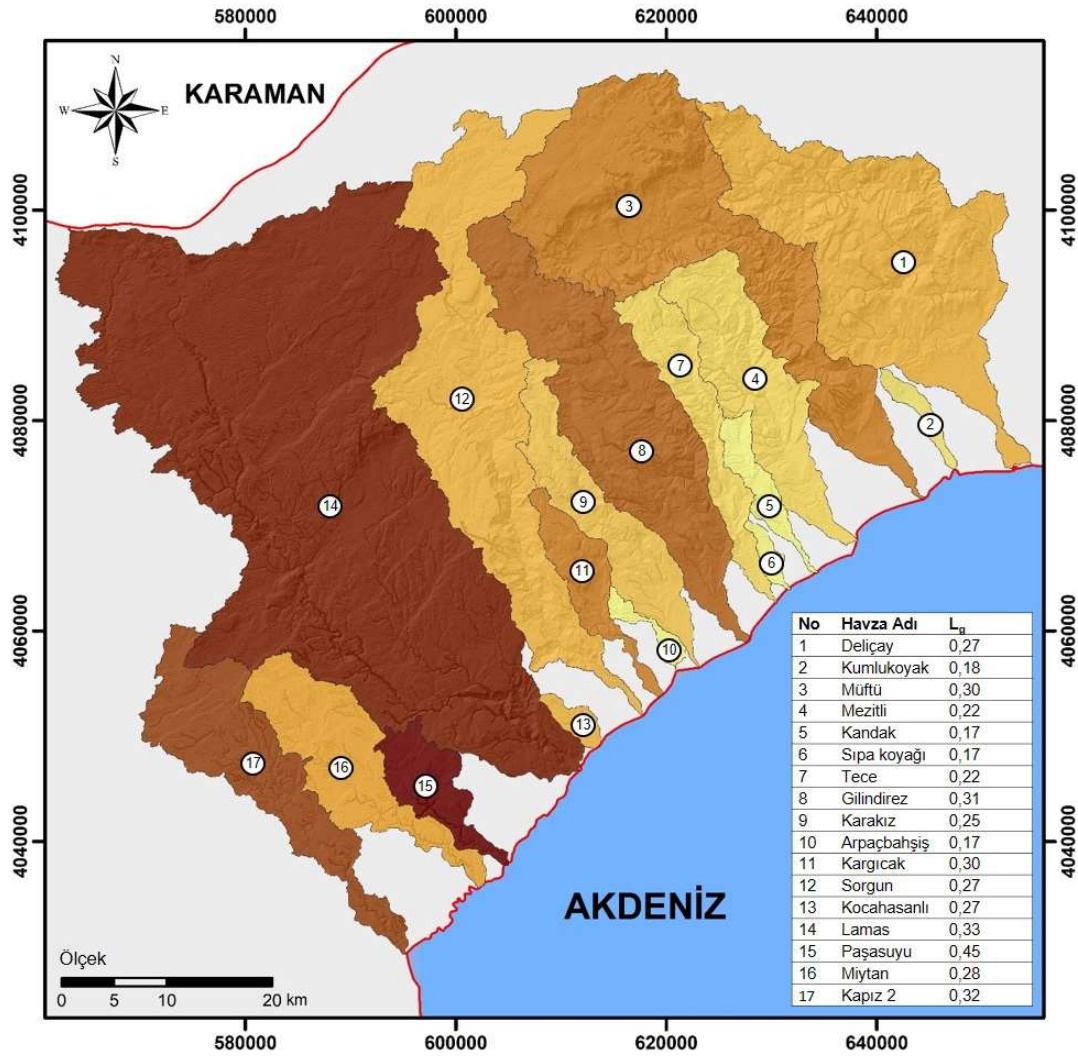
Şekil 4.14. Çalışma alanında bulunan havzaların uzama oranı ( $R_e$ ) değerleri bakımından mekânsal dağılımı.

#### 4.1.2.7. Yüzeysel akış uzunluğu ( $L_g$ )

Türkçede “seyelan” olarak tanımlanan yüzeysel akış uzunluğu [113, 114], yüzeye düşen suyun, bir akış kanalına ulaşmadan aldığı yolu tanımlayan bir parametredir. Bu parametre, drenaj havzalarının hidrolojik ve fizyografik gelişimini etkileyen en önemli bağımsız değişkenlerden biridir [36]. Sarp yamaçlar ve yüksek eğime sahip alanlarda, yüzeysel akış uzunluğu değeri yüksek olup bu alanlarda akış yolu kısadır. Düşük yüzeysel akış uzunluğu değerine sahip bölgelerde ise, eğim düşük ve akış yolu daha uzundur. Yüzeysel akış uzunluğu değeri düşük

havzalarda akışın hızı yüksektir. Çalışma alanında bulunan havzaların yüzeysel akış uzunluğu değerleri 0,17 ile 0,45 arasında değişmektedir (Şekil 4.15). En düşük yüzeysel akış uzunluğu değeri Arpaçbahşiş havzasında, en yüksek yüzeysel akış değeri ise Paşasuyu havzasında gözlenmektedir.

Çalışma alanının doğusunda bulunan havzalarda, yüzeysel akış uzunluğu değeri, batıda bulunan havzalara göre daha düşük değerler almakta, bu durum bu havzalarda akış hızının daha yüksek olabileceğini göstermektedir.



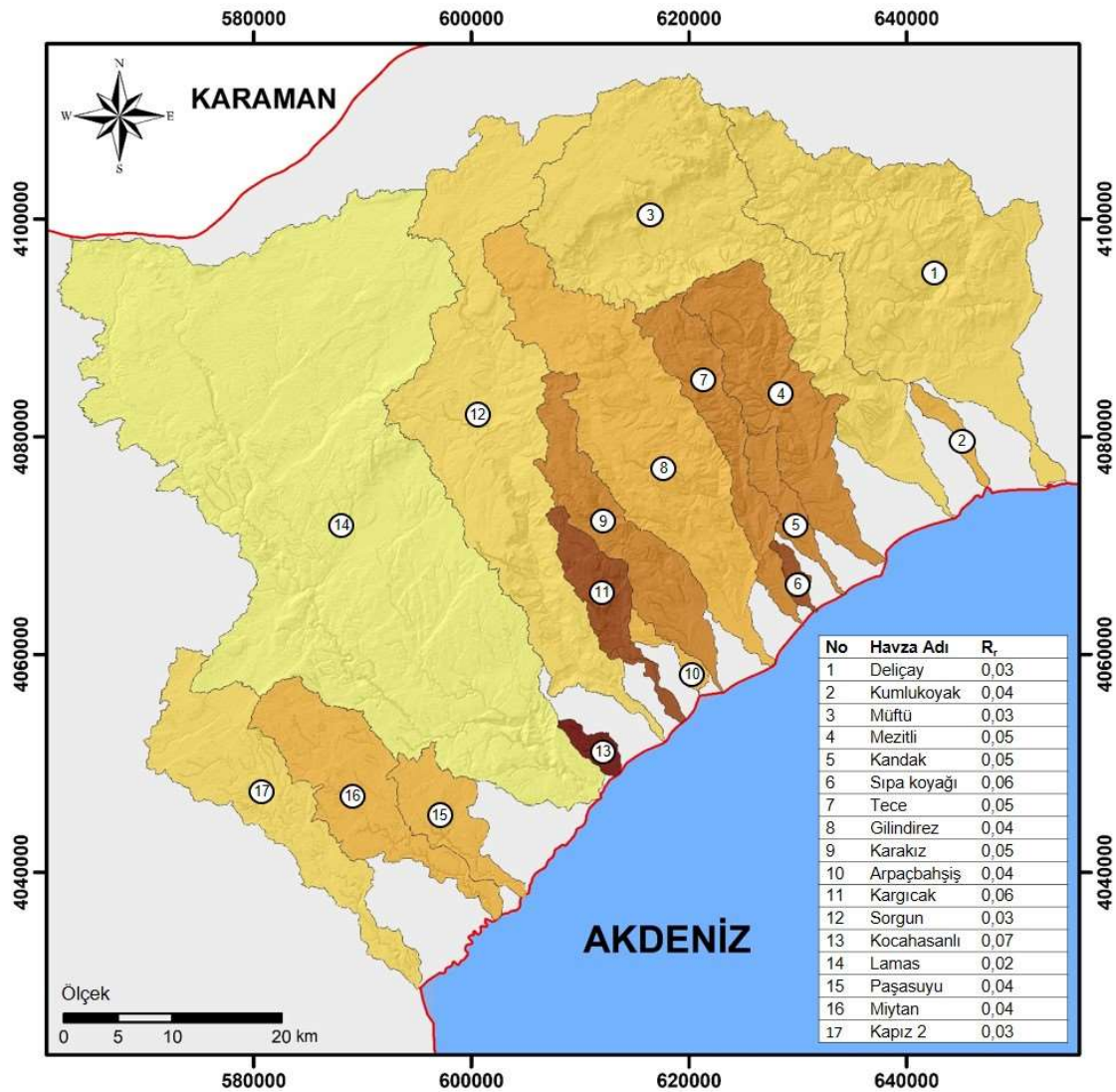
Şekil 4.15. Çalışma alanında bulunan havzaların yüzeysel akış uzunluğu (L<sub>g</sub>) değerleri bakımından mekânsal dağılımı.

#### 4.1.2.8. Rölyef oranı (R<sub>r</sub>)

Rölyef oranı, havzanın hidrolojik özellikleri ile yakın bir korelasyon göstermektedir [34]. Yüksek rölyef oranına sahip alanlarda sarp yamaçlar ve yüksek rölyef, düşük rölyef oranına sahip alanlarda düşük eğim ve dayanıklı temel kayalar bulunmaktadır [115]. Rölyef oranı yüksek olan

havzalarda, akarsu hızı daha yüksek olup bu yüksek enerjiden dolayı da havzanın aşınma potansiyeli daha fazladır. Başka bir taraftan, yüksek rölyef oranına sahip havzalarda, arazi eğimi de yüksek olduğu için, bu havzalarda, havzayı aşınma ve erozyona karşı koruyabilecek bitki örtüsünün varlığı ve gelişme potansiyeli daha azdır. Bu sebepten dolayı, yüksek rölyef oranına sahip havzalarda, erozyon potansiyeli daha yüksektir [6, 116-118]. Ayrıca, düşük rölyef oranına sahip havzalarda, arazi eğiminin düşük olmasından dolayı boşalım daha az olacağı için, bu havzalarda yeraltı suyu potansiyeli daha yüksektir [119].

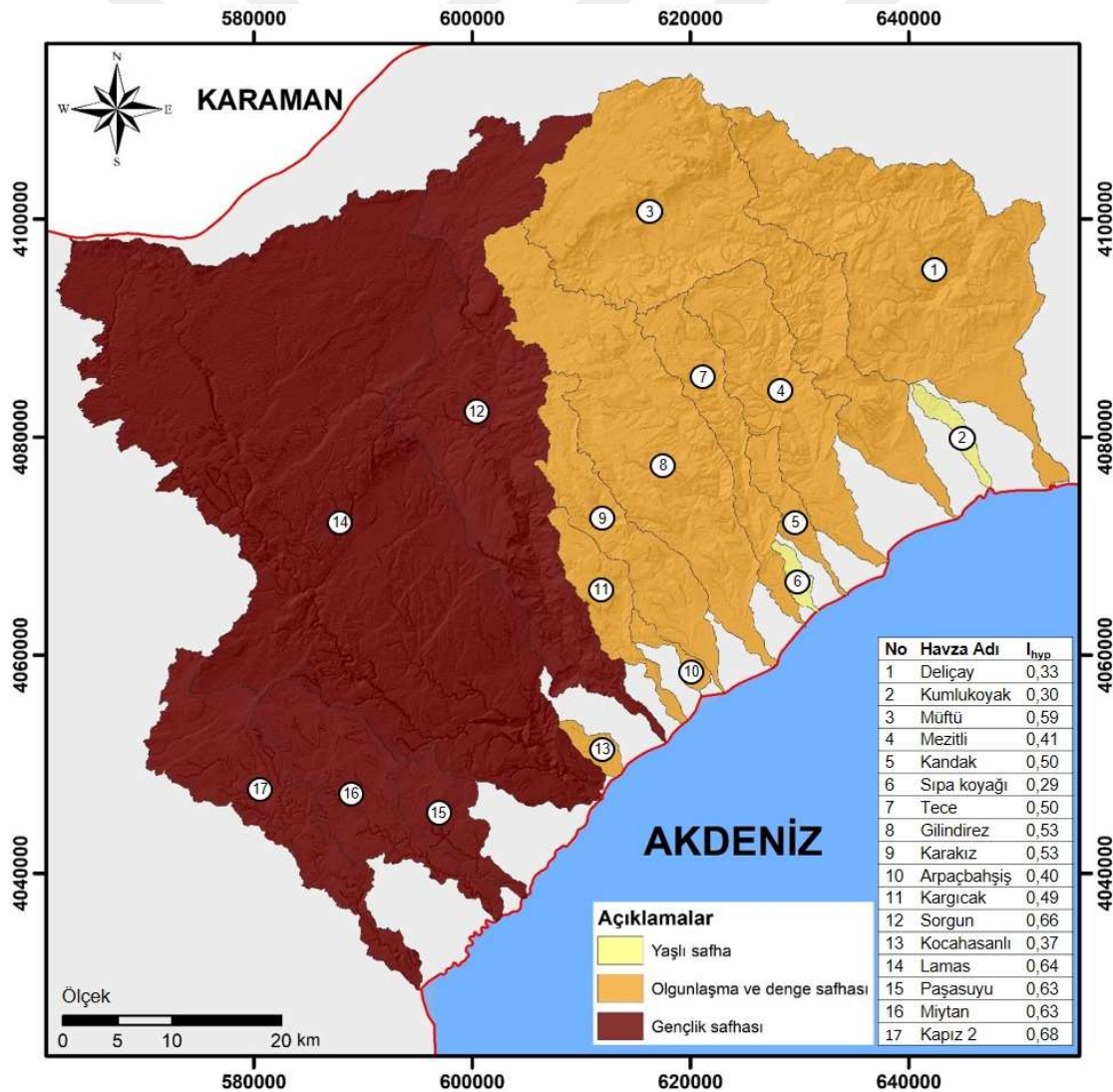
Çalışma alanında bulunan havzaların rölyef oranı değerleri 0,02 ile 0,07 arasında değişmektedir (Şekil 4.16). En düşük değere sahip havza Lamas havzası iken, Kocahasanlı havzası çalışma alanındaki en yüksek rölyef oranı değerine sahip havzadır. Havza alanının göreceli daha düşük olduğu havzalarda, rölyef oranı değerinin daha yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 4.16).



Şekil 4.16. Çalışma alanında bulunan havzaların rölyef oranı (R<sub>r</sub>) değerleri bakımından mekânsal dağılımı.

#### 4.1.2.9. Hipsometrik integral ( $I_{hyp}$ )

Hipsometrik integral değeri, havzanın jeomorfolojik evriminin belirlenmesi açısından oldukça önemli bir parametredir ve 0 ile 1 arasında değişir. Normal olarak jeomorfolojik evrimini tamamlamış havzalar için hipsometrik integral değeri 0'a yakınken, henüz yeni oluşmuş genç havzalarda bu değer 1'e yaklaşır. Strahler [37], hipsometrik integral değerini üç sınıfa ayırmış ve bunları tamamen denge durumuna ulaşmış, aşınma ve erozyon oluşumu durmuş yaşlı safha ( $I_{hyp} < 0,30$ ), olgunlaşma ya da denge safhası ( $0,30 \leq I_{hyp} \leq 0,60$ ) ve erozyon/aşınmaya karşı oldukça hassas olan gençlik safhasındaki havzalar ( $0,60 < I_{hyp}$ ) olarak tanımlamıştır. Çalışma alanında bulunan havzaların hipsometrik integral değerleri 0,29 ile 0,68 arasında değişmektedir (Şekil 4.17). Hipsometrik integral değeri en düşük olan havza, Sıpa Koyağı havzası iken Kapız 2 havzası çalışma alanındaki en yüksek hipsometrik integral değerine sahiptir.

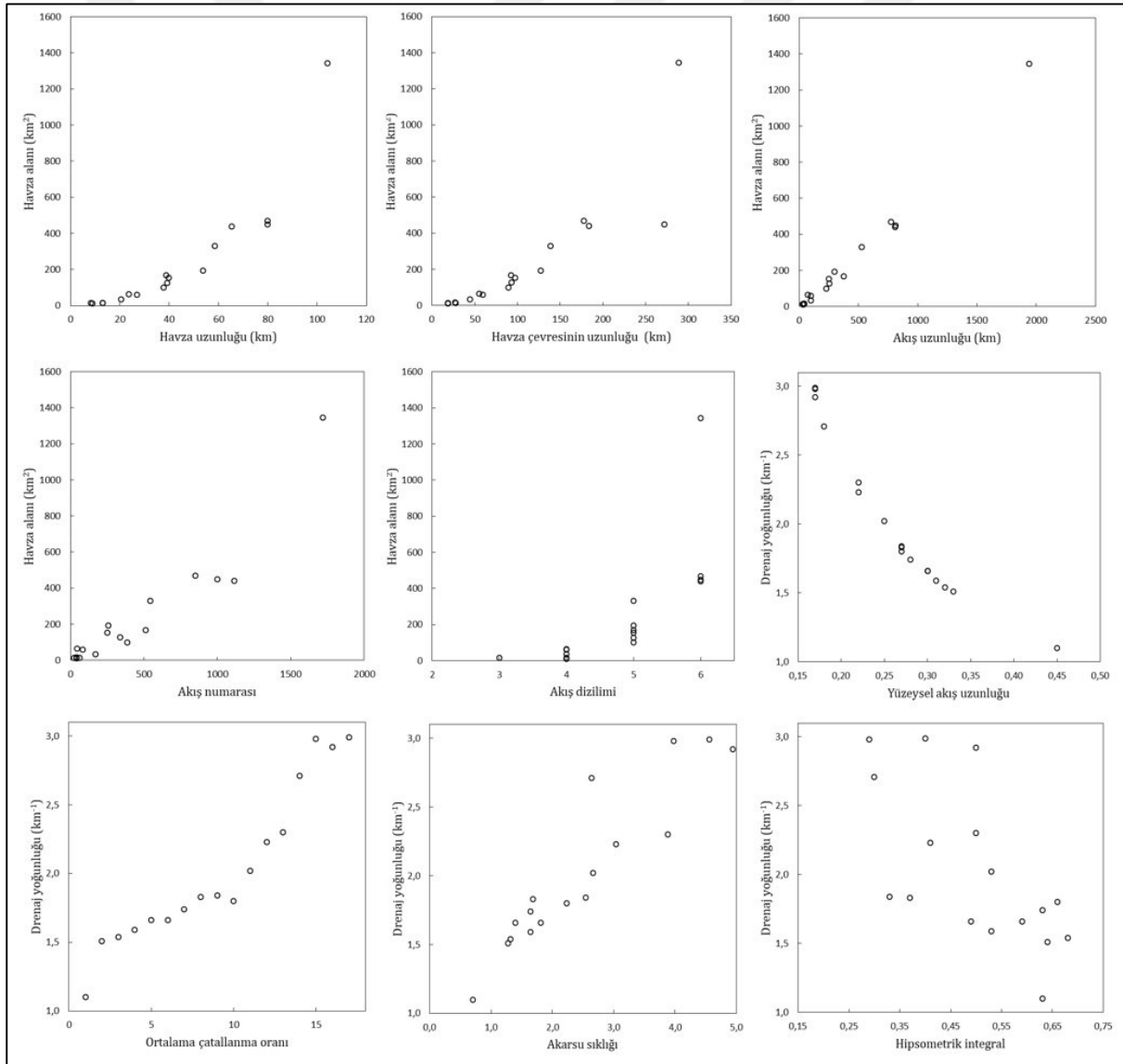


Şekil 4.17. Çalışma alanında bulunan havzaların hipsometrik integral ( $I_{hyp}$ ) değerleri bakımından mekânsal dağılımı.

Strahler'in sınıflandırmasına [37] göre gruplandırıldığında; çalışma alanında, her üç safhada da bulunan havzaların bulunduğu görülmektedir. Bu havzalardan Sıpa Koyağı ve Kumlukoyak havzası yaşlı safhada, Deliçay, Müftü, Mezitli, Kandak, Tece, Gilindirez, Karakız, Arpaçbahşiş, Kargıcak ve Kocahasanlı havzaları olgunlaşma ve denge safhasında, Sorgun, Lamas, Paşasuyu ve Miytan ve Kapız 2 havzaları ise gençlik safhasında bulunmaktadır (Şekil 4.17).

#### 4.1.3. Morfometrik Parametreler Arasındaki İlişkiler

Çalışma alanında bulunan akarsu havzalarına ait morfometrik parametre değerleri, ikili olarak karşılaştırılmış ve birbirleriyle ilişkili olan parametrelere ait grafikler Şekil 4.18'de sunulmuştur.



**Şekil 4.18.** Çalışma alanında bulunan havzaların bazı morfometrik parametrelerinin birbirleriyle olan ilişkileri.

Akarsu havzalarının kapladıkları alanlar, havza uzunluğu, havza çevresi uzunluğu, akış uzunluğu, akış numarası ve akış dizilimi değerleri ile kuvvetli doğrusal bir korelasyon göstermektedir. Bu durum, havza alanı ile bu şekilde doğrusal ilişki gösteren parametrelerin, kendi aralarında da doğrusal bir ilişki içerisinde olduğunu göstermektedir. Şekil 4.18’de de görüldüğü gibi, havza alanı ile ilişkide olan birkaç parametrede, bazı havzalara ait değerlerde doğrusal ilişkiden sapmalar görülmektedir. Bu sapmalar, havzalardaki yersel litolojik, yapısal, iklim ve bitki örtüsündeki farklılıklardan kaynaklanmaktadır.

Havzaların drenaj yoğunluğu değerleri, ortalama çatallanma oranı ve akarsu sıklığı parametresi ile kuvvetli, doğrusal bir ilişki gösterirken, yüzeysel akış uzunluğu değerleri ile kuvvetli, hipsometrik integral değerleri ile kuvvetli olmasa da ters bir ilişki göstermektedir [Şekil 4.18]. Drenaj yoğunluğu ve akarsu sıklığı parametreleri, bölgede meydana gelebilecek yüzey akışının en önemli göstergeleri olan parametrelerdir. Hipsometrik integral değerleri ile olan ters ilişki ise yüzey akışı fazla olan alanlardaki aşındırmanın daha fazla olmasının bir kanıtıdır.

## 4.2. Hidrolojik Analizler

Bu çalışma kapsamında, çalışma alanında bulunan 17 akarsuda, Ekim 2015 ile Eylül 2016 ayları arasında, aylık olarak debi ölçümleri yapılmış ve sonuçlar Tablo 4.6’da sunulmuştur.

**Tablo 4.6.** Çalışma alanındaki akarsuların Ekim 2015 ve Eylül 2016 dönemleri arasındaki aylık debi değerleri.

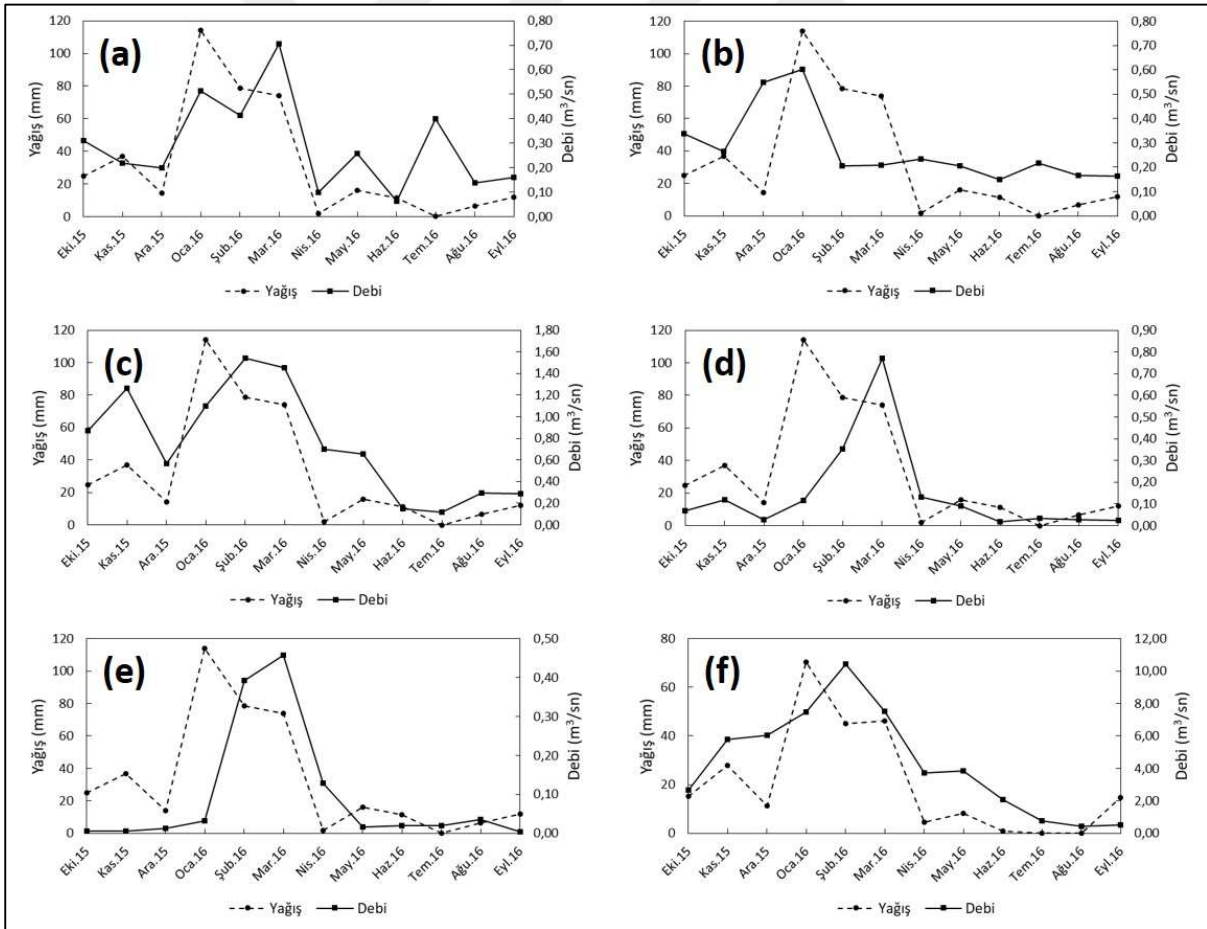
		Debi (m <sup>3</sup> /sn)											
		Eki.15	Kas.15	Ara.15	Oca.16	Şub.16	Mar.16	Nis.16	May.16	Haz.16	Tem.16	Ağu.16	Eyl.16
Sürekli Akan Akarsular	Deliçay	0,310	0,217	0,198	0,513	0,414	0,705	0,099	0,257	0,062	0,399	0,138	0,161
	Kumlukoyak	0,337	0,264	0,549	0,603	0,207	0,209	0,233	0,207	0,150	0,216	0,167	0,164
	Müftü	0,869	1,265	0,566	1,100	1,543	1,451	0,698	0,654	0,147	0,116	0,295	0,285
	Mezitli	0,067	0,120	0,028	0,116	0,352	0,771	0,133	0,091	0,018	0,033	0,028	0,025
	Arpaçbahşiş	0,006	0,005	0,012	0,031	0,393	0,458	0,129	0,017	0,019	0,019	0,036	0,004
	Lamas	2,660	5,795	6,043	7,470	10,410	7,517	3,740	3,860	2,090	0,779	0,409	0,524
Mevsimsel Akan Akarsular	Kandak	0,137	0,264	0,562	0,605	0,608	0,140	0,472	0,609	*	*	*	0,264
	Sıpa Koyağı	0,010	0,003	0,005	0,012	0,013	0,011	*	0,243	*	*	*	*
	Tece	0,006	0,067	0,270	0,697	0,406	0,336	0,091	0,060	*	*	*	*
	Gilindirez	*	0,227	0,200	2,471	2,532	2,642	0,717	0,415	*	*	*	*
	Karakız	*	*	0,123	1,109	0,560	0,775	0,006	0,031	*	*	*	*
	Sorgun	0,029	0,120	0,190	0,852	0,410	0,963	0,403	0,028	*	*	*	*
Kuru Dereler	Kargıcak	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Kocahasanlı	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Paşasuyu	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Miytan	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Kapız 2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

\*Akarsu akışının gözlenmediği dönemler.

Yapılan debi ölçümleri sonucunda, ölçüm dönemlerinin tamamında akış gösteren akarsular “Sürekli Akan Akarsular” olarak, bazı dönemlerde akış gösteren akarsular “Mevsimsel Akan Akarsular” olarak, hiç akış göstermeyen akarsular ise “Kuru Dereler” olarak nitelendirilmiş ve sonuçlar bu başlıklar altında değerlendirilmiştir. Ayrıca, her bir akarsu için yapılan ölçümler sonucunda elde edilen veriler, çalışma alanının doğusunda (Mersin) ve batısında (Alata) bulunan meteoroloji istasyonlarına ait yağış verileri ile birlikte değerlendirilerek grafikler oluşturulmuştur. Oluşturulan grafikler, her bir akarsu grubuna ait alt başlıklar altında sunulmuştur.

#### 4.2.1. Sürekli Akan Akarsular

Akarsulara ait debi değerleri ile akarsu havzalarının buldukları bölgeyi temsil eden meteoroloji istasyonundan alınan yağış verilerinin dönemsel değişim grafikleri oluşturularak Şekil 4.19’da gösterilmiştir.



**Şekil 4.19.** Çalışma alanında sürekli olarak akış gösteren akarsuların aylık debi değerleri ile aylık toplam yağış verilerinin zamana bağlı değişimleri (a: Deliçay; b: Kumlukoyak Deresi; c: Müftü Çayı; d: Mezitli Deresi; e: Arpaçbahşiş Deresi ve f: Lamas Çayı).



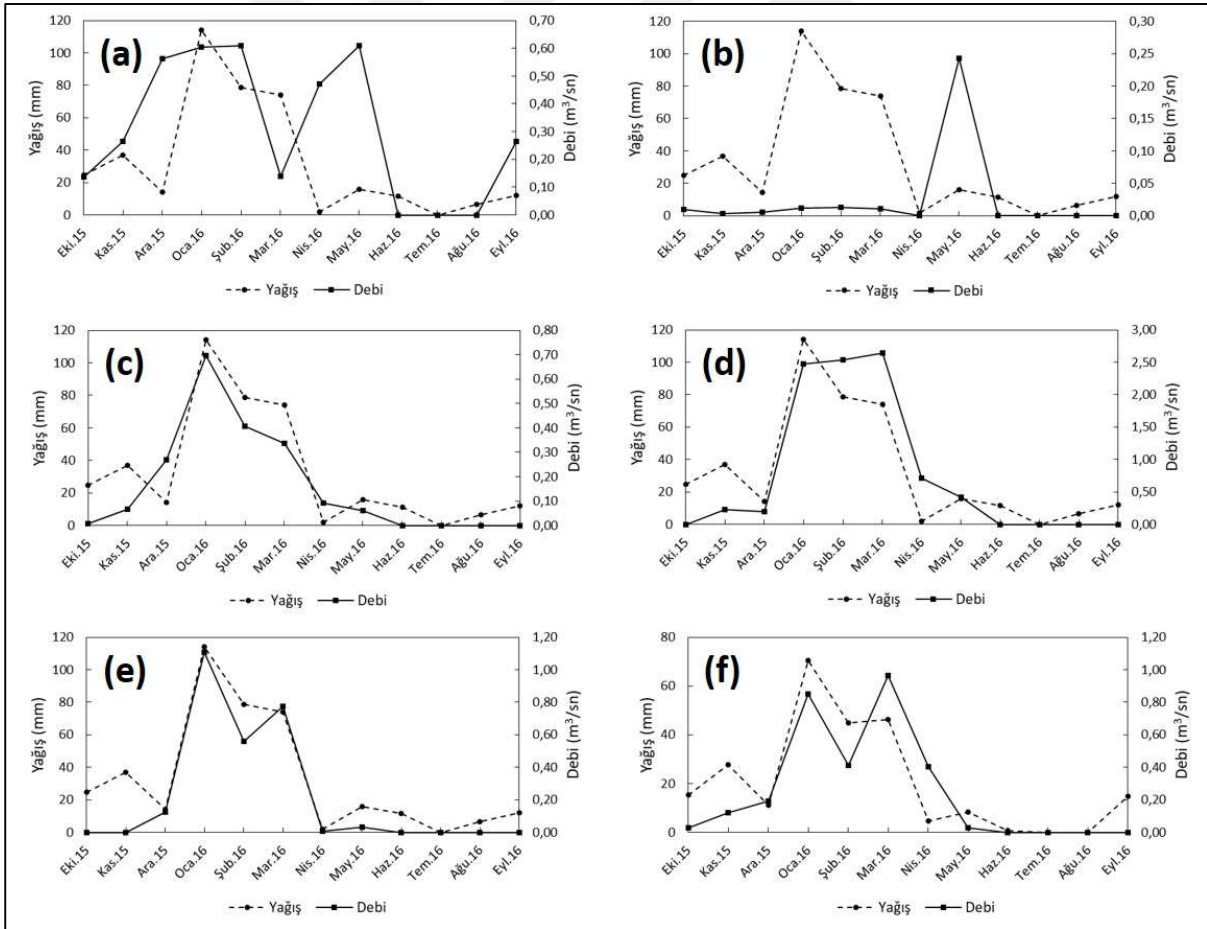
Ekim 2015 ve Eylül 2016 dönemleri arasında yapılan debi ölçümlerine göre; Deliçay, Kumlukoyak Deresi, Müftü Çayı, Mezitli Deresi, Arpaçbahşiş Deresi ve Lamas Çayı'nda, bütün ölçüm dönemlerinde akış olduğu görülmüş ve bu akarsular "Sürekli Akan Akarsular" olarak adlandırılmıştır. Çalışma alanındaki en yüksek debili akarsu, 4,27 m<sup>3</sup>/sn'lik ortalama debi ile Lamas Çayı'dır. Sürekli akan akarsular arasında en düşük debiye sahip olan akarsu ise, 0,09 m<sup>3</sup>/sn'lik ortalama debi ile akan ve aynı zamanda, genele göre kıyasla, daha küçük bir havza alanına sahip olan (13,8 km<sup>2</sup>) Arpaçbahşiş Deresi'dir. Deliçay, Kumlukoyak Deresi, Müftü Çayı ve Mezitli Deresi'nin ortalama debileri ise sırasıyla 0,29 m<sup>3</sup>/sn, 0,28 m<sup>3</sup>/sn, 0,75 m<sup>3</sup>/sn ve 0,15 m<sup>3</sup>/sn olarak ölçülmüştür.

Akarsuların debileri, yağışın fazla olduğu kış aylarında artarken, yağışın az ya da hiç olmadığı yaz aylarında azalmakta ve genel olarak yağışa paralel bir değişim göstermektedir (Şekil 4.19). Bu durum, akışın büyük oranda yağışa bağlı olarak geliştiğini ortaya koymaktadır. Fakat Kumlukoyak Deresi'nde, yağıştan bağımsız olarak bazı değişimler görülmektedir (Şekil 4.19b). Kumlukoyak havzasının çıkış noktasına yakın kesimlerinde, Mersin ili merkez sanayi sitesi ve meyve hali bulunmaktadır. Buralardaki tesislerden deşarj edilen atıksular doğrudan, betonla kaplanmış akarsu kanalına boşaltılmaktadır. Bu nedenle, sadece 15,52 km<sup>2</sup> gibi oldukça küçük bir su toplama alanına sahip olan bu akarsuyun, hem sürekli olarak akmasına, hem de akışının düzensiz olmasına neden olmaktadır. Diğer akarsularda, bazı dönemlerde, yağışın artmasına rağmen akışta meydana gelen azalmalar, bölgede tarımsal sulama amacıyla akarsulardan su çekimi yapılmasından kaynaklanmaktadır. Genellikle, Şubat-Nisan ayları arasındaki dönemde akışta meydana gelen artışlar ise, Deliçay, Müftü Deresi, Mezitli Deresi ve Lamas Çayı gibi üst kesimleri Toros Dağları'na kadar uzanan havzalarda, yüksek kesimlerdeki karların, hava sıcaklığının artması sonucunda erimesiyle açıklanabilir.

#### **4.2.2. Mevsimsel Akan Akarsular**

Yapılan debi ölçüm çalışmaları sonucunda; Kandak Deresi'nde Haziran-Ağustos 2016 döneminde, Sıpa Koyağı Deresi'nde Nisan 2016 ve Haziran-Eylül 2016 dönemlerinde, Tece Deresi'nde Haziran-Eylül 2016 döneminde, Gilindirez Deresi'nde Ekim 2015 ve Haziran-Eylül 2016 döneminde ve Sorgun Çayı'nda Haziran-Eylül 2016 döneminde akışın olmadığı görülmüştür (Tablo 4.6). Yağışın yüksek olduğu kış dönemlerinde yüksek debili olan, yağışın çok az ya da hiç olmadığı yaz dönemlerinde ise akış göstermeyen bu akarsular "Mevsimsel Akan Akarsular" olarak nitelendirilmiştir. Mevsimsel akarsulardan, Tece Deresi, Gilindirez Deresi, Karakız Deresi ve Sorgun Çayı'nın debileri, bölgeye düşen yağışa paralel olarak değişim gösterirken, Kandak Deresi ve Sıpa Koyağı Dereleri'nin debileri, büyük oranda, yağıştan bağımsız bir değişim göstermektedir (Şekil 4.20). Kandak Deresi su toplama havzasında, tarım alanları önemli bir yer

kaplamakta olup tarımsal sulama ihtiyacı akarsudan karşılanmaktadır. Ayrıca bölgede, akarsu yakınında ve havza çıkış noktasına yaklaşık 2 km mesafede yer alan bir atıksu arıtma tesisi bulunmaktadır. Tesisten akarsuya boşatılan su ve akarsudan tarımsal sulama amaçlı çekilen su, akarsuyun debisinde görülen yağıştan bağımsız değişimleri meydana getirmektedir. Sıpa Koyağı Deresi, 10,55 km<sup>2</sup>'lik su toplama alanı ile havza alanı bakımından, çalışma alanındaki en küçük akarsudur. Bu kadar küçük bir alana sahip bu havzada, akışın az da olsa bulunması ve bu akışın yağıştan bağımsız olarak gelişmesi dikkat çekicidir. Ancak bölgede, belediye çöp toplama araçlarının toplandığı, yıkama ve bakım faaliyetlerinin gerçekleştirildiği bir tesisin ve havza çıkış noktasına yakın bir yerde bulunan yüksek katlı sitelerin varlığı, debide oluşan düzensizliklerin sebebi olarak gösterilebilir. Mart-Nisan döneminde, yağışın azalmasına rağmen, Tece Deresi, Karakız Deresi, Gilindirez Deresi ve Sorgun Çayı debilerinde artış meydana gelmektedir. Bu akarsuların havzalarının, en yüksek kesimleri 2500m'lere kadar çıkmaktadır. Hava sıcaklıklarının artmaya başladığı Mart-Nisan dönemlerinde, bu yüksekliklerde bulunan karlar eriyerek akarsulara karışmakta ve akarsuların debisinin artmasına neden olmaktadır.



**Şekil 4.20.** Çalışma alanında mevsimsel akış gösteren akarsuların aylık debi değerleri ile aylık toplam yağış verilerinin zamana bağlı değişimleri (a: Kandak Deresi; b: Sıpa Koyağı Deresi; c: Tece Deresi; d: Gilindirez Deresi; e: Karakız Deresi ve f: Sorgun Çayı).

### 4.2.3. Kuru Dereler

Çalışma alanı içerisinde yer alan Kargıcak, Kocahasanlı, Paşasuyu, Miytan ve Kapız 2 derelerinde, çalışma dönemi boyunca akış gözlenmemiş ve bu dereler “Kuru Dere” olarak nitelendirilmiştir (Tablo 4.6). Çalışma alanının batısında yer alan bu derelerin havzaları, büyük oranda (%90-95) karbonat kayaçlardan oluşmaktadır. Bu kayaçlarda, karstik boşluklar ve yapılar oldukça yaygın ve iyi gelişmiş olup, bu havzalara düşen yağış ve yüzey sularının büyük bir kısmının, karstik boşluklar tarafından drene edildiği düşünülmektedir. Bu dereler yalnızca, ani pik yağışlarının meydana geldiği durumlarda akış göstermektedirler.

### 4.3. Hidrokimyasal Analizler

Yağmur, kar, dolu ve çiy gibi formlarda yeryüzüne düşen atmosferik yağışlar, ya yüzeyden yeraltına süzülerek yeraltı suyu şeklinde ya da direkt olarak yüzeyde akışa geçerek yüzey suları şeklinde akış gösterirler. Yeraltı ve yüzey sularının kimyasal bileşimi genel olarak temas ettikleri kayaçlar ve minerallerin bileşimi, içinden geçtikleri akiferin kimyasal özellikleri ve suyun akışı gibi faktörlere bağlıdır [55, 57, 120-122].

Yapılan bu çalışmada, incelenen 17 akarsudan 6’sında çalışma dönemi boyunca sürekli akış gözlenmiş (Sürekli akan akarsular), 6 akarsuda sadece yağışlı dönemlerde akış gözlenmiş (Mevsimsel akan akarsular) ve 5 akarsuda ise hiç akış gözlenmemiştir (Kuru dereler). Bu çalışma kapsamında, ölçüm yapılan dönemlerde akış gösteren akarsuların fiziksel ve kimyasal özellikleri, su kalitesinin belirlenmesi açısından, yerinde ve laboratuvarında gerçekleştirilen fiziksel ve kimyasal analizlerle belirlenmiş ve elde edilen bütün veriler EK 1 ve EK 2’de sunulmuştur. Analiz sonuçlarından elde edilen veriler ve EK 3’te verilen Dünya Sağlık Örgütü [123] içme suyu standartları ile Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Teknik Usuller Tebliği’nde [124] belirtilen sulama suyu kriterleri doğrultusunda değerlendirmeler yapılmıştır. Bu çalışma kapsamında, akarsu örneklerinde yapılan fiziksel parametre ölçümleri ve majör katyon/anyon ve iz element analizlerinden elde edilen tüm sonuçlar, hidrokimyasal açıdan detaylı olarak değerlendirilmiş ve izleyen bölümlerde alt başlıklar şeklinde sunulmuştur.

#### 4.3.1. Fiziksel Parametre Analizleri

Yüzey ve yeraltı sularının içme-kullanma suyu olarak kullanımı ve kalitelerinin belirlenmesi bakımından değerlendirilen parametreler, suların kullanım amacına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. İçme-kullanma sularının kalitelerinin belirlenmesi bakımından yaygın olarak kullanılan, arazide yerinde yapılan ölçümler ile belirlenen fiziksel parametreler; sıcaklık,

hidrojen iyon derişimi (pH), redoks potansiyeli (Eh), elektriksel iletkenlik (Eİ) ve çözünmüş oksijen (ÇO) miktarıdır. Çalışma alanında bulunan akarsuların, akış gösterdikleri dönemlerde ölçülen, fiziksel parametre değerleri EK 1’de sunulmuştur.

#### 4.3.1.1. Sıcaklık

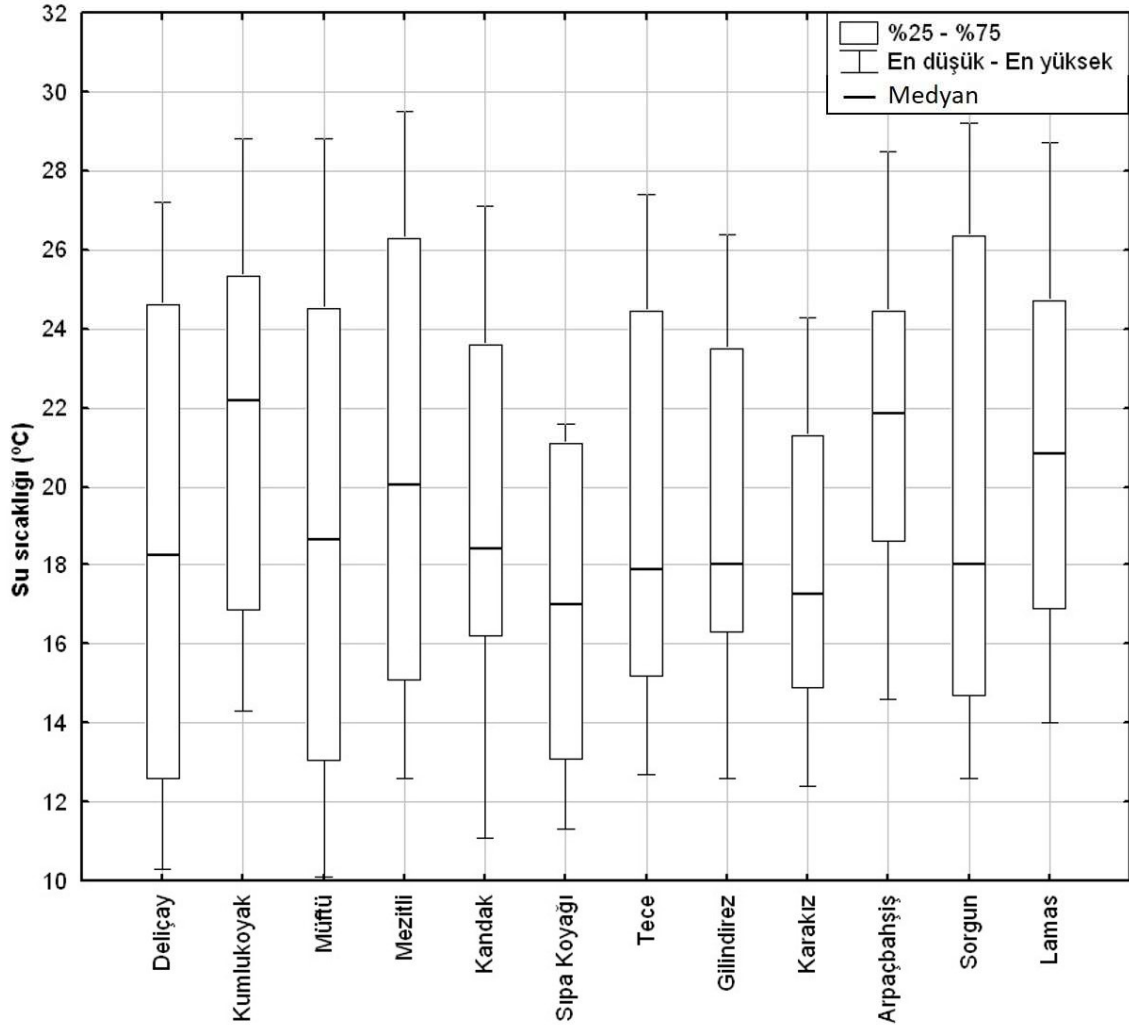
Suların sıcaklıkları, suyun bulunduğu bölgenin coğrafik konumu, havanın sıcaklığı, mevsimsel ve çevresel koşullara bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Sıcaklık, sular açısından önemli bir fiziksel parametre olup suların fiziksel, kimyasal ve biyolojik birçok özelliğinin değişmesine sebep olabilmektedir. Sıcaklığın artmasıyla, sulara oksijen çözünürlüğü azalmakta dolayısıyla suda yaşayan ve oksijene ihtiyaç duyan canlılar olumsuz olarak etkilenmektedir. Ayrıca suların pH ve Eh gibi fiziksel özelliklerini de direkt olarak etkileyen sıcaklığın artmasıyla, sulara korozif özelliklerde artış meydana gelmektedir [47, 49, 55, 125]. Şahinci [53], yüzey ve yeraltı sularını sıcaklıklarına göre sınıflandırmış ve bu sınıflandırma Tablo 4.7’de verilmiştir. Bu çalışmada da, suların sıcaklıkları, Şahinci [53] tarafından verilen tabloya göre sınıflandırılmıştır.

**Tablo 4.7.** Suların sıcaklığa göre sınıflandırılması [53].

<i>Suyun Sınıfı</i>	<i>Sıcaklık Derecesi</i>
Çok Soğuk Sular	+5 °C’ye kadar
Soğuk Sular	+10 °C’ye kadar
Çok Az Ilık Sular	+18 °C’ye kadar
Az Ilık Sular	+25 °C’ye kadar
Ilık Sular	+37 °C’ye kadar
Sıcak Sular	+40 °C’ye kadar

Çalışma alanında bulunan akarsulardan, çalışma dönemi boyunca alınan su örneklerinin sıcaklıkları, 10,1 ile 29,5 °C arasında değişmektedir (Şekil 4.21). Akarsularda, ortalama su sıcaklığı değerleri; Deliçay, Kumlukoyak Deresi, Müftü Çayı, Mezitli Deresi, Kandak Deresi, Sıpa Koyağı Deresi, Tece Deresi, Gilindirez Deresi, Karakız Deresi, Arpaçbahşiş Deresi, Sorgun Çayı ve Lamas Çayı için sırasıyla 18,6; 21,3; 18,7; 20,6; 19,1; 16,5; 19,4; 19,0; 17,9; 21,7; 20,0 ve 20,7 °C olarak belirlenmiştir. Su sıcaklıkları, hava sıcaklıklarının da yüksek olduğu yaz dönemlerinde artarken, hava sıcaklığının düşük olduğu kış dönemlerinde ise azalmaktadır. Şahinci [53]’nin sıcaklık sınıflamasına göre; genellikle yaz döneminde (Mayıs-Ağustos ayları arası) akarsular “Ilık Sular” sınıfına düşerken, kış döneminde (Kasım-Şubat ayları arası) “Çok Az Ilık Sular”, ilkbahar ve sonbahar dönemlerinde ise “Az Ilık Sular” sınıfına girmektedir.

Çalışma alanının doğusunda bulunan Deliçay, batısında bulunan Lamas Çayı ve bunların arasında yer alan akarsuların sıcaklık değerlerine bakıldığında, sıcaklık değerlerinin genel olarak birbirine yakın değerler gösterdiği gözlenmiştir (Şekil 4.21). Suların içme-sulama suyu olarak kullanımı açısından, Dünya Sağlık Örgütü içme suyu standartları [123] ile Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Teknik Usuller Tebliği'nde [124] belirtilen sulama suyu kalite kriterlerinde, sıcaklık için sınır değer belirtilmemiştir (EK 3).



Şekil 4.21. Çalışma alanındaki akarsulardan alınan su örneklerine ait sıcaklık değerlerinin Ekim 2015 ile Eylül 2016 dönemleri arasındaki değişimlerinin Box diyagramı üzerinde gösterimi.

#### 4.3.1.2. Hidrojen iyonu derişimi (pH)

Çalışma alanında bulunan akarsular, pH değerlerine bağlı olarak, Şahinci [53] tarafından yapılan sınıflamaya göre (Tablo 4.8) sınıflandırılmıştır.

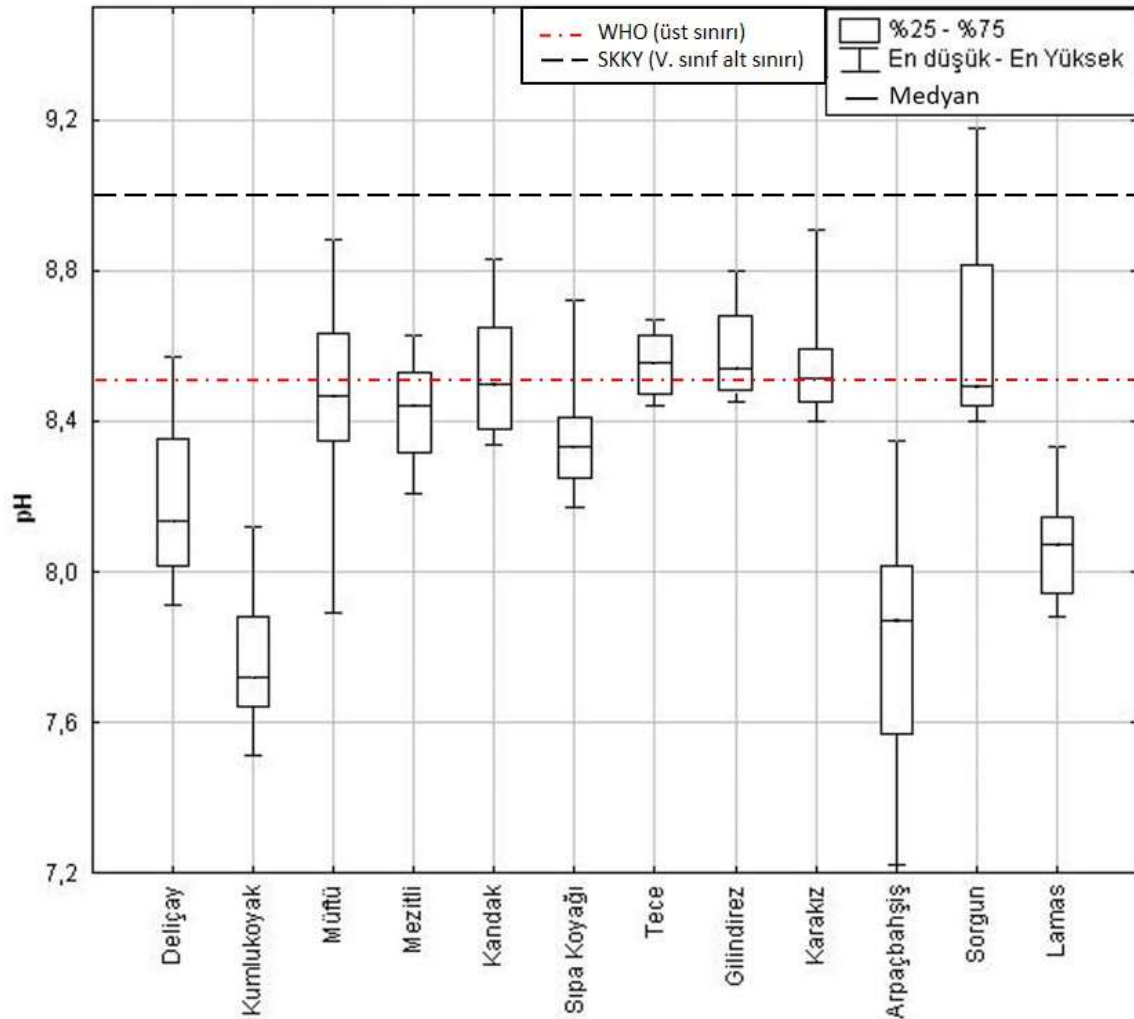
**Tablo 4.8.** Suların pH değerine göre sınıflandırılması [53].

<i>Suyun Sınıfı</i>	<i>pH</i>
Bazik	> 8,5
Bazik Karakterli	8,5–7,0
Nötr	7,0
Asit Karakterli	7,0–4,5
Asidik	< 4,5

Akarsulardan alınan su örneklerinin pH değerleri, çalışma dönemi boyunca 7,81 ile 9,18 arasında değişim göstermiştir (Şekil 4.22). Ortalama pH değerleri; Deliçay, Kumlukoyak Deresi, Müftü Çayı, Mezitli Deresi, Kandak Deresi, Sıpa Koyağı Deresi, Tece Deresi, Gilindirez Deresi, Karakız Deresi, Arpaçbahşiş Deresi, Sorgun Çayı ve Lamas Çayı için sırasıyla, 7,91; 7,51; 7,89; 8,21; 8,34; 8,17; 8,44; 8,45; 8,40; 7,22; 8,40 ve 7,88'dir. Akarsuların ortalama pH değerleri, Şahinci'nin [53] pH sınıflamasına göre genel olarak değerlendirildiğinde; bütün akarsular "Bazik Karakterli" suları temsil etmektedir. Ancak, Müftü Deresi, Mezitli Deresi, Kandak Deresi, Tece Deresi, Gilindirez Deresi, Karakız Deresi ve Sorgun Çayı'ndan alınan su örneklerinin büyük çoğunluğu "Bazik" sular sınıfında ya da bazik sulara oldukça yakın değerler gösteren "Bazik Karakterli" sular sınıfına düşmektedir. Bu akarsuların, su toplama havzalarının yaklaşık %30-50'sini "Ofiyolitik Kayaç"lar oluşturmaktadır (Tablo 2.7). Bazik karakterde olan ofiyolitik kayaçlar, su ile etkileşime girdiklerinde, suların pH'ı artmakta ve bazik karakter kazanmaktadır. Ofiyolitik birimlerin bulunmadığı Kandak Deresi havzasında gözlenen yüksek pH değerlerinin ise, havzanın çıkış noktasına yakın bir noktada, akarsu kenarında bulunan atıksu arıtma tesisinden yapılan deşarjdan kaynaklandığı düşünülmektedir. Kumlukoyak Deresi, Arpaçbahşiş Deresi ve Lamas Çayı'ndan alınan su örneklerinin pH'ı, çalışma alanındaki diğer akarsulardan alınan örneklere göre daha düşük değerler göstermektedir (Şekil 4.22).

Akarsulardan alınan su örnekleri, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliği'nde [124] belirtilen sulama suyu kalite kriterlerine göre değerlendirildiğinde; yalnızca Sorgun Çayı'ndan Ekim 2015 döneminde alınan su örneğinin V. Sınıf (Zararlı, uygun değil) suları temsil ettiği, tüm diğer dönemlerde, alınan örneklerin pH açısından kullanılabilir sular sınıfına düştüğü belirlenmiştir (EK 3). Dünya Sağlık Örgütü içme suyu standartlarına [123] göre (EK3); Deliçay'dan Ocak 2016'da, Müftü Çayı'ndan Aralık 2015 ile Ocak ve Mart-Mayıs 2016 dönemlerinde, Mezitli Deresi'nden Aralık 2015 ile Ocak-Mart ve Mayıs 2016 dönemlerinde, Kandak Deresi'nden Kasım-Aralık 2015 ve Ocak-Mart 2016 dönemlerinde, Sıpa Koyağı Deresi'nden Ocak 2016'da, Tece Deresi'nden Kasım-Aralık 2015 ve Ocak-Mart 2016 dönemlerinde, Gilindirez Deresi'nden Kasım-Aralık 2015 ile Ocak-Şubat ve Mayıs 2016 dönemlerinde, Karakız Deresi'nden Aralık 2015 ile Ocak-Şubat ve Nisan 2016 dönemlerinde,

Sorgun Çayı'ndan Ekim-Kasım 2015 ile Ocak ve Mayıs 2016 dönemlerinde alınan su örnekleri, pH sınır değerini aşmıştır.

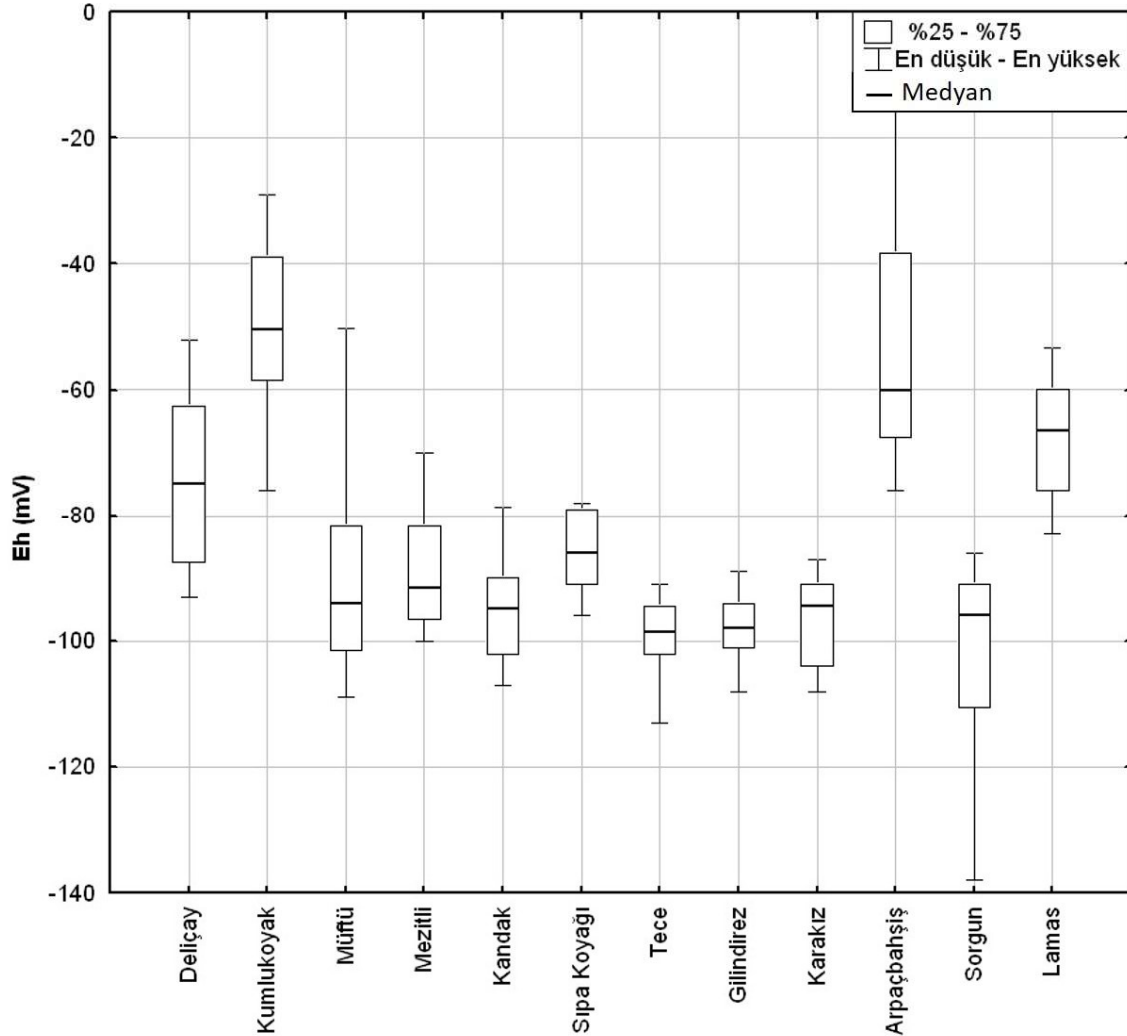


**Şekil 4.22.** Çalışma alanındaki akarsulardan alınan su örneklerine ait pH değerlerinin Ekim 2015 ile Eylül 2016 dönemleri arasındaki değişimlerinin Box diyagramı üzerinde gösterimi (WHO: Dünya Sağlık Örgütü içme suyu standartları [123] ve SKKY: Su Kirliliği Kontrolü, Teknik Usuller Tebliği, sulama suyu sınıflaması [124]).

#### 4.3.1.3. Redoks potansiyeli (Eh)

Akarsulardan alınan su örneklerinin redoks potansiyeli (Eh), -138 ile -12 mV arasında değişmektedir (Şekil 4.23). Akarsuların ortalama Eh değerleri, Deliçay, Kumlukoyak Deresi, Müftü Çayı, Mezitli Deresi, Kandak Deresi, Sıpa Koyağı Deresi, Tece Deresi, Gilindirez Deresi, Karakız Deresi, Arpaçbahşış Deresi, Sorgun Çayı ve Lamas Çayı için sırasıyla, -74; -50; -90; -88; -95; -86; -99; -98; -97; -53; -102 ve -68 mV'tur. Akarsu örneklerinin ortalama Eh değerleri bir bütün olarak değerlendirildiğinde; Deliçay, Kumlukoyak Deresi, Arpaçbahşış Deresi ve Lamas Çayı'nın Eh değerlerinin, akışın gözlemlendiği diğer akarsulara göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.23).

Suların içme-sulama suyu olarak kullanımı açısından Dünya Sağlık Örgütü standartları [123] ile Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Teknik Usuller Tebliği'nde [124] belirtilen sulama suyu kalite kriterlerinde, Eh için sınır değeri belirtilmemiştir (EK 3).



**Şekil 4.23.** Çalışma alanındaki akarsulardan alınan su örneklerine ait Eh değerlerinin Ekim 2015 ile Eylül 2016 dönemleri arasındaki değişimlerinin Box diyagramı üzerinde gösterimi.

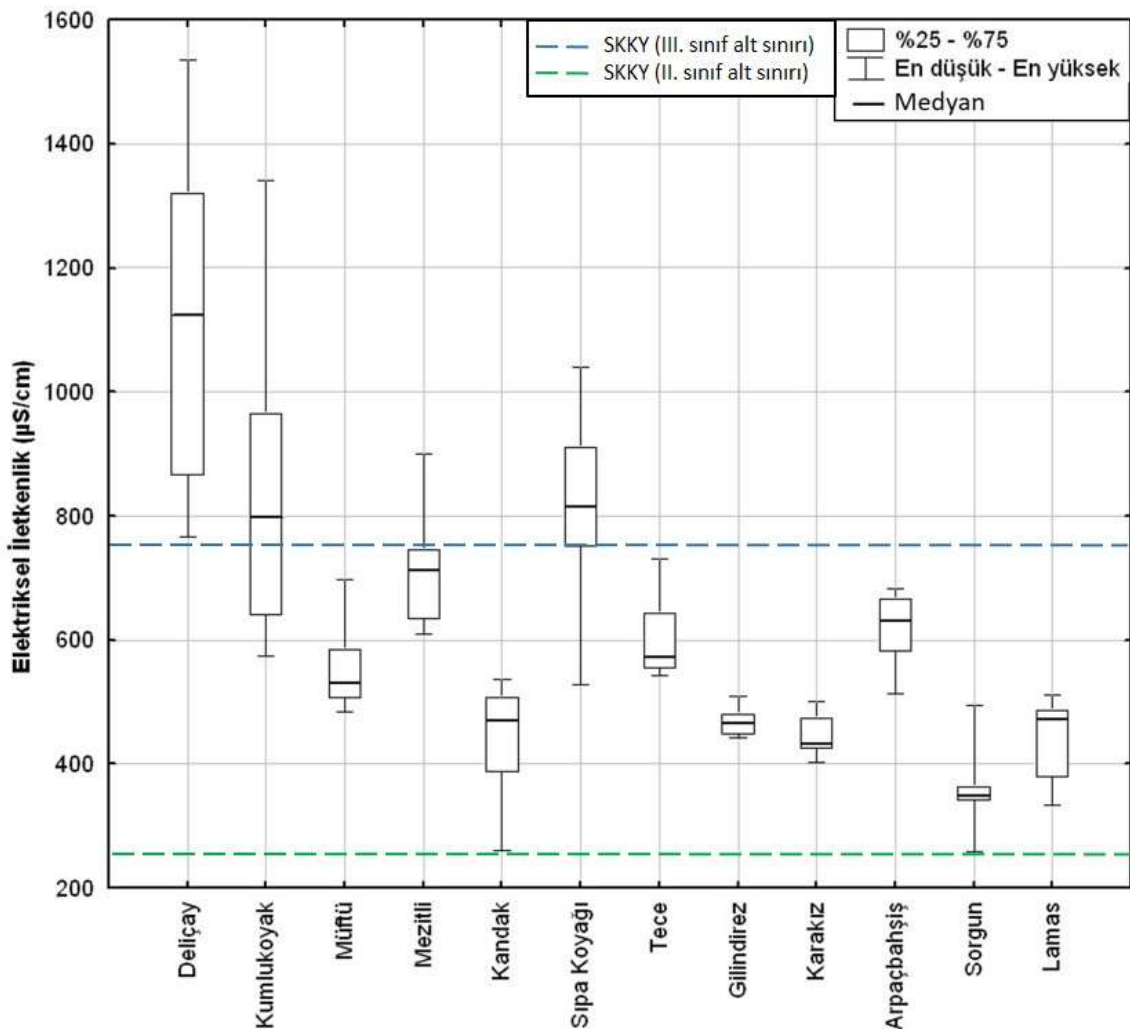
#### 4.3.1.4. Elektriksel iletkenlik (Eİ)

Çalışma alanında bulunan akarsulardan, alınan su örneklerinin, Eİ değerleri, 259  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ile 1535  $\mu\text{S}/\text{cm}$  arasında değişmektedir (Şekil 4.24). Ortalama Eİ değerleri, Deliçay, Kumlukoyak Deresi, Müftü Çayı, Mezitli Deresi, Kandak Deresi, Sıpa Koyağı Deresi, Tece Deresi, Gilindirez Deresi, Karakız Deresi, Arpaçbahşış Deresi, Sorgun Çayı ve Lamas Çayı için sırasıyla; 766; 575; 484; 609; 261; 528; 542; 443; 402; 514; 258 ve 334  $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'dir.

Çalışma alanının doğusunda, Deliçay'dan başlayıp, batısında Lamas Çayı'na kadar akarsu akışının gözlemlendiği akarsuların Eİ değerleri bir bütün olarak değerlendirildiğinde, Deliçay'dan



Lamas'a doğru gidildikçe ortalama Eİ değerlerinde genel olarak bir azalmanın olduğu gözlenmektedir (Şekil 4.24). Yerleşim yerleri, tarım alanları ve endüstriyel alanların çalışma alanının doğusunda daha yoğun olduğu bilinmektedir (Şekil 2.2, Tablo 2.2). Bu etkenlerden kaynaklı, akarsuya boşalan sular, çözülmüş iyon bakımından oldukça zengin sular olup akarsuyun bünyesindeki çözülmüş iyon miktarını da arttırmaktadır. Suların elektriği iletibilme kapasitesinin bir göstergesi olan Eİ'nin değeri, suda çözülmüş iyon miktarının artmasıyla birlikte artış göstermektedir. Bütün bu faktörler göz önünde bulundurulduğunda, çalışma alanında bulunan akarsuların, Eİ'sini etkileyen faktörlerin, akarsulara boşaltılan ya da süzülme-yağışlar tarafından yıkanma yoluyla taşınan, evsel, tarımsal ve endüstriyel atıksuların olabileceği düşünülmektedir.



**Şekil 4.24.** Çalışma alanındaki akarsulardan alınan su örneklerine ait Elektriksel iletkenlik değerlerinin Ekim 2015 ile Eylül 2016 dönemleri arasındaki değişimlerinin Box diyagramı üzerinde gösterimi (SKKY: Su Kirliliği Kontrolü, Teknik Usuller Tebliği, sulama suyu sınıflaması [124]).

Dünya Sağlık Örgütü içme suyu standartlarında [123] Eİ değerleri için sınır değeri belirtilmemiştir. Su Kirliliği Kontrolü, Teknik Usuller Tebliği'nde [124] belirtilen sulama suyu kalite kriterlerine göre;

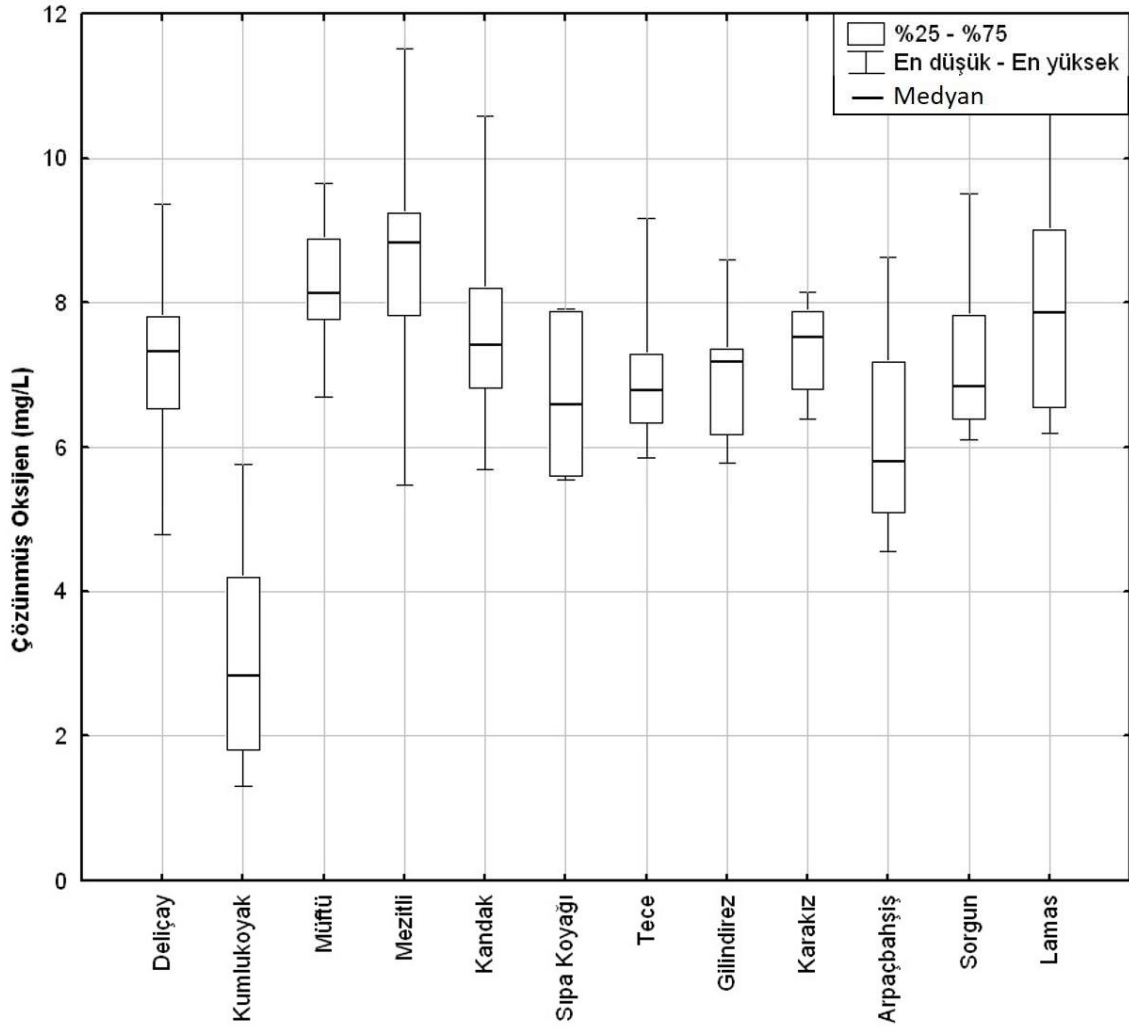
- Deliçay'dan alınan su örnekleri III. Sınıf (Kullanılabilir),
- Kumlukoyak Deresi'nden alınan su örnekleri, Aralık 2015 ile Mayıs ve Temmuz-Eylül 2016 dönemlerinde II. sınıf (İyi), Ekim-Kasım 2015 dönemi ile Ocak-Nisan ve Haziran 2016 dönemlerinde III. sınıf (Kullanılabilir),
- Müftü Çayı'ndan alınan su örnekleri II. sınıf (İyi),
- Mezitli Deresi'nden alınan su örnekleri, Ekim 2015 ile Ocak-Ağustos ve Eylül 2016 dönemlerinde II. sınıf (İyi), Kasım-Aralık 2015 döneminde III. sınıf (Kullanılabilir),
- Kandak Deresi'nden alınan su örnekleri II. sınıf (İyi),
- Sıpa Koyağı Deresi'nden alınan su örnekleri, Mayıs 2016 döneminde II. sınıf (İyi), Ekim-Aralık 2015 ile Ocak-Mart 2016 dönemlerinde III. sınıf (Kullanılabilir),
- Tece Deresi, Gilindirez Deresi, Karakız Deresi, Arpaçbahşiş Deresi, Sorgun Çayı ve Lamas Çayı'ndan alınan su örnekleri II. sınıf (İyi),

sular sınıfına girmektedir (EK 3).

#### 4.3.1.5. Çözünmüş oksijen (ÇO)

Su içerisinde çözünmüş halde bulunan oksijen derişimi, mg/L ya da % cinsinden ölçülür. Çalışma alanında bulunan akarsuların, örnekleme ve fiziksel parametre ölçümlerinin yapıldığı dönemlerdeki ÇO değerleri EK 1'de gösterilmiştir. Akarsulardan alınan su örneklerinde ölçülen en düşük ÇO değeri 1,51 mg/L, en yüksek değeri ise 11,51 mg/L'dir (Şekil 4.25). Ortalama ÇO değerleri, Deliçay, Kumlukoyak Deresi, Müftü Çayı, Mezitli Deresi, Kandak Deresi, Sıpa Koyağı Deresi, Tece Deresi, Gilindirez Deresi, Karakız Deresi, Arpaçbahşiş Deresi, Sorgun Çayı ve Lamas Çayı için sırasıyla; 7,10; 3,05; 8,27; 8,56; 7,62; 6,75; 6,99; 7,02; 7,38; 6,15; 7,22 ve 7,95 mg/L'dir.

Çalışma alanındaki akarsuların, ortalama ÇO değerlerine bakıldığında; Kumlukoyak Deresi'nden alınan su örneklerinin ortalama ÇO miktarının diğer akarsulara göre oldukça düşük olduğu gözlenmektedir (Şekil 4.25). Kumlukoyak Deresi, hem içerisinde geçtiği Mersin ili büyük sanayi sitesinden, hemde havza çıkış bölgesine yakın bir noktada bulunan meyve halinden kaynaklanan atıksuların deşarjının yapıldığı beton bir kanal yapısı içerisinde akmaktadır. Bu nedenle, özellikle bu akarsuda, deşarj edilen atıklardan kaynaklı bakteriyolojik faaliyetler yoğun olarak görülmektedir. Bu çalışma kapsamında, herhangi bir bakteriyolojik inceleme yapılmamasına rağmen, akarsuda gözle görülebilen atıklar, koku, yosunlanma, vb. işaretlerin varlığı, bakteriyolojik faaliyetler nedeniyle akarsudaki çözünmüş oksijenin önemli ölçüde tüketildiğini ortaya koymaktadır.



**Şekil 4.25.** Çalışma alanındaki akarsulardan alınan su örneklerine ait Çözünmüş Oksijen değerlerinin Ekim 2015 ile Eylül 2016 dönemleri arasındaki değişimlerinin Box diyagramı üzerinde gösterimi.

Suların, içme-sulama suyu olarak kullanımı açısından Dünya Sağlık Örgütü içme suyu standartları [123] ile Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Teknik Usuller Tebliği'nde [124] belirtilen sulama suyu kalite kriterlerinde, çözünmüş oksijen için sınır değer belirtilmemiştir (EK 3). Göllerde ve akarsularda, canlı yaşamının devam edebilmesi için, orada yaşayan canlıların türüne bağlı olarak, ÇO miktarının 4 mg/L'den fazla olması gerekmektedir [48]. Bu kapsamda, çalışma alanında bulunan akarsulardan Kumlukoyak Deresi dışında, hiçbir akarsuyun ÇO değerleri çalışma dönemi boyunca 4 mg/L'nin altına düşmemiştir. Kumlukoyak Deresi'nde ise ÇO miktarı çalışma dönemi boyunca genel olarak 4 mg/L'den daha düşük olarak gözlenmiş ve bu nedenle akarsuda yaşayan canlıların yaşamı için uygun olmadığı belirlenmiştir.

## 4.3.2. Kimyasal Analizler

### 4.3.2.1. Majör katyon analizleri

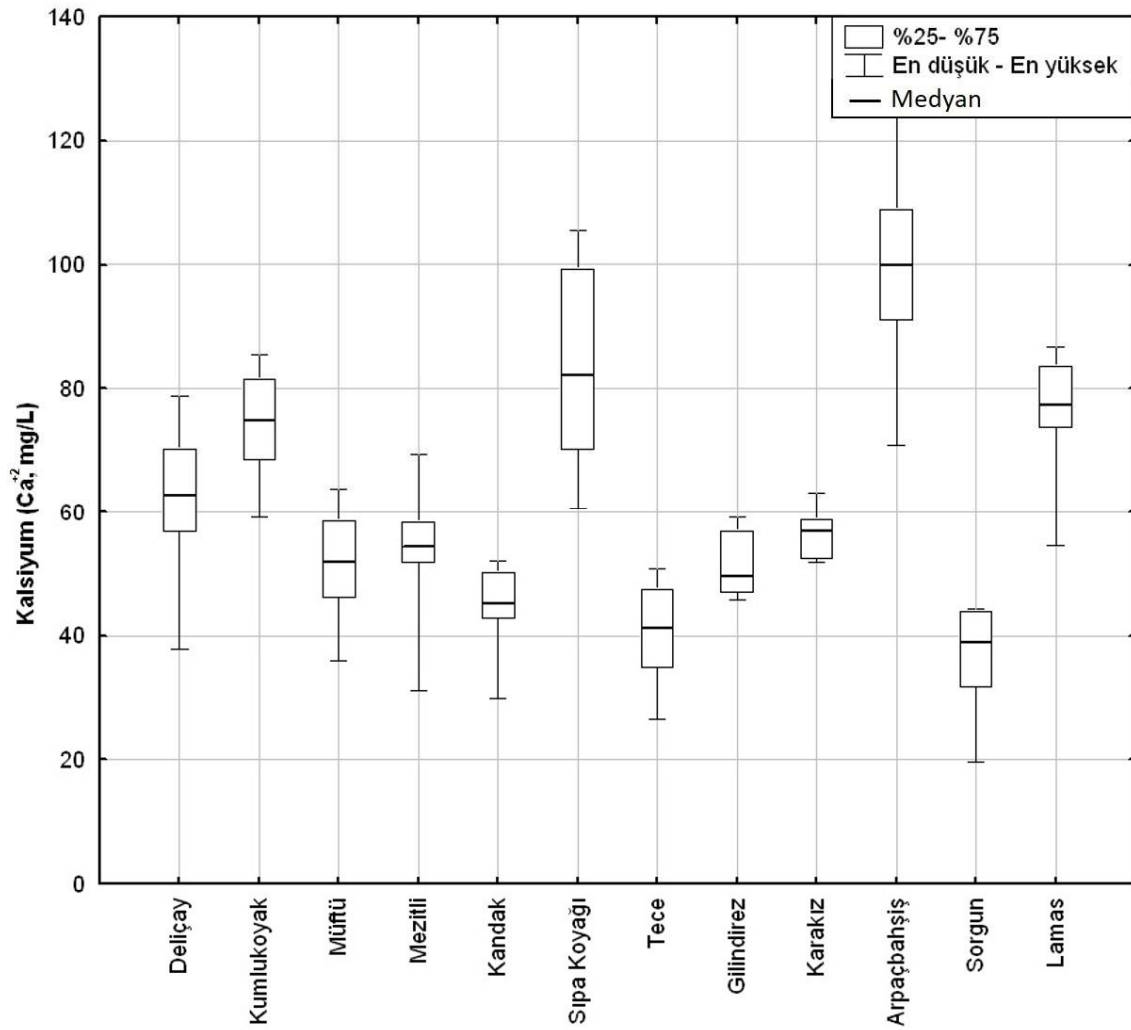
Yüzey ve yeraltı sularının içme-kullanma suyu olarak kullanımları açısından, kalitelerinin belirlenmesi ve suların sınıflarının tanımlanması için yaygın olarak kullanılan majör katyonlar; kalsiyum ( $Ca^{+2}$ ), magnezyum ( $Mg^{+2}$ ), sodyum ( $Na^+$ ) ve potasyum ( $K^+$ )'dur. Çalışma alanında bulunan akarsulardan alınan su örneklerinin majör katyon içerikleri, EK 1'de gösterilmiştir. Ayrıca çalışma dönemi boyunca, her bir akarsu için majör katyon içeriklerinin zamana bağlı değişimleri aşağıda alt başlıklar halinde detaylı olarak incelenmiştir.

#### 4.3.2.1.1. Kalsiyum ( $Ca^{+2}$ )

Çalışma alanında bulunan akarsulardan alınan su örneklerinin ortalama kalsiyum değerleri, Deliçay, Kumlukoyak Deresi, Müftü Çayı, Mezitli Deresi, Kandak Deresi, Sıpa Koyağı Deresi, Tece Deresi, Gilindirez Deresi, Karakız Deresi, Arpaçbahşiş Deresi, Sorgun Çayı ve Lamas Çayı'nda sırasıyla; 61,80; 74,33; 51,72; 54,32; 44,63; 83,57; 40,50; 51,60; 56,64; 99,86; 36,67 ve 77,07 mg/L'dir. En düşük kalsiyum derişimi (19,66 mg/L) Sorgun Çayı'ndan alınan su örneğine ait olup, en yüksek kalsiyum derişimi (124,93 mg/L) ise Arpaçbahşiş Deresi'nden alınan su örneğine aittir (Şekil 4.26).

Akarsulardan alınan su örneklerinin ortalama kalsiyum değerleri genel olarak değerlendirildiğinde, Kumlukoyak Deresi, Sıpa Koyağı Deresi, Arpaçbahşiş Deresi ve Lamas Çayı su örneklerine ait değerlerin, diğer akarsulara göre daha yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 4.26). Kalsiyum, genel olarak, su-kayaç etkileşimi sonucu suya geçmektedir. Yüksek kalsiyum içeriğine sahip kayaçlar ile daha çok etkileşim içerisinde olan suların, kalsiyum içeriği de yüksek olmaktadır. Sıpa Koyağı, Arpaçbahşiş ve Lamas havzalarında, kalsiyumca zengin karbonat kayaçlar sırasıyla bu havzaların %84, %84 ve %95'ini kaplamaktadır (Tablo 2.7). Bu durum, akarsulardaki yüksek kalsiyum içeriğini de açıklamaktadır. Kumlukoyak havzasında ise karbonat kayaçlar %35'lik bir alan kaplamakta (Tablo 2.7) olup bu durum tek başına, yüksek kalsiyum içeriğini açıklamada yetersiz kalmaktadır. Akarsu civarında yer alan, sanayi tesisi ve meyve halinden akarsuya boşaltılan atıkların bu akarsuda kalsiyum içeriğini arttırdığı düşünülmektedir.

Suların, içme-sulama suyu olarak kullanımı açısından Dünya Sağlık Örgütü içme suyu standartları [123] ile Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Teknik Usuller Tebliği'nde [124] belirtilen sulama suyu kalite kriterlerinde, kalsiyum için sınır değer belirtilmemiştir (EK 3).



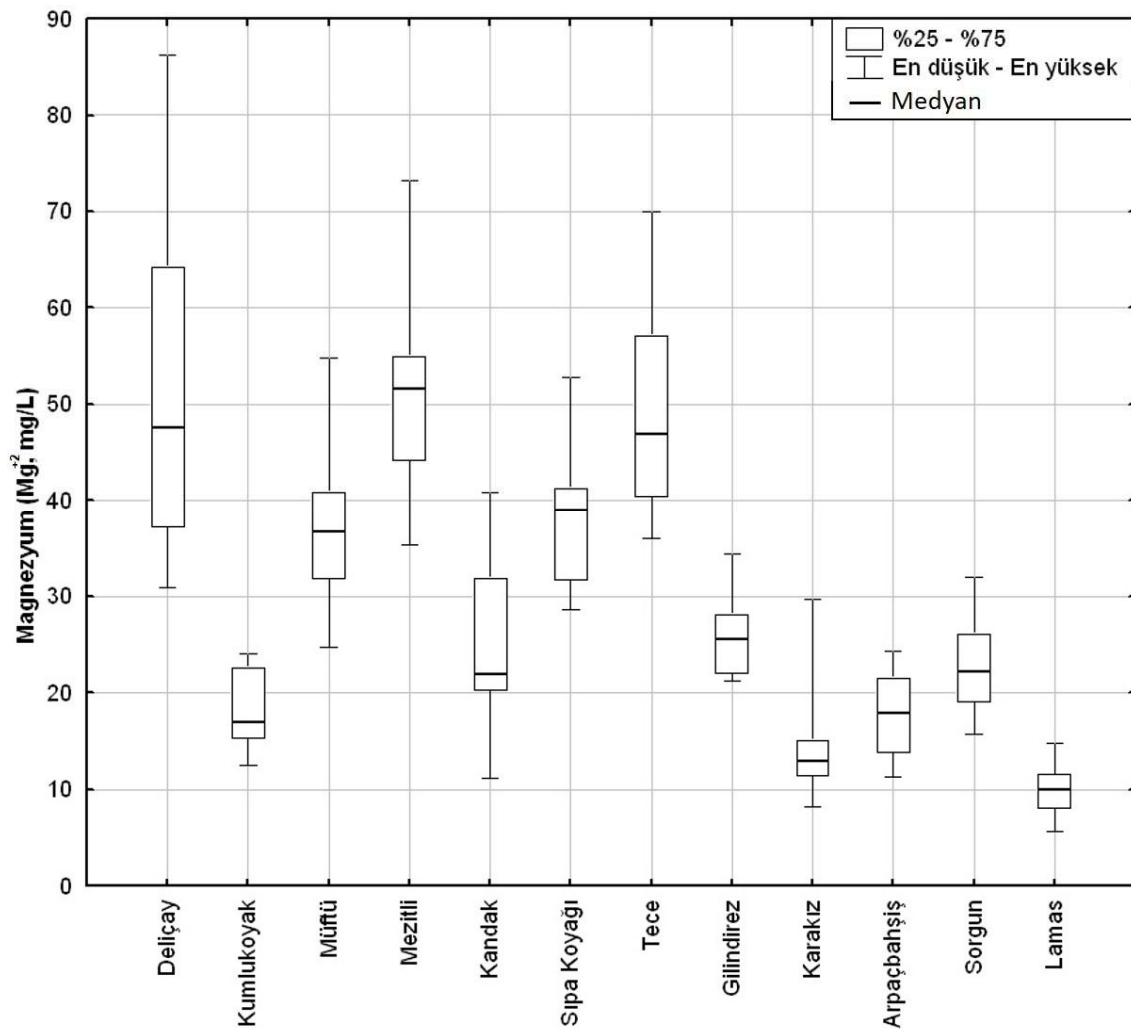
**Şekil 4.26.** Çalışma alanındaki akarsulardan alınan su örneklerine ait kalsiyum ( $Ca^{+2}$ ) değerlerinin Ekim 2015 ile Eylül 2016 dönemleri arasındaki değişimlerinin Box diyagramı üzerinde gösterimi.

#### 4.3.2.1.2. Magnezyum ( $Mg^{+2}$ )

Akarsu örneklerinin magnezyum içerikleri 5,63 mg/L ile 86,29 mg/L arasında değişmektedir (Şekil4.27). En düşük magnezyum derişimi Lamas Çayı'ndan alınan örnekte, en yüksek derişim ise Deliçay'da ölçülmüştür. Deliçay, Kumlukoyak Deresi, Müftü Çayı, Mezitli Deresi, Kandak Deresi, Sıpa Koyağı Deresi, Tece Deresi, Gilindirez Deresi, Karakız Deresi, Arpaçbahşiş Deresi, Sorgun Çayı ve Lamas Çayı'ndan alınan su örneklerinin ortalama magnezyum değerleri sırasıyla; 50,98; 18,41; 37,44; 50,87; 26,46; 38,45; 49,40; 25,99; 15,04; 17,63; 22,83 ve 10,02 mg/L'dir.

Çalışma alanının doğusunda bulunan Deliçay'dan, batısında bulunan Lamas Çayı'na doğru gidildikçe, su örneklerinin magnezyum içerikleri genel olarak bir azalma eğilimi göstermektedir (Şekil 4.27). Doğal suların magnezyum içerikleri, su-kayaç etkileşimine bağlı olarak değişiklik

göstermektedir. Çalışma alanının jeolojisine bakıldığında, sularda magnezyuma kaynaklık edebilecek kayaç türleri arasında ofiyolitik birimler dikkat çekmektedir. Bu birimler, çalışma alanının doğusunda bulunan havzalarda, batısında bulunan havzalara göre daha yaygın olarak gözlenmekte (Şekil 2.10, Tablo 2.7) ve magnezyumun sulardaki muhtemel kaynağını oluşturmaktadır. Suların içme-sulama suyu olarak kullanımı açısından, Dünya Sağlık Örgütü içme suyu standartları [123] ile Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Teknik Usuller Tebliği'nde [124] belirtilen sulama suyu kalite kriterlerinde, magnezyum için sınır değer belirtilmemiştir (EK 3).



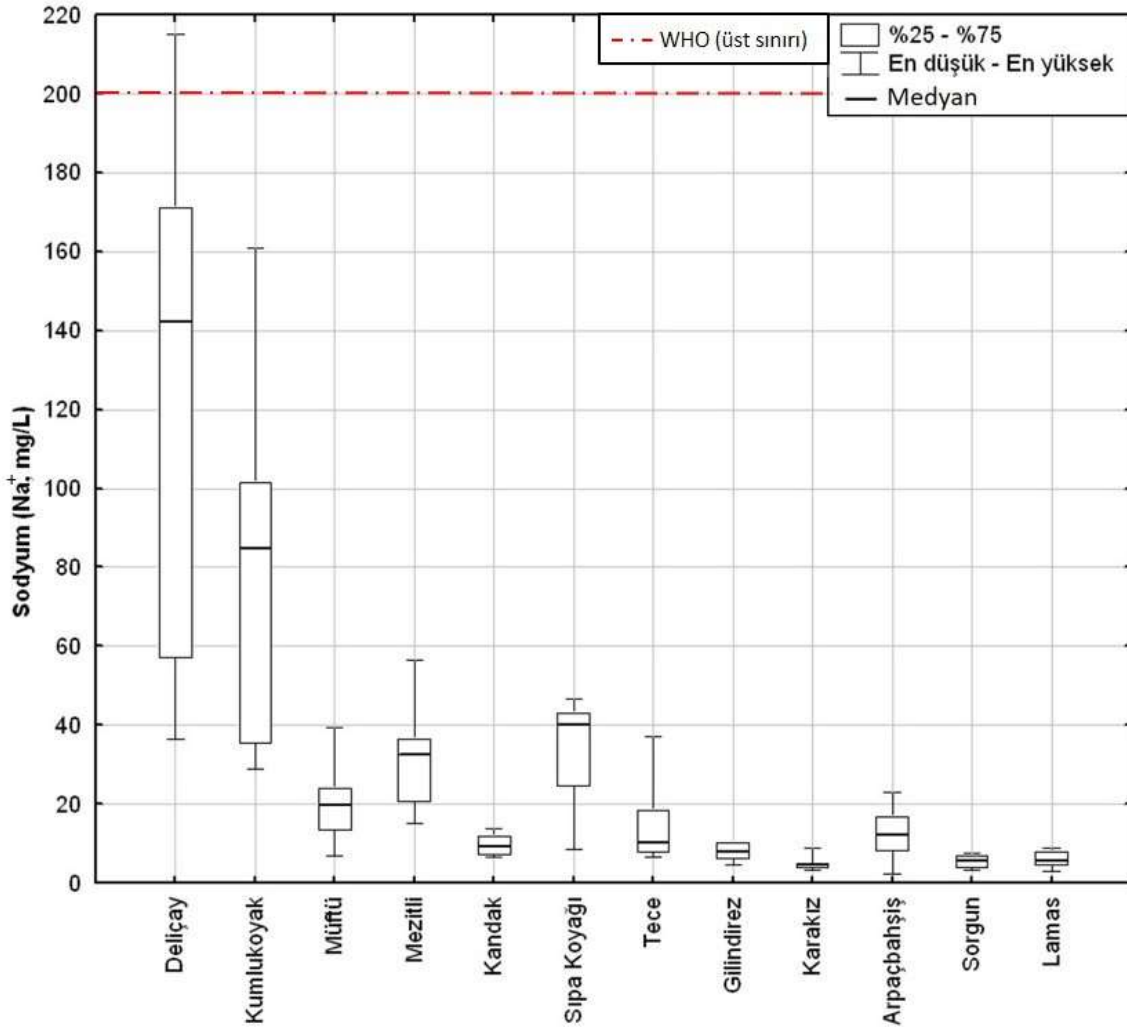
**Şekil 4.27.** Çalışma alanındaki akarsulardan alınan su örneklerine ait magnezyum ( $Mg^{2+}$ ) değerlerinin Ekim 2015 ile Eylül 2016 dönemleri arasındaki değişimlerinin Box diyagramı üzerinde gösterimi.

#### 4.3.2.1.3. Sodyum ( $Na^+$ )

Çalışma alanında bulunan akarsulardan alınan su örneklerinin, sodyum içerikleri 2,47 mg/L ile 1.502,79 mg/L arasında değişmektedir (Şekil 2.28). Su örneklerinin ortalama değerleri,

Deliçay, Kumlukoyak Deresi, Müftü Çayı, Mezitli Deresi, Kandak Deresi, Sıpa Koyağı Deresi, Tece Deresi, Gilindirez Deresi, Karakız Deresi, Arpaçbahşiş Deresi, Sorgun Çayı ve Lamas Çayı için sırasıyla; 1502,79; 919,81; 235,95; 378,64; 86,30; 237,79; 116,63; 55,62; 30,20; 151,70; 44,16 ve 72,10 mg/L'dir.

Yeryüzündeki sodyumun en büyük kaynağını denizler oluşturmakla birlikte, magmatik kayalar daha baskın olmak üzere, evaporitler gibi sedimanter kayalar, tarımda kullanılan gübreler, evsel ve endüstriyel atıklar da, yüzey ve yeraltı sularındaki sodyuma kaynaklık etmektedirler [47]. Çalışma alanında, doğuda Deliçay'dan, batıda Lamas Çayı'na doğru gidildikçe, yani şehir merkezinden uzaklaştıkça, akarsuların ortalama sodyum içeriklerinin azaldığı görülmektedir (Şekil 4.28).



**Şekil 4.28.** Çalışma alanındaki akarsulardan alınan su örneklerine ait sodyum ( $\text{Na}^+$ ) değerlerinin Ekim 2015 ile Eylül 2016 dönemleri arasında en düşük ve en yüksek değerlerinin Box diyagramı üzerinde gösterimi (WHO: Dünya Sağlık Örgütü içme suyu standartları[123]).

Çalışma alanının doğusundan batısına doğru gidildikçe, yerleşim yerlerinin yoğunluğu ve tarımsal faaliyetlerin yapıldığı alanlar (Şekil 2.2, Tablo 2.2), dolayısıyla akarsu kalitesi-miktarını etkileyebilecek antropojenik faaliyetler azalmaktadır. Bu etkenlere bağlı olarak, çalışma alanındaki akarsularda sodyum derişimleri yüksek değışkenlikler göstermektedir.

Dünya Sağlık Örgütü içme suyu standartlarına [123] göre; yalnızca, Haziran 2016 döneminde, Deliçay'dan alınan su örneği içme suyu olarak kullanıma izin verilen maksimum sodyum değeri (200 mg/L) sınırını aşmış, diğer akarsulardan farklı dönemlerde alınan su örnekleri izin verilen maksimum değerin altında kalmıştır (EK 3). Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Teknik Usuller Tebliği'nde [124] belirtilen sulama suyu kalite kriterlerinde, sodyum için sınır değeri belirtilmemiştir (EK 3).

#### 4.3.2.1.4. Potasyum (K<sup>+</sup>)

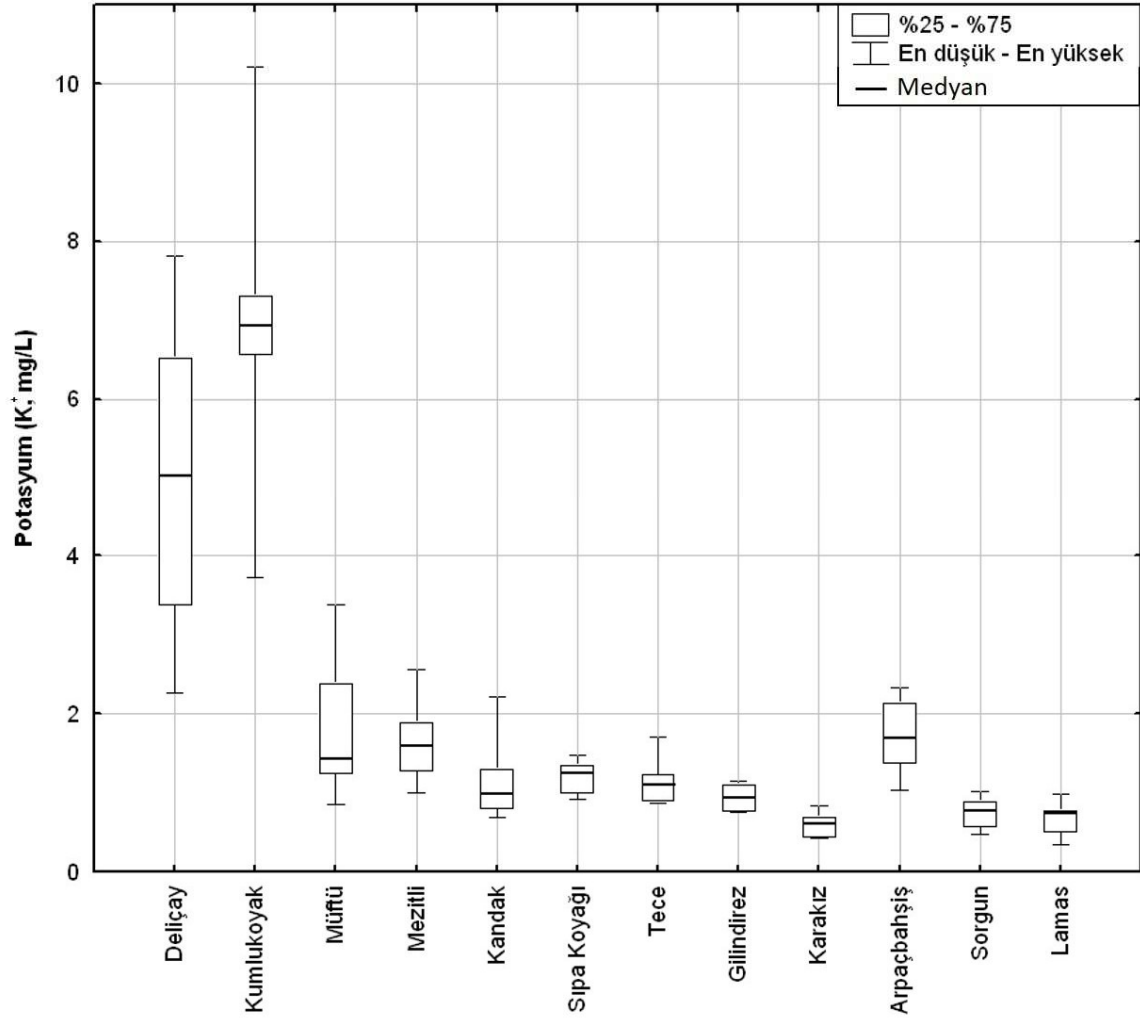
Çalışma alanında bulunan akarsulardan alınan su örneklerinin potasyum içerikleri 0,34 mg/L ile 10,22 mg/L arasında değışmektedir (Şekil 4.29). Suların ortalama potasyum derişimleri, Deliçay, Kumlukoyak Deresi, Müftü Çayı, Mezitli Deresi, Kandak Deresi, Sıpa Koyağı Deresi, Tece Deresi, Gilindirez Deresi, Karakız Deresi, Arpaçbahşış Deresi, Sorgun Çayı ve Lamas Çayı için, sırasıyla; 4,99; 6,91; 1,78; 1,63; 1,15; 1,19; 1,13; 0,93; 0,60; 1,73; 0,74 ve 0,68 mg/L'dir.

Akarsuların ortalama potasyum (K<sup>+</sup>) değerlerine bakıldığında, çalışma alanının doğusundan, batısına doğru değerlerin Kumlukoyak Deresi ve Arpaçbahşış Deresi haricinde genel olarak azaldığı görülmüştür (Şekil 4.29). Bitkiler için hayati bir element olan potasyum, ölü bitkilerin bünyelerinden toprağa geçer ve yeraltı suyuna sızar, ya da yağışlar ile yıkanıp akarsulara karışır [47]. Ayrıca, tarımda kullanılan potasyum gübreleri de, akarsulardaki potasyum miktarlarını etkileyen önemli bir kaynaktır.

Potasyumun, akarsulardaki derişimleri incelendiğinde, Tablo 2.2 ve Şekil 2.2'de belirtilen tarım alanları ve ormanlık alanların dağılımı ile yakın ilişkide olduğu görülmektedir. Bu durum, çalışma alanındaki akarsularda, potasyumun kaynağını açıklamaktadır. Bunun dışında, Kumlukoyak Deresi'ndeki yüksek potasyuma, bölgedeki meyve hali ve sanayi tesisinden akarsuya boşaltılan atıklar da kaynaklık etmektedir.

Suların içme-sulama suyu olarak kullanımı açısından, Dünya Sağlık Örgütü içme suyu standartları [123] ile Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Teknik Usuller Tebliği'nde [124] belirtilen sulama suyu kalite kriterlerinde, potasyum için sınır değeri belirtilmemiştir (EK 3).





**Şekil 4.29.** Çalışma alanındaki akarsulardan alınan su örneklerine ait potasyum ( $K^+$ ) değerlerinin Ekim 2015 ile Eylül 2016 dönemleri arasındaki değişimlerinin Box diyagramı üzerinde gösterimi.

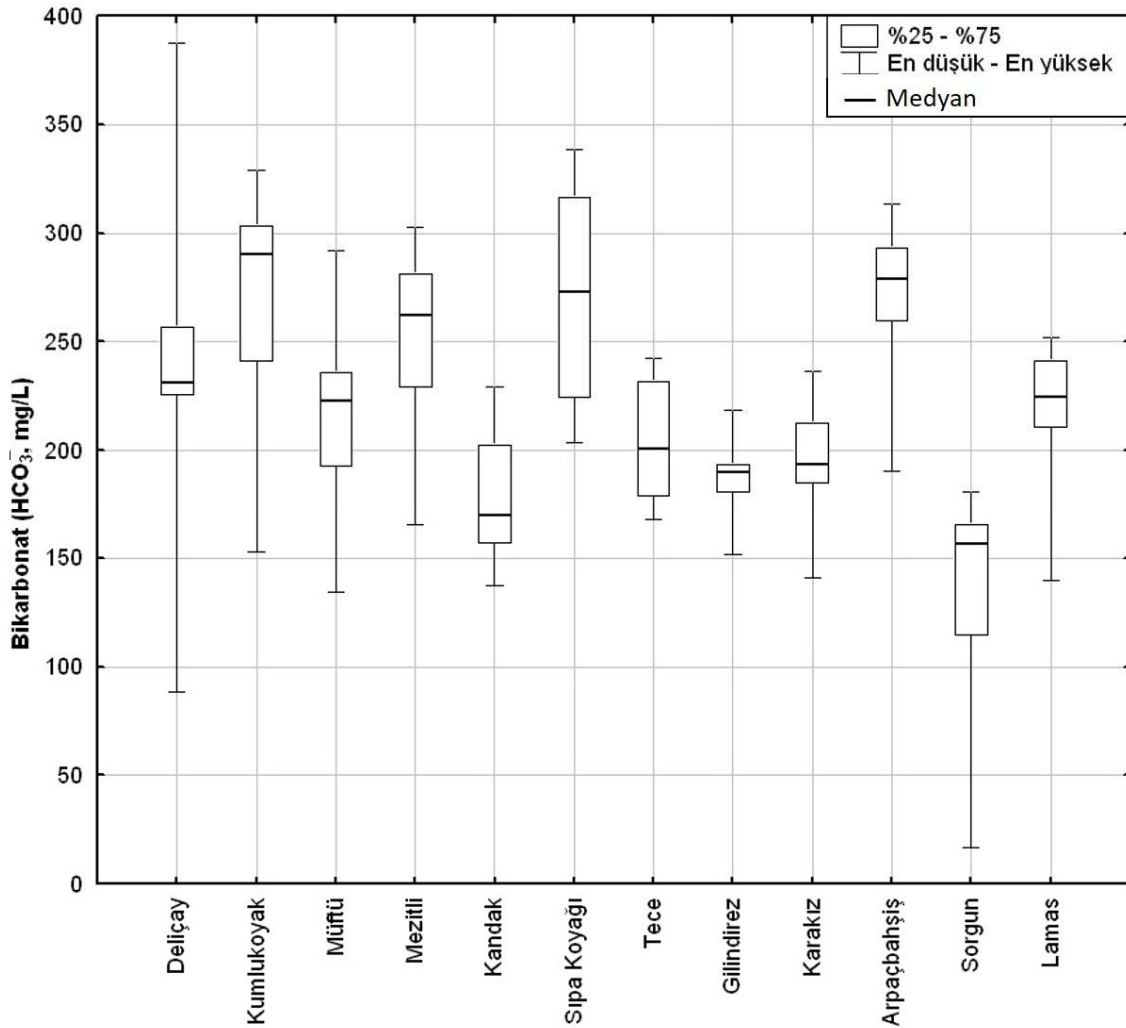
#### 4.3.2.2. Majör anyon analizleri

Yüzey ve yeraltı sularının, içme-kullanma suyu olarak kullanımları açısından kalitelerinin ve suların sınıflarının belirlenmesi için yaygın olarak kullanılan majör anyonlar; bikarbonat ( $HCO_3^-$ ), karbonat ( $CO_3^{2-}$ ), klorür ( $Cl^-$ ), sülfat ( $SO_4^{2-}$ ), nitrat ( $NO_3^-$ ), nitrit ( $NO_2^-$ ) ve florür ( $F^-$ )'dür. Çalışma alanında bulunan akarsulardan alınan su örneklerinin majör anyon içerikleri EK 1'de gösterilmiştir.

##### 4.3.2.2.1. Bikarbonat ( $HCO_3^-$ ) ve Karbonat ( $CO_3^{2-}$ )

Akarsulardan alınan su örneklerinin bikarbonat içerikleri 17,01 mg/L ile 387,51 mg/L arasında değişirken, karbonat içerikleri 119,10 mg/L'ye kadar çıkabilmektedir (Şekil 2.30, Şekil

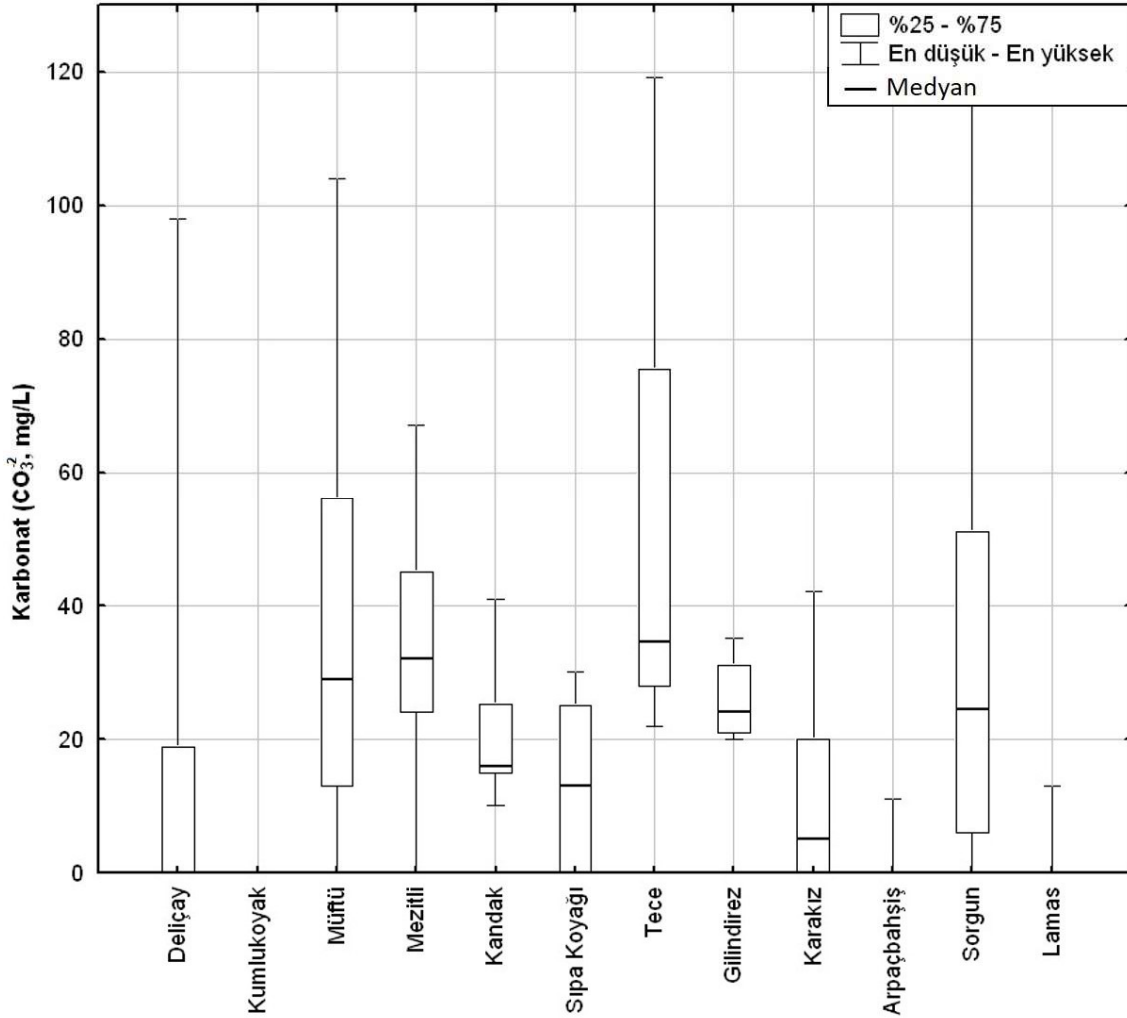
2.31). Akarsuların, çalışma dönemi boyunca ortalama bikarbonat içerikleri, Deliçay, Kumlukoyak Deresi, Müftü Çayı, Mezitli Deresi, Kandak Deresi, Sıpa Koyağı Deresi, Tece Deresi, Gilindirez Deresi, Karakız Deresi, Arpaçbahşiş Deresi, Sorgun Çayı ve Lamas Çayı için sırasıyla; 237,62; 269,30; 218,26; 253,1; 176,92; 274,22; 204,04; 187,36; 193,57; 269,97; 133,92 ve 220,01 mg/L'dir. Müftü Çayı, Mezitli Deresi, Kandak Deresi, Tece Deresi, Gilindirez Deresi ve Sorgun Çayı'nda ölçüm yapılan dönemlerin genelinde suda karbonat mevcutken, Kumlukoyak Deresi, Arpaçbahşiş Deresi ve Lamas Çayı'ndan alınan su örneklerinin neredeyse hiçbirinde bulunmamaktadır.



**Şekil 4.30.** Çalışma alanındaki akarsulardan alınan su örneklerine ait bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ) değerlerinin Ekim 2015 ile Eylül 2016 dönemleri arasındaki değişimlerinin Box diyagramı üzerinde gösterimi.

Yüzey ve yeraltı sularında bikarbonat ve karbonatın kaynağı, atmosferik ya da toprak/kayadır [47]. Çalışma alanındaki, atmosferik koşulların her bir akarsu için aynı olduğu düşünüldüğünde, akarsularda belirlenen bikarbonat ve karbonat derişimlerinin, su-kayaç etkileşiminden kaynaklandığı söylenebilir. Ortalama karbonat içeriklerinin yüksek olduğu

akarsulara bakıldığında, genel olarak 8,3'ten daha yüksek ortalama pH değerlerine sahip oldukları ve havzalarında ofiyolitik birimlerin yaygın olarak bulunduğu (Tablo 2.7) belirlenmiştir. Suların içme-sulama suyu olarak kullanımı açısından, Dünya Sağlık Örgütü içme suyu standartları [123] ile Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Teknik Usuller Tebliği'nde [124] belirtilen sulama suyu kalite kriterlerinde, bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ) ve karbonat ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) için sınır değeri belirtilmemiştir (EK 3).



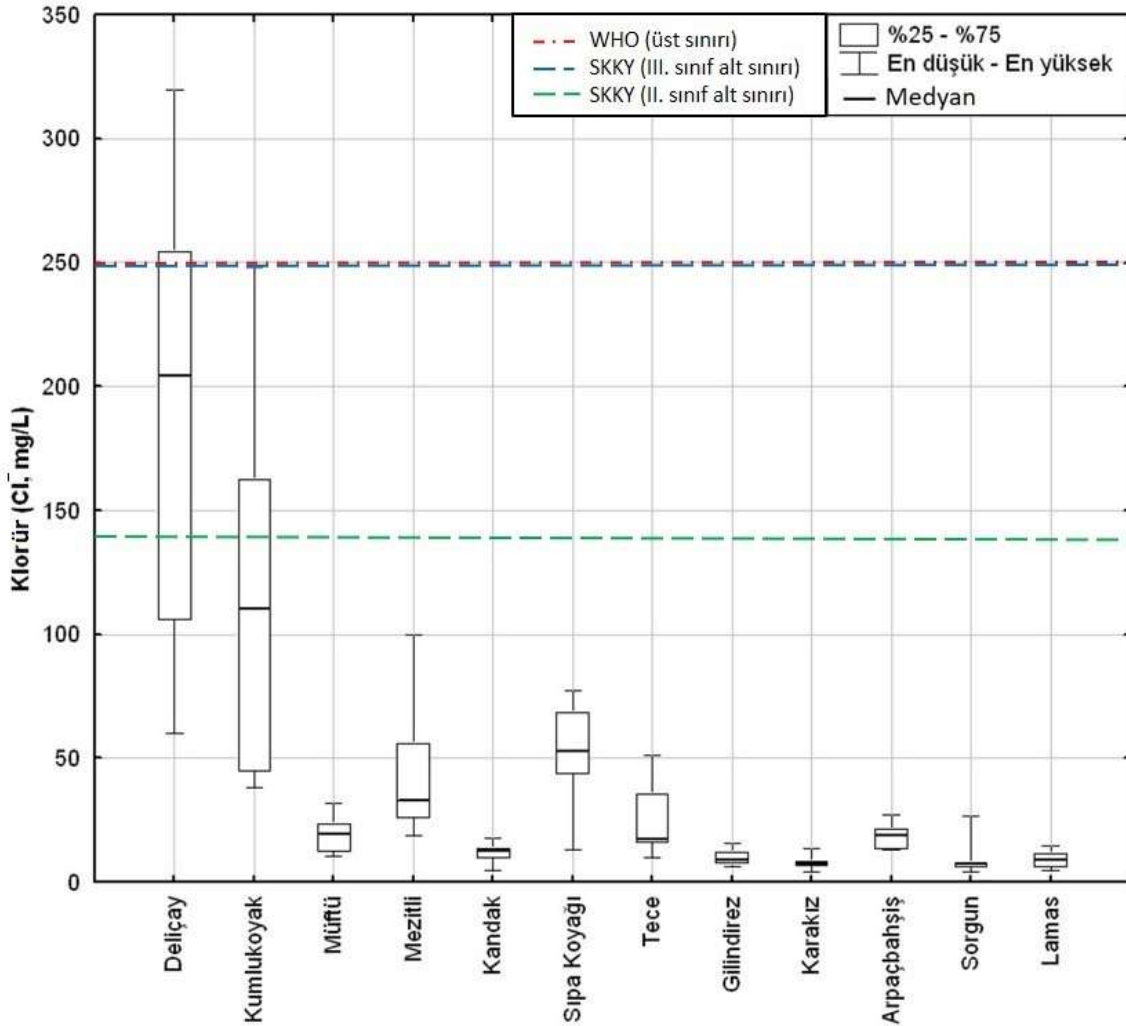
**Şekil 4.31.** Çalışma alanındaki akarsulardan alınan su örneklerine ait karbonat ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) değerlerinin Ekim 2015 ile Eylül 2016 dönemleri arasındaki değişimlerinin Box diyagramı üzerinde gösterimi.

#### 4.3.2.2.2. Klorür ( $\text{Cl}^-$ )

Akarsu örneklerinde ölçülen klorür derişimleri 4,10 mg/L ile 319,76 mg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.32). Akarsuların ortalama klorür değerleri, Deliçay, Kumlukoyak Deresi, Müftü Çayı, Mezitli Deresi, Kandak Deresi, Sıpa Koyağı Deresi, Tece Deresi, Gilindirez Deresi,

Karakız Deresi, Arpaçbahşiş Deresi, Sorgun Çayı ve Lamas Çayı için sırasıyla; 189,67; 114,70; 19,15; 41,92; 12,19; 51,51; 25,11; 9,68; 7,98; 18,77; 9,23 ve 9,16 mg/L'dir.

Çalışma alanındaki akarsuların klorür ( $Cl^-$ ) derişimleri genel olarak değerlendirildiğinde, çalışma alanının doğusunda bulunan Deliçay'dan, batısında bulunan Lamas Çayı'na doğru gidildikçe, bir azalmanın olduğu görülmektedir (Şekil 4.32). Çalışma alanının doğusunda, yerleşim ve nüfusun batı kesimlerine göre çok daha fazla olduğu (Tablo 2.2, Tablo 2.3) bilinmekte olup bu kirletici faktörlerin etkisiyle, akarsularda klorür derişimlerinin artması kaçınılmazdır.



**Şekil 4.32.** Çalışma alanındaki akarsulardan alınan su örneklerine ait klorür ( $Cl^-$ ) değerlerinin Ekim 2015 ile Eylül 2016 dönemleri arasındaki değişimlerinin Box diyagramı üzerinde gösterimi (WHO: Dünya Sağlık Örgütü içme suyu standartları [123] ve SKKY: Su Kirliliği Kontrolü, Teknik Usuller Tebliği, sulama suyu sınıflaması [124]).

Dünya Sağlık Örgütü içme suyu standartlarına [123] göre; suların, içme suyu olarak kullanımı için klorür ( $Cl^-$ ) iyonu sınır değeri 250 mg/L olarak belirlenmiştir (EK 3). Yalnızca Deliçay'dan, Kasım 2015 ile Mayıs-Haziran 2016 dönemlerinde alınan akarsu örneklerinde, klorür ( $Cl^-$ ) derişimi içme suyu standartlarında belirlenen maksimum değeri aşmıştır. Su Kirliliği

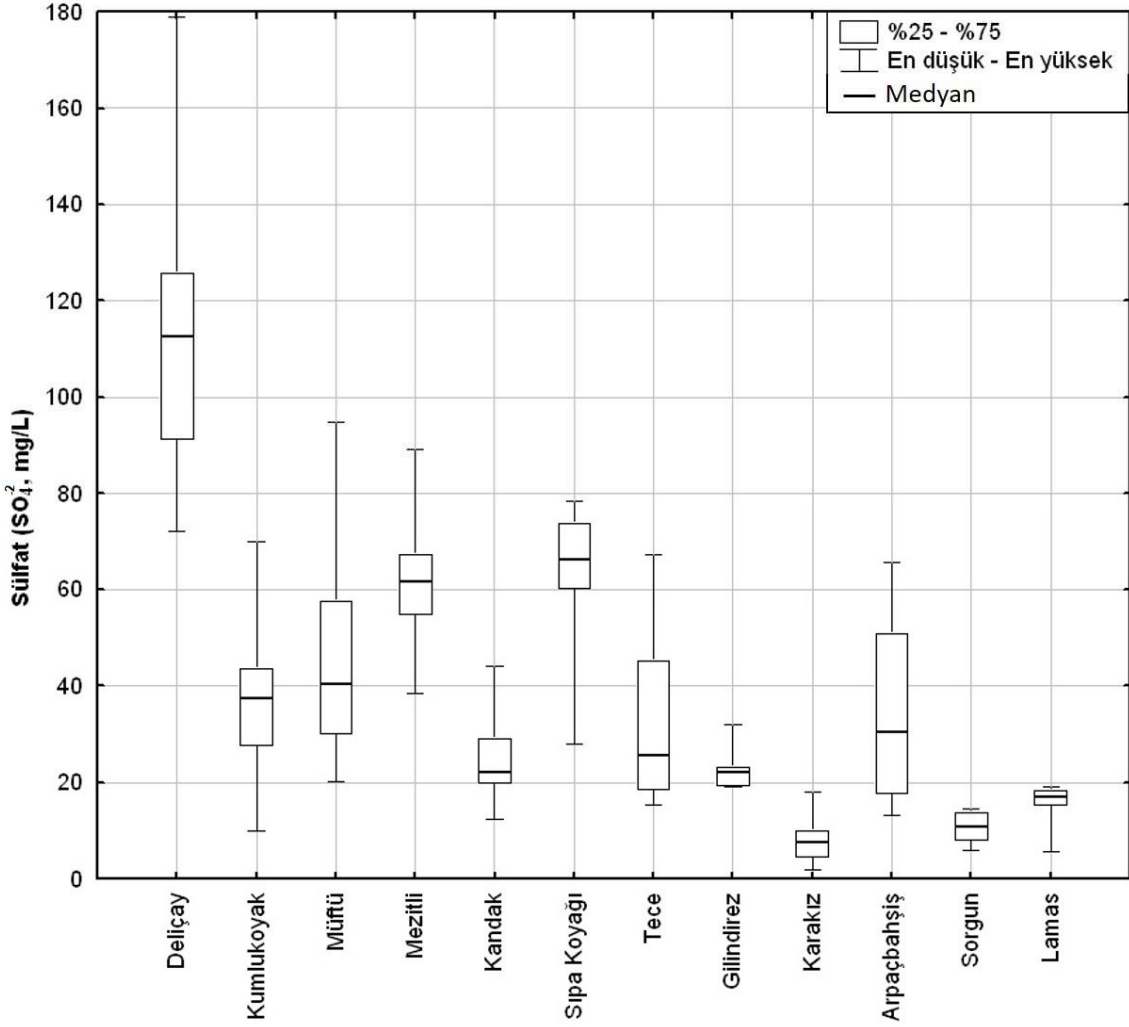
Kontrolü Yönetmeliği, Teknik Usuller Tebliği'nde [124] belirtilen sulama suyu kalite kriterlerine göre; klorür ( $Cl^-$ ) açısından, Deliçay'dan Ocak-Mart ve Temmuz 2016 dönemlerinde alınan akarsu örnekleri I. sınıf (Çok iyi), Ekim ve Aralık 2015 dönemleri ile Nisan ve Ağustos-Eylül 2016 dönemlerinde alınan akarsu örnekleri II. sınıf (İyi), Kasım 2015 ile Mayıs-Haziran 2016 dönemlerinde alınan akarsu örnekleri III. sınıf (Kullanılabilir), Kumlukoyak Deresi'nden Şubat-Nisan ve Haziran 2016 dönemlerinde alınan akarsu örnekleri II. sınıf (İyi) sular sınıfında iken, diğer dönemlerde ve değişik akarsulardan alınan su örnekleri I. sınıf (Çok iyi) sular sınıfına girmektedir (EK 3).

#### 4.3.2.2.3. Sülfat ( $SO_4^{-2}$ )

Çalışma alanındaki akarsularda ölçülen en düşük sülfat derişimi, 2,0 mg/L, en yüksek sülfat derişimi ise 178,9 mg/L'dir. Ortalama sülfat içerikleri, çalışma alanının doğusundan batısına doğru sırasıyla; Deliçay, Kumlukoyak Deresi, Müftü Çayı, Mezitli Deresi, Kandak Deresi, Sıpa Koyağı Deresi, Tece Deresi, Gilindirez Deresi, Karakız Deresi, Arpaçbahşış Deresi, Sorgun Çayı ve Lamas Çayı için 115,1; 36,9; 45,7; 61,9; 25,1; 62,9; 32,6; 22,8; 8,3; 34,5; 10,7 ve 15,6 mg/L'dir.

Akarsulardan alınan örneklerin ortalama sülfat derişimleri genel olarak değerlendirildiğinde, Deliçay'dan Lamas Çayı'na doğru gidildikçe bir azalma olduğu görülmektedir (Şekil 4.33). Yüzey ve yeraltı sularında sülfat iyonunun kaynağını büyük oranda tarımsal gübre kullanımı ve litolojik faktörler oluşturmaktadır [47]. Bunun yanı sıra, akarsulardaki sülfat içerikleri evsel ve/veya endüstriyel atıklardan da kaynaklanabilmekte [49; 54] olup çalışma alanının doğu bölgelerinde evsel ve endüstriyel etkenlerin yoğunluğunun diğer bölgelere göre daha fazla olduğu bilinmektedir (Tablo 2.2, Tablo 2.3). Bütün bu durumlar göz önünde bulundurulduğunda, akarsulardaki sülfat içeriklerinin büyük oranda tarımsal ve evsel etkenlerden kaynakladığı düşünülmektedir.

Dünya Sağlık Örgütü içme suyu standartlarına [123] göre; suların içme suyu olarak kullanımı için sülfat ( $SO_4^{-2}$ ) iyonunun, maksimum derişimi 250 mg/L olarak belirlenmiştir (EK 3). Çalışma alanında bulunan akarsulardan alınan su örneklerinde sülfat ( $SO_4^{-2}$ ) derişimleri WHO'da belirtilen sınır değeri aşmamıştır. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Teknik Usuller Tebliği'nde [124] belirtilen sulama suyu kalite kriterlerine göre; sülfat ( $SO_4^{-2}$ ) açısından, su örneklerinin tamamı I. sınıf (Çok iyi) sular sınıfına girmektedir (EK 3).



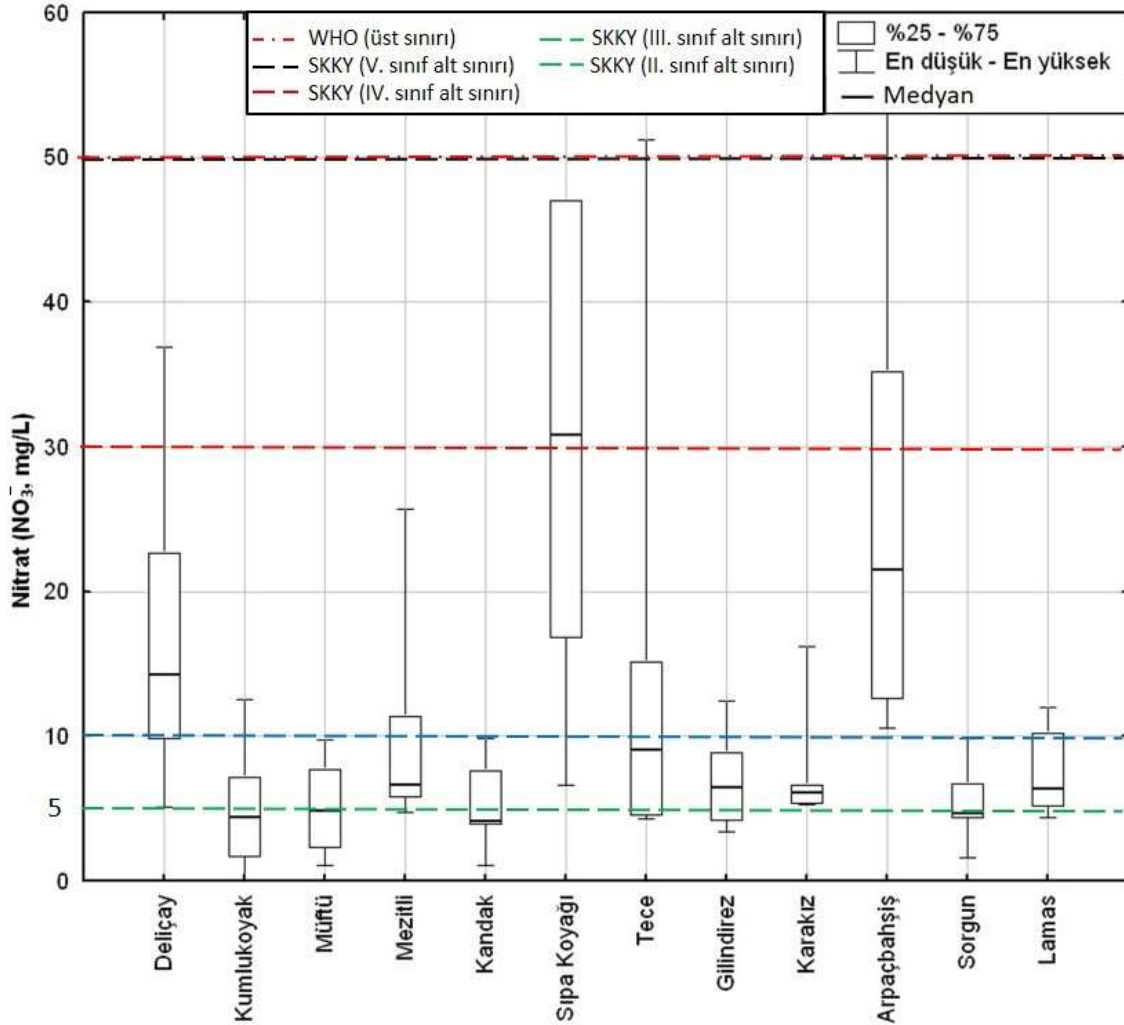
**Şekil 4.33.** Çalışma alanındaki akarsulardan alınan su örneklerine ait sülfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) değerlerinin Ekim 2015 ile Eylül 2016 dönemleri arasındaki değişimlerinin Box diyagramı üzerinde gösterimi.

#### 4.3.2.2.4. Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ )

Çalışma alanındaki akarsuların nitrat içerikleri 0,05 mg/L ile 54,95 mg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.34). Akarsuların ortalama nitrat derişimleri ise sırasıyla; Deliçay, Kumlukoyak Deresi, Müftü Çayı, Mezitli Deresi, Kandak Deresi, Sıpa Koyağı Deresi, Tece Deresi, Gilindirez Deresi, Karakız Deresi, Arpaçbahşiş Deresi, Sorgun Çayı ve Lamas Çayı için 17,35; 4,79; 4,96; 9,97; 5,34; 29,90; 14,14; 7,07; 7,64; 26,05; 5,38 ve 7,39 mg/L'dir.

Çalışma alanındaki akarsuların ortalama nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) içerikleri karşılaştırıldığında, Deliçay, Sıpa Koyağı, Tece ve Arpaçbahşiş Deresi'nde nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) derişimlerinin diğer akarsulara göre daha fazla olduğu görülmektedir (Şekil 4.34). Deliçay ve Arpaçbahşiş havzaları, tarımsal alanların %50'den fazla olduğu havzalar olup (Tablo 2.2) tarımda kullanılan nitrat içerikli gübreler, akarsuyu etkileyerek, suyun bünyesindeki nitrat derişimini arttırmaktadır. Sıpa Koyağı

Deresi'nde, örnekleme noktası civarında bulunan ve belediye araçlarının yıkandığı tesisten ve civardaki sitelerden akarsuya boşaltılan atıksular, büyük oranda, akarsudaki nitratın kaynağını oluşturmaktadır. Tece Deresi'nde ise havza çıkış noktası yakınları, yerleşim yerlerinin yoğun olduğu bölgelerdir (Şekil 2.2). Akarsulara boşaltılan evsel ve endüstriyel atıklar, akarsularda nitratın artmasına neden olmaktadır.



**Şekil 4.34.** Çalışma alanındaki akarsulardan alınan su örneklerine ait nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) değerlerinin Ekim 2015 ile Eylül 2016 dönemleri arasındaki değişimlerinin Box diyagramı üzerinde gösterimi (WHO: Dünya Sağlık Örgütü içme suyu standartları [123] ve SKKY: Su Kirliliği Kontrolü, Teknik Usuller Tebliği, sulama suyu sınıflaması [124]).

Dünya Sağlık Örgütü içme suyu standartlarına [123] göre; suların, içme suyu olarak kullanımı için nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) iyonunun maksimum derişimi 50 mg/L olarak belirlenmiştir (EK 3). Yalnızca Tece Deresi'nden Ekim 2015 döneminde ve Arpaçbahşiş Deresi'nden Aralık 2015 döneminde alınan akarsu örneklerinde nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) derişimi, içme suyu standartlarında belirlenen sınır değeri aşmıştır.

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Teknik Usuller Tebliği'nde [124] belirtilen sulama suyu kalite kriterlerine göre nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) açısından;

- Deliçay'dan alınan akarsu örnekleri, Nisan-Mayıs ve Temmuz 2016 dönemlerinde II. sınıf (İyi), Kasım-Aralık 2015 ile Ocak-Mart, Haziran ve Ağustos-Eylül 2016 dönemlerinde III. sınıf (Kullanılabilir), Ekim 2015 döneminde IV. sınıf (İhtiyatlı kullanılmalı),
- Kumlukoyak Deresi'nden alınan akarsu örnekleri, Ekim-Kasım 2015 ile Şubat-Nisan, Haziran-Temmuz ve Eylül 2016 dönemlerinde I. sınıf (Çok iyi), Aralık 2015 ile Ocak, Mayıs ve Ağustos 2016 dönemlerinde II. sınıf (İyi),
- Müftü Çayı'ndan alınan akarsu örnekleri, Şubat-Mart ve Haziran-Eylül 2016 dönemlerinde I. sınıf (Çok iyi), Ekim-Aralık 2015 ile Ocak ve Nisan-Mayıs 2016 dönemlerinde II. sınıf (İyi),
- Mezitli Deresi'nden alınan akarsu örnekleri, Mayıs 2016 döneminde I. sınıf, Şubat-Nisan ve Haziran-Eylül 2016 dönemlerinde II. sınıf (İyi), Ekim-Aralık 2015 ile Ocak 2016 dönemlerinde III. sınıf (Kullanılabilir),
- Kandak Deresi'nden alınan akarsu örnekleri, Kasım 2015 ile Şubat-Mayıs ve Eylül 2016 dönemlerinde I. sınıf (Çok iyi), Ekim-Kasım 2015 ile Ocak 2016 dönemlerinde II. sınıf (İyi),
- Sıpa Koyağı Deresi'nden alınan akarsu örnekleri, Mayıs 2016 döneminde II. sınıf (İyi), Şubat-Mart 2016 döneminde III. sınıf (Kullanılabilir), Ekim-Aralık 2015 ile Ocak 2016 dönemlerinde IV. sınıf (İhtiyatlı kullanılmalı),
- Tece Deresi'nden alınan akarsu örnekleri, Şubat-Mart ve Mayıs 2016 dönemlerinde I. sınıf (Çok iyi), Nisan 2016 döneminde II. sınıf (İyi), Kasım-Aralık 2015 ile Ocak 2016 dönemlerinde III. sınıf (Kullanılabilir), Ekim 2015 döneminde V. sınıf (Zararlı-uygun değil),
- Gilindirez Deresi'nden alınan akarsu örnekleri, Şubat-Mart 2016 döneminde I. sınıf (Çok iyi), Kasım 2015 ile Ocak ve Nisan-Mayıs 2016 dönemlerinde II. sınıf (İyi), Aralık 2015 döneminde III. sınıf (Kullanılabilir),
- Karakız Deresi'nden alınan akarsu örnekleri, Ocak-Mayıs 2016 döneminde II. sınıf (İyi), Aralık 2015 döneminde III. sınıf (Kullanılabilir),
- Arpaçbaşış Deresi'nden alınan akarsu örnekleri, Ocak-Temmuz 2016 döneminde III. sınıf (Kullanılabilir), Ekim-Kasım 2015 ile Ağustos-Eylül 2016 dönemlerinde IV. sınıf (İhtiyatlı kullanılmalı), Aralık 2015 döneminde V. sınıf (Zararlı-uygun değil),
- Sorgun Çayı'ndan alınan akarsu örnekleri, Ekim-Kasım 2015 ile Şubat-Nisan 2016 dönemlerinde I. sınıf (Çok iyi), Aralık 2015 ile Ocak ve Mayıs 2016 dönemlerinde II. sınıf (İyi),

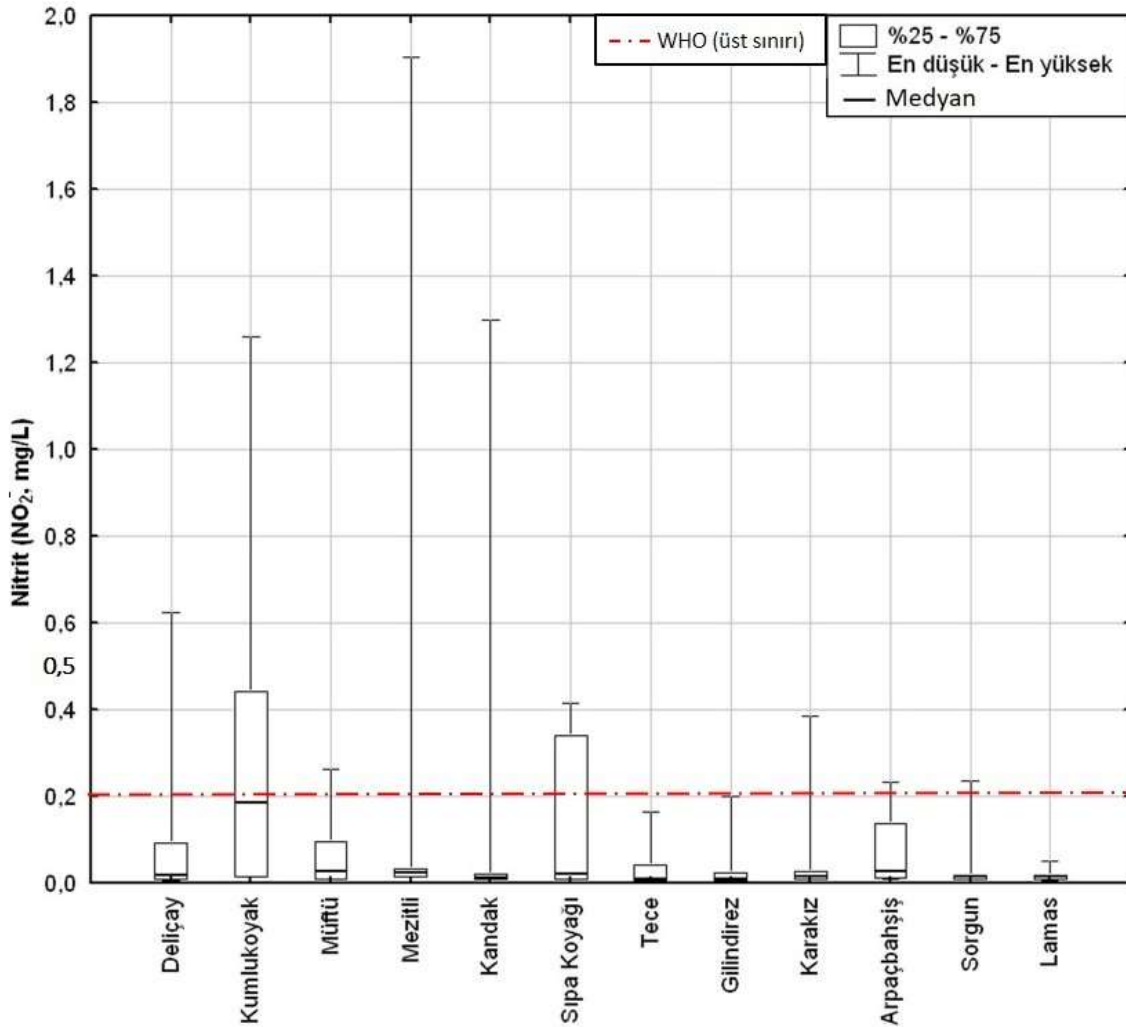


- Lamas Çayı'ndan alınan akarsu örnekleri, Şubat ve Ağustos-Eylül 2016 dönemlerinde I. sınıf (Çok iyi), Mart-Temmuz 2016 döneminde II. sınıf (İyi), Ekim-Aralık 2015 ile Ocak 2016 dönemlerinde III. sınıf (Kullanılabilir)

sular sınıfına girmektedir (EK 3).

#### 4.3.2.2.5. Nitrit ( $\text{NO}_2^-$ )

Akarsulardan alınan su örneklerinin nitrit içerikleri 0,001 mg/L ile 1,905 mg/L arasında değişmekte olup akarsuların genelinde, çok yüksek derişimler görülmemektedir (Şekil 4.35). Yalnızca, Kumlukoyak Deresi, Sıpa Koyağı Deresi ve Arpaçbahşış Deresi'nin diğer akarsulara göre, daha yüksek derişimlerde nitrit iyonu içerdikleri görülmüştür (Şekil 4.35). Diğer akarsularda ise sadece birkaç dönemde, su örneklerinin nitrit içeriğı yüksek çıkmıştır.



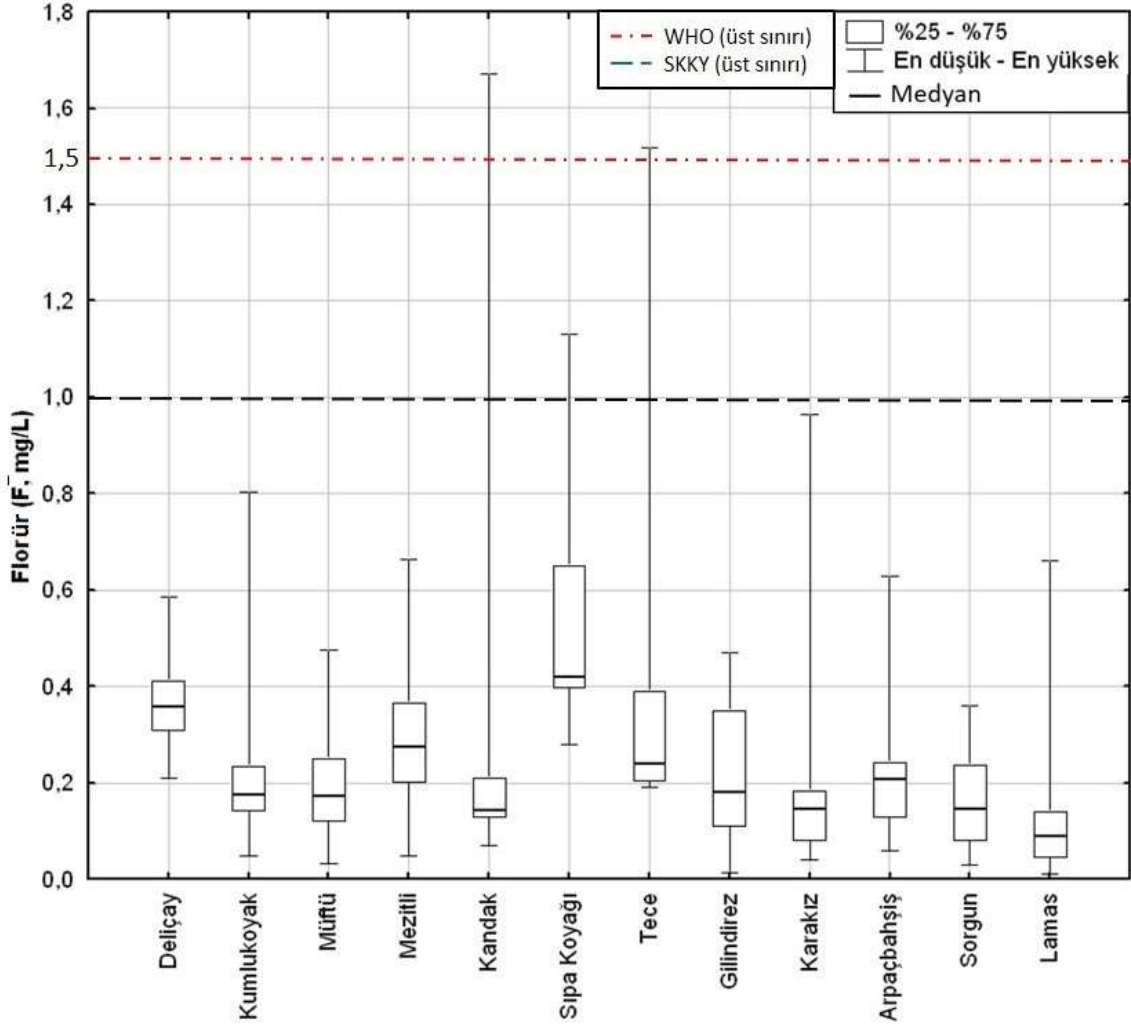
**Şekil 4.35.** Çalışma alanındaki akarsulardan alınan su örneklerine ait nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ) değerlerinin Ekim 2015 ile Eylül 2016 dönemleri arasındaki değişimlerinin Box diyagramı üzerinde gösterimi (WHO: Dünya Sağlık Örgütü içme suyu standartları[123]).

Ortalama nitrit içerikleri, Deliçay, Kumlukoyak Deresi, Müftü Çayı, Mezitli Deresi, Kandak Deresi, Sıpa Koyağı Deresi, Tece Deresi, Gilindirez Deresi, Karakız Deresi, Arpaçbahşiş Deresi, Sorgun Çayı ve Lamas Çayı için sırasıyla; 0,088; 0,316; 0,058; 0,209; 0,157; 0,123; 0,035; 0,038; 0,077; 0,075; 0,041 ve 0,017 mg/L'dir. Kumlukoyak Deresi civarında bulunan merkezi sanayi sitesi ve meyve hali, Sıpa Koyağı Deresi civarında bulunan belediye araçları yıkanma tesisleri ve Arpaçbahşiş Deresi civarında yoğun olarak görülen tarımsal faaliyetler (Tablo 2.2), bu akarsulardaki yüksek nitrit derişimlerinin antropojenik etkenlerden kaynaklandığını düşündürmektedir.

Dünya Sağlık Örgütü içme suyu standartlarına [123] göre; Deliçay'dan Haziran 2016 döneminde, Kumlukoyak Deresi'nden Kasım-Aralık 2015 ile Mayıs ve Temmuz-Eylül 2016 dönemlerinde, Müftü Çayı, Kandak Deresi, Gilindirez Deresi, Karakız Deresi, Arpaçbahşiş Deresi ve Sorgun Çayı'ndan, Mayıs 2016 döneminde, Mezitli Deresi'nden Ekim 2015 ve Mayıs 2016 dönemlerinde, Sıpa Koyağı Deresi'nden Kasım 2015 ve Mayıs 2016 dönemlerinde alınan akarsu örneklerinde, nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ) derişimleri içme suyu standartlarında belirtilen sınır değeri aşmıştır. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Teknik Usuller Tebliği'nde [124] belirtilen sulama suyu kalite kriterlerinde, nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ) iyonu için sınır değeri belirtilmemiştir (EK 3).

#### 4.3.2.2.6. Florür ( $\text{F}^-$ )

Yeraltı ve yüzey sularında, florür iyonu derişimi genellikle düşüktür. Çalışma alanındaki akarsuların florür içerikleri 0,01 mg/L ile 1,67 mg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.36). Ortalama florür derişimleri, Deliçay, Kumlukoyak Deresi, Müftü Çayı, Mezitli Deresi, Kandak Deresi, Sıpa Koyağı Deresi, Tece Deresi, Gilindirez Deresi, Karakız Deresi, Arpaçbahşiş Deresi, Sorgun Çayı ve Lamas Çayı için sırasıyla; 0,366; 0,240; 0,207; 0,298; 0,348; 0,540; 0,422; 0,206; 0,260; 0,222; 0,164 ve 0,137 mg/L'dir. Sıpa Koyağı Deresi'ndeki ortalama florür içeriğinin diğer akarsulara göre daha yüksek olduğu ve bu akarsuların florür içeriklerinin ise genel olarak birbirlerine yakın olduğu görülmüştür (Şekil 4.36). Genel olarak, termal kökenli suların mika mineralleri ve magmatik kayalarla etkileşimi sonucunda sulara geçen florür iyonu [57], ayrıca florür bileşikli ürünlerin üretildiği endüstriyel tesislerden dolayı olarak sulara karışarak derişimi artabilmektedir [48]. Bölgede, jeotermal kaynakların bulunmadığı gözönüne alındığında, Sıpa Koyağı Deresi'ndeki yüksek florür derişiminin, belediye araçlarının yıkandığı tesisten kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Dünya Sağlık Örgütü içme suyu standartlarına [123] göre; suların, içme suyu olarak kullanılabilmesi için, florür ( $\text{F}^-$ ) iyonu sınır değeri 1,5 mg/L olarak belirlenmiştir (EK 3). Kandak Deresi'nden Mart 2016 döneminde alınan akarsu örneğinde florür ( $\text{F}^-$ ) derişimi, içme suyu standartlarında belirtilen sınır değeri aşmıştır.



**Şekil 4.36.** Çalışma alanındaki akarsulardan alınan su örneklerine ait florür ( $F^-$ ) değerlerinin Ekim 2015 ile Eylül 2016 dönemleri arasındaki değişimlerinin Box diyagramı üzerinde gösterimi (WHO: Dünya Sağlık Örgütü içme suyu standartları [123] ve SKKY: Su Kirliliği Kontrolü, Teknik Usuller Tebliği, sulama suyu sınıflaması [124]).

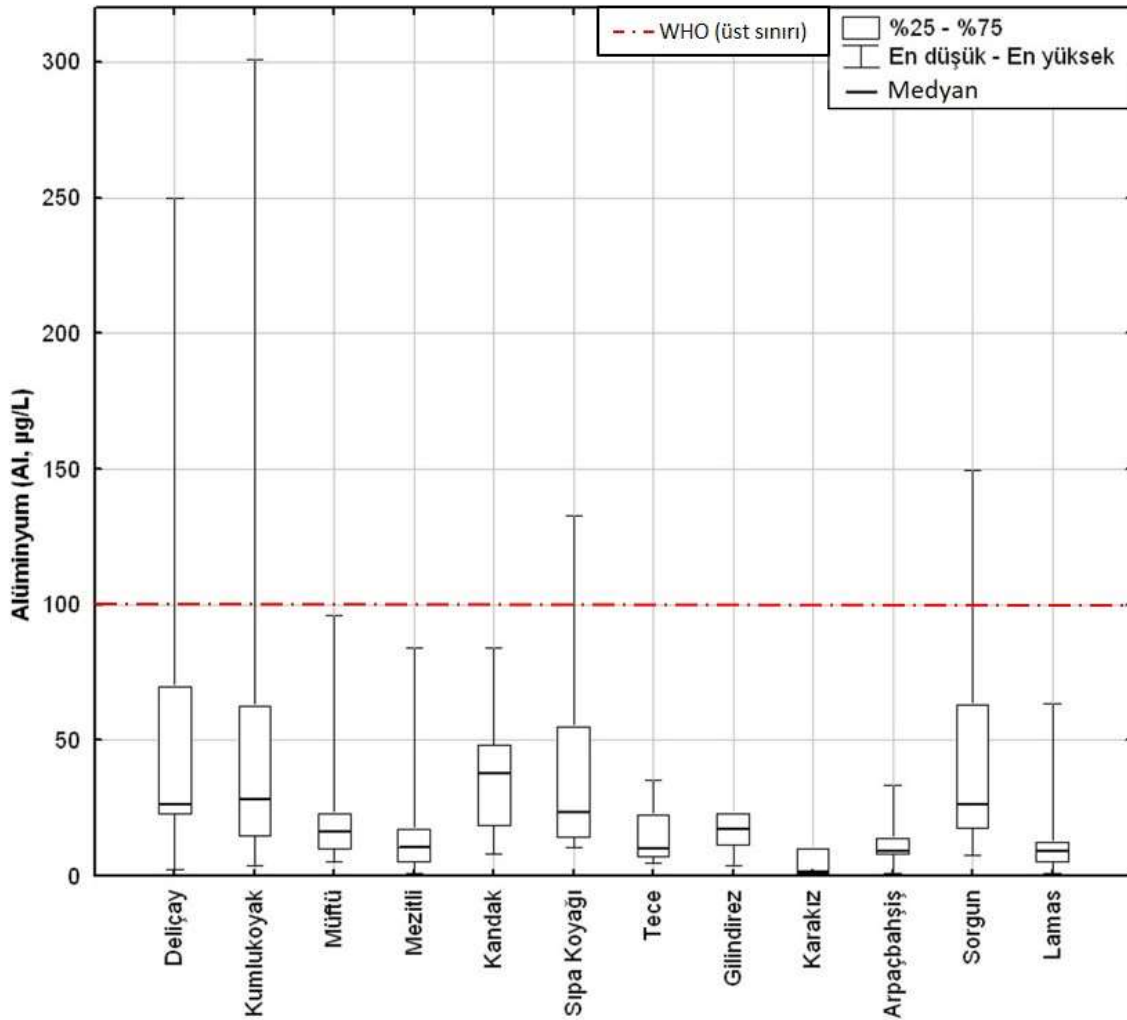
Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Teknik Usuller Tebliği'ne [124] göre; suların, sulama suyu olarak kullanımı için florür ( $F^-$ ) iyonu sınır değeri 1,0 mg/L olarak belirlenmiştir (EK 3). Yalnızca, Kandak Deresi ve Sıpa Koyağı Deresi'nden Mart 2016 döneminde alınan akarsu örneklerindeki florür ( $F^-$ ) derişimi, sulama suyu standartlarında belirlenen sınır değeri aşmıştır.

#### 4.3.2.3. İz element analizleri

Akarsulardan alınan su örneklerinin iz element içerikleri EK 2'de verilmiştir. Yapılan iz element analizleri sonucunda; genel olarak ölçüm limiti üzerinde derişimler gösteren elementler, aşağıda alt başlıklar halinde, her bir akarsu için kendi içerisinde ve çalışma alanının genelini kapsayacak şekilde, değerlendirilmiş ve Box diyagramı üzerinde gösterilmiştir.

#### 4.3.2.3.1. Alüminyum (Al)

Akarsuların alüminyum içerikleri, genellikle çok düşük derişimler göstermekte olup en yüksek değer 301  $\mu\text{g/L}$ 'dir (Şekil 4.37). Ortalama alüminyum içerikleri, Deliçay, Kumlukoyak Deresi, Müftü Çayı, Mezitli Deresi, Kandak Deresi, Sıpa Koyağı Deresi, Tece Deresi, Gilindirez Deresi, Karakız Deresi, Arpaçbahşış Deresi, Sorgun Çayı ve Lamas Çayı için sırasıyla; 54,14; 60,68; 22,45; 19,91; 37,68; 44,77; 14,93; 16,63; 3,91; 11,35; 46,46 ve 14,81  $\mu\text{g/L}$ 'dir. Akarsuların ortalama alüminyum derişimleri genel olarak değerlendirildiğinde; Deliçay, Kumlukoyak Deresi, Kandak Deresi, Sıpa Koyağı Deresi ve Sorgun Çayı'nda diğer akarsulara göre daha yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 4.37).



**Şekil 4.37.** Çalışma alanındaki akarsulardan alınan su örneklerine ait alüminyum (Al) değerlerinin Ekim 2015 ile Eylül 2016 dönemleri arasındaki değişimlerinin Box diyagramı üzerinde gösterimi (WHO: Dünya Sağlık Örgütü içme suyu standartları [123]).

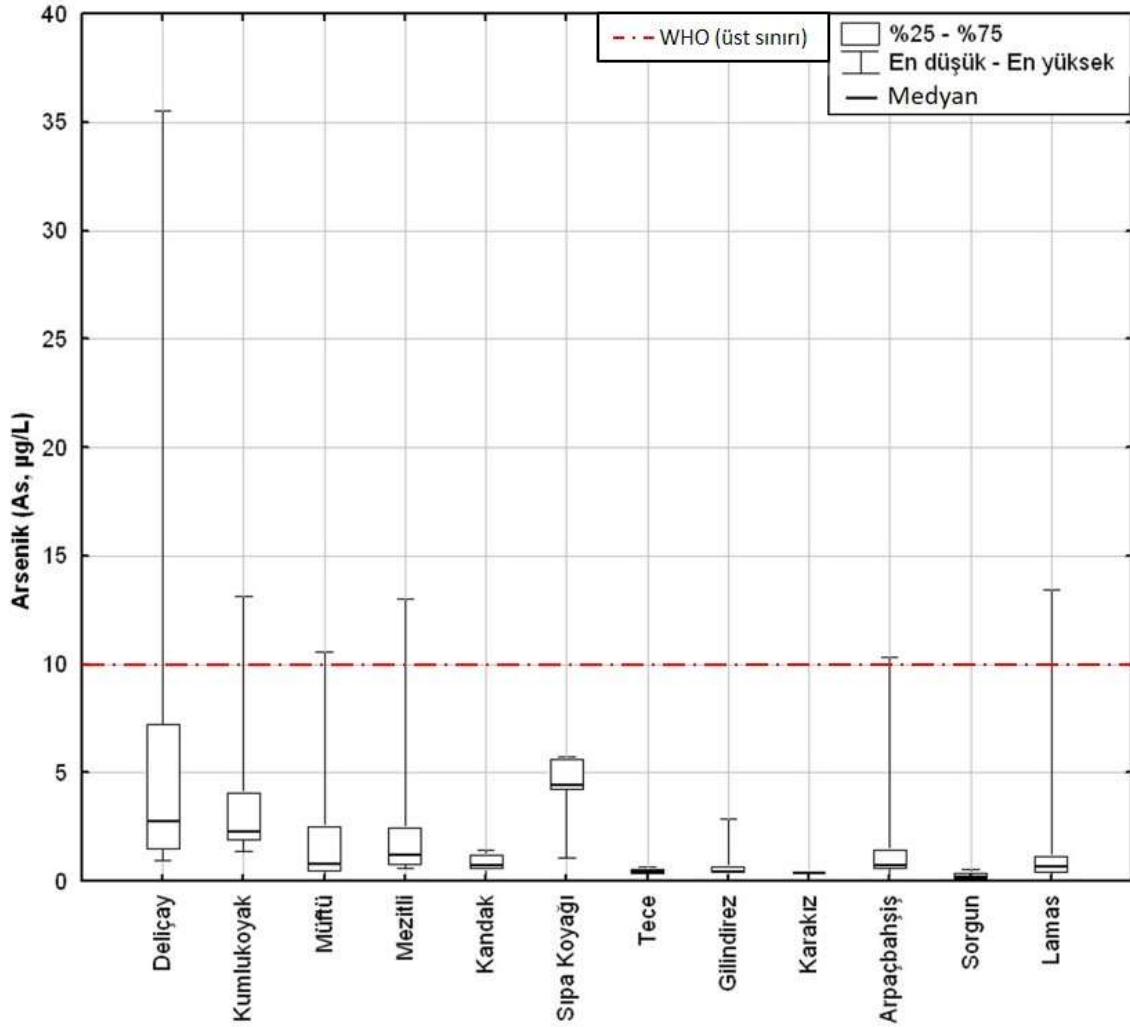
Deliçay'dan Mayıs 2016 döneminde, Kumlukoyak Deresi'nden Ekim 2015 ve Mayıs 2016 dönemlerinde, Sıpa Koyağı Deresi'nden Mayıs 2016 döneminde ve Sorgun Çayı'ndan Kasım 2015 döneminde alınan akarsu örneklerinin alüminyum (Al) içerikleri, WHO içme suyu standartlarında [123] belirtilen sınır değerleri aşmıştır. Diğer dönemlerde ve değişik akarsulardan alınan örneklerin, alüminyum (Al) içerikleri ise sınır değerinin altında bulunmuştur. Ayrıca akarsulardan alınan örneklerin hiçbiri, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Teknik Usuller Tebliği'nde [124] belirtilen sınır değerini aşmamıştır.

#### 4.3.2.3.2. Arsenik (As)

Arsenik, doğada, kayaçların bünyesinde eser miktarlarda bulunmakta ve buradan da su-kayaç etkileşimi ile yüzey-yeraltı sularına geçmektedir. Doğal sularda arseniğin temel kaynağı, volkano-sedimanlar olup bunun yanında, metal endüstrileri ile tarımda kullanılan pestisitler ve fosil yakıtları, sulardaki arseniğe kaynaklık edebilmektedir [126]. Çalışma alanında bulunan akarsuların ortalama arsenik derişimleri, genel olarak çok düşük olup bazı akarsularda derişim, 35,50 µg/L'ye kadar çıkmaktadır (Şekil 4.38). Ortalama arsenik derişimleri ise, Deliçay, Kumlukoyak Deresi, Müftü Çayı, Mezitli Deresi, Kandak Deresi, Sıpa Koyağı Deresi, Tece Deresi, Gilindirez Deresi, Karakız Deresi, Arpaçbahşiş Deresi, Sorgun Çayı ve Lamas Çayı için sırasıyla; 6,88; 4,08; 2,34; 2,90; 0,80; 4,42; 0,43; 0,82; 0,35; 2,14; 0,25 ve 2,03 µg/L'dir.

Çalışma alanında, genel olarak ofiyolitik ve karbonatlı kayaçlar yayılım göstermekte olup sularda yüksek arseniğe kaynaklık edebilecek, volkano-sedimanter kayaçlar bulunmamaktadır (Şekil 2.10). Bölgede, yüksek arsenik derişimleri gösteren akarsular (Deliçay, Kumlukoyak Deresi, Müftü Çayı, Mezitli Deresi, Arpaçbahşiş Deresi ve Lamas Çayı) genellikle havzalarında tarım alanlarının yoğun olarak bulunduğu akarsulardır. Bununla birlikte, bu akarsularda arseniğin yüksek olduğu dönemler, genellikle akarsuyun debisinin düşük olduğu yaz aylarıdır. Düşük debili akış, arseniğin sudaki derişimini arttırmaktadır. Bölgedeki tarım alanlarının yoğunluğu nedeniyle, akarsulardaki arseniğin kaynağının, büyük oranda bu tür alanlarda kullanılan tarımsal kimyasallar olduğunu düşündürmektedir.

Deliçay'dan Temmuz-Ağustos 2016 döneminde, Kumlukoyak Deresi'nden Temmuz-Ağustos 2016 döneminde, Müftü Çayı'ndan, Mezitli Deresi'nden, Arpaçbahşiş Deresi'nden ve Lamas Çayı'ndan Temmuz 2016 döneminde alınan akarsu örneklerinin arsenik (As) içerikleri, WHO içme suyu standartlarında [123] belirtilen sınır değeri aşmıştır. Akarsulardan alınan örneklerin hiçbiri, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Teknik Usuller Tebliği'nde [124] arsenik için belirtilen sınır değerini aşmamıştır.



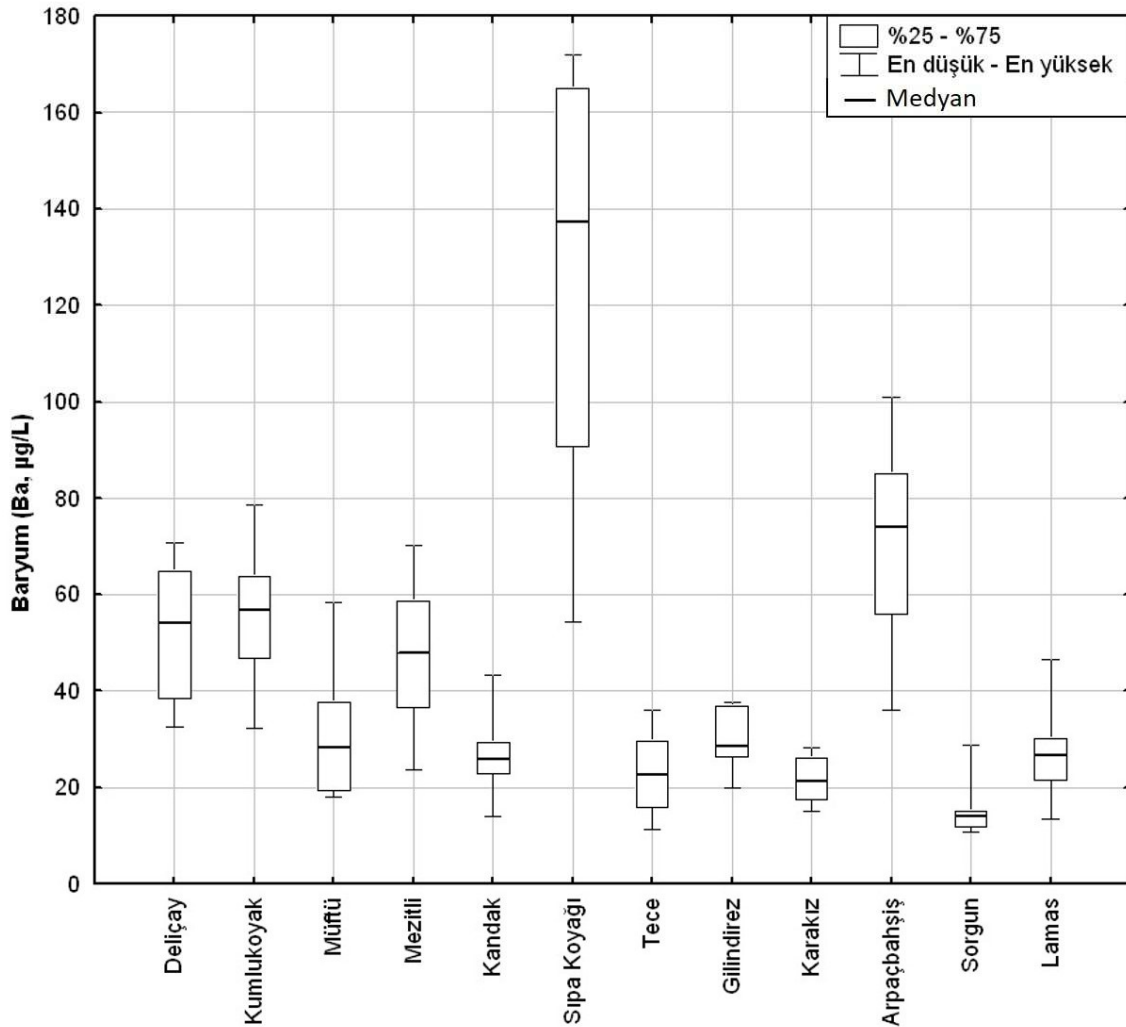
**Şekil 4.38.** Çalışma alanındaki akarsulardan alınan su örneklerine ait arsenik (As) değerlerinin Ekim 2015 ile Eylül 2016 dönemleri arasında en düşük ve en yüksek değerlerinin Box diyagramı üzerinde gösterimi (WHO: Dünya Sağlık Örgütü içme suyu standartları [123]).

#### 4.3.2.3.3. Baryum (Ba)

Çalışma alanındaki akarsuların baryum içerikleri, oldukça düşük değerlerde olup 10,63 µg/L ile 171,90 µg/L arasında değişmektedir. Ortalama baryum içerikleri, Deliçay, Kumlukoyak Deresi, Müftü Çayı, Mezitli Deresi, Kandak Deresi, Sıpa Koyağı Deresi, Tece Deresi, Gilindirez Deresi, Karakız Deresi, Arpaçbahşiş Deresi, Sorgun Çayı ve Lamas Çayı için sırasıyla; 51,90; 55,60; 31,11; 47,16; 26,50; 126,48; 22,90; 29,53; 21,47; 71,09; 15,16 ve 26,82 µg/L'dir (Şekil 4.39).

Akarsuların ortalama baryum içerikleri, bir bütün olarak değerlendirildiğinde; çalışma alanının doğusunda Deliçay'dan, batısında Lamas Çayı'na gidildikçe, genel olarak bir azalma görülmektedir (Şekil 4.39). Çalışma alanında, jeolojik birimlerin yayılımına bakıldığında, ofiyolitik kayaların da, bölgenin doğusunda, batısına göre daha yaygın olduğu görülmektedir (Şekil 2.10). Baryum doğal sularda, genellikle eser miktarlarda bulunur ve ana kaynağı, magmatik

ve sedimanter kayalardaki baryum oksit, baryum sülfat, baryum klorit, baryum nitrat, baryum nitrit ve baryum sülfat gibi bileşiklerdir [78]. Bunun dışında, çeşitli endüstriyel alanlardan çıkan atıklar da yüzey ve yeraltı sularında baryum miktarının artmasına neden olabilmektedir [78].



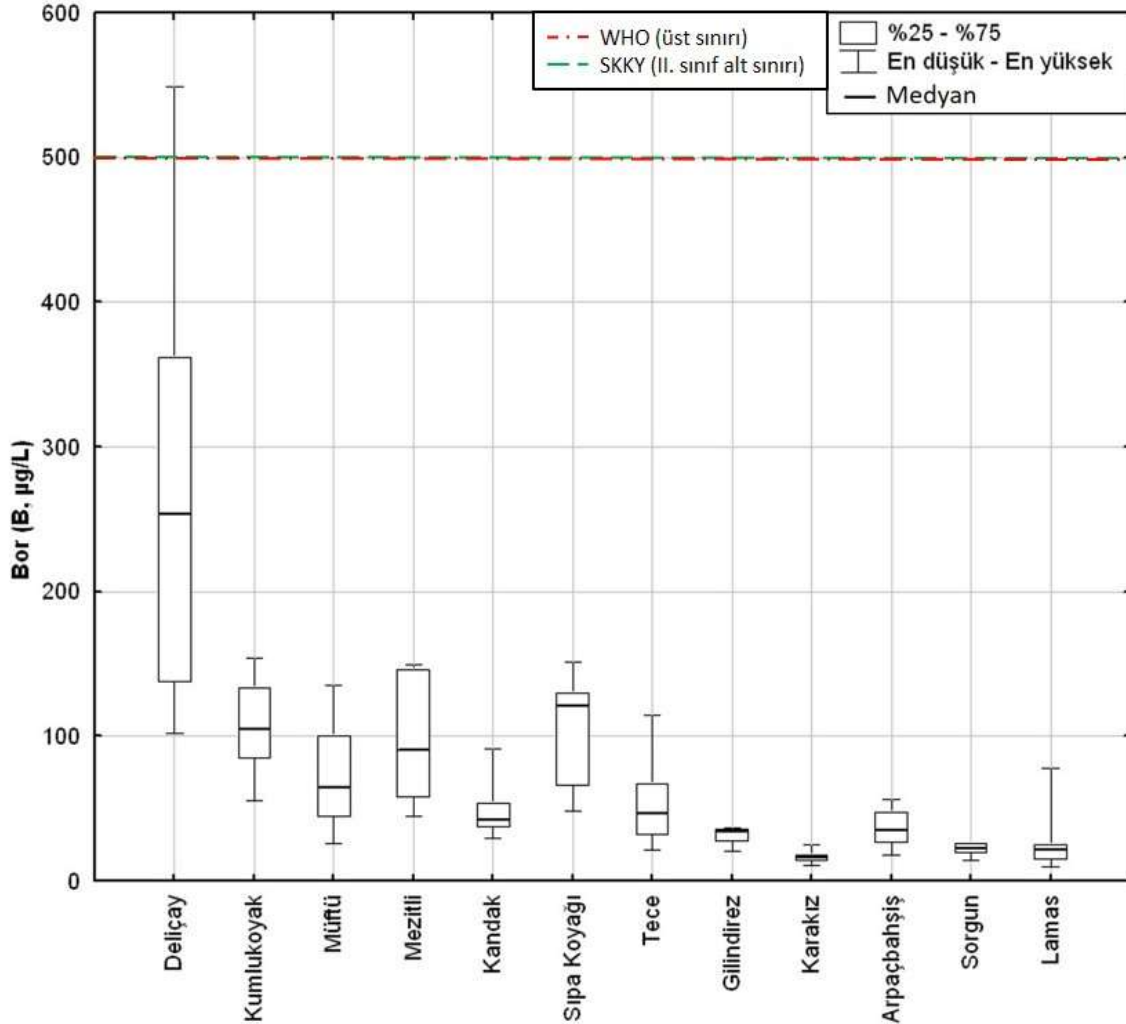
**Şekil 4.39.** Çalışma alanındaki akarsulardan alınan su örneklerine ait baryum (Ba) değerlerinin Ekim 2015 ile Eylül 2016 dönemleri arasındaki değişimlerinin Box diyagramı üzerinde gösterimi.

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Teknik Usuller Tebliği'ne [124] göre; suların, sulama suyu olarak kullanımı açısından baryum için sınır değeri belirtilmemiştir. Akarsulardan alınan örneklerin hiçbiri, baryum için belirlenen WHO içme suyu standardını [123] aşmamıştır.

#### 4.3.2.3.4. Bor (B)

İncelenen akarsularda, bor derişimleri genel olarak düşük olup en düşük değeri 9,76 µg/L, en yüksek değeri ise 548,70 µg/L'dir (Şekil 4.40). Akarsuların ortalama bor içerikleri, Deliçay,

Kumlukoyak Deresi, Müftü Çayı, Mezitli Deresi, Kandak Deresi, Sıpa Koyağı Deresi, Tece Deresi, Gilindirez Deresi, Karakız Deresi, Arpaçbahşiş Deresi, Sorgun Çayı ve Lamas Çayı için sırasıyla; 262,98; 106,64; 71,59; 97,39; 49,15; 108,39; 53,49; 31,61; 16,70; 37,25; 22,13 ve 24,26  $\mu\text{g/L}$ 'dir.



**Şekil 4.40.** Çalışma alanındaki akarsulardan alınan su örneklerine ait bor (B) değerlerinin Ekim 2015 ile Eylül 2016 dönemleri arasındaki değişimlerinin Box diyagramı üzerinde gösterimi (WHO: Dünya Sağlık Örgütü içme suyu standartları [123] ve SKKY: Su Kirliliği Kontrolü, Teknik Usüller Tebliği, sulama suyu sınıflaması [124]).

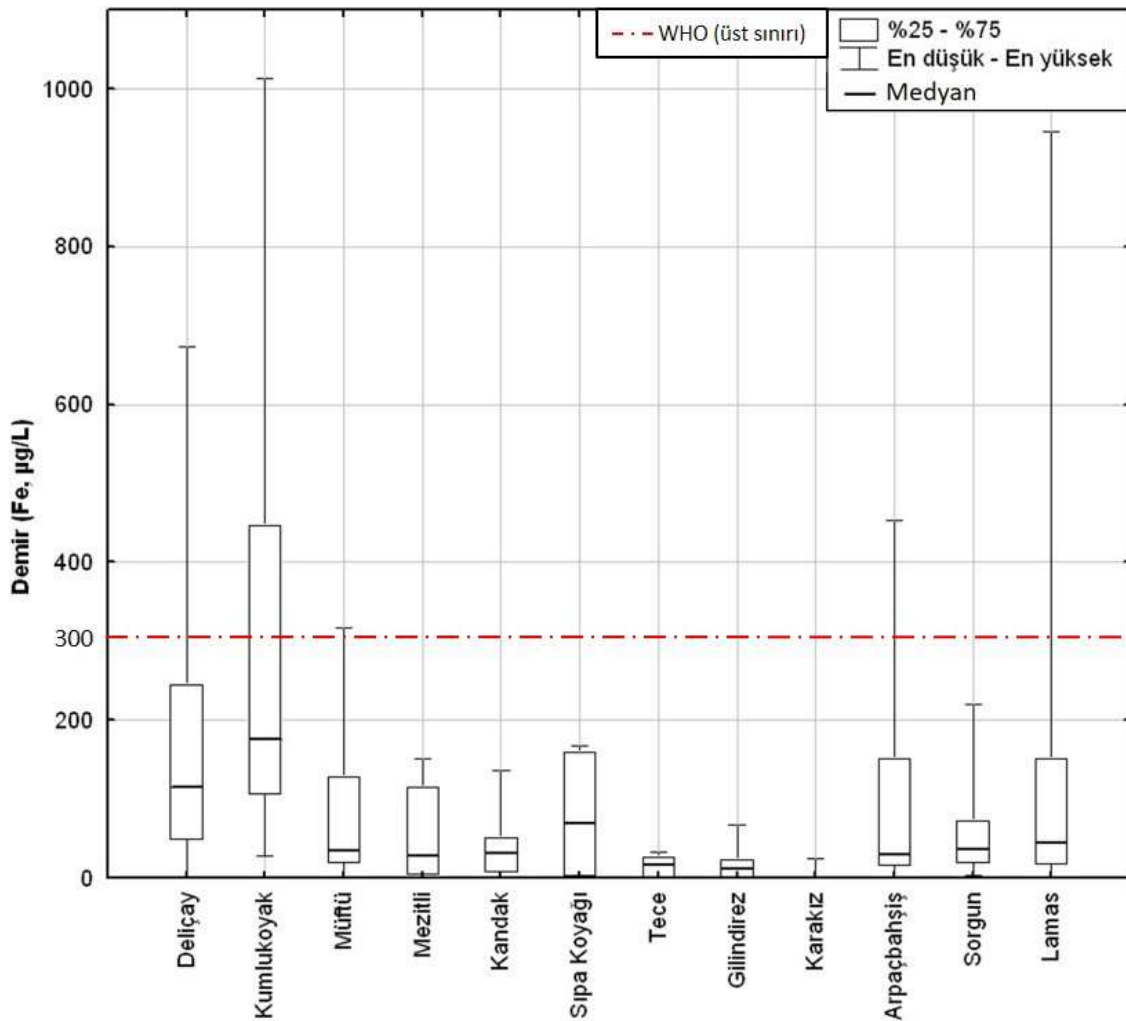
Bor, yeraltı sularında doğal olarak bulunmakta, yüzey sularının bünyesine ise evsel ve endüstriyel deterjan atıklarının sulara boşaltılmasıyla katılmaktadır [78]. Çalışma alanında bulunan akarsuların bor içerikleri, bölgenin doğusunda Deliçay'dan, batısında Lamas Çayı'na doğru gidildikçe azalmaktadır (Şekil 4.40). Çalışma alanının doğusunda, yerleşim yerleri ve dolayısıyla nüfus, batıya göre daha yoğundur (Şekil 2.2, Tablo 2.2). Bu durum, evsel ve endüstriyel atıklardan kaynaklanan etkilerin, doğudaki havzalarda daha fazla olabileceği anlamını taşımakta ve bu alanlardaki yüksek bor derişimini açıklamaktadır.



Deliçay'dan Haziran 2016 döneminde alınan akarsu örneğinin bor (B) içeriği WHO içme suyu standardında [123] belirtilen sınır değeri aşmış olup Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usüller Tebliği'ne [124] göre, II. sınıf (İyi) sulama suyu olarak sınıflandırılmıştır. Diğer bütün dönemlerde alınan örnekler, WHO içme suyu standartlarında [124] belirtilen sınır değeri aşmamış olup Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usüller Tebliği'ne [124] göre, II. sınıf (İyi) sular kategorisine girmektedir.

#### 4.3.2.3.5. Demir (Fe)

İncelenen akarsularda, demir derişimi, akarsuların debisinin yüksek olduğu kış aylarında oldukça düşükken, debinin düşük olduğu yaz aylarında, yüksek değerler göstermektedir. Akarsuların demir içerikleri 0,74 µg/L ile 1,013 mg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.41).



**Şekil 4.41.** Çalışma alanındaki akarsulardan alınan su örneklerine ait demir (Fe) değerlerinin Ekim 2015 ile Eylül 2016 dönemleri arasındaki değişimlerinin Box diyagramı üzerinde gösterimi (WHO: Dünya Sağlık Örgütü içme suyu standartları [WHO, 123]).

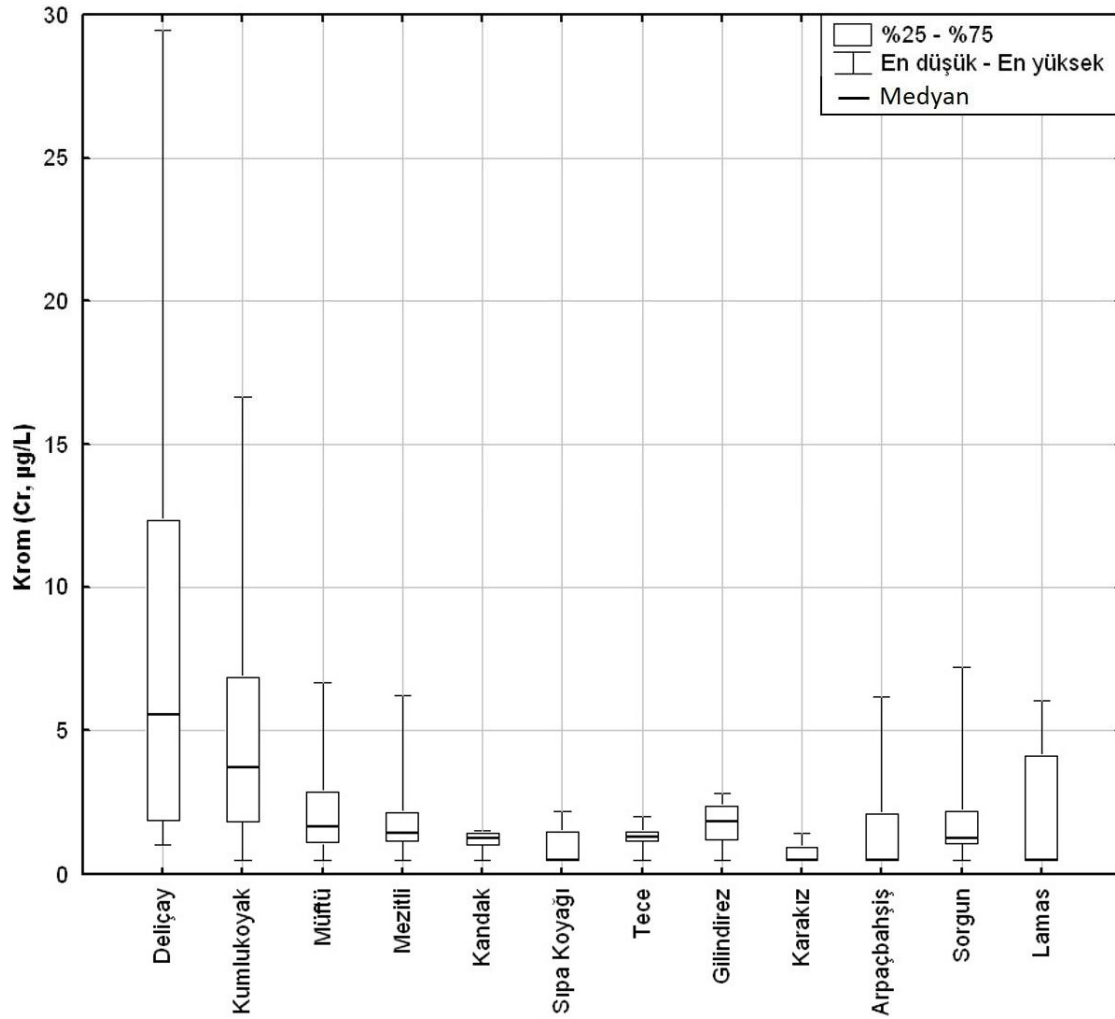
Ortalama demir derişimleri, Deliçay, Kumlukoyak Deresi, Müftü Çayı, Mezitli Deresi, Kandak Deresi, Sıpa Koyağı Deresi, Tece Deresi, Gilindirez Deresi, Karakız Deresi, Arpaçbahşış Deresi, Sorgun Çayı ve Lamas Çayı için sırasıyla; 187,02; 293,99; 86,29; 55,91; 40,92; 73,56; 14,86; 16,88; 4,88; 108,67; 60,55 ve 152,90  $\mu\text{g/L}$ 'dir. Akarsu örneklerinin genelinin demir içeriğı düşük iken, Kumlukoyak Deresi'nde diğeri akarsulara göre oldukça yüksek derişimler görölmektedir (Şekil 4.41). Kumlukoyak havzasının çıkış noktasına yakın bir noktada bulunan sanayi tesisi ve meyce halinden akarsuya boşaltılan atıksular, akarsudaki demir derişimini arttırmaktadır.

Deliçay'dan Mayıs ve Temmuz 2016 dönemlerinde, Kumlukoyak Deresi'nden Mart ve Haziran-Ağustos 2016 dönemlerinde, Müftü Çayı'ndan Temmuz 2016'da, Arpaçbahşış Deresi'nden Temmuz-Ağustos 2016 döneminde ve Lamas Çayı'ndan Haziran ve Ağustos 2016 dönemlerinde alınan akarsu örneklerinin demir (Fe) içerikleri WHO içme suyu standardında [123] belirtilen sınır değeri aşmıştır. Bütün akarsuların Fe içerikleri, Su Kirliliğı Kontrolü Yönetmeliğı Teknik Usüller Tebliğı'nde [124], sulama suyu için belirtilen sınır değeri aşmamıştır.

#### 4.3.2.3.6. Krom (Cr)

Çalışma alanındaki akarsuların krom derişimleri oldukça düşük olup 0,59  $\mu\text{g/L}$  ile 29,48  $\mu\text{g/L}$  arasında değışmektedir (Şekil 4.42). Yaz aylarında, debinin düşük olduğı dönemlerde, akarsuların içerdiği krom miktarının yüksek, kış aylarında, debinin yüksek olduğı dönemlerde, ise krom miktarının düşük olduğı belirlenmiştir. Akarsuların ortalama krom içerikleri, Deliçay, Kumlukoyak Deresi, Müftü Çayı, Mezitli Deresi, Kandak Deresi, Sıpa Koyağı Deresi, Tece Deresi, Gilindirez Deresi, Karakız Deresi, Arpaçbahşış Deresi, Sorgun Çayı ve Lamas Çayı için sırasıyla: 8,67; 5,30; 2,31; 2,12; 1,14; 0,89; 1,30; 1,72; 0,73; 1,65; 2,11 ve 2,03  $\mu\text{g/L}$ 'dir. Ortalama değere bakıldığında, çalışma alanının doğusunda Deliçay'dan, batısında Lamas Çayı'na doğru gidildikçe, bir azalma olduğı görölmektedir (Şekil 4.42). Çalışma alanında bulunan ofiyolitik birimlerin yayılımı (Şekil 2.10) ve krom içerikleri yüksek olup akarsulardaki kromun kaynağının büyük oranda ofiyolitik birimler içerisinde bulunan kromca zengin minerallerin ayrışmasıyla gerçekleştiğı düşünölmektedir.

Çalışma alanında bulunan akarsulardan çalışma dönemi boyunca alınan su örneklerinin krom (Cr) içerikleri WHO içme suyu standartlarında [123] belirtilen sınır değeri ve Teknik Usüller Tebliğı'nde [124] sulama suyu standartlarında belirtilen sınır değeri aşmamıştır.

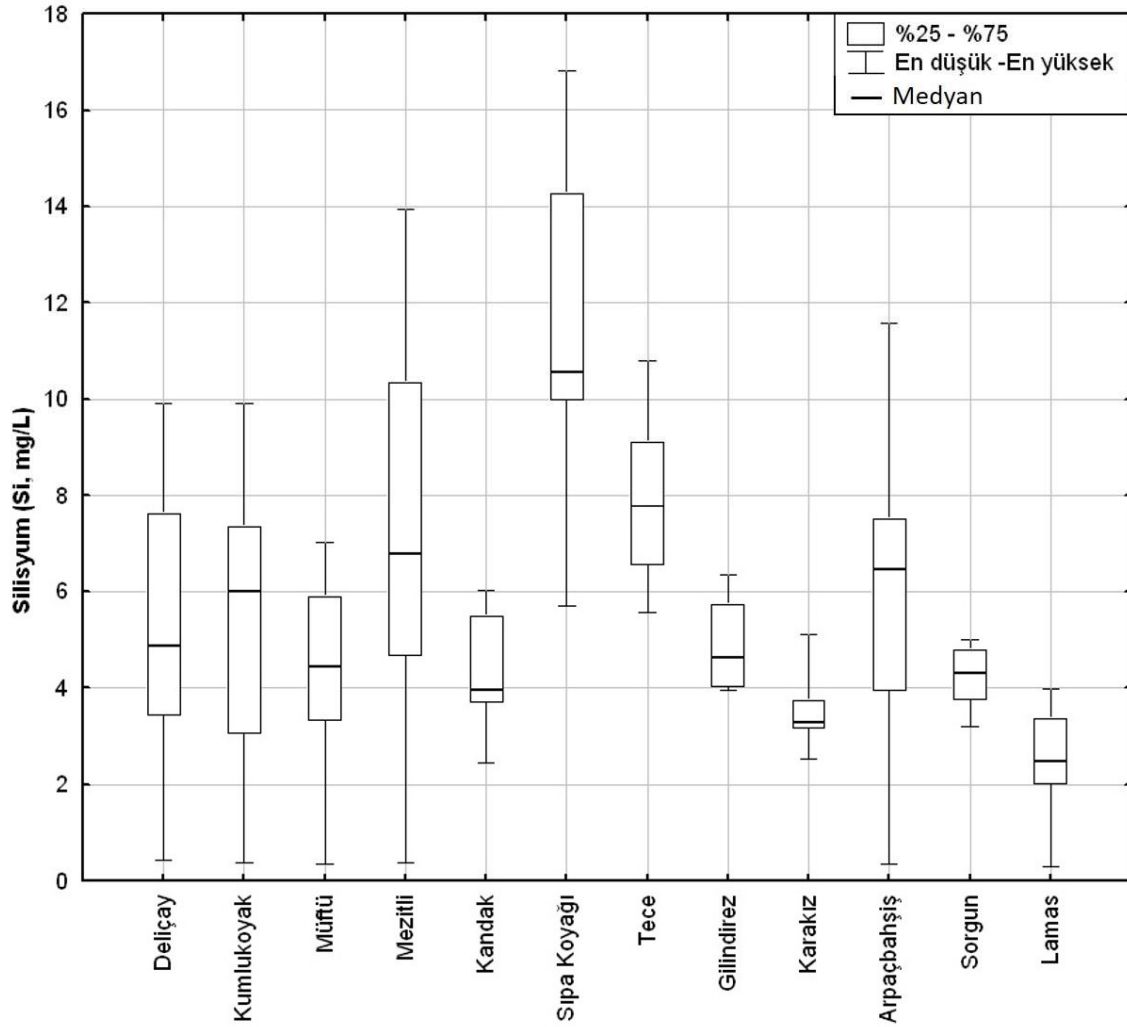


**Şekil 4.42.** Çalışma alanındaki akarsulardan alınan su örneklerine ait krom (Cr) değerlerinin Ekim 2015 ile Eylül 2016 dönemleri arasındaki değişimlerinin Box diyagramı üzerinde gösterimi.

#### 4.3.2.3.7. Silisyum (Si)

Bir iz element olmamakla birlikte, bu çalışma kapsamında silisyum (Si), iz elementler başlığı altında incelenmiştir. Çalışma alanında bulunan akarsuların silisyum içerikleri 0,29 mg/L ile 16,81 mg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.43). Ortalama silisyum derişimleri, Deliçay, Kumlukoyak Deresi, Müftü Çayı, Mezitli Deresi, Kandak Deresi, Sıpa Koyağı Deresi, Tece Deresi, Gilindirez Deresi, Karakız Deresi, Arpaçbahşış Deresi, Sorgun Çayı ve Lamas Çayı için sırasıyla; 5,16; 5,31; 4,24; 7,03; 4,31; 11,35; 7,90; 4,86; 3,52; 5,68; 4,23 ve 2,45 mg/L'dir. Akarsular, genellikle birbirlerine yakın miktarlarda silisyum içerirken, Sıpa Koyağı Deresi'nde derişim, diğer akarsulara göre daha yüksektir (Şekil 4.43).

Silisyum için, WHO içme suyu standartları [123] ile Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliği [124] sulama suyu kullanımı standardında sınır değeri belirtilmemiştir.



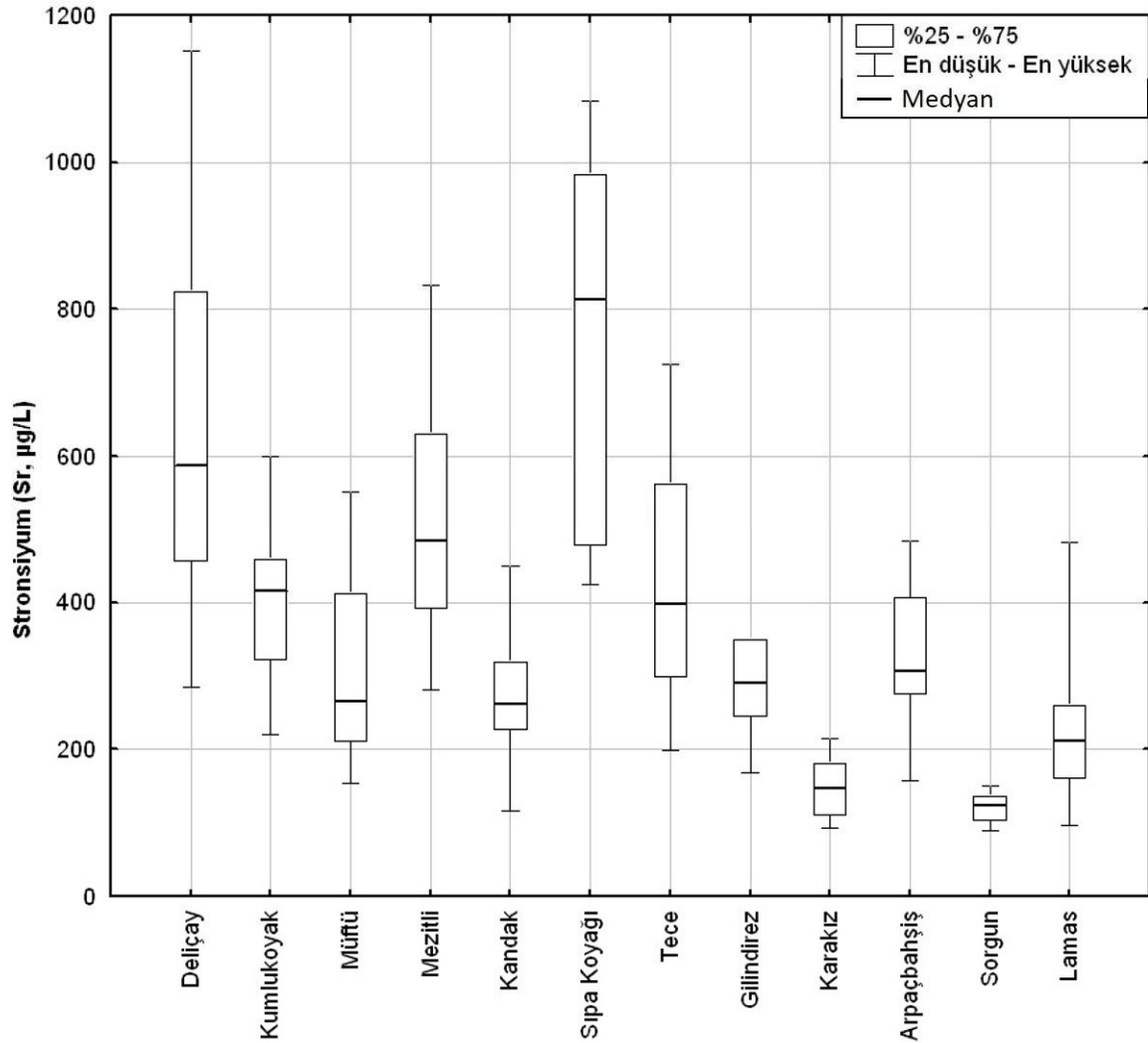
**Şekil 4.43.** Çalışma alanındaki akarsulardan alınan su örneklerine ait silisyum (Si) değerlerinin Ekim 2015 ile Eylül 2016 dönemleri arasındaki değişimlerinin Box diyagramı üzerinde gösterimi.

#### 4.3.2.3.8. Stronsiyum (Sr)

Çalışma alanında bulunan akarsuların stronsiyum içerikleri 90,20  $\mu\text{g/L}$  ile 1,151 mg/L arasında değişmektedir (Şekil 4.44). Akarsuların ortalama stronsiyum değerleri, Deliçay, Kumlukoyak Deresi, Müftü Çayı, Mezitli Deresi, Kandak Deresi, Sıpa Koyağı Deresi, Tece Deresi, Gilindirez Deresi, Karakız Deresi, Arpaçbahşiş Deresi, Sorgun Çayı ve Lamas Çayı için sırasıyla; 630,88; 395,37; 303,91; 515,71; 276,07; 769,86; 430,00; 279,16; 149,33; 325,98; 121,19 ve 222,23  $\mu\text{g/L}$ 'dir.

Ortalama değerlere bakıldığında, Deliçay, Mezitli Deresi ve Sıpa Koyağı Deresi'nde ortalama stronsiyum derişimlerinin diğer akarsulara göre daha yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 4.44). Ayrıca, çalışma alanının doğusunda Deliçay'dan, batısında Lamas Çayı'na doğru gidildikçe, derişimler, genel olarak bir azalma eğilimindedir (Şekil 4.44). WHO içme suyu

standartları [123] ile Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliği [124] sulama suyu kullanımı standardında, stronsiyum için sınır değeri belirtilmemiştir.



**Şekil 4.44.** Çalışma alanındaki akarsulardan alınan su örneklerine ait stronsiyum (Sr) değerlerinin Ekim 2015 ile Eylül 2016 dönemleri arasındaki değişimlerinin Box diyagramı üzerinde gösterimi.

### 4.3.3. Suların Hidrokimyasal Sınıflandırılması

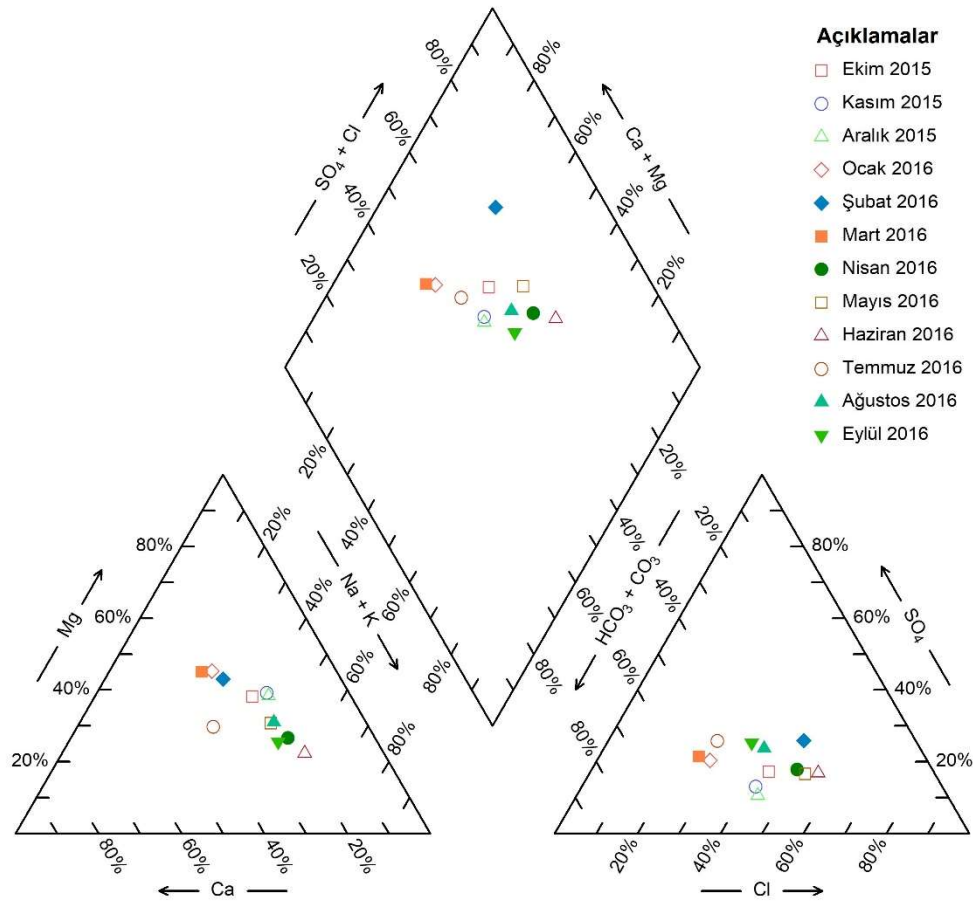
#### 4.3.3.1. Suların grafik yöntemlerle sınıflandırılması

Hidrokimyasal çalışmalarda, suların birbirleriyle karşılaştırılması, kökenlerinin ve evrim süreçlerinin belirlenmesinde, bazı kimyasal analiz sonuçları kullanılarak grafikler oluşturulur ve bu grafikler üzerinden yorumlamalarda bulunulur. Bu çalışmada, su sınıflarının belirlenmesi ve birbirine komşu havzalardaki akarsuların karşılaştırılması açısından AquaChem 2014.2 [127] yazılımı kullanılarak çeşitli diyagramlar (Piper, ABD Tuzluluk Laboratuvarı ve Wilcox)

oluşturulmuş ve oluşturulan diyagramlar aşağıda ilgili başlıklar altında detaylı olarak açıklanmıştır.

#### 4.3.3.1.1. Piper diyagramı

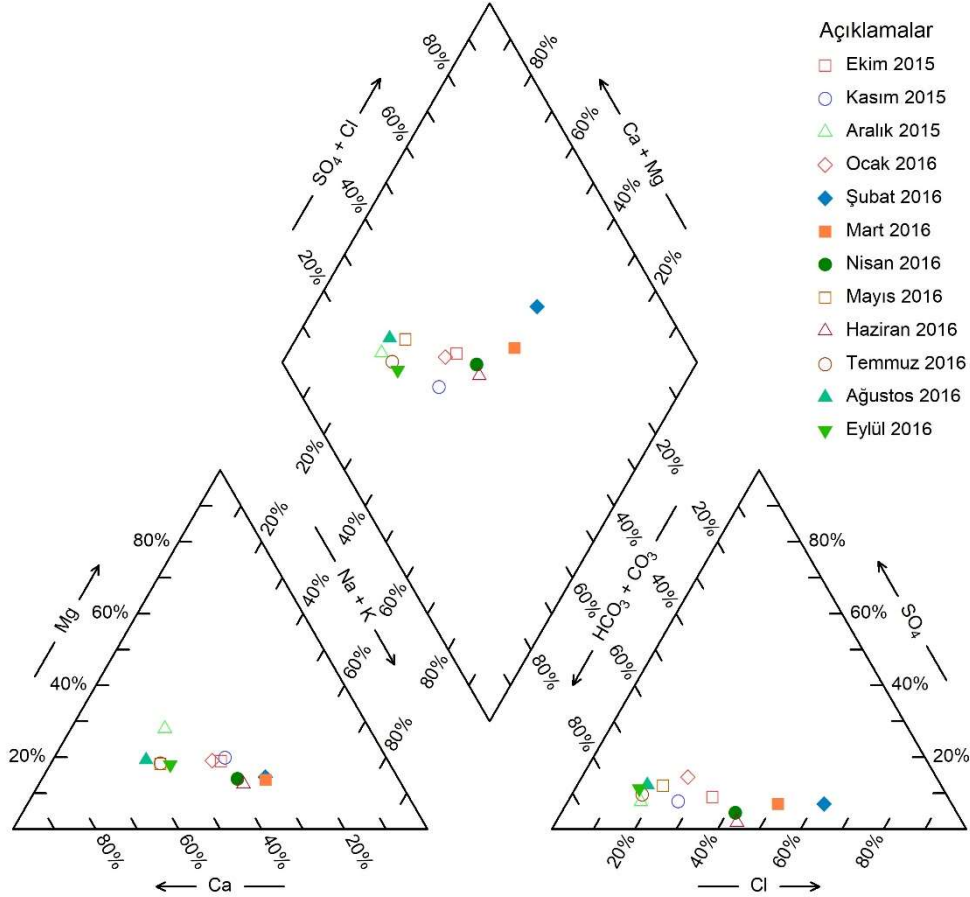
Deliçay'dan alınan su örneklerinin büyük bir kısmı, Piper diyagramının [90] katyon ve anyon üçgenlerindeki B bölgelerinde yer alan "Karışık tipte sular" ve G bölgesindeki "Klorür tipi sular" sınıfına düşerken, diyagramın en önemli kısmı olan eşkenar dörtgende, baskın iyon içermeyen, 5. bölgede "Karışık tipte sular" sınıfına düştükleri gözlenmiştir (Şekil 4.45). Deliçay havzasında, su tipini belirleyen ana etkenler, havzanın sırasıyla %35 ve %30'unu kaplayan, karbonat kayaçlar ve ofiyolitik kayaçlardır (Tablo 2.7). Ancak, su tipinin "Karışık tipte sular" olması, litolojik etkinin yanı sıra, havzada yoğun olarak bulunan, yerleşim yerleri, tarımsal ve endüstriyel alanların da (Şekil 2.2, Tablo 2.2), akarsu kimyasını etkilediği ve akarsuda klorür ve sülfat gibi anyonların derişimlerini arttırdığı düşünülmektedir.



Şekil 4.45. Deliçay'dan alınan akarsu örneklerine ait Piper diyagramı.

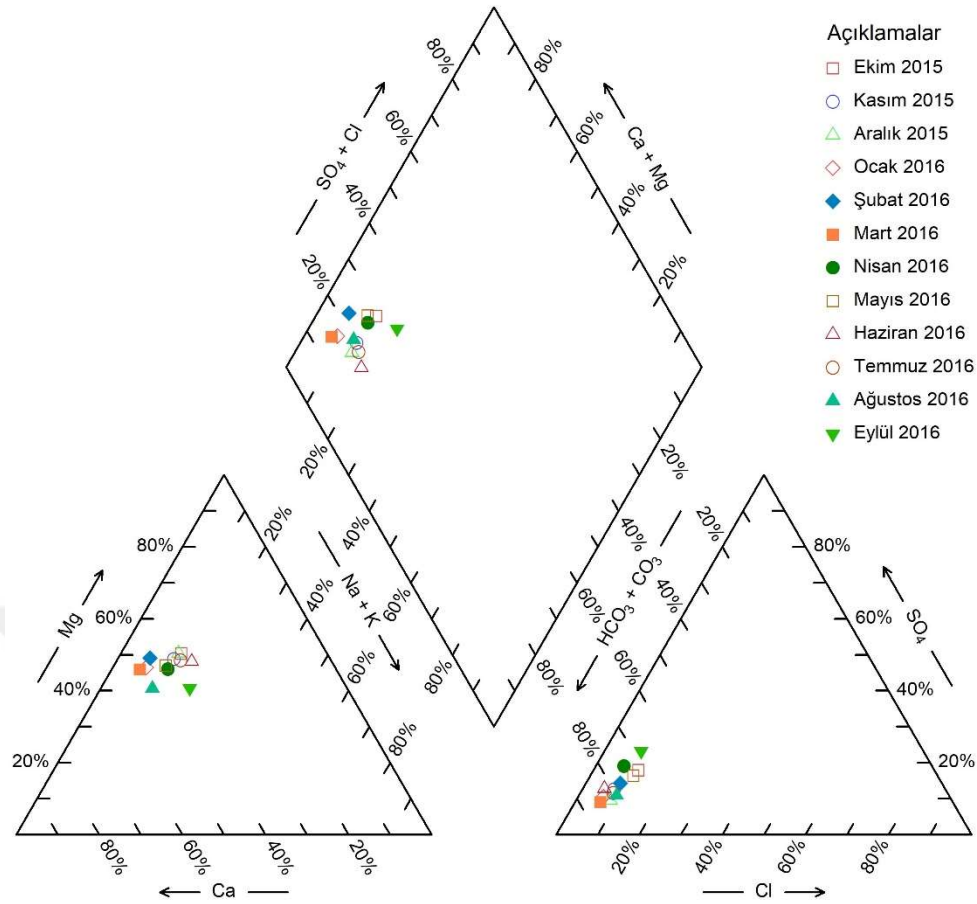
Kumlukoyak Deresi'nden alınan su örnekleri, Piper diyagramının katyon üçgeninde genel olarak B bölgesinde "Karışık tipte sular" sınıfına düşerken, anyon üçgeninde E bölgesinde "Bikarbonat-Karbonat tipi sular" ve G bölgesinde "Klorür tipi sular" sınıfına düşmektedir (Şekil

4.46). Akarsu örneklerinin eşkenar dörtgen üzerindeki dağılımına bakıldığında, örneklerin 1. bölge “Kalsiyum-Magnezyum Bikarbonat tipi sular” ve 5. bölge “Karışık tipte sular” sınıfına düştüğü gözlenmiştir (Şekil 4.46). Akarsuyun örneklendiği bölge civarında bulunan, Mersin ili merkez sanayi sitesi ve meyve halinden akarsuya boşaltılan atıkların, Kumlukoyak Deresi’nin, klorür, sülfat, sodyum ve potasyum oranlarını arttırarak, karışık su tipinin oluşmasına sebep olduğu düşünülmektedir.



**Şekil 4.46.** Kumlukoyak Deresi’nden alınan akarsu örneklerine ait Piper diyagramı.

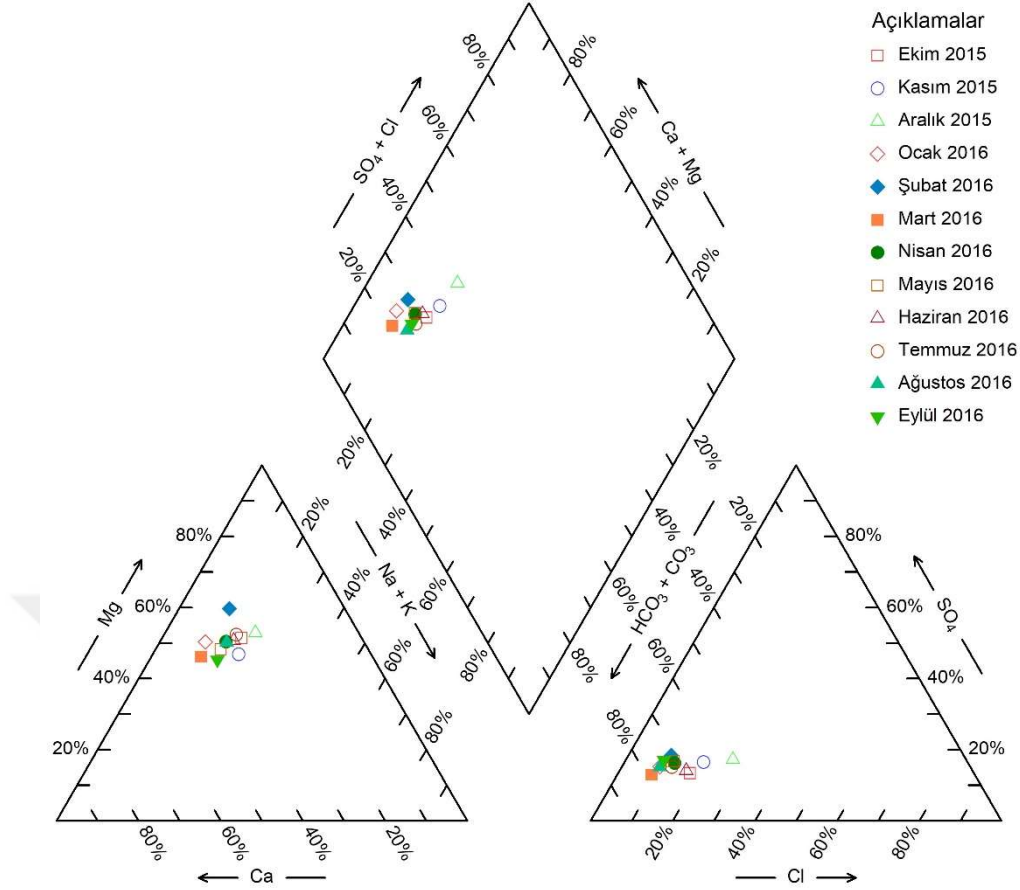
Müftü Çayı’ndan alınan su örnekleri, Piper diyagramının kation üçgenindeki B bölgesinde, magnezyum çizgisine yakın kesimlerde, kalsiyumun ve magnezyumun yaklaşık eş oranlarda bulunduğu “Karışık tipte sular” sınıfına, anyon üçgenindeki E bölgesinde “Bikarbonat-Karbonat tipi sular” sınıfına düşmektedir. Eşkenar dörtgen üzerindeki bütün örnekler, toprak alkalilerin ( $Ca^{+2}+Mg^{+2}$ ), alkalilerden ( $Na^{+}+K^{+}$ ), zayıf asit köklerinin ( $HCO_3^{-}+CO_3^{-2}$ ) ise güçlü asit köklerinden ( $SO_4^{-2}+Cl^{-}$ ) fazla olduğu 1. bölgede “Magnezyum-Kalsiyum Bikarbonat tipi sular” sınıfına düşmektedir (Şekil 4.47). Müftü havzasının %28’ini kaplayan ofiyolitik kayalar, havzanın orta kesimlerinde yaygın olarak görülmektedir (Şekil 2.10, Tablo 2.7). Birim, akarsuyun bünyesindeki magnezyum oranını arttırarak, su tipinin “Magnezyum-Kalsiyum Bikarbonat” olmasına neden olmaktadır.



**Şekil 4.47.** Müftü Çayı'ndan alınan akarsu örneklerine ait Piper diyagramı.

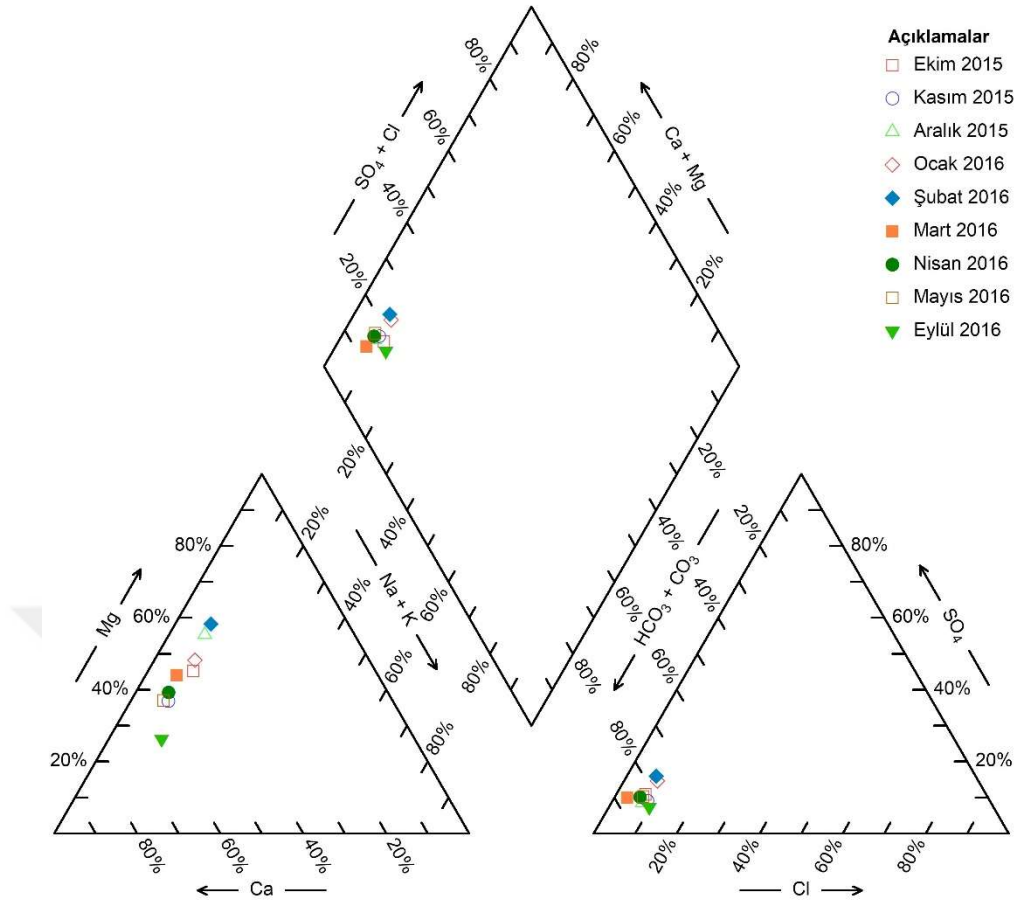
Mezitli Deresi'nden alınan akarsu örnekleri, Piper diyagramının katyon üçgenindeki C bölgesinde "Magnezyum tipi sular" sınıfına, anyon üçgenindeki E bölgesinde "Bikarbonat-Karbonat tipi sular" sınıfına düşerken, eşkenar dörtgen üzerinde toprak alkalinlerin ( $Ca^{+2}+Mg^{+2}$ ), alkalilerden ( $Na^{+}+K^{+}$ ), zayıf asit köklerinin ( $HCO_3^{-}+CO_3^{-2}$ ) ise güçlü asit köklerinden ( $SO_4^{-2}+Cl^{-}$ ) fazla olduğu 1. bölgede "Magnezyum Bikarbonat tipi sular" sınıfına düşmektedir (Şekil 4.48). Mezitli havzasında, akarsuda magnezyum iyonunu baskın hale getiren ana faktörün, havzanın %45'ini kaplayan ofiyolitik kayalar (Tablo 2.7) olduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte, havzanın %30'unu kaplayan karbonat kayalar, ofiyolitik birimler ile birlikte, akarsuyun bünyesindeki karbonat ve bikarbonat oranını arttırarak, su tipini belirlemektedir.





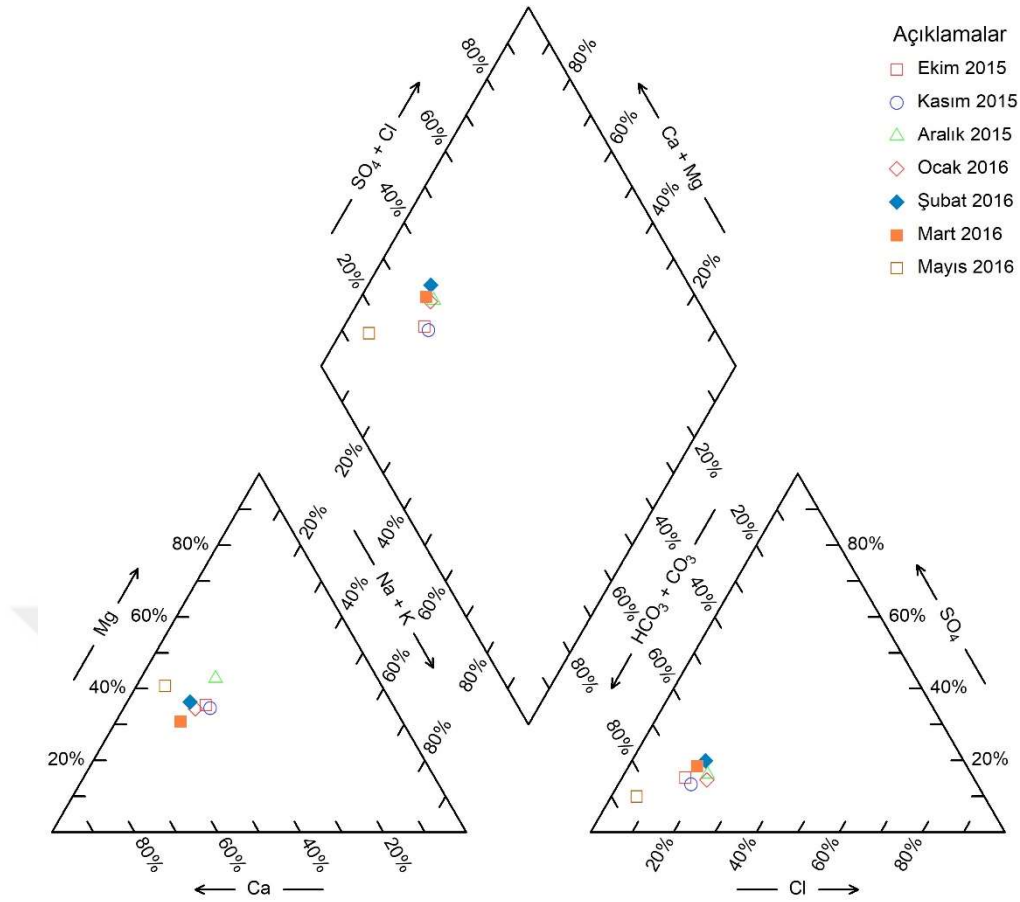
**Şekil 4.48.** Mezitli Deresi'nden alınan akarsu örneklerine ait Piper diyagramı.

Kandak Deresi'nden alınan su örneklerinin bir kısmı, Piper diyagramının katyon üçgenindeki C bölgesinde "Magnezyum tipi sular" sınıfına, bir kısmı ise A bölgesinde "Kalsiyum tipi sular" sınıfına düşmektedir (Şekil 4.49). Örneklerin tamamı, anyon üçgenindeki E bölgesinde "Bikarbonat-Karbonat tipi sular" sınıfına düşerken, eşkenar dörtgen üzerinde toprak alkalilerin ( $Ca^{+2}+Mg^{+2}$ ), alkalilerden ( $Na^{+}+K^{+}$ ), zayıf asit köklerinin ( $HCO_3^{-}+CO_3^{-2}$ ) ise güçlü asit köklerinden ( $SO_4^{-2}+Cl^{-}$ ) fazla olduğu 1. bölgede "Kalsiyum-Magnezyum Bikarbonat tipi sular" sınıfına düşmektedir (Şekil 4.49). Çalışma alanının genelinde, akarsulardaki magnezyumun kaynağı olabilecek temel etkenin, ofiyolitik birimler olduğu bilinmektedir. Kandak havzasının litolojisine bakıldığında, %54'lük bir alan karbonat kayaçlar, geri kalan kısım ise kırıntılı kayaçlar tarafından kaplanmaktadır (Tablo 2.7). Bölgedeki bu birimler, genellikle kalsiyumun, magnezyuma oranla daha baskın olduğu birimlerdir. Bu durum göz önünde bulundurulduğunda, sulardaki kalsiyum kaynağının, karbonat kayaçları, magnezyum kaynağının ise, bölgede yaygın olarak bulunan kırıntılı kayaçlar olabileceği düşünülmektedir.



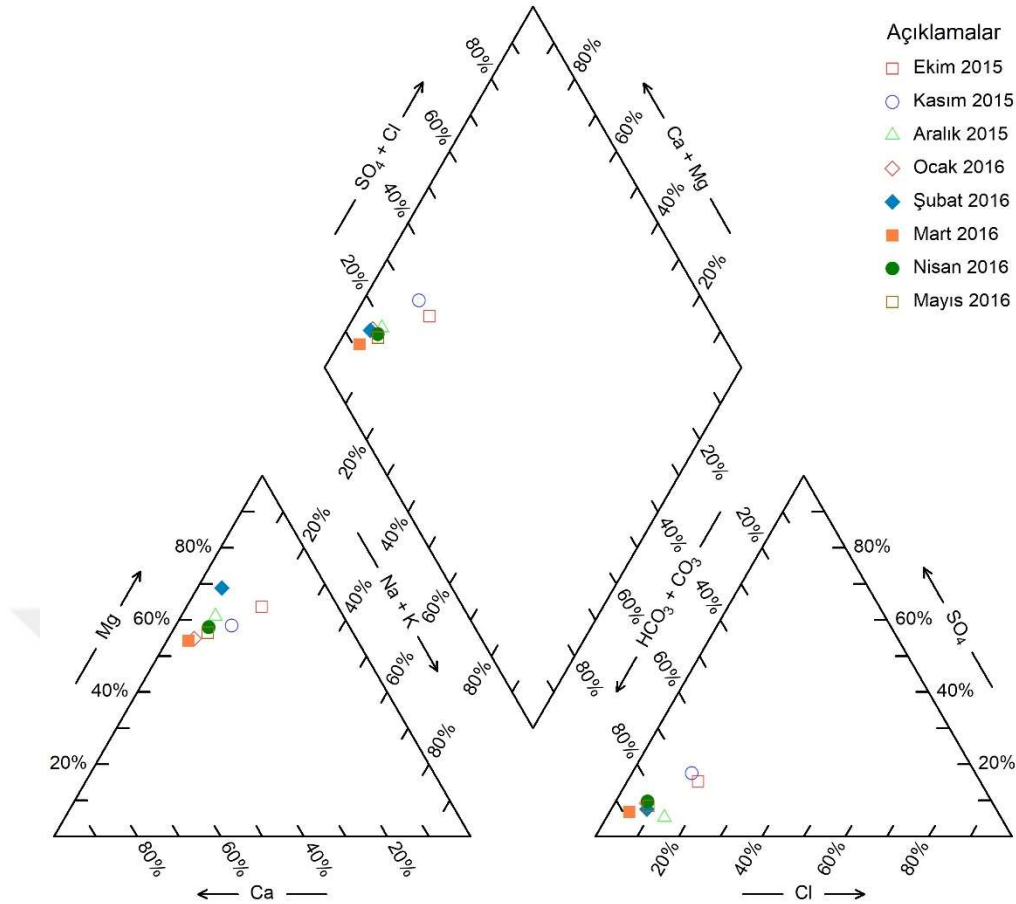
**Şekil 4.49.** Kandak Deresi'nden alınan akarsu örneklerine ait Piper diyagramı.

Sıpa Koyağı Deresi'nden Mart ve Mayıs 2016 dönemlerinde alınan su örnekleri, Piper diyagramının katyon üçgenindeki A bölgesinde "Kalsiyum tipi sular" sınıfına, diğer dönemlerde ise, B bölgesinde "Karışık tipte sular" sınıfına düşmektedir (Şekil 4.50). Diyagramın anyon üçgenindeki bütün örnekler, E bölgesinde "Bikarbonat-Karbonat tipi sular" sınıfına düşerken, eşkenar dörtgen üzerinde, toprak alkalilerin ( $Ca^{+2}+Mg^{+2}$ ), alkalilerden ( $Na^{+}+K^{+}$ ), zayıf asit köklerinin ( $HCO_3^{-}+CO_3^{-2}$ ) ise güçlü asit köklerinden ( $SO_4^{-2}+Cl^{-}$ ) fazla olduğu 1. bölgede "Kalsiyum-Magnezyum Bikarbonat tipi sular" sınıfına düşmektedir (Şekil 4.50). Örneklerde, %20'den fazla oranlarda bulunan sodyum+potasyum, akarsuyun, katyon açısından karışık tipte olmasına neden olmaktadır. Bu örneklerde, sodyum ve potasyum içeriklerinin yüksek olmasının sebebi ise, bölgedeki evsel kaynaklardan akarsuya boşaltılan atıklar olabileceği düşünülmüştür. Akarsuda, genel olarak baskın olan kalsiyum ve bikarbonat+karbonat ise, akarsu havzasının %84'ünü kaplayan karbonat kayalardan (Tablo 2.7) kaynaklanmaktadır.



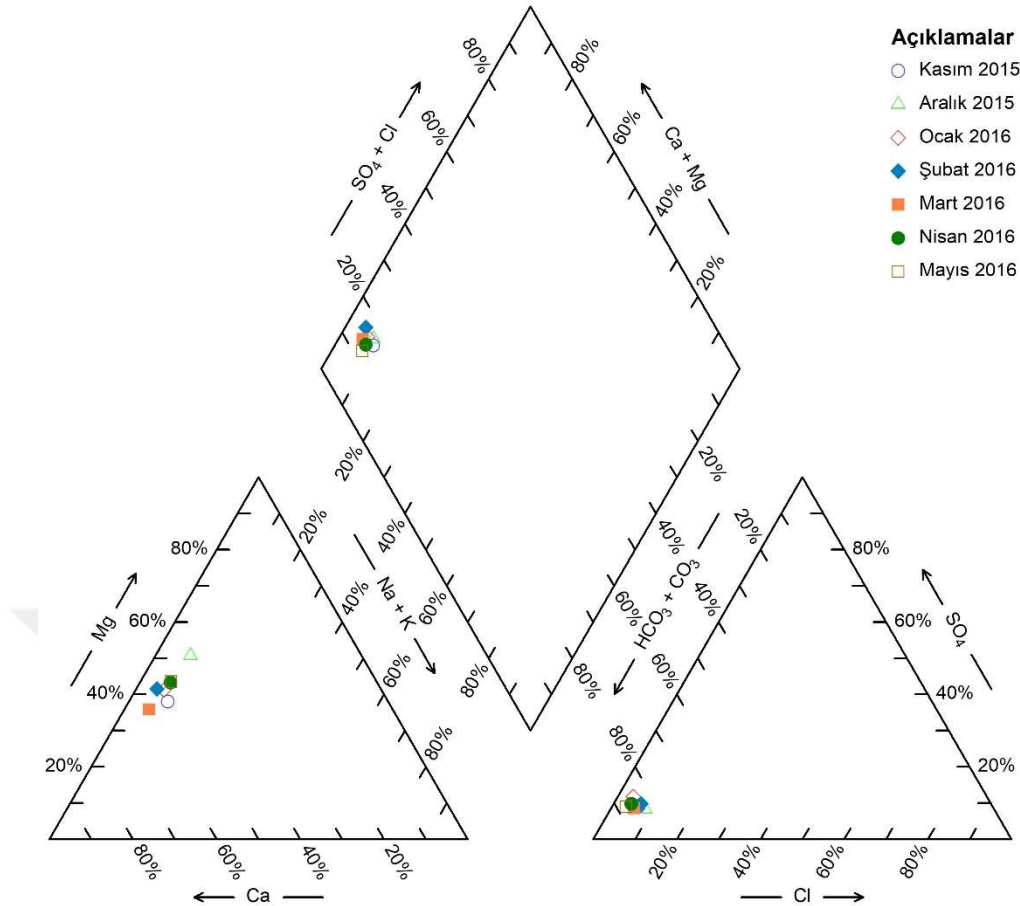
**Şekil 4.50.** Sıpa Koyağı Deresi'nden alınan akarsu örneklerine ait Piper diyagramı.

Tece Deresi'nden alınan akarsu örnekleri, Piper diyagramının katyon üçgenindeki C bölgesinde "Magnezyum tipi sular" sınıfına düşmektedir (Şekil 4.51). Diyagramın anyon üçgenindeki bütün örnekler, E bölgesindeki "Bikarbonat-Karbonat tipi sular" sınıfına düşerken, eşkenar dörtgen üzerinde toprak alkalilerin ( $Ca^{+2}+Mg^{+2}$ ), alkalilerden ( $Na^{+}+K^{+}$ ), zayıf asit köklerinin ( $HCO_3^{-}+CO_3^{-2}$ ) ise güçlü asit köklerinden ( $SO_4^{-2}+Cl^{-}$ ) fazla olduğu 1. bölgede "Magnezyum Bikarbonat tipi sular" sınıfına düşmektedir (Şekil 4.51). Akarsu havzasında, yaygın olarak görülen litolojik birimlerden karbonat kayaçları ve ofiyolitik kayaçlar, suyun bünyesindeki karbonat ve bikarbonat ile magnezyuma kaynak oluşturmakta ve su tipini belirlemektedir.



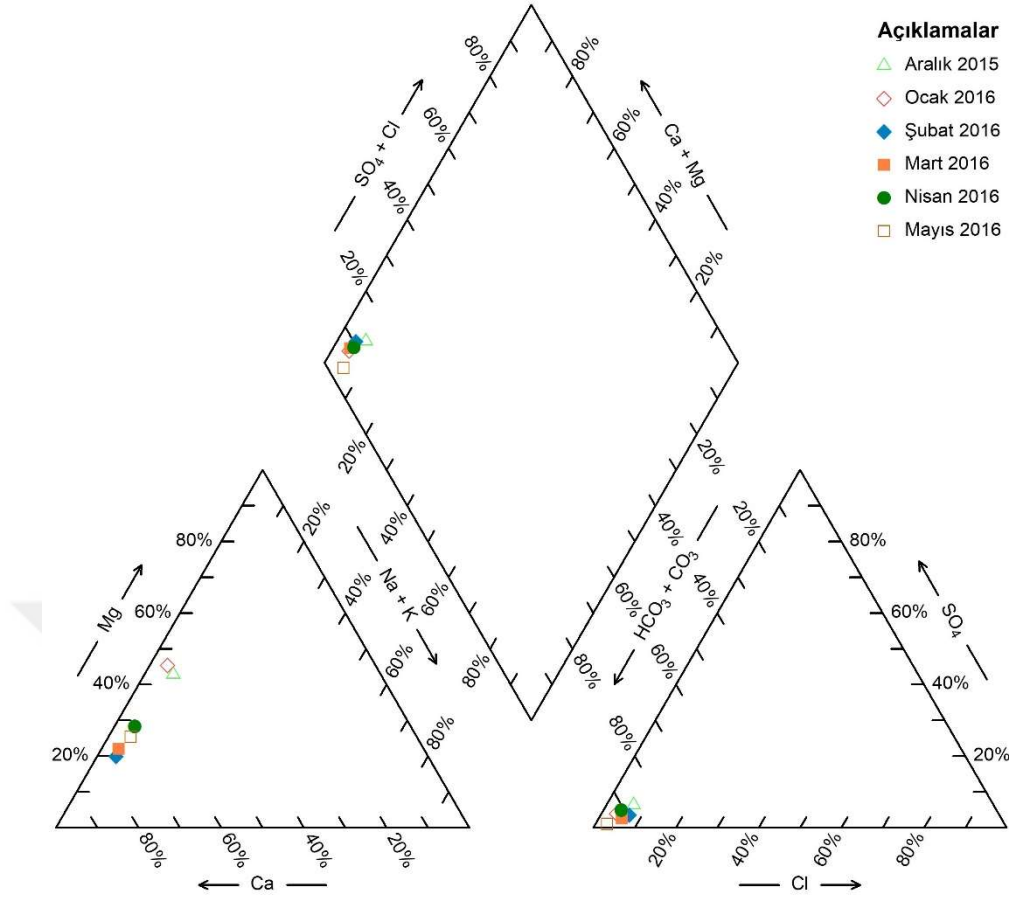
**Şekil 4.51.** Tece Deresi'nden alınan akarsu örneklerine ait Piper diyagramı.

Gilindirez Deresi'nden Aralık 2015 döneminde alınan su örneği, Piper diyagramının katyon üçgenindeki C bölgesinde "Magnezyum tipi sular" sınıfına, diğer örnekler ise A bölgesindeki "Kalsiyum tipi sular" sınıfına düşmektedir (Şekil 4.52). Ancak bu iyonlar, bütün örneklerde, birbirlerine göre çok baskın olmayıp, suların bünyesinde, yaklaşık eşit oranlarda bulunmaktadır. Diyagramın anyon üçgeninde, örnekler E bölgesinde "Bikarbonat-Karbonat tipi sular" sınıfına düşerken, eşkenar dörtgen üzerinde toprak alkalilerin ( $Ca^{+2}+Mg^{+2}$ ), alkalilerden ( $Na^{+}+K^{+}$ ), zayıf asit köklerinin ( $HCO_3^{-}+CO_3^{-2}$ ) ise güçlü asit köklerinden ( $SO_4^{-2}+Cl^{-}$ ) fazla olduğu 1. bölgede "Kalsiyum-Magnezyum Bikarbonat tipi sular" sınıfına düşmektedir (Şekil 4.52). Akarsu havzasının %54'lük bir kesimi, karbonat kayalar tarafından, %40'luk bir kesimi ise ofiyolitik kayalar tarafından kaplanmaktadır (Tablo 2.7). Bu birimler, akarsuyun içerdiği, kalsiyum, magnezyum ve bikarbonat+karbonat iyonlarının kaynağını oluşturarak, suyun tipini belirlemektedir. Karbonat kayalar, genel olarak sulardaki kalsiyum, bikarbonat ve karbonata kaynaklık ederken, ofiyolitik kayalar, temel olarak sulardaki magnezyumun kaynağını oluşturmaktadır.



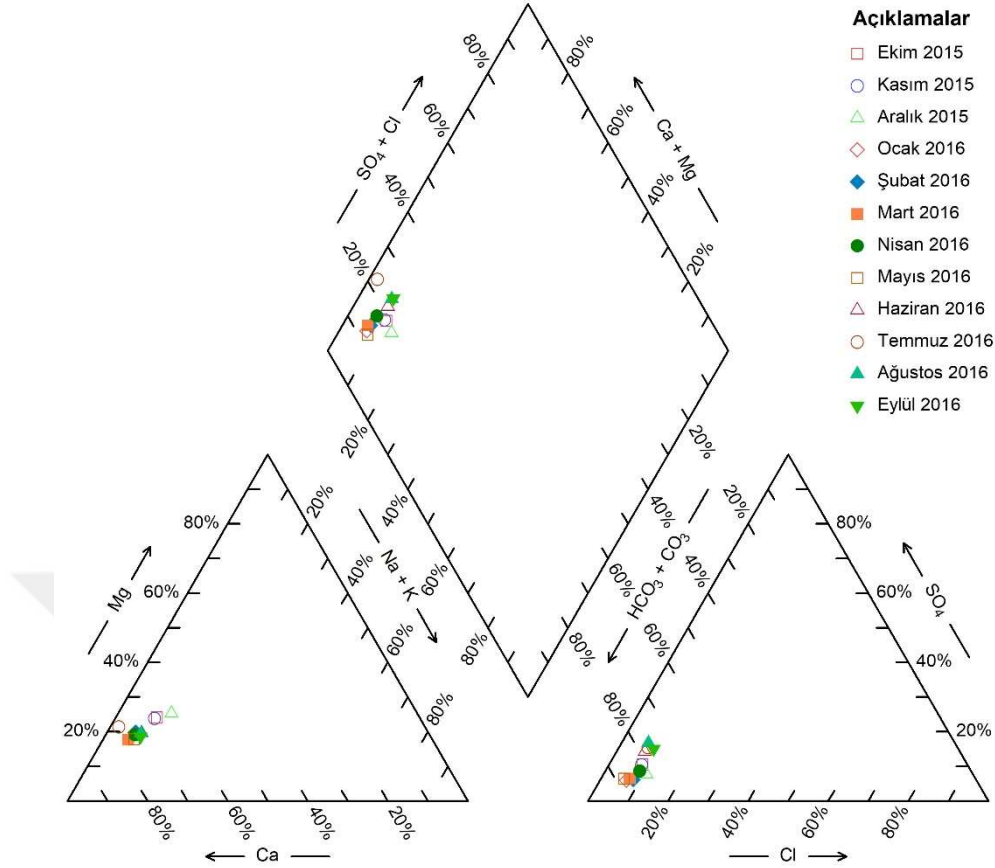
**Şekil 4.52.** Gilindirez Deresi'nden alınan akarsu örneklerine ait Piper diyagramı.

Karakız Deresi'nden Aralık 2015 ve Ocak 2016 dönemlerinde alınan akarsu örnekleri, Piper diyagramının katyon üçgenindeki C bölgesinde "Magnezyum tipi sular" sınıfına, diğer dönemlerde ise A bölgesindeki "Kalsiyum tipi sular" sınıfına düşmektedir (Şekil 4.53). Diyagramın anyon üçgenindeki bütün örnekler, E bölgesinde "Bikarbonat-Karbonat tipi sular" sınıfına düşerken, eşkenar dörtgen üzerinde toprak alkalilerin ( $Ca^{+2}+Mg^{+2}$ ), alkalilerden ( $Na^{+}+K^{+}$ ), zayıf asit köklerinin ( $HCO_3^{-}+CO_3^{-2}$ ) ise güçlü asit köklerinden ( $SO_4^{-2}+Cl^{-}$ ) fazla olduğu 1. bölgede "Kalsiyum Bikarbonat tipi sular" sınıfına düşmektedir (Şekil 4.53). Akarsuda, baskın iyonlar olan kalsiyum, magnezyum ve bikarbonata kaynaklık edebilecek etkenin, bölgede yaygın olarak görülen karbonat kayalar ve ofiyolitik kayalar olabileceği düşünülmektedir.



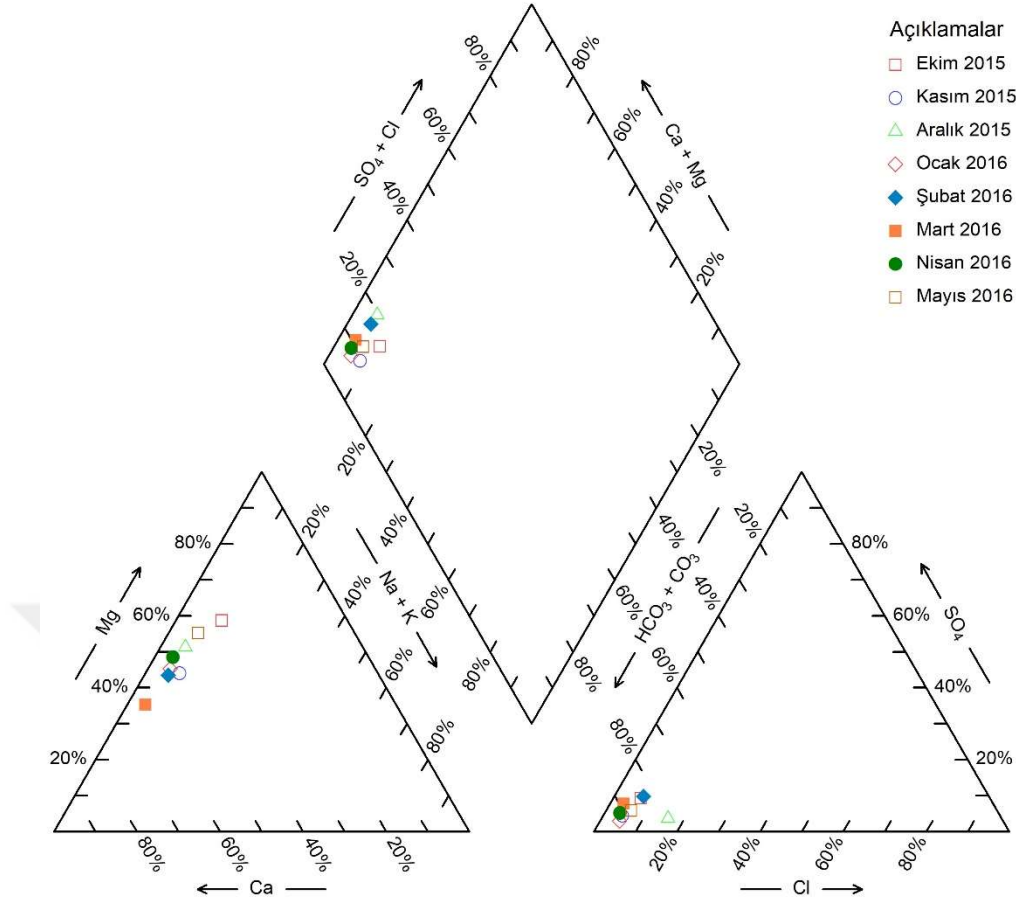
**Şekil 4.53.** Karakız Deresi'nden alınan akarsu örneklerine ait Piper diyagramı.

Arpaçbahşiş Deresi'nden alınan akarsu örnekleri, Piper diyagramının katyon üçgenindeki A bölgesinde "Kalsiyum tipi sular" sınıfına, anyon üçgeninde ise E bölgesindeki "Bikarbonat-Karbonat tipi sular" sınıfına düşmektedir. Örneklerin, eşkenar dörtgen üzerindeki, toprak alkalilerin ( $Ca^{+2}+Mg^{+2}$ ), alkalilerden ( $Na^{+}+K^{+}$ ), zayıf asit köklerinin ( $HCO_3^{-}+CO_3^{-2}$ ) ise güçlü asit köklerinden ( $SO_4^{-2}+Cl^{-}$ ) fazla olduğu, 1. bölgede "Kalsiyum Bikarbonat tipi sular" sınıfına düştüğü gözlenmiştir (Şekil 4.54). Arpaçbahşiş havzasının %84'ü karbonat kayaçlar tarafından kaplanmaktadır (Tablo 2.7). Kalsiyum ve karbonattan oluşan bu kayaçlar, su-kaya etkileşimi sonucu, akarsu bünyesindeki kalsiyum ve karbonat miktarını arttırmış ve su tipini belirlemiştir.



**Şekil 4.54.** Arpaçbahşiş Deresi'nden alınan akarsu örneklerine ait Piper diyagramı.

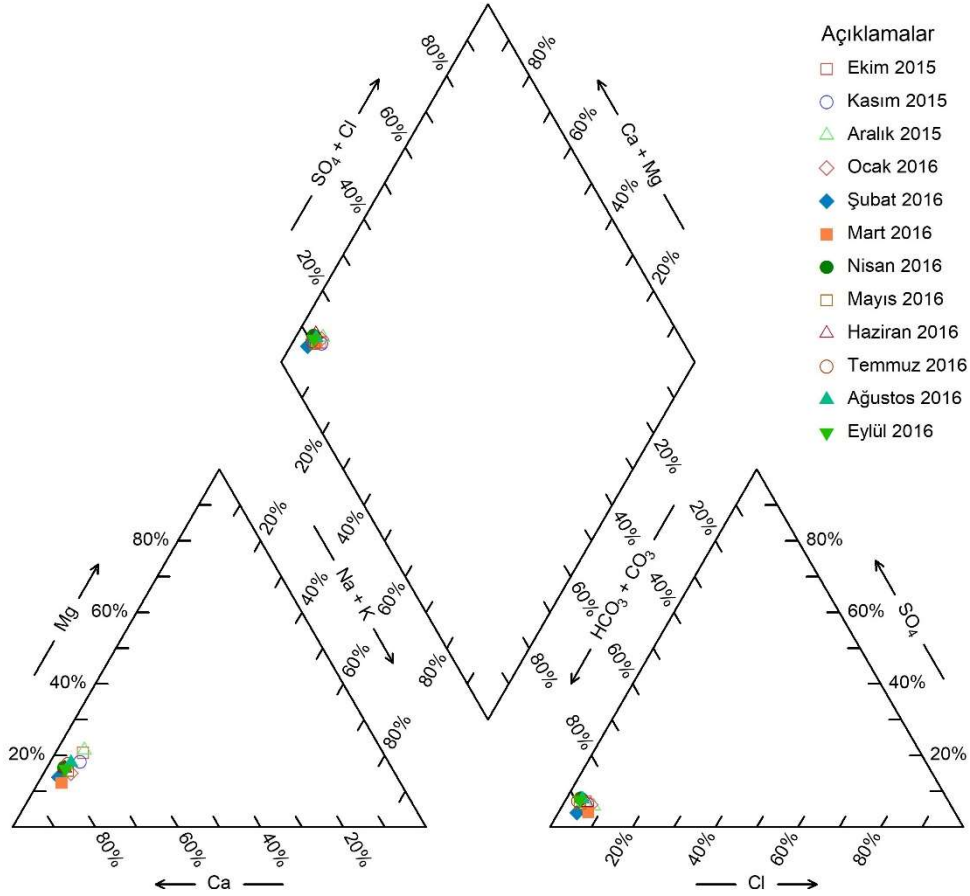
Sorgun Çayı'ndan alınan su örneklerinin bir kısmı, Piper diyagramının katyon üçgenindeki C bölgesinde "Magnezyum tipi sular" sınıfına düşerken, bir kısmı da kalsiyum oranının %50'den fazla olduğu A bölgesinde "Kalsiyum tipi sular" sınıfına düşmektedir (Şekil 4.55). Örneklerin tamamı, anyon üçgenindeki E bölgesinde "Bikarbonat-Karbonat tipi sular" sınıfında, eşkenar dörtgen üzerinde ise, toprak alkalilerin ( $Ca^{+2}+Mg^{+2}$ ), alkalilerden ( $Na^{+}+K^{+}$ ), zayıf asit köklerinin ( $HCO_3^{-}+CO_3^{-2}$ ) ise güçlü asit köklerinden ( $SO_4^{-2}+Cl^{-}$ ) fazla olduğu, 1. bölgede "Kalsiyum-Magnezyum Bikarbonat tipi sular" sınıfına düşmektedir (Şekil 4.55). Sorgun havzasının yarısından fazlası karbonat kayaçlar tarafından ve %25'lik bir kısmı ise ofiyolitik kayaçlar tarafından kaplanmaktadır (Şekil 2.10, Tablo 2.7). Akarsuda, yüksek oranlarda bulunan magnezyumun, havzadaki ofiyolitik birimlerden, kalsiyumun ise büyük oranda karbonat kayaçlardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Baskın olarak bulunan bikarbonat ise, su-kaya etkileşimi sonucu karbonat kayaçlardan kaynaklanmaktadır.



**Şekil 4.55.** Sorgun Çayı'ndan alınan akarsu örneklerine ait Piper diyagramı.

Lamas Çayı'ndan alınan akarsu örneklerinin tamamı, Piper diyagramının katyon üçgenindeki A bölgesinde “Kalsiyum tipi sular” sınıfına, anyon üçgenindeki E bölgesinde “Bikarbonat-Karbonat tipi sular” sınıfına düşerken, eşkenar dörtgen üzerinde, toprak alkalilerin ( $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2}$ ), alkalilerden ( $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ ), zayıf asit köklerinin ( $\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{-2}$ ) ise güçlü asit köklerinden ( $\text{SO}_4^{-2} + \text{Cl}^-$ ) fazla olduğu, 1. bölgede “Kalsiyum Bikarbonat tipi sular” sınıfına düşmektedir (Şekil 4.56). Akarsuyun, su toplama alanının neredeyse tamamını, karbonat kayaçlar oluşturmaktadır (Şekil 2.10). Bu kayaçlar, suyun bünyesindeki kalsiyum ve bikarbonata kaynaklık ederek, su tipini belirlemiştir.



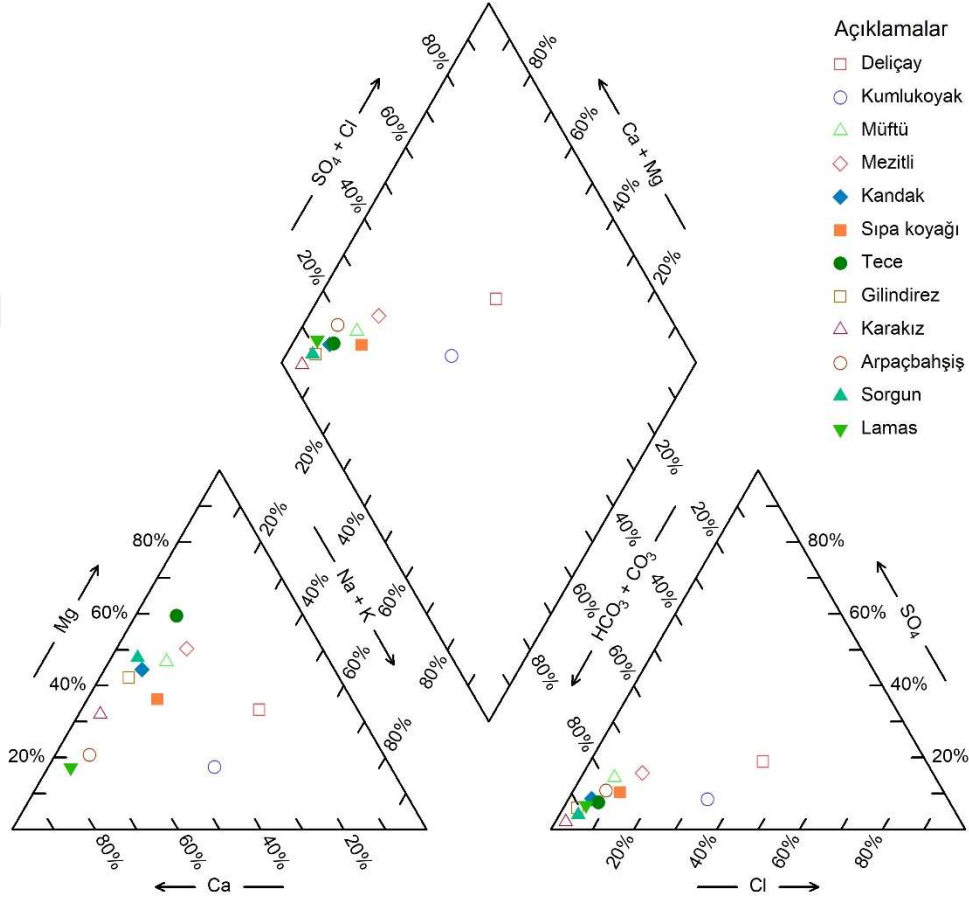


**Şekil 4.56.** Lamas Çayı'ndan alınan akarsu örneklerine ait Piper diyagramı.

Akarsulardan alınan su örneklerinin, kimyasal analiz sonuçlarından elde edilen ortalama değerler kullanılarak oluşturulan Piper diyagramı, Şekil 4.57'de gösterilmiştir. Diyagramın katyon üçgeninde, Karakız Deresi, Sıpa Koyağı Deresi, Gilindirez Deresi, Arpaçbahşiş Deresi ve Lamas Çayı örnekleri, A bölgesinde "Kalsiyum tipi sular" sınıfına, Deliçay ve Kumlukoyak Deresi örnekleri B bölgesinde "Karışık tipte sular" sınıfına, Tece ve Mezitli Deresi örnekleri ise C bölgesinde "Magnezyum tipi sular" sınıfına düşmektedir (Şekil 4.57). Sorgun Çayı, Kandak Deresi ve Müftü Çayı örneklerinde, kalsiyum ve magnezyum birbirlerine göre çok baskın olmayıp, suların bünyesinde yaklaşık eş oranlarda bulunurlar. Diyagramın anyon üçgeninde, Deliçay ve Kumlukoyak Deresi B bölgesinde "Karışık tipte sular" sınıfına düşerken diğer akarsular E bölgesinde "Bikarbonat-Karbonat tipi sular" sınıfına düşmektedir (Şekil 4.57). Piper diyagramının eşkenar dörtgeni üzerinde, Deliçay ve Kumlukoyak derelerinden alınan su örnekleri 5. bölgede "Karışık tipte sular" sınıfına, diğer akarsulara ait örnekler ise 1. bölgede "Kalsiyum-Magnezyum Bikarbonat tipi sular" sınıfına düşmektedir (Şekil 4.57). Akarsulardaki kalsiyum ve magnezyum oranlarına göre; Sıpa Koyağı Deresi, Gilindirez Deresi, Karakız Deresi, Arpaçbahşiş Deresi ve Lamas Çayı'nın "Kalsiyum Bikarbonat" tipinde, Tece Deresi ve Mezitli

Deresi'nin "Magnezyum Bikarbonat" tipinde, Müftü Çayı, Kandak ve Sorgun Çayı'nın ise "Magnezyum-Kalsiyum Bikarbonat" tipinde olduğu söylenebilir.

Akarsularda, su tipini belirleyen en büyük faktörün, akarsuların havzalarında yaygın olarak yüzeyleyen litolojik birimler olduğu düşünülmektedir. Bunun yanında, endüstriyel, evsel ve tarımsal faaliyetler sonucunda akarsulara boşaltılan atıklar da, akarsulardaki iyonların oranını etkileyerek, suyun tipini belirleyen faktörler arasında sayılabilir.

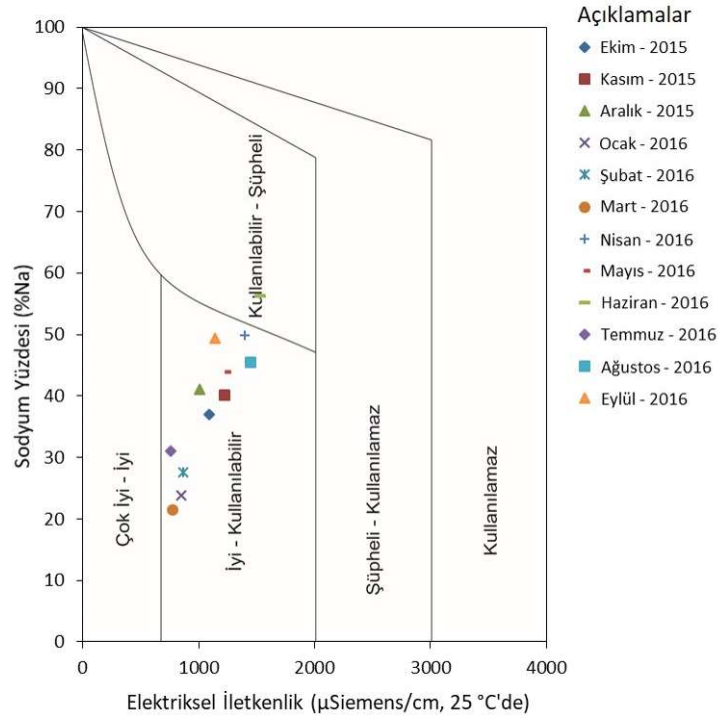


**Şekil 4.57.** Çalışma alanındaki akarsuların kimyasal analiz sonuçlarının ortalamaları kullanılarak oluşturulan Piper diyagramı.

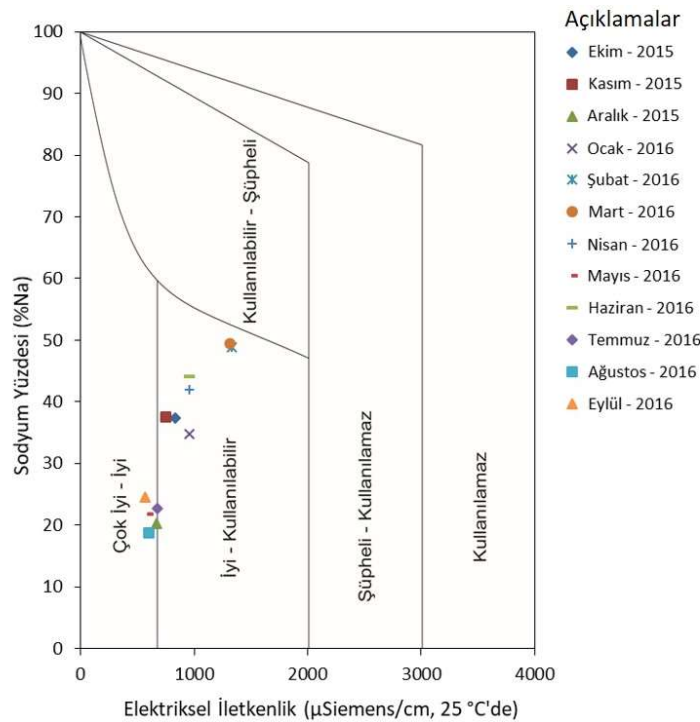
#### 4.3.3.1.2. Wilcox diyagramı

Deliçay'dan alınan akarsu örneklerin tamamı Wilcox diyagramında "İyi-Kullanılabilir" sular sınıfına düşerken (Şekil 4.58), Kumlukoyak Deresi'nden, Aralık 2015 ile Mayıs ve Temmuz-Eylül 2016 dönemlerinde alınan akarsu örnekleri, "Çok İyi-İyi" sular sınıfına, diğer dönemlerde ise "İyi-Kullanılabilir" sular sınıfına girmektedir (Şekil 4.59). Mezitli Deresi'nden alınan su örnekleri, Şubat, Mart, Mayıs ve Eylül 2016 dönemlerinde "Çok İyi-İyi" sular, diğer dönemlerde ise "İyi-Kullanılabilir" sular sınıfına düşmektedir (Şekil 4.61). Sıpa Koyağı Deresi'nden, Mayıs 2016 döneminde alınan akarsu örneği, Wilcox diyagramında "Çok İyi-İyi" sular sınıfına düşerken, diğer dönemlerde alınan su örnekleri "İyi-Kullanılabilir" niteliktedir (Şekil 4.63). Tece

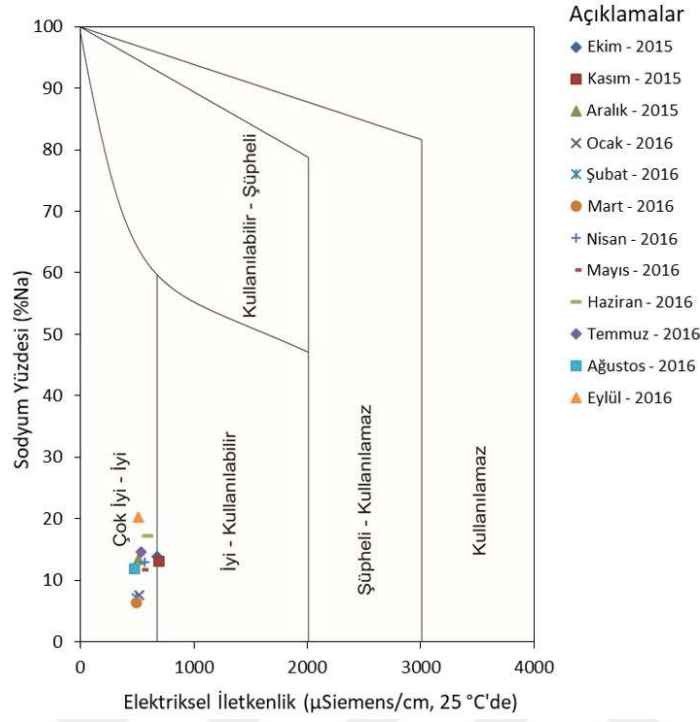
Deresi'nden, Ekim-Kasım 2015 döneminde alınan su örnekleri, tarımsal sulama açısından "İyi-Kullanılabilir" sular iken, diğer dönemlerde alınan su örnekleri "Çok İyi-İyi" sular sınıfındadır (Şekil 4.64). Müftü Deresi (Şekil 4.60), Kandak Deresi (Şekil 4.62), Gilindirez Deresi (Şekil 4.65), Karakız Deresi (Şekil 4.66), Arpaçbaşı Deresi (Şekil 4.67), Sorgun Çayı (Şekil 4.68) ve Lamas Çayı'ndan (Şekil 4.69) alınan bütün örnekler, Wilcox diyagramında "Çok İyi-İyi" sular sınıfına düşmektedir.



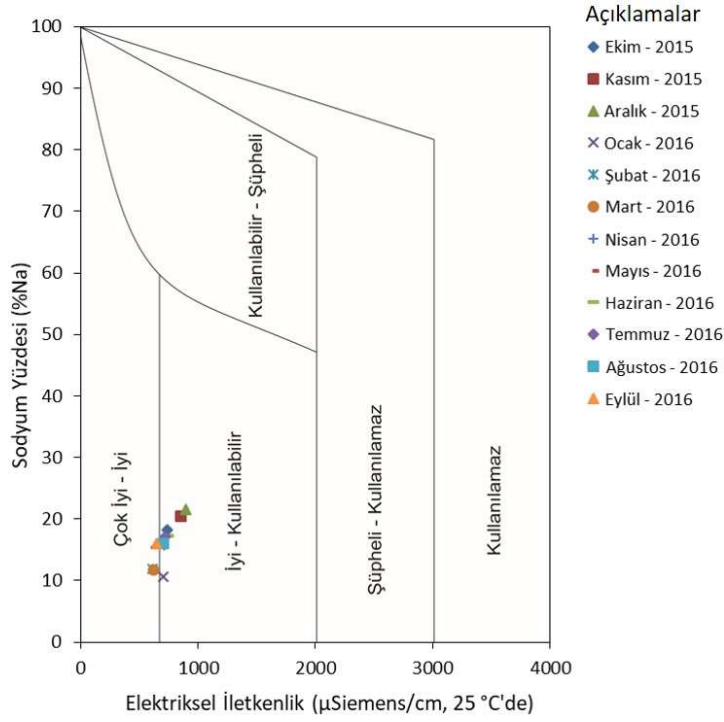
Şekil 4.58. Delicay'dan alınan akarsu örneklerine ait Wilcox diyagramı.



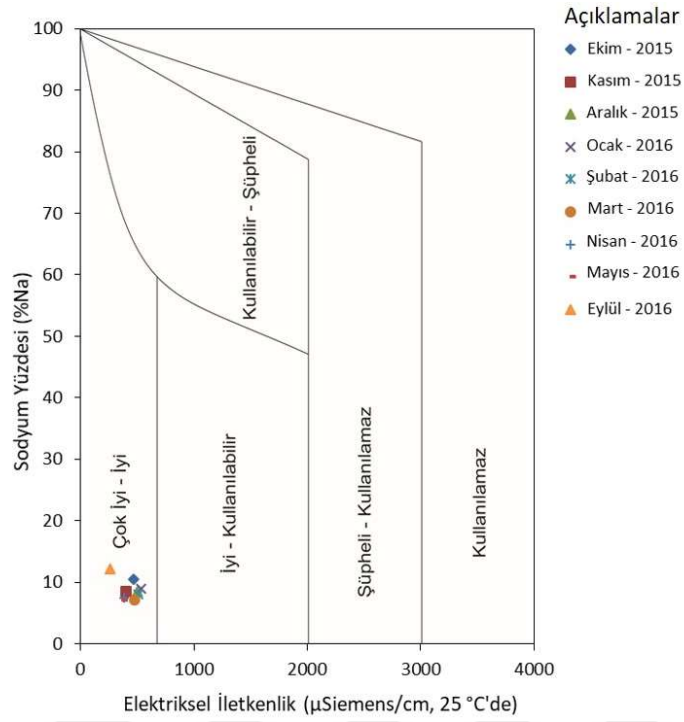
Şekil 4.59. Kumlukoyak Deresi'nden alınan akarsu örneklerine ait Wilcox diyagramı.



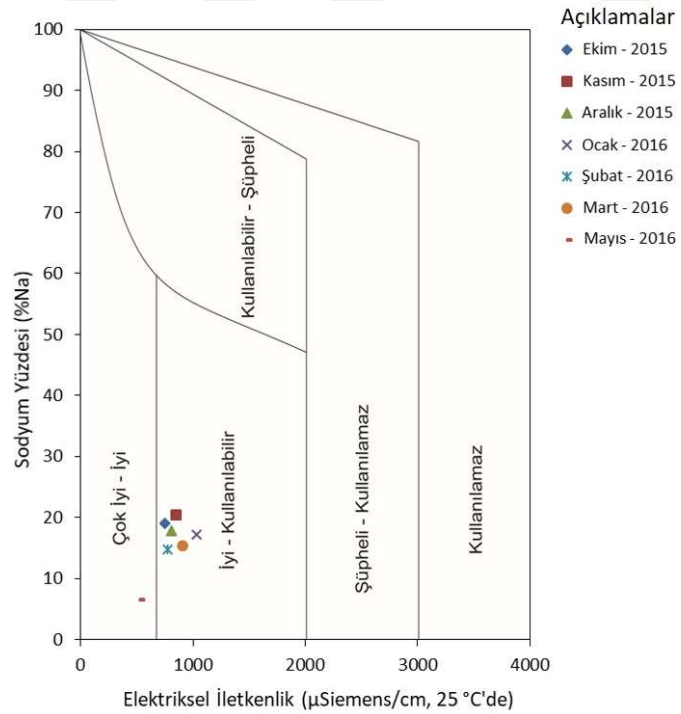
Şekil 4.60. Müftü Çayı'ndan alınan akarsu örneklerine ait Wilcox diyagramı.



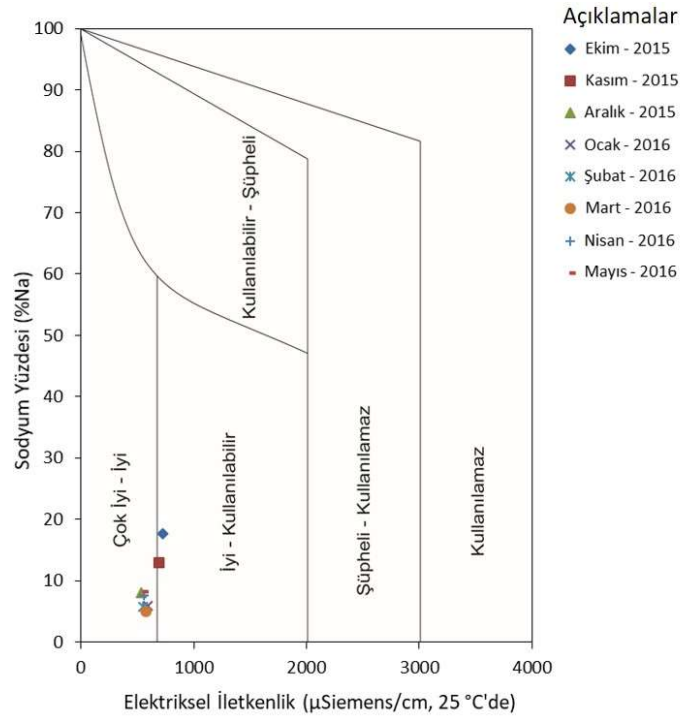
Şekil 4.61. Mezitli Deresi'nden alınan akarsu örneklerine ait Wilcox diyagramı.



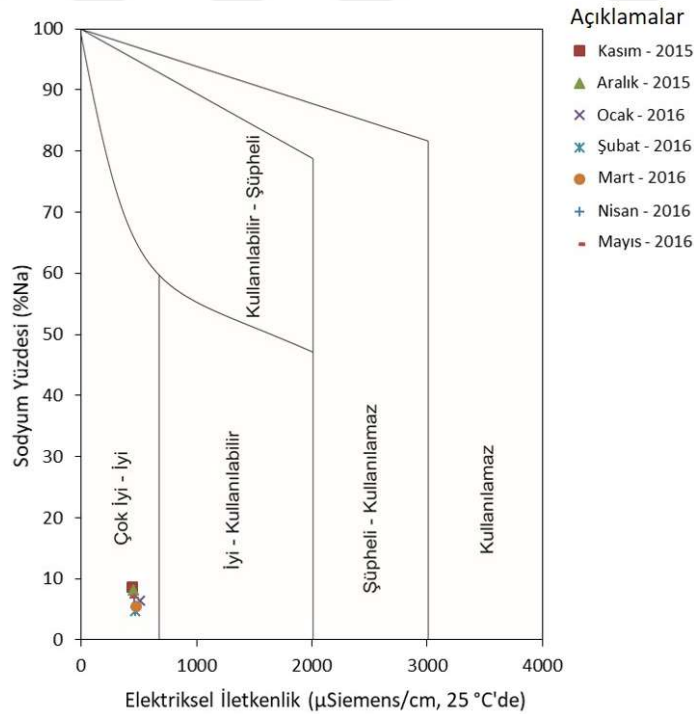
Şekil 4.62. Kandak Deresi'nden alınan akarsu örneklerine ait Wilcox diyagramı.



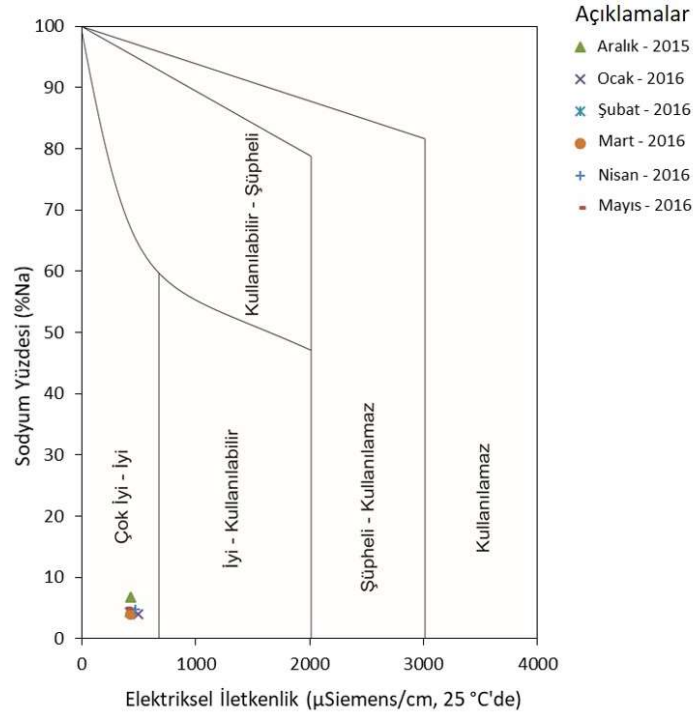
Şekil 4.63. Sıpa Koyağı Deresi'nden alınan akarsu örneklerine ait Wilcox diyagramı.



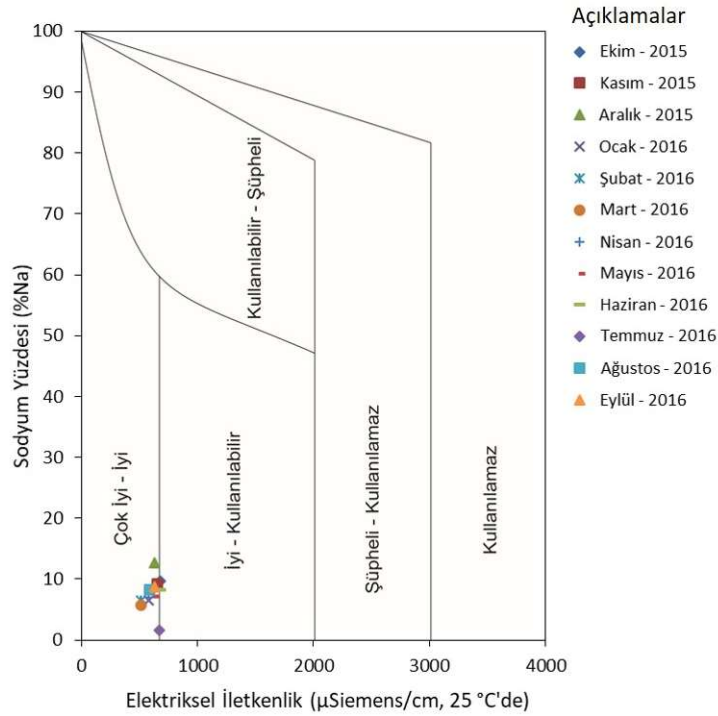
Şekil 4.64. Tece Deresi'nden alınan akarsu örneklerine ait Wilcox diyagramı.



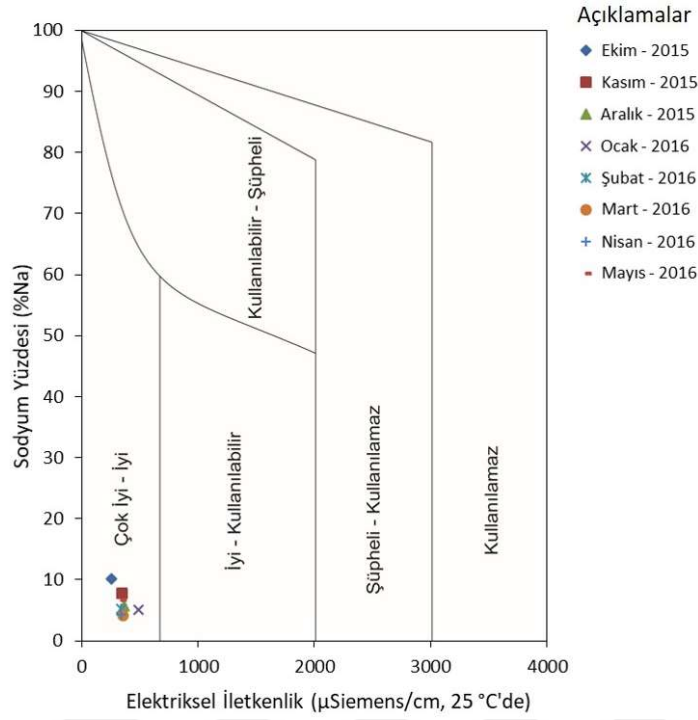
Şekil 4.65. Gilindrez Deresi'nden alınan akarsu örneklerine ait Wilcox diyagramı.



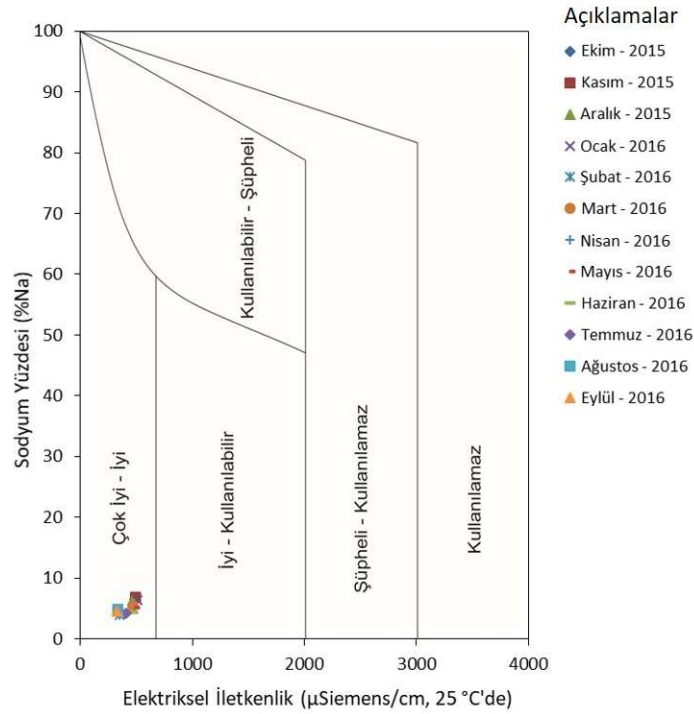
Şekil 4.66. Karakız Deresi'nden alınan akarsu örneklerine ait Wilcox diyagramı.



Şekil 4.67. Arpaçbaşı Deresi'nden alınan akarsu örneklerine ait Wilcox diyagramı.



Şekil 4.68. Sorgun Çayı'ndan alınan akarsu örneklerine ait Wilcox diyagramı.

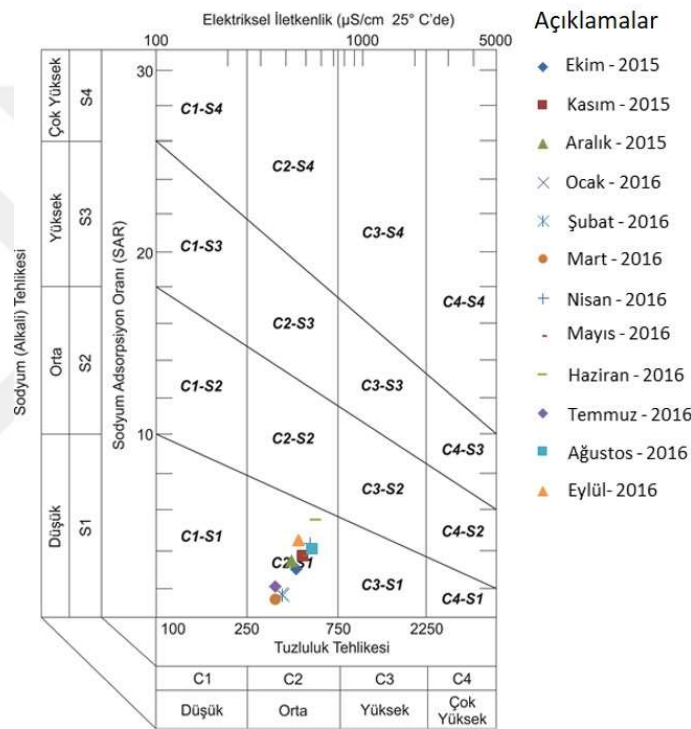


Şekil 4.69. Lamas Çayı'ndan alınan akarsu örneklerine ait Wilcox diyagramı.



#### 4.3.3.1.3. ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramı

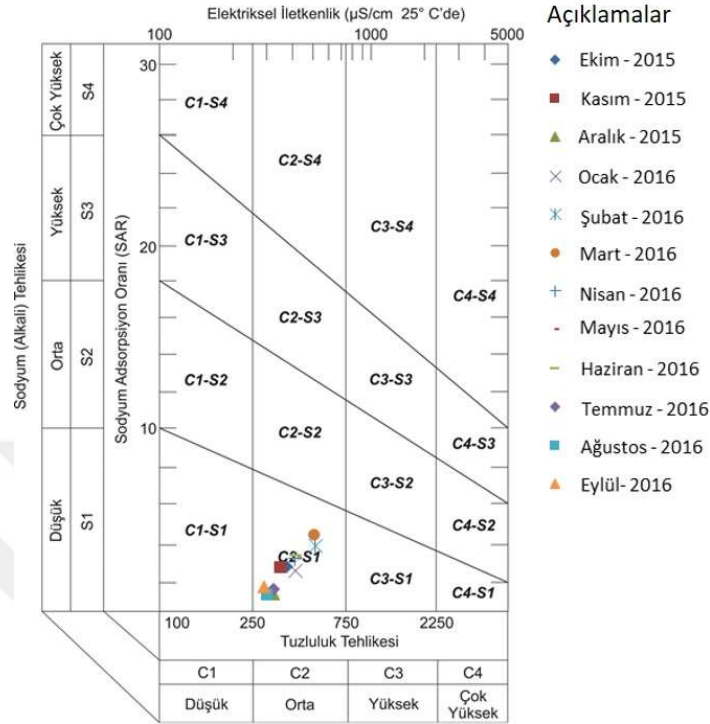
Deliçay'dan Mart ve Temmuz 2016 dönemlerinde alınan akarsu örnekleri, ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramında, orta derecede tuza dayanıklı bitkilerin sulanmasında kullanılabilen, orta tuzlulukta ve az sodyumlu suları temsil eden C2-S1 sınıfına, Haziran 2016 döneminde alınan su örneği ise yalnızca permeabilitesi iyi olan jipsli araziler için uygun olan, fazla tuzlu ve orta derecede sodyumlu olan suları temsil eden C3-S2 sınıfına, diğer dönemlerde alınan su örnekleri ise sodyuma karşı duyarlı bitkilerin dışında kalan bitkilerin sulanmasında drenaj yapılarak kullanılabilen, tuzluluğu yüksek ve az sodyumlu suları temsil eden C3-S1 sınıfına girmektedir (Şekil 4.70).



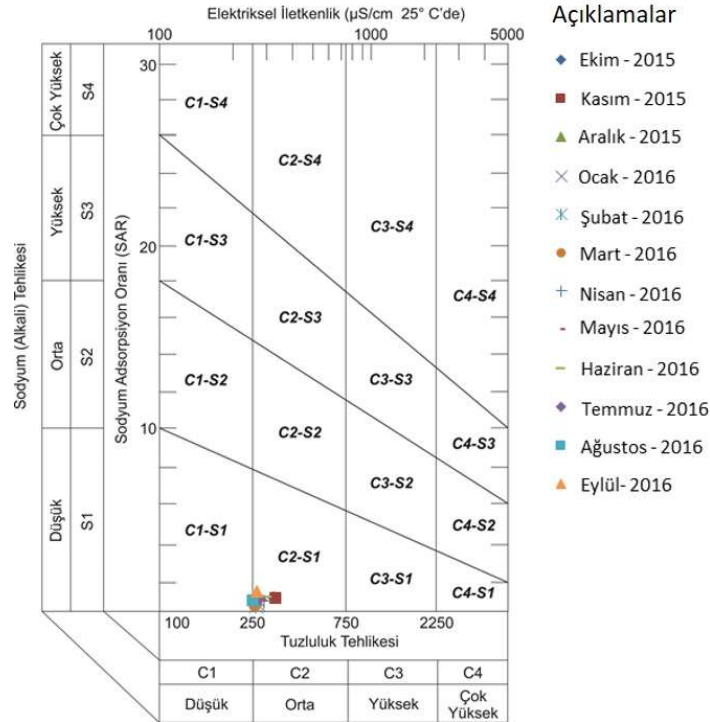
Şekil 4.70. Deliçay'dan alınan akarsu örneklerine ait ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramı.

Kumlukoyak Deresi'nden Kasım-Aralık 2015 ve Temmuz-Eylül 2016 dönemlerinde alınan akarsu örnekleri, ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramında, orta derecede tuza dayanıklı bitkilerin sulanmasında kullanılabilen, orta tuzlulukta ve az sodyumlu suları temsil eden C2-S1 sınıfına, diğer dönemlerde alınan su örnekleri ise sodyuma karşı duyarlı bitkilerin dışında kalan bitkilerin sulanmasında drenaj yapılarak kullanılabilen, tuzluluğu yüksek ve az sodyumlu suları temsil eden C3-S1 sınıfına girmektedir (Şekil 4.71). Müftü Çayı'ndan (Şekil 4.72), Sıpa Koyağı Deresi'nden (Şekil 4.73), Tece Deresi'nden (Şekil 4.74), Gilindirez Deresi'nden (Şekil 4.75), Karakız Deresi'nden (Şekil 4.76), Arpaçbaşış Deresi'nden (Şekil 4.77) ve Lamas Çayı'ndan (Şekil 4.78) alınan akarsu örneklerinin tamamı, orta derecede tuza dayanıklı bitkilerin ve sodyuma

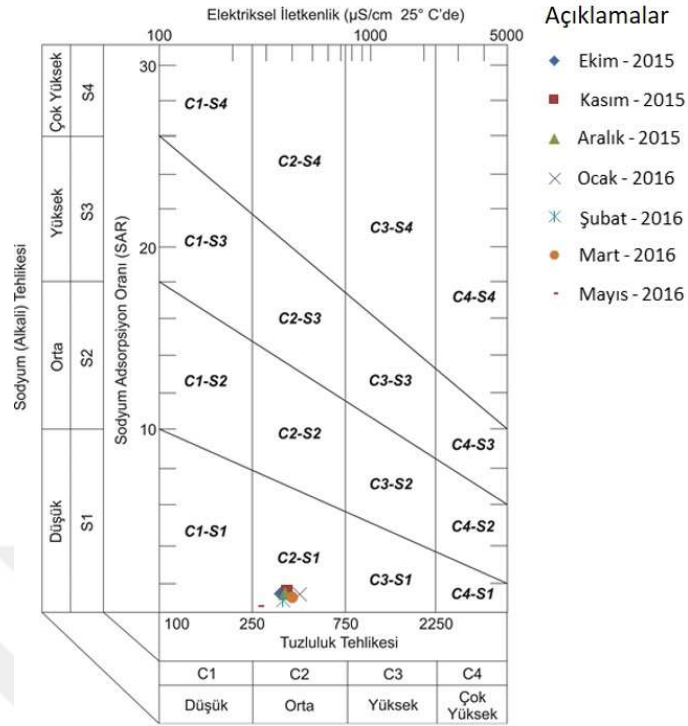
karşı hassas bitkilerin haricinde diğer bütün bitkilerin sulanmasında kullanılabilen, orta tuzlulukta ve az sodyumlu suları temsil eden C2-S1 sınıfı sulardır.



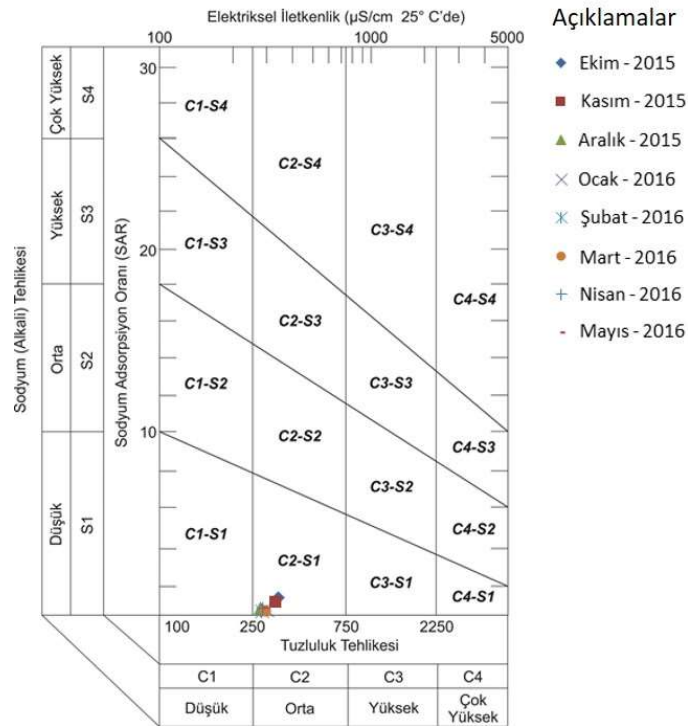
**Şekil 4.71.** Kumlukoyak Deresi'nden alınan akarsu örneklerine ait ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramı.



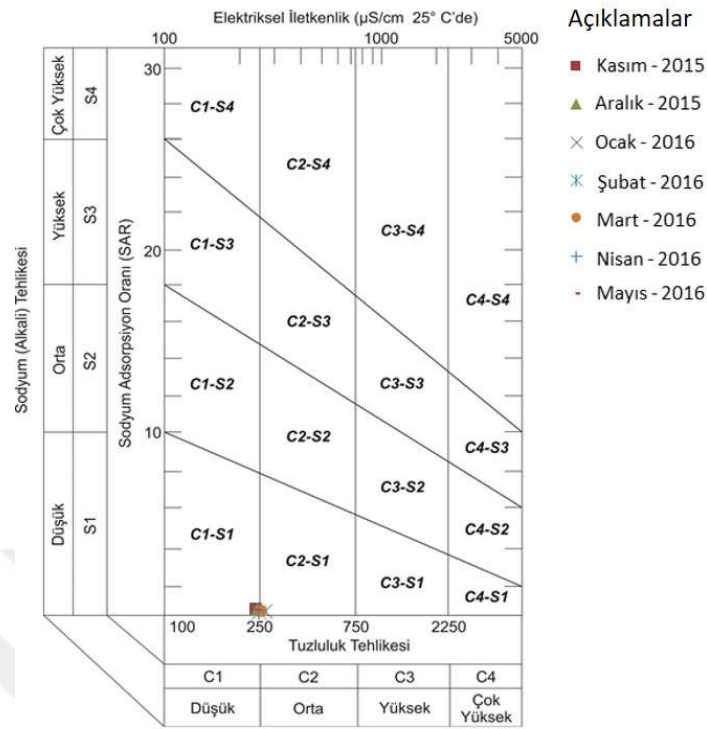
**Şekil 4.72.** Müftü Çayı'ndan alınan akarsu örneklerine ait ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramı.



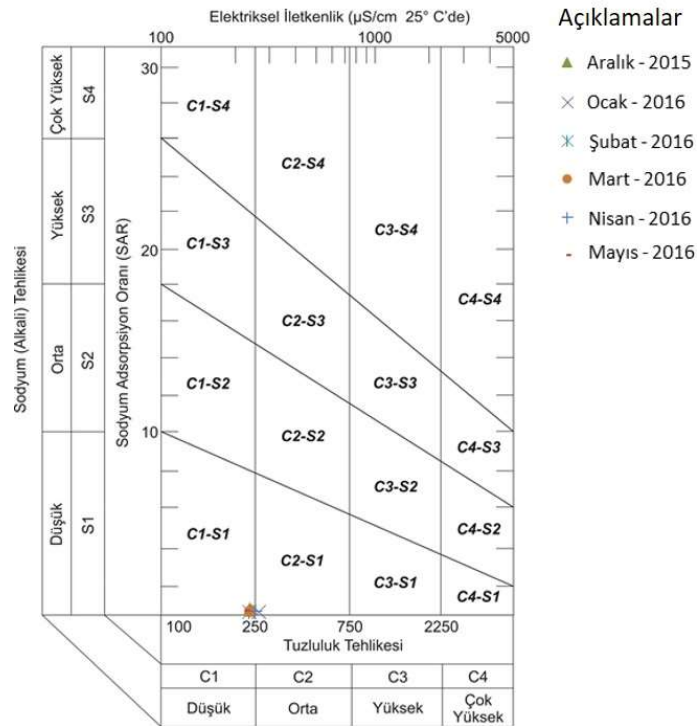
Şekil 4.73. Sıpa Koyağı Deresi'nden alınan akarsu örneklerine ait ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramı.



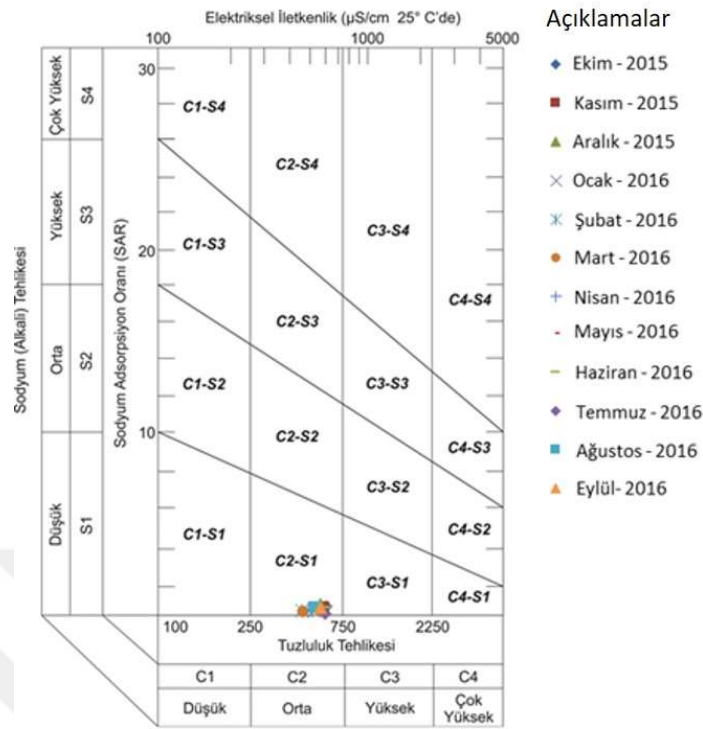
Şekil 4.74. Tece Deresi'nden alınan akarsu örneklerine ait ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramı.



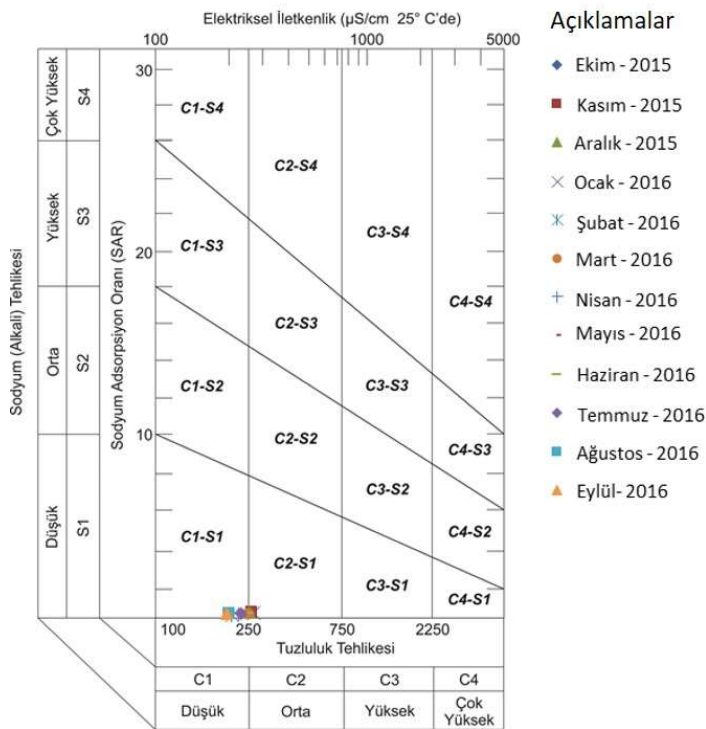
Şekil 4.75. Gilindirez Deresi'nden alınan akarsu örneklerine ait ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramı.



Şekil 4.76. Karakız Deresi'nden alınan akarsu örneklerine ait ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramı.

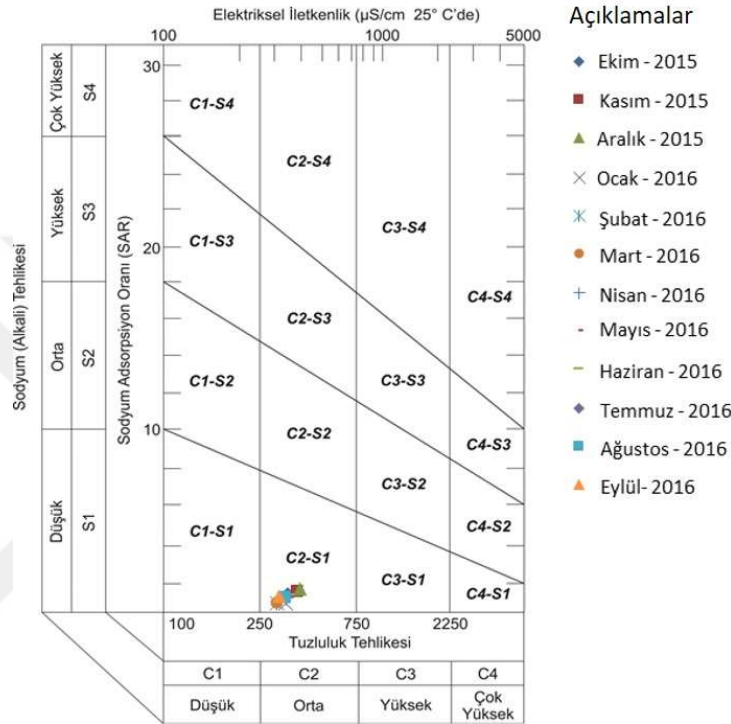


Şekil 4.77. Arpaçbaşış Deresi'nden alınan akarsu örneklerine ait ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramı.



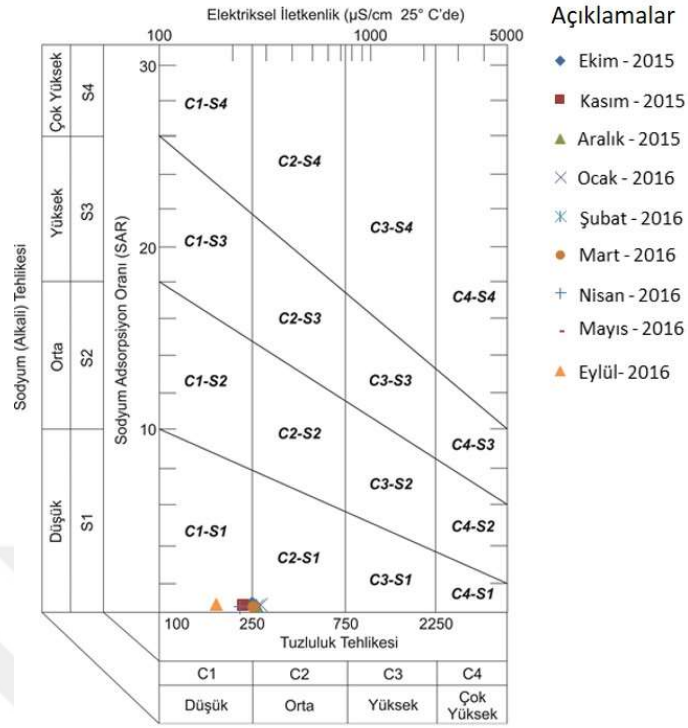
Şekil 4.78. Lamas Çayı'ndan alınan akarsu örneklerine ait ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramı.

Mezitli Deresi'nden Kasım-Aralık 2015 döneminde alınan akarsu örnekleri, ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramında, sodyuma karşı duyarlı bitkilerin dışında kalan bitkilerin sulanmasında drenaj yapılarak kullanılabilen, tuzluluğu yüksek ve az sodyumlu suları temsil eden C3-S1 sınıfına, diğer dönemlerde alınan su örnekleri ise orta derecede tuza dayanıklı bitkilerin ve sodyuma karşı hassas bitkilerin haricinde diğer bütün bitkilerin sulanmasında kullanılabilen, orta tuzlulukta ve az sodyumlu suları temsil eden C2-S1 sınıfına düşmektedir (Şekil 4.79).

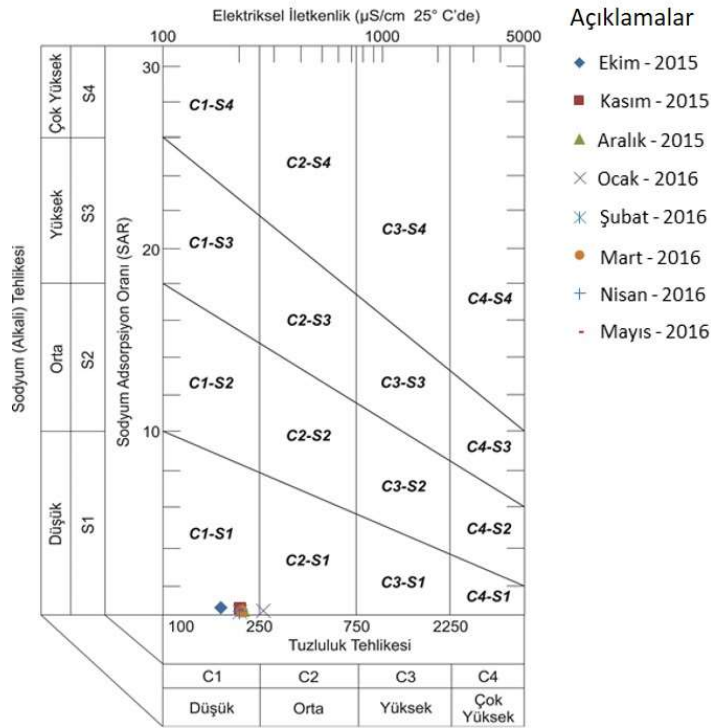


**Şekil 4.79.** Mezitli Deresi'nden alınan akarsu örneklerine ait ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramı.

Kandak Deresi'nden Eylül 2016 döneminde alınan su örneği, ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramında, sodyuma karşı hassas bitkilerin haricinde diğer bütün bitkilerin sulanmasında kullanılabilen, tuzluluğu ve sodyum içeriği düşük suları temsil eden C1-S1 sınıfına, diğer dönemlerde alınan su örnekleri ise orta derecede tuza dayanıklı bitkilerin ve sodyuma karşı hassas bitkilerin haricinde diğer bütün bitkilerin sulanmasında kullanılabilen, orta tuzlulukta ve az sodyumlu suları temsil eden C2-S1 sınıfına düşmektedir (Şekil 4.80). Sorgun Çayı'ndan Ekim 2015'de alınan su örneği, sodyuma karşı hassas bitkilerin haricinde diğer bütün bitkilerin sulanmasında kullanılabilen, tuzluluğu ve sodyum içeriği düşük suları temsil eden C1-S1 sınıfı, diğer dönemlerde alınan su örnekleri ise, orta derecede tuza dayanıklı bitkilerin ve sodyuma karşı hassas bitkilerin haricinde diğer bütün bitkilerin sulanmasında kullanılabilen, orta tuzlulukta ve az sodyumlu suları temsil eden C2-S1 sınıfı sularıdır (Şekil 4.81).



Şekil 4.80. Kandak Deresi'nden alınan akarsu örneklerine ait ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramı.



Şekil 4.81. Sorgun Çayı'ndan alınan akarsu örneklerine ait ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramı.

#### 4.3.4. İstatistiksel Analizler

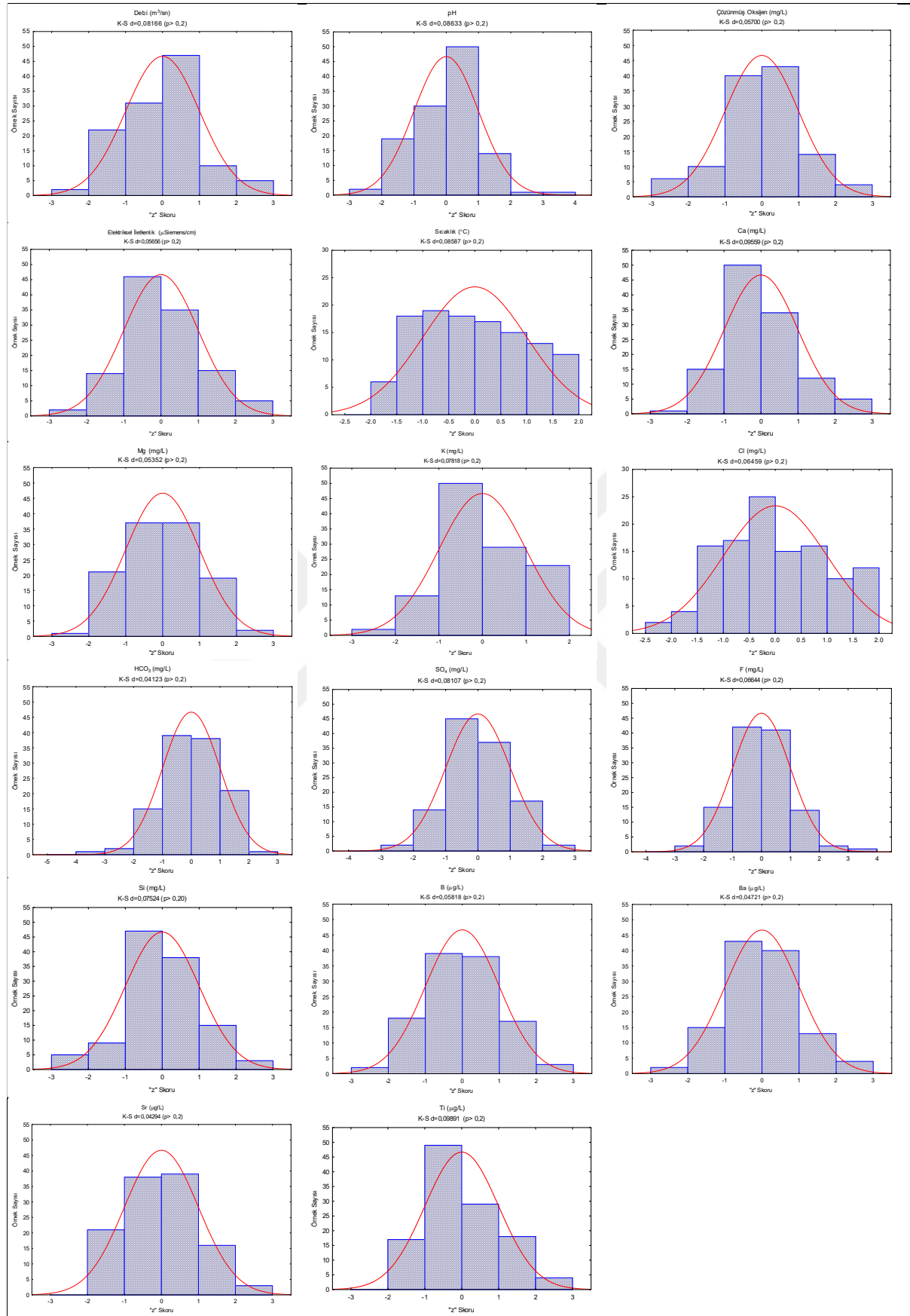
Yapılan fizikokimyasal ve hidrolojik analizler sonucunda elde edilen değişkenler üzerinde, Kolmogorov-Smirnov [99; 100] normalite testi uygulanmış ve sıcaklık, Ca, HCO<sub>3</sub> ve Ti değişkenlerinin normal dağılım gösterdiği ( $p$  değeri  $> 0,2$ ) belirlenmiştir. Kolmogorov-Smirnov testine göre;  $p$  değerinin 0,05'den düşük olması değişkenlerin normal dağılım göstermediğini ifade etmektedir [128]. Normal dağılım göstermeyen değişkenlerin, faktör analizine dahil edilebilmesi için normalizasyon işlemine tabi tutulması gerekmektedir. Bu nedenle, normal dağılım göstermeyen değişkenler üzerinde Box-Cox yöntemi [98] kullanılarak normalizasyon işlemi yapılmış ve debi, pH, çözünmüş oksijen, elektriksel iletkenlik, Mg, K, Cl, SO<sub>4</sub>, F, Si, B, Ba ve Sr değişkenleri için normal dağılım ( $p$  değeri  $> 0,2$ ) elde edilmiştir. Normalize edilen bütün değişkenlere ait dağılımlar, Şekil 4.82'de grafikler halinde sunulmuştur.

Toplamda 117 örnek üzerinde, normal dağılım gösteren bütün değişkenlere faktör analizi işlemi uygulanmış ve özdeğerin 1'den büyük olduğu 5 faktör belirlenmiştir (Tablo 4.9). Belirlenen bu 5 faktör, toplam varyansın %84,78'ini açıklamaktadır. Analizde, döndürme yöntemi olarak "Varimax", ayırma yöntemi olaraksa "Temel bileşenler" yöntemi seçilmiştir. Faktör yükleri 0,55'den büyük olan değişkenler Tablo 4.9'da altı çizili ve kalın olarak yazılmışlardır. Bu değişkenler, bağlı bulunduğu faktörün etkisinde değişkenlik göstermektedirler.

Toplam varyansın yarısından fazlası (%43,46), Faktör 1 içerisinde yer almakta olup bu faktör, yüklerin sırasıyla 0,872; 0,739; 0,832; 0,911; 0,877; 0,925 ve 0,794 olduğu elektriksel iletkenlik, Mg, K, Cl, SO<sub>4</sub>, B ve Sr değişkenleri ile ilişkilidir (Tablo 4.9). Faktör 1 ile ilişkili olan değişkenlerin birliktelikleri göz önünde bulundurulduğunda, bu faktörün, tarımsal gübre kullanımı, evsel-endüstriyel atıkların akarsulara karışması, deniz suyu girişi ve tuz partiküllerinin denizden aerosoller şeklinde rüzgârlar yardımıyla karaların iç kısımlarına taşınmasından kaynaklı olabilecek "Tuzluluk faktörü" olabileceği düşünülmektedir.

Faktör yükleri sırasıyla -0,767; 0,945; 0,759 ve 0,668 olan pH, Ca, HCO<sub>3</sub> ve Ba değişkenleri ile ilişkili olan Faktör 2, toplam varyansın %16'sını kapsamaktadır (Tablo 4.9). Etkileşim içerisinde bulunduğu değişkenler incelendiğinde, bu değişkenlerin "Alkalinite faktörü"ne bağlı olduğu düşünülmektedir. Alkalinite faktörü ise, akarsuyun akış yolu boyunca temas ettiği kayaların bünyesinden karbonat ve bununla ilişkili olabilecek elementleri (Ca gibi), suyun pH'ına bağlı olarak değişen miktarlarda çözmesi ile ilişkilidir. Bununla birlikte, akarsuyu besleyen yeraltı sularının da, çevre kayalarla etkileşiminden kaynaklı karbonat içeriği de bu faktörün ilişkide olduğu etkenlerdendir.





**Şekil 4.82.** Normal dağılım gösteren fizikokimyasal değişkenlere ait histogramlar.

**Tablo 4.9.** Akarsulara ait fizikokimyasal parametrelerin faktör analizi sonuçları ( $n = 117$ )<sup>a</sup>.

Değişken	Ortak varyans <sup>b</sup>	Faktör yükleri <sup>c</sup>				
		Faktör 1	Faktör 2	Faktör 3	Faktör 4	Faktör 5
Debi	0,806	-0,243	-0,223	0,076	<b>-0,829</b>	0,060
pH	0,899	-0,195	<b>-0,767</b>	0,339	0,102	-0,386
ÇO	0,822	-0,135	-0,201	-0,019	-0,041	<b>-0,873</b>
Eİ	0,875	<b>0,872</b>	0,263	0,152	0,076	0,132
Sıcaklık	0,863	-0,051	0,145	<b>-0,837</b>	0,338	0,159
Ca	0,920	0,051	<b>0,945</b>	0,079	0,083	0,106
Mg	0,897	<b>0,739</b>	-0,298	0,182	0,259	-0,404
K	0,818	<b>0,832</b>	0,186	-0,077	-0,038	0,290
Cl	0,897	<b>0,911</b>	0,200	0,072	0,032	0,149
HCO <sub>3</sub>	0,808	0,450	<b>0,759</b>	0,101	0,075	-0,117
SO <sub>4</sub>	0,861	<b>0,877</b>	0,159	-0,010	0,164	-0,198
F	0,605	0,333	-0,253	0,119	<b>0,554</b>	0,331
Si	0,814	0,259	0,031	<b>0,759</b>	0,411	0,024
B	0,897	<b>0,925</b>	0,065	0,031	0,160	0,110
Ba	0,906	0,533	<b>0,668</b>	0,085	0,402	0,083
Sr	0,844	<b>0,794</b>	0,245	0,172	0,348	0,048
Ti	0,873	0,027	0,529	<b>0,677</b>	0,093	0,354
Özdeğer <sup>d</sup>		7,388	2,808	1,843	1,210	1,164
Kümülatif Özdeğer		7,388	10,196	12,039	13,249	14,413
Açıklanan varyans (%)		43,46	16,52	10,84	7,12	6,85
Kümülatif varyans (%)		43,46	59,98	70,82	77,94	84,78

ÇO: Çözünmüş oksijen; Eİ: Elektriksel iletkenlik

<sup>a</sup> 117 akarsu örneğinden oluşturulmuş birleşik su veriseti.

<sup>b</sup> Bir değişkenin diğer değişkenlerle paylaştığı varyans miktarı.

<sup>c</sup> Faktör yükleri, +1 ile -1 arasında değişen, değişkenler (satırlar) ve faktörler (sütunlar) arasındaki korelasyon katsayılarıdır.

<sup>d</sup> Özdeğer, her bir faktörün açıkladığı toplam veri değişkenliğinin miktarıdır.

Faktör 3 toplam varyansın % 10,84'ünü açıklamaktadır. Sıcaklık, Si ve Ti değişkenleri ile ilişki içerisinde olan bu faktörde, değişkenlerin faktör yükleri sırasıyla -0,837; 0,755 ve 0,668'dir (Tablo 4.9). Bu değişkenler incelendiğinde Faktör 3'ün "Ayrışma faktörü" olduğu düşünülmüştür. Silisyum, yağmur sularının bünyesinde neredeyse hiç bulunmayıp, yüzey ve yeraltı sularına, suların toprak ve kayalarla etkileşimi sonucunda katılmaktadır [129, 130]. Yeraltı sularında, yüzey sularına göre silisyum içeriği daha fazladır [131]. Sıcaklığın yüksek olduğu kurak dönemlerde akarsular, genellikle yeraltı sularından beslenmektedir. Bu sular, toprak ve kayalarla etkileşim halinde oldukları için, etkileşimde olduğu kayacın kimyasal bileşimine bağlı olarak, az ya da çok miktarlarda silisyum içermektedirler. Yağışlı dönemlerde ise, akarsular genellikle yüzey akışından beslenmekte ve bu dönemlerde, sularda silisyum içeriği nispeten düşük olmaktadır.

Toplam varyansın %7,12'sini içeren Faktör 4, debi ve F değişkenleri ile ilişki olup bu değişkenler sırasıyla -0,829 ve 0,554'lük faktör yüklerine sahiplerdir (Tablo 4.9). Debi ve florürün ilişkide olduğu bu faktör "Akış faktörü" olarak düşünülmüştür. Bölgede akışı etkileyen unsurlar ise, yağış, buharlaşma ve arazi kullanımıdır.

Toplam varyansın en düşük bölümünü oluşturan Faktör 5, yalnızca -0,873 faktör yüküne sahip olan çözünmüş oksijen değişkeni ile ilişkilidir (Tablo 4.9). “Çözünmüş oksijen faktörü” olarak tanımlanan bu faktörün, akarsuyun türbülanslı akışı sırasında havadaki oksijeni bünyesine alması, havanın rüzgâr, sıcaklık ve yağış gibi atmosferik-iklimsel koşulları, suyun bünyesinde oksijeni tüketebilecek canlılar ve kirletici kaynakların varlığı gibi unsurlardan etkilenebileceği düşünülmektedir.



## 5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

“Göksu Nehri ve Tarsus Çayı (Mersin) Arasında Yer Alan Akarsuların Morfometrik, Hidrolojik ve Hidrokimyasal Özelliklerinin Araştırılması” başlıklı bu doktora tezi kapsamında, Deliçay, Kumlukoyak, Müftü, Mezitli, Kandak, Sıpa Koyağı, Tece, Gilindirez, Karakız, Arpaçbahşiş, Kargıcak, Sorgun, Kocahasanlı, Lamas, Paşasuyu, Miytan ve Kapız 2 akarsu havzalarının morfometrik analizleri ile bu akarsuların hidrolojik ve hidrokimyasal analizleri yapılmıştır. Ayrıca hidrolojik ve hidrokimyasal analiz sonuçlarını etkileyen faktörlerin belirlenmesi amacıyla istatistiksel analizler (faktör analizi) gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında yapılan bütün analiz ve değerlendirmelerin sonuçları aşağıda verilmiştir.

Çalışma alanında bulunan 17 akarsu havzasının morfometrik özelliklerinin belirlenmesi için gerekli olan temel parametreler (havza alanı (A), havza uzunluğu ( $L_b$ ), havza çevresi uzunluğu (P), havza rölyefi ( $B_h$ ), akış dizilimi (U), akış numarası ( $N_u$ ), akış uzunluğu ( $L_u$ ), hipsometrik eğri ( $I_{hyp}$ ) ve bu temel parametrelerden türetilmiş olan karakteristik parametreler (drenaj yoğunluğu ( $D_d$ ), akarsu sıklığı ( $F_s$ ), drenaj dokusu ( $D_t$ ), çatallanma oranı ( $R_b$ ), ortalama çatallanma oranı ( $MR_b$ ), form faktör ( $R_f$ ), uzama oranı ( $R_e$ ), yüzeysel akış uzunluğu ( $L_g$ ), rölyef oranı ( $R_r$ ), hipsometrik integral ( $I_{hyp}$ )) hesaplanmıştır.

Çalışma alanında bulunan havzaların alanları  $10,55 \text{ km}^2$  (Sıpa Koyağı) ile  $1344,17 \text{ km}^2$  (Lamas) arasında değişmektedir. Akarsuların uzunlukları  $8,32 \text{ km}$  ile  $104,11 \text{ km}$  arasında değişmekte olup havza uzunluğu en düşük olan havza Kocahasanlı, en uzun olan ise Lamas havzasıdır. Aynı zamanda, bu iki havza, havza çevresi uzunluğu bakımından da en düşük ve en yüksek değerlere sahip havzalar olup bunların havza çevresi uzunluk değerleri sırasıyla  $18,93 \text{ km}$  ile  $288,99 \text{ km}$  arasında değişmektedir. Havzaların, havza rölyefi değerleri  $0,56 \text{ km}$  ile  $2,56 \text{ km}$  arasında değişmekte olup havza kot farkının en az olduğu havza Sıpa Koyağı, en fazla olduğu havza ise Müftü'dür. Çalışma alanındaki havzalarda en düşük 3. dizi akış, en fazla da 6. dizi akış gözlenmektedir. Bunlardan en fazla 3. dizi akış Kocahasanlı havzasında, 4. dizi akış Kumlukoyak, Kandak, Kocahasanlı, Sıpa Koyağı, Arpaçbahşiş, Kargıcak ve Paşasuyu havzalarında, 5. dizi akış Mezitli, Tece, Gilindirez, Karakız, Miytan ve Kapız 2 havzalarında, 6. Dizi akış ise Deliçay, Müftü, Sorgun ve Lamas havzalarında görülmektedir. Havzaların akış kollarının sayısını temsil eden akış numarası değerleri 24 ile 1718 arasında değişmekte olup en az akış koluna sahip havza Kocahasanlı, en fazla akış koluna sahip havza ise Lamas'tır. Ayrıca, akış dizisi sayısının artmasıyla akış numarasının azaldığı görülmüştür. Lamas havzası  $1940,25 \text{ km}$ 'lik akış uzunluğu ile çalışma alanının en yüksek akış uzunluğuna sahip havzası olup Kocahasanlı havzası  $26,9 \text{ km}$ 'lik akış uzunluğu değeri ile en düşük akış uzunluğu değerine sahiptir. Akış uzunluğu değeri de akış numarasında olduğu gibi, akış dizilimi ile ters orantılı olup akış dizisi sayısı arttıkça, akış uzunluğu değeri azalmaktadır. Havzaların hipsometrik eğrilerine göre, Kapız 2, Lamas, Miytan,

Sorgun, Müftü ve Paşasuyu havzalarının gençlik ya da gençlik-olgunluk safhasında, Sıpa Koyağı, Kumlukoyak, Deliçay, Kocahasanlı, Mezitli ve Arpaçbahşiş havzalarının yaşlılık ya da olgunluk-yaşlılık safhasında, Kandak, Tece, Gilindirez, Karakız ve Kargıcak havzalarının ise olgunlaşma safhasında olduğu belirlenmiştir.

Çalışma alanında bulunan akarsuların drenaj yoğunluğu değerleri 1,10 ile 2,99 arasında değişmekte olup en düşük değer Paşasuyu havzasına, en yüksek değer ise Arpaçbahşiş havzasına aittir. Çalışma alanın güney batısında bulunan havzalar, genel olarak karbonatlı kayaçların egemen olduğu havzalar olup bu havzaların drenaj yoğunluğu değerleri, çalışma alanının kuzey doğusundaki ofiyolitik kayaçların da yaygın olarak görüldüğü havzalara göre daha düşüktür.

Çalışma alanında bulunan havzaların akarsu sıklığı değerleri 0,70 ile 4,94 arasında değişmekte olup en düşük değer Paşasuyu havzasına, en yüksek değer ise Kandak havzasına aittir. Göreceli olarak, Kandak, Sıpa Koyağı, Tece ve Arpaçbahşiş havzalarının çok yüksek akarsu sıklığı değerlerine, Deliçay, Kumlukoyak, Mezitli, Karakız ve Sorgun havzalarının yüksek akarsu sıklığı değerlerine, Müftü, Gilindirez, Kocahasanlı ve Miytan havzalarının düşük akarsu sıklığı değerlerine, Kargıcak, Lamas ve Paşasuyu havzalarının ise çok düşük akarsu sıklığı değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Akarsu sıklığı parametresi, havzalardaki birimlerin geçirimsizliklerine bağlı yüzey akışı ile ilgili olup bu değer çalışma alanının batısında göreceli olarak geçirimsizliği yüksek karbonatlı kayaçların yaygın olarak gözlendiği havzalarda, doğudaki havzalara göre daha düşüktür. Geçirimsizliği yüksek ve dolayısıyla akarsu sıklığı değeri düşük olan havzalarda yüzey akışı yavaş gerçekleştiğinden, bu havzalarda sel olma olasılığı, akarsu sıklığı değeri yüksek olan havzalara göre daha düşük olup çalışma alanının batısındaki havzalarda sel olma olasılığı, doğudaki havzalara göre daha düşüktür. Çalışma alanının doğusunda Mersin il merkezinin yer aldığı ve bu havzalarda yerleşim ve nüfus yoğunluğunun daha fazla olduğu düşünüldüğünde sel, taşkın gibi durumlar için çalışma alanının doğu kesiminde bulunan havzalar için daha fazla önlemin alınması gerekmektedir.

Havzaların drenaj dokusu değerleri 0,84 ile 6,06 arasında olup Paşasuyu havzası çalışma alanındaki en düşük drenaj dokusu değerine sahip havza, Deliçay ise en yüksek drenaj dokusu değerine sahip havza niteliğindedir. Drenaj dokusu sınıflandırmasına göre, Kumlukoyak, Kargıcak, Kocahasanlı ve Paşasuyu havzaları “çok kaba drenaj dokusu”na, Kapız 2, Miytan, Sıpa Koyağı, Sorgun, Arpaçbahşiş, Karakız, Gilindirez ve Kandak havzaları “kaba drenaj dokusu”na, Müftü, Mezitli, Tece, Lamas havzaları “orta drenaj dokusu”na ve Deliçay havzası ise “ince drenaj dokusu”na sahip havzalar olarak sınıflandırılmıştır.

Çalışma alanındaki havzaların çatallanma oranı değerleri 3,35 ile 5,88 arasında değişmekte olup en düşük değer Sıpa Koyağı havzasına, en yüksek değer ise Kandak havzasına aittir. Kandak, Gilindirez, Mezitli, Lamas ve Kocahasanlı havzaları göreceli olarak yüksek çatallanma oranına sahip havzalar olup bu havzalar diğer havzalara göre yapısal olarak daha fazla

etkilenmiş havzalardır. Havzaların akış dizilimleri ile her bir akış dizisi arasındaki çatallanma oranı değerleri arasında genel olarak ters bir ilişki bulunmaktadır. Ancak Deliçay, Müftü, Mezitli, Kandak, Gilindirez, Karakız, Sorgun, Miytan ve Kapız 2 havzalarının bazı akış dizileri arasında, bu ters ilişki görülmemektedir. Bu durum, bu havzalarda yersel tektonik-yapısal etkilerin daha yoğun olduğunu göstermektedir.

Çalışma alanında bulunan akarsu havzalarının form faktör değerleri 0,07 ile 0,20 arasında değişmektedir. Kocahasanlı ve Sıpa Koyağı havzaları göreceli olarak, çok yüksek form faktör değerlerine sahip havzalar iken, Mezitli, Lamas ve Paşasuyu havzaları yüksek form faktör değerlerine, Deliçay, Kumlukoyak, Gilindirez ve Miytan havzaları düşük form faktör değerlerine, Müftü, Kandak, Tece, Karakız, Arpaçbahşiş, Kargıcak, Sorgun ve Kapız 2 havzaları çok düşük form faktör değerlerine sahiptirler.

Havzaların uzama oranı değerleri 0,29 ile 0,51 arasında değişmektedir. En düşük uzama oranı değeri Tece ve Kapız 2 havzalarına, en yüksek uzama oranı değeri ise Kocahasanlı havzasına aittir. Genel olarak, çalışma alanında bulunan bütün havzalar yaklaşık olarak kuzey-güney hattında, ince-uzun şekilde uzamış havzalardır. Havzaların uzama oranı ve form faktör değerleri birbirleriyle doğrusal olacak şekilde kuvvetli bir ilişki göstermektedir.

Çalışma alanında bulunan havzaların yüzeysel akış uzunluğu değerleri 0,17 ile 0,45 arasında değişmekte olup en düşük değer 0,17 ile Arpaçbahşiş havzasına, en yüksek değer ise 0,45 ile Paşasuyu havzasına aittir. Müftü, Gilindirez, Kargıcak, Lamas, Paşasuyu ve Kapız 2 havzalarında akış uzunluğu değeri yüksek iken, Deliçay, Karakız, Sorgun ve Miytan havzalarında düşük, Kumlukoyak, Mezitli, Kandak, Sıpa Koyağı ve Tece havzalarında ise çok düşüktür.

Havzaların rölyef oranı değerleri 0,02 ile 0,07 arasında değişmekte olup, en düşük değer Lamas havzasına, en yüksek değer ise Kocahasanlı havzasına aittir. Kocahasanlı ve Sıpa Koyağı havzalarının rölyef oranı değerleri çok yüksek, Mezitli, Kandak, Tece ve Karakız havzalarının değerleri yüksek, Kumlukoyak, Gilindirez, Arpaçbahşiş, Paşasuyu ve Miytan havzalarının değerleri düşük, Deliçay, Müftü, Sorgun, Lamas ve Kapız 2 havzalarında bu değer çok düşüktür.

Çalışma alanında, en düşük hipsometrik integral değerine sahip olan havza 0,29 ile Sıpa Koyağı havzası, buna karşın en yüksek hipsometrik integral değerine sahip havza 0,68 değeri ile Kapız 2 havzasıdır. Genel olarak, çalışma alanının doğusunda bulunan havzaların hipsometrik integral değerleri, batıda bulunan ve karbonat kayaçların yaygın olarak gözlemlendiği havzalara göre daha düşüktür. Buna göre; Sıpa Koyağı ve Kumlukoyak havzaları, erozyon ve aşınmanın neredeyse durduğu “yaşlılık” safhasında, Deliçay, Müftü, Mezitli, Kandak, Tece, Gilindirez, Karakız, Arpaçbahşiş, Kargıcak ve Kocahasanlı havzaları akarsu aşındırmasının yavaşlamaya başladığı “olgunlaşma ve denge” safhasında, Sorgun, Lamas ve Paşasuyu havzaları ise erozyon ve aşınmanın hala devam ettiği “gençlik” safhasındadır.

Akarsuların debi ölçüm ve hesaplamalarına göre; Deliçay, Kumlukoyak, Müftü, Mezitli, Arpaçbahşiş ve Lamas akarsularında bütün dönemlerde akış gözlenmiş iken Kandak, Sıpa Koyağı, Tece, Gilindirez, Karakız ve Sorgun akarsularında yaz dönemlerinde akış gözlenmemiştir. Kargıcak, Kocahasanlı, Paşasuyu, Miytan ve Kapız 2 akarsularında ise hiçbir dönemde akış gözlenmemiştir.

Çalışma alanında bulunan akarsulardan “Sürekli Akan Akarsular” ile “Mevsimsel Akan Akarsular”ın debi değerleri ile akarsuların bulunduğu bölgeleri temsil eden meteoroloji istasyonlarının yağış verileri karşılaştırıldığında, yağışın fazla olduğu dönemlerde akarsuların debilerinin yüksek, yağışın az ya da hiç olmadığı dönemlerde ise akarsuların debilerinin düşük ya da akışın hiç olmadığı belirlenmiştir. Bölgedeki akarsuların debilerinde gözlenen değişimlerin yağışlar ile ilişkili olduğu belirlenmiştir.

Çalışma alanında bulunan akarsularda, su kalitesinin mevsimsel olarak değişiminin ve ayrıca suların sınıfının belirlenmesi amacıyla hidrokimyasal analizler yapılmıştır. Elde edilen analiz sonuçları Box plot grafikleri, çeşitli hidrokimyasal sınıflandırma grafiklerine (Piper, Wilcox, ABD Tuzluluk Laboratuvarı) göre sınıflandırılarak değerlendirilmiştir. Ayrıca, bütün akarsu örnekleri, kimyasal ve fiziksel parametre içerikleri bakımından içme suyu olarak kullanılabilirliklerinin belirlenmesi amacıyla Dünya Sağlık Örgütü içme suyu standartlarına ve sulama suyu kalitesi bakımından değerlendirmek amacıyla Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Teknik Usuller Tebliği’nde belirtilen standartlara göre değerlendirilmişlerdir.

Çalışma alanındaki akarsuların fiziksel parametreleri de içme-kullanma suyu kalitesi açısından değerlendirilmiştir. Akarsular sıcaklıklarına göre; çok az ılık, az ılık ve ılık sular şeklinde sınıflandırılmış olup bu sınıflandırmalar sırasıyla kış, ilkbahar-sonbahar ve yaz dönemlerine denk gelmektedir. Çalışma alanındaki akarsuların tamamı, pH bakımından bazik ve bazik karakterli sınıfına girmektedir. Eh değerleri bakımından değerlendirildiğinde; Deliçay, Kumlukoyak Deresi, Arpaçbahşiş Deresi ve Lamas Çayı örneklerinin genel olarak, diğer akarsulara göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Çalışılan akarsular, elektriksel iletkenlikleri bakımından değerlendirildiğinde; doğudan batıya doğru gidildikçe ortalama elektriksel iletkenlik değerlerinde genel olarak bir azalmanın olduğu belirlenmiştir. Bu durum, doğudan batıya doğru gidildikçe evsel, tarımsal ve endüstriyel faaliyetlerin yoğunluğunun azalması ile açıklanabilmektedir. Çözünmüş oksijen bakımından, Kumlukoyak Deresi hariç, akarsuların değerleri genellikle yüksek ve birbirine yakın düzeydedir. Kumlukoyak Deresi’ndeki düşük çözünmüş oksijen değerlerinin, derenin Mersin büyük sanayi sitesi içerisinde geçişi sırasında dereye karışan atık veya atıksulardan kaynaklanan bakteriyolojik faaliyetler sonucu ortaya çıktığı düşünülmektedir.

Çalışma alanındaki akarsular, majör katyonlar bakımından değerlendirildiğinde; yüksek kalsiyum derişimlerinin akarsuların beslenme alanlarındaki başta kireçtaşı olmak üzere karbonat

kayaçlarından, yüksek magnezyum derişimlerinin ise ofiyolitik kayaçlardan kaynaklandığı belirlenmiştir. Çalışma alanında, doğuda Deliçay'dan batıda Lamas Çayı'na doğru gidildikçe ortalama sodyum içeriklerinin azaldığı görülmektedir. Bu durumda, en yüksek sodyum derişimine sahip akarsuların (Deliçay ve Kumlukoyak), tarımsal ve endüstriyel faaliyetlerden daha çok etkilendiği sonucuna varılabilmektedir. Çalışma alanındaki akarsular, majör anyonlar bakımından değerlendirildiğinde ise; bikarbonat içerikleri genellikle tüm akarsularda yüksek derişimlerde gözlenmiştir. Buna karşın ortalama pH değerleri 8,3'ten daha yüksek olan akarsuların karbonat içerikleri de yüksek olarak bulunmuş ve beslenim alanlarında ofiyolitik birimlerin yaygın olarak görüldüğü havzalarda, bu durumun daha yaygın olduğu görülmüştür. Akarsularda, sülfat, nitrat ve klorür derişimleri, çalışma alanında doğudan batıya doğru gidildikçe artmaktadır.

Çalışma alanındaki akarsular, iz element değerleri bakımından değerlendirildiğinde; Deliçay, Kumlukoyak Deresi ve Sıpa Koyağı Deresi'nin ortalama arsenik içeriklerinin diğer akarsulara göre daha yüksek olduğu ve bazı dönemlerde arsenik derişimlerinin sınır değeri (10 µg/L) aştığı belirlenmiştir. Nüfus ve yerleşimin daha yoğun olduğu, doğu kesimlerindeki akarsularda, bor derişimlerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Akarsular krom içerikleri bakımından değerlendirildiğinde, Deliçay ve Kumlukoyak Deresi'ndeki derişimin diğer akarsulara göre daha fazla olduğu görülmektedir.

WHO standartlarında, suların fiziksel parametreleri açısından, yalnızca pH için sınır değeri belirtildiğinden, diğer fiziksel parametreler açısından değerlendirme yapılamamıştır. Çalışma alanındaki akarsulardan, Deliçay, Müftü Çayı, Mezitli Deresi, Kandak Deresi, Sıpa Koyağı Deresi, Tece Deresi, Gilindirez Deresi, Karakız Deresi ve Sorgun Çayı'ndan genellikle kış sezonunda, yağışın yüksek olduğu bazı dönemlerde alınan su örnekleri, sınır değerleri aşmıştır. Majör anyonlar açısından, WHO standartlarında, sodyum, klorür, sülfat, nitrat, nitrit ve florür için sınır değerler belirtilmiştir. Sodyum ve klorür içeriği açısından, yalnızca Deliçay'dan birkaç dönemde alınan örnekte, sınır değerler aşılmıştır. Nitrat içeriği bakımından, yalnızca Tece Deresi'nden Ekim 2015 ile Arpaçbahşış Deresi'nden Aralık 2015 döneminde alınan örneklerde sınır değerler aşılmışken, Tece Deresi ve Lamas Çayı haricinde, diğer akarsulardan, genellikle yağışın düşük ya da hiç olmadığı, yaz dönemlerinde alınan su örneklerinin nitrit içerikleri, WHO standartlarında belirtilen sınır değerini aşmıştır. Akarsu örneklerinin florür içerikleri değerlendirildiğinde, Kandak Deresi'nden Mart 2016, Tece Deresi'nden ise Nisan 2016 döneminde alınan örnekler, sınır değerini aşmıştır. İz element içerikleri bakımından, Deliçay, Kumlukoyak Deresi, Sıpa Koyağı Deresi ve Sorgun Çayı'ndan alınan örneklerde, birkaç dönemde alüminyum içeriği, WHO standartlarında belirtilen sınır değeri aşılmıştır. Arsenik içeriği açısından, Deliçay, Kumlukoyak, Müftü, Mezitli, Arpaçbahşış ve Lamas Çayı'ndan, yağışın düşük olduğu yaz döneminde alınan su örnekleri, sınır değeri aşarken, Deliçay, Kumlukoyak, Müftü, Arpaçbahşış, Sorgun ve Lamas



Çayı'ndan yine yaz döneminde alınan akarsu örneklerinin demir içerikleri WHO standartlarında belirtilen sınır değerini aşmıştır. Deliçay'da bazı dönemlerde, bor ve baryum derişimleri, sınır değerlerin üstüne çıkmış, Kumlukoyak, Sıpa Koyağı ve Arpaçbahşış Deresi'nden alınan örneklerde, genellikle baryum değerleri, sınır değer üzerinde derişim göstermiştir.

Akarsular, Su Kirliliğı Kontrolü Yönetmeliğı'nde belirtilen değerlere göre, kullanılabilirlik bakımından değerlendirildiğinde; tüm akarsular pH'ları bakımından genel olarak kullanılabilir sular sınıfına girerken, Sorgun Çayı'ndan Ekim 2015 döneminde alınan su örneğı V. sınıf (Zararlı-uygun değıl) sular sınıfına girmektedir. Elektriksel iletkenlik bakımından su örnekleri genel olarak II. sınıf (İyi) ve III. sınıf (Kullanılabilir) sular sınıfına girmektedir. Klorür içeriğı açısından, tüm akarsular I. sınıf (Çok iyi) ve II. sınıf (İyi), sülfat içeriğı açısından I. sınıf (Çok iyi), bor içeriğı açısından ise II. sınıf (İyi) sular sınıfına girmektedir. Nitrat içeriğı açısından, Deliçay'dan Ekim 2015 döneminde, Arpaçbahşış Deresi'nden Ekim-Kasım 2015 ve Ağustos-Eylül 2016 dönemlerinde alınan su örnekleri IV. sınıf (İhtiyatlı kullanılmalı) sular sınıfına, Tece Deresi'nden Ekim 2015 döneminde, Arpaçbahşış Deresi'nden Aralık 2015 döneminde alınan su örnekleri V. sınıf (Zararlı-uygun değıl) sular sınıfına düşmektedir. Bu dönemler dışında kalan diğere dönemlerdeki bütün örnekler, nitrat içeriğı bakımından genel olarak I. sınıf (Çok iyi), II. sınıf (İyi) ve III. sınıf (İyi-kullanılabilir) suları temsil etmektedirler. Florür içeriğı bakımından Kandak Deresi ve Sıpa Koyağı Deresi'nden Mart 2016 döneminde alınan akarsu örnekleri, sulama suyu kriterlerinde belirtilen sınır değeri aşmıştır.

Deliçay ve Kumlukoyak akarsuları Piper diyagramına göre, "Karışık tipte sular" sınıfına girerken, diğere akarsulardan alınan örnekler "Kalsiyum-Magnezyum Bikarbonat tipi sular" sınıfına düşmektedir. Wilcox diyagramına göre; bütün akarsular genel olarak "Çok iyi-iyi" ve "İyi-kullanılabilir" sular sınıfında yer alırken, ABD Tuzluluk diyagramına göre; Deliçay ve Kumlukoyak Deresi'nden alınan örnekler dışında genel olarak C2-S1 sınıfında suları temsil etmektedir. Deliçay ve Kumlukoyak Deresi'nden alınan örneklerin çoğı C3-S1 sular sınıfındayken, Kandak Deresi ve Sorgun Çayı bazı dönemlerde C1-S1 sınıfında yer almıştır.

Yapılan hidrolojik ve hidrokimyasal analizler sonucunda elde edilen verilerin birbirleriyle olan ilişkileri ve etkilendiğı faktörlerin belirlenmesi amacıyla faktör analizi yapılmış ve 5 faktör elde edilmiştir. Bu faktörler; toplam varyansın %43,46'sını açıklayan "Tuzluluk faktörü", %16'sını kapsayan "Alkalinite faktörü", %10,84'ünü açıklayan "Ayrışma faktörü", %7,12'sini içeren "Akış faktörü" ve geriye kalan varyansı açıklayan "Çözünmüş oksijen faktörü" olarak nitelendirilmiştir.

Nüfusun artmasıyla birlikte ihtiyaçlar da artmakta, bunlara paralel olarak sanayi ve tarımda sürekli olarak bir gelişim görülmektedir. Canlı popülasyonunun artmasıyla birlikte, gelişen sanayi ve sosyal faaliyetler sonucunda ortaya çıkan evsel, endüstriyel ve tarımsal atıklar her ne kadar doğru yönetilmeye çalışılsa da, doğrudan ya da bir takım işlemlerden geçirildikten sonra doğaya bırakılmaktadırlar. Bütün bu endüstriyel ve evsel faaliyetler sonucunda doğaya

bırakılan atıklar ile tarımda kullanılan gübreler/kimyasallar doğrudan ya da dolaylı olarak yüzey ve yeraltı sularını etkilemekte ve kirliliğe yol açmaktadırlar. Bununla birlikte, küresel olarak değişen iklim koşulları altında, sahip olduğumuz su kaynakları üzerindeki baskı giderek artmaktadır. Kolay ulaşılabilir bir kaynak olan yüzey suları, çeşitli evsel, endüstriyel ve tarımsal faaliyetler sırasında oluşan su ihtiyacını karşılayabileceğimiz kaynakların başında gelmektedirler. Bu sebeple, su kaynaklarının sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi açısından sivil toplum kuruluşları, mahalli ve bölgesel idari birimler, tarım ve sanayi faaliyetleri ile ilgilenen özel/tüzel kuruluşlar gibi su kullanıcıları daha bilinçli su kullanımı ve yönetimine yönlendirilmelidirler.

Tarımda kullanılan gübreler ve kimyasalların miktarları ile türleri daha ciddi bir şekilde denetlenerek, toprak ve suya olan etkisi düzenli olarak incelenmeli ve kontrol altında tutulmalıdır. Endüstri kuruluşlarından kaynaklanan atıksuların kanunlarla ya da yönetmeliklerle belirtilen sınırlara uygun olup olmadığı periyodik olarak denetlenmelidir.

## KAYNAKLAR

- [1]. <http://www.dsi.gov.tr/toprak-ve-su-kaynaklari> (08.09.2016).
- [2]. Chatterjee, A. and Tantubay, A. (2006). Morphometric Analysis for Evaluating Groundwater Potential Zones, In Kusangai Jor Watershed Area, Dist. Bolangir, Orissa. *International Society for Photogrammetry and Remote Sensing, XXXVI, 4, Symposium of ISPRS Commission IV*, 25-30, 1-6.
- [3]. Mesa, L. M. (2006). Morphometric Analysis for a Subtropical Andean Basin, Tucuman, Argentina. *Environmental Geology*, 50, 1235-1242.
- [4]. Gregory, K. J., Walling, D. E. (1968). The Variation of Drainage Density within a Catchment. *International Association of Scientific Hydrology Bulletin*, 13(2), 61-68.
- [5]. Clarke, I. J. (1996). Essays in Geomorphology. *Morphometry from Maps*. (ss: 235-274). Elsevier Publication Co. New York.
- [6]. Strahler, A. N. (1964). Quantitative Geomorphology of Drainage Basins and Channel Networks. Ven Te Chow (Ed.), *Handbook of Applied Hydrology*; (ss. 439-476). McGraw Hill Book Company, New York.
- [7]. Iqbal, M., Sajjad, H., Bhat, F. A. (2013). Morphometric Analysis of Shalinganga Sub Catchment, Kashmir Valley, India Using Geographical Information System. *International Journal of Engineering Trends and Technology*, 4(1).
- [8]. Environmental System Research Institute (ESRI) (2009). *ArcGIS version 9.3*. 380 New York Street, Redlands, California 92373-8100 USA.
- [9]. Akman, Y. (1995). *Türkiye Orman Vejetasyonu*, Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi Yayınları, Ankara.
- [10]. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr> (16.10.2018).
- [11]. <http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/yillik-toplam-yagis-verileri.aspx?m=mersin#sfB> (23.09.2017).
- [12]. <http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=MERSIN> (23.09.2016).
- [13]. Thornthwaite, C. W. (1948). An Approach toward a Rational Classification of Climate. *Geographical Review*, 38, 55-94.
- [14]. Özgül, N., 1983. Geology of the Central Taurides. *Geology of the Taurus Belt International Symposium Proceeding Book*, (ss: 16). Ankara.
- [15]. Şenol, M., Şahin, Ş. ve Duman, T.Y. (1998). *Adana-Mersin Dolayının Jeoloji Etüd Raporu*", Ankara: M.T.A. (Yayımlanmamış).
- [16]. Alan, İ., Şahin, S., Keskin, İ., Bakırhan, B., Balcı, V., ve diğerleri. (2007) *Orta Torosların Jeodinamik Evrimi Ereğli (Konya)-Ulukışla (Niğde)-Karsantı (Adana)-Namrun (İçel) Yöresi* (Rapor No. 11006). Ankara: M.T.A.

- [17]. Alan, İ., Şahin, S., Keskin, H., Bakırhan, B., Balcı, V., ve diğerleri. (2011). *Orta Torosların Jeodinamik Evrimi Bozyazı-Aydıncık-Gülнар-Silifke (Mersin) Yöresi* (Rapor No. 11462). Ankara: M.T.A.
- [18]. Gedik, A., Birgili, Ş., Yılmaz, H. ve Yoldaş, R. (1979). Mut-Ermenek-Silifke Yöresinin Jeolojisi ve Petrol Olanakları. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 22, 8-26.
- [19]. Demirtaşlı, E. (1967). *Pınarbaşı-Sarız-Mağara İlçeleri Arasındaki Sahanın Litostratigrafik Birimleri ve Petrol İmkanları*. (Rapor No: 3489), Ankara: M.T.A. (Yayımlanmamış).
- [20]. Ayhan, A. and Lengeranlı, Y. (1986). Yahyalı-Demirkazık (Aladağ Yöresi) Arasının Tektono-stratigrafik Özellikleri. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 27, 31-45.
- [21]. İlker, S. (1975). *Adana Baseni Kuzey-Batısının Jeolojisi ve Petrol Olanakları* (Arama Arşiv No: 973). Ankara: T.P.A.O. (Yayımlanmamış).
- [22]. Poisson, A. (1977). *Recherches Geologiques Dans Les Taurides Accidentales (Turquie)*, Thesis Université Paris Sud, Orsay France.
- [23]. Juteau, T. (1980). Ophiolites of Turkey. *Ofiyoliti*, 2, 199-233.
- [24]. Schmidt, G. (1961). VII. Adana Petrol Bölgesinin Stratigrafik Nomenklatürü. *Petrol Dergisi Yayınları*, 6, 47-63.
- [25]. Yetiş, C. ve Demirkol, C. (1984). Adana Baseni Kuzey-Kuzeybatı Kesiminin Temel Stratigrafisine İlişkin Bazı Gözlemler. Türkiye Jeoloji Kurultayı 38. Bilimsel ve Teknik Kurultayı Bildiri Özetleri Kitabı (ss: 59-61). Ankara.
- [26]. Yetiş, C. ve Demirkol, C. (1986). *Adana Baseni Batı Kesiminin Detay Jeolojisi Etüdü* (Rapor No: 8037). Ankara: M.T.A.
- [27]. Türkmen, S. (1994). *Pamukluk Barajının (Tarsus) Mühendislik Jeolojisinin İncelenmesi*" Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- [28]. Eren, M., Kadir, S., Hatipoğlu, Z. ve Gül, M. (2008). Quaternary Calcrete Development in the Mersin Area, Southern Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 17, 763-784.
- [29]. Erkek, C. ve Ağırlioğlu, N. (2010). *Su Kaynakları Mühendisliği*. Beta Basım A.Ş., İstanbul.
- [30]. Töreayen, G., Özdemir, İ. ve Kurt, T. (2011). *ArcGIS 10 Desktop Uygulama Dökümanı*. Sinan Ofset, Ankara.
- [31]. Yomralıoğlu, T. (2002). *Coğrafi Bilgi Sistemi*. İber Ofset, Trabzon.
- [32]. Tecim, V. (2008). *Coğrafi Bilgi Sistemleri-Harita Tabanlı Bilgi Yönetimi*. Renk Form Ofset, Ankara.
- [33]. Strahler, A. N. (1954) Quantitative Geomorphology of Drainage Basins and Channel Networks. Chow, V.T. (Ed.), *Handbook of Applied Hydrology*, (ss: 39-76). McGraw Hill, New York.
- [34]. Schumm, S. A. (1956). Evolution of Drainage Systems and Slopes in Badlands at Perth Amboy, New Jersey. *Geological Society of American Bulletin*, 67, 597-646.

- [35]. Rudraiah M, Govindaiah S. ve Vittala S. S. (2008). Delineation of Potential Groundwater Zones in the Kagna River Basin of Gulburgadistrict, Karnataka, *India Using Remote Sensing and GIS Techniques, MAUSAM*, 59, 497-502.
- [36]. Horton, R.E. (1945). Erosional Development of Streams and Their Drainage Basins, Hydrophysical Approach to Quantitative Morphology. *Geological Society of American Bulletin*, 56, 275-370.
- [37]. Strahler, A. N. (1952). Hypsometric (Area-Altitude) Analysis of Erosional Topography. *Geological Society of America Bulletin*, 1952(63), 1117-1142.
- [38]. Horton, R.E (1932). Drainage basin characteristics. *American Geophysical Union of Transactions* 13, 350-361.
- [39]. Smith, K.G. (1950). Standards for Grading Textures of Erosional Topography. *American Journal of Science*, 248, 655-668.
- [40]. Strahler, A. N. (1957). Quantitative Analysis of Watershed Geomorphology. *Transactions of the American Geophysical Union*, 38, 913-920.
- [41]. Ramu, Mahalingam, B. and Jayashree, P. (2013). Morphometric Analysis of Tungabhadra Drainage Basin in Karnataka Using Geographical Information System. *Journal of Engineering, Computer & Applied Sciences*, 2(7).
- [42]. Hajam, R. A., Hamid, A. and Bhad, S. (2013). Application of Morphometric Analysis for Geo-Hydrological Studies Using Geo-Spatial Technology - A Case Study of Vishav Drainage Basin. *Hydrology Current Research*, 4, 3.
- [43]. Özyuvacı, N. (1974). Derelerde Akış Ölçmeleri. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 24(2), 157-175.
- [44]. Ardiçloğlu, M., Gemici, E. ve Özdin, S. (2011). Doğal Akarsularda Debinin Belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 4(2), 73-77.
- [45]. Erguvanlı, K. ve Yüzer E. (1987). Yeraltı Suları Jeolojisi. *İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları*, 967: 324.
- [46]. Erturaç, M. K. (2015). *Akarsu Topoğrafyası*. Sakarya Üniversitesi, Ders Notları.
- [47]. Hem, J. D. (1985). *Study and Interpretation of the Chemical Characteristics of Natural Water*. U. S. Geological Survey Water Supply Paper 2254, U. S. Geological Survey, Alexandria, Virginia, U. S. A.
- [48]. Samsunlu, A. (2013). *Çevre Mühendisliği Kimyası*. Birsen Yayınevi, İstanbul.
- [49]. Demer, A. S. (2008). *Isparta ve Yakın Çevresi Yeraltı Sularının Hidrojeolojik, Hidrojeokimyasal ve İzotop Jeokimyasal İncelenmesi ve İçme Suyu Kalitesinin İncelenmesi*. Doktora tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- [50]. Brookins, D.G. (1988). *Eh-pH Diagrams for Geochemistry*. Springer-Verlag New York.

- [51]. Kurt, M.A. (2010). *Delicay ve Tarsus Çayı (Mersin) Arasında Kalan Alandaki Toprak Profillerinin Mineralojisi, Toprak ve Su Kirliliğinin Araştırılması*. Doktora tezi, Mersin Üniversitesi, Mersin.
- [52]. Sracejk, O. and Zeman, J. (2004). *Introduction to Environmental Hydrogeochemistry*. Masaryk University Brno Faculty of Science, Brno. ISBN 80-210-3586-2
- [53]. Şahinci, A. (1991). *Doğal Suların Jeokimyası*. Reform Matbaası, İzmir.
- [54]. Aksever, F. (2011). *Afyon-Sandıklı Havzası Hidrojeoloji İncelemesi*. Doktora tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- [55]. Akbulut, C. (2016). *Aşağı Seyhan Ovası (Adana) Yeraltı ve Yüzey Suyu Kaynaklarının Hidrojeolojisi ve Hidrojeokimyası*, Doktora tezi, Mersin Üniversitesi, Mersin.
- [56]. Gray, N. F. (2015). *İçme Suyu Kalitesi Problemler ve Çözümleri* (M. Işık, Çev.), Nobel Yayınevi.
- [57]. Varol, S. (2011). *Tefenni (Burdur) Ovası Hidrojeolojisi ve Hidrojeokimyasal Özelliklerinin Tıbbi Jeoloji Açısından Değerlendirilmesi*. Doktora tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- [58]. Mark, D. M. (1975). Geomorphometric Parameters: A Review and Evaluation. *Geografiska Annaler, Series A, Physical Geography*, 57 (3/4), 165-177.
- [59]. Pankaj, A. and Pankaj, K. (2009). GIS-based Morphometric Analysis of Five Major Sub-Watersheds of Song River, Dehradun District, Uttarakhand with Special Reference to Landslide Incidences. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 37, 157-166.
- [60]. Özşahin, E. (2010). Komşu Akarsu Havzalarının Morfometrik Analizi: Sarıköy ve Kocakıran Dereleri Üzerine Temel Bir Çalışma, Gönen Havzası, Güney Marmara. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 20(1), 139-154.
- [61]. Eze, B. E. and Efiang, J. (2010). Morphometric Parameters of Calabar River Basin: Implication for Hydrologic Processes. *Journal of Geography and Geology*, 2 (1).
- [62]. Chirala, U., Kınthada, N. R. and Gurram, M. K. (2012). Correlation Geomorphometric Parameters for the Hydrological Characterization of Meghadrigedda Watershed, Visakhapatnam, India - A GIS Approach. *International Journal of Engineering Science and Technology*, 4, 7.
- [63]. Dash, P., Aggarwal, P. and Verma, N. (2013). Correlation Based Morphometric Analysis to Understand Drainage Basin Evolution: A Case Study of Sırsa River Basin, Western Himalaya, India. *Scientific Annals of "Alexandru Ioan Cuza" University of Iași - Geographic Series*, 59, 1.
- [64]. Ivkovic, K. M. (2009). A Top-Down Approach to Characterise Aquifer-River Interaction Processes. *Journal of Hydrology*, 365, 145-155.
- [65]. Frei, S., Fleckenstein, J.H., Kollet, S.J. and Maxwell, R.M. (2009). Patterns and Dynamics of River-Aquifer Exchange with Variably-Saturated Flow Using a Fully-Coupled Model. *Journal of Hydrology*, 375: 383-393.

- [66]. Özçelik, C. ve Benzeden, E. (2009). Aylık Akışların Peryodik Bileşenlerinin Ölçeklendirilmesinde Kullanılan Parametrelerin Kestirimi. *İTÜ Dergisi/d Mühendislik*, 8(1), 26-36.
- [67]. Cruise, J. F., Laymon, C. A. and Al-Hamdan, O. Z. (2010). Impact of 20 Years of Land-Cover Change on the Hydrology of Streams in the Southeastern United States. *Journal of the American Water Resources Association*, 1-12.
- [68]. Sriwongsitaron, N. and Taesombat, W. (2011). Effects of Land Cover on Runoff Coefficient. *Journal of Hydrology*, 410, 226-238.
- [69]. Gavrilovic, L., Pesic, A. M. and Urosev, M. (2012). A Hydrological Analysis of the Greatest Floods in Serbia in the 1960 - 2010 Period. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 7 (4), 107-116.
- [70]. Teloglou, I. S. and Bansal, R. K. (2012). Transient Solution for Stream-Unconfined Aquifer Interaction Due to Time Varying Stream Head and in the Presence of Leakage. *Journal of Hydrology*, 428-429, 68-79.
- [71]. Ran, L., Wang, S. and Lu, X. X. (2012). Hydraulic Geometry Change of a Large River: A Case Study of the Upper Yellow River. *Environmental Earth Sciences*, 66, 1247-1257.
- [72]. Banks, D., Sæther, O.M., Ryghaug, P. and Reimann, C. (2001). Hydrochemical Distribution Patterns in Stream Waters, Trøndelag, Central Norway. *The Science of the Total Environment*, 267, 1-21.
- [73]. Yüceer, A. ve İnkayalı, N.G. (2004). Aşağı Seyhan Nehri Su Kalitesi Değişiminin QUAL2E Modeli ile İncelenmesi. *Araştırma, SKKD*, 14(3), 1-8.
- [74]. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (SKKY), Türk Standartları, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği, (4 Eylül 1988, sayı: 19919), *Resmi Gazete*.
- [75]. Batlle-Aguilar, J., Brouyère, S., Dassargues, A., Morasch, B., Hunkeler, D., Höhener, P. et al. (2009). Benzene Dispersion and Natural Attenuation in an Alluvial Aquifer with Strong Interactions with Surface Water. *Journal of Hydrology*, 369, 305-317.
- [76]. Bulut, V. N., Bayram, A., Gündoğdu, A., Soylak, M. ve Tüfekci, M. (2010). Assessment of water quality parameters in the stream Galyan, Trabzon, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 165, 1-13.
- [77]. Türk Standartları Enstitüsü (TSE) (2005), *İnsani Tüketim Amaçlı Sular*, TSE 266, Ankara, Türkiye.
- [78]. World Health Organization (WHO). (2004). *Guidelines for Drinking Water Quality*, 3<sup>rd</sup> ed., WHO Publications, Geneva, Switzerland.
- [79]. Bu, H., Tan, X. and Li, S. (2010). Water Quality Assessment of the Jinshui River (China) Using Multivariate Statistical Techniques. *Environmental Earth Sciences*, 60, 1631-1639. doi: 10.1007/s12665-009-0297-9

- [80]. Avila, A. and Roda, F. (2012). Changes in Atmospheric Deposition and Streamwater Chemistry over 25 Years in Undisturbed Catchments in a Mediterranean Mountain Environment. *Science of the Total Environment*, 434, 18-27.
- [81]. Awadallah, A. G. and Yousry, M. (2012). Identifying Homogeneous Water Quality Regions in the Nile River Using Multivariate Statistical Analysis. *Water Resources Management*, 26:2039–2055.
- [82]. Özgür, M. E., Akbulut, A. and Demirsoy, A. (2012). Some Quality Parameters of Surface Water of Karasu River in Upper Part of Euphrates Basin, Turkey. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 7(3), 183-192.
- [83]. Akyıldız, G. K. (2008). *Denizli ili Sınırlarındaki Büyük Menderes Nehri ve Yan Kolu Çürüksu Çay'ının Su Kalitesinin Belirlenmesi*. Yüksek lisans tezi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli.
- [84]. Hutchins, M. G., Smith, B., Rawlins, B. G. and Lister, T. R. (1999). Temporal and Spatial Variability of Stream Waters in Wales, the Welsh Borders and Part of the West Midlands, UK-1. Major Ion Concentrations. *Water Research*. 33(16), 3479-3491.
- [85]. Güler, C., Thyne, G., McCray, J. and Turner, A. (2002). Evaluation of Graphical and Multivariate Statistical Methods for Classification of Water Chemistry Data. *Hydrogeology Journal*, 10, 455-474.
- [86]. Kim, K., Lee, J. S., Oh, C., Hwang, G., Kim, J., et al. (2002). Inorganic Chemicals in an Effluent-Dominated Stream as Indicators for Chemical Reactions and Streamflows. *Journal of Hydrology*, 264, 147156.
- [87]. Ünver, Ö. (2011). *İnegöl (Bursa) Havzasının Hidrojeoloji İncelemesi*. Yüksek lisans tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- [88]. Şener, Ş. ve Şener, E. (2016). Kovada Gölü'nün (Isparta) Hidrojeokimyasal İncelemesi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 4(2), 49-58.
- [89]. Freeze, R. A. and Cherry, J. A. (1979). *Groundwater*. Prentice-Hall, Englewood Cliff, New Jersey.
- [90]. Piper, A. M. (1944). A Graphic Procedure in the Geochemical Interpretation of Water-Analyses. *Trans Am Geophys Union*, 25, 914-923.
- [91]. Sadashivaiah, C., Ramakrishnaiah, C. R. and Ranganna, G. (2008). Hydrochemical Analysis and Evaluation of Groundwater Quality in Tumkur Taluk, Karnataka State, India. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 5(3), 158-164.
- [92]. United States Salinity Laboratory Staff (USSLS). (1954). *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils*. Handbook 60, United States Department of Agriculture, Washington D. C.
- [93]. Wilcox, L. V. (1948). The Quality of Water for Irrigation Use. *U. S. Department of Agriculture Technology Bulletin*, 962, 40, Washington D. C.
- [94]. Harman, H.H. (1967). *Modern Factor Analysis*. The University of Chicago Press, Chicago.



- [95]. Rummel, R. J. (1970). *Applied Factor Analysis*. Northwestern University Press, Evanston.
- [96]. Bretzel, F. and Calderisi, M. (2006). Metal Contamination in Urban Soils of Coastal Tuscany (Italy). *Environmental Monitoring and Assessment*, 118,319–335. doi:10.1007/s10661-006-1495-5
- [97]. Davis, J.C. (1986). *Statistics and Data Analysis in Geology*. Wiley, New York.
- [98]. Box, G.E.P. and Cox, D.R. (1964). An analysis of transformations. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B*, 26(2), 211–252.
- [99]. Kolmogorov, A. N. (1933). Sulla Determinazione Empirica di Una Legge di Distribuzione. *Giornale dell'Istituto Italiano degli Attuari*, 4, 83–91.
- [100]. Smirnov, N. (1948). Table for Estimating the Goodness of Fit of Empirical Distributions. *Annals of Mathematical Statistics*, 19(2), 279-281.
- [101]. Closs, L.G. and Nichol, I. (1975). The Role of Factor and Regression Analysis in the Interpretation of Geochemical Reconnaissance Data. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 12, 1316–1330.
- [102]. Kaiser, H.F. (1960). The Application of Electronic Computers to Factor Analysis. *Educational and Psychological Measurement*, 20, 141–151. doi:10.1177/001316446002000116
- [103]. R Core Team (2007). R (version 2.5.1): Language and Environment for Statistical Computing. *R Foundation for Statistical Computing*, Vienna.
- [104]. Tülücü, K. (2002). *Su Kaynaklarının Planlanması*, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 175, Ders Kitapları Yayın No: A-53, 2. Baskı, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Atölyesi, Adana.
- [105]. Singh, S. and Singh, M.C. (1997). Morphometric Analysis of Kanhar River Basin. *National Geographical Journal of India*, 43, 31-43.
- [106]. Vittala, S., Govindaiah, S. and Honne, G. H. (2004). Morphometric Analysis of Subwatersheds in the Pavagada Area of Tumkur District, South India, Using Remote Sensing and GIS Techniques. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 32(4), 351-362.
- [107]. Sarangi, A., Madramootoo, C.A. and Enright, P. (2003). Development of User Interface in ArcGIS for Watershed Geomorphology. *The Canada Society for Engineering in Agricultural, Food and Biological Systems*, Paper no. 03-120.
- [108]. Montgomery, D. R. and Dietrich, W. E. (1989). Source Areas, Drainage Density, and Channel Initiation. *Water Resources Research*, 25(8), 1907–1918.
- [109]. Uzun, M. (2014). Lale Dere (Yalova) Havzası'nın Jeomorfolojik Özelliklerinin Jeomorfometrik Analizlerle İncelenmesi. *Route Educational and Social Science Journal*, 1, 72-88.
- [110]. Carlston C. W. (1963). *Drainage Density and Streamflow* (Report No. 422-C). U.S Geological Survey Professional Paper, Washington D.C.

- [111]. Nag, S.K. (1998). Morphometric Analysis Using Remote Sensing Techniques in the Chaka Sub Basin, Purulia District, West Bengal. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 26(1&2), 69-76.
- [112]. Biswass, S., Sudhakar, S. and Desai V.R. (1999). Prioritisation of Subwatersheds Based on Morphometric Analysis of Drainage Basin: a Remote Sensing and GIS Approach. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 27(3), 155-166.
- [113]. Hoşgören, Y. (2011). *Jeomorfoloji Terimleri Sözlüğü*. Çantay Kitabevi, İstanbul.
- [114]. Hoşgören, Y. (2012). *Hidrografi'nin Ana Çizgileri I Yeraltı Suları-Kaynaklar-Akarsular*. 7. Baskı. Çantay Kitabevi, İstanbul.
- [115]. Mahadevaswamy, G., Nagaraju, D., Siddalingamurthy, S., Lakshamma, Subhan, M., et al. (2011). Morphometric Analysis of Nanjangud Taluk, Mysore District, Karnataka India, Using GIS Techniques. *International Journal of Geomatics and Geosciences*, 1(4).
- [116]. Goudie, A.S. (2004). *Encyclopedia of Geomorphology*. Vol: 2, Routledge Taylor & Francis, London ISBN: 041527298X
- [117]. Görcelioğlu, E. (1982). *Türkiye'de Akarsu Havzalarının Sediment Verimlerini Etkileyen Başlıca İklim, Havza ve Akım Özellikleri Üzerine Araştırmalar*. İ. Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 314, İstanbul.
- [118]. Özdemir, H. (2007). SCS-CN Yağış-Akış Modelinin CBS ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Uygulanması: Havran Çayı Havzası Örneği (Balıkesir). *Ankara Üniversitesi Coğrafi Bilimler Dergisi*, 5(2).
- [119]. Parveen, R., Kumar, U. and Singh, V. K. (2012). Geomorphometric Characterization of Upper South Koel Basin, Jharkhand: A Remote Sensing & GIS Approach. *Journal of Water Resource and Protection*, 4, 1042-1050.
- [120]. Andreo, B., and Carrasco, F. (1999). Application of Geochemistry and Radioactivity in the Hydrogeological Investigation of Carbonate Aquifers (Sierras Blanca and Mijas, Southern Spain). *Applied Geochemistry*, 14, 283-299.
- [121]. Beylich, A. A., and Laute, K. (2012). Spatial Variations of Surface Water Chemistry and Chemical Denudation in the Erdalen Drainage Basin, Nordfjord, Western Norway. *Geomorphology*, 167-168, 77-90. doi: 10.1016/j.geomorph.2012.03.030.
- [122]. Güler, C., Thyne, G. D., Tağa and H., Yıldırım, Ü. (2017). Processes Governing Alkaline Groundwater Chemistry within a Fractured Rock (Ophiolitic Mélange) Aquifer Underlying a Seasonally Inhabited Headwater Area in the Aladağlar Range (Adana, Turkey). *Geofluids*, 2017, 21.
- [123]. World Health Organization (WHO) (2011). *Guidelines for Drinking Water Quality*, 4<sup>th</sup> ed., WHO Publications, Geneva, Switzerland.

- [124]. T. C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Teknik Usuller Tebliği, (7 Ocak 1991, Sayı: 20748), *Resmi Gazete*.
- [125]. Stevens, H. H., Ficke, J. F. and Smoot, G. F. (1975). Water Temperature – Influential Factors, Field Measurement and Data Presentation. *Techniques of Water – Resources Investigations of the United States Geol. Survey*, Chapter D1, Book 1.
- [126]. Federal-Provincial-Territorial Committee on Drinking Water (CDW). (2006) Arsenic. *Guidelines for Canadian Drinking Water Quality: Guideline Technical Document, Health*. Canada, Ottawa, Ontario.
- [127]. Waterloo Hydrogeologic, AquaChem version 2014. 2. (2014). 630 Riverbend Drive, Suite 100, Kitchener, On N2K 3S2, Canada.
- [128]. Swan, A.R.H. and Sandilands, M. (1995). *Introduction to Geological Data Analysis*. Blackwell, Oxford.
- [129]. Kennedy V.C., Kendall C., Zellweger G.W., Wyerman T.A. and Avanzino R.J. (1986) Determination of the Components of Storm-Flow Using Water Chemistry and Environmental Isotopes, Mattole River Basin, California. *Journal of Hydrology*, 84, 107-140.
- [130]. Asano Y., Uchida T. and Ohte N. (2003). Hydrologic and Geochemical Influence on the Dissolved Silica Concentration in Natural Water in a Steep Headwater Catchment. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 67(11), 1973–1989.
- [131]. Gomi, T., Asano, Y., Uchida, T., Onda, Y., Sidle, R.C., et al. (2010). Evaluation of Storm Runoff Pathways in Steep Nested Catchments Draining a Japanese Cypress Forest in Central Japan: a Geochemical Approach. *Hydrological Processes*, 24, 550–566.

**EKLER**

**EK 1. Çalışma alanında bulunan akarsuların fiziksel parametre, majör anyon ve majör katyon içerikleri.**

Alkarsu Adı	X	Y	Tarih	C°	pH	Eh (mv)	Ç.O. (mg/L)	E.i. (µS/cm)	Ca <sup>+2</sup> (mg/L)	Mg <sup>+2</sup> (mg/L)	Na <sup>+</sup> (mg/L)	K <sup>+</sup> (mg/L)	CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup> (mg/L)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> (mg/L)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	F <sup>-</sup> (mg/L)			
Deliçay	651895	4078666	Eki. 2015	19,3	8,06	-73	5,16	1099	68,48	66,29	122,93	4,44	0,00	257,21	197,76	106,00	36,86	0,086	0,32			
			Kas. 2015	11,7	8,31	-88	7,79	1230	72,09	86,29	168,67	4,95	8,81	387,51	262,62	110,00	24,12	0,013	0,35			
			Ara. 2015	10,3	8,40	-93	7,35	1009	59,70	70,19	142,80	3,39	98,08	230,68	222,56	72,90	29,95	0,011	0,30			
			Oca. 2016	10,8	8,57	-87	9,37	858	57,53	52,53	52,70	3,37	29,02	232,69	96,87	97,40	21,14	0,011	0,29			
			Şub. 2016	15,2	8,28	-77	6,88	874	37,78	34,59	42,38	2,27	4,00	88,57	114,95	85,22	13,80	0,008	0,43			
			Mar. 2016	13,5	8,49	-90	7,29	778	47,64	39,96	36,36	2,42	0,00	190,65	60,00	71,87	10,21	0,006	0,35			
			Nis. 2016	17,2	8,02	-66	7,01	1402	56,02	43,01	157,69	5,09	0,00	229,18	246,60	119,49	9,54	0,022	0,43			
			May. 2016	21,9	8,21	-79	6,19	1237	63,06	50,87	141,66	5,97	0,00	231,69	273,23	117,00	8,65	0,006	0,59			
			Haz. 2016	27,2	7,97	-67	4,78	1535	62,28	44,28	215,12	7,81	0,00	228,68	319,76	131,99	14,35	0,623	0,40			
			Tem. 2016	26,2	7,91	-52	7,45	766	64,57	30,94	61,65	6,06	0,00	223,18	87,13	115,10	5,10	0,138	0,21			
			Ağu. 2016	26,7	8,01	-59	8,14	1456	73,63	62,15	173,31	6,99	32,03	256,71	211,00	174,97	20,43	0,099	0,37			
			Eyl. 2016	23,0	8,02	-57	7,84	1147	78,77	50,81	187,52	7,09	0,00	294,74	183,50	178,94	14,08	0,031	0,36			
			Kumlukoyak	647788	4075715	Eki. 2015	24,3	7,63	-48	1,33	841	83,30	23,68	92,55	6,90	0,00	294,24	126,07	44,00	4,89	0,006	0,20
						Kas. 2015	16,8	7,77	-56	2,28	753	73,83	22,90	86,46	5,85	0,00	328,76	94,66	37,00	4,38	0,847	0,15
Ara. 2015	14,4	8,12				-76	5,77	675	59,25	20,44	29,00	3,73	0,00	227,68	38,19	22,00	8,92	0,209	0,17			
Oca. 2016	14,3	8,09				-61	3,39	961	83,32	22,65	83,17	7,10	0,00	304,24	92,40	70,00	8,52	0,161	0,05			
Şub. 2016	16,9	7,83				-52	1,88	1340	64,35	17,62	120,60	6,81	0,00	153,12	219,06	33,25	1,30	0,001	0,80			
Mar. 2016	17,9	7,74				-49	1,73	1322	85,55	22,15	160,83	7,66	0,00	287,23	248,00	45,25	0,05	0,024	0,25			
Nis. 2016	21,3	7,55				-40	1,90	964	74,91	16,27	100,50	6,94	0,00	272,22	152,00	22,28	1,00	0,031	0,18			
May. 2016	23,1	7,93				-63	4,64	599	62,98	12,49	30,61	7,22	0,00	208,67	46,16	35,88	12,52	1,261	0,46			
Haz. 2016	26,4	7,70				-52	1,31	966	72,72	14,63	102,58	10,22	0,00	302,74	173,00	10,00	2,05	0,001	0,11			
Tem. 2016	28,1	7,51				-29	3,75	677	79,88	16,02	40,28	6,63	0,00	304,74	50,50	37,72	4,49	0,510	0,16			
Ağu. 2016	28,8	7,65				-38	5,04	607	74,92	14,93	29,40	6,49	0,00	254,70	43,20	42,20	5,87	0,360	0,13			
Eyl. 2016	23,3	7,67				-38	3,60	575	76,98	15,71	43,83	7,40	0,00	293,23	44,00	43,03	3,48	0,377	0,22			

**EK 1. (Devamı).**

Akarsu Adı	X	Y	Tarih	C°	pH	Eh (mv)	Ç.O. (mg/L)	E.i. (µS/cm)	Ca <sup>+2</sup> (mg/L)	Mg <sup>+2</sup> (mg/L)	Na <sup>+</sup> (mg/L)	K <sup>+</sup> (mg/L)	CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup> (mg/L)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> (mg/L)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	F <sup>-</sup> (mg/L)					
<b>Müftü</b>	643873	4073102	Eki. 2015	21,2	8,36	-91	7,95	678	63,19	54,82	28,73	2,69	60,05	234,69	32,02	71,00	9,76	0,014	0,23					
			Kas. 2015	12,9	8,47	-96	8,04	697	61,32	48,15	24,40	2,13	104,0	2,13	104,0	22,42	49,00	7,77	0,021	0,15				
			Ara. 2015	11,3	8,61	-105	8,42	514	46,88	40,27	20,18	1,33	74,06	1,33	74,06	19,09	30,00	7,75	0,031	0,08				
			Oca. 2016	10,1	8,88	-104	9,66	525	54,79	33,85	10,50	1,27	13,01	1,27	13,01	234,69	13,29	30,00	7,59	0,005	0,27			
			Şub. 2016	13,2	8,46	-86	8,91	499	36,00	24,76	6,84	0,86	13,01	0,86	13,01	134,61	11,35	26,09	4,00	0,002	0,03			
			Mar. 2016	13,4	8,66	-99	7,91	494	45,43	26,68	7,04	0,92	12,01	0,92	12,01	186,65	10,40	20,09	4,28	0,006	0,19			
			Nis. 2016	16,5	8,54	-95	8,23	575	51,97	35,70	18,99	1,40	30,02	1,40	30,02	225,68	16,50	63,10	5,43	0,011	0,13			
			May. 2016	20,8	8,72	-109	7,64	552	51,66	36,36	17,36	1,45	52,04	1,45	52,04	192,65	24,70	52,13	5,39	0,264	0,45			
			Haz. 2016	27,8	8,40	-93	6,70	596	39,97	34,48	23,44	2,37	28,02	2,37	28,02	237,19	12,20	40,00	2,53	0,048	0,48			
			Tem. 2016	28,8	8,34	-78	8,84	535	49,85	40,35	22,95	2,39	49,04	2,39	49,04	248,70	20,90	40,68	1,83	0,106	0,15			
			Ağu. 2016	28,0	8,27	-73	9,46	484	55,80	29,23	16,24	1,20	21,02	1,20	21,02	219,18	19,66	31,04	1,12	0,094	0,11			
			Eyl. 2016	20,9	7,89	-50	7,49	514	63,74	41,39	39,29	3,39	0,00	3,39	0,00	291,73	27,30	94,87	2,09	0,100	0,21			
			<b>Mezitli</b>	636775	4068495	Eki. 2015	23,7	8,47	-97	8,61	742	51,41	54,84	37,36	2,56	25,52	302,74	58,72	61,00	11,20	1,905	0,024	0,05	
						Kas. 2015	14,1	8,41	-94	9,10	861	65,86	58,12	48,15	1,81	44,04	1,81	44,04	277,72	68,60	79,40	21,59	0,024	0,37
						Ara. 2015	13,4	8,51	-99	8,72	900	57,41	73,25	56,53	1,85	67,05	1,85	67,05	240,19	99,85	89,10	25,73	0,011	0,36
						Oca. 2016	12,6	8,63	-91	9,39	705	58,91	46,55	18,54	1,71	32,03	1,71	32,03	254,20	25,31	55,00	11,60	0,006	0,35
Şub. 2016	16,2	8,61				-96	8,10	616	31,11	40,03	15,03	1,24	21,01	1,24	21,01	165,13	19,64	46,33	5,83	0,001	0,66			
Mar. 2016	16,1	8,51				-92	7,54	624	52,72	35,36	17,00	1,14	32,03	1,14	32,03	211,17	18,60	38,41	6,41	0,019	0,14			
Nis. 2016	18,5	8,35				-85	9,05	720	52,85	48,29	28,61	1,01	46,04	1,01	46,04	250,70	36,60	64,40	6,88	0,021	0,32			
May. 2016	24,1	8,55				-96	6,21	609	46,56	37,85	22,98	1,33	24,02	1,33	24,02	218,67	28,80	54,76	4,77	0,409	0,47			
Haz. 2016	28,5	8,28				-87	5,48	749	55,95	54,73	35,45	1,45	28,02	1,45	28,02	290,23	52,96	61,83	5,43	0,033	0,22			
Tem. 2016	29,5	8,25				-72	11,51	721	52,13	55,07	34,08	2,06	52,04	2,06	52,04	269,72	38,70	64,10	5,89	0,026	0,23			
Ağu. 2016	28,8	8,21	-70	8,94	705	57,57	52,33	31,43	1,48	24,02	1,48	24,02	284,73	26,80	58,91	5,80	0,032	0,21						
Eyl. 2016	21,6	8,38	-78	10,09	646	69,34	49,75	33,48	1,91	42,03	1,91	42,03	272,22	28,50	69,79	8,53	0,023	0,19						

**EK 1. (Devamı).**

Akarsu Adı	X	Y	Tarih	C°	pH	Eh (mv)	Ç.O. (mg/L)	E.i. (µS/cm)	Ca <sup>+2</sup> (mg/L)	Mg <sup>+2</sup> (mg/L)	Na <sup>+</sup> (mg/L)	K <sup>+</sup> (mg/L)	CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup> (mg/L)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> (mg/L)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	F <sup>-</sup> (mg/L)			
<b>Kandak</b>	633951	4065615	Eki. 2015	24,4	8,34	-90	5,70	470	50,26	31,34	13,77	1,29	25,19	202,66	13,83	29,00	9,84	0,022	0,18			
			Kas. 2015	16,2	8,50	-98	7,27	409	50,91	21,03	9,17	1,27	31,02	160,13	160,13	13,74	20,00	4,14	0,020	0,14		
			Ara. 2015	13,3	8,65	-107	7,65	507	43,83	40,87	11,79	0,96	41,03	206,67	206,67	15,68	24,00	8,73	0,009	0,13		
			Oca. 2016	11,1	8,83	-102	10,59	537	52,01	36,25	12,72	2,22	15,01	229,18	229,18	17,96	44,00	7,62	0,025	0,21		
			Şub. 2016	16,8	8,54	-91	7,41	511	29,94	31,88	8,25	1,34	15,01	157,13	157,13	11,38	34,14	4,82	0,012	0,14		
			Mar. 2016	18,4	8,67	-102	8,20	480	39,80	21,94	6,63	0,80	10,01	169,64	169,64	4,60	19,52	4,17	0,004	1,67		
			Nis. 2016	20,9	8,37	-87	6,82	389	45,16	20,26	7,28	0,77	16,01	174,64	174,64	10,06	22,00	3,98	0,009	0,07		
			May. 2016	27,1	8,46	-95	6,15	373	46,87	19,14	6,91	0,98	19,02	154,62	154,62	9,97	20,88	3,61	1,300	0,47		
			Haz. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
			Tem. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
			Ağu. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
			Eyl. 2016	23,6	8,38	-79	8,82	261	42,89	11,20	9,78	0,69	11,01	137,61	137,61	12,47	12,55	1,11	0,011	0,12		
			<b>Sıpa Koyağı</b>	631547	4063992	Eki. 2015	21,1	8,17	-79	5,56	752	82,24	38,99	40,07	1,24	20,02	272,72	45,82	61,00	35,52	0,06	0,41
						Kas. 2015	13,8	8,29	-86	6,49	857	87,76	41,27	46,66	1,47	13,01	316,25	316,25	59,63	60,30	30,79	0,42
Ara. 2015	13,1	8,36				-90	6,59	815	79,36	52,82	41,64	1,31	0,00	303,74	303,74	68,34	73,60	46,99	0,00	0,28		
Oca. 2016	11,3	8,72				-96	7,89	1040	105,42	45,51	43,12	1,35	0,00	338,27	338,27	77,35	72,60	47,06	0,02	0,65		
Şub. 2016	17,0	8,33				-80	7,19	781	70,22	31,70	24,60	1,01	13,01	203,66	203,66	43,81	66,19	16,85	0,01	0,40		
Mar. 2016	17,3	8,25				-78	7,91	911	99,32	34,67	33,00	0,92	30,02	260,21	260,21	52,60	78,39	25,46	0,02	1,13		
Nis. 2016	*	*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
May. 2016	21,6	8,41				-91	5,60	528	60,68	28,65	8,70	1,02	25,02	224,68	224,68	13,04	28,10	6,63	0,34	0,42		
Haz. 2016	*	*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Tem. 2016	*	*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ağu. 2016	*	*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Eyl. 2016	*	*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

**EK 1. (Devamı).**

Alkarsu Adı	X	Y	Tarih	C°	pH	Eh (mv)	Ç.O. (mg/L)	E.i. (µS/cm)	Ca <sup>+2</sup> (mg/L)	Mg <sup>+2</sup> (mg/L)	Na <sup>+</sup> (mg/L)	K <sup>+</sup> (mg/L)	CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup> (mg/L)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> (mg/L)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	F <sup>-</sup> (mg/L)			
Tece	630080	4063085	Eki. 2015	27,4	8,47	-113	7,35	730	33,03	70,01	36,97	1,08	119,10	167,63	51,33	61,30	51,23	0,165	0,20			
			Kas. 2015	17,6	8,54	-101	6,47	694	46,58	58,57	24,62	1,71	98,08	174,14	40,93	67,20	17,76	0,008	0,23			
			Ara. 2015	13,2	8,57	-103	6,87	542	41,70	50,21	12,52	0,90	32,03	216,17	30,58	15,30	12,52	0,004	0,21			
			Oca. 2016	12,7	8,67	-93	9,18	593	50,68	43,16	8,77	1,29	22,02	242,19	17,29	28,00	10,78	0,020	0,19			
			Şub. 2016	18,2	8,67	-100	7,24	553	26,46	43,67	6,78	0,86	29,02	184,65	15,53	18,07	4,71	0,010	0,12			
			Mar. 2016	17,2	8,59	-97	6,21	581	48,32	38,96	6,65	0,89	37,03	227,18	10,20	18,97	4,33	0,005	0,33			
			Nis. 2016	22,9	8,44	-91	6,72	562	40,53	42,03	10,49	1,14	27,02	235,69	17,50	29,23	7,33	0,006	0,25			
			May. 2016	26,0	8,47	-96	5,85	559	36,69	36,03	9,83	1,16	53,04	184,65	17,52	23,02	4,46	0,065	0,45			
			Haz. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
			Tem. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
			Ağu. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
			Eyl. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
			Gilindirez	626278	4060386	Eki. 2015	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
						Kas. 2015	18,8	8,54	-101	7,18	449	55,53	24,33	10,46	1,10	30,02	191,65	11,92	23,00	7,58	0,013	0,18
						Ara. 2015	16,3	8,54	-101	7,22	453	45,69	34,43	10,36	0,77	35,03	185,15	15,57	21,00	12,49	0,007	0,01
						Oca. 2016	12,6	8,68	-94	8,59	510	59,04	28,40	8,26	1,16	24,02	218,67	7,77	32,00	8,89	0,009	0,12
Şub. 2016	17,5	8,80				-108	7,36	469	47,08	22,07	4,61	0,76	20,02	151,62	9,58	19,31	4,17	0,009	0,11			
Mar. 2016	18,0	8,45				-89	6,80	481	56,85	21,29	6,15	0,79	21,02	181,14	9,10	19,20	3,45	0,002	0,35			
Nis. 2016	23,5	8,48				-94	6,18	465	49,58	26,27	7,98	0,93	23,02	189,65	7,60	23,08	6,41	0,025	0,20			
May. 2016	26,4	8,50				-98	5,78	443	47,43	25,49	7,80	0,97	31,02	193,65	6,20	22,00	6,49	0,201	0,47			
Haz. 2016	*	*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Tem. 2016	*	*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Ağu. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
Eyl. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				

**EK 1. (Devamı).**

Akarsu Adı	X	Y	Tarih	C°	pH	Eh (mv)	Ç.O. (mg/L)	E.i. (µS/cm)	Ca <sup>+2</sup> (mg/L)	Mg <sup>+2</sup> (mg/L)	Na <sup>+</sup> (mg/L)	K <sup>+</sup> (mg/L)	CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup> (mg/L)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> (mg/L)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	F <sup>-</sup> (mg/L)					
Karakız	622712	4057050	Eki. 2015	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
			Kas. 2015	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
			Ara. 2015	14,9	8,59	-104	7,61	431	57,38	29,67	8,81	0,84	212,67	13,81	18,00	16,25	0,017	0,15						
			Oca. 2016	12,4	8,91	-108	7,88	501	52,38	28,58	4,73	0,68	236,19	7,40	10,00	6,26	0,015	0,14						
			Şub. 2016	18,2	8,52	-91	6,39	425	51,81	8,22	3,35	0,44	141,11	7,71	5,09	5,41	0,009	0,18						
			Mar. 2016	16,3	8,40	-87	6,80	435	63,12	11,45	3,89	0,53	185,15	8,16	4,70	5,30	0,010	0,08						
			Nis. 2016	21,3	8,51	-95	8,15	474	58,80	15,08	4,81	0,45	197,66	6,70	9,99	6,01	0,026	0,04						
			May. 2016	24,3	8,45	-94	7,44	402	56,35	12,56	4,61	0,68	188,65	4,10	2,00	6,64	0,386	0,97						
			Haz. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
			Tem. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
			Ağu. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
			Eyl. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
			Arpaçbaşı	621103	4056195	Eki. 2015	21,9	7,80	-58	4,63	680	109,32	24,34	18,60	2,26	0,00	297,24	21,92	37,00	47,66	0,012	0,22		
						Kas. 2015	17,4	7,94	-66	5,29	660	103,25	22,42	16,39	2,33	285,73	20,65	35,00	34,61	0,008	0,16			
Ara. 2015	16,6	8,00				-69	5,33	633	96,57	24,05	22,85	2,18	288,73	27,47	26,00	54,95	0,031	0,22						
Oca. 2016	14,6	8,35				-76	7,40	583	90,29	14,67	9,08	1,73	260,71	14,29	17,00	18,09	0,011	0,06						
Şub. 2016	19,8	8,15				-71	6,87	514	70,91	11,65	7,22	1,66	190,65	13,08	13,16	10,57	0,009	0,33						
Mar. 2016	20,5	8,03				-66	6,97	521	80,52	11,26	6,95	1,41	204,66	12,89	15,58	11,18	0,011	0,11						
Nis. 2016	21,8	7,94				-62	7,64	580	92,14	14,49	9,92	1,36	259,21	19,19	25,78	17,68	0,024	0,23						
May. 2016	23,3	7,76				-53	4,87	627	93,72	13,60	10,26	1,45	269,72	12,87	18,77	12,20	0,233	0,63						
Haz. 2016	25,6	7,66				-49	4,55	683	108,59	18,11	14,36	1,67	285,23	18,54	49,60	24,90	0,181	0,25						
Tem. 2016	27,6	7,48				-28	8,64	673	104,08	17,67	2,47	1,72	272,72	18,50	51,99	13,00	0,119	0,15						
Ağu. 2016	28,5	7,22	-12	5,60	596	124,93	20,69	16,54	1,28	311,75	19,40	65,52	35,72	0,155	0,20									
Eyl. 2016	23,2	7,37	-21	6,01	634	124,01	19,24	17,05	1,03	313,25	26,40	58,91	32,03	0,110	0,11									



**EK 1. (Devamı).**

Akarsu Adı	X	Y	Tarih	C°	pH	Eh (mv)	Ç.O. (mg/L)	E.İ. (µS/cm)	Ca <sup>+2</sup> (mg/L)	Mg <sup>+2</sup> (mg/L)	Na <sup>+</sup> (mg/L)	K <sup>+</sup> (mg/L)	CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup> (mg/L)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> (mg/L)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	F <sup>-</sup> (mg/L)						
<b>Kargıcak</b>	619478	4054194	Eki. 2015	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*					
			Kas. 2015	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
			Ara. 2015	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
			Oca. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
			Şub. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
			Mar. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
			Nis. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
			May. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
			Haz. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
			Tem. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
			Ağu. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
			Eyl. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
			<b>Sorgun</b>	617456	4052313	Eki. 2015	29,2	9,18	-138	7,98	258	19,66	23,13	7,55	1,02	17,01	115,09	7,41	14,00	4,53	0,023	0,36			
						Kas. 2015	16,4	8,53	-101	6,85	351	37,86	21,15	7,10	0,86	152,62	8,00	22,02	6,35	8,00	1,62	0,015	0,18		
						Ara. 2015	13,0	8,40	-93	7,66	365	43,93	32,02	6,70	0,70	160,63	8,00	29,02	26,85	8,00	9,87	0,013	0,11		
						Oca. 2016	12,6	8,77	-99	9,51	495	43,95	24,26	5,07	0,84	180,64	6,00	12,01	7,20	6,00	7,65	0,015	0,08		
Şub. 2016	19,2	8,43				-86	6,63	343	33,13	17,09	3,87	0,63	128,10	14,49	0,00	7,80	14,49	4,58	0,003	0,26					
Mar. 2016	16,8	8,45				-89	6,85	360	44,26	15,69	3,46	0,53	161,63	13,48	0,00	4,10	13,48	4,73	0,006	0,03					
Nis. 2016	23,5	8,46				-93	6,10	346	40,04	25,08	4,20	0,47	169,14	10,52	27,02	5,80	10,52	4,24	0,016	0,08					
May. 2016	29,2	8,86				-120	6,17	340	30,57	27,19	6,22	0,90	101,58	10,86	73,06	8,34	10,86	5,78	0,237	0,21					
Haz. 2016	*	*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Tem. 2016	*	*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Ağu. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
Eyl. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				

**EK 1. (Devamı).**

Akarsu Adı	X	Y	Tarih	C°	pH	Eh (mv)	Ç.O. (mg/L)	E.İ. (µS/cm)	Ca <sup>2+</sup> (mg/L)	Mg <sup>2+</sup> (mg/L)	Na <sup>+</sup> (mg/L)	K <sup>+</sup> (mg/L)	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (mg/L)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/L)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	F <sup>-</sup> (mg/L)					
<b>Kocahasanlı</b>	613473	4049263	Eki. 2015	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
			Kas. 2015	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
			Ara. 2015	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
			Oca. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
			Şub. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
			Mar. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
			Nis. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
			May. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
			Haz. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
			Tem. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
			Ağu. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
			Eyl. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
			<b>Lamas</b>	611582	4046784	Eki. 2015	21,8	8,08	-75	6,24	486	86,01	14,84	8,72	0,81	0,00	252,20	10,46	19,00	12,03	0,005	0,01		
						Kas. 2015	16,6	7,88	-62	6,19	500	86,63	12,78	8,98	8,98	0,98	0,00	243,19	11,57	17,00	10,20	0,011	0,09	
						Ara. 2015	14,0	8,03	-71	6,45	476	78,11	14,17	7,85	7,85	0,75	0,00	230,18	14,50	15,00	11,24	0,030	0,09	
						Oca. 2016	14,5	8,09	-62	7,91	512	84,92	9,87	7,78	7,78	0,94	0,00	247,70	13,83	17,00	10,32	0,050	0,17	
Şub. 2016	17,9	8,27				-77	8,11	357	54,53	5,63	2,89	2,89	0,52	0,00	139,61	4,98	5,71	4,49	0,014	0,66				
Mar. 2016	17,2	7,91				-58	7,81	469	76,52	6,88	5,82	5,82	0,73	0,00	207,17	11,90	8,89	6,86	0,014	0,20				
Nis. 2016	19,9	8,33				-83	8,34	401	76,03	9,57	4,44	4,44	0,40	13,01	200,16	6,10	18,34	5,96	0,012	0,04				
May. 2016	21,8	8,06				-71	6,67	488	82,32	9,96	6,16	6,16	0,75	0,00	239,19	7,90	17,00	6,65	0,008	0,11				
Haz. 2016	26,0	8,20				-81	6,89	473	74,04	9,33	4,60	4,60	0,34	0,00	214,17	9,43	15,75	5,61	0,010	0,10				
Tem. 2016	28,7	7,92				-53	9,68	417	73,67	10,14	4,50	4,50	0,75	0,00	224,18	5,80	17,42	6,07	0,022	0,08				
Ağu. 2016	27,0	7,97	-56	10,43	342	71,91	10,23	5,15	5,15	0,63	0,00	217,17	7,20	18,37	4,42	0,015	0,04							
Eyl. 2016	23,4	8,08	-62	10,65	334	80,15	10,01	5,22	5,22	0,51	0,00	225,18	6,30	18,27	4,87	0,017	0,05							

**EK 1. (Devamı).**

Alkarsu Adı	X	Y	Tarih	C°	pH	Eh (mv)	Ç.O. (mg/L)	E.İ. (µS/cm)	Ca <sup>+2</sup> (mg/L)	Mg <sup>+2</sup> (mg/L)	Na <sup>+</sup> (mg/L)	K <sup>+</sup> (mg/L)	CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup> (mg/L)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> (mg/L)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	F <sup>-</sup> (mg/L)							
<b>Paşasuyu</b>	604988	4037702	Eki. 2015	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
			Kas. 2015	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
			Ara. 2015	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
			Oca. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
			Şub. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
			Mar. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
			Nis. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
			May. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
			Haz. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
			Tem. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
			Ağu. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
			Eyl. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
			<b>Miytan</b>	602277	4036020	Eki. 2015	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
						Kas. 2015	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
						Ara. 2015	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
						Oca. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
						Şub. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
						Mar. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Nis. 2016	*	*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
May. 2016	*	*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
Haz. 2016	*	*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
Tem. 2016	*	*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
Ağu. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*					
Eyl. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*					

**EK 1. (Devamı).**

Akarsu Adı	X	Y	Tarih	C°	pH	Eh (mv)	Ç.O. (mg/L)	E.İ. (µS/cm)	Ca <sup>+2</sup> (mg/L)	Mg <sup>+2</sup> (mg/L)	Na <sup>+</sup> (mg/L)	K <sup>+</sup> (mg/L)	CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup> (mg/L)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> (mg/L)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	F <sup>-</sup> (mg/L)					
<b>Kapız 2</b>	595464	4029352	Eki. 2015	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
			Kas. 2015	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
			Ara. 2015	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
			Oca. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
			Şub. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
			Mar. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
			Nis. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
			May. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
			Haz. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
			Tem. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
			Ağu. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
			Eyl. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

**EK 2. Çalışma alanında bulunan akarsuların iz element içerikleri.**

Akarsu Adı	X	Y	Tarih	Si (mg/L)	Al (µg/L)	As (µg/L)	B (µg/L)	Ba (µg/L)	Cd (µg/L)	Co (µg/L)	Cr (µg/L)	Cu (µg/L)	Fe (µg/L)	Li (µg/L)	Mn (µg/L)	Mo (µg/L)	Pb (µg/L)	Sr (µg/L)	Zn (µg/L)			
Deliçay	651895	4078666	Eki. 2015	8,32	94,22	1,47	350,10	66,92	0,55	0,01	2,17	1,42	214,70	0,70	8,01	1,94	1,00	806,10	65,88			
			Kas. 2015	6,91	86,02	1,61	376,80	67,29	0,55	0,01	0,55	0,01	1,62	1,41	205,50	0,70	27,65	3,31	0,55	886,80	0,61	
			Ara. 2015	3,98	22,89	1,09	244,90	38,28	0,55	0,01	0,55	0,01	1,24	0,55	46,29	0,70	2,12	1,79	0,55	494,00	0,61	
			Oca. 2016	8,80	23,37	0,98	102,30	35,54	0,55	0,01	0,55	0,01	7,49	0,55	50,25	20,47	5,83	2,32	0,55	432,70	135,60	
			Şub. 2016	4,08	53,74	1,81	104,70	32,62	0,55	0,01	0,55	0,01	2,54	2,36	51,86	22,07	2,09	3,28	0,55	380,60	1,23	
			Mar. 2016	4,12	23,54	1,52	118,30	38,56	0,55	0,01	0,55	0,01	1,05	0,55	47,65	26,51	4,42	5,68	0,55	481,10	0,61	
			Nis. 2016	5,61	26,58	4,00	373,60	53,07	0,55	0,01	0,55	0,01	5,71	1,68	0,74	96,97	1,31	3,35	0,55	635,10	0,61	
			May. 2016	6,04	249,60	3,70	328,50	62,45	0,55	0,61	6,08	0,55	0,61	2,07	2,07	448,70	68,88	14,63	9,79	0,55	842,20	9,07
			Haz. 2016	2,93	30,26	9,87	548,70	55,15	0,55	0,55	29,48	0,55	3,09	3,32	3,32	274,47	122,20	3,17	3,94	3,09	1151,0	3,34
			Tem. 2016	0,80	11,14	16,50	158,60	42,34	3,42	12,54	24,11	4,34	673,80	25,85	2,46	5,36	2,70	2,70	548,80	49,52	19,95	
			Ağu. 2016	0,42	2,62	35,50	187,70	60,07	2,68	19,65	17,15	6,85	175,85	63,77	0,56	2,38	2,70	2,70	548,80	49,52	19,95	
			Eyl. 2016	9,92	25,71	4,53	261,60	70,55	0,55	0,01	5,42	1,10	54,44	69,13	1,23	6,04	0,55	627,00	0,61	627,00	0,61	
			Kumlukoyak	647788	4075715	Eki. 2015	8,32	94,22	1,47	350,10	66,92	0,55	0,01	2,17	1,42	214,70	0,70	8,01	1,94	1,00	806,10	65,88
						Kas. 2015	5,97	43,03	1,84	146,00	64,08	0,55	0,01	0,55	0,01	1,24	1,29	104,30	0,70	30,00	2,58	0,55
Ara. 2015	2,85	8,81				1,41	124,60	32,29	0,55	0,01	0,55	0,01	0,51	0,55	28,30	0,70	20,92	1,99	0,55	308,00	95,52	
Oca. 2016	9,91	27,55				2,03	125,90	54,32	0,55	0,01	0,55	0,01	2,59	1,35	54,54	12,64	26,94	3,18	0,55	471,50	25,49	
Şub. 2016	7,05	26,63				2,93	113,90	59,25	0,55	0,01	0,55	0,01	5,79	2,29	133,10	12,21	31,94	2,98	0,55	446,70	8,47	
Mar. 2016	6,01	20,62				1,81	140,50	66,38	0,55	0,01	0,55	0,01	1,82	0,55	524,90	23,48	82,98	4,78	0,55	599,80	14,85	
Nis. 2016	6,30	81,76				2,69	87,71	63,50	0,55	0,01	0,55	0,01	3,91	27,4	175,70	9,69	80,00	1,50	0,55	403,70	33,40	
May. 2016	4,81	149,60				2,16	96,60	52,76	0,55	0,53	3,53	2,49	176,10	9,44	176,10	9,44	61,30	4,14	0,55	360,00	16,50	
Haz. 2016	3,30	31,94				5,26	94,20	49,77	0,55	3,50	16,66	1,95	314,67	10,91	36,70	3,30	3,30	3,30	2,85	442,00	15,85	
Tem. 2016	0,62	3,66				13,13	57,32	40,46	2,22	17,49	12,02	4,33	438,30	7,61	6,18	2,00	4,49	2,00	4,49	220,50	54,62	
Ağu. 2016	0,37	5,07	11,33	55,92	44,02	2,44	22,35	7,37	4,22	454,74	8,36	3,74	1,46	1,79	1,46	1,79	231,00	30,63				
Eyl. 2016	8,97	28,53	2,34	83,26	61,68	0,55	0,01	1,86	1,02	110,20	9,70	35,84	2,54	0,55	335,40	60,72	335,40	60,72				

**EK 2. Devamı.**

Akarsu Adı	X	Y	Tarih	Si (mg/L)	Al (µg/L)	As (µg/L)	B (µg/L)	Ba (µg/L)	Cd (µg/L)	Co (µg/L)	Cr (µg/L)	Cu (µg/L)	Fe (µg/L)	Li (µg/L)	Mn (µg/L)	Mo (µg/L)	Pb (µg/L)	Sr (µg/L)	Zn (µg/L)		
<b>Müftü</b>	643873	4073102	Eki. 2015	6,84	18,47	0,78	135,00	50,83	0,55	0,01	0,51	0,55	51,68	0,70	1,98	1,61	0,55	551,60	0,61		
			Kas. 2015	5,03	13,48	0,74	93,83	40,72	0,55	0,01	0,55	1,22	0,55	30,98	0,70	0,56	1,78	0,55	452,00	0,61	
			Ara. 2015	3,36	5,53	0,42	56,94	23,21	0,55	0,01	0,55	0,51	0,51	17,69	0,70	0,56	0,56	0,55	242,40	0,61	
			Oca. 2016	7,02	16,02	0,41	33,16	17,91	0,55	0,01	0,55	0,01	1,19	0,55	0,74	3,61	1,35	0,56	0,55	173,80	0,61
			Şub. 2016	4,92	9,608	0,72	25,67	20,55	0,55	0,01	0,55	0,01	1,68	1,03	80,52	3,27	4,21	0,56	0,55	154,50	18,21
			Mar. 2016	3,83	24,86	0,51	37,37	18,36	0,55	0,01	0,55	0,01	1,68	0,55	34,19	12,88	5,06	1,39	0,55	185,70	0,61
			Nis. 2016	4,91	20,87	1,33	71,25	26,96	0,55	0,01	0,55	0,01	1,89	0,55	0,74	6,01	0,56	1,37	0,55	292,50	0,61
			May. 2016	3,29	29,18	0,06	67,91	29,73	0,55	0,05	0,55	0,05	1,60	0,55	23,60	7,15	2,39	2,45	0,55	380,30	0,61
			Haz. 2016	3,96	16,40	3,68	119,20	17,93	0,55	2,21	0,55	2,21	5,93	0,55	177,06	8,22	3,20	1,52	1,21	445,40	0,61
			Tem. 2016	0,65	7,01	10,55	60,42	34,29	1,70	15,83	1,70	15,83	6,66	3,66	267,90	5,81	3,55	1,33	4,05	236,80	17,10
			Ağu. 2016	0,36	5,68	7,54	51,64	34,48	1,30	21,98	1,30	21,98	3,86	1,64	316,13	6,25	0,56	1,47	0,55	257,00	14,82
			Eyl. 2016	6,72	15,84	1,34	106,70	58,32	0,55	0,01	0,55	0,01	1,01	0,55	33,67	7,90	2,22	2,37	0,55	274,90	0,61
<b>Mezitli</b>	636775	4068495	Eki. 2015	11,34	65,14	1,26	147,30	59,76	0,55	0,01	1,13	1,22	115,30	0,70	3,95	1,42	0,55	647,20	0,61		
			Kas. 2015	11,62	8,76	1,18	149,80	70,02	0,55	0,01	0,55	0,51	0,55	19,42	0,70	0,56	1,92	0,55	832,50	0,61	
			Ara. 2015	7,47	3,54	0,88	148,30	47,55	0,55	0,01	0,55	0,51	0,55	35,07	0,70	0,56	1,59	0,55	612,70	0,61	
			Oca. 2016	9,34	11,99	0,67	55,88	32,61	0,55	0,01	0,55	0,01	1,19	0,55	2,49	5,82	1,54	1,07	0,55	377,50	0,61
			Şub. 2016	6,01	19,82	0,72	44,75	23,61	0,55	0,01	0,55	0,01	1,47	0,55	8,35	4,87	0,56	0,56	0,55	282,00	0,61
			Mar. 2016	5,12	14,35	0,59	60,82	25,72	0,55	0,01	0,55	0,01	1,40	0,55	7,33	15,93	1,42	1,47	0,55	370,90	0,61
			Nis. 2016	8,13	9,18	1,53	97,06	40,37	0,55	0,01	0,55	0,01	2,11	0,55	0,74	8,42	0,56	1,37	0,55	458,80	1,12
			May. 2016	6,08	83,84	1,16	93,84	48,24	0,55	0,23	0,55	0,23	1,71	0,55	115,60	8,65	6,78	1,96	0,55	498,40	0,61
			Haz. 2016	4,24	15,01	3,42	144,90	50,03	0,55	2,47	0,55	2,47	6,21	0,55	151,64	12,13	1,40	0,56	1,21	715,00	5,83
			Tem. 2016	0,66	0,84	13,04	87,35	46,23	1,53	17,22	1,53	17,22	5,71	3,17	142,90	9,64	0,56	1,46	3,59	469,80	19,86
			Ağu. 2016	0,39	0,84	9,00	52,94	64,32	1,06	23,87	1,06	23,87	2,23	2,05	69,69	8,94	0,56	0,56	0,55	517,40	14,79
			Eyl. 2016	13,95	7,27	1,40	85,71	57,44	0,55	0,01	0,55	0,01	1,22	0,55	2,41	7,77	0,56	1,77	0,55	406,30	0,61

**EK 2. Devamı.**

Alkarsu Adı	X	Y	Tarih	Si (mg/L)	Al (µg/L)	As (µg/L)	B (µg/L)	Ba (µg/L)	Cd (µg/L)	Co (µg/L)	Cr (µg/L)	Cu (µg/L)	Fe (µg/L)	Li (µg/L)	Mn (µg/L)	Mo (µg/L)	Pb (µg/L)	Sr (µg/L)	Zn (µg/L)			
<b>Kandak</b>	633951	4065615	Eki. 2015	6,02	83,86	0,74	54,19	43,22	0,55	0,01	1,29	2,87	136,70	0,70	2,51	1,20	0,55	449,90	0,61			
			Kas. 2015	3,70	48,06	1,31	91,38	29,33	0,55	0,01	0,51	0,51	75,22	79,68	0,70	2,60	1,84	0,55	319,20	0,61		
			Ara. 2015	4,79	18,69	0,52	42,14	29,43	0,55	0,01	1,22	1,22	1,26	32,07	0,70	0,00	1,05	0,55	319,80	0,61		
			Oca. 2016	5,73	55,51	0,75	46,44	30,20	0,55	0,01	1,02	1,02	4,57	51,63	5,38	2,20	0,56	0,55	338,20	1,35		
			Şub. 2016	5,48	37,85	0,63	30,04	20,55	0,55	0,01	1,48	1,48	25,36	21,44	3,55	1,74	0,56	0,55	204,90	0,61		
			Mar. 2016	3,71	14,68	0,57	36,54	22,91	0,55	0,01	1,44	1,44	1,40	0,74	14,35	0,00	1,16	0,55	245,50	0,61		
			Nis. 2016	3,95	27,17	1,21	41,65	23,09	0,55	0,01	1,54	1,54	93,35	0,74	3,67	1,92	1,02	0,55	228,10	0,61		
			May. 2016	3,01	44,96	0,06	37,94	25,81	0,55	0,01	1,28	1,28	1,42	36,50	4,17	2,87	1,41	0,55	262,20	0,61		
			Haz. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
			Tem. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
			Ağu. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
			Eyl. 2016	2,45	8,30	1,42	61,99	13,92	0,55	0,01	0,51	0,51	0,55	8,81	4,18	0,00	1,49	0,55	116,80	0,61		
<b>Sıpa Koyağı</b>	631547	4063992	Eki. 2015	11,97	54,53	4,41	130,20	137,40	0,55	0,01	0,51	3,10	98,94	0,70	5,24	1,37	1,04	863,10	0,61			
			Kas. 2015	14,27	23,56	5,46	151,30	165,10	0,55	0,01	0,51	0,51	3,75	159,20	0,70	14,08	1,76	0,55	983,30	0,61		
			Ara. 2015	10,00	55,03	4,24	121,00	117,00	0,55	0,01	0,51	0,51	1,48	69,39	0,70	8,57	1,10	0,55	743,20	0,61		
			Oca. 2016	16,81	14,41	5,74	111,40	149,00	0,55	0,01	0,51	0,51	2,68	14,89	17,14	4,66	0,56	0,55	812,50	3,63		
			Şub. 2016	10,17	22,85	4,42	66,66	90,78	0,55	0,01	1,46	1,46	3,02	4,25	10,39	4,34	0,56	0,55	478,90	0,61		
			Mar. 2016	10,57	10,43	5,59	129,90	171,90	0,55	0,01	0,51	0,51	1,18	0,74	29,84	4,90	1,37	0,55	1083,00	0,61		
			Nis. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
			May. 2016	5,69	132,60	1,10	48,28	54,17	0,55	0,25	2,22	2,22	4,37	167,50	5,55	19,13	1,23	0,55	425,00	0,61		
			Haz. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
			Tem. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
			Ağu. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
			Eyl. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

**EK 2. Devamı.**

Alkarsu Adı	X	Y	Tarih	Si (mg/L)	Al (µg/L)	As (µg/L)	B (µg/L)	Ba (µg/L)	Cd (µg/L)	Co (µg/L)	Cr (µg/L)	Cu (µg/L)	Fe (µg/L)	Li (µg/L)	Mn (µg/L)	Mo (µg/L)	Pb (µg/L)	Sr (µg/L)	Zn (µg/L)				
Tece	630080	4063085	Eki. 2015	10,80	20,32	0,51	114,50	33,62	0,55	0,01	0,51	0,55	33,48	0,70	1,20	1,14	0,55	611,80	0,61				
			Kas. 2015	9,27	7,25	0,56	82,34	36,00	0,55	0,01	1,26	0,55	25,69	0,56	0,70	0,56	1,97	0,55	725,50	0,61			
			Ara. 2015	5,57	12,53	0,46	46,89	25,43	0,55	0,01	1,17	0,55	25,70	0,56	0,70	0,56	1,08	0,55	407,40	0,61			
			Oca. 2016	8,15	7,56	0,43	29,05	16,59	0,55	0,01	1,16	0,55	7,83	0,56	4,36	3,53	0,56	0,55	267,40	0,61			
			Şub. 2016	6,75	6,93	0,38	21,24	11,40	0,55	0,01	1,32	0,55	0,74	0,56	3,45	1,05	0,56	0,55	198,90	0,61			
			Mar. 2016	6,36	4,87	0,34	36,18	15,22	0,55	0,01	1,37	0,55	0,74	0,56	16,92	2,08	0,56	0,55	330,00	0,61			
			Nis. 2016	8,93	24,84	0,69	45,75	20,92	0,55	0,01	2,01	0,55	3,86	0,74	5,85	2,84	1,06	0,55	387,60	1,82			
			May. 2016	7,41	35,17	0,06	51,95	24,04	0,55	0,07	1,60	0,55	24,71	0,55	7,69	2,05	1,43	0,55	511,40	0,61			
			Haz. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
			Tem. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
			Ağu. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
			Eyl. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
			Gilindirez	626278	4060386	Eki. 2015	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
						Kas. 2015	5,03	11,32	0,57	36,53	37,70	0,55	0,01	1,19	0,55	23,07	0,56	0,70	0,56	1,32	0,55	350,70	0,61
Ara. 2015	3,94	3,85				0,39	33,78	26,36	0,55	0,01	0,51	0,55	13,77	0,56	0,70	0,56	0,56	0,55	245,50	0,61			
Oca. 2016	6,35	16,41				0,41	28,15	26,46	0,55	0,01	2,37	0,55	2,34	0,56	3,86	1,94	0,56	0,55	257,90	0,61			
Şub. 2016	4,63	21,81				0,40	20,55	19,87	0,55	0,01	1,38	0,55	0,74	0,56	2,66	1,09	0,56	0,55	167,70	0,61			
Mar. 2016	4,04	22,86				0,42	34,32	28,50	0,55	0,01	1,94	0,55	67,20	0,56	17,12	5,77	0,56	0,55	290,30	0,61			
Nis. 2016	5,73	17,02				0,68	35,42	31,06	0,55	0,01	2,84	0,55	0,74	0,56	3,73	1,02	0,56	0,55	292,30	11,82			
May. 2016	4,29	23,11				2,85	32,55	36,73	0,55	0,01	1,84	0,55	11,02	0,56	4,78	0,90	0,56	0,55	349,70	0,61			
Haz. 2016	*	*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Tem. 2016	*	*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Ağu. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
Eyl. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				



**EK 2. Devamı.**

Akarsu Adı	X	Y	Tarih	Si (mg/L)	Al (µg/L)	As (µg/L)	B (µg/L)	Ba (µg/L)	Cd (µg/L)	Co (µg/L)	Cr (µg/L)	Cu (µg/L)	Fe (µg/L)	Li (µg/L)	Mn (µg/L)	Mo (µg/L)	Pb (µg/L)	Sr (µg/L)	Zn (µg/L)					
Karakız	622712	4057050	Eki. 2015	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
			Kas. 2015	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
			Ara. 2015	3,74	10,40	0,38	25,23	26,06	0,55	0,01	0,51	0,55	25,55	0,70	0,56	0,56	0,55	215,60	0,61					
			Oca. 2016	5,10	1,36	0,35	14,34	17,42	0,55	0,01	0,51	0,55	0,74	2,68	0,56	0,56	0,55	111,60	0,61					
			Şub. 2016	3,36	0,33	0,44	10,89	14,94	0,55	0,01	0,51	0,55	0,74	2,05	0,56	0,56	0,55	94,05	0,61					
			Mar. 2016	2,53	0,84	0,40	17,67	21,70	0,55	0,01	0,51	0,55	0,74	16,65	0,56	0,56	0,55	159,70	0,61					
			Nis. 2016	3,17	1,53	0,50	14,92	20,54	0,55	0,01	1,42	0,55	0,74	2,25	0,56	0,56	0,55	133,30	0,61					
			May. 2016	3,22	9,83	0,06	17,14	28,16	0,55	0,01	0,93	0,55	0,74	2,56	0,56	0,56	0,55	181,70	0,61					
			Haz. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
			Tem. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
			Ağu. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
			Eyl. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
			Arpaçbahşiş	621103	4056195	Eki. 2015	8,18	9,07	0,81	56,08	88,13	0,55	0,01	0,51	0,55	20,87	0,70	1,33	1,01	0,55	438,30	0,61		
						Kas. 2015	8,34	12,20	0,85	51,28	82,36	0,55	0,01	0,51	0,55	34,35	0,70	2,18	1,16	0,55	432,90	0,61		
						Ara. 2015	6,34	10,54	0,68	44,49	72,01	0,55	0,01	0,51	0,55	26,09	0,70	0,56	0,56	0,55	378,70	0,61		
						Oca. 2016	6,83	8,96	0,61	25,10	37,24	0,55	0,01	0,51	0,55	0,74	3,87	0,56	0,56	0,55	203,40	5,30		
Şub. 2016	4,90	33,27				0,68	17,77	36,00	0,55	0,01	0,51	0,55	35,58	2,81	4,00	0,56	0,55	158,20	2,80					
Mar. 2016	3,98	15,51				0,63	28,31	52,46	0,55	0,01	0,51	0,55	13,23	19,01	2,20	1,10	0,55	317,80	0,61					
Nis. 2016	6,58	9,03				0,83	33,61	59,30	0,55	0,01	1,98	0,55	0,74	4,48	1,81	1,02	0,55	290,80	0,61					
May. 2016	6,55	17,10				0,06	39,14	79,81	0,55	0,09	0,88	0,55	58,16	5,15	8,98	0,56	0,55	358,50	1,76					
Haz. 2016	3,90	9,13				1,97	56,38	74,95	0,55	4,56	4,84	0,55	2,45,14	6,46	4,02	0,56	0,55	484,30	2,49					
Tem. 2016	0,59	4,43				10,34	33,56	73,01	1,59	28,77	6,20	2,20	397,10	5,73	0,56	0,56	0,55	269,20	15,51					
Ağu. 2016	0,35	0,84	8,14	24,68	100,90	5,74	39,51	2,28	1,18	452,57	6,26	0,56	0,56	0,55	295,70	12,52								
Eyl. 2016	11,59	6,98	0,06	36,64	96,93	0,55	0,01	0,51	0,55	19,45	4,52	4,75	0,56	0,55	284,00	0,61								

**EK 2. Devamı.**

Akarsu Adı	X	Y	Tarih	Si (mg/L)	Al (µg/L)	As (µg/L)	B (µg/L)	Ba (µg/L)	Cd (µg/L)	Co (µg/L)	Cr (µg/L)	Cu (µg/L)	Fe (µg/L)	Li (µg/L)	Mn (µg/L)	Mo (µg/L)	Pb (µg/L)	Sr (µg/L)	Zn (µg/L)					
<b>Kargıcak</b>	619478	4054194	Eki. 2015	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
			Kas. 2015	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
			Ara. 2015	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
			Oca. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
			Şub. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
			Mar. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
			Nis. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
			May. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
			Haz. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
			Tem. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
			Ağu. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
			Eyl. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
			<b>Sorgun</b>	617456	4052313	Eki. 2015	3,78	68,02	0,43	27,13	10,63	0,55	0,01	1,81	0,55	85,14	0,70	3,18	0,56	0,55	102,90	2,27		
						Kas. 2015	4,81	149,50	0,55	25,74	28,86	0,55	0,01	1,30	0,55	219,9	0,55	219,9	0,70	6,15	0,56	0,55	140,60	0,61
Ara. 2015	3,74	23,02				0,21	21,63	14,32	0,55	0,01	1,11	0,55	43,91	0,55	43,91	0,70	2,01	0,56	0,55	131,70	0,61			
Oca. 2016	5,00	7,53				0,10	17,45	13,69	0,55	0,01	1,26	0,55	29,78	0,55	29,78	2,44	3,12	0,56	0,55	133,10	0,61			
Şub. 2016	4,08	28,25				0,20	14,05	10,89	0,55	0,01	1,09	0,55	22,68	0,55	22,68	1,61	1,23	0,56	0,55	90,20	0,61			
Mar. 2016	3,21	12,41				0,17	23,12	14,67	0,55	0,01	0,51	0,55	18,23	0,55	18,23	17,89	1,94	0,56	0,55	150,40	0,61			
Nis. 2016	4,74	24,50				0,27	22,08	12,69	0,55	0,01	7,22	0,55	3,89	0,55	3,89	3,11	2,00	0,56	0,55	105,10	27,41			
May. 2016	4,50	58,43				0,06	25,87	15,55	0,55	0,09	2,61	0,55	60,87	0,55	60,87	2,10	2,90	0,56	0,55	115,50	4,72			
Haz. 2016		*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Tem. 2016		*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Ağu. 2016		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
Eyl. 2016		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				

**EK 2. Devamı.**

Akarsu Adı	X	Y	Tarih	Si (mg/L)	Al (µg/L)	As (µg/L)	B (µg/L)	Ba (µg/L)	Cd (µg/L)	Co (µg/L)	Cr (µg/L)	Cu (µg/L)	Fe (µg/L)	Li (µg/L)	Mn (µg/L)	Mo (µg/L)	Pb (µg/L)	Sr (µg/L)	Zn (µg/L)					
<b>Kocahasanlı</b>	613473	4049263	Eki. 2015	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
			Kas. 2015	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
			Ara. 2015	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
			Oca. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
			Şub. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
			Mar. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
			Nis. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
			May. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
			Haz. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
			Tem. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ağu. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
Eyl. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
<b>Lamas</b>	611582	4046784	Eki. 2015	3,32	63,32	0,69	26,26	33,32	0,55	0,01	0,51	0,55	137,00	0,70	12,79	1,28	0,55	262,50	0,61					
			Kas. 2015	3,42	9,71	0,62	27,71	28,77	0,55	0,01	0,51	0,55	46,83	0,70	9,72	1,19	0,55	267,40	0,61					
			Ara. 2015	2,38	5,37	0,51	22,51	19,87	0,55	0,01	0,51	0,55	27,41	0,70	4,13	1,10	0,55	177,10	0,61					
			Oca. 2016	3,97	10,10	0,41	19,03	20,22	0,55	0,01	0,51	0,55	11,69	2,36	5,82	0,56	0,55	187,40	10,77					
			Şub. 2016	2,33	8,24	0,88	9,76	13,50	0,55	0,01	0,51	0,55	0,74	1,66	0,00	2,22	0,55	96,12	0,61					
			Mar. 2016	2,12	11,23	0,48	21,81	26,01	0,55	0,01	0,51	0,55	43,75	19,01	12,90	1,05	0,55	256,40	0,61					
			Nis. 2016	2,58	5,52	0,74	17,53	23,44	0,55	0,01	3,88	0,55	0,74	3,12	1,76	1,08	0,55	152,70	10,38					
			May. 2016	2,72	41,99	0,06	21,36	27,29	0,55	0,03	1,69	0,55	73,44	2,51	13,74	1,08	0,55	237,00	2,16					
			Haz. 2016	1,90	13,85	1,35	23,79	22,62	0,55	2,75	4,82	0,55	357,85	2,53	2,52	1,37	1,96	245,80	0,61					
			Tem. 2016	0,62	0,84	13,41	78,34	46,40	1,59	18,22	6,05	3,61	165,40	9,34	0,56	1,14	3,44	481,70	20,88					
Ağu. 2016	0,29	0,84	5,12	9,92	31,51	1,05	30,55	4,33	0,55	945,55	2,08	0,56	0,56	0,55	170,00	11,55								
Eyl. 2016	3,72	63,32	0,69	26,26	33,32	0,55	0,01	0,51	0,55	25,12	1,29	1,88	1,15	0,55	132,60	0,61								

**EK 2. Devamı.**

Alkarsu Adı	X	Y	Tarih	Si (mg/L)	Al (µg/L)	As (µg/L)	B (µg/L)	Ba (µg/L)	Cd (µg/L)	Co (µg/L)	Cr (µg/L)	Cu (µg/L)	Fe (µg/L)	Li (µg/L)	Mn (µg/L)	Mo (µg/L)	Pb (µg/L)	Sr (µg/L)	Zn (µg/L)									
Paşasuyu	604988	4037702	Eki. 2015	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*								
			Kas. 2015	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
			Ara. 2015	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*					
			Oca. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
			Şub. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
			Mar. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
			Nis. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
			May. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
			Haz. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
			Tem. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
			Ağu. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
			Eyl. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
			Miytan	602277	4036020	Eki. 2015	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
						Kas. 2015	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ara. 2015	*	*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Oca. 2016	*	*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Şub. 2016	*	*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Mar. 2016	*	*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Nis. 2016	*	*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
May. 2016	*	*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Haz. 2016	*	*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Tem. 2016	*	*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ağu. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
Eyl. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			

**EK 2. Devamı.**

Alkarsu Adı	X	Y	Tarih	Si (mg/L)	Al (µg/L)	As (µg/L)	B (µg/L)	Ba (µg/L)	Cd (µg/L)	Co (µg/L)	Cr (µg/L)	Cu (µg/L)	Fe (µg/L)	Li (µg/L)	Mn (µg/L)	Mo (µg/L)	Br(µg/L)	Sr (µg/L)	Zn (µg/L)					
<b>Kapız 2</b>	595464	4029352	Eki. 2015	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
			Kas. 2015	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
			Ara. 2015	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
			Oca. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
			Şub. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
			Mar. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
			Nis. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
			May. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
			Haz. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
			Tem. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
			Ağu. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
			Eyl. 2016	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

**EK 3. İçme ve sulama amaçlı kullanılan sularda izin verilen sınır değerler.**

Parametre	İçme Suyu Standartlarında İzin Verilen Maksimum Derişimler	Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usüller Tebliği Sulama Suyu Sınıflandırmaları ve İzin Verilen Maksimum Derişimler				
	WHO (2011)	I. Sınıf (Çok İyi)	II. Sınıf (İyi)	III. Sınıf (Kullanılabilir)	IV. Sınıf (İhtiyatlı Kullanılmalı)	V. Sınıf (Zararlı, Uygun değil)
pH	≥6,5 - ≤8,5	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-9.0	9.0
E.İ.	*	0-250 µS/cm	250-750 µS/cm	750-2000 µS/cm	2000-3000 µS/cm	>3000 µS/cm
Na <sup>+</sup>	200 mg/L	*	*	*	*	*
Cl <sup>-</sup>	250 mg/L	0-142 mg/L	142-249 mg/L	249-426 mg/L	426-710 mg/L	>710 mg/L
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	500 mg/L	0-192 mg/L	192-336 mg/L	336-575 mg/L	575-960 mg/L	>960 mg/L
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	50 mg/L	0-5 mg/L	5-10 mg/L	10-30 mg/L	30-50 mg/L	>50 mg/L
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,2 mg/L	*	*	*	*	*
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	1,5 mg/L	*	*	*	*	*
F <sup>-</sup>	1,5 mg/L	1 mg/L				
Al	100 µg/L	5 mg/L				
As	10 µg/L	100 µg/L				
B	0,5 mg/L	0-0,5 mg/L	0,5-1,12 mg/L	1,12-2 mg/L	>2 mg/L	*
Ba	0,7 mg/L	*				
Cd	0,003 µg/L	10 µg/L				
Co	*	50 µg/L				
Cr	50 µg/L	100 µg/L				
Cu	2 mg/L	0,2 mg/L				
Fe	300 µg/L	5 mg/L				
Li	*	2,5 mg/L				
Mn	400 µg/L	200 µg/L				
Mo	70 µg/L	10 µg/L				
Ni	70 µg/L	200 µg/L				
Pb	10 µg/L	5 mg/L				
Sb	20 µg/L	*				
V	*	100 µg/L				
Zn	*	2 mg/L				

## ÖZGEÇMİŞ

**Adı Soyadı:** Ümit YILDIRIM

**Doğum Tarihi:** 19/04/1987

**Öğrenim Durumu:**

Derece	Bölüm/Program	Üniversite	Yıl
Lise	Osman Gazi Lisesi	-	2000-2004
Lisans	Jeoloji Mühendisliği	Mersin Üniversitesi	2005-2009
Yüksek Lisans	Jeoloji Mühendisliği	Mersin Üniversitesi	2009-2012
Doktora	Jeoloji Mühendisliği	Mersin Üniversitesi	2012-2018

**Görevler:**

Görev Unvanı	Görev Yeri	Yıl
Arş. Gör.	Mersin Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü	2009-2018

## ESERLER

### Uluslararası Hakemli Dergilerdeki Makaleler (SCI):

Yıldırım, Ü., Güler, C. (2016). Identification of Suitable Future Municipal Solid Waste Disposal Sites for the Metropolitan Mersin (SE Turkey) Using AHP and GIS Techniques. *Environmental Earth Sciences*, 75:101. doi: 10.1007/s12665-015-4948-8

Güler, C., Thyne, G. D., Tağa, H., Yıldırım, Ü. (2017). Processes Governing Alkaline Groundwater Chemistry within a Fractured Rock (Ophiolitic Mélange) Aquifer Underlying a Seasonally Inhabited Headwater Area in the Aladağlar Range (Adana, Turkey). *Geofluids*, 2017.

### Ulusal Hakemli Dergilerdeki Makaleler:

Kurt, M. A. ve Yıldırım, Ü. (2016). Türkiye'de Asbest Yasağı ve Bazı İthal Ürünlerde Asbest Minerallerinin Araştırılması. *Niğde Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 5(2), 90-96.

### **Uluslararası Konferanslarda Sunulan Özet Poster Bildiriler:**

Yıldırım, Ü., Güler, C. (2016). Determination of the Relationship Between Hydrologic Processes and Basin Morphometry – The Lamos Basin (Mersin, Turkey). *European Geosciences Union General Assembly 2016 (EGU-2016), Geophysical Research Abstracts*, 18, EGU2016-12416, Viyana, Avusturya.

Yıldırım, Ü., Jomaa, S., Güler, C.; Rode, M. (2016). Hydrological Model Parameters Identification in a Coastal Nested Catchment in Mersin Province (SE Turkey). *European Geosciences Union General Assembly 2016 (EGU-2016), Geophysical Research Abstracts*, 18, EGU2016-7767, Viyana, Avusturya.

### **Uluslararası Konferanslarda Sunulan Tam Metin Sözlü Bildiriler:**

Yıldırım, Ü., Güler, C. (2016). The Investigation of Possibility of Flooding and Peak Flows in Sorgun Basin and Its Subbasins Using Geographic Information System. *1st International Black Sea Congress on Environmental Sciences (IBCESS) Full Paper Book*, 1, 153-159, Giresun.

### **Uluslararası Konferanslarda Sunulan Özet Sözlü Bildiriler:**

Yıldırım, Ü., Güler, C., Kurt, M. A. 2018, Hydrologic Significance of Basin Morphometries for the Mezitli and Muftu Rivers: A GIS-Based Analysis. *Cilicia International Symposium on Engineering and Technology (CISSET) Proceeding Book*, p:136, Mersin-Turkey.

Yıldırım, Ü., Güler, C., Kurt, M. A. 2018, Hydrologic and Morphometric Characterization of the Streams Located Between Deliçay and Göksu Rivers (Mersin). *Cilicia International Symposium On Engineering And Technology (CISSET) Proceeding Book*, p:135, Mersin-Turkey.

Yıldırım, Ü., Güler, C. 2018, Sub-basin Scale Discharge Estimates in the Sorgun Basin (Erdemli, Mersin) Using the HYPE Hydrologic Model. *International Erdemli Symposium Abstract Book*, p:74, Mersin.

Yıldırım, Ü., Güler, C., 2017, “Appraisal of Geomorphologic Evolution of Sorgun Basin (Mersin) Using Geographic Information Systems” *International Symposium on Geomorphology (IJES) Proceedings Book*, p. 192-193, , Elazığ.

Yıldırım, Ü., Güler, C., 2017, “Morphometric Analysis of Deliçay Basin (Mersin) Using Geographic Information System” *International Symposium on GIS Applications in Geography & Geosciences (ISGGG) Abstract Book*, p.272, Çanakkale.



### **Ulusal Konferanslarda Sunulan Tam Metin Sözlü Bildiriler:**

Yıldırım, Ü., Güler, C., Kurt, M.A., Geçgel, C. 2018, Göksu Nehri Akış Yolu Boyunca Ana Element Değişimlerinin İncelenmesi. *Ulusal Hidrojeoloji ve Su Kaynakları Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, s:206-213, Ankara.

### **Ulusal Konferanslarda Sunulan Özet Sözlü Bildiriler:**

Biçgel, B.F., Kurt, M.A., Yıldırım, Ü., Güler, C. 2018, Yalıncağ Köyü (Hafik-Sivas) Eski İçme Suyu Kaynağındaki Arseniğin Kökeni: İlk Bulgular. *71. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri Kitabı*, s:173-174, Ankara.

Yıldırım, Ü., Güler, C., Tağa, H. 2016, Mevsimsel Yerleşimin Çatlaklı Kaya (Ofiyolitik Melanj) Akiferinin Hidrojeokimyasına Etkileri: Kızılgedik Yaylası (Aladağ, Adana) Örneği. *69. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri Kitabı*, s: 132-133, Ankara.

Kurt, M., Yıldırım, Ü., Güler, C., Aktaş, E. 2015, Pirhüseyin ve Yalıncağ Köyleri (Hafik, Sivas) Civarındaki Bölgede Bulunan Yüzey ve Yeraltı Sularındaki Arsenik Kirliliği. *68. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri Kitabı*, s: 72-73, Ankara.

Yıldırım, Ü., Güler, C., Tağa, H. 2015, Mersin ve Adana İllerinin Mevcut Katı Atık Düzenli Depolama Sahalarının Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Karşılaştırılması. *68. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri Kitabı*, s: 606-607, Ankara.

Yıldırım, Ü., Kurt, M., Geçgel, C., İnce, T. 2014, Litolojik ve Çevresel Faktörlerin Yeraltı Suyu Kimyasına Etkileri: Mersin İli Örneği. *6. Uluslararası Katılımlı Jeokimya Sempozyumu Bildiri Özleri Kitabı*, s:212-213, Mersin.

Kurt, M., Yıldırım, Ü., İnce, T., Güler, C., Alpaslan, M. 2014, Hacılar ve Elalmış (Tokat, Turhal) Yöresi Yüzey ve Yeraltı Sularındaki Arsenik Kirliliğinin Kökeni. *67. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri Kitabı*, s:134-135, Ankara.

Yıldırım, Ü., Güler, C. 2012, Mersin İli İçin Alternatif Katı Atık Depolama Alanlarının Analitik Hiyerarşi Süreci ve Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Saptanması. *Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü 30. YIL Sempozyumu Bildiri Özleri Kitabı*, s: 23-24, Sivas.

### **Ulusal Konferanslarda Sunulan Özet Poster Bildiriler:**

Yıldırım, Ü., Geçgel, C., İnce, T., Kurt, M. 2014, İçtiğimiz Çayın Anyon, Katyon ve Ağır Metal Bileşimi. *6. Uluslararası Katılımlı Jeokimya Sempozyumu Bildiri Özleri Kitabı*, s: 272-273, Mersin.

### **Katıldığı Uluslararası Akademik Çalışmalar:**

Mersin Üniversitesi, Erasmus Personel Hareketliliği, 09.06.2015-09.09.2015, Helmholtz Centre for Environmental Research – UFZ, Magdeburg-ALMANYA.

Mersin Üniversitesi, Erasmus Staj Hareketliliği, 04.02.2017-12.02.2017, Helmholtz Centre for Environmental Research – UFZ, Magdeburg-ALMANYA.

MIRACLE (Mediating Integrated Actions for Sustainable Ecosystem Services in a Changing Climate) Internal HYPE Workshop, Krakow, 1-3 July 2015.

### **Görev Aldığı Projeler**

Hatıralarla Bilim. Tübitak Projesi, Proje No: 213B544, Bütçe: 35389 TL, Yürütücü, 2014.

Doğadan İnsana Sessiz Akış. Tübitak Projesi, Proje No: 114B336, Bütçe: 63420 TL, Eğitimci, 2015.

Şişlerde Bozunma Derecelerinin Yol Yarma Tasarımlarına Olan Etkilerinin Jeolojik-Jeoteknik Açısından Değerlendirilerek Tasarım Abaklarının Oluşturulması, KGM-ARGE/2016-1, Araştırmacı (Devam ediyor).