



AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ



Seçkin ÇAKMAK

KORKUTELİ ÇAYI'NDA SEDİMAN TAŞINIM SÜREÇLERİ

Coğrafya Ana Bilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi

Antalya, 2019



AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ



Seçkin ÇAKMAK

KORKUTELİ ÇAYI'NDA SEDİMAN TAŞINIM SÜREÇLERİ

Danışman

Prof. Dr. Tuncer DEMİR

Coğrafya Ana Bilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Bu tez SYL-2016-1938 proje numarasıyla Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir.

Antalya, 2019

Akdeniz Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğüne,

Seçkin ÇAKMAK' ın bu çalışması, jürimiz tarafından Coğrafya Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Programı tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Doç. Dr. Tolga GÖRÜM (İmza)

Üye (Danışmanı) : Prof. Dr. Tuncer DEMİR (İmza)

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Çağlar ÇAKIR (İmza)

Tez Başlığı: Korkuteli Çayı'nda Sediman Taşınım Süreçleri

Onay : Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Tez Savunma Tarihi : 26/04/2019

Mezuniyet Tarihi : 09/05/2019

(İmza)
Prof. Dr. İhsan BULUT
Müdür

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Korkuteli Çayı’nda Sediman Taşınım Süreçleri” adlı bu çalışmanın, akademik kural ve etik değerlere uygun bir biçimde tarafımda yazıldığını, yararlandığım bütün eserlerin kaynakçada gösterildiğini ve çalışma içerisinde bu eserlere atıf yapıldığını belirtir; bunu şerefimle doğrularım.

İmza

Seçkin ÇAKMAK





T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU
BEYAN BELGESİ



SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE

ÖĞRENCİ BİLGİLERİ	
Adı-Soyadı	Seçkin ÇAKMAK
Öğrenci Numarası	20155264015
Enstitü Ana Bilim Dalı	Coğrafya
Programı	Tezli Yüksek Lisans
Programın Türü	(X) Tezli Yüksek Lisans () Doktora () Tezsiz Yüksek Lisans
Danışmanın Unvanı, Adı-Soyadı	Prof. Dr. Tuncer DEMİR
Tez Başlığı	Korkuteli Çayı'nda Sediman Taşınım Süreçleri
Turnitin Ödev Numarası	1125055508

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışmasının a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana Bölümler ve d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 194 sayfalık kısmına ilişkin olarak, 05/05/2019 tarihinde tarafımdan Turnitin adlı intihal tespit programından Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Çalışması Orjinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nda belirlenen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan ve ekte sunulan rapora göre, tezin/dönem projesinin benzerlik oranı;

alıntılar hariç % 7

alıntılar dahil % 9 'dur.

Danışman tarafından uygun olan seçenek işaretlenmelidir:

(x) Benzerlik oranları belirlenen limitleri aşmıyor ise;

Yukarıda yer alan beyanın ve ekte sunulan Tez Çalışması Orjinallik Raporu'nun doğruluğunu onaylarım.

() Benzerlik oranları belirlenen limitleri aşıyor, ancak tez/dönem projesi danışmanı intihal yapılmadığı kanısında ise;

Yukarıda yer alan beyanın ve ekte sunulan Tez Çalışması Orjinallik Raporu'nun doğruluğunu onaylar ve Uygulama Esasları'nda öngörülen yüzdelerle sınırlarının aşılmasına karşın, aşağıda belirtilen gerekçe ile intihal yapılmadığı kanısında olduğumu beyan ederim.

Gerekçe:

Benzerlik taraması yukarıda verilen ölçütlerin ışığı altında tarafımda yapılmıştır. İlgili tezin orjinallik raporunun uygun olduğunu beyan ederim.

06/05/2019

(imzası)
Prof. Dr. Tuncer DEMİR

İÇİNDEKİLER

ŞEKİLLER LİSTESİ	iv
TABLOLAR LİSTESİ	vii
FOTOĞRAFLAR LİSTESİ	viii
KISALTMALAR LİSTESİ	x
ÖZET	xii
SUMMARY	xiii
TEŞEKKÜR	xiv
ÖNSÖZ	xv
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

AKARSULARDA TAŞINAN SEDİMANLARIN GENEL ÖZELLİKLERİ VE SEDİMAN TAŞINIM SÜREÇLERİ

1.1. Bölüm Kapsamı.....	22
1.2. Sediman Kavramı ve Genel Özellikleri.....	22
1.2.1. Sedimanın Tane Büyüklük Özellikleri.....	24
1.2.2. Sedimanın Tane Şekli ve Yuvarlaklık Özellikleri.....	26
1.2.3. Sedimanlarda Tane Yönelimi/ Binikleme (Imbrication).....	27
1.2.4. Sediman Yoğunluğu ve Porozitesi (Gözeneklilik).....	28
1.3. Akarsu Tarafından Taşınan Sedimanlar ve Özellikleri.....	29
1.3.1 Eriyik Yük veya Çözünmüş Yük	29
1.3.2. Asılı yük (Süspanse Sediman).....	30
1.3.3. Yatak yükü (Bed Load).....	31
1.4. Akarsularda Taşınan Sedimanların Kaynağına Göre Sınıflandırılması.....	31
1.4.1. Yıkama Malzemesi.....	31
1.4.2. Yatak Malzemesi.....	32
1.5. Akarsularda Sediman Taşınım Süreçleri.....	33
1.5.1. Akarsularda Eriyik Maddelerin Taşınması.....	34
1.5.2. Akarsularda Yüzer Maddelerin Taşınması.....	34
1.5.3. Akarsulardaki Sedimanların Sıçrama Yoluyla Taşınması.....	35
1.5.4. Sedimanların Kayma ve Yuvarlanma Şeklinde Taşınması.....	36
1.6. Akarsularda Taşınan Süspanse Sedimanın Önemi.....	37

1.7. Akarsularda Taşınan Eriyik Sedimanın Önemi.....	39
1.8. Akarsularda Taşınan Yatak Yükünün Önemi.....	42

İKİNCİ BÖLÜM

ARAŞTIRMA SAHASININ YERİ, SINIRLARI VE FİZİKİ COĞRAFYA ÖZELLİKLERİ

2.1. Bölüm Kapsamı.....	45
2.2. Çalışma Sahasının Yeri ve Sınırları.....	45
2.3. Havzanın Yükselti Özellikleri.....	46
2.4. Havzanın Eğim Özellikleri.....	49
2.5. Havzanın Erozyon Şiddeti Sınıflandırması.....	51
2.6. Havzanın Hidrografya Özellikleri.....	54
2.7. Havzanın Jeolojik Özellikleri.....	58
2.8. Havzanın Toprak Özellikleri.....	63
2.9. Havzanın İklim Özellikleri.....	67
2.9.1. Sıcaklık Özellikleri.....	67
2.9.2. Yağış Özellikleri.....	70
2.9.3. Rüzgâr Özellikleri.....	82
2.10. Bitki Örtüsü ve Arazi Kullanımı Özellikleri.....	85

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ VE DİZAYNI

3.1. Bölüm Kapsamı.....	88
3.2. Akarsularda Kontrol Kesitinin Belirlenmesi.....	88
3.3. Su Seviyesi İstasyonunun Kurulumu ve Seviye Ölçümleri.....	91
3.4. Akarsularda Akım Ölçüm Yöntemleri.....	96
3.5. Akarsularda Sediman Ölçümleri.....	98
3.5.1. Gözlem Süresi Boyunca Yapılan Arazi Çalışmaları.....	99
3.5.2. Sediman Örnek Alma Aletleri.....	100
3.5.3. Sediman Numune Alma Yöntemleri.....	103
3.5.4. Laboratuvar Çalışmaları.....	107
3.5.5. Akım ile Sediman Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi.....	113

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMANIN BULGULARI

4.1. Akım ile Yağış Arasındaki İlişki.....	115
4.2. Su Seviyesi ile Akım Arasındaki İlişki.....	125
4.3. Akım ile Süspanse Sediman Arasındaki İlişki.....	134
4.4. Akım ile Eriyik Sediman Arasındaki İlişki.....	148
SONUÇ.....	163
KAYNAKÇA.....	168
ÖZGEÇMİŞ.....	174



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1 Hjulstrom Diyagramı.....	24
Şekil 1.2 Sediman Tane Boyu Sınıflandırılması.....	25
Şekil 1.3 Sedimanların Tane Biçimini İfade Eden Sınıflandırma.....	26
Şekil 1.4 Sedimanların Tane Yuvarlaklığı Sınıflaması.....	27
Şekil 1.5 Akarsu Çakıllarındaki İmbrikasyon Yapısı Örnekleri.....	28
Şekil 1.6 Sedimanların Tane Boyutlarına Göre Gözeneklilik Yüzdeleri.....	28
Şekil 1.7 Akarsularda Taşınan Sedimanların Sınıflandırılması.....	29
Şekil 1.8 Akarsularda Taşınan Sedimanların Boyutlarına ve Taşınma Süreçlerine Göre Sınıflandırılması.....	31
Şekil 1.9 Akarsularda Taşınan Sedimanların Kaynağı ve Taşınım Süreçleri.....	32
Şekil 1.10 Akarsulardaki Sedimanların Taşınım Süreçleri.....	33
Şekil 1.11 Akarsulardaki Süspansedimanın ve Yatak Yükünün Taşınımı.....	35
Şekil 1.12 Rüzgar Etkisiyle Sıçrama Yoluyla Yatak Malzemesinin Taşınma Süreçleri.....	36
Şekil 1.13 Yatak Yükünün Sıçrama veya Kayma Özelliğinde Taşınım Süreci.....	36
Şekil 1.14 Ağır Metallerin ve Sedimanların Akarsuya Dahil Olma Süreçleri.....	37
Şekil 1.15 Akarsuda Taşınan Yatak Yükünün ve Süspansedimanın Ağır Metal Taşınımı ile İlişkisi.....	38
Şekil 1.16 Akarsuda Profilinde Kaynaktan Ağız Kısımına Doğru Taşınan Sedimanın Şekil ve Boyut Değişiminin Gösterimi	43
Şekil 1.17 Akarsu Yatağında Taşınan İri Malzemelerin Boylanma Özellikleri.....	44
Şekil 2.1 Çalışma Sahasının Yeri ve Sınırları.....	46
Şekil 2.2 Korkuteli Çayı Havzası'nın Yükselti Basamakları ve Kapladığı Alanlar.....	48
Şekil 2.3 Korkuteli Çayı Havzası'nın Eğim Haritası.....	50
Şekil 2.4 Çalışma Sahasının Erozyon Şiddeti Sınıflandırması.....	53
Şekil 2.5 Korkuteli Çayı Havzası'nın Hidrografi Haritası.....	56
Şekil 2.6 Korkuteli (Dereköy) İstasyonu 2006-2017 Yılları Arasındaki Akım Değerleri.....	57
Şekil 2.7 Korkuteli (Salamur Boğazı) İstasyonu 1964-2016 Yılları Arasındaki Akım Değerleri.....	58
Şekil 2.8 Çalışma Sahasının Jeoloji Haritası.....	62
Şekil 2.9 Korkuteli Çayı Havzası'nın Toprak Haritası.....	66
Şekil 2.10 Korkuteli Havzası'ndaki Sıcaklık Değerlerinin Yıl İçerisindeki Değişimi.....	68
Şekil 2.11 Korkuteli Çayı Havzası Yıllık Ortalama Sıcaklık Dağılım Haritası.....	69

Şekil 2.12 Korkuteli İstasyonunun 1969–2017 Yılları Arasındaki Aylık Ortalama Toplam Yağış Diyagramı.....	72
Şekil 2.13. Korkuteli İstasyonunun 1969–2017 Yılları Arasında Yağış Değerlerinden Yararlanılarak Havzanın Aylık Ortalama Yağışlı Gün Sayısı Diyagramı.....	73
Şekil 2.14 Korkuteli İlçesinde Yer Alan Dereköy Mevkiindeki İstasyonun Yağış Verilerinden Yararlanılarak CoKrigging Yöntemine Göre Oluşturulan Yıllık Toplam Yağış Dağılım Haritası.....	74
Şekil 2.15 Korkuteli'nin Yıllık Toplam Yağış Miktarında 2005–2017 Yılları Arasındaki Devrede Meydana Gelen Değişmeler.....	75
Şekil 2.16 Korkuteli Havzası'nda Meydana Gelen Yağışların Mevsimlere Dağılımı (%).....	76
Şekil 2.17 Korkuteli Çayı Havzası'nın Günlük Yağış Frekansı.....	77
Şekil 2.18 Korkuteli Havzası'nın Sağanak Yağış Diyagramı (2005-2007).....	79
Şekil 2.19 Korkuteli Havzası'nın Sağanak Yağış Diyagramı (2008-2010).....	79
Şekil 2.20 Korkuteli Havzası'nın Sağanak Yağış Diyagramı (2011-2014).....	79
Şekil 2.21 Korkuteli Havzası'nın Sağanak Yağış Diyagramı (2015-2018).....	80
Şekil 2.22 Korkuteli Çayı Havzası'nda Mevsimlere Göre Hâkim Rüzgâr Yönü ve Frekansları.....	84
Şekil 2.23 Korkuteli Çayı Havzası'nda Yıllık Hâkim Rüzgâr Yönü ve Frekansı.....	84
Şekil 2.24 Korkuteli Çayı Havzası'ndaki Arazi Kullanımı.....	87
Şekil 3.1 Akarsu Kesitinin Düşeyinde Derinliğe Bağlı Olarak Akış Hızı, Sediman Konsantrasyonu ve Sediman Akım Değişimi.....	105
Şekil 4.1 Günlük Ortalama Akım ve Günlük Toplam Yağış Değerlerinin Değişimi.....	116
Şekil 4.2 20 Kasım 2017 Tarihli Gün İçerisindeki Akım Değerleri.....	117
Şekil 4.3 5 Ocak 2018 Tarihli Gün İçerisindeki Akım Değerleri.....	118
Şekil 4.4 29 Mart 2018 Tarihli Gün İçerisindeki Akım Değerleri.....	119
Şekil 4.5 12 Mayıs 2018 Tarihli Gün İçerisindeki Akım Değerleri Değişimi.....	120
Şekil 4.6 4 Haziran 2018 Tarihindeki Akım Değerlerinin Gün İçerisindeki Değişimi.....	121
Şekil 4.7 Kasım 2017–Temmuz 2018 Tarihleri Arasındaki Günlük Ortalama Akım ve Günlük Toplam Yağış Miktarı.....	122
Şekil 4.8 Aylık Ortalama Akım ve Aylık Toplam Yağış Miktarı Değişimleri.....	125
Şekil 4.9 Su Seviyesi ile Akım Arasındaki İlişki.....	126
Şekil 4.10 Gözlem Süresi Boyunca 5 Dakika Aralıklarla Akım Değerlerinin Değişimi.....	128
Şekil 4.11 Aylık Ortalama ve Ölçüm Periyodu Boyunca Genel Ortalama Akım Değerleri.....	129

Şekil 4.12 Kasım 2017–Temmuz 2018 Tarihleri Arasındaki 5’er Dakika Aralıklarla Değişen Akım Değerleri.....	131
Şekil 4.13 Akım ile Süspansed Sediman Arasındaki İlişki.....	135
Şekil 4.14 5 Dakika Aralıklarla Süspansed Sediman Konsantrasyon Değerlerinin Değişimi....	136
Şekil 4.15 Aylık Ortalama ve Yıllık Ortalama Süspansed Sediman Konsantrasyonu.....	137
Şekil 4.16 Kasım 2017–Şubat 2018 Tarihleri Arasındaki 5 Dakikalık Aralıklarla Süspansed Sediman Konsantrasyon Değerleri.....	140
Şekil 4.17 Gözlem süresince Aylık Ortalama Akım, Süspansed Sediman Konsantrasyonu ve Genel Ortalama Süspansed Sediman Konsantrasyonu.....	142
Şekil 4.18 Ton Cinsinde Taşınan Günlük Ortalama Süspansed Sediman Miktarı.....	143
Şekil 4.19 Kasım 2017–Şubat 2018 Tarihleri Arasında Ton Cinsinden Taşınan Günlük Ortalama Süspansed Sediman Değerleri.....	145
Şekil 4.20 Aylık Ton Cinsinden Taşınan Toplam ve Ortalama Süspansed Sediman Miktarı.....	148
Şekil 4.21 Akım ile Eriyik Sediman Arasındaki İlişki.....	149
Şekil 4.22 5’er Dakika Aralıklarla Eriyik Sediman Konsantrasyon Değerleri.....	150
Şekil 4.23 Aylık Ortalama Eriyik Sediman Konsantrasyonu ile Aylık Ortalama Akım Değerleri.....	151
Şekil 4.24 Kasım 2017–Temmuz 2018 Tarihleri Arasındaki 5 Dakikalık Aralıklarla Eriyik Sediman Konsantrasyon Değerleri.....	154
Şekil 4.25 Ton Cinsinden Taşınan Günlük Ortalama Eriyik Sediman Miktarı.....	156
Şekil 4.26 Kasım 2017–Temmuz 2018 Tarihleri Arasında Ton Cinsinden Taşınan Günlük Ortalama Eriyik Sediman Değerleri.....	159
Şekil 4.27 Ton Cinsinden Taşınan Aylık Toplam ve Ortalama Eriyik Sediman Miktarı.....	162

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 2.1 De Martonne Aylık Kuraklık Değerlerine Göre Ayların Kuraklık Sınıflandırılması.....	80
Tablo 2.2 Korkuteli Çayı Havzası'nda De Martonne Aylık Kuraklık Değerleri.....	81
Tablo 2.3 Erinç 1965'e Göre Ayların Yağış Etkinlik İndis Sınıflandırması.....	82
Tablo 2.4 Erinç 1965'e Göre Ayların Yağış Etkinlik İndis Değerler.....	82
Tablo 4.1 8 Kasım 2017–31 Temmuz 2018 Tarihleri Arasındaki Ölçülen Akım Değerlerinin Frekansı.....	133



FOTOĞRAFLAR LİSTESİ

Fotoğraf 1.1 Korkuteli Çayı'nda Süspanse Sediman Taşınımından Bir Görünüm.....	39
Fotoğraf 1.2 Korkuteli Çayı'nın Baraja Yakın Bölümündeki Sediman Yoğunluğundan Bir Görünüm	40
Fotoğraf 1.3 Korkuteli Çayı'nda Taşınan Sediman Yoğunluğundan Bir Görünüm.....	41
Fotoğraf 1.4 Laboratuvar Ortamında Yapılan Deneyde Yatak Malzemesinin Akış Yönüne Göre Tane Yönelimi.....	43
Fotoğraf 2.1 Korkuteli Barajı'nın Rezervuar Alanı.....	55
Fotoğraf 2.2 Korkuteli Çayı'nın Aşağı Çığırındaki Taşkın Ovasında Alüvyal Topraklar Üzerinde Yapılan Meyve Tarımı.....	65
Fotoğraf 2.3 Korkuteli Çayı Boyunca Dikilen Ağaç Türleri.....	85
Fotoğraf 3.1 Çalışma Sahasındaki Kontrol Kesitte Cihazların Kurulum Yeri.....	91
Fotoğraf 3.2 Daldırma Tip Seviye Sensörünün Kontrol Kesitine Kurulumu ve Sabitleme Aşaması.....	92
Fotoğraf 3.3 Daldırma Tip Seviye Sensörünün Demir Borunun İçine Sabitlendiği Düzenekten Bir Görünüm	93
Fotoğraf 3.4 Su Seviyesi Ölçümlerinin Kaydedildiği Cihazdan Bir Görünüm.....	94
Fotoğraf 3.5 Elektrik Bağlantısının Sağlandığı ve Su Seviyesi Verilerin Alındığı Panolar.....	94
Fotoğraf 3.6 Seviye Sensöründen Her Beş Dakikalık Sürede Ölçülen Verilerin İnternet Ortamında Gösterimi.....	95
Fotoğraf 3.7 Akış Halindeki Suyun Hızını Ölçmede Kullanılan Pervaneli Universal Muline..	97
Fotoğraf 3.8 Cihazların Kurulduğu ve Ölçüm Yapıldığı Kontrol Kesiti.....	99
Fotoğraf 3.9 Akım ve Sediman Ölçümünde Akarsu En Kesit Genişliğinin Şerit metre Yardımıyla Belirlenmesi	100
Fotoğraf 3.10 DH-48 Kodlu Elden Sediman Numune Alma Cihazı ile Örnek Alma Aşaması.....	101
Fotoğraf 3.11 DH-48 Kodlu Elden Sediman Numune Alma Cihazı.....	102
Fotoğraf 3.12 DH-49 Kodlu Askıdan Sediman Örnek Alma Aleti.....	102
Fotoğraf 3.13 DH-49 Kodlu Cihaz ile Sediman Örnek Alma Aşamasının Şematik Gösterimi.....	103
Fotoğraf 3.14 DH-48 kodlu Sediman Numune Alıcısıyla Akarsuyun Enine Kesitinden Askıda Sediman Örnek Alma Aşamasından Bir Görünüm	104

Fotoğraf 3.15 Korkuteli Havzasında Belirlenen Kontrol Kesitte Geniş Kesiti Temsil Eden Ara Kesitlerin İşaretlendiği Dikeylerde Sediman Numune Alma İşlemi.....	106
Fotoğraf 3.16 Arazi Çalışması Sonucunda Alınan Süspanse Sediman Örnekleri.....	106
Fotoğraf 3.17 Laboratuvar Ortamında Filtrasyon Yönteminin Uygulanması.....	108
Fotoğraf 3.18 Arazi Çalışması Sonucunda Su Seviyesi ve Akımın Yüksek Olduğu Dönemde Alınan Sediman Yoğunluğunun Fazla Olduğu Numune Şişesi (03.05.2018 Tarihli Sediman Örneği).....	109
Fotoğraf 3.19 Filtrasyon Metodu Uygulandıktan Sonra Seramik Kroze İçerisinde Yer Alan Filtre Kâğıdı.....	110
Fotoğraf 3.20 Laboratuvar Çalışmalarında Kullanılan Etüv ve Desikatör (Akdeniz Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü Mikrobiyoloji Laboratuvarı).....	112
Fotoğraf 3.21 Laboratuvar Ortamında Yapılan Analizlerde Sedimanlı Kroze ve Filtre Kağıtlarının Tartılması için Kullanılan Hassas Teraziler.....	112

KISALTMALAR LİSTESİ

%	: Yüzde
10 ⁶	: Milyon
C	: Konsantrasyon
Cm	: Santimetre
cm ³	: Santimetreküp
da	: Dekar
DMİ	: Devlet Meteoroloji İşleri
DSİ	: Devlet Su İşleri
e	: Doğal Logaritma Tabanı = 2.71828183
EİE	: Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü
ESE	: Doğu-Güneydoğu
Exp	: Doğal Logaritma Parametresi e'nin Üstel Değeri
GPS	: Global Pozisyonlama Sistemi
h	: Saat
ha	: Hektar
HES	: Hidroelektrik Santral
kg	: Kilogram
km	: Kilometre
km ²	: Kilometrekare
L	: Litre
Log	: Logaritma
m	: Metre
m ²	: Metrekare
m ³	: Metreküp
Mak	: Maksimum
mg	: Miligram
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
Min	: Dakika
mm	: Milimetre
MTA	: Maden Tetkik ve Arama
MUSLE	: Revised Universal Soil-Loss Equation
NNW	: Kuzey-Kuzeybatı

NW	: Kuzeybatı
°C	: Derece Santigrat
Ort	: Ortalama
Ppm	: Milyonda bir kısım
R ²	: Belirtme Katsayısı
S	: Saniye
SE	: Güneydoğu
SGİ	: Sediment Gözlem İstasyonları
South	: Güney
SSE	: Güney-Güneydoğu
SSW	: Güney-Güneybatı
SW	: Güneybatı
T	: Zaman
Top	: Toplam
USLE	: Universal Soil Loss Equation
WNW	: Batı-Kuzeybatı
Σ	: Toplam

ÖZET

Dünya’da tarım arazilerinin yıllık ortalama 24 milyar tonu toprak erozyonu sebebi ile yok olurken, günümüzde erozyon sebebiyle birçok ülke çölleşme tehlikesi ile karşı karşıyadır. Erozyon, toprağın aşınmasını önleyen bitki örtüsünün yok edilmesi sonucu, koruyucu örtüden yoksun kalan toprağın su, rüzgâr veya yerçekimi etkisiyle aşınması ve taşınması olayıdır. Akarsu havzada meydana gelen erozyonla bağlı olarak taşınan her türde sedimanların, barajlarda birikerek barajların su tutma kapasiteleri ve dolayısı ile ömürlerini azaltabildiği gibi özellikle, başta tarım olmak üzere sanayi ve diğer birçok alanlarda süspans halinde erozyon materyali kirliliğe neden olmaktadır. Bu çalışma kapsamında, Antalya ili sınırları içerisinde yer alan Korkuteli Çayı Havzası’nda süspans ve eriyik olarak taşınan erozyon materyalinin oran ve miktarları belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla bir yıl süre ile akarsu üzerinde su seviye değişimleri ve debi ölçümleri yapılmış, alınan su numuneleri içerisindeki süspans ve eriyik madde miktarları belirlenmiş, belirlenen bu miktarlar havzada meydana gelen yağış ve akarsu akımı ile ilişkilendirilmiştir. Ölçüm yapılan dönem içerisinde akarsudaki akım değerlerinin 0-19,05 m³s⁻¹ arasında değiştiğini, toplam sediman konsantrasyonunun ise 0-149449,7 mg.l⁻¹ olduğunu ortaya koymuştur. Bu değerler içerisinde süspans sediman konsantrasyonu 0 ile 144026,9 mg.l⁻¹ arasında değişirken, eriyik sediman konsantrasyonu ise 0 ila 5084,4 mg.l⁻¹ arasında olmuştur. Debi miktarlarının genelde artış gösterdiği kış dönemlerinde süspans sediman miktarları ile akarsu debisi arasında doğru bir ilişki görülürken, taşınan eriyik madde miktarı ile debi arasında benzer bir ilişki tespit edilememiştir. Genellikle akım değerlerinin düşük olduğu dönemlerde akarsuda taşınan eriyik madde miktarlarının süspans madde miktarlarına göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak Korkuteli Çayı’ndan Korkuteli Barajı’na ölçüm yapılan yaklaşık bir yıllık süre içerisinde ortalama 144.8 ton/gün süspans sediman taşınırken, ortalama 15.6 ton/gün eriyik sediman taşındığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Korkuteli Çayı, Süspans Sediman, Akarsu Erozyonu, Sediman, Baraj Sedimentasyonu.

SUMMARY

TRANSPORT PROCESSES OF SEDIMENT MATERIALS IN KORKUTELI STREAM

While an average of 24 billion tonnes of agricultural land annually disappear due to soil erosion in the world, many countries are facing the danger of desertification due to erosion today. Erosion is the result of the destruction of the vegetation cover which prevents the erosion of the soil by the effect of water, wind or gravity. All kinds of sediments transported due to erosion in the river basin can accumulate in the dams and decrease the water holding capacities and hence their lifetimes of the dams. Especially in agriculture and industry and many other areas, erosion material in suspension forms pollution. Within the scope of this study, it was tried to determine the ratio and amount of erosion material transported as suspension and melt in the Korkuteli Brook located in the borders of Antalya province. For this purpose, water level changes and flow measurements were made on the river for one year, and the amounts of suspended and dissolved solids in the water samples were determined and these determined amounts were related to rainfall and river runoff in the basin. The flow values in the stream during the measurement period varied between 0-19,05 m³s⁻¹ and the total sediment concentration was 0-149449,7 mg.l⁻¹. Among these values, the suspended sediment concentration ranged from 0 to 144026,9 mg.l⁻¹, while the dissolved sediment concentration ranged from 0 to 5084,4 mg.l⁻¹. During the winter periods, where flow rates are generally increased, there is a direct relationship between suspended sediment concentration and river flow, and a similar relationship between the amount of molten matter carried and the flow rate can not be determined. It has been found that the amount of molten material transported in the stream is higher than the amount of suspended matter in periods where the current values are generally low. In general, it was determined that Korkuteli Dam from Korkuteli Stream transported a total of 144,8 tons/day suspended sediment in approximately one year period, while an average of 15,6 tonnes / day of dissolved sediment was transported.

Keywords: Korkuteli Stream, Suspended Sediment, Stream Erosion, Sediment, Dam Sedimentation.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez süresi boyunca konu seçiminde, arazi çalışmalarında yardım ve desteğini esirgemeyen, akademik anlamda tüm bilgi ve tecrübesiyle yanımda olan hocam, tez danışmanım Prof. Dr. Tuncer DEMİR'e, lisans süresince bilimsel anlamda gelişmemi sağlayan Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Coğrafya Bölümü hocalarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Arazi çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Akdeniz Üniversitesi Coğrafya Bölümü Araştırma Görevlisi Emirhan BERBEROĞLU'na, alınan sediman numunelerin analizi aşamasında yardımcı olan, laboratuvardaki cihazların kullanılmasında desteğini esirgemeyen Akdeniz Üniversitesi Çevre Mühendisliği bölümünde görev yapan Dr. Öğr. Üyesi Gönül T. İÇEMER hocama, akım ölçümü esnasında cihazların kullanılmasını sağlayan D.S.İ. Havza Yönetimi biriminde çalışan personellere sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Araziye kurulan cihazların kalibrasyonunu yapan, bu cihazların otomasyonunu sağlayan, ölçüm esnasında büyük yardımları olan Hacettepe Üniversitesi Çevre Mühendisliği bölümünde görev yapan Dr. Türkay ONACAK hocama, alınan sediman numunelerinin kalsiyum ve karbonat analizlerinde bana destek olan Hacettepe Üniversitesi Çevre Mühendisliği'nde görev yapan Dr. Arş. Gör. Soner ÇAKMAK ve saygıdeğer öğrencilerine en içten teşekkürlerimi sunarım.

Korkuteli Çayı'nda Sediman Taşınım Süreçleri adlı yüksek lisans tezi (Proje kodu: SYL-2016-1938) Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir.

Son olarak benim bugünlere gelmemi sağlayan ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, her zaman yanımda olan canım annem, babam ve abilerime, tez çalışması boyunca her anımda ve kararımda bana destek olan sevgili nişanlım Sabire YALÇIN' a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ÖNSÖZ

Dünya üzerinde geçmişte olduğu gibi günümüzde de canlı yaşamının devamlılığını sağlayan su kaynaklarına bağıllık her geçen gün artmaktadır. Gelişen ve zamanla değişen beşerî faaliyetler sürekli olarak su kaynaklarına bağımlı olmuştur. Tarım, sulama, endüstri ve enerji için yaygın olarak kullanılan su kaynaklarından biri de akarsulardır. Akarsular, havza alanından topladığı su ve sedimanların belirli bölgelere ulaştırmasını sağlayan bir araç olarak da değerlendirilebilir. Akarsuların yoğun olarak kullanılması önemli sorunları da beraberinde getirmektedir. Akarsu taşkın ovalarının yerleşime açılması, arazi kullanımının değişmesi, ormanlık alanların azalarak doğal vejetasyon yapısının değişmesi ya da yok edilmesi akarsularda taşınan su ve sediman miktarını da belirleyen toprak erozyonunu büyük oranda etkilemiştir. Dünya'nın ortak sorunu olan erozyon ve sedimantasyon ile mücadele edebilmek için ülkelerin çok önemli yatırımlar yaptığı bilinmektedir.

Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Ana Bilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak hazırlanan bu çalışmada, Korkuteli Barajı'na taşınan sedimanların miktar ve konsantrasyonlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Ölçüm periyodu (08.11.2017-31.07.2018) boyunca Korkuteli Çayı üzerinde doğrudan akım ve su seviyesi ölçümleri yapılmıştır. 22 farklı dönemde yapılan arazi çalışmasında akım ölçümü sırasında sediman örnekleri alınmıştır. Bu sayede farklı akım değerlerinde taşınan süspans ve eriyik sediman miktarları belirlenmiştir. Akım ve sediman miktarındaki mevsimsel değişimlerin yağış şiddeti, süresi ve karakteri, sıcaklık vb. iklim elemanları arasındaki ilişkisi irdelenmiş, havzanın yükselti, eğim, litolojik ve jeolojik yapısı ile arasındaki ilişki ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Akarsularda sediman taşınım süreçlerini daha çok mühendislik bilimlerinin bu türde çalışmalar yaptığı dikkati çekmektedir. Mühendislik yaklaşımıyla yapılan bu çalışmalarda taşınan sediman miktarının baraj, köprü ve menfez gibi mühendislik yapılarına etkileri araştırılmıştır. Bu çalışma ise mühendislik çalışmalarının sonuç odaklı olmasından daha ziyade, akarsuda taşınan sediman süreçleri ile havzanın iklim (yağış karakteri, süresi ve miktarı, sıcaklık özellikleri), jeolojik ve jeomorfolojik özellikleri arasındaki ilişki göz önüne alınmıştır. Bundan dolayı coğrafyanın dağılım, nedensellik ve karşılıklı ilgi ilkesine dayanarak araştırılan bu çalışmanın literatüre bir yenilik getirebileceği öngörülmektedir.

GİRİŞ

Yeryüzünü şekillendiren dış kuvvetler olarak bilinen dalga, rüzgâr, buzul, kütle hareketleri vb. etkenlerin başında akarsular gelmektedir. Karalar yüzeyinin yaklaşık üçte ikisine yakın bir bölümü akarsular tarafından işlenerek şekillenmekte ve bu durum akarsu çalışmalarının önemini ortaya koymaktadır. Akarsular, yeryüzünü şekillendirme sürecinde yüzeysel akışa geçen ve kanalize olan su kütlesi, oluşturduğu yatağını hidrolik, korrazyon ve korrozyon etkisiyle önemli oranda aşındırmaktadır. Aşınma ve çözülme ürünü olan sedimanlar akarsular tarafından taşınmakta ve şartların müsait olduğu sahalarda ise biriktirme süreçleri etkili olmaktadır. Bir akarsu yatağında aşınma ve biriktirme faaliyetleri farklı şiddette ve seyirde olabilmektedir. Nitekim bir akarsuda, havzanın yukarı (menba) kesiminde aşındırma süreçleri daha aktif durumdayken, orta çığırında daha çok aşındırma ve taşınma süreçleri, aşağı çığırında (mansap) ise biriktirme süreçleri daha belirgindir. Akarsular tarafından gerçekleşen bu olaylar topoğrafyanın şekillenmesini sağlamaktadır (Atalay, 1986: 1). Dünya yüzeyinin yaklaşık olarak yüzde yetmişini etkileyen akarsu drenaj ağlarının topoğrafya üzerindeki şekillendirici etkisi mekânsal açıdan farklılık gösterebileceği gibi zamana bağlı olarak da değişmektedir. Bu yüzden akarsuların sürekli olarak değişebilen dinamik sistemler olarak değerlendirilmesi gerekmektedir. Çünkü akış hidroliği özellikleri, taşıdığı sediman yükleri ve kanal yapıları sık sık değişmektedir (Petts, 1983: 14).

Akarsular, havza alanından topladığı su ve sedimanların belirli bölgelere ulaştırmasını sağlayan bir araç olarak da değerlendirilebilir. Flüvyal jeomorfoloji çalışmalarında akarsu sistemlerinin özelliklerinin bilinmesi büyük önem taşımaktadır. Akarsu sistemlerinin anlaşılabilmesi için akarsularda taşınan su ve sediman miktarının belirlenmesi önemli oranda yardımcı olmaktadır. Açık havzalı akarsularda taşınan su ve sedimanlar deniz veya okyanuslara taşınmaktadır. Taşınan sedimanların kanal içerisinde birikmesi ise kanal yapısını değiştirebilirken, akış halindeki su ise taşınma esnasında yatak içinde veya akarsu banklarında sızma özelliği göstererek su kaybı yaşanabilmektedir. Komşu yamaçlardan gelen sular ve akarsu kanalının bitki, hayvan popülasyon özellikleri ile suyun sedimanla etkileşimi sonucunda suyun kalitesi büyük oranda değişebilmektedir. Görüldüğü üzere su ve sediman taşınımı üzerinde etkili olan birçok faktör vardır. Belir bir sürede nehir üzerinde herhangi bir noktadan taşınan su ve sedimanlar, akarsuyun akım ve sediman yükünü yansıtmaktadır. Bu akım ve sediman yükü ise drenaj sistemi üzerinde etkili olan iklim, jeoloji, toprak yapısı, bitki özellikleri ve beşerî faktörlerin kontrolündedir (Atalay, 1986: 1).

Akarsularda taşınan su ve sediman miktarını önemli oranda etkileyen faktörlerden biri de havza alanının büyüklüğüdür. Havza alanı, komşu havzalardan ayrılan bölümlerden ve yamaçlardan oluşmaktadır. Akarsulardaki su ve sediman kaynağının büyük bir çoğunluğunu ilgili havza alanından sağlamaktadır. Yamaçlardan eğim boyunca hareket eden su ve sedimanlar akarsu kanalına ulaşır ve akımın azaldığı dönemlerde sığ çukur alanlarda birikir. Bu durum ise akarsuyun akış ve sediman yükü özellikleri hakkında bilgi vermektedir. Bu sayede akarsuyun gücü, akımın şiddeti, aşındırma ve biriktirme süreçleri ile ilgili çıkarımlar yapılabilmektedir. Dolayısıyla akarsuyun akımı ve taşıdığı sedimanlar, özellikle jeomorfolojik süreçlerin içerisinde yer alan flüvyal süreçlerin anlaşılmasını sağlamaktadır. Akarsular, havza yamaçlarından yer çekimi etkisiyle tek yönlü olarak taşınan su ve sediman akışı tarafından karakterize edilmektedir. Diğer bütün koşullar (iklim, bitki örtüsü, jeolojik ve jeomorfolojik özellikler) eşit olarak kabul edilirse, havza alanının büyüklüğü ile akarsuyun taşıdığı sediman arasında pozitif bir ilişki vardır. Bir akarsuyun havza alanı arttığında drenaj ağı genişler, taşınan su ve sediman hacmi artar ve akarsu kanalının boyutları büyük oranda artar. Nitekim Dünya genelinde Hindistan'da Ganj ve İndus Nehri, Mısır'daki Nil Nehri önemli miktarda su ve sediman taşırken, ülkemizde ise Fırat, aşağı Nil'in taşıdığı katı materyal miktarı kadar sediman taşımaktadır. Öte yandan Büyük Menderes, Yenisey kadar, Seyhan ise Obi ve Po nehirleri kadar sediman naklettiği öngörülmektedir (Atalay, 1973).

Akarsuların taşıdığı su ve sediman miktarını etkileyen önemli faktörlerden bir diğeri ise akarsu havzasının iklim koşullarıdır. Havza alanını etkileyen iklim koşulları, akarsudaki akış hidroliği ve sediman taşınım süreçlerini büyük oranda denetlemektedir. Havza alanı geniş, akım değerleri yüksek, düzenli akış rejimine sahip olan akarsularda su ve sediman akışı yılın büyük bir bölümünde vardır. Ancak birçok küçük akarsularda su ve sediman akışı yılın sadece bir bölümünde vardır ve daha çok yarı kurak sahalarda görülen geçici akarsularda su ve sediman akışı sadece sağanak yağışlardan sonra meydana gelmektedir. Bir nehir boyunca akarsuyun her noktasına su ve sediman girişi üç kaynaktan sağlanmaktadır. İlk olarak atmosferik kaynaktan su (yağmur, kar ve karla karışık yağmur), eriyik kimyasallar ve bazı gazlar eklenirken, ikincil olarak da komşu yamaçlar boyunca akan sularla beraber toprak ve ana kayanın kimyasal çözülmesiyle oluşan eriyik mineraller ve yüzeydeki hayvan ve bitki kalıntılarının ayrışmasıyla oluşan organik maddeler taşınarak akarsuya eklenmektedir. Üçüncü olarak da kaynak kısmına yakın alanlarda yer alan havza yamaçlardan taşınıp akarsuya eklenen su ve sedimanlardan oluşmaktadır.

Akarsulara ulaşan su ve sediman miktarında belirleyici olan atmosferik kaynağın ortaya konulabilmesi için hidrolojik döngünün önemli bir yeri vardır. Yağışlar sonucunda yüzeye inen

suların bir kısmı yüzeysel akışa geçerken geriye kalan kısmı da yeraltı sularını oluşturmaktadır. Yüzeysel akışa geçen suların bir kısmı akarsu kanalları boyunca akım ve sediman taşınımını denetlemekte ve su ve sedimanları, göl, deniz veya okyanuslara ulaşmasını sağlamaktadır. Göl, deniz veya akarsulara ulaşan sular, buharlaşma ile tekrar atmosfere döner. Bu süreci kapsayan hidrolojik döngü, flüvyal çalışmalar için büyük öneme sahiptir.

Akarsular, yalnızca yeryüzünün şekillenmesinde değil, tarihin ilkçağlarından beri insanların yerleşme, yaşama, kültür, tarımsal vb. faaliyetlerini de doğrudan etkilemiştir. Nitekim eski medeniyetler Fırat, Dicle ve Nil gibi büyük nehirlerin kenarlarında kurulmuş ve gelişmiştir (Atalay, 1986: 2). Dünya üzerinde geçmişte olduğu gibi günümüzde de canlı yaşamının devamlılığını sağlayan su kaynaklarına bağlılık her geçen gün artmaktadır. Gelişen ve zamanla değişen beşerî faaliyetlerin su kaynaklarına ihtiyaç duymaktadır. Nitekim tarım, sulama, endüstri ve enerji için su kaynakları yaygın olarak kullanılmaktadır.

Dünya nüfusunun sürekli artmasıyla beraber su kaynaklarının yoğun olarak kullanılması önemli sorunları da beraberinde getirmektedir. Arazi kullanımının değişmesi, akarsu taşkın ovalarının yerleşime açılması, ormanlık alanların giderek azalarak doğal vejetasyon yapısının değişmesi ya da yok edilmesi akarsularda taşınan su ve sediman miktarını da belirleyen toprak erozyonunu büyük oranda etkilemiştir. Bu durum çalışmanın konusunu oluşturan akarsularda taşınan sediman miktarını doğrudan etkileyen toprak erozyonu sorununu beraberinde getirmektedir. Erozyon; dış kuvvetlerin (akarsu, buzul, rüzgâr, dalga vb.) etkisiyle yerli kaya parçalarının, döküntü mantosunun veya toprağa ait unsurların koparılıp sürüklemek yoluyla yaptıkları değişikliklerin bütünüdür (Erinç, 2012: 383). Erozyon; ana kütlede toprak partiküllerinin koparılması ve ayrılan bu partiküllerin rüzgâr ya da su gibi dış kuvvetler tarafından taşınmasını kapsayan iki süreçten oluşmaktadır. Topraktan koparılan bu partikülleri taşıyacak yeterli enerjinin olmadığı durumlarda ise üçüncü aşama olan depolanma süreci devreye girmektedir (Morgan, 2005: 11). Doğal süreçler etkisinde gerçekleşen erozyon olayının, insanların doğal arazi yapısını değiştirmesi, bitki örtüsünü tahrip etmesi, şehirleşmenin giderek artması gibi antropojenik faktörlerin doğal ortam üzerindeki etkileri sonucunda önemli oranda arttığı bilinmektedir. Toprak kaybı oranı genellikle birim zamanda, birim alandan taşınan toprak miktarı olarak ifade edilmektedir. Doğal koşullar altında orta eğimli arazilerde bir yıllık sürede birim alandan taşınan toprak miktarı 0,00045 ton iken eğimin yüksek olduğu dik yamaçlarda bir yılda birim alandan taşınan toprak miktarı ise 0,45 ton olarak belirlenmiştir. Tarım arazilerinden bir yılda birim alandan taşınan toprak miktarı ise 45 ila 450 ton olduğu ifade edilmiştir (Morgan, 2005: 2). Bu farklar doğal koşullar altında gelişen jeolojik erozyon ile beşerî faktörlerin arazi üzerindeki etkisi sonucunda artan

hızlandırılmış erozyon arasındaki farkları açıkça ortaya koymaktadır (Morgan, 2005: 2). Ekstansif (ilkel) tarım yöntemlerinin kullanılması, yanlış arazi kullanımı, orman alanlarının yok edilmesi gibi beşerî faaliyetlerle hızlanan erozyon süreci, toprak kalitesini etkin bir şekilde azaltmakta, tarımsal ürün kalitesini düşürmekte ve orman, mera ekosistemlerini büyük oranda olumsuz yönde etkilemektedir (Bracken vd., 2019). Dünyanın ortak sorunu olan erozyon ile mücadele için ülkeler büyük yatırımlar yapmaktadır. Toprak erozyonu ile mücadele için ABD yıllık 30 ila 44 milyar dolar harcama yaparken, İngiltere'nin ise erozyon önleme çalışmaları için yıllık 90 milyon pound harcadığı tahmin edilmektedir (Morgan, 2005: 1). Ülkemiz için de büyük bir sorun oluşturan erozyon sürecinin, ülke topraklarının hemen hemen yarısında aktif olduğu ve her yıl yaklaşık yarım milyon ton verimli üst toprağın akarsulara ve denizlere taşındığı tahmin edilmektedir (Atalay, 1973). Ayrıca akarsulara ve denizlere taşınan topraklarla birlikte her yıl yaklaşık olarak 10 ila 30 milyon ton besin maddesinin kaybolduğu belirtilmektedir (Doğan, 1972). Ülkemiz ile diğer ülkeler arasında erozyon süreci bakımından karşılaştırılma yapılacak olunursa, ülkemiz denizlere ve akarsulara en fazla erozyon materyali veren ülkelerin başında gelmektedir. Türkiye'de birim sahadan ortalama taşınan erozyon materyali miktarının Kuzey Amerika'dan 6 kat, Avrupa'dan 17 kat, Afrika'dan ise 22 kat daha fazla olduğu düşünülmektedir. Ayrıca ülkemizde bir yılda taşınan sediman miktarları tüm Avrupa kıtasında taşınan sediman miktarından fazla olduğu tahmin edilmektedir (Atalay, 1973).

Dünyadaki güncel problemlerin başında gelen erozyon süreci, akarsularda taşınan su ve sediman miktarını da büyük oranda etkilemektedir. İnsanlar eski dönemlerden beri akarsuları yoğun bir şekilde kullanmaktadır. Su temini çalışmaları ve toprak drenaj düzenlemeleri milattan önce 3200 yıllarında başlamıştı. Özellikle Roma döneminde taşkınları önlemek ve su ihtiyacının karşılanabilmesi için barajlar inşa edilmişti. Günümüzde ise taşkınları önlemek, içme ve kullanma suyu temininin yanı sıra enerji ihtiyacının karşılanması için barajların yapımı her geçen gün artmaktadır. Akarsular üzerinde yapılan büyük mühendislik yapıları nehir sistemlerini olumsuz yönde etkilemektedir. Akarsular üzerine kurulan barajlar, akarsuyun doğal dinamiklerini değiştirerek kanalın ekolojik yapısını ve kanal morfolojisini olumsuz etkilemekte ve taşkın riskini arttırdığı gibi akarsudaki su kalitesini de önemli oranda değiştirebilmektedir (Demir, 2000). İnşa edilen barajların nehir sistemi üzerinde yaptığı olumsuz etkinin yanında akarsu havzasında oluşan erozyon süreçlerini de olumsuz olarak etkilemektedir. Akarsu havzasında oluşan erozyona bağlı olarak akarsuda taşınan sediman miktarı büyük oranda artmaktadır. Taşınan bu sedimanlar, barajların rezervuar alanlarında birikmesi sonucunda hem baraj ömrünü azaltırken hem de taşkın riskini büyük oranda arttırmaktadır (Alışık, 1996). Ayrıca baraj rezervuar hacimlerinin akarsular tarafından taşınan süspanse sediman ve yatağa

bağlı iri sediman ile dolması, barajların ekonomik ömrünü azalttığı gibi hidroelektrik enerji üretimi, taşkın kontrolü, içme ve kullanma suyu temini ve rekreasyon faaliyetleri üzerinde de olumsuz etki yaratmaktadır. Nitekim dünya genelindeki barajların, nehirlerin taşıdığı sedimanların rezervuar alanlarında birikmesi sonucunda depolama kapasiteleri her sene yaklaşık ortalama %1 oranında (yaklaşık 50 km³) azalmaktadır. Oluşan bu kaybın maliyetinin ise kabaca yılda 130 milyar dolar olduğu tespit edilmiştir (Mahmood, 1987). Dünyadaki baraj rezervuarlarının ortalama hizmet süresi 22 yıl olarak ileri sürülmekte ise de ülkemizde barajlara taşınan sediman fazlalığı nedeniyle, Çubuk Barajı'nın 54 yılda %70, Seyhan Barajı'nın 37 yılda %40, Kartalkaya Barajı'nın 25 yılda %30, Altınapa Göleti'nin 18 yılda %30 ve Güvenç Göleti'nin 8 yılda %30 oranında sedimanla dolduğu araştırmalar sonucunda ortaya konulmuştur (Akıncı, 2002).

Akarsu havzalarında meydana gelen erozyona bağlı olarak akarsuda taşınan sediman miktarındaki artış, akarsu ekolojisini olumsuz yönde etkilemektedir. Nüfusun artmasıyla beraber akarsu havzalarının zamanla tarım, sanayi ve yerleşim alanı içerisinde kalması akarsuların kirlilik seviyelerini arttırmaktadır. Akarsu havzalarından akarsuya ulaşan tarımsal, evsel ve endüstriyel atıklar, akarsulardaki çözünmüş oksijen miktarını azaltarak sudaki yaşamı kısıtlamaktadır. Bu atıklarla beraber akarsuda taşınan sediman miktarının artması, balık yumurtalarını örterek balıkların üremesini engeller ve akarsu ekosisteminin zarar görmesine neden olur. Ayrıca akarsular ve üzerine inşa edilen barajların rezervuar alanları, içme ve kullanma suları açısından da büyük öneme sahiptir. Akarsularda taşınan sediman miktarındaki artış ile beraber kirleticilerin varlığı, içme ve kullanma suyunun arıtma giderlerinin yükselmesine neden olmaktadır (Alışık, 1996).

Dünyada ve ülkemizde önemli bir problem olan toprak erozyonu, sedimantasyon ve buna bağlı olarak akarsularda taşınan sediman miktarına dair yapılan çalışmalar göstermiştir ki akarsuların taşıdığı sediman yükü fazlalığı ilkçağlardan beri insanların birtakım güçlüklerle karşı karşıya kalmasına sebep olmuştur. Eski medeniyetlerden beri önemli bir sorun olan akarsularda taşınan sediman yükü üzerine yapılan çalışmalar oldukça yenidir. Sediman problemi ilk olarak 18. yüzyılda Fransa'da ele alınmış ve bu konudaki ilk ölçümler ise Fransa'nın Ren nehri üzerinde 19. yüzyılın başlarında gerçekleştirilmiştir. Daha sonraki ölçümler ise Avrupa'da 1837 yılında Elbe ve Garonne nehirlerinde yapılırken, ABD'deki ilk ölçümler ise 1877 yılında Mississippi nehri üzerinde başlanmıştır (Alışık, 1996).

Ülkemizde ise akarsulardaki sediman taşınım üzerine yapılan ölçümler Avrupa ve Amerika kıtalarına göre oldukça yenidir. Akarsularımız üzerinde yapılan akım ve sediman ölçümleri 1962 yılından beri Elektrik İşleri Etüt İdaresi tarafından yapılmaktadır (Görcelioğlu,

1978). Türkiye genelindeki ilk ölçüm 1233 numaralı Aladağ Çayı- Karaköy Sediman Gözlem İstasyonu (SGİ)'nden 07.06.1961 tarihinde sediman örneği alınarak başlanmıştır. 1962 yılında ise 2012 numaralı sediman gözlem istasyonundan dört örnek, 2133 numaralı istasyondan ise üçer örnek alınarak sediman analizleri gerçekleştirilmiştir (EİE, 2005). Günümüzde ise akım ve sediman ölçümü yapılan akarsu ağı genişletilmiş ve 144 adet sediman gözlem istasyonu ile 220 adet su kalitesi gözlem istasyonu sayısına ulaşılmıştır. Bu istasyonlardan periyodik olarak alınan sediman örneklerinin analizi sonucunda ise Elektrik İşleri Etüt İdaresi tarafından Sediman Bilgi Bankası oluşturulmuştur (EİE, 2005).

Ülkemiz yüz ölçümünün %45'inin 1000 ila 2000 metre yükselti aralığında dağlık ve tepelik olması, bu arazilerin yaklaşık %80'inde eğimin %15'ten fazla olması, topoğrafyanın kıvrımlı ve kırıklı yapıya sahip olması, birçok bölgede kurak ve yarıkurak iklim koşullarının egemen olması gibi nedenlerle yurdumuz dünyanın erozyona karşı en hassas bölgeleri arasında yer almaktadır (Korucu vd., 1998). Görüldüğü üzere toprak erozyonu ülkemizde önemli bir sorun olmasına rağmen akarsularda taşınan sediman ölçümlerini konu alan çalışmaların ülkenin erozyon potansiyeline göre az sayıda olduğu dikkati çekmektedir. Akarsularda taşınan sediman taşınım süreçleri üzerine yapılan çalışmalarda birçok zorlukla karşılaşmaktadır. Ölçüm sonuçlarında karşılaşılan en büyük sorunların temel nedenini ise sediman taşınım süreçlerinin karmaşık yapıya sahip olması gösterilmektedir. Özellikle yarı kurak iklim sahalarında yaygın olarak karşılaşılan sellenme sürecinde taşınan sediman davranışlarının yeteri kadar tahmin edilememesi önemli bir problemi oluşturmaktadır (Demir, 2000). Ayrıca kil, silt ve mil boyutundaki sedimanların taşınım süreçlerinin anlaşılabilmesinde önemli avantajlar olmasına rağmen yatak malzemesinin ölçümü ve değerlendirilmesi hala büyük oranda zordur. Nitekim bazı araştırmacılar sabit akımda akarsularda taşınan süspanse ve yatak yükünün taşınım oranlarını hesaplamasına karşın nehir boyunca akımın sabit olmaması da elde edilen sonuçların doğruluğunu büyük oranda düşürmektedir (Demir, 2000). Özellikle akarsu yatağındaki tanelerin değişken oluşu, akarsu kesitinin üç boyutlu yapısı, havzadaki beşerî çevrenin değişmesi ve akımın belirli dönemlerdeki ani artış ve azalışı ise sediman ölçümlerini büyük oranda zorlaştırmaktadır (Bayazıt, 1971). Karşılaşılan bu zorlukların yanında akarsularda yapılan sediman ölçüm çalışmalarının oldukça maliyetli olması, bu konudaki çalışmaların sınırlı sayıda kalmasına neden olduğu düşünülmektedir.

Akarsularda taşınan sediman miktarı ve konsantrasyonunu belirlemek amacıyla bir takım yöntem ve modeller geliştirilmiştir. Sediman ölçüm çalışmalarında akarsularda yapılan doğrudan ölçümler, sediman anahtar eğrisi, esnek modelleme yöntemleri ve ampirik formüllere dayalı birçok yöntem kullanılmaktadır. Bununla birlikte havzada doğrudan yapılan

sediman ölçümleri, ortaya konulan tahmin ve modellemelere nazaran, verilerin güvenilirliği ve doğruluğu bakımından büyük bir öneme sahip olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışmada 08.11.2017- 31.07.2018 dönemleri arasında Korkuteli Çayı üzerinde kurulan cihazlar, yapılan arazi çalışmaları sonucunda ölçülen akım ve alınan sediman örneklerinin analiz edilmesi ile sediman taşınım süreçleri araştırılmıştır.

Araştırmanın Amaçları ve Hipotezleri

Akarsularda sediman taşınım süreçlerinin doğasının anlaşılabilmesi için taşınan süspanse sediman, eriyik sediman ve yatak yükü miktarının detaylı olarak araştırılması gerekmektedir. Sediman taşınım süreçleri, flüvyal jeomorfoloji çalışmalarında büyük öneme sahiptir. Bu çalışma kapsamında ise arazi çalışmaları ve laboratuvar analizleri temelinde Korkuteli Çayı'nda sedimanların taşınım süreçleri üzerinde durulmuştur. Bu süreç doğrultusunda oluşturulan amaçlar (hipotezler) aşağıda yer almaktadır.

1. Akarsu havzasına düşen yağış ile akım arasındaki ilişkiyi belirlemek. Özellikle yaz ve kış dönemlerinde bu ilişkinin kuvvet derecesini ve bu durumun muhtemel nedenlerini ortaya koymak.
2. Akım ile süspanse sediman arasındaki ilişkiyi belirlemek ve bu ilişkinin mevsimsel olarak değişimini açıklamak.
3. Akım ile taşınan eriyik madde miktarı arasındaki ilişkinin belirlenmesi, eğer ilişki var ise bu ilişkinin derecesi ve mevsimsel olarak durumunu açıklamak.
4. Taşınan sediman miktarı (süspanse ve eriyik) ile sıcaklık, yağış şiddeti ve süresi arasında bir ilişkinin mevcut olup olmadığını analiz etmek.
5. Sahanın jeolojik özellikleri ile taşınan eriyik sediman miktarı arasındaki ilişkiyi belirlemek.

Araştırma Konusu ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Akarsular tarafından taşınan süspanse sediman, eriyik sediman ve yatak yükünün belirlenmesi, akarsu dinamiklerinin ortaya konulabilmesi açısından büyük öneme sahiptir. Bu sayede havzada ya da belirli bir bölgede meydana gelen erozyon süreçlerinin işleyişi hakkında önemli bilgilere erişilmektedir. Dünya genelinde kurak ve yarı kurak sahalarda şiddetli olan erozyon süreçleri ile ilgili çalışmaların önemi her geçen gün artmaktadır. Özellikle Türkiye'de değişik amaçlarla (sulama, enerji üretimi, taşkın kontrolü vb.) akarsular üzerinde kurulan barajların en temel sorunlarından biri olan sedimantasyon olayı üzerinde durulması gereken en önemli problemlerden birini oluşturmaktadır.

Sediman taşınım süreçlerini konu edinen çalışmalara bakıldığında daha çok mühendislik bilimlerinin bu türde çalışmalar yaptığı görülmektedir. Mühendislik yaklaşımıyla yapılan bu çalışmalarda daha çok taşınan sediman miktarının baraj, köprü ve menfez gibi mühendislik yapılarına etkileri araştırılmaktadır. Daha ziyade sonuç odaklı olan bu çalışmalarda sediman taşınım süreçlerini etkileyen havzanın iklim (sıcaklık, yağış karakteri, süresi ve miktarı), jeolojik ve jeomorfolojik özellikleriyle ilişkisi büyük oranda göz ardı edilmektedir. Bundan dolayı coğrafyanın dağılışı, nedensellik ve karşılıklı ilgi ilkesine göre incelenen bu çalışmanın literatüre bir yenilik getireceği öngörülmektedir.

Flüvyal jeomorfoloji çalışmalarının bir diğer inceleme konusu ise akarsularda taşınan sediman ile akım arasındaki ilişkinin belirlenmesine yöneliktir. Akarsuyun bir noktasında taşınan sediman yükü, su kalitesi ve akımı havzanın iklim, jeoloji ve drenaj sahasındaki arazi kullanımını yansıtmaktadır (Petss, 1983: 23).

Dünya genelinde su akışı ve sediman taşınımının bazı temel prensipleri ve ölçüm teknikleri özellikle 19. ve 20. yüzyıl süresince önemli gelişmeler göstermiştir. Jeologlar ve mühendisler gelişen tekniklere kısa sürede adapte olmalarına rağmen Coğrafyacılar ise ancak 1950'lerden sonra bu konular üzerine çalışmaya başlamışlardır (Petss, 1983: 23). Türkiye'de ise bu konuda yapılan çalışmalar sınırlı sayıdadır.

Akarsular tarafından taşınan sediman miktarı ve konsantrasyonu havzanın jeolojik yapısıyla büyük oranda ilişkilidir. İtalya'nın kuzeydoğusunda yer alan dolomitlerin yaygın olarak bulunduğu Rio Cordon Havzası'nda yapılan bir çalışmada, 1991'den 1996 yılına kadar meydana gelen 7 sel döneminde, akım ile sediman konsantrasyonu arasındaki ilişki ortaya konulmuştur. Özellikle çalışma süresince sel dönemlerinde süspans halinde taşınan sediman boyutunun, ani olarak artan akım değerleri ile birlikte önemli ölçüde arttığı belirlenmiştir. Taşınan sedimanın büyük bir çoğunluğunu oluşturan süspans sedimanın kaynağı ise havzada erozyon bölgesi olarak belirlenmiş ve bu durum daha çok sedimanın litolojik özellikleri ve tane boyu analizlerinden anlaşılmıştır (Lenzi ve Marchi, 2000).

Sediman ile akım arasındaki ilişkiyi konu alan benzer bir diğer çalışma ise Batı Avrupa'nın en büyük akarsuyundan biri olan Ren Nehri Havzası'nda yapılmıştır. Bu havzada Almanya Hollanda sınırında yer alan Rees bölgesinde 1975-1990 yılları arasında yapılan ölçümlerde Ren Nehri'nin ortalama akımı yaklaşık $2370 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Akımdaki pikler 500 ve $10000 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ arasında değişmekte olup, bu piklerin daha çok kış döneminin sonu ve ilkbaharın başında olduğu ortaya konulmuştur. Gözlem süresi boyunca ortalama süspans sediman konsantrasyonu ise 30 mg.l^{-1} olarak belirlenmiştir. Akımın arttığı dönemlerde ölçülen maksimum konsantrasyon değerlerinin 120 ila 180 mg.l^{-1} arasında olduğu tespit edilmiştir.

Yıllık ortalama süspansediman miktarı ise yaklaşık $3,1 \times 10^6$ ton olarak hesaplanmıştır. Bu sedimanların büyük bir çoğunluğunun ise kil, silt ve ince kumdan oluştuğu belirlenmiştir (Asselman, 1999).

Erozyon şiddetinin yüksek olduğu Güney Pirenelere'den kaynağını alan Isabena Nehri'nde yapılan bir başka çalışmada ise akarsuda taşınan süspansediman miktarı ve konsantrasyonları belirlenmiştir. 2005-2008 yılları arasında akımın düşük olduğu dönemlerde akarsuya girilerek 126, pik dönemlerde ise 86 kez süspansediman örneği; otomatik sediman örnekleme cihazı sayesinde akımın düşük olduğu dönemde 350, yağışlı dönemlerde ise 755 kez süspansediman örneği alınmıştır. Akım değerlerindeki artışın sebebi ise ilkbahar döneminde kar erimelerine, yaz ve sonbaharda ise konvektif orajların etkisine bağlanmıştır. Akımdaki pik değerler ise 29 ila $88 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ arasında olduğu belirlenmiş ve bu sürede ortalama süspansediman konsantrasyonu $0,63 \text{ g.l}^{-1}$ iken anlık maksimum konsantrasyonun ise 370 g.l^{-1} 'ye kadar yükseldiği ortaya konulmuştur. Çalışmanın sonucunda ise 3 dönem boyunca toplamda taşınan süspansediman miktarının ise 550000 tondan daha fazla olduğu belirlenmiştir (Trazon vd., 2009).

Süspansediman taşınımını konu alan bir diğer çalışmada ise Akdeniz havzasında Fransa'nın güneydoğusunda yer alan Galabre Nehri'nde taşınan süspansediman miktarı ve konsantrasyonu üzerine yapılmıştır. 2007-2014 yılları arasında gerçekleşen 236 sel dönemi süspansediman taşınımının en fazla olduğu dönemler olarak belirtilmiştir. Bu taşınım sürecinde Ağustos ve Kasım/Aralık olmak üzere iki kritik dönem ön plana çıkmıştır. Toplam süspansedimanın %63'ü bu iki dönemde taşındığı belirtilmiştir. Süreç çalışmalarında, arazi çalışmaları ve ölçüm istasyonları büyük bir öneme sahiptir. Bu çalışmada Galabre Nehri üzerinde 24-Ghz Radar yerleştirilerek su seviyesi otomatik olarak ölçülmüştür. Akım ölçümleri ise düzenli olarak toplamda 35 kez tuz dilüsyon yöntemi ve muline cihazı ile yapılmıştır. Çalışma süresince akım değerleri $0,017 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ila $0,94 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ arasında olduğu ortaya konulmuştur. 2 g.l^{-1} 'den daha az yoğun olan örneklere ise filtrasyon yöntemi uygulanarak belirlenen süspansediman konsantrasyonlarının ise her ne kadar yağışın miktarı az olsa da Haziran ve Kasım/Aralık dönemlerinde de yüksek olduğu tespit edilmiştir. Maksimum süspansediman konsantrasyonu 10 dakika sürede 361 g.l^{-1} 'ye ulaşırken günlük ortalama ise $63,5 \text{ g.l}^{-1}$ seviyelerine ulaştığı tespit edilmiştir (Esteves vd., 2018).

Akarsular tarafından taşınan süspansediman miktarını konu alan bir çalışmada ise yarı kurak bir saha olan Cezayir'in Wadi Abd Bölgesi'nde 1973-1995 yılları arasında akımın arttığı ya da azaldığı dönemlerde değişen süspansediman miktarının belirlenmesi amaçlanmıştır. 2480 km^2 alanına sahip bu havzada yüzey alanının %43,9'lük kısmı üst Jura

dönemine ait kireçtaşı ve marnlı kayalardan oluşmaktadır. Gözlem süresi boyunca Ain Hamara ölçüm istasyonunda 134 farklı dönemde akım ve sediman ölçümleri yapılmıştır. Ölçüm sonuçlarına göre şiddetli sel dönemlerinde akım ile süspansediman konsantrasyonu arasındaki pozitif ilişkinin arttığı belirlenmiş ve ölçüm süresince taşınan süspansediman miktarının 339000 ton/yıl olduğu ortaya konulmuştur. Havzanın süspansediman verimi ise 136 ton/km²/yıl olarak belirlenmiştir. Sediman veriminin yüksek olmasının nedeni ise çalışma havzasının yarı kurak iklim sınıfında yer alması olarak öne sürülmüştür. Özellikle erozyon şiddetinin yüksek olduğu yarı kurak iklim sahalarında yapılan sediman ölçüm çalışmalarının havza planlanması için son derece önemli olduğu vurgulanmıştır (Achite ve Ouilon, 2007).

Akdeniz Havzası'nda yapılan bir diğer çalışmada süspansediman ile akım arasındaki ilişkiye bağlı olarak sediman taşınım süreçleri araştırılmıştır. İtalya'nın güneydoğusunda yer alan Puglia bölgesinde yer alan Celone Nehri'nde 12 ay (Temmuz 2010 -Temmuz 2011) boyunca otomatik sistem ile akım ölçümü yapılmış ve süspansediman örneği alınmıştır. Gözlem süresi boyunca ölçülen 210 akım değeri normal, yüksek ve düşük akım olarak sınıflandırılmıştır. 0,9 m³ s⁻¹'den daha yüksek değerlere yüksek akım, 0,9 ila 0,14 m³s⁻¹ arasındaki değerlere normal akım ve 0,14 m³s⁻¹ daha düşük akım değerleri ise düşük akım sınıfına dahil edilmiştir. Gözlem süresi boyunca Celone Nehri'nde taşınan sedimanların büyük bir çoğunluğunu yine süspansedimanın oluşturduğu ortaya konulmuştur. Her ne kadar akım ile süspansediman arasında güçlü bir ilişki olsa da yarı kurak iklim sahalarında akımın azaldığı dönemlerde de süspansediman miktarının artış gösterdiği belirtilmiştir. Örneğin bu çalışmada, 30 Kasım tarihinde günlük ortalama akım 10,8 m³s⁻¹ iken süspansediman konsantrasyonu 3,9 g.l⁻¹, Mayıs ayında akım değeri yüksek (10,4 m³s⁻¹) olmasına rağmen süspansediman konsantrasyonu ise 0,8 g.l⁻¹ olarak belirlenmiştir. Bu duruma, yağışlarda meydana gelen değişikliğe ek olarak mevsimsel farktan kaynaklı bitki örtüsü yoğunluğunun erozyon üzerindeki etkisinin neden olduğu vurgulanmıştır (De Gramilo vd., 2015).

Akarsularda taşınan sediman miktarı ile yağış şekli, süresi ve şiddeti arasında büyük bir ilişki vardır. Yapılan çalışmalar bu ilişkinin özellikle yarı kurak iklim sahalarında daha da önemli olduğunu vurgulamaktadır. Bahsi geçen konuyu baz alan bir çalışmada, Etiyopya'nın kuzeyinde yer alan Kobo havzasındaki Gereb Oda nehri üzerinde sel dönemlerinde taşınan sediman miktarı ve konsantrasyonun belirlenmesi üzerine yapılmıştır. Kobo havzasının batısında doğu batı yönlü uzanan akarsuyun Alamata bölümünde bulunan bir köprü üzerinde akım ve sediman ölçüm istasyonu kurulmuş ve US DH-58 kodlu alet kullanılarak hem süspansediman örneği alınmış hem de Helley-Smith örnekleyici (akarsuyun talveg noktasına yerleştirilen trap) ile yatağa bağlı taşınan iri sediman örnekleri toplanmıştır. Havza genelinde

etkili olan muson ikliminden dolayı kış dönemlerinde kurak iklim koşulları etkili olurken yaz döneminde ise şiddetli sağanakların hâkim olduğu ortaya konulmuştur. Özellikle ağustos ayında yaşanan sel olaylarının akım şiddetini büyük oranda etkilediği belirlenmiştir. Kısa süreli sağanak yağışlar sonucunda akımdaki anlık değişimlerin sediman taşınımını büyük oranda etkilediği ifade edilmiştir. Süspansed sediman konsantrasyonu ile akım arasındaki ilişki ($R^2: 0,55$) her ne kadar zayıf olarak tespit edilmiş ise de sel dönemlerindeki taşınım ile akım arasında ilişkinin çok daha kuvvetli olduğu tespit edilmiştir ($R^2: 0,97$). Havzanın ortalama yükseltisinin fazla olması ve yaz döneminde oluşan sağanak yağışların etkisi ile sediman taşınım süreçlerinin büyük oranda arttığı belirtilmiştir. Nitekim 2 sel döneminde alınan örneklerde süspansed sediman konsantrasyonlarının 100000 ila 200000 mg.l^{-1} arasında değişim gösterdiği ortaya konulmuştur (Billi, 2011).

Benzer bir diğer çalışma ise İsrail'deki Negev Çölü'nün kuzeyinde yer alan Esthemoa Havzası'nda yapılmıştır. Çoğunlukla kireçtaşı, dolomit ve marnlı kayalardan oluşan bu havzada 1994-1998 yılları arasındaki 4 kış döneminde akım ve sediman ölçümleri yapılmış ve akımın kısa sürede arttığı sel dönemlerinde taşınan sediman miktarları üzerinde durulmuştur. Çalışma süresince akımın artmasına bağlı olarak taşınan sediman miktarında önemli oranda ilk yağıştan önceki kurak dönemin uzunluğunun büyük etken olduğu vurgulanmıştır. Nitekim 19 günlük kurak dönemin ardından 24 Kasım 1994 günü meydana gelen ilk sağanak ile akım $22.7 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$, süspansed sediman konsantrasyonu ise 56000 mg.l^{-1} olarak belirlenmiştir. 18 Ekim 1997 tarihinde ise ölçülen benzer akım değerinde ($23,1 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$) alınan süspansed sediman konsantrasyonunun ise çok daha yüksek olduğu belirlenmiştir (185000 mg.l^{-1}). Bu durumun nedeni olarak aynı akım değerine sahip iki farklı örnek döneminde süspansed sediman konsantrasyonunun çok daha yüksek olduğu 18 Ekim 1997 tarihinden önce 211 günlük kurak dönemin varlığı, taşınan süspansed sediman miktarını büyük oranda etkilediği ortaya konulmuştur (Aleksandrov vd., 2003).

Benzer bir diğer çalışma ise İsrail'de Beer Sheva'nın kuzeydoğusunda yer alan Esthemoa havzasının orta ve yukarı çığırında süspansed sediman ile akım arasındaki ilişkinin belirlenmesi üzerine yapılmıştır. 1991-2001 yılları arasındaki gözlem süresi boyunca otomatik ve elle süspansed sediman örnekleri alınarak analiz edilmiştir. Esthemoa nehrindeki sediman taşınım süreçleri iki döneme ayrılmıştır. Kış dönemi boyunca etkili olan cephesel yağışlar sonucunda süspansed sediman konsantrasyonu daha düşük iken sonbahar ve ilkbahar döneminde ise konvektif karakterli, sağanak yağışlar sonucunda akım ve sediman değerlerinde ani yükselmeler olduğu tespit edilmiştir. Daha durağan olan kış döneminde akım ile süspansed sediman arasındaki ilişki daha güçlü ($R^2: 0,78$), sağanak yağışların etkili olduğu sonbahar ve

İlkbahar dönemindeki akım ve sediman değerleri arasındaki ilişkinin ise daha düşük olduğu tespit edilmiştir (R^2 : 0,57) (Aleksandrov vd., 2007).

Kurak ve nemli hava koşullarının dönemsel ve aralanma şeklinde yaşandığı Akdeniz Havzası'nda akarsular tarafından taşınan sedimanlar üzerine bir dizi çalışma yapılmıştır. İspanya'nın kuzeydoğusunda yer alan Tordera Havzası'nda yapılan bir çalışmada, kurak ve nemli iki dönemde değişen akım değerlerine bağlı olarak süspansediman taşınımının belirlenmesi üzerinde durulmuştur. Barselona şehrinin kuzeydoğusunda yer alan Tordera Havzası'nda ana kaya genellikle volkanik ve metamorfik kayalardan oluşmaktadır. Çalışma süresi boyunca (1996-1999 arası) ölçülen akım değerleri düşük akım değerleri ($Q < 3,5 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$) ve yüksek akım değerleri ($Q > 3,5 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$) olarak iki gruba ayrılmıştır. Akım değerlerinin yüksek olduğu dönemlerde, taşınan sediman miktarının da arttığı belirlenmiştir. İlk yağışla birlikte akımın pik yaptığı anda ($24 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$) maksimum süspansediman konsantrasyonu 1000 mg.l^{-1} iken ardışık pik dönemlerinde ise süspansediman konsantrasyonunun sadece 330 mg.l^{-1} seviyelerine ulaşabildiği belirlenmiştir. Aylık süspansediman değerlerinde ise Ekim ayından Aralık ayına kadar büyük bir artış gözlenirken, Aralıktan Eylül'e kadar olan dönemde ise ani bir düşüş olduğu gözlenmiştir. Taşınan süspansediman miktarındaki bu farklılığın ise mevsimsel farklılıklardan kaynaklandığı ifade edilmiştir. Taşınan süspansedimanın yaklaşık %80'i, sağanakların meydana geldiği sonbaharda belirlenmiştir. Kış döneminde ise süspansedimanın sadece %10'luk bölümünün taşındığı ortaya konulmuştur. Taşınan yıllık ortalama süspansediman miktarı ise 39500 ton olarak belirlenmiş ve havzadaki süspansediman verimi ise 50 ton/km^2 olarak tespit edilmiştir (Rovira ve Batalla, 2006).

Herhangi bir havzanın yerleşmelere yoğun olarak açık olmasının, ilgili havzanın ürettiği sediman miktarı üzerine önemli etkisi bulunmaktadır. Yerleşime açılan olan bir havzada taşınan süspansediman, eriyik sediman ve toplam sediman miktarı ve akım değerleri büyük oranda değişmektedir. Yerleşmelerin sediman taşınımını üzerindeki etkisini ortaya koyan, Çin'de yer alan yukarı Yangtze havzasında yapılan bir çalışmada, antropojenik faaliyetlerin akarsuda taşınan sediman miktarı üzerine etkisi araştırılmıştır. 1957-1987 yılları arasında 12 istasyonda ölçülen günlük, aylık akım ve sediman değerleri kullanılmıştır. Ölçüm yapılan 12 istasyonun 2'sinde aylık akım ve sediman taşınım değerlerinde anlamlı bir değişimin olmadığı belirlenmiştir. Aylık akım ve sediman değerlerinde yıldan yıla değişimin olmadığı Zimenda ve Xiaodeshi istasyonlarında ise diğer 10 istasyona göre nüfus yoğunluğunun çok daha az olduğu belirtilmiştir. Çalışma sonucunda Yangtze havzası girişinde yer alan Yichang nehrinde Kasım ayından Mart ayına kadar akarsuda taşınan sediman miktarının azaldığı belirlenmiştir. Gözlem süresi boyunca akım değerlerinde artış olmazken sediman miktarında ani artışların

olduğu ortaya konulmuş ve bu artışın sebebi olarak da havzada beşerî faaliyetlerin yoğun olması gösterilmiştir (Lu vd., 2003).

Akarsular tarafından taşınan sedimanların bir bölümünü de eriyik sedimanlar oluşturmaktadır. Eriyik sedimanların akarsudaki konsantrasyon değerleri mevsimler arasında değişim göstermekle birlikte genel olarak atmosfer koşulları ve havzadaki ana kayanın yapısıyla oldukça sıkı ilişkilidir. Suyun kimyasal özelliklerini büyük oranda atmosferik koşulları (yağış, buharlaşma) ve havzanın jeolojik özellikleri (ana kaya) belirler. Genelleme yapılacak olunursa; akarsular tarafından taşınan eriyik sedimanın oranı ve miktarı üzerinde atmosferik yağışların etkisi daha düşük iken buharlaşma şiddeti, toprak ve ana kayanın eriyik sediman miktarı üzerindeki etkisinin çok daha fazla olduğu ifade edilmektedir (Petss, 1983: 98).

Akarsularda taşınan eriyik sediman miktarı üzerinde yapılan bir çalışmada, Fransa'nın Sen Nehri'nde taşınan eriyik sedimanların kimyasal özellikleri üzerindeki antropojenik ve kayaç erimeleri etkisi araştırılmıştır. 1994-1997 yılları arasında Avrupa'nın en büyük nehirlerinden biri olan Sen Nehri'nde periyodik olarak süspanse ve eriyik sediman örnekleri alınmıştır. Alınan örneklerin analizleri sonucunda ise Yoanne nehrinde eriyik sediman konsantrasyonu 27 ila 43 mg.l⁻¹ arasında değişim gösterdiği diğer nehirlerde ise bu oran 339 ila 507 mg.l⁻¹ arasında olduğu tespit edilmiştir. Eriyik sediman değerlerindeki bu farkın nedeni ise havzanın litolojik özelliklerinden kaynaklandığı ileri sürülmüştür. Yoanne Nehri'nde daha çok metamorfik kayaçların varlığı ve nüfus yoğunluğunun daha az olması taşınan eriyik sediman konsantrasyonunu da düşürdüğü vurgulanmıştır. Çalışma sonucunda ise Sen Nehri'ne gelen eriyik sediman kaynaklarının oranları belirtilmiştir. Buna göre nehirdeki eriyik sedimanın %2'si atmosferik yağışlar, %7'si antropojenik atmosferi kaynaktan, %6'sı tarımsal faaliyetlerden kaynaklandığı belirlenmiştir. Havza alanının büyük bir çoğunluğunda hâkim olan kireçtaşı varlığı sonucunda nehirde taşınan eriyik sedimanın yaklaşık %82'si ise kayaç erimelerinden kaynaklandığı ortaya konulmuştur. Ayrıca havzadaki yerleşme sayısının fazlalığı ve yoğun nüfusa sahip olması nedeniyle akarsudaki kirlilik seviyelerinin yüksek olduğu ortaya konulmuştur (Roy vd., 1999).

Akarsuda taşınan eriyik sediman miktarı üzerine yapılan bir başka çalışmada ise Fransız Guiana'nın iki ana akarsuyu olan Maroni ve Oyapock nehirlerinde eriyik sediman ve süspanse sediman miktarları ortaya konulmuştur. Çalışma süresi (2004-2008) boyunca bölgenin en büyük nehirlerinden biri olan Maroni ve Brezilya sınırında yer alan Oyapock nehrinden sediman örnekleri alınmıştır. 1951 yılından 2007 dönemine kadar olan sürede elde edilen akım verilerine göre Maroni Nehri'nin yıllık ortalama akımı 1700 m³s⁻¹, en düşük akım 820 m³s⁻¹

(1964) ve maksimum akım ise $2640 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Oyapock Nehri'nde ise yıllık ortalama akımın $830 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$, en düşük akımın $360 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ (1983), maksimum akımın ise $1440 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ olduğu ifade edilmiştir. Gözlem süresi boyunca iki nehirden de 47 örnek toplanmış ve buna göre taşınan süspansediman konsantrasyon değerleri 1 ile 130 mg.l^{-1} arasında olduğu belirlenmiştir. Taşınan eriyik sediman miktarında ise Maroni Nehri'nin, Oyapock Nehri'ne göre %10 daha fazla eriyik sediman taşıdığı ortaya konulmuştur. Maroni Nehri'nde taşınan eriyik sediman ile süspansediman arasında bir denge olduğu belirlenirken, Oyapock Nehri'nde taşınan sedimanların %60'ını eriyik sedimanın oluşturduğu tespit edilmiştir. Özellikle eriyik halde taşınan kalsiyum ve magnezyumun kayaç erimelerinden nehirlere dahil olurken, sodyumun yarısından fazlasının ise atmosferik süreçlerle akarsuya dahil olduğu belirlenmiştir (Sondag vd, 2010).

Akarsular tarafından taşınan eriyik sediman üzerine yapılan bir diğer çalışma ise dünyadaki en büyük akarsu sistemlerine sahip Changjiang Havzası'nda yapılmıştır. Bu çalışmada Changjiaang Nehri'nde taşınan eriyik sedimanın kimyasal özellikleri analiz edilmiş ve havzadaki kayaç erimleri ile antropojenik etkilerin taşınan eriyik sediman üzerinde etkisi değerlendirilmiştir. Dünya'nın en uzun üçüncü, Çin'in ise en uzun akarsuyu olan Changjiang Nehri'nde 2006 Ağustos ayı süresince sediman örneği alınmış ve süspansediman konsantrasyon değerleri elde edilmiştir. Eriyik sediman analizleri sonucunda ise kayaç erimeleriyle birlikte yaklaşık $40 \text{ ton/km}^2/\text{yıl}$ eriyik sediman, antropojenik etkiler sonucunda akarsuda taşınan eriyik sediman oranının %15 ila 20 arasında olduğu ortaya konulmuştur. Özellikle havzada beşerî aktivitelerin artması ve arazi kullanımının değişmesiyle birlikte bu oran daha da artacağı tahmin edilmiştir (Chetekat vd., 2008).

Eriyik sediman taşınımı konusunda yapılan bir çalışmada, Küçük Antiller Bölgesi'ndeki bazaltların yaygın olarak bulunduğu bir sahada, akarsuyun eriyik ve katı sediman yükü araştırılmıştır. Bu çalışmada ilk olarak kimyasal erime, atmosferik CO_2 tüketimi ve erozyon oranı üzerinde durulmuştur. Bunun için Aralık 2003, Aralık 2004 (Düşük su seviyesi) ve Ekim 2004 (Yüksek su seviyesi) dönemlerinde sediman örnekleri alınmıştır. Katı sediman için filtrasyon yöntemi uygulanırken, eriyik sediman örneklerinin element analizi ise HPLC ve ICP-MS cihazları ile yapılmıştır. Bunun sonucunda eriyik sediman konsantrasyon değerleri Guadeloupe'deki nehirler için 27 ila 255 mg.l^{-1} (ortalama 68 mg.l^{-1}), Martinique Adası'ndaki nehir için 32 ila 460 mg.l^{-1} (Ortalama 79 mg.l^{-1}), Dominik Adası için ise 33 ila 106 mg.l^{-1} (Ortalama 55 mg.l^{-1}) arasında belirlenmiştir. Akım ile eriyik sediman arasındaki korelasyondan yola çıkılarak kimyasal çözünme oranları ortaya konulmuştur. Buna göre Guadeloupe için bu oran $120 \text{ ton/km}^2/\text{yıl}$ iken, Martinique Adası'nda bu oran $100 \text{ ton/km}^2/\text{yıl}$ olduğu, atmosferik

CO₂ tüketim oranları ise sırasıyla 1.4×10^6 mol/ km²/ yıl ve 1.1×10^6 mol/ km²/yıl olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak Küçük Antiller Bölgesi'nde mekanik erozyon, atmosferik CO₂ ve kimyasal çözünme oranının dünya genelinde her ne kadar yüksek olsa da diğer tropikal volkanik adalara göre daha düşük seviyede olduğu vurgulanmıştır. Çalışma sahasında volkanik faaliyetlerin etkili olması sonucunda yüzeyde yoğun miktarda piroklastik malzeme bulunmaktadır. Bu durumun, yeryüzüne inen suyun zemine sızmasına ve yeraltındaki çözünme süreçlerinin büyük oranda artmasına neden olduğu belirlenmiştir (Rad vd., 2006).

Akarsularda taşınan eriyik sediman miktarının belirlenmesi üzerine yapılan bir çalışmada, Rwanda'nın güneydoğusunda yer alan Rukarara Nehri'nde taşınan eriyik organik karbon miktarının hidrolojik faktörler, arazi kullanımı ve arazi kullanımının değişimi ile ilişkisi değerlendirilmiştir. 493,5 km²'lik drenaj havzasına sahip bu sahada muz plantasyon tarımı ve çay tarımı yapılmaktadır. Özellikle doğal ormanların yaygın olarak bulunduğu bu sahada eriyik organik karbon dengesi büyük öneme sahiptir. Atmosferik karbon döngüsünde önemli bir yeri bulunan bu alanda, nehirdeki eriyik karbonun kaynağı olarak sedimanlar ve kayaç erimeleri gösterilmiştir. Yağışlar sonucunda yüzeysel akışa geçen ve yeraltına sızan suların, nehirlere katı organik karbon, eriyik organik karbon ve eriyik inorganik karbon girişi sağlanmaktadır. Doğal nehir ekosistemi için önemli bir yere sahip olan eriyik organik karbon miktarının havzadaki arazi kullanımı, arazi değişimi ve daha uzun süreli olarak küresel ısınmanın etkisiyle değişimi sonucunda, yüzeysel su kalitesi, su metabolizması ve mikroorganizma yapısı önemli derecede olumsuz yönde etkilenmektedir. Çalışma süresince (Mart 2015, Şubat 2017) toplamda 4 ölçüm istasyonunda 15 dakikada bir su seviyesi ölçülmüştür ve muhtelif dönemlerde akım ölçümü yapılmıştır. 4 farklı istasyonun bulunduğu lokasyonlarda, ormanlık alanlar, çay tarımı sahaları, çiftlik bölgeleri ve nehir çıkışı yer almaktadır. Küçük ve orta boyuttaki iki farklı muline ile akım ölçümü esnasında ise su örnekleri alınmıştır. Bunun sonucunda ise su seviyesi-akım, akım ile eriyik organik karbon anahtar eğrileri oluşturulmuştur. Çalışma sonucunda, nehrin ormanlık alanların yoğun olduğu bölümündeki ortalama organik karbon konsantrasyonunun, çiftlik ve çay plantasyonu bölgelerine göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ancak en yüksek değerin nehrin çıkış noktasında olduğu belirlenmiştir. Ölçülen akım ile eriyik organik karbon arasındaki ilişkinin kuvvetli olmadığı belirlenen bu çalışmada nehrin çay tarımı yapıldığı sahadaki eriyik sediman ile akım arasındaki ilişkinin diğer lokasyonlara nazaran daha yüksek olduğu ortaya konulmuştur (R^2 : 0,36). Gözlem süresi boyunca en yüksek taşınım nehrin çıkış bölgesinde (yılda 1641 ton), en düşük taşınım ise çiftlik bölgelerinde olduğu tespit edilmiştir (yılda 15,97 ton). Belirlenen bu değerler sonucunda Rukarara Nehri havzasında su

kaynaklarının, arazi kullanımının planlanması ve sürdürülebilir bir çevrenin varlığı için büyük öneme sahip olduğu vurgulanmıştır (Rizinjirabake vd., 2018).

Yarı kurak iklim sınıfına dahil olan ülkemizde ise erozyon süreçleri, birçok bölgeye göre çok daha etkindir. Dolayısıyla ülkemizde önemli sorunlardan biri olan erozyon ve sedimentasyon ile ilgili yapılan çalışmaların önemi ve gerekliliği her geçen gün artmaktadır. Erzurum'un kuzeydoğusunda yer alan Tortum Gölü'ndeki sedimentasyon sorunu üzerinde durulan bir çalışmada, 1974-1976 yılları arasında su seviyesi, akım ve sediman ölçümleri yapılmıştır. Sediman ölçüm dönemleri olarak kış aylarında en az 15, diğer mevsimlerde de haftada bir kez süspansediman örneği alınmıştır. Gözlem süresi boyunca yıllık ortalama akım değerleri $6-8 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ arasında ölçülmüştür. Havzada en fazla yağışın düştüğü Nisan ve Temmuz ayları arasında akım ve sediman konsantrasyon değerlerinin büyük oranda arttığı tespit edilmiştir. Havzadan taşınan yıllık toplam sediman ise 3695.10^6 ton olduğu belirlenmiştir. Bu süspansediman miktarının %16'lık bölümünün ise kaba sedimandan oluştuğu vurgulanmıştır. Sonuç olarak, yüksek oranda erozyon potansiyelinin olduğu Tortum Gölü Havzası'nda yapılacak olan erozyon kontrol çalışmalarının zorunluluk oluşturduğu da ön plana çıkarılmıştır. Havzanın bugün için bir değer üretmeyen alanlarının yeniden verimli hale getirilmesi ve taşkınların önlenmesi için en geçerli ve sürekli yol, erozyonun kontrolü olduğu, bu önlemlerin öncelik sırasına göre uzun dönemde sistemli bir şekilde uygulanabilmesi için Tortum Gölü koruma ormanı amenajman planı hazırlanması ve Tortum Gölü çevresinin ulusal bir park durumuna getirilmesinin önemli olduğu ifade edilmiştir (Güresinli, 1978).

Sediman ve akım arasındaki ilişkiyi irdeleyen bir diğer çalışma ise Burdur Havzası'nın güneyinde yer alan ve sularını Burdur Gölü'ne ulaştıran Bozçay Havzası'nda yapılmıştır. Akım ve sediman verileri DSİ Karaçalı Akım Rasat İstasyonundan elde edilmiş, 1967 -1968 yılları arasında yapılan ölçüm sonuçlarına göre akım- sediman anahtar eğrisi oluşturulmuştur. Günlük, aylık ve yıllık sediman miktarları belirlenmiş ve havzanın sediman verimi tespit edilmiştir. Ölçüm sonuçlarına göre maksimum ortalama akım $37 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$, minimum günlük ortalama akım ise $0,19 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Günlük ortalama taşınan süspansediman $810,3$ ton olarak hesaplanmış ve bir yılda taşınan süspansediman miktarının da 295762 ton olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak elde edilen verilerin tartışmaya açık olduğu, ancak arazi gözlemleri sonucunda bu değerlerin gerçeğe yakın olduğu ifade edilmiştir (Görçelioglu, 1978).

Sediman taşınım süreçlerinin incelendiği bir diğer çalışma, Ceyhan Ana Havzası'nın bir alt havzası olan Hurman Çayı Havzası'nda gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada Elektrik İşleri Etüt İdaresi tarafından ölçülen 39 yıllık akım ve sediman verileri kullanılmıştır. Sediman ölçümleri için DH-48 kodlu sediman numune alıcı aleti ile derinlik entegrasyon yöntemi

kullanılarak sediman örneği alınmıştır. Oluşturulan akım-sediman anahtar eğrisi sonucunda ise havzanın sediman veriminin 23,7 ton/km²/yıl olduğu tespit edilmiştir. Ampirik yöntemlerle hesaplanan sediment verimleri; Brüt Erozyon Yöntemi ile 201,9 ton/yıl/km², Universal Toprak Kayıpları Eşitliği (USLE, Universal Soil-Loss Equation) ile 198,5 ton/yıl/km², EİE eşitliği ile 142,9 ton/yıl/km² ve Türkiye Genel Denklemi ile de 72,5 ton/yıl/km² olarak bulunmuştur. Bu çalışmada, gözleme dayalı hesaplama en yakın değeri, Türkiye Genel Denklemi, en uzak değerleri ise USLE (Universal toprak kaybı eşitliği) ve Brüt Erozyon eşitliklerinin verdiği tespit edilmiştir. Özellikle hesaplanan değerlerin gerçekten uzak olmasının nedeni olarak ise ayda bir kez alınan örneklerin yeterli olmadığı kanaatine varılmıştır (Aksu ve Uçan, 2012).

Akarsularda taşınan süspanse sediman miktarının belirlenmesinde modelleme teknikleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Akarsularda taşınan sediman miktarının tahmini üzerine geliştirilen modelleme tekniği kullanılarak yapılan bir çalışmada, süspanse sediman miktarının doğru tahmini; kirliliğin belirlenmesi, akarsu taşımacılığı, baraj ömrünün tespiti, hidroelektrik teçhizatlarının emniyeti, balıkların yaşamını sürdürmesi, nehrin estetiğinin korunması vb. konularda önemli olduğu vurgulanmıştır. Bu amaçla birçok çalışmada kullanılan anahtar eğrilerinin doğru sonuçlar vermediği öne sürülmüş ve bu çalışma kapsamında anahtar eğrilerinin yerine daha iyi bir alternatif olduğu vurgulanan bulanık mantığa dayalı modeller geliştirilmiştir. Geliştirilen bulanık modeller, USGS (United States Geological Survey) tarafından işletilen Quebrada Blance İstasyonu (USGS İstasyon No: 50051150) ve Rio Valenciano İstasyonu (USGS İstasyon No: 50056400)'nun günlük gerçek zaman akım ve katı madde verileri kullanılmıştır. Veriler ilk olarak kurulacak olan modelleri eğitime ve test için keyfi olarak iki kısma ayrılmıştır. Quebrada Blance İstasyonu için 1 Ekim 1989'dan 30 Eylül 1990'a kadar (yani 1990 su yılı) olan veriler ve 1 Ekim 1991'den 30 Eylül 1994'e kadar (1992, 1993 ve 1994 su yılı) olan veriler modellerin eğitilmesi için seçilmiş, 1 Ekim 1994'ten 30 Eylül 1995'e kadar (1995 su yılı) olan veriler ise modelleri test etmek için kullanılmıştır. Çalışmanın bir sonucu olarak akarsularda taşınan süspanse sediman miktarının tahmininde bulanık modellerin, anahtar eğrilerine göre daha iyi sonuçlar verdiği öne sürülmüştür. Bu yüzden katı madde anahtar eğrileri yerine bulanık mantığa dayalı bulanık diferansiyel evölüsyon algoritması modelleri önerilmektedir (Kişi vd., 2003).

Akarsularda taşınan sedimanların modelleme yolu ile tespiti üzerine yapılan bir diğer çalışmada ise ampirik yöntemler ile Gediz Nehri'nde taşınan süspanse sediman miktarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Taşınan süspanse sediman miktarının belirlenmesinin birçok yönden önemli olduğu vurgulanmıştır. Özellikle akarsu yatak morfolojisinin anlaşılmasında, barajların projelendirilmesinde, içme ve kullanma suyu temini problemlerinde, havza yönetimi

çalışmalarında, akarsudaki kirlilik seviyelerinin belirlenmesinde askıda katı madde yükünün doğru tahmininde modellemelerin oldukça büyük önem taşıdığı öne sürülmüştür. Özellikle akarsularda taşınan katı maddelerin ortalama %75-95'ini süspansedimanın oluşturduğu dikkate alınır, bu tür çalışmaların önemi daha da iyi anlaşılmaktadır. Bu modelleme çalışmasında kullanılan veriler, Gediz Nehri üzerinde Demirköprü Barajı'nın kaynak ve ağız kısmında yer alan iki istasyonda, 1970'den beri E.İ.E tarafından süspansediman ölçüm sonuçlarına aittir. Kaynak kısmında yer alan Acısu istasyonundan ölçülen verilere göre ortalama akım değeri $9,97 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$, yılda taşınan süspansediman miktarının ise 247969 ton olduğu belirlenmiştir. Nehrin mansabında yer alan Manisa Köprüsü gözlem istasyonundan elde edilen verilere göre, ortalama akım değerinin $41,1 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$, bir yılda taşınan süspansediman miktarının ise 387728 ton olduğu ortaya konulmuştur. Bu veriler ışığında dört farklı yaklaşıma göre taşınan süspansediman miktarı test edilmiş ve en doğru yaklaşımın ise Brooks metodu olduğu belirtilmiş ve Brooks metodu içerisinde yer alan eşitlikler güncellenerek daha doğru sonuçlar elde edilmesi sağlanmıştır (Ülke vd., 2011).

Akarsular tarafından taşınan sediman oran ve miktarları ile söz konusu havzadaki tarımsal faaliyetlerin yoğunluğu arasında büyük bir ilişki vardır (Rizinjirabake vd., 2018). Havzada gerçekleştirilen tarımsal sulama teknikleri, havza erozyonunu önemli oranda etkilemekte ve aynı zamandan su kaynaklarının miktarı, kalitesi üzerinde olumsuz etkileri bulunmaktadır (Özbek, 2004). Akarsularda ölçülen akım ve sediman arasındaki ilişkinin ortaya konulmasında Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır. Akım ile akarsuda taşınan sediman miktarı arasındaki ilişkinin belirlenmesinde CBS yönteminin kullanıldığı bir çalışmada, Fırat Havzası'nda, 1974-1996 yılları arasındaki 22 yıllık su kalitesi ve sediman veriminin ortaya konulduğu akım, sediman ölçüm sonuçları değerlendirilmiştir. Fırat Havzası'nda yer alan akarsular üzerinde 14 farklı noktada sediman konsantrasyonları, akım değerleri, suyun PH, katyon, anyon, bor gibi parametrelerin sonuçları elde edilmiştir. Araştırmanın bulgularına göre, ortalama sediman konsantrasyon değerlerinin 0-1441,7 ppm arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. En yüksek sediman konsantrasyonu sırasıyla 2102, 2166, 2141 ve 2174 numaralı gözlem istasyonlarında ölçülmüş olup; sırasıyla 2007 ppm; 3016 ppm; 2360 ppm ve 2071 ppm olduğu tespit edilmiştir. Sonucunda ise Fırat Havzası'ndaki ölçüm istasyonlarının yarısından fazlasında sediman konsantrasyon değerlerinin yüksek olduğu ortaya konulmuştur. Ortalama sediman miktarının yüksek olduğu bu akarsularda ise kirlilik değerlerinin de çok yüksek olduğu belirlenmiştir. Özellikle havzada geliştirilen GAP projesi sonrasında, kirlilik seviyesinin daha da artacağı ön görülmektedir. GAP sonucunda havzadaki

kirlilik seviyelerinin artması nedeniyle sediman ölçümlerinin daha sık yapılması gerektiği vurgulanmıştır (Özbek, 2004).

Dünya üzerinde önemli sorunlardan biri de küresel iklim değişikliğidir. Bir havzanın sıcaklık, yağış vb. iklim elemanlarının ortalama değerlerinde meydana gelen değişimler sonucunda, akarsularda taşınan su ile sediman oran ve miktarları önemli oranda farklılaşmıştır. Küresel iklim değişikliğinin akarsularda taşınan su ve sediman miktarına etkisi üzerinde durulan bir çalışmada, Türkiye’de belirlenen bazı akarsularda EİE tarafından ölçülen akım ve sediman değerleri kullanılmıştır. Akım ve sediman değerlerinde 25-30 yıl aralığında zaman serileri belirlenmiştir. Özellikle Yeşilirmak, Kızılırmak, Çoruh gibi büyük nehirlerin akım ve sediman konsantrasyon değerlerine Kendall testi uygulanmıştır. Eğilimler mevsimsel Kendall testine göre belirlenmiş ve aylık değerler birleştirilerek toplam bir sonuç elde edilmiştir. Çalışmanın bulgularında ise genel olarak akımın arttığı dönemlerde taşınan sediman miktarının da arttığı tespit edilmiştir. Toplamda 15 istasyonun 7’sinde ise akım azaldığı dönemlerde süspanse sediman konsantrasyonunun arttığı ortaya konulmuştur. Akım değerlerinin azalmasına rağmen taşınan sediman miktarındaki artışlara ise havzadaki yoğun beşerî faaliyetlerin neden olduğu sonucuna varılmıştır (Albek ve Göncü, 2005).

Akarsularda taşınan sedimanların belirlenmesinde kullanılan yöntemlerden biri de akım-sediman anahtar eğrisi yöntemidir. Bu yöntemin kullanıldığı bir çalışmada, Korubaşı ve Arak derelerinde taşınan sediman değerleri üzerinde durulmuştur. 1991-2005 yıllarına ait akım ve sediman verilerinden yararlanılarak oluşturulan anahtar eğrisinde akım ile sediman arasında pozitif güçlü bir ilişki olduğu tespit edilmiştir (R^2 : 0,75). Oluşturulan akım-sediman anahtar eğrisinden üretilen veriler sonucunda akarsuda yılda taşınan sediman miktarı 6560 ton olarak belirlenmiştir. Havzanın sediman verimi ise 52 ton/km²/yıl olarak hesaplanmıştır (Oğuz, 2010).

Akarsularda taşınan su ve sediman miktarının belirlenmesinde anahtar eğrisi yönteminin kullanıldığı bir diğer çalışmada ise Sakarya Nehri üzerindeki ölçüm istasyonlarına ait akım ve sediman değerlerinden yararlanılmış, akım ve sediman değerlerine bağlı olarak oluşturulan akım-sediman anahtar eğrilerinin güvenilirliği ve doğruluğu üzerinde durulmuştur. 58160 km²’lik alana sahip Sakarya Nehri Havzası’nda ölçüm yapılan toplamda 11 adet gözlem istasyonunun akım ve sediman verileri kullanılmıştır. Bu gözlem istasyonlarında sediman örnekleri, genellikle ayda bir kez Elektrik İşleri Etüt İdaresi tarafından alınmış ve laboratuvarlarda sediman konsantrasyonları belirlenmiştir. Araştırmanın bulgularına göre, 11 istasyon arasında en az yıllık ortalama akıma sahip istasyonun Ova Çayı Eybek istasyonu, (2,52 m³s⁻¹) en yüksek yıllık ortalama akıma sahip istasyonun ise Sakarya Nehri Botbaşı istasyonu olduğu belirlenmiştir (164,5 m³s⁻¹). Akım ile sediman arasındaki ilişkileri gösteren 11 farklı

logaritmik denklem belirlenmiştir. Çalışmanın sonucu olarak akım ve sediman arasındaki ilişkinin belirlenmesinde üssel fonksiyonların üstel fonksiyonlara göre daha iyi sonuç verdiği tespit edilmiştir (Erdeviren, 2010).

Akarsularda taşınan sedimanın büyük bir bölümü (yaklaşık %75-95) süspansedimandan oluşmaktadır (Erinç, 2012). Bu nedenle yapılan çalışmalarda genel olarak süspansediman hesaplanmalarına ağırlık verildiği dikkat çekmektedir. Türkiye akarsularında ölçülen sediman verilerinin uzun yıllık değişimlerini dikkati alan bir çalışmada, 1961-2012 yılları arasında sediman ölçümü yapılan akarsuların ortalama akım ve sediman verileri kullanılmıştır. Türkiye'deki 114 havzanın sediman verileri kullanılarak Türkiye'nin sediman verimi haritası üretilmiştir. Üretilen bu haritada, Krigging yöntemi kullanılmıştır. 15 adet gözlem istasyonunun verisi kullanılarak oluşturulan haritadan çıkarılan tahmin sonuçlarına göre korelasyon katsayısı yaklaşık 0,87 olarak bulunmuştur. Bu yöntem sonucunda akarsularda taşınan süspansediman ölçümü bulunmayan bir noktada sediman veriminin tahmin edilebileceği ileri sürülmüştür (Aşıkoğlu ve Eriş, 2018).

Akarsularda taşınan su ve sediman miktarı üzerine yapılan bir diğer çalışma, Demirkıran (1998) tarafından, Ankara-Yenimahalle-Güvenç köyündeki Kaya önü deresi üzerinde yapılmış olan Güvenç göleti ve havzası (su toplama havzası 17,655 km²) çalışma sahası olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada Güvenç göletinde biriken sediman miktarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Farklı zamanlarda gölet rezervuarının maksimum su toplama kapasitelerinden yararlanarak gölet rezervuarının hacimsel farkları hesaplanmıştır. Echo-sounder yöntemi kullanılarak havzanın sekiz yıllık sediman verimi 337408 m³ olarak belirlenmiştir. Birim alandan taşınan sediman miktarı ise 3583.3 ton/yıl/km² olarak hesaplanmıştır. Araştırma havzasında ampirik formüller kullanılarak bulunan sekiz yıllık sediman verimleri, brüt erozyon nisbetine göre 46592 m³; universal toprak kaybı eşitliğiyle 237494,4 m³; gw. musgrave yöntemine göre 245024,9 m³; EİE eşitliği kullandığında, 1200288 m³ olarak tespit edilmiştir.

Türkiye genelinde akarsularda taşınan sediman miktarı üzerine yapılan bir diğer çalışmada ise daha çok akım değerinin yüksek olduğu büyük akarsular göz önünde bulundurulmuştur. Türkiye genelindeki akım ve sediman ölçümleri Elektrik İşleri Etüt İdaresi tarafından 1962 yılında kurulan ölçüm istasyonları ile başlamıştır. Süspansediman örnekleme sürecinde derinlik entegrasyon yöntemi uygulanmış ve USDH-48, USDH-49 kodlu sediman örnekleme aletleri kullanılmıştır. Toplanan sediman örneklerine E.İ.E. laboratuvarlarında filtrasyon yöntemi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre havzaların yıllık ortalama sediman verimleri belirlenmiş, en yüksek sediman verim değeri 602 ton/yıl/km² ile Kızılırmak Havzası'nda ölçülmüştür. Sediman veriminin yüksek olduğu Kızılırmak Nehri'nde yılda

ortalama taşınan sediman miktarı 19533275 ton olarak tespit edilmiştir. Bu miktarın, Türkiye akarsularından denize ulaşan toplam sediman miktarının %25,5'ine karşılık geldiği ortaya konulmuştur. Sakarya Nehri'nde, yıllık ortalama taşınan sediman miktarı ise 11953516 ton olarak belirlenmiş ve bu değerin Türkiye akarsularından denize ulaşan sedimanın %15,6'sını oluşturduğu vurgulanmıştır. Sonuç olarak Türkiye topraklarında ve akarsularında taşınan sediman veriminin yüksek olduğu sonucuna varılmıştır (Öztürk, 1996).

Yukarıdaki çalışmalardan da anlaşılacağı üzere akarsularda taşınan sedimanların belirlenmesinde doğrudan ölçümlere dayalı çalışmaların sayısı oldukça sınırlıdır. Yapılan çalışmaların büyük bir çoğunluğunda daha önce çeşitli amaçlarla hazırlanmış/üretilmiş hazır veriler kullanılmış veya ampirik formüller ve modellemeler üretilerek akarsularda taşınan sediman oranı ve miktarı tahmini olarak belirlenmeye çalışılmıştır.

Bu tez kapsamında yapılan çalışmada ise Korkuteli Çayı üzerinde doğrudan ölçümler sonucunda akım, süspanse ve eriyik sediman miktarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Su seviyesi ölçümleri için otomatik ölçüm istasyonu kurulmuş ve anlık su seviyesi değişimleri gözlenmiştir. Yapılan arazi çalışmaları sonucunda muhtelif sürelerle akım ölçümü yapılmış ve sediman örneği toplanmıştır. Bu sayede akım ile taşınan sediman arasındaki ilişki irdelenmiştir.

BİRİNCİ BÖLÜM

AKARSULARDA TAŞINAN SEDİMANLARIN GENEL ÖZELLİKLERİ VE SEDİMAN TAŞINIM SÜREÇLERİ

1.1. Bölüm Kapsamı

Bu bölümde akarsularda taşınan sedimanların genel özellikleri açıklanmıştır. Bu amaçla akarsuda taşınan sedimanların sınıflandırılması yapılmış (süspanse, eriyik ve yatak yükü) ve sediman taşınım süreçleri hakkındaki genel bilgilere yer verilmiştir. Çalışmanın temel amaçlarından biri olan akarsu tarafından taşınan sedimanların belirlenmesinin önemi ve gereklilikleri üzerinde durulmuştur.

1.2. Sediman Kavramı ve Genel Özellikleri

Erozyon kavramı, akarsu, buzul, rüzgâr, kütle hareketleri, fauna ya da insan etkisiyle toprağın taşınması şeklinde ifade edilmektedir. Erozyon süreci, erozyon materyallerinin taşınımı, sedimentasyon ve taşınan materyallerin taşınım hızları arasında bütünlük gösteren önemli bir süreçtir. Çünkü bu üç kavram birbirine bağlı olarak gelişmektedir. Erozyon sürecinin önemli bir bölümünü oluşturan sedimentasyon ise taşınan sedimanların belirli koşullarda depolanması sürecini kapsamaktadır. Sedimentasyon üzerine birçok görüş öne sürülmüştür. Jeologlar erozyona uğrayan materyallerin son aşamasını oluşturan sedimentasyonun olumlu bir aktivite olduğunu savunmaktadır. Bu süreç sonucunda, arazi üzerinde yeni materyallerin depolanmakta olduğu ve sedimentasyon olayının yeni toprak yapısının oluşmasına yardımcı olduğu üzerinde durulmuştur. Toprak bilimcilere göre sedimentasyonda, erozyona uğramış sedimanların depolanma süreci yavaş gerçekleşir ve taşınan bu sedimanlar bölgedeki toprağın kökeninden daha kaliteli olduğu sürece yaratıcı bir aktivedir. Aksi takdirde sedimentasyon sürecinin olumsuz bir etkisi olduğu görüşündelerdir (Zachar, 1982: 117).

Sedimentasyon olayında beşerî aktivitelerin yoğun olarak etkili olması nedeniyle, sedimentasyon süreci, erozyonda olduğu gibi doğal ve antropojenik sedimentasyon olarak sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmanın yanında, sedimentasyon yapısına bağlı olarak süreci yararlı ve zararlı sedimentasyon olarak da ayırmak mümkündür. Toprak oluşumu esnasında bitkilerin, ana kayanın çatlaklı yapılarına yerleşerek bu kayayı uzun bir süre boyunca ayrıştırması ve ayrışan ince unsurlu materyallerin depolanması, doğal sedimentasyona örnek oluştururken, erozyon sürecinde insan faaliyetlerinin etkisiyle değişen ortam koşulları erozyon

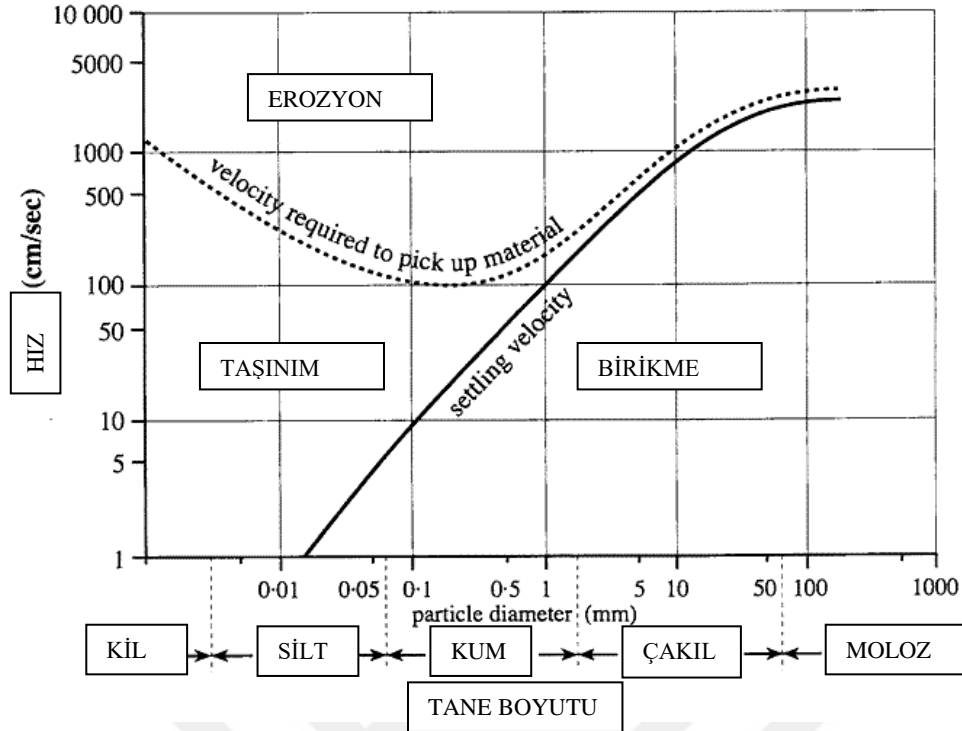
sürecini hızlandırmakta ve bu yolla oluşan sedimantasyon ise antropojenik sedimantasyona örnek oluşturmaktadır (Zachar, 1982: 118).

Sedimantasyon süreci jeomorfoloji çalışmalarında büyük bir öneme sahiptir. Erozyon sonucunda taşınan materyallerin belirli bir alanda birikmesiyle oluşan sediman depoları, erozyona uğradığı ana kayanın özellikleri, doğal taşınım ve depolanma süreçleri hakkında önemli bilgiler vermektedir. Bununla beraber sediman depoları, erozyon ve depolanma sürecindeki iklim ve çevre koşulları hakkında önemli kanıtlar sunmaktadır (Boggs, 2006: 50).

Sedimanların depolanma süreci, söz konusu erozyon aktivitesinin tipine göre değişim göstermektedir ve bu nedenle sedimanlar sınıflandırılırken tek tip isimlendirme yapılmamaktadır. Genelde sedimanlar, yerçekimi, çözünme ve erime süreçlerinden kaynaklanıp kaynaklanmadığına göre sınıflandırılırken; denizel, glasiyal, nival, organik ve antropojenik sediman olarak da isimlendirilmektedir. Yaygın olarak bulunan ve su ortamında çökelen sedimanlar ise gölsel ve denizel sedimanlar olarak ayrılmaktadır (Zachar, 1982: 121).

Çalışmanın konusunu oluşturan flüvyal sedimanlar ise akarsu yataklarında ya da akarsuyun taşkın ovasında yaygın olarak birikmektedir. Bu yüzden kanal sedimanları ya da alüvyon olarak isimlendirilmektedir. Akarsular özellikle taşkın dönemlerinde bol miktarda alüvyon taşıdığı için toprak oluşumu açısından büyük öneme sahiptir (Zachar, 1982: 122).

Akarsu yatağı boyunca taşınan kil, kum, silt ve çakıl boyutundaki unsurlar, suyun kinetik enerjisiyle oluşan akımın etkisiyle harekete geçmektedir. Akarsulardaki taşınan sediman miktarı büyük ölçüde meydana gelen akım ve sediman özelliği ile ilişkilidir. Filip Hjulstrom (1935) tarafından oluşturulan diyagram ise akarsuyun akım hızı ile taşınan sedimanların tane boyları arasındaki ilişki ve bu ilişkiden yola çıkılarak sediman taşınım, aşındırma ve biriktirme süreçleri ile ilgili bilgiler vermektedir (Şekil 1.1). Şekilden de görüldüğü üzere orta boy kum (0,25 – 0,5 mm) düşük hızlarda aşınmaya uğrarken kil ve silt boyutundaki sedimanlar ise kum tanelerinden daha küçük boyutta olmasına rağmen, laminer akışın dip kısmında yer almaları ve özellikle kil tanelerinin birbirine sıkıca bağlanmalarını sağlayan kohezif güçlerden dolayı, aşınabilmeleri için daha yüksek bir akıma gereksinim duymaktadır. Verilen örnekten de anlaşılacağı gibi akarsuda meydana gelen aşınma ve buna bağlı olarak sediman taşınım süreçlerini denetleyen birden fazla etkenin bulunduğu dikkati çekmektedir (Huggett, 2011: 195).



Şekil 1.1 Hjulstrom Diyagramı (Hjulstrom, 1935).

Sonuç olarak akarsu yatağındaki tanelerin uniform olmayışı, akarsu kesitinin üç boyutlu yapısı, çeşitli yapımların etkisi ve akımın zamanla değişen karakteri olayların incelenmesini daha da zorlaştırmaktadır (Bayazıt, 1971).

1.2.1. Sedimanın Tane Büyüklük Özellikleri

Sediman yapısını ortaya koyabilmek için ilgili sedimanın dokusal özelliklerinin (tane boyutu, tane şekli ve tanenin yuvarlaklık derecesi) bilinmesi oldukça önemlidir. Bu sayede sedimanın taşınması ve birikmesinde etkili olan fiziksel süreçler hakkında önemli bilgiler elde edilebilmektedir. Sedimanın dokusal özellikleri aynı zamanda taşınan sedimanın ana malzemesinin ve geldiği kaynak bölgesinin belirlenmesinde de büyük oranda yardımcı olmaktadır (Petss, 1983: 107).

Tane boyu kavramı sediman taşınım süreçleri açısından büyük önem teşkil etmektedir ve sediman taşınım süreçlerinin ortaya konulmasında kullanılan temel bir parametredir (Petss, 1983: 107). Doğal akarsu yatağındaki sedimanlar kil (<0.004 mm) boyutundan iri çakıl-blok boyutuna (>254 mm) kadar değişkenlik gösteren farklı tane büyüklüğündeki sedimanlardan oluşmaktadır. Bazı sedimanlar, sediman deposunun yapısını oluşturan daha büyük tanelerle karakterize edilirken iri taneler arasındaki boşluklar ise matriks denilen daha ince tane boyutundaki unsurlarla dolmaktadır. Bazı sediman depoları ise iri taneli sedimanlardan çok, ince taneli sedimanlardan oluşur, çok fazla miktarda matriks içerir ve bu özellikteki depolara ise matriks destekli depolar adı verilmektedir (Kondolf ve Piegay, 2016: 282).

Sedimanın tane boyutu özellikleri, tanenin taşınmasını sağlayan akışkanın özelliklerini, tanenin taşınma mesafesini yansıtan bir kanıt olması bakımından da önemlidir. Ayrıca tane boyu, sedimanın türediği ana kayaç ve aşınma fonksiyonlarının da belirticisidir. Farklı fasiyes ve ortamlarda oluşmuş çökelleri birbirinden ayırmada, çökeltme süreçleri ve taşınma mekanizmalarının ortaya konulmasında da yardımcı olmaktadır. Bu nedenle tane boyu analizleri sedimantoloji çalışmalarında önemli olduğu kadar jeomorfoloji çalışmalarında da çok yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir (Erinç, 2012).

Akarsulardaki taşınan sediman tanelerinin boyutları oldukça farklı olabileceği için tane büyüklüğünü ortaya koyarken standart bir çap kullanmak gerekir. Bu çap farklı şekillerde belirlenebilir;

- Elek çapı: Tanenin geçebildiği en küçük elek açıklığı bize elek çapını verir. Kum gibi iri taneler elekten geçebildiği için bu taneler daha çok elek çapıyla ifade edilir.
- Çökeltme çapı: Aynı akışkan içinde çapı belirlenecek tane ile aynı çökeltme hızına sahip, aynı yoğunluktaki küresel tanenin çapıdır. Kil ve silt için çökeltme çapı kullanılır. Çökeltme çapı hidrolik açıdan en anlamlı büyüklüktür.
- Nominal çap: Sediman yığınlarının hacminin belirlenmesinde kullanılan bu çap, tane ile aynı hacimdeki kürenin çapıdır (Şekil 1.2). Nominal çap elek çapından biraz büyüktür.

Millimeters (mm)	Micrometers (μm)	Phi (ϕ)	Wentworth size class
4096		-12.0	Blok
256		-8.0	Kaba Çakıl
64		-6.0	İnce Çakıl
4		-2.0	Çok küçük Çakıl
2.00		-1.0	Çok İri Taneli Kum
1.00		0.0	İri Taneli Kum
1/2	0.50	1.0	Orta Kum
1/4	0.25	2.0	İnce Kum
1/8	0.125	3.0	Çok İnce Kum
1/16	0.0625	4.0	İri Taneli Silt
1/32	0.031	5.0	Orta Silt
1/64	0.0156	6.0	İnce Silt
1/128	0.0078	7.0	Çok ince Silt
1/256	0.0039	8.0	
	0.00006	14.0	Kil

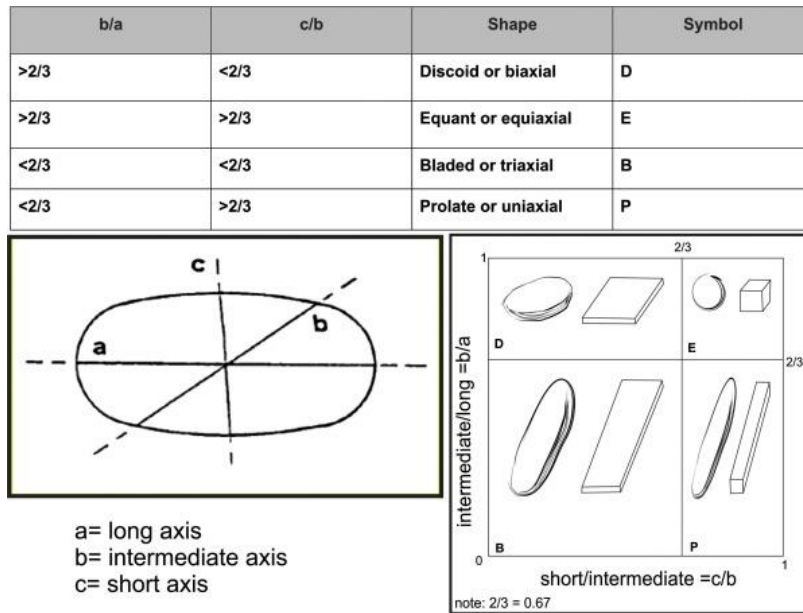
Şekil 1.2 Sediman Tane Boyu Sınıflandırılması (Wentworth, 1922).

Tane boyunun sürekli değişken olması bu konuda ölçütler belirlenmesi gereğini doğurmuş ve bu amaçla çizelgede gösterilen Wentworth (1922) ölçeği dışında, Udden (1912), Krumbein (1934) ölçekleri de bulunmaktadır (Kerey ve Erkal, 2014: 29).

1.2.2. Sedimanın Tane Şekli ve Yuvarlaklık Özellikleri

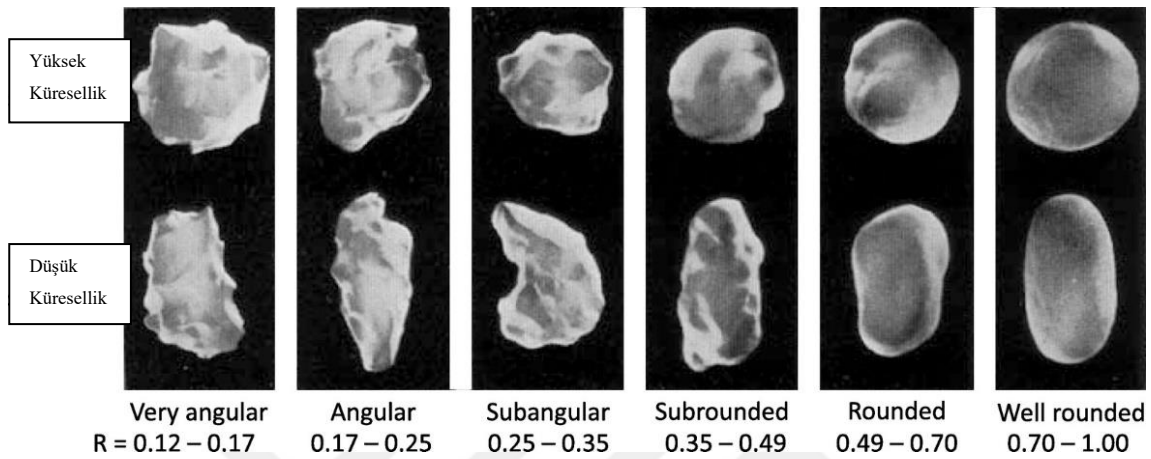
Sedimanların tane şekilleri yaygın olarak ana kayanın özelliklerini yansıtmakta, sedimanların ayrışma, çözülme ve aşınma süreçleri hakkında bilgiler vermektedir (Konfold ve Piegay, 2016: 282). Tanenin biçimi, uzun (a), orta (b) ve kısa (c) eksenleri arasındaki orana göre belirlenmektedir. Sedimanın tane şeklini belirleyen birçok sınıflandırma vardır. Bu sınıflandırmalar konusunda farklı yaklaşımlar bulunmakla birlikte bunlardan en yaygın kullanılanlardan birisi Zingg (1935) sınıflandırmasıdır (Şekil 1.3). Bu sınıflandırmada tanelerin şekilleri küresellik, kalemsi, bıçağımsı ve disk olmak üzere farklı gruplara ayrılmaktadır. Sedimanların şekil özellikleri, sediman taşınım özelliklerini büyük oranda etkileyebilmektedir (Kondolf ve Piegay, 2016: 282).

Sedimanın tane şekli sınıflandırmasında tanenin yuvarlaklık derecesi bu sınıflandırmalar içerisinde yer almaz. Sedimanın yuvarlaklık derecesi tane biçimi özelliğinden tamamen bağımsızdır (Petss, 1983: 112). Sedimanın tane şekil özelliklerinde eğer tanenin uzun, orta ve kısa kenar uzunlukları birbirine yakın ise o tanenin yuvarlaklık derecesi büyük oranda artmaktadır. Bir başka ifade ile tanenin bütün köşeleri birbirine yakın oranda aşındığında, tanenin yuvarlaklık derecesi büyük oranda artar. Tanenin her bir köşesindeki aşınma miktarı birbirinden çok farklı ise tanenin yuvarlaklık derecesi daha düşüktür (Boggs, 2006: 65).



Şekil 1.3 Sedimanların Tane Biçimini İfade Eden Sınıflandırma (Innangi vd., 2016)

Sedimanlarda tanenin küresellik özelliği, tane hacmine eşit bir kürenin yüzey alanının, tanenin yüzey alanına oranı olarak tanımlanırken; tanenin yuvarlaklık özelliği ise tane ortalama eğrilik yarıçapının, tanenin iz düşüm alanı içine çizilen bir dairenin yarıçapına oranını ifade eden bir değerdir. Tanenin küresellik ve yuvarlaklık özelliği birbirinden farklı kavramlardır ve küreselliği yüksek olan bir tanenin yuvarlaklığı küçük ya da tam tersi olabilir (Şekil 1.4).

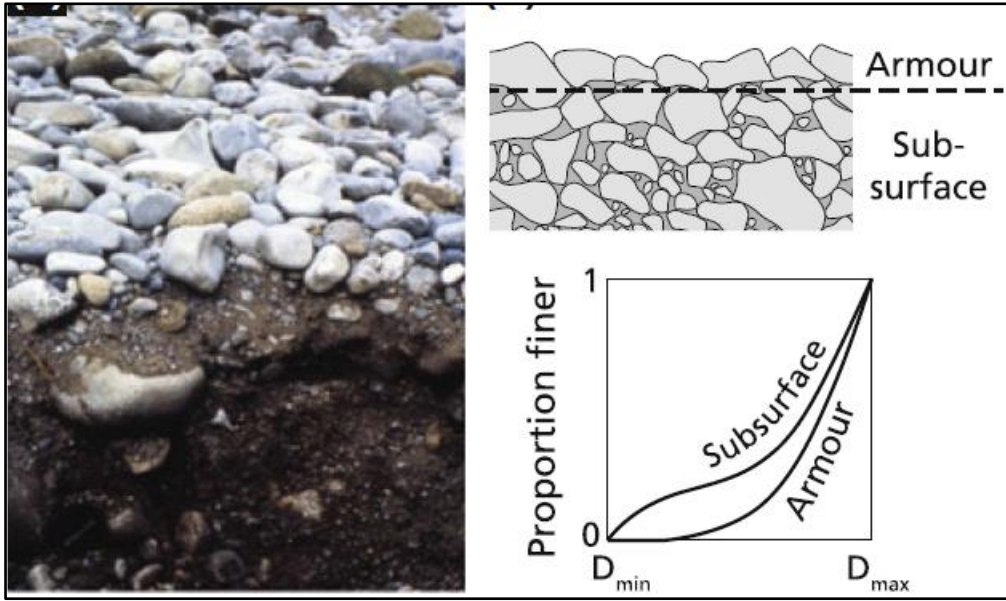


Şekil 1.4 Sedimanların Tane Yuvarlaklığı Sınıflaması (Boggs, 2006: 67)

Sedimanın tane biçimi aynı zamanda onun türediği ana kayanın özelliklerine bağlıdır. Akarsuda meydana gelen taşınma sürecinde kaynaktan ağız kısmına doğru aşınmayla birlikte tanelerin şekil ve boyutları değişse bile, yani daha yuvarlak hale gelse bile, sedimanın ilk biçimi tamamıyla kaybolmaz (Kerey ve Erkal, 2014: 35).

1.2.3. Sedimanlarda Tane Yönelimi/ Binikleme (Imbrication)

Disk, bıçağımsı, kalemsi veya düzlemsel (tablamsı) şekillerde olabilen tanelerin taşındıkları ortamın koşullarına göre, uzun eksenleri bir yönde olmak üzere yönlendirmelerine biniklenme veya imbrikasyon (imbrication) adı verilir (Kerey ve Erkal, 2014: 35) (Şekil 1.5). Biniklenme, kum boyutunda gözlenebileceği gibi daha çok çakıl boyutundaki sedimanlarda, yani tane boyutunun artmasıyla daha belirgin hale gelmektedir. Aynı zamanda akarsuda meydana gelen sediman tane yönelimi, özellikle hem sedimantoloji hem de jeomorfoloji çalışmalarında akıntının yönünü belirlemede son derece yararlıdır (Kerey ve Erkal, 2014: 35). İmbrikasyon olayı, akarsuyun yatak stabilitesinin artmasına neden olabilmektedir. İnce taneli sedimanlardan çok, çakıl boyutundaki sedimanları içeren akarsu yatağında imbrikasyon olayı daha belirgindir. Çakılların, akarsudaki akıma bağlı olarak belirli bir yöne doğru tabakalaşması sonucunda akarsuda taşınan daha ince unsurlar (kil, mil ve kum) imbrikasyon yüzey tabakasının altında etkili bir şekilde depolandığından, yatağın stabilitesini arttırmaya yardımcı olurlar (Rowinski ve Radecki, 2015: 297).



Şekil 1.5 Akarsu Çakıllarındaki İmbrikasyon Yapısı Örnekleri (Rowinski ve Radecki, 2015: 297)

1.2.4. Sediman Yoğunluğu ve Porozitesi (Gözeneklilik)

Sediman tanelerinin yoğunluğu meydana geldikleri kayanın özelliklerine bağlıdır ve genellikle $2,1$ ile $2,8 \text{ g/cm}^3$ arasında değişir. Kayalarda en yaygın olarak kuvars minerali bulunması nedeniyle ortalama sediman yoğunluğu $2,65 \text{ g/cm}^3$ alınabilir. Bir sediman yığnında tanelerin kendi hacimlerinin yığının hacmine oranı, yığındaki boşluklar nedeniyle, her zaman 1'den küçüktür. Örneğin kum ve çakıl için bu değer $0,5$ ile $0,7$ arasında değişir. Bu sebeple yığının yoğunluğu tanelerin yoğunluğundan daha azdır (Bayazıt ve Avcı, 2010: 20).

Herhangi bir kayaçta bulunan gözeneklerin hacminin kayacın toplam hacmine oranına gözeneklilik (porozite) denir. Örneğin toplam hacmi 1000 olan bir kayaçtaki gözeneklerin hacmi 100 ise o kayacın gözenekliliği %10'dur. Bir kayacın gözeneklilik oranı çeşitli faktörlere bağlı olarak değişir. Bir kayacın veya bir ortamın gözenekliliği kayacı meydana getiren unsurların şekline, elenme derecelerine, matriks ile birbirine bağlı olup olmamalarına göre değişebileceği gibi kayacın erime boşlukları, çatlak ve yarık gibi birtakım boşluklar içermesine bağlı olarak da değişir (Hoşgören, 2015: 98).

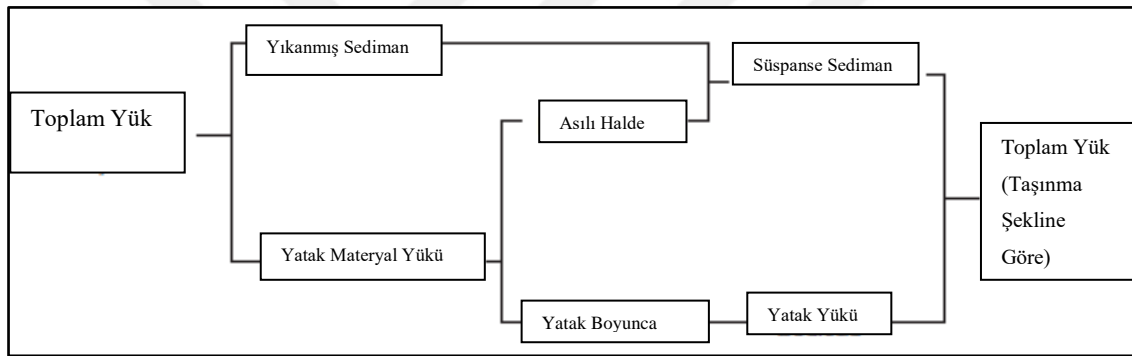
Sediment Sınıfı	Porozite (%)
Kaba kum	39-41
Orta kum	41-48
İnce kum	44-49
Kumlu lem	50-54

Şekil 1.6 Sedimanların Tane Boyutlarına Göre Gözeneklilik Yüzdeleri (Bayazıt ve Avcı, 2010)

Akarsularda sedimanların yoğunluk ve gözeneklilik özelliklerinin bilinmesi önemlidir ve sedimanların paketlenme durumları hakkında önemli bilgiler vermektedir. Akarsuda kötü boylanmış sedimanların gözeneklilik oranı iyi boylanmış sedimanlara göre daha düşüktür. Kötü boylanmış sedimanlar, farklı boyuttaki materyalleri barındıracağı için iri malzemelerin arasındaki ince unsurlar daha sıkı bir şekilde paketlenme özelliği göstermektedir (Boggs, 2006: 71).

1.3. Akarsu Tarafından Taşınan Sedimanlar ve Özellikleri

Bir akarsu tarafından taşınan bütün materyaller, akarsuyun toplam yükü olarak tanımlanır. Toplam yük, eriyik yük (çözünen), asılı yük (suda asılı olarak kalabilecek kadar küçük olan taneler) ve yatak yükünden (normal akış koşullarında suda uzun süreli olarak asılı kalamayacak büyüklükteki tanelerden) oluşur (Şekil 1.7). Akarsu yükünün bu üç bileşenine ait ayrıntılı bilgiler aşağıda sunulmuştur.



Şekil 1.7 Akarsularda Taşınan Sedimanların Sınıflandırılması (Kondolf ve Piegay, 2015: 325).

1.3.1. Eriyik Yük veya Çözünmüş Yük

Nehirler büyük oranda eriyik sediman taşımaktadır. Bazı akarsulardaki eriyik sediman miktarı belirli dönemlerde süspanse sediman miktarından daha fazla olabilir. Akarsuda taşınan eriyik yükün kaynağını ise özellikle atmosfer ve kayaç erimeleri oluşturmaktadır. Yağışlar sonucunda havzaya düşen sular aynı zamanda önemli oranda klor, sodyum, kalsiyum ve sülfür gibi eriyik materyal barındırmaktadır ve bu sayede akarsuda taşınan eriyik sediman oranlarını da etkilemektedir (Petss, 1983: 98). Dolayısıyla akarsulardaki eriyik sediman miktarı iklim, jeolojik yapı, topoğrafya ve bitki örtüsü gibi çeşitli ortamsal faktörlere bağlıdır. Bazı akarsular, çözünmüş organik maddeler bakımından zengin olan bataklıklardan ve sazlıklardan geçen sular ile beslenirler. Taşınan eriyik yükün büyük bir bölümü, akarsuyu besleyen kaynaklar ve yer altı suları tarafından sağlanır. Bunun yanında büyük havzaları geçen akarsularda da taşınan eriyik sediman miktarı fazla olabilmekte ve baskın olarak bikarbonat, sülfat, klorit, kalsiyum ve sodyum içerebilmektedirler. Küçük havzalar daha ziyade drenaj havzalarındaki temel kayaçların

bileşimini yansıtırlar. Bu duruma ek olarak akarsularda taşınan çözünmüş yüke etki eden faktörlerden biri de iklimdir. Havzanın bulunduğu sahada iklime bağlı olarak gelişen mevsimsel değişimler de kendi içerisinde etki nedenidir. Kaynak sularıyla beslenmenin daha fazla olduğu mevsimlerde ve özellikle nemli sıcak iklim bölgelerinde çözünmüş (eriyik) yükün değeri daha fazladır. Bu şekilde akarsuların taşıdıkları çözünmüş yük, düşünülenin aksine önemli değerlere ulaşır ve hatta bazı dönemlerde asılı halde taşınan yükten daha fazla olabilir (Erinç, 2012: 391).

1.3.2. Asılı yük (Süspanse Sediman)

Asılı yük, su içerisindeki burgaçlar ve türbülanslar nedeniyle yüzer olarak taşınabilen yeterince küçük ve hafif katı tanelerden, çoğunlukla da silt ve killerden oluşur. Kum, güçlü akıntılar sırasında geçici olarak asılı halde taşınabilir ve ufak çakıllar taşkınlar sırasında kısa süreli de olsa asılı duruma geçebilir. Süspanse sediman taşınımı genellikle akışın türbülanslılığıyla ilişkilidir. Hızın ve türbülansın artmasıyla o oranda daha büyük sedimanlar dibe çökmeden taşınabilir. Dolayısıyla süspanse sediman konsantrasyonu ile akım arasında pozitif bir korelasyon vardır (Petss, 1983: 123). Taşınan asılı yükü oluşturan kaynaklardan bir diğeri ise yatak içinde sürüklenen daha iri unsurların, sürtünmeler sonucunda ufalanmalarından yani atrisyona uğramalarından meydana gelmektedir. Fakat daha büyük bir kısmı ise yağışlı dönemlerde meydana gelen yağmur sularının yamaçlar boyunca eğim doğrultusunda yüzeysel akışa geçmesiyle beraber süpürülerek akarsuya dahil ettiği ince unsurlardan oluşur. Bu durumda yamaç eğimiyle birlikte mevsimsel anlamda yağışın olmadığı dönem uzunluklarının etkisiyle yamaç stabilitesinin bozulması ve bitki örtüsünün de azlığı sonucunda süpürülen malzemelerin fazlalığı da göze çarpmaktadır. Bahsedilen konu kapsamında yamaçlardan süpürülen malzemelerin yoğunluğu ve miktar olarak fazlalığı genel olarak yamaçların yağmur sularından ne derece etkilendiğine, yamaç eğimine, bitki örtüsünün varlığı ve yoğunluğuna, yağış rejimine, yağış sıklığı ve şiddetine bağlı olarak değişir.

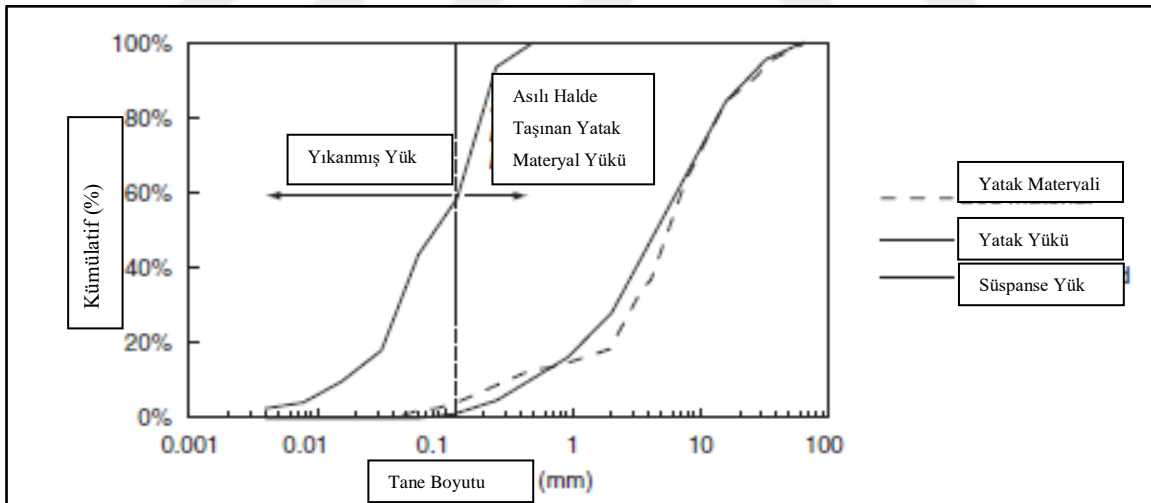
Havzada meydana gelen yağışa ek olarak akarsuyun su sıcaklığının da asılı yük üzerinde etkisi bulunmaktadır. Sıcaklık yükseldikçe, yüzer maddelerden bir kısmının dibe çökmesi kolaylaşır. Buna karşılık soğuk sularda, özellikle glasiyelerden kaynağını alan akarsularda, asılı yük dibe çökmeden daha fazla oranda ve daha uzağa taşınır. Böyle bir havzada asılı madde, su ağırlığının çoğunu oluşturarak değerin biraz daha artmasıyla çamur akıntılarını oluşturur (Erinç, 2012: 391). Diğer taraftan akarsuda taşınan sedimanların su kütlelerinin dikey profili (derinlik) açısından değerlendirildiğinde; asılı yükün büyük bir bölümü akarsu yatağının tabanına yakın bölümünde taşınır ve asılı yük konsantrasyonu su yüzeyine doğru azalma gösterir.

1.3.3. Yatak yükü (Bed Load)

Akarsuda taşınan kum, kil ve silt boyutundan daha büyük olan malzemeler yatak yükünü oluşturur ve bu malzemenin bir bölümü genellikle akarsu yatağıyla kontak halinde taşınırlar. Kum, akım koşullarına bağlı olarak yatak yükünün veya asılı yükün bir bölümünü oluşturabilir. Yatak yükü, tanelerin düzensiz bir şekilde taşınmasından dolayı, suyun akışından daha yavaş hareket eder. Taneler tek tek veya grup halinde yuvarlanarak veya kayarak hareket edebilir. Taneler hareket halindeyken iri taneler küçük tanelere, yuvarlak taneler yassı tanelere göre daha hızlı ve kolay hareket etme eğilimi gösterirler. Bir akarsuyun gücü, akarsuyun taşıyabileceği en büyük tane boyu derecesi ile belirlenir (Stream competence). Bir akarsuyun kapasitesi ise taşıyabileceği maksimum sediman miktarı ile ölçülür (stream capacity) (Kondolf ve Piegay, 2015: 325).

1.4. Akarsularda Taşınan Sedimanların Kaynağına Göre Sınıflandırılması

Akarsuda taşınan sedimanlar kaynağına göre yatak malzemesi ve yıkanmış malzeme olarak ikiye ayrılmaktadır (Şekil 1.8). Özellikle kaynak bölgelerinin değişimiyle beraber akarsularda taşınan sedimanların boyutları ve taşınma süreçleri de büyük oranda farklılık göstermektedir (Bayazıt ve Avcı, 2010).



Şekil 1.8 Akarsularda Taşınan Sedimanların Boyutlarına ve Taşınma Süreçlerine Göre Sınıflandırılması (Kondolf ve Piegay, 2015: 325).

1.4.1. Yıkanma Malzemesi

Süspansiyon halde taşınan sedimanların büyük bir çoğunluğu kil ve silt boyutundaki sedimanlardan oluşmaktadır. Akarsudaki bu sedimanlar, düşük hızda bile suda asılı halde taşınmaya devam ederler. Bu sedimanlar kaynağını akarsu yatağından çok havzadan ve akarsu yatağının kenarlarında (akarsu bankı) meydana gelen erozyondan almaktadır. Akarsulardaki

taşınma kapasitesinin büyük bir bölümünü oluşturan yıkanma malzemesi, nehir sistemi boyunca hızlı bir şekilde taşınır (Boggs, 2006: 34). Yıkanma malzemesi yükü, akarsu havzasının büyüklük, zemin yapısı, topoğrafya, yağış şiddeti ve süresi, bitki örtüsü, rüzgâr ve akım özelliklerine (türbülanslı veya laminer) bağlıdır. Bu yük, yağışlı dönemlerde havzada bulunan yamaçların yüzeysel akış sonucunda süpürülmesiyle taşınan sedimanların akarsuya ulaşmasıyla meydana gelmektedir. Aynı zamanda yağış ile birlikte akım da artacağından akarsuya ulaşan bu ince unsurlu sedimanlar, türbülans ve akımla beraber çökme imkânı bulmadan taşınırlar (Şekil 1.9). Havza yamaçlarından akarsuya karışan kil boyutundaki yıkanma malzemesi, akarsuyun akımından bağımsız olarak düşük hızda bile süspanse halinde taşınmaya devam ederler ve nehirler düşük akış hızında bile çok fazla miktarda yıkanma malzemesini taşıma kapasitesine sahip olabilir. Çünkü yıkanma malzemesi sürekli olarak süspanse halinde su ile yaklaşık aynı hızda hareket ettiğinden nehir sistemlerinde hızlı bir şekilde taşınırlar (Boggs, 2006: 34). Akarsularda taşınan yıkanma malzemesi, akarsuyun hidrolik koşullarına nispeten bağlı değildir. Ancak akarsuda yoğun olarak bulunan kil boyutundaki sedimanlar akarsu yatağının yapısı ve sediman taşınım süreçleri üzerinde etkili olabilmektedir (Leopold vd., 1995: 181).

Kaynak	Taşınım Şekli	Ölçümler
Yıkanmış Yük	Süspanse Yük	Örneklenen Yük
Yatak Materyal Yükü		Örneklenemeyen Yük
	Yatak Yükü	

Şekil 1.9 Akarsularda Taşınan Sedimanların Kaynağı ve Taşınım Süreçleri (Sear vd., 2010: 92)

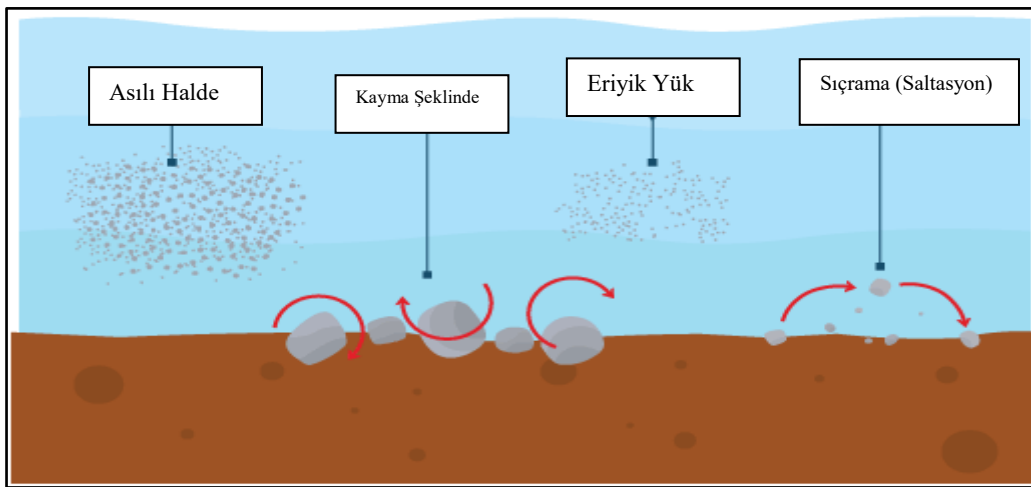
1.4.2. Yatak Malzemesi

Akarsuda taşınan kum boyutundan daha büyük olan malzemeler yatak yükünü oluşturmaktadır. Temelde bu iri sedimanlar, akarsu yatağıyla temas halinde (sürünme, zıplama, kayma ve yuvarlanma) taşınmaya devam ederler (Boggs, 2006: 33). Yatak malzemesinin taşınması, akarsu hidroliği ile ilişkilidir ve bu malzemenin harekete geçebilmesi için güçlü bir akım gerekmektedir. Yatak yükü akarsu yatağının morfolojisi açısından da oldukça önemlidir. Oluşan akımla birlikte akarsu yatağından sürekli olarak taşınma meydana gelirken, akımın azaldığı koşullarda ise birikme süreçleri egemen olmaktadır. Yatak malzemesini oluşturan kum boyutundan daha büyük olan sedimanlar, akarsu yatağından koparılıp taşınırken, bir yandan kurak koşulların yaşandığı dönemlerde eğimin az olduğu yerlerde biriktirilir ve tekrar yatağa

depolanarak bir döngü oluştururlar. Belli bir zaman aralığında yatağından aşındırılan sediman miktarı, akarsu yatağına biriken sediman miktarına eşitse, akarsu yatağındaki sediman miktarında bir değişme olmaz; bu duruma Dinamik Denge (rejim) denir. Bir akarsu yatağına oluşan dinamik dengenin bozulmasıyla, eğer yataktan sökülen malzeme yatağa geri dönen malzemedan daha fazla ise oyulma (degradation) oluşur. Oyulma sürecinde akımın artmasıyla beraber taşınma süreci hâkim olur ve bu da yatak malzemesinin irileşmesine yol açar; fakat aksine, akarsu yatağına sökülen malzeme yatağa geri dönen malzemedan az ise yığılma görülür. Akımın azaldığı bu dönemde birikme süreçleri egemendir ve yatak yüzeyindeki malzeme incelir (Bayazıt ve Avcı, 2010).

1.5. Akarsularda Sediman Taşınım Süreçleri

Akarsularda sediman taşınımı eriyik sediman ve katı sediman olarak iki bölümden oluşmaktadır. Akarsulardaki eriyik sedimanın büyük bir çoğunluğu havzadaki kayaların çözünme sürecine bağlı olarak akarsuya dahil olur ve akış gücüne bağlı olarak taşınırlar. Katı sediman ise süspansediman ve yatak yükü olarak ikiye ayrılmaktadır. Süspansediman kil, silt ve mil boyutundaki partiküllerin türbülanslı akıma bağlı olarak çökmeden asılı halde taşınma sürecini kapsamaktadır (Knighton, 1998). Kil, mil ve silt boyutundaki malzemedan oluşan süspansediman, yıkanmış sediman olarak da bilinmektedir ve akarsudaki akış korunduğu takdirde kalıcı olarak süspansediman halinde taşınmaya devam eder (Şekil 1.10). Diğer taraftan yatak yükü ise kaba taneli materyallerden oluşmaktadır. Daha iri malzemedan (çakıl, blok) oluşan yatak yükü ise akarsu yatağındaki yüksek akım koşullarında yatak boyunca aralıklı olarak zaman zaman hareket eder (Demir, 2000).



Şekil 1.10 Akarsulardaki Sedimanların Taşınım Süreçleri <https://877792843598943391.weebly.com/river-processes.html> (Erişim Tarihi: 8.01.2017)

1.5.1. Akarsularda Eriyik Maddelerin Taşınması

Akarsularda taşınan eriyik sedimanlar, su vasıtasıyla, onun temas ettiği yüzeylerdeki organik ve inorganik maddeleri çözüp taşınması şeklinde gerçekleşir. Bu olaya solüsyon adı verilir. Akarsuya taşınan eriyik sedimanın kaynağının büyük bir çoğunluğunu ise atmosferik süreçler ve kayaç erimeleri oluşturmaktadır (Petss, 1983: 97). Yağışlar sonucunda yüzeye inen yağmur damlaları saf sudan oluşmamaktadır ve içerisinde çeşitli mineralleri barındırmaktadır. Dolayısıyla yağışlar sonucunda akarsuya sülfür, klorid, sodyum ve kalsiyum gibi birçok eriyik mineraller dahil olmaktadır. Yağışlar sonucunda akarsuya gelen eriyik sediman miktarı genel olarak daha düşüktür. Akarsudaki eriyik sedimanın büyük bir çoğunluğu ise buharlaşma süreci, kayaç ve toprak erimeleri sonucunda gerçekleşmektedir (Petss, 1983: 98). Özellikle havzada çözünme, oksidasyon, hidrasyon, hidroliz ve karbonasyon gibi kimyasal olaylar sonucunda oluşmuş kimyasal tortul kayaçların varlığı, akarsularda taşınan eriyik sediman miktarını önemli oranda arttırmaktadır. Nitekim dolomit, kireçtaşı, jips vb. kayaçların yaygın olarak bulunduğu havzalarda, akarsularda taşınan eriyik sediman miktarının yüksek olacağı beklenmektedir. Bu durum genellikle yüz ölçümü daha az olan karstik havzalarda daha yaygın olarak görülmektedir. Çünkü daha düşük yüz ölçümüne sahip havzalarda akarsuyun taşıdığı eriyik sediman miktarı büyük oranda kayaç erimeleri tarafından denetlenmektedir (Hoşgören, 2015).

1.5.2. Akarsularda Yüzer Maddelerin Taşınması

Kil, silt ve mil boyutundaki çok küçük boyuttaki partiküllerden oluşan süspanse sedimanlar, akıma bağlı olarak akarsuda asılı halde taşınırlar (Demir, 2000) (Şekil 1.11). Yüzer maddelerin boyutları akarsuyun hızı ve özellikle türbülans olaylarının şiddet derecesi ile doğru orantılı olarak artar (Erinç, 2012: 391).

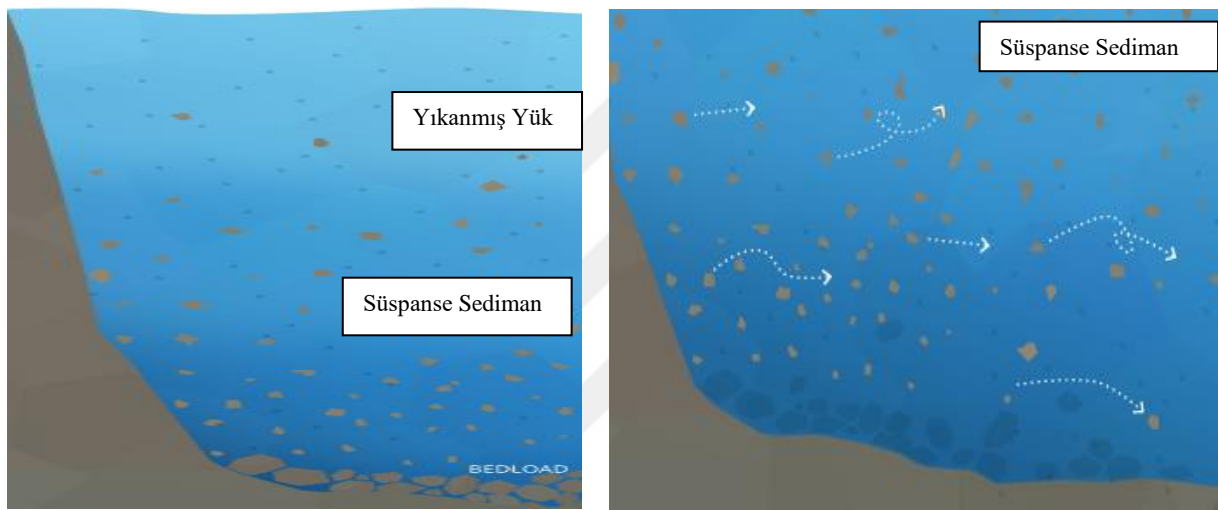
- Çamur,
- Kil taneleri,
- Mil ve çok ince kum tanecikleri süspanse halinde taşınan başlıca sedimanlardır.

Bunların bir kısmı yatak içinde sürüklenen daha iri unsurların, sürtünmeler sonucunda ufalanmalarından, yani atrisyona uğramalarından meydana gelir. Fakat büyük bir kısmı ise yamaçları takiben inen yağmur suları tarafından akarsuya doğru süpürülmesiyle oluşur. Bu nedenle süspanse sedimanın akarsuda bulunma yoğunluğu;

- Yamaçların yağmur suyu etkisine ne derece maruz kaldığına,
- Yamaç eğimine,
- Bitki örtüsüne,

- Yağış rejimi ve şiddetine,
- Yağış sıklığına bağlıdır.

Bu faktörlerin yanında suyun sıcaklığı da önemlidir. Sıcaklık yükseldikçe, süspanse maddelerden bir kısmının dibe çökmesi kolaylaşır. Buna karşılık, soğuk sular, örneğin glasiyelerden çıkan dereler, daha kolay yüzer madde taşırlar ve bu nedenle sanki süt gibi bir renk alırlar (glasiye sütü). Akarsuların taşıdığı süspanse maddelerin oranı, su ağırlığının 1:1000 – 1:100.000'i arasında oynar. Hatta bazı ekstrem durumlarda su ağırlığının yarısından fazlasını bu maddeler oluşturur ve bu değer artmasıyla çamur akıntılarına geçilmiş olur (Erinç, 2012: 391).

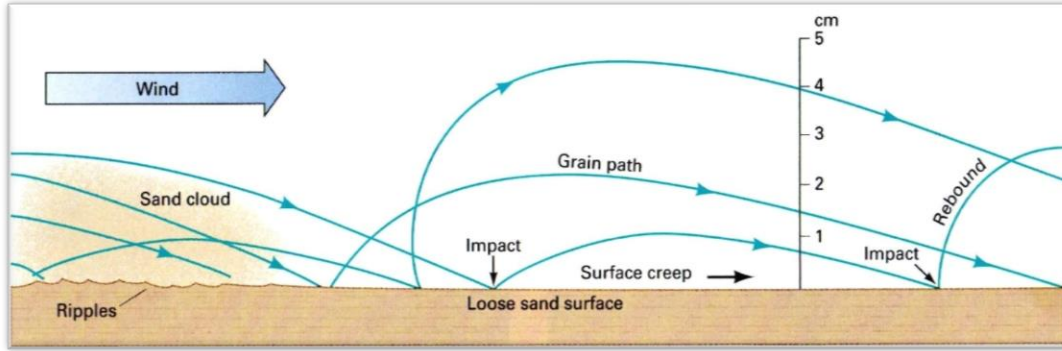


Şekil 1.11 Akarsulardaki Süspanse Sedimanın ve Yatak Yükünün Taşınımı

https://www.nexsens.com/pdf/Guide_Scour_Monitoring.pdf (Erişim tarihi: 10.01.2017)

1.5.3. Akarsulardaki Sedimanların Sıçrama Yoluyla Taşınması

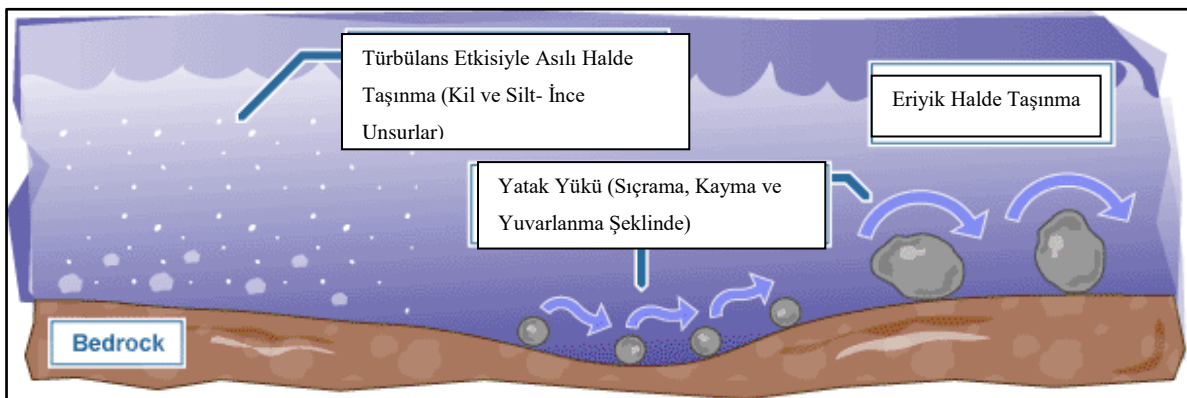
Akarsularda taşınan yatak yükü malzemesinin taşınma süreçlerinde, taşınan sedimanın dokusal özellikleri büyük öneme sahiptir. Sedimanın boyutu, şekli, yoğunluğu, yuvarlaklık derecesi, taşınan tanelerin hidrodinamik süreçlerini kontrol eden temel özelliklerdir (Demir, 2000). Taşınma süreçlerinin başlamasında partikül özelliklerinin yanında akarsu yatağının sedimentolojik özellikleri ve akımın hidrolojik koşulları da büyük bir öneme sahiptir. Sıçrama (saltasyon) yoluyla taşınma, akarsu yatağı boyunca daha iri unsurlu sediman tanelerinin kısa süreli sıçramalarıyla oluşan taşınma süreçlerini kapsamaktadır (Şekil 1.12). Akım türbülanslığı devam ettiği sürece saltasyon süreci de devam edebilir (Demir, 2000).



Şekil 1.12 Rüzgâr Etkisiyle Sıçrama (Saltasyon) Yoluyla Yatak Malzemesinin Taşınma Süreçleri
http://www.mrstevennewman.com/geo/Stockton/Biophysical_Interactions/weather_and_climate.htm (Erişim Tarihi: 15.01.2017)

1.5.4. Sedimanların Kayma ve Yuvarlanma Şeklinde Taşınması

Akarsu yatağında bulunan ve yatak yükünü oluşturan daha iri unsurlar sedimanın şekil özelliklerine bağlı olarak yatak üzerinde kayarak veya yuvarlanarak hareket ederler (Şekil 1.13). Yuvarlanarak taşınma sürecinde sedimanların şekil ve boyut özellikleri büyük öneme sahiptir. Genellikle küresel şekilde olanlar, akarsu yatağında daha kolay yuvarlanarak taşınırlar (Demir, 2000). Bu şekilde taşınan yatak yükü malzemesinin boyutu, akarsu gücüne bağlıdır. Genellikle çakıl, blok vb. daha iri unsurlar bu şekilde taşınır. Bu sedimanlar, çözünme, kütle hareketleri, glasiyeler veya çığlar ile sürüklenerek akarsuya karışabileceği gibi, bizzat akarsu tarafından yatağının bazı kısımlarının ve özellikle yanlarının alttan oyulması sonucunda da akarsuya dahil olabilirler. Yuvarlanarak, kayarak yer değiştirmeleri sırasında gerek birbirine gerekse yatağın çeşitli kısımlarına sürünürler ve bunun sonucunda keskin köşeleri zamanla ortadan kalkar, yuvarlaklaşır ve cilalanırlar. Bununla birlikte yuvarlaklaşma derecesi, kayanın yapısına da bağlıdır. (Erinç, 2012: 392).



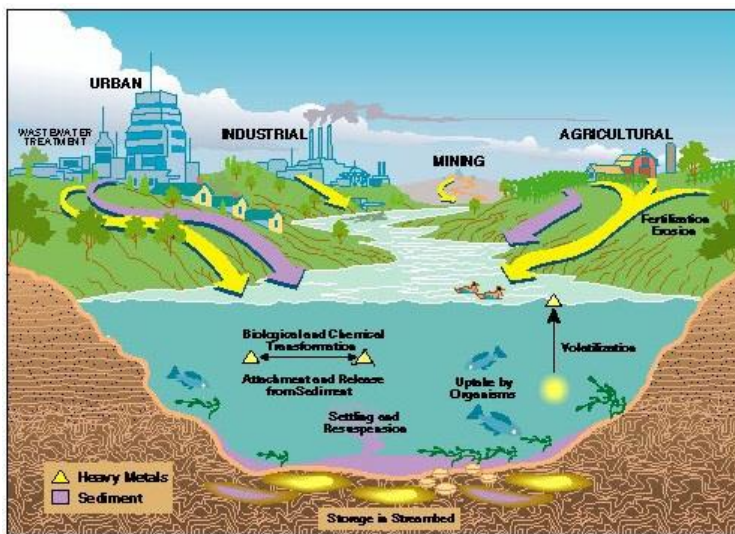
Şekil 1.13 Yatak Yükünün Sıçrama veya Kayma Özelliğinde Taşınım Süreci
https://resultadoloterias.co/explain_river_sediment_transport_diagram.php (Erişim Tarihi: 20.01.2017)

1.6. Akarsularda Taşınan Süspanse Sedimanın Önemi

Yıkama malzemesi olarak da bilinen süspanse sediman; kil, silt, mil ve çok ince kum gibi küçük boyuttaki materyallerden oluşmaktadır. Akarsuda meydana gelen türbülans sonucunda ince malzemeler dibe çökmeden yüzer halde taşınırlar. Özellikle bitki örtüsünden yoksun, yamaç stabilitesinin zayıf olduğu ve kurak dönemleri takip eden yağışlı dönemler sonucunda akarsu havzasından ana akarsu ve kollarına bol miktarda süspanse sediman girişi söz konusu olabilir. Bunun yanında akarsuyun kendi akımıyla birlikte taşıdığı iri unsurlar (çakıl, blok) taşınırken de ufalanmaya ve parçalanmaya uğrarlar ve böylece boyutları zamanla küçülür. Bütün bunların sonucunda da akarsuda taşınan ince unsurların oranı artar. Bu malzemeler boyut olarak ince unsurlardan oluşmasına karşın, sedimantasyon sorunlarının ortaya çıkmasında büyük öneme sahiptir.

Mühendislik yapıları, sedimantasyon sorunundan büyük oranda olumsuz etkilenmektedir. Akarsular tarafından taşınan süspanse sedimanlar her ne kadar ince materyallerden oluşsa da baraj ömürlerini azaltmaktadır. Taşınan bu sedimanların baraj veya gölet rezervuarlarında zamanla birikmesiyle göletin hacimsel açıdan su toplama kapasitesi büyük oranda düşmektedir. Bu durum baraj kapasitesini ve baraj ömrünü önemli oranda düşürmektedir (Şekil 1.14). Bunun yanında akarsularda taşınan sedimanlar barajların rezervuar alanlarında birikerek sağanak yağış dönemlerinde sel ve taşkın riskini büyük oranda arttırmaktadır.

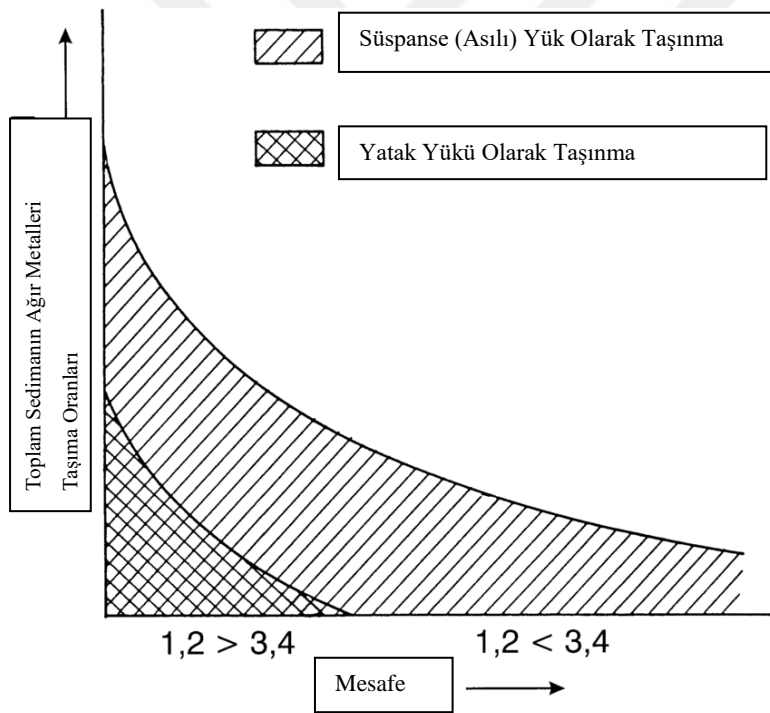
Yapılan araştırmalar sonucunda rezervuara taşınan sediman nedeniyle; Çubuk-I Barajı'nın 54 yılda %70, Seyhan Barajı'nın 37 yılda %40, Kartalkaya Barajı'nın 25 yılda %30, Altınapa Göleti'nin 18 yılda %30 ve Güvenç Göleti'nin rezervuarının 8 yılda %30 oranında sedimanla dolduğu belirlenmiştir (Akıncı, 2002).



Şekil 1.14 Ağır Metallerin ve Sedimanların Akarsuya Dahil Olma Süreçleri

<http://www.curenature.com/2013/03/heavy-metal-toxicity-effective-chelators.html> (Erişim Tarihi: 25.01.207)

Baraj gölet rezervuarları üzerinde olumsuz etkisi olan süspansediman, akarsu kirliliği açısından da oldukça önemlidir. Akarsu havzasında yer alan sanayi tesisleri, tarım alanları ve yerleşmelerin varlığı sonucunda oluşan endüstriyel ve evsel atıkların yağışlar sonucunda yüzeysel akışa geçen sularla birlikte akarsu yatağına ulaşmasıyla kirliliği de büyük oranda arttırmaktadır (Şekil 1.14). Süspansedimanın oluşturduğu bir başka olumsuz etki de akarsuda bulunan ağır metaller gibi kirleticilerin akarsuda taşınmasına neden olmasıdır. Kil, silt ve mil boyutundaki sedimanlar kirleticiler ile beraber taşınır. Özellikle ağır metaller, sudaki türbülans sonucunda kil, mil ve silt boyutundaki sedimanlara yapışarak akarsuda taşınmasıyla beraber sudaki kirletici miktarları artmaktadır (Şekil 1.15). Akarsuların kirlilik seviyelerinin yükselmesi, sudaki çözülmüş oksijen oranını büyük oranda azaltmaktadır. Bu durum, akarsu ötrofikasyonuna yol açarak su içerisinde var olan canlı grubunu da olumsuz yönde etkilemektedir (Ciszewski, 1998).



Şekil 1.15 Akarsuda taşınan yatak yükünün ve süspansedimanın ağır metal taşınımı ile ilişkisi (Ciszewski, 1998).

Birçok akarsuda toplam sediman yükünün %80-95 gibi büyük bir bölümü yüzer halde taşınan malzemelerden oluşmaktadır (Petss, 1983). Yağışlı dönemde süspansediman miktarının artıyor olması da bu dönemde daha sık örnek alınması ihtiyacını doğurmaktadır. Taşınan sedimanın büyük bir bölümünü oluşturan süspansedimanın hesaplanması da sediman ölçümlerinde ve çalışmalarında büyük öneme sahiptir (Fotoğraf 1.1).



Fotoğraf 1.1 Korkuteli Çayı'nda Süspansediman Taşımından Bir Görünüm

1.7. Akarsularda Taşınan Eriyik Sedimanın Önemi

Akarsularda taşınan eriyik haldeki sediman miktarını ve konsantrasyonunu etkileyen birçok parametre vardır. Özellikle suyun etkisiyle kimyasal ayrışmanın hız kazanarak akarsularda taşınan iyon, moleküller ve bazı organik maddeler çözülmüş olarak taşınan sediman yapılarını oluşturmaktadır. Taşınan bu yükün yapısını, miktarını ve konsantrasyonunu etkileyen iklim, jeolojik yapı, bitki örtüsü gibi birçok değişken bulunmaktadır (Fotoğraf 1.2). Taşınan eriyik sediman miktarını ve konsantrasyonunu denetleyen bu faktörler göz önüne alındığında, akarsuyun geçtiği ve ulaştığı havzaların yapı ve iklim özelliklerinin ortaya konulması büyük öneme sahiptir. Eğer araştırma sahasındaki akarsu, çözülmüş organik madde miktarı fazla olan bataklık ve sazlık alanlardan geçiyorsa, yine buna bağlı olarak akarsu boyunca taşınan çözülmüş organik madde yükünün fazla olması beklenmektedir. Bununla beraber ana akarsuyu besleyen kol sayısının fazla olması, drenaj ağının gelişmiş olması, havza alanının büyüklüğü ve havzada yer altı kaynaklarının akarsuyu beslemesi de çözülmüş halde taşınan sediman miktarını ve konsantrasyonunu arttırmaktadır. Bunun yanında farklı iklim bölgelerinden geçen ve drenaj alanı daha geniş olan akarsuların taşıdığı eriyik sediman miktarı da büyük oranda artmaktadır. Böyle akarsuların taşıdığı eriyik sedimanın büyük bir oranını da bikarbonat, sülfat, klorit, sodyum ve kalsiyum oluşturmaktadır.



Fotoğraf 1.2 Korkuteli Çayı'nın Baraja Yakın Bölümündeki Sediman Yoğunluğundan Bir Görünüm

Akarsularda taşınan eriyik yükün miktarı ve konsantrasyonu üzerinde birçok parametre etkilidir. Geniş bir drenaj havzası bulunan ve farklı iklim bölgelerinden geçen akarsuların aksine havzasının daha yerel kaldığı ve dolayısıyla tek bir iklim tipinin hâkim olduğu sahalardaki akarsularda eriyik halde taşınan yükü belirleyen etken ise daha çok litolojik yapıdır. Bu yapıda bulunan bir akarsuyun, taşıdığı eriyik yükün miktarı ve yapısı daha çok havzadaki kayaç bileşimini yansıtmaktadır.

Yapılan çalışmaların birçoğunda akarsularda taşınan sedimanın %80-90 aralığında süspanse sedimanın oluşturduğu belirtilmektedir. Ancak bu genelleme her akarsu için aynı değildir. Akarsularda taşınan eriyik sediman miktarını ve konsantrasyonunu önemli ölçüde etkileyen bir diğer parametre ise iklimdir. Özellikle nemli ve sıcak iklim özelliklerine sahip sahalardaki (ekvatorial iklim bölgesinde yer alan akarsular) akarsularda taşınan sediman dağılımında bazı dönemlerde eriyik halde taşınan sedimanın süspanse sediman oranını geçtiği bile olmaktadır. Eğer akarsu hem nemli, sıcak iklim bölgesine sahip hem de yoğun olarak yer altı kaynaklarından besleniyor ise akarsuda taşınan eriyik sediman miktarı ve konsantrasyonu süspanse sediman miktarı ve konsantrasyonuna oranla daha fazla olabilmektedir.

. Havzanın yağış ve sıcaklık koşulları taşınan eriyik sediman miktarı üzerinde önemli oranda etkilidir. Bu durum daha çok kurak ve yağışlı dönemi bünyesinde barındıran yarı kurak iklim sahalarda gözle görünür farklar ortaya koymaktadır. Yağış rejiminin düzensiz olduğu

ve yağışlı dönem ile kurak dönemde araldanmanın yaşandığı yarı kurak iklim sahalarında akarsularda taşınan eriyik sediman miktarının mevsimsel değişimi üzerinde durulması gerekmektedir. Yağış rejiminin düzensiz olduğu sahalarda sıcak ve nemli dönemlerde akarsularda eriyik halde taşınan sediman oranının yükseleceği düşünülmektedir. Böyle bir dönem aralığında sıcaklık ve yağışla birlikte bitki örtüsünün de varlığıyla beraber hem kimyasal hem de biyolojik ayrışmanın hızlanmasıyla çözünme hızı kazanacaktır. Havzada erimenin hız kazanması ve bitki örtüsünün yoğunluğunun artması da akarsuya ulaşan ve akarsu tarafından taşınan çözülmüş organik madde ve kalsiyum, karbonat, sülfat, klorit gibi çözülmüş inorganik madde miktarını da arttırmaktadır.

Akarsuya ulaşan eriyik sedimanların bir bölümünü de yağışlar etkilemektedir. Yağışlarla birlikte yüzeye inen sular saf su niteliğinde değildir ve içerisinde çeşitli mineralleri barındırmaktadır. Kayaç erimesine ve buharlaşma şiddetine göre daha az etkisi olmakla beraber yağışlar sonucundaki yüzeye ulaşan su bileşiminin de önemi vardır.



Fotoğraf 1.3 Korkuteli Çayı'nda Taşınan Sediman Yoğunluğundan Bir Görünüm

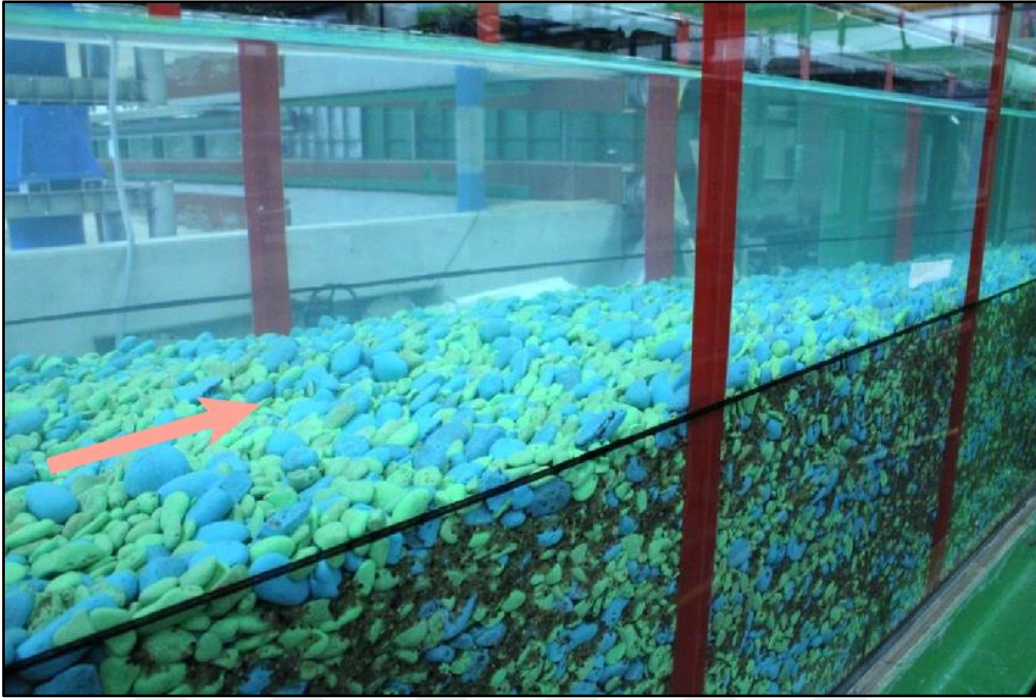
Sonuç olarak akarsularda taşınan eriyik madde miktarı ve konsantrasyon oranı, yukarıda belirtilen şartlara göre belli dönemlerde ve belirli iklim koşullarında değişim göstermektedir. Bu durumun varlığı da çalışma sahasındaki akarsularda taşınan çözülmüş organik ve inorganik madde miktarı ve konsantrasyonu üzerinde, sahanın iklim ve litoloji özelliklerinin belirleyici rol oynadığını göstermektedir.

1.8. Akarsularda Taşınan Yatak Yükünün Önemi

Akarsu yatağında taşınan çakıl, kaba çakıl ve blok vs. gibi iri unsurlar yatak yükünü oluşturmaktadır. Taşınan bu iri unsurların akarsu yatağından hareket edebilmesi için güçlü bir akım gerekmektedir. Bu türde iri malzemenin taşınması, akarsuyun kinetik enerjisine, akarsu ile taşınan yükün kinetik enerjisine, zeminin pürüzlülük durumu ve yatak eğimine bağlıdır (Demir, 2000). Özellikle akarsuyun kinetik enerjisinin yani akarsu akımının artmasıyla beraber yatakta bulunan iri unsurlar harekete geçmektedir. Akımın artmasına bağlı olarak yatak malzemesi zıplama, sıçrama, kayma ve yuvarlanma şeklinde akarsu yatağında taşınmaktadır. Aynı zamanda harekete geçen yatak malzemesi akarsu yatağının tabanına ve kenarlarına çarparak hem daha küçük malzemeler üretmekte hem de boyut olarak küçülmektedir (Knighton, 1998).

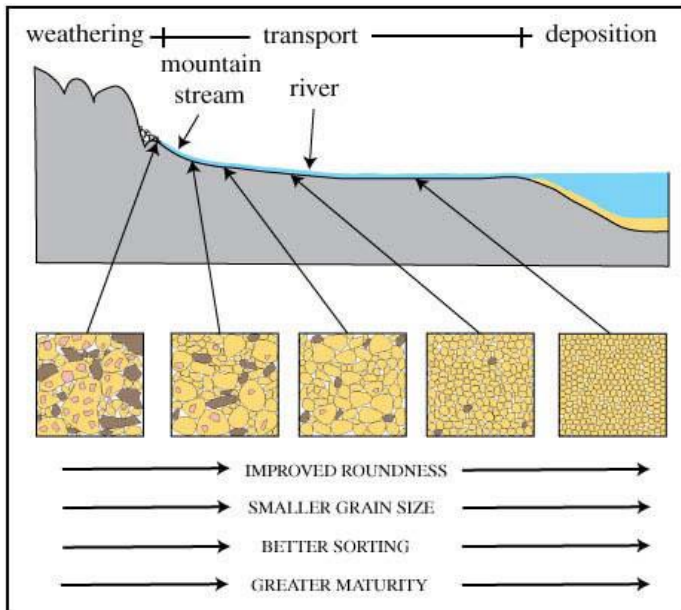
Yatak malzemesi aynı zamanda akarsu morfolojisinin anlaşılması açısından da büyük öneme sahiptir. Akarsularda taşıma ile aşındırma arasında sıkı bir bağlantı vardır. Akarsuyun aşındırma gücünün asıl olarak taşıma gücü ile orantılı olduğu ve yatak üzerinde en önemli aşındırıcı etkinin, korazyon olduğu belirtilmiştir (Erinç, 2012: 390). Bu durum, yatak malzemesinin akarsuyun kinetik enerjisiyle hem yatak boyunca taşınmasını hem de akarsuyun taşıdığı malzemeyi yatağının kenarlarına çarparak yaptığı aşındırma etkisini de ortaya çıkarmaktadır. Bu da akarsuyun yatak yapısını, eğimini, yatak genişliğini ve dikliğini değiştiren önemli etkenlerdendir.

İri kum ve çakıl ya da blokların oluşturduğu yatak malzemesi, disk, bıçağımsı, kalemsi veya düzlemsel şekillerde olabilen bu sediman taneleri taşındıkları ortamın koşullarına göre uzun eksenleri bir yönde olmak üzere yönlenmelerine binikleme veya imbrikasyon (imbrication) adı verilir (Kerey ve Erkal, 2014: 35). Daha kaba taneli olan bu yapılarda görülen yönelme olayı hem sedimantoloji çalışmalarında hem de sedimantoloji yöntemlerinin kullanıldığı jeomorfoloji çalışmalarında da büyük öneme sahiptir (Fotoğraf 1.4). Biniklenme, akarsuyun kinetik enerjisiyle birlikte yatak malzemesini taşıyan akıntının yönünü belirlemede son derece yararlıdır.



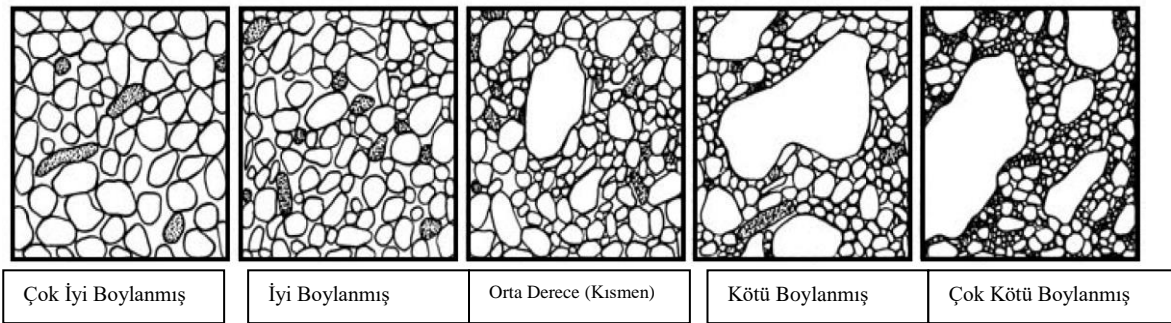
Fotoğraf 1.4 Laboratuvar Ortamında Yapılan Denejde Yatak Malzemesinin Akış Yönüne Göre Tane Yönelimi (Orrú vd., 2016).

Akarsudaki güçlü akım ile beraber taşınan daha iri unsurların oluşturduğu yatak malzemesi, akarsu yatağının eğimine, akımına ve kaynak ile ağız kısmı arasındaki mesafeye de bağlı olarak boyut farklılıkları göstermektedir. Genel olarak bir akarsu havzasında, akarsu kaynağından ağız kısmına doğru gidildiğinde taşınan malzemenin hem boyut olarak küçüldüğü hem de şekil olarak yuvarlaklaştığı öngörülmektedir (Erinç, 2012: 386) (Şekil 1.16).



Şekil 1.16 Akarsuda Profiline Kaynaktan Ağız Kısmına Doğru Taşınan Sedimanın Şekil ve Boyut Değişiminin Gösterimi <http://www.zainbooks.com/read.php?i=sedimentary-rocks-introduction-weathering-classification-minerals-and-rocks&b=341&c=6> (Erişim Tarihi: 29.01.2017)

Nehir yatağındaki sedimanların boylanma dereceleri, onların kaynak sahasından olan mesafeleri hakkında bilgi verir. Eğer taşınan bütün taneler aynı büyüklükte ise iyi boylanmış çok farklı büyüklükte ise kötü boylanmıştır (Şekil 1.17). Bu bağlamda, akarsudaki çökellerin boylanma durumları analiz edildiğinde, eğer nehir yatağındaki çökeller, kötü boylanma gösteriyorsa, onların taşınma mesafesinin kısa olduğu ve hızlı bir şekilde depo edildiği çıkarımı yapılabilir. Bu durumun aksine sediman deposundaki çökeller iyi boylanma gösteriyor ise de çökellerin daha uzun mesafeden taşındığı ve yavaş bir şekilde depolandığı çıkarımı yapılabilmektedir (Boggs ve Krinsley, 2006).



Şekil 1.17 Akarsu Yatağında Taşınan İri Malzemelerin Boylanma Özellikleri (Boggs ve Krinsley, 2006).

Genel olarak yatak malzemesinin belirlenmesi önemli bir husustur. Yatak malzemesi akarsu morfolojisi, akımı ve havzanın yapısı hakkında önemli bilgiler sunmasına rağmen bu konuda yapılan çalışmaların sayısı oldukça sınırlıdır. Küçük boyutta sedimanların taşınım süreçlerinin anlaşılabilmesinde önemli avantajlar olmasına rağmen yatak malzemesinin ölçümü ve değerlendirilmesi oldukça güçtür (Demir, 2000). Taşınım süreçlerinin kompleks bir yapıya sahip olması, ölçümleri zorlaştıran önemli bir etkidir. Sabit akımda yatak yükünün taşınım oranları belirlenirken, akımın ani olarak arttığı taşkın ve sel dönemlerinde akarsu yatağında taşınan sediman miktarının belirlenmesi oldukça zordur (Demir, 2000). Bahsi geçen zorluklar neticesinde birçok çalışmada akım ile yatak malzemesi arasındaki ilişki ve yatak malzemesinin miktarı doğrudan ölçülememektedir. Böyle durumlarda daha çok süspansiyon madde miktarına göre oranlanmaktadır. Bundan dolayıdır ki bir havzadan taşınan toplam sediman miktarının bulunmasında, hesap yapabilme olanaklarının olmadığı durumlarda, yatak yükü olarak akıdaki sediman yükünün %10 -15' inin kabul edilebileceği, Birleşmiş Milletler Örgütü'nün konuya ilişkin bir raporuna dayanılarak bildirilmektedir. (Cöntürk, 1968: 26).

İKİNCİ BÖLÜM

ARAŞTIRMA SAHASININ YERİ, SINIRLARI VE FİZİKİ COĞRAFYA ÖZELLİKLERİ

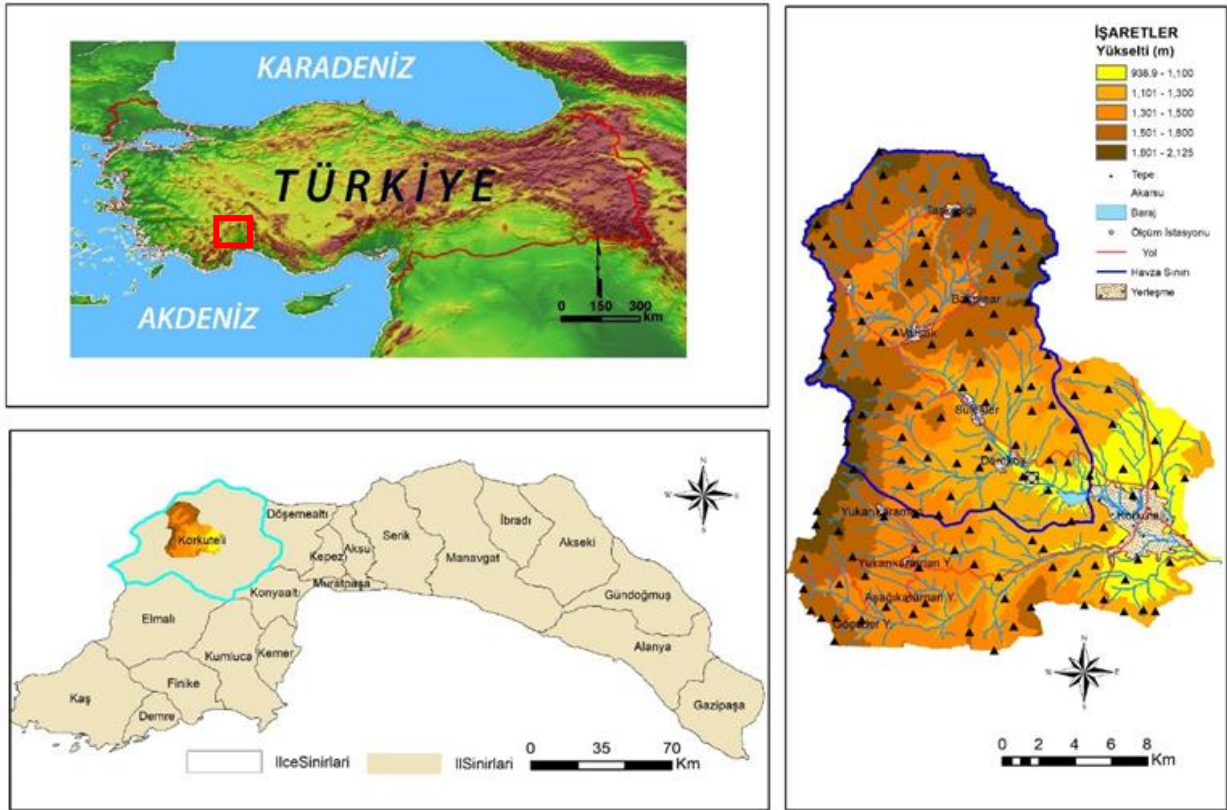
2.1. Bölüm Kapsamı

Bu bölümde öncelikle bu çalışmaya konu olan Korkuteli Çayı Havzası'nın yeri ve sınırları hakkında bilgiler verilmiştir. Buna müteakiben havzanın jeolojik ve jeomorfolojik özellikleri (yükselti, eğim, yer şekilleri vb.), iklim (sıcaklık, yağış şiddeti, süresi, karakteri, sağanak yağış özellikleri, Erinç ve De Martonne iklim sınıflandırması) ve hidrolojik özellikleri hakkında detaylı açıklamalar yer almaktadır.

2.2. Çalışma Sahasının Yeri ve Sınırları

Korkuteli Çayı Havzası, Türkiye'nin Akdeniz Bölgesi dahilinde ve Antalya ili sınırları içerisinde yer almaktadır. Korkuteli ilçesinin Antalya merkezine uzaklığı yaklaşık 63 kilometredir. Korkuteli havzasının batısında Muğla'nın Fethiye ilçesi ve Burdur'un Çavdır ve Gölhisar ilçeleri, güneyinde Antalya'nın Elmalı ve Kumluca ilçeleri, kuzeyinde Burdur ili, doğusunda ise Antalya'nın Döşemealtı ilçesi bulunmaktadır (Şekil 2.1).

Yaklaşık 429 km²'lik alana sahip alan Korkuteli Çayı Havzası'nın ortalama yükseltisi 1565 metredir. Çalışma havzası içerisinde yer alan Korkuteli Barajı'ndan Korkuteli Çayı'nın kaynağını aldığı Taşkesiği yerleşmesi ve çevresindeki havza yamaçlarına kadar olan kesim ise çalışma sahasının sınırını oluşturmaktadır. 238,5 km²'lik alana sahip çalışma sahasında yer alan Korkuteli Çayı mevsimlik akarsu özelliğindedir. Kış döneminde akımda süreklilik görülürken yaz döneminde (özellikle Temmuz ve Ağustos aylarında) ise akarsu tamamen kurumaktadır. Havzada yer alan Korkuteli Barajı 1973 yılında içme ve sulama suyu temin etme amacıyla inşa edilmiştir. Balıkçılık faaliyeti de yapılan Korkuteli Barajı'nın rezervuar alanı ise yaklaşık 2,2 km²'dir.



Şekil 2.1 Çalışma Sahasının Yeri ve Sınırları

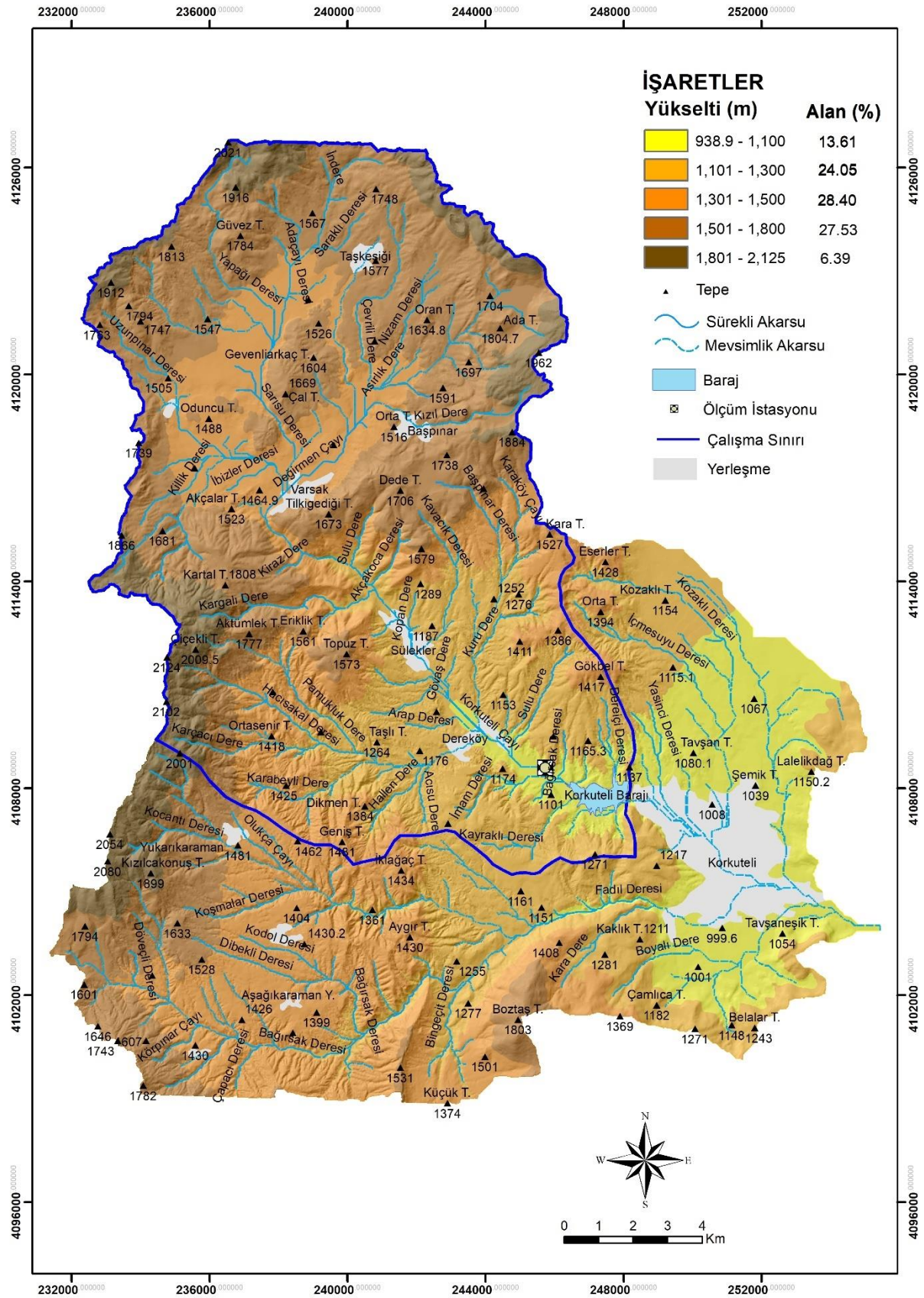
2.3. Havzanın Yükselti Özellikleri

Çalışma sahasında etkili olan erozyon süreçlerinin şiddetinde ve buna bağlı olarak akarsuda taşınan sediman miktarı üzerinde yükselti değerleri büyük bir öneme sahiptir. Özellikle akarsuda taşınan ince kum, kil, silt boyutundaki materyaller akarsuya havza erozyonu sonucunda dahil olmaktadır. Yükseltinin artmasıyla beraber havza yamaçlarındaki erozyon sonucunda taşınan sediman miktarının da fazla olması beklenmektedir.

Korkuteli Çayı Havzası, Batı Toroslar'ın kuzey yamacında yer almaktadır. Havzadaki yükselti değerleri 938,9 m (Korkuteli İlçe Merkezinin bulunduğu sahalarda, havzanın güney doğusu) ile 2125 m (Havzanın batı ve kuzey sınırları) arasında değişmektedir (Şekil 2.1). Havzanın ortalama yükseltisi ise 1565 metredir. Havzada, en fazla yüz ölçümüne sahip alan %28,4 ile 1300-1500 m aralığındaki arazilerdir. Bu alanlar, daha çok havzanın güney, güneybatısında ve Korkuteli Çayı'nın kaynak kısmına yakın olan Varsak yaylasının yer aldığı polye sahasına karşılık gelmektedir. En dar alanlı yükselti kademesi ise %6,4 ile topoğrafyanın engebeli olduğu dağlık alanların zirvelerini oluşturulan 1800 m üzerindeki sahalardır. Yükseltinin fazla olduğu bu sahalarda, havzanın batısı ve kuzeyindedir. Havza yamaçlarına karşılık gelen bu alanlar, genellikle Korkuteli Çayı ve yan kollarının kaynak bölgelerini oluşturmaktadır. Havzada 939-1100 m aralığındaki sahalarda, barajın ve ilçe merkezinin

bulunduğu, lokasyon olarak havzanın gúneydođusunda yer almakta ve toplam yüzölçümünün %13,6'lık oranını oluşturmaktadır. 1100- 300 m aralığındaki Korkuteli Çayı'nın taşkın sahalarnn da içerisinde yer aldığı araziler %24,05'lik oranı oluşturmaktadır. Bu araziler Korkuteli Çayı yatağı boyunca Salamur Boğazı'na kadar olan kesiminde yer alan tarım ve yerleşim alanlarına (Dereköy ve Sülekler) karşılıklı gelmektedir. Havzada son olarak 1500-1800 m aralığındaki araziler ise toplam yüz ölçümünün %27,5 oranındadır (şekil 2.2). 1300- 1500 metre aralığındaki arazilerden sonra havzada en fazla yüz ölçümüne sahip sahalardır. Bu araziler daha çok havzanın batısında ve Korkuteli Çayı'nın kaynak bölgesini oluşturan Taşkesiği, Varsak ve Başpınar yerleşmelerinin çevresinde yaygın olarak görölmektedir.





Şekil 2.2 Korkuteli Çayı Havzası'nın Yükselti Basamakları ve Kapladığı Alanlar

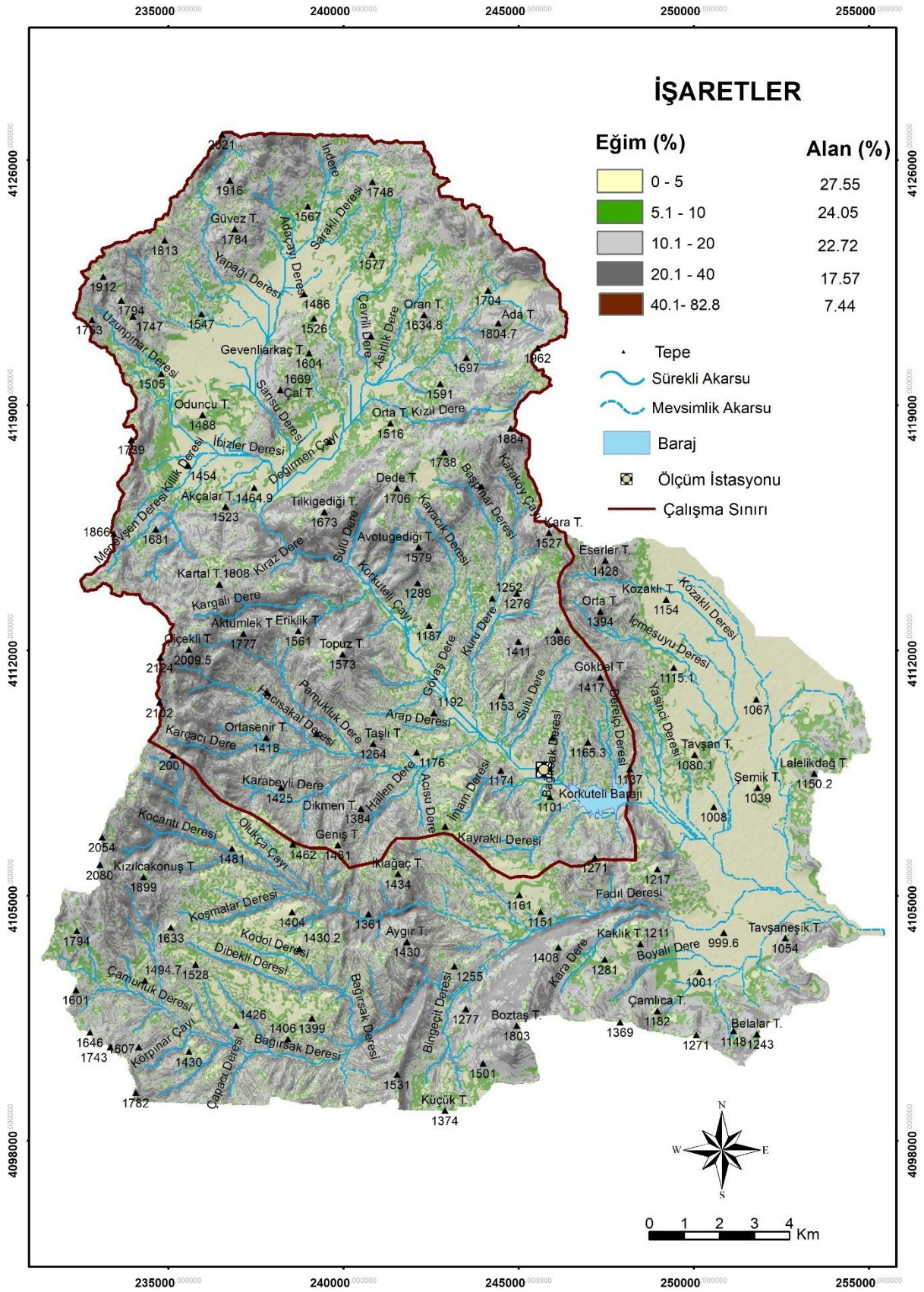
2.4. Havzanın Eğim Özellikleri

Eğim özellikleri, akarsularda taşınan sedimanın konsantrasyonu, miktarı ve sedimanın tane büyüklüğünün ortaya konulmasında büyük öneme sahiptir. Akarsuda taşınan sedimanın kaynağı, akarsu çığırı boyunca vadi yamaçlarından, kendi yatağından ya da su seviyesiyle birlikte akımın arttığı dönemlerde akarsuyun her iki kenarında bulunan yatak kenarlarından koparılabilceği gibi büyük bir kısmı ise havza yamaçlarından sağlanmaktadır. Havza yamaçlarındaki eğimin yüksek olması yerçekimi etkisiyle erozyona uğrayan sediman miktarını da büyük oranda arttırabileceği tahmin edilmektedir.

Havzada yükseltiyle birlikte eğimin arttığı da göz önünde tutulursa, vadi tabanlarında yani yükseltinin daha az olduğu düze yakın sahalarda eğimin daha az olduğu, havza yamaçlarında ise eğimin arttığı görülmektedir. Korkuteli Çayı Havzası'nda kaynak kısmına doğru gidildikçe eğimin arttığını, barajın yer aldığı Korkuteli Çayı'nın aşağı çığırında ise yükseltiyle birlikte eğimin de azaldığı görülmektedir. Aynı zamanda Korkuteli Çayı'yla birleşen yan kollar mevsimlik akarsu özelliği gösterir ve kaynağını aldığı dağlık alanlarda oluşan yağışlar sonucunda yeryüzüne inen sular yüzeysel akışa geçerek taşınan sediman miktarını büyük oranda arttırır.

Korkuteli Çayı Havzası'nda eğim değerleri farklılık göstermektedir. Korkuteli Barajı'nın güney ve güneydoğu kısmında yer alan Korkuteli ilçe merkezini de kapsayan alanda eğim değerleri %0-5 aralığındadır (Şekil 2.3). Korkuteli Çayı'nın yukarı çığırı ve kaynak bölgesi ile havzanın kuzey batısında yer alan Varsak Yaylası da aynı eğim değerlerine sahiptir. %0-5 aralığındaki eğim derecesine sahip bu sahalarda toplam arazinin %27,55'lik bölümünü oluşturur ve toplam arazinin 121 km²'lik yüzölçümüne karşılık gelir. Havzada %5-10 arası eğime sahip alanların havza yüzölçümüne oranı %24'tür. Aynı zamanda %10-20 arası eğime sahip alanlar ise havza yüzölçümünün %22'lik oranına tekabül etmektedir. Havzadaki yüksek eğimli sahalara gösteren %20-40 arası eğime sahip yerler ise havzanın %17,57'sini oluşturmaktadır. En fazla eğimli sahalara yer aldığı ve eğimin %40'dan %82'ye kadar değişen geniş bir aralıkta yer alan eğime sahip bölgeler ise toplam havza alanının %7,4'ünü oluşturmaktadır (Şekil 2.3).

Havzada en düşük eğim değerlerine sahip alanlar ise ilçe merkezini de içine alan alüvyal sahalarda ve Varsak Yaylası'nın kuzeyinde hilal biçimindeki polye sahası iken, en yüksek eğim değerleri ise Korkuteli Çayı Havzası'nın sınırlarını oluşturan, havzanın doğusu, daha çok batısında ve havzanın güneyinde yer alan havza yamaçlarına karşılık gelen, yükseltinin fazla, topoğrafyanın engebeli olduğu sahalardır.



Şekil 2.3 Korkuteli Çayı Havzası'nın Eğim Haritası

2.5. Havzanın Erozyon Şiddeti Sınıflandırması

Latin kökenli olan erozyon kavramı, buzul, rüzgâr, akarsu, fauna, insan etkisiyle toprağın taşınması şeklinde ifade edilmektedir (Zachar, 1982: 27). Ana kayanın uzun süre boyunca kimyasal, fiziksel ve biyolojik süreçler tarafından ayrışmasıyla oluşan toprağın erozyona uğraması günümüzde küresel çevre sorunlarının başında gelmektedir. Çünkü toprak, özellikle tarım ve ormancılıkta üretimin temelini oluştururken, insanlığın devamı için gerekli olan gıda üretiminin ana bileşenini oluşturur. Bu nedenle toprağa daha fazla önem verilmeli, rasyonel kullanımı, korunması ve iyileştirilmesi bakımından daha fazla önlemlerin alınması gerekmektedir.

Erozyon, iklim, topoğrafya, vejetasyon ve arazi kullanımı tarafından kontrol edilmektedir (Vrieling, 2006). Küresel bir çevre sorunu olan erozyonu hızlandıran birçok faktör vardır. Dünya nüfusunun hızla artması, artan gıda üretimi ihtiyacının ortaya çıkması, insan etkisiyle arazi kullanımının değişmesi, sanayileşme ve kentleşmenin yaygınlaşması erozyonu hızlandıran faktörlerin başında gelmektedir. Su erozyonu sonucunda her yıl yaklaşık 1492 milyon ton toprak, deniz ve okyanuslara taşınmaktadır. Özellikle taşınan bu toprağın yarısından fazlasının tarım arazilerinden kaynaklandığı gerçeği göz önüne alınırsa, bu olayın erozyon sorununa önemli bir boyut kazandırdığı görülmektedir (Bewket ve Sterk, 2003).

Akarsuda taşınan sedimanların büyük bir çoğunluğu, havzada meydana gelen erozyon sonucunda akarsuya dahil olur. Havza yamaçlarında oluşan kimyasal çözünme, fiziksel ufalanma ve biyolojik faktörlerin etkisiyle ana kayanın ayrışması sonucunda zemin erozyona müsait duruma gelmektedir. Yağışlar sonucunda havzanın her tarafında eğim doğrultusunda hareket eden sedimanlar akarsuya ulaşmakta ve akarsuda taşınan sediman miktarını büyük oranda etkilemektedir. Bu nedenle akarsuda taşınan sediman miktarını belirlemede havzada etkili olan erozyon süreçlerinin büyük bir rolü vardır.

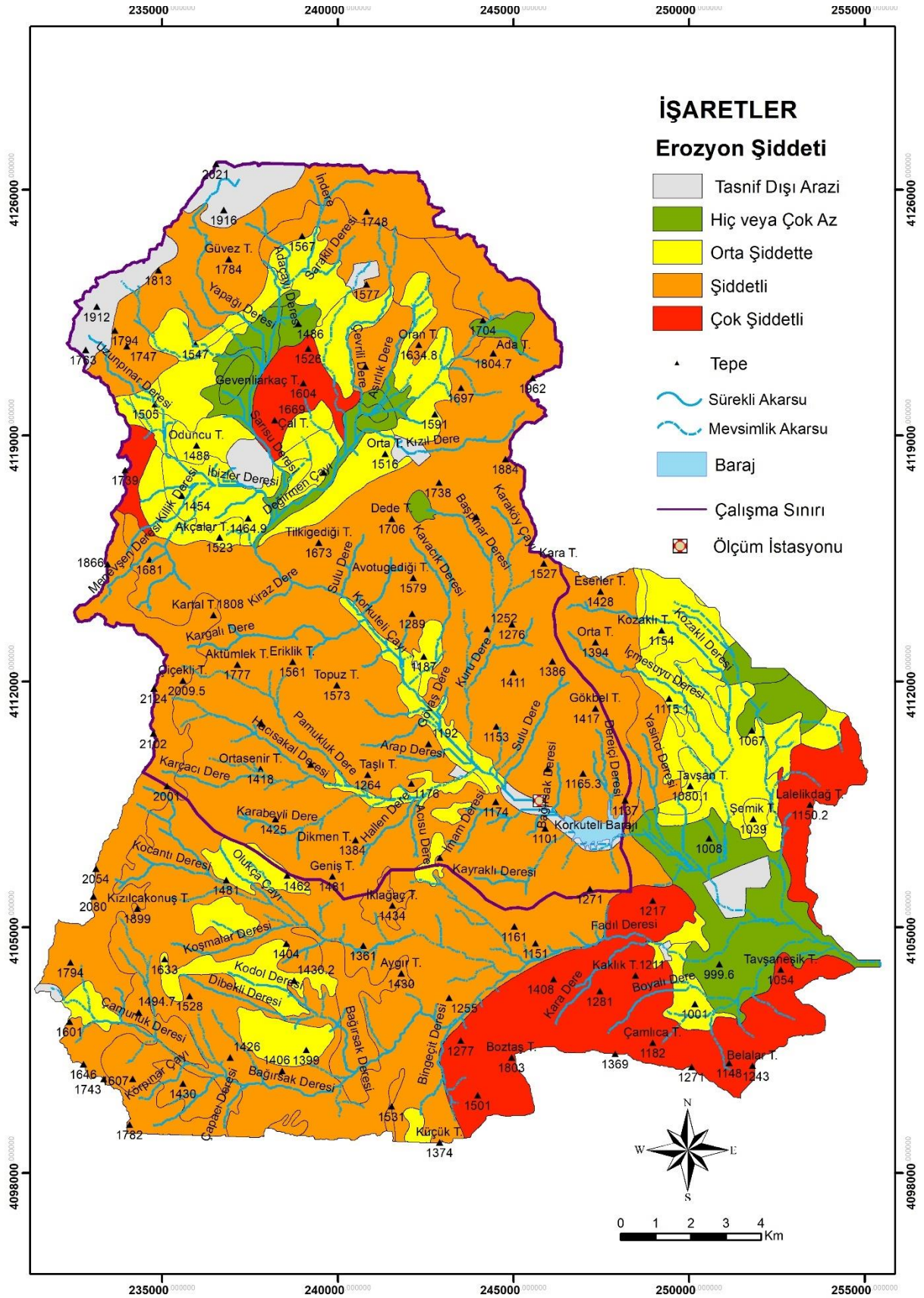
Korkuteli Çayı Havzası'nda oluşan erozyonun şiddeti, çok az, orta şiddette, şiddetli ve çok şiddetli olarak dört kategoride sınıflandırılmıştır (Şekil 2.4). Havzadaki erozyon şiddetini ortaya koyan bu veriler Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü'nden (1993) temin edilmiştir.

Korkuteli Çayı Havzası'nda erozyon şiddetinin sınıflandırılmasına göre, çalışma sahasının Korkuteli Çayı'nın baraj kesimi ile kaynak kısmı arasında kalan kesiminin şiddetli erozyon sınıfında yer aldığı görülmektedir (Şekil 2.4). Korkuteli Çayı'nda taşınan sedimanların kaynağını oluşturan, çalışma sahasının doğusunu, batısını ve kuzey bölümünü çevreleyen havza yamaçlarında ise erozyonun şiddetli olması dikkati çekmektedir. Bu sahalar, kahverengi orman topraklarının yer aldığı, üzerinde kızılçam ve onların tahrip edilmesiyle oluşan maki topluluklarının bulunduğu sahalara karşılık gelmektedir (Şekil 2.4, Şekil 2.9 ve Şekil 2.29).

Çalışma sahasında çok şiddetli erozyon sınıfına giren arazilerin azlığı dikkati çekmektedir. Erozyonun çok şiddetli kategorisinde yer aldığı bu arazilerin büyük bir çoğunluğu, ölçüm istasyonunun ve Korkuteli Barajı'nın güneyinde yer alan ilçe merkezinin çevresinde yoğunluk göstermektedir (Şekil 2.4). Erozyon şiddetinin çok yüksek olduğu bu sahalarda, kırmızı Akdeniz toprakları hâkimdir ve bitki örtüsü genellikle fundalıklardan oluşmaktadır (Şekil 2.4, Şekil 2.9 ve Şekil 2.29). Erozyonun çok şiddetli olarak görüldüğü sahalardan bir diğeri ise Varsak polyesi ve bu polyenin batısında yer alan yamaçlara karşılık gelmektedir (Şekil 2.4).

Erozyonun orta şiddetli olduğu sahalara ise havza genelinde yerleşme alanlarına tekabül etmektedir. Dereköy, Sülekler, Yukarı Karaman ve yaylası, Aşağı Karaman yaylası ve Korkuteli Çayı'nın kaynak kısmında yer alan polye alanının etrafında yaygın olarak görülmektedir (Şekil 2.4). Orta şiddetteki erozyonun gerçekleştiği bu arazilerde ortak bir toprak türü olmamasına karşılık, bu sahalara benzer özelliği, genellikle nadaslı kuru tarımın yapıldığı sahalara olmaktadır.

Korkuteli Çayı Havzası'nda yükseltinin, eğimin fazla olması, topoğrafyanın engebeli bir özellik göstermesi nedeniyle arazilerin büyük bir çoğunluğu, orta, şiddetli ve çok şiddetli erozyon grubuna dahildir (Şekil 2.4) Erozyon şiddetinin az olduğu sahalara ise diğer erozyon şiddeti sınıflarına göre daha az yer kaplamaktadır. Bu alanlar daha çok Korkuteli ilçe merkezinin yer aldığı saha ile Salamur Boğazı'nın kuzeyinde, Korkuteli Çayı'nın kaynak kısmında yer alan sahalarda görülmektedir (Şekil 2.4). Erozyon şiddetinin az olduğu bu sahalara genellikle tek bir toprak grubuna sahip değildir. Bu sahalara ortak özelliği sulu tarım ve sulu bahçe tarımının yapıldığı alanlara karşılık gelmesidir (Şekil 2.29).



Şekil 2.4 Çalışma Sahasının Erozyon Şiddeti Sınıflandırması (Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, 1993)

2.6. Havzanın Hidrografya Özellikleri

Korkuteli Çayı Havzası'nın en önemli akarsuyunu Korkuteli Çayı ve kolları oluşturur. Korkuteli Çayı akış rejiminin düzensiz olduğu, mevsimlik akarsu grubuna girmektedir. Bu havzada genellikle Akdeniz ikliminden karasal iklime geçiş özelliğindedir. Bundan dolayı akarsu akım özellikleri de Akdeniz ikliminden karasal iklime geçiş özelliği göstermektedir. Korkuteli Çayı Varsak yaylasının kuzeyinde yer alan Taşkesiği ve Başpınar mevkiinin kuzey, doğu ve batı yamaçlarından kaynağını almaktadır. Özellikle havzanın kuzeyine doğru yükseltinin arttığı da görülmektedir. Kızılar Tepe (1940 m), Domuzdağı Tepe (2012 m), Deliktaşatı mevki (1800 m) ve Sülekler Yaylasının kuzeybatısından (1800m) üç ana kol Korkuteli Çayı'nın kaynağını oluşturmaktadır (Şekil 2.5). Belirtilen kaynak noktalarından havzanın güneyine doğru ilerleyen mevsimlik akarsular Varsak Yaylası'nda birleşerek ana akarsu olan Korkuteli Çayı'nı oluşturur. Özellikle Varsak Yaylası'ndan Korkuteli ilçe merkezine, güneydoğu yönüne doğru akma eğilimi göstermektedir. Bu lokasyonda akarsu yatağı daralarak Salamur Boğazı'nı meydana getirir. Bu boğazdan güneydoğu yönünde akmakta olan Korkuteli Çayı önce Sülekler köyünden geçmekte ve bu alanda akarsu yatağı genişlemektedir. Sülekler köyünden itibaren Dereköy istikametine doğru akmaya devam ederken Dereköy'de Burdur – Tefenni yolundan güneybatı yönüne döner. Dereköy'de köy merkezinden geçen akarsu bu mevkiide menderesler çizerek Korkuteli İlçe merkezine ve Korkuteli Barajı'na doğru akar (Şekil 2.5). Dereköy ve Korkuteli Barajı arasında kalan sahada Korkuteli Çayı menderesler çizmektedir ve beşerî faaliyetlerden dolayı akarsu yatağı bu sahada büyük oranda değişikliğe uğramıştır. Dereköy 'den güneydoğu yönüne doğru akan Korkuteli Çayı bu sahada Korkuteli İlçe merkezine ulaşmadan sulama amaçlı yapılan Korkuteli Barajı rezervuar gölüyle birleşir. Oluşturulan yapay gölet sayesinde ilçe merkezinin bulunduğu havzanın güneydoğu yönündeki tarım arazilerine tarımsal sulama amaçlı su temini yapılmaktadır.

Korkuteli Çayı Havzası yaklaşık 429,3 km² yüzölçümüne sahiptir. Bu havza ana akarsu olan Korkuteli Çayı ve kollarını kapsamaktadır. Korkuteli Çayı, kaynağını aldığı Varsak yaylasının kuzeyinden Korkuteli Barajı'na kadar olan yukarı çığır, orta çığır ve ağız kısmına doğru yaklaşık olarak 25-30 km uzunluğa sahiptir (Şekil 2.5). Varsak yaylasından güneybatı yönüne doğru akarken akarsu yatağının en dar yeri olan Salamur Boğazı'ndan geçtikten sonra Sülekler Köyü ve Dereköy yönüne doğru akarsu yatağı genişlemektedir.

Çalışma alanının sınırını ise havzadaki ana akarsuyun kaynak kısmı ile Korkuteli Barajı arasında kalan bölüm oluşturmaktadır. Bu çalışma sahasında hem ana akarsuyun hem de kollarından Korkuteli Barajı'na taşınan süspanse sediman, eriyik sediman ve yatak malzemesi

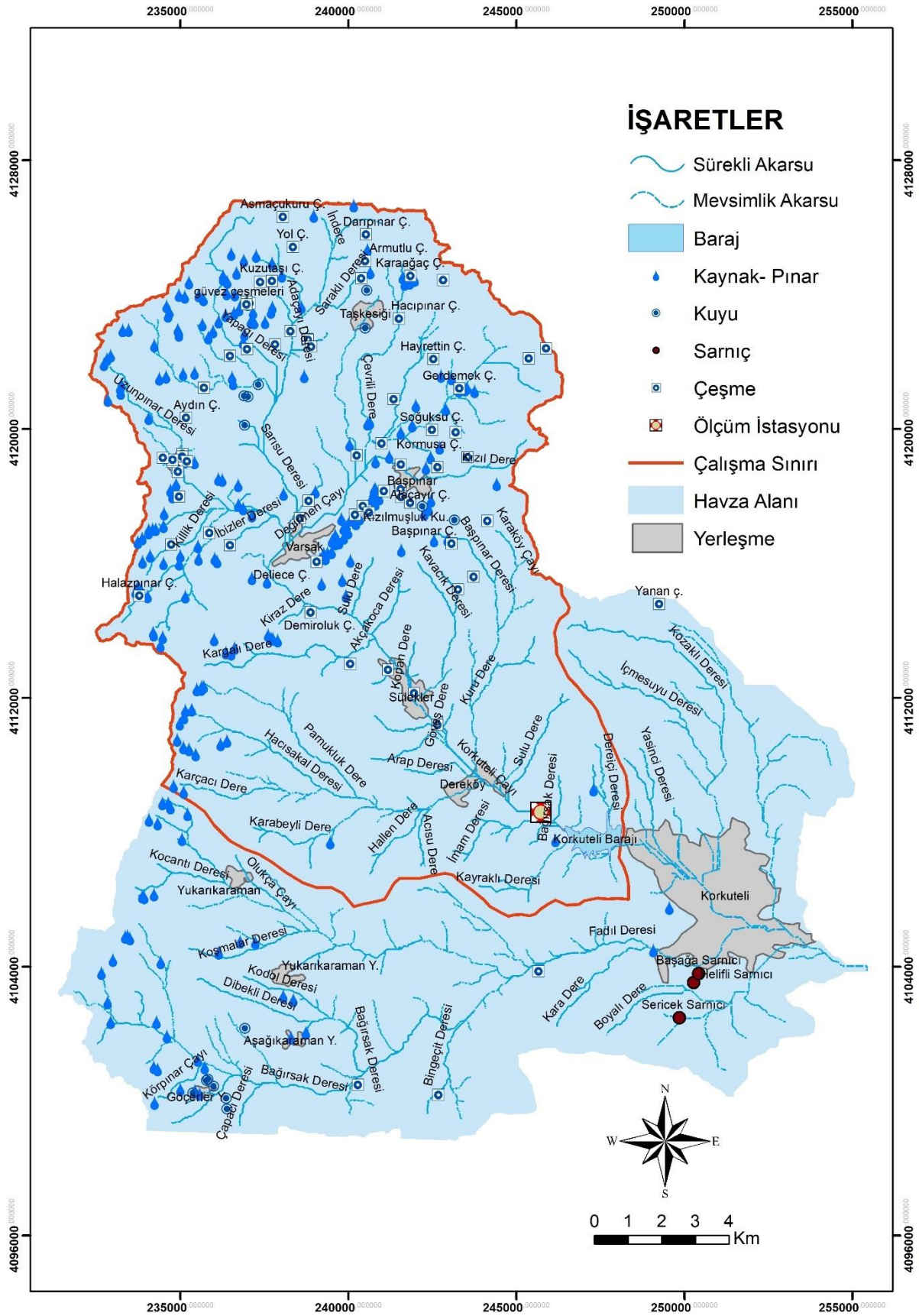
büyük önem taşımaktadır. Bu konunun önemi itibariyle çalışma sınırını ise Korkuteli Barajı sırasıyla Dereköy, Sülekler Köyü ve Varsak yaylası (polye sahası) ve kuzeyinde kalan kısımda hem Korkuteli Çayı hem de kollarını da içine alan sınır oluşturmaktadır. Sınırı belirlenen çalışma sahası alanı ise 238,5 km²'dir. Korkuteli havza içerisinde belirlenen çalışma alanı ise toplam Korkuteli Çayı havzasının %55,54'üne karşılık gelmektedir.

Korkuteli Çayı Havzası'nın hidrografya özellikleri açısından kaynakların büyük bir önemi vardır (Şekil 2.5). Havza genelinde kaynakların büyük bir çoğunluğu havzanın kuzeyinde yer aldığı görülmektedir. Korkuteli Çayı'nın yukarı çığırında, Başpınar, Taşkesiği ve Varsak yerleşmelerinin yer aldığı sahalarda çok sayıda kaynak noktaları bulunmaktadır. Kaynakların yer aldığı alanlar ile havzanın jeolojik özellikleri arasında benzerlik olduğu dikkati çekmektedir. Kaynak noktaların yoğun olarak bulunduğu bu arazilerde genellikle kireçtaşı arazileridir (Şekil 2.5 ve Şekil 2.6).

Korkuteli Çayı'nın aşağı çığırında yer alan Korkuteli Barajı ise içme suyu temin etme ve tarım alanlarının sulanması amacıyla 1968-1976 yılları arasında inşa edilmiştir (Fotoğraf 2.1). Rezervuar alanı 2,2 km² olan Korkuteli Barajı toplamda 5986 hektarlık bir sulama alanına hizmet vermektedir.

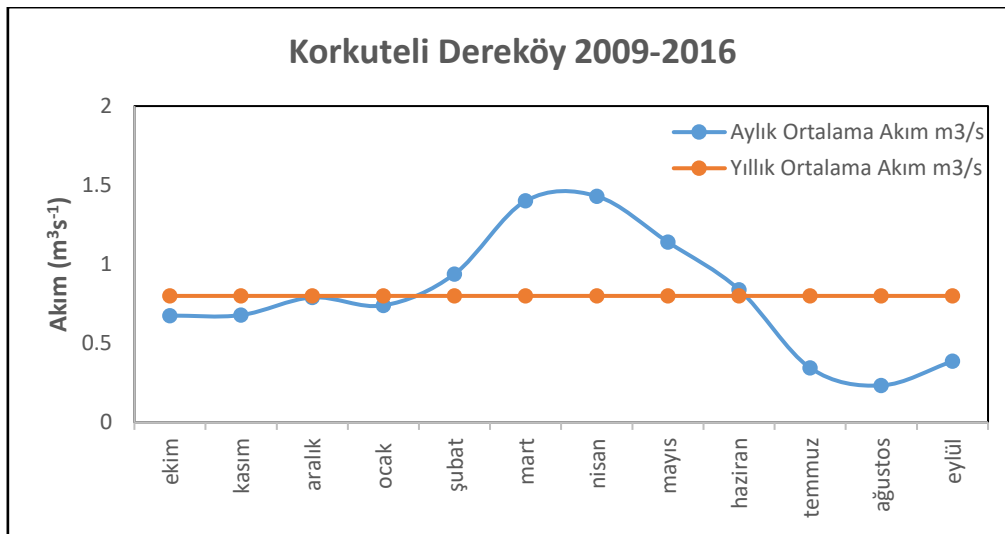


Fotoğraf 2.1 Korkuteli Barajı'nın Rezervuar Alanı

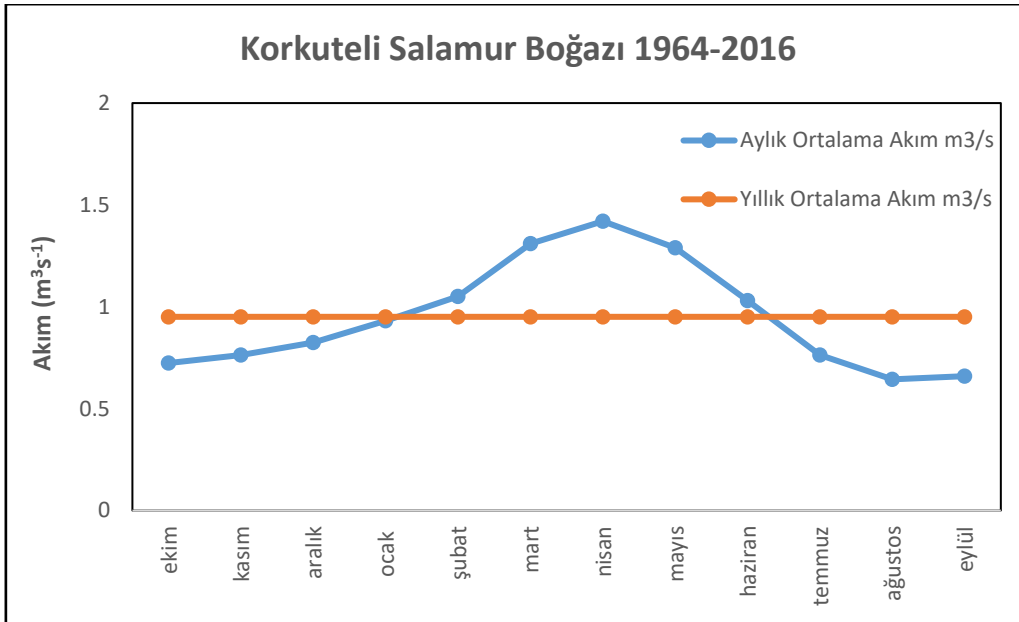


Şekil 2.5 Korkuteli Çayı Havzası'nın Hidrografi Haritası

Korkuteli Çayı üzerinde D.S.İ. Antalya 14. Bölge Müdürlüğü'ne ait ana akarsuyun ağız kısmında Dereköy İstasyonu ve kaynak kısmına yakın sahada ise Salamur Boğazı olmak üzere iki adet su seviyesi ve akım ölçüm istasyonu bulunmaktadır. Korkuteli Çayı üzerinde bulunan D09A131/ Dereköy akım gözlem istasyonu ve kaynak kısmına daha yakın lokasyonda yer alan D09A011/ Salamur Boğazı istasyonunun aylık ortalama akım rasatları verileri kullanılmıştır. Dereköy istasyonu Korkuteli Barajı'na yakın sahada yer almaktadır. Bu istasyon 1079 m yükseltide bulunmaktadır ve 01.10.2008 tarihinde açılmıştır. Salamur Boğazı istasyonu ise Korkuteli Çayı üzerinde Varsak yerleşmesinin güneybatısında kaynak kısmına daha yakın bir sahada 1190 m yükseltiye sahip bir alanda 11.05.1959 tarihinde akım ölçümlerine başlanmıştır. Her iki istasyona ait akım grafiğine bakıldığında ise akımın ilkbahar dönemlerinde yükseldiği ki özellikle nisan ayında maksimum seviyeye ulaştığı, yaz dönemlerinde ise minimum seviyelere düştüğü görülmektedir. Akımın rejimleri her ne kadar benzer olsa da özellikle Dereköy istasyonunda akım değerlerindeki dalgalanmaların daha fazla olduğu göze çarpmaktadır. Bu noktada yaz dönemine gelindiğinde Dereköy istasyonunda akım değerinin daha düşük olması, azalan yağışların yanı sıra bu alanda yer alan tarım arazilerinin su ihtiyacının ana akarsudan karşılanıyor olmasından kaynaklanmaktadır. Her iki istasyonun da akım değerlerinin aylara göre değişiminde önemli oranda dalgalanmalar olduğu ve bu dalgalanmalar ile havzanın yağış rejimi arasında büyük oranda paralellik olduğu göze çarpar. Yağış rejiminin düzensiz olmasına bağlı olarak Korkuteli Çayı'ndaki akım rejimi de düzensizdir (Şekil 2.6) (Şekil 2.7). Dereköy istasyonu ölçümlerine göre yıllık ortalama $0,79 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$, en fazla Nisan ayında $1,43 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$, en az ağustos ayında $0,23 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ su taşımaktadır (Şekil 2.6). Salamur Boğazı istasyonu ölçümlerine göre ise yıllık ortalama $0,95 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$, en fazla Nisan ayında $1,42 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$, en az Ağustos ayında $0,64 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ su taşımaktadır (Şekil 2.7).



Şekil 2.6 Korkuteli (Dereköy) İstasyonu 2006-2017 Yılları Arasındaki Akım Değerleri <http://svtbilgi.dsi.gov.tr> (Erişim Tarihi: 10.01.2018)



Şekil 2.7 Korkuteli (Salamur Boğazı) İstasyonu 1964-2016 Yılları Arasındaki Akım Değerleri
<http://svtbilgi.dsi.gov.tr> (Erişim Tarihi: 10.01.2018)

2.7. Havzanın Jeoloji Özellikleri

Çalışma sahasında, otokton konumlu birimlerden oluşan Beydağları otoktonu ve allokton konumlu birimlerden oluşan Antalya napları, Yeşilbarak napı ve Likya napları yüzeylenir. Ayrıca bu sahada paraallokton konumlu Paleosen- Eosen yaşlı kayalar ile neotokton konumlu Pliyosen- Kuvaterner yaşlı kayalar yer almaktadır (MTA, 2010).

Çalışma sahasında en yaygın olarak Mezozoik ve Tersiyer dönemine ait neritik kireçtaşı, kırıntılılar ve karbonatlar bulunmaktadır. Bunların yanı sıra Kuvaterner yaşlı alüvyon (Q), yamaç molozu (Qb), eski akarsu taraça dolguları (Q1) ile eski alüvyon ve yamaç molozları hakimdir. Kuvaterner yaşlı bu yapılar daha çok Korkuteli Çayı'nın ve Korkuteli İlçe merkezinin bulunduğu sahalarda yaygındır (Şekil 2.8).

Korkuteli Çayı Havzası'nda otokton konumlu birimler yer almaktadır. Bu birimler Beydağları otoktonu ve Kuvaterner yaşlı alüvyon, yamaç molozu, eski akarsu taraça dolguları ile eski alüvyon ve yamaç molozlarıdır. Beydağları otoktonuna ait alt birimler ise, Jura- Kretase yaşlı neritik kireçtaşlarından oluşan Beydağları formasyonudur (k2) (akt. Varol ve Şekerci, 2018). Bu yapılar daha çok Korkuteli ilçe merkezinin güney ve güneydoğusunda yaygın olarak bulunurken orta-kalın tabakalı dolomitik kireçtaşı düzeylerini kapsar. Mikro fauna bakımından zengin olan bu tabakada alg ve mercan yığılımları görülmektedir (Keser, 2004). Korkuteli Çayı'nın orta çıkırında Salamur Boğazı civarında ise Üst Lütésiyen- Priaboniyen yaşlı karbonat ara düzeyli marn, kil taşı, kireçtaşı ve killi kireçtaşlarından oluşan Küçükköy formasyonu (e2-3) yer almaktadır (Şekil 2.8). Sahada az yer kaplayan ve Korkuteli Barajı civarında ve havzanın

güneyinde az yer alan Karabayır Formasyonu (m1a) algi kireçtaşından oluşmaktadır (akt. Varol ve Şekerci, 2018). Bu formasyon Beydağları'nın batı kıyısındaki kireçtaşı serilerinin tipik bir seviyesini oluşturur. Miyosen tabanında yer alan formasyonda sığ suda tortullaştığı düşünülen kırmızı algi kireçtaşı fasiyesi hakimdir (Poisson, 1977). Korkuteli Çayı'nın aşağı çığırında ve ölçüm istasyonunun çevresinde ise geniş yer kaplayan Karakuştepe Formasyonu (m1) ise Burdigaliyen yaşlı kumtaşı, kil taşı, silt taşı aralanmasından oluşmuştur (akt. Varol ve Şekerci, 2018). Üst Burdigaliyen-Alt Langiyen yaşlı kumtaşı, konglomera, kil taşı ve silt taşı aralanmasından oluşan Kasaba formasyonu (m2) ise litolojileriyle karstik olmayan kayalar içermektedir ve daha çok Korkuteli Çayı'nın orta çığırında yer almaktadır (Keser, 2004).

Beydağları Otoktonu

Antalya-Burdur hattının batısında yer alan Batı Toroslar'ın kuzey-kuzeydoğu, güney-güneybatı uzanımlı Beydağları ile bunu kuzey-kuzeybatı, güney-güneydoğu yönünde üstleyen allokon birimlerden oluşmaktadır. Geniş alanda yayılım gösteren Batı Toroslar'da otokton birimin temelini Jura-Kretase yaşlı karbonatlardan meydana gelen Beydağları oluşturmaktadır. Bu formasyonun alt seviyeleri dolomit ve dolomitik kireçtaşlarından, üste doğru ise masif ve kalın tabakalı kireçtaşlarından, en üst tabakalar ise yersel olarak ince tabakalı pelajik kireçtaşlarından oluşmaktadır (Korkmaz vd., 1991).

Beydağları formasyonunun üzerinde uyumsuz olarak Tersiyere ait kırıntılı ve karbonatlı çökeller gelir. Susuz dağı kireçtaşı olarak adlandırılan Paleosen ait kireçtaşlarının kalınlığı yaklaşık 150 metredir. Küçükköy formasyonu olarak adlandırılan Eosen yaşlı kireçtaşları ise iki farklı fasiyes ortamında gelişmiştir. Beydağlarının güneyinde kireçtaşı, çalışma sahasının da yer aldığı kuzey kesiminde ise kireçtaşı, killi kireçtaşı ve marnlardan meydana gelen bu birimin kalınlığı ise yaklaşık 1000 metreye kadar ulaşmaktadır (Korkmaz vd., 1991).

Batı Toroslar'ın otokton kaya birimlerini oluşturan Beydağları otoktonunda, alttan üste doğru Jura-Kretase yaşlı neritik kireçtaşlarından oluşan Beydağları formasyonu, Erken Paleosen yaşlı Çamlıdere formasyonu, Geç Paleosen-Erken Eosen yaşlı karbonat ve kırıntılı kayaçlardan oluşan Söbütepe formasyonu, Geç Lütésiyen-Priyaboniyen yaşlı karbonat ara düzeyli kırıntılı kayalardan oluşan Küçükköy formasyonu, Erken Miyosen yaşlı algi kireçtaşlarından oluşan Karabayır formasyonu, Burgaliyen yaşlı kırıntılı kayalardan oluşan Karakuştepe formasyonu ve geç Burgaliyen- erken Langiyen yaşlı kaba kırıntılı kayaçlardan oluşan Kasaba formasyonu yüzeyleir (Şenel, 2004).

Jura-Kretase

○ **Beydağları Formasyonu**

Jura-Kretase yaşlı neritik kireçtaşlarından oluşan Beydağları formasyonu, çalışma sahasının güney ve güneydoğusunun geniş bir bölümünde yaygın olarak gözlenmektedir (Şekil 2.8). Bu kireçtaşları orta-kalın tabakalı, gri, koyu gri renkli, yersel dolomitik ve yer yer makro fosil izlidir. Sık erime boşluklu olan Beydağları formasyonunda karstlaşma oldukça yaygın ve üzerinde çok sayıda dolin ve geniş polyeler gelişmiştir (Şenel, 2004).

○ **Tekkeköy Üyesi**

Beydağları formasyonunun üst kesiminde yer alır. Birim ince-orta, yersel kalın tabaklı, bej, krem, gri, yeşilimsi gri ve kirli sarı renklerde, yersel çört yumrulu ve kalkarenit ara düzeyli mikritlerden oluşur. Tekkeköy üyesi bazı alanlarda tüm Senoniyen yaş konağını kapsarken, bazı alanlarda ise geç Kampaniyen yaşlıdır. Bu birim çalışma sahasında Korkuteli Barajı'nın güneyinde az bir alanda görülmektedir (Şenel, 2004).

Eosen (Orta-Üst)

○ **Küçükköy Formasyonu**

Çalışma alanında kıltaşı, marn, kireçtaşı, kumtaşı vb. kaya türlerinden oluşmaktadır. Formasyon ince-orta-kalın tabakalı, kirli beyaz, kirli sarı, gri ve bej renklerinde marn, kıltaşı, kireçtaşı ve killi kireçtaşlarından oluşmaktadır. Birim içerisinde yer yer kumtaşı, mikrit ve kumlu kireçtaşı gibi seviyelere de sıkça rastlanır. Alt ilişkisi açısından uyumsuzluk gösteren bu formasyon üstten Karabayır formasyonu (Alt Miyosen) tarafından açısız uyumsuz olarak örtülür. Korkuteli Çayı'nın orta çığırında Salamur Boğazı civarında geniş yer kaplayan Küçükköy formasyonunun birim kalınlığı en fazla 500 metreye ulaşır (MTA, 2010).

Miyosen

○ **Karabayır Formasyonu**

Çalışma sahasında Korkuteli Barajı'nın güneybatısında dar alanda gözlenen Karabayır formasyonu algli kireçtaşlarından oluşmaktadır. Birim orta-kalın tabakalı, gri, bej, krem, kirli sarı, yersel koyu gri renkli algli kireçtaşlarından meydana gelmektedir. Birimin tabanında ise yer yer konglomeratik kireçtaşı ve breşik kireçtaşları bulunur. Bazı yerlerde bol mercan içeren Karabayır formasyonu gastropod gibi makro fosil de içermektedir. Üst düzeyinde ise ince killi kireçtaşı düzeyi ile Karakuştepe formasyonuna geçer. Sığ karbonat şelf ortamında çökelen bu formasyonun kalınlığı ise en fazla 400 metredir (MTA, 2010)

○ **Karakuştepe Formasyonu**

Genelde kumtaşı ve kil taşlarından oluşan bu formasyon Korkuteli Çayı'nın aşağı çığırında ve ölçüm istasyonunun yer aldığı sahada geniş yer almaktadır. Birim ince-orta-kalın tabakalı, gri, yeşilimsi gri, yeşil, bej, krem, açık kahve renkli kumtaşı ve kilitaşı aralanmasından oluşur. Bu birimde kumlu-killi kireçtaşı ile konglomera ve marn düzeyleri de görülür. Kalınlığı en fazla 600 metre olan bu formasyon alttan Karabayır formasyonu ile üstte genelde Yeşilbarak Napı ile tektonik, yer yer Kasaba formasyonu tarafından uyumsuz olarak örtünür (MTA, 2010).

○ **Kasaba Formasyonu**

Korkuteli Çayı'nın orta çığırının belirli bölgelerinde görülen bu formasyon konglomera ve kumtaşlarından oluşur. Birim orta- kalın, yersel ince tabakalı, gri, yeşil, koyu gri renklerde genelde konglomeradan, az oranda da kumtaşı ve kil taşından oluşmaktadır. Formasyonu oluşturan kayaçlar içerisinde bol miktarda makro fosil (mercan, gastropod, lamelli vb.) içermektedir. Karakuştepe formasyonunun üzerinde uyumsuz olarak bulunan kasaba formasyonu, üstte Yeşilbarak napı tarafından tektonik olarak örtünür. Bu formasyon Likya napları ön cephesinde yer yer yelpazelerin girdiği sığ şelf ortamında çökelmiştir (MTA, 2010).

○ **Yeşilbarak Napı (Ara Zon)**

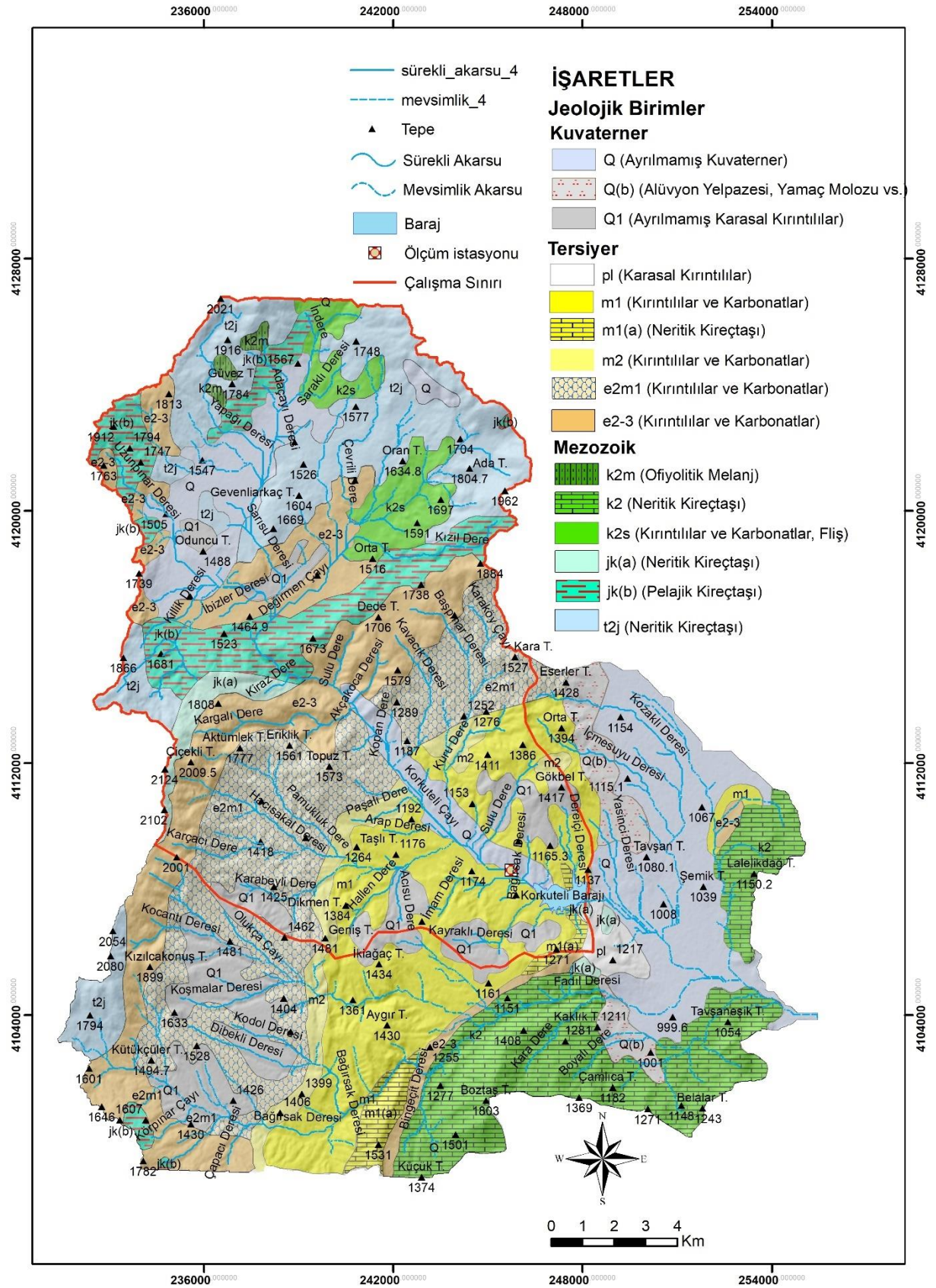
Beydağları otoktonu ile Likya napları arasında yanal yönde süreklilik gösteren Yeşilbarak napı, altta Gömbe birimine ait Elmalı formasyonundan oluşan bu birim, çalışma sahasında yer alırken, üstünde yer alan Yavuz formasyonuna ait birimler ise çalışma sahasında yer almamaktadır (MTA, 2010).

Gömbe birimine ait elmalı formasyonu (e2m1) ince-orta-kalın tabakalı, gri, yeşil ve kahve renklerde kumtaşı ve şeyllerden oluşur. Salamur Boğazı'nın güneyinde Korkuteli Çayı'nın orta çığırındaki Sülekler yerleşmesinde görülen bu birim içinde kumlu-killi kireçtaşı ve kalkarenit seviyeler bulunur. Birim tamamen kendi içinde kıvrımlı ve kırıklı yapılar oluşturmaktadır (Şenel, 2004).

Neotokton Örtü Kayaları

Çalışma sahasındaki Kuvaterner dönemine ait çeşitli karasal fasiyesteki tortullar neotokton örtü kaya birimlerini oluşturur (MTA, 2010). Havzada bulunan yaşlı yamaç molozları, alüvyon yelpazeleri, birikinti konileri ve alüvyon dolguları ile temsil edilir.

Akarsu yataklarında, çöküntü alanlarında ve ovalarda depolanmış olan çakıl, kum ve çamur birikintileriyle oluşan alüvyonlar, çalışma alanında Korkuteli ilçe merkezinin bulunduğu sahalarda (çalışma sahasının güneydoğusunda) yaygın olarak görülmektedir (Şekil 2.8).



2.8. Havzanın Toprak Özellikleri

Toprak, ana materyalin fiziksel ve kimyasal olaylar sonucunda çözülmesiyle oluşan, içerisinde son derece zengin flora ve faunanın yer aldığı canlı bir katmandır. Kısaca toprak, ana materyalin ayrışma ürünüdür (Boggs, 2006: 15). Ana materyalde oluşan ayrışma sürecinin ilerlemesi, ayrışan katın derinleşmesi sonucunda toprak profili oluşmaya başlar. Ana kayanın kimyasal ve fiziksel olarak ayrışmasına ek olarak biyolojik ayrışmanın da devreye girmesi zamanla toprak oluşum süreçlerini denetlemektedir (Boggs, 2006: 15).

Toprağın oluşumunu etkileyen birden fazla faktör vardır. Bu faktörler ise ana materyal, iklim, organizma, topoğrafya ve toprak oluşum süreçlerinin süresidir (zaman) (Boggs, 2006: 16). Toprak oluşumunda etkili olan bu faktörlerin bilinmesi büyük bir öneme sahiptir. Çünkü topraklar oluşum özelliklerine göre sınıflandırılmaktadır. Toprak oluşumunda iklim-bitki örtüsü, topoğrafya, ana materyal gibi faktörlerin hangisi ön planda ise ya da toprak oluşumuna hangi faktör damga vuruyorsa toprak da o faktöre göre sınıflandırılmaktadır.

Toprak sınıflandırılmasında birden fazla sistem geliştirilmiştir. 1960 yılında tekrar gözden geçirilerek yayınlanan eski toprak sınıflandırma sistemine göre topraklar, zonal, azonal ve intrazonal olmak üzere üç takıma ayrılmış ve her takımda da büyük toprak grupları belirlenmiştir (Atalay, 2015: 94).

Çalışma havzasını oluşturan Korkuteli Çayı Havzası'nda 5 farklı büyük toprak grubu bulunmaktadır (Şekil 2.9). Eski toprak sınıflandırma sistemine göre zonal topraklar içerisinde olan ve arazide geniş alan kaplayan kahverengi orman topraklarının yanı sıra kestane rengi topraklar ve kırmızı Akdeniz toprakları bulunmaktadır. Çalışma sahasında, azonal toprak grubu içerisinde yer alan Alüvyal ve Kolüvyal topraklar zonal toprak grubuna göre sahanın daha az bir bölümünde görülürken, intrazonal toprak grubu içerisindeki topraklar ise sahada görülmemektedir (Şekil 2.9).

Havzada geniş alanda yayılım gösteren kahverengi orman toprakları, daha ziyade yaprağını döken orman örtüsünün altında görülmektedir. Bu topraklarda podzollaşmanın aksine organik madde üst topraktaki mineral maddeye karışmaktadır. Yağışın fazla olduğu Korkuteli Çayı Havzası'nın yüksek kesimlerinde toprakta bulunan karbonatlar yıkanarak topraktan uzaklaşmaktadır. Buna karşın yağışın daha az olduğu, havzanın aşağı çığırında ise toprak içerisindeki karbonatlar toprağın B horizonunda birikmektedir. Diğer taraftan bitki artıklarının yoğun olarak ayrışması ise topraktan yıkanan besin maddelerinin tekrar toprağa dönmesini sağlayarak toprak verimliliğini arttırmaktadır (Atalay, 2015: 95).

Çalışma sahasının güney ve güney doğusunda Korkuteli ilçe merkezinin etrafında görülen zonal topraklar sınıfında yer alan kırmızı Akdeniz toprakları (Terra-Rossa), genellikle

kireçtaşları üzerinde gelişen tipik bir Akdeniz bölgesi toprağıdır ve killi veya killi siltli yapısına rağmen dokuları itibari ile suyu iyi drene ederler (Şekil 2.9). Bu topraklar genellikle Akdeniz ikliminin etkisine maruz kalan kireçtaşı ve dolomitin bulunduğu karstik sahalarda yaygın olarak görülmektedir (Vingiani vd, 2018). Çalışma sahasında ise bu topraklar daha çok kızılçam ve maki vejetasyonunun altında gelişmiştir. Bu topraklar iyi oksitlenmeden dolayı demir, demir seskioksit (Fe_2O_3) şeklinde oksitlenir. Bu yüzden kırmızı, kırmızımsı kahverengindedir. Arazide kireçtaşı üzerinde gelişen kırmızı Akdeniz toprakları, genellikle killi bir yapıya sahiptir. Karbonik asitli suyun etkisiyle kalsiyum karbonatın çözünerek uzaklaşması sonucunda ana kayanın bünyesinde bulunan kil kalır ve toprak ise çoğunlukla bu killi materyalden oluşur (Atalay, 2015: 95). Bu topraklar sınırlı miktarda organik madde içermektedir. Antropojen ya da doğal faktörler sonucunda organik maddenin kaybı toprak verimliliğini büyük oranda azaltmaktadır. Topraktaki organik madde kaybı sonucunda toprağın nemi ve geçirgenliği azalır, bu durum topraktaki biyolojik aktiviteyi azaltacağı gibi erozyon riskini de büyük oranda arttırmaktadır (Zalidis vd., 2002).

Çalışma sahasında zonal toprak grubu içerisinde görülen bir diğer toprak ise kestane renkli topraklardır. Bu topraklar, Korkuteli Çayı'nın kaynak kısmında ve Korkuteli ilçe merkezinin kuzeyinde yaygın olarak görülmektedir. Kahverengi orman topraklarına göre daha az bir alanda görülen kestane renkli topraklar yarı kurak iklimin karakteristik toprağıdır. Korkuteli Çayı Havzası, Batı Toroslar'ın kuzey kesiminde yer almasından dolayı, Antalya merkeze göre çok daha az yağış alır ve kıyı şeridinde göre iklimi daha karasal özelliktedir. Bu nedenle yağış miktarının ve sıcaklığın Batı Toroslar'ın güney kesimine oranla daha düşük olması, kestane renkli toprakların çalışma sahasında bulunmasını sağlayan önemli etkenlerden biridir. Yağışın azlığından dolayı toprağın alt katmanlarında karbonatlar birikmiştir. Toprak besin maddeleri bakımından oldukça zengin sayılabilir. Bozkır sahalarına göre daha nemli kısımlarda uzun boylu çayırlar, kurakçıl orman altında gelişim gösterirler ve bu topraklarda karbonat birikim zonu biraz daha derinde bulunur (Atalay, 2015: 98).

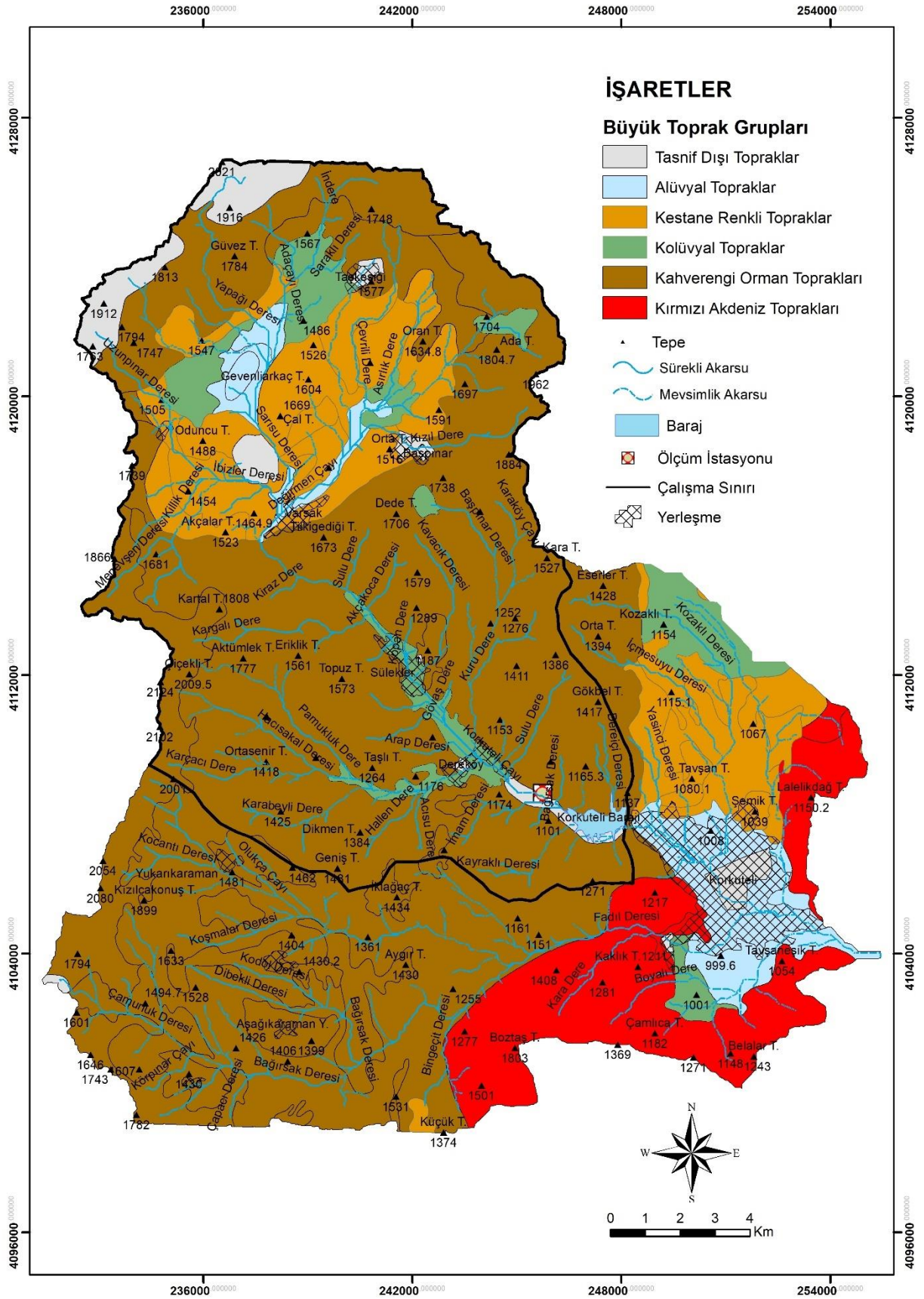
Çalışma sahasında azonal toprak grubu içerisinde yer alan alüvyal topraklar, Korkuteli Çayı'nın taşıdığı ince malzemelerin taşkın ovalarında birikmesiyle oluşan topraklardır (Fotoğraf 2.2). Daha çok Korkuteli ilçe merkezinin bulunduğu sahada ve Korkuteli Çayı'nın aşağı çığırında akarsu kenarındaki taşkın ovasında yaygın olarak görülmektedir (Şekil 2.9). Uzun süre taşkınların yaşanmadığı dönemlerde alüvyon topraklarında zamanla A horizonu gelişim gösterebilmektedir.



Fotoğraf 2.2 Korkuteli Çayı'nın Aşağı Çığırındaki Taşkın Ovasında Alüvyal Topraklar Üzerinde Yapılan Meyve Tarımı

Alüvyal toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerini ise alüvyonun kaynaklandığı sahadan gelen malzemenin fiziksel ve kimyasal özellikleri belirler. Sahada geniş yer kaplayan kırıntılı ve karbonatların varlığı ise alüvyal toprakların büyük bir çoğunluğunun killi, kumlu yapıya sahip olduğunu göstermektedir (Fotoğraf 2.2). Drenajın iyi olduğu alüvyal topraklar, besin maddesi bakımından zengin olduğundan uygun iklim koşullarında tarıma oldukça elverişlidir.

Kolüvyal topraklar ise çalışma sahası içerisinde Korkuteli Çayı'nın kaynak kısmında ve ilçe merkezinin kuzeyinde görülmektedir (Şekil 2.9). Bu topraklar daha çok havzada yükseltinin arttığı, havza yamaçlarındaki eğim derecesinin yükseldiği sahalarda ayrışan çeşitli boyuttaki malzemelerin birikmesiyle oluşan kumlu, köşeli çakıllı birikintilerdir. Kolüvyal toprakların fizyolojik derinliği fazla ve su tutma kapasiteleri ise oldukça düşüktür.



Şekil 2.9 Korkuteli Çayı Havzası'nın Toprak Haritası (Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, 1993)

2.9. Havzanın İklim Özellikleri

Çalışmanın konusunu oluşturan flüvyal süreçler, havzanın topoğrafya özelliklerinden olduğu gibi iklim özelliklerinden de büyük ölçüde etkilenmektedir. İklim genel olarak, yeryüzünün herhangi bir yerinde uzun yıllar boyunca gözlenen hava koşullarının ortalama özelliklerinin yanı sıra, bu olayların yaşanma sıklıklarının zamansal dağılımlarının, gözlenen uç değerlerin, şiddetli olayların ve tüm değişkenlik çeşitlerinin biresimi olarak tanımlanır. İklim öğelerinin yeryüzünde belirgin bir alansal dağılım deseni ve zamansal değişim özelliği vardır. İklimi öğeleri, ölçüldükleri yerin fiziki coğrafya özelliklerinin de katkısıyla, yıl içinde ve yıldan yıla (yıllar arasında) belirli sıklıklarla değişme ya da yinelenme eğilimindedir (Türkeş, 2010: 54).

Bulunduğu matematik konumu itibarıyla Türkiye, subtropikal kuşak karalarının batı bölümünde gözlenen ve Akdeniz iklimi olarak adlandırılan bir makroklima bölgesinde yer almaktadır. Akdeniz İklim bölgesi, hava koşulları açısından hem ılıman ve polar kuşağın hem de tropikal kuşağın özelliklerini taşımaktadır. Kışın, ılıman/ soğuk kuşağa özgü, cephesel orta enlem alçak basınçların oluşturduğu, yağışlı, soğuk, rüzgârlı ve zaman zaman fırtınalı hava koşulları egemendir. Yaz mevsiminde ise sıcak kuşağa özgü, sıcak, kurak ve sakin hava koşulları egemendir. Bahar mevsimlerinde, her iki büyük iklim kuşağına özgü hava koşulları da etkili olabilmektedir (Türkeş, 2010: 53).

Dünyada meydana gelen iklim tiplerinin ortaya konulması için yağış, sıcaklık, nem, basınç ve rüzgarlar gibi iklim elemanlarının bir araya getirilmesi gerekmektedir. Bu durumdan yola çıkarak iklim elemanlarının her birinin ayrı olarak ele alıp incelenmesi ve analiz edilmesi gerekmektedir. Bir bölgenin iklim özelliklerinin ortaya konulmasında, kendi içerisinde dinamiklere sahip iklim elemanlarının ayrı olarak diyagram ve grafikleri çizilir. Coğrafi metotlar ışığında sentezi yapılarak, o lokasyonun iklimi ortaya konulmaya çalışılmaktadır.

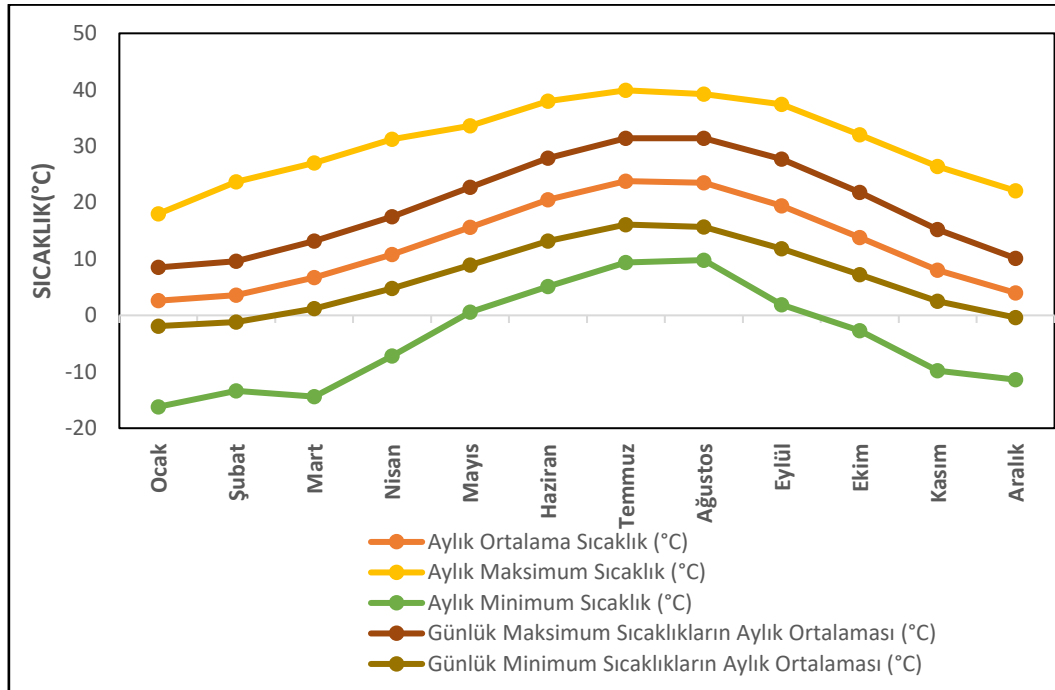
2.9.1. Sıcaklık Özellikleri

Sıcaklık, flüvyal süreçlerin ortaya konulmasında ve anlaşılmasında önemli bir etkidir. Hava olayları, havzada yayılım gösteren bitki örtüsü, toprak özellikleri, erozyon süreçleri gibi birçok olayı etkilemektedir. Bu durumdan da anlaşılacağı üzere iklim elemanları içerisinde yer alan sıcaklık birçok süreci doğrudan etkilemektedir. Bunun yanı sıra çalışmanın konusunu oluşturan erozyon süreçlerinin anlaşılmasında sıcaklığın yanında edafik, litolojik ve orografik özelliklerin önemli bir yeri vardır.

Sıcaklığa bağlı olarak havzada meydana gelen ufalanma ve ayrışma süreçleri aynı zamanda erozyon süreçlerinin hız kazanmasında etkili olmaktadır. Yükseltiye bağlı olarak

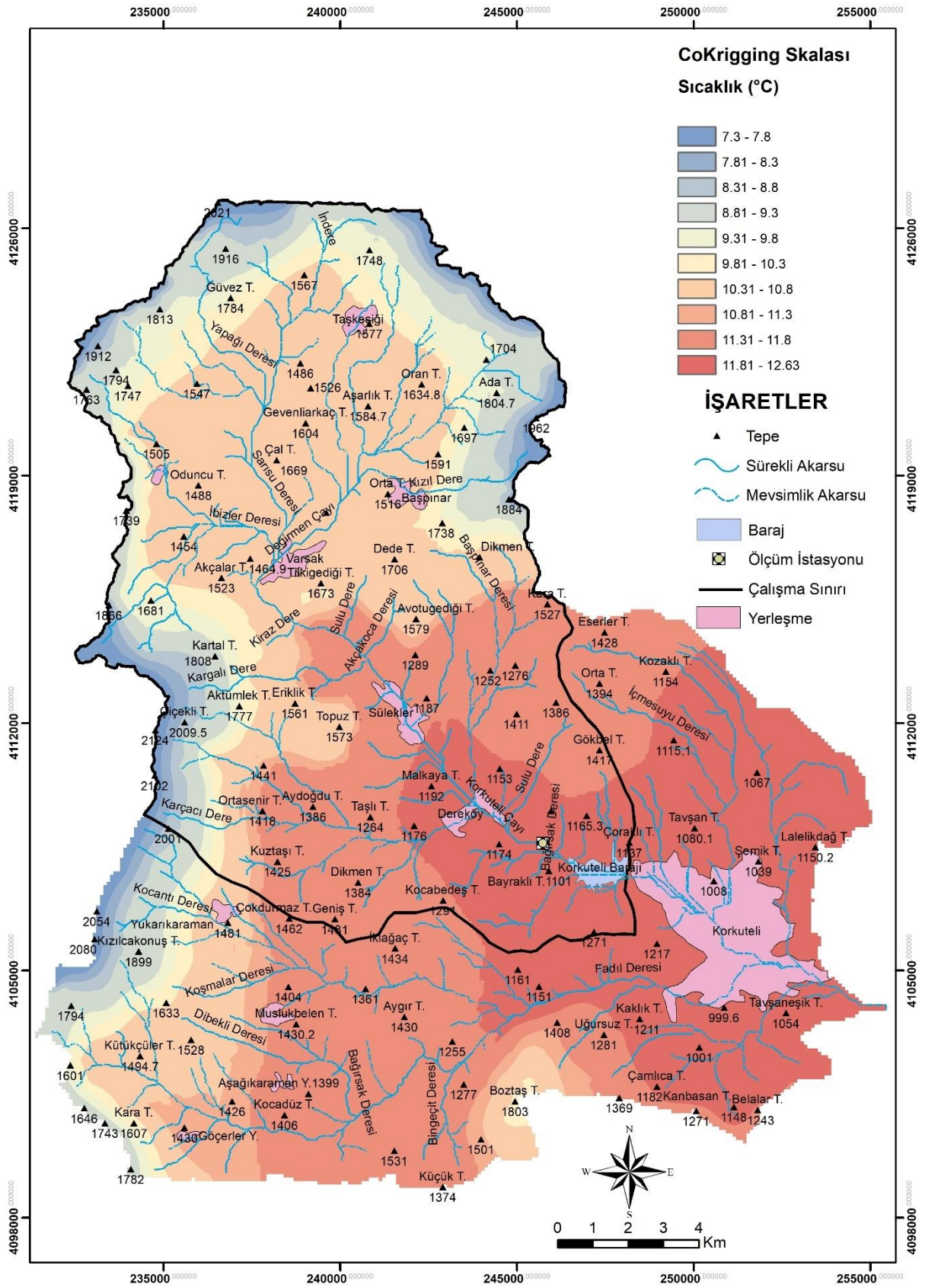
sıcaklığın düşmesiyle beraber değişen bitki örtüsünün de havzada bulunan eğimli yamaçlarda meydana gelen erozyon süreçlerinde doğrudan ve dolaylı olarak etkisi bulunmaktadır. Bu durum erozyon gibi süreç çalışmalarında daha çok mevsimlik sıcaklık farklarının ortaya konulmasıyla anlaşılmaktadır.

Korkuteli Havzası içerisinde yer alan Antalya Meteoroloji 4. Bölge Müdürlüğü'ne bağlı Korkuteli istasyonunun ortalama yükseltisi 1017 metredir. Bu istasyonun ölçüm değerlerine göre havzanın yıllık ortalama sıcaklığı 12,7°C'dir (Şekil 2.10). Havzanın, yükseltisinin fazla ve denizel etkiden daha uzak olması nedeniyle bağlı bulunduğu il olan Antalya'ya göre yıllık ortalama sıcaklığı 6°C daha düşüktür. Havzadaki yıllık ortalama sıcaklık farkı ise 21,2°C'dir (Şekil 2.10). Karasallıktan dolayı yıllık ortalama sıcaklık farkı, kıyı bölgelerine göre daha yüksektir.



Şekil 2.10 Korkuteli Havzası'ndaki Sıcaklık Değerlerinin Yıl İçerisindeki Değişimi (MGM, 2018)

Korkuteli Çayı Havzası'na ait sıcaklık grafiğine bakıldığında, genel olarak Akdeniz iklimi özelliklerini yansıtmaktadır. Yaz dönemlerinde havzada etkili olan subtropikal koşullar sonucunda sıcak, kurak ve sakin hava koşulları etkilidir. Aylık ortalama sıcaklıklar ve aylık maksimum sıcaklıklar temmuz ayında sırasıyla 23,8°C ve 39,9°C olarak görülmektedir (Şekil 2.10) Aylık ortalama sıcaklığın (2,6 °C) ve aylık minimum sıcaklığın (-16,2 °C) en düşük olduğu ay ise Ocaktır (Şekil 2.10). Kış döneminde, sıcaklıkların düşük olmasında ise ılıman/soğuk kuşağa özgü, cephesel orta enlem alçak basınçların oluşturduğu, yağışlı, soğuk, rüzgârlı ve zaman zaman fırtınalı hava koşulları etkilidir.



Şekil 2.11 Korkuteli Çayı Havzası'nda Yıllık Ortalama Sıcaklığın Dağılışı Haritası

Korkuteli Çayı Havzası'nın yıllık ortalama sıcaklık dağılışı haritası, yükselti basamakları dikkate alınarak oluşturulmuştur. Özellikle yükselti ile birlikte sıcaklığın azalması yani lapse – rate göz önünde bulundurularak mevcut meteorolojik verilerden hareketle sanal istasyonlar oluşturulmuş ve sıcaklığın havza genelindeki dağılışı vurgulanmıştır. Bunun için her 100 m yükseltide 0,5 °C sıcaklığın azalması göz önünde tutularak;

Hedeflenen noktanın sıcaklığı= Ölçülen sıcaklık – ((yükselti farkı x 0.5) / 100) formülü uygulanmıştır (Ardel vd., 1969). Ölçüm yapılan mevcut Korkuteli istasyonunun sıcaklık verilerinden yola çıkarak oluşturulan sanal istasyonlar yardımıyla yükselti basamakları da dikkate alınarak sıcaklık verilerinin Krigging metoduna göre enterpole edilmesiyle sıcaklık dağılışı haritası oluşturulmuştur. Havzada yeteri kadar istasyon bulunmadığı için oluşturulan harita, sıcaklık değerlerine ilişkin genel olarak bilgi vermektedir.

Sahadaki yıllık ortalama sıcaklık değerlerine bakıldığında yükseltinin daha az olduğu Korkuteli ilçe merkezinde ve baraj çevresinde sıcaklık değerlerinin 11,8 ile 12,6°C arasında olduğu ve havza genelinde bu sahalarda yıllık ortalama sıcaklığın en yüksek olabileceği öngörülmektedir (Şekil 2.11). Korkuteli Çayı'nın kaynak kısmına doğru, havzanın kuzey ve batısında, yükseltinin artmasıyla birlikte yıllık ortalama sıcaklık değerlerinde de azalma beklenmektedir. Oluşturulan haritaya göre, yıllık ortalama sıcaklık değerleri 7,3 ile 12,6°C arasında değişim göstermektedir (Şekil 2.11). Sıcaklığın en düşük olduğu sahalara ise havzanın batısı, kuzeyi ve kuzeybatısında, yükseltinin 2000 m seviyelerine ulaştığı alanlarda görülmektedir. Kademeli olarak Korkuteli ilçe merkezinin ve Korkuteli Barajı'nın yer aldığı sahadan Korkuteli Çayı'nın orta çığır ve kaynak noktasına doğru gidildikçe yükseltinin artmasıyla beraber sıcaklık değerlerinin de azalacağı beklenmektedir (Şekil 2.11).

2.9.2. Yağış Özellikleri

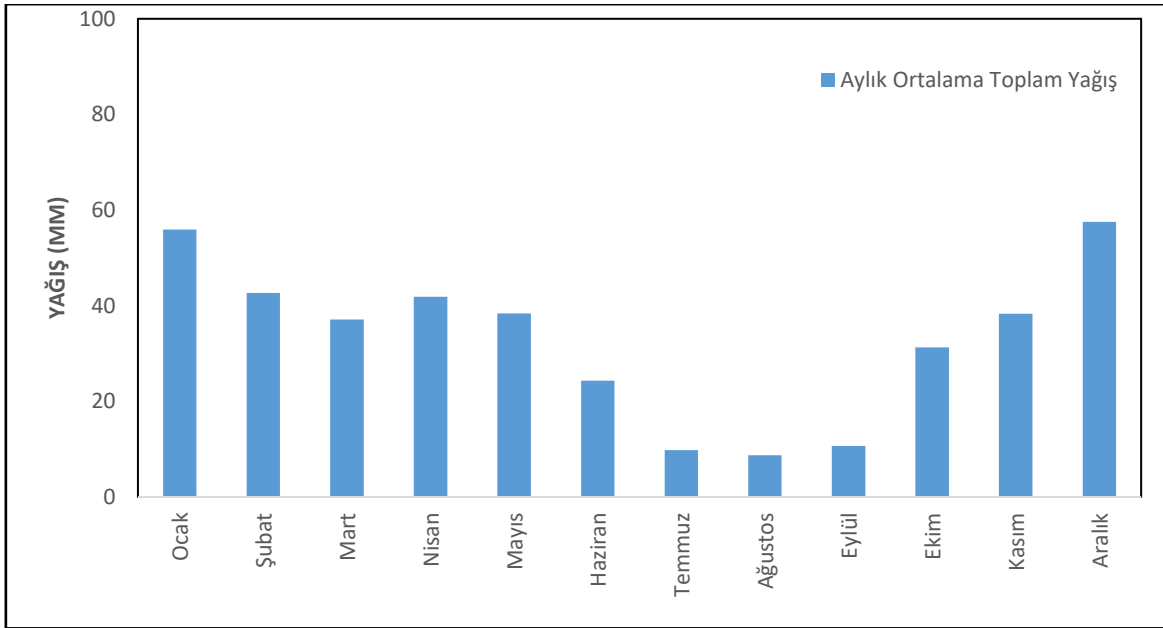
İklim elemanlarından sıcaklık gibi havzanın yağış durumu da flüvyal süreçlerin etkinlik derecesi üzerinde büyük bir öneme sahiptir. Havzanın yağış özelliklerinin hem havzadaki erozyon hem de akarsuda taşınan sedimanların oran ve miktarları üzerindeki etkisi büyüktür. Yağışla birlikte akarsu akım değerlerinin yükselmesi, akarsu çığırında taşınan sediman miktarını ve konsantrasyonunu önemli ölçüde etkilemektedir. Ayrıca taşınan sedimanın türü ve boyut özellikleri de yağış değerlerinden önemli ölçüde etkilenmektedir.

Çalışma sahası, Akdeniz ikliminin etkili olduğu bir lokasyonda yer almaktadır. Akdeniz yağış rejiminde yazlar kurak, kışlar yağışlıdır. Özellikle Akdeniz yağış rejimi genel olarak anakaraların batısında yer alan kıyı bölgelerinde etkilidir ve anakaraların iç bölümlerine doğru zayıflamaktadır (Türkeş, 2010: 381). Çalışma sahasında, bulunduğu konum itibarıyla Akdeniz'i

doğu batı yönünde paralel olarak kesen Batı Toroslar'ın varlığı, denizel havanın iç kısımlarına doğru girmesini engellemektedir. Çalışma sahasının Batı Toroslar'ın kuzeyinde yer alması dolayısıyla sahada Akdeniz ikliminden karasala geçiş iklimi hâkim duruma gelmektedir.

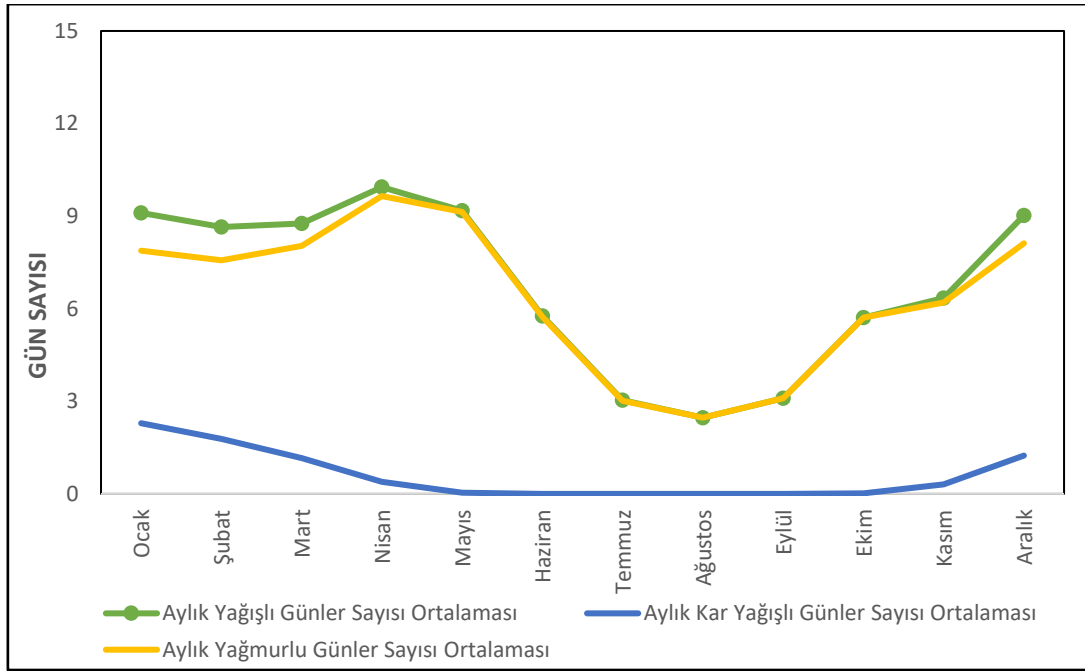
Akdeniz yağış rejiminin en tanıtıcı özelliği, mevsimselliğin çok belirgin olmasıdır. Kurak yaz mevsiminde, bu bölgelerde subtropikal yüksek basınçlar etkilidir. Orta enlem siklonları ise, polar cephe ve polar jet yaklaşık olarak 60 derece enlem kuşağına geri çekildiği için etkili değildir. Kış mevsiminde ise, aynı bölgeler üzerinde polar ve tropikal hava kütleleri karşılaşır ve bunların arasında oluşan orta enlem siklonları sürekli ve kuvvetli cephesel yağışlar oluşturur. Polar cephe boyunca yüksek atmosfer polar jetin denetiminde gelişen ve hareket eden orta enlem siklonları, kışın daha fazla etkili olmakla birlikte, Akdeniz yağış rejim bölgesinde Kasım- Nisan ayları arasındaki yağışın başlıca kaynağı ve denetleyicisidir (Türkeş, 2010: 382). Özellikle çalışma sahasının Batı Toroslar'ın kuzey yamaçlarında yer alması nedeniyle, daha çok kış döneminde etkili olan orta enlem siklonlarının getirdiği yağışlı hava kütleleri iç kısımlara doğru ilerlediğinde kendi bünyesindeki nem kaybından dolayı da Akdeniz sahil kuşağında etkili olan Akdeniz yağış rejimi değişim göstermektedir. Bu durumdan yola çıkarak çalışma sahası Akdeniz geçiş iklimi özelliği göstererek yağış miktarı açısından da Akdeniz kıyısında yer alan merkezlere göre çok daha az yağış almaktadır.

Kabaca 37⁰.05 kuzey enlemi, 30⁰.19 doğu boylamında yer alan Korkuteli Çayı Havzası'nda yıllık ortalama toplam yağış miktarı 396,6 mm'dir (Şekil 2.12). Yıllık toplam yağışın aylara göre dağılımına bakıldığında ise 57,5 mm'lik değerle en yüksek yağış Aralık ayında meydana gelmektedir. Özellikle Akdeniz yağış rejiminde etkili olan orta enlem siklonlarının kış dönemindeki etkisiyle birlikte Kasım ve Nisan ayları arasında yağış değerlerinin diğer aylara göre yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 2.12) Yaz dönemine gelindiğinde ise yağış değerlerinde ciddi oranda düşüş olmakla beraber en düşük yağış 8,7 mm ile Ağustos ayında gözlenmektedir. Yaz döneminde yağışların azlığıyla beraber kuraklık ve su noksanı etkisini göstermektedir. Bu durumun temel nedeni ise Akdeniz yağış rejiminin etkisi altında olmasından dolayı subtropikal yüksek basınç koşullarının sahada hâkim olmasıdır. Ayrıca çalışma sahası bulunduğu konum itibarıyla Akdeniz'den İç Anadolu'ya geçiş ikliminin hâkim olması nedeniyle yağışların büyük bir bölümü kış ve ilkbahar dönemlerinde düşmektedir.



Şekil 2.12 Korkuteli İstasyonununun 1969 – 2017 Yılları Arasındaki Aylık Ortalama Toplam Yağış Diyagramı (MGM, 2018)

Çalışma havzasında, yağışlı gün sayılarının aylara göre değişimi göz önüne alındığında birtakım dengesizliklerin olduğu görülmektedir. Aylık ortalama yağışlı gün sayısı 2 ile 10 gün arasında değişmektedir (Şekil 2.13). En fazla yağışlı gün sayısına sahip ay Nisan ayı iken, yağışlı gün sayısının en az olduğu ay ise ağustos ayıdır. Ocak ayında 9,1 gün olan aylık ortalama yağışlı gün sayısı şubat ayından itibaren Nisan ayına kadar artış gösterir ve Nisan ayında en yüksek seviyeye ulaşır. Bu aydan itibaren Ağustos ayına kadar azalan trend, sonbahar ve kış dönemine doğru tekrar artmaya başlar. Havzada yıllık toplam yağışlı gün sayısı 81,08 iken bu yağışlı günlerin büyük bir bölümünü 76,63 gün sayısı ile yıllık yağmurlu gün sayısı oluşturmaktadır (Şekil 2.13). Çalışma havzasının yer aldığı sahada Akdeniz iklimi etkisinden dolayı kar yağışlı gün sayısının azlığı da dikkat çekmektedir. Kar yağışlı gün sayısı 2,29 ile ocak ayında maksimum değere ulaşır. Akdeniz ikliminin yer aldığı kıyı kesimlerinde bu değer daha da düşükken çalışma sahası Akdeniz'den İç Anadolu'ya geçiş kuşağında yer aldığı için kar yağışlı gün sayısı Akdeniz kıyılarına göre daha yüksek değerdedir.



Şekil 2.13 Korkuteli İstasyonunun 1969 – 2017 Yılları Arasında Yağış Değerlerinden Yararlanılarak Havzanın Aylık Ortalama Yağışlı Gün Sayısı Diyagramı (MGM, 2018)

Havzadaki yıllık toplam yağışın dağılışı haritasını oluştururken CoKrigging Yöntemi kullanılmıştır. Korkuteli istasyonu yağış değerleri baz alınarak noktasal istasyonlar oluşturuldu. Bu istasyonların yağışları yükselti basamakları göz önünde bulunarak Schreiber (1904) formülünden yararlanılarak hesaplanmıştır. Her 100 metre yükseltiye karşılık yağışın 54 mm arttığını kabul eden Schreiber formüle göre:

$$P_h = P_o + 54.h$$

Burada;

P_h : Yükseltisi bilinen bir noktanın bulunacak yağış tutarı,

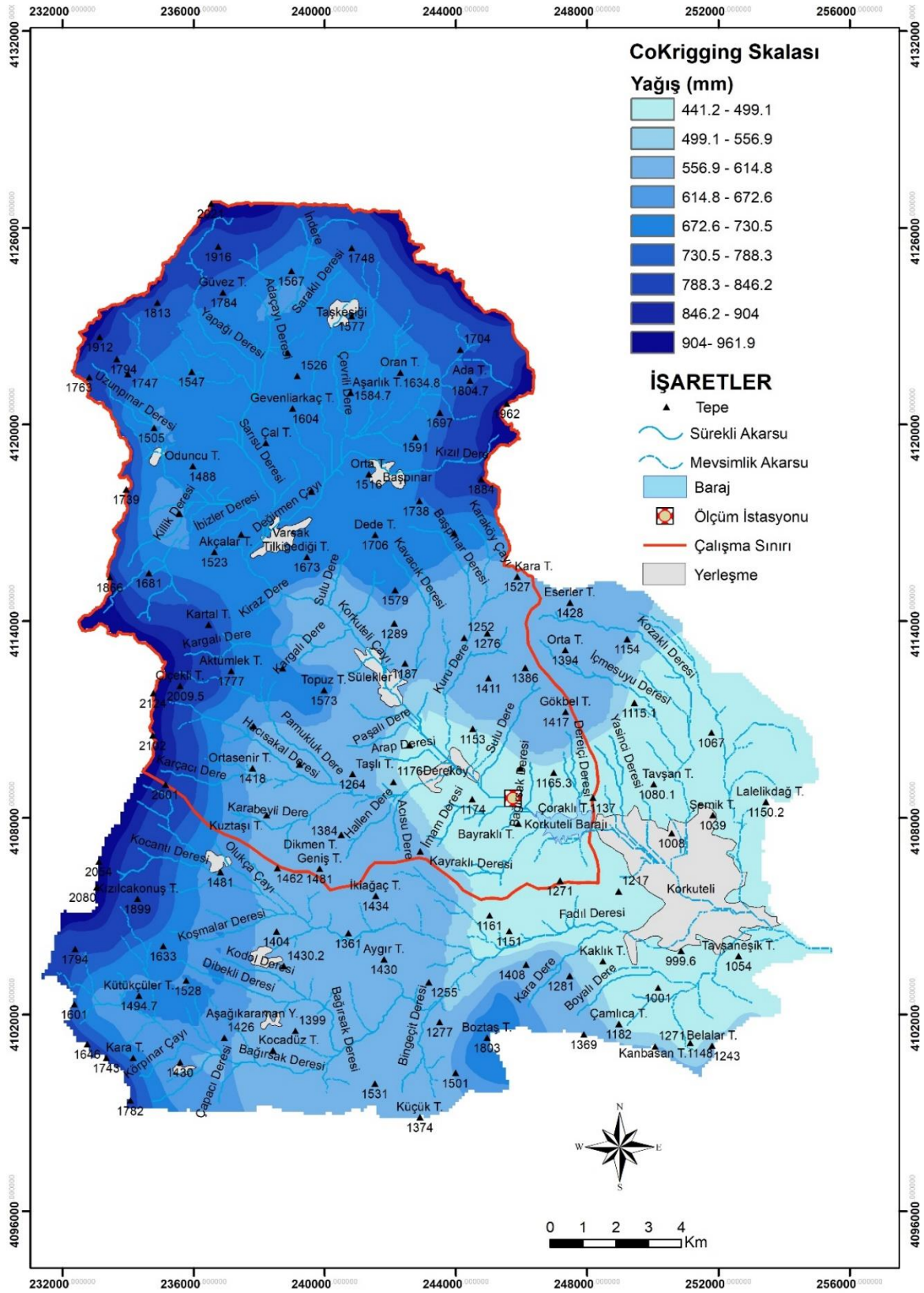
P_o : Yükseltisi bilinen ve yağış rasadı yapan bir istasyonun yıllık toplam yağış tutarı,

54: her 100m yükseldikçe yağışın 54 mm arttığını gösteren katsayı

h : Yağış rasadı yapan istasyon ile yağış miktarı bulunacak nokta arasındaki yükselti farkı (bu yükselti farkı hektometre olarak alınmalıdır.) (Ardel vd., 1969).

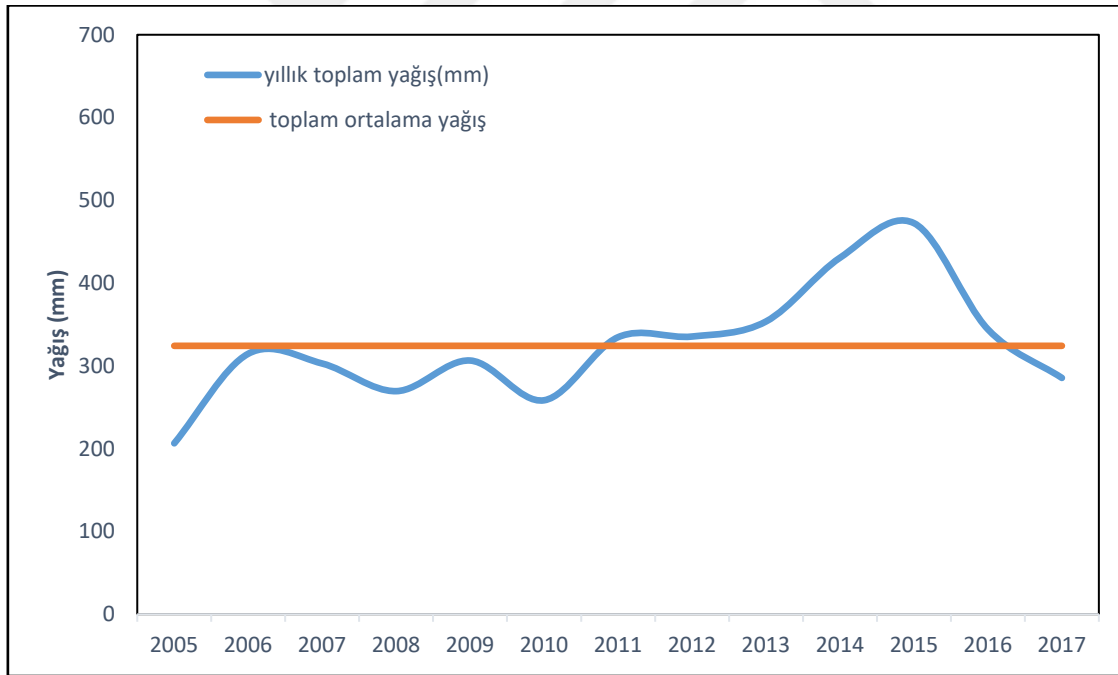
Bu yöntem sonucunda oluşturulan haritaya bakıldığında, havzadaki yağış değerleri 441,2 ile 961,9 mm arasında değişim göstermektedir (Şekil 2.14). Özellikle yükselti basamaklarına bağlı olarak ve beklenildiği üzere yağış miktarları da artış göstermektedir. Yükseltinin çevresine göre daha az olduğu Korkuteli İlçe merkezi ile Korkuteli Barajı'nın bulunduğu sahalarda yağış değerleri 441,2 ile 556,9 mm arasında değişmekte ve havzaya düşen yağışın en az olduğu bölüm ise bu alanlara karşılık gelmektedir. Buna karşılık havzanın kuzey, kuzeydoğu ve batı kesimlerini oluşturan yüksek sahalara doğru gidildikçe yağış değerleri 961,9 mm'ye kadar ulaşabilmektedir. Korkuteli Çayı'nın Korkuteli Barajı'na yakın bölümünden

kaynak bölümüne doğru gidildikçe yükselti kademeli olarak artmakta ve buna bağlı olarak da yağış değerlerinin de artacağı öngörülmektedir (Şekil 2.14).



Şekil 2.14 Korkuteli İlçesinde Yer Alan Dereköy Mevkiindeki İstasyonun Yağış Verilerinden Yararlanılarak CoKrigging Yöntemine Göre Oluşturulan Yıllık Toplam Yağışın Dağılım Haritası

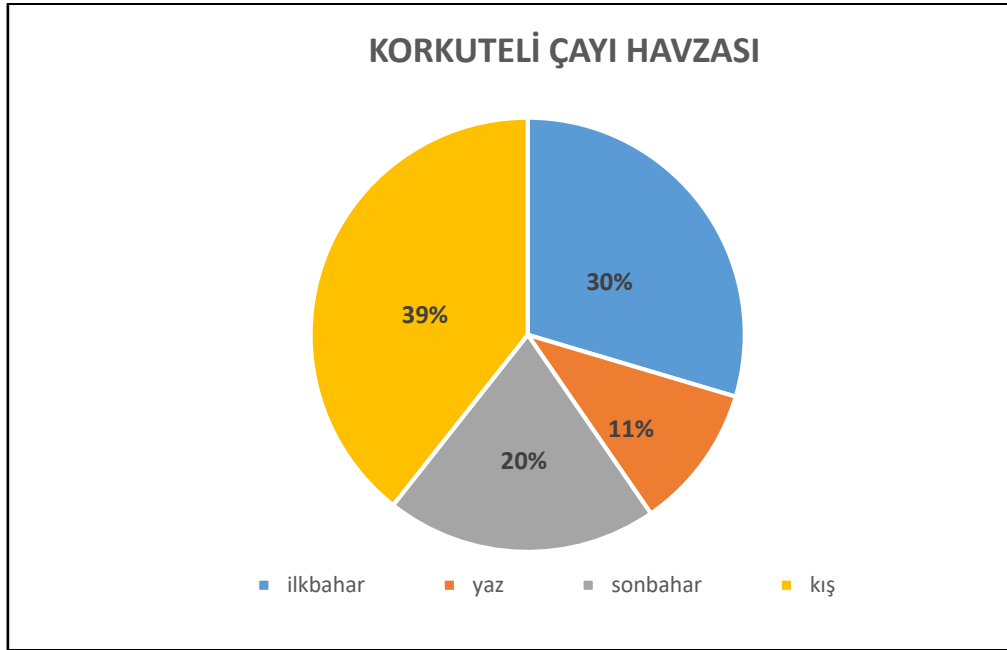
Şekil 2.15, Korkuteli Çayı Havzası'nda 2005-2017 yılları arasında yıllık toplam yağış ve genel ortalama toplam yağış değerlerinin değişimini göstermektedir. Yıllara göre değişimlerin olduğu yıllık toplam yağış değerleri, 2005 ve 2011 yılları arasında 3 periyod şeklinde ardalanma gözlenmektedir (Şekil 2.15). Özellikle bu dönem aralığında meydana gelen yıllık toplam yağış değerlerinin üst sınırını uzun yıllık ortalama toplam yağış miktarı oluştururken, alt sınırı ise 200 mm yağış noktası oluşturmaktadır. 13 yıllık ortalama toplam yağış değeri ise 324,1 mm'dir. Bu yıllar arasında meydana gelen en düşük toplam yağış değeri 200 mm ile 2005 yılında gözlenmiştir. 2011 yılından itibaren yağış değerleri beş yıllık periyotta ortalamanın üstünde seyrederken, en yüksek yağış değeri 2015 yılında 472,4 mm olmuştur (Şekil 2.15). 2015 yılından sonra yıllık toplam yağış değerleri düşüş eğilimi göstermesine rağmen genel ortalamanın üstündedir. Yağış değerlerindeki bu düşüş 2016 yılından itibaren tekrar ortalamanın altına düşmektedir. Yağışlar yıl içerisinde dengeli dağılmadığı gibi 2005-2017 yılları arasında da dengeli değildir. Dönemsel olarak bazı yıllarda (2011-2016) ortalamaların üzerinde yağış miktarı havzaya düşerken, bazı yıllarda (2005-2010) ise yağış miktarının zaman zaman ortalamaların altında olduğu dikkati çekmektedir (Şekil 2.15).



Şekil 2.15 Korkuteli Çayı Havzası'nda Yıllık Toplam Yağış Miktarında 2005 – 2017 Yılları Arasındaki Devrede Meydana Gelen Değişmeler (MGM, 2018)

Korkuteli Çayı Havzası'nda meydana gelen yağışların mevsimsel dağılımına bakıldığında, yağışların en fazla gerçekleştiği kış mevsimi %39'luk bölümünü oluşturmaktadır (Şekil 2.16). Özellikle yağışların mevsimsel dağılımında kış ve ilkbahar mevsimleri arasındaki yüzdeler farkın, Akdeniz Bölgesi'nin kıyı şeridinde yer alan Antalya istasyonundaki kış ve ilkbahar mevsimlerinde oluşan yağışların yüzdeler farkından daha az olduğu dikkat

çekmektedir. Yağışların mevsimsel dağılımlarında genel hatlarıyla Akdeniz iklimine benzerliği olsa da kış yağışları ile ilkbahar yağış oranlarının birbirine yakın olması aynı zamanda karasallığın etkisini yansıtmaktadır. Bu mevsimlerde Akdeniz yağış rejim kuşağında hâkim olan orta enlem siklonunun varlığı, meydana gelen yağışların temel sebebidir. Havzada oluşan yağışların en düşük olduğu mevsim ise %11'lik oranla yaz dönemidir (Şekil 2.16). Bu dönemde ise havzanın yer aldığı Akdeniz bölümünde subtropikal yüksek basıncın etkisi altında kalması da yağışların azalmasında başlıca nedendir.



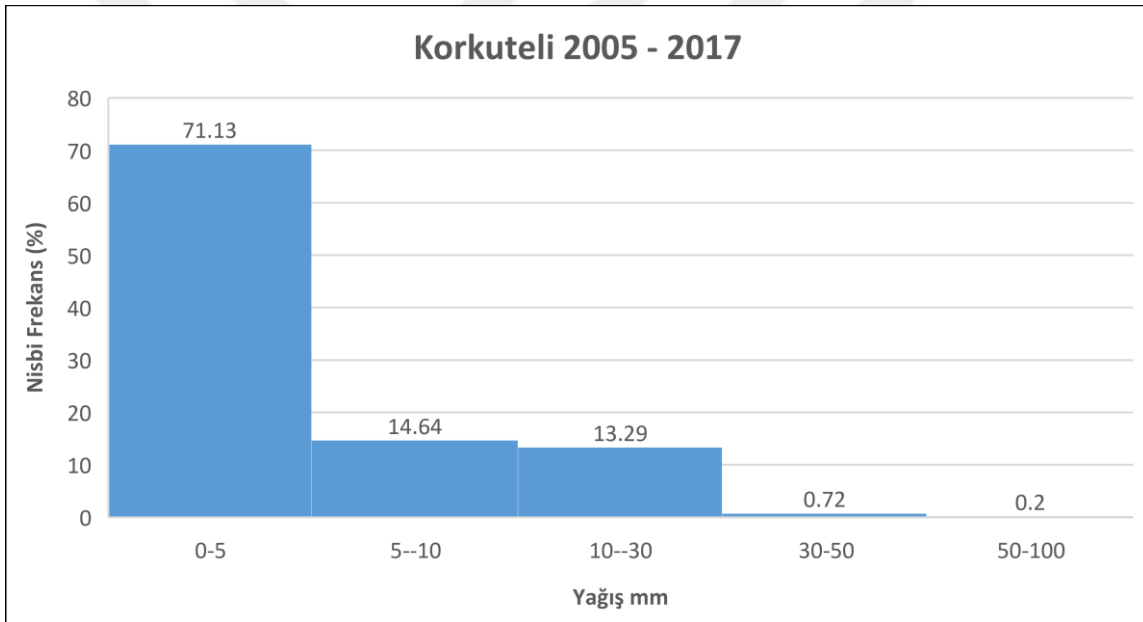
Şekil 2.16 Korkuteli Havzası'nda Meydana Gelen Yağışların Mevsimlere Dağılışı (%) (1969 – 2017) (MGM, 2018)

Bir bölgedeki yağışların karakteri hakkında, 24 saatlik yağış miktarlarının rasat süresi içerisinde tekrarlanma nisbetleri, yani frekansları da önemli bilgiler vermektedir. Bu histogram oluşturulurken öncelikle günlük yağışların minimum ve maksimum değerleri dikkate alınarak, değer kategorilerinin tespit edilmesi ve buna dayanarak, adedi ve nisbi frekansları belirlenmiştir. (Ardel vd., 1969: 213).

Günlük toplam yağış değerlerinin sınıflandırılmasında, birçok araştırmacıya göre, tutarı 10mm'nin altında olan yağışlar, normal yağış olarak kabul edilmiştir. Diğer bir ifade ile 10mm, normal ve şiddetli yağışlar arasında bir sınır değeri olarak alınmıştır. Birçok araştırmacılara göre bu sınır 10-15mm'dir. Meteoroloji bültenlerinde, 10mm den daha fazla yağış düşen günlerin adedinin belirtilmesi de 10 rakamına özel bir yer verildiğine delildir (Ardel vd., 1969: 213).

Korkuteli istasyonundan alınan günlük yağış değerlerinin analizi sonucunda elde edilen frekans histogramına bakıldığında, frekansı en yüksek olan günlük yağışlar 0,1-5 mm

arasındaki yağışlardır (Şekil 2.17). Bu değer kategorisindeki yağışların frekansı %71,13'lük orana sahiptir. Günlük yağış miktarları arttıkça, bunların frekansları süratle düşmektedir. Birçok araştırmacının kabul ettiği gibi 10 mm, normal yağışları ve şiddetli yağışları ayıran bir sınır değeridir. Korkuteli havzasında ise günlük yağışların %85,77'lik gibi büyük bir oranı 10mm'nin altında ve birçok araştırmacıya göre kabul edilen sınıflandırmada, normal yağış sınıfına girmektedir. Bu istasyonda günlük yağışların 5-10 mm arasında tekrarlama ihtimali %14,64, 10-30 mm arasında %13,29, 30-50 mm arasında %0,72 ve 50-100 mm arasında ise %0,2 gibi düşük bir değere sahiptir (Şekil 2.17). İstasyondaki günlük yağış frekanslarının %85,7'si normal yağış sınıfına girerken, geri kalan %14,21 oranındaki kısım ise günlük yağış değerlerinin 10 mm üstünde ve şiddetli yağış grubuna girmektedir. Nisbi frekansları düşük olmakla beraber Korkuteli'nde 24 saat içinde düşen yağış miktarları 100 mm'yi bile bulabilmektedir.



Şekil 2.17 Korkuteli Çayı Havzası'nın Günlük Yağış Frekansı

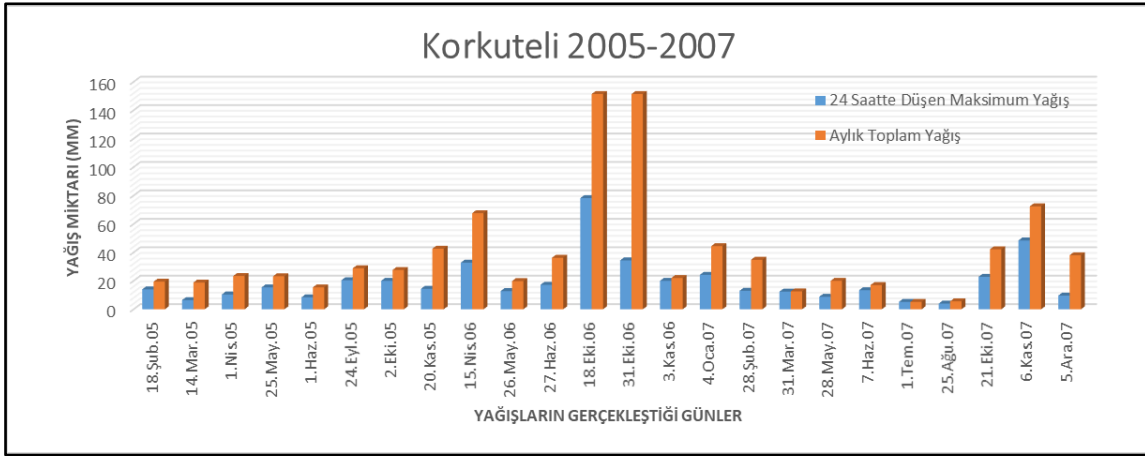
Korkuteli Havzası'nda yağış karakterinin ortaya konulmasında önemli olan bir diğer unsur da sağanak yağışlardır. Birkaç dakikadan yarım saate kadar devam eden şiddetli yağmurlar, asıl sağanakları meydana getirir. Sağanak yağışların süresi 24 saate kadar da uzayabilmektedir. Özellikle herhangi bir havzada erozyonun şiddeti üzerinde sağanak yağışların önemli bir etkisi bulunmaktadır. Kısa sürede meydana gelen sağanak yağışın çok az bir kısmı toprak tarafından tutulurken büyük bir kısmı ise yüzeysel akışa geçmektedir. Aynı zamanda istasyonun aldığı yağış miktarının kısa bir sürede düşmesi şiddetli seyelan ve sellere neden olmaktadır (Ardel vd., 1969: 211). Bu süreç sonucunda havzada meydana gelen erozyon süreçleri hız kazanmaktadır. Hem havzadaki erozyon süreçleri hız kazanırken hem de akarsudaki su seviyesi ve akım artışına bağlı olarak taşınan sediman miktarı da büyük oranda

artmaktadır. Özellikle yarı kurak sahalarda, kısa süreli sağanak yağışların erozyon süreçlerine etkisi oldukça fazladır.

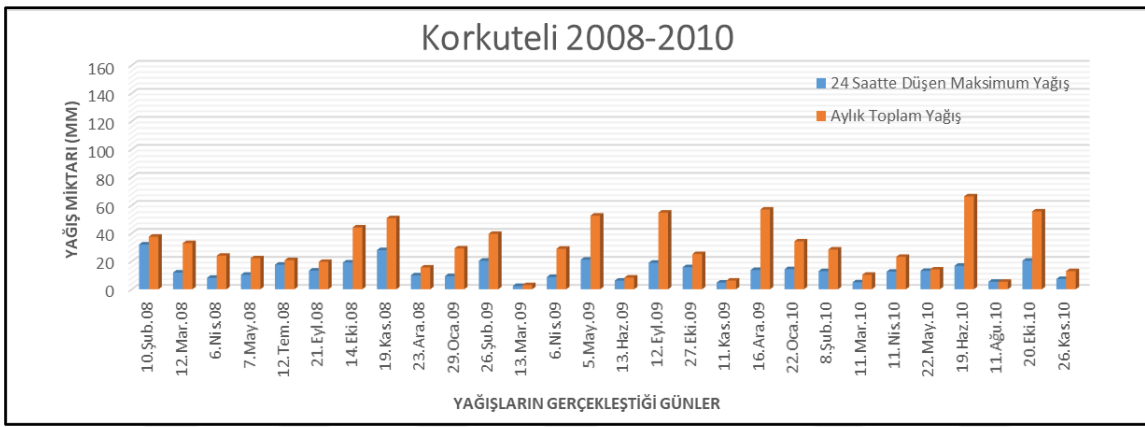
Havzanın sağanak yağış özelliğini ortaya koyarken her aya ait, 24 saatte en fazla düşen yağış miktarları ele alınmakta ve bunlar aylık toplam yağış değerleriyle karşılaştırılmaktadır. Aylık yağış miktarının büyük bir kısmı 24 saatlik zaman zarfında düşüyorsa, sağanak yağışların varlığından söz edilebilmektedir (Ardel vd., 1969: 211).

Korkuteli istasyonunda, 24 saat içerisinde meydana gelen maksimum yağış ile aylık toplam yağış değerlerinin yer aldığı sağanak yağış grafikleri oluşturulmuştur (Şekil 2.18, 2.19, 2.20 ve 2.21). 2005-2018 yılları arasında aylık toplam yağış ve aynı ay içerisindeki maksimum yağış değerlerini gösteren grafiklerde, belirtilen yıllar arasında havzada sağanak yağışların olduğu ortaya çıkmaktadır Genel olarak kış döneminde aylık toplam yağış miktarı, yaz dönemine göre oldukça yüksektir. Ancak aylık toplam yağışların genellikle bir gün içerisinde oluşmadığı dikkati çekmektedir. Yaz dönemlerinde ise aylık toplam yağış miktarları oldukça düşüktür; ancak bu yağışların büyük bir bölümü yaklaşık bir günde oluşmuştur.

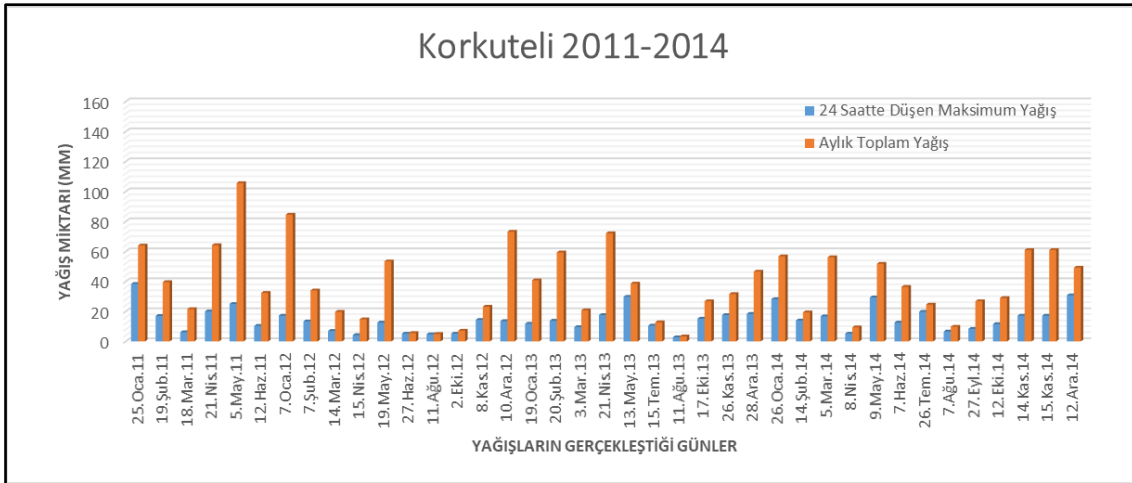
Toplam yağışların değerlerinin yıllar arasındaki farklılığına bakılacak olunursa, tüm yıllar içerisinde aylık toplam yağışın 151,4 mm değeriyle maksimum olduğu yıl ise 2005'tir. 2005 yılının Ekim ayında düşen bu yağışın 78,2 mm'lik bölümü (yarısından fazlası) bir gün içerisinde, 18 Ekim 2005 tarihinde düşmüştür. Bunun dışında aylık toplam yağış değerleri ile bir günde düşen maksimum yağış değerlerinin 2014 ve 2015 yıllarında arttığı gözlenmektedir. 2014 ve 2015 yıllarında sağanak yağışların sayısının fazla olması, yıllık toplam yağış değerlerinin artışıyla da benzerlik göstermektedir (Şekil 2.15). Genel olarak kış döneminde ay içerisinde yağışlı gün sayısı fazla ve cephesel yağışların etkisiyle normal karakterli yağışlar etkili olurken Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında ise konvektif yükselmeye beraber kısa süreli, lokal düzeyde, sağanak yağışlar hakimdir. Sağanak yağışların olduğu ilkbahar sonu ve yaz aylarında ise genellikle ay içerisinde maksimum iki güne karşılık gelmektedir. Yani bir ayda meydana gelen sağanak yağışlar toplamda iki günü geçmemektedir. Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında meydana gelen sağanak yağışlar hem miktar açısından azdır hem de çoğu yıllarda bahsi geçen aylarda sağanakların sayısında yıllara göre farklılık vardır. Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarındaki yağışların miktarı az olsa bile bu aylarda toplam yağışların büyük çoğunluğunun 24 saat içerisinde düştüğü de dikkat çekmektedir. Dolayısıyla normal yağış karakterine sahip cephesel yağışların etkili olduğu kış dönemlerinde yağışlar genelde gün ve ay içerisine dengeli dağılırken, Yaz dönemlerinde ise yağışlı gün sayısı az olsa da meydana gelen yağışların süresi ise kış aylarına göre oldukça kısadır.



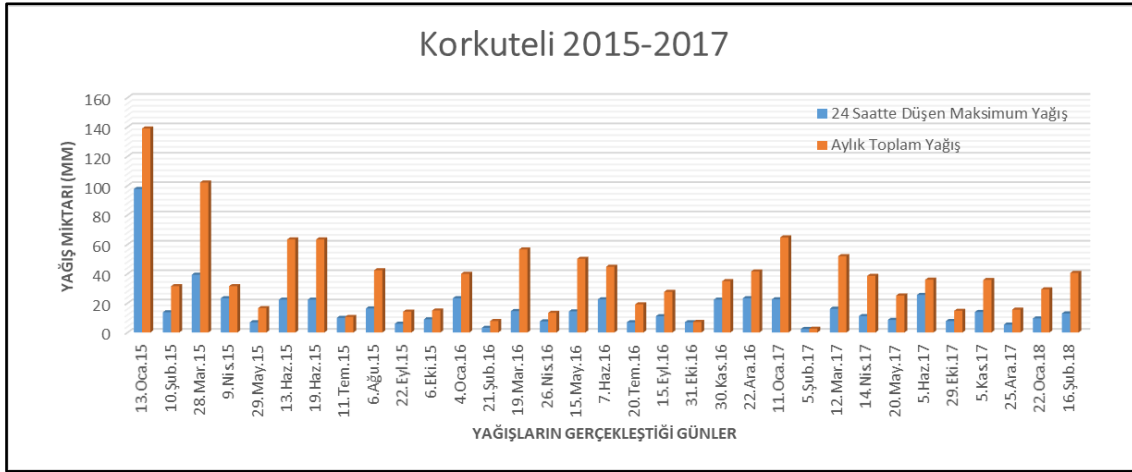
Şekil 2.18 Korkuteli Havzası'nın Sağanak Yağış Diyagramı (2005-2007)



Şekil 2.19 Korkuteli Havzası'nın Sağanak Yağış Diyagramı (2008-2010)



Şekil 2.20 Korkuteli Havzası'nın Sağanak Yağış Diyagramı (2011-2014)



Şekil 2.21 Korkuteli Havzası'nın Sağanak Yağış Diyagramı (2015-2018)

Korkuteli Çayı Havzası'nda ayların kuraklık özellikleri ortaya konulurken De Martonne formülünden yararlanılmıştır. Bu formüle göre aylar kurak, yarı kurak ve nemli olarak sınıflandırılmaktadır.

De Martonne aylık kuraklık indisi formülüne göre;

$$i = \frac{P}{T+10} \times 12$$

i = Aylık Kuraklık İndisi

P = Aylık Yağış Miktarı (mm)

T = Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)

Bu formüle göre elde edilen kuraklık indisi değerlendirmesinde;

$i < 10$ ise o ay kurak döneme,

$10 < i < 20$ ise yarıkurak döneme,

$20 < i < 30$ yarıkurak nemli döneme,

$i > 30$ ise de nemli döneme karşılık gelmektedir.

Korkuteli Çayı Havzası'nda uygulanan De Martonne formülüne göre, kış dönemini kapsayan aylar nemli sınıfına dahil olurken, Mart ve Nisan ayları yarıkurak nemli gruba, Mayıs ayı ise yarıkurak sınıfına girmektedir (Tablo 2.1). Özellikle yaz dönemine gelindiğinde ise Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül ayları ise kurak döneme karşılık gelmektedir.

Tablo 2.1 De Martonne Aylık Kuraklık Değerlerine Göre Ayların Kuraklık Sınıflandırılması

O.	Ş.	M.	N.	M.	H.	T.	A.	E.	E.	K.	A.	Yıllık
Nemli	Nemli	Yarıkurak	Nemli	Yarıkurak	Nemli	Yarıkurak	Kurak	Kurak	Kurak	Kurak	Yarıkurak	Yarıkurak

Yaz dönemi boyunca yağış miktarı azalırken, havzanın sıcaklık değerleri yükselmektedir. Bu nedenle yaz aylarının tamamında kurak koşullar hakimdir. Yağış

miktarının az, sıcaklıkların ise yüksek olduğu bu dönemlerde, su yetersizliği de başlıca sorun olarak görülmektedir. Ekim ayı yarıkurak sınıfına girerken, Kasım ayı ise yarıkurak nemli grupta yer almaktadır (Tablo 2.3). Aylık değerlerin dışında Korkuteli'nin yıllık değerlerinin analiz edilmesiyle de 17,47 indis değeriyle Korkuteli Çayı Havzası yarıkurak iklim sınıfında yer almaktadır.

Tablo 2.2 Korkuteli Çayı Havzası'nda De Martonne Aylık Kuraklık Değerleri

İstasyon	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
KORKUTELİ	53.2	37.7	26.7	24.2	18.0	9.6	3.5	3.1	4.4	15.8	25.5	49.3	17.47

De Martonne formülüne bağlı olarak Korkuteli istasyonun aylara göre kuraklık analizi yapılmasına rağmen bu durumun yanında karşılaştırma açısından bir fikir edinmek için aylara göre Erinç Yağış Etkinlik İndisleri de belirlenmiştir.

Erinç yağış etkinlik indisleri belirlenirken, istasyona ait ortalama sıcaklık değerlerinin yerine aylık ortalama maksimum sıcaklık değerleri kullanılmıştır. Bu formüle göre, dikkat edilmesi gereken önemli konulardan biri ortalama maksimum sıcaklığın 0°C'nin altına düştüğü ayların göz önünde bulundurulmamasıdır.

Erinç 1965'e göre indis değerleri ve bitki örtüsü aşağıda verilmiştir.

I=indis

Kurak $I < 8$ Çöl

Yarı kurak $8 < I < 23$ Step

Yarı nemli $23 < I < 40$ Park görünümlü orman

Nemli $40 < I < 55$ Nemli orman

Çok nemli $I > 55$ Çok nemli orman (Erinç, 1965).

Erinç Yağış Etkinlik indislerinin belirlenmesinde kullanılan formül ise;

P

$I_m = \frac{P}{T_{om}} \times 12$

T_{om}

Eşitlikte;

I_m= Yağış Etkinliğini,

P= Aylık Yağış Tutarını (mm)

T_{om}= Yıllık Ortalama Maksimum Sıcaklığı (C°) gösterir (Erinç, 1965).

Korkuteli istasyonundan alınan verilerden yola çıkarak belirlenen aylık yağış etkinlik indis değerlerine bakıldığında ise kış ve yaz dönemleri arasında önemli farklar vardır. Aralık ve ocak ayları çok nemli kategorisine girerken şubat ayı ise nemli sınıfına dahil olmaktadır. Mart ve Nisan ayları yarı nemli sınıfındadır. Bunun yanında yaz dönemine gelindiğinde Haziran

ayı yarı kurak iken Temmuz ve Ağustos ayları ise kurak dönemi oluşturmaktadır. Genelleme yapılacak olursa Kasım ve Nisan aralığındaki aylar nemli ve yarı nemli dönemleri oluştururken, kalan diğer aylar ise yarı kurak ve kurak sınıfına girmektedir (Tablo 2.3).

Tablo 2.3 Erinç 1965'e Göre Ayların Yağış Etkinlik İndis Sınıflandırması

Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Çok Nemli	Nemli	Yarı Nemli	Yarı Nemli	Yarı Kurak	Yarı Kurak	Kurak	Kurak	Kurak	Yarı Kurak	Yarı Nemli	Çok nemli

Korkuteli istasyonunun yıllık yağış etkinlik indis değeri ise 20.03'tür. Bu değere göre Korkuteli Çayı Havzası yarı kurak iklim sınıfına dahil olmaktadır (Tablo 2.4).

Tablo 2.4 Erinç 1965'e Göre Ayların Yağış Etkinlik İndis Değerleri

İstasyon	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Korkuteli	78.9	53.3	33.7	28.7	20.3	10.4	3.7	3.3	4.6	17.2	30.2	68.3	20.03

2.9.3. Rüzgâr Özellikleri

Hava kütlesi kavramı, küresel atmosfer dolaşımı ve rüzgâr sistemleri ile büyük oranda bağlantılıdır. Öncelikle olduğu alanın sıcaklık, nemlilik gibi temel özelliklerini yansıtırlar ve bu alanlar ise kaynak alanlar olarak adlandırılır. Oluşan hava kütleleri kaynak bölgesinin özelliklerini kazandıktan yani oluşuktan sonra, orada kalıcı olmaz. Küresel ölçekte ya da yerel ölçekte atmosferde meydana gelen enerji dengesizliğini ortadan kaldırmak için harekete geçer ve kaynak bölgesinin dışına çıkmasına neden olur. Hava kütesinin genel atmosfer dolaşımı içerisindeki taşınma evresinde ise devreye rüzgarlar girmektedir. Rüzgarlar hava kütlelerinin harekete geçmesinde dünya üzerinde enerji transferinin gerçekleşmesinde büyük öneme sahiptir. Özellikle rüzgarlar geldiği yerin yani taşıdığı hava kütesinin özelliklerini ulaştığı bölgelere götürmektedir. Rüzgarlar sayesinde taşınan hava kütleleri, yeryüzünde uzun mesafeler kat etmesine karşın, doğuş bölgesinde kazandığı temel özelliklerinin büyük bir kısmını korumaktadır (Türkeş, 2010: 404).

Bir bölgede hâkim rüzgâr gülünün ortaya konulması için o yerde rüzgârın her bir yönden ne kadar estiğinin bilinmesi gerekmektedir. Rüzgârın esme sayılarını yani rüzgâr frekanslarını (aylık, mevsimlik ya da yıllık olarak ele alınabilir) bize rüzgâr rasatları vermektedir (Ardel vd., 1969: 109).

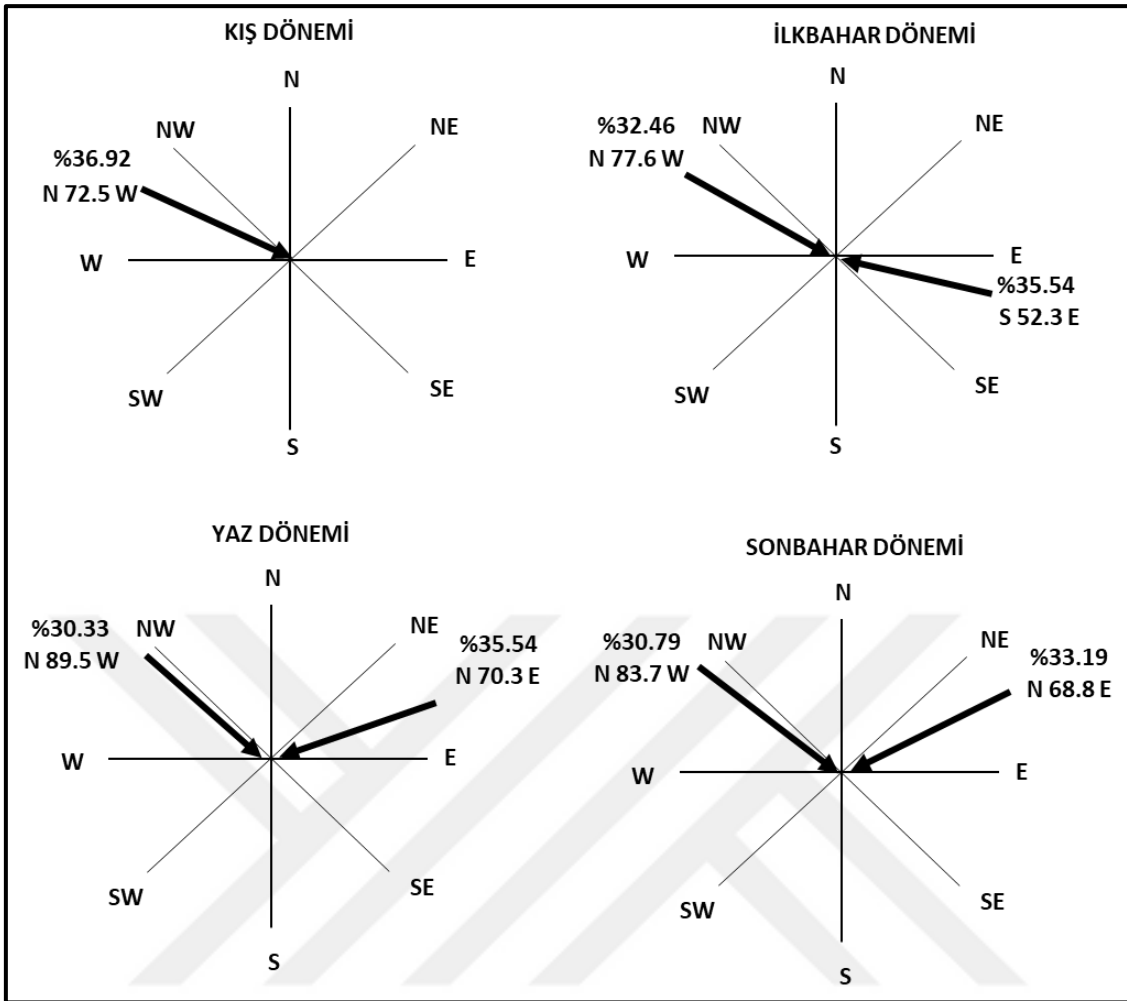
Rüzgarlar, kaynağını aldığı bölgenin özelliklerini ulaştığı sahaya taşıdığı için bu alanlarda sıcaklık, nem, buharlaşma, terleme gibi özellikler üzerinde etkisi vardır. Sahada var olan bitkiler üzerinde dolaylı etki yaparak onların ortamda kalış sürelerini ve çeşitliğini etkilemektedir. Bu duruma ek olarak da sahada bitkilerin varlığı ya da kalış süreleri de dolaylı olarak çalışma sahasındaki erozyon koşullarını etkilemektedir. Bu durumla beraber doğrudan

etkisine örnek olarak da rüzgâr etkisine açık sahalarda rüzgâr şiddetinin yüksek olması, toprağın üst tabakasının taşınarak hareket etmesine ve erozyonun oluşmasına yol açabilmektedir.

Çalışma sahasında mevsimsel ve yıllık olarak hâkim olan rüzgarlar aynı zamanda yerşekillerine uyum sağlamaktadır. Korkuteli Çayı Havzası'nın güneyinde yer alan Batı Toroslar'ın başlangıcını oluşturan Bey Dağları, Akdeniz'de kıyıya paralel olarak uzanmaktadır. Bu durumun varlığı da güneyli rüzgarların sahaya ulaşmasında doğal engel oluşturmaktadır. Bu durum aynı zamanda Akdeniz Havzası'ndan gelen sıcak ve nemli hava kütlelerinin Batı Toroslar'ın kuzeyinde yer alan Korkuteli Havzası'na ulaşmasını engellemektedir.

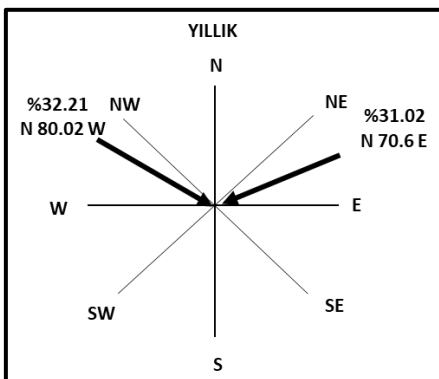
Korkuteli Meteoroloji İstasyonundan alınan verilerden yola çıkarak oluşturulan mevsimlik ve yıllık rüzgâr frekans güllerine bakıldığında; Korkuteli Çayı havzasında mevsimlik rüzgâr frekans gülleri ile yıllık rüzgâr frekans gülü arasında büyük oranda bir uyum gözlenmektedir. Çalışma sahasında hâkim rüzgarların daha çok kuzey sektörlü oluşu ve genellikle NW ve NE yönlerden estiği görülmektedir. Kış mevsiminde hâkim rüzgâr %36,92 oranında N 72,5° W'den, ilkbahar döneminde etkili olan hâkim rüzgarlar ise %32,46 'sı N 77,6° W'dan ve %35,54'ü S 52,3° E'dan esmektedir (Şekil 2.22).

Yaz döneminde esen rüzgarların %30,33 oranında N 89,5° W yönünden ve %35,54'ü ise N 70,3° E yönünden eserken, sonbahar dönemine gelindiğinde ise hâkim rüzgarların %30,79'u N 83,7° W dan, %33,19'u N 68,8° E yönünden esmektedir (Şekil 2.22). Mevsimsel hâkim rüzgarlar genel olarak değerlendirildiğinde ise rüzgarların daha çok kuzey sektörlü olduğu göze çarpmaktadır. Bu durum da çalışma sahasının bulunduğu sahanın güneyinde Batı Toroslar'ın varlığı ile açıklanabilmektedir.



Şekil 2.22 Korkuteli Çayı Havzası'nda Mevsimlere Göre Hâkim Rüzgâr Yönü ve Frekansları

Şekil 2.23, Korkuteli Çayı Havzası'nda hâkim olan yıllık rüzgâr yönleri gösterilmektedir. Görüldüğü üzere çalışma sahasının yıllık rüzgâr frekans gülü ile mevsimsel rüzgâr frekans gülü diyagramlarının uyumlu olduğu göze çarpmaktadır. Havzada genellikle kuzey sektörlü rüzgarların etkisi yıllık frekans gülünde de görülmektedir. Bu değerlerden yola çıkılarak havzanın yıllık rüzgâr frekans gülünde, yıllık esme sayılarına bağlı olarak esen hâkim rüzgarların %32,21'i N 80,02° E yönünden eserken, %31,02'lik bölümü ise N 70,6° E yönünden esmektedir (Şekil 2.23).



Şekil 2.23 Korkuteli Çayı Havzası'nda Yıllık Hâkim Rüzgâr Yönü ve Frekansı

2.10. Bitki Örtüsü ve Arazi Kullanımı Özellikleri

Çalışma sahasında arazi kullanımı kuru bahçe tarımı, sulu bahçe tarımı, çayır, mera, orman, sulu tarım, yetersiz sulu tarım, nadaslı kuru tarım ve fundalık sahalar olarak dokuz farklı gruba ayrılmaktadır (Şekil 2.24).

Korkuteli Çayı Havzası'nda yayılış alanı en geniş olan arazi kullanımı ormanlık alanlara aittir. Ormanlık alanlar, Korkuteli Çayı'nın aşağı ve orta çığırında geniş yer kaplar. Kızılçam ormanlarının yayılış gösterdiği bu havzada genel olarak yazları sıcak ve kurak, kış dönemlerinin ise yağışlı geçmesi kızılçam ormanlarının ve kermez meşesi topluluklarının yayılış göstermesinde en önemli faktörlerden biridir (Atalay, 2015: 346). Batı Toroslar'ın kuzey kesiminde yer almasından dolayı güney kesimine göre daha az yağış aldığı için kızılçamların biyokütle verimleri ve fizyonomik görünüşleri de değişmektedir. Batı Torosların güney yamaçlarında nemli karakterde kızılçam toplulukları yer alırken, kuzeyde kalan Tefenni-Korkuteli civarında ise daha çok kurakçıl karakterde kızılçam toplulukları görülmektedir (Atalay, 2015: 346). Korkuteli Çayı Havzası'nda kızılçam orman formasyonunun ve kermez meşesi topluluklarının yayılış gösterdiği sahalarda Dereköy, Sülekler, Yukarı Karaman ve yaylası, Aşağı Karaman yaylası ve Göçerler Yaylasının bulunduğu yerleşim alanlarında ise tahribat nedeniyle kızılçam ormanlarının sekteye uğradığı görülmektedir. Kızılçam orman formasyonunun yanı sıra Korkuteli Çayı boyunca dikilen ağaç türlerinin (kavak vb.) akarsu hattı boyunca yayılış gösterdiği de dikkati çekmektedir (Fotoğraf 2.3).

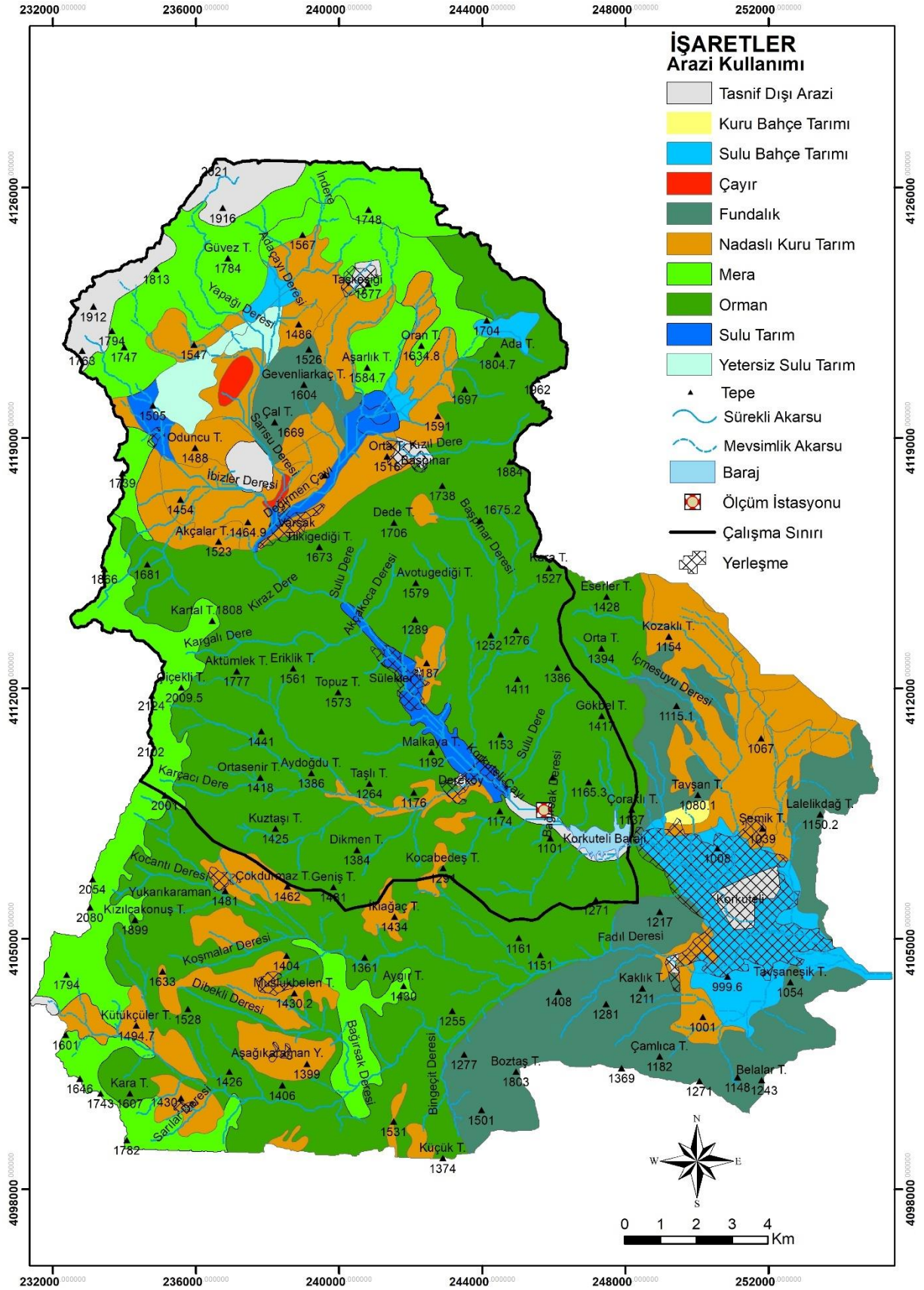


Fotoğraf 2.3 Korkuteli Çayı Boyunca Dikilen Ağaç Türleri

Çalışma havzasında kızılçam orman topluluklarının azaldığı, yükseltinin çevresine göre daha yüksek olduğu havzanın batı sınırında ve Korkuteli Çayı'nın kaynak kısmında (havzanın kuzey kesiminde) mera alanları yayılış göstermektedir (Şekil 2.24). Mera alanları yerel halkın sosyo-ekonomik faaliyetleri açısından büyük öneme sahiptir. Hayvancılığın yoğun olarak yapıldığı bu sahalarda, beşerî faktörler açısından önemli olduğu gibi çalışma sahasının sınırlarını oluşturan havza yamaçlarındaki erozyon şiddetini, yani fiziki faktörlerini de büyük oranda etkilemektedir. Mera alanlarının yayılış gösterdiği, topoğrafyanın engebeli, eğim derecesinin yüksek olduğu bu sahalardaki doğal bitki örtüsü, su ve rüzgâr erozyonunu önemli oranda azaltan etkenlerden biridir. Türkiye genelinde olduğu gibi Korkuteli Çayı Havzası'nda da mera alanlarının aşırı ve erken otlatma, kuraklık, yakma, yabancı otların istilası, sürme gibi nedenlerle tehdit altında olduğu söylenebilmektedir (Atalay, 2015: 346).

Korkuteli Çayı Havzası'nda fundalık sahalarda kırmızı Akdeniz topraklarının görüldüğü ilçe merkezinin etrafında yayılım göstermiştir (Şekil 2.24). Fundalık alanlar daha çok Erica gibi cüce çalılardan oluşmaktadır. Nemli ve kurakçıl fundalıklar olarak ikiye ayrılan çalı formasyonları, çalışma sahasında genel olarak kurakçıl fundalık özelliğindedir. Kolayca tutuşup yanan Akdeniz tipi çalılarının büyük bir bölümü, alt çalı katından yoksundur. Sıcaklık isteği yüksek olan bu tür, yangından sonra çimlenme yeteneğine sahiptir. Fundalık alanların oluşmasında insanın önemli bir etkisi vardır. Asırlar boyunca tekrarlanan yangınlar, yaşlı ağaç ve ağaççıkları, bazı bitkileri ortadan kaldırarak yerini genç çalı formasyonunun almasına neden olmuştur. Yağışın büyük bir bölümünün kış döneminde düştüğü bu sahada, çalılarının çoğu kış sonundan itibaren çiçeklenmeye ve büyümeye başlar (Atalay, 2015: 347).

İlçe merkezinin bulunduğu alüvyal topraklar üzerinde ise genellikle sulu bahçe tarımı yaygındır (Şekil 2.24 ve Şekil 2.9). Meyvecilik faaliyetlerinin geliştiği Korkuteli'nde sulu bahçe tarımının büyük bir çoğunluğunu ise elma ve armut yetiştiriciliği oluştururken, nadaslı kuru tarım ise daha çok kahverengi orman topraklarının bulunduğu Yukarı Karaman ve yaylası, Aşağı Karaman Yaylası ve Göçerler Yaylası ile kestane rengi toprakların yer aldığı ve polye özelliği gösteren Varsak Yaylası civarında yapıldığı görülmektedir (Şekil 2.24 ve Şekil 2.9). Havzada en az yeri ise çayır ve kuru bahçe tarımının yapıldığı sahalarda kaplanmaktadır.



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ VE DİZAYNI

3.1. Bölüm Kapsamı

Bu bölümde Korkuteli Çayı'nda taşınan süspanse sediman, eriyik sediman, akarsu yükü miktarını ve konsantrasyonunu belirlemek için kullanılan yöntemler tanıtılmaktadır. Bu amaç doğrultusunda Korkuteli Çayı üzerinde yapılan su seviyesi ölçümleri, akım ölçümleri ve sediman ölçümleri ile ilgili metot ve teknikler ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Arazi çalışması süresince (8 Kasım 2017- 31 Temmuz 2018) yapılan çalışmaların ilk basamağını ölçümlerin gerçekleştiği kontrol kesitinin belirlenmesi oluşturmuştur. İstasyonun kurulum lokasyonu belirlenirken dikkate alınması gereken hususlar hakkında bilgilere yer verilmiştir. Ölçüm sonuçlarının doğruluğu ve güvenilirliği için büyük öneme sahip olan kontrol kesitte ilk olarak su seviyesi ölçüm istasyonunun kurulum özellikleri anlatılmıştır. Su seviyesi ölçümünde kullanılan sensörün özellikleri, manuel olarak çalışan bu cihazın otomatik ölçüm istasyonuna dönüştürülmesi ve kurulan internet sitesi sayesinde veri transferi detaylı olarak açıklanmıştır.

Arazi çalışmalarının ikinci bölümünü ise akım ölçümleri oluşturmaktadır. Bu bölümde ise akım ölçümünde kullanılan yöntemler, akım hesaplamaları ve kullanılan cihazların genel özellikleri açıklanmıştır.

Çalışmanın son bölümünde ise kurak ve yağışlı dönemlerde değişen su seviyesi ve akım değerleri anında alınan sediman örneği alım usulleri açıklanmıştır. Bu amaçla örnek alma aşamasında kullanılan yöntemler ve cihazlar detaylı olarak anlatılmıştır. Sediman örneklerinin analizi için laboratuvar ortamında uygulanan yöntemler ve bu analizlerde kullanılan cihazların teknik özelliklerine yer verilmiştir.

3.2. Akarsularda Kontrol Kesitinin Belirlenmesi

Bir akarsu yatağında akış halindeki suyun hızı, en kesitteki yatak eğiminden, yatağın geometrik özelliklerinden ve yatağın pürüzlülük durumundan büyük oranda etkilenmektedir (Petss, 1983: 70). Akarsudaki akım koşullarındaki değişmelere bağlı olarak da kanal yapısında ve özellikle akarsu en kesitinin geometrik özelliklerinde değişimler meydana gelmektedir. Akımın arttığı dönemlerde sediman taşınımı ve dolayısıyla akarsu yatağındaki aşınım artarken, kurak koşullar egemen olduğunda ise akarsu yatağında sediman birikimi meydana gelmektedir. Akarsuyun yatak morfolojisinde meydana gelen bu türde değişimler, aynı en kesitte ölçülen su ve akım koşullarını da önemli oranda etkilemektedir. Bu sebeplerle ölçüm sonuçlarının güvenilirliği ve doğruluğu açısından akarsu yatağında akım ölçümü yapılan akarsu en kesitinin

morfolojik durumunun mümkün oldukça stabil olması beklenir. Bu bakımdan, arazide akım ve sediman ölçümlerini istenilen her yerde yapmak teorik olarak mümkün olmasına karşılık, aşağıda belirtilen pratik ihtiyaçlar dolayısı ile ölçümlere en uygun olan kesitler arazi çalışmaları ile tespit edilmelidir. Böyle bir akarsu en kesitinin belirlenmesinde dikkat edilmesi gereken hususlara aşağıda yer verilmiştir.

- a) Kesitte zamanla meydana gelebilecek taban ve yanal aşınmaların minimum ölçüde olması ve ayrıca kesitte yatağa bağlı iri sedimanların birikmemesi gerekir. Akarsu yatağında meydana gelen taban ve yanal aşındırmalar kesit şeklinin genişlemesine, sedimanların akarsu yatağında birikmesi ise kesitin daralmasına neden olur. Öncelikle seçilecek kesitin zamanla değişmeyecek biçimde sağlam kaya yatağına sahip olması ya da beton dökülerek yatak en kesitinin daha stabil hale getirilmesi gerekmektedir (Şen, 2003: 164). Beton dökülmesinin mümkün olmadığı durumlarda yukarıda belirtilen kritere göre en uygun stabil en kesitin belirlenmesi gerekir.
- b) Akarsu en kesitinin menderes yaptığı yerlerden uzak bulunması, kesitteki su akışının türbülanslı olmaması tercih edilir. Bu bakımdan, kontrol kesiti olabilecek yerlerde akarsu yatağının mümkün oldukça düz olduğu yerler tercih edilmelidir. Kesite en yakın kıvrımlı yerlerin en azından seçilen kesitten uzak olmasına dikkat edilmelidir. Akım açısından bütünüyle durgun su ve türbülanslı akımın olabileceği yerlerden kaçınılması gerekir.
- c) Kesit yerinin ekstrem akım değerleri (akımdaki pik değerlerin sıklıkla meydana geldiği) olan taşkınların da etkisinin en az olacak yerlerde bulunmasında yarar vardır.
- d) Akarsularda taşınan sediman miktarı ve konsantrasyonunun ortaya konulabilmesi için akımın arttığı ve azaldığı dönemlerde sıklıkla örnek alınması gerekir. Bu nedenle akarsuda akım ölçümü ve sediman örneğinin alındığı kontrol kesitinde, arazinin yükselti değerleri ve engebelilik özelliklerinin yanında beşerî faktörlerin de dikkate alınması büyük öneme sahiptir. Bu yüzden akarsu üzerinde kontrol kesit belirlenirken ulaşımın kolay olabileceği yerler tercih edilmelidir.
- e) Akarsular üzerinde mühendislik yapılarının inşası, nehir sistemlerini büyük oranda olumsuz etkilemektedir. Özellikle inşa edilen menfez ve köprüler, akarsuyun akım koşullarını önemli oranda değiştirebilmektedir. Bu nedenle ölçüm yapılacak kontrol kesiti belirlenirken köprü ve menfez gibi mühendislik yapılarının bulunduğu, sel ve taşkın riskinin yüksek olabileceği yerlerden kaçınılmalıdır.
- f) Akarsu en kesitinde yapılan seviye ölçümleri ve akım ölçümleri için enerjiye ihtiyaç duyulmaktadır. Kontrol kesit belirlenirken yakın lokasyonlarda güç kaynağı, kullanılabilir

elektrik panosunun yer alması oldukça önemlidir. Kurulan istasyonda otomatik ölçüm yapılmasını sağlayan GSM ve GPRS terminalinin veri akışını sağlayacak telefon hatlarının aktif olduğu alanlar tercih edilmelidir.

- g) Kontrol kesite kurulan su seviyesi ölçer, meteoroloji istasyonu vb. gibi ölçüm cihazlarının güvenliği büyük öneme sahiptir. Bu cihazların otomatik ölçüm yapan özelliği bulunması hem verinin depolanmasını sağlarken aynı zamandan cihaz güvenliği için de büyük önem taşımaktadır. Arazide cihaz güvenliğinin sağlanabilmesi için kontrol kesitin yerleşim alanlarına yakın sahalar olarak belirlenmesi de büyük bir etkindir.
- h) Pratikte, akarsu kesitinin kaplama ile sağlamlaştırılarak düzgün şekil verilmesi çok pahalı veya zor olabilir. Bu sebeple, akım ölçümlerinin köprülerden de yapılması yoluna gidilir. Ancak, köprü ayaklarının akarsu yatağında daraltmalar oluşturarak akıma yan etkileri bulunur. Bu bakımdan, köprülerden yapılan ölçümler akım ölçümleri için sağlıklı olmayabilir. Köprü ayaklarının bu istenmeyen etkisi dolayısıyla akarsuyun kontrol kesit özellikli yerlerde, bir kenardan diğerine dik olarak gerilen tel kablolar üzerinde hareket eden oturmaya müsait platformlarla da akım ölçümlerinin yapılması mümkündür (Şen, 2003: 165).
- i) Akarsu kesitinin zamanla sürüntü maddesi veya aşınmalarla değişmesi söz konusu ise buralarda beton, betonarme, taş ve çelik malzemedan uygun ve sağlam kesitler inşa edilebilir. Böyle bir durum, akarsu debisinin fazla olmaması halinde yapılabilir. Bu su ölçme yapılarına savak adı verilir. Kesitin iyileştirilmesi durumunda ise mutlaka düzgün yamuk, dikdörtgen, yarım daire veya daire parçası olan belirgin şekiller tercih edilmelidir. Nitekim şehir merkezi içerisinde kalmış derelerin ıslahları için doğal kesitler düzgün kesit haline getirilir. Bu kesitlerde akarsuyun alanları kolaylıkla belirlenebileceği için akım ve hız ölçümleri zorlanmadan yapılabilmektedir (Şen, 2003: 165).

Yukarıda belirtilen şartlar dikkate alınarak Korkuteli Çayı üzerinde Dereköy mevkiinde akım ölçümü ve sediman örneğinin alınması için uygun bir kontrol kesit alanı belirlenmiştir. Gözlem süresi boyunca belirlenen bu kesitte su seviyesi ve akım ölçümleri yapılmış ve sediman örnekleri alınmıştır.

3.3. Su Seviyesi İstasyonunun Kurulumu ve Seviye Ölçümleri

Akarsu en kesitini belirlerken, akarsuyun her iki kenarında bulunan bankların stabilitesinin yüksek olması, akarsudaki akışın daha çok lineere yakın olması yani türbülanslı olmaması ve mendereslerin iç bükey ya da dış bükey hattında yer almaması gibi hususlar dikkate alınmıştır. Bu nedenle çalışma süresi boyunca su seviyesi ve akım ölçümleri Antalya Devlet Su İşleri 13. Bölge Müdürlüğü'nün en kesite beton atıp şamandıralı limnigrafı yerleştirdiği ve daha stabil bir ölçüm merkezi haline getirdiği bir lokasyonda yapılmıştır (Fotoğraf 3.1). Su seviyesi ölçümleri Antalya Devlet Su İşleri'nin ölçümlerinden bağımsız olarak en kesite kurulan Mesens (MPS580 Serisi) Daldırma Tip Seviye Transmitteri ile yapılmıştır.



Fotoğraf 3.1 Çalışma Sahasındaki Kontrol Kesitte Cihazların Kurulum Yeri

Mesens (MPS580 Serisi) Daldırma Tip Seviye Transmitteri özellikle derin kuyularda ve açık kanallarda su seviyesini ölçmek için kullanılmaktadır. Paslanmaz gövde özelliği sayesinde deniz suyu ve birçok kimyasalda bu cihazla rahatlıkla su seviyesi ölçülmektedir. Seviye sensörüne 6 metrelik kablo ilave edilmiş ve bu kabloya bağlı bulunan 27 mm çapında sensör yer alır. Bu sensör, suyun uyguladığı basınçla beraber ohm cinsinden ölçülen değerleri vermektedir. Cihaza yerleştirilen dirençler sonucunda önce ohm birimi dirence daha sonra da cm cinsinden su seviyesine çevrilmiştir. Sensörün bağlı olduğu kablo uzunluğu ise ek yapılarak 10 metreye çıkarılmış ve cihaz kalibrasyonu bu koşullar altında gerçekleştirilmiştir. Aynı zamanda enerji ihtiyacı 55 metre mesafedeki yerleşmenin bulunduğu şahsa ait elektrik panosundan karşılanmıştır.

Su seviyesinin yüksek olduğu dönemlerde zarar görmemesi açısından hem cihazın güvenliği hem de ölçümlerin doğruluğu için sensörün ve oluşturulan panoların sabitlenmesi işlemi büyük öneme sahiptir. Daldırma Tip Seviye Transmitterinin kurulum aşamasında 4 m uzunluğunda demir boru kullanılmıştır. İçi boş olan demir borudan sarkıtılan seviye sensörü, sensörün uç kısmı suyun içinde kalacak şekilde borunun içine yapılan ızgaralar sayesinde sabit hale getirilmiştir. Aynı zamanda suyun içine oturtulan boru, demir kazıklar sayesinde betona kaynak yapılarak sağlamlaştırılmıştır (Fotoğraf 3.2).



Fotoğraf 3.2 Daldırma Tip Seviye Sensörünün Kontrol Kesite Kurulum ve Sabitlenme Aşaması

Ölçüm esnasında akış halindeki suyun borunun içinde birikmesi için demir borunun tabanından 1,5 metre yüksekliğe kadar kaynak makinesiyle delikler açılmıştır (Fotoğraf 3.3). Eğer akarsuda kil, silt ve mil boyutunda (süspansede halinde taşınan sedimanlar) çok fazla sediman taşınmıyor ise bu sedimanın yerleştirilen borunun içerisine birikmesi, seviye ölçüm sonuçlarını olumsuz etkileyebilmektedir. Korkuteli Çayı'nda süspansede halinde taşınan sediman yoğunluğunun fazla olması nedeniyle yerleştirilen demir borunun akarsu tabanından yaklaşık en az 5 cm yükseğe yerleştirilmesi dikkat edilen hususlardandır. Bu sayede taşınan süspansede sedimanın borunun içine birikmesi ve sensöre temas etmesi önlenmiştir ve demir borunun alt kısmında biriken malzemeler kolaylıkla temizlenmiştir.



Fotoğraf 3.3 Daldırma Tip Seviye Sensörünün Demir Borunun İçine Sabitlendiği Düzenekten Bir Görünüm

Akarsu üzerine kurulan su seviyesi istasyonunun sürekli olarak çalışabilmesi için enerjiye ihtiyaç duyulmuştur. Bu nedenle istasyonun bulunduğu yere iki adet pano yerleştirilmiştir (Fotoğraf 3.4 ve Fotoğraf 3.5). Bu panodan biri elektrik tedarik etmek için kullanılmış ve içerisine beşli priz yerleştirilmiştir. Seviye sensörünün uç kısmına yapılan priz ile bu panolardan elektrik sağlanmıştır. Kurulan ikinci pano ise seviye sensörünün aktif olarak ölçtüğü su seviyesi değerlerinin kaydedilmesi ve verilerin internet ortamına aktarılıp kaydedilmesi için oluşturulmuştur. Seviye sensörü için oluşturulan panonun içerisinde ise;

- Anakart (Raspbeery pi 3)
- GSM Anteni
- USB Seri Çevirici
- Alüminyum Soğutucu
- GSM/ GPRS Terminali
- Micro SD Card 16 GB
- Sim kart yer almaktadır.



Fotoğraf 3.4 Enerji Panosu ve Seviye Sensörü Ölçümlerinin Kaydedildiği Cihazdan Bir Görünüm



Fotoğraf 3.5 Elektrik Bağlantısının Sağlandığı ve Seviye Sensöründen Verilerinin Alındığı Panolar

Ölçüm esnasında cihazların ısınıp kısa devre yapmaması için panoların içerisine bir adet alüminyum soğutucu ve soğutucu fan yerleştirilmiştir. Pano içerisine kurulan Gsm / Gprs terminali ise kızılötesi sinyaller ile verilerin alınmasını, sim kart ise internet paylaşımı

sağlayarak sensörün ölçtüğü verilerin bağlantı yardımıyla oluşturulan www.ceviz.com/akdeniz uzantılı internet sitesine aktarılmasını sağlamıştır (Fotoğraf 3.6). Anakartın içerisine yerleştirilen çip sayesinde ise seviye sensöründe her beş dakikada bir ölçüm değerlerinin kaydedilmesi ve internet ortamına aktarılması gerçekleşmiştir.

ID	Tarih	Zaman	Değer
29052	2.4.2018	11:16:12	12,29
29053	2.4.2018	11:24:30	12,29
29054	2.4.2018	11:32:49	12,56
29055	2.4.2018	11:41:07	12,56
29056	2.4.2018	11:49:25	12,56
29057	2.4.2018	11:57:44	12,56
29058	2.4.2018	12:06:03	12,56
29059	2.4.2018	12:14:22	12,56
29060	2.4.2018	12:22:40	12,29
29061	2.4.2018	12:30:58	12,29
29062	2.4.2018	12:39:17	12,56
29063	2.4.2018	12:47:35	12,56
29064	2.4.2018	12:55:54	12,56
29065	2.4.2018	13:04:12	12,56
29066	2.4.2018	13:12:31	12,29
29067	2.4.2018	13:20:49	12,29
29068	2.4.2018	13:29:08	12,29
29069	2.4.2018	13:37:27	12,29
29070	2.4.2018	13:45:45	12,29
29071	2.4.2018	13:54:04	12,29
29072	2.4.2018	14:02:22	12,29
29073	2.4.2018	14:10:41	12,29
29074	2.4.2018	14:18:59	12,29
29075	2.4.2018	14:27:19	12,29
29076	2.4.2018	14:35:38	12,29
29077	2.4.2018	14:44:06	12,56
29078	2.4.2018	14:52:25	12,56
29079	2.4.2018	15:00:44	12,56
29080	2.4.2018	15:09:33	12,29
29081	2.4.2018	15:17:52	11,75
29082	2.4.2018	15:26:10	10,68
29083	2.4.2018	15:34:30	10,41
29084	2.4.2018	15:42:48	10,41
29085	2.4.2018	15:51:06	10,41
29086	2.4.2018	15:59:25	10,41
29087	2.4.2018	16:07:43	10,41
29088	2.4.2018	16:16:02	10,41

Fotoğraf 3.6 Seviye Sensöründen Her Beş Dakikada Ölçülen Verilerin İnternet Ortamında Gösterilmesi

Kontrol kesitine kurulan seviye sensörü ilk olarak ohm biriminde değerler ölçmekteydi. Oluşturulan cihaz panosunda dirençlerin eklenmesiyle ohm biriminde gelen su seviyesi ilk olarak voltaja dönüştürüldü ve en son olarak da santimetre cinsinden su seviyesinin gösterimi sağlandı.

Cihazların araziye ilk olarak kurulup çalışır duruma getirildiği tarih 03.10.2017'dir. Bu tarihten itibaren günlük olarak Korkuteli Çayı'nın su seviyesi ölçülüp internet ortamında takip edilmeye başlanmıştır. İnternet ortamında alınan bu veriler, belirli periyotlar ile excel ortamına aktarılmıştır. 3 Ekim 2017 tarihinden 15 Ekim 2017 tarihine kadar olan sürede cihaza yerleştirilen ve programlanan çip, 30 dakikada bir ölçüm sonucunu internet ortamında göstermekteydi. 15 Ekim 2017 tarihinden sonra ise eski çipin yerine 5 dakikada bir ölçüm sonucunu göstermeye programlanan yeni çipin takılmasıyla daha kısa sürede ölçüm değerleri okunur hale getirilmiştir.

3.4. Akarsularda Akım Ölçüm Yöntemleri

Akarsularda taşınan sediman miktarı ve konsantrasyonunun ortaya konulmasında akım ölçümleri büyük önem taşımaktadır. Çalışma süresi boyunca akımın değişmesi taşınan sediman miktarını da büyük oranda etkilemektedir. Kurak ve yağışlı dönem arasında akım değerlerinde meydana gelen değişmeler, akarsularda taşınan sediman oran ve miktarlarını da etkilemektedir.

Akarsuyun herhangi bir enine kesitinden birim zamanda geçen suyun m^3 cinsinden değeri olan akım, yağış, kar erimeleri ve yeraltı sularının yanı sıra yatak eğiminden, yapısından ve yatak pürüzlülüğünden büyük oranda etkilenmektedir. Dolayısıyla akımın belirlenmesinde akarsu yatağının morfolojik özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir (Petss, 1983: 70).

Akarsulardaki akım, akarsuyun en kesit alanı ile akış halindeki suyun ortalama hızının çarpımı ile belirlenir (Petss, 1983: 70).

$$Q = A \times V$$

$$Q = \text{Akım (m}^3/\text{s)}$$

$$A = \text{Su kütlesinin enine kesitinin alanı (m}^2\text{)}$$

$$V = \text{Su kütlesinin enine kesitinden geçen hızı (m/s)}$$

Akarsu en kesitinin her noktasında akarsuyun hızı ve dolayısıyla akımı aynı olmaz. Örneğin, 4 m^2 'lik bir en kesitte akarsu akımı $2 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ iken en kesit alanı 1 m^2 azaldıkça suyun hızı 2 m/s 'ye artmaktadır (Petss, 1983: 73). Dolayısıyla en kesitteki her bir alanda değişen hız ve akım koşullarının daha doğru olarak belirlenebilmesi için kontrol kesit de kendi içerisinde küçük alanlara bölünmektedir. Örneğin;

$$Q = A_1 \times V_1 + A_2 \times V_2 + A_3 \times V_3 + A_4 \times V_4, \text{ vb.}$$

$$Q = \text{Akım (m}^3/\text{s)}$$

$$A = \text{Su kütlesinin enine kesitinin alanı (m}^2\text{)}$$

$$V = \text{Su kütlesinin hızı (m/s)}$$

Akarsulardaki akım ölçümlerinde gerekli olan suyun hızının belirlenmesinde başta muline aleti kullanımı olmak üzere yüzer cisimlerle, kimyasal yollarla, boyama tekniğiyle vb. gibi çok çeşitli yöntemler kullanılır. Özellikle akarsu gibi açık kanallarda daha çok muline aleti ile hız ölçümü tekniği yaygın olarak kullanılmaktadır (Fotoğraf 3.7).

Akarsularda muline ile yapılan ölçümlerde ilk olarak akarsu yatağında uygun bir en kesit belirlenir. Belirlenen en kesitler belirli aralıklarla küçük kesitlere ayrılır. Bu her bir küçük kesitte su derinliği ve genişliği ölçülüp not edilir. Muline cihazında bulunan pervane sayesinde aynı noktalarda suyun hızı belirlenir. Mulinede yer alan pervanenin dönme sayısı akarsuyun hızı ile doğru orantılıdır. Bu nedenle muline sayesinde birim zamanda pervanenin dönme sayısı belirlenir ve muline hız formülü ile akış hızı hesaplanır.

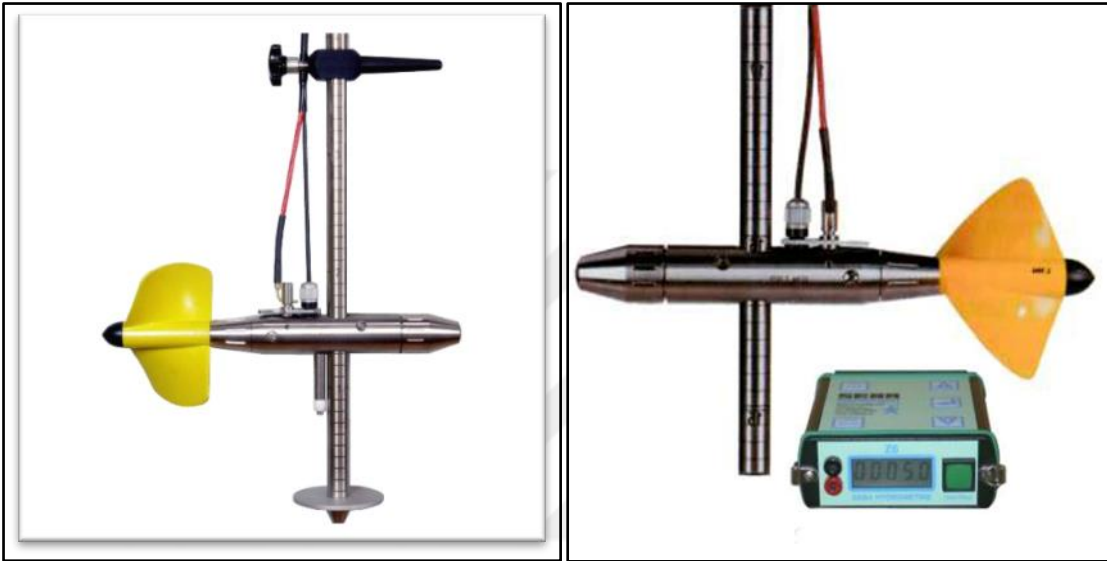
$$V = a + b \cdot n \text{ 'dir.}$$

$$V = \text{Hız (m/s)}$$

n = bir dakikadaki dönme sayısı

a ve b ise yapımcı firma tarafından verilen alete ait katsayılarıdır.

Akarsuda belirlenen en kesit kendi içerisinde küçük kesitlere ayrılır. Bu her bir küçük en kesitteki akış halindeki suyun hızı ve alanı belirlenir. Her bir küçük kesitin alanı ile suyun hızı çarpılarak akım değerleri bulunur. Küçük kesitlerde belirlenen akım değerleri toplanır ve böyle geniş kesitten geçen m^3/s cinsinden su miktarı belirlenir.



Fotoğraf 3.7 Akış Halindeki Suyun Hızını Ölçmede Kullanılan Pervaneli Universal Muline

Akarsulardaki su hızının belirlenmesinde suyun derinliği önemlidir. Eğer akarsuyun en kesitindeki su derinliği 60 cm'den daha az ise su derinliğinin %60'ında tek hız ölçümü yapılırken derinliğin daha yüksek olması durumunda ise %20 ve %80'inde iki noktada hız belirlenerek bu hızların ortalaması alınır (Petss, 1983: 81).

Akarsularda akım ölçümlerinde kullanılan basit bir yöntem de yüzer cisimlerin kullanılmasıdır. Bu yöntemde suda batmayan tahta ya da levha tercih edilmektedir. Akışın türbülanslı olduğu anlarda her ne kadar doğru sonuç vermese de bu yöntem ile akım daha kolay belirlenebilmektedir. Bu yöntem, sadece akım hakkında genel bilgi alınması amacıyla kullanılır. Çünkü bu yöntem ile belirlenen en kesitin akım değerleri ölçülememektedir. Su üzerindeki yüzer cismin kat ettiği yol ile süre hesaplanır. Genellikle belirlenen mesafe aralığı 10 ila 50 metre arasında değişir (Petss, 1983: 81). M/s formülünden yola çıkılarak akarsuyun hızı hakkında bilgi edinilir. Bu işlem genellikle birden fazla tekrarlanır ve bu hız değerlerinin ortalaması alınır.

Akım ölçümlerinde kullanılan bir diğer yöntem ise kimyasal iz elementlerin kullanılması yöntemidir. Bu yöntem daha çok yüzer maddelerin ve muline cihazının

kullanılmadığı çok küçük akarsularda tercih edilmektedir. Soydum klorür (NaCl) gibi suda eriyebilen bileşikler akarsuya enjekte edilmektedir. Belirli mesafeden sonra ulaştığı yerde konsantrasyon değerleri ölçülerek akarsuyun hızı belirlenmektedir (Petss, 1983: 83).

$$V=L/t$$

V= Suyun akış hızı (m/s).

L= Metre cinsinden kat edilen mesafe.

T= Saniye cinsinden zaman

Akarsuyun hızının belirlenmesiyle alanı çarpılarak akım değeri hesaplanmaktadır.

3.5. Akarsularda Sediman Ölçümleri

Akarsularda taşınan yatak yükü, süspanse sediman ve çözünmüş halde taşınan sedimanların taşınma süreçlerini etkileyen faktörler kendi içerisinde farklılık göstermektedir. Bu durum ise sediman ölçümlerini büyük oranda zorlaştırmaktadır. Aynı zamanda her bir sediment yükünün de ortaya konulması farklı metotların kullanılmasını ve farklı cihazlardan yararlanılmasını zorunlu kılmaktadır. Taşınan yatak yükü, süspanse sediman ve eriyik sediman oran ve miktarlarının belirlenmesinde birçok yöntem vardır. Sediman miktarının belirlenmesinde, doğrudan ölçüm metotlarının kullanılması, ölçüm sıklıklarının fazla olması ve özellikle akım koşullarının arttığı ya da azaldığı anlarda sediman örneğinin alınması oldukça önemlidir.

Sediman ölçümlerinde ampirik formüllere dayalı tahmini değerleri göz önünde bulunduran birçok yöntem olmasına karşın bu çalışmada periyodik aralıklarla muhtelif sürelerde akarsuda doğrudan sediman örnekleme işlemi yapılmıştır. Bu durumun hem akarsularda taşınım ve birikim süreçlerinin arazi çalışmalarıyla anlaşılmasına hem de verilerin doğruluğuna ve güvenilirliğine büyük oranda katkı sağladığı düşünülmektedir.

Korkuteli Çayı'nın Dereköy mevkiinde belirlenen kontrol kesitten geçen eriyik sediman, süspanse sediman ve akarsu yükü miktarı ve konsantrasyonu belirlenirken yapılan çalışmalar üç aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamaları sediman örnekleme işleminin yapıldığı arazi çalışmaları, alınan sedimanın miktar ve konsantrasyon değerlerinin belirlendiği laboratuvar çalışmaları ve akım ile sediman arasındaki ilişkinin ortaya konulduğu büro çalışmaları oluşturmaktadır.

3.5.1. Gözlem Süresi Boyunca Yapılan Arazi Çalışmaları

Bu çalışma süresince (08.10.2017-31.07.2018) toplamda 25 kez araziye gidilmiştir. Çalışmanın başladığı ilk tarihlerde yapılan arazi çalışması daha çok Korkuteli Çayı'nda akım ölçümü yapılan ve sediman örneği alınan kontrol kesitin belirlenmesini amaçlanmıştır. Kontrol kesit olarak D.S.İ. tarafından beton dökülerek sabit hale getirilen Dereköy'deki Kovalık mevki en uygun yer olduğu kararına varılmıştır (Fotoğraf 3.8). Kontrol kesite kurulan su seviyesi istasyonu nedeniyle enerji kaynağına yakınlığı göz önünde bulundurulmuştur. Ayrıca bu sahanın köy yerleşmesine yakınlığı itibarıyla su seviyesinin otomatik olarak alınmasını sağlayan telefon sinyallerinin aktif olduğu ve cihaz güvenliği vb. hususlar dikkate alınmıştır.



Fotoğraf 3.8 Cihazların Kurulduğu ve Ölçüm Yapıldığı Kontrol Kesiti

Korkuteli Çayı'nın aşağı çığırında Korkuteli Barajı'na yaklaşık 1 km uzaklığında belirlenen kontrol kesitten geçen sediman miktarının belirlenmesi için ilk olarak otomatik olarak su seviyesi ölçülmüştür. Bu kesitte aynı zamanda akım ölçümü ve sediman örnek alma işlemi yapılmıştır (Fotoğraf 3.8).

Sediman örneği alma işleminde, ilk olarak belirlenen kontrol kesitinde akarsuda suyun geçtiği alanın genişliği hesaplanmıştır. Bu aşamada akarsu en kesitinin her iki yanına şerit metre yerleştirilerek suyun aktığı yatay genişliği ölçülmüştür (Fotoğraf 3.9). Akımın arttığı ya da azaldığı dönemlerde suyun geçtiği alan sürekli olarak değiştiği için alan hesaplamaları örnek alınan her dönem için tekrarlanmıştır.



Fotoğraf 3.9 Akım ve Sediman Ölçümünde Akarsu En Kesit Genişliğinin Şerit metre Yardımıyla Belirlenmesi

3.5.2. Sediman Örnek Alma Aletleri

Arazi çalışması süresince Korkuteli Çayı'nda belirlenen kontrol kesitte DH-48 sediman numune alıcı cihazı kullanılarak akarsudan sediman numunesi alınmıştır. Akımda değişimin olduğu anlar akarsuya girilerek toplamda 22 farklı dönemde sediman numune alımı gerçekleştirilmiştir. Sediman örneğinin alınması aşamasında kullanılan DH-48 kodlu bu cihaz akarsu tarafından taşınan kil, silt ve mil boyutundaki süspansedimanın örneklemeinde kullanılmaktadır. Bu cihaz, 33 cm uzunluğunda, 1,6 kilogram ağırlığında ve içerisine 400 cl'lik cam numune şişesi yerleştirilen ve dışı alüminyum muhafazadan oluşmaktadır (Fotoğraf 3.10). Akarsudaki suyun hızına göre de cihazın ağız kısmına meme vidalanmaktadır.



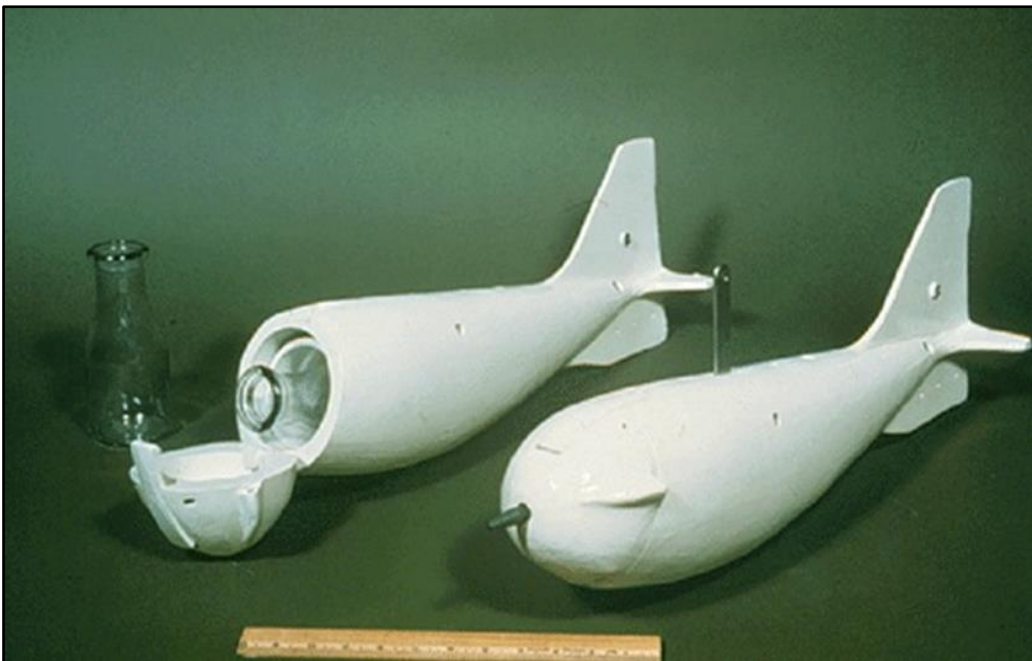
Fotoğraf 3.10 DH-48 Kodlu Elden Sediman Numune Alma Cihazı ile Örnek Alma Aşaması

Bu cihaz $\frac{1}{2}$ inç'lik standart muline (debi ölçer) saplarıyla kullanılmaktadır. Sediman girişinin ve örnek toplama haznesinin bulunduğu kısım dikey ile $72,5$ derecelik açı yapmaktadır. Bu sayede ağız kısmı yere temas etmemekte ve akarsu tabanından $8-9$ cm yukarıya kadar numune alınabilmektedir. Su ve sediman girişinin bulunduğu ağız kısmında genellikle $\frac{1}{4}$ inç'lik ($6,4$ mm) meme ile kullanılmaktadır (Fotoğraf 3.10 ve Fotoğraf 3.11). Akım ölçümü yapıldıktan hemen sonra alet belirlenen bir hızla dikey kesit boyunca su içerisine indirilir ve aynı hızla akarsu tabanından yukarıya doğru çıkartılır. Bu işlem, akarsuyun her bir en kesitinde suyun bütün dikey kesitteki sediman değişimlerini kapsayacak şekilde numune alınmasına yardımcı olmaktadır. Bu işlem sonucunda cihazın su ve sediman toplama haznesinde cam şişenin $\frac{3}{4}$ 'ü dolu olmasına dikkat edilmelidir. Eğer cam şişe tam dolduğunda veya $\frac{3}{4}$ 'ünden daha az dolması durumunda şişedeki numune dökülerek örnek alma işlemi tekrarlanır. Alınan sediman örnekleri analiz için laboratuvara götürülür. Laboratuvarda toplanan örneklere filtrasyon yöntemi uygulanarak sediman miktarı ve konsantrasyonu tespit edilir (Alışık, 1996).



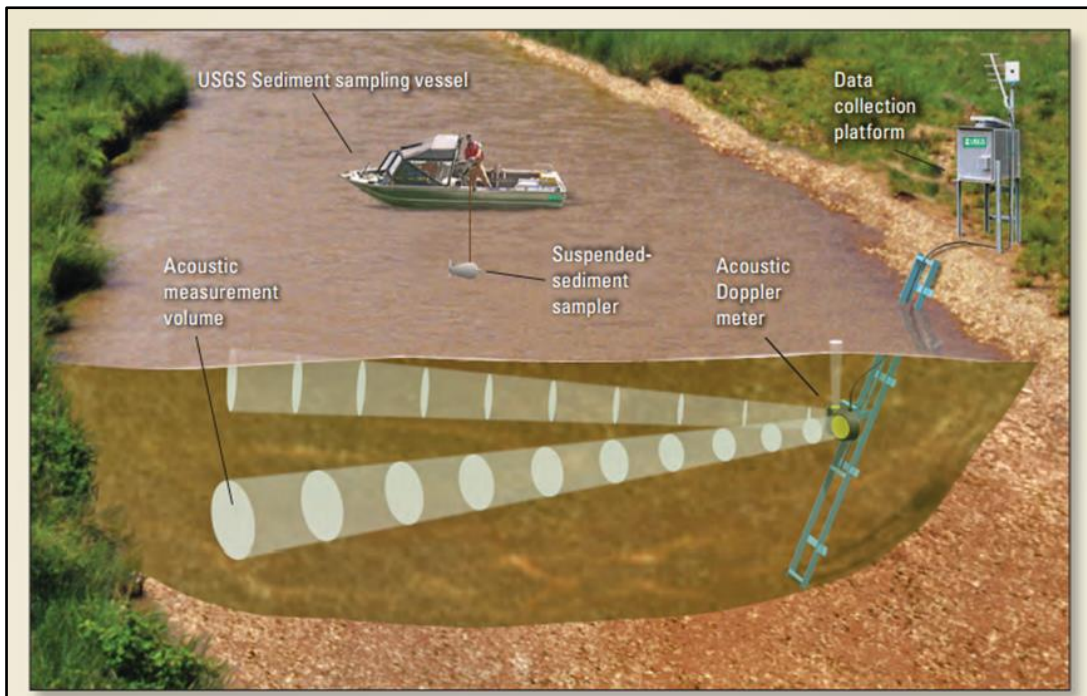
Fotoğraf 3.11 DH-48 Kodlu Elden Sediman Numune Alma Cihazı

Akım ve su seviyesinin akarsuya girilerek sediman örneği alınamayacak kadar derin olmasının durumunda ise DH- 49 kodlu askıdan numune alma cihazı kullanılır (Fotoğraf 3.12). Bu alet ile örnek alma aşaması teleferikten ya da bot yardımıyla yapılmaktadır. Numune alıcı yaklaşık 28 kilogram ağırlığındadır ve su dinamiğine uyum sağlaması açısından balık görünümünde dizayn edilmiştir. Sediment numune şişesi aletin baş kısmındaki kapak açılarak içine yerleştirilir (Fotoğraf 3.12). Bu kapak kısmında yer alan boşluk sayesinde sedimanlar şişenin içerisine toplanır (EİE, 2005). Bu çalışmada DH-49 kodlu sediman numune alıcı cihazı hiç kullanılmamıştır. Çünkü, arazi çalışması süresince sediman örneğinin alındığı anlarda su seviyesi akarsuya girilemeyecek kadar derin olmamıştır.



Fotoğraf 3.12 DH-49 Kodlu Askıdan Sediman Örnek Alma Aleti

Sediman numune alma cihazı (DH-49) 815 mm'lik kablo ile kullanılır. Bu cihaz sayesinde maksimum 10 metre derinliğe kadar örnek alma işlemi gerçekleştirilebilmektedir. Arkada bulunan kuyruğu sayesinde suyun akış yönüne doğru uyum gösterir. Elden sediman numunesi alma cihazında (DH-48) olduğu gibi örnek alma işleminde cihazın ağız kısmına su hızına uygun meme takılmasıyla beraber suyun dikey kesitinde aynı hızla suyun içine indirilir ve çıkartılır (Fotoğraf 3.13). Bu işlem sonucunda cihazın su ve sediman depolama haznesinin $\frac{3}{4}$ 'ü dolu olması gerekir. Sediman ve su depolama haznesinin bu orandan az ya da fazla dolması sonucunda örnekleme işlemi tekrar edilir. Daha sonra alınan örnekler laboratuvar ortamında analiz edilerek sediman miktarı ve konsantrasyonu hesaplanmaktadır (DSİ, 2005).



Fotoğraf 3.13 DH-49 Kodlu Cihaz ile Sediman Örnek Alma Aşamasının Şematik Gösterimi

3.5.3. Sediman Numune Alma Yöntemleri

Akarsularda taşınan sediman örneği alma yöntemleri akarsuyun büyüklüğüne, suyla kaplı yatağın genişliğine ve akışın meydana geldiği kanal tipine göre büyük oranda değişmektedir. Sediman örneğinin alınması, genellikle noktasal örnekleme (nokta yöntemi) ve derinlik entegrasyon yöntemi olmak üzere iki şekilde yapılır.

Noktasal örnekleme yöntemi, akarsuda suyun akış hali suyun yatak en kesitinde herhangi bir düşeyde belirlenen bir noktadan alınan sediman numunesidir. Sediman numunesinin alınmak istendiği bir noktaya Nokta Numune Alıcı cihazı indirilerek bir kontak vasıtasıyla giriş ağzı açılarak numune alınır ve kapatılır (Alışık, 1996). Uygulanan bu yöntemde, sediman numunesi tek bir noktadan alınır ve alınan bu sediman örneğinin bütün akarsu en kesitini temsil ettiği düşünülür. Bu ölçüm yönteminin hassas olmadığı görüşü

hakimdir. Özellikle akarsu yatak genişliğinin daha fazla olduğu durumlarda bu yöntemin kullanılmasının sağlıklı sonuç vermeyeceği tahmin edilmektedir.

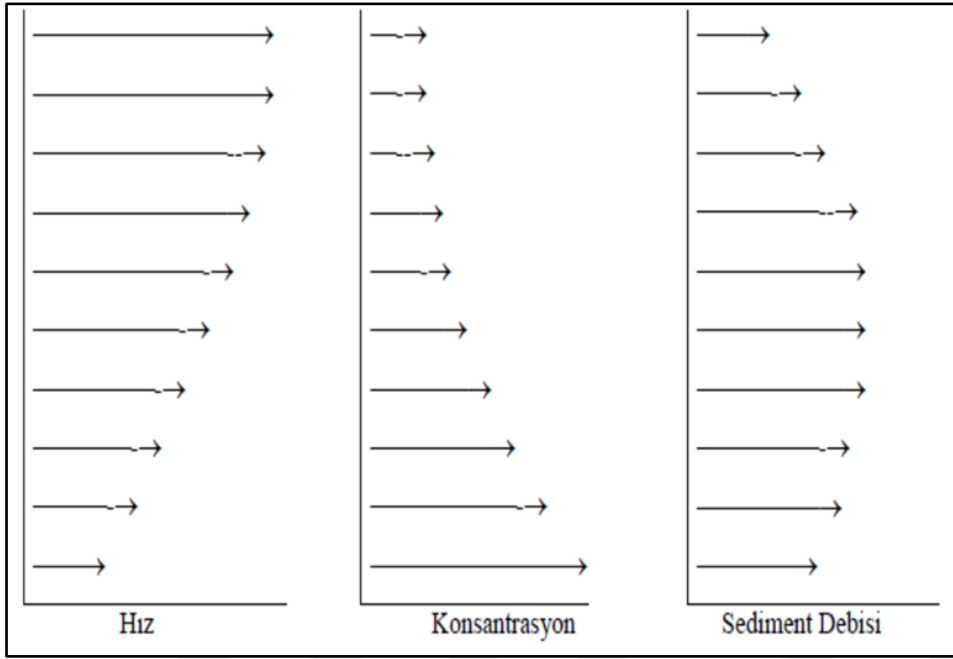
Yukarıda belirtilen sakıncalardan dolayı bu çalışmada sediman örneği alma sırasında derinlik entegrasyon yöntemi kullanılmıştır (Fotoğraf 3.14). Derinlik entegrasyon yöntemi, belirlenen kontrol kesitinde her bir dikeyi temsil edecek ortalama sediman konsantrasyonunu tespit etmek için kullanılmaktadır. İlk olarak örneğin alınacağı akarsu kesiti, suyun aktığı kesit genişliğine bağlı olarak belirli küçük alanlar ayrılır. Belirlenen küçük en kesitlerde ilk olarak akım ölçüm işlemi gerçekleştirilir. Akarsuyun o anki su seviyesine bağlı olarak ölçülen akım değerinin hesaplanmasından sonra aynı küçük en kesitlerde sediman numune alma cihazı kullanılarak belirlenen her bir düşey kesitte suya aynı hızla indirilir ve çıkartılır. Bu işlem, ilgili en kesitte önceden belirlenen her bir küçük kesit için tekrarlanır. Böylece akarsu kesitinden geçen sediman miktarı ve konsantrasyonunun belirlenmesi için sediman örneği alınmış olur.



Fotoğraf 3.14 DH-48 kodlu Sediman Numune Alıcısıyla Akarsuyun Enine Kesitinden Askıda Sediman Örnek Alma Aşamasından Bir Görünüm

Şekil 3.1. akarsuyun dikey kesitinde suyun hızı ve sediman konsantrasyonunun değişimi gösterilmektedir. Akarsularda akış halindeki suyun hızı, sediman konsantrasyonu ve sediman akımı derinliğe bağlı olarak benzer oranda artış göstermemektedir. Özellikle bir akarsuda, su derinliğini temsil eden düşey kesitinde, su derinliği arttıkça akarsuyun akış hızı azalırken sediment konsantrasyonu artmaktadır. Sediman akımında ise derinliğe bağlı olarak önce bir

artış meydana gelirken akarsu derinliğinin orta kısmından itibaren durum azalım yönünde değişmektedir. Bu şekilde akış halindeki suyun düşey kesitinde değişime bağlı olarak sediman numune alma yöntemlerinde sadece bir tek noktadan alınan noktasal örneklemeden çok bütün dikey kesitini temsil eden derinlik entegrasyon yönteminin kullanılması elde edilen verinin doğruluğu ve güvenilirliği açısından büyük önem arz etmektedir.



Şekil 3.1 Akarsu Kesitinin Düşeyinde Derinliğe Bağlı Olarak Akış Hızı, Sediman Konsantrasyonu ve Sediman Akım Değişimi (Oğuz, 2010)

Derinlik entegrasyon metodunda sediman numune alma aşamasında su derinliği 4,5 metreden az ise belirlenen dikeylerden her birinde sediman numune alma aletiyle değişmeyen bir hızla hem inişte hem de çıkış yönünde numune alınmaktadır (Fotoğraf 3.15). Arazi çalışmasının sediman numune alma safhasında o anki su seviyesi 4,5 metre ile 9 metre aralığında ise numune alma işlemi sadece iniş yönünde gerçekleştirilmektedir.

Ara kesitlerin alanları ve su hızı ölçümü yapılarak akım değerinin ortaya çıkarılmasıyla beraber sediman numune örneği almak için belirlenen en kesit bütün kesitleri temsil edecek şekilde 6 ya da 10 eşit düşey kesite bölünmektedir. Sediman numunesi alınmadan önce o an hesaplanan akarsuyun akımı, eğer ölçülen akım değeri istasyonun uzun yıllık ortalama akım değerinden büyükse 10 şakul (dikey) (toplam debinin %5, %15, %25, %35, %45, %55, %65, %75, %85, %95 i temsil eden), küçükse 6 dikey (toplam debinin %8, %25, %42, %58, %75 ve %92 temsil eden) olarak bölünen ve her bir debi parçasını ortalayacak şekilde sediman örneği alınmaktadır (Alışık, 1996).



Fotoğraf 3.15 Korkuteli Havzasında Belirlenen Kontrol Kesitte Geniş Kesiti Temsil Eden Ara Kesitlerin İşaretlendiği Dikeylerde Sediman Numune Alma İşlemi

Gözlem süresi boyunca derinlik entegrasyon yöntemi ile toplamda 22 kez sediman örneği alınmıştır. Bu örnekler ise her bir örnekleme işleminde 5'er litrelik dezenfekte edilmiş şişelerde toplanmıştır (Fotoğraf 3.16). Alınan sediman örneklerinin diğer örneklerle karışmaması için üzerlerine tarih, su seviyesi ve akım değeri kaydedilmiştir. Kayıt altına alındıktan sonra şişelerin ağzı sıkı bir şekilde kapatılarak laboratuvar ortamına götürülmüştür



Fotoğraf 3.16 Arazi Çalışması Sonucunda Alınan Süspansed Sediman Örnekleri

3.5.4. Laboratuvar Çalışmaları

Arazi çalışması süresince (08.10.2017-31.07.2018) toplamda 22 kez derinlik entegrasyon yöntemine göre sediman örnekleri alınmıştır. Alınan numunelerin anlık akımda taşınan süspanse sediman, eriyik sediman ve akarsu yükü (yatak yükü hariç) konsantrasyonları ve miktarları laboratuvar ortamında belirlenmiştir. DH-48 kodlu sediman numune alıcısı ile her bir arazi çalışmasında akarsuyun 6 ya da 10 küçük dikey kesitinden alınan su örnekleri laboratuvar ortamında konsantrasyon değerleri ve günlük ton cinsinden taşınan sediman miktarları ortaya konulmuştur.

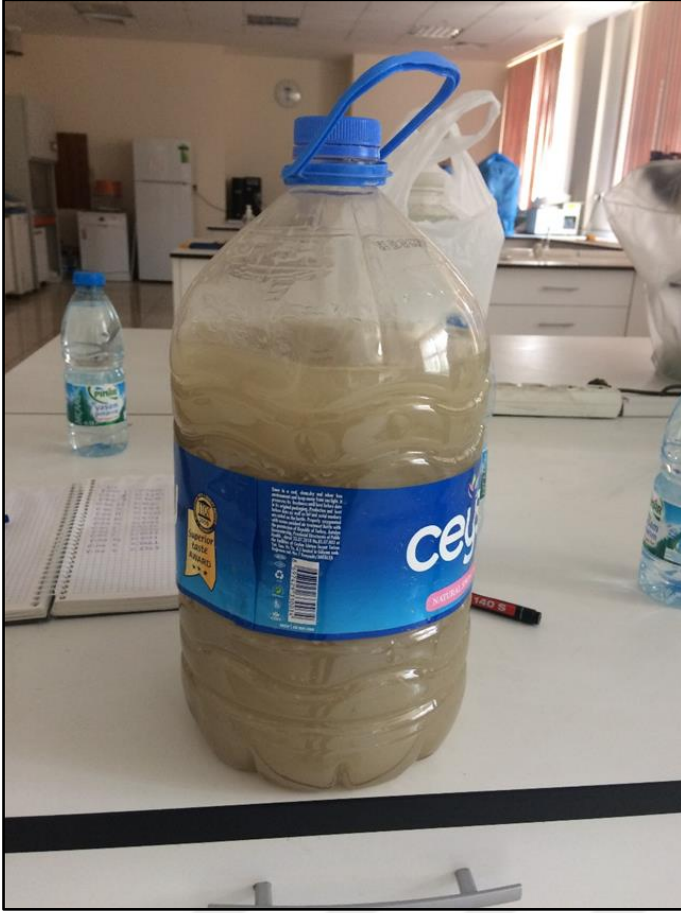
Süspanse sediman örneklerinin konsantrasyonlarını belirlerken filtrasyon yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntemde kullanılan filtre kâğıdı boyutunu belirlemek için standart metotlardan yararlanıldı. Standart metotlara bakılarak 0,5 mikrometre gözenek çapına ve 111 milimetre filtre çapına sahip filtre kağıtları kullanıldı. Genellikle laboratuvar çalışmalarında ölçülen değerlerin doğruluğu ve karşılaştırma yapılabilmesi için bir örnek için belirlenmiş standartlara uygun üç adet filtre kâğıdı kullanıldı. Filtrasyon işlemine başlamadan önce etüv 105 °C sıcaklığa ayarlandı. Daha sonra belirlenen üç filtre kağıdına örnek tarihi ve örnek numaralandırmaları yapıldı. Önceden ayarlanan etüv 105 °C değerine ulaşınca üstüne örnek sıralaması ve örnek tarihi yazılan üç adet filtre kâğıdı etüve yerleştirildi. Bu filtre kağıtları etüvde 105 °C'de 2 saat bekletildi. Kurutma işlemi gerçekleştirildikten sonra filtre kağıtlarının oda sıcaklığına gelmesi için desikatöre konulmuştur. Desikatörde 45 dakika bekletildikten sonra filtre kağıtları hassas terazi yardımıyla gram ya da miligram cinsinden tartıldı. Nemi alınan ve oda sıcaklığına gelen filtre kağıtları boş halde tartımı yapıldıktan sonra boş ağırlıkları not edildi (Fotoğraf 3.17).

Filtrasyon işlemine başlamadan önce ilk olarak filtrasyon düzeneği kuruldu. Bu düzeneğin oluşturulması için vakum pompası, vakum hortumu, 111 milimetre çapındaki seramik kroze kap, 1 litre hacmindeki behere ihtiyaç duyuldu. Düzenekte kullanılan vakum pompası ve vakum hortumu sayesinde sediman içeren su örneklerinin daha hızlı bir şekilde süzülmesi sağlandı (Fotoğraf 3.17). Filtrasyon yönteminde süspanse sediman miktarını belirlerken her ölçümde 0,5 litre örnek hacmi kullanıldı.



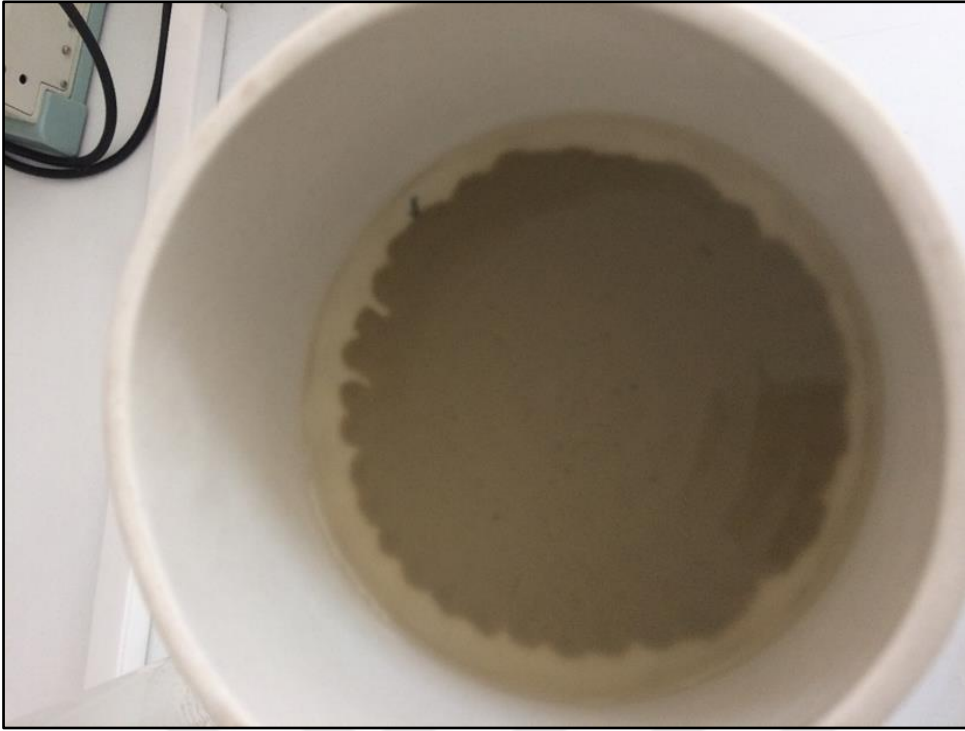
Fotoğraf 3.17 Laboratuvar Ortamında Filtrasyon Yönteminin Uygulanması

Oluşturulan filtrasyon düzeneği sonucunda nemi alınan ve oda sıcaklığına gelen 0,5 mikrometre gözenek çapına sahip filtre kâğıdı numarası ve tarihi de not edilerek düzende yer alan 111 milimetre çapındaki seramik kroze kaplara yerleştirildi. Yapılan bu filtrasyon çalışmalarında örnek hacim 0,5 litre olarak belirlenmiştir. Alınan sediman numune örnek şişesi her filtrasyon öncesi içindeki partiküllerin homojen yapıya gelebilmesi için ilk olarak çalkalandı. Homojen olan bu sedimanlar örnek şişesinden mezür yardımıyla 0,5 litre olarak örnek hacmi ölçüldü. Mezürün içerisinde bulunan 0,5 litrelik örnek, filtre kağıdının bulunduğu seramik porselen kaba boşaltıldı. Filtrasyon işleminin hızlı bir şekilde gerçekleşmesi için vakum pompası çalıştırıldı ve bu sayede süzme işlemi daha hızlı bir şekilde gerçekleştirildi. Eğer numuneler su seviyesinin ve akımın fazla olduğu dönemlerde alındıysa sediman yoğunluğundan dolayı filtre kağıdının gözenekleri daha hızlı sürede tıkanmakta ve filtrasyon işlemi daha uzun sürede gerçekleştirilmektedir (Fotoğraf 3.18).



Fotoğraf 3.18 Arazi Çalışması Sonucunda Su Seviyesi ve Akımın Yüksek Olduğu Dönemde Alınan Sediman Yoğunluğunun Fazla Olduğu Numune Şişesi (03.05.2018 Tarihli Sediman Örneği)

Filtrasyon işlemi gerçekleştirildikten sonra seramik kroze içerisinde bulunan ıslak filtre kâğıdı pens yardımıyla alındı (Fotoğraf 3.19). Özellikle filtrasyon işlemi bittikten sonra vakum pompası kapatılmalı ve filtre kâğıdı yırtılmayacak şekilde alınmalıdır. Alınan nemli filtre kâğıdı daha önce 105 °C'ye ayarlanmış etüve yerleştirildi. Uygulanan bu işlemler kalan iki filtre kâğıdı için de tekrar edildi. Filtrasyon metodunun uygulanması sonucunda var olan üç adet filtre de etüvde 105 °C'de iki saat kurutuldu.



Fotoğraf 3.19 Filtrasyon Metodu Uygulandıktan Sonra Seramik Kroze İçerisinde Yer Alan Filtre Kâğıdı

Filtrasyon uygulandıktan sonra etüve alınan ve etüvde 105 °C’de iki saat kurutulan filtre kağıtları pens yardımıyla desikatöre aktarıldı. Desikatörde 45 dakika bekletilerek filtre kağıtlarının oda sıcaklığına gelmesi sağlandı. Oda sıcaklığına gelen sediman içeren filtre kağıtları hassas terazi yardımıyla gram ya da miligram olarak tartıldı. Tartılan değerler filtre numaraları göz önünde tutularak not edildi. O istasyonunun net sediman (kum+kil+silt) miktarları belirlendi. Daha sonra aşağıdaki eşitlik ile her bir örnek için sediman konsantrasyonu PPM cinsinden hesaplandı (EİE, 2005).

$$\text{Sediman Konsantrasyonu (C),ppm} = \frac{\text{Net Sediman (kum+kil+ silt) Ağırlığı} \times 10^6}{\text{Sediman Örnek (su + sediman) Ağırlığı}}$$

PPM (milyonda bir kısım) en çok kullanılan konsantrasyon birimidir. Bir milyon kısım çözelti içerisinde çözünen bir kısım madde miktarını gösterir. İngilizce “Part Per million” kelimelerinin ilk harfinden oluşur ve mg.l^{-1} ’ye eşdeğerdir. Ölçülen sediman konsantrasyonu 25 ppm ise, bir litre (1.000.000 mg) su içinde 25 mg ya da bir ton su içinde 25 gr net sedimanın (kum+silt+kil) olduğu anlaşılmaktadır.

Korkuteli Çayı’nda belirlenen kontrol kesitten alınan sediman örneklerinin ppm değerleri ve aşağıda yer alan eşitlik kullanılarak, istasyon yerinin olduğu akarsudan o gün geçen süspansediman miktarı (ton/gün) belirlendi.

$$Q_s = Q \times C \times T$$

Eşitlikte:

Q_s = Akarsudan geçen günlük sediman miktarı, ton/gün,

Q = Sediman örneği alındığı anda ölçülen akım, m³/s,

C = Laboratuvarda hesaplanan sediman konsantrasyonu, ppm,

T = Zaman, (0,0864), s (EİE, 2005).

o **Toplam Sediman Miktarının Belirlenmesi**

Çalışma kapsamında toplam katı sediman içerisinde eriyik sediman ve süspansediman bulunmaktadır. Dolayısıyla akarsuda taşınan toplam sediman konsantrasyonu ve miktarında akarsular tarafından taşınan daha iri malzemeden oluşan yatak yükü yer almamaktadır.

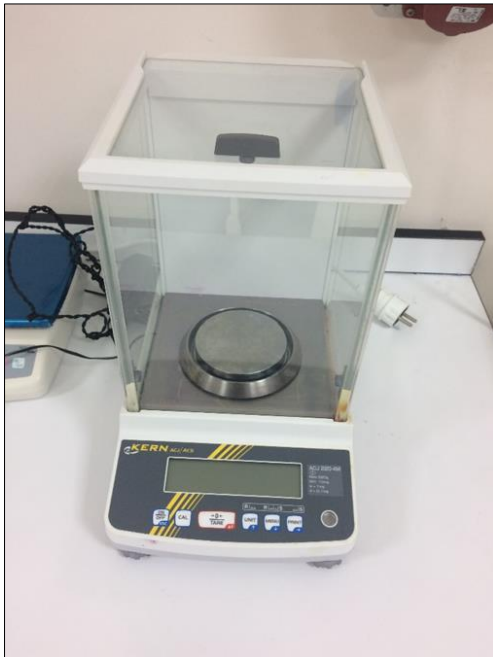
Korkuteli Çayı'nda belirlenen kontrol kesitinde Derinlik Entegrasyon Yöntemi' ne bağlı olarak DH-48 kodlu cihaz ile alınan beş litrelik sediman örneğinden laboratuvar ortamında eriyik sediman ve toplam sediman (yatak malzemesi hariç) miktarı ve konsantrasyonu da belirlenmektedir. Dolayısıyla eriyik sediman, süspansediman ve toplam sediman analizlerinde sadece laboratuvar ortamında uygulanan yöntemler farklılık göstermektedir.

Laboratuvar ortamında toplam sediman miktarı ve konsantrasyonu tayininde ilk olarak etüv 105 °C' ye ayarlandı. Etüv istenilen sıcaklık değerine ulaştığında ise 25 ML örnek hacmine sahip üç adet seramik kroze kaplar nemi alınması için etüve yerleştirildi (Fotoğraf 3.20). Seramik krozeler yaklaşık olarak iki saat boyunca 105 °C'de bekletildi. Bu sürenin sonunda pens yardımıyla krozeler etüvden çıkartılarak desikatöre alındı. Krozelerin oda sıcaklığına gelmesi için 45 dakika boyunca desikatörde bekletildi. Yapılan bu işlem sonucunda krozeler boş olarak gram veya miligram cinsinden tartılarak not edildi. Daha sonraki aşamada arazi çalışması sonucunda alınan beş litrelik örnek homojen hale gelmesi için çalkalandı. Bu örnekten mezür yardımıyla 25 ML ölçülerek kroze boşaltıldı. Deneilerin doğruluğu, oluşacak veri kayıplarını önlemek ve karşılaştırmanın yapılabilmesi için üç adet seramik kroze kullanıldı. Her bir kroze 25 ML hacme sahip örnekler ölçülüp doldurulduktan sonra tekrar etüve yerleştirildi. Örneklerin kuruması için 105 °C'ye ayarlanmış olan etüvde iki saat kadar bekletildi (Fotoğraf 3.20).



Fotoğraf 3.20 Laboratuvar Çalışmalarında Kullanılan Etüv ve Desikatör (Akdeniz Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü Mikrobiyoloji Laboratuvarı)

2 saat geçtikten sonra örneklerin kuruduğu kontrol edilerek işlem tamamlandığında ise krozeler pens yardımıyla etüvden çıkartıldı. Çıkartılan örneklerin oda sıcaklığına gelmesi için 45 dakika boyunca desikatörde bekletildi. Oda sıcaklığına gelen üç adet kroze desikatörden alınarak hassas terazi yardımıyla gram ya da miligram cinsinden tartıldı (Fotoğraf 3.21). Hassas terazi ile tartılan örnekler not edildi.



Fotoğraf 3.21 Laboratuvar Ortamında Yapılan Analizlerde Sedimanlı Kroze ve Filtre Kağıtlarının Tartılması İçin Kullanılan Hassas Terazi

Yapılan işlemler sonucunda toplam sediman konsantrasyonu belirlendi. Daha sonra aşağıdaki eşitlik ile sediman konsantrasyonu ppm cinsinden hesaplandı.

$$\text{Toplam Sediman (MgL}^{-1}\text{)} = \frac{A - B}{V}$$

A = Kurutma sonrası kroze ve katı madde toplam ağırlığı, mg cinsinden

B = Kroze ağırlığı (dara), mg cinsinden

V = Alınan numune hacmi, L cinsinden.

Korkuteli Çayı'nda belirlenen kontrol kesitinden toplanan örneklerin ppm değerleri ve aşağıdaki eşitlik kullanılarak, istasyon yerinin olduğu akarsudan o gün geçen toplam sediman miktarı (ton/gün) belirlendi.

$$Q_s = Q \times C \times T$$

Eşitlikte:

Q_s = Akarsudan geçen günlük sediman miktarı, ton/gün,

Q = Sediman örneği alındığı anda ölçülen akım, m^3/s ,

C = Laboratuvarda hesaplanan sediman konsantrasyonu, ppm,

T = Zaman, (0,0864), s (EİE; 2005).

3.5.5. Akım ile Sediman Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi

Arazi çalışmalarında belirlenen yöntemler ve cihazlar yardımıyla örnek alma işlemi, elde edilecek verilerin doğruluğu açısından önemlidir. Örnek alma işlemleri daha çok yağışlı ve kurak dönemler göz önüne alınarak yapılmıştır. Bu durumun gerekçesi, akım ve sediman değerlerindeki değişkenliğe bağlı olarak verilerin dönemsel açıdan karşılaştırma imkânı sunmaktadır.

Gözlem süresi boyunca akarsuda kurulan su seviyesi istasyonu sayesinde beş dakikalık periyotlar ile su seviyesi değerleri ölçülmüş ve günlük olarak bilgisayar ortamında veri girişi yapılmıştır. Bu sürede belirli periyotlarla akarsuda akım ölçümleri yapılmış ve sediman numuneleri alınmıştır. Dolayısıyla bilinen anlık su seviyeleri değerleri ile arazide ölçülen akım değerleri arasındaki korelasyondan yola çıkılarak akım anahtar eğrisi oluşturulmuştur. Bu işlem akım ile sediman arasındaki durum açısından da geçerlidir. Belirli periyotlarla alınan sediman örneklerinin laboratuvar ortamında analizi sonucunda sediman miktarı ve konsantrasyonları belirlenmiş ve akım ile sediman anahtar eğrisi oluşturularak korelasyon ilişkisi ortaya konulmuştur.

Örneklerin alındığı anda ölçülen akım (X) ile ton/gün olarak eşitlikle hesaplanan günlük sediman miktarları (Y) arasında logaritmik (üssel) ve belirlilik katsayısı oldukça yüksek olan bir ilişki vardır. Bu ilişkinin genel denklemi ise,

$$\text{Log } Y = a + b \text{ Log } X \quad \text{ya da} \quad Y = 10^a * X^b \quad R^2 > 0,50 \quad \text{şeklindedir.}$$

Eşitlikte yer alan a ve b değerleri her istasyon için farklılık göstermektedir. Bu farklılık aynı zamanda su seviyesi ile akım arasında değişebildiği gibi akım ile süspanse sediman, akım ile eriyik sediman ve akım ile toplam sediman arasında da büyük oranda farklar bulunabilmektedir.

Oluşturulan su seviyesi ile akım ve akım ile sediman arasındaki korelasyonların denklemleri oluşturulmuştur. Bu denklem sonucunda korelasyon değerleri de elde edilmiştir. Bu denklemin elde edilmesinde, ordinat (y) eksenine günlük ortalama sediman miktarı (ton/gün) ya da sediman konsantrasyonları bağımlı değişken olarak yer almaktadır. Örnek alındığı andaki akım (m^3s^{-1}) değerleri ise apsis (x) ekseninde bağımsız değişken olarak bulunmaktadır. Böylece oluşturulan anahtar eğrisinde anlık akım değerlerine karşılık gelen tahmini anlık sediman konsantrasyonları ya da günlük sediman miktarı hesaplanabilmektedir. Ölçüm yapılmayan anlarda ya da günlerde belirlenen sediman konsantrasyonları ya da miktarlarının doğruluğu ise akım ile arasındaki korelasyonun kuvvetine bağlıdır. Kuvvetli korelasyon elde edildiğinde tahmini değerler gerçek ölçüm değerlerine daha yakındır.

Gözlem süresi boyunca 22 farklı dönemde akım ölçümü ve sediman analizi yapılmıştır. İlk olarak oluşturan su seviyesi ve akım arasındaki korelasyon denklemi sayesinde anlık akım değerleri bulunmuştur. Daha sonra laboratuvar ortamında analiz edilen süspanse sediman, eriyik sediman ve toplam sediman konsantrasyonları ile akım arasındaki korelasyon denkleminde yola çıkılarak anlık konsantrasyonlar elde edilmiştir. Bu tahmini değerlerde akım ile sediman arasındaki ilişkinin kuvvetli olması göz önünde bulundurulmuştur. Bu çalışmada denklemlerin korelasyon değerleri 77 ve üzerindedir.

Sediman konsantrasyonlarından elde edilen veriler ile gözlem süresi boyunca Korkuteli Çayı'nda taşınan sediman miktarları hesaplanmıştır. Taşınan süspanse sediman, eriyik sediman ve toplam sedimanın günlük, aylık ve yıllık ortalama değerleri ve toplam değerleri ortaya konulmuştur.

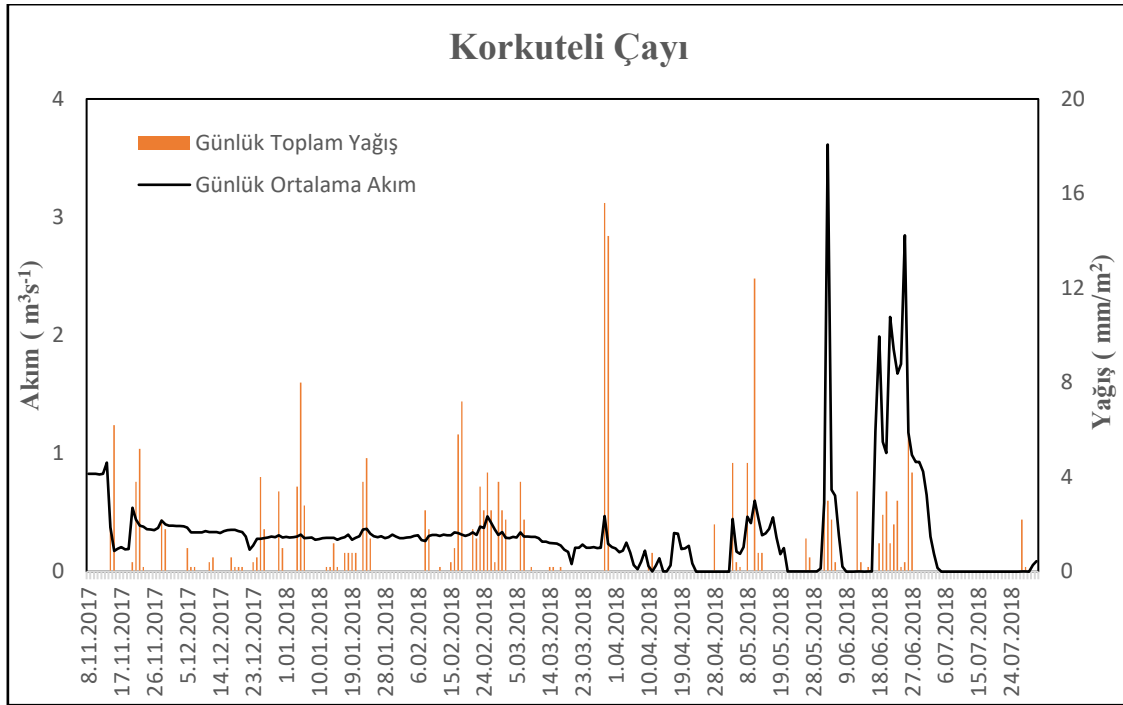
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMANIN BULGULARI

4.1. Akım ile Yağış Arasındaki İlişki

Korkuteli Barajı'nın yukarı kesimindeki Dereköy'ün Kovalık mevkiinde 08.11.2017-31.07.2018 tarihleri arasında belirli dönemlerde toplamda 22 kez akım (debi) ölçümleri yapılmıştır. Kurulan su seviyesi istasyonu sayesinde 5'er dakika aralıklarla gözlenen anlık su seviyeleri sürekli ve düzenli olarak kayıt altına alınmıştır. Bu sayede, bütün çalışma süresince her bir su seviyesine karşılık gelen akım değerleri (5'er dakikalık aralıklarla) belirlenmiştir.

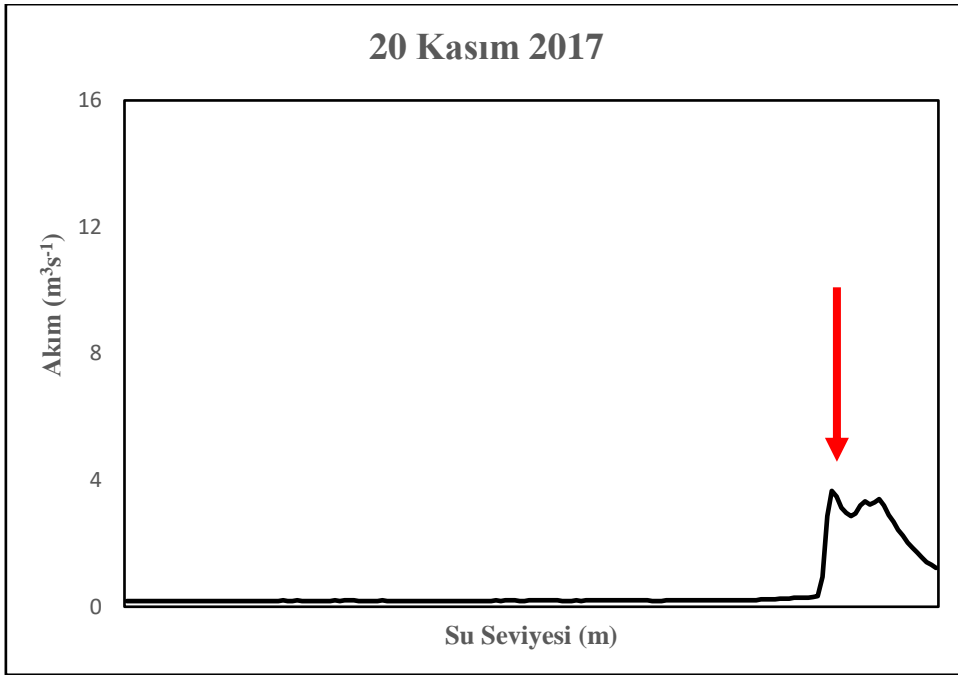
Şekil 4.1 gözlem süresi (08.11.2017- 31.07.2018) boyunca günlük ortalama akım ve günlük toplam yağış değerlerinin değişimini göstermektedir. Görüldüğü üzere yağış değerlerindeki artış ve azalış, büyük oranda akım değerlerinin de değişmesine neden olmuştur. Her ne kadar akım değerlerinde meydana gelen değişimler, yağışın miktarına bağlı ise de yağış şiddeti ve süresi ile de önemli oranda etkili olduğu düşünülmektedir. Bu süre içerisinde ölçülen en düşük günlük ortalama akım değerleri $0,0 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ seviyelerine kadar düşerken, günlük ortalama maksimum akım değeri $3,61 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ 'lere ulaşmıştır. Günlük toplam yağış değerleri ise 0 mm ila 15,6 mm arasında olmuştur. Kış döneminde oluşan yağışlarda bir süreklilik görülmektedir. Yağışlı gün sayısının fazla olduğu bu dönemde, akım değerlerindeki değişme daha azdır. Kış dönemi boyunca günlük toplam maksimum yağış miktarı, Kasım ayına göre fazla; ancak ilkbahar ve yaz dönemine göre daha azdır. İlkbahar dönemine gelindiğinde, maksimum yağış miktarları artarken, yağışın olduğu gün sayısı kışa oranla azalmıştır. İlkbahar döneminde, günlük toplam yağış miktarının azaldığı veya yağışın olmadığı gün sayısı arttığı için akım değerlerindeki değişme de göze çarpmaktadır. Yaz döneminde, günlük toplam maksimum yağış miktarları, kışa oranla fazla iken, ilkbahar dönemine göre oldukça azdır. Özellikle yaz döneminin başında, yağış sıklığının arttığı dikkati çekmektedir. Yaz döneminin son aylarına doğru ise günlük toplam yağış miktarı ciddi oranda azalmıştır. Genel olarak yaz dönemi boyunca, toplam yağış miktarının değişmesi ise akım değerlerindeki dalgalanmayı arttırmıştır.



Şekil 4.1 Günlük Ortalama Akım ve Günlük Toplam Yağış Değerlerinin Değişimi

Gözlem süresince günlük toplam yağış ve günlük ortalama akım değerlerinin aylara göre değişimi değerlendirildiğinde ise Kasım ayında ilk yağış metrekareye 2,2 mm tutarında 13.11.2017 gecesi başlayarak bir sonraki güne kadar devam etmiştir. 13.11.2017 tarihinde saat 22.18'de $0,84 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ (su seviyesi 0,19 m)'ye artmış olan akım değeri saat: 23.51'de maksimum değer olan $5,53 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ 'ye kadar ulaşmıştır (su seviyesi 0,68 m). 1 saat 33 dakikalık bir sürede maksimum değere ulaşan akım değeri, 14.11.2018 tarihinde saat 02.05'te tekrar $0,84 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ seviyelerine gerilemiştir. 13.11.2017 tarihindeki ölçülen akım seviyesinden maksimum değere ulaşıp tekrar gerileme süresi ise yaklaşık olarak 2 saat 15 dakika olarak belirlenmiştir. Akımın maksimum seviyeye ulaşıp gerileme süresinin yaz dönemine göre daha uzun olduğu belirlenirken, kış dönemine göre ise oldukça kısa olduğu tespit edilmiştir.

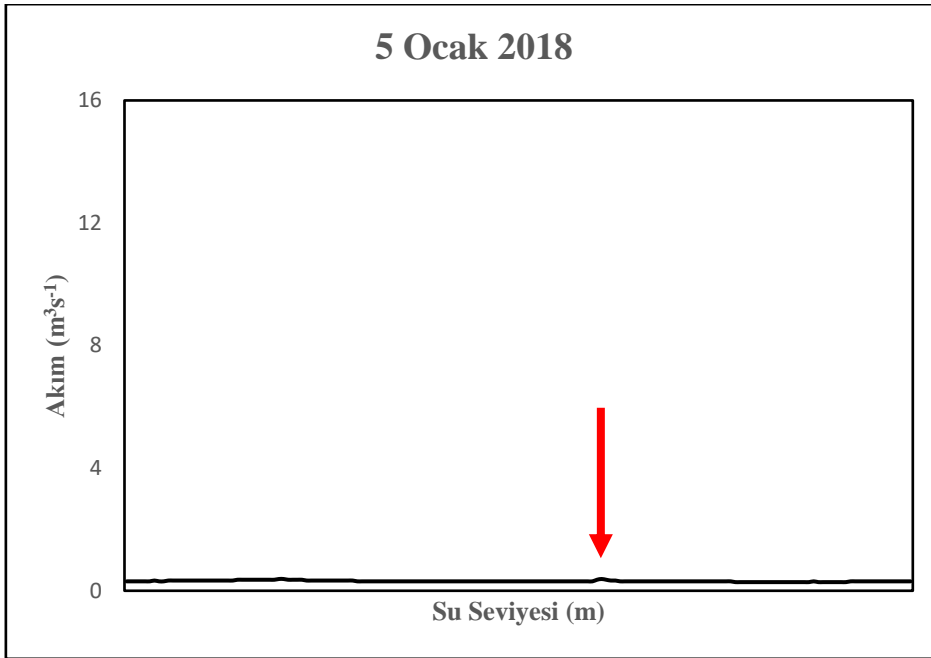
Şekil 4.2. 20 Kasım 2017 tarihindeki anlık akım ve su seviyesi değerlerinin değişimlerini göstermektedir. Kasım ayı içerisinde akım değerindeki ani artışın yaşandığı 20.11.2017 tarihinde metrekareye 3,8 mm tutarında gerçekleşen yağışın akım üzerindeki etkisine bakılacak olunursa, saat 19.13'te $0,23 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ (su seviyesi 0.12 m) olan akım değeri 1 saat 40 dakika sonra $3,6 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ 'ye ulaşırken, 21.26 'da $2,8 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ 'ye azalmış ve yağışın kısa sürede tekrar başlamasıyla yaklaşık 50 dakika sonra akım değeri yükselerek $3,4 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ seviyelerine ulaşmıştır. Bir sonraki gün ise saat 12.21'de akım yağışın ilk başladığı dönemdeki değerine azaldığı gözlenmiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2 20 Kasım 2017 Tarihli Gün İçerisindeki Akım Değerleri

Kış aylarına doğru gelindiğinde yağış sürelerinin yaz ve sonbahar dönemlerine göre oldukça uzadığı dikkati çekmektedir. Nitekim Aralık ayında ise 05.12.2017 tarihinde metrekaireye 1 mm miktarında yağış gerçekleşirken saat 06.28’de $0,38 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ olan akım değeri yaklaşık 5 saat 9 dakika boyunca gün içerisindeki en yüksek seviye olan $0,40 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ olarak devam etmiştir. Tekrar saat 11.37’de ilk seviyesi olan $0,38 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ değerine azaldığı tespit edilmiştir. Görüldüğü üzere yağıştaki süreklilik durumu, özellikle yaz dönemine göre akımın minimum değerlerinin daha yüksek olmasına neden olduğu dikkati çekmektedir.

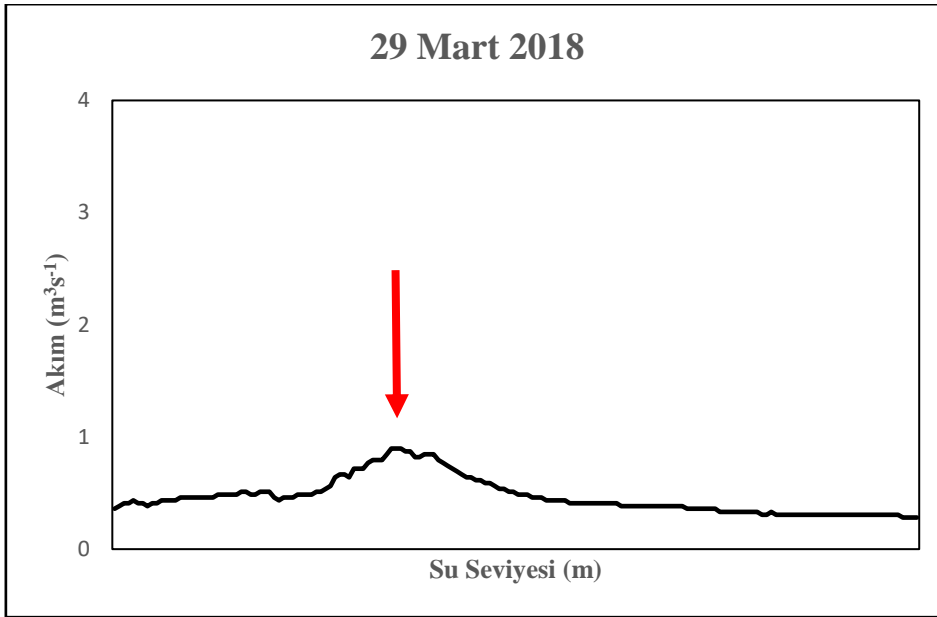
05.01.2018 tarihindeki metrekaireye toplamda 8 mm yağış düşerken Saat 00.42’de $0,30 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ olan akım değeri saat 04.35’te maksimum akım $0,38 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ ’ye ulaşırken saat 6.58’de tekrar $0,30 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ olduğu gözlenmiştir. Akım değeri ise uzun süre $0,307 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ olarak devam etmiş ve akım değeri yaklaşık 8 saat 5 dakika sonra tekrar $0,38 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ seviyesine arttığı belirlenmiştir (Şekil 4.3). Şekilden de görüldüğü üzere kış dönemi boyunca yağış sürelerinin oldukça uzun olduğu dikkati çekmektedir. Kış dönemi boyunca gün içerisinde akımın minimum değerden maksimum değere çıktığı süre diğer dönemlere göre (yaz ve sonbahar) daha uzundur. Dikkati çeken bir diğer unsur ise kış dönemi boyunca minimum akım değerleridir. Kış döneminde yağışın etkili olduğu süre ve yağış miktarı daha fazla olduğu için minimum akım değerleri yaz, ilkbahar ve sonbahara göre daha yüksek olduğu dikkati çekmektedir.



Şekil 4.3 5 Ocak 2018 Tarihli Gün İçerisindeki Akım Değerleri

Şubat ayında ise 24.02.2018 tarihinde metrekareye 2,6 mm, 25.02.2018’de ise metrekareye 4,2 mm tutarında yağış düştüğü belirlenmiştir. 24.02.2018 saat 15.01’de $0,33 m^3s^{-1}$ olan akım değeri 23.15’te $0,56 m^3s^{-1}$ ’ye ulaşırken, 25.02.2018 tarihinde saat 02.17’de $0,48 m^3s^{-1}$ seviyelerine kadar gerilediği tespit edilmiştir. Gün içerisinde tekrar artan akım değeri saat 02.50’de $0,56 m^3s^{-1}$ seviyelerine ulaşmıştır. Bu saatten itibaren düşüşte olan akım değeri saat 14.31’de $0,38 m^3s^{-1}$ seviyelerine düştüğü belirlenmiştir.

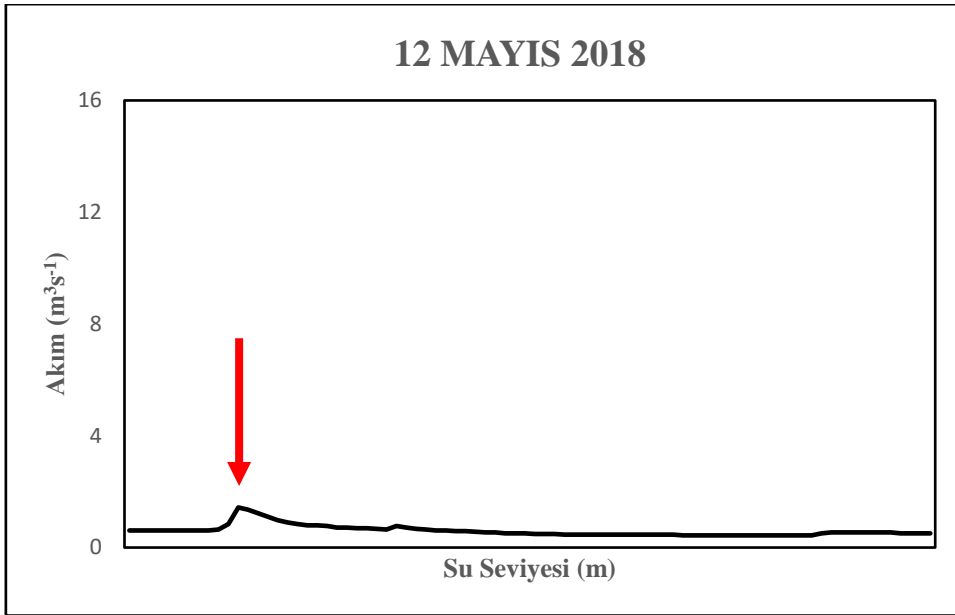
İlkbahar dönemine gelindiğinde, Mart ayında, 29.03.2018 tarihinde metrekareye 15,6 mm yağış düştüğü tespit edilmiştir. 28.03.2018 tarihinde saat 21.53’te $0,205 m^3s^{-1}$ olan akım değeri gece boyunca yağışla birlikte sürekli olarak artarken yaklaşık 10 saat sonra maksimum akım değerine ($0,89 m^3s^{-1}$) ulaştığı dikkati çekmektedir. Bu saatten itibaren sürekli düşüşte olan akım ve su seviyesi 30.03.2018 tarihinde öğle saatlerinde ilk akım değerlerine kadar gerilemiştir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4 29 Mart 2018 Tarihli Gün İçerisindeki Akım Değerleri

Gözlem süresi boyunca en az yağış miktarı Nisan ayında gerçekleşmiştir. Bu ayın büyük bir çoğunluğunda yağış olmamış ve Korkuteli Çayı'nın tamamen kurumuştur. Nisan ayı içerisinde toplamda 3 günlük sürede yağış meydana gelmiştir. Bu 3 günlük yağışa rağmen akım değerlerinde önemli bir değişme olmadığı gibi, bütün ay süresince akım değerleri hep düşük seviyelerde kalmıştır (0 ila $0,40 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ arasındadır).

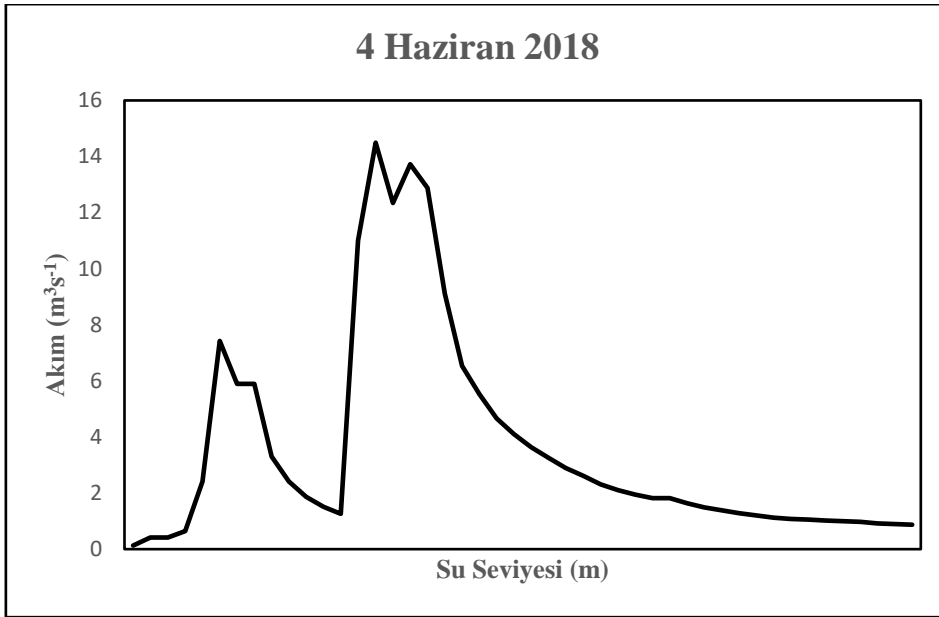
Ölçüm periyodu boyunca gün içerisinde en fazla yağış Mayıs ayında gerçekleşmiştir. Bu ay içerisinde bir günde metrekareye toplamda 12,4 mm tutarıyla en fazla yağışın düştüğü 12.05.2018 tarihinde saat 13.44'te akım değeri $0,61 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ iken, yaklaşık 25 dakika sonra akım değeri $1,43 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ seviyelerine arttığı tespit edilmiştir. Bu andan itibaren ise akım değeri sürekli olarak azalmış ve saat 22.18'de $0,43 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ seviyelerine kadar düşmüştür (Şekil 4.5). Görüldüğü üzere kış döneminden ilkbahara geçildiğinde ise yağış sürelerinin oldukça kısaldığı ve maksimum akım değerinin ise yükseldiği dikkati çekmektedir.



Şekil 4.5 12 Mayıs 2018 Tarihli Gün İçerisindeki Akım Değerleri Değişimi

İlkbahardan yaz dönemine geçildiğinde (özellikle Haziran ayında) akım değerlerinde büyük oranda dalgalanmalar görülmektedir. Çalışma süresi boyunca günlük ortalama akımın en yüksek olduğu dönemi kapsayan Haziran ayına ait akım değerleri ayın belirli dönemlerinde kısa sürede arttığı belirlenmiştir. Bu durumun aksine akımın yüksek olduğu günlerde günlük toplam yağış değerleri ise tüm dönemler içerisinde en yüksek değerde olmadığı dikkati çekmektedir. Haziran ayında günlük toplam yağış miktarının en fazla olduğu 25.06.2018 tarihinde günlük toplam yağış miktarı ise 7,2 mm olarak belirlenmiştir. Ancak Mart ayında günlük toplam yağış miktarının daha yüksek olduğu günlerde ise akımın Haziran ayında görülen pik değer kadar yüksek olmadığı dikkati çekmektedir. Nitekim 29 Mart 2018 ölçüm süresince en yüksek toplam yağış miktarı 15,6 mm olarak belirlenmiştir. Ancak bütün periyod boyunca en yüksek yağışın olduğu 29 Mart 2018 günü günlük ortalama akım değeri ($0,46 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$) maksimum seviyelerde değildir. Özellikle Haziran ayında günlük toplam yağışın çok daha düşük olduğu günlerde, günlük ortalama akım ise bir hayli yüksektir.

Haziran ayı içerisinde günlük ortalama akımın en yüksek olduğu 04.06.2018 tarihindeki günlük toplam yağış miktarı 3 mm olarak belirlenmiştir. Saat 17.41'de $0,12 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ olan akım değeri yaklaşık 40 dakika içerisinde $7,42 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ 'ye ulaşmıştır. Azalma eğiliminde olan akım değeri saat 19.18'de $1,25 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ 'ye kadar düşmüş ve bu saatten itibaren başlayan kısa süreli sağanak yağışla beraber yaklaşık 16 dakika içerisinde akım değeri maksimum seviye olan $14,48 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ 'ye erişmiştir. Saat 22.41'de ise tekrar ilk yükseldiği akım değerine gerilemiştir (Şekil 4.6).

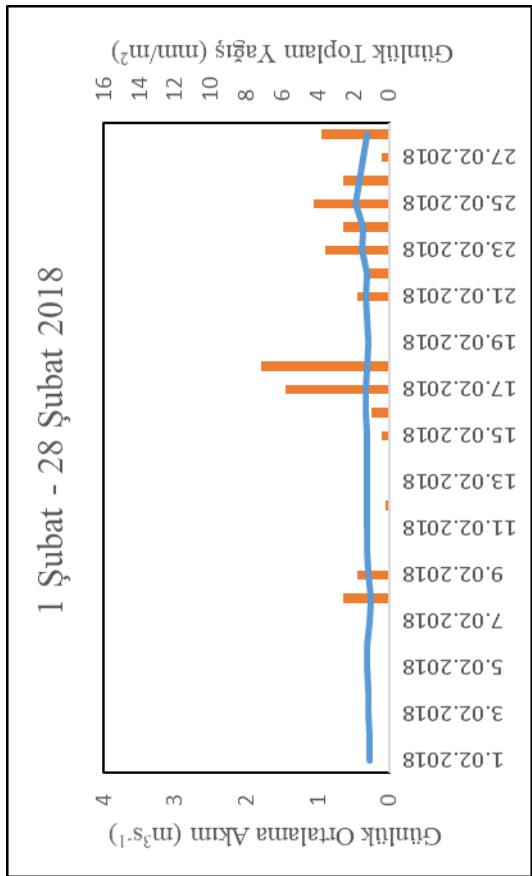
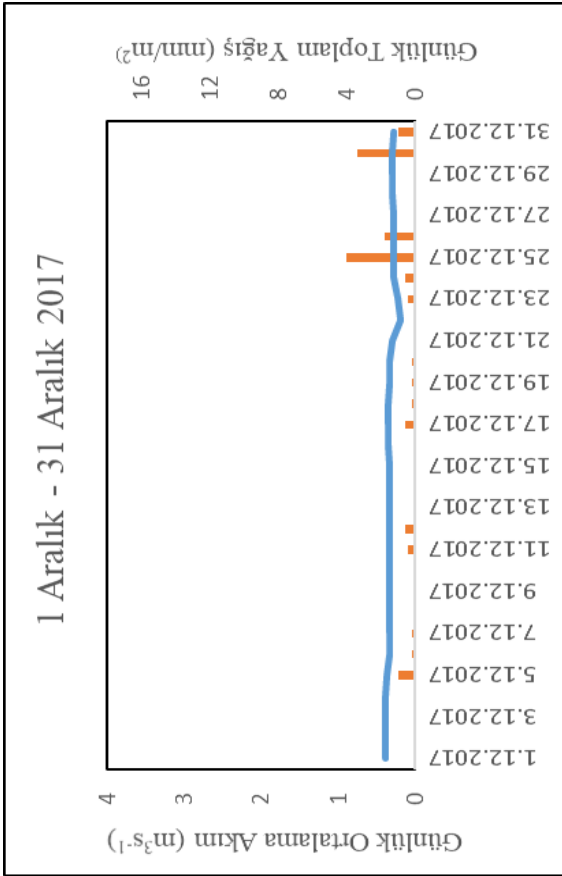
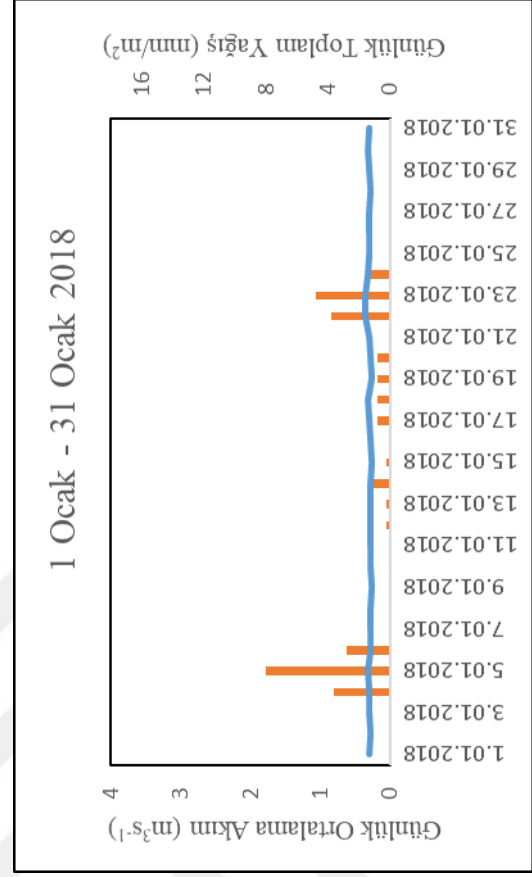
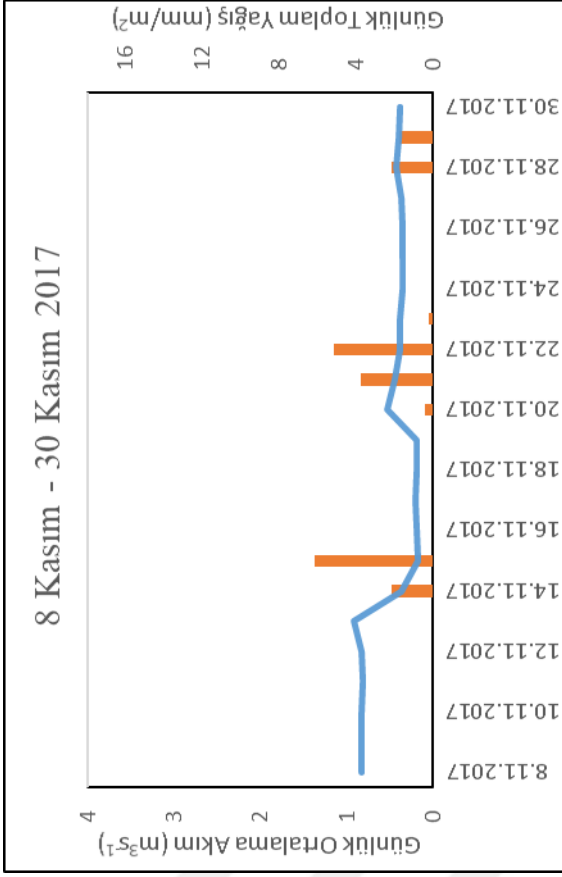


Şekil 4.6 4 Haziran 2018 Tarihindeki Akım Değerlerinin Gün İçerisindeki Değişimi

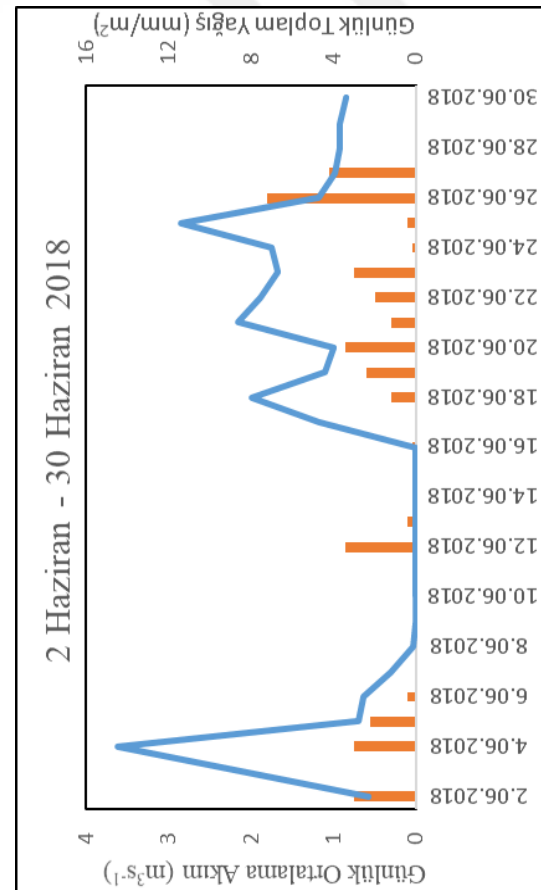
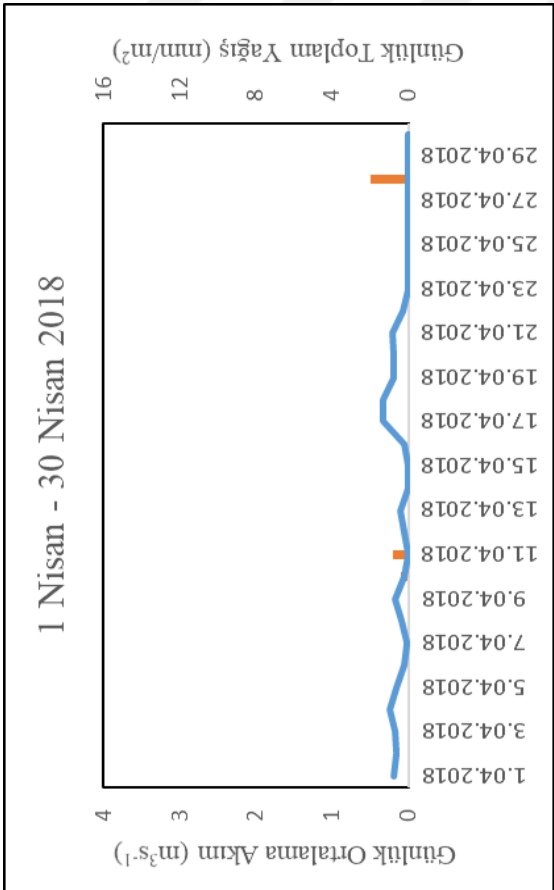
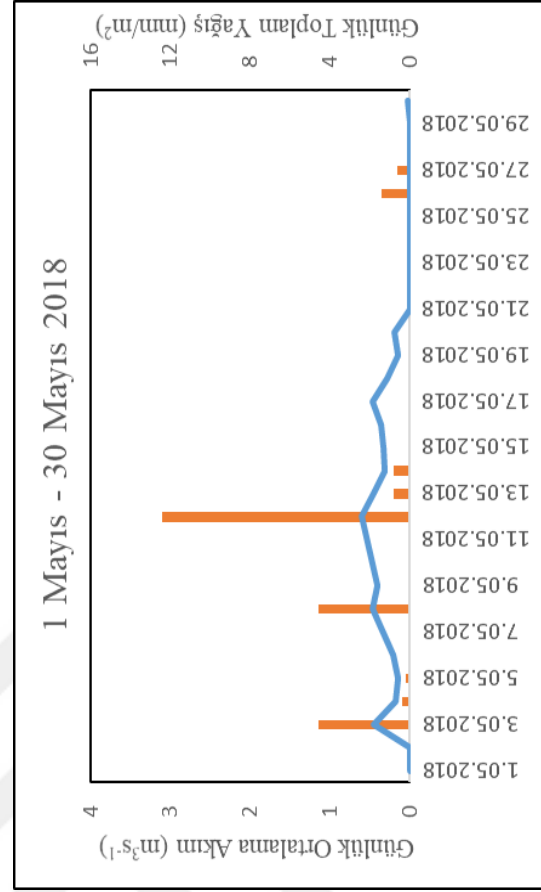
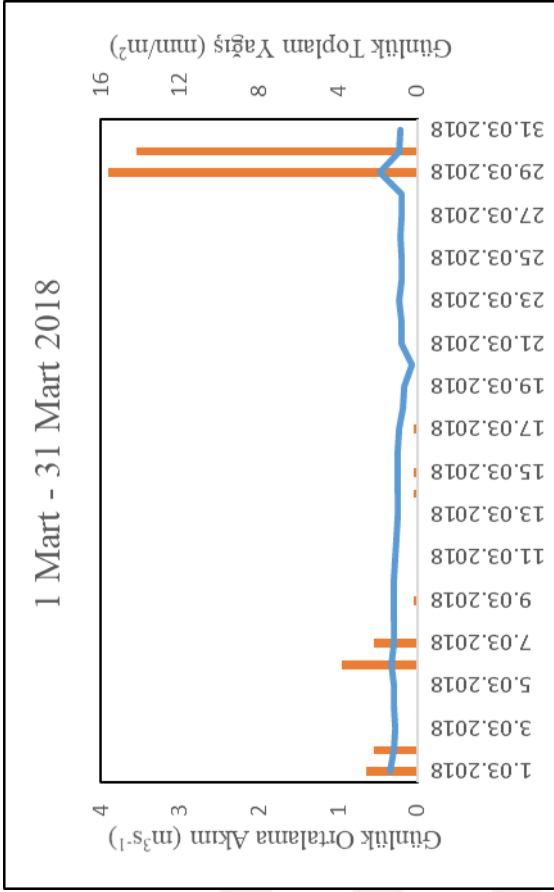
Haziran ayı içerisinde akım değerlerinde sürekli olarak ani artışlar meydana gelmiştir. Nitekim 21.06.2018 tarihinde ise saat 15.36'da $0,84 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ olan akım değeri saat 16.10'da $18,59 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ 'ye yükselmiştir. Gün içerisinde ise metrekareye toplamda 1,2 mm yağış düşmüştür (Şekil 4.7). Bu yağış miktarı kış aylarına göre çok daha düşük olmasına rağmen yaz döneminde yağışın sağanak karakterli olması nedeniyle yağış süresi kısaldığı için akımdaki ani artışlara neden olduğu tahmin edilmektedir.

Haziran ayında metrekareye düşen en yüksek yağış 25.06.2018 tarihinde meydana gelmiştir. Bu tarihte günlük toplam yağış miktarı 7 mm iken, günlük ortalama akım miktarı ise $2,84 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Haziran ayı içerisinde en yüksek günlük toplam yağışın olduğu 25 Haziran gününe ait ortalama akım değeri ise bu ay içerisinde en yüksek değerlerden birine karşılık gelmektedir.

Temmuz ayı boyunca günlük toplam yağış ve günlük ortalama akım değerleri oldukça düşüktür. Bu ay genelinde yağışın olduğu gün sayısı oldukça sınırlıdır. Ay boyunca toplamda sadece iki gün yağış meydana gelmiştir. Metrekareye 2,2 mm ve 0,2 mm olmak üzere toplamda 2 gün yağışın olduğu bugünlerin haricinde Korkuteli Çayı ayın genelinde tamamen kurumuştur. 27.07.2018 tarihinde gerçekleşen yağış sonucunda günlük ortalama akım değeri neredeyse $0 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ 'lere oldukça yakındır. Bu ayda diğer yağış ise 28.07.2018 tarihinde oluşmuş ve günlük ortalama akım değeri ise oldukça düşüktür (Şekil 4.7).



Şekil 4.7 Kasım 2017 – Temmuz 2018 Tarihleri Arasındaki Günlük Ortalama Akım ve Günlük Toplam Yağış Miktarı (Devamı diğer sayfadır.)



Şekil 4.8. ölçümlerin yapıldığı bütün dönem boyunca aylık ortalama akım ve aylık toplam yağış değerlerinin dağılışını göstermektedir. Genellikle kış döneminde aylık toplam yağış miktarlarının yaz dönemine oranla çok daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Nisan ve Temmuz ayında ise toplam yağışların ciddi oranda azaldığı görülmektedir. Aylara göre akım değerleri ise kış döneminde akım değerlerindeki değişimler daha düzenli iken, yaz aylarında söz konusu değerler büyük oranda değişim göstermiştir. Aralık ayından Mart ayına kadar olan sürede yağış miktarı düzenli olarak artarken, akım değerlerinde benzer bir artış trendi görülmemiştir. Bu durumun aksine, Nisan ayından Haziran ayına kadar olan sürede ise yağış miktarı düzenli olarak artarken, aylık ortalama akım değerleri de artış trendi göstermiştir.

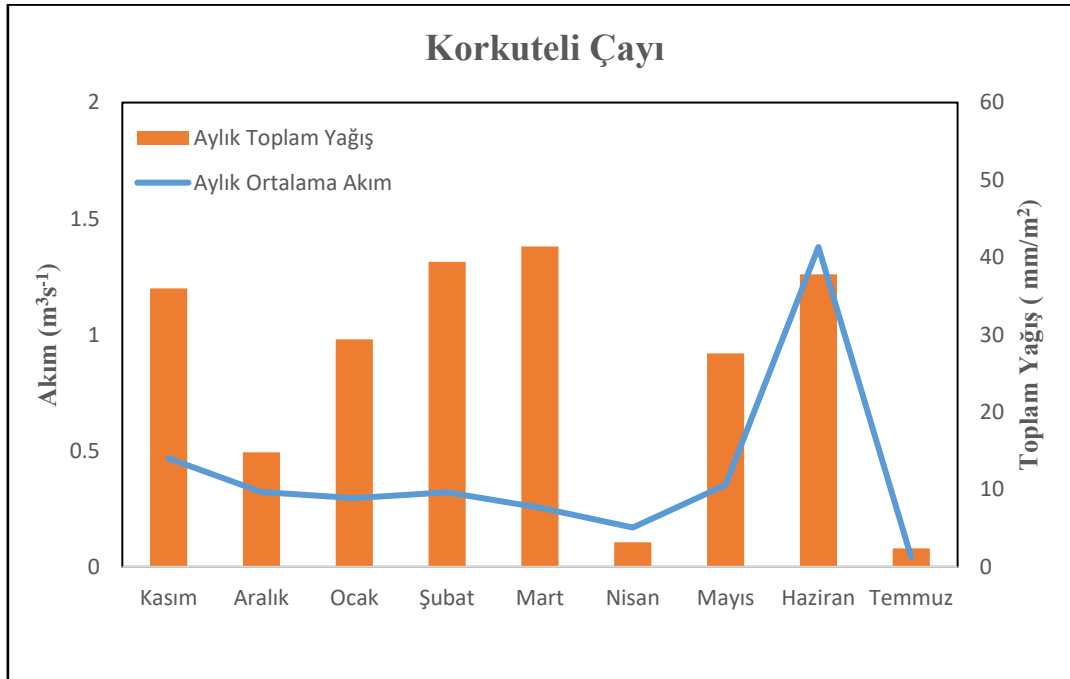
Ölçüm süresinin ilk ayını oluşturan Kasım'da aylık toplam yağış miktarı 36 mm iken aylık ortalama akım değeri ise $0,46 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Kasım ayına ait aylık toplam yağış miktarı Şubat ve Mart ayına göre daha az olmasına rağmen aylık ortalama akım değerinin belirtilen ayların üzerinde olduğu dikkati çekmektedir. Ayrıca Kasım ayının ortalama akım değeri, Haziran ayından sonra ölçülen en yüksek aylık ortalama akıma karşılık gelmektedir.

Kış dönemindeki aylar arasındaki akım değerlerinin değişimi daha az iken yağış miktarlarında ise dalgalanma fazladır. Bu dönemde yağış miktarları da diğer aylara göre oldukça yüksektir. Aralık ayında aylık ortalama akım $0,32 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ iken aylık toplam yağış miktarı ise 14,8 mm olarak belirlenmiştir. Ocak ayında ise aylık toplam yağış miktarı 29,4 mm olarak tespit edilmiştir. Kış dönemi içerisinde aylık ortalama en düşük akım değeri ise Ocak ayında olduğu dikkati çekmektedir ($0,29 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$). Şubat ayında ise aylık ortalama akım değeri $0,32 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ iken, aylık toplam yağış miktarı kış dönemindeki en yüksek yağış değeridir ($39,4 \text{ mm/m}^2$). Kış döneminde aylarda aylık toplam yağış miktarı ile aylık ortalama akım değerleri arasındaki ilişkinin daha düşük olduğu da görülmektedir. Nitekim kış döneminde en yüksek toplam yağışın olduğu Ocak ayı ile en düşük toplam yağış miktarına sahip Aralık ayının ortalama akım değerlerinin aynı olduğu dikkati çekmektedir.

İlkbahar dönemine gelindiğinde Mart ayında ise tüm aylar arasında en yüksek aylık toplam yağış değerine ($41,4 \text{ mm/m}^2$) sahip olmasına rağmen akım değeri $0,25 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ olarak ölçülmüştür. Özellikle yağışın büyük bir çoğunluğu ise Mart ayının son günlerinde meydana gelmiştir. Mart ayında, gözlem süresince en yüksek aylık toplam yağış miktarına sahip olmasına rağmen aylık ortalama akım değeri ise birçok aya göre daha düşüktür. Nisan ayında ise aylık ortalama akım değeri $0,16 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ iken, aylık toplam yağış miktarı ise 3,2 mm olarak belirlenmiştir. Temmuz ayından sonra en düşük ortalama akım ve en düşük toplam yağış değerine sahip aydır. Bu ay içerisinde miktarı az olmakla beraber toplamda 3 gün yağış oluşmuştur. Mayıs ayında ise aylık toplam yağış 27,6 mm olarak belirlenmiştir. Yağış miktarı

Mart ayına göre daha az olmasına rağmen ortalama akım değeri ise daha yüksektir ($0,35 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$).

İlkbahardan yaz dönemine geçildiğinde ise Haziran ayında aylık toplam yağış $37,8 \text{ mm}$ iken, ortalama akım ise $1,37 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ olarak belirlenmiştir (Şekil 4.8). Haziran ayında oluşan aylık toplam yağış miktarı, Şubat ve Mart ayına göre daha düşük olmasına rağmen, aylar arasında en yüksek ortalama akım değerine sahiptir. Haziran ayının ortalama akım değeri, diğer aylara göre en yakın olan Kasım'ın yaklaşık 2,9 katıdır. Korkuteli Çayı'ndaki en düşük ortalama akım ve en düşük toplam yağış değerine sahip ay ise Temmuz'dur. Bu ayda ortalama akım değeri $0,04 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ iken aylık toplam yağış miktarı ise $2,4 \text{ mm}$ olarak belirlenmiştir. Temmuz ayı boyunca toplamda sadece 2 gün yağış meydana gelirken geriye kalan günlerin çoğunluğunda Korkuteli Çayı'nın tamamen kuruduğu tespit edilmiştir.



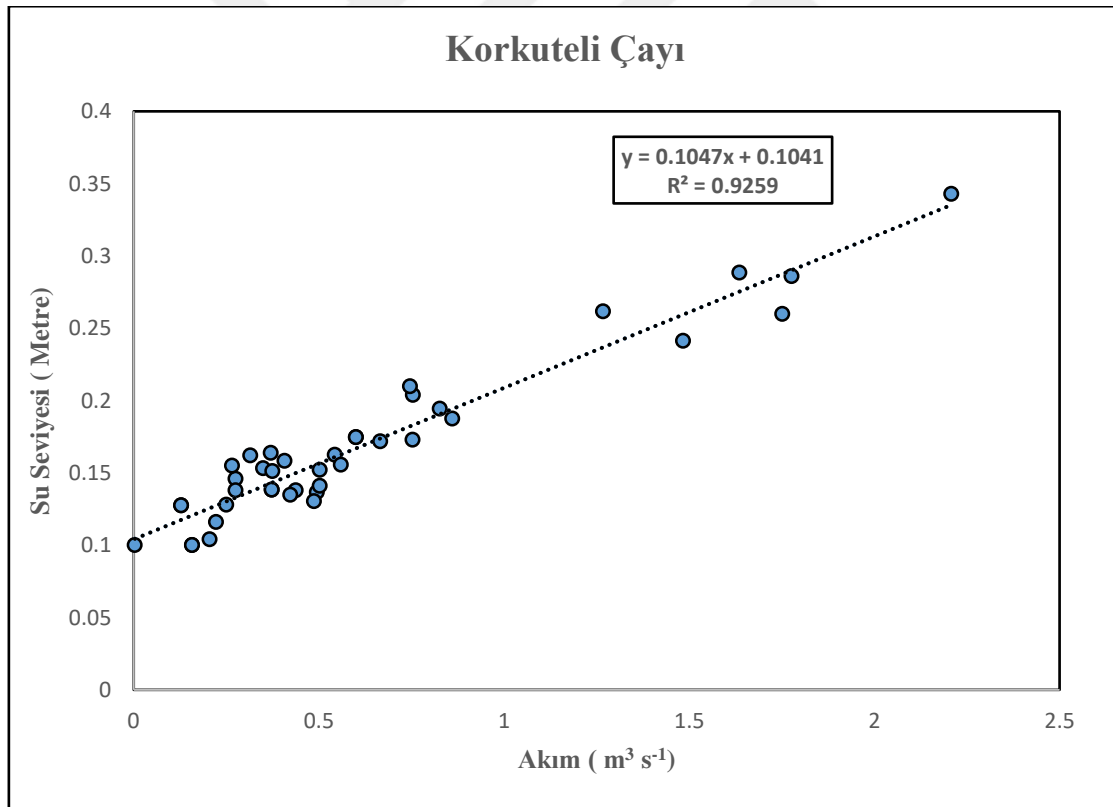
Şekil 4.8 Aylık Ortalama Akım ve Aylık Toplam Yağış Miktarı Değişimleri

4.2. Su Seviyesi ile Akım Arasındaki İlişki

Korkuteli Barajı'na taşınan süspanse, eriyik ve toplam yük (yatak yükü hariç) miktarlarını belirlemek amacı ile akarsuyun baraja birleştiği noktanın yaklaşık olarak $2,58 \text{ km}$ yukarı kesiminde, Dereköy sınırları dahilinde ($37^{\circ}5'38.08''\text{K}$, $30^{\circ}7'24.38''\text{D}$) Korkuteli Çayı üzerinde 08.11.2017-31.07.2018 tarihleri arasında muhtelif tarihlerde de akım (debi) ölçümleri yapılmıştır. Bu amaçla ilk olarak belirlenen lokasyona daldırma tipi Mesens (MPS580 Serisi) marka su seviyesi ölçüm istasyonu kurulmuş ve yukarıda belirtilen tarihler arasında su seviyeleri 5'er dakika aralıklarla ölçülmüştür. Ölçülen su seviyeleri kurulan internet sistemi yolu ile sürekli ve düzenli olarak kayıt altına alınmıştır. Gerek su seviyesi ölçüm istasyonunun

teknik özellikleri ve gerekse de su seviyesi ve akım ölçüm yerinin morfolojik özellikleri bu tezin metodoloji bölümünde ayrıntılı olarak açıklanmış olduğundan bu konunun ayrıntıları üzerinde burada durulmamıştır. Su seviyesi ölçüm aralıklarınının 5'er dakika aralıklarla sürekli olarak belirlenmesi yolu ile akım miktarlarındaki anlık değişimler tespit edilebilmiştir. Su seviyesinin sıkça değişim gösterdiği dönemlerde daha sık araziye gidilmiştir ve Universal Muline cihazı kullanılarak akım ölçümleri yapılmıştır. Bu sayede su seviyesi ile akım arasındaki bağıntıdan yararlanılarak da çalışma süresi boyunca su seviyesine karşılık gelen akım değerleri belirlenmiştir (Şekil 4.9).

Arazi çalışması süresince (08 Kasım 2017- 31 Temmuz 2018) toplamda 22 farklı dönemde akım ölçümü yapılmıştır. Şekil 4.9 Korkuteli Çayı'nın Dereköy mevkiinde ölçülen akım değerleri ile su seviyesi arasında güçlü bir pozitif ilişki olduğunu göstermiştir ($R^2: 0,92$). Ancak var olan bu ilişki %100 olmayıp bu değer biraz altındadır ($R^2: 0,92$). Bunun muhtemel sebepleri, akımın türbülanslı olması, ölçüm esnasındaki insan hatası, ölçümler esnasında kullanılan cihaz ile ilgili hatalar vb. gibi nedenlerden kaynaklanmış olabilir.



Şekil 4.9 Su Seviyesi ile Akım Arasındaki İlişki

Şekil 4.10 8 Kasım 2017- 31 Temmuz 2018 tarihleri arasındaki 5'er dakikalık aralıklarla akım değerlerinin değişimini göstermektedir. Gözlem süresi boyunca ölçülen en düşük akım değeri $0,0 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ olarak belirlenmiş ve bu değer daha çok ilkbahar ve yaz döneminde görülmüştür. Çalışma süresi boyunca akım değeri en yüksek $19,05 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ 'ye ulaşmıştır. Akımın

ani olarak arttığı, maksimuma ulaştığı değerler ise genellikle Haziran ayı içerisinde ölçülmüştür. Her ne kadar Haziran ayı içerisindeki akım değerleri çok yüksek olmasına rağmen, ölçüm süresince genel ortalama akım değeri ise $0,40 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ olarak belirlenmiştir.

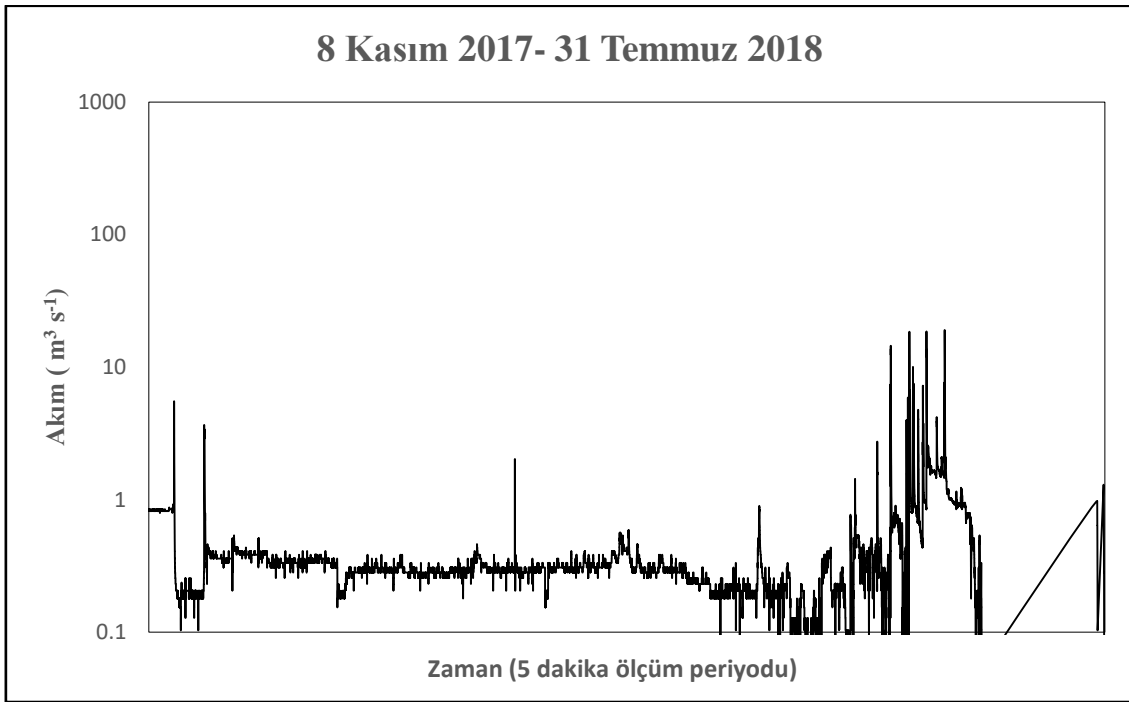
Anlık akım değerlerinin değişiminde genellikle kış ve yaz dönemi olarak iki farklı ayırım dikkati çekmektedir. Genel olarak akım değerleri sonbahar döneminde hafif bir artış, kış ayları boyunca ve ilkbahar mevsiminin ilk aylarında değişme daha az iken, ilkbahardan yaz dönemine doğru ise akım değerlerindeki ani artış ve azalışlar dikkati çekmektedir. Yaz döneminde maksimum akım değerlerinin sıklığı ve şiddeti, diğer aylara göre oldukça fazladır. Özellikle Haziran ayında ölçüm süresince en yüksek anlık akım değerleri ölçülürken, yine aynı ay içerisinde minimum akım değerleri de ölçülmüştür.

Kış döneminde, akım değerlerinde dalgalanmalar sonbahar ve yaz dönemine göre oldukça azdır. Bu dönemde ölçülen maksimum akım değerlerinin şiddeti ve sıklığı ise diğer mevsimlere göre düşüktür. Nitekim kış döneminde en yüksek anlık akım değeri $0,51 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ seviyelerinde olduğu dikkati çekmektedir. Kış döneminde ölçülen akım değerlerinde dikkati çeken bir diğer unsur ise minimum akım değerleridir. Bu dönemde akım değerleri $0 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ seviyelerine düşmediği belirlenmiştir. Akım değerlerinde süreklilik olduğu gözlenen kış döneminde Korkuteli Çayı tamamen kurumamıştır (Şekil 4.10).

İlkbahar döneminde, akım değerlerindeki dalgalanmanın kış dönemine göre daha fazla iken, sonbahar ve yaz dönemine göre ise azdır. İlkbahar döneminin sonuna doğru akım değerlerindeki dalgalanma önemli oranda artmıştır. Bu dönemde, anlık maksimum akım değerleri, kış dönemine göre daha yüksek iken, sonbahar ve yaz dönemine göre düşük seviyelerdedir. Özellikle anlık maksimum akım değerlerinin sıklığı ve şiddeti, ilkbahar sonuna doğru önemli ölçüde artmıştır. Bu dönemde akım değerlerindeki dalgalanmaları etkileyen bir faktör de minimum akımlardır. İlkbahar döneminde, kıştan farklı olarak minimum akım değerleri çok daha düşüktür. Bu dönemde ayın belirli günlerde akım değerleri $0 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ 'ye kadar düşmüştür.

Yaz döneminde, akım değerlerindeki dalgalanmalar oldukça fazladır. Bu dönemde akım değerlerinin ani olarak arttığı ve azaldığı anların sayısı diğer mevsimlere göre çok daha yüksektir. Özellikle yaz döneminin ilk aylarında akım değerlerinin sıklıkla maksimum seviyelere ulaştığı görülmektedir. Bu dönemde ölçülen maksimum akım değerleri, ölçüm süresince en yüksek akım değerlerine karşılık gelmektedir. Yaz dönemi boyunca dalgalanmayı etkileyen önemli faktörlerden biri de minimum akım değerleridir. Özellikle belirli dönemlerde Korkuteli Çayı tamamen kurumuştur. Bu nedenle yaz dönemi boyunca akım değerlerinde bir süreklilik tespit edilememiştir. Dönem içerisinde maksimum ve minimum akım değerleri

ardalanma şeklinde bir seyir izlediği gözlenmiştir. Minimum akım değerleri, özellikle yaz döneminin sonlarına doğru daha sık ölçülmeye başlanmıştır. Nitekim bu durum, havza genelinde yarı kurak iklimin hâkim olduğunu açık bir şekilde göstermektedir.



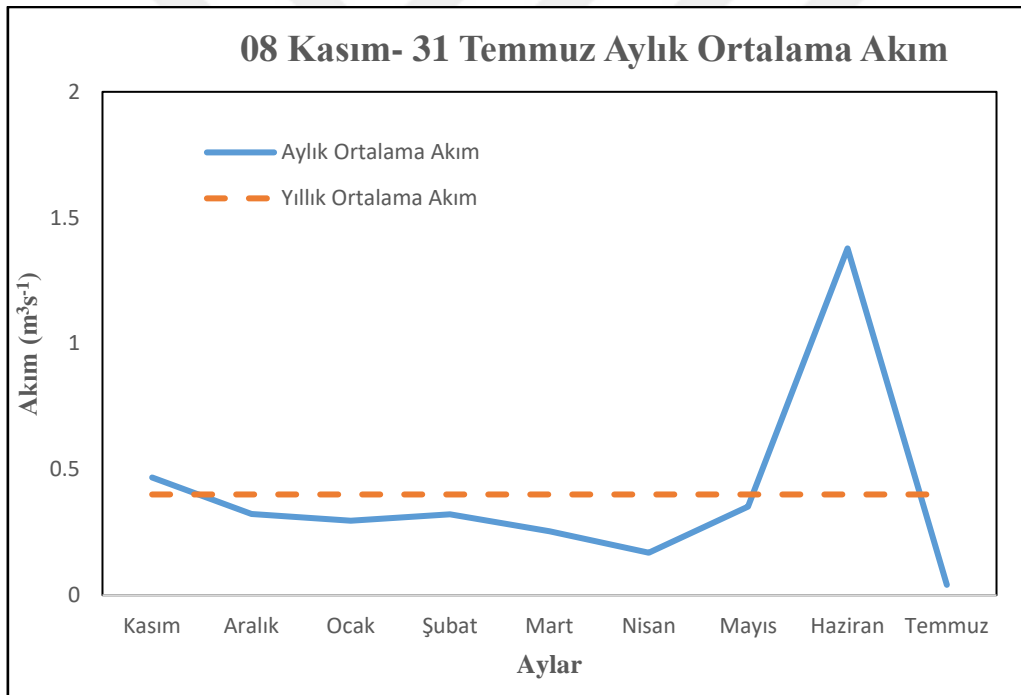
Şekil 4.10 Gözlem Süresi Boyunca 5 Dakika Aralıklarla Akım Değerlerinin Değişimi

Şekil 4.11. aylık ortalama akım değerlerinin ölçüm periyodu boyunca gidişatını göstermektedir. Akım değeri genel olarak Kasım ayından Nisan ayına kadar olan sürede azalan bir değişim gösterdiği, Nisan ayından Haziran ayına kadar olan sürede ise önemli oranda arttığı göze çarpmaktadır. Haziran ayında maksimum seviyeye ulaşan akım değeri, Temmuz ayında ise önemli oranda azalarak aylık minimum akım seviyesine gerilemiştir.

Gözlem süresi boyunca genel ortalama akım değeri $0,40 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Bu süre zarfında sadece Haziran ve Kasım ayı ortalama akım değerleri genel ortalamanın üzerinde iken, geriye kalan ayların akım değerleri ise genel ortalamanın altındadır (Şekil 4.11).

Kasım ayı ortalama akım değeri, genel ortalama akımın üzerinde olduğu iki aydan biridir. Kasım ayının ortalama akım değeri $0,46 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Kış dönemine gelindiğinde ise aylık ortalama akım değerleri, genel ortalama akımdan düşüktür. Kış dönemi süresince aylık ortalama akım değerlerinin birbirine oldukça yakın olduğu göze çarpmaktadır. Aralık ayı ortalama akım değeri $0,32 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$, Ocak ayının ortalama akım değeri $0,29 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ olarak belirlenirken, Şubat ayının ortalama akımı ise $0,32 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. İlkbahar döneminde, aylar arasında ortalama akım değerlerindeki dalgalanmalar, kış aylarına göre daha fazladır. Mart ayında ortalama akım değeri $0,25 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ olarak ölçülmüştür (Şekil 4.11). İlkbahar döneminde en düşük aylık ortalama akım $0,16 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ ile Nisan ayında ölçülmüştür. Nisan

ayından sonra aylık ortalama akım değerleri Haziran ayına kadar artış trendi göstermiştir. İlkbahar aylarında en yüksek akım değeri ise $0,35 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ ile Mayıs ayında belirlenmiştir (Şekil 4.11). Yaz döneminde, Haziran ve Temmuz ayları arasında aylık ortalama akım değerlerinde önemli oranda fark vardır. Ölçüm süresince en yüksek aylık ortalama akım değerine sahip olan Haziran ayında, aylık ortalama akım değeri ise $1,37 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ olarak belirlenmiştir (Şekil 4.11). Haziran ayına ait ortalama akım değeri ekstrem olarak genel ortalama akım değerinin çok üzerinde olduğu tespit edilmiştir (3,44 katı). Nitekim Haziran ayına ait aylık ortalama akım değerinin diğer aylara göre çok daha yüksek olması, ilgili aya ait anlık akım değerleri ile büyük oranda örtüşmektedir (Şekil 4.10). Temmuz ayında ise aylık ortalama akım değeri önemli oranda azalmıştır. Temmuz ayına ait ortalama akım değeri $0,04 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Temmuz ayına ait aylık ortalama akım değeri, ölçüm süresince en düşük aylık ortalama akım değerine karşılık gelmektedir. Görüldüğü üzere gözlem süresince aylık ortalamanın en yüksek ve en düşük olduğu aylar ise yaz dönemine aittir (Şekil 4.11).

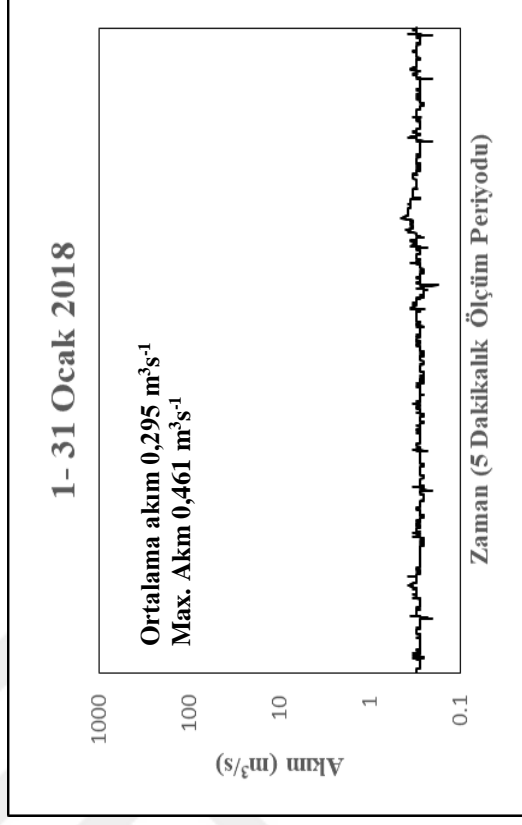
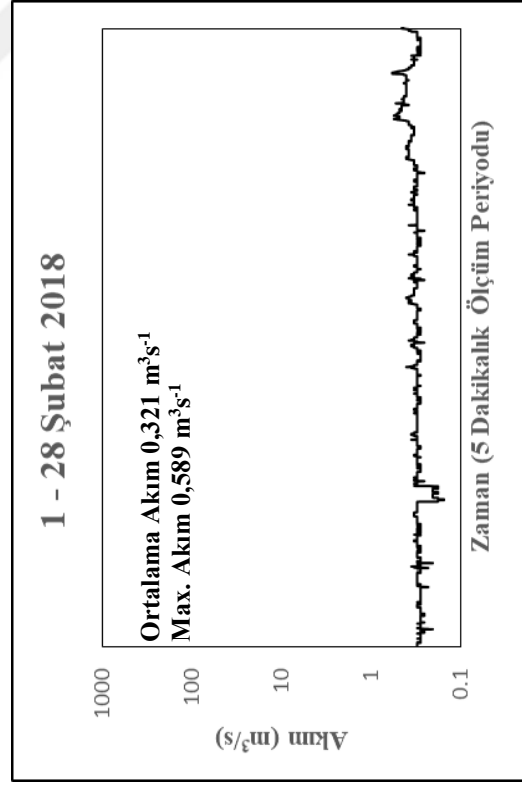
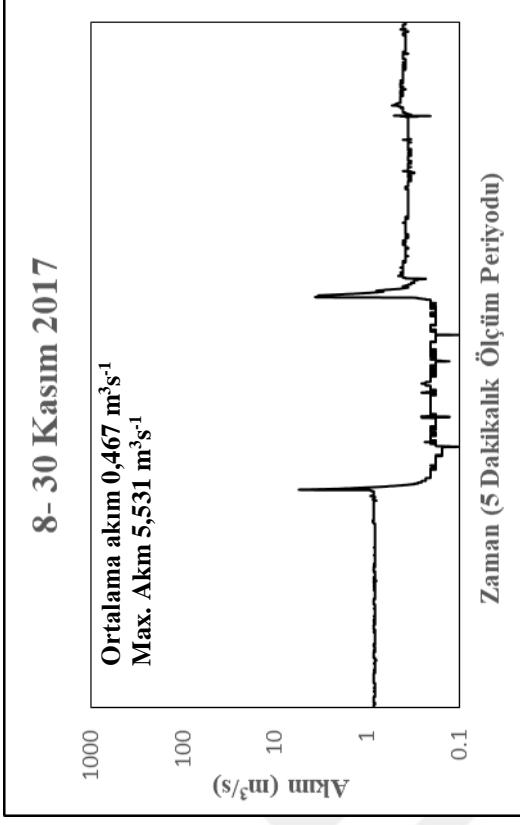
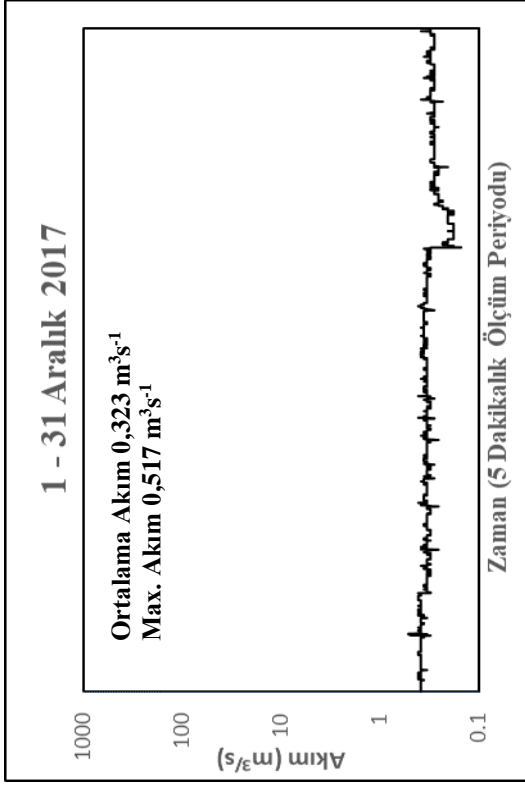


Şekil 4.11 Aylık Ortalama ve Ölçüm Periyodu Boyunca Genel Ortalama Akım Değerleri

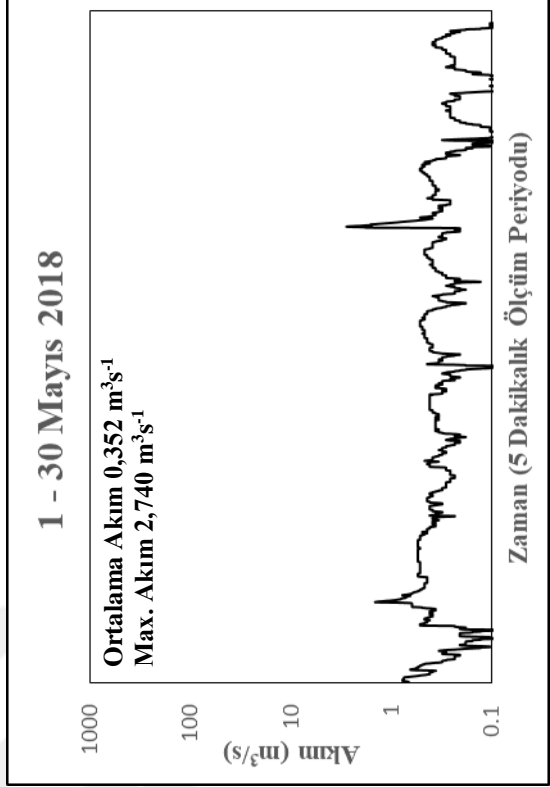
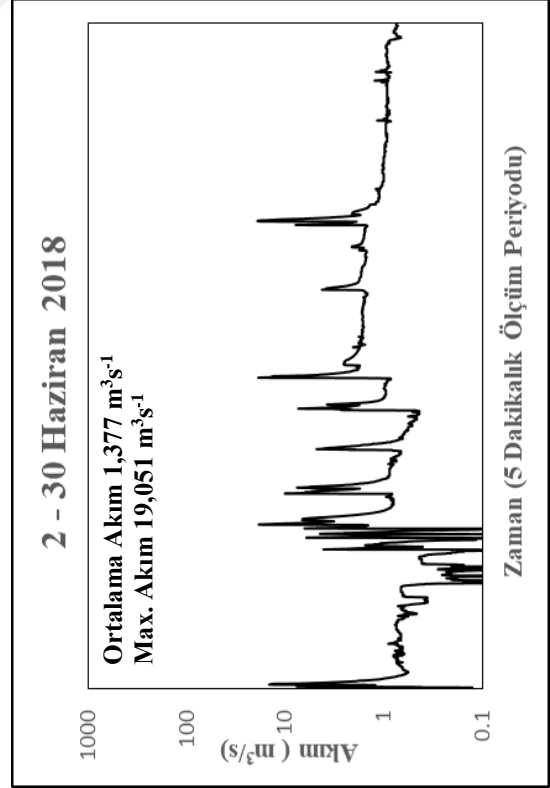
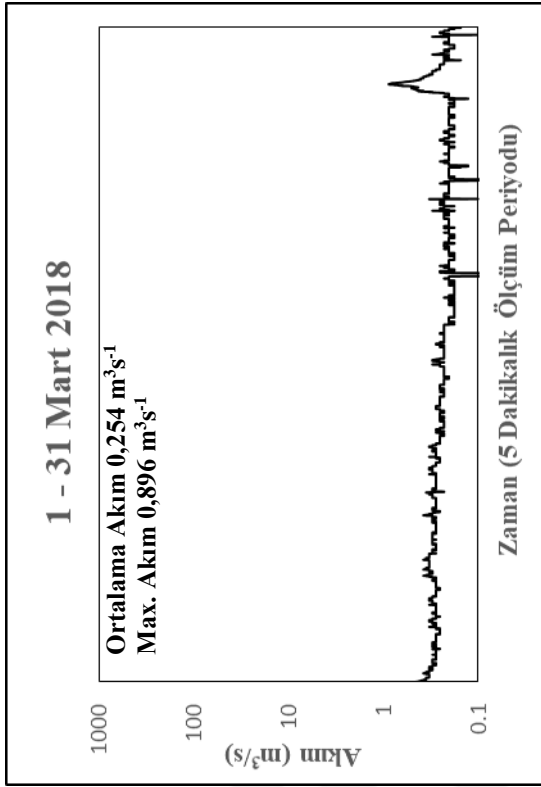
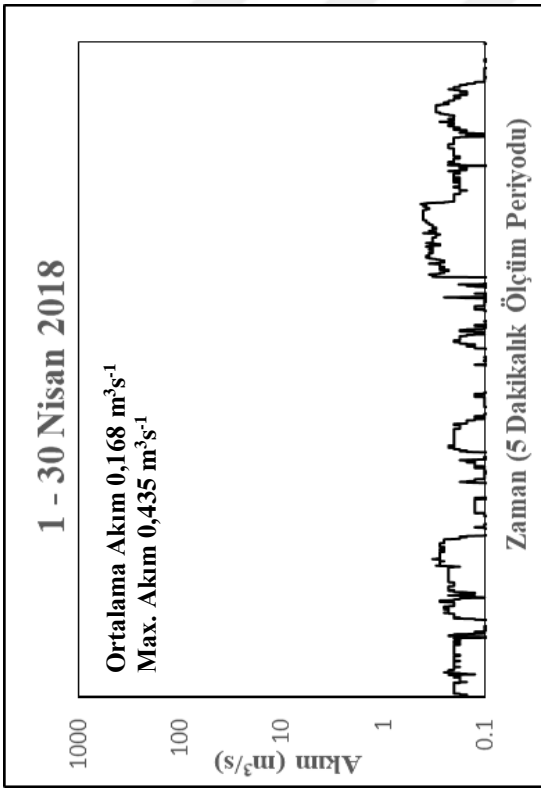
Şekil 4.12 akım değerlerinin aylar bazında değişimlerini göstermektedir. Gözlem süresinin ilk ayını oluşturan Kasım ayında ortalama akım $0,46 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ iken, ay içerisinde anlık maksimum akım değeri $5,53 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ değerine çıkmıştır. Bu ayın ortama akım değeri ise genel ortalama akım değerinin hemen üzerinde olduğu dikkati çekmektedir (Şekil 4.12). Kasım ayında anlık akım değerlerindeki dalgalanmanın kış dönemine göre daha fazla olduğu dikkati çekmektedir. Kasım ayı boyunca akımın pik yaptığı iki dönem gözlenmiştir. Kış dönemine gelindiğinde ise sırasıyla Aralık, Ocak ve Şubat aylarında ölçülen akım değerleri

dalgalanmadan uzak ve durağan bir seyir göstermiştir. Bu aylarda ölçülen ortalama akım değerleri ise genel ortalama akım değerinin ($0,40 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$) altındadır. İlkbahar döneminde, anlık akım değerleri kış dönemine oranla daha fazla dalgalanma göstermiştir. Mart ayı ortalama akım değeri ise $0,25 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ iken bu değer genel ortalama akımdan çok düşük olmasına rağmen özellikle 29 Mart 2018 tarihinde anlık akım değeri $0,89 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ değerine ulaşmıştır. Nisan ayında akım değerlerindeki dalgalanmalar oldukça fazladır. Nisan ayının belirli dönemlerinde Korkuteli Çayı tamamen kurumuştur. Nisan ayının ortalama akım değeri $0,16 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ iken, ay içerisinde anlık maksimum akım değeri ise $0,43 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ değerine ulaşmıştır. Mayıs ayında ise ortalama akım değeri $0,35 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ olmasına rağmen 17 Mayıs 2018 tarihinde ölçülen anlık akım değeri $2,74 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ olarak belirlenmiştir (Şekil 4.11 ve Şekil 4.12). Görüldüğü üzere özellikle Mart ve Mayıs aylarının ortalama akım değerleri, ölçüm süresince belirlenen genel ortalama akım değerinin altında olmasına rağmen, anlık maksimum akım değerlerinin oldukça yüksek olduğu dikkati çekmektedir.

Gözlem süresi boyunca akım değerlerinde dalgalanmanın en fazla olduğu ay ise Haziran'dır. Bu ayda ölçülen maksimum akım değerlerinin şiddeti yüksek ve bu değerlerin görülme sıklığı ise oldukça fazladır. Gün içerisinde akım değerlerinin birden fazla sürede ani artışı ise aylık ortalama akımın yükselmesine neden olmuştur. Haziran ayındaki ortalama akım değeri $1,37 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ iken, bu değer ölçüm süresince genel ortalama akım değerinin yaklaşık olarak üç katından daha fazladır. Bu ayda akım değerinin $10 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ değerinin üzerinde olduğu 32 dönem tespit edilmiştir ve bu eşik değerinin üzerinde olduğu akım değerlerinin tamamı ise Haziran ayında meydana gelmiştir. Bu değerler içerisinde 25 Haziran 2018 tarihinde su seviyesi tüm dönemler içerisinde en yüksek seviye olan 2,09 metreye, anlık akım değeri ise $19,05 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ 'ye ulaşmıştır. 25 Haziran 2018 tarihine ait bu akım değeri de gözlem boyunca belirlenen anlık maksimum akıma karşılık gelmektedir (Şekil 4.12).



Şekil 4.12. Kasım 2017 – Temmuz 2018 Tarihleri Arasındaki 5'er Dakika Aralıklarla Değişen Akım Değerleri (Devamı diğer sayfadadır.)



Tablo 4.1. Korkuteli Çayı'nda 08 Kasım 2017- 31 Temmuz 2018 tarihleri arasında belirlenen akım değerlerinin frekansını (tekrarlama sıklığı) göstermektedir. Akım değerlerinin frekans sınıflandırılmasında üç kategori oluşturulmuştur. Bu sınıflandırma ise 1 ila 5 m³s⁻¹ arasında olduğu akım değeri, 5 ila 10 m³s⁻¹ arasında olduğu akım değerleri ve 10 m³s⁻¹ 'nin üzerinde olduğu akım değerleri olarak ayrılmıştır. Tabloda görüleceği üzere yüksek akım değerlerinin büyük bir çoğunluğu Haziran ayında meydana gelmiştir. Akımın 10 m³s⁻¹'yi aştığı ve ölçülen bu değerlerin tamamı Haziran ayında ölçülen toplamda 32 pik dönem belirlenmiştir. Haziran ayı boyunca akım değerlerinin sıklığı ve şiddetinin büyük oranda artmasında (>10 m³s⁻¹) konvektif karakterli kısa süreli sağanakların etkili olduğu tahmin edilmektedir. Bunun yanında, akım değerlerinin 5 m³s⁻¹ ile 10 m³s⁻¹ arasında olduğu 56 pik dönem belirlenmiştir (Tablo 4.1). Akım değerinin 5 m³s⁻¹ ile 10 m³s⁻¹ aralığındaki 56 pik döneminin 2'si Kasım ayında meydana gelirken 54 pik değer ise Haziran ayında gerçekleşmiştir. Bu durumun dışında akım değerinin 1 m³s⁻¹ ile 5 m³s⁻¹ aralığında 1227 akım değeri belirlenmiştir. Bu akım değerinin 8'i Temmuz ayında, 15'i Mayıs ayında, 40'ı Kasım ayında ve geriye kalan 1164 pik dönemi ise Haziran ayında gerçekleşmiştir (Tablo 4.1). Akım değerlerinin frekans dağılımları anlık akım değerlerine ve aylık ortalama akım değerlerine büyük oranda benzerlik göstermiştir (Şekil 4.10 ve 4.11). Nitekim gözlem süresi boyunca en yüksek ortalama akım değerine sahip Haziran ayında, anlık maksimum akım değerinin şiddeti ve sıklığı da büyük oranda arttığı tespit edilmiştir. Bu artışlar gün ve ay içerisinde sıklıkla tekrarlanmasıyla birlikte aylık ortalama akım değerinin de büyük bir oranda yükselmesine neden olduğu tahmin edilmektedir.

Tablo 4.1 8 Kasım 2017 – 31 Temmuz 2018 Tarihleri Arasındaki Ölçülen Akım Değerlerinin Frekansı

8 Kasım 2017- 30 Kasım 2017		1 Aralık 2017- 31 Aralık 2017	
Akım (m ³ s ⁻¹)	Korkuteli Çayı	Akım (m ³ s ⁻¹)	Korkuteli Çayı
1 -5	40	1 -5	0
5-10	2	5-10	0
>10	0	>10	0

1 Ocak 2018- 31 Ocak 2018		1 Şubat 2018- 31 Şubat 2018	
Akım (m ³ s ⁻¹)	Korkuteli Çayı	Akım (m ³ s ⁻¹)	Korkuteli Çayı
1 -5	0	1 -5	0
5-10	0	5-10	0
>10	0	>10	0

1 Mart 2018- 31 Mart 2018

Akım (m^3s^{-1})	Korkuteli Çayı
1 -5	0
5-10	0
>10	0

1 Nisan 2018- 30 Nisan 2018

Akım (m^3s^{-1})	Korkuteli Çayı
1 -5	0
5-10	0
>10	0

1 Mayıs 2018- 30 Mayıs 2018

Akım (m^3s^{-1})	Korkuteli Çayı
1 -5	15
5-10	0
>10	0

1 Haziran 2018- 30 Haziran 2018

Akım (m^3s^{-1})	Korkuteli Çayı
1 -5	1164
5-10	54
>10	32

1 Temmuz 2018- 31 Temmuz 2018

Akım (m^3s^{-1})	Korkuteli Çayı
1 -5	8
5-10	0
>10	0

Bütün Dönemler

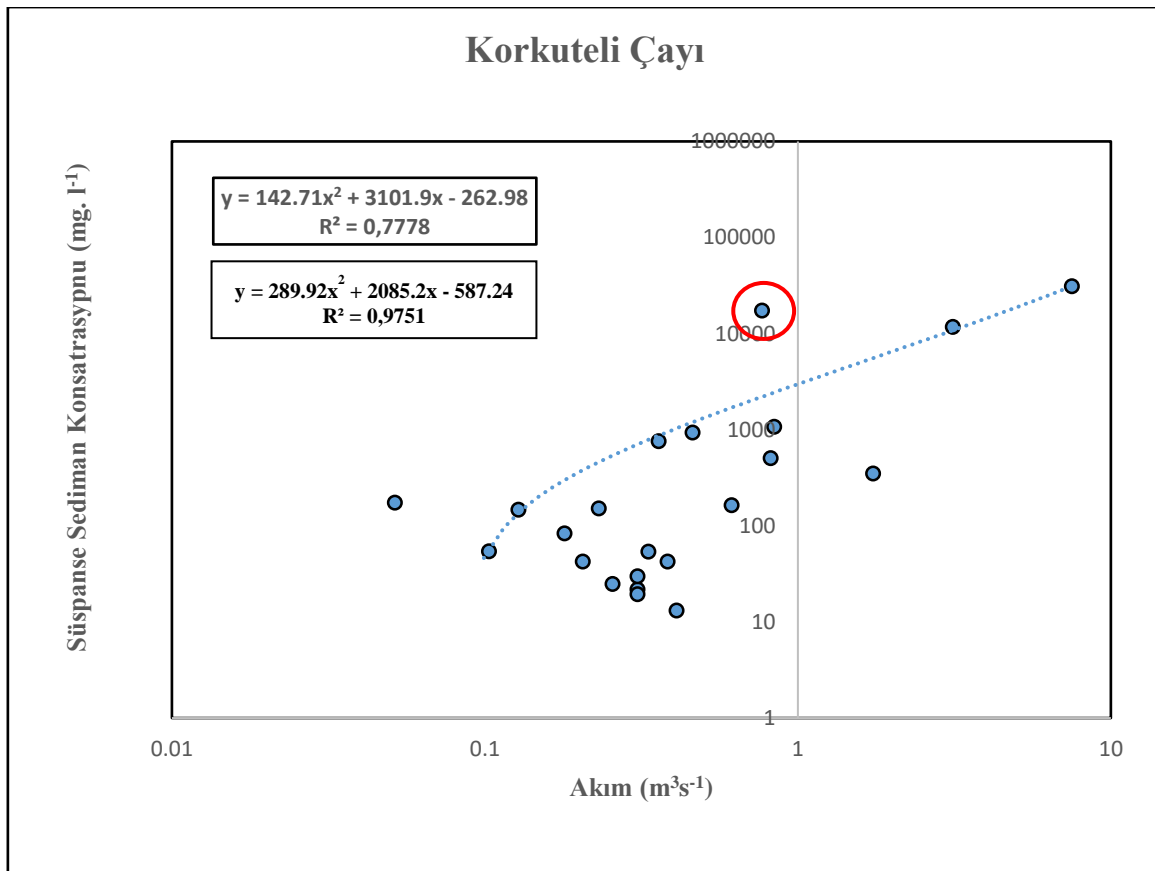
Akım (m^3s^{-1})	Korkuteli Çayı
1 -5	1227
5-10	56
>10	32

4.3. Akım ile Süspansed Sediman Arasındaki İlişki

Akarsularda kil, silt ve mil boyutundaki taşınan ince materyaller süspansed sedimanları oluşturmaktadır. Bu sedimanlar suyun kinetik enerjisiyle süspansed halinde taşınırlar. Akım ile süspansed sediman arasındaki ilişkinin ortaya konulabilmesi için çalışma süresi boyunca (8 Kasım- 30 Haziran) akarsuyun barajla birleştiği yukarı kesiminde, Dereköy'ün Kovalık mevkiinde belirlenen kontrol kesitte yağışlı ve kurak dönemler dikkate alınarak belirli periyotlarla akım ölçümleri yapılmış ve bu akım ölçümü esnasında ise süspansed sediman örneği alınmıştır. Örnek alma işlemi sırasında uygulanan gerek yöntem ve teknikler gerekse kullanılan cihazların genel özellikleri ise tezin metodoloji bölümünde geniş olarak yer verilmiştir.

Ölçüm süresince toplamda 22 farklı dönemde akım ölçümü yapılmış ve aynı akımda süspansed sediman örneği alınıp laboratuvarda analiz edilmiştir. Şekil 4.13 akım ile süspansed sediman arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Şekilden de açıkça görüleceği üzere akım ile süspansed sediman arasında güçlü pozitif bir ilişki olduğu belirlenmiştir ($R^2: 0,77$). Özellikle akım değerlerinin düşük olduğu ($<2 m^3s^{-1}$) dönemlerde akım ile süspansed sediman arasındaki ilişki daha zayıf kalmakta, aksine akımın yüksek olduğu ($>2 m^3s^{-1}$) zamanlarda ise daha yüksek bir ilişki olduğu görülmektedir. Yağışın ve dolayısıyla akımın arttığı dönemlerde süspansed sediman konsantrasyon değerleri artarken, yağışın ve akımın düşük olduğu anlarda ise süspansed sediman konsantrasyonunun azaldığı görülmektedir. Akım ile süspansed sediman arasındaki

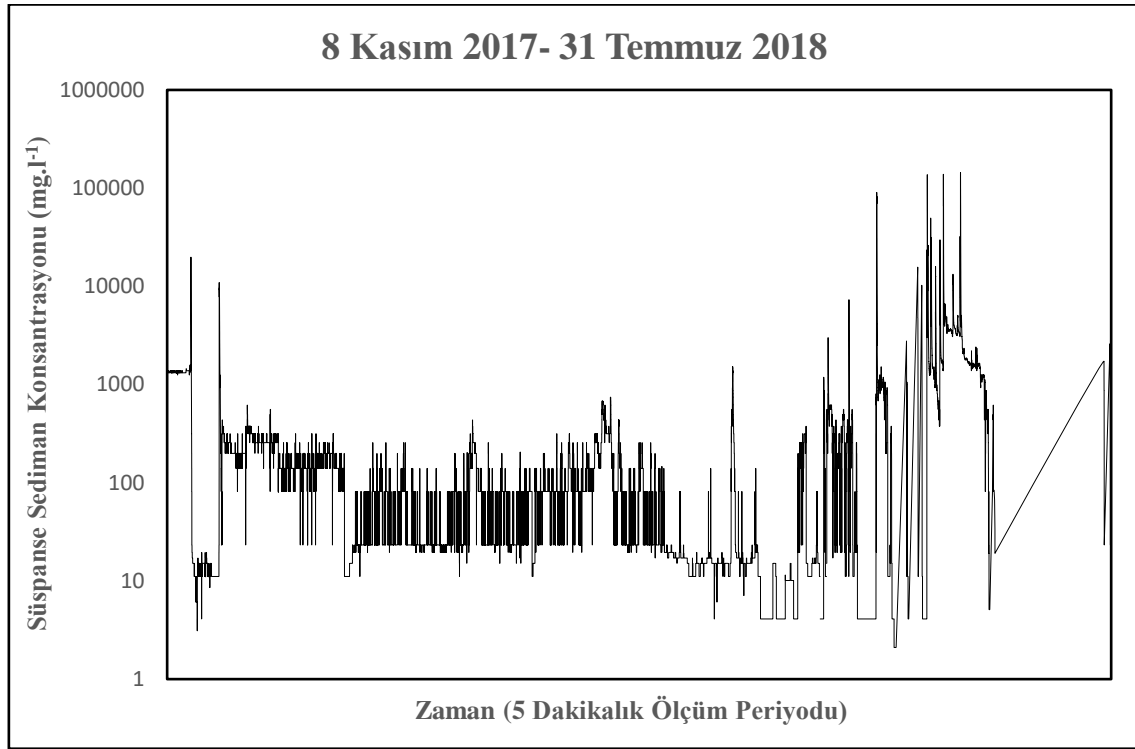
ilişkinin güçlü ya da zayıf olmasında etkili olan birçok faktör vardır. Örnek alınan günden önce havzada etkili olan kurak koşulların süresi ve şiddeti, alınan örnekteki süspansediman konsantrasyonunu ve miktarını büyük orandan etkilemekte, akım ile süspansediman arasındaki ilişkinin kuvvetli ya da zayıf olmasını değiştirebilmektedir. Nitekim 3 Mayıs 2018 tarihinde ölçülen akım değeri düşük ($0,76 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$) olmasına rağmen aynı akımda belirlenen süspansediman konsantrasyonunun (19390 mg.l^{-1}) oldukça yüksek olduğu dikkati çekmektedir. Şekil 4.13'te belirtilen ve yuvarlak içine alınan 3 Mayıs 2018 gününe ait akım ve süspansediman konsantrasyon değeri grafikten çıkartıldığında ise akım ile süspansediman arasında daha güçlü bir ilişkinin olduğu ifade edilmiştir ($R^2: 0,97$).



Şekil 4.13 Akım ile Süspansediman Arasındaki İlişki

Şekil 4.14. açıkça gösteriyor ki 5'er dakikalık gözlem periyotlarında süspansediman konsantrasyon değerlerinde önemli oranda iniş ve çıkışlar bulunmaktadır. Genellikle sonbahar döneminde süspansediman konsantrasyon değerlerinde hafif bir artış, hemen hemen bütün kış döneminde süspansediman değerlerinin belirli değer aralıklarında kaldığı, dalgalanmadan uzak olduğu, ilkbahar ve yaz dönemlerinde süspansediman konsantrasyon değerlerinin maksimum düzeye ulaştığı ve önemli iniş-çıkışlar yaptığı belirlenmiştir (Şekil 4.14). Havzada etkili olan kurak periyodun uzunluğu ve şiddeti, yağışın karakteri, süresi ve şiddeti, sıcaklık koşulları ve buharlaşma şiddeti gibi birtakım faktörlerin mevsimsel olarak değişmesi hem akım

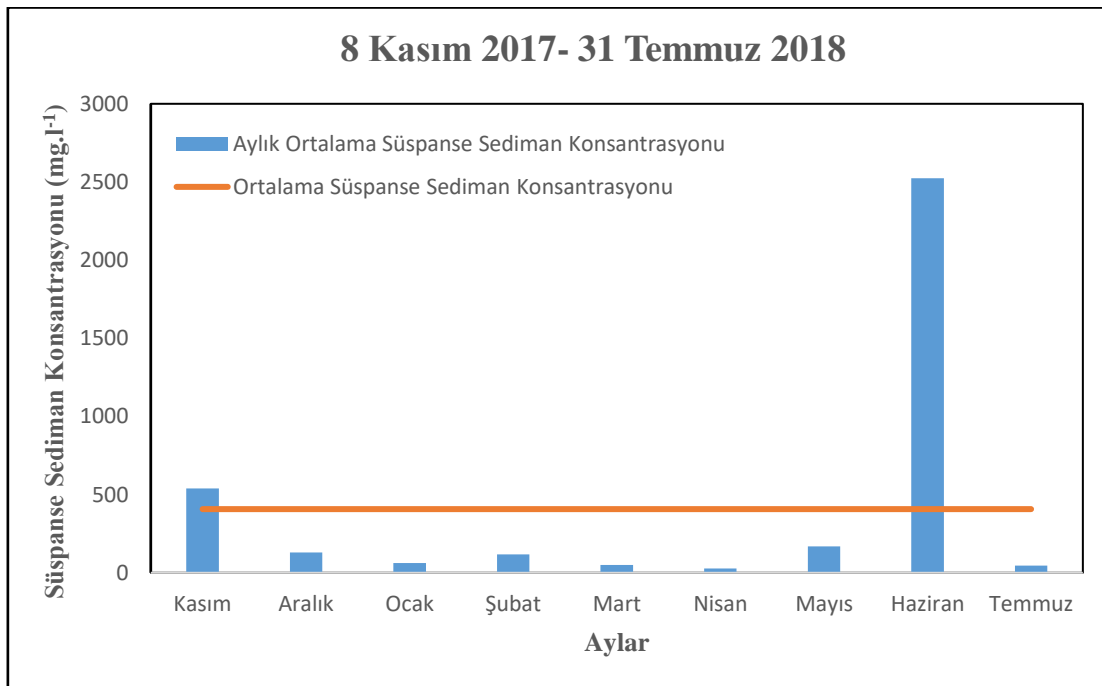
değerlerini hem de süspansed sediman konsantrasyon miktarını büyük oranda değiştirmektedir. Ölçüm süresi boyunca belirlenen en yüksek süspansed sediman konsantrasyon değerleri büyük oranda Haziran ayına ait olduğu tespit edilirken, aksine en düşük süspansed sediman konsantrasyon değerleri ise yine yaz döneminde ölçüldüğü dikkati çekmektedir. Bütün ölçüm periyodu süresince genel ortalama süspansed sediman konsantrasyonu ise 407 mg.l^{-1} olarak belirlenmiştir (Şekil 4.14).



Şekil 4.14 5 Dakika Aralıklarla Süspansed Sediman Konsantrasyon Değerlerinin Değişimi

Şekil 4.15. gözlem süresi boyunca aylık ortalama süspansed sediman konsantrasyon değerlerinin değişimlerini göstermektedir. Burada açıkça görüleceği üzere Kasım ve Haziran aylarının ortalama süspansed sediman konsantrasyonu, ölçüm süresini kapsayan genel ortalama süspansed sediman konsantrasyon değerinin üzerinde olduğu belirlenmiştir. Geriye kalan diğer ayların ortalama süspansed sediman konsantrasyon değerleri, genel ortalamasının altında olduğu dikkati çekmektedir. Aylara göre önemli farklar bulunan süspansed sediman konsantrasyon değerlerinde en yüksek ortalama $2539,8 \text{ mg.l}^{-1}$ değeriyle Haziran ayına ait olduğu tespit edilmiştir. Kalan diğer aylara göre çok yüksek ortalama süspansed sediman konsantrasyonuna sahip olan Haziran ayında, bu değer genel ortalama süspansed sediman konsantrasyon değerinin yaklaşık 6 katına karşılık gelmektedir. Gözlem süresince en düşük süspansed sediman konsantrasyonu ise $26,1 \text{ mg.l}^{-1}$ değeriyle Nisan ayında belirlenmiş ve bu durum aylık ortalama akım değerleriyle büyük bir uyum gösterdiği dikkati çekmektedir (Şekil 4.11). Aylık ortalama süspansed sediman miktarının genel ortalama değerin üzerinde olduğu iki aydan biri olan Kasım

ayının (diğeri Haziran) ortalama süspanse sediman konsantrasyonu $540,1 \text{ mg.l}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Kış dönemine gelindiğinde, Aralık ayı ortalama süspanse sediman konsantrasyonu 130 mg.l^{-1} iken bu değerin kış dönemi içerisinde en yüksek ortalama süspanse sediman konsantrasyonu olduğu belirlenmiştir. Ocak ayında ise ortalama süspanse sediman konsantrasyonu $61,2 \text{ mg.l}^{-1}$ iken bu değer kış dönemi içerisinde en düşük ortalama süspanse sediman konsantrasyonuna karşılık gelmektedir (Şekil 4.15). Şubat ayında ise ortalama süspanse sediman konsantrasyonu $118,4 \text{ mg.l}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir. İlkbahar döneminde ise Mart ayında ortalama süspanse sediman konsantrasyonu 49 mg.l^{-1} olarak belirlenmiştir. Nisan ayının ortalama süspanse sediman konsantrasyonu $26,7 \text{ mg.l}^{-1}$ olarak belirlenmiş ve Nisan ayındaki bu değer tüm dönem içerisindeki en düşük ortalama süspanse sediman konsantrasyon değerine karşılık gelmektedir. Mayıs ayı ortalama süspanse sediman konsantrasyonu $168,2 \text{ mg.l}^{-1}$ ile İlkbahar dönemindeki en yüksek konsantrasyon değeri olarak dikkati çekmektedir. Genel olarak kış dönemindeki ortalama süspanse sediman konsantrasyonu $103,2 \text{ mg.l}^{-1}$ iken ilkbahar döneminde ise $81,3 \text{ mg.l}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Kış dönemindeki aylarda sediman konsantrasyon değerleri birbirine daha yakın ve bu dönemde Korkuteli Çayı'nda ortalama süspanse sediman konsantrasyonu 0 mg.l^{-1} değerine düşmezken, İlkbahar döneminde özellikle Nisan ayının belirli günlerinde Korkuteli Çayı tamamen kuruduğu ve sediman taşınımının olmadığı gün sayısı ise oldukça fazladır. Nisan ayı boyunca Korkuteli Çayı'nın tamamen kuruması, ilkbahardaki ortalama süspanse konsantrasyonunun kış dönemine göre daha az olmasında önemli bir etken olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4.15 Aylık Ortalama ve Yıllık Ortalama Süspanse Sediman Konsantrasyonu

Şekil 4.16. çalışma süresini kapsayan her ay için 5'er dakikalık periyotlarla süspanse sediman konsantrasyon değerlerinin değişimini göstermektedir. Süspanse sediman konsantrasyon değerlerinde aylara göre büyük oranda dalgalanmalar olduğu dikkati çekmektedir. Şekilden açıkça görüleceği üzere Kasım ayının belirli günlerinde, ilkbahar dönemi ve yaz döneminde süspanse sediman konsantrasyon değerlerinde ani artış ve azalışlar göze çarpar iken kış döneminde ise ortalama süspanse sediman konsantrasyon değerlerinin birbirine daha yakın ve dalgalanmaların daha az olduğu tespit edilmiştir. Ölçüm süresince genel ortalama süspanse sediman konsantrasyon 407 MgL^{-1} olduğu ve sadece Haziran ve Kasım aylarındaki ortalama süspanse sediman konsantrasyon değerinin genel ortalama değer üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

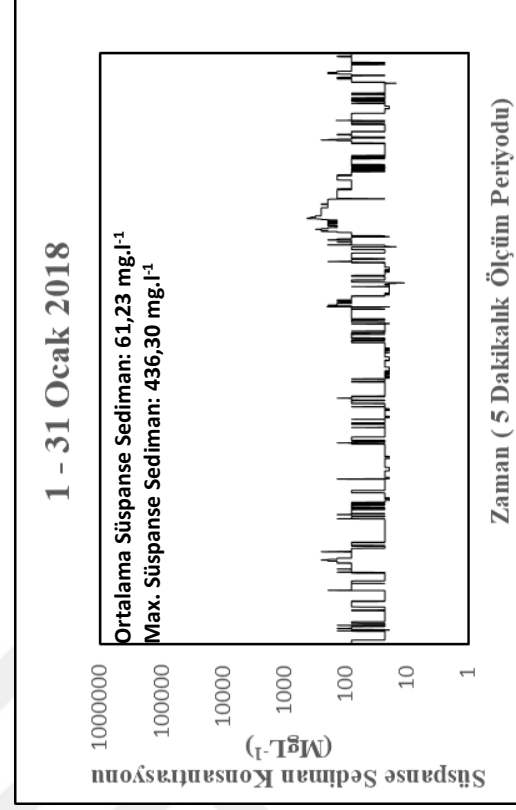
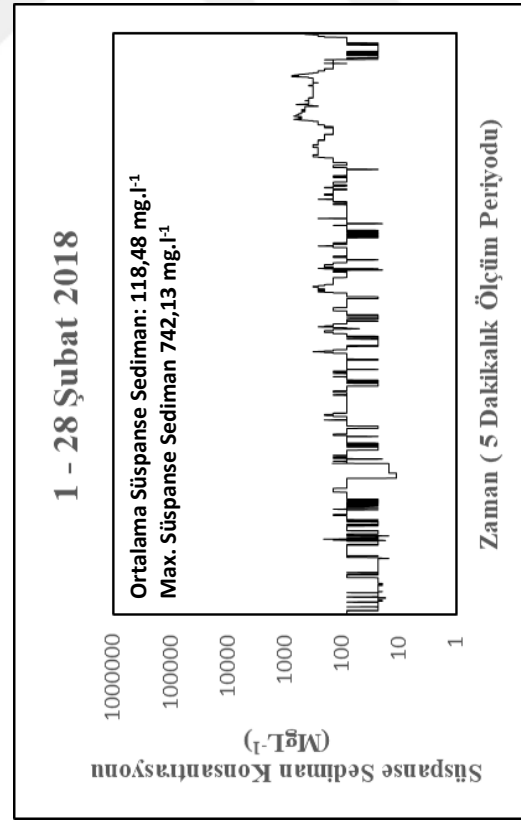
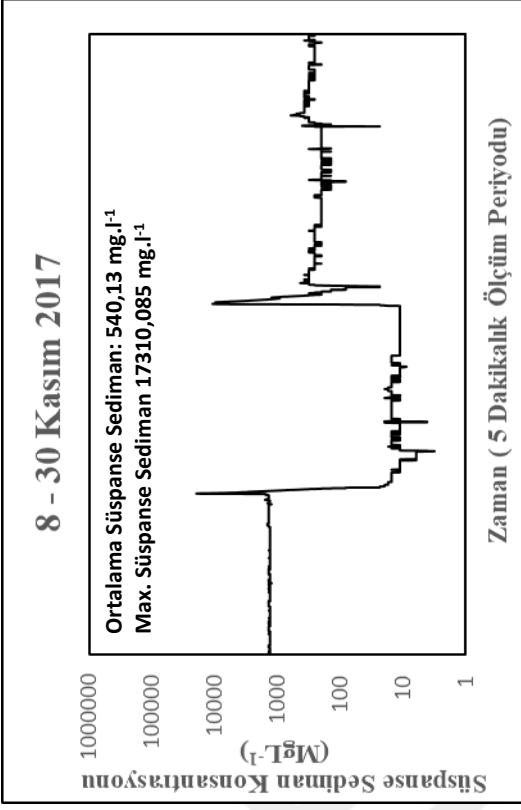
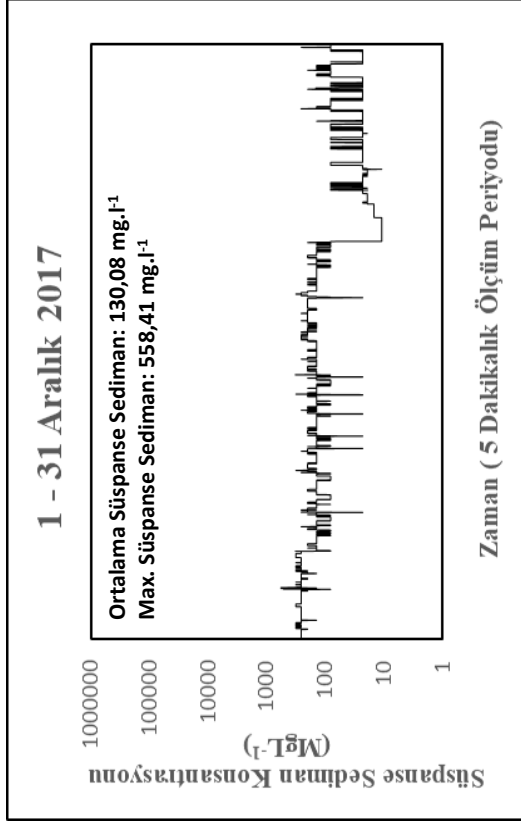
Kasım ayının ortalama süspanse sediman konsantrasyonu $540,1 \text{ mg.l}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Kasım ayında, anlık süspanse sediman konsantrasyonunun önemli oranda arttığı iki dönem göze çarpmaktadır. Ay içerisinde en yüksek süspanse sediman konsantrasyonu, 13 Kasım 2017 tarihinde 17310 mg.l^{-1} olarak ölçülmüştür.

Kış döneminde, süspanse sediman konsantrasyon değerlerindeki dalgalanmanın, yaz, ilkbahar ve sonbahar aylarına oranla çok daha azdır. Aralık ayının ortalama süspanse sediman konsantrasyonu 130 mg.l^{-1} olarak belirlenmiştir. Aralık ayı içerisinde, anlık maksimum süspanse sediman konsantrasyonu 3 Aralık 2017 tarihinde $558,4 \text{ mg.l}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir. Ocak ayında ise ortalama süspanse sediman konsantrasyon değeri $61,2 \text{ mg.l}^{-1}$ iken 22 Ocak tarihinde $436,3 \text{ mg.l}^{-1}$ değeri ile en yüksek seviyeye ulaştığı gözlenmiştir. Şubat ayına ait ortalama süspanse konsantrasyonu $118,4 \text{ mg.l}^{-1}$ iken, 26 Şubat ve 27 Şubat tarihinde ise $742,1 \text{ mg.l}^{-1}$ değeri ile maksimum seviyeye ulaşmıştır. Bu değer kış döneminde belirlenen en yüksek anlık süspanse sediman konsantrasyonuna karşılık gelmektedir. Bu değer kış döneminde belirlenen en yüksek anlık süspanse sediman konsantrasyonuna karşılık gelmektedir

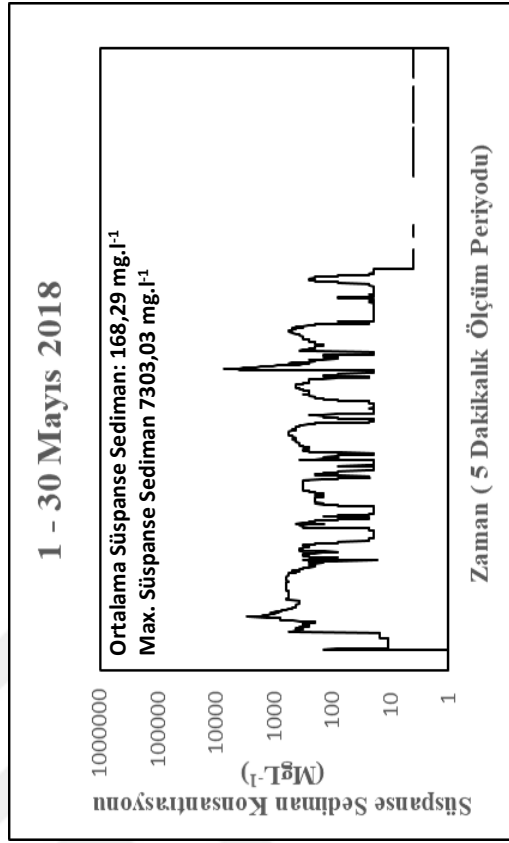
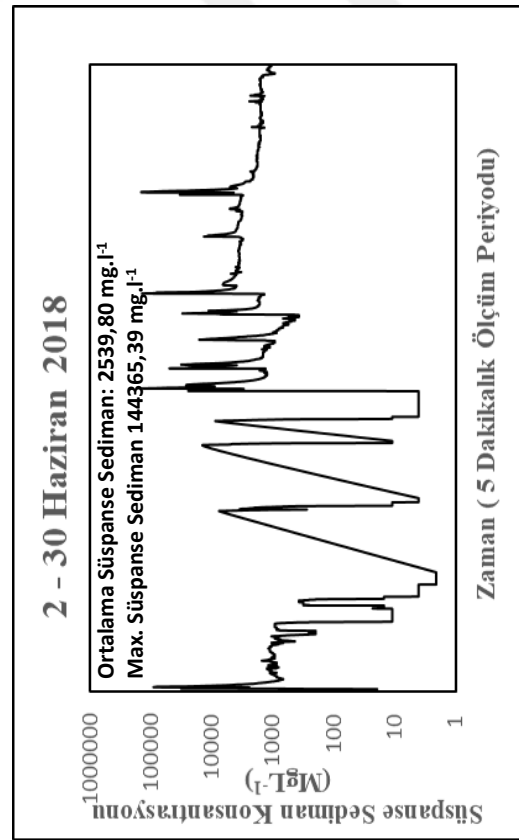
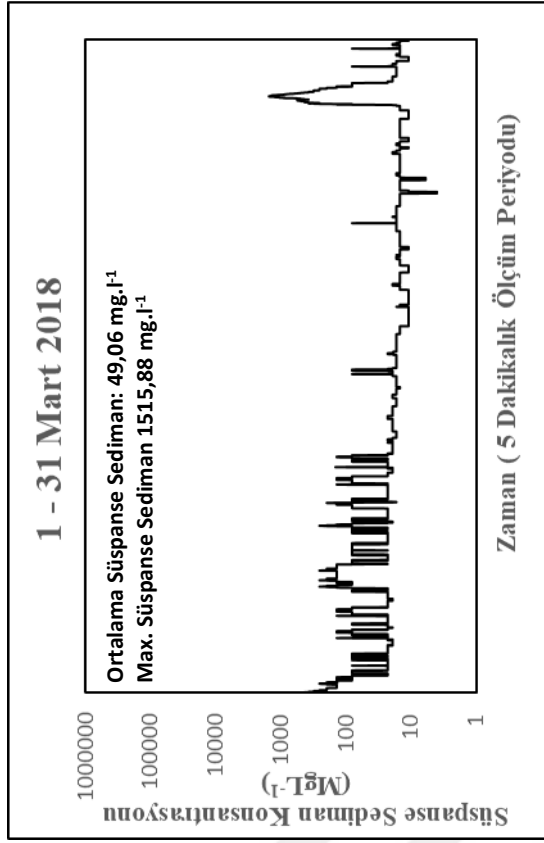
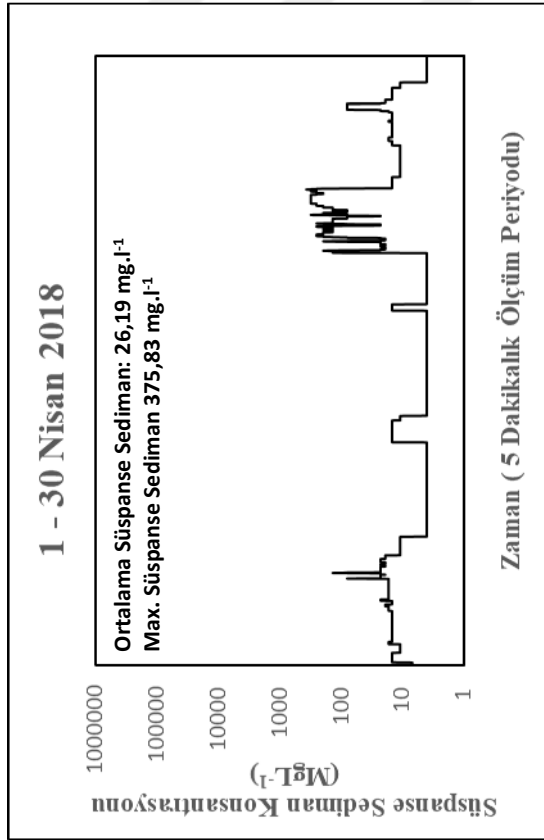
İlkbahar dönemine bakıldığında Mart ayı ortalama süspanse sediman değeri 49 mg.l^{-1} iken, 29 Mart 2018 tarihinde maksimum süspanse sediman ise $1515,8 \text{ mg.l}^{-1}$ olarak ölçülmüştür. Mart ayının ortalama süspanse sediman konsantrasyon değeri genel olarak kış aylarının ortalama süspanse sediman konsantrasyon değerlerine göre daha düşüktür. Ancak Mart ayındaki maksimum süspanse sediman konsantrasyon değeri ise çok daha yüksek olduğu dikkati çekmektedir. Aylar içerisinde en düşük konsantrasyon değerine sahip olan Nisan ayında ortalama süspanse sediman konsantrasyon değeri ise $26,1 \text{ mg.l}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Bu ay içerisinde en yüksek süspanse sediman konsantrasyonu ise 18 Nisan 2018 tarihinde $375,8 \text{ mg.l}^{-1}$ olarak ölçülmüştür. Mayıs ayında ise $168,29 \text{ mg.l}^{-1}$ olarak belirlenen ortalama süspanse sediman konsantrasyon değeri ise ilkbahar dönemi içerisinde en yüksek ortalama süspanse

sediman konsantrasyonuna karşılık gelmektedir. 17 Mayıs 2018 tarihinde belirlenen maksimum süspanse sediman konsantrasyon değeri ise 7303 mg.l^{-1} olarak belirlenmiş ve bu değer İlkbahar dönemi içerisinde maksimum süspanse sediman değerini oluşturmuştur (Şekil 4.16). Görüldüğü üzere kış aylarında belirlenen aylık ortalama süspanse sediman konsantrasyon değerleri ilkbahar dönemindeki aylara göre daha yüksek iken maksimum süspanse sediman konsantrasyonları ise oldukça düşüktür. Bu durum gösteriyor ki, kış aylarında anlık süspanse sediman konsantrasyon değerinde değişme daha az iken, ilkbahar döneminde bu değerlerde değişme daha fazladır.

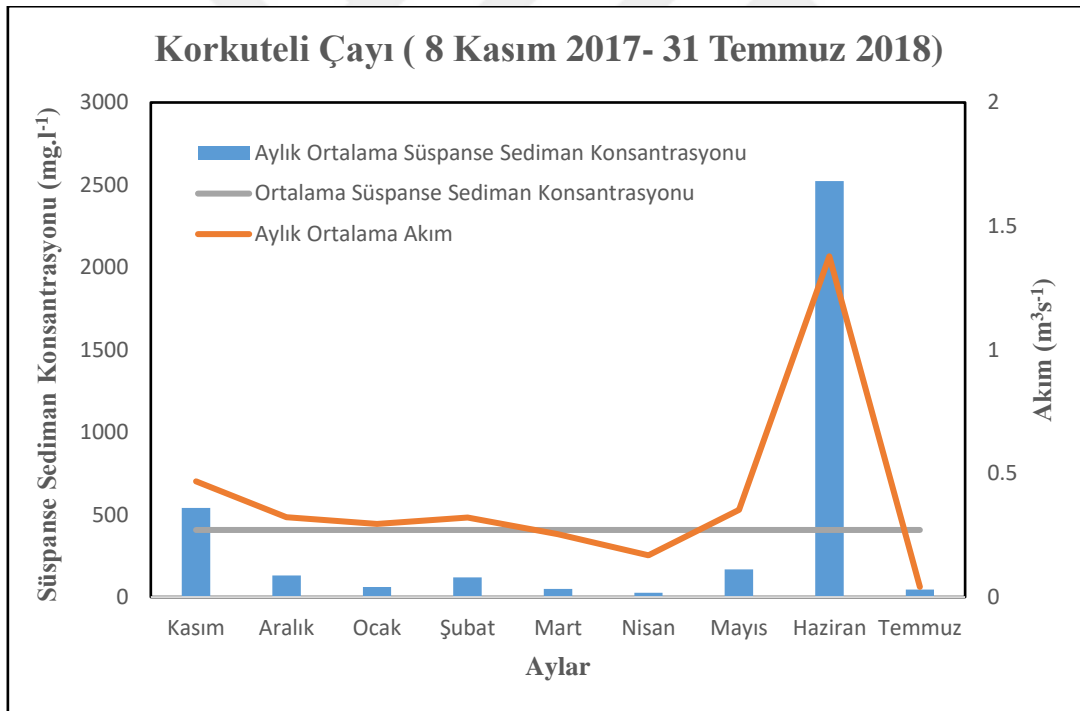
Gözlem süresi boyunca aylar arasında ortalama ve maksimum süspanse sediman konsantrasyon değerinin en yüksek olduğu ay ise Haziran olarak belirlenmiştir. Bu ay içerisinde ortalama konsantrasyon değeri $2539,8 \text{ mg.l}^{-1}$ iken, maksimum süspanse sediman konsantrasyon ise $144365,3 \text{ mg.l}^{-1}$ olarak ölçülmüştür (Şekil 4.16). Haziran ayı boyunca süspanse sediman konsantrasyon değerleri diğer aylara oranla oldukça yüksek ve bu değerlerin ay içerisindeki dalgalanma oranı ise çok daha fazla olduğu dikkati çekmektedir. 25 Haziran tarihinde anlık süspanse sediman konsantrasyonu $144365,3 \text{ mg.l}^{-1}$ seviyelerine kadar çıkmıştır. Bu değer ölçüm süresince anlık en yüksek süspanse sediman konsantrasyon değerine karşılık gelmektedir. Görüldüğü üzere ilkbahardan yaza geçiş süresince anlık maksimum süspanse sediman değerlerinin önemli oranda arttığı dikkati çekmektedir. Bu durum sonucunda ilkbahar sonu ve yaz boyunca süspanse sediman konsantrasyon değerlerindeki dalgalanmanın kış dönemine oranla çok daha fazla olduğu göze çarpmaktadır.



Şekil 4.16 Kasım 2017 – Şubat 2018 Tarihleri Arasındaki 5 Dakikalık Aralıklarla Süspansediman Konsantrasyon Değerleri (Devamı diğer sayfadır.)



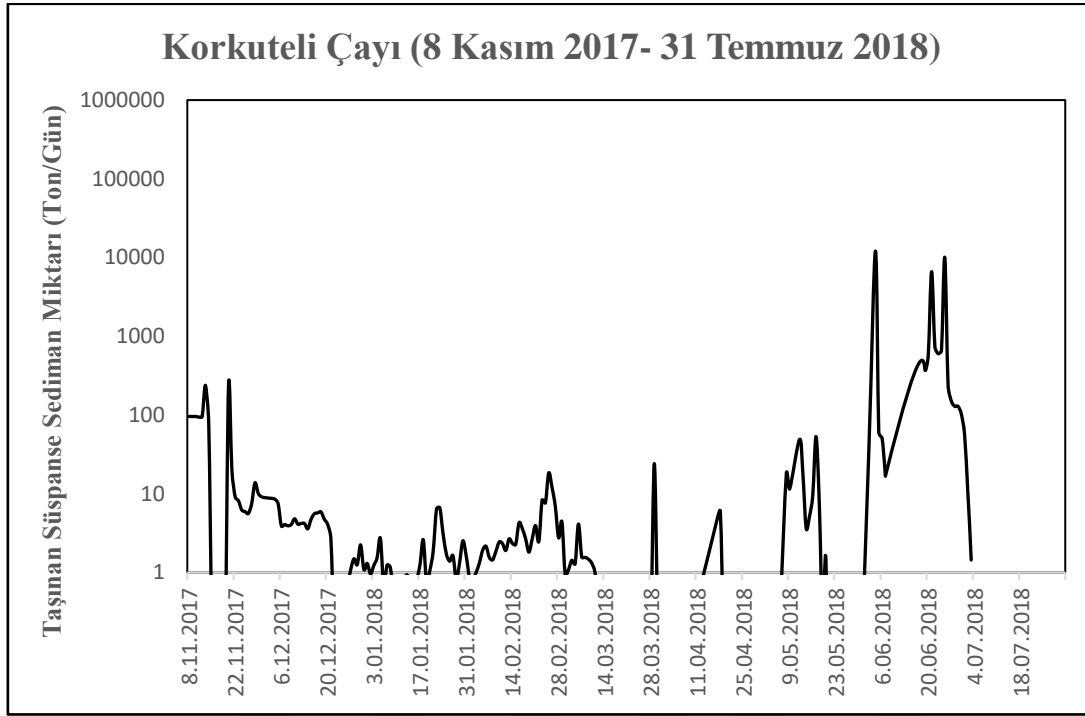
Şekil 4.17. aylık ortalama akım ve süspansediman konsantrasyon değerlerinin değişimini göstermektedir. Şekilden açıkça görüleceği üzere ortalama akım ve süspansediman konsantrasyon değerlerinin aylara göre değişiminde büyük bir uyum olduğu dikkati çekmektedir. Aylık ortalama akımın arttığı dönemlerde aylık ortalama süspansediman konsantrasyonu da artmaktadır. Bu durum ise aylık ortalama akım ile süspansediman konsantrasyon değerleri arasında güçlü bir ilişkinin olduğunu açıkça göstermektedir (Şekil 4.17). Genel olarak aylar arasında ortalama akım ve süspansediman konsantrasyon değerlerinde önemli farklar bulunmaktadır. Kasım ve Haziran ayına ait ortalama süspansediman konsantrasyon değerlerinin, ölçüm süresince genel ortalama süspansediman konsantrasyon değerlerinin üzerindedir. Geriye kalan ayların ortalama süspansediman konsantrasyon değerleri ise ortalamanın altında olduğu belirlenmiştir. Aylık ortalama akım ($1,37 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$) ve aylık ortalama süspansediman konsantrasyon ($2539,8 \text{ mg.l}^{-1}$) değerinin en yüksek olduğu ay Haziran'dır. Aylık ortalama süspansediman konsantrasyon değerinin en düşük olduğu Nisan ayına ait değer ise $26,7 \text{ mg.l}^{-1}$ olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.17 Gözlem süresince Aylık Ortalama Akım, Süspansediman Konsantrasyonu ve Genel Ortalama Süspansediman Konsantrasyonu

Şekil 4.18. 8 Kasım 2017 – 31 Temmuz 2018 tarihleri arasındaki ton cinsinden taşınan günlük ortalama süspansediman değerlerinin değişimini göstermektedir. Gözlem süresi boyunca taşınan genel ortalama süspansediman miktarı $144,8 \text{ ton}$ olarak belirlenmiştir. Genel olarak taşınan süspansediman miktarı, sonbahar döneminde hafif bir artış (iki pik dönem), kış döneminde, ilkbahar ve yaza nazaran dalgalanmanın daha az olduğu,

İlkbahar sonu ve yaz döneminde ise hem dalgalanma daha fazla hem de miktar olarak ciddi oranda arttığı tespit edilmiştir. Ölçüm süresince taşınan günlük ortalama süspansediman miktarları 0 ton ila 12093,3 ton arasında değişim göstermiştir (Şekil 4.18).



Şekil 4.18 Ton Cinsinde Taşınan Günlük Ortalama Süspansediman Miktarı

Şekil 4.19. aylara göre ton cinsinden taşınan günlük ortalama süspansediman miktarlarının dağılımını göstermektedir. Kasım ayında günlük ortalama taşınan süspansediman miktarı 49,5 ton olarak belirlenmiştir. Kasım ayında, süspansediman taşınımının maksimum olduğu iki gün ön plana çıkmaktadır. 20 Kasım 2017 tarihinde günlük ortalama 247 ton süspansediman taşınırken, 13 Kasım 2017 tarihinde ise bu değer 238,1 ton olarak belirlenmiştir. Kasım ayında belirlenen günlük ortalama maksimum taşınan süspansediman, günlük ortalama taşınan süspansediman değerinin yaklaşık 4,9 katı olduğu dikkat çekmektedir.

Aralık ayında günlük ortalama taşınan süspansediman miktarı 3,9 ton olarak belirlenirken, süspansediman taşınımının maksimum olduğu 1 Aralık 2018 tarihinde ise 8,9 ton olarak ölçülmüştür. Aralık ayında taşınan günlük ortalama süspansediman ile günlük ortalama maksimum süspansediman miktarının birbirine yakın olduğu dikkati çekmektedir (yaklaşık 2,2 katı). Bu durum Aralık ayı boyunca taşınan günlük ortalama süspansediman miktarındaki dalgalanmanın daha az olduğunun bir göstergesi olarak ortaya çıkmaktadır.

Ocak ayında günlük ortalama taşınan süspansediman miktarı 1,6 ton olarak belirlenmiştir. Bu ay içerisinde, günlük ortalama en yüksek süspansediman taşınımı ise 23 Ocak 2018 tarihinde 6,6 ton olarak ölçülmüştür. Ocak ayında taşınan hem günlük ortalama hem

de günlük ortalama maksimum süspanse sediman miktarı ise kış dönemi içerisindeki en düşük ortalama değerlere karşılık gelmektedir.

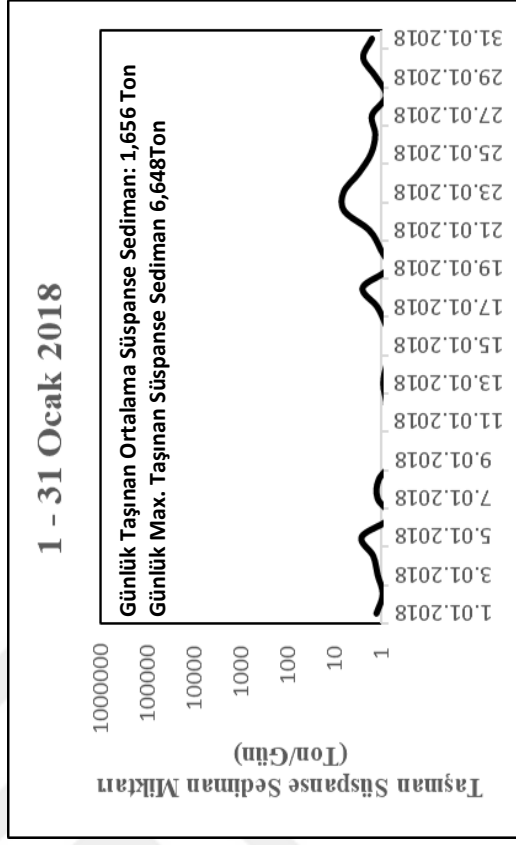
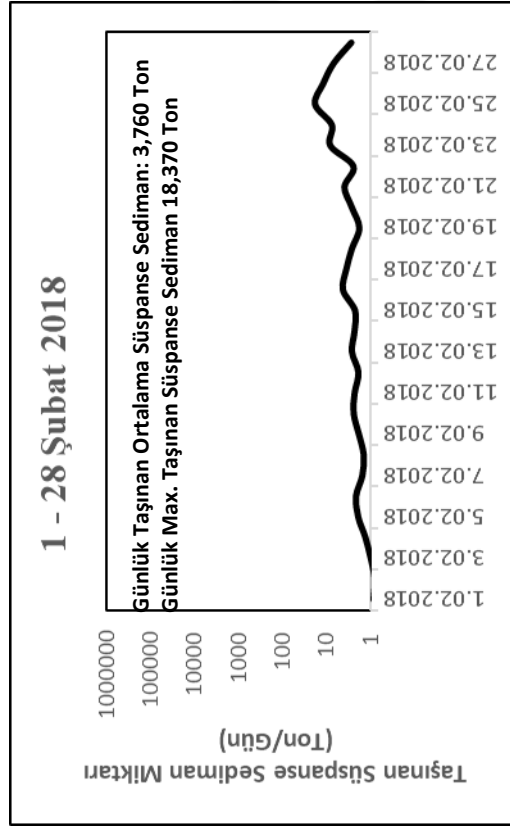
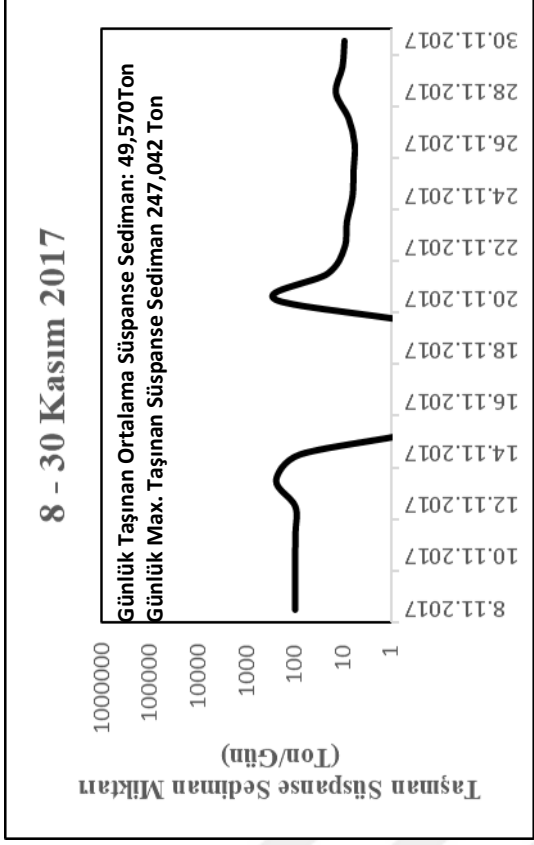
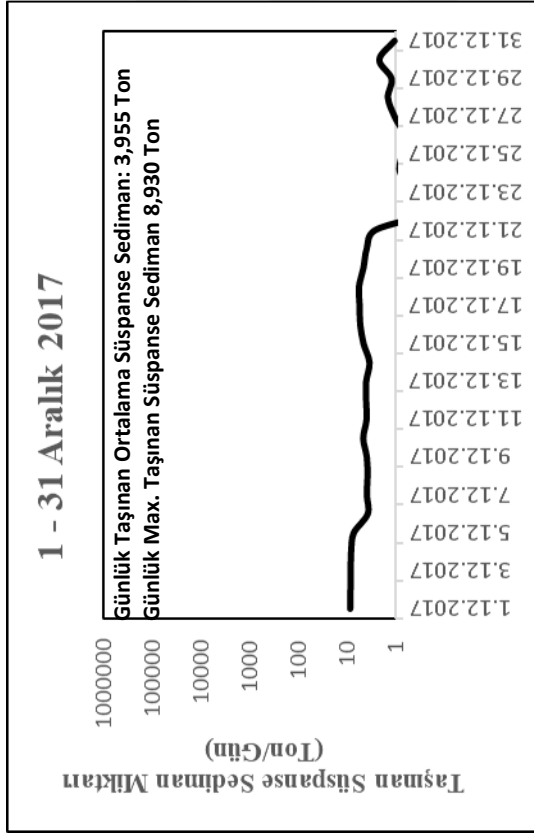
Şubat ayında günlük ortalama taşınan süspanse sediman miktarı 3,7 ton olarak belirlenmiş olup ay içerisinde günlük ortalama taşınan en yüksek süspanse sediman miktarı ise. 25 Aralık 2018 tarihinde 18,3 ton olarak ölçülmüştür. Günlük ortalama taşınan süspanse sedimanın yaklaşık 4,8 katı olan bu değer, kış dönemi içerisinde günlük ortalama taşınan en yüksek süspanse sediman miktarı olarak belirlenmiştir.

Mart ayında günlük ortalama taşınan süspanse sediman miktarı 1,6 ton iken günlük ortalama taşınan en yüksek süspanse sediman miktarı ise 29 Mart 2018 tarihinde 24,1 ton olarak hesaplanmıştır. Bu ay içerisinde günlük ortalama taşınan süspanse sediman miktarı toplamda 20 gün boyunca 1 ton değerinin altında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.19).

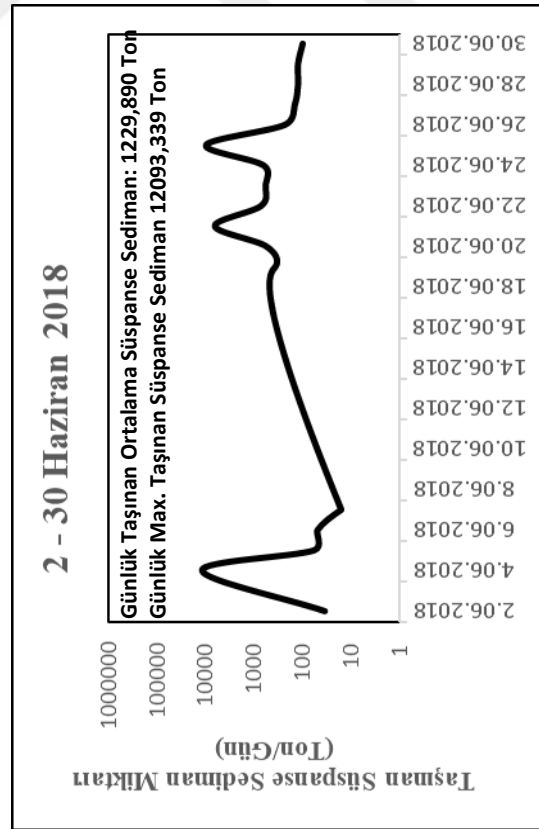
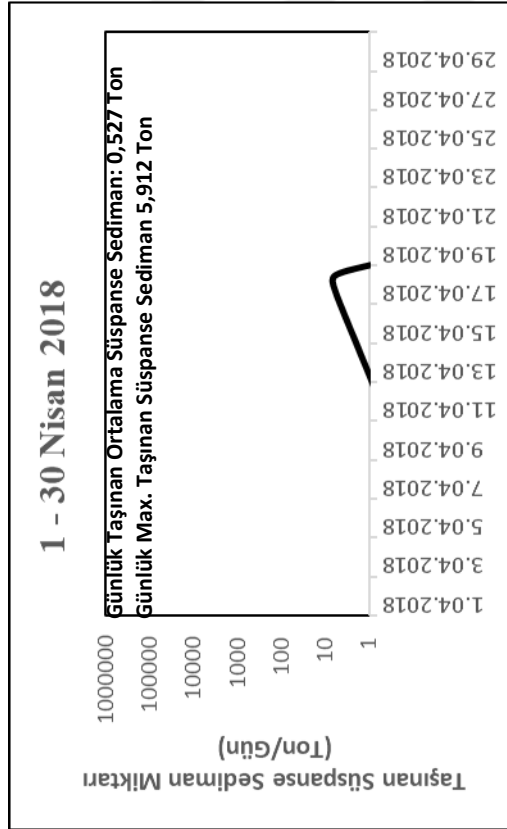
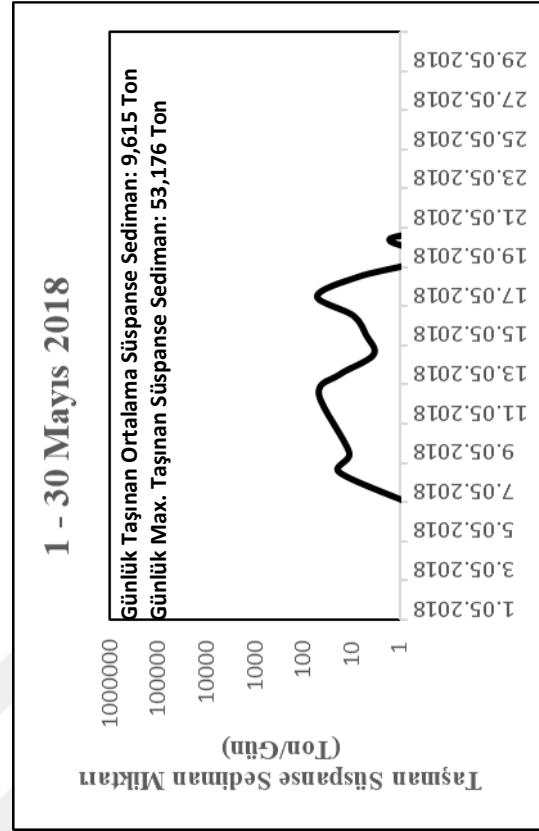
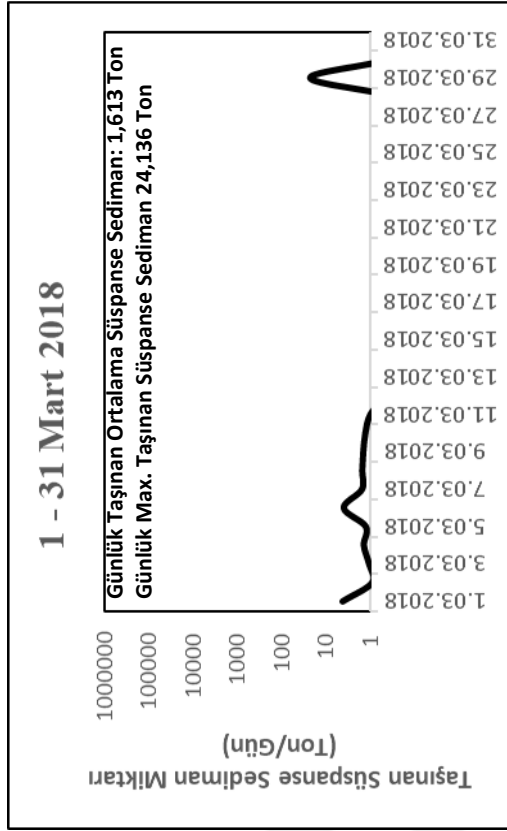
Nisan ayında günlük ortalama taşınan sediman miktarı 0,5 ton iken bu değer gözlem süresince aylar arasındaki en düşük günlük ortalama sediman miktarını oluşturmaktadır. Günlük ortalama taşınan en yüksek süspanse sediman miktarı ise 18 Nisan 2018 tarihinde 5,9 ton olarak belirlenmiştir (Şekil 4.19). 24 Nisan – 30 Nisan 2018 tarihleri arasında Korkuteli Çayı tamamen kurumuştur. Bu durum ise Nisan ayında taşınan günlük ortalama süspanse sediman miktarını büyük oranda azalmasına neden olmuştur.

Mayıs ayına gelindiğinde ise günlük ortalama taşınan süspanse sediman 9,6 ton olarak belirlenmiş ve bu taşınım değeri hem ilkbahar hem de kış dönemindeki günlük ortalama süspanse sediman miktarının en yüksek olduğu ayı oluşturmaktadır. Mayıs ayındaki günlük ortalama taşınan en yüksek süspanse sediman miktarı ise 12 Mayıs 2018 tarihinde 48,9 ton olarak belirlenmiştir (Şekil 4.19). 1 ve 2 Mayıs 2018 tarihlerinde ise Korkuteli Çayı tamamen kurumuştur ve bu günlerde süspanse sediman taşınımının olmadığı dikkati çekmektedir.

Haziran ayında ise günlük ortalama taşınan süspanse sediman miktarı 1229,8 ton olarak belirlenmiştir. Bu değer ise gözlem süresi boyunca en yüksek günlük ortalama süspanse sediman taşınım değerine karşılık gelmektedir. Bu değer ölçüm süresince taşınan genel ortalama süspanse sediman miktarının yaklaşık 8,4 katını oluşturmaktadır. Haziran ayı boyunca günlük ortalama taşınan süspanse sediman miktarı birden fazla sürede maksimum değere ulaştığı gözlenmiştir. Nitekim 4 Haziran 2018 tarihindeki günlük ortalama taşınan sediman miktarı ise 12093,3 ton iken 25 Haziran'daki günlük ortalama sediman değeri ise 10026,5 ton olarak belirlenmiştir (Şekil 4.19).



Şekil 4.19 Kasım 2017 – Şubat 2018 Tarihleri Arasında Ton Cinsinden Taşınan Günlük Ortalama Süspansiyon Sediman Değerleri (Devamı diğer sayfadır.)



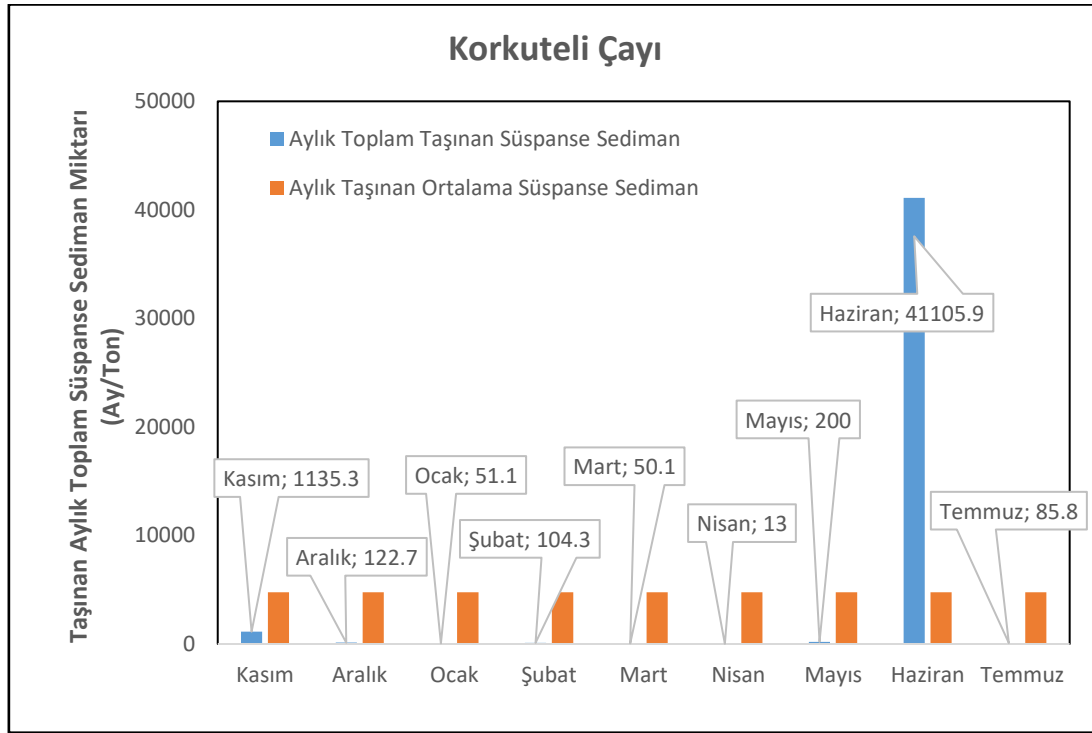
Şekil 4.20. aylık taşınan süspansediman miktarlarındaki değişimi göstermektedir. Gözlem süresi boyunca bütün ayları kapsayan taşınan aylık ortalama süspansediman miktarı 4763,1 ton olarak belirlenmiştir. Şekilden de görüleceği üzere Korkuteli Çayı'nda taşınan aylık toplam sediman miktarı aylara göre büyük oranda farklar olduğu dikkati çekmekte ve bu aylar arasında aylık taşınan en yüksek süspansediman miktarı ise Haziran ayında gerçekleşmiştir. Haziran ayında taşınan aylık toplam süspansediman miktarı 41105,9 olduğu belirlenmiş ve bu değer ölçüm süresince taşınan aylık ortalama süspansediman miktarının yaklaşık 7,6 katı olduğu tespit edilmiştir. Haziran ayında bu ekstrem süspansediman taşınım miktarı gözlem süresi boyunca aylık ortalama süspansediman miktarının büyük oranda artmasına ve bu durum Haziran ayı dışındaki ayların ortalama taşınım miktarlarının genel ortalama aylık süspansediman miktarının altında kalmasına neden olmuştur. Haziran dışındaki aylarda taşınan süspansedimanların toplamı 1762,7 ton iken sadece Haziran ayında 41105,9 ton süspansediman taşındığı dikkati çekmektedir ve Haziran ayında taşınan süspansediman miktarı kalan ayların toplamının yaklaşık 23,3 katına karşılık gelmektedir. Aylık süspansediman taşınımının en düşük olduğu Nisan ayı boyunca toplamda 13 ton süspansediman taşınımı gerçekleşmiştir. Kasım ayında ise aylık toplam 1135,3 Ton süspansediman taşındığı belirlenmiş ve Kasım ayında taşınan bu değer Haziran ayından sonra en yüksek aylık toplam taşınan süspansediman miktarını oluşturmaktadır. Her ne kadar Kasım ayındaki aylık süspansediman miktarı yüksek olarak gözüküyor olsa da genel ortalama aylık taşınan toplam süspansedimandan 3627,8 ton daha az olduğu dikkat çekmektedir.

Kış dönemine bakıldığında Aralık ayında taşınan toplam süspansediman miktarı ise 122,7 ton iken Ocak ayında taşınan süspansediman miktarı 51,1 olarak belirlenmiş ve Ocak ayındaki aylık taşınan süspansediman miktarı kış dönemi içerisinde bir ayda taşınan en düşük süspansediman miktarını oluşturmaktadır. Şubat ayı boyunca ise toplamda 104,3 ton süspansediman taşındığı belirlenmiştir (Şekil 4.20).

İlkbahar dönemine gelindiğinde, Mart ayı boyunca 50,1 ton süspansediman taşınırken, ilkbahar döneminde aylık taşınan en yüksek süspansediman miktarı ise 200 ton ile Mayıs ayında gerçekleşmiştir. Hem gözlem süresi boyunca hem de ilkbahar dönemi içerisinde en düşük aylık toplam süspansediman taşınımı 13 ton ile Nisan ayında olduğu belirlenmiştir. Nisan ayının büyük bir bölümünde ise Korkuteli Çayı'nın tamamen kurduğu tespit edilmiştir.

Aylık taşınan süspansediman miktarı, mevsimlere göre önemli oranda değişim göstermiştir. Kış dönemi boyunca 278,1 ton süspansediman taşınırken, ilkbahar döneminde ise 263,2 ton süspansediman taşındığı ortaya konulmuştur. Haziran ve Temmuz ayında

toplamda taşınan sediman miktarı ise 41191,8 ton olarak belirlenmiş ve taşınan aylık süspansediman miktarının büyük bir bölümü ise Haziran ayına ait olduğu tespit edilmiştir. Yaz dönemindeki Haziran ve Temmuz ayında taşınan aylık toplam süspansediman miktarı, kış döneminin 148 katı, ilkbahar döneminin ise 156,4 katı olduğu dikkati çekmektedir. Aylara göre taşınan süspansediman miktarında önemli oranda değişme olmasına rağmen, gözlem süresince toplamda 42868,2 ton süspansediman taşındığı belirlenmiştir.



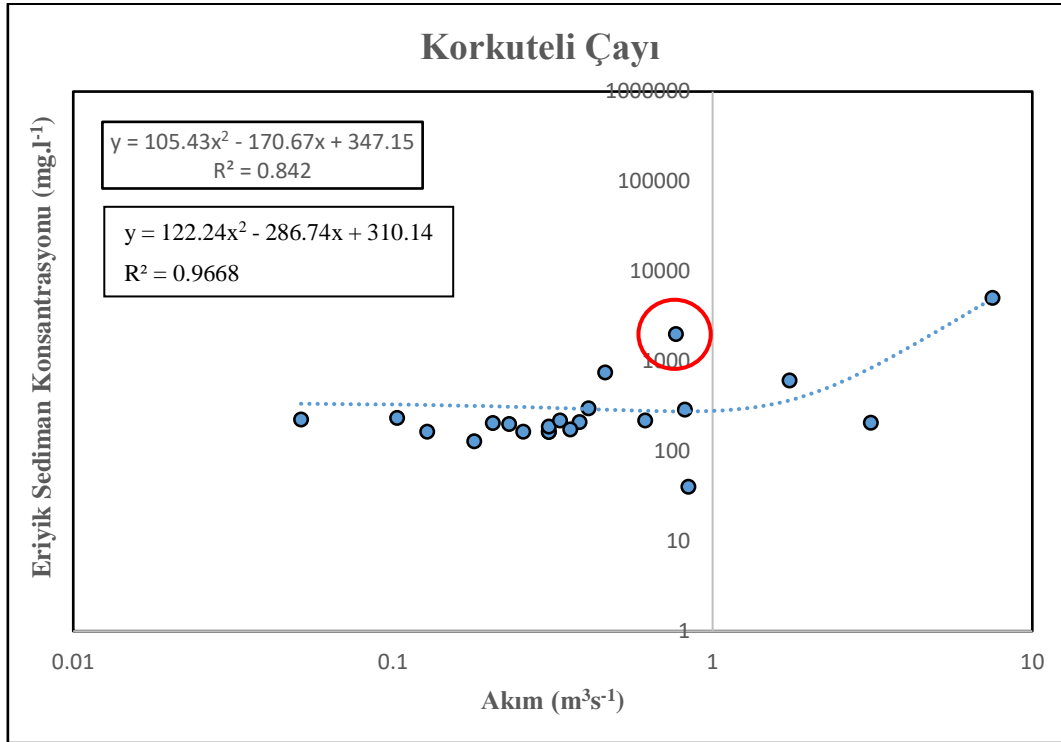
Şekil 4.20 Aylık Ton Cinsinden Taşınan Toplam ve Ortalama Süspansediman Miktarı

4.4. Akım ile Eriyik Sediman Arasındaki İlişki

Akarsularda taşınan eriyik sedimanlar (sülfür, klorid, sodyum, kalsiyum vb.), atmosferik kaynaklı ya da kayaç erimeleri sonucunda akarsuya dahil olabilmektedir. Ölçüm periyodu boyunca taşınan eriyik sediman örnekleme işleminde süspansediman örneklemesinde olduğu gibi DH-48 kodlu numune alma cihazı kullanılmış ve örnekleme aşamasında, akımdaki değişimler göz önünde bulundurulmuştur.

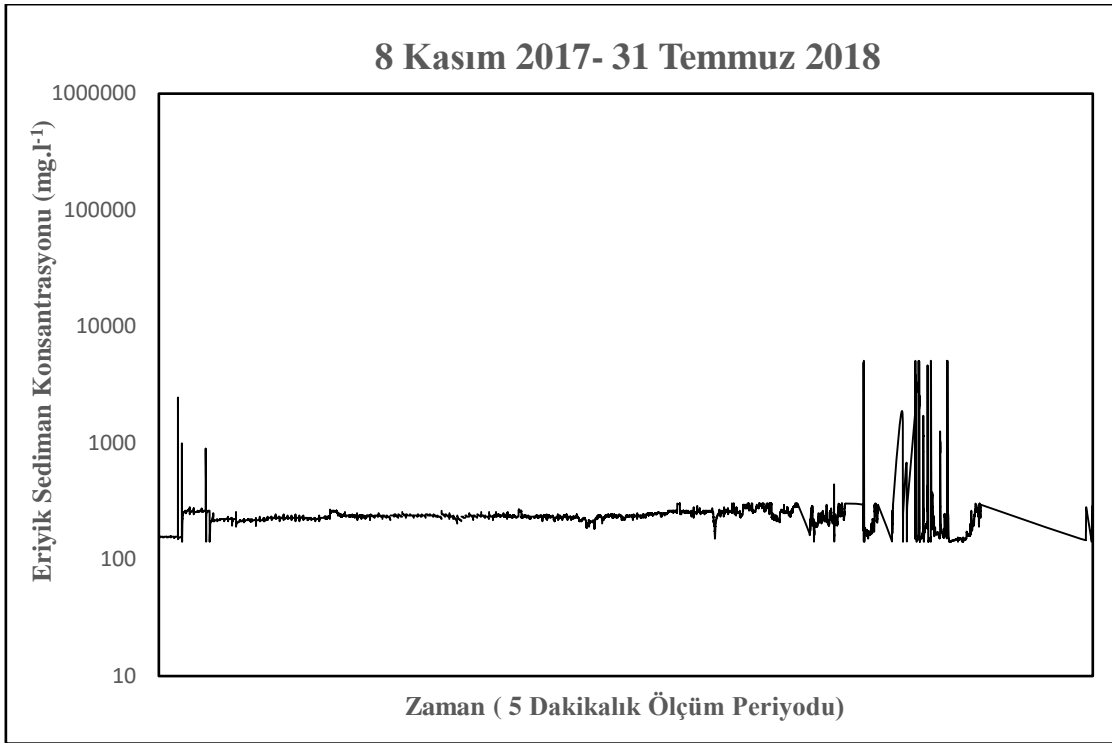
Şekil 4.21. ölçüm süresince (08 Kasım 2017- 31 Temmuz 2018) akım ile eriyik sediman arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Ölçüm süresince, 22 farklı dönemde belirlenen eriyik sediman konsantrasyonu ile ölçülen akım değeri arasında pozitif bir ilişki olduğu belirlenmiştir ($R^2: 0,84$). Eriyik sediman ile akım arasındaki ilişkinin belirlenmesi, süspansedimana oranla daha zordur. Akarsulara gelen eriyik sedimanlar büyük oranda havzadaki kayaçların erimesiyle dahil olmaktadır. Bu nedenle kayaç erimeleri belirli bir süreç gerektirdiği için ölçüm anındaki akım değeri, o andaki eriyik sediman miktarını ve konsantrasyonunu çoğu zaman

yansıtamayabilir. Nitekim şekilde yuvarlak içine alınan, 3 Mayıs 2018 tarihinde ölçülen akım ve aynı akımda belirlenen eriyik sediman konsantrasyonu bu durumu açıkça göstermektedir. Bu tarihte ölçülen akım değerinin ($0,76 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$) düşük olmasına rağmen, aynı akımda belirlenen eriyik sediman konsantrasyon değerinin ($2010,4 \text{ mg.l}^{-1}$) oldukça yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 4.21). Her ne kadar akımın arttığı dönemlerde eriyik sediman miktarının da artacağı durumu genel olarak beklense de her akım ve eriyik sediman değerlerinde bu durum gözlenmemiştir.



Şekil 4.21 Akım ile Eriyik Sediman Arasındaki İlişki

Şekil 4.22. eriyik sediman konsantrasyon değerlerinin 5'er dakika periyotlarla değişimini göstermektedir. Şekilden de açıkça görüleceği üzere eriyik sediman konsantrasyon değerlerinin belirli dönemlerde, artış ve azalışlar olduğu gözlenmiştir. Genellikle sonbahar döneminde eriyik sediman konsantrasyon değerlerinde hafif bir dalgalanma ve artış olduğu, kış süresince bu değerlerin birbirine daha yakın olduğu ve özellikle ilkbahardan yaz dönemine geçildiğinde ise eriyik sediman konsantrasyon değerlerinde hem dalgalanmanın arttığı hem de bu değerlerin şiddetinin yükseldiği tespit edilmiştir. Ölçüm periyodu süresince eriyik sediman konsantrasyon değeri maksimum $5084,4 \text{ mg.l}^{-1}$ 'e ulaşırken, en düşük değer ise Korkuteli Çayı'nın tamamen kuruduğu anda 0 mg.l^{-1} 'ye kadar düştüğü belirlenmiştir. Bütün gözlem süresince genel ortalama eriyik sediman konsantrasyon değeri ise $195,5 \text{ mg.l}^{-1}$ olarak ölçülmüştür. Gözlem süresince 5'er dakikalık periyotlarla belirlenen eriyik sediman konsantrasyon değerlerinin ise süspanse sediman değerlerine göre daha az artış ve azalış gösterdiği dikkati çekmektedir (Şekil 4.14 ve Şekil 4.22).



Şekil 4.22 5'er Dakika Aralıklarla Eriyik Sediman Konsantrasyon Değerleri

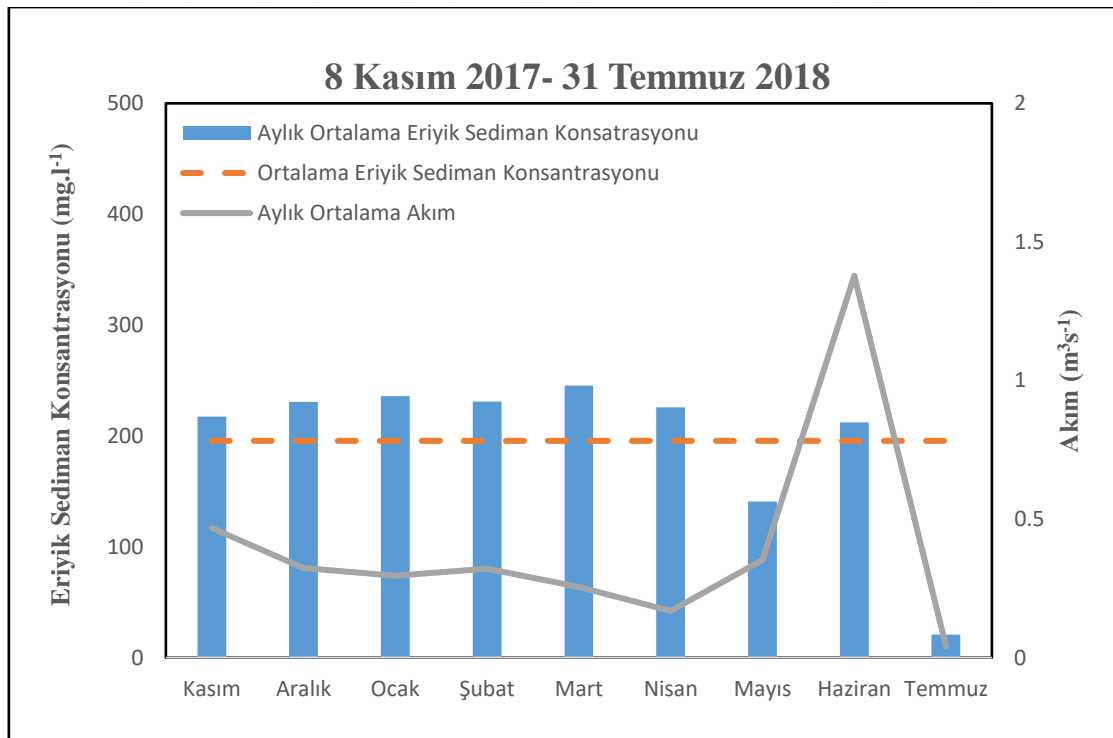
Şekil 4.23. aylık ortalama eriyik sediman konsantrasyonu ile aylık ortalama akım değerlerinin değişimini göstermektedir. Şekilden de görüleceği üzere aylık ortalama akım değerlerinde dalgalanma daha fazla iken, aylık ortalama eriyik sediman konsantrasyon değerleri ise Mayıs, Haziran ve Temmuz dışında birbirine oldukça yakındır. Aylık ortalama akım ile eriyik sediman konsantrasyon arasındaki ilişkinin aylık ortalama süspanse sedimana oranla daha zayıf olduğu açıkça görülmektedir (Şekil 4.23). Nitekim aylar arasında en yüksek ortalama akım değeri ($1,37 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$) Haziran ayına ait olmasına rağmen, eriyik sediman konsantrasyon değeri ise Temmuz ve Mayıs ayından sonra en düşük değerde ($212,1 \text{ mg.l}^{-1}$) olduğu dikkati çekmektedir. Genel olarak Mayıs ve Temmuz dışındaki ayların ortalama eriyik sediman konsantrasyon değerleri, ölçüm süresince genel ortalama aylık eriyik sediman konsantrasyon değerinin üzerinde olduğu belirlenmiştir.

Kasım ayında aylık ortalama akım değeri $0,46 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ iken, aylık ortalama eriyik sediman konsantrasyon değeri ise $217,3 \text{ mg.l}^{-1}$ olarak ölçülmüştür. Kış döneminde, aylık ortalama akım ve eriyik sediman konsantrasyon değerlerinin birbirine yakın olduğu görülmektedir. Kış döneminde sırasıyla Aralık ayındaki aylık ortalama eriyik sediman miktarı $230,5 \text{ mg.l}^{-1}$, Ocak ayında aylık ortalama eriyik sediman konsantrasyonu $235,9 \text{ mg.l}^{-1}$ ve Şubat ayında aylık ortalama eriyik sediman konsantrasyonu ise $230,9 \text{ mg.l}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Kış döneminde, Ocak ayının ortalama akım değeri, Aralık ve Şubat aylarına göre daha düşük olmasına rağmen eriyik sediman konsantrasyonun ise ilgili aylardan daha yüksek olduğu dikkati çekmektedir.

İlkbahar dönemine gelindiğinde, Mart ayına ait ortalama eriyik sediman konsantrasyonu 245,4 mg.l⁻¹ olarak belirlenmiştir. Bu değer, aylara arasındaki en yüksek aylık ortalama eriyik sediman konsantrasyonuna tekabül etmektedir. Mart ayına ait aylık ortalama akım değeri, genel ortalama akım değerinin altında olmasına rağmen eriyik sediman konsantrasyonunun ise genel ortalama konsantrasyon değerinin üzerinde olduğu dikkati çekmektedir. Bu durum Nisan ayı için de geçerlidir. Nisan ayında akım değeri 0,16 m³s⁻¹ iken eriyik sediman konsantrasyon değeri ise 225,8 mg.l⁻¹ olduğu belirlenmiştir. İlkbahar ayları arasında, aylık ortalama akımın en yüksek olduğu Mayıs ayına ait aylık ortalama eriyik sediman konsantrasyon değeri ise Mart ve Nisan'a göre daha düşüktür (140,8 mg.l⁻¹).

Yaz dönemine gelindiğinde, aylar arasında en yüksek ortalama akım değerine sahip Haziran ayının ortalama eriyik sediman konsantrasyon değeri 212,1 mg.l⁻¹ olarak belirlenmiştir. Bu değer, genel ortalama eriyik sediman konsantrasyonunun hemen üzerinde olmasına rağmen, Mayıs ve Temmuz'dan sonra en düşük değere karşılık gelmektedir. Aylar arasında aylık ortalama akım değerinin en düşük (0,04 m³s⁻¹) olduğu Temmuz ayında aylık ortalama eriyik sediman konsantrasyon değeri ise 20,6 mg.l⁻¹ olarak belirlenmiştir (Şekil 4.23).

Genel olarak ise kış dönemindeki ayların aylık ortalama eriyik sediman konsantrasyonu 232,4 mg.l⁻¹ iken İlkbahar dönemindeki ayların ise aylık ortalama eriyik sediman konsantrasyonu 204 mg.l⁻¹ olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.23 Aylık Ortalama Eriyik Sediman Konsantrasyonu ile Aylık Ortalama Akım Değerleri

Şekil 4.24 gözlem süresi boyunca her bir ay için 5'er dakika periyotlarla eriyik sediman konsantrasyon değerlerindeki değişimi göstermektedir. Genel olarak Haziran ayı haricinde, anlık eriyik sediman konsantrasyon değerlerindeki dalgalanmanın oldukça az olduğu belirlenmiştir.

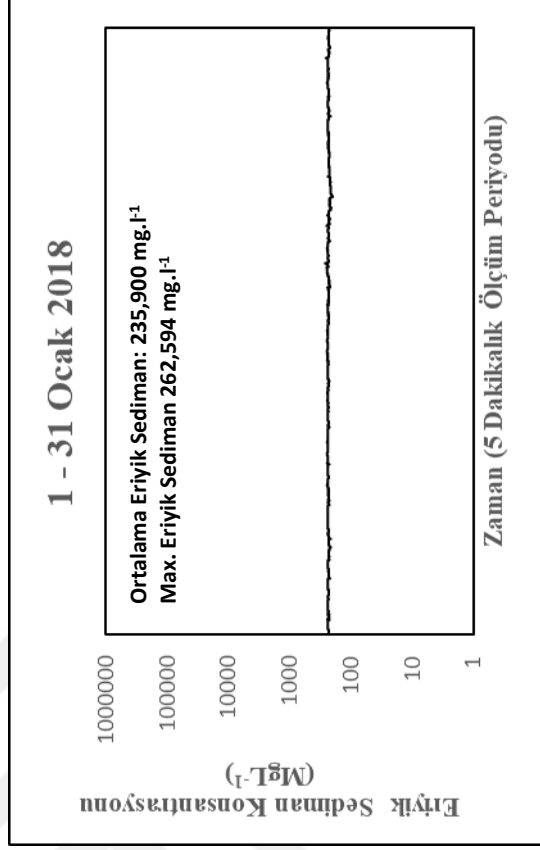
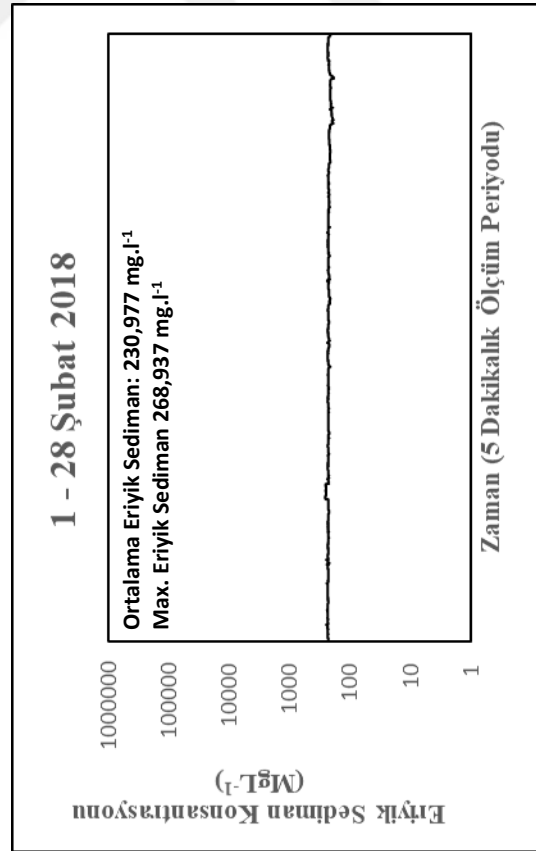
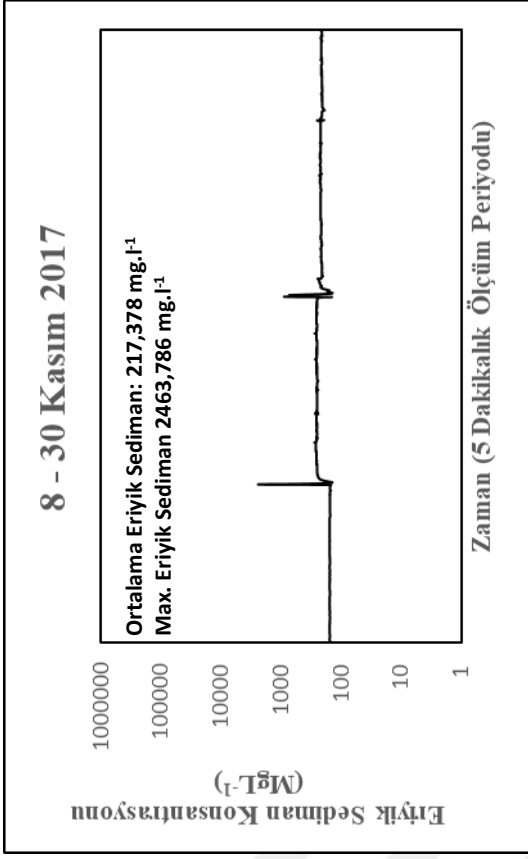
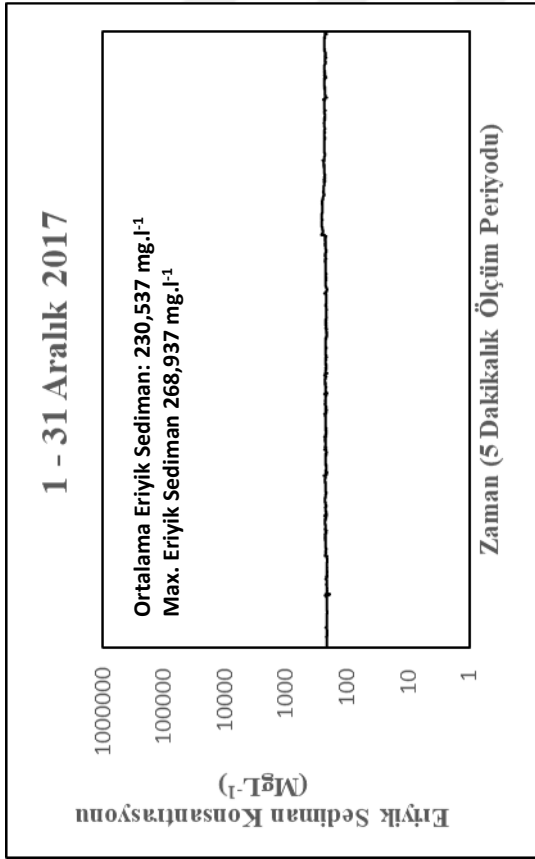
Kasım ayına ait ortalama eriyik sediman konsantrasyon değeri $217,3 \text{ mg.l}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Bu ay içerisinde, anlık eriyik sediman konsantrasyon değerinin maksimum olduğu iki dönem tespit edilmiştir. 13 Kasım 2017 tarihinde anlık maksimum eriyik sediman konsantrasyon değeri $2463,7 \text{ mg.l}^{-1}$ 'ye ulaşmıştır.

Kış döneminde, anlık eriyik sediman konsantrasyon değerlerinin genel olarak birbirine yakın olduğu görülmektedir. Aralık ayında ise ortalama eriyik sediman konsantrasyon değeri $230,5 \text{ mg.l}^{-1}$ 'iken, 21 Aralık tarihinde eriyik sediman konsantrasyonu maksimum seviye olan $268,9 \text{ mg.l}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Eriyik sediman konsantrasyon değerlerinin ay içerisinde dalgalanmanın daha az olduğu Ocak ayında ise ortalama konsantrasyon değeri $235,9 \text{ mg.l}^{-1}$ iken 19 Ocak tarihinde eriyik sediman konsantrasyon ise maksimum değer $262,5 \text{ mg.l}^{-1}$ olarak ölçülmüştür. Şubat ayında ise ortalama eriyik sediman konsantrasyon değeri $230,9 \text{ mg.l}^{-1}$ olarak belirlenmiş, bu ay içerisinde eriyik sediman konsantrasyon değeri en yüksek $268,9 \text{ mg.l}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir. Kış dönemi boyunca maksimum eriyik sediman konsantrasyon değerlerinin ulaştığı andaki akım ve su seviyesi değerlerinin en düşük değerlerde olması dikkati çekmektedir.

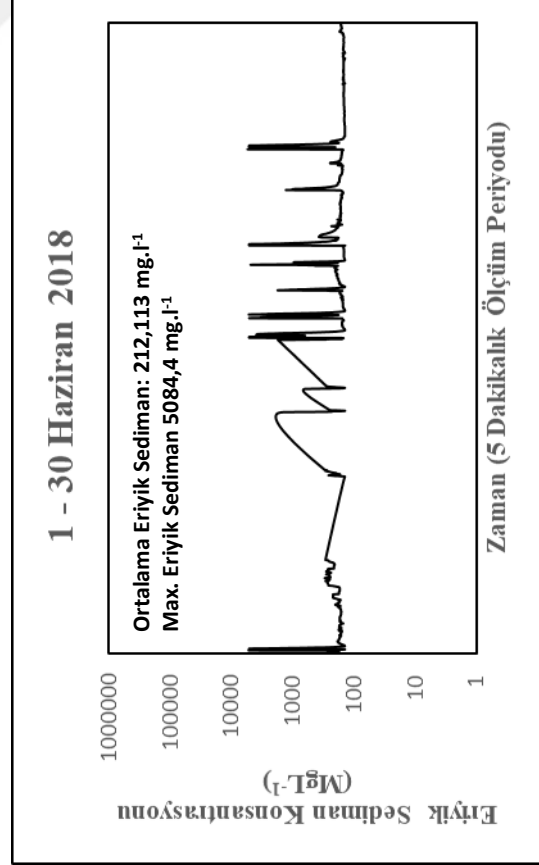
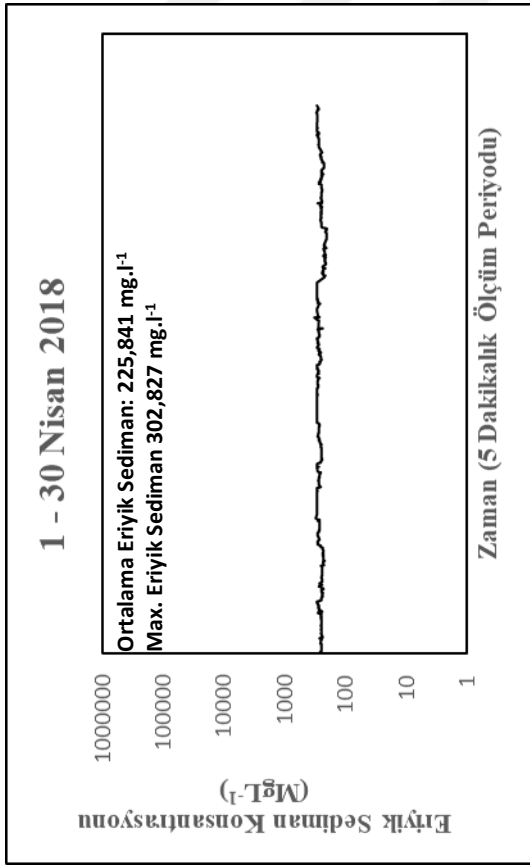
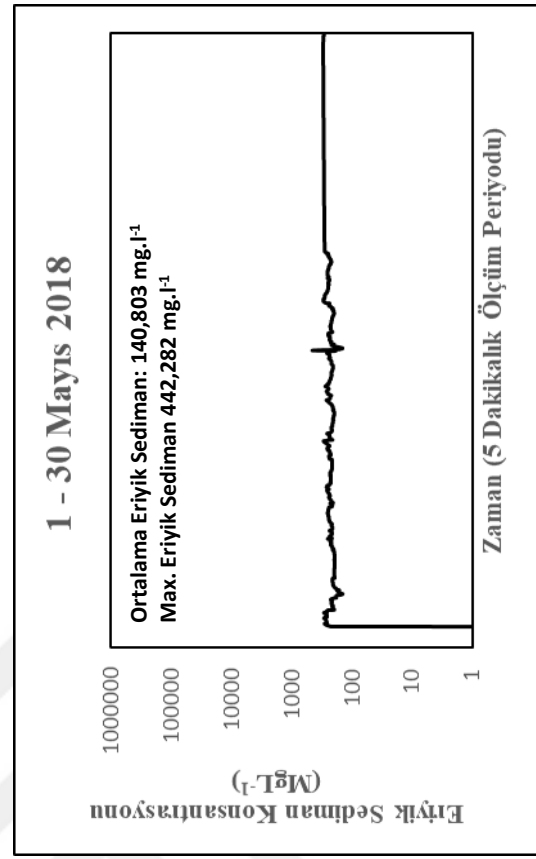
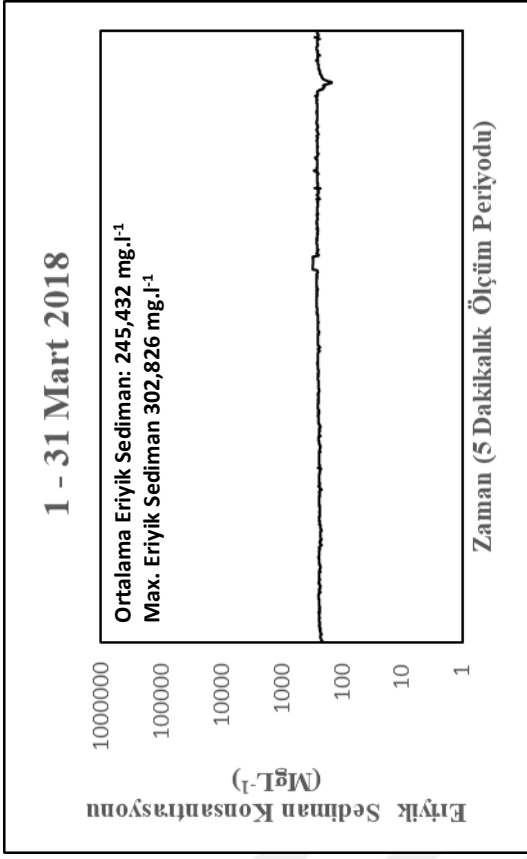
İlkbahar dönemine gelindiğinde, anlık eriyik sediman konsantrasyon değerlerindeki dalgalanma, kış dönemine göre daha fazladır. Bu dönemde özellikle anlık maksimum eriyik sediman konsantrasyon değerlerinde, kış dönemine nazaran önemli bir artış olduğu göze çarpmaktadır. Mart ayı ortalama eriyik sediman konsantrasyon değeri $245,4 \text{ mg.l}^{-1}$ iken, 19 ve 20 Mart 2018 tarihinde eriyik sediman konsantrasyon ise $302,8 \text{ mg.l}^{-1}$ 'e kadar ulaşmıştır. Mart ayında belirlenen eriyik sediman konsantrasyon değerinin en yüksek olduğu anda, akım değerinin minimum olması ise dikkati çekmektedir. Nisan ayında ise ortalama eriyik sediman konsantrasyon değeri $225,8 \text{ mg.l}^{-1}$ iken ay içerisinde en yüksek eriyik sediman konsantrasyon ise $302,8 \text{ mg.l}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. İlkbahar döneminde en düşük eriyik sediman konsantrasyonuna sahip ay olan Mayıs'ta, ortalama eriyik sediman konsantrasyon değeri $140,8 \text{ mg.l}^{-1}$ iken 17 Mayıs tarihinde eriyik sediman konsantrasyon değeri $442,2 \text{ mg.l}^{-1}$ ile en yüksek seviyelere ulaştığı belirlenmiştir. İlkbahar döneminde en düşük ortalama değer Mayıs ayında belirlenirken, aksine maksimum sediman konsantrasyon değeri de yine Mayıs ayında tespit edilmiştir (Şekil 4.24).

Yaz dönemine gelindiğinde, anlık eriyik sediman konsantrasyon değerlerinin ay içerisinde dalgalanmanın fazla olduğu Haziran ayında, ortalama eriyik sediman konsantrasyon değeri $212,1 \text{ mg.l}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Haziran ayı içerisinde maksimum eriyik konsantrasyon değeri ise $5084,4 \text{ mg.l}^{-1}$ seviyelerine kadar ulaşmıştır. Her ne kadar aylık ortalama eriyik sediman konsantrasyon değeri diğer aylara göre (Temmuz ve Mayıs ayı hariç) düşük olmasına rağmen ay içerisindeki en yüksek değer yine Haziran ayında ölçüldüğü tespit edilmiştir. Temmuz ayında ise eriyik sediman konsantrasyon değerleri oldukça düşüktür. Temmuz ayında ortalama eriyik sediman konsantrasyonu $20,6 \text{ mg.l}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Bu değer, gözlem süresince en düşük ortalama eriyik sediman konsantrasyon değerine karşılık gelmektedir.



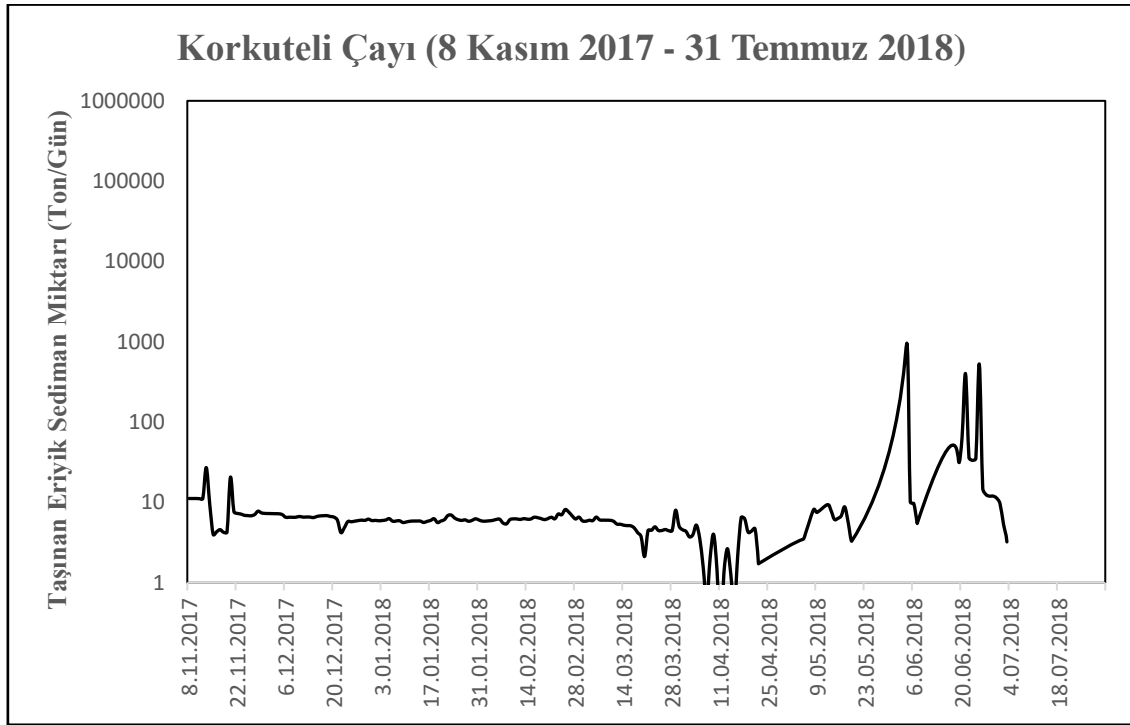


Şekil 4.24 Kasım 2017 – Temmuz 2018 Tarihleri Arasındaki 5 Dakikalık Aralıklarla Eriyik Sediman Konsantrasyon Değerleri (Devamı diğer sayfadadır.)



Şekil 4.25. gözlem süresince Korkuteli Çayı'ndaki ölçüm kesitinden ton cinsinden taşınan günlük ortalama eriyik sediman miktarındaki değişimleri göstermektedir. Şekilden de görüldüğü üzere ölçüm periyodu boyunca günlük ortalama eriyik sediman miktarında inişler ve çıkışlar bulunmaktadır. Kasım ayına ait günlük ortalama eriyik sediman miktarında hafif bir artış, kış dönemi boyunca günlük ortalama eriyik sediman miktarlarında dalgalanmanın daha az, ilkbahar ve özellikle Haziran ayında günlük ortalama sediman konsantrasyon değerlerinde dalgalanmanın ise çok daha fazla olduğu dikkati çekmektedir.

Korkuteli Çayı'nda ölçüm periyodu boyunca taşınan günlük ortalama genel ortalama eriyik sediman miktarı ise 15,6 ton olarak belirlenmiştir. Gözlem süresince günlük ortalama eriyik sediman değerleri Korkuteli Çayı'nın tamamen kuruduğu dönemlerde 0 ton ile akımın yüksek olduğu dönemlerde ise 961,3 ton arasında olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.25 Ton Cinsinden Taşınan Günlük Ortalama Eriyik Sediman Miktarı

4.26. ölçüm periyodu süresince her bir ay içerisinde taşınan günlük ortalama eriyik sediman miktarındaki değişimleri göstermektedir. Şekilden de görüldüğü üzere günlük ortalama taşınan ortalama eriyik sediman miktarları gün ve aylar arasında büyük farklılık gösterdiği dikkati çekmektedir.

Kasım ayında taşınan günlük ortalama eriyik sediman ortalaması 9 ton iken, ay içerisinde taşınan günlük ortalama eriyik sediman miktarı 3,9 ton ile 27,2 ton arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. (Şekil 4.26). Kasım ayında taşınan günlük ortalama maksimum eriyik sediman miktarı ise 13 Kasım 2017 tarihinde 27,2 tona kadar arttığı tespit edilmiştir. Bu ay içerisinde, miktarları değişmekle beraber, her gün eriyik sediman taşınımı olmuştur.

Aralık ayına ait günlük ortalama taşınan eriyik sediman değeri 6,3 ton olarak belirlenmiştir. Ay içerisinde taşınan günlük ortalama eriyik sediman miktarı 4,2 ton ila 7,2 ton aralığında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.26). Aralık ayında, günlük ortalama eriyik sediman miktarı ise 1 Aralık 2017 tarihinde 7,2 ton olarak belirlenmiş ve bu değer, kış döneminde günlük ortalama taşınan en düşük maksimum eriyik sediman miktarına karşılık gelmektedir.

Ocak ayında günlük ortalama taşınan eriyik sediman miktarı 6 ton olarak belirlenmiştir. Bu ayda taşınan günlük ortalama eriyik sediman miktarı 5,6 ila 6,9 ton aralığında değişim göstermiştir. Dönem içerisindeki günlük ortalama taşınan maksimum sediman değeri olan 6,9 ton ise 23 Ocak 2018 tarihinde ölçülmüştür (Şekil 4.26). Kış dönemi içerisinde günlük ortalama taşınan maksimum ve minimum eriyik sediman değeri arasındaki farkın en az olduğu ay olarak dikkati çekmektedir.

Şubat ayında günlük ortalama taşınan eriyik sediman miktarı 6,3 ton olarak belirlenmiştir. Bu ayda taşınan günlük ortalama minimum sediman miktarı 5,4 ton iken, maksimum eriyik sediman ise 25 Şubat 2018 tarihinde 8,1 ton olarak ölçülmüştür. Şubat ayında günlük ortalama taşınan maksimum eriyik sediman miktarı, kış ayları arasında en yüksek değer olarak dikkati çekmektedir.

İlkbahar dönemine gelindiğinde, günlük ortalama taşınan sediman miktarlarındaki dalgalanmanın kış dönemine göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. Mart ayında günlük ortalama taşınan eriyik sediman değeri 5,2 ton iken, ay içerisinde günlük ortalama taşınan minimum eriyik sediman miktarı 2,1 ton olarak belirlenmiştir. Günlük ortalama taşınan maksimum eriyik sediman miktarı olan 8 ton ise 29 Mart 2018 tarihinde ölçülmüştür (Şekil 4.26). Bu ayda taşınan günlük ortalama eriyik sediman miktarı, ilkbahar aylarındaki en yüksek ortalama değere karşılık gelmektedir.

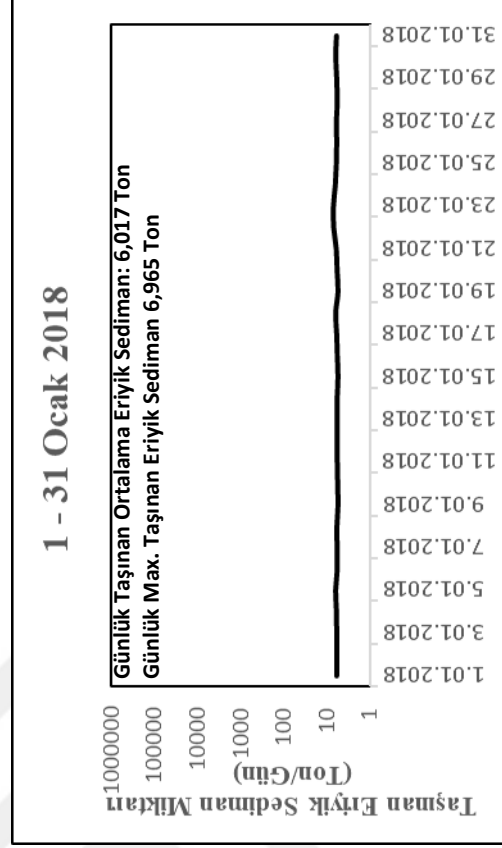
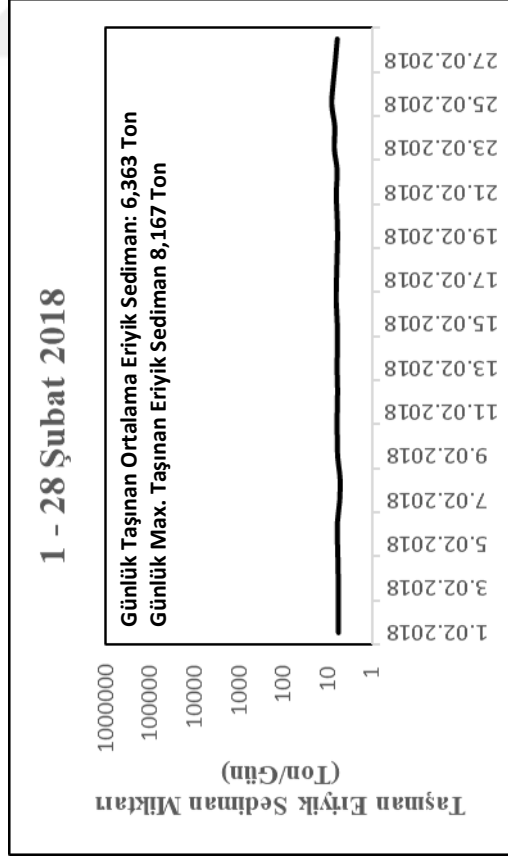
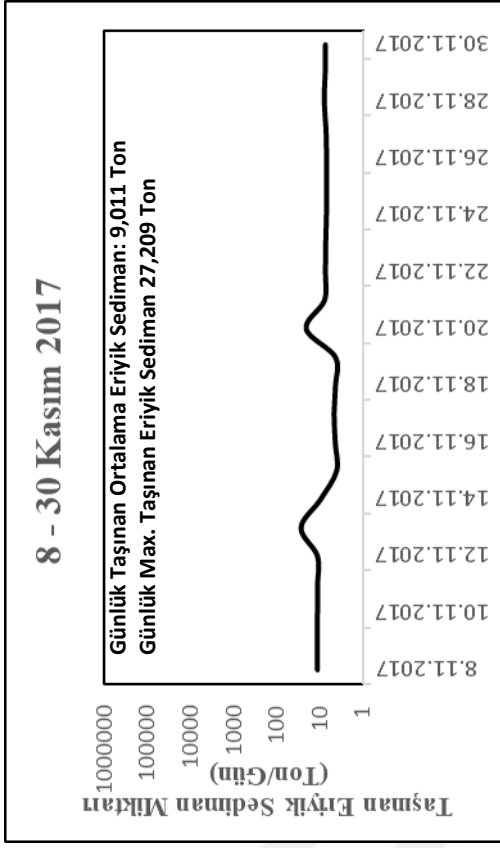
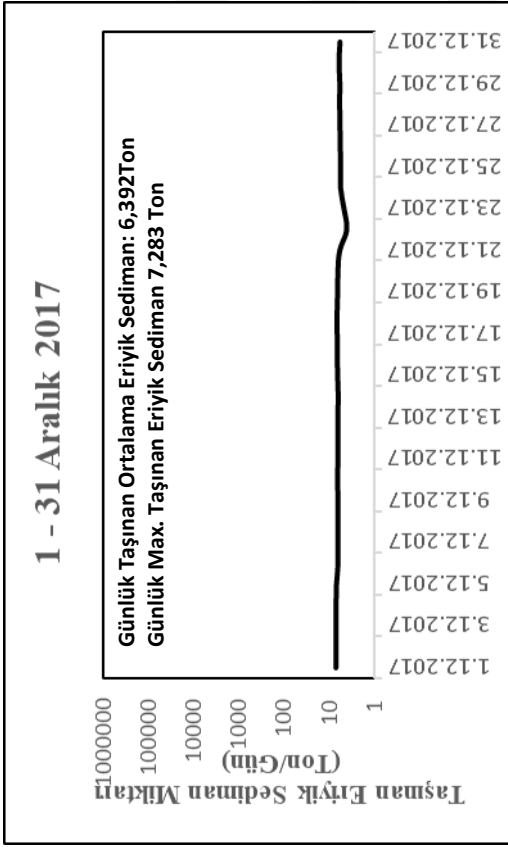
Nisan ayında taşınan günlük ortalama eriyik sediman miktarı 2,6 ton olarak belirlenmiştir. Ay içerisinde taşınan en düşük günlük ortalama eriyik sediman miktarı ise 24-30 Nisan 2018 tarihlerinde 0 ton olarak ölçülmüş, bu tarihlerde Korkuteli Çayı tamamen kurumuştur. Günlük ortalama taşınan en yüksek eriyik sediman miktarı ise 17 Nisan 2018 tarihinde, 6,4 ton olarak belirlenmiştir (Şekil 4.26). Nisan ayı hem günlük ortalama eriyik sediman taşınım miktarında hem de günlük ortalama maksimum eriyik sediman taşınımında ilkbahar ayları arasında en düşük değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir.

Mayıs ayında ise günlük ortalama taşınan eriyik sediman miktarı 4,2 ton olarak belirlenirken, bu ay içerisinde taşınan günlük ortalama eriyik sediman miktarı 0 ila 9,3 ton arasında değiştiği gözlenmiştir. Günlük ortalama en yüksek eriyik sediman taşınımı 12 Mayıs

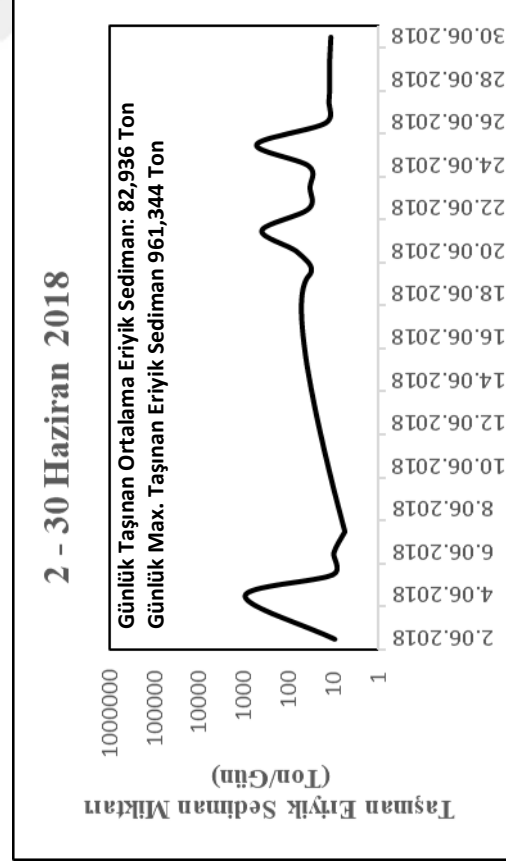
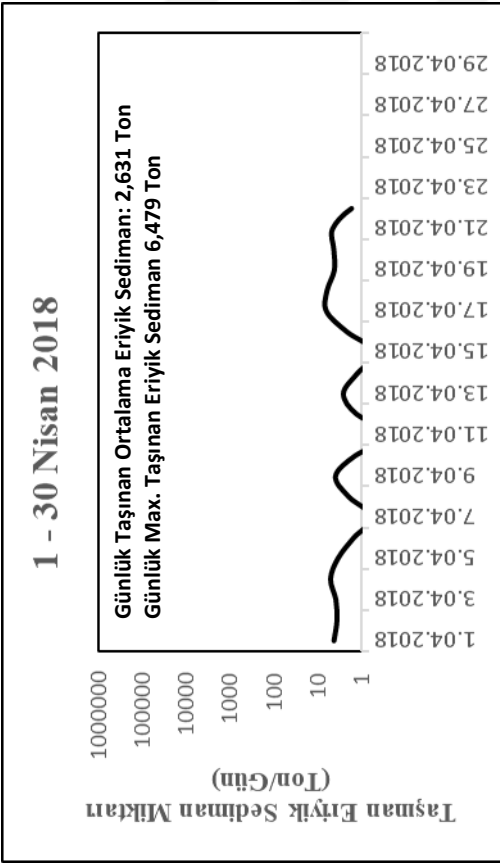
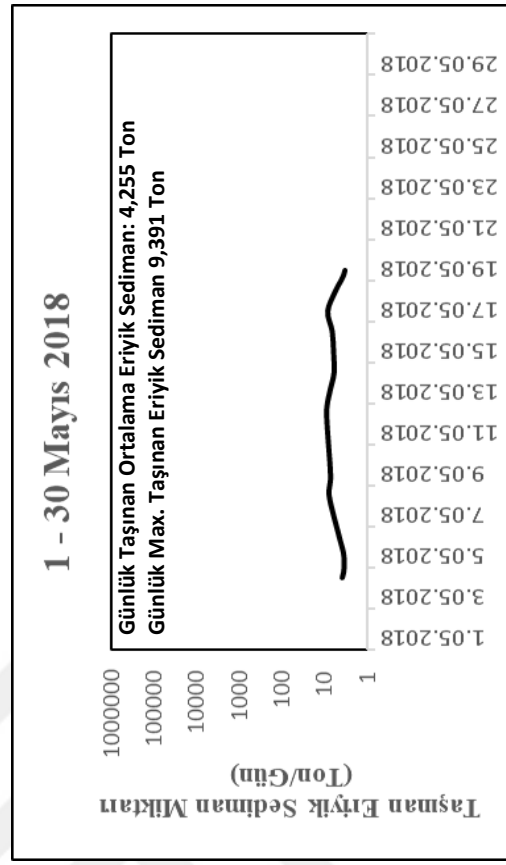
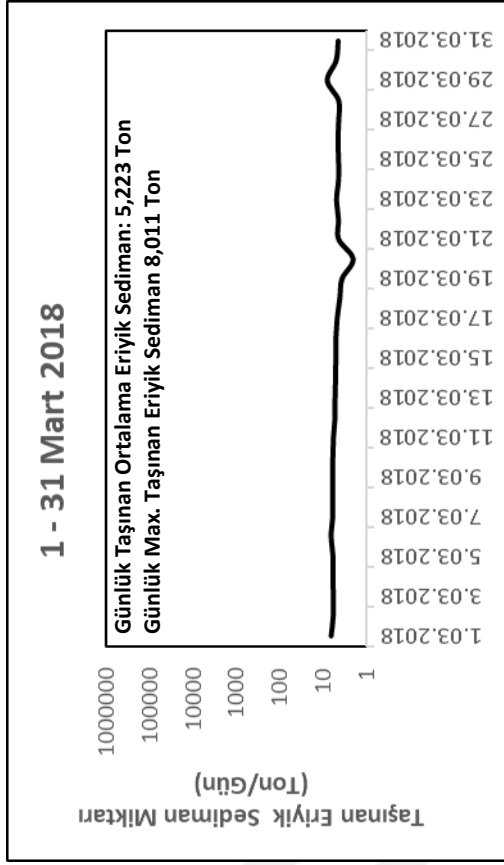
2018 tarihinde 9,3 ton olarak belirlenmiş ve bu değer, ilkbahar döneminde günlük ortalama eriyik sediman taşınımının en yüksek olduğu güne karşılık gelmektedir.

Haziran ayında taşınan günlük ortalama eriyik sediman miktarı 82,9 ton olarak belirlenmiştir. Haziran ayında taşınan günlük ortalama eriyik sediman miktarı ise diğer aylarda taşınan günlük ortalama eriyik sediman miktarının çok üzerinde olduğu dikkati çekmektedir (Şekil 4.26). Günlük ortalama en yüksek eriyik sediman taşınımı ise 4 Haziran 2018 tarihinde 961,3 ton olarak tespit edilmiştir. Bu tarihte taşınan günlük ortalama eriyik sediman miktarı ise ölçüm süresince belirlenen en yüksek günlük ortalama eriyik sediman değerine karşılık gelmektedir. Ay içerisinde taşınan günlük ortalama eriyik sediman değerlerinin pik yaptığı birden fazla dönem olduğu vardır. Nitekim günlük ortalama taşınan en yüksek olduğu günden (4 Haziran 2018, 961,3 ton) sonra 25 Haziran 2018 tarihinde 527,8 ton, 21 Haziran 2018 tarihinde 401,8 ton, 18 Haziran 2018 tarihinde ise 248,1 ton günlük ortalama taşınan eriyik sediman miktarı belirlenmiştir (Şekil 4.26). Haziran ayı içerisinde taşınan günlük ortalama eriyik sediman miktarında ani artış ve azalışlar olduğu dikkati çekmektedir. 16 Haziran 2018 tarihinde günlük ortalama taşınan eriyik sediman miktarı 0 ton iken, bir gün sonra (17 Haziran 2018) taşınan günlük ortalama eriyik sediman miktarı 423 tona kadar çıkmıştır (Şekil 4.26). Bir diğer örnekte ise 4 Haziran 2018 tarihinde günlük ortalama 961,3 ton eriyik sediman taşınırken, bir gün sonra yani 5 Haziran 2018 tarihinde günlük ortalama 10,1 ton eriyik sediman taşındığı tespit edilmiştir.

Temmuz ayı boyunca taşınan günlük ortalama eriyik sediman miktarı önemli oranda azalmıştır. Ayın büyük bir çoğunluğunda Korkuteli Çayı tamamen kurumuştur. Bu ayda taşınan günlük ortalama eriyik sediman miktarı 0,68 ton olarak belirlenmiştir. Ay içerisinde, 1 Temmuz 2018 tarihinde, en yüksek günlük ortalama eriyik sediman taşınımı 9,6 ton olarak ölçülmüştür. 5 ila 27 Temmuz tarihleri arasında ise Korkuteli Çayı tamamen kurumuş ve eriyik sediman taşınımı olmamıştır.



Şekil 4.26 Kasım 2017 – Temmuz 2018 Tarihleri Arasında Ton Cinsinden Taşınan Günlük Ortalama Eriyik Sediman Değerleri (Devamı diğer sayfadadır.)



Şekil 4.27. ölçüm süresince taşınan aylık toplam eriyik sediman miktarlarındaki değişimi göstermektedir. Görüldüğü üzere taşınan eriyik sediman miktarında aylara göre önemli farklar bulunmaktadır. Aylık toplam taşınım miktarı 21,1 ila 2888,8 ton arasında değişmiştir. Ölçüm süresince taşınan toplam eriyik sediman miktarı ise 4002,4 ton olarak belirlenmiştir. Bu miktarın büyük bir bölümünü sadece Haziran ayında (2888,8) taşıdığı dikkati çekmektedir. 9 aylık süresince aylık ortalama taşınan eriyik sediman miktarı ise 444,7 ton olarak belirlenmiştir. Bu değer yüksek olmasındaki temel neden ise 9 aylık sürede taşınan eriyik sediman miktarının büyük bir bölümünün sadece Haziran ayına ait olmasından kaynaklanmıştır. Bu yüzden Haziran dışındaki ayların, aylık ortalama taşınan eriyik sediman miktarları, genel ortalamasının oldukça altındadır.

Kasım ayında taşınan aylık toplam eriyik sediman miktarı 207 ton olarak belirlenmiştir. Haziran ayından sonra en yüksek taşınım gerçekleştiği Kasım ayında taşınan aylık toplam eriyik sediman miktarı, genel ortalama eriyik sediman miktarının yarısından daha az olduğu dikkati çekmektedir. Bu ayda taşınan sediman miktarı her ne kadar Haziran'dan sonra en yüksek taşınımı oluştursa da kış aylarında taşınan eriyik sediman miktarına oldukça yakındır (Şekil 4.27).

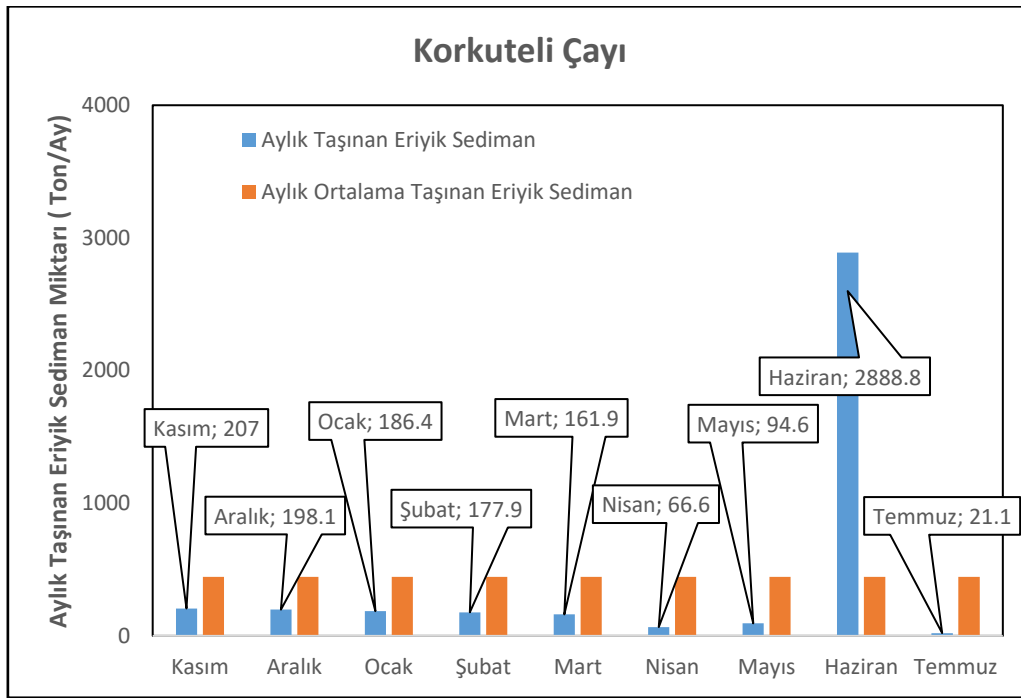
Kış dönemine gelindiğinde, aylık toplam taşınan eriyik sediman miktarlarının birbirine çok yakın olduğu dikkati çekmektedir. Kış döneminde, aylık toplam taşınım miktarı en yüksek Aralık ayında gerçekleşmiştir. Aralık ayı boyunca taşınan eriyik sediman miktarı 198,1 ton olarak belirlenmiştir. Ocak ayında taşınan aylık toplam eriyik sediman miktarı 186,4 ton iken Şubat ayında taşınan aylık toplam eriyik sediman miktarı ise 177,9 ton olarak belirlenmiştir. Her ne kadar kış ayları arasında taşınan aylık toplam eriyik sediman miktarı arasında çok yüksek fark olmasa da en düşük eriyik sediman miktarının Şubat ayında taşıdığı tespit edilmiştir (Şekil 4.27).

İlkbahar dönemine gelindiğinde, Mart ayında taşınan eriyik sediman miktarı 161,9 ton olarak belirlenmiş ve bu değer, ilkbahar ayları arasında aylık taşınan en yüksek eriyik sediman miktarına karşılık gelmektedir. Bu dönemde, aylık en düşük eriyik sediman taşınımı ise Nisan ayında gerçekleşmiştir. Nisan ayında taşınan toplam eriyik sediman miktarı olan 66,6 ton olarak belirlenmiştir. Nisan ayının belirli günlerinde Korkuteli Çayı'nın tamamen kurumması, aylık toplam taşınımı da önemli oranda azaltmıştır. Mayıs ayında ise taşınan aylık toplam eriyik sediman miktarı 94,6 ton olarak belirlenmiştir.

Yaz dönemine gelindiğinde, Haziran ayında taşınan aylık toplam eriyik sediman miktarı 2888,8 ton olarak belirlenmiştir. Bu değer, diğer aylarda taşınan aylık toplam eriyik sediman miktarından çok fazladır. Nitekim Haziran ayında taşınan aylık toplam eriyik sediman miktarı,

ölçüm süresince taşınan eriyik sediman miktarının yaklaşık %78'ini oluşturmaktadır. Haziran ayından sonra taşınan aylık eriyik sediman miktarı önemli ölçüde azalmıştır. Temmuz ayında taşınan eriyik sediman miktarı 21,1 ton olarak belirlenmiştir. Temmuz ayının büyük bir bölümünde Korkuteli Çayı'nın tamamen kuruması, taşınan eriyik sediman miktarını büyük oranda düşürmüştür (Şekil 4.27).

Ölçüm süresince taşınan aylık toplam eriyik sediman miktarının mevsimler arasındaki değişimine bakılacak olunursa; Kış dönemi boyunca taşınan toplam eriyik sediman miktarı 562,5 ton iken, ilkbahar döneminde taşınan toplam eriyik sediman miktarı ise 323,2 ton olarak belirlenmiştir. Yaz döneminde ise taşınan eriyik sediman miktarının toplamı ise 2909,9 ton olduğu dikkati çekmektedir (Şekil 4.27).



Şekil 4.27 Ton Cinsinden Taşınan Aylık Toplam ve Ortalama Eriyik Sediman Miktarı

SONUÇ

Korkuteli Çayı Havzası'nda etkili olan erozyon süreçleri önemli oranda havzanın yağış karakteri, süresi ve miktarı, sıcaklık, bitki örtüsünün yoğunluğu, havza yamaçlarındaki eğim derecesi ve jeolojik özelliklerinin denetimindedir. Yarı kurak iklim sınıfına giren bölgelerde kış ve yaz döneminde değişen yağış miktarı, süresi ve karakteri, sıcaklık koşulları, nemlilik ve rüzgâr özellikleri havzada erozyon süreçlerini hızlandırdığı gibi akarsuda taşınan sediman miktarını da büyük oranda belirlemektedir. Bu nedenle çalışma sahasında erozyon süreçlerinin belirlenebilmesi için akarsuda taşınan sediman miktarı ile havzanın fiziki coğrafya özellikleri arasındaki ilişkinin ortaya konulması büyük önem taşımaktadır.

Korkuteli Çayı Havzası'nın fiziki coğrafya özellikleri (sıcaklık, yağış karakteri, miktarı ve süresi, buharlaşma şiddeti, nemlilik durumu, havzanın jeolojik ve jeomorfolojik özellikleri vb.) oluşan erozyon süreçlerini büyük oranda denetlediği için Korkuteli Çayı'ndan Korkuteli Barajı'na taşınan erozyon materyalinin oran ve miktarları büyük ölçüde bu etmenler tarafından kontrol edilmektedir. Bu çalışma kapsamında aşağıda belirtilen amaçlar (hipotezler) araştırılmıştır.

1. Akarsu havzasına düşen yağış ile akım arasındaki ilişkiyi belirlemek. Özellikle yaz ve kış dönemlerinde bu ilişkinin kuvvet derecesini ve bu durumun muhtemel nedenlerini ortaya koymak.
2. Akım ile süspanse sediman arasındaki ilişkiyi belirlemek ve bu ilişkinin mevsimsel olarak değişimini açıklamak.
3. Akım ile eriyik madde miktarı arasındaki ilişkinin belirlenmesi, var ise bu ilişkinin mevsimsel olarak değişimi ve bunun muhtemel sebeplerini açıklamak.
4. Taşınan sediman miktarı ile sıcaklık, yağış şiddeti ve süresi arasında bir ilişkinin mevcut olup olmadığını analiz etmek.
5. Sahanın jeolojik özellikleri ile taşınan eriyik sediman miktarı arasındaki ilişkiyi belirlemek.

Akım ile Yağış Arasındaki İlişki

Korkuteli Barajı'na taşınan sedimanların belirlenmesi için havzanın hidrolojik ve meteorolojik koşulları büyük önem taşımaktadır. Çalışma havzasının yağış türü, şiddeti ve süresi sıcaklık ve nemlilik özellikleri akarsuyun akımını önemli oranda etkilemektedir. Korkuteli Çayı'ndaki yağış ve akım değerleri gözlem süresi boyunca incelenmiştir (Şekil 4.7)

Korkuteli Çayı Havzası, yarı kurak iklim sınıfında (Erinç indis değeri: 20,03, De Martonne indis değeri: 17,47) yer almaktadır (Tablo 2.2 ve Tablo 2.4). Ölçüm süresince (08.11.2017-31.07.2018 tarihleri arasında) havzaya düşen toplam yağış miktarı 232 mm olarak belirlenmiştir. Çalışma süresince yağışların yaklaşık %36'sı kış döneminde oluşmasına rağmen, bu dönemdeki akım değerleri ise Kasım, ilkbahar ve yaz dönemine göre oldukça düşüktür. Kış dönemi boyunca havza genelinde etkili olan cephesel yağışlar, sağanak karakterli değildir. Gün içerisinde çok daha uzun sürede etkisini gösteren ve daha çok çiseleme şeklinde olan bu yağışların büyük bir bölümü zemine sızarken, yaz dönemine göre daha az bir kısmı ise yüzeysel akışa geçtiği düşünülmektedir. Bu nedenle, Aralık, Ocak ve Şubat ayında oluşan yağış miktarı, genel olarak ilkbahar ve yaz dönemine göre daha fazla olmasına rağmen, akım değerleri ise oldukça düşüktür (Şekil 4.8)

İlkbahardan yaza geçiş döneminde ise havzanın yağış miktarı, karakteri ve süresi önemli oranda değişmektedir. Bu dönemde oluşan yağışların miktarı azalırken, yağış süreleri ise çok daha kısalmıştır. Özellikle Haziran ayındaki yağışlar, genellikle konvektif karakterli ve lokal düzeyde, kısa süreli sağanak şeklindedir. Kış dönemine göre çok daha kısa sürede havzada etkili olan yağışların büyük bir bölümü zemine sızma fırsatı bulmadan yüzeysel akışa geçer. Akış halindeki bu sular, kısa sürede akarsu yatağına ulaşır ve akım değerlerinin ani olarak artmasına neden olduğu düşünülmektedir. Nitekim, 05.01.2018 tarihinde, saat: 01.07'de $0,32 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ olan akım saat: 04:35'te, maksimum değer olan $0,38 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ 'ye ulaşırken, 17.06.2018 tarihinde saat 17.00'de $0 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ olan akım değeri 8 dakika içerisinde $6,19 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ 'ye ulaşmıştır (Şekil 4.10). Bu örnekte olduğu gibi, kış süresince günlük ve aylık toplam yağış miktarları, özellikle yaz dönemine göre oldukça yüksektir (Şekil 4.7 ve Şekil 4.8). Ancak, yukarıda belirtilen nedenlerden dolayı, ilkbahar aylarının büyük bir çoğunluğunda ve özellikle Haziran ayında ölçülen maksimum akım değerleri ise kış dönemine çok daha yüksektir. Haziran ayında ölçülen akım değerlerinin ilkbahar aylarına göre çok daha fazla olmasının muhtemel sebebi ise ilgili ay içerisinde oluşan sağanakların tekrarlanma sıklığı çok daha yüksektir.

Araştırmanın bulguları, akım ile yağış miktarı arasındaki ilişkinin daha zayıf olduğu; ancak akım ile yağış süresi ve karakteri arasındaki ilişkinin ise daha güçlü olduğunu göstermiştir.

Akım ile Süspanse Sediman Arasındaki İlişki

Çalışma sürecinde 22 farklı dönemde arazi çalışması yapılmış ve bu dönemlerde akım ve süspanse sediman konsantrasyon değerleri ölçülmüştür. Bu bulgulara göre akım ile süspanse sediman arasında güçlü bir polinomsal ilişkinin olduğu belirlenmiştir ($R^2: 0,77$) (Şekil 4.13).

Akımın artmasına bağlı olarak taşınan süspanse sediman miktarının katlanarak artış gösterdiği tespit edilmiştir. Nitekim 19 Kasım 2017 tarihinde günlük ortalama akım değeri $0,19 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ iken günlük ortalama $0,18$ ton süspanse sediman taşınırken; 2 Kasım 2017 tarihinde ise akım yaklaşık olarak 2 kat ($0,38 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$) arttığında taşınan günlük ortalama süspanse sediman miktarı ise $8,1$ ton olarak belirlenmiştir (yaklaşık olarak 44,7 kat) (Şekil 4.18).

Ölçüm süresince Korkuteli Çayı'nda taşınan süspanse sediman miktarını etkileyen faktörlerden biri, havzadaki yağış miktarı, yağış karakteri ve yağışın gerçekleşme süresidir. Kış döneminde daha çok çiseleme şeklinde oluşan yağışların büyük bir bölümü, zemine sızma sürecine dahil olmaktadır. Kış boyunca yüzeysel akışa geçen su miktarının düşük olması, havza yamaçlarından akarsuya dahil olan süspanse sediman ve akım miktarını oldukça düşürmektedir. Ayrıca, kış mevsimi boyunca yağışlı gün sayısı diğer dönemlere göre fazladır. Yağışların süreklilik göstermesi nedeniyle havza yamaçlarında gevşek yapılı malzemelerin birikmesini önlemiştir. Oluşan ilk yağışla birlikte havza yamaçlarından çok fazla malzeme taşınırken, sürekli devam eden yağışlar ise akarsuya dahil olan süspanse sediman miktarını düşürdüğü tahmin edilmektedir.

İlkbahardan yazaya geçildiğinde, yağışların miktarı, süresi ve karakteri değişmektedir. Bu dönemde konvektif karakterli, lokal düzeyde, sağanak yağışlar etkilidir. Kısa sürede havzada etkili olan bu yağışların büyük bir bölümü zemine sızma fırsatı bulamadan yüzeysel akışa geçmektedir. Akış halindeki bu sular, havza yamaçlarındaki gevşek yapılı sedimanları beraberinde taşıyarak akarsuya ulaştırmaktadır. Bu nedenle, ilkbahar sonu ve özellikle Haziran ayında, kış dönemine oranla, hem fazla miktarda hem de çok daha kısa sürede akarsuya süspanse sediman ve su dahil olmaktadır. Nitekim Ocak ayında günlük ortalama en yüksek $6,6$ ton süspanse sediman taşınırken, 25 Haziran 2018 tarihinde taşınan günlük ortalama süspanse sediman miktarı ise $10026,5$ ton olarak belirlenmiştir (Şekil 4.19).

Korkuteli Çayı'nda taşınan sediman miktarını belirleyen faktörlerden biri kuraklık süresidir. Kurak dönem boyunca, havza yamaçlarındaki gevşek yapılı malzemelerin büyük bir bölümü yağış olmadığı için taşınamazlar. Birbirini takip eden kurak gün sayısının fazla olması, havza yamaçlarındaki gevşek yapılı malzemelerin artmasına neden olduğu düşünülmektedir. Özellikle akarsuda taşınan süspanse sediman miktarını önemli oranda arttıran ise kurak günü takip eden ilk yağışlardır. Uzun süre havzada biriken gevşek yapılı malzemeler, kurak günün ardından oluşan ilk yağışlar ile birlikte taşınırlar. Bu dönemlerde, akım değerlerine nazaran taşınan süspanse sediman miktarları önemli oranda artmıştır. Ölçüm süresince, İlkbahar sonu ve Haziran ayında, bu duruma daha sık rastlanılmıştır. Nitekim 24 Nisan ve 3 Mayıs 2018 tarihleri arasında 9 günlük yağışın olmadığı, kurak dönem yaşanmıştır. Bu kurak dönemin

ardından ilk yağışın olduğu 3 Mayıs 2018 tarihinde yapılan arazi çalışmasında, anlık akım değeri $0,76 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ olarak belirlenmesine rağmen süspanse sediman konsantrasyon değeri ise $17379,6 \text{ mg.l}^{-1}$ seviyelerine kadar ulaşmıştır (Şekil 4.16).

Akarsularda taşınan süspanse sedimanları kil, silt ve mil boyutundaki ince unsurlu malzemeler oluşturmaktadır. Yıkanmış malzeme olarak bilinen bu sedimanlar akarsuya kendi havzasından dahil olmaktadır. Bu nedenle akarsuda taşınan sediman miktarı ile havzanın jeolojik özellikleri arasındaki ilişki oldukça önemlidir. Korkuteli Çayı Havzası'nın büyük bir çoğunluğunu Tersiyer dönemine ait kırıntılı ve karbonatlı yapılar oluşturmaktadır (Şekil 2.8). Bu nedenle havzadaki ayrışma süreçlerinin etkisiyle bol miktarda döküntü malzemesi oluşmaktadır. Genellikle yaz döneminde etkili olan konvektif karakterli ve kısa süreli sağanaklarla birlikte yeryüzüne inen sular yüzeysel akışa geçerek yamaçlardaki bu malzemeleri akarsuya taşır ve akarsudaki süspanse sediman miktarını ve konsantrasyonunu arttırmıştır. Nitekim ölçüm süresince taşınan sedimanların %91,4'ünü süspanse sediman oluşturmaktadır. Taşınan süspanse sedimanın büyük bir bölümü ise sadece Haziran ayında meydana gelmiştir (Şekil 4.20).

Akım ile Eriyik Sediman Arasındaki İlişki

Ölçüm süresince, 22 farklı dönemde belirlenen akım ile eriyik sediman konsantrasyonu arasında güçlü pozitif bir ilişki olduğu belirlenmiştir ($R^2: 0,84$) (Şekil 4.33). Ölçüm periyodu boyunca akımın arttığı dönemlerde genel olarak eriyik sediman miktarının da arttığı dikkati çekmektedir. Nitekim 19 Haziran 2018 tarihinde günlük ortalama akım değeri $1,09 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ iken günlük ortalama $32,5$ ton eriyik sediman taşınırken, 25 Haziran 2018 tarihinde ise günlük ortalama akım $2,84 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ 'ye ulaştığında, taşınan eriyik sediman miktarı $527,8$ ton olarak belirlenmiştir (Şekil 4.24). Her ne kadar akımın arttığı anlarda, eriyik sediman miktarının artması bekleniyor olsa da bu durum her zaman için geçerli değildir. Akarsularda taşınan eriyik sedimanın kaynağını genel olarak havzayı etkileyen yağışlar ve kayaç çözümleri oluşturmaktadır. Havzadaki çözünme süreçlerinin akarsudaki taşınan sediman miktarına etkisi çok daha uzun zamanda olabilmektedir. Bu nedenle akımın arttığı belirli dönemlerde, akarsudaki eriyik sediman konsantrasyonu değerlerinin azalması ise süspanse sedimana oranla daha sık rastlanılan bir sonuç haline gelmiştir. Nitekim, Mayıs ayında aylık ortalama akım değeri, Mart ayına göre daha yüksek olmasına rağmen, Mart ayında taşınan eriyik sediman miktarı daha fazladır (Şekil 4.27)

Ölçüm periyodu boyunca, Korkuteli Çayı'nda taşınan eriyik sediman miktarının en yüksek olduğu Haziran ile en düşük olduğu Nisan ve Temmuz ayları dışında, taşınan eriyik

sediman değerleri birbirine oldukça yakındır (Şekil 4.27). Bu durumun muhtemel sebebi ise havzadaki çözünme süreçlerin süreklilik göstermesidir. Bu çözünme süreçleri ölçüm süresince, çözünme hızı, mevsimsel olarak değişmesine rağmen sürekli olarak devam etmektedir. Genel olarak aylık taşınan eriyik sediman miktarının birbirine yakın değere sahip olmasına rağmen, Nisan ve Temmuz aylarında, yağışın olmadığı günlerde Korkuteli Çayı tamamen kurumuştur. Bu durum sadece eriyik sedimana özgü olmayıp süspanse sediman miktarını da önemli oranda düşürmüştür. Haziran ayında taşınan eriyik sediman miktarının diğer aylara göre çok yüksek olmasının muhtemel nedeni ise sağanak yağışların sıklığının artmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu dönemde, havzadan fazla miktarda akarsu yatağına su ve sediman girişı olmaktadır. Hem su miktarının artması hem de yüzeysel akışa geçen suların havza yamaçlarından taşınan sedimanların akarsuya dahil olması, akarsuda taşınan su içerisinde eriyik sediman oranını arttığı tahmin edilmektedir.

Çalışma süresince, taşınan eriyik sediman miktarının, süspanse sedimana oranla çok daha az olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.20 ve Şekil 4.27). Bu durumun ortaya çıkmasında havzanın jeolojik özellikleri ön plana çıkmaktadır. Havza genelinde killi yapıların geniş alanda yer alması, taşınan süspanse sediman miktarını arttırmıştır; ancak killi, kırıntılı yapıların aksine, havza genelinde kireçtaşı gibi çözünebilir tortul kayaçların az yer alması nedeniyle ölçüm süresinde taşınan eriyik sediman sadece % 8,6'lık paya sahiptir (Şekil 2.8).

KAYNAKÇA

- Achite, M. ve Ouillon, S. (2007). "Suspended Sediment Transport In A Semi Arid Watershed, Wadi Abd, Algeria (1973–1995)". *Journal of Hydrology*, 343: 187– 202.
- Akıncı, M. (2002). "Su Toplama Havzalarında Sedimentasyon Sorunu". *KHGM Yayınları*, Ankara.
- Aksu, N. ve Uçan, K. (2012). "Hurman Çayı Havzasında Ölçülen ve Ampirik Yöntemlerle Hesaplanan Sediment Verimlerinin Karşılaştırılması". *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*, 15(3): 1-8.
- Albek, E., Göncü, S. (2005). "Türkiye Akarsularında Askıda Katı Madde Değişimlerinin Yıllar Boyu İncelenmesi". *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(29): 183-190.
- Aleksandrov, Y., Laronne, J. B., Reid, I. (2003). "Suspended Sediment Concentration And Its Variation With Water Discharge In A Dryland Ephemeral Channel (Northern Negev, Israel)". *Journal of Arid Environments*, 53: 73–84.
- Aleksandrov, Y., Laronne, J. B., Reid, I. (2007). "Intra-Event And Inter-Seasonal Behaviour Of Suspended Sediment In Flash Floods Of The Semi-Arid Northern Negev Israel". *Geomorphology*, 85: 85–97.
- Alışık, A. (1996). "Sediment Taşınımı ve Ölçüm Metotları". *EİE Yayınları*, Ankara.
- Ardel, A., Kurter, A., ve Dönmez, Y. (1969). *Klimatoloji Tatbikatı*. İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Enstitüsü Yayınları No:40, Taş Matbaası. İstanbul.
- Asselman, N. E. M. (1999). "Suspended Sediment Dynamics In A Large Drainage Basin: The River Rhine". *Hydrological Processes*, 13: 1437-1450.
- Aşıkoğlu, Ö. L., Eriş, E. (2018). "Türkiye Havzalarında Sediment Veriminin Alansal Değişimi". *DÜMF Mühendislik Dergisi*, 9:2 (2018), 963-973.
- Atalay, İ. (1973). "Türkiye'de Aktüel Sedimentasyon Problemleri". *Prospektür Dergisi*, Ankara.
- Atalay, İ. (1986). *Uygulamalı Hidrocoğrafya I*. Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova-İzmir.
- Atalay, İ. (2015). *Ekosistem Ekolojisi ve Coğrafyası*. Meta Basım ve Matbaacılık Hizmetleri, Bornova, İzmir.
- Bayazıt, M. (1971). *Hareketli Tabanlı Akımların Hidroliği*. İTÜ İnşaat Fakültesi Matbaası. İstanbul.
- Bayazıt, M., Avcı, İ. (2010). *Akarsularda Akım ve Sediment Taşınımı*. Birsen Yayınevi, İstanbul.

- Bewket, W., Sterk, G. (2003). "Assessment Of Soil Erosion In Cultivated Fields Using A Survey Methodology For Rills In The Chemoga Watershed, Ethiopia". *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 97: 81–93.
- Billi, P. (2011). "Flash Flood Sediment Transport In A Steep Sand-Bed Ephemeral Stream". *International Journal of Sediment Research*, 26 (2): 193–209.
- Boggs, S. (2006). *Principle of Sedimentology and Stratigraphy (Four Edition)*, Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River. NJ 07458. ISBN 0-13-154728-3.
- Boggs, S., Krinsley, D. (2006). *Application of Cathodoluminescence Imaging to the Study of Sedimentary Rocks*. Cambridge University Press, U.K., 177. ISBN 9780511345944.
- Bracken, A., Coburn, C., Staenz, K., Rochdi, N., Segl, K., Chabrillat, S., Schmid, T. (2019). "Detecting Soil Erosion In Semi-Arid Mediterranean Environments Using Simulated Enmap Data". *Geoderma*, 340: 164-174.
- Chetekat, B., Liu, C. Q., Zhao, Z. Q., Wang, Q. L., Li, S. L., Li, J., Wang, B. L. (2008). "Geochemistry Of The Dissolved Load Of The Changjiang Basin Rivers: Anthropogenic Impacts And Chemical Weathering". *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 72: 4254-4277.
- Ciszewski, D. (1998). "Channel Processes As A Factor Controlling Accumulation Of Heavy Metals In River Bottom Sediments: Consequences For Pollution Monitoring (Upper Silesia, Poland)". *Environmental Geology*, 36 (1-2): 45-54.
- Cöntürk, H. (1968). "Erozyon, Sediment ve Sedimentasyon Etütleri". *E.İ.E.İ. Yayınları*, Ankara.
- De Gramilo, A. M., Pappagallo, G., Lo Porto, A. (2015). "Temporal Variability Of Suspended Sediment Transport And Rating Curves In A Mediterranean River Basin: The Celone (SE Italy)". *Catena*, 128 (2015): 135–143.
- Demir, T. (2000). "The Influence Of Particle Shape On Bedload Transport In Coarse-Bed River Channels". Durham Theses, Durham University. U.K.
- Demirkıran, O. (1998). "Sediment Verimi Tahmininde Batimetrik Çalışmalar Ölçüm ve Değerlendirilmesi". *Köy Hizmetleri Ankara Araştırma Enstitüsü*, Genel Yayın No:106.
- Doğan, O. (1972). "Toprak Kanseri Erozyon". *EİE Bülteni*, Sayı 39, Ankara.
- Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü (2005). "Sediment Ders Notları". Sediment Etütleri Şube Müdürlüğü, Hidrolik Etütler Dairesi Başkanlığı, EİE, Ankara.
- Erdeviren, İ. (2010). "Sakarya Havzasında Akarsu Debisi ile Sediment Miktarı Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi". Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Basılmış Yüksek Lisans Tezi, ANKARA.

- Erinç, S. (2012). *Jeomorfoloji I*. Der Yayınları, İstanbul.
- Esteves, M., Legout, C., Navratil, O., Evrard., O. (2018). “Medium Term High Frequency Observation Of Discharges And Suspended Sediment In A Mediterranean Mountainous Catchment”. *Journal of Hydrology*.
- Görcelioglu, E. (1978). “Akım ve Sediment Ölçmelerinin Değerlendirilmesi Yoluyla Bozçay Havzasının Yıllık Sediment Veriminin Hesabı”. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 28: 120-137.
- Güresinli, Y. (1978). “*Tortum Gölü Su Toplama Havzasında Sedimentasyon Sorunu ve Kontrolü Üzerine Bir Araştırma*”, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Doktora Tezi, Erzurum.
- Hjulstrom, F. (1935). “Studies of The Morphological Activity of Rivers As Illustrated By The River Fyris, Bulletin”. *Geological Institute Upsala*, 25, 221-527.
- Hoşgören, M. Y. (2015). *Jeomorfoloji'nin Ana Çizgileri I*. Çantay Kitabevi, İstanbul.
- Huggett, R. J. (2011). *Fundamentals of Geomorphology (Third Edition)*. Routledge. London. UK.
- Innangi, S., Bonanno, A., Tonielli, R., Gerlotto, F., Innangi, M., Mazzola, S. (2016). “High Resolution 3-D Shapes of Fish Schools: A New Method To Use The Water Column Backscatter From Hydrographic Multibeam Echo Sounders”. *Applied Acoustics*, 111: 148-160.
- Kerey, İ. E., Erkal, T. (2014). *Sedimentoloji*. Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- Keser, N. (2004). “Saribelen (Sidek) Polyesi ve Katran Dağı'nın Karst Jeomorfolojisi”. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 5: 20-52.
- Kişi, Ö., Karahan, M. E., Şen, Z. (2003). “Nehirlerdeki Askı Maddesi Miktarının Bulanık Mantık ile Modellenmesi”. *İstanbul Teknik Üniversitesi Dergisi/d Mühendislik*, 2(3): 43-54
- Knighton, D. (1998). *Fluvial Form And Processes*. Wiley, London, 383.
- Kondolf, G. M., Piegay, H. (2016). *Tools in Fluvial Geomorphology*. JohnWiley & Sons Ltd. U.K.
- Korkmaz, S., Gedik, A., Pelin, S. (1991). “Türkiye'deki Bazı Tortul Havzalara Petrol Potansiyeli Açısından Bir Bakış”. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 5(14): 39.
- Korucu, T., Kirişçi, V., Görücü, S. (1998). Korumalı Toprak İşleme ve Türkiye'deki Uygulamaları, Conservation Tillage and Its Application in Turkey, Tarımsal Mekanizasyon 18. Ulusal Kongresi, 17–18 Eylül, Tekirdağ, 321–333.

- Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü (KHGM). Antalya İli 1/100.000 Ölçekli Arazi Varlığı Haritası. Ankara
- Lenzi, M. A., Marchi, L. (2000). "Suspended Sediment Load During Floods In A Small Stream Of The Dolomites (Northeastern Italy)". *Catena*, 39: 267–282.
- Leopold, L. B., Wolman, M. G., Miller, J. P. (1995). *Fluvial Processes In Geomorphology*, Dover Publications, New York.
- Lu, X. X., Ashmore, P., Wang, J. F. (2003). "Seasonal Water Discharge and Sediment Load Changes in the Upper Yangtze, China". *Mountain Research and Development*, 23(1): 56-64.
- Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (2010). Isparta İli N-24 ve N-23 Paftaları. Jeoloji Etütleri Dairesi, No:10, Ankara.
- Mahmood, K. (1987). "Reservoir Sedimentation: Impact, Extent, Mitigation", *World Bank Technical Report*, No. 71, Washington, D.C.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM). Antalya İli Korkuteli İlçesi Meteoroloji Bülteni (1965-2017 yılları).
- Morgan, R. P. C. (2005). *Soil Erosion and Conservation*. Blackwell Publishing, Oxford, UK.
- Oğuz, V. (2010). Korubaşı-Arak Deresi Askıdaki Sediment Taşınımının Analitik Yöntemler ile İzlenmesi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Basılmış Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Orru, C., Blom, A., Uijttewaal, W. S. J. (2016). "Armor Breakup And Reformation In A Degradational Laboratory Experiment". *Earth Surface Dynamics*, 4: 461-470.
- Özbek, A. K. (2004). "Fırat Havzası Su Kaynaklarının Su Kalitesi ve Sediment Konsantrasyonu Bakımından Değerlendirilmesi". *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 35(1-2): 21-29.
- Öztürk, F. (1996). "Suspended Sediment Yields Of Rivers In Turkey". *Erosion And Sediment Yield: Global And Regional Perspectives (Proceedings Of The Exeter Symposium, July 1996)*. IAHS Publ. no. 236, 1996.
- Petts, G. E., (1983). *Sources And Methods In Geography*. Butterworths and Co Ltd. British. U. K.
- Poisson, A., (1977). "Recherches Geoloque Dans Les Taurides Occidentales (Turquie): These, L'universite De Paris-Sud". *Orsay*, 795.
- Rad, S., Louvat, P., Gorge, C., Gaillardet, J., Allegre, C. J. (2006). "River Dissolved And Solid Loads In The Lesser Antilles: New Insight Into Basalt Weathering Processes". *Journal Of Geochemical Exploration*, 88: 308-312.

- Rizinjirabake, F., Abdi, A. M., Tenenbahum, D. E., Pilesjö, P. (2018). "Riverine Dissolved Organic Carbon In Rukarara River Watershed, Rwanda". *Science Of The Total Environment*, 643: 793-806.
- Rovira, A. ve Batalla, R. J., (2006). "Temporal Distribution Of Suspended Sediment Transport In A Mediterranean Basin: The Lower Tordera (NE SPAIN)". *Geomorphology*, 79: 58–71.
- Rowinski, P., Radecki, A. (2015). *Rivers—Physical, Fluvial and Environmental Processes*. Springer International Publishing, Switzerland.
- Roy, S., Gaillardet, J., Allegre, J. (1999). "Geochemistry Of Dissolved And Suspended Loads Of The Seine River, France: Anthropogenic Impact, Carbonate And Silicare Weathering". *Geochimica At Cosmochimica Acta*, 63, 9: 1277-1292.
- Sear, D., Malcolm, D., Newson, D., Thorne, C. (2010). *Guidebook Of Applied Fluvial Geomorphology*. Thomas Telford Publishing, London, UK.
- Sondag, F., Guyot, J. L., Moquet, J. S., Laraque, A., Adele, G., Cochonneau, G., Doudou, J. C., Lagane, C., Vauchel, P. (2010). "Suspended Sediment and Dissolved Load Budgets of two Amazoian Rivers from the Guiana Shield: Maroni River at Langa Tabiki and Oyapock River at Saut Maripa (French Guiana)". *Hydrological Processes*, 24: 1433-1445.
- Şen, Z. (2003). *Su Bilimi ve Yöntemleri*. Su Vakfı Yayınları, İstanbul.
- Şenel, M. (2004) "Batı Toroslar'daki Yeşilbarak Napının Stratigrafik ve Yapısal Özellikleri, GD Anadolu'daki ve Kuzey Kıbrıs'taki Benzer Birimlerle Karşılaştırılması", *Maden Tetkik Arama Enstitüsü*, 128 (128): 1-26.
- Trazon, J. A. L., Batalla, R. J., Vericat, D., Francke, T. (2009). "Suspended Sediment Transport In A Highly Erodible Catchment: The River Isábena (Southern Pyrenees)". *Geomorphology*, 109: 210–221.
- Türkeş, M. (2010). *Klimatoloji ve Meteoroloji*. Kriter Yayınevi, İstanbul.
- Ülke, A., Özkul, S., Tayfur, G. (2011). "Ampirik Yöntemlerle Gediz Nehri İçin Askıda Katı Madde Yüğü Tahmini". *İnşaat Mühendisleri Odası Teknik Dergisi*, 348: 5387-5407.
- Varol, S., Şekerci, M. (2018). "Korkuteli (Antalya) Su Kaynaklarının Hidrojeokimyasal Özellikleri ve Kullanılabilirliğinin Belirlenmesi". *Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni*, 39 (1): 1-18.
- Vingiani, S., Lorio, E. D., Colombo, C., Terribile, F. (2018). "Integrated Study Of Red Mediterranean Soils From Southern Italy". *Catena*, 168: 129-140.

- Vrieling, A. (2006). "Satellite Remote Sensing For Water Erosion Assessment: A Review". *Catena*, 65: 2-18.
- Wentworth, C. K. (1922). "A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments". *The Journal of Geology*, 30 (5): 377-392.
- Zachar, D. (1982). *Soil Erosion*. Elsevier Scientific Publishing Company, North-Holland.
- Zalidis, G., Stamatiadis, S., Takavakoglou, V., Eskridge, K., Misopolinos, N. (2002). "Impacts Of Agricultural Practices On Soil And Water Quality In The Mediterranean Region And Proposed Assessment Methodology". *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 88 (2), 137-146.
- Zingg, T. H. (1935). "Beitrag zur Schotteranalyse". *Schweizische Mineralogie und Petrographie Mitteilungen*, 15, 39-140.

İnternet Kaynakları

- <http://svtbilgi.dsi.gov.tr> (Erişim Tarihi: 10.01.2018)
- <https://877792843598943391.weebly.com/river-processes.html> (Erişim Tarihi: 8.01.2017)
- https://www.nexsens.com/pdf/Guide_Scour_Monitoring.pdf (Erişim tarihi: 10.01.2017)
- [http://www.mrstevennewman.com/geo/Stockton/Biophysical Interactions/weather and climate.htm](http://www.mrstevennewman.com/geo/Stockton/Biophysical_Interactions/weather_and_climate.htm) (Erişim Tarihi: 15.01.2017)
- https://resultadoloterias.co/explain_river_sediment_transport_diagram.php (Erişim Tarihi: 20.01.2017)
- <http://www.curenature.com/2013/03/heavy-metal-toxicity-effective-chelators.html> (Erişim Tarihi: 25.01.2017)
- <http://www.zainbooks.com/read.php?i=sedimentary-rocks-introduction-weathering-classification-minerals-and-rocks&b=341&c=6> (Erişim Tarihi: 29.01.2017)

Ö Z G E Ç M İ Ş

Adı ve SOYADI	Seçkin ÇAKMAK
Doğum Yeri - Tarihi	Kocaeli- 20.01.1991
EĞİTİM DURUMU	
Mezun Olduğu Lise	Kandıra Anadolu Lisesi, Kocaeli
Lisans Diploması	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü
Tez/ Dönem Projesi Konusu	Korkuteli Çayı'nda Sediman Taşınım Süreçleri
Yabancı Dil	İngilizce
BİLİMSEL FAALİYETLER	
Çakmak, S., Demir, T., Aytaç, A. S. (2018).” Korkuteli Çayı Havzası'nda Erozyon Materyallerinin Taşınım Süreçleri”. TÜCAUM 30. Uluslararası Coğrafya Sempozyumu. 3-6 Ekim 2018, Ankara Üniversitesi (Tam Metin Bildiri).	
İŞ DENEYİMİ	
Stajlar	Adapazarı Belediyesi Bilgi İşlem Birimi Coğrafya Bilgi Sistemleri Uzmanı (2013) Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Pedagojik Formasyon Eğitimi (2014)
Proje	Korkuteli Çayı'nda Sediman Taşınım Süreçleri adlı Yüksek Lisans Tez Projesi (Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Koordinasyon Birimi (2016-2019)
Çalıştığı Kurum	Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü (2017- Devam Ediyor)
E-Posta	seckin.cakmak41@gmail.com