



AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ



Ahmet GÖKHAN

PENEK ÇAYI HAVZASI'NDA SEDİMANTER LİTOLOJİK BİRİMLERDEKİ EROZYON
ORANININ BELİRLENMESİ

Coğrafya Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi

Antalya, 2022



AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ



Ahmet GÖKHAN

PENEK ÇAYI HAVZASI'NDA SEDİMANTER LİTOLOJİK BİRİMLERDEKİ EROZYON
ORANININ BELİRLENMESİ

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Çağlar ÇAKIR

Coğrafya Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Antalya, 2022

T.C.
Akdeniz Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğüne,

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

Başkan	: Prof. Dr. Duran AYDINÖZÜ	
Üye (Danışmanı)	: Dr. Öğr. Üyesi Çağlar ÇAKIR	
Üye	: Prof. Dr. İhsan BULUT	

Tez Başlığı:	Penek Çayı Havzası'nda Sedimanter Litolojik Birimlerdeki Erozyon Oranının Belirlenmesi
--------------	--

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

Tez Savunma Tarihi: 27 / 06 / 2022

Mezuniyet Tarihi : 25/08 / 2022

(İmza)
Prof. Dr. Engin KARADAĞ
Müdür

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Penek Çayı Havzası’nda Sedimanter Litolojik Birimlerdeki Erozyon Oranının Belirlenmesi” 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)

Ahmet GÖKHAN





T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ



23 / 08 / 2022

TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU BEYAN BELGESİ

Öğrenci Bilgileri	
Adı-Soyadı	Ahmet GÖKHAN
Öğrenci Numarası	20175264023
Anabilim Dalı	Coğrafya Ana Bilim Dalı
Programı	Tezli Yüksek Lisans
Danışman Öğretim Üyesi Bilgileri	
Unvanı, Adı-Soyadı	Dr. Öğr. Üyesi Çağlar ÇAKIR
Yüksek Lisans Tez Başlığı	Penek Çayı Havzası'nda Sedimanter Litolojik Birimlerdeki Erozyon Oranının Belirlenmesi
Turnitin Bilgileri	
Ödev Numarası	1885928721
Rapor Tarihi	23 / 08 / 2022
Benzerlik Oranı	Alıntılar hariç: % 14 Alıntılar dahil: % 14
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE, Yukarıda bilgileri bulunan öğrenciye ait tez çalışmasının a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana Bölümler ve d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 96 sayfalık kısmına ilişkin olarak Turnitin adlı intihal tespit programından Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esaslarında belirlenen filtrelemeler uygulanarak yukarıdaki detayları verilen ve ekte sunulan rapor alınmıştır. Danışman tarafından uygun olan seçenek işaretlenmelidir: ☒ Benzerlik oranları belirlenen limitleri aşmıyor ise: Yukarıda yer alan beyanın ve ekte sunulan Tez Çalışması Orijinallik Raporunun 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 Orijinallik Raporunun doğruluğunu onaylar ve Uygulama Esaslarında öngörülen yüzdelik sınırlarının aşılmasına karşın, aşağıda belirtilen gerekçe ile intihal yapılmadığı kanısında olduğumu beyan ederim.	
Gerekçe:	
Benzerlik taraması yukarıda verilen ölçütlere uygun olarak tarafımca yapılmıştır. İlgili tezin orijinallik raporunun uygun olduğunu beyan ederim.	
Danışman Öğretim Üyesi Dr. Öğr. Üyesi Çağlar ÇAKIR	

İÇİNDEKİLER

ŞEKİLLER LİSTESİ	v
FOTOĞRAFLAR LİSTESİ	vi
TABLOLAR LİSTESİ	vii
GRAFİKLER LİSTESİ	ix
HARİTALAR LİSTESİ	xi
KISALTMALAR LİSTESİ	xii
ÖZET	xiii
SUMMARY	xiv
TEŞEKKÜR.....	xv
GİRİŞ.....	1
1. Çalışma Sahasının Konumu	1
2. Araştırmanın Amacı	3
3. Materyal ve Yöntem	3
4. Literatür Özeti.....	10

BİRİNCİ BÖLÜM

KURAMSAL VE KAVRAMSAL ÇERÇEVE

1.1. Erozyonun Tanımı, Erozyonu Etkileyen Etmen ve Süreçler.....	13
1.1.1. Bitki Örtüsü	13
1.1.2. Eğim ve Engebenin Çok Olması.....	14
1.1.3. Yağış Rejimi ve Yağış Şekli.....	14
1.1.4. Yanlış Arazi Kullanımı.....	15
1.2. Erozyonun Çeşitleri	15
1.2.1. Buzul Erozyonu	15
1.2.2. Rüzgâr Erozyonu	15
1.2.3. Yerçekimi Erozyonu.....	16
1.2.4. Dalga ve Kıyı Erozyonu	16
1.2.5. Çığ Erozyonu	16
1.2.6. Hızlandırılmış Erozyon.....	17
1.2.7. Su Erozyonu.....	17

1.2.7.1. Su Erozyonu Çeşitleri	18
1.2.7.1.1. Damla Erozyonu (Raindrop Erosion).....	18
1.2.7.1.2. Yüzey Erozyonu (Sheet Erosion).....	19
1.2.7.1.3. Parmak (Çizgi) Erozyonu (Rill Erosion).....	19
1.2.7.1.4. Oyuntu (Hendek-Gully) Erozyonu.....	19

İKİNCİ BÖLÜM

PENEK ÇAYI HAVZASININ DOĞAL ORTAM ÖZELLİKLERİ

2.1. Jeolojik Özellikler	21
2.1.1. Paleozoyik.....	24
2.1.1.1. Kışla Metamorfiti.....	24
2.1.1.2. Güvendik Dayk Karmaşığı	24
2.1.2. Mesozoyik.....	25
2.1.2.1. Zümrüt Formasyonu.....	25
2.1.2.2. Oltu Çayı Volkaniti.....	25
2.1.2.3. Kaban Dasiti.....	25
2.1.2.4. Ramli Formasyonu.....	26
2.1.2.5. Olurdere Formasyonu	26
2.1.2.6. Pertdere Çakıltası Üyesi.....	26
2.1.2.7. Ayrılmamış Volkanitler	27
2.1.2.8. Soğukçam Formasyonu.....	27
2.1.2.9. Gezenek Melanjı	27
2.1.2.10. Pulurtepe Kireçtaşı Üyesi.....	28
2.1.2.11. Örükayla Melanjı	28
2.1.2.12. Karataş tepe Granitoyidi	28
2.1.3. Senozoik	28
2.1.3.1. Bahçeli Kışla Formasyonu.....	28
2.1.3.2. Vişneli Formasyonu	29
2.1.3.3. Karataş Formasyonu	29
2.1.3.4. Susuz Formasyonu	29
2.1.3.5. Toprak Kale Formasyonu	30
2.1.3.6. Paşalı Formasyonu	30
2.1.3.7. Oltu Formasyonu	30

2.1.3.8. Tuzla Formasyonu	31
2.1.3.9. Yolboyu Jips Üyesi	31
2.1.3.10. Erdavut Volkaniti.....	31
2.1.3.11. Boğa Tepe Andezit Üyesi	31
2.1.3.12. Penek Formasyonu.....	31
2.1.3.13. Mescitli Formasyonu	32
2.1.4. Kuvaterner	32
2.1.4.1. Büyükdere Formasyonu	32
2.1.4.2. Alüvyon.....	32
2.1.4.3. Alüvyon Yelpazesi Çökelleri	32
2.1.4.4. Heyelan	33
2.1.4.5. Yamaç Molozu.....	33
2.1.5. Tektonik.....	33
2.2. Jeomorfolojik Özellikler.....	34
2.2.1. Dağlar	34
2.2.2. Boğazlar ve Vadiler	36
2.2.3. Platolar.....	37
2.2.4. Havzalar	37
2.3. İklim Özellikleri	38
2.3.2. İklim Elemanları	41
2.3.2.1. Sıcaklık	41
2.3.2.2. Atmosfer Basıncı	46
2.3.2.3. Rüzgârlar.....	48
2.3.2.4. Nem ve Bulutluluk.....	53
2.3.2.5. Yağış	57
2.4. Hidrografik Özellikler	62
2.5. Toprak Özellikleri.....	66
2.5.1. Zonal Topraklar	67
2.5.2. İntrazonal Topraklar	68
2.5.3. Azonal Topraklar	68
2.6. Bitki Örtüsü Özellikleri	69

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

BULGULAR

3.1. Yöntemlerden Elde Edilen Bulgular.....	72
3.1.1. Sediman Tuzaklama Yöntemi Bulguları	72
3.1.2. Boyalı Taş Yöntemi Bulguları.....	76
3.1.3. Ağ Yönteminden Elde Edilen Bulgular	78
3.1.4. Erozyon Çubukları Yöntemi Bulguları.....	79
SONUÇ VE TARTIŞMA	91
KAYNAKÇA.....	96
ÖZGEÇMİŞ	102



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2. 1 Jeoloji Haritası Açıklamaları.....	23
Şekil 3. 1 İnceleme Alanının Güney Yamacında Yamaç ve Oyuntu Erozyonun Tespiti İçin Erozyon Çubuklarının Şematik Görünümü	80
Şekil 3. 2 İnceleme Alanının Kuzey Yamacında Yamaç ve Oyuntu Erozyonun Tespiti İçin Erozyon Çubuklarının Şematik Görünümü	81



FOTOĞRAFLAR LİSTESİ

Fotoğraf 1 Yamaç Eteklerine Taşınan Sedimanın Miktarı, Şekil ve Boyutlarının Tespiti Amacıyla Kurulan Sediman Tuzaklama Yöntemi. (A) Sediman Tuzaklama Kurulumu, (B) Kurulan Tuzakta Biriken Sediman, Güney (C) ve Kuzey (D) Yamaçlardaki Tuzaklarda Biriken Sedimanlardan Toplanan Örnekler.....	5
Fotoğraf 2 Yamaçlarda Eğim, Yağışın Şiddeti ve Süresine Bağlı Olarak Taşınan Çakıl ve Blok Boyutundaki Sedimanın Taşınma Mesafesinin Ölçümü ve Daha Küçük Boyutlu Sedimanlara Gömülme Durumunu Belirlemek için Uygulanan Boyalı Taş Yöntemi	6
Fotoğraf 3 Yamaç Erozyonunun Şiddetinin Belirlenmesi Amacıyla Kurulan Ağ (A), Ağ Kurulumun (B) ve Biriken Sediman Örneklerinin Alınma Aşamasından (C) Birer Görünüm.	8
Fotoğraf 4 Yamaç (C) ve Oyuntu (A – B – D) Erozyonunun Tespiti İçin Yerleştirilen Erozyon Çubukları	9
Fotoğraf 2. 1 Araştırma Sahasının Çevresi Engebeli ve Dağlık Bir Görünüme Sahiptir	35
Fotoğraf 2. 2 Penek Çayı’ndan Bir Görünüm	64
Fotoğraf 2. 3 Araştırma Sahasında Antropojen Stepler Geniş Alan Kaplamaktadır.....	70

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1 Çalışma Sahasında Kullanılan Amaç ve Yöntemler	4
Tablo 1. 1 Coğrafi Bölgelerimizin Yüzölçümlerine Göre Eğim Değerleri	14
Tablo 2. 1 Oltu’da Aylık Ortalama, Ortalama Maksimum, Ortalama Minimum, En Yüksek ve En Düşük Sıcaklıkların Değişimi.....	43
Tablo 2. 2 Şenkaya’nın Aylık Ortalama, Ortalama Maksimum, Ortalama Minimum, En Yüksek ve En Düşük Sıcaklıkların Aylara Göre Değişimi.....	44
Tablo 2. 3 Araştırma Sahasında Don Olaylı Günleri Sayısı.....	45
Tablo 2. 4 Oltu’da Ortalama Basınç, En Yüksek Basınç ve En Düşük Basıncın Aylık Değişimi (Mb).	47
Tablo 2. 5 Oltu ve Şenkaya İlçelerinin Çeşitli Yönlerden Esen Rüzgârların Esme Sayıları ve Yüzdelik Frekans Değerleri	49
Tablo 2. 6 Oltu’da Etkili Rüzgârların Aylık Ortalama, Aylık Maksimum Hızları ve Aylara Göre Hâkim Rüzgâr Yönleri	51
Tablo 2. 7 Şenkaya’da Etkili Rüzgârların Aylık Ortalama, Aylık Maksimum Hızları ve Aylara Göre Hâkim Rüzgâr Yönleri	53
Tablo 2. 8 Oltu ve Şenkaya’nın Aylık Ortalama Bağıl Nem Oranları (%) Aylık Değişimi	54
Tablo 2. 9 Oltu’nun Aylık Ortalama Bulutluluk Oranları, Ortalama Bulutlu Gün ve Açık Gün Sayıları	55
Tablo 2. 10 Oltu’nun Ortalama Sisli Gün Sayısının Aylık Değişimi.....	57
Tablo 2. 11 Oltu Meteoroloji İstasyonu’nda Ortalama Yağışın Aylık Değişimi ve Yıllık Ortalama Tutarları.....	59

Tablo 2. 12 Oltu Meteoroloji İstasyonu'nda Ortalama Yağışın Mevsimsel Tutar ve Oranları.....	60
Tablo 2. 13 Oltu'da Ortalama Yağışlı Gün Sayılarının Aylara Göre Dağılışı	60
Tablo 2. 14 Oltu'da Ortalama Kar Yağışlı Gün, Ortalama Kar Örtülü Gün ve Ortalama Kar Örtüsü Kalınlıklarının Aylık Değişimi.....	61
Tablo 2. 15 Thornthwaite Yağış Etkinlik Tablosu	62
Tablo 2. 16 Bardız Çayı'nın Akım (M ³ /Sn) Değerleri	65
Tablo 3. 1 Oltu Meteoroloji İstasyonu 2021 Yılı Yağışın Aylara Göre Dağılımı.....	72

GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik 2. 1 Oltu İlçesinin Aylık Ortalama, Ortalama Maksimum, Ortalama Minimum, En Yüksek ve En Düşük Sıcaklıkların Aylara Göre Değişimi.....	43
Grafik 2. 2 Şenkaya İlçesinde Aylık Ortalama, Ortalama Maksimum, Ortalama Minimum, En Yüksek ve En Düşük Sıcaklıkların Aylara Göre Değişimi	45
Grafik 2. 3 Araştırma Sahasında Don Olaylı Günlerin Aylara Göre Dağılışı.....	46
Grafik 2. 4 Araştırma Sahasında Don Olaylı Günlerin Mevsimlere Göre Dağılışı.....	46
Grafik 2. 5 Oltu'nun Ortalama Basınç Değerlerinin Aylık Değişimi (Mb).	48
Grafik 2. 6 Oltu'nun Yıllık Rüzgârgülü Diyagramı.....	50
Grafik 2. 7 Oltu'nun Mevsimlere Göre Rüzgâr Frekans Değerleri.....	50
Grafik 2. 8 Şenkaya'nın Yıllık Rüzgâr Gülü Diyagramı.....	52
Grafik 2. 9 Şenkaya'nın Mevsimlere Göre Rüzgâr Frekans Değerleri	52
Grafik 2. 10 Araştırma Sahasında Ortalama Bağıl Nem Oranlarının Aylık Değişimi	55
Grafik 2. 11 Oltu'da Aylara Göre Ortalama Bulutluluk Oranı	56
Grafik 2. 12 Araştırma Sahasında Ortalama Yağış Tutarlarının Aylara Göre Değişimi.....	59
Grafik 2. 13 Oltu'da Ortalama Yağışlı Günlerin Aylık Değişimi	60
Grafik 2. 14 Oltu'da Ortalama Yağışlı Günlerin Aylık Değişimi	61
Grafik 2. 15 Bardız Çayı'nın Akım (M^3/Sn) Değerleri Grafiği	65
Grafik 3. 1 Gözlem Dönemlerine Ait Sediman Miktarları.....	73

Grafik 3. 2 Çalışma Süresi Boyunca Tuzaklarda Tutulan Sediman Miktarı 76

Grafik 3. 3 Çalışma Süresi Boyunca Ağlarda Tutulan Sediman Miktarı 79



HARİTALAR LİSTESİ

Harita 1 Penek Çayı Havzası'nın Lokasyon Haritası	2
Harita 2. 1 Penek Çayı Havzası'nın Jeoloji Haritası	22
Harita 2. 2 Penek Çayı Havzası'nın Fiziki Haritası	36
Harita 2. 3 Penek Çayı Havzası'nın Eğim Haritası	37
Harita 2. 4 Penek Çayı Havzası'nın Jeomorfoloji Haritası	38
Harita 2. 5 Penek Çayı Havzası'nın Bakı Haritası	40
Harita 2. 6 Penek Çayı Havzası'nın Yıllık Ortalama Sıcaklık Dağılışı Haritası	42
Harita 2. 7 Penek Çayı Havzası'nın Yıllık Ortalama Yağış Dağılışı Haritası	58
Harita 2. 8 Penek Çayı Havzası'nın Hidrografya Haritası	66
Harita 2. 9 Penek Çayı Havzası'nın Toprak Haritası	69
Harita 2. 10 Penek Çayı Havzası'nın Doğal Bitki Örtüsü Haritası	71

KISALTMALAR LİSTESİ

cm	: Santimetre
DMİ	: Devlet Meteoroloji İşleri
DSİ	: Devlet Su İşleri
E	: Eğim
ESE	: Doğu-Güneydoğu
GB	: Güneybatı
GPS	: Global Pozisyonlama Sistemi
h	: Saat
H	: Yükselti
HES	: Hidroelektrik Santral
KD	: Kuzeydoğu
Kg	: Kilogram
Km	: Kilometre
km ²	: Kilometrekare
M	: Metre
m ²	: Metrekare
Mak	: Maksimum
mg	: Miligram
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
mm	: Milimetre
MTA	: Maden Tetkik ve Arama
NNW	: Kuzey-Kuzeybatı
NW	: Kuzeybatı
Ort	: Ortalama
S	: Zaman
SE	: Güneydoğu
South	: Güney
SSE	: Güney-Güneydoğu
SSW	: Güney-Güneybatı
Std	: Birimin standart sapması
SW	: Güneybatı
T.	: Tepe
Top	: Toplam
WNW	: Batı-Kuzeybatı
%	: Yüzde
°C	: Santigrat Derece

ÖZET

Erozyon, günümüz dünyasında doğal afetler içerisinde “sinsi doğal afet” olarak bilinen çok tehlikeli bir doğal afettir. Dünyada birçok ülkede büyük bir problem olarak görülen, özellikle tarımsal üretimi günümüzde olumsuz etkileyen ve gelecekte de olumsuz etkileyecek olan bu doğal afet, ülkemizde de tarımsal faaliyetleri olumsuz etkilemektedir. Erozyonun oluşumuna neden olan jeolojik, jeomorfolojik, iklimik, edafik, vejetatif ve antropojen faktörler göz önüne alınarak Erzurum ili Şenkaya ilçesi sınırları içerisinde bulunan Penek Çayı Havzası’nda sedimanter litolojik birimlerdeki üzerindeki yüzey erozyonu şiddetinin belirlenmesi amacıyla bu faktörlerin etkileri belirlenmeye çalışılarak, bu amaçla arazi ölçümlerinden yararlanılmıştır.

Çalışma sonucunda elde edilen veri ve bulgular değerlendirildiğinde, farklı relief şartlarına sahip yamaçlarda oluşan erozyon süreçleri üzerinde yağış miktarından daha ziyade yağış rejiminin ve bitki örtüsünün etkili olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca çalışma sahasında erozyona bağlı olarak taşınan sediman miktarı ile zemini oluşturan malzemenin litolojik, edafik ve vejetatif özellikleri arasında güçlü pozitif ilişkiler tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yüzey Erozyonu, Parmak Erozyonu, Oyuntu Erozyonu, Sinsi Doğal Afet, Penek Çayı, Erzurum

SUMMARY

DETERMINATION OF THE SURFACE EROSION INTENSITY IN PENEK RIVER BASEMENT

Erosion is a very dangerous natural disaster that is known as insidious natural disaster in today's world. Erosion affects agricultural activities negatively in our country which is seen as an enormous problem in many countries by effecting especially agricultural production at the present time and even in the future. Measurements have been carried out in basin of Penek River Senkaya Erzurum for the purpose of specifying the intensity of surface erosion considering geologic, geomorphologic, climatic, edaphic, vegetative and anthropogenic factors which causes erosion.

When the findings and data are commented at the end of the study, it is determined that raining regime is more effective than raining quantity on the process of erosion that is formed on the slopes having different relief studies Finally, It is determined that carried sediment quantities depending on erosion, lithological features of the material forming ground, edaphic and vegetative reasons have positive strong relations.

Keywords: Penek River, surface erosion, insidious natural disaster, sediment

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmam boyunca konu seçiminde, arazi çalışmalarım sırasında yardım ve desteğini esirgemeyen, akademik anlamda tüm bilgi ve tecrübesiyle yanımda olan hocam, tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Çağlar ÇAKIR'a, Lisans ve Yüksek lisans eğitimim süresince benden hiçbir zaman desteğini esirgemeyen kıymetli hocam Prof. Dr. İhsan BULUT'a, Yüksek Lisans eğitimim süresince bilimsel anlamda gelişmemi sağlayan Akdeniz Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü hocalarıma teşekkürü bir borç bilirim. Arazi çalışmalarında ve tez yazımı sürecinde tecrübelerinden faydalandığım Atatürk Üniversitesi Coğrafya Bölümü doktora öğrencisi Emrah ATAR'a, Meteorolojik verilerin temininde yardımcı olan Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü 12. Bölge Müdürlüğü personellerine, çalışma sahasının Hidro-Meteorolojik verilerinin temininde yardımcı olan Tarım ve Orman Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü 8. Bölge Müdürlüğü personellerine, çalışma sahasının toprak ve bitki örtüsü özellikleri ile ilgili veri temininde yardımcı olan Erzurum İl Tarım Müdürlüğü personellerine teşekkürü bir borç bilirim.

Son olarak, tez çalışmam süresi boyunca bana destek olan, eşim Canan GÖKHAN'a oğlum Yiğit Kerem GÖKHAN'a ve kızım İpek GÖKHAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ÖNSÖZ

Ülkemizde, doğal üretim varlıklarımızın en önemlilerinden birisi olan toprağın bilinçsiz kullanılması, toprağı kullanırken ortaya çıkan erozyon süreçlerinin çevresel etkileri ve sonuçları çok önemli bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Erozyona neden olan faktörler, sadece beşeri özelliklerle değil fiziki özelliklerle de açıklanmaktadır. Ülkemizde, ortalama yükseltinin, eğim ve engebenin fazla olması; bununla birlikte bitki örtüsünün yoğun bir şekilde tahrip edilmesi fiziki özelliklere bağlı olarak oluşan erozyonu artıran en önemli faktördür. Ayrıca, ülkemizde sağanak ve sel rejimli yağışlar erozyonu artıran bir diğer önemli faktördür. Ülkemizden her yıl denizlere, rezervuarlara ve başka ülkelere taşınan sediman miktarı yılda 814.599.670 m³'e ulaşmaktadır. Bu yüksek değer, çok ciddi tedbirler alınarak, erozyonla birlikte özellikle, toprağın verimli üst kısmını oluşturan katmanın korunması ve taşınan sediman miktarının minimize edilmesi gerekliliğini ortaya çıkarmıştır.

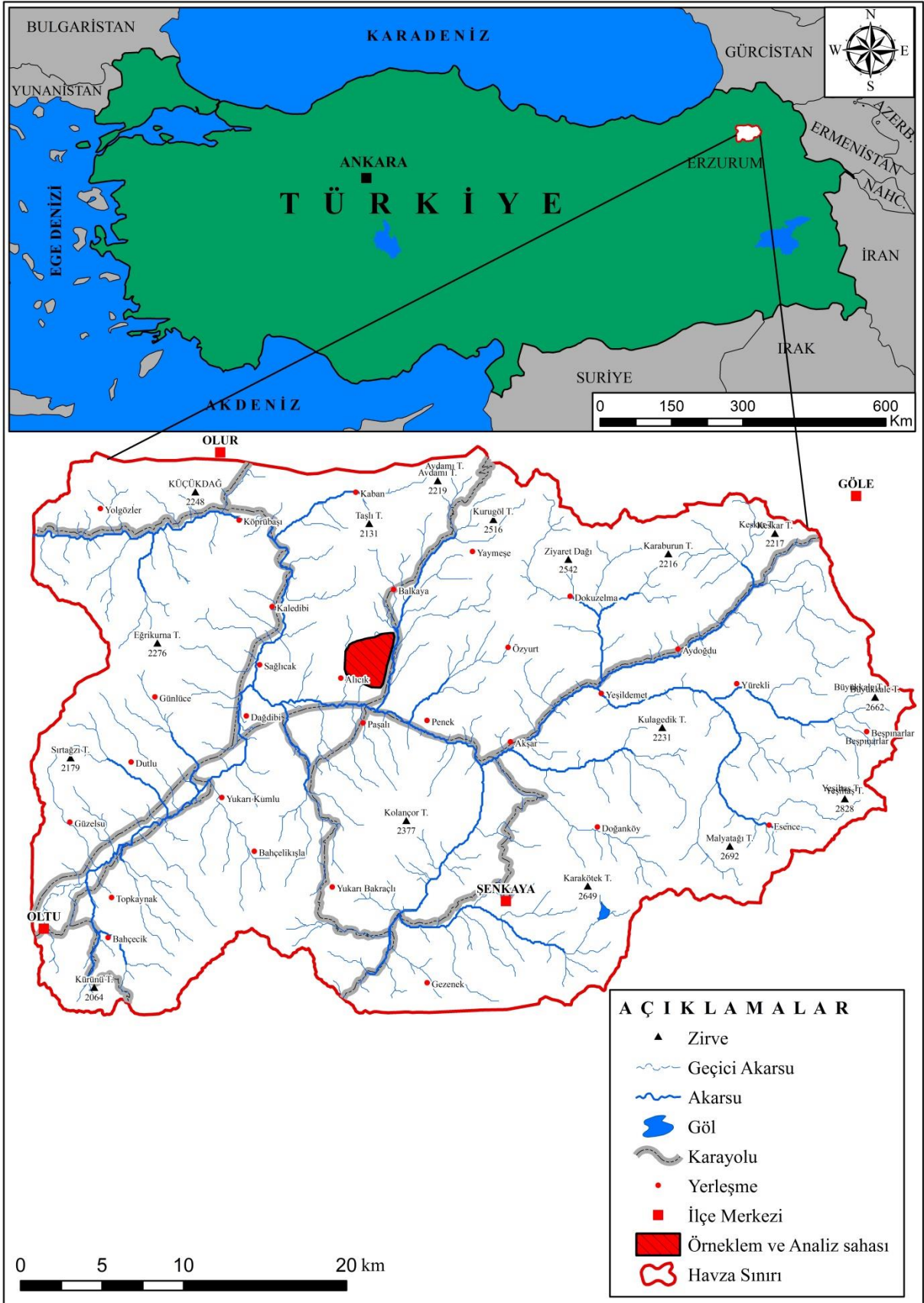
Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak hazırlanan bu çalışmada, Penek Çayı Havzası'nda sedimanter litolojik birimler üzerinde gerçekleşen yüzey erozyonu süreçleri ve erozyon şiddetinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu hedefe yönelik olarak yapılan arazi çalışmalarında, erozyon çubukları yöntemi, boyalı taş yöntemi, sediman tuzaklama yöntemi ve ağ yöntemi kullanılarak ölçümler yapılmıştır. Yapılan ölçümler kayıt altına alınarak, gerekli analizler yapıldıktan sonra yüzey erozyon süreçlerini ve erozyon şiddetini belirleyen unsurlar anlatılmıştır. Çalışmada litolojik, iklimik, vejetatif ve edafik faktörlerin yüzey erozyonunun oluşmasında etkileri incelenerek, erozyonu üzerinde etkili olan ve erozyonu artıran unsurlar bir mühendislik çalışmasından daha ziyade, Coğrafya biliminin prensiplerine bağlı kalınarak incelenmiştir. Bundan dolayı Coğrafya'nın sebep (nedensellik), sonuç, dağılış ve bağlantı (karşılıklı ilgi) ilkelerine dayanarak yapılan bu çalışmanın, literatüre yenilikler kazandıracağı düşünülmektedir.

GİRİŞ

1. Çalışma Sahasının Konumu

Penek Çayı Havzası, Doğu Anadolu Bölgesi'nin Erzurum-Kars-Ardahan Bölümü ile Karadeniz Bölgesi'nin Doğu Karadeniz Bölümü sınırları içerisinde yer almaktadır. Havzanın en kuzey noktasını yaklaşık olarak $40^{\circ} 48'$ kuzey enlemi oluştururken en güneyini $40^{\circ} 29'$ kuzey enlemi oluşturur. Çalışma sahasının en doğusundan $42^{\circ} 38'$ doğu boylamı geçerken en batısından $41^{\circ} 59'$ doğu boylamı geçmektedir. Penek Çayı Havzasının büyük bir bölümü idari bakımdan Erzurum ili sınırları içerisinde yer almaktadır. Ayrıca, çalışma sahası kuzeydoğudan Ardahan ilinin Göle ilçesi ile güneydoğudan Kars ilinin Selim ilçesi sınırları içerisinde yer almaktadır. Araştırma sahası İdari bakımdan; doğu-kuzeydoğusunda Ardahan ve Göle, güneybatı-batısında Oltu, kuzeyinde Olur, güneydoğusunda Selim, güneyinde ise Şenkaya ilçeleri ile çevrilidir (Harita 1).

Penek Çayı Havzası'nın toplam akaçlama alanı $1660,2 \text{ km}^2$ 'dir. Havzanın kuzey uç noktası olan Küçük Dağ (2248 m) ile güney uç noktası olan Büyük Kızıl T. (1176 m) arasındaki kuş uçuşu uzaklık yaklaşık olarak 34 km'dir. En doğuda Büyükkale T. (2662 m) ile en batıda Sırtağzı T. (2179 m) arasındaki kuş uçuşu uzunluğu yaklaşık olarak 55 km'dir.



Harita 1 Penek Çayı Havzası'nın Lokasyon Haritası

2. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmada, yarıkurak iklim koşullarına sahip Penek Çayı Havzası'ndaki sedimanter litolojik birimlerden oluşan tepelik alanların farklı bakı özelliklerine sahip yamaçlarında gerçekleşen yüzey erozyonu süreçleri üzerinde etkili olan ve sahanın doğal çevresini oluşturan jeolojik yapı, jeomorfik şekiller, iklim koşulları, hidrografik, klimatik, pedoğrafik özellikler ile bitki örtüsü özellikleri incelenmiş ve erozyon şiddeti belirlenmeye çalışılmıştır.

Penek Çayı Havzası'nın çalışma sahası olarak seçilmesinde, sahada daha önce hem coğrafyacı hem de farklı bilim dallarına mensup bilim insanları tarafından erozyon süreçlerinin ve erozyon şiddetinin belirlenmesine yönelik bilimsel bir çalışmanın yapılmamış olması etkili olmuştur. İbrahim ATALAY' ın "Oltu Çayı Havzasının Fiziki Coğrafyası ve Amenajmanı" isimli eseri ile Çiğdem ÜNAL 'ın "Şenkaya'nın Coğrafi Etüdü" isimli çalışmaları, araştırma sahasını da içine alan Coğrafya bilimine ait çalışmalardır. Saha, maden potansiyeli açısından önemli bir havzada yer aldığı için önceki çalışmalar daha çok maden ve enerji kaynaklarının tespitine yönelik yapılmış çalışmalardır.

3. Materyal ve Yöntem

Çalışmanın materyali, Penek Çayı Havzası sınırları içerisindeki sedimanter litolojik birimlerden olan Oligo-Miyosen yaşlı çamur taşı ve çakıl taşından oluşan tepelerdir. Bu çalışma, sahanın özelliklerine uygun bir şekilde, ofis çalışması ve saha çalışması şeklinde iki bölüm olarak planlanmış ve gerçekleştirilmiştir. Ofis çalışmaları sırasında, araştırma sahası ve yakın çevresi ile ilgili geniş bir kaynak taraması yapılarak, amaca uygun bir veri tabanı hazırlanmıştır. Ön arazi çalışması aşamasında öncelikli olarak çalışma sahasının sınırları tespit edilmiş ve taslak haritalara işlenmiş, erozyon süreç ve oranının belirlenmesi için örneklem alanları belirlenmiştir. Araziden döndükten sonra elde edilen veriler, literatür taraması sonucunda elde edilen verilerle karşılaştırılarak değerlendirilmiş ve arazide erozyon süreç ve oranının belirlenme süreci planlanmıştır. Asıl arazi çalışması şu şekilde planlanmıştır:

1. Arazi çalışması ve araziye ekipmanların yerleştirilmesi.
2. Arazi yerleştirilen ekipmanlardan elde edilen verilerin toplanması.
3. Arazide toplanan sedimanların laboratuvarında incelenmesi. (Sedimanların ağırlık, şekil ve boyut özelliklerinin incelenmesi).

Penek Çayı Havzası'ndaki sedimanter litolojik birimler üzerinde etkili olan yamaç erozyonu süreçlerinin incelenmesi için erozyon çubukları ve ağ yöntemi, uygulanmıştır. Böylelikle oyuntu erozyonunun incelenmesi büyük ölçüde gerçekleştirilmiştir. Yamaç

erozyonu ve oyuntu (Gully) erozyonu ile birlikte taşınan sediman süreçlerinin izlenmesi ve belirlenmesi amacıyla sediman tuzaklama ve boyalı taş yöntemleri uygulanarak fotoğraflama metodu ile süreçler takip edilmiştir. Özellikle boyalı taş yönteminde fotoğraflama metodu etkin bir şekilde kullanılmıştır.

Tablo 1 Çalışma Sahasında Kullanılan Amaç ve Yöntemler

AMAÇLAR	YÖNTEMLER
1- Sediman taşıma süreçlerinin belirlenmesi	a-Boyalı taş yöntemi (Sedimanın oyuntularda hareketlerinin şekil ve boyut özelliklerinin belirlenmesi). b-Sediman tuzaklama yöntemi (Taşınan sedimanın şekil ve boyut miktarlarının belirlenmesi). c-Fotoğraflama yöntemi
2- Yamaç erozyonu süreçlerinin belirlenmesi	a-Erozyon çubukları yöntemi (Yamaçlardaki erozyon oranını dolaylı olarak ölçmek). b-Boyalı taş yöntemi (Yamaçlarda taşınan materyallerin şekil-boyut özelliklerini belirlemek). c-Ağ yöntemi (Yamaçlardan taşınan sedimanın şekil-boyut, miktar özelliklerini belirlemek).
3- Oyuntu (Gully) Erozyonu	a-Erozyon çubukları yöntemi (Oyuntulardaki erozyon oranını dolaylı olarak belirlemek). b- Kanalin enine kesitini ölçme yöntemi (Kanalın enine kesitindeki değişimleri ölçme).

a. Sediman Tuzaklama Yöntemi ve Başlıca Özellikleri

Bu yöntem özellikle akarsularda eğimin etkisi ile taşınan materyallerin belirlenmesi ve yağışlardan sonra oluşan erozyon ile taşınan sediman boyutlarının ve miktarlarının belirlenmesi amacıyla kullanılır. Bu yöntem daha çok erozyon çubukları yöntemi ile birlikte kullanıldığında daha doğru sonuç verir ve oyuntularda meydana gelen erozyon miktarının belirlenmesi açısından önem taşır.

a.1. Sediman Tuzaklama Yöntemin Kullanım Amacı ve Uygulanması

Yamaç erozyonunun belirlenmesinde kullanılan bu yöntemde temel amaç, farklı zaman aralıklarında taşınan sediman oranı-miktarı ve yağış arasındaki ilişkinin belirlenmesi ve yağışlarla birlikte taşınan sediman özelliklerinin belirlenmesidir.

Çalışma sahasında ölçümler daha çok yağışlardan sonra yapılmıştır. Yağışlardan sonra önceden konulan tuzaklar kontrol edilerek tuzaklar içinde biriken sediman boşaltılarak analiz yapılmak üzere laboratuvara götürülmüştür. Sediman tuzakları, çalışma sahasında Oligo-Miyosen yaşlı çamurtaşı formasyonundan oluşan bir tepenin bakı açısından farklılık gösteren kuzey ve güney yamacına yerleştirilmiştir. Tuzakların yapımı için 30x30x60 boyutlarında plastik bidonlar kullanılmıştır. Bu bidonlar oyuntuların aşağı çığırına yerleştirilerek biriken sedimanın tuzak içerisinde kalması sağlanmıştır. Tuzakların hareket etmesini engellemek

amacıyla 50 cm uzunluğunda ve 8 mm çapında demir kazıklar kullanılarak tuzaklar bulundukları yerlere sabitlenmiştir (Fotoğraf 1).

Çalışma sahasında meydana gelen her yağıştan sonra tuzaklar kontrol edilerek biriken malzemeler özenle toplanıp, sınıflandırılmıştır.



Fotoğraf 1 Yamaç Eteklerine Taşınan Sedimanın Miktarı, Şekil ve Boyutlarının Tespiti Amacıyla Kurulan Sediman Tuzaklama Yöntemi. (A) Sediman Tuzaklama Kurulumu, (B) Kurulan Tuzakta Biriken Sediman, Güney (C) ve Kuzey (D) Yamaçlardaki Tuzaklarda Biriken Sedimanlardan Toplanan Örnekler

b. Boyalı Taş Yöntemi ve Başlıca Özellikleri

Bu yöntem daha çok yamaçlardaki yüzeysel akışlar ile akarsuların aşındırma, taşıma ve biriktirme faaliyetlerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Bu yöntemle yamaçlarda ve akarsu yataklarında taşınan sedimanların taşınma, boyut ve şekil özellikleri belirlenmektedir. Çalışma sahasında uygulanan bu yöntemde daha çok yağışlardan sonra çakıl-blok boyutundaki materyallerin taşınma ve birikme özellikleri analiz edilmiştir.

b.1. Boyalı Taş Yönteminin Kullanım Amacı ve Uygulanması

Boyalı taş yönteminde asıl ulaşılmak istenilen amaç, yamaç eğimi boyunca boyanmış taşların hareket noktasından itibaren ne kadar uzaklaştığı, gravitenin yönlendirici etkisi ve yağışlarla birlikte taşınma mesafesi ve taşınan diğer sedimanlarda gömülme oranlarını metrik olarak ölçüp, fotoğraflama yöntemiyle belirlemektir. Boyalı taşların hazırlandığı yerden itibaren 1 metre kadar uzakta olan bir nokta belirlenerek kırmızı spreyci boya ile çizilmiştir (Fotoğraf 2). Boyalı taşların zeminde ne kadar taşındığı ve diğer sedimanter materyallerle birleşme sürecinin tespiti amaçlanmıştır.



Fotoğraf 2 Yamaçlarda Eğim, Yağışın Şiddeti ve Süresine Bağlı Olarak Taşınan Çakıl ve Blok Boyutundaki Sedimanın Taşınma Mesafesinin Ölçümü ve Daha Küçük Boyutlu Sedimanlara Gömülme Durumunu Belirlemek için Uygulanan Boyalı Taş Yöntemi

Bu yöntemin uygulanması amacıyla çalışma sahasında farklı litolojik özellikte ve farklı boyutlardaki taşlar kırmızı spreyci boya ile boyanarak, yaklaşık olarak aynı eğim değerlerine

sahip kuzey ve güney yamaçlara yerleştirilmiştir. Kuzey yamaçta belirlenen lokasyona 12 adet, güney yamaçta belirlenen lokasyona ise 14 adet boyalı taş yerleştirilmiş ve bu taşların yağışlarla birlikte bulundukları yerlerden hareketleri ve daha ince boyutlu sediman içerisine gömülüp gömülmedikleri izlenerek kayıt altına alınmıştır.

c. Ağ Yöntemi ve Başlıca Özellikleri

Bu yöntem genellikle yamaç erozyonunun çok olduğu alanlarda yamaç erozyonunu önleme çalışmalarında ve dağlık-engelibeli arazilerde yamaç akıntılarının takip edilmesinde ve moloz yığınlarından oluşan materyallerin bulunduğu yamaçlarda gerçekleşen erozyon miktarını belirlemek amacıyla kullanılmaktadır.

c.1. Ağ Yönteminin Kullanım Amacı ve Uygulanması

Çalışma sahasında, gevşek yapılı molozların bulunduğu yamaçlarda bu yöntem kullanılmıştır. Özellikle taşınan materyallerin hangi mevsimde daha çok olduğunu ve taşınma sıklığını belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Çalışma sahasında bu amaçla belirlenen ve farklı bakı özelliklerine sahip iki lokasyondan kuzey ve güney yamaçlara ağ Aralığı 3 mm olan yaklaşık 1m²'lik alana sahip iki ağ 12 mm çapında ve 30 cm uzunluğunda demir kazıklar yardımıyla sabitlenmiştir (Fotoğraf 3). Ağların kurulmasından sonra belirlenen planlar ve periyotlar süresince çalışma sahasına gidilerek ağlarda biriken sedimanlar boşaltılıp sediman miktarları şekil ve boyut özellikleri kayıt altına alınmıştır. Bu yöntemde çalışma sahasında kurulan ağlarda biriken materyallerin kurak dönemlerde ve yağışlı dönemlerde oluşturdıkları değişimler de gözlenmiştir.

d. Erozyon Çubukları Yöntemi ve Başlıca Özellikleri

Erozyon çubukları yöntemi düz veya eğimli arazilerde oyuntuların bulunduğu alanlarda ya da yamaçlarda oluşan erozyon şiddetinin belirlenmesi amacıyla kullanılmaktadır. Bu yöntemde kullanılan materyaller hem kolay temin edilebilir hem de daha ekonomiktir. Bu yöntemin kullanılmasıyla elde edilen veriler daha çok sayısal değerlerden oluştuğu için erozyon miktarının belirlenmesinde daha net sonuçlar ortaya koymaktadır. Ancak bu yöntemin birçok avantajının yanında bazı dezavantajlarının olması da söz konusudur. Bu yöntemin en önemli dezavantajı bu çubukların yabani hayvanlar tarafından yerinden sökülmesidir. Bir diğer dezavantaj ise özellikle yamaç eğiminin fazla olduğu alanlarda erozyon şiddetinin fazla olmasına bağlı olarak taşınan sedimanların yamaçlardaki erozyon çubuklarının gevşemesine neden olmasıdır.

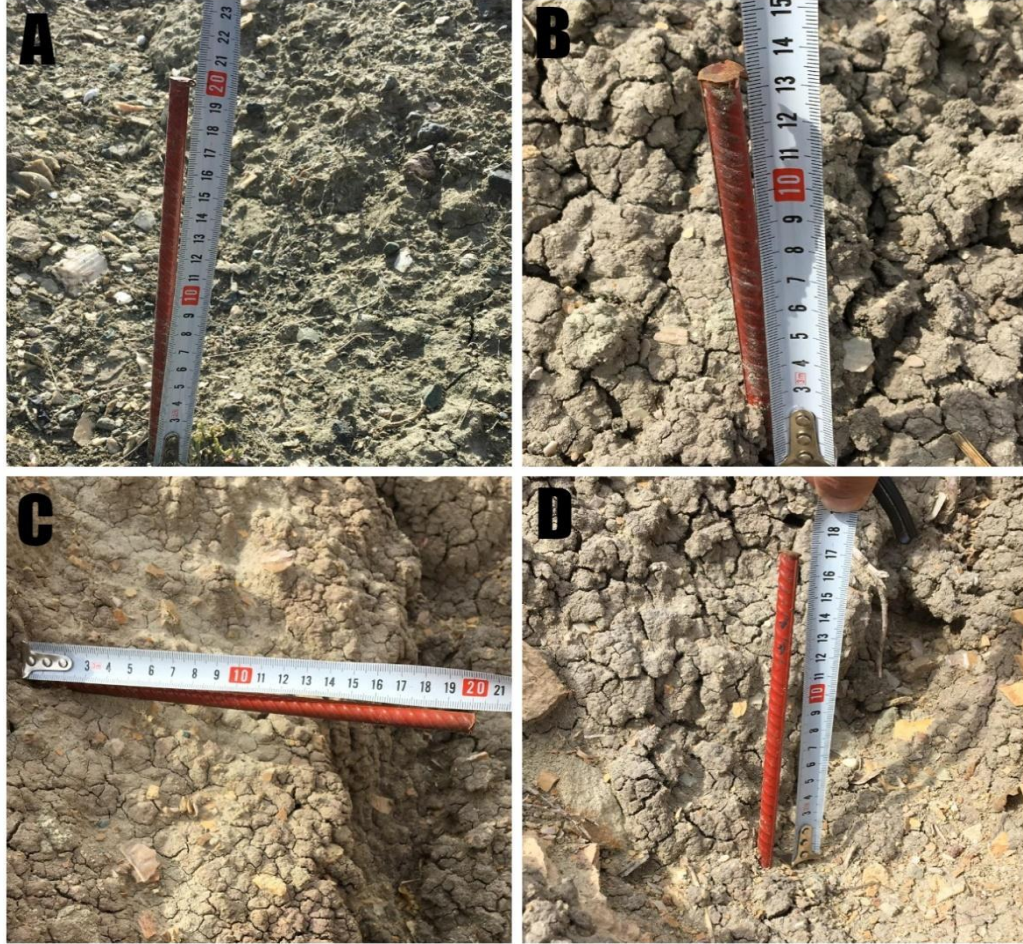


Fotoğraf 3 Yamaç Erozyonunun Şiddetinin Belirlenmesi Amacıyla Kurulan Ağ (A), Ağ Kurulumun (B) ve Biriken Sediman Örneklerinin Alınma Aşamasından (C) Birer Görünüm.

d.1. Erozyon Çubukları Yönteminin Kullanım Amacı ve Uygulanması

Çalışma sahasında erozyon çubukları yönteminden öncelikle iki temel araştırma faaliyeti için faydalanılmıştır. Bunlardan birincisi yüzeysel akış ile birlikte oluşan erozyonun şiddetini belirlemek, ikincisi ise yamaçlarda meydana gelen oyuntu erozyonu şiddetinin belirlemektir. Erozyon şiddetinin belirlenmesi için 8 mm çapında ve 40 cm uzunluğunda 50 adet demir çubuk hazırlanarak bu çubukların 20 cm'si kırmızı renk spreyci boya ile boyanmıştır. Çubuklar, boyanan bölüme kadar belirlenen noktalara çakılmıştır. Bu 20 cm'lik kısmın boyanmasındaki temel amaç, erozyon sonucunda yüzeyde meydana gelen değişimleri ölçmeyi mümkün kılması ve buna bağlı olarak erozyon miktarının daha doğru belirlenmesidir (Fotoğraf 4). Çalışma sahasında önceden belirlenmiş güney yamaçtaki lokasyonda oyuntu erozyonunu tespit için 5 m aralıklar ile 7 çubuk ve yamaç erozyonunu tespit etmek amacıyla yine 5 m aralıklarla yamacın enine kesitine 14 çubuk yerleştirilmiştir. Ayrıca çalışma sahasında farklı

bakı etkisine sahip kuzey yamaçtaki lokasyona ise oyuntu erozyonunu tespit etmek için 5 m aralıklar ile 6 çubuk ve yamaç tespit etmek amacıyla yine 5 m aralıklar ile 12 çubuk yamacın enine kesitine yerleştirilmiştir. Farklı dönemlerde çubuklarda yapılan ölçümler sonucunda elde edilen veriler kayıt altına alınmıştır.



Fotoğraf 4 Yamaç (C) ve Oyuntu (A – B – D) Erozyonunun Tespiti İçin Yerleştirilen Erozyon Çubukları

Arazi çalışmaları sonucunda elde edilen veriler, coğrafi araştırmanın temel ilkeleri olan sebep, sonuç, dağılım, bağlantı (karşılıklı ilgi) ilkelerine uygun olarak değerlendirildikten sonra, yazım aşaması gerçekleştirilmiştir.

Penek Çayı Havzası'nın jeolojik ve jeomorfolojik özelliklerinin belirlenmesinde Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü'nün (MTA) hazırlamış olduğu 1/ 100.000 ölçekli açınsama nitelikli jeoloji paftalarından faydalanılmıştır. Çalışma sahasının iklimik verilerinin belirlenmesinde Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nün (MGM) raporlarından faydalanılmıştır. Elde edilen veriler grafik ve tablolarla dönüştürülerek yorumlanmıştır. Hidrografik özellikler için Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nün (DSİ) akım verilerinden faydalanılmıştır. Çalışma sahasının toprak ve bitki örtüsü verileri ise Erzurum Orman Bölge Müdürlüğü'nden temin edilmiştir.

4. Literatür Özeti

Bu bölümde, ana çizgileriyle anlatılmaya çalışılan, eğimi fazla olan arazilerde yağmur ve su erozyonuna bağlı olarak oluşan erozyon çeşitleri ile alakalı yapılan benzer çalışmalar üzerinde durulmaya çalışılmıştır. Erozyon miktarını belirlemek amacıyla kullanılan yöntemler, bu yöntemlerin avantajları ve sınırlılıkları daha önceden yayınlanmış kaynaklar yardımıyla değerlendirilmeye çalışılmıştır. Araştırma sahasındaki erozyonun şiddetini belirlemek amacıyla uygulanan yöntemleri içeren daha önce yapılmış çalışmalar şöyledir:

Atalay (1982), “Oltu Çayı Havzasının Fiziki Coğrafyası ve Amenajmanı” isimli çalışmasında Çoruh Nehri kollarından olan Oltu Çayı Havzasının fiziki coğrafya özelliklerinin kapsadığı doğal ortam özelliklerini incelemiştir. Ayrıca havzanın jeolojik jeomorfolojik iklimik ve edafik özellikleri ayrıntılı olarak incelenmiş, Oltu Çayı Havzasında Oligosen çökelleri üzerinde şiddetle devam eden erozyonun sebepleri araştırılmış, bu çökellerin fiziksel ve kimyasal özellikleri ile erozyon arasındaki ilişkiler laboratuvar ve arazi bulgularına dayanılarak ilk kez açıklanmıştır.

Ünal (2004), “Şenkaya'nın Coğrafi Etüdü” isimli çalışmasında Şenkaya'nın doğal, beşeri ve ekonomik coğrafya özellikleri ile çalışma sahasında oluşan ve oluşması muhtemel olan doğal ve beşeri çevre sorunları üzerinde durmuştur.

Schumm (1956), tarafından tahtadan üretilen erozyon çubukları ile ilk kez erozyon tespiti yapılmaya çalışılmıştır. Daha sonra demir çubukların kullanıldığı yöntemde, New Jersey Perth Amboy'da kırgıbayır topografyasının yamaçlarının ve bu topografyadaki drenaj sisteminin evrimini incelediği çalışmasında araziye dikey olarak yerleştirilen çubukların üst kısımlarının, zemin yüzeyine göre oluşturduğu seviye değişimlerini ölçerek söz konusu sahadaki erozyon süreç ve oranlarını tespit etmiştir.

Balcı (1958), “Elmalı Barajı'nın siltasyondan korunması, imkânları ve vejetasyon ve su düzeni münasebetleri üzerinde araştırmalar” isimli çalışmasında, yüzey erozyonunun oluşmasında etkili olan faktörlerin, akarsuyun taşıdığı su miktarı ve bitki örtüsü ile ilişkili olduğunu belirtmiştir.

Üçüncü (1966), “Türkiye’de toprak kaybı su kaybı seller ve sedimantasyon” isimli çalışmasında, yüzey erozyonunun oluşmasında sağanak yağışlarla etkili olan seller ve yüzeysel akış ile birlikte taşınan materyallerin erozyonu artıracak konusuna dikkat çekmiştir.

Hadley ve Lusby (1967) A.B.D.’de Colorado eyaletinin batı kısmında 5 hektarlık bir arazide önceden belirlenmiş altı örneklem alanında 1,5 metre aralıklarla erozyon çubukları kullanmışlardır. Bu çalışma süresi boyunca erozyon çubuklarının boyları ölçülmüş ve erozyon çubuklarında görülen değişimlerden hareketle sahada erozyon sonucu oluşan aşınım ve

sedimentasyon sonucu gerçekleşen birikimin oranlarını belirlenmeye çalışmışlardır.

Fanning (1994), Güney Galler'de yapmış olduğu bir çalışmada yarıkurak iklim sahalarında uzun dönemli erozyon oranını belirlemek için erozyon çubukları yöntemini kullanmış, on yıllık süreç içerisinde bu sahalardaki erozyon miktarını tespit ederek, bitki örtüsüyle örtülü olan alanlarda erozyon miktarının daha az olduğunu tespit etmiştir.

Bostanoğlu (1996), erozyonu bir problem olarak incelemiş ve Türkiye'de erozyonu ortaya çıkaran sebeplerin içerisinde en önemlisinin ormanların tahrip edilmesi olduğunu savunmuştur.

Collins ve Dunne (1996), Washington'da bulunan St. Helens volkanının kuzey yamacındaki, insan müdahalesinin henüz görülmediği, doğal özelliklerini koruyan tefraların bulunduğu yerlerdeki rill erozyonu incelenmişlerdir. Çalışmada rill erozyonunun başlangıçta yüzeysel akıştan kaynaklı daha fazla olduğunu, fakat zamanla giderek azaldığı tespit etmişlerdir.

Lawler (1996), Güney Galler'de menderes oluşturan akarsuların bulunduğu sahalarda, bank erozyonu sonucunda oluşan yamaç gerileme oranını belirlemiştir. Çalışmada yamaç gerilemesinin mevsimsel iklim özelliklerinden büyük oranda etkilendiği ve özellikle kış mevsiminde yamaç gerilemesinin daha büyük oranda gerçekleştiği tespit edilmiştir.

Wilcox ve Wood (1998), New Mexico'da yağmur benzetimliği kullanarak, yaptıkları çalışmada eğim değerlerinin %0 – %70 arasında değişkenlik gösteren yamaçlarda, yamaç eğiminin fazla olduğu bölümlerde, erozyonun daha şiddetli olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışma sonucunda ulaşılan sonuçlara göre bitki örtüsünün varlığı, özellikle yüzeysel akışın ilk aşamasında, yüzey erozyonunu oldukça azaltmıştır. Erozyonun etkisini azaltmada çalı formasyonunun ot formasyonundan daha fazla etkili olduğu tespit edilmiştir.

Saynor ve diğerleri (2003), Avustralya'da Ngaradag havzasında erozyon çubukları yöntemini kullanarak, arazide yağışlı dönemlerdeki erozyon miktarı ile yağışın az olduğu dönemlerde oluşan erozyon miktarlarını belirlemeye çalışmışlardır.

Akşit (2004), tarım arazilerinde toprak işleme faaliyetlerindeki farklılıklarla parmak (rill) erozyonu arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla, doğal yağmurlu ortamda tarlayı eğim yönüne dik veya eğim yönüne paralel sürme işlemi arasındaki farkları incelemiş, değişimleri istatistik yöntemler uygulayarak ortaya koymuştur.

Peppler ve Fitzpatric (2004), Amerika Birleşik Devletleri'nde Fever nehri kıyısında çayır bitki örtüsünün bulunduğu alanlarda aşırı otlatma faaliyetlerinin bank erozyonuna olan etkisini, erozyon çubukları yöntemi kullanarak belirlemeye çalışmışlardır. Araştırma sonucunda mera hayvancılığının yapıldığı yerlerde, aşırı otlatmanın çok olduğu arazilerde bank

erozyonunun daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Bartley (2006), Avustralya'nın yarıkurak iklim bölgelerinde kurak ve yağışlı dönemlerde bitki örtüsünün gür olduğu ve bitki örtüsünün hiç olmadığı alanlarda yüzeysel akış parseli yöntemi ile yaptığı çalışmada, depolanan sediman miktarını ve yüzeysel erozyon ile taşınan toprak miktarını tespit etmeye çalışmıştır.

Adams (2008), Amerika Birleşik Devletleri'nde orman arazilerindeki eğimli yamaçlarda yüzey erozyonunu incelediği araştırmasında sediman tuzakları kullanarak farklı zaman ve devirlerde erozyon süreçlerini takip etmiştir. Adams, bitki örtüsünden yoksun alanlarda toprak erozyonu oranının daha fazla olduğunu tespit etmiştir.

Hancock (2008), "The Measurement and Modelling of Rill Erosion at Angle of Repose Slopes in Mine Spoil" adlı çalışmasında bitki örtüsünün tahrip edildiği tarım arazilerinde, rill (parmak) erozyonu oluşum süreçlerini incelemiş, bu şekildeki arazilerde taşınan sediman miktarının çok olduğunu belirtmiştir.

Kirkby ve Bracken (2009), yaptıkları çalışmada gully veya torrent olarak adlandırdıkları oyuntuların oluşumunda rillerin giderek birleşmesinin etkili olduğunu ortaya koymuşlardır.

Ypsilantis (2011), erozyon köprüsü yöntemini kullanarak arazide aşınımın mı yoksa birikimin mi çok olduğunu belirlemeye çalışmıştır. Bu yöntem özellikle az eğimli yamaçlarda erozyon şiddetini belirlemek için kullanılmıştır. Bu yöntemin kullanılmasında yöntemin uygulanması için kullanılacak donanımların temininin kolay olması da etkili olmuştur.

BİRİNCİ BÖLÜM

KURAMSAL VE KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde erozyonun tanımı, erozyonu etkileyen etmen ve süreçler, erozyon çeşitleri, yamaç gerilemesi süreçleri ile erozyonun etkisini azaltmak için yapılacak çalışmalar anlatılmaktadır.

1.1. Erozyonun Tanımı, Erozyonu Etkileyen Etmen ve Süreçler

Erozyon; akarsuların, rüzgârların, buzulların ya da diğer dış kuvvetlerin etkisiyle veya biyolojik etkenlerle ana materyalin veya toprağın üst kısmının, zeminden aşınarak taşınıp sürüklenmesi ve süpürülmesidir (Ypsilantis, 2011: 20).

İzbırak erozyonu, “*türlü yollarla ufalanmış taşların bulundukları yerden alınarak aşağılara sürüklenmesi, süpürülmesi*” olarak tanımlamıştır (İzbırak, 1992:120).

Yeryüzünde, erozyonu oluşturan nedenler erozyon şiddetine etki etme oranına göre değerlendirildiğinde; bitki örtüsünün durumu, eğim ve engebenin çok olması, yağış rejiminin düzensiz olması, arazinin yanlış kullanılması şeklinde sıralanmaktadır.

1.1.1. Bitki Örtüsü

Bitki örtüsünün cılız olması veya arazinin bitki örtüsünden yoksun olması, erozyonun şiddetini artıran en önemli faktördür. Bitki örtüsünden yoksun alanlar gerek su erozyonunun oluşması ve gerekse rüzgâr erozyonunun oluşması için en uygun alanlardır. Toprak örtüsünü zeminde tutacak bitki köklerinin seyrek olduğu ya da hiç olmadığı yüzeylerde, yağış sularının veya eriyen kar sularının yüzeysel akışa geçerek veya yatak oluşturarak akması toprak erozyonunu hızlandırır. Bu sebepten dolayıdır ki gür bitki örtüsünün bulunduğu alanlarda yüzey erozyonunun etkisi azdır.

Kurak ve yarı kurak iklim alanlarında gece ile gündüz arasındaki sıcaklık farklarının çok olmasına bağlı olarak fiziksel (mekanik) parçalanma daha aktiftir. Özellikle bitki örtüsün olmadığı veya zayıf bitki örtüsüne sahip alanlarda, bu koruyucu örtünün bulunmaması hem fiziksel (mekanik) parçalanmanın hem de erozyonun şiddetini artırmaktadır (Hoşgören, 2000:8)

1.1.2. Eğim ve Engebenin Çok Olması

Erozyonun şiddeti, arazinin relief şartlarına ve eğim durumuna göre de değişmektedir. Yer çekiminin yönlendirici etkisiyle eğimin fazla olduğu yerlerde toprağın hareketi kolaylaştığı için erozyon şiddeti artmaktadır.

Ortalama olarak yüksek ve engebeli bir ülke olan Türkiye'nin ortalama eğimi %17,3'tür. En yüksek eğim değerleri Karadeniz Bölgesi'nin doğusunda, Doğu Anadolu Bölgesi'nin Hakkâri Bölümü'nde ve Akdeniz Bölgesi'nde görülmektedir. Ortalama eğimin en yüksek olduğu bölge Karadeniz Bölgesi'dir (%26) En düşük eğim değerleri Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde görülmektedir (%8) Eğim değişkenliği (eğimin standart sapması), Akdeniz Bölgesi'nde en yüksek değerlere ulaşırken, İç Anadolu Bölgesi'nde en düşük değerlere sahiptir (Elibüyük ve Yılmaz, 2010). Eğimin çok olduğu yerlerde yerçekiminin de etkisiyle kütlelerden kopan materyaller, eğimin azaldığı yerlere doğru hareket ederek erozyonun şiddetinin fazla olmasına neden olmaktadır (Akkuş, 2007: 83).

Tablo 1. 1 Coğrafi Bölgelerimizin Yüzölçümlerine Göre Eğim Değerleri

<i>BÖLGE</i>	<i>Alanı (km²)</i>	<i>h_{ort}</i>	<i>h_{std}</i>	<i>E_{max}</i>	<i>E_{ort}</i>	<i>E_{std}</i>
Karadeniz Bölgesi	135.409	1163	631	302	26	17,7
Marmara Bölgesi	61.860	280	282	148	12,1	11,3
Ege Bölgesi	82.205	715	449	211	15,6	13,4
Akdeniz Bölgesi	108.008	1027	638	388	20,9	18,9
Orta Anadolu Bölgesi	159.910	1205	316	235	9,6	10
Doğu Anadolu Bölgesi	161.527	1829	514	292	91,4	67,5
Güney Doğu Anadolu Bölgesi	60.552	748	245	260	8,8	10,6
Toplam	769.471	1141	464	388	17,3	14,7

Not: Çizelgede h; yükseltiyi, E ise eğimi ifade etmektedir. Aynı zamanda, ort; aritmetik ortalamayı, std; birimin standart sapmasını, max. ise maksimum değerini gösterir(Elibüyük ve Yılmaz, 2010).

1.1.3. Yağış Rejimi ve Yağış Şekli

Erozyonun şiddetini artıran bir diğer önemli faktör yağış rejiminin düzensiz olması ve yağış şeklidir. Genel olarak yağış rejiminin düzensiz olduğu yerler, kurak ve yarı kurak bölgelere karşılık gelmektedir. Bu bölgeler aynı zamanda bitki örtüsünün seyrek ya da hiç olmadığı alanlara sahiptir. Yağış rejiminin yanı sıra yağışların sağanak şeklinde gerçekleşmesi de erozyon üzerinde etkili olur. Özellikle ilkbahar ve yaz aylarında ısınan havanın yükselerek soğuması neticesinde oluşan ve halk arasında 'kırkikindi veya ahmakıslatan' yağışları olarak bilinen yükselim yağışların etkisi oldukça fazladır. Sağanak şeklindeki yağışta birim alana birim zamanda düşen yağış miktarı da oldukça fazladır. Bu durumda bitki örtüsünün seyrek olduğu ya da hiç olmadığı eğimli yüzeylere düşen yağış yeraltına sızmaya fırsat bulamadan

yüzeysel akışa geçer. Yüzeysel akışa geçen yağmur suları, zemindeki materyalleri daha kolay sürükler ve erozyonun şiddetini artırır.

1.1.4. Yanlış Arazi Kullanımı

Özellikle tarım ve hayvancılığa dayalı ekonomik faaliyetlerin yoğun olarak sürdürüldüğü alanlarda arazinin yanlış kullanılması da erozyonun şiddetini artırır. Tarımsal faaliyetlerin yoğun yapıldığı alanlarda, tarım yapılan araziye nadasa bırakmak, tarım yapılan araziye eğim yönünde sürmek, tahıl tarımının yaygın olduğu arazilerde anız yakmak erozyonun şiddetini artırır. Ayrıca, küçükbaş mera hayvancılığının yoğun yapıldığı alanlarda aşırı otlatma faaliyetleri sırasında keçi ve koyunların bitki örtüsünü kökü ile birlikte tahrip etmesi mera arazilerinde erozyon şiddetini artırır.

1.2. Erozyonun Çeşitleri

Erozyon çeşitlerini buzul, rüzgâr, yerçekimi, dalga ve kıyı, çığ, insan etkisiyle oluşan hızlandırılmış erozyon ve su erozyonu oluşturmaktadır. Erozyon faaliyeti ile ana kaya ve yüzeyde bulunan toprak parçaları farklı süreçlerle aşındırılır. Erozyonun en şiddetli görüldüğü alanlar, genellikle bitki örtüsünden yoksun veya bitki örtüsünün zayıf olduğu alanlar ile yamaç eğiminin çok olduğu alanlardır.

1.2.1. Buzul Erozyonu

Yüksek dağlık alanlardaki buzulların erimesi ile birlikte yamaçlardan aşağıya sürüklenen morenleri ve farklı büyüklükteki diğer sedimanları aşındırması, taşınması ve biriktirmesiyle buzul erozyonu oluşur. Buzulların bu hareketi sırasında buzulların üzerindeki kayaları sıyırması, onları yassıltması şeklinde oluşan hörgüç kayalar oluşur (İzbırak, 1992: 160).

1.2.2. Rüzgâr Erozyonu

Rüzgâr erozyonu, etkisi fazla olan rüzgârların, gevşek kuru ve bitki örtüsünden yoksun olan topraklarda estiği zaman toprakta ayrışmaya neden olan hareketli fiziksel bir oluşumdur. Yüzeyde bulunan ince ve verimliliği fazla toprak tanecikleri, rüzgâr ile yüzeyden kaldırılır ve taşınır (deflasyon). Deflasyonun gerçekleştiği alanda toprak örtüsünün kalınlığı inceler, taşınmaya bağlı olarak toprak verimliliği azalır ve önemli çevresel sorunlar ortaya çıkar (Zobeck ve Van Pelt, 2005: 471).

Rüzgâr erozyonu, Dünya üzerindeki kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde Dinamik

Yüksek Basınç sahalarındaki çöllerde ve orta kuşağın iç kesimlerindeki diğer çöllerde büyük bir problemdir.

Rüzgâr erozyonu, rüzgâra karşı iyi korunmayan topraklarda daha yoğun bir şekilde gerçekleşir. Bitki örtüsünün zayıf olması, yağış azlığı ve buharlaşma şiddetinin fazla olması, rüzgâr erozyonunu artırıcı sebeplerdendir (Karaoğlu, 2014:168).

Rüzgâr erozyonu, kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde, su erozyonundan daha güçlü bir şekilde gerçekleşmektedir. Çünkü bu arazilerde yağış azdır ve su erozyonu ancak düzensiz rejimli yağışlarla meydana gelir (Erinç, 2012: 20).

1.2.3. Yerçekimi Erozyonu

Toprak parçacıklarının yer çekimi etkisiyle taşınması sürecidir (Karabulut ve Küçükönder, 2008: 15). Yamaç ve şevleri oluşturan kayaların yer çekimi etkisiyle eğim yönünde hareket ederek eğimin az olduğu yerlere sürüklenmesiyle oluşur.

Yerçekimi erozyonun oluşumunda yamaç akması, moloz hareketleri, tabaka halinde toprak ve çamur akmaları etkili olmaktadır (Kızıлтаş, 2007: 9).

1.2.4. Dalga ve Kıyı Erozyonu

Dalga erozyonu genellikle denizin kıyı bölgesinde oluşan erozyon olarak bilinmektedir. Kıyı bölgesi ise litosfer, hidrosfer ve atmosferin ortak etkileşimi içerisinde kalan kısımdır. Bir başka ifade ile dalga hareketine bağlı olarak oluşan hız ve ivme etkilerinin hissedildiği deniz taban kısmı ile kıyı çizgisinin kara tarafındaki kara parçası olarak tanımlanmaktadır.

Dalga erozyonu, yeryüzünün oluşumu, şekillenmesi bakımından oldukça önemli bir işleve sahiptir. Hatta bazı alanlarda özellikle deniz ve okyanus kıyılarında oluşan erozyonun temel nedenidir (Mater, 1987: 10). Ancak, dalga aşındırması insan faaliyetlerini su ve rüzgâr erozyonu kadar etkilemez. Ancak, Hollanda gibi yükseltisi çok az olan ülkelerde, kıyılara yol yapımı gibi faaliyetler sırasında dikkate alınması gereken bir durum olmaktadır (Yılmaz, 2006: 6).

Kıyı bölgesindeki deniz hareketlerinden kaynaklanan akıntılar, tabanı oluşturan sedimanın taşınmasını ve farklı yerlerde birikmesine neden olarak kıyı erozyonunu oluşturur (Kırkgöz, 2002: 71).

1.2.5. Çığ Erozyonu

Çığ; dağların yüksek kesimlerinden, bu kesimlerin dik yamaçlarının herhangi bir yerinden koparak yuvarlanmaya başlayan, yuvarlandıkça büyüyen kar kütleleridir. Bu kar

kütelleri yamaçtan aşağıya hızlı bir şekilde hareket ederken zemindeki toprak ve taş parçalarını da sürüklerler (İzbırak, 1992: 70).

Çığ tehlikesi yamaçlarda karların birikmesi ile başlar. Arazide kış mevsiminin şiddetini artırması ile farklı karakterde üst üste yığılmış katmanlardan müteşekkil bir kar örtüsü oluşur. Kar örtüsünün dayanıklı olma durumu, bu tabakaların özellikleri ile ilgilidir. Her kar yağıışı, bu yağıştan önce gerçekleşen kar yağışından farklı bir tabaka oluşturmaktadır. Çığ olayının oluşmasında en büyük tehlike, yerde bulunan önceden birikmiş olan sıkışmış durumdaki kar örtüsünün üzerine rüzgâr ve tipi sonucunda taze kar örtüsünün yığılmasıyla yeni bir tabaka oluşması ve genellikle tipi sonrası gelen sıcak hava akımının bu iki tabaka arasında erime sonucunda oluşan kaygan bir zemin oluşturmaktadır (Gürer, 1987: 9). Kaygan yüzey veya yamaç boyunca kayan kar kütelleri, altlarındaki yer yüzeyinden farklı boyuttaki materyali sürükleyerek erozyona sebep olur.

1.2.6. Hızlandırılmış Erozyon

Dünyada hızlı bir şekilde artan insan sayısı, doğanın tahribatını da hızlandırmaktadır. Dünya'nın pek çok yerinde verimli topraklar, gittikçe artan insan müdahalesiyle geniş ölçüde fakirleşmiş ve önemli bir kısmı da elden çıkmıştır (Çelebi, 1975: 116).

Hızlandırılmış erozyon (ekstralated erosion); insanlar tarafından yanlış arazi kullanımı ve tarımsal etkinliklerin aşırı ve hatalı yapılması ile ortaya çıkan erozyon türüdür. Bu erozyon türü, özellikle insanların tarımsal faaliyetler için toprağı kullanmaya başlamalarından sonra, toprağın erozyon ile kayba uğraması sürecini de başlatmış ve bu süreci hızlandırmıştır (Bahtiyar, 2006: 20). Hızlandırılmış erozyon faaliyetinin çok olduğu yerlerdeki toprak örtüsünün taşınımı, üst toprak profilinin yüzeyinde başlamakta ve bu yolla çok uzun yıllar boyunca oluşmuş toprak örtüsünün önce üst katmanları ve daha sonra ise alt katmanları taşınarak, toprak profilleri giderek sığlaşmakta ve bitkilerin yetişmesi için gerekli olan gerçek toprak, erozyon süreçlerine bağlı olarak zamanla yok olmaktadır (Sarı, 2005: 13).

1.2.7. Su Erozyonu

Su erozyonu, geniş anlamıyla yeryüzüne düşen yağış sularının veya eriyen kar sularının, farklı şekillerde yaptıkları aşındırma taşıma ve biriktirme faaliyetleridir. Bu erozyon çeşidi yeryüzünün hemen hemen tüm alanlarında görülmektedir. Bu sebepten dolayı Dünya'da en fazla probleme neden olan erozyon türüdür (Yılmaz, 2006: 6).

Yağmur damlaları, potansiyel olarak yüzey akış suyundan fazla eroziftirler (erosive). Ancak, yağmur damlaları enerjilerinin büyük kısmı yüzeyi parçalamada kullanıldığı için bu

durum, damlaların yüzeysel akışta etkisinin daha az olduğu düşüncesini kanıtlamaktadır (Karaoğlu, 2014: 42).

Yarı Kurak iklim koşullarının etkili olduğu sahalarda, şiddetli sağanakların eseri olan sellenme suları, yamaçların işlenmesi ve şekillenmesinde en önemli etmenlerden biridir (Kopar ve Çakır, 2012).

1.2.7.1. Su Erozyonu Çeşitleri

Su erozyonu oluşum mekanizması bakımından birkaç şekilde sınıflandırılır. Bu sınıflandırmayı, damla erozyonu, yüzey erozyonu, parmak erozyonu, oyuntu erozyonu ve akarsu erozyonu oluşturmaktadır.

1.2.7.1.1. Damla Erozyonu (Raindrop Erosion)

Bu erozyon faaliyeti, su erozyonu çeşitleri içerisinde ilk aşama olarak kabul edilmektedir. Bitki örtüsünün zayıf olduğu arazilerde toprağa düşen yağmur damlacıkları toprağın parçalanmasını sağlayarak, materyallerin zeminde taşınır hale gelmesine neden olurlar.

Yoğunluğu fazla olan yağmur tanecikleri toprak agregatları ve taş parçaları üzerine düşerken onları aşındırarak daha küçük materyallere dönüştürür, anı zamanda zemini sıkılaştırır. Zemini kaplayan bu küçük materyaller, sıkışmanın da etkisiyle yağmur suyunun zemine sızmasını azaltarak erozyonun şiddetlenmesine neden olur (Karaoğlu, 2014: 42).

Yağmur damlaları toprağa düşerken iki etki oluşturarak damla erozyonuna (raindrop erosion) neden olurlar. Bu etkilerden birincisi; toprağı sıkıştırma neticesinde oluşturduğu konsolidasyon kuvveti, ikincisi ise; küçük toprak parçalarının çeşitli yollarla ayrışması ve havaya doğru sıçratılmasıdır (Görecelioğlu, 2003: 384, Morgan, 2005: 171).

Damla erozyonuna uğrayan arazilerde yalnızca yağmur damlaları ile 1 dekar araziden bir yıl içerisinde yaklaşık olarak 25 ton toprak kaybedilmektedir (Sarı, 2005: 51).

Damla erozyonunun etki gücünü, damlanın kinetik enerjisi ve zemini oluşturan kayaların litolojik yapısı da etkilemektedir. Damla erozyonunun şiddeti, toprak erozyonu şiddetini belirleyen en önemli faktörlerdendir (Erinç, 2000: 20). Damla erozyonunun etkisini artıran diğer unsur, yağış yoğunluğu ve yere düşen damla boyutlarındaki değişimdir. Yağış yoğunluğunun çok olması ve yere düşen damla boyutunun büyük olması (çapları 5-6 mm ye çıkan boyutlu damlalar) damla erozyonunun şiddetini artırır (Cooke ve Doornkamp, 1990: 119).

1.2.7.1.2. Yüzey Erozyonu (Sheet Erosion)

Sağanak yağışların görüldüğü iklim bölgelerinde ve bitki örtüsünün zayıf olduğu arazilerde, aşırı yağışlarla birlikte yağmur sularının yüzeysel akışa geçmesi ile oluşan su erozyonu çeşididir. Bu erozyon faaliyetinin oluşmasında öncelikli unsur, yüzey suyunun sızma kabiliyetini kaybetmesidir (Yıldız, 2016: 5).

Yüzey erozyonunda, yağış suları toprak yüzeyini su kanalları oluşturmadan sadece belli bir şekilde aşındırır. Yüzey erozyonunun oluşumu sırasında, ayrıışan toprak parçaları yüzeyde sürüklenerek, suda asılı halde kalarak ve sıçrama hareketleriyle taşınırlar (Çanga, 1985:400).

Yüzey erozyonun olduğu alanlarda yağış suları yüzeysel akışa geçtikten sonra akarsu oluşturabilirler. Oluşan akarsuyun akış hızının azalması bünyesinde taşıdığı materyallerin tabana çökmesine neden olmaktadır. Taşınan materyaller, akarsu yatağının derinliğinin az olduğu ağız kısmından itibaren akış yönünde birikip, set oluşturmaya başlamaktadır. Bu durumda taşınan sediman az olacağı için yüzey erozyonu sonucunda biriken materyallerde az olur (Kopar ve Sevindi, 2013: 55).

1.2.7.1.3. Parmak (Çizgi) Erozyonu (Rill Erosion)

Bu erozyon faaliyetinin oluşumu, arazinin eğim şartlarına ve havzadaki yağış miktarına bağlıdır. Parmak erozyonu *rill* veya *çizgi* erozyonu olarak da adlandırılmaktadır. Bu erozyon yüzey erozyonundan daha çok ilerlemiştir (Yıldız, 2016: 6). Bu erozyon faaliyetinde akarsu, artık yüzeysel akış yerine küçük oyuklar ve kanallardan akmaya başlamıştır (Berger ve diğ., 2010: 1457). Eğimin fazla olması, akarsuların akış hızını artırıcı yönde etkilemektedir. Artan eğimle birlikte derine aşınım artarak daha fazla sedimanın taşınmasını kolaylaştırmaktadır (Loch, 1979: 429).

Rill oluşumu ve başlangıcında etkili olan faktörler, yüzeysel akışın hidroliği tarafından kontrol edilir. (Akşit, 2004: 51). Yağış miktarının fazla ya da az olması, toprağın sızdırma özelliği, yağıştan etkilenen alanın büyüklüğü ve arazinin eğim şartları da rill oluşumunu etkiler (Dunne, 1978: 227, Foster ve diğ., 1985: 551, Thorne ve Zevenbergen, 1990: 419).

1.2.7.1.4. Oyuntu (Hendek-Gully) Erozyonu

Oyuntu erozyonunun oluşumunda, arazinin eğiminin çok olması ve yağıştan sonra oluşan yüzey akışları etkilidir. Yüzey akışları, arazide daha önce meydana gelen oluklar ve kanallar içerisinden akmaya başlar. Aşağı kısımlara doğru suyun miktarı ve taşıma gücü artar (Kızıldaş, 2007: 7). Oyuntu erozyonu eğimli arazilerde oluşan rillerin zamanla genişleyerek, daha büyük oyuklara dönüşmesi ile oluşur. Bu arazilerde, toprağın tabakalı olması oyuntu

hendeklerinin oluşumunu hızlandırır (Yıldız, 2016: 6).

Oyuntu erozyonunun oluşumu sırasında oluşan kanallar içerisinde akan su, yatağını hem derine hem de yana aşındırır. Bu aşınım faaliyetinin sonucunda, büyük ve derin kanallar oluşur. Bu kanallara *oyuntu* denir. Bu oyuntulara bağlı olarak oluşan erozyon, *oyuntu erozyonudur*. Bu oyuntuların eni, 45-50 cm, derinliği ise 25-30 cm'ye kadar olabilir (Ergene, 1987:131; Balcı, 1996:439; Çepel, 1997:53).

Oyuntu erozyonunun oluşumu bitki örtüsünün gür olduğu nemli iklim bölgelerinde zordur. Yağışın az olduğu iklim bölgelerinde ve bitki örtüsünün zayıf olduğu arazilerde bu erozyonun oluşumu daha kolaydır (Heede, 1976: 319).



İKİNCİ BÖLÜM

PENEK ÇAYI HAVZASININ DOĞAL ORTAM ÖZELLİKLERİ

2.1. Jeolojik Özellikler

Araştırma sahasında, Paleozoikten Kuvaterner'e kadar litolojik birimlere rastlanmaktadır (Harita 2.1). Penek Çayı Havzası, Oltu Çayı Havzası'nın da içerisinde bulunduğu Kuzey Anadolu Dağları veya Alp Orojenik Kuşağı içerisinde yer almaktadır. Bu kuşak içerisinde yer aldığı için hem tektonik hem de sedimantolojik şartlar bakımından orojenik kuşaklara özgü özellikler baskın durumdadır. Çalışma sahasının güneydoğusunda bulunan Allahuekber Dağları'nın kuzeyinde uzanan volkanik tortul tabakalar, volkano sedimanter formasyon oluşturmaktadır. Volkano sedimanter Neojen 'in tipik kesiti, Şenkaya'nın kuş uçuşu 6 km kuzeybatısında Gaziler Çayı kanyon vadisi ve Penek Çayı boyunca görülmektedir (Atalay, 1982: 7).

Araştırma sahası, birbirinden farklı veya benzer özellikler gösteren çeşitli litolojik birliklerden oluşur. Çalışma sahasının asıl kısmını oluşturan, Kömürlü Havzası'nda bulunan Alıcık ve Söğütler mahalleleri arasında bir duvar gibi uzanan, çimentosu daha ziyade kireç içeren kumtaşları ve konglomeralar bulunur. Buna karşılık, kırmızı renkte ve çimentosu silis içeren kumtaşları ve konglomeralar, Aşağı Bakraçlı Mahallesi'nin güneyinde, Kırmızı Yol Tepesi civarında görülmektedir. Bu arazide bulunan kumtaşı ve çakıl taşlarının elemanları polijenik olup, kireçtaşı, serpantin-peridotit elemanları yaygındır. Yine aynı şekilde Anavar Dağı'nın güney kısmında ve Paşalı Mahallesi'nin güneyindeki alanlarda kırmızı renkli kumtaşları ve çakıl taşları yaygındır.

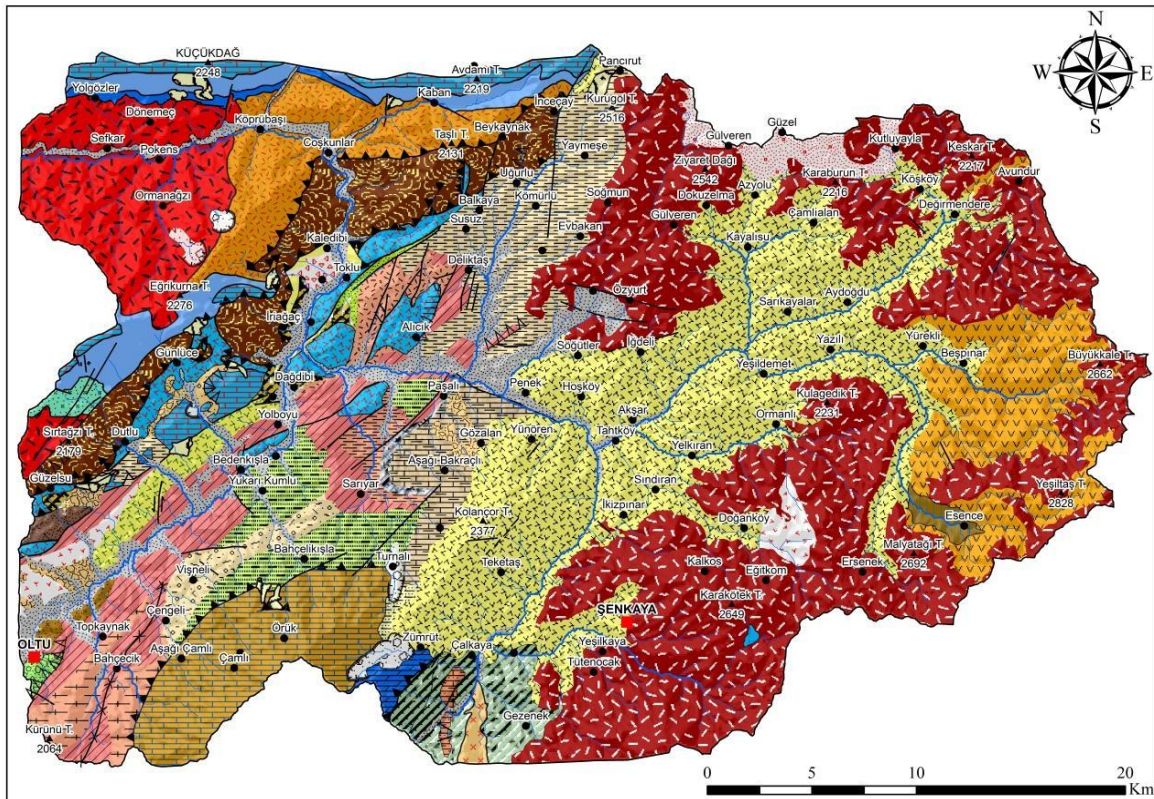
Ayrıca, Oltu Çayı'nın güneyinde KD-GB doğrultuda uzanan İsbayır Gediği ve Bükün Taşı tepelerinde, üst kısımda yeşil kumtaşları ve çakıl taşları bulunurken altta kırmızımsı kum taşları ve çakıl taşları baskındır. İsrail Düzlüğü 'nün doğusunda Gözalan ve Penek mahalleleri civarında yeşilimsi kumtaşları yaygın durumdadır (Atalay, 1987: 16)

Kuzeyde Olur-Tortum Zonu yer almaktadır. Bu zon, Erzurum-Kars Ofiyolit Zonu arasında yer alır ve birbirleriyle tektonik ilişkili Olur, Aksu ve Çardaklı birliklerini kapsar. Kılıçkaya (Yusufeli) güneyinden itibaren izlenmeye başlanan Olur Birliği'nin görülebilen en alt kesimini, muhtemelen Liyas-Dogger yaşlı bazik, ortaç ve asidik karakterli lav ve piroklastikler oluşturur. Olur-Tortum zonunun en güneyinde yer alan Çardaklı Birliği'nin kuzeyinde Aksu Birliği, güneyinde ise Erzurum-Kars Ofiyolit Zonu bulunur. Uzundere Yaylası-Oltu-Balkaya hattında, Olur-Tortum Zonu kapsamındaki Olur, Aksu ve Çardaklı

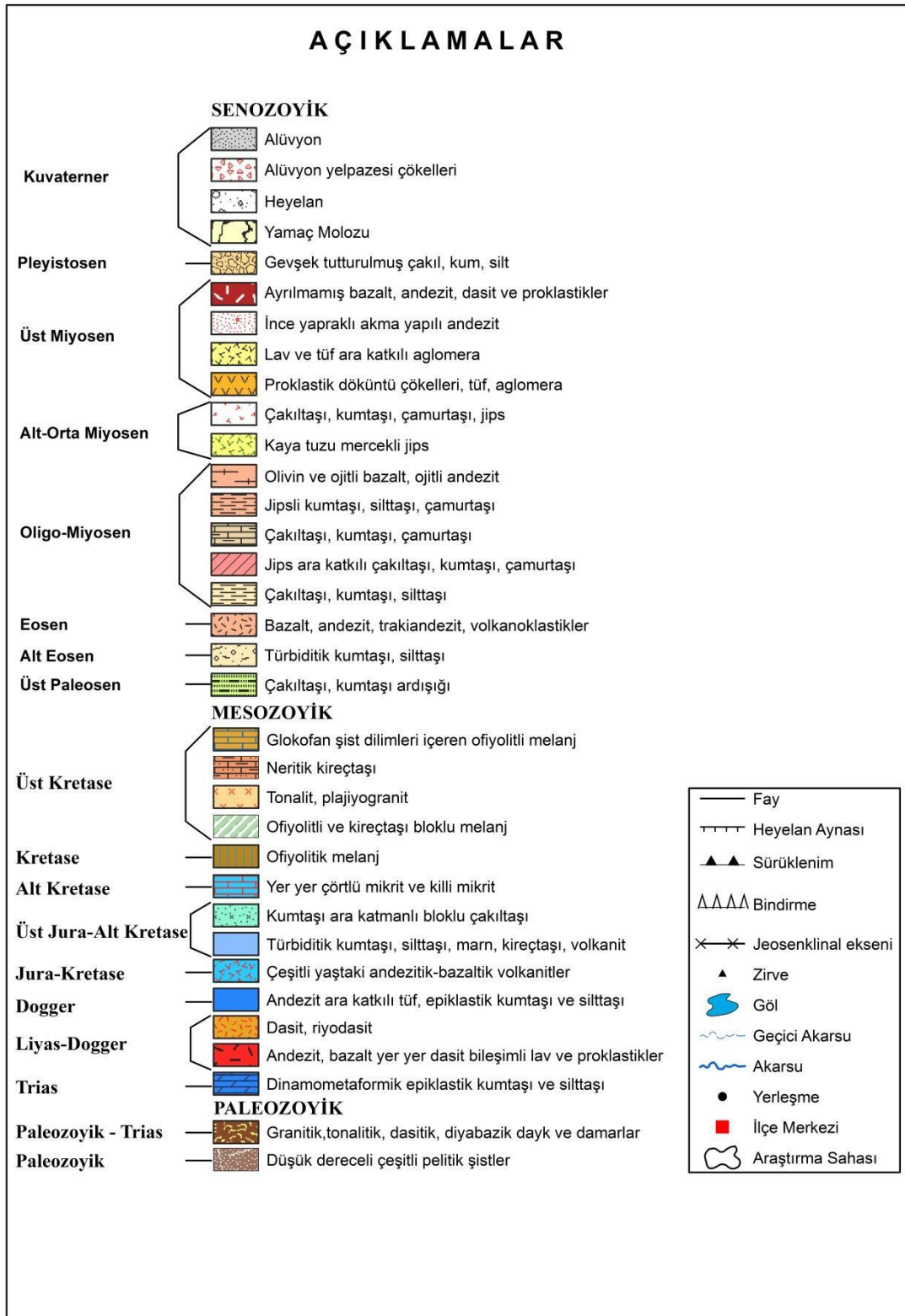
Birlikleri'nin farklı düzeylerine ait kayaların düzensiz bir şekilde ekaylandığı yapısal sistem Oltu Ekaylı Zonu olarak adlandırılmıştır (Konak ve diğ., 2001: 33).

Geç Senoniyen öncesinde başlayıp, izleyen dönemlerde de devam eden yatay hareketler sonucunda, ofiyolitik kayaların yeniden aktarılacak daha genç birimleri tektonik olarak üzerlemesi ve zaman içinde doğrultu atımlı fayların da etkin olduğu bu tektonik sürecin Tortoniyen öncesine kadar devam etmesi, Erzurum-Kars Ofiyolit Zonu'nun karmaşık yapıda olmasına yol açmıştır. Araştırma sahasında, alt kesimi Geç Paleosen-Erken Eosen yaşlı deniz altı yelpazesi, yelpaze deltası karakterli kırıntılarla temsil edilen Güney Eosen istifi Geç Kretase yaşlı Örük yayla Melanji ile tektonik ilişkili olan Güney Eosen İstifi yer almaktadır (Konak ve diğ., 2001:32).

Oltu-Narman Tersiyer Havzası'ndaki Oligo-Miyosen yaşlı, volkanik ara katkılı çökeller, Oltu ve Balkaya dolayında birbirleriyle girik ve yanal yönde değişim sunan çeşitli birimlerden meydana gelen Oligo-Miyosen İstifi yer almaktadır. Bu istif, Narman dolayında daha yalındır (Konak ve diğerleri, 2001:33).



Harita 2. 1 Penek Çayı Havzası'nın Jeoloji Haritası



Şekil 2. 1 Jeoloji Haritası Açıklamaları

2.1.1. Paleozoyik

2.1.1.1. Kışla Metamorfiti

Penek Çayı Havzası'nın temele ait en yaşlı jeolojik birim, Oltu Ekaylı Zonu içinde tektonik dilim şeklinde konumlanan ve genelde kuvars-muskovit şist, albit-klorit-muskovit şist, klorit- muskovit şist vb. düşük dereceli şistlerden oluşan “*Kışla Metamorfiti*”dir. Genelde ince-orta ve belirgin yapraklanmalı olan şistlerin bozuşma renkleri açık kahve, kirli sarı ve yer yer yeşilimsi, taze yüzeyleri ise kirli beyaz, bej, sarımsı ve yer yer yeşilimsidir. İçerdikleri kuvars, muskovit, kalsit, albit, epidot vb. minerallerin dağılım oranına göre değişik adlarla tanımlanabilen bu metamorfitlelerin renk, yapraklanma, morfoloji vb. fiziksel özellikleri kaya türüne göre değişmektedir (Konak ve Hakyemez, 2008: 13).

Oltu Ekaylı Zonu içinde tektonik dilim halinde yer alan ve yanal yönde kamalanan birimin görünür kalınlığı 200 m dolayındadır. Kışla Metamorfiti'nde herhangi bir fosil bulgusuna rastlanmamıştır. Farklı mineralojik bileşimli şistlerde temsil edilen Kışla Metamorfiti'nin yer yer kuvarşca zengin kumtaşı ve silt taşlarının metamorfizmaya uğramasıyla oluştuğu düşünülmektedir (Konak ve Hakyemez, 2008: 13).

2.1.1.2. Güvendik Dayk Karmaşığı

Birbirleriyle ilksel ilişkileri net olarak gözlenemeyen gnays, mikaşist, amfibollü gnays, amfibolit, metaspilit, metadiyabaz, metabazit gibi kayaların metagranodiyoritik, pegmatitik, aplitik, dasitik, tonalitik ve diyabazik özellikli dayk ve damar kayalarla sıkça kesilmesiyle meydana gelen ve tektonik dilim halinde korunan litoloji topluluğu Konak ve diğerleri (1991, 2001) tarafından Güvendik dayk karmaşığı olarak tanımlanmıştır.

KD-GB doğrultusunda uzanan ve yaklaşık 40 km uzunluğunda bir tektonik dilim şeklinde Oltu Ekaylı Zonu içinde yer alan birim, kuzey sınırı boyunca dike yakın bir tektonik dokanakla Olur birliği kapsamındaki kayalarla yan yana gelir. Genellikle dandritik derin vadilerle kesilmiş sarp bir topoğrafya örneği sunan Güvendik dayk karmaşığı, alacalı boz bir renge sahiptir (Konak ve Hakyemez, 2008: 14).

Güvendik dayk karmaşığı, tipik olarak Oltu-Olur yolunun, Yol Boyu ile Coşkunlar arasındaki Duracık Mahallesi dolayında gözlenir. Duracık Mahallesi'ni geçtikten sonra yol yarmasında yüzeylenen yan kayaya ait amfibolitler, bu lokalitedeki en eski kayayı oluşturur. Güvendik dayk karmaşığının tipik kesitlerinden bir diğeri, Dutlu Mahallesi kuzeyindeki Sapan Dere vadisinde gözlenir. Bu alanda metamorfitleleri kesen en eski sokulum, açık pembe bej renkli porfirik dokulu tonalitik kayalardır. Öte yandan Olur birliği kapsamındaki Üst Jura yaşlı Olurdere formasyonu içindeki çakıl taşı ara düzeylerinin malzemesinin önemli bir bölümü

Güvendik dayk karmaşığı kayalarından kaynaklanmıştır. Bu veriler, Güvendik dayk karmaşığının Üst Jura'da kara halinde olduğunu, dayk ve damar halindeki magmatitlerin büyük bir kısmının ise Erken-Orta Karbonifer'de oluşabileceğini ve bir kısmının da daha genç olabileceğini göstermektedir (Konak ve Hakyemez, 2008: 15).

2.1.2. Mesozoyik

2.1.2.1. Zümrüt Formasyonu

Çalışma sahasında Mesozoyik, çok geniş bir jeolojik çağ aralığında ve olukça çeşitli formasyonlarla temsil edilmektedir. Bazik volkanik, volkanoklastik ve tortul kayaç aralanmasından oluşan dinamo metamorfizmaya maruz kalmış olan birim Zümrüt formasyonu olarak adlandırılmaktadır. Zümrüt Mahallesi güneybatısında tipik olarak görülen birimin volkanik kesimleri mavimsi gri, grimsi yeşil, sarımsı kahve; tuf ve tüfit kökenli kayalar ise mavimsi beyaz, açık gri renktedir (Konak ve Hakyemez, 2008: 15).

Zümrüt formasyonunda fosil bulgusuna rastlanmadığı için formasyonun yaşı tam olarak bilinmemektedir. Ancak, bölgesel korelasyonla Triyas yaşında olduğu düşünülen Agvantis metamorfitlelerinin bir kısmıyla eşleştirilebilir (Okay, 1983: 65).

2.1.2.2. Oltu Çayı Volkaniti

Çalışma sahasında, alt dokanağı gözlenemeyen, yanal yönde Kaban dasiti ile girişimlilik halinde bulunan; ayrıca Ramli formasyonu tarafından örtülmüş olan tuf ve bazik bileşimli aglomeralardan oluşan istif, Konak ve diğerleri (2001) tarafından Oltu Çayı volkaniti olarak adlandırılmıştır. Bazı özellikleriyle Sakarya Zonu'ndaki Liyas-Dogger yaşlı Mudurnu formasyonu ile eşleştirilen birim, ismini bu bölgeden geçen ve volkanitleri derin bir vadi ile kesen Oltu Çayı'ndan almıştır. Oltu Çayı volkanitinin üst kısmında yer alan dasitik lav düzeyleri 1-2 m ile 8-10 m arasında kalınlığa sahiptir. Oltu Çayı volkaniti andezitik, bazik ve dasitik dayk ve siller tarafından kesilmektedir. Birimi kesen en yaygın dayk türü porfirik dokolu andezit dayklardır (Konak ve Hakyemez, 2008: 18).

2.1.2.3. Kaban Dasiti

Alt dokanağı tektonik olan ve yanal yönde ortaç-bazik bileşimli Oltu Çayı volkaniti ile girişiklilik gösteren formasyon, üstte Ramli formasyonu tarafından örtülmüştür. Dasitik bileşimli lav ve piroklastiklerden oluşan bu formasyon, Konak ve diğerleri (2001) tarafından Kaban dasiti olarak tanımlanmıştır.

Bu birim kirli sarı, bej, açık gri, boz renklerine sahiptir. Sert topoğrafyaya sahip olan

birimde lavların yoğun olduğu alt kesimler masif, piroklastiklerin yoğunlaştığı üst kesimler kalın katmanlardan oluşmaktadır. (Konak ve Hakyemez, 2008: 19).

2.1.2.4. Ramli Formasyonu

Oltu Çayı volkaniti ve Kaban dasiti üzerinde bulunan Oksfordiyen-Berriyasiyen yaşlı Olurdere Formasyonu tarafından olası bir uyumsuzluğa karşılık gelen ve keskin bir dokanakla örtülen, andezitik lavlardan oluşan ve piroklastik ara katkılı ince kum taşlarından oluşan birim, Konak ve diğerleri (2001) tarafından Ramli formasyonu olarak tanımlanmıştır.

Ramli formasyonu, genellikle epiklastiklerin çok bulunduğu bir yığılım gösterir. İnce-orta ve belirgin katmanlaşması; yeşil, grimsi yeşil, gri renkleri ile dikkat çeken birim, altta çakıl taşı, epiklastik kumtaşı ardalınması ile temsil edilmektedir. Üste doğru silttaşı ardalınmasına geçen birimde kum taşları genellikle ince taneli karbonatlı ve çimentoludur (Konak ve Hakyemez, 2008: 19).

2.1.2.5. Olurdere Formasyonu

Olurdere Formasyonu, yer yer çakıltaşları ve volkanit ara düzeyleri ile karakteristik olarak Oltu taşı içeren kumtaşı, silt taşlarından oluşmaktadır. Formasyon alt bölümünde, Ramli Formasyonu ile uyumsuz, üstte Soğukçam Formasyonu ile geçişli olarak yer almaktadır (Konak ve Hakyemez, 2008:19).

Birim genel olarak gri ve sarımsı kahverengi, orta derecede kumtaşı-silttaşı ardalınmasından oluşmaktadır. Olur Dere formasyonu, Kırdağ'ın (Dutlu Dağı) güney yamacında ve Dönemeç Mahallesi'nin kuzeydoğusunda genel olarak kaba taneli kırıntılarla başlar. Özellikle Kırdağ'ın güney yamacında istifin en alt düzeyini, çok kötü boylanmalı polijenik çakıl taşları oluşturur. Üste doğru çakıl taşı-kumtaşı-sil taşı ardalınması ile devam eder. Yöredeki Oltu taşı işletmeleri, çakıl taşlarının üstüne gelen kumtaşı-silt taşı istifi içinde yoğunlaşmıştır (Konak ve Hakyemez, 2008: 19).

2.1.2.6. Pertdere Çakıltaşı Üyesi

Olur Dere formasyonunun tabanında yer alan, kötü boylanmalı bloklu çakıl taşlarından oluşan merceksel geometrilili çökeller Konak ve diğerleri (2001) tarafından Pertdere formasyonu olarak isimlendirilmiştir.

Kırdağ'ın güneyinde yüzeyleyen polijenik karakterli Pertdere çakıl taşı üyesi gri-boz rengi orta-kalın, yer yer çok kalın katmanlaşması ile dikkati çeker. Genelde az yuvarlaklaşmış veya yarı köşeli çakılların boyutları bazen 20-25 cm'ye kadar ulaşır. Bir yelpaze deltasında,

moloz akması süreciyle dolmuş olan Pertdere çakıl taşı üyesinden fosil elde edilememiştir (Konak ve Hakyemez, 2008: 21).

2.1.2.7. Ayrılmamış Volkanitler

Çardaklı, Aksu ve Olur birliklerine ait farklı yaştaki andezitik ve bazaltik volkanitlerin yanal ya da yatay hareketler sonucunda dilimlenmesi ile oluşan volkanik kayaların bulunduğu alan Konak ve diğerleri (2001) tarafından ayrılmamış volkanitler olarak adlandırılmıştır.

Uzaktan bakıldığında genelde yeşilimsi, kirli sarı ve boz renkli olan bu volkanitlerin bulunduğu alanda tektonik dilimler şeklinde konumlanmış Geç Jura- Kretase yaşlı kireçtaşları sert çıkıntılar oluşturur. Volkanitler, tektonizmaya uğradığı için büyük ölçüde milonitleşmiş ve etkin alterasyona uğramışlardır (Konak ve Hakyemez, 2008: 21).

2.1.2.8. Soğukçam Formasyonu

Mikrit ve killi mikritlerden oluşan üst kısımları çört bantları ve çört yumruları içeren, altta Olur Dere formasyonu ile üstte Karacasu formasyonu arasında uyumlu bir şekilde yer alan birim, daha önceden Yılmaz (1985) tarafından Yeşil bağlar kireçtaşı olarak adlandırılmıştır.

Soğuk Çam Formasyonu'nun büyük bir bölümü, volkanit kırıntılı kum taşlarından oluşur. Ayrıca 15 metre kalınlığında çört yumruları ve pelesipod kavkılı mikritik kireçtaşlarından oluşan slamp düzeyi yer alır (Konak ve Hakyemez, 2008: 21).

2.1.2.9. Gezenek Melanjı

Gezenek melanjı, serpantinit, gabro, mikrogabro, bazik volkanit, tonalit kireçtaşı, çörtlü kireçtaşı, kumtaşı, silttaşı gibi farklı kayaçların tektonik dilim ve blokların karışmasından oluşmuştur. Gezenek Mahallesi dolaylarında tipik olarak izlenen birimi oluşturan kayaç çeşitlerinden en fazla olanı serpantinitler ve gabrolardır (Konak ve Hakyemez, 2008: 36).

Ayrıca Gaziler (Bardız) Mahallesine varılan yol üzerinde yüzeylenen ve Bardız Çayı formasyonuna ait çökeller tarafından sıvanmış olan Pulurtepe kireçtaşı üyesine ait bloklar, Bardız Çayı formasyonunun olistostromal kesimine ait tektonik dilimler olarak yorumlanmaktadır (Konak ve Hakyemez, 2008: 36).

2.1.2.10. Pulurtepe Kireçtaşı Üyesi

Bardız Çayı formasyonunun içinde olistolitler, Gezenek melanjının içinde ise tektonik dilimler halinde oluşan sığ, denizel, oolitlik, mikritik kireçtaşları Konak ve diğerleri (2001) tarafından Pulurtepe kireçtaşı adıyla tanımlanmıştır. Pulurtepe kireçtaşı üyesi, gri ve yer yer pembe renklerin peş peşe sıralandığı görünümündedir. Bu üyenin gri renkli kesimleri masif veya kalın katmanlı olup oolitlik kireçtaşlarından oluşmaktadır. Pembe, sarı ve yeşilimsi gri kesimleri ince-orta katmanlı killi kireçtaşları ve mikritlerden oluşmaktadır. Gri renkli kireçtaşları üzerinde düzensiz ve bol eklemlidir (Konak ve Hakyemez, 2008: 35).

2.1.2.11. Örükyayla Melanjı

Serpantinit, gabro, diyabaz, glokofanlı yeşil şist ve Zümrüt formasyonuna ait kayalarla bordo renkli mikritik kireçtaşı, radyolarit ve Çardaklı birliği içinde bulunan Kaleboğazı formasyonuna ait tektonik dilim ve blokların karışımından oluşan litoloji topluluğu, Konak ve diğerleri (2001) tarafından Örükyayla melanji olarak tanımlanmıştır.

Örükyayla melanjındaki metamorfitle, yer yer mavimsi ve grimsi renklerde olan bu metamorfitle, başlıca metabazit, metaultrabazit, metagrovak, metasilttaşı ve metaçörtlerden oluşmaktadır (Konak ve Hakyemez, 2008: 35).

2.1.2.12. Karataş tepe Granitoyidi

Gezenek melanjiyla tektonik ilişkili olan, Gezenek melanjına ait gabroları ve Zümrüt formasyonunu kesen granitik kayalara Karataştepe granitoyidi adı verilmektedir (Konak ve Hakyemez, 2008: 35).

En geniş yüzleğinin gözleendiği Karataş Tepe’de bejimsi alacalı, boz ve sarımsı dokulu olan birim, çıplak gözle görülebilen kuvars, feldspat ve koyu renkli mineral içermektedir. Gelişen kataklastik deformasyon sonucu yer yer belirgin bir yönelme kazanan kaya, seyrek olarak dasitik damarlar tarafından kesilmiştir (Konak ve Hakyemez, 2008: 36).

2.1.3. Senozoik

2.1.3.1. Bahçeli Kışla Formasyonu

Genellikle bordo-yeşil-gri renkli, az belirsizleşen kalın katmanlı çakıltaşı ve kumtaşı arıdanması ile oluşan birime Bahçeli Kışla formasyonu adı verilmektedir (Konak ve Hakyemez, 2008: 46).

Birimdeki mercekler halindeki çakıl taşları keskin, aşındırılmalı, kalın tabanlı, kötü veya orta boylanmalı olup, kısmen yassı çakıllı düzeyler içermektedir. Birimin üst kısmını çakıllı

kumtaşı, beyaz kireçtaşları içeren kalın düzeyler halindeki kırmızı-kahverengi çamurtaşları oluşturmaktadır. Bahçeli Kışla formasyonu, Örükyayla melanji ile tektonik dokanaklıdır. Paşalı (Berdik) Mahallesi batısında, Oltu Ekaylı Zonu kapsamındaki ayrılmamış volkanitler üzerinde uyumsuz olarak bulunur. Birim içerisinde herhangi bir fosil saptanmamıştır (Konak ve Hakyemez, 2008: 46).

2.1.3.2. Vişneli Formasyonu

Genel olarak gri-yeşil renkli, orta katmanlı; altta kumtaşı, üstte ise kumtaşı-silttaşı araldanması ile belirtilen birim, Konak ve diğerleri (2001) tarafından Vişneli formasyonu olarak tanımlanmıştır.

Formasyonun ilk 300 metresi merceksel çakıltaşı düzeyleri içeren kum taşları ile temsil edilmektedir. Kumtaşlarının rengi sarı, yüzeyleri ise gri-yeşildir. Katman kalınlıkları genellikle 20-50 cm arasındadır. Çoğunlukla orta-iri kum tane boylu ve yer yer çakıllıdır. Bitki kırıntılarına ve canlı eşeleme izlerine sıkça rastlanan formasyonda katmanlar, keskin tabanlıdır ve paralel laminalanma gösterirler (Konak ve Hakyemez, 2008: 46).

2.1.3.3. Karataş Formasyonu

Bu formasyonda genellikle volkanik ve volkanolastik kayalar bulunmaktadır. Bu birim Bozkuş (1990) tarafından Karataş Formasyonu olarak adlandırılmıştır. Bu formasyon gri-yeşil-sarı volkanik ve volkanolastik kayalardan oluşur. Birimin içinde bazik ortaç karakterli volkanik kırıntılı kumtaşı, silttaşı ve kalın aglomeralar ile tuf ara yüzleri bulunur. Karataş formasyonu, Dağ dibi formasyonu üzerinde geçişli ve uyumlu olarak yer almaktadır. Denizel fosiller içeren birimin denizel ortamda çökeldiği belirgindir (Konak ve Hakyemez, 2008: 49).

2.1.3.4. Susuz Formasyonu

Bu formasyon genel olarak, yeşil-sarı-kırmızı renkli çakıltaşı-kumtaşı-çamurtaşı ile temsil edilir. Kömür damarları içeren istif, ilk kez Bozkuş (1990) tarafından Susuz formasyonu olarak tanımlanmıştır (Konak ve Hakyemez, 2008: 49).

Altta yeşil renkli ve kalın katmanlı iri çakıllı ve bloklu çakıl taşı düzeyi ile başlamaktadır. İstif, üste doğru çakıltaşı oranı azalarak çakıltaşı-kumtaşı-çamurtaşı araldanması ile devam eder. Birim Yaymeşe dolaylarında gri renkli çakıltaşı-kumtaşı-çamurtaşı araldanması ile temsil edilir. Susuz formasyonu, Balkaya dolayında kuzeyde çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşı ile güneyde ise kumtaşı, çamurtaşı ve kireçtaşı ile temsil edilmektedir. Kömür damarları Susuz ile Balkaya arasında yer almaktadır (Konak ve Hakyemez, 2008: 54).

2.1.3.5. Toprak Kale Formasyonu

Kırmızı renkli ve jips ara katkılı çamur taşlarından oluşan birim, Konak ve diğerleri (2001) tarafından Toprakkale formasyonu olarak adlandırılmıştır. Alabalık formasyonu üzerinde kırmızı ince bir çakıltası-kumtaşı-çamurtaşı düzeyi ile başlamaktadır. Birimde herhangi bir fosil saptanmamıştır. Birim, Geç Oligosen-Erken Miyosen yaşlıdır. Birim içerisinde yer yer kireçtaşı katmanlarının olması nedeniyle göl ortamında istiflendiği düşünülmektedir (Konak ve Hakyemez, 2008: 53).

2.1.3.6. Paşalı Formasyonu

Paşalı formasyonu, sarı-kırmızı renkli çakıltası-kumtaşı-çamurtaşı aralanmasından oluşur. Ancak Toprakkale formasyonu ile olan alt dokanağında kireçtaşı ara katkıları içerir (Konak ve diğ., 2001).

Paşalı formasyonu, Paşalı ve Turnalı arasında Toprakkale formasyonu üzerinde, Penek-Söğütlü arasında ise Çatalsöğüt jipsi üzerinde uyumlu ve geçişli olarak bulunmaktadır. Birim içerisinde herhangi bir fosil saptanmamıştır ve yaşı Geç Oligosen-Erken Miyosen olarak kabul edilmiştir. Paşalı formasyonu, eğimin azaldığı yerlerde ve menderesli akarsu ortamında, alt seviyesini oluşturan Subaşı üyesi ise göl ortamında depolanmıştır. Birimin üzerinde Geç Miyosen yaşlı Penek formasyonu ve Erdavut volkaniti açılı diskordansla yer almaktadır. Paşalı Mahallesi ile Penek Mahallesi arasındaki kalınlığı 500-700 m arasındadır (Konak ve Hakyemez, 2008: 57).

2.1.3.7. Oltu Formasyonu

Bu formasyon, jips (alçıtaşı) ve kalker (kireçtaşı) katmanları içermektedir. Sarı-kırmızı-yeşil renkli, çakıl taşı, kumtaşı ve çamur taşları içeren bu birim, Konak ve diğerleri (2001) tarafından Oltu formasyonu olarak isimlendirilmiştir.

Birim, Kızıldaş Tepe'de Çengelli formasyonuna ait parçaları içeren gri çakıl taşları üzerinde bulunan ve gri renkli ince kumtaşı katmanları ihtiva eden kırmızı renkli çamur taşları ile başlamaktadır. Kalınlığı 750 m'ye kadar ulaşabilen formasyon, bataklık ve göl ortamında istiflenmiştir (Konak ve Hakyemez, 2008: 52).

2.1.3.8. Tuzla Formasyonu

Sarı-kırmızı renkli çakıl taşları ile başlayan, kumtaşları ile devam eden ve sarı-beyaz renkli jipslerle son bulan istif, Konak ve diğerleri (2001) tarafından Tuzla Formasyonu olarak tanımlanmıştır.

Bu birim, Kışla Mahallesi'nin güneyinde uyumsuzlukla ve taban çakıl taşı ile Oltu formasyonunun üzerinde yer alır. Oltu Çayı boyunca yer yer çakıl taşları ve jipsler ile Oltu formasyonunu örtmektedir (Konak ve Hakyemez, 2008: 57).

2.1.3.9. Yolboyu Jips Üyesi

Bu jipsler, Tuzla Formasyonun en üst kısmını oluşturur. Bu birim sarı, gri, beyaz renkli laminalardan oluşmuştur. Birimin içerisinde, Tuzla Mahallesi güney kesimlerinde kaya tuzu yatakları bulunmaktadır. Tuzla formasyonunun en üst düzeyini oluşturan birim Kuvaterner yaşlı Büyükdere formasyonu tarafından örtülmüştür (Konak ve Hakyemez, 2008: 58).

2.1.3.10. Erdavut Volkaniti

Erdavut volkaniti, genel olarak andezitik-bazaltik-dasitik lavlardan meydana gelmiştir. Birim genellikle mor, gri, kahve, yeşilimsi siyah renkli, çeşitli lavlardan oluşmaktadır. Yer yer piroklastik ara katkılar içeren birim, gaz boşluklu birleşik yapılı üst üste akmiş lav seviyelerinden oluşmaktadır. Erdavut volkaniti, Penek formasyonu üzerinde yer alır ve Büyükdere formasyonu tarafından aşıl uyumsuzlukla örtülüdür (Konak ve Hakyemez, 2008: 58).

2.1.3.11. Boğa Tepe Andezit Üyesi

Erdavut volkaniti arasındaki ince akma kıvrımcıklı yapılı andezitler, Boğa Tepe andezit üyesi olarak adlandırılmaktadır (Konak ve Hakyemez, 2008: 61).

Penek formasyonu üzerinde yer alan birimin kalınlığı 100-350 m arasındadır. Penek formasyonu kapsamındaki piroklastikler üzerine gelen birim, bu piroklastikler arasında ince lav ara katkıları şeklindedir (Konak ve Hakyemez, 2008: 61).

2.1.3.12. Penek Formasyonu

İçerisinde lavlar içeren aglomeralar ile oluşan birim Penek formasyonu olarak adlandırılmaktadır (Konak ve Hakyemez, 2008: 61).

Birim siyah, mor, gri renkli, masif veya çok kalın katmanlı ve seyrek lav ara katkılı aglomeralarından oluşur. Boylanmaları kötü olan birimin bileşenlerini andezit-bazalt parçaları oluşturmaktadır. Penek formasyonu kendinden yaşlı tüm birimler üzerinde açılı uyumsuzluk

gösterir. Penek formasyonunun üzerinde, ona uyumlu olarak oluşan Erdavut volkaniti yer almaktadır. Birimde fosil bulunmamaktadır. Karasal karakterdeki Penek formasyonunun masif veya çok kalın katmanlı ve kötü boylanmış olması, oldukça hızlı bir şekilde istiflendiğini göstermektedir (Konak ve Hakyemez, 2008: 61).

2.1.3.13. Mescitli Formasyonu

Bu formasyon, bileşimindeki tuf, ignimbirit ve aglomeralardan oluşan piroklastik kayalardan ve ara katkılı lav düzeylerinden oluşmaktadır. Bu birim ilk kez Rathur (1965) tarafından tanımlanmıştır. Mescitli formasyonu tuf, tüfit ve çok çeşitli volkanik kayaların oluşturduğu aglomeralar ile bazik-asidik lav düzeylerinden oluşmaktadır. Birimin kalınlığı 100-200 m arasında değişmektedir (Karabalık, 2013: 11).

2.1.4. Kuvaterner

2.1.4.1. Büyükdere Formasyonu

Eski akarsu taraçalarını oluşturan yatay durumlu çakıl taşlarından oluşan birim, Konak ve diğerleri (2001) tarafından Büyükdere formasyonu olarak adlandırılmıştır. Birim, akarsu ortamında dolgulanmış ve yükselmeye bağlı olarak yatak kazınması nedeniyle taraça görünümünü kazanmıştır. Herhangi bir fosil içermeyen birimin yaşı Pleistosen olarak tahmin edilmektedir (Konak ve Hakyemez, 2008: 62).

2.1.4.2. Alüvyon

Akarsuların taşıdığı sedimanların (çakıl, kum, kil, silt blok) akarsu yataklarında birikmesiyle oluşmuş çökellerdir. Narman Çayı, Oltu Çayı ve Penek Çayı vadileri boyunca yaygın olarak görülmektedir (Konak ve Hakyemez, 2008: 63).

2.1.4.3. Alüvyon Yelpazesi Çökelleri

Oltu Çayı Vadisi boyunca derelerin, taşıdığı materyalleri debisinin azaldığı yerlerde doldurmasıyla oluşmaktadır. Bu materyaller çakıl, kum, silt ve çamurdan meydana gelmektedir (Konak ve Hakyemez, 2008: 62).

2.1.4.4. Heyelan

Çalışma sahasında heyelana uğrayan birimlere ait her türlü materyale heyelan kütlesi adı verilmiştir. Heyelanlar daha çok Olur dolaylarındaki Eosen birimlerinde, daha az olarak da Üst Miyosen çökellerinde ve Olurdere formasyonunun yüzeylendiği alanlarda gelişmiştir (Konak ve Hakyemez, 2008: 63).

2.1.4.5. Yamaç Molozu

Dağ ve tepe gibi yüksek engebeli arazilerin bulunduğu alanlarda birikmiş ve malzemesi bu engebeyi meydana getiren kayalardan oluşmuş köşeli, tane destekli çakıl ve bloklar yamaç molozlarını oluşturmaktadır. (Konak ve Hakyemez, 2008: 63).

2.1.5. Tektonik

Penek Çayı Havzası, Pontid Kuşağı içerisinde yer almaktadır. Pre-Kambrien'den günümüze kadar farklı kayaları ve bu süreçte gelişen çeşitli rejim değişikliklerinden bir kısmını görmek mümkündür. Ancak çalışma sahasında Liyas öncesi kayaların tektonik dilimler halinde bulunması, bunların birbirleriyle ve Jura-Kretase yaşlı istiflerle ilksel ilişkilerinin korunmaması Liyas öncesi döneme yönelik yapılabilecek yorumları sınırlandırmaktadır (Konak ve Hakyemez, 2008: 63).

Çalışma sahasındaki Liyas öncesi kayalar, Olur-Tortum ve Erzurum-Kars ofiyolit zonlarında tektonik dilimler halinde yüzeylenmektedir. Oltu-Tortum Zonu'nda yer alan Liyas öncesi temele ait düşük dereceli metamorfizma özelliği gösteren Kışla Metamorfiti, Demirözü dolayındaki Devoniyen yaşlı düşük metamorfittlere benzer (Konak ve Hakyemez, 2008: 63).

Çalışma sahasında izlenebilen en önemli hareketlerden biri, Dogger-Malm arasındaki uyumsuzluk ve Malm Transgresyonu'dur. Artvin-Yusufeli Zonu kapsamındaki Üçsu Birliği'nde belirgin bir şekilde gözlenen bu uyumsuzluk ve transgresyonun izleri Olur birliğinde Liyas-Dogger yaşlı Oltu Çayı volkaniti ve Kaban dasiti ile bunların üzerinde geçişli olarak bulunan Ramli formasyonunu keskin bir dokunakla örten Oksfordiyen-Berriyasiyen yaşlı kırıntılar arasında kısmen gözlenir. Tüm bu gözlemler değerlendirildiğinde; ofiyolitik kayaların Kampaniyen öncesinde yer aldığı ve kara durumuna geçtiği, Kampaniyen-Maastrichtiyen esnasında gelişen havzada hızlı bir derinleşme ve bu etkiyle birlikte hızlı bir sedimantasyon süreci yaşandığı söylenebilir (Konak ve Hakyemez, 2008: 64).

Oltu Ekaylı Zonu ile Erzurum-Kars Ofiyolit zonundaki tektonik hatların, olasılıkla Erken Eosen'den Geç Miyosen öncesine kadar zaman zaman karakter değiştirerek sürekli çalışmasından kaynaklanmaktadır. Penek Çayı Havzası'nda Paleosen sonu-Eosen başı

arasındaki hareketlerle tektonik faaliyetler ile birlikte yan yana veya üst üste gelmiş olan çeşitli katmanlar ve bu katmanlar arasındaki sınırları belirleyen KD-GB doğrultulu tektonik hatlar bölge jeolojisinde önemli bir yer işgal etmektedir (Konak ve Hakyemez, 2008: 65).

Üst Miyosen’de başlayan yeni tektonik rejim döneminde Üst Miyosen kayaları, yer yer şiddetli kıvrımlanmış olan daha yaşlı birimler üzerine açılı uyumsuzlukla gelmektedir. Geç Miyosen-Erken Pliyosen döneminde bölgenin volkanizma yönünden oldukça aktif olduğu gözlenmektedir. Volkanizma sonucu yüzlerce metre kalınlıkta lav ve piroklastiğin oluştuğu bu dönemde, zaman zaman volkanik aktivitenin azalması veya tamamen durmasıyla çukur alanlarda göl kaynaklı çökeller istiflenmiştir (Konak ve Hakyemez, 2008: 66).

2.2. Jeomorfolojik Özellikler

Penek Çayı Havzası, esas olarak Kuzey Anadolu orojenik kuşağı içerisinde bulunmaktadır. Bu özelliğinden dolayı çalışma sahası yapısal yönden arızalı bir görünüme sahiptir. Penek Çayı Havzası’nın günümüzdeki jeomorfolojik görünümüne sahip olması, Üst Miyosen dönemi sonu ve Pliyosen başına rastlamaktadır. Jeolojik süreçler içerisinde farklı jeolojik yapı ve farklı kayaç sertliklerine uygun olarak gelişmiş ve Kretase arazisinde 2064 – 2828 metreler arasında dağlık, engebeli, gerçek alanı ile izdüşümşsel alanı arasındaki farkın çok olduğu bir alan ile onun çevresinde ortalama yükseltileri 1287-1509 metrelerde alçak ve 1509-1739 metrelerde yüksek düzlükler oluşmuştur (Atalay,1982: 16).

Çalışma sahasında hâkim olan morfoloji, orojenik hareketlerle kıvrılarak yükselen dağlar, bu dağlar arasındaki fliş ve molas havzaları şeklinde oluşan çöküntü veya depresyon alanları ve plato yüzeyidir. Penek Çayı havzası ve asıl çalışma sahasını oluşturan Alıcık – Kömürlü havzaları çevrelerindeki alanlara göre daha düzlük alanları oluşturmaktadır.

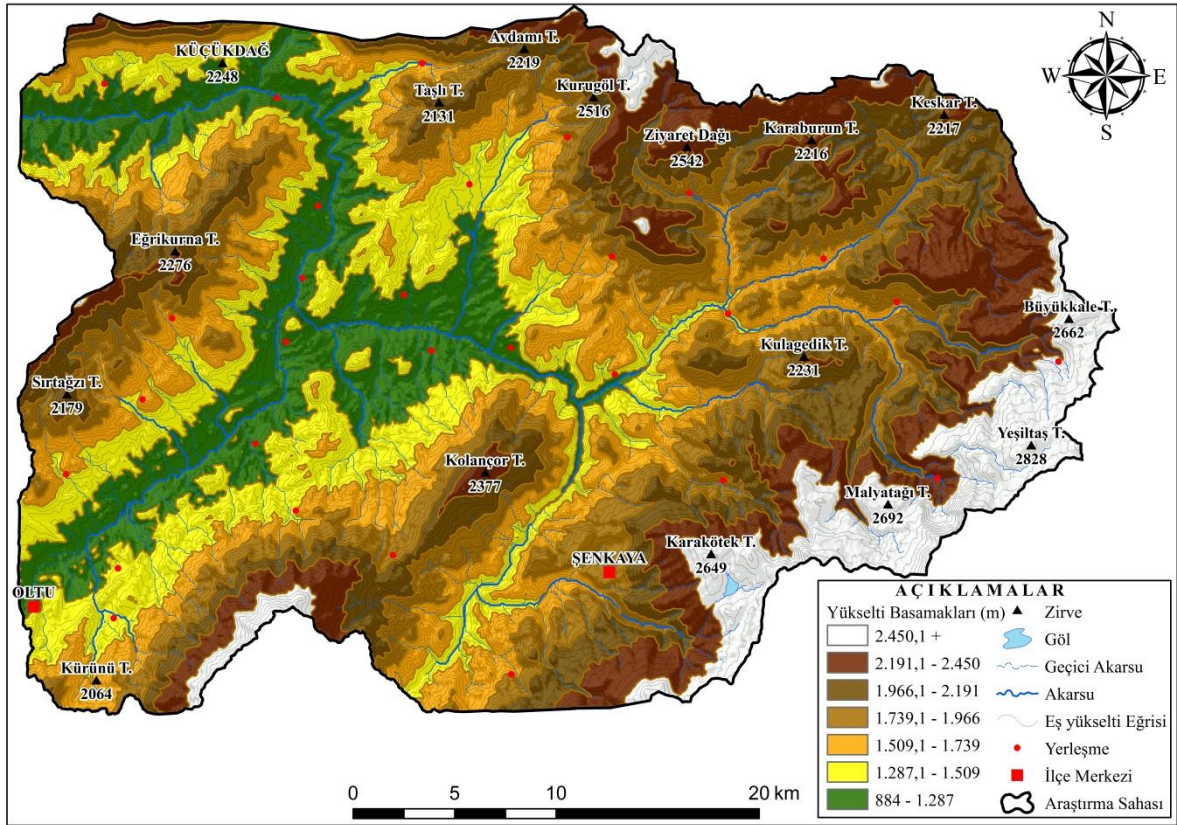
2.2.1. Dağlar

Kuzey Anadolu Kıvrım Sistemi içerisinde bulunan Penek Çayı Havzası’nın çevresi, büyük oranda engebeli ve dağlık bir görünüme sahip iken çalışma sahasının bulunduğu alan nispeten daha az ve hafif eğimli bir görünüme sahiptir (Fotoğraf 2.1). Kretase boyunca, çalışma sahası Tethys Denizi tarafından işgal edilmişti. Tethys Denizi tabanında biriken çok kalın sedimanter unsurlar Alpin öncesi ve Alpin tektonik hareketleri sonucunda kıvrımlanmaya maruz kalmış ve kıvrımlı bir yapı oluşmuştur. Ayrıca çalışma sahası Oligosen ’den başlayıp günümüzde de devam eden epirojenik hareketlerin etkisinde kalarak toptan yükselmiştir (Atalay, 1979-1980: 53; Atalay, 1982: 20).



Fotoğraf 2.1 Araştırma Sahasının Çevresi Engebeli ve Dağlık Bir Görünüme Sahiptir

Penek Çayı Havzası'nda, dağlık alanlar genellikle KD-GB yönünde uzanmaktadır. Sahanın en kuzeyindeki Küçükdağ (2248 m), uzanış doğrultusu itibariyle nispeten diğer dağlardan farklılık gösterir (Harita 2.2). D-B yönlü uzanış gösteren bu dağ, havzanın kuzeydoğu sınırını oluşturmaktadır. Dutlu Dağ (2313 m), Küçük Dağ (2248 m), Anavar Dağı (1560 m), Ziyaret Dağı (2543 m), Çat Dağı (2539 m), Kırdag (2573 m), Keçeli Dağı (2253 m) ve Küçük Dağ (2248 m) diğer önemli kütlelerdir. Kırdag'ın kuzeydoğuya doğru uzantısı olan Ziyaret ve Çat dağları, Penek Çayı'nın derin ve geniş tabanlı vadisi ile ayrılmaktadır (Atalay,1982: 16).

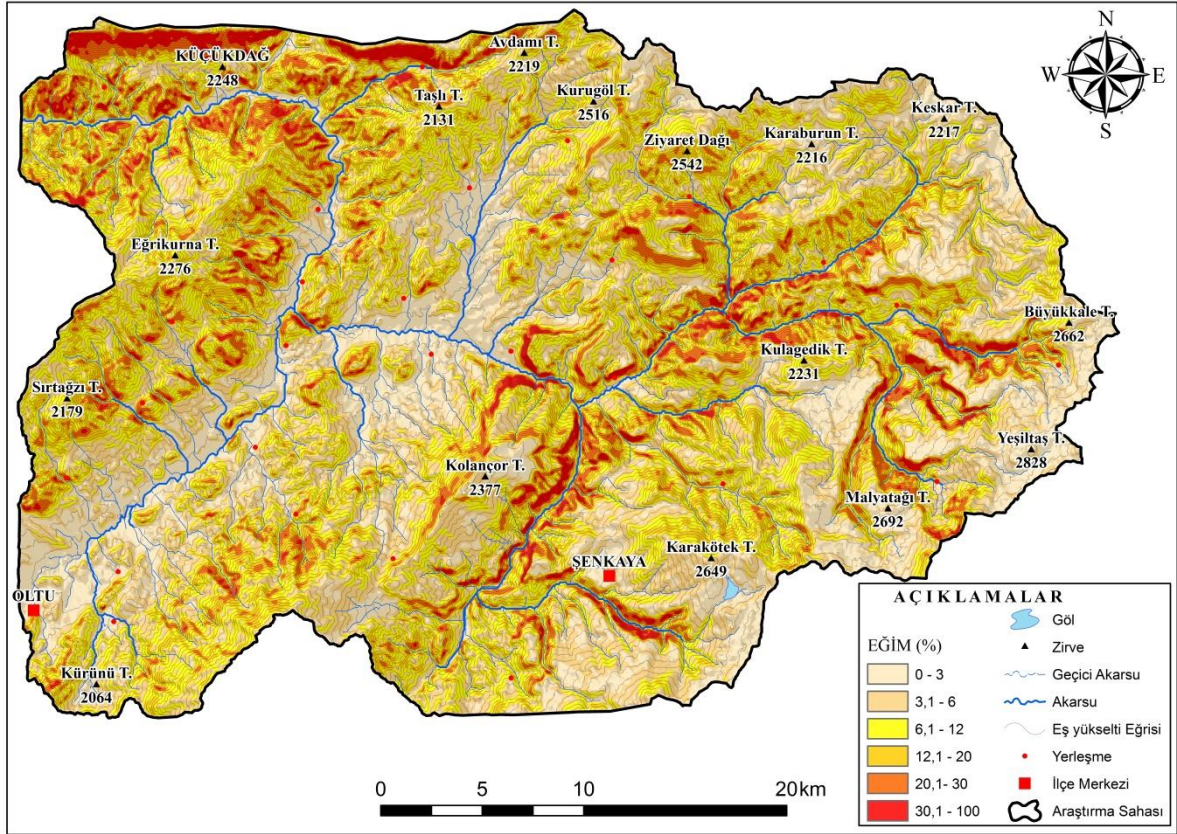


Harita 2. 2 Penek Çayı Havzası'nın Fiziki Haritası

2.2.2. Boğazlar ve Vadiler

Çalışma sahasının geçmiş jeolojik dönemlerden başlayarak, özellikle Neojen'den günümüze kadar olan süreçte şekillenmesinde en etkili dış kuvvet akarsular olmuştur. Bu özelliğinden dolayı, flüvyal topoğrafyaya ait yüzey şekilleri sahada geniş yer tutmaktadır. Akarsu aşındırması, yüksek dağlık alanların yarılmasını ve parçalanmasını sağlayarak, vadilerin ve boğazların oluşumuna ortam hazırlamıştır (Harita 2.4). Penek Çayı Havzası'nda ortalama yüksekliğin fazla olması ve eğimli arazilerin geniş yer tutması neticesinde akarsular (Harita 2.3), yataklarını derine ve yana aşındırarak derin yarma vadiler ve boğazlar oluşturmuştur (Atalay,1982: 30).

Sahanın en önemli yükseltilerini oluşturan Allahuekber Dağları üzerinde güneybatı doğrultusunda akışını sürdüren ve Zozan Dağı'ndan kaynağını alan Büyük Çay ve Çember Dağdan kaynağını alan Bardız Çayı, ofiyolitik kütleyi derince yararak dar ve derin vadiler oluşturmuştur. Çalışma sahasının kuzeydoğusunda bulunan Neojen volkano-sedimanter formasyonları üzerinde Bardız ve Penek çaylarına kavuşan ve Şenkaya'nın güneyinden geçen Değirmendere, Şenkaya'nın kuzeyinden geçen Doğanköy deresi ve Melikoğlu deresi ve bu dereye kavuşan Karanlık Dere kanyon vadiler oluşturmuştur (Atalay,1982: 31).



Harita 2. 3 Penek Çayı Havzası'nın Eğim Haritası

2.2.3. Platolar

Araştırma sahasının kuzey kesimlerinde Neojen sedimanter depolar üzerinde oluşmuş platolar yer almaktadır. Bu platolar, Kırdag'ın doğusundan başlayarak, güneyde Allahuekber Dağları'nın eteklerine kadar uzanmaktadır. Plato sahasının yükseltisi, Oltu Havzası ile Bardız (Gaziler) Çayı arasında 2000-2200 m'ye kadar ulaşırken, Şenkaya çevresinde ve daha kuzeyinde 2000-2500 m kadar ulaşmaktadır. Plato sahası, Bardız ve Penek çayları tarafından çok derin bir şekilde yarılmıştır. Bu yarıma miktarı 700 m derinliğe kadar ulaşarak "U" profilli kanyon vadiler oluşturmuştur. Ayrıca vadiler boyunca tüf ve konglomeralara göre daha dirençli olan bazalt tabakaları kornişler oluşturmuştur (Atalay,1982: 26).

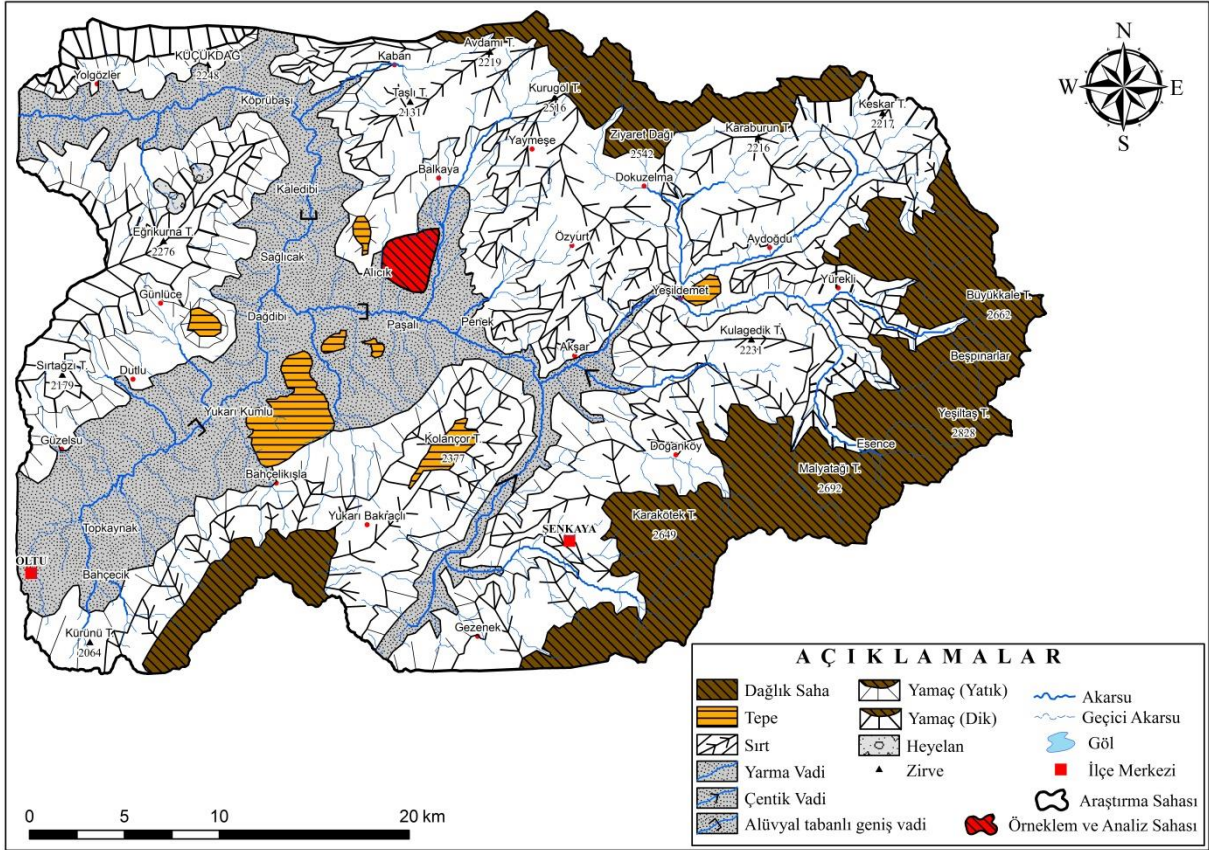
2.2.4. Havzalar

Penek Çayı Havzası KD-GB yönünde uzanmakta olup kuzeyde Taşlı Tepe (2131 m) ve Avdamı Tepesi (2219 m), güneyde Kolançor Tepesi (2377 m) doğuda Kullagedik Tepesi (2231 m) batıda ise Eğri Kurna Tepesi (2276 m) ile sınırlandırılmıştır.

Havzanın uzunluğu kuzeydoğuda Alıcık Mahallesi'nden başlayarak güneybatıda Penek Mahallesi'ne kadar yaklaşık 10 km'lik bir uzunluğa ulaşmaktadır. Havzanın en alçak yeri 884 m ile Alıcık ve Paşalı mahalleleri civarıyken, en yüksek yeri ise 2377 m ile Kolançor Tepesi'dir.

Havzanın büyük bir bölümü 1200-1500 m yükselti basamağında bulunmaktadır.

Penek Çayı Havzası'nın 2-3 km kuzeyinde 300-500 m kalınlığa ulaşarak havzayı doğu-batı yönde takip eden konglomera ve kum taşlarından oluşan tepeler havzanın düz görünümünü kısmi olarak değiştirmektedir. Penek Çayı Havzası'nın büyük bir bölümünü oluşturan bu düzlüğe İsrail Düzlüğü denilmektedir.



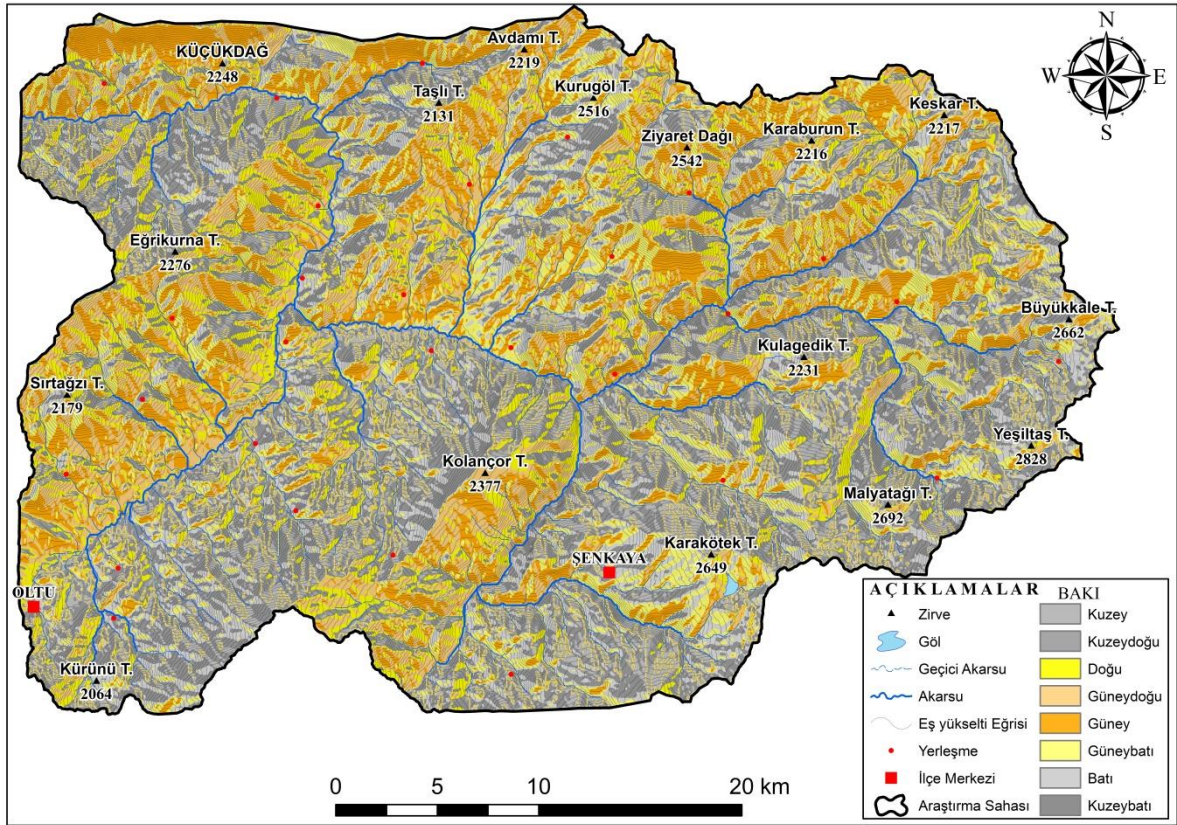
Harita 2. 4 Penek Çayı Havzası'nın Jeomorfoloji Haritası

2.3. İklim Özellikleri

İklim, dünya üzerinde canlı yaşamını belirleyen, canlı hayatını etkileyen ve düzenleyen fiziki faktörler içerisinde ilk sırada gelmektedir (Erol, 1993: 10). İklim çeşitliliğini, özelliklerini, iklim etmen ve elemanlarını en çok etkileyen unsur; mutlak (matematik) konumdur. Özellikle bir yerin bulunduğu iklim kuşağı en önemli faktördür. Türkiye 36°- 42° kuzey paralellerinde yer aldığı için ılıman Kuşakta yer alır. Bulunduğu mutlak konuma göre güneyinde çöllerin çok olduğu büyük oranda kurak iklim sahası, kuzeyinde Avrupa'nın doğusunda görülen sert karasal iklim ile Orta ve Batı Avrupa'nın her mevsimi yağışlı olan ılıman iklim kuşağı arasında bulunan geçiş iklim tipi özelliğine sahip bir ülkedir. Bulunduğu coğrafi konumun iklimik özellikleri dikkate alındığında Türkiye, kuzeyine göre sıcaklığın daha fazla olduğu, güneyine göre değerlendirildiğinde ise nispeten serin ve yağışlı bir iklime sahiptir (Özgür, 2000: 33).

Türkiye büyük oranda orta kuşakta, kıtaların batı kısmında oluşan ve Akdeniz iklimi olarak da bilinen bir makro klima tipinin etki alanı içerisinde bulunmaktadır. Türkiye, geniş hava kütlelerinin oluştuğu alanlara göre bir geçiş alanı niteliği göstermektedir (Erinç, 1996: 295). Ülkemiz, farklı hava kütlelerinin etkisi altında kalmaktadır. Bu sebeple, yaz mevsiminde ülkemizin güneyinden gelen sıcak hava kütesinin, kış mevsiminde ise ülkemizin kuzeyinden gelen soğuk hava kütesinin etkisi altında kalmaktadır. Fakat bu hava kütleleri, çıkış noktasından Anadolu'ya geldiklerinde bazı değişikliklere uğramaktadır. Ayrıca yazın Sahra Çölü'nden gelen karasal tropikal hava kütlesi (cT), Akdeniz üzerinden geçerken nemli karakter kazanmakta ve "Akdeniz hava kütlesi" olarak bilinen bir geçiş hava kütlesi özelliğine bürünmektedir. Yine yaz mevsiminde ülkemize güneybatıdan giriş yapan Azor dinamik yüksek basınç alanından Türkiye'ye gelen maritim polar (mP) hava kütlesi de nemini çok az kaybederek, Türkiye'nin kuzey kıyılarına kadar ulaşmaktadır. Kış mevsiminde ise hem denizel-kutupsal (mP) hem de karasal kutupsal (cP) hava kütlesi ile güneyden gelen tropikal hava kütesinin etkisinde kalmaktadır. Bu hava kütlelerinin etki ettikleri alan ve frekanslar, Türkiye'de yağış ve sıcaklık koşullarında önemli değişikliklere sebep olmaktadır (Atalay, 2010: 406).

Penek Çayı Havzası, Doğu Anadolu Bölgesi'nin Erzurum-Kars Bölümü ile Karadeniz Bölgesi'nin Doğu Karadeniz Bölümü sınırları içerisinde yer almaktadır. Doğu Anadolu Bölgesinde görülen sert karasal iklim ile Karadeniz Bölgesi'nde görülen nemli ılıman iklim arasında bir geçiş tipi iklim özelliği göstermektedir. Penek Çayı Havzası'nda yerel iklim şartlarının oluşmasında belirleyici unsurlar kısa mesafelerde yükseltinin büyük farklar oluşturması, karasallık, dağların uzanış doğrultusu bakı (Harita 2.5) ve dağların uzanışdır (orografi). İklim özelliklerinin belirlenmesinde iki istasyondan faydalanılmıştır. Bu istasyonlardan Oltu İstasyonu, Karadeniz Bölgesi'nin Doğu Karadeniz Bölümü'nde, Şenkaya İstasyonu ise Doğu Anadolu Bölgesi'nin Erzurum-Kars Bölümü'nde yer almaktadır.



Harita 2. 5 Penek Çayı Havzası'nın Bakı Haritası

Karadeniz Bölgesi'nde, kıyıya paralel uzanan Doğu Karadeniz Dağları ile Kuzey batıdaki Akdağlar kuzeyden gelen nemli hava kütlelerinin iç kesimlere ulaşmasını büyük oranda engellemektedir. Çalışma sahasının kuzeyinde yer alan Mescit ve Yalnızçam dağları, kuzeydeki nemli hava kütleleri ile iç kesimlerdeki hava kütlelerinin birbirlerine sokulmasını büyük ölçüde engellemektedir. Bu sebepten dolayı bu dağ sıralarının güneyinde kalan çalışma sahası karasal, sahanın kuzeyinde kalan alanlar ise yarı karasal ve yarı okyanusal, okyanusal şartlar oluşturmaktadır (Atalay, Yılmaz, & Tetik, 1985: 145). Çalışma sahasında yer şekillerinin kısa mesafelerde çeşitlilik göstermesi iklim özelliklerinin kısa mesafelerde değişiklik göstermesine neden olmuştur. Ayrıca araştırma sahasının kuzeydoğusunda bulunan ve ortalama yükseltileri fazla olan platolarda sıcaklıkların düşmesi dikkat çekicidir. Penek Çayı yatağının çevresinde yükseltinin az olması bu alanlarda sıcaklıkları artırmıştır.

Çalışma sahasının mutlak ve göreceli konumuna göre oluşan güneş radyasyonu yani güneş ışınlarının düşme açısı, iklim koşullarını etkileyen en önemli faktörlerdendir. Araştırma sahası 40° 48' kuzey enlemi ile 40° 29' kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. Güneş ışınlarının düşme açısını belirlemek için yaklaşık bir enlem değeri olarak 40° 39' Kuzey enlemi kabul edilmiştir. Buna göre; araştırma sahası güneş ışınlarının Yengeç Dönencesi 'ne 90° lik dik açıyla düştüğü 21 Haziran tarihinde güneş ışınlarını 72° 48' lik açıyla almaktadır. Güneş

ışınlarının Oğlak Dönencesi 'ne 90° dik açıyla düştüğü 21 Aralık tarihinde havza, güneş ışınlarını 25° 54' lık açıyla almaktadır. Güneş ışınlarının en yüksek açıyla düştüğü yaz mevsimi (21 Haziran) ile en düşük açıyla düştüğü kış mevsimi (21 Aralık) arasındaki fark 46° 54' dır. Bu durum güneş radyasyonunun yaz mevsiminde daha fazla, kış mevsiminde daha az olduğunu göstermektedir. Güneş ışınlarının Ekvator çizgisine 90° lik dik açıyla düştüğü 21 Mart ve 23 Eylül tarihlerinde ise çalışma sahası güneş ışınlarını 49° 21' lık açıyla alır.

Çalışma sahasında bulunan ilçelerin meteoroloji istasyonlarında, aylık toplam güneşlenme süresi kayıtları (10 yıllık) olan sadece Oltu ilçesine ait meteoroloji istasyonudur. Oltu Meteoroloji İstasyonu'nun verilerine göre en düşük toplam güneşlenme süresi; 70,6 saatle ocak ayına, en yüksek toplam güneşlenme süresi ise 346,1 saat ile temmuz ayına aittir. Araştırma sahasının güneşlenme özellikleri yerel şartlarda değişiklikler gösterebilmektedir. Özellikle güney yamaçlardaki güneşlenme süresi ile kuzey yamaçlar arasında güneşlenme süreleri yönünden belirgin farklılıklar vardır.

2.3.2. İklim Elemanları

2.3.2.1. Sıcaklık

Türkiye subtropikal kuşağın kuzeyinde yer almaktadır. Bu özelliğinden dolayı sıcaklık, enlem (ekvatora yakınlık-uzaklık), yükselti ve karasallık-denizellik etmenlerinin etkisiyle değişmektedir. Türkiye'de sıcaklık, enlem faktörü dikkate alındığında güneyden kuzeye doğru, yükseltinin etkisi dikkate alındığında batıdan doğuya doğru ve denizellik-karasallığın etkisi dikkate alındığında kıyılardan iç kesimlere doğru azalmaktadır (Özgür, 2000: 37).

Sıcaklıklar, yükseltinin ve bakı özelliklerinin değişmesine bağlı olarak farklılık göstermektedir. Araştırma sahasında iki meteoroloji istasyonunun sıcaklık verileri değerlendirildiğinde, Oltu'da sıcaklığın yıllık ortalama değeri 9,7 °C iken bu değer Şenkaya'da 7,9 °C ye düşmektedir. Bu iki ilçe arasındaki yaklaşık 1,8 °C'lik farkın oluşturan temel faktör Penek Çayı Havzası'nın güneyi ile kuzeyi arasındaki 400 metreyi bulan yükselti farkı olmalıdır.

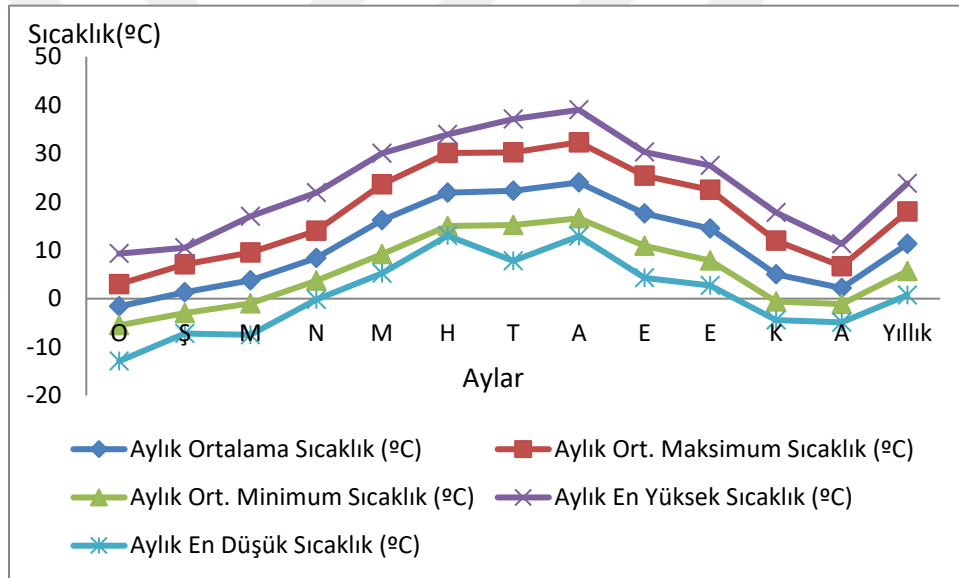
Oltu'da sıcaklıkların aylık ortalamaları incelendiğinde, yaz mevsiminde ise temmuz ayı sıcaklık ortalaması ise 24,5 °C'dir. Sıcaklık değerlerinin Aylık ortalama maksimum değerlerine bakıldığında kış mevsiminde sadece iki ayda 0 °C'nin altına düşmektedir. Oltu Meteoroloji İstasyonunun verilerine göre, aylık ortalama maksimum sıcaklığın en düşük değeri ocak ayında 3,0°C'dir. Aylık ortalama sıcaklık değerlerinin maksimum değere ulaştığı ay olan ağustos ayında sıcaklığın 32,3 °C ile en yüksek değerine ulaştığı görülmektedir. Meteorolojik verilerin kayıt altına alındığı istasyonlardan biri olan Oltu'nun aylık ortalama maksimum sıcaklıkların yıllık ortalaması ise 17,5 °C olduğu görülmektedir. Oltu'nun sıcaklık değişimleri incelendiğinde

Tablo 2. 1 Oltu’da Aylık Ortalama, Ortalama Maksimum, Ortalama Minimum, En Yüksek ve En Düşük Sıcaklıkların Değişimi

Parametre	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)	-1.6	1.3	3.8	8.4	16.2	21.9	22.3	24.0	17.6	14.5	5.0	2.2	11,3
Aylık Ort. Maksimum Sıcaklık (°C)	3.0	7.1	9.5	14.0	23.6	30.1	30.2	32.3	25.4	22.5	12.0	6.7	18,0
Aylık Ort. Minimum Sıcaklık (°C)	-5.5	-3.0	-1.0	3.7	9.2	15.0	15.2	16.6	10.9	7.9	-0.6	-1.1	5,7
Aylık En Yüksek Sıcaklık (°C)	9.3	10.5	17.0	21.9	30.0	33.9	37.1	39.0	30.3	27.5	17.8	11.3	23,8
Aylık En Düşük Sıcaklık (°C)	-12.9	-7.2	-7.5	-0.2	5.2	13.0	7.8	12.9	4.3	2.7	-4.4	-4.9	0,7

Kaynak: MGM verileri.

Oltu’da aylık en düşük sıcaklık kasım ayında $-4,4^{\circ}\text{C}$ ile eksi değerlere düşmekte ve aralık ayında $-4,9^{\circ}\text{C}$, ocak ayında $-12,9^{\circ}\text{C}$, şubatta $-7,2^{\circ}\text{C}$ ve mart ayında $-7,5^{\circ}\text{C}$ olmaktadır.



Grafik 2. 1 Oltu İlçesinin Aylık Ortalama, Ortalama Maksimum, Ortalama Minimum, En Yüksek ve En Düşük Sıcaklıkların Aylara Göre Değişimi

Oltu ve Şenkaya ilçelerinin aylık ve mevsimlere göre sıcaklık ortalamalarında nispeten farklılıklar gözlenmektedir. Ocak ayı sıcaklık ortalamalarına bakıldığında Oltu’da ocak ayı sıcaklık değerlerinin kısmen daha düşük olduğu görülmektedir. Temmuz ve ağustos ayında sıcaklık ortalamaları Oltu ve Şenkaya’da birbirine yakın değerlere sahip olmakla birlikte, Oltu’nun Şenkaya’dan yüksek sıcaklık değerlerine sahip olduğu gözlenmektedir. Aylık sıcaklık ortalamalarının yıl içerisindeki dağılımına bakıldığında, benzer sonuçlar görülmektedir.

Şenkaya Meteoroloji İstasyonu’ndan elde edilen verilere göre aylık ortalama maksimum sıcaklık değerlerine bakıldığında, aylık ortalama maksimum sıcaklığın yıllık ortalaması $14,2^{\circ}\text{C}$ ’dir. Ocak ayı ortalama en yüksek sıcaklık değeri $0,9^{\circ}\text{C}$ ’dir. Temmuz ayı ortalama en yüksek

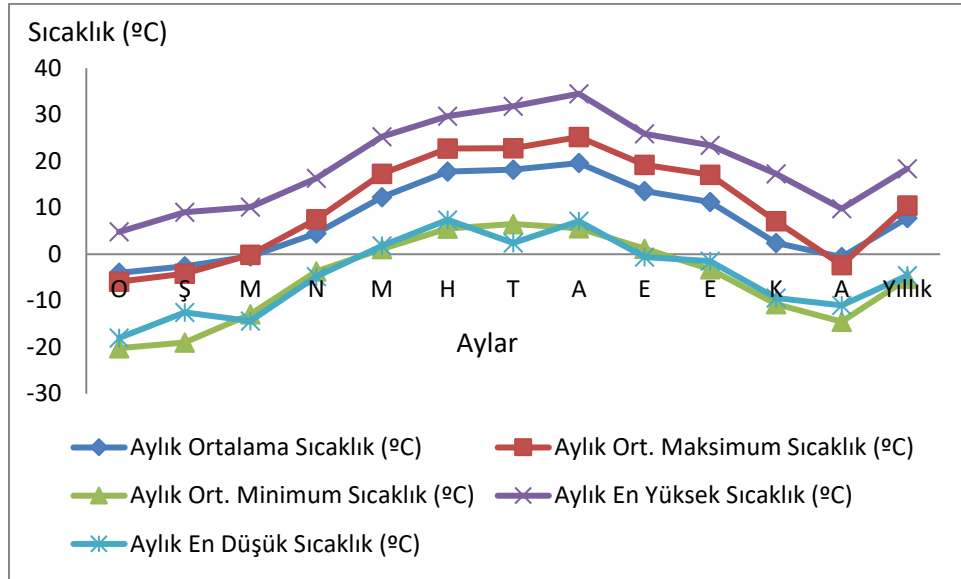
sıcaklık değeri 22,8 °C'dir. Ancak en yüksek ortalama maksimum sıcaklık değeri 25,2 °C ile ağustos ayına aittir. Aylık ortalama en düşük sıcaklıkların yıllık ortalaması 1,6 °C'dir. Bu değer kış mevsiminde aralık ayında -4,6 °C ve ocak ayında -8,6 °C ile en düşük seviyeyi görürken 11,6 °C ile ağustos ayında en yüksek değere ulaşmaktadır. Aylık ortalama maksimum ve minimum sıcaklıkların yıl içindeki dağılışına bakıldığında, aylık ortalama sıcaklıklara paralel bir değişim söz konusudur. Ağustos ayında, maksimum değere ulaşan ortalama maksimum ve minimum sıcaklıklar, bu aydan sonra ocak ayına kadar sürekli bir düşüş göstererek ocak ayında minimum değerlere ulaşır. Ocak ayından itibaren, ağustos ayına kadar sıcaklık değerlerinde sürekli bir artış görülmektedir.

Tablo 2. 2 Şenkaya'nın Aylık Ortalama, Ortalama Maksimum, Ortalama Minimum, En Yüksek ve En Düşük Sıcaklıkların Aylara Göre Değişimi

Parametre	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık Ort.
Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)	-4.0	-2.6	-0.5	4.5	12.3	17.8	18.2	19.6	13.6	11.2	2.4	-0.6	7,8
Aylık Ort. Maksimum Sıcaklık (°C)	-5.9	-4.2	-0.1	7.5	17.3	22.7	22.8	25.2	19.2	17.1	7.1	-2.3	10,5
Aylık Ort. Minimum Sıcaklık (°C)	-20.2	-19.0	-12.9	-3.7	1.1	5.5	6.5	5.6	1.2	-3.2	-10.7	-14.5	-5,3
Aylık En Yüksek Sıcaklık (°C)	4.8	9.0	10.1	16.3	25.3	29.7	31.8	34.5	25.9	23.4	17.3	9.8	18,4
Aylık En Düşük Sıcaklık (°C)	-18.0	-12.5	-14.4	-4.8	1.8	7.4	2.4	7.1	-0.6	-1.5	-9.4	-11.0	-4,6

Kaynak: MGM verileri.

Olağan dışı değerler gösteren en yüksek ve en düşük sıcaklık değerlerine bakıldığında, Şenkaya istasyonunda en yüksek sıcaklık 34,5 °C ile ağustos ayında ölçülürken; Şenkaya'da kış mevsiminin en yüksek sıcaklığı 9,8 °C ile aralık ayında ölçülmüştür. En düşük sıcaklık verileri incelendiğinde, Şenkaya'da en düşük sıcaklıklar -18 °C ile ocak ayında yaşanmıştır. Şenkaya Meteoroloji İstasyonu verilerine göre, aylık en düşük sıcaklıkların eksiye düşmediği aylar; mayıs (1,8°C), haziran (7,4°C), temmuz (2,4°C), ağustos (7,1°C), aylarıdır. Bu veriler incelendiğinde Şenkaya'nın Oltu'ya göre daha da karasal bir iklime sahip olduğu görülmektedir.



Grafik 2.2 Şenkaya İlçesinde Aylık Ortalama, Ortalama Maksimum, Ortalama Minimum, En Yüksek ve En Düşük Sıcaklıkların Aylara Göre Değişimi

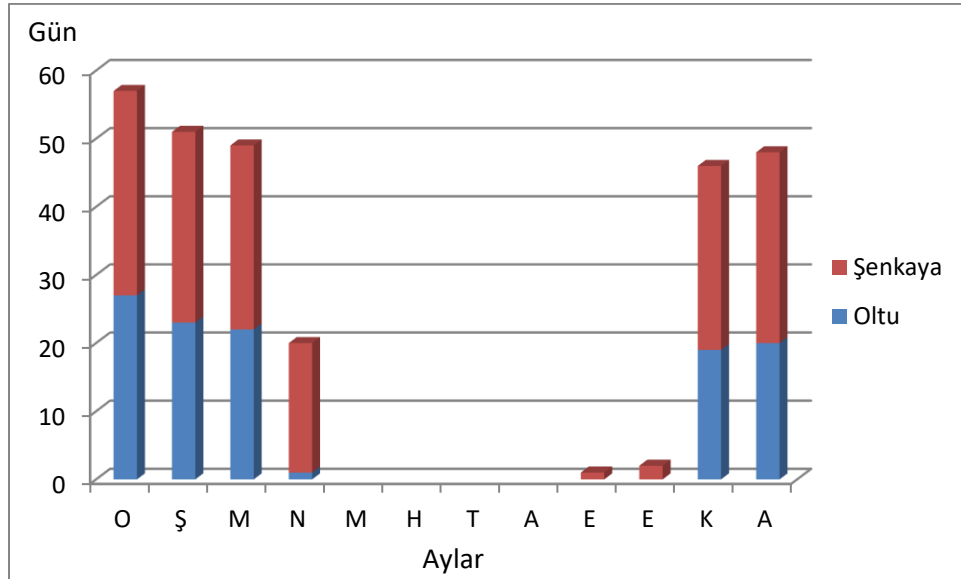
Araştırma sahasında kısa mesafelerde sıcaklık farklılıklarının görülmesi sahada donlu gün sayılarında da farklılıkların ortaya çıkmasına neden olmuştur. Gün içinde minimum sıcaklığın 0 °C altında olduğu günlere donlu gün, -10 °C altına indiği günlere ise şiddetli donlu gün denir (Erinç, 1996: 451). Araştırma sahasının ortalama yıllık donlu gün sayısı ortalaması, 100 günden fazladır. Çalışma sahasındaki iki merkezde de yıl içinde donlu gün sayısı 100 günden fazladır.

Tablo 2. 3 Araştırma Sahasında Don Olaylı Günleri Sayısı

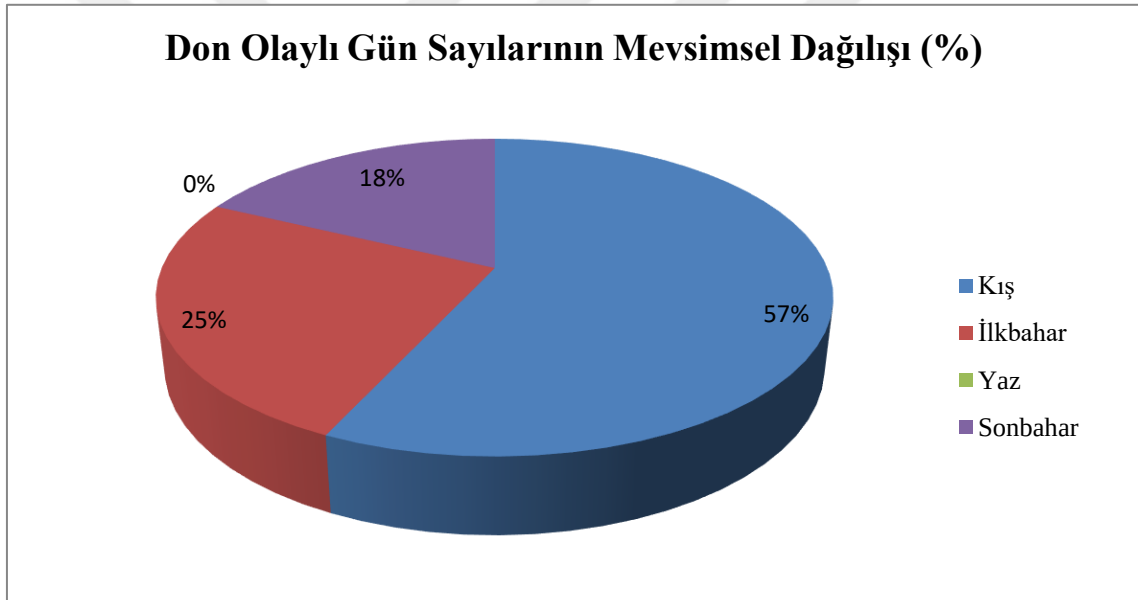
İstasyon	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Oltu	27	23	22	1	-	-	-	-	-	-	19	20	112
Şenkaya	30	28	27	19	-	-	-	-	1	2	27	28	162

Kaynak: MGM verileri.

Oltu Meteoroloji İstasyonunun kayıtlarına göre, Oltu’da yılın 112 gününde sıcaklıklar 0 °C altında ve donlu geçmektedir. İlçede Mayıs ayından başlayarak Ekim ayını da kapsayan 6 aylık bir süreçte sıcaklıklar hemen hemen her gün 0 °C üstündedir ve bu zaman dilimi içerisinde don olayı hiç yaşanmamaktadır. Geçiş mevsimlerinden olan Mart ayında 22 gün, Nisan’da 1 gün ve Kasım’da ise 19 gün don olayına rastlanmaktadır. İlçede kış mevsimine ait aylarda don olayının görüldüğü gün sayısı 15 günün üzerindedir ve Aralıkta 20 gün, Ocakta 27 gün ve Şubat ayında ise 22 gün donlu geçmektedir. Şenkaya Meteoroloji İstasyonunun verilerine göre Şenkaya’da yılın 162 günü donlu gündür. Şenkaya’da Mayıs ayından Eylül ayına kadarki 4 aylık süreçte don olayı yaşanmamaktadır. Mevsimlerin geçiş özelliğinin görüldüğü Mart ayında 27 gün Nisan ayında 19 gün Eylülde 1 gün Ekimde 2 gün Kasım’da ise 27 gün donlu geçmektedir. Kış aylarında ise sadece Ocak ayında 30 gün iken Aralık ve Şubat aylarında 28 gündür.



Grafik 2. 3 Araştırma Sahasında Don Olaylı Günlerin Aylara Göre Dağılışı



Grafik 2. 4 Araştırma Sahasında Don Olaylı Günlerin Mevsimlere Göre Dağılışı

2.3.2.2. Atmosfer Basıncı

Dünyayı saran havaküreyi oluşturan gazların bir ağırlığı vardır ve bu gazlar, cisimler üzerine bir basınç uygulamaktadır. Bu basınca *atmosfer basıncı* denir. Atmosferi oluşturan gazların ağır olanları altta hafif olanları ise üstte bulunmaktadır (Erol, 1993:100). Basıncı ölçen alet barometredir ve basınç milibar (mb) birimi ile değerlendirilmektedir. Normal atmosfer basıncının değeri 1013 milibardır. 1013 milibarın üzerindeki değere yüksek basınç (antisiklon), altındaki değere ise alçak basınç (siklon) alanı olarak adlandırılmaktadır. Hava basıncının dikey doğrultuda değişimini havanın yoğunluğu belirlemektedir. Havanın yoğunluğunu da sıcaklık koşulları belirler ve sıcaklık arttıkça yoğunluk azalır yani aralarında ters bir orantı vardır. Sıcaklık azaldığında havanın yoğunluğu artacaktır ve dolayısıyla basınç değeri de artacaktır.

Sıcaklık yükseldiğinde ise yoğunluk azaldığından dolayı basınç değerleri de azalacaktır.

Türkiye, kuzeydoğudan giriş yapan Sibirya Yüksek Basıncı, güneybatıdan giriş yapan Azor Yüksek Basıncı, güneydoğudan giriş yapan Basra Alçak Basıncı ve kuzeybatıdan giriş yapan İzlanda Dinamik Alçak Basınç alanlarının etki alanında bulunmaktadır. Ülkemiz dışında doğmuş ve gelişmiş olan, ülkemizin iklimini etkileyen bu basınç merkezlerinin etkileri, herhangi bir bölgenin coğrafi faktörleri (yükselti, denizellik-karasallık, yeryüzü şekilleri vb.) ile birlikte değişebilmektedir (İzmir, 1984: 310).

Ülkemizin büyük bir bölümünde geniş çaplı hava dolaşımına bağlı olarak yüksek basınç (antisiklon) ve alçak basınç (siklon) alanları etkili olmaktadır. Son bahar mevsiminin son ayından başlayarak, ilkbahar mevsiminin ilk ayına kadar Anadolu'da kaynağı Sibirya karasal alanı ve Orta Asya olan yüksek basınç (antisiklon) etkiliyken Akdeniz ve Karadeniz üzerinde ise alçak basınç (siklon) merkezleri oluşmaktadır. Yaz mevsimi boyunca Basra Termik Alçak Basınç Alanı ülkemizde etkili olmaktadır. Bahar mevsiminde, yaz ve kış ayları arasındaki geçiş dönemlerini oluşturur ve geçiş dönemlerinde farklı özellikteki basınç merkezlerinin karşılaşma sahalarında cephe yağışları (Depresyon-Frontal) görülmektedir.

Oltu Meteoroloji İstasyonunun verilerine göre, Oltu'nun yıllık ortalama basınç değeri 870,0 mb'dır. Ortalama basınç değerleri incelendiğinde, en yüksek basınç değeri aralık ayında 887,3 mb iken, ortalama basınç değerinin en düşük değerine sahip aylar 849,0 mb ile şubat ve mart aylarıdır. Araştırma sahasında yıllık ortalama basınç değerlerini kayıt altına alan tek istasyon Oltu meteoroloji istasyonu olup, bu istasyonda ise sadece ortalama basınç değerleri kaydedilmiştir.

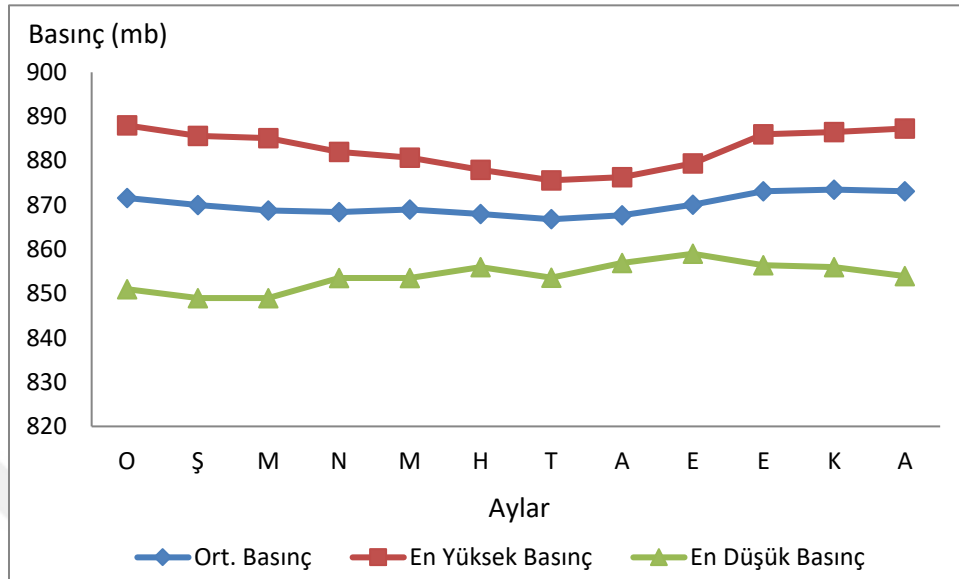
Tablo 2. 4 Oltu'da Ortalama Basınç, En Yüksek Basınç ve En Düşük Basıncın Aylık Değişimi (Mb).

Parametre	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Ort.
Ort. Basınç	871.6	870.0	868.8	868.4	869.0	868.0	866.8	867.7	870.1	873.1	873.5	873.1	870.0
En Yüksek Basınç	888.0	885.6	885.1	882.0	880.7	878.0	875.6	876.3	879.4	886.0	886.5	887.3	888.0
En Düşük Basınç	851.0	849.0	849.0	853.5	853.5	856.0	853.6	856.9	859.0	856.4	856.0	854.0	849.0

Kaynak: MGM verilerinden.

Penek Çayı Havzasına en yakın istasyon olan Oltu meteoroloji istasyonundan elde edilen ortalama basıncın aylık değişim verileri incelendiğinde, basıncın normal atmosfer basıncı değeri olan 1013 mb'den daha düşük olduğu görülmektedir. Ayrıca basınç değerlerinin yıl içinde aylar arasında çok büyük farklar oluşturmadığı izlenmektedir. Yıl içindeki ortalama basınç değeri ile aylık en yüksek ve en düşük basınç değerleri arasında 39 mb arasında fark olduğu görülmektedir. Aylık ortalama basınç değeri, Şenkaya istasyonunda kayıt altına

alınmamıştır. Havzada sadece Oltu Meteoroloji İstasyonu basınç değerlerini ölçülmüş olup, yıllık ortalama basınç değeri 870,0 mb'dır.



Grafik 2. 5 Oltu'nun Ortalama Basınç Değerlerinin Aylık Değişimi (Mb).

2.3.2.3. Rüzgârlar

Yeryüzünde farklı enlemlerde ve aynı zaman aralığında, sıcaklığın dünyadaki dağılışımdan dolayı kara ve denizlerde sıcaklık ve basınç değerlerinde farklılıklar oluşmaktadır. Rüzgâr, farklı özellikteki hava kütlelerinin karşılaşma sahasında oluşan ilk hava olayıdır. Soğuk ve alçalıcı (sübsidans) hava hareketlerinin bulunduğu antisiklon (yüksek basınç) alanından, daha sıcak olan siklon (alçak basınç) alanına doğru bir yer değiştirmenin sonucu olarak ısı enerjisinin kinetik enerjiye dönüştüğü hava kütlesi hareketine *rüzgâr* denir (Özdamar, 2000: 134).

Türkiye; kış mevsiminde, Sibiryâ Termik Yüksek Basıncının etkisinde kalarak bir antisiklon (yüksek basınç) alanı oluştururken, Akdeniz ve Karadeniz ise bir siklon (alçak basınç) alanı oluşturur. Bu nedenle, Anadolu'da kış mevsiminde rüzgârların karasal alanlardan denizlere doğru esmesi beklenmektedir. Yaz mevsiminde ise Türkiye, güney sektörlü olan sıcak ve tropikal hava kütlelerinin etkisi altındadır ve Avrupa'nın kuzeybatısında etkili olan yüksek basınç (antisiklon) alanından Basra Termik Alçak Basınç alanına doğru esen rüzgârların etkisinde kalmaktadır (Özdamar, 2000: 135).

Penek Çayı Havzası'nın rüzgâr rejimini belirlemek için Oltu ve Şenkaya istasyonlarının meteorolojik verileri dikkate alınmıştır. Bu veriler incelendiğinde her iki istasyonda da rüzgârların hâkim yönü ve sektörel dağılışı birbirinden farklıdır. İstasyonların hâkim rüzgâr yönleri; Oltu'da 67033 esme sayısı ile güneybatı (SW), Şenkaya'da 7049 esme sayısı ile kuzey

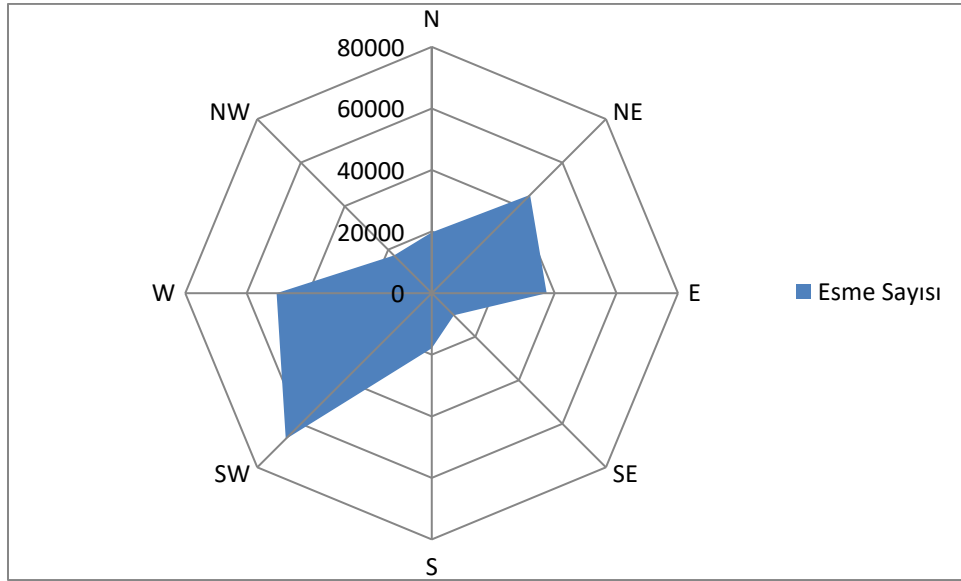
(N), hâkim rüzgâr yönlerinin frekansları; Oltu'da %24,8 Şenkaya'da %20,7'dir.

Tablo 2. 5 Oltu ve Şenkaya İlçelerinin Çeşitli Yönlerden Esen Rüzgârların Esme Sayıları ve Yüzdelik Frekans Değerleri

İstasyon	Sektör	İlkbahar	Frek. (%)	Yaz	Frek. (%)	Sonbahar	Frek. (%)	Kış	Frek. (%)	Toplam	Frek. (%)
OLTU	N	4133	20,9	7259	36,8	4460	22,6	3924	19,9	19713	7,3
	NE	11325	25,0	14187	31,4	10094	22,3	9530	21,1	45138	16,7
	E	8258	22,0	12936	34,6	9046	24,2	7128	19,0	37368	13,8
	SE	3108	30,6	2482	24,4	2057	20,2	2460	24,2	10143	3,7
	S	5204	29,1	3288	18,4	4444	24,8	4930	27,5	17866	6,6
	SW	18571	27,7	10896	16,2	15945	23,7	21621	32,2	67033	24,8
	W	12675	25,1	9464	18,7	13842	27,4	14364	28,5	50345	18,6
	NW	5035	23,0	7521	34,5	4799	22,0	4445	20,3	17355	8,0
	Toplam	68309	25,3	68033	25,2	64687	24,0	68402	25,3	269406	100
ŞENKAYA	N	1684	23,8	2332	33,0	1904	27,0	1129	16,0	7049	20,7
	NE	829	20,7	1048	26,2	968	24,2	1144	28,6	3989	11,7
	E	1015	16,7	1348	22,2	1718	28,3	1985	32,7	6066	17,8
	SE	687	26,6	485	18,8	596	23,12	809	31,3	2577	7,5
	S	1916	33,6	562	9,8	1145	20,0	2077	36,4	5700	16,7
	SW	1798	35,0	709	13,8	1157	22,5	1460	28,4	5124	15,0
	W	177	33,9	101	19,3	151	28,9	90	17,2	521	1,5
	NW	831	28,3	1248	42,5	774	26,3	62	2,1	2934	8,6
	Toplam	8967	26,4	7833	23,0	8413	24,7	8756	25,7	33960	100

Kaynak: MGM verilerinden.

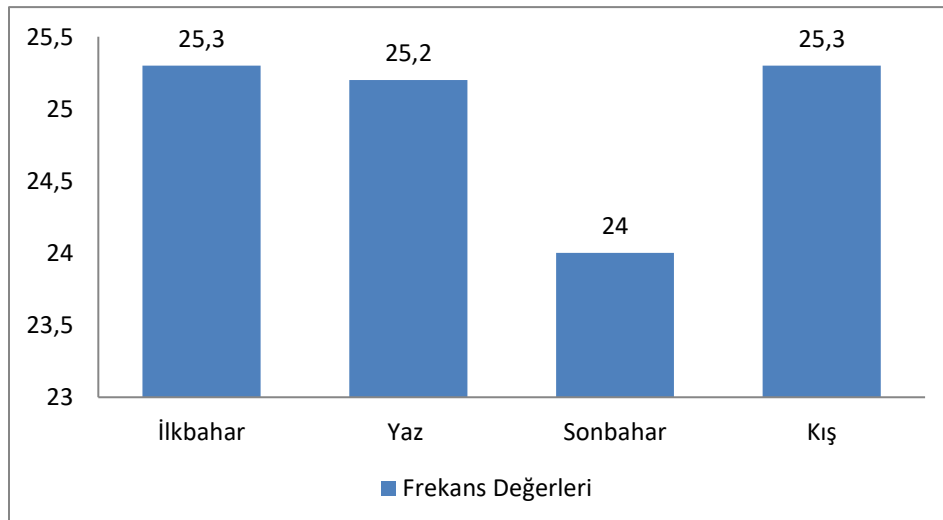
İstasyonlardan elde edilen rüzgâr verileri incelendiğinde, hâkim rüzgâr yönü dışındaki diğer yönlerin toplam esme sayıları; Oltu'da 202373 Şenkaya'da 26911'dir. Bu yönlerin toplam frekans değerleri Oltu'da %75,2 Şenkaya'da %79,3'tür. Rüzgârların esiş yönünün havzanın güney-kuzey doğrultulu yönde olması araştırma sahasında ölçüm yapan meteoroloji istasyonunun arazi içindeki konumundan kaynaklanmaktadır.



Grafik 2. 6 Oltu'nun Yıllık Rüzgârgülü Diyagramı

Oltu Meteoroloji İstasyonu kayıtlarına göre; hâkim rüzgâr yönü 67033 esme sayısı ile güneybatı (SW) yönüdür. Diğer istasyonun verilerine göre rüzgârların sektörel dağılımında nispeten çeşitlilik gösteren Oltu'nun hâkim rüzgâr yönünü sırasıyla 18571 esme sayısı ile güneybatı (SW), 12675 esme sayısı ile batı (W) 11325 ile kuzeydoğu (NE), 8258 ile doğu (E) takip etmektedir. Esme sayılarına paralel olarak rüzgâr yönlerinin frekans değerleri Güney'de %6,6, batı'da 18,6, doğu'da %13,8 ve güneydoğu'da ise %3,7 olarak hesaplanmıştır.

Oltu'da toplam esme sayısı ve frekans değerlerinin mevsimsel dağılışında dengeli ve birbirine yakın bir dağılış söz konusudur. Kış mevsiminde 21621 esme sayısı ve %32,2 frekans değeri ile en rüzgârlı mevsimdir. Kış mevsimini sırasıyla 18571 esme sayısı ve %27,7 frekans değeri ile ilkbahar, 15945 esme sayısı ve %23,7 frekans değeri ile sonbahar ve 14187 esme sayısı ve %31,4 frekans değeri ile yaz mevsimleri takip etmektedir.



Grafik 2. 7 Oltu'nun Mevsimlere Göre Rüzgâr Frekans Değerleri

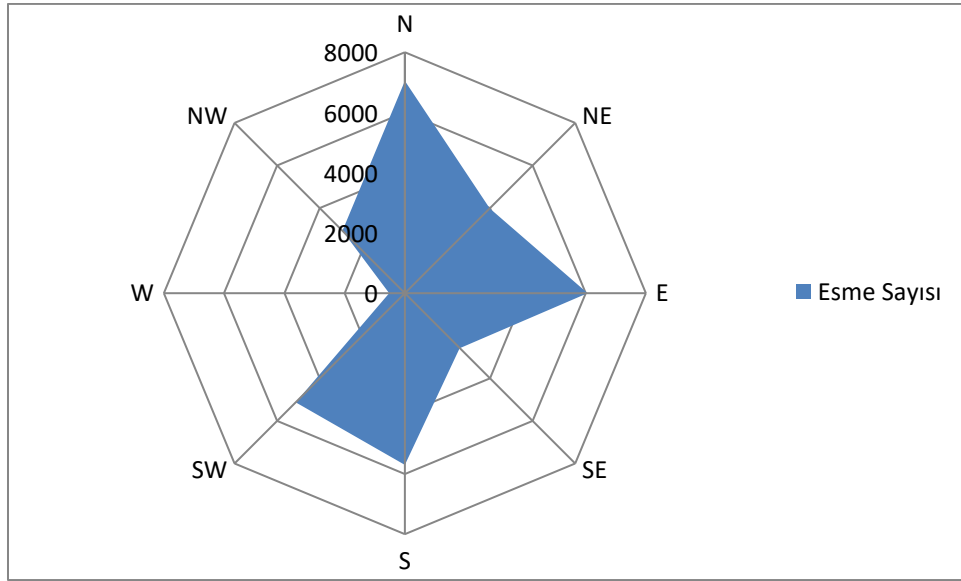
Tablo 2. 6 Oltu’da Etkili Rüzgârların Aylık Ortalama, Aylık Maksimum Hızları ve Aylara Göre Hâkim Rüzgâr Yönleri

Parametre	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık Ort.
Aylık Ort. Rüzgâr Hızı (m/sn)	1.7	1.8	2.1	2.3	2.1	2.0	2.0	2.0	2.0	1.7	1.6	1.6	1.9
Aylık Maksimum Rüzgâr Hızı (m/sn)	20.5	19.6	25.3	25.0	28.9	28.7	28.7	26.5	25.6	24.0	18.5	19.1	28.9
Hâkim Rüzgâr Yönü	WSW	W	WSW	WSW	WSW	WSW	WNW	W	WSW	ENE	SSW	S	WSW

Kaynak: MGM verilerinden.

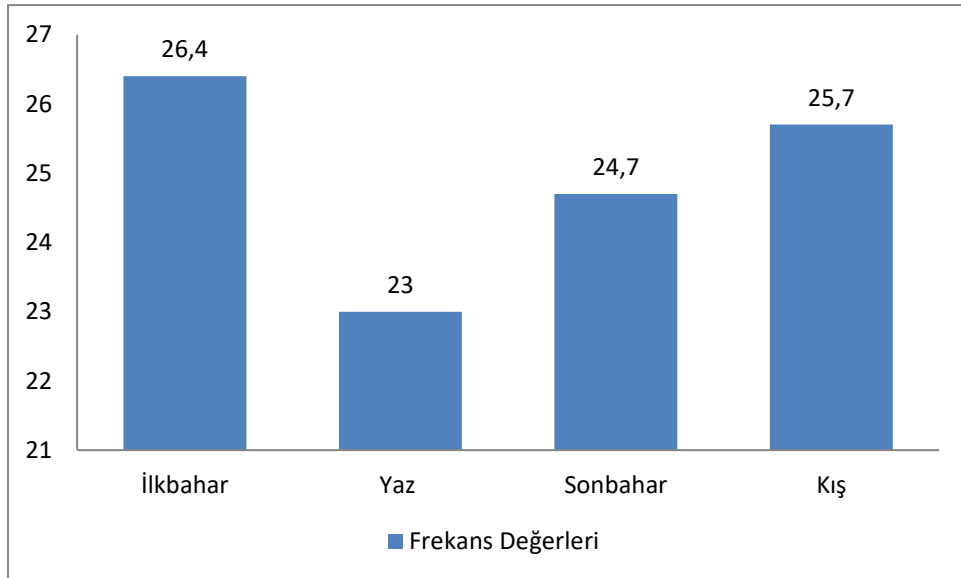
Oltu meteoroloji istasyonunun kayıtlarına göre ortalama rüzgâr hızlarının yıllık ortalaması 1,9m /sn’dir. Nisan ayı 2,3 m/sn ile en yüksek ortalama rüzgâr hızına sahipken, 1,6 m/sn ile kasım ve aralık ayı en düşük ortalama rüzgâr hızına sahip aydır. Ortalama rüzgâr hızlarının mevsimsel dağılışına bakıldığında; kış ve sonbahar mevsimlerinde minimum hızda esen rüzgârlar, ilkbahar ve yaz mevsimlerinde en yüksek değerlerine ulaşmaktadır. Aylık maksimum rüzgâr hızı, istasyonda rüzgâr hızının ölçülmeye başlandığı günden bugüne ölçülmüş en yüksek rüzgâr hızlarını ifade etmektedir. Oltu’da aylık maksimum rüzgâr hızının en yüksek değeri Batı ve Güneybatı (WSW) yönünde 28,9 m/sn kaydedilmiştir. Aylık maksimum rüzgâr hızının en düşük değeri ise doğu (E) yönünde 18,9 m/sn olarak kaydedilmiştir.

Şenkaya Meteoroloji İstasyonu verilerine göre; hâkim rüzgâr yönü 7049 esme sayısı ile kuzey (N) yönüdür. Diğer istasyona göre rüzgârların sektörel dağılımında kısmen daha az çeşitliliği olan Şenkaya’nın hâkim rüzgâr yönünü sırasıyla 6066 esme sayısı ile doğu (E), 5700 esme sayısı ile güney (W) 5124 ile güneybatı (SW), 3989 ile kuzeybatı (NW) takip etmektedir. Esme sayılarına paralel olarak rüzgâr yönlerinin frekans değerleri güney ‘de %16,7, batı’ da 1,5, doğu’ da %17,8 ve güneydoğu ‘da ise %7,5 olarak hesaplanmıştır.



Grafik 2. 8 Şenkaya'nın Yıllık Rüzgâr Gücü Diyagramı

Şenkaya'da rüzgârların toplam frekansı ve esme sayılarının değerlerinin mevsimsel dağılışında birbirinden çok farklı olmayan ve birbirine yakın olan değerlerle bir dağılış görülmektedir. İlkbahar mevsiminde, 8967 esme sayısı ve %26,4 frekans değeri ile en rüzgârlı mevsimdir. İlkbahar mevsimini sırasıyla, 8756 esme sayısı ve %25,7 frekans değeri ile kış, 8413 esme sayısı ve %24,7 frekans değeri ile sonbahar ve 7833 esme sayısı ve %23,0 frekans değeri ile yaz mevsimleri takip etmektedir.



Grafik 2. 9 Şenkaya'nın Mevsimlere Göre Rüzgâr Frekans Değerleri

Tablo 2. 7 Şenkaya’da Etkili Rüzgârların Aylık Ortalama, Aylık Maksimum Hızları ve Aylara Göre Hâkim Rüzgâr Yönleri

Parametre	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık Ort.
Aylık Ort. Rüzgâr Hızı (m/sn)	2.5	2.1	3.0	3.1	2.9	2.8	3.0	2.9	2.6	2.3	2.0	2.1	2.6
Aylık Maksimum Rüzgâr Hızı (m/sn)	25.6	19.8	29.7	24.2	26.9	21.4	18.9	21.5	24.8	21.6	20.0	23.7	29.7
Hâkim Rüzgâr Yönü	SSW	S	SSW	S	WSW	SW	E	SW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW

Kaynak: MGM verilerinden.

Şenkaya’nın ortalama rüzgâr hızlarının yıllık ortalaması 2,6 m/sn’dir. Nisan ayı 3,1 m/sn ile en yüksek ortalama rüzgâr hızına sahipken, 2,0 m/sn ile kasım ayı en düşük ortalama rüzgâr hızına sahip aydır. Ortalama rüzgâr hızlarının mevsimsel dağılışına bakıldığında; kış ve sonbahar mevsimlerinde minimum hızda esen rüzgârlar, ilkbahar ve yaz mevsimlerinde en yüksek değerlerine ulaşmaktadır. Aylık maksimum rüzgâr hızı, istasyonda rüzgâr hızının ölçülmeye başlandığı günden bugüne ölçülmüş en yüksek rüzgâr hızlarını ifade etmektedir. Şenkaya’da aylık maksimum rüzgâr hızının en yüksek değeri Güney ve Güneybatı (SSW) yönünde 25,6 m/sn kaydedilmiştir. Aylık maksimum rüzgâr hızının en düşük değeri ise doğu (E) yönünde 18,9 m/sn olarak kaydedilmiştir.

2.3.2.4. Nem ve Bulutluluk

Atmosferde bulunan su buharı miktarı nem olarak adlandırılır. Atmosferde, ortalama %2 ile %5 oranında nem vardır. Atmosferdeki su buharının miktarı sabit değildir. Atmosferdeki su buharı miktarı nemin bulunduğu zaman aralığına ve bulunduğu yere göre farklılıklar göstermektedir. Su buharı, havanın mevcut hacmine göre değerlendirildiğinde hiçbir zaman atmosferin toplam hacminin % 4’ünden fazla değildir. Su buharının havanın mevcut hacmine oranla bu kadar düşük bir orana sahip olmasına rağmen iklim koşullarını belirleyen en önemli unsurlardan biridir (Erinç, 1996: 100). 1 m³ hava içerisinde bulunan ya da 1 kg hava içerisinde bulunan maddenin gaz halindeki su buharının gram olarak değerine mutlak, mevcut, ortamdaki nem denir (Dönmez, 1984: 141). Mutlak nem ortamdaki su buharı yoğunluğu anlamına da gelmektedir. Nem değerinin gram olarak hesaplanması zor olduğu için atmosferdeki su buharı, buhar basıncı türünden milimetre (mm) ve milibar (mlb) cinsinden hesaplanmaktadır (Erol, 1993: 179). 1 m³ havanın taşıyabileceği en fazla nem miktarı, doyma noktası, nem taşıma kapasitesi veya maksimum nem olarak ifade edilmektedir. Atmosferde bu nem miktarı çok olduğunda doyma noktasına ulaşır ve bunun sonucunda ise yağış gerçekleşmektedir (Şahin, 1999: 64). Bağıl nem (Nisbi-Oransal) ise; mutlak nemin maksimum neme oranıdır ve yüzde (%) olarak ifade edilir. Bağıl nemin %100’ü aşması halinde yoğunlaşma başlar ve yağış

meydana gelmektedir.

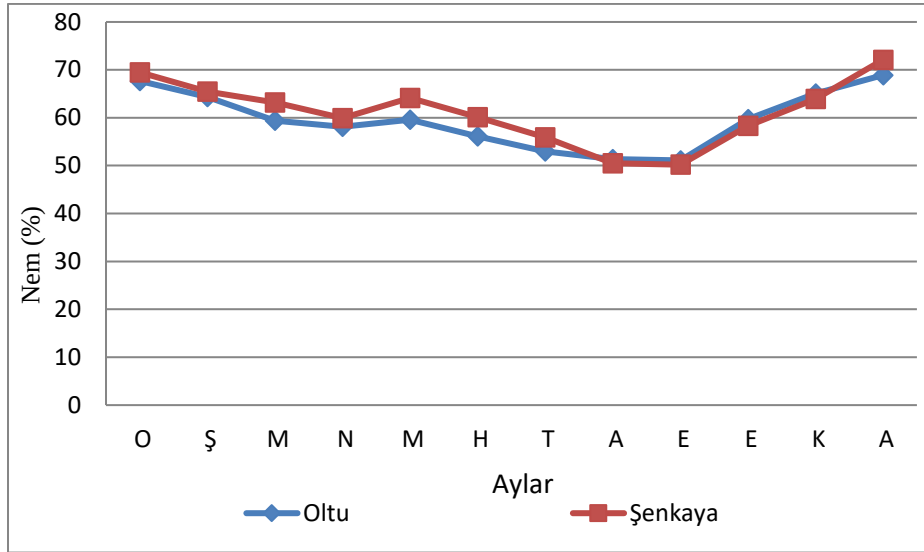
Araştırma sahasındaki merkezlerin meteoroloji istasyonlarından alınan verilere göre; aylık ortalama nisbi nem oranlarının yıllık ortalamaları, Oltu'da %59,5 Şenkaya'da %61,1'dir. Yıllık nisbi nem oranı Şenkaya'da Oltu'ya oranla nispeten fazla olduğu gözlenmektedir. Her iki istasyon da yıllık nisbi nem oranlarının dağılışında aylara göre farklılıklar olduğu dikkat çekmektedir. Oltu'da nisbi nem (bağıl-oransal) oranı ortalaması en yüksek olan ay %68,9 ile aralık ayıdır. Yılın yarısında nisbi nem (bağıl-oransal) oranı %60'ın altında olan istasyonda, ağustos ayında %51,4 ve eylül ayında %51,1 nisbi nem (bağıl-oransal) oranıyla aylık ortalama nisbi nem (bağıl-oransal) oranlarının en düşük olduğu ayları temsil etmektedir. Mevsimlere göre ortalama nisbi nemin (bağıl-oransal) dağılışında, dengeli bir dağılış olduğu görülmektedir. Yaz mevsimi ayları nisbi nemin (bağıl-oransal) en düşük olduğu aylar iken, kış mevsimi ayları nisbi nemin (bağıl-oransal) yüksek olduğu aylardır. İlkbahar ve sonbahar mevsimlerinde ise yaz ve kış mevsimlerinin ortalama değerlerini göstermektedir. Oltu'da mevsimlik nisbi nem (bağıl-oransal) oranlarına bakıldığında; kış mevsimi %44,0, yaz mevsimi %53,5, ilkbahar mevsimi %59,0 ve sonbahar mevsimi ise %58,6 ortalama nisbi nem oranlarına sahiptir.

Şenkaya'da, aylık bağıl nem oranları ile yıllık ortalama nisbi nem (bağıl-oransal) oranlarının Oltu'dan daha yüksek olduğu gözlenmektedir. İstasyonda aylık ortalama nisbi nem (bağıl-oransal) oranı en yüksek olan ay, %72,1 oranla aralık ayıdır. Aralık ayında nisbi nemin (bağıl-oransal) ortalama oranının en yüksek değerine ulaştığı ölçüm istasyonunda, bu aydan sonra düşüş başlamakta ve eylül ayında %50,2 oranla en düşük değerine ulaşmaktadır. Her iki istasyonda da nisbi nem (bağıl-oransal) değerinin en yüksek olduğu ay aralık ayıdır. Bu değer en az olduğu ay ise her iki istasyonda da eylül ayıdır.

Tablo 2. 8 Oltu ve Şenkaya'nın Aylık Ortalama Bağıl Nem Oranları (%) Aylık Değişimi

İstasyon	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Oltu	67.7	64.3	59.4	58.1	59.6	56.1	53.0	51.4	51.1	59.7	65.1	68.9	59.5
Şenkaya	69.5	65.5	63.2	59.9	64.1	60.1	55.9	50.5	50.2	58.3	63.9	72.1	61.1

Kaynak: MGM verilerinden.



Grafik 2. 10 Araştırma Sahasında Ortalama Bağıl Nem Oranlarının Aylık Değişimi

Bulutluluk, atmosferdeki nem miktarını, yoğunlaşma ve yoğunlaşma sonucunda oluşan yağışları, güneşlenme süresini, sıcaklığı doğrudan ya da dolaylı olarak etkileyen bir unsurdur (Kopar, 2007: 87). Bulutluluk, atmosferdeki su buharının yoğunlaşması ile oluşmaktadır. Atmosferdeki bulutluluk oranının ölçümünde nefometre adı verilen bir alet kullanılmaktadır. Atmosferin bulutla kapalılık derecesini ifade eden okta değeri üzerinden ölçülmektedir. Aşağıda gösterilen tabloda da istasyonun bulutluluk oranı gökyüzünün 8/1'ine eşit olan 8 okta değeri üzerinden açıklanmıştır. Çalışma sahasında bulutluluk oranlarını ve bulutlu gün sayılarını kayıt altına alan tek istasyon Oltu Meteoroloji İstasyonu'dur. Bu sebepten dolayı sahanın bulutluluk durumunu izah ederken yalnızca Oltu istasyonunun verilerinden yararlanılacaktır.

Bulutlu gün sayısı, çalışma sahasında sıcaklık değerlerinin düşük olduğu kış mevsiminde çok çıkarken, sıcaklığın yüksek olduğu yaz mevsiminde ise bulutlu gün sayısının düşük değerlere sahip olduğu görülmektedir. Eylül ayının son günlerinden başlayarak, mayıs ayının son günlerine kadar devam eden sonbahar ve kış aylarını içerisine alan dönemde, nisbi nem (bağıl-oransal) miktarındaki artışın ortaya çıkardığı bir sonuç olarak bulutluluk oranı ve yağış miktarında artış olmaktadır.

Tablo 2. 9 Oltu'nun Aylık Ortalama Bulutluluk Oranları, Ortalama Bulutlu Gün ve Açık Gün Sayıları

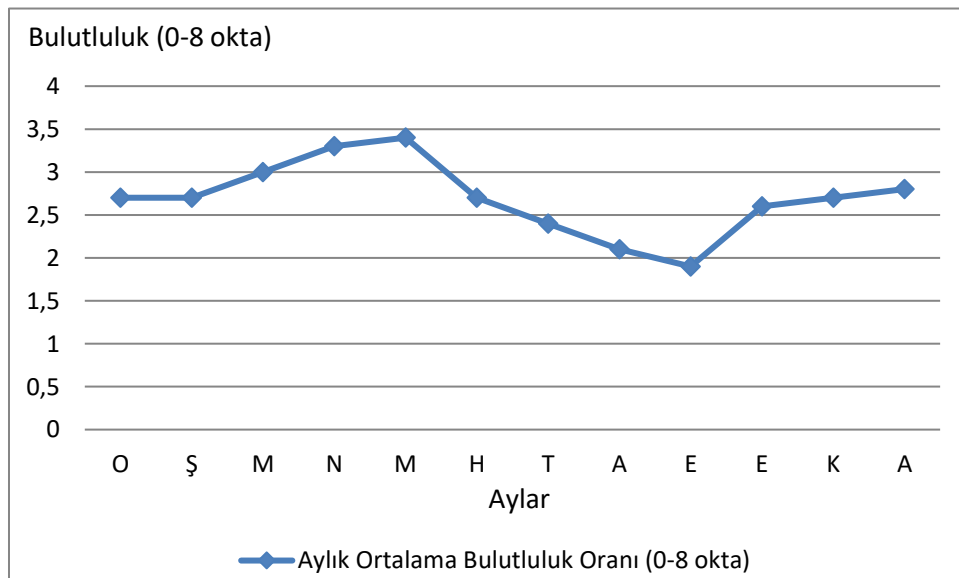
DEĞERLER	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Aylık Ortalama	67	64	59	58	59	56	53	51	51	59	65	68	59,5
Bulutluluk Oranı (0-8)	7	3	4	1	6	1	0	4	1	7	1	9	65,4
Aylık Ortalama Bulutlu	19	18	20	22	23	19	19	16	14	18	17	19	229,3
Günler Sayısı	70	40	40	30	60	80	20	70	10	70	00	40	0
Aylık Ortalama Açık	8,2	7,1	7,1	5,1	5,9	9,3	11	13	15	10	8,8	7,9	110,1
(Bulutsuz) Günler Sayısı	0	0	0	0	0	0	50	60	30	30	0	0	0

Kaynak: MGM verileri.

Oltu'da bir ay içinde yaşanan bulutlu günlerin yıllık ortalaması 229 gündür. Çalışma sahasında, nispi nemin (bağıl-oransal) en fazla artış gösterdiği mevsim kış mevsimi iken, oransal olarak bulutluluğun ve ortalama bulutlu günlerin sayısının en fazla olduğu mevsimin ilkbahar mevsimi olduğu gözlenmektedir. Çalışma sahasının iklimik ve meteorolojik verilerine bakıldığında, sahada en yağışlı mevsimin ilkbahar ve en az yağışın olduğu mevsimin ise kış mevsimi olduğu görülmektedir. Bu durum ülkemizin farklı alanlarında da görülen karasal iklimin ve bu iklimin yağış rejiminin ortaya çıkarmış olduğu bir sonuçtur. Araştırma sahasının yıllık ortalama aylık bulutlu günler sayısı incelendiğinde bu sayının 23 gün ile en fazla mayıs ayına ait olduğu görülmektedir. Ayrıca çalışma sahasında Bulutluluk oranının en az olduğu ay olan eylül ayıdır. Bu ayda bulutlu günlerin sayısının da 13 gün ile en düşük değerde olduğu görülmektedir. Bir önceki paragrafta da anlatıldığı gibi ilkbahar mevsiminde bulutlu gün sayısı 65 gün ile en fazla olan mevsimdir. Bulutlu gün sayısının en az olduğu mevsim ise 49 gün ile Sonbahar ise mevsimidir.

Penek Çayı Havzası'nda meteorolojik verilerin elde edildiği bir diğer istasyon olan Şenkaya İstasyonunda bulutluluk verileri kayıt altına alınmadığı için bulutluluk verileri ile ilgili detaylı çalışma yapılamamıştır.

Araştırma sahasının yağış özelliklerine geçmeden önce araştırma sahasında zemindeki yoğunlaşma şekli olan sis olayına ve araştırma sahasındaki ortalama sisli gün sayılarını değerlendirmek iklim özelliklerini inceleme hususunda yararlı olacaktır. Dönmez; sis kavramını *çok küçük su damlacıklarının havada oluşturdıkları birikimler* (Dönmez, 1984: 151) şeklinde tanımlarken, Erol; *"zemine temas eden hava katmanlarında yoğunlaşmanın olması"* şeklinde ifade etmektedir (Erol, 1993: 216).



Grafik 2. 11 Oltu'da Aylara Göre Ortalama Bulutluluk Oranı

Penek Çayı Havzasında sisli geçen günlerin sayısı fazla değildir. Oltu'nun yıllık ortalama sisli geçen günlerinin toplamı 1 gündür. Oltu'da aralık ayı 0,50 sisli gün ortalamasıyla sisin en fazla olduğu aylardır. Oltu istasyonunun verilerine göre mayıs haziran temmuz, ağustos ve eylül aylarında sis olayı hiç yaşanmazken, kış mevsimi sisin en fazla olduğu mevsimdir. Penek Çayı Havzası'nın iklimik verilerinin kayıt altına alındığı Şenkaya istasyonunda sis olayı ile ilgili veriler kayıt altına alındığından bu istasyon ile ilgili sis verileri değerlendirilmemiştir.

Tablo 2. 10 Oltu'nun Ortalama Sisli Gün Sayısının Aylık Değişimi

İstasyonlar	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Oltu	0.45	0.14	0.09	0.05	-	-	-	-	-	0.05	0.05	0.50	1.33

Kaynak: MGM verilerinden.

2.3.2.5. Yağış

Bir iklim elemanı olarak yağış rejimi, yağışın şiddeti, etkinliği ve yeryüzündeki dağılışı o yerin güneşe göre konumuna, denize göre konumuna, Mutlak konum özelliklerine, göreceli konum özelliklerine, atmosfer ve hava olaylarına, yer şekilleri özelliklerine, yükselti değerlerine göre farklılık göstermektedir (Dönmez, 1984: 159). Kış mevsiminde Türkiye'nin içinde olduğu Akdeniz iklimi bölgesinde genel olarak soğuk karakterli olan kutupsal kökenli polar (P) hava kütleleri iklim ve hava durumu üzerinde belirleyici etkiye sahiptir. Bu hava kütleleri ülkemize ulaşınca kadar bazı geldikleri yerlerin iklim özelliklerine bağlı olarak bazı değişikliklere uğrayarak Anadolu'nun genellikle iç doğu ve yüksek kesimlerinde kar yağışlarının oluşumunda etkili olmaktadır. Ülkemizde kış mevsiminde etkisini gösteren diğer hava kütleleri ülkemize güneyden giriş yapan mT (maritim tropikal) ve cT (kontinental tropikal) hava kütleleridir. Bu hava kütleleri Anadolu'ya Soğuk karakterde olan ve ülkemize kuzeybatıdan giriş yapan P (polar) hava kütleleri ile karşılaşarak, cephe (depresyon) yağışlarını oluşturarak birbirini takip eden sıcak-soğuk dönemlerin yaşanmasına neden olmaktadır (Erinç, 1996: 299).

Yağışların yıl içinde mevsimlere göre dağılışı oranlarına, yağış rejimi denir. Yağış rejimi düzenli veya düzensiz kavramları ile ifade edilmektedir. Türkiye'de görülen iklim tipleri dikkate alındığında Akdeniz iklimi, Karadeniz iklimi, Karasal iklim gibi üç farklı iklim tipine özgü üç farklı yağış rejimi görülmektedir. Bunlardan birincisi; kışın yağış alan, yazın kurak geçen Akdeniz İklimi yağış rejimidir. İkincisi; her mevsim yağışlı geçen ve düzenli yağış rejimine sahip olan, yağış miktarı yüksek ve maksimumu sonbahara, minimumu ilkbahara denk gelen Karadeniz yağış rejimi ve üçüncüsü; maksimum yağış miktarı yaz mevsimine ya da ilkbahara mevsimine, minimumu da kış mevsimine denk gelen karasal yağış rejimidir. Karasal yağış rejimine, Erzurum-Kars çevresi ile Kastamonu-Bolu arasındaki saha örnek olarak

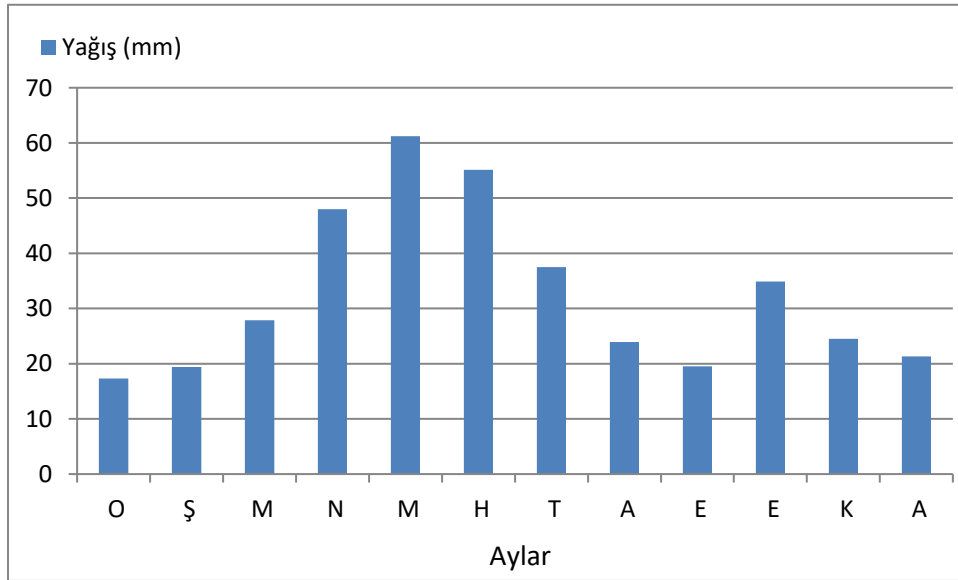
Tablo 2. 11 Oltu Meteoroloji İstasyonu’nda Ortalama Yağışın Aylık Değişimi ve Yıllık Ortalama Tutarları

İstasyonlar	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Oltu	17,3	19,4	27,9	48,0	61,2	55,1	37,5	23,9	19,5	34,9	24,5	21,3	390,5

Kaynak: MGM verileri.

Araştırma sahasındaki istasyonların uzun yıllık yağış verilerine göre yıllık ortalama yağış miktarı 390,5 mm olduğu görülmektedir. Havza sınırları içerisinde yükselti, yer şekilleri özellikleri, güneşe bakan yamaç koşulları ve havza tabanı ile havzayı sınırlandıran alandaki orografik özellikler arasında farklılıklar bulunmaktadır.

Oltu İstasyonundan alınan yağış verilerine göre kış mevsiminde 58 mm ile yağış miktarının daha az olduğu görülmektedir. Özellikle ocak ayı 17,3 mm yağış miktarı ile yağışın en düşük olduğu ay olduğu görülmektedir. Yağışın mevsimsel dağılışı dikkate alındığında Oltu İstasyonunda yağışın en çok olduğu mevsim 137,1 mm ile ilkbahar mevsimidir. Mayıs ayının 61,2 mm ile ilkbahar mevsiminde yağışın en çok düştüğü ay olduğu görülmektedir. Şenkaya istasyonunda veriler kayıt altına alınamadığından bu merkezin yağış verileri tablolaştırılamamıştır. Ancak Penek Çayı Havzası’nın yağış dağılışı haritası incelendiğinde Şenkaya ilçesinin kuzey doğusundaki yüksek dağlarda yıllık yağış tutarının 77,1 mm değerlerine ulaştığı görülmektedir.



Grafik 2. 12 Araştırma Sahasında Ortalama Yağış Tutarlarının Aylara Göre Değişimi

Oltu İstasyonunda ortalama yağış miktarının yıl içindeki dağılışı düzensiz bir rejim göstermektedir. Yıllık yağış tutarının en yüksek olduğu mevsim ilkbahar ve yaz mevsimleridir. Yıllık yağış tutarının en az olduğu mevsim Oltu’da kış mevsimidir.

Tablo 2. 12 Oltu Meteoroloji İstasyonu'nda Ortalama Yağışın Mevsimsel Tutar ve Oranları

İstasyonlar	Kış		İlkbahar		Yaz		Sonbahar	
Oltu	58,0	%14,8	137,1	%35,1	116,5	%29,8	78,9	%22,2

Kaynak: MGM verileri.

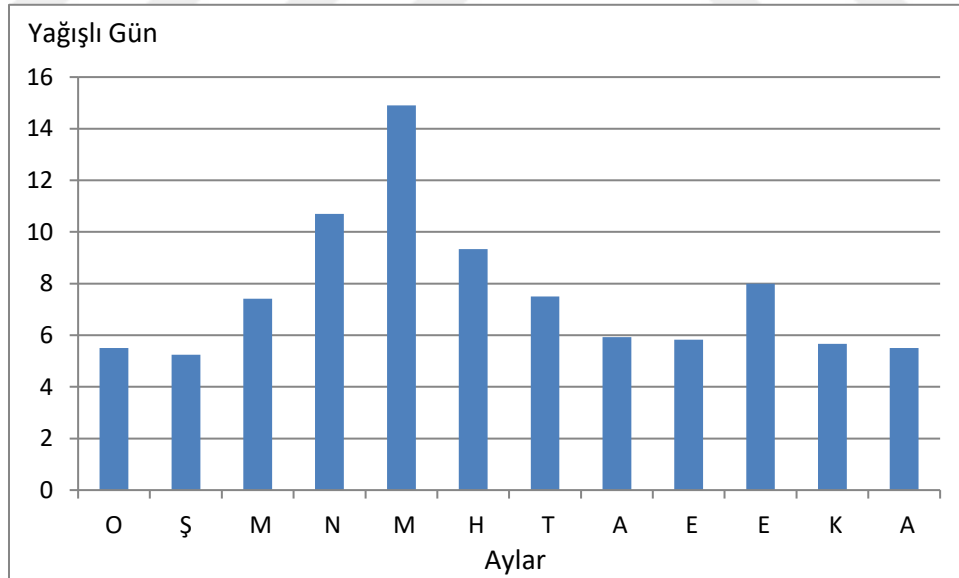
Oltu İstasyonunda yağışın yıl içindeki dağılımı incelendiğinde yağış rejiminin düzensiz bir rejime sahip olduğu görülmektedir. İstasyonda yağış miktarının en yüksek olduğu mevsim ilkbahar ve yaz mevsimleridir. En az yağış alan mevsim ise kış mevsimidir. Kış mevsiminde yağışlar kar şeklinde düşmektedir.

Tablo 2. 13 Oltu'da Ortalama Yağışlı Gün Sayılarının Aylara Göre Dağılışı

İstasyon	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Oltu	5.50	5.25	7.42	10.7	14.9	9.33	7.50	5.92	5.83	8.00	5.67	5.50	91.59

Kaynak: MGM verileri.

Araştırma sahasında ortalama yağışlı günlerin aylara dağılışına bakıldığında yağışın en yüksek değerinin kaydedildiği mevsimin ilkbahar mevsimi olduğu görülmektedir. Bu mevsimde, Oltu'da 93 gün yağışlı gün olarak kaydedilirken (%35,1); yağışın en az olduğu mevsimin kış mevsimi olduğu görülmektedir.

**Grafik 2. 13 Oltu'da Ortalama Yağışlı Günlerin Aylık Değişimi**

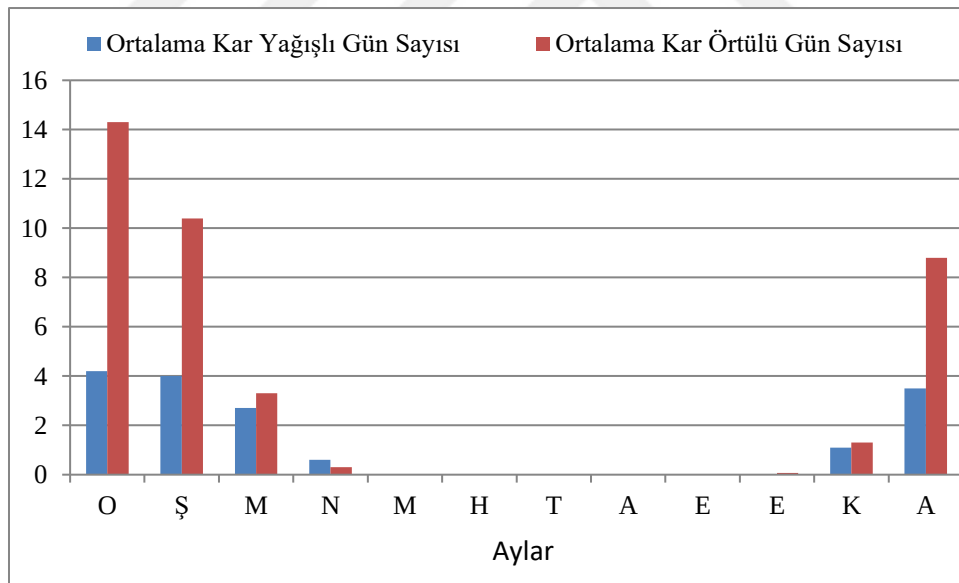
Oltu meteoroloji istasyonunun 56 yıllık gözlem kayıt sonuçları incelendiğinde yıl içinde kar yağışlı günlerin ortalama sayısının 16,5 gün olduğu görülmektedir. Ortalama karla örtülü gün sayısı 38,6 gündür. Ortalama kar yağışlı gün sayılarının az olmasına karşın karın yerde uzun süre kalması çalışma sahasında kış sıcaklık değerlerinin düşük olması ve donlu gün sayılarının fazla olmasının ortaya çıkarmış olduğu bir sonuçtur. Kar yağışlı gün sayıları

değerlendirildiğinde, kar yağışının en çok ocak ayında olduğu görülmektedir (4,2 gün). Bu ayda kar yağışlı gün sayısı fazla olduğu için ortalama karla örtülü gün sayısının en çok olduğu ayında ocak ayı olduğu görülmektedir. Karla örtülü gün sayısı itibarıyla da doğal olarak en fazla kar yağışlı gün sayısına sahip ay da yine ocak ayıdır (14,3 gün). Ocak ayını sırasıyla 4,0 gün ile şubat ayı, 3,5 gün ile aralık ayı ve 2,7 gün ile mart ayları takip etmektedir. Kar yağışlı gün sayısı aralık ayında mart ayına göre daha fazla olsa da ortalama sıcaklıkların mart ayında daha fazla olması nedeniyle karla örtülü gün sayısı aralıkta daha fazladır. Oltu’da yıllık ortalama kar örtüsü kalınlığı 6,6 cm iken şubat ayı 8,9 cm ile en fazla ortalama kar örtüsü kalınlığına sahip aydır.

Tablo 2. 14 Oltu’da Ortalama Kar Yağışlı Gün, Ortalama Kar Örtülü Gün ve Ortalama Kar Örtüsü Kalınlıklarının Aylık Değişimi

Unsur	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Ortalama Kar Yağışlı Gün Sayısı	4.2	4.0	2.7	0.6	0	0	0	0	0	0	1.1	3.5	16.5
Ortalama Kar Örtülü Gün Sayısı	14.3	10.4	3.3	0.3	0	0	0	0	0	0.07	1.3	8.8	38.6
Ortalama Kar Örtüsü Kalınlığı (cm)	7.8	8.9	8.0	4.3	0	0	0	0	0	6.0	5.2	6.2	6.6

Kaynak: MGM verileri.



Grafik 2. 14 Oltu’da Ortalama Yağışlı Günlerin Aylık Değişimi

Penek Çayı Havzası’nda meteorolojik verilerin elde edildiği bir diğer istasyon olan Şenkaya İstasyonunda ortalama kar yağışlı gün, ortalama kar ile örtülü gün ve ortalama kar örtüsü kalınlıklarının aylık değişimi verileri kayıt altına alınmadığı için bu veriler ile ilgili detaylı çalışma yapılamamıştır.

Araştırma sahasının önemli iki istasyonunda iklim tiplerini belirlemek amacıyla De Martone (1942), Thornthwaite (1948) ve Erinç (1965) kuraklık indisleri kullanılmıştır. (Aktaş, Kalyoncuoğlu, ve Anadolu Kılıç, 2018). De Martone’a göre, Oltu 44,5 indis değeriyle nemli

iklim tipine sahiptir.

Tablo 2. 15 Thornthwaite Yağış Etkinlik Tablosu

Genel Nemlilik Tipi	Yağış Etkinlik İndisi (Im)	Sembolü	İklim Tipi
Nemli İklimler	> 100	A	Çok Nemli
	100 – 80	B4	Nemli
	80 – 60	B3	Nemli
	60 – 40	B2	Nemli
	40 – 20	B1	Nemli
	20 – 0	C2	Yarı Nemli
Kurak İklimler	0 – (-20)	C1	Kurak – Yarı Nemli
	(-20) – (-40)	D	Yarı Kurak
	- 40 >	E	Kurak (Çöl)

Kaynak: (Ardel ve diğerleri 291-296; Birsoy ve Ölgün; Özyuvacı 192-194; Thornthwaite; Türkeş, “Orta Kızılırmak Bölümü...” 87-88; Türkeş, Klimatoloji ve Meteoroloji 566-568; Yılmaz ve Çiçek, “Türkiye Thornthwaite İklim...” 3977-3979).

Erinç kuraklık indisine göre ortalama yağış miktarı ve ortalama maksimum sıcaklık değerlerinden yararlanarak bir yerin iklim tipini belirlemek için bir formül oluşturmuştur (Hepbilgin ve Koç, 2018). Erinç’in yağış etkinliği formülü değerlendirildiğinde Oltu 40,2 indis değeri ile nemli iklim tipine sahiptir.

Thornthwaite formülü, herhangi bir alanda iklim tipinin belirlenmesinde bir diğer formüldür (Tablo 2.15). Formüle göre Oltu “C1 B1 d b’2” kodu ile ifade edilen yarı kurak az nemli, orta sıcaklıkta (1. Derece mezotermal), su fazlası olmayan veya pek az olan, *Karasal İklim* *Yakın İklim Tipi*’ne sahiptir (Atalay, 2013: 300)

Penek Çayı Havzası’nda meteorolojik verilerin elde edildiği bir diğer istasyon olan Şenkaya İstasyonunda yağış verileri kayıt altına alınamadığı için De Martone (1942), Thornthwaite (1948) ve Erinç (1965) formülleri kullanılarak bu istasyonun iklim sınıflandırılması detaylı olarak yapılamamıştır.

2.4. Hidrografik Özellikler

Yeryüzünün şekillenmesinde etkili olan dış kuvvetlerden en önemlisi ve çok geniş sahalarda etkili olan dış kuvvet akarsulardır. De Martonne’un verilerine göre denizlere ve iç havzalara dökülen akarsuların havzaları 106 milyon kilometrekarelik bir yer kaplamaktadır. Akarsular yeryüzünün şekillenmesinde önemli bir role sahiptir. Akarsuların yeryüzünü şekillendirmesi ile oluşan şekillere genel olarak “Flüvyal Topoğrafya” denmektedir. Gerçekte flüvyal süreçlerin şekillendirici etki alanı dar olan asıl flüvyal morfojenetik bölgelerde ön plana çıkmaktadır. Ayrıca akarsuların şekillendirici etkileri devresel veya geçici akarsuların görüldüğü diğer alanlarda da görülür. Flüvyal topoğrafyanın sahaları değişen iklim koşulları ve

diğer etmen ve süreçlere göre farklılık gösterebilir (Erinç, 2012: 373).

Akarsuların oluşmasında iklimik özellikler, akarsu yatağını oluşturan kayaçların yapısal özellikleri, yer şekilleri özellikleri, yeraltı suları ve kaynaklar, göl gideğenlerinin özellikleri olmak üzere çeşitli faktörler etkili olmaktadır. İklim ve onun bir elemanı olan yağış, akarsuların oluşmasında etkili olan en önemli unsurdur. Ayrıca iklim, sıcaklık elemanı ile buharlaşmanın şiddetini ve süresini belirleyerek akarsuların oluşumlarında ve gelişimlerinde etkili olmaktadır (Hoşgören, 1984: 52).

Penek Çayı, ilçenin kuzeydoğusunda, 2000-2250 m yüksekliklerden kaynağını alır. Değirmenlidere'nin Sarıkayalar Mahallesi ile Penek Mahallesi arasındaki bölümüne Akşar Çayı denilmektedir. Penek Mahallesi'nden itibaren, Penek Çayı adıyla kuzeydoğuya akarak Oltu Çayı ile birleşir. Penek Çayı'nın kaynağını aldığı Danaboğan sırtı ile Oltu Çayı'na bağlandığı birleştiği yere kadar olan uzunluğu yaklaşık olarak 30 km civarındadır. Penek Çayı'na karışan birçok dere vardır. Bunlardan bazıları Kanlı Dere, Boğaz Dere ve en geniş su toplama alanına sahip olan Bardız Çayı'dır. Bardız Çayı, kaynağını Allahuekber Dağları'nın (3127 m) batı yamaçlarından alır (Ünal, 2004: 56).

Penek Çayı Havzası'nın günümüzdeki jeomorfolojik özelliklerini kazanmasında da akarsular büyük bir öneme sahiptir (Fotoğraf 2.2). İnceleme alanı hidrografik açıdan 23 nolu Çoruh Nehri Havzası içerisinde yer almaktadır. Çalışma sahası sınırları içinde en önemli akarsular olan Penek ve Bardız (Gaziler) çayları, araştırma sahasının sınırlarına yakın bir yerde Oltu Çayı ile birleşerek Çoruh Nehri'ne bağlanır. Sularını Oltu Çayı ile birleşerek öncelikle Çoruh Nehri'ne, sonrasında da Karadeniz'e ulaştıran havzada sürekli ve geçici akışlı çok sayıda akarsu bulunmaktadır. Araştırma sahasındaki akarsular sularını denize boşaltmasından dolayı havzaya "Eksoroik" bir havza niteliği kazanmaktadır.



Fotoğraf 2.2 Penek Çayı'ndan Bir Görünüm

Penek Çayı ve kolları, çalışma sahasında geniş bir alanda dandritik akarsu şebekesi oluşturmaktadır (Harita 2. 8). Akarsu kaynağını çalışma sahasının güneyinde bulunan Kolançor Tepesi (2377 m) civarından alan Penek Çayı, daha güneyden havzaya dahil olan ve geniş bir şebeke oluşturan Bardız Çayı ve Lıhsor Deresi'ni bünyesine aldıktan sonra daha geniş bir havzaya ve daha yüksek bir debiye sahip olmaktadır.

Penek Çayı'nın en önemli beslenme alanlarından bir diğeri de kaynağını havzanın kuzeyindeki Kurugöl Tepesi'nden (2516 m) ve Taşlı Tepe'den (2131 m) alan Kanlı Dere'dir. Ayrıca çalışma sahasının hemen doğusundan Kanlı Dere'ye ulaşan Selgâh Deresi de Penek Çayı'nın debisini artırmaktadır. Çalışma sahasının kuzeydoğusunda bulunan Ziyaret Dağı'ndan (2542 m) kaynağını alan Acısu Deresi, daha güneyde bulunan İnce Güney Deresi ve Melikoğlu Deresi ile birleşerek kuzey batıya doğru bir yay çizer Lıhsor Deresi'ne katılır ve Penek Çayı ile birleşir. Çalışma sahasının en kuzeydoğu uç noktasında bulunan Keskar Tepesi'nden (2217 m) kaynağına alarak güneybatıda İnce Güney Deresi ile birleşen Değirmendere ve Koşkin Deresi havzadaki önemli kollarıdır.

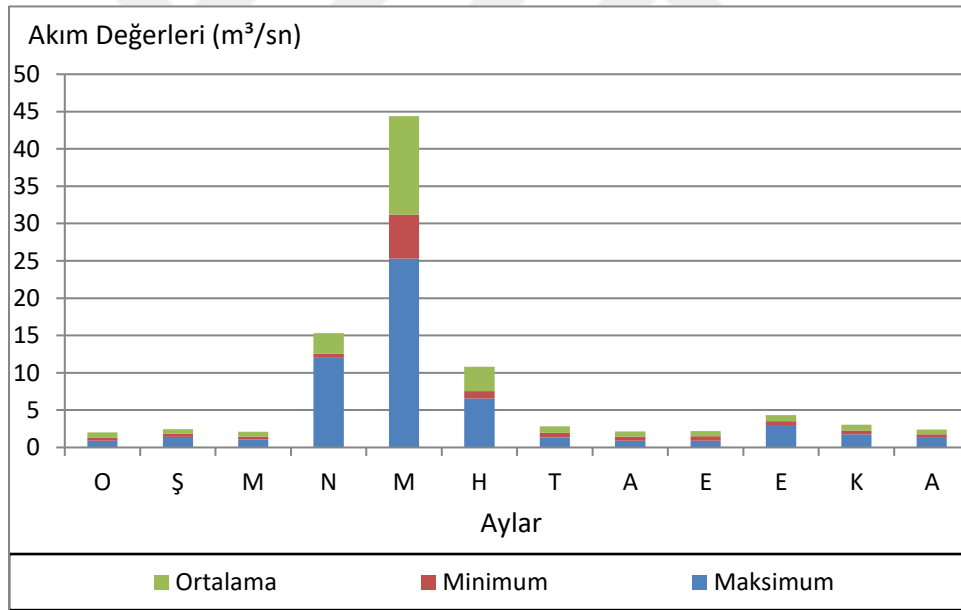
Çalışma sahasının doğusu, diğer alanlara göre daha seyrek bir akarsu ağına sahiptir. Araştırma sahasının en doğusunda Büyükkale Tepesi'nden (2662 m) kaynağını alarak batıya doğru ince bir hat çizip akımını devam ettiren Ağ Dere ve Çapak Deresi daha doğuda bulunan Melikoğlu Deresi ile birleştikten sonra Lıhsor Deresi'ne katılarak daha kuzeyde bulunan Penek Çayı'na ulaşır. Çalışma sahasının güneydoğusunda bulunan ve havzadaki en önemli yükseltileri oluşturan Mal Yatağı Tepesi (2692 m) ve Yeşiltaş Tepesi'ndeki (2828 m) küçük çaylardan beslenerek oluşan Han Deresi ve Esence Dere, Çapak Deresi'ni beslemektedir.

Devlet Su İşleri tarafından yapılmış ölçümler ve sahada gerçekleştirilen gözlem sonuçlarına göre; araştırma sahasında bulunan akarsular, “Karlı-Yağmurlu Rejim Tipine sahiptir. Çalışma sahasında sıcaklıkların artmasıyla birlikte zeminde bulunan karların erimesi ve ilkbahar yağışları ile birlikte Penek Çayı Havzası’ndaki akarsuların akımları, mayıs ve haziran aylarında en yüksek seviyeye ulaşmaktadır. Kış mevsiminde ise yağışların kar şeklinde düşmesi ve kış sıcaklıklarının 0°C’nin altında olmasından kaynaklanan don olayları sebebiyle akarsuların akımları düşmektedir. Devlet Su İşleri Etüd Planlama ve Tahsisler Dairesi Başkanlığı verilerine göre araştırma sahasında bulunan akarsulardan sadece Bardız Çayına ait hidrometeorolojik veriler kayıt altına alınmıştır.

Tablo 2. 16 Bardız Çayı’nın Akım (M³/Sn) Değerleri

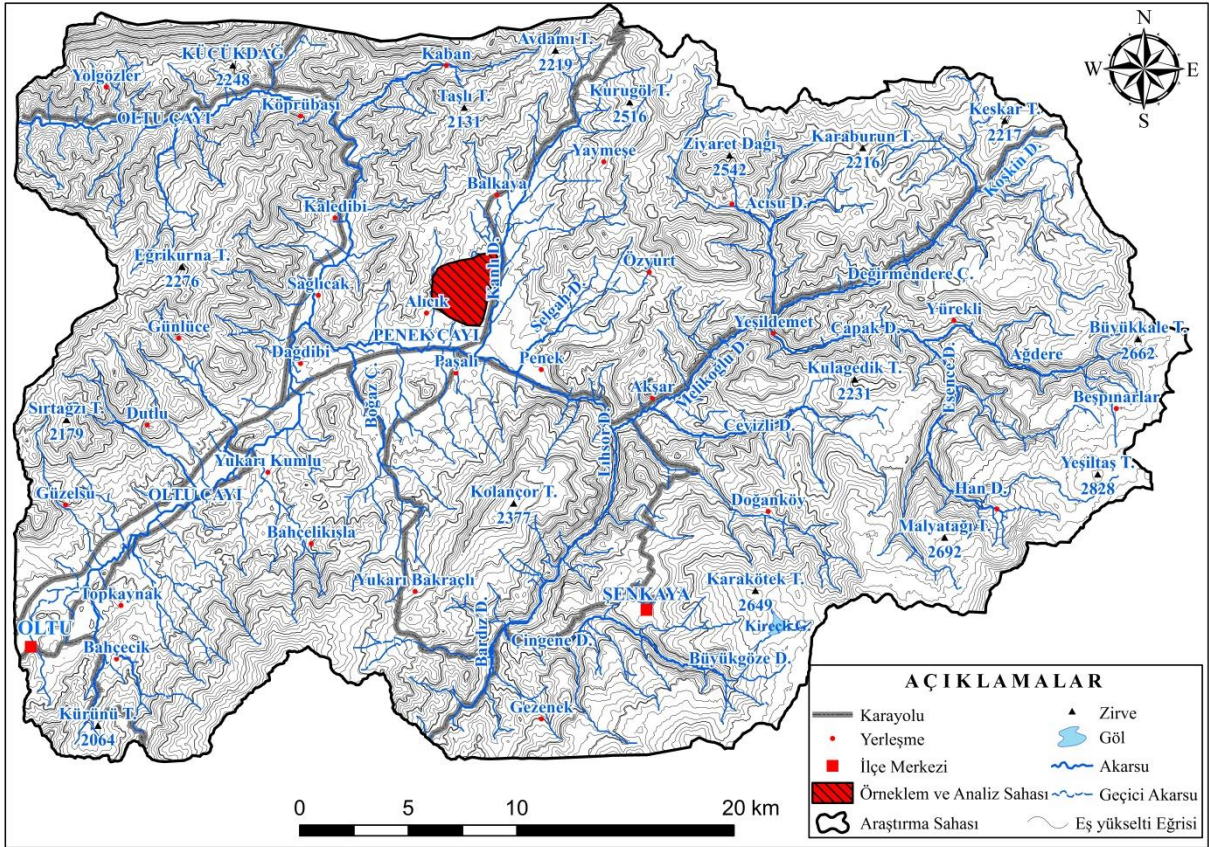
YIL	AKIM	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
2019	Maks.	0,91	1,41	1,09	12,0	25,3	6,57	1,32	0,91	0,91	3,02	1,78	1,30
	Min.	0,44	0,44	0,39	0,55	5,88	0,99	0,65	0,54	0,59	0,50	0,50	0,44
	Ort.	0,67	0,61	0,64	2,75	13,2	3,27	0,88	0,71	0,71	0,80	0,76	0,68

Kaynak: DSİ, (2019).



Grafik 2. 15 Bardız Çayı’nın Akım (M³/Sn) Değerleri Grafiği

Havzanın güneydoğusunda bulunan Karakötek Tepesi’nin (2649 m) hemen güney yamacında bulunan Kireçli Gölü’ne Büyükgöze Deresi bağlanarak burada yapay göl oluşturulmuştur. Büyükgöze Deresi, Şenkaya ilçe merkezinin güneyinde Bal Deresi ve Çingene Deresi’ni de bünyesine aldıktan sonra güneye doğru bir yay çizerek Bardız Çayı’na ulaşmaktadır. Bardız Çayı ve Lıhsor Deresi’ni bünyesine alan Penek Çayı daha batıda Oltu Çayı ile birleşerek kuzeyde Çoruh Nehri’ne oradan da Karadeniz’e dökülmektedir.



Harita 2. 8 Penek Çayı Havzası'nın Hidrografiya Haritası

2.5. Toprak Özellikleri

Toprak, organik ve inorganik maddelerden oluşan, üzerinde bitkilerin oluştuğu ve geliştiği taş kürenin (Litosfer) yüzeyini kaplayan doğal bir örtüdür. Toprak, canlı organizmaların faaliyetlerine ve yer şekilleri özelliklerine bağlı olarak uzun bir süreçte oluşan ve kendine has özellikler kazanan doğal bir örtüdür (Ergene, 1997: 11).

İçerisinde canlıların bulunduğu kayaçların parçalanması ile oluşmuş toprağın oluşumunda çeşitli olaylar etkili olmaktadır. İklim, arazinin relief şartları, kayaçların yapısı ve çeşitleri, hidrografik özellikler ve beşeri unsurlar etkili olmaktadır. Bu unsurlar içerisinde en önemlisi iklimdir (İzbirdir, 1992: 313).

Araştırma sahasında eğim derecesi yüksek olan alanların çok olması ve farklı bakı etkisine sahip yamaçlarda doğal bitki örtüsünün zayıf olması ile birlikte arazinin yanlış kullanılması ana kayanın yüzeye çıkmasına sebep olmuştur. Araştırma sahasını oluşturan topraklar 1949 Thorp ve Smith Toprak Tasnif Sistemi'ne göre sınıflandırılmıştır. Erzurum Köy Hizmetleri Bölge Müdürlüğü (Toprak-Su) tarafından yapılan çalışmalar, Erzurum İli Arazi Varlığı Raporu (2000) ve gözlemlere dayalı olarak araştırma sahasındaki toprak tipleri ve özellikleri ile bu toprakların çalışma sahasındaki dağılımları belirlenmiştir. Buna göre; Penek Çayı Havzası'nda çıplak kaya ve molozlar dışında, havzada farklı toprak tiplerine rastlanmıştır.

Bu toprak tiplerinin büyük bir bölümünü bazaltik kahverengi orman toprakları, kestane renkli topraklar, kireçsiz kahve renkli topraklar, Alüvyon topraklar ve Kırmızı-Sarı podzolik topraklar oluşturmaktadır. (Atalay,1982: 65)

Çalışma sahasında Bazaltik topraklar andezit, spilit ve porfirite kayaçlar üzerinde oluşmuştur. Ağır bir şekilde killi olup profilleri gelişmemiştir. Toprağın yapısında kireç bulunmamakla beraber verimi oldukça düşüktür. Bazaltik topraklar, kestane renkli topraklar ile birbirine benzemekte ve bazı yerlerde birbirleriyle karıştıkları görülmektedir. Bu topraklarda azot ve fosfor oranı oldukça yüksektir. Arazinin eğim şartlarına bağlı olarak bu toprakların bulunduğu alanlarda yamaç erozyonu şiddetinin arttığı gözlenmektedir (Atalay,1982: 66).

2.5.1. Zonal Topraklar

Zonal topraklar, ana kayanın fiziksel/kimyasal olarak ayrışması sonucunda oluşurlar. Bu topraklar ana kayanın parçalanması neticesinde oluştukları için bulundukları yerin iklim özellikleri hakkında bilgi verirler. Bu özelliklerinden dolayı bu topraklara *yerli topraklar* da denmektedir (Taşçıoğlu ve Aydın, 2017: 179).

Araştırma sahasında Zonal toprak (Yerlikaya toprağı) grubu içerisinde en fazla alana sahip olan toprak tipi 331 km² ile kahverengi step topraklardır. Kestane renkli topraklar ise 21,2 km² alana sahiptir. Birbirine genel olarak benzeyen bu iki toprak tipinden Kestane rengi topraklarda organik madde miktarı daha fazladır ve kireç birikimi kahverengi topraklara oranla daha azdır. Bu toprakların A horizonu, genel olarak kahverenginin farklı tonlarına sahip, granular strüktürde ve balçık tekstüründedir. B horizonu genel olarak A horizonundan taşınan materyallerin, özellikle kirecin taşınarak biriktiği horizondur. C horizonu ana kayanın nispeten parçalanmış büyük bloklar halinde bulunduğu katmandır.

Penek Çayı Havzası'nın kuzeydoğusunda yaklaşık olarak 277 km² lik alan kaplayan kahverengi orman toprakları bulunmaktadır (Harita 2. 9). Bu topraklardaki humus ve organik madde miktarı, kahverengi step topraklarına göre daha fazla olduğu için daha koyu renklidir. Bu topraklar sarı çam ormanları ile kaplı bazalt, Neojen volkano-sedimanter ve Kretase fliş ve kireçtaşları üzerinde gelişmiştir. Ancak bu topraklar değişik eğim şartları ve yükselti şartlarına göre farklı özellikler göstermektedir. Özellikle sarıçam ormanlarının yoğun olduğu alanlarda bu toprak profillerinin daha gelişmiş olduğu görülmektedir (Atalay, 1982: 63).

Araştırma sahasında çok dar bir alanda bulunup, zonal toprak grubu içerisinde kabul edilen bir diğer toprak türü Kırmızı-Sarı Podzolik topraklardır. Havzanın en doğusunda bulunan bu toprakların kapladığı alan yaklaşık olarak 84,7 km² dir. Bu topraklar genel olarak yüksek dağlık alanlarda soğuk nemli iklim bölgelerinde oluşan verimsiz topraklardır. Bu toprakların

üst kısmında donma olayına bağlı olarak toprağın O horizonu oluşmaktadır.

2.5.2. İntrazonal Topraklar

Araştırma sahasında bu kategori içerisinde değerlendirilen topraklar iki tipe ayrılmaktadır:

Birincisi; orman üst sınırının 2500 m'den daha yüksek olduğu yerlerde çayır bitki örtüsünün altında ve bazalt platoları üzerinde gelişen yüksek dağ ve çayır topraklarıdır. Bu toprakların yaygın olduğu alanlarda genellikle subalpin çayırlar görülmektedir. Yüksek dağ ve çayır topraklarının bulunduğu alanlar şiddetli bir şekilde aşınımına uğradığı için toprağın B horizonu oluşmamıştır. Bu topraklar A ve C horizonlarından müteşekkildir. Bu topraklar organik madde yönünden oldukça zengindir. Ayrıca drenaj şartlarının yetersizliği sonucunda toprakta biriken su ve organik madde miktarı Penek Çayı Havzası'nda hidromorfik toprakların da oluşmasına neden olmaktadır. Organik maddenin fazla olması hidromorfik topraklarda pH oranının yüksek olmasına ortam hazırlamıştır (Atalay,1982: 67).

İkincisi ise Penek Çayı Havzası'nda özellikle Alacalı Oligosen depoları üzerinde gelişen kırmızımsı, sarımsı, yeşilimsi, beyazımsı, mor ve boz renk ihtiva eden topraklardır. Arazideki bu depoların tuzlu-alkali özellik göstermesi relief şartlarına eğimin de etki etmesiyle birlikte bitki örtüsü gelişimini oldukça zorlaştırmıştır. Alacalı Oligosen depoları üzerinde gelişen topraklar kil, balçık, killi balçık, kumlu balçık tekstüründedir. Bu depoların üst yüzeyinde genellikle tane boyutları büyük olan agregatlar bulunmaktadır. Bu topraklar kuru olduklarında dağılmazken, yağışlarla birlikte ıslandıklarında veya iyice suya doymun hale geldiklerinde çok hafif temaslarda bile şeker gibi eriyebilme özelliğine sahiptirler (Atalay, 1982: 68).

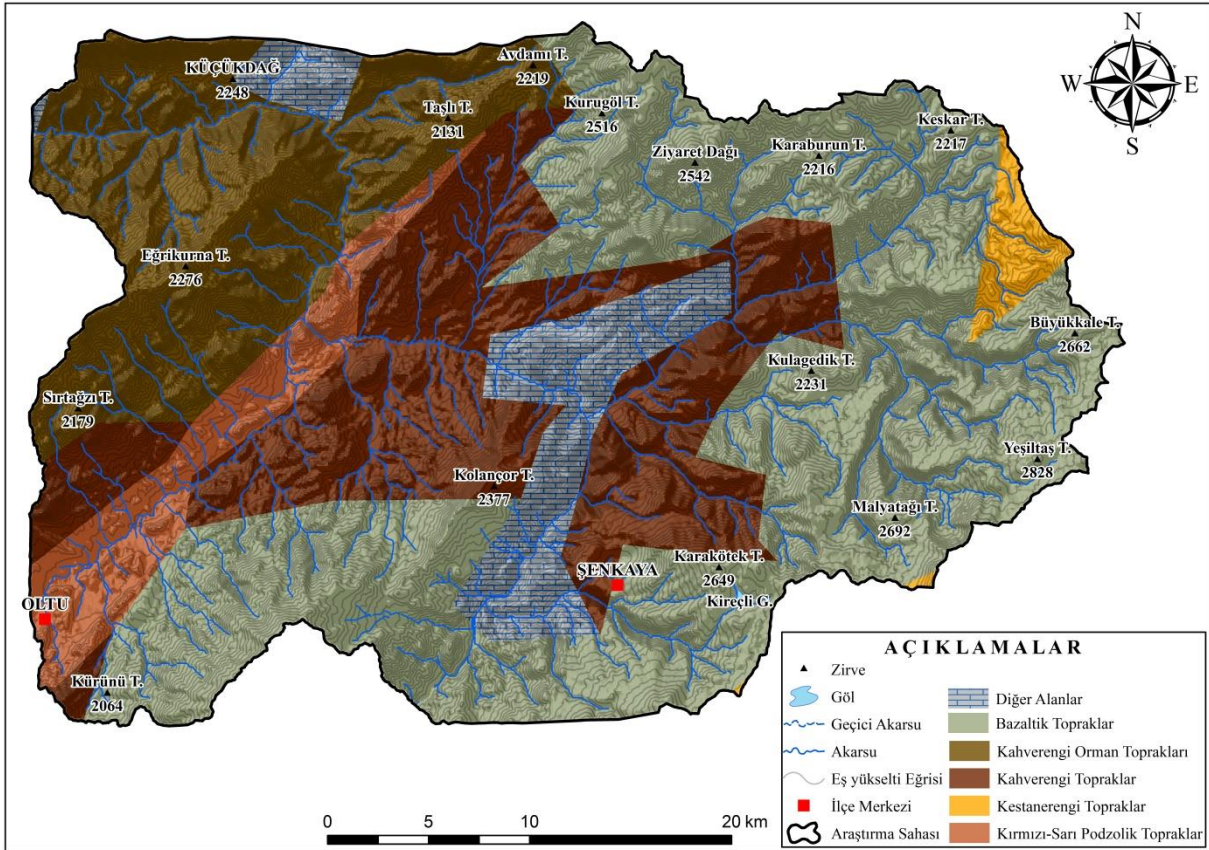
2.5.3. Azonal Topraklar

Penek çayı havzasındaki bu topraklar genellikle akarsu, rüzgâr gibi dış kuvvetlerin etkisi ile oluştukları için aşınma taşınma ve birikme faaliyetleri sonucunda oluşurlar. Taşınıp sürüklenen materyallerin birikmesi bu topraklarda horizonların oluşumunu engellemiştir. Ayrıca bu topraklar farklı iklim bölgelerinden taşınıp geldikleri için bulundukları yerin iklimi ve bitki örtüsü hakkında bilgi vermezler.

Çalışma sahasında Azonal toprak grubunda değerlendirilen alüvyal topraklar genelde sahanın kuzeybatısında, Susuz Mahallesi civarında ve Penek Mahallesi'nin batı yönüne kalan kısmında dar bir alanda, Penek Çayı vadileri boyunca dar bir alanda yayılım göstermektedir. Bu topraklar, havzada bulunan en verimli topraklardır. Bundan dolayı havzada tarım bu toprakların bulunduğu alanlarda temel ekonomik etkinlik olarak göze çarpmaktadır (Ünal, 2004: 56 aktaran

Günaşdı, 2007: 6).

Araştırma sahasındaki topraklar yeni toprak sınıflandırma sistemine göre değerlendirildiğinde, havzanın dağlık olan bölümlerinde bitki örtüsünden yoksun alanlarda ve eğimli yamaçlarda sürekli aşınımından dolayı horizonlaşmanın olmadığı alanlarda Entisollere rastlanmaktadır. Ayrıca Penek Çayı'nın taşkın ve millenme yaptığı alanlarda Entisollerin alt takımı içerisinde değerlendirilen Fluvent tipi topraklar görülmektedir (Atalay,1982: 73).



Harita 2. 9 Penek Çayı Havzası'nın Toprak Haritası

2.6. Bitki Örtüsü Özellikleri

Çalışma sahasının büyük bir bölümü, sarıçam ormanlarının tahrip edilmesi sonucunda oluşan ve Alpin zona kadar uzanan yüksek dağ bozkırlarının oluşturduğu İran-Turan bozkır elemanına aittir (Atalay ve Efe, 2015: 344). Çalışma sahasında orman formasyonu 250,8 km², Alpin formasyonu 168,7 km², subalpin formasyonu 326,9 km², ağaçlı antropojen step alanları 179,2 km² ve antropojen step alanları 713,8 km² alan kaplamaktadır.

Penek Çayı Havzası'nda yıllardan beri çok şiddetli bir şekilde ormanların tahrip edilmesi, çayır mera ve otlak alanlarının tarıma açılması ve sahada yoğun bir şekilde yapılan mera hayvancılığı doğal bitki örtüsün zayıflamasına neden olurken, erozyon sebebiyle ana kayanın ortaya çıkmasına neden olmuştur. Çalışma sahasının büyük bir bölümünde yayılış gösteren antropojen bozkırlar Penek Çayı Havzası'nda sarıçam ormanlarının tahrip edildiğini

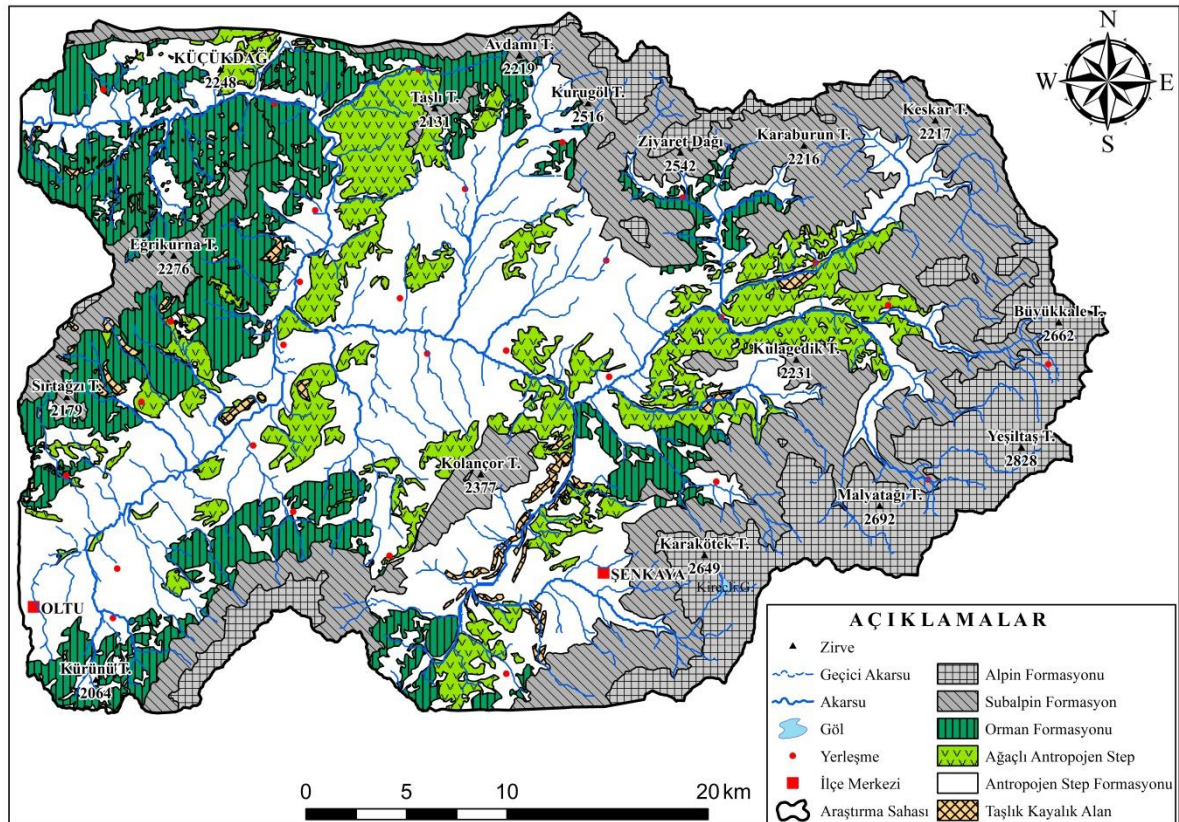
göstermektedir (Atalay, 1982: 75; Fotoğraf 2.3). Ayrıca çalışma sahasında yağışın nispeten fazla olduğu yerlerde yer yer subalpin ve Alpin çayırlar yayılımı göstermektedir (Atalay,1982: 76; Harita 2.10). Havzanın doğal dengesi büyük oranda bozulmuş, şiddetli erozyona maruz kalan alanlar bitki örtüsünden yoksun hale gelmiştir. Çalışma sahasında bitki örtüsünün yayılımını ve kuşaklar oluşturmada edafik faktörler ile iklim, yükselti, biyolojik ve beşerî faktörlerde etkili olmuştur (Atalay,1982: 76).



Fotoğraf 2. 3 Araştırma Sahasında Antropojen Stepler Geniş Alan Kaplamaktadır

Araştırma sahasında sarıçam ormanları, havzadaki yüksek ve dağlık alanlarda özellikle bazaltlar üzerinde gelişmiştir. Havzada sarıçam ormanlarının yoğunlukta bulunduğu alanlar genellikle yüksek dağların kuzey yamaçlarında 2000 m’den yüksek alanlardır. Güneye bakan yamaçlarda toprak örtüsünden yoksun alanların yoğun olması sarıçam ormanlarının gelişmesini engellemiştir (Atalay,1982: 80). Sarıçam ormanları büyük ölçüde saf sarıçamlardan (*pinus sylvestris*) oluşmaktadır. Ayrıca havzada dağların kuzey yamaçlarında sarıçamlar ile birlikte gelişen meşe (*Quercus* sp.) topluluklarına da yer yer rastlanmaktadır. Çalışma sahasında meşeliklerin bulunduğu alanlarda ardıçlara (*Juniperus* sp.) rastlanmaktadır. Havzada bu orman formasyonunun altında gelişen otsu türler de dikkat çekmektedir. Otsu türlerin büyük bir bölümü yaz kuraklığına dayanıklı türlerdir (Atalay,1982: 80). Step formasyonu içinde değerlendirilen bu otsu türlere Gelincik (*Papaveraceae*), sığırkuyruğu (*Verbascum phonicum*), yavşan otu (*Artemisia spicifera*), Mayasıl otu (*Toucrium polium*), çörekotu (*Nigella arvensis*)

ve sinirli ot (*Plantagolanceolata*) örnek verilebilir (Atalay,1982: 78).



Harita 2. 10 Penek Çayı Havzası'nın Doğal Bitki Örtüsü Haritası

Sonuç olarak yarı kurak iklim şartlarının hâkim olduğu çalışma sahasında yaygın tür olarak İran –Turan fitocoğrafyasına ait türler görülürken ikincil tür olarak da Akdeniz ikliminin bitki örtüsünü oluşturan makilerin tahrip edilmesi ile ortaya çıkan garig türlerinin çok az bir kısmına rastlanmaktadır. Havzanın depresyon alanlarındaki İran-Turan fitocoğrafyasına ait bitki türleri çalışma sahasının doğusundan çalışma sahasına sokulmuşlardır. Akdeniz iklimi bitkileri ise havzanın güney ve alçak kesimlerinde görülmektedir. Ayrıca Avrupa-Sibiryâ flora âleminin ağaç formasyonları kuzey ve kuzeydoğudan sahaya girerek yerleşmişlerdir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

BULGULAR

3.1. Yöntemlerden Elde Edilen Bulgular

3.1.1. Sediman Tuzaklama Yöntemi Bulguları

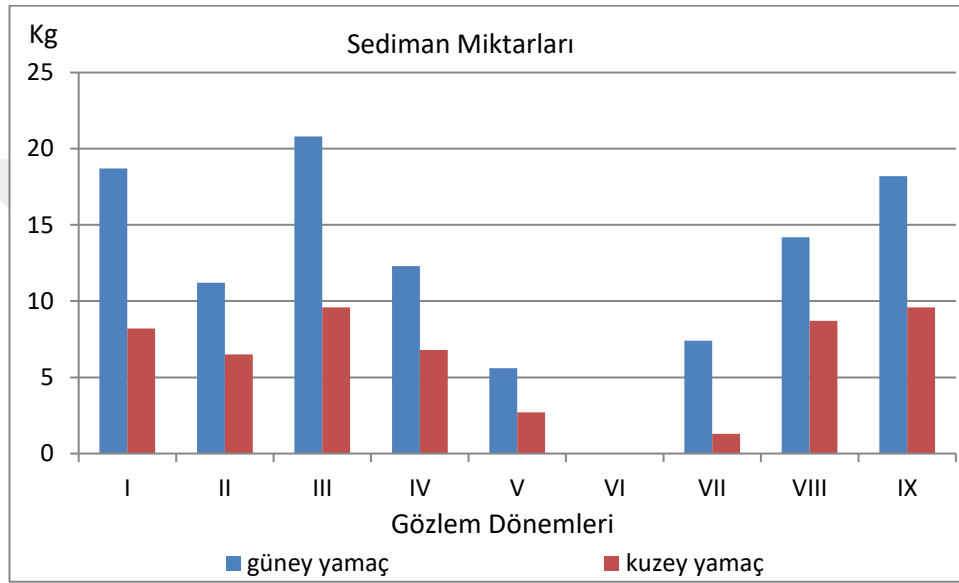
Bu bölümde Penek Çayı Havzasında farklı bakı etkisine sahip yamaçlarda oluşacak erozyon süreçlerini belirlemek amacıyla uygulanan sediman tuzaklama yöntemi sonucunda ulaşılan sedimanların analizi ve sonuçları açıklanmıştır. Tuzaklarda biriken malzemelerin farklı gözlem dönemlerine ait verileri kayıt altına alınmıştır. Sediman tuzaklama yöntemiyle çalışma sahasındaki yağış miktarı ve taşınan sediman miktarı şekil, boyut özellikleri açıklanacağı için yağış değerlerinin değişimleri incelenmiştir. Yapılan incelemeler 10.04.2021-30.02.2022 tarihleri arasındaki dönemi kapsamaktadır. Bu zaman aralığında toplam 346,8 mm yağış düştüğü tespit edilmiştir. Genel olarak ilkbahar ve yaz ayları yağışlı geçerken sonbahar ve kış ayları nispeten kurak geçmiştir. Çalışma sahasında en yağışlı ay ağustos ayıdır. Bu aydaki toplam yağış miktarı 52 mm'dir. Ayrıca sahadaki yağışın en az düştüğü ay şubat ayıdır. Bu aydaki toplam yağış miktarı 5,5 mm'dir. Araştırma sahasında sediman tuzakları 10.04.2021 tarihinde kurulmuştur. Bu tarihten itibaren birer aylık dönemler dâhilinde çalışma sahasına gidilerek tuzaklarda biriken sedimanlardan örnekler alındıktan sonra gerekli ölçümler yapılmıştır. Sediman tuzaklarının kurulumu ile en yağışlı dönemin yakın olması nedeniyle tuzakların kurulmasından hemen sonra çok ciddi miktarda sediman toplanmıştır. Toplanan sedimanların özellikleri kayıt altına alınarak yağış miktarı ile taşınan ve biriken sediman miktarı arasındaki ilişkinin güçlü olduğu dönem olan 10.05.2021 döneminde güney yamaçtaki tuzakta biriken sediman miktarının 18,7 kg olduğu ve aynı yamaçta 19,2 cm kalınlığında kil birikimi tespit edilmiştir. Aynı dönemde kuzey yamaçta taşınan ve biriken sediman miktarının daha az olduğu tespit edilmiştir. Kuzey yamaçta 8,2 kg sediman ve 12 cm kil birikimi kayıt altına alınmıştır. Bu dönemde biriken toplam sediman miktarının 26,9 kg olduğu tespit edilmiştir. Sediman tuzaklarından alınan veriler kayıt altına alındıktan sonra tuzaklar içinde birikmiş olan malzemeler boşaltılarak ikinci dönem için hazır hale getirilmiştir. Bu ilk dönemde yapılan çalışmalar diğer bütün ölçüm dönemlerinde uygulanmıştır.

Tablo 3. 1 Oltu Meteoroloji İstasyonu 2021 Yılı Yağışın Aylara Göre Dağılımı

İstasyon	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Oltu	4,4	0,4	31,8	11,0	15,6	22,8	41,2	52,0	28,0	19,6	14,0	20,4	261,2

Kaynak: MGM verilerinden.

Yağış tutarının nispeten arttığı 15.07.2021 döneminde sediman tuzaklarında biriken materyallerin tespiti için tekrar çalışma sahasına gidilmiştir. Bu dönemdeki yağış miktarının 41,2 mm olduğu tespit edilerek kayıt altına alınmıştır. Bu gözlem döneminde güney yamaçta 11,2 kg sediman birikimi 12 cm kil birikim olduğu tespit edilmiştir. Bir önceki döneme göre hem biriken sediman miktarının azalması hem de biriken kil miktarının azalması genel olarak yağış miktarının azalmasıyla ilgilidir. Aynı dönemde kuzey yamaçtaki tuzaklarda toplam 6,5 kg sediman birikimi ile 7,2 cm kil birikiminin olduğu tespit edilmiştir. İkinci gözlem döneminde toplam 17,7 kg sedimanın biriktiği gözlenmiştir.



Grafik 3. 1 Gözlem Dönemlerine Ait Sediman Miktarları

Çalışma sahasında yaz mevsiminin son günlerinde artan yağış miktarı ile taşınan materyal arasındaki ilişkinin ortaya konulması için 20.08.2021 tarihinde gözlem yapılarak bu dönemde ani sağnak yağışların (52 mm) etkili olması ile birlikte taşınan ve biriken sediman miktarındaki artışların olduğu gözlenmiştir. Güney yamaç lokasyonundaki birinci tuzakta toplam 20,8 kg sediman birikimi ile 22 cm kil birikimi tespit edilmiştir. Erozyon şiddetinin daha az olduğu kuzey yamaç lokasyonunda bulunan ikinci tuzakta ise 9,6 kg sediman ve 11 cm kil birikimi tespit edilmiştir. Erozyon şiddetinin belirlenmesi amacı ile yapılan bu üçüncü gözlem döneminde toplam 30,4 kg sediman birikim kayıt altına alınmıştır.

Çalışma sahasında dördüncü gözlem dönemi olarak tayin edilen 20.09.2021 tarihinde yağış miktarının azalmasına bağlı olarak farklı bakı etkisine sahip yamaçlarda bulunan tuzaklarda biriken malzemelerin farklı miktarlarda ve boyutlarda olduğu tespit edilmiştir. Aşınma, taşınma, birikme faaliyetlerinin daha fazla olduğu güney yamaçta bulunan sediman tuzağında 12,3 kg sediman ve 8,7 cm kil birikiminin olduğu görülmüştür. Aşınım, taşınım ve

birikim süreçlerinin daha az etkili olduğu ikinci lokasyon olarak belirlenen kuzey yamaçtaki tuzakta 6,8 kg sediman 4,3 cm kil boyutundaki materyaller tespit edilmiştir.

Çalışma sahasında sıcaklıkların düşmesi ve yağışların azalmasıyla birlikte toprakta taşınma faaliyetlerinin nispeten azaldığı gözlenmiştir. Özellikle kurak geçen sonbahar döneminde toprak erozyonunun iyice azaldığı görülmüştür. 21.10.2021 tarihindeki beşinci gözlem döneminde yağışın azalmasına bağlı olarak ve toprakta don olaylarının görülmesi ile birlikte toprak hareketlerinin, sediman aşınım birikim süreçlerinin iyice azaldığı tespit edilmiştir. Taşınan sediman miktarının daha fazla olduğu birinci lokasyon olarak belirlenen güney yamaçtaki tuzakta 5,6 kg sediman tespit edilerek kayıt altına alınmıştır. Dış kuvvetlere maruz kalarak aşınımın daha az olduğu ikinci lokasyon olarak belirlenen kuzey yamaçtaki tuzakta ise 2,7 kg sediman tespit edilmiştir. Beşinci dönem olarak adlandırdığımız bu dönemde çalışma sahasında toplamda 8,3 kg sedimanın olduğu görülmüştür.

Çalışma sahasında altıncı gözlem dönemi olarak 20.11.2021 tarihi belirlenmiştir. Bu gözlem döneminde arazinin karla kaplı olmasından dolayı kayda değer veriler elde edilemediği için somut veriler kayda geçirilememiştir.

Penek Çayı Havzasında yedinci gözlem dönemini oluşturan 15.12.2021 döneminde yağışın artışı ile birlikte taşınan sediman miktarının arttığı tespit edilmiştir. Güney yamaç lokasyonunda bulunan birinci tuzakta 7,4 kg sediman 3 cm kalınlığında kil tespit edilmiştir. Bu dönemde kuzey yamaç lokasyonunda bulunan ikinci tuzanın bulunduğu alanda sıcaklıkların düşük olması topraktaki don olayının mevcudiyeti ikinci tuzakta birikimin az olmasına neden olmuştur. Kuzey yamaç lokasyonunda bulunan ikinci tuzakta toplam 1,3 kg sediman birikimi 0,57 cm kil birikimi tespit edilmiştir. Bu gözlem döneminde her iki yamaçta toplam biriken sediman miktarının 8,7 kg olduğu tespit edilerek kayıt altına alınmıştır. Çalışma sahasında sekizinci dönemi olan 15.01.2022 tarihinde yapılan ölçümlerde yağışların artışı ve toprakta donun çözülmesiyle birlikte aşınan, taşınan ve biriken sediman miktarında ve boyutunda artan değişimler göze çarpmaktadır. Çözülme olayının daha hızlı gerçekleştiği güney yamaçta bulunan bir numaralı sediman tuzagında 14,2 kg malzeme biriktiği tespit edilmiştir. Ayrıca bu yamaçta 9,7 cm kil birikimi gözlenmiştir. Sıcaklığın daha düşük olduğu ve çözülme olayının daha yavaş gerçekleştiği kuzey yamaçta bulunan ikinci sediman tuzagında 8,7 kg malzeme ve 2,4 cm kil birikimi olduğu gözlenmiştir. Bu dönemde hem kuzey hem de güney yamaçta bulunan tuzaklarda biriken toplam sediman miktarının 22,9 kg olduğu tespit edilmiştir.

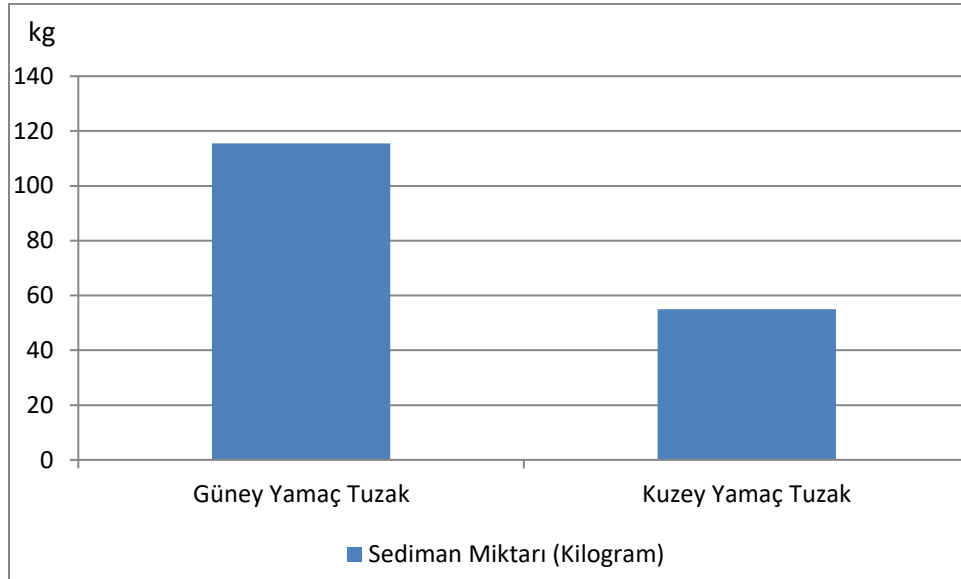
Yağış miktarı ile taşınan sediman miktarı arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla çalışma sahasındaki son gözlem dönemi 15.02.2022 tarihidir. Bu dönemde yağışın artmasıyla birlikte her iki yamaçta da taşınan malzeme miktarının ve boyutunun arttığı tespit edilmiştir.

Güney yamaç lokasyonunda bulunan bir numaralı tuzakta 18,2 kg sediman birikimi görülürken 10,4 cm kil birikimi tespit edilmiştir. Kuzey yamaç lokasyonunda ikinci tuzakta bulunan sediman miktarının 9,6 kg, kil miktarının ise 4,2 cm olduğu görülmüştür.

Sonuç olarak yapılan bu gözlemler, güney yamaçta erozyon şiddetinin kuzey yamaçtan daha yoğun olduğunu göstermiştir (Grafik 3.2). Çalışma sahasındaki iklimik veriler ve taşınan sediman miktarı ile şekil, boyut özellikleri arasında sıkı bir ilgileşim olduğunu göstermektedir. Ayrıca çalışma sahasının diğer edafik faktörlerin farklı özelliklere sahip yamaçlarda oluşan erozyon şiddetini belirleyen diğer faktörler arasında örnek gösterilebilir. Yapılan çalışmalar yağışın az olduğu dönemlerde dâhil sediman taşımı olduğunu göstermektedir. Bunun yanı sıra gün içerisinde düşen en yüksek yağış miktarının tuzaklarda biriken sediman boyutu üzerinde etkili olduğunu kanıtlamaktadır (Adams, 2008: 10). Bunun nedeni yüksek yağışların sağanak şeklinde olması ve sellere neden olmasıdır.

Çalışma sahasından elde edilen malzemelerden tane boyu analizi yapılması sedimanların taşınım mekanizmaları ve birikim süreçleri hakkında değerlendirme yapmayı sağlaması açısından büyük önem taşımaktadır. Dış kuvvetlere maruz kalarak taşınan materyallerin şekil ve boyut özellikleri ile taşınma ve birikme süreçleri arasında sıkı bir bağlantının olduğu bilinmektedir. Aşınım, taşınım ve birikim süreçlerinde tane büyüklüğü fazla olan sedimanların oldukları yerden hareket edebilmesi için daha güçlü bir enerjiye ihtiyaç duyulduğu görülmüştür. Buna karşılık tane boyutu ince olan sedimanların hareketi için daha az enerjiye ihtiyaç duyduğu tespit edilmiştir (Kaymakçı, 2001: 16). Taşınan materyallerin şekil ve boyut özellikleri onun aynı zamanda taşınma mekanizması üzerinde de büyük önem arz etmektedir (Demir, 1996: 8).

Yapılan çalışmada tane büyüklüğü daha çok olan çakıl ya da iri kum boyutundaki malzemeler daha çok yuvarlanma ve sürtünme şeklinde taşınırken kil-mil-silt boyutundaki materyaller ise daha çok süspanse (asılı) halde taşıyabilmektedir. Büyük kaba materyaller ile ince ve küçük materyallerin taşınım özellikleri birbirlerinden farklı olduğu için birikim süreçlerinde birbirlerinden farklıdır. Bu farklı özelliklerden hareketle bu sedimanların bulunduğu çevresel değişimler de tespit edilebilir (Demir, 2004: 116).



Grafik 3. 2 Çalışma Süresi Boyunca Tuzaklarda Tutulan Sediman Miktarı

3.1.2. Boyalı Taş Yöntemi Bulguları

Çalışma sahasında oluşan yağışın şiddeti ve süresine bağlı olarak yamaçlarda taşınan sedimanın boyutları, şekil özellikleri ve taşındıkları mesafeler ile sedimanların taşınırken oyuntuları takip ettiği yolları gömülme derinliği gibi unsurların belirlenmesi amacıyla boyalı taş yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntemde çalışma sahasındaki farklı lokasyonlara benzer özelliklere sahip boyalı taşlar yerleştirilerek bu taşların hareketleri izlenmiş ve kayıt altına alınmıştır. Kuzey yamaçtaki ikinci lokasyona yerleştirilen 11 adet boyalı taştan en büyük çapta olan 117 mm, en küçük çapta olanı ise 32 mm'dir. Boyalı taşlardan küçük olanların 6 tanesi kaybolmuş geriye kalanların hareketleri sonucunda en fazla mesafeye ulaşan 52 mm çapındaki bir numaralı taş 9 m uzakta eğimin azaldığı aşağı çığırda yamaçtan aşağı inen diğer malzemeler ile birlikte bulunmuştur. 57 mm çapındaki iki numaralı boyalı taş ise 7,5 m taşınmış olup kanal içerisindeki diğer ince boyutlu sedimanlar ile birlikte çamur içerisinde bulunmuştur. 90 mm çapındaki üç numaralı taş hareket noktasından 6,2 m uzaklıkta killi yapılar içerisinde kendisinden farklı boyuttaki sedimanlar arasında bulunmuştur. 73 mm çapındaki dört numaralı taş hareket noktasından 7,4 m mesafede irili ufaklı ve kozmopolit malzemedan oluşan ve nispeten eğimin daha az olduğu alanda bulunmuştur. Yatay yönde hareketi daha zor olan 78 mm boyutundaki kare şekilli olan beş numaralı taşın hareketinin daha az mesafe kat ettiği tespit edilmiştir. Bu taşın diğer boyalı taşlara oranla daha az mesafe kat etmesi, taşınan sedimanlara gömülmesi ile açıklanabilir. Bu beş numaralı taşın hareket noktasından bir metreden daha az bir mesafe kat ettiği tespit edilmiştir. Kuzey yamaç lokasyonunda bulunan diğer altı taşın hareket noktasını geçemediği tespit edilmiştir. Bu taşların hareketini zorlaştıran temel faktör yamaç döküntüsüne takılmalarıdır.

Güney yamaçtaki birinci lokasyona 14 adet taş yerleştirilmiş 5 tanesi kaybolmuş 9 tanesi bulunarak kayıt altına alınmıştır. Başlangıç noktasından itibaren hareket eden taşların ortalama uzaklığı 12,7 m'dir. Boyutları ve şekil özellikleri birbirinden farklı olan taşların en büyüğünün çapı 89 mm ve kübik şekilli, en küçüğü ise 35 mm ve yuvarlak şekillidir. Gözleme konu olan boyalı taşlardan bir numaralı olan taş başlangıç noktasından 1,3 m uzakta hafif harekete maruz kalmış ve diğer sedimanların içerisinde bulunmuştur. Disk şekilli 82 mm çapındaki iki numaralı taş yatağın eğim doğrultusunun 1,7 m uzağında kanal içerisinde kendisiyle aynı boyuttaki materyaller ile birlikte olduğu görülmüştür. Küresel şekle sahip 77 mm çapındaki üç numaralı taş başlangıç noktasından 1,9 m uzakta kil birikiminin olduğu alanın sağ tarafında çimentolaşmaya maruz kalarak farklı boyuttaki materyaller ile birlikte sıkışık bir şekilde bulunmuştur. Ayrıca küresel şekle sahip 70 mm çapındaki dört numaralı boyalı taş 2,2 m uzaklıkta çakıl birikimi içerisinde bulunmuştur. Kübik şekilli 88 mm çapındaki beş numaralı boyalı taş başlangıç noktasından fazla uzaklaşmamış bu noktadan 1,2 m uzaklıkta kanalın enine kesitinde bulunmuştur. Altı numaralı boyalı taş yamaç eğiminin azaldığı ve birikimlerin olduğu daha küçük malzemelerin bulunduğu birikinti konilerini andıran gevşek yapılı malzemelerin içerisinde ve başlangıç noktasından itibaren yaklaşık 9,7 m uzaklıkta bulunmuştur. Yedi, sekiz ve dokuz numaralı taşlar hem taşların şekil özelliklerinin yatay olmasından hem de boyutlarının büyük olmasından dolayı başlangıç noktasını geçemedikleri için bu taşlar ile ilgili herhangi bir kayıt tutulmamıştır.

Sonuç olarak boyalı taş yönteminden elde edilen bu verilere göre başlangıç noktasına ulaşamayan ve başlangıç noktasını geçemeyen taşlar büyük oranda yatay şekilli boyutları büyük ağır ve kaba taşlardır. Ayrıca boyalı taşların zeminde taşınan doğal yatak yükleriyle birlikte hareket etmesi bu boyalı taşların hareket mesafesini azalttığı düşünülmektedir. Çalışma sahasında aşırı ve ani sağanak yağışlarla birlikte ortaya çıkan malzemenin kanallarda akması ve kanalları doldurması boyalı taşların hareket alanını sınırlandırdığı düşünülmektedir.

Çalışma sahasında hareket etmeyen ya da başlangıç noktasından itibaren hareketin az gözlemlendiği boyalı taşların hareketini sınırlandıran faktörlerin materyallerin boyut ve şekil özelliklerinin yanında bu materyallerin hareketlerini kısıtlayacak ölçüde sediman birikiminin olmasıdır. Sahada boyalı taş yönteminde taşınan materyallerin daha çok disk şekilli, yuvarlak şekilli ve silindirik şekilli, boyutlarının ise daha küçük taşlardan oluştuğu tespit edilmiştir. Güney yamaçtaki boyalı taşların aynı şekil ve boyut özellikleri ile benzer olan kuzey yamaçtaki taşlara göre başlangıç noktasından daha uzak mesafelere taşınması bu yamaçtaki toprak hareketlerinin daha hızlı olması ile ilişkili olduğu kanaatini güçlendirmektedir.

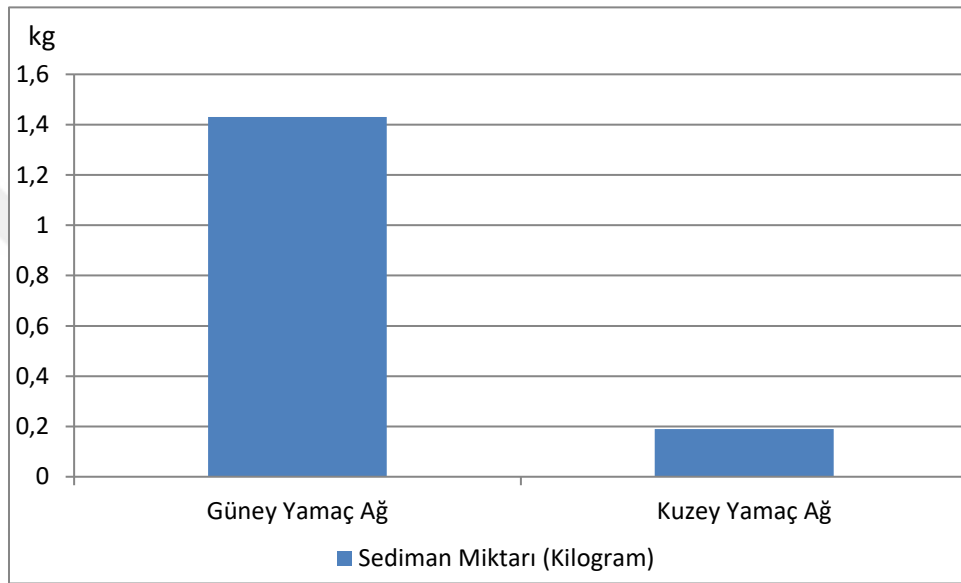
3.1.3. Ağ Yönteminden Elde Edilen Bulgular

Bu yöntem yamaçlarda meydana gelen taşınma süreçlerinin belirlenmesi amacı ile kullanılmıştır. Penek Çayı Havzası'nda farklı bakı etkisine sahip yamaçlarda aşınım, taşınım ve birikim faaliyetleri farklı gözlem dönemlerinde incelenmiştir. Sediman tuzaklarında biriken malzemelerin gözlemlerinin yapıldığı zamanlarda ağ yönteminde biriken materyallerin incelenmesi içinde aynı dönemlerde gözlemler yapılmıştır. Yapılan gözlemlerde kuzey ve güney yamaçlarda farklı miktarlarda, farklı şekil ve boyut özelliklerine göre sedimanların olduğu tespit edilmiştir. Kuzey yamaçta ve güney yamaçta benzer özelliklere sahip iki lokasyona ağlar kurularak elde edilen veriler kayıt altına alınmıştır.

Güney yamaçta bulunan lokasyondaki ağda birinci gözlem döneminde tutulan malzeme miktarı 687,2 g ikinci gözlem döneminde aynı ağda 485,3 g üçüncü gözlem döneminde 722,6 g sediman biriktiği tespit edilmiştir. Üçüncü gözlem döneminde ağlarda biriken sediman miktarındaki artışın temel sebebi ani sağanak yağışların artması olarak açıklanabilir. Çalışma sahasında dördüncü gözlem döneminde yağışların azalmasına bağlı olarak ağlarda biriken sediman miktarında azalma gözlenmiştir. Bu dönemde güney yamaçtan 307,6 g sediman alınmıştır. Çalışma sahasında güney yamaçta kurulan ağın bulunduğu lokasyonda beşinci gözlem dönemi sıcaklıkların düştüğü dönemdir. Beşinci gözlem döneminde yağışların azalması ile birlikte sediman taşınım süreçleri oldukça azalmaktadır. Taşınan sedimanların azalmasında yağmurun yerini kar yağışlarına bırakması da etkili olmaktadır. Bu dönemde güney yamaçta bulunan ağda 58,7 g sediman tespit edilmiştir. Altıncı gözlem döneminde güney yamaçta bulunan ağda donma olayının yaşanmasından dolayı sediman tespit edilememiştir. Güney yamaçta yedinci gözlem döneminde yapılan incelemede ilkbahar yağışlarının artması ve doğmuş toprağın çözülmesi ile birlikte sediman hareketleri artmış ancak güney yamaçtaki birikimin 37,6 g ile çok az olduğu tespit edilmiştir. Sekizinci dönemde yağış miktarının artışı toprağın su ile çözülme olayı ile hareketini kolaylaştırmıştır. Bundan dolayı bir önceki döneme göre ağda biriken sediman miktarının 62,8 g ile daha fazla olduğu tespit edilmiştir ağlarda biriken sedimanların gözlem altına alındığı son dönem olan dokuzuncu dönemde güney yamaçtaki ağda 77,8 g sediman tespit edilmiştir.

Kuzey yamaçta önceden belirlenen lokasyona yerleştirilen ağdan birinci gözlem döneminde 92,6 g ikinci dönemde ise 104,7 g sediman tespit edilmiştir. Kuzey yamaçtaki lokasyonda bulunan ağdaki materyallerin daha küçük unsurlardan oluştuğu gözlemlenmiştir. Kuzey yamaçta bulunan lokasyondaki ağın yabani hayvanlar tarafından tahrip edilmesinden dolayı diğer gözlem dönemlerine ait veriler kayıt altına alınamamıştır. Çalışma süresi boyunca güney yamaçta bulunan lokasyondaki ağda toplamda 1,439 kg sediman tespit edilmiştir. Kuzey

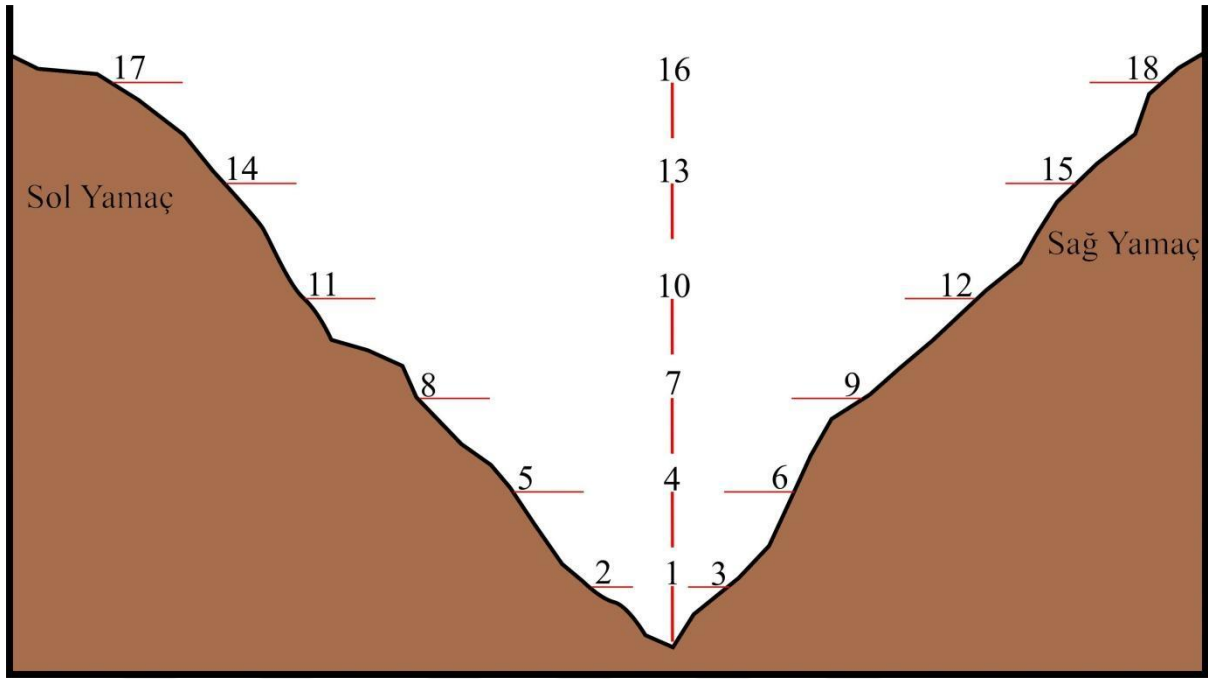
yamaçta ise sadece iki gözlem dönemi için 197,3 g sediman tespit edilmiştir. Aynı gözlem dönemlerinde güney yamaçta bulunan lokasyona yerleştirilen ağdaki sediman miktarının, kuzey yamaçtaki lokasyonda bulunandan daha fazla olduğu ve aralarında miktar bakımından büyük farklar olduğu tespit edilmiştir (Grafik 3.3). Bu durumun muhtemel nedenleri arasında iklimatik faktörler ve zeminin litolojik özellikleri bakımından oluşan farklılıklar söylenebilir. Ayrıca elde edilen verilerden sediman tuzaklarında biriken malzemelerin ağlarda biriken malzemelerle kıyaslanamayacak kadar çok olduğu tespit edilmiştir.



Grafik 3. 3 Çalışma Süresi Boyunca Ağlarda Tutulan Sediman Miktarı

3.1.4. Erozyon Çubukları Yöntemi Bulguları

Erozyon çubuklar yöntemi oyuntuların bulunduğu alanlarda oluşan erozyon oranını dolaylı olarak belirlemek için kullanılan yöntemdir. Araştırmamızda erozyon çubuklar yöntemi için 50 adet 8 mm çapında ve 40 cm uzunluğunda demir çubuklar kullanılmıştır. Bu çubuklarla daha önce belirlenmiş lokasyonlara bir plan dâhilinde yerleştirilmiştir çubuklarını 20 cm'si kırmızı renk ile boyanarak, boyalı olan kısma kadar olan uzunluğun incelemenin yapılacağı alana sabitlemek suretiyle yapılan gözlemler kayıt altına alınmıştır. Erozyon çubuklarının ilk yerleştirildiği tarihi 10.05.2021'dir. Bu tarihten itibaren daha önceden planlanmış tarihlerde belirli aralıklarla gözlemler yapılmış, 15.03.2022 tarihinde son gözlem yapılmıştır. Çalışma sahasında öncelikle güney yamaçta bir plan dâhilinde belirlenen yamaçlara oyuntu erozyonunu tespit etmek için 5 metre aralıklar ile 6 çubuk yamaç erozyonu tespit etmek amacıyla da karşılıklı olarak yine 5 metre aralıklarla toplam 12 çubuk yerleştirilmiştir (Şekil 3.1).

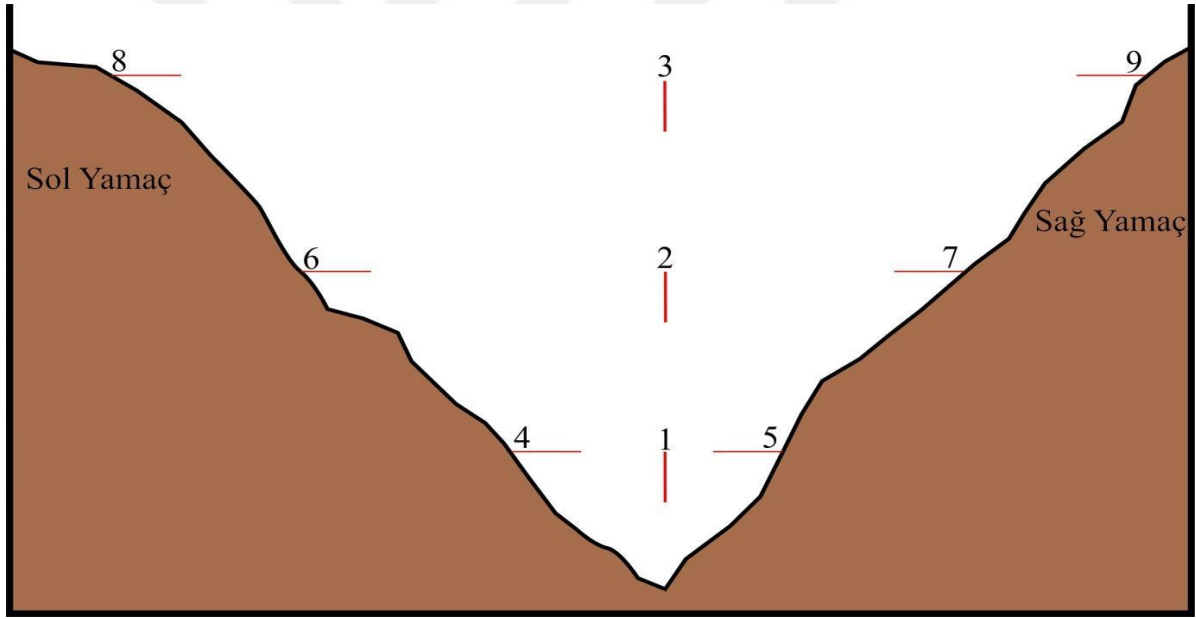


Şekil 3. 1 İnceleme Alanının Güney Yamacında Yamaç ve Oyuntu Erozyonun Tespiti İçin Erozyon Çubuklarının Şematik Görünümü

Çalışma sahasında toplam yağış miktarının 23,6 mm olduğu 10.05.2021 tarihindeki birinci gözlem döneminde yamacın en alt aşağıda kısmındaki çubuklarda 1, 2 ve 3 numaralı çubuklarını boylarında pozitif yönde değişimler gözlenmiştir. Yamacın alt aşağı çıkırında bulunan çubuklardan 5 metre daha yukarıda bulunan üst aşağıda çıkırda 4, 5 ve 6 numaralı çubuklar bulunmaktadır. Bu çubukların boylarında alt aşağı çıkırda bulunan 1, 2 ve 3 numaralı çubuklara oranla daha az oranda pozitif bir değişim gözlenmiştir. Alt aşağı çıkırda bulunan 3 numaralı çubukta 8 mm, 2 numaralı çubukta 6 mm ve 1 numaralı çubukta 9 mm birikme tespit edilmiştir. Yamacın üst aşağı çıkırında bulunan 6 numaralı çubukta 2 mm, sol yamaçtaki beş numaralı çubukta 3 mm ve 7 numaralı çubukta 4 mm birikme tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalarda güney yamaçta akarsuyun alt aşağı çıkırından orta ve yukarı çıkıra çıkıldıkça erozyon çubuklarındaki pozitif değişim oranının azaldığı gözlemlenmiştir. Akarsuyun alt orta çıkırına 7, 8 ve 9; üst orta çıkırına ise 10, 11, ve 12 numaralı çubuklar yerleştirilmiştir. 7 numaralı çubukta 5 mm ve 10 numaralı çubukta ise 3 mm birikim tespit edilmiştir. Ayrıca 9 numaralı çubukta 2 mm, 12 numaralı çubukta 1,8 mm birikim tespit edilirken; sol yamaçta bulunan 8 numaralı çubukta 1,3 mm, 11 numaralı çubukta 1,1 mm birikim tespit edilmiştir. Birikim miktarının iyice azaldığı yukarı çıkırda bulunan 13 numaralı çubukta 2 mm, 16 numaralı çubukta ise 1,7 mm birikim tespit edilirken; sağ yamaçta bulunan 15 numaralı çubukta 0,8 mm 16 numaralı çubukta ise 0,5 mm birikim gözlenmiştir. Sol yamaçtaki 14 numaralı çubukta 0,6 mm, 17 numaralı çubukta ise 0,3 mm birikim tespit edilmiştir. Yapılan gözlemlerde

yamacın yukarı çıғırında bulunan çubuklardaki birikim miktarının az olması bu çubukların bulunduğu alanlarda aşınımın daha kuvvetli olduğunu kanıtlamaktadır.

Çalışma sahasında kuzey yamaç lokasyonlarında daha önceden belirlenen noktalara yine 5 m aralıklarla oyuntu erozyonunu tespit etmek için üç çubuk yerleştirilirken sağ yamaca üç ve sol yamaca üç olmak üzere toplam altı erozyon çubuğu yerleştirilmiştir (Şekil 3.2). Kuzey yamaçta oyuntu erozyonunu tespit etmek için kullanılan ve aşağı çıғırda bulunan 1 numaralı çubukta 6,7 mm, sol yamaçtaki 4 numaralı çubukta, 4 mm, 5 numaralı çubukta ise 2 mm birikim tespit edilmiştir. Yamacın orta çıғırında bulunan 2 numaralı çubukta 5,4 mm birikim tespit edilirken, sol yamaçtaki 6 numaralı çubukta 2 mm, sağ yamaçtaki 7 numaralı çubukta 2 mm birikim tespit edilmiştir. Birikim miktarının nispeten azaldığı yukarı çıғırda bulunan 3 numaralı çubukta 1,8 mm, sol yamaçtaki 8 numaralı çubukta 0,6 mm, sol yamaçtaki 9 numaralı çubukta ise 0,2 mm birikim tespit edilmiştir.



Şekil 3. 2 İnceleme Alanının Kuzey Yamacında Yamaç ve Oyuntu Erozyonun Tespiti İçin Erozyon Çubuklarının Şematik Görünümü

İkinci gözlem dönemini oluşturan 10.06.2021 tarihinde toplam yağış miktarının 26,6 mm olduğu dönem en yağışlı dönem olarak kayıt altına alınmıştır. Güney yamaçta, yamacın aşağı çıғırına yerleştirilen 1 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 13,2 mm, 4 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 11,7 mm birikim tespit edilirken, sağ yamaçtaki 3 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 9,6 mm, 6 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 8,9 mm birikim tespit edilmiştir. Sol yamaçta bulunan 2 numaralı çubuğun bulunduğu güney yamaçta yamacın orta çıғırındaki 7 numaralı erozyon çubuğunun bulunduğu alanda 10,2 mm, 10 numaralı çubuğun bulunduğu alanda ise 10,1 mm birikim tespit edilirken; sağ yamaçtaki 9 numaralı erozyon

çubuğunun bulunduğu alanda 8,7 mm, 12 numaralı erozyon çubuğunun bulunduğu alanda 8,2 mm birikim tespit edilmiştir. Sol yamaçta bulunan 8 numaralı erozyon çubuğunun bulunduğu lokasyonda 6,6 mm, 11 numaralı erozyon çubuğunun bulunduğu lokasyonda 6,2 mm birikim tespit edilmiştir. Güney yamaçta yamacın yukarı çığırında bulunan 13 numaralı çubuğun bulunduğu noktada 5,7 mm, 16 numaralı erozyon çubuğunun bulunduğu noktada 5,2 mm birikim tespit edilmiştir. Ayrıca güney yamaçta yamacın yukarı çığırında yer alan sağ yamaçtaki 15 numaralı çubukta 4,3 mm, 18 numaralı çubukta 3,8 mm; sol yamaçta bulunan 14 numaralı çubukta 4,1 mm, 17 numaralı çubukta ise 3,6 mm birikim tespit edilmiştir. Yamaç erozyonunu tespit etmek için kullanılan çubukların bulunduğu alanlarda gerçekleşen sediman birikim miktarlarının farklı olması yamaçlardaki bakı durumunun farklı olmasından ve buna bağlı olarak gelişen fiziksel parçalanmanın güney yamaçta daha kuvvetli olmasından kaynaklanmaktadır.

İkinci gözlem döneminde (10.06.2021) kuzey yamaçta aşağı çığırda oyuntu erozyonunu tespit etmek için kullanılan 1 numaralı erozyon çubuğunun bulunduğu alanda 4,3 mm birikim tespit edilmiştir. Yine aşağıda sağ yamaçtaki 5 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 4,1 mm, sol yamaçtaki 4 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 3,9 mm birikim tespit edilmiştir. Kuzey yamacın orta çığırına yerleştirilen 2 numaralı çubuğu bulunduğu alanda 3,8 mm birikim görülmüştür. Aynı çığırda sağ yamaçta bulunan 7 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2 mm, sol yamaçta bulunan 6 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,6 mm birikim tespit edilmiştir. Aynı yamacın yukarı çıkârında oyuntu erozyonunu tespit etmek için kullanılan 3 numaralı çubuğun bulunduğu alanda nispeten birikimin az olduğu tespit edilerek, bu alanda birikimin 1,2 mm olduğu kayıt altına alınmıştır. Ayrıca kuzey yamaçta yukarı çığırda sol yamaçtaki 8 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,7 mm birikim olduğu tespit edilirken, sağ yamaçtaki 9 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,4 mm sediman birikimi tespit edilmiştir.

Üçüncü gözlem dönemini oluşturan 15.07.2021 tarihinde toplam yağış miktarının 67,1 mm olduğu tespit edilmiştir. Bu dönemde güney yamaçta oyuntu erozyonunu belirlemek amacıyla yerleştirilen 1 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 4,2 mm, 4 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 3,8 mm sediman birikimi tespit edilmiştir. Bu dönemde yağış tutarındaki azalma, aşağı çığırda oluşan birikimin de az olmasına neden olmuştur. Aynı lokasyonda bulunan güney yamaçta, yamaç erozyonunu tespit etmek amacıyla konumlandırılmış olan sağ yamaçtaki 3 numaralı çubukta 9 mm birikim tespit edilirken, aynı yamaçta bulunan 6 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 6 mm birikim tespit edilmiştir. Güney yamaçta 2 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,7 mm sediman birikimi tespit edilirken, 5 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 5 mm birikim tespit edilmiştir. Güney yamaçta yamacın orta çığırında bulunan ve sağ

yamaca yerleştirilen 9 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 7 mm, 12 numaralı çubuğun bulunduğu alanda ise 2,6 mm birikim tespit edilmiştir. Aynı lokasyondaki sol yamaçta bulunan 8 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 5 mm, 11 numaralı çubuğun bulunduğu alanda ise 3 mm birikim tespit edilmiştir. Yamacın orta çıkırında oyuntu erozyonunu tespit etmek amacıyla konulmuş olan 7 numaralı çubuğun olduğu alanda 2,8 mm, 10 numaralı çubuğun bulunduğu alanda ise 2,6 mm sediman birikimi tespit edilmiştir. Güney yamacın yukarı çıkırındaki 13 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,7 mm, 16 numaralı çubuğun bulunduğu alanda ise 1,3 mm sediman tespit edilmiştir. Aynı lokasyonda yamaç erozyonunu tespit etmek için konulmuş olan ve sağ yamaçta bulunan 15 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,8 mm, 18 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,4 mm birikim gözlenmiştir. Sol yamaçta bulunan 14 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,2 mm, 17 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,8 mm birikim tespit edilmiştir. Eğim ve yükselti özellikleri birbirine benzeyen sağ ve sol yamaçlarda biriken ve taşınan sediman miktarlarının farklı olması, litolojik özellikleri aynı olan yamaçların fiziksel parçalanma şiddetlerinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır..

Üçüncü gözlem döneminde (15.07.2021) kuzey yamaç lokasyonunda yamacın aşağı çıkırında oyuntu erozyonunu tespit etmek için kullanılan 1 numaralı erozyon çubuğunun bulunduğu alanda 3,2 mm birikim tespit edilirken yine yamacın aşağı çıkırında sağ yamaçtaki 5 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 9 mm, sol yamaçtaki 4 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,7 mm birikim tespit edilmiştir. Kuzey yamaçta yamacın orta çıkırındaki 2 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,6 mm birikim tespit edilmiştir. Yamacın orta çıkırında konumlandırılan 7 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 3 mm, sol yamaçta altı numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,1 mm sediman birikimi gözlenmiştir. Yamacın yukarı çıkırına konulmuş olan 3 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,2 mm birikim tespit edilirken, 9 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,8 mm, sol yamaçta bulunan 8 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,5 mm birikim tespit edilmiştir. Kuzey yamaçta gerçekleşen erozyon miktarının güney yamaca oranla daha az olması, yamaçların farklı bakı koşullarına sahip olmalarının ortaya çıkarmış olduğu bir sonuçtur.

Dördüncü gözlem dönemini oluşturan 20.8.2021 tarihinde 56,6 mm yağış olduğu kayıt altına alınmıştır. Bu gözlem döneminde güney yamaçta yamacın aşağı çıkırında oyuntu erozyonunu tespit etmek amacıyla yerleştirilen 1 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 3,8 mm, 4 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 3,4 mm birikim tespit edilmiştir. Aşağı çıkırda 6 numaralı çubuğun bulunduğu sağ yamaçta 3,4 9 numaralı çubuğun bulunduğu sağ yamaçta 3,2 mm birikim tespit edilirken sol yamaçta bulunan ve yamaç erozyonunu tespit etmek amacıyla yerleştirilen 2 numaralı çubukta 2,9 mm 5 numaralı Çubukta 2,7 mm sediman birikimi tespit

edilmiştir. Yamacın orta çığırına yerleştirilen 7 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,9 mm birikim tespit edilirken, 10 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,6 mm birikim tespit edilmiştir. Güney yamaçta 9 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,5 mm, 12 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,3 mm birikim tespit edilmiştir. Sol yamaçta ise 8 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,4 mm 11 numaralı çubuğun bulunduğu alanda ise 2,2 mm birikim tespit edilmiştir. Güney yamacın yukarı çığırında oyuntu erozyonunu tespit etmek için yerleştirilen 13 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,8 mm 16 numaralı çubuğun bulunduğu alanda ise birikimin çok azaldığı gözlenerek 0,9 mm birikim ölçülmüştür. Aynı lokasyonda yamacın yukarı çığırında 15 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,6 mm, 18 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,4 mm birikim tespit edilmiştir. Yukarı çığırda sol yamaçta 14 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,5 mm, 17 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,3 mm birikim kayıt altına alınmıştır. Dördüncü gözlem döneminde (20.08.2021) kuzey yamaçta, yamacın aşağı çığırında oyuntu erozyonunu belirlemek amacıyla yerleştirilen 1 numaralı erozyon çubuğunun bulunduğu alanda 2,9 mm birikim tespit edilirken, aynı lokasyonun aşağı çığırının sağ yamacında bulunan 5 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,2 mm, sol yamaçta bulunan dört numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,4 mm birikim tespit edilmiştir. Yamacın orta çığırında oyuntu erozyonunu tespit etmek için kullanılan 2 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,8 mm birikim tespit edilirken yamacın orta çığırındaki sağ yamaçta 1,4 mm, sol yamaçta 6 numaralı çubuğun bulunduğu alanda ise 1,6 mm birikim tespit edilmiştir. Kuzey yamaçta, yamacın yukarı çığırına yerleştirilen 3 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,8 mm birikim tespit edilirken, yamaç erozyonunu tespit etmek amacıyla kullanılan sağ yamaçta bulunan 9 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,4 mm, sol yamaçta 8 numaralı çubuğun bulunduğu alanda ise 0,7 mm birikim tespit edilmiştir.

Beşinci gözlem 22.09.2021 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Bu dönemde toplam yağış miktarı 49 mm olarak kaydedilmiştir. Bu gözlem döneminde güney yamaçta yamacın aşağı çığırına yerleştirilen 1 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 3,9 mm birikim tespit edilirken, 4 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 3,6 mm birikim tespit edilmiştir. Aynı lokasyonda sağ yamaçta bulunan 3 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 3,7 mm, 6 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 3,4 mm birikim tespit edilirken; sol yamaçta bulunan 2 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 3,2 mm, 5 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,9 mm birikim tespit edilmiştir. Yamacın orta çığırında 7 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 3,4 mm, 10 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,8 mm birikim tespit edilmiştir. Orta çığırda sağ yamaçta bulunan 9 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,4 mm, 12 numaralı çubuğun bulunduğu alanda ise 2,2 mm birikim tespit edilmiştir. Aynı çığırda sol yamaçta bulunan ve yamaç erozyonunu tespit

etmek için kullanılan 8 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,2 mm, 11 numaralı çubuğun bulunduğu alanda ise 1,8 mm birikim tespit edilmiştir. Güney yamaçta, yamacın yukarı çıkırında 13 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,2 mm, 16 numaralı çubuğun bulunduğu alanda ise 0,7 mm birikim tespit edilmiştir. Aynı lokasyonda yamaç erozyonunu tespit etmek amacıyla kullanılan ve sağ yamaçta bulunan 15 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,9 mm, 18 numaralı çubuğun bulunduğu alanda ise 0,4 mm birikim tespit edilirken; sol yamaçta bulunan 14 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,6 mm, 17 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,3 mm birikim tespit edilmiştir.

Kuzey yamaçta, yamacın aşağı çıkırında oyuntu erozyonunu tespit etmek amacıyla yerleştirilen 1 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 3,4 mm birikim tespit edilirken aynı lokasyonun aşağı çıkırında sağ yamaçta bulunan 5 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 3,1 mm, sağ yamaçta bulunan 4 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,8 mm birikim tespit edilmiştir. Aynı lokasyonun orta çıkırına yerleştirilen 2 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 3 mm birikim tespit edilirken, orta çıkırda sağ yamaçta bulunan 7 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,6 mm birikim, 6 numaralı çubuğun bulunduğu sol yamaçta 1,9 mm birikim tespit edilmiştir. Kuzey yamaç lokasyonunun yukarı çıkırında bulunan 3 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,8 mm birikim tespit edilirken, yukarı çıkırda sağ yamaçta bulunan 9 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,9 mm, sol yamaçta bulunan 8 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,3 mm birikim tespit edilmiştir. Çalışma sahasında yapılan gözlemlerde beşinci gözlem döneminde sonbahar yağışlarının artmasıyla birlikte taşınan ve biriken sediman miktarında az da olsa artışların meydana geldiği görülmektedir.

Altıncı gözlem dönemi 21.10.2021'dir. Bu gözlem döneminde araştırma sahasına düşen toplam yağış miktarı 41,4 mm olmuştur. Bu gözlem döneminde güney yamaçta oyuntu erozyonunu tespit etmek amacıyla yamacın aşağı çıkırında yerleştirilen 1 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 4 mm, 4 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 4,2 mm birikim tespit edilirken; sağ yamaca yerleştirilen çubuklardan 3 numaralı çubuğun olduğu alanda 4,2 mm, 6 numaralı çubuğun olduğu alanda 3,9 mm birikim olduğu tespit edilmiştir. Sol yamaç lokasyonuna yerleştirilen 2 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 3,9 mm ve 5 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 3,6 mm birikim olduğu kayıt altına alınmıştır. Orta çıkıra yerleştirilen 7 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 3,8 mm, 10 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 3,5 mm birikim kayıt altına alınmıştır. Orta çıkırda yamaç erozyonunu tespit etmek amacıyla sağ yamaca yerleştirilen 9 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 3,1 mm, 12 numaralı çubuğun bulunduğu alanda ise 2,7 mm birikim tespit edilirken; aynı çıkırın sol yamacında bulunan 8 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,4 mm, 11 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,1 mm birikim

tespit edilmiştir. Güney yamaçta yamacın yukarı çığırında bulunan 13 numaralı çubuğun yer aldığı alanda 1,7 mm, 16 numaralı çubuğun bulunduğu alanda ise 1,5 mm birikim tespit edilmiştir. Ayrıca aynı yamaçta, yamacın sağa tarafında bulunan 15 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,2 mm, 18 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,9 mm birikim tespit edilirken, sol yamacın sol tarafında bulunan 14 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1 mm, 17 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,7 mm birikim tespit edilmiştir.

Altıncı gözlem döneminde (21.10.20 21) kuzey yamaçta, yamacın aşağı çığırında 1 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 4,2 mm birikim tespit edilirken, sağ tarafında bulunan 5 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 3,2 mm, sol taraftaki yamaçta bulunan 4 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 3,6 mm birikim tespit edilmiştir. Yamacın orta çığırında oyuntu erozyonunu tespit etmek için yerleştirilen 2 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,8 mm, sağ yamaçta bulunan 7 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,4 mm, sol yamaçta 6 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,7 mm birikim tespit edilmiştir. Yamacın yukarı çığırında oyuntu erozyonunu tespit etmek için yerleştirilen 3 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,9 mm birikim tespit edilirken, güney yamaçta yukarı çığırda yamaç erozyonunu tespit etmek amacıyla yerleştirilen 9 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,4 mm, 8 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,8 mm birikim tespit edilmiştir.

Yedinci gözlem 20.11.2021 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Bu dönemde yağış miktarı 13,6 mm olarak kaydedilmiştir. Bu gözlem döneminde yağış miktarının azalmasına bağlı olarak taşınan ve biriken sediman miktarında azalmalar tespit edilmiştir. Bu dönemde güney yamaçta, yamacın aşağı çığırında oyuntu erozyonunu belirlemek amacıyla yerleştirilen bir numaralı çubuğun olduğu alanda 2,7 mm, 4 numaralı çubuğun olduğu alanda 2,4 mm birikim tespit edilirken, sağ yamaçta bulunan 3 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,1 mm birikim tespit edilmiştir. 6 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,7 mm, aşağı çığırda sol yamaçta bulunan 2 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,3 mm, 5 numaralı çubuğun bulunduğu alanda da 1,2 mm birikim tespit edilmiştir. Güney yamacın orta çığırındaki 4 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,3 mm, 7 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1 mm birikim tespit edilmiştir. Yamacın orta çığırında bulunan 9 numaralı çubukta 0,9 mm 12 numaralı çubukta 0,7 mm birikim ölçülmüştür. Yamacın orta çığırında sol tarafta bulunan 8 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,6 mm, 11 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,4 mm birikim gözlenmiştir. Yamacın yukarı çığırında 13 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,8 mm, 16 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,4 mm birikim gözlenmiştir. Ayrıca yamacın yukarı çığırında yamaç erozyonunu tespit etmek amacıyla yamacın sağ tarafında bulunan 15 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,4 mm, 18 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,3 mm birikim gözlenirken; yukarı çığırda sol yamaçta

bulunan 14 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,2 mm 17 numaralı çubuğun bulunduğu alanda ise 0,1 mm birikim tespit edilmiştir.

Sekizinci gözlem döneminde (15.12.2021) toplam yağış miktarı 17 mm olarak tespit edilmiştir. Bu gözlem döneminde yağış miktarının azalması ve don olaylarındaki artış nedeniyle çalışma sahasında taşıma ve biriken sediman miktarında bir önceki döneme göre nispeten azalmalar tespit edilmiştir. Bu gözlem döneminde güney yamaçta yamacın aşağı çığırında bulunan 1 numaralı çubuğun yer aldığı alanda 2,2 mm, 4 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2 mm birikim tespit edilirken, sağ yamaçta kullanılan 3 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,7 mm, 6 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,4 mm birikim tespit edilmiştir. Yamacın aşağı çığırında sol yamaçta bulunan 2 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,1 mm, 5 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,9 mm birikim tespit edilmiştir. Güney yamaç lokasyonunda yamacın orta çığırında oyuntu erozyonunu tespit etmek amacıyla yerleştirilen 4 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,1 mm, 7 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,8 mm birikim tespit edilmiştir. Yamacın orta çığırında 9 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,7 mm, 12 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,5 mm birikim tespit edilmiştir. Yamacın orta çığırında 8 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,4 mm, 11 numaralı çubuğun bulunduğu alanda da 0,2 mm birikim gözlenmiştir. Yamacın yukarı çığırında 13 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,5 mm, 16 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,2 mm birikim gözlenmiştir. Yamacın yukarı çığırında, yamacın sağ tarafında bulunan 15 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,2 mm, 18 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,1 mm birikim görülürken; yukarı çığırda sol yamaçta bulunan 14 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,2 mm, 17 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0.1 mm birikim tespit edilmiştir.

Dokuzuncu gözlem dönemi olan 21.1.2022 tarihinde kuzey yamaçta, yamacın aşağı kısmında oyuntu erozyonunu tespit etmek amacıyla yerleştirilen 1 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 3,8 mm birikim tespit edilirken, kuzey yamaçta yamaç erozyonunu tespit etmek için kullanılan sağ yamaçta bulunan 5 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,9 mm, 7 numaralı çubuğun bulunduğu alanda da 3,1 mm birikim tespit edilmiştir. Kuzey yamaçta 2 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,4 mm birikim tespit edilirken; sol tarafta bulunan 4 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,3 mm, sol tarafta bulunan 6 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,7 mm birikim tespit edilmiştir.

Kuzey yamaç lokasyonunda yamacın yukarı çığırında oyuntu erozyonunu tespit etmek amacıyla kullanılan 3 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,7 mm birikim tespit edilirken, yukarı çığıra yerleştirilen 9 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0.2 mm, 8 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,4 mm birikim tespit edilmiştir.

Dokuzuncu gözlem döneminde (21.1.2022) güney yamaç lokasyonunda yamacın aşağı çığırın da oyuntu erozyonunu tespit etmek için yerleştirilen 1 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 4,1 mm birikim tespit edilmiştir. Güney yamaçta yamaç erozyonunu tespit etmek amacıyla sol yamaçta kullanılan 2 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 3,6 mm 5 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 3,2 mm birikim tespit edilmiştir. Güney yamaçta oyuntu erozyonunu tespit etmek için kullanılan 4 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 3,4 mm birikim tespit edilmiştir. Güney yamaçta yamaç erozyonunu tespit etmek amacıyla yamacın sağ tarafında bulunan 3 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 3,4 mm sol tarafında bulunan yamaçta 6 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 3,2 mm birikim tespit edilmiştir. Dokuzuncu gözlem döneminde güney yamaçta yamacın orta çığırında oyuntu erozyonunu tespit etmek amacıyla kullanılan 7 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,4 mm birikim tespit edilirken, 10 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,1 mm birikim tespit edilmiştir. Orta çığırda yamaç erozyonunu tespit etmek amacıyla yamacın sağ tarafında bulunan 9 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,8 mm 12 numaralı çubuğun bulunduğu alanda ise 2,3 mm birikim tespit edilmiştir. Güney yamaçta orta çığırda yamaç erozyonunu tespit etmek amacıyla yamacın sol tarafında bulunan 8 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,6 mm 11 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,3 mm birikim tespit edilmiştir. Aynı gözlem döneminde güney yamaçta oyuntu erozyonunun tespiti için yerleştirilen 13 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,9 mm birikim gözlenirken, 16 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,2 mm ile en düşük birikim değeri gözlenmiştir. Dokuzuncu gözlem döneminde güney yamaçta yamaç erozyonunun tespiti için kullanılan yamacın yukarı çığırında sağ tarafta bulunan 15 numaralı çubukta 1,7 mm birikim gözlenirken yine sağ yamaçta bulunan 18 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,3 mm birikim tespit edilmiştir. Güney yamaçta yamaç erozyonunun tespiti için kullanılan yamacın yukarı çığırında sol tarafında bulunan 14 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,5 mm 17 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,2 mm birikim tespit edilmiştir.

Dokuzuncu gözlem dönemi olan 17.1.2022 tarihinde toplam yağış miktar 17,7 mm olarak kayıt altına alınmıştır. Bu gözlem döneminden sonra çalışma sahasında zeminin karla örtülü olması sahada gözlem yapmayı zorlaştırdığı için ve somut veriler oluşmadığı için taşınan ve biriken sedimanlar gözlenmemiştir. Bundan dolayı herhangi bir veri kayıt altına alınamamıştır.

Yağış miktarı ile taşınan sediman miktarı arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla çalışma sahasındaki onuncu gözlem dönemi son gözlem dönemi olmuştur. Bu gözlem 20.02.2022 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Bu dönemdeki toplam yağış miktarı 5,5 mm'dir. Çalışma sahasında don olayının azalması ile birlikte eriyen kar miktarındaki artış, bu gözlem

döneminde taşınan ve biriken sediman miktarında da kısmen artışa neden olmuştur. Bu gözlem döneminde güney yamaç lokasyonunda yamacın aşağı çığırında oyuntu erozyonunu tespit etmek amacıyla yerleştirilen 1 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,6 mm, 4 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,2 mm birikim tespit edilmiştir. Güney yamaçta yamacın aşağı çığırında kullanılan 3 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,4 mm, 6 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,1 mm birikim tespit edilmiştir. Güney yamaçta yamacın aşağı çığırında sol yamaçta bulunan 2 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,8 mm, 5 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,6 mm birikim tespit edilmiştir. Güney yamaçta yamacın orta çığına yerleştirilen 4 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,4 mm, 7 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,1 mm birikim tespit edilmiştir. Yamacın orta 9 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,1 mm, 12 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,9 mm birikim tespit edilmiştir. Yamacın orta çığırında yamacın sol tarafında bulunan 8 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,8 mm, 11 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,5 mm birikim gözlenmiştir. Yamacın yukarı çıkarcında oyuntu erozyonunu tespit etmek için kullanılan 13 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,7 mm, 16 numaralı çubuğun bulunduğu alanda da 0,4 mm birikim gözlenmiştir. Yamacın yukarı çığırında bulunan 15 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,6 mm, 18 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,3 mm birikim görülürken; yukarı çığıda sol yamaçta 14 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,5 mm, 17 numaralı çubuğun bulunduğu alanda da 0,2 mm birikim tespit edilmiştir.

Bu gözlem döneminde (20.02.2022) kuzey yamaçta, yamacın aşağı çığırında oyuntu erozyonunu tespit etmek için yerleştirilen 1 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 4,2 mm birikim tespit edilmiştir. Kuzey yamacın sağ tali yamacında bulunan 5 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 3,5 mm, 4 numaralı çubuğun bulunduğu alanda da 3,9 mm birikim tespit edilmiştir. Kuzey yamaçta 2 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,9 mm birikim tespit edilirken; sağ yamaçta bulunan 7 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,4 mm, sol yamaçta bulunan 6 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,1 mm birikim olduğu gözlenmiştir. Yamacın yukarı çığırında oyuntu erozyonunu tespit etmek amacıyla kullanılan 3 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,3 mm birikim tespit edilirken sağ yamaçta yer alan 9 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,3 mm, 8 numaralı çubuğun bulunduğu alanda ise 0,7 mm birikim tespit edilmiştir.

Çalışma sahasında oyuntu ve yamaç erozyonunu tespit etmek amacıyla belirlenen lokasyonlarda oyuntu kanallarını oluşturan materyaller genellikle gevşek yapıllı kollüvyal malzemelerden oluşmaktadır. Belirlenen lokasyonlarda yamaç eğiminin fazla olması, lokasyonların bitki örtüsünden yoksun olması, yağış rejiminin düzensiz olması ve yağışların

sağanaklar şeklinde sel karakterli gerçekleşmesi erozyonu hızlandırmıştır. Erozyon çubuklarının bulunduğu alandaki aşınım, taşınım ve birikim faaliyetleri genellikle yağışın çok olduğu ilkbahar ve yaz aylarında daha şiddetli görülmektedir. Don olayının çok ve yağışın az olduğu sonbahar mevsiminde erozyon çubuklarının bulunduğu alanlarda aşınım, taşınım ve birikim faaliyetlerinin az olduğu görülmektedir. Çalışma sahasında yamacın yukarı çığırında konumlandırılmış olan erozyon çubuklarının bulunduğu alanlarda aşınım şiddetinin fazla olduğu tespit edilirken yamacın aşağısında bulunan alanlarda birikimin daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca çalışma sahasında farklı bakı koşullarına sahip yamaçlardan güney yamaçta erozyon şiddetinin daha fazla olduğu tespit edilirken kuzey yamaçta erozyona bağlı olarak aşınım, taşınım ve birikim faaliyetlerinin daha az olması yamaçların morfolojik açıdan farklı olması ve edafik özellikler bakımından birbirinden farklı özelliklere sahip olmasından kaynaklanmaktadır.

Yamaç erozyonunun belirlenmesi için yerleştirilen erozyon çubukları incelendiğinde her iki lokasyonda da yamaçların yukarı çığırında çubukların seviyelerinde çok büyük farkların görülmemesi, bu yamaçlardaki zeminin litolojik özelliklerinin aynı olmasından kaynaklanmaktadır. Kuzey yamaçta zemini oluşturan materyallerin daha çok litosollerden oluşması, bu yamaçta yüzeysel akışı sınırlandırdığı için rill oluşumunu zorlaştırmaktadır

SONUÇ VE TARTIŞMA

Penek Çayı Havzası'nın iklimatik özellikleri dikkate alındığında, sahada yarı kurak iklim şartlarının hâkim olduğu görülmektedir. Yıllık toplam yağış tutarı ve buharlaşma arasındaki ilişki, çalışma sahasının bu özelliği kazanmasında temel faktördür. Çalışma sahasında iklim koşullarının bir sonucu olarak bitki örtüsünün zayıf olması erozyonu artıran önemli bir faktördür. Sahada mera hayvancılığının yaygın olarak yapılması nedeniyle aşırı otlatmanın ortaya çıkardığı bitki örtüsünün tahribi erozyonun şiddetini artırmıştır.

Çevresindeki düzlük alanların büyük bir bölümü mera hayvancılığına ayrılmış olan Penek Çayı havzasında Kretase flişleri ve bunun üzerinde açılal diskordans ile oluşan eosen flişleri bulunur. Ayrıca sahada Oligosen kurak ve sıcak iklim şartları altında çökelmiş olan evaporit karakterde tuzlu-alkali-jipsli çökeller bulunmaktadır. Araştırma sahasının büyük bir bölümü Mezozoik tortul ile bazik ve ultrabazik karakterde intrüsiplerden Oltu-Kömürlü depresyonları Oligosen ve Neojen çökellerinden oluşmuştur. Çalışma sahasında Oligosen çökelleri arasında kalın tabakalar halinde volkanik malzeme bulunmaktadır. Havza'da Oligosene ait olan kırmızımsı-mor-sarımsı-beyazımsı- yeşilimsi tortular bulunur. Ayrıca bu çökellerin arasında kalın tabakalar halinde uzanan volkanik breş aglomera ve tüfler bulunmaktadır (Atalay, 1982: 11).

Yukarıda bazı özellikleri açıklanan Penek Çayı havzasında yapmış olduğumuz çalışmamız özellikle iki amacının açıklanmasıyla şekillenecektir. Bu amaçlar şöyledir:

1. Çalışma sahasında erozyona bağlı olarak taşınan biriken malzemelerin sedimantolojik özelliklerini belirlemek.
2. Arazide yağışa ve relief şartlarına bağlı olarak taşınan ve biriken sedimanın zaman içerisindeki değişimini tespit etmek.

Çalışma sahasında aşınan taşınan ve biriken erozyon materyallerinin sedimantolojik özellikleri, miktarı, oranı ve bu özelliklerle yağış arasındaki ilişkiyi açıklamak amacıyla sediman tuzaklama yöntemi kullanılmış ve bu yöntemden elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi sıralanmıştır:

1. Çalışma dönemi boyunca güney yamaç lokasyonunda bulunan tuzak 1 de toplam 115,5 kg kuzey yamaç lokasyonunda bulunan tuzak 2 de 55 kg toplamda 170,5 kg kuru sediman tespit edilmiştir. Tuzak 1 den elde edilen sediman miktarının tuzak 2 göre daha çok olması bu tuzakın bulunduğu lokasyonda eğim derecesinin fazla

olmasını ve bakı etkisindeki yamaçta erozyon faaliyetlerinin daha fazla olduğunun bir ispatı olarak gösterilebilir.

2. Özellikle ilkbahar ve yaz aylarında yağış miktarının artmasıyla birlikte genel olarak tutulan sediman miktarında her iki yamaçta da artışlar görülmüştür. Ayrıca sağanak yağışlardan sonra yüzeysel akış ve oyuntularda taşınan sediman daha fazla olmuştur.
3. Çalışma sahasında yıllık yağış miktarlarını gösteren grafikler de toplam yağış tutarları ile farklı mevsimlerde ve aylarda tutulan sediman miktarı aynı olmasa dahi sediman oranları ile yağış oranları arasında pozitif korelasyon olduğu tespit edilmiştir.
4. Yağışın sağanak şeklinde olması ile yavaş bir şekilde yağması erozyon şiddeti üzerinde etkili olmaktadır. Her iki yağış sırasında toplam yağış miktarı birbirine yakın olsa bile sağanak yağışın hızı ve damla boyutları; aşınan, taşınan ve biriken materyallerin şekil-boyut ve miktar özelliklerinde farklılıklara neden olmaktadır. Düşük ve yavaş gerçekleşen yağışlar sırasında ortalamaya yakın veya ortalamanın biraz üstünde tane boyutuna sahip materyal birikirken, sağanak yağışlarda ise ortalamanın üzerinde sediman birikmiştir.
5. Sediman tuzaklarının bulunduğu her iki lokasyonda tuzakların yüzeyinde bulunan kil miktarlarında da belirgin farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Güney yamaç lokasyonunda bulunan 1 numaralı tuzağın bulunduğu alanda toplam 85,4 cm kil birikimi tespit edilirken kuzey yamaç lokasyonunda bulunan 2 numaralı tuzağın bulunduğu alanda toplam 42 cm kil tespit edilmiştir. Yamaçlarda farklı miktarlarda kil birikiminin olması eğim, bakı, bitki örtüsü gibi jeomorfik ve edafik faktörlerin farklı olmasından kaynaklanmaktadır.

Çalışma sahasında farklı şekil ve boyutlardaki materyallerin izlediği yol ile sedimanların şekil özelliklerini belirlemek amacıyla uygulanan boyalı taş yönteminden elde edilen sonuçlar şunlardır:

1. Çalışması sahasında bu yöntem için belirlenen lokasyonların genel itibari ile eğimli olması, oyuntularda yağıştan sonra oluşan yüzeysel akışın hızlanmasını ve taşınan sedimanların hareketini kolaylaştırmıştır. Yamaç eğiminin az olduğu düzlük alanlarda ise aşınma ve taşınımın daha az olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca arazide boyalı taşların fiziki özellikleri de aşınım, taşınım ve birikim süreçlerinde etkili olmuştur. Boyanan taşlardan yüzü pürüzlü çatlaklı olan taşlar zemine daha iyi tutunarak hem taşınma miktarını hem de hareket miktarını azaltırken pürüzsüz çatlaklığı olmayan daha yuvarlak özellikteki taşların hareket miktarı ve taşınma

miktarı daha fazla olmuştur. Bu durum kayacın fiziki özelliklerinin ve litolojik yapısının da aşınım, taşınım birikim süreçlerinde etkili olduğunu göstermektedir.

2. Arazide yamaç eğiminin bükümler oluşturduğu alanlarda yağışlardan sonra taşınan boyalı taşların büküm kıvrımının çok olduğu alanlarda daha az olduğu tespit edilmiştir. Boyalı taşlardan bir kısmının kaybolması bir kısmının da taşınan sedimanın altında kalması boyalı taşların hareket mesafesinin ölçümünde sınırlılıklar ortaya çıkarmıştır. Arazide kullanılan boyalı taşların ağırlıkları farklı olduğu için taşınma mesafelerinde de farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Boyalı taşlardan fiziki özellikleri benzer olanlar karşılaştırıldığında ağırlığı fazla olanların daha az mesafe kat ettikleri gözlenmiştir. Ayrıca çalışma sahasında tane boyutu küçük olan boyalı taşların, tane boyutu daha büyük olan boyalı taşların hareket alanını daraltarak sıkışmasına neden olduğu görülmüştür.

Çalışma sahasında her yağışlı dönem sonrasında yağışın miktarı, şekli ile meydana gelen oyuntu boyutlarında hem yatay yönde hem de dikey yönde oluşan erozyon miktarını ölçmek amacıyla uygulanan erozyon çubukları yöntemi ile ulaşılan sonuçlar şu şekilde sıralanabilir:

1. Çalışma sahasında yamaçlara ve kanallara yerleştirilen çubukların her biri ayrı ayrı değerlendirildiğinde yamacın yukarı, orta ve aşağı çığırlarında gerçekleşen erozyon miktarlarının farklı olduğu tespit edilmiştir. Özellikle yamacın yukarı çığırında bulunan kanallar üzerindeki çubuklarda aşınımın daha fazla olduğu tespit edilirken yamacın aşağı çığırında bulunan çubukların bulunduğu alanlarda birikimin fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, yukarı çığırdan taşınan materyallerin eğimin azaldığı aşağı çığırdaki enerjisini kaybedip birikmesinden kaynaklanır. Ayrıca oyuntular üzerinde gelişen bitki örtüsünün varlığı erozyon şiddetini azaltıcı etkide bulunduğu görülmüştür.
2. Oyuntu erozyonunu tespit etmek amacıyla yerleştirilen çubukların seviyelerinde yamacın içbükey veya dışbükey olma özelliğine göre de değişimler tespit edilmiştir. Dış bükey şekle sahip olan yamaçlarda yağış sularının akış hızını artırması aşınımı arttırmaktadır. İçbükey şekle sahip yamaçlarda ise yağış sularının hızının azalması ile taşınan sediman miktarında azalma, biriken sediman miktarında ise artışlar izlenmiştir.
3. 1. lokasyon olarak belirlenen güney yamaçta yukarı çığırın sağ tarafında gerçekleşen aşınım miktarının sol tarafındaki aşınım miktarından daha fazla olmasının, zeminini oluşturan kollüvyal malzemenin miktarından kaynaklandığı tespit edilmiştir.

4. Yağışın şiddeti, erozyon çubuklarının yerleştirildiği zeminin özelliği, bitki örtüsünün durumu, bakı koşulları arazideki aşınım miktarını belirleyen önemli etkenlerdir. Etkili yağışlardan sonra kollüvyal örtü ile kaplı alanlarda aşınım, yağışın şiddetinin az olduğu dönemlerde ise birikme gerçekleşmiştir.
5. Çalışma sahasında erozyonu ölçmek için kullanılan yöntemlerden elde edilen veriler ile gerçekleşen erozyon miktarları karşılaştırılınca çalışma sahasında erozyon süreçlerini kurak ve yarı kurak dönem olmak üzere iki dönemde incelemek mümkündür. Kurak dönemlerde sıcaklık farkına bağlı olarak fiziksel (mekanik) parçalanma gerçekleşirken yağışlı dönemlerde yüzeysel akışla birlikte artan taşınma ve birikme faaliyetleri etkili olmuştur. Yağış miktarının arttığı dönemlerde biriken unsurların boyutlarında da değişiklikler olduğu görülmüştür. Yüzeysel akışa geçen su miktarının artmasıyla biriken sediman unsurlarının tane boylarının daha büyük olduğu görülmüştür. Yüzeysel akışa geçen su miktarının azalması, tane boyutunun düşmesine, biriken malzemenin kil boyutunda küçük malzemelerden oluşmasına neden olur.

Çalışma sahasında kullanılan ağ yönteminde rillerin etkisiyle biriken malzemenin miktarı belirlenirken oyuntu kanallarında biriken malzemenin rillerde biriken malzemelerden daha fazla olduğu görülmüştür. Bu durum ana kaya üzerinde ince bir örtü oluşturan kollüvyal materyallerin oyuntu kanalları ile yamaçların birleştiği noktalarda kanallarda sürüklendiği sonucuna ulaşılmasına neden olmuştur.

Çalışma sahasında erozyon süreçlerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmalarımızda inceleme alanında uygulanan yöntemlerin sonuçlarına göre önemli sonuçlara ulaşılmış olsa da bazı sınırlılıkları da ortaya çıkarmıştır.

Bu sınırlılıklar genel hatlarıyla şu şekilde özetlenmiştir:

1. Çalışma sahasında 2. lokasyon olarak belirlenen lokasyona yerleştirilen ağın üçüncü gözlem döneminde yerleştirilen alanda olmaması lokasyondan istenilen sonuçlara ulaşılamamasına neden olmuştur. 1. lokasyon alanı olarak belirlenen güney yamaç lokasyonuna yerleştirilen ağın yer seçimi için belirlenen alanda eğimin fazla olması daha büyük materyallerin taşınmasında etkili olmuştur.
2. Sediman tuzaklama yönteminde plastik tuzakların kullanılması güney amaç için seçilen 1. lokasyonda aşırı yağışlarla birlikte yamaçtan sürüklenen taş parçalarının tuzakların bazı kısımlarında tahribata neden olması gözlem dönemlerinde elde edilen numunelerin incelenmesinde eksiklikler ortaya çıkarırken sedimanların tuzaklarda birikmesi yerine zemine dökülmesine neden olmuştur.

3. Erozyon çubukları yönteminde 1. lokasyon alanı olarak seçilen güney yamaçta, yamaç daha çok kollüvyal malzemeden oluştuğu için ölçümler sırasında zemine yapılan temas sedimanın hareketini artırmış özellikle yamaçların aşağı çıkışında biriken malzeme miktarının tam ve doğru ölçülmesini engellemiştir. Kuzey yamaçta 2. lokasyon olarak belirlenen alanın zemini daha sert kayalardan oluştuğu için çubukların yerleştirilmesinde bazı zorluklar yaşanmıştır. Özellikle güney yamaçta, yamaç erozyonunun belirlenmesi için seçilen alanda zeminin gevşek malzemeden oluşması, sağ yamaca yerleştirilen 5 ve 8 numaralı çubukların gevşemesine neden olduğu için bazı gözlem dönemlerinde bu çubuklarının tekrar sabitlenmesi gerekmiştir. Bu durumda alandaki bazı kesimlerde yamaç erozyonu tam ve eksiksiz tespit edilememiştir.
4. Boyalı taş yönteminde, sağanak şeklinde meydana gelen yağışlardan sonra özellikle yatay boyutlu taşların çamur akıntıları içerisinde kalıp kaybolması ölçümleri zorlaştırmıştır.

KAYNAKÇA

- Adams, J.M. (2008). Soil Transport On A Forested Hillslope : Quantifying Baseline Rates Of Surface Erosion, Jim's Creek, Willamette National Forest, Master Of Science Geography Program, Oregon, The Geosciences Department Oregon State University.
- Akkuş, A. (2007). *Jeomorfolojiye Giriş*. Eğitim Kitabevi Yayınları, Konya.
- Akşit, S. (2004). "Tarımsal Topraklarda Sürüm Yöntemi İle Çizgi (Rill) Erozyonu Arasındaki İlişkinin Analizi". *GÜ, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(1), 49-65.
- Aktaş, S., Kalyoncuoğlu, Ü. Y., & Anadolu Kılıç, N. C. (2018). "Eğirdir Göl Havzasının De Martonne Yöntemi İle Kuraklık Analizi". *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 229-238.
- Atalay, İ. (1979-1980). "Geomorphology of the Lake Tortum and Its Immediate Surroundings (NE Turkey)". *Review of the Geographical Institute of the University of İstanbul, International Edition*, Number: 17, 49-65.
- Atalay, İ. (1982). *Oltu Çayı Havzasının Fiziki Coğrafyası ve Amenajmanı*. Ege Üniversitesi Sosyal Bilimler Fakültesi Yayınları No:1, İzmir:
- Atalay, İ. (1982). *Türkiye Jeomorfojisine Giriş*. Ege Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi Yayınları, No:9, Bornova/İzmir.
- Atalay, İ. (2010). *Uygulamalı Klimatoloji*. META Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir.
- Atalay, İ. H. (2013). *Uygulamalı Klimatoloji*. Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir.
- Atalay, İ. H., & Efe, R. (2015). *Türkiye Biyocoğrafyası*. Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir.
- Atalay, İ., Yılmaz, Ö., & Tetik, M. (1985). *Kuzeydoğu Anadolu'nun Ekosistemleri*. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi, No: 141, 141-160.
- Atar, E., & Kopar, İ. (2020). *Tortum Çayı Havzası'nın (Erzurum-Artvin-Kd Türkiye) Potansiyel Jeosit Destinasyonları ve Bunların Jeoturizm Açısından Kaynak Değer Analizi*. S. Birinci, Ç. K. Kaymaz, & Y. Kızılkın içinde, Coğrafi Perspektifle Dağ ve Dağlık Alanlar (Sürdürülebilirlik-Yönetim-Örnek Alan İncelemesi) (s. 101-131). Kriter Yayınevi, İstanbul.
- Atar, E., (2020). *Tortum Çayı Havzasının Potansiyel Jeosit Destinasyonları ve Bunların Jeoturizm Değeri*. Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Erzurum (Kopar & Atar, 2021)m.

- Bahtiyar, M. (2006). Su Erozyonun Oluşumu ve Nedenleri, (tema.org.tr/trcevre_kutuphanesi/erozyon/pdf/ToprakErozyonuOlusumuNedenleri.pdf)
- Balcı, A. N. (1958). Elmalı Barajının Siltasyondan Korunması İmkânları ve Vejetasyon-Su Düzeni Münasebetleri Üzerinde Araştırmalar, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul: İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi.
- Balcı, N. (1996). *Toprak Koruması*. İ.Ü. Basımevi ve Film Merkezi, İstanbul.
- Bartley, R., Roth, C.H., Ludwig, J., McJannet, D., Liedloff, A., Corfield, J., Hawdon, A. & Abbott, B. (2006) “Runoff and Erosion from Australia’s Tropical Semi-arid Rangeland: Influence of Ground Cover for Differing Space and Time Scales” *Hydrol. Process.* 20, 3317-3333 Published online in Wiley InterScience.
- Berger, C., Schulze, M., Rieke-Zapp, D., & Schlunegger, F. (2010). “Rill Development And Soil Erosio: A Laboratory Study Of Slope And Rainfall Intencity”. *Earth Surface Processes And Landforms*, Volume: 35, Issue: 12, 1456-1467.
- Bilgiç, T. (1996). “Oltu-Narman Tersiyer Havzasının Stratigrafisi”, 11. *Petrol Kongresi ve Sergisi*, Bidiri Özetleri. Türkiye Jeolji Bülteni, Ankara.
- Bostanoğlu, L. (1966). Türkiye’de Erozyon Problemlerini Doğuran Sebepler. *Orman Mühendisleri 1. Teknik Kongresi Cilt 1. Erozyon ve Sel Kontrolü*, 50-62.
- Bozkuş, C. (1990). *Oltu - Narman Tersiyer Havzası Kuzeydoğusunun (Kömürlü) Stratigrafisi*. Türkiye Jeoloji Bülteni, 33/2, Ankara.
- Cooke, U. R., & Doornkamp, J. C. (1990). *Geomorphology In Environmental Managemant*. Clarendon Press, Oxford.
- Collins, B.D., Dunne, T. (1986). “Erosion of Tephra from The 1980 Eruptions Of Mount St. Helens” *Geological Society of America Bulletin*, v. 97, s: 896-905.
- Çanga, M. R. (1985). *Toprak ve Su Koruma*. A.Ü. Ziraat Fak.Yayınları No:1386, Ders Kitabı No:400, Ankara.
- Çelebi, H. (1975). “Jeolojik ve Hızlandırılmış Erozyon Süreçleri”. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 113-126.
- Çepel, N. (1997). *Toprak Kirliliği Erozyon ve Çevreye Verdiği Zararlar*. Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı Yayınları 14, İstanbul.
- Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (2018). *2015 Akım Gözlem Yıllığı*, Cilt: 1. DSİ Teknoloji Daire Başkanlığı Basım ve Foto-Film Şube Müdürlüğü, Ankara.

- Dönmez, Y. (1984). *Umumi Klimatoloji ve İklim Çalışmaları*. İ.Ü. Yay., Yay. No: 2506, :Coğr. Enst. Yay. No: 102, İstanbul.
- Dunne, T. (1978). "Field Studies of Hillslope Flow Processes". M. J. Kirkby, J. Wiley, & Sons içinde, *Hillslope hydrology* (s. 227-293). Wiley, Chichester.
- Dunne, T. (1978). Field Studies Of Hillslope Flow Processes. J. Wiley, S. Wiley, & M. J. Kirkby içinde, *Hillslope hydrology*, (s. 227-293). Wiley, Chichester.
- Elibüyük, M., & Yılmaz, E. (2010). "Türkiye'nin Coğrafi Bölge ve Bölümlerine Göre Yükselti Basamakları ve Eğim Grupları". *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 27-55.
- Ergene, A. (1997). *Toprak Biliminin Esasları*. Öz Eğitim Basım Yayın Dağıtım, Konya.
- Ergene, A. (1987). *Toprak Biliminin Esasları*. Atatürk Üniversitesi Basımevi, Erzurum.
- Erinç, S. (1957). *Tatbiki Klimatoloji ve Türkiye'nin İklim Şartları*. İ.T.Ü. Hidrojeoloji Enstitüsü Yayınları, İstanbul.
- Erinç, S. (1996). *Klimatoloji ve Metodları* (Genişletilmiş 4.Baskı). Alfa Basım Yayın Dağıtım, İstanbul.
- Erinç, S. (2000). *Jeomorfoloji I*. Der Yayınları, İstanbul.
- Erinç, S. (2012). *Jeomorfoloji I*. Der Yayınları, İstanbul.
- Erol, O. (1993). *Genel Klimatoloji*. Gazi Büro Kitabevi, Ankara.
- Fanning, P. (1994). Long-Term Contemporary Erosion Rates in An Arid Rangelands Environment in Western New South Wales,Australia. *Journal of Arid Environments*, 173-187.
- Foster, G. R., Lane, L. J., & Mildner, W. F. (1985). *Seasonally Ephemeral Cropland Gully Erosion Proceedings of the ARS-SCS Natural Resources Modelling Workshop*. USDA-Agricultural Research Service, Washington.
- Görecelioğlu, E. (2003). *Sel ve Çığ Kontrolü*. İ.Ü. Yayın No.4415, Orman Fakültesi Yayın No. 473, ISBN 975-404-688-3, İstanbul.
- Günaşdı, Y. (2007). *Erzurum-Şenkaya'da Tarihi ve Arkeolojik Araştırmalar*. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Erzurum.
- Gürer, İ. (1987). *Türkiye'de Çığ Sorunu*. Türkiye Mühendislik Haberleri, 9-16.
- Hadley, R. F., & Lusby, G. C. (1967). Runoff and Hillslope Erosion Resulting From A High-İntensy Thunderstorm Near Mack, Western Colorado. *Water Resources Research*, 139-143.
- Hancock, G.R., Cawter, D., Fityus, S.G., Chandler, J., Wells, T. (2008). "The Measurement and Modelling of Rill Erosion At Angle of Repose Slope in Mine Spoil," *Earth Surface Processes and Landform*, 33, 1006-1020.
- Heede, B. H. (1976). *Gully Development and Control: The Status of Our Knowledge*. USDA Forest Service Research Paper RM-169, Colorado.

- Hepbilgin, B., & Koç, T. (2018). “Bölgesel Sıcaklık ve Yağış Verilerine Göre Kazdağı ve Yakın Çevresinin İkliminde Öngörülen Değişiklikler (2000-2099)”. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 253-270.
- Hoşgören, M. Y. (1984). *Hidroğrafya'nın Ana Çizgileri*. Acar Matbaacılık Tesisleri, İstanbul.
- Hoşgören, M. Y. (2000). *Jeomorfolojinin Ana Çizgileri II*. Çantay Kitabevi, İstanbul.
- İzıbrak, R. (1984). *Türkiye*. Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları, İstanbul.
- İzıbrak, R. (1992). *Coğrafya Terimleri Sözlüğü*, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul
- Karabalık, N. N. (2013). *1 : 100000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları*. Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara.
- Karabulut, M., & Küçükönder, M. (2008). “Kahramanmaraş Ovası ve Çevresinde CBS Kullanılarak Erozyon Alanlarının Tespiti”. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 11(2), 14-22.
- Karaoğlu, M. (2014). “Erozyon, Rüzgâr Erozyonu ve Iğdır-Aralık Örneği”. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 167-172.
- Kırkgöz, M. S. (2002). *Kıyı Erozyonunun Boyutları*. *Türkiye Mühendislik Haberleri*, Sayı: 420, 71-73.
- Kızıldaş, M.S. (2007). *Ömerli Havzasında Serpinti Radyonüklidleri Yöntemiyle Erozyonun Belirlenmesi*. Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Enerji Enstitüsü, İstanbul.
- Kikby, M.J. & Bracken, L.J. (2009). “Gully Process and Gully Dynamics,” *Earth Surface Process and Landform*, 34.
- Konak, N., & Hakyemez, H. Y. (2008). *1:100.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları - Tortum H47 Paftası*. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, No: 95, Ankara.
- Konak, N., & Hakyemez, H. Y. (2009). *1:100.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları-Tortum G47 Paftası*. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, No: 105, Ankara.
- Kopar, İ. (2007). *Hasan Dağı ve Yakın Çevresinin Fiziki Coğrafyası*. Gündüz Eğitim ve Yayıncılık, Ankara.
- Kopar, İ., & Atar, E. (2021). Jeoturizmde Bir Artı Değer: Tortum Gölü Cam Seyir Terası (Uzundere-Erzurum). S. Koday, & C. Sevindi içinde, *Atatürk Üniversitesi Coğrafya Araştırmaları Serisi 2021* (s. 167-185). Ankara: Gazi Kitabevi.

- Kopar, İ., & Çakır, Ç. (2012). *Tortum Gölü (Uzundere-Erzurum) Kıyı Kuşağındaki Badlands Topografyası ve Peri Bacaları. I. Ulusal Coğrafya Sempozyumu 2012 (28-30 Mayıs)-Coğrafya Bildiriler Kitabı*, 1013-1027.
- Kopar, İ., & Çakır, Ç. (2013). “Tortum Gölü - Tortum Boğaz Vadisi ve Yakın Çevresinin (Uzundere-Erzurum ve Yusufeli-Artvin) Serrano ve Ruiz-Flano Yöntemiyle Jeoçeşitlilik Derecesinin Belirlenmesi”. *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Dergisi* No: 27, 46-66.
- Kopar, İ., & Sevindi, C. (2013). “Tortum Gölünün (Uzundere-Erzurum) Güneybatısında Aktüel Sedimentasyon ve Siltasyona Bağlı Alan-Kıyı Çizgisi Değişimleri”. *Türk Coğrafya Dergisi*, No: 60, 49-66.
- Lawler, D.M. (1986). “Bank Erosion and Frost Action: an Example from South Wales” http://www.researchgate.net/profile/Damian_Lawler/publication/244988298_Bank_erosion_and_frost_action_an_example_from_South_Wales/links/00b7d5300a518a9c2b000000.pdf. Erişim Tarihi: 10.02.2022
- Loch, R. J. (1979). *The Measurement and Description of Rill Erosion. Proceedings of the Canberra Symposium*, IAHS-AISH Publ: no:128. (s. 429-433). The Hydrology of Areas of Low Precipitation, Canberra.
- Mater, B. (1987). *Toprak Oluşumu, Erozyonu*. İ.Ü. Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enst, İzmir.
- Morgan, R. P. (2005). *Soil Erosion and Conservation*. Blackwell Publishing Company, Oxford.
- Okay, A. İ. (1983). “Ağvanis Metamorfikleri ve Çevre Kayalarının Jeolojisi”. *MTA Derg*, 99/100, 51-71.
- Özdamar, A. (2000). “Dünya ve Türkiye’de Rüzgâr Enerjisinden Yararlanılması Üzerine Bir Araştırma”. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, No:6, 134-155.
- Özgür, E. M. (2000). *Türkiye Coğrafyası*. Hilmi Usta Matbaacılık, Ankara.
- Peppler, M.C. & Fitzpatrick, F.A. (2004) “Methods for Monitoring The Effects of Grazing Management on Bank Erosion and Channel Morphology, Fever River, Pioneer Farm, Wisconsin,” http://pubs.usgs.gov/fs/2005/3134/pdf/FS_2005-3134.pdf. Erişim Tarihi: 16:03:2022
- Rathur, Q. (1965). *Pasinler - Horasan (Erzurum) Sahasına Ait Genel Jeolojik Rapor*. Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Rapor No: 4168, Ankara.
- Sarı, M. (2005). Toprak Erozyonuna Farklı Bir Bakış, (tema.org.tr/trcevre_kutuphanesi/erozyon)
- Schumm, S., (1956). “Evolution of Drainage Systems and Slopes In Badland at Perth Amboy, New Jersey,” *Bulletin of Geological Society of America*, 67, 597-646.

- Saynor, M.H., Erskine, W.D. and Evans, K.G. (2003). "Bank Erosion in The Nggarradj Catchment: Result Oferosion Pin Measurements Between 1998 and 2001." Supervising Scientist Report 176, Supervising Scientist, Darwin NT.
- Taşçıoğlu, S., & Aydın, A. (2017). *Tüm Yönleriyle Toprak Bilimi ve Toprak Kirlenmesi*. Çağlayan Kitabevi, İstanbul.
- Thorne, C. R., & Zevenbergen, L. W. (1990). "Prediction of Ephemeral Gully Erosion on Cropland in the South-Eastern United States". J. Boardman, I. D. Foster, & J. A. Dearing içinde, *Soil Erosion on Agricultural Lands* (s. 419-460). John Wiley ve Sons, Chichester
- Üçüncü, N. (1966). *Türkiyede Toprak Kaybı Su Kaybı Seller ve Sedimentasyon*. Ankara: T.M.M.O.B. Orman mühendisliği 1. Teknik Kongresi.
- Ünal, Ç. (2004). *Şenkaya'nın Coğrafi Etüdü*. Aktif Kitabevi, Erzurum.
- Yıldız, C. (2016). *Yarı Kurak İklim Bölgelerinde Farklı Bakı Koşullarına Sahip Yamaçlarda Erozyon Süreçlerinin İncelenmesi (Akziyaret - Şanlıurfa)*. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Yılmaz, E. (2006). *Çamlıdere Barajı Havzasında Erozyon Problemi ve Risk Analizi*. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Yılmaz, H. (1985). "Olur (Erzurum) Yöresinin Jeolojisi". *KTÜ Yer Bilimleri Dergisi*, 4, 1-2, 23-41.
- Yılmaz, Ö. (1997). "Aras Yarma Vadisi ve Yakın Çevresinin Jeomorfolojisi ile Morfotektonik Evrimi (Kuzeydoğu Anadolu)". *Türk Coğrafya Dergisi*, Sayı: 32, 121-142.
- Yılmaz, Y. (1985). "Magmatic Activity in Geological History of Turkey and its Relation to Tectonic Evaluation". *20-21 February Ketin Symposium*. Turkish Geology Institution, Ankara.
- Ypsilantis, B. (2011). *Upland Soil Erosion Monitoring and Assessmand: An Overview*. Bureau of Land Management Environmental Quality and Protection, Technical Note: 438, Washington.
- Zobeck, T. M., & Van Pelt, R. S. (2005). *Erosion/WindInduced. Encyclopedia of Soils in the Environment*, 470-478.
- Wilcox, B.P., & Wood, M.K. (1988). "Factors Influencing Interrill Erosion from Semiarid Slope in New Mexico," *Net Mexico Agricultural Experiment Station Journal*, Article No: 1390.

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve SOYADI	Ahmet GÖKHAN
EĞİTİM DURUMU	
Mezun Olduğu Lise	Atatürk Lisesi
Lisans Diploması	Atatürk Üniversitesi
Tezsiz Yüksek Lisans Diploması	Atatürk Üniversitesi
Dönem Proje Konusu	
Tezli Yüksek Lisans Diploması	
Tez Konusu	Penek Çayı Havzası'nda Sedimanter Litolojik Birimlerdeki Erozyon Oranının Belirlenmesi
Doktora Diploması	
Tez Konusu	
Yabancı Dil / Diller	İngilizce
BİLİMSEL FAALİYETLER	
İŞ DENEYİMİ	
Stajlar	
Projeler	
Çalıştığı Kurumlar	Millî Eğitim Bakanlığı, Özel Final Dergisi Dershaneleri, Özel Başarın Dershaneleri, Özel Sınav Dershaneleri, Özel Bilkent Laboratuvar Lisesi, Özel İdealdoruk Dershaneleri.