



**TORTUM ÇAYI HAVZASI'NIN POTANSİYEL
JEOSİT DESTİNASYONLARI VE BUNLARIN
JEOTURİZM DEĞERİ**

Emrah ATAR

**Yüksek Lisans Tezi
Coğrafya Anabilim Dalı
Prof. Dr. İbrahim KOPAR
2020
Her Hakkı Saklıdır**

T.C
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANABİLİM DALI

Emrah ATAR

TORTUM ÇAYI HAVZASI'NIN POTANSİYEL JEOSİT
DESTİNASYONLARI VE BUNLARIN JEOTURİZM DEĞERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEZ YÖNETİCİSİ
Prof. Dr. İbrahim KOPAR

ERZURUM – 2020



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
TEZ BEYAN FORMU



10/01 /2020

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

BİLDİRİM

Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Uygulama Esaslarının ilgili maddelerine göre hazırlamış olduğum "**TORTUM ÇAYI HAVZASI'NIN POTANSİYEL JEOSİT DESTİNASYONLARI VE BUNLARIN JEOTURİZM DEĞERİ**" adlı tezin tamamen kendi çalışmam olduğunu ve her alıntıya kaynak gösterdiğimi taahhüt eder, tezimin kâğıt ve elektronik kopyalarının Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü arşivlerinde aşağıda belirttiğim koşullarda saklanması için verdiğimi onaylarım:

Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Uygulama Esaslarının ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim *.

- ☐ Tezimin/Raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir.
- ☒ Tezimin/Raporumun makale için **altı ay**, patent için **iki yıl** süreyle erişiminin ertelenmesini istiyorum.

10.01.2020

Emrah ATAR

* LİSANSÜSTÜ TEZLERİN ELEKTRONİK ORTAMDA TOPLANMASI, DÜZENLENMESİ VE ERİŞİME AÇILMASINA İLİŞKİN YÖNERGE

.....
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

Çeşitli ve Son Hükümler

Lisansüstü tezlerin erişime açılmasının ertelenmesi **MADDE 6– (1)** Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.

(2) Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internetten paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkanı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.

Gizlilik dereceli tezler MADDE 7– (1) Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlerle ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.

(2) Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir.

F-83/00/22.12.2016



**T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**



TEZ KABUL TUTANAĞI

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Prof. Dr. İbrahim KOPAR danışmanlığında, Emrah ATAR tarafından hazırlanan bu çalışma 10.01.2020 tarihinde aşağıda isimleri yazılı jüri tarafından. Coğrafya Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan :Prof. Dr. Mehmet ZAMAN

İmza:

Jüri Üyesi :Dr. Öğretim Üyesi Pınar POLAT

İmza:

Jüri Üyesi :Prof. Dr. İbrahim KOPAR

İmza:

Prof. Dr. Sait UYLAŞ

Enstitü Müdürü

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	IV
ABSTRACT	V
KISALTMALAR DİZİNİ	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	VIII
TABLolar DİZİNİ	X
FOTOĞRAFLAR DİZİNİ	XII
ÖNSÖZ.....	XV
GİRİŞ	1
I. TORTUM ÇAYI HAVZASI’NIN KONUMU	1
II. YÖNTEM VE MATERYAL.....	2
III. LİTERATÜR ÖZETİ.....	3

BİRİNCİ BÖLÜM

JEOLOJİK KORUMA KAVRAM VE TERİMLERİ

1.1. KAVRAMSAL ÇERÇEVE	7
1.1.1. Jeolojik Miras	7
1.1.1.1. Jeolojik Mirasın Korunması İçin Yapılan Ulusal ve Uluslararası Çalışmalar	7
1.1.2. Jeosit.....	9
1.1.4. Jeotop	11
1.1.5. Jeoçatı.....	11
1.1.6. Jeoenvanter.....	11
1.1.7. Jeoyol	11
1.1.8. Jeotur	11
1.1.9. Jeodeğer.....	12
1.1.10. Jeoçeşitlilik.....	12
1.1.11. Jeoturizm	12

İKİNCİ BÖLÜM
TORTUM ÇAYI HAVZASI'NIN ANA ÇİZGİLERİYLE DOĞAL ÇEVRE
ÖZELLİKLERİ

2.1. JEOLojİK ÖZELLİKLER.....	16
2.1.1. Paleozoyik	16
2.1.2. Mesozoyik	19
2.1.3. Senozoyik	20
2.1.4. Kuvaterner	22
2.1.5. Tektonik	22
2.2. JEOMORFOLOJİK ÖZELLİKLER	23
2.2.1. Dağlar	24
2.2.2. Vadiler	24
2.2.3. Heyelanlar ve Heyelan Gölleri	27
2.3. İKLİM ÖZELLİKLERİ.....	30
2.3.1. Giriş	30
2.3.2. İklim Elemanları.....	33
2.3.2.1. Sıcaklık	33
2.3.2.2. Atmosfer Basıncı	42
2.3.2.3. Rüzgârlar	45
2.3.2.4. Nem ve Bulutluluk	53
2.3.2.5. Yağış.....	57
2.4. HİDROGRAFİK ÖZELLİKLER	63
2.5. TOPRAK ÖZELLİKLERİ	69
2.6. BİTKİ ÖRTÜSÜ ÖZELLİKLERİ	73

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM
POTANSİYEL JEOSİT DESTİNASYONLARI

3.1. MESCİT DAĞI BUZUL ŞEKİLLERİ.....	79
3.2. DEVRE DAĞI HEYELANI VE HEYELAN GÖLLERİ.....	84
3.3. ZÖK GÖLÜ VE YÜZEN ADALAR	89
3.4. TORTUM BOĞAZ VADİSİ VE KANYON BENZERİ YARMA VADİLER .	91
3.5. TORTUM HEYELAN SETİ GÖLÜ VE SİLT EGEMEN DELTA.....	95

3.6. TORTUM ŞELALESİ VE DEV KAZANI	101
3.7. UZUNKAVAK ŞELALESİ	102
3.8. MEVSİMLİK ŞELELE VE ÇAĞLAYANLAR.....	103
3.9. YEDİGÖLLER (YIKIKLAR) HEYELAN ENKAZI GÖLLERİ	108
3.10. BOĞULMUŞ KOY VE SARP YAMAÇLAR.....	110
3.11. KIRGIBAYIR (BADLANDS) TOPOĞRAFYASI VE PERİBACALARI ...	111
3.12. KIVRIMLI TEKTONİK YAPIYA ÖZGÜ KIVRIM DESENLERİ.....	115
3.13. PİRAMİDAL ZİRVELER	116
3.14. RENKLİ ORGANOJEN TORTUL TABAKALAR.....	116
3.15. YASTIK (PİLLOW)LAV YAPILARI	117
1.16. GELİN KAYASI VE DAYKLAR	118
 DESTİNASYONLARIN JEOTURİZM DEĞERİ.....	 120
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	125
KAYNAKÇA	127
ÖZGEÇMİŞ.....	136

ÖZET**YÜKSEK LİSANS TEZİ****TORTUM ÇAYI HAVZASI'NIN POTANSİYEL JEOSİT DESTİNASYONLARI
VE BUNLARIN JEOTURİZM DEĞERİ****Emrah ATAR****Tez Danışmanı: Prof. Dr. İbrahim KOPAR****2020, 136 Sayfa****Jüri: Prof. Dr. İbrahim KOPAR****Prof. Dr. Mehmet ZAMAN****Dr. Öğr. Üyesi Pınar POLAT**

Herhangi bir jeolojik veya jeomorfolojik süreç içerisinde oluşmuş ve oluşumundan itibaren geçirmiş olduğu evreleri anlayabilmek için özel bir öneme sahip yer şekli, yapı, istif, kaya, fosil topluluğu vb. bilimsel değeri ve görsel estetiği yüksek oluşumlar jeosit olarak tanımlanmaktadır. Jeolojik miras kapsamında değerlendirilen bu yapılar sahip oldukları özelliklerden dolayı yüksek jeoturizm değerine sahiptir.

Bu çalışmada Karadeniz Bölgesi'nin Doğu Karadeniz Bölümü'nde yer alan Tortum Çayı Havzası'nın jeosit kavramının daha iyi anlaşılmasına dayanak teşkil edecek başlıca fiziki coğrafya özellikleri açıklanmış, havzada belirlenmiş jeositler bulundukları konum ile birlikte tanımlanmış ve tüm havzayı kapsayacak ölçekte jeosit destinasyonları haritası üretilmiştir.

Jeopark olma yolunda en yakın adaylardan biri olan ve bünyesinde jeolojik miras alanı niteliği taşıyan çok sayıda jeosit destinasyonu bulunduran Tortum Çayı Havzası'nın jeoturizme kazandırılması gereklidir. Böylece hem doğal yapı yok olma tehdidi altında kalmayarak korunacak hem de bölgenin ekonomik kalkınmasına büyük katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Tortum Çayı Havzası, Jeosit, Jeolojik Miras, Jeoturizm, Jeopark, Milli Park, Erzurum, Tortum, Uzundere, Yusufeli, Artvin.

ABSTRACT**MASTER THESIS****POTANTIAL GEOSITE DESTINATIONS OF TORTUM RIVER BASIN AND
THEIR GEOTOURISM VALUE****Emrah ATAR****Advisor: Prof. Dr. İbrahim KOPAR****2020, 136 Pages****Jury: Prof. Dr. İbrahim KOPAR****Prof. Dr. Mehmet ZAMAN****Assist. Prof. Dr. Pınar POLAT**

In order to understand the phases that have been formed in any geological or geomorphological process and have undergone the formation since its formation, the site shape, structure, sequence, rock, fossil community and so on. The formations with high scientific value and visual aesthetics are defined as geocytos. These structures, which are evaluated within the scope of geological heritage, have high geotourism value due to their properties.

In this study, the main physical geography features of the Tortum River Basin in the Eastern Black Sea Region of the Black Sea Region.

One of the closest candidates on the way to becoming a geopark, Tortum River Basin, which contains a large number of geosite destinations within the scope of geological heritage, needs to be brought into geotourism. Thus, the natural structure will be protected by not being threatened with extinction and will contribute greatly to the economic development of the region.

Key Words: Tortum River Basin, Geosite, Geopark, Geotourism, Erzurum, Tortum, Uzundere, Yusufeli, Artvin.

KISALTMALAR DİZİNİ

cm	: Santimetre
cP	: Kontinental polar
cT	: Kontinental tropikal
DATUR	: Doğu Anadolu Turizm Geliştirme Projesi
dk	: Dakika
DSİ	: Devlet Su İşleri
E	: Doğu
ha	: Hektar
HES	: Hidroelektrik Santrali
HGK	: Harita Genel Komutanlığı
JEMİRKÖ	: Jeolojik Mirası Koruma Derneği
KAF	: Kuzey Anadolu Fay Hattı
kg	: Kilogram
Km	: Kilometre
Km²	: Kilometrekare
KUDAKA	: Kuzeydoğu Anadolu Kalkınma Ajansı
m	: Metre
m³	: Metreküp
mb	: Milibar
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
mm	: Milimetre
mP	: Maritim polar
mT	: Maritim tropikal
MTA	: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
N	: Kuzey
NE	: Kuzeydoğu
NNE	: Kuzey-Kuzeydoğu
NNW	: Kuzey-Kuzeybatı
NW	: Kuzeybatı
PROGEO	: Avrupa Jeolojik Mirası Koruma Birliği (The European Association for the Conservation of the Geological Heritage)

S	: Güney
SE	: Güneydoğu
sn	: Saniye
SSE	: Güney-Güneydoğu
SSW	: Güney-Güneybatı
SW	: Güneybatı
TKDK	: Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu
TÜSİAD	: Türkiye Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği
UNESCO	: Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Kurumu (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization)
W	: Batı
WTO	: Dünya Turizm Örgütü

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Lokasyon haritası.....	1
Şekil 2.1. Tortum Çayı Havzası'nın jeoloji haritası.	17
Şekil 2.2. Jeoloji haritası açıklamaları.	18
Şekil 2.3. Tortum Çayı Havzası'nın jeomorfoloji haritası.....	25
Şekil 2.4. Tortum Çayı Havzası'nın fiziki haritası.	26
Şekil 2.5. Tortum Çayı Havzası'nın eğim haritası.....	29
Şekil 2.6. Tortum Çayı Havzası'nın bakı haritası.....	32
Şekil 2.7. Tortum İlçesi'nde aylık ortalama, aylık ortalama maksimum, aylık ortalama minimum, aylık en yüksek ve en düşük sıcaklıkların aylara göre değişimi.	35
Şekil 2.8. Tortum Çayı Havzası'nın yıllık ortalama sıcaklık haritası.....	36
Şekil 2.9. Uzungözü İlçesi'nde aylık ortalama, aylık ortalama maksimum, aylık ortalama minimum, aylık en yüksek ve en düşük sıcaklıkların aylara göre değişimi.	38
Şekil 2.10. Yusufeli İlçesi'nde aylık ortalama, aylık ortalama maksimum, aylık ortalama minimum, aylık en yüksek ve en düşük sıcaklıkların aylara göre değişimi.	40
Şekil 2.11. Araştırma sahasında don olaylı günlerin aylara göre dağılışı.....	42
Şekil 2.12. Araştırma sahasında don olaylı günlerin mevsimlere göre dağılışı.....	42
Şekil 2.13. İstasyonların ortalama basınç değerleri.	45
Şekil 2.14. Tortum'un yıllık rüzgâr gülü diyagramı.	47
Şekil 2.15. Tortum'un mevsimlere göre rüzgâr frekans değerleri.	48
Şekil 2.16. Uzungözü'nin yıllık rüzgâr gülü diyagramı.	49
Şekil 2.17. Uzungözü'nin mevsimlere göre rüzgâr frekans değerleri.	50
Şekil 2.18. Yusufeli'nin yıllık rüzgâr gülü diyagramı.	51
Şekil 2.19. Yusufeli'nin mevsimlere göre rüzgâr frekans değerleri.	52
Şekil 2.20. Araştırma sahasında ortalama bağıl nem oranlarının aylık değişimi.....	55
Şekil 2.21. Tortum'da aylara göre ortalama bulutluluk derecesi.	56
Şekil 2.22. Araştırma sahasında ortalama yağış tutarlarının aylara göre değişimi.	59
Şekil 2.23. Araştırma sahasında ortalama yağışlı günlerin aylık değişimi.	61

Şekil 2.24. Tortum’da ortalama kar yağışlı gün ve ortalama karla örtülü gün sayılarının aylık değişimi.	62
Şekil 2.25. Tortum Çayı Havzasında bazı akarsuların akım değerlerinin aylık değişimi.	67
Şekil 2.26. Tortum Çayı Havzası’nın hidrografi haritası.	68
Şekil 2.27. Tortum Çayı Havzası’nın toprak dağılışı haritası.	71
Şekil 2.28. Tortum Çayı Havzası’nın doğal bitki örtüsü haritası.	74
Şekil 3.1. Tortum Çayı Havzası’nın Jeosit Destinasyon Haritası.....	81
Şekil 3.2. Devre Dağı ve yakın çevresinin fiziki haritası.	85
Şekil 3.3. Tortum Boğaz Vadisi ve yakın çevresinin fiziki haritası	92



TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 2.1. Tortum’da aylık ortalama, ortalama maksimum, ortalama minimum, en yüksek ve en düşük sıcaklıkların değişimi.	34
Tablo 2.2. Uzundere’nin aylık ortalama, aylık ortalama maksimum, aylık ortalama minimum, aylık en yüksek ve en düşük sıcaklıkların aylara göre değişimi.	37
Tablo 2.3. Yusufeli’nde aylık ortalama, aylık ortalama maksimum, aylık ortalama minimum, aylık en yüksek ve en düşük sıcaklıkların aylara göre değişimi.	39
Tablo 2.4. Araştırma sahasında don olaylı günleri sayısı.....	41
Tablo 2.5. Tortum’da ort. basınç, en yüksek basınç ve en düşük basıncın aylık değişimi.	43
Tablo 2.6. Uzundere’de ort. basınç, en yüksek basınç ve en düşük basıncın aylık değişimi.	44
Tablo 2.7. Yusufeli’nde ort. basınç, en yüksek basınç ve en düşük basıncın aylık değişimi.	44
Tablo 2.8. Tortum, Uzundere ve Yusufeli’nde çeşitli yönlerden esen rüzgârların esme sayıları ve yüzdelik frekans değerleri.	46
Tablo 2.9. Tortum’da etkili rüzgarların aylık ortalama, aylık maksimum hızları ve aylara göre hâkim rüzgar yönleri.	48
Tablo 2.10. Uzundere etkili rüzgârların aylık ortalama, aylık maksimum hızları ve aylara göre hâkim rüzgâr yönleri.	51
Tablo 2.11. Yusufeli’nde etkili rüzgârların aylık ortalama, aylık maksimum hızları ve aylara göre hâkim rüzgâr yönleri.....	53
Tablo 2.12. Tortum, Uzundere ve Yusufeli’nde aylık ortalama bağıl nem oranları (%) aylık değişimi.	54
Tablo 2.13. Tortum’un aylık ortalama bulutluluk oranları, ortalama bulutlu gün ve açık gün sayıları.	56
Tablo 2.14. Tortum ve Yusufeli’nde ortalama sisli gün sayısının aylık değişimi.....	57
Tablo 2.15. Havzadaki meteoroloji istasyonlarında ortalama yağışın aylık değişimi ve yıllık ortalama tutarları.	59

Tablo 2.16. Tortum, Uzundere ve Yusufeli meteoroloji istasyonlarında ortalama yağışın mevsimsel tutar ve oranları.....	60
Tablo 2.17. İstasyonlarda ortalama yağışlı gün sayılarının aylara göre dağılışı.	60
Tablo 2.18. Tortum’da ortalama kar yağışlı gün, ortalama kar örtülü gün ve ortalama kar örtüsü kalınlıklarının aylık değişimi.	61
Tablo 2.19. Yusufeli’nde ortalama kar yağışlı gün sayılarının aylara göre değişimi.....	62
Tablo 2.20. Tortum Çayı ve bazı kollarının akım (m ³ /sn) değerleri (1979-2015).	66



FOTOĞRAFLAR DİZİNİ

Fotoğraf 2.1. Tortum Çayı dar ve derin bir vadi içinde yol almaktadır.	64
Fotoğraf 2.2. Tortum Çayı ile Oltu Çayı, Çoruh Nehri'ne ulaşmadan önce Sukavuşumu adı verilen mevkide birleşmektedir.	66
Fotoğraf 2.3. Tortum Çayı Havzası'nda orman formasyonunun en fazla rastlanılan türünü Sarıçam'lar teşkil etmektedir.	76
Fotoğraf 3.1. Cittaslow Uzundere.	79
Fotoğraf 3.2. Mescit Dağı doruğunun (3239 m) batısında, 12 km ² alan, 5,62 km uzunluk, 2,44 km genişliğinde olan Yedigöller ana sirki ve glasiyal çanakta yer alan sirk göllerinin uydu görüntüsü üzerinden genel görünümü.	80
Fotoğraf 3.3. Sert karasal iklim şartları altında fiziksel parçalanmaya uğramış kaya ve Mescit Dağı doruğunun batı yamacında, 178 m uzunluk, 97 m genişlikte olan sirk gölü Yedigöller glasiyal çanağında yer almaktadır.	82
Fotoğraf 3.4. Yedigöller ana sirkinin kuzey yamaçlarında, 205 m uzunluk ve 185 m genişliğe sahip sirk gölü, 800 m batısında olan sirk gölünün fazla sularından oluşmuştur ve gideğeninden akan sular diğer göllerin gideğenlerinden akan sularla birleşerek Yedigöller Deresi adını aldıktan sonra Tortum Çayı'na bağlanmaktadır.	83
Fotoğraf 3.5. Yedigöller glasiyal çanağının kuzeyinde uzanan Yedigöller Deresi'nin yukarı çıkırında tipik bir glasiyal tekne vadi gelişmiştir.	84
Fotoğraf 3.6. Devre Dağı ve çevresine ait yerçekillerinden görünüm	86
Fotoğraf 3.7. Devre Dağı Heyelan Set Gölleri.....	88
Fotoğraf 3.8. Zök Dağı Kütlesinde oluşan bir heyelan kompleksindeki heyelan gölü içinde yüzen adalar yer almaktadır.	90
Fotoğraf 3.9. Zök Gölü'nde yedi adet yüzen ada bulunmaktadır.	91
Fotoğraf 3.10. A. Tortum Çayı Hatka Deresi ile birleştikten sonra açtığı Çağlayanlı Kanyonu'ndan geçip eski ana yatağına ulaşmaktadır. Uzunluğu 600 m olan kanyonun genişliği ortalama 30 m, yükseltisi ise ortalama 170 m'dir (B, C, D). Tortum Boğaz Vadisi'nin farklı noktalardan görünümü. Tortum Çayı, ana yapıya uyumsuz bir şekilde menderesler resmederek	

akmaktadır ve bu durum vadinin buklümlü ve gömülü bir görünümüne sahip olmasına neden olmuştur.	93
Fotoğraf 3.11. Yukarı Sivri Çayı Vadisi'nden bir görünüm.	94
Fotoğraf 3.12. Cevizli Kanyon Vadisi'nden bir görünüm.	95
Fotoğraf 3.13. Kemerlidağ heyelanlı kütlesi.	96
Fotoğraf 3.14. Türkiye'nin en büyük heyelan set gölü (Duman, 2009) olan Tortum Gölü'nün Çağdet Dağı (2502 m) üzerinden görünümü.	97
Fotoğraf 3.15. Tortum Heyelan Set Gölü ve heyelan settinin Bozburun Yarımadası'ndan görünümü.	98
Fotoğraf 3.16. Tortum Gölü'nün sedimantasyon sahasında siltli killi unsurların birikmesiyle oluşan büyük bir delta bulunmaktadır.	99
Fotoğraf 3.17. Bozburun Yarımadası.	100
Fotoğraf 3.18. Tortum Heyelan Seti Gölü üzerinde yelken, kano, kayak ve sandal gezintisi gibi birçok aktivite sürdürülmektedir.	100
Fotoğraf 3.19. Tortum Heyelan Seti Gölü'nün batısında bulunan Erzurum – Artvin Karayolu üzerinde Pirinkayalar mevkiine 2019'un Ocak ayında inşaatı tamamlanan, 12,3 m uzunluk, 6 m genişliğiyle Türkiye'nin en uzun ve en geniş alana sahip cam seyir terası ve kafeteryası kurulmuştur. Aynı zam anda Türkiye'de göl tabanlı bir vadiye kurulan ilk seyir terası niteliğini taşıyan Tortum Gölü Cam Terası (Fyord Park), inşa edildiği konum itibarıyla göl ve vadi için en iyi bakış açısını sunması ile birlikte yerden 143 m yüksekliği ile ziyaretçilerine adrenalin açısından farklı deneyimler kazandırmaktadır.	101
Fotoğraf 3.20. Tortum Şelalesi döküldüğü yerde büyük bir dev kazanı meydana getirmiştir.	102
Fotoğraf 3.21. Uzunkavak Şelalesi 45 m yüksekliğe sahiptir.	103
Fotoğraf 3.22. Uzunkavak Şelalesi ve Sarı Gelin Çağlayanı kış aylarında donarak, yan yana gelişen ve tabanda birleşen büyük bir buz duvarı oluşturmaktadır.	105
Fotoğraf 3.23. Su Dökülen Çağlayanı'ndan bir görünüm.	108
Fotoğraf 3.24. (a) Yedigöller'in güneyden genel görünümü (Fotoğraf-a: Orhan, 2008) (b) Karagöl ve göle dökülen mevsimlik çağlayandan bir görünüm.	109

Fotoğraf 3.25. Tortum Heyelan Set Gölü üzerinde boğulmuş koy ve dik yamaçlar. ..	110
Fotoğraf 3.26. Gölün doğu kıyısında Çağlayan Dağı'nın göle bakan batı yamacında gelişen peribacaları ve badlands topoğrafyasından bir görünüm.	113
Fotoğraf 3.27. Çağdet Dağı'nın göle bakan doğu yamacında gelişen badlands topoğrafyası ve peribacalarından bir görünüm.	114
Fotoğraf 3.28. Tortum Çayı Havzası'ndaki potansiyel jeosit destinasyonları	117
Fotoğraf 3.29. Tortum İlçe Merkezi'nin doğusunda bir fissür boyunca yükselen akıcı bazik lavların topoğrafyayı örtmesi ve zamanla çevresinin aşınması sonuncunda volkanik unsurlar ortaya çıkmıştır.	118
Fotoğraf 3.30. Fissür boyunca yükselen ve yüzeye çıkamadan soğuyarak katılaştan iç püskürük kayalardan olan dayktan bir görünüm.	119

ÖNSÖZ

“Tortum Çayı Havzası’nın Potansiyel Jeosit Destinasyonları ve Bunların Jeoturizm Değeri” adını taşıyan Yüksek Lisans çalışmasında, jeosit, jeolojik miras gibi konuya temel çerçeve oluşturan kavramlar açıklanmış, Tortum Çayı Havzası’ndaki doğal çevreyi meydana getiren jeolojik yapı, jeomorfolojik birimler, iklim, toprak ve doğal bitki örtüsü özellikleri incelenmiş ve son olarak havzada belirlenen potansiyel jeositler tanıtılmış ve bu suretle araştırma sahasının jeoturizm değeri ortaya koyulmuştur.

Yetişmemde emeği olan tüm hocalarıma ve Yüksek Lisans sürecinde danışmanlığımı üstlenen Prof. Dr. İbrahim KOPAR’a teşekkür ediyorum. Ayrıca çalışmalarım sırasında yardımlarını esirgemeyen Tortum Kaymakamı Sayın Şaban Arda YAZICI ve Uzundere Kaymakamı Sayın Hakan ŞEKER ile yöre halkına teşekkür ediyorum.

Bugünlere gelmemde büyük emeği olan ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili aileme sonsuz teşekkür ederim.

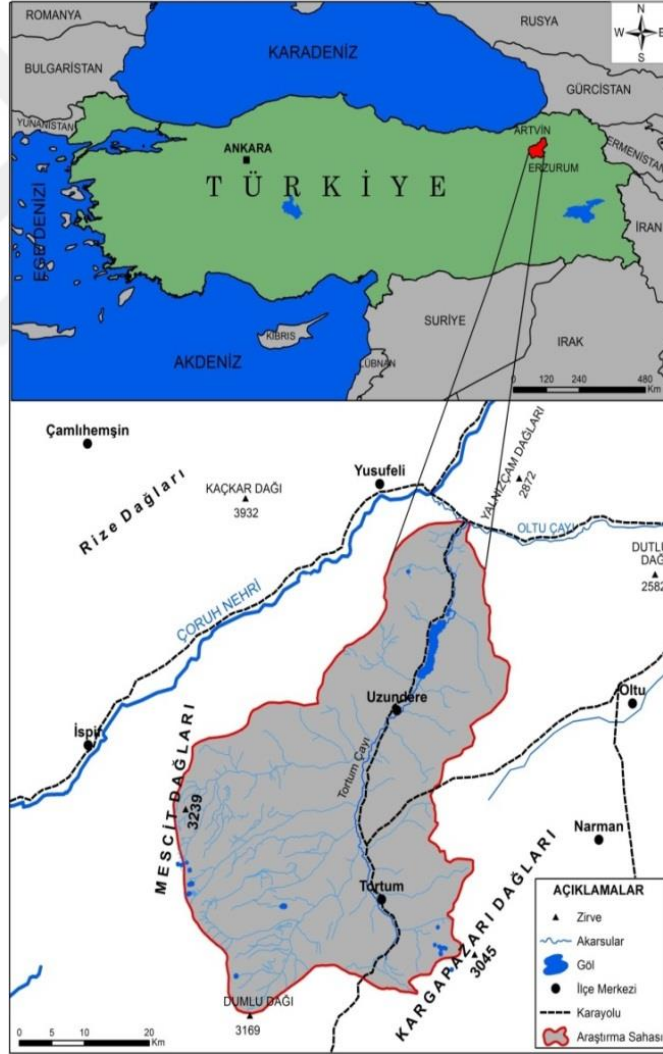
Erzurum–2019

Emrah ATAR

GİRİŞ

I. TORTUM ÇAYI HAVZASI'NIN KONUMU

Tortum Çayı Havzası, Doğu Anadolu Bölgesi'nin Erzurum-Kars Bölümü ile Karadeniz Bölgesi'nin Doğu Karadeniz Bölümü sınırları içerisinde yer almaktadır. Kabaca 40° 10' - 40° 50' kuzey enlemleriyle, 41° 10' - 41° 43' doğu boylamları arasında kalan havza arazisinin idari bakımdan büyük bir bölümü, Erzurum İl sınırları içinde yer almaktadır. Küçük bir bölümü ise Artvin İl idari sınırları içerisinde kalmaktadır. İdari bakımdan araştırma sahası; batıdan İspir, kuzeybatıdan Yusufeli, kuzeydoğudan Oltu, doğudan Narman, güneyden ise Yakutiye ilçeleri ile çevrilidir (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Lokasyon haritası.

Toplam su toplama alanı 1956,6 km² olan havzanın kuzey güney yönlerinde; Tortum Çayı'nın Oltu Çayı ile birleştiği su kavuşum noktası ile Kargapazarı Dağları (3090 m) arasındaki kuş uçuşu uzunluğu 71 km'dir. Doğudan batıya ise; Devre Dağı (2916 m) ile Mescit Dağı (3239 m) arasındaki kuş uçuşu mesafe 50 km'dir. Bu havzanın doğu batı yönünde en geniş alanını teşkil etmektedir. Tortum Çayı'nın Tortum Gölü'nden çıktıktan sonra dar ve derin bir vadi oluşturmuş olduğu kuzey kesimlerinde ise havzanın doğu batı yönünde kuş uçuşu uzunluğu 9 km'dir.

II. YÖNTEM VE MATERYAL

Coğrafi düşüncenin temel yöntemlerinden olan gezi-gözlem yöntemi, sahada yapılan çalışmada izlenen asıl yöntemdir. Bu amaç doğrultusunda ilk olarak bir plan hazırlanmış ve bu plana göre çalışma, ofis ve arazi olmak üzere iki aşamaya ayrılmıştır. Saha ve yakın çevresiyle ilgili geniş bir literatür taraması yapılarak yararlanılacak kaynaklar belirlenmiştir. Daha sonra araştırma sahasına gidilerek, Harita Genel Komutanlığı (HGK) tarafından hazırlanan 1/100.000 ölçekli havzanın topoğrafya haritalarına unsurlar işaretlenmiş ve notlar alınmıştır. Arazi dönüşünde ise sahada tespit edilmiş olan unsurlar eldeki literatür ile karşılaştırılıp değerlendirilmiştir. Arazide gerçekleştirilen gezi-gözlem ve literatür taramasından elde edilen veriler ışığında, Coğrafyanın temel ilkelerine (dağılışı, bağlantı ve neden-sonuç) bağlı kalarak çalışmanın son aşaması olan yazım aşaması gerçekleştirilmiştir.

Araştırma sahası için üretilen haritaların yapımında ilk olarak, araştırma sahasını kapsayan DEM "*Dijital Elevation Model*" (*Sayısal Yükselti Modeli*) adı verilen veri Global Mapper Programı ile indirilmiştir. Daha sonra dem verisi ArcGIS 10.4.1 Programı'nın ArcMap arayüzünde açılmıştır. Açılan DEM verisi üzerinden sahanın kabartması, eğimi, bakışı, eşyükselti eğrisi üretilmiştir. Üretilen bu veriler haritaların yapımında kullanılmış olup DEM verisini de transparanını %15 artırarak altta kabartma katmanı, üste ise zirve, akarsu, göl, eş yükselti eğrisi, yerleşme vb. katmanları eklenerek havzanın fiziki ve diğer haritalar üretilmiştir. Sahanın Jeoloji haritasının altlığı MTA'dan temin edilmiştir. Jeomorfoloji ve jeosit destinasyonları haritaları ise arazi çalışmaları ve topoğrafya haritalarından yararlanılarak hazırlanmıştır. Çalışmada izah edilen hususların daha kolay anlaşılması amacıyla haritaların yanı sıra tablo, grafik ve resim gibi görsellerden yararlanılmıştır.

III. LİTERATÜR ÖZETİ

Lahn (1944), Tortum Gölü ve yakın çevresinin jeolojik ve topoğrafik haritasını oluşturarak ve göl ve şelalenin oluşumu, özellikleri ve yakın çevresinin jeomorfolojisi ile ilgili araştırma yapmıştır.

Acar (1975), çalışmasında Tortum İlçe Merkezi ve yakın çevresinin jeolojik ve jeomorfolojik özelliklerini incelemiş olup araştırma sahasında gerçekleştirilen ilk detaylı çalışmalardan biridir. Sahanın rölyefi “yüksek alanlar (*dağlar, tek tepeler, yüksek düzlükler, alçak düzlükler, yamaçlar ve lav örtüsü basamağı*) ve çukur alanlar (*vadiler, vadi taban düzlükleri, sekiler, koniler ve heyelan alanları*)” olmak üzere iki başlık altında incelenmiştir.

Atalay (1979-1980), Tortum Gölü ve yakın çevresinin fiziki çevre özellikleriyle gölün hidrografik özelliklerini ele alan detaylı bir çalışma sunmuştur.

Aksoy (1981), araştırma sahasının vejetasyonunu üzerinde durmuş ve havzanın güney kesimlerinin İran – Turan kökenli step türlerine, kuzey kesimlerinin ise Avrupa – Sibirya kökenli ve Akdeniz flora bölgesine ait bitkilere sahip olduğunu açıklamıştır.

Atalay (1984), Mescit Dağı (3239 m) üzerinde gelişen buzullaşma ve bu buzullaşmanın etkisiyle oluşan yerşekillerinin özelliklerini ortaya koyan bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada özellikle aşındırma şekillerinden sirkler, sirk gölleri, tekne vadilerin özelliklerine ayrıntılı yer vermiş ve sahanın Pleyistosen’de durumunu ortaya koyan belgeler sunmuştur. Atalay çalışmasında Mescid Dağı üzerinde beş adet büyük sirk (*Yedigöller, Küçük Dere kabul havzasındaki sirkler, Viranşehir sirkleri, Koğan Havzası’ndaki sirkler ve Eski Yayla Mevkii sirkleri*) bulunduğunu ortaya koymuştur.

Atalay vd. (1985)’nin hazırladığı bu çalışmada Karadeniz Bölgesi’nin Doğu Karadeniz Bölümü ile Doğu Anadolu Bölgesi’nin Erzurum–Kars Bölümü’nü kapsayan ve yaklaşık 37.000 km² alana sahip Kuzeydoğu Anadolu’nun ekosistem özellikleri araştırılmıştır.

Atalay (1988), yaptığı çalışmada Tortum Gölü çevresinin fiziki (*jeoloji, jeomorfoloji, iklim, toprak ve bitki örtüsü*) ve beşeri coğrafya (*yerleşme, nüfus ve ekonomik*) özellikleri ayrıntılı şekilde ele alınmıştır.

Yılmaz (1991), Tortum ilçe merkezinin beşeri ve ekonomik coğrafya özellikleri bir tez kapsamında ele alınmıştır.

Tozlu (1997), 1889 yılında Devre Dağı'nda meydana gelen heyelanın tarihsel kaynaklara dayalı gelişimi üzerine kaynaklardan derlediği önemli bilgileri aktaran bir çalışma hazırlamıştır. Çalışmada eski adı Aşağı Hinzorik Köyü olan Taşoluk köyünde heyelan sonucu köyün kayan materyal altında kaldığını ve bu olay sonucunda 145 kişinin hayatını kaybettiğini duyurmuştur. Makalede yörede ozanlar tarafında heyelanı anlatan deyişler ve şiirlere de yer verilmiştir.

Doğanay ve Alim (2003) tarafından hazırlanan makalede Tortum Heyelan Seti Gölü'nün kuzeyinde heyelan kütesinden sızan göl sularının Yıkıklar Mevkii'nde oluşturduğu göller ve yakın çevresinin çevre düzenlemeleri hakkında bilgiler vermiştir.

Atalay (2005)'in bu çalışmasında Kuvaterner'de meydana gelen iklim değişiklikleri ve bunun ülkemiz doğal ortamı üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Son Buzul Çağı'nda Mescit Dağı da dâhil olmak üzere Doğu Karadeniz Dağları'nın 2400 m'yi aşan kesimlerinde buzullaşmalar meydana geldiğine atıf yapılmıştır.

Bulut, Kopar ve Zaman (2008) tarafından hazırlanan makalede Tortum İlçe Merkezi'nin 2 km güneydoğusunda bulunan Zök Gölü ve göl yüzeyinde yüzer durumda biri büyük diğerleri küçük 7 adet yüzer kütlelerin özellikleri tanıtılmıştır.

İnan (2008), jeolojik miras kavramının tanımını yaparak ülkemizde jeoturizm değeri yüksek bazı sahaların jeolojik miras alanı ve jeopark olması gerekliliğine değinmiştir.

Orhan (2008), Uzundere ilçesi ve yakın çevresinin ekoturizm potansiyelinin belirlenmesi ve sınıflandırılmasını konu alan bir tez çalışması yapmış ve sahanın zayıf ve güçlü yanlarını değerlendiren bir swot analizine yer vermiştir.

Angin ve Karahan (2009), Tortum Gölü çevresinde son 35 yıllık dönem boyunca su kullanımındaki değişimin kırsal peyzaj bütünlüğü üzerindeki etkilerini incelemiştir. Bu inceleme sonucunda; kültürel ve kırsal peyzaj yapısında, geleneksel mimari türünde, ev tipi su kullanımında belirgin değişiklikler gözlemlemiş, su kaynaklarının evsel atıklarla kirlendiğine değinmiştir.

Duman (2009), Tortum Heyelan Seti araştırmış ve Türkiye'nin en büyük heyelan seti gl olan Tortum Gölü'nün radyokarbon (14C) yaşlandırma tekniği sonuçlarına göre $350-370 \pm 40$ yıl önce oluştuğunu duyurmuştur.

Ilies ve Josan (2009), Dünya leğinde bazı önemli jeosit destinasyonlarını açıklayarak sit, lokasyon, jeosit, jeomorfosit ve relief terimlerini tanımlamış ve bu oluşumların turizme katkılarına değinmiştir.

Karahan ve Orhan (2009), araştırma sahasında suya dayalı rekreasyon aktivitelerinin su ile doğrudan ilişkili (*yelken, su kayağı vb.*) ve su ile dolaylı ilişkili (*kamping, trekking, piknik gibi*) rekreasyon aktiviteleri olarak sınıflandırmış ve özelliklerini ortaya koymuştur.

Karahan vd. (2011), bu çalışmasında Tortum Vadisi'nin bilimsel değeri ve görsel estetiği yüksek oluşumları tanıtılmış ve sahanın jeopark ve jeoturizm açısından zenginlikleri ortaya konulmuştur.

Kopar ve akır (2012), tarafından Tortum Gölü'nün kıyı kuşağındaki, heyelan materyali ve yamaç molozlarında gelişmiş badlands (kırğıbayır) topoğrafyası ve peribacalarının özellikleri ele alınmış ve bunun sahanın jeoturizm potansiyeline katkıları üzerinde durulmuştur.

Kopar ve akır (2013) ın bu makalesinde Tortum Gölü, Tortum Boğaz Vadisi ve yakın çevresinin jeoçeşitlilik derecesi Serrano ve Ruiz Flaņo Yöntemi'nden yararlanarak belirlenmiştir. Araştırma sonucuna göre, jeoçeşitlilik derecesine esas teşkil eden 74 ana unsur tespit edilmiş ve sahanın yüksek jeoçeşitlilik derecesine sahip bir alan olduğu ortaya konulmuştur.

Kopar ve Sevindi (2013), tarafından Tortum Gölü'nün güneybatısındaki 3,29 km²'lik bir alanda meydana gelen aktüel sedimantasyon olayı incelenmiş ve göle her yıl taşınan 3.695.10⁶ ton süspanse sedimanın siltasyona sebep olduğu ve bu durumun gölün faydalı hacmini azalttığı vurgulanmıştır.

Demir ve zer (2014), Türkiye'de koruma altına alınan sahaların seçiminde kullanılan kriterlere göre; Tortum şelalesi'nin önemini belirterek şelale ve evresinin "Tabiat Parkı" olarak koruma altına alınmasını önermiş ve evre düzenlemeleri ile bölgesel ve ulusal ölçekte turizme kazandırılması gerekliliğine vurgu yapmıştır.

Kopar ve akır (2016)'ın bu çalışmasında, Tortum ayı Havaasında kış aylarında çeşitli nedenlerle oluşmuş dikliklerden düşen suların oluşturduğu donmuş şelale ve ağlayanlar üzerinde ilk kez yapılan buz tırmanışları ele alınmış ve buz tırmanışlarının kayak turizmine alternatif bir kış turizmi etkinliğı olabileceğine dair önemli açıklamalar yapılmıştır.



BİRİNCİ BÖLÜM

JEOLOJİK KORUMA KAVRAM VE TERİMLERİ

1.1. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

1.1.1. Jeolojik Miras

Jeolojik ve jeomorfolojik tarihe tanıklık etmiş, olağan dışı görsel özelliğinden dolayı benzerlerinden ayrılan, asla yeniden oluşturulamayacak, yerine konulamayacak ve farklı nedenler sonucunda yok olma tehdidi altında olan doğal unsurlar, jeolojik miras olarak kabul edilmektedir. Jeolojik geçmişin kanıtı bu oluşumlar fosiller, mineraller, madenler, mağaralar, kristaller ve süs taşları gibi her türden jeolojik, jeomorfolojik, volkanik ve karstik oluşumlar, kaplıcalar, peribacaları ve kıyı ve kumul yapıları gibi doğal anıtların tümünü kapsamaktadır. Dolayısıyla jeolojik miraslar, gerek doğal, kültürel ve turistik zenginlik olmaları bakımından bulundukları ülkelere, gerekse de tüm insanlığın geleceğe bırakacağı ortak miraslar olmaları bakımından bütün dünyaya aittir (İnan, 2008: 80).

Yerkabuğunun evriminin anlaşılmasına yardım eden tipik lokaliteler jeolojik miras öğeleridir. Bunlar hem yerkürenin öğrenilmesi hem de yerbilimi eğitimi için gereklidir ve yok olmaları durumunda jeolojik evrimin bir parçası ve bir kaydı silinmektedir (Kazancı, 2001: 4).

1.1.1.1. Jeolojik Mirasın Korunması İçin Yapılan Ulusal ve Uluslararası Çalışmalar

Jeolojik miras alanları konusu, gün geçtikçe daha yaygın ve yeni bir uzmanlık alanı olmuştur. Yeryüzü, başlangıçtan bugüne kadar geçirmiş olduğu tüm evrelere ait izlerin kayıtlı olduğu, açık laboratuvar niteliği taşıyan yüzey şekillerinin korunması gerekmektedir. Eşine az rastlanan bu yüzey şekillerine sahip alanlar; gelecek kuşakların bilimsel çalışmaları ile yaşamsal önem taşıyacağı gibi, insanlığın ortak kaynak değerlerinden olduğu da kabul edilmektedir. Bu anlamda, bulundukları bölgenin büyüklüğüne göre *jeopark*, *jeosit*, *jeotop* kavramları ile ifade edilen bu alanların

korunması amacıyla uluslararası yasal düzenlemeler gerçekleştirilmektedir (Gürler vd., 2009: 11).

Jeolojik miras alanlarının korunması konusunda ilk çalışmalar Paris'te 16 Kasım 1972'de düzenlenen *17. Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü* (UNESCO) Genel Konferansında kabul edilen *Dünya Kültürel ve Doğal Mirasının Korunmasına Dair Sözleşme*'de ortaya konulmuştur. Herhangi bir nedenden dolayı yok olma tehdidi altında olan jeolojik miras alanları Birleşmiş Milletler (BM) ve Birleşmiş Milletler Eğitim Bilim ve Kültür Organizasyonu (UNESCO) bütçesinden sağlanabilecek fon ile uluslararası düzeyde koruma altına alınabileceği de bu sözleşme de yer almıştır. *I. Uluslararası Jeolojik Mirası Koruma Sempozyumu*'nda ilk olarak *Avrupa Jeolojik Mirası Koruma Derneği* (ProGeo) adlı bir dernek oluşturuldu. Sonrasında 1996, 2000 ve 2002'de yapılan toplantıların sonucunda ise daha kapsamlı bir şekilde *Dünya Jeolojik Miras listesi* adlı büyük UNESCO projesi gerçekleşti ve böylece jeolojik miras terimi 2000'li yıllardan itibaren sözcük dağarcığımızda yer edinmeye başlamıştır. (İnan, 2008: 80).

Ülkemizde ise birkaç yıl öncesine kadar alan koruma çalışmaları kapsamında “Jeolojik Miras” kavramı bilinmemekteydi. Üç büyük kara kütesinin kesişme noktasında yer alan Anadolu; kıyı-kumul yapıları, krater gölleri, buzulları, mağaraları, fosil alanları, kıvrımlı ve kırıklı yapısal unsurları, volkanik oluşumları, nadir kayaç ve mineral topluluklarının varlığı ile adeta büyük ölçekli bir “Jeoloji Parkı” özelliği sunmaktadır (Gürler vd, 2009: 11). Bu zenginliklerin belirlenmesi, tanımlanması ve ulusal kaynak potansiyelinin ortaya çıkarılması amacıyla, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) tarafından 2003 yılından itibaren sürdürülmekte olan *Türkiye'nin Jeolojik Miras Alanları ve Bu Alanlarının Koruma Kullanım Kriterlerinin Belirlenmesi Projesi* gerçekleştirilmiştir. MTA Genel Müdürlüğü, Doğa ve Çevre Derneği ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü'nün 2007 yılında ortaklaşa yürüttüğü *Jeolojik Miras Ulusal Envanteri Protokolü* ile jeolojik koruma ve jeolojik miras çalışmaları ülke çapında yaygınlaştırarak uluslararası statülere paralel bir koruma uygulamalarının alt yapısı oluşturulmuştur (Gürler vd., 2009: 11).

Jeolojik Mirasları koruma hususunda bir milat niteliğinde olan Digne Bildirgesi Fransa'nın Digne kentinde 13.06.1991 yılında Jeolojik Koruma Sempozyumu'nda

yayınlanmıştır. Bu bildirgede yeryüzünün geçmişini anlatan jeomirasların korunması, tanıtılması ve gelecek kuşaklara aktarılması konuları üzerinde durulmaktadır. Bildirge sırasıyla aşağıdaki maddelerden oluşmaktadır (<http://www.jemirko.org.tr/>).

Jeolojik miras olarak nitelendirilen alanların ifade edildiği jeosit, jeopark, jeotop gibi kavramlar aşağıda tek tek tanımlanmıştır. Bu tanımlamalarda konunun özünden uzaklaşmamak için mümkün olduğu kadar özlü bilgiye yer verilmiştir. Ayrıca yer (jeo) ile ilişkili adı bu anlamda sıklıkla kullanılan kavramlara (jeoyol, jeoturizm, jeoçeşitlilik vb) da ayrı ayrı yer verilmiş ve tanımlarda genelde <http://www.jemirko.org.tr/> ve Kazancı (2010)'dan yararlanılmış ve tanımlar çoğu kez kaynaktan doğrudan aktarılacak anlam kaymaları engellenmiştir.

1.1.2. Jeosit

İngilizce'den türeyen sit (site) terimi materyal, enerji, bilimsel bir maddeye ve belirli bir boyut ve şekle sahip olan bir bölgenin bir parçası olarak ifade edilen yer anlamına gelmektedir. (İlles ve Josan, 2009: 79).

Jeosit ise; en geniş kavramıyla, güncel veya eski herhangi bir jeolojik süreci, olayı veya özelliği ifade eden kaya, mineral, fosil topluluğu, yapı, istif, yer şekli veya arazi parçasıdır. Arkeolojik ve tarihi değeri olanlar ise kültürel jeositler (<http://www.jemirko.org.tr/>) Jeosit; insan algı ve ilgisinden dolayı bilimsel, kültürel, tarihsel, estetiksel veya sosyo-ekonomik bir değer kazanan jeolojik ve jeomorfolojik etkenleri ve yerin tarihini anlayabilmek için özel bir önem sunan yerkürenin bir parçası olarak tanımlanmaktadır (Kubalíková, 2013: 83).

Yukarıda da ifade edildiği gibi, jeositler; yerin tarihini anlayabilmek için özel bir önem sunan yerkürenin bir parçası olarak ifade edilebilir ve onlar hâkim olan özelliklerine göre sedimantolojik, stratigrafik, volkanik, jeomorfolojik ya da petrografik gibi gruplara bölünebilir. Jeositler bilimsel ve kültürel değerlere sahip olduğu için onların değerlendirmesini yaparken sadece bilimsel ölçütlere göre değil aynı zamanda jeoturizmin gereksinimlerini en iyi şekilde karşılayabilmek için kültürel, manzara ve sosyo-ekonomik özellikleriyle ilişkilendirilmiş kriterlere de ağırlık vermek gerekmektedir (Kubalíková, 2013: 83).

Genel olarak jeositler yeryüzünün korunması gereken bir parçası olarak

araştırılması ve üzerinde çalışılması gereken bir mirası temsil etmektedir. Büyük bir ilgi ile bu yerleri korumak; gelecek nesillerin Dünya'nın jeolojik ve jeomorfolojik tarihini öğrenmesini ve bu güzelliklerden faydalanmasını ve bu suretle belki de sosyo-ekonomik gelişmelerini sağlayacaktır.

Jeositleri sadece yer ile ilişkilendirmek de bir eksikliktir. Yeryüzünde çeşitli hidrografik unsurların etkisiyle oluşmuş ve halen de bir hidrografik unsurun denetiminde gelişimine devam eden sirk gölleri, heyelan seti gölleri, şelale-çağlayan gibi oluşumlar da hidrografik veya hidrolojik jeositler olarak tanımlanmalıdır. Bu çalışmada jeolojik ve jeomorfolojik unsurları tamamlayan güncel gelişimi hala devam eden yer yapılarında ilişkilerinden dolayı hidrografik unsurlara da yer verilmiştir.

1.3. Jeopark

Jeopark, aynı veya farklı türden jeolojik miras veya jeositlerin topluca bulunduğu, yaya gezme mesafesinden küçük olmayan, ziyarete açık, idaresi kurulmuş, özel doğa koruma alanlarıdır. Jeoparklar, yer kabuğunun geçmişine ait çok sayıda belge (jeosit) bulundurdıkları için bilimsel değerleri yüksektir. Bu değerleri görmek isteyenlerin hedefi ve ziyaret yeri olmaları dolayısıyla jeoturizm potansiyeli taşımaktadır (Kazancı, 2010; aktaran Koçan, 2012: 72)

Jeoparkların birkaç kilometreden birkaç bin kilometreye kadar çeşitli büyüklükte olanları kurulmuştur. Büyük veya küçük hepsinin eğitim, koruma ve jeoturizm fonksiyonları vardır. Bu fonksiyonlarına ve önem derecelerine göre; yöresel/bölgesel, ulusal ve uluslararası ölçeklerde olabilmektedir. (www.turkjeopark.org).

Nadir, estetik, bilimsel ve ekonomik anlamda değer taşıyan, jeolojik, jeomorfolojik ve kültürel miras unsurlarının birlikte bulunduğu doğal alanların eğitim, turizm ve ekonomik amaçlı olarak düzenlenmiş hâlini ifaden jeoparklarda koruma ve sürdürülebilirlik büyük bir önem taşımaktadır (<http://www.jmo.org.tr/>).

Jeopark kavramı UNESCO tarafından da desteklenmektedir. UNESCO'nun jeoparklar ile olan çalışmaları 2001'de başlamıştır ve bu amaçla 2004'te UNESCO Global Geopark Network (Küresel Jeopark Ağı) oluşturulmuştur. 2015 UNESCO Genel Konferansının 38. oturumunda UNESCO'nun 195 üye devleti UNESCO Global Jeoparklar adlı bir etiketin kuruluşunu onaylamıştır. UNESCO Global Geopark Network, UNESCO ülkelerini ve onların topluluklarını yerbilimlerine ve jeolojik mirasa

dâhil etmek için giderek daha önemli bir araç haline gelmiştir (www.globalgeopark.org).

2013 yılının Eylül ayında UNESCO Küresel Jeopark Ağı'na katılan Manisa ili sınırları içerisinde yer alan “Kula Volkanik Jeoparkı” ülkemizin bu ağa katılan ilk ve tek jeoparkıdır. İlerleyen yıllarda gerek Tortum Çayı Havzası, gerekse de birçok makale ve tezde jeopark olması için önerilerde bulunulan jeopark niteliği taşıyan sahaların da bu ağa katılabileceği öngörülmektedir.

1.1.4. Jeotop

Jeotop, bir ülkede veya bölgede herhangi bir yerbilimi özelliğinin en tipik, en iyi, en tanımsal olarak temsil edildiği yerdir. Tanımındaki iddia nedeniyle, jeolojik miras çalışmalarında kullanımı göreceli sınırlı kalmıştır (<http://www.jemirko.org.tr/>).

1.1.5. Jeoçatı

Jeotop, jeosit veya jeolojik miras için ayrı ayrı, belirli özelliğe göre gruplama ve listeleme biçimidir (<http://www.jemirko.org.tr/>).

1.1.6. Jeoenvanter

Jeosit veya jeolojik mirasın, kendi içinde ayırım göstermeksizin topluca gösterimine ise jeoenvanter denir (<http://www.jemirko.org.tr/>).

1.1.7. Jeoyol

Tespit edilmiş jeoparklarda, jeosit alanları ve jeolojik mirasların genellikle broşürlerde belirtilmiş olan en makul yoldan gezilip-görülmesi amacıyla düzenlenmiş güzergâhlara jeoyol denir (<http://www.jemirko.org.tr/>).

1.1.8. Jeotur

Jeoparklar içerisinde bir noktadan başlanan gezinin yine aynı nokta üzerinde son bulduğu jeoyollara jeotur denir (<http://www.jemirko.org.tr/>).

1.1.9. Jeodeğer

Jeoturizm potansiyeline sahip herhangi bir jeolojik, jeomorfolojik birimin veya kültürel bir varlığın aynı zamanda bilimsel değer bakımından da zengin olmasına jeodeğer denir (<http://www.jemirko.org.tr/>).

1.1.10. Jeoçeşitlilik

Yeryüzünün biyosferi biyotik ve abiyotik unsurlardan meydana gelmektedir (Kopar ve Çakır, 2013: 47). Doğadaki biyotik unsurların çeşitliliği anlamına gelen biyoçeşitlilik (biyolojik çeşitlilik) kavramına karşılık olarak abiyotik (cansız) unsurların (jeolojik, jeomorfolojik, pedolojik, hidrografik vb.) çeşitliliği anlamında jeoçeşitlilik kavramı kullanılmaya başlanmıştır (Gray, 2008-a: 287).

Üzerinde çok sayıda çalışma yapılmış olan biyoçeşitliliğe göre daha yeni bir kavram olan jeoçeşitlilik, 20. Yüzyılın son on yılında (1980'lerin sonlarında) ortaya çıkmasıyla birlikte (Neches ve Neches, 2016: 78) jeoçeşitlilik terimi, ilk kez 1993 yılında biyoçeşitliliğin jeolojik ve jeomorfolojik karşılığı olarak kullanılmıştır (Gray, 2008-b: 51).

Jeoçeşitliliğin değerlendirilmesi, hem fiziki coğrafya (jeoçeşitlilik niteliğindeki unsurların analizi) hem de bölgesel planlama (arazi planlama metodlarına jeoçeşitlilik kavramının dâhil edilmesi) ile ilişkili olduğu için tamamen coğrafi bir konudur (Reynard ve Coratza, 2007: 138).

1.1.11. Jeoturizm

Turizmin tanımı ilk kez 1905'te Guyer-Feular tarafından yapılmıştır. Bu tanıma göre turizm, “dinlenme gereksinimi, doğa ve sanatla beslenen göz alıcı güzellikleri tanıma isteği; doğanın insanlara mutluluk verdiği inancına dayanan, özellikle ticaret ve sanayi ve ulaşım araçlarının gelişmesinin bir sonucu olarak, ulusların birbirlerine daha çok yaklaşımlarına imkân tanıyan modern çağa özgü bir olgudur” (Kozak vd, 2014: 1). Özgüç ise turizmi “özünde eğlenmek amacıyla belirli bir paranın ve zamanın kullanılması veya dinlenmek ve tatil yapmak amacıyla yapılan gezi” şeklinde tanımlanmaktadır (Özgüç, 2003: 2).

İnsanlar farklı doğal peyzajlardan esinmiş ve doğa turizmini her geçen gün daha fazla tercih etmeye başlamıştır. Kentleşme ve sanayileşme ile yaşam şartlarının zorlaşması şehirlerde yaşayan insanları doğal alanlara ve yöresel kültürlere yönelik turizm faaliyetlerine teşvik etmiştir. Turizmin doğal ve kültürel değerlerin korunması, yaşatılması, değerlendirilmesi ve tanıtılmasında büyük rolü vardır (Koçan, 2012: 70).

Turizmin ekonomik, çevresel ve sosyo-ekonomik getirilerinin yanında, plansız gelişme sonucunda ortaya çıkan olumsuz etkileri de bulunmaktadır. Turistik destinasyonları ziyaret eden turistler ve onların ihtiyaçlarını karşılamaya çalışan işletmeciler doğal ve sosyo-kültürel çevrede birtakım bozulmalara yol açmaktadır. Tahrip olan kaynakların ise tekrar kurtarılması çoğu zaman imkânsız hale gelmektedir. Turizmin doğal ve kültürel kaynaklarını tahrip etmeden gelecek kuşaklara aktarmak aynı zamanda bunlardan ekonomik kazanç sağlamaya devam edilebilmesi için sürdürülebilir turizm politikası benimsenmiştir (Alkan, 2015: 6692).

Dünya Turizm Örgütü (WTO), sürdürülebilir turizmi şu şekilde tanımlamaktadır: “Turizmde sürdürülebilir kalkınma; gelecekteki fırsatları koruyup geliştirmeyi gözeterek, bugünkü turistlerin ve ev sahipliği yapan bölgelerin ihtiyaçlarını karşılama ilkesini benimsemektedir. Bu şekilde tüm kaynakların yönetimi; kültürel bütünlüğün, zorunlu çevreyle ilgili süreçlerin, biyolojik çeşitliliğin ve yaşam destek sistemlerinin devamlılığı sağlanırken, ekonomik, sosyal ve estetik gerekler karşılanacak şekilde öne çıkarılır. Sürdürülebilir turizm ürünleri; turistik kalkınma ile zarar görmek yerine yararlı olan yerel çevre, toplum ve kültürlerle uyum içinde işlenen ürünlerdir” (TÜSİAD, 2012: 17).

Koruma ve sürdürülebilir kalkınma aracı olan jeoturizm, eğitimsel-bilimsel ağırlıklı bir turizm şeklidir ve jeolojik-jeomorfolojik alan ve unsurlar, kırsal peyzajlar ve kültürel yapı üzerinde odaklanmaktadır (Koçan, 2012: 70). Jeoturizm, turistleri jeolojik miras barındıran herhangi bir yerin coğrafi karakteri hakkında ve yerel halkın kültürel kimliklerini bilgilendiren ve yöreye ekonomik bir getiri sağlayan, bilimsel, eğitsel, estetik ve tarihi önem arz eden, jeoloji, arkeoloji, flora ve faunayı koruyan sürdürülebilir bir turizm faaliyetidir (Akbulut, 2013: 252).

Jeoturizmde turistik çekiciliklere sahip kaynakların birçoğu ilk bakışta anlaşılabilir değildir. Bu kaynakların farkına varılabilmesi için gözlemcinin konu

hakkında ön bilgiye ve öğretici materyale ihtiyacı vardır. Jeolojik veya jeomorfolojik değerlerin profesyonellerin haricinde insanlar tarafından kavranabilmesi için özel düzenlemeler, süreçlerin sistemli bir şekilde sunulduğu bir müze, yalın, anlaşılabilir broşürler, gezi parkurları, kitaplar, bilgilendirme panosu, etkileşimli anlatım için iyi eğitilmiş rehberler ve tüm bunların sahaya zarar vermeden sürdürülebilir bir çerçevede yapılması gerekmektedir. (Gümüş, 2008: 31).

Ekonomik ve sosyo-kültürel açıdan çok yönü etkileri olan jeoturizm potansiyeline sahip sahalarda, turizme açılmadan önce planlamaların doğru yapılması gerekmektedir. Nitekim günümüzde doğru planlamaların yapıldığı ve turizm stratejilerinin ortaya konulduğu ülkelerde jeoturizm hızla gelişmekte ve kırsal alanda sosyo-ekonomik ve kültürel etkileri göze çarpmaktadır (Akbulut, 2013: 253). 2011 yılında Farsani ve ekibi tarafından İran'ın Qeshm kırsalında jeoparklar ve jeoturizmin sosyo-kültürel sürdürülebilirlik üzerindeki önemi üzerine yapılan çalışmaya göre; jeoturizm, yörenin sosyo-kültürel yapısının korunmasına ve yerel ekonominin gelişmesine katkı sağlamıştır. Çalışmadan çıkan önemli bir diğer sonuç ise; jeoturizmin varlığının jeoparklara bağlı olduğudur. (Farsani vd, 2012: 34).

Türkiye’de ise jeolojik evrimi nedeniyle jeolojik ve jeomorfolojik mirasa sahip olmasına rağmen jeopark ve jeoturizm yeni ele alınan kavramlardır. Belediyeler, üniversiteler, MTA ve JEMİRKO gibi kamu kurum ve kuruluşlarının jeopark projeleri, Kızılcahamam-Çamlıdere, Kula volkanları, Çoruh Havzası, Narman, Tortum, Yatağan, Süphan ve Levent Vadisi Jeopark Alanı örneklerinde olduğu gibi devam etmektedir (Akbulut, 2013: 253).

Ülkemizde jeosit ve jeolojik miras niteliğinde jeoturizme konu olan önemli merkezler vardır. Bu merkezlerden bazıları aşağıda sıralanmıştır.

- Pamukkale Travertenleri (Pamukkale-Denizli)
- Kapadokya Volkanik Provensi (Ürgüp – Nevşehir)
- Meke – Acıgöl Maarları (Karapınar – Konya)
- Nemrut Kalderası (Doğu Anadolu - Bitlis)
- Kırmızı Peribacaları (Narman – Erzurum)
- Taşlaşmış Ağaç Fosil Ormanı (Çamlıdere – Ankara)
- Van Gölü (Doğu Anadolu)

- Tuz Gölü (İç Anadolu)
- Kula Volkan Konileri (Kula – Manisa)



İKİNCİ BÖLÜM

TORTUM ÇAYI HAVZASI'NIN ANA ÇİZGİLERİYLE DOĞAL ÇEVRE ÖZELLİKLERİ

2.1. JEOLojİK ÖZELLİKLER

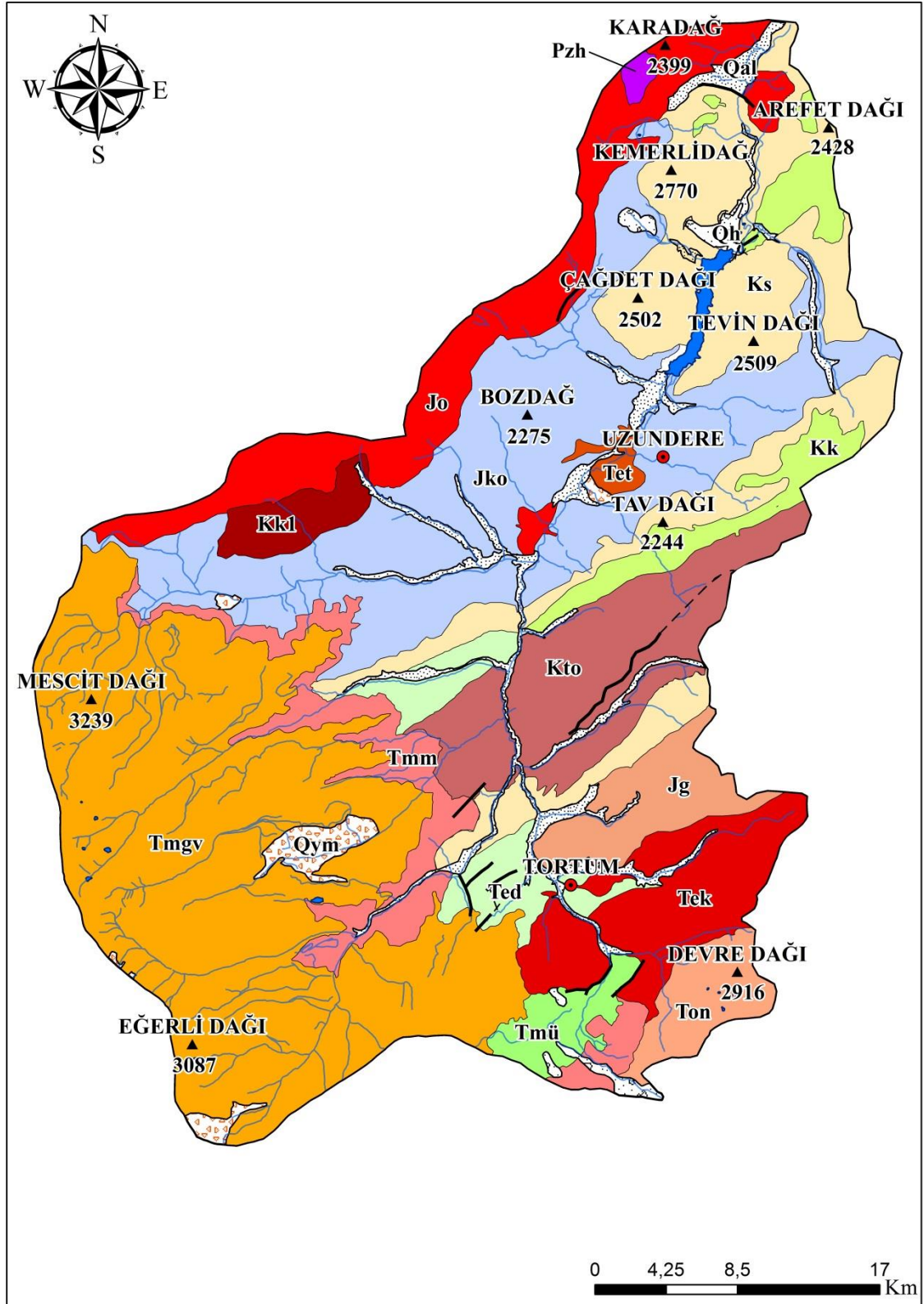
Tortum Çayı Havzası jeolojik özellikler itibariyle Doğu Pontid'lerde yer alan Artvin-Yusufeli ve Olur-Tortum Zonları içerisinde kalmaktadır. Bu zonda egemen olarak Artvin-Yusufeli Zonu'na ait olan ve birbirleri üzerine güneydoğudan kuzeybatıya doğru itilmiş bulunan üniteler yer almaktadır. Sahada egemen şekilde Dogger yaşlı andezitik-bazaltik lav ve piroklastikler, kumtaşı-silttaşı-marn aralanmasından oluşan istifler ve yarı pelajik kireçtaşları yüzeylenmektedir (Konak ve Hakyemez, 2009: 2).

Araştırma sahasında stratigrafik olarak Olur-Tortum Zonu'nundaki Olur Birliği Liyas-Dogger yaşlı birbirleriyle bazik-ortaç karakterli volkanitlerle başlamaktadır. Bunların üzerinde uyumsuzlukla yer alan Oksfordiyen-Berriyasiyen yaşlı delta çökelleri ve denizaltı yelpazesi türbiditleri, üstte Santoniyen yaşlı kumtaşı-silttaşı-marn aralanmasından oluşan istifler izlemektedir. Sahanın güneyindeki Aksu birliğinin harita alanındaki en alt düzeyini oluşturan Erken Kretase yaşlı yarı pelajik kireçtaşları, Olur birliği istifindekilere benzer özellikler göstermektedir. Farklılık sunan Üst Kretase istifinin alt kesimi siltli-kumlu-killi kumlu kireçtaşı, silttaşı ve kumtaşı aralanması üst kesimini ise bazik volkanitler temsil etmektedir (Konak ve Hakyemez, 2009: 119). Bu birimlerin altında ise Paleozoyik kayalar yer almaktadır.

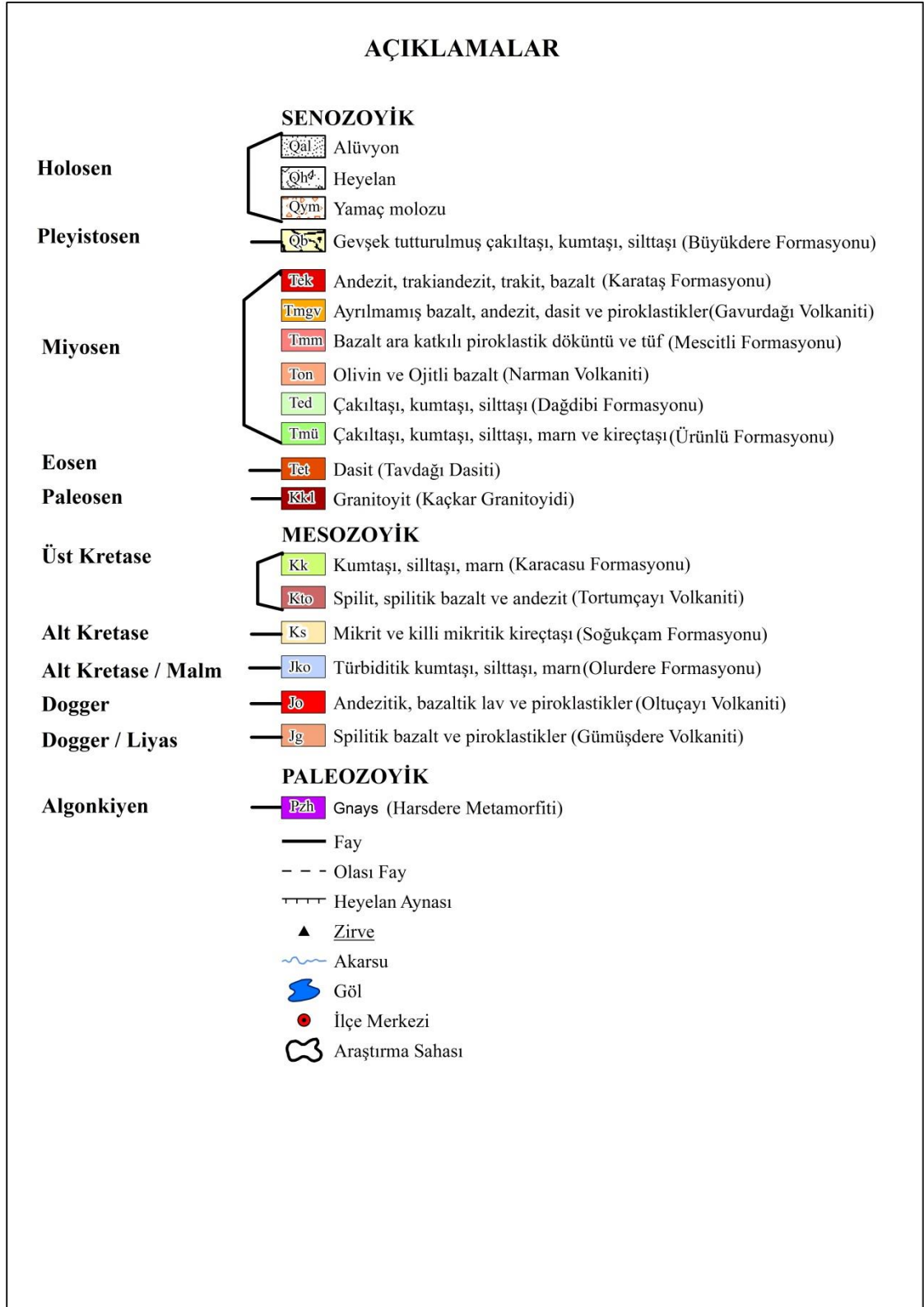
2.1.1. Paleozoyik

Çalışma sahasında temele ait en yaşlı birimi, Artvin-Yusufeli zonunda bulunan Paleozoyik yaşlı migmatitik gnays, gnays, mikaşist ve amfibollü gnays meydana getirmektedir. *Harsdere metamorfiti (Pzh)* adı verilen (Konak ve Hakyemez, 2009: 2) Paleozoyik kayalar kuzey kuzeydoğu-güney güneydoğu uzanımlı ve birbirinin devamı niteliğinde mekik şekilli iki tektonik dilim halinde yüzeylenme vermektedir. Genellikle orta-kalın ve az belirgin yapraklanmalı olan gnaysların taze yüzeylerini bozumsu, ayrışma yüzeyleri ise kahve, açık kahve ve bazen kirli sarı renklindedir. (Konak ve

Hakyemez, 2008: 16). İnceleme alanının kuzeybatısında yer alan Morkaya yerleşmesi ile Karadağ (2399) arasında mostra vermektedir (Şekil 2.1 - 2.2).



Şekil 2.1. Tortum Çayı Havzası'nın jeoloji haritası.



Şekil 2.2. Jeoloji haritası açıklamaları.

2.1.2. Mesozoyik

Sahada Mesozoik çok geniş bir yelpazede çeşitli formasyonlarla temsil edilmektedir. Volkanik ve tortul içerikli kayalardan meydana gelen ve farklı çökelme fasiyeslerini temsil eden bu kayalara ait özelliklere aşağıda kısa kısa değinilmiştir. Sahadaki volkanik kayalar spilitik bazalt, andezit, yer yer trakiandezit ile piroklastiklerle temsil edilen istiflerden oluşmaktadır. Bu kayalardan denizaltı volkanizmasını temsil eden andezitik lavların taze yüzeyleri koyu yeşil-siyah, bozuşma rengi ise kirli sarı ve grimsi yeşildir. Tortum Çayı Vadisi'nde pek çok destinasyonda da izleneceği üzere yer yer yastık yapılarının geliştiği lavların içinde seyrek olarak 2-3 cm kalınlığında gri-koyu gri renkli çört bantlarına rastlanabilmektedir. Daha çok üst düzeylerinde yaygınlaşan proklastiklerin arasında volkanogenetik kumtaşı ara katmanlı silttaşı bant ve mercekleri yer almaktadır (Konak ve Hakyemez, 2008: 19).

Yer yer yastık yapılı, çoğunlukla spilitik bazalt ve bazen andezitik lav ve aglomeralarla temsil edilen *Gümüşdere Volkaniti* kızılımsı kahve, koyu yeşil, gri – siyah rengi ve sarp topoğrafyasıyla tanınmaktadır. Birimin alt kesimlerinde bazaltik lavlar yayılım gösterirken üst kesimlerinde daha çok piroklastikler egemendir. Piroklastiklerin egemen olduğu en üst düzeyde volkanik unsurlu kumtaşı ve silttaşı ara düzeylerine rastlanılmaktadır. Birimin yaşını doğrudan tespit eden herhangi bir veri bulunmamak ile birlikte Oluçayı Volkaniti ile aynı stratigrafik konumda bulunması nedeniyle yaşı Liyas – Dogger olarak kabul edilmiştir (Konak ve Hakyemez, 2008: 19). *Gümüşdere Volkaniti*, Tortum İlçe Merkezi'nin kuzey ve kuzeybatısında kesitler vermektedir.

Araştırma sahasının kuzey – kuzeybatısında, KD-GB doğrultusunda yüzeylenen volkanit ve volkano-tortullarla temsil edilen birime, *Oluçayı Volkaniti* adı verilmiştir. Bazik bileşimli lav, aglomera ve tüflerden oluşan birim yeşilimsi ve grimsi renklerde olup masif görünümlüdür. Andezitik, bazaltik ve dazitik bileşimli dayk ve sillerle kesilmiştir. Alt sınırı gözlenemeyen birim, Olurdere Formasyonu ile uyumlu olarak örtülmekte olup kalınlığı 1000 m'dir (Güven, 1998: 3).

Konglomera, kumtaşı, silttaşı ve kireçtaşı aralanmasından oluşan *Olurdere Formasyonu*, Uzundere İlçesi'nin büyük bir bölümünde kesitler vermektedir. Birimdeki konglomeralar koyu gri, yeşil renkli ve kalın katmanlıdır. Taneler, iyi yuvarlanmış, orta

boylanmalı, andezit, bazalt ve kireçtaşı çakıllarından oluşmuş olup tane boyları 3 cm'ye ulaşabilmektedir (Güven, 1998: 3).

Mikrit ve killi mikritlerden ibaret olan ve üst düzeyleri çört bantları ve yumruları içeren, altta Olurdere Formasyonu ile üstte Karacasu Formasyonu arasında uyumlu bulunan birim *Soğukçam Formasyonu* olarak belirlenmiştir. Soğukçam Formasyonu'na ait 934 metrelik tip kesitin en alt 37 metrelik kesiminin yaklaşık %25'ini volkanik kırıntılı kumtaşı ara katmanları içermekte olup en üst 67 metrelik kesimi ise çört yumruları içermektedir. Birim, Tortum Gölü'nün batı ve kuzey batı kıyılarında yükselen Çağdet Dağı ve Kemerlidağ ile doğu kıyısında bulunan Tevin Dağı ve çevresinde görülmektedir (Konak ve Hakyemez, 2009: 46).

Genellikle spilitik ve bazaltik lavlardan meydana gelen *Tortumçayı Volkaniti* koyu yeşil, koyu gri ve siyahımsı renklere ve engebeli bir rölyefe sahiptir. Alterasyon zonlarında kırmızımsı ve kirli sarımsı renkler, taze yüzeylerinde ise koyu yeşilimsi renkler hâkimdir. Birim Tortum İlçe Merkezi'nin kuzeyi ile Tav Dağı'nın güneyi arasında görülmektedir (Konak ve Hakyemez, 2008: 19).

Kumtaşı ara katmanlı marn, silttaşı ve kireçtaşından oluşan *Karacasu Formasyonu* altta Soğukçam Formasyonu, üstte ise Eğlek Formasyonu tarafından uyumlu olarak örtülmektedir. Birim başlıca gri-boz renklerde, ince-orta katmanlı, orta-az tutturulmuş, planktonik foraminiferli, makrofosilli, kumtaşı ara katmanlı marn-silttaşı-kiltaşı ardalı karakterindedir (Konak ve Hakyemez, 2008: 13). Birim, daha çok araştırma sahasının doğusunda KD-GB yönünde yüzeylenmekte olup sahanın kuzeyinde Arefet Dağı'nın kuzey ve güney yamaçlarında da görülmektedir.

2.1.3. Senozoyik

Doğu Karadeniz Bölgesi'nin doğu kesiminde yer alan Kaçkar Dağları, Doğu Pontid'lerin Kuzey Zonu içinde granitoidlerin en yoğun olduğu alandır. Bu alanda geniş ölçüde Üst Kretase yaşlı birimlerin içine sokulan intrüzif kayalar *Kaçkar Granitoidleri* olarak adlandırılmıştır (Güven, 1998: 8). Genellikle gri, yeşilimsi gri renklerde olan bu birim araştırma sahasının batısında küçük bir alanda yüzeylenmektedir.

Oltuçayı Volkaniti ile Ramli ve Olurdere formasyonlarını kesen sil ve fakolitler halindeki asidik bileşimli yarı derinlik kayaları, *Tavdağı Dasiti* olarak adlandırılmıştır. Açık gri, bej renkli olan taze yüzeyinde 2-3 mm boyutundaki plajiyoklas ve kuvars kristalleri seçilebilmektedir. Tav Dağı'ndaki sokulumun görünür yüksekliği 1000 metrenin üzerindedir. Birime ait sil ve fakolitlerin merceksi yayılımları dikkate alındığında, Tav Dağı'ndaki bu ana kütlenin, antiklinal eksenine yerleşmiş bir lakolit olabileceği düşünülmektedir (Konak ve Hakyemez, 2009: 52).

Gölsel ortamda çökelmiş, tuf ve epiklastik ara katkılı kumtaşı-silttaşı-marn ar dalanmasından oluşan, Miyosen yaşlı bu birim *Ürnlü Formasyonu* olarak tanımlanmıştır. Altta çamurtaşı ara katmanlı kumtaşı ile başlayan birim, üste doğru tuf-epiklastik ara katkılı kumtaşı-silttaşı-marn ar dalanmasına geçmektedir. Genellikle kirli beyaz ve kirli sarı renkleriyle dikkat çeken birim Dağdibi Formasyonu üzerine açıl uyumsuzlukla gelmektedir. Ürnlü Formasyonu'na araştırma sahasının güneyinde rastlanılmaktadır (Konak ve Hakyemez, 2008: 36).

Çakıltaşı ve kumtaşından oluşan ve kalınlığı 230-300 m arasında değişmekte olan birim, *Dağdibi Formasyonu* olarak isimlendirilmiştir. Birim altta gri-yeşil renkli çakıltaşları ile başlamakta olup üst kesimlerinde gri-yeşil renkli makrofosilli, bentik foraminiferli, laminealı kumtaşları yer almaktadır. Karasal ve sığ deniz ortamında çökelmiş olan bu birim, Tortum İlçe Merkezi'nin batısında yer almaktadır (Sümengen, 2011: 27).

Genel olarak olivinli ve piroksenli bazalt ve latit-andezitlerden oluşan birim, *Narman Volkaniti* olarak adlandırılmıştır. Bazaltlar siyah ve mor renkli, kalın lav düzeylerinden oluşmaktadır. Volkanitlerin bir kısmı olivinli bazalt-bazalt bileşiminde olup porfirik dokuludur (Konak ve Hakyemez, 2008: 32). Birim, araştırma sahasının güneydoğusunda Devre Dağı'nın batı yamacında yüzeylenmektedir.

Piroklastik akıntı, döküntülerden oluşan ve çoğunlukla camsı unsurlardan meydana gelen birim *Mescitli Formasyonu* olarak tanımlanmıştır. Birim genel olarak, gri beyaz ignimbritler ile piroklastik döküntü katmanları ile bazik lav merceklerinin ar dalanmasından oluşmaktadır. Birimin kalınlığı 150-200 m aralığındadır (Sümengen, 2011: 31). Mescitli Formasyonu, Mescit Dağı'nın kuzey ve doğu yamaçlarında kesitler vermektedir.

Genel olarak andezit, bazaltik andezit ve bazaltik lavlardan oluşan birim *Gavurdağı Volkaniti* olarak adlandırılmıştır. Birim genel olarak bozumsu gri ve gri renklerinde, soğuma çatlaklı, masif, levhamsı eklem takımlı, iri tane kristalli, porfirik ve afiritik dokulu, amfibol fenokristalleri ve çok az miktarda klinopiroksen mikrokristalleri içeren dasitik-andezitik lavlardan kızılsımsı kahve renkli, ayrışmalı, kötü boylanmalı aglomera mercekleri izlenmektedir (Sümengen, 2011: 31).

Dağdibi Formasyonu üzerine gelen ve andezitik, bazaltik trakitik lav ve piroklastiklerle meydana gelen voklanoklastik kayalar *Karataş Formasyonu* olarak tanımlanmaktadır (Konak ve Hakyemez, 2008: 30). Birim, araştırma sahasında Tortum İlçe Merkezi'nin G-GB'sinde yüzeilenmektedir.

2.1.4. Kuvaterner

Eski akarsu taraçalarını oluşturan yatay konumlu yarı pekişmiş çakıltaşları, *Büyükdere Formasyonu* olarak tanımlanmıştır. Genelde çakıltaşlarından oluşan birim içinde kum, silt, çamur gibi daha ince taneli çökellerde gözlenir. Çakıltaşları, genel olarak sarı-kahve-gri renkli ve katmansızdır. Kötü boylanmalı olup kum, çakıl ve blok boyunda olan bileşenleri kumlu-siltli bir hamur içinde yer almaktadır. Kalınlığı 50 m. civarındadır (Konak ve Hakyemez, 2009: 65).

Günümüz akarsu yataklarında dolgularan çakıl, kum, silt, kil gibi çok çeşitli boyutlarda tutturulmamış çökellere alüvyon denir. Çoruh Nehri ile Oltu, Tortum ve Barhal çayları boyunca yaygın örnekleri sunmaktadır (Konak ve Hakyemez, 2009: 65).

Heyelanın meydana geldiği birimlere ait her türlü malzeme, heyelan olarak ayırtlanmıştır. Heyelanlar, en çok Öğdem ve Olurdere formasyonlarının yüzeilendiği alanlarda ve Oltu Ekaylı Zonu boyunca gelişmiştir. Derelerin taşıyıp enerjisinin düştüğü alanlara dolgulanmakta olan tutturulmamış çakıl, kum, silt ve çamur malzeme Alüvyon yelpazesi çökelleri olarak adlandırılmaktadır (Konak ve Hakyemez, 2009: 65).

2.1.5. Tektonik

Geniş anlamda Pontid kuşağı içinde yer alan inceleme alanında, olası Pre-Kambriyen'den günümüze kadar çeşitli kayaları ve bu süreçte gelişen çeşitli tektonik rejim değişikliklerinden bir kısmının izlerini görmek mümkündür. Yörede Apsiyen'de

Olur-Tortum Zonu'na ait istiflerin çökelme ortamlarında izlenen derinleşmeler ve bir suskunluk döneminden sonra sınırlı alanlarda da olsa alkale nitelikli volkanik aktivitelerin belirlenmesi ve Artvin-Yusufeli Zonu'nda Senomaniyen-Turoniyen arasında uyumsuzlukların ortaya çıkması, bölge jeolojini etkileyen bu döneme ait önemli tektonik olayların işaretleri olarak nitelendirilmektedir.

Neotetis'in kapanmaya başladığı dönem olduğu varsayılan Alpiyen-Albiyen'i izleyen evrelerde ofiyolitik kayaların bölgeye yerleştiği düşünülmektedir (Konak ve Hakyemez, 2009: 66-67).

Artvin-Yusufeli ve Olur-Tortum zonlarındaki önemli kıvrımlı ve bindirmeli yapılarla doğrultu atımlı fayların ilk gelişmeye başladığı Geç Paleosen-Erken Eosen arası, bölgenin tektonik bakımından en aktif olduğu bir dönemdir. Önemli tektonik rejim değişikliklerinin gerçekleştiği bu dönemde, zon ve birlik sınırlarını belirleyen ve uzun mesafelerde izlenebilen, yaklaşık KD-GB doğrultulu bindirmeli veya doğrultu atımlı faylar gelişmiştir. Bu hareketler sonucunda, tektonik olarak yan yana veya üst üste gelmiş olan çeşitli zonlar ile bu zonlar kapsamındaki tektonik birlikler arasındaki sınırları belirleyen yaklaşık KD-GB doğrultulu tektonik hatlar bölge jeolojisinde önemli bir yer işgal etmektedir. (Konak ve Hakyemez, 2009: 66-67).

2.2. JEOMORFOLOJİK ÖZELLİKLER

Araştırma sahasının bugünkü jeomorfolojik görünümünü kazanması Üst Miyosen sonu–Pliosen başına rastlamaktadır. Süreç içinde jeolojik yapı ve farklı taş sertliklerine uygun olarak gelişmiş ve Kretase arazisinde 2000-2690 metreler arasında dağlık bir alan ile onun çevresinde ortalama yükseklikleri 1000-1500 metrelerde alçak ve 1500-2000 metrelerde yüksek düzlükler oluşmuştur. Bu gelişmede kabaca güneyden kuzeye doğru akan Tortum Çayı ile onun kolları etkili olmuştur (Acar, 1975: 35).

Söz konusu sahanın jeomorfolojik özellikleri, jeolojik yapı ve akarsu erozyonundan etkilenmiştir. Bölgede yoğunlukta olan Mesozoyik formasyonlar Tortum Çayı ve ana kolları tarafından derin bir şekilde kesilmiştir. Neticede vadinin tabanı ile dağların üst kısmı arasında önemli ölçüde bir yükseklik farkı bulunmaktadır. Araştırma sahasını, jeomorfolojik bakımdan üç ana başlık (dağlar, vadiler, heyelanlar ve heyelan gölleri) altında incelemek mümkündür.

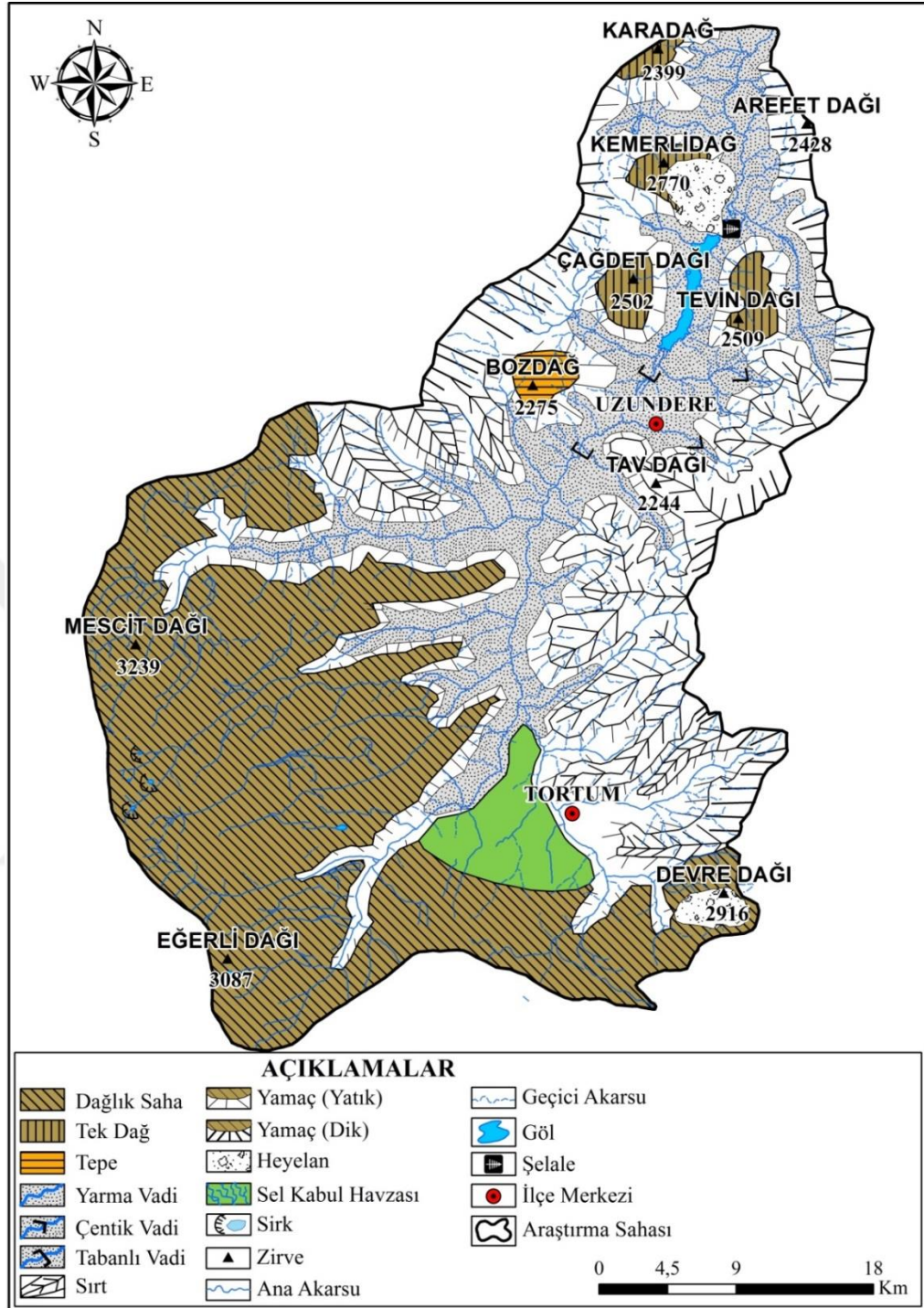
2.2.1. Dağlar

Kuzey Anadolu Orojenik Kuşağı'nda yer alan Tortum Çayı Havzası oldukça dağlık bir görünüme sahiptir. Mesozoyik boyunca, araştırma sahası Tetis Denizi tarafından işgal edildi. Tesis jeosenklineinde biriken çok kalın tortullar Pre-Alpin ve Alpin tektonik hareketleri ile kıvrılmış ve antiklinal ve senklinallerden oluşan kıvrımlı bir yapı oluşmuştur. Ayrıca Tersiyer sonu ve Kuvaterner boyunca saha, epirojenik hareketlere maruz kalarak toplu olarak yükselmiştir (Atalay, 1979-1980: 53; Atalay, 1988: 20).

Etrafı yüksek dağlar ile çevrili olan havzanın en dikkat çeken jeomorfolojik ünitesini dağlar oluşturmaktadır. Mescit Dağı (3239 m), Devre Dağı (2916 m), Eğerli Dağı (3087 m), Dumlu Dağı (3169 m), Kemerli Dağı (2770 m), Tevin Dağı (2409 m), Çağdet Dağı (2502 m), Kılılı Dağı (2530 m), Zökün Dağı (2244 m), Bozdağ (2275 m) ve Karadağ (2399 m) reliefde öne çıkan kütlelerdir. Araştırma sahası genel olarak eğim ve engebeli bir reliefe sahiptir. Tortum Çayı ve yan kolları tarafından derin bir şekilde yarılmış ve parçalanmış olan dağlar genel olarak eğim ve engebeli olup eğimin heyelan olaylarının bölgede yaşanmasında diğer etkenler arasında büyük rolü vardır (Şekil 2.3 - 2.4). Dağların üst kısımlarında ve değişen yükseltilerde kalker tabakaları ve heyelan kütleleri üzerinde gelişen dalgalı ve düz yüzeyler bulunmaktadır. Tevin Dağı'nın 2000-2500 metrelerindeki doğu yamaçları ile Çağdet Dağı'nın 1500-1750 metreleri arasındaki doğu kısmı bu duruma bir örnektir (Atalay, 1979-1980: 53; Atalay, 1988: 20).

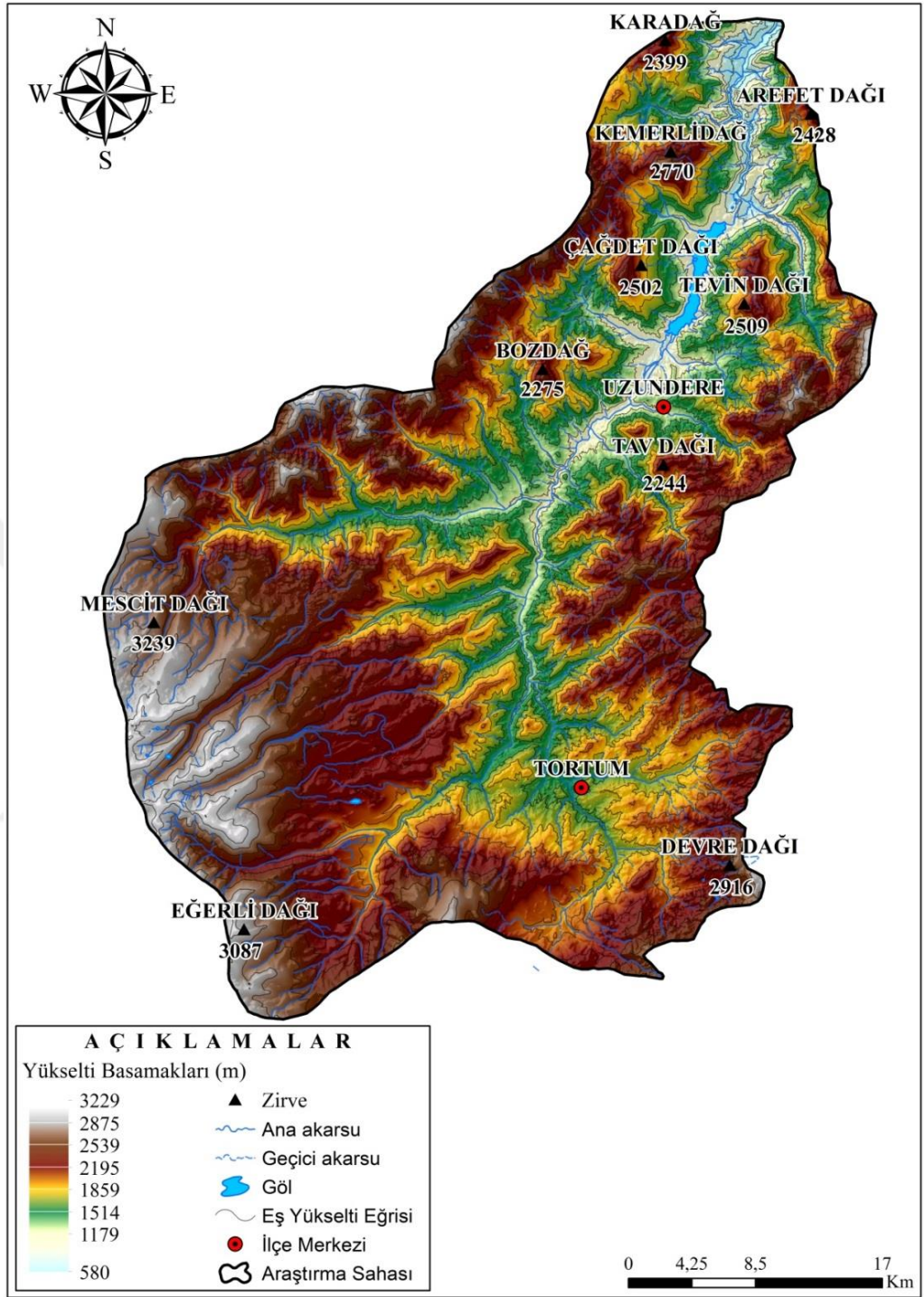
2.2.2. Vadiler

Araştırma sahasında Tetis Denizi'nin gerilemesi ve akarsu sisteminin karada başlamasının bir sonucu olarak Post-Alpin tektonik hareketler ile yükselen sahada buna uygun vadi sistemleri gelişmiştir. Alanın yükselmesi ile akarsuyun geriye doğru erozyonu Mesozoyik formasyonlar üzerinde vadilerin açılmasını sağlamıştır. Tortum Çayı ve yan kolları 600-700 m. derinliklerde vadilerini parçalayarak derinleştirmiştir (Atalay, 1979-1980: 56; Atalay, 1988: 20).



Şekil 2.3. Tortum Çayı Havzası'nın jeomorfoloji haritası.

Neojen'den günümüze kadar devam eden tektonik hareketler ve volkanizma ile belirli bir görünüme kavuşan sahada Kuvaterner döneminde Mescit Dağları'nda meydana gelen buzullaşma olayları ve sahanın tamamında izleri görülen akarsu aşındırma-biriktirme faaliyetleri şekillenme sürecinde belirleyici olmuştur.



Şekil 2.4. Tortum Çayı Havzası'nın fiziki haritası.

Çoruh Nehri'nin önemli kollarından biri olan Tortum Çayı kaynağını aldığı Dumlu Dağı'ndan itibaren yüksek yereyi derin bir şekilde yararak görsel değeri öne çıkan vadiler meydana getirmiştir. Bu bakımdan nceleme alanında çeşitli tipte vadiler

yer almaktadır. Bu vadiler kertik, asimetrik, alüvyal tabanlı geniş vadilerle, yarma (boğaz/kanyon) vadilerden oluşmaktadır.

Sahanın şekil çeşitliliği bir ölçüde şiddetli erozyonun göstergesidir. Reliefin çok sayıda zirveye ev sahipliği yapması, belli kademelerde aşınım yüzeylerinin olması ve derin yarılmış vadi sistemi ile birikim şekilleri bu durumu açık bir şekilde yansıtmaktadır. Bu vadi sistemi içinde Tortum Çayı'na bağlanan akarsuların açtığı yarma vadiler (Tortum, Cevizli, Kirazlı, Sapaca) içinde tabaka yapıları da görsellik bakımından ilgi çeken görünümeler sunmaktadır.

Konsekant akışlı Tortum Çayı'na katılan subsekant kollar da ana akarsu gibi kıvrımlı yereyi aşındırarak erozyona sebep olmuş, killi kalkerler üzerinde ise badlands topoğrafyasına özgü şekiller meydana gelmiştir. Çağdet ve Tevin dağlarının göle dönük yamaçlarında badlands topoğrafyası tipik şekilde izlenmektedir. Bunda zeminin litolojik özellikleri yanında zemini tutacak nitelikte bitki örtüsünün olmaması, iklimin yarı kurak, yağışların sağanaklar şeklinde olması ve kuvvetli eğim etkili olmuştur. Yamaçlar sellerle parçalanmış ve birbirine paralel ve subparalel sayısız yarıntı ve keskin sırtı ortaya çıkarmıştır. Sel yarıntıları arasında da çeşitli şekillerde peribacaları oluşmuştur (Kopar ve Çakır, 2012: 1018).

2.2.3. Heyelanlar ve Heyelan Gölleri

Tortum Çayı Havzası'nda çok sayıda heyelan meydana gelmiştir. Litolojik yapı ve eğim koşullarının heyelan oluşumuna uygun olması heyelan sayısının artmasında denetleyici olmuştur. Özellikle Tortum Çayı ve her biri kendi içinde farklı özellikler barındıran tabilerinin yamaçları boyunca küçüklü büyüklü heyelanlar yer almaktadır. Heyelanların özellikle Tersiyer kayalar üzerinde olduğu dikkat çekmektedir. Bu kayaların bünyesinde killi kayaç içeriğinin potansiyel olarak fazla olması kütlelerin yeraltına sızan yağış sularını tutmasına dolayısıyla zeminin doyma kapasitesini artırmasına yol açmakta bu durum ve diğer heyelan tetikleyici faktörlerin de yardımıyla çok sayıda heyelan olayı meydana gelmektedir. Heyelanlar başlı başına bir morfolojik olay olması yanında olduğu kesimde yeni eğim ve yükselti koşullarını tayin etmesi ve üzerinde (Zök Gölü), gerisinde (Tortum Gölü) gibi hidroğrafik yapıları taşıması yönüyle de önemli işlevler üstlenmektedir. Araştırma sahasında heyelan olayları

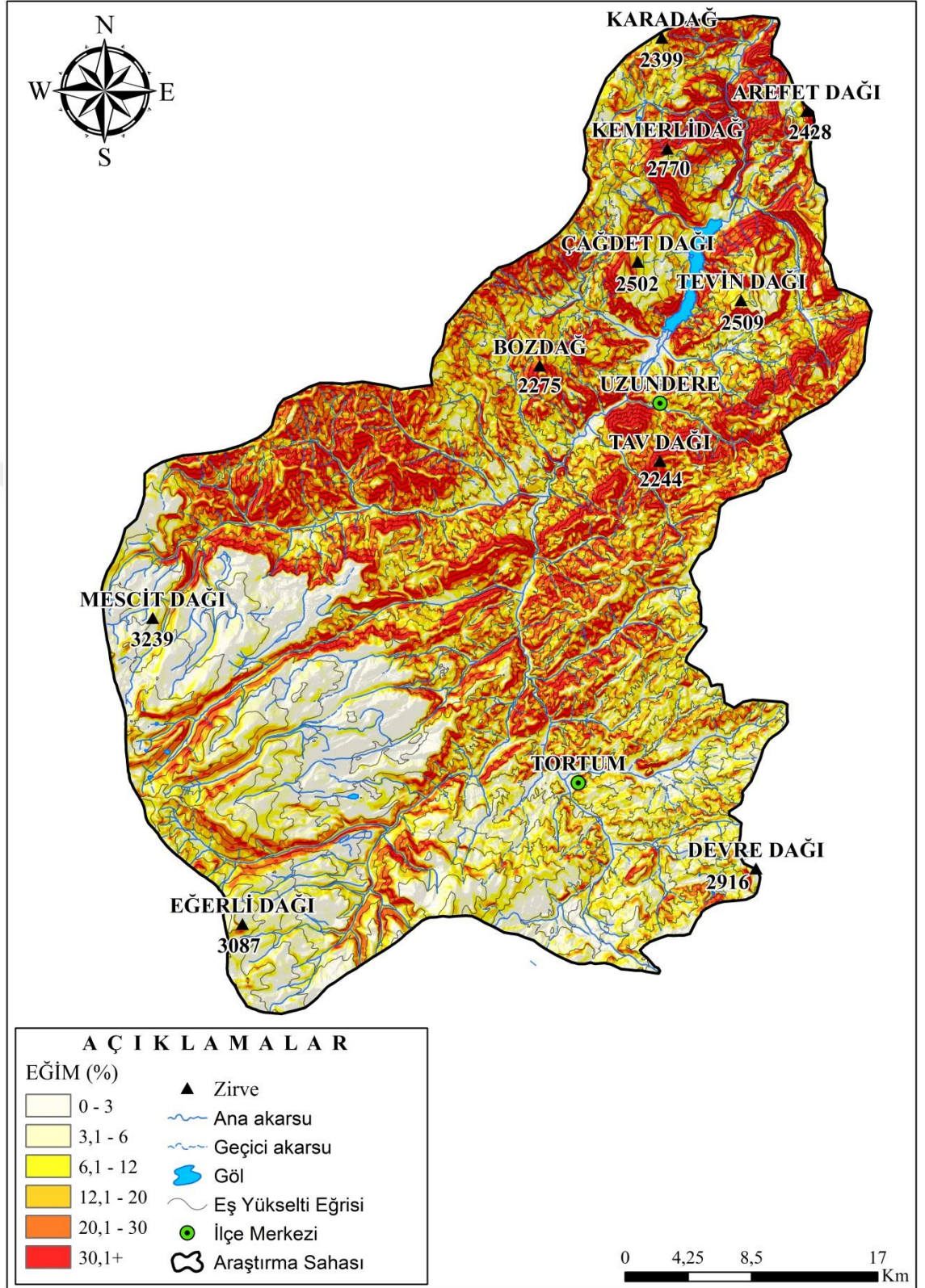
sonucunda pek çok eski ve yeni heyelan meydana gelmiştir. Bu heyelanlardan en önemlileri arasında Kemerlidağ (Tortum) Heyelanı ve Kirazlı (Uzundere) Yöresi (Koptür-Aşağıceyis-Yukarıceyis) sayılabilir. Tortum çayı vadisinin Yusufeli sınırları içindeki kesimlerde de heyelanlı kesimler dikkat çekmektedir.

Jeomorfolojik süreçte araştırma sahasında oluşan diğer şekiller arasında antiklinallerin kesilmesi ile belirginleşmiş özel şekillerden kuestalar, relief terselmesini gösteren tünemiş senklinal yapıları, yüksek eğim değerine (ortalama % 35-40) sahip yamaçlar (Şekil 2.5), keskin sırtlar, törpülenmiş zirveler, heyelan yapıları, badlands topoğrafyası, peribacaları (Kopar ve Çakır, 2012: 1016-1018) ve Mescit Dağı üzerinde Pleyistosen buzullaşması sırasında oluşan aşındırma (sivri zirveler, keskin sırtlar, sirkler, buzul vadileri) ve biriktirme (morenler) şekilleri sayılabilir.

Araştırma sahasında rölyef enerjisinin yüksek olması aşınmanın gücünü artırmış bu nedenle de saha akarsular tarafından parçalanmıştır. Bu doğrultuda kısa mesafelerde yükselti farkları oluşması yanında eğim koşulları devamlılık kazanmış ve su bölümleri oldukça belirgin sırtların belli uzanış hatları boyunca farklı yamaçları gösteren bakı alanları oluşmuştur.

Sahada yükselti farkı bakımında en yüksek kütle Mescid Dağı (3239 m) dır. En alçak yer ise 600 m ile Tortum Çayı'nın Oltu Çayı'na bağlandığı su kavuşumu akarsu yatağının tabanıdır. Dolayısıyla en yüksek yer ile en alçak yer arasında 2639 m'lik irtifa farkı bulunmaktadır. Bu durum yağış ve akış koşullarında da hiç şüphesiz bunun doğal sonucu olarak aşınma ve birikme olaylarında da farklılıklar ortaya çıkaracaktır.

Saha yüksek eğim koşullarına sahiptir. Nitekim dar ve derin vadilerin egemen olduğu havzada yamaç eğim değerleri %30 ve üzerinde seyrederken çok sınırlı şekilde vadilerin taban arazilerinde ve komşu alanlarda düzlükler (%1-3) dikkat çekmektedir (Şekil 2.5). Mescid Dağı'nın havzaya dönük yamaçlarında özellikle aşınım yüzeyi olarak gelişmiş ancak akarsularla çok yerde parçalanmış düz ve düze yakın kesimlerde de eğim değeri düşük yüzeyler vardır. Bu yüzeylerin eğimi % 6'ya kadar çıkmaktadır.



Şekil 2.5. Tortum Çayı Havzası'nın eğim haritası.

2.3. İKLİM ÖZELLİKLERİ

2.3.1. Giriş

Yeryüzünde var olan canlıların hayatını belirleyen, düzenleyen ve etkileyen fiziki faktörlerin başında iklim gelmektedir (Erol, 1993: 10). İklimin çeşitliliğini ve dağılışını belirleyen en temel faktör ise enlemdir. Türkiye 36° - 42° kuzey enlemlerinde yer almaktadır. Bu nedenle ülkemiz iklim kuşakları bakımından ılıman Kuşak olarak da bilinen Orta Kuşakta yer almaktadır. Güneyinde çöllerin yaygın olduğu oldukça kurak iklim sahası ile kuzeyinde Doğu Avrupa'nın sert karasal iklimi ve Batı ve Orta Avrupa'nın her mevsim yağışlı ılıman iklim sahası arasında yer alan Türkiye geçiş iklim tipi özelliğine sahip bir ülkedir. Bu nedenle Türkiye bulunduğu konumun iklim özellikleri bakımından kuzeyine göre daha sıcak, güneyine göre ise daha ve yağışlı olan bir iklime sahiptir (Özgür, 2000: 33).

Genel olarak subtropikal kuşakta, kıtaların batı tarafında gerçekleşen ve Akdeniz iklim tipi olarak da bilinen jenetik bir mikroklima tipi içerisinde yer alan ülkemiz; büyük hava kütlelerinin oluşum merkezlerine göre bir geçiş sahası özelliği taşımaktadır (Erinç, 1996: 295). Türkiye, herhangi bir hava kütesinin kaynak sahası üzerinde olmadığı için mevsimlere göre başka bölgelerden gelen farklı hava kütlelerinin etkisi altına girmektedir. Bu nedenle yazın güneyden sokulan tropikal hava kütesinin, kışın ise kuzeyden sokulan polar hava kütesinin etkisi altında kalmaktadır. Ancak bu hava kütleleri, kaynak sahasından Anadolu'ya geldiğinde birtakım değişikliklere uğramaktadır. Nitekim yazın Sahra'dan sokulan karasal tropikal hava kütlesi (cT), Akdeniz üzerinden geçerken nemlenmekte ve "Akdeniz hava kütlesi" olarak bilinen bir geçiş hava kütlesi özelliğine bürünmektedir. Yine yazın Azor yüksek basınç alanından Türkiye'ye gelen maritim polar (mP) hava kütlesi de nemini çok az kaybederek Türkiye'nin kuzey kesimine kadar ulaşmaktadır. Kışın ise hem mP hem de cP hava kütesi ile güneyden sokulan tropikal hava kütesinin etkisinde kalmaktadır. Bu hava kütlelerinin işgal ettikleri yer ve frekanslar, Türkiye'de yağış ve sıcaklık koşullarında önemli değişikliklere sebep olmaktadır (Atalay, 2010: 406)

Araştırma sahası Karadeniz Bölgesi'nin Doğu Karadeniz Bölümü'nün güney sınırlarında yer almakta olup Doğu Anadolu Bölgesi'nin sert karasal iklimi ile

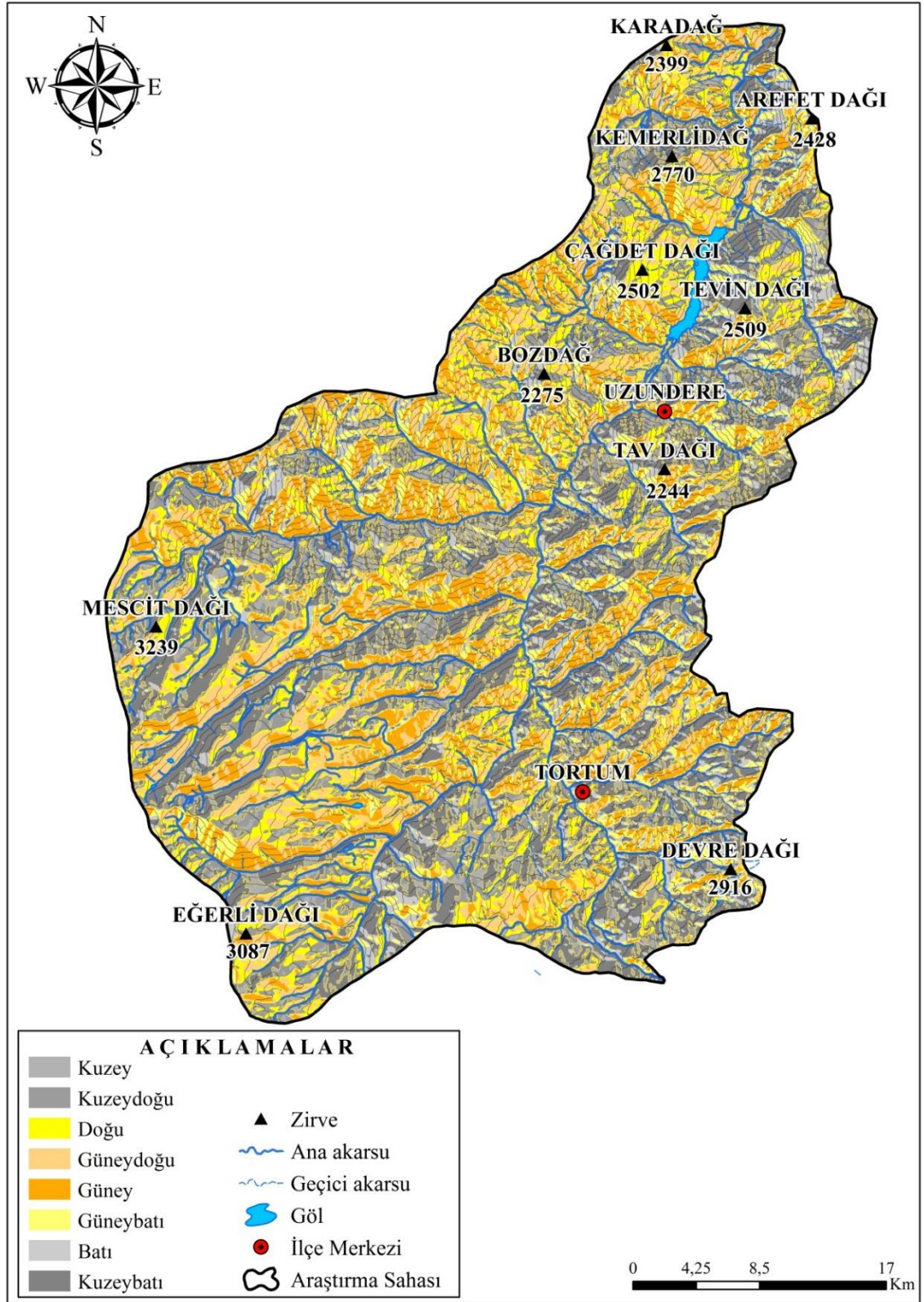
Karadeniz Bölgesi'nin nemli ılıman iklimi arasında bir geçiş tipi iklim özelliği göstermektedir. Araştırma sahasında yerel iklim şartlarının meydana gelmesinde yükseltinin fazla olması, kısa mesafelerde büyük yükseklik farklarının oluşması, karasallık, bakı ve dağların uzanışı (orografi) belirleyicidir. İklim özelliklerinin ortaya konulmasında üç istasyondan faydalanılmıştır. Bu istasyonların tamamı da Karadeniz Bölgesi sınırları içinde yer almaktadır¹.

Karadeniz kıyısına paralel olarak uzanan Doğu Karadeniz Dağları, kuzeydeki nemli hava kütesinin iç kısımlara kadar sokulmasını önemli ölçüde engellemektedir. Özellikle Mescit-Yalnızçam Dağları kuzeydeki nemli hava kütlesi ile iç kısımlardaki hava kütlelerinin birbirlerine sokulmasını geniş çapta kontrol altına almaktadır. Bu nedenle bu dağ silsilesinin güneyinde kalan alanlar kontinental, kuzeyinde kalan alanlar ise yarı kontinental ve yarı okyanusal şartlar arz etmektedir (Atalay vd, 1985: 37).

Türkiye'yi etkileyen yukarıda bahsedilen büyük hava kütleleri bir takım değişikliklere uğrayarak araştırma sahasında da etkili olmaktadır. Havzanın kuzeyinde uzanan Yalnızçam Dağları, batısında Mescit Dağları, güneydoğusunda Kargapazarı Dağları ve güneyindeki Dumlu Dağı 3000 metreyi aşan yükseltileri ile bir set görevi yaparak, bölgedeki büyük hava kütlelerinin sahada değişmeye uğramasına yol açmaktadır.

Sahanın konumuna göre oluşan güneş radyasyonu yani güneş ışınlarının geliş açıları ise planeter faktörlerden bir diğeridir. Araştırma sahası 40° 10' - 40° 50' kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. Güneş ışınlarının geliş açısını tespit etmek için ortalama bir değer olarak 40° 20' Kuzey enlemi kabul edilmiştir. Buna göre; araştırma sahası güneş ışınlarının Yengeç Dönencesi'ne 90° lik dik açıyla geldiği 21 Haziran tarihinde güneş ışınlarını 73° 07' lik açıyla almaktadır.

¹ Araştırma sahasında bulunan ilçeler daha önce de belirtildiği gibi Tortum, Uzundere ve Yusufeli ilçeleridir. Yusufeli'nin ilçe merkezi havza dâhilinde olmayıp, ilçe merkezi havzanın kuzeyine kuş uçuşu 10 km'lik bir mesafededir ve havzanın kuzey kesimleri Yusufeli idari sınırları içerisinde yer almaktadır. İlçe merkezinin havzaya yakınlığı nedeniyle araştırma sahasının iklim özelliklerinden bahsederken Yusufeli Meteoroloji İstasyonu verilerinden de yararlanılacaktır. Araştırma sahasının iklimsel verileri; Tortum, Uzundere ve Yusufeli İlçesi'ndeki ölçüm istasyonlarının verilerinin karşılaştırılmasıyla sunulacaktır. Bu karşılaştırma yapılırken Tortum'un 1620 m, Uzundere'nin 1100 m, Tortum Gölü'nün kuzeyinden su kavuşum noktasına kadar olan dar ve derin vadi 800 – 600 m. rakımlarında olmasından dolayı ortaya çıkan 1020 metrelik yükselti farkı göz önünde tutulacaktır. Sıcaklığın her 200 metrede 1°C azaldığı bilgisinden yola çıkarak gerekli veriler analiz edilerek mümkün olduğunca doğru şekilde sunulacaktır.



Güneş ışınlarının Oğlak Dönencesi'ne 90° lik dik açıyla geldiği 21 Aralık tarihinde havza güneş ışınlarını 26° 53' lik açıyla almaktadır. Güneş ışınlarının en yüksek açıyla geldiği yaz mevsimi (21 Haziran) ile en düşük açıyla geldiği kış mevsimi

(21 Aralık) arasındaki fark $46^{\circ} 54'$ dir. Bu durum güneş radyasyonunun yazın yüksek kışın da düşük olduğu sonucunu verir. Güneş ışınlarının Ekvator Dairesine 90° lik dik açıyla geldiği 21 Mart ve 23 Eylül tarihlerinde ise araştırma sahası güneş ışınlarını $49^{\circ} 08'$ lik açıyla alır. Araştırma sahasında yer alan ilçelerin meteoroloji istasyonlarında, aylık ortalama güneşlenme süresi kayıtları (31 yıllık) olan sadece Tortum İlçesi'ne ait meteoroloji istasyonudur. Tortum Meteoroloji İstasyonu'nun verilerine göre en düşük ortalama güneşlenme süresi; 3,5 saatle aralık ayına, en yüksek ortalama güneşlenme süresi ise 8,9 saat ile ağustos ayına aittir. Araştırma sahasının güneşlenme durumu lokal şartlarda değişiklikler gösterebilmektedir. Nitekim arızalı bir rölyefe sahip sahada derin vadilerin güneşlenme süreleri jeomorfolojik koşullardan dolayı kısadır. Bununla birlikte bakı şartları dikkate alındığında rölyefin genelde batı-doğu ve/veya KD-GB eksenli oluşu güneye ve kuzeye bakan yamaçların diğer bakı noktalarına göre daha üstün olmasını sağlamıştır (Şekil 2.6). Bir örnek olması bakımında vadi içinde yer alan birçok yerleşmede (Cevizli, sapaca gibi) güneşlenme süresi oldukça kısadır. Güneş yaz mevsiminde bile saat 4 sularında etkisini yitirerek dağların ardında kaybolmaktadır.

2.3.2. İklim Elemanları

2.3.2.1. Sıcaklık

Subtropikal Kuşağın kuzeyinde yer alan Türkiye'de sıcaklık; enlem, yükselti ve denizellik-karasallık faktörlerinin etkisiyle belli bir artış ve azalış düzeni göstermektedir. Ülkemizde sıcaklık; enlemi etkisiyle güneyden kuzeye doğru, yükseltinin etkisiyle batıdan doğuya doğru ve denizellik-karasallık etkisiyle kıyılardan iç kesimlere doğru azalmaktadır (Özgür, 2000: 37).

Tortum meteoroloji istasyonunun 57 yıllık (1960-2017) kayıtlarına göre, yıllık ortalama sıcaklık 8°C 'dir. Sıcaklıklar yükselti ve bakıya bağlı olarak farklılıklar göstermektedir. Nitekim yıllık ortalama sıcaklık, Mescit Dağları (3239 m) üzerinde 2300 m. yükseltiye sahip Gökdere Mahallesi'nde $3,8^{\circ}\text{C}$, 2400 m. yükseltiye sahip Karlı Mahallesi'nde $4,5^{\circ}\text{C}$ ve 1800 m. rakımdaki Yellitepe Mahallesi ise $6,6^{\circ}\text{C}$ 'dir. Bu durum araştırma sahasının iklim özelliklerinde yükseltinin ve bakının etken faktör olduğunun bir göstergesidir.

Araştırma sahasında üç istasyondan elde edilen sıcaklık verilerine göre,

Tortum'da yıllık ortalama sıcaklıklar 8 °C iken bu değer Uzundere'de 11,9 °C ve Yusufeli'nde 14,4 °C'dir. Aradaki 6,4 °C'lik farkın oluşmasındaki en büyük etken havzanın güney kesimleri ile kuzey kesimleri arasındaki 1020 metrelik yükselti farkı olmalıdır.

Tortum'un aylık sıcaklık ortalamalarına bakıldığında, en düşük sıcaklık ortalamasına sahip ay -3,9 °C ile kış mevsiminin genel karakteristik yapısını da yansıtan ocak ayıdır. Yaz mevsimini temsil eden temmuz ayı sıcaklık ortalaması ise 19,3 °C'dir. Havzanın en soğuk bölgesi olarak da tabir edebileceğimiz Tortum İlçesi'nin aylık ortalama maksimum sıcaklık değerleri dikkat çekicidir. Aylık ortalama maksimum sıcaklıklar kış aylarında bile 0 °C'nin altına hiç düşmemektedir. Tortum Meteoroloji İstasyonu'nun verilerine göre, aylık ortalama maksimum sıcaklık en düşük değerine ocak ayında 1,9 °C ile ulaşmaktadır. Aylık ortalama maksimum sıcaklık ağustos ayında 31,2 °C ile en yüksek değerine ulaşmaktadır. Tortum'da aylık ortalama maksimum sıcaklıkların yıllık ortalaması ise 18,1 °C olarak tespit edilmiştir.

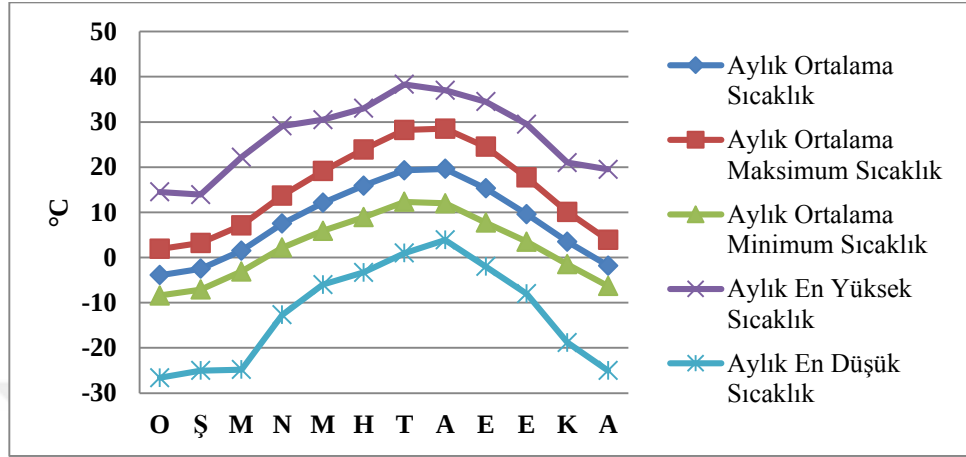
Aylık ortalama minimum sıcaklıkların yıllık ortalaması 9,2 °C'dir. Aylık ortalama minimum sıcaklık -2,6 °C ile ocak ayında en düşük seviyeyi görürken 20,5 °C ile ağustos ayında en yüksek değerine ulaşmaktadır. Aylık ortalama maksimum ve minimum sıcaklıkların yıl içerisindeki seyrine bakıldığında aylık ortalama sıcaklıklara paralel bir seyir söz konusudur. Ağustos ayında en yüksek değere ulaşan maksimum ve minimum sıcaklıklar bu aydan sonra ocak ayına kadar sürekli bir düşüş göstererek ocak ayında minimum değerlere ulaşılmaktadır.

Tablo 2.1. Tortum'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)	-3,9	-2,5	1,5	7,5	12,1	15,9	19,3	19,6	15,3	9,6	3,5	-1,8	8,0
Aylık Ort. Maksimum Sıcaklık (°C)	1,9	3,2	7,1	13,7	19,1	23,9	28,2	28,5	24,5	17,7	10,1	3,9	15,2
Aylık Ort. Minimum Sıcaklık (°C)	-8,4	-7,1	-3,1	2,2	5,9	8,9	12,3	12,0	7,7	3,5	-1,5	-6,3	2,2
Aylık En Yüksek Sıcaklık (°C)	14,5	13,9	22,2	29,1	30,5	33,0	38,3	37,0	34,5	29,5	21,0	19,5	38,3
Aylık En Düşük Sıcaklık (°C)	-26,6	-25,0	-24,8	-12,7	-6,0	-3,3	1,0	3,9	-2,0	-8,0	-18,8	-25	-26,6

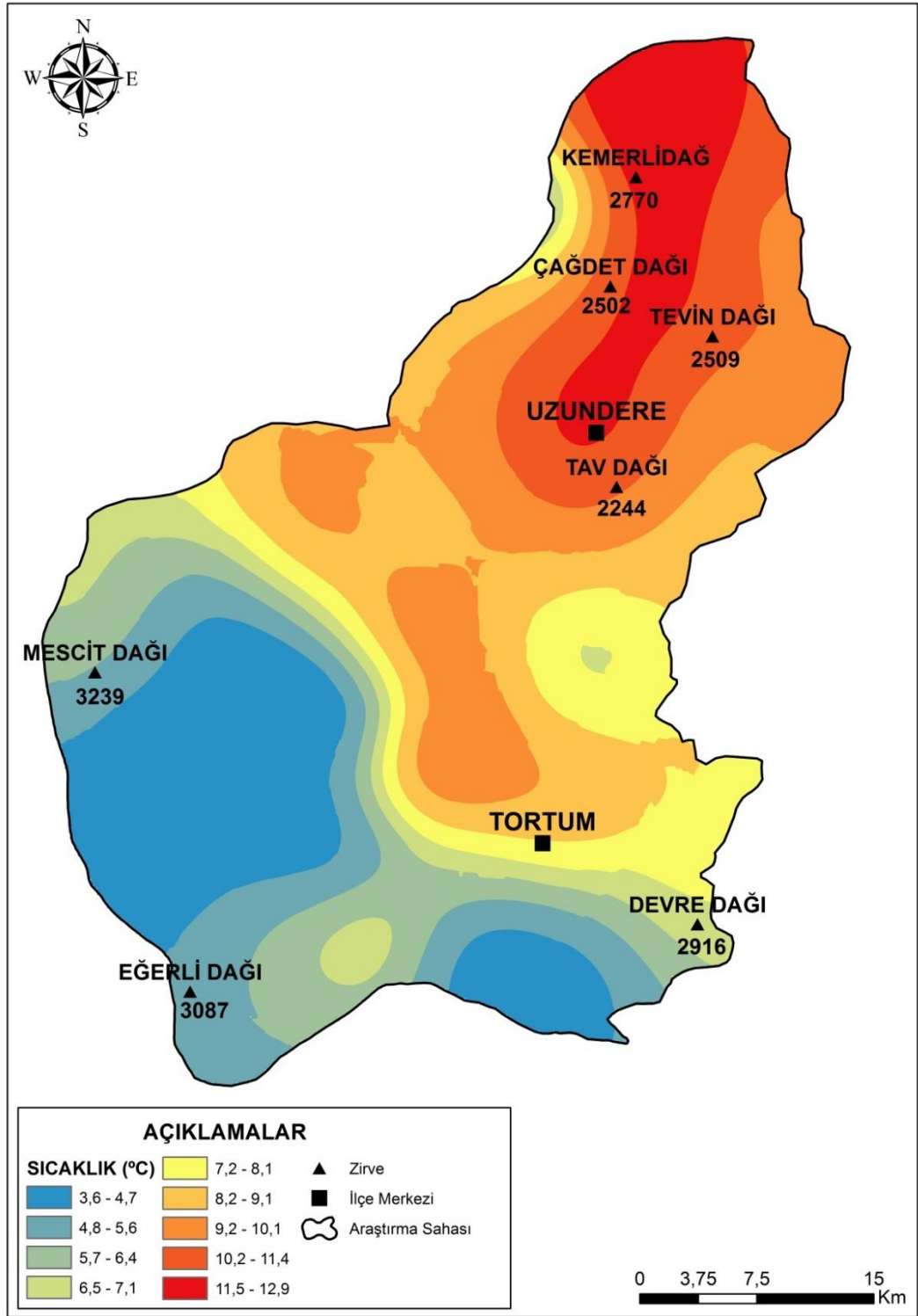
Kaynak: MGM verilerinden.

Tortum’da aylık en düşük sıcaklık eylül ayında - 2 °C ile eksi değerlere düşmekte ve ekimde -8 °C, kasımda -18,8 °C, aralıkta -25 °C ve ocakta -26,6 °C ile en düşük değerlere ulaşmaktadır.



Şekil 2.7. Tortum İlçesi’nde aylık ortalama, aylık ortalama maksimum, aylık ortalama minimum, aylık en yüksek ve en düşük sıcaklıkların aylara göre değişimi.

Tortum ve Uzundere ilçelerinin aylık ve mevsimsel sıcaklık ortalamalarında kısmen farklılıklar bulunmaktadır. Ocak ayı sıcaklık ortalamaları incelendiğinde Tortum’un nispeten daha düşük sıcaklık değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Temmuz ve ağustos ayı ortalamaları Tortum ve Uzundere’de hemen hemen aynı değerlere sahip olmakla birlikte Uzundere’den daha düşük sıcaklığa sahip olduğu göze çarpmaktadır. Aylık sıcaklık ortalamalarının yıl içerisindeki dağılımına bakıldığında benzer bir tablo ile karşılaşılmaktadır.



Şekil 2.8. Tortum Çayı Havzası'nın yıllık ortalama sıcaklık haritası.

Uzunere Meteoroloji İstasyonu'ndan elde edilen aylık ortalama maksimum sıcaklık değerlerine bakıldığında, aylık ortalama maksimum sıcaklığın yıllık ortalaması 18,1 °C'dir. Ocak ayı ortalama maksimum sıcaklık değeri ocak ayı maksimum ortalama

sıcaklık değeri 5 °C'dir. Temmuz ayı ortalama maksimum sıcaklık değeri 30,6 °C'dir. Ancak en yüksek ortalama maksimum sıcaklık değeri 31,2 °C ile ağustos ayına aittir. Aylık ortalama minimum sıcaklıkların yıllık ortalaması 6,8 °C'dir. Bu değer aralık ayında -3 °C ve ocak ayında -3,4 °C ile en düşük seviyeyi görürken 17,6 °C ile ağustos ayında en yüksek değere ulaşmaktadır. Aylık ortalama maksimum ve minimum sıcaklıkların yıl içindeki seyrine bakıldığında aylık ortalama sıcaklıklara paralel bir seyir söz konusudur. Ağustos ayında en yüksek 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 eğilimi görülmektedir.

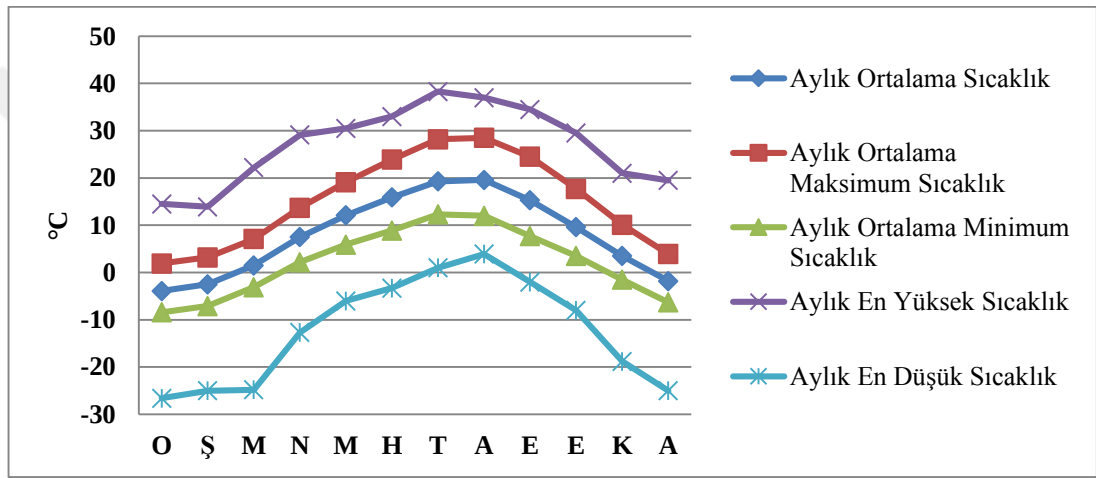
Tablo 2.2. Uzundere'nin aylık ortalama, aylık ortalama maksimum, aylık ortalama minimum, aylık en yüksek ve en düşük sıcaklıkların aylara göre değişimi.

Parametre	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık Ort.
Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)	0,2	2,5	6,4	11,7	15,8	20,2	23,2	23,9	19,5	12,9	6,1	0,5	11,9
Aylık Ort. Maksimum Sıcaklık (°C)	5	7,9	12,3	18,2	22,4	27,4	30,6	31,2	26,4	18,7	11,4	5,5	18,1
Aylık Ort. Minimum Sıcaklık (°C)	-3,4	-1,8	1,4	6,1	10,5	14,1	17,2	17,6	13,3	8	2,1	-3	6,8
Aylık En Yüksek Sıcaklık (°C)	13,4	17,7	23	30,9	32,4	36,1	39,8	40,4	36,5	29	19,7	15,5	40,4
Aylık En Düşük Sıcaklık (°C)	-17,1	-12	-8,3	-3,5	3,4	8,6	10,9	12,2	4,8	1,1	-8,5	-15,3	-17,1

Kaynak: MGM verilerinden.

Ekstrem değerler gösteren en yüksek ve en düşük sıcaklık değerlerine bakıldığında Tortum'da en yüksek sıcaklık 38,3 °C ile temmuz ayında yaşanmıştır. Uzundere istasyonunun verilerine bakıldığında ise en yüksek sıcaklık 40,4 °C ile ağustos ayında yaşanmıştır. Tortum'da şubat ayında 13,9 °C ile kış mevsiminin en yüksek sıcaklığı yaşanmıştır. Uzundere'de ise kış mevsiminin en yüksek sıcaklığı 13,4 °C ile ocak ayında ölçülmüştür. En düşük sıcaklık verileri incelendiğinde Tortum'da en düşük sıcaklık -26,6 °C ile ocak ayında, Uzundere'de ise en düşük sıcaklık -17,1 °C ile yine ocak ayında yaşanmıştır. Tortum'da en düşük sıcaklık değerleri temmuz (1 °C) ve ağustos (3,9 °C) ayları haricindeki diğer aylarda eksi olarak ölçülmüştür. Uzundere'de

ise en düşük sıcaklık değerleri Tortum meteoroloji verilerinin tam aksine bir durum mevcuttur. Tortum'da en düşük sıcaklık değerlerinde sadece iki ay artı değerler ile geçerken, Uzundere'de yılın altı ayı artı değerler, altı ayı ise eksi değerlerde ölçülmüştür. Tabi bu rakamlar ekstrem değerler olup ay ortalaması olarak düşünülmemelidir. Uzundere Meteoroloji İstasyonu verilerine göre aylık en düşük sıcaklıkların eksiye düşmediği aylar; mayıs (3,4 °C), haziran (8,6°C), temmuz (10,9 °C), ağustos (12,2 °C), eylül (4,8 °C), ekim (1,1 °C) aylarıdır. Bu karşılaşmadan da anlaşılacağı üzere Tortum Uzundere'ye göre sert karasal iklimin etkilerini daha fazla hissetmektedir.



Şekil 2.9. Uzundere İlçesi'nde aylık ortalama, aylık ortalama maksimum, aylık ortalama minimum, aylık en yüksek ve en düşük sıcaklıkların aylara göre değişimi.

Yusufeli Meteoroloji İstasyonu verilerine göre aylık ortalama sıcaklık verilerinin yıllık ortalaması 14,2 °C'dir. Kış mevsiminde bile eksi değerlere düşmeyen ilçenin aylık sıcaklık ortalaması en düşük değerine 1,1 °C ile ocak ayında ulaşmaktadır. Bu sıcaklık ortalaması sahanın güney kesimlerinde farklılık göstermekte olup Tortum'da -3,9 °C, Uzundere'de ise 0,2 °C olarak ölçülmüştür. Yusufeli'nde eylül ayında 22,2 °C ile azalmaya başlayan aylık ortalama sıcaklık değerleri, ekimde 16 °C, kasımda 8,5 °C ve aralık ayında 2,9 °C'ye düşmektedir. Aylık ortalama sıcaklık ocak ayında minimum değerlere ulaşmaktadır. Ocak ayından itibaren ortalama sıcaklık değerlerinde artı yönde bir değişiklik başlamaktadır. Şubat ayında 3 °C, mart ayında 8,3 °C, nisan ayında 14,9 °C, mayıs ayında 19,1 °C, haziran ayında 22,7 °C' olan ortalama sıcaklıklar temmuz ve ağustos aylarında 25,8 °C ile maksimum değere ulaşmaktadır.

Tablo 2.3. Yusufeli’nde aylık ortalama, aylık ortalama maksimum, aylık ortalama minimum, aylık en yüksek ve en düşük sıcaklıkların aylara göre değişimi.

Parametre	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)	1,1	3,0	8,3	14,9	19,1	22,7	25,8	25,8	22,2	16,0	8,5	2,9	14,2
Aylık Ort. Maksimum Sıcaklık (°C)	5,4	7,9	13,7	21,1	25,5	29,2	32,1	32,3	29,0	22,3	13,6	6,9	19,9
Aylık Ort. Minimum Sıcaklık (°C)	-2,6	-1,2	3,3	9,1	13,2	16,9	20,4	20,5	16,2	10,5	4,5	0,2	9,2
Aylık En Yüksek Sıcaklık (°C)	15,8	20,0	25,5	34,0	36,9	39,7	43,2	43,8	39,0	34,4	26,0	16,5	43,8
Aylık En Düşük Sıcaklık (°C)	-16,5	-12,0	-13,3	0,3	2,7	9,0	10,8	12,3	7,6	1,0	-3,0	-11,0	-16,5

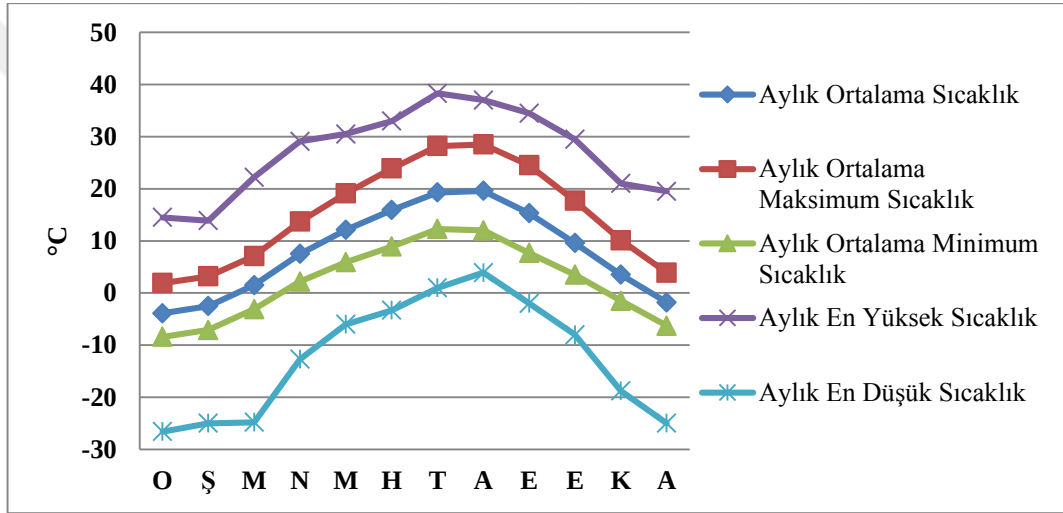
Kaynak: MGM verilerinden.

Yusufeli ilçesinin aylık ortalama sıcaklıklarının mevsimlik ortalama değerleri; kış mevsimi 2,3 °C, ilkbahar mevsimi 14,1 °C, yaz mevsimi 24,7°C ve sonbahar mevsimi ise 15,5 °C olarak belirlenmiştir. Tortum’da yaz mevsiminin ortalama sıcaklığı 18,2 °C, Uzundere’de ise 22,4 °C’dir. Kış mevsiminde ise Tortum -2,7 °C, Uzundere 1 °C ortalama sıcaklık değerlerine sahiptir. Bu verilere göre, havzanın güneyinden kuzeyine doğru sıcaklık değerlerinde görece bir artış söz konusudur.

Yusufeli Meteoroloji İstasyonu’ndan elde edilen verilere göre, ilçenin aylık ortalama maksimum sıcaklığın yıllık ortalaması 19,1 °C’dir. Ocak ayı ortalama maksimum sıcaklık değeri 5,4 °C’dir. En yüksek ortalama maksimum sıcaklık değeri 32,3 °C ile ağustos ayına aittir. Aylık ortalama minimum sıcaklığın yıllık ortalaması ise 9,2 °C’dir. Bu değer ocak ayında -2,6 °C ile en düşük seviyeyi görürken 20,5 °C ile ağustos ayında en yüksek değere ulaşmaktadır.

İlçede meteoroloji istasyonu kurulduğundan bu yana, ilçenin yıl içerisinde ay bazlı ekstrem sıcaklık değerleri de ölçülmüştür. Bu ekstrem değerleri gösteren en yüksek ve en düşük sıcaklık değerlerine bakıldığında, Yusufeli’nde 06.08.1976 tarihinde 43,8 °C ile en yüksek sıcaklık kaydedilmiştir. Tortum ve Uzundere İlçeleri’ne ait verilere baktığımızda ise en yüksek sıcaklık Tortum’da 38,3 °C, Uzundere’de ise 40,4 °C olarak kaydedilmiştir. En yüksek sıcaklığın minimum değeri Yusufeli’nde 15,8 °C ile ocak ayında, Tortum’da şubat ayında 13,9 °C ve Uzundere ise ocak ayında 13,4 °C olarak ölçülmüştür. En düşük sıcaklık değerlerine baktığımızda Yusufeli’nde en

düşük sıcaklık 08.01.1983 tarihinde $-16,5^{\circ}\text{C}$ olarak kaydedilmiştir. Diğer iki istasyonun en düşük sıcaklık değerleri ise Tortum'da ocak ayında $-26,6^{\circ}\text{C}$, Uzundere'de ise $-17,1^{\circ}\text{C}$ ile yine ocak ayında yaşanmıştır. Tortum'da en düşük sıcaklık değerleri temmuz (1°C) ve ağustos ($3,9^{\circ}\text{C}$) ayları haricindeki diğer aylarda eksi olarak ölçülmüştür. Tortum'da en düşük sıcaklık değerlerinde sadece iki ay artı değerler ile geçerken, Uzundere'de yılın altı ayı artı değerler, altı ayı ise eksi değerlerde ölçülmüştür. Yusufeli ise Tortum ve Uzundere'ye göre en düşük sıcaklık değerlerini daha sıcak geçirmiştir. En düşük sıcaklık değerleri Yusufeli'nde nisan ile ekim arasındaki yedi ay sıfırın altına düşmemiştir. Yusufeli Meteoroloji İstasyonu verilerine göre, en düşük sıcaklık değerlerinin maksimum sıcaklığı ağustos ayında $12,3^{\circ}\text{C}$ olarak kaydedilmiştir.



Şekil 2.10. Yusufeli İlçesi'nde aylık ortalama, aylık ortalama maksimum, aylık ortalama minimum, aylık en yüksek ve en düşük sıcaklıkların aylara göre değişimi.

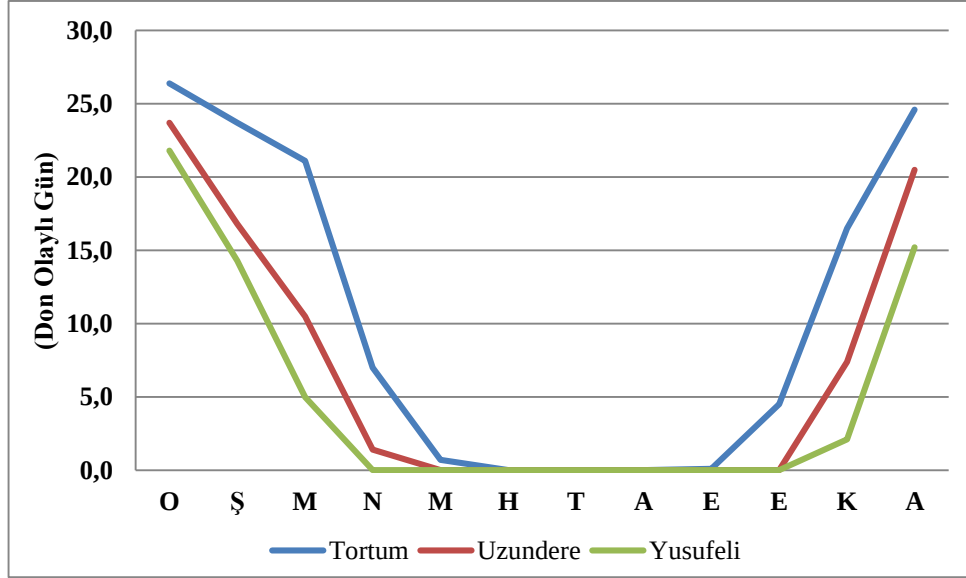
Günlük minimum sıcaklığın 0°C altında eksi değerler gösteren günlere donlu gün, 10°C altına indiği günlere ise şiddetli donlu gün denir (Erinç, 1996: 451). Araştırma sahasının ortalama yıllık donlu gün sayısı ortalaması 88 gündür. Araştırma sahasındaki üç istasyonda yıllık donlu gün sayısı 100 günün üzerinde olan sadece Tortum istasyonudur (124,9 gün). Tortum'da yaz ayları haricindeki diğer aylar don olaylı günlere sahiptir. Kasım (16,5 gün) ve mart (21,1 gün) aylarında ayın yarısından fazlası donlu geçmektedir. Kış aylarında ise hemen hemen her gün don olaylı gün yaşanmaktadır. Nisan, mayıs, eylül ve ekim aylarının don olaylı gün sayısının ortalaması 3 gündür.

Tablo 2.4. Araştırma sahasında don olaylı günleri sayısı.

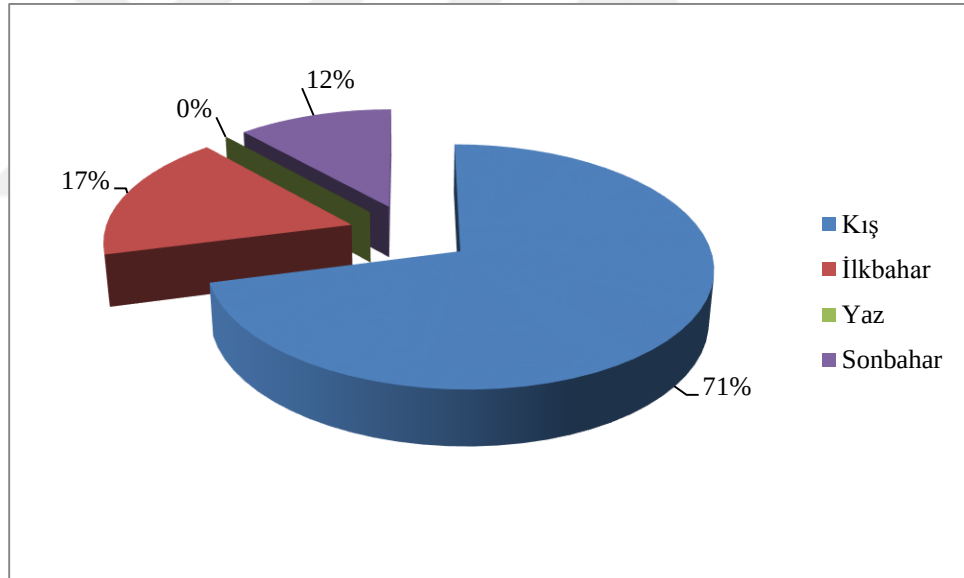
İstasyon	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Tortum	26,4	23,7	21,1	7	0,7	-	-	-	0,1	4,5	16,5	24,6	124,9
Uzundere	23,7	16,8	10,5	1,4	-	-	-	-	-	-	7,4	20,5	80,5
Yusufeli	21,8	14,3	5	-	-	-	-	-	-	-	2,1	15,2	58,6

Kaynak: MGM verilerinden.

Uzundere Meteoroloji İstasyonu verilerine göre Uzundere’de yılın 80 günü donlu geçmektedir. İlçede mayıs ayından ekim ayını da içine alan 6 aylık bir süreçte don olayı hiç yaşanmamaktadır. Geçiş mevsimlerinden olan mart ayında 10 gün, nisanda 1 gün ve kasımda ise 7 gün don olayı görülmektedir. İlçede kış mevsimine ait aylarda don olaylı gün sayısı 15 günün üzerindedir ve aralıkta 20 gün, ocakta 23,7 gün ve şubat ayında ise 16,8 gün donlu geçmektedir. Yusufeli diğer iki istasyona göre çok daha elverişli iklim şartlarına sahiptir ve ilçede don olaylı gün sayısı 58’dir. Tortum’da sadece yaz aylarında don olayı yaşanmazken, Uzundere’de yılın altı ayında ve Yusufeli’nde ise nisan ayından eylül ayını da içine alan 7 aylık süreçte don olayı hiç yaşanmamaktadır. İlçede don olayı sadece aralık (15 gün) ve ocak (21 gün) aylarında 15 gün ve üzerinde yaşanmaktadır. Şubat ayında 14 gün yaşanan don olayı martta 5 gün, kasımda ise 2 gündür. Araştırma sahasında yer alan üç istasyonun mevsimsel dağılışına bakıldığında; Tortum’da kış mevsiminde 74 gün don olayı yaşanmaktadır. İlkbahar mevsiminde 28 gün olan bu sayı sonbahar mevsiminde 21 güne düşmektedir. Yaz mevsiminde ise don olaylı gün yaşanmamaktadır. Tortum’da don olaylı günlerin mevsimlere göre yüzdelik dağılımında; kışın % 60, ilkbaharda %23 ve sonbaharda %17’dir. Uzundere’de donlu günlerin mevsimlere göre yüzdelik dağılımı; kışın 60 gün ile %76, ilkbaharda 12 gün ile %15 ve sonbaharda 7 gün ile %9’dur. Yazın don olaylı gün yaşanmamaktadır. Bu durum Yusufeli’nde; kışın 51 gün ile %88, ilkbaharda 5 gün ile %9 ve sonbaharda ise 2 gün ile %3’tür. Üç istasyonun don olaylı gün sayılarının ortalaması ile Tortum Çayı Havzası’nın don olaylı gün sayısı hesaplanmıştır. Havza’da ortalama don olaylı gün sayısının mevsimlere göre yüzdelik dağılışı; kış mevsimi 61 gün ile %71, ilkbahar mevsimi 15 gün ile %17 ve sonbahar mevsimi 10 gün ile %12’dir. Havza’da yaz mevsiminde don olayı yaşanmamaktadır (Şekil 2.11 – 2.12).



Şekil 2.11. Araştırma sahasında don olaylı günlerin aylara göre dağılışı.



Şekil 2.12. Araştırma sahasında don olaylı günlerin mevsimlere göre dağılışı.

2.3.2.2. Atmosfer Basıncı

Atmosferi meydana getiren gazlar, belirli ölçüde bir ağırlığa sahiptir ve cisimler üzerine bir kuvvet uygulamaktadır. Bu kuvvete atmosfer basıncı denir. Atmosfer basıncı barometre ile ölçülür ve milibar (mb) birimi ile değerlendirilmektedir. 1013 mb normal hava basıncı olarak kabul edilmektedir. 1013 milibarın üzerindeki değere yüksek basınç (antisiklon), altındaki değere ise alçak basınç (siklon) denir. Atmosfer basıncının dikey

yönde değişikliğini havanın yoğunluğu belirlemektedir. Havanın yoğunluğunu ise sıcaklık belirler ve aralarında ters orantı vardır. Sıcaklık düştüğünde havanın yoğunluğu artacaktır ve dolayısıyla basınç değeri de artacaktır. Sıcaklık arttığında ise yükselen havanın yoğunluğu azaltacağından dolayı basınç değerleri de azalacaktır.

Türkiye, Sibirya Yüksek Basınç, Azor Yüksek Basınç, Basra Alçak Basınç ve İzlanda Alçak Basınç sahalarının etki alanında yer almaktadır. Ülkemiz sınırları dışında doğmuş ve gelişmiş ve ülkemizde etkili olan bu basınç merkezlerinin etkileri, herhangi bir bölgenin coğrafi faktörleri (yükselti, denizellik-karasallık, yeryüzü şekilleri vb.) ile birlikte değişikliklere de uğrayabilmektedir (İzbırak, 1984: 310).

Türkiye genelinde büyük hava hareketlerine bağlı olarak yüksek basınç ve alçak basınç merkezleri etkili olmaktadır. Kasım ayından mart ayının sonuna kadar Anadolu'da kaynağı Sibirya ve Orta Asya olan yüksek basınç etkiliyken Akdeniz ve Karadeniz üzerinde ise alçak basınç alanları oluşmaktadır. Yaz mevsimi ile birlikte Basra Alçak Basınç Anadolu'da etkili olmaktadır. Bahar ayları yaz ve kış mevsimleri arasındaki geçiş dönemlerini temsil eder ve geçiş dönemlerinde farklı karakterli basınçların karşılaşma alanlarında cephe yağışları görülmektedir.

Tortum Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü verilerine göre, Tortum'un yıllık ortalama basınç değeri 841,6 mb'dır. Ortalama basınç değerlerine bakıldığında, en yüksek basınç değerine sahip ay 844,8 mb ile ekim ayı iken, ortalama basınç değerinin en düşük değerine sahip ay 839,7 mb ile mart ayıdır. Kasım ayı 857,0 mb ile en yüksek basınç değerine sahip aydır. En düşük Basınç Değeri ise 819,5 mb'dır. En yüksek basınç değeri ile en düşük basınç arasındaki farkı ortaya koyan genlik değeri Tortum'da en fazla 36,9 mb ile şubat ayında olduğu hesaplanmıştır.

Tablo 2.5. Tortum'da ort. basınç, en yüksek basınç ve en düşük basıncın aylık değişimi.

Parametre	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Ort.
Ort. Basınç	841,5	840,0	839,7	839,9	841,1	840,6	840,3	841,3	842,8	844,8	844,1	843,1	841,6
En Yüksek Basınç	855,0	856,9	856,0	852,6	851,1	850,2	849,0	849,1	852,0	855,1	857,0	856,4	857,0
En Düşük Basınç	821,6	820,0	819,5	824,2	827,2	828,4	828,5	830,7	533,0	830,0	827,8	823,3	819,5
Genlik	33,4	36,9	36,5	28,4	23,9	21,8	20,5	18,7	19	25,1	29,2	33,	37,5

Kaynak: MGM verilerinden.

Yıllık ortalama basınç değeri Uzundere’de 886,2 mb iken Yusufeli’nde bu değeri 940,6 mb’dır. Uzundere’de aralık ayında 903,6 mb olan en yüksek basınç değeri, Yusufeli’nde kasım ayında 959,9 mb olarak kaydedilmiştir. En düşük basınç değeri Uzundere’de mart ayında 865,3 mb iken, Yusufeli’nde yine mart ayında 923,4 mb olarak ölçülmüştür. En fazla genlik değeri Uzundere’de 36,6 mb ile şubat ayında, Yusufeli’nde ise 32,4 mb ile aralık ayında olduğu hesaplanmıştır.

Tablo 2.6. Uzundere’de ort. basınç, en yüksek basınç ve en düşük basıncın aylık değişimi.

Parametre	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Ortalama Basınç	886,9	886,1	885,4	884,5	884,5	883,8	883,1	884,1	885,9	888,7	890,5	890,7	886,2
En Yüksek Basınç	900,3	903,2	900,5	895,4	894,2	890,6	892,4	895,0	899,4	903,2	902,6	903,6	903,6
En Düşük Basınç	867,3	866,6	865,3	871,1	875,4	872,5	872,9	871,7	874,6	876,8	878,6	868,8	867,3
Genlik	33,0	36,6	35,2	24,3	18,8	18,1	19,5	23,3	24,8	26,4	24	34,8	35,9

Kaynak: MGM verilerinden.

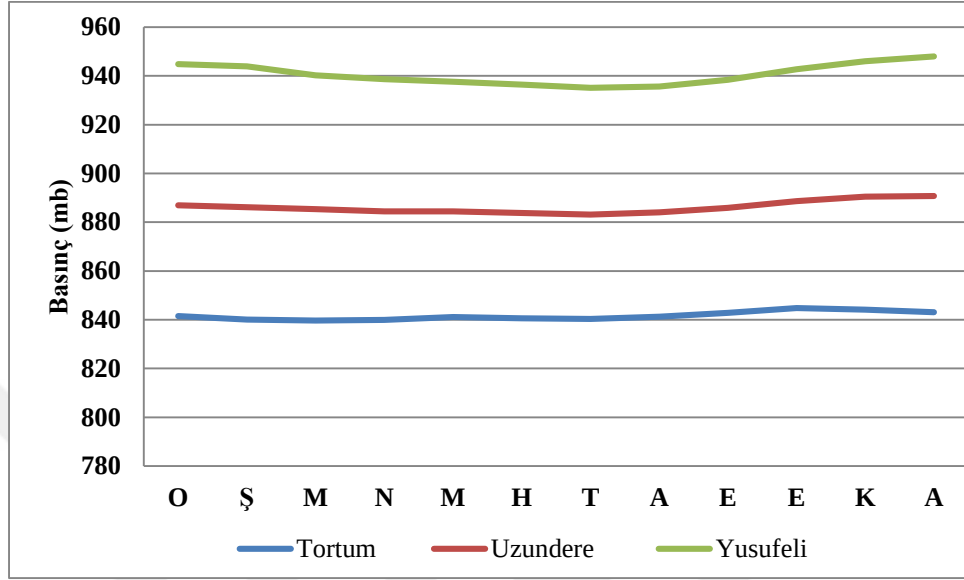
Tablo 2.7. Yusufeli’nde ort. basınç, en yüksek basınç ve en düşük basıncın aylık değişimi.

Parametre	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Ort. Basınç	944,8	943,9	940,2	938,7	937,6	936,4	935,1	935,7	938,4	942,7	946,0	948,0	940,6
En Yüksek Basınç	956,0	958,6	955,0	950,5	947,1	945,0	943,2	945,2	948,0	951,1	959,9	959,5	959,9
En Düşük Basınç	926,0	927,9	923,4	926,7	926,7	926,6	924,9	924,8	927,0	928,4	932,1	927,1	923,4
Genlik	30,0	30,7	31,6	23,7	20,4	18,4	18,3	20,3	21,0	22,7	27,8	32,4	36,5

Kaynak: MGM verilerinden.

Tortum, Uzundere ve Yusufeli meteoroloji istasyonlarının ortalama basınç değerlerinin aylara göre yıl içerisindeki dağılımında, istikrarlı bir gidişat söz konusudur. Ağustos ayından itibaren ortalama basınç değerlerinde başlayan artış, Tortum’da kasım ayında, Uzundere ve Yusufeli’nde ise aralık ayında en yüksek değere ulaşarak son bulmaktadır. Soğuk dönemin bitişi ve ilkbaharın gelmesiyle birlikte polar hava kütlesi araştırma sahasından çekilir ve tropikal kökenli hava kütleleri (mT-cT) sahaya yerleşmektedir. Tropikal kökenli hava kütlelerinin etkisinin bir sonucu olarak sıcaklık

değerlerinde meydana gelen artış ile birlikte alçak basınç belirlemektedir. Aralık ayından sonra basınç değerlerinde bir düşüş dönemi yaşanır ve sıcaklığın maksimum değerlere erişmesinin bir sonucu olarak, temmuz ayında ortalama basınç en düşük değerine ulaşmaktadır (Tablo 2.5, 2.6, 2.7 ve Şekil 2.13).



Şekil 2.13. İstasyonların ortalama basınç değerleri.

2.3.2.3. Rüzgârlar

Bilindiği üzere; dünyanın farklı enlemlerinde ve aynı zaman diliminde, güneş ısıısının yeryüzündeki dağılışımdan dolayı karalar ve denizlerde sıcaklık ve basınç değerlerinde farklılıklar mevcuttur. Hava kütlelerinin soğuk ve yüksek basınç alanı olan bir noktadan, daha yüksek bir sıcaklığa sahip alçak basınç alanı olan bir noktaya yer değiştirmesinin bir sonucu olarak ısı enerjisinin kinetik enerjiye dönüştüğü hava kütlesi hareketine, rüzgâr denir (Özdamar, 2000: 134).

Anadolu; kışın, Sibiryâ yüksek basıncı etkisinde kalarak bir yüksek basınç alanı, Akdeniz ve Karadeniz ise bir alçak basınç alanıdır. Dolayısıyla, Anadolu’da kışın rüzgârların karalardan denizlere doğru esmesi beklenmektedir. Yazın ise Anadolu, güneyden gelen tropikal hava kütlelerinin etkisi altındadır ve Kuzeybatı Avrupa’da etkili olan yüksek basınç alanından Basra alçak basınç alanına yönelmiş rüzgârların etkisinde kalmaktadır (Özdamar, 2000: 135).

Araştırma sahasının rüzgâr rejimini belirlemek amacıyla Tortum, Uzundere ve

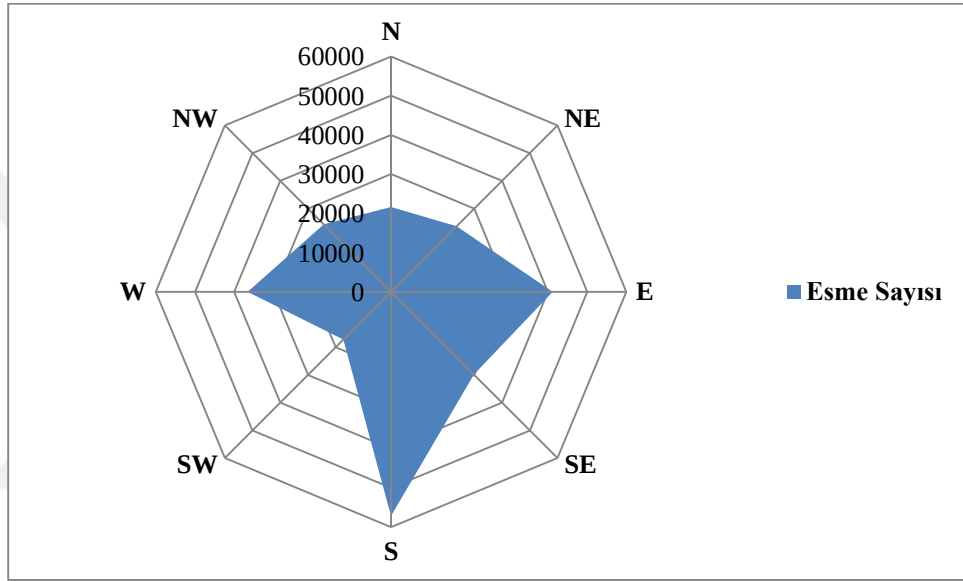
Yusufeli istasyonlarının meteorolojik verileri esas alınmıştır. Buna göre her üç istasyonda da rüzgârların esme sıklığı ve sektörlere dağılışı birbirinden farklıdır. İstasyonların hâkim rüzgâr yönleri; Tortum'da 57150 esme sayısı ile Güney (S), Uzundere'de 10743 esme sayısı ile Kuzey (N), Yusufeli'nde ise 66589 esme sayısı ile Güneydoğu (SE)'dur. Hâkim rüzgâr yönlerinin frekansları; Tortum'da %22,7, Uzundere'de %41,4 v Yusufeli'nde %58,5'tir.

Tablo 2.8. Tortum, Uzundere ve Yusufeli'nde çeşitli yönlerden esen rüzgârların esme sayıları ve yüzdelik frekans değerleri.

İstasyon	Sektör	İlkbahar	Frek. (%)	Yaz	Frek. (%)	Sonbahar	Frek. (%)	Kış	Frek. (%)	Toplam	Frek. (%)
TORTUM	N	5535	25,6	6894	31,8	4571	21,1	4619	21,3	21619	8,6
	NE	6405	27,1	5593	23,6	6221	26,3	5382	22,8	23601	9,4
	E	9661	23,4	10628	25,7	11756	28,5	9159	22,2	41204	16,4
	SE	8558	28,6	3667	12,2	6551	21,9	11051	37,0	29827	11,9
	S	17002	29,7	7966	13,9	14052	24,5	18130	31,7	57150	22,7
	SW	5455	31,6	3485	20,1	4176	24,2	4137	23,9	17253	6,9
	W	7864	21,4	13803	37,7	9533	26,0	5388	14,7	36588	14,5
	NW	4989	20,5	10325	42,4	5228	21,5	3755	15,4	24297	9,6
	Toplam	65969	26,2	62361	24,7	62088	24,6	61621	24,5	251539	100
UZUNDERE	N	2530	23,5	2908	27,0	3063	28,5	2242	20,8	10743	41,4
	NE	1593	26,3	1933	32,0	1475	24,4	1037	17,1	6038	23,3
	E	410	26,2	506	32,3	328	20,9	318	26,3	1562	6,0
	SE	560	35,8	219	14,0	274	17,5	509	32,5	1562	6,0
	S	776	33,6	232	11,8	323	16,5	624	31,9	1955	7,5
	SW	501	35,2	163	11,4	290	20,3	468	32,9	1422	5,4
	W	332	27,5	294	24,3	315	26,0	266	22,0	1207	4,6
	NW	306	21,5	290	20,4	384	27,0	440	30,9	1420	5,4
	Toplam	7008	27,0	6545	25,3	6452	25,0	5904	22,5	25909	100
YUSUFELİ	N	1265	24,6	1003	19,5	1394	27,1	1464	28,5	5126	4,5
	NE	499	34,5	326	22,5	252	17,4	638	44,1	1445	1,3
	E	1489	28,3	1031	19,6	1371	26,0	1366	25,9	5257	4,6
	SE	17247	25,9	25143	37,7	15191	22,8	9008	13,5	66589	58,5
	S	1734	26,1	2406	36,2	1395	21,0	1103	16,6	6638	5,8
	SW	3770	30,4	3394	27,4	2701	21,8	2504	20,2	12369	10,9
	W	1376	26,4	1651	31,7	1265	24,2	914	17,5	5206	4,6
	NW	2576	23,1	2632	23,5	2613	23,4	3336	30,0	11157	9,8
	Toplam	29956	26,2	37586	33,0	26182	23,0	20333	17,8	113787	100

Kaynak: MGM verilerinden.

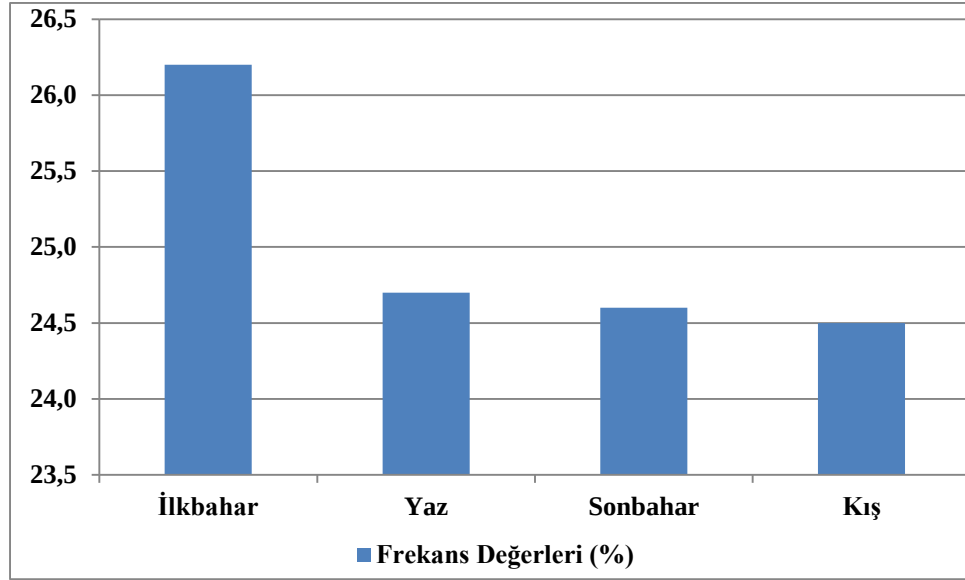
İstasyonların rüzgâr verileri incelendiğinde, hâkim rüzgâr yönü dışındaki diğer yönlerin toplam esme sayıları; Tortum'da 194339, Uzundere'de 15166 ve Yusufeli'nde ise 47198'dir. Bu yönlerin toplam frekans değerleri Tortum'da %77,3, Uzundere'de %58,6 ve hâkim rüzgâr yönünün frekans değeri diğer tüm yönlerin toplam frekans değerinden daha fazla olması ile dikkat çeken Yusufeli'nde diğer yönlerin toplam frekans değeri %41,5'tir. Rüzgârların esiş yönünün havzanın güneyinden kuzeyine doğru azalması araştırma sahasında ölçüm yapan meteoroloji istasyonunun rölyef içindeki konumundan kaynaklanmaktadır.



Şekil 2.14. Tortum'un yıllık rüzgâr gülü diyagramı.

Tortum Meteoroloji İstasyonu verilerine göre; hâkim rüzgâr yönü 57150 esme sayısı ile güney (S) yönüdür. Diğer iki istasyona göre rüzgârların sektörel dağılımında nispeten çeşitlilik arz eden Tortum'un hâkim rüzgâr yönünü sırasıyla 41204 esme sayısı ile doğu (E), 36588 ile batı (W), 29827 ile Güneydoğu (SE) takip etmektedir. Esme sayılarına paralel olarak rüzgâr yönlerinin frekans değerleri güney'de %22,7, doğu'da %16,4, batı'da 14,5 ve güneydoğu'da ise %11,9 olarak hesaplanmıştır.

Tortum'da toplam esme sayısı ve frekans değerlerinin mevsimsel dağılışı dengeli ve birbirine yakın bir dağılışı söz konusudur. İlkbahar mevsimi 65969 esme sayısı ve %26,2 frekans değeri ile en rüzgârlı mevsimdir. İlkbahar mevsimini sırasıyla 62361 esme sayısı ve %24,7 frekans değeri ile yaz, 62088 esme sayısı ve %24,6 frekans değeri ile sonbahar ve 61621 esme sayısı ve %24,5 frekans değeri ile kış mevsimleri takip etmektedir.



Şekil 2.15. Tortum'un mevsimlere göre rüzgâr frekans değerleri.

Tablo 2.9. Tortum'da etkili rüzgarların aylık ortalama, aylık maksimum hızları ve aylara göre hâkim rüzgar yönleri.

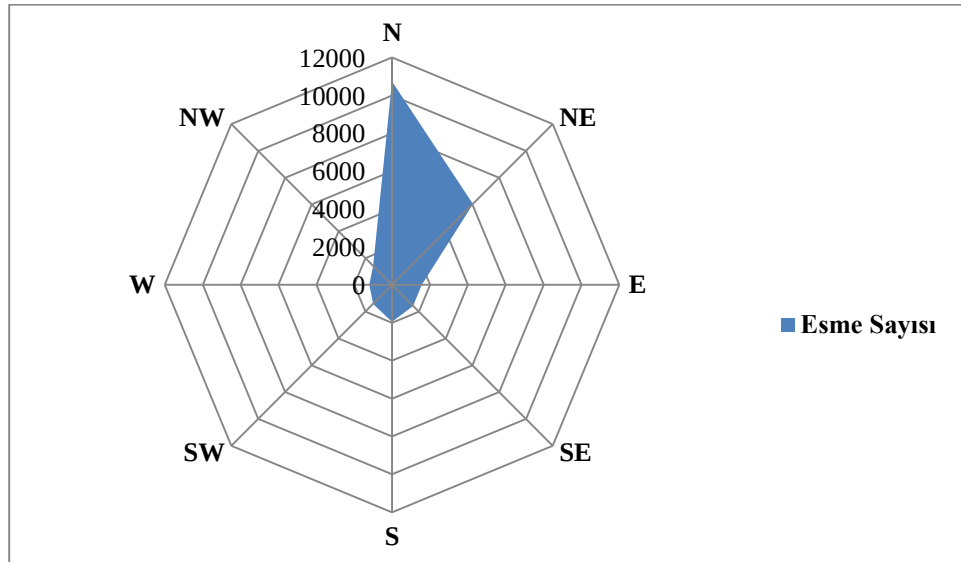
Parametre	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıl. Ort.
Aylık Ort. Rüzgâr Hızı (m/sn)	1,5	1,6	1,7	1,5	1,3	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0	1,1	1,4	1,3
Aylık Maksimum Rüzgâr Hızı (m/sn)	21,0	17,6	18,6	18,2	19,2	22,1	16,2	18,4	18,6	17,6	19,0	17,2	22,1
Hakim Rüzgâr Yönü	S	S	SE	S	SE	SW	NW	S	W	W	S	SE	SW

Kaynak: MGM verilerinden.

Tortum'un ortalama rüzgâr hızlarının yıllık ortalaması 1,3 m/sn'dir. Mart ayı 1,7 m/sn ile en yüksek ortalama rüzgâr hızına sahipken, 1,0 m/sn ile ekim ayı en düşük ortalama rüzgâr hızına sahip aydır. Ortalama rüzgâr hızlarının mevsimsel dağılışına bakıldığında; yaz ve sonbahar mevsimlerinde minimum hızda esen rüzgârlar, kış ve ilkbahar mevsimlerinde en yüksek değerlerine ulaşmaktadır. Aylık maksimum rüzgâr hızı, istasyonda rüzgâr hızının ölçülmeye başlandığı günden bugüne ölçülmüş en yüksek rüzgâr hızlarını ifade etmektedir. Tortum'da aylık maksimum rüzgâr hızının en yüksek değeri Güneybatı (SW) yönünde 22,1 m/sn kaydedilmiştir. Aylık maksimum rüzgâr hızının en düşük değeri ise Kuzeybatı (NW) yönünde 16,2 m/sn olarak kaydedilmiştir.

Tortum ve Yusufeli istasyonlarına nazaran yeni kurulmuş ve 7 yıllık meteorolojik ölçümlere sahip olan Uzundere Meteoroloji İstasyonu verilerine göre; toplam 25900

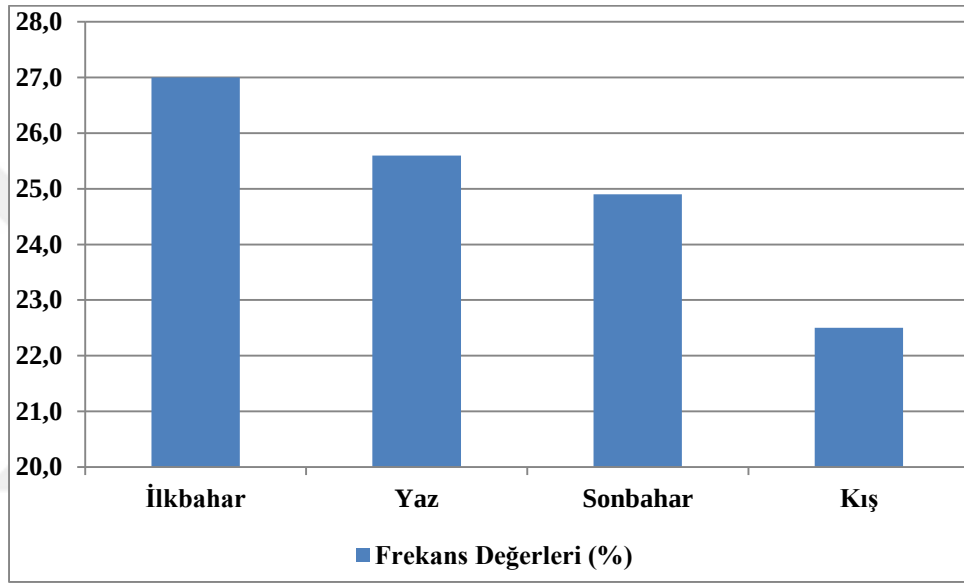
esme sayısına sahip olduğu istasyonda, 10743 esme sayısı ile kuzey (N) sektörlü rüzgârlar bölgenin hâkim rüzgâr yönünü oluşturmaktadır. Hâkim rüzgâr yönünü 6038 esme sayısı ile kuzeydoğu (NE) sektörlü rüzgârlar takip etmektedir. Hâkim rüzgâr yönünü oluşturan kuzey sektörlü rüzgârların frekans değeri %41,4, onu takip eden kuzeydoğu sektörlü rüzgârların frekans değeri ise %23,3'tür. Kuzey ve Kuzeydoğu sektörlü rüzgârlar, Uzundere'de esmekte olan rüzgârların %64,7'sini oluşturmaktadır. Diğer yönlerden esen rüzgârların esme sayıları 2000'in altındadır ve toplam 9128 esme sayıları ile kuzey sektörlü rüzgârların esme sayılarından daha azdır. Tortum ve Uzundere'nin hâkim rüzgâr yönleri karşılaştırıldığında; Tortum'un hâkim rüzgâr yönü güney olması ile birlikte doğu, batı ve güneydoğu sektörlü rüzgârlar da ilçede etkili olmaktadır. Uzundere'de ise hâkim rüzgâr yönler kuzey ve kuzeydoğu'dur ve diğer yönlerden esen rüzgârlar yok denecek kadar azdır. Tortum'da rüzgâr yönlerinin Uzundere'ye nispeten çeşitlilik arz etmesi her iki istasyonunda topoğrafik özellikleri ile açıklanabilir. Uzundere, doğusunda ve batısında yüksek dağlık alanların olduğu bir vadi içerisinde yer almaktadır ve Uzundere ilçe merkezi ile etrafındaki yüksek dağlar arasındaki yükselti farkı 1900-1500 metreler arasında değişmektedir. Rüzgârın, etrafı yüksek dağlarla çevrili Tortum Çayı vadisine kanalizasyonu dolayısıyla ilçenin hâkim rüzgâr yönünü kuzey-kuzeydoğu (N-NE) yönleri oluşturmaktadır.



Şekil 2.16. Uzundere'nin yıllık rüzgâr gülü diyagramı.

Uzundere'de, rüzgârların esme sayılarının ve frekans değerlerinin mevsimsel dağılışına bakıldığında; ilkbahar 7008 esme sayısı ve %27 frekans değeri ile bölgede

rüzgârların en fazla estiği mevsimdir. Yaz (%25,6) ve sonbahar (%24,9) mevsimleri birbirlerine yakın esme sayılarına sahip olup, ilkbahar ve kış mevsimleri arasında ortalama değerler sergilemektedir. Sahada rüzgârların en az esme sayısına sahip olduğu mevsim, yüksek basınç nedeniyle stabil, hareketsiz hava şartlarının etkili olduğu kış mevsimidir. Kış mevsimi 5904 esme sayısı ile %22,5 frekans değerine sahiptir. İlkbahar ve kış mevsimleri arasındaki frekans farkı %4,5'tir. Tortum'da rüzgârların esme sayıları ve frekans değerleri yıl içerisinde nispeten dengeli ve istikrarlıdır ve mevsimler arasındaki frekans farkı %1,7 değerindedir.



Şekil 2.17. Uzundere'nin mevsimlere göre rüzgâr frekans değerleri.

Uzundere istasyonunda ortalama rüzgâr hızının yıllık ortalaması 1,8 m/sn'dir. Ortalama rüzgâr hızının en yüksek değeri 2,6 m/sn'dir ve bu değer ağustos ayına aittir. Aralık ayı ise ortalama rüzgâr hızının 0,7 m/sn ile en düşük değere ulaştığı aydır. Ortalama rüzgâr hızı, ilkbahar, yaz ve sonbaharın kasım ayı haricindeki diğer aylarında yüksek değerlere sahipken, kasım ayı ve kış aylarında düşük değerler göstermektedir. Bu durum; yukarıda da bahsedildiği gibi, kış aylarında yüksek basınç nedeniyle stabil ve hareketsiz hava şartlarının etkili olmasından kaynaklanmaktadır.

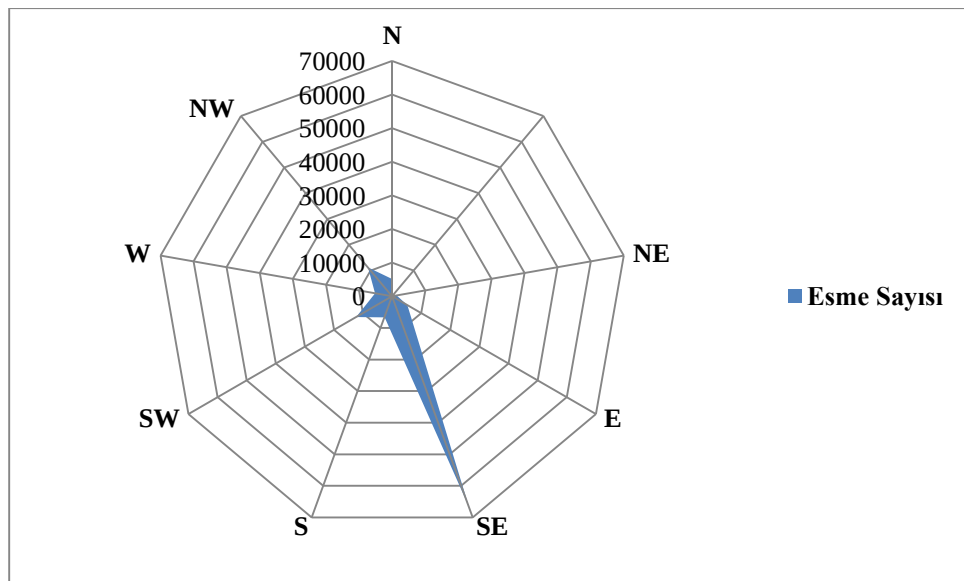
Tablo 2.10. Uzunlere etkili rüzgârların aylık ortalama, aylık maksimum hızları ve aylara göre hâkim rüzgâr yönleri.

Parametre	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Ort.
Aylık Ort. Rüzgâr Hızı(m/sn)	0,9	1,3	2,0	2,1	1,8	2,2	2,7	2,6	2,3	1,6	0,9	0,7	1,8
Aylık Maksimum Rüzgâr Hızı(m/sn)	19,1	15,0	18,6	19,2	21,0	18,7	20,5	21,2	22,2	17,9	13,4	17,0	22,2
Aylık Maksimum Rüzgâr Yönü	SS W	SW	E	SW	E	SW	E	E	SE	NW	E	E	SE

Kaynak: MGM verilerinden.

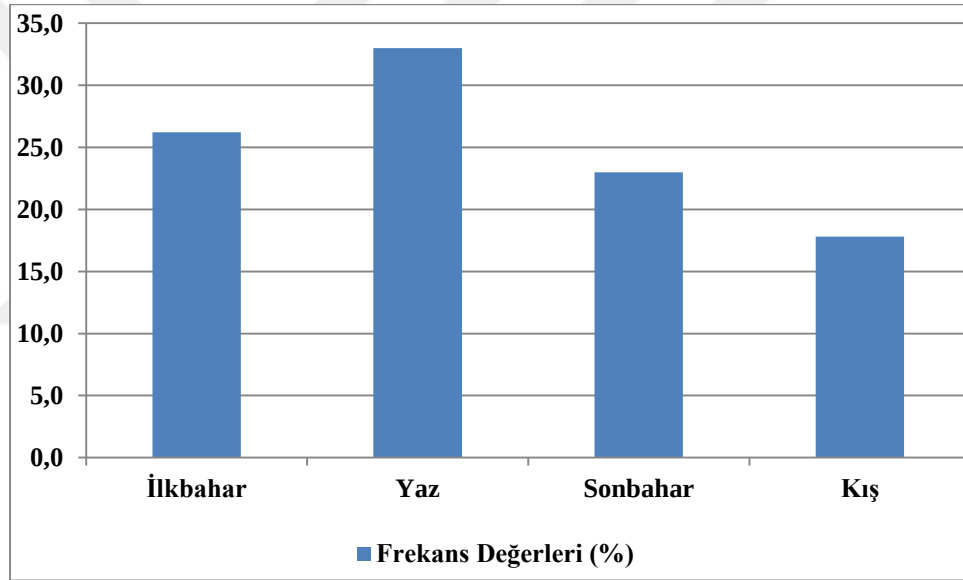
Uzunlere Meteoroloji İstasyonu 2010 yılında kurulmuş olup, aylık maksimum rüzgâr hızları 2012 yılı itibarı ile ölçülmeye başlanmıştır. Son 6 yıl içerisindeki en yüksek rüzgâr hızı 22,2 m/sn ile ekim ayında kaydedilmiştir ve rüzgâr yönü ise Güneydoğu'dur. Aylık maksimum rüzgâr hızının en düşük değeri ise; kasım ayında kaydedilmiş olup 13,4 m/sn'dir ve rüzgâr yönü Doğu'dur.

Yusufeli Meteoroloji İstasyonu verilerine göre; Yusufeli'nin hâkim rüzgâr yönü 66589 esme sayısı ile Güneydoğu (SE) yönüdür. Bölgede rüzgârların sektörel dağılışında en önemli pay %58,5 frekans değeri ile Güneydoğu yönüne aittir. Hâkim rüzgâr yönünü sırasıyla esme sayısı 12369 ve frekans değeri %10,9 olan Güneybatı (SW) yönü ve 11157 esme sayısı, %9,8 frekans değerine sahip Kuzeybatı (NW) yönü takip etmektedir. Aşağıdaki grafikten de anlaşılacağı üzere; bölgedeki relief, rüzgârların neredeyse tek bir yönden esişine müsaade etmektedir.



Şekil 2.18. Yusufeli'nin yıllık rüzgâr gülü diyagramı.

Rüzgârların esme sayısı ve frekans değerlerinin mevsimsel dağılışına bakıldığında; diğer iki istasyona nazaran Yusufeli’nde daha düzensiz olduğu göze çarpmaktadır. Tortum ve Uzundere istasyonlarında rüzgârların esme sayılarında mevsimler arasında büyük bir fark bulunmamaktadır ve en fazla esme sayısı ilkbahar mevsimine aittir. Yusufeli’nde ise; 37586 esme sayısı ve %33 frekans değeri ile yaz mevsimi sıralamanın başında yer almaktadır. Diğer iki istasyonda ilk sırada olan ilkbahar mevsimi; Yusufeli istasyonunda 29956 esme sayısı ve %26,2 frekans değeri ile ikincidir. İlkbahar mevsimini ise sırasıyla 26182 esme sayısı ve %23 frekans değeri ile sonbahar ve son olarak 20333 esme sayısı ve %17,8 frekans değeri ile kış takip etmektedir. Rüzgârların en fazla olduğu yaz mevsimi ile en az olduğu kış mevsimi arasında 17253 esme sayısı ve %15,2 frekans farkı bulunmaktadır.



Şekil 2.19. Yusufeli’nin mevsimlere göre rüzgâr frekans değerleri.

Yusufeli Meteoroloji İstasyonu’nun 26 yıllık meteoroloji verilerine göre; aylık ortalama rüzgâr hızının yıllık ortalaması 2,2 m/sn’dir. Aylık ortalama rüzgâr hızının en yüksek olduğu ay 3,6 m/sn ile temmuz ayıdır ve genel olarak yaz mevsimi rüzgâr hızının en yüksek olduğu mevsimdir.

Geçiş mevsimlerini oluşturan bahar ayları ortalama rüzgâr hızlarına sahipken, kış ayları ortalama rüzgâr hızının minimuma indiği aylardır. En düşük aylık ortalama rüzgâr hızı 0,9 m/sn ile aralık ayına aittir.

Tablo 2.11. Yusufeli’nde 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)	1,0	1,5	2,2	2,4	2,7	2,8	3,6	3,4	2,7	1,6	1,1	0,9	2,2
Aylık Maksimum Rüzgâr Hızı(m/sn)	14,5	11,8	12,4	14,5	20,9	15,2	17,1	15,3	12,3	11,4	11,5	11,3	20,9
Aylık Maksimum Rüzgâr Yönü	NE	SW	NW	NW	SW	NW	SW	SW	NW	SW	E	NE	SW

Kaynak: MGM verilerinden.

Yusufeli Meteoroloji İstasyonu, aylık maksimum rüzgâr hızlarını ölçmeye 2014 yılı itibari ile başlamıştır. Aylık maksimum rüzgâr hızı en yüksek değerine 20,9 m/sn ile Mayın ayında erişmektedir. En yüksek rüzgâr hızının yönü ise Güneydoğu (SW) yönüdür. En düşük değerine ise aralık ayında 11,3 m/sn ile düşmektedir ve yönü ise Kuzeydoğu (NE)’dur.

2.3.2.4. Nem ve Bulutluluk

Atmosferdeki mevcut su buharına nem denir. Su buharının miktarı sabit olmayıp yere ve zamana göre değişiklikler göstermektedir. Nem, hacim açısından hiçbir zaman havanın toplam hacminin %4’ünü aşmamaktadır. Hacim bakımından bu kadar düşük bir orana sahip olmasına rağmen iklim şartlarını belirleyen en önemli etmenlerden biridir (Erinç, 1996: 100). 1 m³ veya 1 kg hava içerisindeki su buharının gram cinsinden miktarına mutlak nem denir (Dönmez, 1984: 141). Mutlak nem havadaki mevcut nem miktarı anlamına gelmektedir. Nem miktarının gram cinsinden hesaplanması zor olduğundan dolayı atmosferdeki su buharı, buhar basıncı türünden mm ve mb cinsinden hesaplanmaktadır (Erol, 1993: 179). 1 m³ havanın taşıyabileceği en fazla nem miktarına ise maksimum nem denmektedir. Hava, bu nem miktarına sahip olduğunda doyma noktasına ulaşmıştır ve bunun sonucunda ise yağış gerçekleşmektedir (Şahin, 1999: 64). Bağıl nem ise; mutlak nemin maksimum neme oranıdır ve yüzde (%) cinsinden ifade edilir. Bağıl nemin %100 olması halinde yağış gerçekleşmektedir.

Araştırma sahasındaki istasyonların meteoroloji verilerine göre; aylık ortalama bağıl nem oranlarının yıllık ortalamaları, Tortum’da %60, Uzundere’de %52,9 ve Yusufeli’nde ise %55,4 oranlarındadır. Yıllık bağıl nem oranı diğer istasyonlara oranla

nispeten fazla olan Tortum'un, aylık bağıl nem oranlarında da diğerlerine göre daha istikrarlı olduğu göze çarpmaktadır. Tortum'da bağıl nem oranı ortalaması en yüksek olan ay %66,6 ile aralık ayıdır. Yılın yarısında bağıl nem oranı %60'ın üzerinde olan istasyonda, ağustos ve eylül ayları %54,3 bağıl nem oranıyla aylık ortalama bağıl nem oranı en düşük olan ayları temsil etmektedir. Mevsimlere göre ortalama bağıl nemin dağılışında, dengeli bir dağılış söz konusudur. Yaz mevsimi ayları bağıl nemin en düşük olduğu aylar iken, kış mevsimi ayları bağıl nemin yüksek olduğu aylardır. Bahar ayları ise yaz ve kış mevsimlerinin ortalama değerlerini göstermektedir. Tortum'da mevsimlik bağıl nem oranlarına bakıldığında; kış mevsimi %64,9, yaz mevsimi %54,3, ilkbahar mevsimi %59,9 ve sonbahar mevsimi ise %59,7 ortalama bağıl nem oranlarına sahiptir.

Uzundere, aylık ve yıllık ortalama bağıl nem oranları en düşük olan istasyondur. İstasyonda aylık ortalama bağıl nem oranı en yüksek olan ay, %63,3 oranla ocak ayıdır. Ocak ayında ortalama bağıl nem oranında en yüksek değerine ulaşan istasyonda, bu aydan sonra düşüş başlar ve ağustos ayında %44,6 oranla minimum değerine düşmektedir. Tortum'da düzenli bir gidişata sahip olan aylık ortalama bağıl nem oranları Uzundere'de dalgalanmalar şeklindedir. Uzundere'de mevsimlik bağıl nem oranlarına göre; kış mevsimi %60,5, yaz mevsimi %47, ilkbahar mevsimi %51,6 ve sonbahar mevsimi ise %52,5 ortalama bağıl nem oranlarına sahiptir.

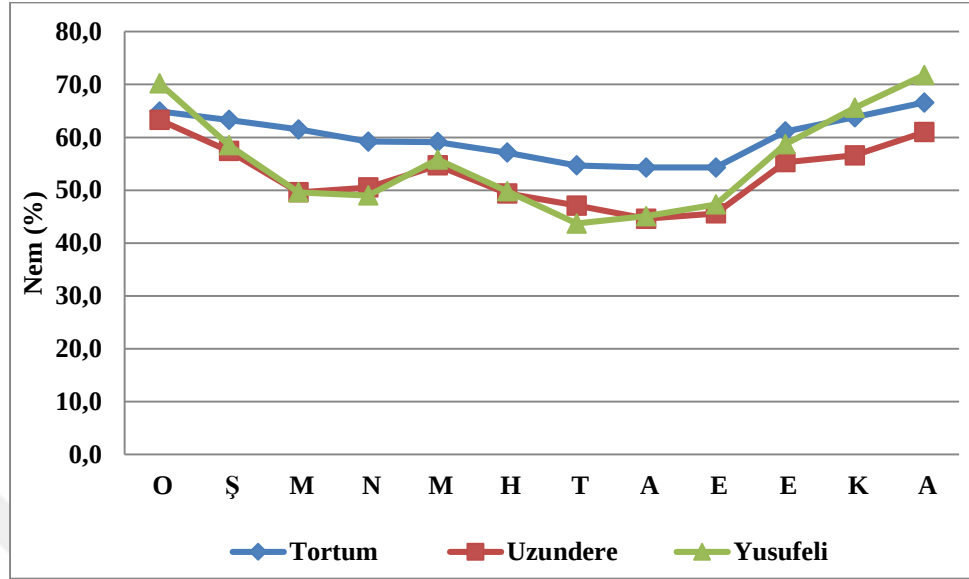
Tablo 2.12. Tortum, Uzundere ve Yusufeli'nde aylık ortalama bağıl nem oranları (%) aylık değişimi.

İstasyon	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Tortum	64,9	63,3	61,5	59,2	59,1	57,1	54,7	54,3	54,3	61,1	63,8	66,6	60,0
Uzundere	63,3	57,4	49,6	50,5	54,7	49,4	47,1	44,6	45,6	55,3	56,6	61,0	52,9
Yusufeli	70,2	58,5	49,6	49,0	55,8	49,8	43,7	45,1	47,3	58,7	65,6	71,8	55,4

Kaynak: MGM verilerinden.

Yıllık ortalama bağıl nem oranı %55,4 olan Yusufeli istasyonunda, ortalama bağıl nem en yüksek değerine %71,8 ile aralık ayında erişmektedir. Aralık ve ocak aylarında %70 üzerinde olan ortalama bağıl nem, şubat ayında (%58,5) ani bir düşüş yaşar ve en düşük değerine %43,7 ile temmuz ayında ulaşmaktadır. Araştırma sahasında aylık ortalama bağıl nem oranı %70'in üzerine çıkan tek istasyon olan Yusufeli'nde

mevsimlik bağıl nem ise; kış mevsimi %66,8, yaz mevsimi %46,2, ilkbahar mevsimi %51,4 ve sonbahar mevsimi % 57,2 oranlarındadır.



Şekil 2.20. Araştırma sahasında ortalama bağıl nem oranlarının aylık değişimi.

Bulutluluk, havadaki su buharını, yağışları, güneşlenme süresini, ısınma durumunu doğrudan ya da dolaylı olarak etkileyen bir faktördür (Kopar, 2007: 87). Bulutluluk, havadaki nemin (su buharı) yoğunlaşmasının bir sonucudur. Bulutluluk oranı, nefometre adı verilen bir ölçüm aleti ile ölçülür ve gökyüzünün bulutla kapallılık derecesini ifade eden okta üzerinden değerlendirilmektedir. Aşağıda yer alan tabloda da istasyonun bulutluluk oranı 8 okta üzerinden hesaplanmıştır. Araştırma sahasında bulutluluk oranlarını kaydeden tek istasyon Tortum Meteoroloji İstasyonu'dur. Dolayısıyla sahanın bulutluluk durumunu açıklarken Tortum istasyonunun verilerinden yararlanılacaktır.

Bulutluluk, araştırma sahasında soğuk dönemlerde yüksek, sıcak dönemlerde ise düşük değerlere sahiptir. Eylül ayının sonlarında başlayıp, mayıs ayının ortalarına kadar devam eden soğuk dönemde, bağıl nem miktarındaki artışın bir sonucu olarak bulutluluk ve yağışta artış yaşanmaktadır.

Tortum'da yıllık bulutluluk oranı 8 okta üzerinden 2,7 ile düşük bir değere sahiptir. Mayıs ayı 3,4 oran ile yıl içerisinde aylık bulutluluk oranı en yüksek olan aydır. Eylül ayı ise 1,9 ile en düşük değerdedir. İlkbahar mevsimi 3,2 oranla yıl içerisinde bulutluluk oranı en yüksek olan mevsimdir. Kış mevsimi 2,7 ile bulutluluğun en fazla

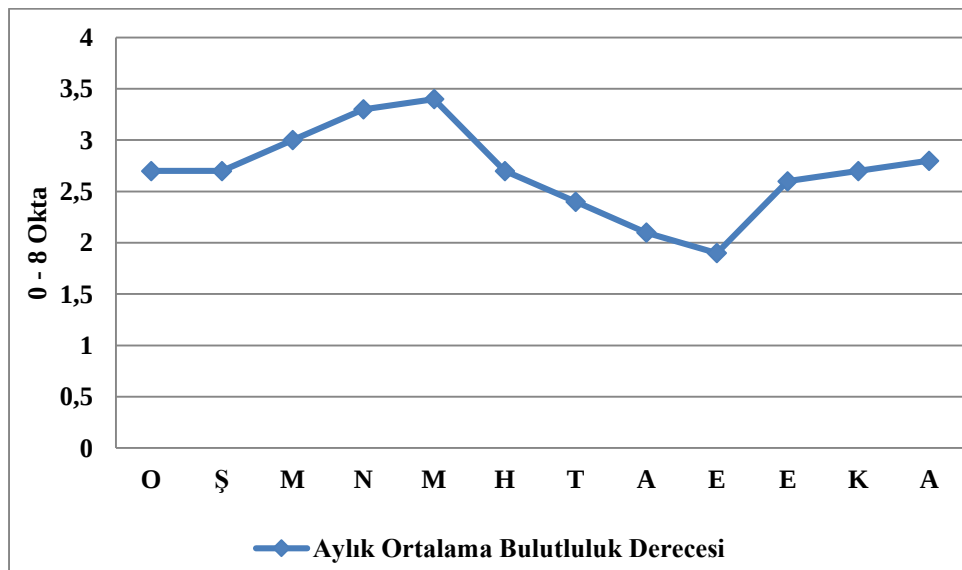
olduğu ikinci mevsimdir. Sonbahar ve yaz mevsimleri ise 2,4 oranındaki bir değer ile yıl içerisinde bulutluluğun minimuma indiği mevsimlerdir.

Tablo 2.13. Tortum'un aylık ortalama bulutluluk oranları, ortalama bulutlu gün ve açık gün sayıları.

Ursullar	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Aylık Ortalama Bulutluluk Oranı (0-8)	2,7	2,7	3,0	3,3	3,4	2,7	2,4	2,1	1,9	2,6	2,7	2,8	2,7
Aylık Ortalama Bulutlu Günler Sayısı	17,7	16,4	20,0	21,6	23,3	18,5	17,8	15,6	13,7	17,8	17,2	18,2	217,8
Aylık Ortalama Açık (Bulutsuz) Günler Sayısı	11,0	9,9	8,9	6,6	6,7	11,0	13,1	15,3	16,0	12,3	11,2	10,6	132,6

Kaynak: MGM verilerinden.

Tortum'da aylık ortalama bulutlu günler sayısının yıllık ortalaması 217 gündür. Araştırma sahasında bağıl nem en fazla kış mevsiminde artış gösterirken, bulutluluk oranı ve ortalama bulutlu günler sayısı en fazla ilkbahar mevsimine aittir. Araştırma sahasının meteorolojik kayıtları incelendiğinde; en yağışlı mevsimin ilkbahar ve en az yağışa sahip mevsimin ise kış mevsimi olduğu göze çarpmaktadır. Bu durum karasal iklimin ve karasal yağış rejiminin bir sonucudur. Yıl içerisinde ortalama aylık bulutlu günler sayısı 23 gün ile en fazla mayıs ayna aittir. Bulutluluk oranı en az olan eylül ayı bulutlu günler sayısında da 13 gün ile minimum değerdedir. Yukarıda da ifade edildiği gibi ilkbahar mevsimi 65 gün ile bulutlu günler sayısı en fazla olan mevsimdir. sonbahar ise 49 gün ile bulutlu günler sayısı en az olan mevsimdir.



Şekil 2.21. Tortum'da aylara göre ortalama bulutluluk derecesi.

Tortum’da aylık ortalama açık (bulutsuz) günler sayısı verileri incelendiğinde; 6 gün ile en az bulutsuz günlere sahip aylar nisan ve mayıs aylarıdır. Yıl içinde açık günlerin sayısal ortalaması 132 gündür. Buna göre; yılın yarısından fazlasında gökyüzünün kapalı (bulutlu) olduğu çıkarımı yapılabilmektedir. Açık günler en fazla ağustos (15 gün) ve eylül (16 gün) aylarında görülmektedir. Aylara göre ortalama açık günlerin sayılarına bakıldığında; eylül ayı dışında açık günlerin 15 günden fazla olduğu ay bulunmamaktadır.

Yağış konusuna geçmeden önce son olarak araştırma sahasında sis olayına ve araştırma sahasındaki ortalama sisli gün sayılarına değinmek faydalı olacaktır. Dönmez; sis olgusunu *gözle görülmeyecek kadar küçük su damlacıklarının havada oluşturdıkları yığınlar* (Dönmez, 1984: 151) şeklinde tanımlarken, Erol; “*yere dokunan hava katmanlarında yoğunlaşmanın olması*” (Erol, 1993: 216) şeklinde açıklamaktadır.

Araştırma sahasında sisli günlerin sayısı fazla değildir. Tortum ve Yusufeli’nde yıl içerisindeki ortalama sisli günler sayısı toplamı 1 gündür. Tortum’da ocak ve mart ayı 0,2 gün Yusufeli’nde ise aralık ayı 0,3 sisli gün ortalamasıyla sisin en fazla olduğu aylardır. Her iki istasyonda da temmuz, ağustos ve eylül aylarında sis olayı hiç yaşanmazken, kış mevsimi sisin en fazla olduğu mevsimdir.

Tablo 2.14. Tortum ve Yusufeli’nde ortalama sisli gün sayısının aylık değişimi.

İstasyonlar	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Tortum	0,05	0,04	0,21	0,18	0,11	0,02	-	-	-	0,02	0,25	0,18	1,06
Yusufeli	0,12	0,08	0,04	0,04	0,04	0,04	-	-	-	0,20	0,12	0,32	1,00

Kaynak: MGM verilerinden.

2.3.2.5. Yağış

Yağışın şiddeti, etkinliği ve yeryüzündeki dağılışı yerin güneşe göre konumuna, enlem faktörüne, atmosfer olaylarına ve relief özelliklerine göre değişmektedir (Dönmez, 1984: 159). Kış mevsiminde Anadolu’nun da içinde olduğu Akdeniz makroklima sahasında genel olarak kutupsal kökenli polar (P) hava kütleleri etkili olmaktadır. Ülkemize gelene kadar bir takım değişikliklere uğramış olsa da Anadolu’nun çoğunlukla iç ve doğu kesimlerinde kar yağışlarına neden olan bu hava

kütleleri uzun bir süre etkisini sürdürmektedir. Ülkemizde kış mevsiminde etkili olan diğer hava kütleleri güneyden sokulan mT ve cT hava kütleleridir. Bu hava kütleleri Anadolu'ya kuzeybatıdan sokulan P hava kütleleri ile karşılaşarak, cephe yağışları ve birbirini takip eden sıcak-soğuk devrelerin yaşanmasına sebep olmaktadır (Erinç, 1996: 299).

Yağışların mevsimlere göre dağılışına, yağış rejimi adı verilmektedir. Anadolu'da etkili olan üç farklı iklim türüne özgü üç farklı yağış rejimi mevcuttur. Bunlar; kışın yağışlı, yazın kurak Akdeniz yağış rejimi, her mevsim yağışlı ve düzenli, yağış miktarı yüksek ve maksimumu sonbahara, minimumu ilkbahara denk gelen Karadeniz yağış rejimi ve maksimumu yaza ya da ilkbahara, minimumu da kışa denk gelen karasal yağış rejimidir. Karasal yağış rejimine, Erzurum-Kars çevresi ile Kastamonu-Bolu arasındaki saha örnek olarak gösterilebilmektedir (Erinç, 1957: 125).

Erinç'e göre ülkemiz, fazla yağışlı sahalar, orta yağışlı sahalar ve az yağışlı sahalar başlıkları altında üç ayrı bölümde incelenebilmektedir. Yıllık bazda 700 mm'nin üzerinde yağış alan sahalar fazla yağışlıdır. Nitekim Karadeniz kıyı şeridiyle Doğu Karadeniz Bölümü ve güneyde Toros Dağları fazla yağışın olduğu sahalardır. 400-700 mm arasında yağışın olduğu sahalar orta yağışlı sahalardır ve Marmara ve Ege bölgeleri örnek teşkil etmektedir. Yağış miktarının 400 mm'den az olduğu sahalar ise ülkemizin az yağışlı bölgelerini oluşturmaktadır ve İç Anadolu Bölgesi az yağışlı sahalara örnektir (Erinç, 1957: 121). Buna göre Doğu Karadeniz Bölümü sınırları içinde yer alan Tortum istasyonu 483,5 mm yıllık ortalama yağış miktarı ile orta yağışlı sahalar içinde yer alırken, Uzundere (274 mm) ve Yusufeli (310,6 mm) istasyonları az yağışlı istasyonlar sınıfına girmektedir.

Araştırma sahasının yağış rejimi, yağış maksimumu ilkbahar ve yaz mevsimlerine, yağış minimumu kış mevsimine denk gelen karasal yağış rejimi içinde değerlendirilebilir.

Araştırma sahasındaki istasyonların uzun yıllık yağış verilerine göre yıllık ortalama yağış miktarı 274 mm ile 483,5 mm arasında değişmektedir. Havza sınırları içerisinde yükselti, orografik özellikler ve bakı nedeniyle havza tabanı ile çevresindeki yüksek dağlık alanlar arasında farklılıklar bulunmaktadır.

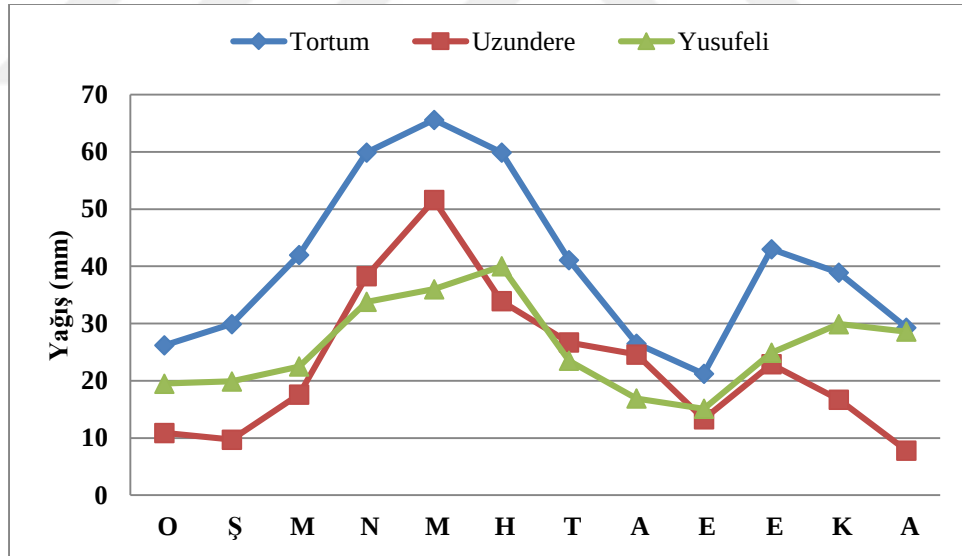
Tablo 2.15. Havzadaki meteoroloji istasyonlarında ortalama yağışın aylık değişimi ve yıllık ortalama tutarları.

İstasyonlar	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Tortum	26,2	29,9	42,0	59,9	65,6	59,9	41,1	26,5	21,2	43,0	38,9	29,3	483,5
Uzundere	10,9	9,7	17,6	38,3	51,6	33,9	26,7	24,6	13,3	22,9	16,7	7,8	274,0
Yusufeli	19,5	19,9	22,5	33,8	36,0	40,0	23,5	16,9	15,1	24,9	29,9	28,6	310,6

Kaynak: MGM verilerinden.

Tortum meteoroloji istasyonunun 57 yıllık rasat sonuçlarına göre yıllık yağış miktarı 483,5 mm'dir. Bu değer, Tortum'un araştırma sahasındaki en fazla yağış alan istasyon olduğunu göstermektedir. İstasyonda ortalama yağış miktarlarının aylara göre dağılımında, eylül ayı (21,2 mm) en kurak ay olarak görünmektedir. Ardından Ekim ayında 43 mm ile bir artış eğiliminden sonra kış mevsiminde yağış miktarları minimum değerlerde seyretmektedir.

Mevsimlik ölçekte kış mevsiminin ardından yağış tutarları itibariyle en fazla ilkbahar mevsiminde yağış düşmektedir. Yaz mevsimi ise ilkbahardan sonra en fazla yağış alan mevsimdir.



Şekil 2.22. Araştırma sahasında ortalama yağış tutarlarının aylara göre değişimi.

Uzundere'nin yıllık ortalama toplam yağış miktarı 274 mm'dir. En yüksek yağış tutarlarına Mayıs ayında erişilmektedir. Mayıs ayının ortalama tutarı 51,9 mm'yi bulmaktadır. Diğer istasyonlarla karşılaştırıldığında Tortum'da en kurak ay eylül ayı iken, Uzundere'de 7,8 mm yağış ile aralık ayıdır. Uzundere'nin Tortum'a göre daha düşük yağış değerlerine sahip olması bu istasyonun (1100 m) yükseltisinin Tortum'dan

(1600 m) 500 m daha aşağıda bulunması ve lokal coğrafi şartlardan kaynaklanıyor olmalıdır.

Tablo 2.16. Tortum, Uzundere ve Yusufeli meteoroloji istasyonlarında ortalama yağışın mevsimsel tutar ve oranları.

İstasyonlar	Kış		İlkbahar		Yaz		Sonbahar	
Tortum	85,4	%17,6	167,5	%34,6	127,5	%26,4	103,1	%21,4
Uzundere	28,4	%10,4	107,5	%39,2	85,2	%31,1	52,9	%19,3
Yusufeli	68,0	%21,9	92,3	%29,7	80,4	%25,9	69,9	%22,5

Kaynak: MGM verilerinden.

Uzundere istasyonundan 36,6 mm daha fazla yağışa sahip olan Yusufeli'nin ortalama yağış tutarı 310,6 mm'dir. Yusufeli'nde en yüksek yağışa sahip aylar diğer iki istasyondan farklı olarak haziran (40 mm) ve eylül (15,1 mm) aylarıdır. Yusufeli istasyonunda da en yağışlı mevsim ise ilkbahardır. Ancak diğer mevsimlerin yağış tutarlarının ilkbahardaki yağış miktarına yakın olması dolayısı ile yağışların aylara göre dağılımında dengeli bir dağılım söz konusudur.

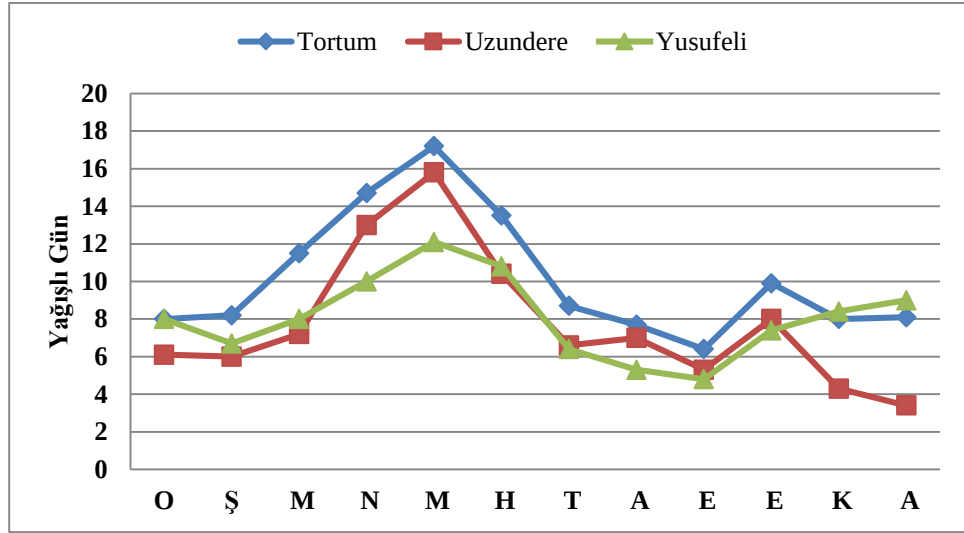
İstasyonlarda ortalama yağış miktarının yıl içindeki seyri düzensiz bir rejim göstermektedir. Her üç istasyonda da yağış miktarının en yüksek olduğu mevsim ilkbahar ve yaz mevsimleridir. En az yağış alan mevsim ise her üç istasyonda da kış mevsimidir. Kış mevsiminde yağışlar kar şeklinde düşmektedir. Yağış miktarlarının mevsimlere dağılımında, mevsimler arasındaki farklılığın en fazla Uzundere'de görüldüğü tablo ve grafiklerden anlaşılmaktadır (Tablo 2.16, Şekil 2.22).

Tablo 2.17. İstasyonlarda ortalama yağışlı gün sayılarının aylara göre dağılışı.

İstasyon	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Tortum	8,0	8,2	11,5	14,7	17,2	13,5	8,7	7,7	6,4	9,9	8,0	8,1	121,9
Uzundere	6,1	6,0	7,2	13,0	15,8	10,4	6,6	7,0	5,3	8,0	4,3	3,4	93,1
Yusufeli	8,0	6,7	8,0	10,0	12,1	10,8	6,4	5,3	4,8	7,4	8,4	9,0	96,9

Kaynak: MGM verilerinden.

Araştırma sahasında ortalama yağışlı günlerin aylara dağılışı bakımından en yüksek yağışın kaydedildiği ilkbahar mevsiminde, Tortum'da 43 gün (%35,2), Uzundere'de 36 gün (%38,6) ve Yusufeli'nde ise 30 gün (%30,9) yüksek yağış alınmaktadır. Buna karşılık en az yağış kaydedilen mevsim kış mevsimidir.



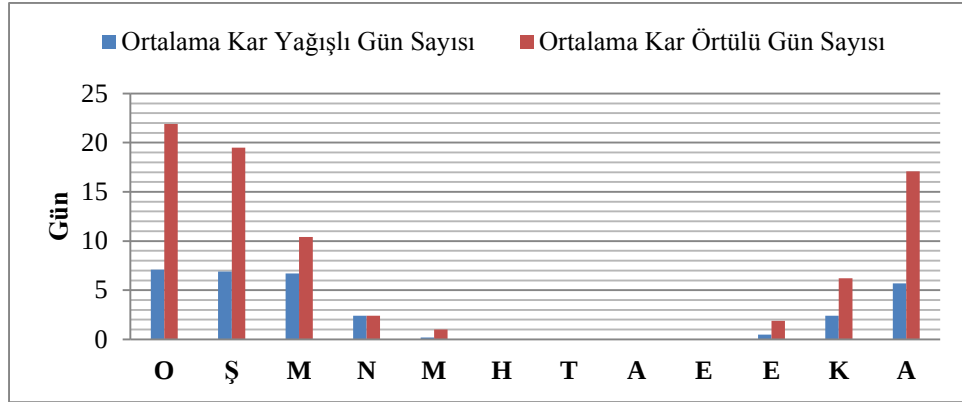
Şekil 2.23. Araştırma sahasında ortalama yağışlı günlerin aylık değişimi.

Tortum meteoroloji istasyonunun 57 yıllık rasat kayıt sonuçlarına göre yıllık ortalama kar yağışlı gün sayısı 32,1 gün iken ortalama kar örtülü gün sayısı 80,6 gündür. Ortalama kar yağışlı gün sayılarının düşük olmasına rağmen karın uzun süre yerde kalması sahada sıcaklıkların düşük seyrettiği gün sayısının fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Kar yağışlı gün sayısı itibariyle en fazla kar yağışı görülen ay ocak (7,1 gün) ayıdır. Dolayısıyla ortalama kar örtülü gün sayısının en fazla olduğu ay ocak ayıdır. Kar örtülü gün sayısı bakımından da doğal olarak en fazla kar yağışlı gün sayısına sahip ay da yine ile ocak ocak (21,9 gün) ayıdır. Ocak ayını sırasıyla 6,9 gün ile şubat, 6,7 gün ile mart ve 5,7 gün ile aralık ayları takip etmektedir. Kar yağışlı gün sayısı mart ayında aralık ayına göre daha fazla olsa da ortalama sıcaklık değerlerinin mart ayında daha fazla olmasından dolayı karla örtülü gün sayısı aralıkta daha fazladır. Tortum’da yıllık ortalama kar örtüsü kalınlığı 8,1 cm iken şubat ayı 12,1 cm ile en fazla ortalama kar örtüsü kalınlığına sahip aydır.

Tablo 2.18. Tortum’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	7,1	6,9	6,7	2,4	0,2	-	-	-	-	0,5	2,4	5,7	32,1
Ortalama Kar Örtülü Gün Sayısı	21,9	19,5	10,4	2,4	1,0	-	-	-	-	1,9	6,2	17,1	80,6
Ortalama Kar Örtüsü Kalınlığı (cm)	10,1	12,1	9,3	5,5	3,1	-	-	-	-	7,9	8,7	7,9	8,1

Kaynak: MGM verilerinden.



Şekil 2.24. Tortum’da ortalama kar yağışlı gün ve ortalama karla örtülü gün sayılarının aylık değişimi.

Uzundere Meteoroloji İstasyonunda ortalama kar yağışlı gün sayısı, ortalama karla örtülü gün sayısı ve ortalama kar örtüsü kalınlığı ölçümleri yapılmamaktadır. Buna karşılık Yusufeli’nde ise sadece ortalama kar yağışlı gün sayısı verileri mevcuttur. Yusufeli istasyonunun 25 yıllık verilerine göre, yıllık ortalama kar yağışlı gün sayısı 11,3 gündür. Tortum’un yıllık ortalama kar yağışlı gün sayısı 32,1 gündür ve Yusufeli’nden 20,8 gün daha fazla kar yağışlı gün sayısına sahiptir. Yusufeli’nde kar yağışlı gün sayısının Tortum’daki ortalama kar yağışlı gün sayısının üçte biri kadar olması, bu istasyonun (600 m) Tortum istasyonundan (1600 m) 1000 metre kadar daha aşağıda yer almasından ve dolayısıyla iki istasyonun sahip olduğu atmosferik koşullardan kaynaklanmaktadır. Yusufeli’nde nisan-ekim ayları arasındaki 7 aylık dönemde kar yağışı görülmezken kar yağışlı gün sayısının en fazla olduğu ay 4,3 gün ile ocak ayıdır.

Tablo 2.19. Yusufeli’nde ortalama kar yağışlı gün sayılarının aylara göre değişimi.

Parametre	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Ortalama Kar Yağışlı Gün Sayısı	4,3	3,0	0,9	-	-	-	-	-	-	-	0,2	2,8	11,3

Kaynak: MGM verilerinden.

Araştırma sahasında yer alan üç istasyonun iklim tiplerini belirlemek amacıyla De Martone (1942), Thornthwaite (1948) ve Erinç (1965) formülleri kullanılmıştır. De Martone’nun ortalama yağış ve ortalama sıcaklık değerleri üzerinde geliştirdiği kuraklık indis değeri formülüne göre, Tortum 26,8 indis değeriyle *yarı nemli* iklim tipine sahiptir. Uzundere 12,5 indis değeriyle, Yusufeli 12,8 indis değeriyle *yarı kurak – yarı nemli* iklim tipine sahiptir.

Erinç ise ortalama yağış miktarı ve ortalama maksimum sıcaklık değerlerinden yararlanarak bir yerin iklim tipini belirlemek için bir formül oluşturmuştur. Erinç'in yağış etkinliği formülüne göre Tortum 31,8 indis değeri ile *yarı nemli*, Uzundere 15,1 ile Yusufeli ise 15,6 indis değeriyle *yarı kurak* iklim tipine sahiptir.

Thornthwaite formülü, iklim tipinin belirlenmesinde bir diğer formüldür. Metoda göre Tortum “*C1 B'1 d b'2*” kodu ile ifade edilen *yarı nemli-yarı kurak, orta sıcaklıkta (mezotermal), su fazlası kış mevsiminde ve orta derecede olan, karasal iklime yakın iklim tipi*'ne sahiptir. Uzundere ve Yusufeli'nin iklim sınıfındaki yeri “*D B'2 d b'3*” harf ve sembollerle ifade edilen *yarı kurak, orta sıcaklıkta (mezotermal), su fazlası yok veya pek az olan, okyanusal iklime yakın iklim* olarak tespit edilmiştir.

2.4. HİDROGRAFIK ÖZELLİKLER

Yaşam faaliyetlerinin en önemli unsuru olan, insanlık tarihinin en erken dönemlerinden beri insanların yerleşme, yaşam, tarım ve kültürel faaliyetlerini doğrudan etkileyen su, yeryüzünün şekillenmesindeki en önemli dış kuvvetlerden biridir. Yeryüzüne düşen yağışların sızma ve buharlaşmadan geri kalanı yüzeysel bir akışa geçmektedir. Yüzeysel akışa geçen bu suların yatak ve kanallar içerisinde akışa geçmesiyle akarsular oluşmaktadır. (Atalay, 1986: 1).

Yeryüzünün şekillenmesinde akarsular önemli bir role sahiptirler ve dolayısıyla “*Flüvyal Topoğrafya*” yeryüzünde en çok rastlanan topoğrafya tiplerinin başında gelmektedir. Sızma ve buharlaşmadan arta kalan ve yüzeysel akışa başlayan akarsu, yatağını derine ve yana doğru aşındırma, bu aşındırma sonucunda bünyesine katılan materyalleri taşıma ve biriktirme faaliyetleri içerisinde yer almaktadır. Akarsuyun akım değerleri ve bulunduğu bölgenin iklim özellikleri sonucunda bu faaliyetler farklılıklar göstermektedir.

Tortum Çayı Havzası'nın bugünkü morfolojik görünümünü kazanmasında da akarsular büyük bir öneme sahiptir. Araştırma sahası hidrografik açıdan 23 nolu Çoruh Havzası içerisinde yer almakta olup inceleme alanı sınırları içinde en önemli akarsu, araştırma sahasının sınırları dışında Oltu Çayı ile birleşerek Çoruh Nehrine bağlanan Tortum Çayı'dır. Sularını Oltu Çayı ile birleşerek öncelikle Çoruh Nehri'ne, sonrasında da Karadeniz'e ulaştıran havzada sürekli ve geçici akışlı çok sayıda akarsu

bulunmaktadır. Saha sularını denize boşaltması sebebi ile “*Eksoroik*” bir havza özelliği göstermektedir.

Tortum Çayı ve kolları sahada gelişmiş bir akarsu şebekesi oluşturmaktadır. Kaynağını Dumlu Dağı’nın (3169 m) kuzey yamaçlarından alan Tortum Çayı, Kargapazarı Dağları’nın (3045 m) kuzeybatı yamaçlarından Çökek Deresi, Aslahan Deresi, Aktaş Deresi ve Devre Dağı’nın (2916 m) batı yamaçlarından Yayla ve Arnaz derelerinin birleştirdiği Taşoluk Deresi’ni kollarına katıp debisini artırarak kuzeye doğru akışını sürdürmektedir.

Tortum Çayı, Tortum ilçe merkezinden geçtikten sonra Kaledibi Mahallesi kuzeyinde Yukarısivri Deresi ile birlikte birçok geçici derenin birleştirdiği Sivri Çayı’nı sularına katar. Araştırma sahasının güneybatı sınırı yakınında yer alan Eğerli Dağı’nın (3087 m) doğu yamaçlarından kaynaklarını alan Perçin, Oluğun, Kazan, Yayla, Peynirli dereleri Yellitepe Mahallesi kuzeyinde birleşmesiyle Yellitepe Deresi oluşur. Yellitepe Deresi, Alapınar, Esendurak, Tortumkale, Arılı mahallelerinden geçerken aldığı sürekli ve geçici derelerle güçlenen dere Aksukapı mahallesi doğusunda Tortum Çayı’na katılır ve Tortum Çayı’nın en önemli kollarından birini oluşturur. Tortum Çayı doğudan ise Demirciler Deresini aldıktan sonra yine Aksukapı mevkiinde Aksu Deresi ile birleşerek kuzeye doğru akışına devam etmektedir.



Fotoğraf 2.1. Tortum Çayı dar ve derin bir vadi içinde yol almaktadır.

Tortum Çayının önemli beslenme alanlarından en önemlisi Mescid Dağıdır. Mescit Dağı'nın (3239 m) güneydoğu yamaçlarından kaynağını alan pek çok dere vardır. Bunlardan Çoban ve Kuzugöl dereleri Meydanlar Mahallesi güneyinde birleşerek Meydanlar Deresi'ni oluşturmaktadır. Bu dere Çakıllı Mahallesi'nin güneyinden geçtikten sonra Aşağıçayır Deresi adını alır ve kuzeybatı yönünde akışına devam eder. Doruklu Mahallesi'nin içinden geçtikten sonra Vişneli Deresi'ni de sularına katar ve Doruklu Deresi adını alır.

Mescit Dağı doruğunun (3239 m) kuzey yamaçlarından kaynağını alan Yedigöller, Uzun, Çiniçor ve Cehennem dereleri Uzunkavak Mahallesi güneyinde birleşerek doğu yönünde akmaya devam ederler ve Dikmen Mahallesi kuzeyinde Yaylasuyu Deresi'ni aldıktan sonra Bağbaşı Mahallesi kuzeyinde Bağbaşı Çayı adını alır. Bağbaşı Mahallesi yakınlarında önce Bağbaşı daha sonra ise Pehlivanlı Mahallesi güneyinde Pehlivanlı derelerini sularına katan Bağbaşı Çayı, Derekapı Mahallesi batısında Tortum Çayı'na katılır. Bağbaşı Çayı'nın kaynağından Tortum Çayı'na kadar olan uzunluğu 35 km'dir. Doğudan Suyatağı, Kirazın ve Çamlı dereleri, batıdan Salpetek ve Çalanın derelerinin sularını alan Tortum Çayı kuzey yönünde akışına devam ederek Tortum Gölü'ne ulaşır. Tortum Gölü'nün kuzeydoğusundan bir şelale oluşturarak akışına devam eden Tortum Çayı, Yedigöller mevkiinde doğudan gelen Hatka Deresi'ni aldıktan sonra kuzeybatıya yönelir ve bir kanyon vadiden geçtikten sonra kuzeye doğru akışına devam eder. Buradan sonra dar ve derin bir vadi içerisinde yoluna devam eden Tortum Çayı, sürekli ve geçici birçok dere ve çayı bünyesine kattıktan sonra doğudan gelen Oltu Çayı ile birleşerek güçlenmekte ve güneybatı yönünden gelen Çoruh Nehri'ne karışarak Karadeniz'e dökülmektedir.

Kuzey yönünde akışına devam eden Tortum Çayı, batıdan gelen Doruklu Deresi'ni sularına katarak debisini artırır ve Kaleboynu Deresi ile sürekli ve geçici birçok derenin birleştirdiği ve önemli kollarından biri olan Şenyurt Deresi'nin sularını Derekapı Mahallesi yakınlarında almaktadır.

Genel olarak güney-kuzey yönünde akan Tortum Çayı, konsekant bir vadi oluşturmuş olup, Tortum Çayı'nın bu vadiye doğu ve batıdan katılan kolları ise subsekant karakterli vadiler açmıştır ve bu nedenle araştırma sahası, dandritik akarsu ağına sahip bir havzadır.



Fotoğraf 2.2. Tortum Çayı ile Oltu Çayı, Çoruh Nehri'ne ulaşmadan önce Sukavuşumu adı verilen mevkide birleşmektedir.

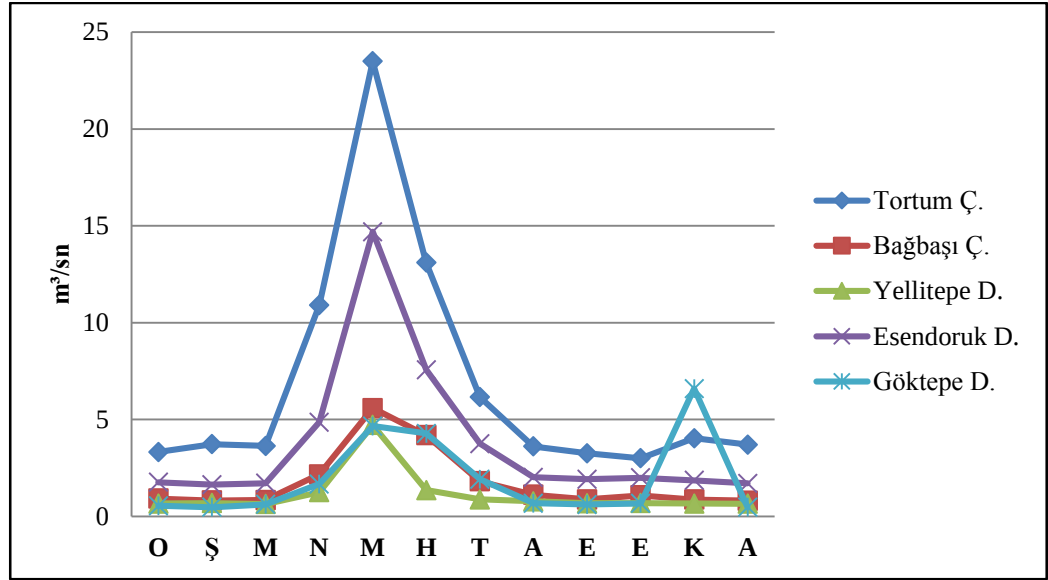
Tortum çayı ve onun yan kolları, havzada derin vadiler oluşturmuş olup sahayı derin bir şekilde yarmıştır. Toplam su toplama alanı 1956,6 km² olan Tortum Çayı'nın, kaynağını aldığı Dumlu Dağı'nın (3169 m) kuzey yamaçlarından Oltu Çayı ile birleştiği su kavuşum noktasına kadar olan uzunluğu 67 km'dir.

Devlet Su İşleri tarafından yapılmış ölçümler ve sahada gerçekleştirilen gözlem sonuçlarına göre araştırma sahasında akarsular, “*Karlı-Yağmurlu Rejim Tipi*”ne sahiptir. Nitekim karların erimesi ve ilkbahar yağışları ile birlikte Tortum Çayı Havzası'ndaki akarsuların akımları, Mayıs ve Haziran aylarında maksimum seviyeye ulaşmaktadır. Kış aylarında ise yağışların kar şeklinde düşmesi ve don olaylarının yaşanması sebebiyle akarsuların akımları minimum seviyelere düşmektedir (Tablo 2.20).

Tablo 2.20. Tortum Çayı ve bazı kollarının akım (m³/sn) değerleri (1979-2015).

Akarsu	Ölçüm Yeri	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
Tortum Ç.	Dikyar	3,32	3,73	3,64	10,9	23,5	13,1	6,16	3,61	3,26	3,00	4,03	3,70
Bağbaşı Ç.	Bağbaşı	0,92	0,82	0,84	2,17	5,59	4,19	1,81	1,12	0,88	1,08	0,87	0,81
Yellitepe D.	Yellitepe	0,66	0,69	0,64	1,25	4,72	1,36	0,88	0,78	0,68	0,69	0,66	0,65
Esendoruk D.	Tortumkale	1,76	1,64	1,71	4,86	14,7	7,57	3,75	2,02	1,92	1,99	1,86	1,70
Göktepe D.	Kaleboynu	0,55	0,47	0,62	1,67	4,66	4,28	1,92	0,68	0,61	0,67	6,60	0,47

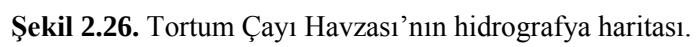
Kaynak: DSİ, (2018).



Şekil 2.25. Tortum Çayı Havzasında bazı akarsuların akım değerlerinin aylık değişimi.

Araştırma sahasında bulunan göllerden en önemlisi ve en büyüğü Tortum Gölü'dür. Uzundere ilçe merkezinin 16 km kuzeyinde Kemerli Dağı'ndan (2770 m) kopan kütlenin Tortum Çayı'nın önünü kapatması sonucu oluşan Tortum gölü, oluşum şekli itibariyle bir heyelan set gölüdür. Heyelan kütlesinin arkasında Tortum Çayı'nın biriktirdiği sular, vadinin relief özelliklerine uygun olarak dar ve uzun bir göl meydana getirmiştir. 8 km uzunluğa, 0,5 ile 1,5 km arasında genişliğe sahip Tortum Gölü'nün yüzölçümü ise 6,6 km²'dir. Tortum Çayı heyelan kütlesinin doğusundan bir gideğen oluşturarak, Tortum Gölü'nden çıktıktan sonra 48 m yükseltiye sahip Tortum Şelalesi'ni oluşturmaktadır. Tortum Çayı gölün kuzeydoğusundaki Tev vadisi ile birleştikten sonra, 1000 m rakıma sahip bu vadiye 2 km yol aldıktan ve bir kanyon vadiden geçtikten sonra 800 m rakıma sahip eski yatağına kavuşmaktadır. Göl ile Tortum Çayı'nın yatağına kavuştuğu saha arasındaki 200 m yükselti farkı sebebiyle, kanyon vadi içerisinde hidroelektrik santrali (HES) kurulmuştur.

Mescit Dağı (3239 m) üzerinde yer alan sirk (buzul) gölleri ve Devre Dağı (2916 m) heyelanı sonrasında oluşmuş heyelan set gölleri havzadaki mevcut diğer doğal göllerdir. Havzanın jeosit destinasyonlarının belirlendiği bölümde bu göllerden detaylı bir şekilde bahsedilecektir. Heyelan ve sirk gölleri dışında Devlet Su İşleri tarafından 1978 yılında akarsu potansiyelinden yararlanmak amacıyla yapılmış Kapıkaya Mahallesi'nin 700 m kuzeybatısında Kapıkaya Göleti bulunmaktadır.



Şekil 2.26. Tortum Çayı Havzası'nın hidrografya haritası.

2.5. TOPRAK ÖZELLİKLERİ

Anakayanın fiziksel parçalanması ve kimyasal ayrışması sonucu oluşan, üzerindeki bitkilerin tutunmasını ve besin gereksinimini sağlayan ayrıışmış örtüye toprak denir (Atalay, 2011: 1-3). Şüphesiz bu yönleriyle toprak canlı bir üitedir.

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 sahadaki dağılışıları belirlenmiştir.

Araştırma sahasındaki topraklar 1949 *Toprak Tasnif Sistemi*’ne göre belirlenmiştir. Buna göre, Tortum Çayı Havzası’nda zonal topraklardan kahverengi ve kestanerengi topraklar, azonal topraklardan alüvyal topraklar, kolüvyal topraklar ve litosoller, intrazonal topraklardan ise kahverengi orman toprakları ve rendzina topraklar yüzeylenmektedir.

Zonal topraklar, ana kayacın fiziksel/kimyasal etmenler ile bileşim değişmesi esnasında dönüşüme uğrayan maddelerin oluştukları yerde kalmaları sonucunda oluşmaktadır. Dolayısıyla, zonal (yerli) topraklar bulundukları bölgenin iklim, vejetasyon ve kayaç özelliklerini yansıtır ve zonal topraklara yerli topraklar da denmektedir (Taşcıoğlu ve Aydın, 2017: 179). Bu topraklar, yüzölçümü 1956,6 km² olan Tortum Çayı Havzası’nda 510,8 km² alana sahiptir ve havzanın %26,1’ini kapsamaktadır.

Zonal toprak grubu içerisinde en fazla alana sahip olan toprak tipi 302,9 km² ile kestanerengi topraklardır. Kahverengi topraklar ise 207,9 km² alana sahiptir. Bu iki toprak tipi genel olarak birbirine benzerler ancak kestanerengi topraklarda humus daha fazladır ve kireç birikimi kahverengi topraklara göre nispeten daha alt seviyelerde yer almaktadır. Bu toprakların A horizonu, genel olarak kahverenginin değişik tonları halindedir, granüler strüktürde ve balçık tekstüründedir. B horizonu, A horizonundan taşınan unsurların ve özellikle kirecin yığışıp biriktiği horizontur. Kestane rengi toprakların kireç yığışıma zonu, genellikle B horizonunun altındadır ve çoğu zaman C horizonuna kaymaktadır. Bu toprakların baz doygunluğu yüksektir ve sulama yapıldığı takdirde verimliliği yüksektir (Atalay, 2011: 243). Kestane rengi topraklar, araştırma sahasında Tortum ilçe merkezinin batısında, Mescit Dağı’nın (3239 m) kuzey yamaçlarında, Bozdağ (2275) ve çevresinde ve Tav Dağı’nın (2244 m) batı

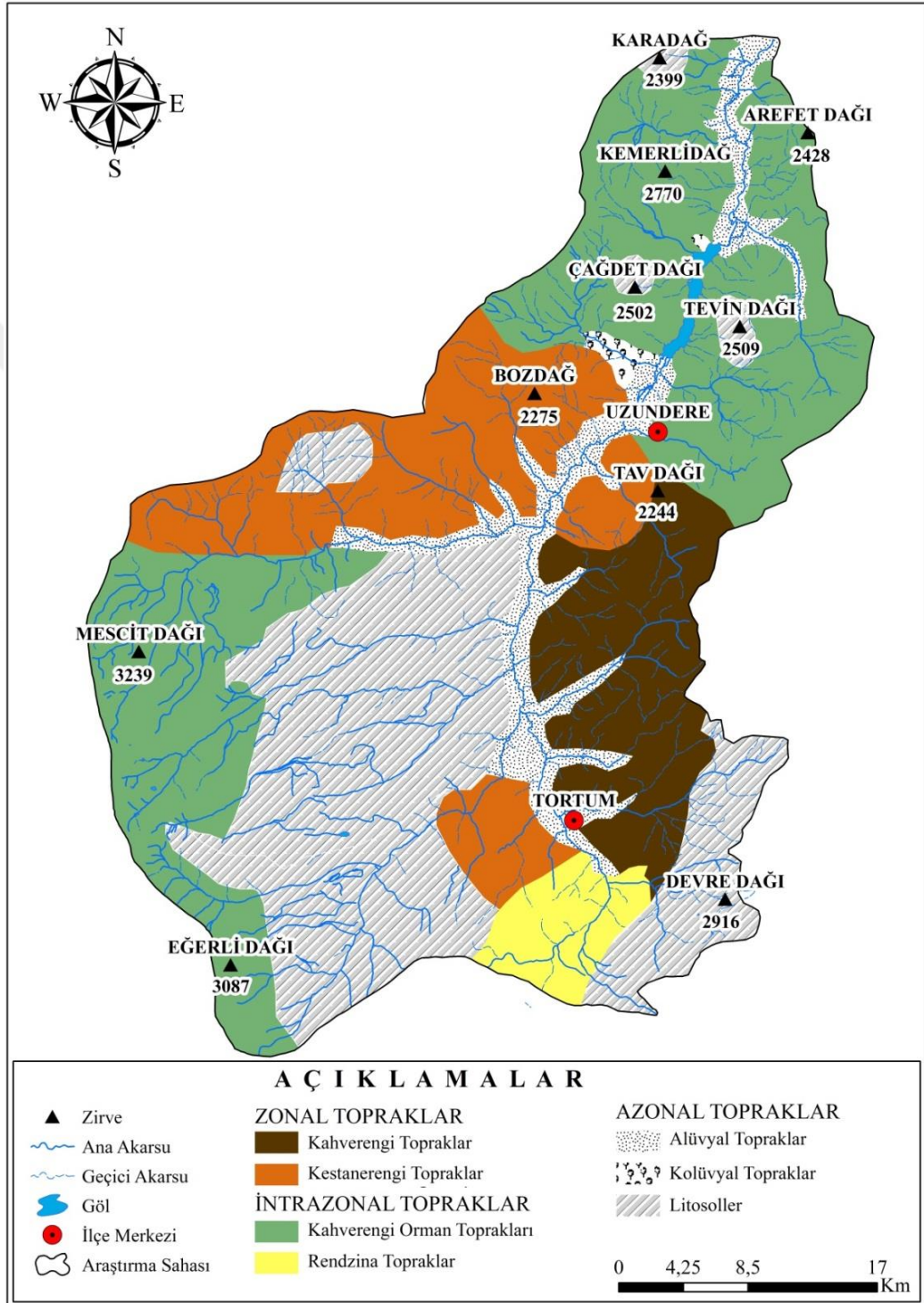
yamaçlarında bulunmaktadır. Kahverengi topraklar ise Tortum ilçe merkezinin doğu ve kuzeydoğusunda yer almaktadır (Şekil 2.27).

Taşınmış topraklar da denilen azonal topraklar, akarsu, rüzgâr, buzullar ve diğer dış kuvvetlerin aşındırarak taşıdıkları materyalleri eğimin azaldığı yerlerde biriktirmesiyle oluşmaktadır. Bu topraklar, eğimli yamaçlarda ve millenmeye uğrayan taşkın ovaları üzerinde bulunmaktadır. Bu topraklar üzerinde sürekli bir aşınma ve birikme sürecinde olduğu için B horizonunun oluşmasına yeterli bir zaman bulunmamaktadır. Dolayısıyla bu topraklar, genellikle AC horizonludur. A horizonu organik madde içerdiği takdirde C horizonuna göre daha koyu bir renge sahip olmaktadır (Atalay, 2011: 191). Araştırma sahasında azonal topraklar 739,7 km² alana sahiptir ve havzanın %37,7'sinde görülmektedir.

Azonal toprak grubu içerisinde yer alan alüvyal topraklar, akarsuların aşındırıp biriktirmesi sonucu oluşmaktadır ve sahada 154,7 km² alana sahiptir. Bu topraklar yüksek verimliliğe sahiptir ancak sahada geniş vadi tabanı bulunmadığı için sadece Tortum Çayı boyunca görülmektedir. Kolüvyal topraklar da yine eğimli yamaçlar üzerindeki materyallerin aşınıp taşınmaları ve vadi tabanı ya da daha az eğime sahip yamaçlarda birikmesi sonucu oluşmaktadır. Bu topraklar, konglomera, marn, kalker, bazalt, andezit ve tüflerden oluşan bölgelerden aşınıp taşınan unsurlardan oluştuğu için, bileşimlerinde, bu yapılara ait unsurlar bulunmaktadır. Taşınma süresi uzun olmadığından dolayı, köşeli materyaller çoğunluktadır ve B horizonu tamamen oluşmamaktadır (Yılmaz, 1991: 29). Kolüvyal topraklar, araştırma sahasında fazla bir alan kaplamamaktadır ve toplamda 8,6 km² alana sahiptir.

Araştırma sahasında, azonal toprak grubu içerisindeki bir diğer toprak tipi ise litosollerdir. Litosoller de kolüvyal topraklar gibi eğimli yamaçlardan dış kuvvetlerin ve yerçekiminin etkisiyle taşınarak yamaç eteklerinde veya daha az eğime sahip alanlarda birirmektedir. Litosoller ve kolüvyal topraklar arasındaki fark; kolüvyal topraklar ince materyallerden oluşurken, litosollerin iri ve taşlı materyallerden oluşmasıdır (Taşcıoğlu ve Aydın, 2017: 178). Jeomorfolojik yapıya dayanarak, tepelik alanlarda eğim değerinin yüksek olması (20° - 30°) sonucunda, denüdayon olayları meydana gelmektedir. Araştırma sahasında, aşındırılıp taşınan unsurlar eğim değerlerinin düştüğü dağ eteklerinde, birikinti yelpazelerinde ve vadi tabanı düzlüklerinde birirmektedir.

Havza'nın güneybatısı ve güneydoğusunda yer alan plato ve dağlık alanlarda, litosoller olarak adlandırılan kökeni volkanik taşlı, çakıllı topraklar bulunmaktadır (Yılmaz, 1991: 29). Toplamda 576,4 km² alanda yayılış gösteren litosoller, araştırma sahasında kahverengi orman topraklarından sonra en fazla alana sahip toprak türüdür.



Şekil 2.27. Tortum Çayı Havzası'nın toprak dağılışı haritası.

Araştırma sahasında zonal ve azonal topraklar dışında bir de intrazonal topraklar grubuna ait topraklar bulunmaktadır. Bunlar kahverengi orman toprakları ve rendzina topraklardır. İntrazonal toprakların oluşumunda topoğrafik faktörler, toprak su durumu ve drenajı ve ana materyal etkilidir. Dolayısıyla topraklardaki horizonlar eksiktir ve tüm kuşaklar gelişmemiştir ve çoğunlukla A ve C horizonlarını içermektedir. İntrazonal (ara) topraklar özelliklerine göre 3 alt sınıf oluşturabilir: kalsimorfik, hidromorfik ve halomorfik. (Taşcıoğlu ve Aydın, 2017: 180; Atalay, 2011: 254). Araştırma sahasında intrazonal toprak grubunda yer alan kahverengi orman toprakları ve rendzina topraklar, yüksek kireç oranına sahip materyaller üzerinde gelişen kalsimorfik topraklar sınıfında yer almaktadır.

Kahverengi orman toprakları, orta iklim kuşağında yer alan nemli ve ılıman bölgelerinde yetişen geniş yapraklı ağaçların ve çam gibi iğne yapraklı ağaçlar altında oluşmuş humusça zengin ve verimli topraklardır. Çok kireçli ana kayaç üzerinde geliştiklerinden kalsimorfik topraklar sınıfında yer almaktadır. Bu toprak tipinin dağılımına örnek olarak, Çoruh Havzası'nda Artvin, Erzurum, Oltu, Tortum Gölü çevresi gösterilebilir (Taşcıoğlu ve Aydın, 2017: 181) . Araştırma sahasının kuzeyinde (Bozdağ ve Tav Dağı'nın kuzey yamaçları itibarı ile), dağlık ve tepelik bir topoğrafyaya sahip olan Tortum Gölü çevresinde geniş yer tutan kahverengi orman toprakları, sarıçam ormanları altında, kretase yaşlı fliş ve kireçtaşları üstünde gelişmiştir. Bu topraklar A B C horizonlarına sahip olup, A horizonu 15-20 cm kalınlıkta, organik madde içermekte ve granüler yapıdadır. B horizonu ise 15-25 cm kalınlıkta ve açık renklidir (Yılmaz, 1991: 30). Kahverengi orman toprakları, 666,5 km² alana sahiptir ve havzada en fazla yayılım gösteren toprak tipidir.

Rendzina topraklar, kireç bakımından zengin yumuşak kireçtaşı, tebeşir üzerinde gelişme göstermektedir. Toprak horizonları gelişmemiştir ve A C horizonlarına sahip topraklardır. Kireç ve organik madde bakımından zengin olan rendzina toprakların vejetasyonunu otsu bitki toplulukları oluşturmaktadır (Atalay, 2011: 260). Rendzina topraklar, araştırma sahasının güneyinde 65,1 km² alanda yayılım göstermektedir.

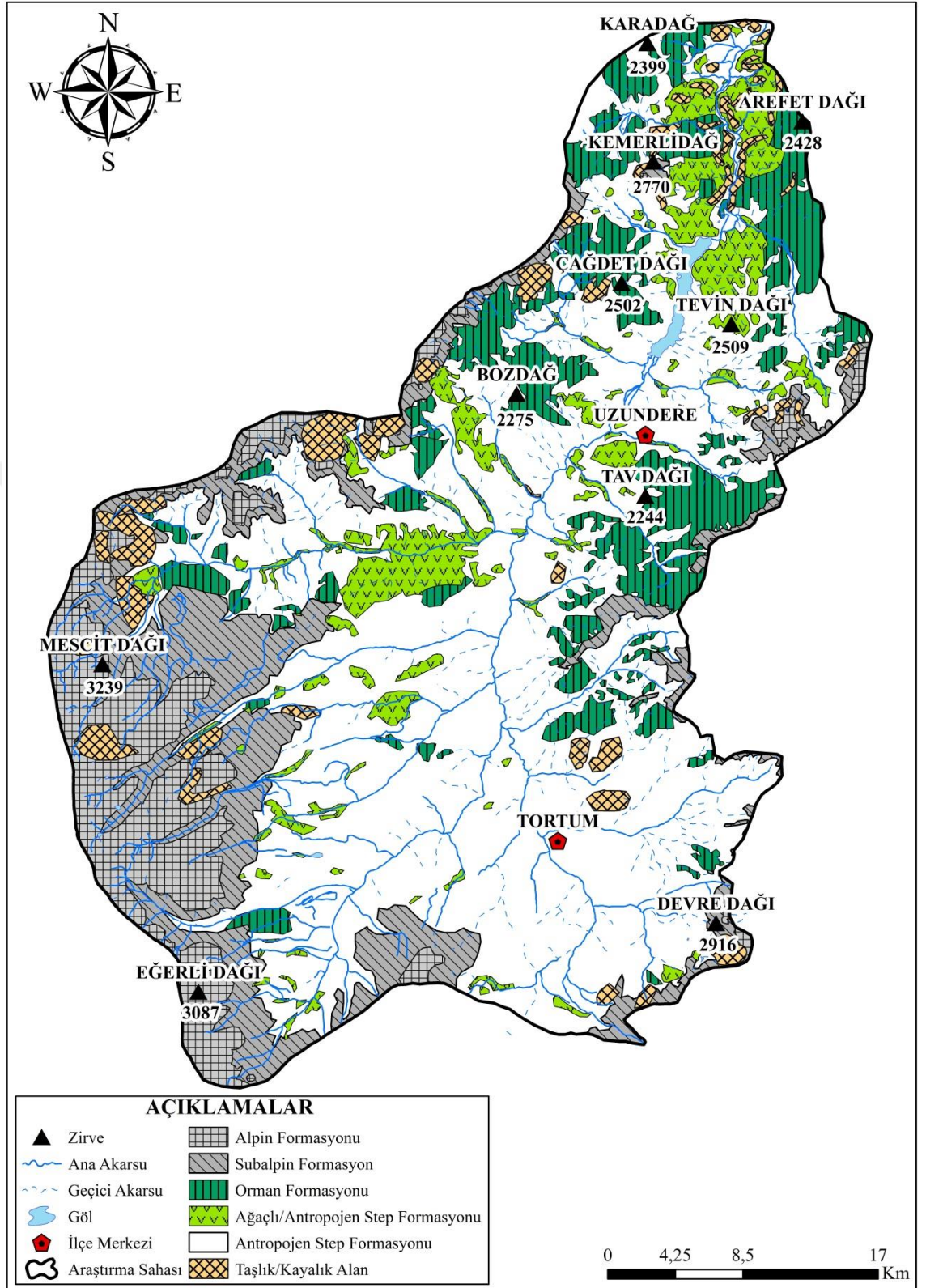
2.6. BİTKİ ÖRTÜSÜ ÖZELLİKLERİ

Doğal bitki örtüsünün yetişmesinde, çeşitlenmesinde ve yeryüzündeki dağılışında sıcaklık, yağış gibi önemli iklim elemanları ve toprak özellikleri etken faktörlerdir. Bitki örtüsünde hayatın devam edebilmesi için sıcaklığın eksi değerlere düşmemesi ve ortalama yağış miktarının ise 250 mm üzerinde seyretmesi gerekmektedir (İnandık, 1969: 34). Araştırma sahasında da iklim, toprak, yükselti, bakı gibi faktörler, bitki örtüsünün yetişmesini, vejetasyon formasyonlarını ve yayılışını etkilemektedir. Thorntwaite formülüne göre; araştırma sahasının yarı nemli-yarı kurak iklim tipine sahip güney kesimleri İran-Turan kökenli step türlerine, sıcaklığın güney kesime oranla nispeten yüksek olduğu ve yarı kurak iklim tipine sahip kuzey kesimleri ise Avrupa-Sibirya kökenli ve Akdeniz flora bölgesine ait bitkilere sahiptir (Aksoy, 1981: 42).

Tortum Çayı Havzası'nın vejetasyon topluluklarını genel olarak, antropojen step (çalı ve ot) formasyonu, ağaçlı antropojen step formasyonu, orman formasyonu, subalpin ve alpin formasyonları oluşturmaktadır (Şekil 2.28).

Antropojen step formasyonu sahip olduğu 1053,9 km² yayılış alanı ile araştırma sahasında en fazla yayılışa sahip bitki örtüsüdür. İran-Turan kökenli bu step formasyonu, yaz kuraklığı nedeniyle tek yıllık otlar ve bazı çalı türlerinden meydana gelmektedir. Bu formasyona ait bitkiler, nisan ayında çimlenip, mayıs ayında çiçeklendikten sonra temmuz ayında kurumaya başlamaktadır ve son olarak ağustosta bu sahalar boz bir örtüye bürünmektedir (Atalay vd, 1985: 65). Antropojen step formasyonu içerisinde yer alan; su andızotu (*İnula salicina*), ekşimen (*Rumex scutatus*), taş kirazı (*Cerasus prostrata*), sütleğen (*Euphorbia orientalis*, *Euphorbia virgata*), papatyagiller (*Matricaria*, *Xeranthemum annum*), sığırdili (*Anchusa*), ballıbaba (*Lamium*), geven (*Astragalus*), taş nanesi (*Nepetha*) ve üzerlikotu (*Peganum harmola*) gibi türler araştırma sahasında yaygındır (Yılmaz, 1991: 31). Havzanın kuzey kesimlerinde orman alt sınırında az da olsa bulunmasıyla birlikte, sıcaklık ve yağış faktörleri nedeniyle güney kesimlerinde geniş yer tutmaktadır.

Araştırma sahasında yerleşmenin çok eski tarihlerden itibaren başlamasıyla birlikte aşırı otlatma, orman tahribatı ve tarıma uygun olmayan arazilerin tarıma açılması gibi beşeri faktörler, erozyonun hızlanmasına ve sonuç olarak orman alanlarının önemli ölçüde azalmasına neden olmuştur.



Şekil 2.28. Tortum Çayı Havzası'nın doğal bitki örtüsü haritası.

Orman örtüsünün azaldığı sahalarda, ağaçlı antropojen step formasyonu gelişmekte ve genel olarak İran-Turan kökenli, step görünümlü çalı ve kuru ormanlar oluşmaktadır (Yılmaz, 1991: 31). Araştırma sahasında dere kenarlarında ve nemli ortamlarda sumak (*Rhus coriaria*), vadi yamaçlarında ise karaçalı (*Paliurus spinachristi*), ardıç (*Juniperus foetidissima*, *Juniperus oxycedrus*), sarıçiçekli yasemin (*Jasminum fruticans*) ve kuşburnu (*Rosa canina*) yetişmektedir. Subalpin formasyonun alt sınırında (2450 m) ise sapsız meşe (*Quercus petrea*) bulunmaktadır (Atalay vd, 1985: 64).

Araştırma sahasında toplam 251,8 km² alana yayılan orman formasyonunu, sarıçam (*pinus silvestris*), titrek kavak (*populus tremula*) boylu ardıç (*juniperus excelsa*), meşe (*quercus*) ve ardıç (*juniperus*) türleri oluşturmaktadır. Sarıçam ormanları, sahada dağların kuzeye bakan yamaçlarında ve yaz mevsiminde nemli rüzgârlara açık yamaçlarda yetişmektedir. Tortum Çayı Havzası'nın güneyinde 3988 ha. kadar bir alanda yayılış gösteren sarıçam ormanları, dikey yönde bir yayılışa sahiptir. Havzanın kuzeyinde ise; 18,000 ha araziye kaplayacak şekilde orman alanlarında genişleme görülürken, ormanların dikey yönde dağılışında orman alt sınırının 1300 m, üst sınırının ise 2200 m'ye düştüğü gözlemlenmektedir (Yılmaz, 1991: 32).

Araştırma sahasında orman formasyonu üst sınırında 2450-2750 metre aralığında subalpin formasyon (dağ çayırları) görülürken, 2750 metre itibari ile de alpin formasyon (yüksek dağ çayırları) katı başlamaktadır. Araştırma sahasında orman formasyonun üst sınırındaki dağlık alanlarda yayılış göstermekte olan subalpin ve alpin formasyonlar, çoğunlukla Avrupa-Sibirya kökenli çayırlardır (Atalay vd, 1985: 64). Yükseltinin 2750 metrenin altına düştüğü yamaçlarda subalpin çayırlar, Mescit Dağı'nda (3239 m) glasiyal sirklerin olduğu kesimlerde (2900-3000 m) ise iyi gelişmiş alpin formasyonlar yer almaktadır. Alpin formasyon katında rastlanılan türleri yaylapatı (*Aster alpinus*), gentinyan (*Gentiana verna*), hatozlu bitotu (*Pedicularis comosa*), kaya dolması (*draba brunifolia*) ve ayı kulağı-çuha çiçeği (*primula auricula*) oluşturmaktadır (Atalay, 1983: 173).

Yukarıda adı geçen formasyonlar ve bu formasyonlara ait bitkiler dışında, Tortum Çayı ve onun yan kolları olan derelerin yamaç ve kenarlarında çalı ve odunsu türlerde bitkiler yetişmektedir. Çay ve derelerin yakın çevresinde yetişen ve yayılışı en yoğun

olan bitkiler ise; ılgın (*Tamarix symrnensis*), badem yapraklı söğüt (*Salix triandra*), titrek kavak (*Populus tremula*), kara kavak (*Populus nigra*), yalancı iğde (*Hippophea rhamnoides*), kadın tuzluğu, karamuk (*Berberis vulgaris*) ve Badem (*Amygdalus*)’dur (Yılmaz, 2006: 75).



Fotoğraf 2.3. Tortum Çayı Havzası’nda orman formasyonunun en fazla rastlanılan türünü Sarıçam’lar teşkil etmektedir.

Yukarıda da ifade edildiği gibi araştırma sahasının doğal bitki örtüsü İran-Turan, Avrupa-Sibirya ve Akdeniz flora bölgelerinin bitki türlerinden oluşmaktadır. Bununla birlikte bir de çay ve derelerin kenarlarında yetişmekte olan bitki türleri bulunmaktadır. Yılmaz’a göre; araştırma sahasında farklı flora bölgelerine ait bitki tür ve topluluklarının bir arada bulunması, Kuvaterner’de meydana gelen iklim değişikliklerinin bir sonucudur. Glasiyal dönemlerin soğuk ve nemli iklim şartlarında Avrupa-Sibirya kökenli bitkiler güneye doğru yayılmış ve interglasiyal dönemde ise sıcak ve kuru iklim ile birlikte İran-Turan kökenli bitki toplulukları sahada geniş yer tutmuştur. Akdeniz flora bölgesine ait bitkiler de bugünkünde sıcak ve nemli iklim

şartları altında bölgeye sokulmuştur ve günümüzde ise sahanın nispeten ılıman şartlar gösterdiği kesimlerine yerleşmiştir. (Yılmaz, 1991: 32).

Araştırma sahası barındırmış olduğu fauna açısından önemli ölçüde çeşitlilik arz etmektedir. Boz Ayı (*Ursus arctos*), Kurt (*Canis lupus*), Dağ Keçisi (*Capra aegagrus*), Vaşak (*Lynx lynx*) ve Yaban Kedisi (*Felis silvestris*) populasyonları araştırma sahasının memeli türleridir. Önemli Doğa Alanı statüsü taşıyan Tortum Çayı Havzası, aynı zamanda kuş gözlem turizmi açısından da yüksek bir potansiyele sahiptir. Bozkır Kartalı (*Aquila nipalensis*), Şah Kartal (*Aquila heliaca*), Şahin (*Buteo buteo*), Kara Akbaba (*Aegypius monachus*), Kızıl Akbaba (*Gyps fulvus*), Sakallı Akbaba (*Gypateus barbatus*), Ala Doğan (*Falco vespertinus*), Yoz Atmaca (*Accipiter brevipes*) araştırma sahasında gözlemlenebilmektedir (Bekir vd, 2008: 4).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

POTANSİYEL JEOSİT DESTİNASYONLARI

Araştırma sahasında jeolojik, jeomorfolojik ve hidrografik çok sayıda jeosit destinasyonu ve yüksek jeoturizm değerine sahip oluşum bulunmaktadır. Mescit Dağı üzerindeki buzul şekilleri (buzul vadileri, sirkler vb), Devre Dağı heyelanı ve heyelan seti gölleri, Zök Gölü yüzen adaları, Tortum Boğaz Vadisi, Tortum Heyelan Seti ve gölü, Tortum Şelalesi, Yedigöller mevkii gölleri, badlands topoğrafyası ve peribacaları, yapısal yerşekilleri (yatay ve kıvrımlı tabakalar, faylar), renkli organojen istifler ve pillow (yastık) lavlar gibi önemli jeositler sahanın jeolojik ve jeomorolojik düzeyde çeşitliliğinin yüksek olmasına ve dolayısıyla jeoturizm potansiyeline katkıda bulunan başlıca unsurlardır. Aşağıda her biri ayrı bir özelliğe sahip olan ve oldukça yüksek çekiciliğe sahip destinasyonlar hakkında bilgiler verilecektir. Sahanın sahip olduğu destinasyon noktalarının içinden geçen yol güzergahına yakın olması bu unsurların büyük çoğunluğunu ziyaret edebilme olanağı vermektedir.

Araştırma sahasında bulunan Uzundere İlçesi doğal çekiciliğinin yanı sıra ahşap malzemeden yapılmış tarihi evleri, kale, kilise ve tarihi mezar taşları gibi kültürel çekicilikleri, şehir yaşamının gürültüsünden uzak olması ile 24.03.2016 tarihinde Türkiye'nin 11. Cittaslow kenti (sakinşehir) olarak ilan edilmiştir (Fotoğraf 3.1). (Kaymaz vd, 2017: 1000).

Cittaslow, 1999 yılında İtalya'da kurulmuş uluslararası bir belediyeler birliğidir (<https://cittaslowturkiye.org>). Kelime kökeni İtalyanca'da "şehir" sözcüğünün karşılığı olan "Citta" ve İngilizce'de "yavaş" anlamına gelen "slow" kelimelerinden ortaya çıkmıştır. Literatüre "yavaş şehir" olarak giren bu ifade, tembelliği çağrıştırmamasından ve Cittaslow'un imajına zarar verebileceğinden dolayı "Sakin Şehir – Sakin Kent" olarak değişmiştir ((Kaymaz vd, 2017: 1002).

Dünyada 30 ülke Cittaslow ağına üye olup 252 kent Cittaslow olarak ilan edilmiştir. Türkiye'de ise 17 kent Cittaslow olarak ilan edilmiştir (<https://cittaslowturkiye.org>).



Fotoğraf 3.1. Cittaslow Uzundere.

3.1. MESCİT DAĞI BUZUL ŞEKİLLERİ

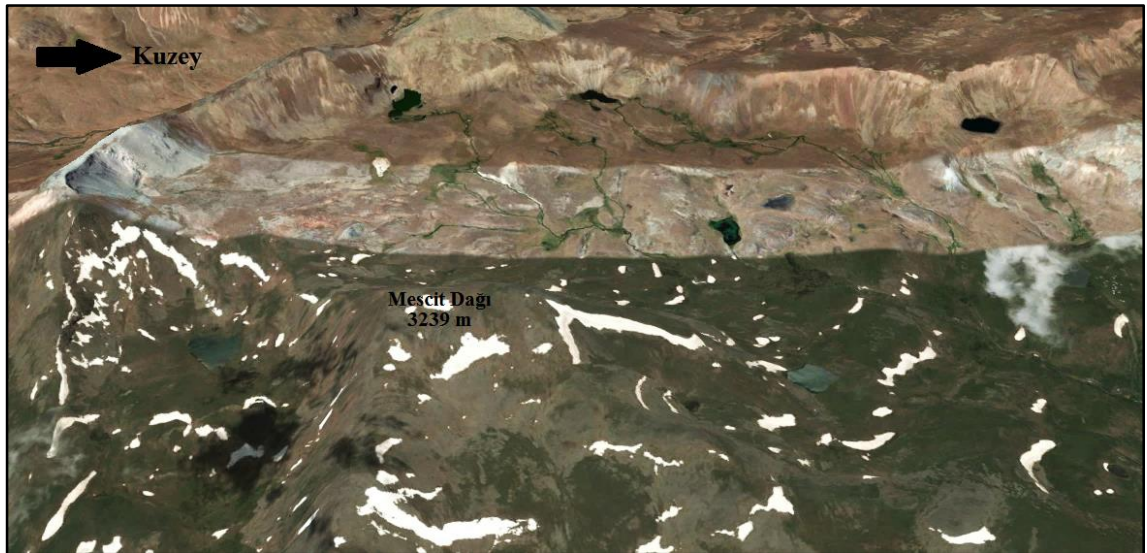
Pleyistosen'in son dönemlerinde meydana gelen Son Buzul Çağı'nda (Würm Glasiyalı) dağların 2400 m'yi aşan kesimlerinde, özellikle kuzeye bakan yamaçlarında buzullaşmalar meydana gelmiştir. Doğu Karadeniz Dağları (Soğanlı, Gümüşhane, Giresun, Kaçkar, Mescit Dağları), Batı ve Orta Toros Dağları (Bolkar, Akdağ, Dedegöl, Aladağlar) ve Güneydoğu Toroslardaki Buzul Dağı'nda buzulların aşındırması sonucunda çok sayıda sirk ve tekne vadi oluşmuştur. Sıcaklığın ve dolayısıyla buharlaşmanın azalması sonucunda göllerin seviyeleri yükselmiş, bazı göller dış drenaja bağlanmış ve bir çok kapalı havza göllerle kaplanmıştır (Atalay, 2005: 121) .

Mescit Dağı (3239 m) da Würm devrinde buzullaşmaya uğrayan dağlardan biridir (Atalay, 1984: 129). Doğusunda derin yarılmış Tortum Vadisi, güneybatısında Karasu Nehri'nin bir kolu olan Serçeme Çayı ile kuzeybatıda ve kuzeyde Çoruh Nehri'nin ana kolları tarafından yarılan derin vadiler yer almaktadır. Litolojisinin Alt Tersiyer andezit, trakiandezitlerin oluşturduğu kütlenin zirve yönündeki bölümleri, sözkonusu glasyal evrede hareket eden buzulların yeryüzeyinde bıraktığı şekillere ev sahipliği yapmaktadır.

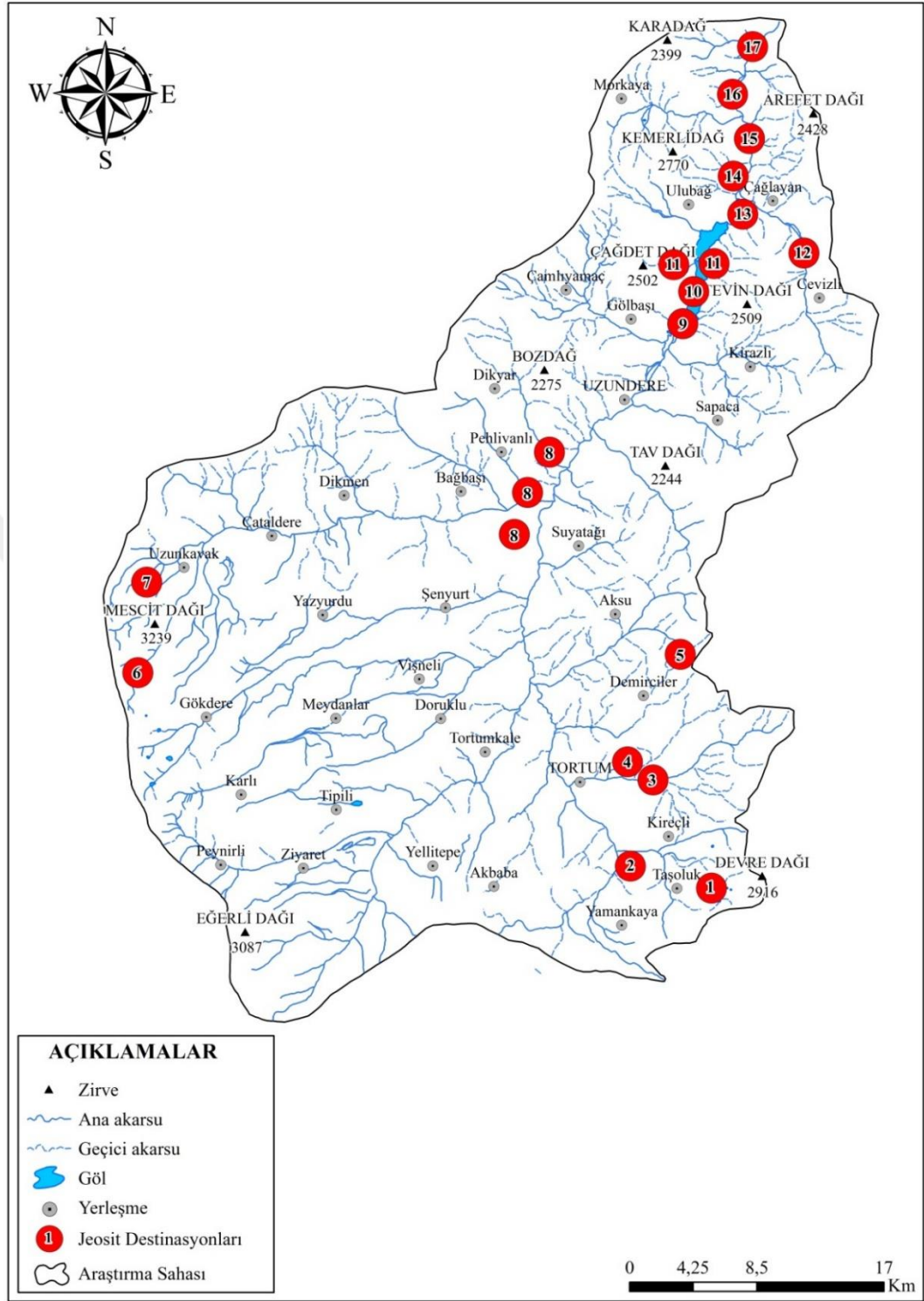
Çoruh Nehri ve Tortum Çayı su toplama havzalarının su bölüm çizgisini oluşturan, kuzey-güney doğrultusunda 30 km uzunluğunda ve doğu-batı doğrultusunda 20 km genişlikte olan Mescit Dağı ana kütlesi üzerinde bulunan zirveler şöyledir: Mescit Dağı (3239), Gedik T. (3210 m), Tığdağı (3198 m), Viranşehir T. (3168 m), Yıldızdağ (3139 m), Sivrikaya (3114 m), Yolbaşı T. (3113 m), Çırman T. (3097 m), Taşlı T. (3091 m), Sitenk Dağı (3091 m) (Atalay, 1984: 129).

Mescit Dağı üzerinde glasiyal aşındırma sonucunda oluşmuş yerçekillerini sirkler, sirk gölleri, tekne vadiler, sürgü ve hörgüç kayalar oluşturmaktadır. Kütle üzerinde beş adet büyük sirk ve bunların içine yerleşmiş küçük sirk ve sirk gölleri bulunmaktadır. Ana sirkleri Yedigöller Sirki, Küçük Dere'nin kabul havzasındaki sirkler, Viranşehir Gölleri, Koğans Havzası, Eski Yayla mevkiî oluşturmaktadır (Atalay, 1984: 130).

Mescit Dağı zirvesinin batısından kuzeye doğru uzanan, tabanı güneyde 2750 m, kuzeye doğru yükselerek 3100 m rakıma çıkan Yedigöller Sirki içerisinde üç adet sürekli, on adet ise geçici sirk gölü bulunmaktadır. İçerisinde çeşitli yükseltilerde basamaklar halinde yedi adet sirk bulunduran Yedigöller ana sirkinin tabanı ile onu çevreleyen yamaçlar arasındaki yükselti farkı 150-200 m. arasındadır. Ana sirkin içerisinde bulunan sirklerin tabanı ile yamaçları arasındaki yükselti farkı ise ortalama 100 metredir (Atalay, 1984: 130).



Fotoğraf 3.2. Mescit Dağı doruğunun (3239 m) batısında, 12 km² alan, 5,62 km uzunluk, 2,44 km genişliğinde olan Yedigöller ana sirki ve glasiyal çanakta yer alan sirk göllerinin uydu görüntüsü üzerinden genel görünümü.



Şekil 3.1. Tortum Çayı Havzası'nın Jeosit Destinasyon Haritası. 1- Devre Dağı Heyelanı ve Heyelan Gölleri, 2- Zök Gölü Yüzen Adaları, 3- Yukarı Sivri Çayı Vadisi, 4- Gelin Kayası, 5- Su dökülen Çağlayanı, 6- Mescit Dağı Üzerindeki Buzul Şekilleri, 7- Uzunbakk Şelalesi ve Su Dökülen Çağlayanı, 8- Piramidal Başlı Tabakalar, 9- Tortum Heyelan Seti Gölü, 10- Boğulmuş Koy ve Dik Yamaçlar, 11- Badlands (Kırgıbayır) Topoğrafyası ve Peribacaları, 12- Cevizli Kanyonu, 13- Tortum Şelalesi, 14- Yedigöller (Yıkıklar) Mevkii Heyelan Enkazi Gölleri, 15- Tortum Boğaz Vadisi, 16- Kıvrımlı Yapı ve Kıvrım Tiplerine Ait Desenler, 17- Renkli Organojen İstifler.

Tortum Çayı'na kavuşan Küçük Dere'nin Mescit Dağı'nın güney yamaçları ile Tığdağı Tepesi'nin kuzey yamaçları arasına sokulmuş olan kabul havzaları üzerinde 3 ana sirk ve bu sirkler içerisine yerleşmiş küçük sirk ve sirk gölleri bulunmaktadır. Bu sirklerden Mescit Dağı'nın hemen güneyinde bulunan ana sirkin tabanı 2950 m, yamaçlarda ise yükseklik 3200 m'yi geçmektedir. 500 m uzunluk, 400 m genişlikte olan bu sirkin çanağında biri büyük, biri küçük iki sirk gölü vardır. Büyük olanın uzunluğu 240 m, genişliği 207 m, küçük olan gölün ise uzunluğu 101 m, genişliği ise 57 m'dir. Bu ana sirkin güneyinde yer alan bir diğer sirk ise 1000 m genişlik, 800 m uzunluğa sahiptir (Atalay, 1984: 130). Tabanı 2920 m olan bu glasiyal çanağının içerisinde birbirleriyle bağlantılı biri 420 m uzunluk, 391 m genişlikte, diğeri 189 m uzunluk ve 159 m genişliğinde iki büyük sirk gölü bulunmaktadır. Tığdağı Tepesi'nin güney yamacında iyi gelişmiş bir sirk daha bulunmaktadır ve bu sirkin içerisinde oluşmuş olan Büyük Göl 2860 m rakımda 403 m uzunluğa, 206 m genişliğe sahiptir.



Fotoğraf 3.3. Sert karasal iklim şartları altında fiziksel parçalanmaya uğramış kaya ve Mescit Dağı doruğunun batı yamacında, 178 m uzunluk, 97 m genişlikte olan sirk gölü Yedigöller glasiyal çanağında yer almaktadır.

Mescit Dağı ve Yedigöller ana sirkinin güneybatısında Viranşehir Dere'sinin kabul havzasında 2 km uzunluk ve 2 km genişlikte glasiyal bir çanak uzanmaktadır. Viranşehir (Örenşehir) glasiyal çanağında altı adet ana sirk ve tabanı 2850 – 2950 metreler arasında üç tanesi büyük dokuz adet sirk gölü bulunmaktadır (Atalay, 1984: 132).

Mescit Dağı'nın güneyinde Sitenk Dağı (3091 m) üzerinde Koğans deresi kabul havzasının kuzeye bakan yamaçları boyunca gelişmiş üç ana sirk ve bu sirklerin içinde oluşmuş sirk gölleri yer almaktadır. Basamaklar şeklinde sıralama gösteren Koğans gölleri 2825 m, 2835 m, 2845 m ve 2915 m yükseltilerinde kademeli olarak sıralanmıştır. Son olarak Mescit Dağı ve Yedigöller ana sirkinin kuzeyinde, Uzunkavak Yaylası'nın güneybatısında 2800-2830 metrelerde silik sirkler vardır ve bu sirkler içerisinde de geçici küçük sirk gölleri bulunmaktadır (Atalay, 1984: 132).



Fotoğraf 3.4. Yedigöller ana sirkinin kuzey yamaçlarında, 205 m uzunluk ve 185 m genişliğe sahip sirk gölü, 800 m batısında olan sirk gölünün fazla sularından oluşmuştur ve gideğeninden akan sular diğer göllerin gideğenlerinden akan sularla birleşerek Yedigöller Deresi adını aldıktan sonra Tortum Çayı'na bağlanmaktadır.

Mescit Dağı üzerinde yer alan ana sirkler, sirkler ve sirk gölleri haricinde, sahada glasiyal tekne vadilere de rastlanılmaktadır. Nitekim Yedigöller ana sirk yatağındaki göllerin fazla suları ve kar sularından beslenen Yedigöller Deresi'nin yukarı çıkırında tipik bir glasiyal tekne vadi gelişmiştir (Fotoğraf 3.5). Diğer derelerin kabul havzasında da tekne vadiler var olsa da iyi bir gelişme gösterememiştir. Bunun tahmini olarak iki nedeni vardır. 1- Kütle üzerinde meydana gelen glasiyasyon “sirk glasiyasyonu”

şeklinde gerçekleşmiş ve buzullar geniş alanlara yayılamamıştır. Dolayısıyla sirklerden akan buzullar tekne vadileri oluşturacak büyüklükte olmamıştır. 2- Yedigöller, Viranşehir, Koğans dereleri yüksek eğim derecesine sahip olduğundan yataklarını şiddetli bir şekilde yarıp, glasiyal tekne vadilerinin tahrip olmasına neden olmuştur (Atalay, 1984: 134).



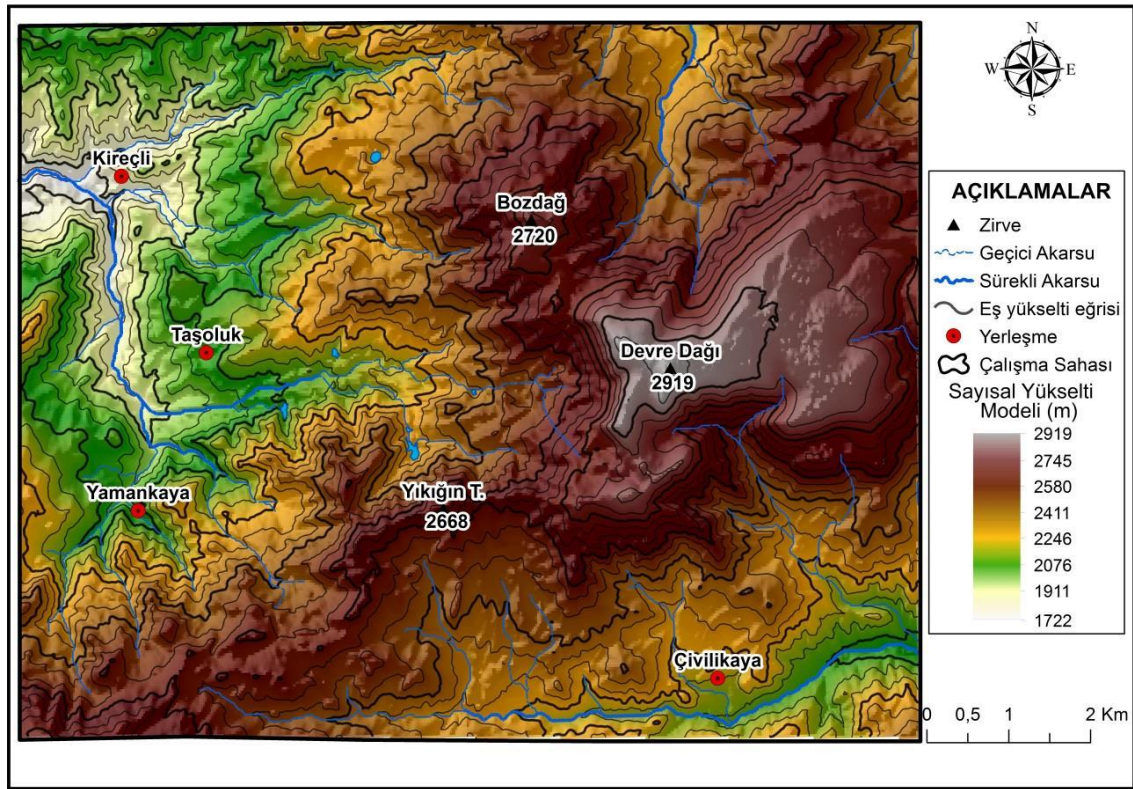
Fotoğraf 3.5. Yedigöller glasiyal çanağının kuzeyinde uzanan Yedigöller Deresi'nin yukarı çığırında tipik bir glasiyal tekne vadi gelişmiştir.

3.2. DEVRE DAĞI HEYELANI VE HEYELAN GÖLLERİ

Kaya ve toprak malzemesinden oluşan eğimli bir yamacın yerçekimi etkisiyle eğim yönündeki hareketine heyelan denir. Doğal ve beşeri çevre üzerinde önemli değişikliklere sebep olan heyelanların meydana geldiği alanlarda jeomorfolojik görünüm, eğim ve yükselti değerleri değişir, yerleşmeler, tarım alanları, yollar, köprüler, elektrik ve telefon hatları zarar görebilmektedir. Zaman zaman can kayıplarına da sebebiyet veren heyelanlar *“doğal afet”* kapsamında ele alınarak değerlendirilmektedir (Kopar, 1998: 251).

Devre Dağı (2916 m) Tortum Çayı Havzası'nın güneydoğu sınırında yer almakta olup, kuzeybatısında Tortum İlçesi, doğusunda Narman İlçesi, batı yamacında Yamankaya, Taşoluk ve Kireçli mahalleleri güney yamacında ise Çivilikaya Mahallesi bulunmaktadır.

Genel olarak Oligo-Miyosen yaşlı olivin ve ojitli bazalt ile piroksenli andezit ve latit-andezitlerden oluşan heyelan sahasına ait birim Narman Volkanitleri olarak adlandırılmıştır. Bazaltlar siyah ve mor renkli, kalın lav düzeylerinden oluşmaktadır. Volkanitlerin bir kısmı olivinli bazalt – bazalt bileşimde olup porfirik dokuludur ve iri ojit ve plajiyoklas (andezin) fenokristalleri içermektedir (Konak ve Hakyemez, 2008: 32).



Şekil 3.2. Devre Dağı ve yakın çevresinin fiziki haritası.

Heyelan morfolojisine özgü tipik yerçekillerinin olduğu Devre Dağı ve çevresinde, eğim yönünde kayan kütleyle ait şekiller görülmektedir. Bu şekillerin başlıcalarını; enine ve boyuna sırtlar, karmaşık bir yapıya sahip kabarma bölgesi tepelikleri, topuk üstü, önü ve arkası çukurlukları gibi yüzey deformasyonları oluşturmaktadır. Heyelan sahasında kaymanın gerçekleştiği yamacın eğimi %13,8

olarak tespit edilmiştir. Eğimin bu denli düşük olması, kayan aktif materyalin heyelanın başladığı taç (üst) bölgesi ile topuk (alt) arasında yayılmasıyla ilgili bir durumdur.



Fotoğraf 3.6. Devre Dağı ve çevresine ait yerçekillerinden görünüm. A-B. Devre Dağı'nın heyelana uğrayan batı yamacından görünüm. C. Devre Dağı'ndan kopan heyelan kütlesi batıya doğru akarak 6.2 km² alanı kaplamıştır. D. Heyelan enkazı üzerinde oluşmuş birikinti yelpazesi. E-F. Kolüvyal materyalden oluşan yamaç enkazının selektif (seçici) erozyonla aşınması sürecinde oluşmuş badlands topoğrafyasına özgü sel yarıntıları ve diklikler.

Devre Dağı'nın batı yamacından kopan heyelan kütlesi, Yıkığın T. (2668 m) ile Bozdağ T. (2720 m) arasından Taşoluk Mahallesi güneyine kadar olan 6,2 km²'lik bir alanı kaplamaktadır. Heyelan sahası 2860 m izohipsinin geçtiği seviyelerde başlar ve

Taşoluk Mahallesi'nin güneyinde (2040 m) sona ermektedir. Doğu-batı doğrultulu heyelan sahasının doğu-batı yönünde zemin uzunluğu 5.8 km, kuzey-güney yönünde genişliği ise ortalama 1.5 km'dir. Heyelanın neden meydana geldiği bilinmese de yağmur-kar suları ile kaynak sularının zemine sızması ve eğimin etkili olabileceği düşünülmektedir.

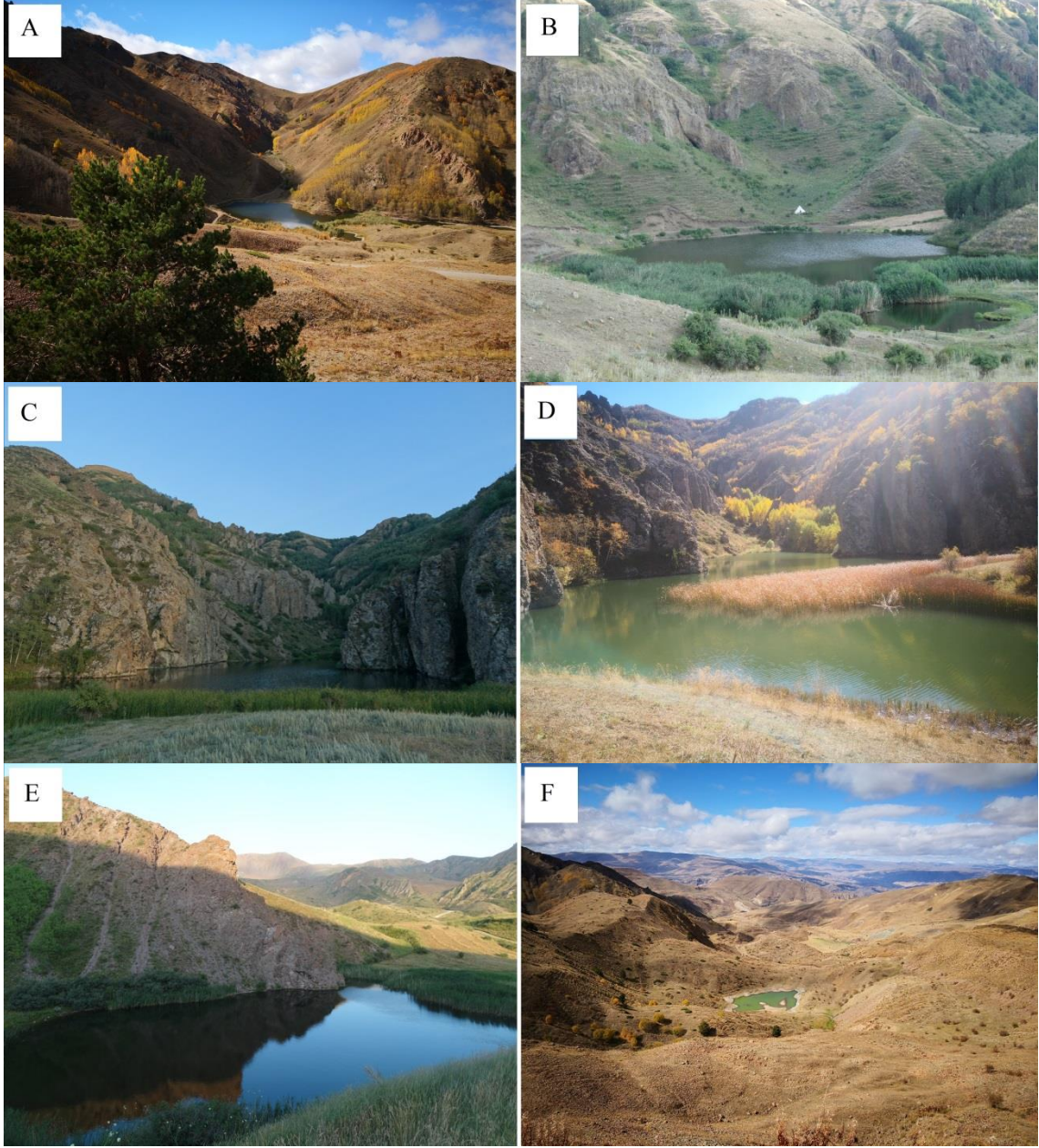
Tozlu, Devre Dağı heyelanının 2 Ağustos 1889 tarihinde meydana geldiğini (Tozlu, 1997: 106) belirtmiş olup, gezi-gözlem esnasında eski adı Aşağı (Küçük) Hinzorik olan günümüzdeki Taşoluk Mahallesi sakinleri ile yapılan mülakatlar bu görüşü desteklemektedir. Eskiden adına Aşağı veya Küçük Hinzorik denilen bugünkü Taşoluk, Devre Dağı eteklerinde kurulmuş eski bir yerleşmeydi. 1889 yılında gerçekleşen heyelan ile Aşağı Hinzorik Köyü heyelan kütlesi altında kalarak yok olmuştur.

Devre Dağı'nın batı yamacından kopan heyelan kütlesi, kıyameti andıran çok şiddetli bir gürültü ve deniz dalgaları gibi toz bulutları savurarak koca bir köyü tarihe karıştırmıştır. Toplam 230 nüfusa sahip Aşağı Hinzorik Köyü'nde, heyelan sonucunda köyde bulunan 224 kişiden 145'i hayatını kaybetmiştir. Bunun yanı sıra 726 hayvan telef olmuş ve 240 kalem eşya heyelan kütlesi altında kalmıştır (Tozlu, 1997: 113). Bu olaydan sonra Aşağı Hinzorik Köyü'nün yeri değiştirilmiş ve Taşoluk adını almıştır. Yaşanan bu büyük acı edebiyata da yansiyarak ozanlar (Aşık Sümmani, Celali Baba vd) tarafından birçok şiir, ağıt ve destan yazılmıştır.

Heyelan kütlesinin sahayı kaplamasıyla tepecikler oluşarak, Devre Dağı ve çevresinden kaynağını alan birçok derenin bu tepecikleri aşması güçleşmiştir. Bunun sonucunda çukurluklarda biriken sular, çok sayıda irili ufaklı heyelan set gölünü oluşturmuştur.

Heyelan sahasının en büyük gölü olan Yayla Deresi Gölü, 40° 14' 58" Kuzey enlemi ile 41° 38' 10" Doğu boylamının kesiştiği noktada yer almaktadır. Taşoluk Mahallesi'nin 3 km güneydoğusunda bulunan göl, dağın heyelan olan yamacının ise 2,4 km batısında yer almaktadır. Gölün uzunluğu 230 m, genişliği ise 125 m'dir ve derinliği ise 3-4 m aralığındadır. Gölün hemen yanında devamı niteliğinde küçük bir göl daha vardır ve bahar aylarında fazla sularını bir gidegenle bu göle oluşturmaktadır. Mevsimlik dereler ile de beslenen gölün asıl kaynağı yağmur ve kar suları olup yılın

hiçbir döneminde kurumamaktadır. Aynı zamanda göl üzerinde, Zök Gölü’ndeki yüzen adaların oluşumuna benzer çayır ve kamış gibi köklü bitkilerin oluşturduğu kök kafesleri bulunmakta (Bulut vd, 2008: 226) ve bunların zamanla gelişerek yüzen adaları oluşturacağı düşünülmektedir.



Fotoğraf 3.7. Devre Dağı Heyelan Set Gölleleri. A-B. Yayla Deresi Gölü, C-D. Kanlı Göl, E. Kışhan Gölü, F. Devre Gölü.

Yayla Deresi Gölü’nden sonra en büyük göl, 40° 15’ 16” Kuzey enlemi ile 41° 37’ 05” Doğu boylamının kesiştiği noktada yer alan Kanlı Göl’dür. Uzunluğu 195 m, genişliği 60 m ve derinliği ise yaklaşık 3 m’dir. Kanlı Göl, kaynağını Yıkığın Tepe’den

alan mevsimlik dereler ile yağmur ve kar sularından beslenmektedir ve kurak dönemlerde dahi kurumamaktadır.

Kaynağını Bozdağ'dan alan dereler ile beslenen Kışhan Gölü, 40° 15' 39" Kuzey enlemi ile 41° 37' 31" Doğu boylamının kesiştiği noktada yer almaktadır. Adını çevresinde bulunan ağaçlardan alan gölün uzunluğu 85 m, genişliği 77 m ve derinliği ise 2,5 m'dir. Bir diğer heyelan set gölü ise Devre Gölü'dür. Heyelanın taç (üst) bölgesine en yakın göl olması sebebiyle Devre adını alan göl, 40° 15' 22" Kuzey enlemi ile 41° 38' 42" Doğu boylamının kesiştiği noktada yer almaktadır. Gölün uzunluğu 81 m, genişliği ise 42 m'dir.

3.3. ZÖK GÖLÜ VE YÜZEN ADALAR

Farklı derinliklere sahip göllerin yüzeyinde adeta bir sal gibi hareket eden bloklara "yüzen ada" adı verilmektedir. Yüzen adalara yöreden yöreye değişmekte olan farklı isimler verilmektedir. Bunların başında; hopa, hopal, kopuk, saz ada, sazak, gezen ada gelmektedir (Girgin ve Bulut, 2003: 189). Yüzen blok, bataklık ve göl kenarlarında bulunan kamış ve çayır gibi köklü bitkilerin oluşturduğu kök kafeslerine zamanla kum, kil, mil gibi organik unsurların dolmasıyla oluşmaktadır. Genelde dairesel veya oval şekillere sahip olan bu bloklar, ilerleyen safhalarda ana gövdeden kopması sonucunda yüzen adalara dönüşmektedir. Büyük kısmı organik unsurlardan (% 60 – 70) oluşan yüzen adaların % 40'lık bir kısmını ise inorganik unsurlar oluşturmaktadır ve bu nedenle hafif olup göl yüzeyinde asılı kalabilmektedir. Üzerinde yetişen bitki örtüsü bir yelken görevi üstlenmekte ve adayı rüzgâr yönüne göre hareket ettirmektedir. Yüzen adalar çoğunlukla dönerek hareket etmekte olup bunda rüzgâr esme yönünün sık sık değişmesi etkili olmaktadır. (Bulut vd, 2008: 225; Bulut, 2012: 111; Bulut vd, 2013: 19).

Tortum ilçe merkezinin 2 km güneydoğusunda yer alan Zök Gölü'nün bulunduğu sahanın denizden yüksekliği 1900 m'dir. Pliyosen gri, marn, boz, çakıltası, silttaşı, kıltaşı, kumtaşı, aglomera, tüfit gibi kayalar üzerinde oluşan bir heyelan kütesinin Zök Dağı'na dokanak oluşturan kısmındaki çukurlukta biriken sularla meydana gelmiştir. Gölün doğusunda debisi yaz aylarında oldukça azalan ancak sürekli akışa sahip bir kaynak bulunmakta ve bu sayede gölün sıcak devrede kuruma tehidi ortadan

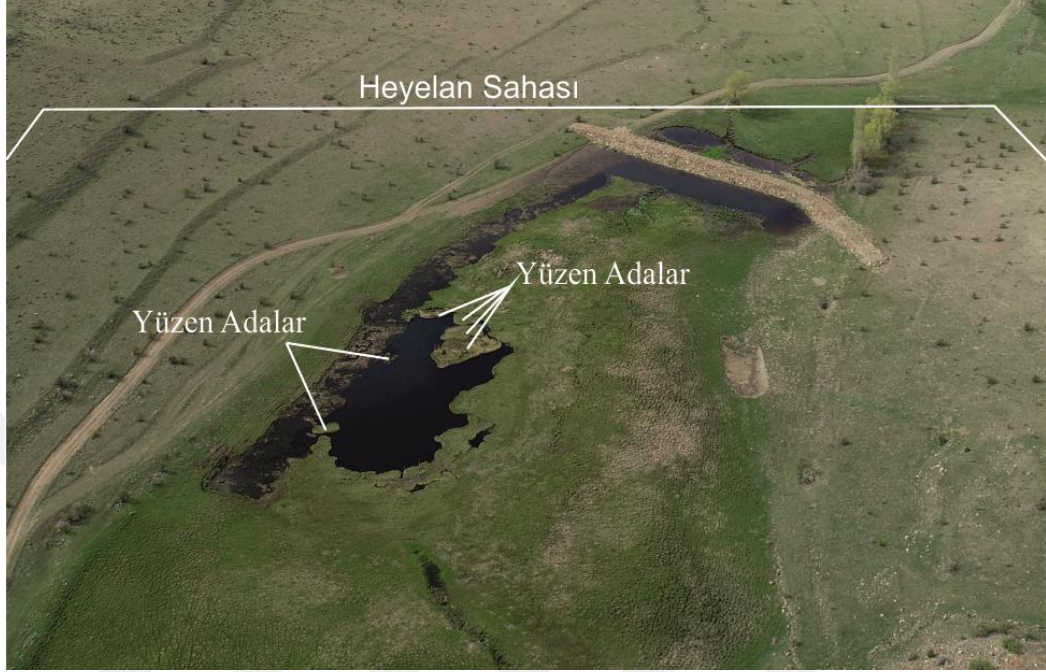
kalkmaktadır. Bununla birlikte göl daha çok yağmur ve kar sularından beslenmektedir. Gölün fazla suları bir gideğenle batıya doğru tahliye olmakta ve daha sonra gideğen Zök Deresi adını alarak Tortum Çayı'na katılmaktadır. İlkbahar aylarında suların kabarması ile birlikte gölün alanı oldukça genişlemekte olup, beslenmenin cılız bir kaynağa bağlı olduğu yaz aylarında ise göl suları asıl çanağına çekilmektedir. Ancak suların kabardığı mevsimde gölün alanı genişlemesine rağmen yüzen adalar mevcut çanağın dışına çıkmamaktadır. Bu durum; su seviyesinin adaları oluştukları yerden başka bir yere taşıyacak seviyede olmadığını göstermektedir. Bulut tarafından yapılan ölçümlere göre; gölün genişliği 38 m, uzunluğu 71 m ve derinliği ise 3-4 m'dir. Tabanı tamamen balçıktan oluşan gölün çevresi bataklık özelliğine sahip olup, üzerinde yürürken duraklanması batma riskini doğurmaktadır (Bulut vd, 2008-a: 227).



Fotoğraf 3.8. Zök Dağı Kütlesinde oluşan bir heyelan kompleksindeki heyelan gölü içinde yüzen adalar yer almaktadır.

Gölde yüzer durumda biri büyük, diğerleri küçük 6 adet yüzen ada bulunmaktadır. Yukarıda da ifade edildiği gibi rüzgârın esiş yönüne göre hareket eden bu adalar bazen kıyıya kadar gelmekte ve ters yönden esen rüzgâr, adaları aksi istikamete hareket ettirmektedir. Kıyılarda bulunan girinti ve çıkıntılar ise bazen adaların sığındığı küçük koylar gibidir. Özellikle rüzgârın çok sert estiği zamanlarda adalar yanyana gelerek kümelenmekte ve tek parça gibi görünmektedir. Yüzen adalar üzerinde geniş yapraklı su

kamışı (*Typa latifolia*) ve adi kamış (*Phragmites australis*) bitkileri bulunmaktadır. Uzun boylu bu kamışlar (1-2,5 m) adanın hareketi için yelken görevi üstlenmektedir (Bulut vd, 2008-a).



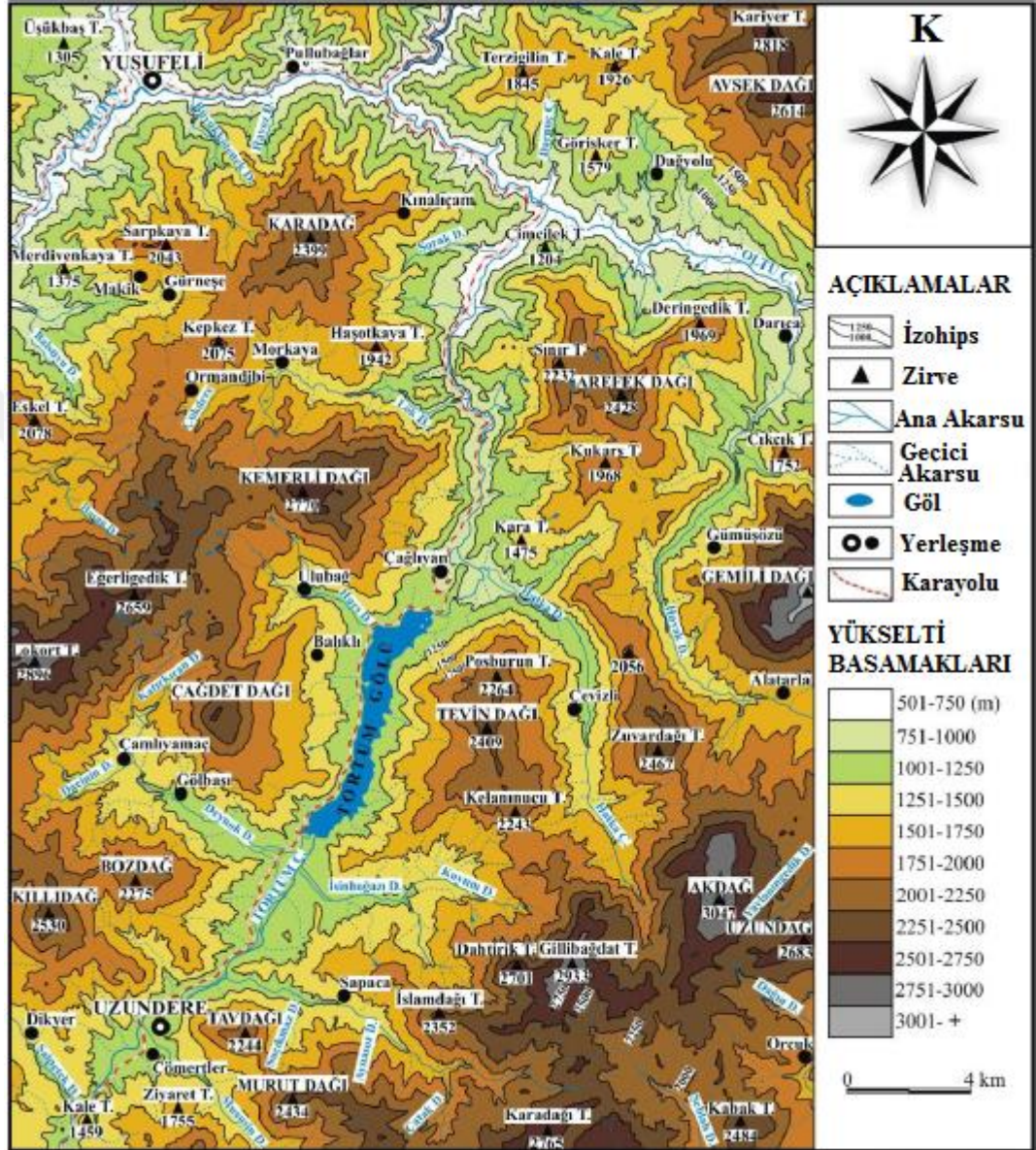
Fotoğraf 3.9. Zök Gölü’nde yedi adet yüzen ada bulunmaktadır.

3.4. TORTUM BOĞAZ VADİSİ VE KANYON BENZERİ YARMA VADİLER

Kuzey Anadolu Orojenik Kuşağı’nda yer alan Mescit Dağları (3239 m) ile Kargapazarı Dağları (3045 m) arasında yer alan Tortum Çayı Havzası, Mesozoyik’te Tetis Denizi tarafından kaplanmış ve jeosenklinikte biriken kalın tortullar, Pre-Alpin ve Alpin tektonik hareketlerle kıvrılarak yükselmiş; antiklinaller ve senklinallerden oluşan kıvrımlı bir yapı oluşmuştur (Kopar ve Sevindi, 2013: 51). Özellikle Neojen ve Kuvaterner’de epirojenik hareketlerle yükselen saha akarsularla parçalanarak günümüzdeki şeklini kazanmıştır. (Atalay, 1979-1980: 53). Akarsu aşındırması, volkanizma ve Mescit Dağları’nda meydana gelen buzullaşmanın Neojen’den bugüne kadar meydana gelen tektonik faaliyetlere eşlik etmesi sahanın şekillenme sürecinde belirleyici olmuştur. Nitekim Tortum Çayı’nın volkanik ve sedimenter içerikli yüksek yereyi kesip parçalamasıyla çeşitli tipte (geniş tabanlı, boğaz ve kerkik) vadiler oluşmuştur (Kopar ve Sevindi, 2013: 53).

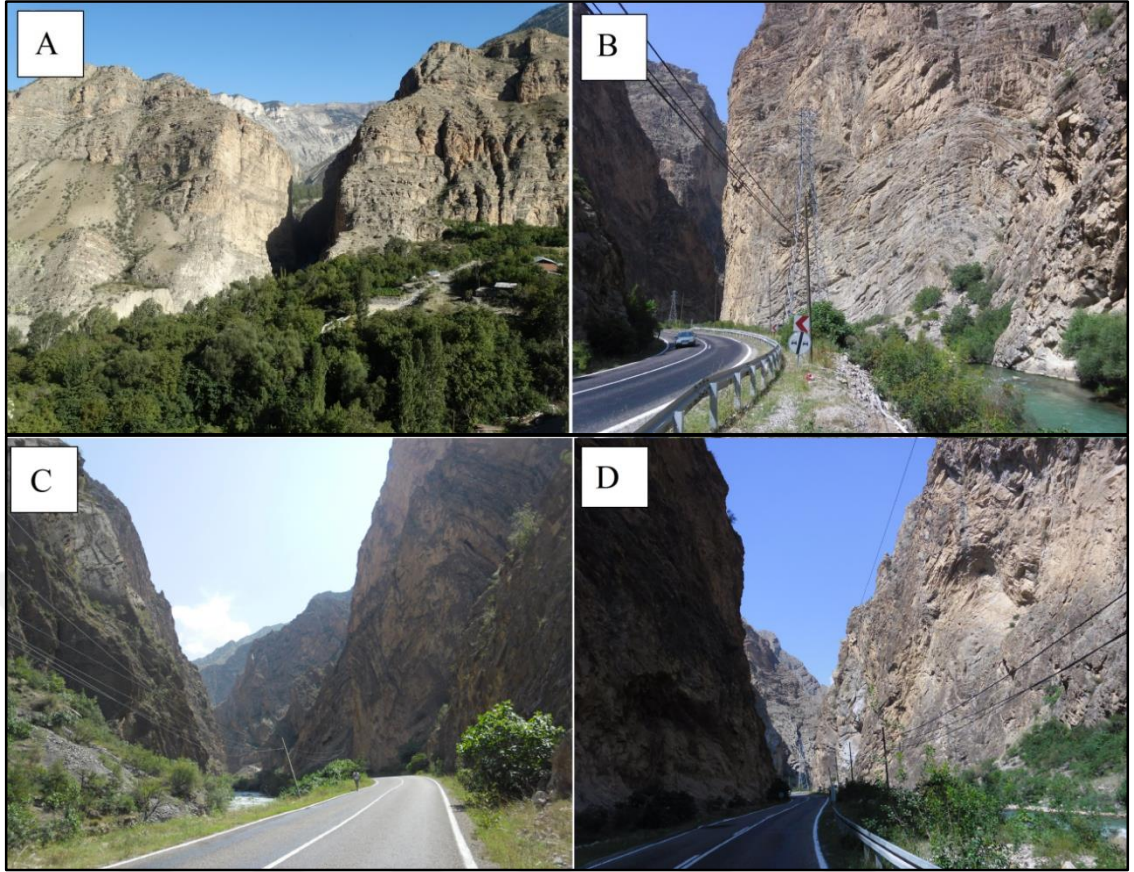
Tortum Çayı, kıvrımlı yapının ana unsurları olan antiklinal ve senklinalleri

aşındırarak altta bulunan eski temele saplanmış ve bir boğaz vadi meydana getirmiştir. Bu nedenle Tortum Boğaz Vadisi sürempoze (epijenik) yarma vadi özelliği taşımaktadır.



Şekil 3.3. Tortum Boğaz Vadisi ve yakın çevresinin fiziki haritası (Karahan vd, 2011: 401).

Tortum ilçe merkezinin güneydoğusundan başlayan boğaz vadi, Tortum Çayı'nın kabaca kuzeydoğu doğrultusunda akışını sürdüren Oltu Çayı ile birleştiği Su Kavuşumu Mevkii'ne kadar uzanmaktadır. Tortum Boğaz Vadisi yaklaşık 60 km uzunluğunda olmakla birlikte, Uzundere'nin güneybatısından itibaren boğaz vadi özellikleri belirginleşmekte (Karahan vd, 2011: 5) ve tipik boğaz vadi yapılanması ise Uzundere ilçe merkezinden Su Kavuşum Mevkii'ne kadar göze çarpmaktadır.



Fotoğraf 3.10. A. Tortum Çayı Hatka Deresi ile birleştikten sonra açtığı Çağlayanlı Kanyonu'ndan geçip eski ana yatağına ulaşmaktadır. Uzunluğu 600 m olan kanyonun genişliği ortalama 30 m, yükseltisi ise ortalama 170 m'dir (B, C, D). Tortum Boğaz Vadisi'nin farklı noktalardan görünümü. Tortum Çayı, ana yapıya uyumsuz bir şekilde menderesler resmederek akmaktadır ve bu durum vadinin bükümlü ve gömülü bir görünüme sahip olmasına neden olmuştur.

Vadinin genişliği, formasyon özellikleri ve eğime bağlı olarak 1000 m ile 1200 m arasında değişiklik göstermektedir. Tortum Boğaz Vadisi'ni oluşturan Tortum Çayı, yapıya uyumsuz menderesler şeklinde akmaktadır ve bu durum vadinin bükümlü ve gömülü bir görünümüne sahip olmasına neden olmuştur. Vadinin Uzundere ilçe merkezine kadar olan kesiminde vadinin enine profili büyük bir kerket vadi şeklindedir. Geniş bir profil bölümünden sonra, yer yer daralıp genişleyen boğaz vadinin en geniş vadi profilinin görüldüğü Tortum Heyelan Set Gölü'ne geçilmektedir. Vadi boyunca uzanan göl, Kemerlidağ'dan kopan bir heyelan kütesinin vadinin önünü kapatmasıyla oluşmuştur. Tortum Gölü'nün kuzeydoğusundan bir gideğenle Çağlayan Mahallesi istikametine yönelen Tortum Çayı, Hatka (Tevs) Dere'sini sularına kattıktan sonra açtığı dar bir boğazdan geçerek eski ana yatağına intikal etmektedir. (Karahan vd, 2011: 5).

Heyelan kütlelerinin etekleri üzerinde yer alan Ulubağ Mahallesi ile Baraj arasındaki kısım heyelandan dolayı kesilmiştir. Kesilen bu bölümde dar ve derin vadi parçaları dikkat çekmektedir. Belki de Tortum Boğaz Vadisi'nin en çekici kısmı Ulubağ Mahallesi ile Su Kavuşumu Mevkii arasındadır. Vadinin bu bölümündeki dar ve derin vadi görünümü, yüksek doğal manzara değerine sahiptir. Bu kesime kadar, vadi profili geniş tabanlı ama genel görünümü “V” şeklinde iken, bu kesimden sonra “U” şekilli bir profil kazanmıştır ve bu özellik Oltu Çayı'na kadar devam etmektedir (Karahana vd, 2011: 5).

Tortum Çayı'nın ana vadisinde oluşan boğaz vadi ve Çağlayanlı Kanyonu'nun dışında Tortum Çayı'nın kolları tarafından da yerey aşındırılıp yarılmış ve çoğu zaman yarma vadi özelliği kazanmıştır. Tortum İlçe Merkezi'nin hemen kuzeyinde Tortum Çayı'na katılan Yukarı Sivri Çayı'nın oluşturduğu yarma vadi, Tevin Dağı'nın doğusunda Hatka Deresi'nin meydana getirdiği Cevizli Kanyon Vadisi bunlara örnek teşkil etmektedir.



Fotoğraf 3.11. Yukarı Sivri Çayı Vadisi'nden bir görünüm.



Fotoğraf 3.12. Cevizli Kanyon Vadisi’nden bir görünüm.

3.5. TORTUM HEYELAN SETİ GÖLÜ VE SİLT EGEMEN DELTA

Alt Kretase’nin ince tabakalı kalker ve marnlarından oluşan Kemerlidağ’ın (2770 m) killi kireçtaşıdan oluşan doğu yamacı vadiye doğru eğimlidir. Tortum Çayı’nın aşındırma kuvveti ile birlikte Kemerlidağ’ın doğu yamacını oluşturan arazinin temeli aşınıp ve bunun sonucunda büyük bir heyelan kütlesi yerinden kopup vadiye doğru akarak gelmiştir (Lahn, 1944: 138). Heyelan sonrasında Tortum vadisi tamamen yığılmış materyal ile dolmuştur. Yığılmış materyalin kalınlığı 300 metre, uzunluğu yaklaşık 2050 metre, genişliği ise 1200 metredir (Atalay, 1979-1980: 58; Atalay, 1988, s. 21).

Tortum Gölü, radyokarbon (^{14}C) yaşlama tekniği sonuçlarına göre $350-370 \pm 40$ yıl önce (Duman, 2009: 66) Kemerlidağ’dan kopan 180-223 milyon m^3 heyelan kütlesinin Tortum Çayı vadisinin önünü kapatması (Atalay, 1988: 21; Lahn, 1944: 137) sonucunda, gölün bulunduğu sahada dar ve uzun bir göl oluşmuştur. Tortum Gölü’nü oluşturan setin gövdesini heyelan materyali oluşturmaktadır. Gölün kuş uçuşu uzunluğu yaklaşık 8.2 km, genişliği ise Balıklı Mahallesi doğusundaki en geniş yerinde 1.4 km olup, gölün deniz seviyesinden yüksekliği 1010 m’dir.



Fotoğraf 3.13. Kemerlidağ heyelanlı kütlesi (a). Heyelan enkazı vadiyi doldurarak setlemiştir. Heyelan settinden zirveye batı yönüne bakış (b). Heyelan kütlesi Tortum Çayı'nın vadi tabanına yığılıp bir set görevi üstlenerek göl oluşuma zemin hazırlamıştır. Noktalı çizgi: heyelan sahasının alanını göstermektedir (Fotoğraf: Duman, 2009: 69).

Gölde kafes balıkçılığı yapılmakta olup, alabalık ve aynalı sazan rastlanılan türlerdir. Gölün doğu kıyıları badlands topoğrafyası ve peribacaları süslerken, batı kıyıları çok dik ve kayalık yapılar çevrelemektedir. Tortum Gölü ve çevresinde litolojik, hidrografik ve jeomorfolojik doğal çevre elemanlarıyla ilgili, göz alıcı ve görkemli doğa manzaraları bulunmaktadır. Bu göz kamaştırıcı manzara, vadiyi çevreleyen yüksek irtifaya sahip hakim sitler üzerinden seyredilebilmektedir. Örneğin, göl manzarasını bir bütün olarak seyredilebilmek için, Kemerli Dağı (2770 m) veya Tevin Dağı (2509 m) zirvelerinden birine çıkmak gerekmektedir. Bu zirvelerden bakıldığında, göz kamaştırıcı, görkemli bir coğrafi oluşum ve jeoturizm bakımından zengin bir potansiyel farkedilmektedir (Karahana ve Orhan, 2009: 8). Bu çevre hem bir jeoloji ilmi laboratuvarı gibidir ve hem de dağcılık, yani Alpinizm bakımından, yüksek

bir potansiyel taşımaktadır (Doğanay, 1994; aktaran Karahan ve Orhan, 2009: 8).



Fotoğraf 3.14. Türkiye'nin en büyük heyelan set gölü (Duman, 2009) olan Tortum Gölü'nün Çağdet Dağı (2502 m) üzerinden görünümü.

Tortum Gölü'nün yüzey alanı 6.5 km²'dir. Gölün yüzey alanı, siltasyon ve hidroelektrik santrali ile şelaleye su verilmesinden dolayı küçüldüğü belirlenmiştir. Kıyı kuşağında suyun çekildiğini gösteren organik materyal ve tortu izleri bu durumu kanıtlamaktadır. Gölün derinliği ise delta sahasından göle doğru artmakla birlikte (Kopar ve Sevindi, 2013: 55), Atalay tarafından hazırlanan batimetrik haritaya göre göl, derinlikleri farklı olan iki bölümden oluşmaktadır. En yüksek derinliği 75 m olan birinci bölüm deltaya kuş uçuşu 1.5 km mesafededir. Gölün en derin kısmı olan bölüm 95 m derinlikte olup, Balıklı Mahallesi sahili açıklarındadır. İki bölümü birbirinden ayıran eşiğin derinliği ise yaklaşık 39 m'dir (Atalay, 1979-1980: 59). Söz konusu sualtı eşiğinin büyük olasılıkla Çağdet ve Tevin dağlarından göle doğru gelen heyelanların su altında kalan kütlelerinin bir sonucu olduğu düşünülmektedir (Kopar ve Sevindi, 2013: 55).



Fotoğraf 3.15. Tortum Heyelan Set Gölü ve heyelan settinin Bozburun Yarımadası'ndan görünümü.

Tortum Gölü'nün en önemli sorunu siltasyondur. Gölün kaynak tarafı olan güneybatısındaki 3.29 km²'lik bir alanda sedimantasyon olayı meydana gelmekte ve bunun sonucunda göl çanağı daralma problemi yaşamaktadır (Kopar ve Sevindi, 2013: 55). Tortum Gölü'nden ilk zamanlarda turizm ve dolayısıyla ekonomik anlamda yararlanılmadığı düşünüldüğünde, bu durumun o zaman diliminde sorun teşkil etmemesi doğaldır. Ancak gölün gideğenine yapay bir set çekilmesi ve hidroelektrik santralinin kurulması ile birlikte sulama, elektrik enerjisi elde etmek amacıyla artan su ihtiyacı ve şelaleye su verilmesi ve çok daha önemlisi siltasyonla göl hacmindeki daralmanın önemli boyutlara ulaşması olayın önemli bir sorun olarak görülmesini sağlamıştır

Tortum çayı ve yan kolları tarafından göle yılda yaklaşık 2,5 milyon m³ alüvyon taşınmaktadır (Atalay, 1979-1980: 58). Akarsular göle ulaştırdığında akış derinliği artarken, hızı da aynı seviyede azalmaktadır. Akarsuyun akış hızının düşmesi taşıdığı unsurların tabana çökmesine sebep olmaktadır. Dolayısıyla sedimanlar rezervuarın sığ olan ağız kısmından itibaren akış yönünde birikip, set oluşturmaya başlamaktadır. Bu olayın sürekliliği halinde gölün ağız kısmında biriken sedimanlar, siltli-killi unsurlardan ibaret bir delta oluşturmaktadır (Kopar ve Sevindi, 2013: 55).



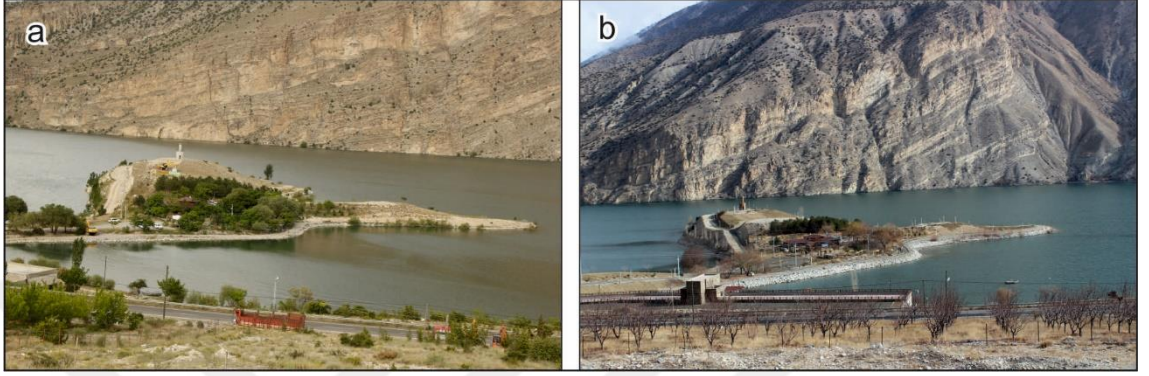
Fotoğraf 3.16. Tortum Gölü'nün sedimantasyon sahasında siltli killi unsurların birikmesiyle oluşan büyük bir delta bulunmaktadır.

Tortum Gölü'nün siltasyonuna dair Kopar ve Sevindi, (2013) tarafından yapılan analizlere göre, gölün ilk oluştuğu zaman uzunluğunun 12.5 km olduğu, 1952-1972 yılları arasındaki 20 yıllık periyotta da siltasyon sahasının 375 m ilerlemesiyle göl uzunluğunun 8.5 km'ye düştüğü belirlenmiştir. Yine yapılan analizlerde, siltasyon sahasının hızla büyümekte olduğu, siltasyon sahasının uç kısmında gelişen deltanın bir burunla göle doğru sokulduğu ve dönemsel olarak delta sahasının ileri ve yanlara doğru genişlediği tespit edilmiştir (Kopar ve Sevindi, 2013: 61).

Gölün fazla sularının drene olduğu ayağı 1971-1972 yılında tamamlanan 1.5 m yüksekliğinde ve 35 m uzunluğunda betonarme bir bentle kesilerek baraja dönüştürülmüştür. DSİ kaynaklarına göre; enerji elde etmek için 1960 yılında 26 MW gücündeki HES'inden yıllık 100 GHv elektrik üretilmektedir (Aygen, 1983; Doğanay, 1994; aktaran Kopar ve Sevindi, 2013: 55).

Sonuç olarak; Tortum Gölü ve çevresi bir çok rekreasyonel aktiviteye imkan tanımakta olup, yelken, kano, balıkçılık, su kayağı, kayıkla gezinti, piknik, sandal ve

benzeri birçok aktivite için eşsiz bir potansiyele sahiptir. Su sporları, doğa yürüyüşü (trekking), fotoğrafçılık, dağ bisikleti, kamping, kuş gözlemleme ve manzara seyriyle aktivitelerin başında gelmektedir. Balıklı Mahallesi yakınlarında göle sokulmuş olan Bozburun Yarımadası hem göl manzarası hem de su sporlarına uygun tesislerin kurulabileceği potansiyel yerlerden birisidir.



Fotoğraf 3.17. Bozburun Yarımadası.



Fotoğraf 3.18. Tortum Heyelan Seti Gölü üzerinde yelken, kano, kayak ve sandal gezintisi gibi birçok aktivite sürdürülmektedir.



Fotoğraf 3.19. Tortum Heyelan Seti Gölü’nün batısında bulunan Erzurum – Artvin Karayolu üzerinde Pirinkayalar mevkiine 2019’un Ocak ayında inşaatı tamamlanan, 12,3 m uzunluk, 6 m genişliğiyle Türkiye’nin en uzun ve en geniş alana sahip cam seyir terası ve kafeteryası kurulmuştur. Aynı zamanda Türkiye’de göl tabanlı bir vadiye kurulan ilk seyir terası niteliğini taşıyan Tortum Gölü Cam Terası (Fjord Park), inşa edildiği konum itibarıyla göl ve vadi için en iyi bakış açısını sunması ile birlikte yerden 143 m yüksekliği ile ziyaretçilerine adrenalin açısından farklı deneyimler kazandırmaktadır.

3.6. TORTUM ŞELALESİ VE DEV KAZANI

Tortum Çayı, heyelan gerçekleşmeden önce yarmış olduğu vadi içerisinde kuzeye doğru akışını sürdürmekteydi. Kemerlidağ’dan kopan heyelan kütlesi bu vadinin önünü kapatmasıyla çok yüksek olan bu yığıntı kütlesini aşamayan Tortum Çayı, vadiyi bırakıp kuzeydoğu yönüne sapmıştır. Tortum Çayı heyelan setinin gerisinde Tevin Dağı’ndan (2509 m) kaynağını alan Tev Deresi’nin sularını aldıktan sonra Kara Tepe’nin (1475 m) güneybatısında açtığı yaklaşık 600 m uzunluğa sahip dar boğazdan geçip, heyelandan önce kullandığı eski yatağına kavuşmuştur (Kopar ve Sevindi, 2013: 55). Tortum Çayı, gölden çıktığı yerdeki yükseltisi 1000 m iken, eski yatağına döndüğü yerin yükseltisi ise 800 metrenin altındadır. Bu durumda Tortum Çayı, kuş uçuşu iki km olan bir mesafede 200 metrelik bir eğim ile karşılaşmaktadır (Lahn, 1944: 140). 200 m eğime sahip sahadan geçen Tortum Çayı, Tortum Gölü’nün 1.2 km kuzeydoğusunda 21

m genişlik, 48 m yükseklikte bir fay bloğu üzerinden dökülerek Tortum Şelalesi'ni oluşturmuştur.

Bu fay bloğu üzerinden düşen sular, üstte gökkuşağı, altta ise büyük bir dev kazanı meydana getirmiştir. Türkiye'nin en yüksek şelaleleri arasında yer alan Tortum Şelalesi, oluşumu ve yüksekliği bakımından ise dünyanın önemli şelalelerinden biridir. Hidroelektrik Santrali devreye girdikten sonra Tortum Gölü'nden çıkan suyun santral türbinlerine alınması, şelalenin eski cazibesini yitirmesine neden olmaktadır. Ancak kar erimeleri ve yağışların maksimuma ulaştığı ilkbahar aylarında şelale eski görünümüne kavuşmaktadır (Karahana ve Orhan, 2009: 9).



Fotoğraf 3.20. Tortum Şelalesi döküldüğü yerde büyük bir dev kazanı meydana getirmiştir.

3.7. UZUNKAVAK ŞELALESİ

Tortum İlçesi'nin Uzunkavak Mahallesi sınırları içindedir. Uzunkavak Şelalesi, Tortum Çayı'nın en uzun kolu (24,033 m) olan Katıklı (Vihink) Çayı'nın yukarı havzasındaki Cehennem Dere vadisinde bulunmaktadır. Üst Miyosen – Pliyosen yaşlı volkanik kayalar üzerinde oluşan “U” şeklinde kesilmiş kaya 2100 - 2145 m yükselti

aralığında 45 m yüksekliğe ve 11 m genişliğindedir (Kopar ve Çakır, 2016: 209). Uzunkavak Şelalesi, araştırma sahasında Tortum Şelalesi'nden (48,5 m) sonra en yüksek ve en tipik ikinci şaledir. Buna rağmen bulunduğu konum nedeniyle Tortum Şelalesi kadar iyi tanınmamaktadır. Akarsu, dikliğin üst kısmında “U” şeklinde kesilmiş kayadan tek seferde toplu bir şekilde düşerek, dikliğin tabanında derinliği 1.5 olan bir dev kazanı meydana getirmiştir. Bununla birlikte Uzunkavak şelalesi kış mevsiminde donarak, 45 m yüksekliğinde ve hafif dış bükey bir buz kütlesi meydana gelmektedir. Dikliğin üst kısmından tabanda yer alan dev kazanına kadar uzanan bir gelin duvağını anımsatan buz kütlesinin dev kazanına kenetlenen kısmının kalınlığı 3 m'yi bulmaktadır (Kopar ve Çakır, 2015: 80).



Fotoğraf 3.21. Uzunkavak Şelalesi 45 m yüksekliğe sahiptir.

3.8. MEVSİMLİK ŞELE VE ÇAĞLAYANLAR

Şelale; debisi yüksek bir su kütlesinin akarsu yatağında herhangi bir nedenle meydana gelen bir eğim kırığından (knickpoint) dökülmesiyle oluşan doğal görünümdür. Türk Dil Kurumu'nun güncel sözlüğünde büyük çağlayan ve çavlan isimleri de verilen şelale, çoğu kez çağlayan terimi ile de aynı anlamda kullanılmaktadır (<http://www.tdk.gov.tr>). Ancak çağlayan; taşıdığı su miktarı az olan küçük bir

akarsuyun, çok yüksek olmayan bir yerden dökülüp aktığı yer veya küçük şelale olarak tanımlanmıştır (İzbırak, 1971; aktaran Sever ve Kopar, 2009: 17).

Jeomorfolojik bakımdan Kuzey Anadolu Orojenik Kuşağı'nda yer alan araştırma sahasında litolojik bakımdan Alt Jura-Kuvaterner yaş aralığına ait kayaçlar yüzeylemektedir. Sahanın şekillenmesinde Alp Orojenik hareketlerinin büyük rolü vardır. Kıvrılarak yükselen sahada orojenik hatlara yerleşen Tortum Çayı ve kolları yereyi derin bir şekilde yarararak parçalamıştır (Atalay vd, 1985: 25). Bu nedenle araştırma sahası dağlık bir görünüme sahip olmuştur. Yüksek rakımlı dağlık alanlardan kaynağını alan çok sayıda sürekli ve geçici akarsu ve bunların açmış oldukları vadilerinde farklı nedenlerle oluşmuş eğim kırıklıkları (knickpoint) bulunmaktadır. Eğim kırıklıklarından dökülen sular çağlayan ve şelaleleri oluşturmaktadır ve kış mevsiminde donarak tırmanışların yapıldığı buz duvarlarına dönüşmektedir (Kopar ve Çakır, 2016: 205).

Tortum Çayı Havzası'nda 14 mevsimlik çağlayan ve şelale (Sarı Gelin, Zehrek, Şehitlersivrisi, Çatlakkaya, Tevin, Bakacak Tepe, İşaret Tepe I-II-III, Akdağ, Vaznat Mezra Dere, Cevizli, Oğlan Dere, Horozgör Dere) tespit edilmiş olup, bunlardan sadece Uzunkavak tipik bir şelale özelliği göstermektedir. Diğerleri ise çağlayan karakterine sahiptir.

3.15.1. Sarı Gelin Çağlayanı: Uzunkavak şelalesinin hemen yanında bulunan ve tabanda buzları birleşen Sarı Gelin Çağlayan'ı kalın buz kütlesi ile dikkat çekmektedir. Tabaka kaynağı sularının Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı volkanik kayaçlardan oluşan diklikte donmasıyla 2100-2165 m yükselti aralığında toplam yüksekliği 70 m'yi geçen büyük bir buz duvarı oluşmaktadır (Kopar ve Çakır, 2016: 210). Çağlayanı kar suları ve tabaka boşluklarından süzülen kaynak suları oluşturmaktadır. Çağlayan, donduğunda yanında bulunan Uzunkavak Şelalesi'nin mavi renginden farklı olarak kirli sarı bir renge sahiptir ve bu renginden dolayı "Sarı Gelin" adı verilmiştir (Kopar ve Çakır, 2015: 83).



Fotoğraf 3.22. Uzunkavak Şelalesi ve Sarı Gelin Çağlayanı kış aylarında donarak, yan yana gelişen ve tabanda birleşen büyük bir buz duvarı oluşturmaktadır. (Fotoğraf: Anıl Şarkoğlu).

3.15.2. Çatlakkaya Çağlayanı: Uzunkavak Şelalesi ve Sarı Gelin Çağlayanı ile konum itibariyle aynı sırada yer alan ve tabaka kaynaklarından süzülen sulardan oluşan çağlayan, 2100-2120 m yükselti aralığında 20 m yüksekliğe sahiptir (Kopar ve Çakır, 2016: 213).

3.15.3. Şehitlersivrisi Çağlayanı: Çağlayan, Tortum İlçesi'ne bağlı Şenyurt Mahallesi'nin 1 km kuzeydoğusundadır. 1230-1266 m yükselti aralığında bulunan çağlayan, Tortum Çayı'nın kollarından biri olan Şehitlersivrisi Deresi'nin aşağı çığırında oluşmuş bir çentik vadi içerisinde bulunmaktadır. Bu dere, kar suları ve tabaka kaynakları ile beslenmekte olup düzensiz bir akışa sahiptir. İlkbaharda karların erimesi ile birlikte gürleşen ve adeta şelale görüntüsü veren çağlayan, kış aylarında havzadaki diğer şelale ve çağlayanlar gibi donarak bir buz kütlesi oluşturmaktadır (Kopar ve Çakır, 2016: 213).

3.15.4. Zehrek Çağlayanı: Tortum İlçesi'ne bağlı Suyatağı Mahallesi sınırları içindedir. Alt - Orta Jura yaşlı volkanik ve sedimanter kayalar üzerinde bulunan

vadide, 1410-1465 m yükselti aralığındaki suların yüksekliği yaklaşık 55 m'dir (Kopar ve Çakır, 2016: 214).

3.15.5. Tevin Çağlayanı: Tortum Gölü'nün güneybatısında yükselen Tevin Dağı'nın (2509 m) kuzeybatı yamacında bulunan bir kertik vadide yer almaktadır. Üst Jura-Alt Kretase yaşlı pelajik kireçtaşlarının oluşturduğu kıvrımlı bir yapıda dirençli bir kaya eşiğinden dökülen sularla oluşan Tevin Çağlayanı, 1015-1030 m yükselti aralığında 15 m yüksekliğe sahiptir (Kopar ve Çakır, 2016: 215).

3.15.6. Vaznat Mezra Çağlayanı: Uzundere İlçesi'nin Cevizli Mahallesi sınırları içinde yer alan Çağlayan, Hatkaçayırılar (Cevizli) Dere yarma vadisinin Tevin Dağı'nın kıvrımlı bir yapıya sahip yamacından kaynağını alan Vaznat Mezra Dere üzerinde bulunmaktadır. Kış aylarında donarak bir buz kütesine dönüşen çağlayan, 1700-1800 m yükselti aralığında 100 m yüksekliğe ulaşmaktadır (Kopar ve Çakır, 2016: 216).

3.15.7. Oğlan Dere Çağlayanı: Tevin Dağı'nın Hatkaçayırılar Dere yarma vadisine bakan yamacında, Vaznat Mezra Çağlayanı'nın hemen yanında yer almakta olup, bu iki çağlayan da aynı yükselti basamaklarında ve aynı yüksekliktedir. (Kopar ve Çakır, 2016: 217).

3.15.8. Cevizli Dere Çağlayanı: Çağlayan, Tevin Dağı'nın Hatkaçayırılar (Cevizli) Dere yarma vadisine bakan yamacında Vazna Mezra ve Oğlan Dere çağlayanlarından sonra üçüncü sıradadır. Çağlayan, Üst Jura-Alt Kretase pelajik kireçtaşlarından meydana gelen ve kumtaşı, çamurtaşı ve kiltası ara seviyeler içeren tünemiş senklinal tabanında kabaca 1700-1790 m yükselti basamaklarında yer almakta olup yükseltisi 90 m'dir (Kopar ve Çakır, 2016: 217).

3.15.9. Horozgör Dere Çağlayanı: Hatkaçayırılar Deresi'nin aşağı çıkışında yer alan çağlayan, Vaznat Mezra, Oğlan Dere ve Cevizli Dere çağlayanları gibi pelajik kireçtaşlarından oluşan bir arazi üzerinde yer almaktadır. 1500-1530 m yükselti kademelerinde yer almakta olup, 30 m yüksekliğe sahiptir (Kopar ve Çakır, 2016: 217).

3.15.10. İşaret Tepe – I Çağlayanı: Kaynağını Uzundere İlçesi'nin Kirazlı Mahallesi sınırlarında kalan Kuyun (Kirazlı) Deresi'nden alan çağlayan, Üst Jura-Alt Kretase sedimenter ve volkanik kayalardan oluşan kıvrımlı bir yereyde 2100-2400 m seviyeleri arasında yer almakta olup, yüksekliği yaklaşık 300 m'dir. Sahadaki diğer çağlayanlar gibi kış aylarında donarak büyük bir buz kütesine dönüşen çağlayanın

maksimum buz kalınlığı 3 m civarındadır (Kopar ve Çakır, 2016: 217).

3.15.11. İşaret Tepe – II Çağlayanı: Kuyun Deresi'nden kaynağını alan ikinci çağlayandır ve birinci ile aynı kıvrımlı yereye sahip arazide 2500-2950 m yükselti aralığında yükseltisi yaklaşık 450 m'dir (Kopar ve Çakır, 2016: 218).

3.15.12. İşaret Tepe – III Çağlayanı: İşaret Tepe I – II çağlayanlarından sonra Kuyun Deresi'nden kaynağının alan üçüncü çağlayandır. Yine diğerleriyle aynı unsurlardan oluşan kıvrımlı yereyde, kabaca 2500-2760 m yükselti aralığında yer almakta olup, yüksekliği yaklaşık 260 m'dir (Kopar ve Çakır, 2016: 218).

3.15.13. Bakacak Tepe Çağlayanı: Tevin Dağı'nın Hatkaçayırılar Deresi'ne bakan kuzeydoğu yamacında, Cevizli Mahallesi'nden Pelini Yaylası'na giden yol üzerinde bulunmaktadır. Üst Jura-Alt Kretase yaşlı pelajik kireçtaşı, kumtaşı, çamurtaşı ve kilaşı içeren bir arazide 1600-1622 m seviyelerinde yer almaktadır (Kopar ve Çakır, 2016: 219).

3.15.14. Akdağ Dere Çağlayanı: Tevin Dağı'nın Hatkaçayırılar Deresi'ne bakan batı yamacında yer almaktadır. Bakacak Tepe Çağlayanı'ndan sonra Cevizli Mahallesi'nden Pelini Yaylası'na giden yol üzerinde bulunan ikinci çağlayan olup, diğeri ile aynı unsurlardan oluşan yerey üzerinde 1600-1626 m yükselti seviyelerinde yaklaşık 26 m yüksekliğe sahiptir (Kopar ve Çakır, 2016: 220).

3.15.15. Su Dökülen Çağlayanı: Tortum İlçesi'ne bağlı Demirci Mahallesi'nin yaklaşık 5 km kuzeydoğusunda 40° 22' 10" K enlemi ile 41° 35' 22" D boylamının kesiştiği konumda 1925 – 1885 m yükselti aralığında yaklaşık 40 m yüksekliğe sahiptir. Demirciler Deresi'nin kaynağını oluşturan derelerin yüksek bir eğim kırığından dökülmesiyle meydana gelen çağlayan mevsimlik olmamakla birlikte yaz mevsiminde taşıdığı su miktarı azalmaktadır.



Fotoğraf 3.23. Su Dökülen Çağlayanı’ndan bir görünüm.

Şelale ve çağlayanlar, kış aylarında donarak büyük buz kütlelerine dönüşmektedir ve bu buz kütleleri üzerinde yapılan su buzunu tırmanışları, Tortum Çayı Havzası’nın kış turizmi bakımından potansiyel bir destinasyon olmasına katkı sağlayacağı öngörülmektedir. Nitekim; 2014 ve 2015 yıllarında ilk kez düzenlenen buz tırmanışları büyük ilgi görmüş; bir ilk olarak, kar ve buzdan ekonomik olarak daha fazla yararlanılması gerektiği düşünülmüştür. Araştırma sahasında bulunan çok sayıda donmuş şelale ve çağlayan, bugün olduğu gibi gelecekte de kış turizmi kapsamında yeni destinasyon arayışları içindeki dağcılarını kendine çekecek ve kış turizmine yeni bir kaynak değer katkısı sağlanmış olacaktır. Bu amaç doğrultusunda, hem il genelindeki mevcut kış turizm kaynaklarını tanıtmak hem de kaynakları çeşitlendirmek amacıyla havzadaki donmuş şelale ve çağlayan sahasını bir **“su buzunu tırmanış merkezi”** haline getirmek gerekmektedir (Kopar ve Çakır, 2015: 86; Kopar ve Çakır, 2016: 220).

3.9. YEDİGÖLLER (YIKIKLAR) HEYELAN ENKAZI GÖLLERİ

Yukarıda da ifade edildiği gibi Tortum Gölü, Kemerlidağ’dan kopan heyelan kütlelerinin vadinin önünü kapatmasıyla oluşmuştur. Vadiyi tıkayan ve yüzeyde killi

elemanlarla çimentolaşmış bloklardan meydana gelmiş olan heyelan kütesinden (Lahn, 1944: 144) sızan göl suları, Tortum Gölü'nün kuzeybatısındaki Tortum Çayı'nın eski yatağında altı küçük gölü oluşturmuştur. Yedigöller göl grubunu en büyüğü Tortum Gölü olmak üzere, Karagöl, İncegöl, Nazlıgilin Gölü, Efendigilin Gölü, Sofigilin Gölü, Aliçavuşgilin Gölü oluşturmaktadır (Doğanay ve Alim, 2003: 128).



Fotoğraf 3.24. (a) Yedigöller'in güneyden genel görünümü (Fotoğraf-a: Orhan, 2008) (b) Karagöl ve göle dökülen mevsimlik çağlayandan bir görünüm.

Yedigöller'in en büyüğü olan Karagöl'ün uzunluğu yaklaşık 200 m, genişliği 100 m, ortalama derinliği 2-3 m, en derin yeri ise 10 m'dir. Yedigöller rekreasyon sahasındaki tek tesis Karagölün hemen yanında 1994 yılında hizmete açılan Yedigöller Gümüşçü Alabalık Tesisleri bulunmaktadır. 150 kişilik kapasiteye sahip bu tesisde 39 adet alabalık çiftliği bulunmaktadır. Yedigöller Gümüşçü Alabalık Tesisleri nisan ve ekim ayları arasında faaliyet göstermekte olup yaz ayları turistik aktivitenin en yoğun olduğu dönemdir. Manzara seyri, yürüyüş, sandal gezintisi, kamping, piknik yapmak ve fotoğraf çekmek sahada yapılabilecek rekreasyonel etkinliklerin başında gelmektedir.

3.10. BOĞULMUŞ KOY VE SARP YAMAÇLAR

Yukarıda da ifade edildiği gibi; Kemerlidağ'dan kopan bir heyelan kütle, Tortum Çayı'nın önünü kapatması ile burada bir heyelan set gölünün oluşumuna zemin hazırlamıştır. Bu heyelan setinin arkasında birikerek seviyesi yükselmiş olan göl, vadiyi çevreleyen ve fliş, kum ve kilden meydana gelen tabakaları boğmuştur ve sanki koy ve yamaçlar gölün üzerinde duruyormuş gibi yüksek görsellik değerine sahip manzaralar oluşturmuştur.



Fotoğraf 3.25. Tortum Heyelan Set Gölü üzerinde boğulmuş koy ve dik yamaçlar.

3.11. KIRGIBAYIR (BADLANDS) TOPOĞRAFYASI VE PERİBACALARI

Genellikle konik ve sütunsu bir geometriye sahip bir yer şekli olan peribacaları, badlands (kırgıbayır) topoğrafyasında dirençli bir kayaç ya da sertleşmiş bir seviyenin himayesinde yarı kurak iklim koşullarına özgü aşındırma etmen ve süreçleriyle gelişmiştir. Oluşumları litolojik yapı ile iklimsel etmen ve süreçler tarafından denetlenmektedir. Yarı kurak iklim alanlarında rastlanılan bu şekillerin oluşmasında litolojik yapı yanında eğim, tabakalanma özelliği ve çatlak sistemleri gibi faktörler etkili olmaktadır. Yamaçlar üzerindeki konumlarına göre farklı şekillere sahip olan peribacalarının gençlik, olgunluk ve yıkılma evreleri de yine konumlarına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Emre ve Güner, 1988: 23).

Peribacası denildiğinde akla ilk olarak volkanik yörelerdeki peribacaları gelmektedir. Nitekim ülkemizde Kapadokya olarak adlandırılan volkanik yörede yüksek jeoturizm değerine sahip ve her biri doğal anıt niteliğinde peribacaları bulunmaktadır. Bununla birlikte volkanik sahalarda oluşan peribacalarının dışında farklı yerlerde de peribacaları oluşmakta ve volkanik sahalardaki kadar dikkat çekici bir görünüme sahiptir. Bu peribacalarına en çok Neojen havza dolguları ile yamaçlardaki heyelan materyali ve yamaç molozlarında rastlanılmaktadır. (Kopar ve Çakır, 2012: 1015). Bu sahalara Doğu Anadolu Bölgesi'nden; Narman Peribacaları (Garipağaoğlu, 1996: 298), Horasan – Karakurt Boğazı arasındaki peribacaları (Yılmaz, 1997: 134) ve Tortum Gölü'nün batı ve doğu kıyılarındaki peribacaları (Kopar ve Çakır, 2012: 1015; Karahan vd, 2011: 6) örnek olarak gösterilebilir.

İçerdiği materyal bakımından volkanik olan ve olmayan tüm peribacalarının çok fazla ortak yönü bulunmaktadır. Yarı kurak iklim sahalarda oluşmaları, badlands topoğrafyalarına özgü olmaları, selektif erozyona bağlı olarak gelişmeleri, bir şapka ve gövdeden oluşmaları ve yan yana ya da aralıklı bulunmaları peribacalarının ortak özellikleridir (Kopar ve Çakır, 2012: 1015).

Yarı kurak iklim şartlarının egemen olduğu araştırma sahasında şiddetli sağanakların meydana getirdiği sellenme suları, yamaçların işlenmesi ve şekillenmesi sürecinde en önemli faktörlerden biridir. Tortum Gölü'nün doğu ve batısında yükselen Çağdet ve Tevin (Çağlayan) dağlarının göle bakan yamaçları sellenmelerle önemli derecede erozyona maruz kalmakta ve göl çanağına doğru yüksek miktarda sediment

taşınmaktadır. Yamaçların bitki örtüsü bakımından fakir olması ve kuvvetli eğim erozyon etkilerini güçlendirirken, sayısız sel yarıntısıyla (gully ve rill) belirginleşen badlands topoğrafyası ve peribacaları oluşmaktadır (Kopar ve Çakır, 2012: 1021).

Araştırma sahasında üç tip badlands topoğrafyası seçilebilmektedir (Kopar ve Çakır 2012: 1021).

- Birinci tip; Virçinik mezrası (Tevin Dağı'nın batısı) yakınlarında gölün doğu kıyılarında ve göl seviyesinden (1010 m) başlayıp üst sınırı 1100 m izohipsinin sınırladığı dar bir şerit üzerinde görülen badlands topoğrafyasıdır. Marnlar üzerinde ve bıçak sırtı keskinliğinde olan sıkışık sırtlar ve bu sırtlara paralel yarıntılar, bu tipin en belirgin özelliğidir. Sel yarıntılarda talveg ile onu çevreleyen sırtlar arasındaki yükselti farkı önemsizdir. Lokal olarak sahanın farklı yerlerinde de görülmekte olan bu tip, henüz gelişim aşamasındaki badlands topoğrafyalarına tipik bir örnek teşkil etmektedir.
- İkinci tipte; yarıntılar daha derin, sırtlar ise daha basık ve aralıklıdır. Çağdet ve Tevin (Çağlayan) dağlarının sel kabul havzalarında, bitki örtüsünden yoksun ve aynı yönde eğim derecesine sahip neredeyse tüm yamaçlarda bu tipe ait badlands topoğrafyaları bulunmaktadır. Bu tipi diğerlerinden ayıran özelliği: üzerinde yer yer peribacalarının gelişmiş olmasıdır. Yayla mezrası ile Tortum Gölü'ne paralel uzanan karayolu arasında kabaca 1050 – 1400 m yükselti aralığında tipik görünimleri bulunmaktadır.
- Üçüncü tip: zirve yönünde gelişme gösteren badlands topoğrafyasında yarıntılar oldukça gelişmiştir ve vadiyi andıran bir görünüme sahiptir. Sırtlar genellikle enine vadiciklerle parçalanmış olup, karışık bir topoğrafik görünüm oluşturmuştur.



Fotoğraf 3.26. Gölün doğu kıyısında Çağlayan Dağı'nın göle bakan batı yamacında gelişen peribacaları ve badlands topoğrafyasından bir görünüm.

Araştırma sahasında badlands topoğrafyasının en temel unsurlarından biri olan peribacaları, selektif aşındırmanın etkisiyle henüz gelişim aşamasında olduğu için genç bir görünüme sahiptir ve bu nedenle peribacalarının Holosen başı ile günümüz arasındaki aşınım döneminde gelişmiş olduğu düşünülmektedir. Peribacası alanında aşınım döngüsü içinde şiddetli sağanak yağışların ardından seyelanla ilk olarak eğim doğrultusunda yivler oluşmakta ve devamında bu yivler oyuntu ve yarıntılara dönüşmektedir. Yamacın işlenmesi ve gerilemesi esnasında molozların içinde bulunan iri bloklar (şapka kayası), istifteki diğer unsurlara göre daha fazla direçli olduğu için etrafı erozyonla boşalırken altında yer alan kısımla birlikte peribacasına dönüşmektedir. Bu peribacaları, yarıma derecesi ve yamaç zonundaki kaya türüne göre farklı gelişme göstermiştir. Bu husus araştırma sahasında badlands topoğrafyasının oluşum ve gelişimine zemin hazırlayan, jeolojik ve jeomorfolojik özelliklerden kaynaklanmaktadır (Kopar ve Çakır 2012: 1021).



Fotoğraf 3.27. Çağdet Dağı'nın göle bakan doğu yamacında gelişen badlands topoğrafyası ve peribacalarından bir görünüm.

Araştırma sahasındaki peribacaları şapka ve gövde olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. Peribacalarının önemli unsurlarından olan ve gövdeyi koruyan şapka, heyelanlı sahadan kayarak depoda yer bulan iri bir blok veya tabaka parçası olabildiği gibi, gövdeyle aynı içeriğe sahip karışık moloz veya kötü çimentolu materyalden de oluşabilmektedir. Gövdeyi koruması nedeniyle peribacalarının gelişmesinde önemli bir role sahip olan şapkanın, günümüzde bazı peribacalarında olmasa bile, her peribacasında olduğunu doğrulayan kanıtlar mevcuttur. Henüz oluşmakta olan peribacalarında şapkanın var olması ve gövdenin zirveye doğru incilmesi bu durumu kanıtlar niteliktedir. Bunun dışında bazı peribacalarında şapkaya benzeyen ve üstü kara yosunu, liken veya köklü ot türleriyle kaplı bölümler vardır. Çoğu peribacasında, şapka ve gövde bölümleri aynı içeriklerden oluşmaktadır. Ancak kara yosunları ve likenlerin (*Collema sp.*, *Verrucaria sp.*, *Xanthoria sp.*, *Caloplaca sp.*) koyu renklerinin şapkayı kaplaması nedeniyle gövdeden farklıymış gibi görünmesine neden olmaktadır (Kopar ve Çakır 2012: 1023).

Peribacalarında şapka ve gövde genişliği arasında doğrudan bir bağlantı kurulamamış olup, belli bir oran yoktur. Nitekim sütunsu peribacalarında gövde ve şapka birbirlerine paralel genişlikte iken konik şekilli peribacalarında ise şapka, gövdeyi taçlandıran küçük bir bölümdür. Çoğu gelişim halindeki peribacaları şekil ve boyut bakımından birbirleriyle çelişircesine farklıdır. Bazıları şapkalı, çift başlı, düzgün gövdeli iken çoğunluğu asimetrik gövdeli ve şapkasızdır. Bunlar dışında bazı peribacaları ise, ortak gövdeli ve çift veya çok başlıdır. Bu durum, muhtemelen istif içindeki şapka kayalarının dağılışı ile ilgilidir. Araştırma sahasında boyu 6 m ve taban

çapı 4 m’yi bulan peribacaları tespit edilmiştir. Bunun dışında taban çapı 7 m’ye ulaşan peribacaları da bulunmaktadır. Ancak bu tipin zirve bölümünde ikiden fazla baş vardır (Kopar ve Çakır 2012: 1023).

Sahanın jeolojik ve jeomorfolojik özellikleri, kütle hareketleri ve aşınmaya neden olarak yamaçlarda üç farklı tip badlands (kırğıbayır) topoğrafyası oluşumuna zemin hazırlamıştır. Badlands topoğrafyasının geliştiği moloz ve heyelan kütlesi üzerinde ise, yamaçların aşınma hızına paralel olarak peribacaları oluşmuştur. Sonuç olarak; Çağdet ve Tevin (Çağlayan) dağlarının Tortum Heyelan Set Gölü’ne bakan yamaçlarında şiddetli erozyon sonucunda oluşan badlands topoğrafyası ve peribacaları oldukça dikkat çeken yer şekilleridir.

3.12. KIVRIMLI TEKTONİK YAPIYA ÖZGÜ KIVRIM DESENLERİ

Tortum Çayı Vadisi’nin tabanını oluşturan Kretase ofiyolitler üstünde diskordant bir şekilde uzanan ve Jura-Kretase dönemlerinde yerleşen oldukça kalın fliş, kumlu-killi kireçtaşı tabakaları bulunmaktadır. Denizel fasiyeste biriken sedimentler Jura tipi katlanmayı oluşturan kademeli bir yapıya sahiptir (Atalay, 1982: 17).

Sıkıştırma tektoniği etkisi altında kuzeyden güneye uzanan ve bükülüp kıvrılarak deniz yüzeyine çıkan bu sedimentler antiklinal ve senklinalleri oluşturmuştur. Bu kıvrımlı yapının bir unsuru olan antiklinaller, Tortum Çayı ve yan kolları tarafından 1000 m’den daha fazla yarılarak aşındırılmıştır ve bunun sonucunda antiklinallerin yüksekliği senklinallerden daha düşük seviyelere inmiştir. Başka bir anlatımla; antiklinal ve senklinaller jeomorfolojide “*relief terselmesi*” olarak adlandırılan birbirlerinin tersi bir görünüm kazanmıştır. Relief terselmesi vadinin güney-güneydoğu kesimlerinde açık bir şekilde görülebilmektedir. Araştırma sahasındaki mevcut şekillenmeden yola çıkarak Neotektonik (Miyosen-Kuvaterner) dönemde devam eden aşınma sürecinin saha üzerinde ne kadar etkili olduğunu görmek mümkündür. (Karahan vd, 2011: 5).

Tektonik sıkıştırma hareketleriyle kıvrılan denizel kaynaklı tabakaların antiklinoryum ve senklinoryum yapılarında çeşitli kıvrım tipleri oluşmuştur. En fazla rastlanılan kıvrım tipleri simetrik, asimetik, yatay, izoklinal, konik, zikzak (alternatif yönlerde keskin dönüşlerle karakterize olan açısız bir şekil) ve düzensiz kıvrımlardır.

Vadi yamaçlarında değişik kalınlıklara sahip bu tabakalar, 1 cm'den başlar ve yukarı doğru 1 m kalınlığa ulaşırlar ve bulundukları yamaç boyunca yatay bir istif yapısı göstermektedir. Tekstürel bakımdan aynı boyutta, düzenli ve homojen bir özellik gösteren kıvrım tabakalarının üst ve alt düzlemleri, sedimantasyon yüzeyine paralel bir şekilde gelişmiştir. Böylesine düzenli ve birbirine çok yakın olan stratigrafik yapısı göze çarpmaktadır. Farklı şekillerde aşınmış bu kıvrımlı yamaçlarda dalgalı bir görünüm ortaya çıkmıştır ve sahaya genel olarak bakıldığında bir kabartma haritası gibi görünmektedir. Tortum Çayı ve kolları tarafından aşındırılarak derinleştirilen antiklinallerin batıya bakan katmanlarının tabaka başlarında, monoklinal yapılarda görülen kuesta ve hogback şekilleri oluşmuştur. Bu şekillerin vadiye bakan uzantıları, güneş açısı uygun olduğunda insan başı silüetini oluşturmaktadır. Aynı şekilde aşınma ile çevresi derinleşmiş dikey katmanlar ise piramidal tepe gibi durmaktadır (Karahana vd, 2011: 5).

3.13. PİRAMİDAL ZİRVELER

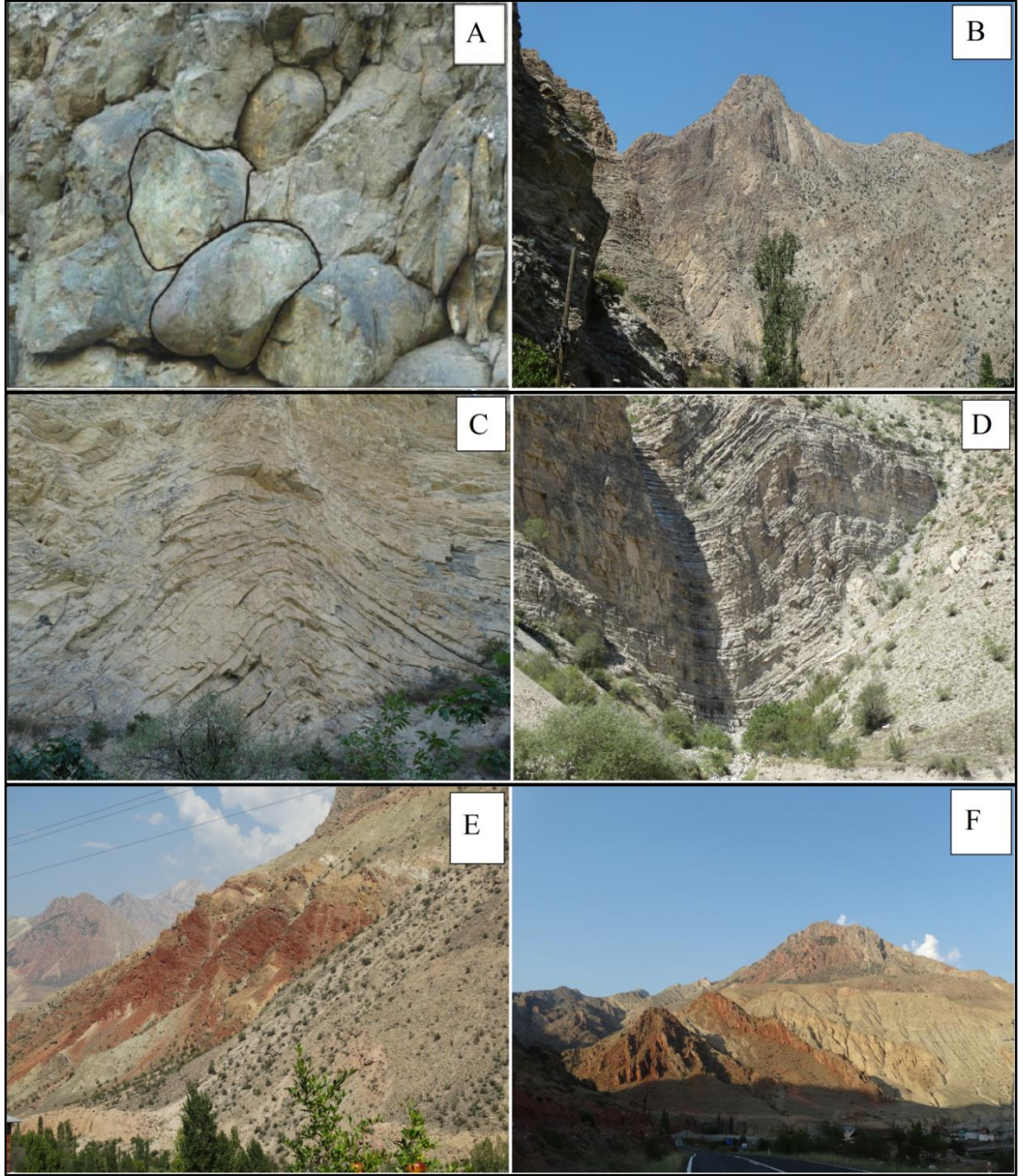
Fliş ve kumlu killi kireçtaşıdan oluşan tabakalar arasındaki boşluklara sızan sular ayrışma hızını arttırarak tabakaları aşındırmıştır. Resimde aşınmış piramidal başlı tabakalar ve oksitlenmiş sarı ve kırmızımsı tabaka yüzeyleri görülmektedir. Güneşin eğik bir açıyla geldiği vakitlerde tabaka yüzeylerinde beliren alev rengi yansıma dikkat çekicidir (Karahana vd, 2011: 6).

3.14. RENKLİ ORGANOJEN TORTUL TABAKALAR

Ofiyolitli seriler, Mesozoyik'ten itibaren jeosenklinal kuşaklarında, bazik ve ultra-bazik magmanın deniz tabanındaki genişlemesiyle oluşmuştur. Genişleyen magma içeriğindeki silisyum deniz içerisinde çözülmüş ve silisce zenginleşmiş sular, denizdeki canlıların ölmesine neden olmuştur. Bu canlılardan geriye kalan silisli iskelet ve kavkılar, yeşil-kırmızı ve mavimsi radyolarit çökelleri meydana getirmiştir. Bu çökeller Alp Orojenik Hareketleri esnasında diğer tortular ve deniz tabanındaki ofiyolitik şistlerle birlikte itilme-bindirme, şaryaj tipi hareketlerle bulundukları sahadan kaldırılmıştır (Atalay, 1982: 19). Bu yapılanmaya iyi bir örnek teşkil eden tipik renkli mostralalar, Tortum Çayı Havzası'nın kuzey ve kuzeydoğu kısımlarında bulunmaktadır.

3.15. YASTIK (PILLOW)LAV YAPILARI

Kaledibi Mahallesi ve Yusufeli Kavşağı yakınlarında, Üst Kretase'de deniz dibinde genişleyen basik ve ultra-bazik lavların neden olduğu pillow (yastık) tipi lavlar, Tortum Çayı'nın sahayı aşındırıp yarması sonucunda mostralar halinde ortaya çıkmıştır. Bu durum özellikle milyonlarca yıllık denizaltı volkanik aktivilerinin görülebilmesi için önem arz etmektedir (Karahan vd, 2011: 6).

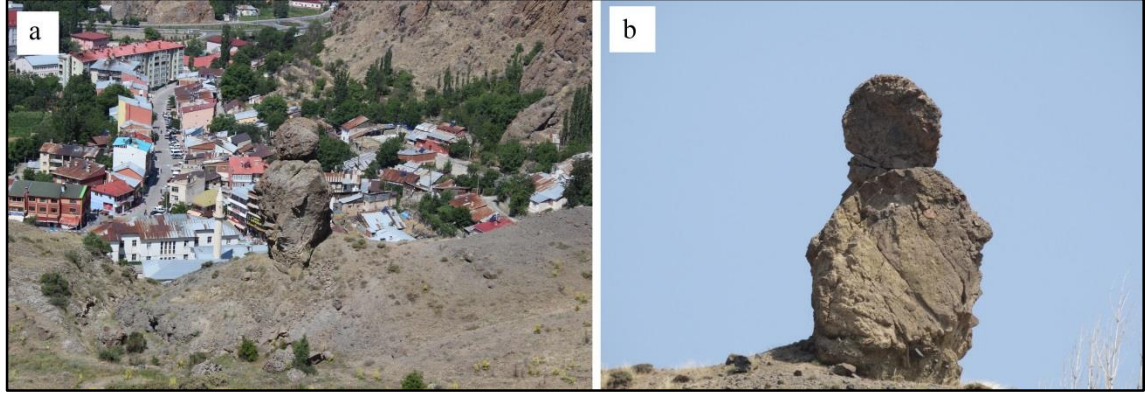


Fotoğraf 3.28. Tortum Çayı Havzası'ndaki potansiyel jeosit destinasyonları; A. Pillow (yastık) lavlar (Fotoğraf: Karahan vd, 2011: 11), B. Piramidal başlı tepe ve zirveler, C-D. Kıvrımlı yapı ve kıvrım tipleri, E-F. Renkli Organojenik İstifler.

1.16. GELİN KAYASI VE DAYKLAR

Doğu Anadolu Bölgesi'nde büyük bir alan Miyosen – Kuvaterner arasında volkanik aktivitelere maruz kalmıştır (Yılmaz, 1985; 79). Fissürlerden (açılma çatlakları) çıkan sıcak ve akıcı bazik lav sahaya yayılarak topoğrafyayı örtmüş ve diskordant Oligo – Miyosen yaşlı çökeller üzerine yerleşmiştir. Vadi boyunca bir duvar gibi yükselen kornişler oluşturmuştur. Sahadaki diğer yaygın volkanik unsurları ise, aglomera ve tüflerdir (Acar, 1975: 34). Aglomeraların bazı kısımlarında aşınma sonucunda ilginç şekiller oluşmuştur ve yöre halkı tarafından bu şekillere gelin kayası, taş bebek vb. isimler verilmektedir. Bu tip oluşumlar Tortum ilçe merkezinin doğusunda $40^{\circ} 17' 54''$ Kuzey ile $41^{\circ} 33' 19''$ Doğu koordinatlarında bulunmaktadır.

Fissürleri takip eden iç püskürükler, yüzeye ulaşmadan katılaşıp sill ve dayk gibi plütonik yapıları oluşturmuştur. Bu yapılar aşınma karşı kestikleri yereyden daha dirençli olduklarından çevreleri aşınırken, onlar yerlerinde kalmıştır. Bu tip plütonik şekiller doldurdukları fissür formlarını göstermeleri ve renk ve şekil bakımından farklı bir görünüme sahip olmaları nedeniyle dikkat çekmektedir (Karahana vd, 2011: 7).



Fotoğraf 3.29. Tortum İlçe Merkezi'nin doğusunda bir fissür boyunca yükselen akıcı bazik lavların topoğrafyayı örtmesi ve zamanla çevresinin aşınması sonucunda volkanik unsurlar ortaya çıkmıştır. Yöre halkı tarafından bu unsurlara efsanevi isimler (gelinkayası, taşbebek vb) verilmiştir.



Fotoğraf 3.30. Fissür boyunca yükselen ve yüzeye çıkamadan soğuyarak katılaştan iç püskürük kayalardan olan dayktan bir görünüm.

DESTİNASYONLARIN JEOTURİZM DEĞERİ

Araştırma sahasının coğrafi konumu, alt yapısı, ulaşımı, jeosit destinasyonları gibi mevcut ve geliştirilebilmesi mümkün doğal ve kültürel özellikleri sahadaki jeosit destinasyonlarının önemini artırmaktadır. Sahanın farklı kesimlerinde karşılaşılan bu destinasyonlar önemli yer ve oluşumlara ev sahipliği yapmaktadır. Yerin evrimsel sürecinde meydana gelen bu oluşumlar herşeyden önce bilimsel değeri olan unsurlardır. Görsel kalite değerlerinin yüksek oluşu çekim gücünü artırmaktadır. Bu hususlar kapsamında hemen belirtilmesi gerekirse sözkonusu jeolojik oluşumların korunması ve turizm etkinlikleri bakımından değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu durum yer oluşuklarını görmek üzere yola çıkan insanların bütün faaliyetlerini kapsayan yeni fakat güçlü bir gelişim gösteren jeoturizm olgusunun değerini güçlendirmektedir. Sahada pekçok bilim insanının bu amaca uygun çalışmalar yapma gayreti sahanın jeoturizm açısından önemini açıkça göstermektedir².

Araştırma sahasındaki jeoturizm destinasyonlarının önemini dolayısıyla jeoturizm değerini ortaya koyan hususlar şöyle özetlenebilir.

Mescit Dağı Buzul Şekilleri: Pleyistosen buzullaşma izlerinin en yeni örneklerini takip etme olanağı sunmaktadır. Dağın Üzerinde sirk göllerini ve buzul vadilerini görmek mümkündür.

Devre Dağı Heyelanı ve Heyelan Gölleri: Çamur akması egemen şekilde gelişen ve bir köyü bütünüyle yutan büyük bir heyelan ünitesidir. Heyelanla ilgili ağıtlar derlenmiştir. Heyelan ünitesi üzerinde hala çok çekici göller bulunmaktadır. Basamaklı şekilde üst üste sıralanmış göl sahasında hiçbir güvenlik endişesi yaşamadan kamp yapmak ve yürüyüş vb aktiviteleri düzenlemek mümkündür.

3.3. Zök Gölü ve Yüzen Adalar: Yeryüzünde ender rastlanan bir oluşumun tipik

² Sahanın jeoturizm potansiyeline ortaya koymak maksadıyla 2010 yılında Mimarlık ve Tasarım Fakültesi Öğretim Üyesi Prof. Dr. Faris Karahan, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. İbrahim Kopar, Dr.Tuba Orhan ve Doğu Anadolu Turizmi Geliştirme Projesi (DATUR) Yöneticisi Egemen Çakır tarafından ‘Tortum Vadisi ve Çevresinin Jeopark Potansiyeli’ isimli bir bildiri hazırlanarak 2. Uluslararası Coğrafya Sempozyumu’nda (GEOMED2010 – Antalya) sunulmuştur. İlgili yayın sempozyum programında sunulan tüm çalışmalar arasında en başarılı 10 yayın arasında gösterilmiş ve daha sonra Cambridge Scholars Publishing – UK tarafından ‘Natural Environment and Culture in the Mediterranean Region – II’ adlı kitapta Bölüm (Chapter) olarak yayınlanmıştır <http://www.sirtcantam.com.tr/tortum-vadisi-jeopark-sureci/>).

örneğini teşkil etmektedir. Yedi adet bağımsız kütle rüzgarın denetiminde sürekli olarak göl içinde hareket etmekte ve ilgi çekici görünümler sahnelemektedir. Üzerine çıkıldığında batmayan, ters dönmeyen bu kütleler bir yelkenli gibi rüzgarın esiş istikametine doğru düzen oluşturmaktadır.

3.4. Tortum Boğaz Vadisi ve diğer Kanyon vadiler: Son dönem (Pliyo-Kuvaterner) güçlü aşınma izleri olarak kabul edilen yarma vadiler akarsuların yereyi çizgisel aşındırmasıyla meydana gelmişlerdir. Her biri 600 m'den daha derin ve enine profili oldukça dar olan bu vadiler görülmeye değer oluşumlardır. Vadi içinde tabakaların oluşturduğu geometrik izler ülkemizin her yanında görülebilecek türden desenler değildir. Bu husus vadilerin jeoturizm değerini artırmaktadır

3.5. Tortum Heyelan Seti Gölü ve Silt Egemen Delta: Dünyanın en büyük heyelan seti göllerinden biri olması ve setin gerisinde uzunluğu 8 km'yi, derinliği 155 m'yi elinde 1,5 km'yi bulan bir gölün oluşmuş olması Tortum gölünü emsallerine göre daha çekici yapmaktadır. Gölün kaynak tarafında oluşan siltasyon deltası hem görünümü hem de üzerinde oluşan yeni habitat alanıyla her mevsim dikkat çeken bir olgu haline gelmiştir. Nesli tükenmekte olan kara leyleklerle bazı martı türlerinin yumurtlama alanı olarak seçtiği bu alan valilik tarafından da koruma altında tutularak “sit alanı” ilan edilmiş durumdadır.

3.6. Tortum Şelalesi ve Dev Kazanı: Doğu Anadolu Bölgesindeki anlık düşen su miktarı ve yükseklik gibi özellikleri dikkate alındığında en büyük şelalelerden en başta gelen şelaledir. Şelalenin suları 48 m'den düşmektedir ve düşme noktasında derinliği 4,5 m'ye ulaşan oval şekilli bir dev kazanı bulunmaktadır. Düşen suyun oluşturduğu gökkuşağı görülesi enstantaneler meydana getirmektedir.

3.7. Uzunkavak Şelalesi: anlık düşen su miktarı ve yükseklik gibi özellikleri dikkate alındığında Tortum şelalesinden sonra Doğu Anadolu Bölgesi'nin en yüksek (45 m) şelalelerinden biridir. Bulunduğu konuma kolayca ulaşılabilen şelalenin suları Mescid Dağı'nın eriyen kar sularından gelmektedir. Dar ve derin bir vadiyi izleyen sular dikkat çeken bir görünüm oluşturmaktadır.

3.8. Mevsimlik Şelale ve Çağlayanlar: Yöre rölyefinin oldukça arızalı olması çok sayıda mevsimlik küçük şelale ve çağlayan oluşumuna imkan vermiştir. Bu çağlayanlar kış mevsiminde donmakta ve şelalenin kaynak noktası ile zemin arasında

devasa buz sütunları ve sarkıtları oluşturmaktadır. Alternatif kış turizmi kaynakları olarak son dönemlerde buz tırmanışları için değerlendirilen bu oluşumlar son derece ilgi çeken yapılar olarak görülmektedir.

3.9. Yedigöller (Yıkıklar) Mevkii Heyelan Enkazı Gölleri: Tortum Heyelanı enkazının bir tarafında Tortum Gölü yer alırken diğer tarafında aynı enkaz materyali üzerinde oluşmuş yedi adet göl bulunmaktadır. Bu göller tıpkı basamaklı sirk gölleri gibi alt alta sıralanmıştır. Göllerden en büyüğü en altta yer almaktadır. Diğer göller daha küçük çaplı olup bir çoğu yerleşmelerin içinde kalmıştır. Bununla birlikte küçük göller de görmeye değer özelliklere sahiptir. Büyük gölde alabalık yetiştiriciliği yapılmaktadır. Havuzlarda kaçan balıklar gölde kalmakta dolayısıyla olta balıkçılığıyla gölde değerli vakit geçirirken gölün bir vadi içinde olması dolayısıyla vadinin dar ve dik yamaçları içinde herşeyden izole dinlenme imkanı bulunmaktadır.

3.10. Boğulmuş Koılar ve Sarp Yamaçlar: Tortum Gölü aynı isimdeki bir vadi içinde biriken sulardan meydana gelmektedir. Su seviyesi yükseldikçe vadinin yan kollarına ait küçük vadiler suyla işgal edilmekte ve her biri boğulmuş koy görüntüsü almaktadır. Bu arada şevler su tarafından yutulmakta ve dik yamaçlar tıpkı falezler gibi su yüzeyinden itibaren keskin bir dirsekle yükselmektedir. Bu durum yetkililerin dikkatini çekmiş ve dik yamaçlardan birine çelik konstruksiyonlarla desteklenmiş bir camdan seyir terası inşa edilmiştir. Cam teras üzerinde ziyaretçilerin heyecanlarını gizlemekte zorluk çektiklerini görmek mümkündür.

3.11. Kırgıbayır (Badlands) Topoğrafyası ve Peribacaları: Sahanın kumtaşı, kıltaşı, silttaşı egemen sığ denizel semanter birimlerden (Eosenğ-fliş) oluşan yapısı suyun zemini kolayca aşındırmasına neden olmakta dolayısıyla özellikle de düzgün eğimli yamaçlarda daha dikkat çekecek biçimde badlands topoğrafyalarının oluşmasına neden olmaktadır. Özellikle birbirine paralel çok sayıda yarıntının görüldüğü yamaçların çokluğu dikkatlerin bu yamaçlara çevrilmesine neden olmaktadır. Kırgıbayır topoğrafyasının en belirgin olduğu kesimlerde aşınmanın ileri bir safhasını temsil eden şapkalı ve şapkasız peribacaları bulunmaktadır. Peribacalarının ana yola ulaşılabilir bir mesafede olması bu şekillere her yaştan bireyin dokunmasına imkan vermektedir.

3.12. Kıvrımlı Tektonik Yapıya Özgü Kıvrım Desenleri: Doğu Anadolu'nun Orta Miyosen'le başlayan kıvrım tektoniğine dair izler havzada en güzel örneklerle

temsil edilen kıvrımlı geometrik yapılarla yer bulmuştur. Özellikle Tortum-Yusufeli karayolu güzergahı boyunca jeolojik maziye kıvrım desenleri arasında dalıp gitmek isteyen ziyaretçiler için uygun rotalar bulunmaktadır. Ana vadiye bağlanan bütün yan vadilerde de aynı manzarayı görmek mümkündür.

3.13. Piramidal Zirveler: Kıvrımlardan özellikle dik kıvrım başlarına tekabül eden kesimlerde aşınmanın da yardımıyla piramitleri andıran zirveler ortaya çıkmıştır. Özellikle güneş ışınların yatay olarak geldiği akşam vakitlerinde bu zirveler tıpkı metal bir mızrak ucu gibi parlamaktadır. Bu görünümeler oldukça dikkat çeken manzaralar meydana getirmektedir.

3.14. Renkli Organojen Tortul Tabakalar: Kıvrımlı denizel tortul tabakalar içinde denizlerde yaşamış canlıların renkli iskelet ve kavrıkları tabakaların farklı renkler almasına imkan tanımıştır. Tortum çayı tarafından kesilen yerlerde açık kesitler sunan bu tabakalar oldukça dikkat çekici görünümeler vermektedir.

3.15. Yastık (Pillow) Lav Yapıları: Tortum Çayının derin şekilde yarararak oluşturduğu derin vadide pillow (yastık) lavlar yol boyunca sürücülere belli kesimlerde eşlik etmektedir. Bu lavlar deniz altında oluşmuş volkanizmayla meydana gelmiştir. Bu nedenle deniz altında yükselen lavların kendine özgü bir yapısı oluşmuştur. Bu tür lavları her yerde görmek olası değildir. Bu durum bu destinasyonu jeoturim ölçeğinde önemli ve değerli yapmaktadır.

3.16. Gelin Kayası ve Dayklar: Sahanın orojenik bakımdan şekillenme sürecine eşlik eden plütonizma (derinlik volkanizması) sırasında tortul kütlelerin zayıf yerlerine enjekte olav magma buralarda katılmış ve öylece kalmıştır. Böyle yapılara bölgede nek ve dayklar şeklinde rastlanılmaktadır. Yer içinde katılmış magmatik kütleler aşınma sürecinde düşük dirence sahip tortul kayalar aşınınca ona göre daha yüksek dirence sahip magmatik kütleler daha geç aşınmışlar ve diğer yerler hızla aşınıp alçalırken magmatik yapılar yüksekte kalmıştır. Yerin içinde katıldığı düzene göre yeryüzeyinde garip şekillerle karşımıza çıkan bu yapılar kimi zaman bir gelin konvoyuna ya da bir duvaklı geline benzetildiği için bu kayalar efsane yapılar haline gelmiştir. Yöre insanı misafirlerine mutlaka bu türden yapıları göstermekte ve hakkında yeni efsaneler üretmektedir.

Yukarıda anlatılan jeoturizm destinasyonlarına ulaşmada hiçbir sorun olmaması, çevrede jeolojik ve jeomorfolojik yapıların yanında biyolojik, hidrolojik, edafik ve zengin bir kültürel peyzajın varlığı, destinasyonların bir arada ve birinden diğerine geçişlerin kolay mekanlardan oluşması sahanın jeoturiz değerini yükseltmekte ve önemli yapmaktadır.



SONUÇ VE ÖNERİLER

Jeolojik miras alanları, insanoğlunun yıllardır süregelen doğayı yok etici etkisine rağmen bugüne kadar doğal yapısı bozulmamış, ayakta kalmış alanlardır. Jeolojik miras niteliği taşıyan sahalar, hem yerkürenin başlangıçtan günümüze geçirmiş olduğu evreleri araştırmak ve anlamak hem de jeolojik miras unsurlarını gelecek kuşaklara aktarılması bakımından önem arz etmektedir. Bu amaçla Digne Bildirgesi ve devamında giderek artan çok sayıda ülke, konferans ve sempozyumlar ile jeolojik miras alanlarının korunmasına yönelik stratejiler geliştirmiştir.

Tortum Çayı Havzası'nda jeoturizm potansiyeli açısından görsel ve estetik değeri yüksek çok sayıda jeosit mevcuttur. Bu jeositler arasında vadi üzerinde bulunanlar; Tortum Boğaz Vadisi, Tortum Heyelan Seti Gölü, Tortum Şelalesi, Yedigöller, badlands (kırğıbayır) topoğrafyası ve peribacaları, kıvrımlı yapıları ve kıvrım tipleri, renkli organojen istifler, boğulmuş koy ve dik yamaçlar, pramidal başlı tabakalar ve pillow (yastık) lav morstralarıdır. Bununla birlikte Mescit Dağı üzerinde gelişmiş buzul aşındırma şekilleri, Devre Dağı heyelan enkazı gölleri, Tortum İlçe Merkezi'nin güneydoğusunda bulunan yüzen ada oluşumları, mevsimlik göl ve çağlayanlar, kısa mesafelerde iklim ve bitki örtüsündeki değişiklik ve çeşitlilik, araştırma sahasının farklı kesimlerinde bulunan ve sahanın jeoturizm değerine katkı sağlayan unsurlardır. Yüksek jeoturizm değerine sahip Tortum Çayı Havzası sahip olduğu değerler nedeniyle jeopark olmaya aday bir saha olarak önerilmiştir.

Araştırma sahasında çok sayıda jeositin var olması önemli bir kazanımdır. Saha UNESCO bünyesinde bulunan Global Geopark Network (Küresel Jeopark Ağı) başta olmak üzere uluslararası jeopark ağına bağlandığında tanınırlığı artacağı için jeoturizm değeri daha da artacak ve daha fazla yerli ve yabancı turist dikkatinin bu bölgeye çevrilmesine olanak verecektir. Bu husus bilhassa yöredeki ekonomik gelir düzeyinde pozitif farklılıklar oluşturacaktır. Ancak bu amaca ulaşmak için öncelikli olarak sahadaki jeosit destinasyonlarından hassas olanlar başta olmak üzere koruma bilincinin yerleşmesini sağlamak gerekmektedir. Şekillerin uzun bir jeolojik zamanda meydana geldiğine dair yöre halkı üzerinde farkındalığı arttırmak son derece gerekli bir durum olacaktır.

Hazırlanan bu tez ve önceki çalışmalarla mevcut jeositlerin bir bakıma envanteri

de çıkarılmış olmaktadır. Bu bağlamda sahadaki jeositlerin oluşumu ve önemi hakkında sahadaki insanları bilgilendirici broşür, kitaplar ve dökümanlar hazırlanmalı, ziyarete gelen turistlere doğal oluşumları tanıttacak rehberleri yetiştirilmelidir. Ayrıca sahada jeoturizme katılan tüm bireylerin temel ihtiyaçlarını karşılayabileceği doğayla uyumlu tesislerin kurulması gerekmektedir. Hedeflere ulaşmanın zorluğu ortadadır. Ancak gayret göstermeden hedefi bulmanın da olanaksızlığı açıkça görülmektedir.

Sonsöz olarak görsel ve estetik değeri oldukça yüksek, her konumda rastlanılmayan, belirli bir süreci, olaylar silsilesini gösteren bilimsel belge niteliğinde ve her biri farklı bir jeolojik öykünün temsilcisi olan bu anorganik varlıkların jeoturizm bağlamında korunması, tanıtılması ve yöre insanının lehine değerlendirilmesi gereklidir.



KAYNAKÇA

- Acar, A. (1975). *Tortum ve Çevresinin Jeoloji ve Jeomorfolojisi Üzerinde Bir Araştırma*. Atatürk Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları, No:30, 1-62.
- Akbulut, G. (2013). "Ardahan-Kars-Ağrı-Iğdır İllerinin Jeoturizm Potansiyeli". *I. Uluslararası Iğdır Sempozyumu* (s. 251-276). Iğdır: Iğdır Üniversitesi.
- Akbulut, G. (2014). Önerilen Levent Vadisi Jeopark'ında Jeositler. *Cumhuriyet Üniversitesi, Sosyal Bilimler Dergisi*, Sayı: 1, Cilt: 38, 29-45.
- Aksoy, A. (1981). *Tortum Vadisi Vegetasyonunun Bitki Sosyolojisi Yönünden Araştırılması*. (Yayımlanmamış Doçentlik Tezi). Erzurum: Atatürk Üniversitesi, Fen Fakültesi Botanik Bölümü.
- Alkan, C. (2015). "Sürdürülebilir Turizm: Alaçatı Destinasyonuna Yönelik Bir Uygulama". *Yaşar Üniversitesi Dergisi*, Sayı: 10/40, 6692-6710.
- Angin, İ., & Karahan, F. (2009). "Effects of Changes in Water Use on Rural Landscape Integrity: Tortum Lake Watershed", *J Agric Rural Dev*, Volume: 7, 139-144.
- 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). *Türkiye Jeomorfojisine Giriş*. Bornova/İzmir: Ege Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi Yayınları, No:9.
- Atalay, İ. (1983). *Türkiye Vegetasyon Coğrafyasına Giriş*. İzmir: Ege Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi Yayınları No:19.
- Atalay, İ. (1984). *Mescit Dağı'nın Glasiyal Morfolojisi*. Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları, No: 2, 129-139.
- Atalay, İ. (1986). *Uygulamalı Hidroğrafya*. Ege Üniv. Edebiyat Fak. Yay. No 38, İzmir.
- Atalay, İ. (1988). "The Geography of Tortum District (North-Eastern Anatolia)". *Agean Geographical Journal*, Volume: 4, 19-37.

- Atalay, İ. (2004). *Türkiye Coğrafyası ve Jeopolitiği*. İzmir: META Basım Matbaacılık Hizmetleri.
- Atalay, İ. (2005). "Kuvaterner'deki İklim Değişmelerinin Türkiye Doğal Ortamı Üzerindeki Etkileri". *Türkiye Kuvaterner Sempozyumu* (s. 121-128). İstanbul: İTÜ Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü .
- Atalay, İ. (2010). *Uygulamalı Klimatoloji*. İzmir: META Basım Matbaacılık Hizmetleri.
- Atalay, İ. (2011). *Toprak Oluşum, Sınıflandırılması ve Coğrafyası*. İzmir: Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri.
- Atalay, İ., Yılmaz, Ö., & Tetik, M. (1985). *Kuzeydoğu Anadolu'nun Ekosistemleri*. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi, No: 141.
- Bekir, S., Çakır, E., Han, M., Gültekin, Y., Orhan, T., & Karahan, F. (2008). "Uzundere Vadisi'nin (Çoruh Vadisi) Kuş Gözlemciliği Yönünden Fırsatları". *Türkiye Avcılık ve Yaban Hayatı Sempozyumu ve Sektörel Dergisi, 17-20 Nisan 2008, Side Antalya*.
- Bulut, İ. (2011). "Floating islands of Turkey". *Procedia Social and Behavioral Sciences, Volume: 19, 526-531*.
- Bölük, E. (2016). *De Martonne Kuraklık İndeksine Göre Türkiye İklim*, Ankara: MGM - Araştırma Dairesi Başkanlığı Klimatoloji Şube Müdürlüğü.
- Bulut, İ., Kopar, İ., & Zaman, M. (2008-a). "Karadeniz Bölgesi'ndeki Yüzen Adalara Yeni Bir Örnek: Zök Gölü Yüzen Adaları (Tortum - Erzurum)". *Atatürk Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(41), 215-230.
- Bulut, İ., Kopar, İ., & Zaman, M. (2013). Mezra Gölü (Kılıçkaya-Yusufeli-Artvin) ve Yüzen Adaları. *Atatürk Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi, Sayı: 50, 11-24*.
- Bulut, İ., Zaman, M., Kopar, İ., & Artvinli, E. (2008-b). "Göze Dağı (Yalnızçam Dağları) Kuzeybatısındaki Arsiyan Yaylasında Göller ve Yüzen Adalar". *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Sayı: 40, 133-153*.

- Bulut, Z., Karahan, F., & Sezen, I. (2010). "Determining visual beauties of natural waterscapes: A case study for Tortum Valley (Erzurum/Turkey)". *Scientific Research and Essay, Volume: 5*, 170-182.
- Demir, M., & Özer, S. (2014). "Evaluation of Tortum Waterfall According to the Criteria Used in the Selection of Protected Areas in Turkey". *Pol. J. Environ. Stud., Vol: 23*, 1555-1563.
- Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü. (2018). *2015 Akım Gözlem Yıllığı Cilt: 1*. Ankara: DSİ Teknoloji Daire Başkanlığı Basım ve Foto-Film Şube Müdürlüğü.
- Doğanay, H. (1994). *Tortum (Uzundere) Çağlayanı ve Turistik Potansiyel (Coğrafi Bir Tanıtım)*. Ankara: Turizm Yıllığı, Kalkınma Bankası Yayını.
- Doğanay, S., & Alim, M. (2003). "Coğrafi Bir Tanıtım: Yedigöller (Uzundere) Günöbirlik Rekreasyon Alanı". *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Sayı: 30*, 127-137.
- Dönmez, Y. (1984). *Umumi Klimatoloji ve İklim Çalışmaları*. İ.Ü. Yay., Yay. No: 2506, Coğr. Enst. Yay. No: 102.
- Duman, T. Y. (2009). "The largest landslide dam in Turkey: Tortum landslide". *Engineering Geology, Volume: 104*, 66-79.
- Emre, Ö., & Güner, Y. (1988). "Ürgüp Yöresi Peribacalarının Morfojenezi". *Jeomorfoloji Dergisi, Sayı: 16*, 23-30.
- Erinç, S. (1957). *Tatbiki Klimatoloji ve Türkiye'nin İklim Şartları*. İstanbul: İ.T.Ü. Hidrojeoloji Enstitüsü Yayınları.
- Erinç, S. (1965). *Yağış Müessiriyeti Üzerine Bir Deneme ve Yeni Bir İndis*. İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayını, Sayı: 41,
- Erinç, S. (1996). *Klimatoloji ve Metodları (Genişletilmiş 4.Baskı)*. İstanbul: Alfa Basım Yayım Dağıtım.
- Erol, O. (1993). *Genel Klimatoloji*. Ankara: Gazi Büro Basımevi.
- Farsani, N. T., Coelho, C., & Costa, C. (2012). "Geotourism and Geoparks as Gateways to Socio-cultural Sustainability in Qeshm Rural Areas, Iran". *Asia Pacific Journal of Tourism Research, Volume: 17*, 30-48.

- Garipağaoğlu, F. (1996). "Doğal Bir Anıt Olarak Yukarı Narman Havzası Kuestası". *Türk Coğrafya Dergisi, Sayı: 31*, 291-304.
- Girgin, M., & Bulut, İ. (2001). "Doğu Anadolu'da Yüzen Adala (Floating Island in East Anaolia)". *Standard-Çevre ve Çevre Yönetim Standardları, Yıl. 40, Sayı: 474*, 42-48.
- Girgin, M., & Bulut, İ. (2003). "Coğrafya'da Yeni Bir Kavram: Yüzen Adalar (Floating Island; A New Concept in Geography)". *09-12 Temmuz 2002 Coğrafya Kurultayı Bildiriler (s. 184-194)*. Ankara: Türk Coğrafya Kurumu.
- Gray, M. (2008-a). "Geodiversity: developing the paradigm". *Proceedings of the Geologists' Association Review, Volume 119, Issues 3–4*, 287-298.
- Gray, M. (2008-b). "Geodiversity: A New Paradigm for Valuing and Conserving Geoheritage". *Geoscience Canada, Volume:35, Number:2*, 51-59.
- Gümüş, E. (2008). *Yeni Bir Doğa Koruma Kavramı: UNESCO Jeoparklar Çerçevesinde Çamlıdere (Ankara) Fosil Ormanı Fizibilite Çalışması*, (Yüksek Lisans Tezi), Samsun: Ondokuzmayıs Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Gürbüz, K., & Gülbaş, E. (1999). "Tortum (Erzurum) Güneybatısının Jeolojisi ve Pliyosen Yaşlı Gelinkaya Formasyonunun Sedimentolojisi". *Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Sayı:1*, 39-46.
- Gürler, G., Uğuz, M. F., & Öztan, N. S. (2009). "Türkiye'nin İlk Jeoparkı - Karapınar (Konya) Öneri Jeopark Alanı". *Mavi Gezegen, No: 14*, 9-20.
- Güven, İ. H. (1998). *1:100.000 Ölçekli Açınsama Nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları - Tortum G46 Paftası*. Ankara: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, No:61.
- İlles, D. C., & Josan, N. (2009). "Geosites-Geomorphosites and Relief". *GeoJournal of Tourism and Geosites, No: 3*, 78-85.
- İnan, N. (2008). "Jeolojik Miras ve Doğa Tarihi Müzeleri". *Bilim ve Teknik, Aralık 2008*, 80-83.
- İnandık, H. (1969). *Bitkiler Coğrafyası*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Enstitüsü Yayınları.

- İspirli, S. A. (2010). "Bayburtlu Celali'nin Tortum Destanı ve Erzincan'a Ağıt Manzumeleri". *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, Sayı: 3, 264-275.
- İzbırak, R. (1971). *Hidrografya Akarsular ve Göller*. Ankara: Harita Genel Müdürlüğü.
- İzbırak, R. (1984). *Türkiye*. İstanbul: Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- Karahan, F., & Orhan, T. (2009). "Çoruh Havzası Uzundere Vadisi'nin Kırsal Rekreasyon Planlaması Yönünden Suyu Dayalı Olanakları". *Kırsal Çevre ve Ormancılık Sorunlarını Araştırma Derneği (The Research Association Of Rural Environment and Forestry)*, Sayı: 54, 1-19.
- Karahan, F., Kopar, İ., Orhan, T., & Çakır, E. (2011). "The Geopark Potantial Of Tortum Valley (Erzurum-Turkey) and Its Surroundings". *Natural Environment and Culture in the Mediterranean Region II* (s. 395-407). içinde Newcastle-UK: Cambridge Scholars Publishing in association with GSE Research.
- Karahan, F., Orhan, T., & Çakır, E. (2012). "Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi İnovasyona Dayalı Turizm Stratejisi Bağlamında Uzundere Vadisine Bakış". *Uluslararası Katılımlı Bölgesel İşbirliği ve Kalkınma Sempozyumu, 17-20 Ekim 2012* (s. 183-198). Erzurum: Atatürk Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi.
- Kaymaz, Ç. K., Birinci, S., & Camcı, A. (2017). "Sürdürülebilir Turizm Açısından Uzundere Sakin (Cittaslow) Şehri". *Al - Farabi 1st International Congress On Social Sciences, Congress Book* (s. 1000-1026). Gaziantep: Institution Of Economic Development And Social Researches.
- Kazancı, N. (2001). "Jeolojik Miras Üzerine". *Mavi Gezegen*, 4-9.
- Kazancı, N. (2006). "Jeoparklar ve nitelikleri". *Geçmişten Gelceğe Köprü Yanık Ülke Kula Sempozyumu, Bildiriler, 1 - 3 Eylül 2006*, (s. 73-81). Kula.
- Kazancı, N. (2010). *Jeolojik Koruma Kavram ve Terimler*, Ankara: Jeolojik Mirası Koruma Derneği.
- Koçan, N. (2012). "Ekoturizm ve Sürdürülebilir Kalkınma: Kızılcahamam-Çamlıdere (Ankara) Jeopark ve Jeoturizm Projesi". *Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, No:48, 69-82.

- Koday, S., & Erhan, K. (2009). "Tortum Çayı Vadisinde Yer Alan Belediye Örgütlü Yerleşmeler". *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Cilt: 13, Sayı, Sayı: 2, 47-66.
- Konak, N., & Hakyemez, H. Y. (2008). *1:100.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları - Tortum H47 Paftası*. Ankara: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, No: 95.
- Konak, N., & Hakyemez, H. Y. (2009). *1:100.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları-Tortum G47 Paftası*. Ankara: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, No: 105.
- Konak, N., Bilgiç, T., Bilgin, R., Hepşen, N., Ercan, T., Hakyemez, Y., (2001). *Geology of the northeast Pontides (Oltu-Olur-Şenkaya-Narman-Tortum-Uzundere)*, The Report of General Directorate of Mineral research and Exploration No: 10489: p.1-384.
- Kopar, İ. (1998). "Ünlükaya (Oltu) ve Çevresinde Kütle Hareketlerinden Kaynaklanan Sorunlar ve Çözüm Önerileri". *Geçmişten Geleceğe Oltu ve Çevresi Sempozyumu 1-3 Temmuz 1998*. Erzurum: Atatürk Üniversitesi.
- Kopar, İ. (2007). *Hasan Dağı ve Yakın Çevresinin Fiziki Coğrafyası*. Ankara: Gündüz Eğitim ve Yayıncılık.
- Kopar, İ. (2010). "Akdağ ve Topuz Dağı (Nevşehir) Civarındaki Peribacaları Gövdesinde Oluşan Oksidasyon Kabuğu ve Morfojenetik Önemi". *Türk Coğrafya Dergisi*, Sayı: 54, 53-68.
- Kopar, İ., & Çakır, Ç. (2012). "Tortum Gölü (Uzundere-Erzurum) Kıyı Kuşağındaki Badlands Topografyası ve Peribacaları". *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., & Çakır, Ç. (2015). "Tortum Çayı Havzası'nda (Erzurum-Artvin) Donmuş Şelale-Çağlayan Tırmanışları ve Bunun Kış Turizmi Bakımından Önemi". *Doğu Coğrafya Dergisi*, Sayı: 33, 63-90.
- Kopar, İ., & Çakır, Ç. (2016). "Tortum Çayı Havzasında (Erzurum-Artvin) 2014 ve 2015 Yıllarında Yapılan Su Buzu Tırmanışları ve Bunun Kış Turizmi Kaynakları Bakımından Değeri". *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Sayı: 20, 199-224.
- Kopar, İ., & Sevindi, C. (2013). "Tortum Gölü'nün (Uzundere-Erzurum) Güneybatısında Aktüel Sedimentasyon ve Siltasyona Bağlı Alan-Kıyı Çizgisi Değişimleri". *Türk Coğrafya Dergisi*, No: 60, 49-66.
- Kozak, N., Akoğlan Kozak, M., & Kozak, M. (2014). *Genel Turizm (İlkeler ve Kavramlar)*. Ankara: Detay Yayıncılık.
- Kubalíková, L. (2013). "Geomorphosite assesment for geotourism purposes". *Czech Journal of Tourism*, January 2013, 80-104.
- Lahn, E. (1939). *Tortum Gölü'nde Yapılan Jeolojik Tehkikata Ait Rapor*. Ankara: MTA Rapor No: 806.
- Lahn, E. (1944). "Tortum Gölü ve Şelalesi". *Türk Coğrafya Dergisi*, Sayı: 3-4, 137-142.
- Neches, I., & Neches, M. (2016). "Geodiversity beyond material evidence: a Geosite Type based interpretation of geological heritage". *Proceedings of the Geologists' Association*, Volume: 127, 78-89.
- Orhan, T. (2008). *Uzundere İlçesi ve Yakın Çevresinin Ekoturizm Potansiyelinin Belirlenmesi ve Sınıflandırılması*, (Yüksek Lisans Tezi), Erzurum: Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Özdamar, A. (2000). "Dünya ve Türkiye'de Rüzgar Enerjisinden Yararlanılması Üzerine Bir Araştırma". *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, No:6.
- Özgen, N. (2010). "Doğu Anadolu Bölgesi'nin doğal turizm potansiyelinin belirlenmesi ve planlamaya yönelik öneriler". *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*: Sayı: 2, 1408-1438.

- Özgeriş, M., & Karahan, F. (2015). "Rekreasyonel tesislerde görsel kalite değerlendirmesi üzerine bir araştırma: Tortum ve Uzungözü (Erzurum) örneği". *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Sayı: 1*, 40-49.
- Özgüç, N. (2003). *Turizm Coğrafyası (Özellikler ve Bölgeler)*. İstanbul: Çantay Kitabevi.
- Özgür, E. M. (2000). *Türkiye Coğrafyası*. Ankara: Hilmi Usta Matbaacılık.
- Özhancı, E., Irmak, M. A., & Yılmaz, H. (2012). "Ekolojik Koridorlar Kapsamında Erzurum-Uzungözü Güzerhane Vadi Peyzajı Tiplerinin Ortaya Konması". *I. Ulusal Akdeniz Çevre ve Orman Sempozyumu, 26-28 Ekim 2011* (s. 45-54). Kahramanmaraş: KSÜ Doğa Bil. Der., Özel Sayı.
- Reynard, E., & Coratza, P. (2007). "Geomorphosites and geodiversity: a new domain of research". *Geographica Helvetica*, Volume: 62, Issues: 3, 138-139.
- Serrano, E., & Ruiz-Flaño, P. (2007). "Geodiversity: A Theoretical and Applied Concept". *Geographica Helvetica*, Volume:62, Number:3, 140-147.
- Sever, R., & Kopar, İ. (2009). "Maral Şelalesi (Borçka-Artvin), Doğal Ortam Özellikleri ve Ekonomik Potansiyeli". *Türk Coğrafya Dergisi, Sayı: 52*, 17-29.
- Sevindi, C., Kopar, İ., & Kaya, G. (2004). "Akdam (Kağızman-Kars) Heyelanı". *Doğu Coğrafya Dergisi, Sayı: 11*, 167-188.
- Sümengen, M. (2011). *1:100.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları - Tortum H46 Paftası*. Ankara: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, No:154.
- Şahin, C. (1999). *Lise Coğrafya Kitabı*. İstanbul: Ders Kitapları A.Ş.
- Taşcıoğlu, S., & Aydın, A. (2017). *Tüm Yönleriyle Toprak Bilimi ve Toprak Kirlenmesi*. İstanbul: Çağlayan Kitabevi.
- Tozlu, S. (1997). "Hinzorik (Taşoluk) Köyü- Tortum Heyelanı (1898)". *Akademik Araştırmalar Sosyal Bilimler Dergisi*, 106-119.
- TÜSİAD. (2012). *Sürdürülebilir Turizm*. İstanbul: Yayın No: TÜSİAD-T/2012-09/531.
- Uluocak, N. (1974). "Kuraklık ve Bölgelerin Özellikleri". *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Sayı: 2*, 136-156.

- Yılmaz, H. (2006). *Erzurum-Uzundere Karayolu Şevlerinde Doğal Olarak Yetişen Bitkilerin Estetik ve Fonksiyonel Yönden Değerlendirilmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). Erzurum: Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı.
- Yılmaz, O. (1991). *Tortum Çayı Havzası'nın Beşeri ve Ekonomik Coğrafyası* (Doktora Tezi). Erzurum: Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı.
- 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*. Ankara: Turkish Geology Institution.
- Zengin, M., Kopar, İ., & Karahan, F. (2010). "Determination of bioclimatic comfort in Erzurum–Rize expressway corridor using GIS". *Building and Environment*, Volume: 45, 158-164.

İnternet Kaynakları

- <http://www.jemirko.org.tr/>, Erişim Tarihi: 25.10.2018.
- <http://www.turkjeopark.org>, Erişim Tarihi: 27.10.2018
- http://www.jmo.org.tr/_, Erişim Tarihi: 27.10.2018
- <http://www.globalgeopark.org>, Erişim Tarihi: 27.10.2018
- <http://www.europeangeoparks.org>, Erişim Tarihi: 28.10.2018
- <http://www.tdk.gov.tr>, Erişim Tarihi: 24.05.2019
- <https://www.anilsarkoglu.com.tr/erzurumda-buz-tirmanisi/>, Erişim Tarihi: 02.06.2019
- <https://cittaslowturkiye.org/cittaslow-uzundere/>, Erişim Tarihi: 05.06.2019
- <http://www.ecotourism.org>, Erişim Tarihi: 14.09.2019
- <http://www.sirtcantam.com.tr/tortum-vadisi-jeopark-sureci/>, Erişim Tarihi: 22.11.2019

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Emrah ATAR
Doğum Yeri ve Tarihi	Erzurum 08.04.1990
Eğitim Durumu	
Lisans Öğrenimi	Atatürk Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Anabilim Dalı
Y. Lisans Öğrenimi	Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü
Bildiği Yabancı Diller	İngilizce
Bilimsel Faaliyetleri	
İş Deneyimi	
Stajlar	
Projeler	
Çalıştığı Kurumlar	
İletişim	
E-Posta Adresi	emrahatarr@hotmail.com
Tarih	