



BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ

T.C.

MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

COĞRAFYA ANABİLİM DALI

**ÇELTİKÇİ POLYESİ HAVZASINDAKİ KARSTLAŞMA VE
KARSTİK ŞEKİLLERİN OLUŞUM VE GELİŞİM ÖZELLİKLERİ**

FATMA ALTIN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN

Dr. Öğr. Üyesi KADİR TUNCER

BURDUR – 2023

T.C.
MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANABİLİM DALI

ÇELTİKÇİ POLYESİ HAVZASINDAKİ KARSTLAŞMA VE
KARSTİK ŞEKİLLERİN OLUŞUM VE GELİŞİM ÖZELLİKLERİ

FATMA ALTIN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN

Dr. Öğr. Üyesi KADİR TUNCER

Üye: Doç. Dr. EROL KAPLUHAN

Üye: Dr. Öğr. Üyesi MESUT ŞİMŞEK

BURDUR – 2023

T.C.
MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

ETİK BEYAN

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'ne göre hazırlamış olduğum “*Çeltikçi Polyesi Havzasındaki Karstlaşma ve Karstik Şekillerin Oluşum ve Gelişim Özellikleri*” adlı tezin hazırlanması sürecinde akademik ve etik kuralları ihlal etmediğimi, tezimin özgün olduğunu, başvurduğum kaynakları metin içinde, dipnotlarda ve kaynakçada eksiksiz ve bilimsel kurallara uygun olarak gösterdiğimi taahhüt ederim.

Fatma ALTIN

12.02.2023

ÖNSÖZ

“Çeltikçi Polyesi Havzasındaki Karstlaşma ve Karstik Şekillerin Oluşum ve Gelişim Özellikleri” adlı yüksek lisans tezinde sahanın karstik gelişimi, karstlaşma üzerinde etkili olan faktörler ve karstik şekillerin morfometrik analizleri yapılarak açıklanmıştır. Araştırma kapsamında sahadaki karstlaşma ve karstik şekillerin oluşum ve gelişimlerin belirlenmesinde arazi gözlemlerinin yanı sıra uzaktan algılama, coğrafi bilgi sistemleri ve topoğrafya haritalarından yararlanılmıştır.

Eldeki bu çalışma giriş ve sonuç dışında dört bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümü araştırma sahasının yeri ve sınırları, araştırmanın amacı, materyal ve yöntem ile önceki çalışmaları kapsamaktadır. Birinci bölümde, sahanın genel jeomorfolojik özellikler ile jeomorfolojik evrimi açıklanmıştır. İkinci bölümde, karstlaşma üzerinde etkili olan jeolojik ve jeomorfolojik özellikleri ile iklim, toprak, bitki örtüsü, drenaj ve zaman gibi faktörler ayrıntılı olarak açıklanıp değerlendirilmiştir. Üçüncü bölümde, sahanın karst jeomorfolojisi bakımından incelenmiştir. Bu kapsamda sahadaki karstik şekiller, karstlaşma ve karstik evrim ile sahanın karst sınıflamasındaki yeri açıklanmıştır. Dördüncü bölümde insan aktiviteleri ile polyede yaşanan problemlere yer verilmiştir.

Lisans ve yüksek lisans öğrenimim boyunca değerli bilgilerini benimle paylaşmasının yanı sıra eldeki bu çalışmanın konusunun seçilmesinden yürütülmesi ve tamamlanmasına kadar geçen süreç boyunca sabırla ve büyük bir ilgiyle beni yönlendiren değerli danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Kadir TUNCER’e, yoğun çalışmalarından fedakârlık ederek tezimi okuyan ve akademik katkılarda bulunan jüri üyesi Dr. Öğr. Üyesi Mesut ŞİMŞEK ve Doç. Dr. Erol KAPLUHAN’a teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin analiz bölümünde zaman ayırarak yardımlarını esirgemeyen Selman AYDIN’a, hazırlanması ve bitiminde yapmış olduğu değerlendirmelerinden dolayı Ziya Çağrı YAZGAN’a teşekkürü bir borç bilirim.

Son olarak beni bu günlere getiren maddi ve manevi bana her türlü desteği sağlayan başta değerli annem Hatice ALTIN ve babam Hüseyin ALTIN (merhum) olmak üzere tüm aileme sonsuz teşekkür ve minnetimi özellikle belirtmek isterim.

12/02/2023

Fatma ALTIN

(ALTIN, Fatma, *Çeltikçi Polyesi Havzasındaki Karstlaşma ve Karstik Şekillerin Oluşum ve Gelişim Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Burdur, 2023*)

ÖZET

Ülkemizin önemli bir kısmı karst jeomorfolojisine ait yer şekillerinden oluşmaktadır. Söz konusu karstik şekiller içerisinde yüzey şekillerinin en büyüğü polyeler oluşturmaktadır. Karstlaşmaya bağlı olarak oluşan bu polyeler genellikle yapısal unsurlar ve flüvyal süreçlerin kontrolü ile birçok farklı faktörün denetiminde gelişmektedir. Eldeki bu çalışmada Batı Toros Polyeleri içerisinde bulunan Kestel Polye Sistemi'nin bir parçasını oluşturan Çeltikçi Polyesi Havzası incelenmiştir. Çalışmanın amaçları, havzanın karst jeomorfolojisi bakımından incelenmesi, tektonik ve jeomorfolojik gelişimini açıklamak, jeomorfolojik şekillerin oluşum ve gelişimlerinde etkili olan parametreleri ve bunların etki derecelerini, karstik depresyonların morfometrik özelliklerini ortaya koymaktır. Bu bağlamda Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü ve Harita Genel Müdürlüğü'nden temin edilen haritalardan Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ortamında sahanın Sayısal Yükseklik Modeli (SYM), jeoloji, jeomorfoloji ve hidrocoğrafya haritaları oluşturuldu. Arazi çalışmalarında elde edilen verilere göre araştırma sahası Alt-Orta Miyosen, Üst Miyosen, Pliyosen ve Pleistosen dönemlerine ait rölyef sistemlerine ait şekil ve yapılardan oluşmaktadır. Bu dönem şekillerinden en önemlileri ise karstifikasyonla oluşmuş şekiller oluşturmaktadır. Araştırma sahasında çözünmeye uygun karbonatlı kayaların bulunması ve bu kayalarla birlikte suyun çözücü özelliği ile uygun iklim ve vejetasyon koşullarının varlığı alanda farklı boyutlarda ve konumlarda karstik şekillerin meydana gelmesini sağlamıştır. Nitekim 277 km² alana sahip çalışma alanında 7 polye, 1 uvala, 32 dolin, 3 flüvyo-karstik depresyon tespit edildi. Bu karstik depresyonların şekilsel özelliklerinin tespiti ve değerlendirilmesi için morfometrik analizler yapılmıştır. Çeltikçi Polyesi geniş ve engebesiz tabanı başta olmak üzere flüvyo-karstik depresyonlar ve dolinler insanlar için yerleşim, tarım ve hayvancılık faaliyetleri için uygun ortamı oluşturmuştur. Buna karşılık polyedeki olumsuz insan aktiviteleri ise doğal ortama zarar verecek problemleri beraberinde getirmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Karst jeomorfolojisi, Batı Toros Polyeleri, Çeltikçi Polyesi Havzası, morfometrik analiz.*

(ALTIN, Fatma, Karstification in the Çeltikçi Polje Basin and Karst Shapes Formation and Development Features, Master Thesis, Burdur, 2023)

ABSTRACT

An important part of our country consists of landforms of karst geomorphology. Among the karstic shapes in question, poljes constitute the largest of the surface shapes. These poljes, which are formed due to karstification, generally develop under the control of structural elements and fluvial processes and many different factors. In this context, in this study, the Çeltikçi Polje Basin, which is a part of the Kestel Polje System in the Western Taurus Poljes, has been examined. The aims of the study are to examine the basin in terms of karst geomorphology, to explain its tectonic and geomorphological development, to reveal the parameters that are effective in the formation and development of geomorphological shapes and their degree of influence, and to reveal the morphometric characteristics of karst depressions. In this context, Digital Elevation Model (DEM), geology, geomorphology and hydrogeography maps of the field were created in the Geographical Information Systems (GIS) environment from the maps obtained from the General Directorate of Mineral Research and Exploration and the General Directorate of Mapping. According to the data obtained from the field studies, the research area consists of the shapes and structures of the relief systems belonging to the Lower-Middle Miocene, Upper Miocene, Pliocene and Pleistocene periods. The most important shapes of this period are the shapes formed by karstification. As a matter of fact, 7 polje, 1 uvala, 32 doline and 3 fluvio-karstic depressions were detected in the study area with an area of 277 km². Morphometric analyzes were carried out to determine and evaluate the morphological features of these karstic depressions. Fluvio-karstic depressions and dolines, especially the wide and uneven base of the Çeltikçi Polje, have created a suitable environment for human settlement, agriculture and livestock activities. On the other hand, negative human activities in the polje brought problems that would harm the natural environment of the polje.

Key Words: *Karst geomorphology, Western Taurus Poljes, Çeltikçi Polje Basin, morphometric analysis.*

İÇİNDEKİLER

İÇ KAPAK.....	ii
ETİK BEYAN.....	i
ÖNSÖZ.....	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT	iv
İÇİNDEKİLER	v
KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ	viii
TABLolar DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
FOTOĞRAFLAR DİZİNİ	xii
HARİTALAR DİZİNİ	xiv
GİRİŞ	1
Araştırma Sahasının Yeri ve Sınırları.....	1
Araştırmanın Amacı	3
Materyal ve Yöntem	3
Önceki Çalışmalar	8

BİRİNCİ BÖLÜM

JEOMORFOLOJİK ÖZELLİKLER

1.1. Sahanın Genel Jeomorfolojik Özellikleri	16
1.1. Jeomorfolojik Evrim.....	22

İKİNCİ BÖLÜM

KARSTLAŞMA ÜZERİNDE ETKİLİ OLAN FAKTÖRLER

2.1. Jeolojik Özellikler	25
2.1.1. Lito-stratigrafik Özellikleri.....	25
2.1.2. Tektonik Özellikler ve Jeolojik Evrim.....	37
2.1.3. Yapısal Özelliklerin Karstlaşmaya Etkisi	39
2.2. Jeomorfolojik Özellikler.....	41
2.2.1. Morfolojik Taban Düzeyi (MTD).....	41
2.2.2. Karstik Taban Düzeyi (KTD)	42
2.2.3. Yükselti Koşullarının Karstlaşmaya Etkisi.....	43
2.2.4. Eğim Koşullarının Karstlaşmaya Etkisi.....	45

2.2.5. Bakı Özelliklerinin Karstlaşmaya Etkisi.....	48
2.3. İklimin Karstlaşma Üzerindeki Etkisi	50
2.3.1. Sıcaklık	51
2.3.2. Yağış	55
2.3.3. Nem.....	60
2.3.4. Rüzgâr.....	60
2.3.5. İklim Tipi	61
2.4. Hidrografya Özellikleri	64
2.4.1. Akarsular.....	64
2.4.2. Barajlar ve Göletler.....	68
2.5. Bitki Örtüsü Özellikleri	69
2.6. Toprak Özellikleri	71
2.6.1. Çeltikçi Polyesi Havzası'nın Toprak Tipleri	73
2.7. Zaman.....	75

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

KARST JEOMORFOLOJİSİ

3.1. Karstik Şekiller.....	77
3.1.1. Lapyalar	77
3.1.2. Dolinler ve Morfometrik Özellikleri.....	85
3.1.3. Uvalalar ve Morfometrik Özellikleri	97
3.1.4. Flüvyo-Karstik Depresyonlar/Vadiler ve Morfometrik Özellikleri.....	99
3.1.5. Polyeler ve Morfometrik Özellikleri.....	105
3.1.6. Düdenler.....	130
3.2. Karst Sınıflaması	132
3.2.1. Holokarst (Tam Karst) Alanları	135
3.2.2. Merokarst (Kısmi Karst) Alanları.....	136
3.2.3. Karstik Olmayan Alanlar	137
3.3. Karstlaşma ve Karstik evrim	140

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

İNSAN AKTİVİTELERİ İLE POLYEDE YAŞANAN PROBLEMLER	
SONUÇ.....	147
KAYNAKÇA	150
a. İnternet Kaynakları.....	158

b. Haritalar.....	159
ÖZGEÇMİŞ.....	160



KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ

CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
CO ₂	: Karbondioksit
DEM	: Sayısal Yükselti Modeli
DTD	: Devamlı Taban Düzeyi
HGK	: Harita Genel Komutanlığı
km ²	: Kilometrekare
KTD	: Karst Taban Düzeyi
m.	: Metre
mak.	: Maksimum
mm	: Milimetre
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
min.	: Minimum
MTA	: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
MTD	: Morfolojik Taban Düzeyi
ort.	: Ortalama
T.	: Tepe
TDK	: Toros Dağları Karst Kuşağı
°C	: Santigrat Derece
°	: Derece
%	: Yüzde

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1. Erinç yağış etkinlik indis değerlerine göre iklim sınıfı ve bitki örtüsü (Erinç, 1996).	5
Tablo 2. Faivre ve Pahernik (2007)'e göre dolin yoğunluğu sınıflaması	6
Tablo 3: Basso vd. (2013)'e göre uzama oranı değerine depresyonların göre tanımlanması (akt. Öztürk, 2018a: 40).....	7
Tablo 4: Araştırma sahasında yer alan jeolojik formasyonların karstik kaya sınıflandırmasına göre değerlendirilmesi (Cvijic 1960'e göre)	26
Tablo 5: Araştırma sahasının eğim değerleri sınıflandırılması (Tunçdilek, 1985'e göre)	46
Tablo 6: Araştırma sahasının bakı yönü ve oransal dağılışı.....	49
Tablo 7: Araştırma sahası ve çevresinde bulunan meteoroloji istasyonlarının bilgileri	51
Tablo 8: Seydiköy-Bucak (50 yıl) ve Burdur (61 yıl) meteoroloji istasyonları aylık ve yıllık ortalama sıcaklık değerleri (°C).....	52
Tablo 9: Seydiköy-Bucak (50 yıl) ve Burdur (61 yıl) meteoroloji istasyonlarına göre aylık ve yıllık ortalama yağış miktarı (mm).....	56
Tablo 10: Seydiköy-Bucak ve Burdur meteoroloji istasyonları aylık ve yıllık ortalama nispi nem oranları (%).....	60
Tablo 11: Çeltikçi, Seydiköy, Bucak, Burdur ve Ağlasun meteoroloji istasyonları aylık ve yıllık rüzgârın esme hızları (m/sn)	61
Tablo 12: Thornthwaite formülüne göre Seydiköy-Bucak istasyonu verilerine (51 yıl) göre su bilançosu tablosu	63
Tablo 13: Onaç Baraj Giriş A.G.İ.'de 1995-2015 yılları arasında aylık ortalama max., min., ortalama akımları ve verimi	66
Tablo 14: Onaç Baraj Giriş A.G.İ.'de 1995-2015 yılları arasında ölçülen aylık ortalama akım değerleri.....	67
Tablo 15: Büyük toprak gruplarının alan (km ²) ve yüzde (%) türünden dağılımı	73
Tablo 16: Araştırma sahasındaki dolinlerin dairesellik indis değerlerine göre dolin sayısı ve oranı.....	94
Tablo 17: Uzama oranı değerine göre dolin sınıflaması dolin sayısı (Kaynak: Öztürk, 2018a).....	95
Tablo 18: Araştırma sahasındaki polyelerin merkez koordinat bilgileri ve taban yükseklikleri.....	108
Tablo 19: Araştırma sahasındaki polyelerin uzun eksen (m), kısa eksen (m) ve uzama oranları	110
Tablo 20: Araştırma sahasındaki polyelerin alanı (km ²), çevre uzunluğu (km) ve dairesellik indisleri	111
Tablo 21: Karstlaşma - akarsu ilişkisini gösteren tablo	138

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1: Bazı dairesellik indis değerlerinde, en üst kapalı kontur eğrisine göre depresyonların şekilsel biçimlerinin temsili gösterimleri (Kaynak: Öztürk, 2018a: 67) ..	7
Şekil 2: Araştırma sahasının topoğrafik profilleri	19
Şekil 3: Çeltikçi Polyesi Havzası'nın hipsometrik integral değeri ve eğrisi.	24
Şekil 4: Çeltikçi Polye Havzası'nın stratigrafik kesiti (Şenel, 1997 'den düzenlenmiştir.)	25
Şekil 5: Araştırma sahasının farklı yönlerden alınan jeolojik kesitleri	31
Şekil 6: Çeltikçi Polyesi Havzası'nın tabaka doğrultularının yönelimleri	41
Şekil 7: Çeltikçi Polyesi Havzası yükselti basamakları frekansı ve kümülatif dağılımı ..	45
Şekil 8: Araştırma sahasının eğim grupları frekansı ve kümülatif dağılımı	47
Şekil 9: Seydiköy-Bucak (50 yıl) ve Burdur (61 yıl) meteoroloji istasyonlarının aylık sıcaklık ortalamalarının verilerine göre oluşturulmuş çizgi grafik	54
Şekil 10: Seydiköy-Bucak (50 yıl) ve Burdur (61 yıl) meteoroloji istasyonlarının aylık maksimum ve minimum sıcaklık ortalamalarının verilerine göre oluşturulmuş çizgi grafik	54
Şekil 11: Seydiköy-Bucak (50 yıl) ve Burdur (61 yıl) meteoroloji istasyonlarının aylık toplam yağış ortalamalarının verilerine göre oluşturulmuş sütun grafik	56
Şekil 12: Seydiköy-Bucak (50 yıl) ve Burdur (61 yıl) meteoroloji istasyonlarının mevsimlik toplam yağış ortalamalarının verilerine göre oluşturulmuş sütun grafik	57
Şekil 13: Seydiköy-Bucak (50 yıl) meteoroloji istasyonu yıllık ortalama yağış miktarlarının mevsimlere dağılışı	57
Şekil 14: Burdur (61 yıl) meteoroloji istasyonu yıllık ortalama yağış miktarlarının mevsimlere dağılışı	58
Şekil 15: Araştırma sahası ve yakın çevresine ait rüzgâr diyagramları. Çeltikçi (a), Seydiköy (b), Burdur (c), Bucak (d) ve Ağlasun (e)	61
Şekil 16: Seydiköy-Bucak istasyonunun Erinç (1965) formülüne göre iklim tipi	62
Şekil 17: Thornthwaite formülüne göre Seydiköy-Bucak istasyonunun su bilançosu	64
Şekil 18: Onaç Baraj Giriş A.G.İ.'de 1995-2015 yılları arasında aylık ortalama maksimum, minimum, ortalama akımları ve verimi	66
Şekil 19: Onaç Baraj Giriş A.G.İ.'de 1992-2010 yılları arasında ölçülen aylık ortalama akım değerlerinin grafiği	67
Şekil 20: Serbest lapyra türleri (Erinç, 2012: 126)	78
Şekil 21: Yarı serbest lapyra türleri (Erinç, 2012: 126)	82
Şekil 22: Örtülü lapyra türleri (Erinç, 2012b: 126)	83
Şekil 23: Lapyra kompleksleri (Erinç, 2012: 126)	84
Şekil 24: Dolin tipleri (Kaynak: Doğan. 2004; McCraw ve Land, 2016; Öztürk, 2018b; Waltham ve Fookes, 2003)	86
Şekil 25: Araştırma sahasında litolojik alanların alansal oranları (%) ile dolin sayısı (a) ve litolojilerin ortalama eğim derecesi (°) ile dolin sayısı (b)	89
Şekil 26: 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritalarından elde edilen dolinlerin yükseklik oranlarına (%) göre dağılımı	90
Şekil 27: Google Earth programı üzerinden belirlenen dolinlerin yükseklik oranlarına (%) göre dağılımı	91

Şekil 28: Çeltikçi Polyesi Havzası'ndaki dolin sayısının ortalama eğime göre dağılışı	95
Şekil 29: Dolinlerin (a) ve çizgiselliklerin (b) uzanımlarına ait gül diyagramı.....	97
Şekil 30: Belören uvalasının topoğrafik profilleri	98
Şekil 31: Araştırma sahasındaki flüvyo-karstik depresyonların geometrileri (ölçeksiz)	101
Şekil 32: Araştırma sahasındaki polyelerin ve uvalanın geometrileri (ölçeksiz)	110
Şekil 33: Çeltikçi Polye Sisteminin geometrisi (ölçeksiz)	115
Şekil 34: Kızılbucak Polyesinin jeolojik kesitleri	118
Şekil 35: Tekeralanı Polyesinin jeolojik kesiti	123
Şekil 36: Üçboğaz ve Aksu polyelerinin jeolojik kesiti	124



FOTOĞRAFLAR DİZİNİ

Foto 1: Çeltikçi Polyesi'nin güneydoğu kesimleri (Güneyden kuzeybatıya bakış).	21
Foto 2: Üçboğaz Açılmış Polyesi çevresindeki farklı dönemlere ait aşınım yüzeyleri..	21
Foto 3: Kocaçukur Tepe doğusunda yol kenarında Dutt dere kireçtaşı	28
Foto 4: Aladağ Tepe güneyinde Beydağları formasyonu.....	29
Foto 5: Küçükköy formasyonunun killi-marnlı kireçtaşları (Akyayla mevki).....	33
Foto 6: Kızılbucağ Polyesi güneydoğusunda Çameli formasyonu (Konglomera ve kumtaşları).....	35
Foto 7: Kızılbucağ Polyesi'nin güneyinden Pliyo-Kuvaterner yaşlı adlandırılmamış konglomera.....	35
Foto 8: Alüvyon tabana sahip Bağsaray Polyesi	36
Foto 9: Çeltikçi Polyesi Havzası'nda farklı tektonik kuvvetlerin meydana getirdiği kıvrımlar (Dağarcık köyünün güneyi).....	37
Foto 10: Çebiş köyü batısında Karadağ'ın doğu yamacındaki KD-GB yönlü fay	38
Foto 11: Çebiş köyünün güneyindeki tepelerin Çeltikçi Polyesi'ne bakan yamaçlarında kornişler.....	39
Foto 12: Çebiş köyünün güneyindeki bindirme alınlarında gelişmiş fosil mağara ağızları	43
Foto 13: Aladağ'ın kuzey yamacından bir görünüm	46
Foto 14: Pilav Tepe ve güney yamaçları	49
Foto 15: Kızılbucağ Polyisinin batı kenarında bulunan karstik kaynak	65
Foto 16: Onaç (a) ve Bağsaray barajları (b)	69
Foto 17: Kocaçukur Tepe doğusunda kayaların çatlak sistemlerine şokulmuş kök sistemleriyle meşe ve ardıçlar	70
Foto 18: Çeltikçi Polye Havzası'ndaki bitki türlerinden örnekler; ardıç ormanı (a), korunmuş ardıç (b), Kızılbucağ Polyesi'nde iç içe gelişmiş ardıç ve meşe ormanı (c), Kayış köyü doğusundan söğüt ile kavak ormanı (d), Kocaçukur Tepe doğu yamacında pırnal meşesi ormanı (e), pırnal meşesi (f).....	71
Foto 19: Kızılbucağ Polyesi tabanında kırmızı Akdeniz toprağı	74
Foto 20: Çeltikçi Polye tabanından kolüvyal toprak	75
Foto 21: Aladağ Tepe'nin güney eteklerinde delikli ve kanalcıklı lapyalar	79
Foto 22: Kuzköy kuzeyinde dik yamaçlarda gelişen duvar lapyaları.....	80
Foto 23: Bağsaray doğusunda duvar lapyaları	80
Foto 24: Araştırma sahasında bulunan oluklu lapyalar örnekleri.....	81
Foto 25: Belören köyünün kuzeyinde Beydağları formasyonuna ait kireçtaşları üzerinde gelişmiş çatlak lapyalar	81
Foto 26: Yeni oluşmaya başlamış kamenitsa (a) ve kamenitsa ve delikli lapyalar (b), oyuk lapyalar (c ve d).....	82
Foto 27: Araştırma sahasında görülen delikli lapyalar Alkaya köyü güneydoğusundaki tepelik alan (a), Kuzköy güneyi (b).....	83
Foto 28: Basık lapyalar kompleksi (Aladağ Tepesi)	84
Foto 29: Aladağ Tepe'de (a) ve Suluklugölcük mevkiinde (b) çözünme dolinleri	87
Foto 30: Beydağları formasyonunda (a) ve Dutt dere kireçtaşında (b) gelişmiş çözünme dolinleri	89
Foto 31: Çal Tepe (a) ve Aladağ Tepe'de (b) gelişmiş çözünme dolinleri.....	91

Foto 32: Çal Tepe üzerinde orta eğimli alanlarda gelişmiş çözünme dolinleri.....	96
Foto 33: Belören Açılmış Uvalası (G'den K'ye bakış)	99
Foto 34: Peçenekboğazı flüvyo-karstik depresyonu (Kuzeyden güneye bakış).....	102
Foto 35: Manastır flüvyo-karstik depresyonu (Karadağ'dan panoramik görünüm)	104
Foto 36: Çeltikçi Polye Sistemi'nden farklı görüntüler; Alkaya köyünden Çeltikçi Polyesi'nin Onaç Barajı mevkisinin kuzeyden görünümü (a), Ovanın güneyindeki Kocakoyak Dağı'nın Kuzey yamaçlarından Çeltikçi Polyesi'nin güneyden panoramik görünümü (b), Sahanın ortasında yer alan Aladağ Tepe'nin kuzey yamaçlarından Kuzköy Polyesi'nin panoramik görünümü (c).	116
Foto 37: Kızılbucak Polyesi (a) ve Kızılbucak Polyesi (b)	119
Foto 38: Seydiköy Polyisinin panoramik görüntüleri	121
Foto 39: Tekeralanı Polyesi.....	124
Foto 40: Üçboğaz-Akyayla polyesinden panoramik görüntüler; polyenin batısını oluşturan Üçboğaz Polyesi (a) ve polyenin doğusunu oluşturan Akyayla Polyesi (b) .	126
Foto 41: Aksu Polyisinin panoramik görünümü.....	128
Foto 42: Kızılbucak Polyisinin doğusunda (a) ve Çeltikçi Polyisinin güneyinde bulunan düdenler (b)	132
Foto 43: Beydağları formasyonu (Kb) (a) ve Dutdere kireçtaşı (T _R Jd) (b).....	136
Foto 44: Küçükköy formasyonu (Tek) (a), Elmalı formasyonu (Te) (b).	137
Foto 45: Dik yamaçlara kurulmuş Kayış köyü (a), ve fosil bir mağarasının önüne setler çekilerek oluşturulan ağıl (b) ve Erendağı Tepe'nin güney yamaçlarında birikinti konileri üzerinde kurulmuş ağıllar (c-d-e)	144
Foto 46: Kızılbucak Polyesi'ndeki düdenin ağzının tıkanması sonucu geçici gölün kurutulmuş hali (a) ve Akyayla doğusundaki dağlık alanda bir dolin içerisinde geçici göl alanında sazlıklar (b).	145
Foto 47: Kayış köyünde yamaca atılan çöpler (a); Bağısaray ile Çebiş köyleri arasındaki yol kenarına atılan çöpler (b); Pilav Tepe'de mıcır ocağı (c) ve yakınında taş ocağı (d); Üçboğaz-Akyayla Polye tabanından tuğla ve kiremit yapımı için terra-rossa alımı (e)	146

HARİTALAR DİZİNİ

Harita 1: Çeltikçi Polyesi Havzası'nın lokasyon haritası.	2
Harita 2: Çeltikçi Polye Havzası'nın jeomorfoloji haritası.....	18
Harita 3: Çeltikçi Polyesi Havzası'nın jeoloji haritası.	27
Harita 4: Araştırma sahasında yüzeylenen tektono-stratigrafi birimlerin yayılımı (Şenel, 1997'den düzenlenmiştir)	38
Harita 5: Çeltikçi Polyesi Havzasının çizgisellik haritası ve çizgiselliklerin yönelimleri	40
Harita 6: Çeltikçi Polyesi Havzası yükselti basamakları haritası	44
Harita 7: Çeltikçi Polyesi Havzasının eğim haritası.....	48
Harita 8: Çeltikçi Polyesi Havzası'nın bakı haritası.....	50
Harita 9: Çeltikçi Polyesi Havzasının ortalama sıcaklık değerlerinin dağılışı haritası .	53
Harita 10: Çeltikçi Polyesi Havzasının ortalama yağış dağılışı haritası.....	59
Harita 11: Çeltikçi Polye Havzasının hidrografi haritası.....	68
Harita 12: Çeltikçi Polyesi Havzasının toprak dağılışı haritası (TAD Portal'ından yararlanılarak çizilmiştir.).....	72
Harita 13: 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritaları (a) ve Google Earth programı (b) üzerinden belirlenen dolinlerin yoğunluk haritaları	92
Harita 14: Cvijic (1960) karst sınıflamasına göre oluşturulan araştırma sahasının karst sınıflama haritası üzerinde dolinlerin dağılışı	93
Harita 15: Belören uvalası ve yakın çevresinin jeomorfoloji haritası	99
Harita 16: Peçenekboğazı flüvyo-karstik depresyonu ve yakın çevresinin jeomorfoloji haritası.....	102
Harita 17: Manastır flüvyo-karstik depresyonu ve yakın çevresinin jeomorfoloji haritası.....	103
Harita 18: Tekke flüvyo-karstik depresyonu ve yakın çevresinin jeomorfoloji haritası	105
Harita 19: Özdemir (2013)'in yüksek lisans tezinden yararlanılarak oluşturulan Çeltikçi Polyesi Havzası'ndaki su kuyularının konumları	112
Harita 20: Çeltikçi Polye Sistemi'nin jeomorfoloji haritası	117
Harita 21: Kızılbucağı Polyesi ve yakın çevresinin jeomorfoloji haritası.....	120
Harita 22: Seydiköy ve Tekeralanı polyeleri ve yakın çevresinin jeomorfoloji haritası	122
Harita 23: Aksu ve Üçboğaz-Akyayla polyeleri ve yakın çevresinin jeomorfoloji haritası	127
Harita 24: Çakmaklı Polyesi ve yakın çevresinin jeomorfoloji haritası.....	130
Harita 25: Çeltikçi Polyesi Havzası'nın karst sınıflama haritası.	135
Harita 26: Araştırma sahasının akarsu ve karstlaşma arasındaki ilişkiyi gösteren harita.	140

GİRİŞ

Araştırma Sahasının Yeri ve Sınırları

Araştırma sahası olan Çeltikçi Polyesi Havzası, Akdeniz Bölgesi'nin Antalya Bölümü'nde yer almaktadır. Saha, Toros Dağları Karst Kuşağının (TDK) Batı Toroslar karst alanı (Nazik ve Tuncer, 2010; Nazik ve Poyraz, 2017) içerisinde olup Teke platosuna doğru uzanan polyeler arasında yer almaktadır.

Çeltikçi Polyesi Havzası coğrafi konum olarak $37^{\circ} 28' 10''$ K ve $37^{\circ} 37' 0''$ K enlemleri ile $30^{\circ} 16' 25''$ D ve $30^{\circ} 37' 36''$ D boylamları arasındadır. Saha il olarak Burdur'a bağlı Merkez, Ağlasun, Bucak ve Çeltikçi ilçe sınırları arasında kalmaktadır. Ancak Çeltikçi Polye Havzası büyük çoğunlukla Çeltikçi ilçe sınırları içerisinde yer almaktadır. Kuzeyden Çanaklı Polyesi'ne komşu olan polye, güneyden Kestel Polye sistemine dâhil olmaktadır (Harita 1).

Su bölümü çizgisi esas alınarak sınırlandırılan araştırma sahasının toplam yüzölçümü yaklaşık olarak 277 km^2 'dir. Çalışma sahasını sınırlandıran bu bölümü çizgisi; batıdan doğuya doğru, Halayık Tepe (1567 m), Almantaşı Tepe (1643 m), Kilimli Tepe (1577 m), Karadonukayası Tepe (1753 m), Afyonçukuru Tepe (1434 m), Çaldağ Tepe (1486 m), Kırıkkorum Tepe (2074 m), Kocakır Tepe (1534 m), Soğanlı Tepe (1462 m), Sıpacı Tepe (1249 m) ve bunlar arasındaki sırt ve boyunlardan geçirilerek oluşturulmuştur. Buna göre araştırma sahasının en yüksek noktasını sahanın güneybatı sınırında bulunan Kestel Dağının kuzey uzantısı olan 2331 metre ile Rahatkaya Tepesi oluştururken en alçak noktasını ise 810 metre ile Çeltikçi Polyesi ile Bucak Polyesi'ni birbirine bağlayan Onaç Çayı vadisinin (Hökez Boğazı) tabanı oluşturmaktadır. Havzanın ortalama yükseltisi ise 1571 metredir (Harita 1).

Araştırma sahasının lito-stratigrafik özelliklerini otokton konumlu Jura-Kretase yaşlı Beydağları otoktonu ve onun üzerine yerleşen allokton konumlu Likya napları (Akdeniz, 2011; Becker-Platen, 1970; Brunn vd., 1970; Ersoy, 1989; Ersoy, 1990; Graciansky, 1968; Okay, 1989; Rimmelé vd., 2003; Şenel, 2007) oluşturmaktadır. Sahada bulunan bu kayalara ait karbonatlı birimler geniş alanlar kaplamakta olup Likya naplarına ait Marmaris ofiyolit napı da bu karstik arazileri üstten yer yer sınırlandırmaktadır.

eteklerinde birçok yerleşim kurulmuştur. Ayrıca sahanın en geniş düzlüğünü oluşturan bu polye tabanında yoğun bir şekilde ve diğer karstik depresyon tabanlarında tarım ve hayvancılık faaliyetleri yapılmaktadır.

Araştırmanın Amacı

Eldeki bu çalışma kapsamında, litolojik olarak karstik özelliğe sahip çalışma alanın;

- Karst jeomorfolojisi bakımından değerlendirmek,
- Karst morfolojisine ait şekillerin oluşum ve gelişimlerinde etkili olan parametreleri ve bunların etki derecelerini belirlemek,
- Karstik depresyonların morfometrik özellikleri ve dağılışlarını belirleyip bunlarda etkili olan faktörleri açıklamaktır.

Materyal ve Yöntem

Araştırmanın ilk aşamasında Çeltikçi Polyesi Havzasının su bölümü hatları çizilerek çalışma alanı sınırları belirlenmiştir. Daha sonra araştırma sahası ve araştırma konusuyla ilişkili yayınlanmış araştırma makaleleri, tezler, kitaplar ve Maden Tetkik ve Arama (MTA) Genel Müdürlüğü'nden alınan raporlar ve haritalar literatür taraması kapsamında temin edilerek okumaları yapılmış; saha çalışmalarında kullanılmak üzere bunlardan notlar çıkarılmıştır.

Araştırmanın ikinci aşamasında arazi çalışmalarına geçilmiştir. Jeolojik ve jeomorfolojik özelliklerinin sahada ve yerinde incelenmesi için 19-20 Kasım 2020 ve 10-11 Nisan 2021 tarihlerinde arazi çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Arazi çalışması kapsamında sahanın fiziki ortam koşulları ve karst jeomorfolojisi açısından karstik şekillerin oluşum ve gelişim özelliklerinin ortaya konulması amacıyla saha araştırmaları yapılmıştır. Arazi çalışması sırasında karst litolojileri ayrı ayrı incelenerek benzerlik ve farklılıkları not edilmiştir. Bunun yanı sıra sahada bulunan kayaçlar incelenerek ölçümler yapılmış, kayaç örnekleri alınmış ve fotoğraf çekimleri yapılmıştır.

Araştırmanın üçüncü aşaması ofis ve laboratuvar çalışmaları olarak sürdürülmüştür. Yapılan ofis çalışmaları aşağıda ayrıntılı olarak verilmiştir.

Haritaların Temini ve Sayısallaştırma İşlemleri

Bu aşamada Uzaktan Algılama ile CBS'ye altlık işlevi gören raster veriler kullanılmıştır. Haritaların oluşturulmasında altlık olarak Harita Genel Müdürlüğü'nden (HGM) temin edilen 4 adet 1/100.000 ölçekli Isparta M24-25, N24-25 paftaları ile 8 adet 1/25.000 ölçekli M24c3-c4, M25d3-d4, N24b1-b2, N25a1-a2 pafta nolu topoğrafya haritaları kullanılmıştır. Eldeki bu haritalar CBS ortamına aktarıldıktan sonra koordinatlandırılmıştır. Bu haritalar üzerinde sayısallaştırmalar gerçekleştirilmiş ve bu sayısallaştırmalar sonucunda elde edilen Sayısal Yükselti Modeli üzerinden jeomorfolojik birimler, hidroğrafya, toprak, arazi kullanımı, eğim, bakı haritaları oluşturularak çalışma sahasının topoğrafik ve jeolojik kesitleri alındı, grafik ve tablolar oluşturuldu. Ayrıca elde edilen Sayısal Yükselti Modeli üzerinden veriler PCI Geomatica programına aktarılarak sahanın çizgisellik analizleri yapıpı araştırma sahasının çizgisellik haritası üretilmiştir. Bunun yanında çizgisellikler ile dolinlerin yönelimlerini gösteren gül diyagramları ise GeoRose programı yardımıyla yapılmıştır.

Sahanın jeolojik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla MTA Genel Müdürlüğü'nün ürettiği 1/100.000 ölçekli açınmalı N24, N25, M24 ve M25 paftalarının jeoloji raporları ve haritaları temin edilmiştir. Bu haritalarda da CBS ortamında sayısallaştırıldıktan sonra sahanın jeoloji, tektono-stratigrafi ve karstik kaya sınıflandırma haritaları yapılmıştır.

CBS ortamında oluşturulan tüm bu haritalar sayesinde sahanın karstlaşmasında etkili olan jeolojik, litolojik (karstik kayaç grupları), jeomorfolojik, yükselti, eğim, bitki örtüsü gibi diğer özellikleri ortaya çıkartılarak bunların birbirleriyle olan mekânsal ilişkilerinin değerlendirmesi yapılabilmektedir.

İklim Analizleri

Sahanın iklim özelliklerini açıklamak amacıyla çalışma sahasında ve yakın çevresinde bulunan meteoroloji istasyonlarından temin edilen veriler kullanılmıştır. Bu kapsamda öncelikle Çeltikçi (927 m), Seydiköy (875 m), Ağlasun (1138 m), Bucak (850 m) ve Burdur (957 m) meteoroloji istasyonlarının verileri temin edilmiştir. Bu meteoroloji istasyonlarının yıllık ortalama toplam yağış ile yıllık ortalama sıcaklık değerleri kullanılarak ArcGIS ortamında rastgele noktalar atılmış ve yükselti haritasından bu noktaların yükselti değerleri belirlenmiş ve Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon (Inverse Distance Weighting - IDW) yöntemi ile sıcaklık ve yağış haritaları oluşturulmuştur.

Sahanın iklim tipinin belirlenmesinde; Erinç yağış etkinlik indisinden (Formül 1) (Erinç, 1996: 485; Aydın vd., 2019) ve Thorntwaite su bilançosundan (Ardel vd., 1969: 291; Birsoy ve Ölgün, 1992; Bölük, 2016; Yılmaz ve Çiçek, 2016) faydalanılmıştır. Erinç yağış etkinlik indisine göre iklimler 6 sınıfa ayrılmış ve bunlara karşılık gelen bitki örtüsü tanımlanmıştır (Tablo: 1).

$$\dot{I}_m = \frac{P}{T_{om}} \quad (1)$$

Tablo 1. Erinç yağış etkinlik indis değerlerine göre iklim sınıfı ve bitki örtüsü (Erinç, 1996).

İklim sınıfı	İndis değeri (Im)	Bitki Örtüsü
Tam kurak	<8	Çöl
Kurak	8-15	Çöl-step
Yarı kurak	15-23	Step
Yarı nemli	23-40	Park görünümlü kuru orman
Nemli	40-55	Nemli orman
Çok nemli	>55	Çok nemli orman

Morfometrik analizler

Araştırma sahası sınırları içerisinde 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritalarından 32 dolin, 7 polye, 1 uvala ve 3 flüvyo-karstik depresyon tespit edilmiştir. Dolinlerin sahada dağılımlarında etkili olan faktörler ve morfolojik özelliklerinin ortaya konulması amacıyla yükselti, yoğunluk, eğim, merkez X ve Y koordinat değerleri, uzun ile kısa eksen değerleri, uzama oranları, dairesellik indis değerleri, alanları, çevre uzunlukları, uzun eksenin kuzeye yaptığı açı (°) ve litolojik özellikleri hesaplanmıştır. Polye, uvala ve flüvyo-karstik depresyonların ise yükselti, uzun eksen, kısa eksen, uzama oranları, dairesellik indis değerleri, alanları ve çevre uzunlukları hesaplanmıştır.

Litolojik özellikler

Dolinlerin sahada hangi litolojik birimlerde dağılık gösterdiğini tespit etmek amacıyla 1/100.000 ölçekli jeoloji haritalarından yararlanılarak dolinlerin litolojik formasyonlar üzerindeki frekansları elde edilmiştir.

Depresyonların Yükseltiye Göre Dağılımları

Sahaya ait 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritalarından oluşturulan Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) haritası yardımıyla karstik depresyonların merkez noktalarına

karşılık gelen yükselti değerleri tespit edilmiştir. Elde edilen bu verilerden yola çıkılarak depresyonların yükseltiye göre dağılımlarına ulaşılmıştır.

Dolinlerin Yoğunluk Analizi (Dy)

En genel ifade ile dolin sayısının karstlaşma alanına bölünmesiyle dolin yoğunluk değeri elde edilir (Öztürk, 2018a; Öztürk, 2018b). Dolin yoğunluğunun (dolin/km²) alansal dağılımını elde edebilmek amacıyla ise km²'ye düşen dolin sayısına ulaşılmasına çalışılmıştır. Bu amaç doğrultusunda 1 km²'lik eşit boyutta alana sahip ve homojen olarak dağılım gösteren gridler oluşturulmuştur (Öztürk, 2018a). Elde edilen veriler sonucunda dolinlerin yoğunluğu Faivre ve Pahernik (2007)'in yapmış oldukları sınıflandırmaya göre değerlendirilmiştir.

Tablo 2. Faivre ve Pahernik (2007)'e göre dolin yoğunluğu sınıflaması

Dolin yoğunluğu (Dy-dolin/km²)	Tanımı
10'dan küçük	Düşük yoğunluk
10 ile 40 arası	Orta yoğunluk
40 ile 70 arası	Yüksek yoğunluk
70'ten büyük	Çok yüksek yoğunluk

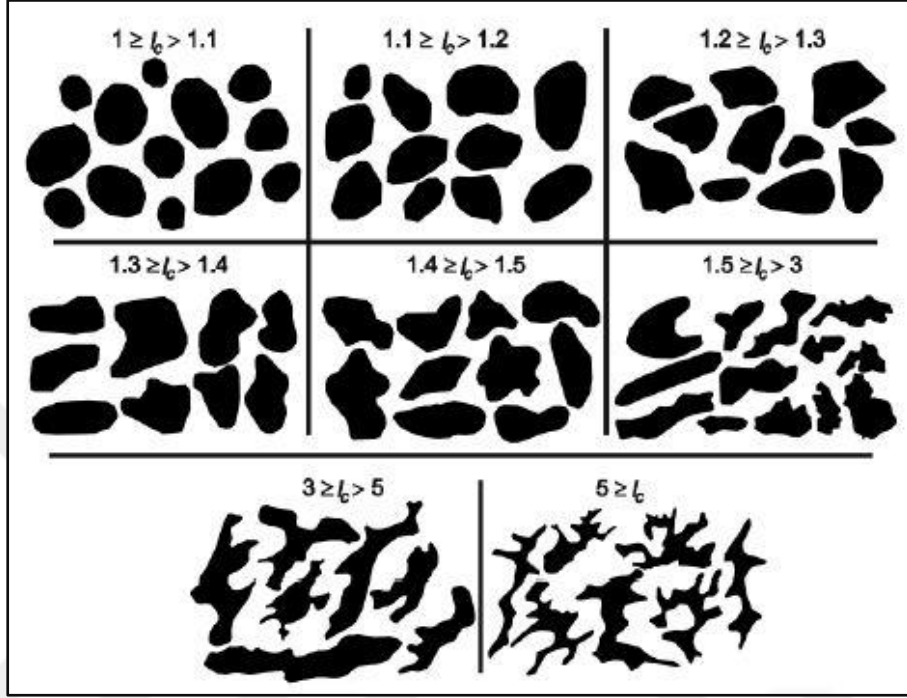
Dairesellik indeksi (Ic)

Depresyonların alan (A) ve çevre uzunluğu (P) bilgileri ile hesaplanan *dairesellik indis değeri* (Formül 2) şekillerin geometrik özellikleri hakkında fikir vermektedir (Goudie, 2003; Öztürk, 2018a: 40). Hesaplama sonucuna göre indis değerinin 1'e yakın olması şeklin dairesele yakın olmasını, değerin 1'den uzaklaşması durumunda ise şeklin dairesellikten uzaklaştığını ve biçimsel olarak bozulduğu anlamına gelmektedir (Öztürk, 2018a: 40).

$$I_c = \frac{A}{\pi \left(2\frac{A}{P}\right)^2} \quad (2)$$

Öztürk (2018a: 67), hesaplamalar sonucunda ortaya çıkan dairesellik indis değerlerini farklı tanımlamalarda bulunmuştur. Buna göre indis değerinin 1.1'den küçük olması, dolinlerin dairesel biçimlerde olduğunu gösterirken değerin 1.1 - 1.2 arasındaki olması, dolinlerin dairesel biçimlerinin bozulmaya başladığını göstermektedir. 1.2 - 1.3 arasında değerlere sahip dolinler, içerisinde birden fazla çıkıntı gelişmesinden dolayı dairesel formlarını tamamen kaybederken bu değer 1.3 - 1.4 arasında olursa bu çıkıntıların hem sayısı artmakta hem de çıkıntılar iyice belirginleşmekte ya da dolinlerde belirgin bir

uzama egemen olmaktadır. 1.4 - 1.5 arasında indise sahip dolinler gittikçe karmaşık biçimler almaya başlar. 1.5 - 3 arasında indise sahip dolinler tamamen uzamış ya da biçimsiz bir hal almış durumdadır. 3'ten büyük indis değerindeki dolinler ise girinti sayısı çok fazlalaşmakta ve bu girintilerin uzunlukları da artmaktadır" (Şekil 1).



Şekil 1: Bazı dairesellik indis değerlerinde, en üst kapalı kontur eğrisine göre depresyonların şekilsel biçimlerinin temsili gösterimleri (Kaynak: Öztürk, 2018a: 67).

Uzama Oranı (R_E)

Basso vd. (2013)'ne göre, uzun eksenin dik (90°) kesen kısa eksene bölünmesiyle *uzama oranı* elde edilir. Uzun eksen, depresyonun en üst kapalı eğrisinde birbirine en uzak iki nokta arasındaki mesafe iken kısa eksen, uzun ekseni dik bir şekilde kesen birbirine en uzak iki noktayı ifade etmektedir. Bu hesaplamada çıkan sonucun 1'e yaklaşması, şeklin dairesele yakın olduğunu, yani uzama oranının düşük olduğunu ifade eder. Sonucun 1'den uzaklaşması şeklin uzama oranının arttığını, yani şeklin dairesellikten uzaklaştığını ve şeklin eliptik özellikte olduğunu gösterir. Basso vd. (2013) tarafından depresyonların uzama oranına göre sınıflandırılmıştır (Tablo 3) (Basso vd. 2003'den akt. Öztürk, 2018a: 40).

Tablo 3: Basso vd. (2013)'e göre uzama oranı değerine depresyonların göre tanımlanması (akt. Öztürk, 2018a: 40)

Uzama oranı (R_E)	Şeklin tanımı
-----------------------	---------------

1.21'den küçük	Dairesel, yarı dairesel
1.21 ile 1.65 arası	Yarı eliptik
1.65 ile 1.8 arası	Eliptik
1.8'den büyük	Uzamış

Dolinlerin Yönelimleri

Dolinlerin yönelim özelliklerinin belirlenmesi için ise uzun eksenin kuzey ile yaptığı açı (azimut açısı- α) hesaplanmıştır. Daha sonra gül diyagramı yardımıyla uzanımların genel yönelimlerine ulaşılmıştır.

Önceki Çalışmalar

a) Araştırma Sahası ve Çevresi ile İlgili Çalışmalar

Koçyiğit, A. (1981), **“Isparta Büklümünde (Batı Toroslar) Toros Karbonat Platformunun Evrimi”** adlı çalışmasında Toroslarda görülen ve hâkim kaya türlerinin Paleozoik, Mesozoyik ve Alt Tersiyer yaşlı karbonatlardan oluşan sığ denizel özellikli yüzeyleri “Toros Karbonat Platformu” olarak adlandırmış olup literatüre kazandırmıştır. Ayrıca Isparta büklümünün iç kuzey kenarında meydana gelen ilki Maestrihtiyen'de başlayan blok faylanmadan bahsetmiş ve bu faylanmanın şiddetini artırarak günümüze kadar devam ettiğini belirtmiştir.

Erakman vd. (1982), **“Kalkan (Antalya)-Muğla ve Burdur İlleri Arasında Kalan Alanın Jeolojisi”** adlı çalışmalarında söz konusu sahanın dört farklı formasyondan meydana geldiğini ve bu formasyonların doğu-batı istikametinde allokton Antalya Napları, Jura-Alt Miyosen yaş aralığında değişen Beydağları Otoktonu, Lisiyen (Elmalı) Napları ve Menderes Masifi şeklinde sıralandığı belirtilmiştir. Araştırmacılara göre bu formasyonlardan Lisiyen (Elmalı) Napları Karbonifer-Eosen arasında değişen yaş aralığında kaya birimlerini kapsadığını ve yedi adet tektonik dilime ayrıldığını belirtmişlerdir. Lisiyen (Elmalı) Napları içerisinde yer alan tektonik dilimlerden Eosen yaşlı Kemer formasyonu hariç diğer tüm allokton birimler Menderes Masifinin kuzey ve kuzeybatısında çökeldiğini ve bunların birbirleriyle olan tektonik ilişkilerini Alt Maestrihtiyen'de kazandığını belirtmişlerdir.

Günay vd. (1982), **“Beydağlarının Stratigrafisi ve Yapısı”** adlı çalışmalarında inceleme alanını, doğuda Antalya Birliği ve batıda Elmalı Birliğinin tektonik olarak üzerlediği ve bu tektono-stratigrafik birlikleri Beydağları Birliği şeklinde sınıflandırarak üç ana birlikten oluştuğunu belirtilmiştir. Sahada Mesozoyik; Kuyubaşı dolomiti (Triyas-

Alt Jura), Beydağı formasyonu (Alt Jura - Üst Kretase) ve Akdağ formasyonu (Kampaniyen-Maestrihtiyen) ile temsil edilirken Senozoyik; Gedik üyesi (Paleosen), Çamlıdere olistostromu ve Antalya Napları (Paleosen-Alt Eosen), Garipçe formasyonu ve Küçükköy üyesi (Alt-Orta Eosen), Uçağz formasyonu (Eosen) ve Büyükköy (Üst Eosen), Salur üyeleri (Oligosen) ile bunları uyumsuz olarak örten Sinekçi formasyonunun Gömüce, Kıbrısdere ve Çayboğazı üyeleri (Miyosen), bunları tektonik olarak örten Elmalı Napı ve Kemer ünitesi (Orta Miyosen) ile Aksu formasyonunun Elsazı üyesi, Karaseki kireçtaşı (Üst Miyosen) ve Gebiz formasyonu (Pliyosen) ile temsil edildiği ifade edilmiştir. Tüm bu birimleri ise yerel ölçekte dağılım gösteren Antalya travertenleri ve alüvyonların yer aldığı açıklanmıştır.

Ersoy, Ş. (1990), *“Batı Toros (Likya) Naplarının Yapısal Öğelerinin ve Evriminin Analizi”* adlı çalışmasında Likya, Elmalı ve Teke napları olarak bilinen birlikler için “Batı Toros Napları” adını kullanmıştır. Çalışmada Bey Dağları Otoktonu üzerinde yer alan allokton ünitelerin kökeni araştırılıp en kuzeyde bir Tetis alanı ve onun güneyinde sırası ile örtü kuşağı ile birlikte Menderes Masifi, Batı Toros Teknesi ve Bey Dağları Otokton Zonu, en güneyde ise Antalya Napları Zonunun bulunduğu bir jeolojik model oluşturulmuştur. Bölgenin kayaçlarını, otokton, paraotokton ve allokton olmak üzere üç gruba ayırmıştır. Otoktonlar genellikle neritik karakterli olup çökelimleri Üst Triyas’dan Orta Miyosen’e kadar devam etmiştir. Batı Toros Teknesi’nin orijinal kayaçları olan paraotoktonların genelde Üst Liyas’a kadar neritik olduğu belirtilmiştir. Kuzey kökenli naplar ise ofiyolitlerden oluşup bölgenin alloktan kayaçları olduğu belirtilmiştir. Son olarak çalışmada naplaşma hareketlerinin Orta Miyosen (Langiyen)’de son bulması ile paleotektonik dönemin, sona erip neotektonik dönemin başladığı belirtilmiştir.

Karaman, M. E. (1994), *“Isparta-Burdur Arasının Jeolojisi ve Tektonik Özellikleri”* adlı çalışmasında sahadaki kaya birimlerini otokton ve allokton olarak ikiye ayırmıştır. Kretase yaşlı karbonat istif, bölgenin en yaşlı otokton kaya birimi olup bu istifin iki birim içerdiği belirtilmiş ve alttan üste doğru yaş sıralaması yapılmıştır. Allokton kayaçların bölgeye ilksel tektonik yerleşimlerinin Geç Kretase-Erken Paleosen’de gerçekleştiği belirtilmiştir. Çalışma sahasındaki ters veya bindirme faylarının kıvrım eksenlerinin KB-GD doğrultusunda olmasını; egemen normal fayların ve kırık

sistemlerinin ise KD-GB doğrultusunda uzanmasını, KD-GB sıkıştırma ve KB-GD çekme kuvvetlerinin etkilerine bağlamıştır.

Görmüş, M. ve Özkul, M. (1995), “**Gönen-Atabey (Isparta) ve Ağlasun (Burdur) arasındaki bölgenin stratigrafisi**” adlı çalışmalarında bölgede yapılmış önceki çalışmalar revize edilerek sahanın stratigrafisi yapılarak yeni incelemeler sayesinde birimlerin yeniden adlandırılması üzerinde durulmuş ve bunların yaşlandırılmaları ve dokanak ilişkileri araştırmada tartışma konusu olmuştur.

Hançer, M. (1996), “**Isparta Güneyi, Ağlasun-Bucak Civarının Jeolojik ve Tektonik Özellikleri**” adlı çalışmasında inceleme alanının kaya birimlerini otokton, allokton ve volkanik kökenli olarak üç sınıfa ayrılmıştır. Araştırma sahası Alt Miyosen öncesinde D-B ve KD-GB yönlü çekme ve gerilmenin etkisiyle önce K-G, daha sonra ise KB-GD doğrultulu normal fayların geliştiğini, Buldigiyalien sonrasında ise bölgeyi etkileyen en önemli tektonizmanın gerçekleştiği belirtilmiştir. D-B yönlü sıkışma tektoniği sonucu allokton birimlerin batıdan doğuya doğru yerleştiğini, sonrasında Alt Miyosen ve öncesi tüm birimlerde K-G gidişli kıvrımların, D-B doğrultulu tansiyon çatlaklarının ve KB-GD ile KD-GB doğrultulu makaslama çatlaklarının meydana geldiğini ifade etmiştir. Ayrıca çalışmada Pliyosen’de çekme tektoniğine maruz kalan bölgenin karasal tortular ve aktif normal fayların geliştiğini ve bu fayların günümüze kadar geçirdiği evrimden bahsetmiştir.

Özdemir, A. (2013), “**Çeltikçi (Burdur) Ovasının Hidrojeoloji İncelenmesi**” adlı çalışmasında jeolojik, hidrolojik, hidrojeolojik ve hidrojeokimyasal incelemelerden elde edilen bulgulara göre sahada tarım için aşırı yeraltı suyu kullanımından dolayı yeraltı suyu potansiyeli bakımından sıkıntı yaşandığı tespit edilmiştir. Araştırmacı; sahada yer alan yeraltı suyu kuyularının alüvyon birim içerisinde açılmış ve genellikle verimli akiferler olduğunu tespit etmiş olup yeraltı suyu seviye değişimleri ve akım yönlerinin belirlenmesi için farklı iki dönem için yeraltı suyu seviye haritaları yapmıştır. Elde edilen bulgulara göre yeraltı suyunun genel akım yönünün Onaç Çayı’na doğru olduğu tespit edilmiştir. Sondaj ve kaynak sularından alınan numunelerin kurak ve yağışlı dönem analizleri Piper diyagramı ile değerlendirilmiş ve sonucunda numunelerin hepsinin genellikle benzer yapılara sahip oldukları tespit edilmiştir.

b) Karst jeomorfolojisi ile ilgili çalışmalar

Alagöz, C. (1944), *“Türkiye Karst Olayları Hakkında Bir Araştırma”* adlı çalışması Türkiye’de karstlaşma ve karstik şekiller adına yapılan ilk çalışma olarak kabul görmektedir. Çalışmada karstlaşma üzerinde etkili olan etmenlerden bahsedilmiş; Türkiye’nin çeşitli bölgelerinde bulunan birçok karstik şekillerden örnekler sunulularak bunların, fotoğraf ve şekiller yardımıyla, oluşum ve gelişim özellikleri açıklanmıştır.

Ardos, M. (1992), *“Karaman Çevresi ve Güney Kesimlerinde Karstlaşma ve Karstik Şekiller”* adlı çalışmasında Karaman ili ve çevresinde bilhassa güney ve güneybatı kesimlerinde meydana gelen yoğun karstlaşmanın Pliyosen’de başlayıp asıl gelişimini Kuvaterner’de oluştuğunu belirtmiştir. Dolayısıyla bölgedeki karstlaşmanın gençlik evresinde olduğunu ve yükselme arttıkça karstlaşmanın da hızlandığını ifade etmiştir.

Sür, A. (1994), *“Karstik Yer şekilleri ve Türkiye’den Örnekler”* adlı çalışmasında çözülebilen kayalar ve karstlaşma hakkında açıklamalarda bulunup tanımlamalar yapmıştır. Daha sonra karstik yer şekillerine ayrı ayrı değinip Türkiye’den örnekler vererek bu şekillerin oluşumu için çözünme ve çökme ortamları hakkında bilgiler sunulmuştur.

Nazik, L. (1992), *“Beyşehir Gölü Güneybatısı ile Kambos Polyesi Arasının Karst Jeomorfolojisi”* adlı doktora tezinde araştırma sahasının jeolojik, hidrojeolojik, jeomorfolojik ve karst jeomorfolojisi bakımından ayrıntılı incelemesini gerçekleştirmiştir. Bu araştırmayla sahada fosil karst, paleo karst ve neo karst (genç karst) olmak üzere üç farklı karst sisteminin yer aldığını ve sahanın iç içe karst özelliği taşıdığını ifade etmiştir.

Tuncer, K. (2004), *“Sakarya Nehri – Göynük Çayı – Çatak Çayı Arasındaki Sahanın Karst Jeomorfolojisi”* adlı doktora tezinde söz konusu sahanın karmaşık bir jeolojik yapısından dolayı jeomorfolojik gelişimini önemli ölçüde etkilediğini ve karstlaşma açısından kısa mesafelerde gelişim ve şekil açısından farklılık gösterdiğini belirtmiştir. Araştırma kapsamında sahanın morfolojik evrimi ve karstik şekillerini ayrıntılı bir şekilde inceleyip gelişim evrelerini açıklamıştır.

Demirağ, İ. (2012), *“Sarıçiçek Dağı’nda (Alucra/Giresun) Karstlaşma ve Karstik Şekiller”* adlı yüksek lisans tezi çalışmasında Kuaterner’deki iklim değişikliklerinden etkilenen ve yoğun olarak 1800-2200 metrelerde görülen karstlaşmanın güncel oluşumunun devam ettiğini belirtmiştir.

Güneysu, C., (1993a), **“Batı Toroslar’da Neotektonik Hareketlerin Karstlaşma Üzerindeki Etkileri ve Karstlaşmanın Evrimi (Eğirdir-Beyşehir-Antalya Karst Alanı)”** adlı makalesinde Batı Toroslar’da karstlaşmanın gelişmesine olanak sağlayan karbonatlı kayaçların tamamının Mesozoik yaşlı platform çökellerinden oluştuğunu açıklamıştır. Batı Toroslar’daki karstlaşmanın gelişmesinde en önemli faktörün neotektonik hareketler olduğunu ve bununla bölgede karstlaşma sürecinin başladığını ve devamında da jeomorfolojik süreçlerin de etkisiyle karstlaşmanın günümüze kadar sürdüğünü ifade etmiştir.

Nazik, L. ve Tuncer, K. (2010) **“Türkiye Karst Morfolojisinin Bölgesel Özellikleri”** adlı çalışmalarında çözünmeye uygun karbonatlı kayaçların Türkiye’de yüzeylendiği alan olarak %40’ında yayılış gösterdiğini tespit etmişlerdir. Yüzeyde ve farklı derinliklerde oluşan karstlaşmanın şekil, boyut, yer dağılımı, yoğunluk ve gelişimi üzerinde rol oynayan jeomorfoloji, paleocoğrafya, iklim, bitki örtüsü özellikleri ve zaman faktörüyle beraber yeraltı suyu kaynaklarının konumlarını dikkate alarak Türkiye karstını altı bölgeye ve dokuz karst alanına tasnif etmişlerdir. Bu çalışmaya konu olan araştırma sahası, yoğun karsta ait tüm şekillerin büyük boyutlara ulaştığı Toras Dağları Karst Bölgesi’nde yer alan Batı Toroslar karst alanı içerisinde yer almaktadır.

Nazik, L. ve Poyraz, M. (2015), **“Gelişiminde, Karstlaşmanın İklim Değişikliklerinin Önüne Geçtiği Tektono-Karstik Bir İç Havza: Konya Kapalı Ovası”** adlı çalışmalarında ovanın günümüzdeki şeklini almasında özellikle Miyosen – Pliyosen karstlaşmasının yanı sıra tektonik, volkanizma ve iklim değişimlerinin etkili olduğunu ifade edip farklı yükseltilerde bulunan aşınım yüzeyleri, polye ve uvalaların gelişim gösterdiğinden bahsetmişlerdir. Çalışmada Konya kapalı ovasında meydana gelen karstlaşma ve karstın gelişim mekanizması açıklanmıştır.

Siler, M. (2016), **“Anamur Çevresinin Karst Jeomorfolojisi”** adlı doktora tezinde araştırma sahasından kayaç örnekleri alınarak MTA laboratuvarında yapılan XRF ve XRD analizleri yapıp karstlaşmada litolojik belirleyiciler tayin edilmiştir. Araştırma sonucunda çalışma sahasındaki karstlaşmanın belirgin farklılıkların olduğunu tespit edilmesinin yanı sıra sahadaki karstlaşmanın yöre halkının nüfus dağılışı, tarım ve hayvancılık gibi faaliyetlerinde nasıl bir etkiye sahip olduğu açıklanmıştır.

Duman, N. ve EGE, İ. (2018), **“Çölovası (Dinar-Afyon) Polyesi’nin Jeomorfolojisi”** adlı çalışmalarında sahanın tektonizması açıklanarak jeomorfolojik evrimi ortaya konulmuş ve arazi kullanımı özelliklerine değinilmiştir.

Şimşek, M. (2018), **“Geyik Dağı Kütlesinde (Orta Toroslar) Karstik Depresyonların Dağılışı ve Bu Dağılışa Etki Eden Faktörler”** adlı doktora tezinde depresyonların dağılışı ile tektonizma arasındaki ilişkiyi Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve istatistiksel yöntemler yardımıyla incelemiştir. Elde edilen bulgulara göre kütle üzerinde 23.785 adet dolin ve 1.814 adet uvala olmak üzere tespit edilen toplam 25.599 karstik kökenli depresyonun ayrıntılı olarak incelenmesi ve morfometrik analizleri yapılmıştır.

c) Polye ile ilgili araştırmalar

Güldalı, N. (1970), **“Karstmorphologische Studien im Gebiet des Poljesystems von Kestel (Westlicher Taurus, Türkei)”** adlı doktora tezi çalışmasında saf kalkerli alanlarda gelişen polyelerin aksine Kestel Polye Sistemi’nin gelişimi açısından özel bir karaktere sahip olduğunu ifade etmiştir. Karst morfolojik süreçleri ile ilgili olarak, bu polye sisteminin oluşumunu mekansal ve zamansal bir bakış açısıyla aydınlatmış. Ayrıca sahadaki karstik şekillerin (lapyalar, dolinler, uvalalar) oluşumlarını açıklamıştır.

Güldalı, N. (1976), **“Akseki Polyesi, Torosların Karstik Bölgelerindeki Dağ Arası Ovalarının Oluşumu ve Gelişimi”** adlı çalışmasında Torosların karstlaşmış alanlarında çok sayıda yer alan polyelerin, morfolojik yapı ve jeolojik ilişkilerini göz önünde bulundurarak aralarında benzerliklerin olduğunu saptamıştır. Akseki Polyesi’nin Eosen-Paleosen yaşlı filiş tortullarıyla doldurulduğunu belirtmiştir. Söz konusu sahanın oluşumu ve gelişiminde çoğunlukla akarsuların mekanik aşındırma ve taşınmalarının etkili olduğunu, tektonik devinimlerin ve karstik çözünmenin ise daha az etkili olduğunu belirtmiştir.

Doğan, U. (1996), **“Polye ve Fluvio-Karstik Depresyonlar (Seydişehir’in Güneybatısından Örnekler)”** adlı çalışmasında polyelerin oluşumunu farklı yazarların tanımlamalarını derleyerek Batı Toroslar’da polye gelişimini açıklamıştır. Ayrıca polyeler ve fluvio – karstik depresyonlar arasındaki benzerlik ve farklılıklara değinip Dumdum Polyesi ve çevresindeki fluvio – karstik depresyonları açıklamıştır.

Biricik, A. S. vd. (1998), “*Kayaköy Polyesi ve Yakın Çevresinin Jeomorfolojisi (Fethiye-Muğla)*” adlı çalışmada söz konusu sahanın jeolojik özellikleri açıklanıp oluşum ve gelişiminde Alp Orojenezi ve devamında meydana gelen genç tektonik hareketlerin önemli rolü olduğu ifade edilmiş olup sahadaki polyelerin tektono-karstik kökenli olduğunu tespit edilmiştir.

Kurt, H. (2000), “*Batı Toros Polyeleri (Jeomorfolojik Etüt)*” adlı doktora tezinde; doğuda Manavgat Çayı Havzası’ndan batıda Dalaman Çayı Havzasına kadar kuzeyde bulunan Sultan Dağları ile sınırlandırılmış olan sahada bulunan polyeleri bir bütün olarak jeolojik ve jeomorfolojik bakımdan incelemiştir. Bunun yanı sıra incelenen bu polyeler insan aktiviteleriyle olan etkileşimi açısından da değerlendirmiştir.

Keser, N. (2004), “*Bezirgan Polyesi ve Yakın Çevresinin Karst Jeomorfolojisi*” adlı çalışmasında söz konusu sahadan alınan kayaç örnekleri ile kimyasal ve petrografik özellikleri incelenerek parametrelerin çözünürlülük ve geçirimsizliği ortaya koyup sahanın karstlaşma koşulları ile karstik özelliklerini ayrıntılı bir şekilde açıklamıştır.

Keser, N. (2008), “*Çukurbağ Polyesi’nin Jeomorfolojik Evrimi*” adlı çalışmasında jeomorfolojik etkenler incelenerek polyenin jeomorfolojik evrimi açıklanmıştır. Araştırma sonucunda ilgili polyenin faylanmaların etkisiyle üç ayrı uvalanın üzerinde ve bu tektonik uzanım boyunca oluşmaya başladığı tespit edilmiştir. Çukurbağ Polyesi’nin üç ayrı tabana sahip olduğu aynı zamanda bu tabanlarda drenajı sağlayan fay hatlarını izleyen çok sayıda aktif ve fosil düdenlerin bulunduğu belirtilmiştir.

Özşahin, E. (2013), “*Kurucaova Polyesi’nin Jeomorfolojisi (Hatay/Kırıkhan)*” adlı çalışmasında söz konusu polyenin neotektonik hareketler ve karstlaşmanın etkisiyle oluştuğunu ifade edip bu karstik depresyonun jeomorfolojik evrimini ortaya koymuştur.

Ege, İ (2015), “*Paşalı Polyesi (Feke/Adana)*” adlı çalışmasında oluşumunda tektonizmanın yanı sıra karstlaşmanın yoğun olduğu sahanın oldukça karakteristik ve karmaşık bir yapıya sahip olduğunu belirtmiştir.

Ege, İ. (2017) “*Polyelerin Sınıflandırılması ve Kestelce Polyesi’nin (Kilis) Jeomorfolojik Özellikleri*” adlı çalışmasının birinci bölümünde polyeleri büyüklüklerine göre mikro, mezo, mega ve ultramega şeklinde sınıflandırmış, çalışmanın ikinci bölümünde ise Kestelce Polyesi’nin oluşum mekanizmasını açıklamış ve artık bu polyenin gelişimini tamamlayıp bozulmak üzere olduğunu belirtmiştir.

Şimşek, M. vd. (2020), “*Polyelerin Sınıflandırılması ve Toroslardan Örnekler*” adlı çalışmasında, uluslararası literatüre dayandırarak bugüne kadar yapılmış pek çok polye sınıflandırmasından bahsetmiş ancak yaygın olarak kabul edilen tasnifin Ford & Williams (1989) tarafından yapılmış (Doğan, 2003) olduğu belirtilmiştir. Bu tasnife göre polyelerin kenar, yapısal ve taban seviyesi polyeleri olarak üçe ayrıldığı belirtilmiştir. Ayrıca araştırmada, Toroslar’dan seçilmiş karakteristik polye örnekleri olarak Sarıot, Gembos/Kembos, Eynif ve Suğla polyeleri bu sınıflama açısından değerlendirilmiştir.

Şimşek M. vd., (2021), “*Toros Polyelerinin Morfometrik Özellikleri*” adlı makalede Toros Dağları’ndaki polyelerin tamamının morfometrik analizleri yapılmıştır. Çalışma kapsamında polye tabanlarının yükseltiye göre dağılışı ve alansal büyüklükleri ile ilgili bilgilere yer verilmiştir. Aynı zamanda uzama oranı indisi ve dairesellik indisi kullanılarak polyelerdeki flüvyal ve tektonik etkiler ortaya konulmuştur.

BİRİNCİ BÖLÜM

JEOMORFOLOJİK ÖZELLİKLER

1.1. Sahanın Genel Jeomorfolojik Özellikleri

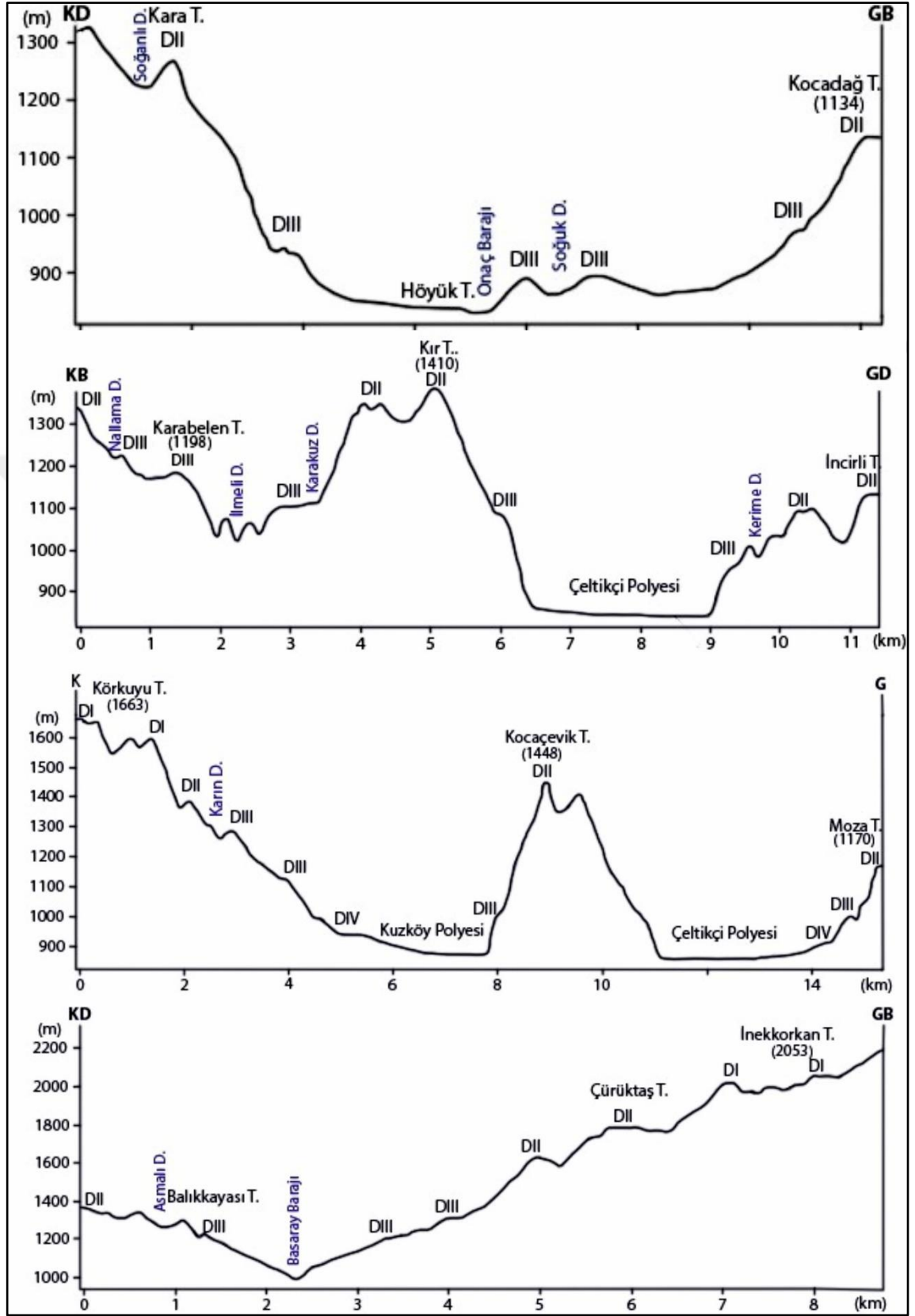
Çalışma alanının jeomorfolojik özellikleri, Orta Miyosen'den itibaren süregelen genç tektonik hareketin etkisiyle oluşan neotektonik yapılar üzerinde gelişim göstermiştir. Bu yapılar iklimatik değişimler, flüvyal aşınım ve birikimin yanı sıra karstlaşma etken ve süreçlerinin etkisiyle şekillenmeye devam etmektedir.

Beydağlarının kuzeydoğu uzantısını oluşturan dağlar tarafından çevrelenmiş olan çalışma alanı; 810 – 2330 metreler arasında değişim gösteren bir rölyefe sahiptir (Şekil 2). Bu yükselti aralığında çalışma alanı Alt-Orta Miyosen (DI), Üst Miyosen (DII), Pliyosen (DIII) ve Pleistosen (DIV) rölyef sistemine (Erol, 1979, 1983, 1989, 1993) ait yapı ve şekillerden oluşmaktadır.

Alt-Orta Miyosen (DI) rölyef sistemine ait yüzeyler, “Anadolu Penepleni” olarak adlandırılan alanları temsil eden deniz yüzeyine ilk çıkan kara parçalarının aşınımı sonucu gelişim göstermiştir. Tropikal nemli ve sıcak iklimin etkisi altında gelişen bu yüzeyler; Orta Miyosen sonlarında meydana gelen tektonik hareketler etkisiyle parçalanarak yükselen Anadolu Peneplenine ait yüzeyleri teşkil ederler. Üst-Miyosen (DII) rölyef sistemine ait yüzeyler, Üst Miyosen'in Tortoniyen döneminde Anadolu Peneplenine ait yüzeylerindeki fay zonlarına yerleşen flüvyal sistemlerin etkisiyle geniş ve yayvan olukların oluşmasıyla dilimlenmiştir. Üst-Miyosen sonlarına doğru bu yüzeyler giderek kuraklaşan sıcak iklimin etkisiyle eski dağ ve plato yanlarında kurak ve yarı kurak iklim bölgelerine özgü aşınım etek düzlüğü (pediment) sistemleri meydana gelmiştir. Sözü edilen bu etek düzlüklerinden havza ortasındaki birikim düzlüklerine geçiş yapılmaktadır. Üst Miyosen (DII) döneminin bu tipik etek aşınım düzlükleri ve korelat tortullarından oluşan sistem Yukarı Sakarya-Sivrihisar dolaylarında karakteristik olarak görüldüğü için bu yüzeylere “Sivrihisar Pediplen Sistemleri” olarak adlandırılması önerilmiştir. Miyosen-Pliyosen arasında meydana gelen tektonik hareketlerle Pliyosen başlarından itibaren Pliyosen dönemine girmiş ve Akdeniz'de yeni bir transgresyon başlamıştır. Pliyosen (DIII) dönemi rölyef sistemine ait yüzeyler; nemli, subtropikal-ılık iklim koşullarında gelişmiş olup bu koşullar altında faaliyet gösteren akarsular ve flüvyal tortulların hâkim olduğu bir döneme karşılık gelir. Eski havzalar faylanma tektoniği ile

daha da derinleşmiş ve bunların içinde genellikle çevredeki dağlar ve platolardan taşınmış flüvyallerin ve sığ su tortullarının kalınlıkları yer yer 100 metreyi aşmış durumdadır. Son olarak Kuvaterner (DIV) rölyef sistemleri ise; Kuvaterner döneminde meydana gelen tektonik hareketler, Anadolu üzerindeki etkilere bakıldığında doğuda yükselmeler, batıda alçalmalar ve kıyılarda regresyon ve transgresyon hareketlerine neden olmuştur. Bu dönemde iklimde meydana gelen periyodik salınımlar ve iklime dolaylı olarak bağlı östatik deniz seviyesi değişimleri deltalarındaki alüvyonlaşma Kuvaterner rölyef sistemlerinin ayrıntılı olacak şekilde alt evrelere ayrılmıştır. Bu evrelerin en altını oluşturan En Alt Pleistosen dönemi flüvyal etkinlik ve az belirgin plüvyal salınımların hâkim olduğu DIV aşınım ve birikim yüzeylerinin geliştiği evreyi temsil eder. Alt Pleistosen evresinde az belirgin plüvyal salınımların etkisiyle yüksek sekiler gelişim göstermiştir. Üst Pleistosen evresinde dağlarda buzullaşma, havzalarda plüvyal göller, vadilerde akarsu çakıl sekileri oluşumlarının yanı sıra alçak sekiler de gelişmiştir. Son olarak Holosen evresinde ise alüvyonlaşma ve Tersiyen Transgresyonu etkili olmuş olup vadi tabanları ve Holosen sekileri meydana gelmiştir (Erol, 1979, 1983, 1989, 1993).

Araştırma sahası içerisinde; Erol, 1989'da sınıflandırdığı bu rölyef sistemlerine ait yüzeylerin tümünü barındırmaktadır. Sahada neotektonik dönemde meydana gelen tektonik hareketler ve havza drenajını sağlayan ana akarsu Onaç Çayı; Alt-Orta Miyosen (DI), Üst Miyosen (DII), Pliyosen (DIII) ve Kuvaterner (DIV) rölyef sistemlerine ait morfolojik yüzeylerin oluşmasında etkili olmuştur (Harita 2; Şekil 2).



Şekil 2: Araştırma sahasının topoğrafik profilleri

D-B yönlü sıkışma tektoniğinin etkili olduğu rejimle şekillenen araştırma sahasının en yüksek zirvesini Kestel Dağı'nın kuzey uzantısı olan Rahatkaya Dağı (2331 m) oluşturmaktadır. Polye tabanından havza sınırına doğru artan yüksekliğe uygun olarak su bölüm çizgisiyle oluşturulan sınırdaki yüksek düzlük alanlar Alt-Orta Miyosen ve Üst Miyosen dönemlerine ait rölyef sistemleri oluşturmaktadır. Sahanın güneybatısında sık olarak rastlanan çözünme dolinleri ve flüvyo-karstik vadiler, Üst Miyosen yüzeyleri üzerinde gelişim göstermiştir. Pliyosen ve Pleistosen dönemlerine ait aşınım yüzeyleri polye tabanının etrafını saracak şekilde yükseklerle çıkıldıkça rastlanmaktadır. Bu yüzeyler flüvyo-karstik vadiler tarafından parçalanmıştır (Harita 2; Şekil 2).

Isparta dirseğinin batısında yer alan çalışma alanı; kuzeydoğusundaki Çanaklı Polyesi Havzası'ndan 1150 - 1840 (Yassıkır T.) metreler arasında uzanan tepe ve sırtlarla ayrılmaktayken güneyden Onaç Çayı vadisi (Hökez Boğazı) yoluyla bağlı olduğu Bucak Polyesi Havzası ve Kestel Polyesi Havzası'ndan 810 (Onaç vadisi) – 2188 (Konarısivrisi T.) metreler arasında uzanan tepe ve sırtlarla ayrılmaktadır. Saha; batısındaki Karataş Havzası'ndan 2331 (Kestel Dağı) ile 1460 (Sinop Ovası) metreler arasında uzanan subölümü hattıyla ayrılırken kuzeydeki Burdu Gölü Havzası'ndan 1460 (Kilimlitepe boğazı) ile 1740 (Karadonukkayası T.) arasında uzanan subölümü hattıyla ayrılır. Buna göre Beydağları'nın kuzeydoğu uzantılarını oluşturan dağlarla çevrelenmiş olan çalışma alanı, kabaca D-B yönlü uzanan ve kuş uçuşu yaklaşık 33 km olan bir geniş eksene sahipken kısa eksenini ise yaklaşık 14 km kadardır.

Alt-Orta Miyosen dönemi rölyef sistemine ait aşınım yüzeyleri (DI) araştırma sahasının güneybatısında (1900-2300 m) ve kuzeyinde (1400-1800 m) yüksek tepelerin zirvelerinde arta kalmış aşınım yüzeyi parçaları olarak korunmuşlardır. Doğudaki Sivri Tepe (1334), Sıpacı Tepe (1249), Uzunalan Tepe (1493), Erendağı Tepe (1532), kuzeyde Korkuyu (1663), Yassıkır (1841) ve Adabaşı Tepe (1446) Alt-Orta Miyosen aşınım yüzeylerinden günümüze kalan parçalarıdır. Üst Eosen-Oligosen döneminde meydana gelen tektonik olayların etkisinin hâlâ sürdüğü; havzanın en yüksek kesimlerinde su bölüm çizgileri boyunca uzanan Alt-Orta Miyosen döneminin rölyef sistemine ait yer şekillerinde etkisini hissettirmeye devam etmektedir. Anadolu penepleninin parçaları olarak kabul gören bu sistem üzerinde gelişen şekiller, genç tektonik hareketlerle yükselmiş, parçalanmış ve bulundukları konumlardan farklı yönlerde doğru eğimlenmişlerdir. Sahada görülen bu sisteme ait peneplen parçaları üzerinde gelişen en

karakteristik şekiller aşınım yüzeyi parçaları, iç içe geçmiş veya parçalanmış dolinler ve flüvyo karstik vadi parçalarıdır. Sahanın güneybatısında yer alan Konarısivri (2188 m) ve Kırıkkorum (2074 m) tepeleri çevresindeki DI yüzeyleri üzerinde dolin ve flüvyo karstik vadi parçaları yoğunluk göstermektedir. Araştırma sahasının batısında yer alan Sivri Tepesi (1334 m) gibi aşınım maruz kalmış ancak aşınım karşı kendini kısmen koruyabilmiş monadnok tepeler de bu yüzeyler üzerinde çıkıntılar oluştucağı şekilde yayılım göstermektedir (Foto 1).



Foto 1: Çeltikçi Polyesi'nin güneydoğu kesimleri (Güneyden kuzeybatıya bakış).

Üst Miyosen rölyef sistemine ait yüzeyler (DII), havza subölümü sınırları boyunca yer alan yüksek kesimlerin etrafını çevreleyen daha alçak alanları oluşturmaktadır. Batıda 1400-2000 metreler arasında bulunan bu rölyef sistemi şekilleri, doğuda 1100-1600 metreler arasında bulunmaktadır. Ortada münferit olarak bulunan Aladağ (1542) ve Karadağ (1429) tepelerinin zirveleri ve çevresi de yine Üst-Miyosen rölyef sistemine ait yüzeylerden oluşmaktadır. İnceleme alanının batısındaki sıyrılma yüzeyi olan Çal Tepe (1657) üzerinde flüvyo-karstik vadiler ve örtü altında oluşmuş çok sayıda dolinler gelişmiştir (Harita 2; Şekil 2; Foto 2).

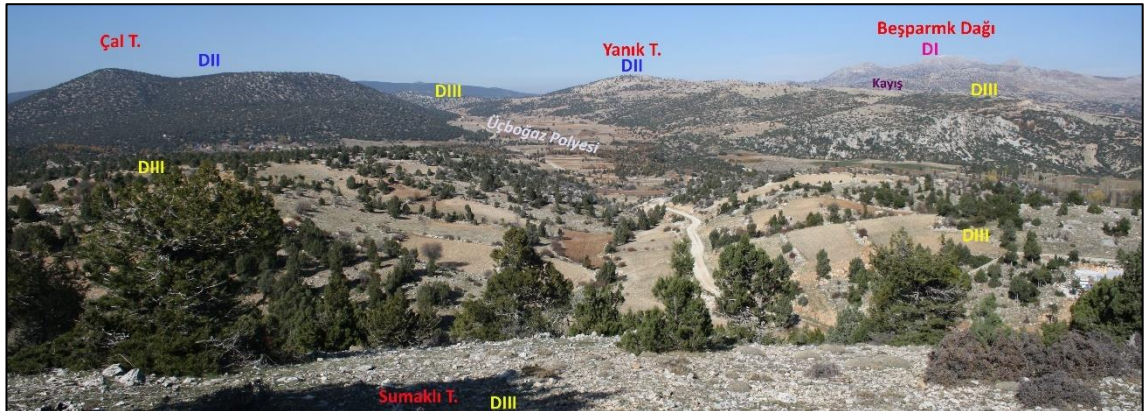


Foto 2: Üçboğaz Açılmış Polyesi çevresindeki farklı dönemlere ait aşınım yüzeyleri.

Pliyosen dönemi rölyef sistemine ait yüzeyler (DIII) ise araştırma sahasının morfolojisine karakteristiğini verir ve en geniş alanları kaplamaktadır. Sahada en yaygın görülen bu döneme ait şekiller Üst Miyosen rölyef sisteminin bulunduğu yüksek dağlık alanlarının etrafında olup daha alçak kesimlerde gelişmişlerdir. Dolayısıyla bu alanlar Miyosen dönemi aşınım yüzeylerinin korelat depolarını oluşturup sahada dolgu yüzeylerine karşılık gelmektedir. Genel olarak 850-1700 metreler arası yüksekliklere sahip yerlerde gelişen Pliyosen rölyef sisteminin karakteristik şekilleri aşınım yüzeyleri, dolinler, bozulmuş polyeler, uvalalar, flüvyo-karstik vadi ve depresyonlarından oluşmaktadır (Harita 2; Şekil 2; Foto 2).

Pleistosen dönemine ait rölyef sistemleri (DIV) ise sahada Çeltikçi Polyesi etrafını çevreleyen en alçak eğimli yüzeylere karşılık gelmektedirler. Bu yüzeyler araştırma sahasında genel olarak 850-950 metreler arasındaki yüksekliklere karşılık gelmektedir. Pleistosen dönemi sahalar Pliyosen dönemi aşınım yüzeylerinin korelat depolarına karşılık gelmektedir. Bu rölyef sisteminin karakteristik şekilleri; lapyalar, flüvyo-karstik vadiler, bozulmuş polyeler ve iyi gelişmemiş aşınım yüzeylerinden oluşur (Harita 2; Şekil 2).

1.1. Jeomorfolojik Evrim

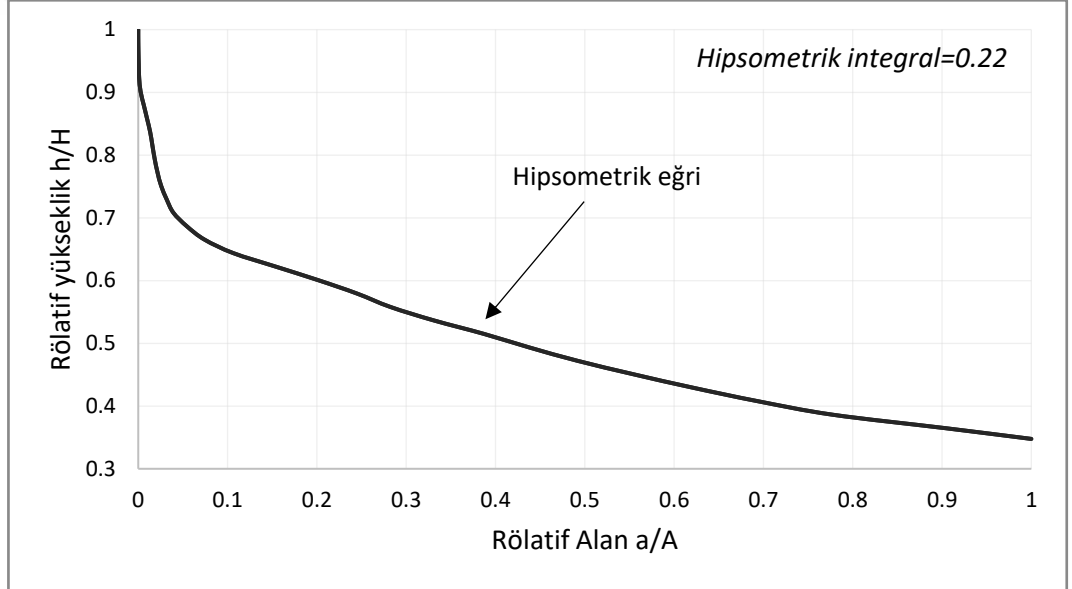
Araştırma sahası post tektonik dönemdeki kabuk hareketlerinin yanı sıra neotektonik dönemden itibaren meydana gelen yapısal değişiklikler ve faylanmaların etkisiyle şu anki jeomorfolojik görünümünü kazanmıştır. Sahada post tektonik dönemdeki Alpin hareketler sayesinde yükselmelere maruz kalarak ana orojenik uzanımlar, havzalaşmalar, bindirmeler meydana gelmiştir. Üst Kretase sonunda okyanusal kabuk parçasının kıtasal kabuğa bindirmesine bağlı olarak bir araya gelen allohton konumlu Likya napları, Beydağları otoktonu üzerine yerleşmeye başlamasıyla ana yapısal hatlar oluşmuştur (Ersoy vd., 2000: 119; Doğan vd., 2019: 114; Tuncer, 2021a: 12). Oligosen sonlarında Anadolu'da meydana gelen regresyon sonucunda karasal bir dönem ve şiddetli aşınım devresi geçirmiştir (Erinç, 2012a: 243). Araştırma sahasının da içerisinde bulunduğu Güneybatı Anadolu Eosen sonunda başlayıp Oligosen'de gelişen Oligosen sonunda ise şiddetlenen tektonik hareketlere maruz kalarak su yüzeyine çıkmıştır (Ardel, 1951; Ketin, 1959; Koçyiğit, 1981; Nazik, 1992; Güneysu, 1993a; Kurt, 2000; Erinç, 2012a). Aşınım alanlarına karşılık bir birikim alanı olan Çeltikçi Polyesi

alanı bir Miyosen havzasına dönüşmüş ve Miyosen çökelleriyle örtülmüştür. Miyosen ve Pliyosen dönemlerinde meydana gelen tektonik hareketlerin etkisiyle bölgede aşınım süreçleri şiddetlenmiş, çevredeki havzalarla beraber Çeltikçi havzası da dolmaya başlamıştır. Pliyosen dönemindeki birikim faaliyetleri bölgede alçak kesimlerdeki eski topoğrafyaları da fosilize etmiştir. Üst Pliyosen’de meydana gelen Alpin Paroksizması bölgede tekrar yükselmelerin ve faylanmaların oluşmasını neden olmuştur (Tuncer, 2021b: 108). Üst Pliyosen’den günümüze kadar geçen tektonik dönemde bölgede etkili olan epirojenik stildeki genç tektonik hareketlerle çalışma sahasının içerisinde bulunduğu bölge alçalmış ve Çeltikçi Polyesi tabanı, batı kenarında bulunan fliş formasyonları akarsular tarafından aşındırılarak kil, kum, marn vb. malzemelerden oluşan çok kalın bir sedimentle doldurulmuştur (Kurt, 2000: 189). Pleistosen’in plüvyal dönemlerinde etkili olan sağanak karakterli yağışlı dönemlerini geçiren araştırma sahasındaki polye tabanında bir plüvyal göl meydana getirmiştir. Ayrıca Kestel polye sisteminde yer alan araştırma sahası, Kuvaternerin gerilimli neotektonik rejiminden kaynaklanan bir grabende oluştuğu ifade edilmiştir (Doğan vd., 2019: 121). Sonuç olarak inceleme alanı jeomorfolojik şekillenmesinde; paleotektonik ve neotektonik dönemlerde maruz kaldığı tektonik rejimler, jeomorfolojik koşullar ve paleoiklim koşulları doğrudan etkili olmuştur. Özellikle Pliyo-Kuvaterner’in tektonik hareketleri sonucu meydana gelen deniz seviyeleri değişimleri ve iklim koşulları sahanın günümüzdeki görünümüne kavuşmasını sağlamıştır.

Hipsometrik eğri bir yerin toplam yükseklik değerinin toplam alanına olan oranı olarak tanımlanır (Strahler, 1952: 1118). Hipsometrik eğriler tektonik aktivitenin ortaya konmasının yanı sıra drenaj ağında meydana gelen aşınımın devamlılığının olup olmadığı (Keller ve Pinter, 2002), iklimik, yapısal ve litolojik faktörler açısından bilgi kaynağıdır (Sarp vd., 2011). Hipsometrik eğri grafiğinde eğrinin dışbükey (konveks) şeklinde olması havzadaki topoğrafyanın genç olduğunu dolayısıyla akarsu akım gücünün fazla olduğunu ifade etmektedir. Hipsometrik eğri içbükey (konkav) şeklinde ise havzadaki akarsuların akım gücünün azaldığını, dolayısıyla akarsular tarafından taşınan malzemenin azaldığı biriktirmenin hâkim olduğu topoğrafyanın artık yaşlılık dönemine girdiğini ifade eder (Özdemir, 2013: 46). Araştırma sahasının yükselti verilerinden yararlanılarak alanın hipsografik eğrisi ve hipsometrik integral değeri hesaplanmıştır.

Hipsometrik integral ise; 0-1 arasındaki değere bakılarak belirlenir. Dolayısıyla hipsometrik integral değerinin; 0.6-1 arasında olması alanın gençlik döneminde, 0.35-0.6 arasında olması olgunluk döneminde ve nihayetinde 0.35'ten daha düşük bir değere sahip olması alanın yaşlılık dönemini yaşayan bir arazi yapısında olduğunu ifade etmektedir (Ramu ve Mahalingam, 2012: 157).

Araştırma sahasının hipsometrik eğri ve hipsometrik integral hesaplamalarının sonucu şu şekildedir; hipsometrik eğrinin belirgin bir şekilde içbükey bir görünüm sunduğu ve hipsometrik integralin de 0.22 çıkması sahanın yaşlılık dönemini yaşadığı görülmektedir (Şekil 3). Yaşlılık dönemini yaşayan çalışma alanının akarsularının aşındırmasının biriktirmesinden daha az ve dolayısıyla biriktirmenin hâkim olduğunu göstermektedir.



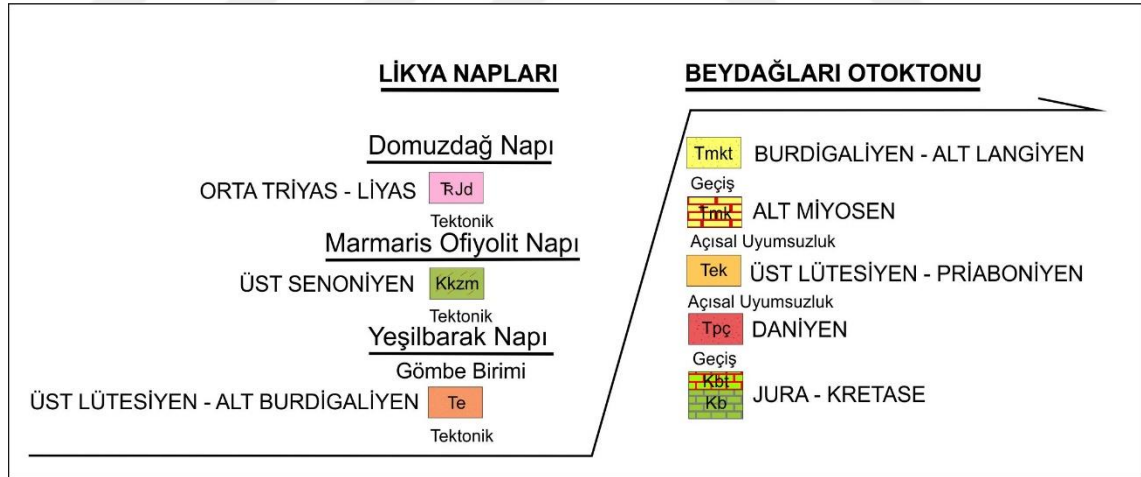
Şekil 3: Çeltikçi Polyesi Havzası'nın hipsometrik integral değeri ve eğrisi.

İKİNCİ BÖLÜM

KARSTLAŞMA ÜZERİNDE ETKİLİ OLAN FAKTÖRLER

2.1. Jeolojik Özellikler

Karstlaşmanın meydana gelebilmesi için ilk koşul su ile çözünebilen kayaçların ve CO₂ içeren suların kayaçları çözebilme etkisinin olmasının yanı sıra karstlaşmanın başlamasında temel faktör jeolojik yani litostratigrafik ve yapısal özelliklerdir (Erinç, 2012b: 111; Gilli, 2015: 49; Tuncer, 2018: 73). Araştırma sahasında Mesozoyik yaşlı çözünebilen kayaçların yanı sıra karstlaşma bakımından oldukça elverişli değişik yaş aralıklarında ve farklı fasiyeslerde çökelmiş allokton konumlu Likya Napları adı verilen kayaç toplulukları hâkimdir. Sahada birbirlerinin üzerine itilmiş olan bu nap birimleri; en altta Beydağları Otoktonu'na ait birimlerle onların üzerinde ara zon olarak geçen Yeşilbarak Napı'na, onun üzerine Marmaris Ofiyolit Napı'na ve son olarak onun da üzerine karstlaşma bakımından en uygun özelliklere sahip Domuzdağ Napı'na ait birimlerden oluşmaktadır (Şekil 4). Ayrıca sahada etkili olan faylar, diaklaz ve çatlak sistemleri karstik gelişime yön ve hız katmıştır.



Şekil 4: Çeltikçi Polye Havzası'nın stratigrafik kesiti (Şenel, 1997 'den düzenlenmiştir.)

2.1.1. Lito-stratigrafik Özellikleri

Araştırma sahasında bulunan kayaçların jeolojik yaşlarına göre Mesozoik, Tersiyer ve Kuvaterner'e ait kaya birimleri tasnif edilip Şenel (1997)'e göre açıklanmıştır. Bu kaya birimleri otokton ve allokton birimlerden oluşmaktadır. Sahaya ait jeoloji ve

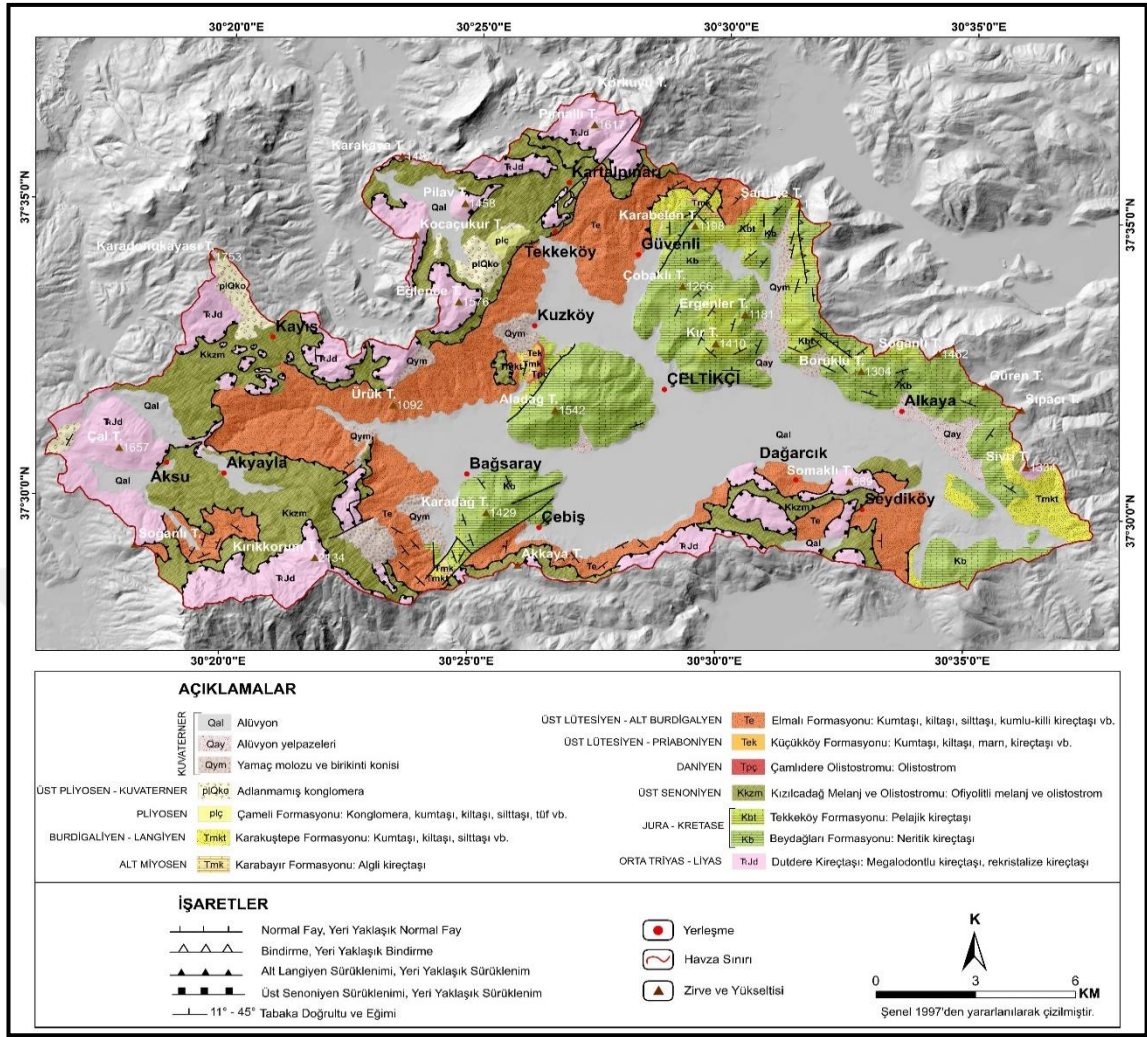
tektonik birlik haritaları ve stratigrafik kesitin yanı sıra jeolojik kesitler bu çalışmadan yararlanılarak oluşturulmuştur.

Araştırma sahasını oluşturan jeolojik birimlerin kapladığı alan ve yüzde oranları Tablo 1’de ayrıntılı olarak verilmiştir. Bu tabloya göre 277 km²lik bir alana sahip olan sahanın %50,7’si (140,4 km²) Mesozoyik, %20,1’i (55,4 km²) Tersiyer, %29,21’i (80,9 km²) Kuvaterner yaşlı birimlerden oluşmaktadır (Tablo 4).

Tablo 4: Araştırma sahasında yer alan jeolojik formasyonların karstik kaya sınıflandırmasına göre değerlendirilmesi (Cvijic 1960’e göre)

Zaman	Formasyon	Yüzde (%)	Alan (km ²)	Cvijic (1960)’e göre Karst sınıflaması
Kuvaterner	Alüvyon (Qal)	24.19	67	Karstik olmayan
	Alüvyon yelpazeleri (Qay)	1.08	3	Karstik olmayan
	Yamaç molozu ve birikinti konisi (Qym)	2.42	6.7	Karstik olmayan
	Adlanmamış konglomera (plQko)	1.52	4.2	Karstik olmayan
Tersiyer	Çameli Formasyonu (plç)	0.25	0.7	Karstik olmayan
	Karakuştepe formasyonu (Tmkt)	2.13	5.9	Karstik olmayan
	Karabayır formasyonu (Tmk)	0.22	0.6	Holokarst
	Elmalı formasyonu (Te)	17.36	48.1	Kısmi karst
	Küçükköy formasyonu (Tek)	0.07	0.2	Kısmi karst
	Çamlıdere olistostromu (Tpç)	0.07	0.2	Karstik olmayan
Mesozoyik	Kızılcaadağ melanj ve olistostromu (Kkzm)	16.25	45	Karstik olmayan
	Tekkeköy formasyonu (Kbt)	4.12	11.4	Holokarst
	Beydağları formasyonu (Kb)	15.67	43.4	Holokarst
	Dutdere kireçtaşı (TRJd)	14.66	40.6	Holokarst
Toplam		100	277	

Görüldüğü üzere araştırma sahasında Prekambriyen ve Paleozoyik yaşlı formasyonlar bulunmamaktadır. Genel olarak sahanın yüksek kesimlerini oluşturan dağlık ve platoluk alanlar Orta Triyas döneminden Miyosen dönemine kadar farklı yaşlardaki formasyonlardan oluşmaktadır. Birikim sahasını oluşturan polye tabanı ise Pliyosen ve Kuvaterner’e ait güncel formasyonlardan oluşmaktadır (Harita 3).



Harita 3: Çeltikçi Polyessi Havzası'nın jeoloji haritası.

1.1.1.1.Mezozoyik

Dutdere Kireçtaşı (TrJd)

Yersel Megalodonlu ve rekristalize kireçtaşlarından oluşan Dutdere Kireçtaşı (Ersoy, 1989), Orta Triyas-Liyas yaşlı olup bölgede Likya naplarının en üst yapısal birimi olan Domuzdağ napını da temsil etmektedir. Orta - kalın tabakalı olan birimin; yer yer masif, aşınma yüzeyi gri, açık gri, kırılma yüzeyi beyaz, kirli beyaz, bej, krem, yer yer megalodonlu veya algili rekristalize kireçtaşlarından meydana gelmiştir. Birimin üst düzeyinde ise yine orta-kalın tabakalı, gri, krem renkli kireçtaşları bulunur (Şenel, 1997: 12).

Dutdere kireçtaşı araştırma sahasında 40.5 km² alan kaplamakta olup sahanın yüzde %14.6'sını oluşturmaktadır. Formasyon genellikle sahanın kuzeybatı sınır bölgelerindeki yüksek alanlarda parçalı olarak yüzeylenir (Harita 3; Foto 3). Kırık ve çatlak sistemlerinin oldukça iyi gelişme göstermesinden dolayı formasyonun görüldüğü alanlarda karstlaşma zengin olup litolojik ve yapısal özellikler bakımından tam karstik (holokarst) alanları teşkil eder.



Foto 3: Kocaçukur Tepe doğusunda yol kenarında Dutdere kireçtaşı

Beydağları Formasyonu (Kb)

Orta kalın tabakalı, açık kahve, bej, gri, krem açık gri bazı yerlerde ise koyu gri olarak görülen Jura-Kretase yaşlı neritik kireçtaşlarından oluşan formasyona Beydağları formasyonu adı verilmiştir (Günay vd., 1982). Alt Kretase yaşlı kesiminde ince-orta tabakalı, gri, koyu gri bitümlü yüzey gözlemlenir. Formasyonun üst düzeyinde (Senomaniyen- Türoniyen?) ise rudist yama resifleri yaygınlık gösterir. Birim içinde yer yer dolomit, dolomitik kireçtaşı ve rekristalize kireçtaşlarına da rastlamak mümkündür (Şenel, 1997: 4).

Araştırma sahasında Karadağ, Aladağ ve Ergenler tepelerinde ve doğuda Alkaya köyünün kuzey kesimlerinde geniş yayılım alanı gösteren formasyon sık çözünme

boşluklarının yaygınlığından ötürü karstlaşmaya oldukça uygun olup bu formasyonun görüldüğü alanlarda çok sayıda dolin gelişmiştir (Harita 3; Foto 4). Formasyon sahada 43.4 km² alana sahip olup sahanın %15,7'sini oluşturmaktadır (Tablo 4). Litolojik ve yapısal özellikler bakımından formasyon, holokarst (tam karst) alanı içerisinde yer almaktadır.



Foto 4: Aladağ Tepe güneyinde Beydağları formasyonu

Tekkeköy Üyesi (Kbt)

Beydağları formasyonun üst kesiminde yer alan birim Şenel vd. (1989) tarafından Tekkeköy üyesi olarak adlandırılmıştır. Üye, tabanındaki Beydağları formasyonu ile çoğunlukla uyumsuz olup stratigrafik bakımdan üyede, genel olarak Türoniyen, bazen de Türoniyen-Alt Kampaniyen stratigrafik boşluğu bulunmaktadır Üye ince-orta yersel kalın tabakalı, bej, krem, gri, yeşilimsi gri, kirli sarı vb. renklerde yersel çört yumrulu ve kalkarenit ara düzeyli, ara sıra bol miktarda globotruncanalı mikritlerden oluşmaktadır. Birimin kalınlığı en fazla 300 metreye ulaşmaktadır (Şenel, 1997: 3).

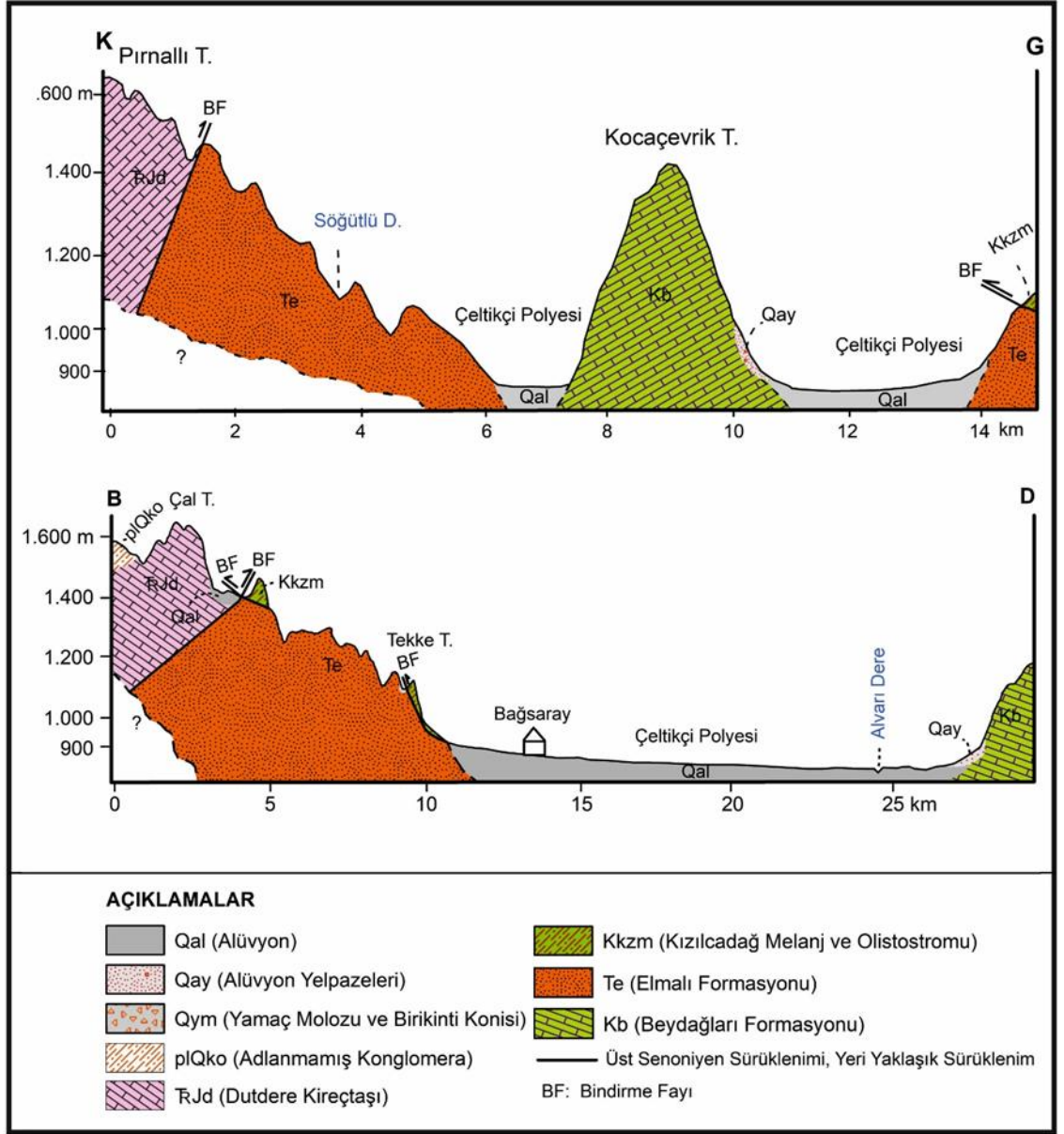
Birim, araştırma sahasında Kır Tepesi ve onun doğusundaki vadinin yamaçlarında yayılış gösterir (Harita 3). Alan olarak 11.4 km² yer kaplayan birim, çalışma alanının %4.1'ine karşılık gelmektedir. Pelajik kireçtaşlarından oluşan birim karstlaşmaya oldukça uygun olup bu birimin görüldüğü alanlar, karstik kaya sınıflaması bakımından tam karst (holokarst) alanları teşkil etmektedir.

Kızılcadağ Melanj ve Olistostromu (Kkzm)

Marmaris ofiyolit napının bir parçası olan formasyon birbirinden ayrı birimler olarak nitelendirilemediği için ofiyolitli melanj ve ofiyolitli olistostromdan meydana gelmektedir. Ofiyolitli melanj ve olistostromla temsil edilen birim, Poisson (1977) tarafından isimlendirilmiştir. Birimin melanj kısmı Permiyen yaşlı karbonat, Triyas-Kretase aralığında çökelmiş radyolarit, çörtlü kireçtaşı, neritik kireçtaşı ile bazalt, split, tuf, tüfit, gabro, diyabaz, harzburgit, dunit gibi bloklardan oluşmaktadır ve bunlar serpantinit bir hamur içerisinde yer alırlar (Şenel, 1997).

Formasyon, polyenin sınır bölgelerinde bir kuşak halinde ve yer yer parçalı olarak yüksek kesimlerde yani Kayış, Akyayla, Aksu ve Kartalpınarı köylerinin çevresinde Tekkeköy'ün kuzeyinde ve Dağarcık köyünün güneyinde yaygınlık gösterir (Harita 3). Sahada 45 km² alan kaplamakta olup sahanın %16.2'sini oluşturmaktadır (Tablo 4). Birim, Çal Tepe doğusunda Elmalı formasyonu üzerine bindirme faylarla itilmiştir.

Kızılcadağ melanj ve olistostromu Üst Kratese yaşlı olup yapısal ve litolojik özellikler bakımından karstik olmayan alanlar içerisinde yer almaktadır. Bundan dolayı bu formasyonun görüldüğü alanlarda karstlaşmaya pek rastlanmaz (Şekil 5).



Şekil 5: Araştırma sahasının farklı yönlerden alınan jeolojik kesitleri

1.1.1.2. Tersiyer

Çamlıdere Olistostromu (Tpç)

Alt bölümünde altta ince-orta tabakalı, bej, krem, gri, yeşilimsi gri, pembe, kirli sarı vb. renklerde mikrit, killi mikrit, kiltası, marn, kalkarenit, kumtaşı vb. kaya türlerini kapsayan birim, Poisson (1977) tarafından adlandırılmıştır. Birim; üstte Antalya naplarına (ofiyolit, radyolarit, çört, kireçtaşı, kumtaşı vb.) ve Beydağları Otoktonu'na (Üst Kretase) ait parçalar içeren olistostromdan meydana gelmiştir. Çamlıdere olistostromunun alt tarafı Tekkeköy üyesi geçişli olup üstten ise bazı yerde tektonik

olarak Antalya Napları, bazı yerde de Söbütepe ve Küçükköy formasyonları tarafından aşıl uyumsuzlukla örtülmüştür. Olistostromun kalınlığı ise 0-200 metre arasında değişmektedir (Şenel, 1997: 4).

Çamlıdere olistostromu araştırma sahasında Kuzköy'ün güneyinde 0.2 km² kadar küçük bir alanda yüzeyletim gösterir (Harita 3). Formasyon yapısal ve litolojik özellikler bakımından yarı karstik alanlar içerisinde yer almaktadır.

Küçükköy Formasyonu (Tek)

Poisson (1977) tarafından adlandırılan Küçükköy formasyonu; ince-orta-kalın tabakalı, kirlı beyaz, kirlı sarı, gri, krem, bej, yeşilimsi gri, pembe vb. renklerde marn, kıltaşı, kireçtaşı ve killi kireçtaşlarından oluşmaktadır. Birim içerisinde ara ara kalsitürbidit, kumtaşı, mikrit, kumlu kireçtaşı gibi düzeylere rastlamak mümkündür. Birimin taban kısmında yer yer orta-kötü boylanmalı konglomeralar görmek mümkündür. Formasyon, Alt Miyosen yaşlı Karabayır formasyonu ile uyumsuz olarak örtülür. Birimin kalınlığı ise en fazla 500 metreye ulaşır (Şenel, 1997: 6).

Araştırma sahasında Kuzköy'ün güneyinde 0.2 km²lik küçük bir alanda yayılış (Harita 3; Foto 5) gösteren formasyon, litolojik ve yapısal özellikleriyle holokarst (tam karst) sınıfı içerisinde yer almaktadır.



Foto 5: Küçükköy formasyonunun killi-marnlı kireçtaşları (Akyayla mevki)

Elmalı Formasyonu (Te)

Yeşilbarak Napını temsil eden Elmalı formasyonu, Önalın (1979) tarafından adlandırılmıştır. Formasyon ince-orta-kalın tabakalı, gri, koyu gri, bej, yeşilimsi gri, yeşil, kahve vb. renklerde kumtaşı ve şeyllerden meydana gelmektedir. Birimde aynı zamanda kumlu-killi kireçtaşı, kalkarenit vb. seviyeler mevcuttur. Bunlar aşırı deformasyon sayesinde makaslanmış bunun sonucunda da çoğu blok görünümü elde etmiştir. Birim büsbütün türbiditik nitelikte olup kendi içinde kıvrımlı, kırıklı ve ekaylı bir yapı teşkil eder (Şenel, 1997: 17).

Araştırma sahası sınırları içerisinde geniş alanlarda yayılış gösterir. Bu dağılışı 48.1 km² olup bu oran alanın %17.6'sını oluşturmaktadır (Harita 3). Formasyon orta Eosen-Alt Miyosen yaşlı olup litolojik ve yapısal özellikleri bakımından merokarst (kısmi karst) alan içerisinde yer almaktadır.

Karabayır Formasyonu (Tmk)

Algli kireçtaşlarından oluşan formasyon, Poisson & Poignont (1974) tarafından adlandırılmıştır. Birim orta-kalın tabakalı, gri, bej, krem, kirli sarı, bulunduğu yere göre koyu gri renkli algli kireçtaşlarından oluşup birim tabanında ise ara ara konglomeratik

kireçtaşı ve breşik kireçtaşları mevcuttur. Alglerin az olduğu alanlarda mercan konglomeraları yaygınlık gösterir. Sığ karbonat şelf ortamında çökelen formasyon yer yer lamelli, gastopod, ekinid gibi makro fosiller içerip üstte killi kireçtaşları ile son bulur. Tabanındaki tabaka ile açısal uyumsuzluk bulunan Karabayır formasyonu üstte Karakuştepe formasyonu ile geçişli olup kalınlığı en fazla 400 metreye ulaşır (Şenel, 1997: 6).

Araştırma sahasında bulunduğu yer olarak yine Kuzköy güneyinde 0.6 km²lik küçük bir alanda yüzeylenen Karabayır formasyonu karstlaşmaya uygunluk bakımından holokarst (tam karst) özellikler taşımaktadır (Harita 3).

Karakuştepe Formasyonu (Tmkt)

Genel olarak ince-orta-kalın tabakalı, gri, yeşilimsi gri, yeşil, bej, krem, açık kahve renkli kumtaşı, kiltası, silttaşı araldanmasından oluşan formasyon Poisson (1977) tarafından adlandırılmıştır. Ayrıca formasyon içerisinde yer yer kumlu-killi kireçtaşı, konglomera ve marn düzeylerine de rastlamak mümkündür. Formasyon türbidit akıntıların etkili olduğu yamaç-havza kenarı alanlarında çökelmiştir. Alt ile ilişkisi tedrici olarak geçişli olan formasyonun üst ile ilişkisinde tektonizma etkili olmuştur. Birimin kalınlığı ise en fazla 600 metreye kadar erişir (Şenel, 1997: 8).

Araştırma sahasının çoğunlukla Seydiköy doğusunda yüzeylenim gösteren formasyon, alanın 5.6 km²sini kaplar ve bu oran olarak %2.1'e karşılık gelir (Harita 3). Kumtaşı kiltası ve silttaşından oluşan birim litolojik ve yapısal özellikleri bakımından karstik olmayan alanlar içerisinde yer almaktadır (Tablo 4).

Çameli Formasyonu (plç)

Gölsel tortullarla temsil edilen formasyon, Erakman vd. (1982) tarafından adlandırılmıştır. Çameli formasyonu ince-orta-kalın tabakalı, beyaz, kirli beyaz, kirli sarı, açık gri, yeşil vb. renklerde kiltası, marn, konglomera ve kumtaşlarından oluşup birim içerisinde yer yer tüf ve tüfit düzeylerine de rastlamak mümkündür. Genel olarak göl ortamlarında çökelmiş olan formasyonun taban kısmında akarsu-bataklık ortam koşulları hâkim olmuştur (Foto 6). Birim, Likya Napları'nın üzerini açısal uyumsuz olarak örterken Kuvaterner yaşlı oluşuklar tarafından uyumsuz olarak örtülür.

Araştırma sahasında Tekkeköy'ün güneybatısında yaklaşık 0.7 km² alanda yüzeylenen gölssel tortullar ile temsil edilen formasyon (Harita 3) karstik kaya sınıflaması bakımından karstik olmayan alanlar arasında yer almaktadır (Tablo 4).



Foto 6: Kızılbucak Polyesi güneydoğusunda Çameli formasyonu (Konglomera ve kumtaşları)

1.1.1.3. Kuvaterner

Adlanmamış Konglomera (plQko)

Formasyon Pliyo-Kuvaterner yaşlı gevşek şekilde tutturulmuş karasal karakterdeki polijenik konglomeralardan meydana gelmiştir. Adlanmamış Konglomera, araştırma sahasının kuzey ve kuzeybatı kesiminde yükseltinin fazla olduğu alanlarda yer yer yayılım gösterir (Harita 3; Foto 7).



Foto 7: Kızılbucak Polyesi'nin güneyinden Pliyo-Kuvaterner yaşlı adlandırılmamış konglomera

Yamaç Molozu ve Birikinti Konisi (Qym)

Araştırma sahasında Kuzköy'ün doğusunda ve Bağsaray'ın güneybatı ve kuzeybatısında geniş alanlarda görülen yamaç molozları, yüksek eğimli yamaçlarda ve bu yamaçların eteklerinde yoğun olarak görülürler (Harita 3). Eğim yönünde çökelen bu malzemeler yer yer birikintiler oluşturmuşlardır. Yamaç molozları (döküntüleri) tutturulmamış ya da az tutturulmuş, çakıl ve blok yığınlarından meydana gelmiştir. Yer yer tutturulmuş halde bulunur, ancak çoğunluğu gevşek olan formasyon yaklaşık 6.7 km² alana sahip olup sahanın %2.4'ünü oluşturmaktadır.

Alüvyon Yelpazeleri (Qay)

Araştırma sahasının batısında bulunan Akkaya köyünün güney ve güneydoğusunun yanı sıra Kır Tepe'nin doğu eteklerinde yayılım göstermektedir (Harita 3). Alüvyon yelpazeler daha çok blok, çakıl ve çamur birikintilerinden oluşan birim sahada yaklaşık 3 km² alana sahip olup sahanın %1.08'ini oluşturmaktadır.

Alüvyon (Qal)

Araştırma sahasında Çeltikçi Polyesi, Kızılbuca Polyesi ve Aksu-Akyayla Polyesi'nin tabanları bütünüyle alüvyonlarla örtülmüştür. Alüvyonlar genellikle kil-mil boyutunda olan yuvarlak ve köşeli malzemelerin yanı sıra blok, çakıl ve çamur birikintilerinden meydana gelen alüvyonlar, 67 km² alanla sahanın %24.1 ile en geniş alanı kaplar (Harita 3; Tablo 4; Foto 8).

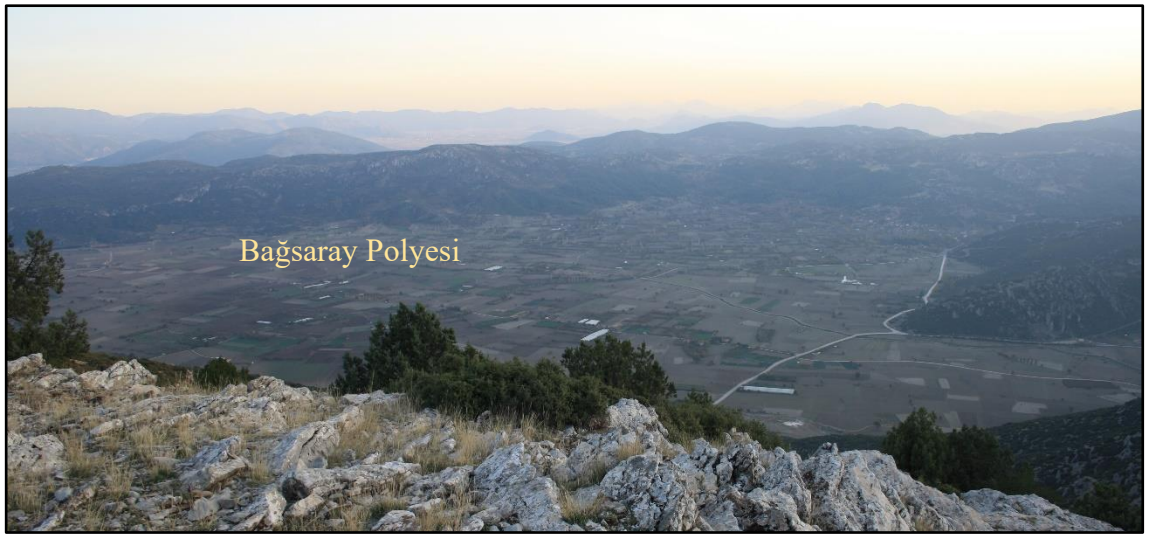


Foto 8: Alüvyon tabana sahip Bağsaray Polyesi

2.1.2. Tektonik Özellikler ve Jeolojik Evrim

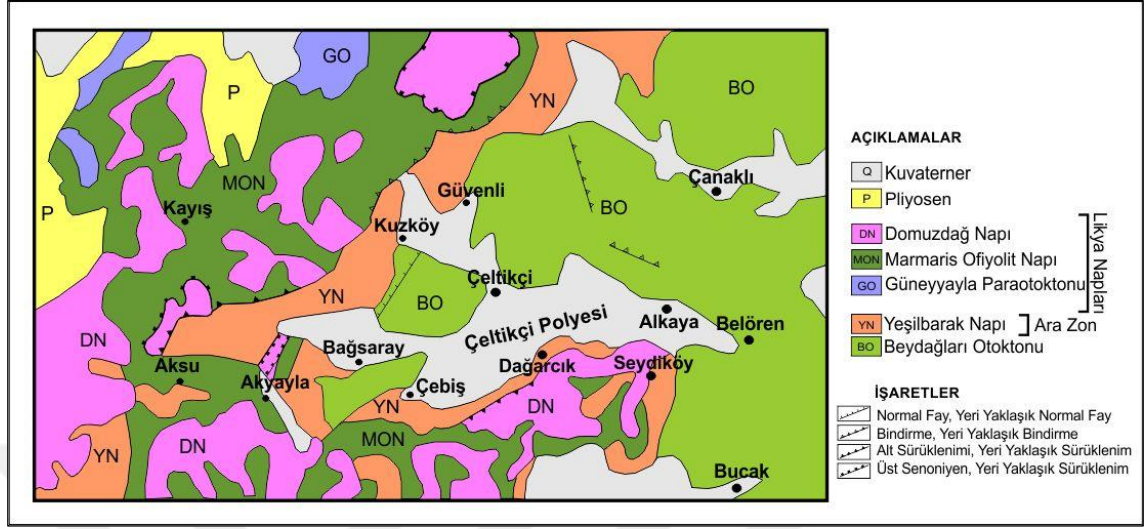
Türkiye, Mesozoik ve Tersiyer’de meydana gelen tektonik olaylar sonucunda Afrika- Arap plakalarının Anadolu’ya çarpmasının ve kuzeye doğru sıkıştırması ile kuzeydeki Avrupa levhasının itmesinin bir eseri olarak şekillenmiştir (Şengör, 1980). Anadolu’nun tektonik - orojenik gelişme kuzeyden güneye yavaş bir gelişmeye sahip olup Tektonik birlikler bakımından Pontidler, Anatolidler, Toridler ve Kenar Kıvrımlar Bölgesi olmak üzere 4 bölümden oluşmaktadır (Ketin, 1966: 31-32). Bu bağlamda araştırma sahası olan Çeltikçi Polyesi Havzası, Toridler kuşağının içerisinde yer almaktadır. Toros karbonat kuşağının batı bölümünde yer alan araştırma sahası Alpin orojenezinin Laramiyen safhasında meydana gelen tektonik gelişmelerden dolayı deformasyona uğramıştır (Foto 9). Üst Kretase’de okyanus kabuk parçasının kıta kabuğa bindirmesi sonucunda bir araya gelen Likya Napları Orta Miyosen’de altlarına Yeşilbarak napını alarak bölgedeki otokton konumlu Beydağları Otoktonunun üzerine uyumsuz olarak yerleşmiştir (Şenel, 1997: 18).



Foto 9: Çeltikçi Polyesi Havzası’nda farklı tektonik kuvvetlerin meydana getirdiği kıvrımlar (Dağarcık köyünün güneyi)

Havza sınırına karşılık gelen KKD-GGB doğrultusunda uzanan Çeltikçi antiklinalinin varlığı DGD-BKB yönlü sıkıştırmaya uğradığının bir kanıtıdır. (Hançer, 1996: 152). Ege grabenleşme sahası ile Batı Torosların hem gerilme hem sıkışma tektonik hareketlerin meydana geldiği bölgenin tam sınırında yer almaktadır. Dolayısıyla bölge

tektonik özellikler ve gelişim bakımından oldukça karmaşık bir yapıya sahiptir (Harita 4).



Harita 4: Araştırma sahasında yüzeylenen tektono-stratigrafi birimlerinin yayılımı (Şenel, 1997'den düzenlenmiştir)

Pliosen'e veya Pliosen sonlarına gelindiğinde bölgede meydana gelen çekme tektoniği denetiminin etkisiyle doğrultu atımlı faylar ve yarı horst – yarı graben özelliği gösteren D-B yönlü ve K-G yönlü doğrultulu normal faylar gelişmiştir (Foto 10).

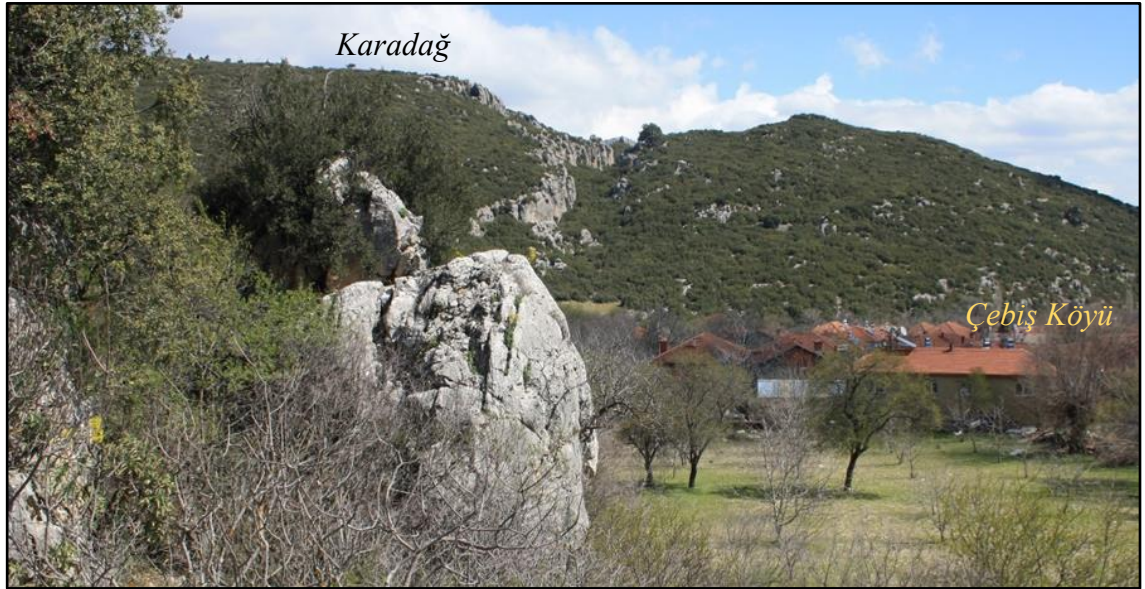


Foto 10: Çeşiş köyü batısında Karadağ'ın doğu yamacındaki KD-GB yönlü fay

Araştırma sahasına güneyden bindirme ile gelen birimler polyenin güneyindeki dağ sıralarında çok fazla dikliklerin oluşmasına neden olmuştur. Bu bindirme alınları sayesinde sahada çok fazla alanda kornişlerin oluşumunu sağlamıştır (Foto 11).



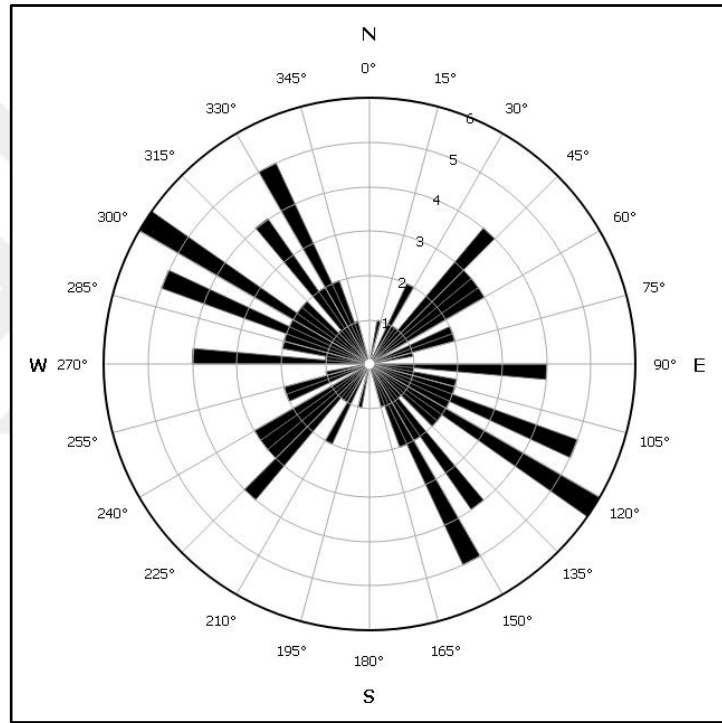
Foto 11: Çebiş köyünün güneyindeki tepelerin Çeltikçi Polygesi'ne bakan yamaçlarında kornişler

2.1.3. Yapısal Özelliklerin Karstlaşmaya Etkisi

Litolojik olarak karstlaşmaya elverişli alanlarda meydana gelen başlıca süreksizlikleri oluşturan diaklaz ve fayların yanı sıra kıvrımlar, epirojenik hareketler ve tektonik hareketlerin seyri karstlaşmayı etkileyen yapısal faktörleri oluşturur (Tuncer, 2018: 92).

Zayıf direnç alanları olarak tabir edilen diaklazlar, birbirini kesen diaklaz sistemleri, faylar, klivaj ve tabakalaşma yüzeyleri, karstlaşmada etkili olan geçirimsizlik için önem arz eder. Dolayısıyla karstik kayalarda karstlaşma bu zayıf direnç zonlarını takip ettiği için karstlaşmanın yönelimleri üzerinde belirleyici bir etkiye sahiptir (Erinç, 2012b: 112). Taşın oluşumuna bağlı olarak çatlak veya yarıklarla birlikte tektonizmanın eseri olan kıvrılmalar, kırılmalar ve bir tarafa eğimlenmeler karstlaşmayı etkilemektedir. Eğer kalkerlerin yarık ve çatlakları olmasaydı karstlaşma çok güçleşirdi. Çünkü karstik alanlarda sürekli bir su sirkülasyonunun varlığı her zaman ve her kesimde bulunması gerekir (Pekcan, 2019: 24). Karstik bölgelerde çatlaklar içerisine kolaylıkla giren suyun hareketi ve yönelimi, dolayısıyla karstlaşmanın hızı ve yönelimi bu yarık ve çatlaklara bağlıdır. Araştırma sahasında Alt Miyosen öncesinde meydana gelen D-B yönlü çekme-gerilme tektoniğiyle önce K-G sonra KB-GD doğrultulu normal faylar meydana gelmiştir. Alt Miyosen (Burdigaliyen) sonrası meydana gelen D-B yönlü sıkıştırma hareketleri sahada zayıf direnç zonlarının oluşmasında belirleyici olmuştur. Bu tektonik olayların sonrasında Pliyosen'de meydana gelen faylanmalar kırık ve çatlakların yönelimi üzerinde etkili olup saha karmaşık bir yapıya sahiptir (Harita 5). Sahadaki bu

Nitekim yaşı Pliyosen veya sonrası olarak kabul edilen ve yaklaşık D-B yönlü bir çekme tektoniği etkisiyle oluşmuş Erendağı fayı, KD-GB doğrultulu faylar tarafından kesilmiş ve üç parçaya ayrılmıştır. Ergenler fayı ve Güvenli köyü doğusunda bulunan, Erendağı ve Ergenler faylarına paralel uzanan yaşı Miyosen sonrası veya Pliyosen olarak kabul edilen, D-B yönlü bir çekme tektoniği etkisiyle oluşan Güvenli köyü fayı (Hançer, 1996: 165-167) sahanın oldukça karmaşık bir yapı kazanmasını sağlamıştır. Araştırma sahasında meydana gelen farklı tektonik hareketlerden dolayı tabaka doğrultuları daha çok KB-GD olmakla beraber yönelimleri farklılık göstermektedir (Şekil 6). Sahanın böylesine karmaşık yapısının üzerinde karstik gelişim şekilleri oluşum olanağı bulmuştur.



Şekil 6: Çeltikçi Polyesi Havzası'nın tabaka doğrultularının yönelimleri

2.2. Jeomorfolojik Özellikler

Jeolojik faktörler (birincil etmenler) karstik şekillerin oluşumunda, dağılımda ve yer belirleyici iken ikincil faktörlerden olan jeomorfolojik etkenler ise karstlaşmanın gelişimi ve evriminin tanımlanmasında önemli rol oynar (Tuncer, 2018: 95).

2.2.1. Morfolojik Taban Düzeyi (MTD)

Jeomorfolojide kaide seviyesi veya taban seviyesi olarak adlandırılan saha; normal flüvyal aşınım bölgelerinde herhangi bir akarsuyun aşındırabileceği en son yeri oluşturur. Bu bölümden itibaren akarsu daima geriye doğru aşındırma faaliyeti gösterir

(Pekcan, 2019: 94). Morfolojik taban düzeyi geçici (yerel) ve devamlı (daimî) olarak ikiye ayrılan taban düzeyi herhangi bir bölgenin jeomorfolojik gelişimini kontrol eder. Geçici taban seviyesi; ova ve göl tabanı, nehir yatağı veya geçirimsiz bir birimden oluşabilir. Herhangi bir bölgede birden fazla geçici taban seviyesi de bulunabilir. Geçici taban seviyelerinin bağlandığı denizler ise daimî taban seviyesini oluşturur. Morfolojik taban düzeyi karstlaşma üzerinde dolaylı bir etkiye sahiptir. Morfolojik taban düzeyinin alçalması veya yükselmesi kendisine bağlı akarsuların aşındırma hareketini ve bu akarsular da karstik bölgelerin yeraltı sularını kontrol eder (Nazik, 1992: 130; Tuncer, 2018: 96).

Araştırma sahasında geçici taban seviyesi konumunda olan en önemli MTD, Çeltikçi-Bağsaray-Kuzköy polye sistemini taban kesimleridir. Bu polye havzası da Onaç Çayı ve kolları aracılığıyla Bucak Polyesi'ne drene olur. Onaç Çayı'nın suları araştırma sahasının güneyinde bulunan Kestel düdenlerine drene olur, oradan da Akdeniz daimî taban seviyesine ulaşır.

Araştırma sahasının kuzeyinde yer alan Kızılbucak Polyenin içerisinde ise düdeni bulunur. Genel olarak araştırma sahasının batısında karstik kaynaklar yoğunluk gösterir. Araştırma sahasının morfolojik taban düzeyinin belirlenmesinde Üst-Pliyosen'deki meydana gelen tektonik hareketler etkili olmuştur.

2.2.2. Karstik Taban Düzeyi (KTD)

Karst taban düzeyi herhangi bir bölgede karstlaşmanın gelişimini ve derinliğini belirlediği için karst morfolojisinde önemli bir faktördür. Özellikle tektonik hareketlerin etkili olduğu bölgelerde, alçalıp yükselmelere bağlı olarak karst taban düzeyi sıklıkla inip çıkmakta ve sonunuç olarak karstlaşmanın seyrini etkilemektedir (Nazik, 1986: 73). Bu düzey karbonatlı kayaçların altında veya aralarında yer alan litolojik olarak geçirimsiz, karstlaşmaya uygun olmayan formasyonlar karst taban düzeyini meydana getirir. Flüvyal süreçler geçici veya daimî taban seviyesine bağlı olarak gelişim gösterirken karstik gelişim bu düzeylerden bağımsızdır. Karst taban düzeyi, morfolojik taban düzeyinin altında veya üstünde yer alabilir (Nazik, 1992: 131). Karst taban düzeyi, morfolojik taban düzeyinden yukarısında ise karstik birimin kalın olmadığı bölgelerde sıkı karst gelişim gösterir. Bu alanlarda karstik birimin kalın olmamasından ötürü karstik oluşumlar derine doğru olmayıp yanal yönlü gelişir. Buna karşılık karst taban düzeyinin, morfolojik taban

düzeyinden aşağıda olduğu alanlarda derin karst gelişir. Karstik birimlerin kalın olmasından dolayı bu alanlardaki karstik şekiller mikro karstik şekillerden makro karstik şekillere bütün karstik şekillerin oluşumuna uygundur (Nazik, 1992: 132; Tuncer, 2018: 99). Araştırma sahasında dağların yüksek kesimlerinde yer alan fosil mağaralar buradaki karst taban düzeyinin alçaldığını göstermektedir (Foto 12). Batı bölümündeki karstlaşmanın yoğun olması buradaki karstik kayaların kalınlığının doğuya göre daha kalın olmasıdır.

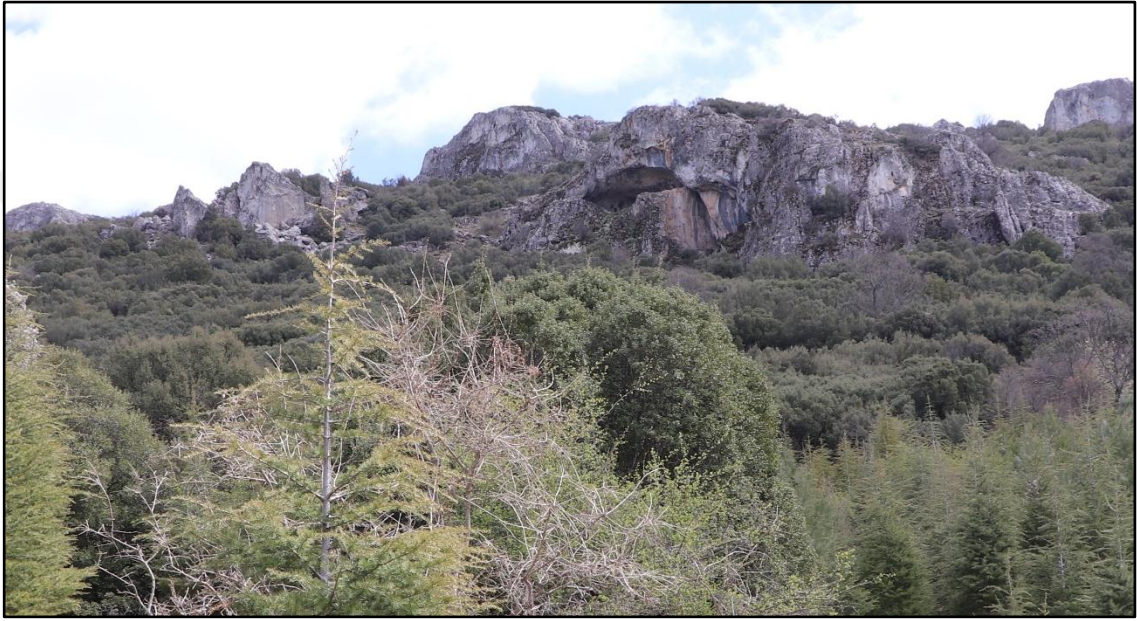


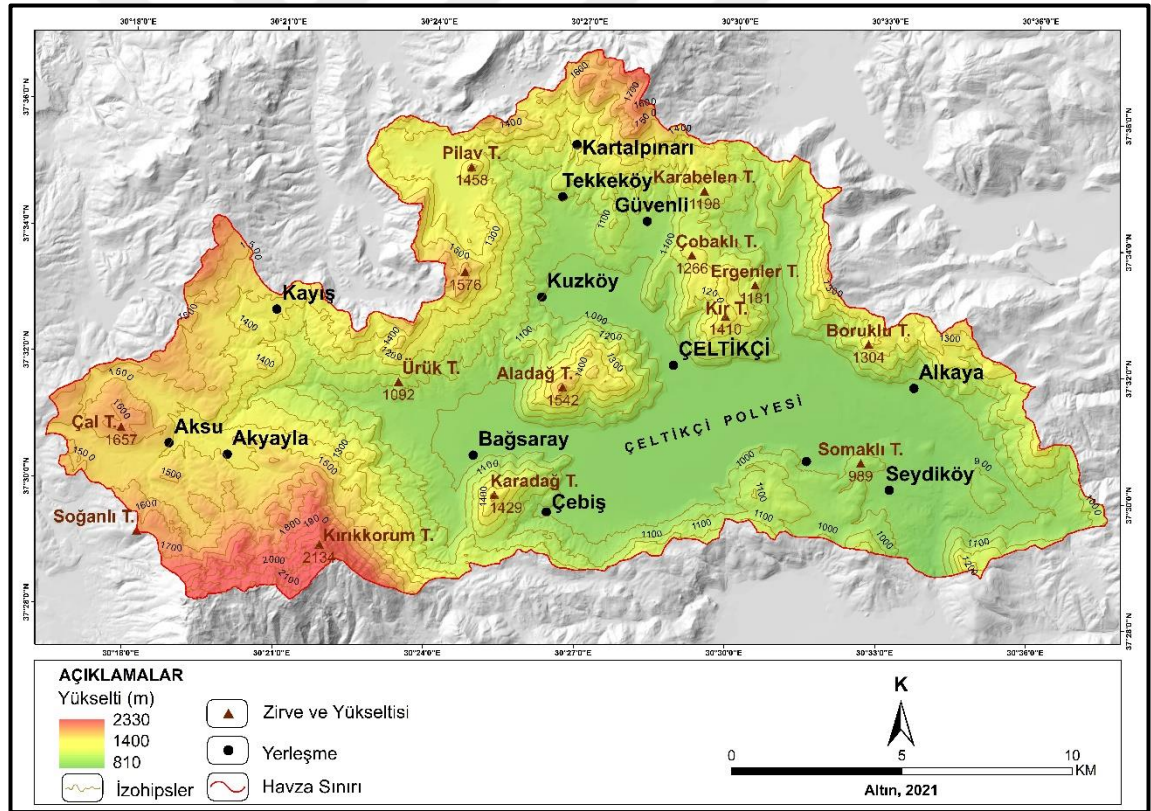
Foto 12: Çebiş köyünün güneyindeki bindirme alınlarında gelişmiş fosil mağara ağzı

2.2.3. Yükselti Koşullarının Karstlaşmaya Etkisi

Yüksek alanlara çıkıldıkça karstik şekillerin gelişimleri yoğunluk kazanmaktadır. Anadolu’da da Batı ve Orta Toroslar Bölgeleri’nde karstik oluşumların zenginliği açık bir şekilde görülmektedir. Tüm Akdeniz sektörü düşünüldüğünde Alpin orojenik hareketler sayesinde yükselen sahalarda karstlaşmanın hızı yükselmelerle doğru orantılı olarak artış göstermektedir. Yükselmeye bağlı olarak yüzey suları derine doğru yönelme eğilimi göstermeleri sonucunda yüzeyde susuz karst alanlarının meydana gelmesine neden olmuştur (Pekcan, 2019: 27). Yükseltinin artmasıyla doğru orantılı olarak yağış miktarında artış görülür ve karstlaşmayı olumlu yönde etkiler. Ancak yükselti artışına ters orantılı olarak sıcaklık değerleri düşer. Bunun sonucunda kar yağışlarının miktarında artışlar görülür ve karın karstik zeminde kalma süresinin artmasını sağlamaktadır.

Çeltikçi Polyesi Havzası'nda karstlaşma, havza sularının bir kısmını yer altına drene eden düdenlerden, Mesozoyik yaşlı neritik kireçtaşlarından oluşan yükseltisi 1331 metrelere varan tepelere kadar gelişim göstermektedir.

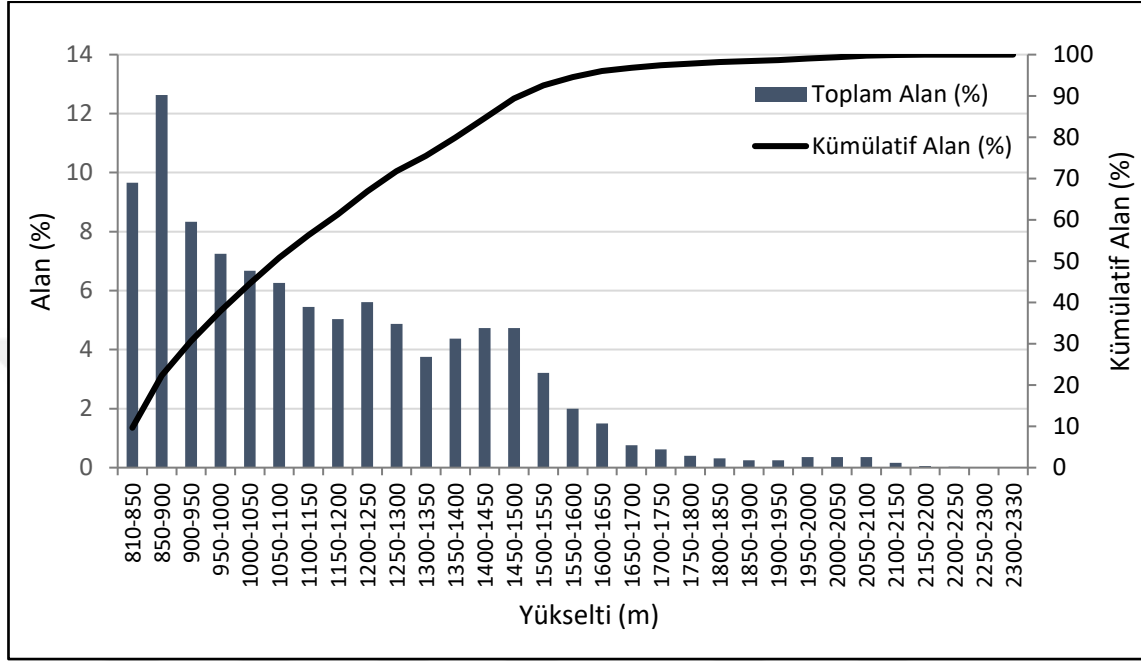
İnceleme alanının yükselti aralığı 810 - 2330 metreler arasındadır; ortalama yükseltisi ise 1570 metredir. Sahanın yükseltisine genel olarak bakıldığında doğudan batı ve güneybatıya doğru gidildikçe yükselti değerleri artmaktadır. Yükselti basamakları içerisinde en alçak yere sahip olan polye tabanı ise güneydoğudan iki kol şeklinde kuzey ve batıya doğru uzanmaktadır. Sahada yükseltisi en yüksek olan tepe güneybatı sınırında yer alan 2331 m ile Rahatkaya Tepe'dir. Sahanın önemli yüksekliklere sahip tepelerini ise Pilav T. (1458 m), Karabelen T. (1198 m), Körkuyu T. (1663 m), Ürük T. (1092 m), Aladağ T. (1542 m), Çal T. (1657 m), Karadağ T. (1429 m), Kır T. (1410 m) ve Kırıkkorum T. (2134 m) oluşturmaktadır (Harita 6).



Harita 6: Çeltikçi Polyesi Havzası yükselti basamakları haritası

Çalışma alanının yükselti özelliklerinin ortaya konulması adına yükselti aralıklarının sahada kapladıkları alanların oranları hesaplanmıştır. Sayısal yükselti modelinden yararlanılarak elde edilen 50'şer metre aralıklı yükselti basamaklarının alansal dağılımlarına göre; 810 ile 1500 metreler arasında olan alanların toplamı sahanın

%89,3'ünü oluşturmaktadır. Sahada 810-1000 metreler arasındaki alanlar ise %37.8 ile en fazla oransal değere sahiptir. Bu alan aynı zamanda sahanın polye tabanı olarak ifade edilen en alçak kesimleri oluşturur. Polye tabanı genel olarak düze ve düze yakın şekiller barındırmaktadır (Şekil 7).



Şekil 7: Çeltikçi Polyesi Havzası yükselti basamakları frekansı ve kümülatif dağılımı

2.2.4. Eğim Koşularının Karstlaşmaya Etkisi

Topoğrafyanın stratigrafik özellikleri ve aşınım olaylarının bir çıktısı olarak ifade edilen eğim; karstlaşmanın şeklini etkileyen önemli bir etkidir. Karstik bölgelerde Eğim derecelerinin suların karbonat kayalar üzerinde kalma sürelerini belirleyerek farklı şekiller meydana getirir (Nazik, 1992: 134). Topoğrafyada bulunan çok kuvvetli yamaç eğimleri sızmayı ve karstlaşmanın oluşumunu güçleştirir. Buna karşılık az eğimli veya düz yüzeyler sızmayı geniş ölçüde kolaylaştırarak karstlaşmaya olanak sağlar (Erinç, 2012b: 120). Tabaka eğimlerinin çok olduğu alanlarda olduğu gibi eğimin çok az olduğu alanlar da karstlaşma için fazla uygun değildir. Çünkü eğimin çok az olduğu alanlarda suyun hareketi kısıtlanıp sirkülasyonun oluşması engellenir ve karstik kayalarda çözünme güçleşir (Pekcan, 2019: 26). Dolayısıyla eğimin etkisi, durumuna göre karstlaşma üzerinde olumlu veya olumsuz olarak kendini gösterir.

Araştırma sahası olan Çeltikçi Polyesi Havzası'nın eğimi üzerine yapılan analizler sonucunda yükseltinin arttığı alanlar ve polyelerden yüksek alanlara geçiş kesimlerinde

eğim değerlerinde artış görülürken eğim değerlerinin düşük olduğu alanlar ise polye tabanlarına, Pliyosen aşınım yüzeyi parçalarına ve vadi tabanlarına karşılık gelmektedir (Foto 13).



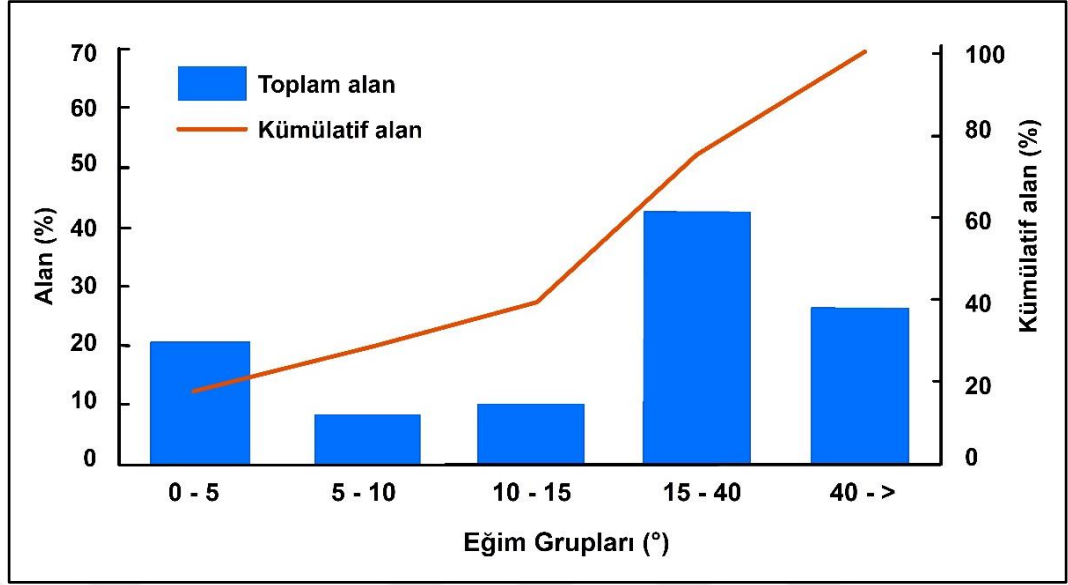
Foto 13: Aladağ'ın kuzey yamacından bir görünüm

Araştırma sahasının eğim haritasının oluşturulması için Harita Genel Müdürlüğü'nden temin edilen 1/25.000 ölçekli haritalardan ArcGIS ortamında üretilen sayısal yükselti modelinden yararlanılarak oluşturulmuştur. Arazinin eğim özelliklerinin sınıflandırılması ise Tunçdilek (1985) dikkate alınmıştır (Tablo 5).

Araştırma sahasının genel eğim değerleri incelendiğinde ortalama eğimi yaklaşık 20°'dir. Havzanın %65'inin eğim değeri 15°nin üzerinde olduğu görülmektedir. Çalışma sahasında en fazla yer kaplayan eğim sınıfı %40,8 ile dik eğimli olarak tasnif edilen 10 – 15° aralığıdır. Havzada en az yer kaplayan eğim sınıfı ise %7,2 ile orta eğimli olarak tasnif edilen 5 – 10° aralığıdır (Tablo 5; Şekil 8).

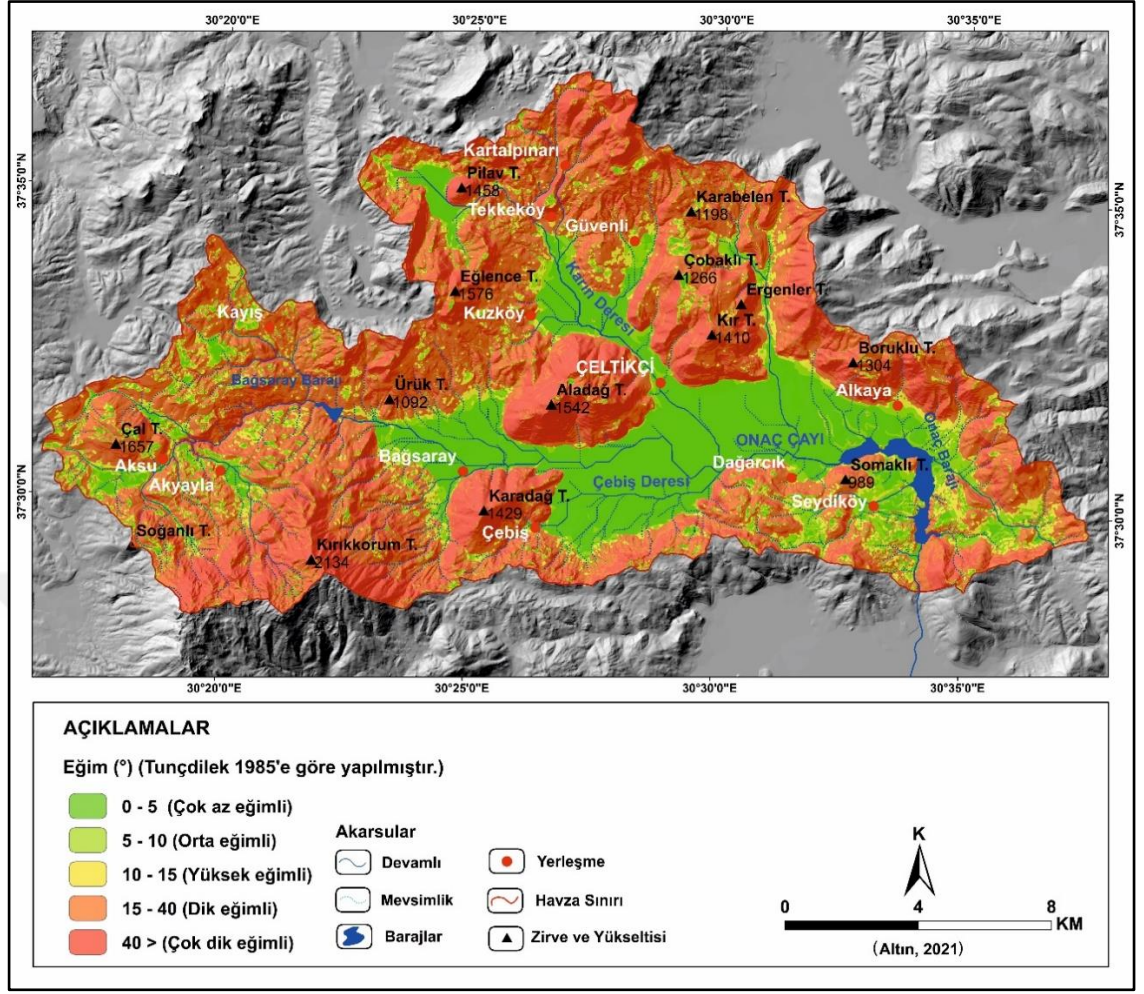
Tablo 5: Araştırma sahasının eğim değerleri sınıflandırılması (Tunçdilek, 1985'e göre)

Eğim Değerleri	Eğim Tanımlaması	Kapladığı Alan (%)
0 - 5	Çok az eğimli	20,2
5- 10	Orta eğimli	7,2
10 - 15	Yüksek eğimli	7,6
15 - 40	Dik eğimli	40,8
40 ve üzeri	Çok dik eğimli	24,2



Şekil 8: Araştırma sahasının eğim grupları frekansı ve kümülatif dağılımı

Çalışma alanının kuzeyinde ve batısında Onaç Çayı'nın kollarının açtığı vadi tabanları ve orta kesimde yer alan Çeltikçi Polyesi eğimin çok az olduğu sahaları oluşturmaktadır. Sahanın güneybatı kesimindeki Konarısivri Tepesi (2188 m), orta kesimde yer alan Karadağ Tepesi (1429 m) ve Aladağ Tepesi (1542 m) çevreleri, batıda Kayış köyü çevresi, kuzeyde Tekkeköy ve Kartalpınarı köyleri çevreleri ve doğuda Akyayla köyünün çevresi çok dik eğimli sahaları oluşturmaktadır (Harita 7).



Harita 7: Çeltikçi Polyesi Havzasının eğim haritası

2.2.5. Bakı Özelliklerinin Karstlaşmaya Etkisi

Bakı bir yerin güneşlenme şiddetini ve süresi üzerinde etkili olduğu için bakı yönlerindeki farklılık da sıcaklık farklılıklarına neden olmaktadır. Dolayısıyla oluşan sıcaklık farklılıkları da karstlaşma hızı ve sürekliliği üzerinde etkili olmaktadır.

Ülkemiz coğrafi konumu itibarıyla kuzey yarımkürede yer almasından dolayı genel olarak güneye bakan yamaçların güneşlenme süresi uzun süreli olmasının yanı sıra hızlı ısınmaktadır. Çeltikçi Polye Havzası coğrafi konumu bakımından Akdeniz Bölgesi'nde yer aldığı için güneşlenme süresi uzundur. Bakı faktöründen dolayı inceleme alanın güneye bakan yamaçları ile kuzeye bakan yamaçları arasında nemlilik oranı, yağış miktarı ve türü, güneşlenme süresi, bitki örtüsü türü ve yoğunluğu gibi unsurların farklılıkların değerlendirilmesinde önemlidir. Nitekim çalışma sahasının güneye bakan yamaçlarında güneşlenme süresi fazla olduğundan bitki örtüsü bakımından yoğunluk

görülürken kuzey yamaçlarında daha seyrekler. Dolayısıyla bitki örtüsünün yoğun olduğu alanlar karstlaşma gelişimini olumlu yönde etkilemektedir (Foto 14).



Foto 14: Pilav Tepe ve güney yamaçları

Havzanın bakı özellikleri incelendiğinde bakı yönlerinin dağılımında çeşitlilik olduğu görülmektedir. Havzada hâkim bakı yönleri; güneydoğu, güney ve doğudur (Harita 8). Araştırma sahasında bakı yönlerinin kapladıkları alanların dağılımına bakıldığında en yaygın görülen bakı yönünün güney sınıfı olduğu görülmektedir. Güney sınıfı 40,3 km²lik alan ile havzanın %15,9'una karşılık gelmektedir. Havzada en az görülen bakı sınıfı olan kuzey ise 23,3 km²lik alana sahip olup havzanın %7,5'lik alanına karşılık gelmektedir (Tablo 6).

Tablo 6: Araştırma sahasının bakı yönü ve oransal dağılışı

Bakı Sınıfı (°)	Alan (km ²)	Yüzde (%)
Düz	24,2	8,7
Kuzey	20,9	7,5
Kuzeydoğu	35,2	12,7
Doğu	36,2	13
Güneydoğu	43,1	15,9
Güney	40,3	14,5
Güneybatı	28,9	10,4
Batı	24,9	8,9
Kuzeybatı	23,3	8,4

Araştırma sahasının iklim özelliklerinin meydana gelmesinde sahasının matematik konumu ve coğrafi faktörleri belirleyici rolü oynamıştır. Çalışma alanı Akdeniz iklimi ile İç Anadolu'nun karasal iklimi arasındaki geçişi temsil eden Akdeniz ardı geçiş iklimi (Atalay, 2011) bölgesinde yer almaktadır. Akdeniz ardı geçiş iklimi, yazları sıcak ve kurak kışları ılık ve yağışlı, yarı kurak-yarı nemli bir iklime sahiptir.

Araştırma sahası sınırları içerisinde Çeltikçi (927 m) ve Seydiköy (875 m) meteoroloji istasyonları ve araştırma sahasının yakın çevresinde yer alan Ağlasun (1138 m) meteoroloji istasyonu bulunur. Ancak bu istasyonların gözlem yılları kısa sürelidir. Bu nedenle araştırma sahasının iklim özellikleri belirlenirken 1965-1999 ve 2004-2014 yılları arasında gözlem yapan Bucak (850 m) ve 1960-2020 yılları arasında gözlem yapan Burdur (957 m) meteoroloji istasyonlarının verileri kullanılmıştır (Tablo 7). Bucak istasyonu 1965-1999 gözlem yapmış ancak 1999-2004 yılları arasında 4 yıl bilinmeyen sebeplerden ötürü herhangi bir veri işlememiştir. Dolayısıyla çalışma içerisindeki yorumlama ve grafikler 1999-2004 yılları arasındaki verilere ulaşamadığı için gözlem yapılan yıllar değerlendirmeye alınmıştır. Ancak bu istasyon 2015'te ilçenin hemen kuzendeki Seydiköy taşınmasıyla burada "Seydiköy meteoroloji istasyonu" ismiyle faaliyetine devam etmiştir. Bu nedenle araştırma sahasının iklim özelliklerini saptamak adına bu iki istasyonun verileri birbirinin devamı niteliğinde olduğu düşünülerek (Bucak-Seydiköy) birlikte değerlendirilmeye alınmıştır.

Tablo 7: Araştırma sahası ve çevresinde bulunan meteoroloji istasyonlarının bilgileri

İstasyon Adı	İstasyon No	İlçe	Rakım (m)	Gözlem Yılı	Enlem	Boylam
Çeltikçi	18311	Çeltikçi	927	2015-2020	37.5642	30.4425
Seydiköy	17894	Bucak	875	2015-2020	37.4930	30.5617
Bucak	7538	Bucak	850	1965-1999/ 2004-2014	37.4931	30.5617
Burdur	17238	Merkez	957	1960-2020	37.7220	30.2940
Ağlasun	18112	Ağlasun	1138	2013-2020	37.6364	30.5197

Kaynak: Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü

2.3.1. Sıcaklık

İklim elemanlarından olan sıcaklık karstlaşma üzerinde doğrudan ve dolaylı olarak etkili olmaktadır. Örneğin sıcaklığın 0°C'nin altına düşerek suyun donması karstik gelişimi sınırlandırmaktadır. Ayrıca suyun donma ve çözülmesine bağlı olarak lapyaların

tahrip olmasına sebep olabilmektedir. Kış aylarında yaşanan kar yağışları, karın uzun süreli yerde kalması ve bahar aylarına gelindiğinde bu karların erimesi sıcaklık değerine bağlıdır. Nitekim bahar aylarında eriyen kar suları yüksek oranda CO₂ içerdiklerinden karstlaşmayı olumlu bir şekilde etkiler. Ayrıca sıcaklığın artması reaksiyon hızını artırdığından karstlaşma üzerinde yine olumlu yönde etkili olmaktadır (Demirağ, 2012: 13). Araştırma sahası bulunduğu yarım küre itibariyle bahar aylarında artmaya başlayan sıcaklıklar karların erimesi karstlaşma üzerinde olumlu yönde rol oynamaktadır.

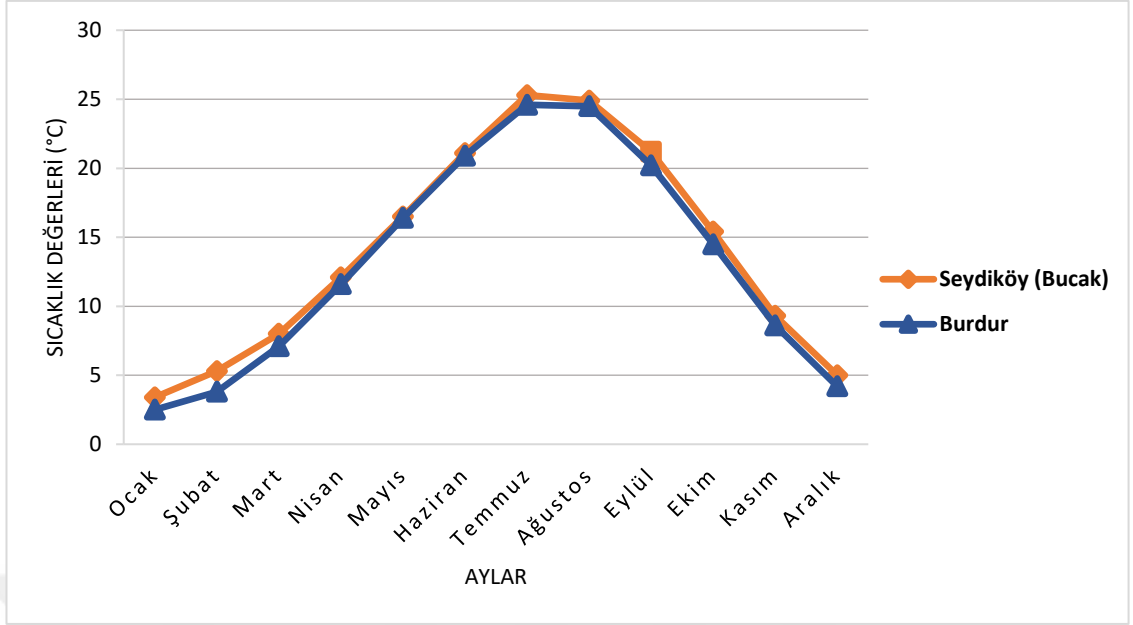
Çalışma sahasının sıcaklık özelliklerinin belirlenmesi için istasyonların verilerine göre yıllık sıcaklık ortalaması Bucak-Seydiköy’de 14°C ve Burdur’da 13.2°C’dir (Tablo 8).

Tablo 8: Seydiköy-Bucak (50 yıl) ve Burdur (61 yıl) meteoroloji istasyonları aylık ve yıllık ortalama sıcaklık değerleri (°C)

İstasyon	Aylar												Yıllık Ortalama Sıcaklık (°C)
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	
Seydiköy-Bucak	3.7	5.3	8.0	12.2	16.7	21.5	25.5	25.3	21.1	15.1	9.4	5.3	14
Burdur	2.5	3.8	7.1	11.6	16.4	20.9	24.6	24.5	20.2	14.5	8.6	4.2	13.2

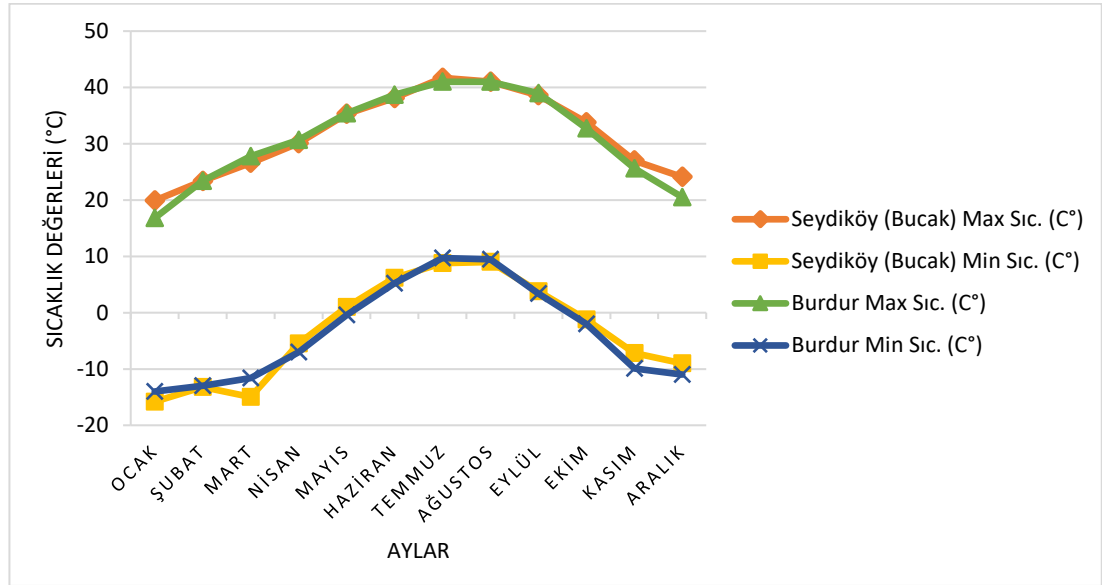
Kaynak: Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü

Burdur ve Bucak-Seydiköy meteoroloji gözlem istasyonlarından alınan ortalama sıcaklık değerlerinden yararlanılarak araştırma sahasının yüksekliğine göre yıllık ortalama sıcaklık haritası oluşturulmuştur (Harita 9). Elde edilen bu haritaya bakıldığında genel olarak sahanın batı ve kuzeyini oluşturan yüksek alanlar sıcaklık ortalamalarının en düşük olduğu yerlerdir. Polye tabanına karşılık gelen alçak kesimler ise sıcaklık ortalamalarının en yüksek olduğu yerlerdir (Harita 9).



Şekil 9: Seydiköy-Bucak (50 yıl) ve Burdur (61 yıl) meteoroloji istasyonlarının aylık sıcaklık ortalamalarının verilerine göre oluşturulmuş çizgi grafik

Bucak-Seydiköy ve Burdur meteoroloji istasyonlarının aylık ortalama sıcaklık grafiği incelendiğinde araştırma sahasında en yüksek sıcaklık değerleri yaz mevsiminde temmuz ve ağustos aylarında görülürken en düşük sıcaklık değeri ise kış mevsiminde ocak ayında görülmektedir (Şekil 10).



Şekil 10: Seydiköy-Bucak (50 yıl) ve Burdur (61 yıl) meteoroloji istasyonlarının aylık maksimum ve minimum sıcaklık ortalamalarının verilerine göre oluşturulmuş çizgi grafik

Araştırma sahasında sıcaklık değerlerinin 0°C'nin üzerinde olduğu dönemlerde karstlaşma devam etmektedir. Buna göre sahada sıcaklıkların eksi değerlere düşmediği ve sıcaklık ortalamalarının düşük olduğu aylarda ise atmosferik CO₂ artacağından sıcaklık, karstlaşma hızını artıran bir etkiye sahiptir. Ancak sıcaklıkların eksi değerlere düşmesi karstlaşmayı duraklatmakla birlikte çatlaklarda biriken suların donmaya bağlı olarak hacimlerinin genişlemesi ile çatlakların büyümesini sağlamaktadır. Sıcaklıkların maksimum değerlere ulaştığı dönemlerde ise buharlaşma arttığından karstlaşma da bundan olumsuz etkilenmektedir. Bu bilgiler ışığında, sıcaklığa bağlı olarak Çeltikçi Polyesi Havzası'nda minimum sıcaklıkların eksi derecelere düştüğü kasım ayından mayıs ayına kadar geçen aylarda ve maksimum sıcaklıkların yüksek değerlere ulaştığı yaz mevsiminde karstlaşma süreci yavaşlamaktadır. Geriye kalan diğer aylarda ise sahada karstlaşma hızlı ve kesintisiz bir şekilde sürmektedir.

2.3.2. Yağış

Yağış, karstlaşmada çözünme olayı için gerekli olan suyu sağlamaktadır (Hoşgören, 2003: 76). Çünkü karstik çözünmenin mekanizması suyun kireçtaşı ile tepkimeye girmesi sonucunda ortaya çıkan kimyasal bir süreçtir. Ancak su tek başına kireçtaşını çok az miktarda çözebilir (Tuncer, 2018: 120). Yağışlarla yeryüzüne düşen suyun sıcaklığı, miktarı ve karbondioksiti absorbe etme kapasitesinin yanı sıra organik ve inorganik asitler ve diğer bileşenler karstlaşma sürecinin oluşumu, hızı ve şiddeti üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Pekcan, 2019: 21). Yağmur suları düştükleri yerlerde kırık ve çatlaklar veya düdenler vasıtasıyla yeraltı suyuna dâhil olur ve yeraltı karstının gelişimi üzerinde etkili olur. Yüzeyde kalan sular ise devamlı akarsulara dâhil olur ve yüzey karstı üzerinde etkisini sürdürür.

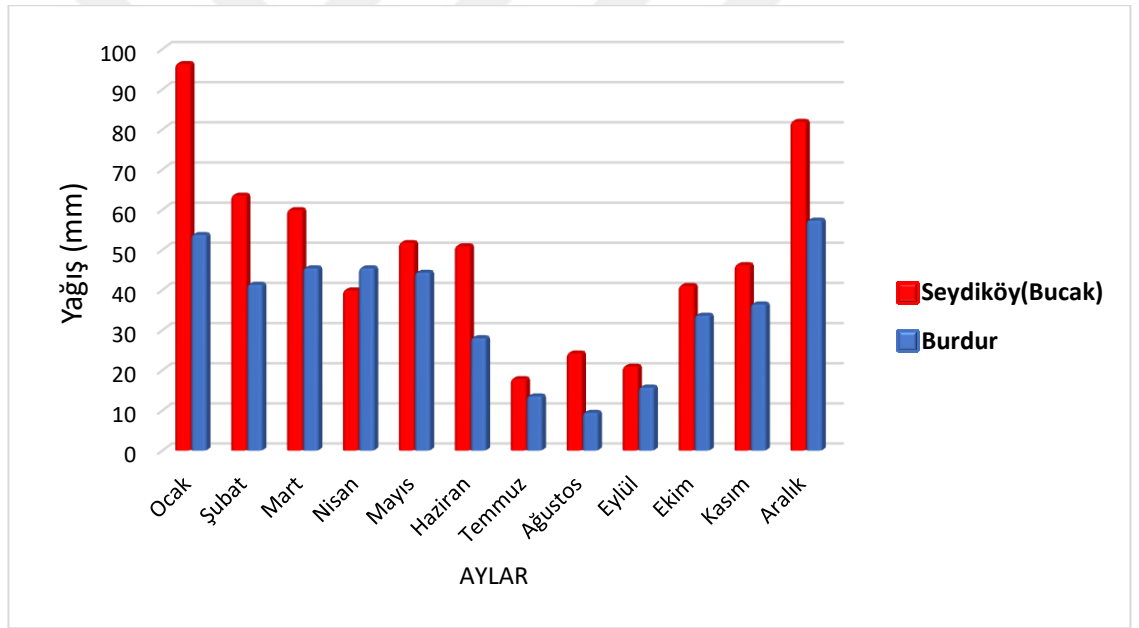
Araştırma sahasının yağış koşulları ortaya konulurken Bucak-Seydiköy ve Burdur meteoroloji istasyonları verilerinden yararlanılarak yağış haritası oluşturulmuştur. Bölgenin yağış özellikleri incelendiğinde Seydiköy-Bucak istasyonunun yıllık yağış miktarı 594.2 mm, Burdur istasyonunun yıllık yağış miktarı 424 mm'dir (Tablo 9).

Tablo 9: Seydiköy-Bucak (50 yıl) ve Burdur (61 yıl) meteoroloji istasyonlarına göre aylık ve yıllık ortalama yağış miktarı (mm)

İstasyon	Aylar												Yıllık Ortalama Yağış (mm)
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	
Seydiköy-Bucak	96.3	63.5	59.9	39.9	51.7	50.9	17.8	24.2	20.9	41.0	46.2	81.9	594.2
Burdur	53.7	41.3	45.4	45.4	44.3	28.0	13.5	9.4	15.7	33.6	36.4	57.3	424.0

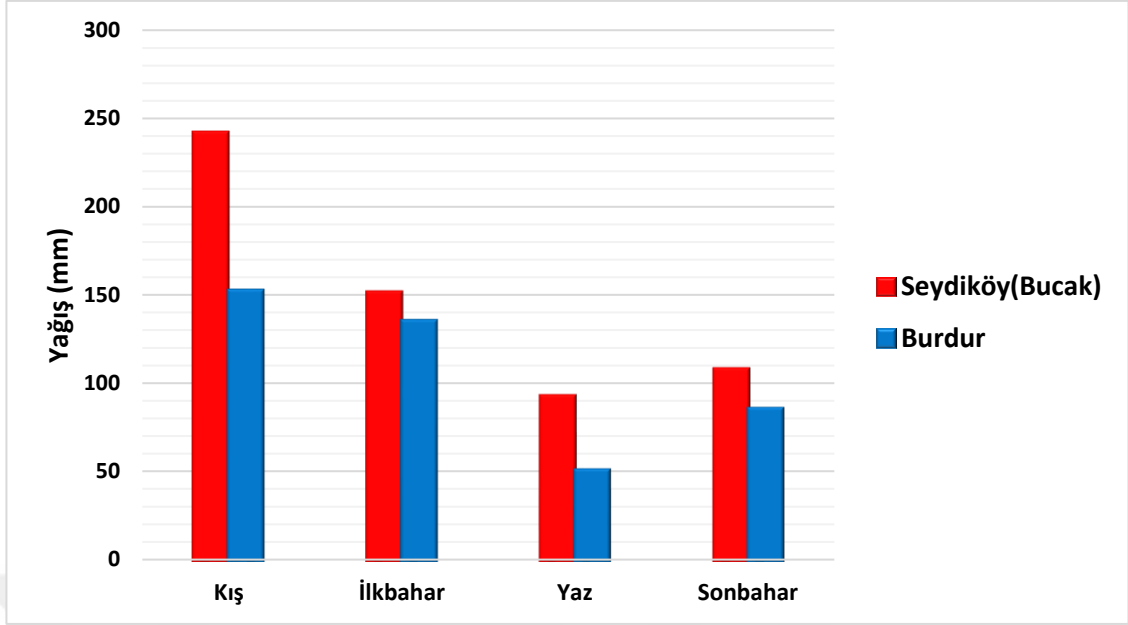
Kaynak: Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü

Seydiköy-Bucak ve Burdur meteoroloji istasyonları aylık yağış verileri incelendiğinde burada en fazla yağış 96.3 mm ile ocak ayında düşerken en az yağış 17.8 mm ile temmuz ayında düşmektedir. Burdur'a en fazla yağış 57.3 mm ile aralık ayında düşerken en az yağış 9.4 mm ile ağustos ayında düşmektedir (Şekil 11).



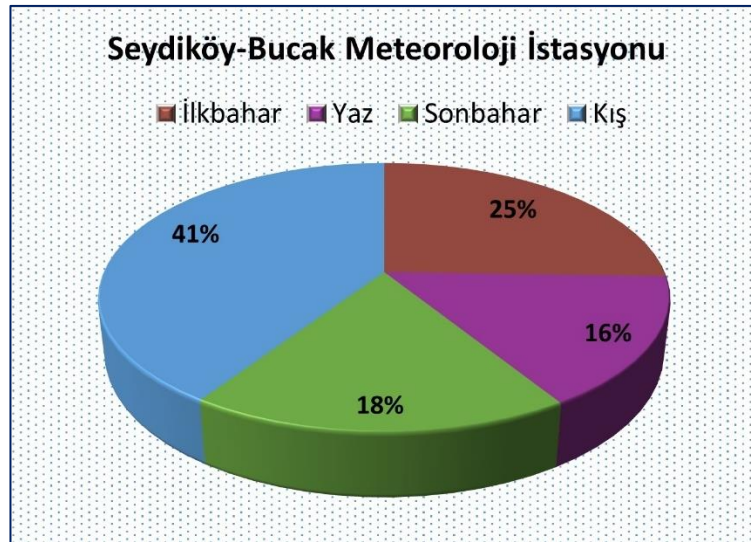
Şekil 11: Seydiköy-Bucak (50 yıl) ve Burdur (61 yıl) meteoroloji istasyonlarının aylık toplam yağış ortalamalarının verilerine göre oluşturulmuş sütun grafik

Seydiköy-Bucak ve Burdur meteoroloji istasyonlarının yağış verilerine göre araştırma sahası Akdeniz yağış rejimindedir. Sahada yer yer çıplak kayalar üzerinde lapyaların geniş yer kaplaması karstlaşmanın hızlı olduğunun kanıtıdır (Tuncer, 1995: 36). En fazla yağışı kış aylarında alan çalışma alanında yaz mevsiminde yağışın az olmasına karşın karstlaşmanın az da olsa varlığı karstlaşmanın sürekliliğini sağlamaktadır. Yıl boyunca sahaya düşen yağış miktarındaki değişim ile sıcaklık değişimine bağlı olarak karstlaşmanın hızı ve şiddeti değişiklik göstermektedir (Şekil 12).



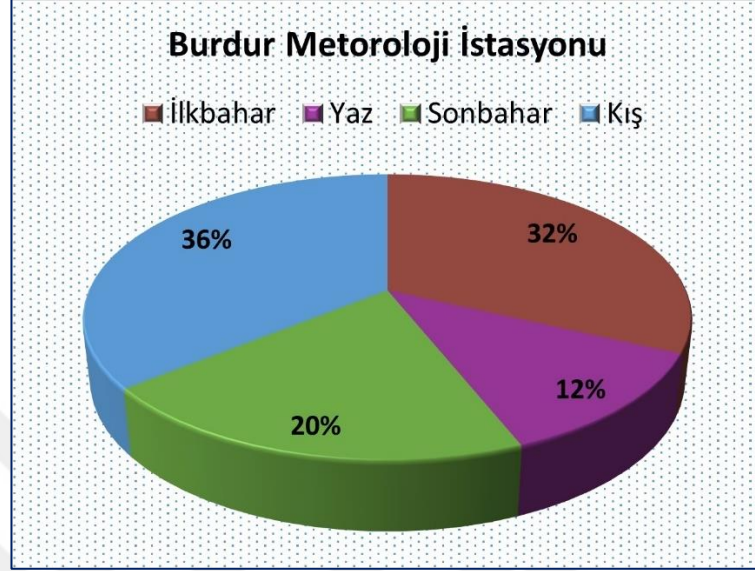
Şekil 12: Seydiköy-Bucak (50 yıl) ve Burdur (61 yıl) meteoroloji istasyonlarının mevsimlik toplam yağış ortalamalarının verilerine göre oluşturulmuş sütun grafik

Seydiköy-Bucak ve Burdur meteoroloji istasyonlarından elde edilen verilerden yararlanılarak yağışların mevsimlere göre dağılışı grafikleri oluşturulmuştur. Seydiköy-Bucak meteoroloji istasyonu verilerine göre yağış en fazla %41’lik değer ile kış mevsiminde düştüğü tespit edilmiştir. En az yağış ise %16’lık değer ile yaz mevsiminde düşmektedir (Şekil 13).



Şekil 13: Seydiköy-Bucak (50 yıl) meteoroloji istasyonu yıllık ortalama yağış miktarlarının mevsimlere dağılışı

Burdur meteoroloji istasyonu verilerine göre yağış en fazla %36'lık değer ile kış mevsiminde düştüğü tespit edilmiştir. En az yağış ise %12'lik değer ile yaz mevsiminde düşmektedir (Şekil 14).



Şekil 14: Burdur (61 yıl) meteoroloji istasyonu yıllık ortalama yağış miktarlarının mevsimlere dağılışı

Akdeniz Bölgesi'nde yer alan araştırma sahası meteoroloji istasyonundan elde edilen verilere göre yükseltinin etkisine bağlı olarak yağış dağılışı haritası oluşturulmuştur (Harita 10). Buna göre yağışlar polye tabanından yüksek kesimlere doğru çıkıldıkça artış göstermektedir. En fazla yağış alan yerler, sahanın en yüksek zirvesini oluşturan Kırıkkorum Tepe (2134 m) ve çevresidir. Yine sahanın güneye bakan yamaçları bulunduğu konum itibariyle güneyden esen rüzgârların etkisiyle kuzeyine göre daha yağışlıdır (Harita 10). Kuzeyden gelen hava kütleleri ise saha üzerinde karasal iklim koşulları oluşturmaktadır. Yağışların arttığı sonbahar ve ilkbaharda karlarında erimesiyle havzaya giren su miktarı artar. Bunun sonucunda suların polyeyi basmasından ötürü gölova karakteri kazanmaktadır. Bu dönemlerde polye ve dolin tabanlarında biriken bu sular buralarda bataklık veya geçici göllerin oluşmasına neden olmaktadır.

2.3.3. Nem

Herhangi bir sahadaki yağış oluşma olasılığını nispi (bağıl) nem belirler (Atalay, 2013: 71). Sıcaklık ile ters orantılı olan nispi nem oranları istasyonlardan alınan verilere göre sıcaklık artışına bağlı olarak düşmektedir. Karstlaşma ile ise doğru orantılı olan nispi nemin yılın her ayında bulunması karstlaşmanın süreklilik göstermesi açısından önem arz etmektedir. Araştırma sahasında kış aylarında artan nispi nem oranları karstlaşmanın hızını arttırırken yaz aylarında değerlerin düşük de olsa varlığı, sahada karstlaşmanın sürekliliğini sağlamaktadır.

İnceleme alanında nispi nem özelliklerinin belirlenmesi için kullanılan istasyonların verilerine göre yıllık nispi nem ortalamaları Seydiköy-Bucak'da % 59.3 ve Burdur'da % 58.6'dır (Tablo 10).

Tablo 10: Seydiköy-Bucak ve Burdur meteoroloji istasyonları aylık ve yıllık ortalama nispi nem oranları (%)

İstasyon	Aylar												Yıllık Nispi Nem (%)
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	
Seydiköy-Bucak	73.7	70.9	64.7	61.2	59.8	53.4	41.9	45.7	47.3	56.1	65.3	71.8	59.3
Burdur	73.3	69.0	62.2	57.5	54.7	48.2	40.2	40.4	45.5	56.6	66.0	74.9	57.4

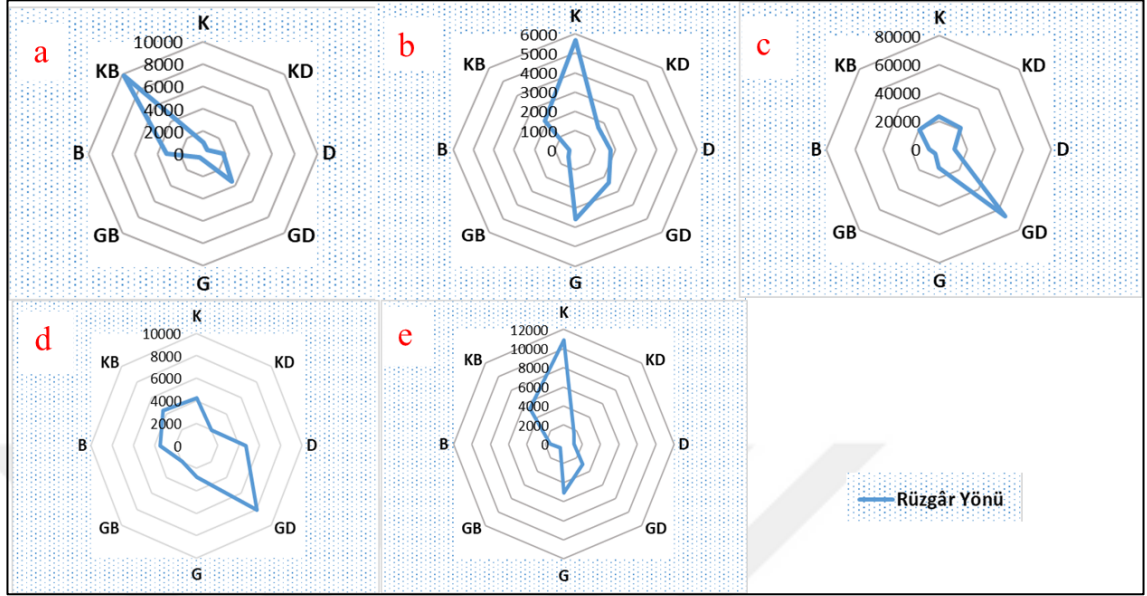
Kaynak: Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü

2.3.4. Rüzgâr

Araştırma sahasında rüzgârlar, ana morfoloji birimlerinin doğrultularına ve topoğrafyanın yüksekliğine göre değişiklik göstermektedir. Araştırma sahasının Çeltikçi, Seydiköy, Bucak, Burdur ve Ağlasun meteoroloji istasyonlarının verilerine göre hâkim rüzgâr yönleri tespit edilmeye çalışılmıştır. Çeltikçi meteoroloji istasyonu verilerine göre hâkim rüzgâr yönü kuzeybatı yönünden esmektedir. Diğer hâkim rüzgâr yönleri incelendiğinde ikinci derece hâkim rüzgâr yönü olarak güneydoğu yönü olarak tespit edilmiştir (Şekil 15-a). Seydiköy ve Ağlasun istasyonlarında hâkim rüzgâr yönü kuzey (Şekil 15-b, Şekil 15-e), Burdur ve Bucak'ta hâkim rüzgâr yönü güneydoğu (Şekil 15-c, Şekil 15-d) yönünden esmektedir.

Araştırma sahasında esen rüzgârların hâkim esiş yönleri sahanın genel topoğrafik koşulları ile yakından ilişkilidir. Dolayısıyla rüzgâr araştırma sahasındaki yüksek yerlerde

oluşan yüksek basınç alanlarından alçak basınç merkezleri olan depresyon, çöküntü alanlarını oluşturan polye tabanına doğru esmektedir.



Şekil 15: Araştırma sahası ve yakın çevresine ait rüzgâr diyagramları. Çeltikçi (a), Seydiköy (b), Burdur (c), Bucak (d) ve Ağlasun (e)

Çeltikçi meteoroloji istasyonu verilerine göre; sahanın yıllık ortalama rüzgâr hızı 1.8 m/s olduğu tespit edilmiştir. Ortalama rüzgâr hızının en yüksek olduğu aylar ocak ve aralık, en düşük olduğu ay ise kasım ayıdır (Tablo 11).

Tablo 11: Çeltikçi, Seydiköy, Bucak, Burdur ve Ağlasun meteoroloji istasyonları aylık ve yıllık rüzgârın esme hızları (m/sn)

İstasyon	Aylar												Yıllık Rüzgâr Hızı (m/sn)
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	
Çeltikçi	2.2	1.9	2.1	2.0	1.6	1.7	1.9	1.7	1.7	1.6	1.5	2.2	1.8
Seydiköy	2.1	1.9	2.2	2.2	2.0	2.1	2.3	2.0	2.0	1.8	1.7	1.9	2.0
Bucak	1.3	1.5	1.6	1.6	1.6	1.8	1.9	1.7	1.7	1.6	1.3	1.4	1.6
Burdur	1.9	2.2	2.3	2.2	1.9	1.8	1.9	1.7	1.6	1.6	1.7	1.8	1.9
Ağlasun	1.7	1.7	1.7	1.8	1.5	1.9	2.5	2.1	1.9	1.8	1.4	2.2	1.9

Kaynak: Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü

2.3.5. İklim Tipi

Karstlaşma ve iklim arasındaki ilişkiye bakıldığında her karstik sistem uzun ve karmaşık bir jeolojik ve iklimsel geçmişin sonucu olarak oluşmuştur. Karbonatlı kayalar tüm iklim bölgelerinde bulunur ancak dağılımları düzensizdir. Bu dağılımda litolojik

etkinin yanı sıra iklim faktörü de etkilidir. En yüksek yayılış yüzdesine sahip olan iklim bölgesi ılıman bölgedir (Goldscheider vd., 2020). Karstlaşmanın en yaygın olduğu ılıman kuşakta yer alan araştırma sahasında, günümüzde oluşumu devam eden karstik şekiller geçmişte yaşanmış olan iklim değişimlerinin eseri olarak ortaya çıkmıştır.

Bir yerin iklim tipinin belirlenebilmesi için iklim elemanlarının ortaklaşa etkileşimi sonucu özellik kazanır (Çiçek, 1996). Bu bağlamda iklim tipinin belirlemek için günümüze kadar birçok metot geliştirilmiştir. Bu kapsamda araştırma sahasının iklim tipini ortaya koyabilmek amacıyla Seydiköy-Bucak meteoroloji istasyonuna ait veriler yardımıyla Erinç yağış etkinliği indisi (1996) ile Thornthwaite su bilançosu (Ardel vd., 1969: 291; Birsoy ve Ölgün, 1992; Bölük, 2016; Yılmaz ve Çiçek, 2016) oluşturulmuş ve bunların sonucunda iklim sınıflaması yapılmıştır.

Erinç (1996) formülüne (1) göre (Şekil 16) Çeltikçi’de ocak ayı *çok nemli* (ÇN), aralık ayı *nemli* (N), şubat ve mart ayları *yarı nemli* (YN), nisan, mayıs, haziran ve kasım ayları *yarı kurak* (YK), ekim ayı *kurak* (K), temmuz, ağustos ve eylül ayları *tam kurak* (TK), geçmektedir. Yıllık indis değerine bakıldığında ise *yarı kurak* (YK) özelliklere sahip olduğu görülmektedir (Şekil 16).

O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
ÇN	YN	YN	YK	YK	YK	TK	TK	TK	K	YK	N	YK
58	32,6	27,1	15,9	17,6	16,1	5,1	7,1	6,5	14,5	20,5	40,7	18,7

Şekil 16: Seydiköy-Bucak istasyonunun Erinç (1996) formülüne göre iklim tipi

Çeltikçi’de yıllık ortalama yağış Seydiköy-Bucak istasyonu verilerine göre 594,2 mm civarındadır. Çeltikçi’deki düşük yağış değerinin en önemli nedeni Torosların ardında kalarak Akdeniz’den gelen nemli havanın Torosların güney yamacında yağış oluştururken kuzey yamaçlarında fön rüzgârı etkisi yapmasıdır.

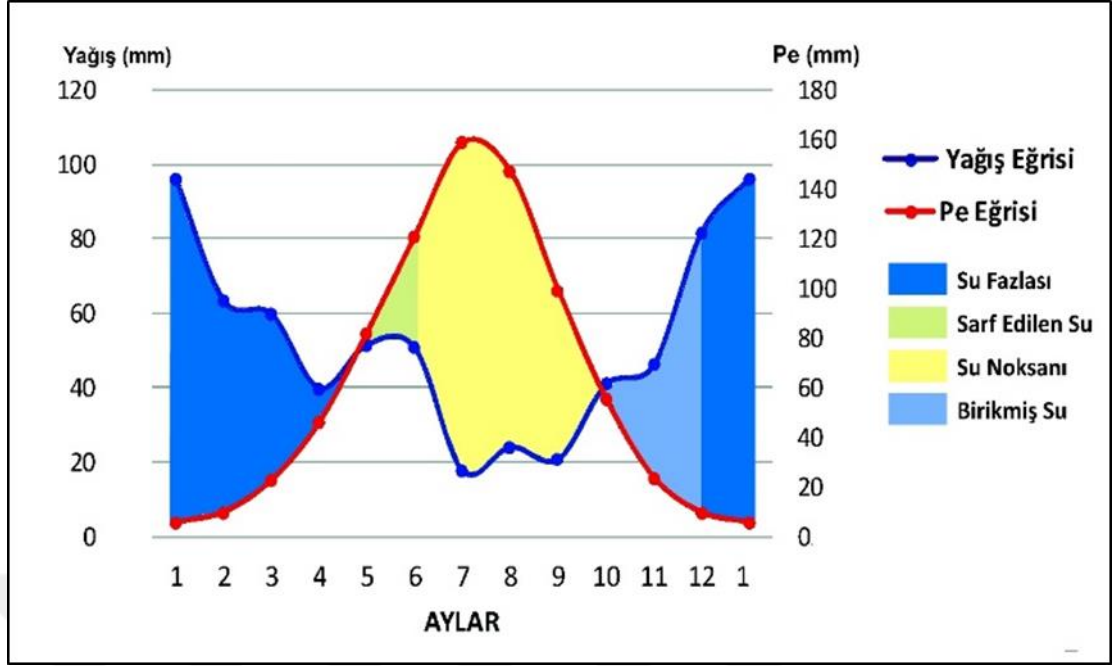
Thornthwaite su bilançosu diyagramı incelendiğinde; Çeltikçi’de ekim ayında su birikimi başlar ve aralık ayında toprak suya doymuş olur. Aralık ayının ortasından mart sonuna kadar toprak suya doymuş durumdadır. Nisan ayının ortasından itibaren yağış miktarının buharlaşmanın altına düşmesi birikmiş suyun sarfiyatına neden olmaktadır. Haziran, temmuz, ağustos ve eylül ayının sonuna kadar su eksiği yaşanmaktadır. Su

eksiğinin en fazla yaşandığı ay temmuz ayıdır. Su eksiği toplamda yılın 1/4'ü yani 4 ay sürmektedir (Tablo 12, Şekil 17).

Seydiköy-Bucak istasyonu verileri kullanılarak Thorntwaite metoduna göre oluşturulan su bilançosu incelendiğinde Çeltikçi Polyesi'nin iklim tipi $C_2 B_1 s_2 b_1$ harfleri ile ifade edilen “yarı nemli, orta sıcaklıkta (*Mezotermal*), su noksanı yaz mevsiminde ve çok kuvvetli olan, kara iklimne yakın” bir iklim hüküm sürdüğü tespit edilmiştir. Bu iklim tipleri oluşmasında şüphesiz denizden uzaklık ve dağların denize uzanım yönü gibi yerşekillerinin büyük etkisi vardır. Bu iklim tipine bağlı olarak Çeltikçi Polyesi Havzası'nda daha önce de belirtildiği üzere kış ve yaz mevsiminde karstlaşma sürecini yavaşlamaktadır.

Tablo 12: Torntwaite formülüne göre Seydiköy-Bucak istasyonu verilerine (51 yıl) göre su bilançosu tablosu

Aylar	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Sıcaklık °C	3,7	5,3	8,0	12,2	16,7	21,5	25,5	25,3	21,1	15,1	9,4	5,3	14,09
Sıcaklık indisi	0,6	1,1	2,04	3,8	6,2	9,1	11,7	11,6	8,8	5,3	2,6	1,1	64,2
Düzeltilmemiş PE	6,98	11,9	22,2	42,0	67,3	98,5	127,3	125,8	95,7	57,9	28,3	11,9	
Gün. Sür. Kats.	0,9	0,8	1,0	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,0	1,0	0,9	0,8	
Düzeltilmiş PE (mm)	6,0	10,1	22,9	46,2	82,3	121,0	158,8	147,2	99,1	55,9	24,2	10	783,5
Yağış (mm)	96,3	63,5	59,9	39,9	51,7	50,9	17,8	24,2	20,9	41	46,2	81,9	594,2
Birikmiş Suyun Değişimi (mm)	0	0	0	-46,4	-44,3	-9,3	0	0	0	6,0	57,0	37,0	
Birikmiş Su (mm)	100,0	100,0	100,0	53,6	9,3	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	63,0	100,0	
Gerçek Evapotr. (mm)	6,0	10,1	22,9	46,2	82,3	60,2	17,8	24,2	20,9	41	24,2	10,0	365,7
Su Noksanı (mm)	0	0	0	0	0	60,8	141,0	123,0	78,2	0	0	0	417,8
Su Fazlası (mm)	90,3	53,4	37,0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	417,8
Akış (mm)	45	49	43	21	10	5	2	1	0	0	0	0	176
Nemlilik Oranı	15	5,2	1,2	-0,1	-0,3	-0,1	0	0	0	0	0,9	7,1	



Şekil 17: Torntthwaite formülüne göre Seydiköy-Bucak istasyonunun su bilançosu

2.4. Hidrografiya Özellikleri

Araştırma sahasının hidrolojik özellikleri Harita Genel Müdürlüğü'nün 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritaları Devlet Su İşleri (DSİ) Genel Müdürlüğü'nün kayıt altına aldığı akım değerlerinden elde edilen veriler ArcGIS Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) programında analiz edilerek belirlenmiştir.

2.4.1. Akarsular

Yüzeysel akarsu ağının zayıf olması genel olarak karstik alanların temel özelliklerindendir (Erinç, 2012b: 96). Araştırma sahası da içerisinde bulunduğu karstik litolojik özelliklerden dolayı sularının bir kısmı karstlaşmaya uygun alanlarda yeraltına sızdırmakta olup bu tür alanlar karstik drenaj ağına sahiptir. Kaynağını yağışların yanı sıra karstik kaynaklardan alan sahanın drenaj özellikleri, etrafı yüksek dağlarla çevrili bir havzaya sahip olduğundan, bu dağlardan akan akarsular inceleme alanında sendripetal drenaj ağı karakterinin oluşmasına olanak sağlamıştır (Harita 11).

Karstik sahalardaki yerüstü suları, kalkerde bulunan çeşitli gözenek veya boşluklardan yeraltına sızmaktadır (Hoşgören, 2003: 81). Bu yeraltına sızan suların bazıları bazen sızıntı bazen de kuvvetli kaynaklar şeklinde tekrar yeryüzüne çıkarak karstik kaynakları oluşturmaktadır. Bu şekilde oluşan kaynakların bazıları topoğrafya

yüzeyinin yeraltı suyu seviyesini kestiği yerlerde, bazıları ise yeraltı suyunu taşıyan geçirimli tabakanın daha altta bulunan geçirimsiz tabaka ile temas ettiği sahada bulunur (Erinç, 2012b: 85). Çalışma sahası olan Çeltikçi Polyesi Havzası'nın da pek çok yerinde bu şekilde oluşan rekristalize kireçtaşları içerisinde çıkan karstik kaynaklar bulunmaktadır (Foto 15).



Foto 15: Kızılbucak Polyesinin batı kenarında bulunan karstik kaynak

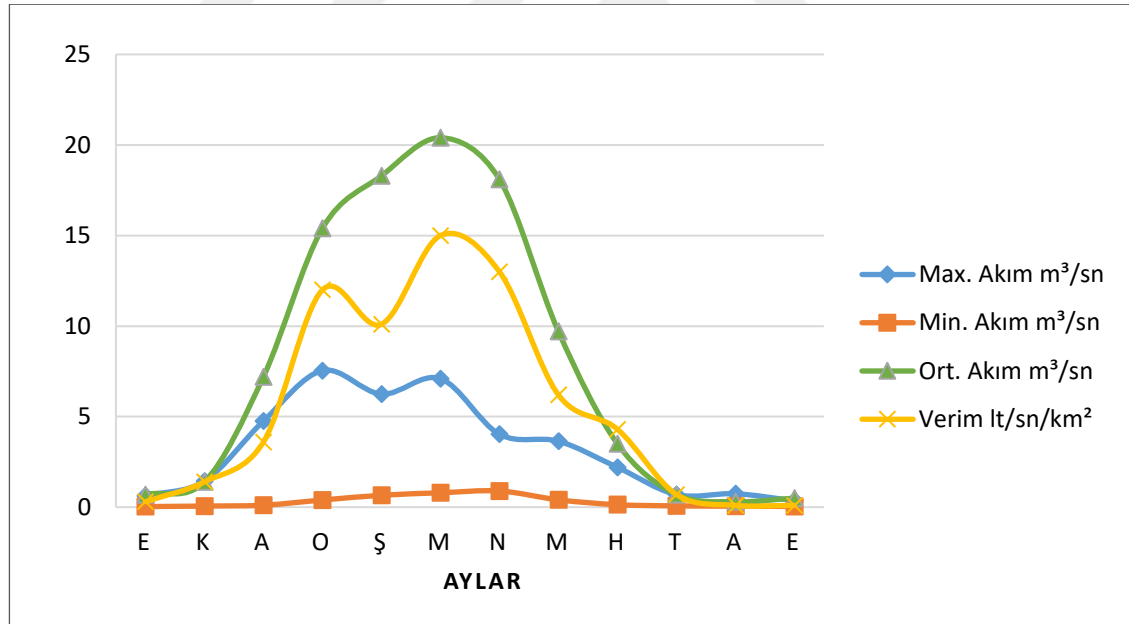
Çalışma sahasında çok sayıda devamlı ve mevsimlik akarsular bulunmaktadır. Bu akarsular genellikle karstik kaynaklardan beslenmektedir. Çeltikçi Polyesi Havzasının hidrografyasında en önemli akarsu kaynağını havza sınırları içerisindeki dağlardan alan Onaç Çayı ve kollarıdır. Bu kollar kuzeyde Karın Deresi, batıda Kayış Deresi ve kuzeydoğuda Peçenekboğazı Deresi'dir. Bu derelerin yanı sıra Onaç Çayı'nı besleyen çok sayıda mevsimlik akarsu bulunur. Kolları vasıtasıyla Onaç Çayı'nda toplanan sular önce Onaç Çayı üzerine sulama amaçlı kurulan Onaç Barajı'nın göletinde toplanır. Onaç Çayı Seydiköy önündeki baraç gövdesinden sonra da dar bir boğazla (Hökez Boğazı) Bucak Polyesi'ne geçer. Çeltikçi Polyesi'nin tabanında biriken sular; sahada bulunan üç toprak düden vasıtasıyla yeraltı sularına dâhil olmaktadır. Ayrıca sahanın akarsu – karstlaşma ilişkisine karst sınıflaması bölümünde ayrıntılı olarak değinilmiştir.

Onaç Çayı üzerinde 1 tane DSİ 13. Bölge Müdürlüğü'ne ait akım gözlem istasyonu bulunmaktadır. Onaç Baraj Giriş İstasyonu olarak adlandırılan akım gözlem istasyonu Burdur-Antalya karayolunun 11.nci kilometresindedir. Yükseltisi 829 m, yağış alanı 217,7 km², coğrafi koordinatları K 37° 30'' 54 '' – D 30° 30'' 48' dir (Tablo 13; Şekil 18).

Tablo 13: Onaç Baraj Giriş A.G.İ.'de 1995-2015 yılları arasında aylık ortalama max., min., ortalama akımları ve verimi

	AYLAR												Ort.
	E	K	A	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	
Mak. Akım m ³ /sn	0,7	1,5	4,7	7,5	6,2	7	4	3,6	2,2	0,7	0,7	0,3	3,2
Min. Akım m ³ /sn	Kuru	0,1	0,1	0,3	0,6	0,8	0,9	0,4	0,1	0,1	0,1	Kuru	0,2
Ort. Akım m ³ /sn	0,7	1,4	7,2	15,4	18,3	20,4	18,1	9,7	3,5	0,7	0,3	0,5	8
Verim lt/sn/km ²	0,3	1,4	3,6	12	10,1	15	13	6,2	4,3	0,7	0,1	0,1	5,5

Kaynak: DSİ Akım Gözlem Yıllığı



Şekil 18: Onaç Baraj Giriş A.G.İ.'de 1995-2015 yılları arasında aylık ortalama maksimum, minimum, ortalama akımları ve verimi

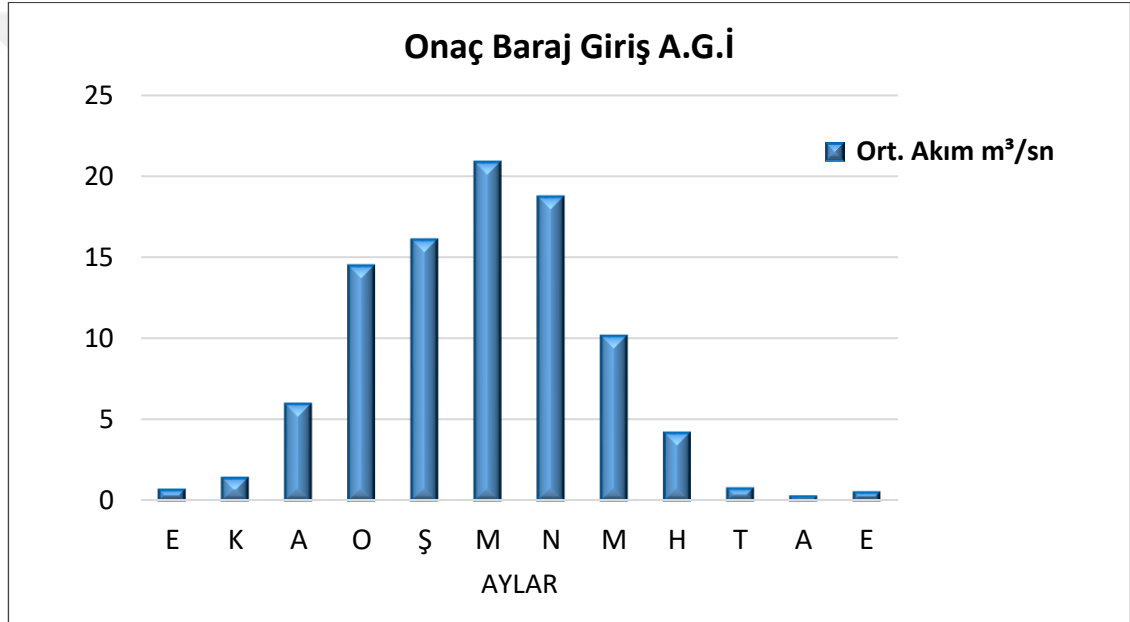
Onaç Baraj Giriş A.G.İ.'in 1995-2015 yılları arasında ölçülmüş aylık ortalama akım değerleri incelendiğinde akımın en fazla olduğu aylar mart (20,4 m³/s), şubat (18,3 m³/s) ve nisan (18,1 m³/s)'dir (Tablo 14, Şekil 19).

Tablo 14: Onaç Baraj Giriş A.G.İ.'de 1995-2015 yılları arasında ölçülen aylık ortalama akım değerleri

ONAÇ BARAJ GİRİŞ A.G.İ (Aylık Ortalama, m ³ /s)											
E	K	A	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E
0,7	1,4	5,9	14,4	16,3	20,8	18,7	10,1	4,1	0,7	0,3	0,5

Kaynak: DSİ Akım Gözlem Yıllığı

Onaç Baraj Giriş A.G.İ.'den elde edilen verilere göre barajdaki akımın en yüksek olduğu ayları kış ve ilkbahar ayları olduğu görülmektedir. Bu durumun temel sebebi akdeniz ikliminin en fazla yağışı kış aylarında olmasıdır. Bunun yanı sıra bu dönemde eriyen karlar barajın akımını artıran bir diğer faktördür (Şekil 19).



Şekil 19: Onaç Baraj Giriş A.G.İ.'de 1992-2010 yılları arasında ölçülen aylık ortalama akım değerlerinin grafiği



Foto 16: Onaç (a) ve Bağsaray barajları (b)

Sahada bu barajların olmasına rağmen kış ve ilkbahar mevsimlerinde yağışların artmasına bağlı olarak taşkın problemleri yaşanmaktadır. Bunun sonucunda taşkın suları, polyede birçok tarım alanını işgal etmektedir. Yöre halkı bu dönemlerde bu suları, açtıkları drenaj kanallarıyla tarlalardan uzaklaştırma faaliyetleri yapmaktadır. Yaz aylarında ise suların aşırı kullanılması ve kuraklıktan kaynaklanan buharlaşmadan ötürü barajların su bilançosunda gelir-gider arasındaki açıklık, barajlardaki su seviyesinin düşmesi ve sonucunda hacminin azalmasına neden olmaktadır (Tuncer, 2021c: 60).

2.5. Bitki Örtüsü Özellikleri

Türkiye, bitki türleri bakımından zengin olup Avrupa-Sibirya, Akdeniz ve İran-Turan üç flora bölgesi içerisinde yer almaktadır (Avcı, 1993: 232). Akdeniz flora bölgesinde Akdeniz ikliminin belirgin temsilcileri kuru orman ve maki elemanları yayılış gösterirken bu bitki örtüsünün varlığı karstlaşmayı olumlu yönde etkilemektedir. Karstlaşmada doğrudan etkili olan CO₂ yoğun bitki örtüsünün olduğu alanlarda yüksek oranlara ulaşır. Bunun yanı sıra bitki artıklarından meydana gelen organik asitler,

inorganik asitler, biyolojik CO₂ ve bitki köklerinin üzerinde bulunduğu kayalarda çatlaklar meydana getirerek karstlaşmanın oluşmasına kolaylık sağlamaktadır (Tuncer, 2018: 122).

Bitki örtüsünün gür ya da seyrek olması karstlaşma üzerinde negatif rol oynar. Çünkü bir yerde bitki örtüsünün gür olmasından dolayı CO₂ oranının artmasına neden olur. Dolayısıyla bu durum çözünmeyi artırırken gür bitki örtüsünün bulunduğu alanlarda kalın toprak örtüsünün bulunması da suların yeraltına sızmasını da engellemektedir. Bitki örtüsünün seyrek olduğu yerlerde ise havadaki CO₂ oranının az olmasından yağışlarla gelen suların CO₂ açısından zayıf olmasına sebep olmaktadır. Her ne kadar CO₂ oranı az sular kalkere ulaşır bir miktar çözündürse de bu durum çözünmeyi güçleştirmektedir. Akdeniz bölgelerinde bu iki durumun eşit olması karstlaşma bakımından uygun koşulları oluşturmaktadır (Pekcan, 2019: 34).

Karstik sahalarda çözünmenin sürekli olması karstlaşmanın her zaman canlı kalmasını sağlar. Ayrıca bitki köklerinin açtığı çatlaklarda çözünme daha derine inme olanağı bulur (Nazik, 1992: 144) Araştırma sahasında genel olarak maki bitki örtüsünün yoğun olduğu alanlarda karstlaşma da olumlu yönde gelişmektedir. Bu tür bitki örtüsünün kök sistemleri kayalar üzerinde ve bünyesinde çatlaklara neden olup bu çatlak sisteminin gelişmesini sağlamaktadır. Bu kayalar örtü altında kaldığı için yarılmış kırıntılılar haline gelir ve yeraltı karst sisteminin oluşmasında yardımcı olur (Foto 17).



Foto 17: Kocaçukur Tepe doğusunda kayaların çatlak sistemlerine şokulmuş kök sistemleriyle meşe ve ardıçlar

Çeltikçi Polye Havzası'nda, polye tabanı ile havza sınırlarına kadar olan mesafeler boyunca yükselti farklarına bağlı olarak, bitki örtüsü de çeşitlilik göstermektedir. 950-2000 metreler arası ardıç ve meşe ormanına rastlanmaktadır (Foto 18).

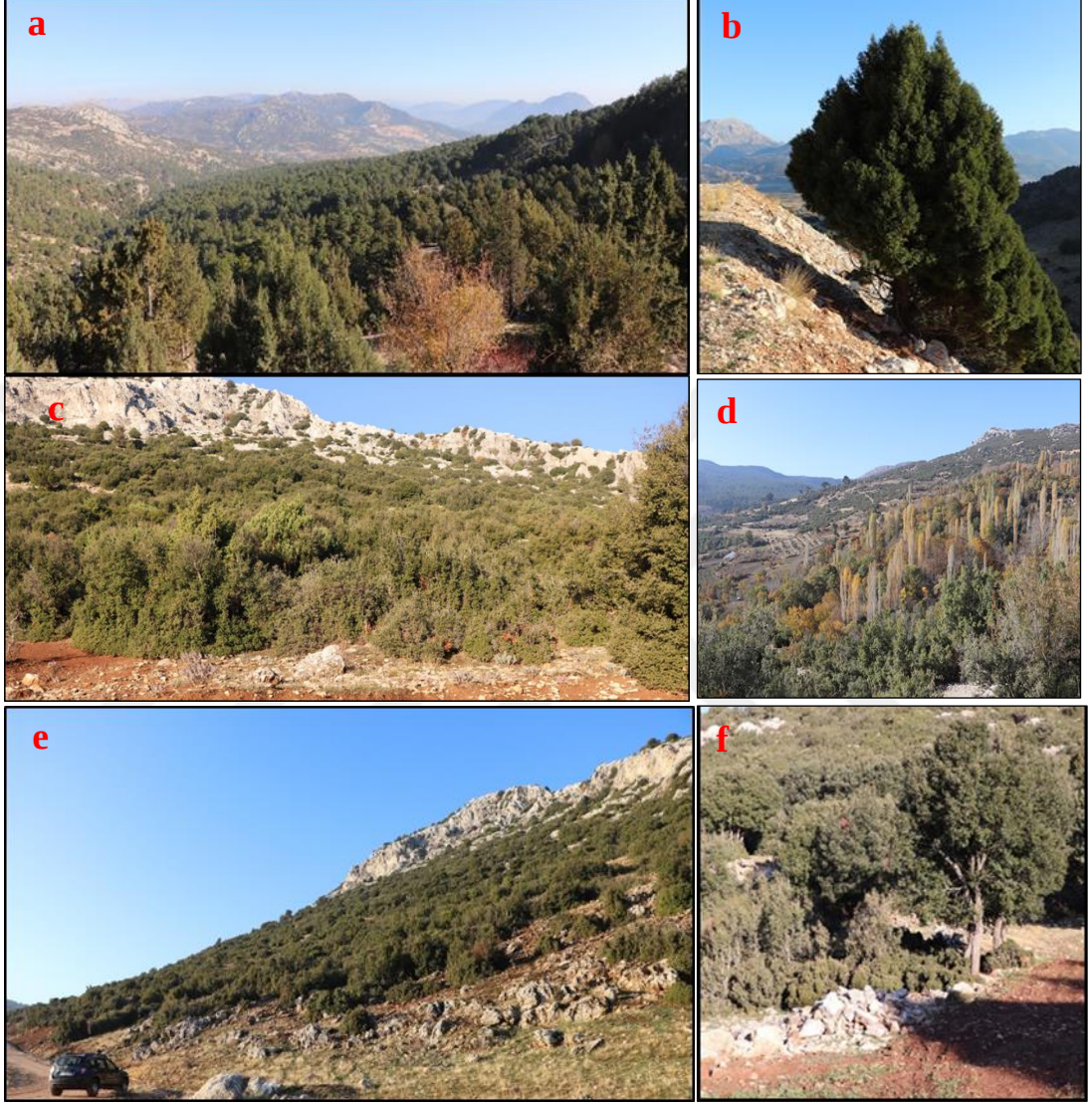


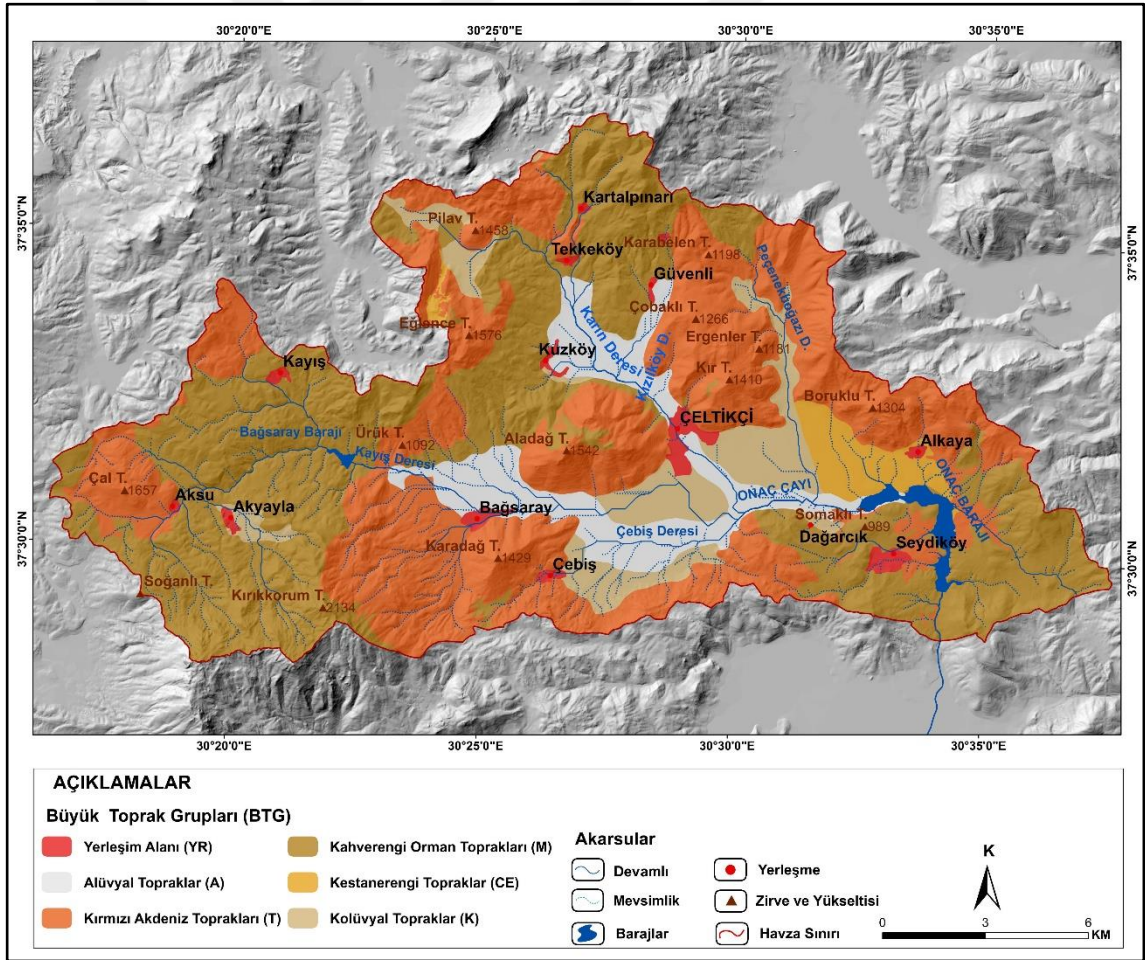
Foto 18: Çeltikçi Polye Havzası'ndaki bitki türlerinden örnekler; ardıç ormanı (a), korunmuş ardıç (b), Kızılbucak Polyesi'nde iç içe gelişmiş ardıç ve meşe ormanı (c), Kayış köyü doğusundan söğüt ile kavak ormanı (d), Kocaçukur Tepe doğu yamacında pırnal meşesi ormanı (e), pırnal meşesi (f)

2.6. Toprak Özellikleri

Karstlaşma sürecinde dolaylı etkilerden olan bitki örtüsünün yanı sıra toprak elemanları da çözünme için gerekli olan karbondioksitin sağlanması bakımından önemlidir. Toprak strüktüründe bulunan CO₂ ile inorganik asitlerin yanı sıra bitki artıklarının oluşturduğu organik asitler su içerisindeki karbondioksit miktarını arttırarak

karstlaşma üzerinde olumlu bir etki oluşturmaktadır (Güneysu, 1989; Nazik, 1992: 144). Ayrıca toprak örtüsünün kalınlığı suyun yeraltına sızması üzerinde önemi bir etkiye sahiptir. Nitekim araştırma sahasında alüvyon örtülerinin olduğu birikinti alanlarını teşkil eden dolin, uvala ve polye tabanlarında toprak örtüsünün kalın olması, su tutma kapasitesini artırmakta ve suyun yer altına sızmasını azaltmaktadır. Dolayısıyla bu tür alanlarda yeraltı karstının gelişimi güçleşmektedir. Buna karşılık toprak örtüsünün kalınlığının azaldığı ve suyun daha kolay temas ettiği karstik alanlarda karstlaşmanın gelişimi kolaylaşmaktadır.

Araştırma sahasına ait toprak özelliklerinin belirlenmesi için Tarım Arazileri Değerlendirme ve Bilgilendirme Portalı'ndan temin edilen verilerden yararlanılarak sahanın toprak haritası oluşturulmuştur (Harita 12). Araştırma sahasının toprak özelliklerinde iklim, bitki örtüsü, litoloji ve eğim gibi fiziki faktörler etkili olmuştur.



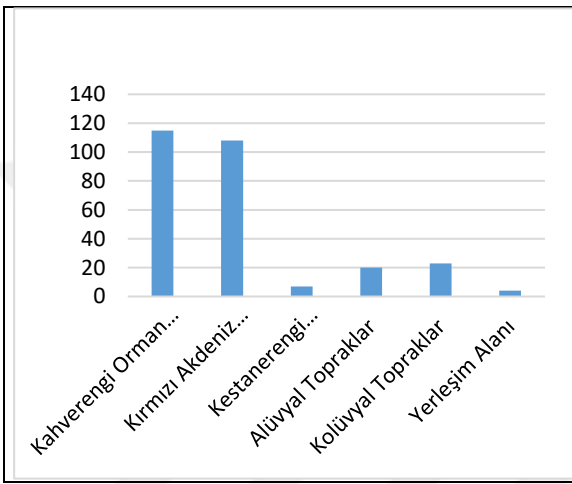
Harita 12: Çeltikçi Polyesi Havzasının toprak dağılışı haritası (TAD Portal'ından yararlanılarak çizilmiştir.)

2.6.1. Çeltikçi Polyesi Havzası'nın Toprak Tipleri

İnceleme alanında zonal ve azonal toprak gruplarının içerisinde yer alan toprak türleri görülür. Zonal topraklardan; kırmızı Akdeniz toprakları (terra rossa), kahverengi orman toprakları ve kestanerengi toprakları bulunur. Azonal topraklardan ise; alüvyal topraklar ve kolüvyal topraklar bulunur. Sahada bulunan toprakların alan ve yüzdelik değerleri tabloda verilmiştir (Tablo 15).

Tablo 15: Büyük toprak gruplarının alan (km²) ve yüzde (%) türünden dağılımı

	Büyük Toprak Grupları	Alan (km ²)	Yüzde (%)
	Kahverengi Orman Toprakları	115	41,5
	Kırmızı Akdeniz Toprakları	108	38,9
	Kestanerengi Topraklar	7	2,5
	Alüvyal Topraklar	20	7,2
	Kolüvyal Topraklar	23	8,3
	Yerleşim Alanı	4	1,4
	Toplam	277	100



2.6.1.1. Zonal Topraklar

Araştırma sahasında zonal toprak grubundan; kırmızı akdeniz topraklar (terra rossa), kahverengi orman toprakları ve kestanerengi topraklar yer alır. Araştırma sahasında zonal topraklar, toplamda 230 km²lik bir alana sahiptir. Bu alan araştırma sahasının %83'lük bölümüne tekabül etmektedir (Tablo 15).

Kahverengi Orman Toprakları

Kahverengi Orman Toprakları araştırma sahasında en yaygın görülen toprak türüdür. Genel olarak orman örtüsü altında yayılım gösteren bu topraklar araştırma sahasının kuzeyde Kartalpınarı, doğuda Seydiköy ve batıda Kayış ve Akyayla köyleri civarında bulunur. Bu topraklar 115 km²lik bir alanla havzanın % 41,5'ini kapsamaktadır (Tablo 15; Harita 12).

Kırmızı Akdeniz Toprakları

Kırmızı akdeniz toprakları araştırma sahasında kahverengi orman topraklarından sonra en çok yayılım gösteren toprak türüdür. Bu topraklar Akdeniz ikliminin görüldüğü

yerlerde tipik olarak yayılış gösterir. Araştırma sahasının kuzeyinde Tekkeköy, batıda Aksu, güneyde Çebiş ve Bağsaray doğuda Alkaya köyleri ve orta kesimde yer alan Çeltikçi İlçesi çevresinde yayılış gösterir. Bu topraklar 108 km²lik bir alanla havzanın %38,9'unu oluşturmaktadır (Tablo 15; Harita 12; Foto 19).



Foto 19: Kızılbucağ Polyesi tabanında kırmızı Akdeniz toprağı

Kestanerengi Topraklar

Araştırma sahasında en az görülen kestanerengi topraklar bozkır bitki örtüsünün altında oluşur. Araştırma sahasında üzerinde tarım yapmak için yararlanılan bu topraklar batıda Alkaya köyü çevresinde yayılış gösterir. Bu topraklar 7 km²lik bir alanla havzanın %2,5'ini kapsamaktadır (Tablo 15; Harita 12).

2.6.1.2. Azonal Topraklar

Araştırma sahasında azonal toprak grubundan; kolüvyal topraklar ve alüvyal topraklar yer almaktadır. Çeltikçi Polyesi Havzası'nda azonal topraklar toplamda 43 km²lik alana sahiptir. Bu alan araştırma sahasının %15,5'lik bölümüne tekabül etmektedir (Tablo 15; Harita 12).

Kolüvyal Topraklar

Kolüvyal topraklar, araştırma sahasının orta kesimlerinde dağların eteklerinden polye tabanına kadar uzanan sahalarda yayılış gösterir (Harita 12; Foto 20).

Bu tür topraklar eğimli yamaçlarda ufalanan malzemelerin sel suları ve yağmurların yardımıyla dağların eteklerinde, taşlılığın yoğun olduğu alanlarda oluşur. Bu topraklar 23 km²lik bir alanla havzanın %8,3'ünü kapsamaktadır (Tablo 15; Harita 12).



Foto 20: Çeltikçi Polye tabanından kolüvyal toprak

Alüvyal Topraklar

Araştırma sahasında en büyük hidrografik birimi oluşturan Onaç Çayı ve kolları boyunca ve polye tabanının büyük bir bölümünü teşkil etmektedir. Bu topraklar genel olarak akarsuların taşımış olduğu kil boyutundaki malzemelerden meydana gelerek mineral ve organizmalar bakımından zengin olup oldukça verimli topraklardır. Bu topraklar 20 km²lik bir alanla havzanın %7,2'sini kapsamaktadır (Tablo 15, Harita 12).

2.7. Zaman

Herhangi bir sahanın topoğrafik özelliklerin meydana gelmesinde ve şekillenmesinde yeterli zamana ihtiyaç duyulur. Zaman süre ile doğru orantılı olarak yeryüzünü şekillendirmede kümülatif etkiye sahiptir. Gerek karbonatlı kayalara sahip olsun gerekse sahip olmasın herhangi bir sahada hüküm süren dış etken ve süreçlerle biçimlenen jeomorfolojik şekillerin kazandığı özellikler süre ilerledikçe değişiklik göstermektedirler (Koçak, 2000: 208).

Zaman içerisinde meydana gelen iç ve dış etken ve süreçlerde meydana gelen değişiklikler karstlaşma üzerinde zamanın etkisi altında ele alınmaktadır. Herhangi bir topoğrafik şeklin meydana gelebilmesi için belirli sürelerin geçmesi koşuluyla süre

ilerledikçe gençlik, olgunluk ve yaşlılık aşamalarının yaşanmasıyla her bir safhada karstik şekiller farklı görünüm kazanır (Siler, 2016: 129). Canlı ve cansız bütün tabiat varlıklarındaki gibi karstik şekillerin de gelişebilmeleri için yeterli bir zamana ihtiyaç vardır. Karstik şekiller diğer birincil ve ikincil etkenlerde herhangi bir değişiklik olmadığı sürece; zamanın etkisiyle boyutlarında ve şekillerinde değişimler meydana gelir. Bu karstik şekiller sahanın jeomorfolojik evrim ve karstik gelişimine bağlı olarak zamanla gelişir, olgunlaşır, yaşlanır ve en nihayetinde ölür (Tuncer, 2004:125).

İnceleme alanının içerisinde bulunduğu Batı Toroslar Oligosen sonundaki şiddetlenen tektonik hareketlerin etkisiyle su yüzeyine çıkmıştır (Ketin, 1959; Koçyiğit, 1981; Nazik, 1992; Güneysu, 1993; Kurt, 2000; Erinç, 2012). Araştırma sahasındaki karstlaşmanın büyük çoğunluğu Triyas, Jura ve Kretase yaşlı karbonatlı kayalar üzerinde meydana gelmiştir. Orta Miyosen'de deniz seviyesine yakın bir konumda bulunan kireçtaşları Orta Miyosen sonlarında meydana gelen Arap Levhası ile Afrika Levhasının çarpışmasının etkisiyle yükselmiştir. Bu yükselme sonucunda kalın bir tabaka oluşturan kireçtaşlarında karst taban seviyesi alçalmıştır. Dolayısıyla karstlaşmanın derine doğru gelişmesine neden olmuştur. Pliyosen sonu Pleyistosen başında meydana gelen tektonik hareketlerinden etkilenecek sahada yükselti farkları artmıştır. Son halini Kuvaterner'deki iklim değişimleri ve tektonik hareketler sonucunda kazanan Çeltikçi Polye Havzası hem tektonizmanın hem de karstlaşmanın etkisiyle geliştiği için tektono-karstik bir havza özelliği göstermektedir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

KARST JEOMORFOLOJİSİ

3.1. Karstik Şekiller

3.1.1. Lapyalar

Karstik bölgelerde görümlerin şekillerin en küçüğü olan lapyalar; çözülebilen kayalar üzerinde derinliği birkaç cm'den birkaç m'ye kadar değişebilen keskin ve düz sırtlarla ayrılan kanallardan meydana gelen şekilleri barındıran taşlık alanları ifade etmek için kullanılır (Pekcan, 2019: 37). Lapyalar karstik arazilerde ilk oluşan şekil olmakla birlikte karstlaşmanın ilerlediği safhalarda da görmek mümkündür.

Mikro karstik şekil olan lapyalar üzerine birçok sınıflandırmalar yapılmıştır. Lapyaları ilk olarak A. Bögli (1960) jenetik olarak sınıflandırmıştır. Bögli'ye göre lapyaların birbirinden farklı şekillerde olmasında ana faktör, kalker üzerinde korrozif etkiler yapan akış koşullarıdır. Bögli'ye göre; dolayı akışın serbest bir şekilde meydana geldiği çıplak sahalarda toprak ve vejetasyona göre kısmen örtülü ve sonuçta zeminin tamamen örtülü olduğu sahalarda şekil olarak birbirinden farklı lapyalar gruplarının oluştuğunu kabul ederek lapyaları üç grupta toplanmıştır. Bunlar; *serbest lapyalar*, *yarı serbest lapyalar* ve *örtülü lapyalar*dır (Bögli 1960; Sür, 1994: 5; Erinç, 2012b: 125). A. Şahinci (1991), lapyaların oluşumunu aktif ve pasif etkenlere bağlı olarak yağış dalga izleri, kaval yapılar, basamak yapılar, kanal yapılar, yarık yapılar, oluk yapılar, tekne yapılar, çözünme tavaları (kamenitsalara), kaldırım kireçtaşları ve denizel kareler şeklinde sınıflandırmıştır. Gines (2004: 1010-1016) lapyaları mikrokarren, mezokarren ve makrokarren şeklinde sınıflandırmıştır. N. Pekcan (2019: 39) lapyaları dört gruba ayırıp bunları da alt dallara ayırarak sınıflandırmıştır. Bu sınıflandırma şu şekildedir:

A. Serbest lapyalar:

Yüzeysel akışla oluşan serbest lapyalar: Kanalcıklı lapyalar, oluklu, oyuklu veya delikli lapyalar ve basamaklı lapyalar

Sızma yoluyla oluşan serbest lapyalar: Menderesli lapyalar, duvar lapyaları ve diaklaz veya çatlak lapyaları.

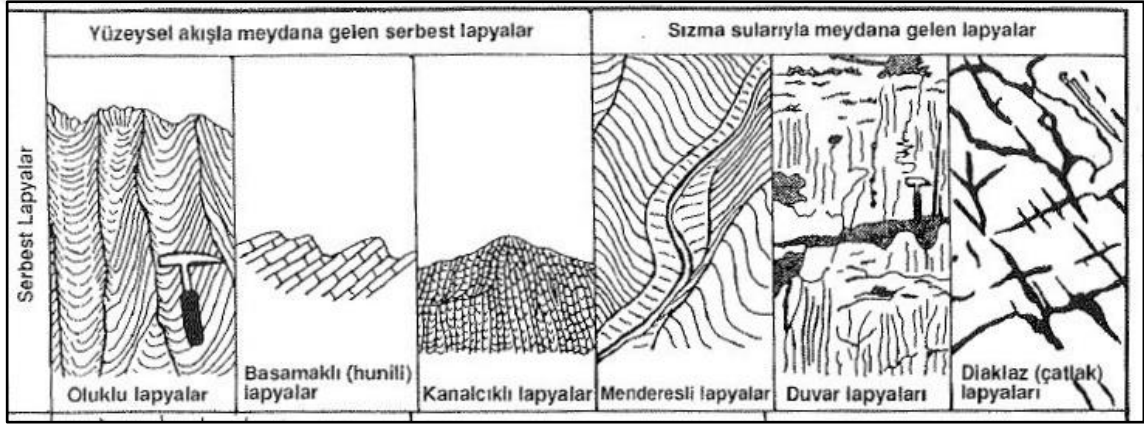
B. Yarı serbest lapyalar: Kamenitsa, korrozyon çentikleri ve oyuk lapyalar

C. Örtülü lapyalar: Kovuklu lapyalar ve Yuvarlak lapyalar

D. Lapy kompleksleri

Çalışma alanında bulunan lapyalar bu sınıflandırmaya göre sınıflandırılıp açıklanmıştır. Araştırma sahasında genel olarak karstik kayaç sınıflandırmasına göre sınıflandırılan tam karst ve kısmi karstik sahalarda lapyalar kolaylıkla gelişmiştir. Yine bitki örtüsünün cılız olduğu alanlarda lapy oluşumları toplu olarak gelişmiştir. Sahada litolojik olarak karstlaşmaya uygun kalkerden oluşmuş alanlarda çeşitli lapy türlerine rastlanmaktadır.

Serbest Lapyalar: Bu lapyalar suların kalkerin üzerinde herhangi bir engele takılmadan serbest bir şekilde akış gösterdikleri alanlarda oluşurlar. Zeminde toprak ve humus örtüsü bulunmaz. Serbest lapyalar (Şekil 20) akış şekline bağlı olarak *yüzeysel akışla* ve *sızma sularıyla oluşan lapyalar* olmak üzere ikiye ayrılır (Erinç, 2012b: 125).



Şekil 20: Serbest lapy türleri (Erinç, 2012: 126)

Araştırma sahasına düşen yağışların karbonatlı kayaçlar üzerinde yüzeysel akışla kanalcıklı lapy türlerini oluştururlar. Karbonatlı kayaçlar üzerinde çatlak, kırık gibi alanlarda biriken yağmur suları, bu kanallar boyunca kanalize olarak eğimi takiben çözünmeyi sağlamakla birlikte ister boyuna isterse de derine doğru gelişme göstererek kanalcıklı lapyaları oluşturmaktadır (Güneysu, 1993b: 103). Araştırma sahasında Aladağ güneyinde az eğimli sahalarda suyun da etkisiyle kanalcıklı lapyalar gelişim imkânı bulmuştur (Foto 21). Araştırma sahasında kanalcıklı lapyalar normal olarak 6-7 cm ile en fazla 10-12 cm derinlik ve genişlik göstermektedir. Uzunlukları da 1 metre ile 3-4 metre arasında değişmektedir. Bölgeye has bu lapyaların tabandan ortalama 2-4 metre yükselen ve oldukça büyük kaya bloklarının eğik yüzeylerinde görülmektedir (Güldalı, 1972: 85).



Foto 21: Aladağ Tepe'nin güney eteklerinde delikli ve kanalcıklı lapyalar

Dik yamaçlar üzerinde suların etkisiyle duvar şeklinde gelişim gösteren lapyalar şekillerinden dolayı duvar lapyalar olarak adlandırılmıştır (Erinç, 2012b: 127). Duvar lapyaları araştırma sahasının orta kesiminde yer alan Aladağ'ın güney yamaçlarında yaygınlık gösterir (Foto 22).



Foto 22: Kuzköy kuzeyinde dik yamaçlarda gelişen duvar lapyaları

İnceleme sahasında bulunan bazı duvar lapyaları üzerinde suların çözücü kuvvetine bağlı olarak delikli, kanalcıklı ve oluklu lapyalar gelişim gösterdiğini görmek mümkündür (Foto 23).



Foto 23: Bağsaray doğusunda duvar lapyaları

Araştırma sahasında toprak örtüsünün ince veya olmadığı yerlerde gelişim gösteren oluklu lapyaların bir kısmı kısmi karst alanlarında bulunan kumlu-killi kireçtaşları üzerinde oluşmuştur (Foto 24).



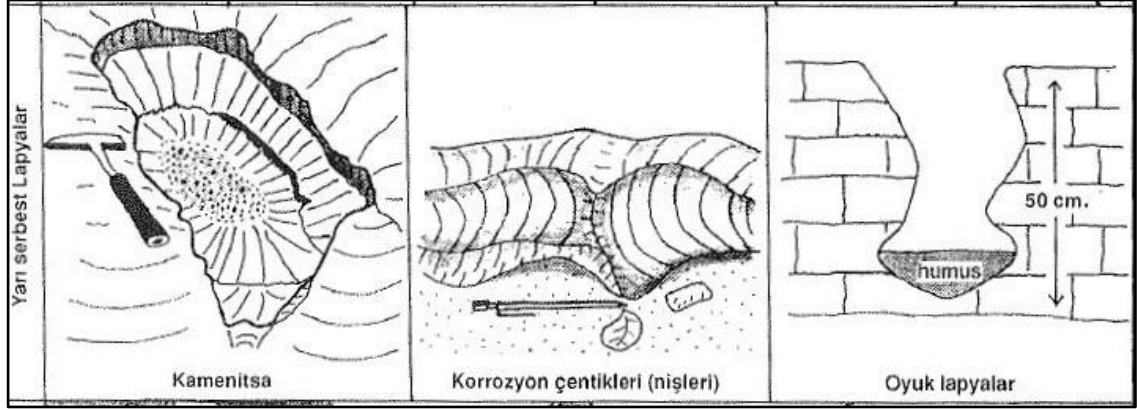
Foto 24: Araştırma sahasında bulunan oluklu lapyalar örnekleri

Araştırma sahasında, suların, karbonatlı çözülebilen kayaların zayıf direnç zonlarında bulunan yarık ve çatlakları izleyerek sızması, söz konusu kayaların kimyasal aşınmasına sebep olur. Bu çatlaklar zamanla genişler ve çatlak lapyaları oluşur. Ayrıca çatlak lapyalarının uzanışları, zayıf direnç hatları ve çatlak sistemleri arasında paralellik görülmektedir. Araştırma sahasının doğu sınırına yakın bir mevkide bulunan Belören köyü kuzey batısında yüzeyleyen Beydağları formasyonunun karstlaşmaya uygun sık erime boşluklu neritik kireçtaşları üzerinde çatlak lapyalarına rastlanır (Foto 25).



Foto 25: Belören köyünün kuzeyinde Beydağları formasyonuna ait kireçtaşları üzerinde gelişmiş çatlak lapyalar

Yarı Serbest Lapyalar: Yarı serbest lapyalar (Şekil 21) lapyalar kısmen çıplak, kısmen de toprak ve humus ile örtülü kalker alanlarında görülürler (Erinç, 2012b: 127).



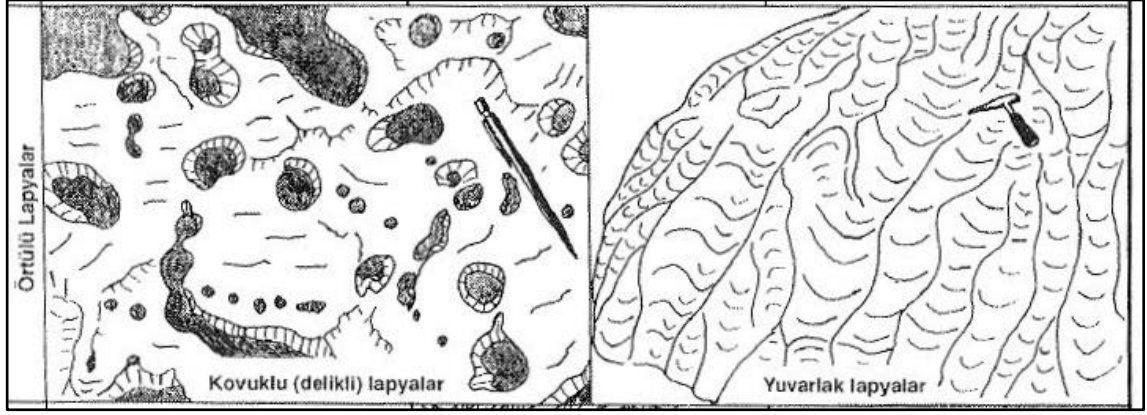
Şekil 21: Yarı serbest lapyalar türleri (Erinç, 2012: 126)

Araştırma sahasında yarı serbest lapyalar türlerinden karakteristik olarak kamenitsalara ve oyuk lapyalara rastlamak mümkündür. Tekkeköy güneyi ve Kuzköy kuzeyinde Elmalı formasyonu ve Alkaya doğusundaki Sipahi Tepe’de Beydağları formasyonuna ait neritik kireçtaşları üzerinde belirgin yoğunlukta kamenitsa ve oyuk lapyalar gelişebilmiştir (Foto 26).



Foto 26: Yeni oluşmaya başlamış kamenitsa (a) ve kamenitsa ve delikli lapyalar (b), oyuk lapyalar (c ve d)

Örtülü Lapyalar: Bu lapyalar genel olarak toprak, humus ve bitki örtüsü gelişmiş lapyalardır (Şekil 22) (Erinç, 2012b:127).



Şekil 22: Örtülü lapyalar türleri (Erinç, 2012b: 126)

Toprak altında gelişen delikli (kovuklu) lapyaların oluşumlarında, karbonatlı kayalarda bulunan CaCO_3 miktarının oranının yüksek olması, kayaların şekillerinin oldukça çatlaklı olmasının yanı sıra topraktaki organik asitler, bitkilerden geriye kalan humus asiti, bitki köklerinin oluşturduğu toprak havasında CO_2 artışı vb. gibi faktörlerde etkili olmuştur. Bu koşulların etkisiyle; karbonatlı kayalar üzerinde çatlaklar boyunca gelişen delikli lapyalar ilksel şekillerinin yerini bugünkü görünümüne bırakmışlardır (Güneysu, 1993a: 114). Kuyu ve boru şeklinde gelişim göstermiş delikli lapyalar (Erinç, 2012b) araştırma sahasında çözülebilen karbonatlı kayalar üzerinde yaygın olarak bulunur (Foto 27).



Foto 27: Araştırma sahasında görülen delikli lapyalar Alkaya köyü güneydoğusundaki tepelik alan (a), Kuzköy güneyi (b)

Lapya Kompleksleri: Yukarıda gruplar halinde verilen lapyaların bazılarının bir arada bulunmasıyla oluşturdıkları lapy çeşitliliğidir (Pekcan, 2019: 41). Birden fazla lapy çeşidinin bir arada bulunduğu sahalar lapyalı araziler (karrenfeld) olarak ifade edilmiştir (Ford ve Williams, 2007: 322). Erinç (2012b) lapy komplekslerini *sivri lapy kompleksleri*, *basık lapy kompleksleri* ve *basamaklı lapy kompleksleri* olarak 3'e ayırmıştır (Şekil 23).



Şekil 23: Lapy kompleksleri (Erinç, 2012: 126)

Araştırma sahasında lapy komplekslerine çok az yerde rastlanmıştır. Ancak sahada bulunan lapy kompleksleri geniş alanlarda aralıksız olarak devam etmiştir. Bu alanlarda birçok lapy türü bir arada görülür. Bu lapy komplekleri sahada Mesozoyik ve Tersiyer yaşlı karstik yapıdaki litolojik birimler üzerinde görülmektedir (Foto 28).



Foto 28: Basık lapy kompleksi (Aladağ Tepesi)

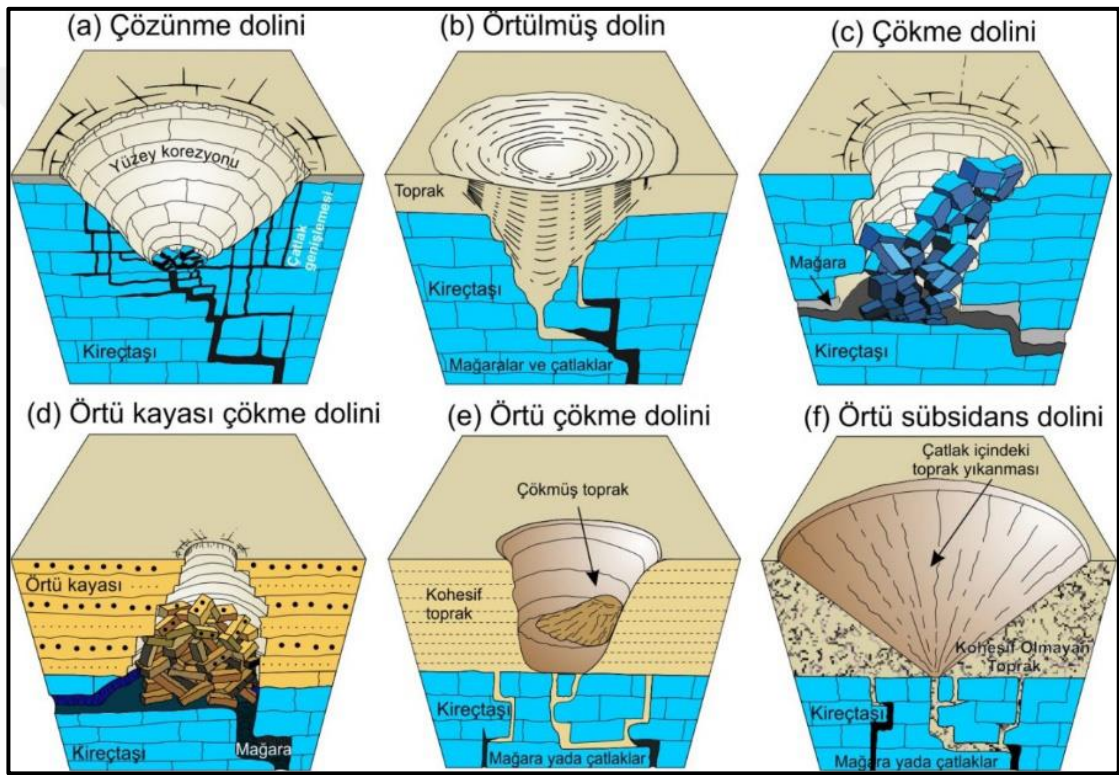
3.1.2. Dolinler ve Morfometrik Özellikleri

Karst topoğrafyasının en yaygın ve en karakteristik şeklini oluşturan dolin (Erinç, 2012b: 128) Slovence “dolina” kelimesinden gelmekte olup bunun yerine sinkhole, swallet, swallow hole vb. terimler de kullanılmaktadır. (Huggett, 2017: 426). Karstik arazilerde yereye yüksek miktarda deformasyona neden olur ve çukurlu bir yapı arz eder. Dolinler değişik çap ve derinlikte olup daire veya elips şeklinde, çeperleri dik, karstik çanak veya depresyonlar olarak tanımlanmıştır (Alagöz, 1944: 2). Dolinlerin bazılarının derinlikleri ve çapları birkaç metredir hatta derinliği bir metreye ulaşamayan dolinler de bulunmaktadır. Bu küçük dolinlerin yanı sıra boyutları çok büyük olan dolinler vardır. Bunların çapları birkaç yüz metreye ve hatta bir kilometreye kadar ulaşabilir ve derinlikleri de bununla orantılı olarak artabilir (Huggett, 2017: 426; Erinç, 2012b: 128; Pekcan, 2019: 48). Dolin Slavca bir kelime olup vadi anlamına gelmektedir. Fakat bu terim günümüzde karstlaşma sonucu oluşmuş, daha küçük boyuttaki kapalı depresyonları ifade etmek için kullanılmaya başlanmıştır. Türkçede buna benzer şekiller Alagöz, İzbirak ve Bener’e göre kokurdan, tava veya koyak vb. terimlerle ifade edilir (Sür, 1994: 6; Erinç 2012b: 128).

Dolinler karstlaşmanın en önemli göstergelerinden birini oluşturmaktadır. Bu nedenle herhangi bir karstik sahanın jeomorfolojik ve hidrojeolojik gelişiminin ortaya konulmasında dolin türlerinin iyi kavranması ve doğru bir şekilde sınıflandırılmasının yapılması gerekmektedir. Şekil olarak basit jeomorfolojik birimler gibi bir görünüme sahip olsalar da aslında oluşum mekanizmaları bakımından karmaşık yapılara sahiptirler (Şimşek, 2018: 3).

Türkiye karst literatürüne bakıldığında gerek jeomorfoloji gerekse karst jeomorfolojisi ile ilgili kaynaklarda dolinler genel olarak çözünme ve çökme dolini şeklinde sınıflandırılmıştır. Yine Sür (1995), Pekcan (2019), Doğan (2004), Erinç (2012b), Hoşgören (2003) bu oluşumları bakımından dolinleri bu karstik şekilleri çözünme ve çökme dolinleri olarak iki gruba ayırmışlardır. Uluslararası karst literatürüne bakıldığında ise 1970’li yıllardan itibaren dolinler 4, 5 veya 6 gruba ayırarak incelenmiştir (Jennings, 1971; Sweeting, 1972; Bögli, 1980; White, 1988; Ford ve Williams, 1989; Waltham, 1989; Lowe ve Waltham, 2002; Waltham ve Fookes, 2003 akt. Doğan, 2004: 251). Bögli (1981) dolinleri oluşum mekanizmalarına göre; çözünme dolinleri, alüvyal

dolin, sübsidans dolini ve çökme dolini olmak üzere 4 gruba ayrılmıştır. Ford ve Williams (1989) dolinleri yine oluşum mekanizmalarına göre; çözünme, çökme, sübsidans ve alüvyal dolinleri olarak dört ayrı tip belirlemişlerdir (Doğan, 2003: 2; Doğan, 2004: 251). Jennings (1971) dolinleri, çözünme dolini, çökme dolini, örtü kayası çökme dolini (subjacent karst collapse doline), sübsidans dolini ve alüvyal dolin olmak üzere 5'e ayırıp incelemiştir (Doğan, 2004: 251). Son yapılan araştırmalara göre; dolinler çözünme dolini, çökme dolini, örtü kayası çökme dolini, örtü çökme dolini, alüvyal dolin (örtü sübsidans dolini) ve örtülmüş dolin olmak üzere 6 gruba ayrılmıştır (Şekil 24) (Lowe ve Waltham 2002; Waltham ve Fookes, 2003 akt. Doğan, 2004: 252).



Şekil 24: Dolin tipleri (Kaynak: Doğan, 2004; McCraw ve Land, 2016; Öztürk, 2018b; Waltham ve Fookes, 2003)

Araştırma sahasında dolin çeşitlerinden sadece çözünme dolini bulunmaktadır. Çözünme dolinleri zemini oluşturan tabakaların yerlerinde herhangi bir oynama olmadan sadece çözünme süreci sonucunda oluşur (Erinç, 2012b: 129). Çözünme dolinleri karstik sahalarda en çok yayılış gösteren ve tanımlanması bakımından en kolay olanıdır. Çözünme dolinleri çözünmeye uygun karstik yüzeylerin kimyasal yolla çözünmesi sonucu meydana gelen, birkaç metre derinlik ve genişlikten onlarca metre derinlik ve genişliğe ulaşabilen, dairesel veya eliptik kapalı çukurluklar şeklindedir (Doğan, 2004:

255). Karstlaşmanın temel koşullarından çözünme olayı sonucu oluşan çözünme dolinleri, yatay ve yataya yakın kalker tabakaları üzerinde bazen de kıvrımlı formasyonlarda gelişebilir (Pekcan, 2019: 48). Bu kalker alanlarında çözünme dolinleri litolojik ve yapısal özellikler bakımından diyaklazlar ve tabakalaşma yüzeyleri gibi zayıf direnç sahalarını takip ederek bu alanlarda daha yoğun oluşmasına sebep olur. Bu özellikler ile oluşmaya başlayan hafif çukurluk alanlar daha sonra yağış ve özellikle CO₂ miktarı bakımından zengin eriyen kar sularının bu çukurluklarda durması ve zamanla bu alanları derinleştirerek karakteristik bir dolin manzarası sunmasını sağlar (Erinç, 2012b: 129). Dolin yoğunluğunun fazla olduğu karstik alanlara “*delikli karst*” denir (Erinç, 2012b: 131). Yine karstik alanlardaki dolinler birbirinden alçak sırtlarla ayrılıyor ve birim alanda çok fazla sığ çukurluklar halinde bulunuyorsa bu tip dolin karstına ise “*poligonal karst*” adı verilmektedir (Waltham, 2002’den akt. Doğan, 2004: 256). Araştırma sahasında karstlaşmaya uygun daha çok yüksek alanlarda dolinler yayılım göstermektedir. Ülkemizin de içerisinde bulunduğu Akdeniz ülkelerinde kalkerin çözünmesi sonucunda kırmızı renkli killerden meydana gelen kalıntı depolar (terra rosa) dolin tabanlarında birikir. Farklı genişlik ve derinliklerde oluşan bu dolinlerin yamaçları genellikle bitki örtüsü ile kaplı olup tabanlarındaki terra rosa toprakları tarımsal faaliyet açısından etkin olarak faydalanılmaktadır (Foto 29a). Bazı dolinlerin içerisinde ise geçici göller oluşup zaman zaman bataklık olabilmektedir (Foto 29b).



Foto 29: Aladağ Tepe’de (a) ve Suluklugölcük mevkiinde (b) çözünme dolinleri

3.1.2.1. Dolinlerin Morfometrik Analizleri

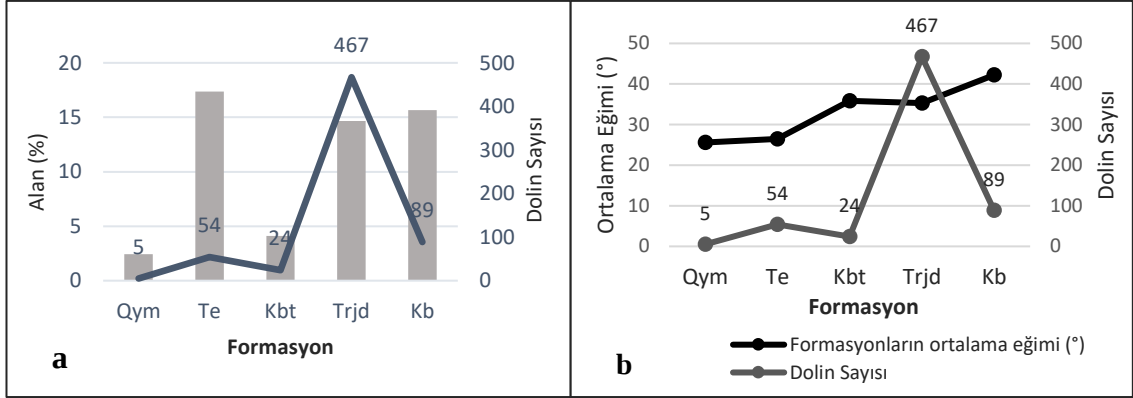
Yapısal özellikler dolinlerin oluşum ve gelişimin yanı sıra onların şekil geometrisi, yoğunluğu ve dağılımı üzerinde oldukça etkilidir (Şimşek vd., 2019: 14). Bu bağlamda makro karstik yüzey şekillerinden olan dolinlerin morfometrik analizleri karstik yeryüzü şekilleri üzerinde niceliksel analizler yapmamızı sağlar (Bondesan vd.,

1992: 2; Kesin ve Yılmaz, 2016: 3). Bu morfometrik analizlerde kullanılan birbirinden farklı parametrelerin sonuçlarının karşılaştırılarak değerlendirilmesi sahanın karstik evrimi hakkında bilgiler vermektedir (Bondesan vd., 1992: 1).

Bondesan vd. (1992) birbirinden farklı 65 morfometrik analiz parametresi formülize etmişlerdir. Fakat bu formüllerden bazılarında yaygın olarak yararlanılmaktadır. Nitekim eldeki bu tez kapsamında da yaygın olarak kullanılan bazı formüller uygulanmıştır. Araştırma sahasında morfometrik analizler yapabilmek için 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritalarından 32 adet ve Google Earth programı üzerinden 639 dolin tespit edilmiştir. Tespit edilen bu dolinler poligon ve nokta verisi olarak ArcGIS ortamında sayısallaştırılmıştır. Eldeki bu dolin verileri üzerinde dolinlerin litolojik özellikleri, yoğunluk analizi, uzun ve kısa eksen değerleri, uzama oranları, yükselti ve eğim değerleri, dairelilik indisi, çevre uzunlukları, alan ve uzun eksenin kuzey ile yaptığı açı (°) hesaplanmıştır.

a) Litolojinin etkisi

Araştırma sahasının litolojik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla 1/100.000 ölçekli jeoloji haritalarından ve Google Earth programından yararlanılmıştır. Elde edilen verilere göre dolinlerin en fazla olduğu formasyonlar sırasıyla Dutdere kireçtaşında (467) (Foto 30b), Beydağları formasyonunda (89) (Foto 30a), Elmalı formasyonunda (54), Tekkeköy formasyonunda (24) ve bazı yamaç molozu ve birikinti konileri üzerinde (5) gelişim gösterdiği tespit edilmiştir. Sahada bulunan diğer ve daha çok karstlaşmaya uygun olmayan formasyonlarda ise dolin tespit edilmemiştir. Formasyonların alansal oranları ile dolin sayısı ile hesaplanan korelasyon ilişkisine göre, korelasyon değeri ($r=0,4$) pozitif fakat çok kuvvetli olmayan bir sonuca ulaşılmıştır. Litolojik özelliklerine göre ayrılan alanlar ile dolinler arasındaki ilişkinin zayıf olması litoloji dışında çalışma alanının daha çok polye alanı kapladığı için başta topoğrafik eğim olmak üzere, çatlak sistemlerinin doğrultusu, yayılışı ve yoğunluğu, jeomorfolojik evrim, drenaj sistemleri ve iklim etkili rol oynamaktadır. Nitekim Çeltikçi polye sisteminin tabanını kaplayan alüvyonlar (%24,19) sahada en fazla alana sahiptir. Alüvyonlarla kaplı bu sahada dolinlerin hiç görülmemesi eğim derecesinin düşük ($6,1^\circ$) olmasıyla ilgilidir (Harita 7; Şekil 25).



Şekil 25: Araştırma sahasında litolojik alanların alansal oranları (%) ile dolin sayısı (a) ve litolojilerin ortalama eğim derecesi (°) ile dolin sayısı (b)



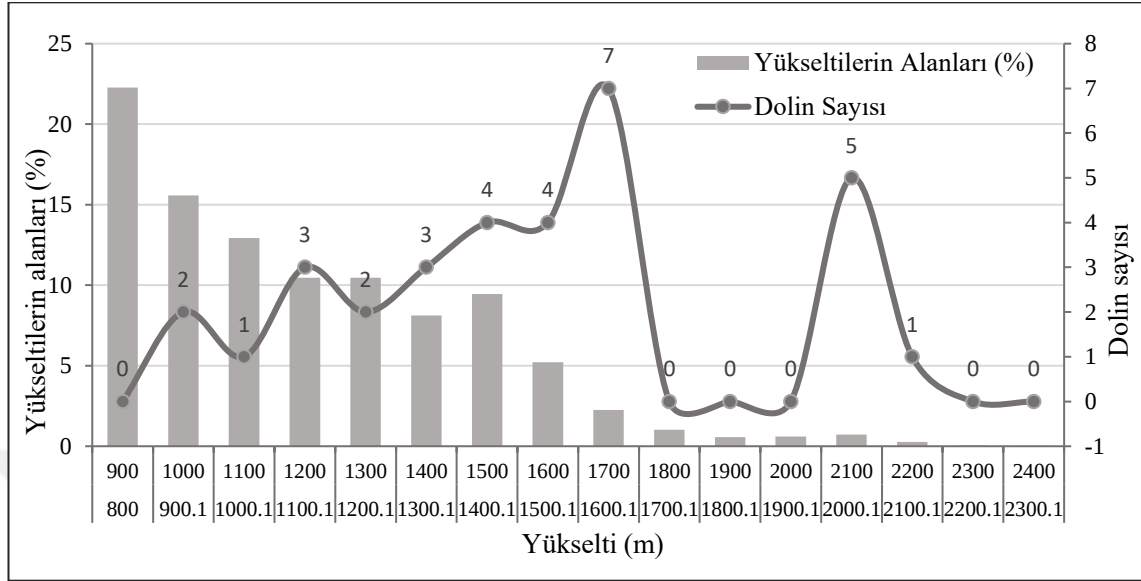
Foto 30: Beydağları formasyonunda (a) ve Dutdere kireçtaşında (b) gelişmiş çözünme dolinleri

b) Dolinlerin Yüksekliğe Göre Dağılışı

Araştırma sahasındaki dolinlerin yükseltilerine 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritalarıyla oluşturulan sayısal yükseklik modelinden ulaşılmıştır. Topoğrafya haritalarından ve Google Earth programı üzerinden tespit edilen dolinlerin yükseltiye göre dağılışı tespit edilerek farklı grafikler elde edilmiştir.

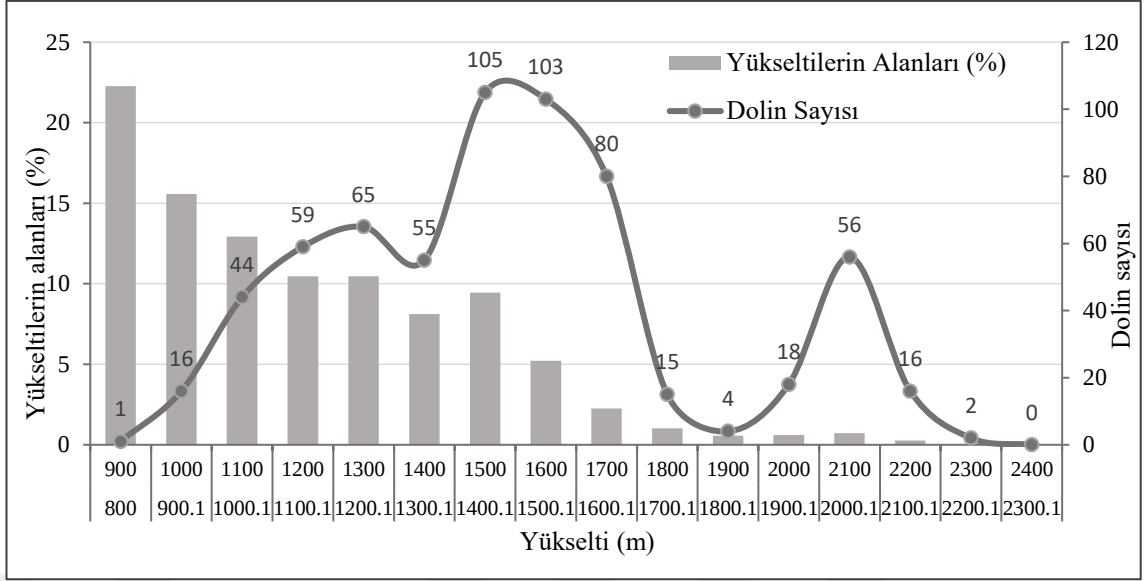
Topoğrafya haritalarından tespit edilen 32 dolinin yükseltiye göre dağılışına bakıldığında ortalama yükseltisi 1517 metre olup 950 metre ile 2060 metreleri arasında dağılışı göstermektedir. Çalışma alanının en alçak ve en yüksek sahalarında fazla yayılım göstermemektedir. Dolinlerin %62,5'i 1300 ile 1700 metreleri arasında en fazla ise (7) 1600 ile 1700 metreleri arasındadır. Yükselti basamaklarının araştırma sahasında kapladığı alanlar ile dolin sayıları arasındaki korelasyon değeri ($r=-0.004$) negatiftir. Bu değer negatif bir ilişki olması yükselti basamaklarının fazla alan kapladığı yerde dolin

sayısının aynı oranda artmadığı ve bu değerin de sıfıra yakın olması çok düşük bir bağlantı olduğunu göstermektedir (Şekil 26).



Şekil 26: 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritalarından elde edilen dolinlerin yükseklik oranlarına (%) göre dağılımı

Google Earth programı üzerinde tespit edilen 639 dolinin yükseltiye göre dağılışına bakıldığında ise ortalama yükseltisi 1493 metre olup 900 metre ile 2294 metre arasında dağılışı göstermektedir. Bu verilerin ortalama yükseltisi topoğrafya haritalarından tespit edilen dolinlerin ortalama yükseltisi ile yakın iken buradaki dolinlerin dağılışı daha heterojendir. Dolinlerin %63,8'i 1200 ile 1700 metreleri arasında en fazla ise (105) 1400 ile 1500 metreleri arasında yayılım göstermektedir (Şekil 27; Foto 32). Yükselti basamaklarının alansal oranları ile dolin sayısının dağılışı arasındaki korelasyon ($r=0.10$) pozitifdir. Bu sonucun nötre yakın olması yükselti basamaklarının fazla yer kapladığı alanlarının polye tabanına denk gelmesi dolinlerin gelişmesini kısıtlamıştır.



Şekil 27: Google Earth programı üzerinden belirlenen dolinlerin yükseklik oranlarına (%) göre dağılımı

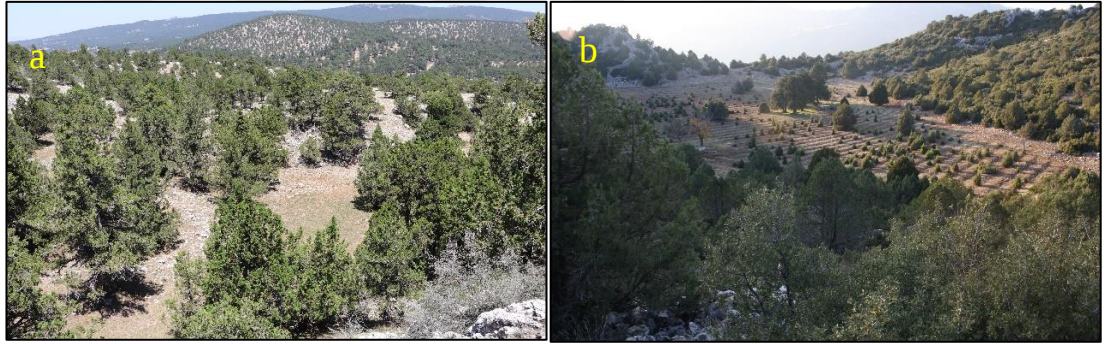


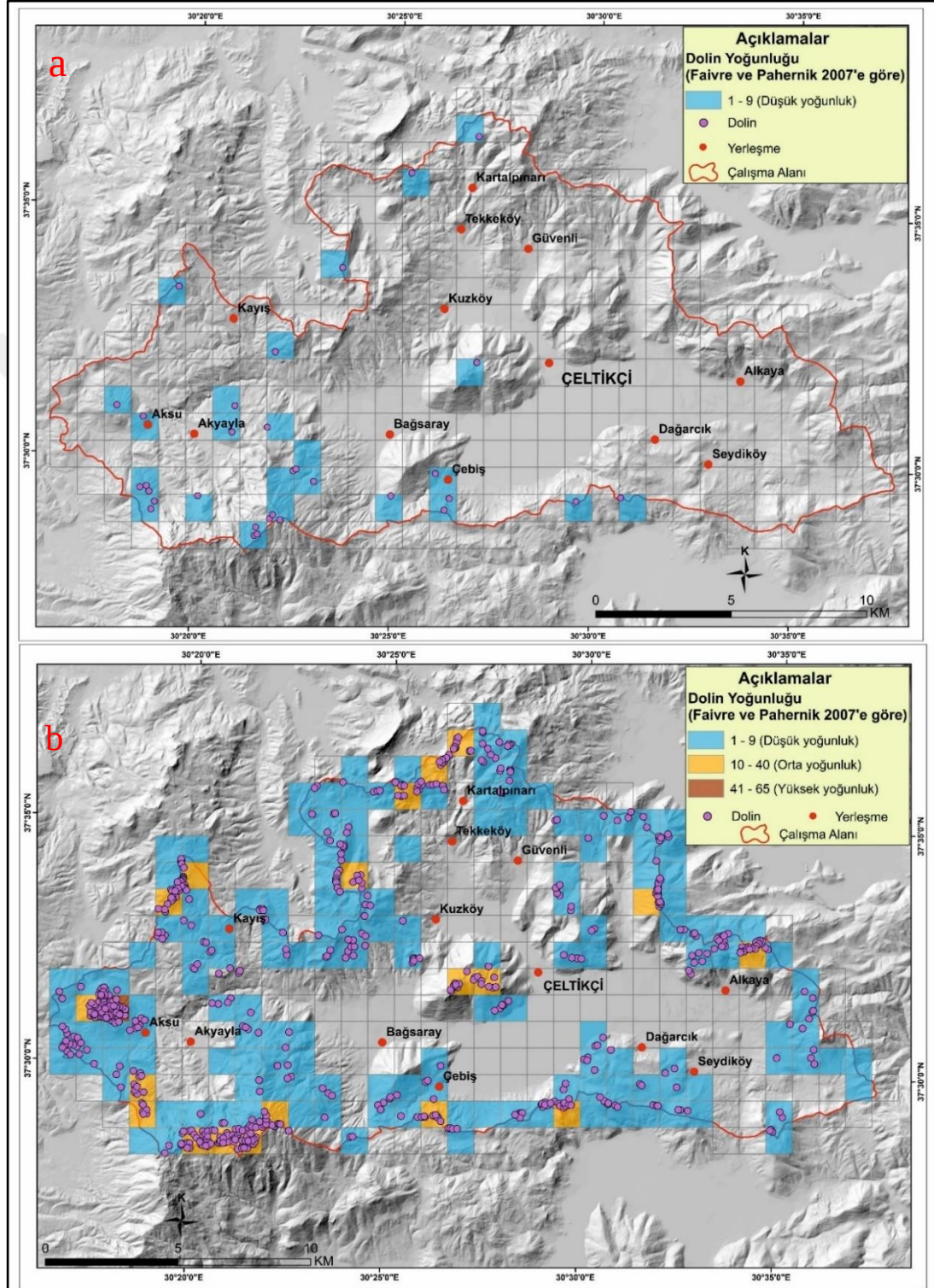
Foto 31: Çal Tepe (a) ve Aladağ Tepe'de (b) gelişmiş çözünme dolinleri

c) Yoğunluk Analizi

Araştırma sahasındaki dolin yoğunluk analizi 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritaları ve Google Earth programında tespit edilen dolinler ile yapılmıştır. Bu kapsamda iki farklı dolin verisi elde edilmiş olup bu veriler karşılaştırılmıştır. Dolin yoğunluğu 1 km²lik gridler oluşturularak hesaplanmıştır. Faivre ve Pahernik (2007)'e göre ise yoğunluk sınıflandırılması yapılmıştır.

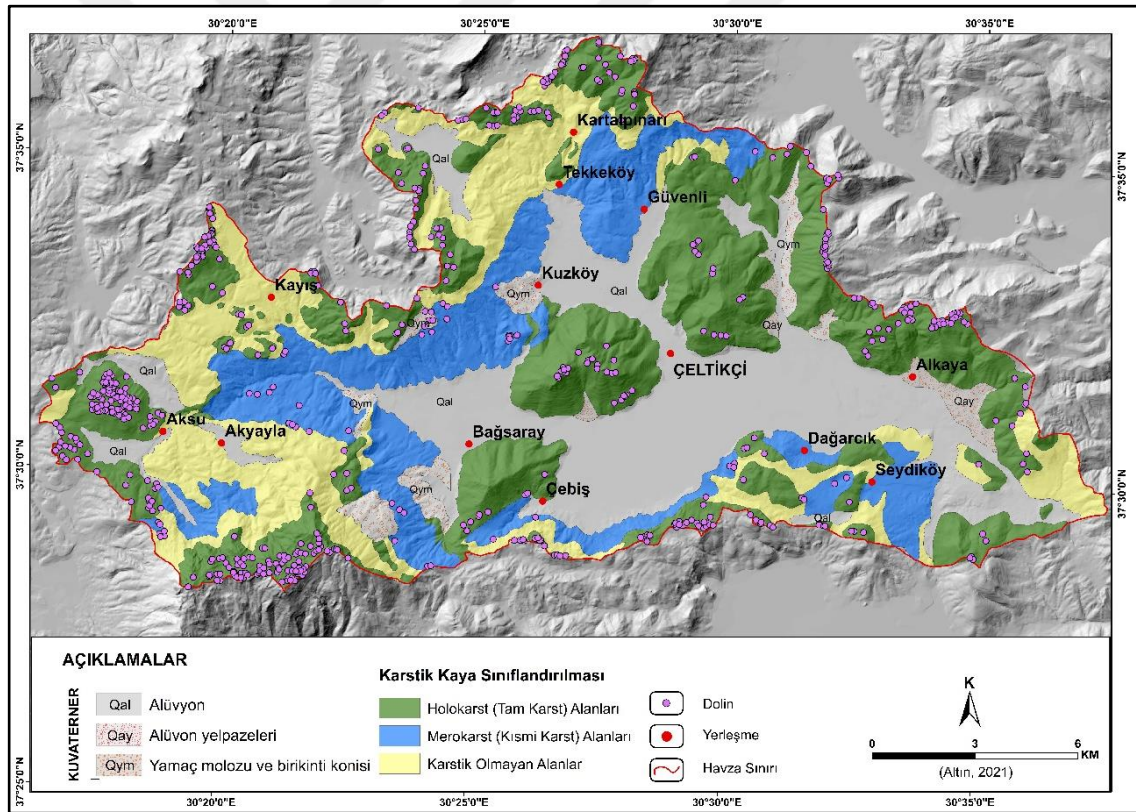
Araştırma sahasında geniş yer kaplayan polye tabanlarının kapladığı alçak düzlüklerin varlığı ve dolayısıyla eğim değerlerinin düşük olduğu bu alanlar dolin gelişimi kısıtlamıştır. Bu yüzden dolinler daha çok yüksek ve orta eğim değerlerinin görüldüğü yerlerde gelişmiştir. 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritalarından tespit edilen dolinlerin ortalama yoğunluğu 0.11 dolin/km²'dir. Faivre ve Pahernik (2007)

sınıflandırmasına göre araştırma sahasında dolinlerin bulunduğu gridlerde en düşük 1 ve en yüksek 3 dolin bulunmaktadır. Dolinlerin bulunmadığı gridler dışında sahada düşük yoğunlukta dolin sınıflaması görülmektedir (Harita 13a).



Harita 13: 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritaları (a) ve Google Earth programı (b) üzerinden belirlenen dolinlerin yoğunluk haritaları

Topoğrafya haritalarından tespit edilen dolinler sahadaki tüm dolinleri karşılamadığından Google Earth programı üzerinden tespit edilen 639 dolinden yoğunluk haritası oluşturulmuştur (Harita 13b). Bu iki harita karşılaştırıldığında topoğrafya haritalarından tespit edilen dolin yoğunluğuna göre sahada düşük sınıf olmak üzere tek kategori görülürken Google earth programında tespit edilen dolinler yoğunluk sınıflamasına göre düşük, orta ve yüksek yoğunluklu olmak üzere tüm sınıflar görülmektedir. Orta ve yüksek dolin yoğunluğuna sahip alanlar genel olarak polyeyi çevreleyen dağlık alanlarda yayılım göstermektedir. Yüksek yoğunluklu dolinler 1 gride bulunup sahasının batısında yer alan Çal Tepe üzerinde gelişmiştir. Burada yüksek yoğunlukta dolinlerin gelişmesinde başlıca faktör litolojik olarak karstlaşmaya uygun saflık ve kalınlık oranı fazla olan neritik kireçtaşlarının yanı sıra bu yüzeylerin orta derece eğim değerine (9°) sahip olmasıdır (Harita 14).



Harita 14: Cvijic (1960) karst sınıflamasına göre oluşturulan araştırma sahasının karst sınıflama haritası üzerinde dolinlerin dağılışı

a) Dolinlerin Alan ile Çevre Uzunluklarının Özellikleri ve Dairesellik İndeksi

Araştırma sahasındaki dolinlerin alan, çevre uzunlukları ve dairesellik indisi (I_c) 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritalarından tespit edilen 32 dolin verisi üzerinde

yapılmıştır. Bu dolinler arasında en küçük alana sahip dolin 403 m² iken en fazla alana sahip dolin 48589 m²'dir. Dolinlerin ortalama alanı ise 4280 m²'dir. Çevre uzunluk özelliklerine bakıldığında ise çevre uzunluğu en kısa olan dolin 69 metre iken en uzun çevre uzunluğu 972 metredir. Dolinlerin ortalama çevre uzunluğu ise 224 metredir. Alan ve çevre uzunlukları arasındaki korelasyon ilişkisine bakıldığında ise korelasyon değeri pozitif yönde olup çok kuvvetli bir sonuç çıkmaktadır ($r=0.93$). Dolinlerin alan ve çevre uzunluk verileri kullanılarak elde edilen dairesellik indisinin ortalama değeri 1.32'dir. Sahadaki dolinlerin ortalama dairesellik indis değerinin 1.3 ile 1.4 arasında çıkması dolinlerin içerisinde birden fazla çıkıntının gelişmesi sonucu dairesellik formlarını tamamen kaybettiğini göstermektedir (Tablo 16). Sahadaki dolinlerin dairesel şekilden uzaklaşmalarında paleo vadilerin kesişim noktalarında ve süreksizliklerin bulunduğu alanlarda gelişmeleri etkili olmuştur.

Tablo 16: Araştırma sahasındaki dolinlerin dairesellik indis değerlerine göre dolin sayısı ve oranı

Dairesellik Değeri	Dolin Sayısı	Oran (%)
$1 \geq I_c > 1.1$	4	12.5
$1.1 \geq I_c > 1.2$	12	37.5
$1.2 \geq I_c > 1.3$	6	18.75
$1.3 \geq I_c > 1.4$	3	9.375
$1.4 \geq I_c > 1.5$	0	0
$1.5 \geq I_c > 3$	7	21.875
$3 \geq I_c > 5$	0	0
$5 \geq I_c$	0	0

(Kaynak: Öztürk, 2018a)

b) Dolinlerin Uzun Eksen ile Kısa Eksen Özellikleri ve Uzama Oranları

Araştırma sahasındaki dolinlerin uzun eksen ile kısa eksen verilerinden eksenlerin uzunlukları ve uzun eksenin kısa eksene oranı ile dolinlerin uzama oranları hesaplanmıştır. Bu veriler göre uzun eksen uzunluk verilerine bakıldığında, en kısa 25 metre ile en uzun 372 metre arasında değişiklik göstermektedir. Uzun eksenlerin ortalama uzunluğu ise 88 metredir. Kısa eksen uzunluk verilerine bakıldığında en kısa 17 metre ile en uzun 203 metre arasında değişiklik göstermektedir. Kısa eksenlerin ortalama uzunluğu ise 46 metredir. Dolinler iki yönlü gelişim özelliği gösterdiğinden kısa eksen ile uzun eksen arasındaki korelasyon değeri pozitif yönde olup kuvvetlidir ($r=0.85$). Uzun eksenin kısa eksene oranıyla elde edilen uzama oranına bakıldığında uzama oranı en az 1,1 iken en fazla 4,5 değerleri arasında değişiklik göstermektedir. Bu verilerden yola çıkarak

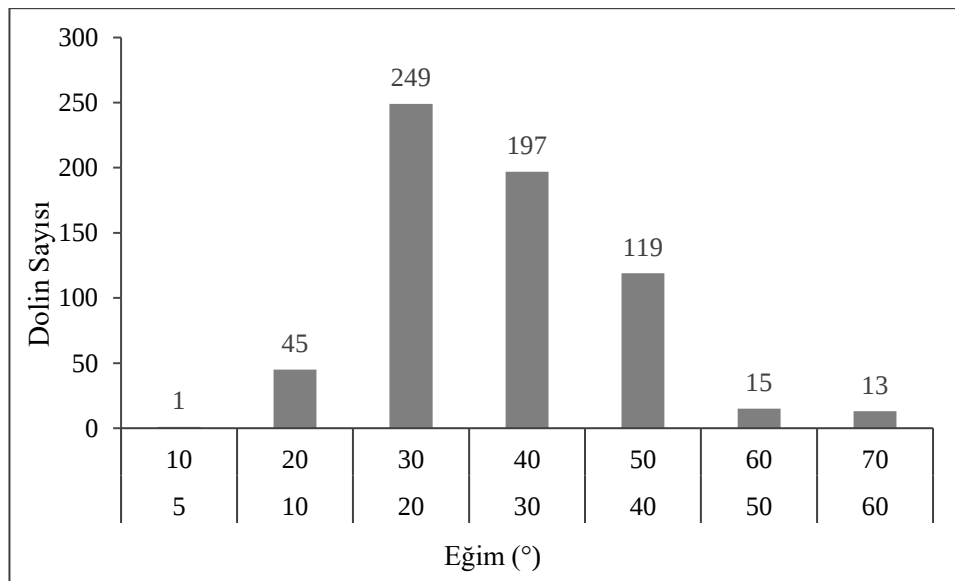
dolinlerin 13'ü (%40,62) uzamış özelliğe sahiptir. Bunu yarı eliptik özelliğe sahip 12 (%37,5) dolin takip etmektedir. Dolinlerin ortalama uzama oranı ise uzamış özelliğe karşılık gelen 1,97 değeridir (Tablo 17). Sahadaki bu uzamış dolinler genellikle doğrultu atımlı normal fayların denetiminde, süreksizliklerin veya paleo vadilerin bulunduğu alanlarda gelişmiştir.

Tablo 17: Uzama oranı değerine göre dolin sınıflaması dolin sayısı (Kaynak: Öztürk, 2018a)

Uzama Oranı Değeri (R_E)	Şeklin Tanımı	Dolin Sayısı	Oran (%)
$R_E < 1.21$	Dairesel, yarı eliptik	2	6,25
$1.21 < R_E < 1.65$	Yarı eliptik	12	37,5
$1.65 < R_E < 1.8$	Eliptik	5	15,62
$1.8 < R_E$	Uzamış	13	40,62

c) Eğim Koşullarının Dolinler Üzerindeki Etkisi

Araştırma sahasında bulunan dolinlerin ve eğim özellikleri arasındaki ilişkiyi ortaya koymak için 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritaları üzerinden eğim haritası oluşturulmuştur. Daha sonra bu eğim haritasından 1 km²lik gridler oluşturularak sahanın ortalama eğim değerleri (°) bulundu ve bu haritadan da sahadaki dolinlerin ortalama eğimleri hesaplandı. Elde edilen bu verilere göre ortalama eğim değeri 32.2° olan sahada en fazla dolin sayısı 20° ile 30° arasında iken en az dolin sayısı ise düşük eğimli 5° ile 10° eğimleri arasında bulunmaktadır (Şekil 28). Şekil 28'den anlaşılabileceği üzere dolinlerin gelişmesinde etkili rol oynayan eğim değeri sahanın eğim verilerine göre dolinler daha çok orta eğimli alanlarda gelişim göstermiştir (Foto 32).



Şekil 28: Çeltikçi Polyesi Havzası'ndaki dolin sayısının ortalama eğime göre dağılışı

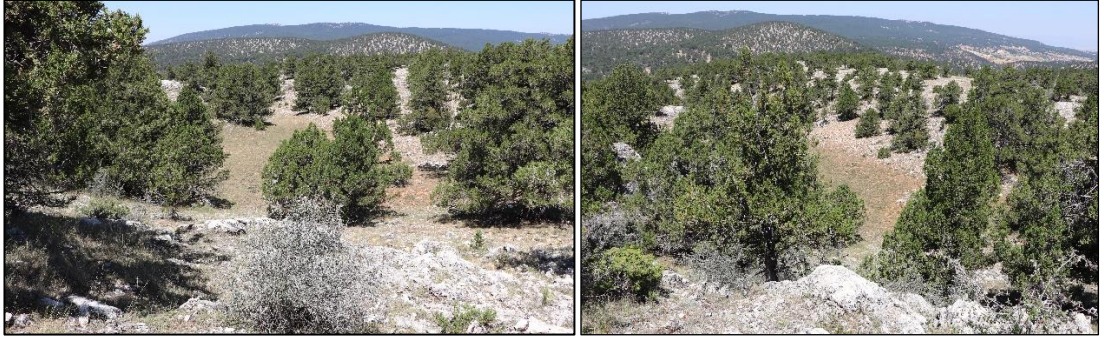
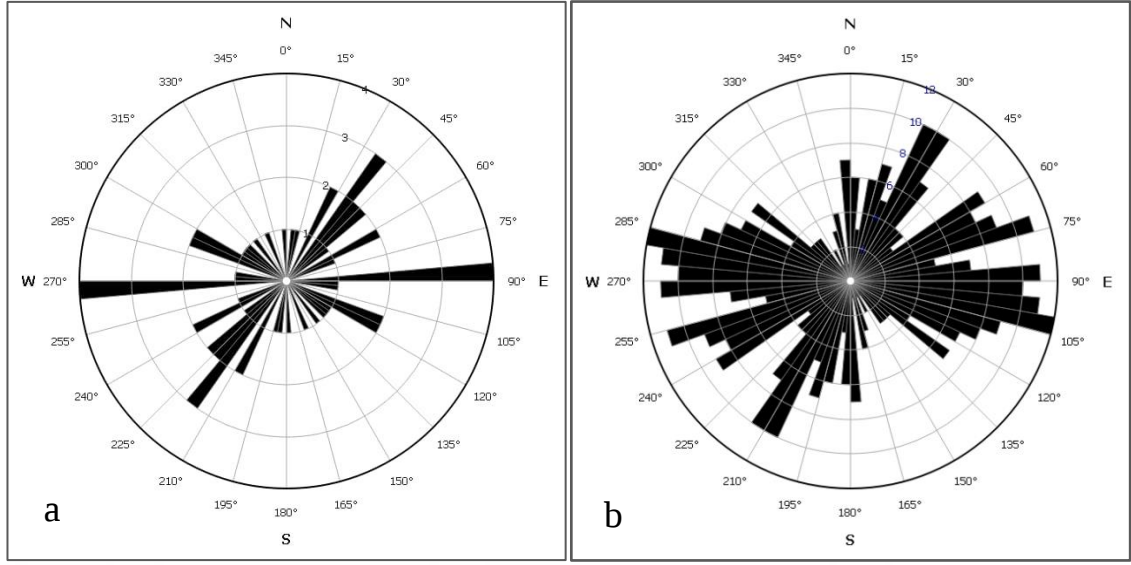


Foto 32: Çal Tepe üzerinde orta eğimli alanlarda gelişmiş çözünmeye dolinleri

d) Dolinlerin Yönelim Özellikleri

Karstlaşmanın gelişmesinde etkili olan fay ve çatlaklar gibi zayıf direnç zonları (Nazik, 1986) doğrultusunda gelişebilen dolinlerin sahadaki çizgiselliğe uyumlu olup olmadığının belirlemek amacıyla dolinlerin uzun eksenlerinin ve alandaki çizgiselliklerin kuzeye yaptığı açılarının hesaplanması ile belirlenmiştir. Dolinlerin yönelim özelliklerinin belirlenmesi ArcGIS programı kullanılıp elde edilen verilerle GeoRose programından gül diyagramları hazırlanmıştır. Ancak inceleme alanında gelişmiş olan tüm dolinler 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritalarında gösterilemediğinden yönelimlerle ilgili net bir sonuca ulaşamamıştır. Sahadaki dolinlerin yönelimleri karstik sahalarda etkili olan çatlak ve yarık sistemlerinin yanı sıra çizgiselliklerin uzanımlarına uyumlu olarak gelişim göstermiştir. Dolinlerin hâkim uzanım yönleri ile çizgiselliklerin hâkim uzanım yönleri örtüşmektedir. Alandaki dolinlerin ve çizgiselliklerin uzanımları D-B yönünde uzanmaktadır (Şekil 29a-b). Dolinlerin şekillerinin dairesel ve yarı eliptik şekillerin sayıca çoğunlukta olması bu dolinlerin genç, yeni oluşan küçük ve dairesel özelliklerinin tam olarak bozulmaması dolinlerin yönelimlerinin henüz çizgiselliklerle uyum göstermediği söylenebilir.



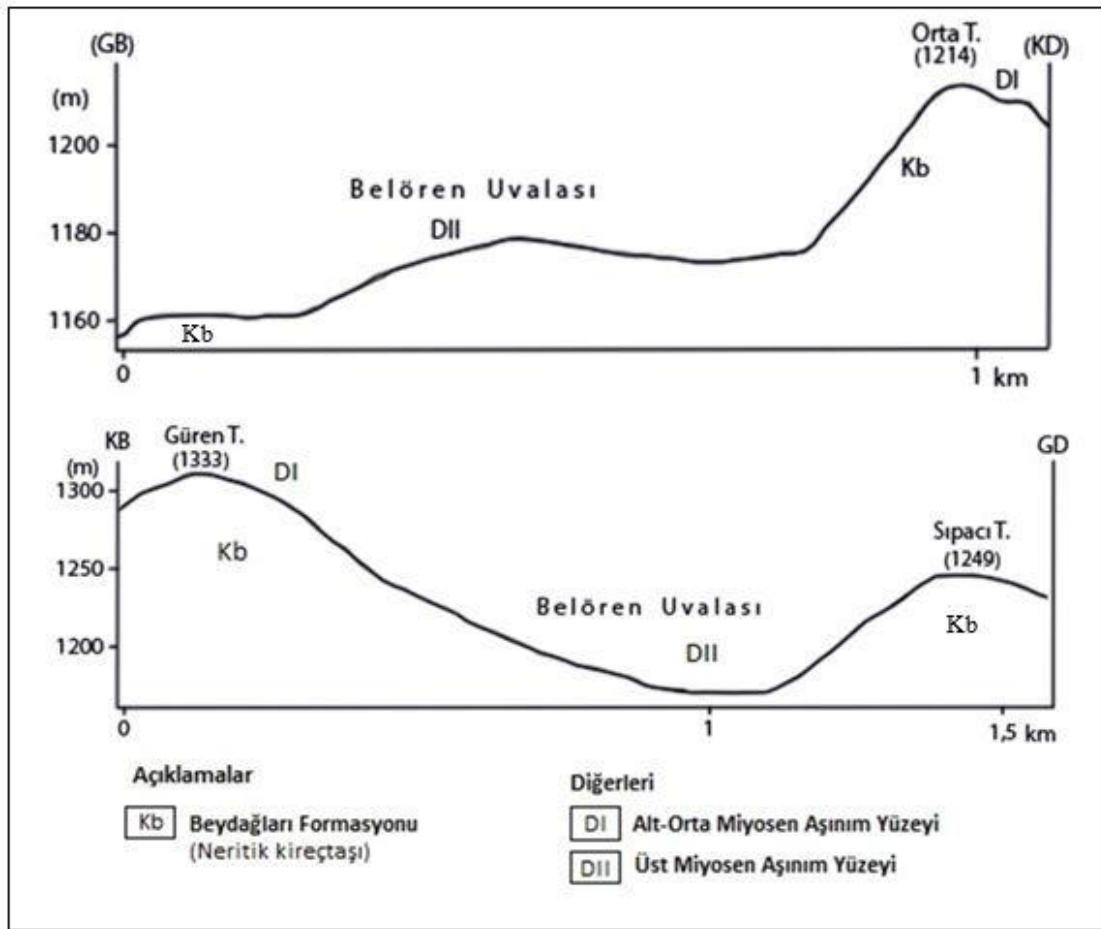
Şekil 29: Dolinlerin (a) ve çizgiselliklerin (b) uzanımlarına ait gül diyagramı

3.1.3. Uvalalar ve Morfometrik Özellikleri

Slavca kökenli olan uvalalar karst jeomorfolojisinde düdenlerden daha geniş olan çukurluklara denir (İzbırak, 1976: 323). Karstik şekillerden biri olan uvalalar genellikle dolinlerin genişlemesi veya birleşmesiyle oluşur. Bu şekillerin dipleri düz olup kenarları ise diktir (Şahinci, 1991: 58; Pekcan, 2019: 50). Sıralı halde bulunan dolinler fazla su topladıkları için erime süreçleri münferit olarak bulunan dolinlere göre daha etkin olup aralarındaki mesafe de fazla değildir. Bu birbirine yakın dolinlerin arasında bulunan yamaçlar birkaç taraftan aynı zamanda çözündüğü için bir süre sonra ortadan kalkar. Geriye kalan dolin çukurları ise birbirleri ile birleşmiş olur ki bunlar uvalaları oluşturur (Erinç, 2012: 136). Herhangi bir boyut kriteri olmayan uvalalar basit tipteki kapalı çöküntülerin birleşmesiyle oluştuklarından küçük dolinlere oranla daha büyüktürler (Jennings, 1971: 135). Genellikle uvalalar dolinlerden büyük, polyelerden ise küçük olarak kabul edilse de bu durum her zaman böyle olmak zorunda değildir. Yani bazen bir dolin, bir uvaladan daha büyük boyutta olabilmektedir (Sür, 1994; Hoşgören, 2003).

Araştırma sahasında bulunan uvalalar gerek sahaya ait topoğrafya haritalarından gerekse Google Earth Pro marifetiyle bir adet uvala tespit edilmiştir. Tespit edilen bu uvala sahanın doğusunda bulunan Belören köyünün kuzeybatısında bulunan Belören Uvalası'dır (Harita 15). Çeltikçi Polyesi'ne inen bir dere tarafından güneybatısından açılmış olan bu uvalanın tabanı ilk halini korumakta ve henüz parçalanmamıştır (Foto 33). Üst Miyosen rölyef sistemine ait aşınım yüzeyi üzerinde bulunan uvala askıda kalmış

ve 1150-2000 metreler arası bir yüksekliğe sahiptir. Belören uvalasının kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda uzunluğu 1.066 m, kuzeybatı-güneydoğu arasındaki genişliği ise yaklaşık olarak 487 metredir. Uzama oranı 2,19 olan uvala kuzeydoğu-güneybatı yönelimli bir uzanımına sahiptir. Alanı yaklaşık 311 m² olan uvalanın dairesellik indis değeri ise 2.93'dir (Tablo 17). Bu uvala bir paleovadi içerisinde geliştiği için dairesellik özelliği bozulmuştur. Belören Uvalası'nın jeomorfolojik görünümünü anlamak için topoğrafik profilleri alınmıştır. Bu profillere göre uvala, Üst Miyosen (DII) aşınım yüzeyi içerisinde gelişim göstermiş olup kuzeydoğudan güneybatıya doğru az eğimli bir tabana sahiptir ve güneybatı yönünden açılmıştır (Foto 33, Harita 15).



Şekil 30: Belören uvalasının topoğrafik profilleri

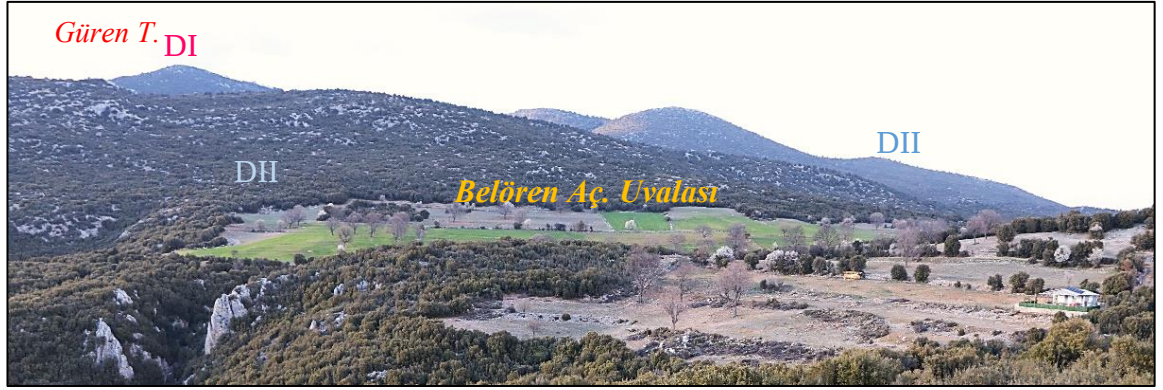
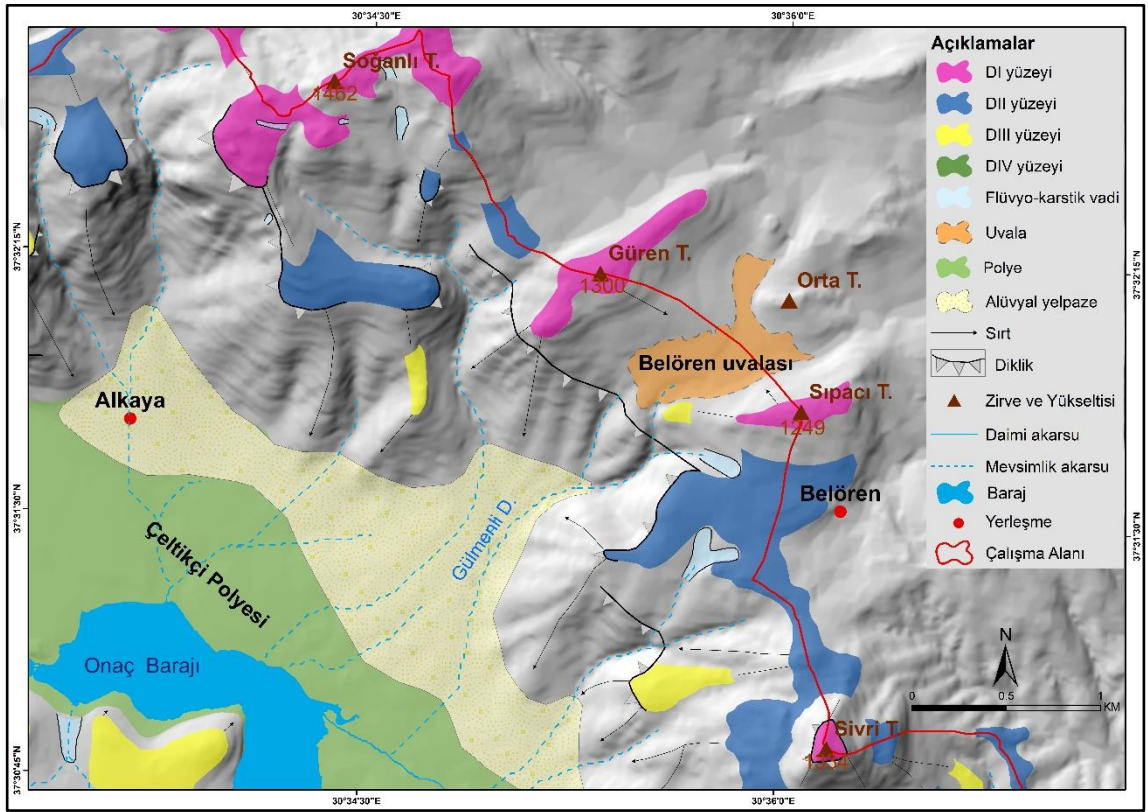


Foto 33: Belören Açılmış Uvalası (G'den K'ye bakış)



Harita 15: Belören uvalası ve yakın çevresinin jeomorfoloji haritası

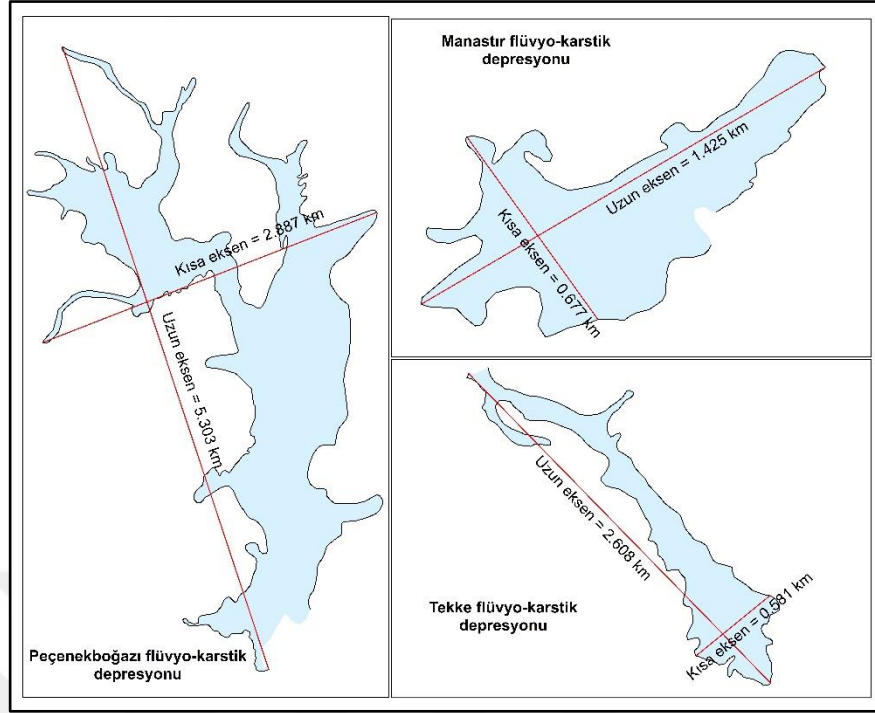
3.1.4. Flüvyo-Karstik Depresyonlar/Vadiler ve Morfometrik Özellikleri

Karst topoğrafyasının makro karstik şekillerden biri olan flüvyo-karstik depresyonlar, kuru flüvyal vadilerin özellikle yanal çözünmelerle geniş ve tabanlı bir vadiye dönüşmesiyle oluşurlar (Tuncer, 2018: 144). Bu depresyonlar karstik sahada, yağışlara bağlı olarak oluşan yüzeysel akışların belirli bir akarsu yatağında toplanarak, kimyasal çözünme ve fiziksel aşındırmanın etkisiyle vadileri işlemeleri sonucunda oluşmuş bir tür tabanlı vadi ya da akarsu boyu düzlükleridir. Bu depresyonlar şekilsel

olarak, polyelere oranla daha dar olup boyları da genellikle akarsuyun uzunluğuna bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Doğan, 1996: 233). Flüvyo-karstik depresyon ve vadiler genellikle karstlaşmanın olgunluk evresinde, karstik alanlardaki akarsu vadilerinin şekilsel açıdan bozulmalara uğramasıyla meydana gelirler. Flüvyo-karstik depresyonların dipleri karstifiye olduktan sonra genellikle polye ve ponorlar oluşmaktadır. Karstik gelişimin ihtiyarlık evresinde ise bazen dolin durumuna geçerler (Pekcan, 2019: 68).

Polyeler ile flüvyo-karstik depresyonlar arasında oluşum mekanizmaları açısından büyük benzerlikler bulunmaktadır. Farkları ise genişlikleri ile oluşumlarında rol oynayan etken gücün niteliği ya da etki oranıdır. Nitekim flüvyo-karstik depresyonların oluşumu üzerinde akarsu etkisi daha fazla hissedilir. Bu depresyonlarda da yamaç gerilemesi ve taban düzeyi alçalması polyelerle benzerlik göstermektedir. Flüvyo-karstik depresyonlar daha geniş tabanlı olduğu için depresyon olarak ifade edilmektedir. Flüvyo-karstik depresyonlarda humlara polyelere göre daha nadir rastlanmaktadır. Ayrıca bu depresyonlar kapalı bir havza karakterinde olmayıp çoğunlukla birbirleriyle bağlantılı olarak uzanırlar ve genellikle dış drenaja veya yerel drenaj ağına yüzeyde zayıf bir sistemle bağlıdırlar (Doğan, 1996: 133-134). Yapısal ve litolojik farklılığın olduğu formasyon sınırlarının yanı sıra çatlak sistemleri ve fay hatlarının uzanış doğrultuları karstlaşmaya bağlı olarak oluşan birçok depresyonun gelişimi, yoğunluğu ve dağılışı üzerinde önemli etkiye sahiptirler. (Doğan, 1996: 134; Öztürk vd., 2015: 60). Bu koşula bağlı olarak gelişim gösteren flüvyo-karstik depresyonların uzanış doğrultuları araştırma sahasındaki fay ve çatlak sistemleri ile paralellik göstermektedir.

Araştırma sahasında Triyas dönemine ait Dutdere kireçtaşı ve Tersiyer dönemine ait Elmalı formasyonu üzerinde çok sayıda flüvyo-karstik vadi ve depresyon bulunmaktadır. Genel olarak flüvyo-karstikler araştırma sahasının batısında litolojinin etkisiyle uzun ve iyi gelişmiştir. Araştırma sahasında yatay tabakaların olduğu aşınım yüzeylerinin tam üzerine denk gelen ve eğimin çok düşük olduğu alanlarda dolinler gelişirken hafif eğimi olan arazilerde flüvyo-karstikler gelişmiştir. Araştırma sahasında bulunan belli başlı olarak üç flüvyo-karstik depresyon bulunmaktadır. Bunların morfometrik hesaplamaları ArcGIS ve Excel programları yardımıyla yapılmıştır (Şekil 31).

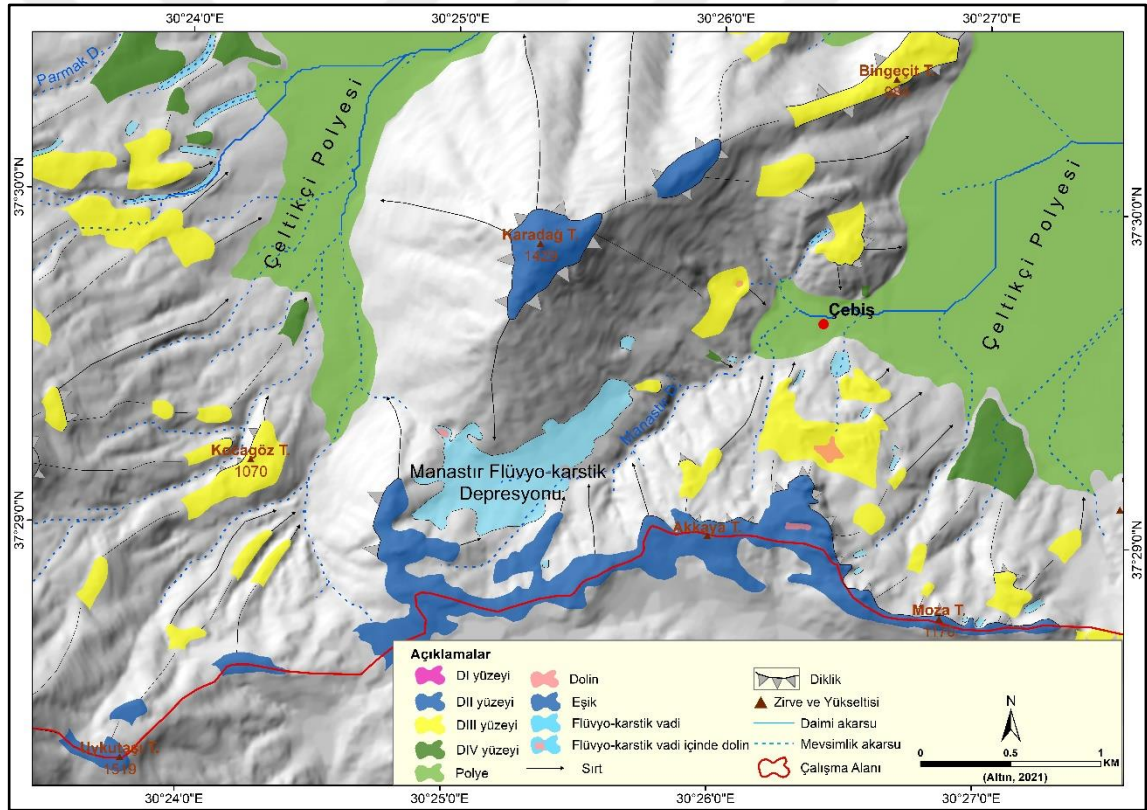


Şekil 31: Araştırma sahasındaki flüvyo-karstik depresyonların geometrileri (ölçeksiz)

Peçenekboğazı flüvyo-karstik depresyonu; çalışma sahasının kuzeydoğusunda yer alıp eski bir paleovadide gelişmiştir. Depresyon Üst Miyosen (DII) yüzeyleri içerisinde gelişmiş Pliyosen’de derinlik kazanmıştır (Harita 16). Depresyonun geniş tabanlı bir şekle sahip olması; vadide lateral çözünmenin artmasının yanında morfolojik taban düzeyine yakın olan tabanının Pliyo-Kuvaterner’deki yağışlı dönemelerde alüvyal boğulmaya uğraması olmalıdır. Sonraki süreçte akarsu depresyonu terk etmiş ve artık tabanın genişlemesi karstlaşma ile devam etmektedir. Akarsu depresyonu terk ettiği için bugün artık karstifikasyonun eseri olarak flüvyo-karstik depresyona dönüşmüştür (Foto 34).

Çok az, orta ve yüksek eğimli ($0 - 15^\circ$) arazilerde oluşan depresyonun yükseltisi 860 m ile 1030 m yükselti basamakları arasında değişiklik göstermektedir. Toplam alanı 3.63 km^2 olan depresyonun K-G yönlü uzun eksenini 5.30 km iken D-B yönlü kısa eksenini 2.88 km’dir. Bu ölçümlere göre depresyon 1,84 uzama oranına sahiptir. Dairesellik indis değeri ise 18,91’dir. Yani flüvyo-karstik depresyon dairesellikten oldukça uzaklaşmıştır (Şekil 31). Flüvyo-karstik depresyonun uzamış özelliğe sahip olmasında iki paleovadinin kesişim noktasında gelişmiş olmasının rolü önemlidir.

depresyonun Manastır Deresi tarafından parçalanacağı açıktır. Karadağ'ın güney yamacında askıda kalan bu depresyon içerisinde dolinler gelişmeye başlamıştır (Harita 17). Çok az, orta ve yüksek eğimli ($0 - 15^\circ$) yüzeylerden oluşan depresyonun yükseltisi 1040 ile 1150 metreler yükselti basamakları arasında değişiklik göstermektedir. Depresyon kuzeyindeki yüksek dağlık kütleyi oluşturan Karadağ ile arasındaki yükselti farkı 390 metreyi bulmaktadır. Toplam alanı 0.414 km^2 olan depresyonun KD-GB yönlü uzun eksenini maksimum 1.42 km iken KB-GD yönlü kısa eksenini 0.67 km'dir. Bu verilere göre depresyon 2,10 uzama oranına sahip olup uzamış bir şekle sahiptir. Dairesellik indis değeri ise 4,34'dir (Şekil 31). Manastır flüvyo-karstik depresyonunun uzamış şekle sahip olması bir paleovadi içerisinde ve karstik olmayan birimlerle kontak noktada gelişmiş olması etkilidir.

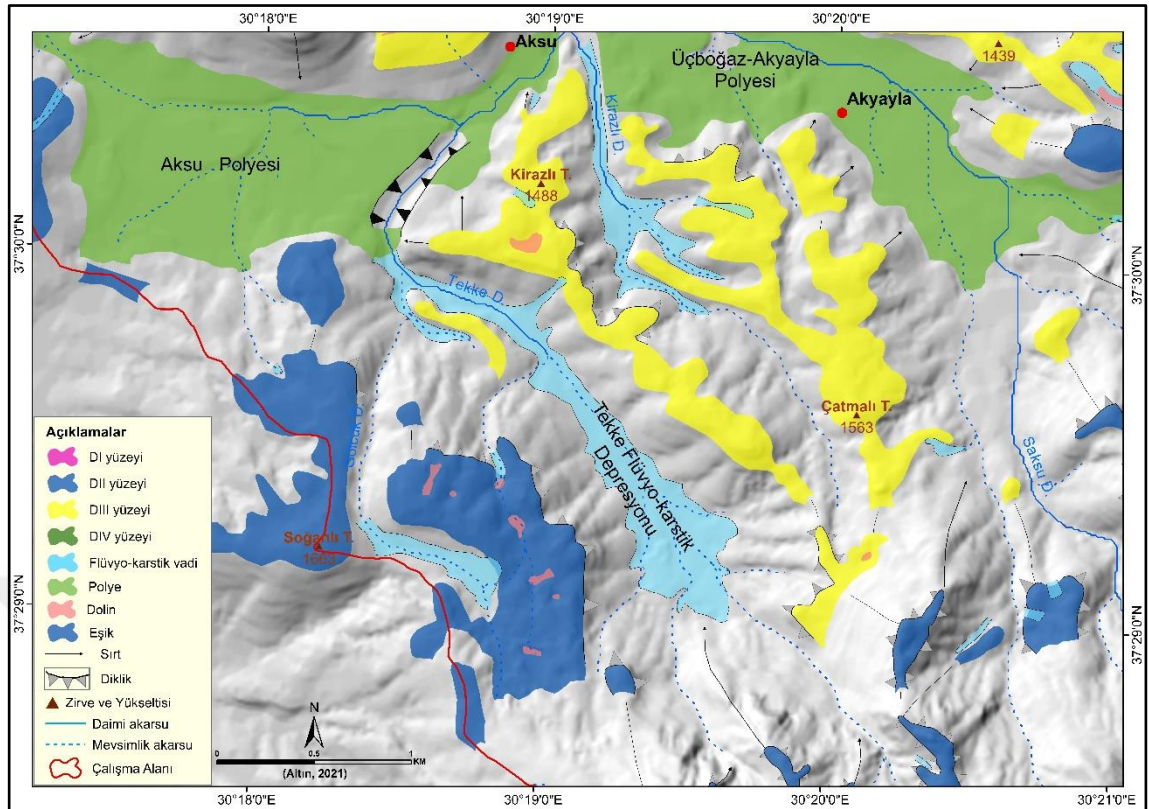


Harita 17: Manastır flüvyo-karstik depresyonu ve yakın çevresinin jeomorfoloji haritası



Foto 35: Manastır flüvyo-karstik depresyonu (Karadağ'dan panoramik görünüm)

Tekke flüvyo-karstik depresyonu; inceleme alanının güneybatısında yer alan depresyon bir Pliyosen vadisi içerisinde gelişmiştir. Depresyon, çevresinden gelen çözünmeye uygun kumlu killi kireçtaşları ve rekristalize kireçtaşları tabanında birikmiştir. Depresyon daha sonra adını aldığı Tekke Deresi tarafından dış drenaja açılmıştır. Depresyonu kuzeybatıdan dar bir boğazla Aksu Polyesi'ne bağlayan Tekke Deresi de Aksu Deresi tarafından kapılmıştır (Harita 18). Çok az, orta ve yüksek eğimli ($0 - 15^\circ$) arasında değişen yüzeylerde bulunan depresyonun yükseltisi 1420 m ile 1535 m yükselti basamakları arasında değişiklik göstermektedir. KB – GD yönünde uzanan ve toplam alanı 0.582 km² olan depresyonun KB-GD yönlü uzun eksenini maksimum 2.608 km iken KD-GB yönlü kısa eksenini 0.581 km'dir. Bu değerlere göre flüvyo-karstik depresyonun uzama oranı 4.49'dur. Yüksek uzama oranına sahip olan depresyonun dairesellik indis değeri ise 9.04 olup dairesellikten oldukça uzaklaştığı görülmektedir (Şekil 31; Harita 18). Tekke flüvyo-karstik depresyonun uzamış bir özelliğe sahip olmasında bir Pliyosen vadisinde ve karstik olmayan yüzeylerin kontak noktasında gelişmesi etkili olmuştur.



3.1.5. Polyeler ve Morfometrik Özellikleri

İlk kez Franz von Steinberg (1761'dan akt. Şimşek vd., 2020) tarafından (Zirknitz Polyesi) betimsel olarak tanımlanan (Bögli, 1980: 68) ve karstlaşma sonucunda meydana gelen büyük depresyonları ifade etmek için kullanılan polye (polje) (Doğan, 1996: 230), Slavca'da “*düz alüvyal alan*”, “*ova*” veya “*tarla*” anlamına gelmektedir (Yalçınlar, 1969; İzbirak, 1969; Sweeting, 1972; Şimşek, 2020: 3). Slovenya karstındaki polyelere genellikle “*dolina*” veya “*dol*” (Gams, 1994) denilmesine rağmen polye terimi Slav dillerinde karstik araziye özel bir atıfta bulunulmadan yaygın olarak hâlâ kullanılmaktadır (Ford and Williams, 2007: 362). Karst topoğrafyasının en büyük makro karstik şeklini oluşturan polye Pekcan (2019: 53) tarafından karstik bölgelerdeki geniş ve etrafı kalker yamaçlarla çevrilmiş ovalık sahalar olarak ifade edilmiştir. Bonacci (2004a, 2013) dar anlamda polyeyi kireçtaşı karstındaki çöküntüler olarak tanımlamıştır. Gams (1978)'e göre karstik bir polye düz tabanlı, karstik drenajlı ve dik çevresel eğime sahip kapalı bir havzadır. Field (2002: 143-144) tarafından polye uzun ekseni ana yapısal eğimlere paralel olarak gelişmiş olan ve onlarca kilometre uzunluğa erişebilen, karstik kireçtaşı içerisinde geniş ve düz tabanlı olup yüzeyel tortulların zeminde birikme eğilimi gösterdiği alanlar

olarak tanımlanmıştır. Sür (1994) polyenin oluşumu için kısmen karstlaşma kısmen de tektonik olaylar sonucunda meydana geldiğini ve bu karstik şeklin uvalalardan daha büyük olduğunu ifade etmiştir. Polyeler, genel ve ortak bir karst taban seviyesine bağlı kalmadan farklı yükseltilerle oluşan, aşınım döneminin herhangi bir aşamasından bağımsız olan ve tabanı geçirimsiz maddeler tarafından işgal edilmiş ilksel depresyonların kalker yamaçlarının gerilemesiyle oluşmuş topoğrafya şekilleridir (Erinç, 2012b: 139). Genel olarak polye; jeomorfolojik bakımdan karstik sahalar içerisinde en az bir yamacı kireçtaşıdan oluşan, düz alüvyal dolgulu, karstik drenajı olan ve oluşumunda tektonizmanın da etkili olduğu büyük kapalı depresyonları ifade eder (Erinç, 2012b; Gams, 1978; 2005; Jennings, 1985; Ford & Williams, 2007). Oluşum yerleri bakımından farklı yükseltiler arasında gelişebilen polyeler, genellikle yapısal dokuya veya orojenik kuşaklara uygun olarak uzanan, düz alüvyal tabana ve yüzey sularını yeraltına boşaltan düdenlere sahip, çok kökenli oluşum özelliği gösteren kapalı karstik çukurlardır (Gams, 1978; Jennings, 1985; Atalay, 2003; Gracia vd., 2003; Ford & Williams, 2007; Doğan vd., 2017, 2019; Doğan & Koçyiğit, 2018; Pekcan, 2019; Şimşek vd., 2020; Tuncer, 2021). Bazen polyelerin tabanı ya da kenarlarındaki düdenler bitki parçaları gibi çeşitli maddeler veya killer tarafından tıkanabilir ve bunun sonucunda da polyelerin tabanında geçici veya kalıcı göllerin oluşumuna olanak sağlar (Bonacci, 2013). Tabanı geçirimsiz formasyonlardan oluşan veya geçirimsiz alüvyal malzemelerle doldurulmuş polye tabanlarında biriken sular ya da polyeden geçen akarsular, polye yamaçlarını alttan aşındırarak geriletir. Çözünme, blok düşmeleri ve mağara tavanı çökmeleri gibi süreçler böylesi yamaç gerilemelerinde etkili olmaktadır (Doğan, 1996; Ford & Williams, 2007). Böylesi bir deformasyona uğrayan polyeler flüvyo-karstik vadi, fosil ya da açık polye olarak kabul edilmektedir (Nazik, 1992; Doğan 1996; Nicod, 2003). Polye tabanlarında meydana gelen yatay karstik gelişimin bir emaresi olan çözünmeden arta kalan hum tepeler oluşabilir. Karstik bir polye eğer dış drenaja açılırsa karakteristik bir polye olma özelliğini yitirir (Doğan, 1996; Şimşek vd., 2020). Karakteristik olarak bir polye olma özelliğini yitiren polyelere fluvio-karstik vadi, fosil, bozulmuş ya da açık polye olarak kabul edilmektedir (Nazik, 1992, Nicod, 2003). Nicod (2003) polyenin basit bir şekilden ibaret olmadığını ve bu nedenle onu tanımlamak için bir veya iki kriterin yeterli olamayacağını ifade etmiştir. Bu nedenle Nicod karstik bir polyenin altı ana kritere sahip olması gerektiğini ileri sürmüştür. Bu kriterler; (1) topoğrafik özellikleri; (2) sahip olduğu

yapısal şartları; (3) aktif tektoniğin bir parçası olması; (4) paleo morfoiklimatik özellikleri; (5) güncel ve mevcut hidrolojik koşullar; (6) jeomorfolojik özelliklerden oluşmaktadır. Cvijic (1893) kapalı karstik bir depresyonun polye olarak kabul edilebilmesi için polye taban alanının 1 km² olması gerektiğini ifade etmiştir. 85 yıl sonra Gams (1978) ise bu alanın en az 400 m² alana sahip olması gerektiğini söylemiştir. Bonacci (2004a) ise polye tabanlarının alanının 0.5 km²den 500 km²ye kadar olabileceğini ileri sürmüştür.

Polyeler, bugüne kadar pek çok ulusal ve uluslararası platformda farklı bakış açılarıyla sınıflandırılması yapılmıştır. Bu sınıflandırmalardan en önde gelenleri Gams (1978, 1994), Şahinci (1991), Bonacci (1987), Ford & Williams (1989, 2007), Doğan (2003), Nazik & Tuncer (2010), Lučić (2014), Şimşek vd. (2020) ve Tuncer (2021b)'dir. Uluslararası karst literatürüne bakıldığında yaygın olarak kabul gören polye sınıflaması Ford & Williams'ın (1989, 2007) sınıflamalarıdır. Bu sınıflandırmaya göre polyeler; (1) kenar polye, (2) yapısal polye ve (3) taban seviyesi polyesi şeklindedir. Diğer bir taraftan Ege (2017) ise polyeleri büyüklüklerine göre mikro, mega ve ultramega şeklinde sınıflandırmıştır. Bonacci (1987) polyeleri hidrolojik rejimlerini (akarsuyun giriş ve çıkışlarını) dikkate alarak (1) kapalı polyeler, (2) yukarıdan açık polyeler, (3) aşağıdan açık polyeler ve (4) hem aşağıda hem de yukarıdan açık polyeler şeklinde bir sınıflandırma yapmıştır. Daha sonra Bonacci (2013) tarafından polyeler (1) tabanı kalıcı bir göl ile kaplanmış olan, (2) geçici bir göl ile tamamen veya kısmen kaplanmış olan ve (3) kuru polyeler şeklinde yeni bir sınıflama yapıştır. Gams (1978) ise karstik bir kapalı depresyonun polye olarak kabul edilebilmesi için üç kriterle sahip olması gerektiğini vurgulamıştır. Bu kriterler; (1) kaya içinde düz bir taban (teraslı olabilir) veya içerisinde alüvyon gibi gevşek sedimentler, (2) kenar yamaçları keskin dik bir şekilde yükselen kapalı bir havza ve (3) karstik drenaj sistemidir. Gams (1978; 1994) bu kriterler doğrultusunda polyeleri (1) kenar (border) polye, (2) dışkenar (peripheral) polye, (3) dağarası (piedmont), (4) taşkın (overflow) polyesi ve (5) taban seviyesi (piezometrik) polyesi şeklinde 5 sınıfa ayırmıştır. Bu sınıflandırmaların üzerine yapılan birçok akademik çalışmalara bakarak Şimşek, Doğan ve Öztürk (2020) yeni bir polye sınıflandırması ortaya koymuşlardır. Bu çalışmaya göre polyeler tek bir tipte oluşabileceğinin yanı sıra çok kökenli bir oluşum ve gelişim özelliklerine sahip olabilirler. Bu anlayış doğrultusunda Şimşek vd. (2020)'nin yapmış oldukları bu çalışmada polyeleri, (1) tek karakterli polyeler (kenar polye, yapısal polye ve taban

seviyesi polyesi; Ford & Williams, 1989, 2007), (2) iki karakterli polyeler (yapısal-kenar polye, yapısal-taban seviyesi polyesi, kenar-taban seviyesi polyesi), ve (3) çok karakterli polyeler (en az üç kökene sahip polyeler) şeklinde sınıflandırmışlardır. Tuncer (2021b) çalışmasında şimdiye kadar yapılmış olan polye sınıflamaları göz önünde bulundurarak morfolojik özellikleri ve akaçlama durumlarına göre polyeleri; (1) kapalı polyeler, (2) açık polyeler, (3) bozulmuş veya fosil polyeler ve (4) düdenli polyeler olarak dört gruba ayırmıştır.

Güneydoğudan Kestel Polye Sistemi'ne açılan Çeltikçi Polyesinin kuzey (Kuzköy Polyesi) ve kuzeybatı yönünde (Bağsaray Polyesi) kendisine bağlanmış iki kolu bulunur. Bu nedenle birbirlerine bağlı bu üç polyenin birleşmesiyle ortaya çıkan polyeler sistemine “Çeltikçi Polye Sistemi” demek doğru olacaktır. Çeltikçi Polye Sistemi'nin kabaca kuzeyinde ve güneyinde D-B yönünde uzanan dağlara paralel olarak gelişmiştir. Uzun vadi benzeri polye ovası batı doğu yönünde eğime sahip olup K-G yönünde de hafif bir eğime sahiptir (Harita 2). Çeltikçi Polyesinin etrafı Jura ve Üst Kretase kireçtaşı dağları ile çevrilidir. Bu dağların yamaçları çok sayıda birbirine paralel V şekilli asılı vadiler ile derinden kesilmiştir. Sahada Miyosen çökelleri, dağların polyeye bakan yamaçlarını şeritler halinde örtmektedir. Polyenin tabanı, su geçirimsiz alüvyonlarla kaplı olduğu için ne yamaçlarında ne de polye kenarlarında karstik süreçlerin gelişimi kısıtlanmıştır. Bu güçlü tortulların Çeltikçi Polyesi'nde, suların yerüstünden akması ve su geçirimsiz alt toprağın varlığı nedeniyle tabanda kireçtaşı karstlaşmasını imkânsız hale getirir (Güldalı, 1970: 15). Polyenin, çözünebilir ve çözünme yeteneği olmayan kayaçların dokanakları boyunca gelişme göstermeleri, oluşumlarında hem karstlaşmanın hem de normal aşınım olaylarının varlığını gösterir (Güldalı, 1976: 148).

Araştırma sahası içerisindeki polyeler Kızılbucak, Seydiköy, Tekeralanı, Aksu, Üçboğaz-Akyayla ve Çakmaklı polyeleri ve en büyüğü Çeltikçi Polye Sistemi (Bağsaray, Çeltikçi, Kuzköy polyeleri) olmak üzere 7 adet polye bulunmaktadır. Batı Toros karbonat platformu içerisinde gelişen bu polyeler 810 – 1480 metreler arasındaki yükseltilerde yer almaktadır (Tablo 18).

Tablo 18: Araştırma sahasındaki polyelerin merkez koordinat bilgileri ve taban yükseklikleri

Adı	Taban yükselti aralığı (m)	Merkezinin enlem değeri (K enlemi)	Merkezinin boylam değeri (D boylamı)	Merkezinin yükselti değeri (m)
-----	----------------------------	------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------

Çeltikçi Polye Sistemi	810 – 970	37° 31' 19"	30° 28' 58"	848
Kızılbucak Polyesi	1215 – 1240	37° 34' 58"	30° 24' 08"	1215
Seydiköy Bozulmuş Polyesi	855 – 900	37° 30' 07"	30° 32' 59"	865
Tekeralanı Bozulmuş Polyesi	910 – 960	37° 29' 46"	30° 31' 54"	940
Aksu Açılmış Polyesi	1380 – 1480	37° 30' 19"	30° 17' 51"	1437
Üçboğaz-Akyayla Bozulmuş Polyesi	1360 – 1470	37° 30' 41"	30° 19' 35"	1383
Çakmaklı Açılmış Polyesi	1395 – 1420	37° 32' 24"	30° 19' 51"	1407

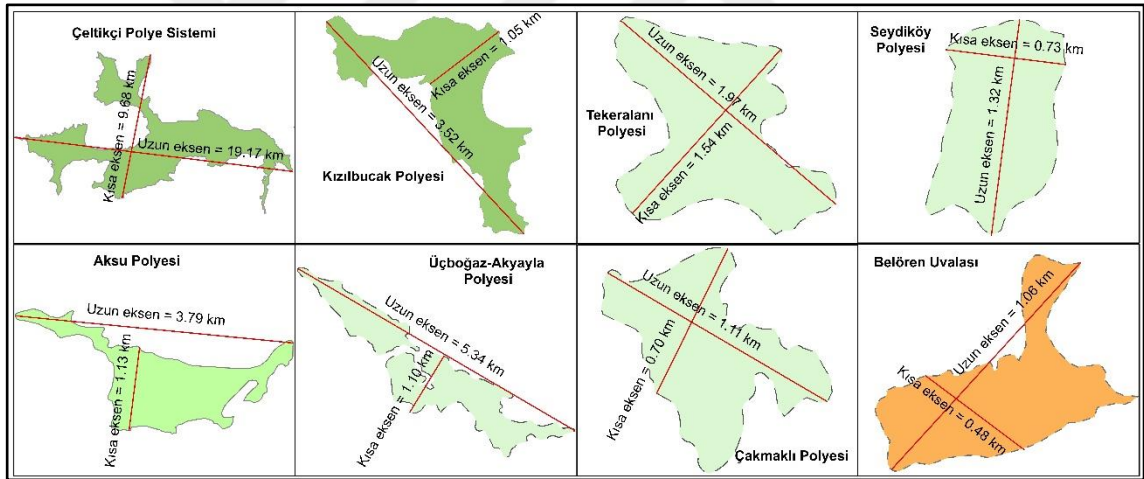
Araştırma sahası toplamda 277 km²lik bir alana sahipken polyelerin ve uvala alanlarının toplamı 63,2 km² alan kaplamaktadır. Dolayısıyla araştırma sahasındaki yedi polye (Çeltikçi Polye Sistemi, Kızılbucak, Seydiköy, Tekeralanı, Üçboğaz-Akyayla, Aksu, Çakmaklı polyeleri) ve bir uvala (Belören) toplam saha alanının %22,8'lik kısmına karşılık gelmektedir. Bunlara ilaveten sahada bulunan üç flüvyo-karstik depresyonun alanını da eklediğimizde sahanın %24,4'ünü oluşturur. Sahanın 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritalarından tespit edilen ve hemen hemen hepsinin 1300 metrenin üstündeki yüksek alanlarda yayılım gösteren 32 dolini de dâhil ettiğimiz makro karstik depresyonların tüm havzadaki oranı %25'ini bulmaktadır.

Polye, uvala ve dolin gibi alanların tanımlanmasında kullanılan temel parametrelerden biri bu şekillerin uzun ve onu dik kesen kısa eksenlerin bulunmasıdır (Bondesan vd., 1992; Denizman, 2003; Öztürk, 2018a, 2018b; Tuncer, 2021b). Genel olarak araştırma sahasındaki polyelerin uzunluklarının genişliklerinden daha fazla olduğu görülmektedir. Polyelerden alınan uzun ve kısa eksen değerleriyle uzun eksenin kısa eksene oranı ile elde edilen polyelerin uzama oranları incelendiğinde; uzun eksenlerin uzunlukları en kısa 1.115 m ile en uzun 19.149 m arasında değişiklik göstermektedir. Uzun eksenlerin ortalama uzunluğu ise 5.174 metredir. Kısa eksenin uzunluklarına bakıldığında ise en kısa 668 m ile en uzun 9.686 m arasındadır. Kısa eksenlerin ortalama uzunluğu ise 2.219 metredir. Yapılan hesaplamalara göre sahadaki polyelerin şekilsel olarak uzama oranları arasında farklılıklar bulunmaktadır. Dolayısıyla uzun eksenin kısa eksene oranıyla hesaplanan uzama oranına bakıldığında, uzama oranı en küçük 1,28 en büyük 8 değerleri arasında olup sahadaki polyelerden 2 tanesi (Tekeralanı ve Çakmaklı) yarı eliptik şekle sahiptir. Uzama oranı indis değeri 8 ile araştırma sahasının uzama oranı en fazla çıkan Üçboğaz-Akyayla Polyesi olup uzamış bir şekle sahiptir. Seydiköy Polyesi

eliptik; Çeltikçi Polye Sistemi ile Kızılbucak, Üçboğaz-Akyayla ve Aksu polyeleri ise uzamış bir morfolojik şekle sahiptirler. Dolayısıyla sahadaki polyelerin %57'si uzamış şekle sahiptir (Tablo 19; Şekil 32). Ortalama uzama oranı ise uzamış özelliğe karşılık gelen 3,04 değerindedir.

Tablo 19: Araştırma sahasındaki polyelerin uzun ekseni (m), kısa ekseni (m) ve uzama oranları

Adı	Uzun ekseni (m)	Kısa ekseni (m)	Uzama oranı indis değeri	Bosso vd. (2013)'e göre morfolojik şeklin tanımı
Çeltikçi Polye Sistemi	19.149	9.686	1,98	Uzamış
Kızılbucak Polyesi	3.524	1.057	3,33	Uzamış
Seydiköy Bozulmuş Polyesi	1.322	738	1,79	Eliptik
Tekeralanı Bozulmuş Polyesi	1.974	1.547	1,28	Yarı eliptik
Aksu Açılmış Polyesi	3.798	1.137	3,34	Uzamış
Üçboğaz-Akyayla Bozulmuş Polyesi	5.342	668	8	Uzamış
Çakmaklı Açılmış Polyesi	1.115	703	1,59	Yarı eliptik



Şekil 32: Araştırma sahasındaki polyelerin ve uvalanın geometrileri (ölçeksiz)

Yeryüzü şekillerinin geometrik özelliklerinin tanımlanmasında kullanılan başka bir parametre ise şekillerin dairesellik indeksi (I_c)'dir. Bu amaç doğrultusunda araştırma sahasındaki polyelerin alanları, çevre uzunlukları ve dairesellik indeksi (I_c) hesaplandı. Polyeler arasında en küçük alana sahip olan 0,434 km² ile Çakmaklı Polyesi, en fazla alana sahip olan 53,410 km² ile Çeltikçi Polye Sistemi'dir. Araştırma sahasındaki polyelerin ortalama alanı ise 8,441 km²'dir. Çevre uzunluğu en kısa olan polye 3,794 km ile Çakmaklı Polyesi, en uzun ise 93,53 km ile Çeltikçi Polye Sistemi olup ortalama çevre uzunluğu 21,040 km'dir. Alan ve çevre uzunlukları verileri kullanılarak hesaplanan

dairesellik indisine göre, çalışma alanındaki polyelerin hepsi dairesellikten uzaklaşmış ve şekilleri bozulmuştur. Hesaplama sonuçlarına göre daireselliğe en yakın olan 1,46 dairesellik indis değeri ile Seydiköy Polyesi iken dairesellikten en çok uzaklaşan 8,32 dairesellik indis değeri ile Üçboğaz-Akyayla Polyesi'dir. Sahadaki polyelerin ortalama dairesellik indis değeri 4,06'dır (Tablo 20). Bu karstik depresyonların gerek dairesellikten uzaklaşmış ve gerekse uzamış bir forma sahip olmalarında sahadaki polyelerin genel olarak çözünebilen ve çözünemeyen kayaçların dokanıkları boyunca oluşmalarının yanı sıra birkaç paleovadinin kesişim alanlarında oluşmuş olmaları, fay ve kırık sistemlerinin denetimlerinde gelişmeleri etkili olmuştur.

Tablo 20: Araştırma sahasındaki polyelerin alanı (km²), çevre uzunluğu (km) ve dairesellik indisleri

Polye adı	Alanı (km ²)	Çevre Uzunluğu (km)	Dairesellik indis değeri
Çeltikçi Polye Sistemi	53,410	93,532	3,73
Kızılbucak Polyesi	2,362	11,609	4,54
Seydiköy Bozulmuş Polyesi	0,764	3,739	1,46
Tekeralanı Bozulmuş Polyesi	1,315	6,171	2,31
Üçboğaz-Akyayla Bozulmuş Polyesi	2,683	16,743	8,32
Aksu Açılmış Polyesi	1,999	11,698	5,45
Çakmaklı Açılmış Polyesi	0,434	3,794	2,64

Araştırma sahasının taban kalınlığı hakkında Özdemir (2013)'in yüksek lisans tezindeki sondaj verilerinden yararlanılarak bilgi sahibi olunmuştur. Sondaj kuyularının konum bilgileri alınarak harita üzerinde lokasyonları belirlenmiştir (Harita 19). Çeltikçi Polye Sistemi tabanının farklı yerlerinde farklı derinliklerde toplamda 22 sondaj bulunmaktadır. Derinlikleri en az 74 metre ile en fazla 208 metre arasında değişiklik gösteren kuyuların farklı derinliklerde Kuvaterner çökellerinden sonra kireçtaşına rastlanmıştır. Sahada en fazla Ürük Tepe ile Karadağ arasında kuyu bulunmaktadır. Açılan bu kuyuların da en derini 164 m olup en derin yerine kadar Kuvaterner'in konglomeralarına rastlanmaktadır. Buradaki kuyular Karadağ'ın yamacına yakın bir yerde bulunan bir kuyuda 90 metreden sonra ofiyolitlere rastlanmıştır. Kuzköy'de bulunan kuyunun derinliği 188.5 m olup sondajın sonlandırıldığı yere kadar kum kil marn ardaalanmasına rastlanmıştır. Güvenli'de bulunan kuyuda 35 metreden sonra ofiyolite rastlanmıştır. Dolayısıyla burada bulunan kuyulardan farklı derinliklerde farklı malzemelere rastlanmış olup birbirlerine yakın mesafelerde bulunan kuyularda anakayaya farklı derinliklerde ulaşılmıştır. Aşağıda araştırma sahası içerisinde bulunan

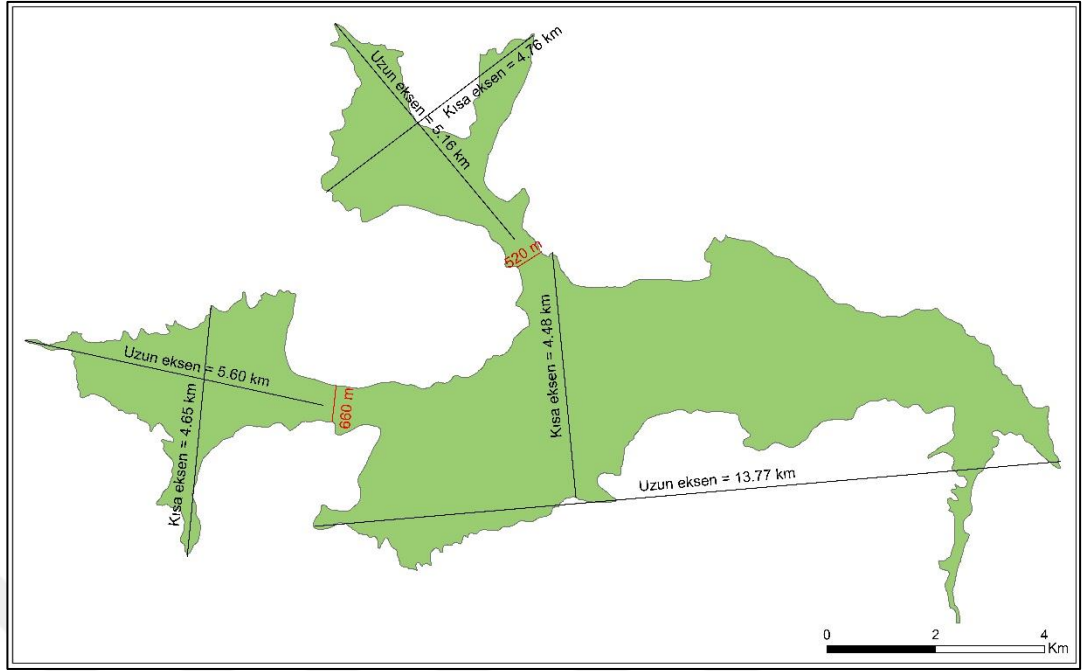
Polye sisteminin tabanı kuzey ve batıda Eosen yaşlı filişler doğu ve güneyde ise yer yer faylı yamaçlarla Jura-Kretase yaşlı neritik kireçtaşları tarafından sınırlandırılmıştır. Özdemir (2013)'in yaptığı yüksek lisans tezindeki Bağsaray, Kuzköy ve Çebiş'te alüvyal sahalarda açılan sondaj verilerine göre yaklaşık 100 metrelere kadar Kuvaterner dönemi çökellere rastlanmıştır. Bağsaray'da Ürük Tepe ve Karadağ Tepe arasında açılan 11 tane kuyularda (K3, K4, K5, K6, K7, K8, K9, K10, K11, K12 ve K13) 160 metrelere kadar alüvyal birimlere rastlanmıştır. Bu kuyular içerisinde biraz daha polyenin kenarına doğru Karadağ yakınında açılan K12 nolu 207 metre derinliğe sahip kuyuda 150 metreden sonra kireçtaşı tespit edilmiştir. Bu kuyulardan kuzeyde Ürük Tepesi'ne yakın bir mevkide yer alan K3, K4 ve K5 nolu kuyularda 60 metreye kadar Kuvaterner çökelleri bulunup 60 metreden sonra kireçtaşı tespit edilmiştir. Bu nedenler ovanın merkez kısımlarında kireçtaşına daha derinlerde kesilirken kenar kısımlarda ise daha yüzeyde kestiği görülmektedir. Kuzköy civarındaki derinliği 118,5 m olan K21 nolu kuyuda ise sondaj sonlandırılana kadar kum-kil-marn araldanması olduğu tespit edilmiştir. Güvenli köyü civarındaki derinliği 150 m olan K22 nolu kuyuda ise 35 m alüvyal çökelden sonra 150 m derinliğe kadar ofiyolitler tespit edilmiştir. Araştırma sahasındaki bu sondaj kuyularında daha çok kil ve mil boyutundaki çökellerin varlığı polyeye gelen akarsuların çok zayıfladığını söyleyebiliriz. Çeltikçi Polye Sistemi'nde farklı mevkilerde açılan bu kuyulardan edinilen bilgilere göre; tabandaki anakayanın üzeri değişik kalınlıklarda alüvyal malzemeye kaplıdır, 210'dan 60 metrelere kadar çıkan pürüzlü bir tabana sahip olduğu anlaşılmaktadır.

Toplam alanı 53.41 km² ile araştırma sahasının polyeleri içerisinde en büyük alanı oluşturan Çeltikçi Polye Sistemi'nin tabanı akarsular tarafından taşınan ve çözünmeden arta kalan terra rosaların yanı sıra kolüvyal ve kestane rengi topraklarla kaplıdır. Çok az – orta eğimli (0-10°) yüzeylerden oluşan ovanın yükseltisi 810 m ile 970 m yükselti basamakları arasında değişiklik göstermektedir. Ova ile çevresindeki yüksek kütleler ile arasındaki yükselti farkı yaklaşık 700 – 730 m civarındadır. En düşük yükselti ovanın güneydoğusunda bulunan ve Bucak Polyesi ile bağlantıyı sağlayan Onaç Barajı civarındadır. Ovanın genel eğim yönü de Onaç Barajı'na doğrudur. Ovanın etrafı doğuda bulunan Alkaya köyü ve köyün güneydoğusu hariç genel olarak çok dik eğimli (40°>) yamaçlarla çevrilidir.

Çeltikçi Ovası'na yağışlarla gelen suların Onaç Çayı ve kolları tarafından drene edilmesiyle oluşan yüzeyden açılmış tipik bir polye sistemidir. Ova, önceden Çebiş köyünün doğusunda bulunan bir toprak düden sayesinde yer altına da drene edilebilmekteydi. Daha sonra bu düden alanındaki göllenmeleri engellemek adına açılan kanallarla Onaç Çayı'nın bir kolu olan Çebiş Deresi'ne bağlanmıştır. Oldukça düz bir tabana sahip olan polye havzası hidrolojik açıdan sentripetal drenaj ağı özelliğine sahiptir.

Çeltikçi Polye Sistemi, oluşumunda fayların yanı sıra çözünebilen ve çözünemeyen kayaçların kontağında geliştiği için Ford ve Williams'ın polye sınıflamasına göre hem “yapısal polye” hem de “kenar polye” grubuna dâhil edilebilir. Dolayısıyla bu polye iki sınıflamaya dâhil edilebildiği için; Şimşek vd. (2020) tarafından önerilen polye sınıflandırmasına göre “iki karakterli polyeler” sınıfına girmektedir. Tuncer (2021b) yapmış olduğu polye sınıflamasına göre ise polye yüzeyden dış drenaja açıldığı ve taban morfolojisi ilkselliğini büyük ölçüde koruduğu için “açık polyeler” sınıfına dâhil edilebilir.

Çeltikçi Polye Sistemi'nin kuzeyde kalan parçası olan Kuzköy Polyesi'nin KB-GD yönlü uzun eksen uzunluğu 5.16 km, KD-GB yönlü genişliği ise yaklaşık 4.76 km'dir. Polye, en dar yeri 520 m olan bir boğaz ile Çeltikçi Polyesi'ne bağlanır. Batıda, Bağsaray Polyesi'nin D-B yönlü uzun eksen uzunluğu 5.60 km, K-G yönlü genişliği ise maksimum 4.65 km'dir ve en dar yeri 660 m olan bir boğaz vasıtasıyla Çeltikçi Polyesi'ne bağlanır. Çeltikçi Polyesinin D-B yönlü uzun eksen uzunluğu 13.7 km, K-G yönlü genişliği ise maksimum 4.48 km'dir. Kendisine kuzeyden ve batıdan iki polyenin bağlandığı Çeltikçi Polyesi, en güneydoğu kesiminden dar ve uzun bir boğaz (Hökez birleştirme boğazı) ile Bucak Polyesi'ne bağlanmaktadır (Harita 20). Çeltikçi Polyesi, kuzeyde bulunan K-G yönlü uzun eksen uzunluğu 4.9 km, D-B yönlü genişliği ise maksimum 1.6 km olan Peçenekboğazı flüvyo-karstik depresyonunu kendine bağlamaktadır (Şekil 33).



Şekil 33: Çeltikçi Polye Sisteminin geometrisi (ölçeksiz)

Üç ayrı parçadan oluşan polye sisteminin K-G yönlü kısa eksen 9.3 iken D-B yönlü uzun ekseni 19.13 km'dir. Uzama oranı 3,45 ile uzamış bir şekle sahiptir. Dairesellik indis değeri ise 13,04 olan polye sisteminin dairesellikten uzaklaşmış morfolojik olarak çok yüksek dağlar tarafından sınırlandırılan çok dallanmış, düzlük şeklinde bir polye görünümüne sahiptir. Polyenin uzamış bir forma sahip olmasında; D-B yönlü doğrultu atımlı fayların ve bindirme hattına uyumlu bir şekilde uzanmasının yanı sıra çözülebilen ve çözünemeyen kayaların kontak hattında gelişmesi, üç paleovadinin kesişim noktasında uzanmasının etkisi önemli olmuştur.

Polye sisteminin kuzeyinde Kuzköy ve Güvenli, batısında Bağsaray, güneyinde Çebiş ile Dağarcık doğusunda Alkaya ve merkezinde Çeltikçi yerleşmeleri kurulmuştur. Onaç Barajı'nın kuzeyinde bulunan höyük burada yerleşimin çok eskilere (muhtemelen neolitik döneme) dayandığını göstermektedir. Polyede fazla su kaynakları ve verimli tarım alanlarının varlığı polyenin yoğun bir nüfusa sahip olmasını sağlamıştır. Daha çok kaynağını batıdaki ofiyolitler üzerinden alan akarsular sayesinde yüzey suyunun fazla beslenmesine neden olmaktadır. Dolayısıyla insan aktiviteleri yoğun olarak yapılmakta olup Bağsaray'da özellikle seracılık faaliyetleri yoğun olarak yapılmaktadır (Foto 36).

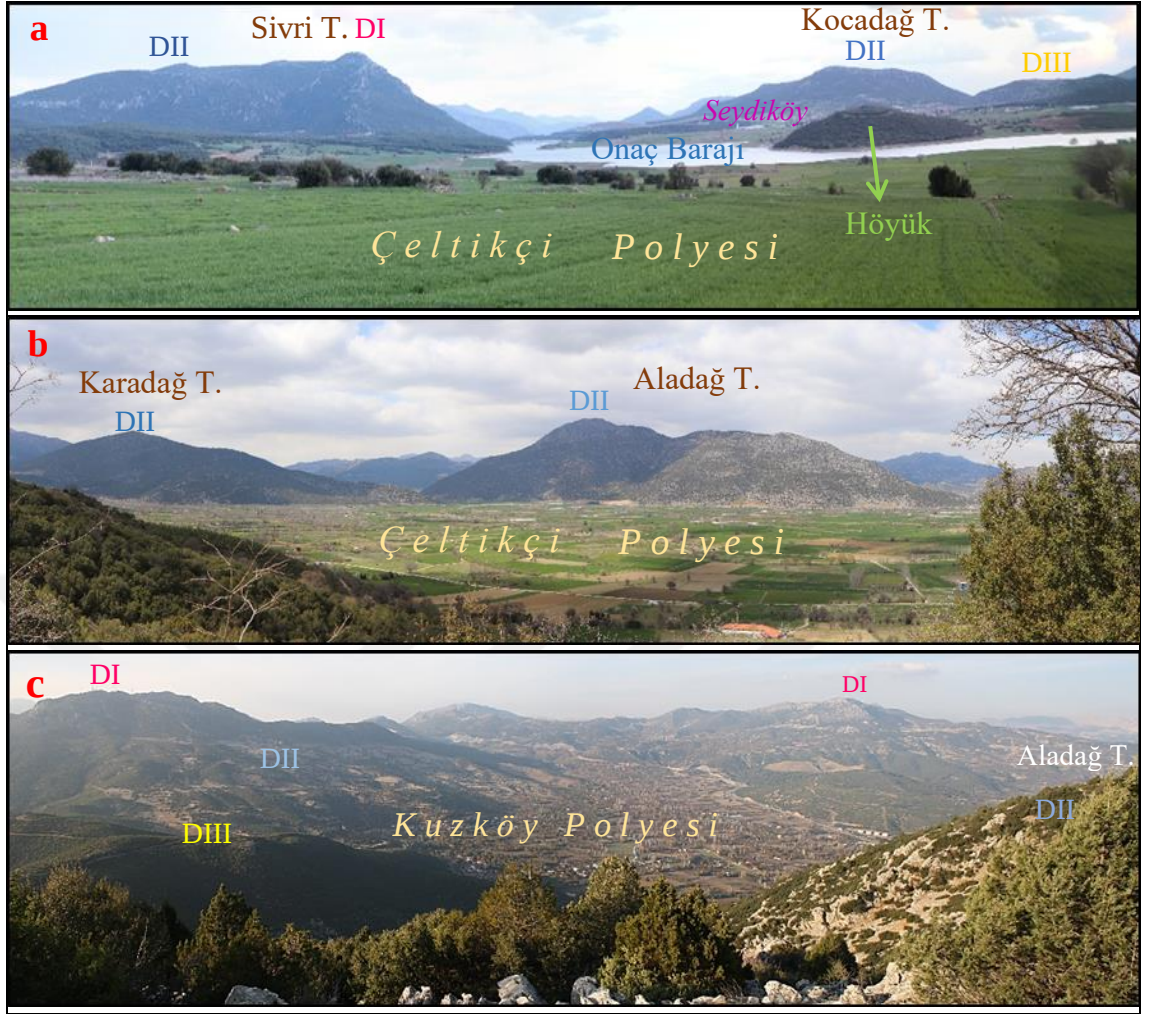
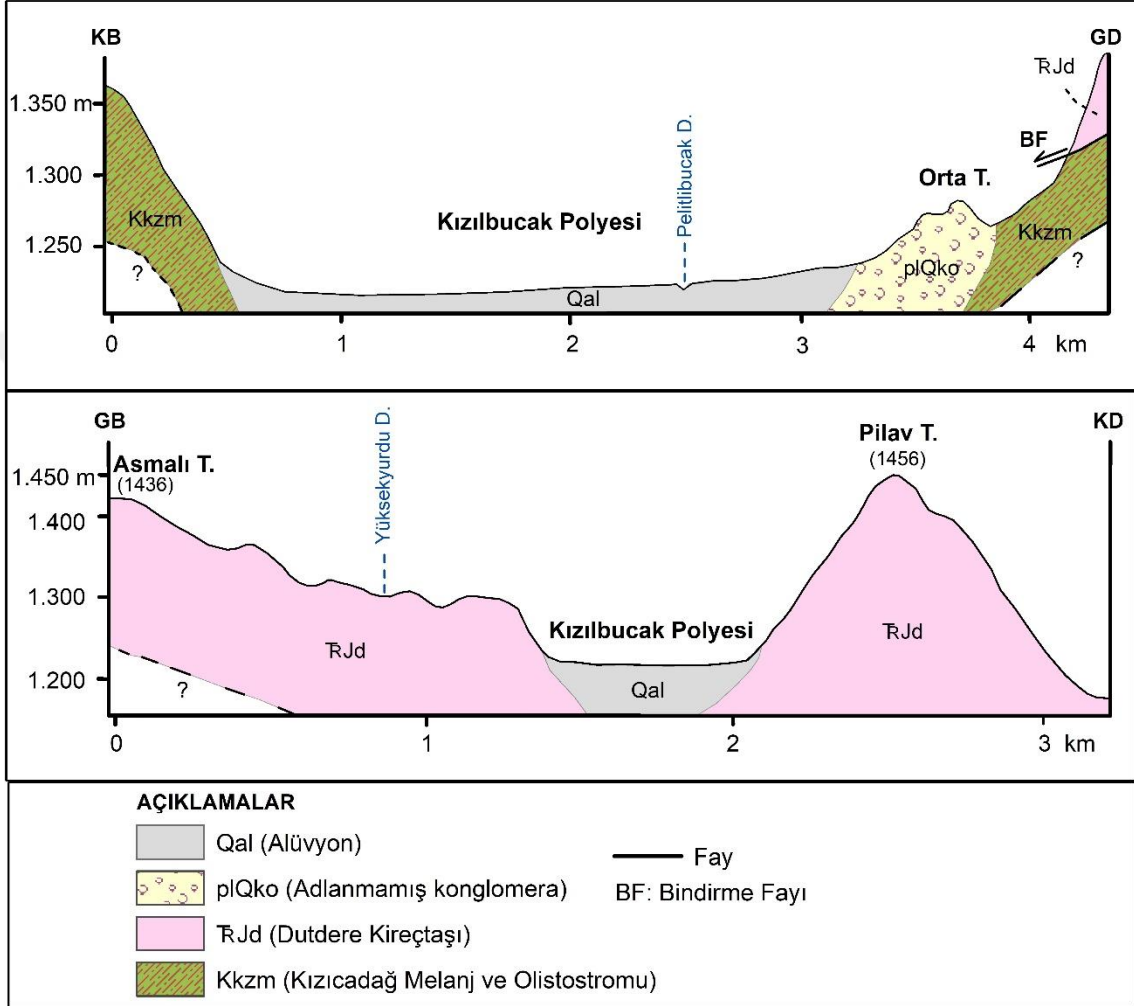


Foto 36: Çeltikçi Polye Sistemi'nden farklı görüntüler; Alkaya köyünden Çeltikçi Polyesi'nin Onaç Barajı mevkesinin kuzeyden görünümü (a), Ovanın güneyindeki Kocakoyak Dağı'nın Kuzey yamaçlarından Çeltikçi Polyesi'nin güneyden panoramik görünümü (b), Sahanın ortasında yer alan Aladağ Tepe'nin kuzey yamaçlarından Kuzköy Polyesi'nin panoramik görünümü (c).

drenaja tamamen kapalı olan polye bir düden olduğu için yer altından açıktır. Polye tabanında akarsular tarafından taşınan malzemeler ve çözünme artığı kahverengi orman toprakları ve kırmızı akdeniz toprakları varlığını korumakta olup çok az eğimli (0 – 5°) yüzeylerden oluşmaktadır (Şekil 34).



Şekil 34: Kızılıbucak Polyisinin jeolojik kesitleri

Kızılıbucak Polyesi Ford ve Williams (1989) 'ın polye sınıflamasına göre hem kenar polyeler hem de yapısal polyelere dâhil edilebilir. Polyenin Üst Kretase yaşlı ofiyolitli melanj ile Orta Triyas-Liyas yaşlı neritik kireçtaşları arasında gelişmiş olması buranın daha çok kenar polye sınıflamasına dâhil edilebileceğini göstermektedir. Şimşek vd. (2020) tarafından ileri sürülen polye sınıflamasına göre iki sınıflandırmanın içerisine dâhil edilebildiği için iki karakterli polye sınıflamasına dâhil edilebilir. Bu polyenin Tuncer (2021b) tarafından önerilen polye sınıflamasına göre ise içerisinde düden bulunup

ve tüm akarsu drenajını bu düden vasıtasıyla yaptığı için düdenli polyeler sınıfına dâhil edilebilir.

Polye tabanının en çukur yeri ile çevresindeki yüksek kesimler arasındaki yükselti farkı yaklaşık 315 - 320 m civarındadır. Yükseltisi 1215 – 1240 metreler arasında değişiklik gösteren polyenin uzun eksen 3.52 km iken kısa eksen 1.05'dir. Bu verilere göre 3,33 uzama oranına sahip olan polye, uzamış bir şekle sahiptir. Toplam alanı 2.36 km² olan polyenin dairesellik indis değeri 4,54 olarak hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar ışığında polyenin biçimsel bozulmalara uğradığı ve dairesellikten uzaklaştığı tespit edilmiştir. Kızılbuca Polyesinin uzamış bir forma sahip olmasında eski iki paleovadi içerisinde gelişmiş olması ve çözülebilen ile çözünemeyen kayaların donak noktasında gelişmiş olması etkili olmuştur (Foto 37a-b).

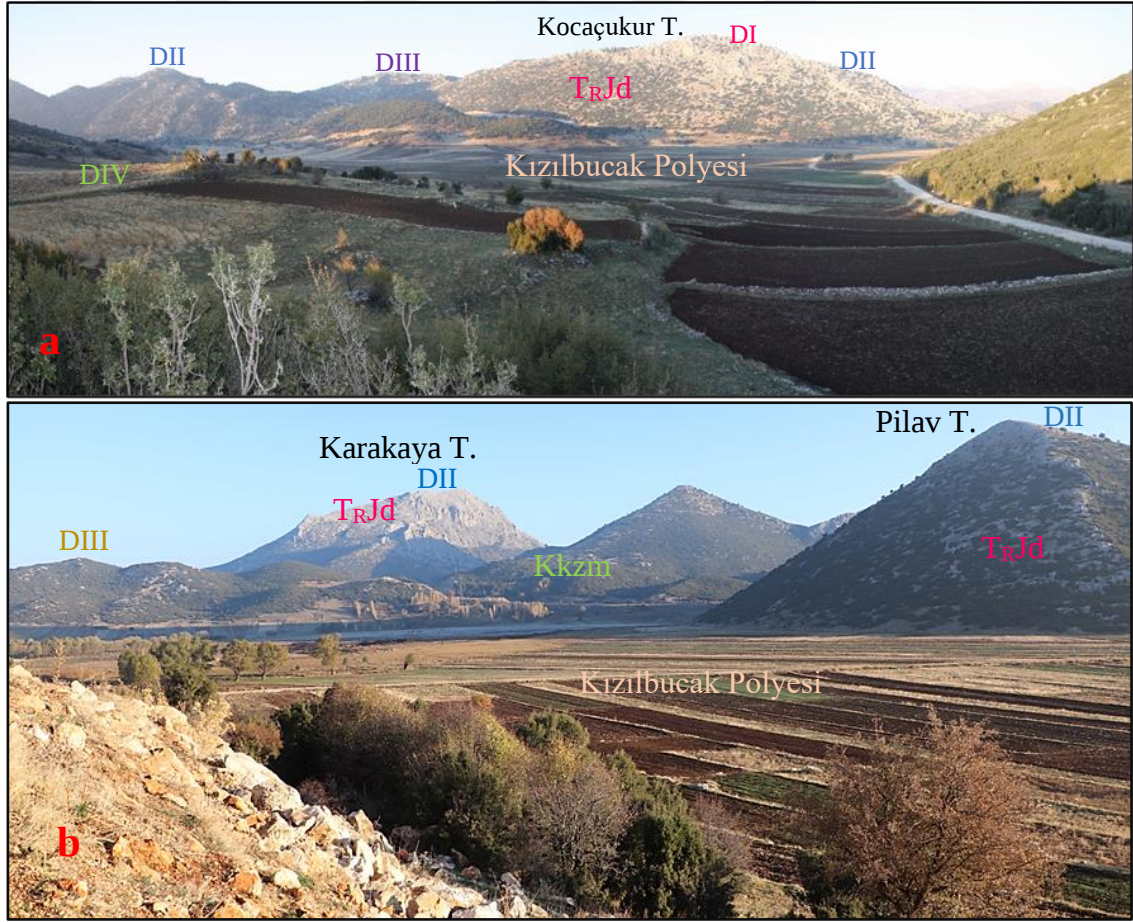
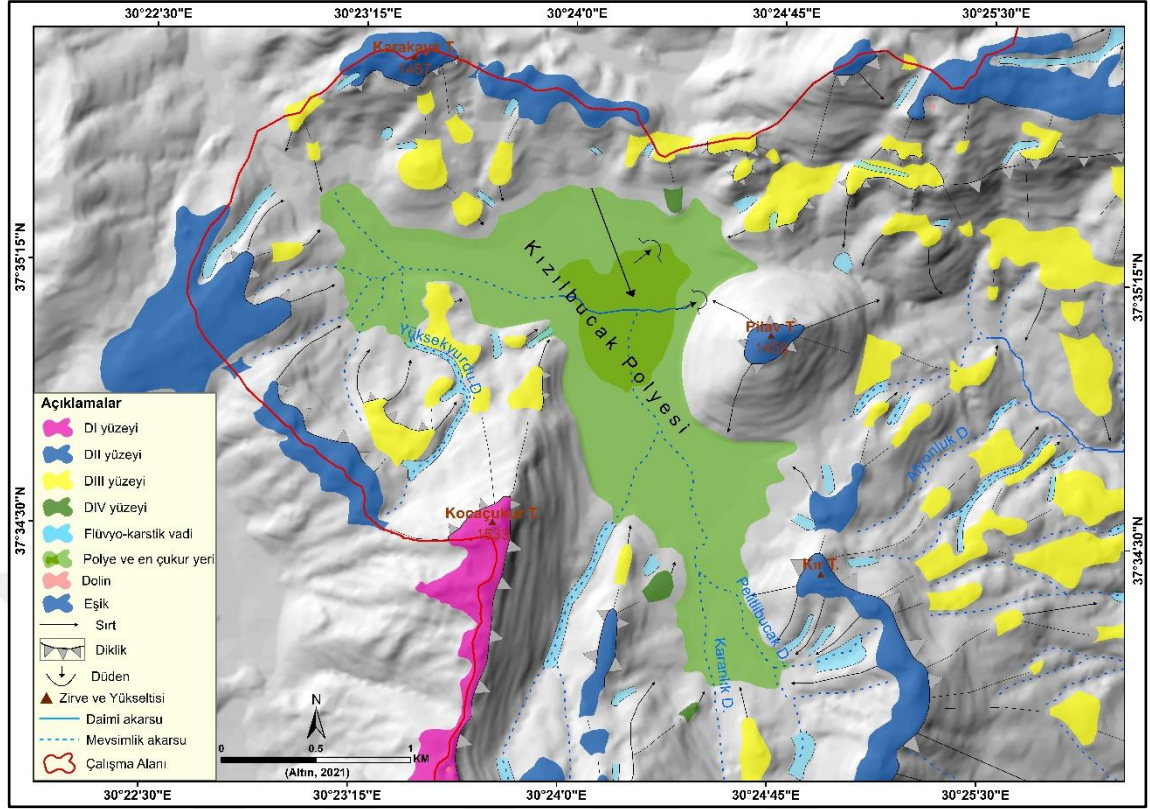


Foto 37: Kızılbuca Polyesi (a) ve Kızılbuca Polyesi (b)



Harita 21: Kızılıbucak Polyesi ve yakın çevresinin jeomorfoloji haritası

3.1.5.3. Seydiköy Polyesi

Seydiköy Polyesi coğrafi konum olarak 37° 29' 45" K ve 37° 30' 30" K enlemleri ile 30° 32' 40" D ve 30° 33' 15" D boylamları arasında yer almaktadır. Araştırma sahasının güneyinde yer alan polye K-G doğrultusunda uzanmaktadır. Polyenin batısında yer alan Tekeralanı Polyesi ile arasında Kezkerlik (987 m) ve Kesmeli (977 m) tepeleri sınırı oluşturmaktadır. Polye, doğuda Yeşilbarak Napı, batı ve kuzeyde Domuzdağ Napı ile güneyde Marmaris Ofiyolit Napı'nın kesiştiği noktada oluşmuştur. Pliyosen'e ait (DIII) yüzeyler içerisinde oluşan polye; kuzeybatıdan gelen Soğuk deresi ve güneybatıdan gelen Dormanlar deresi tarafından parçalanıp doğudan Onaç barajına direne edilmektedir. Pliyosen'deki tektonik yükselmeler bu derelerin gençleşmesini sağlayıp derine aşındırmasını güçlendirmiştir. Tektonik yükselmeden dolayı polye açılmış asılı kalmıştır. Eski polye tabanı dolgu malzemesi tamamen süpürülüp gitmemiştir. Dolayısıyla polyenin doğusu tamamen parçalanıp gitmiş sadece eski polyenin batıdaki kalıntısı bir taraça olarak karşımıza çıkmaktadır (Harita 22; Foto 38).

Polye tabanı akarsular tarafından taşınan malzemeler ve terra rosalar ile kaplıdır. Polye çok az – orta eğimli (0-10°) yüzeylerden oluşup doğuya doğru eğimi azalmaktadır.

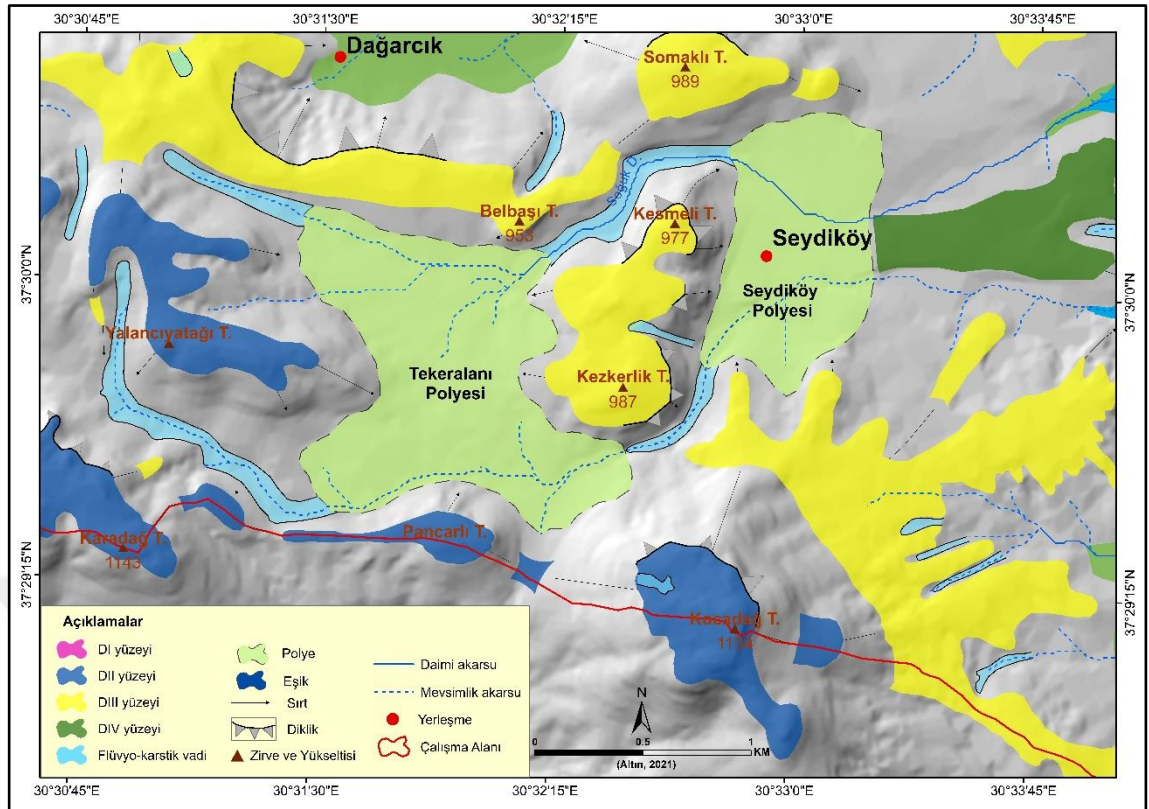
Dolayısıyla polyenin en çukur yeri doğuda olup batıdaki yüksek tepeler arasındaki yükselti farkı 130-140 metreleri bulmaktadır. Polye yükseltisi 850 m ile 890 m yükselti basamakları arasında değişiklik göstermektedir. Özdemir (2013) yüksek lisans tezindeki Seydiköy 'de açılan sondaj (K18, K19, K20) verilerinden yararlanılarak polye tabanından derine doğru 0-15 metreler arası killi çakıl ve çakıl olup 15-100 metreler arası kadar kireçtaşı-kil ardalanması olup 100-110 metreler arasında ofiyolitlere rastlanmıştır.

Seydiköy Polyesi Ford ve Williams (1989)'ın polye sınıflamasına göre hem yapısal polye hem de kenar polye sınıflamasına dâhil edilebilir. Şimşek vd. (2020) polye sınıflamasına göre iki karakterli polyeler sınıfına dâhil edilebilir. Tuncer (2021b) tarafından önerilen polye sınıflamasına göre ise hem açılmış polyeler hem de polye tabanı parçalanmış olduğu için bozulmuş (fossil) polyeler içerisine dâhil edilebilir.

Toplam alanı 0.764 km² olan polyenin kuzey-güney yönlü uzun eksenini yaklaşık 1.32 km iken doğu-batı yönlü kısa eksenini 0.73 km'dir. Buna göre 1,79 uzama oranına sahip olan polye bu değer ile morfometrik olarak eliptik bir şekle sahiptir. Polyenin dairesellik indis değeri ise 1,46 olarak hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar ışığında polyenin sahadaki polyeler içerisinde şekil olarak daireselliğe en yakın olduğu ama buna rağmen dairesel formunu tamamen yitirdiği ve karmaşık biçimler almaya başladığı anlaşılmaktadır. Seydiköy Polyesinin daireselliğini yitirmesinde bozulmuş olması yani eski bir polye olup askıda kalmış olması ve bindirme yüzeylerine uygun olarak gelişmiş olmasıdır.

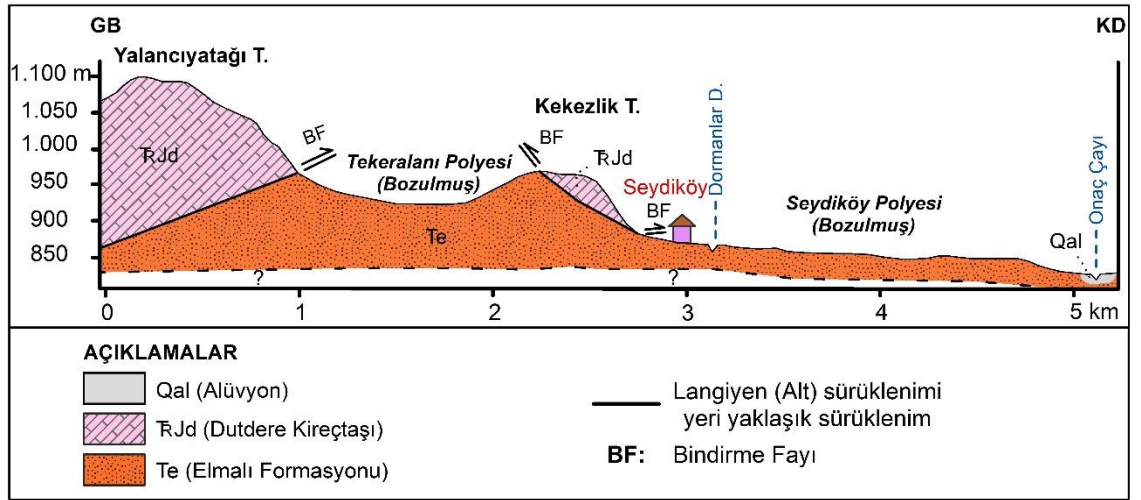


Foto 38: Seydiköy Polyesinin panoramik görünümü



3.1.5.4. Tekeralanı Polyesi

Tekeralanı Polyesi coğrafi konum olarak 37° 29' 35" K ve 37° 30' 10" K enlemleri ile 30° 31' 25" D ve 30° 32' 30" D boylamları arasında yer almaktadır. Araştırma sahasının güneyinde yer alan polye daha önce bahsedilen Seydiköy Polyesi'nin batısında yer almaktadır. Üst Pliyosen (DIII) yüzeylerinde eski pliyosen vadileri içerisinde gelişmiş olan polye Pliyo-Kuvaterner yükselimleriyle birlikte parçalanarak bozulmuştur. Batısındaki Seydiköy Polyesini parçalayan akarsular Tekeralanı Polyesi'nin de parçalanmasında etkin rolü oynamaktadır. İki taraftan dış drenaja açılmış olan bu polyenin tabanı hemen hemen orijinalliğini yitirmiştir. Polye allokton konumlu Dutdere kireçtaşları içerisinde gelişip otokton konumlu elmalı formasyonu içerisinde bozulmaya başlamıştır. İçerisinde gelişim gösterdiği bu birimlerden yola çıkarak sahadan alınan jeolojik kesite göre bu polyenin karakteristik bir tektonik bir pencere olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla gerek taban morfolojisi gerekse bu erime artığı topraklar buranın eski bir polye olduğunu kanıtlar niteliktedir (Şekil 35; Foto 39).



Şekil 35: Tekeralanı Polygesinin jeolojik kesiti

Ova tabanının eğimi çok az - orta eğimli ($0-10^\circ$) yüzeylerden oluşup doğuya doğru eğimi azalmaktadır. Polyenin dört köşesinde flüvyo-karstik vadiler bulunup kuzeydoğusunda ve güneybatısında bulunan iki flüvyo-karstik vadi tarafından Seydiköy Polygesi'ne bağlanmaktadır. Polyenin yükseltisi 900 m ile 990 m yükselti basamakları arasında değişiklik göstermekte olup en çukur yeri ile çevresindeki yüksek kütleler arasındaki yükselti farkı 190-200 metreleri bulmaktadır. Özdemir (2013) tezinden alınan kuyu verileri içerisinde Tekeralanı Polygesi üzerinde herhangi bir kuyu verisi yoktur. Ancak Tekeralanı ile Seydiköy polyeleri arasında bulunan flüvyo-karstik vadisinde bulunan 150 metre derinliğe sahip bir kuyu verisine göre yüzeyden 5 metreye kadar killi çakıl olup 5 metreden 150 metreye kadar kireçtaşı kesilmiş ve ondan sonra da sondaj sonlandırılmıştır. Erime artığı kırmızı akdeniz toprakları polye tabanında varlığını korumaktadır.

Etrafı bindirme ve normal faylarla çevrelenen ve çözünebilen ile çözünemeyen kayaçların kontak noktasında gelişen Tekeralanı Polygesi Ford ve Williams (1989)'ın polye sınıflamasına göre hem kenar polyeler hem de yapısal polye sınıflamasına dâhil edilebilir. Dolayısıyla bu polye Şimşek vd. (2020) polye sınıflamasına göre iki karakterli polyeler sınıfına dâhil edilebilir. Tuncer (2021b) polye sınıflamasına göre ise hem açık polyeler hem de bozulmuş polyeler sınıflandırmasına dâhil edilebilir (Harita 22).

Toplam alanı 1.32 km^2 olan polyenin kuzeybatı-güneydoğu yönlü uzun eksenini yaklaşık 1.97 km iken onu dik kesen kuzeydoğu-güneybatı yönlü uzanan kısa eksenini ise 1.54 km 'dir. Bu verilere göre 1,28 uzama oranına sahip olan polye yarı eliptik bir şekle

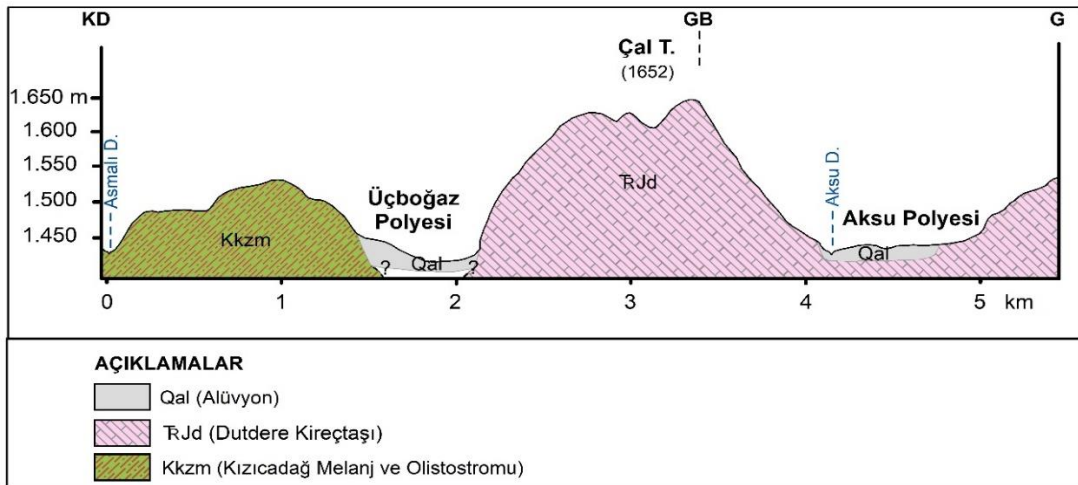
sahiptir. Bu uzama oranı ile polye araştırma sahasındaki polyeler içerisinde en az uzama oranına sahip polyeyi oluşturmaktadır. Polyenin dairesellik indis değeri ise 2,31 olarak hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar neticesinde polyenin daireselliğini yitirmiş bir forma sahip olmasında farklı yönlerde bulunan eski pliyosen vadilerin kesişim noktasında ve bindirme ve normal fayların denetiminde gelişmiş olması etkilidir.



Foto 39: Tekeralanı Polyesi

3.1.5.5. Üçboğaz-Akyayla Polyesi

Üçboğaz-Akyayla Polyesi coğrafi konum olarak $37^{\circ} 30' 0''$ K ve $37^{\circ} 31' 35''$ K enlemleri ile $30^{\circ} 18' 0''$ D ve $30^{\circ} 21' 15''$ D boylamları arasında yer almaktadır. Araştırma sahasının batısında yer alan Üçboğaz-Akyayla Polyesi KB-GD doğrultusunda uzanan ve ortasından derin bir boğaz tarafından yarıldığı için iki ayrı parça halinde görünmektedir. Polye tabanı batıda Orta Triyas- Liyas yaşlı kireçtaşları, doğu, güney ve kuzeyde ise Üst Senoniyen yaşlı ofiyolitli melanj ve olistostromlar ile sınırlanmaktadır. Polye meydana geldiği konum itibariyle hem çözülebilen hem de çözilemeyen kayaçların dokanakları boyunca oluşmuş olması karstik ve aşınım süreçlerinin birlikte etkili olduğunu göstermektedir (Şekil 36).



Şekil 36: Üçboğaz ve Aksu polyelerin jeolojik kesiti

Üçboğaz – Akyayla Polyesi Üst Miyosen yüzeyleri içerisinde oluşmaya başlayıp Pliyosen yüzeyleri içerisinde gelişmiştir. Polye eski bir flüvyo-karstik vadi içerisinde geliştiği için uzun bir vadi içi düzlüğü gibi görünmektedir. Son şeklini Pliyo-Kuvaterner'deki yükselim hareketlerinden alan polye Tekke Deresi tarafından parçalanarak ikiye bölünmüş ve dış drenaja açılmıştır. İki parçadan oluşan polye arasında derinliği 50 metreyi bulan derin bir boğaz tarafından ikiye bölünmüştür. Boğazın derinliği bu sahadaki yükselmenin yaklaşık olarak 50 metre olduğunu göstermektedir. Ova tabanı orijinalliğini yitirmemiş olan polyenin eğimi çok az – orta eğimli (0 - 10°) yüzeylerden oluşmaktadır. Polye daha sonra anlatılacak olan güneybatısındaki Aksu Polyesini de kapmıştır.

Ovanın yükseltisi 1370 m ile 1450 m arasında değişiklik gösteren polye tabanının çevresindeki yüksek kesimleri arasındaki yükselti farkı 240 -250 m civarındadır. Polyede Özdemir (2013)'in yaptığı yüksek lisans tezinden alınan sondajlardan iki tanesi (K1, K2) yer alır. Polyenin Akyayla parçasında bulunan bu kuyuların derinliği 74 ve 115 metredir. Polye tabanında yer alan kuyunun (K1) yüzeyden 10 metreye kadar killi kum görülüp 10 metreden 74 metreye kadar kireçtaşına rastlanırken polyenin kenarında yer alan kuyunun (K2) yüzeyden 15 metreye kadar killi çakıl görülüp 15 metreden 115 metreye kadar kireçtaşı tespit edilmiştir. Bu verilerden yola çıkarak polye tabanı anakayasının üzeri 5 metre civarı pürüzlü bir yüzeyi olduğu söz konusudur. Akarsular tarafından aşınıp taşındıktan sonra polye tabanında biriken alüvyonlar ve erime artığı terra rosalar ve killer götürülüp tuğla yapımında kullanılmaktadır.

Üçboğaz – Akyayla Polyesi Ford ve Williams (1989)'ın polye sınıflamasına göre hem kenar hem de yapısal polye sınıflamasına dâhil edilebilir. Dolayısıyla Şimşek vd. (2020) tarafından önerilen polye sınıflamasına göre de iki karakterli polye sınıfına girer. Bu polye Tuncer (2021b) tarafından yapılan polye sınıflamasına göre ise hem açık hem de bozulmuş polyeler sınıfına girebilir. Polye karstlaşmaya uygun olmayan Kretase yaşlı birimler ile karstlaşmaya son derece elverişli Jura-Kretase yaşlı rekristalize kireç taşlarının kontak yaptığı noktada gelişmiştir. Lateral (yanal) çözünme ile kireçtaşı içerisinde güneybatı yönünde bir genişleme göstermiştir (Harita 23).

Toplam alanı 2.68 km² olan polyenin kuzeybatı-güneydoğu yönlü uzun eksenini maksimum 5.34 km iken kuzeydoğu-güneybatı yönlü kısa eksenini maksimum 1.10 km'dir.

Buna göre 4,85 uzama oranı ile uzamış bir şekle sahip olan polye araştırma sahasının uzama oranı en fazla olan polyesini oluşturmaktadır. Polyenin dairesellik indis değeri ise 8,32 olarak hesaplanmıştır (Tablo 19). Polyenin uzamış özelliğe sahip olmasında çözünebilen ve çözünemeyen kayaçların kontağında ve eski bir flüvyo-karstik vadi boyunca gelişmiş olması etkili olmuştur (Harita 23, Foto 40a-b).

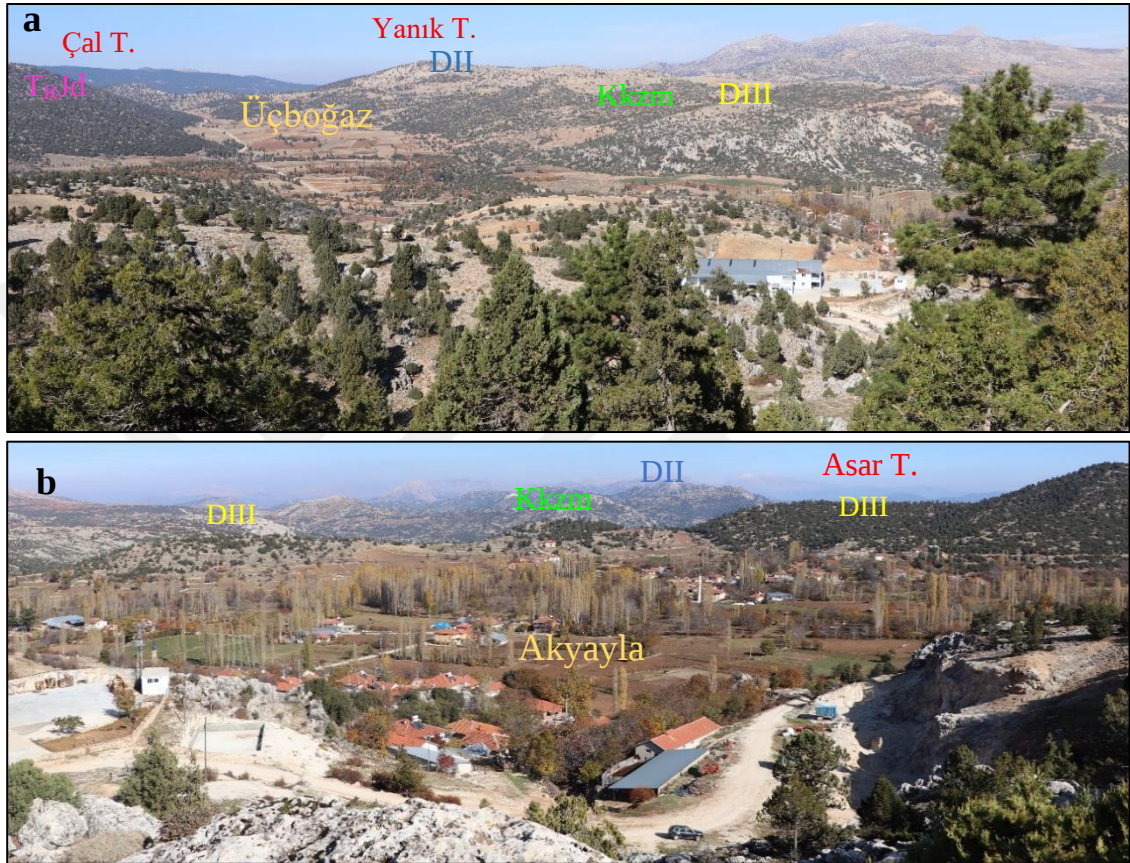
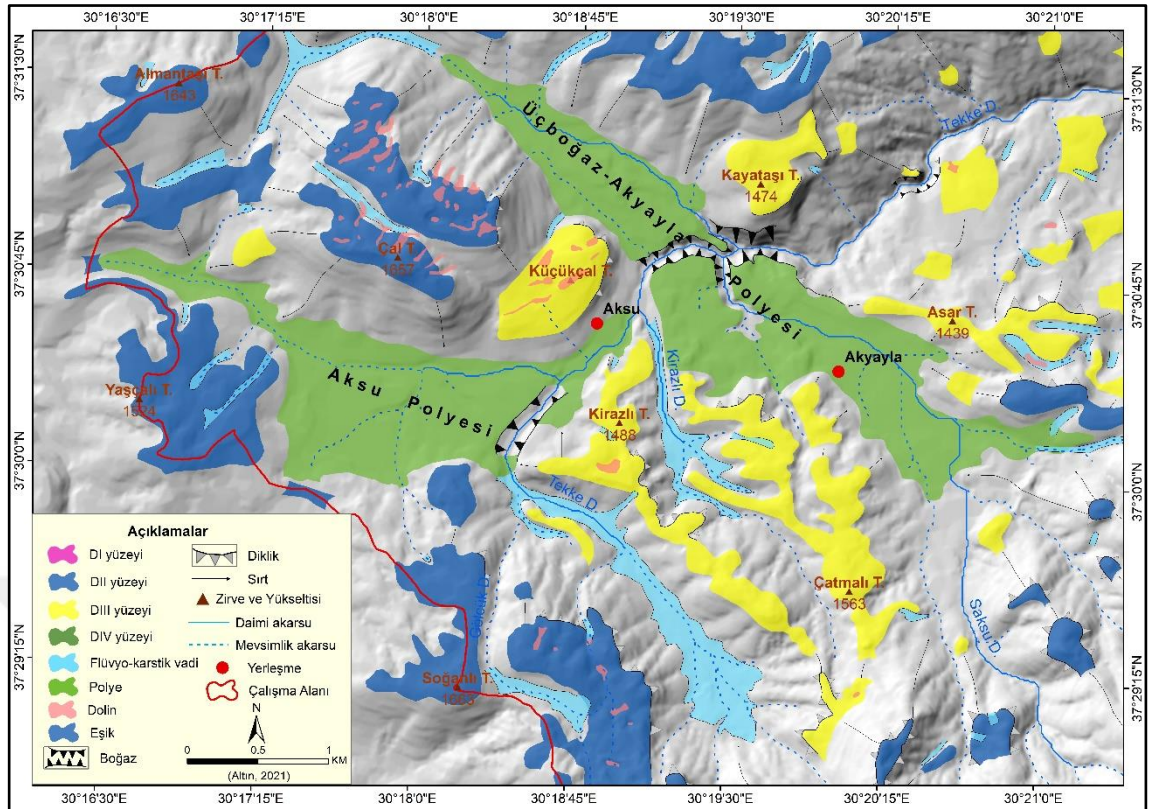


Foto 40: Üçboğaz-Akyayla polyesinden panoramik görünüm; polyenin batısını oluşturan Üçboğaz Polyesi (a) ve polyenin doğusunu oluşturan Akyayla Polyesi (b)



Harita 23: Aksu ve Üçboğaz-Akyayla polyeleri ve yakın çevresinin jeomorfoloji haritası

3.1.5.6. Aksu Polyesi

Aksu Polyesi coğrafi konum olarak 37° 30' 0" K ve 37° 30' 50" K enlemleri ile 30° 16' 25" D ve 30° 19' 0" D boylamları arasında yer almaktadır. Aksu Polyesi araştırma sahasındaki polyeler içerisinde en batıda yer alanıdır. Batı – doğu yönlü uzanım gösteren polye eski bir paleo-vadi içerisinde gelişmiştir. Polye tabanı kuzeyde Çal Dağı'nı ile güneyde Soğanlı Tepe'yi oluşturan Orta Triyas-Liyas yaşlı Dutdere kireçtaşı ile batıda Üst Pliyosen-Kuvaterner yaşlı konglomeralar ve doğuda ise Üst Kretase yaşlı ofiyolitik melanjin kontak yaptığı noktada gelişmiştir. Polye, muhtemelen Burdur Havzası'na doğru bir drenaj geliştirirken sonradan Tekke ve Saksu derelerinin geriye doğru aşındırmaları sonucunda güneydoğuya doğru kapılmıştır (Harita 23).

Pliyosen yüzeyleri (DIII) içerisinde meydana gelen polye son şeklini Pliyo-Kuvaterner'deki yükselim hareketlerinden etkilenerek almıştır. Tekke Deresi ve kolları tarafından parçalanmış polye bu sayede dış drenaja açılmıştır. Polyenin parçalanmasında etkin rolü bu dere oynamakta olup polyenin alüvyal malzemelerini de taşımaktadır. Tabanı orijinalligini hemen hemen yitirmiş olan polye, güneydoğusunda bulunan

uzunluğu maksimum 2.57 km olan bir flüvyo-karstik depresyonu kendine bağlamaktadır. Aksu Polyesi kuzeydoğusunda bulunan Üçboğaz-Akyayla Polyesi tarafından kuzeydoğudan kapılmıştır. Ovanın çok az – orta eğimli (0-10°) olup kuzeydoğuya doğru eğimi artmaktadır. Polyenin yükseltisi 1375 – 1465 metreler arasında değişiklik gösteren polye tabanının çevresindeki yüksek kütleler ile arasındaki yükselti farkı 240 - 250 metrelere varmaktadır.

Polye gerek tektonik hareketlerin etkisiyle gerekse Domuzdağ Napı ile Marmaris Ofiyolit napının kesiştiği yerde meydana geldiği için polye, Ford ve Williams (1989)'ın polye sınıflamasına göre hem kenar hem de yapısal polye sınıflamasına girer. Dolayısıyla Şimşek vd. (2020) polye sınıflamasına göre iki karakterli polye sınıfına girebilir. Polye Tuncer (2021b) polye açılmış polye sınıfına dâhil edilebilir.

Toplam alanı 1.99 km² olan polyenin D-B yönlü uzun ekseni maksimum 3.97 km iken K-G yönlü kısa ekseni maksimum 1.13 km'dir. Buna göre 3,34 uzama oranına sahip olan polye uzamış bir şekle sahiptir. Polyenin dairesellik indis değeri ise 5,45 olarak hesaplanmıştır (Tablo 19). Bu hesapmalar ışığında polyenin dairesel özelliğini tamamen yitirdiği ve uzamış bir şekle sahip olduğu tespit edilmiştir. Polyenin bu özelliklere sahip olmasında çözülebilen ile çözünemeyen kayaların dokanakları boyunca ve bindirme fayların denetiminde gelişmiş olması gibi yapısal özellikler etkili olmuştur (Harita 23, Foto 41).



Foto 41: Aksu Polyesinin panoramik görünümü

3.1.5.7. Çakmaklı Polyesi

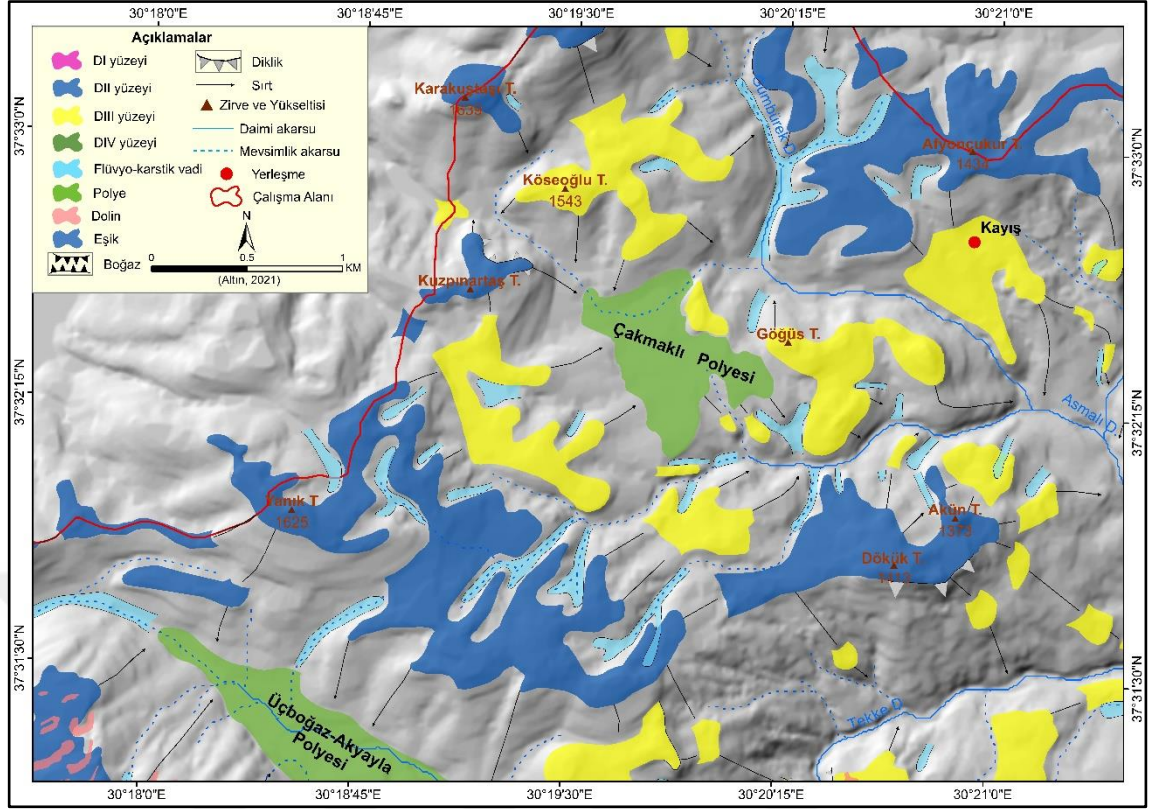
Çakmaklı Polyesi coğrafi konum olarak 37° 32' 05" K ve 37° 32' 40" K enlemleri ile 30° 19' 30" D ve 30° 20' 15" D boylamları arasında yer almaktadır. Çakmaklı Polyesi araştırma sahası içerisindeki polyeler içerisinde alan olarak en küçük alan kaplayanıdır.

Üçboğaz-Akyayla Polyesinin kuzeyinde yer alan polye Üst Kretase yaşlı ofiyolitli melanj içerisinde oluşmuştur.

Üst Pliyosen yüzeyleri (DIII) içerisinde oluşan polye Asmalı Deresi'nin kolları tarafından parçalanıp dış drenaja açılmıştır. Polyedeki alüvyal kırıntılılar bu dere sayesinde boşaltılmaktadır. Polye çok az – orta eğimli (0-10°) yüzeylerden oluşmaktadır. Güneydoğuya doğru eğimi azalan polyenin yükseltisi 1380 ile 1430 metreler arasında değişiklik göstermektedir. Polye ile çevresindeki yüksek kütleler arasındaki yükselti farkı yaklaşık 150-160 m civarındadır (Harita 24).

Polyede allojenik flüvyal aktivitenin baskınlığı ve bunun sonucunda polyenin karstik olan ve karstik olmayan formasyonların kontak noktasında gelişmiş olması Ford ve Williams (1989)'ın yapmış oldukları polye sınıflamasına göre kenar polye sınıfına girer. Yine Şimşek (2020)'de yapmış olduğu sınıflamaya göre ise polye tek karakterli polye sınıfına girebilir. Ayrıca polyenin birçok yerden dış drenaja açılmış olması ve ilksel halini kaybetmiş olması Tuncer (2021b)'in yapmış olduğu sınıflamaya göre bozulmuş polye sınıfına girmektedir.

Toplam alanı 0.43 km² olan polyenin kuzeybatı-güneydoğu yönlü uzun eksenini maksimum 1.11 km iken KD-GB yönlü kısa eksenini maksimum 0.70 km'dir. Buna göre 1,59 uzama oranı ile yarı eliptik bir şekle sahiptir. Polyenin dairesellik indis değeri ise 2,64 olarak hesaplanmıştır (Tablo 19). Bu veriler neticesinde polyenin daireselliğinin bozulmasında ve eliptik bir şekle sahip olmasında bindirme fayların ve kireçtaşı ile çözünemeyen kayaçların dokanak noktasında gelişmiş olmasının etkili olduğu tespit edilmiştir (Harita 3).



Harita 24: Çakmaklı Polyesi ve yakın çevresinin jeomorfoloji haritası

3.1.6. Düdenler

Karstik arazilerde suyutan veya subatan şeklinde ifade edilen kuyulara düden denir (Sür, 1994: 6; Pekcan, 2019: 46). Sırpça ponor, Almanca schlundloch, İngilizce swallowhole/sink, Fransızca goule, Yunanca katavothre olarak adlandırılır (İzbirak, 1986: 290). Düdenler obruk gibi düşey doğrultuda gelişebildikleri gibi eğimli bir şekilde de gelişirler. Düdenler ağız kısmının geniş ve dip kısmının nispeten daha dar olmasından ötürü huniye benzemesiyle obruktan ayrılır. Alt kısımlarından yeraltı akarsu yataklarıyla mağara ve galerilere bağlanan düdenlerin genişlik ve derinlikleri bir metre ile birkaç yüz metre arasında değişmektedir (Hoşgören, 2003: 84). Düdenler farklı zamanlarda olmak kaydıyla suyutan veya suçıkan (kaynak) konumunda olabilirler. Nitekim yeraltı su seviyesinin değişimine bağlı olarak, kurak dönemlerde suyutan bir düden olurken yağışlı dönemlerde suçıkan/kaynak şeklinde olabilir (Nazik, 1989). Bu iki yönlü düdenlere estavella adı verilir (Bonacci, 2004b: 1283). Dikey, yatay veya vevrev yönde uzanış gösteren düdenler çatlak ve yarık sistemlerine takip etmektedir (Şimşek, 2018: 90).

Düdenler bulundukları yere göre plato yüzeyinde görülebildiği gibi dolin, uvala ve polye gibi karstik arazilerin tabanlarında veya kenarlarında da bulunabilirler. Tabanda

bulunan düdenler alüvyon içinde yer alır. Bunun için alüvyonlarla tamamen veya kısmen kaplanmıştır. Bu kuyular, yeraltı su seviyesinin çok fazla arttığı zamanlarda polye tabanlarına katılan suları tamamen drene edemeyecekleri için polye tabanı sular tarafından basılır. Hatta polye tabanında göl oluşumuna olanak sağlanabilir. Düdenlerin tekrar açıldığı zamanlarda ise eski göl ortadan kalkabilir. Dolin, uvala ve polyelerin kenarlarında oluşan düdenler ise ova tabanı ile yamaçların birleştiği yerde bulunurlar. Kenarda oluşan bu düdenler çatlak sistemleri veya mağara ağzları olduğundan su biraz daha kolay boşaltabilir (Pekcan, 2019: 46-47).

Çeltikçi Polyesi Havzası içerisindeki geçiş zone karstik şekilleri temsil eden 3 tane düden mevcuttur. Bunlardan ikisi Kızılıbucak Polyesinin içerisinde diğeri ise Çeltikçi Polyesi'nde güneyde yer alan Çebiş köyünün doğusunda yer almaktadır. Bu düdenler sayesinde polyede bulunan sular yeraltına drene edilir. Kızılıbucak Polyesi içerisinde bulunan polyeler birbirlerine yakın mesafelerde olup kuzeyde bulunan düdenin ağzı kapanmıştır. Dolayısıyla bu düden işlevini yitirmiştir. Pilav Tepe'nin (1458 m) kuzeybatısında yani güneyde bulunan düden ise su yutan karakterinde olup bu polyenin sularını yer altına drene etmektedir. Ancak bu düdenin ağzında da zaman zaman tıkanmalar olmaktadır. Bu yüzden düdenin ağzının tıkanmasını engellemek için önlemler alınmaktadır (Harita 21; Foto 42a). Yine Çeltikçi Polyesi güneyinde Çebiş'in doğusunda bulunan düden de suyutan karakterinde olup Çeltikçi Polyesinin sularının bir kısmını yeraltına drene etmektedir (Foto 42b).



Foto 42: Kızılbucak Polyesinin doğusunda (a) ve Çeltikçi Polyesinin güneyinde bulunan düdenler (b)

3.2. Karst Sınıflaması

Günümüze kadar farklı karst sınıflamaları yapılmıştır. Nazik (2016) karst sınıflamasına göre karstik araziler karstlaşmanın kökenine, konumuna, şekil ve uzanımına ve gelişim dönemine göre olmak üzere 4 ana başlık kapsamında sınıflandırma yapmıştır. Bu bağlamda çalışma sahanın karst sınıflaması ilk olarak Nazik (2016) tarafından yapılan karst sınıflamasına göre değerlendirilmiştir.

Sahadaki karstlaşmaya karstlaşmanın kökenine göre bakıldığında saha bir akarsu havzası içerisinde geliştiğinden ve dolayısıyla da akarsuların buradaki karstlaşmada etkinliğinden söz etmek mümkündür. Bu yüzden sahayı *flüvyo-karst* sınıfına dâhil edilir. Sahanın karstik şekillenmesinde flüvyo-karst etkisinin varlığı sahayı aynı zamanda *polijenik karst* özelliği kazanmasını da sağlamıştır.

Sahadaki karstlaşmaya konumu yönünden bakıldığında saha genelinde bitki örtüsünün zayıf ve toprak örtüsünden yoksun çıplak karstik yüzeylerin olduğu yerlerde gelişim gösteren karst olan *çıplak karst* sınıfına dâhil edilir.

Sahadaki karstlaşma şekil ve uzanımına göre değerlendirildiğinde Pliyosen sonu-Pleistosen başında meydana gelen sıkıştırmalar ile çalışma sahasını da çevreleyen Toroslar yükselerek dağlık sahaları oluşturmuştur. Bu dönemde meydana gelen tektonik hareketler hem karst taban düzeyinin hem de morfolojik taban düzeyinin alçalmasına sebep olmuş ve karstlaşma şiddetlenerek derinlik kazanmaya başlamıştır. Sonuç olarak sahadaki yüksek alanlarda *plato karstı* ve Pliyosen yüzeyleri üzerinde *polye karstı* gelişmeye başlamıştır. Çalışma sahasının batısında yer alan Çal Tepe üzerinde olduğu gibi litolojik, yapısal ve jeomorfolojik özelliklerin uygunluğuna bağlı olarak da çıplak yüzeylerde lapyalı dolin karstının yoğunluk kazandığı alanlarda *yoğun karst* gelişim göstermiştir. Karstlaşmaya uygun karbonatlı kayaların hâkim olduğu bazı alanlarda ve devamındaki süreksizliklere uygun olarak gelişim gösteren dolinler, flüvyo-karstik depresyon ve vadiler *yönlü karst* örnekleri sunmakta, ancak bunlar alanda kesintisiz bir şekilde devam etmemektedir.

Araştırma sahasındaki karstlaşma gelişim dönemine göre değerlendirildiğinde ise günümüze kadar çalışma alanında meydana gelen sıkıştırmalı ve gerilmeli tektonik hareketler karstlaşmanın bazı dönemlerde duraksamasına, kesintiye uğramasına ve tekrar canlanmasına neden olmuştur. Dolayısıyla bu tektonik dönemler araştırma sahasının *çok dönemli karst* özelliğine sahip olmasını sağlamıştır. Sahanın yüksek kesimleri çözünmeye uygun ortamları sağladığı için hala karstik gelişimini sürdürmektedir. Karstik gelişimin devam ettiği bu alanlar ise *genç karst* karakterine sahiptir. Ayrıca polyeleşmelerin fazlaca olması ve iyi gelişmesi bu sahayı aynı zamanda *olgun karst* alanı özelliği kazandırmıştır.

Cvijic (1960) karst sınıflamasını karstik alanlar yapısal ve litolojik açıdan holokarst, merokarst ve geçiş karstları olarak üç sınıfa ayırmıştır. Bu sınıflamaya göre

holokarst alanları, yüzey ve yeraltında iyi gelişim göstermiş olup saf kireçtaşıdan oluşmaktadır. Bu alanlarda düşey ve yatay yönde karstik gelişim karakteristiktir. *Merokarst (kısmi karst)* kısmen gelişmiş karstik şekillere sahip alanlardır. Saf olmayan ince kireçtaşı arazilerinde izlenen karstik yapılar, marnlı katmanlarla ardışık kireçtaşlarında görülür. *Geçiş karstlarına* ait karstik şekiller ise daha çok holokarstlara benzerlik ve yakınlık gösterir. Dolayısıyla bu tür alanlarda kalın kireçtaşlarında, derin şekilde karstlaşma izleri görülür (Şahinci, 1991: 105-106).

Çeltikçi Polyesi Havzası'nda karstlaşma birçok farklı karstik etkenlere bağlı olarak meydana gelip dolayısıyla karstlaşma sürecini, şiddetini, yoğunluğunu ve derinliğini belirlemiştir. Bu özelliklere bağlı olarak araştırma sahasında birbirinden farklı değişik şekiller barındıran karst alanları vardır. Araştırma sahasındaki bu alanlar Cvijic (1960) yaptığı sınıflandırmaya göre ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Sahadaki bu karst sınıflaması; karstik şekillerin durumları, stratigrafi ve MTA Genel Müdürlüğü'nden temin edilen jeoloji raporlarında açıklanmış şekliyle sahadaki jeolojik birimlerin fiziko-kimyasal ve yapısal özellikleri dikkate alınarak yapılmıştır (Harita 25). Buna göre araştırma sahasında tam anlamıyla ve kısmen karstik özelliklere sahip birimler 145 km² alan kaplamakta olup bunun sahadaki oransal karşılığı %52,3'tür. Karstik olmayan birimler ise sahada 132 km² alan kaplamaktadır. Bu da sahanın % 47,7'sine karşılık gelmektedir (Tablo 4 ve Tablo 21; Harita 25).

bulunur. Dutedere kireçtaşı, Orta Triyas yaşlı olup aynı zamanda sahanın en yaşlı kaya birimini oluşturur. Dağların yüksek kesimlerinde bulunan kireçtaşı sıyrılmış yüzeyleri oluşturur. Bu karstik birim üzerinde yoğun bir karst gelişimi gerçekleşmiştir. Özellikle araştırma sahasının batısında yer alan Çal Tepe üzerinde çok sayıda uzamış dolin gelişmiştir (Harita 25).

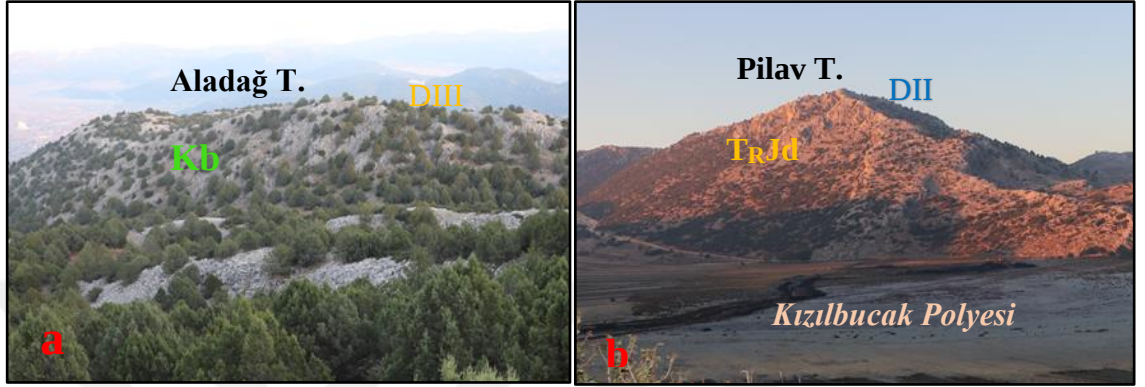


Foto 43: Beydağları formasyonu (Kb) (a) ve Dutedere kireçtaşı (TrJd) (b).

3.2.2. Merokarst (Kısmi Karst) Alanları

Araştırma sahasındaki kısmi karst alanlarındaki karstlaşma, tam karst alanlarına göre daha fazla alan kaplamaktadır. Çünkü kısmi karst alanlarını oluşturan formasyon ve birimler, içerisinde karstlaşmaya uygun olmayan litolojik özelliklere sahip birimler barındırır. Dolayısıyla bu alanlarda karstlaşma daha seyrek ve zayıf gelişim göstermiş, aynı zamanda bu karstik olmayan birimler karstik gelişimi sınırlandırmıştır. Bu nedenle karstik şekillerin boyutları ve yoğunlukları tam karst alanlarındakilere ulaşamamıştır. Kısmi karst alanlarının arazide kapladığı alan 49 km² ile arazinin %17,7'sine karşılık gelmektedir (Tablo 4 ve 21). Kısmi karst özelliğine sahip formasyon ve birimler; Elmalı formasyonu (Foto 44b) ve Küçükköy formasyonunu (Foto 44a) ait karstik kaya gruplarıdır (Foto 44; Harita 25). Bu birimler içerisinde eski taban seviyesine göre gelişmiş olan mağaralar, daha sonra akarsuların vadilerinin derinleşmesiyle askıda kalmışlar ve böylece aktif konumlu bu mağaralar artık fosil mağara haline dönüşmüşlerdir.

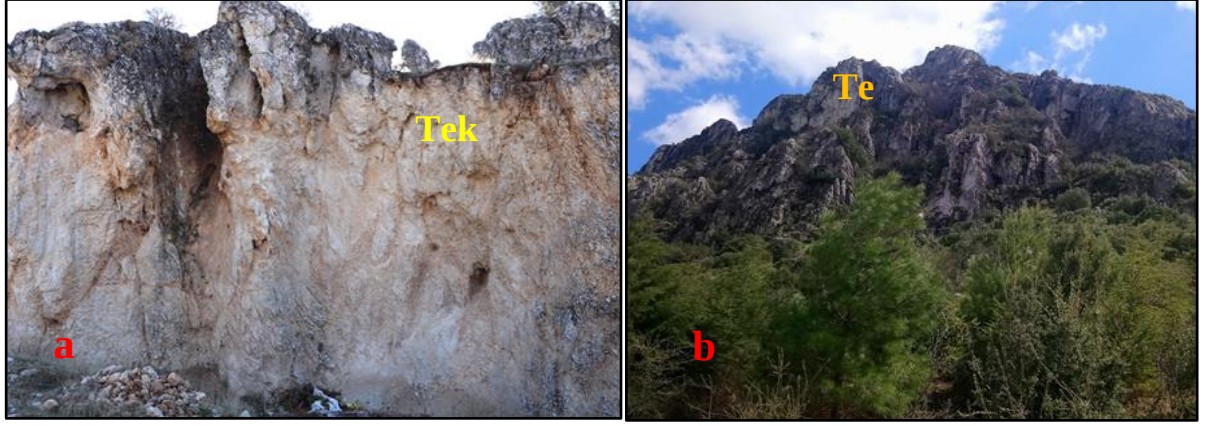


Foto 44: Küçükköy formasyonu (Tek) (a), Elmalı formasyonu (Te) (b).

3.2.3. Karstik Olmayan Alanlar

Araştırma sahasında karstik olmayan alanlar 132 km² alan kaplar ve arazinin %47,7'lik kısmını oluşturmaktadır (Tablo 4 ve 21). Karstik olmayan alanları oluşturan birim ve formasyonlar; Kızılcadağ melanj ve olistostromu, Karakuştepe formasyonu, Çameli formasyonu, alüvyonlar, yamaç molozlarından oluşur. Bunlardan Kızılcadağ melanj ve olistostromu; batıda Kayış - Aksu - Akyayla köylerinin arasındaki sahada, kuzeyde Tekkeköy ve Kartalpınarı köylerinin kuzeyi ve güneyinde, güneyde Çebiş'in güneyinde ve güneydoğuda Somaklı Tepe'nin etrafında yüzeylenmektedir. Alüvyon sahalar ise büyük kısmı Çeltikçi Polyesi'nin tabanı olmak üzere tüm polye tabanlarında yayılış göstermektedir (Harita 25).

Akarsu ile karstlaşma ve karstik sınıflaması ile akarsu arasındaki ilişkiye bakıldığında genellikle karstlaşmanın görüldüğü alanlarda akarsu yoğunluğu ve dokusu düşük değerler göstermektedir (Tuncer, 1995: 39). Araştırma sahasında da gerek karstlaşma gerek karst sınıflaması ile akarsu ilişkisine bakıldığında akarsu yoğunluğu ile akarsu dokusu değerlerinin karstik olmayan alanlara göre düşük değerler gösterdiği görülmektedir (Tablo 21). Tablo 21'deki değerlerden anlaşılabacağı üzere inceleme alanında akarsu şebekesi, karstik olmayan sahalarda tam karst sahalarına ve kısmi karst sahalarına oranla daha çok gelişmiştir. Karstik oluşum şekillerinin geniş yayılış gösterdiği tam karst ve kısmi karst sahalarında tablodaki ortalama değerler düşmektedir. Bu alanlarda yağışın çoğu dolin, polye ve diğer çözünme bölgelerindeki çatlak, yarık ve düdenler vasıtasıyla yeraltına inmektedir.

Tablo 21: Karstlaşma - akarsu ilişkisini gösteren tablo

		Tüm Alan	Tam Karst Sahaları	Kısmi Karst Sahaları	Karstik Olmayan Sahalar
%	Yüzdelik	100	34,6	17,7	47,7
A	Yüzölçümü (km ²)	277	96	49	132
AU	Akarsu Uzunluğu (km)	361.78	56.62	62.67	242.49
AS	Akarsu veya Dere sayısı	2406	726	458	1222
AY	Akarsu Yoğunluğu (%) AU/A	1.306	0.589	1.278	1.837
AD	Akarsu Dokusu AS/A	8.685	7.562	9.346	9.257
	AY/AD	0.150	0.077	0.136	0.198

Araştırma sahasında bulunan Soğanlı Tepe (1402 m), Pilav Tepe (1458 m), Kır Tepe (1412 m) ve Karadağ Tepe (1429 m)'de akarsu yüzey drenajı bulunmamaktadır. Polyelerde akarsu drenajı, Kızılıbucak ile Çakmaklı polyelerinde çok az gelişmişken Aksu, Üçboğaz - Akyayla, Tekeralanı ve Seydiköy polyeleri ve Çeltikçi Polye Sisteminde nispeten daha fazla gelişmiştir. Bu polyelerden yalnızca Kızılıbucak Polyesi'ndeki akarsular dış drenaja açıktır ve boyları kısadır. Ancak diğer polyelerdeki akarsular dış drenaja açılmıştır ve Çeltikçi Polye Sisteminin akarsu drenaj ağına dâhil olmaktadır.

Aksu Polyesi'nde karstik ve karstik olmayan (allojenik) tepelik sahalardan inerek polye tabanında birleşen dereler burada akarsu yoğunluğunu artırmaktadır. Burada birleşen akarsular, polyenin kuzeybatısında bulunan Üçboğaz – Akyayla Polyesi'ne doğru akıp dar bir boğazdan geçerek bu polyenin akarsu drenaj ağına dâhil olmaktadır. Polyedeki akarsular yaz mevsiminde akışlı değildir. Üçboğaz – Akyayla Polyesinin akarsuları da kuzeybatındaki Üçboğaz tarafı da karstik ve karstik olmayan tepelik alanlardan kaynaklarını alarak inmektedir. Ancak güneybatısında bulunan Akyayla tarafının akarsuları tamamen karstik olmayan sahalardan inen sularla beslenmektedir. Karstik olmayan alanlardaki bu akarsular geçirimsiz formasyonlar üzerinde geliştiği için akarsuların yoğunluğunun artmasına olanak sağlamıştır. Buradaki akarsular polyenin ortasında bulunan ve polyede bir boğaz oluşturan Tekke Deresi'ne dâhil olarak kuzeybatıda bulunan Kayış Barajı'na drene olmaktadır.

Tekeralanı ve Seydiköy polyelerinde de aynı durum dikkat çekmektedir. Bu polyelerde de genel olarak karstik ve karstik olmayan tepelik alanlardan inen akarsular polye tabanlarında birleşmektedir. Tekeralanı Polyesinin tabanındaki akarsular kuzeydoğudan ve güneybatıdan olmak üzere iki koldan, doğusunda bulunan Seydiköy

Polyesi'ne doğru akmaktadır. Ancak bu polyelerdeki direnaja diğer polyelerden farklı olarak polye tabanında kısmi karst alanlarından geçerek Çeltikçi Polye Sisteminin güneydoğusunda bulunan Onaç Barajı'ndan çıkan Onaç Deresi'ne bağlanarak polye dışına doğru akış göstermektedir.

Kızılıbucak Polyesi'nde tam karst ve karstik olmayan tepelik alanlardan inen akarsu tabanında birleşmektedir. Polye tabanında birleşen akarsular bu polyenin tabanının akarsu yoğunluğunu arttırmaktadır. Buradaki akarsular polyede bulunan iki düden vasıtasıyla yeraltına inmektedir. Yüzeyden polye dışına çıkamayan bu akarsuların boyları kısa ve mevsimlik olarak akış göstermektedir.

Çeltikçi Polye Sistemi'nde ise Kızılıbucak Polyesi dışında alanda bulunan tüm polyelerin akarsuları bu polye sisteminin tabanında birleşmektedir. Dolayısıyla en fazla akarsu yoğunluğunun burada olduğu görülmektedir. Daha çok tam karst ve kısmi karst alanlarından gelen akarsular polyenin tabanında Onaç Deresi'ne bağlandıktan sonra polyenin güneydoğusundan havzanın dışına doğru akış göstermektedir. Bu polye sistemindeki akarsuları besleyen çok sayıda yan kol olduğundan buradaki akarsuların boyları diğerlerine göre daha uzundur.

Karstik olmayan sahalarda ise akarsu yüzey drenajı oldukça fazla gelişim olanağı bulmuştur. Bu alanlarda akarsu yoğunluğu, gerek Harita 26'ya göre gerekse Tablo 21'e göre hem akarsu yoğunluğunun hem de akarsu dokusunun yüksek değerler gösterdiği görülebilmektedir.

Sonuç olarak küçüklü büyüklü birçok depresyondan oluşan araştırma sahası, buralara doğru inen birçok akarsu tarafından şekillendirilmeye devam etmektedir. Genel olarak sahadaki akarsuların yoğunluğu karstik sınıflandırmaya göre farklılık göstermektedir. Akarsu yoğunluğu, tam karst alanlarında azalırken kısmi karst alanlarda ve karstik olmayan alanlarda nispeten daha da artmaktadır (Harita 26).

Orta Eosen'den itibaren su yüzeyine çıkan saha ilk olarak flüvyal ve sonrasında karstlaşma süreçlerine maruz kalmıştır. Bu dönemde başlayan ilk karstlaşma süreçleri beraberinde sahadaki yapısal hatlar ve litolojik sınırlar boyunca çanaklaşmaları ve polyeleşmeleri başlatmıştır (Tuncer, 2021a: 13). Bölgede asıl karstlaşma Orta Miyosen döneminde başlamıştır. Ancak bu dönemde karstlaşmaya uygun kireçtaşı birimleri deniz seviyesine yakın olduğu için karst taban seviyeleri de sığ derinliğe sahiptir. Bu dönemde de karstlaşma için iklim elverişli olmasına rağmen karstlaşma derinlere doğru gelişmemiştir (Güneysu, 1993b: 179).

Miyosen'den itibaren orojenik hareketler yerini epirojenik kratojenik yükselmelere bırakmıştır (Ketin, 1966: 26). Miyosen'de gerçekleşen bu tektonik rejim değişikliğine bağlı olarak karst taban seviyesi alçalmış ve morfolojik derinleşmelerle beraber karstik gelişim de daha derinlere inme olanağı bulmuştur. Orta Miyosen'de sığ olarak gelişim olanağı bulmuş karstik şekiller, bu dönemde gerçekleşen epirojenik kratojenik yükselme ve tektonik yarılmalar sayesinde düşey yönde gelişmiştir (Güneysu, 1993b: 181-182). Üst Miyosen'in Messiniyen döneminde hâkim olan sıcak ve kurak iklim (Erol, 1989) daimi taban seviyesinin alçalmasına ve bu durum da akarsuların Akdeniz içlerine kadar uzanan derine kazılmış vadilerin oluşmasına neden olmuştur (İlgar, 2015: 77). Bunun sonucunda Akdeniz havzasının çeşitli alanlarında çok dönemli ve derin karst sistemlerinin oluşumunu sağlamıştır (Woodward ve Lewin, 2009: 307).

Pliyosen'de alçak alanlarda kuvvetli sedimantasyon meydana gelirken yüksek alanlarda ise kuvvetli aşınım faaliyetleri meydana gelmiştir (Biricik, 1982: 150; Erinç, 2012a: 244). Üst Pliyosen-Pleistosen'deki düşey blok hareketler sayesinde bölgesel yükselmelerin güçlenmesi, Neojen birimlerle örtülmüş fosilize yüzeylerin sıyrılmasına neden olmuştur (Erinç 2012a: 245; Tuncer, 2021a: 13).

Dolin ve uvala gibi karstik şekillerin Alt-Orta Miyosen yüzeylerinde varlığı karstlaşmanın araştırma sahasında bu dönemde başladığını göstermektedir. Yine Üst-Miyosen yüzeylerinde de bu şekillerin gelişmiş olması karstlaşmanın sonraki dönemde de devam ettiğini kanıtlamaktadır. Ancak karstlaşma özelliği olmayan ve fliš özelliğindeki killi, kumlu, marnlı klastik Neojen dolgularının (Kurt, 2000: 188) polye tabanını tamamen kaplaması buralarda karstlaşmayı kesintiye uğratmıştır.

Araştırma sahasında aşınım ve birikim süreçleri, Miyosen ve Piyosen dönemlerinde önce Akdeniz'e sonra da yer yer oluşan depresyonlara doğru kurulan drenaj ağları sayesinde gerçekleşmiştir. Kuzköy ve Bağsaray ovalarının batısında kaynağını kalker ofiyolit ve kalker fliş kontağından alan akarsular dağ ve plato yüzeylerini derin bir şekilde parçalayarak vadiler açmıştır. Akarsular taşıdıkları bol miktardaki malzemeyi polye tabanlarına ulaştırarak bu çukurları kalın bir depo şeklinde doldurmuşlar, dağlardan inen kısa dereler ise eteklerde birikinti konileri ve yelpazelerini oluşturmaya başlamışlardır. Pliyo-Kuvaterner'de blok faylanmalarla akarsuların yüzey drenajının yanında karstik alanlarda yer altı drenajı da gelişme imkânı bulmuş; düden ve kaynak konumlu mağaralar gelişmiş veya önceden oluşmuş mağaralarda gençleşmeler gerçekleşmiştir. Bu dönemdeki tektonik gençleşmeler, Pliyosen yüzeyleri ve vadilerinde derinleşmeler ve parçalanmalar şeklinde karakterize olmuş; aşınımından arta kalan şekil ve yapılar sahada paleo şekiller olarak kalmıştır. Yine bu dönemde Pliyosen'in paleo vadilerin tabanlarında yana doğru (lateral) karstifikasyonun artmasıyla beraber flüvyo-karstik vadi ve depresyonlar gelişim imkânı bulmuştur. Ayrıca sahadaki yanal karstlaşma polye kenarlarında halen devam etmekte ve buralardaki yamaçlar karstlaşmayla gerilemeye devam etmektedir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

İNSAN AKTİVİTELERİ İLE POLYEDE YAŞANAN PROBLEMLER

Yeryüzü şekilleri, insan aktivitelerini kolaylaştırması veya zorlaştırması açısından yerleşmelerin kurulma yerinin seçilip kurulması ve gelişmesi üzerinde etkili olan doğal faktörlerin başında gelmektedir (Çelik, 2019: 337). Arazi kullanımı, insan ve doğa arasındaki ilişkinin en önemli göstergesidir. Çünkü genel anlamda beşerî faaliyetler, doğal ortam koşulları ve morfoloji tarafından belirlenmektedir. Arazinin sahip olduğu jeomorfolojik özellikler, arazi kullanımını hem kolaylaştırıcı hem de zorlaştırıcı bir etkiye sahip olabilmektedir. Jeomorfolojik yapı olarak karst morfolojisi de arazi kullanımı üzerinde önemli bir etkindir (Özdemir vd., 2017: 489; Polat ve Gömüç, 2021: 87-88). Karst morfolojisinin geliştiği alanlarda arazi kullanımı polye, uvala ve az da olsa dolin gibi makro karstik aşınım şekillerinde yoğunlaşır (Doğan, 1997: 54; Erinç, 2012b). Söz konusu insan ile doğal ortam etkileşimini Çeltikçi Polyesi'nde de görebilmek mümkündür. Söz konusu faaliyetler en iptidai şekillerinden en kompleks yapılara kadar farklılık göstermektedir. Bununla ilgili sahada karşılaşılmış en bariz örnekler tarımsal faaliyetlerin gerçekleştirildiği polye tabanları ve flüvyo-karstik depresyonların tabanlarıdır. Diğer taraftan sahada insanoğlu, eğimli yamaçlar ile depresyon alanlarının kontak yaptığı bölgelerde hem tarım hem de hayvancılık faaliyetlerine uygun fonksiyonel yerleşmeleri inşa etmişlerdir. Genel olarak yerleşmeler, polye kenarlarına kurulurken Kayış köyü gibi oldukça eğimli ve gevşek yamaçlar üzerine kurularak heyelan riskinin yüksek olduğu yerlere de kurulmuştur (Foto 45a).

Çeltikçi Polyesi'ni çevreleyen kenar sıradağların bazı yamaçlarında yer alan çadır veya taş ağıllar hem hayvanların otlatılması hem de tarımsal faaliyetlerin gerçekleştirilebilmesi adına kurulmuş görülmektedir (Foto 45c-d-e). Ayrıca bölgede bulunan karstik mağaralar da hayvancılık faaliyetleri için birer ağıl hüviyetinde kullanıldığı yapılan arazi çalışmaları esnasında gözlemlenmiştir (Foto 45b).

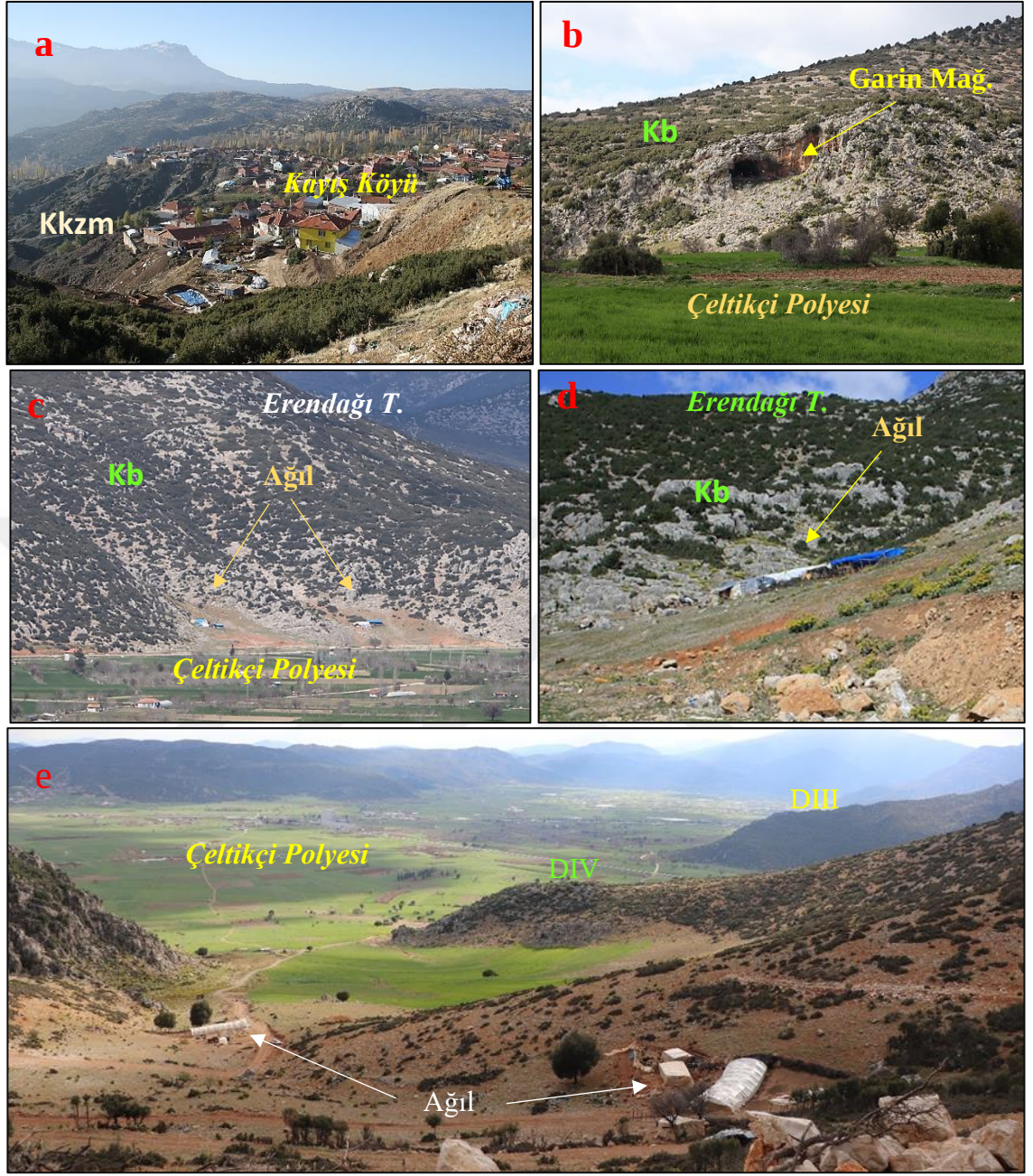


Foto 45: Dik yamaçlara kurulmuş Kayış köyü (a), ve fosil bir mağarasının önüne setler çekilerek oluşturulan ağıl (b) ve Erendağı Tepe'nin güney yamaçlarında birikinti konileri üzerinde kurulmuş ağıllar (c-d-e)

Batı Toros polyelerinin genel karakteristik özelliği olarak kışın gelen su miktarının tamamını boşaltamaması nedeniyle göllenmeye neden olurken yazın düdenlerin ve iklimsel koşulların etkisiyle kuruyarak tarım gibi ekonomik faaliyetlerin gerçekleşmesine olanak sağlamaktadır (Louis, 1956:48). Araştırma sahasına yapılan mülakatlar ve gözlemler sonucunda söz konusu durumun Çeltikçi Polyesi'nde de benzer özelliklere sahip olduğu anlaşılmaktadır. Buna göre özellikle Kızılbucak Polyesi'nde

kışın düdenlerin ağzının tıkanması veya biriken suları aynı hızda yeraltına boşaltamaması sonucunda suların polye tabanına istilasıyla burada geçici bir göl oluşmaktadır. Dolayısıyla kışın polyeye giren suyun bilançosu göl oluşumuna neden olacak şekilde pozitif bir karakter sergilerken yazın kuraklık ve buharlaşma etkisi, düdenlerin biriken suları tasfiye etmesi nedeniyle kurumaktadır (Foto 46a-b).



Foto 46: Kızılbucağ Polyesi’ndeki düdenin ağzının tıkanması sonucu geçici gölün kurutulmuş hali (a) ve Akyayla doğusundaki dağlık alanda bir dolin içerisinde geçici göl alanında sazlıklar (b).

İnsan faaliyetleri sonucunda sahada gözlemlenmiş olan bazı olumsuz durumlarla karşılaşılmaktadır. Kirlilik ve çevre tahribatı, karstik sahaları tehdit etmekte olup buralardan yararlanılabilirliği ve verimliliği her geçen gün azaltmakta; en niyetinde buraları tarımsal açıdan terkedilmektedir. Kirletici kaynaklar arasında insan etkisi başlıca rolü oynamaktadır (Zeybek, 2004: 95). Bunlar içerisinde sanayi faaliyetleri ve ulaşım araçlarından çıkan ekzoz dumanı, tarımsal faaliyetler için kullanılan böcek ve tarım ilaçlarından kaynak sularına kadar bir dizi insan aktiviteleri kirletici ajanlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Bahsi geçen konu ile ilgili Ekmekçi (2005: 27) tarafından yapılan çalışmada araştırma sahasındaki Onağ Çayı’ndan aldıkları numune örneklerinin sonuçlarına göre iki zararlı bileşene rastlanmıştır. Bu zararlı bileşenlerin tarımsal ilaç uygulamasından kaynaklandığı belirtilmiştir. Onağ Çayı vasıtasıyla bu kirleticiler, Kestel Polyesi’nde düdenlere giren sulara dahil olmakta ve dolayısıyla hem yüzey suları hem de yeraltı sularının kirlenmesine sebep olmaktadır. Arazi çalışması sırasında evsel ve inşaat atıkların polyeye kenarlarındaki mıcır ocaklarına ve geliş güzel alanlara atıldığı da gözlenmiştir (Foto 47a-b). Bir takım ekonomik çıkarlar amacıyla ise polyenin farklı alanlarından toprak ve mucur alımları arazi çalışması sırasında tespit edilmiştir (Foto 47c-d-e).

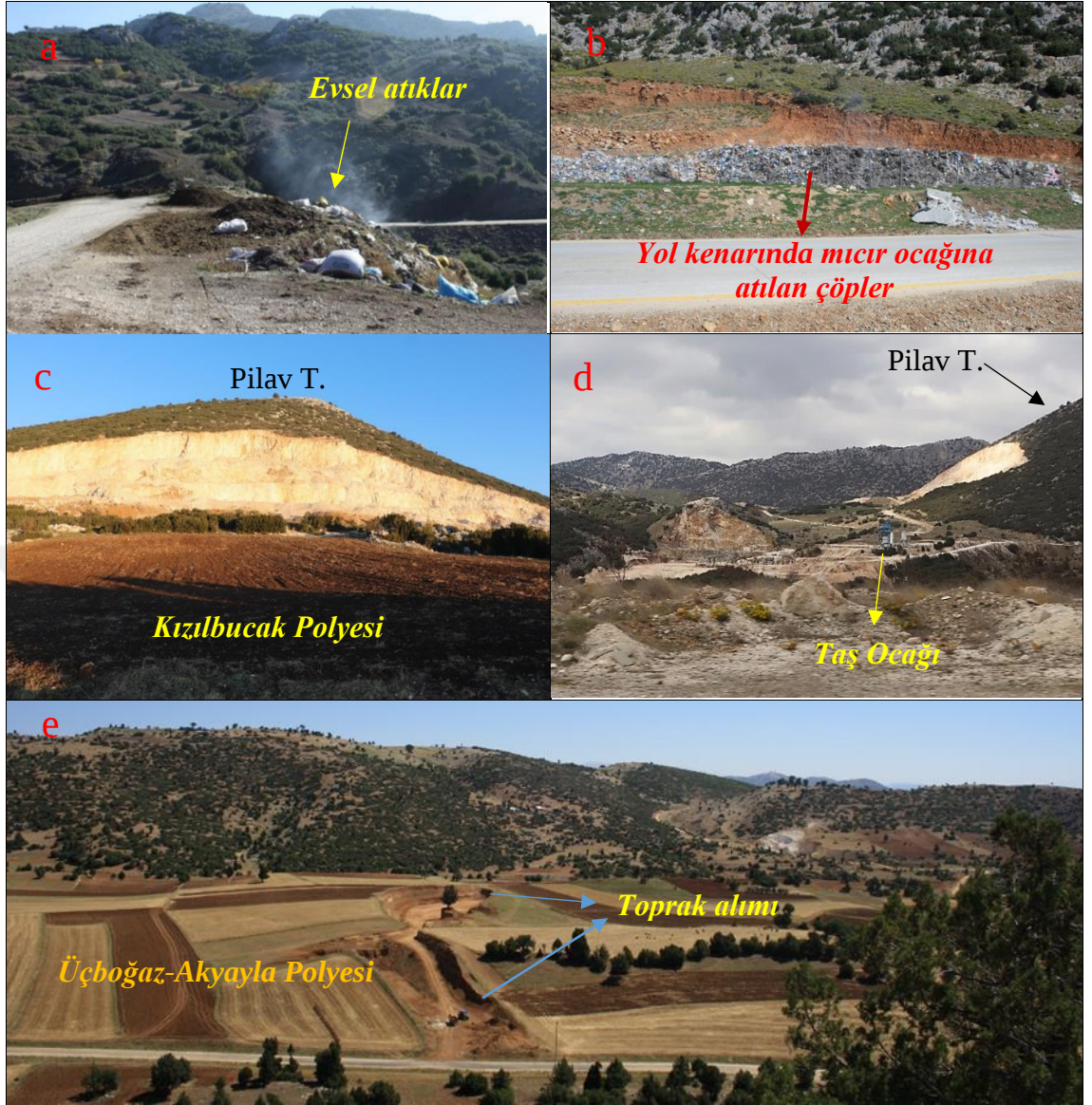


Foto 47: Kayış köyünde yamaca atılan çöpler (a); Bağsaray ile Çebiş köyleri arasındaki yol kenarına atılan çöpler (b); Pilav Tepe’de mıcır ocağı (c) ve yakınında taş ocağı (d); Üçboğaz-Akyayla Polye tabanından tuğla ve kiremit yapımı için terra-rossa alımı (e)

SONUÇ

- Çeltikçi Polyesi Havzası, aktif ve karmaşık bir sahada olup Türkiye'nin güneyini kaplayan Batı Toros Karst Kuşağı bölümünün Batı Toros Karst alanında ve Batı Toros polyeleri içerisinde yer alır.
- Saha tektonik olarak Üst Kretase'de okyanusal kabuk parçasının kıtasal kabuğa bindirmesi sonucunda bir araya gelen Likya Napları ile Orta Miyosen'de altlarına Yeşilbarak Napını alarak bölgedeki otokton konumlu Beydağları formasyonunun üzerine uyumsuz olarak yerleşmiş birimlerden oluşmaktadır.
- Araştırma sahası karstlaşmaya uygun Mesozoik yaşlı kireçtaşları ile karstlaşmayı sınırlandıran Miyosen yaşlı filiş ve ofiyolitik melanjlardan oluşmaktadır. Bu tektonik birimler, kabaca D-B yönlü sıkışma tektoniğine uygun olarak K-G yönlü uzanım gösteren orojenik kuşakların ana litolojilerini oluştururlar. Bu sıkıştırma tektoniği aynı zamanda Geç Kretase-Erken Miyosen aralığında sahada D-B genel uzanımlı bindirmeli yapıların oluşmasını sağlamıştır.
- Sahadaki ana morfolojik unsurlar, sıkıştırmalı ve bindirmeli yapıların uzanımlarına uygun olarak K-G (dağlar) veya D-B (polyeler) yönlü bir uzanım sahiptirler. Ayrıca toplam yüzölçümü yaklaşık olarak 277 km² olan sahanın jeomorfolojik görünümü bindirme hatlarına paralel olup D-B ve KD-GB doğrultulu normal faylardan etkilenecek oluşmuştur. Bu yapısal faktörler sonucunda süreksizlikler ile kırık ve çatlak sistemleri oluşmuştur. Karbonatlı kayalarda oluşan bu yapısal özellikler, aşınım yüzeylerinin eğim yönleri ve paleovadiler sahadaki mikro ve makro karstik şekillerin yönelimlerinde etkili olmuştur.
- Çalışma alanı Orta Miyosen'den itibaren süregelen genç tektonik hareketlerin etkisiyle oluşan neotektonik yapılar üzerinde gelişim göstermektedir. Bu yapılar iklimik değişimlerin, flüvyal aşınım ve birikimin yanı sıra karstlaşma etken ve süreçlerinin etkisiyle şekillenmeye devam etmektedir.
- Sahanın rölyef sistemleri, 810-2330 metreler arasında bulunan Alt-Orta Miyosen (DI), Üst Miyosen (DII), Pliyosen (DIII) ve Pleistosen (DIV) dönemlerine ait rölyef sistemlerinin yapı ve şekillerinden oluşmaktadır.
- Yaşlılık dönemini yaşayan Çeltikçi Polyesi Havzası hipsometrik eğrinin belirgin bir şekilde içbükey (konkav) bir görünüm sunması ve hipsometrik integralin düşük olması

akarsuların akım gücünün azaldığını dolayısıyla akarsular tarafından taşınan malzemenin azaldığını, buna karşılık biriktirmenin hâkim olduğunu göstermektedir.

- Araştırma sahası, bulunduğu konum itibarıyla güneyde bulunan Akdeniz iklimi ile kuzeyindeki karasal iklim arasında yer almaktadır. Dolayısıyla sahada Akdeniz ardı geçiş iklimi hüküm sürmektedir.
- Karstlaşmaya uygun karbonatlı kayaçlar, çözünemeyen kayaçlar ve alüvyonlardan oluşan araştırma sahasında; karstik şekiller olarak lapy, dolin, uvala, flüvyo-karstik vadi ve depresyonlar ile polyeler bulunmaktadır.
- 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritaları ve Google Earth Pro programı üzerinden sahada 7 polye, 1 uvala, 3 flüvyo-karstik depresyon ve 639 çözünme dolini (topoğrafya haritalarından tespit edilen 32'si sayısallaştırıldı) tespit edilmiştir.
- Sahadaki dolinlerin ortalama yükseltisi 1493 m olup dolinler, 900 ile 2294 metreler arasında dağılım gösterirler. En fazla dolinin bulunduğu (467) formasyon Dutdere kireçtaşıdır (T_{RJd}). Formasyonların alansal oranı ile dolin sayısı arasındaki pozitif korelasyon bulunmakta ancak zayıf bir ilişki vardır ($r=0,4$). Ortalama dairesellik indis değerine (1.32) göre sahadaki dolinlerin dairesellik formlarını tamamen yitirdikleri ve birden fazla çıkıntının geliştiği tespit edilmiştir. Dolinlerin, ortalama uzama oranına (1,97) göre uzamış olduğu tespit edilmiştir. Dolinlerin şekilsel olarak bozulmalarında ve uzamış olmalarında; paleo vadilerin kesişim noktalarında ve süreksizliklerin bulunduğu alanlarda gelişmeleri, çatlak sistemlerinin dağılışı ve yoğunluğu, iklim, eğim ve drenaj özellikleri etkili olmuştur.
- Araştırma sahasındaki uvala ve polyelerin morfometrik özelliklerine bakıldığında genel olarak uzunluklarının genişliklerinden fazla olduğu tespit edilmiştir. Sahadaki 7 polyeden en fazla uzama oranına sahip polye Üçboğaz-Akyayla Polyesi (8,00) iken en az uzama oranına sahip polye ise Tekeralanı Bozulmuş Polyesi (1,28)'dir. Hesaplanan veriler ışığında, Çeltikçi Polye Sistemi, Kızılbuca Polyesi, Aksu Açılmış Polyesi, Üçboğaz-Akyayla Polyesi ve Belören Uvalası "uzamış" formdadır. Seydiköy Bozulmuş Polyesi "eliptik", Tekeralanı Bozulmuş Polyesi ile Çakmaklı Açılmış Polyesi "yarı eliptik" özelliktedir. Polyelerin ortalama dairesellik indis değerine (4,06) göre ise dairesellik formlarının tamamen bozulduğu tespit edilmiştir. Bu karstik depresyonların gerek uzama oranlarının yüksek olması gerekse dairesel formlarının bozulmuş olmaları;

tektonik hatlar, doğrultu atımlı normal faylar ve bindirme fayları, kırık ve çatlak sistemleri, litolojik sınırlar ve paleovadilerin uzanımı ve kesişimi etkili olmuştur.

- Sahadaki flüvyo-karstik depresyonların morfometrik özelliklerine bakıldığında hepsinin uzamış formlara sahip oldukları görülmüştür. Bunda en belirleyici olan etkiler ise paleovadiler içerisinde gelişmiş olmalarıdır.
- Çalışma alanında 2'si Kızılbucak Polyesi'nde 1'i ise Çeltikçi Polyesi'nde olmak üzere 3 toprak düden giriş yeri tespit edilmiştir. Yağışlı dönemlerde düdenlerin ağzının tıkanması sonucu polyelerde su baskınları ve geçici göllerin meydana geldiği gözlemlenmiştir. Yöre halkı, düdenlerin ağzının tıkanmaması ve açık kalması için düden alanının toprağını iş makinalarıyla sıyrarak açmışlar ve düdene drenaj kanalları bağlamışlar.
- Son olarak sahada insan aktiviteleri sonucunda bazı olumlu ve olumsuz durumlarla karşılaşmıştır. Genel olarak polye kenarlarında ve yüksek sahaların düzlüklere indiği etek kesimlerinde yerleşmeler kurulurken çoğunluğu polye tabanlarında ve flüvyo-karstik depresyonlarda yoğun bir şekilde tarım ve hayvancılık faaliyetleri yapılmaktadır. Ancak insanların ekonomik çıkarlar doğrultusunda yaptıkları kaynakların aşırı kullanımı ve tarımsal ilaç kullanımı sonucu suların kirletilmesi, çöplerin atılması gibi faaliyetler kaynakların sürdürülebilirliğine ve doğal ortama zarar vermektedir.

KAYNAKÇA

- Alagöz, C. A. (1944). Türkiye karst olayları hakkında bir araştırma. *Türk Coğrafya Kurumu Yayınları*, 1, 87-92.
- Ardel, A. (1951). Göller bölgesinde morfolojik müşahedeler. *İstanbul Ün. Coğr. Enst. Derg.*, 1(2), 1-19.
- Ardel, A., & Dönmez, Y. (1969). *Klimatoloji tatbikatı*. Taş Matbaası.
- Ardos, M. (1992). Karaman çevresi ve güney kesimlerinde karstlaşma ve karstik şekiller. *İstanbul Ün. Edeb. Fak. Coğ. Dergisi*, 3, 1-9.
- Atalay, İ. (2003). Effects of the tectonic movements on the karstification in Anatolia, Turkey. *Acta Carsologica*, 32 (2), 196-203.
- Atalay, İ. (2011). Türkiye iklim atlası. İnkılap.
- Atalay, İ. (2013). Uygulamalı kimatoloji (2. Baskı). Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri.
- Avcı, M. (1993). Türkiye'nin flora bölgeleri ve Anadolu Diagonali'ne coğrafi bir yaklaşım. *Türk Coğrafya Dergisi*, 28, 225-248.
- Aydın, S., Şimşek, M., Çetinkaya, G., & Öztürk, M. Z. (2019). Erinç yağış etkinlik indisi'ne göre belirlenen Türkiye iklim bölgelerinin rejim karakteristikleri. *İstanbul Uluslararası Coğrafya Kongresi Bildiri Kitabı*, (s.20-22). doi:10.26650/PB/PS12.2019.002.074
- Basso, A., Bruno, E., Parise, M., & Pepe, M. (2013). Morphometric analysis of sinkholes in a karst coastal area of southern Apulia (Italy). *Environmental earth sciences*, 70, 2545-2559. doi:10.1007/s12665-013-2297-z
- Becker-Platen, J. D. (1970). Lithostratigraphische untersuchungen im kanozoikum südwest anatoliens (Türkei)-(Kanozoikum und braunkohlen der Turkei). *Beihefte zum Geologischen Jahrbuch*, 97.
- Biricik, A. S. (1982). *Beyşehir gölü havzasının strüktürel ve jeomorfolojik etüdü*. İstanbul: İst. Üniv. Coğr. Enst. Yay., No: 119.
- Biricik, A. S., Bozyiğit, R., & Kurt, H. (1998). Kayaköy polyesi ve yakın çevresinin jeomorfolojisi (Fethiye-Muğla). *Marmara Coğrafya Dergisi*, 2, 150-173.
- Birsoy, Y., & Ölgün, M. K. (1992). Thornthwaite yöntemi ile su bilançosunun ve iklim tipinin belirlenmesinde bilgisayar kullanımı. *Ege Coğrafya Dergisi*, 6(1), 153-178.
- Bonacci, O. (1987). *Karst hydrology with special references to the Dinaric Karst*. Springer, Berlin.
- Bonacci, O. (2004a). Poljes. J. Gunn içinde, *Encyclopedia of caves and karst science* (s. 1279-1282). London: Fitzroy Dearborn.

- Bonacci, O. (2004b). Ponors. J. Gunn içinde, *Encyclopedia of caves and karst science* (s. 1282-1284). London: Fitzroy Dearborn.
- Bonacci, O. (2013). Poljes, ponors and their catchments. *Karst Geomorphology, Academic Press*, (s.112-120), San Diego.
- Bondesan, A., Meneghel, M., & Sauro, U. (1992). Morphometric analysis of dolines. *International Journal of Speleology*, 21(1), 1-55.
- Bögli, A. (1960). Kalklösung und karrenbildung. *Zeit. Geomorph*, 2, 4-21.
- Bögli, A. (1980). *Karst hydrology and physical speleology*. Springer, Berlin and New York.
- Bölük, E. (2016). *Thorntwaite iklim sınıflandırmasına göre Türkiye iklimi*. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Araştırma Dairesi Başkanlığı Klimatoloji Şube Müdürlüğü. https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim_siniflandirmalari/Thorntwaite.pdf.
- Brunn, J. H. (1970). Structures majeures et correlations stratigraphiques dans les Taurides occidentales. *Bulletin Société Géologique de France*, 12(7), 515-556. doi:10.2113/gssgfbull.S7-XII.3.515
- Cvijić, J. (1893). Das karstphanomen : Versuch einer morphologischen monographie. *Geographische Abhandlungen*, 5(3), 218–329.
- Cvijic, J. (1960). La Géographie des terrains calcaires. Academie Serbe des Sciences et des Arts. *Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles*, 26.
- Çelik, S. (2019). Yerleşmelerin yer seçiminde etkili olan coğrafi faktörler ve yanlış yer seçimlerinde risk analizi. *Journal of International Social Research*, 12(66), 334-342.
- Çiçek, İ. (1996). Thorntwaite metoduna göre Türkiye’de iklim tipleri. *Coğrafya Araştırmaları Dergisi*, 12, 33-71.
- Demirağ, İ. (2012). *Sarıçiçek dağında (Alucra/Giresun) karstlaşma ve karstik şekiller* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Ondokuzmayıs Ün. Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Denizman, C. (2003). Morphometric and spatial distribution parameters of karstic depressions, Lower Suwannee River Basin, Florida. *Journal of cave and karst studies*, 65(1), 29-3.
- Doğan, U. (1996). Polye ve flüvio-karstik depresyonlar (Seydişehir güneybatısından örnekler). *Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, 5, 229-245.
- Doğan, U. (1997). Gidengelmaz dağlarında doğal ortam ve insan ilişkileri. *Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, 6, 41-62.

- Doğan, U. (2004). Dolin sınıflamasında yeni yaklaşımlar. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(1), 249-269.
- Doğan, U., & Koçyiğit, A. (2018). Morphotectonic evolution of Maviboğaz canyon and Suğla polje SW Central Anatolia, Turkey. *Geomorphology*, (306), 13–27.
- Doğan, U., Koçyiğit, A., & Yeşilyurt, S. (2019). The relationship between Kestel Polje system and the Antalya tufa plateau: Their morphotectonic evolution in Isparta Angle, Antalya-Turkey. *Geomorphology*, (334), 112-125.
- Duman, N., & Ege, İ. (2018). Çölovası (Dinar-Afyon) polyesinin jeomorfolojik özellikleri. *Marmara Coğrafya Dergisi*, (37), 290-305.
- Ege, İ. (2015). Paşalı polyesi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 8(40), 384-402.
- Ege, İ. (2017). Polyelerin sınıflandırılması ve Kestelce polyesinin (Kilis) jeomorfolojik özellikleri. *Gelecek Vizyonlar Dergisi*, 1(1), 33-51.
- Ekmekçi, M. (2005). Pesticide and nutrient contamination in the Kestel polje–Kirkgoz karst springs, Southern Turkey. *Environmental Geology*, (49), 19-29.
- Erakman, B., Meşhur, M., Alkan, H., Öztaş, Y., & Akpınar, M. (1982). Kalkan (Antalya)-Muğla ve Burdur illeri arasında kalan alanın jeolojisi. *Türkiye Petrol Kongresi, Prog. ve Bild., Özleri*, Ankara.
- Erinç, S. (1996). *Klimatoloji ve metodları*. Alfa Basım Yayım Dağıtım.
- Erinç, S. (2012a). *Jeomorfoloji I* (Güncelleştirilmiş Yeni Basım). İstanbul: Der Yayınları.
- Erinç, S. (2012b). *Jeomorfoloji II* (Güncelleştirilmiş Yeni Basım). İstanbul: Der Yayınları.
- Erol, O. (1980). *Türkiye’de Neojen ve Kuvaterner aşınım dönemleri, bu dönemlerin aşınım yüzeyleri ile yaşıt (korelan) tortullara göre belirlenmesi*. (8), 1-40: Jeomorfoloji Dergisi.
- Erol, O. (1983). Türkiye'nin genç tektonik ve jeomorfolojik gelişimi. *Jeomorfoloji Dergisi*. (11), 1-22.
- Erol, O. (1989). *Türkiye jeomorfolojisi: Türkiye’nin jeomorfolojik evrimi ve bugünkü genel jeomorfolojik görünümü* (Yayınlanmamış Ders Notu), İstanbul.
- Erol, O. (1993). Ayrıntılı jeomorfoloji haritaları çizim yöntemi. *İstanbul Ün. Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Bülteni*, 10(10), 19-37.
- Erol, O. (2014). *Genel klimatoloji* (10. Baskı). Çantay Yayınları.
- Ersoy, Ş. (1989). *Fethiye (Muğla) - Gölhisar (Burdur) arasında Güney Dağı ile Kelebekli Dağ ve dolaylarının jeolojisi* (Yayınlanmamış Doktora Tezi). İstanbul Ün. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ersoy, Ş. (1990). Batı Toros (Likya) naplarının yapısal öğelerinin ve evriminin analizi. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, (37), 5-16.

- Ersoy, Ş., Altınok, Y., & Yalçiner, A. C. (2000). Güneybatı Anadolu'nun neotektonik yapılarına genel bir bakış ve bölgenin deprem etkinliği. *III. Ulusal Kıyı Mühendisliği Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, (s.115-128).
- Faivre, S., & Pahernik, M. (2007). Structural influences on the spatial distribution of dolines, Island of Brac. *Zeitschrift für Geomorphologie*, (s.487-503).
- Faraj, F. H., Salluom, F. M., Muftah, A. M., & Bilal, A. A. (2016). Unique dolines field in the area between Soluq and Msus, Ne Libya: origin and distribution. *Speleologia Iblea*, (16), 51-64.
- Field, M. S. (2002). *A Lexicon of cave and karst terminology with special reference to environmental karst hydrology*. EPA National Center for Environmental Assessment. Washington.
- Ford, D. C., & Williams, P. W. (1989). *Karst geomorphology and hydrology*. Unwin Hyman. London.
- Ford, D., & Williams, P. (2007). *Karst hydrogeology and geomorphology*. London: John Wiley & Sons Ltd.
- Gams, I. (1978). The Polje: the problem of definition. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 22(2), 170-181.
- Gams, I. (1994). Types of the poljes in Slovenia, their inundations and land use. *Acta Carsologica*, (23), 285-302.
- Gilli, E. (2015). *Karstology karsts, caves and springs, elements of fundamental and applied karstology*. New York: Translated from French by Chloé Fandel, CRS Press. doi:10.1201/b18380
- Gines, A. (2004). Karrens. In Gunn, J. (Eds.). *Encyclopedia of cave and karst science* (s. 1010-1016), New York: Fitzroy Dearborn.
- Goldscheider, N., Chen, Z., Auler, A. S., Bakalowicz, M., Broda, S., Drew, D., . . . Veni, G. (2020). Global distribution of carbonate rocks and karst water resources. *Hydrogeology Journal*, (28), 1661-1677.
- Goudie, A. (2003). *Geomorphological techniques* (2. Baskı). Routledge.
- Görmüş, M., & Özkul, M. (1995). Gönen-Atabey (Isparta) ve Ağlasun (Burdur) arasındaki bölgenin stratigrafisi. *SDÜ Fen Bil. Enst. Dergisi*, (1), 43-64.
- Gracia, F. J., Gutiérrez, F., & Gutiérrez, M. (2003). The Jiloca karst polje-tectonic graben (Iberian Range, NE Spain). *Geomorphology*, 52, 215-231.
- Graciansky, P. C. (1968). Teke yarımadası (Likya) Torosların üst üste gelmiş ünitelerinin stratigrafisi ve Dinaro-Toroslar'daki yeri. *MTA Enstitüsü Dergisi*, (71), 73-92.
- Güldalı, N. (1970). *Karstmorphologische studien im gebiet des poljesystems von Kestel (Westlicher Taurus, Turkei)* (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Geographischen Instituts der Umversnac Tübingen, Almanya.

- Güldalı, N. (1972). Korkuteli-Bucak çevresinde lapy ve dolin çeşitleri ve bunların gelişmeleri. *Jeomorfoloji Dergisi*, (4), 81-98.
- Güldalı, N. (1976). Akseki polyesi, Toroslar'ın karstik bölgelerindeki dağarası ovalarının oluşumu ve gelişimi. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 19(2), 143-148.
- Günay, Y., Bölükbaşı, A., & Yoldemir, O. (1982). Beydağlarının stratigrafisi ve yapısı. *Türkiye Altıncı Petrol Kong. Teb.* (s.91-101).
- Güneysu, A. C. (1993a). Batı Toroslar'da neotektonik hareketlerin karstlaşma üzerindeki etkileri ve karstlaşmanın evrimi (Eğirdir-Beyşehir-Antalya karst alanı). *Türk Coğrafya Dergisi*, (28), 329-336.
- Güneysu, A. C. (1993b). Kovada Gölü doğusunun (Isparta) karst jeomorfolojisi (Yayımlanmamış Doktora Tezi). *İstanbul Ün. Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enst.*
- Hançer, M. (1996). *Isparta Güneyi, Ağlasun-Bucak civarının jeolojik ve tektonik özellikleri* (Yayımlanmamış Doktora Tezi). SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Hoşgören, M. Y. (2003). *Jeomorfoloji'nin ana çizgileri II* (3. Baskı). İstanbul: Çantay Kitabevi.
- Huggett, R. J. (2017). *Fundamentals of geomorphology*. London and New York: Routledge.
- İlgar, A. (2015). Messiniyen tuzluluk krizi Akdeniz'in kurumasına ilişkin bir derleme. *Doğal Kaynaklar ve Ekonomi Bülteni*, (20), 73-80.
- İzbırak, R. (1969). *Sistematik jeomorfoloji*. Harita Umum Müdürlüğü No: 6, Ankara.
- İzbırak, R. (1976). *Coğrafya terimleri sözlüğü*. İkbal Matbaacılık Sanayii, Ankara.
- Jennings, J. N. (1971). *Karst*. Australian National University Press.
- Jennings, J. N. (1985). *Karst geomorphology*. Blackwell, Oxford and New York.
- Karaman, M. E. (1994). Isparta-Burdur arasının jeolojisi ve tektonik özellikleri. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 37(2), 119-134.
- Keller, A. N., & Pinter, N. (2002). *Active tectonics*. Prentice Hall Earth Science Series.
- Keser, N. (2004). Bezirgan polyesi ve yakın çevresinin karst jeomorfolojisi. *Türk Coğrafya Dergisi*, (42), 11-46.
- Keser, N. (2008). Çukurbağ polyesinin jeomorfolojik evrimi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, (18), 113-133.
- Keskin, İ., & Yılmaz, I. (2016). Morphometric and geological features of karstic depressions in gypsum (Sivas, Turkey). *Environmental Earth Sciences*, 75(12), 1-14.
- Ketin, İ. (1959). Türkiye'nin orojenik gelişmesi. *MTA Dergisi*, (53), 78-86.

- Ketin, İ. (1966). Anadolu'nun tektonik birlikleri. *MTA Dergisi*, (66), 20-34.
- Koçak, İ. (2000). *Kırkgöz kaynakları (Antalya) ve yakın çevresinin karst jeomorfolojisi* (Yayınlanmamış Doktora Tezi). İstanbul Ün. Sosyal Bil. Enst. Fiziki Coğrafya Bilim Dalı, İstanbul.
- Koçyiğit, A. (1981). Isparta bükümünde (Batı Toroslar) Toros karbonat platformunun evrimi. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 24(2), 15-23.
- Kurt, H. (2000). *Batı Toros polyeleri* (Yayın no: 102254). [Doktora Tezi, Marmara Ün. Sosyal Bilimler Enst.], YÖK Dökümantasyon Merkezi.
- Louis, H. (1956). Die Entstehung der Poljen und ihre Stellung in der Karstabtragung, auf grund von Beobachtungen im Taurus. *Erdkunde*, vol.10, 33-53.
- Lowe, D., & Waltham, T. (2002). *Dictionary of karst and caves*. BCRA Cave Studies Series, (10), 1-39.
- Lučić, I. (2014). General aspects of the karst poljes of the Dinaric karst. In Sackl P., Durst R., Kotrošan D., & Stumberger B. (Eds.). *Dinaric Karst Poljes - Floods for Life*, (p.17-24). EuroNatur, Radolfzell.
- McCraw, J. D., & Land, L. (2016). New Mexico earth matters. *New Mexico Bureau of Geology & Mineral Resources*, (16), 1-6.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM). (2020). *Burdur, Bucak ve Seydiköy meteoroloji gözlem istasyonlarının 1960-2020 yılları arasına ait meteoroloji verileri*.
- Nazik, L. (1986). Beyşehir gölü yakın güneyi karst jeomorfolojisi ve karstik parametrelerin incelenmesi. *Jeomorfoloji Dergisi*, (14), 65-77.
- Nazik, L. (1989). Mağara morfolojisinin belirlediği jeolojik-jeomorfolojik ve ekolojik özellikler. *Jeomorfoloji Dergisi*, (17), 53-62.
- Nazik, L. (1992). *Beyşehir gölü güneybatısı ile Kemboş polyesi arasının karst jeomorfolojisi* (Yayınlanmamış Doktora Tezi). İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enst., İstanbul.
- Nazik, L. (2016). Karst jeomorfolojisi araştırma yöntemleri. N. Özden, & S. Karadoğan içinde, *Fiziki Coğrafyada Araştırma Yöntemleri ve Teknikleri* (s. 125-150). Pegem Akademi. doi:10.14527/9786053187493.05.
- Nazik, L., & Poyraz, M. (2015). Gelişiminde, karstlaşmanın iklim değişikliklerinin önüne geçtiği tektono- karstik bir iç havza: Konya Kapalı Ovası. IV. *Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, 15-17 Ekim 2015, Samsun.
- Nazik, L., & Poyraz, M. (2017). Türkiye karst jeomorfolojisi genelini karakterize eden bir bölge: Orta Anadolu platoları karst kuşağı. *Türk Coğrafya Dergisi*, (68), 43-56. doi:10.17211/tcd.300414.

- Nazik, L., & Tuncer, K. (2010). Türkiye karst morfolojisinin bölgesel özellikleri. *Türk Speleoloji Dergisi, Karst ve Mağara Araştırmaları*, 1(1), 7-19.
- Nicod, J. (2003). A little contribution to the karst terminology: Special or aberrant cases of poljes? *Acta Carsologica*, 32(2), 29-39.
- Okay, A. İ. (1989). Geology of the Menderes Massif and the Lycian Nappes south of Denizli, western Taurides. *Bulletin of the Mineral Research and Exploration Institute of Turkey*, 109, 37-51.
- Önalın, M. (1979). *Elmalı-Kaş (Antalya) arasındaki alanın jeolojisi*. İstanbul Ün. Fen Fak. Monografileri, 29.
- Özdemir, A. (2013). *Çeltikçi (Burdur) ovasının hidrojeoloji incelemesi* (Yayın no: 330861). [Yüksek Lisans Tezi, SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü], YÖK Dökümantasyon Merkezi.
- Özdemir, M. A., Kafalı Yılmaz, F., Gür, E., & Kaymak, H. (2017). Dinar ilçesinde jeomorfolojik birimler ve arazi kullanımı. *International Symposium on Geomorphology*, (s.482-489).
- Özşahin, E. (2013). Kurucaova polyesinin jeomorfolojisi (Kırıkhan-Hatay). *Journal of Turkish Studies*, 8(7), 827-848.
- Öztürk, M. Z. (2018a). *Orta Toroslar'da dolinlerin dağılışı ve morfometrik özellikleri*. Kriter Yayınevi, İstanbul.
- Öztürk, M. Z. (2018b). Karstik kapalı depresyonların (dolinlerin) morfometrik analizleri. *Coğrafya Dergisi*, (36), 1-13. doi:10.26650/JGEOG371149.
- Öztürk, M. Z., Şimşek, M., & Utlı, M. (2015). Tahtalı dağları (Orta Toroslar) karst platosu üzerinde dolin ve uvala gelişiminin CBS tabanlı analizi. *Türk Coğrafya Dergisi*, (65), 59-68.
- Öztürk, M. Z., Şimşek, M., Utlı, M., & Şener, M. F. (2017a). Batı ve Orta Toros Dağları'nda dolin yoğunluğunun alansal dağılışı özellikleri. *Uluslararası Jeomorfoloji Sempozyumu'nda sunulan bildiri*, Erişim adresi: <http://ujes.org/konular/>.
- Öztürk, M. Z., Şimşek, M., Utlı, M., & Şener, M. F. (2017b). Karstic depressions on Bolkar Mountain Plateau, Central Taurus (Turkey): Distribution characteristics and tectonic effect on orientation. *Turkish Journal of Earth Sciences*, (26), 302-313. doi:10.3906/yer-1702-3.
- Pekcan, N. (2019). *Karst jeomorfolojisi* (3. Baskı). İstanbul: Filiz Kitabevi.
- Poisson, A. (1977). *Recherches géologiques dans les Taurides occidentales (Turquie)*. These, Univ. Paris-Sud, Orsay.

- Poisson, A., & Poignont, A. F. (1974). Korkuteli bölgesindeki Miyosen transgressiyonunun yeni bir kırmızı alg türü: *Lithothamnium pseudomossissium*. *MTA Dergisi*, (82), 65-69.
- Polat, P., & Gömüç, M. (2021). Karstlaşmanın insan yaşamı üzerindeki sınırlandırıcı etkisinin CBS tabanlı mekânsal istatistik analizleri ile saptanması (Arapgir-Malatya Platosu). *Türk Coğrafya Dergisi*, (78), 75-90. doi:10.17211/tcd.1002777
- Ramu, M., & Mahalingam, B. (2012). Hypsometric properties of drainage basins in Karnataka using geographical information system. *New York Science Journal*, 5(12), 156-158.
- Rimmelé, G., Jolivet, L., Oberhänsli, R., & Goffé, B. (2003). Deformation history of the high-pressure Lycian Nappes and implications for tectonic evolution of SW Turkey. *Tectonics*, 22(2), 1007. doi:10.1029/2001TC901041
- Sarp, G., Geçen, R., & Duzgun, Ş. (2011). Morphotectonic properties of Yenicegözü basin area in Turkey. *34th International Symposium on Remote Sensing of Environment*, 10-15.
- Siler, M. (2016). *Anamur çevresinin karst jeomorfolojisi* (Yayın no: 456518). [Doktora Tezi, Fırat Ün. Sosyal Bilimler Enst.], YÖK Dökümantasyon Merkezi.
- Strahler, A. N. (1952). Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. *Bulletin of The Geological Society of America*, 63(11), 1117-1142. doi:10.1130/0016-7606(1952)63[1117:HAAOET]2.0.CO;2.
- Sür, A. (1994). Karstik yerşekilleri ve Türkiye'den örnekler. *Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, 3, 1-28.
- Sweeting, M. M. (1972). *Karst landforms*. Columbia University Press. New York.
- Şahinci, A. (1991). *Karst*. Reform Matbaası.
- Şenel, M. (1997). *1:100.000 ölçekli Türkiye jeoloji haritaları; Isparta M24, M25, N24, N25 paftaları*. MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi.
- Şenel, M. (2007). Likya Naplarının özellikleri ve evrimi: Menderes Masifi Kolokyumu, *O. Özcan Dora Onuruna*, 5-10 Kasım, İzmir.
- Şengör, A. M. (1980). Türkiye'nin neotektoniğinin esasları (Fundamentals of the neotectonics of Turkey). In *Geological Society of Turkey, Conference Series*, 2. Ankara.
- Şimşek, M. (2018). *Geyik Dağı Kütlesi'nde (Orta Toroslar) karstik depresyonların dağılışı ve bu dağılışa etki eden faktörler* (Yayın no: 495843). [Doktora Tezi, İstanbul Ün. Sosyal Bilimler Enst.], YÖK Dökümantasyon Merkezi.
- Şimşek, M., Doğan, U., & Öztürk, M. Z. (2020). Polyelerin sınıflandırılması ve Toroslardan örnekler. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, (5), 1-14.

- Şimşek, M., Öztürk, M. Z., Doğan, U., & Utlu, M. (2021). Toros polyelerinin morfometrik özellikleri. *Coğrafya Dergisi*, (42), 101-119.
- Tuncer, K. (1995). *Ula-Yerkesik arasının karst jeomorfolojisi* (Yayın no: 41750). [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Ün. Sosyal Bilimler Enst.], YÖK Dökümantasyon Merkezi.
- Tuncer, K. (2018). *Sakarya Nehri-Göynük Çayı Çatak Çayı arasındaki sahanın karst jeomorfolojisi*. Kriter Yayınevi, İstanbul.
- Tuncer, K. (2021a). Aydoğdu, Kızılca, Ovacık ve Kırkoluk polyelerinin (Tavas, Denizli) morfometrik özellikleri ve jeomorfolojik evrimi. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, (7), 82-108. <https://doi.org/10.46453/jader.974102>.
- Tuncer, K. (2021b). Tektonik olarak karmaşık bir bölgede yer alan Barz Polyesi (Tavas, Denizli): Oluşumu, gelişimi ve jeomorfolojik özellikleri. *Türk Coğrafya Dergisi*, (77), 99-118. doi:10.17211/tcd.910578.
- Tuncer, K. (2021c). Burdur'un hidrografik özellikleri. M. Kılınç (Ed.) içinde *Her yönü ile Burdur 2021 il yillığı* (s.55-76), TC. Burdur Valiliği, Uyum Ajans,.
- Tunçdilek, N. (1985). *Türkiye'de relief şekilleri ve arazi kullanımı* (Cilt 3). İstanbul Ün. Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Yayınları.
- Waltham, A. C. (1989). *Ground subsidence*. Glasgow: Blackie & Son Ltd.
- Waltham, A. C., & Fookes, P. G. (2003). Engineering classification of karst ground conditions. *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology*, (36), 101-118.
- Waltham, T. (2002). Gypsum karst near Sivas, Turkey. *Cave and Karst Science*, 29(1), 39-44.
- White, W. B. (1988). *Geomorphology and hydrology of karst terrains*. Oxford University Press. Oxford.
- Woodward, J., & Lewin, J. (2009). Karst Geomorphology and Environmental Change. In J. Woodward (Ed.), *The Physical Geography of the Mediterranean* (p.287-318), Oxford University Press. doi:10.1093/oso/9780199268030.003.0022
- Yalçınlar, İ. (1969). *Strüktürel morfoloji cilt II* (Genişletilmiş 2. Baskı). İstanbul Üniversitesi Yayınları No: 878, İstanbul.
- Zeybek, H. İ. (2004). Türkiye'de karstik alanların korunma gerekliliği ve alınabilecek bazı önlemler. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 11(9), 93-116.

a. İnternet Kaynakları

Devlet Su İşleri (DSİ) Genel Müdürlüğü (5 Mayıs 2021)
<https://bolge18.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/1030>

Tarım Arazileri Değerlendirme ve Bilgilendirme Portalı (12 Aralık 2020)
<https://tad.tarim.gov.tr/TadPortal/TadPortal/OvalarPortali>

b. Haritalar

1/100.000 ölçekli topoğrafya haritaları; M24, M25, N24, N25 nolu paftalar. Harita Genel Müdürlüğü (HGM), Ankara.

1/25.000 ölçekli topoğrafya haritaları; M24 c3-c4, M25 d3-d4, N24 b1-b2, N25 a1-a2 nolu paftalar. Harita Genel Müdürlüğü (HGM), Ankara.



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı ve Soyadı : Fatma ALTIN

Eğitim Durumu

Lisans : Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi (2014-2018).

Yüksek Lisans : Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı.

Yabancı Dili : İngilizce

