

T.C.
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA (FİZİKİ COĞRAFYA)
ANABİLİM DALI

**KARÇAL DAĞLARI'NIN BUZUL JEOMORFOLOJİSİ
ve ³⁶Cl KOZMOJENİK JEOKRONOLOJİSİ**

Doktora Tezi

Volkan Dede

Ankara-2016

T.C.
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA (FİZİKİ COĞRAFYA)
ANABİLİM DALI

KARÇAL DAĞLARI'NIN BUZUL JEOMORFOLOJİSİ
ve ³⁶Cl KOZMOJENİK JEOKRONOLOJİSİ

Doktora Tezi

Volkan Dede

Tez Danışmanı

Prof. Dr. İhsan ÇİÇEK

Ankara-2016

T.C.
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA (FİZİKİ COĞRAFYA)
ANABİLİM DALI

**KARÇAL DAĞLARI'NIN BUZUL JEOMORFOLOJİSİ
ve ³⁶CI KOZMOJENİK JEOKRONOLOJİSİ**

Doktora Tezi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. İhsan ÇİÇEK

Tez Jürisi Üyeleri

Adı ve Soyadı

Prof. Dr. İhsan ÇİÇEK

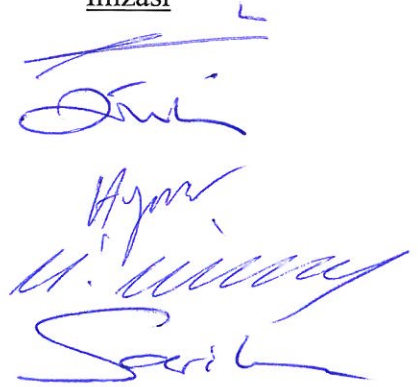
Prof. Dr. Attila ÇİNER

Prof. Dr. Hakan YİĞİTBAŞIOĞLU

Prof. Dr. Ülkü ESER ÜNALDI

Doç. Dr. Mehmet Akif SARIKAYA

İmzası



Tez Sınavı Tarihi: 11.11.2016

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Bu belge ile bu tezdeki bütün bilgilerin akademik kurallara ve etik davranış ilkelerine uygun olarak toplanıp sunulduğunu beyan ederim. Bu kural ve ilkelerin gereği olarak, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce ve sonuçları andığımı ve kaynağını gösterdiğimi ayrıca beyan ederim. 18/11/2016

Volkan Dede

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	V
ŞEKİLLER DİZİNİ	VII
TABLOLAR DİZİNİ	XI
FOTOĞRAFLAR DİZİNİ	XII
I. BÖLÜM : GİRİŞ	1
1.1. Araştırma Alanının Yeri ve Sınırları	3
1.2. Araştırmanın Amacı ve Yöntemi	5
II. BÖLÜM : FİZİKİ COĞRAFYA ÖZELLİKLERİ	34
2.1. Topografik Özellikler	35
2.2. Jeolojik Yapı	42
2.3. İklim Özellikleri	48
2.3.1. Planeter Faktörler	50
2.3.2. Sıcaklık	52
2.3.3. Yağış	55
2.4. Hidrografik Özellikler	58
III. BÖLÜM : BUZUL JEOMORFOLOJİSİ	63
3.1. Karçal Dağı Grubu	66
3.1.1. Karçal Ünitesi	67
3.1.1.1. Çukunet Buzul Vadisi	69
3.1.1.2. Karçal Buzul Vadisi	70
3.1.1.3. Sakız Buzul Vadisi	72
3.1.1.4. Yamukdiken Buzul Vadisi	73
3.1.1.5. Dalgalı Buzul Vadisi	75
3.1.1.6. Çermik Buzul Vadisi	76

3.1.2. Adagöl Ünitesi	78
3.1.2.1. Karagöl Buzul Vadisi	79
3.1.2.2. Adagöl Buzul Vadisi	80
3.1.2.3. Beyazsu Buzul Vadisi	82
3.1.3. Yıldız Ünitesi	83
3.1.3.1. Yıldız Buzul Vadisi	84
3.1.3.2. Çamdalı Buzul Vadisi	86
3.2. Ziyaret Dağı Grubu	88
3.2.1. Fındık Ünitesi	89
3.2.1.1. Tavgala Buzul Vadisi	91
3.2.1.2. Demirkapı Buzul Vadisi	92
3.2.1.3. Ortasivri Buzul Vadisi	93
3.2.1.4. Fındık Buzul Vadisi	94
3.2.2. İnce Ünitesi	96
3.2.2.1. Taşlı Buzul Vadisi	97
3.2.2.2. İnce Buzul Vadisi	98
3.2.3. Kayalar Ünitesi	100
3.2.3.1. Ziyaret Buzul Vadisi	101
3.2.3.2. Kurugöller Buzul Vadisi	103
3.2.3.3. Kayalar Buzul Vadisi	104
3.3. Büyükmera Dağı Grubu	106
3.3.1. Mereta Ünitesi	107
3.3.1.1. Siyahkuş Buzul Vadisi	109
3.3.1.2. Mereta Buzul Vadisi	110
3.3.1.3. Küçükçatak Buzul Vadisi	112

3.3.1.4. Otlusırt Buzul Vadisi	113
3.3.1.5. Kesikkaya Buzul Vadisi	115
3.3.1.6. Yuvarlakkaya Buzul Vadisi	116
3.4. Güncel Buzullar	118
IV. BÖLÜM : PERİGLASYAL JEOMORFOLOJİ	125
4.1. Kaya Buzulları	127
4.2. Nivasyon Sirkleri	135
4.3. Girland Taraçaları	137
4.4. Şeritli Topraklar	138
V. BÖLÜM : KOZMOJENİK TARİHLENDİRME ve PALEOİKLİM	140
5.1. Kozmojenik Tarihlendirme Yöntemi	141
5.1.1. Arazi Çalışmaları	141
5.1.2. Laboratuvar Çalışmaları	144
5.1.3. Yaş Hesaplama	148
5.2. Kozmojenik Tarihlendirme Sonuçları	149
5.2.1. Karçal Fosil Kaya Buzulları	150
5.2.2. Karçal Geri Çekilme Morenleri	152
5.3. Paleoiklim Değerlendirmesi	154
VI. BÖLÜM : TARTIŞMA ve SONUÇLAR	158
6.1. Doğu Karadeniz Dağları	159
6.2. Kafkas Dağları	160
6.3. Anadolu Dağları	162
6.4. Avrupa Dağları	166
KAYNAKÇA	172
ÖZET	191

ABSTRACT

192

ÖZGEÇMİŞ

193



ÖNSÖZ

“Karçal Dağları’nın Buzul Jeomorfolojisi ve ^{36}Cl Kozmojenik Jeokronolojisi” Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, Fiziki Coğrafya Bilim Dalı’nda doktora tezi olarak hazırlanmıştır.

Doktora çalışması için 1940’lı yıllarda Doğu Karadeniz Dağları’na İstanbul’dan posta treni ile ulaşmaya çalışan, daha sonra katır sırtlarında saatlerce yol alarak geceyi üşümek için dağdaki uzun boylu otlar arasına sığınarak geçiren, Türkiye’de buzul biliminin öncüsü sayın hocamız Prof. Dr. Sırrı ERİNÇ’i burada anmak yerinde olacaktır.

Çalışma esnasında her türlü desteği sağlayan, arazi çalışmalarına katılarak yerinde bilgilendiren ve öğrencisi olma şansına eriştiğim değerli danışmanım Prof. Dr. İhsan ÇİÇEK’e,

Bilgilerinden ve tecrübesinden yararlandığım, erişemediğim kaynakları yurt dışından temin eden, örnek insan sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Levent UNCU’ya,

Tez izleme komitesi üyeliğinin yanı sıra bilgileriyle donandığım, kozmojenik tarihlendirmede örnek alma aşamasını bizzat kendi arazi çalışmasına götürerek öğreten sayın hocam Prof. Dr. Attila ÇİNER’e,

Yine tez izleme komitesinde çalışmanın gelişiminde katkı sağlayan, kozmojenik tarihlendirme için örneklerin hazırlanması, yaşların hesaplanması gibi her türlü aşamada desteklerini gördüğüm ve her zaman bilgilerinden yararlandığım sayın hocam Doç. Dr. Mehmet Akif SARIKAYA’ya,

Buzul jeomorfolojisi tutkusunu ilk olarak aşıl原因 sayın hocam Prof. Dr. Ali Fuat DOĞU’ya,

Çalışmanın başlangıcından sonuçlanmasına kadar her aşamasında bilgi, tecrübe, yardımlarını esirgemeyen bölümümüzün kurucusu sayın hocam Prof. Dr. Harun TUNÇEL'e,

Yüksek dağlık alanlara olan ilgisinin yanı sıra her zaman tecrübesinden yararlandığım sayın hocam Prof. Dr. Mehmet SOMUNCU'ya,

Süreç boyunca sonsuz desteklerini gördüğüm sayın hocam Prof. Dr. Erdal KARAKAŞ'a,

Alanına olan ilgisi ve varlığı ile güç veren sayın hocam Prof. Dr. Nurfeddin KAHRAMAN'a,

Bilgi ve tecrübelerini usanmadan aktaran sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Ali YİĞİT'e,

Doktora eğitimi boyunca sürekli desteğini ve yardımlarını gördüğüm kıymetli arkadaşım Dilek AYKIR'a,

Arazi çalışmaları esnasında fazlaca desteklerini gördüğüm öğrencilerim Oğuzhan AKTAŞ, Ali Turan OCAK, Sefa AK, Yahya AKAR ve Soner SERİN'e,

Tezin düzenlemelerine yardımcı olan öğrencilerim Sümeyye KIRBAŞ, Aslı ÇAL, Kader ŞEN, Merve YILMAZ, Büşra ACAR ve Hatice SAKAR'a,

Çalışmanın manevi mimarları sevgili ailem; Gözde, Sakine ve Sinan DEDE'ye,

Çalışmayı **13L5358001** numaralı proje ile destekleyen Ankara Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne içtenlikle teşekkür ederim.

Volkan Dede
10.09.2016, **Şavşat**

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Yer Bulduru Haritası	4
Şekil 2. Anadolu’da buzullaşmaya uğrayan alanlar	12
Şekil 3. Anadolu’da tarihlendirilmiş alanların dağılışı	14
Şekil 4. Kuzeydoğu Anadolu Dağları’nın buzullaşma alanları	19
Şekil 5. Anadolu’daki periglasyal ve güncel buzul alanları	27
Şekil 6. Morfografik birimler haritası	37
Şekil 7. Topografya haritası	40
Şekil 8. Eğim haritası	42
Şekil 9. Jeoloji haritası	44
Şekil 10. Veri seti haritası	49
Şekil 11. Güneş ışınlarının geliş açısı	51
Şekil 12. Aylık ortalama sıcaklık ve yağış grafikleri	53
Şekil 13. Yıllık ortalama sıcaklık dağılışı haritası	54
Şekil 14. Yağışın mevsimlere dağılışı	56
Şekil 15. Yıllık ortalama toplam yağış dağılışı haritası	57
Şekil 16. Ortalama yağış ve sıcaklık ilişkisi	58
Şekil 17. Hidrografya haritası	60
Şekil 18. Morfolojik gruplar haritası	64
Şekil 19. Jeomorfoloji haritası	65

Şekil 20. Karçal Dağı grubu haritası	67
Şekil 21. Karçal ünitesi haritası	68
Şekil 22. Çukunet buzul vadisi jeomorfoloji haritası	70
Şekil 23. Karçal buzul vadisi jeomorfoloji haritası	72
Şekil 24. Sakız buzul vadisi jeomorfoloji haritası	73
Şekil 25. Yamukdiken buzul vadisi jeomorfoloji haritası	74
Şekil 26. Dalgalı buzul vadisi jeomorfoloji haritası	76
Şekil 27. Çermik buzul vadisi jeomorfoloji haritası	77
Şekil 28. Adagül ünitesi haritası	78
Şekil 29. Karagöl buzul vadisi jeomorfoloji haritası	80
Şekil 30. Adagül buzul vadisi jeomorfoloji haritası	81
Şekil 31. Beyazsu buzul vadisi jeomorfoloji haritası	83
Şekil 32. Yıldız ünitesi haritası	84
Şekil 33. Yıldız buzul vadisi jeomorfoloji haritası	86
Şekil 34. Çamdalı buzul vadisi jeomorfoloji haritası	88
Şekil 35. Ziyaret Dağı grubu haritası	89
Şekil 36. Fındık ünitesi haritası	91
Şekil 37. Tavgala buzul vadisi jeomorfoloji haritası	92

Şekil 38. Demirkapı buzul vadisi jeomorfoloji haritası	93
Şekil 39. Ortasivri buzul vadisi jeomorfoloji haritası	94
Şekil 40. Fındık buzul vadisi jeomorfoloji haritası	96
Şekil 41. İnce ünitesi haritası	97
Şekil 42. Taşlı buzul vadisi jeomorfoloji haritası	98
Şekil 43. İnce buzul vadisi jeomorfoloji haritası	100
Şekil 44. Kayalar ünitesi haritası	101
Şekil 45. Ziyaret buzul vadisi jeomorfoloji haritası	103
Şekil 46. Kurugöller buzul vadisi jeomorfoloji haritası	104
Şekil 47. Kayalar buzul vadisi jeomorfoloji haritası	106
Şekil 48. Büyükmera Dağı grubu haritası	107
Şekil 49. Mereta ünitesi haritası	108
Şekil 50. Siyahkuş buzul vadisi jeomorfoloji haritası	109
Şekil 51. Mereta buzul vadisi jeomorfoloji haritası	111
Şekil 52. Küçükyatak buzul vadisi jeomorfoloji haritası	113
Şekil 53. Otlusırt buzul vadisi jeomorfoloji haritası	114
Şekil 54. Kesikkaya buzul vadisi jeomorfoloji haritası	116
Şekil 55. Yuvarlakkaya buzul vadisi jeomorfoloji haritası	117

Şekil 56. Güncel buzul haritası	119
Şekil 57. Periglasyal jeomorfoloji haritası	126
Şekil 58. Kozmojenik yaşlar haritası	149
Şekil 59. Anadolu’da Son Buzul Maksimumu ve günümüzde kalıcı kar sınırı	154
Şekil 60. Anadolu’da Son Buzul Maksimumunda sıcaklık koşulları	155
Şekil 61. Karçal Dağları’nın paleobuzul haritası	156
Şekil 62. Karçal vadisinin buzul rekonstrüksiyonu	170
Şekil 63. Karçal vadisinin buzul kronolojisi	170

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Anadolu’da gerçekleştirilen buzul jeomorfolojisi çalışmaları	9
Tablo 2. Anadolu’da tarihlendirme içeren buzul jeomorfolojisi çalışmaları	12
Tablo 3. Kuzeydoğu Anadolu Dağları üzerine yapılan buzul jeomorfolojisi çalışmaları	18
Tablo 4. Anadolu’daki periglasyal jeomorfoloji çalışmaları	26
Tablo 5. Kafkaslardaki buzul jeomorfolojisi çalışmaları	30
Tablo 6. Seçilen noktaların konumları ve karasallık değerleri	52
Tablo 7. Buzul vadilerinin topografik özellikleri	118
Tablo 8. Kaya buzullarının sınıflandırılması	128
Tablo 9. Kaya buzullarının hipsometrik özellikleri	128
Tablo 10. Örneklerle ait topografik ufuk açıları	144
Tablo 11. Örneklerin ana ve iz elementlerinin dağılımı	147
Tablo 12. Örneklerle ait arazi ölçüm ve hesaplamaları	148
Tablo 13. Karçal vadisinin kozmojenik yüzey yaşları	149
Tablo 14. Anadolu’nun dağlık alanlarında nicel yaş verisi içeren çalışmalar ve sonuçları	163

FOTOĞRAFLAR DİZİNİ

Foto 1. Karçal Dağları	5
Foto 2. Karçal Dağları'nın kuzeyden güneye doğru görünümü	35
Foto 3. Karçal Dağı kütlesi	36
Foto 4. Ziyaret Dağı kütlesi	38
Foto 5. Büyükmera Dağı kütlesi	39
Foto 6. Karçal Vadisi'ndeki fiziksel ufalanma unsurları	41
Foto 7. Karagöl civarındaki volkanik kayalar	43
Foto 8. Karagöl vadisindeki sedimanter kayalar	45
Foto 9. Karagöl vadisi güneyindeki kayışat konileri	46
Foto 10. Kurugöl vadisi güneyindeki dayklar	47
Foto 11. Çamdalı vadisi kuzeyindeki normal fay	48
Foto 12. Çermik deresi ve yukarı çıkışındaki Karçal şelalesi	59
Foto 13. Karçal deresinin yukarı çıkışı	61
Foto 14. Mereta deresi	62
Foto 15. Karçal ünitesi genel görünümü	68
Foto 16. Çukunet buzul vadisi	69
Foto 17. Karçal buzul vadisi	71

Foto 18. Sakız buzul vadisi ve Sakız gölü	72
Foto 19. Yamukdiken buzul vadisi	74
Foto 20. Dalgalı buzul vadisi	75
Foto 21. Çermik buzul vadisi	77
Foto 22. Karagöl buzul vadisi	79
Foto 23. Adagül buzul vadisi	81
Foto 24. Beyazsu buzul vadisi	82
Foto 25. Yıldız buzul vadisi	85
Foto 26. Çamdalı buzul vadisi	87
Foto 27. Fındık ünitesi genel görünümü	90
Foto 28. Fındık buzul vadisi	95
Foto 29. İnce buzul vadisi	99
Foto 30. Ziyaret buzul vadisi	102
Foto 31. Kurugöller buzul vadisi	103
Foto 32. Kayalar buzul vadisi	105
Foto 33. Siyahkuş buzul vadisi	109
Foto 34. Mereta buzul vadisi	110
Foto 35. Küçükçatak buzul vadisi	112

Foto 36. Otlusırt buzul vadisi	114
Foto 37. Kesikkaya buzul vadisi	115
Foto 38. Yuvarlakkaya buzul vadisi	117
Foto 39. Çamdalı buzulu	120
Foto 40. Karçal buzulu	121
Foto 41. Sakız buzulu	122
Foto 42. Yamukdiken buzulu	123
Foto 43. Dalgalı buzulu	124
Foto 44. Ziyaret kaya buzulu	130
Foto 45. Karçal kaya buzulu	131
Foto 46. Çamdalı kaya buzulu	132
Foto 47. Sakız kaya buzulu	133
Foto 48. Sakız kaya buzulu termal görüntüleri	134
Foto 49. Yamukdiken kaya buzulu	135
Foto 50. Karagöl vadisi güneyindeki nivasyon sirki	136
Foto 51. Karagöl vadisi kuzeyindeki girland taraçası	138
Foto 52. Karagöl vadisinin kuzey yamaçlarındaki şeritli topraklar	139
Foto 53. Kırmızıbaş Tepenin güneyindeki şeritli topraklar	139

Foto 54. Sirklerden dil kesimine kadar Karçal Vadisi	142
Foto 55. Karçal vadisi fosil kaya buzulu örnekleri	151
Foto 56. Karçal vadisi geri çekilme moreni örnekleri	153





1. BÖLÜM: GİRİŞ

Yerküre tarihinin günümüzü de içersine alan son 2.6 milyon yıllık dönemini kapsayan Kuvaterner; sıcak ve soğuk periyotların birbirini izlediği iklim değışiklikleri ile karakterize edilmektedir. Soğuk ve nemli dönemler sırasında okyanus ve denizlerden buharlaşan sular; karaların üzerinde kar ve yağmur şeklinde tutulmuş; özellikle yüksek enlemlerde ve dağların yüksek kesimlerinde biriken karlar zamanla buzulların gelişmesine yol açmıştır. Soğuk dönemlerde ilerleyen buzullar sıcak dönemlerde ise eriyerek geri çekilmişlerdir. Kuvaterner içersindeki bu dönemler; 104 adet denizel izotop evresi olarak tanımlanmıştır (Andrews, 2000). Halen içersinde bulunduğumuz Holosen (MIS 1-Marine Isotope Stage 1) ise (11.7 binyıl-Günümüz) buzulların hızlı bir gerileme içersinde olduğu en son dönemi oluşturmaktadır. Geç Pleistosen sırasında (126-11.7 binyıl) Son Buzul Maksimumu (23-18 binyıl) olarak adlandırılan dönemde; buzullar en geniş haline ulaşmıştır. Bu dönem sırasında Anadolu'da da birçok dağın yüksek zirve kesimlerinden aşağılara sarkan buzullar gelişmiştir. Yine bu dönemde Anadolu'da kalıcı kar sınırı en alçak seviyesine erişmiştir. Son Buzul Maksimumu'nu takip eden Geç Buzul (18-13 binyıl) ve Holosen içersindeki ısınmayla birlikte, gerilemeye başlayan buzullar büyük ölçüde ortadan kalkmış olsa da jeomorfolojik izlerini bırakmışlardır. Anadolu'da buzullaşmanın etkilediği alanlar ve izlerinin yanı sıra buzul çevrelerinde donma-çözölmeye bağılı olarak gelişen süreçler ile periglasyal şekillerin oluşumu da devam etmektedir.

Soğuk nemli dönemler sırasında Anadolu'da gelişen buzullara ait jeomorfolojik izlere; Doğu Karadeniz Dağları (Karagöl Dağları-3036 m, Kaçkar Dağları-3932 m, Verçenik Dağları-3709 m, Göller-Hunut Dağları-3560 m, Bulut-Altıparmak Dağları-3562 m, Yalnızçam Dağları-3167 m, Karçal Dağları-3431 m...),

Toros Dağları (Sandıras Dağı-2295 m, Bolkar Dağları-3524 m, Aladağlar-3756 m, İhtiyar Şahap Dağları-3508 m, Cilo Dağları-4168 m...) ve yükseltisi fazla olan kütleli dağlarda (Ağrı Dağı-5137 m, Süphan Dağı-4058 m, Erciyes Dağı-3917 m, Uludağ-2542 m...) rastlanılmaktadır. Bu sınıflama ilk olarak Kurter (1991) tarafından yapılmış daha sonra Çiner’de (2004) kullanmıştır. Günümüzde buzullar birçok alanda ortadan kalkmış olsada halen bazı dağlarda güncel buzullar bulunmaktadır. Anadolu’da güncel buzulların bulunduğu dağlık alanlara; Cilo Dağları, İhtiyar Şahap Dağları, Munzur Dağları, Erciyes Dağı, Aladağlar, Bolkar Dağları, Süphan Dağı, Ağrı Dağı, Kaçkar Dağları ve Karçal Dağları örnek gösterilebilir (Kurter ve Sungur, 1980; Sarıkaya ve Tekeli, 2014).

Doğu Karadeniz Dağları; batıda Giresun’da yer alan Karagöl Dağları’ndan başlayarak doğuda Gürcistan sınırındaki Karçal Dağları’na kadar devam etmektedir. Yaklaşık olarak 15 bin km²’lik alanı kaplamaktadır. Çoruh Nehri, Karçal Dağlarını kıyı boyunca uzanan Doğu Karadeniz Dağları’ndan ayırarak; Kuzeydoğu Anadolu’nun doğu bölümünde, Küçük Kafkasların (4095 m) batısında yaklaşık 300 km²’lik bir alanda, kütleli karakterde bir yapı kazanmasına yol açmıştır.

Kuzeydoğu Anadolu’da Karçal Dağları, hem yoğun buzul jeomorfolojisine ait izlerin, periglasyal şekillerin hem de güncel buzulların bulunduğu önemli noktalardan biridir (Şekil 1).

1.1. Araştırma Alanının Yeri ve Sınırları

Çalışma alanı, Anadolu’da Karadeniz Bölgesi’nin Doğu Karadeniz Bölümü’nde, Artvin il merkezinin kuzeyinde, Şavşat ile Borçka ilçeleri arasında yer

almaktadır. Gürcistan sınırına kadar devam eden kütle; yer yer 3000 m yükseltiyi aşan zirvelerden oluşmaktadır (Şekil 1).

Karçal Dağları yaklaşık olarak $41^{\circ} 18'$ ile $41^{\circ} 28'$ kuzey enlemleri ve $42^{\circ} 04'$ ile $42^{\circ} 08'$ doğu boylamları arasında yer almakta, güneybatı-kuzeydoğu yönünde bir uzanış göstermektedir.



Şekil 1. Yer bulduru haritası.

Genel yapı itibariyle güneyden kuzeye doğru alçalma eğilimi gösteren Karçal Dağları; üç farklı doruklar topluluğunun (Karçal Dağı (3431 m), Ziyaret Dağı (3200 m) ve Büyükmera Dağı (3035 m) birleşmesinden oluşmaktadır (Foto 1). Karadeniz'e kuş uçuşu olarak yaklaşık 40 km uzaklıkta yer alan yapı, Doğu Karadeniz Dağlarından Çoruh nehri aracılığıyla ayrılmaktadır. Küçük Kafkaslar'ın en batı uzantılarını oluşturmakla birlikte aynı zamanda Büyük Kafkaslar ile Doğu

Karadeniz Dağları arasında bağlantıyı oluşturmaktadır. Adeta iki kütle arasında bir geçiş güzergahıdır.



Foto 1. Karçal Dağları (Doğudan batıya doğru bakış).

1.2. Araştırmanın Amacı ve Yöntemi

Kuvaterner’de iklim değişikliklerine bağlı olarak gerçekleşen sıcak ve soğuk dönemlerin belirgin izlerine Anadolu’daki birçok dağın yüksek kesimlerinde rastlanmaktadır. Bu izlerin rahatlıkla gözlenebildiği dağlardan biri olan Karçal Dağları, hem son buzul dönemine ait barındırdığı buzul izleri hem de günümüzde devam eden periglasyal süreçler ile buna bağlı olarak gelişen periglasyal şekiller ve güncel buzulları da barındırması nedeniyle seçkin alanlardan biridir.

Araştırmanın Amacı; Karçal Dağları’ndaki buzul izlerine dayanarak bölgenin jeomorfolojik gelişiminin tespit edilmesi, güncel buzullar ile periglasyal şekiller arasındaki ilişkinin belirlenmesi, buzullaşmanın evriminin ortaya çıkarılması, fosil

kaya buzulları ve moren sırtlarındaki bloklardan alınan örneklere kozmojenik tarihlendirme yönteminin uygulanarak buzul kronolojisinin oluşturulmasıdır.

Araştırmanın Önemi; 20. yüzyılın başlarından itibaren Anadolu’da yapılan buzul jeomorfolojisi çalışmalarına katkı sağlaması; Kuzeydoğu Anadolu’da az çalışılmış olan bir alanın literatüre kazandırılması; Anadolu Kuvaterner çalışmalarına katkı sağlayabilecek paleoiklim değerlendirmeleri de içeren bir kaynak olması ve Küçük Kafkaslarda buzul kronolojisinin ilk defa ortaya konulmasıdır.

Araştırmanın Yöntemi; Çalışma jeomorfolojik gözlem, ölçümler ve laboratuvar analizlerine dayanmaktadır. Jeomorfolojik gözlemler neticesinde birimler tespit edilmiş ve morenler ile fosil kaya buzulları üzerinden alınan örneklere kozmojenik tarihlendirme uygulanmıştır. Belirli bir plan çerçevesinde yürütülmüş ve altı bölümden oluşmaktadır. Giriş olarak belirlenen çalışmanın ilk bölümünde araştırma alanının yeri ve sınırları ile araştırmanın amacı ve yöntemi ortaya konulmuştur. Bu bölümde ayrıca önceki çalışmalar ayrıntılı olarak belirtilmiştir. Çalışmanın ikinci bölümünde fiziki coğrafya özellikleri üzerinde durulmuştur. Bu kapsamda topografya özellikleri, jeolojik yapı, iklim özellikleri ve hidrografya durumu analiz edilmiştir. Buzul jeomorfolojisi özelliklerinin belirtildiği üçüncü bölümde Karçal Dağları; Karçal Dağı, Ziyaret Dağı ve Büyükmera Dağı olmak üzere üç grupta değerlendirilmiştir. Bu gruplar kendi içlerinde ünitelere, üniteler ise buzul vadilerine ayrılarak sistematik yapı kazandırılmıştır. Çalışma ile alanda 7 ünite ve 26 buzul vadisi tespit edilerek ayrıntılı olarak incelenmiştir. Bu bölümde ayrıca güncel buzullara da değinilmiştir. Alanın periglasyal jeomorfoloji özellikleri çalışmanın dördüncü bölümünü oluşturmaktadır. Bu bölümde de alanda tespiti yapılan kaya buzulları, nivasyon sirkleri, girland taraçaları ve şeritli topraklar incelenmiştir.

Buzullaşmanın evriminin nicel verilerle ortaya konduğu kozmojenik tarihlendirme ve paleoiklim beşinci bölümü meydana getirmektedir. Bölüm içerisinde kozmojenik tarihlendirme yönteminin uygulanma aşamaları, kozmojenik tarihlendirme sonuçları ve paleoiklim değerlendirmeleri belirtilmiştir. Paleoiklim değerlendirmelerinde Karçal Dağları'ndaki buzulların geriye doğru çekilme aşamaları ve eski iklim koşulları irdelenmiştir. Çalışmanın altıncı ve son bölümü olan tartışma ve sonuçlar kısmında ise yapılan tüm analizler ve tespitler birlikte değerlendirilmiştir.

Çalışma büro çalışmaları ile şekillenirken, veriler ise gerçekleştirilen arazi çalışmaları neticesinde elde edilmiştir.

Büro Çalışmaları; Çalışmaya araştırma alanının haritalarının oluşturulması ile başlanmıştır. Bu kapsamda öncelikle Harita Genel Komutanlığı'ndan 1 / 25 000 ölçekli Artvin F47 b2, F47 b3 ile Ardahan F48 a1, F48 a4 paftaları temin edilmiştir. Sayısallaştırılan bu paftalar üzerinde Karçal Dağları'nın uzanışı ve buzullaşmanın etki alanı göz önünde bulundurularak alan sınırlandırması yapılmıştır. Arc GIS 10.0 programı aracılığıyla topografya, jeoloji, jeomorfoloji, eğim, hidrografya, paleobuzul, sıcaklık ve yağış haritaları oluşturulmuştur. Jeomorfoloji haritası arazi gözlemlerine göre, paleobuzul haritası ise elde edilen analizler ışığında üretilmiştir. Sıcaklık ile yağış haritalarının yapımında www.worldclim.org sayfasında bulunan veri seti kullanılmıştır. Belirlenen çalışma alanı üzerine, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü'nden temin edilen 1 / 100 000 ölçekli Artvin F-47 ve Ardahan F-48 jeoloji haritaları uyarlanmıştır. Oluşturulan jeoloji haritası üzerine kayşat konileri ve morenlerden oluşan Kuvaterner oluşumları da eklenmiştir. Ortaya atılan hipotez, belirlenen teori ve bilimsel araştırma yöntemleri ışığında tezin yazımı gerçekleştirilmiştir.

Arazi ve Laboratuvar Çalışmaları; Veri üretiminin temel aşamalarını 2013-2016 yılları arasında Ağustos ayında gerçekleştirilen arazi çalışmaları oluşturmaktadır. Arazi çalışmaları ile alan tümüyle dolaşarak gözlemlenmiş, fotoğraflanmış, elde edilen veriler not edilerek haritalara işlenmiştir.

Arazi çalışmalarının ilkinin oluşturan 2013 yılındaki çalışma sırasında Karçal Dağı grubunun Karçal ünitesi incelenmiştir. Yapılan gözlem ve tespitler bu ünite içerisindeki altı buzul vadisine aittir.

2014 yılında yapılan ikinci arazi çalışması ile Karçal Dağı grubunun Adagül, Yıldız üniteleri ile Ziyaret Dağı grubunun Fındık, İnce ve Kayalar üniteleri araştırılmıştır. Elde edilen bulgular bu ünitelerdeki on dört buzul vadisinin gelişimini ortaya koymuştur. Bu arazi çalışması esnasında Karçal Dağı Grubunda, Karçal buzul vadisi içerisinde, fosil kaya buzulu ve geri çekilme morenlerinin bulunduğu sırtlar üzerinden kozmojenik izotop miktarının ölçümüne dayanan kozmojenik tarihlendirme için uygun olan bloklardan 10 adet örnek alınmıştır. Alınan örnekler üzerinde; ilk olarak litolojik yapısının belirlenmesi amacıyla, İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, Kayaç Analizi Laboratuvarında ince kesit analizi yapılmıştır. Daha sonra örnekler İstanbul'da Kozmo-Lab aracılığıyla hazırlanarak, kozmojenik tarihlendirme için Fransa'daki Centre Européen de Recherche et d'Enseignement des Géosciences de l'Environnement (CEREGE) Laboratuvarına gönderilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre Karçal Dağları'nda buzullaşmanın evrimi bir kronolojiye oturtulmuş ve diğer çalışmalarla karşılaştırılmıştır.

2015 yılında gerçekleştirilen arazi çalışmasında alanın kuzeydoğu bölümü olan Büyükmera Dağı grubuna ait Mereta ünitesi incelenmiş olup ünite içerisindeki altı buzul vadisi gözlemlenmiştir.

2016 yılında yapılan son arazi çalışmasında ise alana ait tüm gruplar, üniteler ve buzul vadileri genel olarak incelenmiş, son bulgular elde edilmiştir.

Araştırmalar Tarihçesi; Anadolu’da buzul jeomorfolojisi üzerine yapılan literatür araştırmasında; 300’den fazla yerli ve yabancı eser incelenmiştir. Bulunabilen Anadolu’daki ilk çalışma; 1842 yılında W. F. Ainsworth’e aittir. Yerli olarak ilk yayın ise 1944 yılında S. Erinç tarafından Doğu Karadeniz Dağları üzerine yapılan doktora tezidir. Genel olarak ele alındığında 2000’li yıllara kadar, arazi çalışmalarına dayanan gözlemlerin yayına dönüştürüldüğü dikkati çekmektedir (Tablo 1, Şekil 2). Genel olarak gözlemler üzerine gerçekleştirilen çalışmalar Würm buzullaşması şeklinde tanımlanmış ve bu dönemde daha eski buzullaşma izlerinin (Riss buzullaşması) ortadan kaldırıldığı belirtilmiştir (Erinç, 1944).

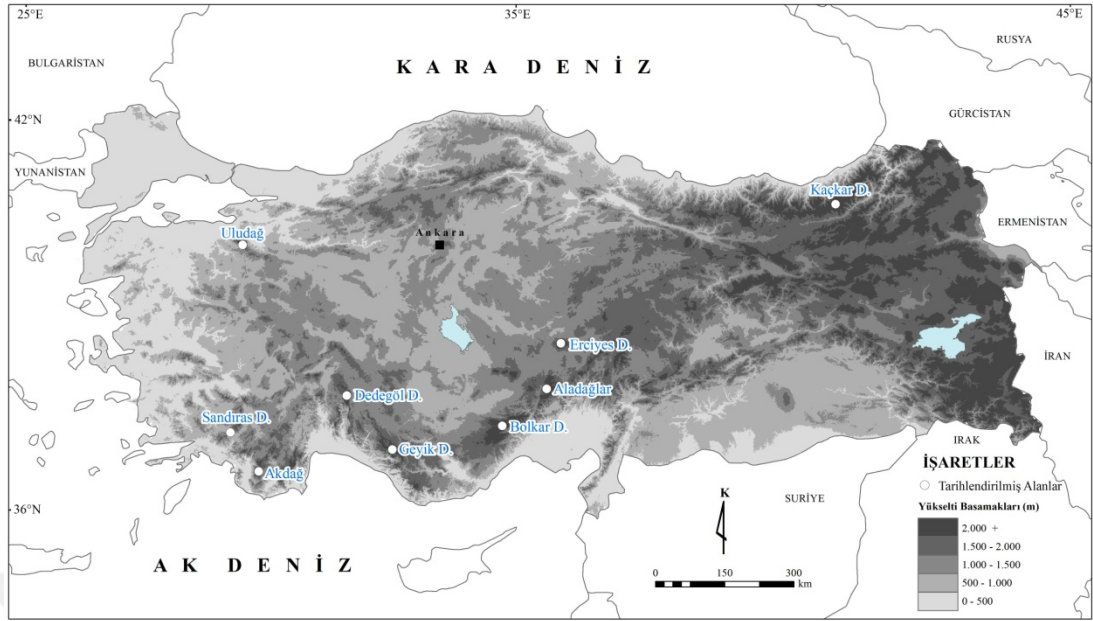
Tablo 1. Anadolu’da gerçekleştirilen buzul jeomorfolojisi çalışmaları.

YAYIN YILI	YAZARLAR	ÇALIŞILAN YER
1842	Ainsworth, W. F.	Anadolu
1843	Hamilton, W. J.	Anadolu
1895	Rickmer-Rickmers, W.	Ağrı Dağı
1899	Oswald, A.	Ağrı Dağı
1899	Ebeling, M.	Ağrı Dağı
1901	Maunsell, F. R.	Anadolu
1905	Penther, A.	Erciyes Dağı
1906	Philippson, A.	Erciyes Dağı
1919	Philippson, A.	Anadolu
1928	Künne, G.	Aladağlar
1935	Bartsch, G.	Erciyes Dağı
1940	Bobek, H.	Toroslar

1944	Ardele, A.	Uludağ
1944	Louis, H.	Anadolu
1949c	Erinç, S.	Uludağ
1951	Erinç, S.	Erciyes Dağı
1951	İzbirdir, R.	Cilo Dağları
1952	Erinç, S.	Anadolu
1953	Erinç, S.	Cilo Dağları
1953	Planhol, X. de	Sandıras Dağı
1954	Onde, H.	Akdağ
1955	Erinç, S.	Honaz ve Bozdağ
1955	Yalçınlar, İ.	Honaz ve Bozdağ
1956	Blumenthal, M. M.	Ağrı Dağı
1956	E. Imhof, E.	Ağrı Dağı
1958	Planhol, X. de	Yeşilgöl Dağı
1958a	Blumenthal, M. M.	Ağrı ve Kaçkar Dağı
1958b	Blumenthal, M. M.	Ağrı Dağı
1958	Yalçınlar, İ.	Akbaba ve Bor Dağı
1958	Spreitzer, H.	Aladağlar
1962	Onur, A.	Anadolu
1962	Wright, H. E.	Anadolu
1964	Planhol, X. de	Karagöl Dağı
1964	Messerli, B.	Erciyes Dağı
1965	Klear, W.	Anadolu
1967	Messerli, B.	Anadolu
1968	Birman, H.	Anadolu
1972	Bilgin, T.	Munzur Dağları
1972	Arpat, E. vd.	Geyik Dağları
1972	Schweizer, G.	Toroslar
1973	Arkel, N. A.	Ağrı Dağı
1975	Schweiser, G.	İhtiyar Şahap Dağları
1977a	Ardos, M.	Barla Dağı
1977b	Ardos, M.	Davras Dağı
1978	Erinç, S.	Türkiye
1980	Erol, O.	Anadolu
1980	Kurter, A. vd.	Anadolu
1983	Güner, Y. vd.	Erciyes Dağı
1986	Somuncu, M.	Türkiye
1991	Kurter, A.	Anadolu

1993	Akkan, E.vd.	Esence (Keşiş) Dağları
1993	Doğu, A. F.	Sandıras Dağı
1997	Tonbul, S.	Bingöl Dağı
1999	Çiner, A.vd.	Geyik Dağları
2000	Doğu, A. F. vd.	Akdağ
2002	Tonbul, S. vd.	Tahtalı Dağı
2003	Çiner, A.	Anadolu
2003	Çiner, A.	Türkiye
2003	Deniz, O. vd.	Süphan Dağı
2003	Sankaya, M. A. vd.	Erciyes Dağı
2004	Çiner, A.	Türkiye
2005	Akçar, N. vd.	Anadolu
2005	Kesici, Ö.	Süphan ve Cilo Dağları
2005	Ege, İ. vd.	Soğanlı Dağları
2008	Ege, İ.	Bolkar Dağları
2008a	Yavaşlı, D. D. vd.	Cilo Dağları
2008b	Yavaşlı, D. D. vd.	Süphan ve Ağrı Dağı
2008	Doğu, A. F.	İhtiyar Şahap Dağları
2010	Gürgen, G. vd.	Aladağlar
2010	Biricik, A. S.	Nurhak Dağları
2011	Sankaya, M. A.	Anadolu Güncel Buzulları
2012	Sankaya, M. A.	Ağrı Dağı
2012	Bayrakdar, C.	Akdağ
2012	Çalışkan, O. vd.	Bolkar Dağları
2014	Doğan, M.	Sandıras Dağı
2015	Çılğın, Z.	Dedegöl Dağları
2015	Bayrakdar, C. vd.	Munzur Dağları
2015	Yavaşlı, D. D. vd.	Anadolu Buzulları

				Gerileme: 20.3 ± 1.4
2008	Sarıkaya, M. A. vd.	Sarıras Dağı	Kartal Gölü, Kuzeybatı	İlerleme: 22.9 ± 3.4 Gerileme: 20.6 ± 3.1
2009	Sarıkaya, M. A. vd.	Erciyes Dağı	Aksu, Üçker	İlerleme: 21.4 ± 2.9 Gerileme: 20.7 ± 2.2
2009	Zahno, C. vd.	Dedegöl Dağları	Muslu	İlerleme: 29.6 ± 1.9 Gerileme: 21.5 ± 1.5
2010	Zahno, C. vd.	Uludağ	Kayak Merkezi	İlerleme: 24.6 ± 1.5 Gerileme: 18.6 ± 1.3
2011	Zreda, M. vd.	Aladağlar	Hacer	İlerleme: 14.0 ± 1.5 Gerileme: 12.0 ± 1.8
2014	Akçar, N. vd.	Uludağ	Karagöl	İlerleme: 20.4 ± 1.2 Gerileme: 18.6 ± 1.2
2014	Sarıkaya, M. A. vd.	Akdağ	Taşkuzluklu, Karadere, Kuruova	İlerleme: 20.1 ± 0.5 Gerileme: 19.0 ± 0.4
2014	Reber, R. vd.	Doğu Karadeniz Dağları	Başyayla	İlerleme: 24.8 ± 1.4 Gerileme: 21.2 ± 1.3
2015a	Çiner A. vd.	Geyik Dağları	Susam, Namaras	İlerleme: 19.1 ± 3.4 Gerileme: 18.0 ± 1.1
2015	Akçar N. vd.	Uludağ	Kovuk	İlerleme: 26.5 ± 1.6 Gerileme: 18.2 ± 1.3
2015b	Çiner, A. vd.	Bolkar Dağları	Elmalı, Karagöl, Alagöl	İlerleme: 25.0 ± 4.1 Gerileme: 18.9 ± 3.3
Baskıda	Dede, V. vd.	Karçal Dağları	Karçal	İlerleme: 21.8 ± 3.4 Gerileme: 18.2 ± 2.2



Şekil 3. Anadolu’da Tarihlendirilmiş Alanların Dağılışı.

Akçar, vd **2007** “*Paleoglacial Records from Kavron Valley, NE Turkey Field and cosmogenic exposure dating evidence*” adlı çalışmada Kaçkar Dağları üzerinde bulunan Kavron Vadisi incelenmiştir. Kavron Vadisi içerisinde yer alan yan ve taban morenlerinden 22 örnek alınarak kozmojenik tarihlendirme yapılmıştır. Çıkan sonuçlara göre Kavron Vadisinde bulunan eski buzulun 27.3 ± 1.7 binyıldan başlayarak 19.8 ± 1.4 bin yıla kadar ilerlediği tespiti yapılmıştır.

Akçar, vd **2008** “*A case for a downwasting mountain glacier during Termination I, Verçenik Valley, Northeastern Turkey*” adlı çalışmada Doğu Karadeniz Dağları üzerinde yer alan Verçenik Vadisi incelenmiştir. Verçenik Vadisindeki morenlerden 19 örnek alınarak kozmojenik tarihlendirme yapılmıştır. Sonuçlara göre paleobuzulun 27.5 ± 1.8 binyıl ile 20.3 ± 1.4 bin yılları arasında ilerleme kaydettiği belirlenmiştir.

Sarıkaya, vd **2008** “*Cold and wet Last Glacial Maximum on Mount Sandıras, SW Turkey, inferred from cosmogenic dating and glacier modeling*” adlı çalışmada Güneybatı Anadolu’da bulunan Sandıras Dağı incelenmiştir. Kartal Gölü Vadisi ile Kuzeybatı Buzul Vadisindeki morenlerden 12 örnek alınarak kozmojenik tarihlendirme yapılmıştır. Sonuçlar Sandıras Dağı’nda buzullaşmanın en büyük boyutlarına günümüzden 22.9 ± 3.4 bin yıl önce Son Buzul Maksimumunda ulaştığını ortaya koymuştur. Son olarak buzullar Sandıras Dağı’nda 20.6 ± 3.1 binyıl önce gerilemeye başlamıştır.

Sarıkaya, vd **2009** “*Glaciations and paleoclimatic variations on Mount Erciyes, central Turkey, since Last Glacial Maximum, inferred from ^{36}Cl cosmogenic dating and glacier modeling*” adlı çalışmada Erciyes Dağı üzerinde yer alan Aksu ve Üçker Buzul Vadileri değerlendirilerek, bu vadilerden 44 örnek alınmıştır. Örnekler kozmojenik tarihlendirmeye tabi tutularak çıkan sonuçlara göre buzullaşmanın en şiddetli olduğu döneminin günümüzden 21.4 ± 2.9 binyıl önce gerçekleştiği belirlenmiştir.

Zahno, vd **2009** “*Surface exposure dating of Late Pleistocene glaciations at the Dedegöl Mountains (Lake Beyşehir, SW Turkey)*” adlı çalışmada Güneybatı Anadolu’da Dedegöl Dağları üzerindeki Muslu Vadisi incelenmiştir. Muslu Vadisi’nden alınan 21 örnek üzerinde kozmojenik tarihlendirme işlemi yapılmıştır. Sonuçlar Muslu Vadisi’nde 29.6 ± 1.9 binyıl ile 21.5 ± 1.5 bin yılları arasında buzulların ilerlediğini göstermiştir.

Zahno, vd **2010** “*Chronology of Late Pleistocene glacier variations at the Uludağ Mountain, NW Turkey*” adlı makalede Uludağ üzerindeki Kayak Alanı

Vadisi incelenmiştir. Kayak Alanı Vadisi içerisindeki morenlerden 33 örnek alınarak kozmojenik tarihlendirme işlemi yapılmıştır. Elde edilen veriler Uludağ'da buzullaşmanın en şiddetli döneminin günümüzden 24.6 ± 1.5 binyıl önce yaşandığını ortaya çıkarmıştır.

Zreda, vd **2011** “*Remarkably extensive glaciation and fast deglaciation and climate change in Turkey near the Pleistocene Holocene boundary*” adlı makalede Aladağlar üzerindeki Hacer Vadisi incelenerek 22 örnek alınmıştır. Alınan örnekler kozmojenik tarihlendirmeye tabi tutulmuştur. Çıkan sonuçlar Aladağlar'da buzulların günümüzden 14.0 ± 1.5 binyıl önce salınımlar içerisinde olduğunu ortaya koymuştur.

Akçar, vd **2014** “*Glacier response to the change in atmospheric circulation in the eastern Mediterranean during the last Glacial Maximum*” adlı çalışmada Kuzeybatı Anadolu'daki Uludağ incelenmiş olup Karagöl Vadisinden 42 örnek alınmıştır. Kozmojenik tarihlendirme sonuçlarına göre buzullaşmanın en son geliştiği döneminin Son Buzul Maksimumuna denk gelen 20.4 ± 1.2 binyıl ile 18.6 ± 1.2 bin yılları arasında olduğu tespit edilmiştir. Bu dönemde en az üç kez ilerleme gerçekleşmiştir.

Sarıkaya, vd **2014** “*An early advance of glaciers on Mount Akdag, SW Turkey, before the global Last Glacial Maximum; insights from cosmogenic nuclides and glacier modeling*” adlı çalışmada Güneybatı Anadolu'daki Akdağ incelenmiştir. Akdağ üzerindeki Taşkuzluklu, Karadere ve Kuruova Buzul Vadilerinden 41 örnek alınmıştır. Kozmojenik tarihlendirme sonuçlarına göre buzullaşma 20.1 ± 0.5 binyıl ile 19.0 ± 0.4 bin yılları arasında en büyük boyutlarına ulaşmıştır.

Reber, vd **2014** “*Glacier advances in northeastern Turkey before and during the global Last Glacial Maximum*” adlı makalede Doğu Karadeniz Dağları üzerindeki Başyayla Buzul Vadisi incelenmiştir. Taban ve yan morenlerden 42 örnek alınarak kozmojenik tarihlendirme yapılmıştır. Çıkan sonuçlar buzullarda en fazla büyümenin günümüzden 24.8 ± 1.4 binyıl ile 21.2 ± 1.3 bin yılları arasında olduğunu göstermiştir.

Çiner, vd **2015** “*Late Pleistocene piedmont glaciations in the Eastern Mediterranean; insights from cosmogenic ^{36}Cl dating of hummocky moraines in southern Turkey*” adlı çalışmada Batı Toroslar üzerinde yer alan Geyik Dağları üzerindeki Susam, Namaras, Çimi ve Güneycık vadileri incelenmiştir. Yan ve ablastyon morenlerinden 34 örnek alınarak kozmojenik tarihlendirme yapılmıştır. Ortaya çıkan sonuçlar buzullarda en fazla büyümenin günümüzden 19.1 ± 3.4 binyıl ile 18.0 ± 1.1 bin yılları arası gerçekleştiğini ortaya çıkarmıştır.

Akçar, vd **2015** “*Synchronous Last Glacial Maximum across the Anatolian peninsula*” adlı çalışmada Uludağ’da yer alan Kovuk vadisi çalışılmıştır. Alınan 31 örnek tarihlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar Kovuk vadisinde buzullaşmanın 18.2 ± 1.3 binyıl önce sona erdiğinin göstermektedir.

Çiner, vd **2015** “*Cosmogenic ^{36}Cl geochronology of Quaternary glaciers on the Bolkar Mountains, south central Turkey*” isimli çalışma Bolkar Dağlarındaki buzul kronolojisini ortaya çıkarmıştır. Karagöl, Alagöl ve Elmalı vadilerinden alınan 30 örnek tarihlendirilmiştir. Buna göre Bolkar Dağlarında 25.0 ± 4.1 binyıl ile 18.9 ± 3.3 binyılları arasında şiddetli buzullaşma yaşanmıştır.

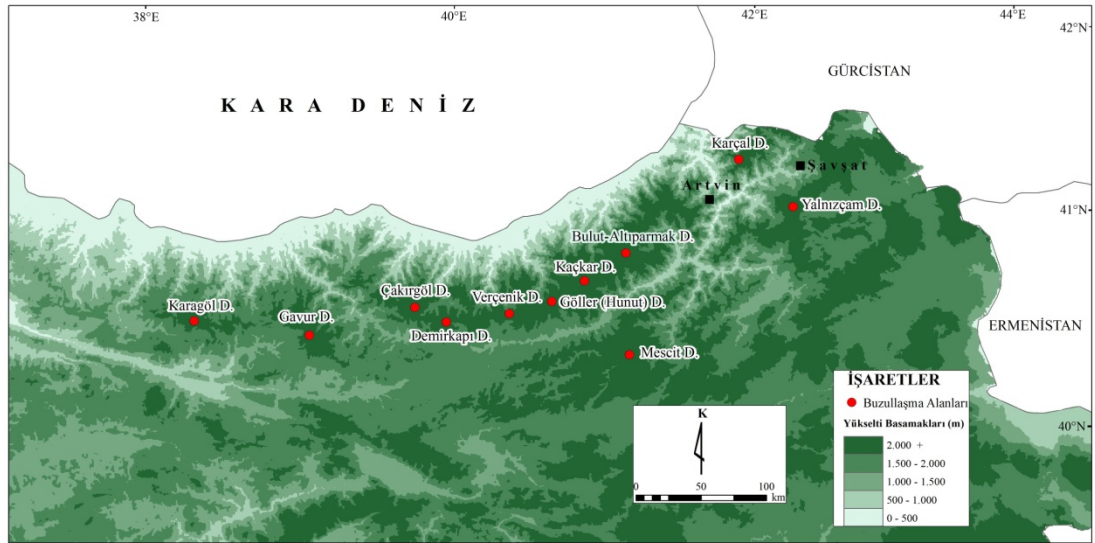
Kuzeydoğu Anadolu Dağları Buzul Jeomorfolojisi Çalışmaları;

Karçal Dağları'nın Kuzeydoğu Anadolu'nun en doğu bölümünde bulunması ve Doğu Karadeniz Dağları'ndan ayrı bir kütle olarak değerlendirilmesi gerektiğinden (Şekil 4) Kuzeydoğu Anadolu Dağları üzerine yapılan buzul çalışmaları ayrıca gruplandırılmıştır (Tablo 3).

Tablo 3. Kuzeydoğu Anadolu Dağları üzerine yapılan buzul jeomorfolojisi çalışmaları.

YAYIN YILI	YAZARLAR	YER ADI
1872	Palgrave, W. G.	Kuzeydoğu Anadolu
1900	Rickmer-Rickmers, W.	Karçal Dağları
1927	Stratil-Sauer, G.	Doğu Karadeniz Dağları
1932	Krenek, L.	Doğu Karadeniz Dağları
1934	Rickmer-Rickmers, W.	Doğu Karadeniz Dağları
1935	Leutelt, R.	Doğu Karadeniz Dağları
1944	Erinç, S.	Doğu Karadeniz Dağları
1949a	Erinç, S.	Kaçkar Dağları
1949b	Erinç, S.	Doğu Karadeniz Dağları
1951	Yalçınlar, İ.	Soğanlı, Kaçkar ve Mescid Dağları
1956	Beret, B.	Çakırgöl Dağı
1961	Stratil-Sauer G.	Doğu Karadeniz Dağları
1961	Planhol, X. de vd.	Karagöl Dağları
1966	Gall, H.	Doğu Karadeniz Dağları
1969	Bilgin, T.	Gavur Dağları
1970	Löffler, E.	Doğu Karadeniz Dağları
1984	Atalay, İ.	Mescit Dağları
1993	Doğu, A. F. vd.	Kaçkar Dağları
1994	Doğu, A. F. vd.	Göller (Hunut) Dağları
1996	Doğu, A. F. vd.	Üçdörük (Verçenik) Dağları

1997	Doğu, A. F. vd.	Bulut-Altıparmak Dağları
2000	Doğu, A. F. vd.	Demirkapı Dağı
2001	Gürgen, G.	Karadağ
2003	Gürgen, G.	Çapans Dağları
2003	Çiçek, İ. vd.	Doğu Karadeniz Dağları
2006	Gürgen, G.	Dilek Dağı
2009a	Gürgen, G.	Altıparmak Dağı
2009b	Gürgen, G.	Anzer, Kemer, Orsor Dağları
2009	Dede, V.	Yalnızçam Dağları
2010	Bayrakdar, C.vd.	Kaçkar Dağları
2012	Gürgen, G. vd.	Karçal Dağları
2014	Gürgen, G.	Verçenik Dağı
2015	Kahraman, N.	Mescit Dağları



Şekil 4. Kuzeydoğu Anadolu Dağları'nın Buzullaşma Alanları.

Palgrave, 1872 “*Vestiges of the Glacial Period in Northeastern Anatolia*” adlı çalışmasında 40-44° doğu boylamları ile 40-42° kuzey enlemleri arasındaki Lazistan Dağlarında soğuk periyoda dair buzul izlerinin bulunduğunu belirtmiştir. Lazistan

Dağlarının tümüyle volkanik karakterde olduğu özellikle Hunut Dağları, Altıparmak Dağları, Verçenik Dağlarında buzul süreçlerinin devam ettiğini vurgulamıştır.

Rickmer-Rickmers, **1900** “*Der Kartsch-Chal in Transkaukasien*” adlı çalışmada kütlenin batısında yer alan Otingo vadisi gezilerek bulgular ortaya konulmuştur.

Stratil-Sauer, **1927** “*Der östliche Pontus*” adlı çalışmada Varşambek, Altıparmak gibi Doğu Karadeniz Dağlarının buzullaşmasına ait izler değerlendirilmiş ve haritalanmıştır.

Krenek, **1932** “*Gletscher im pontischen Gebirge (Lasistan)*” isimli çalışmada Kavron, Verçenik dağlarında yer alan iki buzula ait bilgiler verilmiş ve haritaları yapılmıştır.

Rickmer-Rickmers, **1934** “*Lazistan and Ajaristan*” adlı makalede Trabzon’dan Çoruh’a kadar olan bölge Lazistan, Çoruh vilayetinden itibaren daha kuzeyde kalan alan ise Acaristan olarak belirtilmiştir. Küçük Kafkaslarda Acaristan bölgesinin en yüksek kütlesini (3800 m) Karçal Dağları oluşturmaktadır. Doğu Karadeniz Dağları üzerinde 3 büyük buzuldan biri Karçal Dağlarında diğerleri ise Kaçkar Dağlarında yer almaktadır. Bitki örtüsü bakımından *Rhodendron ponticum* yaygın olarak bulunmaktadır.

Leutelt, **1935** “*Glazialgeologische Beobachtungen im Lasistanischen Hochgebirge*” isimli çalışmada Demirdağ, Varşamba ve Kaçkar Dağı gruplarının buzul şekilleri hakkında bilgiler verilerek haritaları yapılmıştır.

Erinç, **1944** “*Doğu Karadeniz Dağlarında Glasyal Morfoloji Araştırmaları*” adlı çalışmada Karagöl Dağları, Çakırgöl Dağı ve Kaçkar Dağları güncel buzullar ve buzul izleri bakımından incelenmiştir. Çalışma; ilk yerli yayın olması ve Doğu Karadeniz Dağlarının Pleistosen’den itibaren yükseldiğini iddia etmesi bakımından önem taşımaktadır. Buzul izleri kapsamında piramidal zirveler, sirkler, buzul vadileri, morenler, hörgüçkayalar ve erratik bloklar değerlendirilmiştir.

Erinç, **1949a** “*Eiszeitliche Formen und Gegenwertie Vergletscherung im Nordostanatolischen Randgebirge*” adlı çalışmada Karagöl Dağları, Çakırgöl Dağı, Varşamba Dağı ve Salaçor Dağlarındaki buzullaşmalardan bahsedilmektedir. Pleistosen kalıcı kar sınırı 2700-2800 m olarak vurgulanmıştır.

Erinç, **1949b** “*Kaçkar Dağı Grubunda Diluvial ve Bugünkü Glasiyasyon*” adlı çalışmada Demirdağ, Tatos Dağları, Hunut Dağları, Karagöl Dağları, Çakırgöl Dağı, Varşamba Dağı ve Salaçor Dağlarındaki buzullaşmalardan bahsedilmektedir. Pleistosen kalıcı kar sınırı 2700-2800 m olarak hesaplanmıştır.

Yalçınlar, **1951** “*Soğanlı-Kaçkar ve Mescid Dağı Silsilelerinin Glasiyasyon Şekilleri*” adlı çalışmada Soğanlı, Kaçkar ve Mescid Dağlarının 1500 m’den yüksek kesimlerinin buzullaşmaya uğradığı belirtmiştir. Pleistosen kalıcı kar sınırı 2500 m olarak hesaplanmıştır. Güngörmez Dağı, Kaçkar Dağı üzerindeki morenler, sirkler, buzul vadileri gözlem yoluyla incelenmiş ve Türkiye’deki glasyal izler haritalanmıştır.

Beret, **1956** “*Çakırgöl Dağında Glasyal İzler*” adlı makalede Çakırgöl Dağının doğu-batı yönünde buzullaşmaya maruz kaldığı ortaya konmuştur. 2533 m

yükseltide sirklerin ve moren setlerinin varlığına dikkat çekilmiş ve Pleistosen kalıcı kar sınırı 2600-2700 m olarak belirtilmiştir.

Stratil Sauer, **1961** “*Beobachtungen im Ostpontischen Gebirge unter besonderer Berücksichtigung der Kaltzeitformen*” adlı çalışmada Gavur Dağlarında buzullaşmalar hakkında gözlemler yapılmıştır. Eğribel Dağı, Çakırgöl Dağı ve Soğanlı Dağlarında yine glasyal izler tespit edilmiştir. Würm I ve Würm II dönemine ait çift sıra moren depolarının izleri ortaya konulmuştur.

Planhol, vd **1961** “*Karagöl Kütlesi Üzerinde Pleistosen ve Aktüel Glasyasyon İle Periglasyal Topoğrafya Şekilleri*” adlı makalede Aksu ile Melet Vadileri arasında kalan Karagöl Dağları glasyasyon bakımından değerlendirilmiştir. Sirkler, tekne vadiler, eşikler glasyal şekiller kapsamında, nivasyon sirkleri, taş halkaları, tufur ve girlandlar ise periglasyal şekiller olarak tespit edilmiştir. Pleistosen kalıcı kar sınırı 2650 m olarak hesaplanmıştır.

Gall, **1966** “*Gletscherkundliche Beobachtungen im Hochgebirge von Lasistan (Nordostanatolisches Randgebirge)*” adlı çalışmada Verçenik, Salaçor, Tatos, Altıparmak Dağlarını içeren Rize Dağları incelenmiş ve güncel buzullar ile kaya buzullarına dikkat çekilmiştir.

Bilgin, **1969** “*Gavur Dağı Kütlesinde Glasyal ve Periglasyal Topografya Şekilleri*” adlı çalışmada Karadeniz’e 80 km mesafede, Gümüşhane’nin güneybatısında bulunan Gavur Dağları glasyal ve periglasyal olarak incelenmiş olup, Pleistosen kalıcı kar sınırı 2750 m olarak bulunmuştur.

Löffler, **1970** “*Untersuchungen zum eiszeitlichen nordostanatoliens*” adlı makalede Kaçkar, Gavur, Mescid, Çakırgöl ve Anzer Dağları glasyasyon bakımından incelenerek sirkler, tekne vadiler, poligonal topraklar, kaya buzulları tespit edilmiştir.

Atalay, **1984** “*Mescit Dağının Glasyal Morfolojisi*” adlı çalışmada Mescit Dağının Würm Glasyasyonuna uğradığı 3100 m yukarısının buzullarla işgal edildiği iddia edilmektedir. Pleistosen kalıcı kar sınırı 2762 m’dir.

Doğu, vd **1993** “*Kaçkar Dağında Buzul Şekilleri, Yaylalar ve Turizm*” adlı çalışmada 2000 m’den itibaren buzul izlerinin varlığı, güncel buzulların ise 3000-3200 m yükseltiler arasında bulunduğu tespit edilmiştir. Alanın ayrıntılı jeomorfoloji haritası yapılmış ve Pleistosen kalıcı kar sınırı 2700 m olarak hesaplanmıştır.

Doğu, vd **1994** “*Göller (Hunut) Dağı’nda Buzul Şekilleri, Yaylalar ve Turizm*” adlı makalede kaya buzulları, soliflüksiyon taraçaları, girlandlar, taş halkaları ve buzul izleri değerlendirilmiştir. Yan morenlerin iki farklı seviyede oluşu burada iki farklı buzullaşmanın olduğunu göstermektedir. Alanın ayrıntılı jeomorfoloji haritası yapılmıştır.

Doğu, vd **1996** “*Üçdörük (Verçenik) Dağı’nda Buzul Şekilleri, Yaylalar ve Turizm*” adlı çalışmada alanda morenler, hörgüçkayalar, eşikler, sirkler ve buzul vadileri incelenmiştir. Yan morenlerin iki farklı seviyede oluşu ile iki farklı buzullaşmaya işaret edilmektedir.

Doğu, vd **1997** “*Bulut-Altıparmak Dağları’nda Buzul Şekilleri, Yaylalar ve Turizm*” adlı çalışmada sirkler ve buzul vadileri değerlendirilmiştir. Alanın ayrıntılı jeomorfoloji haritası yapılmıştır.

Doğu, vd **2000** “*Demirkapı Dağı ve Uzungöl Çevresinin Jeomorfolojisi*” adlı makalede Demirkapı Dağının 2000 m’den daha yukarı olan bölümlerinde son buzul dönemine ait izlerin varlığından bahsedilmektedir. Pleistosen kalıcı kar sınırı 2550 m olarak hesaplanmıştır.

Gürgen, **2001** “*Karadağ (Gümüşhane) Çevresinin Glasyal Morfolojisi ve Turizm Potansiyeli*” adlı makalede 3331 m yükseltiye sahip Karadağ’ın 2000 m’den daha yukarıda olan bölümünün glasyasyona maruz kaldığı belirtilmektedir. Alanın ayrıntılı jeomorfoloji haritası yapılmıştır.

Gürgen, **2003** “*Çapans Dağları Kuzeyinin (Rize) Glasyal Morfolojisi*” adlı makalede sirkler, sirk gölleri ve yaklaşık 2000 m yükseltiye kadar 10-12 km uzunluğa sahip buzul vadilerinin varlığı tespit edilmiştir.

Çiçek, vd **2004** “*Glacial Morphology of Eastern Black Sea Mountains (Turkey)*” adlı makalede Göller (Hunut) Dağları, Kaçkar Dağları, Üçdoruk (Verçenik) Dağları ve Bulut-Altıparmak Dağları değerlendirilmektedir. 1800-2000 m yükseltiden sonra buzul izleri görülmektedir. Alanda 10 aktüel buzulun varlığı, girland ve solüflüksiyon taraçalarının oluşumu belirtilmektedir. Pleistosen kalıcı kar sınırı 2600 m olarak hesaplanmıştır.

Gürgen, **2006** “*Üçdoruk-Dilek Dağları Güneyinin Glasyal Morfolojisi*” adlı çalışmada Würm döneminde 2 aşamalı bir buzullaşmanın varlığından söz edilmektedir.

Gürgen, **2009a** “*Altıparmak Dağları Kuzeydoğusunun Glasyal Morfolojisi*” adlı çalışmada 2500 m yukarısının buzullaşmaya uğradığı, sirkler ve tekne vadilerin tespiti gerçekleştirilmiştir.

Gürgen, **2009b** “Anzer-Kemer-Orsor Dağları Kuzeyinin (Rize) Glasyal Morfolojisi” adlı çalışmada 2500 m yukarısının Würm buzullaşmasına uğradığı belirtilmektedir. Alanın ayrıntılı jeomorfoloji haritası yapılmıştır.

Dede, **2009** “Çadır Dağı’nın Buzul Jeomorfolojisi (Yalnızçam Dağları-Artvin)” adlı çalışmada buzul jeomorfolojisine ait izler tespit edilerek Pleistosen kalıcı kar sınırı 2615 m olarak belirlenmiştir.

Bayrakdar, vd **2010** “Kaçkar Dağı’nda Bakı Faktörünün Glasiyal ve Periglasiyal Topografya Gelişimi Üzerindeki Etkisi” adlı çalışmada Coğrafi Bilgi Sistemleri’nden (CBS) yararlanılarak alana ait mekânsal, morfometrik ve hidrometrik analizler gerçekleştirilmiştir.

Gürgen, vd **2012** “Karçal Dağı Buzulları (Artvin)” çalışmalarında güncel buzullar, döküntüyle örtülü buzullar, buzul vadileri ve sirkler hakkında bilgi vermişlerdir. Bu çalışmaya göre, güncel buzulların bir kısmı çıplak halde iken bir kısmı ise döküntü ile kaplı durumdadır. Döküntü malzemesi ile güncel buzulun irtibatının kesildiği yerde kaya buzulu oluşumları başlamaktadır. Kaya buzulları jeomorfoloji haritasında belirtilmiş ancak ayrıntılı olarak değerlendirilmemiştir.

Gürgen, **2014** “Verçenik Dağı Buzulları (Rize)” adlı makale Doğu Karadeniz Dağlarının Kaçkar Dağlarından (3932 m) sonra ikinci büyük zirvesi olan Verçenik Dağı (3709 m) üzerindeki güncel buzullar üzerinedir. Çalışmaya göre dağın değişik noktalarında üzeri 4-5 cm döküntü ile örtülü olan dört sirk buzulu bulunmaktadır.

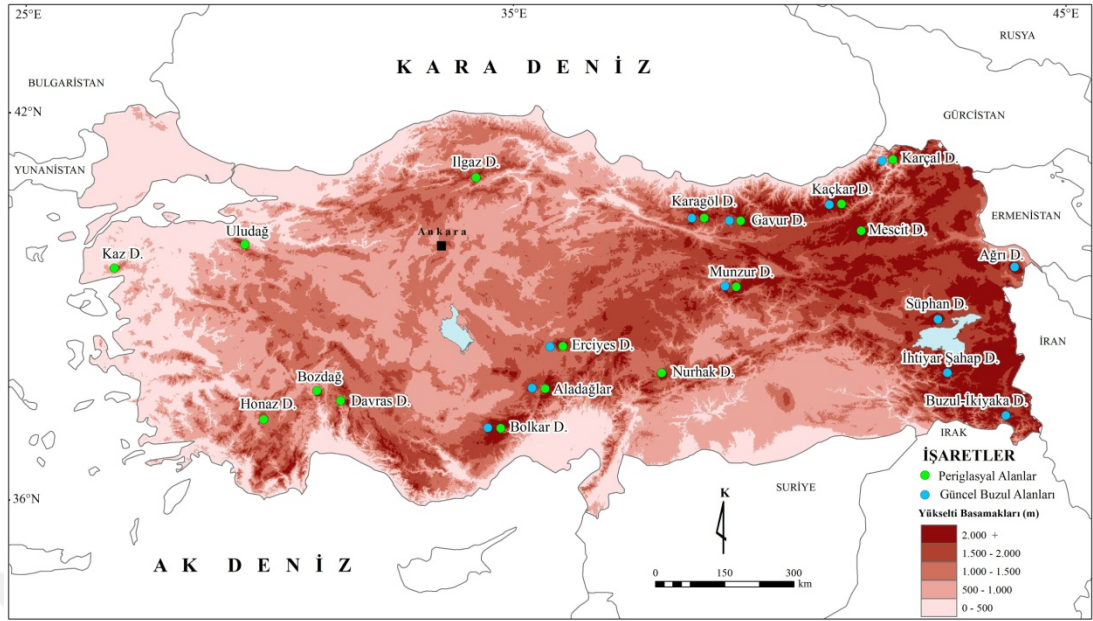
Kahraman, **2015** “Mescit Dağlarında Buzul İzleri” adlı çalışmada gözlemlere dayanarak alan hakkında bazı bilgiler verilmiş ve göreceli olarak yaşlar tayin edilmiştir.

Anadolu'daki Periglasyal Jeomorfoloji Çalışmaları;

Anadolu üzerinde buzul jeomorfolojisi çalışmalarının yanı sıra buzul çevrelerinde (Şekil 5) donma ve çözölmeye bağılı olarak gelişen periglasyal şekiller de incelenerek yayınlanmıştır (Tablo 4).

Tablo 4. Anadolu'daki periglasyal jeomorfoloji çalışmaları.

YAYIN YILI	YAZARLAR	YER ADI
1955	Erinç, S.	Honaz ve Bozdağ
1957	Erinç, S.	Uludağ
1960	Bilgin, T.	Kaz Dağları
1961	Erinç, S. vd.	İlgaz Dağı
1961	Planhol, X. de	Karagöl Dağları
1969	Bilgin, T.	Gavur Dağı
1972	Bilgin, T.	Munzur Dağları
1984	Atalay, İ.	Mescit Dağları
1999	Sayhan, H.	Erciyes Dağı
2003	Altın, T.	Orta Toroslar
2006	Altın, T.	Aladağ ve Bolkar Dağları
2008	Türkeş, M.vd.	Uludağ
2010	Biricik, A. S.	Nurhak Dağları
2011	Türkeş, M.vd.	Uludağ
2012	Öztürk, M. Z.	Uludağ
2013	Ünal, A.	Erciyes Dağı
2014	Sankaya, M. A vd.	Türkiye Kaya Buzulları
2015	Dede, V. vd.	Karçal Dağları



Şekil 5. Anadolu'daki Periglasyal ve Güncel Buzul Alanları.

Erinç, **1955** “*Glasial ve Periglasyal Morfoloji Bakımından Honaz ve Bozdağ*” adlı çalışmada Ege Bölgesinin en yüksek noktası olan Honaz ile Bozdağ incelenmiştir. Kriyoplanasyon, konjelitürbasyon, konjelifraksiyon ve kriyoplanasyon yüzeylerinin bulunduğu ortaya çıkarılmıştır.

Erinç, **1957** “*Uludağ’ın Periglasyali Hakkında*” adlı makalede Uludağ üzerinde 1900 m yükseltiden sonra taş kümeleri, taş halkaları, girlandlar ve poligonal topraklar tespit edilmiştir.

Bilgin, **1960** “*Kaz Dağı ve Üzerindeki Periglasyal Şekiller Hakkında*” adlı çalışmasında Marmara Bölgesinin ikinci büyük dağı olan Kaz Dağları üzerindeki girlandlar, nivasyon sirkleri, taş halkalarının varlığından söz etmiştir.

Erinç vd **1961** “*İlgaz Dağı Üzerinde Periglasyal Şekiller*” adlı makalede 2300 m Pleistosen kalıcı kar sınırına sahip Çankırı kuzeyindeki Ilgaz Dağı

değerlendirilmiştir. Ilgaz Dağı üzerinde girlandlar, tufurlar, taş kümeleri, şeritli topraklar, taş halkaları ve nivasyon sirklerinin bulunduğu belirtilmiştir.

Planhol vd **1961** “*Karagöl Kütlesi Üzerinde Pleistosen ve Aktüel Glasyasyon İle Periglasyal Topografya Şekilleri*” adlı çalışmada Aksu ile Melet ırmağı arasında bulunan Karagöl Dağları üzerinde 1600 m yükseltiden sonra nivasyon sirkleri, girlandlar, tufurlar, taş halkaları ve taş kümelerinin bulunduğu vurgulanmaktadır.

Bilgin, **1969** “*Gavur Dağı Kütlesinde Glasyal ve Periglasyal Topografya Şekilleri*” adlı makalede Gavur Dağları üzerinde girlandlar, şeritli topraklar, taş halkaları, poligonal topraklar ve kriyoplanasyon yüzeylerinin varlığına dikkat çekilmiştir.

Bilgin, **1972** “*Munzur Dağları Doğu Kısmının Glasyal ve Periglasyal Morfolojisi*” adlı makalede Munzur Dağları üzerinde kaya buzulları, taş halkaları, girlandlar, şeritli topraklar, taş kümeleri ve soliflüksiyon taraçaları tespit edilmiştir.

Atalay, **1984** “*Mescit Dağının Glasyal Morfolojisi*” adlı çalışmada 2762 m Pleistosen kalıcı kar sınırına sahip Mescit Dağlarında kriyoplanasyon yüzeylerinin bulunduğundan söz edilmektedir.

Sayhan, **1999** “*Erciyes’in Doğusunda Aktüel Morfodinamiğe Bağlı Olarak Gelişen Tufurların Genetik ve Morfometrik Analizi*” adlı çalışmada Erciyes Dağı doğusunda bulunan tufurlar ve iklimle olan ilişkisi değerlendirilmiştir.

Akın, **2003** “*Orta Toroslarda (Aladağlar ve Bolkar Dağları) Görülen Periglasyal Şekiller*” adlı çalışmada Orta Toroslar üzerinde taş kümeleri, taş halkaları, şeritli topraklar ve girlandların tespiti sağlanmıştır.

Altın, **2006** “*Aladağlar ve Bolkar Dağları Üzerinde Görülen Periglasyal Jeomorfolojik Şekiller*” adlı makalede Orta Toroslar üzerindeki Aladağlar ve Bolkar Dağları için donma çözünme ile güncel morfodinamik etken ve süreçler değerlendirilmiştir. Pleistosen kalıcı kar sınırı Aladağlar için 2100 m, Bolkar Dağları için 2300 m; Pleistosen periglasyal alt sınır ise Aladağlar için 1600 m, Bolkar Dağları için ise 2100 m olduğu tespit edilmiştir.

Türkeş, vd **2008** “*Uludağ’ın Periglasyal Jeomorfolojisi*” adlı makalede Uludağ üzerindeki periglasyal şekillerin klimatolojik, istatistiksel ve jeomorfolojik yönden değerlendirilmesi yapılmıştır. Girlandlar, çemberler, taş kümeleri, kaya buzulları tespit edilmiştir.

Biricik, **2010** “*Nurhak Dağlarında Glasyal ve Periglasyal Rölyef*” adlı çalışmada Güneydoğu Torosların batı kesimindeki Nurhak Dağları üzerinde soliflüksiyon taraçalarının varlığından söz edilmektedir.

Türkeş, vd **2011** “*Uludağ’da Girland ve Çember Oluşumları*” adlı makalede Uludağ üzerinde donma ve çözülme süreçleri ile girland ve çemberlerin oluşumu arasındaki ilişki ortaya konulmuştur.

Öztürk, **2012** “*Uludağ’daki Periglasyal Süreçlerin, Periglasyal Yerşekillerinin ve Bunları Denetleyen Etmenlerin İncelenmesi*” adlı çalışmada Uludağ’da görülen periglasyal şekillerin iklim ve ortam ile nasıl şekillendiği ortaya konulmuştur. Alanda girlandlar, çemberler, taş kümeleri, taş halkaları tespit edilerek iklimle ilişkilendirilmiştir.

Ünal, 2013 “*Geographic Distribution of Rock Glaciers in Turkey: The Case Study of Erciyes Rock Glacier*” isimli yüksek lisans tezinde Erciyes Dağında yer alan aktif bir kaya buzulu hakkında inceleme yapmıştır.

Sarıkaya, vd 2014 “Satellite inventory of glaciers in Turkey” adlı çalışmada kaya buzullarının Türkiye üzerindeki dağılımı ortaya konulmuştur.

Dede, vd 2015 “*Karçal Dağları’nda Kaya Buzulu Oluşumları*” adlı makalede Anadolu’nun en güzel kaya buzulu örneklerini bünyesinde barındıran Karçal Dağları incelenmiştir. Çalışma ile buzul vadilerinde yer alan ortalama 30 m dil kalınlığına, 750 m uzunluğa sahip beş kaya buzulunun tespiti ve uluslararası sınıflandırılması gerçekleştirilmiştir.

Kafkaslar’daki Buzul Jeomorfolojisi Çalışmaları;

Kafkas Dağları uygun yükselti, bakı ve eğim değerleri açısından elverişli olduğu için Geç Pleistosen’de buzullaşmaya uğramıştır. Bu nedenle belirtilen alan araştırmacıların uzun yıllardan beri ilgisini çekmektedir. Burada son yıllarda yapılan çalışmalar değerlendirilmiştir (Tablo 5).

Tablo 5. Kafkaslar’daki bazı buzul jeomorfolojisi çalışmaları.

YAYIN YILI	YAZARLAR	YER ADI
2003	Akhalkatsishvili, M. D. vd.	Küçük Kafkaslar
2006	Stokes, C. R. vd.	Merkezi Kafkaslar
2007	Stokes, C. R. vd.	Merkezi Kafkaslar
2010	Ollivier, V. vd.	Küçük Kafkaslar
2011	Gobejishvili, R.vd.	Batı, Merkezi ve Doğu Kafkaslar
2013	Messenger, E. vd.	Küçük Kafkaslar
2014	Shahgedanova, M. vd.	Merkezi Kafkaslar
2015a	Tielidze, L. G. vd.	Dolra Nehri Havzası
2015b	Tielidze, L. G. vd.	Mulkhura Nehri Havzası

2015c	Tielidze, L. G. vd.	Mestiachala Nehri Havzası
2016	Tielidze, L. G.	Merkezi Kafkaslar
2016	Solomina, O. N. vd.	Elbrus Dağları
2016	Holobâcă, I. H.	Merkezi Kafkaslar

Akhalkatsishvili, vd **2003** “*Role of glaciation in transformation of the volcanic relief of Samsari Range, Geography-Geology*” adlı çalışmada Küçük Kafkaslarda Würm dönemine ait Kalıcı kar sınırının 2500-2600 m civarında olduğu tespiti yapılmıştır. En büyük vadi buzulunun 4-6 km uzunluğunda Samsari-Javakheti (3285 m) bölgesinde gelişmiştir.

Stokes, vd **2006** “*Late-20th century changes in glacier extent in the Caucasus Mountains, Russia/Georgia*” adlı makalede Kafkas Dağlarındaki 113 buzul, hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri aracılığıyla değerlendirilmiştir. Sonuçlar buzulların % 94’ünün gerilediği, % 4’ünün değişmediği ve % 2’sinin ise ilerlediği belirlenmiştir.

Stokes, vd **2007** “*Recent glacier retreat in the Caucasus Mountains, Russia, and associated increase in supraglacial debris cover and supra-/proglacial lake development*” adlı çalışmada Kafkaslarda 1985-2000 yılları arasında buzul üstü döküntüleri ile buzul önü göllerindeki alansal değişim incelenmiştir. Elde edilen bulgular buzul üstü döküntünün % 5 ile % 25 arasında arttığını buzul önü göllerinin alanlarının ise % 57 oranında genişlediğini ortaya koymuştur.

Ollivier, vd **2010** “*Quaternary volcano-lacustrine patterns and palaeobotanical data in southern Armenia*” adlı çalışmada Ermenistan’daki Syunik volkanik kütesinde Shamb bölgesinde iki basamaklı moren depoları, erratic bloklar ve flüvyo-glasyal depolar belirlenmiştir.

Gobejishvili, vd **2011** “*Late Pleistocene (Würmian) glaciations of the Caucasus*” adlı çalışmada Kafkas Dağlarındaki buzullar haritalanmıştır. Güncel buzullar işlenerek, paleobuzulların rekonstrüksiyonu yapılmıştır. Buzullara ait hipsometrik özellikler verilmiştir.

Messenger, vd **2013** “*Late Quaternary record of the vegetation and catchment-related changes from Lake Paravani (Javakheti, South Caucasus)*” isimli çalışmada günümüzde güncel buzulların olmamasına rağmen Paravani gölü kenarında (2073 m) moren depoları tespit edilmiştir. Volkanik dağlardaki uygun şartlar ile 1450-1500 m yüksekliğe kadar buzulların gelişmiş olabileceği öne sürülmektedir.

Shahgedanova, vd **2014** “*Deglaciation of the Caucasus Mountains, Russia/Georgia, in the 21st century observed with ASTER satellite imagery and aerial photography*” adlı makalede hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri göz önünde bulundurulmuştur. Kafkaslardaki 498 buzulun 1987-2010 yılları arasındaki alansal değişimi ortaya konulmuştur.

Tielidze, vd **2015a** “*Glaciers amount and extent change in the Dolra River Basin in 1911-1960-2014 years, Caucasus Mountains, Georgia, observed with old topographical maps and Landsat Satellite Imagery*” adlı çalışma Dolra nehri havzasındaki buzulların 1911, 1960 ve 2014 yıllarındaki değişimini temel almaktadır. Hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri, söz konusu tarihler arasında % 30 oranında azalmanın olduğunu göstermiştir.

Tielidze, vd **2015b** “*Glaciers reduction and climate change impact over the Last One Century in the Mulkhura River Basin Caucasus Mountains, Georgia*” adlı

makalede Mulkhura nehri havzasındaki buzullar eski topoğrafya haritaları, uydu görüntüleri ve hava fotoğraflarının yardımıyla incelenmiştir. Sonuçlar buzulların 1991-2014 yılları arasında gerilediğini belirtmektedir.

Tielidze, vd **2015c** “*Glaciers retreat and climate change effect during the Last One Century in the Mestiachala River Basin, Caucasus Mountains, Georgia*” adlı çalışmada Mestiachala nehri havzasındaki buzulların 1906-2011 yılları arasındaki hareketi incelenmiştir. Sonuçlar % 20 oranında gerilemenin olduğu yönündedir.

Tielidze, **2016** “*Glaciers change over the last century, Caucasus Mountains, Georgia, observed by the old topographical maps, Landsat and ASTER satellite imagery*” isimli çalışmada Kafkaslardaki buzullar eski topoğrafya haritaları, hava fotoğrafları ve uydu görüntülerinin aracılığıyla değerlendirilmiştir. Genel eğilime uygun olarak geriye çekilmenin olduğu sonucuna varılmıştır.

Solomina, vd **2016** “*Glacier variations in the Northern Caucasus compared to climatic reconstructions over the past millennium*” isimli çalışmada Kafkaslardaki Elbrus Dağlarında iklim değişikliklerini ortaya koymak maksadıyla buzullar incelenmiştir. Güncel iklim verileri, likenometri, hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri kullanılarak Küçük Buz Çağında buzulların ilerlediği belirlenmiştir.

Holobacă, **2016** “*Recent retreat of the Elbrus glacier system*” adlı çalışma ile Elbrus Dağlarında yer alan buzulların 1985-2007 yılları arasındaki gerileme durumu uydu görüntüleri ile tespit edilmiştir. Buzulların hem gerileme hem de kütle kaybı içerisinde oldukları sonucuna varılmıştır.



II. BÖLÜM: FİZİKİ COĞRAFYA ÖZELLİKLERİ

2.1. Topografik Özellikler

Karçal Dağları; Çoruh nehrinin doğusunda Karadeniz'e kuş uçuşu olarak yaklaşık 40 km uzaklıkta yer almaktadır. Kütle güneybatı-kuzeydoğu yönlü topografik uzanışa sahip yüksek bir kütle özelliği göstermektedir. Genel hatlar itibariyle buzullar tarafından aşındırılmış ve akarsular tarafından derince yarılmış arızalı bir yapıdan oluşmaktadır. Topografik uzanışı da göz önüne alınırsa; doğu ile kuzey yamaçlarının buzullaşmadan daha fazla etkilendiği görülmektedir. Bu etki buzul vadilerinin yoğunluğu ile de desteklenmektedir. Çalışma alanı güneyden kuzeye doğru alçalma eğilimi göstermektedir (Foto 2).

Karçal Dağları 4-5 km'lik kısa mesafelerde 1300 m ile 3431 m arasında değişen yükseltilere sahiptir. Bu özelliği nedeniyle çevresine hakim bir karakterdedir. Alanın güneybatısı ile kuzeydoğusu arasındaki kuş uçuşu uzaklık yaklaşık olarak 20 km olup doğu-batı yönlü genişliği ise 10 km'dir.



Foto 2. Karçal Dağları'nın kuzeyden güneye doğru görünümü.

Çalışma alanı; Karçal Dağı (3431 m), Ziyaret Dağı (3200 m) ve Büyükmera Dağı (3035 m) olmak üzere üç morfolojik birimden oluşmaktadır (Şekil 6).

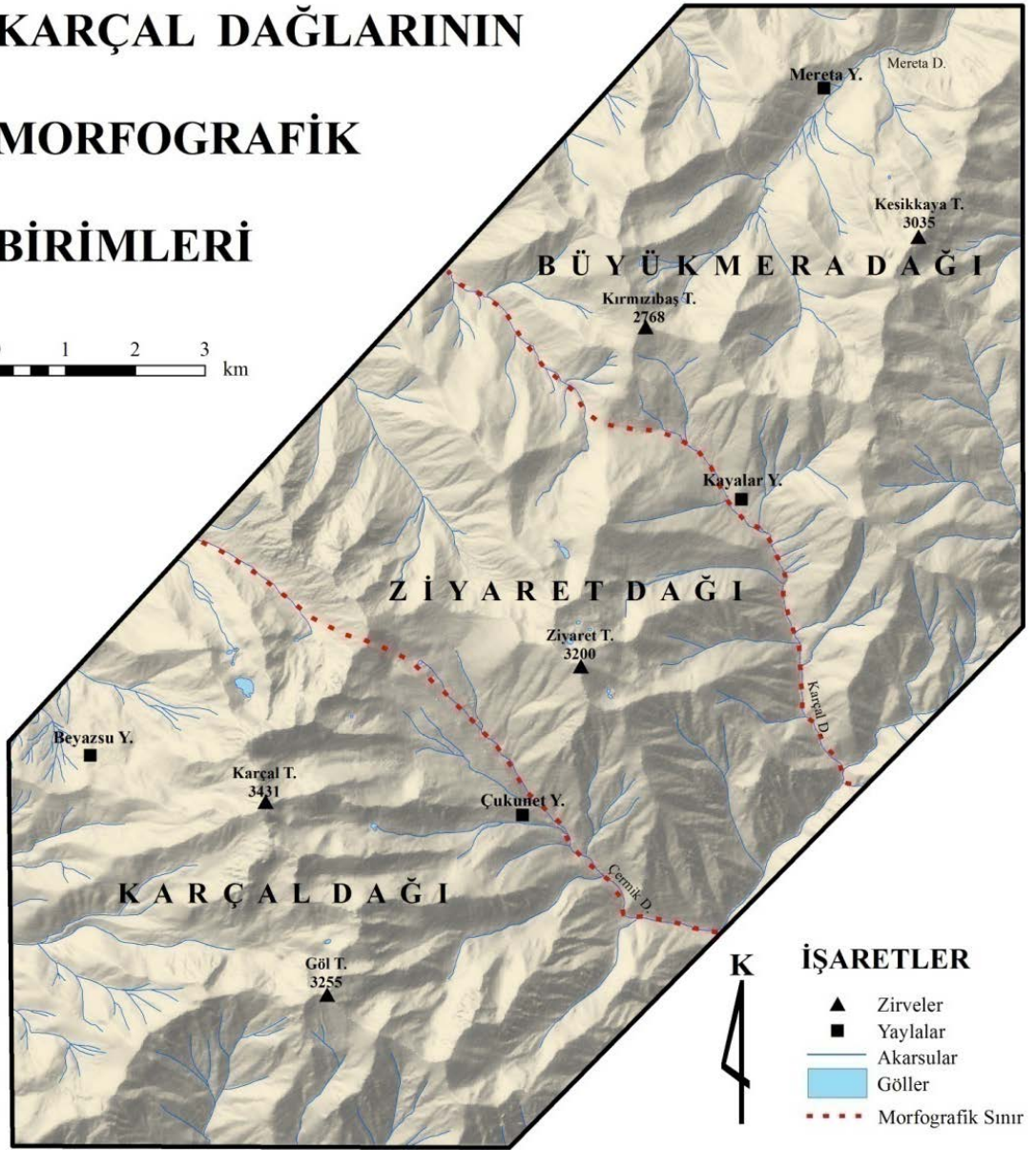
Karçal Dağı Birimi; 1300 m yükseltilerden başlayarak 3431 m yükseltilere kadar devam etmektedir. Bu birim Karçal Dağları kütleli yapısının en yüksek ve güney bölümünü oluşturmaktadır. Alan güneybatı kuzeydoğu yönünde 6 km uzunluğa, doğu batı yönünde ise 5 km genişliğe sahiptir. Kabaca kuzey-güney doğrultuda uzanış gösteren su bölümü çizgisi üzerinde, alanın en yüksek tepeleri olan Karçal Tepesi (3431 m) ile Göl Tepe (3255 m) yer almaktadır. Alanın en büyük akarsuyu su bölümü çizgisinin doğusunda yer alan, güneydoğu yönünde akış gösteren Çermik deresidir. Çermik deresi ile daha kuzeyde kuzeybatı yönlü akış gösteren Tavcala deresi Karçal Dağı'nı Ziyaret Dağı'ndan ayırmaktadır. Su bölümü çizgisinin batı bölümünde yer alan Beyazsu ile Arpa deresi ise batı yönünde akış göstermektedir (Foto 3).



Foto 3. Karçal Dağı kütlesi (Doğudan batıya doğru bakış).

KARÇAL DAĞLARININ MORFOGRAFİK BİRİMLERİ

0 1 2 3 km



Şekil 6. Morfografik birimler haritası.

Ziyaret Dağı Birimi; 1500 m yükseltilerden itibaren 3200 m yükseltilere kadar devam eden araştırma alanının orta bölümünü oluşturmaktadır. En yüksek noktası 3200 m yükseltideki Ziyaret Tepesi'dir. Alan yaklaşık olarak güneydoğu kuzeybatı yönünde 8 km uzunluğa, kuzeydoğu güneybatı yönünde ise 5 km genişliğe sahiptir. Drenaj ayırım çizgisi kabaca kuzeybatı güneydoğu yönünde uzanmaktadır. Alanın en büyük akarsuyu bu çizginin doğusunda yer alan ve güneye doğru akış

gösteren Karçal deresidir. Karçal deresi ile daha kuzeyde kuzeybatı yönlü akış gösteren İnce dere Ziyaret Dağı'nı Büyükmera Dağı'ndan ayırmaktadır. Alanın kuzey bölümünde bulunan diğer akarsular ise kuzeybatı yönünde akış göstermektedir. Topografik uzanışı da değerlendirildiğinde doğu ve kuzey bölümlerinde buzul vadilerinin yoğunluk kazandığı görülmektedir (Foto 4).



Foto 4. Ziyaret Dağı kütlesi (Batıdan doğuya doğru bakış).

Büyükmera Dağı Birimi; 1500 m yükseltilerden başlayarak 3035 m yükseltilere kadar devam eden dağlık alanın kuzey bölümünü oluşturmaktadır. Alan yaklaşık olarak güneybatı kuzeydoğu yönünde 6 km uzunluğa, doğu batı yönünde ise 5 km genişliğe sahiptir. Alanda kabaca bir yay halinde uzanış gösteren su bölümü çizgisinin doğu kesimi üzerinde en yüksek doruklar olan Kesikkaya Tepesi (3035 m) ile Kırmızıbaş Tepe (2768 m) yer almaktadır. Alanın en büyük akarsuyu Mereta deresi olup kuzey yönlü akış göstermektedir (Foto 5).

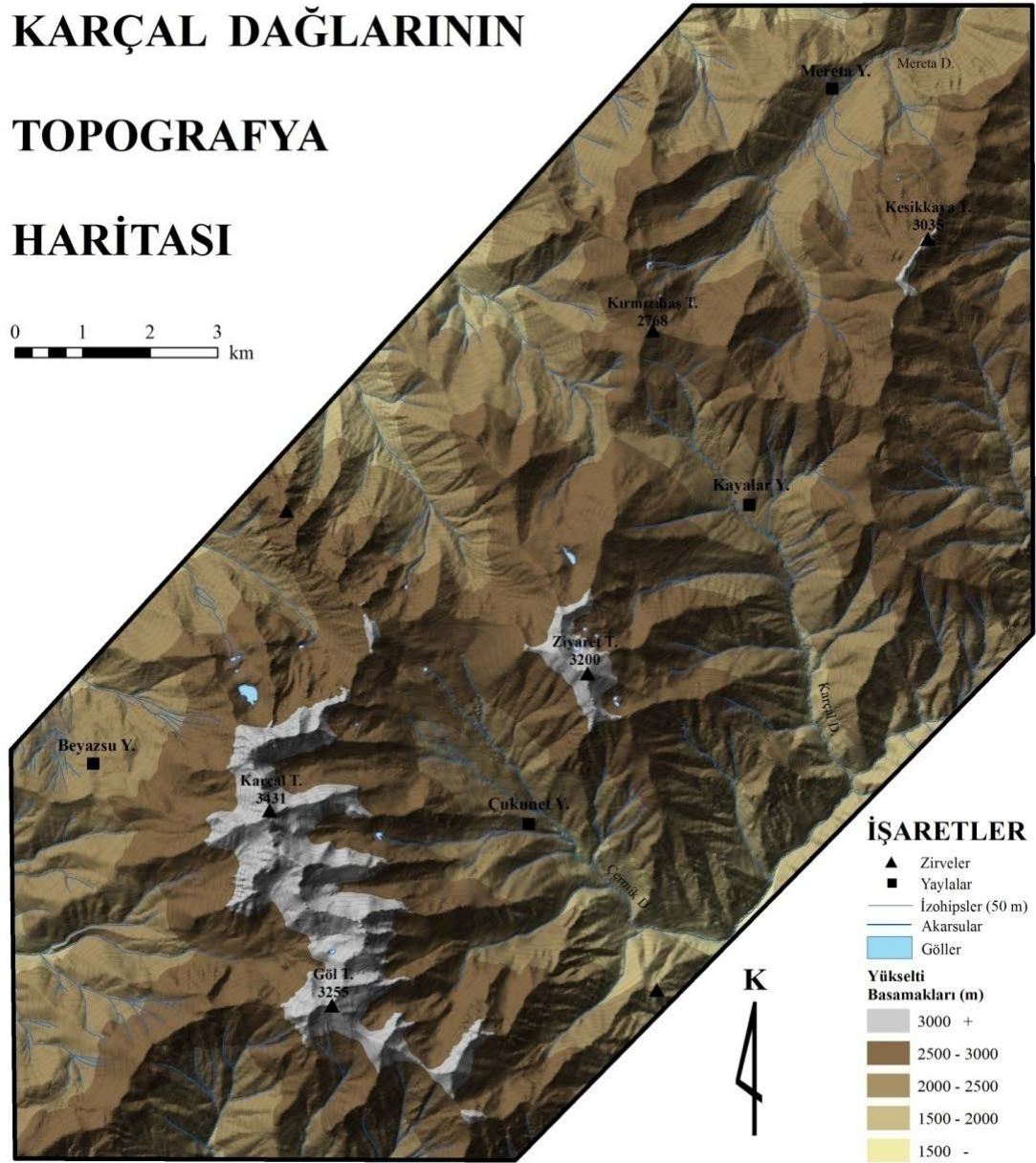


Foto 5. Büyükmera Dağı kütlesi (Kuzeyden güneye doğru bakış).

Karçal Dağları güney kesiminde buzullaşmaya daha yoğun maruz kalarak sayıca daha fazla buzul vadilerinden oluşmaktadır. Bu yoğunluk kuzeye doğru azalma göstermektedir. Bunun temel nedeni güneyde yükseltinin görece olarak daha fazla oluşudur (Şekil 7).

KARÇAL DAĞLARININ TOPOGRAFYA HARİTASI

0 1 2 3 km



Şekil 7. Topografya haritası.

Karçal Dağları'nda genel olarak 2000 m'lere kadar flüvyal, 2000-2500 m'ler arası flüvyo-glasyal, 2500 m'den daha fazla yükseltilerde ise glasyal ve periglasyal etki söz konusudur. 2000 m'lere kadar akarsu vadileri ve depolarından oluşan flüvyal jeomorfoloji unsurları egemen durumdadır. 2000 m ile 2500 m'ler arasında flüvyal unsurlar ile glasyal unsurlar bir arada bulunmakta ve flüvyo-glasyal polijenik jeomorfolojinin güzel örneklerini oluşturmaktadır. 2500 m ile 3000 m'ler arasında

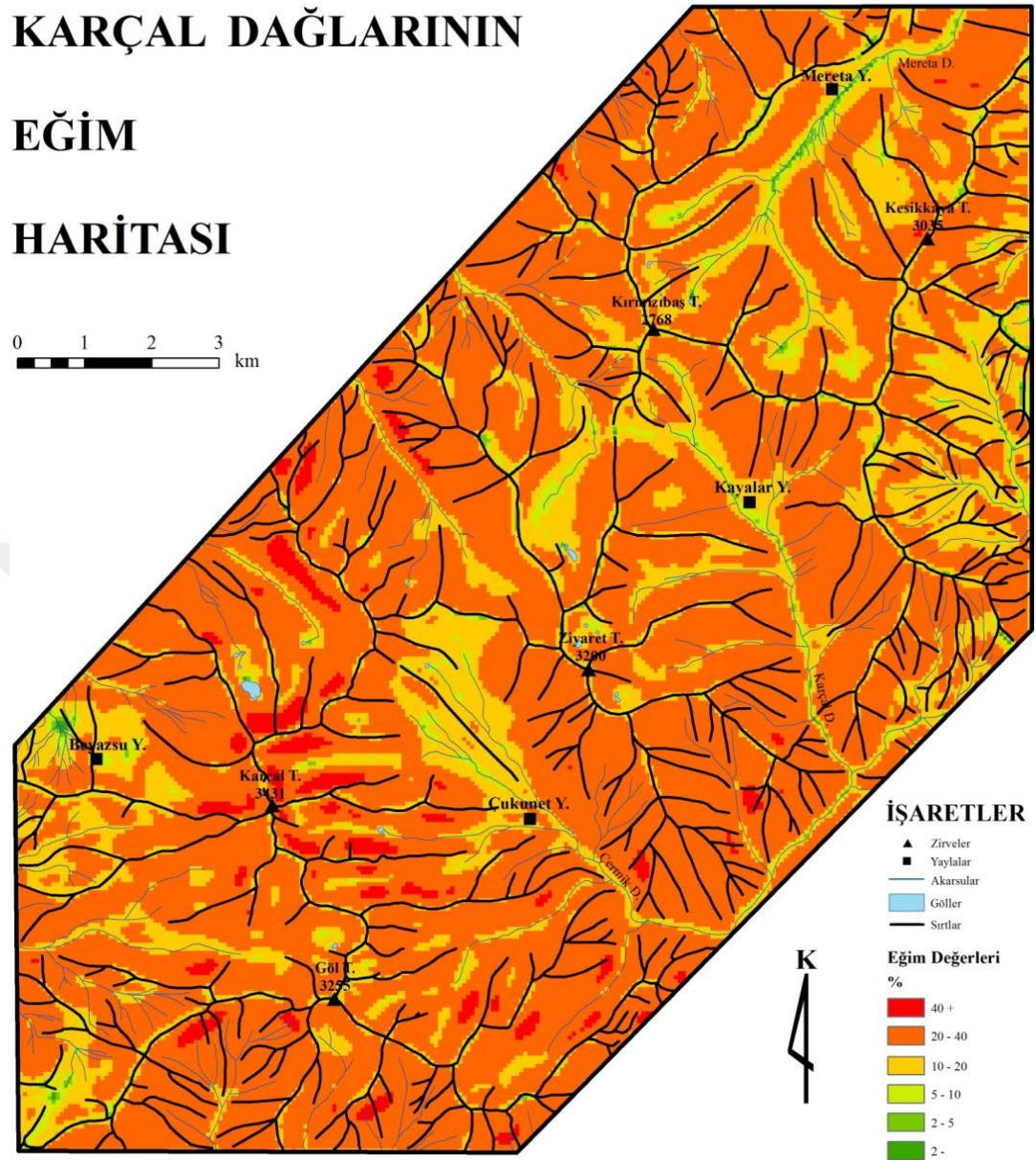
buzul vadileri, moren depoları ve sirklerden oluşan glasyal unsurlar yer almaktadır. 3000 m'lerden daha yüksek kesimler ise keskin sırtlar ve piramidal zirvelerden oluşan su bölümü çizgisini oluşturmaktadır. Bu alanda da yine şiddetli fiziksel ufalanma söz konusudur (Foto 6).



Foto 6. Karçal Vadisindeki fiziksel ufalanma unsurları.

Eğim özellikleri açısından değerlendirildiğinde; % 40'a varan yüksek eğim değerlerinin piramidal zirveler ve sirkler bölümünde yoğunlaştığı görülmektedir. Flüvyal vadilerde bu değer % 10 ile % 20 arasında değişmektedir. Buzul vadilerinde ise bu değer % 20 ile % 40 arasındadır. % 20 ile % 10 eğim değerleri arasındaki yerler Beyazsu, Mereta ve Çukunet yaylaları civarındadır. Eğim değerlerinin % 10'a kadar düştüğü alanlar Mereta Deresi ile Karçal Deresi çevresinde yer almaktadır. % 10'dan daha az eğimli olan alanlar ise Beyazsu yaylası batısı, Mereta yaylası güneyi ve Ziyarettepe kuzeyindeki vadi tabanlarını oluşturmaktadır. Alanda en fazla yer kaplayan % 20 ile % 40 arasındaki eğime sahip alanlar buzul vadilerinin yamaçları ve tabanlarıdır (Şekil 8). Aynı zamanda morenlerin depolandığı kesimlerdir.

KARÇAL DAĞLARININ EĞİM HARİTASI



Şekil 8. Eğim haritası.

2.2. Jeolojik Yapı

Çalışma alanını oluşturan kayalar büyük oranda volkanitlerden oluşmakta ve sadelik göstermektedir. Jeolojik gelişim Jura'dan başlayarak Kuvaterner'e kadar süren bir zaman diliminde meydana gelmiştir (Şekil 9).

Alanın temelini Jura yaşı Berta Deresi formasyonu oluşturmaktadır (Keskin, 2013a). Temeli meydana getiren arazi metadiyabaz, metakumtaşı ve metasilttaşından oluşmaktadır. İnceleme alanının güneydoğusunda Çermik deresi ile Karçal deresinin birleşme yeri ve çevresinde yüzeilenmektedir. Buradaki yapının bir bölümü faylar aracılığıyla diğer formasyonlardan ayrılmaktadır (Foto 7).



Foto 7. Karagöl civarındaki volkanik kayaçlar.

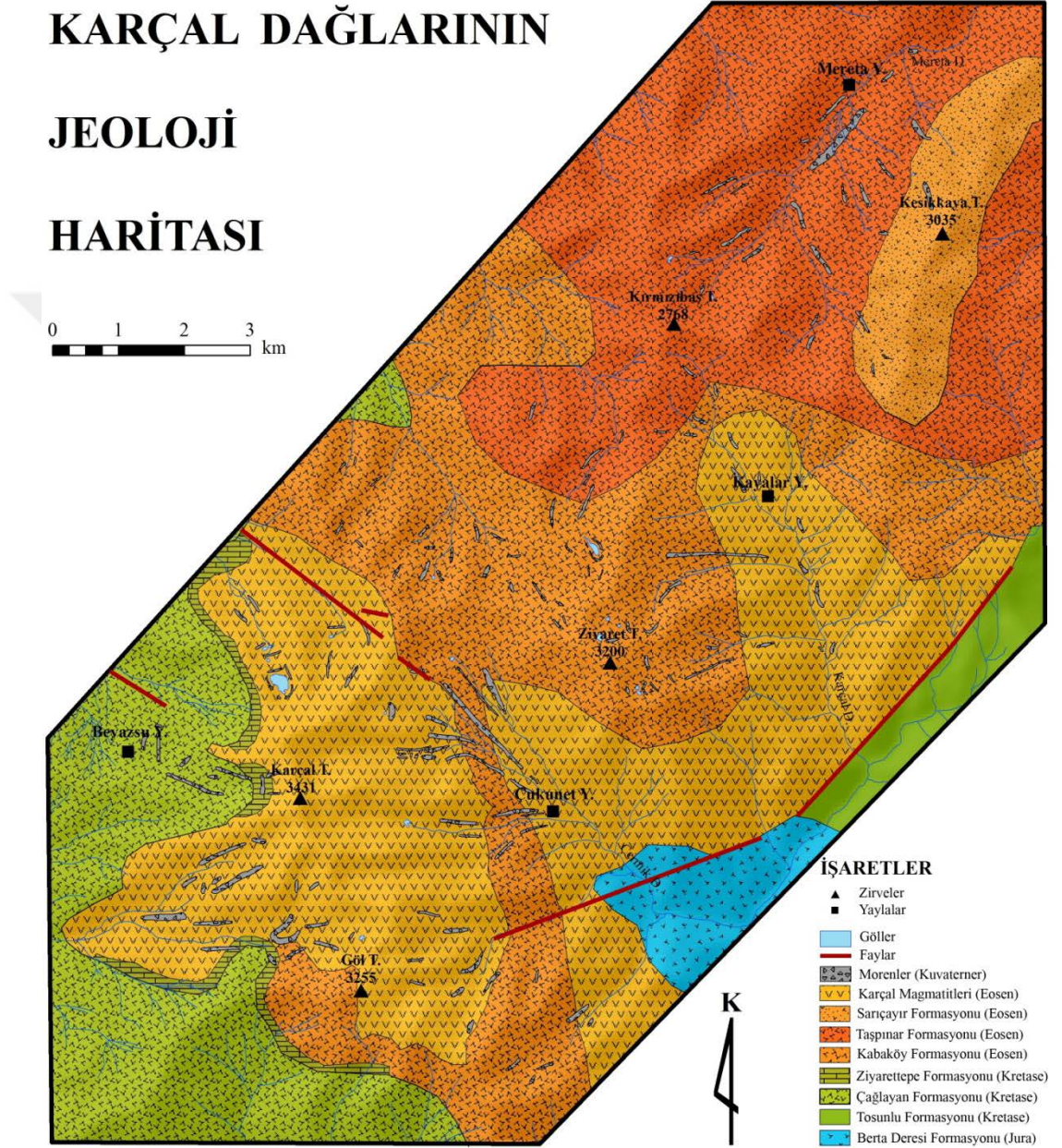
Jura yaşı formasyonların üzerini Kretase yaşı Tosunlu, Çağlayan ve Ziyarettepe formasyonları örtmektedir. Bunlar alanın doğusunda ve güneybatısında yer almaktadır. Alanın doğusundaki Tosunlu formasyonu aynı zamanda Karçal deresinin yan kollarından birinin vadisini oluşturmaktadır. Andezit, dasit, tüf ve aglomeralardan oluşan yapı diğer birimlerden faylar ile ayrılmıştır. Alanın güneybatısında yer alan Çağlayan formasyonu Beyazsu yaylası civarı ve Göl Tepe'nin (3255 m) batısında bulunmaktadır. Yapı andezit, bazalt, lav ve piroklastlarından oluşmaktadır. Kretase yaşı olmasına karşın litolojik yapı farklılığı nedeniyle diğer formasyonlardan ayrılan bir diğer birim ise Ziyarettepe

formasyonudur (Keskin, 2013a). Karçal Tepesi (3431 m) ile Göl Tepe'nin batısında yer alan yapı resifal kireçtaşı ve kumlu kireçtaşından oluşmaktadır. Güneyden kuzeye doğru ince bir damar halinde volkanitler arasında yer almaktadır (Foto 8).

KARÇAL DAĞLARININ

JEOLojİ

HARİTASI



Şekil 9. Jeoloji haritası (1 / 100 000 ölçekli Artvin F-47 ve Ardahan F-48 jeoloji haritalarından değiştirilmiştir (Keskin a-b, 2013).



Foto 8. Karagöl vadisindeki sedimanter kayaçlar.

Kretase yaşlı formasyonları takiben alanın çok büyük bir bölümünü; Eosen yaşlı Kabaköy, Taşpınar, Sarıçayır ve Karçal formasyonları örtmektedir. Genel olarak volkanitlerden oluşan yapı Eosen içerisindeki oluşum yaşı ve litolojik farklılık nedeniyle birbirlerinden ayrılmaktadır. Eosen yaşlı oluşum gösteren ilk birim andezit, bazalt, lav ve piroklastlarından oluşan Kabaköy formasyonudur. Yapı; Ziyaret Tepe (3200 m) civarında, Göl Tepesi'nin güney ve doğusunda, Çukunet yaylasının batısında ve Kayalar yaylasının doğusunda yüzeylenmektedir (Keskin, 2013b). Eosen yaşlı ikinci birim andezitik ve dasitik volkanitlerden oluşan Taşpınar formasyonudur. Bu birim Kırmızıbaş Tepe'nin (2768 m) güneyinde, Mereta yaylası civarında ve Kesikkaya Tepesi'nin (3035 m) doğusunda yer almaktadır. Eosen yaşlı üçüncü birim bazalt, andezit ve volkanoklastiklerden oluşan Sarıçayır formasyonudur. Alanın kuzeyinde Kesikkaya Tepesi civarında ve Mereta yaylası batısında yüzeylenmektedir (Yılmaz vd., 1997). Eosen yaşlı son birim ise diyorit, hornblend, dasit ve riyolitten meydana gelen Karçal magmatikleridir. Birim Karçal

Tepesi ile Göl Tepesi'nin doğusunda; Beyazsu, Çukunet ve Kayalar yaylalarının güneyinde yer almaktadır.

Eosen yaşlı formasyonları takiben bölgedeki en genç oluşumlar Kuvaterner yaşlı kayşat konileri ile morenlerdir. Kayşat konileri fiziksel ayrışmanın da etkisiyle vadi yamaçlarında yoğunlaşırken, morenler ise buzul vadilerinin tabanlarında yer almaktadır. Kayşat konileri Karçal Tepesi, Göl Tepe, Ziyaret Tepesi ve Kesikkaya Tepesi civarında yoğunluk göstermektedir. Morenler ise Çukunet yaylası batısı, Ziyaret Tepe doğusu ve Kesikkaya Tepe batısında görülmektedir (Foto 9).



Foto 9. Karagöl vadisi güneyindeki kayşat konileri.

Çalışma alanında volkanik oluşumlar sonrasında tekrar sokularak gelişen dayk ve siller de yaygındır. Bunlar kesme kesilme prensibi uyarınca göreceli olarak daha gençtir. Dayk ve siller Karçal Tepesi'nin doğusunda, Göl Tepe'nin batısında ve

Ziyaret Tepesi'nin güneyindeki sırtlar üzerinde rahatlıkla gözlenebilmektedir (Foto 10).



Foto 10. Kurugöl vadisi güneyindeki dayklar.

Alan tektonik olarak Acara Trialeti Zonu ile Artvin Bolnisi Zonu'nun kesişme hattında yer almaktadır (Ustaömer vd., 2010). Tektonik hat, silsilenin orta bölümünde kabaca kuzeydoğu güneybatı yönlü uzanış göstermektedir.

Alanda Karçal Tepesinin kuzeyi ile Çukunet ve Kayalar yaylalarının güneyinde normal faylar bulunmaktadır (Foto 11). Bunlar Karçal Tepesinin kuzeyinde kuzeybatı-güneydoğu, Çukunet ve Kayalar yaylalarının güneyinde ise güneybatı-kuzeydoğu yönlü uzanış göstermektedirler. Faylanma ile dikey yönde tabakalar arasındaki yer değişimi, derine doğru yarılmaya katkı sağlamıştır.

Alanda buzullaşmalar ile jeolojik yapı arasındaki ilişki; Eosen yaşlı volkanikler üzerine kurulabilmektedir. Volkanikler alanın yüksek bölümlerini oluşturmakla beraber çok geniş alan kaplamaktadır. Çatlaklı yapısı nedeniyle aşınım

karşı dayanıksız olan birim; buzullaşma etkisinden daha fazla etkilenecek jeomorfolojik şekillerin daha kolay gelişmesine olanak sağlamıştır.



Foto 11. Çamdalı vadisi kuzeyindeki normal fay.

2.3. İklim Özellikleri

Karçal Dağı'nın iklim özelliklerini ortaya koyabilmek için Hijmans ve diğ. (2005) tarafından tüm dünyayı kapsayacak şekilde konumsal seçenekte üretilen aylık ortalama sıcaklık ve yağış verileri kullanılmıştır. Bu veriler <http://www.worldclim.org> internet sitesinden indirilebilmektedir. Belirtilen çalışmadaki modeller 10-5-2.5 dakika ve 30 saniye çözünürlükte üretilmiştir. Tez kapsamında iklim özelliklerini ortaya koyabilmek için tez sahası içerisindeki farklı yükseklik ve bakıda 6 noktanın verileri indirilmiştir (Şekil 10).

KARÇAL DAĞLARININ VERİ SETİ HARİTASI

0 1 2 3 km

İŞARETLER

- ▲ Zirveler
- Yaylalar
- Akarsular
- Göller
- Belirlenen Yerler

Map Labels:

- Mereta Y.
- Mereta D.
- Kesikkaya T. 3035
- Kırmızıbaş T. 2768
- Kuyrukluğöl
- Kayalar Y.
- Kötügöl
- Lekoban
- Ziyaret T. 3200
- Karçal D.
- Beyazsu Y.
- Karçal
- Karçal T. 3431
- Çukuncet
- Çukuncet Y.
- Göl T. 3255
- Çemlik D.

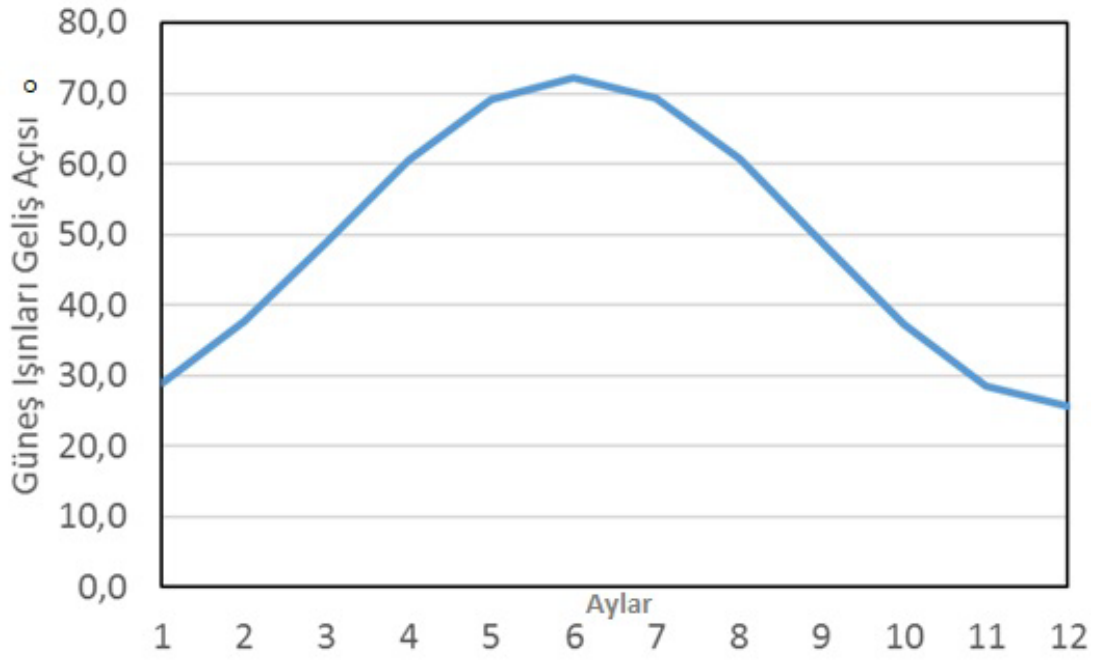
Şekil 10. Veri seti haritası.

Yıllık ortalama yağış ve yıllık ortalama sıcaklık haritalarının üretilmesinde ise 30 saniyelik veriler kullanılmış, projeksiyon değişimi yapılarak Türkiye için Lambert Koni Konformal projeksiyonunda 1 km'lik veri setine dönüştürülmüştür. Tezde Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne ait istasyon kullanılmamasının nedeni istasyon ağının böyle yüksek dağlık bir kütlenin iklim özelliklerini açıklamada yetersiz kalmasıdır. Tez sahasına en yakın meteoroloji istasyonu Şavşat Meteoroloji

İstasyonu olup bu istasyon vadi içerisinde yağış gölgesinde 1100 m yüksekliktedir. Bu istasyondan yapılacak enterpolasyon verilerin eksikliği nedeniyle yetersiz olacağı ve yükseklik-bakı koşullarını yeteri kadar yansıtmayacağı için Şavşat Meteoroloji istasyonunun verileri kullanılmamıştır. Ayrıca Şavşat Meteoroloji İstasyonu'nda kar yağışlı gün sayısı gözlemi yapılmakta, karla ilişkili diğer gözlemler yapılmamaktadır. Yani bu istasyon verisi kullanılsa bile kar kalınlığı ile ilgili açıklamalar yine eksik olacaktı.

2.3.1. Planeter Faktörler

Bir yöredeki iklim elemanlarının dinamiğini o yöreye gelen güneş ışınlarının açısı belirler. Güneş ışınları yöreye aralık ayında en düşük açı ile gelir. Bu ayda güneş $25,73^{\circ}$ açı ile gelir. Yaz aylarında ise haziran ayında bu açı $72,27^{\circ}$ kadar çıkar (Şekil 11). Güneşin geliş açısının kış aylarında 30° altına kadar düşmesi ve yörenin yarıлма derecesi göz önüne alındığında yörenin dar açıyla ve pek çok yamacın gölgede kalarak enerji aldığını ortaya koyar. Dar açıyla gelen güneş ışınları yansımayı arttırırken, pek çok yerin gölgede kalması yörenin bu aylarda daha çok saçılmış ışıklardan gelen enerji ile enerji kazandığını ortaya koyar.



Şekil 11. Güneş ışınlarının geliş açısı.

İstasyonların planeter faktörlere bağlı özelliklerinden biri olan karasallık hesaplamaları için Daget (1968) formülü ile sıcaklık karasallık değerleri hesaplanmış, bunun yanında yağış karasallık değerleri de hesaplanmıştır (Daget, vd. 1988; Akman, 2011). Sıcaklık karasallık değerleri incelendiğinde seçilen 6 noktanın tümünde bu değerler 25'in altındadır. Bu da yörede yarı karasal Akdeniz iklimin hakim olduğunu göstermektedir. Yörede hakim olan karasallık yağış açısından değerlendirildiğinde yörede yağış karasallık değerlerinin 1.1 ile 1.2 arasında değiştiği görülmektedir (Tablo 6). Bu durum yörede yarı karasal yağış karasallığını ifade etmektedir. Karçal Dağları kuş uçuşu denize yaklaşık 40 km kadar uzak olmasına yani denize yakın bir konumda olmasına rağmen yükseklik nedeniyle karasallık etkisini kendini göstermeye yıllık sıcaklık farkı büyümeye ve yaz yağışlarının payı artmaya başlayarak hem sıcaklık hem de yağış bakımından yarı-karasal bir iklim görülmesini sağlamıştır.

Tablo 6. Seçilen noktaların konumları ve karasallık değerleri.

Konum	Yükseklik (m)	Enlem	Boylam	Yağış Karasallığı	Sıcaklık Karasallığı
Kuyruklu Göl	2730	42,047093	41,421184	1,2	20,8
Mereta	2180	42,086064	41,455294	1,1	22,3
Karçal Tepesi	3200	41,981181	41,352332	1,3	19,8
Çukunet Yaylası	2180	42,028839	41,34996	1,2	23,3
Kötügöl	2730	42,032001	41,385871	1,2	20,6
Lekoban Yaylası	2010	42,078883	41,374501	1,1	23,8

2.3.2 Sıcaklık

Araştırma alanında aylık ortalama sıcaklıklar çok düşüktür. Yörede genellikle 5-6 ay aylık ortalama sıcaklıklar 0 °C'nin altındadır. Kış aylarında sıcaklıklar genellikle -5 ile -12 °C arasında değişmektedir. Yaz aylarında ise aylık ortalama sıcaklıklar ise 15 °C'ye ulaşmamaktadır. Yörede en sıcak ay temmuz olup Lekoban yaylası civarı 14.3 °C sıcaklık ortalamasına sahiptir. Ocak ayında ise en soğuk kesim Karçal Tepesi çevresinde olup bu kesimde sıcaklık -11.2 °C'ye kadar düşer. Yani çalışma sahasında yıllık sıcaklık genliği 25.5 °C kadardır. Yaz aylarında gece boyunca süren yoğun ısıma sıcaklıkların hızla düşmesine sebep olur. Yaz aylarında bile ortalama sıcaklıkların 15.0 °C'ye ulaşmamasına neden olur (Şekil 12).



Şekil 12. Aylık ortalama sıcaklık ve yağış grafikleri.

Yörede yıllık ortalama sıcaklıkların dağılışı incelendiğinde yıllık ortalama sıcaklıkların çok düşük olduğu görülür. Yörede en sıcak kesimler buzul vadilerin aşağı kesimlerinde sıcaklıklar 3.0 °C üzerindedir. Güney, güneydoğu yönelimli olan buzul vadilerinde sıcaklıklar kuzey bakılı buzlu vadilerinden daha yüksektir. Örneğin 2010 m yükseklikteki Lekoban Yaylası sıcaklık 4.0 °C civarında iken, 2180 m deki Çukunet Yaylası'nda 3.7 °C'dir. Çukunet Yaylası ile aynı yükseklikte olan Mereta yaylasında ise yıllık ortalama sıcaklık 3.3 °C'dir. Bu iki yayla arasında yaklaşık 0.4

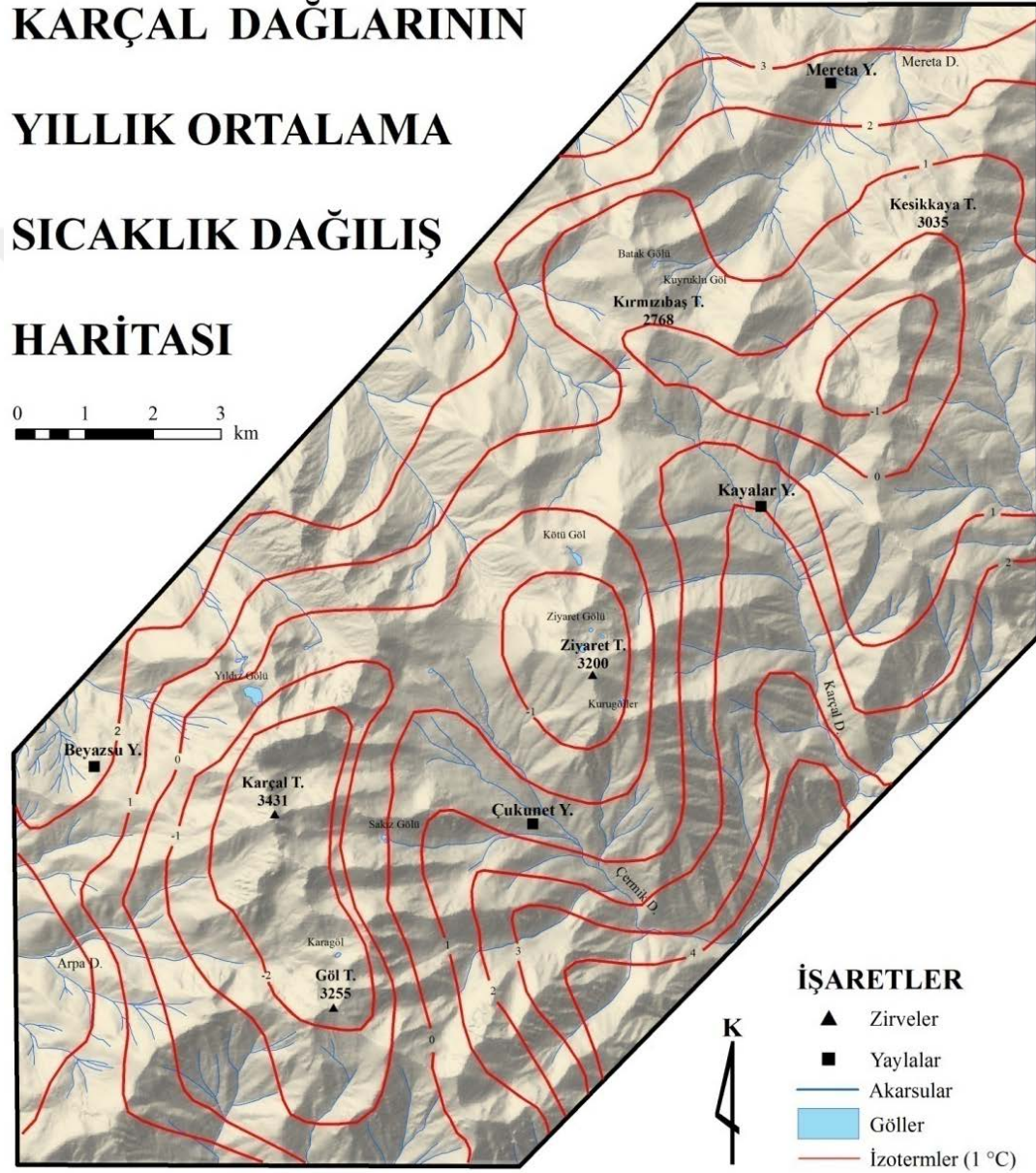
°C civarındaki yıllık ortalama sıcaklık farkı Mereta yaylasının kuzey bakılı olmasından kaynaklanmaktadır. Zirveler kesimine doğru yıllık ortalama sıcaklıklar düşer ve sirkler tabanları seviyesinde 0 °C'ye kadar düşer. Yörenin zirve kesiminde ise yıllık ortalama sıcaklıklar -1.0 °C altına kadar düşer (Şekil 13).

KARÇAL DAĞLARININ

YILLIK ORTALAMA

SICAKLIK DAĞILIŞ

HARİTASI



Şekil 13. Yıllık ortalama sıcaklık dağılışı haritası.

2.3.3 Yağış

Yörede aylık ortalama toplam yağışın aylara dağılışı incelendiğinde 56-113 mm arasında değişmektedir. Bu iki uç değer arasında yaklaşık 2 kat fark bulunmaktadır. Bu durum aylar arasında yağış dağılışında Akdeniz yağış rejimindeki gibi çok büyük farklar olmadığını ve en düşük aylarda bile yüksek miktarda yağış aldığını ortaya koymaktadır. Yörede hüküm süren yağış rejimi incelendiğinde çift maksimum ve çift minimumlu bir yağış rejiminin hakim olduğu görülür. Mayıs/haziran ayı büyük maksimumu oluşturur. Bu aylarda yağış 100 mm üzerindedir. Küçük maksimum ise sonbahar mevsimine düşmektedir. Bu dönemde 100-80 mm arasında değişmektedir. Kış ve yaz mevsimleri ise minimum yaşanan iki dönemi oluşturur. Bu iki dönemde yağış yaklaşık 60-70 mm civarındadır. Yani geç ilkbahar erken yazda maksimuma ulaşan yağış ekim ayına kadar düşer. Geç sonbahar/erken kış döneminde ise yağış tekrar yükselerek ikinci maksimuma ulaşılır. Genellikle aralık ayından sonra tekrar düşer ve ikinci minimum dönemi yaşanır. Bu durum Karadeniz yağış rejiminden, Doğu Anadolu karasal yağış rejimi arasında geçişi oluşturan yarı karasal bir yağış rejimi olduğunu ortaya koyar.

Yağışın mevsimlere dağılışı incelendiğinde yağışın mevsimlere dağılışında büyük farklar olmadığını görülür. Yağışın en düşük olduğu mevsimde bile yıllık yağışın % 20'si civarında yağış düşmektedir. En yağışlı mevsimde de bu oran % 30'u bulmamaktadır. Merata, Çukunet, Lekoban gibi yörenin en alçak kesimini oluşturan yörelerde en yağışlı mevsim sonbahar iken sirkler bölgesinde yaz, zirveler kesiminde ise ilkbahar mevsimi en yağışlı mevsimi oluşturur (Şekil 14). Bu değişkenlik üzerinde yüksekliğin değişimi ve en yağışlı ve en az yağışlı ayların genellikle mevsim geçişlerinde olması etkili olmaktadır. Örneğin en yağışlı ayın

Karçal zirvesi çevresinde olduğu gibi Mayıs ayında olması ilkbahar mevsimini en yağışlı mevsim haline getirirken, Kuyruklu gölde olduğu gibi Hazirana gelmesi yaz mevsimini en yağışlı mevsim haline getirmektedir.

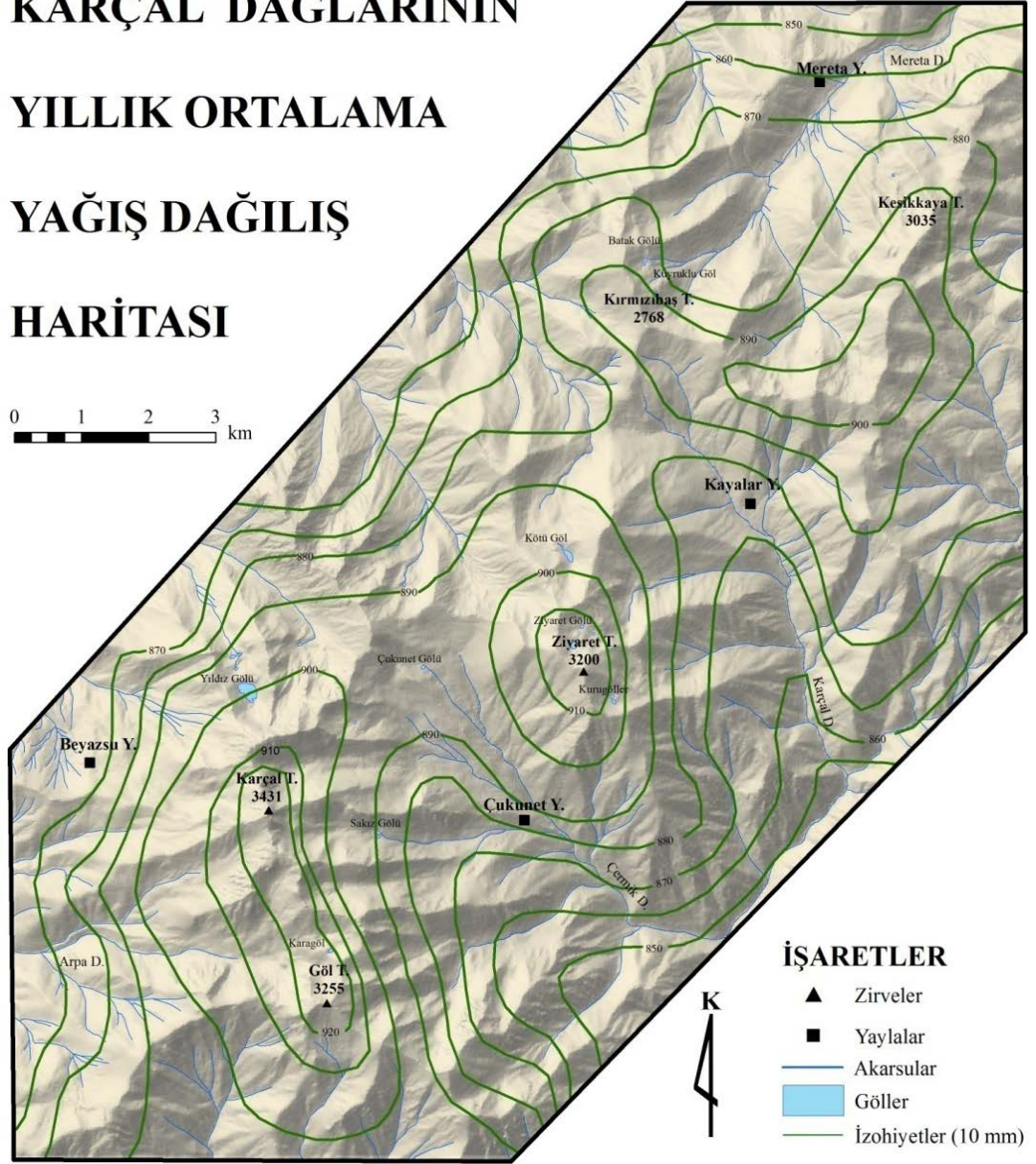


Şekil 14. Yağışın mevsimlere dağılışı.

Yörede yıllık ortalama toplam yağışın dağılışı incelendiğinde en yağışlı kesimin alanın kuzeyini oluşturan kesimler olduğu görülür. Kuzey bakılı Mereta yaylasında yağış 970 mm civarında iken güney/güneydoğu bakılı ve aynı yükseltideki Çukunet yaylası civarında 900 mm'den düşüktür. Sirkler bölgesi civarında yağış 910-920 mm civarındadır. Buna karşın en yüksek kesim olan Karçal Tepesi çevresinde yağış düşerek 900 mm'ye düşer. Bu durum yörede yağışın yükseklikle artmayıp azaldığı yani yörenin yükseklikle yağışın artma sınırının üzerinde olduğunu ortaya koyar. Ayrıca kuzey ve güney bakı arasında da yağış

getiren hava kütlelerinin etkisi bakımından önemli farklılıklar olduğunu göstermektedir (Şekil 15).

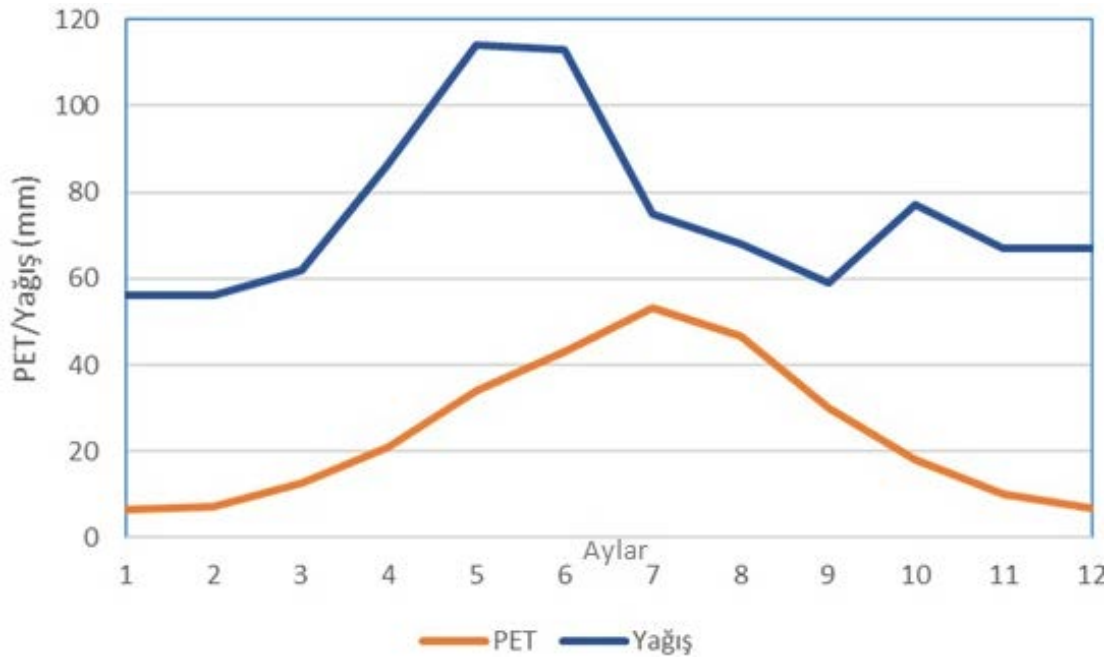
KARÇAL DAĞLARININ YILLIK ORTALAMA YAĞIŞ DAĞILIŞ HARİTASI



Şekil 15. Yıllık ortalama toplam yağış dağılışı haritası.

Thornthwaite metoduna göre oluşturulan su bilançosu incelendiğinde hiçbir ayda potansiyel evapotranspirasyon yağış miktarının üzerine çıkmaz. Bunda yıllık ortalama sıcaklıkların yıl boyunca düşük olması etkili olmaktadır. Yağışın potansiyel

evapotranspirasyondan fazla olması toprağın yılın her ayında doygun olduğunu ve toprakta su fazlası olduğunu ortaya koymaktadır. Yörede yaklaşık 505 mm yüzey akışı gerçekleşmektedir. Thorthwaite iklim sınıflamasına göre yörede A C'1 r c'2 tipi bir iklim hüküm sürmektedir. Buna göre yörede bu sınıflamaya çok nemli, birinci dereceden mikrotermal, su noksanı olmayan veya çok az olan, yarı karasal koşullar hakimdir (Şekil 16).



Şekil 16. Ortalama yağış ve sıcaklık ilişkisi.

2.4. Hidrografik Özellikler

Drenaj özellikleri bakımından; kaynaklarını yüksek kesimlerden alan akarsular, alanın topografik uzanışına göre kabaca kuzeye ve güneye doğru akış göstermektedir. Karçal Dağları'ndaki akarsuların tamamı Çoruh Nehri'ne dökülmekte ve bir nevi Çoruh havzasının üst çıkışlarından birini oluşturmaktadır. Akarsular, zirve bölümlerindeki sirklerde yer alan güncel buzullar ile kaynaklardan beslenmektedir. Ana akarsular ile birlikte yan kollar ve geçici dereler dendritik

drenaj tipini oluşturmaktadır. Araştırma alanında 13 akarsu havzası bulunmaktadır. Karçal Dağları'nın en büyük akarsuyu yaklaşık 9 km uzunluğuyla adını kütleden alan Karçal Deresi'dir.

Karçal Dağı grubunun en büyük akarsuyu Karçal Tepesi'nin (3431 m) doğu bölümünde, güneydoğu yönlü akış gösteren Çermik Deresi'dir. Yaklaşık 5 km uzunluğundaki Çermik Deresi, alanın güney bölümündeki Karçal deresine dökülmektedir (Foto 12).

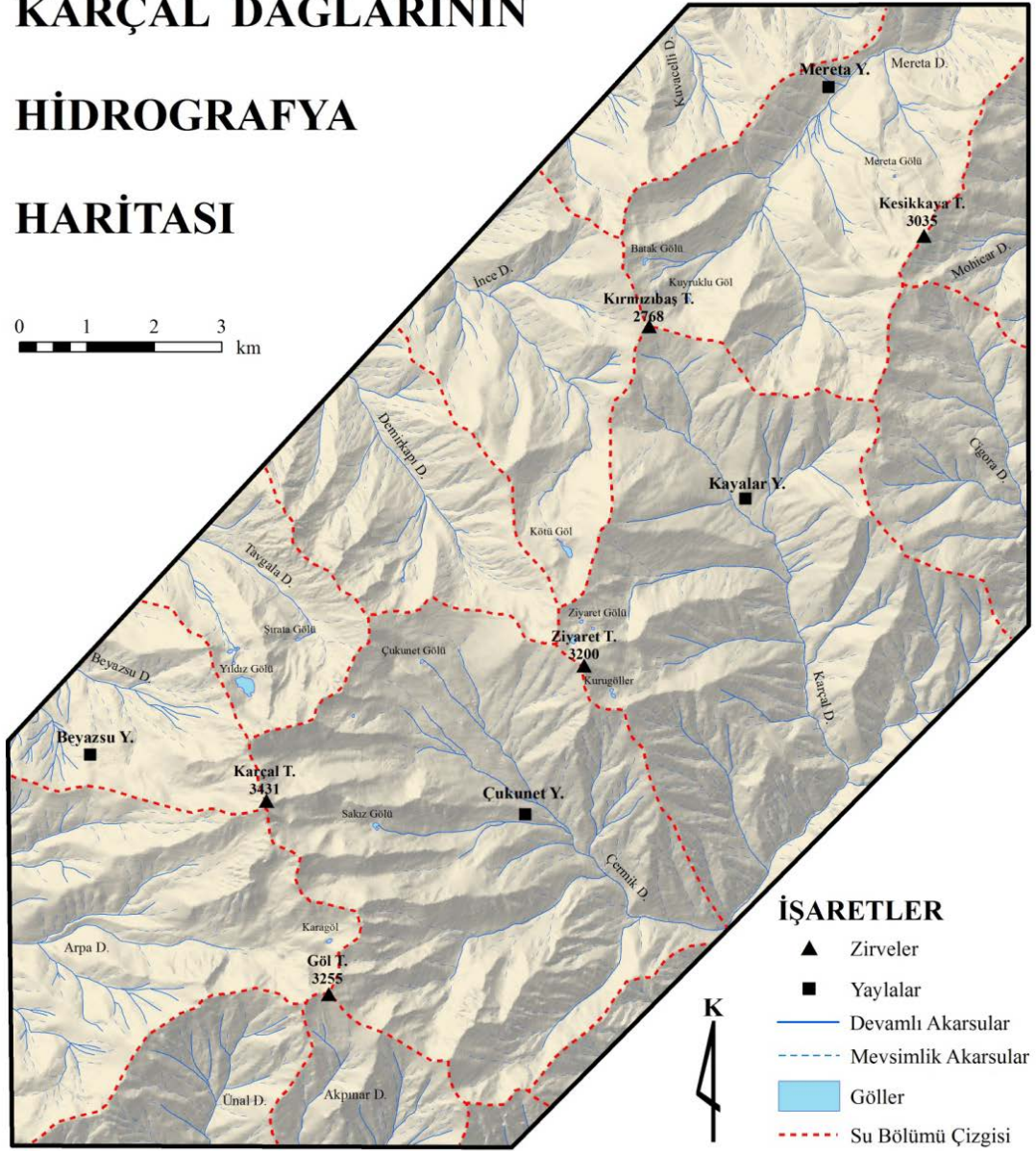


Foto 12. Çermik deresi ve yukarı çığırındaki Karçal şelalesi.

Karçal Dağı grubunun doğu bölümünü drene etmektedir. Karçal Dağı grubunun güneybatı bölümünde Ünal Deresi ile Akpınar Deresi güney istikametinde akış göstererek Okçular Çayı'na dökülmektedir. Aynı bölümde Arpa deresi ise batı yönde akış göstererek Çoruh Nehri drenajına bağlanmaktadır. Grubun kuzeybatı bölümünden kaynaklanan Beyazsu Deresi ile Tavgala Deresi de kuzeybatı yönünde akış göstererek Çoruh Nehri'ne dökülmektedir. Bu akarsular da kaynakların yanı sıra güncel buzullardan beslenmektedir (Şekil 17).

KARÇAL DAĞLARININ HİDROGRAFYA HARİTASI

0 1 2 3 km



Şekil 17. Hidrografiya haritası.

Ziyaret Dağı grubunun en büyük akarsuyu doğu bölümünden kaynaklanan 9 km uzunluğa sahip Karçal Deresi'dir. Karçal deresi dendritik drenaj özellikleri taşımakta ve güneye doğru akış göstermektedir. Karçal Deresi güneyde Çermik Deresini de bünyesine alarak Okçular Çayı'na dökülmektedir. Çok sayıda yan kol ve geçici akarsulardan oluşmaktadır (Foto 13). Karçal deresinden farklı olarak Ziyaret

Tepesi'nin (3200 m) kuzeybatı bölümünden kaynaklanan Demirkapı Deresi ile İnce Dere ise kuzeybatı yönünde akış göstererek Çoruh Nehri'ne dökülmektedir.



Foto 13. Karçal Deresinin yukarı çığırını.

Büyükmera Dağı grubunun en büyük akarsuyu yaklaşık 6 km uzunluğa sahip Mereta Deresi'dir. Kaynağını 3000 m yükseltilerdeki zirvelerden alıp kuzeydoğu yönünde akış göstererek Meydancık Çayı'na dökülmektedir. Çok sayıda yan kol ve geçici akarsuyu bünyesinde barındırmaktadır. Ünitinin kuzeybatı bölümünden kaynaklanan Kuvacelli Deresi ise kuzeybatıya doğru akış göstererek Çoruh Nehrine dökülmektedir. Kesikkaya Tepesinin (3035 m) doğusunda yer alan Mohicar Deresi doğuya doğru, güneyinde yer alan Cigora Deresi ise güney yönünde akış göstererek Meydancık Çayına dökülmektedir (Foto 14).

Göller bakımından değerlendirildiğinde; alanda irili ufaklı 11 adet buzul gölünün varlığı dikkati çekmektedir. Sirkler bölümü ve buzul vadilerinin tabanlarında yer alan göller, güncel buzullar ile kaynaklardan beslenmektedir. Alanın en büyük gölü Karçal Tepesinin kuzeyinde yer alan Yıldız Gölü'dür. Yıldız

Gölü'nün yanı sıra Göl Tepenin kuzeyinde Karagöl, Karçal Tepesinin güneydoğusunda Sakız Gölü, Ziyaret Tepesinin doğusunda Ziyaret Gölleri ile güneyinde Kurugöller, Kesikkaya Tepesinin batısında Mereta Gölü ve Kırmızıbaş Tepenin (2768 m) kuzeyinde ise Kuyrukluöl ile Batak Gölü yer almaktadır.



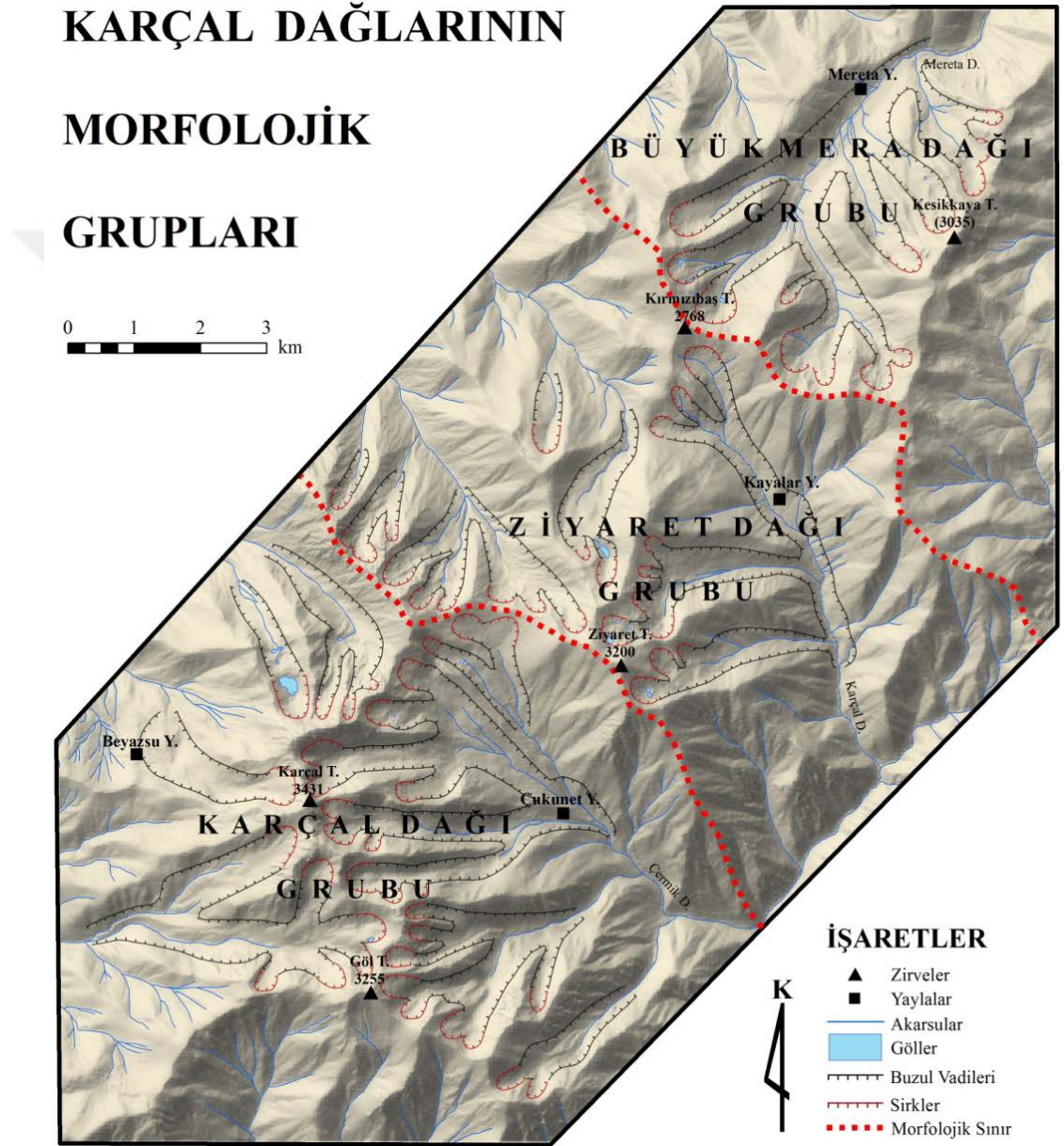
Foto 14. Mereta Deresi.

Kaynaklar göz önüne alındığında; kütlenin yüksek kesimlerinde, Karçal Tepesinin batısında, Ziyaret Tepesinin kuzeybatısında ve Mereta yaylası civarında yoğunlaştığı görülmektedir. Kaynaklar; akarsular ve gölleri besleyen drenajı belirleyen temel unsurlardandır



III. BÖLÜM: BUZUL JEOMORFOLOJİSİ

Pleistosen’de meydana gelen iklim değişiklikleri nedeniyle Yerküre’de soğuk dönemler esnasında yüksek dağlık alanlar buzullaşmalara uğramıştır. Buzullaşma neticesinde yeniden şekillenen yüksek dağlık alanlar buzul jeomorfolojisi unsurlarını barındırmaktadır (Şekil 18).

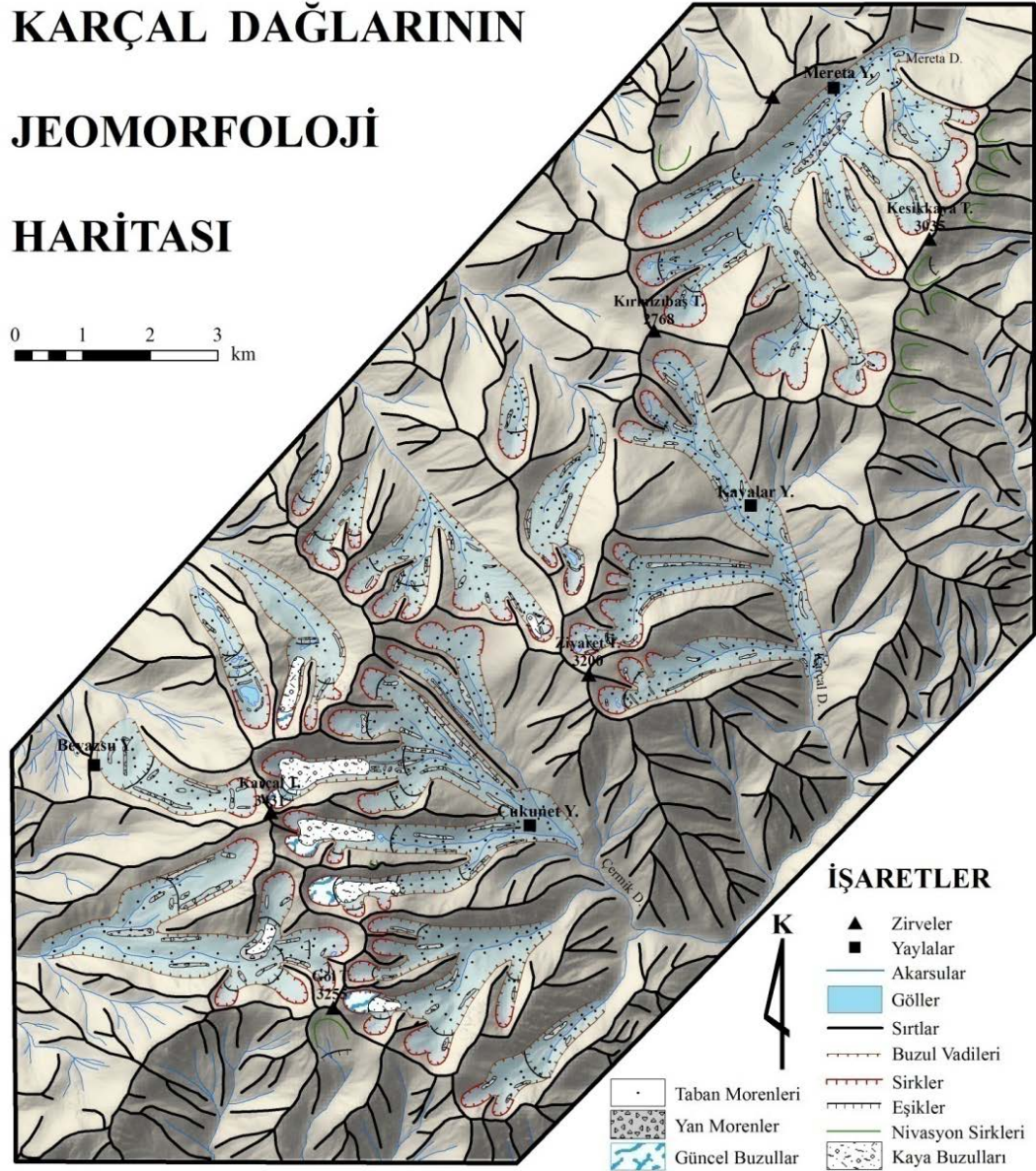


Şekil 18. Morfolojik gruplar haritası.

Karçal Dağları, buzullaşmaya uğrayan alanları bakımından üç büyük morfolojik gruptan oluşmaktadır. Bunlar güneyden kuzeye doğru Karçal Dağı, Ziyaret Dağı ve Büyükmera Dağı grupları olarak sıralanmaktadır. Bu morfolojik gruplar ünitelerden, üniteler ise buzul vadilerinden oluşmaktadır. Morfolojik gruplar su bölümü çizgileri göz önünde bulundurularak oluşturulmuştur (Şekil 19).

KARÇAL DAĞLARININ JEOMORFOLOJİ HARİTASI

0 1 2 3 km



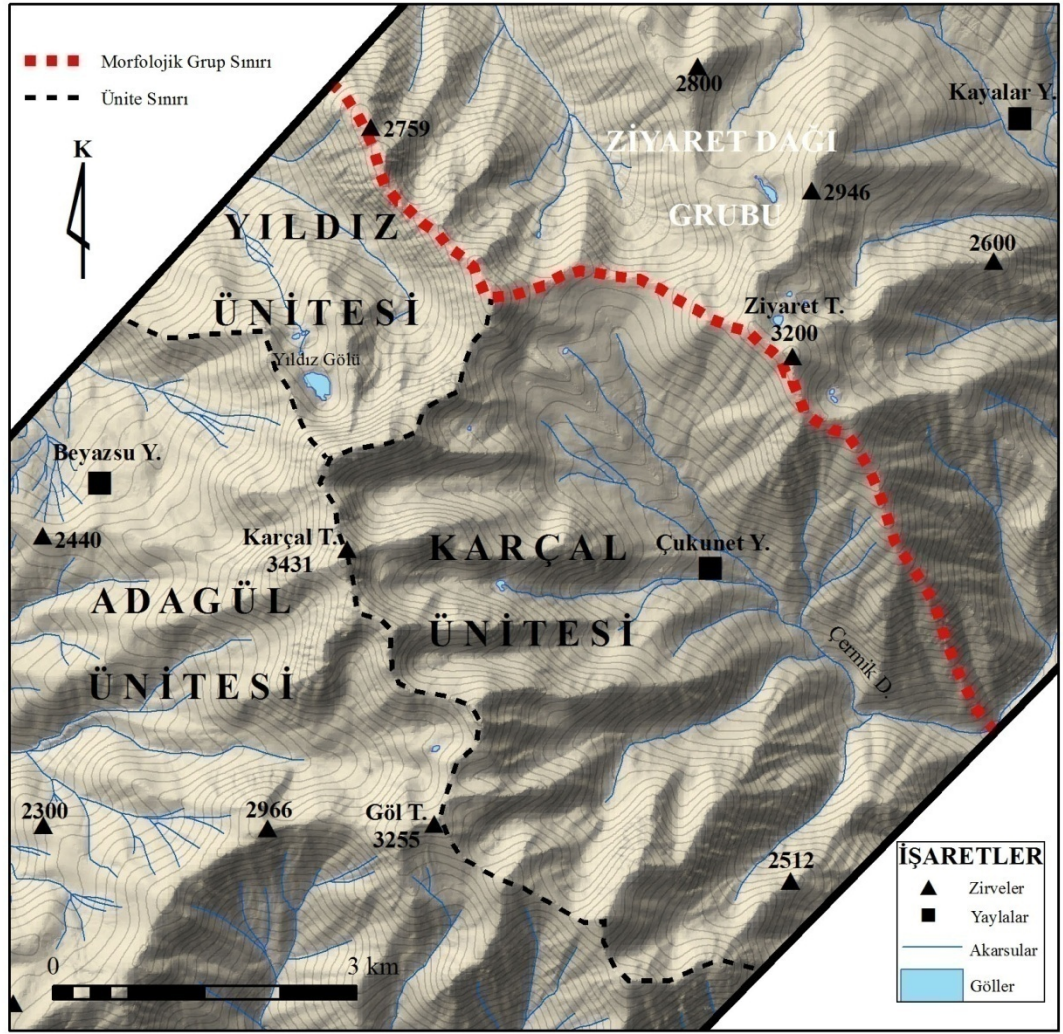
Şekil 19. Jeomorfoloji haritası.

Karçal Dağları'nda yer alan toplam yedi üniteden üçü Karçal Dağı grubunda, diğer üçü Ziyaret Dağı grubunda ve son olarak biri ise Büyükmera Dağı grubunda bulunmaktadır.

Karçal Dağları'nda tespit edilen yirmi altı buzul vadisinden on biri Karçal Dağı grubunda, dokuzu Ziyaret Dağı grubunda, altısı ise Büyükmera Dağı grubunda yer almaktadır. Buzul jeomorfolojisi açısından en zengin ve gelişmiş şekiller Karçal dağı grubunda bulunmaktadır. Bu durum uygun yükselti, eğim ve bakı koşullarından kaynaklanmaktadır (Şekil 19).

3.1. Karçal Dağı Grubu

Karçal Dağları'nın güneyinde yer alan en büyük ve buzullaşma açısından en gelişkin grubudur. Üzerinde yakın çevresine göre en yüksek dorukları barındırmaktadır. Karçal Dağı grubu; doğuda Karçal ünitesi, batıda Adagül ve Yıldız ünitelerinin birleşmesinden oluşmaktadır (Şekil 20). Grubun zirvelerinden geçen, kabaca kuzeybatı-güneydoğu yönlü uzanan su bölümü çizgisi, aynı zamanda ünite sınırlarını oluşturmaktadır. Alanın doğu bölümünde Karçal ünitesi, batı bölümünde Adagül ünitesi, kuzey bölümünde ise Yıldız ünitesi yer almaktadır. Karçal Dağı grubu içerisinde altısı Karçal ünitesinde, üçü Adagül ünitesinde ve ikisi ise Yıldız ünitesinde olmak üzere toplam on bir buzul vadisi bulunmaktadır. Buzul vadileri Karçal ünitesinde doğu, Adagül ünitesinde batı, Yıldız ünitesinde ise kuzeybatı yönlü uzanış göstermektedir.



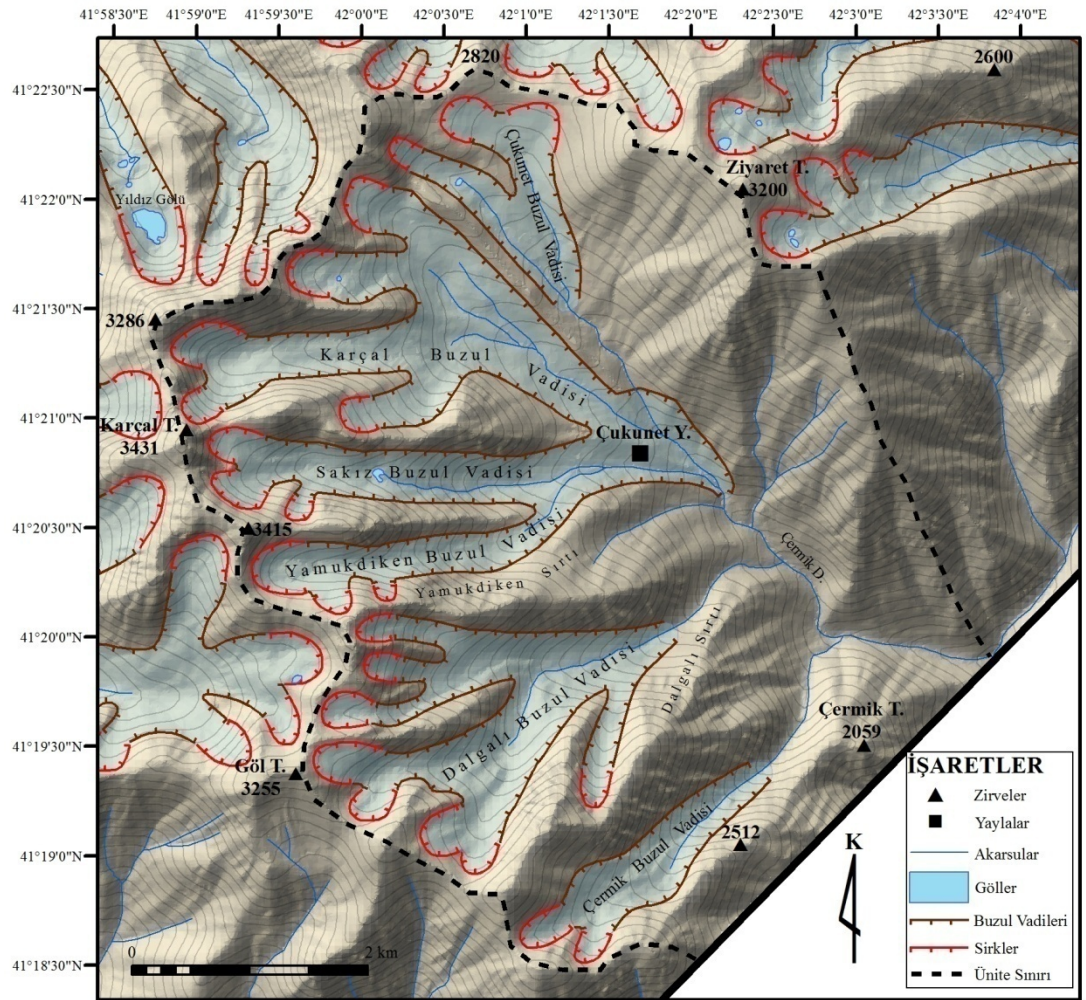
Şekil 20. Karçal Dağı grubu haritası.

3.1.1. Karçal Ünitesi

Karçal Dağı grubunun doğu bölümünde yer alan en büyük ünitesidir (Şekil 21). Karçal ünitesi doğuda Ziyaret dağı grubu ile batıda Adagül ve kuzeyden Yıldız üniteleri arasında yer almaktadır (Foto 15).



Foto 15. Karçal ünitesi genel görünümü.



Şekil 21. Karçal ünitesi haritası.

Ünite kuzeyden güneye doğru; Çukunet, Karçal, Sakız, Yamukdiken, Dalgalı ve Çermik olmak üzere altı buzul vadisinden oluşmaktadır (Şekil 21). Buzul vadileri 3000 m yükseltilerden başlayarak doğu yönünde 2000 m yükseltilere kadar devam etmektedir. Buzul vadilerinin tamamı, 2000 m yükseltilerden daha aşağı kesimlerde, ünitenin en büyük akarsuyu olan Çermik deresi vadisine bağlanmaktadır.

3.1.1.1. Çukunet Buzul Vadisi

Karçal ünitesinin en kuzeyde yer alan buzul vadisidir. 2700 m yükseltilerdeki ve yaklaşık 150 m genişliğindeki üç sirkten başlayarak, 2400 m'lere kadar devam etmektedir (Foto 16).



Foto 16. Çukunet buzul vadisi.

Güneydoğu yönlü uzanış gösteren buzul vadisi 2 km uzunluğa ve 500 m genişliğe sahiptir. Sirklerden güneyde bulunanın içerisinde 2680 m yükseltide Çukunet gölü yer almaktadır. Yan morenler bu gölden itibaren güneydoğu yönünde ince bir şerit halinde 2400 m'ye kadar devam etmektedir. Vadi tabanında yer yer

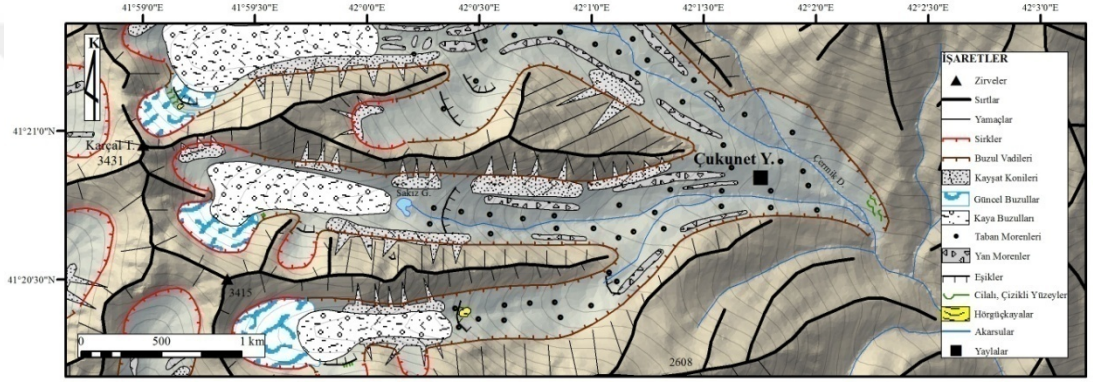




Foto 17. Karçal buzul vadisi.

Karçal buzul vadisinin ana beslenme sirkleri olan Karçal Tepesinin kuzeyindeki sirklerden başlayan vadi içerisinde 3000 ve 2980 m yükseltilerde iki eşik bulunmaktadır. Bu iki eşik arasında hörgüçkayalar, cilalı ve çizikli yüzeyler tespit edilmiştir. Bu eşiklerden itibaren 2950 m ile 2750 m’ler arasında kaya buzulları mevcuttur. 2750 m’den itibaren 2600 m’ye kadar taban morenleri bulunmakta ve bir eşikle sonlanmaktadır. Yaklaşık 100 m yüksekliğindeki bu eşikten sonra yan ve taban morenleri bir arada Çukunet yaylasına doğru uzanış göstermektedir. En güneyde yer alan ve diğerlerine oranla daha küçük olan sirk ise 2770 m ve 2680 m yüksekliğindeki iki eşiğe sahip olup ana vadiye asılı karakterdedir. Karçal buzul vadisinin güney ve kuzey yamaçlarında kayşat konileri yer almaktadır.

Doğu yönünde uzanan buzul vadisi Çukunet yaylasının doğusunda 1950 m’lerde Karçal buzul vadisi ile birleşir. Sakız buzul vadisi içerisinde 2740 m’de bir eşik ve bu eşik üzerinde 2789 m’de Sakız gölü bulunmaktadır. Sakız gölü 3000 m yükseltilerden başlayarak 2790 m’lere kadar devam eden kaya buzullarının hemen önünde yer almaktadır. Eşikten itibaren Çukunet yaylasına doğru vadi tabanlarında şeritler halinde yan morenler mevcuttur. Vadinin her iki yamacında da kayşat konileri günümüzde de oluşumunu sürdürmektedir.



Şekil 24. Sakız buzul vadisi jeomorfoloji haritası.

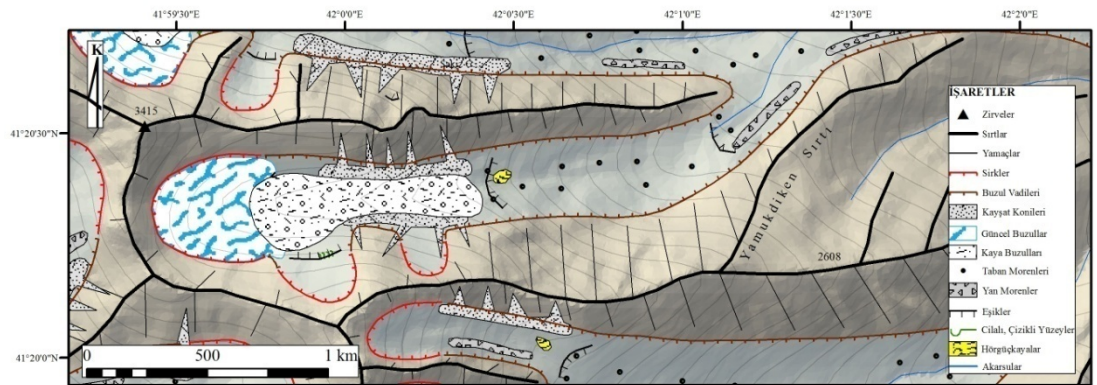
3.1.1.4. Yamukdiken Buzul Vadisi

Sakız buzul vadisinin güneyinde 3100 m yükseltide ve 250 m genişliğindeki iki sirkten başlamaktadır. 3 km uzunluğa ve 250 m genişliğe sahip buzul vadisi doğu yönünde uzanmaktadır (Şekil 25). Sirkler bölümünden sonra 3070 m ile 3030 m’ler arasında kaya buzullarına rastlanılmaktadır (Foto 19).



Foto 19. Yamukdiken buzul vadisi.

3030 m'den itibaren 2780 m yükseltilere kadar vadinin her iki yamacı kayşat konileri tarafından işgal edilmiş ve adeta karşılıklı iki yandan birleşmişlerdir. Vadi içerisinde 2780 m ve 2400 m yükseltilerinde iki eşik bulunmaktadır. İlk eşikten sonra 2400 m'lere kadar vadi içerisinde taban ve yan morenler yer almaktadır. Vadi 2400 m'deki son eşikle Sakız buzul vadisine bağlanmaktadır.



Şekil 25. Yamukdiken buzul vadisi jeomorfoloji haritası.

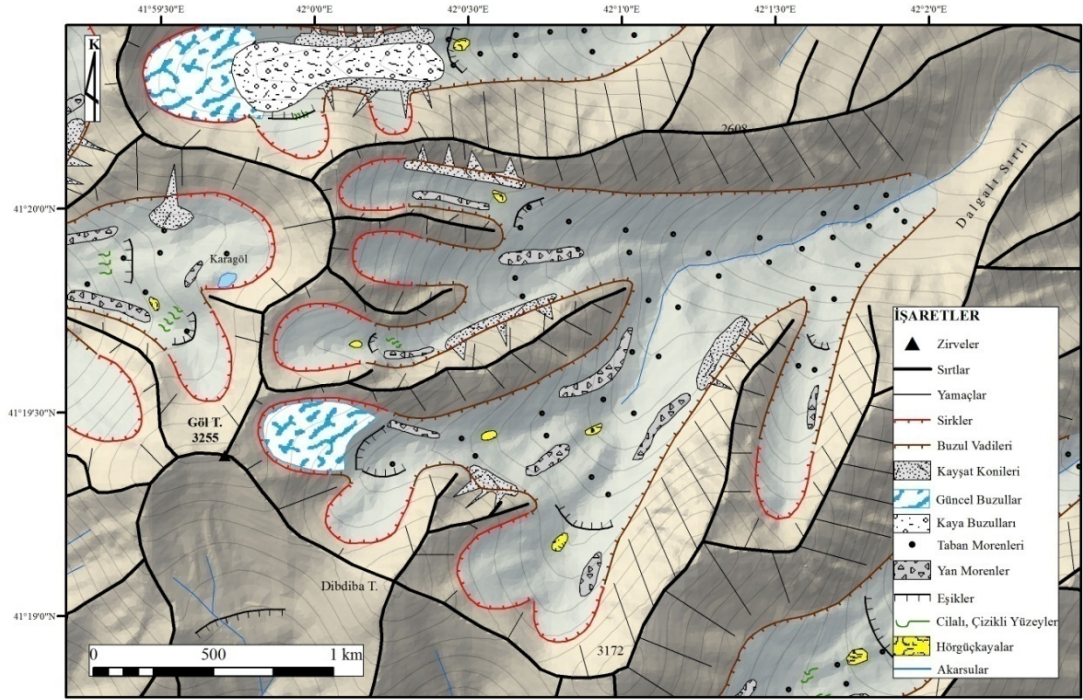
3.1.1.5. Dalgalı Buzul Vadisi

Yamukdiken sırtı ile Dalgalı sırtı arasında bulunan buzul vadisi 3100 m yükseltilerde ve 200 m genişliğindeki sekiz sirkten başlamaktadır (Şekil 26). Doğu yönünde uzanan vadi 3 km uzunluğa, 500 m genişliğe sahiptir (Foto 20).



Foto 20. Dalgalı buzul vadisi.

Her sirkin önünde eşikler bulunmaktadır. Buzul vadisi içerisinde moren depolarının yanı sıra yamaçlarında ise kayşat konileri bulunmaktadır.



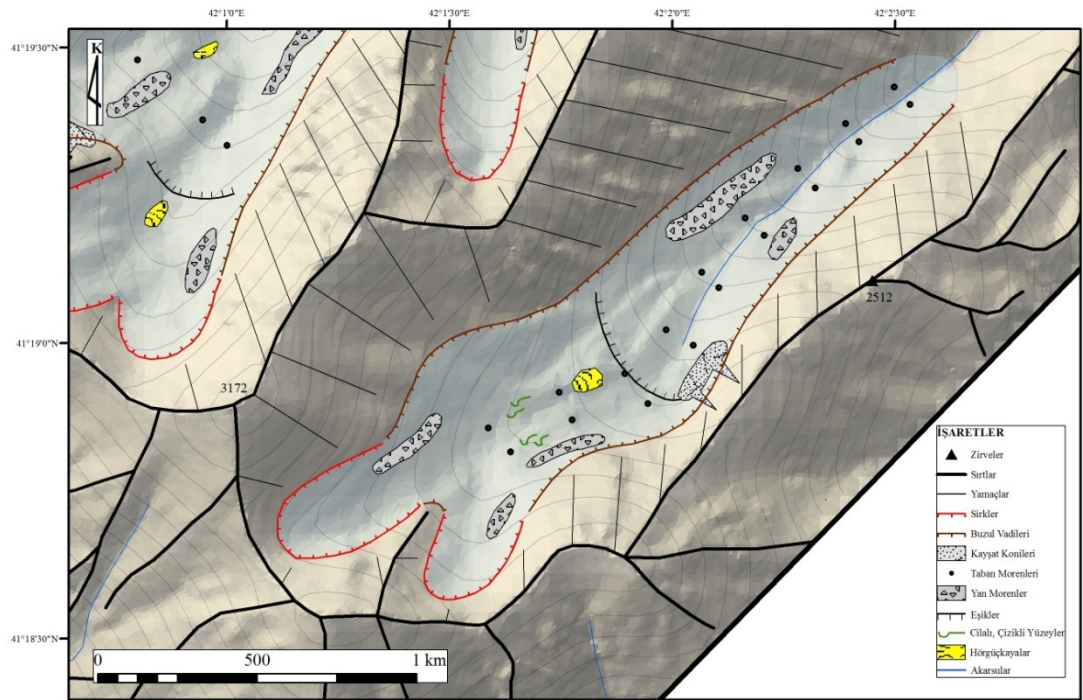
Şekil 26. Dalgalı buzul vadisi jeomorfoloji haritası.

3.1.1.6. Çermik Buzul Vadisi

Karçal ünitesinin en güneyde yer alan buzul vadisi olup 2900 m yükseltilerde ve 150 m genişliğindeki iki sirkten başlamaktadır. Yaklaşık olarak 2 km uzunluğa, 200 m genişliğe sahip buzul vadisi kuzeydoğu yönünde uzanmaktadır (Şekil 27). Vadi içerisinde morenler ile yamaçlarında kayışat konileri bulunmaktadır (Foto 21).



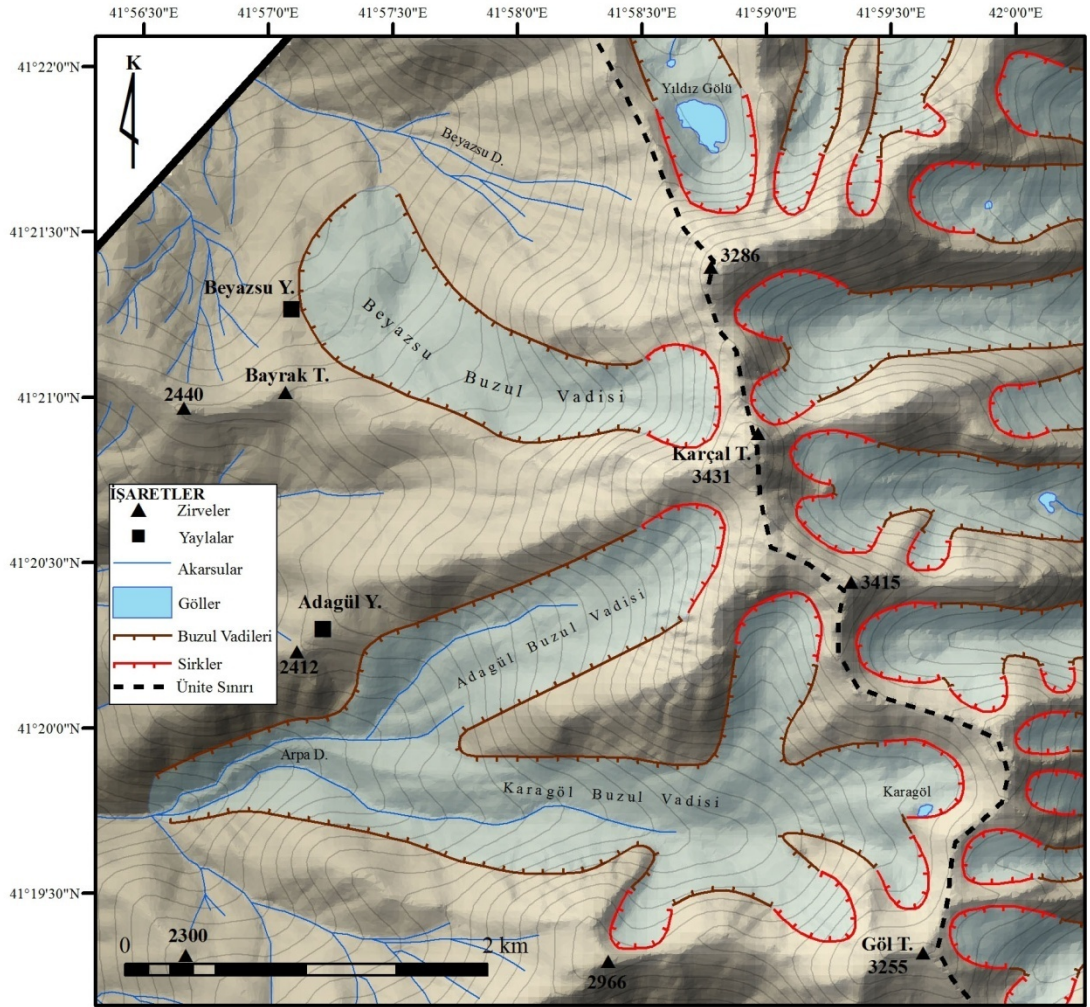
Foto 21. Çermik buzul vadisi.



Şekil 27. Çermik buzul vadisi jeomorfoloji haritası.

3.1.2. Adagöl Ünitesi

Karçal Dağı grubu su bölümü hattının batı bölümünde yer alan ikinci büyük ünitesidir. Ünite içerisinde 3100 m yükseltilerindeki sirklerden başlayan buzul vadileri batı yönlü uzanmakta ve 2150 m’lerde sonlanmaktadır. Adagöl ünitesi; Karagöl, Adagöl ve Beyazsu olmak üzere üç buzul vadisinden oluşmaktadır. Ünitenin büyük akarsuları Arpa deresi ile Beyazsu deresi olup batı yönünde akış göstermektedirler (Şekil 28).



Şekil 28. Adagöl ünitesi haritası.

3.1.2.1. Karagöl Buzul Vadisi

Adagöl ünitesinin en güneyinde yer almakta ve 3100 m yüksekliğindeki sirklerden başlamaktadır. Vadi beş sirkten kaynaklanmaktadır. Yaklaşık 4 km uzunluğa ve 500 m genişliğe sahip buzul vadisinin sirklerinin önünde eşikler yer almaktadır. Kuzeydeki ilk sirkten önünde 3010 m’lerde başlayan yan morenler 2730 m’lere kadar devam etmektedir (Şekil 29). Yan morenler Arpa deresine çapraz biçimde, vadi tabanında 2320 m yükseltilere kadar sıralanmaktadır (Foto 22).



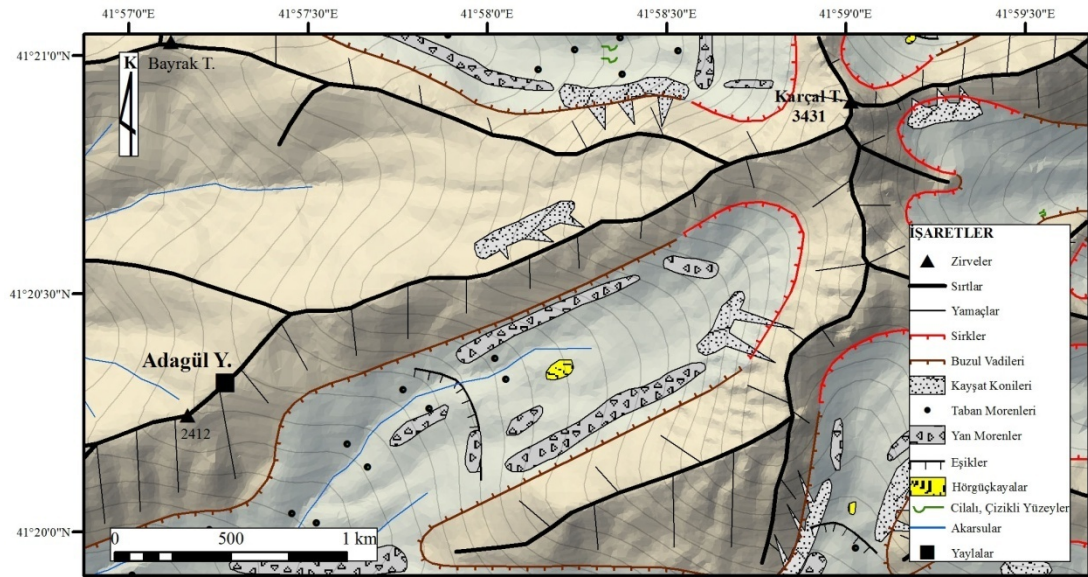
Foto 22. Karagöl buzul vadisi.

Vadinin güney yamacında kayışat konileri bulunmaktadır. Karagöl buzul vadisinin doğudaki ilk sirkinin içerisinde buzul vadisine de adını veren 3065 m yükseltideki Karagöl yer almaktadır. Sirk içerisine yerleşmiş buzul gölü karakterindeki gölün hemen batısında bir eşik ve eşik üzerinde taban morenleri mevcuttur. Karagöl’ün güneyinde Göl Tepe’nin kuzeyinde yer alan sirk önünde ise 2990 m’lerde yer alan eşik önünde hörgüçkayalar göze çarpmaktadır. Göl Tepe’nin



Foto 23. Adagül buzul vadisi.

Vadi tabanının her iki kenarında şeritler halinde bulunan yan morenler, sirk bölümünde dağınık haldedir. 2320 m yükseltilerde yer alan eşik üzerinde, boyuna diziliş gösteren yan morenler ile taban morenleri bir arada bulunmaktadır. Vadinin her iki yamacı kayşat konileri tarafından işgal edilmiştir.



Şekil 30. Adagül buzul vadisi jeomorfoloji haritası.

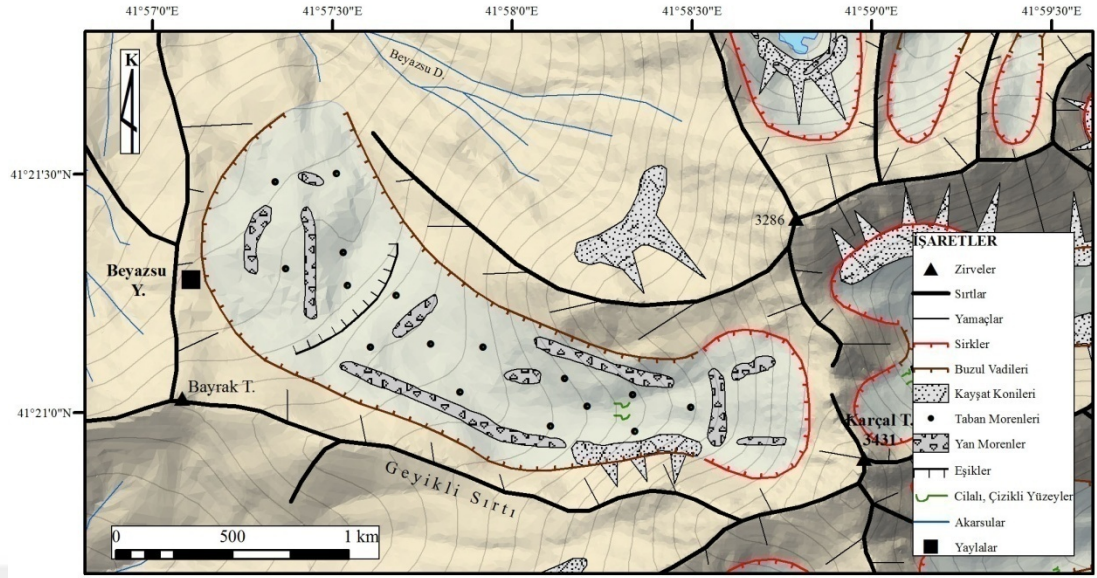
3.1.2.3. Beyazsu Buzul Vadisi

Beyazsu buzul vadisi 3150 m yüksekliğindeki sirkten başlayarak 2250 m'lere kadar devam etmektedir. Batı yönünde uzanan buzul vadisi yaklaşık 2.5 km uzunluğa 500 m genişliğe sahiptir (Şekil 31). Sirk önündeki 2820 m'lerde yer alan eşik üzerinde morenler bulunmaktadır (Foto 24).



Foto 24. Beyazsu buzul vadisi.

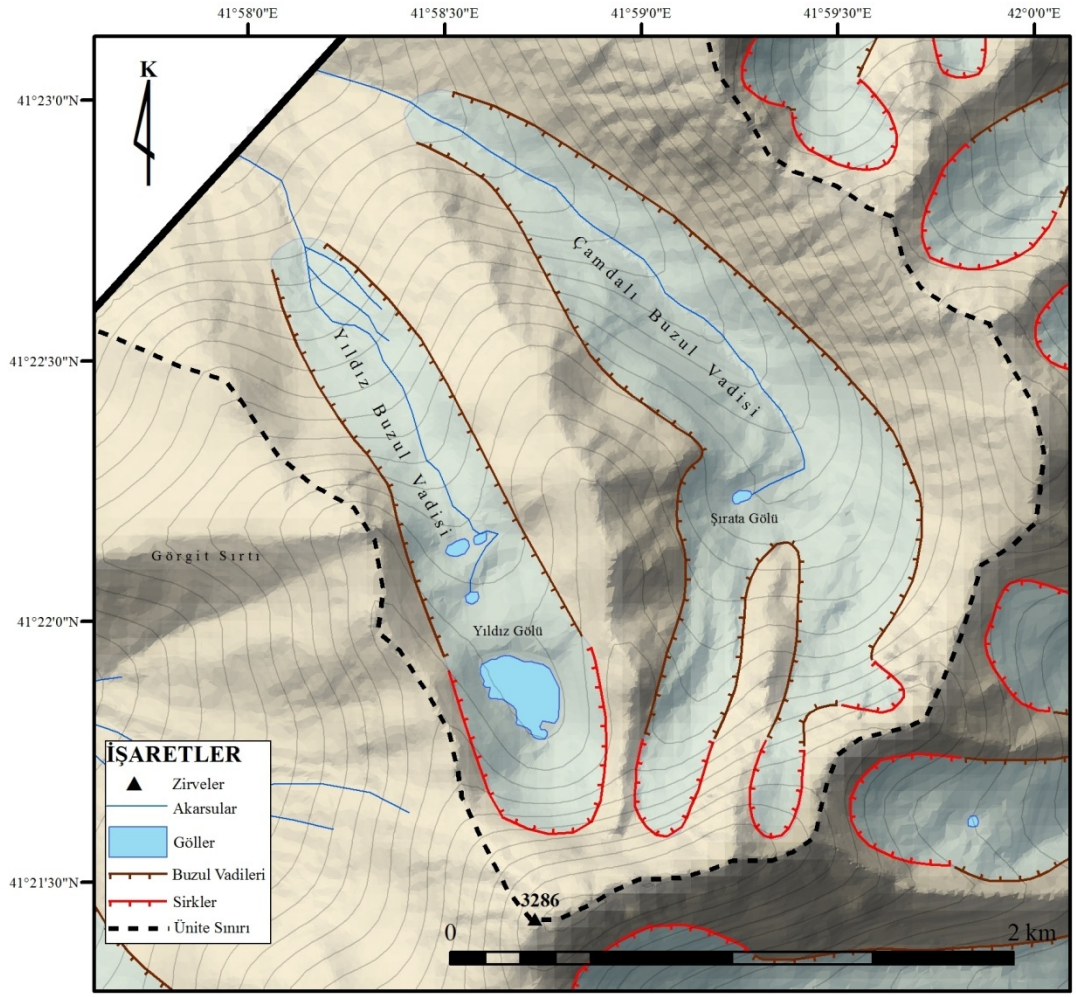
Eşik önünde bulunan taban morenleri ise Beyazsu yaylasına doğru devam etmektedir. Beyazsu buzul vadisi 2250 m'den daha alçak kesimlerinde flüvyal karakter kazanmaktadır.



Şekil 31. Beyazsu buzul vadisi jeomorfoloji haritası.

3.1.3. Yıldız Ünitesi

Karçal Dağı grubunun kuzeyinde yer almaktadır. 3000 m yükseltilerdeki sirklerden başlayarak 2150 m’lerde sona ermektedir. Ünite, Yıldız ve Çamdalı olmak üzere iki buzul vadisinden oluşmaktadır. Kuzeybatı yönünde uzanan buzul vadileri Tavgala deresi vasıtasıyla flüvyal sisteme bağlanmaktadır (Şekil 32).



Şekil 32. Yıldız ünitesi haritası.

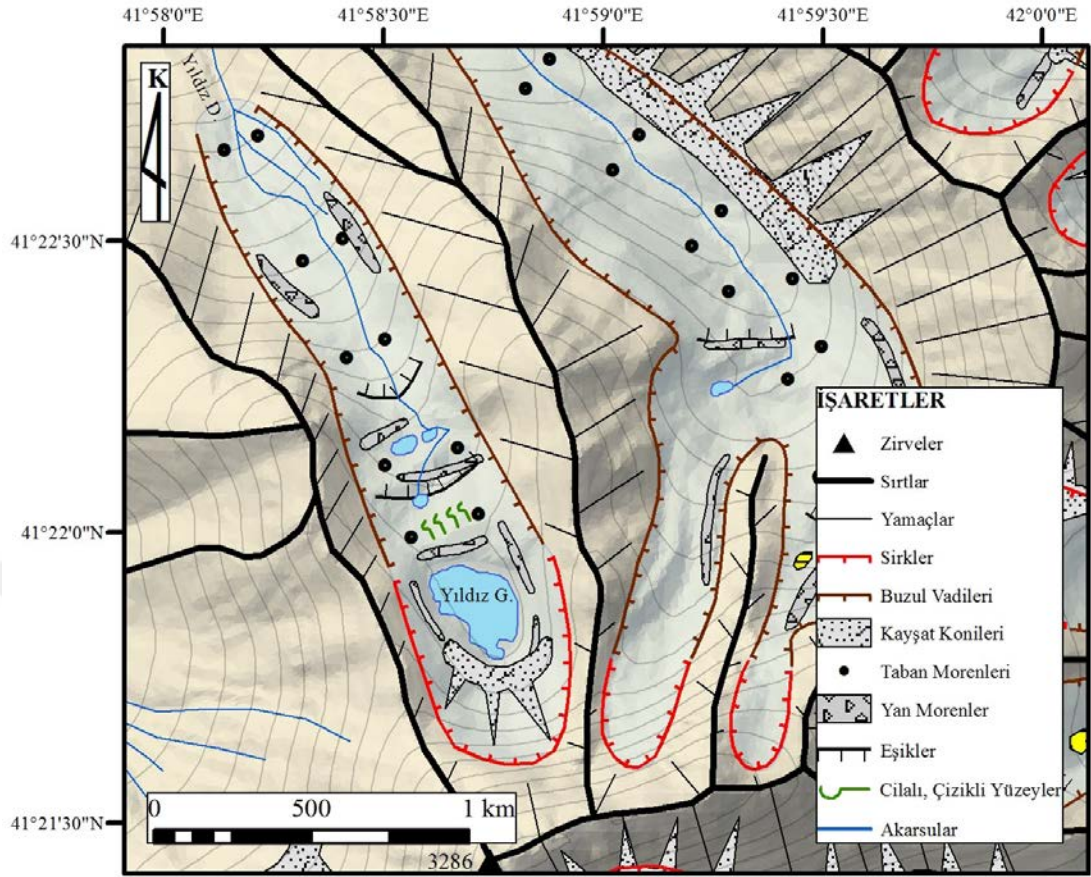
3.1.3.1. Yıldız Buzul Vadisi

Yıldız ünitesinin batı bölümünde bulunmakta ve kuzeybatı yönünde uzanmaktadır. 2950 m yüksekliğindeki sirkten başlayarak 2150 m'lere kadar devam etmektedir. Yaklaşık 2.5 km uzunluğa ve göllerin bulunduğu kesimde 500 m genişliğe sahiptir (Foto 25).



Foto 25. Yıldız buzul vadisi.

Sirk içerisinde vadiye ve üniteye adını veren Yıldız Gölü bulunmaktadır (Şekil 33). 2750 m yüksekliğindeki göl Karçal Dağları'nın en büyük buzul gölüdür. Yıldız Gölü'nün çevresinde yer alan morenler gölü adeta kuşatmaktadır. Gölün kuzeyinde 2730 m ile 2610 m'lerde bulunan iki eşik arasında irili ufaklı üç göl daha mevcuttur. Moren setleri ve basamaklar arasındaki küçük çukurlarda göller yer almaktadır. Yıldız Gölü'nün hemen kuzeyinde yer alan eşik üzerinde cilalı ve çizikli yüzeyler de bulunmaktadır.



Şekil 33. Yıldız buzul vadisi jeomorfoloji haritası.

3.1.3.2. Çamdalı Buzul Vadisi

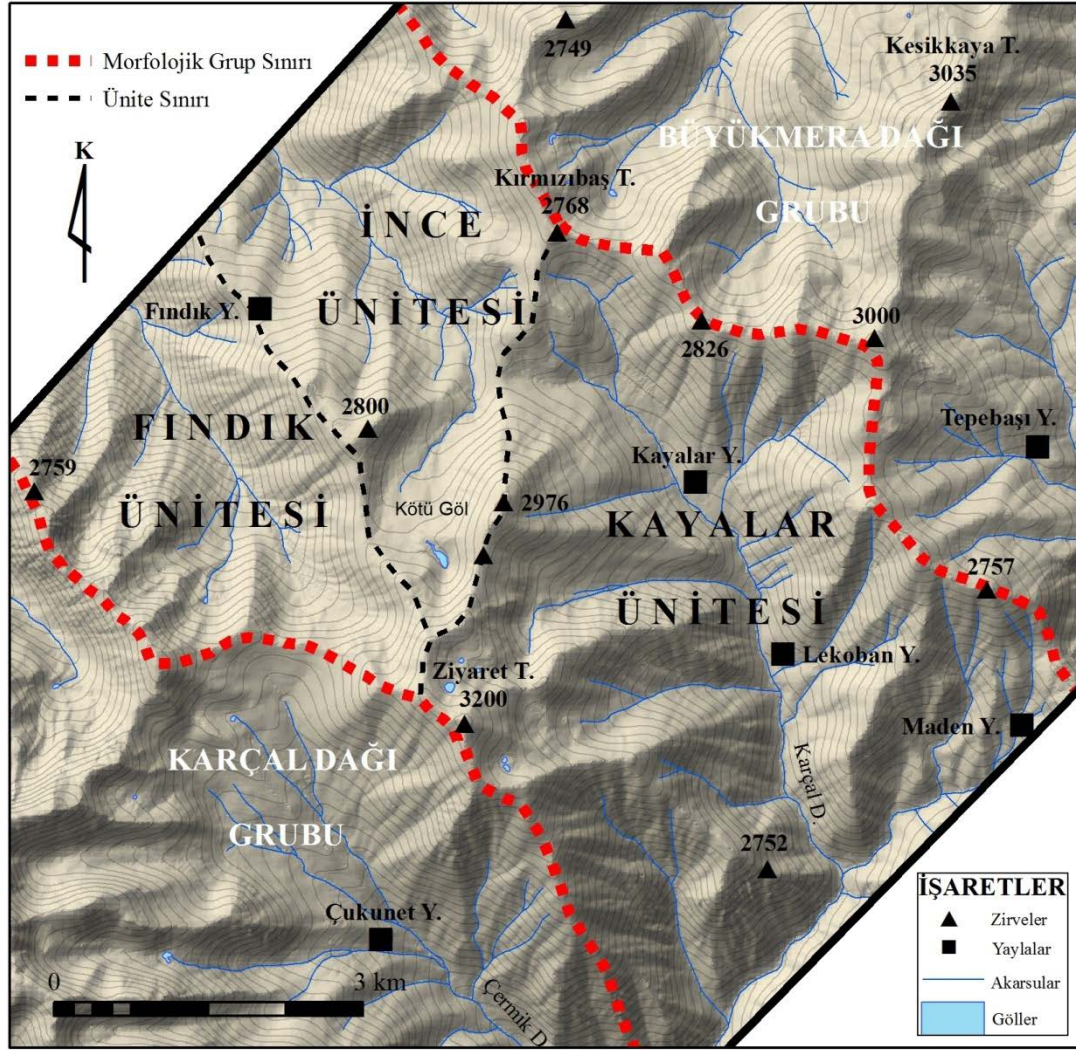
3000 m yükseltilerdeki iki sirkten başlayan buzul vadisi 2575 m'deki Şırata Gölü'ne kadar kuzey, sonrasında ise kuzeybatı yönünde uzanış göstermektedir. Yaklaşık olarak 3 km uzunluğunda ve 1000 m genişliğindeki buzul vadisinin batıdaki sirkinin içerisinde 2900 m ile 2600 m yükseltileri arasında kaya buzulları yer almaktadır (Şekil 34). Kaya buzullarının kenarlarında yan morenler mevcuttur. 2600 m'de 25 m'lik bir diklikle sonlanan kaya buzullarının hemen önünde moren seddi gölü olan Şırata Gölü bulunmaktadır (Foto 26).



Foto 26. Çamdalı buzul vadisi.

Sularını Tavgala deresine boşaltan gölün hemen kuzeyinde taban morenleri ve vadinin her iki yamacında da kayşat konileri yer almaktadır. Doğudaki sirkin içerisinde de moren depoları ve 2700 m’de bir eşik mevcuttur.

ise Kayalar ünitesindedir. Fındık ve İnce ünitelerinde kuzey ve kuzeybatı yönünde uzanan buzul vadileri, Kayalar ünitesinde ise doğu ve güneydoğu yönlü uzanış göstermektedir.



Şekil 35. Ziyaret Dağı grubu haritası.

3.2.1. Fındık Ünitesi

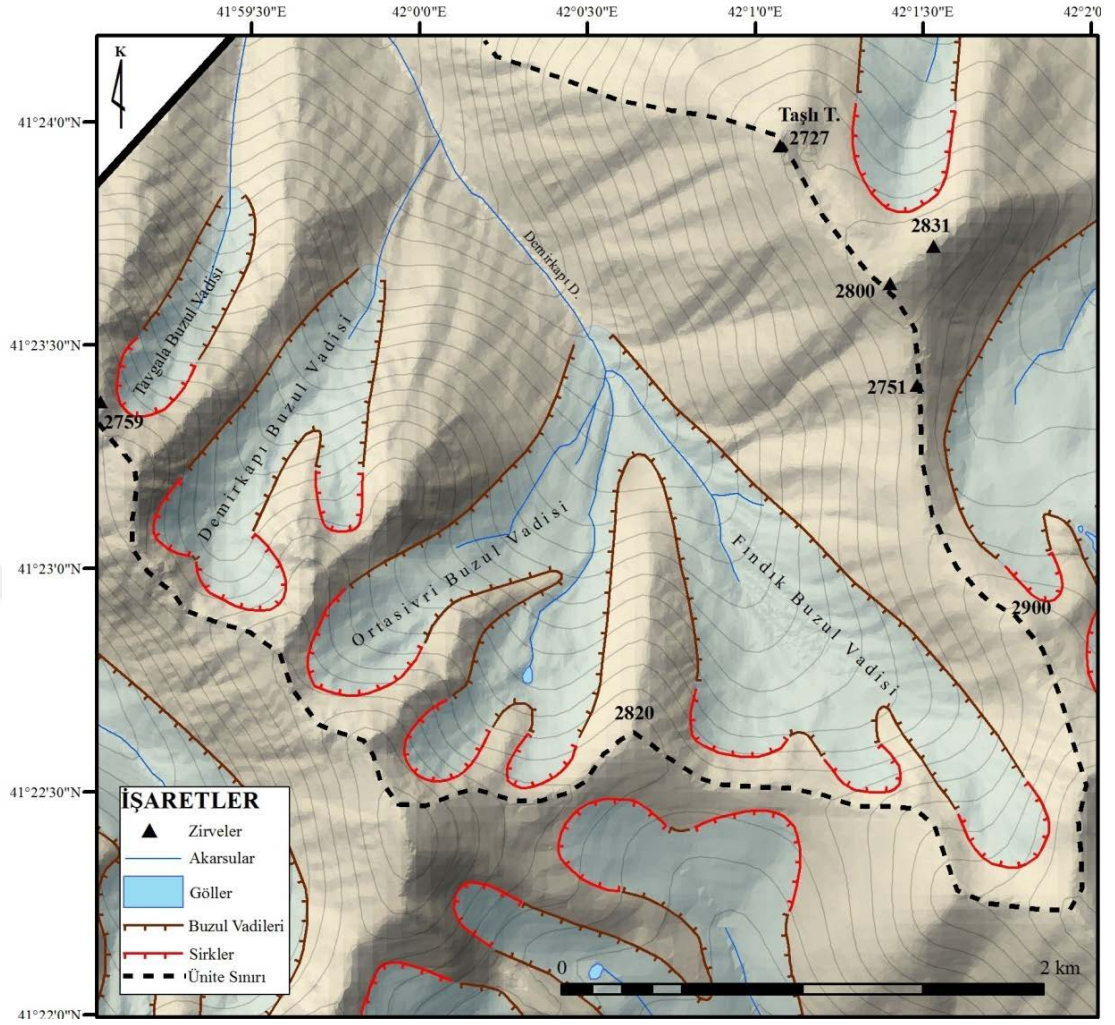
Ziyaret Dağı grubunun batı bölümünde bulunmaktadır. Buzul vadileri 3000 m ve 2750 m yükseltilerden başlayarak, 2000 m'lere kadar kuzey-kuzeybatı yönünde

uzanış göstermektedir (Şekil 36). Fındık ünitesi güneyinde Karçal Dağı grubu kuzeyinde ise İnce ünitesi ile sınırlanmaktadır (Foto 27).



Foto 27. Fındık ünitesi genel görünümü.

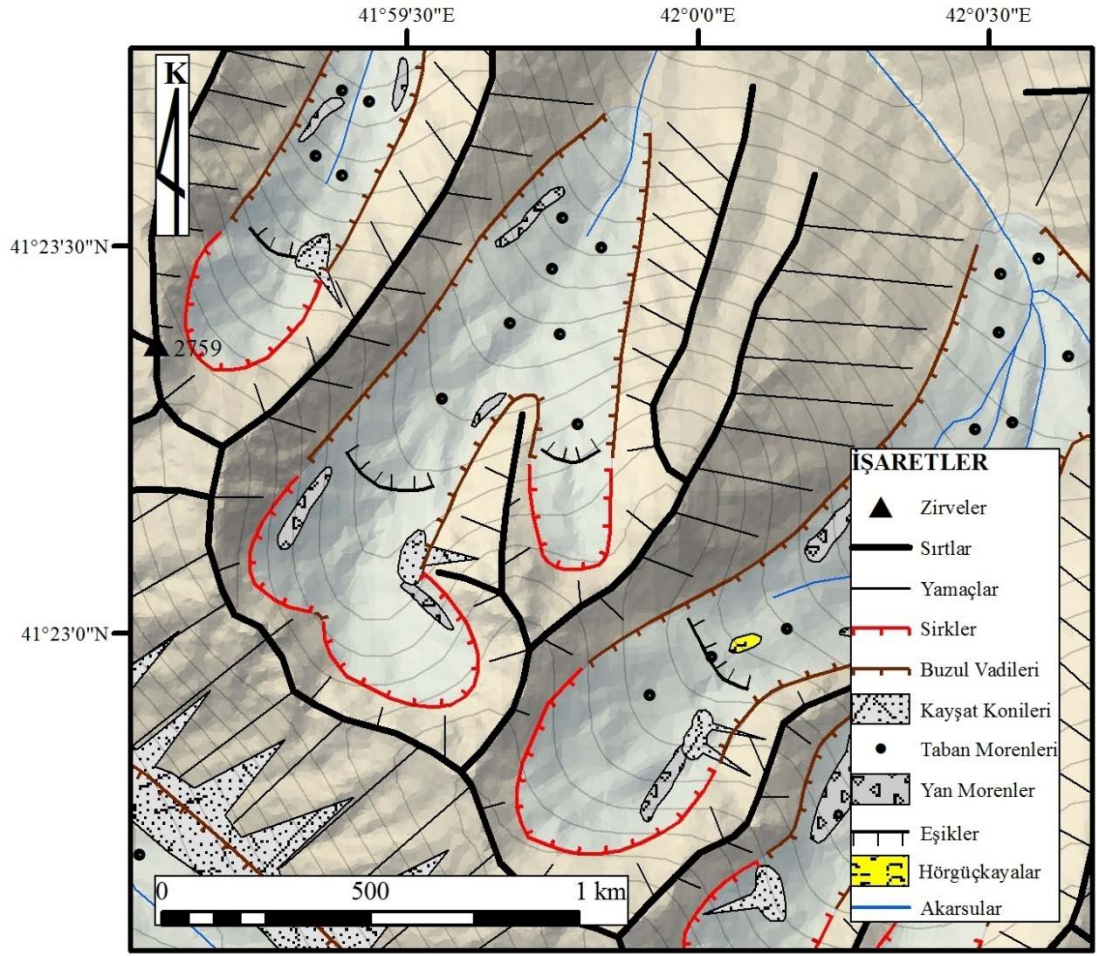
Ünite batıdan doğuya doğru Tavgala, Demirkapı, Ortasivri ve Fındık olmak üzere dört buzul vadisinden oluşmaktadır. Alanın en büyük akarsuları olan Demirkapı ile İnce dere kuzeybatı yönünde akış göstermektedir.



Şekil 36. Fındık ünitesi haritası.

3.2.1.1. Tavgala Buzul Vadisi

Fındık ünitesinin en batısında en küçük ölçekteki buzul vadisidir. 2650 m yükseltisindeki sirkten başlayarak 2060 m'lere kadar devam etmektedir (Şekil 37). Tavgala Tepesi'nin (2759 m) batısında yer alan vadi 1 km uzunluğa ve 200 m genişliğe sahiptir. Sirk önünde 2490 m'lerde yer alan eşik üzerindeki morenler ile kayışat konileri iç içe geçmiş durumdadır.

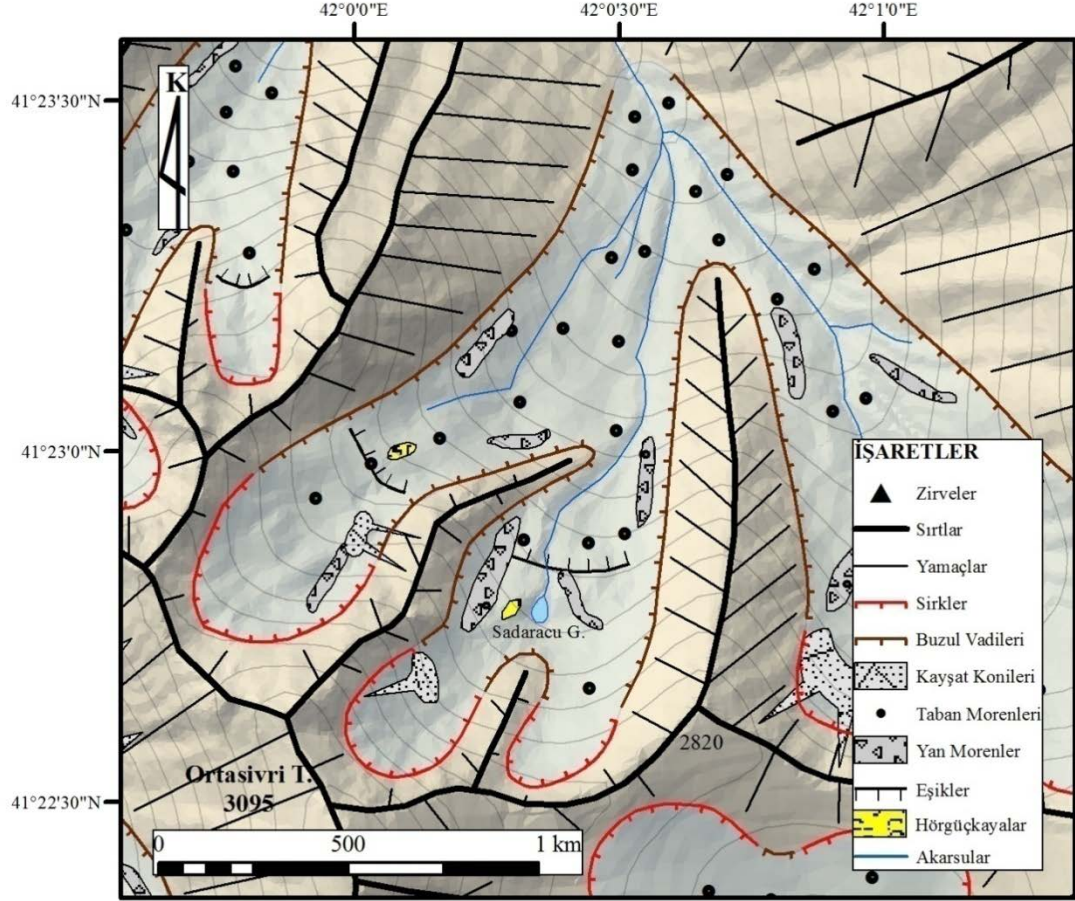


Şekil 38. Demirkapı buzul vadisi jeomorfoloji haritası.

3.2.1.3. Ortasivri Buzul Vadisi

Ortasivri Tepe'nin (3094 m) kuzeyinde yer alan buzul vadisi, 2800 m'lerdeki üç sirkten başlayarak 2040 m'lere kadar devam etmektedir. Kuzey yönünde uzanan buzul vadisi 2 km uzunluğa 500 m genişliğe sahiptir. Sirklerin önünde 2600 m yükseltilerde eşikler bulunmaktadır (Şekil 39). Batıda yer alan sirk in doğu bölümünde moren depoları ve sirkten itibaren devam eden vadi yamacında ise kayşat konileri yer almaktadır. Doğudaki diğer iki sirk in içerisinde morenler yaygın olarak görülmektedir. Bu iki sirk in birleşme noktası olan 2590 m'de Sadaracu Gölü, bir

moren seddinin gerisinde oluşum göstermiştir. Vadinin doğu yamacında kayşat konileri, tabanında ise morenler yer almaktadır.



Şekil 39. Ortasivri buzul vadisi jeomorfoloji haritası.

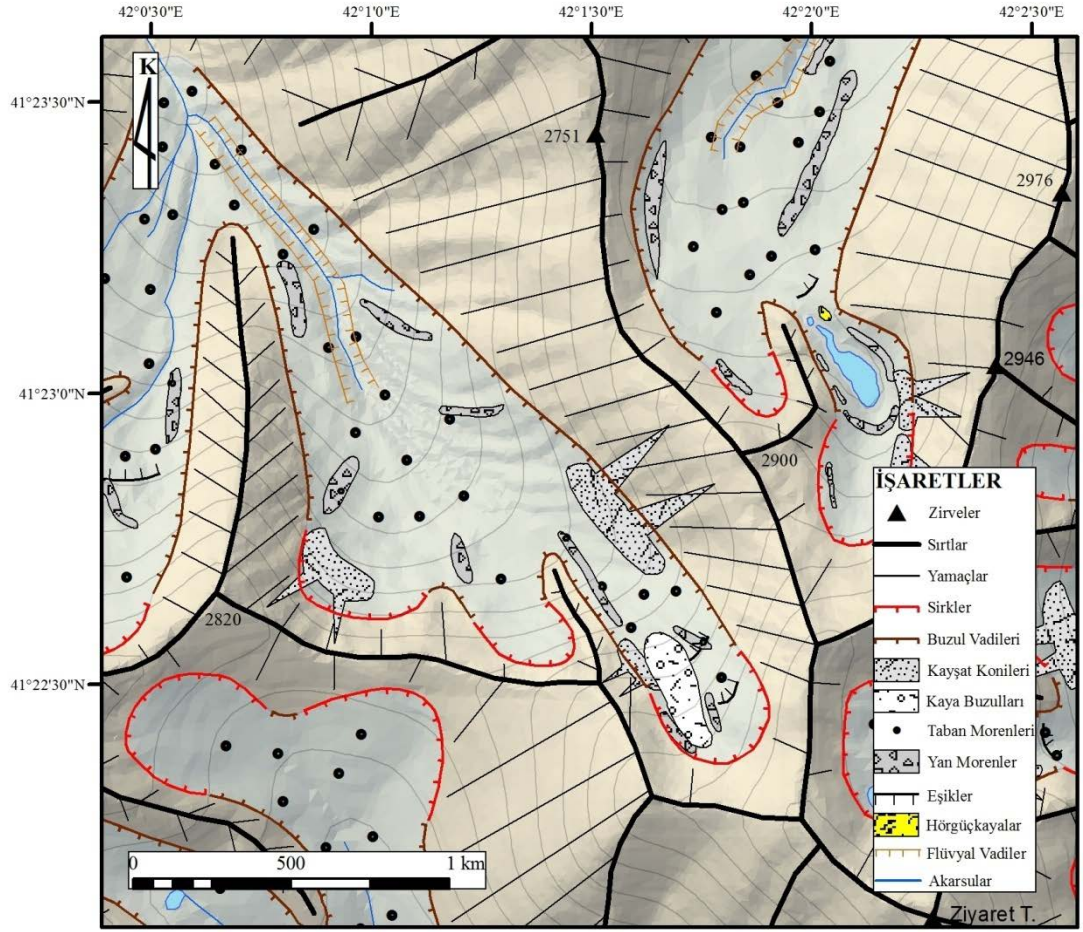
3.2.1.4. Fındık Buzul Vadisi

Fındık ünitesinin en büyük buzul vadisi karakterinde doğuda yer almaktadır. Batıdan doğuya doğru 2630, 2790 ve 3000 m yükseltilerdeki üç sirkten başlayarak 2040 m'lere kadar devam etmektedir. Kuzeybatı yönünde uzanış gösteren buzul vadisi 2 km uzunluğa 750 m genişliğe sahiptir (Şekil 40). Sirklerinin önünde eşikler bulunan vadiye taban morenleri yaygındır (Foto 28).



Foto 28. Fındık buzul vadisi.

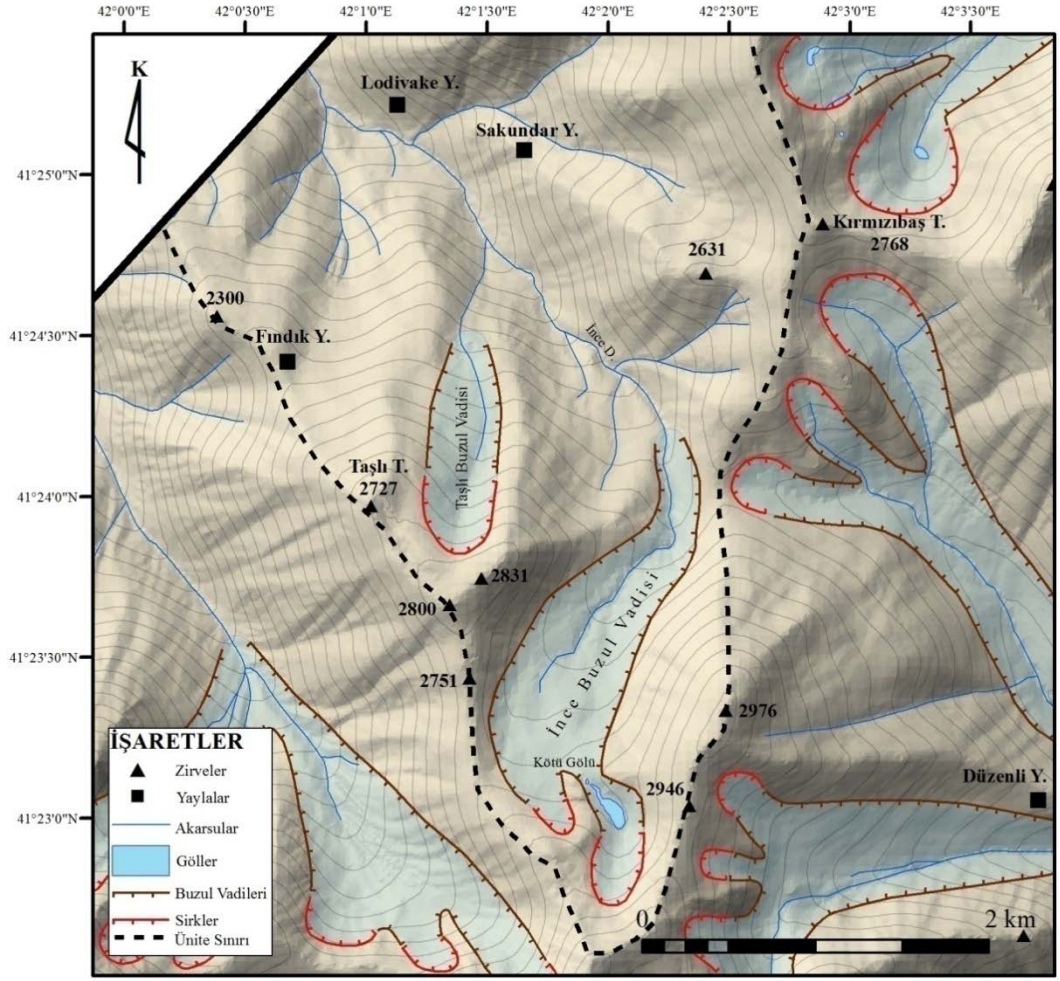
Vadinin her iki yamacında kayşat konilerinin yanı sıra en doğuda ve yüksekte yer alan sirkin içerisinde 2900 m’lerde kaya buzulları bulunmaktadır. Enine konsantrik loblara sahip kaya buzulları vadi yamacında yer almaktadır.



Şekil 40. Fındık buzul vadisi jeomorfoloji haritası.

3.2.2. İnce Ünitesi

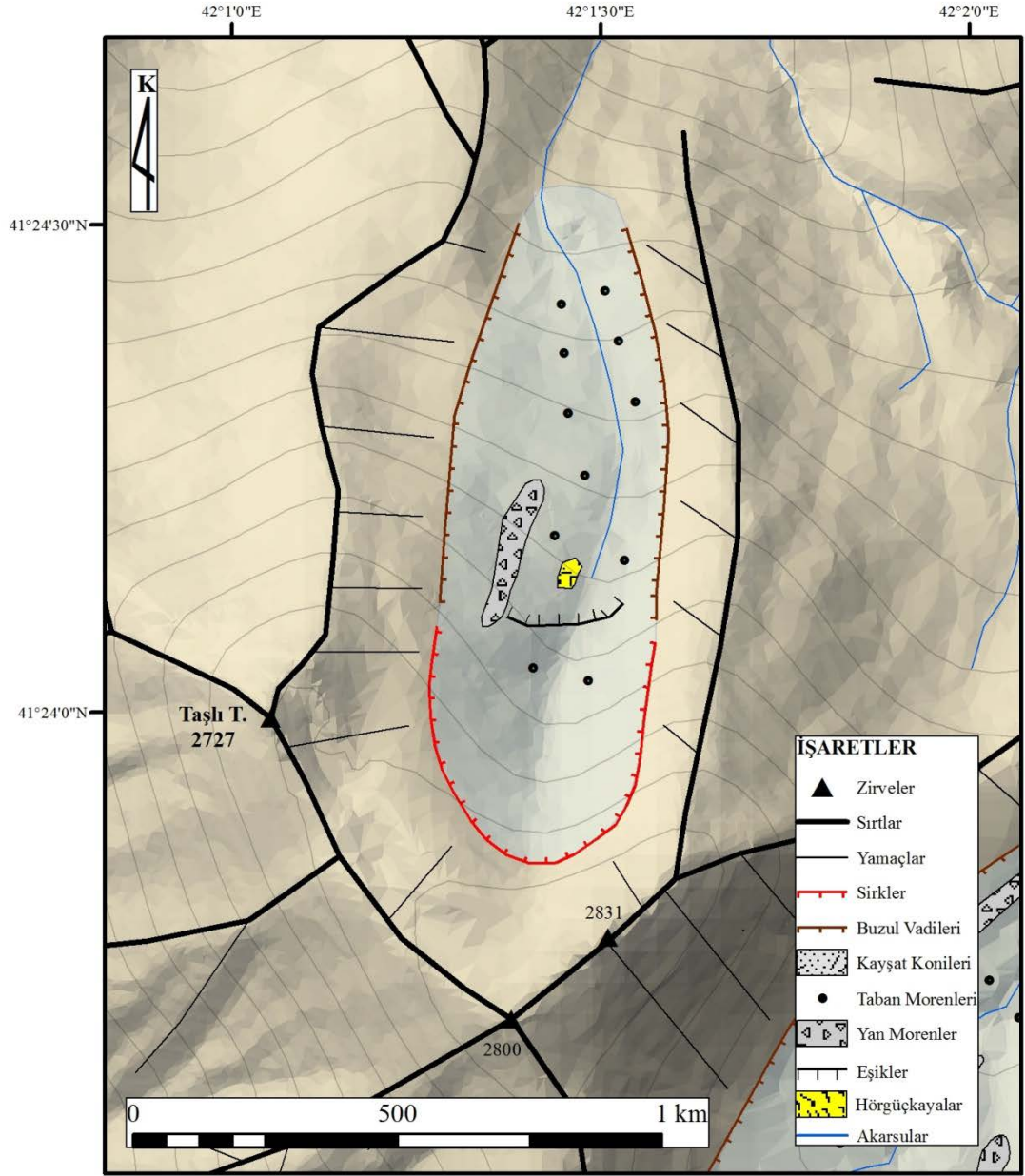
Ziyaret Dağı grubunun en küçük ünitesidir. 2900 m’lerden başlayan ve 2300 m’lerde sonlanan iki buzul vadisinden oluşmaktadır. Kuzey yönlü uzanış gösteren buzul vadileri batıdan doğuya doğru; Taşlı ve İnce olmak üzere sıralanmaktadır. İnce ünitesi Fındık ile Kayalar üniteleri arasında bulunmaktadır (Şekil 41). Çevresinde 2900 m yükseltilere kadar ulaşan dorukların bulunduğu alanın en büyük akarsuyu, kuzeybatı yönlü akış gösteren İnce deresidir.



Şekil 41. İnce ünitesi haritası.

3.2.2.1. Taşlı Buzul Vadisi

Taşlı Tepe'nin (2727 m) doğusunda bulunan buzul vadisi 2680 m yükseltideki sirkten başlayarak 2310 m'lere kadar devam etmektedir. Kuzey yönünde uzanan buzul vadisi, 1 km uzunluğunda 500 m genişliğindedir (Şekil 42). Sirk önünde 2570 m'lerde bir eşik ve eşik üzerinde morenler bulunmaktadır. Taşlı buzul vadisi 2310 m yükseltilerden daha aşağı seviyelerde flüvyal sisteme bağlanmaktadır.



Şekil 42. Taşlı buzul vadisi jeomorfoloji haritası.

3.2.2.2. İnce Buzul Vadisi

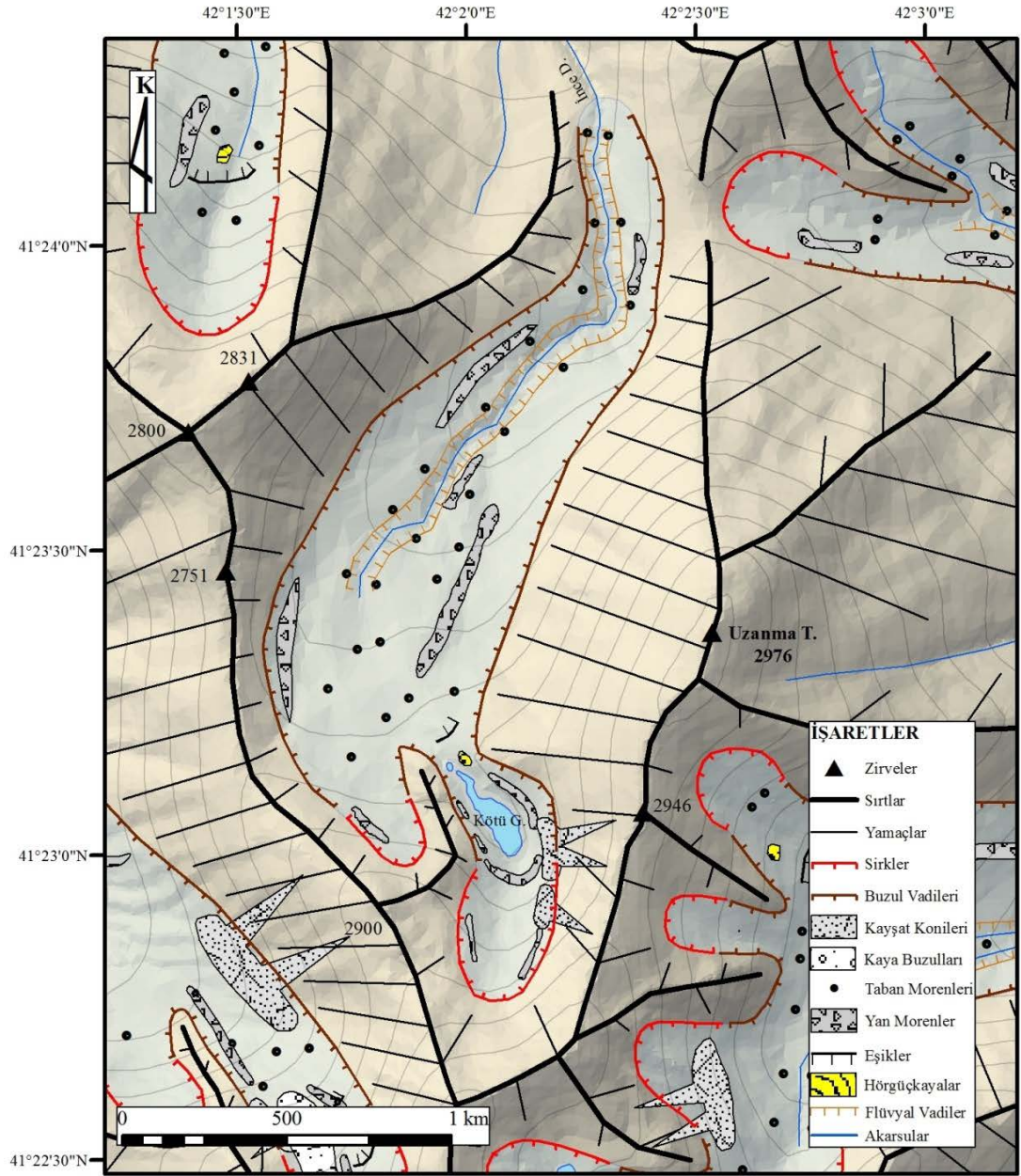
Ünitenin merkezinde yer alan buzul vadisi, 2790 ve 2900 m’lerdeki iki sirkten başlayarak 2400 m’lerde sonlanmaktadır. Kabaca kuzey yönünde uzanan buzul vadisi 3 km uzunluğunda ve 750 m genişliğindedir. 2790 m’de batıdaki sirk içinde yan morenler ve 2730 m’lerde bir eşik bulunmaktadır. Vadinin batı

yamacında yan morenler bir dizi halinde sıralanmaktadır (Şekil 43). 2900 m’de bulunan doğudaki sirkin içerisinde de morenler ve kayşat konileri mevcuttur (foto 29).



Foto 29. İnce buzul vadisi.

2780 m’de bulunan eşikten sonra 2740 m’de Kötü Göl yer almaktadır. Sirk gölü karakterindeki gölün çevresi morenlerle adeta kuşatılmıştır. Gölün hemen önünde çok küçük ölçekte bir göl daha bulunmaktadır. Gölden itibaren vadinin doğu kesiminde yan morenler, tabanında ise taban morenleri iç içe geçmiş durumdadır. Vadide 2500 m’lerden 2400 m’lere kadar flüvyo-glasyal polijenik jeomorfoloji görülmektedir. Buzul aşınımı sonrasında yerleşen İnce dere, vadi tabanına 10-15 m daha gömülmüştür. 2400 m’lerden sonra ise buzul vadisi flüvyal sisteme geçmektedir.

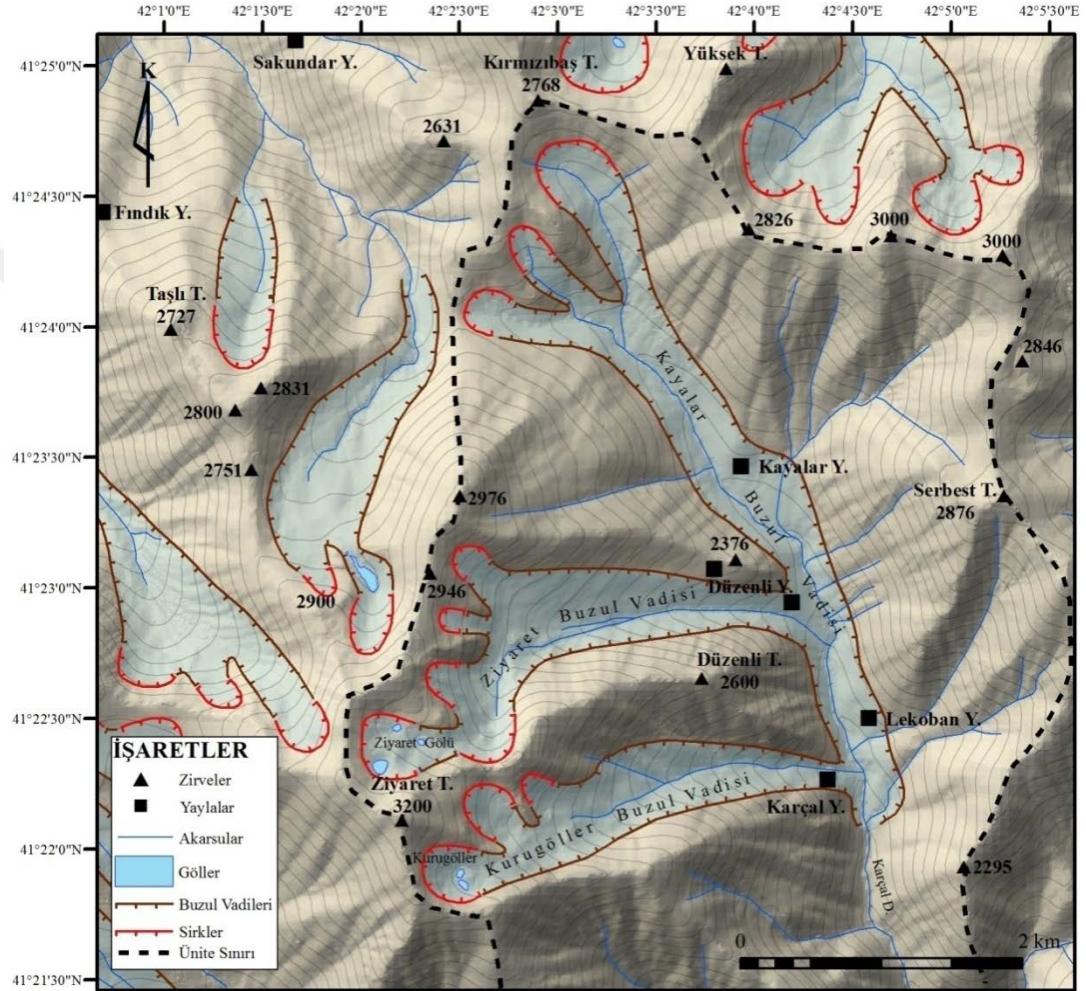


Şekil 43. İnce buzul vadisi jeomorfoloji haritası.

3.2.3. Kayalar Ünitesi

Ziyaret Dağı grubunun doğu bölümünde yer alan en büyük ünitesidir. Ünite Ziyaret, Kurugöller ve Kayalar olmak üzere üç buzul vadisinden oluşmaktadır. Buzul vadilerinden Ziyaret ile Kurugöller doğu yönünde, Kayalar ise güneydoğu yönünde uzanış göstermektedir (Şekil 44). Ziyaret ile Kurugöller buzul vadileri 2000 m’lerde

Kayalar buzul vadisine bağlanmaktadır. 2750 ve 3000 m yükseltilerdeki sirklerden başlayan vadiler 2000 m’lerde son bulmaktadır. Çevresinde 3000 m’lere varan dorukların yer aldığı, Kayalar ünitesinin en büyük akarsuyu Karçal deresidir. Sirklerden kaynaklanan Karçal deresi güneydoğu yönünde akış göstermektedir.



Şekil 44. Kayalar ünitesi haritası.

3.2.3.1. Ziyaret Buzul Vadisi

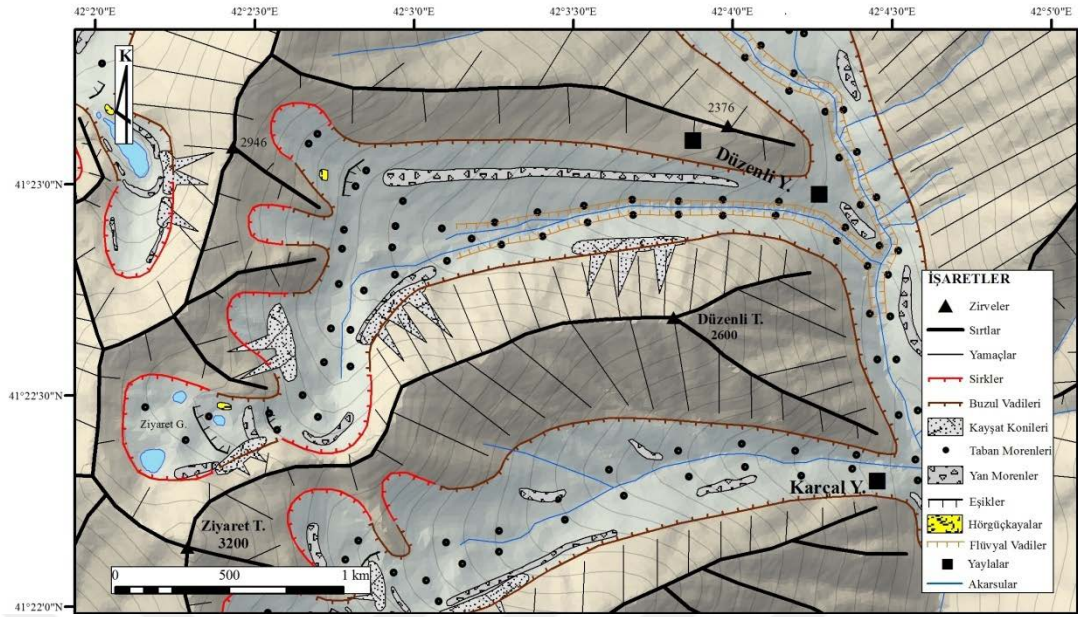
Ziyaret Tepesi’nin (3200 m) kuzeyinde 2900 ve 3000 m’lerdeki beş sirkten başlayarak 2120 m’de sonlanmaktadır. Doğu yönünde uzanan buzul vadisi 3 km uzunluğa ve 500 m genişliğe sahiptir. Kuzeyden güneye doğru 2860, 2850 ve 2910 m

yükseltilerdeki sirklerin önünde eşikler yer almaktadır (Şekil 45). Eşiklerin üzeri morenlerle kaplıdır. Vadinin en doğusunda bulunan 3040 m'deki en büyük sirk içinde Ziyaret Gölü bulunmaktadır (Foto 30).



Foto 30. Ziyaret buzul vadisi.

Ziyaret Gölü'nün kuzeyinde 3020 m'deki ve doğusunda daha küçük ölçekte iki göl daha mevcuttur. Göller birbirinden eşikler ve üzerindeki moren depoları vasıtasıyla ayrılmaktadır. Sirk içinde güneyinde ve hemen önünde 2950 m yükseltideki eşik üzerinde yan morenler göze çarpmaktadır. Eşik önünde güneyde 2830 m'deki diğer sirk içinde de yan morenler ile kaplanmıştır. Yan morenler sirkten itibaren her iki kesimde uzun şeritler halinde sıralanmaktadır. Vadinin tabanında ise taban morenleri akarsu hattı boyunca kümelenme göstermektedir.



Şekil 45. Ziyaret buzul vadisi jeomorfoloji haritası.

3.2.3.2. Kurugöller Buzul Vadisi

Ziyaret Tepesinin güneyinde yer alan buzul vadisi, 2850 ve 3000 m yükseltilerdeki üç sirkten başlamaktadır (Foto 31). Doğu yönlü uzanan buzul vadisi, yaklaşık 3 km uzunluğa ve 500 m genişliğe sahiptir (Şekil 46).

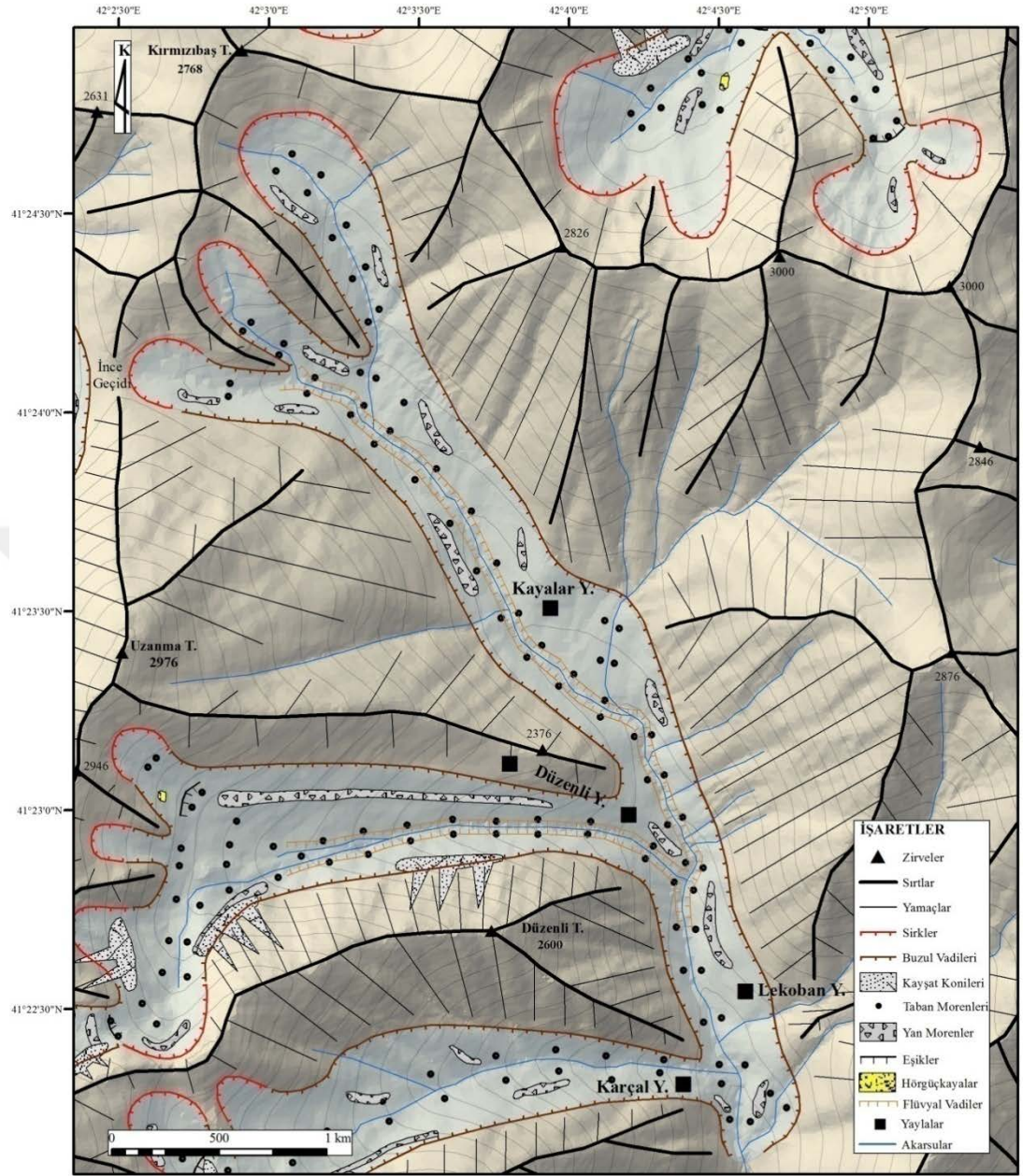


Foto 31. Kurugöller buzul vadisi.



Foto 32. Kayalar buzul vadisi.

Tüm sirklerinin önünde eşikler bulunan buzul vadisi, taban morenleri bakımından da zengindir. Kayalar yaylasının kuzeybatısında 10-12 m gömülen akarsu nedeniyle flüvyo-glasyal polijenik jeomorfoloji unsurları göze çarpmaktadır (Şekil 47).

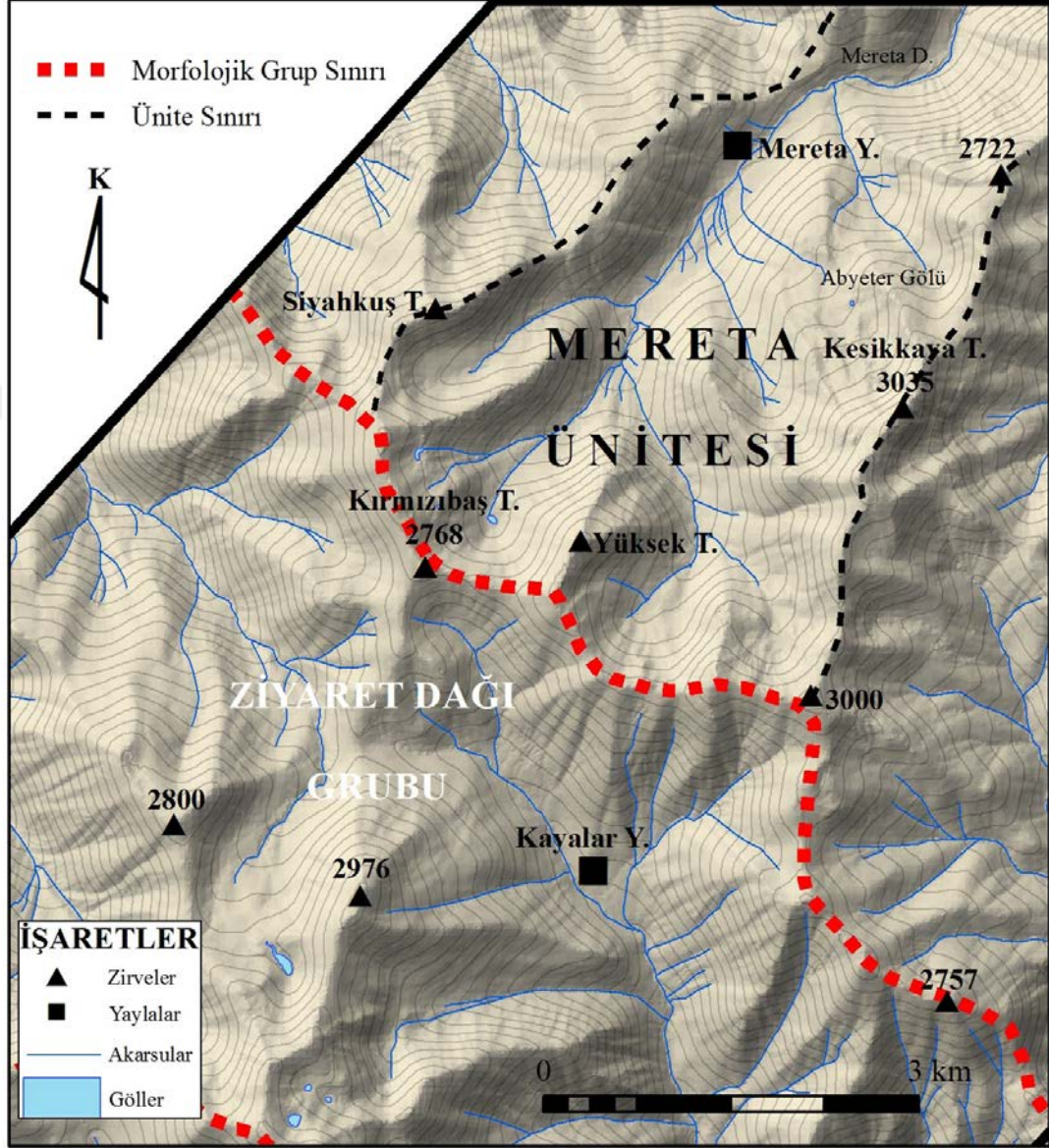


Şekil 47. Kayalar buzul vadisi jeomorfoloji haritası.

3.3. Büyükmera Dağı Grubu

Karçal Dağları'nın kuzeyini oluşturan en küçük grubudur. Üzerinde 3000 m'lere varan doruklar bulunan Büyükmera Dağı grubu, Mereta ünitesinden oluşmaktadır (Şekil 48). Grubun güneyinden kabaca kuzeybatı-güneydoğu yönünde geçen su bölümü çizgisi; aynı zamanda grup ve ünite sınırını oluşturmaktadır. Karçal

Dağları'nın diğer gruplarına oranla yükseltisi daha azdır. Büyükmera Dağı grubunda altı buzul vadisi yer almaktadır.



Şekil 48. Büyükmera Dağı grubu haritası.

3.3.1. Mereta Ünitesi

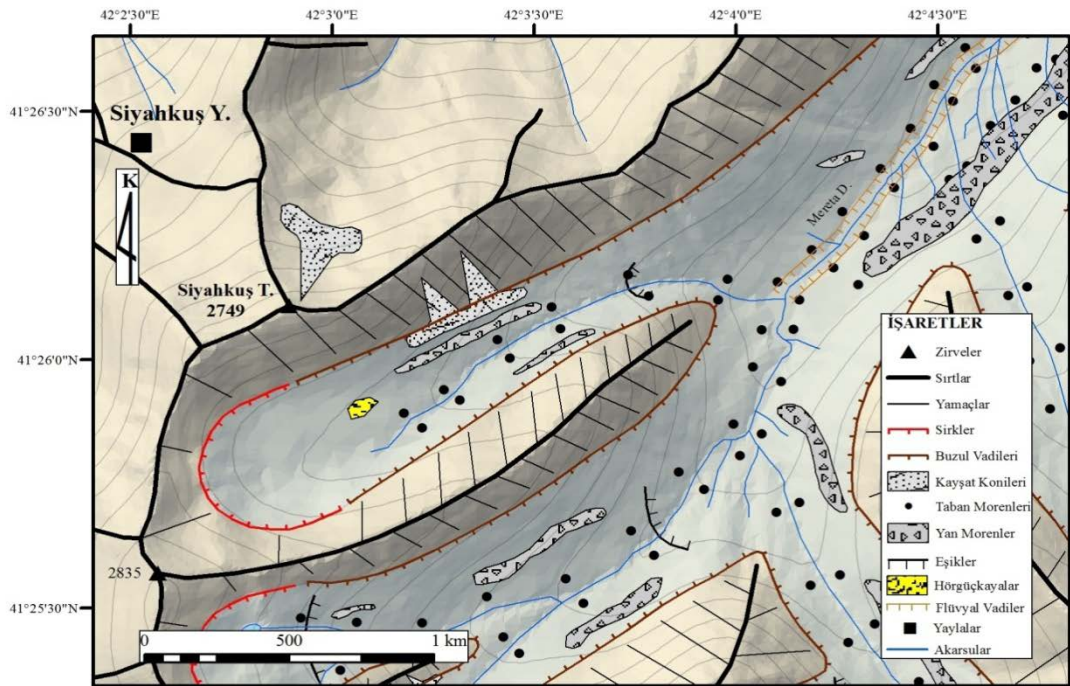
Büyükmera Dağı grubunu oluşturan tek ünedir. Çevresinde Güzeldüz Tepe (2502 m), Kızıbaşı Tepe (2768 m) ve Kesikkaya Tepe (3035 m) gibi doruklar yer

3.3.1.1. Siyahkuş Buzul Vadisi

Mereta ünitesinin batısında Siyahkuş Tepesinin (2749 m) doğusunda kuzeydoğu yönlü uzanış göstermektedir (Foto 33). 2640 m yükseltideki sirkten başlayarak 2320 m'lere kadar devam etmektedir (Şekil 50).



Foto 33. Siyahkuş buzul vadisi.



Şekil 50. Siyahkuş buzul vadisi jeomorfoloji haritası.

Siyahkuş buzul vadisi yaklaşık olarak 2 km uzunluğa ve 250 m genişliğe sahip olan buzul vadisi taban morenlerince zengindir. Sirkin önünde 2550 m yüksekliğinde yer alan eşik üzerinde de yan morenlere rastlanmaktadır. Vadinin her iki kesiminde yan morenler bulunmaktadır. Siyahkuş buzul vadisi 2320 m’lerde asılı karakterde Mereta buzul vadisine bağlanmaktadır.

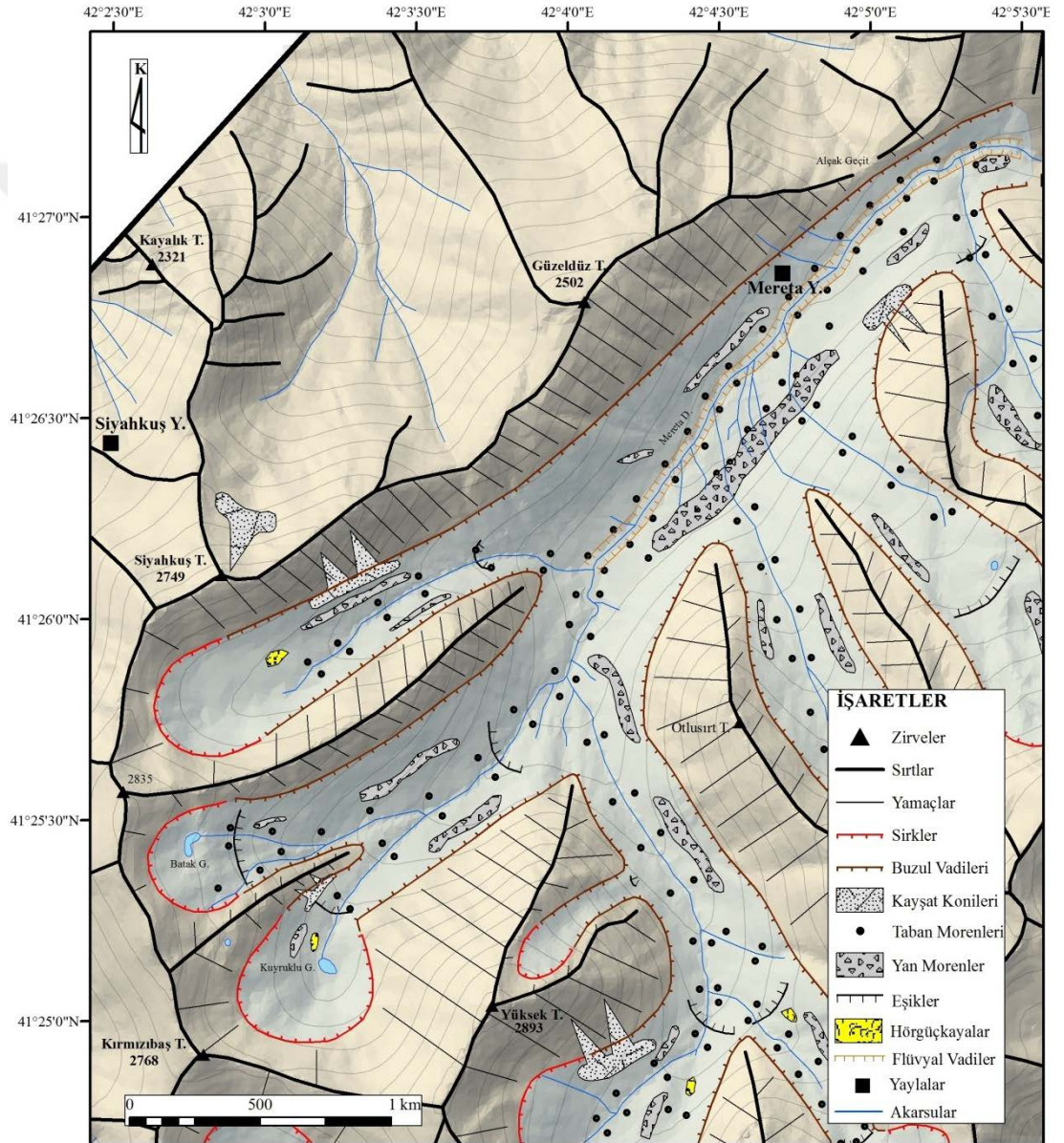
3.3.1.2. Mereta Buzul Vadisi

Mereta ünitesinin en büyük buzul vadisi niteliğinde olmakla birlikte 2720 ve 2630 m yükseltilere sahip iki sirkten başlayarak 2000 m’lere kadar devam etmektedir. Kuzeydoğu yönünde uzanan buzul vadisi, 5 km uzunluğa ve 750 m genişliğe sahiptir (Şekil 51). 2720 m yükseltide batıdaki sirkte içerisinde 2690 m’de Batak Gölü yer almaktadır. Batak Gölü’nün önünde 2570 m’de yer alan ilk eşik 2480 m yükseltide ikinci eşik takip etmektedir (Foto 34).



Foto 34. Mereta buzul vadisi.

2630 m yükseltide doğudaki sirkin içerisinde 2525 m'de Kuyruklu Göl bulunmaktadır. Gölün önünde 2540 ve 2480 m'de iki eşik mevcuttur. Eşikler üzerinde ve önünde taban morenleri ile yan morenler iç içe geçmiş durumdadır. Mereta buzul vadisinde, Mereta yaylasının her iki kenarında yan morenler vadiye paralel biçimde uzanış göstermektedir.



Şekil 51. Mereta buzul vadisi jeomorfoloji haritası.

Vadinin dil kesiminde taban morenleri sıralanmaktadır. Mereta buzul vadisi içerisinde 2240 m'lerden 2080 m'lere kadar flüvyo-glasyal polijenik jeomorfoloji hakimdir. Buzul vadisi akarsu tarafından 20 m'ye varan ölçülerde yarılmıştır. Vadi tabanındaki eğim azlığı, akarsuyun menderesler yaparak akmasına neden olmaktadır.

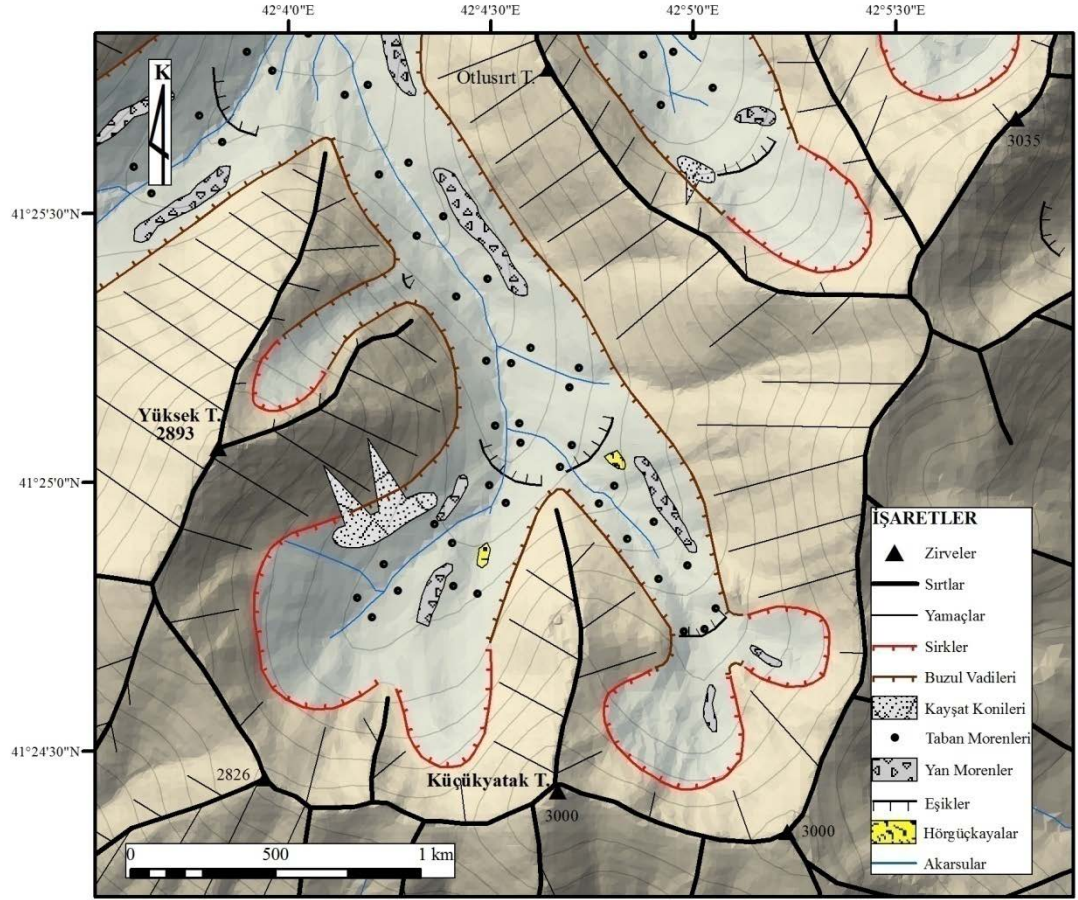
3.3.1.3. Küçükyatak Buzul Vadisi

Küçükyatak Tepe'nin (3000 m) kuzeyinde yer almaktadır. 2700 ve 2800 m'lerdeki beş sirkten başlayarak 2340 m'lere kadar devam etmektedir. Kuzeybatı yönünde uzanış gösteren buzul vadisi, 3 km uzunluğa 500 m genişliğe sahiptir (Şekil 52). Yüksek Tepe'nin (2893 m) doğusundaki sirk 2780 m yükseltilerden başlamakta ve üzerindeki taban morenleri ile dikkat çekmektedir. Küçükyatak Tepe'nin batısında yer alan 2680 ve 2740 m yükseltilerindeki iki sirk önünde 2540 m'de bir eşik yer almaktadır (Foto 35).



Foto 35. Küçükyatak buzul vadisi.

Sirklere yakın olan 2600 m’lerde taban morenleri bulunmaktadır. Küçükuyatak Tepe’nin doğusundaki 2830 ve 2820 m’lerdeki iki sirkte önünde ise 2560 m yükseltide bir eşik bulunmaktadır ve moren depoları yaygındır. Sirklerden itibaren vadinin her iki tarafında yan morenlere ve taban morenlerine rastlanmaktadır. Buzul vadisi 2340 m yükseltilerde asılı halde Mereta buzul vadisine bağlanmaktadır.



Şekil 52. Küçükuyatak buzul vadisi jeomorfoloji haritası.

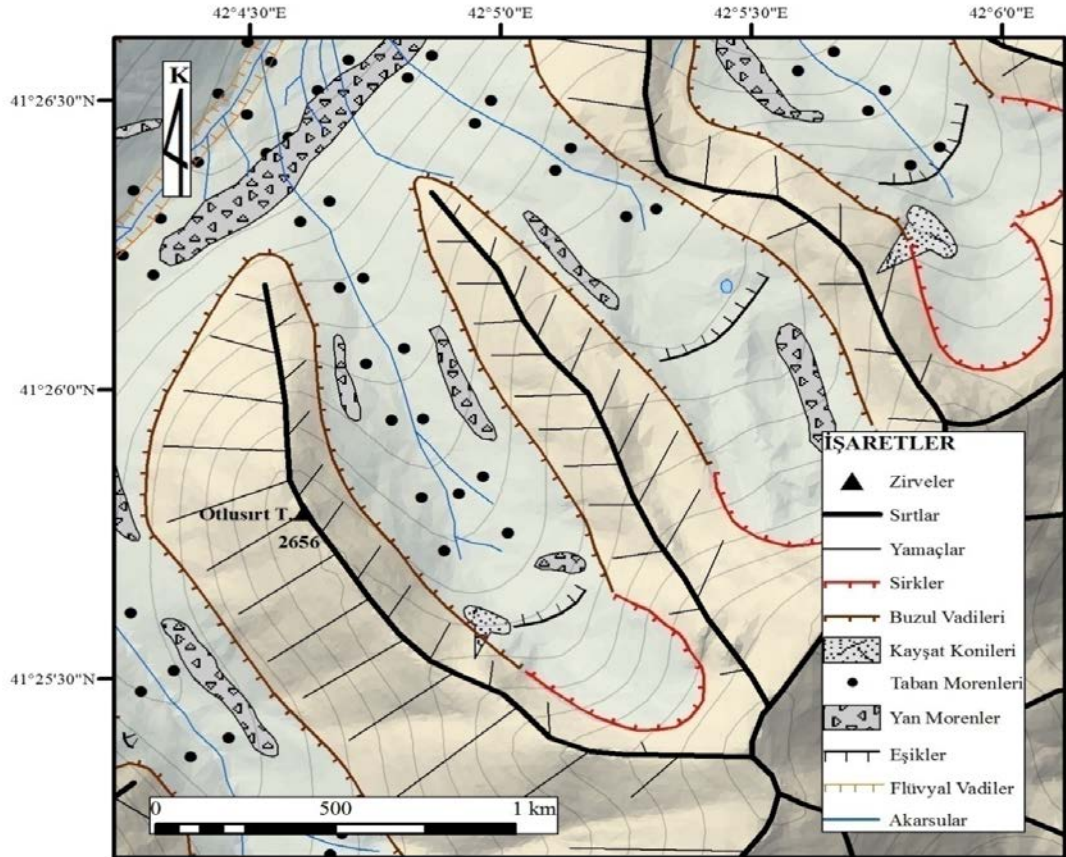
3.3.1.4. Otlusirt Buzul Vadisi

Kesikkaya Tepe’nin (3035 m) güneybatısında yer almakta ve 2870 m’deki sirkten başlayarak 2340 m’lere kadar devam etmektedir. Kuzeybatı yönünde uzanan

buzul vadisi ortalama 2 km uzunluğa ve 500 m genişliğe sahiptir (Şekil 53). Sirkin önünde 2640 m’de eşik bulunmaktadır (Foto 36).



Foto 36. Otlusirt buzul vadisi.



Şekil 53. Otlusirt buzul vadisi jeomorfoloji haritası.

Eşik üzerinde ve önünde taban morenleri mevcuttur. Buzul vadisi 2340 m’lerde asılı halde Mereta buzul vadisine bağlanmaktadır.

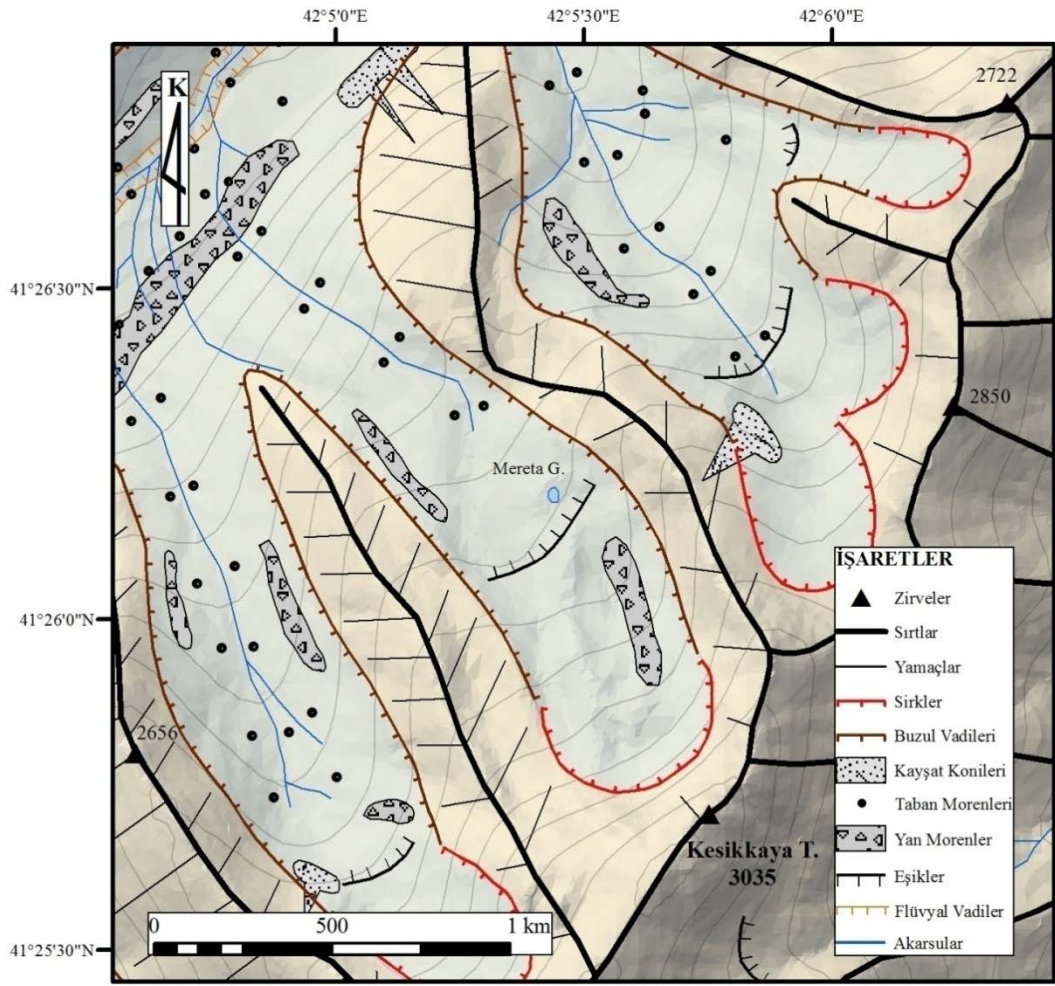
3.3.1.5. Kesikkaya Buzul Vadisi

Kesikkaya Tepesinin batısında yer almaktadır. 2780 m yükseltideki sirkten başlayarak 2360 m’lere kadar devam etmektedir (Şekil 54). Kuzeybatı yönlü uzanan buzul vadisi 2 km uzunluğa ve 500 m genişliğe sahiptir (Foto 37).



Foto 37. Kesikkaya buzul vadisi.

Buzul vadisi içerisinde 2595 m yükseltide Mereta gölü yer almaktadır. Gölün çevresi taban morenleri ile kaplıdır. Buzul vadisi 2360 m yükseltide asılı karakterde Mereta buzul vadisine bağlanmaktadır.



Şekil 54. Kesikkaya buzul vadisi jeomorfoloji haritası.

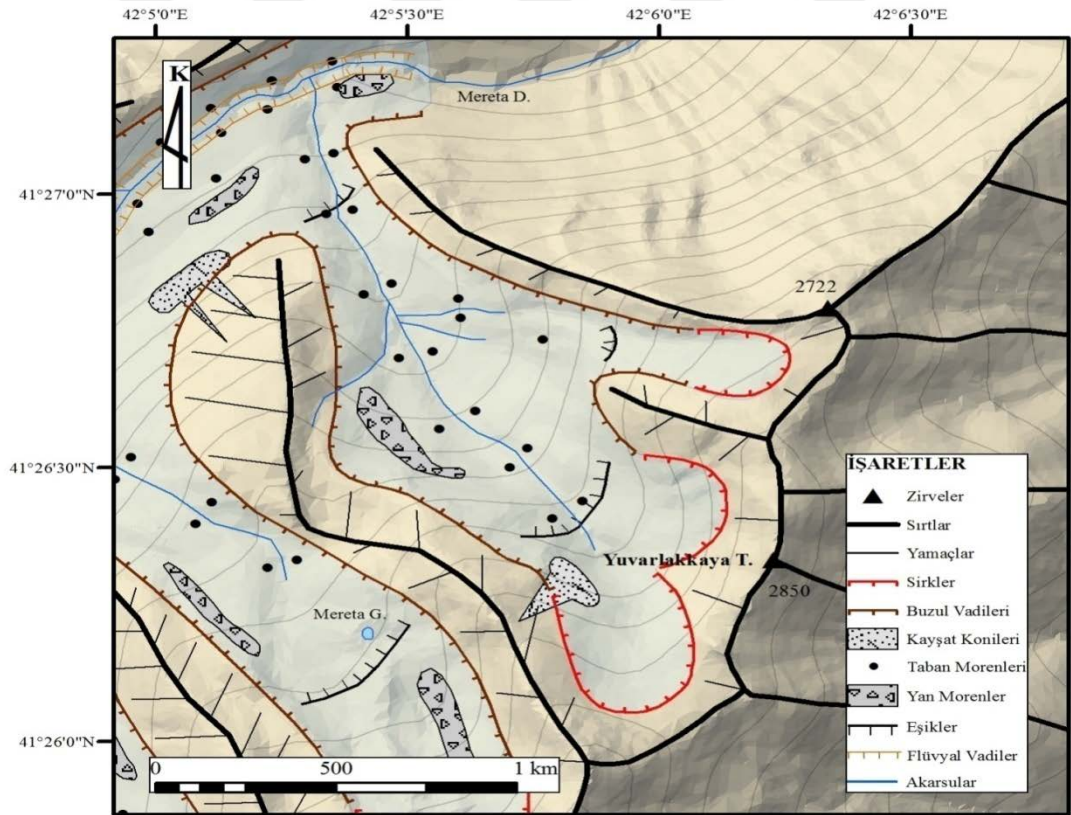
3.3.1.6. Yuvarlakkaya Buzul Vadisi

Yuvarlakkaya Tepesi'nin (2850 m) batısında yer almakta ve kuzeybatı yönlü uzanış göstermektedir. 2700 m yükseltilerdeki üç sirkten başlayarak 2220 m yükseltilere kadar devam etmektedir (Foto 38).



Foto 38. Yuvarlakkaya buzul vadisi.

Yaklaşık 2 km uzunluğa ve 500 m genişliğe sahiptir (Şekil 55). Sirklerin önünde 2580 m yükseltilerde birer eşik bulunmaktadır.



Şekil 55. Yuvarlakkaya buzul vadisi jeomorfoloji haritası.

Vadi tabanındaki yan morenler vadinin uzanışına paralel durumdadır. Buzul vadisi 2220 m’lerde asılı karakterde Mereta buzul vadisine bağlanmaktadır.

Karçal Dağları’nda belirlenen 26 buzul vadisinin topografik özellikleri ve Pleistosen kalıcı kar sınırı ortaya konulmuştur (Tablo 7). Elde edilen sonuçlar vadilerin büyük bir bölümünün doğu-batı ve güneybatı-kuzeydoğu yönlü olduğu görülmektedir. Karçal Dağlarının geneli için çevre dil ortalaması metoduna göre hesaplanan Pleistosen kalıcı kar sınırının ise 2600 m civarlarında olduğu sonucuna varılmıştır.

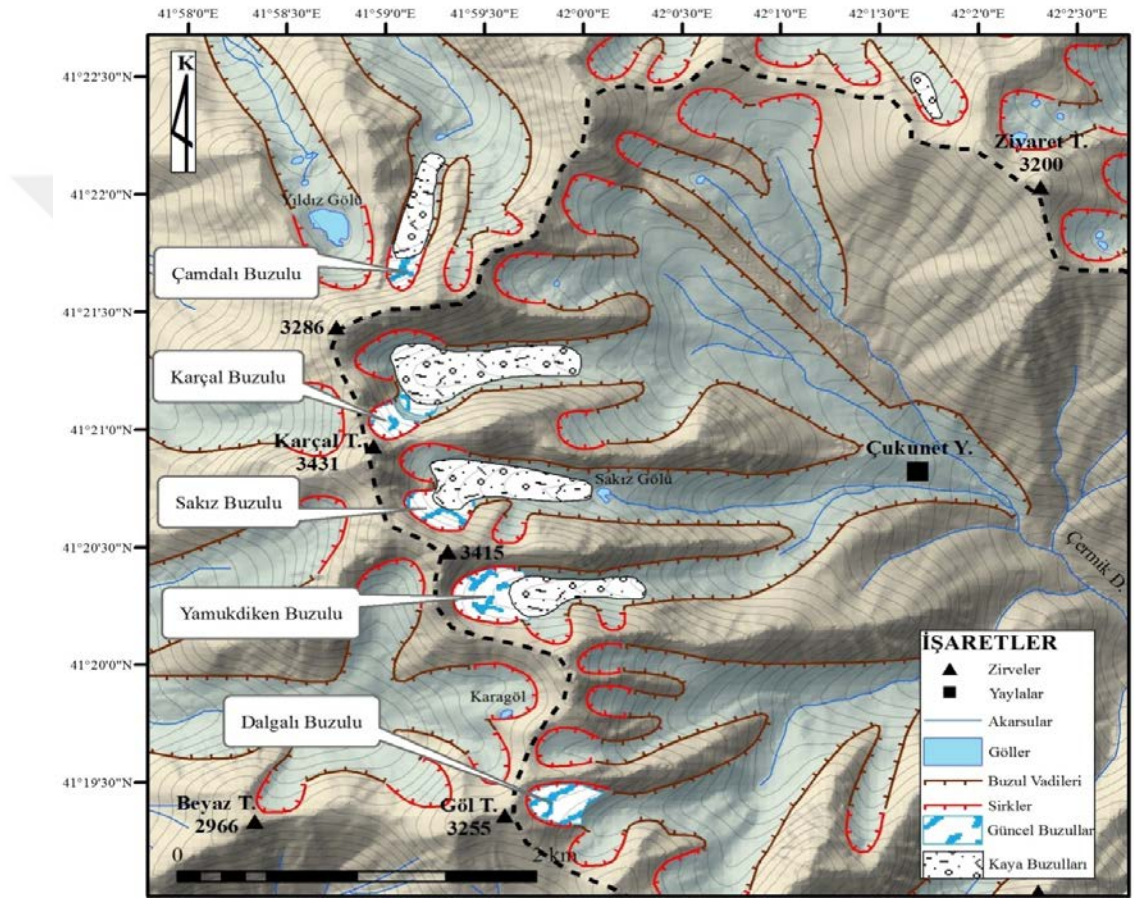
Tablo 7. Buzul vadilerinin topografik özellikleri.

Dağın Adı	Grup Adı	Ünitenin Adı	Vadinin Adı	Vadinin Uzunluğu (km)	Vadi Uzunluğu (km)	Sirk Tabanı Yüksekliği (m)	Pleistosen Kalıcı Kar Sınırı (m)
Karçal	Karçal	Karçal	Çukunet	KB-GD	2	2700	2693
			Karçal	B-D	5	3000	2621
			Sakız	B-D	4	3000	2657
			Yamukdiken	B-D	3	3100	2805
			Dalgacı	GB-KD	3	3100	2625
			Çermik	GB-KD	2	2900	2482
			Karagöl	D-B	4	3100	2731
			Adagül	KD-GB	2	3150	2750
			Beyazsu	D-B	2.5	3150	2752
			Yıldız	GD-KB	2.5	2950	2600
	Ziyaret	Fındık	Çamdalı	GD-KB	3	3000	2665
			Tavgala	GB-KD	1	2650	2400
			Demirkapı	GB-KD	1.5	2700	2420
			Ortasivri	GB-KD	2	2800	2545
			Fındık	GD-KB	2	2850	2470
		İnce	Taşlı	K-G	1	2680	2585
			İnce	K-G	3	2800	2570
		Kayalar	Ziyaret	B-D	3	2900	2590
			Kurugöller	B-D	3	2900	2490
		Büyükmera	Kayalar	K-G	2	2500	2370
			Mereta	GB-KD	2	2640	2507
	Büyükmera	Mereta	Mereta	GB-KD	5	2720	2482
			Küçükyatak	GD-KB	3	2800	2600
			Otlusırt	GD-KB	2	2870	2550
			Kesikkaya	GD-KB	2	2780	2575
			Yuvarlakkaya	GD-KB	2	2700	2500

3.4. Güncel Buzullar

Karçal Dağları’nda Geç Pleistosen buzullaşması sonucu gelişen buzulların bir kısmı günümüzde de varlığını sürdürmektedir. Güncel buzullar Karçal ünitesindeki

tekne vadilerde sadece beş sirk içerisinde yer almaktadır (Şekil 56). Güncel buzullar, yılın büyük bir bölümünde karla kaplı halde olmaları, derin tekne vadiler içerisinde yer almaları, çevrelerinde güneşlenmeyi kısmen engelleyici yüksek dorukların bulunması, hava kütlelerinin geliş açısı, varlıklarını günümüzde de sürdürebilme nedenleri arasındadır.



Şekil 56. Güncel buzul haritası.

Buzullar sirk duvarlarına yamanmış küçük ölçektedir. Yükseltinin fazla oluşu ve uygun bakı koşulları, güncel buzulların Karçal Dağı grubunda yer almasını sağlamıştır. Karçal Dağlarındaki buzullar kuzeyden güneye doğru Çamdalı, Karçal, Sakız, Yamukdiken ve Dalgalı olarak sıralanmaktadır.

Çamdalı buzulu, Yıldız ünitesinin Çamdalı buzul vadisinde yer almaktadır. Çevresinde 3286 m'lere varan yüksek dorukların bulunduğu buzul; 3100 m ile 2820 m yükseltiler arasında bulunmaktadır (Foto 39). Kuzey yönünde uzanış gösteren Çamdalı buzulu yaklaşık olarak 400 m uzunluğa ve 250 m genişliğe sahiptir. Buzulun kalınlığı hakkında sirk duvarından ayrılan bölümünde yapılan ölçümlerde 25 m'den fazla olduğu tespiti yapılmıştır.



Foto 39. Çamdalı buzulu.

Buzul yılın büyük bir bölümünde kar örtüsü ile kaplı durumdadır. Kar örtüsü hacim kaybetmesini engellemektedir. Çevresinde eğimi fazla olan yamaçlardan dökülen enkaz malzemesi; buzul üzerini azda olsa örtmektedir. Çamdalı buzul vadisinde 2900 m'lerden itibaren kaya buzulları başlamaktadır. 2820 m yükseltilere inen güncel buzul 2900 ile 2820 m'ler arasında kaya buzulları ile iç içe geçmiş durumdadır.

Karçal buzulu, Karçal ünitesinde Karçal buzul vadisi içerisinde yer almaktadır. Kuzeydoğu yönünde sirk duvarına yapışmış biçimdedir. Güneyinde

alanın en yüksek doruğu olan Karçal Tepesi bulunmaktadır. Karçal buzulu 3230 m’lerden başlayarak 2926 m yükseltilere kadar devam etmektedir. Buzul vadisinin güney sirki içerisindeki kuzeydoğu yamaçta yer almaktadır. Karçal buzulu 3020 m yükseltilerde ikiye ayrılmış ve anakaya yüzeye çıkmış durumdadır. Kuzeydoğu yönünde uzanan Karçal buzulu yaklaşık olarak 400 m uzunluğa ve 200 m genişliğe sahiptir. Buzulun kalınlığı kapsamında; kaya buzulları ile karşılaştığı 2980 m’lerde görülen yüzeyinin 20 m’den fazla oluşu fikir vericidir. Fiziksel ufalanma ürünü olan enkaz malzemesi buzulun üzerini yer yer kaplamaktadır (Foto 40).



Foto 40. Karçal buzulu.

Sakız buzulu, Karçal ünitesi içerisindeki Sakız buzul vadisindedir. Güneyinde 3415 m yükseltisiyle Karçal Dağları’nın en yüksek ikinci zirvesi yer almaktadır. Buzul, vadinin güneyindeki sirkin içerisinde bulunmaktadır. Kuzeydoğu yönlü uzanan buzul 3190 m ile 2960 m yükseltiler arasındadır. Sakız buzulu ortalama 250 m uzunluğa ve 400 m genişliğe sahiptir. Güncel buzulun kenarlarında bulunan erime

kanalları aracılığıyla 15 m'den fazla kalınlığı olduğu belirlenmiştir. Vadide 3050 m yükseltilerden başlayan kaya buzulları 2960 m'lere kadar inen güncel buzul ile iç içe geçmiş durumdadır (Foto 41).



Foto 41. Sakız buzulu.

Yamukdiken buzulu, Karçal ünitesinin Yamukdiken buzul vadisi içerisinde bulunmaktadır. Doğu yönünde uzanan buzul, 3180 m ile 3020 m yükselti arasında. Ortalama 500 m uzunluğa ve 300 m genişliğe sahiptir. Sirkine içerisi tamamen buzulla dolu haldedir. Buzul vadisi içerisinde 3050 m yükseltilerden başlayan kaya buzulları 3020 m'lere kadar inen buzul ile karışık durumdadır. Çevresindeki yamaçlardan gelen enkaz malzemesi, buzulun üzerini her geçen gün biraz daha örtmektedir (Foto 42).



Foto 42. Yamukdiken buzulu.

Dalgalı buzulu, Karçal ünitesinde Dalgalı buzul vadisi içerisinde yer alan buzul, 3100 m ile 2980 m yükseltiler arasındadır. Doğu yönlü uzanan buzul yaklaşık 250 m uzunluğa ve 100 m genişliğe sahiptir. 10 m'den daha kalın olan buzulun hemen önünde 3000 m yükseltilerde başlayan kaya buzulları 2980 m'lere kadar inen buzul ile iç içe geçmiştir (Foto 43).

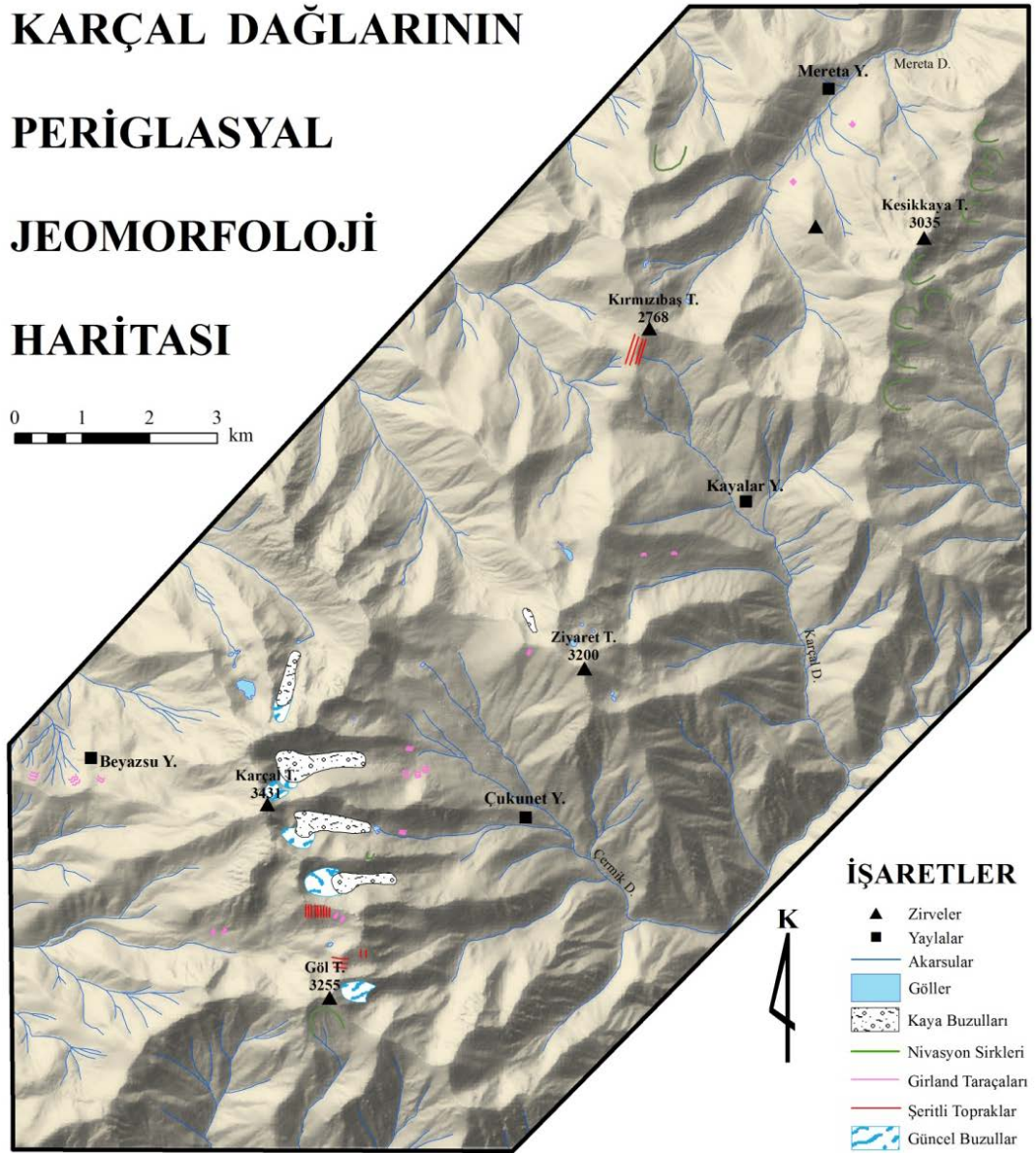


Foto 43. Dalgalı buzulu.



IV. BÖLÜM: PERİGLASYAL JEOMORFOLOJİ

Karçal Dağları; buzullaşmaya uğrayan alanları ve buna bağlı olarak gelişen şekillerinin yanı sıra buzul çevrelerinde meydana gelen periglasyal şekilleri de bünyesinde barındırmaktadır (Şekil 57). Periglasyal şekiller buzullaşmanın tam olarak gerçekleşmediği buzul çevrelerinde donma ve çözülme olayları neticesinde oluşum göstermektedir.



Şekil 57. Periglasyal jeomorfoloji haritası.

Karçal Dağları üzerinde tespiti gerçekleştirilen periglasyal şekiller; kaya buzulları, nivasyon sirkleri, girland taraçaları ve şeritli topraklardır. Belirlenen periglasyal şekiller içerisinde büyük ölçekte olup geniş yayılıma sahip olanı kaya buzulları, küçük ölçekte ve dar alanda bulunanı ise şeritli topraklardır.

4.1. Kaya Buzulları

Karçal Dağları'nda buz çekirdeği ve permafrost etkilere bağlı olarak gelişen beş kaya buzulu bulunmaktadır. Kaya buzullarının tanımı zaman içerisinde değişiklikler geçirmiştir. Kaya buzulları; dil şekilli gövdelere sahip (Wahrhaftig ve Cox, 1959), uzunlukları genişliklerinden fazla olan (Martin ve Whalley, 1987), vadi tabanlarında oluşum gösteren (Outcalt ve Benedict, 1965), dil kesimlerinde keskin dikliklerin bulunduğu (Hamilton ve Whalley, 1995) şekiller olarak belirtilmiştir. Kaya buzullarının oluşum mekanizması hakkında iki farklı görüş vardır. Wahrhaftig ve Cox (1959) tarafından ortaya atılan birinci görüş “permafrost sürünme” (*permafrost creep*) modeli olarak adlandırılır ve kaya buzullarının, bloklar arasındaki boşluklarda bulunan permafrostun donma-çözünme olaylarına bağlı olarak harekete geçmesi sonucunda oluştuğunu ileri sürer. Potter (1972) tarafından ileri sürülen ikinci görüş ise “buz çekirdekli kaya buzulu” (*ice cored rock glacier*) modeli olarak bilinir ve kaya buzullarının buz çekirdeği etkisiyle geliştiğini savunur (Whalley ve Martin, 1992). Kaya buzulları jeomorfolojik özelliklerine göre; lob şekilli ya da dil şekilli olarak ikiye ayrılmıştır (Giardino ve Vick, 1987). Hareketliliği esas alındığında; aktif, aktif olmayan ve kalıntı olmak üzere üç bölümde incelenmektedir (Martin ve Whalley, 1987; Barch, 1996). Kaya buzullarının bir diğer ayrımı da bulundukları yere göre yapılmakta olup buna göre vadi içindeki konumları

gözetilerek, vadi tabanı ve vadi yamacı olmak üzere ikiye ayrılırlar (Outcalt ve Benedict, 1965) (Tablo 8).

Tablo 8. Kaya buzularının sınıflandırılması.

Oluşum Modeli	Biçim	Aktivite	Konum
1- Permafrost	1- Lob Şekli	1- Aktif	1- Vadi Tabanı
2- Buz Çekirdekli	2- Dil Şekli	2- Aktif Olmayan	2- Vadi Yamacı
		3- Kalıntı	

Karçal Dağları üzerindeki beş kaya buzulu farklı sınıflamalara göre tanımlanarak, temel morfolojik ve morfometrik özellikleri verilmiştir (Tablo 9). Tüm bu sınıflamaların yanı sıra arazi çalışmalarında elde edilen bulgular da göz önünde tutularak kaya buzullarında likenlerin bulunduğu yerlere göre üç farklı aktivite aşamasında tespitler yapılmıştır. Likenlerin ve alpin bitki örtüsünün olmadığı, lobların belirsiz olduğu kesim birinci aşama olarak belirtilmiştir. Likenlerin ve alpin bitki örtüsünün göreceli az bulunduğu, lobların belirginleşmeye başladığı kesim ikinci aşama olarak tanımlanmıştır. Likenlerin ve alpin bitki örtüsünün yüzeyi tamamen kapladığı ve lobların iyice belirginleştiği kesim ise üçüncü aşama olarak belirtilmiştir.

Tablo 9. Kaya buzullarının hipsometrik özellikleri.

Kaya Buzulu Adı	Dil Yüksekliği (m)	Kök Yüksekliği (m)	Uzunluğu (m)	Maksimum Genişliği (m)	Alanı (km ²)	Eğimi (%)	Dil Kısımının Kalınlığı (m)
Çamdalı	2600	2900	700	150	0.15	42	25
Karçal	2730	2935	1200	250	0.32	17	40
Sakız	2790	3050	1150	200	0.23	22	30
Yamukdiken	3030	3070	600	120	0.07	6	20
Ziyaret	2890	2940	200	50	0.01	25	10

Ziyaret Kaya Buzulu, Ziyaret Tepesi'nin kuzeybatısında bulunmaktadır. 2940 m ile 2890 m yükseltileri arasında sirkten başlayarak eşik üzerinde son bulmakta ve güney-kuzey yönünde uzanmaktadır. Kök kısmı ile dil kısmı arasındaki yükselti farkı 50 m olup dil kısmına doğru genişlemektedir. Ortalama 200 m uzunluğa, 50 m genişliğe ve dil kesiminde 10 m kalınlığa sahiptir. Yapı, sirk ve vadi tabanının dar olması nedeniyle kaya buzulları içerisinde en küçük olanıdır. Kaya buzulları 10 cm ile 50 cm arasında değişen boyutlardaki döküntü malzemesinden oluşmaktadır. Kaya buzulunun alanı 0.01 km², eğim değeri ise % 25'tir. Enine loblara sahip kaya buzulunun oluşumunda permafrost etkiler daha ön plandadır. Enine loblara sahip olan alan; üç sınıfta değerlendirilmiştir. 2940 m ile 2910 m yükseltileri arasında birinci aşamadaki loblarda likenler ve alpin bitki örtüsü bulunmamaktadır. 2905 m ile 2898 m yükseltisindeki ikinci aşamada bulunan loblarda alpin bitki örtüsü ve likenler belirginleşmeye başlamaktadır. 2898 m ile 2890 m yükseltiler arasında yer alan üçüncü aşamadaki loblarda ise yüzey tamamen alpin bitki örtüsü ve likenlerle kaplanmaktadır. Lokasyonuna göre vadi yamacında yer almaktadır. Kaya buzulunun dil kesiminin likenlerle ve vejetasyon örtüsü ile tamamen kaplı olması aktif olmadığının işaretlerindendir (Foto 44).



Foto 44. Ziyaret kaya buzulu.

Karçal Kaya Buzulu, Karçal Tepesi'nin doğusunda yer almaktadır. 2935 m ile 2730 m yükseltileri arasında sirk önünden başlayarak vadi içerisinde sonlanmakta ve batı-doğu yönünde uzanmaktadır. 2935 m yükseltiden daha yüksek sirk duvarına yapışmış şekilde güncel buzul yer almaktadır. Kaya buzulunun kök kısmı ile dil kesimi arasındaki yükselti farkı 205 m, eğimi % 17 ve alanı 0.32 km²'dir. Yaklaşık olarak 1200 m uzunluğa, 250 m genişliğe, dil kısmında 40 m kalınlığa sahiptir. Aşınımına karşı dayanıksız olan materyal kaya buzullarının daha iyi gelişmesine ve belirgin loblara sahip olmasına neden olmaktadır. Kaya buzulları 10 cm ile 200 cm arasında değişen boyutlardaki döküntü malzemesinden oluşmaktadır. Kaya buzulunun gelişiminde donma çözülme olaylarına bağlı permafrost etkiler daha fazla rol oynamaktadır. Kaya buzulunun kök kesiminde gelişigüzel boyuna loblar yer almaktadır. Bu oluşum sirk bölümünde yer alan güncel buzul ile permafrost etkinin karşılaştığı alana denk gelmektedir. Kök kesiminin dil kesimine göre daha genç oluşu, düzenli lobların henüz gelişmemiş olmasına neden olmuştur (Foto 45).



Foto 45. Karşal kaya buzulu.

Karşal kaya buzulunun dil kesiminde enine konsantrik loblara sahip olan alan; üç sınıfa ayrılmıştır. 2935 m ile 2810 m yükseltileri arasındaki birinci aşamada loblar üzerinde likenler ve alpin bitki örtüsü bulunmamaktadır. 2800 m ile 2776 m yükseltileri arasında bulunan ikinci aşamadaki loblarda alpin bitki örtüsü ve likenler belirginleşmeye başlamaktadır. 2766 m ile 2730 m yükseltiler arasındaki üçüncü aşamada bulunan loblarda ise yüzey tamamen alpin bitki örtüsü ve likenlerle kaplanmaktadır. İkinci aşamanın bittiği ve üçüncü aşamanın başladığı kesimde 10 m'lik yükselti farkı bulunmaktadır. Oluşum bakımından üçüncü aşama alanlar diğerlerine oranla göreceli olarak daha yaşlıdır. Birinci aşamada yer alan kaya buzulları daha çok buz çekirdeğinin etkisindedir. Gelişimini altında bulunan buzul kontrol etmektedir. Lokasyonuna göre vadi tabanında yer almaktadır. Uygun vadi genişliğine sahip olan yapı kaya buzulları içerisinde en büyük ve iyi gelişmiş

olandır. Kaya buzunun dil kesiminin tamamen likenlerle kaplı olması günümüzde aktif olmadığının işaretlerinden biridir.

Çamdalı Kaya Buzulu, Karçal Tepesi'nin kuzeyinde, Yıldız Gölü'nün doğusunda yer almaktadır. 2900 m ile 2600 m yükseltileri arasında sirk önünden başlayarak bir eşikte sonlanmakta ve güney-kuzey yönünde uzanmaktadır. Kaya buzulu; 300 m'lik yükselti farkına, 0.15 km² alana ve % 42 eğime sahiptir. Yaklaşık olarak 700 m uzunluğa, 150 m genişliğe ve dil kısmında 25 m kalınlığa sahiptir. Kaya buzulları 10 cm ile 100 cm arasında değişen boyutlardaki döküntü malzemesinden oluşmaktadır. Boyuna loblara sahip dil şekilli kaya buzunun oluşumunda buz çekirdeği ön plandadır. Buzulun geri çekilme hareketine bağlı olarak kaya buzulu eğim doğrultusunda kuzeye doğru hareket halindedir. Lokasyonuna göre vadi tabanında yer almaktadır (Foto 46).



Foto 46. Çamdalı kaya buzulu.

Sakız Kaya Buzulu, Karçal Tepesi'nin güneyinde bulunmaktadır. 3050 m ile 2790 m yükseltileri arasında sirk önünden başlayarak bir eşik üzerinde son bulmakta

ve batı-doğu yönünde uzanmaktadır. Kök kısmı ile dil kısmı arasındaki yükselti farkı 260 m, alanı 0.23 km², eğim oranı ise % 22'dir. Ortalama 1150 m uzunluğa, 200 m genişliğe ve dil kısmında 30 m kalınlığa sahiptir. Kaya buzulları 10 cm ile 150 cm arasında değişen boyutlardaki döküntü malzemesinden oluşmaktadır. Lokasyonuna göre vadi tabanında yer almaktadır. Kaya buzulu çoğunlukla boyuna loblara sahip olmakla birlikte dil kesiminde enine loblar da bulunmaktadır. Buzulun etkisinde oluşum gösteren yapı; eğim doğrultusunda doğuya doğru hareket halindedir (Foto 47).



Foto 47. Sakız kaya buzulu.

Karçal Dağları'ndaki sıcaklık koşulları aynı gün içerisinde, çok yakın mesafelerde ve sürelerde bile değişiklik göstermektedir. Kaya buzulları ile altında bulunan buz çekirdeğinin sıcaklık değerleri birbirinden farklıdır. Bu da kaya buzullarının, gelişiminde rol oynayan buz çekirdeğini koruduğunu ortaya koymaktadır. Sakız kaya buzulu içerisinde bulunan buz, bütün dönem varlığını sürdürmektedir. Yüzeyde 10 °C civarında olan sıcaklık kaya buzullarının oluşturduğu

örtü radyasyonunun derine doğru iletimini engellemektedir. Böylece buz varlığını yaz aylarında da sürdürerek kaya buzunun hareketinin yaz aylarında da devam etmesine neden olmaktadır (Foto 48).

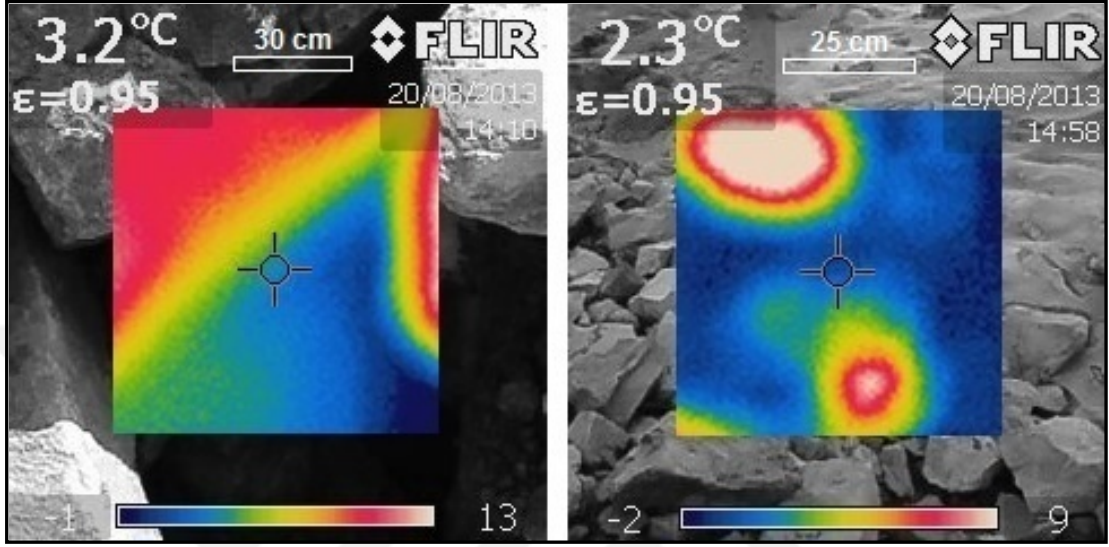


Foto 48. Sakız kaya buzulu termal görüntüleri (20.08.2013).

Örnek amaçlı değerlendirilen termal görüntüler, yakın mesafelerde bulunan diğer buz çekirdekli kaya buzulları (Çamdalı ve Yamukdiken) için de kaynak niteliğini taşımaktadır. Permafrost etkilerle oluşan kaya buzulları (Karçal ve Ziyaret) altında buz çekirdeği bulunmadığından onlar için termal kayıtlar gerçekleştirilmemiştir.

Yamukdiken Kaya Buzulu, Karçal Tepesi'nin güneydoğusunda yer almaktadır. Karagöl'ün kuzeyinde 3070 m ile 3030 m yükseltileri arasında sirk önünden başlayarak vadi içerisinde son bulmakta ve batı-doğu yönünde uzanmaktadır. 40 m'lik yükselti farkına, 0.07 km²'lik alana ve % 6 eğime sahiptir. Yaklaşık 600 m uzunluğa, 120 m genişliğe ve 20 m kalınlığa sahiptir. Genellikle dasit, riyolit ve bazaltlardan oluşan volkanik materyal egemen durumdadır. Kaya

buzulları 10 cm ile 500 cm arasında değişen boyutlardaki döküntü malzemeden oluşmaktadır. Kum, çakıl ve blok boyutundaki taneler bir arada yer almaktadır. Boyuna loblara sahip olan kaya buzulunun oluşumunda buzul etkisi ön plandadır. Buzulun geriye doğru çekilmesine bağlı olarak eğim yönünde doğuya doğru hareket halindedir. Lokasyonuna göre vadi tabanında yer almaktadır (Foto 49).



Foto 49. Yamukdiken kaya buzulu.

4.2. Nivasyon Sirkleri

Karçal Dağları'nda buzullaşmanın tam olarak gerçekleşmediği kar kütlelerinin aşındırması sonucu meydana gelen hilal biçimli çukur alanlar olan nivasyon sirkleri yer almaktadır. Nivasyon sirkleri yükseltinin fazla olduğu doruklara yakın kesimlerde oluşmaktadır. Karçal Dağları'nda nivasyon sirkleri Karçal Dağı grubu ve Büyükmera Dağı grubunda yoğunluk kazanmaktadır. Bu iki alanda yoğunlaşan şekiller, genellikle sirklerin bulunduğu ve etrafındaki su bölümü çizgisinin karşı tarafında yer almaktadır (Şekil 57).

Karçal Dağı grubu, Adagül ünitesi içerisindeki nivasyon sirkleri Göl Tepe'nin güneyindedir. Karagöl buzul vadisine ait sirklerin güneyindeki şekiller yaklaşık olarak 500 m uzunluk ve genişliğe sahiptir. 3100 ve 2920 m yükseltileri arasındaki nivasyon sirkleri kar kütlelerince daha az aşındırılmıştır. Karçal Dağı grubundaki bir diğer nivasyon sirkisi ise Karçal ünitesi Sakız buzul vadisi içerisinde yer almaktadır. güneyindeki yamaç üzerinde 3130 m ile 3050 m yükseltileri arasında yer almaktadır. 100 m genişlik ve uzunluğa sahiptir (Foto 50).



Foto 50. Karagöl vadisi güneyindeki nivasyon sirkisi.

Büyükmera Dağı grubundaki nivasyon sirkleri ise Mereta ünitesine ait su bölümü çizgisinin doğu ve batısında yer almaktadır. Mereta ünitesinin batısındaki nivasyon sirkleri Siyahkuş Tepe'nin (2749 m) hemen kuzeyindedir. 2640 m ile 2440 m yükseltiler arasında kuzey yönlüdür. Yaklaşık 500 m uzunluğa ve 300 m genişliğe sahiptir. Mereta ünitesinin doğusundaki nivasyon sirkleri ise Eğlenme Tepe'nin (2832 m) kuzeyinden başlayarak Yuvarlakkaya Tepe'nin (2850 m) kuzeyine kadar devam etmektedir. Kuzey güney yönünde diziliş gösteren dokuz nivasyon sirkisi

kabaca doğu y6n6ndedir. 250 m genişlik ve 400 m uzunluğa sahip şekiller 2900 m ile 2700 m y6kselteler arasında yer almaktadır.

4.3. Girland Taraçaları

Karçal Dağları'nda eğim doğrultusunda çelenkler halinde basamaklar oluşturan girland taraçaları, uygun topografya şartlarına sahip alanlarda bulunmaktadır. Girland taraçaları, Karçal Dağları'nın belirli 6nitelerinde yer almaktadır (şekil 57).

Karçal Dağı grubu, Karçal 6nitesinde Karçal ve Sakız buzul vadilerinde yer alan girland taraçaları; yaklaşık 1 m elenk genişliğine ve 50 cm 6n d6klik y6ksekliliğine sahiptir. Girland taraçaları her iki buzul vadisinde de 2600 ve 2700 m y6kseltelerindeki eşiklerin hemen 6n6nde yer almaktadır.

Karçal Dağı grubu, Adag6l 6nitesinde, Karag6l ve Beyazsu buzul vadilerinde de girland taraalarına rastlanılmaktadır. Karag6l buzul vadisindeki şekiller Karag6l'6n kuzeyindeki yamaçlar 6zerindedir. elenkler halinde eğim doğrultusunda uzanmaktadır. Beyazsu buzul vadisindeki girland taraçaları g6ney yamaçtaki Bayrak Tepesi civarında yoğunluk kazanmaktadır (Foto 51).

Ziyaret Dağı grubunun Kayalar 6nitesinde bulunan girland taraçaları, Ziyaret buzul vadisinin kuzey yamaçlarında yoğunluk g6stermektedir. elenkler halinde eğim doğrultusunda g6neye doğru uzanmaktadır.

B6y6kmera Dağı Grubunda ise Mereta 6nitesindeki Mereta buzul vadisinde g6r6lmektedir. Girlandlar Mereta buzul vadisinin her iki yamacında eğim doğrultusunda basamaklar halindedir.



Foto 51. Karagöl vadisi kuzeyindeki girland taraçaları.

4.4. Şeritli Topraklar

Karçal Dağları'nda donma ve çözülme olaylarına bağlı olarak gelişen şeritli topraklar Karçal Dağı grubu ve Ziyaret Dağı grubunda yer almaktadır (Şekil 57). Karçal Dağı grubu Adagül ünitesinde Karagöl buzul vadisi içerisindeki şeritli topraklar, Karagöl'ün hemen kuzeyindeki yamaçlar üzerinde eğime paralel olarak bulunmaktadır. Yaklaşık 30 cm genişliğe ve 200 m uzunluğa sahiptir. Yamaç boyunca sirk tabanına doğru uzanış göstermekte ve 3200 m ile 3080 m yükseltiler arasında yer almaktadır (Foto 52).



Foto 52. Karagöl vadisinin kuzey yamaçlarındaki şeritli topraklar.

Ziyaret Dağı grubu Kayalar ünitesinde, Kayalar buzul vadisinde yer alan diğer şeritli topraklar ise Kırmızıbaş Tepe'nin (2768 m) güneyindedir. Kayalar buzul vadisi sirkinin su bölümü çizgisi üzerinde yer alan oluşumlar 50 cm genişliğe ve 500 m uzunluğa sahiptir (Foto 53).



Foto 53. Kırmızıbaş Tepenin güneyindeki şeritli topraklar.



V. BÖLÜM: KOZMOJENİK TARİHLENDİRME ve PALEOİKLİM

Kozmojenik tarihlendirme ile buzul jeomorfolojisi çalışmalarında daha güvenilir sonuçlar elde edilmektedir. Kozmojenik tarihlendirme ile Karçal Dağları'ndaki buzul kronolojisi ortaya çıkarılmıştır. Buzul kronolojisi, örnek alınan kayacın yüzeyleme yaşının belirlenmesi ile tespit edilmektedir.

5.1. Kozmojenik Tarihlendirme Yöntemi

Kozmojenik tarihlendirme yöntemi (*cosmogenic surface exposure dating*) her hangi bir kayaç ya da sedimanın ne zamandan beri yeryüzünde yüzeylendiğinin belirlenmesine dayanır (Sarıkaya, 2012). Yöntem ile kayacın oluşum yaşı değil yüzeyleme yaşı tespit edilmektedir. Buzullaşma sonucu vadi içerisini dolduran buzul, aynı zamanda moren depolarının üzerini örtmektedir. Buzulun geriye çekilme dönemlerinde, morenler vadilerde depolanmaktadır. Bir bakımdan depolanan morenler buzulun ortadan kalkması ile yüzeylemektedir. Yüzeylenen morenler üzerinden alınan örneklerden elde edilen yaş, aynı zamanda buzulun hangi tarihte oradan çekildiğinin tespitidir. Bu kapsamda buzul vadisinin değişik noktalarından gerçekleştirilen örneklemeler, buzulun vadideki geri çekilme aşamalarını ortaya çıkarmaktadır.

Kozmojenik tarihlendirme yöntemi arazi ve laboratuvar çalışmaları ile yaş hesaplama aşamalarından oluşmaktadır.

5.1.1. Arazi Çalışmaları

Arazi çalışması kapsamında örnek alımı için Karçal Dağları'nın Karçal Dağı grubu, Karçal ünitesi içerisindeki Karçal buzul vadisi tercih edilmiştir. Karçal vadisi Karçal Dağları'nda morenlerin en iyi biçimde korunduğu, en gelişkin ve en büyük buzul vadisi olması nedeniyle seçilmiştir. Karçal Dağları'nda günümüzde de

varlıklarını sürdüren güncel buzullar Karçal vadisindeki ile hemen hemen aynı yükseltide bulunmaktadır. Bu nedenle Karçal buzul vadisinden elde edilen tarihlendirme sonuçları, diğer buzul vadilerinin buzul kronolojisi hakkında da fikir vericidir (Foto 54).

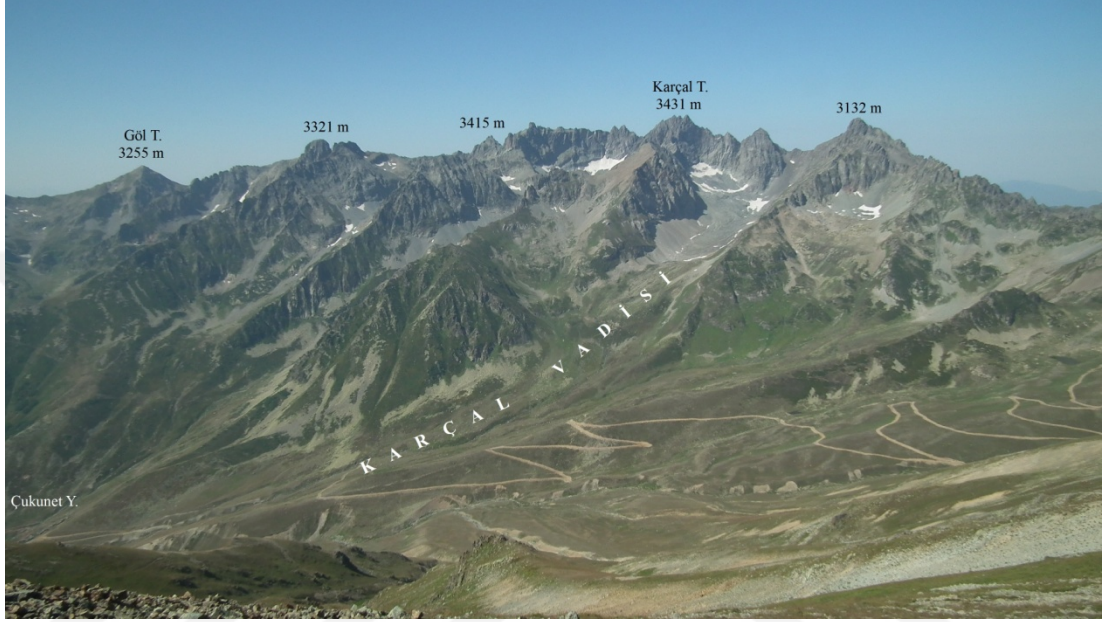


Foto 54. Sirklerden dil kesimine kadar Karçal Vadisi.

Karçal buzul vadisinde 2014 yılı Ağustos ayında gerçekleştirilen arazi çalışması esnasında örnek yerleri belirlenmiştir. Örnekler, moren sırtlarının en üst kesimindeki en büyük blok üzerinden temin edilmiştir. Fosil kaya buzulu ile geri çekilme morenleri üzerinden 2712 m ile 2180 m yükseltileri arasından toplam 10 örnek alınmıştır. Bu örneklerin ilk 4 tanesi 2500 m yükseltilerindeki eşik üzerindeki fosil kaya buzullarından, diğerleri ise eşik önündeki geri çekilme morenlerinden elde edilmiştir. Örnekler çekiç ve keski kullanılarak 3-4 cm kalınlığındaki kırıntılar şeklinde bloklardan kopararak alınmış ve her bir örnek için 700-800 gram olacak şekilde ayarlanmıştır. Alınan kayaç örnekleri, numune torbalarına konulduktan sonra

örnek numaraları verilmiştir. KAR14-1 ile KAR14-10 arasında belirlenen örnek numaraları; (**Kar**)çal ile 20(**14**) ve **01-10** arasındaki numaraların kısaltmalarından oluşmaktadır. Arazide örneklerin alımı esnasında kayacın yer ve blok ölçüleri tanımlanarak not edilmiştir. Kayacın litolojisi hakkındaki ilk izlenimler belirlenerek, örnek alınan yüzey kalınlığı da kaydedilmiştir. Örnek alımı tamamlanınca eğimölçer aracılığıyla, örnek alınan kayaca ait her 45 ° de bir olmak üzere topografik ufuk açıları belirlenmiştir (Tablo 10). GPS ile örnek yerlerinin koordinatları tespit edilmiştir. Son olarak kayaç çeşitli yönlerden ölçekli olacak şekilde fotoğraflanmıştır. Örneklerle ait bilgiler aşağıdaki şekildedir.

KAR14-01: Eşik üzerindeki 2712 m yüksekliğindeki 1-2 m büyüklüğündeki diyorit blok üzerinden alınmıştır. Kayaç gömülü halde morenin en üst bölümündeki fosil kaya buzuludur.

KAR14-02: Eşik üzerinde 2656 m yüksekliğinde 1-2 m büyüklüğündeki andezit bloktan elde edilmiştir. Fosil kaya buzulu üzerinden alınmıştır.

KAR14-03: Eşik üzerinde 2617 m yükseltisindeki 1.5-2 m boyutundaki gömülü diyorit blok üzerinden temin edilmiştir. Fosil kaya buzuludur.

KAR14-04: Eşik üzerinde 2564 m yükseltideki 0.5-1 m büyüklüğündeki diyorit blok üzerinden alınmıştır. Fosil kaya buzulu üzerinden alınmıştır.

KAR14-05: Eşik önündeki 2433 m yükseltideki ilk sağ geri çekilme morenlerinden 1-2 m büyüklüğündeki gabro bloğundan alınmıştır.

KAR14-06: Eşik önünde yer alan 2425 m yükseltiye sahip ilk sol geri çekilme morenlerinden 3-4 m büyüklüğündeki diyorit blok üzerinden elde edilmiştir.

KAR14-07: Eşik önünde bulunan 2371 m yükseltiye sahip ikinci sağ geri çekilme morenlerinden 3-4 m büyüklüğündeki diyorit bloktan temin edilmiştir.

KAR14-08: Eşik önündeki 2377 m yükseltide yer alan ikinci sol geri çekilme morenlerinden 1-2 m büyüklüğündeki bazalt blok üzerinden alınmıştır.

KAR14-09: Eşik önündeki 2233 m yükseltiye sahip 1.5-2 m büyüklüğündeki diyorit bloktan elde edilen sağ geri çekilme morenlerinden alınan son örnektir.

KAR14-10: 2180 m yükseltiye sahip sol geri çekilme morenleri üzerindeki 2-3 m boyutlarındaki tüfit bloğundan alınan son örnektir.

Tablo 10. Örneklerle ait topografik ufuk açıları.

Örnek adı	K	KD	D	GD	Yönler (°)			
					G	GB	B	KB
KAR14-01	8	8	20	3	15	13	10	7
KAR14-02	8	6	8	12	15	14	12	10
KAR14-03	14	8	6	9	17	12	22	18
KAR14-04	16	6	8	10	14	9	17	12
KAR14-05	13	6	9	8	12	19	18	16
KAR14-06	12	9	12	14	13	14	19	17
KAR14-07	10	14	11	9	12	8	7	6
KAR14-08	8	8	14	9	7	16	18	7
KAR14-09	9	7	16	10	6	13	15	8
KAR14-10	10	8	18	12	8	13	18	9

5.1.2. Laboratuvar Çalışmaları

Karçal buzul vadisinden alınan örnekler, laboratuvar çalışmaları kapsamında ilk önce İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü'ne gönderilmiştir. Enstitü bünyesindeki kayaç laboratuvarında örneklerin litolojisinin belirlenmesi amacıyla ince kesit hazırlama ve analiz işlemi uygulanmıştır. Tüm örnekler üç farklı kayaç grubuna ait olduğundan üç örnek üzerinde ince kesit analizi yapılmıştır. İnce kesit analizi işlemleri neticesinde;

KAR14-2 örneği üzerinde yapılan ince kesit analizine göre kayacın andezit olduğu tespit edilmiştir. Analiz sonuçlarına ince kristalli yapıya sahip olduğunu ve içerisinde plajiyoklaz ile amfibol bulunduğunu ortaya çıkarmıştır.

KAR14-5 örneğinin ince kesit analizi ile kayacın gabro olduğu belirlenmiştir. Analiz ile kayacın iri kristallere sahip olduğu ve içerisinde bol miktarda plajiyoklaz, piroksen ile az miktarda da kuvars bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır.

KAR14-10 örneğinin ince kesit analizinde ise kayacın tüfit olduğu ortaya çıkmıştır. Analiz sonuçlarına göre kayaç içerisinde plajiyoklaz, karbonat ve mafik minerallerin bulunduğu tespit edilmiştir.

İnce kesit analizleri sonucu litolojileri hakkında bilgi edinilen örnekler, tarihlendirme işlemine hazırlanmak üzere İstanbul'da, Kozmojenik Tarihlendirme Laboratuvarı'na (Kozmo-Lab) gönderilmiştir. Laboratuvarda örneklerin hazırlanması aşağıdaki belirli işlemlerin uygulanması ile gerçekleşmiştir.

- 1- Kırma, Öğütme ve Eleme
- 2- Yıkama
- 3- Tüm Kayaç Analizi
- 4- Asitleme
- 5- Ayırıştırma

1- Kırma, Öğütme ve Eleme;

Kırma işlemi çeneli kırıcı aracılığı ile yapılmaktadır. Örnekler tek tek çeneli kırıcının içerisine atılarak kırılmaktadır. Kırma işlemi sonrasında diskli değirmen yardımıyla öğütme işlemine geçilmektedir. Örnekler disk aralığı 0.6 mm olan

değirmen ile öğütülmektedir. Buradaki son aşama olan eleme işlemi ise sallayıcı elek aracılığıyla, taneler 0.25 ile 1 mm arasında olacak şekilde ayrıştırılmaktadır. Eleme işlemi sonrasında örnekler, yıkama işlemine uygun duruma gelmektedir.

Kırma, öğütme ve eleme aşamalarındaki tüm işlemler örnek tanelerinin birbirleriyle karışmaması maksadıyla büyük titizlikle gerçekleştirilmektedir. Çünkü, örnek tozlarının bile birbirine karışması tarihlendirme sonucunun farklı ve yanlış olmasına neden olmaktadır.

2- Yıkama;

Yıkama işleminde ilk önce örnekler hassas terazide tartılarak, cam beherler içerisine yerleştirilmektedir. Cam beherler içindeki örnekler, saf su ile yıkanarak tozların ayrışması sağlanmaktadır. Sonrasında örneğin üzerini kaplayacak şekilde % 10'luk nitrik asit (HNO_3) konulmaktadır. Asit içerisinde bir gece bekletilen örnekler, tekrar saf su ile yıkanmaktadır. Saf su ile yıkanan örnekler, 80 °C'deki fırına konularak bir gece bekletilmektedir. Fırında bekletilerek kurutulan örnekler tartılarak ağırlıkları belirlenmektedir.

3- Tüm Kayaç Analizi;

Bu aşamada örneklerin her biri 15 gram olacak şekilde hazırlanmaktadır. Hazırlanan örnekler tüm kayaç analizi için Ankara'daki Acme-Lab şubesine oradan da Kanada'daki Acme-Laboratuvar'a gönderilmektedir. Analizler sonucunda örnekleri oluşturan ana ve iz elementler ortaya çıkarılmaktadır (Tablo 11).

Tablo 11. Örneklerin ana ve iz elementlerinin dağılımı.

Örnek adı	Litoloji	Ana elementler (wt. %)										
		Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	MgO	MnO	Na ₂ O	P ₂ O ₅	SiO ₂	TiO	CO ₂
KAR14-01	Diyorit	17.82	5.73	6.94	0.54	3.43	0.19	3.53	0.19	57.10	0.65	3.70
KAR14-02	Andezit	18.05	5.25	6.41	2.98	2.64	0.13	4.14	0.04	57.39	0.55	2.20
KAR14-03	Diyorit	18.47	6.09	6.57	1.80	3.13	0.13	4.09	0.18	55.77	0.59	3.00
KAR14-04	Diyorit	19.48	8.90	7.67	0.48	4.97	0.18	3.56	0.07	50.09	0.78	3.60
KAR14-05	Gabro	17.19	5.65	6.11	2.80	3.38	0.11	4.14	0.16	58.64	1.04	0.50
KAR14-06	Diyorit	14.89	7.89	5.37	5.65	0.73	0.06	1.64	0.14	59.02	0.39	4.10
KAR14-07	Diyorit	18.15	5.13	5.54	2.55	2.07	0.14	3.91	0.05	58.54	0.51	3.20
KAR14-08	Bazalt	18.17	5.55	6.50	2.04	3.13	0.12	3.68	0.09	56.05	0.60	3.90
KAR14-09	Diyorit	17.35	6.54	6.49	0.91	4.40	0.16	2.81	0.15	55.98	0.64	4.30
KAR14-10	Tüfit	18.05	4.32	4.22	1.26	2.32	0.05	3.89	0.07	62.76	0.43	2.40

Örnek adı	Litoloji	İz elementler (ppm)						Cl	³⁶ Cl/Cl (10 ⁻¹⁵) (-)
		Sm	Gd	U	Th				
KAR14-01	Diyorit	3.37	3.44	0.90	3.80			31.7 ± 3.0	736 ± 11
KAR14-02	Andezit	3.03	3.05	0.80	4.40			15.4 ± 1.5	1887 ± 29
KAR14-03	Diyorit	3.23	3.39	1.00	3.90			29.9 ± 2.8	1105 ± 14
KAR14-04	Diyorit	3.06	3.21	0.70	2.90			16.4 ± 1.6	1621 ± 23
KAR14-05	Gabro	2.18	2.28	1.10	5.60			144.0 ± 13.2	439 ± 4
KAR14-06	Diyorit	4.38	4.48	2.30	10.40			40.6 ± 3.8	1651 ± 18
KAR14-07	Diyorit	3.41	3.17	0.80	3.40			12.0 ± 1.2	2888 ± 38
KAR14-08	Bazalt	3.08	3.07	1.10	3.80			19.6 ± 1.9	1380 ± 23
KAR14-09	Diyorit	3.18	3.19	1.00	2.50			22.5 ± 2.2	1232 ± 16
KAR14-10	Tüfit	2.17	2.21	2.30	7.00			36.7 ± 3.4	742 ± 9

4- Asitleme;

Elementleri belirlenen örnekler içerisinde, 10 ml AgNO₃ konularak diğer iyonların bağlanması sağlanmaktadır. Sonrasında örnekler 130 °C'deki fırına yerleştirilmektedir. Fırınlama işlemi tamamlandıktan sonra örneklerin her biri 5 gram olacak şekilde ayarlanmaktadır. Özel kaplara konulan örneklerin üzerine 1 gram Na³⁵Cl spyke eklenmekte, sonrasında ise 5 ml % 65'lik HNO₃ ile 40 ml HCl konulmaktadır. Çözelti çelik kaplar içerisinde 130 °C'deki fırında 6 saat bekletilmektedir.

5- Ayırıştırma;

Fırında çözölen örnekler, tüpler içerisinde konularak santrifüj makinesinde 3000 devir/dk olarak 15 dakika döndürölmektedir. Örneklerin makine içerisindeki dengesi önem taşımaktadır.

Tüm bu işlemler sonrasında küçük tüpler içerisine yerleştirilen örnekler AMS (Accelerator Mass Spectrometry) işlemi için Fransa'daki CEREGE Laboratuvarına gönderilmektedir. Kesin tarihlendirme işlemi orada gerçekleştirilmektedir.

5.1.3. Yaş Hesaplama

Topografik düzeltme faktörü, arazide ölçülen kozmik ışınların geliş açlarına ait değerler (Gosse and Phillips, 2001) kar düzeltme faktörü ise bölgeye ait yapılan yıllık kar yağışı tahminleri (Hijmans, vd. 2005) kullanılarak tespit edilmiştir. Böylece, her bir örnek için topografik düzeltme faktörü ile kar düzeltme faktörü hesaplanarak kar faktörü ortaya çıkarılmıştır. Tespit edilen düzeltme faktörü ile belirlenen yaşlar, The Cronus Earth Version 1.0 (www.cronuscalculators.nmt.edu) aracılığıyla hesaplanmıştır (Tablo 12).

Tablo 12. Örneklerle ait arazi ölçüm ve hesaplamaları.

Örnek adı	Enlem (WGS84) °K (DD)	Boylam (WGS84) °D (DD)	Yükselti (m)	Kayaç boyutu (m)	Örnek kalınlığı (cm)	Topografik düzeltme faktörü (-)	Kar düzeltme faktörü (-)
KAR14-01	41.3548	42.0026	2712	1 x 2 x 2	0.5	0.9949	0.8906
KAR14-02	41.3546	42.0056	2656	1 x 2 x 2	1	0.9953	0.8906
KAR14-03	41.3548	42.0075	2617	1.5 x 2 x 1.5	0.6	0.9886	0.9204
KAR14-04	41.3549	42.0087	2564	0.5 x 1 x 1	0.5	0.9939	0.8868
KAR14-05	41.3550	42.0138	2433	1 x 2 x 2	1	0.9905	0.9099
KAR14-06	41.3567	42.0144	2425	3 x 4 x 3	0.5	0.9899	0.9985
KAR14-07	41.3540	42.0177	2371	3 x 4 x 3	1.2	0.9967	0.9971
KAR14-08	41.3564	42.0201	2377	1 x 2 x 2	0.8	0.9940	0.9061
KAR14-09	41.3503	42.0265	2233	1.5 x 2 x 1.5	1	0.9952	0.9300
KAR14-10	41.3506	42.0285	2180	2 x 2 x 2	0.6	0.9928	0.9564

5.2. Kozmojenik Tarihlendirme Sonuçları

Karçal Vadisi'nden alınan örneklerden, 14.2 ± 2.3 binyıl ile 21.8 ± 3.4 binyıl arasında değişen yaşlar elde edilmiştir. Bu yaşlar için erozyon faktörü 5 mm/ka olarak belirlenerek erozyonlu yaş değerleri tekrar hesaplanmıştır (Tablo 13).

Tablo 13. Karçal vadisinin kozmojenik yüzey yaşları.

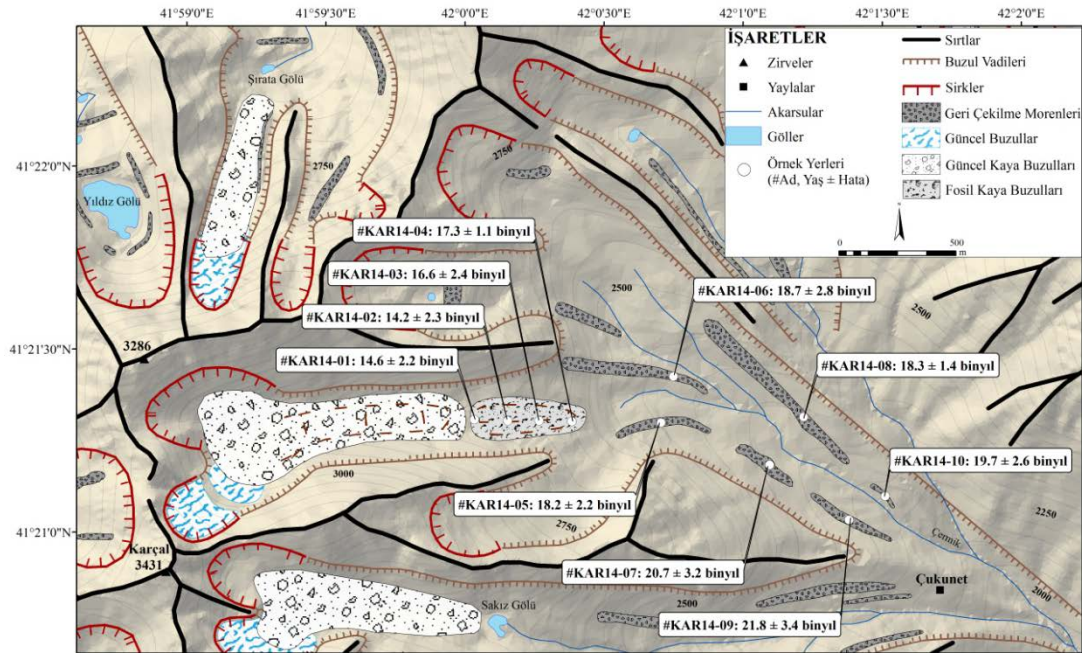
Örnek adı	Yüzey ^a	³⁶ Cl (ölçülen) (10^4 atomlar g ⁻¹ kayaç)	Toplam üretim oranı (atom g ⁻¹ kayaç a ⁻¹)	Yüzey yaşları ^b		Ortalama yaş ^c (binyıl)
				Erozyonsuz	Erozyonlu (5 mm) binyıl ⁻¹)	
KAR14-01	FKB	39.7 ± 3.0	31.6	15.4 ± 2.5	14.6 ± 2.2	15.7 ± 1.3
KAR14-02	FKB	49.4 ± 3.5	45.1	13.8 ± 2.3	14.2 ± 2.3	
KAR14-03	FKB	56.2 ± 3.3	40.2	16.8 ± 2.5	16.6 ± 2.4	
KAR14-04	FKB	45.2 ± 3.0	33.7	16.7 ± 3.1	17.3 ± 1.1	
KAR14-05	GÇM	107.4 ± 4.3	62.1	20.2 ± 2.7	18.2 ± 2.2	19.9 ± 1.2
KAR14-06	GÇM	113.8 ± 4.8	69.2	18.3 ± 2.8	18.7 ± 2.8	
KAR14-07	GÇM	59.1 ± 3.1	32.9	19.8 ± 2.9	20.7 ± 3.2	
KAR14-08	GÇM	45.9 ± 4.0	31.7	17.5 ± 2.9	18.3 ± 1.4	
KAR14-09	GÇM	47.0 ± 2.9	24.8	21.8 ± 3.4	21.8 ± 3.4	
KAR14-10	GÇM	46.2 ± 2.5	24.0	21.2 ± 2.9	19.7 ± 2.6	

^a FKB: Fosil kaya buzulu, GÇM: Geri çekilme moreni.

^b 1-sigma seviyesi verilen yüzey yaşları.

^c 5 mm binyıl⁻¹ ortalama yaşlar.

Erozyon faktörü kullanılarak hesaplanan yaşlar, Son Buzul Maksimumu'nda (23-18 binyıl) Karçal Vadisi'ndeki buzul kronolojisini ortaya çıkarmıştır (Şekil 58).



Şekil 58. Kozmojenik yaşlandırma sonuçları haritası.

5.2.1. Karçal Fosil Kaya Buzulları

Karçal Vadisi'ndeki fosil kaya buzulu, güncel kaya buzulunun sonlanması ile 2712 m'den başlar ve 2540 m ye kadar devam eder. Tarihlendirme için fosil kaya buzulundan bir hat boyunca toplam 4 örnek alınmıştır. Bunlardan 2712 m'den alınan ilk örneğin yaşı 14.6 ± 2.2 binyıl olarak hesaplanmıştır. 2556 m'den alınan ikinci örneğin yaşı 14.2 ± 2.3 binyıl, 2617 m'den alınan üçüncü örneğin yaşı, 16.6 ± 2.4 binyıl, 2564 m'den alınan son örneğin yaşı ise 17.3 ± 1.1 binyıl olarak belirlenmiştir.

Fosil kaya buzulları üzerinden hesaplanan yaşların ortalaması 15.7 ± 1.3 binyıl olarak hesaplanmıştır (Foto 55).



Foto 55. Karçal vadisi fosil kaya buzulu örnekleri (FKB: Fosil kaya buzulu).

5.2.2. Karçal Geri Çekilme Morenleri

Karçal Vadisi'nde kozmojenik yüzey yaşlandırması uygulanan diğer 6 örnek ise 2433 m ile 2180 m yükseltiler arasındaki geri çekilme morenlerinden alınmıştır. Bu örnekler, sağ geri çekilme morenleri ile sol çekilme morenleri üzerinden alınmıştır. Sağ geri çekilme morenlerinden alınan örneklerden, 2433 m'deki ilki 18.2 ± 2.2 binyıl, 2371 m'deki ikincisi 20.7 ± 3.2 binyıl, 2233 m'deki son örnek ise 21.8 ± 3.4 binyıl yaşlarını vermiştir. Vadi içerisindeki sol geri çekilme morenlerinden alınan örneklerden 2425 m'deki ilkinden 18.7 ± 2.8 binyıl, 2372 m'deki ikincisinden 18.3 ± 1.4 binyıl, son örnekten ise 19.7 ± 2.6 binyıl yaşları elde edilmiştir.

Geri çekilme morenleri üzerinden hesaplanan yaşların ortalaması 19.9 ± 1.2 binyıl'dır. Bu değer, Son Buzul Maksimumu'nda Karçal Vadisi'nde bulunan paleobuzulun, bugün Çukunet yaylasının bulunduğu alana kadar inerek daha kuzeydeki Çukunet Vadisi'nden gelen bir başka buzul ile birleştiğini ortaya koymaktadır. Yörede günümüzde egemen olan flüvyal erozyon nedeniyle cephe morenlerini bitiş sınırını tam olarak tespit etmek mümkün olmamıştır (Foto 56).

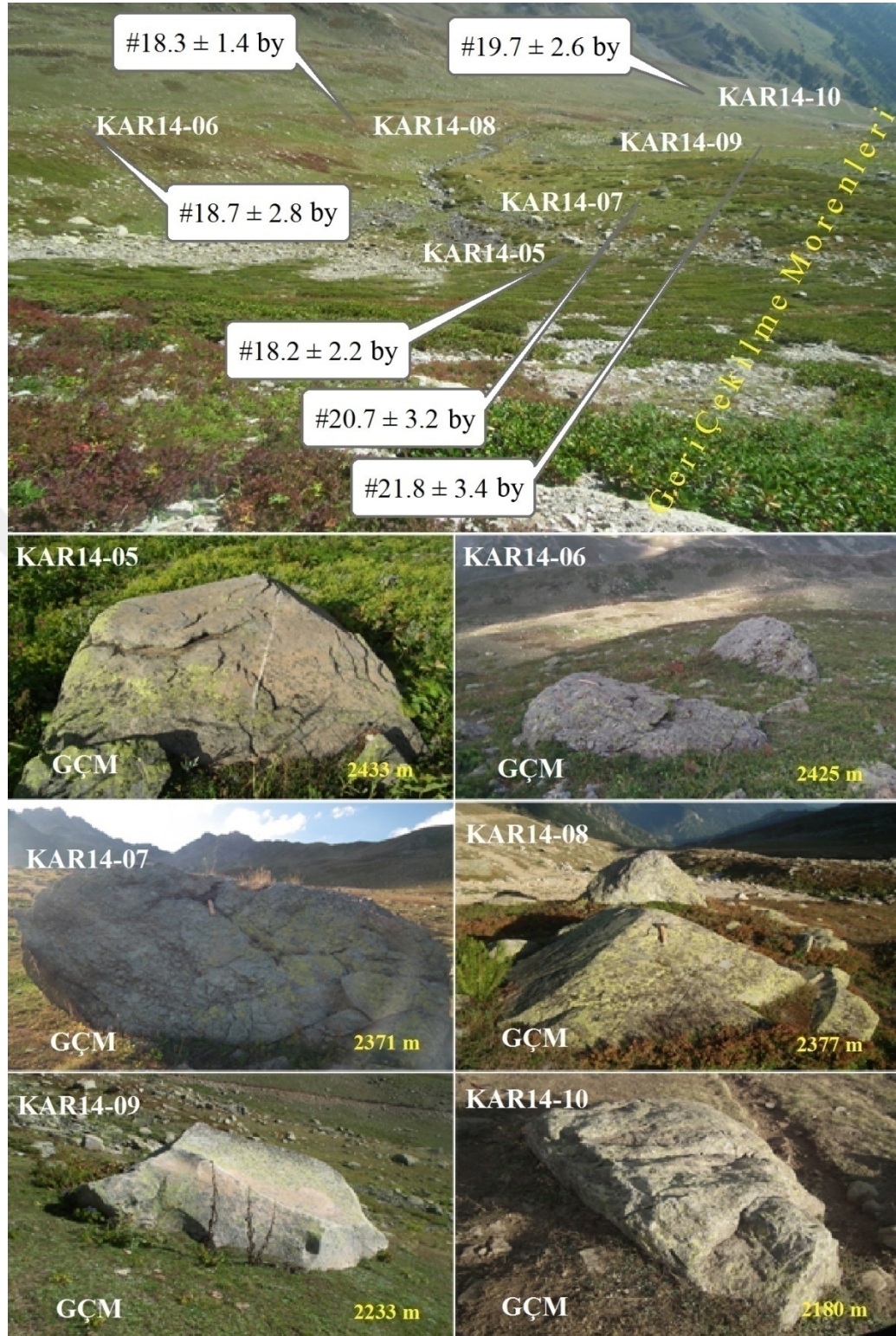
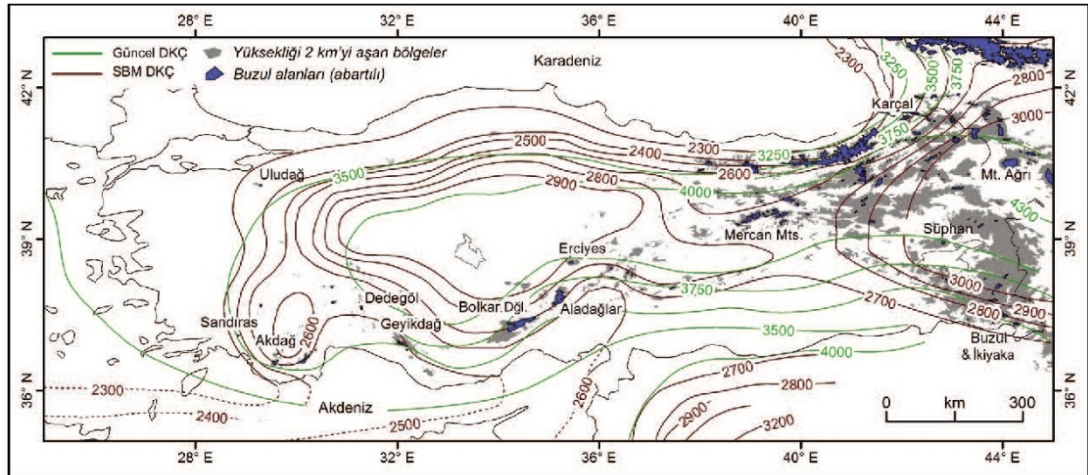


Foto 56. Karçal vadisi geri çekilme morenleri (GÇM: Geri çekilme moreni).

5.3. Paleoiklim Değerlendirmesi

Buzullar geliştikleri bölgenin eski iklim koşulları hakkındaki verileri bünyelerinde barındırmaktadır. İklimdeki oynamalar ile birlikte buzulların ilerlemesi ve gerilemesi de şekillenmektedir. Günümüz sıcak iklim koşullarında gerileyen buzullar, soğuk iklim koşullarının hüküm sürdüğü eski dönemlerde ilerlemiştir. Bu durum günümüzde daha düşük yükseltide var olan morenler ve üzerinde yapılan tarihlendirmeler ile sabittir.

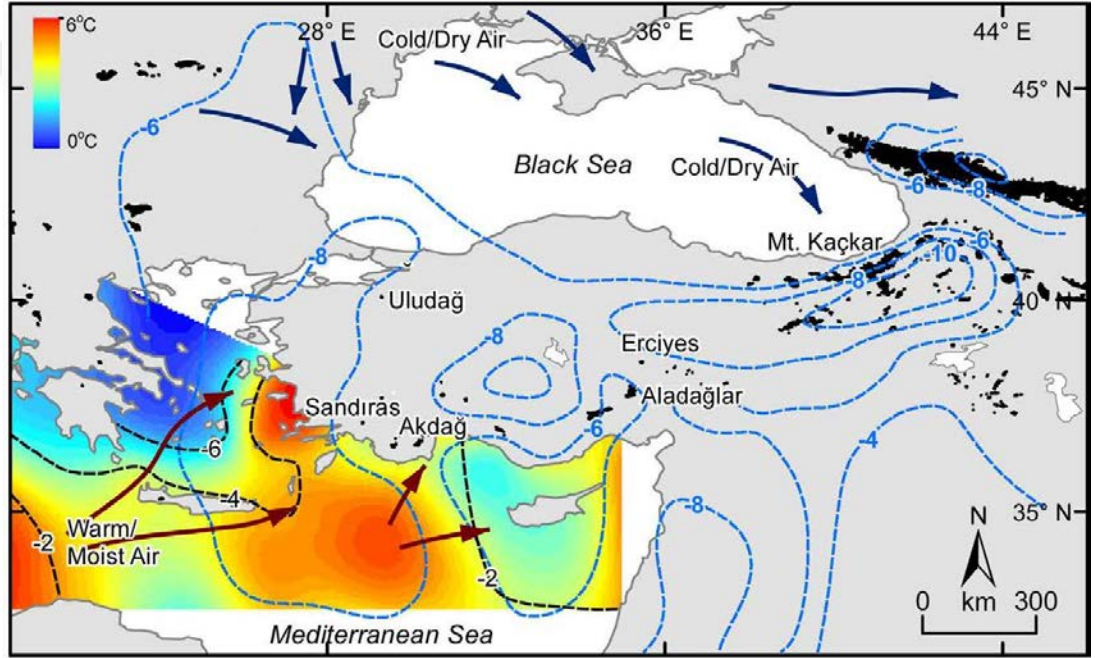
Anadolu'da kalıcı kar sınırı, Son Buzul Maksimumunda ortalama 2500 m, günümüzde ise 3500 m civarındadır (Şekil 59). Böylece soğuk dönemlerde buzulların Anadolu Dağlarında zirvelerden daha da aşağılara doğru inmiş olabileceklerini ortaya çıkarmaktadır.



Şekil 59. Anadolu'da Son Buzul Maksimumu ve günümüzde kalıcı kar sınırı (Messerli, 1967; Sarıkaya ve Çiner, 2015'ten).

Karçal Dağları'nda günümüz koşullarında yıllık ortalama 900 mm yağış ve 0 °C sıcaklık koşulları hüküm sürmektedir. Anadolu üzerine gerçekleştirilen buzul modellemeleri; Son Buzul Maksimumu'nda günümüz koşullarından 8-11 °C daha soğuk ortamda buzullaşmanın geliştiğini göstermektedir (Sarıkaya vd., 2008,

2009, 2014). Aynı dönemde yağış koşulları ise günümüzdekinden Güneybatı Anadolu'da 1.5-2 kat daha fazla, Orta Anadolu'da günümüzdekine yakın, Kuzeydoğu Anadolu'da ise % 30 daha azdır (Sarıkaya vd., 2015). Kuzeydoğu Anadolu'da yağışın daha az olmasını Sibirya'dan gelen hava kütleleri ile değerlendirmek olasıdır (Şekil 60). Bu durum, Geç Buzul döneminde ise Anadolu'nun iç kesimleri için günümüzden 4.5-6.4 °C daha soğuk, % 50 oranında ise daha fazla nemlidir (Sarıkaya vd. 2009).

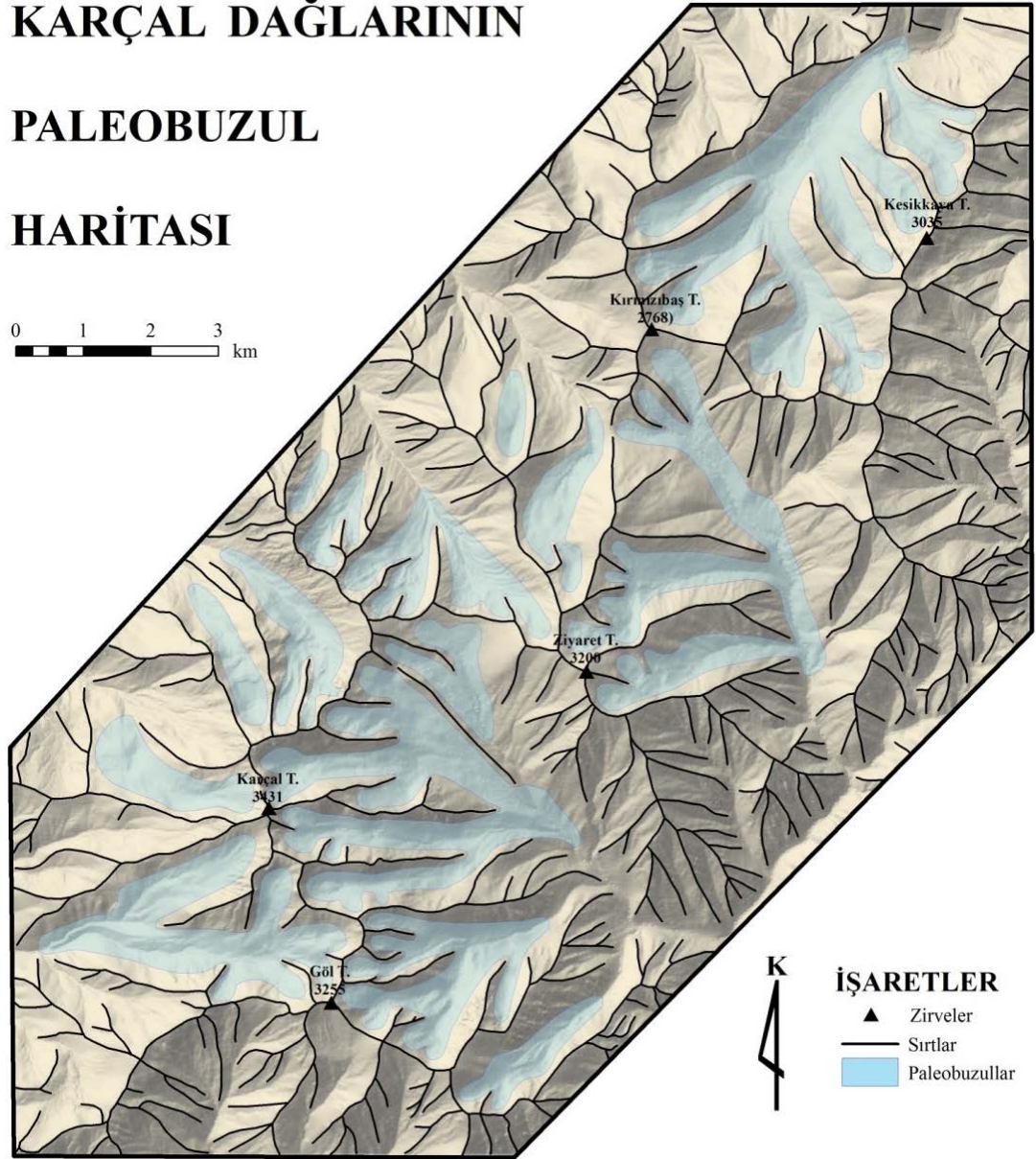


Şekil 60. Anadolu'da Son Buzul Maksimumunda sıcaklık koşulları (Sarıkaya, 2014'ten).

Tüm bu veriler ışığında Karçal Dağları'nın uygun yükselti, bakı ve topografya koşulları nedeniyle ünitelerinin tamamında buzullaşma etkili olmuştur. Son Buzul Maksimumu'nda buzullaşmalar için elverişli şartlara sahiptir (Şekil 61).

KARÇAL DAĞLARININ PALEOBUZUL HARİTASI

0 1 2 3 km



Şekil 61. Karçal Dağları'nın paleobuzul haritası.

Karçal vadisinden elde edilen yaşlar; küresel ölçekte buzullaşmaların en fazla geliştiği Son Buzul Maksimumu (23-18 binyıl) ile uyumludur. Bu nedenle yaşlar ilerlemenin en geniş boyutlarına ulaştığı Son Buzul Maksimumu'nda 21.8 ± 3.4 binyıl ile 18.2 ± 2.2 binyıl arasındadır. Paleobuzul o dönemde 2100 m yükseltilerine kadar inmiştir. 17.3 ± 1.1 binyıl ile 14.2 ± 2.3 binyıl aralığında ise kaya buzulu oluşumları gerçekleşmiştir. 14.2 ± 2.3 binyıldan başlayarak güncel kaya buzulu

oluşumu ise günümüzde de devam etmektedir. 2712 m ile 2926 m yükseltileri arasındaki güncel kaya buzulu yaklaşık 40 m kalınlığa sahiptir. 2926 m'den daha yukarı kesimlerde ise sirk duvarına yapışmış halde güncel buzul bulunmaktadır.

Belirlenen tüm bu yaş verileri kaya buzulu oluşumları ve güncel buzulun günümüzde de varlığı paleoiklim koşulları hakkında önemli bilgiler vermektedir. 21.8 ± 3.4 binyıl önce yaklaşık 2100 m yükseltide bulunan paleobuzul, günümüzde 2926 m yükseltide yer almaktadır. Son Buzul Maksimumunda buzullaşma için elverişli olan şartlar günümüzde ısınma ile birlikte ortadan kalkmıştır. Böylece buzul geriye doğru çekilerek morenlerini depolamıştır.



VI. BÖLÜM: TARTIŞMA ve SONUÇLAR

Karçal Dağları; Doğu Karadeniz Dağları ile Kafkas Dağlarını karşılaştırma imkânını sunmaktadır. Anadolu ve Kafkaslar üzerine yapılan çalışmalar birbirleri ile karşılaştırılarak, Küçük Kafkaslara ait buzul kronolojisi ilk defa ortaya konulmuştur. Anadolu ve Kafkaslar üzerine sadece arazi gözlemlerine dayanan önceki çalışmalar, son yıllarda mutlak yaş içeren daha bilimsel bir boyut kazanmaktadır.

6.1. Doğu Karadeniz Dağları

Çalışma alanının yaklaşık 80 km güneybatısında bulunan Doğu Karadeniz Dağları'ndaki Kavron, Verçenik ve Başyayla buzul vadilerinde kozmojenik yüzey yaşlandırması sonucunda elde edilmiş mutlak yaş verileri içeren çalışmalar bulunmaktadır (Akçar vd., 2007, 2008; Reber vd., 2014). Bu araştırmadan elde edilen yaşlar, Kuzeydoğu Anadolu için bir korelasyon yapma imkanı tanımaktadır.

Doğu Karadeniz Dağları üzerine yapılan ilk çalışma Kavron Vadisi'ndedir. Bu vadiden alınan 22 örnek üzerinde yapılan yaşlandırma sonuçlarına göre, bu vadide en erken 27.3 ± 1.7 binyıl önce başlamış olan buzullaşma, 19.8 ± 1.4 binyıl önce sona ermiş ve paleobuzulu geri çekilme dönemine girmiştir. Kavron Vadisi'ndeki buzulun geri çekilme dönemleri ise Geç Buzul dönemi (17.0 ± 1.1 binyıl) ve Younger Dryas (12.8 ± 1.0 binyıl) olarak yaşlandırılmıştır (Akçar vd., 2007).

Verçenik buzul vadisinden alınan 19 örneğe uygulanan kozmojenik yüzey yaşlandırması ise bu vadide en erken buzullaşmanın 27.5 ± 1.8 binyıl önce başladığını ve 20.3 ± 1.4 binyıl önce sona erdiğini göstermiştir. Geç Buzul dönemine ait morenler ise 17.2 ± 1.2 binyıl öncesine yaşlandırılmıştır (Akçar vd., 2008).

Başyayla buzul vadisinde gerçekleştirilen son çalışmada ise 41 örnek üzerinde yaşlandırma yapılmıştır. Belirlenen yaşlar vadideki buzullaşmanın en erken 57.0 ± 3.5 binyıl önce başladığını ve buzul ilerlemesinin 21.2 ± 1.3 binyıl öncesine (Son Buzul Maksimumu) kadar devam ettiğini göstermiştir. Geç Buzul dönemine ait morenler ise 17.0 ± 1.0 binyıl öncesine yaşlandırılmıştır (Reber vd., 2014).

6.2. Kafkas Dağları

Kafkaslar'ın buzullaşma için elverişli koşulları da uzun yıllardan bu yana araştırmacıların ilgisini çekmektedir. Burada fikir vermesi açısından son yıllarda yapılan çalışmalar ele alınmıştır. Genellikle bu çalışmalarda eski topografya haritaları, hava fotoğrafları ve uydu görüntülerinden faydalanılmıştır. İncelemeler sonucunda bölge buzullarının geriye çekilme aşamaları ortaya çıkarılmıştır.

Küçük Kafkaslar'da Würm dönemine ait Kalıcı kar sınırının 2500-2600 m civarında olduğu tespit edilen çalışmada, en büyük vadi buzulunun 4-6 km uzunluğunda Samsari-Javakheti (3285 m) bölgesinde geliştiği tespit edilmiştir (Akhalkatsishvili vd., 2003).

Yine farklı bir çalışmada Kafkas Dağları'ndaki 113 buzul, hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri aracılığıyla değerlendirilmiştir. Sonuçlar buzulların % 94'ünün gerilediği, % 4'ünün değişmediği ve % 2'sinin ise ilerlediği belirlenmiştir (Stokes vd., 2006).

Kafkaslar'da 1985-2000 yılları arasında buzul üstü döküntüleri ile buzul önü göllerindeki alansal değişim de incelenmiştir. Elde edilen bulgular buzul üstü döküntünün % 5 ile % 25 arasında arttığını buzul önü göllerinin alanlarının ise % 57 oranında genişlediğini ortaya koymuştur (Stokes vd., 2007).

Güney Kafkaslar'da Vorotan vadisinde gerçekleştirilen bir diğer çalışma ile Kuvaterner çevre değişimleri ortaya konulmuştur. Bu kapsamda Syunik volkanik kütlesi üzerinde 70 örnek tarihlendirilmiştir. Traverten, pümis ve bazalt akışlarından alınan örneklerle Potasyum/Argon (K/Ar), Argon/Argon (Ar/Ar) ve Uranyum/Toryum (U/Th) tarihlendirme yöntemleri uygulanmıştır. Böylece MIS 12 ile MIS 1 arasında değişen yaşlara göre çevresel değişimler belirlenmiştir (Ollivier vd., 2010).

Kafkas Dağları üzerindeki buzulların incelendiği çalışmada güncel buzullar işlenerek, paleobuzulların rekonstrüksiyonu yapılmıştır. Buzullara ait hipsometrik özellikler verilmiştir (Gobejishvili vd., 2011).

Güney Kafkaslar'da Paravani Gölü (2073 m) ve yakınlarında palinolojik ve sedimantolojik çalışmalar neticesinde çeşitli veriler elde edilmiştir. Sonuçlar Javakheti platosundaki çevresel değişimleri ortaya koymuştur. Paravani Gölünde gerçekleştirilen sondaj çalışmaları ile Kuvaterner içerisindeki palinolojik değişimler tespit edilmiştir. Buna göre değişimler için ilk faz 12.7-8.5 binyılları arasını, ikinci faz 8300-4000 yılları arasını ve son faz ise 3000-günümüz arasını kapsamaktadır (Messenger vd., 2013).

Kafkaslar'daki 498 buzulun hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri göz önünde bulundurularak ortaya konulduğu çalışmada, 1987-2010 yılları arasındaki alansal değişimi belirlenmiştir (Shahgedanova vd., 2014).

Kafkaslar'da Dolra nehri havzasındaki buzulların 1911, 1960 ve 2014 yıllarındaki değişimini temel almaktadır. Hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri, söz

konusu tarihler arasında % 30 oranında azalmanın olduğunu göstermiştir (Tielidze vd., 2015a).

Mulkhura nehri havzasındaki buzullar eski topoğrafya haritaları, uydu görüntüleri ve hava fotoğraflarının yardımıyla incelenmiştir. Sonuçlar buzulların 1991-2014 yılları arasında gerilediğini belirtmektedir (Tielidze vd., 2015b).

Mestiachala nehri havzasındaki buzulların 1906-2011 yılları arasındaki hareketi incelenmiştir. Sonuçlar % 20 oranında gerilemenin olduğu yönündedir (Tielidze vd., 2015c).

Kafkaslar'daki buzullar eski topoğrafya haritaları, hava fotoğrafları ve uydu görüntülerinin aracılığıyla değerlendirilmiştir. Genel eğilime uygun olarak geriye çekilmenin olduğu sonucuna varılmıştır (Tielidze, 2016).

Kafkaslar'daki Elbrus Dağlarında iklim değişikliklerini ortaya koymak amacıyla buzullar incelenmiştir. Güncel iklim verileri, likenometri, hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri kullanılarak Küçük Buz Çağında buzulların ilerlediği belirlenmiştir (Solomina vd., 2016).

Elbrus Dağlarında yer alan buzulların 1985-2007 yılları arasındaki gerileme durumu uydu görüntüleri ile tespit edilmiştir. Buzulların hem gerileme hem de kütle kaybı içerisinde oldukları sonucuna varılmıştır (Holobâcă, 2016).

6.3. Anadolu Dağları

Anadolu'da buzullaşmaya uğramış olan dağlık alanlarda son 10 yıl içerisinde, "kozmojenik yüzey yaşlandırmaları" sonucunda elde edilen nicel yaş verileri içeren çalışmaların sayısı hızla artmıştır. Bunun sonucunda, Anadolu'nun kantitatif verilere dayalı bir buzul kronolojisi ortaya çıkmaya başlamıştır. Karçal Vadisi'nden elde

edilen yaş verileri, henüz yaşlandırmalı bir çalışma yapılmamış olan Karçal Dağları ve dolayısıyla Küçük Kafkaslar için ilk olma niteliği taşıması bakımından son derece önemlidir (Tablo 14).

Tablo 14. Anadolu'nun dağlık alanlarında nicel yaş verisi içeren çalışmalar ve sonuçları.

Çalışma Alanı	Buzul Vadisi	Son Buzul Maksimumu (SBM) İlerleme	Son Buzul Maksimumu (SBM) Geri Çekilme	Geç Buzul (GB)	Genç Dryas (GD)
Ulu dağ 106 örnek	Kayak Merkezi (Zahno vd., 2010)	$>24.6 \pm 1.5$ binyıl	18.6 ± 1.3 binyıl	15.2 ± 1.0 binyıl	
	Karagöl Vadisi (Akçar vd., 2014)	$>20.4 \pm 1.2$ binyıl	18.6 ± 1.2 binyıl	15.9 ± 1.1 binyıl	
	Kovuk Vadisi (Akçar vd., 2015)		18.2 ± 1.3 binyıl		
Sarıdüz 12 örnek	Kartal Gölü Vadisi (Sarıkaya vd., 2008)	$>22.9 \pm 3.3$ binyıl	20.6 ± 3.1 binyıl		
	Kuzeybatı Vadisi (Sarıkaya vd., 2008)			17.2 ± 0.6 binyıl	
Ak dağ 41 örnek	Kuruova Vadisi (Sarıkaya vd., 2014)	$>21.7 \pm 1.2$ binyıl		15.1 ± 0.9 binyıl	
	Taşkuzluklu Vadisi (Sarıkaya vd., 2014)	$>20.1 \pm 0.5$ binyıl	19.0 ± 0.4 binyıl	16.1 ± 0.3 binyıl	
	Karadere Vadisi (Sarıkaya vd., 2014)	$>19.3 \pm 0.8$ binyıl	18.4 ± 0.3 binyıl	15.7 ± 0.5 binyıl	
Değirmentepe 25 örnek	Muşlu Vadisi (Zahno vd., 2009)	$>29.6 \pm 1.9$ binyıl	21.5 ± 1.5 binyıl	15.2 ± 1.1 binyıl	
Geyikdağı 34 örnek	Susam Vadisi (Çiner vd., 2015)			13.4 ± 1.5 binyıl	
	Namaras Vadisi (Çiner vd., 2015)	$>19.1 \pm 3.4$ binyıl	18.0 ± 1.1 binyıl		11.6 ± 2.7 binyıl
Bolca 30 örnek	Karagöl Vadisi (Çiner vd., 2015)	$>25.0 \pm 4.1$ binyıl	18.9 ± 3.3 binyıl	14.6 ± 2.8 binyıl	
	Alagöl Vadisi (Çiner vd., 2015)			15.2 ± 1.6 binyıl	
	Elmalı Vadisi (Çiner vd., 2015)				12.6 ± 2.3 binyıl
Aladağlar 22 örnek	Hacer Vadisi (Zreda vd., 2011)			14.0 ± 1.5 binyıl	12.0 ± 1.8 binyıl
Erciyes 44 örnek	Aksu Vadisi (Sarıkaya vd., 2009)	$>21.4 \pm 2.9$ binyıl	20.7 ± 2.2 binyıl	15.6 ± 1.9 binyıl	
	Üçker Vadisi (Sarıkaya vd., 2009)	$>23.2 \pm 2.1$ binyıl	18.5 ± 2.7 binyıl	15.2 ± 2.1 binyıl	
Doğu Karadeniz Dağları 83 örnek	Kavron Vadisi (Akçar vd., 2007)	$>27.3 \pm 1.7$ binyıl	19.8 ± 1.4 binyıl	17.0 ± 1.1 binyıl	12.8 ± 1.0 binyıl
	Verçenik Vadisi (Akçar vd., 2008)	$>27.5 \pm 1.8$ binyıl	20.3 ± 1.4 binyıl	17.2 ± 1.2 binyıl	
	Başyayla Vadisi (Reber vd., 2014)	$>24.8 \pm 1.4$ binyıl	21.2 ± 1.3 binyıl	17.0 ± 1.0 binyıl	
Karçal 10 örnek	Karçal Vadisi	$>21.8 \pm 3.4$ binyıl	18.2 ± 2.2 binyıl	14.2 ± 2.3 binyıl	

Anadolu'nun kuzeybatısında yer alan Uludağ (2542 m) üzerinde Kayak merkezi, Kovuk ve Karagöl vadilerinden alınan 106 kayaç örneği tarihlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar buzullaşmaların Kayak merkezinde 24.6 ± 1.5 binyıl, Karagöl

vadisinde 20.4 ± 1.2 binyıl önce geliştiğini 18.6 ± 1.2 binyıl önce ise sonlandığını göstermektedir. Bölgede Geç Buzul dönemine ait yaşlar ise Kayak merkezinde 15.2 ± 1.0 binyıl, Karagöl vadisinde ise 15.9 ± 1.1 binyıl olarak belirlenmiştir (Zahno vd., 2009; Akçar vd., 2014, 2015)

Anadolu'nun güneybatısında Batı Toroslar üzerindeki Sandıras Dağı (2295 m) Kartal gölü ve Kuzeybatı vadisinden alınan 12 kayaç örneği ile değerlendirilmiştir. Tarihlendirme sonuçları buzullaşmaların Kartal gölü vadisinde 22.9 ± 3.3 binyıl önce en geniş boyutlarına ulaştığını, 20.6 ± 3.1 binyıl önce ise geriye çekilmeye başladığını göstermektedir. Kuzeybatı vadisindeki Geç Buzul dönemi yaşı ise 17.2 ± 0.6 binyıl olarak ortaya çıkmıştır (Sarıkaya vd., 2008).

Batı Toroslar'da bulunan Akdağ'da (3016 m) Kuruova, Taşkuzluklu ve Karadere vadilerinden alınan 41 kayaç örneği üzerinde çalışılmıştır. Buzullaşmalar Kuruova vadisinde 21.7 ± 1.2 binyıl, Taşkuzluklu vadisinde 20.1 ± 0.5 binyıl ve Karadere vadisinde ise 19.3 ± 0.8 binyıl önce gelişmeye başlamıştır. Son Buzul Maksimumu'na ait yaşlar ise Taşkuzluklu vadisinde 19.0 ± 0.4 binyıl, Karadere vadisinde ise 18.4 ± 0.3 binyıl olarak belirlenmiştir. Geç Buzul dönemi ise Kuruova'da 15.1 ± 0.9 binyıl, Taşkuzluklu'da 16.1 ± 0.3 binyıl ve Karadere vadisinde ise 15.7 ± 0.5 binyıl'dır (Sarıkaya vd., 2014).

Batı Toroslar üzerinde yer alan Dedegöl Dağları (2992 m) Muslu vadisindeki 25 kayaç örneği ile tarihlendirilmiştir. Muslu vadisinde 29.6 ± 1.9 binyıl önce gelişen buzullaşma, 21.5 ± 1.5 binyıl önce ise geri çekilmeye başlamıştır. Geç Buzul dönemine ait yaş ise 15.2 ± 1.1 binyıl olarak belirlenmiştir (Zahno vd., 2009).

Geyik Dağları (2877 m) Batı Toroslar üzerinde bulunmaktadır. Namaras ve Susam vadilerinden 34 kayaç örneği alınarak tarihlendirilmiştir. Ortaya çıkan sonuçlar buzullaşmanın en geniş boyutlarına 19.1 ± 3.4 binyıl önce ulaştığını ve 18.0 ± 1.1 binyıl önce sonlandığını göstermektedir. Susam vadisinde Geç Buzul dönemi yaşı ise 13.4 ± 1.5 binyıldır (Çiner vd., 2015a).

Orta Toroslar üzerinde yer alan Bolkar Dağları (3524 m) Karagöl, Alagöl ve Elmalı vadilerinden alınan 30 kayaç örneği ile tarihlendirilmiştir. Sonuçlara göre Karagöl vadisindeki buzullaşma 25.0 ± 4.1 binyıl önce en geniş yayılımına erişmiş ve 18.9 ± 4.1 binyıl önce geriye çekilmeye başlamıştır. Geç Buzul dönemine ait Karagöl vadisinde 14.6 ± 2.8 binyıl, Alagöl vadisinde ise 15.2 ± 1.6 binyıl yaşları tespit edilmiştir. Elmalı vadisinde Genç Dryas yaşı ise 12.6 ± 2.3 binyıldır (Çiner vd., 2015b).

Orta Toroslar üzerinde yer alan Aladağlar 22 örnek ile değerlendirilmiştir. Hacer vadisinde Geç Buzul döneminde 14.0 ± 1.5 binyıl, Genç Dryas'ta ise 12.0 ± 1.8 binyıl yaşları elde edilmiştir (Zreda vd., 2011).

Orta Anadolu'daki Erciyes Dağı (3917 m) üzerindeki Aksu ve Üçker vadilerinden alınan 44 kayaç örneği tarihlendirilmiştir. Aksu vadisinde 21.4 ± 2.9 binyıl önce gelişen buzullaşma, 20.7 ± 2.2 binyıl önce sona ermiştir. Üçker vadisinde 23.2 ± 2.1 binyıl önce en geniş boyutlarına ulaşan buzullaşma, 18.5 ± 2.7 binyıl önce geriye çekilmeye başlamıştır. Geç Buzul dönemine ait yaşlar ise Aksu vadisinde 15.6 ± 1.9 binyıl, Üçker vadisinde ise 15.2 ± 2.1 binyıldır (Sarıkaya vd., 2009).

6.4. Avrupa Dağları

Avrupa Dağları'ndaki bazı alanlar (Alpler, Apeninler, Pireneler, Karpatlar) uygun yükselti ve bakı koşulları nedeniyle buzullaşmalara uğramıştır. Bu nedenle buzul kronolojisinin ortaya konulması için yapılan çok sayıda çalışma mevcuttur. Bu çalışmalar içerisinde Avusturya'da Tiroller üzerindeki gerçekleştirilen tarihlendirmeler, Gschnitz vadisinde 15.4-13.2 bin yılları arasında buzullarda bir miktar ilerlemelerin olduğunu ortaya koymuştur (Ivy-Ochs vd., 2006).

İber yarımadasında Sierra de Gredos dağları üzerinde yapılan çalışmalar, buzulların maksimum genişliğe 26-24 bin yıl önce ulaştığını 21 bin yıl önce geriye çekilmeye başladığını ve 16 bin yıl önce ise geriye çekilmenin hızlandığını göstermektedir (Palacios vd., 2011).

İspanya'da Sierra de Guadarrama dağlarındaki tarihlendirmeler buzul ilerlemesinin 25-19 bin yıl, gerilemenin ise 19-16 bin yıl öncesinde meydana geldiğini göstermektedir (Palacios vd., 2012).

İber yarımadasında Sierra Nevada dağlarındaki çalışmada buzullaşmaların en geniş boyutlarına 32-30 bin yıl önce ulaştığını belirtmektedir. Buzullar 20-19 bin yıl önce tekrar ilerlemiş ve 15-14 bin yıl öncesinde ise buzullaşma sona ermiştir (Gomez-Ortiz vd., 2015).

İspanya Dağları üzerine yapılan çalışmaların derlendiği başka bir yayında ise Son Buzul Maksimumunun 35-29 bin yılları arasında yaşandığı, buzulların 23-19 bin yılları arasında yeniden ilerlediği ve buzullaşmanın 18 bin yıl öncesinde sona erdiği tespit edilmiştir (Serrano vd., 2015).

İspanya Dağları'nda yapılan farklı çalışmalar buzulların Oldest Dryas (17.5-14.5 binyıl) dönemindeki hareketlerinin dönem başında ortadan kalkma eğiliminde olduğunu, 16.8-16.5 bin yılları arasında vadileri tekrar doldurduğunu, 15.5 bin yıl önce yeniden ilerlediğini ortaya koymaktadır (Palacios vd., 2016).

Alplerde yapılan çalışmalar Son Buzul Maksimumunun 30-19 bin yılları arasında meydana geldiğini göstermektedir. 19-18 bin yıllarında geri çekilmeye başlayan buzullar, 17-16 bin yıllarında Gschnitz stadialinde yeniden ilerlemişlerdir (Ivy-Ochs, 2015).

Orta Avrupa'da Karpatlar üzerinde Tatra Dağlarında yapılan çalışmalar Son Buzul Maksimumunun 25-20 bin yılları arasında yaşandığını sıcaklığın 9-10 °C daha düşük olduğunu ve % 30-50 daha az yağışın varlığını açığa çıkarmıştır (Makos, 2015).

İtalya'da Apeninler üzerinde yapılan tarihlendirmeler Son Buzul Maksimumunun 28-27 bin yıl önce meydana geldiğini, geriye çekilmenin 22-21 bin yıl önce başladığını, yeniden ilerlemenin ise 18 bin yıl öncesinde oluştuğunu göstermektedir (Giraudi, 2015).

Yunanistan'da Chelmos Dağı'nda yapılan tarihlendirme sonuçları ise buzul ilerlemesinin 40-30 bin yıl, gerilemenin 23-21 bin yıl ve duraklamanın ise 13-10 bin yılları arasında meydana geldiğini ortaya koymaktadır (Pope vd., 2016).

Serdanya masifi üzerinde Son Buzul Maksimumu 23 bin yıl önce yaşanmış ve, 18-17 bin yıl önce ise buzul ilerlemeleri belirlenmiştir (Palacios vd., 2015).

Güney Karpatlarda Pietrele vadisinde ise buzul ilerlemeleri Son Buzul Maksimumu öncesinde, ikinci ilerleme 16 bin yıl önce son ilerleme ise Younger Dryas döneminde meydana gelmiştir (Reuther vd., 2007).

Tatra Dağlarındaki Polski/Roztoki vadisinde deglasyasyon 18 bin yıl öncesinde başlamış ve buzullar 12 bin yıl önce tekrar ilerlemiştir (Makos vd., 2013).

Bulgaristan'daki Rila dağlarında 24 ile 18 bin yıl öncesinde meydana gelen iki aşamalı buzul ilerlemesi tespiti yapılmıştır (Kuhleermann vd., 2013).

Romanya'da Parang dağlarında gerçekleştirilen çalışma deglasyasyonun 13 bin yıl önce başladığını ortaya koymuştur (Gheorghiu vd., 2015).

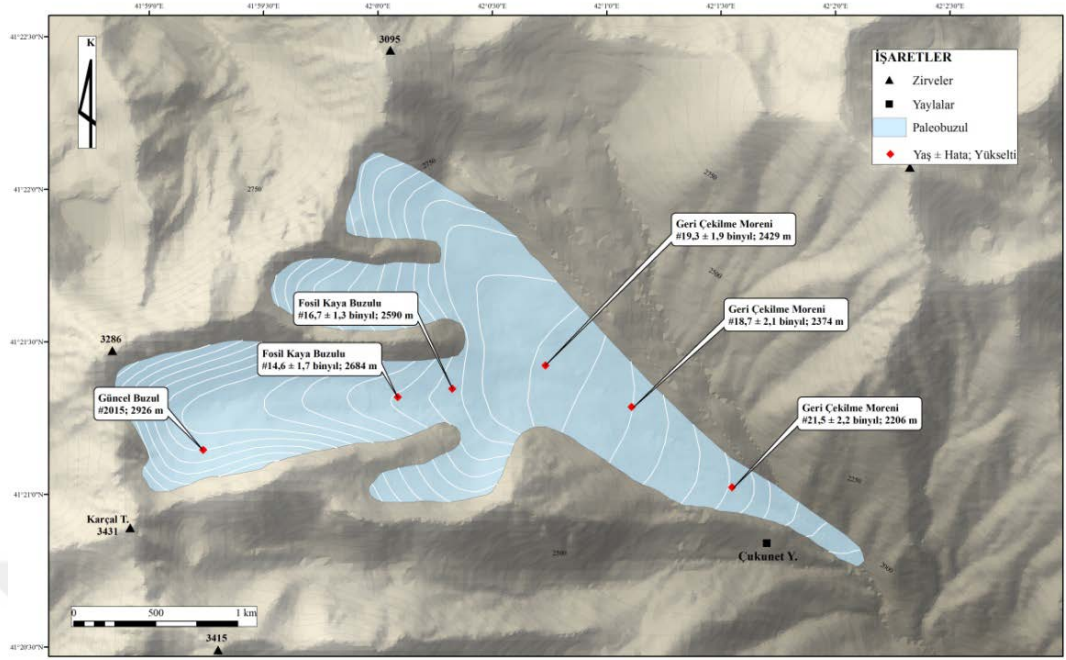
Çalışma ile Karçal Dağları'nın jeomorfolojik özellikleri ile buzullaşma evrimi ortaya konulmuştur. Geri çekilme morenleri ile fosil kaya buzulları üzerinden yapılan tarihlendirmeler Son Buzul Maksimumu esnasında meydana gelen değişimleri açığa çıkarmıştır. Karçal Dağlarından elde edilen sonuçlar Anadolu ve Avrupa Dağları üzerine yapılan çalışmalar ile uyumludur. Fosil kaya buzullarından elde edilen 14.6 ± 2.4 ve 14.2 ± 2.3 bin yıl yaşları periglasyal oluşumu ortaya koymaktadır. 16.6 ± 2.4 ve 17.3 ± 1.1 yaşları ise daha geç dönemde kaya buzulu oluşumlarının başladığını belirtmektedir. Geri çekilme morenlerinden 18.2 ± 2.2 ile 21.8 ± 3.4 bin yılları arasında belirlenen yaşlar ise vadide yoğun bir şekilde Son Buzul Maksimumu buzullaşmasına işaret etmektedir. Son Buzul Maksimumu buzullaşmalarının yanısıra artan kuraklığa bağlı olarak buzulda bir takım geri çekilmeler de olmuştur.

Karçal Vadisi'nde arazi gözlemleri sırasında tespit edilmiş olan moren depoları ile vadi tabanında izlenebilen çentikler, Son Buzul Maksimumu sırasında Karçal paleobuzulunun 2000 m'lere kadar indiğini ve burada Çukunet Vadisi'nden

gelen bir başka buzul ile birleştğini göstermektedir. Buna göre, Karçal Vadisi'ndeki paleobuzulun sirkler bölgesi ile dil kesimi arasındaki uzunluğu yaklaşık 5 km kadardır. İki paleobuzul birleştikten sonra sonlanmaktadır.

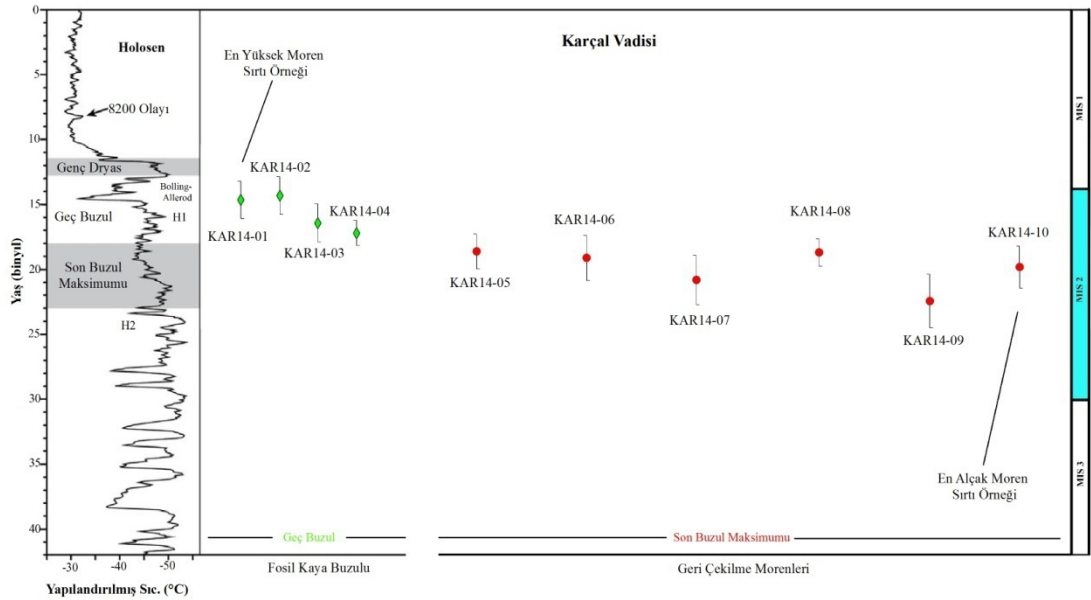
Kozmojenik yüzey yaşlandırma sonuçlarına göre, Karçal Vadisi'ndeki paleobuzul en geniş yayılım alanına, günümüzden 21.8 ± 3.4 binyıl önce ulaşmıştır. Bu yaşlandırma, küresel ölçekte buzulların en fazla ilerledikleri dönem olan Son Buzul Maksimumu'na karşılık gelmektedir. Karçal paleobuzulu, günümüzden 18.2 ± 2.2 binyıl önce geri çekilme dönemine girmiştir. Geri çekilme morenlerinden elde edilen yaşlar ise vadide Son Buzul Maksimumu sırasında küçük ölçekli buzul salınımları olduğunu ortaya koymaktadır (Şekil 62).

Karçal Vadisi'ndeki paleobuzulun Son Buzul Maksimumu'nu takip eden dönemde kaya buzulu oluşumlarının başladığını, 16.6 ± 2.4 ve 17.3 ± 1.1 binyıl tarihleri gelişimin yaşını belirtmektedir. 14.6 ± 2.2 binyıl ve 14.2 ± 2.3 binyıl öncesine ait yaşlar ise günümüzde fosil kaya buzullarının oluşumunun tamamlandığı evredir.



Şekil 62. Karçal vadisinin buzul rekonstrüksiyonu.

Karçal Vadisi'nde yaşlandırılan örneklerden en düşük yükseltide olanı (2180 m) Son Buzul Maksimumu'na aittir (Şekil 63).



Şekil 63. Karçal vadisinin buzul kronolojisi (Yeniden yapılandırılmış hava sıcaklıkları GISP 2 Grönland, Alley, 2000'den).

Karçal Vadisi'nden elde edilen yaşlar, buzullaşmanın en geniş boyutlarına 21.8 ± 3.4 binyıl önce (Son Buzul Maksimumu) ulaştığını ve deglasyasyonun ise 18.2 ± 2.2 binyıl önce başladığını ortaya koymuştur. 17.3 ± 1.1 binyıl yaşı ise kaya buzulu oluşumlarının başlama sınırını göstermektedir. Tüm bu veriler ışığında, Karçal Vadisi ve Doğu Karadeniz Dağları'ndaki diğer vadilerde yapılan yaşlandırma çalışmalarının sonuçları kronolojik olarak birbirlerini destekler niteliktedir.



KAYNAKÇA

- Ainsworth, W. F., 1842. Travels and Researches in Asia Minor, Mesopotamia, Chaldea and Armenia, J. W. Parker, London.
- Akçar, N., Schlüchter, C., 2005. Paleoglaciations in Anatolia: a schematic review and first results, *Eiszeitalter und Gegenwart*, 55, 102-121.
- Akçar, N., 2006. Palaeoglacial records from the Black Sea area of Turkey field and dating evidence, Ph.D. thesis, Bern University.
- Akçar, N., Yavuz, V., Ivy-Ochs, S., Kubik, P.W., Vardar, M., Schlüchter, C., 2007. Paleoglacial records from Kavron Valley, NE Turkey: field and cosmogenic exposure dating evidence, *Quaternary International*, 164-165, 170-183.
- Akçar, N., Yavuz, V., Ivy-Ochs, S., Kubik, P.W., Vardar, M., Schlüchter, C., 2008. A case for a downwasting mountain glacier during the Termination-I, Verçenik Valley, NE Turkey, *Journal of Quaternary Science*, 23, 273-285.
- Akçar, N., Yavuz, V., Ivy-Ochs, S., Reber, R., Kubik, P. W., Zahno, C., Schlüchter, C., 2014. Glacier response to the change in atmospheric circulation in the eastern Mediterranean during the Last Glacial Maximum, *Quaternary Geochronology*, 19, 27-41.
- Akçar, N., Yavuz, V., Yeşilyurt, S., Ivy-Ochs, S., Reber, R., Bayrakdar, C., Kubik, P. W., Zahno, C., Schlunegger, F., Schlüchter, C., 2015. Synchronous Last Glacial Maximum across the Anatolian peninsula, Hughes, P. D., Woodward, J. C. (Eds.), *Quaternary Glaciation in the Mediterranean Mountains*, Geological Society of London, Special Publications, 433.
- Akhalkatsishvili, M. D., Gobejishvili, R. G., Tutberidze, B. G., 2003. Role of glaciation in transformation of the volcanic relief of Samsari Range, Geography-Geology, In: Proceedings of I. Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, 118-125.
- Akkan, E., Tuncel, M., 1993. Esence (Keşiş) Dağlarında Buzul Şekilleri, *AÜ Türkiye Coğrafyası Dergisi*, 2, 225-239, Ankara.
- Akman, Y., 2011. İklim ve Biyoiklim, Palme Yayıncılık, 345 s. Ankara.

- Alley, R. B., 2000. The Younger Dryas cold interval as viewed from central Greenland, *Quaternary Science Reviews*, 19, 213-226.
- Altın, T., 2003. Orta Toroslarda (Aladağlar ve Bolkar Dağları) Görülen Periglasyal Şekiller, *Sırrı Erinç Sempozyumu, Bildiri Özleri*, 206-210, İstanbul.
- Altın, T., 2006. Aladağlar ve Bolkar Dağları Üzerinde Görülen Periglasyal Jeomorfolojik Şekiller, *Türk Coğrafya Dergisi*, 46, 105- 122, İstanbul.
- Andrews, J. T., 2000. Dating Glacial Events and Correlation to Global Climate Change, In: Noller, J. S., Sowers, J. M., William, R., (Eds.), *Quaternary Geochronology: method and applications*, American Geophysical Union.
- Ardel, A., 1944. Uludağ (Morfolojik Etüt), *Türk Coğrafya Dergisi*, 5-6, 35-57, İstanbul.
- Ardos, M., 1977a. Barla Dağı Civarının Jeomorfolojisi ve Barla Dağında Pleistosen Glasiyasyonu, *İÜ Coğrafya Enstitüsü Dergisi*, 20-21, 151-168, İstanbul.
- Ardos, M., 1977b. Eğirdir Gölü Güneyinin Jeomorfolojisi ve Davras Dağında Pleistosen Buzullaşması, *İÜ Coğrafya Enstitüsü Dergisi*, 22, 99-118, İstanbul.
- Arkel, N. A., 1973. Die Gegenwartige Vergletscherung des Ararat, *Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie*, 9, 1-2, 89-103.
- Arpat, E., Özgül, N., 1972. Orta Toroslarda Geyik Dağı Yöresinde Kaya Buzulları, *MTA Dergisi*, 78, Ankara.
- Atalay, İ., 1984. Mescit Dağının Glasyal Morfolojisi, *Ege Coğrafya Dergisi*, 2, 129-138, İzmir.
- Barsch, D., 1996. Rock glaciers, Indicators for the Permafrost and Former Geoecology in High Mountain Environment, *Series in the Physical Environment*, 16, Springer, Berlin, 331.
- Bartsch, G., 1935. Das Gebiet des Erciyes Dagi und die Stadt Kayseri in Mittel-Anatolien, Spreitzer, H. (Ed.), *Jahrbuch der geographischen Gesellschaft zu Hannover für 1934 und 1935*, Osterwald, Hannover, 87-202.

- Bayrakdar, C., Özdemir, H., 2010. Kaçkar Dağı'nda Bakı Faktörünün Glasiyal ve Periglasiyal Topoğrafya Gelişimi Üzerindeki Etkisi, Türk Coğrafya Dergisi, 54, 1-13, İstanbul.
- Bayrakdar, C., 2012. Akdağ Kütlesinde (Batı Toroslar) Paleokarstın Pleistosen Buzullaşmalarına Etkisi, III. Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, 199-204, Hatay.
- Bayrakdar, C., Çılğın, Z., Döker, M. F., Canpolat, E., 2015. Evidence of an active glacier in the Munzur Mountains, eastern Turkey, Turkish Journal of Earth Sciences, 24, 56-71.
- Beret, B., 1956. Çakırgöl Dağında Glasyal İzler, Türk Coğrafya Dergisi, 15-16, 115-125, İstanbul.
- Bilgin, T., 1960. Kaz Dağı ve Üzerindeki Periglasyal Şekiller Hakkında, Türk Coğrafya Dergisi, 20, 114-123, İstanbul.
- Bilgin, T., 1969. Gavur Dağı Kütlesinde Glasiyal ve Periglasiyal Topoğrafya Şekilleri, İstanbul Üniversitesi Yayınları, 1494, İstanbul.
- Bilgin, T., 1972. Munzur Dağları Doğu Kısımının Glasyal ve Periglasyal Morfolojisi, İstanbul Üniversitesi Yayınları, 1757, İstanbul.
- Biricik, A., S., 2010. Nurhak Dağlarında Glasyal ve Periglasyal Rölyef, Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu (Prof. Dr. Oğuz Erol Anısına) Bildiriler Kitabı, 220- 242, Afyonkarahisar.
- Birman, J. H., 1968. Glacial reconnaissance in Turkey, Geological Society of America Bulletin, 79, 1009-1026.
- Bobek, H., 1940. Die gegenwärtige und eiszeitliche Vergletscherung im zentral-kurdischen Hochgebirge, Zeitschrift für Gletscherkunde, 27, 50-87.
- Blumenthal, M. M., 1956. Die Vergletscherung des Ararat (nordöstliche Türkei), Geographica Helvetica, 11, 4, 263-264.
- Blumenthal, M. M., 1958a. Vom Agri Dagħ zum Kackar Dagħ, Quartalsheft, 2, Die Alpen, 34, 125-137, Bern.

- Blumenthal, M. M., 1958b. Der Vulkan Ararat, İÜ Fen Fakültesi Mecmuası, B Serisi, 23, 3-4, 177-327.
- Çalışkan, O., Gürgen, G., Yılmaz, E., Yeşilyurt, S., 2012. Bolkar Dağları Kuzeydoğusunun Glasyal Morfolojisi ve Döküntüyle Örtülü Buzullar, Uluslararası İnsani Bilimler Dergisi, 9, 1, 890.
- Çılğın, Z., 2015. Dedegöl Dağı Kuvaterner Buzullaşmaları, Türk Coğrafya Dergisi, 64, 19-37.
- Çiçek, İ., Gürgen, G., Tunçel, H., Doğu, A. F., 2004. Glacial Morphology of Eastern Black Sea Mountains (Turkey), Caucasian Geography Reviews, 4, 46-51, Gürcistan.
- Çiner, A., Deynoux, M., Çörekçioğlu, E., 1999. Hummocky moraines in the Namaras and Susam valleys, Central Taurids, SW Turkey, Quaternary Science Reviews, 18, 4-5, 659-669.
- Çiner, A., 2003. Une Revue de la Repartition et de Lextension des Glaciations Pleistocenes et des glaciers actuels en Turquie, Geographie Physique et Quaternaire, 57, 205-218.
- Çiner, A., 2003. Türkiye'nin Güncel Buzulları ve Geç Kuvaterner Buzul Çökelleri, Türkiye Jeoloji Bülteni, 46, 1, 55-78, Ankara.
- Çiner, A., 2003. Geyikdağ'da (Orta Toroslar) Geç Kuvaterner Buzullaşmasına Ait Morenlerin Sedimanter Fasiyes Analizi ve Ortamsal Yorumu, Türkiye Jeoloji Bülteni, 46, 35-54, Ankara.
- Çiner, A., 2004. Turkish glaciers and glacial deposits, Ehlers, J., Gibbard, P. L. (Eds.), In: Quaternary Glaciations: Extent and Chronology, Part I: Europe, Elsevier, Amsterdam, 419-429.
- Çiner, A., Sarıkaya, M. A., Yıldırım, C., 2015a. Hummocky moraines of piedmont glaciers from Geyikdağ, central Tauride Mountains, Turkey: insights from cosmogenic ³⁶Cl dating, Quaternary Science Reviews, 116, 44-56.
- Çiner, A., Sarıkaya, M. A., 2015b. Cosmogenic ³⁶Cl geochronology of Quaternary glaciers on the Bolkar Mountains, south central Turkey. Hughes, P. D.,

- Woodward, J. C. (Eds.) Quaternary Glaciation in the Mediterranean Mountains, Geological Society of London, Special Publications, 433.
- Daget, P. H., Ahdali L., David P., 1988. Mediterranean bioclimate and its variation in the paiaearctic region Mediterranean-type Ecosystems: A data source book, (Editör R.L. Specht.), ISBN 90-6193-652-7.
- Dede, V., 2009. Çadır Dağı'nın Buzul Jeomorfolojisi (Yalnızçam Dağları-Artvin), Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Fiziki Coğrafya Bilim Dalı, (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Van.
- Dede, V., Çiçek, İ., Uncu, L., 2015. Karçal Dağlarında Kaya Buzulu Oluşumları, Hacettepe Üniversitesi, Yer Bilimleri Dergisi, 36, 2, 61-80.
- Deniz, O., Doğu, A. F., Yıldız, M. Z., Saraçoğlu, H., Kerimoğlu, G., 2003. Süphan Dağının Buzul Morfolojisi ve Turizm Açısından Değerlendirilmesi, Yüzüncü Yıl Üniv., I. Uluslararası Coğrafya Çalışmaları Sempozyumu, Pleistosen ve Günümüzde Anadolu ile Kafkaslarda Yüksek Dağlık Alanlar, Bildiriler Kitabı, 113-126, Van.
- Doğan, M., 2014. Sandıras Dağı'nda (Muğla) Buzullaşma ve Buzul Şekilleri, Ege Coğrafya Dergisi, 20, 29-52, İzmir.
- Doğu, A. F., 1993. Sandıras Dağında Buzul Şekilleri, AÜ Türkiye Coğrafyası Dergisi, 2, 263-274, Ankara.
- Doğu, A. F., Somuncu, M., Çiçek, İ., Tunçel, H., Gürgen, G., 1993. Kaçkar Dağında Buzul Şekilleri, Yaylalar ve Turizm, AÜ Türkiye Coğrafyası Dergisi, 2, 157-183, Ankara.
- Doğu, A. F., Çiçek, İ., Gürgen, G., Tunçel, H., Somuncu, M., 1994. Göller (Hunut) Dağı'nda Buzul Şekilleri, Yaylalar ve Turizm, AÜ Türkiye Coğrafyası Dergisi, 3, 192-218, Ankara.
- Doğu, A. F., Çiçek, İ., Gürgen, G., Tunçel, H., 1996. Üçdörük (Verçenik) Dağı'nda Buzul Şekilleri, Yaylalar ve Turizm, AÜ Türkiye Coğrafyası Dergisi, 5, 29-51, Ankara.

- Doğu, A. F., Gürgen, G., Tunçel, H., Çiçek, İ., 1997. Bulut-Altıparmak Dağları'nda Buzul Şekilleri, Yaylalar ve Turizm, AÜ Türkiye Coğrafyası Dergisi, 6, 63-91, Ankara.
- Doğu, A.F., Çiçek, İ., Gürgen, G. Tunçel, H., 2000. Akdağ'ın Buzul ve Karst Jeomorfolojisi (Fethiye-Muğla), MTA Enst. Cumhuriyetin 50. Yıldönümü Yerbilimleri ve Madencilik Kongresi Bildirileri Kitabı I, 371-385, Ankara.
- Doğu, A.F., Gürgen, G., Çiçek, İ., 2000. Demirkapı Dağı ve Uzungöl Çevresinin Jeomorfolojisi, MTA Enst. Cumhuriyetin 50. Yıldönümü Yerbilimleri ve Madencilik Kongresi Bildirileri Kitabı I, 387-399, Ankara.
- Doğu, A. F., 2008. Van'ın Buzulları (İhtiyar Şahap Dağları), Yeşil Atlas Dergisi, 91-94.
- Dunai, T. J., 2010. Cosmogenic Nuclides: Principles, concepts and applications in the Earth Surface Sciences, Cambridge University Press, 198.
- Ebeling, M., 1899. Der Ararat, Zeitschrift des deutschen und österreichischen Alpenvereins, 30, 144-163.
- Ege, İ., Tonbul, S., 2005. Soğanlı Dağlarında Karstlaşma-Buzullaşma İlişkisi, V. Türkiye Kuvaterner Sempozyumu, İstanbul Teknik Üniversitesi, 2-5 Haziran 2005, İstanbul.
- Ege, İ., 2008. Bolkar Dağlarının Glasiyal Jeomorfolojisi, Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu (Mehmet Ardos Anısına), Bildiriler Kitabı, 396-406, Çanakkale.
- Erinç, S., 1944. Doğu Karadeniz Dağlarında Glasyal Morfoloji Araştırmaları, İ.Ü Coğrafya Enstitüsü Doktora Tezleri Serisi, 1, İstanbul.
- Erinç, S., 1949a. Eiszeitliche Formen und Gegenwertie Vergletscherung im Nordostanatolischen Randgebirge, Geologie Rundschau, 27, 75-84.
- Erinç, S., 1949b. Kaçkar Dağı Grubunda Diluvial ve Bugünkü Glasiyasyon, İÜ Fen Fakültesi Mecmuası B, 14/3, 243-245, İstanbul.
- Erinç, S., 1949c. Uludağ Üzerinde Glasyal Morfoloji Araştırmaları, Türk Coğrafya Dergisi, 11-12, 79-94, İstanbul.

- Erinç, S., 1951. Glasyal ve Post Glasyal Safhada Erciyes Glasiyesi, İÜ Coğrafya Enstitüsü Dergisi, 2, 82-90, İstanbul.
- Erinç, S., 1952. The present glaciation in Turkey, İGU XVII The İnt. Geog. Congress, 6, 326-331, USA.
- Erinç, S., 1952. Glacial evidences of the climatic variations in Turkey, Geografiska Annaler, 34, 89-98.
- Erinç, S., 1953. Van'dan Cilo Dağlarına, İÜ Coğrafya Ens. Dergisi, 3-4, 89-106, İstanbul.
- Erinç, S., 1955. Glasyal ve Periglasyal Jeomorfoloji Bakımından Honaz ve Bozdağ, Türk Coğrafya Dergisi, 13-14, 24-44, İstanbul.
- Erinç, S., 1957. Uludağ'ın Periglasyali Hakkında, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi, 8, 91-94, İstanbul.
- Erinç, S., Bilgin, T., Bener, M., 1961. Ilgaz Üzerinde Periglasyal Şekiller, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi, 12, 90-99, İstanbul.
- Erinç, S., 1978. Changes in the Physical Environment in Turkey since the end of the Late Glacial, The Environmental History of the Near and Middle East since The Last Ice Age, (Brice, W. C.-Ed.), Academic Press Publishings, Part III, Chapter 7, 87-110.
- Erlat, E., 2014. Dünya İklimleri, Ege Üniversitesi Yayınları, 186, İzmir.
- Erol, O., 1980. Anadolu'da Pluvial ve İnterpluvial Koşullar ve Özellikle Güney-İç Anadolu'da Son Buzul Çağından Bugüne Kadar Olan Çevresel Değişmeler, Ankara Üniversitesi, DTCE, Coğrafya Araştırmaları Dergisi, 9, 5-16, Ankara.
- Evans, J. M., Stone, J. Ö. H., Fifield, L. K., Cresswell, R. G., 1997. Cosmogenic chlorine-36 production in K-feldspar, Nuclear instruments and methods in physics research section B: Beam interactions with materials and atoms, 123, 334-340.
- Gall, H., 1966. Gletscherkundliche Beobachtungen im Hochgebirge von Lasistan (Nordostanatolischen Randgebirge), Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft, 108, 23, 261-286.

- Giardino, J., Vick, S., 1987. Geologic engineering aspects of rock glaciers, In: Giardino, J., Shroder, J., Vitek, J., (Eds.), Rock Glaciers, Allen and Unwin, London, 265-287.
- Giraudi, C., 2015. The Upper Pleistocene Deglaciation on the Apennines (Peninsular Italy), Cuadernos de Investigacion Geografica, 41, 337-358.
- Gobejishvili, R., Lomidze, N., Tielidze, L. 2011. Late Pleistocene (Würmian) glaciations of the Caucasus, In: Quaternary Glaciations: Extent and Chronology, Ehlers, J., Gibbard, P. L., Hughes, P. D., (Eds.), Elsevier, Amsterdam, 141-147.
- Gomez-Ortiz, A., Oliva, M., Palacios, D., Salvador-Franch, F., Vazquez-Selam, L., Salva-Catarineu, M., Andres, N., 2015. The Deglaciation of Sierra Nevada (Spain), Synthesis of the knowledge and new contributions, Cuadernos de Investigacion Geografica, 41, 409-426.
- Gosse, J. C., Phillips, F. M., 2001. Terrestrial in situ cosmogenic nuclides: theory and application, Quaternary Science Reviews, 20, 1475-1560.
- Güner, Y., Emre, Ö., 1983. Erciyes Dağında Pleistosen Buzullaşması ve Volkanizma İlişkisi, Jeomorfoloji Dergisi, 11, 23-34, Ankara.
- Gürgen, G., 2001. Karadağ (Gümüşhane) Çevresinin Glasyal Morfolojisi ve Turizm Potansiyeli, AÜ Türkiye Coğrafyası Dergisi, 8, 109, Ankara.
- Gürgen, G., 2003. Çapans Dağları Kuzeyinin (Rize) Glasyal Morfolojisi, GÜ Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 23, 3, 159-175, Ankara.
- Gürgen, G., 2006. Üçdörük-Dilek Dağları Güneyinin Glasyal Morfolojisi, Coğrafi Bilimler Dergisi, 4, 67-82, Ankara.
- Gürgen, G., 2009a. Altıparmak Dağları Kuzeydoğusunun Glasyal Morfolojisi, GÜ Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 29, 2, 311-331, Ankara.
- Gürgen, G., 2009b. Anzer-Kemer-Orsor Dağları Kuzeyinin (Rize) Glasyal Morfolojisi, NEWSA, 4, 4.
- Gürgen, G., Çalışkan, O., Yılmaz, E., Yeşilyurt, S., 2010. Döküntü Örtülü Buzullar ve Kaya Buzulları, NEWSA, 5, 1.

- Gürgen, G., Çalışkan, O., Yılmaz, E., Yeşilyurt, S., 2010. Yedigöller Platosu ve Emli Vadisinde (Aladağlar) Döküntü Örtülü Buzullar, NEWSA, 5, 2.
- Gürgen, G., Yeşilyurt, S., 2012. Karçal Dağı Buzulları (Artvin), Coğrafi Bilimler Dergisi, 10, 1, 91-104, Ankara.
- Gürgen, G., 2014. Verçenik Dağı Buzulları (Rize), Ankara Üniversitesi, VIII. Ulusal Coğrafya Sempozyumu (TÜCAUM), Bildiriler Kitabı, 73-86, Ankara.
- Gheorghiu, D. M., Hosu, M., Corpade, C., Xu, S., 2015. Deglaciation constraints in the Parang Mountains, Southern Romania, using surface exposure dating, Quaternary International, 388, 156-167.
- Hamilton, W. J., 1843. Researches in Asia Minor, Pontus, and Armenia; with some account of their antiquities and geology, Journal of the Royal Geographical Society of London, 13, 148-156.
- Hamilton, S., Whalley, W., 1995. Rock glacier nomenclature: a reassessment, Geomorphology, 14, 73-80.
- HGK, 2013. 1/ 25.000 Ölçekli Artvin F 47-b2, F 47-b3 ve Ardahan F 48-a1, F 48-a4 Topoğrafya Haritaları, (HGK: Harita Genel Komutanlığı), Ankara.
- Hijmans, R. J., Cameron, S. E., Parra, J. L., Jones, P. G., Jarvis, A., 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas, International Journal of Climatology, 25, 1965-1978.
- Holobacă, I. H., 2016. Recent retreat of the Elbrus glacier system, Journal of Glaciology, 62, 231, 94-112.
- Imhof, E., 1956. Der Ararat, Die Alpen, 32, 1-14, Bern.
- Ivy-Ochs, S., Kerschner, H., Kubik, P. W., Schlüchter, C., 2006. Glacier response in the European Alps to Heinrich Event 1 cooling: the Gschnitz stadial, Journal of Quaternary Science, 21, 115-130.
- Ivy-Ochs, S., 2015. Glacier variations in the European Alps at the end of the Last Deglaciation, Cuadernos de Investigacion Geografica, 41, 295-315.

- İzırac, R., 1951. Cilo Dağı ve Hakkari ile Van Gölü Çevrelerinde Coğrafya Araştırmaları, Ankara Üniversitesi, DTCF Yayınları, 67, 4, 149, Ankara.
- Kahraman, N., 2015. Mescit Dağlarında Buzul İzleri, The Journal of Academic Social Science Studies (JASSS), 34, 41-51.
- Keskin, İ., 2013a. 1/ 100.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Artvin E-47 ve F-47 Paftaları, Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara.
- Keskin, İ., 2013b. 1/ 100.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Ardahan E-48 ve F-48 Paftaları, Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara.
- Kesici, Ö., 2005. Küresel Isınma Çerçevesinde Süphan ve Cilo Dağlarında Buzul Morfolojisi Araştırmaları, TÜBİTAK Projesi, No:101Y131, Ankara.
- Koch, K. H. E., 1846. Wanderungen im Oriente, Bd. II: Reise im pontischen Gebirge und türkischen Armenien, Landes-Industrie-Comptoir, Weimar.
- Klear, W., 1965. Geomorphologische Untersuchungen in den Randgebirgen des Van-See (Ostanatolien), Zeitschrift für Geomorphologie, 9, 346-355.
- Krenk, L., 1932. Gletscher im pontischen Gebirge (Lazistan), Zeitschrift für Gletscherkunde, 20, 129-131.
- Kurter, A., Sungur, K., 1980. Present Glaciation in Turkey, World Glacier Inventory Proceedings of the Riederalp Workshop, 126, 155-160.
- Kurter, A., 1991. Glaciers of Middle East and Africa-Glaciers of Turkey, In: Satellite Image Atlas of the World, R. S. Williams, J. G. Ferrigno (Eds.). USGS Professional Paper, 1386-G-I, 1-30.
- Kuhlemann, J., Gachev, E., Gikov, A., Nedkov, S., Krumrei, I., Kubik, P., 2013. Glaciation in the Rila Mountains (Bulgaria) during the Last Glacial Maximum, Quaternary International, 293, 51-62.
- Künne, G., 1928. Die deutsche alpine Taurus expedition 1927 (Aladağ in Zilizien), Pet. Mitteilungen, 74.
- Lal, D., 1991. Cosmic ray labeling of erosion surfaces: in situ nuclide production rates and erosion rates, Earth and Planetary Science Letters, 104, 424-439.

- Leutelt, R., 1935. Glazialgeologische Beobachtungen im lazistanischen Hochgebirge, Zeitschrift für Gletscherkunde 23, 67-80.
- Louis, H., 1944. Die Spuren eiszeitlicher Vergletscherung in Anatolien, Geologische Rundschau, 34, 7-8, 447-481.
- Löffler E. 1970. Untersuchungen zum eiszeitlichen und rezenten klimagenetischen Formenschatz in den Gebirgen Anatoliens, Heidelberger Geographische Arbeiten, 27, 162 p.
- Makos, M., Nitychoruk, J., Zreda, M., 2013. Deglaciation chronology and paleoclimate of the Pieciu Stawow Polskich/Roztoki Valley, High Tatra Mountains, Western Carpathians, Since Last Glacial Maximum, inferred from ³⁶Cl exposure dating and glacier-climate modelling, Quaternary International, 293, 63-78.
- Makos, M., 2015. Deglaciation of the High Tatra Mountains, Cuadernos de Investigacion Geografica, 41, 317-335.
- Marrero, S., 2012. Calibration of Cosmogenic Chlorine-36, Ph.D. thesis, Earth and Environmental Science, New Mexico Institute of Mining and Technology, Socorro, New Mexico, p 365.
- Martin, H., Whalley, W., 1987. Rock Glaciers, Part 1: rock glacier morphology, classification and distribution, Progress in Physical Geography 11, 260-282.
- Messenger, E., Belmecheri, S., Von Grafenstein, U., Nomade, S., Ollivier, V., Voinchet, P., Puaud, S., Courtin-Nomade, A., Guillou, H., Mgeladze, A., Dumoulin, J-P., Mazuy, A., Lordkipanidze, D., 2013. Late Quaternary record of the vegetation and catchment-related changes from Lake Paravani (Javakheti, South Caucasus), Quaternary Science Reviews, 77, 125-140.
- Maunsell, F. R., 1901. Central Kurdistan, The Geographical Journal, 18, 2, 121-144.
- Messerli, B., 1964. Der Gletscher am Erciyas Dagħ und das Problem der rezenten Schneegrenze im anatolischen und mediterranen Raum, Geographica Helvetica, 19(1), 19- 34.

- Messerli, B., 1967. Die eiszeitliche und die gegenwärtige Vergletscherung in Mittelmeerraum, *Geographica Helvetica*, 22, 105-228.
- Ollivier, V., Nahapetyan, S., Roiron, P., Gabrielyan, I., Gasparyan, B., Chataigner, C., Joannin, S., Cornée, J.-J., Guillou, H., Scaillet, S., Munch, P., Krijgsman, W., 2010. Quaternary volcano-lacustrine patterns and palaeobotanical data in southern Armenia, *Quaternary International*, 223-224, 312-326.
- Onde, H., 1954. Forms and glaciers in the Lycien Massif of Akdağ (SW Turkey), *Congress Geological International*, 15, 327-335.
- Outcalt, S., Benedict, J., 1965. Photointerpretation of two types of rock glacier in the Colorado front range, USA *Journal of Glaciology*, 5, 42, 849-856.
- Oswald, A., 1899. Eine Besteigung des Ararat, *Jahrb. des Schweiz. Alpenklub*, 35, 157-183.
- Onur, A., 1962. Türkiye’de Daimi Kar Sınırı Hakkında, *Ankara Üniversitesi, DTCF Dergisi*, 20, 1-2, 119-123, Ankara.
- Öztürk, M. Z., 2012. Uludağ’daki Periglasyal Süreçlerin, Periglasyal Yerşekillerinin ve Bunları Denetleyen Etmenlerin İncelenmesi, *Nilüfer Akkılıç Kütüphanesi Yayınları*, No: 10, Bursa.
- Palgrave, W. G., 1872. Vestiges of the glacial period in northeastern Anatolia, *Nature*, 5, 444-445.
- Palacios, D., Marcos, J., Vazquez-Selam, L., 2011. Last Glacial Maximum and deglaciation of Sierra de Grados, central Iberian Peninsula, *Quaternary International*, 233, 16-26.
- Palacios, D., Andres, N., Marcos, J., Vazquez-Selam, L., 2012. Glacial landforms and their paleoclimatic significance in Sierra de Guadarrama, Central Iberian Peninsula, *Geomorphology*, 139-140, 67-78.
- Palacios, D., Gomez-Ortiz, A., Andres, N., Vazquez-Selam, L., Salvador-Franch, F., Oliva, M., 2015. Maximum extent of Late Pleistocene glaciers and last deglaciation of La Cerdanya mountains, Southeastern Pyrenees, *Geomorphology*, 231, 116-129.

- Palacios, D., Andres, N., Gomez-Ortiz, A., Garcia-Ruiz, J. M., 2016. Evidence of glacial activity during the Oldest Dryas in the mountains of Spain, Hughes, P. D., Woodward, J. C. (Eds.) Quaternary Glaciation in the Mediterranean Mountains, Geological Society of London, Special Publications, 433.
- Penther, A., 1905. Eine Reise in das Gebiet des Erdschias Dagh (Kleinasien) 1902, Abhandlungen der Geographischen Gesellschaft, 6, 1.
- Philippson, A., 1906. Ein Gletscher am Erdschias-Dagh (Argaeus) in Kleinasien, Zeitschrift für Gletscherkunde, 1, 1, 66-68.
- Philippson, A., 1919. Glaziale und pseudoglaziale formen im westlichen Kleinasien, Zet. Gesselshaft Erdkunde, Berlin.
- Planhol, X., de, 1953. Le relief glaciaire du Sandras dağ (Carie meridionale-Turquie d'Asie), INQUA Actes de IV, 3-11.
- Planhol, X., de, İnandık, İ., 1958. La limite de la Glaciation Quaternaire dans le Massif du Yeşil Göl Dağ (Anatolie du Sud-Ouest), İÜ Geo. İnst. Review, 4, 33-35, İstanbul.
- Planhol, X., de Bilgin, T., 1961. Karagöl Kütlesi Üzerinde Pleistosen ve Aktüel Glasyasyon İle Periglasyal Şekiller, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi, 12, 127-146, İstanbul.
- Planhol, X., de, Bilgin, T. 1964. Glaciaire et periglaciaire quaternaires et actuels dans le massif du Karagöl (Chaines pontiques- Turquie), Revue de Geographic Alpine, 497-512.
- Potter, N., 1972. Ice cored rock glaciers, Galena Creek northern Absoraka Mountains, Wyoming, Geological Society of America Bulletin, 83, 3025-3058.
- Pope, R. J., Hughes, P. D., Skourtsos, E., 2016. Glacial history of Mt Chelmos, Peloponnesus, Greece, Hughes, P. D., Woodward, J. C. (Eds.) Quaternary Glaciation in the Mediterranean Mountains, Geological Society of London, Special Publications, 433.
- Reber, R., Akçar, N., Yeşilyurt, S., Yavuz, V., Tikhomirov, D., Kubik, P. W., Schlüchter, C., 2014. Glacier advances in northeastern Turkey before and

- during the global Last Glacial Maximum, *Quaternary Science Reviews*, 101, 177-192.
- Reuther, A. U., Urdea, P., Geiger, C., Ivy-Ochs, S., Niller, H. P., Kubik, P. W., Heine, K., 2007. Late Pleistocene glacial chronology of the Pietrele Valley, Retezat Mountains, Southern Carpatians constrained by ^{10}Be exposure ages and pedological investigations, *Quaternary International*, 164-165, 151-169.
- Rickmer-Rickmers, W., 1895. Ararat, *Zeitschrift des deutschen und österreichischen Alpenvereins*, 26, 315-326.
- Rickmer-Rickmers, W., 1900. Der Kartsch-Chal in Transkaukasien, *Zeitschrift des deutschen und österreichischen Alpenvereins*, 31, 156-178.
- Rickmer-Rickmers, W., 1934. Lazistan and Acaristan, *The Geographical Journal*, 84, 6, 465-478.
- Sarıkaya, M. A., Çiner, A., Zreda, M., 2003. Erciyes Volkanı Geç Kuvaterner Buzul Çökelleri, Hacettepe Üniversitesi, *Yerbilimleri Dergisi*, 27, 59-74.
- Sarıkaya, M. A., Zreda, M., Çiner, A., Zweck, C., 2008. Cold and wet Last Glacial Maximum on Mount Sandıras, SW Turkey, inferred from cosmogenic dating and glacier modeling, *Quaternary Science Reviews*, 27, 769-780.
- Sarıkaya, M. A., Zreda, M., Çiner, A., 2009. Glaciations and paleoclimate of Mount Erciyes, central Turkey, since the Last Glacial Maximum, inferred from ^{36}Cl cosmogenic dating and glacier modeling, *Quaternary Science Reviews*, 28, 2326-2341.
- Sarıkaya, M. A., 2009. Late Quaternary glaciation and paleoclimate of Turkey inferred from cosmogenic ^{36}Cl dating of moraines and glacier modeling, Ph.D. thesis, University of Arizona, Tucson, AZ, USA.
- Sarıkaya, M. A., 2011. Türkiye'nin Güncel Buzulları, *Fiziki Coğrafya Araştırmaları: Sistematik ve Bölgesel* (Ed: D. Ekinçi), Türk Coğrafya Kurumu Yayınları, 6, 527-544, İstanbul.

- Sarıkaya, M. A., 2012. Recession of the ice cap on Mount Ağrı (Ararat), Turkey, from 1976 to 2011 and its climatic significance, *Journal of Asian Earth Sciences*, 46, 190-194.
- Sarıkaya, M. A., 2012. Kozmojenik Yaşlandırma Yöntemleri; Teori ve Uygulama Alanları, Kazancı, N., Gürbüz, A., (Editör), Kuvaterner Bilimi, Ankara Üniversitesi Yayınları, 350, 523-546.
- Sarıkaya, M. A., Tekeli, A. E., 2014. Satellite inventory of glaciers in Turkey, *Global Land Ice Measurements from Space*, Kargel, J. S., Leonard, G. J., Bishop, M. P., Kaab, A., Raup, B. (Eds.), Praxis- Springer (Publisher), Berlin Heidelberg, 465-480, 876 pp.
- Sarıkaya, M. A., Çiner, A., Haybat, H., Zreda, M., 2014. An early advance of glaciers on Mount Akdağ, SW Turkey, before the global Last Glacial Maximum; insights from cosmogenic nuclides and glacier modeling, *Quaternary Science Reviews*, 88, 96-109.
- Sarıkaya, M. A., Çiner, A., 2015. The Late Quaternary glaciations in the Eastern Mediterranean, In: *Quaternary Glaciation in the Mediterranean*, Hughes, P. D., Woodward, J.C., (Eds.) Geological Society of London, Special Publications, 433.
- Sarıkaya, M. A., Çiner, A., 2015. Türkiye'nin Geç Pleistosen Buzullaşması ve Paleoklimi, *MTA Dergisi*, 151, 107-127.
- Sayhan, H., 1999. Erciyes'in Doğusunda Aktüel Morfodinamiğe Bağlı Olarak Gelişen Tufurların Genetik ve Morfometrik Analizi, *Türk Coğrafya Dergisi*, 34, 141-165, İstanbul.
- Serrano, E., Gomez-Lende, M., Pellitero, R., Gonzalez-Trueba, J. J., 2015. Deglaciation in the Cantabrian Mountains Pattern and Evolution, *Cuadernos de Investigacion Geografica*, 41, 389-408.
- Schweizer, G., 1972, Klimatisch bedingte geomorphologische und glaziologische Züge der Hochregion vorderasiatischer Gebirge (Iran und Ostanatolien) in *Geocology of the high-mountain regions of Eurasia*, *Erdwissenschaftliche Forschung*, 4, 221-236.

- Schweizer, G., 1975. Untersuchungen zur Physiogeographie von Ostanatolien und Nordwestiran, *Tübinger Geographische Studien*, 60, 9, 145 p.
- Shahgedanova, M., Nosenko, G., Kutuzov, S., Rototaeva, O., Khromova, T., 2014. Deglaciation of the Caucasus Mountains, Russia/Georgia, in the 21st century observed with ASTER satellite imagery and aerial photography, *The Cryosphere*, 8, 2367–2379.
- Solomina, O., Busheva, I., Dolgova, E., Jamelli, V., Alexandrin, M., Mikhalev, V., Matskovsky, V., 2016. Glacier variations in the Northern Caucasus compared to climatic reconstructions over the past millennium, *Global and Planetary Change*, 140, 28-58.
- Somuncu, M., 1986. Türkiye'nin Yaşayan Buzulları, TÜBİTAK, Bilim ve Teknik Dergisi, 19, 221, 1-3, Ankara.
- Spreitzer, H., 1958. Frührezente und rezente Hochstände der Gletscher des Kilikischen Ala Dag im Taurus, *Geographische Forschungen*, 60, Innsbruck.
- Stone, J. O., 2000. Air pressure and cosmogenic isotope production, *Journal of Geophysical Research*, 105, 23, 723-759.
- Stokes, C. R., Gurney, S. D., Shahgedanova, M., Popovnin, V., 2006. Late-20th-century changes in glacier extent in the Caucasus Mountains, Russia/Georgia, *Journal of Glaciology*, 52, 176, 99-109.
- Stokes, C. R., Popovnin, V., Aleynikov, A., Gurney, S. D., Shahgedanova, M., 2007. Recent glacier retreat in the Caucasus Mountains, Russia, and associated increase in supraglacial debris cover and supra-/proglacial lake development, *Annals of Glaciology*, 46, 195-203.
- Stratil-Sauer, G., 1927. Der östliche Pontus, *Geographische Zeitschrift*, 33, 9, 497-519.
- Stratil-Sauer, G., 1961. Beobachtungen im Ostpontischen Gebirge unter besonderer Berücksichtigung der Kaltzeitformen, *Mitt. Der Öster. Geogr. Ges.* 103, 1-24.
- Tielidze, L. G., Chikhradze, N., Svanadze, D., 2015a. Glaciers amount and extent change in the Dolra River Basin in 1911-1960-2014 years, *Caucasus*

- Mountains, Georgia, observed with old topographical maps and Landsat Satellite Imagery, *American Journal of Climate Change*, 4, 217-225.
- Tielidze, L. G., Kumladze, R., Asanidze, L., 2015b. Glaciers reduction and climate change impact over the Last One Century in the Mulkhura River Basin Caucasus Mountains, Georgia, *International Journal of Geosciences*, 6, 465-472.
- Tielidze L. G., Lomidze, N., Asanidze, L., 2015c. Glaciers retreat and climate change effect during the Last One Century in the Mestiachala River Basin, Caucasus Mountains, Georgia, *Earth Sciences*, 4, 2, 72-79.
- Tielidze, L. G., 2016. Glaciers change over the last century, Caucasus Mountains, Georgia, observed by the old topographical maps, Landsat and ASTER satellite imagery, *The Cryosphere*, 10, 713-725.
- Tonbul, S., 1997. Bingöl Dağında Buzul Şekilleri, *AÜ Türkiye Coğrafyası Dergisi*, 6, 347, Ankara.
- Tonbul, S., Ege, İ., 2002. Tahtalı Dağında Buzul Şekilleri, *Doğu Coğrafya Dergisi*, 7, 165, Erzurum.
- Turoğlu, H., 2009. Aksu Deresi Havzası (Giresun) Periglasyal Sahasında Kütle Hareketleri, *Türk Coğrafya Dergisi*, 52, 41-54, İstanbul.
- Türkeş, M., ve Öztürk, M. Z., 2008. Uludağ'ın Periglasyal Jeomorfolojisi, *Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu (Prof. Dr. Mehmet Ardos Anısına) Bildiriler Kitabı*, 387- 395, Çanakkale.
- Türkeş, M., ve Öztürk, M. Z., 2011. Uludağ'da Girland ve Çember Oluşumları, *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 9, 2, 239-257, Ankara.
- Tzereteli, D. V., 1974. La glaciation Quaternaire dans le Caucase, *Revue de Geographie Physique et de Geologie Dynamique*, 16, 3, 293-298.
- Ustaömer, T., Robertson, A. H. F., 2010. Late Palaeozoic-Early Cenozoic tectonic development of the Eastern Pontides (Artvin area), Turkey: stages of closure of Tethys along the southern margin of Eurasia, In: Stephenson, R. A., Kaymakçı, N., Sosson, M., Starostenko, V., Bergerat, F., (Eds.), *Sedimentary*

- Basin Tectonics from the Black Sea and Caucasus to the Arabian Platform, Geological Society of London, Special Publications, 340, 281-327.
- Ünal, A., 2013. Geographic Distribution of Rock Glaciers in Turkey: The Case Study of Erciyes Rock Glacier, Fatih University, Institute of Social Sciences (Unpublished master thesis), Istanbul.
- Wahrhaftig, C., Cox, A., 1959. Rock glaciers in the Alaska Range, Geological Society of America Bulletin, 70, 383-436.
- Whalley, W. B., Martin, H. E., 1992. Rock Glaciers: II Models and Mechanism, Progress in Physical Geography, 16, 2, 127-186.
- Wright, H. E. 1962. Pleistocene glaciation in Kurdistan, Eiszeitalter und Gegenwart, 12, 131-164.
- Yalçınlar, İ., 1951. Soğanlı-Kaçkar ve Mescid Dağı Silsilelerinin Glasyasyon Şekilleri, İÜ Coğrafya Enstitüsü Dergisi, 2, 20-55, İstanbul.
- Yalçınlar, İ., 1955. Etudes Morphologiques sur la Glaciation du Honaz Dağ et de la Chaîne de Bozdağ (Turquie Occidentale), İÜ Geographical Institute Reviews, 2, 45-56, İstanbul.
- Yavaşlı, D., D., Ölgen, M., K., 2008a. Assessing the Variation of Recent Glaciers in Cilo Mountain with Remote Sensing and Meteorological Data, 5th International Conference on Geographic Information Systems, 2-5 July 2008, İstanbul.
- Yavaşlı, D., D., Ölgen, M., K., 2008b. Recent Glacier Change in Mount Süphan Using Remote Sensing and Meteorological Data, BALWOIS 2008, Conference on Water Observation and Information System for Decision Support, 27-31 May 2008, Ohrid, Macedonia.
- Yavaşlı, D. D., Tucker, C. J., Melocik, K. A., 2015. Change in the glacier extent in Turkey during the Landsat Era, Remote Sensing of Environment, 163, 32-41.
- Yılmaz, A., Tandoğan, E., Adamia, S., Lazarashvili, T., 1997. Geoscientific studies of the area along Turkish-Georgian border, MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etüdleri Dairesi, Rapor No: 521, Ankara.

- Zahno, C., Akçar, N., Yavuz, V., Kubik, P. W., Schlüchter, C., 2009. Surface exposure dating of Late Pleistocene glaciations at the Dedegöl Mountains (Lake Beyşehir, SW Turkey), *Journal of Quaternary Science*, 24, 1016-1028.
- Zahno, C., Akçar, N., Yavuz, V., Kubik, P. W., Schlüchter, C., 2010. Chronology of Late Pleistocene glacier variations at the Uludağ Mountain, NW Turkey, *Quaternary Science Reviews*, 29, 1173-1187.
- Zreda, M., Çiner, A., Sarıkaya, M. A., Zweck, C., Bayar, S., 2011. Remarkably extensive glaciation and fast deglaciation and climate change in Turkey near the Pleistocene-Holocene boundary, *Geology*, 39, 1051-1054.



ÖZET

Türkiye’deki dağlık alanların birçoğunda Pleistosen sırasındaki yaygın buzullaşmalara ait izler uzun süreden beri araştırmacıların ilgisini çekmekte ve literatürde geniş yer bulmaktadır. Bununla birlikte, çeşitli zorluklar nedeniyle bazı dağlardaki buzullaşmalar konusundaki yayınlar halen sınırlı sayıdadır. Küçük Kafkaslar’ın Kuzeydoğu Anadolu’daki en batı uzantısı durumunda olan Karçal Dağları (41.24° K, 42.06° D, 3431 m) da bu alanlardan biridir. Karçal Dağları’nda Pleistosen sırasında yaygın bir şekilde buzullaşmaya uğramış ve halen aktüel buzullara ev sahipliği yapan çok sayıda vadi bulunmaktadır. Bu çalışmada, bunlardan biri olan Karçal Vadisi araştırılmıştır. Çalışma iki aşamada yürütülmüştür. Öncelikle, üç yıl süren arazi çalışmalarıyla Karçal Vadisi’ndeki jeomorfolojik birimler detaylı bir şekilde haritalanmış, yaşlandırmalar için geri çekilme morenleri ile fosil kaya buzullarından 10 adet örnek alınmıştır. Daha sonra, arazide alınan örneklerle kozmojenik ³⁶Cl yüzey yaşlandırması yöntemi uygulanmıştır. Yaşlandırma sonuçları, Karçal Vadisi’nde Son Buzul Maksimumu’ndan Geç Buzul Dönemi sonuna kadar geçen döneme ait bir buzul kronolojisinin ortaya çıkmasını sağlamıştır. Buna göre, Karçal Vadisi’ndeki buzul, yaklaşık 19.9 ± 1.2 binyıl önce en geniş yayılıma ulaşmıştır. Aktüel buzulun önündeki kaya buzuluna yakın kesimlerdeki yaş verileri ise 15.7 ± 1.3 binyıl önce buzulda yeniden bir ilerleme olduğunu göstermiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlar, Küçük Kafkaslar’da kantitatif verilere dayalı ilk çalışma olmasının yanı sıra Doğu Karadeniz Dağları’ndaki ve diğer vadilerde daha önce yapılmış olan yaşlandırmaları desteklemesi bakımından da önem taşımaktadır.

ABSTRACT

Evidence of widespread mountain glaciations during the Late Pleistocene in Turkey has long attracted attention of researchers. However, there were no studies that contain absolute ages in the Lesser Caucasus despite the fact that it is one of the major glaciated regions in the Eurasia. Here, I present first cosmogenic ^{36}Cl surface exposure ages from the Karçal Mountains (41.24° N , 42.06° E , 3431 m above sea level-a.s.l.), which is located in the most northwestern part of the Lesser Caucasus in the northeastern Anatolia. In the Karçal Mountains, there are numerous valleys that have experienced significant glaciations since Late Pleistocene. I have investigated one of the largest valleys, the eastern facing Karçal Valley, that hosts a small recent glacier located at above 3000 m a.s.l., a rock glacier and lateral and ground moraines. I conducted the study in two stages. First, I mapped the geomorphological units in the Karçal Valley based on detailed field works. Later, I collected 10 rock samples from recessional moraines and fossil rock glacier boulder for cosmogenic ^{36}Cl surface exposure dating. The results outline a glacial chronology from the Last Glacial Maximum to the end of the Late Glacial. Accordingly, the Karçal Valley paleoglaciers reached its largest extent approximately 19.9 ± 1.2 ka ago and is represented by recessional moraines. Fossil rock glaciers were dated to Late Glacial (15.7 ± 1.3 ka). These quantitative results are first in the Lesser Caucasus and compatible with previous ages obtained from other valleys in the near Eastern Black Sea Mountains and in other mountains of Anatolia.

ÖZGEÇMİŞ

1984 Şavşat doğumlu. 2006 yılında Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nde coğrafya lisans, 2009'da ise buzul jeomorfolojisi ile ilgili fiziki coğrafya yüksek lisans derecesini aldı. 2016 tarihinde Ankara Üniversitesi, Fiziki Coğrafya Bilim Dalı'nda yine buzul jeomorfolojisi üzerine doktora çalışmasını tamamladı. 2010 yılından beri Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Fiziki Coğrafya Anabilim Dalı'nda buzul jeomorfolojisi ve jeokronoloji üzerine çalışmalarını sürdürmektedir. Araştırmacının bu kapsamda “*Karçal Dağları'nda Kaya Buzulu Oluşumları*”, “*Karçal Dağları'nda (KD Anadolu) Geç Kuvaterner Buzullaşmaları; İlk Sonuçlar*” ve “*Late Pleistocene Glaciation in the Lesser Caucasus; Cosmogenic ³⁶Cl geochronology of the Karçal Valley, NE Turkey*” isimlerinde akademik yayınları bulunmaktadır.

