

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KARASU ÇAYI
(SAKARYA NEHRİNİN BİR KOLU)
HAVZASININ JEOMORFOLOJİSİ

Aziz ÖREN
2501090060

TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. DENİZ EKİNCİ

İSTANBUL, 2011

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KARASU ÇAYI
(SAKARYA NEHRİNİN BİR KOLU)
HAVZASININ JEOMORFOLOJİSİ

Aziz ÖREN
2501090060

TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. DENİZ EKİNCİ

İSTANBUL, 2011



T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
MÜDÜRLÜĞÜ



TEZ ONAYI

Enstitümüz COĞRAFYA ANABİLİM Dalında ders dönemindeki Eğitim - Öğretim Programını başarı ile tamamlayan 2501090060 numaralı AZİZ ÖREN'in hazırladığı "KARASU ÇAYI (SAKARYA NEHRİNİN BİR KOLU) HAVZASININ JEOMORFOLOJİSİ" konulu YÜKSEK LİSANS / DOKTORA TEZİ ile ilgili TEZ SAVUNMA SINAVI, Lisansüstü Öğretim Yönetmeliği'nin 15.Maddesi uyarınca 30.11.2011 ÇARŞAMBA günü saat:11.00'de yapılmış, sorulan sorulara alınan cevaplar sonunda adayın tezinin'ne (1) OYBİRLİĞİ /OYÇOKLUĞUYLA karar verilmiştir.

JÜRİ ÜYESİ	KANAATİ(*)	İMZA
PROF.DR.SUNA DOĞANER	Kabulü	
DOÇ.DR.DENİZ EKİNCİ	Kab-ü	
DOÇ.DR.NURFEDDİN KAHRAMAN	Düzeltilmesi	
YRD.DOÇ.DR.AKİF KARATEPE	Kabulü	
YRD.DOÇ.DR.SÜLEYMAN İNCEKARA	Kabulü	

ÖZ

KARASU ÇAYI (SAKARYA NEHRİ'NİN BİR KOLU) HAVZASININ

JEOMORFOLOJİSİ

AZİZ ÖREN

Bu çalışmada, Karadeniz Bölgesinin Batı Karadeniz Bölümü ile Marmara Bölgesinin Güney Marmara bölümleri üzerinde yer alan “Karasu Çayı Havzasının” jeomorfolojik özelliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır. İnceleme sahasında şekillenmenin ana çizgilerini tektonik hareketler meydana getirmiş ve hatta birden fazla döngü söz konusu olmuş ve polisiklik topografya ortaya çıkmıştır. Ayrıca yine burada tektonik faaliyetler aktif olarak devam etmekte olup bunun etkileri de bariz olarak dikkat çekmektedir. Bunun yanı sıra inceleme sahasında flüvyal koşulların da etkili olduğunu görmekteyiz. Bu bakımdan monojenik bir topografyanın var olduğu anlaşılmaktadır. İnceleme sahasında flüvyal süreçler etkili olmuş ve bu saha akarsular ve kolları tarafından parçalanmış olarak bulunur. Çalışmada jeomorfolojik Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UA) teknikleri kullanılarak bulgular ve değerlendirmeler harita, grafik, fotoğraf ve yazı ile ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Jeomorfoloji, Karasu Çayı, Sakarya Nehri, Coğrafya, Bilecik

ABSTRACT

**GEOMORPHOLOGY OF KARASU STREAM BASIN (A TRIBUTARY OF
SAKARYA RIVER)**

AZİZ ÖREN

The aim of this study is to investigate geomorphologic features in the “Karasu River Basin” which is located in the The Southern Marmara Part of Marmara Region with The Western Black Sea Part of The Black Sea Region. Tectonic movements caused the main lines of embodiment in the investigation field. Even more than one cycle has been mentioned and polycyclic topography has occurred. Also, tectonic activities have been continuing actively in the region and the results of this continuation, takes attention apparently. Besides this, fluvial conditions’ effects have been also observed in the investigation area. In this regard, it is understood that there is monojenic topography. Causes and effects of these topics are investigated in a wide perspective. As consequence, results are given in tables, figures, graphics and maps with using Geographical Information System (GIS) and Remote Sensing (RS) techniques.

Key Words: Geomorphology, Karasu Stream, Sakarya River, Geography, Bilecik

ÖNSÖZ

Araştırma giriş ve sonuç kısımları hariç üç bölüm olarak ele alınmıştır. Giriş kısmında inceleme sahasının yeri, sınırları ve genel özelliklerinin yanı sıra amaç, kapsam, yöntem ile daha önceki çalışmalar üzerinde durulmuştur.

Jeolojik özellikler birinci bölümde ele alınmıştır. İkinci bölümde Jeomorfolojik özellikler ele alınarak yer şekilleri tanımlanmış ve bu yer şekillerinin özellikleri ortaya konulmuş ve değerlendirilmiştir. Jeomorfolojik oluşum ve gelişimin işlenmesi ile değerlendirmesi üçüncü bölümde gerçekleştirilmiştir.

Elde edilen bulgular, çıkarılan değerlendirmeler ve tavsiyeler ise sonuç kısmında ortaya konulmuştur.

Çalışma konusunun belirlenmesinden, içeriğinin oluşumuna, sonuçlandırılmasına değin her aşamasında değerli bilgi ve yardımlarını esirgemeyen ve danışmanlığımı üstlenen sayın hocam Doç. Dr. Deniz EKİNCİ'ye sonsuz şükranlarımı sunarım.

Ayrıca, arazi çalışmalarım sırasında beni yalnız bırakmayan, bilgi ve önerilerini benimle paylaşan, Doç. Dr. Nurfettin KAHRAMAN'a teşekkür ederim.

Tez hazırlama sürecinde değerli bilgi ve tavsiyelerini esirgemeyen, Prof. Dr. Harun TUNÇEL'e ve Doç. Dr. Erdal KARAKAŞ'a teşekkürlerimi borç bilirim.

Ayrıca bu süreçte hiçbir zaman desteğini üzerimden esirgemeyen, değerli arkadaşım Arş. Gör. Volkan DEDE'ye teşekkür ederim.

Eğitimim ve hayatım boyunca benim için hiçbir fedakârlıktan kaçınmayan, aileme çok teşekkür ederim.

Aziz Ören

Ekim 2011, İstanbul

İÇİNDEKİLER

ÖZ	iii
ABSTRACT	iv
ÖNSÖZ	v
İÇİNDEKİLER	vii
TABLO LİSTESİ	viii
ŞEKİL LİSTESİ	iv
FOTOĞRAF LİSTESİ	xi
GİRİŞ	1
Amaç ve Kapsam	5
Yöntem ve Kullanılan Materyal	6
Önceki Çalışmalar	7
1. JEOLojİK ÖZELLİKLER	16
1.1. Paleozoik	18
1.1.1. Sarıcakaya Granitoyiti	18
1.1.2. Gökçekaya Metamorfitleri	19
1.1.3. Karatepe Formasyonu	21
1.1.4. Permien Yaşlı Derbent Kireçtaşı Blokları	22
1.2. Mesozoik	23
1.2.1. Bayırköy Formasyonu	23
1.2.2. Bilecik Kireçtaşı	25

1.2.3. Soğukçam Formasyonu	27
1.2.4. Vezirhan Formasyonu	28
1.3. Tersiyer	28
1.3.1. Gemiciköy Formasyonu	28
1.3.2. Ilıcadere Volkaniti	29
1.4. Kuvaterner	30
1.4.1. Alüvyonlar	30
1.4.2. Travertenler	31
2. JEOMORFOLOJİK ÖZELLİKLER	33
2.1. RÖLYEFİN ANA ÇİZGİLERİ	33
2.2. YERŞEKİLLERİ	54
2.2.1. Havza Tabanı	60
2.2.2. Plato Alanları	66
2.2.3. Dağlık Kesim	90
3. JEOMORFOLOJİK OLUŞUM VE GELİŞİM	98
SONUÇ	122
KAYNAKÇA	129

TABLO LİSTESİ

		Sayfa No
Tablo 1	İnceleme Sahasının Yükselti Kademelerinin Dağılışı ve Nispi Değerleri	40
Tablo 2	İnceleme Sahasında Bakı Sınıflarının Dağılışı	49
Tablo 3	İnceleme Sahasında Eğim Sınıflarının Dağılışı	53
Tablo 4	Bilecik'e Ait Sıcaklık Değerleri ve Donlu Günler Sayısı (1975-2009)	110
Tablo 5	Bilecik Meteoroloji İstasyonuna Ait Aylık Rüzgâr Esme Sayıları Toplamı	113
Tablo 6	Bilecik İlinin Su Bilançosu	115

ŞEKİL LİSTESİ

		Sayfa No
Şekil 1	İnceleme Sahasının Konumu	2
Şekil 2	İnceleme Sahasının Topografya Haritası	4
Şekil 3	İnceleme Sahasının Jeoloji Haritası	10
Şekil 4	İnceleme Sahasının Topografya Haritası	37
	Renklendirilmiş İzohipsler Yöntemi İle	
Şekil 5	İnceleme Sahasının Yükselti Seviyeleri Haritası ve Yükselti Basamakları Histogramı	38
Şekil 6	İnceleme Sahasının Hipsografik Eğrisi	41
Şekil 7	İnceleme Sahasının Hipsografik Eğrisi ve Ortalama Yükseltisi	42
Şekil 8	İnceleme Sahasının Hipsografik Diyagramı	44
Şekil 9	İnceleme Sahasının Bakı Haritası	46
Şekil 10	İnceleme Sahasının Bakı Haritası ve Bakının Dağılışı Histogramı	47
Şekil 11	İnceleme Sahasında Bakı Sınıflarının Dağılışı	48
Şekil 12	İnceleme Sahasının Eğim Haritası (derece)	50
Şekil 13	İnceleme Sahasının Eğim Haritası ve Eğim Değerleri Histogramı	51
Şekil 14	İnceleme Sahasında Eğim Sınıflarının Dağılışı	52
Şekil 15	İnceleme Sahasının Jeomorfoloji Haritası	55
Şekil 16	İnceleme Sahasının Yükselti Kademeleri Haritası	56
Şekil 17	İnceleme Sahasının Kuzey Güney Yönlü Profili	57
Şekil 18	İnceleme Sahasının Genelleştirilmiş Rölyef Haritası	58
Şekil 19	İnceleme Sahasının Uydu Görüntüsü	59
Şekil 20	Karasu Çayının Boyuna Eğim Grafiği	63
Şekil 21	Karasu Çayının Enine Vadi Kesiti	64

Şekil 22	Karasu Çayı Havzasının Başlıca Tepeleri	70
Şekil 23	Karasu Çayı Havzasının Doğu Batı İstikametli Topografik Profilleri ve Aşınım Yüzeyleri	71
Şekil 24	İnceleme Sahasındaki Başlıca Boğazlar	80
Şekil 25	Dağlık Sahadaki Vadilerin Enine Kesitleri	93
Şekil 26	İnceleme Sahasının Hidrografi Haritası	105
Şekil 27	İnceleme Sahasının Akarsu Yoğunluk Haritası (Kernel Sistemine Göre)	106
Şekil 28	İnceleme Sahasının Akarsu Yoğunluk Haritası (Basit Sisteme Göre)	107
Şekil 29	İnceleme Sahasının Ortalama Sıcaklık Diyagramı	108
Şekil 30	İnceleme Sahasında Donlu Günler Sayısı	111
Şekil 31	İnceleme Sahasında Yıllık Yağışın Dağılışı Grafiği	111
Şekil 32	İnceleme Sahasında Rüzgârın Yıllık Esiş Yönleri	112
Şekil 33	İnceleme Sahasının Kurvatür (Yüzey Eğrilik) Haritası	120
Şekil 34	İnceleme Sahasının Arazi Kullanım Haritası	121

FOTOĞRAF LİSTESİ

		Sayfa No
Foto 1	Granit Kütleleri (Bozüyük Kuzeyi)	18
Foto 2	Metamorfik Şist (Bozüyük Kuzeybatısı)	20
Foto 3	Kireçtaşı Mercekleri (Bozüyük Kuzeyi)	21
Foto 4	Derbent Kireçtaşları (Pelitözü Doğusu)	22
Foto 5	Bayırköy Formasyonu (Bayırköy Kuzeyi)	24
Foto 6	Bilecik Kireçtaşı (Vezirhan Güneyi)	26
Foto 7	Soğukçam Formasyonu (Vezirhan Güneyi)	27
Foto 8	Yeniköy Havzası (Yeniköy Kuzeyi)	29
Foto 9	Karasu Çayına Ait Kuvaterner Dolguları (Bayırköy-Vezirhan Arası)	30
Foto 10	Traverten Oluşumu (Çukurören)	32
Foto 11	Karasu Çayı Vadi Tabanına Ait Görünüm (Bayırköy)	61
Foto 12	Birikinti Konisi (Kapanalan)	66
Foto 13	Alçak Plato Sahası (Vezirhan Güneybatısından Kuzeydoğuya Bakış)	68
Foto 14	Korkayası Tepe (Bayırköy Güneyi)	68
Foto 15	Yedimezarlar (Balıkkaya) Tepe (Bayırköy Güneyi)	69
Foto 16	Yedimezarlar (solda) ve Korkayası (sağda) Tepeleri (Bayırköy'ün Kuzeyinden Güneye Bakış)	69
Foto 17	Sivri Tepe (Vezirhan Güneyi)	70
Foto 18	Kapan Dere (Aşağı Mecra)	73
Foto 19	Kapan Dere Vadisi (Bayırköy-Sarmaşık Arası)	74
Foto 20	Kapan Deresi Vadi Tabanı (Bayırköy)	74
Foto 21	Traverten Basamağı (Çukurören)	76

Foto 22	Traverten Basamağı Üzerindeki Küçük Şelale (Çukurören)	76
Foto 23	Kanalar Deresi (Aşağı Mecra)	77
Foto 24	Beyliksu Deresi Vadisi (Bilecik)	78
Foto 25	Beyliksu Deresi Vadi Tabanı (Bilecik)	78
Foto 26	Pelitözü Boğazı (Pelitözü Doğusu)	79
Foto 27	Aşağı Badun Boğazı (Pelitözü Doğusu)	81
Foto 28	Karasu Çayının Açtığı Boğaz ve Bu Boğazın Doğusundaki Kızılkaya Tepe (Vezirhan Güneyi)	82
Foto 29	Yüksek Plato Sahası (Aşağıköy'ün Güneydoğusu)	82
Foto 30	Sorgun Deresi Vadisi (Aşağı Mecra) (Küplü)	84
Foto 31	Sorgun Deresi Vadisi (Orta Mecra) (Şükraniye'den Güneybatıya Bakış)	84
Foto 32	Söğüt Deresi Vadisi ve Açtığı Epijenik Boğaz (Yeniköy Kuzeybatısı)	86
Foto 33	Sabuncu Deresi Vadisi (Akçapınar'dan Kuzeye Bakış)	87
Foto 34	Armutlu Deresi Vadisi (Aşağı Mecradan Batıya Bakış)	88
Foto 35	Lineer Erozyon Sahası (Kapanalan)	89
Foto 36	Kocadere Vadisi (Bozüyük Doğusu)	90
Foto 37	Sahayı Güneyden Sınırlayan Fay Dikliği (Kuyupınar Güneyi)	91
Foto 38	Karasu Çayının Üst Seviyelerdeki Eski Yatağına Ait Akarsu Depoları (Bozüyük Batısı)	95
Foto 39	Pazaryeri Havzasının Kuzeyindeki Dağlık Kütle (Şükraniye'den Eşemen'e Bakış)	97
Foto 40	Karaköy Batısındaki Sivritaş Deresi Vadi Yamacında Meydana Gelen Kütle Hareketi	116

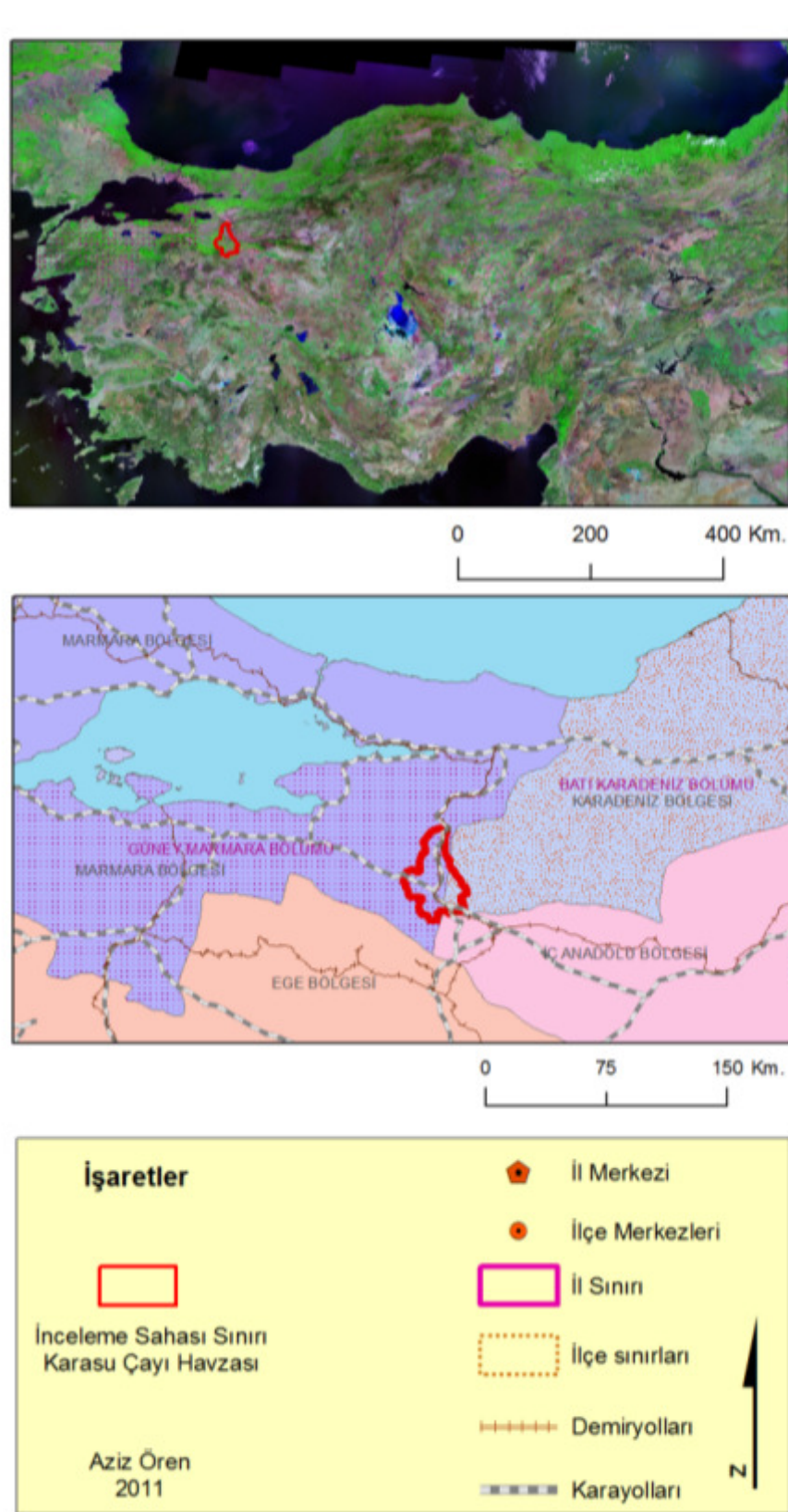
Foto 41	Karasu ayı Vadisinin Batı Yamacındaki (Bozüyük) Kütle Hareketi	117
Foto 42	Karasu ayı Yatağının �zerinde Yapılan Yüksek Hızlı Tren Yolu (Küplü)	122
Foto 43	Mermer Ocakları ve Yamaçlardan Aşağı Dökülen Hafriyat (uku�ren Güneyi)	123

GİRİŞ

Karasu Çayı Havzası Coğrafi Koordinat Sistemi bakımından, 30°13' - 29°45' Doğu boylamları ile 39°48' - 40°19' Kuzey enlemleri arasında yer almaktadır.

Karasu Çayı Havzası Coğrafi Bölgeler bakımından ise Marmara ve Karadeniz Bölgeleri kapsamındadır. Karadeniz Bölgesinin Batı Karadeniz ile Marmara Bölgesinin Güney Marmara bölümleri üzerinde yer alır (Şekil 1). İdari birimler bakımından ise bütünüyle Bilecik ili sınırları dâhilindedir. Bilecik ilinin Söğüt, Pazaryeri, Bozüyük ve Osmaneli ilçeleri inceleme sahasının kapsamı dâhilindedir. Kuzeyden Köroğlu dağlarının plato özelliği kazandığı batı bölümü, güneyden ise Sündiken Platosu ile sınırlanmaktadır. Karasu Çayı, Sakarya Nehri'nin önemli kollarından birisi olup bu çayın kolları ile birlikte sularını topladığı akaçlama havzası inceleme sahamızı meydana getirmektedir. Kuzeyde Sakarya Nehrine karıştığı noktadan başlayarak tali kolların ulaşabildiği çerçevedeki su bölümü hatlarına karşılık gelen sahalara kadar uzanmaktadır. Sahanın kuzey-güney doğrultusunda uzunluğu en fazla olan yeri 52 km, genişliği ise doğu-batı doğrultusunda yaklaşık 30 km dir.

Çalışma sahası 1/100.000 ölçekli topografya haritasında Bursa H23, Adapazarı H24, Kütahya İ23 ve Eskişehir İ24 Paftalarını kapsamaktadır. 1/25.000 ölçekli topografya haritasında ise; Bursa H 23 b3, Bursa H 23 c2, Bursa H 23 c3, Bursa H 23 c4, Kütahya İ 23 b1, Kütahya İ 23 b2, Kütahya İ 23 b3, Adapazarı H 24 a4, Adapazarı H 24 d1, Adapazarı H 24 d3, Adapazarı H 24 d4, Eskişehir İ 24 a1, Eskişehir İ 24 a2, Eskişehir İ 24 a3 ve Eskişehir İ 24 a4 paftalarını kapsamaktadır.

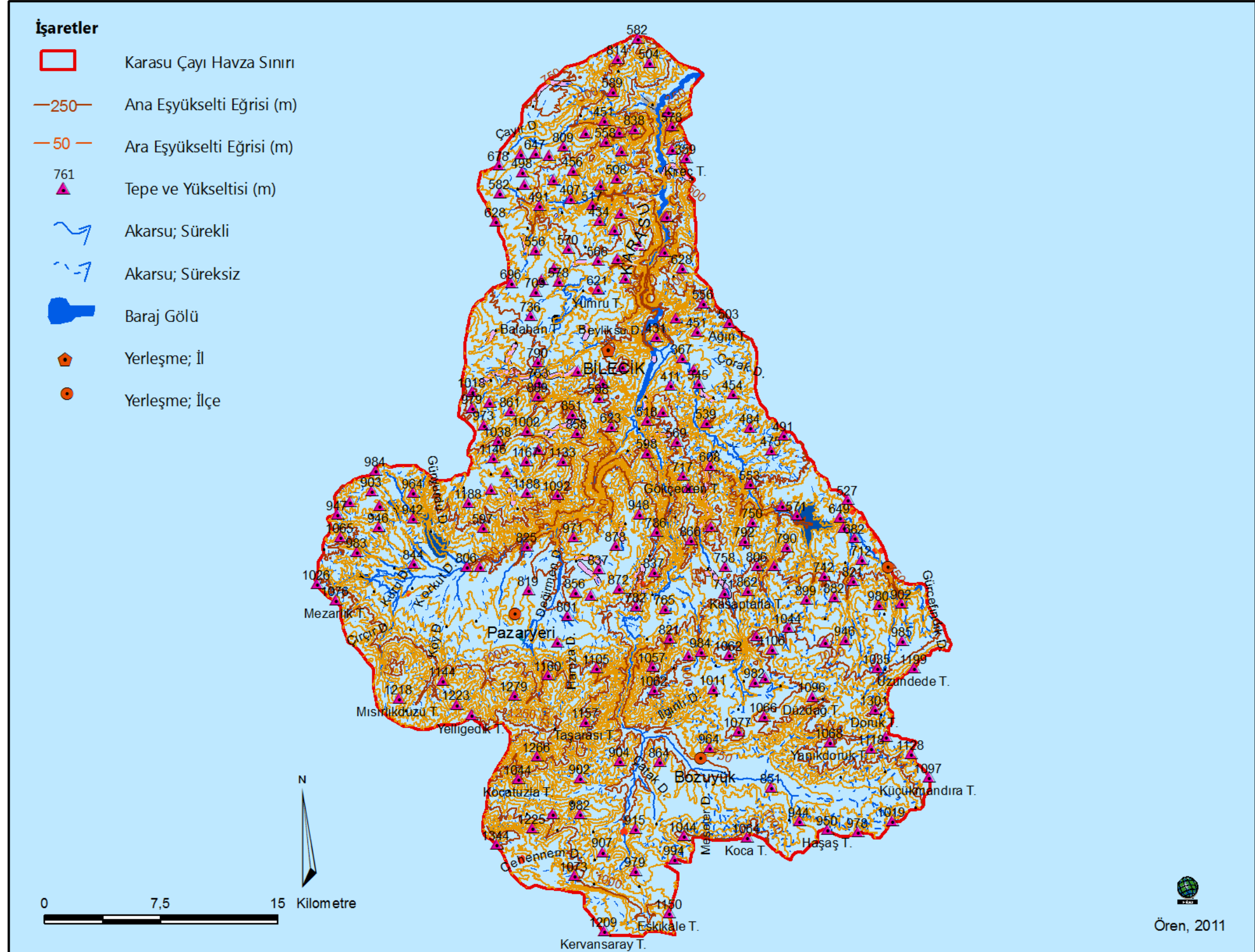


Şekil 1. İnceleme Sahasının Konum Haritası

İnceleme alanının kuzey sınırını, Köroğlu Dağlarının plato özelliği kazandığı batı bölümü üzerinden geçen su bölümü çizgisi oluşturur. Su bölümü çizgisinin geçtiği hat üzerinde batıdan doğuya doğru, Türbe Tepe (804 m.), Erenler Tepe (747 m.), Boyalcaçalı Tepe (582 m.), Bağlarbaşı Tepe (325 m.) zirveleri yer alır. Karasu Çayının Sakarya Nehrine döküldüğü yerden başlayarak kuzey-güney yönünde devam eden su bölümü çizgisinin doğu sınırı güneyde araştırma alanının güneydoğusundaki Poyra yakınlarında sonlanır. Bu sınır üzerinde kuzeyden güneye doğru Balıkkaya Tepe (576 m), Kireçtepe (360 m), Üçler Tepe (533 m), Kulördü Tepe (635 m), Kocabelen Tepe (478 m), Sinekçe Tepe (491 m), Karakuz Tepe (684 m), Sıracaçalı Tepe (907 m) yer almaktadır. Poyradan itibaren batıya doğru devam eden güney sınır ise, Sarıdayı köyünün Kamçıyaylası mevkiinde sonlanır. Bu sınır üzerinde de doğudan batıya doğru Kesiktaş Tepe (978 m), Arapdamı Tepe (944 m), Kaleintikam Tepe (1044 m), Eskikale Tepe (1150 m) yer almaktadır. Kamçıyaylası mevkiinden kuzeye doğru uzanan su bölümü çizgisinin batı kenarı üzerinde ise güneyden kuzeye doğru Düdüklü Tepe (1029 m), Kapaklı Tepe (1243 m), Karanlık Tepe (1057 m), Çal Tepe (997 m) yer almaktadır (Şekil 2). Kabaca kuzeye doğru üçgen görünümüne sahip olan araştırma alanında Karasu Çayı, güneyde Daridere'den kaynağını alır, Doğuda Bozüyük'ten gelen Kocadere ve Söğüt'ten kaynaklanan Söğüt Deresini de alarak, batıda ise, Pazaryeri Havzasından kaynaklanan Sorgun Deresini, Bilecik şehir merkezini doğu-batı yönünde kateden Beyliksu deresini, Çukurören'den kaynaklanan Kanalar Deresini ve en kuzeyde Beyce'den kaynaklanan Kapan Deresini alarak Bayırköy'ün 2 km kuzeydoğusunda Paşalar Boğazından geçen Sakarya Nehrine dökülmektedir.

Şekil 2.

İnceleme Sahasının
Topografya Haritası



Amaç ve Kapsam

Bu çalışma, Karasu Çayı havzasında mevcut bulunan yer şekillerini, onların oluşum ve gelişim süreçleri ile bu süreçte hangi faktörlerin etkili olduğunu ortaya koymayı ve belirlenen jeomorfolojik problemlere çözüm önerileri getirmeyi amaçlamaktadır.

İnceleme sahasının jeomorfolojik özellikleri şu ana kadar kapsamlı bir şekilde incelenmemiştir. Alan, farklı jeomorfolojik şekilleri (karst, flüvyal) içermekle beraber daha çok flüvyal jeomorfoloji unsurlarını barındırmaktadır.

Bu çalışma giriş ve sonuç kısımları hariç üç bölümden oluşmaktadır. Bu kapsam içerisinde rölyefin ana çizgileri, morfometrik yaklaşımlar, jeomorfolojik özellikler, yer şekilleri ve bu şekillerin oluşum ve gelişimleri ele alınacaktır. Rölyefin ana çizgileri, morfometrik analizlerle desteklenecektir. Jeomorfolojik oluşum ve gelişim ise jeolojik tarihçe, paleocoğrafik gelişim ve aktif süreçler olmak üzere ele alınacaktır. Elde edilen bulgular ve değerlendirmeler sonuç kısmında ortaya konulacaktır. Sahada bugünkü yerşekilleri çeşitli devirler esnasında kendilerine özgü safhaları yaşayarak oluşmuş ve gelişmiş polisiklik bir topografya özelliği gösterir. Bununla birlikte yerşekilleri üzerinde sadece flüvyal süreçlerin etkin olduğu monojenik bir topografya mevcuttur. Böylece, polisiklik ve monojenik bir topografyaya sahip olan havzada jeomorfolojik özellikler ortaya konulmuş olacaktır. Bu çalışmada, Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Teknolojileri kullanılarak haritalar oluşturulmuş ve elde edilen bulgular değerlendirilmiştir.

Kullanılan Yöntem ve Materyal

Araştırma alanı ile ilgili çalışmalar temel olarak 1/25.000 ölçekli topografya haritaları sayesinde gerçekleştirilmiştir. Bunun yanı sıra 1/500.000 ve 1/100.000 ölçekli jeoloji haritalarından yararlanılmıştır.

İklim verileri, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Bilecik istasyonundan 2011 yılı içerisinde elde edilmiştir.

Bu çalışmada, sadece geçmişle ilgili değil, günümüzdeki iklim verileri de değerlendirilmiştir. Bu bakımdan sadece tektonik olaylar değil, jeenetik olaylar da ele alınmıştır. Bu nedenle, sahada sadece flüvyal süreçler ele alınmıştır.

Jeomorfolojik problemlerin araştırılması ve bazı ipuçlarının sağlanması, büyük ölçekli topografya haritalarının dikkatli incelenmesi ve çeşitli relief analizlerinin yapılması ile kolaylaşmıştır.

Araştırma alanına ait topografya ve jeoloji haritaları ArcMap 10 programı ile sayısallaştırılmıştır. Sayısallaştırılan topografya haritalarından; Topografya Haritası, Jeomorfoloji Haritası, Hidrografya Haritası, Eğim ve Bakı Haritaları, Jeomorfolojik Profiller, Sayısal Yükseklik Modeli oluşturulmuştur.

Önceki Çalışmalar

Yalçınlar, İ., (1951), Eskişehir-Bilecik arasındaki morfolojik müşahadelerini ifade ettiği küçük bir notunda, Neojen üzerinde gelişmiş Pliosen sathının yarılarak yer yer parçalara ayrıldığını, bilhassa Karasu Çayı'nın Doğu-Batı istikametli yapı hatları arzedenden metamorfik şistleri dikine keserek boğazlar açtığını kaydeder. Yalçınlar, Tanoğlu ve Erinç'in ileri sürdüğünün aksine, eski İznik depresyonunun Plio-Pleistosen'de doğuya, Sakarya'ya bağlanan bir drenaja sahip olduğunu da dikkate şayan bir şekilde ileri sürmektedir.

Granit ve Tintant, (1960), İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi, Tatbiki Jeoloji Kürsüsünde doktora çalışması yapan Granit, Bilecik-Osmaneli arasındaki alanın 1/25.000 ölçeğinde jeoloji haritasını, kaya birimi ayırdıyla hazırlamıştır. Bu doktora tezi tamamlanmamıştır. M.T.A. Enstitüsü arşivinde Granit'in jeoloji haritası vardır. Bilecik civarından toplanan ammonitleri Tintant ile tanıtmak üzere bir yayın yapmışlardır.

Eroskay, S. O., (1964-1965), Gölpazarı depresyonu ile batısında Bayırköy-Vezirhan'a kadar yayılan sahanın jeolojik etüdünü (doktora tezi olarak) yapmıştır. Alüvyal tabana sahip olan bu çukur sahanın kuzeyi bir plato halindedir. Güney ve güneybatıda ise Paleozoik ve Jura kalkerlerinden müteşekkil dağlar bulunur. Eroskay bu etüdünde şu formasyonları ayırd eder. Derbent Kireçtaşı (Pd), Bayırköy kumtaşı (Jba), Bilecik kireçtaşı (Jb), Vezirhan formasyonu (Kv), Gölpazarı grubu (Kg), Selvipınar kireçtaşı (Ts), Kızılçay formasyonu (Tk), Gemiciköy formasyonu (Tg).

Bu formasyonların morfolojik tesirine de kısaca temas eden yapı ile ilgili olarak önemli antiklinal ve senklinalleri belirtir.

Altınlı, İ. E., Gürpınar, O. and Erşen, S., (1970), Bilecik il merkezinin yakın Kuzeydoğusundaki Erenköy-Deresakarı dolayının jeolojisi, daha Doğu ve Batıda önceden adlandırılmış ve tanıtılmış kaya birimlerine dayanılarak 1/25.000 lik paftalar üzerinde yürütülmüştür. Yapı katları zemini üzerinde gösterilen kıvrım eksenleriyle yarılımların “katmanlı pasta jeolojisi” ile ilişkileri ve ayrıca yapısal evrim belirtilmiştir.

Gürpınar, (1970), Gürpınar, “Erenköy (Bilecik) Dolayının Jeoloji İncelemesi” isimli bu çalışmasında; Bilecik doğusunda kuzeydoğuya doğru genişleyen ve Sakarya mecrasına ulaşan bölümün jeoloji ve yapı haritaları ile kesitlerini yapmıştır. Bu alanda, sert çıkıntılar yapan Jura ve Paleozoik kalkerlerini örten Neojen depolarının bulunduğu bir havza da yer almaktadır. Sahada batı güneybatı-doğu kuzeydoğu yönünde uzanan ve kuzeye doğru içbükey kavisli olan kıvrım eksenleri uzanır.

Altınlı, İ. E. and Saner, S., (1971), Bu çalışmada, Bilecik dolayının karmaşık jeolojisi, 65 km² lik bir alandaki kaya birimlerini 1/25.000 lik topografya haritalarına geçirmek ve eşit ölçekli hava fotoğraflarından yararlanmakla aydınlatılmıştır. Diyastrofisma fazları bildirilmiş ve jeoloji evrimi belirtilmiştir. Jeoloji ile yer şekilleri arasındaki karşılıklı ilgiler bildirilmiş ve doğal yeraltı zenginlikleri açıklanmıştır.

Saner, S., (1971), Bilecik yakın kuzeyi, güneybatısı ve güneydoğuda Küplüye kadar Karasu vadisini de kapsayan bir sahanın jeolojik etüdünü yapmıştır. Jeoloji ve yapı haritaları, iki ölçülmüş stratigrafi kesiti, bir genelleştirilmiş kesit, bir korelasyon çizelgesi hazırlamıştır. Böylece litolojik birim ve formasyonların doğu ve batıdaki araştırma sahalarıyla ilişkisini araştırmıştır. Saner, Bilecik güneybatısının yüksek bir ova görünümünde olduğunu ve sahanın bir peneplen parçası teşkil ettiğini kaydederek bölgenin Pasadenik fazından sonra epirojenik yükselmeler sonucu akarsularla derin bir şekilde yarıldığını belirtir.

Altınlı, İ. E. ve Yetiş, C., (1972), “Bayırköy-Osmaneli (Bilecik) Jeoloji İncelemesi” isimli çalışmasında, bu sahanın kaya birimlerinin ayırdını yapar. Küçültülmüş jeoloji ve yapı haritaları ile genelleştirilmiş ve ölçülmüş stratigrafi kesitleri hazırlamıştır.

Altınlı, İ. E., (1975), Bu çalışmada, Doğuda Bursa Ovası kenarında Batıda Nallıhan yakınına, Güney Mekece’den güneyde Söğüt ilçesine kadar Ankara, Bolu, Bilecik, Bursa, Eskişehir arazilerini kapsayan alanın stratigrafisi, sistemli adlama ve sınıflama ile çalışılmıştır. Kaya birimlerinin litoloji toplulukları, özellikleri, fasiyes değişimleri, yaş konakları, çökelme ortamları, yapı katına dayandırılan yapısal jeolojileri çalışmada belirtilmiştir.

Altınlı, İ. E., (1975), “Bilecik Jurasığı” adlı çalışmasında Bilecik çevresi ile Orta Sakarya vadisi ve çevresinin özellikle kaya birimleri stratigrafisine önem vererek sistemli stratigrafi adlaması ve sınıflaması yoluyla sahada gerek jeolojik yapıda, gerekse genel topografyanın gelişmesinde önemli bir rolü olan Bayırköy

Formasyonu ve Bilecik Kireçtaşı'ndan müteşekkil Jura arazisinin özelliklerini ortaya koymuştur.

Altınlı, İ. E., (1975), Orta Sakarya Platolarının batı bölümünde, Sakarya vadisini kapsayan ve batıya doğru devam eden geniş bir şerit boyunca uzanan sahadaki jeolojik özellikleri ortaya koymuştur. Altınlı, bu sahadaki stratigrafik özellikleri ayrıntılı bir şekilde açıklamış ve bunun yanı sıra yapısal jeolojiye yer vermiştir.

Bingöl, E., (1976), Jeolojik, Jeofizik verilere, jeotermik gradyan değerleri ve bazı izotopik ölçmelere dayanarak Batı Anadolu'nun jeotektonik evrimini levha tektoniğine göre açıklayan görüşler ileri sürmüştür. Bingöl'e göre Batı Anadolu Temeli farklı jeolojik evrim ve yaşlara sahip Menderes, Kazdağ, Uludağ gibi metamorfik masiflerinden oluşmuştur.

Gürpınar, O., (1977), Bilecik-Osmaneli hattının batısına doğru İnegöl ve Yenişehir depresyonlarına uzanan sahanın jeolojik etüdünü yapmıştır. Ayrıca Gürpınar, bu çalışmasında Bilecik Kireçtaşının mühendislik yönünden incelemesini yapmış, sahanın genelleştirilmiş stratigrafi kesiti, Lümbe mevkiine ait ölçülmüş kesit, 1/25.000 ölçekli olan orjinlerden küçültülmüş jeoloji ve yapı haritaları ile kesitler de vermiştir.

Saner, S., (1977), Orta Sakarya Platolarının batı bölümünde, Geyve-Osmaneli ile güneyde Gölpazarı ve Taraklı doğusu ve güney çevresini içine alacak şekilde oldukça geniş bir bölümünün, "eski çökelme ortamları" larını da ortaya koyan detaylı jeolojik etüdünü yapmıştır. Saner, Mudurnu ve Nallıhan, güneyde

Bilecik’e kadar eski ortam şartlarını, Alt Jurasik’ten Neojen’e kadar bütün jeolojik devirler boyunca açıklamıştır.

Yılmaz, Y., (1977), “Bilecik-Söğüt Dolayındaki Eski Temel Karmaşığının Petrojenetik Evrimi” adlı çalışmasında bu sahada “eski temel” ayırtlanmamış temel karmaşığı olarak bilinen kaya topluluklarını ayırtmayı ve genç birimlerin gelişmesindeki tesirleri ortaya koymayı hedef almış, ancak bu kayaların oldukça karışık bir jeolojik tekamüle uğradığını görerek bu problemlere yönelmiş ve sonuçta Orta Sakarya Platolarının güneybatı kısmının yapısı ile ilgili önemli görüşleri ortaya koymuştur.

Saner, S., (1978), Geyve-Osmaneli-Gölpazarı-Taraklı alanının jeolojik etüdünü ve bu alanlardaki eski çökelme ortamlarının etüdünü (Doktora tezinin bir bölümü olarak) yapmıştır. Bu alanın jeolojisini 1/25.000 ölçekli topografik haritaların paftaları üzerine çizmiştir. Bu incelemede geniş alan kaplayan Mesozoyik-Tersiyer çanağı çökeltileri daha ayrıntılı gözetilmiş ve eski çökelme ortamları tanıtılmıştır.

Yılmaz, Y., (1978), “Söğüt-Bilecik Bölgesinde Polimetamorfizma ve Bunların Jeoteknik Anlamı” adlı çalışmasında, Söğüt - Bilecik bölgesindeki metamorfik kayaların karmaşık bir metamorfizma evrimi geçirmiş olduklarını ve bunun sonucu olarak farklı ortamlarda 3 ayrı metamorfizmadan etkinmiş olduklarını belirtmiştir. Ofiyolitik türevli bu kayaların, ilk fazda artan metamorfizmaya uğradıklarını, güneydoğudan kuzeybatıya doğru metalavdan amfibolite kadar geçen tedrici değişimler kazandıklarını belirtmiştir. Bu yazısında, farklı metamorfizmaları

tanıtan mineralojik özellikler ve faz değişiklikleri üzerinde durmuş, petrografik, yapısal, kimyasal ve saha gözlemlerinin de yardımıyla bu verilerin orojenik anlamlarının tartışmasını yapmıştır.

Yılmaz, Y., (1978), “Söğüt-Bilecik Bölgesinde Polimetamorfizma ve Bunların Jeoteknik Anlamı” adlı çalışmasında, farklı metamorfizmaları tanıtan mineralojik özellikler ve faz değişiklikleri üzerinde durmuş, petrografik, yapısal, kimyasal ve saha gözlemlerinin de yardımıyla bu verilerin jeolojik anlamlarının tartışmasını yapmıştır. Bu sayede, Bilecik bölgesindeki metamorfik kayaların karmaşık bir metamorfizma evrimi geçirmiş olduklarını ve bunu sonucu olarak farklı ortamlarda üç ayrı metamorfizmadan etkilenmiş olduklarını belirtmiştir.

Ayaroğlu, H., (1979), “Bozüyük Metamorfitlerinin (Bilecik) Petrokimyasal Özellikleri” adlı çalışmasında, Bozüyük-Söğüt (Bilecik) yöresinde paleozoyik oluşukları Bozüyük metamorfitleri olarak adlandırmıştır. Formasyonu oluşturan kayaç birimlerinden ortognaysın, yeşilist glokofanlı şistlerin orto, mikaşistlerin ise para kökenli olduklarını ve bunların bölgedeki kil ve kumlu oluşuklarla granitik bir intrüzyon ürünlerinin bölgesel metamorfizmaya uğraması sonucunda oluşmuş olduklarını belirtmiştir.

Erol, T., (1979), “Türkiye’de Neojen ve Kuvaterner aşınım dönemleri, bu dönemlerin aşınım yüzeyleri ile yaşıtlı (Korelan) tortullara göre belirlenmesi” adlı çalışmasında farklı aşınım ve dolgu yüzeyi sistemlerinin, yaşıtları olan Neojen ve Kuvaterner formasyonları ile bağlantılarının kurulması ve tek, iki ve çok dönemli

yerçekli tanımlanmasını önermiş, Oligosen ve sonrası aşınım yüzeyleri ve onlarla yaşıtlı (korelan) formasyonları, muhtelif bölge yörelerine göre karşılaştırmıştır.

Üşümezsoy, Ş., (1987), “Kuzeybatı Anadolu Yığılma Orojenisi: Paleotetis’in Batı Kenet Kuşağı” adlı çalışmada, Kuzeybatı Anadolu orojen kuşağının geç Triyas öncesi yaşlı yığılma orojenini temsil ettiğini, bu kuşağın derince aşınmış olup ada yayı yitim zonu kompleksinin ve ofiyolit dilimlerinin geç Triyas sonrası çökel örtüsü altında yüzeylenmiş metamorfik temel kayalar olarak korunmuş olduğunu ifade etmiştir. Hatır deresi (Edremit) ve Karasu vadisi (Bilecik) ‘nin başlıca granodiyorit ve yeşil kaya = yeşil şist komplekslerini içerdiğini, ve bunların Paleotetis’in kapanımı sırasında oluşmuş olduklarını belirtmiştir.

Kuru, F., Aras, M., (1994), Sakarya baseninde yüzeylenen Geç Triyas-Orta Jura yaşlı Bayırköy Formasyonu’nun nannoplankton biyostratigrafisi ve sedimentolojisini saptamayı amaçlamıştır. Bu amaç doğrultusunda beş ölçülmüş kesitten alınan 106 örnek üzerinde çalışmıştır. Ölçülen stratigrafik kesitlerden derlediği örneklerde 20 nannoplankton taksonu tanımlayarak Bayırköy Formasyonu’nun yaşını Retiyen-Bajosiyen olarak saptamıştır.

Koyuncu, O., (1999), “Karaköy (Bilecik) ve Çevresinin Florası” adlı yüksek lisans çalışmada, Davis (1965) grid sistemine göre A2, A3, B2 ve B3 karelerinin birleşim bölgesinde bulunan Karaköy (Bilecik) ve çevresinin florasını incelemiştir. Araştırma bölgesinde 71 familyaya ait 274 cins, 450 tür ve türaltı takson tespit etmiştir. Araştırma alanında 31 endemik takson belirlenmiş olup endemizm oranı % 6.88 dir.

Ocak, A. and Tokur, S., (1999), Bu çalışma Gölümbe Dağı'nın floristik özelliklerini ve vasküler bitki türlerini içermektedir. Çalışma bölgesinden 1992-1995 yıllarında 1035 bitki örneği toplanmıştır. Toplanan materyallerin değerlendirilmesi sonucu 74 familyaya ait 278 cins, 456 tür ve türaltı takson tespit edilmiştir.

Uz, B. ve Diğerleri, (2003), İnceleme alanı, Bilecik'e ait, Vezirhan İlçesinin GB' sında yaklaşık 10-12 km² lik alanla sınırlıdır. Bu çalışmada, jeolojik olarak Jura yaşlı "Bilecik Kireçtaşları" Bilecik-Gölpazarı-Sarıcakaya poligonu içinde, Kretase ve Üst Kretase yaşlı formasyonlarla ilişkili dokanaklar olduğunu ve temelinde Paleozoyik yaşlı metamorfik birimlerin yer aldığını belirtmişlerdir.

Özkan, S., (2006), “Bozüyük Ovasının Hidrojeolojik İncelemesi ve Yeraltısuyu Bilanço Hesabı” adlı çalışmasında, Bozüyük ovasının hidrojeolojik incelemesi ile havzada akifer birimi oluşturan formasyonların taşıdığı yeraltısuyunun miktarı ile kalitesini araştırmayı ve daha önce yapılmış bilanço hesapları ile belirlenen işletme rezervinin revize edilmesini amaçlamıştır. Akarsu ve yeraltısularından alınan örneklerin incelenmesi sonucu, suların gittikçe artan tuzluluk tehlikesi ile karşı karşıya kaldığı görülmüştür.

Kayacı, K., (2007), İnceleme alanını oluşturan Karaköy mikrograniti Bilecik ilinin güneyinde, İstanbul-Eskişehir karayolu üzerinde yer alan Karaköy beldesinin 2 km. kuzey batısında yer almaktadır. Karaköy mikrogranitinin ayrıntılı mineralojik-petrografik ve jeokimyasal özellikleri araştırılmış ve bu sonuçlardan elde edilen bilgiler ışığında birimin petrolojisi ortaya konmuştur. Karaköy mikrogranitinin jeokimyasal özelliklerini ortaya koyabilmek amacıyla ana, iz ve nadir toprak element

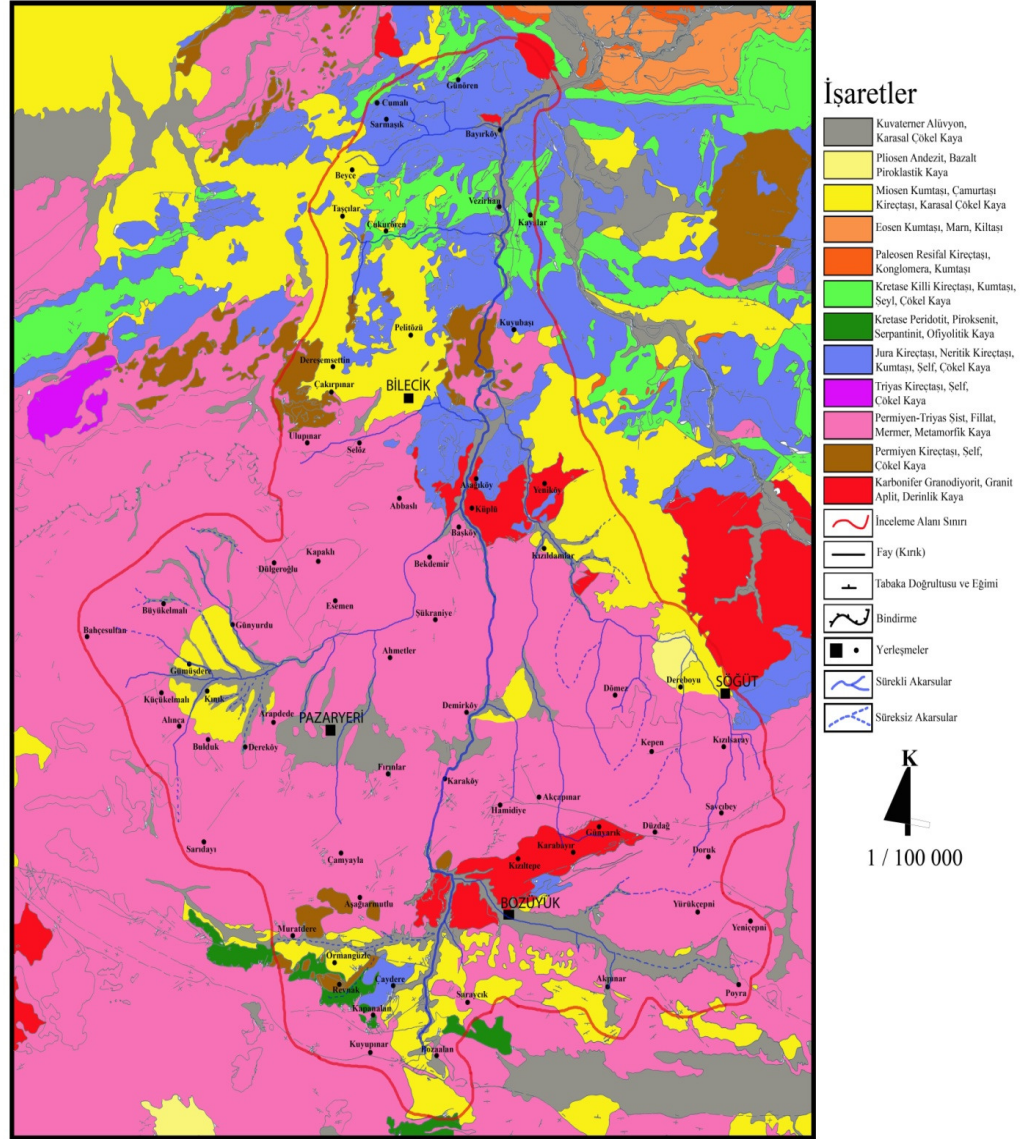
analizleri yapılmıştır. Karaköy mikrogranitinin fizikomekanik özellikleri belirlenmiş kayacın sağlam kaya özelliklerini koruduğu belirlenmiştir. Mikrogranitin aşınma ve öğütülmeye karşı çok dirençli olduğu saptanmıştır.

1. JEOLJİK ÖZELLİKLER

Bilindiği gibi, yeryuvarının yüzeyi, kayaç olarak ifade edilen doğal malzemeler ile kaplıdır. Bunların farklı özellikte bulunmaları, farklı olarak kimyasal olarak ayrışmalarına ve fiziksel olarak parçalanmalarına etki etmektedir. Böylece farklı yerşekillerinin gelişmesine imkân vermektedir. Dolayısıyla yerşekillerindeki bu çeşitlilikte başta gelen faktör sahadaki kayaçlardır. Hatta yerşekilleri bu kayaçlar üzerinde geliştiği için onların oluşumunda birinci derecede etkili olmaktadır (Ekinci,2007). Bu nedenle Jeolojik özellikler çalışmamızda ayrı bir başlık altında ele alınmıştır.

İnceleme sahasında, Paleozoyik'ten günümüze kadar değişik yaş ve özellikteki kayaçlar yer almaktadır (Şekil 3). Jeomorfolojik gelişime temel olan bu kayaçlar, litolojik ve tektonik yapıları göz önüne alınarak stratigrafik yaş sırasına göre tanıtılmışlardır. İnceleme sahasındaki Paleozoik temel, Alt Jurada başlayan bir transgresyona maruz kalmış ve bu transgresyon Orta Jurada daha derin bir çökelme ortamı oluşturmuştur. Alt Jurada oluşan Bayırköy Formasyonu, kalın bir kumtaşı istifli olarak depolanmıştır. Üst Jurada, sığ denizel platform karbonatları (Bilecik Kireçtaşı), Alt Kretasede kıta yokuşu karbonatları (Soğukçam Formasyonu), Üst Kretasede ise Vezirhan Formasyonu (kumtaşı, şeyl, marn) çökelmiştir. Üst Kretase sonunda başlayan regresyon etkisiyle deniz kuzeye çekilmiş ve sahada karasal ve gölsel depolar (Gemiciköy Formasyonu) oluşmuştur. Pliosen'de meydana gelen volkanik aktiviteler sonucunda ise Ilıcadere Volkaniti oluşmuştur. Kuvaternerde ise, Karasu Çayı ve kollarının özellikle aşağı çığırlarındaki havza tabanlarında alüvyon birikimi meydana gelmiş, sahanın bazı bölgelerinde vuku bulan tektonik hareketler

sonucunda ise travertenler oluşmuştur. Bunlar stratigrafik litoloji şeklinde formasyon isimlerine göre ise ayrıntılı olarak aşağıda belirtilmiştir.



Şekil 3. İnceleme Sahasının Jeoloji Haritası

1.1. Paleozoik

1.1.1. Sarıcakaya Granitoyiti

Bu formasyon, Yeniköy-Küplü arasında, buranın güneydoğusunda yer alan Ardıçlı tepe civarında Gökçekaya metamorfitleri içerisinde ve sahanın güneydoğusunda Günyarık-Bozüyük arasında görülür (Foto 1).



Foto 1. Granit Kütleleri (Bozüyük Kuzeyi)

Sarıcakaya granitoyiti, granit ve granodiyorit kompleksinden oluşur. Egemen kaya türü granodiyorittir. Daha az olarak migmatit, diyorit, aplit ve pegmatit içerir (Demirkol, 1977; Göncüoğlu ve diğ., 1996, 2000). En eski magmatik fazı diyoritler oluşturur. Diğer tüm granitoyid türleri tarafından kesilirler. Bunlar iri-orta taneli, koyu gri renklidir.

Granitler gri renkli olup, iri ve ince tanelidir. İri taneli granitler, granodiyoritlerle giriktir. İnce taneliler ise aplit ve pegmatitlerle birlikte diğer granit

türlerini keserler. Aplitler beyaz renklidir. Kuvars, plajiyoklaz ve biyotitten oluşur. (Göncüoğlu v.d., 1996). Lamprofir daykları son magmatik üründür.

Sarıcakaya granitoyitinin kalkalen özellikte olması (Yılmaz, 1977; Kibici, 1982) nedeniyle ve içinde bulunduğu metamorfitlerin ortamı gözönünde bulundurularak Sarıcakaya granitoyitinin, volkanik yay ürünü olabileceği belirtilmektedir (Göncüoğlu v.d., 1996).

Bu sahada bindirme ve sürüklenimler görülmektedir. Bindirmeler sonucunda granit kütleleri hem birbiri üstüne hem de güneyde yer alan metamorfik seriye itilmişlerdir (Bilgin, 1980).

1.1.2. Gökçekaya Metamorfitleri

Gökçekaya Metamorfitleri, Küplü-Söğüt-Bozüyük-Pazaryeri arasında kalan geniş bir sahada uzanır ve Bilecik'in batısına kadar sokulur (Foto 2).

Sedimanter ve bazik volkanik kayaç ardalanmalı istifin, yeşilşist fasiyesinde metamorfizmaya uğraması ile oluşmuş sleyt, metakumtaşı, metakonglomera, metatüf, klorit-serisit şist, fillit, metabazik lav, metatüf, kuvars-albit-granat içermektedir. İstif genel olarak gri, yeşilimsi gri, boz, kahve renkli, ince-orta tabakalı, tabakalanmaya paralel şisti yapılı ve bol kıvrımlıdır. Şistlerin arasında mermer tabakaları da şistlerin yapısına uymuştur. İstifin üst düzeylerinde koyu yeşil, bordo renkli, bazen çok iyi yapraklanmalı, bazı düzeylerde ise masif lav ve tüften oluşan bazik volkanik kayaçlar, diğer kayatürleri arasında ara bantlar oluşturmaktadır. Ayrıca, Gökçekaya metamorfitleri diyabaz daykları tarafından yer yer kesilmektedir.



Foto 2. Metamorfik Şist (Bozüyük Kuzeybatısı)

İnceleme sahasının orta kısımlarında ve batıya doğru 1000-1100 metrelerde, ancak kuzeye ve kuzeybatıya Bilecik Platosuna geçişte daha alçak irtifalardaki hafif dalgalı topografyanın geliştiği sahada metamorfik seri kıvrımlı bir yapıya sahiptir. Bu kıvrımların eksen istikameti kuzeydoğu-güneybatıdır.

Sahadaki platoların genel yapısı Gökçekaya Metamorfikleri tarafından meydana getirilir ve plato yüzeyleri bu kıvrımlı metamorfik seri üzerinde iyi muhafaza edilmiş olan aşınım yüzeylerinde birleşir. Birim içerisinde değişik düzeylerde karbonat (mermer) mercek ve ara bantları yer almaktadır (Foto 3). Bu mermer ara bantları istif içerisinde devamlı olmasına rağmen kıvrımlanma nedeniyle yer yer bloklu bir

görünüm kazanmıştır. Seri içinde tepe ve sırtları da teşkil eden bu kireçtaşı mercekleri çoğu yeniden billurlaşmış, bir kısmı kalkşist, bir kısmı mermer ve yarı mermer halindedirler (Bilgin, 1980).



Foto 3. Kireçtaşı Mercekleri (Bozüyük Kuzeyi)

1.1.3. Karatepe Formasyonu

Karatepe Formasyonu, Pelitözü-Kuyubaşı-Bilecik arasında görülür.

Birim genel olarak boz, alacalı kahverenkli kumtaşı, metakumtaşı, şeyl, çamurtaşı, metakonglomera, kireçtaşı, tuf, aglomera ve spilitik bazalt ardalanmalıdır. Bu litolojiler birbirleriyle yanal ve düşey yönde geçişlidir. İstif içerisinde olistostrom seviyeleri ve bunlar içinde Karbonifer ve Permiyen yaşlı, değişik boyutlarda kireçtaşı blokları bulunmaktadır. Tektonik hareketlerden yoğun olarak etkilenmiş olan birimde, ana tektonik hatlara yakın bölümlerde yer yer metamorfizma etkileri görülmektedir. Formasyonun alt seviyelerinde bej, sarı, pembemsi renkli arkoz ve

kuvars arenitler yer almaktadır. Bu formasyon içerisinde Permiyen yaşı kireçtaşı blokları yer almaktadır. Karatepe formasyonu üste doğru kumtaşı, şeyl, konglomera ve kireçtaşı ardalanması ile devam etmektedir. Formasyonun en üst düzeyleri orta-kalın tabakalı kireçtaşı ile temsil edilmektedir.

1.1.4. Permiyen Yaşı Derbent Kireçtaşı Blokları

Bilecik kuzeydoğusunda geniş bir sahada ortaya çıkan ve az veya çok billursal olan ve Eroskay tarafından Derbent kireçtaşı adı verilen kalkerler Karasu tarafından derin bir şekilde yarılmıştır (Foto 4).



Foto 4. Derbent Kireçtaşları (Pelitözü Doğusu)

Karatepe formasyonunun değişik düzeylerinde metre boyutundan birkaç kilometre boyutuna kadar değişen çok çeşitli kireçtaşları yer almaktadır. Gri, bej, beyaz renkli, , fazla rekristalize olmamış bu kireçtaşları, ince-kalın tabakalı ve masif

görünümlüdür. Karatepe formasyonunun hemen her seviyesinde detritik ve volkanik kayalar içerisinde olistostrom fasiyesleri ve bunlar içinde olistolitler şeklinde yer almaktadır. İnceleme alanında kireçtaşı blokları ile çevre kayalar arasındaki dokanın çoğunlukla sedimanter özellikler gösterdiği saptanmıştır. Yer yer görülen tektonik dokanalar ise muhtemelen genç tektoniğe bağlı olarak gelişmiş olmalıdır. İlk konumlarında sığ denizel (şelf) ortamda çökelmiş olan bu kireçtaşları, daha sonra Karatepe formasyonunun çökelişi esnasında havzaya çekim kaymaları ile çeşitli boyutlarda yerleşmiş blokları oluşturmaktadır.

Formasyonun alt sınırı Gökçekaya metamorfikleri ile yer yer tektonik dokanlı, yer yer de formasyon üzerinde uyumsuz konumda bulunur. Birimin üst sınırı Bayırköy formasyonu tarafından açısal uyumsuz olarak örtülmektedir. Formasyonun görünür kalınlığı 600-1000 m. arasında değişmektedir.

Birim, volkanik faaliyetlerin de etkili olduğu, yamaç-havza fasiyesinde çökelmiştir. Sedimentasyon esnasında Karbonifer ve Permiyen yaşlı yabancı kireçtaşı blokları havzaya olistolitler şeklinde yerleşmiştir.

1.2. Mesozoik

1.2.1. Bayırköy Formasyonu

Bayırköy Formasyonu, Bayırköy çevresinde, Yeniköy kuzeybatısında ve Bilecik-Küplü arasında görülür. Bu formasyon kırmızı, alacalı renkli kumtaşı, çamurtaşı, konglomera, şeyl ve kireçtaşından oluşur (Granit ve Tintant, 1960) (Foto 5).



Foto 5. Bayırköy Formasyonu (Bayırköy Kuzeyi)

Kırmızı, yeşilimsi gri, kahverengimsi renkli, ince-orta-kalın tabakalı ve masif, bol çapraz tabakalı arkoz ve subarkozik kumtaşları formasyonun egemen kaya türüdür. Konglomera, çamurtaşı, silttaşı ve şeyl gibi diğer detritik kayaçlar istifte ara katkılar olarak görülmekle birlikte, yer yer de hakim kayatürlerini oluşturmaktadır. Bayırköy formasyonu tabanında yoğun olarak ve düzensiz tane boyu dağılımlı, köşeli ve iri boyutlu (2 cm-40 cm) konglomeralar görülmektedir. Çakıllar çoğunlukla üzerinde bulunduğu birimlerden türemedir. Bu nedenle çakıl türleri yanal yönde değişim göstermektedir. Bilecik civarında kumtaşı, metakumtaşı, sleyt, kireçtaşı, bazalt, kuvarsit ve granit kökenlidir. İstifin üst düzeylerinde belirgin bir tane boyu küçülmesi (1 cm-10 cm), daha yuvarlak, polijenik çakıllar izlenir ve çakıllar granit-gneys, fillat, kuvarsit, kireçtaşı, kumtaşı, bazaltlardan oluşmaktadır.

Bayırköy formasyonunun kalınlığı değişken olup, en fazla 700 m. kalınlıkta istifler oluşturmaktadır. Birim altta kendinden yaşlı litolojiler üzerinde uyumsuz olarak yer alır. Üstte Bilecik kireçtaşı tarafından paralel uyumsuzlukla örtölmektedir.

Formasyonun alt düzeyleri karasal, üste doğru kıyı-sığ denizel ortamı yansıtır.

Bayırköy Formasyonu, Karasu Çayı ve tabileri tarafından yarılmış olan Paleozoik temele (Derbent Kireçtaşı) dayanır ve Alt Jura yaşındadır. Bu formasyon Alp Orojenezinin Neokimmerya fazına ait safhalarda kıvrılmış olarak Alpin Alt yapısal katın Alt Askatını teşkil eder (Bilgin, 1980).

1.2.2. Bilecik Kireçtaşı

Bilecik Kireçtaşı, Bayırköy-Vezirhan, Pelitözü-Kuyubaşı arasında ve Pelitözü batısında göröölür. Küplü kuzeydoğusunda ise yer yer göröölür.

Birim beyaz, krem, gri ve pembemsi renklerde, orta-kalın katmanlı, yer yer masif göröönömlü kireçtaşlarından oluşmaktadır (Foto 6). Arazide dik yamaçlar oluşturan, sert, bol kırık ve çatlaklı Bilecik kireçtaşlarında, karstik yapılar ve mostra yüzeylerinde günlenme ve erime yapıları yoğun olarak göröölmemektedir.



Foto 6. Bilecik Kireçtaşı (Vezirhan Güneyi)

Bilecik kireçtaşı, Bilecik civarında daha kalın istif oluştururken, doğuya doğru yanal ve düşey yönde Soğukçam formasyonu ile geçişlidir. Formasyonun ortalama kalınlığı 250- 300 m. civarındadır. Birim altta Bayırköy formasyonu ile paralel uyumsuz, üstte Soğukçam formasyonunun olmadığı yerlerde Vezirhan formasyonu tarafından açısal uyumsuzlukla örtülmektedir.

Orta-Üst Jura ve Alt Kretase yaşlıdır. Bu formasyon da Bayırköy Formasyonu gibi Alp Orojenezinin Neokimmerya fazına ait safhalarda kıvrılmış olarak Alpin Alt yapısal katın Alt Askatını teşkil eder (Bilgin, 1980).

Bilecik kireçtaşının geniş sert kütleler halinde çıktığı saha Bilecik kuzeydoğusunda, Söğüt Platosunun en kuzey kısmı olan Karasu Çayı ile Sakarya vadisi arasında kalan alçak platolardır. Karasu Çayının Plaeozoik yaşlı Derbent

kireçtaşları içinde açtığı derin boğazın doğusundaki Balaban Sırtı ve Devrent Sırtı Bilecik kireçtaşları üzerinde gelişmiştir.

1.2.3. Soğukçam Formasyonu

İnceleme alanında fazlaca yaygın olmayan Soğukçam formasyonu Vezirhan ve civarında görülür.

Soğukçam formasyonunun egemen kaya türünü beyaz, krem, pembemsi renkli, porselenimsi görünümlü, ince-orta tabakalı, bol kıvrımlı yarı pelajik kireçtaşları oluşturur (Foto 7).



Foto 7. Soğukçam Formasyonu (Vezirhan Güneyi)

Formasyonun alt sınırı Bilecik kireçtaşı ile yanal ve düşey yönde geçişlidir. Bilecik kireçtaşının bulunmadığı yerlerde Bayırköy formasyonunun üzerinde uyumsuz olarak bulunur.

Birim yamaç-havza ortamında çökelmiştir.

1.2.4. Vezirhan Formasyonu

Vezirhan Formasyonu, Vezirhan'ın batısında ve doğusunda görülmektedir. Bu alanda formasyonun kalınlığı 350 m civarındadır. Bu formasyon, Soğukçam Formasyonu ve Bilecik Kireçtaşının çukur yerlerini örtmektedir.

Vezirhan formasyonu genel olarak grimsi yeşil renkli, ince-orta tabakalı kumtaşı-şeyl ardalanması ile yeşil ve kahverenkli volkanit, yeşil renkli marn ve beyaz, bej, kırmızı, pembe renkli, ince tabakalı mikritik (pelajik-yarı pelajik) kireçtaşı ve az miktarda konglomeralardan oluşmaktadır.

1.3. Tersiyer

1.3.1. Gemiciköy Formasyonu

Gemiciköy Formasyonu, Pelitözü çevresinde, Beyce-Ulupınar arasında, Yeniköy kuzeyinde ve doğusunda, Kızıldamlar-Söğüt arasında, Kurtköy-Demirköy arasında, Pazaryeri batısında Günyurdu-Dereköy arasında, sahanın güneyinde Bozaalan, Ormangüzle ve Bozüyük güneyinde görülür.

Birim karasal ve gölssel ortamda çökelmiştir. Kırmızı, turuncu, boz renkli, orta-kalın tabakalıdır. Konglomera, kumtaşı, çamurtaşı ve kalkerlerden oluşur ve Söğüt kuzeybatısında geniş sahalarda alçak plato kademesini teşkil eder. Gemiciköy formasyonunun çukur sahalarda muhafaza edildiği görülür. Yeniköy'ün kuzeyinde

ve doğusunda geniş bir havza dolgusu halindedir (Foto 8). Bu karasal ve gölssel depolar Üst Eosen-Alt Miosen yaştadır ve Bilecik kuzeybatısında 500-750 m. civarındaki platolarda anteneojen temeli örterek geniş saha kaplarlar (Bilgin, 1980). Bilecik kuzeybatısında Pelitözü-Gülümbe çevresindeki plato yüzeyleri Gemiciköy Formasyonunu kesmektedirler. Daha önce dolgu olan ancak aşınım safhaları ile işlenen ve geniş oluklar halini alan bu sahalar sonradan büyük çapta akarsular tarafından boşaltılmışlardır.



Foto 8. Yeniköy Havzası (Yeniköy Kuzeyi)

1.3.2. Ilıcadere Volkaniti

Ilıcadere Volkaniti, Söğüt ilçesinin batısında yer alan Dereboyu mevkiinin kuzeyinde görülmektedir.

Bu formasyon, bazaltik, andezitik lavlar ve aglomeralardan oluşur.

Gri, siyah, kahverengi, kırmızı renklerde, masif, bloklu, cüruf biçimlerinde görünen lavlar, bazalt ve bazaltik andezit türündedir. Aglomeralar, sarı, kırmızı, gri ve kahverenginin değişik tonlarında olup, bazen küçük blok ve çakılların sarı renkli

tüfle, bazen de iri blokların gri renkli tüfle tutturulmasından oluşmuş, tabakalı veya yığılşım biçiminde gözlenir.

1.4. Kuvaterner

1.4.1. Alüvyonlar

Alüvyonlar vadi tabanlarına yerleşmiş olan çakıl, kum, mil ve kil materyallerinden oluşmaktadır. Çalışma sahasının kuzeyinde yer alan ve Karasu Çayının, Sakarya Nehrine döküldüğü yerden güney istikamette Lalelik Dağının doğusuna kadar devam eden vadi boyunca kesintisiz uzanan alüvyal saha yer almaktadır (Foto 9).



Foto 9. Karasu Çayına Ait Kuvaterner Dolguları (Bayırköy-Vezirhan Arası)

Yine bu saha, Karasu Çayının Bilecik kireçtaşı üzerinde geliştirmiş olduğu Pelitözü Boğazının kuzey ve güney ucunda görülür. Buradan itibaren Başköy güneyine kadar devam eder. Başköy ve Demirköy arasındaki dar vadiden itibaren Karaköy'e kadar olan sahada tekrar görülür. Karasu Çayının doğudaki yan kolu olan Söğüt Deresinde ise, alüvyal saha Kızıldamlar'ın güneydoğusunda Ardıçlı tepenin güneyinden itibaren Karasu Çayına birleştiği yer olan Adabayırı Tepe mevkiine kadar devam eder. Pazaryeri Havzasında ise, bu saha havza tabanının batısında yer alan ve Sorgun Deresinin kaynak kısmını oluşturan yan derelerin tabanlarında görülmektedir. Pazaryeri havzasındaki ikinci alüvyal saha ise, Pazaryeri ilçe merkezinin içinde bulunduğu saha ve çevresidir. Araştırma alanının güneyinde Poyradan kaynağını alan ve Bozüyük ilçe merkezini geçerek Karasu Çayına karışan Kocadere vadisi boyunca 1-2 km genişliğinde alüvyal dolgu bulunmaktadır. Hemen bu alanın batısında Ormangüzle'den kaynağını alan ve doğuya doğru akan Armutlu Deresi vadisi boyunca da ortalama 500-600 m. genişlikte alüvyal saha bulunmaktadır.

1.4.2. Travertenler

Bilindiği gibi Travertenler, karbondioksitin yardımıyla büyük ölçüde kalsiyum karbonat eritmiş olan yer altı sularının içerdikleri kalkerin, suların yeryüzüne çıktığı sırada buharlaşma, basınç azalması, karbondioksitin uçması ve bitkilerin yaşam aktiviteleri gibi süreçler sonucunda çökmesi ile oluşur (Erinç, 2010). İnceleme sahasında travertenler Kanalar Derenin güney yamacında Çukurören mevkiinde yer alır. Bunlar Kuvaterner yaşlıdır ve hâlâ oluşumunu sürdürmektedir (Foto 10).



Foto 10. Traverten Oluşumu (Çukurören)

2. JEOMORFOLOJİK ÖZELLİKLER

Jeomorfolojik özellikleri bakımından inceleme sahasının morfolojik şekillenmesinde ve gelişiminde litolojik yapının rolü büyüktür. Bunun yanı sıra hala aktif olan tektonik hareketlerin şekillenmede büyük rol oynadığı da tartışmasıdır. Bu kayalar büyük oranda Alp orojenezlerinden etkilenmişlerdir. Bu bakımdan birçok kere yaşanan döngüler, her seferinde son bulan ve yeni başlayan aşınım döngüleri polisiklik bir topografyanın oluşmasına neden olmuştur.

Tamamen fluviyal morfojenetik bölge içerisinde yer alan inceleme sahasında akarsu topografyasına ait şekiller dikkat çeker. Yamaçların işlenmesi için gerekli çözülme ürünleri, iklim ve kaya tabiatına bağlı olarak değişik şekillerde oluşur. Bu konuda mekanik parçalanma ve kimyasal ayrışma etkili olur. Kimyasal ayrışım yılın büyük bir bölümünde oranları değişmekle birlikte devam eder ve bunda; humus asidinin rolü büyüktür.

İnceleme sahasında bu ve benzer faktörlerin kontrolünde meydana gelen jeomorfolojik yapının özellikleri rölyefin ana çizgileri ve yerçekimleri olmak üzere iki farklı başlık altında değerlendirilecektir.

2.1. RÖLYEFİN ANA ÇİZGİLERİ

İnceleme sahasında bulunan kayalar yerkabuğunu şekillendiren faktörlerin etkisi altında şekillenmiştir. İç ve dış kuvvetlere bağlı aktivitelerin sonucunda sahanın topografyası kendine has görüntü ve morfometrik özellikler kazanmıştır.

Tüm litolojik birimler, özellikle genç tektonik hareketlerin etkisinde kalarak şekillenmiştir. Bu hareketlerin sonucunda saha gençleşmiş, farklı aşınım meydana

gelmiş, fay diklikleri façetalar halinde parçalanmış, akarsu ağında değişiklikler oluşmuş, akarsular yatağına gömülmüş, aşınım yüzeyleri deforme olmuş, parçalanmaya bağlı olarak sırt ve yamaçlar gelişmiştir. Böylece, bu aktivitelerin sonucunda sahanın topografyası kendine has morfometrik özellikler kazanmıştır. Havzanın şekli, topografya yüzeyinin eğrilik profili, rölyefin yükselti, eğim ve bakı gibi özellikleri bu başlık altında incelenmiş ve burada bunların işaret ettiği hususlar üzerinde durulmuştur

İnceleme sahası, Karasu Çayı ve kolları tarafından suları toplanan hidrografik havzanın kendine özgü şekli bulunan bir parçasıdır. Bu şeklin rakamsal ifadesi, Havza Biçim Faktörü, Havza Görünüm Oranı ve Gravelius Katsayısı değerlerine göre ise aşağıdaki gibidir.

Havzanın en büyük genişliğini “B” (30 km), havza alanını “A” (1196,9494 km²) ve ana akarsu kolunun uzunluğunu “L” (65 km) esas alarak havza şekli için aşağıdaki değerlendirmeler yapılmıştır.

Havza biçim Faktörü: $m = \frac{A}{BL}$ (Horton,1945; Verstappen, 1983) ; $m = \frac{1196,9494}{30 \times 65}$ eşitliğine göre 0,6138’dir.

Havza Görünüm Oranı: $a = \frac{B}{L}$; $a = \frac{30}{65}$ eşitliğine göre 0,415’tir. Biçim katsayısı ise $= L^2/A$ (Eagleson,1970); $65^2/1196,9494$ formülüne göre 3,529’dur.

Bundan başka havza görünümü, havzanın çevre uzunluğunun “P” (190,58 km) havza ile aynı alanda bir dairenin çevre uzunluğuna oranına göre tespit edilen Gravelius Katsayısı’na göre de belirlenmiştir. $P/2\sqrt{\pi A}$ (Hoşgören, 2001) şeklinde olan bu formüle göre; Gravelius Katsayısı $190,58/2\sqrt{3,14 \times 1196,9494} = 1,09$ ’dur.

Belirlenen sonuç değerlerine göre de sahanın görünümü, daire, çember, dikdörtgen veya kareden çok elipse yakın bir görünüm sunmaktadır. Bu durumun genel olarak nedeni, muhtemelen sahanın yan basınçlar altında kalarak az da olsa çarpılmış olmasından ileri gelmesidir.

Bu çarpılmayı havza asimetri faktörü değeri de doğrulamaktadır. Havza asimetri faktörü, ana akarsuyun akış yönüne göre sağında kalan kısma ait alanın, havzanın toplam alanına oranı olup (Hare ve Gardner, 1985) inceleme sahasında bu değer 54,34'tür. Değerin 50'den büyük olması çarpılmanın ana akarsuyun akış yönüne göre solunda (batısında) olduğunu ortaya koymaktadır (Keller ve Pinter, 2002).

Benzer sonuç Cox (1994) tarafından kullanılan ve havzayı iki eşit kısma böldüğü farz edilen ortasından geçirilen hattın ana akarsuya olan uzaklığının, havza dış kenarına olan uzaklığın oranı ile elde edilmesi esasına dayanan Transverse topografik simetri faktörü ile de doğrulanmaktadır. Faktör değerinin 0 olduğu sahalarda simetrik bir yapı söz konusudur. Bu değerden uzaklaştıkça asimetrinin varlığı yani bir çarpılmadan söz edilebilmektedir. Bu bakımdan faktör inceleme sahasında 0,1 değerinde olup küçük bir asimetrik bir yapı ve dolayısıyla tektonik deformasyonlara maruz kaldığı böylece kendine has bir şekle ve değişik seviyelerde yükselti kademelerine sahip bulunduğu anlaşılmaktadır.

Belirtildiği gibi burası, Karasu Çayı'nın kabaca kuzey güney istikametinde kanalize olduğu alçak kademedeki vadi tabanı ile bunun çevresinde yer alan yüksek plato ve dağlık alanlardan oluşmaktadır. Karasu Çayı'nın Sakarya Nehri'ne karıştığı taban kademesinde 120 metreden başlayan yükselti, güneyde en yüksek değer olan,

1340 metreye ulaşmaktadır (Şekil 4). Bu bakımdan yükselti amplütüdü 1220 metredir.

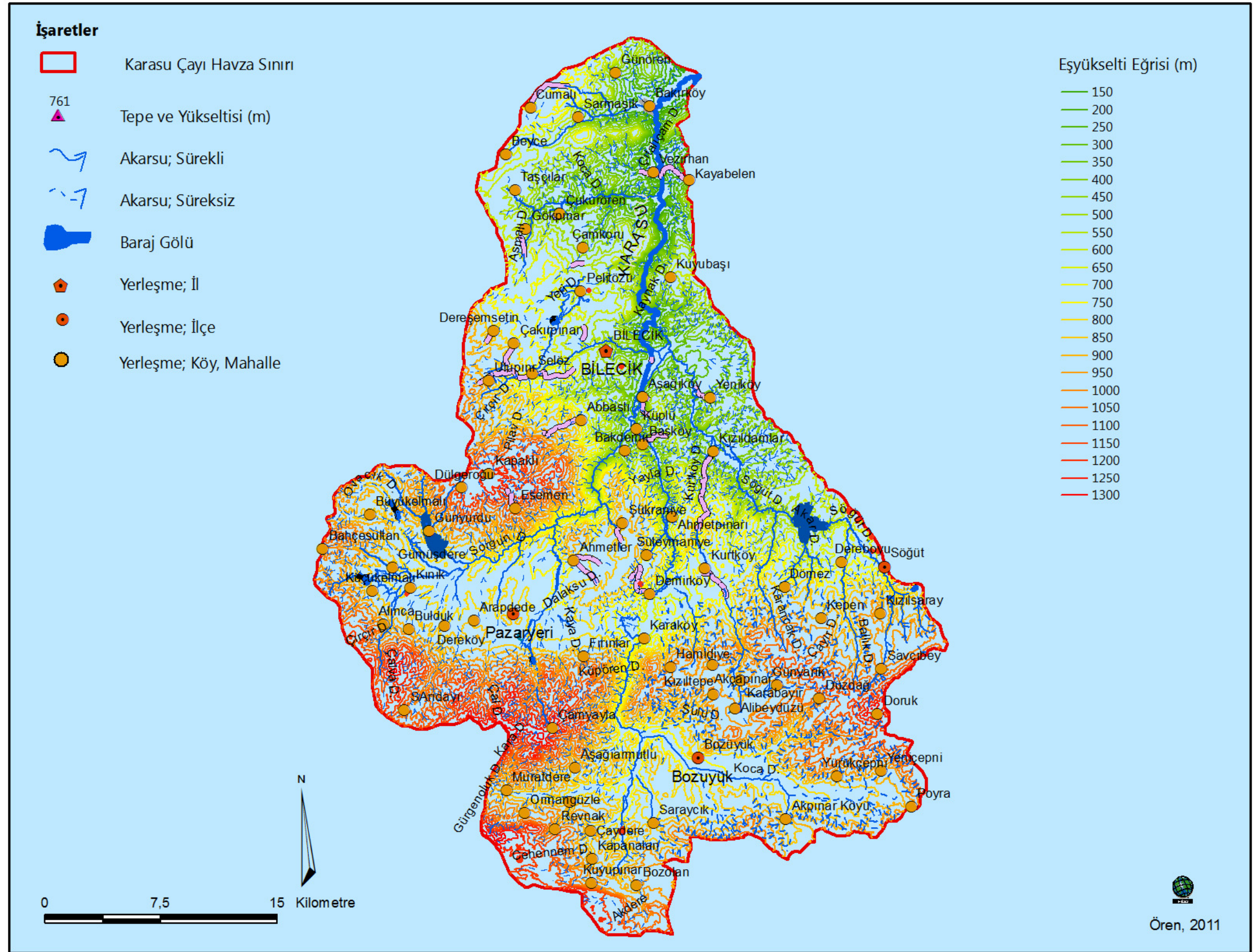
Ortalama yükseltisi 763,776 metre olan inceleme alanında yükselti değerleri büyük oranda 500 metreden yukarıdadır (Şekil 5). Bu yükselti değerinden aşağıda yer alan sahanın toplam havza yüzölçümü içindeki payı yalnızca % 18,41'dir. Diğer büyük payda ise % 81,59 kısım ise 500 metreden yüksekte yer almaktadır.

Şekil 4.

İnceleme Sahasının Topografya

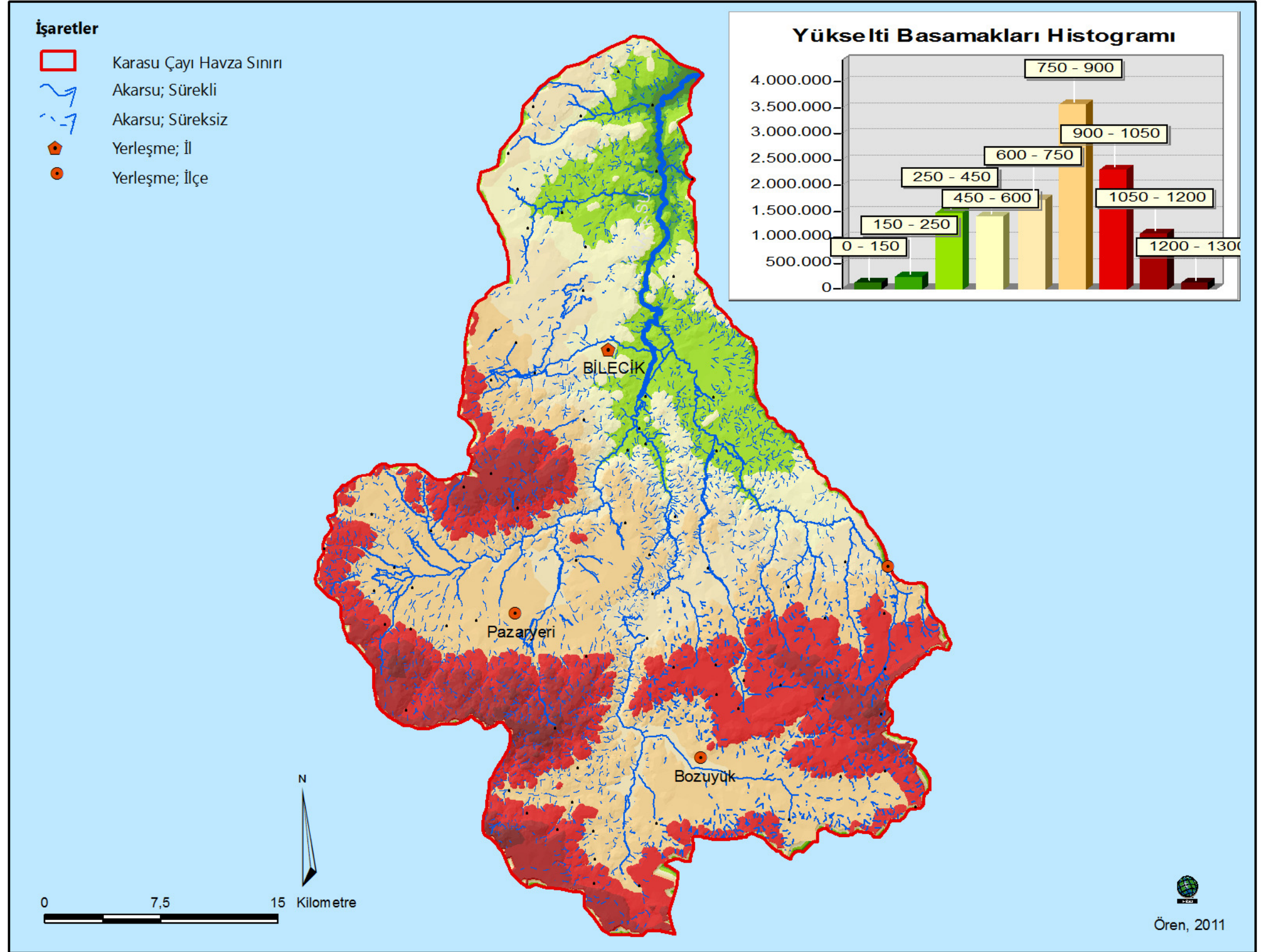
Haritası

Renklendirilmiş izohipsler yönetmi ile



Şekil 5.

İnceleme Sahasının Yükselti
Seviyeleri Haritası ve Yükselti
Basamakları Histogramı



İnceleme sahasının değişik yükselti kademelerinde uzanan kısımlarının oranlarını ifade etmek için hipsografik (hipsometrik) eğriler kullanılmıştır. Hipsografik eğriler yardımıyla, sahanın genel jeomorfolojik özelliklerinden yükselti kademelerinin alansal dağılışı ortaya konulmuş, alçak düzlükler ve dağlık sahalar belirlenmiş ayrıca, daha önce belirlenen aşınım yüzeylerinin dağılışı hakkında da genel bir değerlendirme yapılmıştır.

Çalışmamızda bu bakımdan iki ayrı metot kullanılarak hipsografik eğri elde edilmiştir. Bunlardan birincisi; Strahler (1952) tarafından ileri sürülen toplam havza yükseltisinin, toplam havza alanı ile olan ilişkisi esasına göredir.

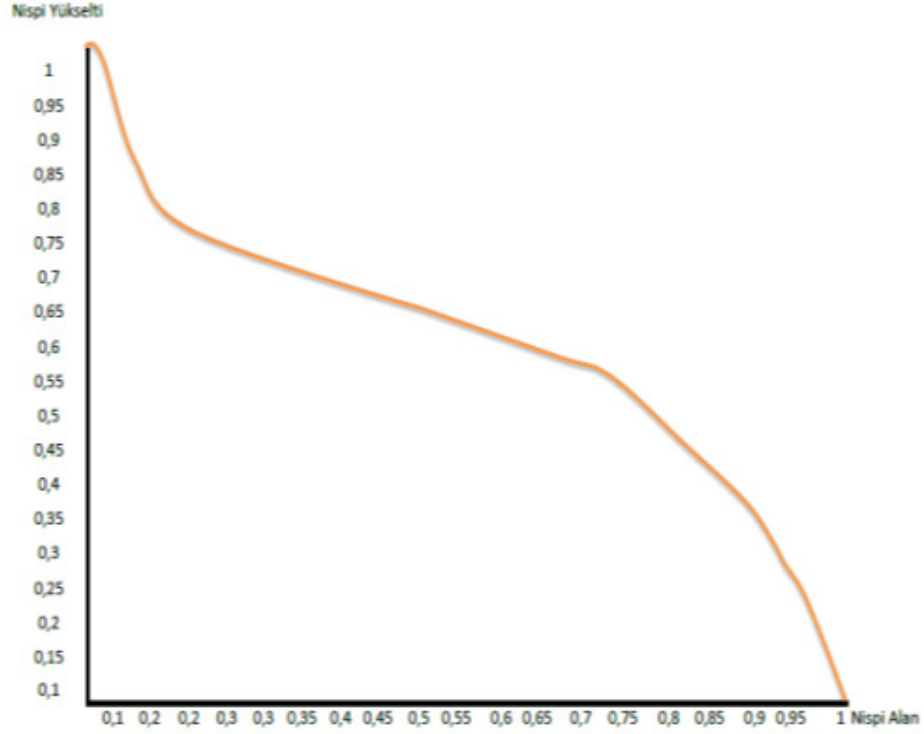
Eğrinin oluşturulabilmesi için nispi yükselti (h/H) ve nispi alanın (a/A) tespit edilmesi gerekmektedir (Tablo 1). Burada “ h ” İlgili yükselti kademesine ait yükselti değeri (m), “ H ” ise inceleme sahasının en yüksek noktasına ait değerdir (1340 m). “ a ” İlgili yükselti kademesi ve onun üzerindeki yüzölçümü alanı (m^2), “ A ” ise havzanın toplam yüzölçümü alanıdır (1196,9494 km^2).

Tablo 1. İnceleme sahasının yükselti kademelerinin dağılışı ve nispi değerleri

Y. kademesi	Kapladığı alan	Kapladığı alan	Üzerindeki yükselti	Nispi yükselti	Nispi alan
(m)	(%)	(km ²)	(m)		
120-150	0,93	11,1531	1196949400,00	0,11	1,00
150-200	0,93	11,128	1185800000,00	0,15	0,99
200-250	1,06	12,6869	1174670000,00	0,19	0,98
250-300	2,09	24,9948	1161980000,00	0,22	0,97
300-350	2,72	32,5374	1136990000,00	0,26	0,95
350-400	3,48	41,6119	1104450000,00	0,30	0,92
400-500	7,20	86,1601	1062840000,00	0,37	0,89
500-600	8,34	99,7832	976680000,00	0,45	0,82
600-700	8,65	103,4861	876890000,00	0,52	0,73
700-800	15,90	190,2596	773410000,00	0,60	0,65
800-900	19,64	235,0338	583150000,00	0,67	0,49
900-1000	14,24	170,4835	348110000,00	0,75	0,29
1000-1150	12,00	143,693	177630000,00	0,86	0,15
1150-1340	2,84	33,938	33940000,00	1,00	0,03

Bu hipsometrik eğriden sahanın aşınım döngüsü bakımından derecesi ortaya konulabilmektedir (Palmieri, 2004; Ekinci, 2007).

Hipsometrik eğrinin 1 ve ona yakın olan kısımları henüz yeni oluşmuş yüzeylere işaret etmektedir. Değerin 0,6'dan büyük olduğu kısımda topografyanın henüz gençlik devresinde olduğu, 0,60–0,40 aralığında olduğu bölgelerinde ise olgun bir devrenin yaşanmakta olduğu söz konusudur. Çok düşük eğri değerleri ise tepelik ve dağlık alanların varlığını işaret etmektedir (Şekil 6).



Şekil 6. İnceleme Sahasının Hipsografik Eğrisi

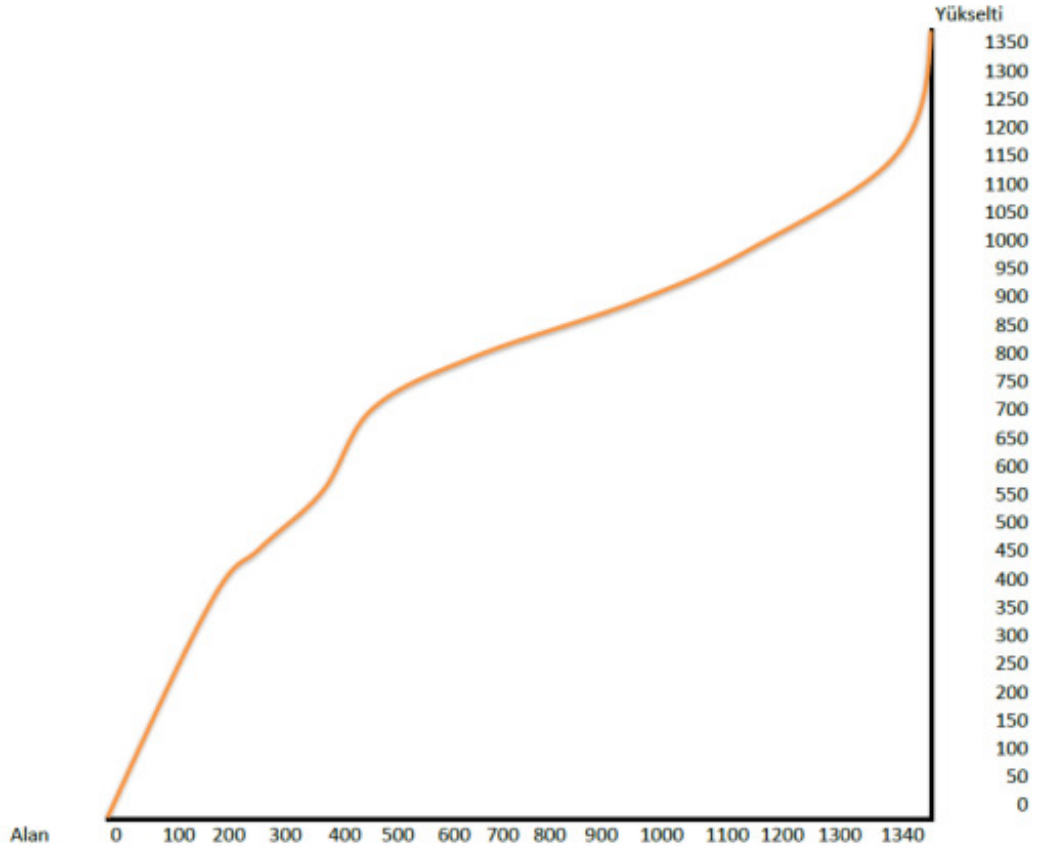
Bu eğriden yalnızca aşınım döngüsü hakkında değil, aynı zamanda jeomorfolojik görünümde değişikliklere neden olan süreçler hakkında da değerlendirmeler yapılabilmektedir (Ciccacci vd., 1992).

Konveks (dış bükey) eğriler burada etkili etmenin akarsular olduğunu göstermektedir. Konkav (iç bükey) eğriler ise bu bölgede yamaç işlenmesinin olduğuna işaret etmektedir. Her ikisinin iç içe bulunduğu kısımlarda ise yer yer litoloji farklılığına bağlı bir çözülme süreci, yer yer de aktif tektonik süreç söz konusudur. Bu bakımdan yer yer iç bükey, yer yer de dış bükey kısımlara sahip olan profilin ana görünümünün dış bükey olması nedeniyle sahanın henüz gençlik safhasında bir morfolojiye sahip olduğunu ifade edebiliriz.

Yine bu hipsografik eğriden inceleme sahasında baskın yerşeklinin platolar olduğu anlaşılmaktadır. Yüksek dağlık sahalar ile alçak seviyelerdeki alüvyal taşkın ovasının yüzölçümünün plato sahalarının yanında daha küçük olduğu anlaşılmaktadır.

İkinci teknik ise yalnızca yükselti seviyeleri ile bunların alansal dağılışı arasındaki ilişkiye göredir (Bilgin, 1986).

Çizilen hipsografik eğri, ortalama yükseltisinin 763,776 m olduğu inceleme sahasında genç bir rölyef üzerinde parçalanmış plato sahalarının varlığını göstermektedir. Dolayısıyla burada parçalanmış bir topografyanın varlığı söz konusudur (Şekil 7).



Şekil 7. İnceleme Sahasının Hipsografik Eğrisi ve Ortalama Yükseltisi

Profilin analizi dört farklı eğri tipini ortaya koymaktadır. Bu değerlerin aşınım yüzeylerinin seviyeleri ve tektonik aktivite zamanları hakkında ipuçları verdiği söylenebilir.

1100 metre ve üzeri Miyosen 750–1100 metreler arası Alt Pliyosen, 400-750 metreler arası Üst Pliyosen ve 120 - 400 metre çevresinde büyük oranda Kuvaterner rötuşları dikkat çekmektedir. Hipsografik eğrinin genel olarak dışbükey karakterde olması plato alanlarının fazlalığı ile parçalanmış topografya sahalarının varlığını ortaya koymaktadır.

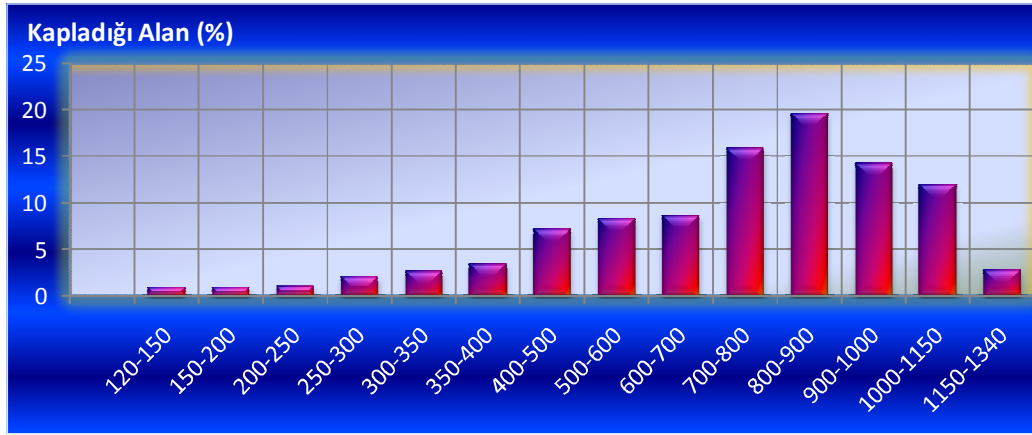
Ayrıca belirlenen değerler arasındaki eğrinin kendi içinde farklı salınımlar göstermiş olması burasının değişik bir kaç tektonik hareketin etkisine maruz kaldığına işaret etmektedir. Bu değerlendirme aşınım yüzeylerinin sonradan meydana gelen tektonik hareketlerle yükseldiğinin bir işareti olmalıdır.

İleride açıklanacağı üzere bu hareketlerin, Savien fazı, Attik fazı ve Eflak fazları olduğu görülmektedir. Bu eğriden aşınım yüzeylerinin alansal dağılışının da küçükten büyüğe doğru, Miyosen, Alt Pliyosen, Üst Pliyosen olarak sıralandığı görülmektedir. Kuvaterner düzenlemelerinin de alansal dağılışının küçük olduğu dikkat çekmektedir.

Ayrıca eğrinin tümünde belirgin bir iç bükey profilin olmayışı sahanın yaşlı bir topografyadan çok, gençlik, ileri gençlik kısmen de olgunluk safhasında olduğunu göstermektedir (Keller ve Pinter, 2002).

Yükselti kademeleri hakkında değerlendirmeler yapabilmek için hipsometrik eğrilerin yanı sıra hipsometrik diyagramlardan ve integrallerden de faydalanılır.

Bu bakımdan inceleme sahasının hipsografik diyagramı incelendiğinde (Şekil 8) her yükselti kademesine ait saha mevcut olup bu durum her tarafta aşınma ve parçalanmanın olduğunu göstermektedir. Ayrıca alçak ovalık sahalardan ziyade yüksek platoluk ve dağlık sahaların daha büyük alan kapladığı da görülmektedir.



Şekil 8. İnceleme Sahasının Hipsografik Diyagramı

Benzer sonuçlar hipsometrik integralin incelenmesiyle de elde edilmektedir. Hipsometrik integral ortalama ile en düşük yükselti seviyesi arasındaki farkın en yüksek ile yine en düşük yükselti seviyesi arasındaki farka oranıdır (Keller ve Pinter, 2002; Pike ve Wilson, 1971; Mayer, 1990).

$$\text{Hipsometrik integral } (H_i) = \frac{\text{Ortalama yükselti} - \text{Endüsük yükselti}}{\text{Enbüyük yükselti} - \text{Endüsük yükselti}} =$$

$$\frac{763,776 - 120}{1340 - 120} = 0,527685 \text{ olarak belirlenmiştir.}$$

Bu değere göre inceleme sahasının aşınım döngüsü bakımından kabaca yer yer ileri gençlik, yer yer de olgunluk devresinde olduğunu aşındırma, taşıma ve biriktirme faaliyetlerinin hâlâ etkin olarak devam ettiğini ifade etmektedir.

Dış bükey sahaların büyük yer kaplaması genç, İç bükey sahaların büyük yer kaplaması ileri olgun ve yaşlı bir topografyayı işaret etmektedir (Wilson ve Gallant, 2000). Bu nedenle iç bükey ve dış bükey sahaların yayılış oranlarının birbirine yakın değerde olması sahada etkili olan aşınım döngüsünün ileri gençlik yer yer de olgunluk safhasında olduğunu göstermektedir (Scheidegger, 1991).

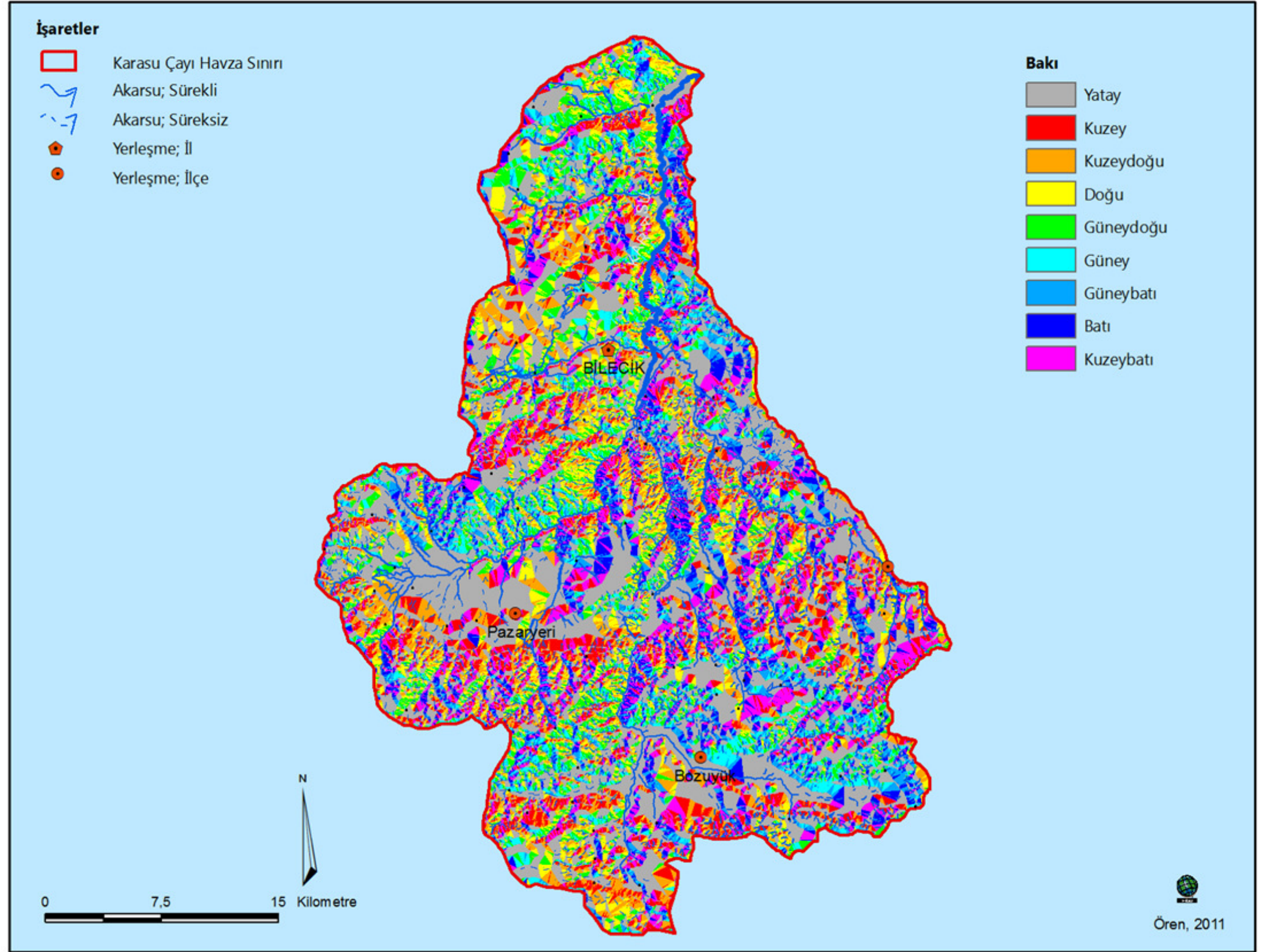
İleri gençlik sayılabilecek topografyanın varlığını, hemen hemen her yönde yarılmış ve parçalanmış rölyefin bakı özelliklerinden de anlamak mümkündür (Şekil 9).

İnceleme sahasında bakının yüzölçüm bakımından özellikle vadi tabanlarında, plato düzlüklerinde yatay dağılmış olmakla birlikte tüm yönlerde dağıldığı görülmektedir (Şekil 10, Şekil 11).

Şekil 9.

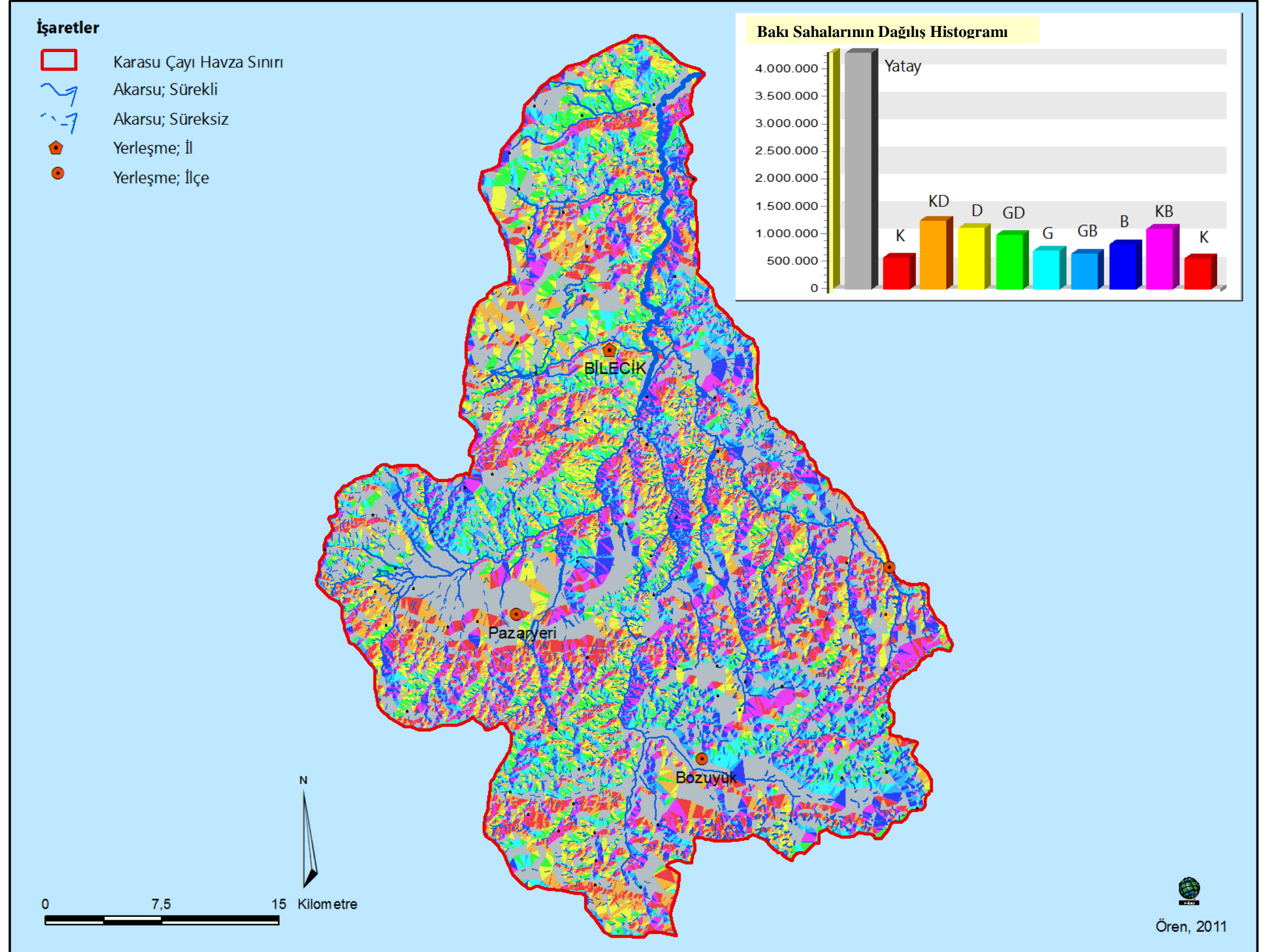
İnceleme Sahasının

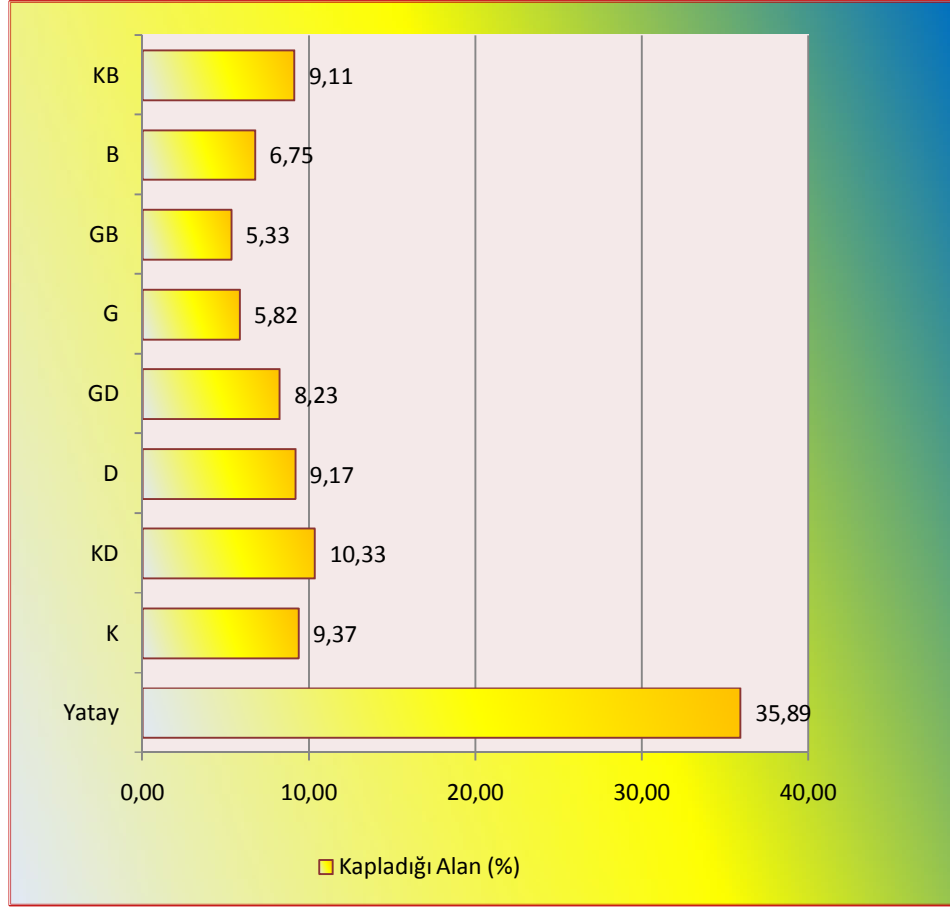
Bakı Haritası



Şekil 10.

İnceleme Sahasının
Bakı Haritası ve Bakımın
Dağılış Histogramı





Şekil 11. İnceleme Sahasında Bakı Sınıflarının Dağılışı

Tüm alanın % 9,37 si (112,129 km²) Kuzey'e, % 10,33 ü (123,649 km²) Kuzeydoğu'ya, % 9,11 i (109,054 km²) Kuzeybatı'ya, % 5,82 si (69,6141 km²) Güney'e, % 8,23 ü (98,4856 km²) Güneydoğu'ya, % 5,33 ü (63,8413 km²) Güneybatı'ya, % 9,17 si (109,7902 km²) Doğu'ya, % 6,75 i (80,8204 km²) Batı'ya bakmaktadır. Geriye kalan %35,89 (429,5658 km²) alan ise yatay sahalar olarak tespit edilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. İnceleme Sahasında Bakı Sınıflarının Dağılışı

Yönler	Kapladığı Alan	
	(Km²)	(%)
Yatay	429,5658	35,89
K	112,129	9,37
KD	123,649	10,33
D	109,7902	9,17
GD	98,4856	8,23
G	69,6141	5,82
GB	63,8413	5,33
B	80,8204	6,75
KB	109,054	9,11

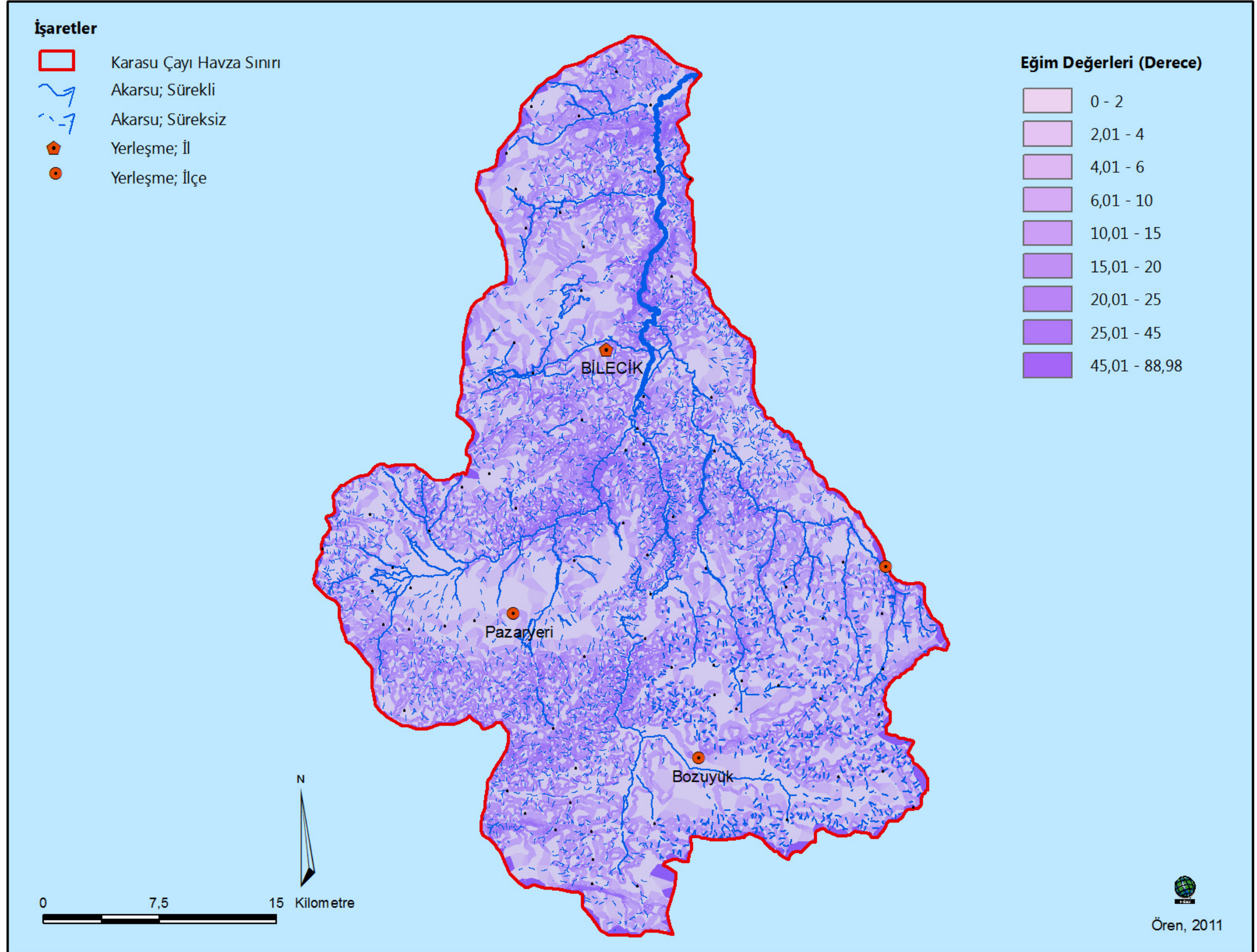
Bilindiği üzere Karasu Çayı Havzasının ve çevresi flüvyal morfojenetik bölge içinde yer almaktadır. Dolayısıyla flüvyal morfojenetik bölge olan inceleme alanında, bu birbirine yakın dağılış değerleri akarsuların aktif olduğunu ve araziye parçaladığını ortaya koyması bakımından da son derece dikkate değerdir. Ayrıca gerek tektonik nedenlerle, gerekse aşınma ve parçalanma sonucunda sahada, eğim değerlerinin birbirinden farklı olduğu alanlar meydana gelmiştir (Şekil 12).

Minimum 0 derece, maksimum 88,98 derece arasında değişen eğim değerlerinin inceleme sahasındaki ortalama değeri ise 9,76 derecedir (Şekil 13).

Şekil 12.

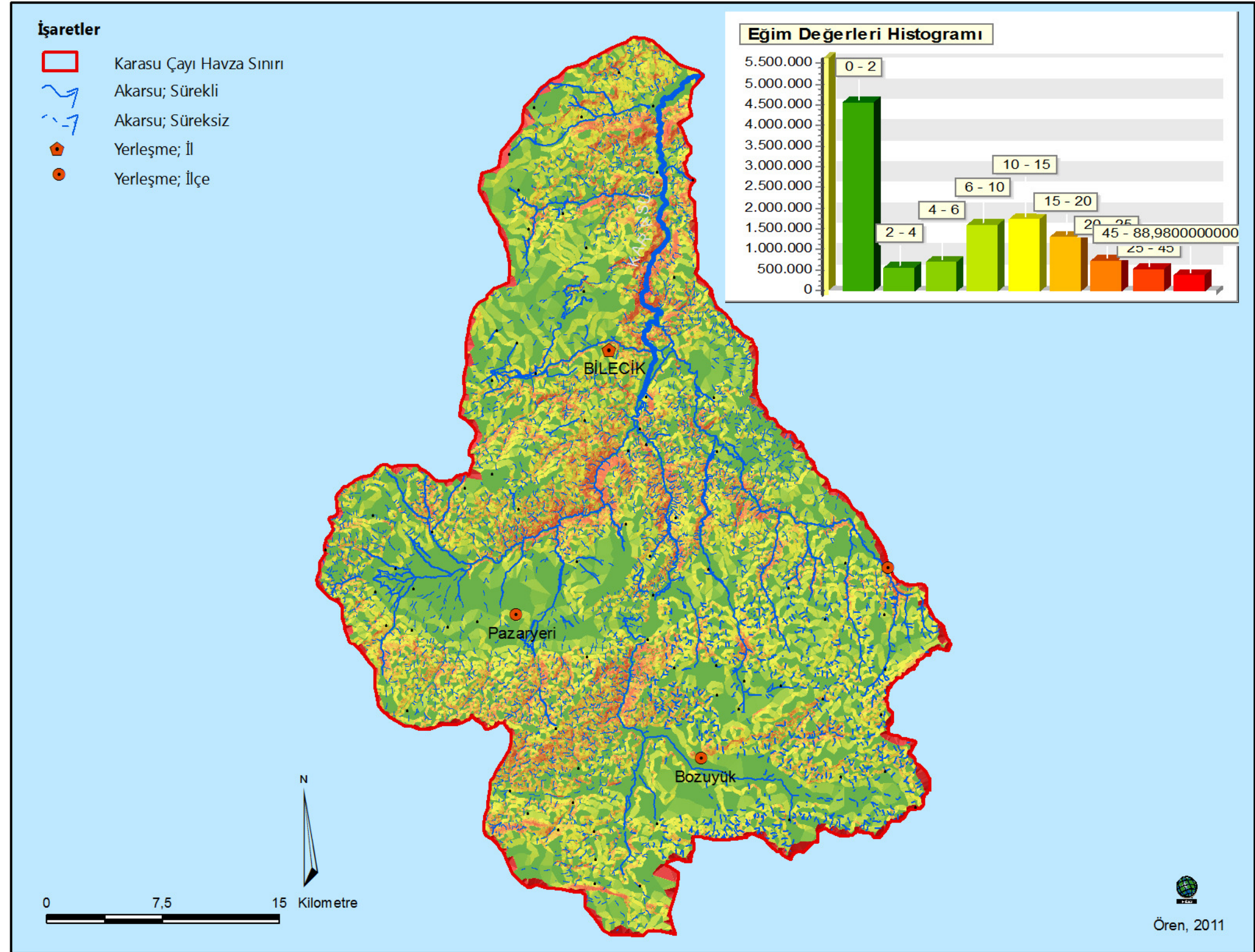
İnceleme Sahasının

Eğim Haritası (°)

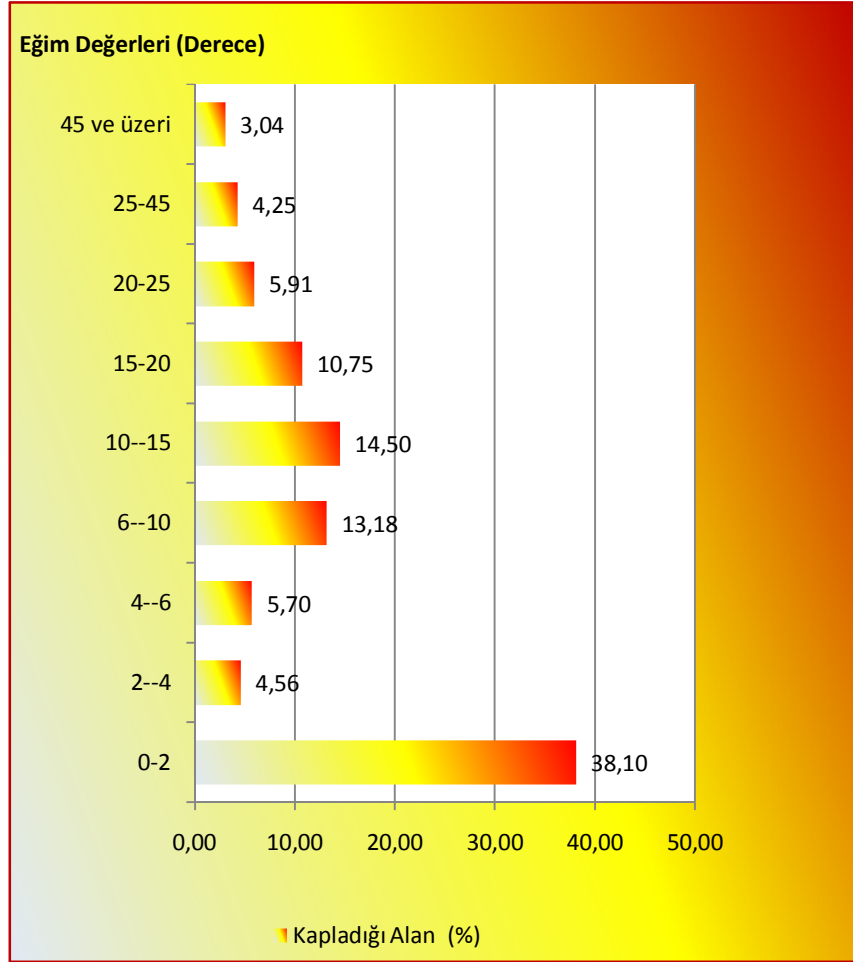


Şekil 13.

İnceleme Sahasının
Eğim Haritası ve Eğim
Değerleri Histogramı



Eğim değerlerinin alansal dağılışı bakımından toplam alan içerisinde % 38,10'luk oranla (456,0716 km²) yayılış alanına sahip 0-2 derece arasındaki eğim değerlerinin en büyük paya sahip olduğu görülür (Şekil 14).



Şekil 14. İnceleme Sahasında Eğim Sınıflarının Dağılışı

Bu değerleri, % 14,50 lik (173,6124 km²) paya sahip 10-15 derece, % 13,18 lik (157,7878 km²) paya sahip 6-10 derece, % 10,75 lik (128,6563 km²) alanda dağılmış olan 15-20 derece arasındaki sahalar izler (Tablo 3).

Bu bakımdan dikkat çeken husus 25 dereceye kadar olan saha tüm alanın % 92,71 ine (1109,5932 km²) sahip iken bu değerden büyük derecelerin yalnızca tüm alanın % 7,29 una (87,3562 km²) sahip bulunmaktadır.

Tablo 3. İnceleme Sahasında Eğim Sınıflarının Dağılışı

Eğim Değerleri	Kapladığı Alan	
	(Km²)	(%)
0-2	456,0716	38,10
2--4	54,5498	4,56
4--6	68,1864	5,70
6--10	157,7878	13,18
10-15	173,6124	14,50
15-20	128,6563	10,75
20-25	70,7289	5,91
25-45	50,9211	4,25
45 ve üzeri	36,4351	3,04

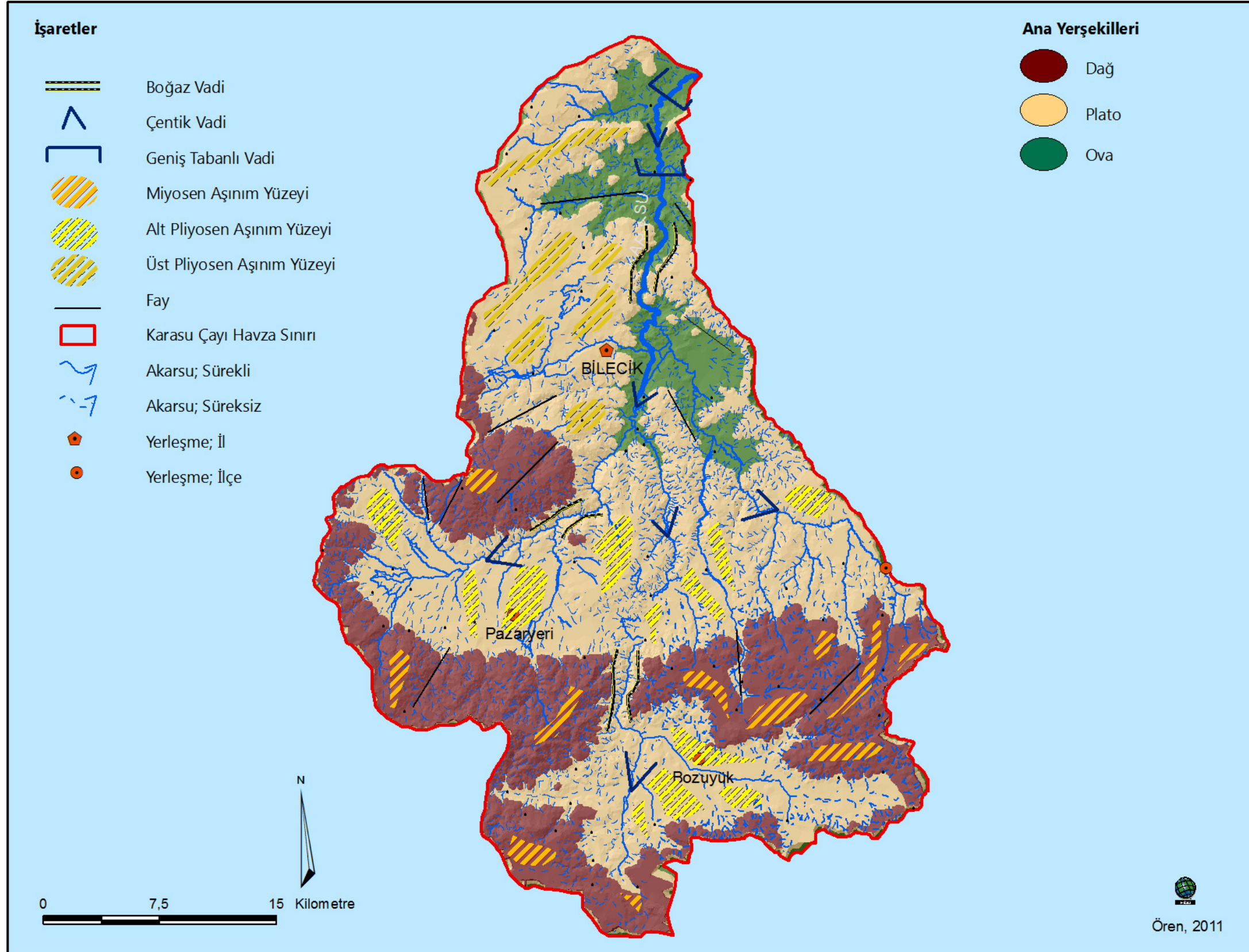
2.2. YERŞEKİLLERİ

Karasu Çayı Havzası rölyefi, gerek ana, gerek elemanter yerşekilleri bakımından farklı özellikler göstermektedir. İnceleme sahası, kapsadığı çeşitli şekiller, yerden yere ortaya koyduğu farklı görünümeler nedeniyle, tekdüze olmaktan uzaktır.

Burada yükselti, eğim, bakı ve parçalanma gibi temel özellikleri farklı olan yerşekli unsurlarının bir arada bulunduğı bir topografya söz konusudur. Derin yarılmış, gençleşmiş aşınım yüzeylerinden ibaret eğimli ve dalgalı plato ile dağ ve taşkın ovasından oluşan ana yerşekilleri, genellikle derin ve dar kanyon görünümli olmak üzere değişik profillerdeki akarsu vadileri, yamaçlar, yapısal şekiller, Karasu Çayı alüvyal vadi tabanı ve burada mevcut bulunan taraçalar flüvyal morfoiklimatik koşullar altında şekillenen başlıca rölyef elemanlarıdır.

Bu bakımdan inceleme sahasını ana jeomorfolojik bölümlerine göre üç grupta inceleyebiliriz. Bunlar; Karasu Çayı alüvyal vadi tabanı veya Karasu Çayı taşkın ovası, Karasu Çayı vadisini de çevreleyen plato sahası ve güneyde bunun çevresinde yer alan dağlık alanlardır (Şekil 15). Diğer bir bakış açısıyla da inceleme alanı, isminden de anlaşıldığı üzere Karasu Çayı ve kolları tarafından suları toplanan ve Sakarya Nehrine boşaltılan hidrografik bir havza teşkil ettiğı gibi, alçak taban kısmı ve bunun çevresinde yer alan nispeten yüksek alanlarla jeomorfolojik bir havza da meydana getirir (Şekil 16). Bu bakımdan havzada dikkat çeken en önemli jeomorfolojik birimler; taşkın ovasının yer aldığı havza tabanı ile bu ünitenin çevresinde yer alan nispeten yüksek dağ, tepe ve platolardan oluşan çerçevedir (Şekil 17, Şekil 18, Şekil 19).

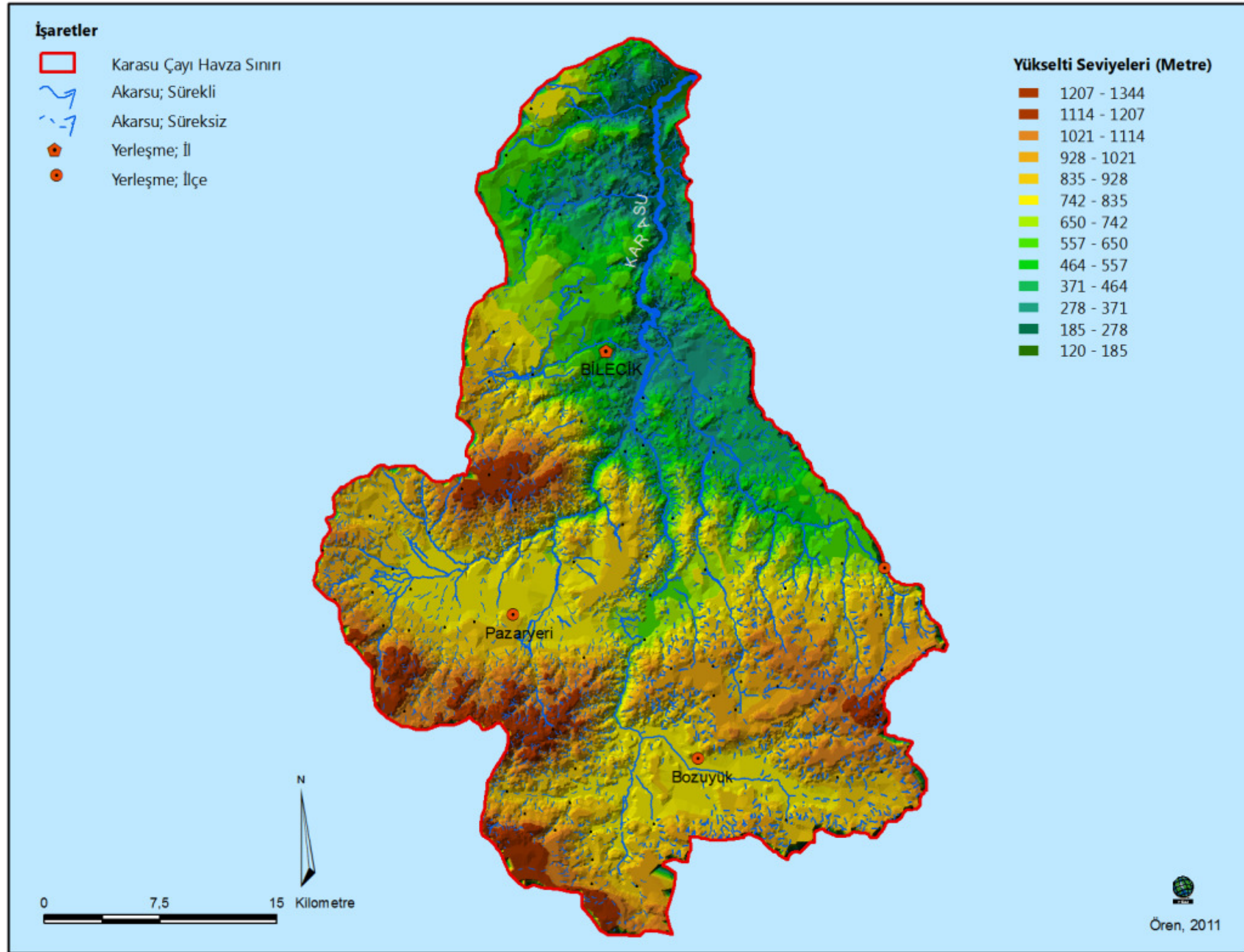
Şekil 15.
İnceleme Sahasının
Jeomorfoloji Haritası

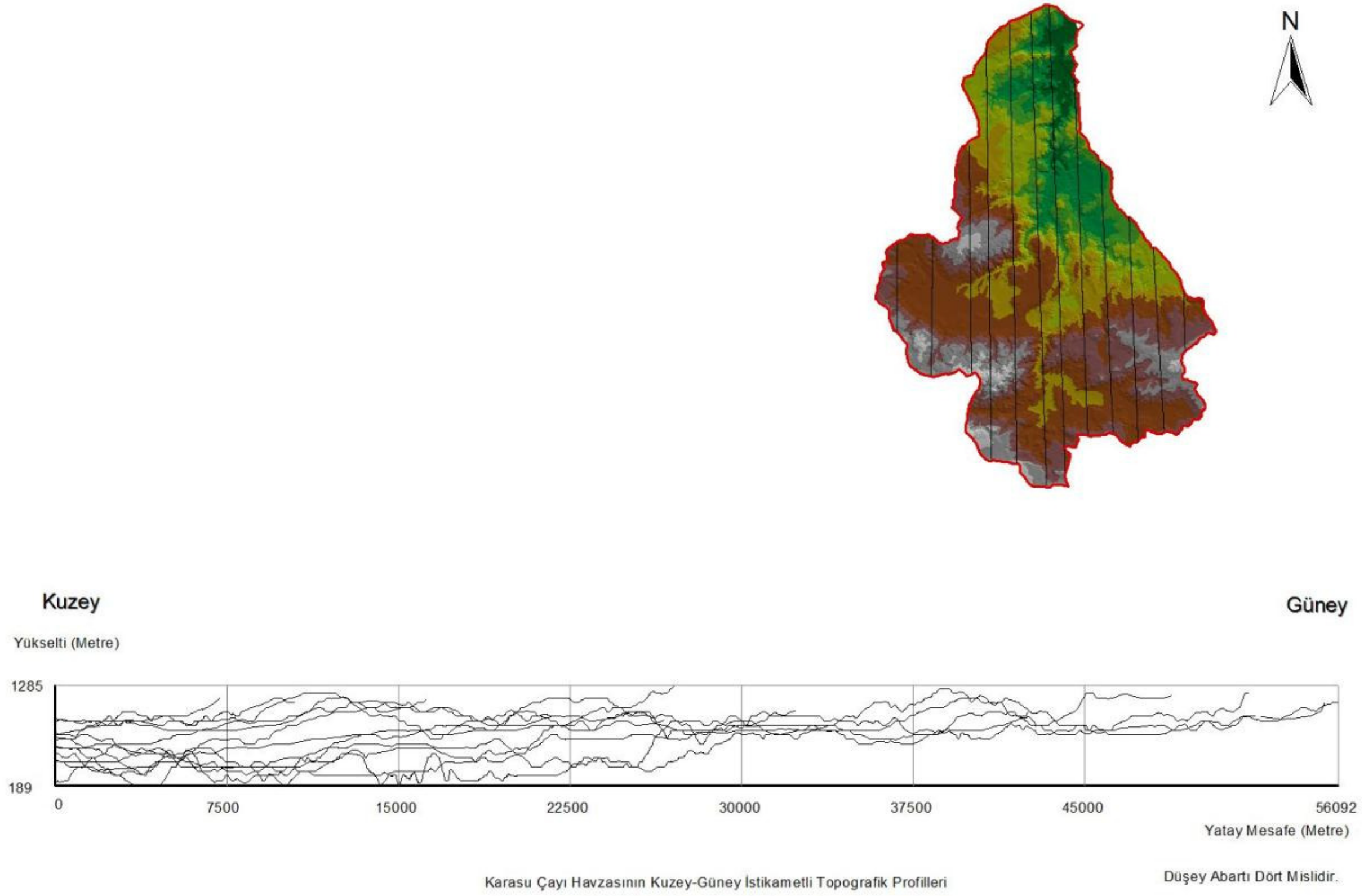


Şekil 16.

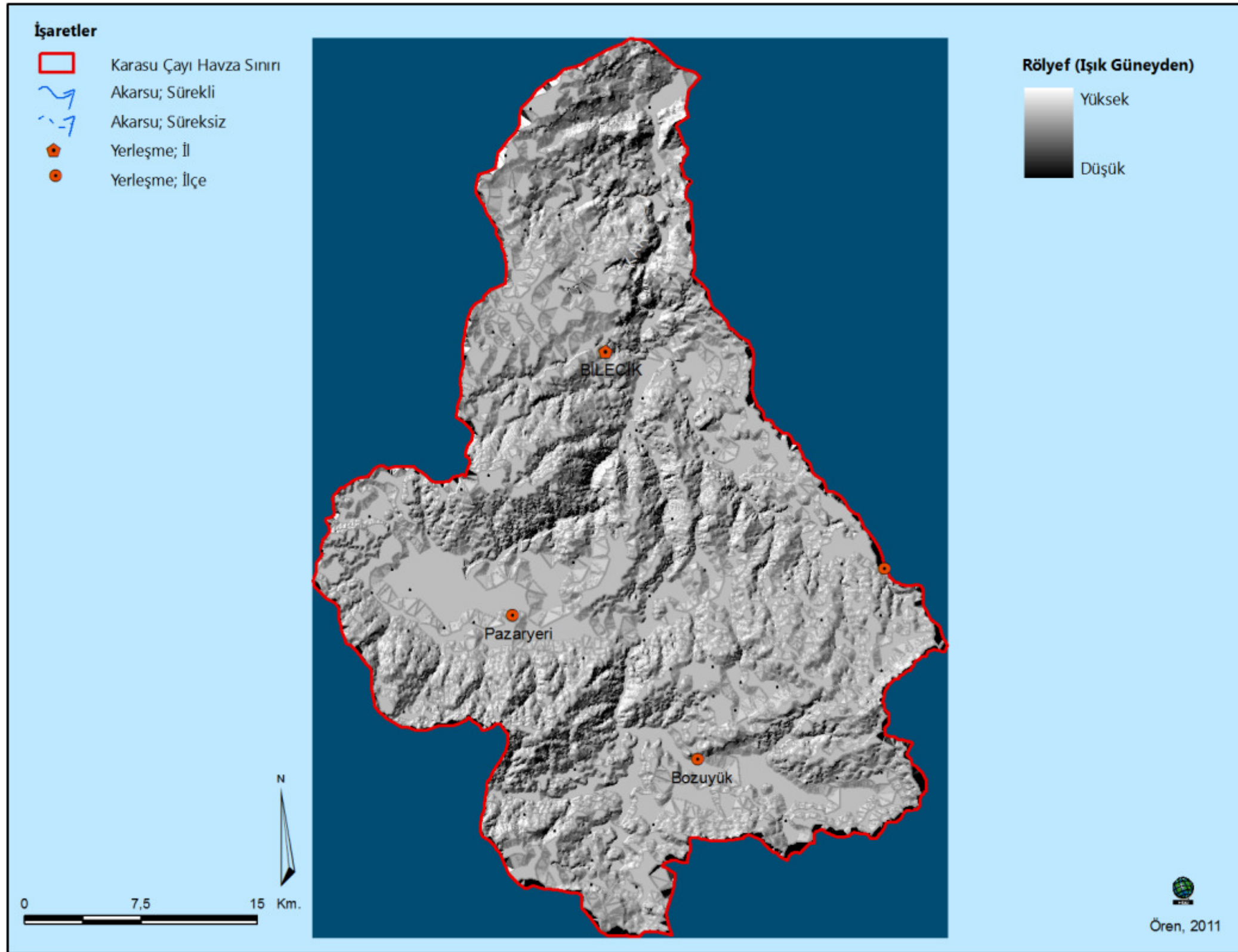
İnceleme Sahasının

Yükselti Kademeleri Haritası

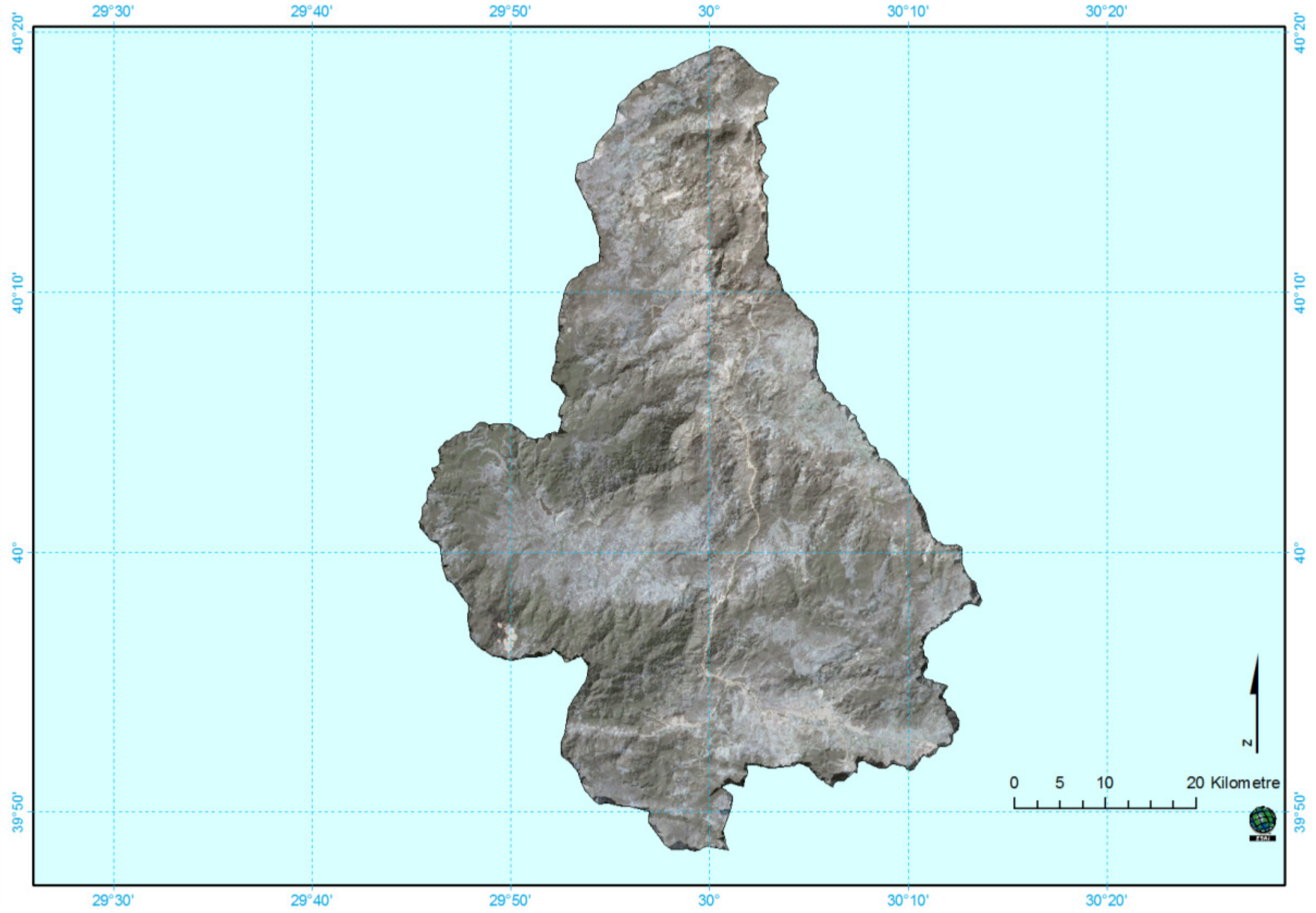




Şekil 17. İnceleme Sahasının Kuzey Güney Yönlü Profili



Şekil 18. İnceleme Sahasının Genelleştirilmiş Rölyef Haritası



Şekil 19. İnceleme Sahasının Uydu Görüntüsü

2.2.1. Havza Tabanı

Araştırma alanında Karasu Çayı ana akarsu vadisi ile yan kolları Armutlu Deresi, Kocadere, Söğüt Deresi, Sorgun Deresi, Beyliksu Deresi, Kanalar Dere ve Kapan Deresine ait alüvyal tabanlı vadiler bulunmaktadır.

Karasu Çayı ve kollarının taşıdıkları malzemenin birikim alanı olan havza tabanı, taşkın ovasından oluşmaktadır. Karasu Çayı'nın kaynağından itibaren kuzey istikamette akarak, güneydeki dağlık ve yüksek plato sahasından oluşan kısmı parçalayıp, Sakarya Nehrine ulaşmasıyla taşkın ovasının oluşum süreci başlamıştır. Söz konusu akarsu geçtiği sahaların litolojik yapısına ve dolayısıyla yana aşındırma etkinlik derecesine göre yer yer dar yer yer de geniş bir yatak içerisinde akmış ve akmaktadır. Bu esnada, akarsu eğimin azaldığı kısımlarda taşıdığı alüvyonları biriktirmeye başlamıştır. Sonuçta düz ve düze yakın eğimli, fazla geniş olmayan bir taşkın ovası meydana gelmiştir (Foto 11).



Foto 11. Karasu ayı Vadi Tabanına Ait Görünüm (Bayırköy)

3-4 derece gibi az eğimli olan bu birikim alanı kuzey – güney yönünde kuş uçuşu 20 km’ yi bulan uzunluğu ve yer yer 3 km’yi bulan genişliği ile yaklaşık 60 km² yüzölçüme sahip bulunur (şekil 20).

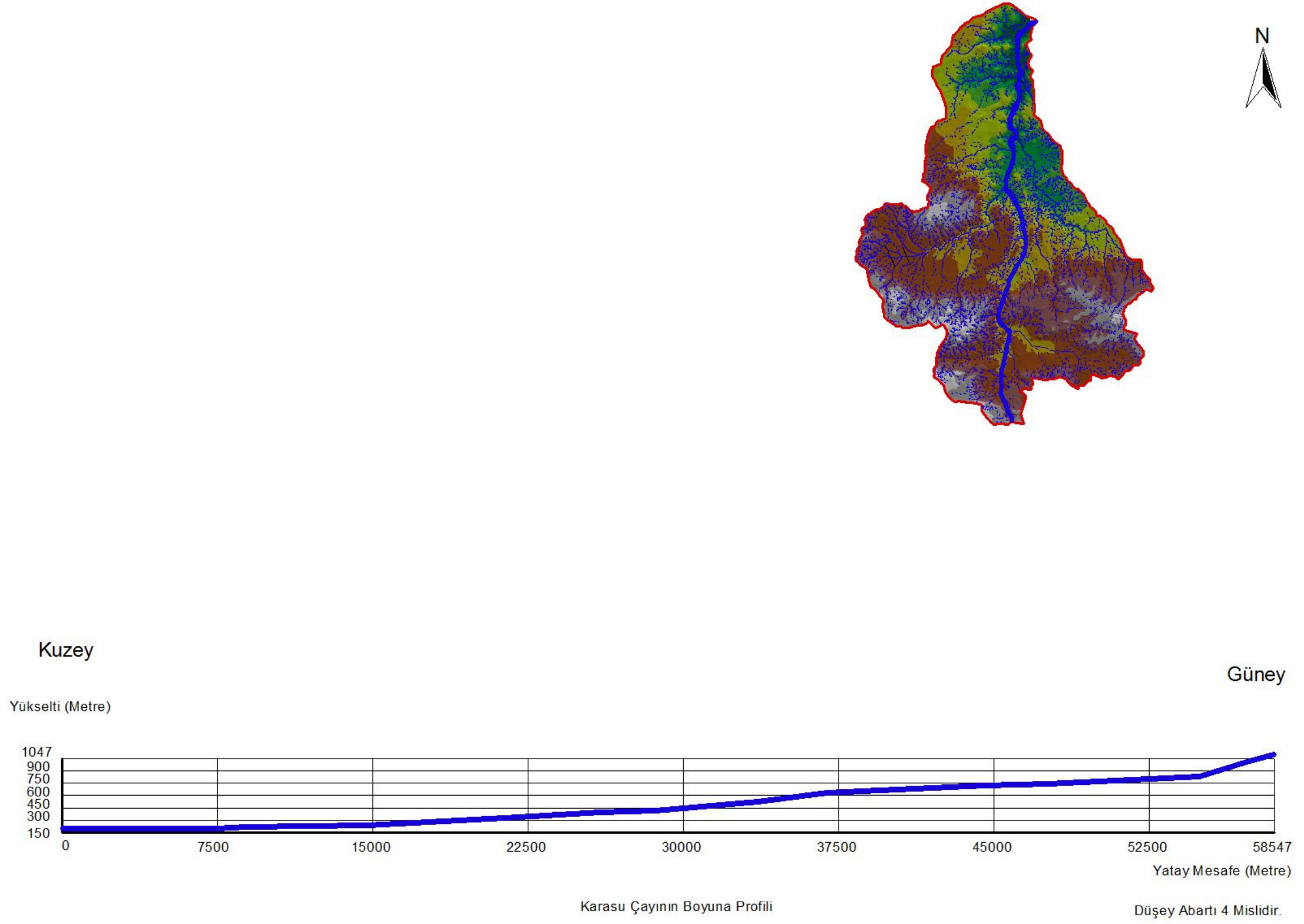
Güneyde 450 metrelerden başlayan taşkın ovasının taban yükseltisi kuzeyde 120 metrede son bulur. Bu duruma göre taşkın ovasının Sakraya Nehrine doğru olan kuzey – güney doğrultusundaki eğimi ise % 1,65’tir.

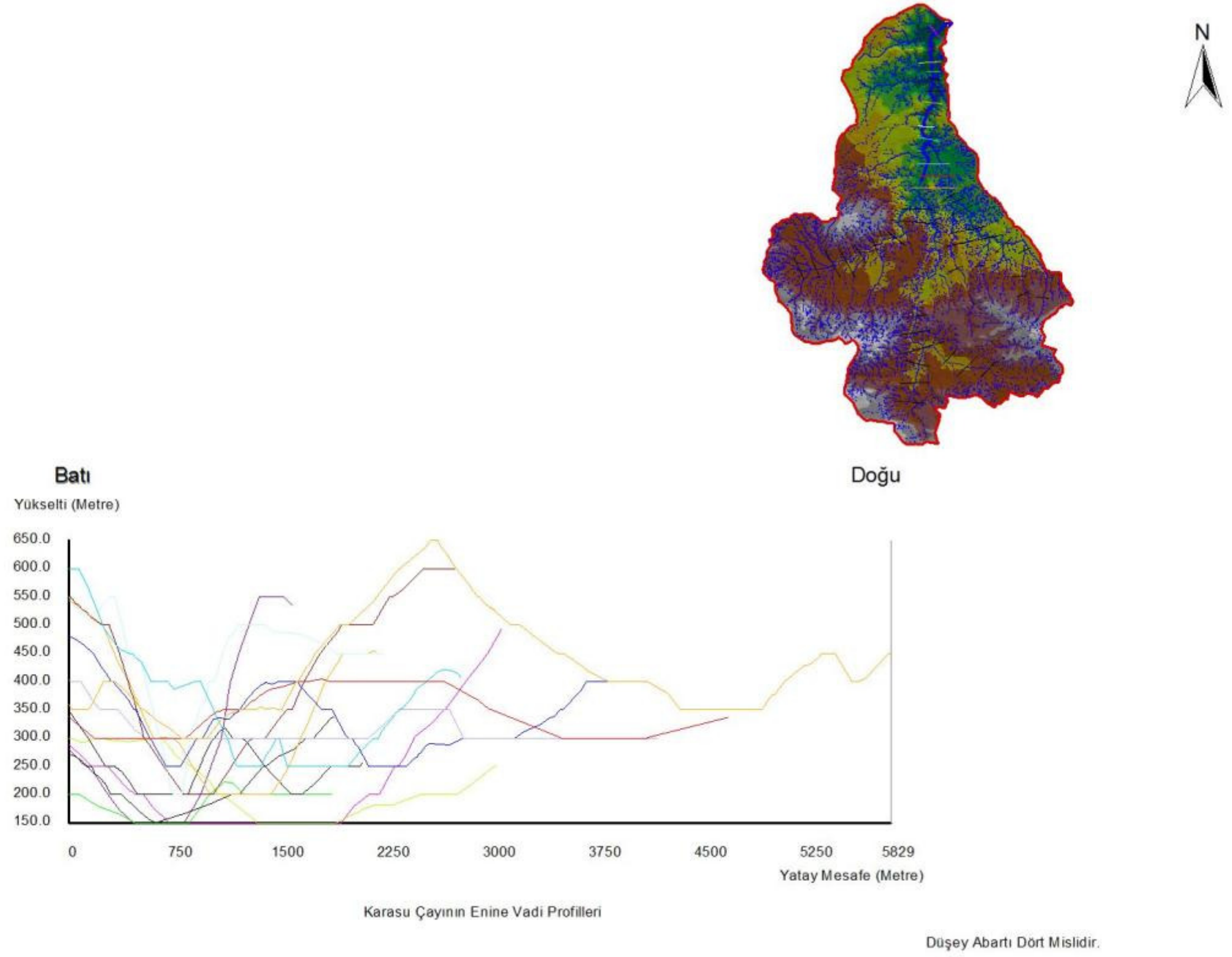
Taşkın ovasının bir diğer özelliği ise özellikle en kuzeyde söz konusu akarsuyun yatağının, alüvyal tabanlı geniş vadi konumunda olmasıdır (şekil 21).

Akarsuların debileri, yükleri ve yatak eğimleri birbirleriyle orantılı olarak değişir. Akarsuyun oluşum ve gelişim sürecinin olgunluk safhasını karakterize eden

akarsuyun boyuna profili, iç bükey ve kaynak kısmına doğru, yükselen şekildedir. Akarsu bu durumda iken yatak eğimi ve enerjisi arasında bir denge meydana gelmiştir ve ancak mevcut yükü taşıyabilecek enerjiye sahiptir. Bu şekilde denge profilini kazanmış bir akarsu artık menderesler resmederek akmaya başlamıştır. Akarsuyun özellikle Sakarya Nehrine karıştığı kısımlarda yer yer mendereslenmeler görülmektedir.

Şekil 20.
Karasu Çayının Boyuna
Eğim Grafiği





Şekil 21. Karasu Çayının Enine Vadi Kesiti

Pliyosen sonlarında oluşmaya başlayan akarsu ağının merkezinde yer alan ana akarsu bugünkü Karasu Çayı ile hemen hemen aynı istikamette fakat çok daha yüksek bir seviyede akmakta idi. Karasu Çayı vadisi, Bozüyük'ün güneyinde Daridere mevkiinden kaynağını alarak kuzeye doğru devam etmektedir. Akarsuyun derine doğru olan bu kayma hareketi aşınımına fazla dirençli olmayan birimlerinin yarılmasını netice vermiştir. Bu seyri esnasında vadi derinliği kuzeye gidildikçe artmaktadır. Dirençli birimlerle karşılaşan akarsu, eski aşındırma hızını bu alanda gerçekleştirememiştir fakat örtü tabakalarını parçaladığı şekliyle temele de gömülmüştür. Böylece sahada epijenik karakterli boğazlar açılmıştır.

Ayrıca akarsuyun bazı yerlerde menderes hareketleri yaparak akması sonucunda menderes yenikleri oluşmuştur. Bu sahalarda menderesler çizerek akan Karasu Çayı'nın aynı aşınım devresi içinde, mendereslerin gelişmelerine bağlı olarak meydana getirdiği devresel olmayan taraçalar da yer almaktadır. Söz konusu taraçalar menderes bükümlerinin konkav kıyıya doğru kaymaları sonucu meydana gelmişlerdir. Bu taraçalar, kenarlarında yer aldıkları akarsudan ancak birkaç metre yüksekte bulunurlar. Ayrıca bu taraçalar üzerinde eğim değerleri de fazla değildir.

Karasu Çayı'nın iç bükey yamaçları üzerinde alüvyonların birikmesi sonucu oluşan burun seti depolarına da rastlanmaktadır. Yine aynı kısımda mecranın eğim değerlerinin azaldığı alanlarda akarsuyun taşıdığı malzemenin birikmesine bağlı olarak kum ve çakıl adacıkları da oluşmuştur.

Plato sahasından ovaya inilince birikinti konileri görülmektedir (Foto 12). Birikinti konileri alçak plato alanlarından havza tabanına geçişin olduğu eğimli yamaçlardan sonra taşkın ovasına geçen akarsuyun burada eğimin azalmasına bağlı olarak taşıdığı yükü biriktirmesi sonucu oluşmuşlardır.



Foto 12. Birikinti Konisi (Kapanalan)

2.2.2. Plato Alanları

İnceleme alanında havza tabanı ile dağlık alanlar arasında yer alıp çok çeşitli litolojik birimler üzerinde gelişmiş bulunan ve en fazla yayılış alanına sahip morfolojik ünite olan platolar, iki seviye halindedir. Bunlardan birincisi, Karasu Çayını çevreleyen alçak kademelerdir. Diğeri ise, kabaca güneyde güney dağlık alanın kuzey ve doğu kesimini çevreledikten sonra, su bölümü hattına uzanan güneydeki bölümüdür. Plato sahası vadilerle oldukça sık bir şekilde parçalanarak, yer yer münferit tepelerden ibaret kalmış (Foto 14, 15, 16, 17), bir plato sahasına karşılık gelmektedir (Şekil 22). Plato alanları her iki bölümde iki farklı yükselti seviyesi üzerinde yer almaktadır. Yüksek plato kademeleri, Alt Pliyosen aşınım yüzeylerine, alçak plato kademeleri ise Üst Pliyosen aşınım yüzeylerine karşılık gelmektedir

(Şekil 23). Buradaki akarsular söz konusu her iki aşınım yüzeyini de parçalamışlardır. Yüksek plato kademesinde drenaj son derece gelişmiş, bu alanda derin vadiler açmıştır. Alçak plato kademesinde ise aynı ağ sistemi, özellikle dirençsiz kısımlarda gelişme imkânı bulmuştur. Sonuçta geniş sahalar kaplayan aşınım yüzeyleri ve dolayısıyla platolar yer yer sırt ve tepeler haline dönüştürülmüş, yer yer de ortadan kaldırılmıştır.

Her iki plato kademesinde dikkat çeken bir özellik de akarsu vadilerinin enine profilleridir. Akarsuların üst mecralarına karşılık gelen bu sahalar genellikle “V”, profillidir.

Kuzeydeki alçak seviyedeki plato sahası, kuzeyde hemen hemen taşkın ovası sınırlarından başlayıp su bölümü hattını takip ederek güneye doğru uzanır. Havza tabanından 650-700 m'lere kadar çıkan kısmı alçak plato alanlarına (Foto 13) karşılık gelirken bu yükseltilerden dağlık alan sınırına kadar çıkan kısmı yüksek plato alanlarına karşılık gelmektedir. Plato büyük oranda yarılmış ve parçalanmıştır. Bu yarılmadaki temel faktörlerin başında sahanın genç tektonik hareketlerle yükselmiş olması gelir. Bu süreçte Karasu Çayı süratle yatağına gömülmüş ve yukarıda belirtilen kollarıyla beraber araziye geniş ölçüde yarmıştır. Bununla birlikte sahada yayılım gösteren Miyosen yaştaki Gemiciköy Formasyonu büyük oranda ortadan kaldırılmıştır. Bunun sonucunda bazı kısımlarda alttaki temel arazi ortaya çıkmaktadır. Parçalanma değerleri kuzey ve kuzeydoğudan güneye ve güneybatıya doğru giderek azalmaktadır. Bu kısımların yarıma derecesinin fazla olması akarsuların genellikle orta kısımlarına karşılık gelmesindendir.



Foto 13. Alçak Plato Sahası (Vezirhan Güneybatısından Kuzeydoğuya Bakış)



Foto 14. Korkayası Tepe (Bayırköy Güneyi)



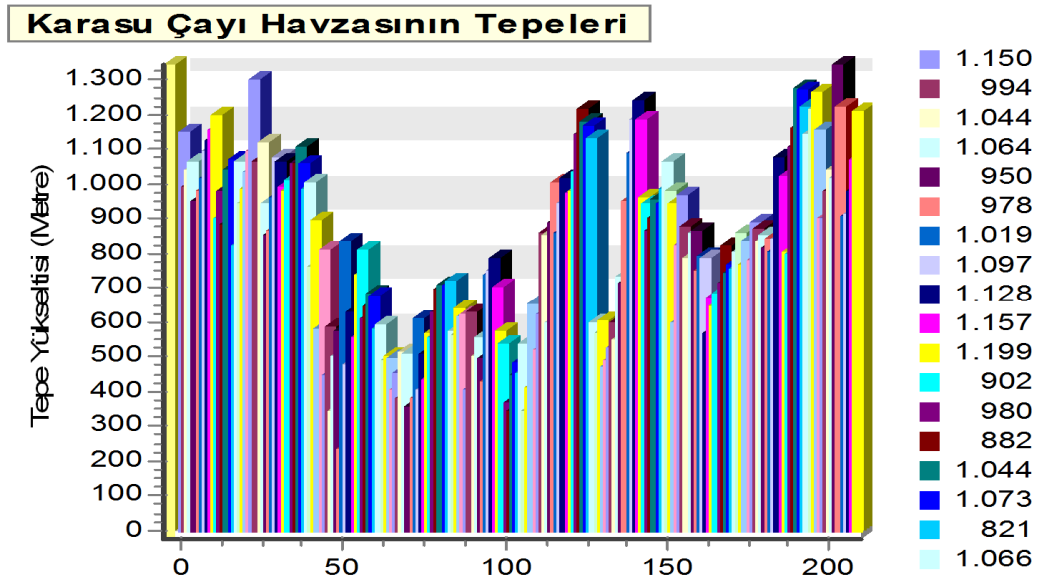
Foto 15. Yedimezarlar (Balıkkaya) Tepe (Bayırköy Güneyi)



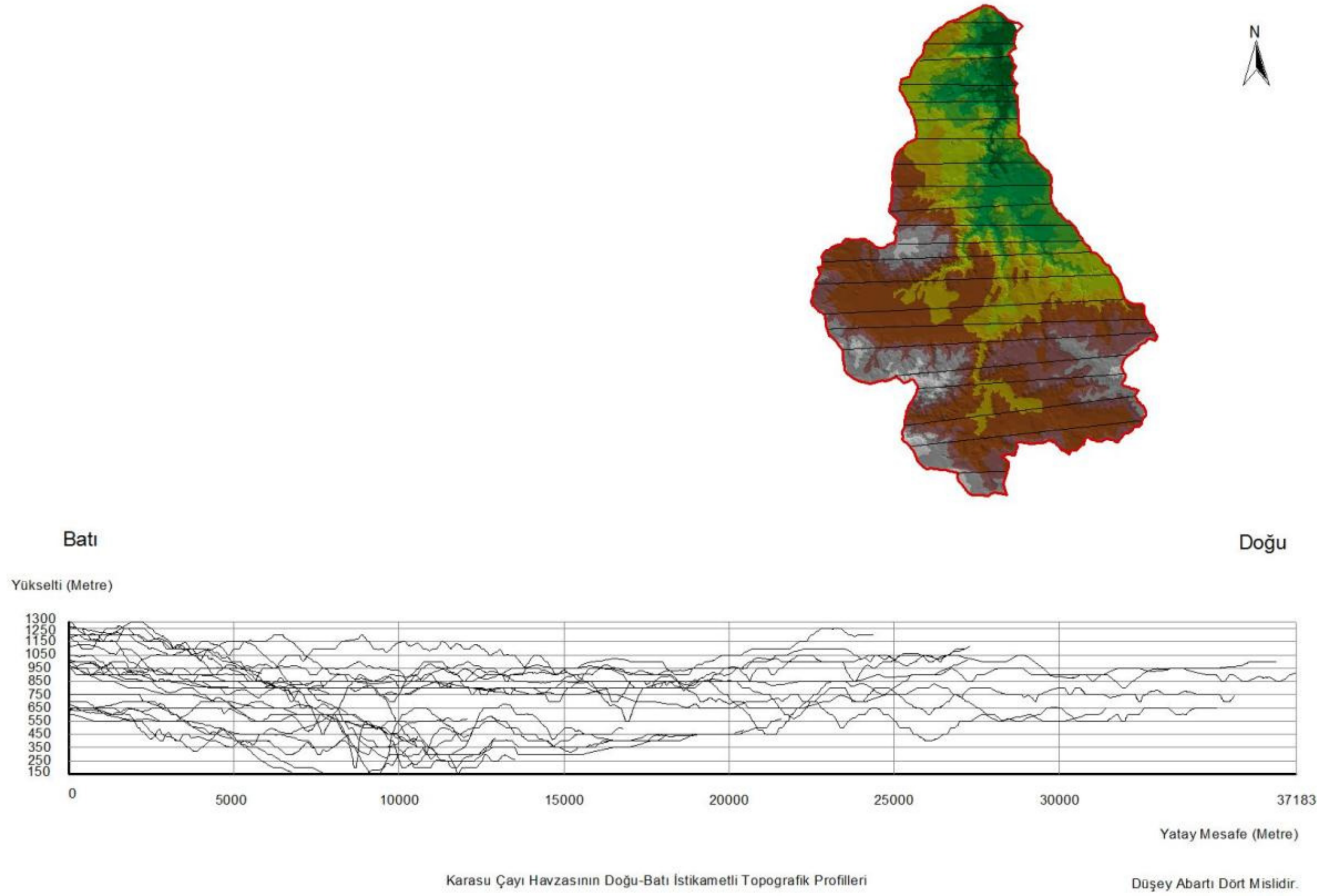
Foto 16. Yedimezarlar (solda) ve Korkayası (sağda) Tepeleri (Bayırköy'ün
Kuzeyinden Güneye Bakış)



Foto 17. Sivri Tepe (Vezirhan Güneyi)



Şekil 22. Karasu Çayı Havzasının Başlıca Tepeleri



Şekil 23. Karasu Çayı Havzasının Doğu Batı İstikametli Topografik Profilleri ve Aşınım Yüzeyleri

Gerek akarsuların doğduğu yüksek kısımlarda gerekse de aşağı mecralarda bu değer nispeten daha azdır.

Ayrıca yüksek plato alanlarından alçak plato alanlarına geçiş daha dik ve yüksek yamaçlarla olur. Bunun nedeni sadece, vadilerin yeni devreye ait genç şekiller olmasından değil, aynı zamanda farklı dirençteki litolojik birimlerin varlığından ve bu alanların akarsuların orta mecralarına karşılık gelmesindendir.

Buradaki eğim değerleri genellikle 15 dereceden büyüktür. Alçak plato alanlarından ovalık kısımlara geçişte sınırı oluşturan 6-10 derece arasında eğim değerine sahip diklikler buradakilere göre daha küçüktürler.

Dirençli metamorfik kayalarından oluşan yüzeyleerde parçalanma nispeten az ve eğim değerleri yüzeyde 10 dereceden küçüktür. Ancak özellikle faylar tarafından parçalanmış ve ardından bu hatta yerleşmiş akarsuların bulunduğu vadilerde yamaç eğimleri son derece yüksektir. Bunun nedeni dirençli olan fakat fazla geçirimli olmayan kayalar üzerinde akarsu ağının fazla gelişmemiş olmasıdır. Böylece akarsu fazla kol alamadığı için yanlardan parçalanma ve genişleme de sınırlı olmaktadır. Dirençsiz birimlerin bulunduğu alanlarda parçalanma ve yarıma fazladır. Ancak buradaki akarsu vadilerine ait yamaçların eğim değerleri dirençli kayalarındakine göre daha azdır.

Plato sahasında, tabaka doğrultusunda uzanan vadi sistemleri, yine direnç farkına bağlı olarak yer yer asimetrik olarak gelişmişlerdir. Özellikle Karasu Çayı şimdiki yatağının kuzeyinde bulunan eski yatağında bir taraftan derine doğru diğer taraftan da tabaka eğimi yönünde yana doğru aşınım faaliyetini sürdürmüştür. Bugün gömük menderesli bir akarsu olan Karasu Çayı'nın kuzey kısmında iç ve dış bükey yamaçlar düzgün bir görüntü ortaya koyamamıştır. Karasu Çayı'nın kuzeyinde vadi

tabanından itibaren yaklaşık 50 m yukarıdan başlayarak daha yüksekte olan bazı düz seviyeler dikkat çekmektedir. Bu düz seviyeler parçalanarak tepelik bir görünüm almıştır. Ancak tepelerin hemen hemen hepsinin yükseltileri birbirine uymaktadır.

Bu seviyeler Üst Pliyosen aşınım yüzeyi parçalarına karşılık gelmektedir. Karasu Çayının en kuzeydeki kolu olan Kapan Dere buradaki marn ve kumtaşından oluşan Bayırköy Formasyonunun üzerini örten Jura kalkerlerinden müteşekkil kabaca batı-doğu doğrultusunda uzanan antiklinal eksenine yerleşmiştir. Yukarıda bahsettiğimiz düz seviyeler de bu antiklinalin güney kanadını oluşturmaktadır.

Kapan Deresi Vadisi, Beyce yakınlarından başlayarak Bayırköy’de son bulur. 7-8 km uzunluğa sahip vadinin Sarmaşık Tepe civarında yamaçlarının dikleştiği gözlenmektedir (Foto 18; Foto 19). Kapan Dere, bazı kısımlarında ise genişleyerek taşkın ovası özellikleri göstermektedir (Foto 20).



Foto 18. Kapan Dere (Aşağı Mecra)



Foto 19. Kapan Dere Vadisi (Bayırköy-Sarmaşık Arası)



Foto 20. Kapan Deresi Vadi Tabanı (Bayırköy)

Kuzeydeki plato alanları faylarla da parçalanmışlardır. Bu parçalanma doğu kesimde daha fazladır. Burada genel istikameti kuzeybatı-güneydoğu olan faylar yaygın olarak bulunur.

Bu alanda özellikle Vezirhan'ın doğusu ve batısı faylarla büyük oranda parçalanmıştır. Vezirhan'ın batısında hem kuzeyden gelen bir bindirme hem de kuzeybatı-güneydoğu ve güneybatı-kuzeydoğu yönünde faylanmalar söz konusudur. Burada yer alan Kanalar Dere bu bindirmenin ve güneybatı-kuzeydoğu yönünde uzanan fay hattına yerleşmiştir.

Ayrıca bu bahsettiğimiz faylanma sonucunda Çukurören Köyü yakın güneyinde oluşan fay kaynaklarına bağlı olarak traverten depoları çökelmiştir (Foto 21, Foto 22). Bu travertenlerin üst seviyelerine doğru çanak, çömlek parçaları bulunmuştur. Arkeologlar ile yapılan sözlü görüşmeler sonucunda bunların Geç Bizans dönemine ait olduğu anlaşılmıştır. Buna dayanarak bu travertenlerin Kuvaterner yaşlı olduğunu ifade edebiliriz. İnceleme sahasında görülen aşınım yüzeylerinin çeşitli yönlerde meyillenmiş olması ve asılı vadilerin varlığı bu sahada genç tektonik hareketlerin varlığını kanıtlamaktadır.



Foto 21. Traverten Basamağı (Çukurören)



Foto 22. Traverten Basamağı Üzerindeki Küçük Şelale (Çukurören)

Kanalar Deresi, Çukurören Köyü batısında yer alan Gökpınar ve Taşçılar Köyleri çevresinden kaynaklanarak doğuya doğru devam eder ve Taşocaktepe Mevkii'nde Karasu ayı'na kol olarak katılır. 7-8 km uzunluğa sahip vadi, Kabaardıtepe mevkiinde doğuya doğru dar ve derin bir görünüm kazanmaktadır (Foto 23).



Foto 23. Kanelar Deresi (Aşaağı Mecra)

Alçak Plato sahasındaki Karasu ayının kollarından biri de Beyliksu Deresi'dir. Bu dere bulunduğu araziye gömülmüş ve derin vadiler oluşturarak plato sahasının parçalanmasında rol oynamıştır. Beyliksu Deresi, Ulupınar Köyü ve Karanlık Tepe (1057 m) civarından kaynağını alır. Söz konusu derenin oluşturduğu vadi yaklaşık 10-12 km uzunluğa sahiptir ve tabanda 50 m genişlik göstermektedir.

Bilecik şehir merkezi içerisinde geçen Beyliksu Deresi Vadisi, batı-doğu yönünde uzanış gösterir (Foto 24, Foto 25).



Foto 24. Beyliksu Deresi Vadisi (Bilecik)

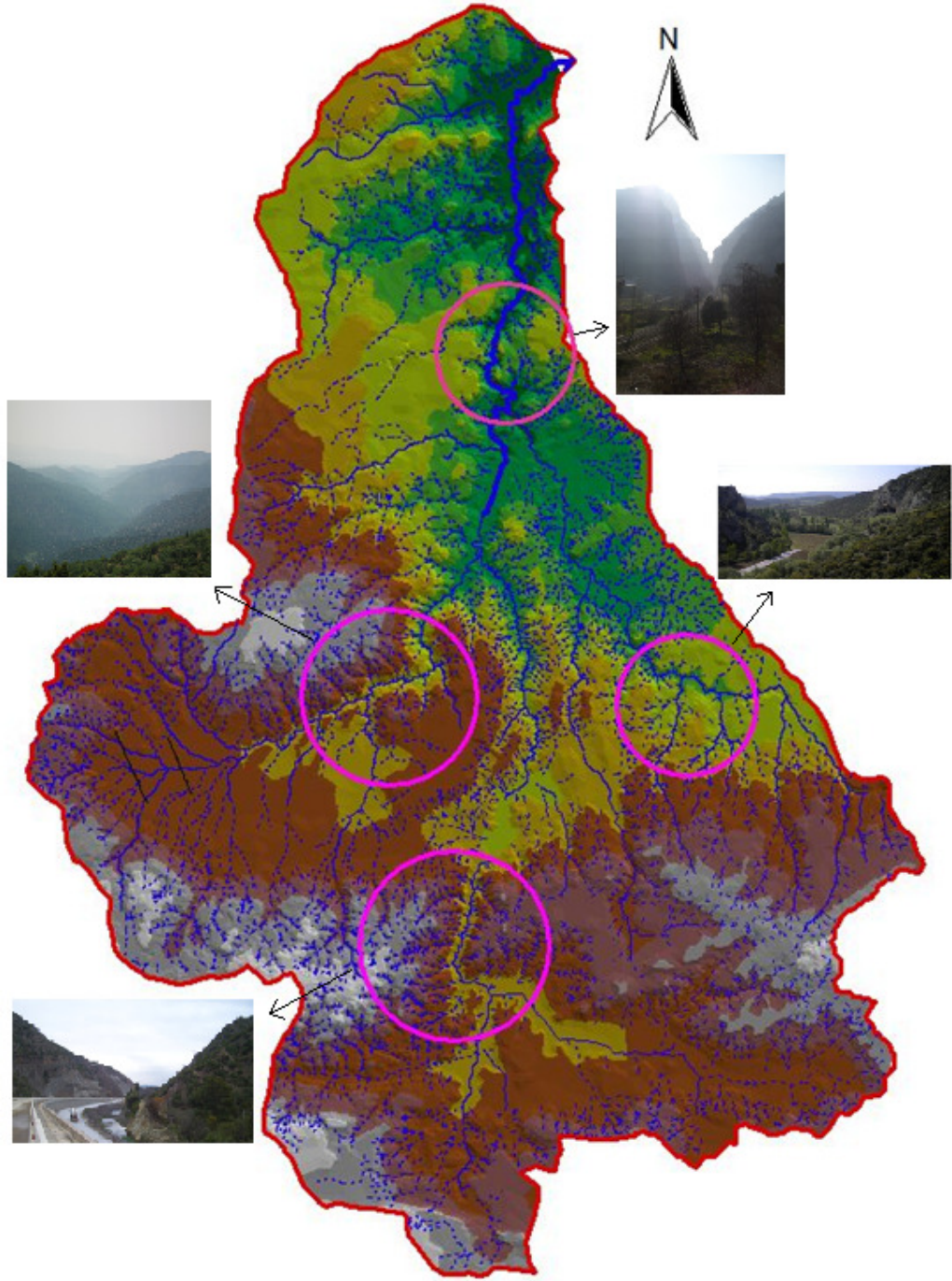


Foto 25. Beyliksu Deresi Vadi Tabanı (Bilecik)

Bilecik demiryolu istasyonu ile kuzeyinde yer alan Vezirhan arasındaki kısımda Karasu Çayı epijenik vadiler açmıştır (Şekil 24.) Söz konusu akarsu, Pelitözü doğusunda yayılış gösteren Paleozoik yaştaki Derbent Kireçtaşlarından oluşan araziye epijenik tarzda gömülerek 300-350 m derinliğe sahip olan Pelitözü Boğazı'nı oluşturmuştur. (Foto 26).



Foto 26. Pelitözü Boğazı (Pelitözü Doğusu)



Şekil 24. İnceleme Sahasındaki Başlıca Boğazlar

Pelitözü Boğazı'nın kuzey ucunda Karasu Çayına karışan ve süreksiz bir akarsu olan Badun Deresi, yukarı ve orta mecrasına karşılık gelen batı kesimde plato sathı üzerinde geniş tabanlı bir vadi geliştirmiştir. Buna karşılık, aşağı mecrasında Karasu Çayı'ndaki gömülmeye bağlı olarak Aşağı Badun Boğazını meydana getirmiştir (Foto 27).



Foto 27. Aşağı Badun Boğazı (Pelitözü Doğusu)

Karasu Çayı, Kızılkaya Tepesi yakınlarındaki boğazdan sonra kuzeydoğu yönünde ilerler. Bu boğazın 1 kilometre ilerisinde Kızılkaya Tepe batısında sert Mesozoik kalkerler içerisinde dar ve derin bir boğaz geliştirmiştir. Karasu Çayı vadisi ile aynı doğrultuda uzanış gösteren ve dirençsiz şistlerden oluşan boyun noktası yerine kalkerler içerisinde bir boğaz geliştirmesi, bu boğazın epijenez olayı ile açıldığının en önemli kanıtıdır. (Foto 28).



Foto 28. Karasu Çayının Açtığı Boğaz ve Bu Boğazın Doğusundaki Kızılkaya Tepe
(Vezirhan Güneyi)

Güney ve güneydoğudaki yüksek seviyedeki plato sahası (Foto 29), kuzeyde alçak kademedeki plato seviyesinden başlayarak güneydeki yüksek dağlık alanları çevreler ve yer yer buradaki su bölümü hattına kadar uzanır.



Foto 29. Yüksek Plato Sahası (Aşağıköy'ün Güneydoğusu)

Yüksek plato alanlarından alçak plato alanlarına geçişteki diklik litolojik özelliklerden çok tektonik özelliklere bağlı olarak oluşmuştur. Daha önce de belirtildiği gibi havzanın güney - güneydoğu kesiminin yükselmesi, Eosen sonunda güneyden gelen baskı sonucu oluşan bindirme nedeniyledir.

Vadilerle parçalanmış tepeler ve sırtlar üzerinde Alt Pliyosen yaşlı bir aşınım yüzeyinin gelişmiş olması dikkat çekmektedir. Bu yüzeyi parçalayan vadiler, geniş ve fazla eğimli olmayan yamaçlara sahiptirler.

Yüksek Plato sahası, Karasu Çayının kolları olan Sorgun Deresi, Söğüt Deresi, Kocadere ve Armutlu Deresi ile bunların yan kolları tarafından parçalanmıştır.

Çok geniş bir su toplama havzasına sahip olan Sorgun Deresi, Büyükelmal, Bahçesultan, Küçükkelmal ve Alınca köylerinin sularını toplayarak oluşur ve ana akarsuyun aktığı tabanda geniş, sularını topladığı yan kolların tabanlarında ise, daha dar alüvyal bir tabanda akmaktadır. Bu alüvyal tabanların etrafında Kınık, Küçükkelmal ve Gümüşdere çevresinde, Miyosen yaştaki Gemiciköy Formasyonu yayılım göstermektedir. Sorgun Deresi, Adabayırı Tepe yakınlarında gömülerek dar ve derin bir vadi oluşturmuştur. Bazı yerlerde vadi genişliği 50 m civarındadır (Foto 30, Foto 31). Sorgun Deresi, bu derin vadide güneybatı-kuzeydoğu yönünde buradaki yapı hatlarına uygun olarak metamorfik şist ve kalkerler içerisinde 15 km boyunca akmaktadır. Bu derenin kuzeyi birden yükselen yamaçlara sahiptir ve burada plato ve özellikle dağlık sahalar mevcuttur. Güneyi ise, derin vadi yamacından itibaren düze yakın dalgalı ve geniş bir plato özelliği göstermektedir. Bu saha ise, Sorgun Deresinin güneyden aldığı yan kollarından olan Karapınar ve Değirmen Dereleri

tarafından parçalanmıştır ve eğim değerleri 0-2 derece arasında değişen kısımlarında geniş bir alüvyal saha meydana getirmişlerdir. Sorgun Deresi, Küplü yakınlarında Karasu Çayı'na dökülmektedir.



Foto 30. Sorgun Deresi Vadisi (Aşağı Mecra) (Küplü)



Foto 31. Sorgun Deresi Vadisi (Orta Mecra) (Şükraniye'den Güneybatıya Bakış)

Söğüt Deresi, Dereboyu ve Söğüt'ten kaynağını alarak güneydoğu-kuzeybatı yönünde akış gösterir ve güneyindeki sahadan güney-kuzey yönünde uzanan çok sayıda kol alır. Söğüt Deresi, üst mecrasında Dereboyu kuzeyinde formasyon sınırlarına yerleşmiştir. Buradan itibaren kuzeybatı yönünde araziye gömülü olarak epijenik bir vadi içerisinde akmaktadır. Bu kısımdan Karasu Çayına döküldüğü yere kadar yer yer daralıp genişleyen alüvyal bir tabanda akmaktadır. Alibeydüzü'nden kaynağını alan Kurtköy Deresi, Söğüt Deresinin en önemli ve en uzun mecraya sahip koludur. Oldukça geniş bir tabanda ilerleyen Kurtköy Deresi Akçapınar kuzeyi ile Kurtköy kuzeyinde dar ve derin boğazlar açmıştır. Vadi tabanı genişliği 2-3 km den boğazlarda 250 m civarına kadar azalmıştır. 16-18 km uzunluğa ve 1-2 km genişliğe sahip vadi tabanı ile Söğüt Deresi ve yine aynı özelliklerde yan kolu olan Kurtköy Deresi alanı önemli ölçüde parçalamıştır. Söğüt Deresi, Karasu Çayına dökülmeden önce, buradaki Miyosen yaştaki Gemiciköy Formasyonundan altındaki Jura kalkerlerinden müteşekkil temele gömülmesi sonucunda epijenik karakterli boğazlar oluşturmuştur. Söğüt Deresi kuzeyde Gevelez Tepe mevkiinde bir kanyon içerisinde geçmektedir (Foto 32). Buradan kuzeye doğru Adabayırı Tepe mevkiinde yapıyı adeta keserek devam eder. Burada yer alan Karatepe Formasyonunun teşkil ettiği Adabayırı Tepenin kuzeyindeki sahaya epijenik olarak gömülmüştür. Karasu Çayına kısa yoldan birleşmek yerine Adabayırı Tepeyi bir boğazla katetmesi epijenik olayını doğrular niteliktedir.



Foto 32. Söğüt Deresi Vadisi ve Açtığı Epijenik Boğaz (Yeniköy Kuzeybatısı)

Söğüt Deresinin yan kollarının özelliklerine değinecek olursak; Örnek olması bakımından Bozüyük kuzeyinde Hamidiye, Akçapınar ve Günyarık arasında buradaki temel araziye epijenik olarak gömülmüş dereler vardır. Bu dereler, batıdan doğuya doğru şu şekildedir; Samuköy Deresi, Sabuncu Deresi ve Karancak Deresi'dir. Bu arazide yükselti güneyden kuzeye doğru kademeli şekilde adeta basamak basamak azalır. Bu arazinin güneyinde bu derelerin kaynağını aldığı, üzerinde Kuvaterner dolgu depolarının olduğu Triyas yaşlı metamorfik şist temel arazisinden oluşan bir havza bulunmaktadır.

Bozüyük kuzeyinde yer alan bu arazideki derelerin güneyindeki havzadan kaynak alıp bu kadar kısa yol katederek önündeki arazide derin boğazlar açması imkânsızdır. Bu nedenle bu boğazlar, epijenez sonucu oluşmuş paleodrenaja ait

boğazlardır. Ayrıca yukarıda belirtilen dereler arasında yer alan Sabuncu Deresi kuzey-güney yönünde uzanan bir faya yerleşmiştir (Foto 33).



Foto 33. Sabuncu Deresi Vadisi (Akçapınar'dan Kuzeye Bakış)

Kuzeye doğru epijenik boğazlara gömülmüş olan bu akarsular Söğüt Deresine karışarak yapıya uygun olarak seyrine devam eder. Bazı yerlerde ise karasal ve gölsel depolardan oluşan Gemiciköy Formasyonu üzerinde oluşmuş olan tali dereler dantritik bir drenaj ağı gösterirler. Bu dereler, özellikle Yeniköy ve Kızıldamlar arasında görülür ve dantritik drenaj ağının en güzel örneklerindendir.

Armutlu Deresi vadisi, Bozüyük'ün batısında doğu-batı yönünde uzanış gösterir. Akarsuyun Karasu Çayına döküldüğü yerde yaklaşık 750-1000 m arasında olan vadi tabanı genişliği batıya doğru gidildikçe azalmaktadır. Armutlu Deresi ile Aksu Deresini ve vadilerini birbirinden ayıran su bölümü çizgisi Muratdere

yakınlarından geçer. Yaklaşık 800 m de olan vadi tabanı 2-3 km güneye gidildiğinde Kocabayır Tepede 1225 m ye, kuzeyde ise Çamyayla mevkiinde 1322 m yükseltiye ulaşır. Armutlu Deresi Vadisi, akarsuyun kaynak kısmından Karasu Çayına döküldüğü kesime kadar 7-8 km uzunluğa ve 1-2 km genişliğe sahiptir (Foto 34).



Foto 34. Armutlu Deresi Vadisi (Aşağı Mecradan Batıya Bakış)

Karasu Çayının üst çığırını oluşturan Kapanalan ve Çaydere köylerinin bulunduğu sahanın sularını boşaltan dere tabanı nispeten derin şekilde yarılmıştır (Foto 35). Bu tip lineer oyuntu oluşumları Karasu Çayının kollarını oluşturan tali akarsuların vadi tabanlarında aşınımın hızlı olduğunu göstermektedir.



Foto 35. Lineer Erozyon Sahası (Kapanalan)

Kocadere Vadisi, kaynağını Poyra ve Akpınar yakınlarından alarak Bozüyük içerisinde devam ederek Karasu Çayına dökülen Kocadere tarafından oluşturulmuştur. Bu vadi yaklaşık 3-4 km genişliğinde ve 16-18 km uzunluğunda, tabanı Kuvaterner yaşlı alüvyal dolgulardan müteşekkil olgun şekilli bir vadi özelliği gösterir (Foto 36). Bozüyük ilçe merkezinde vadi tabanı 750 m de iken 3-4 km güneyde Kaleintikam Tepe civarında vadi sırtı 1044 m ye ulaşır.



Foto 36. Kocadere Vadisi (Bozüyük Doğusu)

Güneydeki bu plato sahasının alçak kademelerinden havza tabanına geçiş az eğimli şekilde uzanan yamaçlarla belli belirsiz olur. Bu durum olgun bir jeomorfolojik yapıya yani yamaç gelişiminin oldukça ileri bir safhasına işaret ediyor gibi anlaşılabilir.

2.2.3.Dağlık Kesim

İnceleme alanının güneyinde 1300 metreyi bulan dirençli kayalardan oluşan dağlık kesim inceleme alanını, güneydeki sahalardan ayıran bir eşik konumundadır.

Kabaca doğu – batı uzanımlı olan söz konusu dağlık kütle, inceleme alanının bu kısmındaki, yaklaşık olarak 1100 m üzerindeki yükseltileridir. Belirtilen şekillerin oluşumunda her ne kadar aşındırma etmen ve süreçleri etkili olmuşsa da temel rol iç etmen ve süreçlere aittir. Dağlık sahanın dislokasyon hatlarıyla sınırlanmış olması bunu doğrular.

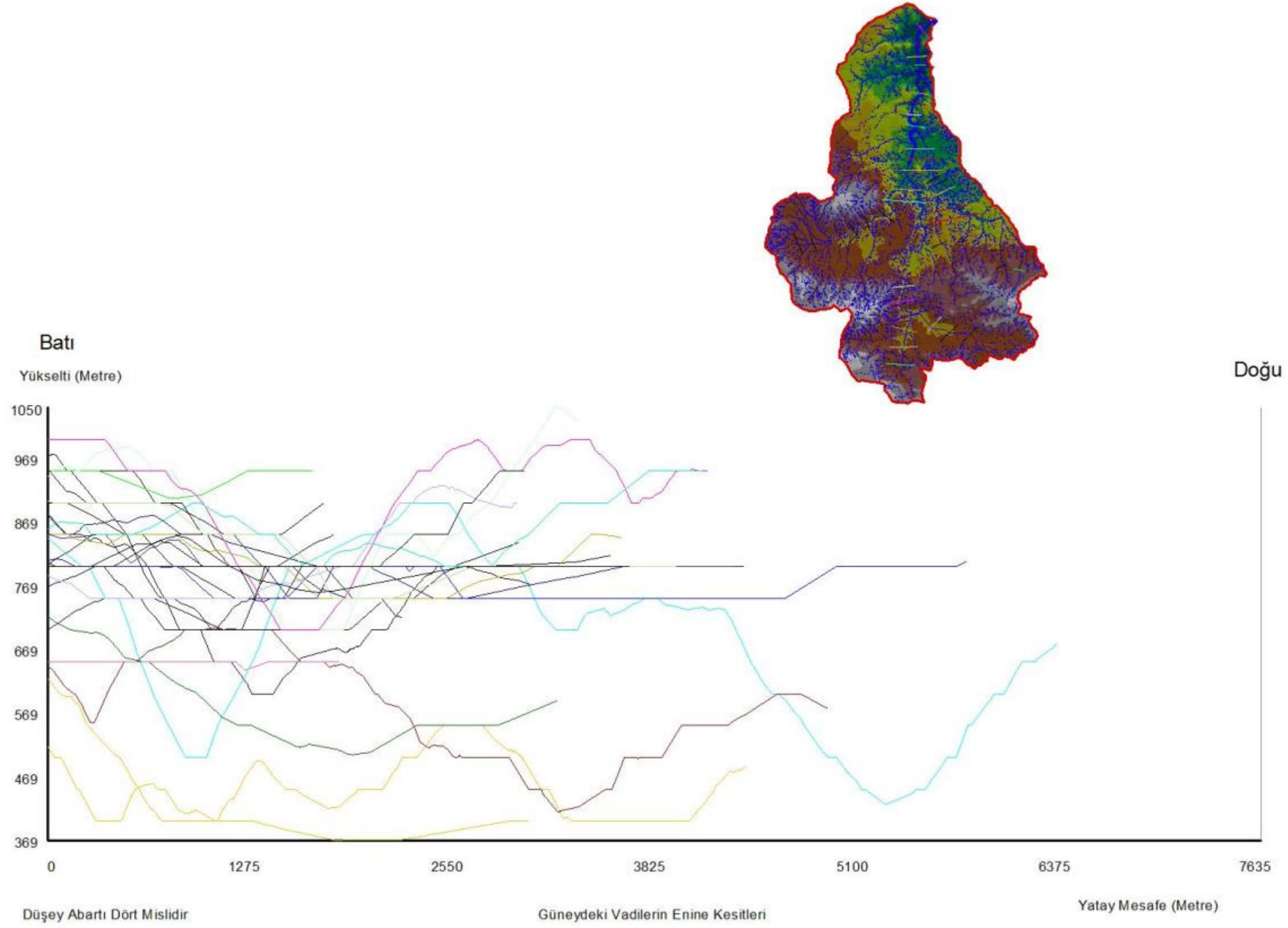
Ayrıca bu hareketler uzun bir süre devam etmiş ve yeni faylanmalara neden olmuştur. Burayı etkileyen fay, Eskişehir-İnönü Fayını güneyden sınırlayan fay ve tali faylardır (Foto 37). Faylara ait dikliklerin hâlâ varlığını koruması, akarsu ağında meydana getirdiği değişikliklerin henüz yeni olması, bunlara neden olan tektonik hareketlerin yaşının yakın bir geçmişte muhtemelen de Pleistosen döneminde olduğunu ifade eder. Görüldüğü üzere Alp Orojenezi'nin bir sonucu olarak meydana gelen bu dağlar akarsular tarafından geniş çaplı olarak parçalanmıştır. Böylece dar ve derin vadi sistemleri bu dağlık ve platoluk sahayı kat etmiştir.



Foto 37. Sahayı Güneyden Sınırlayan Fay Dikliği (Kuyupınar Güneyi)

Bu aktif tektonik hareketlerin yavaşlamasıyla beraber dış etmen ve süreçlerin rolü ön plana çıkmaya başlamıştır. Yağışların varlığı, aşınmaya karşı dirençsiz birimlerin varlığı gibi faktörlerin de etkisiyle aşındırma son derece hızlı bir şekilde cereyan etmiştir. Akarsuların üst mecralarına karşılık gelen dağlık kütle bu akarsular ve kolları vasıtasıyla parçalanmış ve böylece sırtlar ve bu sırtlar arasında aynı istikamette uzanan vadilere dönüştürülmüştür. Aşınımdan kurtulan alanlar ise yüksek zirveler halinde kalmıştır.

Bu yüksek sırtlar arasında yukarıda belirtilen akarsular tarafından vadiler oluşturulmuştur. Sırtlardan, belirtilen vadilere geçiş ise yer yer dik ve eğimli yer yer de dış bükey yamaçları takiben olmaktadır. Örtü birimlerinin henüz varlığını koruduğu kısımlardaki vadiler ve yamaçlar az eğimli, buna karşın örtü birimlerinin ortadan kaldırıldığı yalnızca temel kütlenin mevcut olduğu alanlarda ise nispeten eğimli yamaçlardan sonra dar ve derin vadiler yer almaktadır. Bu alanda, akarsu vadilerinin enine kesiti ise genellikle “V” profilli olarak bulunur (Şekil 25).



Şekil 25. Dağlık Sahadaki Vadilerin Enine Kesitleri

Güneydeki bu dağlık kütlelerin doğu ve batısında olduğu gibi kuzey ve güneyi de yüksek plato alanları ile çevrilidir. Bu plato alanlarına geçiş gerek kuzeyde gerekse güneyde yer yer 1000 metreyi aşan zirvelerden aşağıya doğru uzanan genel yönü kuzey- güney olan sırtlardaki eğim ve yükselti değerlerinin azalmasıyla olur. Bu sırtlar Miyosen aşınım yüzeyinin parçalanmasıyla oluşmuşlardır.

Bilindiği gibi Alpin tektonik hareketler etkinliğini Eosen'den itibaren giderek yavaşlatmış yer yer iyice zayıflamıştır. Bu durağan devrelerinde ise, peneplenleşmelerin olması veya aşınım yüzeylerinin gelişmesi ihtimal dâhilindedir. Dolayısıyla Miosen yüzeyi, sahayı etkileyen Alpin hareketlerin Tersiyer başlarından itibaren giderek etkinliğini azaltması ve Eosenden itibaren ise sükûn bulması ile gelişme göstermiştir.

Miyosende oluşumunu sürdüren yüzey, Pliosen öncesi dönemde sahada etkinlik kazanan tektonik hareketlerle deformasyona uğramıştır. Bu deformasyon düzenlilik göstermeyip, daha çok yerel olarak kubbeleşme halinde meydana gelmiştir.

Kabaca Batı-Doğu doğrultusunda uzanan dağlık saha Karasu Çayının burayı dikine kesmesiyle ikiye bölünmüştür. Karasu Çayı, Karaköy-Bozüyük arasında 5-6 km boyunca epijenik bir boğaz açmıştır. Bu alanda Karasu Çayının batı yamaçlarının yüksek seviyelerinde tespit ettiğimiz iyi yuvarlanmış akarsu çakılları Karasu Çayının gömülmeden önce bu seviyede akış gösterdiğini kanıtlamaktadır (Foto 38.)



Foto 38. Karasu Çayının Üst Seviyelerdeki Eski Yatağına Ait Akarsu Depoları
(Bozüyük Batısı)

Bu dağlık sahanın doğu kısmı, Bozüyük-Söğüt-Poyra arasında uzanış göstermektedir. Bu saha, Söğüt Deresi ve Kocadere Havzalarını birbirinden ayırır ve bu derelerin kolları tarafından parçalanmıştır. Aşınımdan kurtulan kısımlar ise parçalar halinde yüksekte kalmıştır.

Pazaryeri Havzasının güneyinde yer alan dağlık sahanın batı kısmı ise, İnegöl Havzasının güneyinde yer alan Ahı Dağı yüksek dağlık kütlelerinin kuzey yamaçları ve İnegöl-Bozüyük karayolunun geçtiği, Karasu Çayına karışan Armutlu Deresi vadisinin güneyinde kalan dağlık saha olmak üzere iki kısımda incelenebilir. Bu saha, Muratdere-Fırınlar-Bahçesultan arasında uzanır. Yükseltisi yaklaşık 800 m olan Pazaryeri Havzasından güneye doğru 3-4 km lik kısa mesafede batıda Güde

yakınlarında 1076 m yükseltiye, havzanın güneyinde Sarıdayı mevkiinde 1318 m ye, Çamyayla mevkiinde ise 1322 m yükseltiye ulaşır. Sorgun Deresinin güney kolları bu dağlık sahadan kaynaklarını alır. Burası güneydeki dağlık sahadan Armutlu Deresi tarafından ayrılır. Armutlu Deresinin güneyindeki bu dağlık sahada söz konusu derenin yaklaşık 800 m de bulunan vadi tabanından yine 3-4 km güneye doğru gidildikçe Kocabayır mevkiinde yükselti 1225 m ye ulaşır. Bu sahada Miyosen yaşlı bir aşınım yüzeyi parçası bulunmaktadır. Bu aşınım yüzeyinin batısındaki tepe, inceleme sahasının en yüksek noktası olan Kayınlık Tepe (1344 m) dir. Daha önce bahsettiğimiz inceleme sahasını güneyden sınırlayan fayın geçtiği dağlık saha da bu tepenin güneydoğusunda uzanmaktadır.

Pazaryeri Havzasının güneyinde yer alan Ahı Dağı dağlık sahası ile Armutlu Deresi güneyinde bulunan dağlık saha yükselti ve dalgalı yapı özellikleri dikkate alındığında birbirleri ile benzer özellikler göstermekle birlikte bu iki saha Karasu Çayına karışan, doğu yönünde akım gösteren Armutlu Deresi ile İnegöl Havzasında Göksu Deresine karışan ve batı yönünde akım gösteren Aksu Deresi tarafından iki kısma ayrılmıştır.

Araştırma alanının diğer yüksek dağlık sahası da Sorgun Deresinin kuzeyinde kalan sahadır. Bu dağlık saha görünüm olarak bir elipse şeklindedir. 800 m de yer alan Pazaryeri Havzası tabanından kuzeye doğru 3-4 km lik mesafede bu kütlenin en yüksek kısmı olan ve Miyosen yaşlı aşınım yüzeyine tekabül eden Kapaklı mevkiindeki Kapaklı Tepede 1243 m yükseltiye, Kızıltepede 937 m yükseltiye, Karanlık Tepede 1057 m yükseltiye, Türkmen Tepede ise 889 m yükseltiye ulaşır. Sorgun Deresinin kuzey yamaçlarındaki tali kolları kaynaklarını bu dağlık sahadan

alrlar. Bu kesim de yükselti ve dalgalı yapı özellikleri bakımından diğer yüksek dağlık sahalara benzemektedir (Foto 39).



Foto 39. Pazaryeri Havzasının Kuzeyindeki Dağlık Kütle (Şükraniye'den Esemene'e Bakış)

3. JEOMORFOLOJİK OLUŞUM VE GELİŞİM

Yerşekilleri yapı, süreç ve zaman gibi değişken ve karmaşık etkenlere bağlı olarak oluşmakta ve gelişmektedir (Ekinci, 2011). Jeomorfolojik oluşum ve gelişim, değişik yerşekillerinin oluşmasına imkân veren farklı litolojik istiflerin bulunduğu bu sahada, çok yönlü şekillendirici faktörler denetiminde, geçmişten günümüze sahanın geçirdiği jeomorfolojik gelişimin belirlenmesini, başka bir ifade ile jeomorfolojik tarihçesini kapsamaktadır.

İnceleme sahası ve çevresinde kabuk üzerinde, Paleozoikten Kuaternere kadar uzanan bir çökeltme ortamı oluşmuştur. Bunun sonucunda alttan üste doğru, farklı kayaçlar çökelmiştir. Permo-Karboniferde Hersiniyen orojenezinin etkili olduğu sahada daha önce çökelen birimler kıvrımlanmışlardır. Orojenezi takip eden sükûn devrelerinde ise, aşınım yüzeyleri gelişme göstermiştir. Böylece orojenezle oluşan kıvrımlar, orijinalitelerini kaybetmiştir.

Bölge ve çevresinde Perm ve daha yaşlı tabakaların kıvrılmış olmaları, ilk rölyefin Hersinyen kıvrımlarıyla meydana geldiğini göstermektedir. Bu yüksek sahada hemen bir aşınma devresinin başlayacağı ve bu devrenin sonucu olarak bir aşınım yüzeyinin meydana gelmesi doğal süreçlerdendir. Mesozoyik denizlerinin örtmediği inceleme sahası Mesozoyik sonlarından itibaren Alpin hareketlerin etkisine girmiştir. Ancak, bu hareketlerin alanımızdaki etkileri faylar oluşturmak ve bunların tesiriyle kıvrım sistemlerinin doğrultularını değiştirmek şeklinde olmuştur. Alpin hareketlerin sükûn devrelerinde ise, tekrar aşınım yüzeyleri oluşmuş olup, bunlardan ilki Eosenden sonra gelişmiştir. Oligosende Savien fazının etkisinde kalan sahada bir yandan yükselme diğer yandan da aşınma faaliyetleri etkinlik kazanmış ve Miyosende de bu aşınma sürmüştür.

Miyosen yüzeyinin yayılış sahasının kısıtlı bir alanda görülüyor olması, Pliyosen başlarında gelişen geniş alanlı yeni bir aşınım süreci sonucu bunların tahrip ve tesfisi ile ilgilidir.

Günümüzde yüksek sahaları kapsayan bu Miyosen topografya, gelişimini takip eden Miyosen sonlarında başlayan Pliyosende hız kazanan epirojenik karakterli Post Alpin Neotektonik hareketler etkisiyle kabuk, büyük çapta deformasyona maruz kalmıştır. Bu deformasyon, esas itibarıyla, bu sahada kırılma, buna bağlı olarak daha çok yükselme, alçalma, yer yer çanaklaşma ve kubbeleşmeler şeklinde olmuştur. Bu hareketin etkisiyle de yaşanmakta olan Miyosen aşınım döngüsü son bulmuş ve yeni bir döngü başlamıştır.

Söz konusu hareketlerle büyük ölçüde deforme olan alanda bir yandan da aşınım faaliyetleri etkinliğini sürdürmüş ve Miyosen yüzeylerinin zararına yeni aşınım yüzeyleri gelişmiştir. Miyosen yüzeyi parçalarının bugün farklı yüksekliklerde dağılış göstermesi, Miosen sonrası etkinlik kazanan tektonik hareketlerin sonucunda olmuştur. Bu hareketler muhtemelen Miyosenden sonra, Alpin hareketlerin Attik fazında meydana gelmiştir.

Yeni yükselmenin yaşı genel bir kanaat olarak Alt Pliyosen olarak kabul edilmektedir. Alt Pliosen yükselmesinin neticesi, bölgede geniş bir aşınma faaliyeti başlamış, eski aşınım yüzeyleri ilk önce yarılmış, sonra tahrip edilerek sahası daraltılmıştır.

Alt Pliyosen'de tektonizma yeniden epirojenik karakterli olarak etkinliğini hissettirmeye başladığı hareketlerinin sonucunda sahada, özellikle havzalar ve sığ göller oluşmuştur. Bu Neojen havzalar, karasal fasiyeste Neojen yaşlı, diğer bir ifade ile sürmekte olan aşınımın ürünü korelat depolar ile doldurulmuştur. Bu depolar

sahada, Neojen yaşı formasyonların oluşmasına imkân vermiştir. Böylece, önceden deformasyona uğramış olan Miyosen aşınım yüzeyleri yarılmış, parçalanmış ve Alt Pliyosen aşınım yüzeylerinin gelişmesiyle geniş çapta ortadan kaldırılmıştır. Böylece havzaların da dolmasıyla hafif dalgalı bir topografya halinde uzanan Alt Pliyosen sonu rölyef meydana gelmiştir.

Alt Pliyosen aşınım devresini takiben, yeni kabuk hareketlerinin meydana geldiği görülür. Alt Pliyosen aşınım dönemi sonunda sahayı etkileyen Alpin hareketlerin Eflak fazı ile yeni bir aşınım dönemi başlamıştır. Araştırma alanımızda meydana gelen yükselme hareketleriyle başlayan bu dönem, Alt Pliyosen aşınım yüzeyinin zararına gelişmiştir. Böylece Üst Pliyosen aşınım yüzeyleri gelişmiştir. Ayrıca bu hareketler inceleme sahası ve yakın çevresindeki faylarda oynamalara da neden olmuş, bu hareketlere bağlı olarak çevre sahalar yükselirken havza tabanı çökmüştür.

Buradan da anlaşıldığı gibi sahada daha yeni kabuk hareketleri meydana gelmiştir. Bu hareketler ile taban seviyesinde de sürekli değişim oluşmuş ve Alt Pliyosen aşınım yüzeyi eğimlenmiş ve kademelenmiştir. Önceki epirojenik karakterli hareketlerde olduğu gibi faylar tekrar hareket etmiş ve dağlık kütleler yükselmiştir. Bu gün bu yükseltilerin yamaç önlerinde detritik elemanların birikmesiyle kil, kum ve çakıllardan oluşan kontinental bir depo oluşmuştur.

Pliyosen sonrası Kuvaterner döneminde, tektonik gençleşmeler meydana gelmekle kalmamış beraberinde birçok jeomorfolojik olayları da getirmiştir. Söz konusu dönem, yarılmalar, örtülerin sıyrılması, havzaların kısmen boşalması ve Pleistosen sahalarının oluşumuna ve akarsu şebekesinin gelişimine neden olan tektonik süreci kapsar.

Tektonik yapı bakımından ise inceleme bölgesinde kıvrımlı, diskordant örtülü, faylı bir yapının varlığı söz konusudur. Havzada genel tektonik yapı, kıvrılmış bir paleozoik eski temel ve onun üzerinde diskordan olarak daha yaygın, dalgalı genç Mesozoyik ve Senozoyik örtü tabakalarının bulunması şeklindedir. Bu yapısal şekillerin oluşmasında başta levha hareketleri ve buna bağlı olarak oluşan kıvrılma, kırılma, yükselme, alçalma, çanaklaşma ve kubbeleşme ile volkanizma gibi iç etmen ve süreçler etkili olmuşlardır.

Sahadaki Platoların Paleozoik temeli, Alt Jurada başlayan bir transgresyona maruz kalmış ve bu transgresyon Orta Jurada daha derin bir çökelme ortamı oluşturmuştur. Alt Jurada oluşan Bayırköy Formasyonu, Paleozoik kalker ve granitlerin meydana getirdiği “Appalaş Tipi” bir reliefin çukurluklarında, esas itibariyle kalın bir kumtaşı istifli olarak depolanmıştır (Granit, 1960; Eroskay, 1964; Altınlı, 1975; Saner, 1977). Ancak yüksek plato kenarlarında çok dik yamaçlar meydana getirerek topografyada rol oynayan Bilecik Kireçtaşı bu transgresyonun daha önemli formasyonu olarak görülür. Bilecik Kireçtaşları Vezirhan doğusunda farklı aşınım sonucu sert temel olarak barizleşmiş yamaç ve sırtlara dönüşmüştür.

Tersiyerin ilk yarısında meydana gelen bu şiddetli hareketlerde yavaşlama olmuş ve bu süreci takibeden bir aşınım döngüsü esnasında tektonizma yeniden epirojenik karakterli olarak etkinliğini hissettirmeye başlamıştır. Bu epirojenik karakterli Postalpin tektonik hareketler (Neotektonik hareketler) sonucunda yüzeylerde yer yer deformasyonlar, yer yer de kıvrılma ve kırılmalar olmuştur. Bunun sonucunda genel olarak Miyosende deniz seviyesine daha yakın olan bu yüzeyler yükselmişlerdir. Yerkabuğunun en hareketli kısımlarından biri üzerinde, levha tektoniğine göre iki, belki üç oturmuş plaka arasında bulunan ve birçok

jeomorfolojik özelliklerinin, yerinin mobilitesi tarafından hâlâ, daha etkilendiğine şüphe olmayan Türkiye’de (Erinç, 1973) bu süreçler faaliyetlerine hızla devam etmektedir.

Böylece iç etmen ve süreçler tarafından meydana getirilen topografya dış etmen ve süreçler tarafından şiddetli olarak işlenmeye başlanmıştır. Bilindiği gibi dış etmen ve süreçler enerjisini Güneş’ten alan kuvvetler olup iklim bu kuvvetlerin etkinliğini denetleyen en önemli unsurdur. Sahada mevcut topografya şekillerinin oluşumunu da salt bu günkü iklim koşulları ile açıklanması mümkün değildir. Bu bakımdan Paleoklimatolojik özellikleri değerlendirmemiz gerekmektedir. Ancak geçmiş dönemlere ait iklim verilerinin olmayışı bu dönemin iklim özellikleri hakkında kesin bir değerlendirme yapmamız için engel teşkil etmektedir. Bununla beraber bu konudaki tespitlerimiz eski yerşekillerinin, paleontoloji vb özelliklerin değerlendirilmesine dayanmaktadır. Bugün var olan bazı yerşekillerinin varlığını en fazla Miyosen sonuna kadar götürebiliriz. Miyosen sonlarına karşılık gelen bu dönemde iklim genel olarak bir soğuma devresine girmiş ve Üst Pliyosende daha nemli bir hal almıştır. Pliyosen sonlarında vejetasyon ve iklim tiplerinin dağılışı muhtemelen bu günküne çok yakın özellik göstermekte idi. Pliyosen sonlarındaki soğuma süreci ile Pleyistosene girilmiştir. Bu süre içinde de glasiyal ve interglasiyal safhalar meydana gelmiştir. Ancak glasiyal etkiler bu sahada Pleistosen daimi kar sınırının 2400 - 2600 m’nin üzerinde olması (Erinç vd., 1961; Planhol vd.,1961) nedeniyle inceleme alanında buzullaşma etkileri görülmemiştir. Pleyistosen sonrasında ise, genel olarak iklimde bir ısınma söz konusudur. İnceleme sahasında glasiyal, periglasiyal ya da kurak bölge topografyasını yansıtan şekillerin olmayışı

kurak ya da buzul devrelerinin bu alanı etkilemediğini göstermesi bakımından önemlidir

Pliyosenin sonlarından beri etkisini giderek hissettiren dış etmen ve süreçler, inceleme sahasının güncel jeomorfolojik gelişimi üzerinde de söz sahibidir.

İnceleme alanında, aşındırma ve parçalanma sürecini yürüten akarsular, jeolojik birim kontaklarında kanalize olmuşlardır. Aynı yönde uzanan yükselti ile bunlar arasında kalan depresyonlar vadi oluşumunun temel dinamiğinin tektonizma olduğu sonucunu ortaya koyar. Ancak bu vadilerin tamamı aynı özelliği göstermezler. Bu bakımdan Kuvaterner’de temel özelliklerini kazanan, günümüzdeki akarsu ağı sistemine ait gelişme gösteren vadilerinin, tektonizmanın yanı sıra dış süreçlerin etkisinde kaldığını da ifade edebiliriz.

Üst Pliyosen aşınım yüzeyi üzerindeki örtü tabakasına bağlı olarak oluşan ağ sistemi, yer yer bu yüzeyin tesviye edilmesi ile eski zaman tabakalarına inmiş ve sistemin sürempoze özellik kazanmasına neden olmuştur.

Pliyosen’de başlayan akarsu debilerindeki artma, böylece statik gençleşme devresi, Pleyistosen’deki nemli devrelerde de, aralıklı olarak devam etmiş olmalıdır. Böylece, dağlık kütleler yarılmış, yapı hatları boyunca gerileyen tâbiler ve ana mecralar zayıf direnç hatlarına uyarak gelişme göstermiştir.

Sahada oldukça yakın bir devrede meydana gelmiş olan kabuk hareketleri nedeniyle oluşan seviye ve eğim değişiklikleri sonucu drenaj bozulmaları, derine kazmanın hızının değişmesi ile Üst Pliyosen’de kurulan bu akarsu sistemi üzerinde önemli değişikliklere neden olmuştur.

Kuaternerin başlarında sahada yarı-kurak bir iklim etkili olmakla birlikte iklim oynamalarına bağlı olarak genellikle yağışlı bir karakter göstermiştir. Buradaki

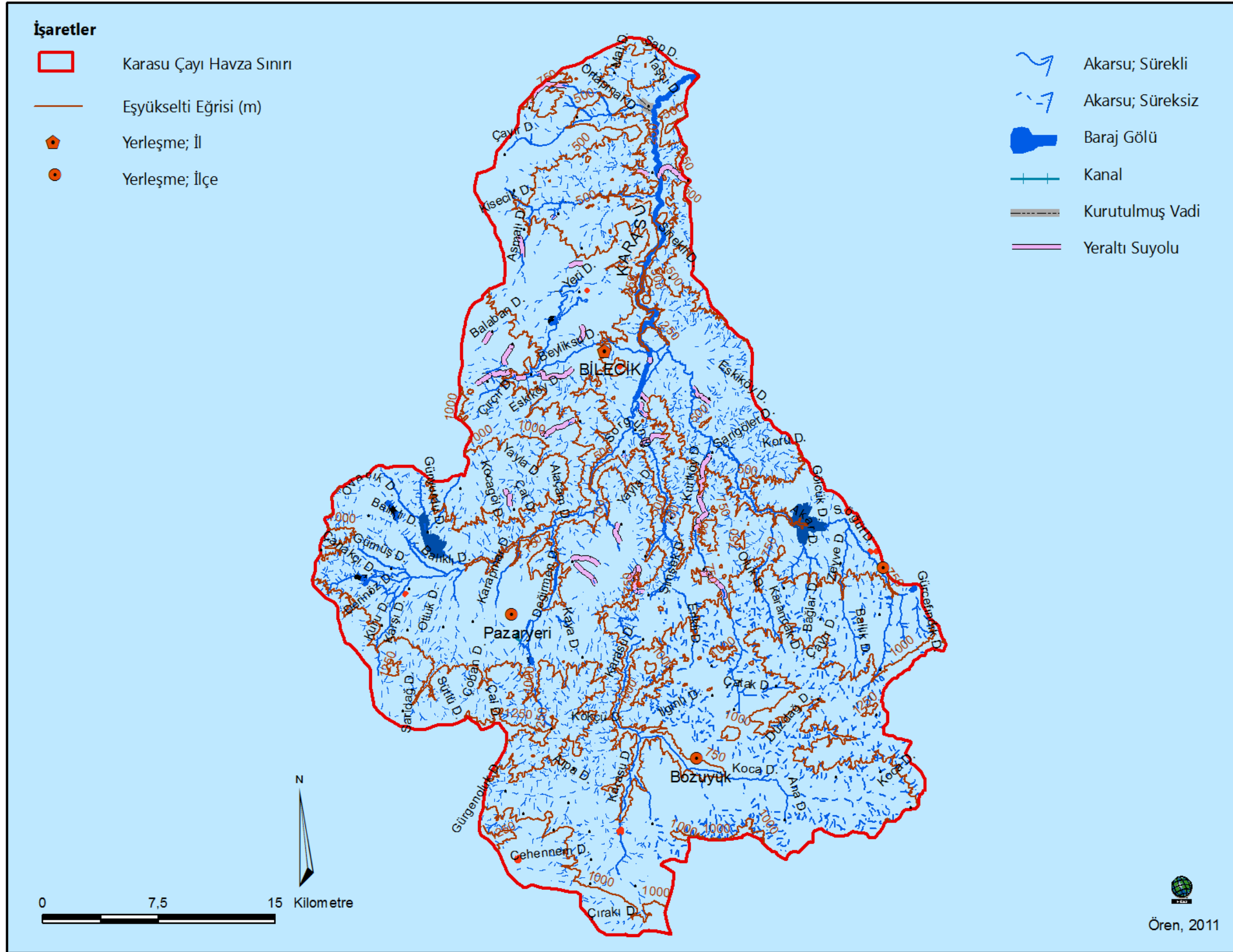
Üst Pliyosen yüzeyleri, Kuvaterner’de akarsu ağı tarafından vadilerinin gelişmesi ile yarılmış ve işlenmiştir.

Bu bakımdan ifade edilecek sonuç, sahanın bugünkü yerçekillerinin, kaide seviyesinde zaman zaman görülen değişmelerin bir sonucu olarak çeşitli devirler esnasında kendilerine özgü safhaları yaşayarak oluşmuş ve gelişmiş polisiklik bir topografya olduğudur.

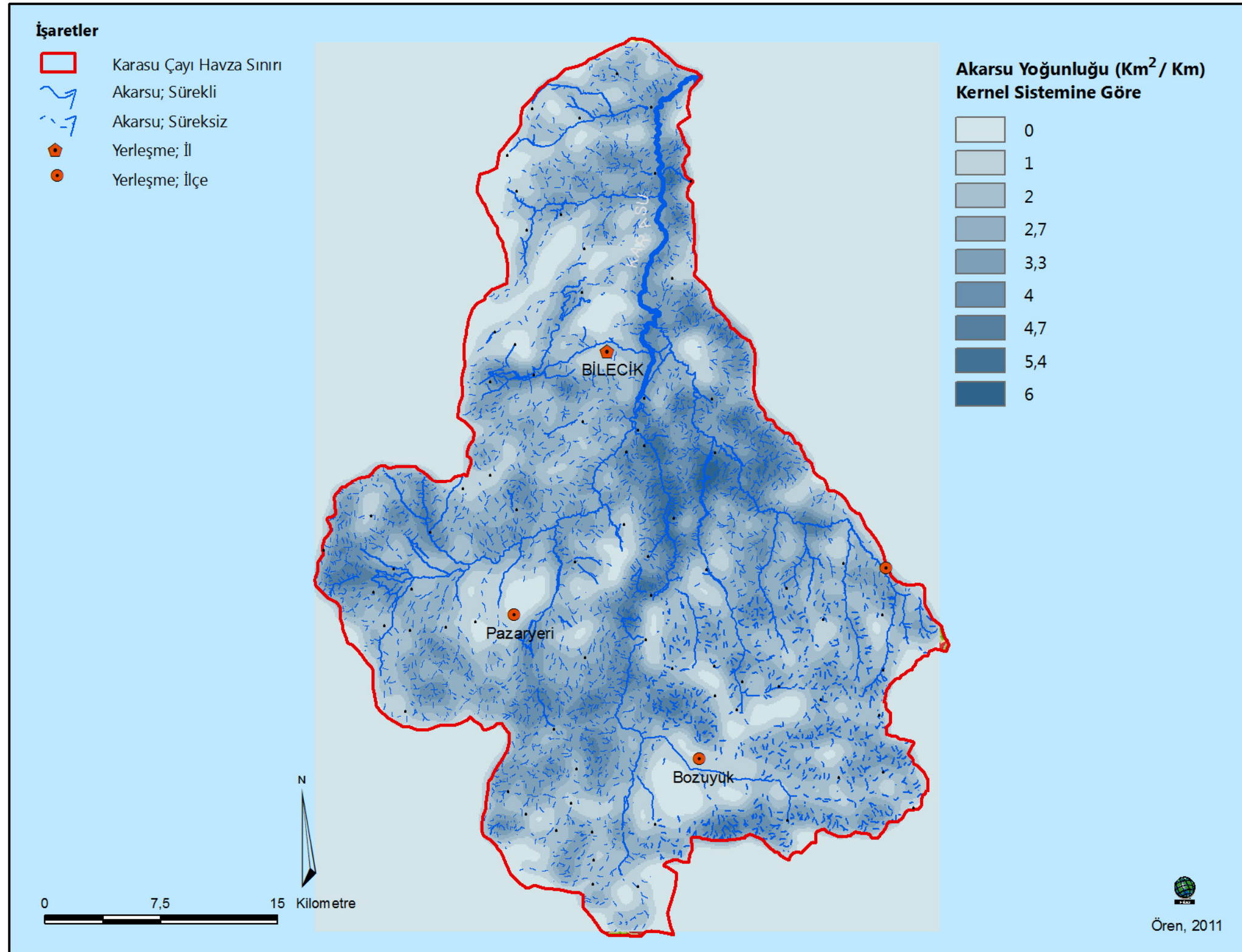
Ayrıca geçmişte olup biten bu hareketlerden başka, günümüzde meydana gelen depremler, inceleme sahasının tektonik bakımdan aktif bir kuşakta yer aldığını göstermektedir.

İnceleme alanının şimdiki jeomorfolojik gelişimi üzerinde güncel dış etmen ve süreçlerle insan önemli bir rol oynamaktadır. Yarı Kurak iklim koşulları altında gelişmiş akarsu sistemi şekillendirme faaliyetlerini sürdürmektedir (Şekil 26).

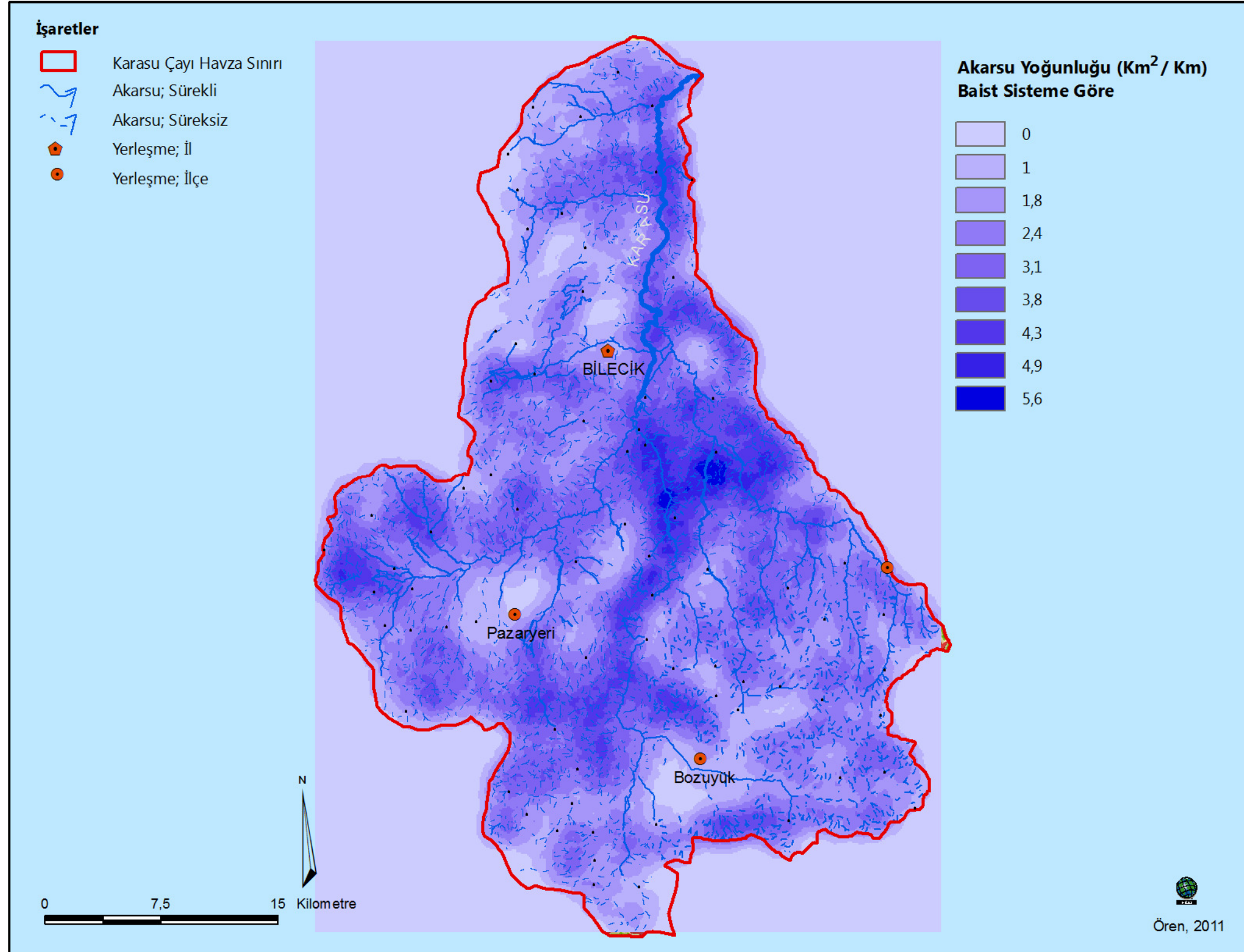
Kilometrekarede hemen hemen 6 kilometreyi bulan bir akarsu yoğunluğu söz konusu olup bu büyük değerler parçalanmanın ve taşınmanın şiddetini arttırmaktadır (Şekil 27, Şekil 28).



Şekil 26. İnceleme Sahasının Hidrografiya Haritası



Şekil 27. İnceleme Sahasının Akarsu Yoğunluk Haritası (Kernel Sistemine Göre)

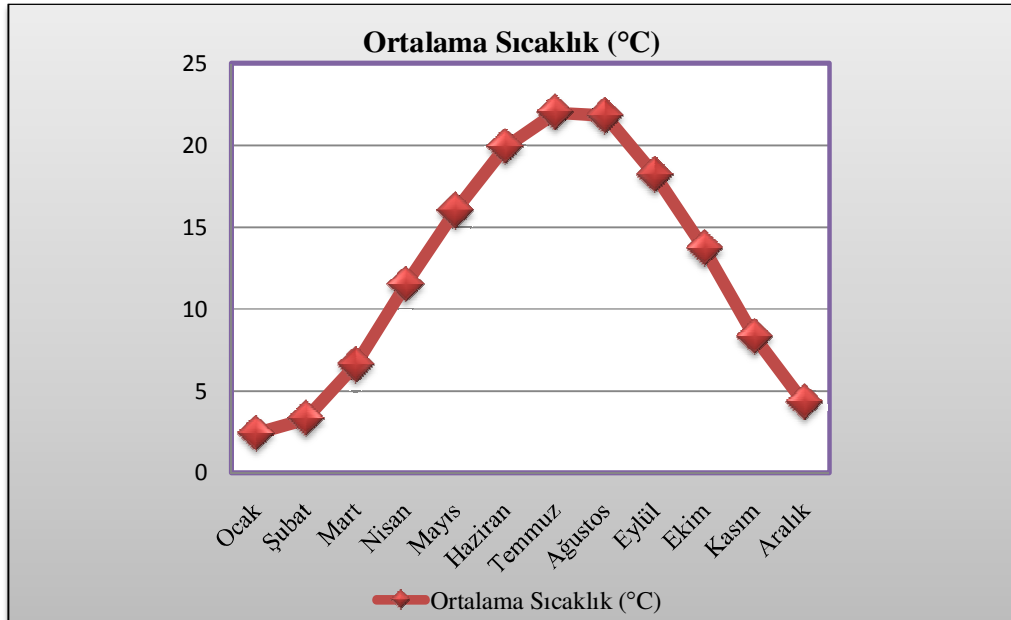


Şekil 28. İnceleme Sahasının Akarsu Yoğunluk Haritası (Basit Sisteme Göre)

Havzada örtü birimlerinin son derece parçalanmış, tesfiye edilmiş olmaları, akarsu topografyasının etkinliğini, nemli koşulların varlığını ifade etmektedir. Ayrıca inceleme alanında çeşitli yükseltilerde bulunan son derece parçalanmış aşınım yüzeyleri de flüvyal süreçlerin birer ürünü olarak belirtilebilirler.

İnceleme alanının şimdiki jeomorfolojik gelişimi ise güncel dış etmen ve süreçlere göredir. Nemli iklim koşulları altında gelişmiş akarsu sisteminin aşınım faaliyetlerini hızla sürdürdüğü sahada, rüzgâr ve buzul aşındırması ise mevcut değildir. Bu süreci belirleyen başlıca faktör olması bakımından iklim üç temel unsuruna ait özellikleri bakımından ana hatlarıyla aşağıdaki gibidir.

Bilecik Meteoroloji istasyonu verilerine göre, Bilecik ilinde ortalama sıcaklıkların en yüksek olduğu ay, Temmuz; en düşük olduğu ay, Ocak ayıdır. Yıllık ortalama sıcaklık değeri ise, 12.3°C 'dir. (Şekil 29).

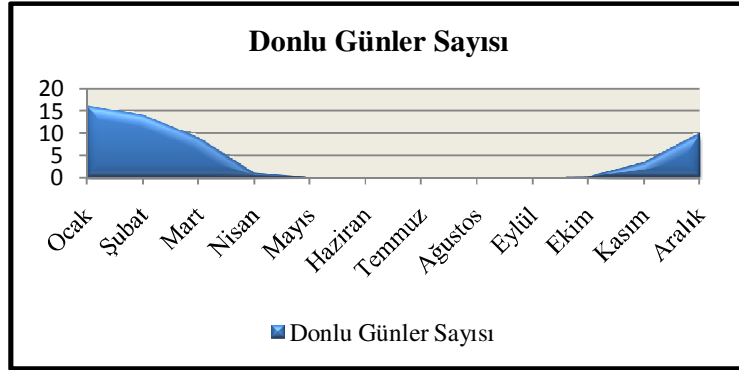


Şekil 29. İnceleme Sahasının Ortalama Sıcaklık Diyagramı

Uzun yıllar günlük ortalama sıcaklık değerlerine baktığımızda, en soğuk dönem 3 Ocak-24 Şubat tarihleri arasındaki zaman dilimine rastlamakta ve sıcaklıklar 1°-4°C civarında seyretmektedir. Ortalama yüksek sıcaklıkların en fazla olduğu ay, Ağustos ayıdır. Ortalama düşük sıcaklıkların en az olduğu ay ise, Ocak ayıdır. 1975-2009 yılları arasında görülen en yüksek sıcaklık 41.0 °C'dir. Yine aynı dönemde görülen en düşük sıcaklık ise, -14.3 °C'dir. Bilecik ilinde donlu geçen günler, en fazla Ocak ayındadır. Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında ise, donlu gün yoktur. Bilecik ilinde yılda ortalama 53 gün donlu geçmektedir (Tablo 4, Şekil 30).

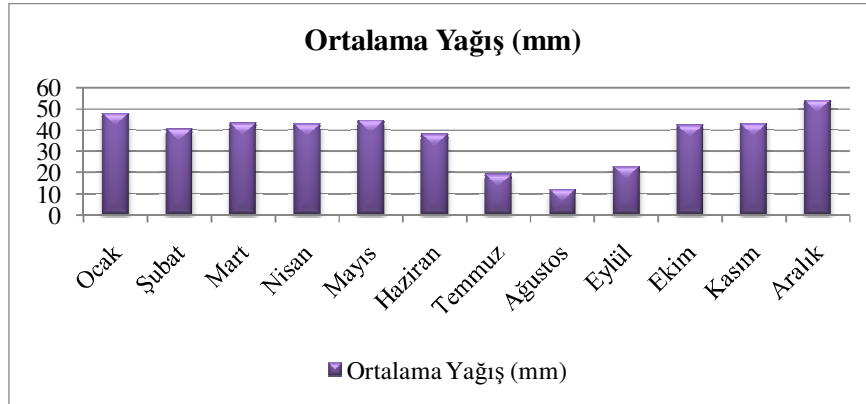
Tablo 4. Bilecik’e Ait Sıcaklık Değerleri ve Donlu Günler Sayısı (1975-2009)

	R.S.	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık Ortalama
Ortalama Sıcaklık (°C)	32	2.4	3.3	6.6	11.5	16.0	19.9	22.0	21.8	18.2	13.7	8.3	4.3	12.3
Ortalama Yüksek Sıcaklık (°C)	32	5.9	7.4	11.5	17.0	21.8	25.8	28.3	28.4	24.8	19.3	12.8	7.6	17.5
Ortalama Düşük Sıcaklık (°C)	32	-0.3	0.0	2.5	6.8	10.6	14.1	16.2	16.3	13.0	9.5	5.0	1.7	7.9
Maksimum Sıcaklık (°C)	32	18.7	22.2	29.0	32.7	35.8	36.7	41.0	40.2	36.6	34.3	26.0	25.0	
Minimum Sıcaklık (°C)	32	-13.1	-14.3	-10.1	-6.0	1.0	6.6	8.0	9.4	4.6	-0.6	-6.4	-10.0	
Donlu Günler Sayısı	32	16.0	13.9	8.9	0.9	-	-	-	-	-	0.1	3.3	9.9	53



Şekil 30.İnceleme Sahasında Donlu Günler Sayısı

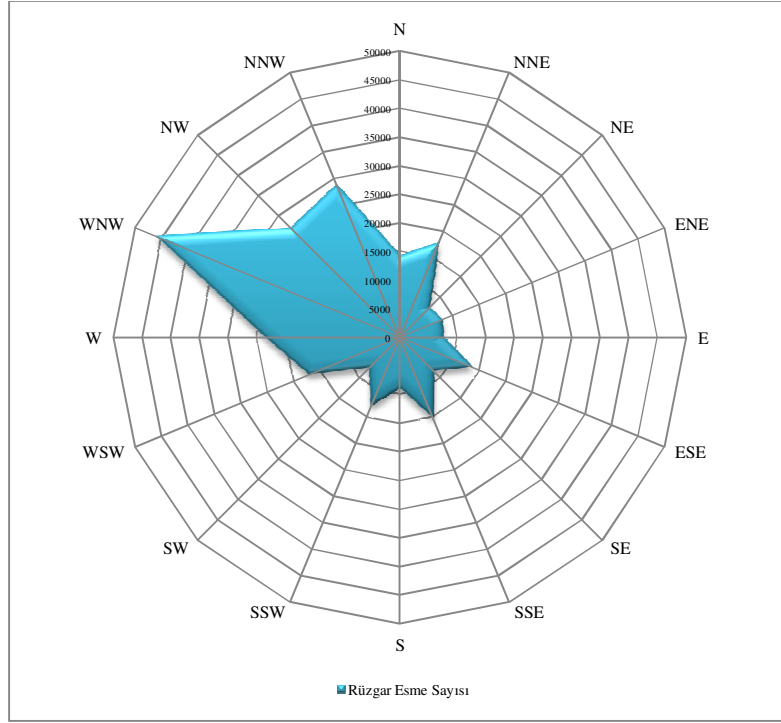
Yağış özellikleri bakımından ise uzun yıllar toplam yağış ortalamasına baktığımızda Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarındaki değerlerin düşük olduğu görülmektedir. En yüksek toplam yağış ortalamasına sahip ay, Aralık; en düşük toplam yağış ortalamasına sahip ay ise Ağustos ayıdır (Şekil 31).



Şekil 31. İnceleme Sahasında Yıllık Yağışın Dağılışı Grafiği

Rüzgâr özellikleri bakımından ise aylık rüzgâr esme sayıları toplamına baktığımızda, rüzgârın en fazla WNW yönünden estiği ve bu değer 46026 olduğu görülmektedir. Bunu 28769 değeri ile NNW takip etmektedir. Rüzgar hızı

ortalamları, rüzgar hızının en fazla olduğu ay 2.6 m/sec olan Temmuz ayıdır. En az olduğu ay ise, 1.9 m/sec olan Ekim ayıdır (Şekil 32, Tablo 5).



Şekil 32. İnceleme Sahasında Rüzgârın Yıllık Esiş Yönleri

Tablo 5. Bilecik Meteoroloji İstasyonuna Ait Aylık Rüzgâr Esme Sayıları Toplamı

	R.S.	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
N	32	807	833	932	930	1149	1500	2253	2016	1357	1203	591	645	14216
NNE	32	755	937	1306	968	1499	1834	2677	2636	1963	1543	964	796	17878
NE	32	382	426	514	534	531	708	975	680	620	660	513	315	7308
ENE	32	527	535	632	758	808	688	779	579	570	721	685	648	7930
E	32	918	788	832	672	477	404	294	324	367	712	924	854	7566
ESE	32	1943	1291	1143	1076	991	708	479	522	737	902	1867	2053	13712
SE	32	1133	954	617	484	498	507	237	368	367	649	1134	1425	8373
SSE	32	2873	1932	1161	743	757	575	295	371	585	781	2117	3195	15385
S	32	1597	1081	749	458	488	371	155	245	411	590	1303	1531	8979
SSW	32	1629	1374	1246	1198	922	689	348	490	766	1117	1535	1864	13178
SW	32	670	653	838	924	578	461	355	340	557	712	768	739	7595
WSW	32	1001	1069	1608	1899	1606	1604	1235	1282	1700	1598	1429	1129	17160
W	32	1374	1557	2038	2259	2295	2237	1965	2045	2450	2456	1666	1205	23547
WNW	32	3037	3136	3986	4057	4531	4282	4196	4724	4279	3945	3018	2835	46026
NW	32	1743	2178	2352	2356	2548	2451	2971	2507	2362	2127	1590	1670	26855
NNW	32	1689	1751	2227	2185	2667	2782	3614	3711	2525	2438	1583	1597	28769

Yükselti faktörü, sıcaklık dağılışında önemli bir faktördür. Yüksek kısımlar yıllık ortalamalar açısından düşük değerler göstermektedir. Sündiken Platosu ve Ahıdağı yıllık sıcaklık değerleri bakımından çevresindeki alçak sahalara göre düşük değerlere sahiptir.

Bilecik ilinin Thornthwaite iklim tasnifine göre iklim tiplerinden C1 C'2 s2 b'2 harfleriyle ifade edilen ve kurak-az nemli, ikinci dereceden mikrotermal, su fazlası kış mevsiminde ve çok kuvvetli olan ve kontinental şartlara yakın iklim tipine girdiği anlaşılır (Tablo 6).

Tablo 6. Bilecik İlının Su Bilançosu

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Sıcaklık	2.4	3.3	6.6	11.5	16.0	19.9	22.0	21.8	18.2	13.7	8.3	4.3	
Sıcaklık İndisi	0.33	0.51	1.32	3.53	5.82	8.10	9.42	9.29	7.07	4.60	2.12	0.80	52.91
Düzeltilmemiş PE	1	2	8	25	47	73	88	85	63	35	14	3	
Düzeltilmiş PE	1	2	8	28	58	91	112	100	66	34	12	2	514
Yağış	47.9	40.6	43.3	42.9	44.8	38.2	19.1	11.9	22.9	42.5	43.1	54.1	451
Birikmiş Suyun Aylık Değişmesi	8	0	0	0	-11	-89	0	0	0	9	31	52	
Birikmiş Su	100	100	100	100	89	0	0	0	0	8	40	92	
Hakiki Evapotranspirasyon	1	2	8	28	58	38.2	19.1	11.9	22.9	34	12	2	237.1
Su Noksanı	0	0	0	0	0	52.8	92.9	88.1	43.1	0	0	0	276.9
Su Fazlası	39	39	35	15	0	0	0	0	0	0	0	0	128
Akış	20	29	33	24	12	6	3	1	0	0	0	0	128
Nemlilik Oranı	47	19.5	4.3	0.5	-0.2	-0.5	-0.8	-0.8	-0.6	0.2	2.5	26	

Suyun ve nemin varlığına bağılı olarak orta derecede bir kimyasal aşınım görülmekte, ancak buna karşın sıcaklık değerlerinin don meydana getirecek kadar düşük olmaması nedeniyle yok denecek kadar az mekanik parçalanma görülmektedir. Zeminin yılın büyük bir bölümünde suya doygun halde bulunması kütle hareketlerini kolaylaştırıcı rol oynamaktadır. Bu nedenle nemli, ılıman bölgede yer alan havzada orta derecede kütle hareketleri de görülmektedir (Foto 40, 41).



Foto 40. Karaköy Batısındaki Sivritaş Deresi Vadi Yamacında Meydana Gelen

Kütle Hareketi



Foto 41. Karasu Çayı Vadisinin Batı Yamacındaki (Bozüyük) Kütle Hareketi

İklim özelliklerine bağlı olarak Peltier (1950), tarafından geliştirilen morfoiklimatik sınıflandırmaya göre, yıllık ortalama sıcaklık değeri 12,3 °C, yıllık yağış toplamı ise 446 mm olan inceleme alanı ılıman bir morfoiklimatik bölgede yer almaktadır. Diğer bir araştırmacı olan Wilson (1968) tarafından iklim ve süreçlere bağlı olarak geliştirilen sınıflandırmaya göre de aynı iklim verileri doğrultusunda yarı kurak bir morfoiklimatik bölge içerisinde yer almaktadır. Cailleux ve Tricart (1958) tarafından ortaya atılan, yeryüzünün iklim, vejetasyon ve toprak kuşaklarına göre yapılan morfojenetik bölge sınıflandırmasına göre de inceleme alanı yarı kurak yarı nemli bir morfojenetik bölge içinde kalmaktadır.

Yükseltinin etkisine dayanılarak yapılan Morfoiklimatik katlar sınıflandırmasına göre de en yüksek zirvesi 1344 m olan havzada glasyal ve periglasyal katların oluşması için yeterli yükselti değerleri mevcut değildir. Bu

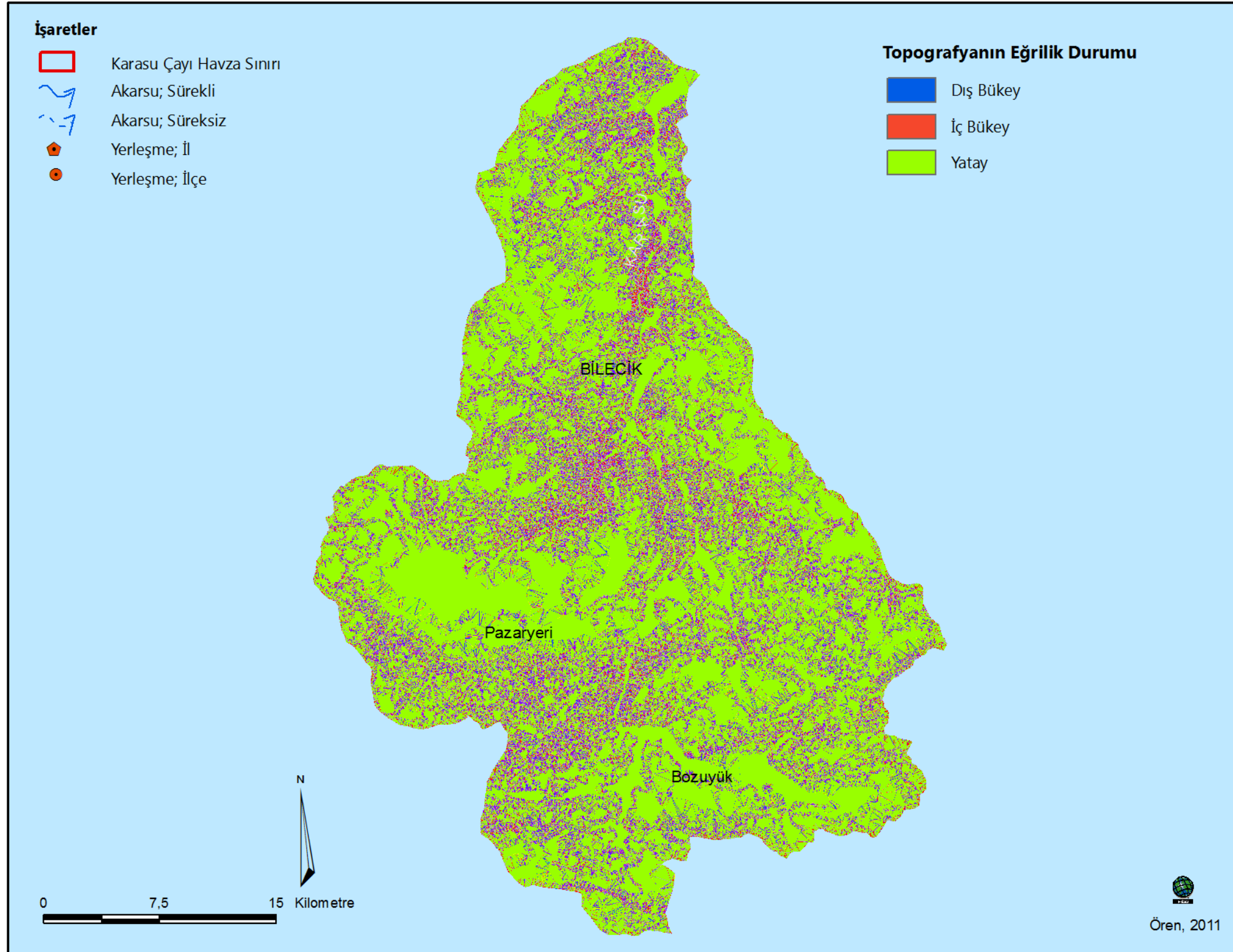
bakımdan düşey doğrultuda tek katın varlığı görülür. Diğer bir değişle inceleme alanında tamamıyla flüvyal süreçler rol oynamaktadır. Orta şiddette kimyasal ayrışma, son derece az mekanik parçalanma, orta derecede kütle hareketleri, yok denecek kadar az don etkisi, kıyı dışında rüzgâr etkisinin olmadığı, akarsuların maksimum etkin olduğu inceleme alanı bu ölçütlere göre de flüvyal morfojenetik bölge içerisinde kalmaktadır.

Etmen ve süreçlerde değişiklik meydana gelip gelmediğine göre yapacağımız değerlendirmeye göre; inceleme alanında levha hareketlerine bağlı olarak etkinliğini sürdüren iç etmenler Miyosene kadar Orojenik karakterli iken Miyosenden sonra epirojenik karakterli olarak devam etmiştir. Bu durum polijenik bir tektonik stili ifade etmektedir. Dış etmen ve süreçler açısından ise yerşekilleri üzerinde flüvyal süreçlerin etkin olduğu ve değişmediği ayrıca bu süreçlerin dışında farklı aşındırma etmen ve süreçlerinin etkin olamadığı inceleme bölgesinde bu bakımdan da monojenik bir topografyadan söz edebiliriz. Saha döngü bakımından ise topografyanın eğrilik profili bakımından olgunluk safhasındadır (Şekil 33).

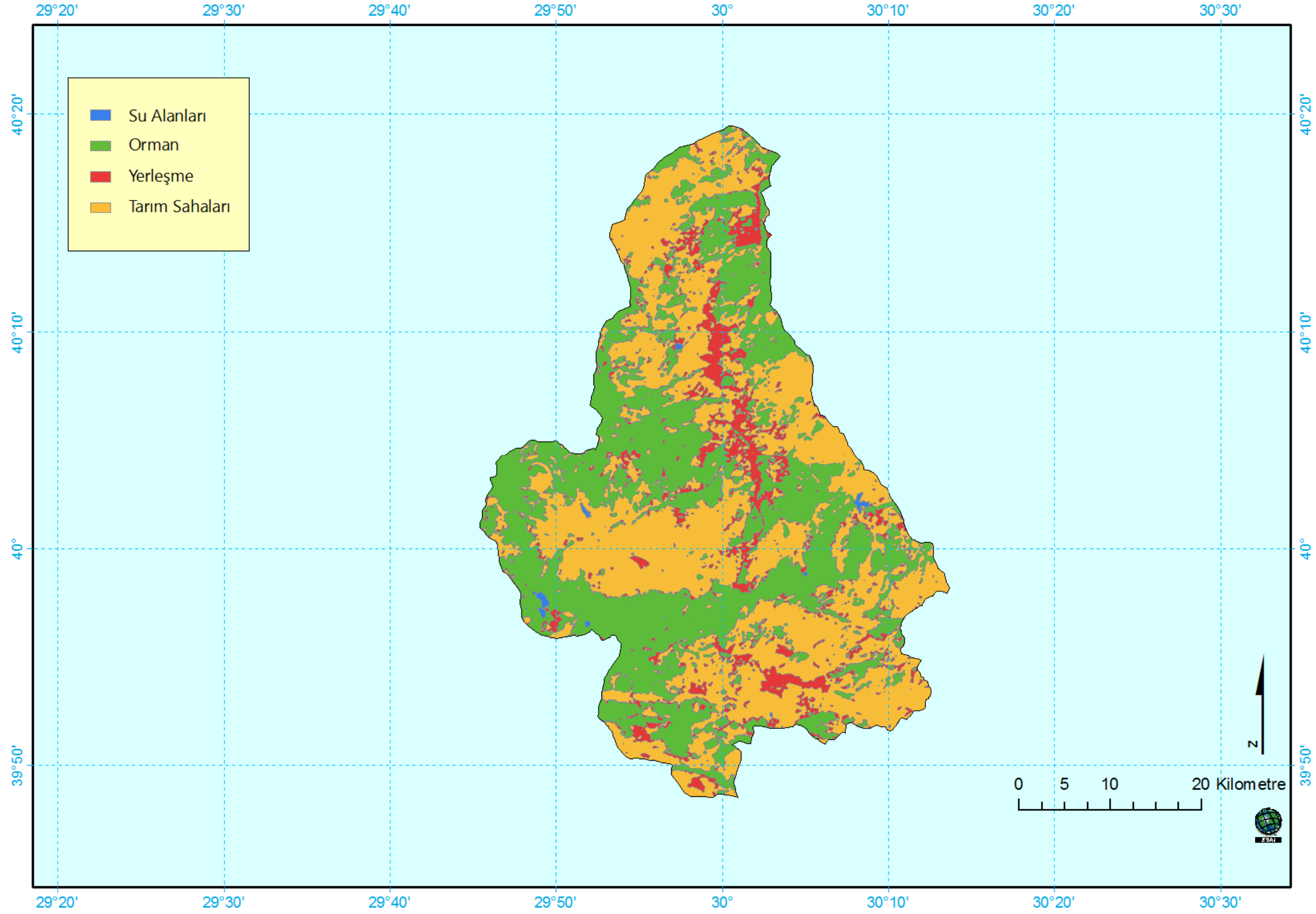
İnceleme sahasında yerleşmeler, özellikle Karasu Çayı boyunca yoğunluk göstermektedir. Bunun dışında yan kollarının bazı kesimlerinde görülmektedir. Tarım, alüvyon dolgusunun olduğu vadi tabanlarında ve havza tabanlarında yapılmaktadır. Tarım alanları olarak Miyosen yaşlı karasal ve gölsel depoların olduğu sahalar da dikkat çekmektedir. Dağlık sahalar başta olmak üzere plato sahalarının bazı yüksek kısımları ormanlarla kaplıdır (Şekil 34).

Son olarak inceleme sahasında insanın değiştirici rolü üzerinde durmak yerinde olacaktır. Bu bakımdan arazi kullanımı üzerinde (Şekil 34), şekillendirici

kuvvetleri değiştirerek doğrudan veya dolaylı olarak jeomorfolojik oluşum ve gelişim üzerinde etkili olmaktadır.



Şekil 33. İnceleme Sahasının Kurvatür (Yüzey Eğrilik) Haritası



Şekil 34. İnceleme Sahasının Arazi Kullanım Haritası (2010)

İnsan bu sahada etkili olan önemli bir etmendir. Karasu Çayı vadisi boyunca yapılmakta olan Yüksek Hızlı Tren yolları ve duble karayolları bu sahayı etkilemektedir. Bu yolların yapılması sırasında vadi yamaçlarının işlenmesi sonucunda heyelan riski artmakta ve yamaç gelişiminin doğal dengesi bozulmaktadır (Foto 42).



Foto 42. Karasu Çayı Yatağının Üzerinde Yapılan Yüksek Hızlı Tren Yolu (Küplü)

İnsanın bir başka etkisi de bu sahadaki belli alanlarda mermer ocaklarının açılması yoluyla olmaktadır. Mermer ocaklarının açılması sonucunda tepeler yükselti kaybetmekte, bitki örtüsü yok edilmekte ve aynı zamanda da ocaklardan çıkan hafriyat çevre kirliliğine sebep olmaktadır. Bu hafriyat yamaçlardan aşağı dökülmekte ve bazı yerlerde vadiler bu yolla kapatılmaktadır (Foto 41).



Foto 43. Mermer Ocakları ve Yamaçlardan Aşağı Dökülen Hafriyat (Çukuören Güneyi)

SONUÇ

Karasu Çayı Havzasının bugünkü jeomorfolojik manzarası çok uzun ve o nisbette karışık bir sürecin sonucunda gerçekleşmiştir.

İnceleme sahasında litolojik olarak, Paleozoyik'ten günümüze kadar değişik yaş ve özellikte kayaçlar yer almaktadır. Bu kayaçlar kısmen Hersinyen, büyük oranda ise Alp Orojenezi'nin etkisinde kalmıştır. Miyosen'den sonra ise epirojenik karakterli Post Alpin tektonik hareketler etkili olmuştur.

İnceleme sahasının bugünkü jeomorfolojik görünümü, yüz milyonlarca yıllık uzun bir gelişme döneminin Miyosenden sonra başlayarak günümüze kadar süren ve tektonik faaliyetlerin esas itibarıyla epirojenik olarak meydana geldiği bu nedenle de faylanmalar ve blok hareketleri ile gerçekleşen son dönemin, diğer bir ifade ile Neotektonik safhanın eseridir.

Tüm bu hareketlerin sonucunda kayaçlarda kıvrılma, kırılma ve faylanmalar meydana gelmiştir. İnceleme sahasında görülen kıvrımlı yapıda bazı kısımlarda, yükselme ve yarıma, kademeli aşınım yüzelerinin oluşum safhalarının devreler halinde gerçekleşmesiyle yapıya uyma ve yeni tabilerin süratle gelişmesi sonucu ortaya çıktığı görülür. Yarıma, boşalma ve aşınım yüzeylerinin gelişmesi safhalarının, jeomorfolojik devreler halinde tekrarlandığı açıkça görülür. Yüksek kuşaklar arasında alçak sahalar jeomorfolojik oluşum ve gelişimde rol oynamıştır. Bu çukur sahaların iç içe topografya şekillerinin gelişmesi büyük çapta yarıma ve boşalmalara bağlanmakla birlikte bu şekilde tektonik tesirler tespit edilmektedir. Güneydeki yüksek dağlık saha kütleindeki yükselmelerin genç tektonik hareketlerle devam ettiği görülür.

İnceleme sahasında Paleotektonik rejim döneminde meydana gelen kıvrım yapıları, Neotektonik rejim döneminde önemli değişikliklere uğramıştır. Mevcut kıvrımlı yapılar ve aşınım yüzeyleri dislokasyona uğramış, düşey dislokasyonlar inceleme alanında yeni bir morfolojinin belirmesine neden olmuştur.

Görüldüğü üzere inceleme sahasının bugünkü rölyef şekilleri, farklı devirler esnasında kendine özgü safhalardan geçmek suretiyle oluşmuş ve gelişmiştir. Bu süreç içerisinde aşınım ve birikim dönemlerinin münavebesi ve yer yer stratigrafik boşluk dönemleri yaşanmıştır. Böylece farklı devrelerin izlerini taşıyan diskordant örtülü yapıda polisiklik bir topografya ortaya çıkmıştır. 120 metreden başlayan yükselti kademesinin 1344 m'ye çıktığı bu topografyada plato ve dağlık alan ile taşkın ovası ana yerşekillerini teşkil eder.

Etmen ve süreçlerde değişiklik meydana gelip gelmediğine bakarak yapacağımız değerlendirmeye göre; inceleme alanında levha hareketlerine bağlı olarak etkinliğini sürdüren iç etmenler Miyosene kadar orojenik karakterli iken Miyosenden sonra epirojenik karakterli olarak devam etmiştir. Bu durum polisiklik bir tektonik stili ifade etmektedir.

Dış etmen ve süreçler açısından ise yerşekilleri üzerinde flüvyal süreçlerin etkin olduğu ve değişmediği ayrıca bu süreçlerin dışında farklı aşındırma etmen ve süreçlerinin etkin olamadığı inceleme bölgesinde bu bakımdan da monojenik bir topografyadan söz edebiliriz.

İnceleme sahası bir bütün olarak ele alındığı takdirde, kuzey ve güney kenarlarında nispeten genç tektonik hareketler sonucu gelişmiş depresyonlar arasında, derin vadilerle yarılmış olan ve değişik irtifalarda uzanan aşınım yüzeylerinin yarıldığı kütleli bir rölyef ünitesi olarak ifade edilebilir. Daha çok plato

sahalarının dikkat çektiği sahanın bugünkü irtifaları almasında zaman zaman tekrarlanan epirojenik yükselmelerin rolü önemlidir. Bu yükselmelere bağlı olarak son bulan aşınım döngüleri, yeni başlayan aşınım döngüleri farklı seviyelerde aşınım yüzeylerinin oluşmasına imkân vermiştir. Belirli seviyelerde uzanan ve topografya yüzeyinde esas karakterleriyle tespit edilen aşınım düzlükleri birbirinden bariz diklikler ve meyilli yamaçlarla ayrılmış olarak görülmektedir. Genel bakışta bazı kısımlarda hafif kademeler, tek bir aşınım düzlüğü görünümünü vermektedir. Ancak topografik profillerde birbirinden ayrılan kademeler açıkça seçilmektedir. Havzalarda, platolar üzerinde ve kenarlarda, geniş oluk sahalarında iç içe veya birbirini çeviren kademeler tarzında topografyalar oluştururlar.

Sahada Miyosen, Alt Pliyosen ve Üst Pliyosen olmak üzere 3 farklı aşınım yüzeyi tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra son dönem tektonik hareketlere bağlı olarak da vadi kenarlarında taraçalar dikkat çekmektedir. En yüksek kısımlarda Miyosen olarak gelişmiş aşınım yüzeyleri parçalar halinde görülür. Miyosen sonu aşınım yüzeyi bu şekilde parçalanmıştır. Daha önce geniş olan bu aşınım yüzeyinin daha sonra yükseldiği, yarıldığı ve yeni aşınım devrelerine bağlı olarak daha alçak satırlarla geriletildiği ve geniş çapta ortadan kaldırıldığı anlaşılr. Böylece Alt Pliyosen ve daha sonra Üst Pliyosen aşınım yüzeyleri gelişmiştir. Ancak bu yüzeyler de muhtelif kademeler halindedir. Miyosen yüzeylerinin irtifaları doğudan batıya ve güneyden kuzeye, diğer bir ifadeyle Marmara Bölgesi'ne geçiş sağlayan sahalarına doğru genellikle alçalır. Bu alçalma, tek bir sathın meyillenmesi anlamında değildir. Tabii ki yüksek kısımlar ile alçak havzaların içlerine doğru olan kademelenme de bu genel ifade dışındadır. Havza tabanları çevresinde ise geniş vadi oluklarında muhtemelen Villafransıyen yaşlı kademeler ayrıca vadi kenarlarında bulunmaktadır.

Aşınım yüzeylerinin kestiği değişik yapılar, Karasu Çayı ve tabileri tarafından sürempoze şebekeler halinde yarılmıştır. Sahada akarsuların açtığı sürempoze boğazlar, bu sahadaki jeomorfolojik tekâmülün ipuçlarını teşkil eden önemli unsurlar olarak topografyada gerçekten dikkate değer örnekleri oluşturur.

Plato üzerinde, akarsu şebekesinin esası bugüne ait değildir. Bunların Neojen'de de mevcut oldukları ve son epirojenik hareket neticesi plato sathına gömüldükleri anlaşıyor. Esasında bu sahada morfolojik ünitelerle tektonik üniteler arasında sıkı bir bağıllık vardır. Akarsu şebekesinin genel görünümü esas itibariyle iki ana istikamet arzeder. Biri NE-SW istikametinde uzanan kollar, diğeri ise kabaca N-S yönündeki vadilerdir. Bu şebeke unsurlarının devamlılıkları, tektonik hatlar ve jeomorfolojik ünitelerle ilgileri, onları katederek açtığı boğazlar, eski vadi olukları ile ilgili kuruluş ve tekâmüle ait problemler önemli sorunlar olarak dikkat çekmektedir.

Akarsu şebekesinin oluşum ve gelişimini Sakarya Nehrinden bağımsız düşünmek doğru değildir. Sakarya, Kuzeybatı Anadolu akarsu şebekesinin şüphesiz en önemli unsurudur. Bugünkü mecrasında kabaca N-S yönlü kısımları ile yapı hatlarını katettiği ilk bakışta görülür. Sakarya'nın bugün meydana getirdiği drenaj, İç Anadolu'nun batı kısmında Yukarı Sakarya havzasını da kapsamaktadır. Böylece yüksek düzlüklerden alçak ova tabanlarına inmek ve Karadeniz'e ulaşmak suretiyle bir şebeke oluşturur.

Sakarya ve tabileri dolayısıyla Karasu üstteki Neojen depolarından ve ayrıca yapıyı kesen aşınım satırlarından itibaren menderesler de teşkil ederek gömülmüşlerdir. Bu gömülmeler yukarıda belirtildiği gibi epirojenik yükselmelere bağlı olarak safhalar halinde gelişmiştir. "Yukarı Sakarya'yı teşkil eden ana akarsu

ile kollarının Neojen örtü üzerinde teşekkül ettikleri ve sonradan yer yer temele gömüldükleri ve sürempoze oldukları” bilinmektedir. Akarsu ve tabileri Neojen havzasını dolduran depoları tabilerle birlikte safhalar halinde yarmış ve boşaltmıştır. Ancak yer yer çıkan Paleozoik ve volkanik temele yine sürempoze olarak ve gömük menderesler resmederek intikal etmiştir. Sakarya Söğüt kuzeyinde ise yine geniş saha kaplayan Gemiciköy Miosen Örtüsünden Jura Kalkerlerinin oluşturduğu temele sürempoze olarak gömülmüştür. Aynı karakter, genç örtüler ve yüzeylerden menderesler yaparak sert kısımlara gömülme ve yumuşak kısımları boşaltma sahadaki boğazlarda görülür. Bu bakımdan Karasu N-S yönünde yapıya uygunsuz olarak daha çok Üst Pliyosen yüzeyleri içinde derin vadi ve boğazlar açarak sürempoze olarak gömülmüştür.

Araştırma sahası V profilli vadilerle yoğun bir şekilde olmak üzere parçalanmıştır. Vadiler genellikle Neojen örtü birimlerinden temele geçen epijenik karakterli vadilerdir. Akarsu sistemleri topografya yüzeyi, formasyon sınırları ile fay sistemlerinin kontrolünde kanalize olmuşlardır. Sahadaki faylar eğim atımlı normal faylardır.

Neojenin kumlu gevşek depoları ve çoğunlukla likidite sınırı nisbeten düşük kaolinitten müteşekkil killerin, kuvvetli yarılmaların ve dik meyillerin de tesiriyle zemin kaymalarına çok elverişli olduğu da görülmektedir.

KAYNAKÇA

ALTINLI, İ. E., GÜRPINAR, O. AND ERŞEN, S.; 1970, Geology of The Erenköy-Deresakarı Area (Bilecik Province), İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Mecmuası, Ser. B, 35, 77-83, İstanbul.

ALTINLI, İ. E. AND SANER, S.; 1971, Geologic Investigation of The Neighbourhood of Bilecik, İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Mecmuası, Tabii İlimler, Seri B, C. 36, S. 1-2, s. 9-22, İstanbul.

ALTINLI, İ. E. AND YETİŞ, C.; 1972, Geologic Investigation of The Bayırköy-Osmaneli (Bilecik) Area, İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Mecmuası, Seri B, C. 37, s. 1-18, İstanbul.

ALTINLI, İ. E.; 1975, Bilecik Jurasığı, Türk. Cumh. 50. Yılı Uluslararası Jeoloji Kongresi, 102-110, Ankara.

ALTINLI, İ. E.; 1975, Orta Sakarya Jeolojisi, Türk. Cumh. 50. Yılı Uluslararası Jeoloji Kongresi, 159-190, Ankara.

ARDEL, A., KURTER, A. VE DÖNMEZ, Y.; 1969, Klimatoloji Tatbikatı, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayını, İstanbul.

ARDOS, M.; 1979, Türkiye Jeomorfolojisinde Neotektonik, İstanbul Üniversitesi Yayınları 2621, İstanbul.

ATALAY, İ.; 1987, Türkiye Jeomorfolojisine Giriş, Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları No. 9, İzmir.

- AYAROĞLU, H.; 1979, Bozüyük Metamorfitlerinin (Bilecik) Petrokimyasal Özellikleri, Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, C. 22, 101-107, Ankara.
- BİLGİN, T.; 1980, Orta Sakarya Platolarında Yapı Satırlar ve Drenaj, TÜBİTAK-TBAG-275 nolu proje raporu.
- BİLGİN, T.; 1986, Genel Kartografya II, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayını, İstanbul.
- BİNGÖL, E.; 1976, Batı Anadolu'nun Jeotektonik Evrimi, M.T.A. Enstitüsü Dergisi, No. 86, s. 14-34, Ankara.
- CAİLLEUX, A. VE TRİCART, J.; 1958, Introduction a la Geomorphologie Climatique, Cours de Geomorphologie, Paris.
- CİCCACCİ, S., D'ALESSANDRO, L., FREDİ, P VE LUPIAPELMİERİ E.; 1992, Relations Between Morphometric Characteristics and Denudational Processes in Some Drainage Basins of Italy, Zeitschrift für Geomorphology, Sayı. 36.
- COX, R.T.; 1994, Analysis of Drainage Basin Symmetry as a Rapid Technique to Identify Areas of Possible Quaternary Tilt-Block Tectonics: An Example from the Mississippi Embayment, Geological Society of America Bulletin, Sayı.106.
- EAGLESON, P.S.; 1970, Dynamic Hydrology, Mc Graw- Hill Book Company, London.

EKİNCİ, D.; 2007, Safranbolu ve Çevresinin Jeomorfoloji Özellikleri, Çantay, İstanbul.

EKİNCİ, D.; 2007, Estimating of Soil Erosion in Lake Durusu Basin –Using Revised USLE 3d with GIS-, Çantay Kitabevi, İstanbul.

ERİNÇ, S.; 1973, Türkiye’nin Şekillenmesinde Neotektoniğin Rolü ve Jeomorfoloji-Jeodinamik İlişkileri, Jeomorfoloji Dergisi, Sayı. 15, s.15-26.

ERİNÇ, S.; 2010, Jeomorfoloji I, Der Yayınları 284, İstanbul.

ERİNÇ, S.; 2010, Jeomorfoloji II, Der Yayınları 294, İstanbul.

EROL, O.; 1979, Türkiye’de Neojen ve Kuvaterner Aşınım Dönemleri, Bu Dönemlerin Aşınım Yüzeyleri ile Yaşıt (Korelen) Tortullara Göre Belirlenmesi, Jeomorfoloji Dergisi, Sayı 9, s. 1-40, Ankara.

EROSKAY, S. O.; 1965, Geology of The Paşalar Gorge-Gölpazarı Area, İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Mecmuası, B 30, 135-170, İstanbul.

EVANS, I. AND HALL, S. A.; 1990, Paleomagnetic Constraints on The Tectonic Evolution of The Sakarya Continent, Northwestern Anatolia, Tectonophysics, 182, 357-372, Amsterdam.

GRANİT, Y. AND TİNTANT, H.; 1960, Observations Preliminaires sur le Jurassique de la Region de Bilecik (Turquie), Comptes Rendus Seances Acad. Scie, t.251, p. 1801-1803.

GÜRPINAR, O.; 1970, Erenköy (Bilecik) Dolayının Jeoloji İncelemesi, İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Tatbiki Jeoloji Kürsüsü Arşivi, İstanbul.

GÜRPINAR, O.; 1977, Geological Investigation of The Bilecik-İnegöl-Yenişehir Territories Together with A Study of Engineering Properties of The Bilecik Limestone, İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Mecmuası Seri B, 40, 1-4, s. 83-113, İstanbul.

HOŞGÖREN, M. Y.; 2000, Jeomorfolojinin Ana Çizgileri I, Rebel Yayıncılık No: 8, İstanbul.

HOŞGÖREN, M.Y.; 2001, Hidrografiya'nın Ana Çizgileri I- Yeraltısuları-Kaynaklar- Akarsular, Çantay Kitabevi, İstanbul.

HOŞGÖREN, M. Y.; 2003, Jeomorfolojinin Ana Çizgileri II, Çantay Kitabevi, İstanbul.

HOŞGÖREN, M. Y.; 1975, İnegöl Havzasının Jeomorfolojisi, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayınları, No. 81, İstanbul.

HOŞGÖREN, M. Y.; 1983, Akhisar Havzası-Jeomorfolojik ve Tatbiki Jeomorfolojik Etüt, İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları, No. 3088, İstanbul.

HOŞGÖREN, M.Y.; 2001, Hidrografiya'nın Ana Çizgileri I- Yeraltısuları-Kaynaklar-Akarsular, Çantay Kitabevi, İstanbul.

- KAYACI, K.; 2007, Karaköy (Bilecik) Yöresi Mikrogranitinin Jeolojisi ve Seramik Bünyelerde Kullanım Olanaklarının Araştırılması, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, İstanbul.
- KELLER, A.E. VE PINTER, N.; 2002, Active Tectonics; Earthquakes, Uplift, and Landscape, Prentice Hall, New Jersey.
- KETİN, İ.; 1959, Türkiye'nin Başlıca Orojenik Olayları ve Paleocoğrafik Evrimi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, İstanbul.
- KOYUNCU, O.; 1999, Karaköy (Bilecik) ve Çevresinin Florası, Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir.
- KURTER, A.; 1979, Türkiye'nin Morfoklimatik Bölgeleri, İstanbul Üniversitesi Yayınları 106. Sayı, İstanbul.
- KURU, F. VE ARAS, M.; 1994, Bayırköy Formasyonunun Nannoplankton Biyostratigrafisi ve Sedimentolojisi (Bilecik-Türkiye), Türkiye 10. Petrol Kongresi Bildiriler Kitabı, 78-90, Ankara.
- MAYER, L.; 1990, Introduction to Quantitative Geomorphology: An Exercise Manual, Englewood Cliffs, Prentice Hall.
- OCAK, A. AND TOKUR, S.; 1999, The Flora of Gülümbe Dağı (Bilecik-Turkey), TÜBİTAK, Turk J. Bot. 24, 121-141, Eskişehir.
- ÖZGÜR, E. M.; 1990, Bilecik Coğrafyası, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Doktora Tezi, Ankara.

ÖZKAN, S.; 2006, Bozüyük Ovasının Hidrojeolojik İncelemesi ve Yeraltısuyu Bilanço Hesabı, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir.

PALMIERİ-LUPIA, E.; 2004, Hypsometric Analysis, Encyclopedia of Geomorphology, Ed., Goudie, A.S., Routledge Ltd, London.

PELTIER, L.C.; 1950, The Geographic Cycle in Periglacial Regions as it is Related to Climatic Geomorphology. Ann. Assoc. Amer. Geographic. Derbyshire. E. (Ed.).

PİKE, R.J. VE WILSON, S.E.; 1971, Elevation-Relief Ratio, Hypsometric Integral and geomrphic Area-Altitude Analysis, Geological Society of America Bulletin, Sayı, 82.

PLANHOL, X.DE., BİLGİN, T.; 1961, Karagöl Kütlesi Üzerinde Pleistosen ve Aktüel Glasiyasyon İle Periglasiyal Topografya Şekilleri, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi, Cilt. 6, Sayı. 12, s. 127-146.

SANER, S.; 1971, Bilecik Yakın Dolayının Jeoloji İncelemesi, İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Tatbiki Jeoloji Kürsüsü Arşivi, İstanbul.

SANER, S.; 1977, Geyve-Osmaneli-Gölpazarı-Taraklı Alanının Jeolojisi, Eski Çökeltme Ortamları ve Çökeltmenin Evrimi, İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Tatbiki Jeoloji Kürsüsü, Basılmamış Doçentlik Tezi, İstanbul.

SANER, S.; 1978, Geology and The Environment of Geyve-Osmaneli-Gölpazarı-Taraklı Area, İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Mecmuası, B 43, 63-91, İstanbul.

SCHEİDEGGER, A.E.; 1991, Theoretical Geomorphology, Springer – Werlack, Berlin Heidelberg.

STRAHLER, A.N.; 1952, Hypsometric (Area-Altitude) Analysis of Erosional Topography, Geological Society of America Bulletin Sayı.63. Boston, USA.

ŞENTÜRK, K. VE KARAKÖSE, C.; 1981, Orta Sakarya Bölgesinde Liyas Öncesi Ofiyolitlerin ve Mavişistlerin Oluşumu ve Yerleşmesi, Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, O. 24, 1-10, Ankara.

UZ, B. VE DİĞERLERİ; 2003, Bilecik Bej Mermerleri; Vezirhan Bölgesi Jeolojik Etüd ve Değerlendirmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul.

ÜŞÜMEZSOY, Ş.; 1987, Kuzeybatı Anadolu Yığılma Orojeni: Paleotetis'in Batı Kenet Kuşağı, Türkiye Jeoloji Bülteni, C. 30, 53-62, İstanbul.

VERSTAPPEN, H.T.; 1983, Applied Geomorphology, Elsevier, Amsterdam.

WILSON, L.; 1968, Morphogenetic Classification, In Encyclopedia of Geomorphology (ed. Fairbridge, R.W.) Reinhold Book Corp, New York.

WILSON, J.P. VE GALLANT, J.C.; 2000, Terrain Analysis, John Wiley and Sons, Inc, USA.

YALÇINLAR, İ.; 1957, Eskişehir-Bilecik Arasında Morfolojik Müşahedeler, Türk Coğrafya Dergisi, No. 17, s. 143-145, İstanbul.

YILMAZ, Y.; 1977, Bilecik-Söğüt Dolayındaki “Eski Temel Karmaşığı”nın Petrojenetik Evrimi, İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Jeoloji Kürsüsü, İstanbul.

YILMAZ, Y.; 1977, Relict Pyroxenex of Söğüt Metabasite, İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Mecmuası Seri B, C. 41, No. 1-4, İstanbul.

YILMAZ, Y.; 1978, Söğüt-Bilecik Bölgesinde Polimetamorfizma ve Bunların Jeoteknik Anlamı, İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Tatbiki Jeoloji Kürsüsü, İstanbul.