

BEZİRGAN POLYESİ VE YAKIN ÇEVRESİNİN KARST JEOMORFOLOJİSİ

Karst Geomorphology of Bezirgan Polje and Its Surrounding

Yrd. Doç. Dr. Nurdan KESER*

ÖZET

Bu araştırmanın konusunu oluşturan Bezirgan polyesi, Türkiye'de karstlaşmanın en yoğun olduğu Toros Karst Kuşağı'nın Batı Toroslar kesiminde yer almaktadır. Araştırmada, polye ve yakın çevresinin güncel karstlaşma koşulları ile karstik özelliklerinin açıklanması amaçlanmaktadır. Bu kapsamda öncelikle, bölgedeki kayaların kimyasal ve petrografik özellikleri incelenmiş ve bu parametrelerin çözünürlük ve geçirimsizliğe etkileri açıklanmıştır. Böylece bölgedeki kayaların litolojik açıdan karstlaşmaya elverişlilik durumları belirlendikten sonra, bunlarda gelişen güncel karstlaşmayı denetleyen, diğer jeolojik ve jeomorfolojik etkenlerle iklim ve bitki örtüsü özellikleri incelenmiştir.

Son olarak mevcut karstik şekillerin boyutsal özellikleriyle oluşum ve gelişimleri, bölgesel karst etkenleriyle ilişkilendirilerek açıklanmış ve karst sınıflaması yapılmıştır. Bu araştırma sonucunda, inceleme alanın jeomorfoloji haritasının yanı sıra, bölgedeki kayaların belirlenen kimyasal ve petrografik özellikleri ile fay ve dolin uzanımlarındaki etkin yönleri gösteren tablo ve grafikler hazırlanarak sunulmuştur.

ABSTRACT

Bezirgan polje, the subject of this research is located on the west of Toros Karst Zone where there is the highest karst density in Turkey. The aim of this research is to explain the actual karsting conditions and karstic properties of the polje and its surrounding. To achieve this, chemical and petrographic properties of the rocks were examined first and effects of these parameters on solubility and permeability were explained. So, after determining the lithological availability of rocks on the region for karsting, other geological and geomorphological factors controlling actual karsting on them were examined, including the climate and vegetation.

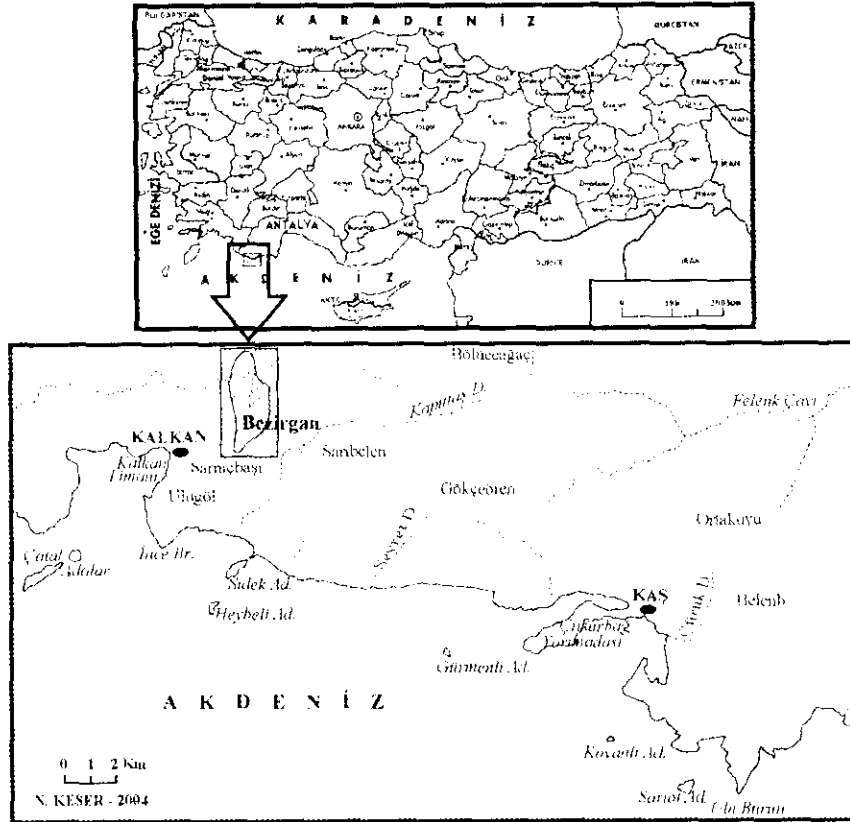
Finally dimensional properties, formations and development of the existing karstic figures were explained by being related to the regional karst factors and karst classification was made. At the end of this research; besides the geomorphology map of the research area, tables and graphics showing the effec-

* Dumlupınar Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Kütahya.

tive directions on the faults and dolins, chemical and petrographical properties of rocks on the area were prepared and presented.

I. Giriş

Bezirgan Polyesi, Batı Toroslar'ın Teke Yöresi olarak adlandırılan kesiminde yer alır. İdari açıdan Antalya'nın Kaş ilçesi Kalkan beldesine bağlı bir köy olan Bezirgan, Kalkan'ın 20 km kuzeydoğusundadır (Şekil 1). Polyeyi KG doğrultusunda kateden Darboğaz Dere'nin su bölümü çizgisiyle sınırlandırdığımız inceleme alanı, Fethiye-P22-b3 topografya haritası paftası içerisinde kalmaktadır. İnceleme alanının kuzeybatı sınırının devamında Dumanlıdağ kütle (Eren T. 1956 m), kuzeydoğusunda Akyazı (Lengüme) Polyesi, batısında Kışla Dağı küt-



Şekil 1. Bezirgan polyesinin lokasyon haritası.
Figure 1. Location map of Bezirgan polje.

lesi, doğusunda karstik plato alanları, güneybatısında Kalkan bucak merkezi, güneydoğusunda ise Sarıbelen (Sidek) Polyesi yer alır. Bu sınırlar içerisindeki inceleme alanında mikro ve makro boyutta olmak üzere her türden karstik şekil yer almaktadır. Bu araştırmada, bölgenin etkin jeolojik ve jeomorfolojik parametreleriyle iklim ve bitki örtüsü denetimlerinde süregelen güncel karstlaşma koşulları ve karstik özelliklerinin açıklanması amaçlanmaktadır.

İnceleme Alanının Genel Coğrafi Özellikleri

Deniz seviyesine göre ortalama 750 m yükseltisinde bulunan Bezirgan polyesi, KG yönlü uzanıma sahiptir. Yükselti değerlerinin kuzeye doğru arttığı bölgede, olasılıkla Üst Miyosen ve Pliyosen dönemlerine ait aşınım yüzeyleri yer alır. Aynı döneme ait aşınım yüzeyi parçalarının farklı yükselti kademelerinde gözlemlendiği inceleme alanında aşınım yüzeylerinin bu konumları, nap yerleşimi ve faylanmalara bağlı olarak meydana gelmiştir. Bölgedeki aşınım yüzeylerinin deformasyonuna neden olan kırık hatları, Üst Pliyosen veya sonrasında gelişmiş ve bir kısmı etkinliğini günümüzde de sürdüren, genelde düşey nitelikli faylardır.

İnceleme alanındaki kaya birimleri Üst Kretase - Miyosen aralığında çökelmiş, karbonatlı formasyonlardan oluşmaktadır. Karstlaşmaya uygun olmayan kayaların sahanın bütününe oranla az yer tuttuğu bölgede, çeşitli lapyta türlerinden dolin, uvala ve polye boyutuna kadar her tip karstik şekil yer alır.

Karstlaşmanın yoğunluğunun bir sonucu olarak, genelde yüzeysel drenajın bozulmuş olduğu saha, Darboğaz dere ve kolları aracılığıyla drene olmaktadır. Bazı kaynak çıkışlarıyla beslenen kollar dışında mevsimlik bir akışa sahip olan Darboğaz dere, inceleme alanı sınırları içerisinde kalan 35 km² lik alanın sularını Bezirgan polyesine taşır. Hidrolojik olarak dış drenaja kapalı bir depresyon konumundaki polyenin suları, güney uçta yer alan düden aracılığıyla yer altı sistemine dahil olur.

İnceleme alanı ve çevresinde Akdeniz iklimi egemendir. Kalkan meteoroloji istasyonunun uzun yıllar sıcaklık ve yağış ortalamalarına göre, bölgede ortalama sıcaklık 19.3 °C, yıllık ortalama toplam yağış miktarı ise 615.7 mm'dir. Yağışın en fazla düştüğü aylar, aralık - mart arası dönemdir. Bu aylardaki yağış fazlalığına bağlı olarak polyenin güney kesiminde mart sonuna kadar varlığını sürdüren mevsimlik bir göl oluşmaktadır.

Bölgede Akdeniz ikliminin karakteristik bitki örtüsü olan makiler yayılış gösterir. İğne yapraklı ormanlar ise yüksek kesimlerde küçük gruplar halinde veya münferit olarak gözlenirler. Sahada yer alan toprak örtüsü, litozolik topraklar, terra-rossa ve alüvyonlardan oluşmaktadır. Polye ve dolin tabanlarındaki verimli topraklarda susam, nohut, arpa, buğday, çeşitli sebze ve meyvenin yanı sıra zeytin, badem, ceviz ve elma yetiştirilmektedir.

Bezirgan köyünde 400 hane bulunmaktadır. Bunun yanı sıra kıyı kesimlere

göre yayla durumunda olan Bezirgan ve çevresindeki yüksek alanlarda, yaz süresince (nisan-kasım sonu) göçerler de ikamet etmektedirler. Yöre halkının geçim kaynağı tarımdır. Tur şirketleri, tarihi değerleri ve doğal güzellikleriyle turizm cazibe merkezi durumunda olan Kalkan ve yakın çevredeki Patara ve Kaş'a gelen turistler için Bezirgan'a günlük turlar düzenlemektedirler. Turistler köy çevresinde at ve eşekle yayla turu yapmanın yanı sıra kır lokantasında yöresel yemekler yiyerek ve el dokuması halı ve kilimler satın alarak hoşça vakit geçirmektedirler. Böylece köy halkından bir kısmı geçimine turizmle de katkı sağlamaktadır.

II. Karstlaşma Etkenleri

Karst bölgelerindeki şekillerin biçimsel özellikleri ile karstlaşmanın gelişimi, bölge veya yörenin jeolojik, jeomorfolojik özellikleri ile iklim ve bitki örtüsüne bağlı olarak farklılıklar gösterir. Bu bölümde Bezirgan polyesi ve yakın çevresinin mevcut karstlaşma özelliklerini belirleyen ve denetleyen etkenler ayrıntılı olarak incelenecektir.

A. Jeolojik Etkenler

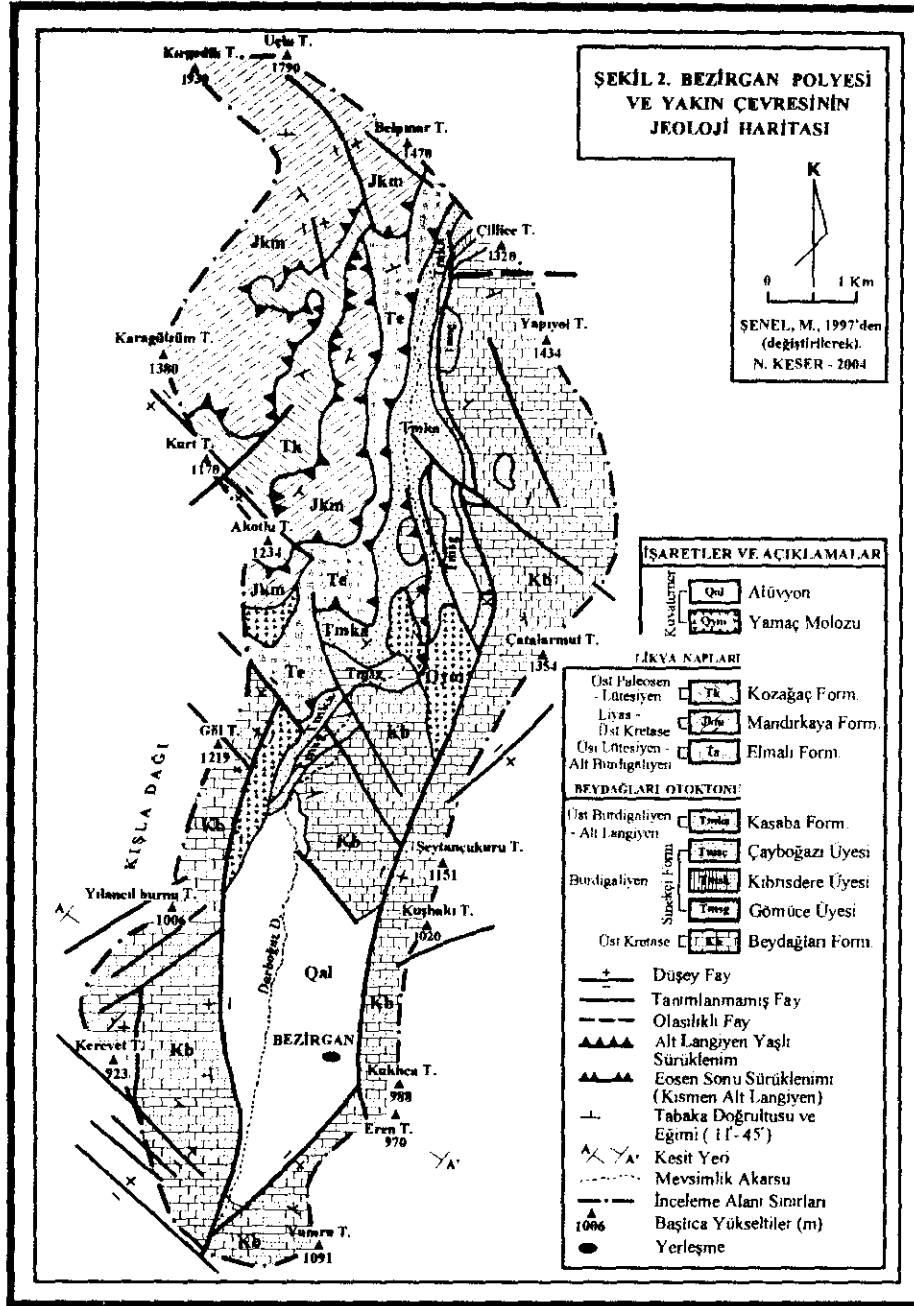
1. Litolojik Özellikler

Bezirgan polyesi ve yakın çevresi büyük ölçüde karstlaşmaya elverişli karbonatlı kayalardan oluşmaktadır. Sahada yer alan birimlerden Sinekçi formasyonunun Çayboğazı üyesi, kiltası; Kasaba formasyonu ise kumtaşı, konglomera, kiltası ve silttaşı ardalanmasından oluşan litolojileriyle karstik olmayan kayalardır (Şekil 2). Aşağıda, inceleme alanında yüzeyleyen karstlaşmaya elverişli karbonatlı kayaların lito-stratigrafik özellikleri genel olarak açıklanacaktır (Şenel, 1997). Bunların kimyasal bileşimleri ve petrografik özellikleri ise ayrı başlıklar halinde ele alınacaktır.

Beydağları Formasyonu (Kb): İnceleme alanında en geniş yayılıma sahip olan bu formasyon, Liyas-Üst Kretase yaşlı neritik kireçtaşlarından oluşur. Orta-kalın tabakalı olup dolomitik kireçtaşı düzeyleri kapsar. Mikro fauna bakımından zengin sayılan birimde yer yer gastropod, lamelli, alg ve mercan yığışmaları görülür. Formasyonun kalınlığı 3800 m olarak saptanmıştır.

Mandırkaya Formasyonu (Jkm): Liyas-Üst Kretase yaşlı neritik kireçtaşlarından oluşmaktadır. Orta-kalın tabakalanmalı olan birim, taban kesiminde dolomitik kireçtaşı düzeyleri kapsar. Kireçtaşları seyrek olarak gastropod, lamelli ve mercan izli olup, yersel pellet ve oolitle kireçtaşı kapsar. Yaklaşık 900 m kalınlığındadır.

Elmalı Formasyonu (Te): Üst Lütesiyen- Alt Burdigaliyen yaşlı olan birim, mikro konglomera, kumlu-killi kireçtaşı, kumtaşı, kiltası ve silttaşından oluşur. Kıt fosilli ve İnce-orta-kalın tabakalıdır. Duraysız yamaç-havza ortamında çökelmiş olan formasyonun kalınlığı 300-1500 m arasında değişir.



Şekil 2. Bezirgan polyesi ve yakın çevresinin jeoloji haritası.

Figure 2. Geological map of Bezirgan polje and its surrounding.

Kozağaç Formasyonu (Tk): Üst Paleosen- Lütésiyen yaşlı kireçtaşı ve çört parçalı breşlerden oluşun birimde, çakıllar orta-kötü boylanmalı ve seyrek derecelenmelidir. Formasyonda yer yer killi-kumlu kireçtaşı, kumtaşı, kiltası ve konglomera seviyeleri yer alır. Orta-kalın tabakalı ve ender fosillidir. Yamaç-havza ortamında çökeltmiş olan formasyonun kalınlığı 40-50 m kadardır.

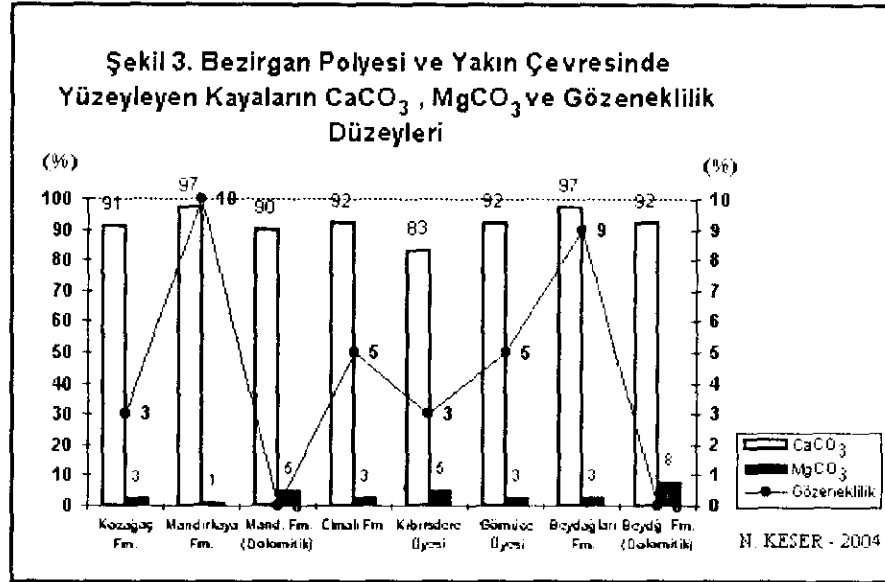
Gömüce Üyesi (Tmsg): Sinekçi formasyonunun tabanını oluşturan birim, inceleme alanında küçük mostralalar halinde yüzeylenir. Formasyon Burdigaliyen yaşlı kireçtaşlarından oluşur. Orta-kalın tabakalı olup tabanında dolomitleşme yaygındır. Bölgedeki kalınlığı 20-200 m arasında değişen birim önce siğ şelf ortamında, daha sonra ortamın giderek derinleşmesine bağılı olarak yamaç havza ortamında çökeltmiştir.

Kıbrisdere Üyesi (Tmsk): Sinekçi formasyonunun orta katmanını oluşturan birim Çillice Tepenin batısında çok dar bir alanda yüzeylenir. Bol organik kalıntıdır (alg, mercan, lamelli, gastropod ve ekinid). Burdigaliyen yaşlı ince-orta tabakalı killi kireçtaşlarından oluşur. Kalınlığı 2-100 m arasında değişir.

İnceleme alanında yüzeyleyen bu karbonatlı kayalardan, litolojik özellikleri bakımından karstlaşmaya en elverişli olanlar Mandırkaya ve Beydağları Formasyonlarıdır. Bunların orta-kalın tabakalı neritik kireçtaşlarından oluşmaları, yayılış alanlarının genişliği ve kalınlıklarının fazla olması, karstlaşmayı derinlemesine ve yanal yönde arttırıcı litolojik özelliklerdir. Sahadaki diğer kaya birimlerine göre nispeten geniş yayılıma sahip olan Kozağaç ve Elmalı formasyonlarının ince-orta tabakalı kireçtaşlarından oluşmaları, bunların kiltası ve silttaşı gibi karstik olmayan tabakalarla ardalanması ve kalınlıklarının az olması, karstlaşmada düşey süreksizliğe neden olan litolojik olumsuzluklardır. Gömüce Üyesi ve Kıbrisdere Üyesi ise, özellikle sahada yüzeyledikleri alanların çok dar, kalınlıklarının az olması nedeniyle, karstlaşma açısından elverişsiz lito-stratigrafik özelliklerdeki birimlerdir.

a) - Kimyasal Bileşim ve Çözünürlük

Karstlaşmaya uygun karbonatlı kayaların litolojik özelliklerinden kimyasal bileşim, bunlarda gelişen karstlaşmanın yoğunluğunu belirleyen en önemli etkenidir. İnceleme alanındaki karbonatlı kayalardan alınan örneklerin kimyasal analizlerinden, tümünün % 83'ün üzerinde CaCO_3 oranına sahip oldukları belirlenmiştir (Şekil 3). CaCO_3 oranının göreceli olarak en yüksek olduğu kaya birimleri Mandırkaya ve Beydağları formasyonu kireçtaşlarıdır. CaCO_3 oranı % 97 olan bu kayalarda MgCO_3 oranı da % 1-3 arasındadır. Bu kimyasal bileşimin bir sonucu olarak genelde yoğun karstlaşmaya sahip olan her iki formasyonda da CaCO_3 oranının en düşük, MgCO_3 oranının en yüksek değerlerde olduğu alanlar dolomitik kireçtaşı düzeyleridir. Bu düzeylerin sahada yüzeye çıktığı alanlar, mikro karstik şekillerin türce azalarak çatlaklar boyunca lapyta gelişimlerinin ön plana çıktığı, dolinlerin derinlikten çok yanal gelişim gösterdiği kesimler olarak gözlenmektedir. Kozağaç ve Elmalı formasyonları ise kimyasal bileşimleri baki-



Şekil 3. Bezirgan polyesi ve yakın çevresinde yüzeyleyen kayaların CaCO_3 , MgCO_3 ve gözeneklilik düzeyleri.

Figure 3. CaCO_3 , MgCO_3 and permeability levels of rocks surfacing on Bezirgan Polje and its surrounding.

mından karstlaşmaya elverişli olmakla birlikte, petrografik özelliklerinin uygun olmaması nedeniyle karstlaşma çok zayıftır.

b) - Petrografik Özellikler ve Geçirimsizlik

Karbonat çamuru (matriks), gözeneklilik (porozite) ve tane tipi (allokemler) gibi dokusal bileşenleri içeren petrografik yapı, çözünme veya karstlaşmanın hızını belirler. İnceleme alanındaki kireçtaşlarından alınan örneklerin ince kesitlerinden, tümünün mikritik (mikro kristalli kalsit hamuru) yapıda olduğu belirlenmiştir (Tablo 1). FOLK (1968) Kireçtaşı Sınıflamasında ayırt edilen Ortokimyasal Bileşenlerden birini oluşturan mikritik çimento (çamur), çapı 1-4 mikron arasında değişen tanelerden oluşmaktadır. Daha önce yapılmış çeşitli karst araştırmalarında da (Nazik, 1992; Öztaş, 1992; Güneysu, 1993; Keser, 1996; Koçak, 2000) çözünürlüğün sparit (Saydam kalsit çimento) ve dolomite ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) oranla daha yüksek olduğu belirlenmiş olan mikritik çimentolu kireçtaşları, diğer karst etkenlerinin de elverişli olduğu koşullarda inceleme alanındaki yoğun karstlaşma zeminlerini oluşturmuşlardır.

Kireçtaşlarının 2.grup bileşenlerini oluşturan Allokimyasal Bileşenler (allokemler) ise aynı sedimantasyon havzasında, çökme sırasında parçalanmış ve akıntılarla taşınmaya uğramış parçacıkları ifade etmektedir (Folk,1968). Kırıntı-

lar (intraklast), oolit, topaklar (pellet) ve fosiller olmak üzere 4 tipten oluşan allo-kemlere kayaçlar içerisinde bulunma oranlarına göre, bunlar dışında farklı adla-malar da yapılmaktadır (Ketin, 1998). İnceleme alanından alınan kaya örnekle-rinin ince kesitlerinden, sahadaki kireçtaşlarının dokusunda tespit edilen tane tipleri Tablo 1'de yer almaktadır. Buna göre inceleme alanı ve yakın çevresinde yüzeyleyen kireçtaşlarından yoğun karstlaşmaya sahip olanları biyomikrit, bi-yosparit ve biyoklastik türünde tane tipleri içermektedir. Mandırkaya ve Beydağ-ları formasyonlarının dolomitik düzeyleri ise intraklastik tane tipindedir. Bu dü-zeyler dışında oldukça yüksek karstlaşma potansiyeline sahip olan bu kireçtaş-larının diğer petrografik ve kimyasal özelliklerinin yanı sıra çeşitli fosil parçacık ve kırıntıları içermeleri karstlaşmayı olumlu yönde etkilemiştir. Nitekim arazi gözlemlerinde, bol fosil içeren kayaç yüzeylerinin (kavkılardan içinde veya çevre-sinde) çok sık olarak gelişmiş delikli lapyalarla kaplanmış olduğu, dolinlerin de bu alanlarda da sık oldukları görülmüştür.

Suyun kayaç bünyesine nüfuzu veya dolaşımını denetleyen geçirimsizlik, gö-zenekliliğe paralel olarak artar. İnceleme alanındaki karbonatlı kayalardan alın-an örneklerin ince kesitlerinden, gözeneklilik durumlarının % 1-10 arasında

Tablo 1. Bezirgan polyesi ve yakın çevresinde yüzeyleyen karbonatlı kayaların bazı pet-rografik özellikleri.

Table 1. Some petrographical properties of carbonated rocks surfacing on Bezirgan pol-je and its surrounding.

Örn. No	FORMASYON ADI	DOKU BİLEŞENLERİ			Kaya Türü	Karstlaşma
		Karbonat Çamuru	Tane Tipi	Gözenek Durumu (%)		
1	Kozağaç Formasyonu (Tk)	Mikritik	Biyomikrit İntramikrit	1-3	İstiflaş	Kısmi Karst
2	Mandırkaya Formasyon (Jkm)	Mikritik	Biyomikritik Pelleli Biyoklastik	6-10	İstiflaş	Yoğun Karst
3	Dolomitik Düzeyler (Jkm)	Mikritik	Intraklastik	Doldurulmuş	İstiflaş	Kısmi Karst
4	Elmalı Formasyonu (Tz)	Mikritik	Pelletoid	2-5	Çamurtaş	Kısmi Karst
5	Kıbrısdere Üyesi (Tmsk)	Mikritik	Biyomikrit	1-3	Vaketaşı	Kısmi Karst
6	Gömüce Üyesi (Tmsg)	Mikritik	Biyomikrit	5	Vaketaşı	Yoğun Karst
7	Beydağları Formasyonu (Kb)	Mikritik	Intraklastik Biyosparit	3-9	İstiflaş	Yoğun Karst
8	Dolomitik Düzeyler (Kb)	Mikritik	Intraklastik	Doldurulmuş	İstiflaş	Kısmi Karst

değiştirdiği belirlenmiştir. Genel olarak erime boşluklu ve sık çatlaklı yapıdaki Beydağları formasyonu kireçtaşları % 3-9, Mandırkaya formasyonu kireçtaşları ise % 6-10 arasında değişen gözeneklilik değerleri içermektedir (Şekil 3). Bunlardan Mandırkaya formasyonu yüksek gözeneklilik değerine bağlı olarak, sahada Beydağları formasyonuna oranla daha yoğun karstlaşmaya sahiptir. Bu kireçtaşlarının dolomitik düzeylerinde ise boşluk ve çatlaklar kalsit ve aragonit mineralleriyle doldurulmuş durumdadır. Kayaç içerisindeki hidrolojik dolaşımı engelleyen bu durum, özellikle dolomitik düzeyleri sahada sıkça yüzeylenen Beydağları formasyonundaki karstlaşma açısından önem taşımaktadır. Elmalı ve Kozağaç formasyonlarının gözenek durumuna bakıldığında değerlerin % 1-3 arasında olduğu görülmektedir. Mikro konglomera ve breş niteliğinde olan bu kayaların farklı tane boyutlarındaki parçacıklardan oluşması poroziteyi artırmaktadır. Bunlarda ayrıca parçacıkları tutturucu karbonatlı çimentonun elverişli gözeneklilik değerine sahip olması, suyun kayaç bünyesine nüfuzunu hızlandırdığından, karstlaşma da çok hızlı gelişmektedir. Karstik çözünmenin hızla gerçekleşmesi sonucu çimento maddesinin ortadan kalktığı alanlarda kayaç ya süngersi bir görünüm almış, yada çoğu kez kum ve çakıl tanelerinin serbest kaldığı yığınlar oluşmuştur (Foto 3). Bu birimlerdeki karstlaşmanın ileri aşaması olan Büyük Kumluca uvalası ve genel olarak yamaç dolini görünümü, asimetrik sığ dolinlerde taban, çözünme artığı kum ve çakıllarla kaplıdır.

2. Yapısal Özellikler

a) - Süreksizlikler

İnceleme alanındaki kireçtaşı tabakalarının kalınlığı, eğim değerleri ve geçirimsiz veya çözünmez özellikteki tabakalarla ardalanmış olması karstlaşmayı farklı şekillerde etkilemiştir. Sahada, kimyasal ve petrografik özellikleri bakımından karstlaşmaya son derece elverişli koşullara sahip oldukları belirlenen Mandırkaya ve Beydağları formasyonları, tabaka kalınlıkları ve eğim değerleri bakımından da elverişli koşullar sunar. Her iki kireçtaşının da orta-kalın tabakalı (10-100 cm) olmaları karstlaşmanın düşey yöndeki derinliğini ve sürekliliğini artırıcı rol oynamıştır. Bu birimler üzerinde gelişmiş dolinler ortalama 30 m derinliğinde olup, üst yamaç ve taban arasındaki seviye farkını kapsayan bu değer bazı fay kontrollü dolinlerde 150 m'yi aşmaktadır. Düşey yöndeki başlıca süreksizlik unsurunu oluşturan, çözünürlüğü düşük dolomitik tabakaların kireçtaşlarıyla ardalandığı alanlarda ise karstik şekiller tür ve yoğunluk bakımından oldukça seyrek oldukları gibi derinlikten çok yanal gelişim göstermişlerdir. Özellikle Beydağları formasyonunun dolomitik düzeylerinin yüzeylediği, sahanın güney kesimlerinde dolinler, çaplarının genişliğine karşılık derinlikleri ortalama 15 m'dir. Genel olarak karstlaşmayı derinleştirici bir etkileri olan faylar boyunca gelişmiş olan dolinlerin derinlikleri dahi 20 m'yi geçmemektedir. Genel olarak kireçtaşı tabakalarının toprak örtüsünden yoksun çıplak vaziyette bulunduğu inceleme alanında tabaka eğim değerleri 11°- 45° ler arasındadır (Şekil 2). Karstik çözünmede en önemli unsur olan suyun yüzeyde oyalanmadan akışa geçtiği ve karstlaşma açısından olumsuzluk oluşturan 30°nin üzerindeki tabaka eğim değerleri

inceleme alanında fazla yer tutmamaktadır. Elmalı ve Kozağaç formasyonları ise litolojik özelliklerinde de açıklandığı gibi, ince kireçtaşı tabakalarından oluşmaları, bunlarında kiltası, silttaşı gibi karstik olmayan tabaklarla aralanması karstlaşmanın derine doğru gelişimini sınırlandırarak düşey yönde süresizliğe neden olmuştur. Her iki formasyonun yüzeylediği alanlarda karstik gelişimin sınırlı oluşundaki başlıca etkende budur. İnceleme alanında yüzeyledikleri alan çok dar ve kalınlıkları az olan Gömüce ve Kıbrısdere üyesi ise yanal ve düşey süresizliğe bağlı olarak karstlaşmanın gelişemediği formasyonlardır.

Çatlaklar, suyun kayaya daha uzun süre temas etmesini sağlayarak, çözünmeyi derine doğru hızlandırmanın yanı sıra lapyaların ve küçük çaplı dolinlerin bu doğrultularda belirgin yönelimler göstermesine neden olurlar. Beydağları ve Mandırkaya kireçtaşlarında geçirimsizliği artıran en önemli faktörlerden biri de sık ve kesişen çatlaklı yapıda olmalarıdır. Her iki birimin dolomitik düzeylerindeki çatlaklar büyük ölçüde kalsit kristalleriyle doldurulmuş durumdadır. Beydağları formasyonunun dolomitik düzeylerindeki geniş çatlaklar ise yersel aragonit dolguludur. Formasyona ait bu düzeyler polyenin güneybatısındaki Karain boğazının depresyon tabanına yakın yamaçlarında (Ambararası mevki batısı) belirgin olarak gözlenmektedir. Genişliği yer yer 30 cm'yi geçen geniş çatlaklar aragonit dolgulu olup, kireçtaşına oranla çözünmeye karşı daha dirençli olmaları nedeniyle kaya yüzeyinde kalın bantlar halindeki sert çıkıntıları oluşturdukları görülmektedir. Kimyasal bileşimi bakımından $CaCO_3$ 'dan oluşan bu mineral sahada kristalli görünümünü muhafaza ederken, aynı kimyasal bileşimdeki kalsitin yer aldığı boşluk ve çatlaklar, aragonite oranla daha ince damarlar halinde olmaları nedeniyle çoğu kez boşaltılmış olarak gözlenmektedir. Yer yer çözünmeyle boşalmış olan kalsit dolgulu çatlaklarda lapy oluşumları yer almaktadır. Bölgede en yaygın lapy türü çatlak lapyalarıdır. Dolomitik düzeylerin yüzeylediği bazı alanlarda da yalnızca çatlak lapyalarının gelişmiş olması, çatlakların karstlaşma üzerindeki belirgin etkisini ortaya koymaktadır. Ayrıca saha genelinde, oluklu lapyalar ve duvar lapyaları dışındaki tüm lapy türlerinde çatlak boyunca gelişim, yönlenme görülmektedir.

Çatlaklara oranla çok daha geniş alanları etkileyen faylar ise karstlaşmayı derinleştirmenin yanı sıra bölgedeki makro karstik şekillerde belirgin yönelimlere neden olan en önemli süresizlik unsurudur. İnceleme alanı, tektonik aktivitenin paleojeolojik dönemlerden günümüze kadar aralıklarla devam ettiği bir bölgede yer almaktadır. Jeolojik geçmişte birkaç kez tekrar eden (Üst Senoniyen ve Miyosen) K-G yönlü sıkışma rejimi ve bunlara bağlı nap yerleşimlerine sahne olan inceleme alanı, bugünkü jeomorfolojik özelliklerini büyük ölçüde Pliosen sonu ve/veya sonrası tektonik dönemde kazanmıştır. Bezirgan çukuru ve çevresindeki çok sayıdaki kırık ile batısındaki Eşen grabeni de, bölgede büyük çapta kırılma ve deformasyonun geliştiği bu dönemde meydana gelmiştir (Şenel, 1997). Araştırmaya konu olan Bezirgan polyesi K-G doğrultulu ve birbirine paralel olarak uzanan, iki düşey nitelikli fay boyunca oluşmuş graben alanında yer almaktadır (Şekil 8). Depresyon ayrıca kuzey ve güney yönlerden de daha

küçük faylarla sınırlanmaktadır. Yörede polyenin sınırlarını çizen bu ana hatlar dışında, çok sayıda ve çoğu normal nitelikli faylar yer alır (Şekil 2). Polyenin oluşum ve gelişimindeki en önemli yapısal etkende, bölgenin karstlaşmaya elverişli lito-stratigrafik özellikteki kireçtaşı istiflerinde bu faylar boyunca oluşan zayıf zonlardır.

Genelde düşey nitelikli faylarla parçalanmış durumda olan inceleme alanında, aynı zamanda çoğu aşınım yüzeyi parçalarına karşılık gelen kompartımanlar, bazı kırık hatlarında yer yer 300 m'yi aşan düşey seviye farkı içermektedirler. Lito-stratigrafik özellikleri bakımından karstlaşma potansiyeli yüksek kireçtaşı istiflerini kateden bu fay hatları boyunca yoğun bir karstlaşma görülmektedir. Kayaçlardaki zayıflık hatlarını oluşturan bu alanlar suyun daha derine sızmasını sağlayarak karstlaşmanın da derinliğini artırmaktadır. Buna bağlı olarak inceleme alanında kırık hattı boyunca yer alan çok sayıda dolinde, iç içe oluşmuş farklı taban seviyeleri ve 250 m'ye ulaşan derinliklerle kendini gösteren çok dönemlilik veya gençleşme tespit edilmiştir. Bölgedeki karstlaşmada faylanmayla ilişkili olarak ortaya çıkan özelliklerden biride dolinlerin kırık hattı boyunca sıralanmaları, uzamaları veya uzun eksenlerinin az çok faya paralel olmasıdır. Faylarla karstik şekiller arasındaki bu ilişkiyi ortaya koymak amacıyla, inceleme alanının jeoloji haritasında yer alan 30 faya ait ölçüm değerleri alınarak bunların kuzeyden sapmalarını gösteren gül diyagramı hazırlanmıştır. Buna göre sahadaki fayların uzanımlarında I. etkin yön K 50° B olarak tespit edilirken, II. etkin yön K 0-10° D ve III. etkin yön K 20° B olarak belirlenmiştir (Şekil 7). Belirlenen bu yönler, sahadaki 192 dolinin uzun eksenlerinin yoğunlaştıkları etkin yönleridir de kapsamaktadır.

B. Jeomorfolojik Etkenler

1. Taban Seviyesi

İnceleme alanının bulunduğu bölgenin dış etkenlerce şekillendirilmesindeki en alt sınırı oluşturan morfolojik taban seviyesi, daimi taban seviyesi olan Akdeniz'dir. Bölge Orta Miyosen sonlarında (Serravaliyen) kara haline geçmiştir (Şenel, 1997). Bölgenin jeomorfolojik gelişimi bu dönemden başlayarak tektonik hareketler, iklim salınımları ve Akdeniz'in seviye değişimleri kontrolünde günümüze kadar devam ede gelmiştir. Bölgede Serravaliyen - Üst Miyosen aralığında devam eden morfotektonik gelişim ve etkin aşınım sürecine bağlı olarak Üst Miyosen aşınım yüzeyleri meydana gelmiştir. Bu yüzey parçaları 1200-1900 m'ler arasında yer almaktadır. Çok farklı yükseltilerdeki parçalar halinde bulunan aşınım yüzeyleri, bölgede diğer önemli kırık hatlarının yanı sıra Bezirgan çukurunu da oluşturan Pliyosen sonu ve sonrasındaki faylı tektonik hareketler sonucu deformasyona uğrayarak bu günkü konumlarını almışlardır. Bölgede daha önce yapılmış araştırmalar da (Erol, 1990) göz önüne alınarak, Bezirgan Polyesi tabanını dolduran tortulların Üst Miyosen aşınım yüzeylerinin korelanı olduğu düşünülmektedir. İnceleme alanında 850-1200 m'ler arasında gözlenen yüzey parçaları ise olasılıkla Pliyosen aşınım yüzeyleridir. Bunlar, Üst Miyosen sonu-

Pliyosen başlarındaki bloklar halinde yükselme (Ketin, 1959; Ardos, 1979; Uysal ve diğ., 1980; Erol, 1983), iklim değişimleri ve bunlara bağlı aşınım süreci sonucunda oluşmuş, Üst Miyosen aşınım yüzeylerinden belirgin morfolojik diskordanslarla ayrılan yüzeylerdir. Sahadaki bu aşınım yüzeyleri, karstik şekillerin yoğunluğu nedeniyle sunumda karışıklık yarattığından jeomorfoloji haritasında ayrı bir lejandla gösterilmemiş olup, yüzey sınır çizgileri ve bunları çevreleyen yamaç işaretleriyle vurgulanmaya çalışılmıştır.

İnceleme alanı sınırları içerisindeki bölgenin dış etkenlerce şekillendirilmesinde yerel taban seviyesini oluşturan Bezirgan polyesi, Darboğaz dere ve kolları ile Karain derenin sularını toplamaktadır (Şekil 4-5). Polyenin faylarla sınırlanan güney, doğu ve batı yamaçları, yine bu fayların etkinliğine bağlı olarak dik yamaçlar olma özelliklerini korurken polyenin kuzeyinde kalan alanlar Darboğaz dere ve kolları tarafından aşındırılarak alçaltılmışlardır. Akarsu, bu alanlarda geçtiği zeminlerin litolojik özelliklerine de bağlı olarak yer yer geniş tabanlı vadi içerisinde akmaktadır.

Karbonatlı kayalardan oluşan bölgelerde karstik şekillenmenin alt sınırını belirleyen temel faktör ise morfolojik ve yerel taban seviyesinden bağımsız bir işlev ve sahip olan karst taban seviyesidir. Bölgedeki en geniş yayılıma sahip kayalar olan Mandırkaya ve Beydağları formasyonlarındaki karst taban seviyesi, her iki biriminde içerdikleri dolomitik kireçtaşı düzeylerinden oluşmaktadır. Bunlardan Mandırkaya formasyonunun dolomitik düzeylerinin yüzeylediği alanlar birimin yayılış alanına göre çok dar bir alanı işgal etmekte olup sahanın kuzeyindeki Kırgedik tepe çevresinden ibarettir. Karstlaşmanın nispeten zayıf olduğu bu alanda, duvar lapyaları, oluklu lapyalar ve çatlaklar boyunca gelişmiş bazı lapyalarla, yamaç dolinleri yer almaktadır. Beydağları formasyonundaki dolomitik düzeyler ise sahada geniş yer tutmaktadır. Bu kireçtaşlarındaki karstlaşmada düşey süreksizlik unsurunu oluşturan dolomitik tabakalar, kırık hatları boyunca meydana gelen düşey atımlar sonucu saf kireçtaşı tabakalarıyla yan yana gelecek yanallı yönde de süreksizliğe neden olmuşlardır. Formasyonda karstlaşmanın göreceli olarak zayıfladığı, geçici karst taban seviyesini oluşturan dolomitik düzeyler, karstik şekiller bakımından da farklılıklar gösterir. Büyük boyutlara ulaşmış, düz ve geniş tabanlı kamenitsalar, çatlak lapyaları, yanallı gelişim halindeki dolinler ve yamaç dolinleri bu alanların karakteristik şekilleridir. Ayrıca deren vadiler ve faylı yamaçlar boyunca yer alan kaynak boşalım noktaları da formasyonun bu düzeyleri üzerinde oluşmuşlardır.

2. Topografik Eğim

Yağış sularının kireçtaşı yüzeyinde kalma süresini belirleme yoluyla karstlaşmayı etkileyen topografik eğim, inceleme alanında kısa mesafelerde farklı değerler gösterir. Bu durum, formasyonların stratigrafik özellikleri, faylanma ve aşınım süreçlerinin etkinliğine bağlı olarak meydana gelmiştir. Sahada topografik eğim değerlerinin yataya yakın olduğu kesimler olan aşınım yüzeyleri aynı zamanda karstlaşmanın da yoğun olduğu alanlar olarak dikkat çeker. Yağış su-

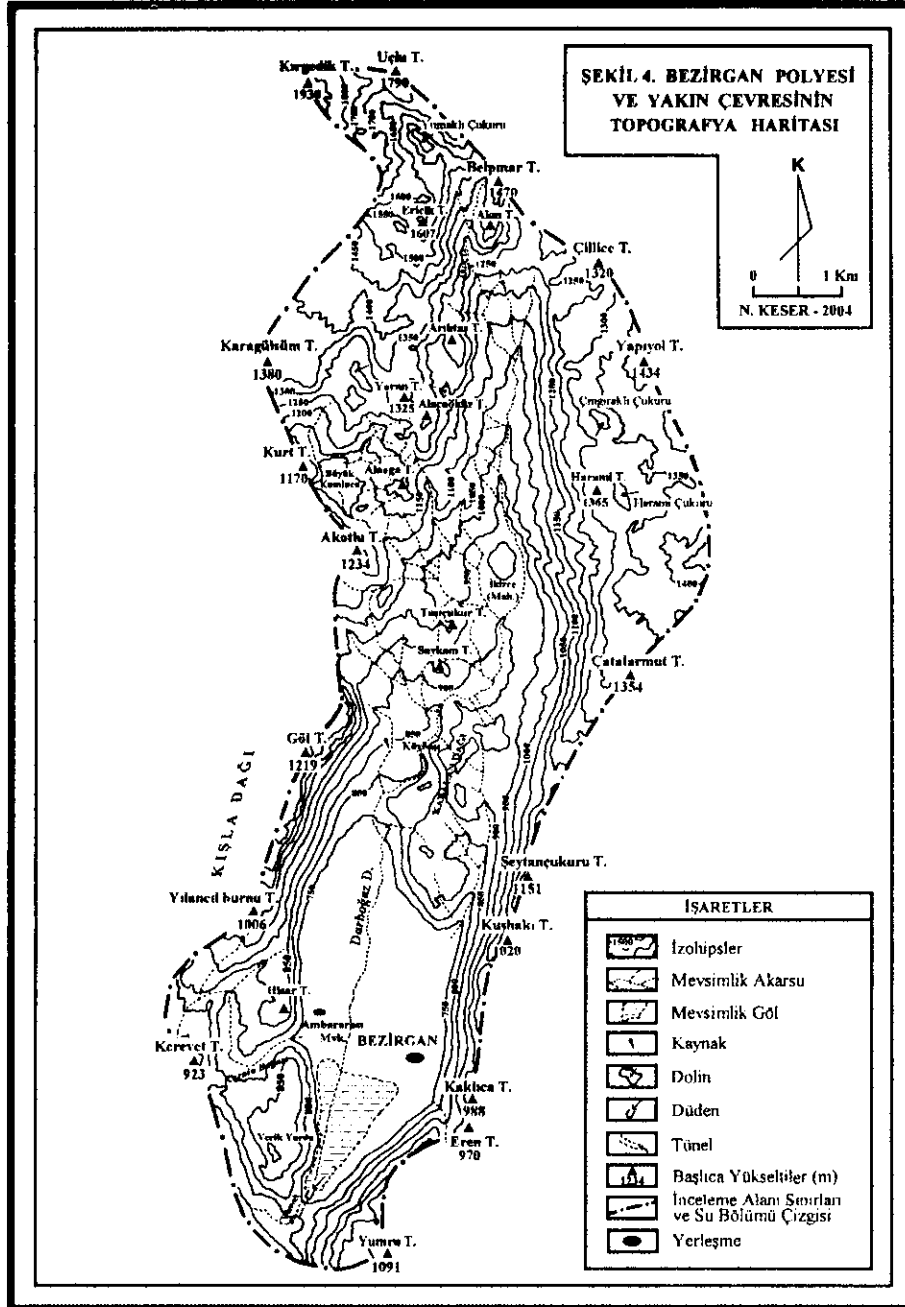
larının akışa geçmeden, yüzeyle uzun süre temas etmesi sonucu oluşan bu yoğun karstlaşma alanlarındaki dolinler büyük derinliklere ulaşmışlardır. Bu depresyonlara düşen yağışlar, yine yatay olan tabanlarındaki kuyu biçimli ve birden fazla olabilen toprak düdenler aracılığıyla yeraltına drene olmaktadır. Bunların genellikle toprakla örtülü olmayan kenar kesimlerindeki delikli ve kovuklu lapyalar oluşumları da çok gelişmiş olup, düşey boru veya kuyu görünümündedirler. Bölgede topografik eğim değerlerinin 10° - 30° arasında olduğu kireçtaşı yüzeyleri ise yağış sularının akışa geçmesine bağlı olarak, çözünmenin yanı sıra suyun fiziksel aşındırmasının da etkin olduğu kesimlerdir. Eğim yönünde gelişmiş oluklu lapyalar, duvar lapyaları, çatlak lapyaları ve yamaç dolinleri bu alanlarda yaygın olarak görülen ve topografik eğim koşullarını yansıtan karstik şekillerdir.

Topografik eğim değerlerinin 30° yi geçtiği yamaçlar, suyun fiziksel aşındırma etkisinin ön plana geçtiği alanlardır. Buralarda seyrek olarak görülen oluklu lapyalar ve çatlak lapyaları karakteristik olmayıp eğimin 50° - 60° olduğu yamaçlarda da tamamen ortadan kalkarlar. Karstik çözünmenin çok azaldığı veya bütünüyle ortadan kalktığı bu eğim değerlerindeki yamaçlar, özellikle Bezirgan çevresinde geniş yer tutar (Şekil 5). Bunlar genel olarak kuzeydeki tepelik alanların yamaçları da dahil olmak üzere, çoğu bölgeyi kilometrelerce kateden fayların neden olduğu deformasyonlar sonucu, ilksel durumlarını yitirmiş kireçtaşı tabakalarıdır. Karstlaşmanın hemen hemen durmuş olduğu bu alanlarda görülen tek karstik şekil sığ yamaç dolinleridir.

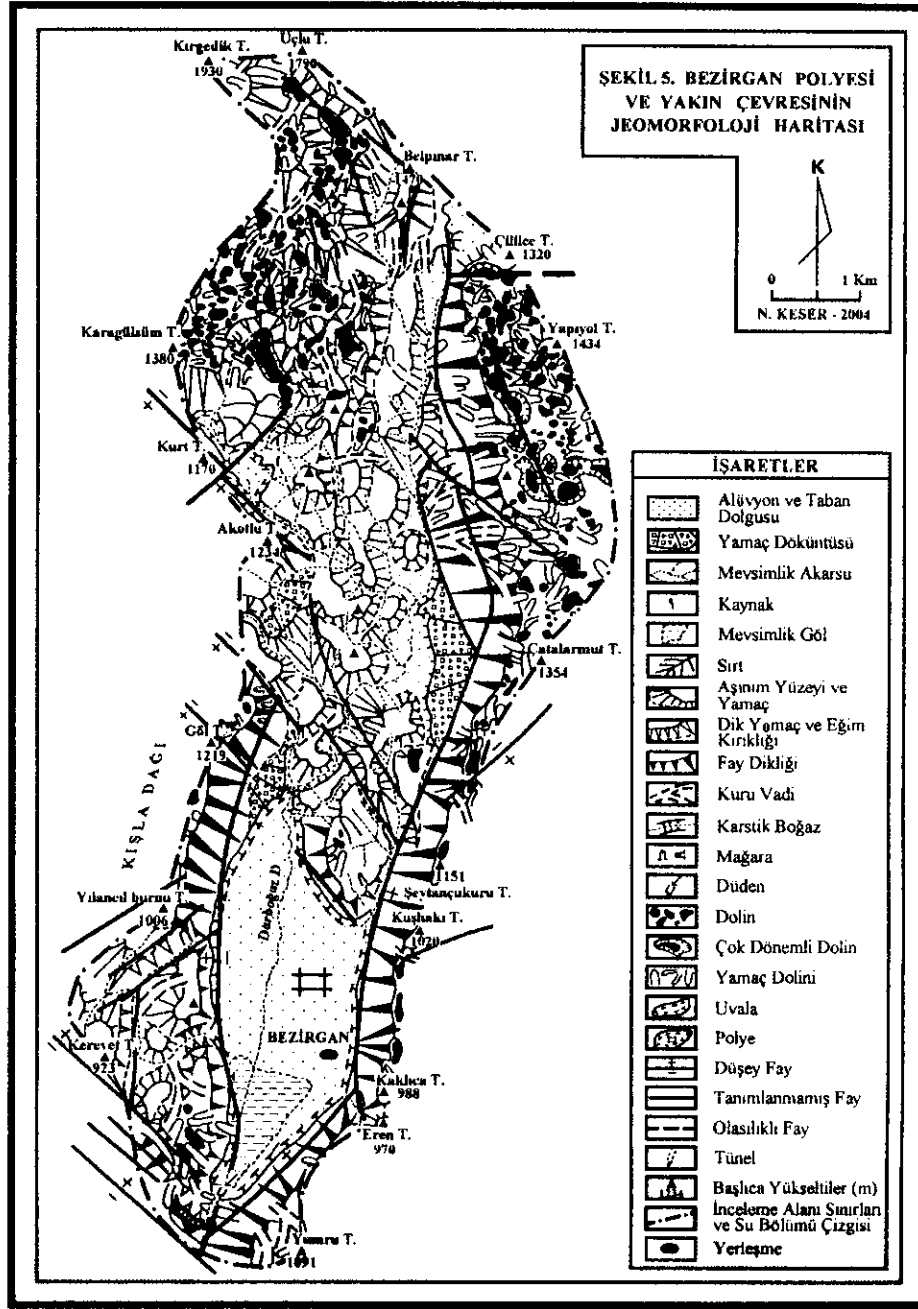
3. Yarılma

Karstlaşmaya uygun karbonatlı kayalardan oluşan zeminleri kateden faylar ve akarsular, karstlaşmayı derinleştiren ve topografyada gençleşmeye neden olan yarılma unsurlarıdır. İnceleme alanındaki karstlaşmada fayla yarılmanın belirgin etkileri gözlenir. Sahada faylar boyunca oluşan lokal yükselmelerle karstlaşmanın canlandığı gözlenirken doğrudan fay hattı boyunca gelişmiş çok sayıda dolin yer alır. Özellikle Bezirgan polyesi ve Büyük Kumluca uvalasının oluşumlarının başlangıcında etkili olan faylar daha sonraki hareketlenmeleriyle de bunların gelişimini kontrol etmiş ve yörede karst taban seviyesinin derinliğini artırıcı etkilerde bulunmuşlardır.

Bölgedeki bu tektonik etkinlikle ilişkili olarak akarsu ağında yer yer bozulmalar meydana gelirken lokal yükselmelere uyum sağlayan akarsular yataklarını derince kazmışlardır. Genel olarak kuzeyde karstik olmayan birimler (Kasaba formasyonu ve yamaç molozları) içine açılmış geniş tabanlı vadisinde akmakta olan Darboğaz derenin bazı kolları, sarp yamaçlı derin vadiler içerisine gömülmüştür (Belpınar tepe batısı, Saykam tepe batısı ve Köybaşı mahallesi kuzeybatısı). Kuzeyde Mandırkaya, güneyde ise Elmalı ve Beydağları kireçtaşları içine gömülmüş olan bu akarsuların vadileri boyunca bazı küçük kaynaklar yer almaktadır (Şekil 4-5). Daha önce de değinildiği gibi geçirimsiz düzeyler üzerinde oluşmuş olan bu kaynaklar, yer altı suyunun boşalımını sağlayarak karstlaşmayı hızlandırıcı etki yapmaktadırlar. Bezirgan'ın güney batısındaki alanlarda kars-



Şekil 4. Bezirgan polyesi ve yakın çevresinin topografya haritası.
Figure 4. Topographical map of Bezirgan polje and its surrounding.



Şekil 5. Bezirgan polyesi ve yakın çevresinin jeomorfoloji haritası.

Figure 5. Geomorphological map of Bezirgan polje and its surrounding.

tik gençleşmenin en belirgin örneğini Karain boğazı oluşturmaktadır. K-G doğrultulu fay boyunca bütünüyle yükselmiş olan bu alanda yeni taban seviyesine uyum sağlayan dere, Ambararası mevkiî yakınında yüzeyden 130 m derine görmülmüştür. Ayrıca sahanın kuzeybatısındaki Yaran tepenin doğu ve batı kesimlerindeki bazı dolinlerle Büyük Kumluca uvalası akarsular tarafından kapılarak dış drenaja açılmıştır. Faylanmaya bağlı lokal yükselmenin bir sonucu olarak akarsuların canlandığı bu alanlarda, karstik şekillenme de daha derinlerde kalan yeni karst taban seviyesine göre devam etmektedir. Ayrıca inceleme alanının pek çok kesiminde, her iki yarılma unsurunun ortak etki alanları niteliğindeki, fay hattına yerleşmiş akarsular yer almaktadır.

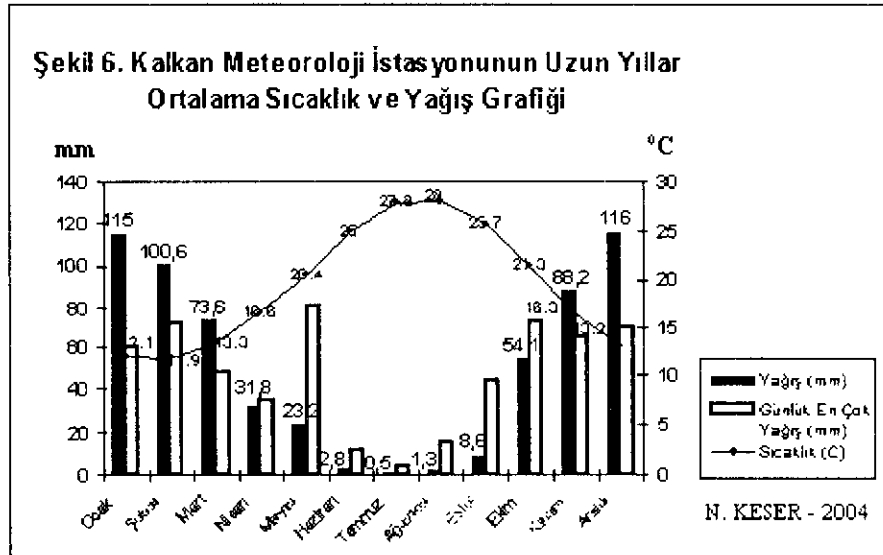
C. Klimatik Etkenler

1. Yağış ve Sıcaklık

İnceleme alanının bulunduğu bölge Akdeniz ikliminin etkisindedir. Bezirgan polyesi, kıyıdan itibaren yükseltinin hızla arttığı bölgede, ortalama 750m yükseltisinde yer almaktadır. Buraya en yakın meteoroloji istasyonu Kalkan'dır. Kalkan meteoroloji istasyonunun 12 yıllık yağış rasat kayıtlarına göre (DMİ, 2003), yıllık ortalama toplam yağış miktarı 615.7 mm'dir. Bu değer aylara göre dağılımına bakıldığında en çok yağış aralık (116 mm), ocak (115 mm) ve şubat (100.6 mm) olmak üzere kış aylarında düşmektedir. Bahar aylarında azalarak devam eden yağışlar, yaz aylarından haziranda 2.8 mm, temmuzda 0.5 mm ve ağustosta 1.3 mm olmak üzere minimum düzeye iner. Aynı zamanda en çok yağışın düştüğü aylar olan ekim-şubat arası dönem ile mayıs ayındaki yağışlar günlük 50 mm'nin üzerindeki (ortalama 80 mm) sağanak karakterli yağışlardır (Şekil 6). Yağışlar yağmur niteliğinde olup, kar yağışlı günler 12 yıl içinde şubat ve ocak aylarında olmak üzere 0.2 gün olmuştur.

Kalkan istasyonunun 14 yıllık sıcaklık rasat kayıtları incelendiğinde, yıllık ortalama sıcaklık 19.3 °C dir (DMİ, 2003). Aylara göre sıcaklık dağılımına bakıldığında en düşük sıcaklık 11.9 °C ile şubat ayında, en yüksek sıcaklık ise 28 °C ile ağustos ayında gerçekleşmektedir (Şekil 6). Bölgede kıyıdan iç kesimlere doğru gidildikçe, hızla artan yükseltiye paralel olarak yağış ve sıcaklık değerlerinde değişiklikler kaydedilir. Bu farklılaşma, yağışın artması ve sıcaklığın azalması şeklindedir (Kurter, 1979). Buna göre 40 m yükseltisinde yer alan Kalkan meteoroloji istasyonu ile ortalama 750 m'de bulunan Bezirgan arasında yaklaşık 700 m'lik yükselti farkının neden olduğu sıcaklık düşüşü (dikey sıcaklık gradyanı) 4 °C kadardır. Bu değer sahada yükseltinin kuzeye doğru 1900 m'ye ulaştığı alanlarda ise 9-10 °C kadardır. Meteorolojik elemanların bu ortalama değerlerine göre; bölgede yıllık ortalama 600 mm'nin üzerindeki yağışlar ve bunların en çok kış aylarında olmak üzere sağanak karakterde olması, yaz aylarının kurak, ortalama sıcaklığın yıl boyunca 10 °C'nin altına düşmediği, tipik Akdeniz iklimi özellikleri görülmektedir. Karstlaşma açısından en elverişli iklim bölgeleri de ılıman ve tropikal iklim bölgeleridir (Erinç, 1971; Jakucs, 1978). İnceleme alanında yoğun olarak yer alan karstik şekillerin oluşum ve gelişiminde,

bu ılıman nitelikteki elverişli güncel iklim koşulları etkili olmuştur. Bunun yanı sıra sahada yer alan çoğu makro karstik şekil jeolojik geçmişteki iklim koşullarını yansıtan paleokarstik oluşumlardır. Başta oluklu lapyalar, duvar lapyaları ve çatlak lapyaları olmak üzere birçok mikro karstik şekil, çözünmenin yanı sıra yağış sularının fiziksel erozyonuyla oluşan dolayısıyla etkin yağış ve sıcaklık koşulları kontrolündeki aktüel karstik oluşumlardır. Bezirgan polyesi, Büyük Kumluca uvalası ve aşınım yüzeyleri üzerinde yer alan dolinler, yamaç dolinleri, karstik boğaz ve kuru vadiler ise bugünkünden farklı iklim koşullarının etkin olduğu paleokarstik dönemlerde oluşmuş ve günümüzde de gelişmelerini sürdüren karstik şekillerdir.



Şekil 6. Kalkan meteoroloji istasyonunun uzun yıllar ortalama sıcaklık ve yağış grafiği (DMİ, 2003).

Figure 6. Temperature and rain average graphics of Kalkan meteorology station for long years (DMİ, 2003).

D. Toprak ve Bitki Örtüsü Etkenleri

Karstik depresyonların tabanları dışında çoğu kez çıplak ve kayalık görünümde olan inceleme alanında en yaygın görülen toprak türünü litozolik topraklar oluşturmaktadır (Topraksu, 1972). Dağlık alanların sığ ve taşlı toprakları olan litozoller, çakıllı ve taşlı depolar üzerinde gelişmiş olup, kalınlığı çoğu zaman 10 cm'den az olan topraklardır (Mater, 1998). Bölgedeki en yaygın diğer toprak türü olan terra-rossalar ise inceleme alanının da içerisinde bulunduğu Toroslar'ın her kesiminde olduğu gibi polye ve dolinlerden çatlak lapyalarına ka-

dar tüm karstik şekiller içerisinde yer alırlar. Karstik çözünme sonucu oluşan bu topraklar, sahadaki depresyonların boyutlarına paralel kalınlıklarda gözlenirler. Dolinlerle büyük boyutlu kamenitsaların tabanlarında ince profillerde gözlenen terra-rossaların en büyük kalınlıklara ulaştığı yer Bezirgan polyesidir. Toprağın buradaki kalınlığı, depresyonun oluşumunu izleyen Üst Pliyosenden günümüze kadar olan uzun karstik süreçte meydana gelmiştir. Polye tabanında ayrıca alüvyon ve killi topraklarda yer almaktadır. Depresyonun güneyinde, mevsimlik gölün bulunduğu yaklaşık 1,5 km² lik alanda yer alan killi topraklar, gölün su tuttuğu dönem ve sonrasındaki yağışlı aylardaki yıkanma sonucu oluşmuş olup, gölün çekilmiş olduğu yaz aylarında gözlenmektedir. Polye tabanındaki alüvyonlar ise Darboğaz derenin kanal içerisine alınmamış olan orta ve kuzey kesimlerindeki dere yatağı boyunca gözlenir. Ayrıca sahada, Darboğaz dere ve diğer küçük akarsuların vadileri boyunca da alüvyonlar yer almaktadır.

İnceleme alanı yoğun bir şekilde makilerle kaplıdır. Bunlar sert yapraklı dikensi çalılarla bodur ağaç türlerinden ardıç, delice, keçiboynuzu, meşe, mersin, defne erguvan, zakkum ve katırtırnağının yanı sıra lavanta, kekik ve adaçayı gibi kokulu bitki türlerinden oluşmaktadır. Karaçam, kızılçam ve sedir gibi ibrelili ağaçlardan oluşan ormanlar ise büyük ölçüde tahrip edilmiş olup saha genelinde münferit halde gözlenirler. Bunlar yalnızca kuzey kesimlerdeki ulaşılabilir yüksek alanlardan Kirgedik tepe ve Uçlu tepe çevrelerinde küçük gruplar halinde korunabilmişlerdir. Sebze ve meyve tarımının yapıldığı polye tabanında ise bazı geniş yapraklı ağaçların yanı sıra kültür bitkisi türünden çeşitli ağaçlar yer almaktadır.

Birbirleri ve iklimle ilişkili olan toprak ve bitki örtüsü etkenleri, karstlaşmada dolaylı bir etkiye sahiptir. Elverişli iklim özelliklerine bağlı olarak bitki örtüsüyle kaplanmış olan topraklarda biyolojik faaliyette yoğunudur. Biyolojik faaliyet sonucu CO₂ bakımından zenginleşen topraklarda, zemine sızan yağış sularının çözündürücü etkisi de artmaktadır (Bener, 1965; Erinç, 1971; Sweeting, 1973). İnceleme alanının da içerisinde yer aldığı Akdeniz karst kuşağında, iklimatik karst morfolojisi açısından çözünmede en yüksek etki (% olarak) oranına sahip faktörler, toprak-bitki örtüsü ilişkisi sonucu oluşan biyolojik CO₂ (%55) ve humus, hümin ve bitki kökü asitlerinden oluşan organik asitler (%24) dir (Jakucs, 1978). Toprak ve bitki örtüsü özellikleri genel olarak açıklanan inceleme alanındaki hemen bütün karstik çukurluklarda terra-rossalar bulunmaktadır. Çözünme sonucu genişletilmiş çatlaklar da dahil olmak üzere lapyaların tümünde bu toprak türüyle birlikte küçük bitkiler de yer almaktadır. Bitki köklerinin anakayada derine ve yana doğru oluşturduğu çatlaklar boyunca sızan, CO₂ ve organik asitlerce zengin su, karstik çözünmenin en küçük modelini oluşturan lapyaların büyümesini hızlandıran başlıca etkindir. Ayrıca saha genelindeki karstik depresyonların özellikle taban kenarlarında olmak üzere anakaya ve toprak örtüsünün bir arada bulunduğu alanlarda, bu iki etkene bağlı yoğun karstlaşma örnekleri görülür. Bunlardan kamenitsalar, korrozyon çentikleri, delikli ve kovuklu lapyalar toprak örtüsü ve anakayanın birleştiği kesimlerde ve toprak örtüsü altında yoğun ola-

rak gelişmişlerdir. Sahada daha geniş yer tutan topraktan yoksun ancak bitki örtüsüyle kaplı yamaçlarda da karstlaşma yoğundur. Anakayada bitki köklerinin oluşturduğu çatlaklar ve bunları izleyen CO₂ ve organik asitlerce zengin su sızıntıları, bu alanlardaki karstik çözünmeyi olumlu yönde etkileyerek hızlandırıcı etken olmuştur.

III. Karstik Şekiller

1. Lapyalar

En küçük boyutlu karstik şekiller olan lapyalar jenetik olarak, karstik çözünmede asıl etken olan suyun akış koşullarına göre oluşmuş 3 sınıfa ayrılırlar (Bögli, 1960). Bunlardan oluklu, kanalcıklı, menderesli, basamaklı lapyalarla duvar ve diyaklaz lapyalarından oluşan serbest lapyalar inceleme alanında toprak ve bitki örtüsünün bulunmadığı çıplak kireçtaşı yüzeyleri üzerinde yoğun olarak yer alırlar. Yağış sularının kireçtaşı yüzeylerindeki serbest akışıyla oluşmuş olan bu lapyalar türleri sahadaki güncel yağış koşullarını yansıtan, çizgisel formulu aktüel oluşumlardır. Karstlaşmanın zayıf olduğu dolomitik kireçtaşlarından saf kireçtaşlarına kadar bölgenin her kesiminde gözlenirler. Suyun kimyasal ve fiziksel erozyonunun etkin olduğu 30° civarındaki topografik eğim değerlerinde oluşabilen bu lapyalar türleri, genelde CaCO₃ oranı yüksek kireçtaşlarından oluşan sahadaki, özellikle MgCO₃ oranının nispeten düşük olduğu düzeylerde boyutsal olarak daha gelişmiş ve karakteristik özelliklerdedir. Dolomitik kireçtaşı tabakalarının yüzeylediği alanlarda ise boyutları nispeten küçülmüş, basıklaşmış ve seyrelmiş olarak gözlenirler. Kimyasal ve petrografik etkenlerin olumsuzluklarına bağlı olarak ortaya çıkan bu özelliklerdeki lapyalar, özellikle sahanın güneyindeki Beydağları kireçtaşlarının dolomitik düzeylerinin yüzeylediği, polye çevresindeki alanlarda gözlenmektedir. Bu kesimlerdeki yükseltinin sahanın kuzeyine göre ortalama 1000 m kadar düşük, buna paralel olarak da yağışın daha az olması da etkili olmuştur. Sahanın kuzeyinde, Darboğaz dereinin doğu ve batısında kalan karst alanlarında ise serbest lapyaların tüm türleri karakteristik yapıdadırlar. Eğim değerlerinin elverişli olduğu kesimlerde uzunluk ve derinliklerinin maksimum boyutlarda olduğu, sivri sırtlarla ayrılan olukların yanı sıra kesişen diyaklaz hatları boyunca bloklara ayrılmış, derinlik ve uzunlukları metrelerle ifade edilen diyaklaz ve duvar lapyalarıyla gelişkin oluklu ve kanalcıklı lapyalar yer almaktadır (Foto 4). Buradaki duvar lapyalarıyla kanalcıklı lapyaların uzunlukları 4 metreye ulaşırken, genişlikleri 2-15 cm, derinlikleri 1-10 cm arasında değişmektedir. Oluklu lapyalar ise 2-10 cm genişlik, 60 cm' ye ulaşan uzunluklardadırlar. Serbest lapyaların bu özellikleri kazanmasında, kireçtaşlarının elverişli lito-stratigrafik yapıları yanında, bu kesimlerde 1900 m'ye ulaşan yükselti değerine paralel olarak artan yağış miktarı en önemli etken olmuştur.

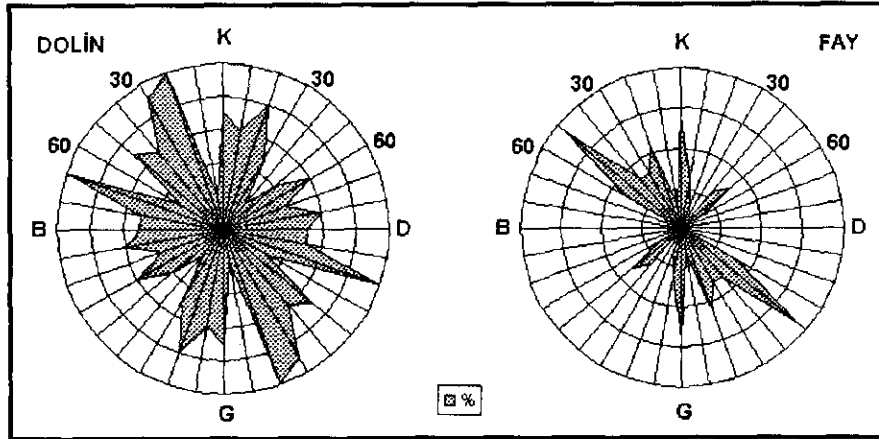
Lapyaların jenetik sınıflamasındaki ikinci grubu oluşturan yarı serbest lapyalar, zeminin kısmen toprak ve bitki örtüsüyle kaplı olduğu akış koşullarında oluşmuşlardır. Genel olarak dairesel formda olan yarı serbest lapyaların başlıca türleri kamenitsa, korrozyon çentiği ve oyuk lapyalardır. Bunlardan korrozyon

çentikleri ve yuvarlak lapyalar, inceleme alanında toprak örtüsünün bulunduğu her yerde olmak üzere özellikle dolin tabanlarının ana kayayla birleştiği kenar kesimlerinde yoğun olarak gelişmişlerdir. Esas etken olan biyolojik CO₂ bakımından zengin ve nemli toprak ile anakayanın temas halinde olduğu kesimlerde, geriye doğru korozyonla oluşan bu çentikler genel olarak anakayadan top-rağa doğru eğimli, asimetrik yarım ay biçimindedirler. Çentiklerin sahadaki örneklerinde, hilalin iki ucu arasındaki mesafe 20 cm ile 1 m arasında değişmektedir. Tencere veya kazan görünümündeki kamenitsalar ise sahada toprak ve bitki örtüsünün bulunmadığı kesimlerde de görülebilmektedir (Foto 5). Yatay veya yataya yakın eğimdeki kireçtaşları üzerinde özellikle 2 veya daha fazla çatlağın kesişme noktasında gelişmiş olan kamenitsalar, dolomitik kireçtaşlarında da yaygın olarak görülürler. Genel olarak düz olan tabanları alg, terra-rossa ve küçük taş parçacıklarıyla kaplıdır. Yamaçların korozyonla gerilemesine bağlı olarak genişliği her zaman derinliğinden fazla olarak gözlenen bu çukurlar da derine doğru gelişim zayıftır. Bu durum tabandaki alglerin özümseme faaliyetleri sonucu azalan CO₂'e bağlı olarak çözünmenin de yavaşlamasıyla ilgilidir (Swearing, 1973; Erinç, 2001). İnceleme alanındaki kamenitsaların genişlikleri 10 cm - 2 m, derinlikleri ise 5 cm - 40 cm arasındadır.

Örtülü lapyalar ise toprak ve bitki örtüsü altında oluşmuş, genelde düzgün dairesel kesitli delik ve kovuklardan oluşan lapyalar türleridir. İnceleme alanının her kesiminde görülmekle birlikte en gelişmiş boyutlarıyla terra-rossaların bulunduğu kesimler ve özellikle dolin taban ve çevrelerinde yer alırlar. Genel olarak çatlak düzlemleri boyunca sıralanmış olarak gözlenen bu şekillerin içinde çoğu kez toprak ve bitki bulunmaktadır (Foto 6). Delikli ve kovuklu lapyalar çok benzemekle birlikte, delikler birbirine yakın ve kayacın iç kesiminde birbiriyle bağlantılı düşey borular biçimindedir. Bunlar bazen o kadar sık gelişmişlerdir ki, kaya yüzeyi sünger görünümünü almıştır. Kayacın petrografik özelliklerine bağlı olarak gelişen bu durum, delikli lapyaların kovuklardan kolayca ayırt edilmesini sağlar. Genel olarak delikli lapyalarla aynı alanlarda gözlenen kovuklu lapyalar ise deliklere göre daha büyük ve derindirler. Ayrıca içlerinde her zaman terra-rossa ve bitki bulunan kovukların daha simetrik yamaçlı ve birbirlerinden bağımsız olarak gelişmiş, kuyu görünümünde olmaları en belirgin ayırtman özellikleridir. Üzerlerindeki toprak örtüsünün sıyrılmasıyla yüzeyde belirgin, çıplak kireçtaşı adacıkları üzerinde gözlenen bu mikro karstik şekiller, aslında toprak altında oluşmuş ve gelişimini günümüz koşullarında da sürdüren paleokarstik oluşumlardır. İnceleme alanındaki kovuklu lapyaların çapları 10-20 cm, derinlikleri 15-40 cm arasında değişmektedir. Daha küçük olan delikli lapyaların çapları ise 1-10 cm arasındadır. İnceleme alanında ayrıca tüm bu lapyalar grublarının çok sık olarak gelişmiş oldukları lapyalar kompleksleri yer alır. Bunlar sahanın kuzeyinde Mandırkaya ve Beydağları formasyonlarının saf kireçtaşları üzerinde gelişmiş, sivri lapyalar ve yuvarlak lapyalar kompleksleridir.

2. Dolinler

İnceleme alanında en yaygın olarak görülen makro karstik şekillerdir. Genelde tabanları terra-rossa kaplı veya taşlık olan bu kapalı depresyonların boyutları sahanın her kesiminde farklılık göstermektedir. Genişlik ve derinlik bakımından en gelişmiş olanları sahanın kuzeyindeki aşınım yüzeyleri üzerinde yer almaktadır. Mandırkaya kireçtaşları üzerinde, başta Yumaklı Çukuru olmak üzere (Uçlu tepe güneyi) sahanın kuzeybatı kesimlerindeki pek çok dolin, çevrelerine göre 150-250 m derine gömülmüşlerdir. İçlerinde 2-3 farklı taban seviyesinin bulunduğu bu dolinler iç içe gelişmiş olup, çok dönemli özelliktedirler. Bunların oluşumunda diğer karst etkenlerinin elverişli özelliklerinin yanı sıra bölgesel yükselme ve faylanma sonucu karst taban seviyesinin çok derinlerde kalması ve bunlara bağlı gençleşme olayları etkili olmuştur. Hemen her biri faylarla sınırlanan bu tip dolinler kısmen de oluşumlarının başlangıcında etkili olan diri fayların yeniden hareket etmesi sonucu bu özellikleri kazanmışlardır. İnceleme alanındaki dolinlerin bir kısmının da derinliklerinin genişliklerinden az olduğu görülmektedir. Sahanın doğu ve güney kesimlerinde Beydağları formasyonu üzerinde yer alan bu dolinlerin derinlikleri ortalama 30 m civarındadır. Bölgenin kuzeydoğusundaki Harami tepe güneyindeki Harami Çukuru ve daha kuzeydeki Çingiraklı Çukuru bunların en ilginç örnekleridir. Yaklaşık uzunlukları 500 m, en geniş yerleri 250 m'yi bulan elips biçimli bu dolinler ortalama 50 m civarında derinliğe sahiptirler. Kuzey batıdaki dolinlere benzer şekilde iki farklı taban seviyesinin bulunduğu bu depresyonlar onlardan farklı olarak derinlikten çok yanal gelişim göstermişlerdir. Bunların sığ nitelikte olmalarındaki başlıca etken, gelişim-



Şekil 7. Bezirgan polyesi ve yakın çevresindeki fay ve dolin uzun eksenlerinin etkin yönleri.

Şekil 7. Effective directions of long axis dolines and faults on Bezirgan polje and its surrounding.

lerinin bu aşamasında, bölgede geçici karst taban seviyesini oluşturan Beydağları formasyonunun dolomitik düzeylerine yaklaşmış olmalarıdır.

İnceleme alanındaki dolinler genel olarak 20°-30° ler arasında değişen basık yamaç profiline sahiptirler. Fayla sınırlanan dolinlerdeki yamaç eğim değerleri ise 40°-50° civarındadır. Çapları 50 m ile 1500 m arasında olan dolinlerin derinlikleri de 1-250 m arasında değişmektedir. Sahadaki dolinlerde belirgin bir uzama ve yönlenme vardır. Bunların uzun eksenlerinin kuzeyden sapma değerleri her kesimde farklılık göstermektedir. İnceleme alanının kuzeybatı kesimindeki dolinlerin uzun eksenlerinin yoğunlaştığı yön K 30° B iken, doğu kesimlerdeki dolinlerin etkin uzama yönü K 70° B dir. Bölgede yer alan toplam 192 dolinin uzun eksenlerinin yoğunluk kazandıkları I. etkin yön K 20° B , II. etkin yön K 70°B, III. etkin yön ise K 20° D olarak belirlenmiştir (Şekil 7). Sahadaki dolinlerin I. etkin yönleri, bölgede yer alan fayların III. Etkin yönü olan K 20° B ya paralellik göstermektedir. Dolinlerin genel uzama yönlerindeki III. etkin yön, sahadaki kuru vadilerin uzanışına uygunluk gösterirken, II. yön ise olasılıkla etkin yönlerin dışında kalan diğer fay doğrultuları ve bölgenin genel yapısal hatlarının uzanımına uygun olarak gelişmiştir.

3. Yamaç Dolinleri

Topografik eğim doğrultusunda uzunlamasına gelişmiş olan yamaç dolinleri eğim yönünde dışa açıktırlar. İnceleme alanının her kesiminde yaygın olarak görülen bu dolin türü, genel olarak 10°- 40° arası eğim değerlerinde yer alırlar. Tabanları taşlık veya siğ bir toprak örtüsüyle kaplıdır. Çoğu kez yan yana yer alan bir kaçının, fazla belirgin olmayan yamaçları boyunca gerileyerek birleşmiş oldukları gözlenir. İnceleme alanındaki genişlikleri 50-150 m, uzunlukları 150-500 m arasında değişmektedir. Günümüz koşullarındaki gelişimlerinde, yağış sularının eğim doğrultusundaki akışına bağlı fiziksel erozyon ve karstik çözünme sürecinin etkili olduğu yamaç dolinleri, aşınım yüzeylerinin yanı sıra faylı yamaçlarda da yer alırlar. Bunlar olasılıkla, önceleri aşınım yüzeyleri üzerinde oluşmuş olan kapalı dolinlerin bölgedeki faylanmalara bağlı tektonik deformasyonlar sonucu, eğim yönünde dışa açılarak uzamalarıyla oluşmuşlardır. Oluşumlarında kısmen de faylı yamaçlar boyunca asılı kalmış kuru vadilerin karstlaşmasının etkili olduğu bu dolinler, bölgenin özellikle kuzeydoğusundaki, faylarla kademelenmiş aşınım yüzeyleri ve yamaçları boyunca belirgin olarak gözlenen paleokarstik oluşumlardır.

4. Büyük Kumluca Uvalası

Bezirgan polyesinden sonra inceleme alanındaki en büyük karstik depresyondur. Polyenin kuzeybatısında yer alan Büyük Kumluca uvalası Kurt tepe, Alarga tepe ve Akotlu tepe tarafından çevrelenmiş olup bunlardan ortalama 100 m aşağıda kalmaktadır. Kuzeyindeki Üst Miyosen aşınım yüzeyleri ile arasındaki seviye farkı 200 m yi bulmaktadır. KB-GD yönündeki uzunluğu yaklaşık 1500 m olan uvalanın en geniş yeri 600 m kadar olup Kurt tepenin kuzeyinde, 1150

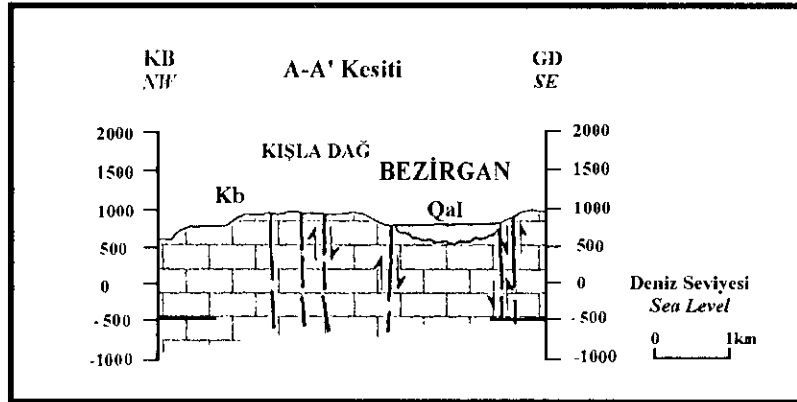
m yükseltisinde bulunan bir dolinle birleşmiş durumdadır. Tabanlar arası 40 m seviye farkının bulunduğu iki depresyon, uvalaya doğru eğimli, dar bir eşikle birleşmektedirler. Her iki depresyon da Darboğaz derenin batıdan gelen bir kolu tarafından kapılarak dış drenaja açılmıştır. Günümüz koşullarındaki gelişiminde flüvyal etkinliğin ön plana geçtiği uvalanın Alarga tepenin bulunduğu doğu kesimlerinde, kuru vadilerden oluşan eski akarsular ile güncel akarsuların oluşturmuş olduğu flüvyo-karstik cepler yer alır. Kozağaç formasyonu içerisinde gelişmiş olan Büyük Kumluca uvalasının tabanı, çört ve kireçtaşı elemanlarının karbonat çimentoyla tutturulmuş olduğu breş litolojisindeki bu formasyonun çözünmesiyle oluşmuş, kum ve yer yer terra- rossalarla kaplıdır. Uzanımı sahadaki paleovadi sistemlerine uygunluk gösteren Büyük Kumluca uvalasının oluşumunun başlangıcında, birbirini kesen KB-GD ve KD-GB doğrultusunda gelişmiş iki fayın oluşturduğu zayıflık hatları ve yine bunlara bağlı deformasyonlar sonucu bozulan Pliyosen vadi sistemlerinin karstlaşması etkili olmuştur.

5. Bezirgan Polyesi

Kuzey-güney uzanımlı olan Bezirgan polyesi, aynı uzanımdaki Kışla Dağının doğu yamacı boyunca gelişmiş olup çevresindeki yükseltilere oranla ortalama 250 m aşağıda yer almaktadır (Foto 1). Tabanı ile Kışla Dağı zirvesi (Göl T. 1219 m) arasındaki düşey seviye farkı 450 m'yi geçen polye, eğim değerlerinin yer yer 60° yi aştığı faylı dik yamaçlara sahiptir. Polyeyi çevreleyen yükseltiler, güneyde Yumru T. (1091 m), doğuda Eren T. (970 m), Kaklıca T. (988 m), Kuşhacı T. (1020 m), Şeytançukuru T. (1151 m), kuzeyde Kabalan Dağı ve batıda Kışla Dağı zirvelerinden (Hisar T., Yılcıncı Burnu T. (1006 m), Göl T. (1219 m) oluşmaktadır (Şekil 4-5). Terra-rossalarla kaplı olan polye tabanının KG yönündeki en uç noktaları arasındaki mesafe 4380 m, DB yönündeki en geniş yeri ise 1750 m olup yaklaşık 6 km² genişliğindedir. 760 m izohipsinin kuşattığı taban, güney uçtaki büyük düdene doğru 20 m alçalır.

Bezirgan polyesi bütünüyle Beydağları formasyonu kireçtaşları içerisinde gelişmiştir. Lito-stratigrafik özellikleri ayrıntılı olarak açıklanmış olan bu formasyon, otokton konumlu bir kaya olup inceleme alanının da içerisine alan, güneyde Kalkan-Finike sahil hattında başlayıp kuzeyde Elmalı ve Korkuteli'den Isparta'ya kadar uzanan geniş bir alanda yüzeylenir (Şenel, 1997). Bu yayılış alanı dahilinde, her yerde farklı oranda karstlaşmaya sahip olan birim (Nazik, 1992; Güneysu 1993; Keser, 1996; Koçak, 2000), Batı ve Orta Toroslardaki yoğun karst ortamlarını oluşturan ve farklı adlandırılmış çeşitli Jura-Kretase kireçtaşlarına özdeştir (Monod, 1977; Dumont, 1976; Uysal ve diğ., 1980; Öztürk ve diğ., 1987; Şenel, 1997). Bezirgan polyesinin oluşumunun başlangıcında da bu karstlaşma potansiyeli yüksek kireçtaşlarında, faylanmalar sonucu oluşmuş graben alanı etkili olmuştur (Şekil 8). Çöküntüyü oluşturan yaklaşık KG doğrultulu bu normal faylardan batıda olanı 7 km, 1500 m daha doğuda olanı 11 km'lik alan katetmektedir. Polye ayrıca kuzeyde KB-GD doğrultulu ve 1 km uzunluğunda, güneyde ise KD-GB doğrultulu 2,5 km uzunluğundaki normal faylarla sınırlanmaktadır. Oluşturdukları çöküntü alanı ile Bezirgan polyesinin yerini

ve konumunu belirlemiş olan bu faylar aynı zamanda günümüze kadar olan gelişimini de kontrol altında tutmuşlardır. Nitekim arazi gözlemlerinde özellikle depresyonu batıdan sınırlayan fay boyunca, önünde yamaç molozları bulunan genç fay dikliklerinin bulunması, yamaçlarda asılı kalmış fosil kaynak çıkışları ve güney uçtaki fay boyunca yer alan fosil ve aktüel düdenlerin varlığı, Pliyosen sonlarında oluşmuş olan bu fayların zaman zaman hareket ederek polyenin gelişimini günümüzde de denetleyen diri faylar olduğunu göstermektedir. Fayların yakın zamanlardaki etkinliğini ifade eden örneklerden biride polye tabanının kuzeyinde yer alan yaklaşık 30 m² genişlik, 3 m yüksekliğindeki kireçtaşı bloğudur. Yöre halkıyla yapılan söyleşide bu kaya bloğunun 1970'li yıllardaki bir depremle, batı yamaçtan bugün bulunduğu yere düştüğü belirtilmiştir.



Şekil 8. Bezirgan polyesi ve yakın çevresinin jeolojik kesiti. Şenel, M., 1997'den alınmıştır.

Figure 8. Geological cross-section of Bezirgan polje and its surrounding. Extracted from Şenel, M., 1997.

Sonuç olarak, Bezirgan Polyesi Üst Pliyosenden zamanımıza kadar etkinliğini sürdüren Neotektonik hareketler ve karstlaşma süreçlerinin ortaklaşa etkileri sonucu oluşmuş, tektono-karstik kökenli bir depresyondur. Polyenin jeomorfolojik gelişiminde, günümüze kadar duraksama ve canlanmalarla süregelen tektonik etkinlik ve karstlaşmanın yanı sıra flüvyal süreçler de etkili olmuştur. Özellikle kuzeyde Darboğaz dere ve güneybatıda Karain dere, iklim değişimleri ve tektonik alçalma-yükselme olaylarına bağlı olarak zaman zaman etkinliklerini artırarak depresyonun yamaç gerilemesi ve karst taban seviyesinin derinleştilmesinde etkili olmuşlardır.

6. Karstik Boğaz ve Kuru Vadiler

İnceleme alanındaki tek karstik boğaz, Karain boğazıdır. Bezirganın batısındaki karstlaşmış geniş tabanlı vadisinde akmakta olan Karain derenin, Hisar tepenin güney yamaçlarında kireçtaşları içerisine 130 m kadar gömülmesiyle oluşmuştur. KD-GB doğrultusunda uzanan Karain boğazı 500 m uzunluğundadır. Beydağları formasyonu içinde gelişmiş olan boğazın yamaç eğim değerleri 40°-50° arasında değişmektedir. Taban genişliğinin en fazla olduğu Ambararası mevkiinde, iki yamaç arasındaki mesafe 150 m kadar olup, taban terra-rossalarla kaplıdır. Saf kireçtaşlarına oranla karstik çözünmenin daha zayıf olduğu dolomitik kireçtaşlarında gelişmiş olan boğaz, bu nedenle tipik özellikte olmayıp yamaç eğim değerleri bakımından derin bir vadiyi andırmaktadır.

Karstik alanlardaki akarsuların, bölgede meydana gelen yükselme olayları ve ana vadinin derince yarılması sonucu yeraltına drene olmasıyla oluşan kuru vadiler, inceleme alanının her kesiminde yaygın olarak görülen karstik şekillerdendir. Kuru vadilerin sahanın kuzeydoğusunda yoğun oldukları alanlar, Üst Miyosen aşınım yüzeylerinin faylarla kademelenmiş kesimleridir. Faylanma sonucu asılı kalmış bu vadiler, günümüz koşullarında karstik süreçlerce biçimlendirilmekte olup bir kısmı eğim koşullarına bağlı olarak aynı yönde uzunlamasına gelişmiş yamaç dolinlerine zemin oluşturmuşlardır. Kuzeybatıdaki kuru vadiler ise dolin çevrelerinde yer almaktadır. Nitekim bu alanlardaki dolinlerin belli doğrultuda sıralanma ve yönlenme göstermelerindeki etkenlerden biride bu paleo vadilerin karstlaşması sonucu oluşmalarından kaynaklanmaktadır. Bölgenin orojenik ve tektonik hatlarına uygunluk gösteren, KB-GD, KD-GB uzanımlı bu paleo vadiler, Pliyosen başlarında kurulmuş olan akarsu ağının Üst Pliyosen ve Pleistosen başlarındaki tektonik hareketler (Colin, 1962; Ardos, 1979; Erinç, 1982; Koçyiğit, 1984; Şenel ve diğ., 1994) sonucu bozularak yeraltına geçmeleri ve yerüstünde kalan yataklarının karstlaşmasıyla oluşmuşlardır.

7. Düdenler ve Mağaralar

Yeraltı hidrolojik sistemlerinin yüzeydeki beslenme alanlarını oluşturan düdenler, inceleme alanındaki dışa akışı olmayan bütün dolinlerin içerisinde bulunurlar. Depresyonun boyutlarıyla orantılı olarak sayısı birden fazla olabilen düdenler, genelde toprak düden niteliğindedirler. Bunlar toprak örtüsü altındaki kireçtaşlarının çatlakları veya faylanmayla oluşmuş zayıflık düzlemleri boyunca gelişmiş, genelde belirgin bir yamaç profili olmayan düşey kuyu veya yarıntı görünümündedirler. Sahadaki boyutları, buldukları depresyonlara dökülen derenin topladığı su miktarıyla orantılı olarak çok farklı olan düdenler, toprak üstündeki 1 m çapında belli belirsiz yarıntılardan, çapı 10 m'ye ulaşan büyük çöküntü boyutlarındadırlar. Dolinlerin tabanları suyla birlikte sürüklenen toprakların kaybına bağlı olarak, genelde bu suyutanlara doğru birkaç metre eğimli durumdadır.

Depresyonların anakayadan oluşan kenar kesimlerinde oluşmuş olan mağara görünümündeki kaya düdenleri ise sahada yalnızca Bezirgan polyesinde bulunmaktadır. Genel olarak uvala ve polye boyutundaki büyük kapalı depresyonların faylı dik yamaçlarında yer alan bu tip düdenler, kireçtaşlarında fay düzlemleri boyunca oluşan zayıflık hattında gelişim göstermişlerdir. Suyutan işlevli mağaraların boyutları depresyonun genişliğine ve topladığı su miktarına göre değişmektedir. Bezirgan polyesinin güney ucunda, fay düzlemi boyunca oluşmuş olan düden mağara yaklaşık 9-10 m yükseklik, 8 m genişliğindedir. Günümüz koşullarında işlevsiz olan bu fosil düden (kör düden), muhtemelen polyenin oluşumunun başlangıcından beri bu çöküntü alanına yönelen suları yer altı sistemine taşımıştır. Düden mağara, üzerinde geliştiği zayıflık hattını oluşturan diri fayın yeniden hareket etmesi sonucu, kireçtaşlarının düşey yöndeki yer değiştirmesiyle bloke olmuştur. Bezirgan polyesinin aktif olan büyük düdeni, fosil düdenin 20 m kadar kuzeyinde ve ondan 3 m daha aşağıda yer almaktadır. 1968 yılında, tıkanma ve toprak erozyonunu önleme amacıyla DSİ tarafından betonlanarak ark içine alınmış olan düden, toprak düdeni niteliğindedir (Foto 2). Yeraltındaki uzantısı da yaklaşık 800 m kadar betonlanarak tünel içerisine alınmış olan düdenin suları, güneybatıda Kalkanın 1 km doğusundaki yamaçta yer alan İnbaşı kaynağından yüzeye boşalmaktadır. Yaklaşık 45 km² lik alanın sularının toplandığı polyede ayrıca tabandaki kireçtaşlarının çatlakları boyunca sızıntıların gerçekleştiği ve yüzeyde belirgin bir morfolojisi olmayan, belli belirsiz toprak düdenleri yer almaktadır.

İnceleme alanındaki karstik depresyonlara yönelen dereler ve yağış suları, tabandaki kireçtaşı çatlakları ve düdenler aracılığıyla yeraltı drenaj sistemine katılırlar. Bunlardan bir kısmı kireçtaşları içerisindeki geçici taban seviyesini oluşturan dolomitik kireçtaşlarının konumlarına göre yer yer derin vadilerin yamaçlarından açığa çıkmaktadırlar. Küçük boyutlu ve kaynak konumlu olan bu mağaralar, bölgenin kuzeyindeki derin vadilerin yamaçları ile Köybaşı mahallesinin batısındaki faylı yamaçlarda belirgin olarak gözlenirler. Bunların çoğu günümüzde su taşımayan, fosil ya da yarı aktif nitelikteki mağaralardır.

IV. Farklı Karst Alanları ve Karst Sınıflaması

İnceleme alanında, bölgesel karst etkenlerinin değişen etki derecelerine bağlı olarak oluşmuş, farklı tür ve boyutsal özelliklerdeki karstik şekillerin yer aldığı, farklı karst alanları meydana gelmiştir. Genel olarak değişik lito-stratigrafik özelliklerdeki karbonatlı kayaların yer aldığı bölgede, kireçtaşı tabakalarının kalınlıkları, eğim değerleri ve yayılış alanları bakımından karstlaşmaya elverişli, CaCO₃ oranının yüksek olduğu formasyonlar üzerinde "Yoğun Karst Alanları" oluşmuştur. Bu bakımdan Mandırkaya ve Beydağları formasyonlarının yüzeylediği kuzeydeki Üst Miyosen aşınım yüzeyleri, saha genelinde karstik şekillerin tür ve boyutsal özellikler açısından en gelişmiş olduğu yoğun karst alanlardır. Karst taban seviyesinin topografik yüzeyden çok derinlerde kalmasına bağlı olarak dolinlerin büyük derinliklerde ve çok önemli özellikte olduğu bu alanlar-

da, diğer karst parametrelerinin olumlu koşullarının yanı sıra özellikle kireçtaşılarının % 97 oranında CaCO_3 içermeleri etkili olmuştur.

Karstik şekillerin tür ve yoğunluklarının azaldığı "Kısmi Karst Alanları" ise özellikle sahanın orta ve batı kesimlerinde yüzeylenen Gömüce ve Kıbrisdere üyesi ile Kozağaç ve Elmalı formasyonlarının yayılış alanlarından oluşmaktadır. Yayılış alanlarının dar, tabaka kalınlıklarının az olması, karstik olmayan tabakalar içermeleri ve diğer petrografik özelliklerin elverişsiz nitelikte olması, bu formasyonlarda çok sınırlı ölçüde karstlaşmaya izin vermiştir. İnceleme alanında kısmi karst alanı olarak belirlenen kesimlerden biri de Beydağları formasyonunun dolomitik düzeylerinin yüzeylediği alanlardır. Sahanın Polyeyi çevreleyen güney kesimlerinde geniş yer tutan bu alanlar, Topografik yüzey ile karst taban seviyesi arasındaki düşey mesafenin azalması nedeniyle, dolinlerin derinlikten çok yanal gelişim halinde olduğu ve sayıca azalarak seyrekleştiği kesimlerdir. Ayrıca tabaka ve topografik eğim değerlerinin faylanmaya bağlı deformasyonlar sonucu, karstlaşma açısından olumsuzluk oluşturacak şekilde artmış olduğu alanlar, sahadaki kısmi karst alanları olarak belirlenmiştir.

Karstik alanlardaki kaynakların ve karstik şekillerin, bölgenin tektonik yapıyla olan ilişkisi gibi özelliklerin dikkate alındığı tektojenetik karst sınıflamasına göre (Eroskay ve Günay, 1980), Toros Karst Kuşağı'nın Batı Toroslar kesiminde yer alan inceleme alanında "Orojenik Karst" tipi görülmektedir. Sahadaki karstik şekillerde gözlenen belirgin yönlenme, lapyalarda üzerlerinde geliştikleri kayaların çatlak düzlemlerine paralel, polye uvala ve dolinlerde ise tektonik hatlara uygunluk göstermektedir. Buna göre inceleme alanında "Yönlü Karst" tipi görülmektedir.

Sonuçlar:

Bezirgan polyesi ve yakın çevresinin güncel karstlaşma koşulları ile karstik özelliklerinin incelendiği bu araştırmada elde edilen sonuçların bazıları aşağıda açıklanmıştır.

1. İnceleme alanındaki karbonatlı kayalardan kimyasal bileşim ve petrografik özellikler bakımından karstlaşmaya en elverişli birim Mandırkaya formasyonudur. Bu kireçtaşındaki yoğun karstlaşmada, % 97 oranındaki CaCO_3 in yanı sıra %10 olan gözeneklilik düzeyi etkili olmuştur. Beydağları formasyonu ise MgCO_3 oranının yüksek, gözenekliliğin düşük olduğu dolomitik düzeylerin sahadaki sıkça yüzeylenmesine bağlı olarak karstlaşmanın nispeten zayıf olduğu birimdir.

2. İnceleme alanında yoğun karstlaşma görülen kireçtaşlarının mikritik çimentolu, biyomikrit, biyosparit ve biyoklastik tane tipleri içeren fosilli kayalar oldukları; bu dokusal bileşenlerin de, kireçtaşlarının geçirirliliğini artırarak sahadaki karstlaşmayı olumlu yönde etkileyen petrografik özellikler olduğu belirlenmiştir.

3. Dolomitik kireçtaşı, ince tabakalı kireçtaşları ve bunlarla ardalanarak kilitli, silttaşı gibi karstik olmayan tabakaların inceleme alanındaki karstlaşmada düşey süreksizlik oluşturdukları ve bu alanlarda sınırlı ölçüde karstlaşmanın geliştiği belirlenmiştir.

4. Bölgedeki kireçtaşlarının sık çatlaklı yapıda olmaları karstlaşmayı olumlu yönde etkilemiştir. Özellikle diyaklaz lapyaları ile yarı serbest ve örtülü lapyaların oluşumlarının başlangıcında, belirgin yönelim ve sıralanma göstermelerinde çatlak hatları etkili olmuştur. Çatlakların kalsit ve aragonitle doldurulmuş olduğu dolomitik düzeylerde ise hidrolojik dolaşımın engellenmesi sonucu karstlaşmanın zayıfladığı belirlenmiştir.

5. İnceleme alanında yer alan, genelde düşey nitelikli ve farklı doğrultularda gelişmiş çok sayıdaki fayın, karstik şekillerin konumlarını belirlemenin yanı sıra günümüze kadar olan gelişimlerini de denetledikleri anlaşılmıştır. Aynı zamanda bölgedeki karstik modeli de belirlemiş olan fayların genel doğrultuları KB-GD yönündedir. Sahadaki fayların bu genel doğrultu içerisinde belirgin yoğunluk gösterdikleri I. etkin yön K 50° B, II. yön K 0-10° D, III yön K 20° B olarak belirlenmiştir.

6. İnceleme alanının dış etkenlerce şekillendirilmesinde Bezirgan polyesi yerel taban seviyesini oluştururken, bölgedeki karstik şekillenmeyi denetleyen karst taban seviyesi ise kireçtaşları arasındaki dolomitik düzeylerden oluşmaktadır.

7. İnceleme alanındaki dolinler, üzerinde geliştikleri kireçtaşlarının lito-stratigrafik yapıları ve faylanmaya bağlı olarak farklı boyutsal özellikler kazanmışlardır. Sahadaki yüzeylemesi düşey süreksizlik içermeyen Mandırkaya kireçtaşlarındaki dolinlerin derinliği 250 m ye ulaşırken, Beydağları formasyonu üzerindeki dolinlerin derinliği dolomitik düzeylerin varlığına bağlı olarak 50 m yi geçmemektedir. Bölgedeki dolinlerin bir kısmının faylanma veya diri fayların hareket etmesi sonucu oluşmuş, 2-3 farklı taban seviyesi içeren, çok dönemli özellikte oldukları belirlenmiştir. Belirli yönlerde uzama ve sıralanma gösteren dolinlerin genel doğrultuları KB-GD yönünde olup, bunların uzun eksenlerinin yoğunlaştığı I. etkin yön K 20° B, II.yön K 70° B ve III. etkin yön K 20° D olarak belirlenmiştir. Oluşum ve gelişimlerinde fayların belirgin etkisi olduğu belirlenen sahadaki dolinlerin uzanımındaki I. etkin yön, fayların III. etkin yönüne bağlı olarak gelişmiştir. II. ve III. dereceden etkin yönler ise kuru vadiler ve yapısal hatların yanı sıra etkin yönler dışında kalan fay doğrultularına uygunluk göstermektedir.

8. İnceleme alanındaki karstik şekillerin, güncel iklim koşullarının etkisiyle oluşmuş bazı serbest lapyalı türleri dışında, genel olarak Üst Pliyosenden beri gelişimlerini sürdüren paleokarstik oluşumlar olduğu belirlenmiştir.

9. Sahanın kuzeybatı ve kuzeydoğu kesimlerinin yoğun karst alanları, orta ve güney kesimlerinin ise lito-stratigrafik olumsuzluklara bağlı olarak, karstlaşmanın nispeten zayıf olduğu, kısmi karst alanları niteliğinde olduğu belirlenmiştir.

tir.

10. İnceleme alanında Orojenik Karst tipi etkindir. Makro karstik şekillerde tektonik hatlara paralel bir gelişimin olduğu belirlenen bölge, Yönlü Karst özelliği taşımaktadır. Bezirgan polyesi bölgenin bu özelliğini yansıtan en tipik ve gelişkin örnektir. Oluşumunun başlangıcında, yaklaşık KG doğrultulu iki normal fayın oluşturduğu çöküntü alanının karstlaşması etkili olan polye, Üst Pliyosenden zamanımıza kadar yine bu faylar ve karstik süreçlerin denetiminde gelişimini sürdürdü gelmiş tektono-karstik kökenli bir depresyondur.

Katkı Belirtme

Bu araştırmada, kaya örneklerinin kimyasal ve petrografik analizlerinin yapılması konusunda yardımcı olan MTA'dan Sayın Dr. Lütfi Nazik'e; bölgedeki çalışmalar sırasında ihtiyaç duyulan tüm konularda yardımcı olan Kaş Kaymakamı Sayın Halil İbrahim Akpınar'a ve Kaymakamlık çalışanlarına; arazi çalışmasında bana eşlik eden Arş. Gör. Eda Hocaoğlu'na sonsuz teşekkürlerimi sunarım.



Foto 1. Bezirgan polyesinin Ereuntepe (970 m) güneyinden görünümü.
Photo 1. Scene of Bezirgan polje from south of Ereuntepe (970 m).

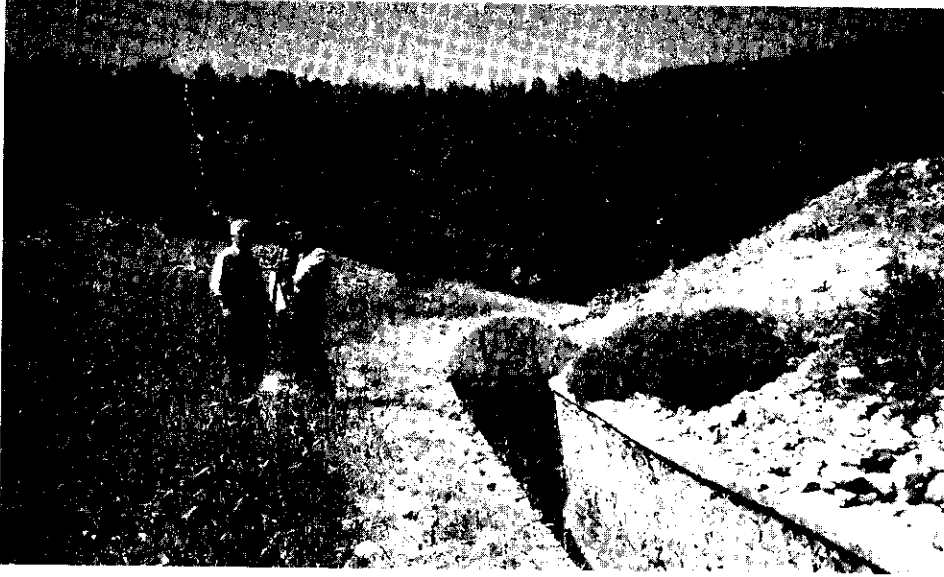


Foto 2. Bezirgan polyesinin aktif düdeni.
Photo 2. Active sink of Bezirgan polje.

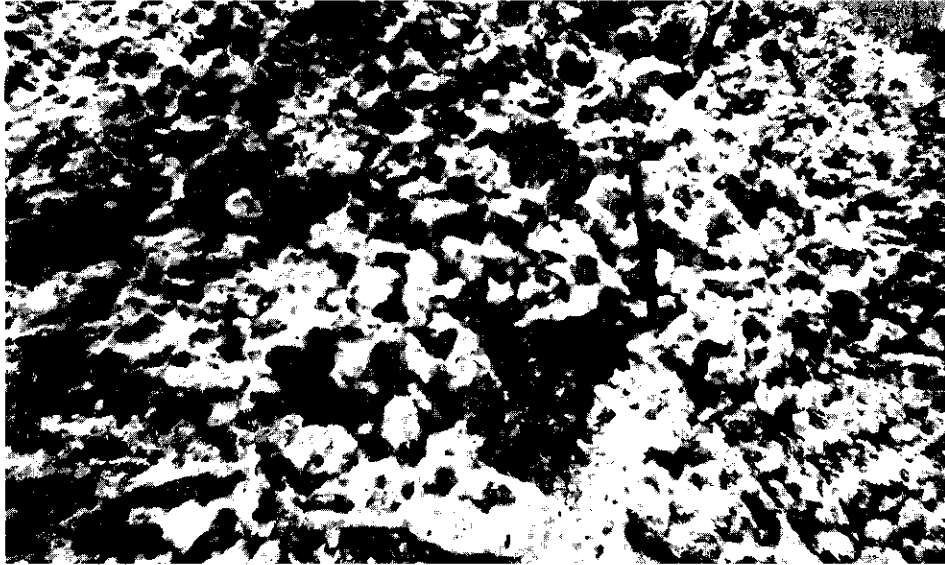


Foto 3. Elmalı formasyonu üzerinde gelişmiş süngersi çözünme çukurları.
Photo 3. Spongelike solution pits developed on Elmalı formation (west of Köybaşı area).



Foto 4. Beydağları formasyonu üzerinde gelişmiş kanalcıklı lapyalar, duvar lapyaları ve oluklu lapyalar.

Photo 4. Rinnenkarrens developed on Beydağları formation, wandkarrens and rillenkarrens.



Foto 5. Beydağları formasyonu üzerinde oluşmuş bir kamenitza ve korrozyon çentikleri. Kamenitza, güney ucundaki çatlak boyunca gelişmiş diyaklaz lapyasıyla drene olmaktadır.

Photo 5. A kamenitza and solution notches on Beydağları formation. Kamenitza is drained by a splitkarren that was developed throughout the fissure on south edge.



Foto 6. Mandırkaya formasyonu üzerinde çatlaklar boyunca gelişmiş düzgün dairesel kesitli çözünme çukurları ve diyaklaz lapyaları.

Photo 6. *Solution holes with smooth circle section, developed throughout the fissures on Mandırkaya formation and splitkarrens.*

Kaynakça

- ARDOS, M., 1979, "Türkiye Jeomorfolojisinde Neotektonik", İst. Üniv. Coğr. Enst. Yay., No:113, İstanbul.
- BENER, M., 1965, "Göksu Vadisi ve Taşeli Platolarında Karst", İst. Üniv. Coğr. Enst. Doktora Tezi (Yayınlanmamış), İstanbul.
- BÖGLİ, A., 1960, "Kalklösung und Karrenbildung", Zeitschrift für Geomorph., Supp.2, Internationale Beitrage zur Karst Morphologie, 4-21.
- COLİN, H.J., 1962, "Fethiye-Antalya-Kaş-Finike (Güneybatı Anadolu) Bölgesinde Yapılan Jeolojik Etütler", MTA Enst. Derg. Sayı: 59, S: 19-61, Ankara.
- DMİ, 2003, "Kalkan Meteoroloji İstasyonu Rasat Kayıtları", Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müd., Ankara.
- DUMOND, M., MONOD, D., 1976, "Dipoyraz Dağ Masifinin Triyasik Karbonatlı Serisi (Batı Toroslar -Türkiye)", MTA Enst. Derg., Sayı: 87, Ankara.
- ERİNÇ, S., 2000, "Jeomorfoloji I", Der Yay., No: 284, İstanbul.
- ERİNÇ, S., 2001, "Jeomorfoloji II", Der Yay., No: 294, İstanbul.
- EROL, O., 1983, "Türkiye'nin Genç Tektonik ve Jeomorfolojik Gelişimi", Jeomorfoloji Derg., Sayı:11, S: 1-22, Ankara.
- EROL, O., 1990, "Batı Toros Dağlarının Messiniyen Paleojeomorfolojisi ve Neotektoniği", Türkiye 8. Petrol Kongresi (16-20 Nisan 1990), Genişletilmiş Bildiri Özleri, S: 91-82, Ankara.
- EROSKAY, S.O., GÜNAY, G., 1980, "Tecto-Genetic Classification and Hydrogeological Properties of the Karst Regions in Turkey", International Seminar on Karst Hydrogeology, Turkey-Oymapınar, 1979-Proceedings, page: 1-41, Ankara.
- FOLK, L.R., 1968, "Petrology of Sedimentary Rock", Univ. Texas Geology 370 K, 383 L+M, USA.
- GÜNEYSU, A.C., 1993, "Kovada Gölü Doğusunun (Isparta) Karst Jeomorfolojisi", İst. Üniv. Deniz Bil. ve Coğr. Enst. Doktora Tezi (Yayınlanmamış), İstanbul.
- JAKUCS, L., 1978, "Karstik Erimenin Nicel ve Nitel Düzeni Üzerine İklimin Etkisi", Çev. Dr. Nuri Güldalı., Jeomorfoloji Derg., Sayı:7, S: 71-86, Ankara.
- KETİN, İ., 1959, "Türkiye'nin Orojenik Gelişmesi", MTA Enst. Derg. Sayı:53, Ankara.
- KETİN, İ., 1998, "Genel Jeoloji", İTÜ Vakfı Yay. No:22, İstanbul.
- KOÇYİĞİT, A., 1984, "Güneybatı Türkiye ve Yakın Dolayında Levha içi Yeni Tektonik Gelişim", TJK Bülteni, Cilt: 27, Sayı:1, S: 1-15, Ankara.
- KURTER A., 1979, "Türkiye'nin Morfoklimatik Bölgeleri", İst. Üniv. Yay. No: 2585, İstanbul.

- KESER, N., 1996, "Kalkan-Kaş-Taşdibi Arasının Jeomorfolojisi", İst. Üniv. Deniz Bil. ve İşletm. Enst. Doktora Tezi (Yayınlanmamış), İstanbul.
- KOÇAK, İ., 2000, "Kırkgöz Kaynakları (Antalya) ve Yakın Çevresinin Karst Jeomorfolojisi", İst. Üniv. Sosyal Bil. Enst. Doktora Tezi (Yayınlanmamış), İstanbul.
- MATER, B., 1998, "Toprak Coğrafyası", Çantay Kitabevi, İSBN: 975-7206-23-7, İstanbul.
- MONOD, O., 1977, "Recherches Geologiques dans le Taurus Occidental au Sud de Beyşehir (Turquie)", These d'Etat Univ. Paris sud Orsay.
- NAZİK, L., 1992, "Beyşehir Gölü Güneybatısı ile Kemboş Polyesi Arasının Karst Jeomorfolojisi", İst. Üniv. Deniz Bil. Coğr. Enst. Doktora Tezi (Yayınlanmamış), İstanbul.
- ÖZTAŞ, T., 1992, "Boğsak Karst Kaynağı (Mersin-Taşucu) Dolayının Karst ve Karstlaşma Özellikleri", Jeoloji Mühendisliği Derg. Sayı: 41, S:118-130, Ankara.
- ÖZTÜRK, E.M., DALKILIÇ, H., ERGİN, A. ve AFŞAR, Ö.P., 1987, "Sultan Dağları ve Güneydoğusu ile Anamas Dağı Dolayının Jeolojisi", MTA Raporu, No: 8191, Ankara.
- SWEETING, M.M., 1973, "Karst Landforms" Columbia Univ. Press. 335 pp., USA.
- ŞENEL, M., ÖZTÜRK, E.M., ÖZDEMİR, T., KADINKIZ, G., METİN, Y., SERDAROĞLU, M., ÖRÇEN, S., 1994, "Fethiye (Muğla), Kalkan (Antalya) ve Kuzeyinin Jeolojisi", MTA Raporu, Ankara.
- ŞENEL, M., 1997, "Fethiye-M-8 Paftası", 1:100.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, No:4, MTA Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara.
- TOPRAKSU, 1972, "Antalya İli Toprak Kaynağı Envanter Raporu", Topraksu Genel Md. Yay., Ankara.
- UYVAL, Ş., DUMONT, J.F., POISSON, A., 1980, "Batı Toros Platformları", MTA Raporu, No: 6861, (Yayınlanmamış), Ankara.

