



Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi
Fırat University Journal of Social Science
Cilt: 13, Sayı: 2, Sayfa: 1-21, ELAZIĞ-2003

DİPSİZ GÖL KAPALI HAVZASI'NDAKİ ÇÖKME VE SÜBSİDANS DOLİNLERİ (BATI TOROSLAR)

*Collapse and subsidence dolines in Dipsiz Lake Closed Basin
(The Western Taurus)*

Uğur DOĞAN*

Özet

Bu çalışmada, Batı Toros Dağları Karst Kuşağı içerisinde yer alan Dipsiz Göl Havzası'nın jeomorfolojik gelişimi ve havzada bulunan çökme ve sübsidans dolinlerinin oluşumu ele alınmıştır. Çevresinde Orta ve Üst Miosen aşınım yüzeyleri gelişmiş olan Dipsiz Göl Havzası Pliosen başından itibaren suları düdenler aracılığıyla drene edilen kapalı bir havza karakteri kazanmıştır. Çevresi fay hatları ile sınırlanmış olan havzanın tabanı karstik olmayan (nonkarstik) kayalarla kaplıdır. Ancak, nonkarstik formasyonların altında bulunan Jura-Kretase yaşlı saf kireçtaşları nedeniyle bu alan interstratal (tabaka arası) karst alanı halindedir. Havzada, biri çıplak karst alanında, diğerleri interstratal karst alanında olmak üzere toplam 4 büyük çökme dolini ve karstik-nonkarstik kayalar kontağındaki ana fay hattı üzerinde de 3 sübsidans dolini bulunmaktadır. Çıplak karst alanındaki dolin karstik boşluk veya mağara tavanının çökmesine bağlı olarak oluşmuştur. İnterstratal karst alanındakiler ise tabandaki kireçtaşı içinde oluşan karstik boşlukların tavanının çökmesi ile oluşmuşlardır. Oluşumları tek bir etkene bağlı olmayan çökme ve sübsidans dolinleri reliktir.

Anahtar kelimeler: Karst, çökme dolini, sübsidans dolini; Dipsiz Göl, Batı Toroslar

Abstract

In this study the geomorphological development of Dipsiz Lake Basin in Western Taurus Karst Belt and the formation of subsidence and collapse dolines located there have been investigated. Dipsiz lake basin, which is surrounded by denudational surfaces developed in Late-Miocene-Early Pliocene periods, and whose waters are drained by swallowholes, achieved a closed basin character since Early Pliocene. The base of the basin surrounded by fault lines is covered

* Yrd. Doç. Dr. Uğur Doğan, Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi, Coğrafya Bölümü, e-mail: ugdogan@yahoo.com

with non-karstic rocks. However due to the Cretaceous aged pure limestone under the covering formations, this area is in the form of interstratal karstic region. In the basin, there are four large collapse dolines, one in the bare karstic area, and three subsidence dolines on the fault line which is on the karstic and nonkarstic contact zone. Dolines in karstic areas are formed in connection with the collapse of karstic void or cave ceiling. Those in interstratal karstic areas are, however, resulted from the collapse of cavities in the limestone at the bottom. These dolines, the formation of which are dependent upon so many factors, are in fossil form.

Key words: Karst, collapse doline, subsidence doline, Dipsiz Lake, The Western Taurus

1. Giriş

Karstik arazilerde 4 tip dolin bulunmaktadır. Bunlar, erime, çökme, sübsidans ve alüvyal (suffosion) dolinlerdir (Ford ve Williams, 1989). Bunlardan erime dolini çıplak karstik arazilerde görüldüğü halde, sübsidans dolinleri örtülü (covered veya mantled) ve tabaka arası (interstratal) karst alanlarında, alüvyal dolinler örtülü karst alanlarında oluşabilmektedir. Çökme dolinine ise her türlü karstik arazide rastlanabilir. Çalışma alanındaki çökme ve sübsidans dolinlerinin biri hariç diğerleri interstratal karst alanında bulunmaktadır. İnterstratal karst, karstik olmayan formasyonlar altında ya da arasında bulunan karstik kayalara bağlı olarak meydana gelen karstlaşmayı ifade eder (White, 1988; Doğan, 2002).

Sübsidans dolinleri örtülü karstik alanlarda veya interstratal karstlaşmanın görüldüğü alanlarda yer altı boşlukları üzerindeki zeminin yavaş yavaş oturarak torbalaşması sonucunda oluşan, genellikle dairevi, çay tabağı şekilli, yamaçları fazla dik olmayan kapalı depresyonlar olarak tanımlanabilir. Sübsidans dolinleri, örtü depolarının karbonat anakayadaki yarık ve çatlaklardan yavaşça taşınması ile tedrici olarak gelişir ya da karstlaşma imkanı olmayan yüzey formasyonlarının tabandaki karstik boşluğa doğru bükülerek yönelmesi sonucunda oluşur. Sübsidans ile çökme aynı anda etkili olabilir. Sübsidans genellikle düşük toprak kohezyonuna bağlı olarak yavaş gelişen bir süreç iken, çökme ise yüksek toprak kohezyonuna bağlı olarak ani bir hareketle oluşur (Nichol, 1998). Yer altı erime boşluklarına düşen materyalin taşınma süreci yetersiz olursa derinde bulunan erime boşluklarının yukarı doğru gelişimi durur ve yüzeyde sübsidans dolini meydana gelir.

Çökme dolinleri ise yer altı karstik boşlukları ya da mağara tavanının üzerindeki yükü taşıyamayacak duruma gelmesi ve kaya çatlakları gibi zayıf direnç alanları boyunca tavanın kırılarak aniden çökmesi sonucunda oluşan, dairevi, dik yamaçlı, bazen içlerinde göl bulunan derin doğal çukurluklardır. Bu tanım ve bahsedilen oluşum mekanizması daha çok çıplak karst (bare karst) alanlarında oluşan çökme dolinleri için geçerlidir.

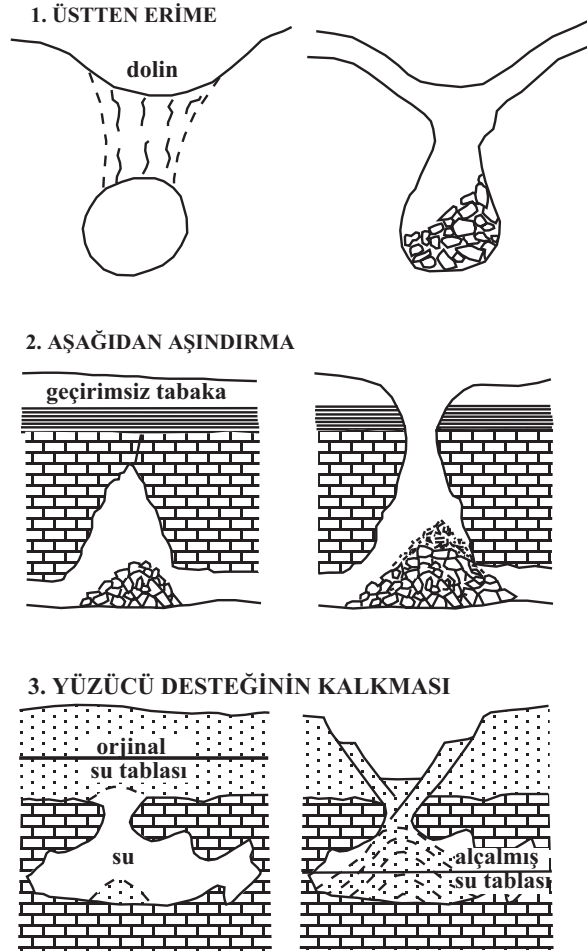
İnterstratal karst alanında görülen çökme dolinleri ise örtü formasyonu ile karstik kayaç arasındaki boşluk kemerinin veya tabandaki karstik kayaçta meydana gelen boşluk tavanının aniden çökmesi sonucunda oluşurlar. Örtülü karstik alanlardaki çökme dolinleri ise toprak veya alüvyon gibi gevşek örtü formasyonu malzemesinin anakayada oluşan karstik boşluklar aracılığıyla taşınması ve alttan toprak kaybına bağlı olarak giderek genişleyen toprak içi boşluğunun üzerindeki kemerin aniden çökmesiyle oluşur (Nichol, 1998; Lolcama ve diğ. 2002; Yang and Drumm, 2002).

Ford and Williams'a (1989) göre çökme dolinlerinin oluşumunda aşağıda sıralanan başlıca üç mekanizma etkilidir ve bunlar üç tip çökme dolini oluşumuna yol açar (Şekil: 1).

1. Çözünmenin yukarıdan olmasına bağlı olarak mağara tavanının zayıflaması,
2. Aşağıdan çökmelerle mağara tavanının giderek genişlemesi ve sürekli olarak zayıflaması,
3. Su tablasının alçalması yüzücü desteğinin (buoyant support) ortadan kalkmasını sağlar ve böylece boşluk kemeri üzerindeki yükün artmasıyla kemerin dayanma gücü aşılır.

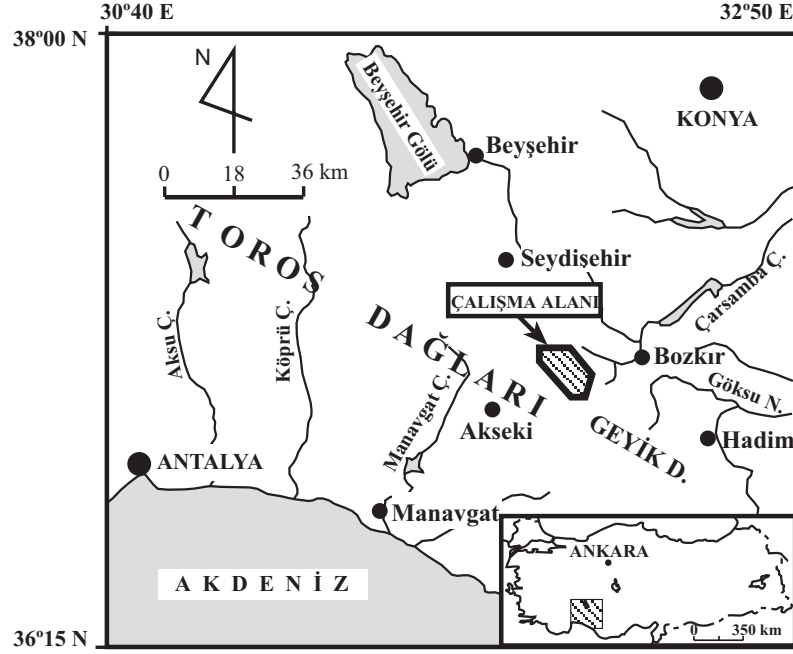
Çökme ve sübsidans dolinlerinin pek çoğu su tablası alçalması sonucunda oluşur (White, 1988; Ford and Williams, 1989; Çelik ve Afşin, 1998; Gongyu ve Wanfang, 1999; Taqieddin ve diğ., 1999; Tharp, 1999; Doğan, 2001; Lolcama ve diğ., 2002). Bu su tablası alçalması veya alçalıp yükselmesi olayları doğal yollardan olabileceği gibi özellikle sulama kuyularından fazla miktarda su çekilmesi yoluyla, insan tarafından da gerçekleştirilebilir.

Diğer dolinlere göre oluşum süreçleri daha komplike olan çökme ve sübsidans dolinlerinin halen olduğu ya da oluşma ihtimalinin bulunduğu alanlar, özellikle insan ve onun eserleri açısından doğal tehlike oluşturmaktadır. Bu nedenle, bu alanlar, çökme ve sübsidans dolinlerinin oluşum mekanizmasının ortaya konması açısından önemli olduğu kadar, çevre yönetimi açısından da titizlikle üzerinde durulması gereken alanlardan bir tanesini oluşturmaktadır (Cooke ve Dornkamp, 1990; Kaufmann ve Quinif, 1999).



Şekil 1: Şematik çökme dolini oluşum mekanizmaları (Ford ve Williams, 1989).

Yüzölçümünün yaklaşık olarak 1/3'ü karstik alanlardan oluşan ülkemizde (Eroskay ve Günay, 1979) çok sayıda çökme dolini bulunmaktadır. Ülkemizde doğal çökmeler sonucunda oluşan çukurlukları ifade etmek için kullanılan "Obruk" kelimesi karst literatüründe çökme dolinini ifade etmek için kullanıla gelmiştir (Alagöz, 1944; Atalay, 1987; Erinç, 1971; Biricik, 1985; Erol, 1990a; Doğan, 2001). Özellikle yeni obruk (çökme dolini) oluşumunun devam ettiği Konya yöresi ve diğer çökme ve sübsidans dolini oluşum alanları doğal tehlike riski taşıyan alanlardır.



Şekil 2: Çalışma alanının lokasyon haritası.

Çalışmamızın konusunu oluşturan çökme ve sübsidans dolinlerinin bulunduğu Dipsiz Göl Havzası, Batı Toros Dağları'nın doğusundaki Geyik Dağları'nın kuzey kesiminde yer almaktadır. Bu havza, Toros Karst Kuşağı içerisinde tabanı nonkarstik kayalardan oluşan küçük bir kapalı havzadır. Dipsiz Göl Havzası Konya'nın Bozkır ilçesi ve Antalya'nın Akseki ilçesi arasında bulunmaktadır (Şekil:2).

Bu çalışmanın amacı, daha önce araştırılmamış bir alan olan Dipsiz Göl Havzası ve yakın çevresinin jeomorfolojik, tektonik ve karstik gelişimini açıklayarak, havzadaki çökme dolinleri ve sübsidans dolinlerinin oluşum mekanizmasını ortaya koymaktır. Ayrıca bu çalışma ile karst literatürüne bir katkı sağlanması da hedeflenmiştir. Bu araştırma doğrudan arazi çalışması esnasında yapılan jeolojik-jeomorfolojik gözlemler ve morfometrik ölçümler ile 1/25.000 ölçekli temel haritalar yardımıyla yapılmıştır.

2. Jeolojik Özellikler

Batı Toros Dağları'nın stratigrafik ve tektonik açıdan karmaşık ve problemleri tam olarak çözülmemiş bir yöresinde bulunan Dipsiz Göl Havzası ve çevresine ait jeolojik literatür sınırlıdır (Blumenthal, 1947; 1951; Monod, 1977; Özgül, 1976; 1997). Çalışma alanı ile ilgili jeolojik olarak genel bir değerlendirme yapılacak olursa, stratigrafi, yapısal ve metamorfizma özellikleri açısından farklı ortam koşullarını yansıtan kaya birimi

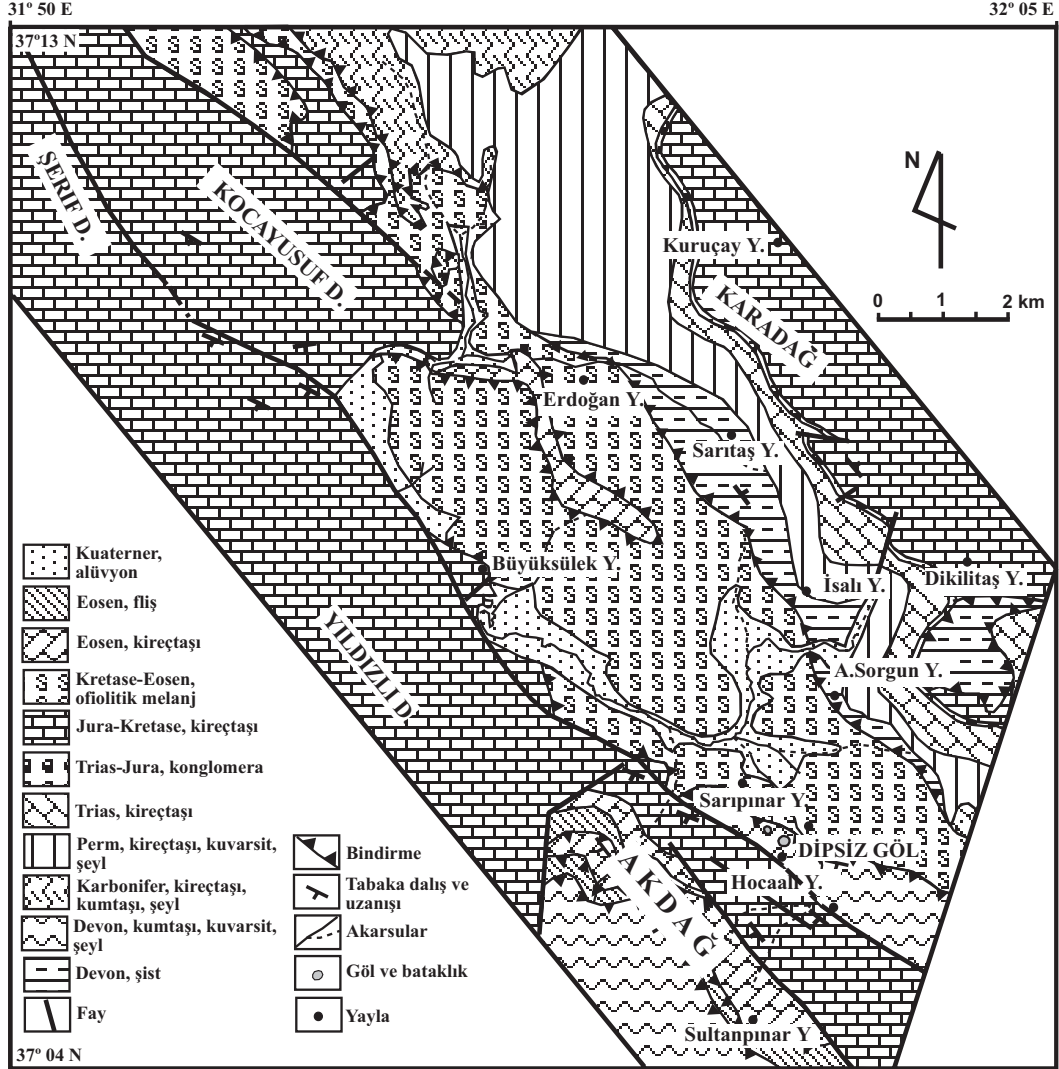
topluluklarından oluşan formasyon gruplarının birbirleriyle tektonik ilişkili olarak yer aldığı görülür (Özgül, 1997).

Dipsiz Göl Havzası ve çevresindeki jeolojik birimler, vadi tabanı ve dolin, polye gibi karstik şekil tabanlarındaki Kuaterner'e ait alüvyonlar göz ardı edilecek olursa, Devon-Alt Lütésien aralığında tortulanmıştır (Şekil: 3). Çalışma alanındaki Devon, Karbonifer, Perm ve Trias dönemine ait formasyonlar büyük oranda karstlaşma özelliği olmayan kuvarsit, kumtaşı, şeyl, kil ve konglomera türü kayalardan bazılarını içine almaktadır. Bu dönemlere ait formasyonların tamamı bu alanda alloktondur (Şekil: 3).

Dipsiz Göl Havzası'nda karstik açıdan en önemli litolojiyi Jura-Kretase dönemlerine ait saf kireçtaşları oluşturmaktadır. Havzanın batı ve doğusunda geniş alanlar kaplayan oldukça kalın istifler halindeki Jura-Kretase kireçtaşının kalınlığı havzanın batısında 1000 m'ye yaklaşmaktadır. Formasyonun üst kesimleri beyazımsı gri renkli, bol rudist fosili içeren, karstlaşmaya oldukça uygun Kretase yaşlı kireçtaşlarından, taban kesimleri ise mavimsi gri renkli Jura yaşlı kireçtaşı ve kısmen dolomitik kireçtaşlarından oluşmaktadır. Akdağ, Yıldızlı, Şerif ve Kocayusuf, dağlarında görülen Jura-Kretase kireçtaşları otokton olarak bulunurken, doğudaki Karadağ'da görülenler allokton birimler içerisinde yer almaktadır. Akdağ ve Yıldızlı dağ kesimindeki otokton Jura-Kretase kireçtaşları kuzeybatı-güneydoğu yönünde uzanan faylarla parçalanmıştır. Faylanma sonucunda alçalan blok ise nonkarstik kayaların bindirmesi altında örtülü bir halde Dipsiz Göl Havzası'nın zeminini oluşturmuştur (Şekil:3, Foto: 1).

Havzanın ortasında geniş bir alanda yüzeylenen ve sahada allokton olarak yer alan ofiolitik melanj Kretase-Eosen aralığında oluşmuştur. Özgül (1997) tarafından Dipsiz Göl Ofiolitli Karışığı olarak adlandırılan birim başlıca serpantin, peridotit, bazik volkanit, az oranda da kireçtaşı blokları ve kırıntıları kapsayan nonkarstik kayalardan oluşmaktadır.

Otokton Jura-Kretase kireçtaşları üzerinde görülen Eosen birimleri sahada denizel sedimantasyonun Lütésien'de sona erdiğini göstermektedir. Kireçtaşı ve fliş fasiesinden oluşan Eosen formasyonları iki ayrı birim halindedir. Büyük bir kısmı aşınmayla ortadan kaldırılmış olan Eosen formasyonları özellikle havza tabanında nap örtüsü altında pencereler halinde görülmektedir (Şekil: 3).



Şekil 3: Çalışma alanının jeoloji haritası (MTA Jeoloji Dairesi)

Görüldüğü gibi, Dipsiz Göl Havzası ve çevresinde Şerif, Kocayusuf, Yıldızlı ve Akdağ'da yer alan ve Geyik Dağı Birliği (Özgül, 1976; 1997) adı verilen Jura-Lütesien aralığında çökelmiş birimler dışındaki tüm denizel formasyonlar allokton olarak bulunmaktadır. Allokton birimler otokton üzerine bindirdiği gibi kendi içlerinde de tektonik bindirmeli haldedirler.

Sahadaki ilk şaryaj olayları Senonien tektonik hareketleri ile başlamış ve Lütesien tektonik hareketleri ile bir kez daha yenilenmiştir (Özgül, 1997). Üst Lütesien-Alt Priabonien'de bölge tümüyle sıkışma tektoniğinin denetimine girmiş ve bunun sonucu olarak bölgedeki naplar yerini almıştır (Monod, 1977; Koçyiğit, 1981; 1984; Özgül,

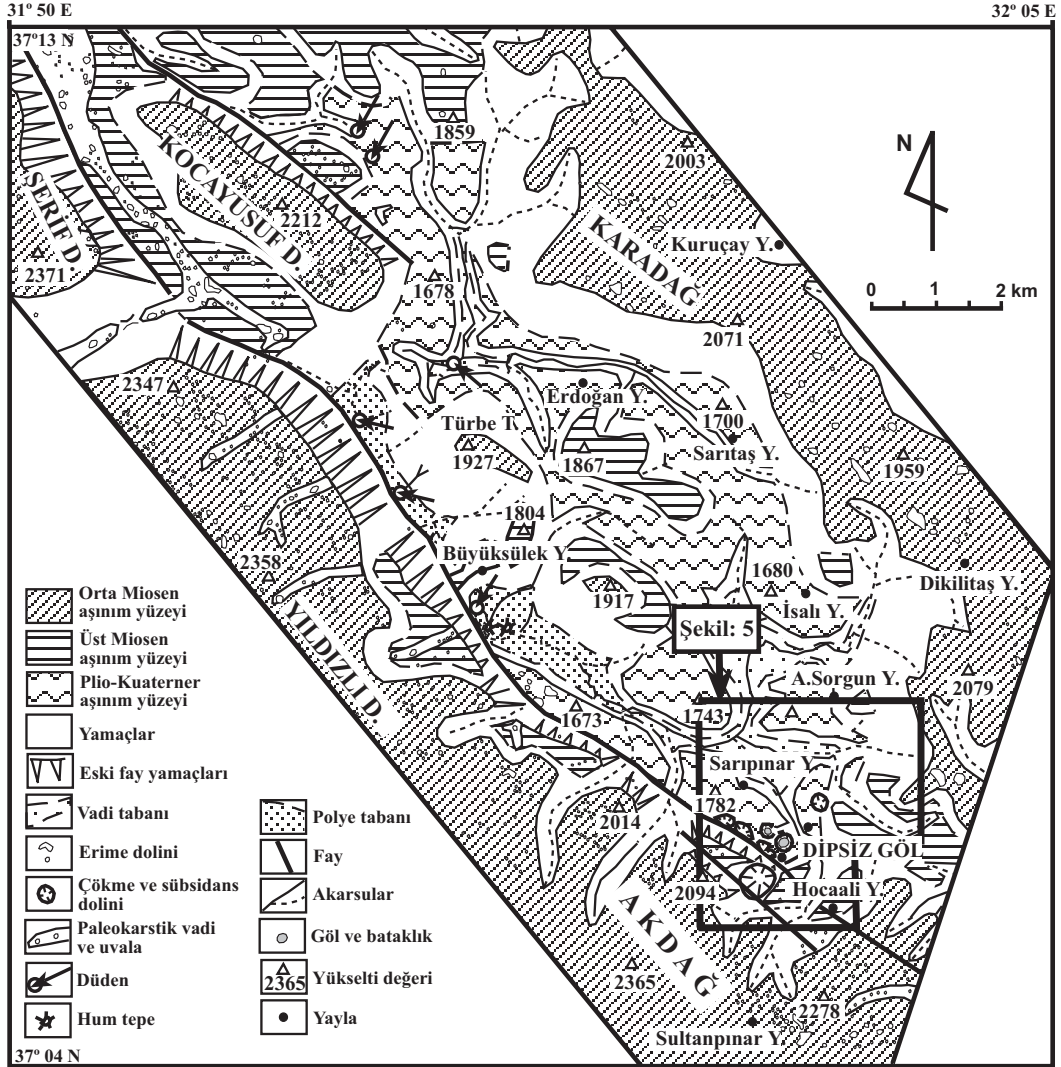
1976; 1997; Akay ve Uysal, 1988; Nazik, 1992; Doğan, 1997). Eosen sonlarından itibaren saha karalaşmıştır.



Foto 1: Fotoğrafta, Dipsiz Göl Havzası'nı batıdan sınırlayan Jura-Kretase kireçtaşlarından oluşan Akdağ ve Lütetin'deki bir bindirmeyle sahaya yerleşen nonkarstik kayaçlar görülmektedir.

3. Dipsiz Göl Havzasının Jeomorfolojik Gelişim Süreci

Dipsiz Göl Havzası, Batı Toros Dağları'ndaki Geyik Dağları sistemi içerisinde etrafı yüksek dağlarla çevrili kapalı bir havzadır. Havzayı çevreleyen dağlar (Akdağ 2365 m, Yıldızlı Dağ 2358 m, Şerif Dağı 2371 m, Kocayusuf Dağı 2212 m ve Karadağ 2071 m) üzerinde farklı dönemlere ait aşınım yüzeyleri bulunmaktadır (Şekil: 4). Çalışma sahası ve çevresi Eosen sonlarında karalaştıktan sonra ilk olarak yapısal kontrolün fazlaca ön plana çıkmadığı geniş alanlı bir aşınım süreci geçirmiştir. Sahadaki en eski aşınım yüzeyi genel olarak otokton ve allokton Jura-Kretase kireçtaşları üzerinde izlenebilmektedir. 1900 m ve üzerindeki yükseltilerde bulunan ve karstik şekillerle kaplı bu aşınım yüzeyi çalışma sahasının doğu, batı ve güneyinde geniş alanlar kaplar (Şekil: 4). Anadolu-Arap levhalarının Üst Tortonien'deki çarpışmaları ile başlayan neotektonik hareketler (Şengör, 1980; Koçyiğit, 1984), orojenik yükselimler ve blok faylanmalara bağlı olarak değişen kaide seviyesi bu yüzeyin gelişimini sona erdirmiştir. Bu yüzey tektonik veriler ve yapılan bölgesel korelasyonlara göre (Erol, 1990b; 2001; Nazik, 1992 ve Doğan, 1997) Orta Miosen yaşındadır. Genel olarak Jura-Kretase kireçtaşları üzerinde gelişen yüzey, lapyra, dolin, düden, uvala, kuru vadi gibi karstik şekiller yoğun olarak barındırmaktadır.



Şekil 4: Çalışma alanının jeomorfoloji haritası

Tortonien'deki tektonik hareketler sonucunda Orta Miosen aşınım yüzeyi parçalanmaya ve yeni oluşan kaide seviyesine göre yeni bir aşınım sistemi gelişmeye başlamıştır. Böylece sahadaki alansal aşınma Erol'un (1990b) da ifade ettiği gibi genel olarak yeni oluşan vadi sistemleri çevresinde görülen oluk şeklindeki aşınmalara dönüşmüştür. Dipsiz Göl Havzası ve çevresinde kuzeybatı-güneydoğu yönünde dar alanlı bir oluk içerisinde görülen bu yeni aşınım yüzeyi de yapısal ve fay hatlarının denetiminde gelişmiştir (Şekil: 4). 1800-1900 m'ler arasındaki yükseltelerde görülen bu aşınım yüzeyi Üst Miosen yaşındadır. Üst Miosen yüzeyinin Jura-Kretase kireçtaşları üzerinde geliştiği

alanlarda da karstik şekiller dikkati çekmektedir.

Çalışma alanındaki son aşınım yüzeyi Dipsiz Göl Kapalı Havzası'nın içerisinde gelişmiştir. 1600-1800 m'ler arasında görülen bu yüzey tamamen havza içi yerel kaide seviyesine göre şekillenmiştir. Üst Miosen'de kuzeydoğuya, Tınaztepe Mağaraları'na doğru olan sahanın drenajı Üst Miosen-Pliosen geçişindeki tektonik hareketlerden sonra batısından geçen ana fay hattı üzerinde oluşan düdenler vasıtasıyla sağlanmaya başlamıştır. Böylece Dipsiz Göl Kapalı Havzası'nın temeli Üst Miosen- Erken Pliosen'de atılmıştır. Üst Miosen-Pliosen geçişindeki tektonik hareketlerle beliren yerel kaide seviyesine göre Üst Miosen aşınım yüzeyi aleyhine gelişen yüzey Plio-Kuaterner yaşındadır. Vadilerle parçalanmış alçak plato görünümünde olan Plio-Kuaterner aşınım yüzeyi üzerinde çökme ve sübsidans dolinleri bulunmaktadır (Şekil: 4).

Tabanı 1600 metreler civarında olan havza içerisinde ise batı yamaçları fay hattı ile sınırlı olan, karstik-nonkarstik kayalar kontağında gelişen, düdenleri ve hum tepeleri bulunan küçük kenar polyeler yer almaktadır.

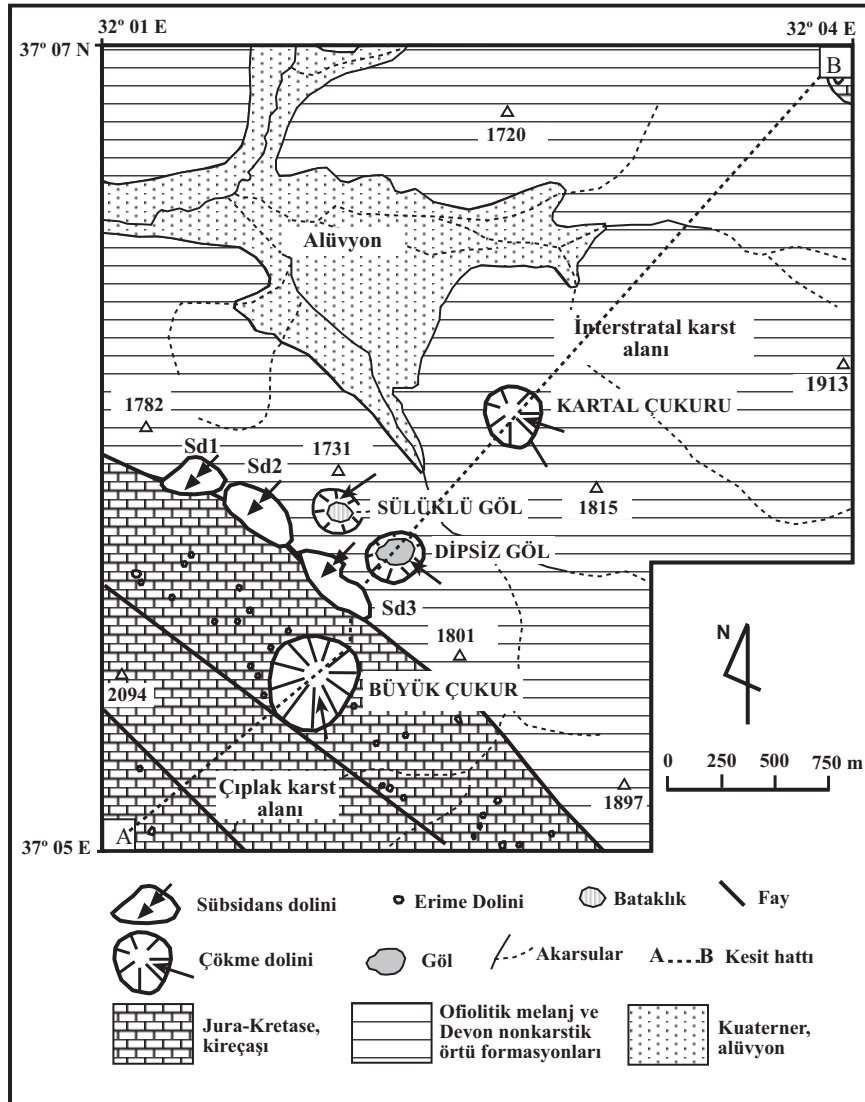
Görüldüğü gibi, Dipsiz Göl havzası çevreden tabanına doğru inen aşınım yüzeylerinden oluşan basamaklı bir yapıya sahiptir. Sahanın bu şekilde, yapısal denetimin kontrolünde aşınım yüzeyleri ile işlenmesi ve sonuçta bir kapalı havza karakterini alması sürecinde, doğrudan yüzey erozyonundan başka etkenleri de düşünmek gerekir. Örneğin bugünkü küçük kenar polyelerin (border polye) (Ford ve Williams, 1989) olduğu alanlarda Orta Miosen aşınım yüzeyi içerisine yerleşen eski kenar polyelerin olabileceği gerçeği göz ardı edilemez. Çünkü kenar polyeler karstik ve nonkarstik kayalar kontağında gelişen ve korrozyon ile korrazyonun birlikte işlev gördüğü polyelerdir. Bu nedenle bu tür polye ya da polyelerin geliştiği bu alanda nonkarstik kayaların aşındırılarak ortadan kaldırılması kolaylaşmış olmalıdır.

4. Çökme ve Sübsidans Dolinleri

Dipsiz Göl Havzası'nın güneyinde yaklaşık 2 km²'lik alan içerisinde 4 tane çökme dolini ve 3 tane sübsidans dolini bulunmaktadır (Şekil: 4; 5). Üst Miosen aşınım yüzeyi parçası üzerinde açılan Büyük Çukur dışındaki sübsidans ve çökme dolinlerinin tamamı Plio-Kuaterner aşınım yüzeyi üzerindedir.

Çökme dolinlerinin biri içerisinde havzaya da adını veren Dipsiz Göl bulunmaktadır. Dipsiz Göl'ün kuzeybatısındaki dolinin içerisinde ise bataklık karakterindeki Sülüklü Göl dikkati çekmektedir. Diğer ikisinin tabanı ise kurudur. Çökme dolinlerinin derinlikleri ve alanları birbirinden farklı olmakla birlikte tamamı daireseldir. Çökme dolinlerinden Büyük Çukur, Dipsiz Göl ve Kartal Çukuru kuzeydoğu-güneybatı yönünde sübsidans dolinlerini dik kesecek şekilde bir hat boyunca sıralanmaktadır (Şekil: 5).

Büyük Çukur dışındaki diğer üç çökme dolini de yüzeyi karstlaşma imkanı olmayan kayalarla kaplı olan interstratal karst alanı içerisinde meydana gelmiştir (Şekil:3; 4). Bu dolinler Jennings (1971)'in alttan oluşan anlamında kullandığı “subjacent” çökme dolini tipindedir. Dipsiz Göl ve Sülüklü Göl Devon formasyonu içerisinde, Kartal Çukuru ise ofiolitik seri içerisinde açılmıştır (Şekil: 3; 4). Sahadaki interstratal karst alanında yer alan çökme dolinleri, ofiolitik melanj ve Devon nonkarstik formasyonları ile tabandaki Jura-Kretase kireçtaşları arasında oluşan karstik boşluklara bağlı olarak meydana gelmişlerdir (Şekil:5).



Şekil 5: Dipsiz Göl Havzası'ndaki çökme ve sübsidans dolinleri yakın çevresinin morfo-struktürel haritası.

Çökme dolinleri içerisinde en büyük olanı Büyük Çukur'dur (Tablo: 1, Şekil: 5). Yüzey çapı en geniş yerinde 475 m'yi bulan ve taban genişliği en dar yerinde 30 m civarında olan dolin bir huni görünümündedir. Büyük Çukur'un derinliği güneybatı yamaçlarında 150 m, kuzeydoğu yamaçlarında ise 80 m civarındadır. Dolin güneybatı ve kuzeydoğusundan geçen paralel faylar arasında yer almaktadır (Şekil: 5). Güneybatısından geçen ve çökme dolinin oluşmasında birinci dereceden pay sahibi olan fay nedeniyle bu kesimde dolin yamacını fay yamacından ayırmak zordur (Şekil: 6). Dolinin tamamı Jura-Kretase kireçtaşları içerisinde açılmıştır.

Çökme dolinlerinin orta noktasında bulunan Dipsiz Göl ve Sülüklü Göl dolinleri ikiz gibidirler. Güneydoğuda yer alan ve daha büyük olan Dipsiz Göl çökme dolinin çapı ve derinliği daha fazladır (Tablo: 1; Foto: 2). Doğusunda yaklaşık 5 m'lik bir yükseltiyle drenaj sisteminden ayrılan Dipsiz Göl'ün derinliği bilinmemektedir. Ancak, göl kenarındaki Hocaali Yaylası sakinlerine göre bir kurtarma olayı için göle giren dalgıçlar 25 m derine indikten sonra daha derine gitmeyi göze alamayıp aramaya son vermişlerdir.



Foto 2: Dipsiz Göl'ün güneyden görünüşü. Karstik olmayan kayaçlar üzerinde yer alan Dipsiz Göl çökme dolini interstratal karstlaşma sonucunda oluşmuştur.

Gölün yüzeyden beslenme alanının dolin alanıyla sınırlı olduğu göz önüne alınacak olursa, seviyesi yıl içerisinde yaklaşık olarak bir m civarında değişen gölün yeraltı suyu veya karst taban suyu ile beslendiği, dahası gölün yerel yeraltı su tablasının bir aynası halinde olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır.

Dipsiz Göl Kapalı Havzası'ndaki Çökme ve...

Dipsiz Gölün 100 m kuzeybatısında Sülüklü Göl dolini yer alır (Şekil:5; Foto: 3). Dolin tabanında içerisinde çeşitli bataklık bitkilerinin yaşadığı oldukça sığ Sülüklü Göl adı verilen bir bataklık bulunmaktadır. Tabandan zayıf bir şekilde yer altı suyu ile beslenmektedir.

Çökme ve Sübsidans dolinleri	Genişlik (m)	Derinlik (m)	Genişlik/derinlik oranı	Yüzey kotu (m)	Taban kotu (m)	Göl çapı (m)
Büyük Çukur	475	150	3,16	1850	1700	
Dipsiz Göl	250	20 + Göl	?	1710	1698	175
Sülüklü Göl	175	25+ Göl	?	1730	1702	100
Kartal Çukuru	250	80	3,12	1770	1690	
SD1	250	10	25	1730	1720	
SD2	375	35	10,7	1730	1695	
SD3	400	25	21	1715	1690	

Tablo 1: Dipsiz Göl Havzası'ndaki çökme ve sübsidans dolinlerinin morfometrik parametreleri.

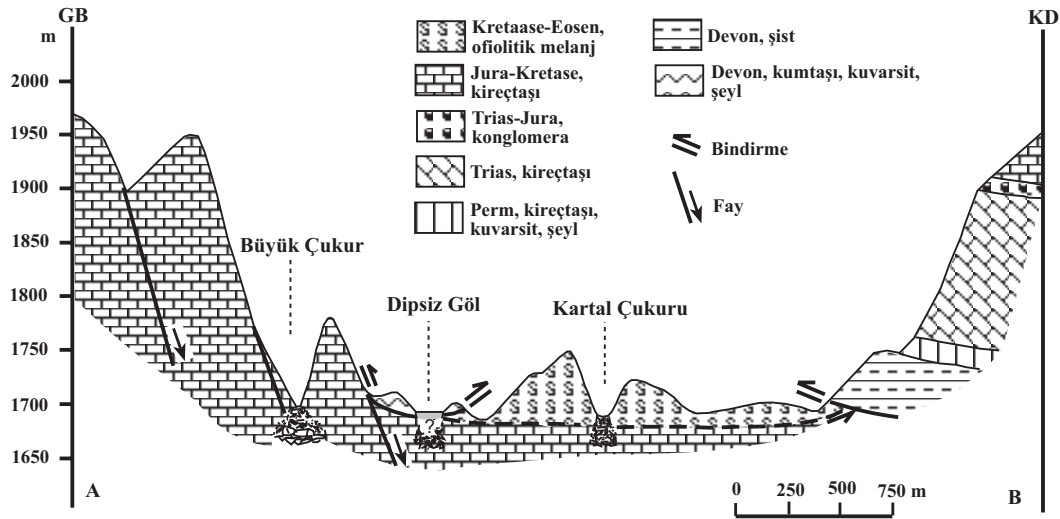


Foto 3: Sülüklü Göl çökme dolini ve Sükülü Göl bataklığının yakından görünüşü.

Sahada ele alacağımız son çökme dolini Dipsiz Göl'ün kuzeydoğusunda yer alan Kartal Çukuru'dur. Kartal Çukuru ofiolitik seri içerisinde açılmıştır (Foto: 4). Çapı 250 m

olan dolinin derinliği güney yamacında 60 m, doğu ve batısındaki boyun noktalarında 30 m civarındadır. Bu dolinin tabanı kurudur.

Havzadaki sübsidans dolinleri üç tane olup, Dipsiz Göl'ün batısında, kuzeybatı-güneydoğu yönünde uzanan ana fay hattı üzerinde yer alırlar (Şekil: 5; Foto: 5). Yerel isimleri olmayan bu sübsidans dolinleri anlatım kolaylığı olması açısından kuzeybatıdan-güneydoğuya doğru sırasıyla SD1, SD2, SD3 şeklinde numaralandırılmıştır. Her üç sübsidans dolini de güneybatısından Jura-Kretase yaşlı kireçtaşı kesen fay yamacıyla sınırlanmıştır. Üç dolinin de uzun eksen, fay hattına paralel olduğu gibi, dolinlerin en derin noktaları da fayın hemen önündedir. Bu nedenle sübsidans dolinleri asimettiktir. SD1'in tabanı 1720 m, SD2'nin tabanı 1695 m' de ve SD3'ün tabanı 1690 m'de bulunmaktadır.



Şekil 6: Dipsiz Göl yakın çevresinin jeolojik kesiti.



Foto 4: Ofiolitik melanj üzerinde yer alan Kartal Çukuru çökme dolinin güneydoğudan görünüşü.

Dolinlerin oluşumundaki sübsidans olayını meydana getiren çözünme Lütésien'deki nap gelişimi esnasında oluşan faylarla alçalan otokton Jura-Kretase kireçtaşıda gerçekleşmiştir. Büyüksülek yaylasının doğusunda ve güneyinde fay önünde düşen blok halinde dar alanlı olarak mostra veren ve ofiolitik melanjın altına dalan Jura-Kretase kireçtaşları bunun en büyük delilidir (Şekil: 3). Bu kesimde Jura-Kretase kalkerleri ofiolitik seri tarafından tektonik dokanaklı olarak üzerlenmektedir (Şekil: 6). Devon formasyonu da ofiolitik seri üzerinde allokon olarak bulunmaktadır. Böylece Dipsiz Göl çevresindeki formasyonlar alttan üste doğru Jura-Kretase kireçtaşları, nonkarstik ofiolitik seri ve nonkarstik Devon formasyonundan oluşmaktadır (Şekil: 6).



Foto 5: Havzanın güneybatısında yer alan sübsidans dolinleri Jura-Kretase yaşındaki kireçtaşları ve nonkarstik kayalar kantağındaki ana fay hattı üzerinde gelişmişlerdir. Fotoğrafta SD3 sübsidans dolininin tabanı görülmektedir.

Sübsidans dolinleri havzanın tabanında bulunan Jura-Kretase kireçtaşlarını kesen ana fay hattı üzerinde meydana gelen çözünme ile karstik boşluğa veya karstik su yoluna zaman içerisinde ofiolitik seri ve Devon formasyonunun bükülerek yönelmesi ve belirli noktalarda bu formasyonlara ait kısmen gevşek malzemenin karstik su yolu ile zaman içerisinde yavaş yavaş taşınmasına bağlı olarak yüzeydeki tedrici oturmalarla oluşan, dairevi ya da elips şekilli çukurluklardan ibarettir.

Sonuç olarak bu alandaki sübsidans dolinlerinin oluşmasındaki en önemli pay karstik yer altı sularının akışını denetleyen ve dolayısıyla karstik çözünmeler için zayıf direnç alanı oluşturan fay hattına aittir.

5. Havzadaki Çökme ve Sübsidans Dolinlerinin Oluşumunu Etkileyen Faktörlerin Değerlendirilmesi

Bu alandaki çökme ve sübsidans dolinlerinin oluşumunu en iyi şekilde açıklayabilmek için bu dolinlere ait verileri birlikte değerlendirmek gerekmektedir. Sübsidans dolinlerinin ana fay hattı üzerinde Büyük Çukur'un da aynı şekilde bir fay hattına bağlı olarak oluştuğu ifade edilmişti. Dipsiz Göl'ün güneybatısından Akdağ'ın kuzeybatı yamaçlarından geçen ve birbirine paralel uzanan bu üç fay hattının, karstik

şekillerin oluşumu ve karst hidrolojisi denetimi üzerinde etkili olduğu açıkça görülmektedir (Şekil:3; 4; 5; 6) Büyük faylar ve birbirini kesen çatlak sistemleri karst sürecinin başlaması için en uygun zon veya noktaları oluşturur (Elhatip, 1997). Bu faylara ve sübsidans dolinlerine paralel konumda yer alan Dipsiz Göl ve Sülüklü Göl çökme dolinlerinin ve hatta Kartal Çukuru'nun oluşumunda da diğer fay hatlarının paralelinde muhtemel örtülü fayların da etkili olduğunu düşünmekteyiz. Ofiolitik seri üzerinde yer alan Kartal Çukuru çevresindeki vadi sistemlerinin fay hatlarına paralel uzanması da bu görüşü desteklemektedir. Benzer şekilde Büyük Çukur, Dipsiz Göl ve Kartal Çukuru çökme dolinlerinin üçünün de kuzeydoğu-güneybatı yönlü bir hat boyunca sıralanmış olması (Şekil: 5), bu dolinlerin karstik gelişimi denetleyen ve yönlendiren bir zayıf direnç alanı üzerinde olduklarını işaret etmektedir.

Sübsidans ve çökme dolinlerinin taban seviyeleri esas alınarak bir değerlendirme yapıldığında, tamamının birbirine çok yakın taban seviyelerine sahip oldukları görülmektedir. Buna göre, taban seviyelerinin Büyük Çukur'un 1700 m'de, SD3'ün 1690 m'de, Dipsiz Göl'ün (göl yüzeyine kadar) 1698 m'de, Sülüklü Göl'ün 1702 m'de ve Kartal Çukuru'nun 1690 m'de olduğu görülür (Tablo: 1). Verilen bu taban seviyeleri sahadaki sübsidans ve çökme dolinlerinin oluşmasına yol açan karstik yeraltı su tablasının hemen hemen aynı seviyede aktif bir doygun zon oluşturduğunu göstermektedir.

Dolinlerin oluştuğu alandaki yüzey topografyası dolinlerin şekillenmesinde önemli bir etken olmuştur. Bu durum dolinlerin yamaçları arasında ölçülen yükseltilerin birbirinden farklı olmasıyla kolayca açıklanabilir. Dolinlerin içinde açıldığı formasyonun litolojisi dolinin şeklini büyük oranda etkilemektedir. Kalın tabakalar halindeki saf kireçtaşları içerisinde açılmış olan Büyük Çukur diğerlerinden hem çap ve derinlik olarak daha büyük hem de yamaç profili daha keskin ve küçük kaya basmaklarına sahiptir. İnterstratal karst alanındaki sübsidans ve çökme dolinlerinin oluşumu ve şekli üzerinde kireçtaşının üzerinde bulunan örtü formasyonunun kalınlığı, litolojisi, tabakalanma durumu ve formasyonu oluşturan materyalin yapışkanlık derecesi önemli rol oynamıştır. Örneğin Nichol (1998)'e göre, kalın örtü toprağının olduğu alanlarda, toprağın ince olduğu alanlara göre daha büyük çaplı dolinler gelişir. İnterstratal karst alanında kumtaşı, kuvarsit, şeyl karmaşığında oluşan Devon formasyonu üzerinde bulunan dolinlerin yamaç eğimlerinin ofiolitik melanj içerisindeki dolinin yamaç eğimine göre daha yatık olması Devon formasyonlarının ofiolitik kayalara göre daha az tutturulmuş ya da daha az kohesif olduğunu göstermektedir.

Bu sahadaki çökme ve sübsidans dolinlerinin oluşumunda yukarıda belirtilen yapısal, litolojik, tektonik ve topografik özelliklerin yanında su tablasındaki seviye

değişiklikleri de önemli bir rol oynamış olmalıdır. Özellikle yer altı su seviyesinin alçaldığı zamanlarda artan hidrolik gradyana bağlı olarak yer altı akışının kuvvetlenmesi ile birlikte kireçtaşında meydana gelen daha fazla miktardaki çözünme karstik boşluk ve mağaraların tavanlarının yükselmesine yol açar. Böylece bir yandan çökme dolinlerinin oluşumu için uygun zemin hazırlanırken diğer taraftan sübsidans olayının gerçekleşmeye başladığı alanlarda yer altından akışa geçen sular tarafından daha fazla nonkarstik formasyona ait malzeme karstik yer altı akışı ile taşınır. Bununla birlikte eğer su tablası erime boşluklarındaki sediment taşınma seviyesinin üzerinde ise sediment hareketi oldukça yetersizdir. Dahası ıslak sediment taneleri kuru sediment tanelerine göre birbirini daha çok tutar, dolayısıyla ıslak sedimentte hareket eğilimi daha azdır. Eğer su tablası alçalır ve hidrolik gradyan artarsa su ile dolu mağara sisteminin yerinde bir yer altı akışı oluşur ki; bu durum sediment transferinde çok daha etkindir (White, 1988).

Eğer bir bölgede su tablasında birkaç kez alçalma ve yükselmeler birbirini izler ise bu durum yer altı boşluklarının daha etkin bir şekilde gelişmesini sağlar. Böylece bölgede sürekli değişen yüzücü desteği (bouyant support) karstik boşluklar üzerindeki sübsidans miktarının artmasına ve boşluk üzerindeki kemer yada tavanların zayıflamasına yol açar. Dipsiz Göl Havzası'nda ise Kuaterner içerisindeki buzul ve buzul arası dönemlerde meydana gelen iklim salınımları yerel su tablasında önemli oynamalar meydana getirmiş ve bu durum da havzadaki çökme ve sübsidans dolinlerinin oluşumuna önemli bir katkı sağlamış olmalıdır.

Çökme dolinleri içerisindeki Dipsiz Göl'ün ve Sülüklü Göl'ün su seviyesi havzadaki aktüel su seviyesinin yüksek olduğunu göstermektedir. Yüksek olan yerel su tablası seviyesi daha önce açıklanan nedenlerden dolayı sübsidans dolinlerinin gelişimini de olumsuz yönde etkilemiş hatta durdurmuştur.

Dipsiz Göl Havzası'nda Pliosen ve özellikle Kuaterner içerisinde, Plio-Kuaterner aşınım yüzeyi gelişimine bağlı olarak havza tabanındaki Devon nonkarstik kayalar ve ofiolitik melanjda meydana gelen aşınmalar nedeniyle (Şekil: 4), yer altı boşluklarının üzerindeki yükün azalması, çökme dolinlerinin oluşmasına çok önemli bir katkı sağlamıştır. Bu aşınmalara bağlı olarak havza tabanından yükselen Türbe Tepe gibi kesimlerde kalınlığı 150-200 m civarında ofiolitik melanj ve Devon formasyonunun özellikle dolinlerin çevresinde bir hayli incelerek kalınlığının 100 m'nin altına indiği görülür. Ford ve Williams'ın (1989) da belirttiği gibi yer altı pasajı üzerindeki tabakaların aşınması boşluk üzerinde yük hafiflemesine ve dolayısıyla baskı geriliminin azalmasına yol açar. Böylece, yük hafiflemesi çatlak oluşumunu artırarak çatlak ve yarık sistemlerinin daha etkin aşınmasına yol açar ve bu durum da kaya direncini azaltır. Genişleyen ve tavanı incelen mağarada kararsızlık artar ve çökme dolinin oluşmasına uygun zemin hazırlanmış olur.

Günümüzde aktüel çökme ve sübsidans olaylarının görülmediği havzadaki çökme ve sübsidans dolinleri reliktir. Bununla birlikte, halen dairesel görünüşleri ve yamaç dikliklerini koruyan çökme dolinleri oluşum zamanlarının çok eski olmadığını göstermektedir. Çünkü, yeni oluşmuş bir çökme dolini genellikle dairesel dış hatlara sahiptir (Nichol, 1998; Doğan, 2001). Dolinlerin büyük bir kısmı Kuaterner aşınım yüzeyi üzerindedir. Bu verilere göre de dolinler Geç Pleistosen'de oluşmuş olmalıdır.

6. Sonuçlar

Çalışma alanında Orta Miosen, Üst Miosen ve Plio-Kuaterner olmak üzere üç aşınım yüzeyi bulunmaktadır. Üst Miosen-Alt Pliosen geçişinde de devam eden tektonik hareketlere bağlı olarak sahada, özellikle karstik alanlarda yüzey akışları ortadan kalkarak, yapısal zayıf zonlar ya da fay hatları boyunca gelişen düdenler aracılığıyla büyük oranda yeraltına inmiştir. Dipsiz Göl Havzası'nda da bu dönemde havzanın drenajı kuzeybatısında, fay hattı üzerinde (aynı zamanda karstik-nonkarstik formasyon sınırı üzerinde) beliren düdenler aracılığıyla yeraltından sağlanmaya başlanmıştır. Plio-Kuaterner döneminde yüzeysel aşınım Pliosen başlarından itibaren kapalı havza karakteri kazanan Dipsiz Göl Havzası'na odaklanmıştır. Sonuç olarak Dipsiz göl havzası morfo-strüktürel bir oluşuma sahiptir.

Dipsiz Göl Havzası'nda yer alan çökme ve sübsidans dolinleri, bir tanesi dışında interstratal karst alanında oluşmuştur. Karstik alanda oluşan Büyük Çukur çökme dolini fay hattı üzerinde gelişen karstik boşluk ya da mağara tavanının çökmesiyle oluşmuştur. Interstratal karst alanındaki çökme ve sübsidans dolinleri, ofiolitik melanj ve Devon formasyonlarından oluşan nonkarstik örtü formasyonları altındaki Jura-Kretase kireçtaşlarında zayıf direnç alanları boyunca gelişen karstik boşluklarda (veya mağaralarda) meydana gelen çökme ya da tedrici oturmalara bağlı olarak oluşmuşlardır. Sahadaki çökme ve sübsidans dolinleri bir hat boyunca dizilmişlerdir. Bu alandaki sübsidans ve çökme dolinleri reliktir.

Dipsiz Göl Havzası'ndaki dolinlerin oluşmasında en önemli faktörler yapısal unsurlar, özellikle fay hatları ve çatlak sistemleri, Kuaterner döneminde örtü tabakasında meydana gelen erozyondur. Bununla birlikte dolinlerin oluşumu ve şekli üzerinde karstik kayaç stratigrafisi, yüzey topografyası, nonkarstik kayacın kalınlığı, stratigrafisi ve kohezyonu da etkili olmuştur.

Sahadaki şartların uygun hale gelmesi durumunda yeni çökme ve sübsidans dolinlerinin oluşması muhtemeldir.

Kaynaklar

- Alagöz, C. A., 1944. Türkiye'de Karst Olayları Hakkında Bir Araştırma. Türk Coğ. Kur. Yay. S: 1, Ankara.
- Akay, E., Uysal, Ş., 1988. Orta Torosların Post-Eosen Tektoniği. M.T.A. Der. S. 108., s.57-68.
- Atalay, İ., 1987. Türkiye Jeomorfolojisine Giriş. Ege Üniv. Ed. Fak. Yay. No: 9, İzmir.

- Biricik, A. S., 1985. Obruk Platosu ve Çevresinin Jeomorfolojisi. İst. Üniv. Doçentlik Tezi (Yayınlanmamıştır), İstanbul.
- Blumenthal, M.M., 1947. Seydişehir- Beyşehir Hinterlandındaki Toros Dağlarının Jeolojisi. MTA Yay. Seri D, No.2, Ankara.
- Blumenthal, M.M., 1951. Batı Toroslarda Alanya Ard Ülkesinde Jeolojik Araştırmalar. M.T.A. Enst. Seri D, 194, Ankara.
- Cooke, R.U., Doornkamp, J.C., 1990. Geomorphology in Environmental Management. Clarendon Press, pp.410, Oxford.
- Çelik, M., Afşin, M., 1998. The role of hydrogeology in solution-subsidence development and its environmental impacts; a case-study for sazlıca (Niğde, Turkey). Environmental Geology, 36 (3-4), 335-342.
- Doğan, U., 1997. Suğla Ovası ve Çevresinin Fiziki Coğrafyası. Doktora Tezi (yayınlanmamış), Ankara Univ., Ankara.
- Doğan, U., 2001. Mucur Obruğu'nun Jeomorfolojisi ve Turizme Kazandırılması. Ank. Üniv. Türkiye Coğ. Araş. ve Uyg. Mer. Der. S: 8, 89-107.
- Doğan, U., 2002. Çankırı Doğusunda Jips Karstlaşmasıyla Oluşan Sübsidans Dolinleri. G.Ü. Gazi Eğt. Fak. Der. C. 22, S. 1, s.67-82.
- Elhatip, H., 1997. The influence of karstic features on environmental studies in Turkey. Environmental Geology 31 (1-2), 27-33.
- Erinç, S., 1971. Jeomorfoloji II (Genişletilmiş II. Baskı). İst. Üniv. Coğ. Enst. Yay. No: 23, İstanbul.
- Erol, O., 1990a. Konya-Karapınar Kuzeydoğusundaki Obrukların Jeomorfolojik Gelişimi ile Konya ve Tuzgölü Pleyistosen Plüvyal Gölleri Arasındaki İlişkiler. İst Üniv. Deniz Bil. ve Coğ. Enst. Bült. S: 7, 5-49.
- Erol, O., 1990b. Batı Toros Dağlarının Messiniyen Paleojeomorfolojisi ve Neotektoniği. Türkiye 8. Petrol Kongresi, Bildiri Özleri Kitabı, Ankara.
- Erol, O. 2001. Geomorphologic Evolution Of Some Karstic Terrains In The Soutwestern Turkey. Present State and Fure Trends Of Karst Studies; 473-484, UNESCO.
- Eroskay, O., Günay, G., 1979. Tecto-Genetic Classification and Hydrogeological Properties of the Karst Regions in Turkey. İnt. Sem. On Karst Hydrogeology, Oymapınar p.1-31-Antalya
- Ford, D. C., Williams P. W., 1989. Karst Geomorphology and Hydrology. Unwin Hyman, London.
- Gongyu, L., Wanfang, Z., 1999. Sinkholes in karstic mining areas in china and some methods of prevention. Engineering Geology 52, 45-50.
- Jennings, J.N., 1971. Karst. The M.I.T. Press, Cambridge.
- Kaufmann, O., Qunif, Y., 1999. Cover-collapse sinkholes in the "Tournaisis" area southern Belgium. Engineering Geology 52, 15-22.
- Koçyiğit, A., 1981. Isparta Büklümünde (Batı Toroslar) Toros Karbonat Platformu Evrimi. TJK. Bülteni, C. 24, S. 2, s.15-23.
- Koçyiğit, A. 1984. Güneybatı Türkiye ve Yakın Dolayında Levha İçi Yeni Tektonik Gelişim. TJK Bülteni, C. 27, S.1, s. 1-15.
- Lolcama, J.L., Cohen, H.A., Tonlin, M.J., 2002. Deep karst conduits, flooding, and sinkholes: lessons for the aggregates industry. Engineering Geology 65 (2-3), 151-157.

- Monod, O., 1977. Recherches geologiques du Taurus Occidental au sud de Beyşehir (Turquie). d'Etat Univ. Paris Sud Orsay.
- Nazik, L., 1992. Beyşehir Gölü Güneybatısı İle Kemboş Polyesi Arasının Karst Jeomorfolojisi. İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri Enst., Doktora Tezi (yayınlanmamış), İstanbul.
- Nichol, D., 1998. Sinkholes at Glan Llyn on the A55 North Wales Coast Road, UK. Engineering Geology 50, 101-109.
- Özgül, N., 1976. Torosların Bazı Temel Jeolojik Özellikleri. TJK Bülteni, 19, 65-78.
- Özgül, N., 1997. Bozkır-Hadım-Taşkent (Orta Torosların Kuzey Kesimi) Dolayında Yer Alan Tektono- Stratigrafik Birliklerin Stratigrafisi.
- Şengör, A. M. C., 1980. Türkiye Neotektoniğinin Esasları. TJK. Yay. Ankara.
- Tharp, T. M., 1999. Mechanics of upward propagation of cover-collapse sinkholes. Engineering Geology 52, 23-33.
- Taqieddin, S.A., Abderahman, N.S., Atallah, M., 2000. Sinkhole hazard along eastern Dead Sea shoreline area, Jordan: a geological and geotechnical consideration. Environmental Geology 39 (11), 1237-1253.
- White, W. B., 1988. Geomorphology and Hydrology of Karst Terrains. Oxford University Press, Oxford.
- Yang, M. Z., Drumm, E. C., 2002. Stability evaluation for the siting of municipal landfills in karst. Engineering Geology 65 (2-3), 185-195.