



YERKÖPRÜ ŞELELESİ (HADİM) ÇEVRESİNDE KARSTİK ŞEKİLLER

Karst Shapes of Nearby Area Yerköprü Waterfall (Hadim)

Sevgi KARAHAN¹, Merve IŞIK²

Öz

Göksu Nehri üzerinde yer alan Yerköprü Şelalesi Konya ili Hadim ilçe sınırları içerisinde bulunmaktadır. İlçenin kuzeydoğusunda yer alan Yerköprü Şelalesi'nin; kuzeyi Sarıhacı, güneyi Bademli ve Çiftepınar köyleri ile çevrelenmektedir. Bu çalışmada amaç Yerköprü Şelalesi çevresindeki arazide görülen güncel karstik oluşumları belirlemek ve karstlaşmaya etki eden fiziki ve beşerî coğrafya faktörlerini genel özellikleri ile açıklamaktır. İnceleme sahası karstlaşmanın, oluşumu ve gelişimi bakımından tipik örneklerle sahiptir. Kaynağını Toroslardaki "Geyik Dağları"ndan alan Göksu Nehri ve kolları, sahanın kalkerli yapısı nedeniyle oldukça önemli karstik şekiller meydana getirmiştir. Orta Torosların kuzey kesimlerinde yer alan Hadim, dağlık bir arazi yapısına sahiptir. Alp Orojenezi ile bugünkü görünümünü alan sahada kıvrımlı bir yapı söz konusudur. Bu nedenle antiklinal ve senklinaller bulunmaktadır. Bunun yanında fay hatları da sahada çokça görülür. Sahanın yapısı kuzeybatı-güneydoğu yönlü bir diziliş gösterir. Yerköprü Şelalesi ve yakın çevresinde, karstlaşma üzerinde etkili bariz bir hidrografik hat olan Göksu Nehri dışında, küçük dereler, flüvyal süreçler ile meydana gelen aşınım satırları ve taraçalar görülmektedir. Aynı zamanda önemli bir kaynak durumunda olan Karasu kaynağı da kalsiyum karbonat içermesi nedeniyle kalkerli yapıda traverten oluşuklarına neden olmaktadır. Karstlaşma için uygun şartlar taşıyan yerlerde lapyta, doğal tünel, doğal köprü, sarkıtlar, travertenler ve mağaralar gibi karst topografyasına ait şekiller meydana gelmiştir.

Anahtar Kelimeler: Karstik şekiller, Karstlaşma, Yerköprü, Antropojenik

Abstract

Yerköprü Waterfall on Göksu River is located in borders of Hadim district of Konya province. The Yerköprü Waterfall, located in the northeast of the district surrounded by Sarıhacı villages in the north, Bademli and Çiftepınar villages in the south. The aim of this study is to determine the current karstic formations seen in the area around Yerköprü Waterfall and to explain the physical and human geography factors that affect karstification with their general characteristics. The study area has typical examples of karstification, formation and development. Göksu River and its arms, which are sourced from the Geyik Mountains in Taurus, have created very important the limestone structure due to the karstic shapes of the field. Hadim, which is located in the northern parts of the Central Taurus, has a mountainous land structure. With Alpine orogenesis, there is a curvy structure on the field that takes its present appearance. Therefore, there are anticline and synclines. Besides, the fault lines are also seen in this field a lot. The area shows a structural aligning northwest-southeast direction. Except the Goksu River, which is an obvious hydrographic line that is effective on karstification, in and around Yerköprü Waterfall, small streams; abrasion surface and terraces that occurred with fluovyal processes have been seen. At the same time, Karasu source, which is an important source, causes travertine formation structured with limestone due to containing calcium carbonate. Karst topography shapes such as lapse, dolin, naturel tunnel, natural bridge, stalactites, travertines and caves have developed in suitable places for karstification.

Keywords: Karstic shapes, Karstification, Yerköprü, Anthropogenic

¹ Sorumlu yazar, Dr. Öğr. Üyesi, Uşak Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, ORCID No: 0000-0001-8515-0398, sevgi.tatar@usak.edu.tr

² Yüksek Lisans Öğrencisi, Uşak Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, ORCID No: 0000-0002-7099-0172, merve1508@outlook.com

GİRİŞ

Karst, özellikle kireç taşı gibi çözünebilir ve geçirimsiz kayaçların çözünmesi sonucu meydana gelen şekillerin tümünü ifade eden morfolojik bir terimdir. Karstlaşma sonucu meydana gelen şekiller topluluğu ise Karst Topografyası olarak isimlendirilmektedir. Karstik oluşumların doğası ve evrimi Akdeniz Bölgesi genelinde rölyef, ana kaya bileşimi ve yapısı, iklim tarihi ve diğer faktörlerdeki zıtlıklar nedeniyle mekânsal değişkenlik gösterir (Lewin ve Woodward, 2009:287).

Türkiye karstik şekiller açısından oldukça zengin bir yapıya sahiptir. Özellikle Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgesinde uzanış gösteren Toros Dağları ve çevresinde, karstlaşmanın, oluşumu ve gelişimi bakımından tipik örneklerine rastlanmaktadır. İç Anadolu Bölgesi'nde bazı kesimlerde de karstik şekiller bulunmaktadır ancak yağış yetersizliği ve litolojik koşulların devamlı olmaması sebebiyle karst gelişimi sınırlı kalmaktadır. Türkiye'de Güney Anadolu ve İç Anadolu haricindeki bölgelerde dağın ve dar alanlı karst söz konusudur. Bu durumun nedeni genelde litolojik koşulların olumsuzluğudur (Sür, 1994:4).

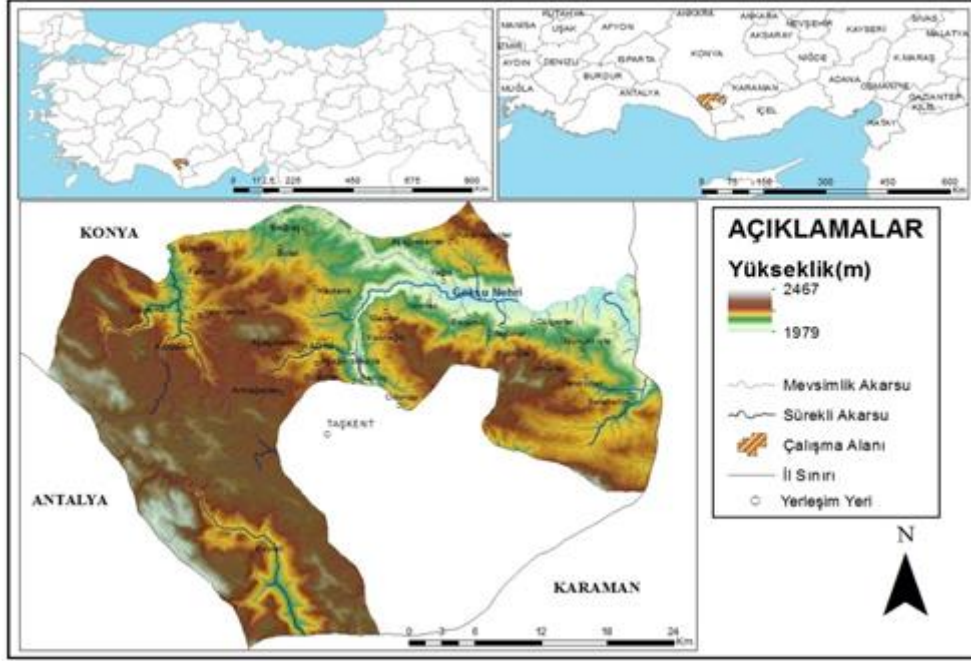
Türkiye'de yayılış gösteren karstik şekiller Paleozoyik, Mesozoyik, Tersiyer ve Kuvaterner arazilerine karşılık gelmektedir. Zengin karst topoğrafyasına sahip Akdeniz Bölgesindeki Toroslar, Geç Mesozoyik-Erken Neojen zaman aralığında gelişen Alp Orojenezi sonucu oluşmuştur. Bu durumda Toroslar üzerinde zengin karstik şekillerin oluşumu, Mesozoyik sonu ve Kuvaterner başı meydana gelen karstlaşma ile ilgilidir.

Toros Dağları içerisinde yer alan araştırma alanı ve çevresindeki karstik oluşumların başlangıcı Kuvaterner öncesine dayanmaktadır. Bölgede Pliosen sonu ve Kuvaterner başlarında meydana gelen yükselmenin etkisiyle karstik sahalardaki yerüstü drenajı yeraltına intikal etmeye başlamış, günümüzde kendini gösteren yer altı nehirleri, yüzlerce metre derine inen mağaralar, tüneller oluşmuştur (Ertek, 2014:230). Kuvaterner'de meydana gelen glasiyal ve intraglasiyal dönemler karstlaşmanın şiddetini artırmıştır.

Hadim ilçesi coğrafi olarak Akdeniz Bölgesi ve İç Anadolu Bölgesi arasında geçiş özelliği taşımakta olup, Taşeli Platosunun dar vadileri arasında kurulmuştur. 36° 59' kuzey enlemi ile 32° 27' doğu boylamı arasında yer almaktadır. İlçenin komşuları kuzeyinde Bozkır ve Güneysınır, güneyinde Taşkent ilçeleri, doğusunda Karaman ve batısında Antalya illeridir (Şekil 1). Sahanın deniz seviyesinden ortalama yüksekliği 1.530 metredir. Geyik Dağları üzerinde yükseklik 2.588 metreyi bulmaktadır. İlçe merkezi dağlık olup Göksu Vadisine doğru büyük bir alçalma görülmektedir. Hidrografik unsurlarını başta Göksu olmak üzere Değirmen Deresi, Gevne Çayı ve Balçılar Çayı oluşturmaktadır (Şekil 2). İlçenin kuzeyinde karasal iklim hakimken güneye doğru gidildikçe yerini Akdeniz ikliminin etkisine bırakmaktadır. İklimin etkisine bağlı olarak, bazı yerlerde maki ve bozkır vejetasyonları, yüksek kesimlerde orman alanları çeşitlilik göstermektedir.

Araştırma alanı, ilçe sınırları içerisinde akan, kaynağını Toroslardaki "Geyik Dağları"ndan alan Göksu Nehri üzerinde yer almaktadır. İlçenin kuzeydoğusunda yer alan Yerköprü Şelalesi; kuzeyde Sarıhacı, güneyde Bademli ve Çiftapınar köyleri ile çevrelenmektedir (Şekil 1). Şelalenin çevresinde Akdeniz ikliminin klimaks bitki türünü oluşturan kızılçam ile kızılçamların tahrip alanları ile ormanaltı formasyonu olarak maki türleri görülmektedir. Çalışma alanı jeolojik açıdan "Toroslar Tektonik Birliği, Orta Toros Orojenik Kuşağı" içinde yer almaktadır. Araştırma sahasında Kuvaterner'den itibaren oluşagelen alüvyonlar karstik şekillerin oluşmasında büyük etkiye sahiptir. Şelale ve çevresi sahip olduğu karstik oluşumlar ve hidrojeolojik yapısı sebebiyle jeopark kriterleri taşımaktadır. Bir alanın jeopark özelliği taşınması için öncelikle belirli sayıda jeosit içermesi gerekmektedir. Bununla birlikte kültürel ve doğal miras öğelerini de içinde barındırmalıdır (Çiftçi ve Güngör, 2016:227). Şelale ve çevresi; binlerce yıllık jeolojik süreçler sonunda oluşan Göksu ve Karasu nehirleri, Yerköprü Tüneli, Göksu Vadisi, Gürleyen Kanyon ve çeşitli karstik oluşumlar ile ele alındığında önemli jeositlere sahip olduğu görülmektedir.

Antropojenik müdahaleler ise yeryüzünün klimatolojik, jeomorfolojik ve hidrografik gibi fiziki coğrafya unsurları üzerinde geçmişten günümüze kadar farklı boyutlarda kendini göstermiştir. Günümüz koşullarında insanla doğa arasındaki bu etkileşimin boyutları değişmekte ve doğal ortam üzerindeki beşerî baskıların varlığı giderek artmaktadır (Uzun, 2020: 58). Doğal güzelliklerin turizme açılma çalışmaları kapsamında alana yapılan barajlar, yapay patikalar, merdivenler, köprüler, alanın mesire yeri olarak kullanılması gibi beşerî müdahaleler bu güzelliklerin tahrip olmasına ve jeomorfolojik oluşumların ortadan kaybolmasına yol açmaktadır. Bu duruma örnek olarak Amerika'daki Mamut Mağarası ve ülkemizde bulunan İnsuyu Mağarası verilebilir. Bu mağaraların turizme açılması sonucunda antropojenik müdahalelerin etkisi nedeniyle eski doğallıklarını yitirmişlerdir. Dünya'da ve Türkiye'de en fazla beşerî müdahaleye uğrayan jeomorfolojik unsur mağaralardır. Karstik araziler üzerinde yer alan ve genellikle mağaralar içerisinde oluşum gösteren sarkıtlar, dikitler ve damlataş sütunları mağaranın yaşı, geçmiş iklim dönemlerine ait taşkın ve kurak yıllar, deprensellik gibi birçok olay hakkında bilgi vermektedir. Dinamitle patlatma gibi beşerî depremler bu unsurların çökmesine zemin hazırlamaktadır. Bir diğer beşerî unsur olan insan ihtiyacının sonucu olarak ortaya çıkan barajlar akarsuların yataklarının değişmesine veya yok olmasına neden olmakta doğal yapıyı olumsuz olarak etkilemektedir (Ertek, 2017: 342).



Şekil 1. Yerköprü şelalesi ve yakın çevresinin yer bulduru haritası,

Çalışmanın amacı

Çalışmanın amacı Hadim ilçe sınırları içerisinde yer alan Yerköprü Şelalesi ve çevresindeki karstik oluşumları ve bu oluşumların meydana gelmesinde etkili olan fiziki ve beşerî coğrafya özelliklerini açıklayarak alanın karst jeomorfolojisi açısından önemini ortaya koymaktır. Bununla birlikte son dönemlerde artan antropojenik müdahaleler dahilinde meydana gelen değişiklikleri incelemek ve bu değişikliklerin sahanın doğal yapısına olan etkilerini araştırmaktır.

YÖNTEM

Çalışmanın amacı doğrultusunda ilk olarak araştırma sahası ve yakın çevresi ile ilgili literatür taraması yapılmıştır. Sahadaki antropojenik müdahaleler son dönemlerde ortaya çıktığı için bununla ilgili yapılmış bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada bu müdahalelerin etkisine dikkat çekmek öncelikli hedef olarak düşünülmüştür. Daha önce yazılmış eserler ve çeşitli kurumlardan alınan veriler toplanarak kaynakların sınıflandırılması yapılmıştır. Alanın coğrafi özelliklerini belirlemek amacıyla temin edilen veriler CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri) ortamına aktararak araştırma alanının lokasyon, fiziki, toprak ve jeoloji haritası elde edilmiştir. Yağışın ve sıcaklığın karstlaşmaya olan etkisini araştırmak için Meteoroloji 8. Bölge Müdürlüğünden alınan veriler doğrultusunda çalışma alanının sıcaklık ve yağış değerleri ortaya konulmuş, su bilançosu oluşturularak Thornthwaite formülüne göre iklim tanımlaması yapılmıştır. Devlet Su İşleri 4. Bölge Müdürlüğünden alınan veriler düzenlenerek Göksu Nehri'nin akım grafiği elde edilmiş, sahaya ve karstlaşmaya olan etkisi ortaya konulmuştur. Verilerin işlenmesinden sonra alanda 2019-2020 ilkbahar ve sonbahar döneminde arazi çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Morfoloji, toprak ve bitki örtüsü gözlemleri yapılarak karstik oluşumları ayrıntılı şekilde fotoğraflanmıştır. Şelale ve çevresinin önceki yıllarda çekilen fotoğraflarından yararlanılarak günümüzdeki durumu ile karşılaştırması yapılmıştır.

Sahada çeşitli zamanlarda meydana gelen karstik oluşumlar ile günümüzde halen oluşumuna devam eden karstik şekiller tespit edilerek, jeomorfolojik açıdan açıklanarak, antropojenik müdahaleler ile bu oluşumlarda meydana gelen değişimlere dikkat çekilmiştir. Bu durum coğrafya biliminin ilkeleri dahilinde açıklanmıştır.

BULGULAR

Karstlaşma Etkenleri

Jeolojik Etkenler

Karst topoğrafyasının oluşumu ve gelişimi için, her şeyden önce alanda suda çözünen kalsiyum karbonatlı kayaların bulunması gerekmektedir. Kayaların suda hızlı ve kolay eriyebilmesi karstlaşmanın oluşumu ve gelişiminin de aynı şekilde hızlanmasına neden olur. Bu konuda kayaların yapısı saflık dereceleri, gözeneklilik ve geçirimsizlik dereceleri gibi fiziksel

ve kimyasal özellikler önemli rol oynar. Suda çözünen ve üzerinde karst jeomorfolojisine ait yer şekillerinin oluştuğu kayaçlar; karbonatlı kayaçlar (kireçtaşı ve dolomit), evaporitler (jips, anhidrit, kaya tuzu) ve mermerdir. Kalker bu kayaçlar içerisinde karstlaşmaya en uygun olanıdır. Kalker suda çözünen diğer kayaçlara göre dirençli olduğu için üzerinde meydana gelen karstik şekiller daha uzun sürede oluşmaktadır (Sür, 1994:4).

Hadim ilçesi en altta otokton Geyikdağı Birliği; allokton Aladağ, Bozkır ve Bolkardağı birlikleri ile Hadim naplarına bölümlenebilmektedir (Blumenthal 1944; Özgül 1976; Turan, 2000). Bozkır Birliği Bolkardağı Birliğinin altında yer almakta olup Geyikdağı Birliğini örtmektedir. Tektono-stratigrafik olarak ise Taşkent, Korualan ve Dedemli naplarından oluşmaktadır. Bolkardağı Birliği ise Triyas-Paleosen yaşlı Hocalar napı ile başlar, Mesozoyik yaşlı Sinat Dağı napı ile devam eder (Turan, 2000).

İnceleme alanı ve çevresinde büyük ölçüde Erken Kimmeriyen, Erken Alpin ve Orta Alpin dağ oluşum evreleri etkili olmuş ve bunun sonucunda önemli kıvrım ve bindirmelerle Bozkır ve Bolkar Dağı alt tektonik birliklerine dahil Hadim napları oluşmuştur. Bununla birlikte Alpin orojenezi ile, dike yakın açılarla bindirme hatlarını kesen yırtılma fayları gelişmiştir (Turan, 2000). Çaltepe ve Seydişehir Formasyonunun karbonat ve kırıntılılarında, PanAfrikan sisteme ait deformasyonların oluşmuş olabileceği, Şengör (1984) tarafından belirtilmektedir. Araştırma alanında, tektonik hareketler ile meydana gelen Paleozoyik deformasyonları simgeleyen yüzeyleşmiş magmatizma belirtisi bulunmamaktadır (Koçyiğit, 1984; Şengör, 1984). İnceleme alanının kuzeybatısında bulunan Sultan Dağları'nda ve Güneydoğuda Silifke yöresinde Kambro-Ordovisiyen kayalarının Orta-Geç Devoniyen yaşlı formasyonlarla açılı uyumsuz olarak örtüldüğü belirtilmektedir. Ancak çalışma alanında Geç Ordovisiyen'den Orta Jurasik'e kadarki litolojiler izlenememektedir. Bu durum Şengör'ün, Pan-Afrikan sistem izlerinin yörede var olduğu görüşünü desteklemektedir (Turan, 2000: 55).

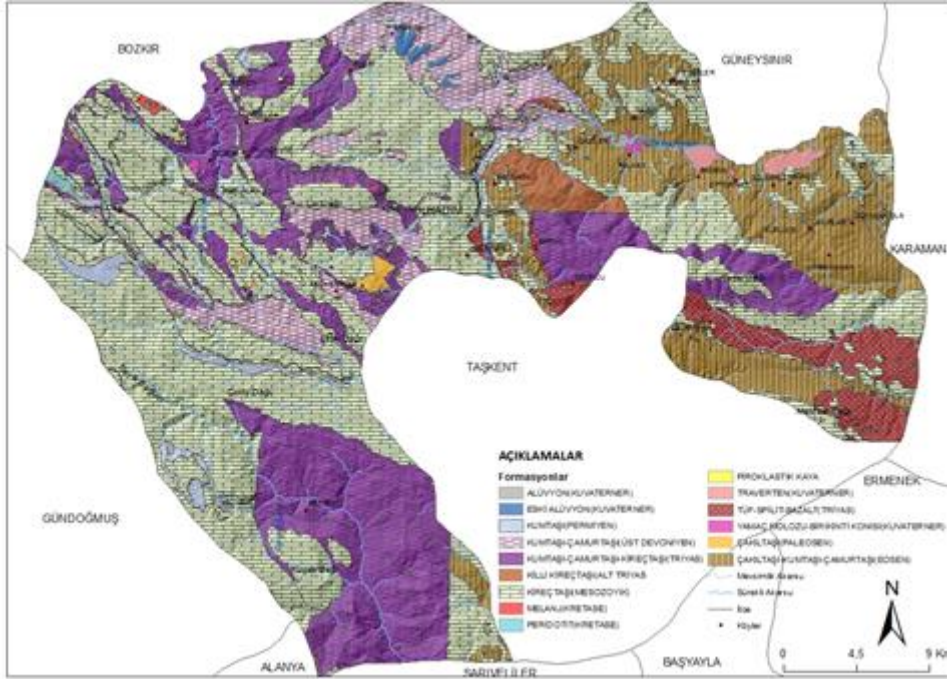
Bölgede oluşmuş farklı bir jeolojik topluluk ise Geç Senoniyen-Erken Paleosen sürecinde meydana gelen dalma-batma zonlarına özgü ofiyolitik melanjdır. Lütesiyen kaya birimleri Paleotektonik dönemde evrimini en son tamamlamış olan stratigrafik ünitedir. Altta bol mikrofosilli resifal karbonatlarla başlayan Lütesiyen birimleri, sonrasında pelajik nitelikli kumlu-çamurlu kırıntılılardan yapıları fliş fasiyesine geçerek ardalanma şeklinde kendini gösteren Lütesiyen istifleri ile devam eder. En üstte ise vahşi fliş fasiyesi bulunmaktadır. İnceleme alanında Üst Lütesiyen-Oligosen birimleri gözlenmemektedir (Çaylak ve Çelik, 2015). Sahanın bölgesel yontum ve aşınmaya uğraması Geç Pliyosen'e kadar devam etmiş olup, Geç Pliyosen-Kuvaterner'de ise aşıl uyumsuzlukla temeli kaplayan alüvyal yelpaze çökelleri (Topraklı formasyonu) görülmektedir. Kuvaternerden itibaren oluşum gösteren Geç Alpin orojenezi ile ilişkili olarak meydana gelen uyumsuzlukla, dağ eteği çökelleri (yamaç molozları) ve alüvyonlar bulunmaktadır (Turan, 2000:55).

İlçede Kuvaterner yaşlı kireçtaşı birimleri en geniş alanı kaplamaktadır. Bu durum alanın karstlaşmaya elverişli olduğunu kanıtlar niteliktedir. Araştırma alanında ise Kuvaterner oluşukları, travertenler ve Göksu Nehri'nin oluşturduğu alüvyonlar ile temsil edilmektedir. Alüvyonlar Göksu Nehri boyunca çizgi halinde kendini göstermektedir. Travertenler ise en genç karstik şekillerin geliştiği birimlerdir. Sahadaki karstik oluşumlar (mağara, lapy, doğal köprü vb.) Göksu Nehri ve Karasu Kaynağının birikim ve aşınım etkisi ile birlikte yoğun olarak traverten birimlerinin üzerinde kendini göstermektedir (Şekil 2).

Çalışma alanında birçok eğim atımlı faylar ve bindirme fayları bulunmaktadır. Ayrıca çalışma alanında Mert (2014), tarafından Köprülü Kanyon Fayı ve Karasu Fayları olarak isimlendirilen iki adet eğim atımlı normal fay saptanmıştır. Karasu Fayı, Yerköprü Şelalesi güneyinde "Güneybatı-Kuzeydoğu (GB-KD)" uzanımlı eğim atımlı normal fay olup şelalenin kuzeyinde Doğu-Batı uzanımlı eğim atımlı normal fay olan Köprülü Kanyon Fayı ile birlikte, Göksu Nehri'nin şelale kısmını şekillendirmiştir (Mert, 2014:15,16).

Çatlaklar suyun kolay bir şekilde boşluklardan sızıp kayaçla daha uzun süre temas etmesini sağlayarak çözünmeyi derine doğru hızlandırır. Bununla birlikte faylar ise daha geniş alanları etkilemekte ve makro karstik şekillerin oluşmasına ve karstlaşmanın derinleşmesine neden olan bir unsurdur (Keser, 2004:20). Karasu Fayı ve Köprülü Kanyon Fayı Yerköprü Şelalesinin ve Mağarasının oluşmasında etkili olmuş ve çevresindeki karstik şekillerin oluşmasına zemin hazırlamıştır.

Çalışma alanında Mesozoyik yaşlı formasyonlar hâkim olmakla birlikte Kuvaterner formasyonları da geniş yer tutmaktadır. Bu formasyonlar içerisinde karstlaşma için gerekli şartları oluşturan kireçtaşı, sahada geniş bir alana yayılmıştır. Araştırma alanında Kuvaterner yaşlı alüvyonların ve traverten depolarının hâkim olduğu görülmektedir. Litolojik açıdan karstlaşma için gerekli koşulları oluşturan saha, Göksu Nehri'nin aşındırma ve biriktirme faaliyetlerinin etkisiyle karstik şekillerin oluşmasına ortam oluşturmuştur.



Şekil 2. Araştırma Alanı Jeoloji Haritası

Stratigrafi

Hadim ilçesindeki birimlerin stratigrafisi Turan (2000) tarafından yapılan çalışmalarda ayrıntılı olarak incelenmiştir. İlçede otokton Geyikdağı Birliği, Bozkır Birliği ve Aladağ Birliği alanındaki kayaç birimlerinin stratigrafisi yüzeylenmiş şekilde kendini göstermektedir. Bölgede bu birliklerin temelini Geyikdağı Birliği oluşturmaktadır. Geyikdağı Birliğinin temelinde Çaltepe Formasyonu yer alır ve üzerine uyumlu şekilde Seydişehir Formasyonu gelir. Bu formasyonlar Paleozoyik yaşta olup Bağbaşı grubunu oluşturur. Sonrasında Üst Mesozoyik-Alt Tersiyer yaşta Hacılıbaz kireçtaşı ve bu kireçtaşının üzerine Geç Kretase yaşlı Saytepe Formasyonu gelir. Bunlar Kaplanlı grubunu oluşturur. Daha üstte ise açısız uyumsuzlukla Lüttesiye yaşlı Çobanağacık Formasyonu ile Sübüçimen Formasyonu bulunur. İlçedeki allohton birlikler ise Taşkent, Korualan, Dedemli, Hocalar ve Sinat Dağı naplarıdır (Turan, 1990).

İlk olarak Çaltepe Formasyonu Blumenthal (1947) tarafından incelenmiştir. Seydişehir ilçesi (Konya) dolayındaki yüzeylenmesinde yapılan bu incelemede formasyonun Devoniyen yaşta olduğu varsayılmıştır. Son yıllarda yapılan çalışmalarda ise formasyonun Seydişehir ve Hadim ilçeleri dolaylarındaki yüzeylenmelerinde Erken ve Orta Kambriyene ait trilobit (Dean ve Monod, 1970), brakiyopod klastları ve konodontlardan oluşan fauna (Özgül ve Gedik, 1973) içeriği saptanmıştır. Araştırma alanında Hamzalar Köyü'nün güneybatısında ve Göksu Vadisi'nin tabanında da Çaltepe Formasyonunun yüzeylenmesine rastlanmaktadır. Formasyonun faunası incelenen ilk sonuçlara göre başlangıçta neritik kireçtaşı, dolomit-dolomitik kireçtaşı; sonrasında yumrulu ve killi kireçtaşı Erken-Orta Kambriyen yaştaadır. Fauna içeriği, kireçtaşlarının oluşumu ile batmaya başlamış karbonat tabakasının olduğuna kanıttır. İlçenin kuzeydoğusunda Göksu Vadisi içinde Çaltepe Formasyonu devrik olarak başka bir yüzeyleme göstermektedir. Bu yüzeylemede 150 metreyi aşan kalınlıkta «koyu şeyl» biriminin varlığı saptanmıştır. Koyu şeyl birimi Çaltepe Formasyonunun stratigrafik olarak altında bulunmaktadır (Özgül ve Gedik, 1973).

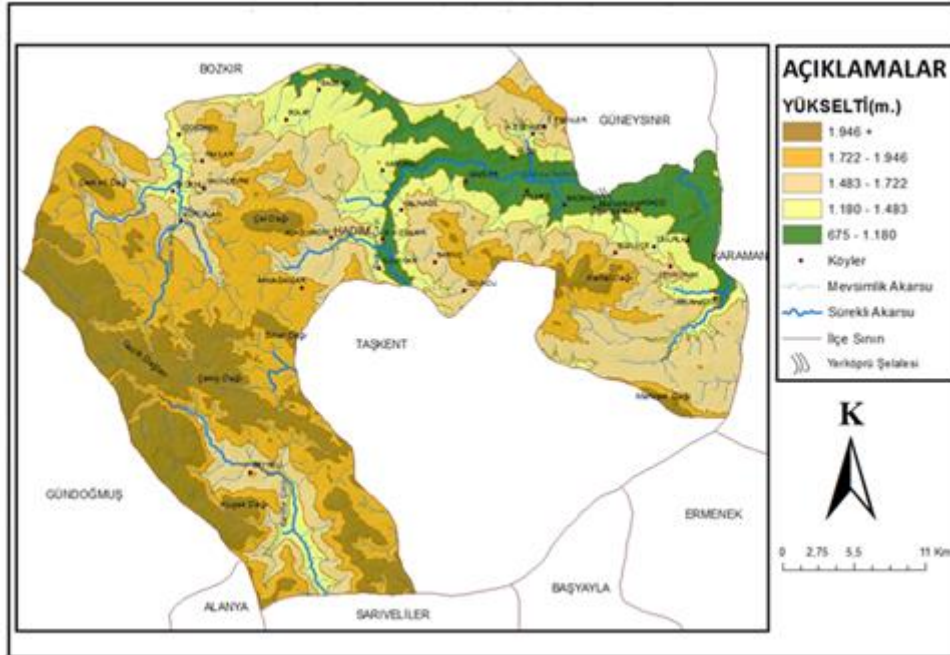
Araştırma alanında Bolat Köyü'nün 1,5 km güneyinde, Tuzladere ile Küplüce Köyü-Çardak Yayla arasında Paleosen-Eosen yaşlı Karaçalı Formasyonu yüzeylenmektedir. Formasyon altta Paleosen-Eosen yaşlı Yeniköy Formasyonu ile tektonik ilişkili olup, üstte Göksu napları tarafından tektonik üzerlenme sergilemektedir. Formasyon en altta kırı beyaz renkli, gri, ince-orta tabakalı, volkanik oluşumları içeren, çakıltaşı, kumtaşı, silttaşı ile kendini göstermektedir. Sonrasında moloz yığınlarından oluşan akımla devam eder. Moloz yığınının içinde iri çakıllı kireçtaşı, volkanik malzeme katkılı iri çakıl, çakıl, kum, silt, kil boyu malzemeler bulunur. Birimin en üstünde ise, volkanik malzeme katkılı çakıltaşı, kumtaşı, silttaşı ardalanması gözlenmektedir. Bu ardalanma formasyonu üstten tektonik ilişki ile üzerleyen Geyik Dağı Birliğinin kızıl renkli, ince-orta tabakalı, çörtlü kireçtaşı bloklarıyla serpantin parçaları içermektedir (Çaylak ve Çelik, 2015:20).

Araştırma alanında oluşum gösteren genç çökeller; çakıltaşı, kumtaşı ve çamur taşları ve travertenlerden oluşan taraça, akarsu vadilerinde gelişmiş kum ve çakıl gibi malzemelerden meydana gelen alüvyonlar, genellikle metamorfiklere ait köşeli çakılların yığılımı olan yamaç molozlarıdır. Buradaki birimler Holosen yaşlıdır (Çaylak ve Çelik, 2015).

Karstlaşmada, karstlaşmanın gelişimini etkileyen karbonatlı kayaların içerisinde bulunan CaCO_3 ve kayaların yapılarındaki MgCO_3 oranları önemli etkenlerdir. MgCO_3 daha çabuk çözünme özelliğine sahiptir. Yapılarında MgCO_3 bulunan dolomitik kireçtaşları daha dirençli olmalarına rağmen daha çabuk çözünürler. Bu sebeple bu kireçtaşları üzerinde meydana gelen lapyra gibi karstik şekiller çabuk tahrip olurlar. Dolomitik kireçtaşları üzerinde bu nedenlerle yerüstü karstik şekillerinden çok yeraltı karstik oluşumları daha çok gelişim göstermektedir (Güneysu, 1993:46). Çalışma alanında yüzeyleyen formasyonlar litostratigrafik özellikleri bakımından karstlaşmaya elverişli olan kireçtaşı, neritik kireçtaşı ve dolomitik kireçtaşı gibi karbonatlı kayalardan oluşmaktadır. Daha önce araştırma alanında Çaltepe Formasyonu'nun yüzeylediği ve bu formasyonun neritik kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı ve yumrulu, killi kireçtaşından meydana geldiği belirtilmiştir. Yayılım alanının genişliği ve formasyon kalınlığı sahadaki karstlaşma için elverişli olup, karstlaşmanın derinleşmesini sağlamıştır. Dolomitik kireçtaşlarının sahada yer alması ise karstik şekillerin yoğunluğunun mağaralar üzerinde olduğunu göstermektedir.

Jeomorfolojik Etkenler

Hadim ilçesi konumu itibarıyla dağlık alanlardan oluşmuş olup Orta Toroslar'ın kuzey kesiminde yer alır. İlçe büyük oranda Alp orojenik hareketlerine maruz kalmış, bu hareketler sonucu birçok önemli kırık hatları, antiklinal ve senklinal eksenleri ile faylar meydana gelmiştir. Morfolojik gelişimi de NW-SE gidişli yapısal elemanlarla kontrol edilmiştir (Özgül, 1971:88). İlçe merkezinin batısında Çal Dağı, Taşkent ile Armağanlar arasında ise KB - GD yönlü uzanan Sinat Dağı yer alır. Güneyde bulunan Beyreli Köyü'nün batısında Kuşak Dağı, kuzeyinde ise Çekiç Dağı bulunur. Bölgenin en yüksek dağ kuşağı olan Geyük Dağları ilçenin en batısında olup KB - GD yönlü uzantı sergilemektedir (Şekil 3).



Şekil 3. Araştırma Alanı Fiziki Haritası

Araştırma alanı ve çevresi arızalı bir yapıya sahip olup kuzeyde Kuvaternerde meydana gelmiş oluşumlar belirli bir yer işgal eder. Hadim'in kuzey doğusunda yer alan bu kısımda ve Göksu Vadisi boyunca özellikler açık bir şekilde değişmektedir. 600–700 m'lik seviye farkı ile Göksu Vadisi tabaka dizileri dik yamaçlar halinde kendini göstermektedir. Hidrografik hatlar bu bölgede Göksu hariç çok belirgin değildir. Küçük dereler, taraçalar ve aşınım satırları sahanın geri kalan kısmında açık bir şekilde gözlenmektedir. Akarsular zor aşınan sert yapıların ortasındaki daha yumuşak yapıya sahip olan Neojen örtülü formasyonları aşındırarak enine drenaj sistemi oluşturmuş ve sularını Göksu vadisine boşaltan drenajlar meydana getirmiştir. Büyük akarsular yüksek kesimlerden inerken yukarı kesimlerinde kerkik vadiler oluşturmuşlardır. Yerköprü Şelalesi ve çevresini de içine alan Göksu vadisi yamaçları eğimin azalmasına paralel olarak yatıklaşmıştır. Araştırma alanı ana maddesini kil, mil ve kumların oluşturduğu tabanlı vadi üzerinde yer alır (Kaya, 1995).

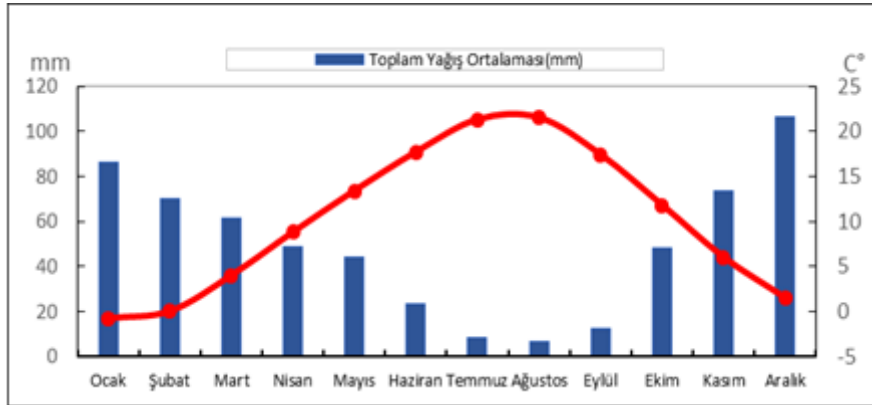
Karstlaşmada alt sınırı karst taban seviyesi belirlemektedir. Geçirimsiz tabakalar ve formasyonlar karst taban seviyesini oluşturur. Çözünmeyen karstik kayaların hâkim olduğu arazide karstik şekilleri gelişimi ve yoğunluğu, yalnızca karst taban seviyesi alt sınırına kadar gelişim gösterebilir. Bu taban seviyesinin topoğrafya yüzeyinden oldukça derinde bulunduğu alanlarda karstik şekiller, derin karst özelliğine sahiptir. Yüzeysel karstik şekiller yağmur sularının çatlaklardan sızması

sonucu derine doğru gelişir. Mağaralar bu oluşumlar arasında yaygındır. Topoğrafya yüzeyi ile karst taban seviyesi arasındaki derinliğin düşük olduğu yerlerde sığ karstik oluşumlar yayılım göstermektedir. Bu kesimlerde oluşan lapyta, dolin, uvala gibi yüzeysel karstik şekillerin yanlara doğru genişlediği görülmektedir. Karstlaşmada etkili olan diğer jeomorfolojik faktör akarsuların etkisi ile meydana gelen yarılmalardır. Akarsular karstlaşmanın derinliğini artırarak yoğun karst alanlarının oluşmasına sebep olurlar (Güneysu, 1993:69).

İnceleme alanında karst taban seviyesinin topoğrafya yüzeyinden derinde olduğu kesimlerde derin karstik oluşum içerisinde yer alan mağara sistemleri gelişmiştir. Yerköprü Mağarası ve çevresinde meydana gelen mağaralar karst taban seviyesi üzerinde kalın depoların varlığını kanıtlar niteliktedir. Yerköprü Tüneli'nin ve Mağarası'nın oluşumunda Göksu Nehri'nin etkisi de oldukça fazladır. Nehir topoğrafya yüzeyi ile yerel taban seviyesi arasındaki derinliği artırmış ve traverten tufünün alt kısmının oyulmasına neden olarak Yerköprü doğal tüneline ve mağarasını meydana getirmiştir. Sahada sığ karst özelliği gösteren karstik oluşumlar lapyalardır. Şelalenin aşağı kısmında kaya blokları üzerinde oluşum gösteren lapyalar karst taban seviyesi ile topografik yüzey arasındaki derinliğin sığ olduğunu göstermektedir.

Klimatik Etkenler

Hadim ilçesi ve çevresi İç Anadolu'nun tipik karasal iklimi ile Akdeniz iklimi arasında bir geçiş iklimine sahiptir. Yazları genellikle sıcak ve kurak, kışları ise soğuk ve kar yağışlı geçer. Ortalama hava sıcaklığı yaz aylarında +20 °C ile +25 °C, kış aylarında ise -5 ile +5 °C arasında değişmektedir. İlçenin yıllık ortalama sıcaklığı 10,2°C'dir. Ağustos ayı 21,5 °C sıcaklıkla, yılın en sıcak ayıdır. Ocak ayı -0.8 °C ortalama sıcaklık ile en düşük ortalama olup yılın en soğuk ayıdır. Yıllık ortalama yağış miktarı 679 mm'dir. Düzensiz bir yağış rejimi görülmektedir. Yağışların düzensiz olması ve genellikle ilkbahara doğru kayması karstlaşmanın oluşumunu ve gelişimini artırmıştır. Geçiş iklimine sahip olan ilçede yağış kış aylarından başlayarak ilkbaharda toplanır. Ağustos ayı sıcaklığa 6.5 mm yağışla yılın en kurak ayıdır. Aralık ayında ortalama 106 mm yağış miktarıyla en fazla yağış görülmektedir (Şekil 4). Yağış, kış aylarında kar, diğer aylarda genellikle yağmur şeklinde görülmektedir.



Şekil 4. Hadim İlçesinin Aylık Ortalama Sıcaklık ve Yağış Grafiği (1989-2018)

Toros Dağlarının kuzeydoğu-güneybatı yönlü uzanımlı bulunması ve yükselti nedeniyle Akdeniz ikliminin özelliklerini taşıyan hava kütleleri Hadim ilçe merkezi üzerine kadar sokulamaz. Bu hava kütlelerinden bir kısmı Göksu Vadisi yatağını izleyerek, içerisinde araştırma alanının da bulunduğu Aladağ Boğazı'na kadar sokulmaktadır. Bunun sonucunda Aladağ Vadisi'nde Akdeniz iklim koşulları daha fazla hâkim olurken Hadim ilçe merkezi ve yakın çevresinde karasal iklimin etkisi kendini göstermektedir (Yılmaz, 2007:24).

Araştırma alanının Thorntwaite formülüne göre iklim sınıflandırması yapılmıştır.

Thorntwaite Yağış Etkinlik İndeksi Formülü: $I_m = 100 * s - 60 * d / E_{tp}$

$$I_m = 100 * 271,1 - 60 * 320,8 / 644,1 \quad I_m = 27$$

Thorntwaite Kuraklık İndeksi Formülü: $I_a = 100 * d / E_{tp}$

$$I_a = 100 * 320,8 / 644,1 \quad I_a = 49,8$$

Thorntwaite Nemlilik İndeksi Formülü: $I_h = 100 * s / E_{tp}$

$$I_h = 100 * 271,1 / 644,1 \quad I_h = 42$$

s: Yıllık su fazlası

d: Yıllık su eksiği

Etp: Yıllık potansiyel evapotranspirasyon

Tablo 1. Thornthwaite Formülüne Göre Su Bilançosu Tablosu

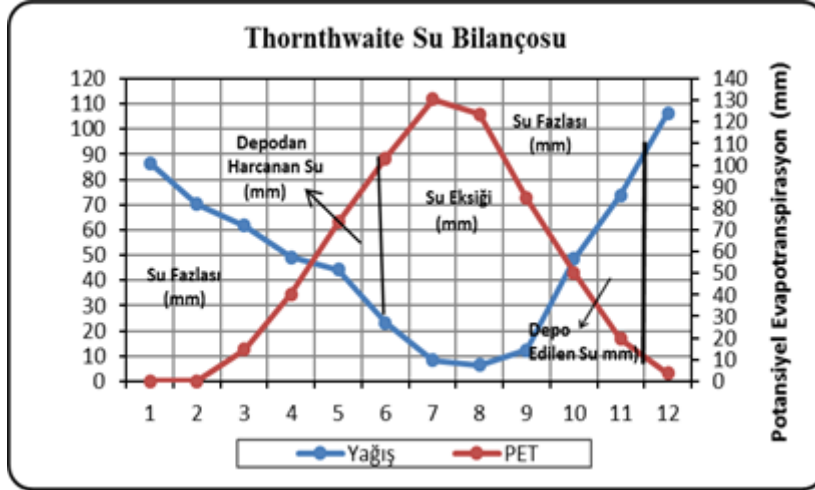
Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
Sıcaklık	-0,8	0,00	4	8,8	13,4	17,7	21,3	21,5	17,4	11,8	6	1,5	124,2
Sıcaklık İndeksi	0,00	0	0,7	2,3	4,4	6,7	8,9	9,1	6,6	3,6	1,3	0,1	43,7
G.(Enlem Düzeltmesi	0,86	0,84	1,03	1,1	1,22	1,23	1,25	1,17	1,03	0,97	0,85	0,83	
Potansiyel Evapotranspirasyon	0	0	14,8	40,3	73,6	103,1	130,5	123,5	84,6	50,3	19,7	3,7	644,1
Gerçek Evapotranspirasyon	0	0	14,8	40,3	73,6	93,8	8,3	6,5	12,3	50,3	19,7	3,7	323,3
Yağış	86,5	70,3	61,8	49,1	44,2	23,2	8,3	6,5	12,3	48,4	73,7	106,3	590,6
Zemin Rezerv	100	100	100	100	70,6	0	0	0	0	1,9	55,9	100	
Zemin Rezerv Değişimi	0	0	0	0	-29,4	-70,6	0	0	0	1,9	54	44,1	
Su Fazlası	86,5	70,3	47	8,8	0	0	0	0	0	0	0	58,5	271,1
Su Eksiği	0	0	0	0	0	9,3	122,2	117	72,3	0	0	0	320,8
Akış	57,8	64,1	55,5	32,2	16,1	8,1	4	2	1	0,5	0,2	29,3	270,8
Nemlilik	0	0	3,1	0,2	-0,3	-0,7	-0,9	-0,9	-0,8	0	2,7	27,7	

Kaynak: Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan veriler ile hesaplanmıştır (1989-2018).

Elde edilen veriler doğrultusunda oluşturduğumuz Thornthwaite formülüne göre Hadim; B'1s2d' nemli; birinci dereceden mezotermal; su eksikliği yaz mevsiminde ve çok kuvvetli olan, su fazlası kış mevsiminde ve çok kuvvetli olan deniz etkisine yakın özellikleriyle hafif karasal bir iklim tipine sahiptir. Bu hesaplama sonuçlarına göre kış mevsiminde su fazlası olan sahada karstlaşma olumlu yönde etkilenmektedir. Karstlaşmanın gerçekleşmesi için en önemli faktör olan kimyasal çözünme çalışma alanında karstik sahalarda özellikle kalsiyum karbonat barındıran kayalar üzerinde, nemli iklim mevsimi boyunca yoğun olarak gerçekleşmektedir. Nemli dönem boyunca meydana gelen yoğun yağış faktörü özellikle küçük çaplı obruk oluşumlarına neden olmaktadır. Bunun yanında sahada kalsiyum karbonat birikmesi ile oluşan doğal tüneller ve köprülere sık sık rastlanmaktadır. Yaz mevsiminde ise yağışın az olması sebebiyle yer üstü drenajının etkisini azalması sonucu derine karstlaşmanın meydana geldiği tahmin edilmektedir. Bu sebeple derine karstlaşma sonucu sahada mağaraların bulunduğu ve mağaraların içinde yeraltı beslenmesi iyi durumda olan yeraltı nehirlerinin faaliyeti ile mağara galerilerinin genişleme eğilimi göstermekte olduğu ve mağaralar içinde yeni sarkit oluşumlarının gerçekleştiği bilinmektedir. Yüzeyle ise lapyra gibi sığ karstik oluşumların olduğu gözlemlenmektedir. Araştırma alanında hakim olan iklim tipi sahadaki karstlaşma üzerinde olumlu etkiye sahiptir.

İklim karstlaşma üzerinde yağış ve sıcaklık dahilinde etkili olmaktadır. Bununla birlikte toprak şartlarını ve bitki örtüsünü belirleyerek dolaylı olarak karstlaşma üzerinde etkilidir. Sıcak-nemli ve yağışlı-nemli iklimler karstlaşmanın oluşumu ve gelişimine en uygun iklim tipleridir. Bu iklim bölgelerinde karstik kayalar kısa sürede çözünmekte ve zengin karstik şekiller meydana gelmektedir. Araştırma alanını da içine alan Batı ve Orta Toroslar Miyosen'de sıcak ve nemli iklim koşulları altına girmiştir. Karstlaşma üzerinde nemli iklim koşullarının olumlu etki yaptığı söylenebilir (Güneysu, 1993:79). Pliyosen sonu serin ve yağışlı iklim şartları hüküm sürmüştür. Kuvaterner boyunca nemli-serin ve kurak-ılıman devreler birbirini takip etmiştir. Böylece iklimin nemli dönemlerinde karstlaşma yoğun iken kurak dönemde ise yüzey karstının yavaşlaması ancak yer altı drenaj sistemlerinin yer altı karstik şekillerinin oluşumunu etkilediği söylenmektedir (Erinç, 1970; Erol, 1979). Hadim, genel olarak hafif karasal iklim tipine sahiptir ancak şelale ve çevresinde olduğu gibi yer yer Akdeniz iklim tipinin etkileri görülmektedir.

Çalışma alanının hafif karasal iklime sahip olması yağışlı mevsimlerde karstik şekillerin oluşum faaliyetlerini artırmıştır. Araştırma alanında özellikle ilkbahar aylarında kar sularının erimesiyle birlikte Göksu Nehri'nin akım miktarında artış yaşanması aşınım ve birikim faaliyetlerini artırmıştır. Aynı zamanda yer altı drenajının ve Göksu Nehri'nin Miyosen'den itibaren alanın karstlaşmasında etkili olduğu tahmin edilmektedir. Özellikle kurak dönemde yer altı drenajlarının mağara sistemlerinin gelişmesinde etkili olduğu söylenebilir. Bunun yanında çalışma alanında, yağış yoluyla meydana gelen çözünmenin yanında yağışın yol açtığı fiziksel erozyon ve bununla birlikte meydana gelen yağış ve sıcaklık etmenleri yörede başta lapyalar olmak üzere mikro karstik şekillerin oluşmasına neden olmaktadır (Yılmaz, 2007:33). Mevcut özellikleriyle araştırma alanı karstlaşmanın oluşumu ve gelişimi için uygun iklim şartlarına sahiptir (Tablo 1, Şekil 5).



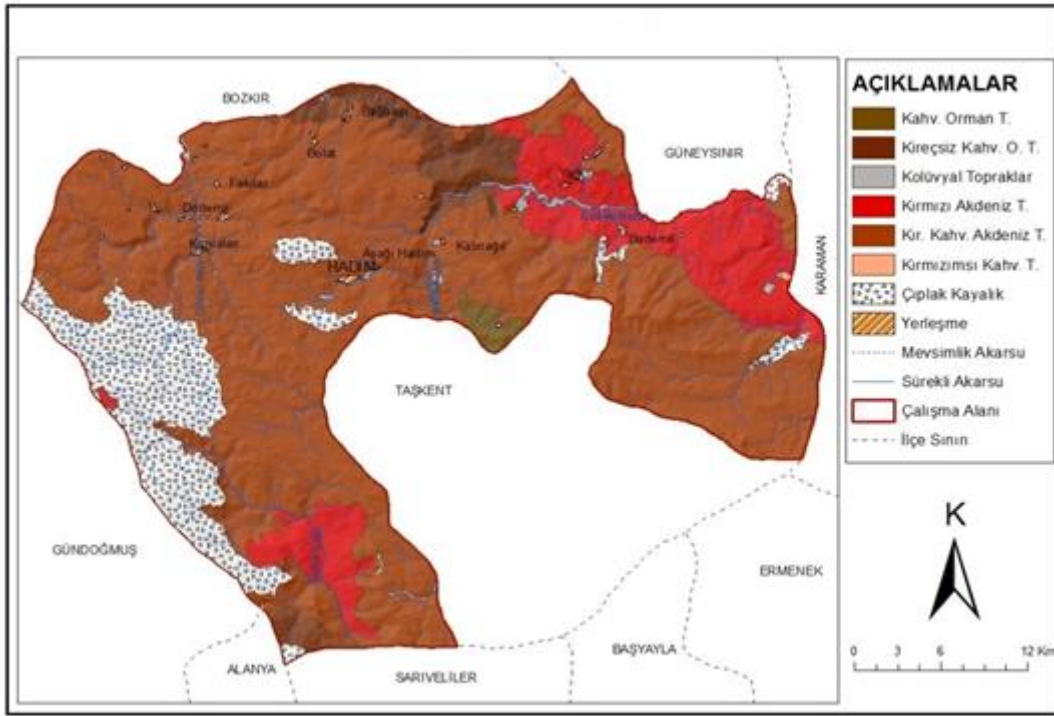
Şekil 5. Thorntwaite Formülüne Göre Su Bilançosu Grafiği

Toprak ve Bitki Örtüsü Etkenleri

İlçede kahverengi orman toprakları, kireçsiz kahverengi orman toprakları, kırmızı Akdeniz toprakları, kırmızı kahverengi Akdeniz toprakları, kırmızımsı kahverengi topraklar ve kolüvyal topraklar oluşum göstermektedir. Kırmızı Akdeniz toprakları araştırma alanının da içerisinde yer aldığı Aladağ Vadisi, Bademli çevresinde görülmekte ve eğimin sarp veya dik olduğu dağlık ve arızalı yapıları kesimlerde yer almaktadır. Bu topraklar kireçtaşları üzerinde gelişim göstermekte olup, kil bakımından zengindir ve derin çatlaklara sahiptir. Karbonatça zengin yeryüzü suları çatlaklardan sızarak kireçtaşlarının çözünmesine yol açmakta ve sahadaki karstlaşmanın gelişmesine sebep olmaktadır. Araştırma alanında yüksekliğin arttığı (Geyik dağları ve çevresi) ve toprak oluşumunun olmadığı yerlerde bitki örtüsünden yoksun dik ve engebeli kayalıklarda bulunmaktadır (Şekil 6).

Araştırma alanında dik yamaçların eteklerinde ve vadi tabanlarında yamaç döküntüleri şeklinde kolüvyal topraklara da rastlanmaktadır. Bu topraklar iyi drenajlıdır ve tuzluluk özelliği göstermezler. Pleyistosen'de meydana gelen Son Buzul Çağının toprak oluşumuna en önemli etkilerinden biri, donma-çözülme olaylarına bağlı olarak yer yer ova yüzeylerine kadar ilerleyen çamur akıntıları ile parçalanmaya uğrayan topraklar sonucu yamaç eteklerinde görülen kolüvyal depolardır. Sahada mevcut olan toprak yapısı karstik yapıların oluşması açısından önem göstermektedir. Sahanın batısında Geyik Dağları bölümünde arazide çıplak kayalık alanların bulunması ve toprak örtüsünden yoksun olması burada karstik şekillerin oluşumunu sınırlamıştır.

Aladağ vadisi boyunca küçük çaplı mağaraları yüzeyde görme imkânı bulunmaktadır. Göksu Nehri boyunca uzanan şelalenin kenar kısımlarında yer alan ise oluklu ve delikli lapy oluşumları görülmektedir.



Şekil 6. Araştırma Alanı Toprak Haritası

Hadim ilçesi İç Anadolu-Akdeniz geçiş sahasına yakın olduğundan, Akdeniz bitki örtüsü elamanlarının oranı da fazladır. Araştırma alanının içerisinde bulunduğu Göksu Nehri vadisi boyunca Akdeniz Bölgesi'nin tipik bitki örtüsünü oluşturan kızılçamlar ile kızılçamların tahrip sahalalarında maki formasyonu görülmektedir. Bu grup içinde yabancı zeytin, pırnal meşesi, Antep fıstığı, menengiç, gibi maki türleri yer alır. İnceleme sahasının orman alanı içerisinde ise çınar, meşe, söğüt gibi ağaç türleri yer alırken bu türler yükseklerle çıktıkça yerini ardıç, kızılçam, göknar, gibi iğne yapraklılara bırakır.

Toprak ve bitki örtüsü etkenleri karstlaşmada dolaylı olarak rol oynamaktadır. Elverişli iklim koşulları ile bitki örtüsüyle kaplanmış topraklarda biyolojik yoğunluk fazla olarak görülür. Biyolojik yoğunluğun fazla olduğu topraklar CO₂ bakımından zengindir. Bu nedenle zemine sızan yağışın çözüldürücü etkisi de artmaktadır (Bener, 1965, Sweeting, 1973). Göksu Nehri yatağı boyunca ve şelale çevresinde bitki örtüsü yoğunluk ve çeşitlilik göstermektedir. Toprak yüzeyinin bitki topluluklarıyla kaplı olması inorganik CO₂, biyolojik CO₂ ve organik asit artışına neden olarak çözünmeyi hızlandırdığı için alandaki karbonatlı kayalarda karstlaşmanın oluşumu ve gelişimi hızlanmıştır.

Çalışma alanında bulunan karstik sahalarda özellikle Kırmızı Akdeniz toprakları (Terra-Rossa) bulunmaktadır. Özellikle lapyaların civarında bulunan bitki türlerinin kökleri aracılığıyla ana kayada oluşturduğu yarık ve çatlaklar boyunca, bol CO₂ içeren ve zengin organik asit barındıran sular lapyaların büyüyerek gelişmesini sağlamaktadır. Sahada özellikle Anakaya, Toprak ve Bitki Örtüsünün Bir Arada Bulunduğu Kesimlerde Karstik Şekiller Daha Yoğun Olarak Görülmektedir.

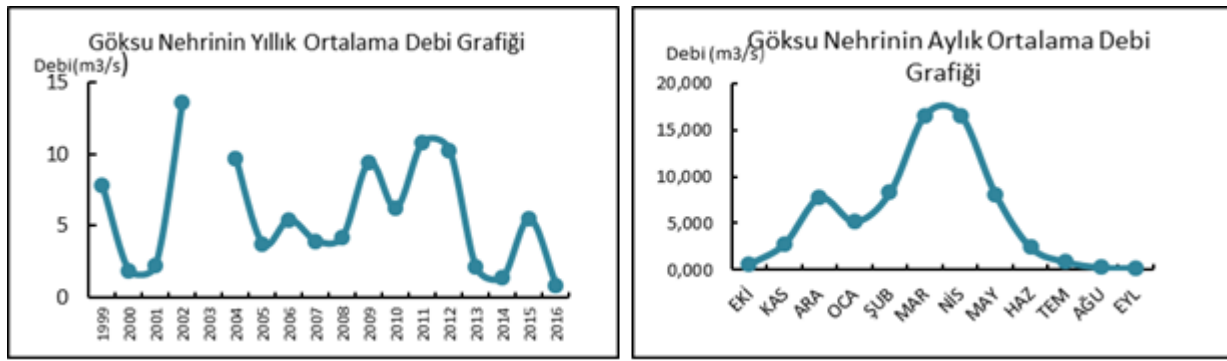
Hidrografik Etkenler

Hadim ilçesinin hidrografik unsurlarını yeraltı suları, akarsular ve göller oluşturmaktadır. İlçenin en önemli hidrografik unsuru araştırma alanının da içinde bulunduğu Göksu Nehri'dir. Kaynağını Geyik Dağlarından alan Göksu Nehri, Taşeli Platosu'nun sularını toplayıp Bozkır ve Hadim ilçelerinden geçerek Konya il sınırlarından ayrılır ve Ermenek-Silifke güzergahını izleyerek Akdeniz'e dökülür. Nehir 250 km uzunluğa ve 10 000 km²'lik havzaya sahiptir. Hadim Göksuyu ve Ermenek Göksuyu olmak üzere iki kolun birleşmesinden meydana gelir. Hadim Göksuyu, Gevne yaylalarından kaynağını alarak, Taşkent Suyu adı verilen çay ile birleşip asıl Göksu'yu oluşturmaktadır. Daha sonra Aladağ üzerinden, Eşenler Dağı ve Aladağ Vadisinde ilerleyerek Bademli Köyü yakınlarında Çiftepinar mevkiinde yeraltına batıp 500 metre gittikten sonra tekrar yeryüzüne çıkmaktadır. Karasu kaynağı ise Yerköprü mevkiinde yamacın güney kesiminde 840 m kotunda bulunur (Yılmaz, 2007:27). Göksu Nehri alttan, Karasu kaynağı üstten ilerleyerek 20 metre yükseklikten aşağıya dökülür ve Yerköprü Şelalesi'ni oluşturur. Kaynaktan çıkan su, Yerköprü üzerinde kollara ayrılarak, doğal köprünün doğusundan ve batısından şelaleler halinde dökülerek Yukarı Göksu'ya karışır. Karasu kaynağının yapılan su analizinde toplam mineralizasyon 835,4 mg/l olarak belirlenmiş ve "Kalsiyumlu, magnezyumlu, bikarbonatlı su sınıfına girdiği tespit

edilmiştir (Buldur, 1998). Kaynağın içerisinde bol miktarda CaCO_3 (kalsiyum bikarbonat) bulunması, Yerköprü ve çevresindeki travertenlerin oluşmasına zemin hazırlamıştır (Buldur, 1998). Şelalenin üst kısmından dökülen suyun kaynağını oluşturan Karasu Nehri, kalkerli bir yapıya sahip olması sebebiyle nehrin yatağının izlediği yol üzerinde travertenler oluşmasına neden olmaktadır. Karasu kaynağından çıkan suyun yapısı araştırma alanında oluşum gösteren karstik şekillerin oluşmasında büyük rol oynamaktadır. Karbonat açısından zengin Karasu kaynağı zamanla çeşitli aşınım ve birikim şekillerinin oluşumunda etkili olmuştur.

Torosların Pliyosen sonu ve Kuvaterner başlarında yükselmesinin etkisiyle birlikte karstik sahada yer alan Göksu yerüstü drenajı yeraltına intikal etmeye başlamış, günümüzdeki yeraltı nehrini, derine inen mağaraları ve doğal tünelleri ve köprüleri oluşturmuştur. Araştırma sahasında bu durumun en belirgin kanıtı olarak Yerköprü Mağarası ve tüneli bulunmaktadır. Günümüzde bu oluşumlar devam etmekte ve şelale çevresinde örneklerine rastlanılmaktadır.

Son yıllarda Göksu'nun akım miktarında önemli değişimler yaşanmıştır. Bağbaşı sınırları içerisinde akan Göksu'yu besleyen akarsuyun üzerine Bağbaşı Barajı'nın yapılmasıyla su miktarında ve akış hızında azalmalar meydana gelmiştir (Şekil 7). Özellikle bu barajın yapılmasının etkisiyle 2012 yılında 10,30 m³/s olan debi değeri 2013 yılında 2,08 m³/s ye gerileyerek akım miktarında önemli bir düşüş yaşanmıştır. 2015 yılında bol yağışlı geçen kış etkisini göstererek akım miktarında gözle görülür bir artış gerçekleşmiştir. Bu durumun sahadaki karstlaşmaya olan sınırlandırıcı etkisinin ilerleyen yıllarda kendini göstermesi beklenmektedir.



Şekil 7. Göksu Nehrinin, Aladağ Köprüsünden Alınan Veriler ile Oluşturulan Aylık ve Yıllık Ortalama Debi Grafiği

Zaman Faktörü

Torosların özellikle orta ve batı kesiminde yaygın olan kireçtaşı Mesozoyik'te oluşmuştur (Turan, Kurtman ve Seymen, 2007:127). Bu arazilerin Mesozoyik sonundan itibaren karstlaşmaya başlaması, zengin karst topoğrafyasının gelişmesine neden olmuştur.

Holosen başlarında dağlarımızın yüksek kısımlarını kaplayan kar ve buzulların erimesi, karstik oluşumlu alanlardaki karstlaşmayı artırmıştır. Bu durum, soğuk suyun bünyesinde çok miktarda karbondioksit içermesi sıcak suyun ise daha az karbondioksit içermesi ile açıklanmaktadır. Oluşan karbonik asit kireçtaşlarını daha fazla aşındırmaktadır. Bunun sonucunda Torosların yüksek kesimlerinden kaynağını alan kalsiyum bikarbonat yönünden zengin suların geniş alanlara yayılması ve buharlaşması ile eski toprak ve yüzeyleri kaplayan karstik şekiller, traverten veya kireçli kabuklar oluşmuştur (Atalay, 2005:124-125). İnterglasyal dönemlerde, Türkiye'de ve Orta Kuşak'ın diğer ülkelerinde sıcak ve nemli iklim koşullarının hüküm sürmesinin ve buna bağlı olarak Pleyistosen'de yerleşen buzulların erimesinin, karstlaşmanın günümüze nazaran daha da şiddetlenmesine neden olduğu rahatlıkla söylenebilir.

Araştırma alanındaki karstlaşma sürecinin başlangıcı Kuvaterner öncesine götürülebilir. Pleyistosen'de ise bölgedeki "Geyik Dağları'nda buzullar yerleşmiştir. Geyik Dağı, Namaras ve Susam vadilerinde geniş bir alanı kaplayan yan ve tümseksi moren (hummocky moraine) bulgularına rastlanmıştır. Bu morenler Pleyistosen buzullarının yayılımını göstermesi açısından önemlidir" (Çiner, 2003). İnterglasyal dönemlerde bu buzulların erimesi sonucu alandaki karstlaşmanın şiddetlendiği tahmin edilmektedir.

Pliyosen sonu ve Kuvaterner başlarında Toroslar yükselmiştir. Bu yükselmenin etkisiyle karstik sahalardaki yerüstü drenajı yatağını derine aşındırarak yeraltına intikal etmeye başlamış ve günümüzdeki yer altı nehirleri, metrelerce derine inen mağaralar, doğal tüneller ve köprüler oluşmuştur. Araştırma alanının da içinde bulunduğu Göksu Vadisi, Yerköprü dolaylarında yatağını yaklaşık 500 metre derinleştirerek bugünkü halini almıştır. Bölgedeki bir diğer akarsu olan Karasu Çayı, Yerköprü'nün üzerinden ilerleyerek yaklaşık 20 metre yükseklikten aşağıya dökülüp Göksu Nehriyle buluşarak

Yerköprü Şelalesi'ni oluşturmuştur. Ayrıca karstlaşmanın etki alanını genişleterek derine doğru inmesi ile mağaralarda travertenler ve traverten basamakları oluşmuştur.

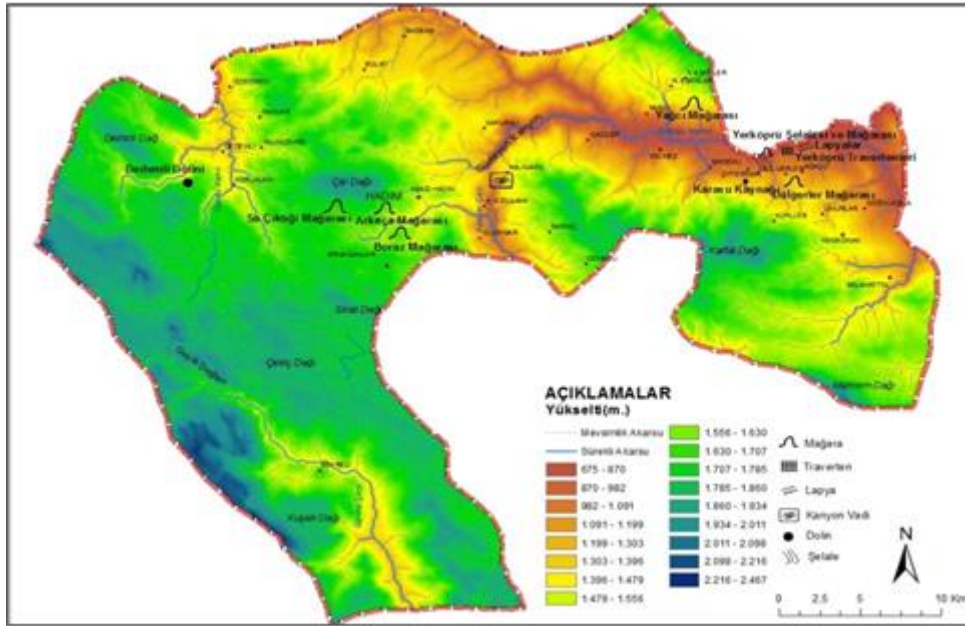
Sahadaki birlikler Erken Kimmeriyen dağ oluşum hareketleriyle kıvrılıp yükselerek kara haline geldiğinden Hadim ilçesi Jura döneminde tamamen bir aşınım bölgesi haline gelmiştir (Turan, Kurtman ve Seymen, 2007:127). Buna bağlı olarak araştırma alanında görülen karstik oluşumların sürecinin Kuvaterner öncesinde başlamış olup günümüzde de hala devam ettiği tahmin edilmektedir. Mesozoyik sonunda gerçekleşen yükselme ve Kuvaterner'de meydana gelen glasiyal ve interglasiyal dönemler Göksu Vadisinin oluşmasına yol açmıştır (Çiner, 2003:61). Bu vadi içerisinde akan Göksu Nehri yatağını derinleştirerek Yerköprü Şelalesi'nin günümüzdeki halini almasını sağlamış ve karstlaşmanın seyrini önemli derecede etkilemiştir. Göksu Nehri ve Karasu Çayı'nın birleşmesi ve Karasu kaynağının içinde bulunan CaCO_3 (kalsiyum bikarbonat) miktarının fazlalığı alandaki karstik şekillerin yoğunluğunu ve çeşitliliğini artırmaktadır (Buldu, 1998). Günümüzde ise alandaki karstlaşma ve karstik şekillerin gelişimi devam etmektedir.

Karstik Şekiller

Lapyalar

Kireçtaşlarının yağış suları tarafından aşındırılması ve çözünmesi sonucu meydana gelen oluk şeklindeki yarıntılardır. Bunların şekillenmeleri ve sıralanışları, o alanın morfolojik ve litolojik özelliklerine, vejetasyon türüne, sızma ve erimeye bağlı halde, bir yerden diğerine değişir (Sür, 1994:5). Topografya şekillerinin en küçüklerini meydana getiren lapyalar araştırma alanında çeşitli şekillerde görülmektedir (Şekil 8, Fotoğraf 1).

Lapyalar özellikle şelalenin döküldüğü aşağı kısımda kalkerler üzerinde akarsuyun akım hızı ve şiddetiyle meydana gelmişlerdir. Delikli ve oluklu lapyalar çeşitleri sahada görülmektedir. Bu lapyaların yüzeydeki genişlikleri 2 ile 15 cm, derinlikleri ise 1 ile 10 cm arasında değişmektedir. Kalker içerisindeki silis ve kil oranı lapyaların oluşumlarını şekillendirmiştir.



Şekil 8. Araştırma Alanı Karstik Şekiller Haritası



Fotoğraf 1: Çalışma Alanında Bulunan Çeşitli Şekil Ve Boyutlardaki Lapyalar

Travertenler ve Traverten Konisi

Travertenler; genellikle karstik ya da sıcak su kaynaklarının bulunduğu yerlerde, kalsiyum karbonatlı suların yüzeyi kaplayarak aktığı alanlarda, çimentolaşma veya biyokimyasal yolla çökerek oluşan birikim şekilleridir. Travertenler farklı doku özelliklerine sahip olup, gözenekli yapısı veya yoğunluğuna bakılmaksızın bitki kalıntıları üzerinde meydana gelen kalsiyum karbonat birikimleri olarak tanımlanmaktadır (Atabey, 2003).

Yerköprü Şelalesi çevresindeki travertenlerin oluşumunda Karasu kaynağından çıkan kalsiyum bikarbonatlı sular etkili olmuştur. Sahadaki travertenler ve traverten konileri biyokimyasal veya çimentolaşma yoluyla çeşitli oluşumlar sergilemektedirler (Fotoğraf 2,3). Karasu kaynağından çıkan suların bazı dönemlerde meydana gelen yağış ve kar erimelerine bağlı olarak artması veya azalması, şelalenin akım yönünde ve şiddetinde de değişimler meydana getirmiştir. Bu nedenle travertenler sahada büyük yer kaplamakta ve oluşumları aktif olarak devam etmektedir.



Fotoğraf 2. Çimentolaşma Yoluyla Oluşumu Devam Eden Traverten Konisi



Fotoğraf 3. Çimentolaşma Yoluyla Meydana Gelen Travertenler

Mağaralar

Mağaralar; karstik alanlardaki yer altı sularının ya da yeraltına sızan suların burada bulunan kalker eriterek boşluklar açması ve zamanla aşınan bu boşlukların büyümesi ile oluşurlar. Hem yatay hem de düşey doğrultuda gelişebilirler ve

bazılarında üst üste sıralanmış galeriler de mevcuttur. Karstik mağaralar yeraltı sularının eseri olup, oluşumunda tabaka doğrultuları, diyaklaz sistemleri ve tektonik çizgilerin de rolü vardır (Avcı, 2014).

Şelale çevresinde oluşum gösteren mağaralar karstik yapılı olup, oluşmasında Karasu kaynağının etkisi vardır. Bu mağaralar yeryüzünden sızan yağmur sularının ve Karasu kaynağından beslenen kalsiyum bikarbonatlı yer altı sularının kalker eriterek aşındırması sonucu oluşmuşlardır. Sahada oluşumlarına yeni başlamış birçok mağara tespit edilmiştir (Fotoğraf 4,5).



Fotoğraf 5. Araştırma Alanında Oluşumları Devam Eden Mağaralar

Araştırma alanında en büyük mağara Göksu Nehri'nin oluşturduğu Yerköprü Mağarası'dır. Mağara tamamen bir traverten tüfünün içinde yer almaktadır. Suyun battığı yerde mağara sifonlanmaktadır. Yerköprü Mağarası'nın içinde Göksu Nehri'nin akışı devam etmektedir. Göksu Nehri, mağaranın ağzından çıktığı kesimde Karasu kaynağının oluşturduğu Yerköprü Şelalesi ile birleşmekte ve akışına devam etmektedir. Mağaranın çıkışında çeşitli sarkit oluşumlarına rastlanmaktadır. Pliyosen sonu meydana gelen yükselme etkisiyle drenaj kanallarının yer altına intikal etmesi sonucu birçok yeraltı mağarası ve tüneller oluşmuştur (Fotoğraf 6, 7). Şelalenin ağzındaki mağara ve nehrin kaybolduğu tünel bunun en güzel örneklerindedir. Bu karstik şekillerin oluşumları ve gelişimleri günümüzde devam etmektedir.



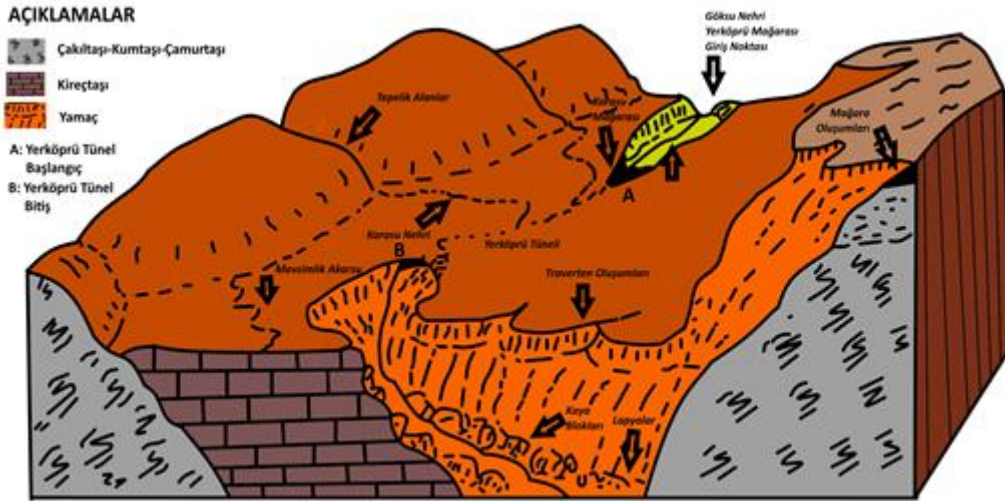
Fotoğraf 7. Yerköprü Mağarası Çıkış Ağızı



Fotoğraf 6. Şelalenin Üst Kesiminde Yer Alan Bir Mağara

Doğal Tüneller ve Doğal Köprüler

Doğal tüneller, karstik alanlardaki akarsuların yatağı üzerinde bulunan düdenlerden yeraltına dalıp tabakaları aşındırarak, tekrar yüzeye çıktığı yerler arasında, çeşitli uzunlukta ve büyüklükte meydana gelen aşınım şekilleridir. Bunlar, yeraltında kaptür olayı ve tavan çökmeleri neticesinde meydana gelirler (Sür, 1994:14) (Şekil 9).



Şekil 9. Yerköprü Şelalesi 3 Boyutlu Kesiti (Eriç, 1972'den yararlanılmıştır)

Araştırma alanında doğal tünellerin en orijinali olan Yerköprü tüneli bulunmaktadır. Bu tünel sahada yer alan Gökü Nehri'nin bir düden sayesinde yer altına inip yaklaşık 500 metre boyunca devam ettikten sonra yeryüzüne çıkmasıyla oluşmaktadır. Bu karstik tünel en güncel traverten depoları içerisinde meydana gelmiştir. Yerköprü tünelinin üzerinde ise Karasu kaynağı akış göstermekte olup, yaklaşık 300 metre ilerledikten sonra 20 metre yükseklikten aşağıya dökülüp Yerköprü Şelalesi'ni oluşturarak tünelden çıkan Gökü Nehri ile birleşmektedir (Şekil 9).

Doğal Köprüler; birbirine yakın obruklar veya karst pencereleri arasındaki bölmelerin kısmen yıkılması veya yer altı su yollarının tavanının zamanla çökmesi sonucu oluşurlar. Şelale çevresindeki karstik arazide küçük boyutta oluşmuş doğal köprülere rastlanılmıştır. Bu doğal köprülerin boyları yaklaşık 50 cm ile 1 m, genişlikleri ise 75 cm ile 1 m arasında değişmektedir (Fotoğraf 8).



Fotoğraf 8. Araştırma Alanında Oluşum Gösteren Küçük Boyutlu Doğal Köprüler

Sarkıtlar

Sarkıtlar; genellikle mağara tavanından sızan kalsiyum karbonatça zengin suların içindeki kirecin mağara tavanında birikmesi ile oluşan birikim şekilleridir. Şelale çevresindeki arazide oluşum aşamasında olan sarkıtlar tespit edilmiştir fakat çok belirgin değildir (Fotoğraf 9). Bunun sebebi bölgedeki sarkıt oluşumuna etki eden karbonatlı suların akışının devamlılık göstermemesidir.



Fotoğraf 9. Şelale Çevresindeki Arazide Başlangıç Aşamasında Bulunan Sarkıtlar

Yerköprü Şelalesi'nin doğusunda ve Yerköprü Mağarası'nın çıkışında daha belirgin sarkıtlar tespit edilmiştir (Fotoğraf 10). Bunun sebebi ise şelalenin doğusunda kalsiyum karbonatlı suların etkisinin daha fazla olması ve zaman zaman şelalenin akım yönünde ve şiddetinde meydana gelen değişimlerdir. Ancak son zamanlarda meydana gelen yapay müdahaleler sonucu şelale yönü değişime uğramıştır. Önceki yıllarda dar bir alandan aşağı dökülen şelale, günümüzde akım alanı genişletilerek görsel açıdan daha cazip hale getirilmiş, sahanın turizme olan katkısının artırılması amaçlanmıştır. Bunun sonucunda sahadaki belirgin sarkıtlar sular altında kalmıştır (Fotoğraf 11).



Fotoğraf 11. Yerköprü Şelalesi'nin Sonraki Hali



Fotoğraf 10. Yerköprü Şelalesi'nin Önceki Hali Ve Doğusunda Bulunan Sarkıtlar

SONUÇ VE TARTIŞMA

Yerköprü Şelalesi ve çevresinde görülen karstik kayaçlar sahanın büyük bölümünü oluşturmaktadır. Kuvaterner'de meydana gelen olayların bölgedeki karstlaşmanın oluşumu ve gelişiminde önemli etkisi olmuştur. Araştırma sahası genel itibarıyla karstik şekiller için çok elverişlidir. Bununla birlikte sahadaki karstlaşma güncel olup sürekli değişime uğramaktadır.

Bölgenin fiziksel ve litolojik özellikleri, iklimi ve bitki örtüsü karstlaşmaya uygundur. Özellikle bölgedeki Göksu Nehri'nin ve Karasu kaynağının karstlaşmadaki ve karstik şekillerin oluşmasındaki rolü çok önemlidir. Karstlaşmaya uygun şartlar taşıyan yerlerde lapyalar, travertenler, doğal köprüler, doğal tüneller, sarkıtlar ve mağaralar gibi karst topografyası şekilleri gelişmiştir.

Doğal sit alanı niteliğindeki Yerköprü Şelalesi ve çevresi, sahip olduğu karstik oluşumlar ve hidrojeolojik yapısı nedeniyle jeopark kriterleri taşımaktadır. Dünyada karst üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde görülür ki, bu alanlar jeolojik miras olarak değerlendirilmekte ve koruma altına alınmaktadır. Ülkemizde de bu bölgelerin jeopark ilan edilmesi konusunda çalışmalar başlatılmalıdır. Yoğun karstlaşmanın olduğu bu bölgede detaylı çalışmalar yapılarak, karstik alanların koruma altına alınması gerekmektedir. Bunun için üniversiteler ve çeşitli kurumların geliştireceği projeler öncelikli olmalıdır. Sonrasında uygun koşullar oluşturulup, ekosisteme zarar vermeyecek önlemler alınarak, turizme

kazandırılması gerekmektedir. Araştırma alanı doğal köprü, çağlayan ve mağaraların aynı yerde bulunması bakımından ender görülen bir karstik alandır. Özellikle araştırma sahasında yer alan Yerköprü Şelalesi bir doğa harikası olarak son dönemlerde yerli ve yabancı turistlerin dikkatini çekmektedir. Bölgedeki dağ ve doğa turizminin canlandırılması, ekonomik ve kültürel kalkınma açısından da son derece önemlidir. Son dönemlerde Konya Büyükşehir Belediyesi bu konuda bazı çalışmalar yapmaktadır. Doğal sit alanı niteliğinde olan Yerköprü Şelalesi çevresinde giderek artan beşeri müdahaleler gözlenmektedir. Söz konusu alanda Konya Büyükşehir Belediyesi tarafından hazırlanan ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığının destek verdiği proje ile çevre düzenlemesi yapılmaktadır. Araştırma alanının çevresine yapılan seyir terası ve mesire alanı ile daha çok turist çekilerek turizmin geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Fakat bu düzenlemenin çevreye olan zararlarını da göz önünde bulundurmak gerekmektedir. Yapılan mesire yeri ile şelale adeta piknik alanı haline gelmiştir. Yapımı hala devam eden bu düzenlemeler bölgenin bitki örtüsünü ve oluşumları hala devam eden karstik yapıyı olumsuz yönde etkilemektedir. Mağaraların dinamitle patlatılması sonucu mevcut karstik şekiller zarar görmekte ve karstik oluşumları engelleyerek arazinin doğal yapısını etkilemektedir (Fotoğraf 12).

Bununla birlikte şelalenin aşağı kısmında güney-kuzey uzantılı yapılmış olan asma köprü bulunmaktadır (Fotoğraf 13). Bu köprünün yapılış amacı, şelaleyi görsel açıdan daha cazip hale getirerek bölgeye gelen turist sayısını artırmaktır. Köprünün yapılması şimdilik bir sorun teşkil etmemektedir, fakat arazi zemini kalker yapılı olup kırılğan özelliğe sahip olduğundan, köprünün yapıldığı arazinin jeolojik ve jeomorfolojik açıdan uygun zemine sahip olup olmadığı konusunda tartışma söz konusudur. Bu durum köprünün ileride çökme tehlikesiyle karşılaşma olasılığının yüksek olduğunu göstermektedir.

Şelalenin kuzeyinde, mesire alanının üst kısmında yaklaşık 50 metre uzunluğunda yarıkların meydana geldiği gözlenmektedir. Yarıkların meydana gelme nedeni ise altında geniş mağaraların bulunmasıdır. Bölgede yapılan araştırmalar sonucunda, bu tepelik ve yamaç alanda çökme riski bulunduğu belirtilmiştir. Bölgede oluşacak sismik bir hareketlenme veya yağış çökmeyi tetikleyebilecektir. Nitekim bölgede büyüklüğü az da olsa depremler meydana gelmektedir. Bu da bölgenin sismik açıdan hareketli olduğunu göstermektedir. Bu durumda olası bir çökmede mesire alanında bulunan insanların tehlike altında olduğu anlaşılmaktadır. Gerçekleşecek bir yıkım sonucunda alandaki mağaraların ve diğer karstik oluşumların yok olması söz konusudur. Aynı zamanda karstik sahalarda erime çökmelerinin de sıklıkla görüldüğü göz önünde bulundurulduğunda, tehlikenin yalnızca sismik nedenlerden kaynaklı olmayacağı da dikkate alınmalıdır.



Fotoğraf 12. Şelalenin Üst Kısımındaki Mağaraların Ve Yapılan

Mesire Alanının Görünümü

Fotoğraf 13. Şelalenin Karşısına Yapılan Köprü

Alanda yapılan çevre düzenlemesinin olumsuz ve olumlu etkileri bulunmaktadır. Çevre düzenlemesinin en önemli olumlu katkısı, şelale çevresine yapılan korunaklardır. Korunakların yapılmasıyla düşme tehlikesi azaltılmış olup, şelalede meydana gelen boğulma olaylarına bir nebze olsun çözüm oluşturmuştur.

Turizmin canlandırılması için yapılan çevre düzenlemesi, alanın mevcut florası ve jeomorfolojik yapısı için problem haline gelmektedir. Şelalenin yakın kısmına yapılan beşerî yapılar (mesire alanı, seyir terası, köprü, restoran vb.) alanın kendine has mevcut doğal yapısını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu beşerî yapılar karstik şekillerin yok olmasına ve oluşumlarının zarar görmesine neden olmaktadır. Mesire alanının yapılmasıyla şelale adeta bir piknik alanı durumuna dönüşmüştür. Bir başka olumsuzluk ise karstik arazilerde her zaman risk oluşturan çökme olayıdır. Bu durum alanı ziyaret eden turistlerin de tehlike altında olduğu gerçeğini ortaya çıkarmaktadır.

Bunların yanında son yıllarda meydana gelen yağışların azlığı ve Göksu Nehri üzerine yapılan Bağbaşı Barajı'nın etkisi ile akarsuyun akım miktarında azalmalar görülmektedir. Özellikle yaz aylarında ortaya çıkan bu durum nehir yatağının

doğallığını etkilemekte ve alanın kendine has fiziki yapısının değişmesine ve tehlike altına girmesine neden olmaktadır. Yaz aylarında nehrin akım miktarı çok düşük seviyelere inmekte bu da vadinin yapısını ve alanın ekolojik dengesini olumsuz yönde etkilemektedir.

Sit alanı niteliğinde olan ve jeopark kriterlerine uygun özellikler taşıyan bu bölgede doğal yapının bozulmaması, aksine korunması gerekmektedir. Birtakım uygulamalar sonucu şelale tüm doğal dokusunu yitirmektedir. Bu sorunun çözümü için yapılan uygulamalar gözden geçirilmeli ve alanında uzman kişilerin fikirlerine başvurularak, doğal alana zarar teşkil etmeyecek uygulamalar gerçekleştirilmelidir. Aksi halde telafisi güç sonuçların ortaya çıkması kaçınılmaz olacaktır. Alanın hukuksal düzenlemelerinin gerçekleştirilerek, işlevsel yönetim planları yapılmalıdır. Saha, kanunlarla tüm doğal yapısını koruyacak bir biçimde çok kapsamlı bir koruma altına alınmalıdır. Halk bu konuda bilinçlendirilmeli ve doğal alanın korunması için gerekli olan tüm önlemler alınmalıdır.

Türkiye coğrafyasının özgün karstik oluşumlarına ev sahipliği yapan Yerköprü Şelalesi kendine has özellikleriyle doğal bir mirastır. Doğal mirasın korunması için doğa temelli sürdürülebilir turizm planlamaları yapılması hem alanın korunmasını sağlayacak hem de ekonomiye katkıda bulunulmasına yol açacaktır.

KATKI BELİRTME

Yazar/yazarlardan başka makalenin herhangi bir safhasında katkı sağlayan kişiler varsa yazının sonunda bu kişilerin isimleri ayrıca belirtilmelidir.

Makale kurum ya da kuruluş tarafından desteklenen bir araştırma/proje bulgularından oluşuyorsa desteği sağlayan kurum/kuruluşun adı, projenin ismi, (varsa) tarih, sayı ve numarası verilmelidir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI BEYANI

Yazarlar aralarında çıkar çatışması olmadığını “The authors declare that they have no conflict of interest” beyan ederler.



EXTENDED SUMMARY

KARST SHAPES OF NEARBY AREA YERKÖPRÜ WATERFALL (HADİM)

INTRODUCTION

In the Mediterranean Region where karstification is intense in our country, Yerköprü Waterfall and its immediate surroundings, located on the Göksu River, draw attention with its physical geography features and their effect on the diversity of karstic shapes. In the formation and development of karstic shapes, natural factors such as climate, landforms and soil, as well as human factors have been effective. The aim of this study is to determine the current karstic formations seen in the area around Yerköprü Waterfall and to explain the physical and human geography factors that affect karstification with their general characteristics.

Yerköprü Waterfall on the Göksu River is located within the borders of Hadim district of Konya province, established between the narrow valleys of the Taşeli Plateau, and is surrounded by Sarıhacı village in the north, Bademli and Çiftepınar villages in the south. The Göksu River and its tributaries, which take its source from the "Geyik Mountains" in the Taurus Mountains, and the Karasu River flowing in the research area have a great influence on the formation and development of karstification in the field. Study area and its surroundings; when taken together with the Göksu and Karasu rivers, Yerköprü Tunnel, Göksu Valley, Gürleyen Canyon and various karstic formations, which were formed as a result of thousands of years of geological processes, it is seen that it has important geosites.

Within the scope of opening up to tourism, human interventions such as the bridge built to the waterfall and its surroundings, artificial path and the use of the area as a recreation area cause the destruction of the natural beauties and geomorphological formations in the area.

METHOD

In this study, karstic shapes seen in the terrain around the Yerköprü Waterfall and human and physical geography factors that are effective in the formation and development of karstic shapes were examined. In order to reveal the formation and development of karstification in the Yerköprü Waterfall, the "Physical Geography" elements were examined by making a natural environment analysis. Land observations were carried out while the study was being created. The maps of the study area were made using Geographic Information Systems (GIS) and, the accuracy of these maps were confirmed by field observations and photographs. In line with the data obtained from the Meteorology and State Hydraulic Works Directorate, the temperature, precipitation and flow graph of the district was obtained and the climate definition was made according to the Thornthwaite formula. Field studies, were carried out in the research area in the spring and autumn of 2019-2020. Karst formations were photographed in detail by making observations of morphology, soil and vegetation. By determining the karstic shapes forming in the field, the accuracy rates were increased with photographs and the physical geography factors that affect their formation were explained with their general characteristics.

FINDINGS

For the formation and development of the karst topography, first of all, water-soluble calcium carbonate rocks must be found in the area. Since limestone is more resistant than other rocks that can dissolve in water, the karstic shapes formed on it take a longer time (Sür, 1994:4).

Quaternary aged limestone units cover the largest area in the district. This situation proves that the area is suitable for karstification. Quaternary formations in the study area are represented by alluviums formed by Göksu River and by travertines. Alluviums appear as lines along the Göksu River. Travertines are the units where the youngest karst forms develop. The karstic formations (cave, lapa, natural bridge, etc.) in the field are intensely visible on the travertine units

together with the accumulation and erosion effect of the Göksu River and Karasu Spring. There are dip-slip faults and thrust faults in the study area.

Located in the northern parts of the Central Taurus Mountains, the mountainous areas cover a large area in Hadim district. The district has been largely exposed to Alpine orogenic movements. As a result of these movements, many important fracture lines, anticline and syncline axes and faults have occurred. Morphological development was controlled by structural elements trending NW-SE (Özgül, 1971:88). A great descent is observed towards the Göksu Valley, and the research area and its surroundings have a defective structure. The hydrographic lines in the field are not very clear except for the Göksu River, which is effective on karstification. The Göksu River, together with the Karasu River flowing in the research area, has a great influence on the formation of Yerköprü Waterfall and Tunnel. In karstification, the karst floor level determines the lower limit. Impermeable strata and formations form the karst floor level (Güneysu, 1993:69). In the research area, cave systems within the deep karst formation have developed in the parts where the karst floor level is deeper than the topographic surface. In the field, the karst formations with shallow karst characteristics are lapyas.

Hadim district and its surroundings have a transitional climate between the typical continental climate of Central Anatolia and the Mediterranean climate. While the Mediterranean climate conditions are more dominant in the research area, the effect of the continental climate in Hadim district center and its surroundings is evident (Yılmaz, 2007:24). According to the Thornthwaite formula we created in line with the data obtained, Hadim is semi-humid; first order mesothermal; It has a mild continental climate type with very strong water deficiency in summer, very strong excess water in winter, and close to the sea effect. According to the data karstification is positively affected in the field where there is excess water in winter. It is estimated that deep karstification occurs as a result of the decrease in the effect of above-ground drainage due to the low rainfall in the summer season. The Western and Central Taurus Mountains, including the research area, entered under hot and humid climatic conditions in the Miocene (Güneysu, 1993:79). Cool and rainy climatic conditions prevailed at the end of the Pliocene, and humid-cool and dry-temperate periods followed each other throughout the Quaternary (Erinç, 1970 ve Erol, 1979). It can be said that the humid climatic conditions that occurred during these periods had a positive effect on karstification.

There are Red Mediterranean Soils (Terra-Rossa) around Aladağ Valley and Bademli, where the research area is also located. These soils were formed as a result of karstic dissolution and have deep cracks (Keser,2004:27). Colluvial soils in the form of slope debris are also encountered in the lower parts of steep slopes and valley floors in the field. The maquis formation, which constitutes the typical vegetation of the Mediterranean Region, is observed along the Göksu River valley where the study area is located. In the area, especially in the parts where bedrock, soil and vegetation are together, karstic shapes are seen more intensely.

The formation period of the shapes occurred in the research area is based on pre-quaternary. In the end of the Pliocene and the beginning of the Quaternary, with the rise of the Taurides, the aboveground streams in this area have begun to pass to underground by vertical erosion of their beds and have formed caves which have different depths, aboveground streams, and tunnels. Göksu River formed the Yerköprü Tunnel by deepening its bed in this region. It seen that significant changes have occurred in the amount of flow of Göksu River since 2012. With the construction of the Bağbaşı Dam on the stream that feeds Göksu flowing within the boundaries of Bağbaşı village, the amount and flow of water decreased. The effect of this situation on karstification in the field is expected to manifest itself in the coming years.

RESULTS, DISCUSSION AND SUGGESTIONS

The research area is generally very suitable for karst shapes. Karstification in the field continues and is constantly changing. Karstic formation elements are densely found in the Yerköprü Waterfall and the surrounding land of the waterfall. Karst topography shapes such as lapyas, dolin, naturel tunnel, natural bridge, stalactites, travertines and caves have developed in suitable places for karstification. It is focused on the general characteristic of especially geological, geomorphological, geographic factors which controls the karstification in the study area, and then by dealing with the elements of karst topography seen around the Yerköprü Waterfall area, its formation and development were examined and, relations with human and physical geography conditions were researched.

In recent years, the presence of humanitarian interventions in the district and especially in the field has been increasing. In the research area and its surroundings, landscaping is carried out by Konya Metropolitan Municipality. This landscaping has positive and negative effects on natural structure of the waterfall and its surrounding. Human structures built near the waterfall (recreation area, viewing terrace, bridge, restaurant, etc.) negatively affect the unique natural structure of the region. The landscaping made for the revitalization of tourism becomes a problem for the existing flora and

geomorphological structure of the area. Misapplications have been caused the area to lose its natural texture and triggers worse results that could occur in the future.

In this region, which is a protected area, the natural structure should not be damaged, on the contrary, it should be protected. Applications made in this direction should be reviewed and applications that will not harm the natural area should be carried out by consulting the opinions of experts in the field. The area should be put under a very comprehensive protection by laws in a way that preserves all its natural structure. Making nature-based sustainable tourism plans for the protection of natural heritage will both ensure the protection of the area and contribute to the economy.

KAYNAKÇA

- Atabey, E. (2003). *Tufa ve traverten*. TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları.
- Atalay, İ. (2005). *Kuvaternerdeki iklim değişmelerinin Türkiye doğal ortamı üzerine etkileri* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Avcı, U. (2014). *Karst Jeomorfolojisi*.
- Blumenthal, M. M. (1947) Seydişehir-Beyşehir hinterlandındaki Toros Dağlarının jeolojisi. *Maden Tetkik ve Arama Enst. Yayl.*, ser. D, 2, 242.
- Bener, M., (1965). *Göksu Vadisi ve Taşeli Platolarında Karst* [Yayımlanmış Doktora Tezi]. İstanbul Üniversitesi.
- Blumenthal, M. M. (1944). Bozkır güneyinde Toros sıradağlarının tabaka serisi ve yapısı. İstanbul Üniversitesi *Fen Fakültesi Mec*, Seri B, IX(2), 95-125.
- Buldur, A. (1998). *Yukarı Göksu Havzası'nın hidrojeomorfolojisi* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Marmara Üniversitesi.
- Çelik, İ. ve Çaylak, Ş. (2015). Konya ili Hadim ilçesi Yerköprü Şelalesi ve çevresi koruma amaçlı plana esas jeolojik-jeofizik-jeoteknik etüt raporu. Nisan 2015. Konya.
- Çiftçi, Y. ve Güngör, Y. (2016). Jeopark projeleri kapsamındaki doğal ve kültürel miras unsurları için standart gösterim önerileri. *MTA Dergisi*, 153, 223-238.
- Çiner, A. (2003). Türkiye'nin güncel buzulları ve geç Kuvaterner buzul çökelleri. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 46(1), 55-78.
- Dean, W. T., and Monod, O. (1970). The Lower Paleozoic stratigraphy and faunas of the Taurus Mountains near Beyşehir. Turkey. *I Stratigraphy Bull. Brit.Mus. (Nat. Hist.) Geol.* 19, 411-426.
- Delikan A. (2019). Selçuk Üniversitesi. Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü. <https://www.haberler.com/konya-yerkopru-selalesi-bolgesinde-cokme-riski-12686317-haberi/> adresinden edinilmiştir.
- Eriñç, S. (1970). Türkiye kuvaterneri ve jeomorfolojinin katkısı. *Jeomorfoloji Dergisi*, 2, 12-35.
- Eriñç, S. (1972). *Jeomorfoloji II (Güncelleştirilmiş Yeni Basım)*. DER Yayınları.
- Erol, O. (1979). Dördüncü çağ (Kuvaterner) jeoloji ve jeomorfolojisinin ana çizgileri. Ankara Üniversitesi. *Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi Yayınları*, No: 289.
- Ertek, T. A. (2014). *Kuaterner coğrafyası*. Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi İstanbul Üniversitesi. E-kitap, İstanbul.
- Ertek, T. A. (2017). *Antropojenik Jeomorfoloji*. Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi İstanbul Üniversitesi 2016-2017 Ders Yılı. E-kitap, İstanbul
- Güneysu, A. C. (1993). *Kovada Gölü doğusunun karst jeomorfolojisi* [Yayımlanmış doktora tezi]. İstanbul Üniversitesi.
- Mevlana Kalkınma Ajansı (2016), Hadim İlçe Raporu 2014. 6 Mayıs. <https://silo.tips/download/hadim-le-raporu-2014#>
- Kaya, B. (1995). *Bozkır-Hadim-Belören arasındaki bölgenin (Konya) fiziki coğrafyası ile erozyon ilişkilerinin araştırılması* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Selçuk Üniversitesi.
- Keser, N. (2004). Bezirgan polyesi ve yakın çevresinin karst jeomorfolojisi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 42, 11-46.
- Koçyiğit, A. (1984). Güneybatı Türkiye ve yakın dolayında levha içi yeni tektonik gelişim. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 27, 1 -16.
- Lewin, J. and Woodward, J. C. (2009), Karst geomorphology and environmental change. in J. C. Woodward (ed.), *The Physical Geography of the Mediterranean (287-317)*. Oxford University Press.
- Mert, M. (2014). *Yerköprü Şelalesi (Hadim, Konya) ve yakın çevresindeki güncel tufa oluşumlarının sedimantolojisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Selçuk Üniversitesi.
- Nazik, L. (2018). Yeraltı Karanlıklar Dünyasının Gizemli Oluşumları: Mağaralar. *Mavi Gezegen Popüler Yerbilim Dergisi*, 24, 20-36.
- Özgül, N. (1997). Bozkır-Hadim-Taşkent Orta Toroslar'ın kuzey kesimi dolaylarında yer alan tektono – stratigrafik birliklerin stratigrafisi. *MTA Enstitüsü Dergisi*, 119, 117-174.
- Özgül, N. (1976). Toroslar'ın bazı temel jeoloji özellikleri. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 19, 5-78.
- Özgül, N. ve Gedik, İ. (1973). Orta Toroslar'da Alt Paleozoyik yaşta Çaltepe Kireçtaşı ve Seydişehir Formasyonu'nun stratigrafisi ve konodont faunası hakkında yeni bilgiler. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 16(2), 39-52.

- Özgül, N. (1971). Orta Torosların kuzey kesiminin yapısal gelişiminde blok hareketlerinin önemi. *MTA Enstitüsü Dergisi*, 14(1), 85-101.
- Uzun, M. (2020). Antropojenik jeomorfoloji kapsamında rölyefin değişim analizi: Ataşehir (İstanbul) örneği. *Ankara Üniversitesi Coğrafi Bilimler Dergisi/Turkish Journal of Geographical Sciences*, 18(1), 57-84, doi: 10.33688/aucbd.684790.
- Sür, A. (1994). Karstik yer şekilleri ve Türkiye'den örnekler. *Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Dergisi*, 3, 1-28.
- Sweeting, M. M. (1973). *Karst Landforms*. Colombia University Press.
- Şengör, A. M. C. (1984). The Cimmeride orogenic system and the tectonics of Eurasia. *Geological Society of America Special Paper*, 195, 1-82.
- Turan, A. (2000). Korualan–Bağbaşı (Hadim–Konya) arasındaki bölgenin yapısal özellikleri. *D.E.Ü. Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 2(3), 55-66.
- Turan, A. (1990). *Toroslar'da Hadim ve güneybatısının jeolojisi stratigrafisi ve tektonik gelişimi* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Selçuk Üniversitesi. Konya 240.
- Turan, A., Kurtman, F., Seymen, İ. (2007). Toroslar'da Hadim bölgesinin Paleotektonik dönem jeolojik evrimi. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 23(116), 116-130.
- Yılmaz, H. (2007). *Hadim ilçe merkezinin beşerî ve ekonomik coğrafyası* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Selçuk Üniversitesi.