



Sosyal, Beşerî ve İdari Bilimler Dergisi

2024, 7(8): 588-605.

DOI: [10.26677/TR1010.2024.1430](https://doi.org/10.26677/TR1010.2024.1430)

ISSN: 2667-422X Dergi web sayfası: www.sobibder.org



ARAŞTIRMA MAKALESİ

Avşin-Aras (Kağızman) Bazalt Sütunlarının Morfolojik Yapısı, Oluşumu ve Ekoturizm Potansiyeli (Kars)

Dr. Öğr. Üyesi Nurcan AVŞİN, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Van, e-posta: nurcanavsin@yyu.edu.tr

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5588-0672>

Metin ARAS, Yüksek Lisans Öğrencisi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Van, e-posta: metinaras36@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2277-697X>

Öz

Yeryüzü şekilleri bir bölgenin turistik çekiciliği konusunda oldukça önemli bir unsur teşkil etmektedir. Bilhassa ender görülen jeomorfolojik oluşumlar buldukları bölgenin coğrafi, ekolojik ve turistik yapısını zenginleştirmektedirler. Araştırmaya konu olan Avşin-Aras bazalt sütunları dünya üzerinde nadir gelişen yer şekillerinden biri olup ilk kez bu çalışma kapsamında tespit edilmiş ve isimlendirilmiştir. Doğu Anadolu Bölgesi'nin Kars ili Kağızman ilçesi sınırları içerisinde yer alan söz konusu oluşumlar bölgedeki volkanik aktivite ile lavlarının geniş yayımlı akarak soğuması esnasında sınırlı bir alanda, özel koşullar altında meydana gelmiştir. Ancak gerek literatürde gerekse bölgede yeterince bilinmemektedirler. Çalışmanın amacı bu bölgedeki bazalt sütunlarının oluşumunu, morfolojisini, ekolojik kaynak değerini ortaya koymak ve bu özel yer şekillerini bir turizm unsuru olarak Kağızman ilçesine ve literatüre kazandırmaktır. Bu amaçla araştırma alanında çeşitli tarihlerde arazi çalışmaları gerçekleştirilmiş, bazalt sütunlarında ölçüm ve görüntüleme yapılmış, sahanın jeolojik ve morfolojik analizleri neticesinde jeomorfolojik haritalama ortaya konulmuş, elde edilen bulgular ulusal ve uluslararası literatürle kıyaslanmıştır. Buna göre, akışkan yapısı ile geniş alanlara yayılma özelliği gösteren bazaltik lavların Geç Miyosen döneminde Türkiye'nin çatısı durumundaki Kars Platosu'nun yamaçlarında soğuması neticesinde sınırlı bir alanda genellikle beşgen-altıgen sütunlar şeklinde oluşumlar meydana gelmiştir. Sahayı drene eden Aras Nehri'nin Kars Platosu'nu kazarak kendisine derin bir vadi oluşturması sürecinde bu sütunlar yüzeye çıkmış ve önemli bir morfolojik üniteyi meydana getirmiştir. Ancak bazalt sütunlarının topografyadaki konumu ve ulaşım zorluğu bu alanın yöre halkı tarafından dahi yeterince bilinmemesine neden olmuştur. Söz konusu oluşumlar oldukça muntazam yapıda olup Türkiye'de ve dünyada görülen sınırlı örneklerden biridir. Bu nedenle Avşin-Aras bazalt sütunlarının gerek bilim dünyasına gerekse bölge turizmüne kazandırılması önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Volkanik jeomorfoloji, Bazalt sütunları, Aras Nehri, Kars.

Makale Gönderme Tarihi: 22.05.2024

Makale Kabul Tarihi: 01.08.2024

Önerilen Atf:

Avşin, N. ve Aras, M. (2024). Avşin-Aras (Kağızman) Bazalt Sütunlarının Morfolojik Yapısı, Oluşumu ve Ekoturizm Potansiyeli (Kars), *Sosyal, Beşerî ve İdari Bilimler Dergisi*, 7(8): 588-605.



Journal of Social, Humanities and Administrative Sciences

2024, 7(8): 588-605. DOI:10.26677/TR1010.2024.1430

ISSN: 2667-422X Dergi web sayfası: www.sobibder.org



RESEARCH PAPER

Morphological Structure, Formation and Ecotourism Potential of Kağızman-Avşin-Aras Basalt Columns (Kars)

Assistant Prof. Dr. Nurcan AVŞİN, Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Literature, Van, e-mail: nurcanavsin@yyu.edu.tr

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5588-0672>

Metin ARAS, MSc. Student, Van Yüzüncü Yıl University, Institute of Social Sciences, Van, e-mail: metinaras36@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2277-697X>

Abstract

Landforms constitute a very important element in the touristic attractiveness of a region. Especially rare geomorphological formations enrich the geographical, ecological and touristic structure of the region in which they are located. Avşin-Aras basalt columns, which are the subject of the research, are one of the rare landforms in the world and were identified and named for the first time within the scope of this study. These shapes, located within the borders of Kağızman district of Kars province of the Eastern Anatolia Region, were formed in a limited area and under special conditions during the volcanic activity in the region and the widespread flowing of the lava. However, these formations are unknown both in the literature and in the region. The aim of the study is to reveal the formation, morphology and ecological resource value of the basalt columns in the region and to introduce these special landforms to Kağızman district and literature as a tourism element. For this purpose, field studies were carried out in the research area on various dates, measurements and imaging were made on basalt columns, geomorphological mapping was produced as a result of geological and morphological analyzes of the field, and the findings were compared with national and international literature. Accordingly, as the basaltic lavas, which have the feature of spreading over large areas with their fluid structure, cooled on the slopes of the Kars Plateau, which is the roof of Turkey, in the Late Miocene period, formations generally in the form of pentagonal-hexagonal columns occurred in a limited area. During the process of the Aras River, which drains the area, digging into the Kars Plateau and creating a deep valley for itself, these columns came to the surface and formed an important morphological unit. However, the location of the basalt columns in the topography and the difficulty of transportation have caused this area to be unknown even to the local people. The formations have a very regular structure and are one of the rare examples in Turkey and the world. For this reason, it is important to introduce the Avşin-Aras basalt columns to both the scientific world and regional tourism.

Keywords: Volcanic geomorphology, Basalt columns, Aras River, Kars.

Received: 22.05.2024

Accepted: 01.08.2024

Suggested Citation:

Avşin, N. and Aras, M. (2024). Morphological Structure, Formation and Ecotourism Potential of Kağızman-Avşin-Aras Basalt Columns (Kars), *Journal of Social, Humanities and Administrative Sciences*, 7(8): 588-605.

GİRİŞ

Yeryüzünün şekillenmesinde en önemli etkenlerin başında tektonizma ve volkanizma gelmektedir. Kaynağını yerin derinliklerinden alan bu iki etmen üst mantonun en üst katmanında (astenosfer) meydana gelen konveksiyonel hareketlerin sebep olduğu levha tektoniği süreci ile gerçekleşmektedir (Şengör, 1980; Şengör ve Yılmaz, 1983). Bu nedenle tektonik ve volkanik aktivitenin yoğun olduğu alanlarda etkin bir kabuk hareketlenmesinden söz edilebilir. Volkanik aktivitenin türü ve şekli konusunda ise önemli bir çeşitlilik söz konusudur. Yer kabuğunun derinliklerinde, içinde tümüyle veya kısmen ergimiş maddelerin ve gazların (su buharı, karbondioksit, kükürtdioksit vb.) bulunduğu sıcak çözelti olarak tanımlanan magma (Yiğitbaşıoğlu, 2000; Slezin, 2003; Helvacı, 2013), karakterini bileşimindeki silisyum dioksitten (SiO₂) alarak bazik (akışkan) ve asidik (kıvamlı) türde olmak üzere iki farklı şekilde akış göstermektedir (Yiğitbaşıoğlu, 2000). Yine magmanın yeryüzündeki kırık hatlarından yüzeye ulaşması ya da katı yer kabuğu içerisine sokularak soğuması ile yüzey ve derinlik volkanizması; yeryüzüne ulaşma şekline bağlı olarak da alansal, çizgisel, merkezi püskürme sınıflandırmaları yapılmıştır (Slezin, 2003; Hickson vd., 2013). Bütün bu sınıflamalar volkanik aktivitenin tek tip olmadığını, litosferdeki etkisinin ve devamlılığının çeşitlilik gösterdiğini ortaya koyan yaklaşımlardır. Volkanizmanın en önemli ürünlerinden biri olan lavlar ise bazik karakterde ve yüzey volkanizması halinde faaliyet gösterdiğinde oldukça geniş alanlara yayılarak soğuyan ve katılaştıran bazalt formasyonlarını oluşturabilmektedir. Siyah/grimsi siyah renkte olan ve binlerce km²'lik alan kaplayan bu formasyonlar yeryüzünde platolar oluşturabildiği gibi prizmalar ve sütunlar şeklinde gelişebilirler (Sür vd., 2009).

Bazalt sütunları gerek jeolojik ve jeomorfolojik, gerekse ekolojik ve turistik değer bakımından ender ve özel oluşumlardır. Dünyada oldukça sınırlı alanlarda görülen bu oluşumların en bilinen örnekleri Kuzey İrlanda, Kaliforniya, Meksika, İskoçya, Namibya ve Avustralya'dadır. Bu sahalar bilimsel ve turistik değerleri nedeniyle koruma alanı ilan edilerek doğal miras sahası olarak statülendirilmişlerdir. Türkiye'de ise volkanik alanların fazlaca olduğu İç Anadolu ve Doğu Anadolu bölgelerinde bazalt formasyonları yaygın şekilde görülmekle birlikte sütun gelişimleri nadiren görülmektedir. Manisa (Çakırca, Kula-Salihli), Sinop, Ankara (Kızılcahamam), Bolu (Seben) gibi lokasyonlar bu konuda ön plana çıkan ve söz konusu doğal oluşumlar nedeniyle tabiat anıtı olarak ilan edilen yerlerdir. Bunlardan Manisa bölgesi diğerlerinden farklı olarak Jeopark ilan edilmiş ve Türkiye'nin ilk Unesco jeoparkı olma özelliği kazanmıştır (Demir ve Aytaç, 2018; Aytaç ve Demir, 2019). Bununla birlikte morfolojik ve jeolojik bakımdan oldukça dikkat çekici olan ancak yeterince bilinmeyen bazı doğal kaynaklarımız da mevcuttur. Bu tür kaynakların sürdürülebilir ve akılcı kullanımıyla ilişkili olan doğa turizmi, doğa-temelli veya doğa-odaklı turizm, yaban hayatı turizmi, macera turizmi, yeşil turizm, alternatif turizm, sürdürülebilir turizm, bilinçli turizm, bilimsel turizm, kırsal turizm ve yumuşak turizm" gibi farklı isimlerle ifade edilebilen ekoturizm kavramına işaret etmektedir. Bu bağlamda ekoturizm, biyolojik çeşitliliğin korunmasına katkı sağlamalı, yerel halka iş fırsatları ve sahiplik sunmalı, bilinçlendirme ve bilgilendirme tecrübeleri içermeli, daha çok küçük turist gruplarına hizmet vermelidir (Erdoğan, 2014). Ekosistemlerin korunmasını hedefleyen, aynı zamanda sürdürülebilir bölgesel kalkınmaya katkı sunan bir çevre koruma stratejisi olan ekoturizm faaliyetlerinde temel belirleyici doğal çevredir (Alaeddinoğlu vd., 2016; Özben, 2022; Okudum vd., 2023). Doğal çevre ise bazalt sütunları gibi, yeryüzünün jeomorfolojik kaynaklarını kapsamaktadır.

Çalışmaya konu olan Kağızman bazalt sütunları Doğu Anadolu Bölgesi'nin Erzurum-Kars Bölümü'nde, Kars'a bağlı Kağızman ilçesi sınırlarında yer almaktadır (Şekil 1). Bazalt sütunlarının konumu (sahanın, Kars Platosu'nun oldukça yüksek ve eğimli yamaçlarında yer

bu oluşumların ekoloji temelli turizm potansiyeli değerlendirilerek sahanın gelişimi için çeşitli öneriler sunulmuştur.

ARAŞTIRMA ALANININ JEOLJİK VE JEOMORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Litolojik ve Tektonik Yapı

Doğu Anadolu Bölgesi Orta Miyosen'de başlayan neotektonik dönem öncesinde penepren ya da peneprene yakın bir paleocoğrafyaya sahiptir (Şaroğlu ve Güner, 1981). Bu sade topografya Miyosen ortalarında (günümüzden yaklaşık 11-16 milyon yıl önce) Arap ve Avrasya levhalarının çarpışmasıyla sıkışarak bozulmuş ve yeni bir morfoloji kazanmıştır. Bugün bölgenin ana hatlarını meydana getiren D-B doğrultulu kıvrımlar, D-B doğrultulu ve yüksek açılı bindirmeler, K-G yönlü açılma çatlakları, KD-GB, KKD-GGB doğrultulu sol yanal atımlı faylar, BKB-DGD, KB-GD doğrultulu sağ yanal atımlı faylar söz konusu sıkışma rejiminin ürünleridir (Şaroğlu ve Güner, 1981). Ancak neotektonik hareketler Miyosen ve yakın mazisi ile sınırlı kalmamıştır. Miyosen'den sonra tektonizma oldukça şiddetli ve geniş ölçekli devam etmiş (Şengör, 1980), bu hareketlere volkanik faaliyetler de eşlik etmiştir.

Bölgede merkezi volkanizma ve yarık volkanizması (açılma çatlakları vb.) sonucunda çıkan malzemenin çevreye yayılmasıyla geniş alanları kaplayan yüksek platolar ile tektonik kökenli depresyonlar mevcuttur. Araştırma alanı ve çevresi bu kapsamda değerlendirildiğinde yamaçlarında bazalt sütunlarının yer aldığı Kars Platosu, bölgeyi KD-GB doğrultusunda keserek geçen ve volkanizmanın gelişimi süresince aktif olan doğrultu atımlı fay sistemleri içindeki yerel gerilme alanları ve çatlaklar boyunca yüzeye çıkan lavların ürünüdür. Bu çatlaklardan çoğu, daha sonra çıkan volkanik materyalle örtülmüştür. Kars Platosu'nun volkanitleri ise doğuya doğru gidildikçe gençleşir. Paslı köyünün 1 km. kuzeyinde söz konusu birimden alınan numunenin K/Ar yöntemiyle saptanan yaşı 3.40 (± 0.10) milyon yıl iken daha doğuda Yağlıca Dağı'nın güney yamaçlarında 2.72 (± 0.10) milyon yıl olarak belirlenmiştir (Keskin vd., 1998). Elde edilen tüm yaş bulguları, Kars Platosu volkanitinin yaşının 1.5 my'a kadar gençleştiğini göstermektedir.

Araştırma alanının içine alan ve Kars Platosu'nun güneyinde yer alan Kağızman Havzası ise Geç Alpin hareketlerinin sebep olduğu blok tektonizmasından etkilenen Doğu Anadolu'nun yüksek dağlık alanları arasında kimi zaman tek, kimi zaman ardışık halde gelişmiş önemli çöküntü alanlarından biridir (Şekil 2). Benzer şekilde oluşmuş Oltu, Narman, Pasinler, Horasan, Tuzluca ve Iğdır havzalarında olduğu gibi Kağızman Havzası'nda da depresyon tabanının göller tarafından işgal edilmesi ve çevreden bu göllere nehirlerin karışmasıyla sahanın ilk drenaj ağı belirmeye başlamıştır. Literatürde Neojen havzaları olarak isimlendirilen bu depresyonlarda zamanla göl ortamının sona ermesiyle havza tabanına akarsular yerleşmiştir. Kağızman-Iğdır depresyonlarına batı-doğu yönünde Aras Nehri'nin yerleşmesi böyle bir sürecin ürünüdür (Atalay, 1982; Sümengen, 2009). Aras Nehri, jeomorfolojik evrimi sırasında yatağını derin bir şekilde kazmış ve Kars Platosu'nun bugünkü görünümünün ve yamaç oluşumunun en önemli aktörlerinden biri olmuştur.

uyumsuz olarak uzanan Mescitli formasyonunun yaşı K/Ar yaş verilerine göre 6-7 milyon yıl olarak belirlenmiş olup buna göre birimin yaşı Geç Miyosen olarak kabul edilmiştir (Keskin, 1998). Dolayısıyla bazalt sütunlarının da Geç Miyosen yaşta olduğu söylenebilir. Birim, açık renkli riyolitik ve bazen riyodasitik bileşiminde afiritik dokulu, epiklastik tüf düzeyleri ve ortalama 2-5 m kalınlıkta bazik-ortaç lav ve aglomera ara katkıları içerir ve genellikle riyolitik bileşimde piroklastik akıntı, döküntü ve surge yapılarından oluşmaktadır. Birim içinde, bileşimleri genelde riyolitik olup yer yer dasite kadar ulaşan küçük porfiritik domlar ve bazik lav ara katkıları vardır (Keskin, 1998).

Bazalt Sütunlarının Oluşumu ve Jeomorfolojik Yapısı

Volkanizma, yeryüzünün şekillenmesinde en önemli etkenlerden biri olarak kimi zaman lav platoları, piroklastik örtüler, peri bacaları, volkan konileri, krater ve kalderalar gibi nispeten yaygın yer şekilleri oluşturmakta, kimi zaman da dünyada ve Türkiye’de oldukça sınırlı sahalarda görülebilen ender oluşumlar meydana getirmektedir. Araştırmamızın konusunu oluşturan *Avşin-Aras bazalt sütunları* bu ender ve özel oluşumlardan biridir.

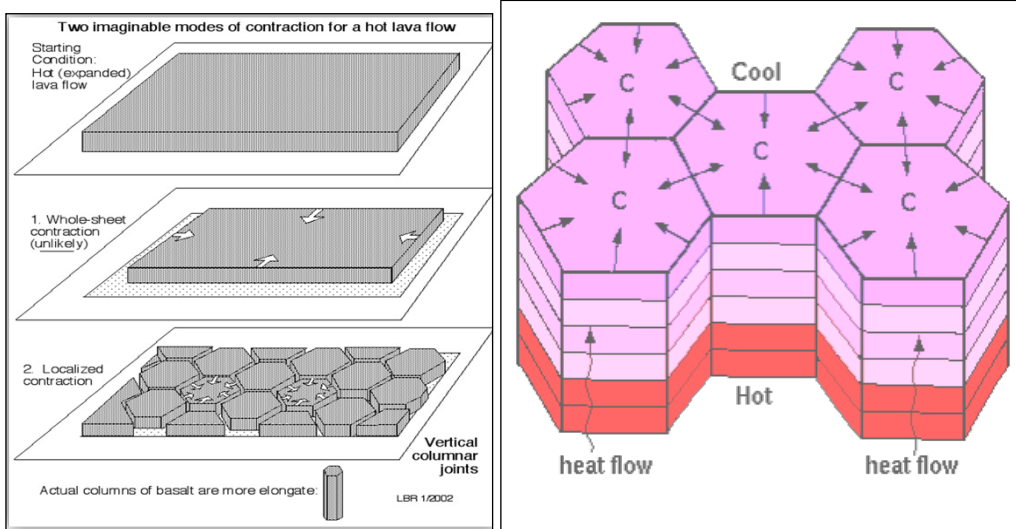
Literatürde bazalt sütunları (basalt columns) olarak adlandırılan bu yer şekilleri kimi bölgelerde lav sütunları şeklinde ifade edilebilmektedir. İlk kez 17. yy. ‘da Kuzey İrlanda’da rapor edilen sütunlar bugün hala dünyada en iyi bilinen ve üzerinde çok sayıda araştırmanın yapıldığı bölge olma özelliği taşır (Goehring ve Morris, 2008). Bu ilk raporlama sonrasında dünyanın farklı bölgelerinde benzer morfolojik yapılar tespit edilmiş olmakla birlikte bu oluşumların kökenleri üzerinde uzun süre tartışmalar devam etmiş, hatta muntazam biçimlerde karşımıza çıkan bu yapıların oluşum süreci laboratuvar ortamında çok sayıda deneye konu olmuştur (Tomkeieff, 1940).

Bugün gelinen noktada bazalt sütunları, yeryüzüne ulaşan bazik (akışkan) karakterdeki lavların meydana getirdiği geniş düzlüklerin ve platoların aksine, özel koşullar altında soğuyan ve genellikle altıgen (bazen dörtgen ya da beşgen) prizmalar halinde şekillenen volkanik yapılardır (Müller, 1998; Tanner, 2013; Helvacı, 2013; Wang ve Zhou, 2021). Yerkabuğundaki kırık ve çatlaklar boyunca yeryüzüne ulaşan bazalt lavları, eski topografik yapının uygun olduğu az eğimli/çukur bölgelerde birikerek lav göllerini oluşturmakta bu lav göllerinde alttan veya üstten soğuma başlamaktadır (Müller, 2008). Böylece, bazalt lavlarının soğuması esnasında % 5-10 oranında hacim kaybı ile lavın kristalleşmesi (soğuması) sürecinde sütunları oluşturan ilk çatlaklar meydana gelir (Müller, 1998; Tanner, 2013; Wang ve Zhou, 2021) (Şekil 4, 5, 6).

Soğumanın alttan üste veya üstten alta doğru olması ya da soğumaya suların katkıda bulunması sütunların şeklini ve tabaka duruşunu etkileyen bir unsurdur (Phillips vd., 2013; Wang ve Zhou, 2021). Morfolojik yapıda önemli belirleyicilerden biri olan bu durum kimi zaman dikey sütunların oluşumuna sebep olurken kimi zaman da yatay sütunlar meydana getirmekte, hatta yer yer karmaşık sütunumsu yapılar ortaya çıkarabilmektedir. Örneğin tabandan başlayan bir soğuma, akma yüzeyine dik gelişen sütunlar oluşturmakta, lavın üzerinin sular tarafından kaplanması ve suların çatlaklardan lavın içine sızması ise daha hızlı bir soğuma gerçekleştireceğinden bu alanlarda çeşitli yönlerde ve eğimlerde düzensiz sütunlar meydana getirmektedir (Phillips vd., 2013; Wang ve Zhou, 2021). Buna göre lavın soğuma hızının oldukça önemli bir etken olduğu söylenebilir. Öyle ki, yapılan deneysel araştırmalarda kritik bir soğuma hızından söz edilmektedir. Buna göre hızlı soğuma durumunda beşgen, daha yavaş soğuma durumunda ise altıgen sütunların meydana geldiği tespit edilmiştir (Toramaru ve Matsumoto, 2004).



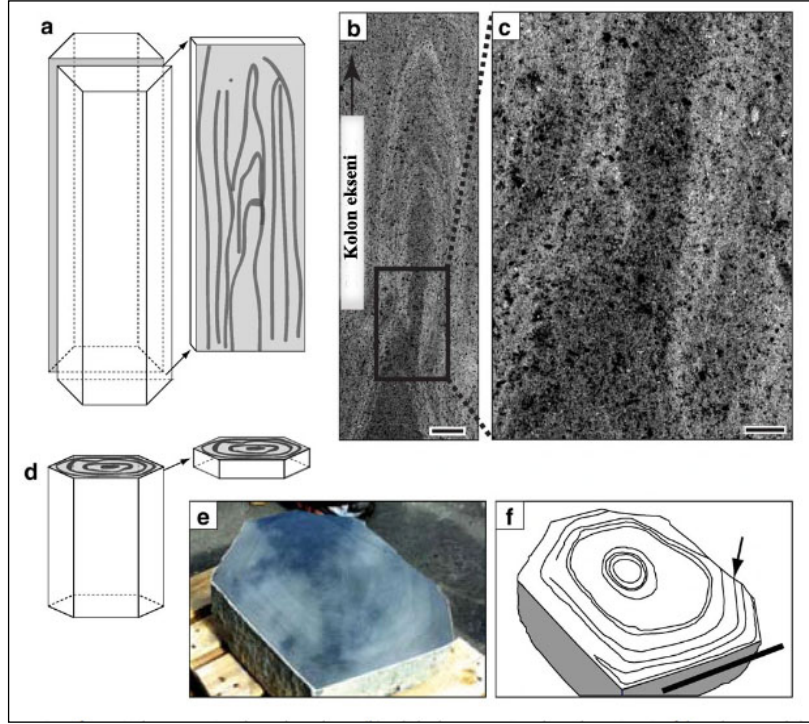
Şekil 4: Bazaltik lavların sütun şeklinde soğumasına bir örnek (Wang ve Zhou, 2021)



Şekil 5: (A) Lav akışı sonrası iki tür soğuma süreci (1.geniş yayımlı, 2.sütunumsu), (B) Birlikte düzenli bir yapı meydana getiren altıgen prizmaların hacim kaybetme/daralma sütunlaşma süreci

Kaynak: (<https://www.nps.gov/depo/learn/nature/geology.htm>).

Araştırma alanın konumlandığı Kars Platosu Türkiye'nin ve Doğu Anadolu'nun en önemli volkanik sahalarından biri olmakla birlikte morfolojik olarak da sahip olduğu yüksek plato niteliğiyle bu önemini korumaktadır. Bölgedeki merkezi volkanizma ve yarık volkanizması sonucunda yeryüzüne ulaşan lavların kapladığı bu yüksek saha (Şekil 8) Türkiye'nin çatısı olarak (Erzurum-Kars Platosu) anılmaktadır. Kars Platosu, B-D yönünde akış gösteren Aras Nehri tarafından derince yarılarak büyük bir vadi oluşumuna sahne olmuştur (Şekil 7). Bu vadinin (Aras Nehri vadisi) yamaçlarında Doğu Anadolu'nun en iyi volkano-startigrafik kesitleri yüzeylenmektedir (Duru ve Keskin, 2021). Aynı zamanda vadi yamaçlarında çeşitli yüksekliklerde tespit edilen eski akarsu yatağı depoları (sekiler) Aras Nehri Havzası'nın ve yakın çevresinin jeomorfolojik evriminin aydınlatılması açısından oldukça önemlidir (Avşin ve Aras, 2021).



Şekil 6: Bazalt sütunlarının içyapılarından bir örnek. a. Bir sütunun dikey kesitinin şematik gösterimi; b. Kolonun ana ekseninin kesiti (ölçek çubuğu 15 mm'dir); c. Aynı kolonun büyütülmüş hali (ölçek çubuğu 5 mm'dir); d. Bir sütunun yatay kesitinin şematik gösterimi; e. Kolon eksenine dik kesilmiş kesit; f. Netlik sağlamak amacıyla (b) ve (c)'deki fotoğrafların içyapısı

Kaynak: (Mattsson vd., 2011).

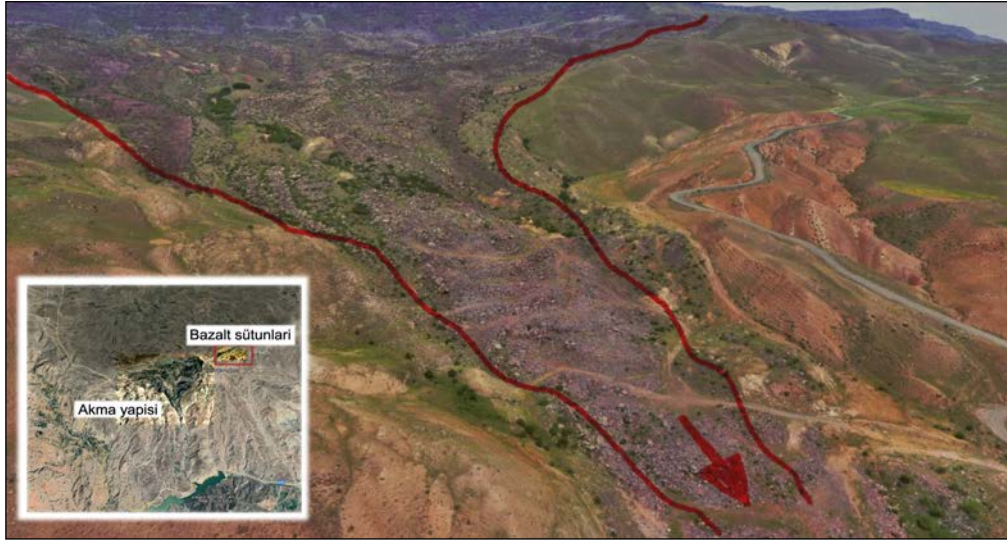
Bu çalışmaya konu olan bazalt sütunları, Kars Platosu'nun üst yüzeyine yakın dik yamaçlarında muntazam gelişim göstermiş volkanik oluşumlardır (Şekil 9, 10, 11). Kağızman ilçesine bağlı Yukarı Karagüney Köyü yakınlarında tespit edilen sütunların morfolojisi bölgedeki akışkan (bazaltik) lavların yeryüzüne ulaştıktan sonra soğumaya başlamaları esnasında hacimlerinin küçülmesi neticesinde şekillenmiş, sonuç olarak beşgen ve altıgen yapılar meydana gelmiştir. Bu sütunların dikey doğrultuda (akma yüzeyine dik) oluşları ve muntazam şekilde gelişmeleri Geç Miyosen'de bölgede aktif olan volkanik faaliyetler esnasında lavların en azından bu kesimde tabandan soğumaya başladığını göstermektedir. Aynı zamanda Avşin-Aras bazalt sütunlarının düzgün biçimli çatlak ve prizma yapısı sütunları meydana getiren lav kütlelerinin homojen olduğunu göstermektedir (Şekil 10, 11). Ancak çalışma alanı içerisinde Avşin-Aras bazalt sütunlarının yakın çevresinde tespit edilen bazı oluşumlar (düzensiz gelişmiş sütunumsu yapılar) o kesimde oldukça hızlı bir soğumanın gerçekleşmiş olduğuna işaret etmektedir. Aksi halde katılma (soğuma) olduktan sonra böylesine dirençli bir yapıda sütunların tektonizma vb. nedenlerle kıvrım kazanması zordur (Şekil 12).

Avşin-Aras bazalt sütunları, düzenli morfolojik yapılarının yanında 50-80 cm kadar çapa ve 10-15 metrenin üzerinde uzunluğa sahiptir. Ancak bu uzunluğun, sütunların alt bölümlerinin örtülü olabileceği ihtimali ile görünenden daha fazla olduğu düşünülmektedir. Saha içerisinde yaklaşık 370-400 metre mesafede devam eden bu oluşumlar deniz seviyesinden yaklaşık 1895 metre, nehir yatağı seviyesinden ise 800 metre yükseklikte bulunmaktadır (Şekil 8-11). Türkiye'deki ender örneklerden biri olarak Kağızman için büyük önem taşıyan bu sütunların,

dünyada ve Türkiye’de tespit edilen diğer örnekleri gibi koruma altına alınması ve doğa turizmine kazandırılması faydalı olacaktır.



Şekil 7: Alan ve Yakın Çevresinin Ana Morfolojik Birimleri (Batıdan Doğuya Bakış).



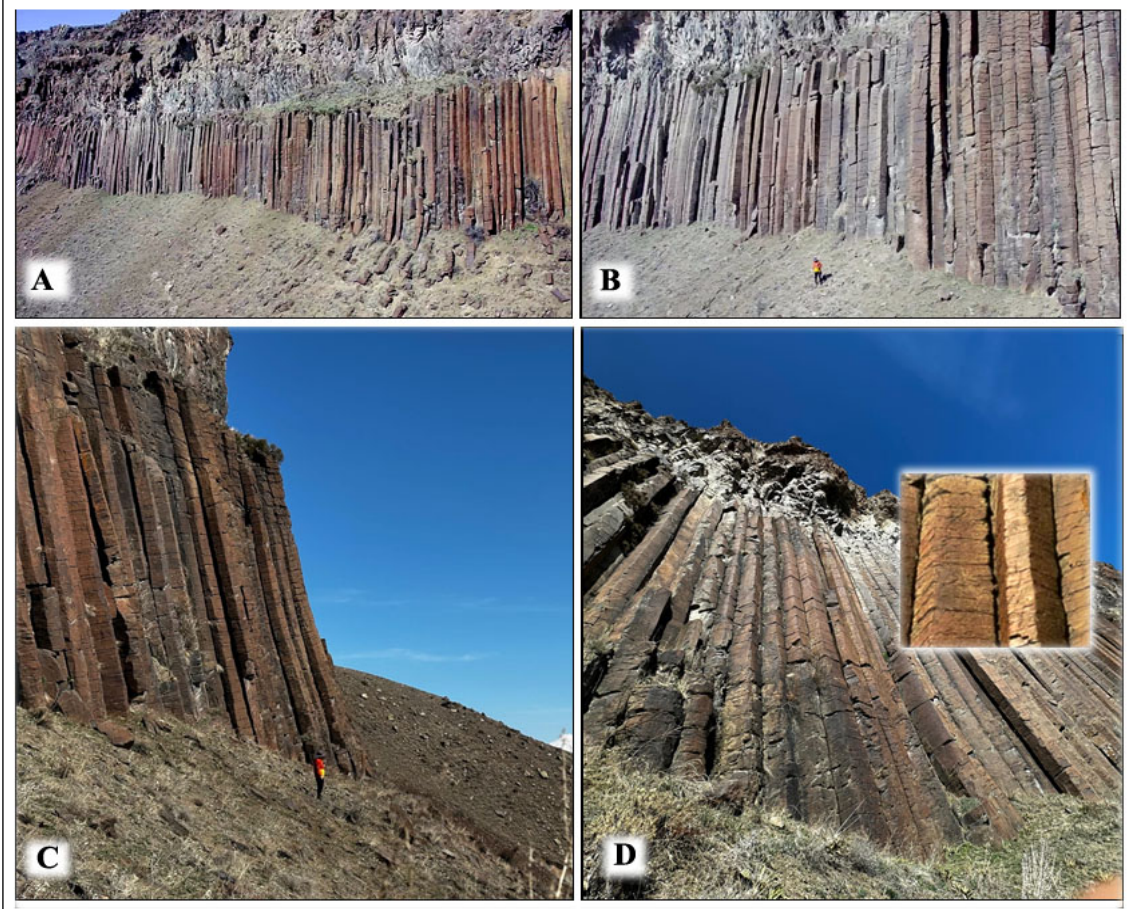
Şekil 8: Bazalt Sütunlarının Doğusunda Bulunan Akma Yapısı (GB’den KD’ya Bakış).



Şekil 9: Bazalt Sütunlarının Kuşbakışı Görünümü (D’dan B’ya) ve Yukarı Karagüney Yolu



Şekil 10: Mescitli Formasyonu ve Avşin-Aras Bazalt Sütunlarının Karşıdan Görünümü.



Şekil 11: Bazalt Sütunlarının Çeşitli Açılardan Görünümleri (Dron Çekimi; Metin Aras)

Yukarıda bahsedildiği gibi, tamamen bazaltik lavlardan oluşan bu kesimin çevresinde yer yer, oldukça hızlı bir soğumanın eseri olan düzensiz gelişmiş sütunumsu yapılar tespit edilmiştir. Ancak görüldüğü kadarıyla bu tür alanlar araştırma alanı ve yakın çevresinde sınırlıdır (Şekil 12). Düzensiz gelişim gösteren oluşumlar Avşin-Aras bazalt sütunlarının yaklaşık 200-250 metre doğusunda yer almaktadır (Şekil 12).



Şekil 12: Çalışma Alanında Tespit Edilen Düzensiz Sütunumsu Yapılar.

ALANIN EKOTURİZM POTANSİYELİ ve ÖNEMİ

Bacasız sanayi olarak nitelendirilen ve ülkelere önemli bir ekonomik gelir sağlayan turizm sektöründe son yıllarda farklı bazı turizm türleri ortaya çıkmıştır. Bu noktada önem arz eden turizm türlerinden biri de ekoturizmdir (Özgüç, 2017; Alaeddinoğlu vd., 2016; Tutcu, 2021). Ekoloji kavramının turizm ile birleştirilmesi ile ortaya çıkan bu olgu Alaeddinoğlu vd., (2011) tarafından, doğaya yapılan koruma amaçlı keşifler sonucu ziyaretçiler ile doğa arasındaki etkileşimi öğrenme yoluyla geliştiren ve yöre insanı ile ziyaretçilerde çevresel farkındalığı arttırırken sosyo-kültürel ilerlemeye de katkıda bulunan, bölge ve ülke ekonomisinin gelişimine doğrudan ve dolaylı yararlar sağlayan sürdürülebilir bir turizm aktivitesi olarak tanımlanmaktadır.

Araştırma alanı (Avşin-Aras bazalt sütunları ve yakın çevresi), gerek jeolojik gerekse jeomorfolojik özellikleri itibariyle bölge için oldukça önemli ve dikkat çekici bir doğal kaynaktır. Ancak bulunduğu konum ve bölgedeki bilimsel altyapı yetersizliği nedeniyle bugüne kadar varlığı ve niteliği yeterince fark edilememiştir. Ancak bugün gerek dünyadaki gerekse Türkiye'deki benzer örnekleri üzerinde yapılan uygulamalar çerçevesinde bu sahanın literatüre ve Kağızman turizmüne kazandırılması hedeflenmektedir. Bu bağlamda, Stone (2015) tarafından ifade edildiği gibi ekoturizm planlaması ve yönetim sürecinin karışık ve bir o kadar da farklı grupları ilgilendiren bir süreç olması sebebiyle, bunu geliştirmenin ve olgunlaştırabilmenin doğal ortamındaki paydaşların (yerel halk ve yönetimler) katılımı ve desteklenmesiyle başarılı sonuçlara ulaşabileceği bir gerçektir (Okudum vd., 2023). Çalışma alanı, doğa-temelli ve bilimsel tabanlı bir turizm değeri olarak kullanılabilir nitelikte olup ekoturizm faaliyetlerine oldukça müsaittir. Şöyle ki;

1. *Eko-Destinyasyon* bakımından doğası bozulmamış, herhangi bir sanayi sektörüne kullanılmamış, jeolojik miras ve doğal-bilimsel kaynak statüsü kazanılabilecek bir sahadır. Dünyadaki (Kuzey İrlanda, Kaliforniya, Meksika, İskoçya, Namibya ve Avustralya) benzer örnekler koruma alanı ilan edilerek *doğal miras* statüsü kazanmışlardır. Türkiye'deki örnekleri de (Manisa "Çakırca, Kula-Salihli", Ankara "Kızılcahamam", Sinop, Bolu "Seben") yine *tabiat*

anıtı olarak statülendirilmiş ve Manisa bölgesi diğerlerinden farklı olarak Jeopark ilan edilerek Türkiye'nin ilk Unesco jeoparkı olma özelliği kazanmıştır.

2. *Yerel halk ve toplum temelli ekoturizm* faaliyetleri bakımından araştırma alanı uygun koşullara sahiptir. Toplum-temelli ekoturizm; "özellikle ev sahibi topluma belirgin yararlar sağlamanın yanında yüksek oranda çevreyi düşünmeyi, yerel halkın kontrolünü ve katılımını sağlamayı amaçlayan bir ekoturizm girişimini" anlatmak için kullanılmaktadır (Erdoğan, 2014). Bu tür alanlarda yaşayan insanlar tarafından kabul gören bir turizm çeşidi olan ekoturizmin yaşatılması yine yerel halkın sahip çıkmasıyla mümkün olabilir (Okudum vd., 2023). Bu doğrultuda çalışma alanının yer aldığı Kağızman ilçesi ile alanın yakın çevresinde bulunan Aşağı ve Yukarı Karagüney köyleri ev sahibi niteliğindedir. Ancak bu noktada ekoturizmin yerel kültüre saygılı bir turizm olması gerekliliği çerçevesinde halkın bu durumdan olumsuz etkilenmesinin önüne geçilmelidir.

3. Bir diğer ekoturizm bileşeni olan *Ekoturistler* bakımından ise sahanın ulaşılması kısmen zor bir konumda olması avantaj sağlayabilir. Çünkü gelecek olan ekoturistler çevreye duyarlı ve sadece belirli amaçlara yönelik seyahat tercihleri sebebiyle (bilimsel turizm, bilinçli turizm, kırsal turizm, macera turizmi, yeşil turizm, yaban hayatı turizmi gibi) bu alanı özellikle görmek isteyeceklerdir. Bu doğrultuda ekoturistlerden, doğanın kıymetini bilme, doğayı seyretme, bozmadan kullanma, doğayla iç içe olma gibi davranışlar beklenmektedir. Ancak her zaman süreç bu doğrultuda olmayabilir. Bu durumda alınabilecek önlemlerin önceden planlanması gerekmektedir.

Örneğin Amerikan Seyahat Acenteleri Birliği'nin (ASTA), turistlerden uymalarını bekledikleri on ekoturizm kuralı şöyledir; 1. Ekosistemin hassasiyetine saygı göstermek. 2. Gidilen sahada sadece ayak izlerini bırakmak, etrafı kirletmemek. 3. Seyahati daha verimli kılmak için, gidilecek alanın kültürü, davranışları, gelenekleri ve coğrafyası hakkında önceden bilgi edinmek. 4. Yöre halkının özel hayatına ve onuruna saygı göstermek. 5. Tehlike altındaki hayvanlardan ve bitkilerden yapılmış olan ürünleri satın almamak. 6. Gidilen yerde sadece belirtilen patikayı takip etmek, hayvanları, bitkileri ve onların doğal habitatlarını rahatsız etmemek. 7. Çevreyi korumaya çalışan kuruluşları ve programları öğrenmek, desteklemek. 8. Mümkün olduğunca motorlu araç kullanmamak, yürümek. 9. Çevre koruma faaliyetlerinde bulunan konaklama, ulaştırma işletmeleri ile tur operatörleri ve seyahat acentelerini kullanmak. 10. Rehberleri çevre kuruluşlarına üye olmaları için teşvik etmek (Erdoğan, 2014).

Bu kurallardan özellikle bir kısmı araştırma sahası için oldukça önemli ve gereklidir. Bilhassa yerel yönetimlerce tanımlanmış/eğitilmiş rehberler eşliğinde, sadece belirtilen güzergâhlardan alana ulaşmak, buradaki oluşumlara zarar vermemek, yerel halkı rahatsız etmemek, gerekli izinleri almak vb.

4. *Faaliyeti Örgütleyenler: Tur Operatörleri ve Seyahat Acenteleri* bakımından alanda yerel yönetimlerce eğitim ve bilgilendirmelerin yapılabileceği kurum ve kuruluşlar mevcuttur. Kaymakamlık, İlçe Jandarma Komutanlığı, karakollar vb. Bu doğrultuda, sahayı ziyaret edecek ekoturistler için gerekli izin işlemleri ve seyahat süreci planlı ve kontrollü olabilecektir.

5. *Konaklama: Ekotesisler* açısından araştırma alanı, başta Kağızman ilçesi olmak üzere çeşitli yerleşim yerlerine yakın mesafededir ve yapılacak yönetim planlaması doğrultusunda kolaylıkla konaklama imkânı sağlanabilir.

6. *Destinasyonda Rehberlik*, yerel yönetimlerin belirleyeceği, gerekli bilgilendirme ve eğitim süreçlerinden geçmiş rehberler sürece dahil edilebileceklerdir. Bu konuda yöre halkından destek alınabilir.

7. *Yasal Düzenlenme: Ulusal Kuruluşlar* ekoturizm faaliyetleri açısından oldukça gerekli olan “Planlama, Uygulama ve Yönetme” adımlarını hızlandırmalıdır. Değeri gün geçtikçe artan alternatif turizm çeşitlerinin bölgeye sağlayacağı faydalar bakımından planlama sürecinin hızla ele alınması faydalı olacaktır.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Avşin-Aras bazalt sütunları, topografik konumları ve nispeten zor ulaşım koşullarına rağmen oldukça muntazam yapıda gelişmiş ender yer şekilleri olup literatürdeki sınırlı örneklerden biridir. Sütunların oldukça dik yamaçlarda ve yüksek bir kesimde yer alması, Aras Nehri vadi tabanına ve ana yola olan mesafesi, bugüne kadar yapının antropojenik etkilerle bozulmadan varlığını sürdürebilmiş olmasına katkı sunmuştur.

Bu özel oluşumlar sahada yeni bilimsel çalışmalara yön verebilecek ve bölge için önemli bir jeolojik-jeomorfolojik miras/kaynak olarak turizme ve ekonomiye katkı sunabilecek niteliktedir. Bu nedenle alanın şu an ki doğal yapısına zarar vermeden, belirli bir yönetim planı çerçevesinde izlenebilecek adımlar şu şekilde özetlenebilir;

1. Yerel yönetimler, ilgili bilim insanları ve yerel halk temsilcileri ile karşılıklı yapılacak görüşmeler çerçevesinde bir yol haritası çıkarılmalı, alan ve çevresini koruyacak sürdürülebilir bir koruma planı devreye sokulmalıdır.
2. Bazalt sütunlarının yer aldığı kesimin ülkemizdeki diğer örneklerde olduğu gibi “Doğal miras- Koruma alanı- Tabiat anıtı” ilan edilmesi yönünde gerekli işlemler başlatılmalıdır.
3. Potansiyel ekoturist profilinin belirlenmeli ve bu kişilere yönelik faaliyetlerin planlanması yapılmalıdır.
4. Ekoturizm faaliyet gelirlerinin yerel halka kazanç getirici özellikleri barındırması sağlanmalıdır (rehberlik, konaklama ve diğer hizmetler).
5. Etkili bir ekoturizm planlamasının ardından ekoturizm pazarlama stratejisi belirlenmelidir (İlgili kurum ve kuruluşların web sayfalarında bilgi verilmesi, yerel ve ulusal basında duyurulması gibi).
6. Turizm faaliyetini organize etme misyonunu ve sorumluluğunu yüklenen tur operatörleri ve seyahat acenteleri belirlenmeli, bu firmalara ve yerel halka gerekli eğitimler verilmelidir. Valilik ve Kaymakamlık kontrolünde yürütülecek bu sürece kolluk kuvvetleri (Kağızman İlçe Jandarma Komutanlığı ve ilgili karakollar) dahil edilmelidir.
7. Bazalt sütunlarına ulaşımın sağlanacağı güzergâhlar belirlenmeli ve bu güzergâhlar üzerinde aralıklı olarak yol gösterim tabelaları konumlandırılmalıdır. Çalışmalarımız sonucunda 3 güzergâh seçeneği belirlenmiştir;

a. Tuzluca yönünden gelişler için; Aşağı Çıyrıklı, Donandı, Karakale ve Yukarı Karagüney güzergâhı kullanılabilir (Şekil 11). Bu güzergâhın mesafesi yaklaşık 20 km olup ilgililenenler için Aşağı Çıyrıklı Köyü yakınlarında bulunan Aras Kuş Cenneti ve Aras Kuş Araştırma ve Eğitim Merkezi ziyaret edilebilir. 18 yıldır faaliyet gösteren merkez, bölgenin zengin kuş türlerinin sayım ve ölçümünü yapmaktadır (Türkoğlu, 2017; Çelik vd., 2021; Şekercioğlu vd., 2023).

b. Kağızman yönünden gelişler için; Aras Nehri vadi tabanından (Kağızman-Tuzluca ana yolu) Devebük, Gülsan Barajı, Yukarı Karagüney köyü güzergâhı kullanılabilir. Bu güzergâh yaklaşık 7 km olup konforlu ve güvenli sürüş imkânı sunabilmektedir (Şekil 13).

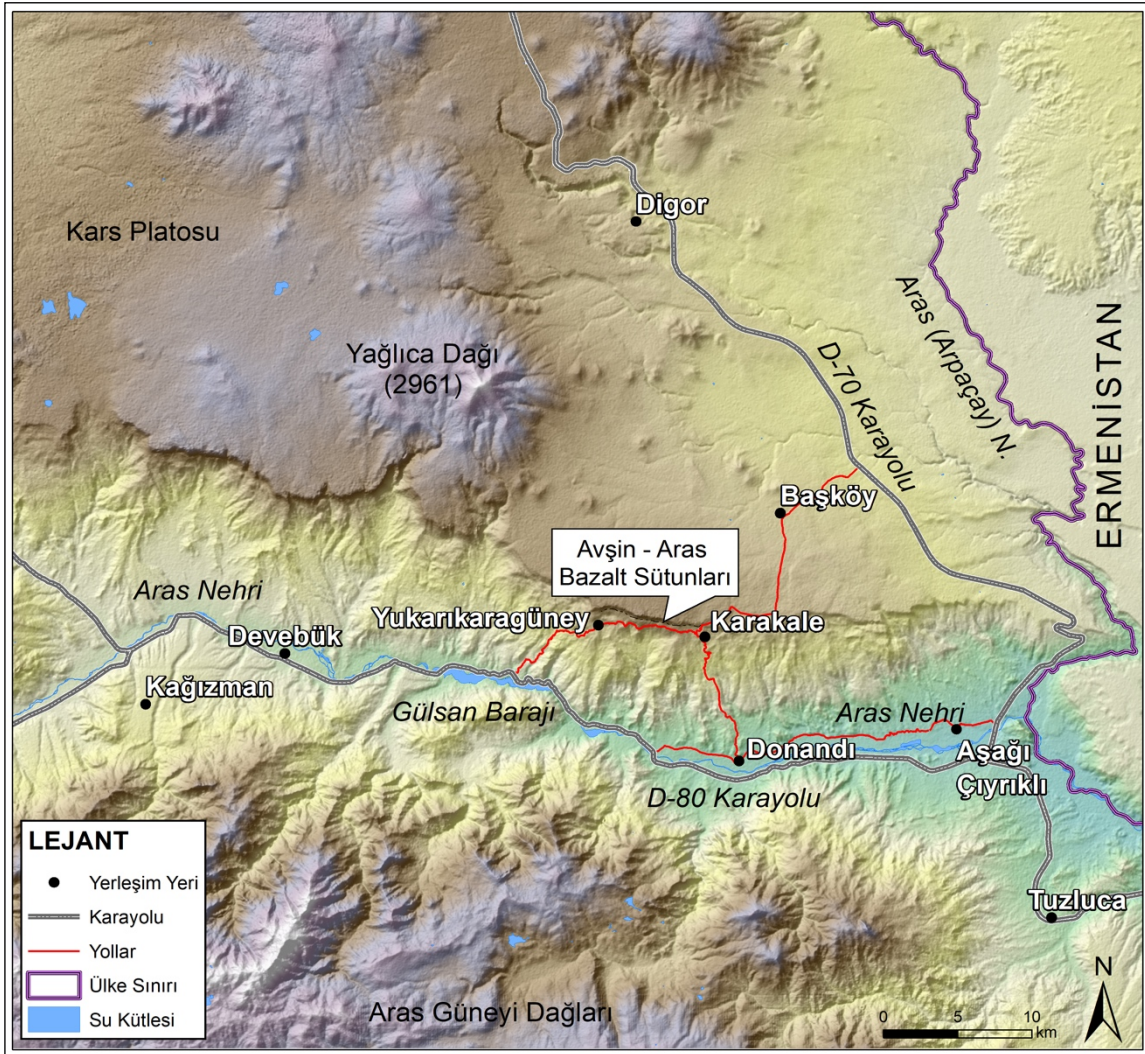
c. Digor yönünden gelişler için ise Kars Platosu üzerinden (Başköy yolu istikametinden) Yukarı Karagüney köyüne bağlanan güzergâh kullanılabilir. Bu güzergâh da yaklaşık 20 km olup Ağrı Dağı manzarası açısından oldukça caziptir (Şekil 11).

8. Bazalt sütunlarının olduğu bölgede kaya düşmesi riskinin önüne geçilmesi ve sütunların ziyaretçiler tarafından olası tahribatının (yazı yazılması, aşındırılması, izinsiz numune alınması, kazılması vb.) engellenmesi amacıyla koruma tedbirleri alınmalıdır. Rehber ve diğer görevlilerin ziyaretçileri uyarması ve yönlendirmesi ya da bir sınır şeridi çekilmesi uygundur.

9. Bazalt sütunlarının bulunduğu alana, sütunların oluşumu, yaşı, önemi ve diğer özellikleri hakkında açıklamalar içeren büyük bir bilgilendirme tabelası konulmalıdır.

10. Gerekli görülmesi halinde bazalt sütunlarının olduğu bölgeden sorumlu kolluk güçleri (Akçay Karakolu) saha güvenliği bakımından devreye girmelidir.

11. Bazalt sütunlarının bulunduğu kesimde araçların park edebileceği ve dönüş yapabileceği bir alan oluşturulması gerekmektedir. Yolun uçuruma bakan yönünde ise güvenlik bariyerlerinin yapılması faydalı olacaktır (Şekil 9).



Şekil 13: Bazalt Sütunlarına Ulaşımın Sağlanacağı Kağızman, Digor ve Tuzluca Yönlerinden Gelen (a, b, c) Güzergâhlar.

KATKI BELİRTME

Bu araştırma kapsamında, arazi çalışmalarının gerçekleştirilmesi, bazalt sütunlarının dron ile görüntülenmesi ve güvenliğimizin sağlanması konusunda yardımlarını ve katkılarını esirgemeyen Kağızman Kaymakamlığına ve Akçay Karakol Komutanı ile askeri personeline teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

Alaeddinoğlu F., Avşın N., ve Yılmaz E., (2016). Van Gölü Güneydoğusunun Jeomorfolojik Özellikleri ve Ekoturizm. *Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 6 (2), 291-310.

Aras, M., (2021). Kağızman ve Gaziler Arasında Aras Nehri ve Yakın Çevresinin Jeomorfolojisi. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Van.

Atalay, İ., (1982). *Türkiye Jeomorfolojisine Giriş*. İzmir: Ege Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Fakülte Yayınları. No: 9.

Avşın, N., ve Aras, M., (2021). Aras Nehri Vadisi ve Yakın Çevresinin Jeomorfolojisi (Kağızman-Gaziler Arası). *Sosyal, Beşerî ve İdari Bilimler Dergisi*, 4 (5), 368-386.

Aytaç, S., ve Demir, T., (2019). Kula UNESCO Global Jeoparkı'nda Yerbilimleri ve Jeomiras Açısından Uluslararası Öneme Sahip Üç Yeni Jeosit Önerisi. *Mediterranean Journal of Humanities*, 2, 125-140.

Çelik, E., Durmuş, A., ve Türkoğlu, M., (2021). Iğdır İli ve Yakın Çevresinin Ornitoturizm Perspektifinde Değerlendirilmesi. *Journal of Academic Tourism Studies*, 2(1), 32-44.

Demir, T., ve Aytaç, S., (2018). Kula UNESCO Global Jeoparkı: Türkiye'nin UNESCO Tescilli İlk ve Tek Global Jeoparkı. TÜCAUM 30. Yıl Uluslararası Coğrafya Sempozyumu, 3-6 Ekim, Ankara.

Duru, O., ve Keskin, M., (2021). Pliyosen Aladağ Volkanı ve Erzurum-Kars Volkanik Platosu'nun Güney Kenarının Petrolojik Evrimi (Kars, KD Türkiye). 73. Türkiye Jeoloji Kurultayı, 24-28 Mayıs.

Erdoğan, N., (2014). *Ekoturizm; Turizm, Çevre ve Sürdürülebilirlik*. Editör: Reyhan Hakan, Mutlu Ahmet, Doğan Hüseyin, Reyhan Ayşen, Sosyal Çevre Bilimleri içinde (143-185), Siyasal Kitabevi.

Goehring, L., and Morris, S. W., (2008). The scaling of columnar joints in basalt. *Journal of Geophysical Research*, 113, 1-18.

Helvacı, C., (2013). *Genel Jeoloji Temel Kavramlar*. (Editör: Frederick K. Lutgens ve Edward J. Tarbuck ve Dennis Tasa), Çeviri, Nobel Yayınevi.

Hickson, C., and Tilling, R., (2013). *Eruption Types (Volcanic Eruptions)*. Editör: Peter T. Bobrowsky, Encyclopedia of Natural Hazards içinde (290-293) Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

<https://www.nps.gov/index.htm>. (National Park Service, 2024)

Keskin, M., Pearce, J. A., and Michell, J. G., (1998). Volcano-stratigraphy and geochemistry of collision-related volcanism on the Erzurum-Kars Plateau, North Eastern Turkey. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 85, 355-404.

- Mattsson, H., Caricchi, L., Almqvist, S.G., Caddick, M., Bosshard, S., Hetény, G., and Hirt A., (2011). Melt migration in basalt columns driven by crystallization-induced pressure gradients. *Nature Communications*, 2, 1-6.
- Müller, G., (1998). Experimental simulation of basalt columns. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 86, 93–96.
- Okudum, R., Alaeddinoğlu, F., Ayhan, A., Bayram Öz., E., Alaeddinoğlu, M.F., ve Şeremet, M., (2023). Ekoturizm Alanlarının Mekânsal Planlanmasına ve Sürdürülebilirliğine İlişkin Yerel Halkın Görüşleri: Batı Akdeniz (Türkiye) Örneği. *Journal of Academic Tourism Studies*, 4 (2), 42-65.
- Özben, A., (2022). Ekoturizm Kapsamında Çevre Bilincinin Yeşil Ürün Satın Alma Davranışına Etkisi: Antalya Örneği. Şırnak Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Ekoturizm Rehberliği Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi, Şırnak.
- Özgüç, N., (2017). *Turizm Coğrafyası; Özellikler ve Bölgeler*. Çantay Kitapevi, İstanbul.
- Phillips, J.C., Humphreys, M.C., Daniels, K.A., Brown, R.J., and Witham, F., (2013). The formation of columnar joints produced by cooling in basalt at Staffa, Scotland. *Bull Volcanol*, 75, 1-17.
- Rathur, Q. (1965). Pasinler-Horasan (Erzurum) Sahasına Ait Genel Jeolojik Rapor. Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü. Ankara.
- Slezin, Y., (2003). The mechanism of volcanic eruptions (a steady state approach). *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 122 (1), 7-50.
- Stone, M. T., (2015). Community-based Ecotourism: A Collaborative Partnerships Perspective. *Journal of Ecotourism*, 14(2), 1-19.
- Sümengen, M., (2009). *1:100 000 Ölçekli Kars H50 Paftası*. Ankara: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi.
- Sür, A., Sür, Ö., ve Yiğitbaşıoğlu, H., (2009). *Mineraller ve Kayaçlar*. Bilim Yayınevi, Ankara.
- Şaroğlu, F., ve Güner, Y., (1981). Doğu Anadolu'nun Jeomorfolojik Gelişimine Etki Eden Ögeler: Jeomorfoloji, Tektonik, Volkanizma İlişkileri. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 50, 24-39.
- Şekercioğlu, Ç., Çoban, E., Çatalkaya, B., ve Dik, B., (2023). Iğdır Aras Nehri Kuş Cenneti'nde göçmen kuşların bitleri (Phthiraptera Amblycera, Ischnocera) üzerine bir araştırma. 22. Parazitoloji Kongresi. Aydın.
- Şengör, C., (1980). Türkiye'nin Neotektoniğinin Esasları. *Türkiye Jeoloji Kurumu Konferans Serisi*, 2, 3-40.
- Şengör, C., Yılmaz, Y., (1983). Türkiye'de Tetis'in Evrimi; Levha Tektoniği Açısından Bir Yaklaşım. *Türkiye Jeoloji Kurumu Yerbilimleri Özel Dizisi*, 1, 1-69.
- Tanner, L., (2013). Surface Morphology of Basalt Columns at Svartifoss, Vatnajökulsþjóðgarður, Southern Iceland Lawrence. *Journal of Geological Research*, 2013, 1-8.
- Tomkeieff, S. I., (1940). The basalt lavas of the Giant's Causeway district of Northern Ireland, *Bull. Volcanol.*, 6, 89–146.
- Toramaru, A., Matsumoto, T., (2004). Columnar joint morphology and cooling rate: A starch-water mixture experiment. *Journal of Geophysical Research Atmospheres* 109(2), 1-10.

Türkoğlu, M., (2017). *Iğdır'ın Kuşları*. TC. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, Ankara.

Tutcu, A., (2021). Ekoturizm ve Türkiye'nin Ekoturizm Potansiyelinin Değerlendirilmesi. *Atlas Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi*, 6, 1-16.

Yiğitbaşıoğlu, H., (2000). *Volkanlar; Oluşumları, Jeolojik ve Jeomorfolojik Özellikleri ile Dünyadaki Dağılımları*. Bilim Yayıncılık, Ankara.

Wang, Z., and Zhou, S., (2021). Formation mechanism of hexagonal structure of basalt columnar joints based on Mechanics of Materials and infinitesimal method. *Academic Journal of Architecture and Geotechnical Engineering*, 3(1), 7-13.