
YER BİLİMLERİ VE MÜHENDİSLİĞİ

Editör: Dr.Öğr.Üyesi Seda ÇELLEK

YER BİLİMLERİ VE MÜHENDİSLİĞİ

Editör

Dr. Öğr. Üyesi Seda ÇELLEK

yaz
yayınları

2024

YER BİLİMLERİ VE MÜHENDİSLİĞİ

Editör: Dr. Öğr. Üyesi Seda ÇELLEK

© YAZ Yayınları

Bu kitabın her türlü yayın hakkı Yaz Yayınları'na aittir, tüm hakları saklıdır. Kitabın tamamı ya da bir kısmı 5846 sayılı Kanun'un hükümlerine göre, kitabı yayınlayan firmanın önceden izni alınmaksızın elektronik, mekanik, fotokopi ya da herhangi bir kayıt sistemiyle çoğaltılamaz, yayınlanamaz, depolanamaz.

E_ISBN 978-625-6104-69-3

Ekim 2024 – Afyonkarahisar

Dizgi/Mizanpaj: YAZ Yayınları

Kapak Tasarım: YAZ Yayınları

YAZ Yayınları. Yayıncı Sertifika No: 73086

M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3
İscehisar/AFYONKARAHİSAR

www.yazyayinlari.com

yazyayinlari@gmail.com

info@yazyayinlari.com

İÇİNDEKİLER

Kırkpınar-Taşlıca (Niğde) Yöresinin Tektonik Çizgisellik Özelliklerinin Değerlendirilmesi	1
<i>Ramazan DEMİRCİOĞLU</i>	
Denizel Elazığ Havzası'nın Orta Eosen Türbidit Kumtaşlarında Gözlenen İknofosiller	14
<i>Onur ALKAÇ</i>	

"Bu kitapta yer alan bölümlerde kullanılan kaynakların, görüşlerin, bulguların, sonuçların, tablo, şekil, resim ve her türlü içeriğin sorumluluğu yazar veya yazarlarına ait olup ulusal ve uluslararası telif haklarına konu olabilecek mali ve hukuki sorumluluk da yazarlara aittir."

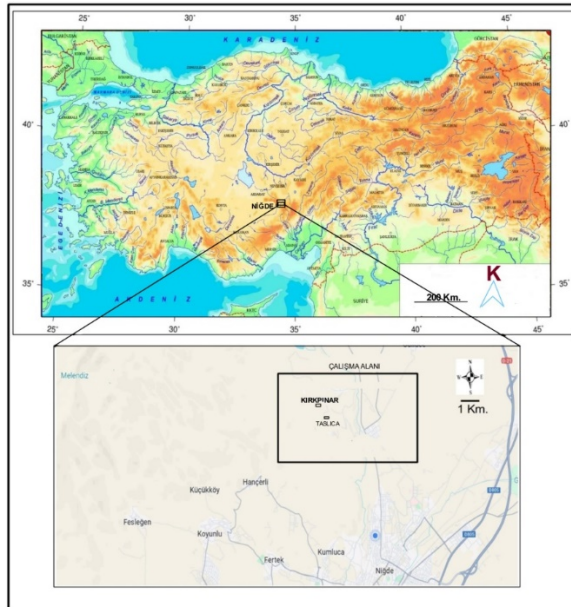
KIRKPINAR-TAŞLICA (NİĞDE) YÖRESİNİN TEKTONİK ÇİZGİSEL LİK ÖZELLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Ramazan DEMİRCİOĞLU¹

1. GİRİŞ

Çalışma alanı, İç Anadolu bölgesinde, Niğde ili sınırları içerisindeki, Kırkpınar ve çevresini kapsamaktadır. Bu alan, aynı zamanda, Kapadokya Volkanik Provensi olarak adlandırılan bölge içerisinde yer alır (Şekil 1).

Şekil 1. Çalışma Alanı Yer Bulduru Haritası

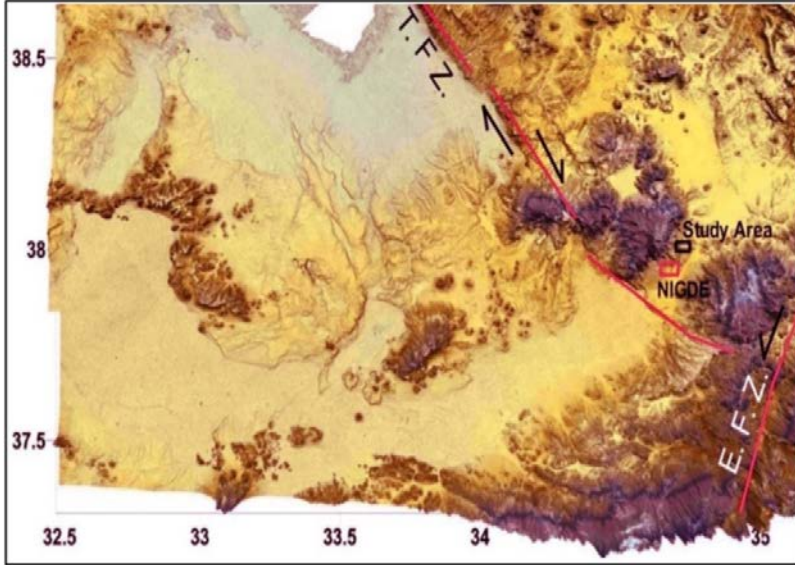


¹ Dr. Öğr. Üyesi, Akşaray Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Acil Yardım ve Afet Yönetimi Bölümü, ra.demircioglu@gmail.com, ORCID: 0000-0003-0616-0331.

Çalışma alanı yakın kuzeyindeki, Hasandag ve çevresinde, tektonik ve volkanik önemli yapılar mevcuttur Kuzeybatısında, Tuzgölü fay zone, güneyinde, Ecemiş fay zone bulunmaktadır. Ayrıca, Hasandağ, Melendiğ dağı gibi önemli volkanlar da mevcuttur (Şekil 2). Çalışma bölgesi,, önemli fay zonlarından olan, Tuzgölü fay zone ve Ecemiş fay zone arasındaki bölgede yer alır. Bu yapılar, tektonik çizgisellik gösteren önemli yapılardır.

Tuzgölü ve Ecemiş fay zonları hakkında çalışmalar mevcuttur. (Tatar, vd., 2000; Jaffey and Robertson, 2001; Özsayın ve Dirik, 2007; Kürçer et al., 2012; Kalafat ve Görgün, 2019; Umhoefer, vd., 2022). Bölgede, volkanizma ve magmatizma konularıyla ilgili, çok sayıda çalışma yapılmıştır. Bunlardan birkaçı, (Ercan, 1986; Aydar, 1992; Aydar ve Gourgaud, 1998; Gençoğlu vd., 2022; Atakay vd., 2023) çalışmalarıdır.

Şekil 2. Çalışma Alanı ve Çevresine Ait Morfotektonik Görünüm



(TFZ: Tuzgölü fay zone EFZ: Ecemiş fay zone).

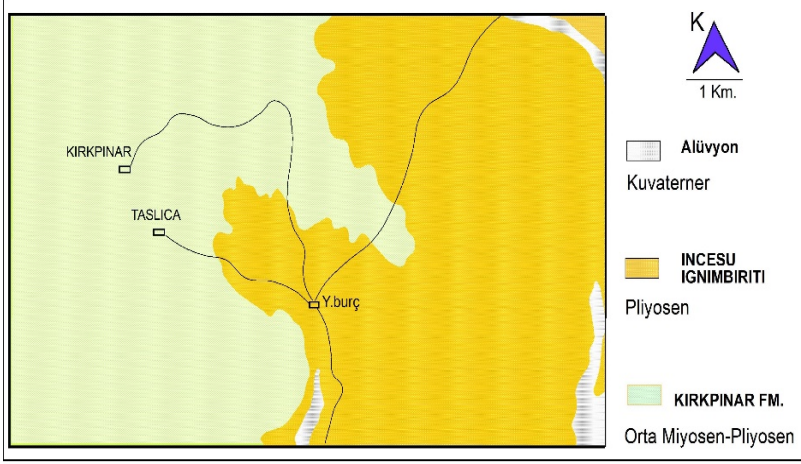
Besang and F.J. (1977) çalışmalarında, Hasandağı ve çevresindeki, volkanitler üzerinde, andezitik lavlarda radyometrik yaş analizleri yapmışlardır. Hasandağ civarında, 13.7-14 ve 12.4-13 milyon yıl (Orta Miyosen) ve Melendiz dağı çevresinde ise, 6.5-6.7 ve 5.1 my (Alt Pliyosen) yaşlarını tespit etmişlerdir. Asan ve Kurt (2011), çalışmalarında, Karacadağ bölgesinde Erken Miyosen (yaklaşık 21-18 My) volkanizmasını, üç volkanik grupta incelemişlerdir. Atakay vd., (2023) çalışmalarında, Hasandağ ve çevresini incelemişlerdir. Hasandağı ile ilişkili lavların, 3 evrede oluşan volkanizma ile oluştuğunu belirtmişlerdir. Üçüncü evre lavlarda, zirkon analizlerine göre, 91.9 ± 3.9 ve 18.1 ± 2.4 by (U-Th)/He yaşlar belirlemişlerdir. Hasandağı volkanına ait, en genç kayaların, blok ve kül akıntıları olduğunu belirtmişler ve (U-Th)/He yöntemine göre, 13.5 ± 1.5 binyıl yaş verileri elde etmişlerdir. Hasandağı'na ait, pomza örneği üzerinde yapılan, radyometrik yaş tayininde, 8.97 ± 0.64 binyıl (by) yaş verileri elde etmişlerdir. Çalışma alanı yakın çevresinde, jeolojinin farklı alanlarında da çalışmalar yapılmıştır. Bunlardan bazıları, (Göncüoğlu, vd., 1991; Whitney ve Dilek, 1997; Korkanç, vd., 2017; Tümüklü, vd. 2018).

2. ÇALIŞMA İÇERİĞİ

2.1.Stratigrafi

Çalışma alanında temeli, çalışma alanında görülmesi de, Niğde masifine ait, Paleozoyik-Mesozoyik yaşlı metamorfitle ve Geç Kretase yaşlı granitler oluşturur. Çalışma alanında, Orta Miyosen-Pliyosen yaşlı, ilk defa bu çalışmada adlandırılan, volkano-sedimanter birimlerden oluşan, Kırkpınar formasyonu ve Pliyosen yaşlı, İncesu ignimbritleri oluşturur. Bu kayalar, Kuvaterner yaşlı, tutturulmamış, çakıl, kum, silt ve kilden oluşan, alüvyonlar tarafından uyumsuz olarak örtülmüştür (Şekil 3).

Şekil 3. Kırkpınar ve Cevresine Ait Jeoloji Haritası.



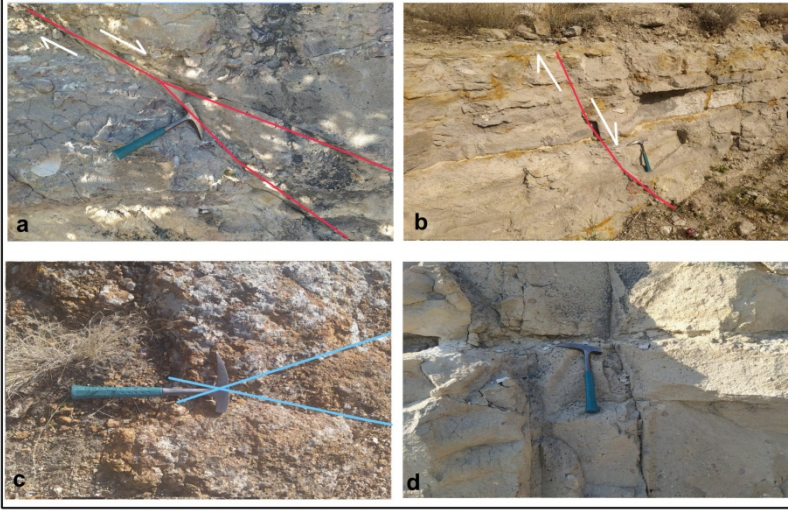
2.2.Yapısal Jeoloji

Çalışma alanında en yaşlı kayaçları, Orta Miyosen yaşlı, Kırkpınar formasyonuna ait, kayaçlar oluşturur. Bu kayaçlarda, sıkışmalı tektonik rejimde oluşmuş, makaslama çatlakları mevcuttur. Geç Miyosen-Pliyosen sonrasında, alanda etkili olan, genişlemeli tektonik rejimin etkisiyle, normal faylar ve tansiyon çatlakları oluşmuştur.

2.2.1.Faylar ve Çatlaklar

Çalışma alanında, tektonik çizgisellik gösteren en önemli yapılar, faylar ve çatlaklardır. Çalışma alanında, genişlemeli tektonik rejimde oluşan, normal faylanmalar oluşmuştur (Şekil 4 a b).

Şekil 4. a,b, Normal Faylanmalar. c- Orta Miyosen Yaşlı Kayaçlarda Makaslama Çatlakları. d- Pliyosen Yaşlı İgnimbritlerdeki Tansiyon Çatlakları.



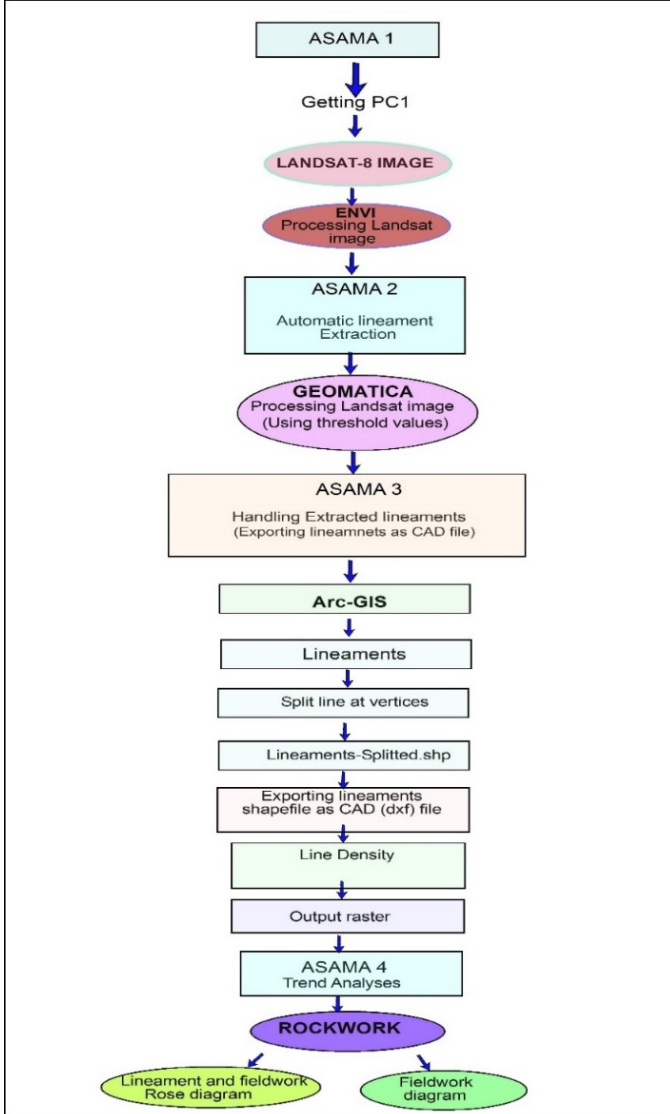
Özellikle Kırkpınar formasyonunda, sıkışmalı rejime ait, şekil 4c'de makaslama çatlakları görülmektedir. Yine, genişlemeli tektonik rejimde oluşan tansiyon çatlakları bu birimlerde gelişmiştir (Şekil 4d). Tansiyon çatlakları, Orta Miyosen-Pliyosen döneminde ortaya çıkan genişlemeli tektonik rejimin bir sonucudur. Genişlemeli tektonik rejim, Pliyosen yaşlı İncesu ignimbritlerinde de, tansiyon çatlakları oluşturmuştur (Şekil 4d).

2.3.Materyal ve Metod

Bu çalışma, arazi çalışmaları ve uzaktan algılama çalışmaları olmak üzere, 2 bölümde gerçekleştirilmiştir. Arazi çalışmaları ile, çalışma alanının jeoloji haritası oluşturulmuştur. Bu çalışmalar sırasında, fay ve çatlak ölçümleri yapılmış, bu ölçümler, Rockwork programında hazırlanan, gül diyagramında değerlendirilmiştir. Uzaktan algılama çalışmalarında ise, Landsat-8 uydu görüntüsü, web sayfasından elde edilmiştir. Bu görüntüler bilgisayar programları kullanılarak, alana ait

çizgisellikler elde edilmiştir. Bu işlemlere ait, akış şeması oluşturulmuştur (Şekil 5).

Şekil 5. Uydu-Tabanlı Verilerden Çizgisellik Oluşturmaya Ait Akış Şeması

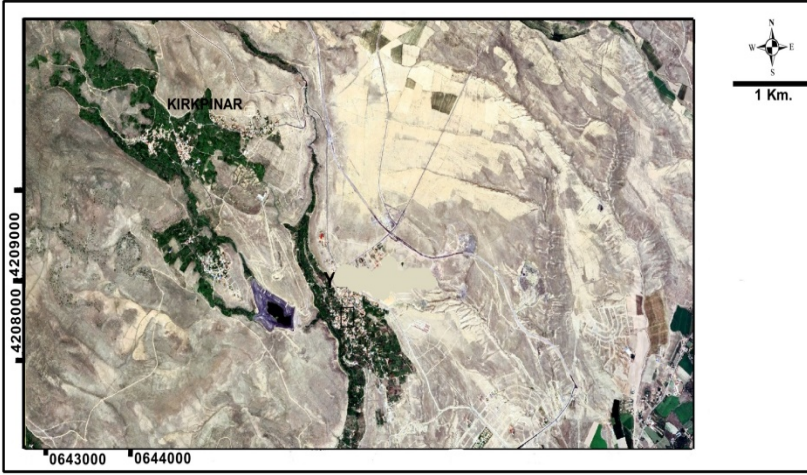


3. SONUÇ

3.1.Çalışma Alanına Ait Tektonik Çizgisellikler

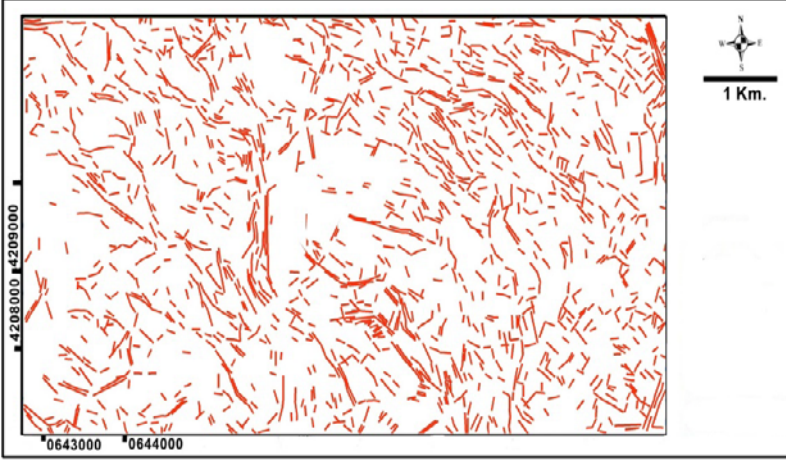
Çizgisellik haritalarının hazırlanması için Landsat-8 OLI uydu görüntüsü kullanılmıştır (Şekil 6). Landsat-8 görüntüsü ise, kullanıma açık, web adresi üzerinden(earthexplorer.usgs.gov/) sağlanmıştır.

Şekil 6. Kırkpınar Çevresine Ait Landsat-8 OLI Uydu Görüntüsü



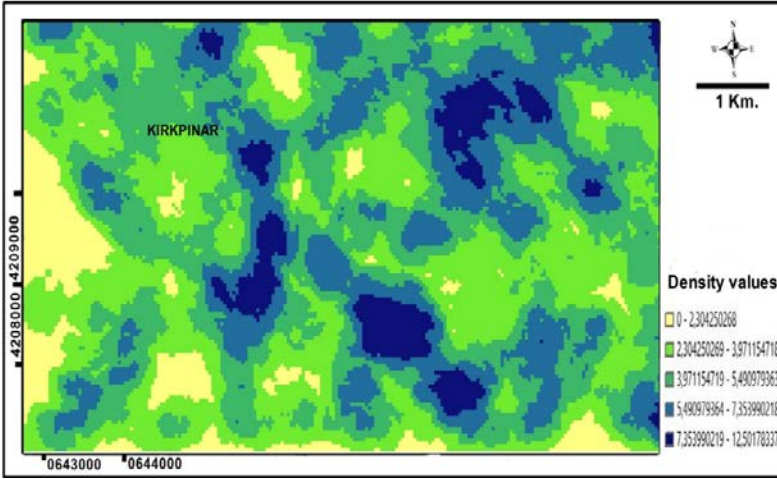
Uydudan alınan görüntü, önce, Envi programında işleminden geçirilmiştir. Burada işlenen görüntü, Geomatica programı ve belli eşik değerleriyle birlikte tekrar işlenmiştir. İşlenen görüntü, ArcGis programında kullanılmıştır. ArcGis programında, bu görüntülerden, çizgisellik haritaları hazırlanmıştır (Şekil 7).

Şekil 7. Kırkpınar ve Çevresine Ait Tektonik Çizgisellik Haritası



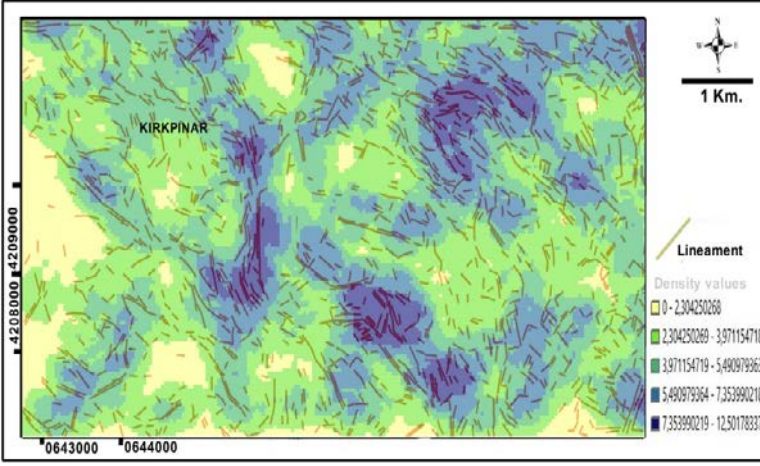
Kırkpınar-Taşlıca arasındaki bölgeye ait, çizgiselliklere ait yoğunluk haritası elde edilmiştir (Şekil 8).

Şekil 8. Çalışma Alanındaki Çizgiselliklere Ait Yoğunluk Haritası



Bölgeye ait, çizgisellik ve yoğunluk haritaları, üst üste bindirilerek, alana ait, yoğunluk-çizgisellik haritası elde edilmiştir (Şekil 9).

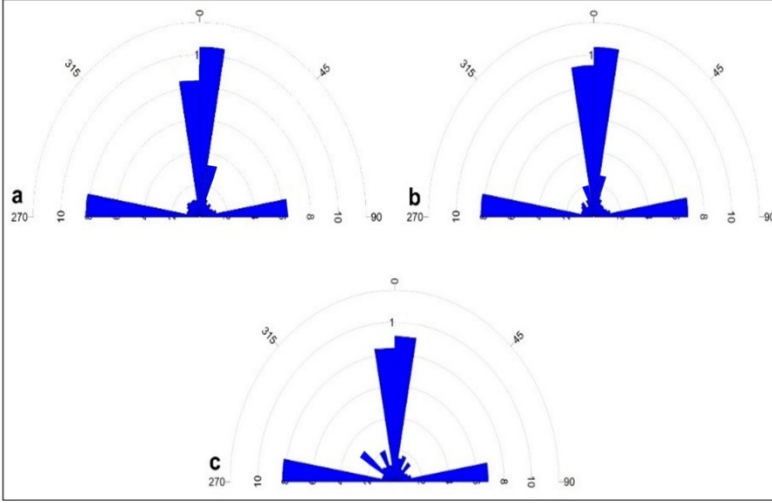
Şekil 9. Çizgisellik ve Yoğunluk Haritalarının Çakıştırılması



3.2.Uydu-Tabanlı Verilerden Ve Araziden Elde Edilen Tektonik Çizgiselliklerin Karşılaştırılması

Arazi ve uydu-tabanlı verilerden elde edilen çizgisellikler, Rockwork programı kullanılarak hazırlanan, gül diyagramlarında değerlendirilmiştir (Şekil 10). Kırkpınar ve Taşlıca civarına ait, uydu verilerinden belirlenen çizgisellikler de, gül diyagramında değerlendirilmiştir. Gül diyagramlarına göre, Hakim çatlak doğrultuları, $K0-10^0D$, $K10-20^0D$, $K0-10^0B$, $K80-90^0B$ doğrultuludurlar. Arazide, saha çalışmaları ile belirlenen çatlaklar değerlendirildiğinde, ana çatlak doğrultuları $K0-10^0D$, $K0-10^0B$, $K80-90^0B$, $K20-30^0B$ VE $K40-50^0B$ olarak belirlenmiştir (Şekil 10). Uydu-tabanlı çizgiselliklerle, büyük benzerlik göstermektedir.

Şekil 10. a- %L Gül Diyagramı b- %N Gül Diyagramı c- Çatlaklara Ait Gül Diyagramı



Sonuç olarak, çizgisellik çalışmaları, son yıllarda, özellikle, jeotermal alanların belirlenmesi ve maden arama çalışmalarında oldukça sık kullanılmaktadır. Çalışma alanının, Kapadokya Volkanik provensi içerisinde yer alması nedeniyle, ileride yapılacak, jeotermal aramalarında, önemli veriler sağlayacaktır.

Kırkpınar ve Taşlıca yöresine ait, uydu-tabanlı verilerden oluşturulmuş çizgisellikler de, gül diyagramında değerlendirilmiştir.

Bu diyagrama göre, K0-10⁰D, K10-20⁰D, K0-10⁰B, K80-90⁰B olarak belirlenmiştir.

Arazide belirlenen çatlaklar değerlendirildiğinde. Hakim çatlak doğrultuları K0-10⁰D, K10-20⁰D, K0-10⁰B, K80-90⁰B, K20-30⁰B ve K40-50⁰B olarak belirlenmiştir. Arazi ve Uydu-tabanlı çizgisellikler arasında, büyük benzerlikler görülmektedir.

KAYNAKÇA

- Asan, K. and Kurt, H., 2011, Petrology and geochemistry of post-collisional early miocene volcanism in the Karacadağ Area (Central Anatolia, Turkey), *Acta Geologica Sinica-English Edition*, 85 (5), 1100-1117. <https://doi.org/10.1111/j.1755-6724.2011.00543.x>
- Atakay, E., Atıcı, G., Friedrichs, B., Schmitt, A., Danisik, M., Yurteri, E. (2023). Re-evaluation of the Geochronology and Stratigraphy of Hasandağ Volcanism. *75th Geological Congress of Türkiye with International Participation. April 10-14, 2023, Ankara, Türkiye.*
- Aydar, E., 1992, Etude volcano-structurale et magmatologique du strato-volcan Hasan Dagi (Anatolie centrale-Turquie), *Clermont-Ferrand 2*.
- Aydar, E. and Gourgaud, A., 1998, The geology of Mount Hasan stratovolcano, central Anatolia, Turkey, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 85 (1-4), 129-152.
- [https://doi.org/10.1016/S0377-0273\(98\)00053-5](https://doi.org/10.1016/S0377-0273(98)00053-5)
- Besang, C. and FJ, E., 1977, Radiometrische-altersbestimmungen an neogenen eruptivgesteinen der Tuerkei, *Geologisches Jahrbuch*, 25, 3-36.
- Ercan, T., 1986, Orta Anadolu'daki Senozoyik volkanizmasi, *MTA derg*, 107, 119-140.
- Gençoğlu K.G., Kurt, H., Asan, K. and Leybourne, M., 2022, Ar-Ar Geochronology and Sr-Nd-Pb-O Isotopic Systematics of the Post-collisional Volcanic Rocks from the Karapinar-Karacadağ Area (Central Anatolia, Turkey): An Alternative Model for Orogenic Geochemical Signature in Sodic Alkali Basalts, *Journal of Geosciences*, 67 (1), 53-69. <https://doi.org/10.3190/jgeosci.343>

- Göncüoğlu, M.C., Toprak, V., Kuşçu, I., Erler, A., Olgun, E., 1991. Orta Anadolu Masifinin Batı Kesiminin Jeolojisi, Bölüm I: Güney Kesim. Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı Rapor No. 2909.
- Jaffey, N., Robertson, A. H. (2001). New sedimentological and structural data from the Ecemiş Fault Zone, southern Turkey: implications for its timing and offset and the Cenozoic tectonic escape of Anatolia. *Journal of the Geological Society*, 158(2), 367-378. <https://doi.org/10.1144/jgs.158.2.367>
- Kalafat, D., Görgün, E. (2019). Source characteristics and b-values of the Tuz Gölü fault zone in central Anatolia, Turkey. *Journal of Asian Earth Sciences*, 179, 337-349. <https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2019.05.005>
- Korkanç, M., Şener, T., Doğan, B., Başkara, T., 2017. Gumusler-Aktaş (Nigde) bölgenin genel jeolojisi ve yapı malzemesi potansiyeli. Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi 6, 132-139. <https://doi.org/10.28948/ngumuh.297983>
- Kürçer, A., Gökten, Y. E., & Sharkov, E. (2012). Paleoseismological three dimensional virtual photography method; a case study: Bağlarkayası-2010 trench, Tuz Gölü fault zone, Central Anatolia, Turkey. *Tectonics-Recent Advances*, 201-228.
- Özsayın, E., Dirik, K. (2007). Quaternary activity of the Cihanbeyli and Yeniceoba fault zones: İnönü-Eskişehir fault system, Central Anatolia. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 16(4), 471-492. <https://journals.tubitak.gov.tr/earth/vol16/iss4/4>
- Tatar, O., Piper, J. D., Gürsoy, H. (2000). Palaeomagnetic study of the Erciyes sector of the Ecemiş Fault Zone:

neotectonic deformation in the southeastern part of the Anatolian Block. *Geological Society, London, Special Publications*, 173(1), 423-440.
<https://doi.org/10.1144/GSL.SP.2000.173.01.20>

Tümüklü, A., Altuncu, S., Özgür, F.Z., 2018. Evaluation of Nigde massif in terms of mineral deposits. *Halisdemir University, Journal of Engineering Sciences, Cappadocia Earth Sciences Symposium Special Issue 7*, 1119-1123.
<https://doi.org/10.28948/ngumuh.502294>

Umhoefer, P. J., Thomson, S. N., Lefebvre, C., Cosca, M. A., Teyssier, C., Whitney, D. L. (2020). Cenozoic tectonic evolution of the Ecemiş fault zone and adjacent basins, central Anatolia, Turkey, during the transition from Arabia-Eurasia collision to escape tectonics. *Geosphere*, 16(6), 1358-1384.
<https://doi.org/10.1130/GES02255.1>

Whitney, D.L., Dilek, Y., 1998. Metamorphism during crustal thickening and extension in Central Anatolia: the Nigde Metamorphic Core Complex. *Journal of Petrology* 39, 1385-1403. <https://doi.org/10.1093/petroj/39.7.1385>

DENİZEL ELAZIĞ HAVZASI'NIN ORTA EOSEN TÜRBİDİT KUMTAŞLARINDA GÖZLENEN İKNOFOSİLLER¹

Onur ALKAÇ¹

1. GİRİŞ

İz fosiller bir başka adıyla iknofosiller, çeşitli organizmaların, sedimanların yüzeylerinde ya da iç kısımlarında gözlenen farklı sürünme ve oygu izleri ile bitkiler ve kök yapıları gibi diğer yapıların izleri olarak bilinmektedir (Demircan, 2008). Çoğunlukla tabakaların alt seviyelerinde gözlenirken, iç ve/veya üst seviyelerinde de iknofosillere rastlanılmaktadır. Yer bilimlerinde iknofosillerin kullanımı Seilacher (1964) tarafından dört madde ile açıklanmaktadır:

- (a) Jeolojik zaman çizelgesinde uzun periyodları temsil ederler. Yani farklı yaşlardaki kayaçlarda, farklı paleo-ekolojik ortamları yansıttıklarından ortam korelasyonları için önemli belirteçlerdir.
- (b) Kayaç içerisinde saptanmış bir iknofosil dar fasiyes aralığının temsilcisidir. Bir fasiyes içerisinde iknofosilin tanımlanması, karasal havza ortamından denizel havza ortamına kadar yayılımları olabilmesi açısından önemlidir.
- (c) Yer değiştirme veya taşımaları imkânsızdır. Bir iknofosil, fosillerin aksine bulundukları ortamdan başka bir ortama taşınması söz konusu değildir.

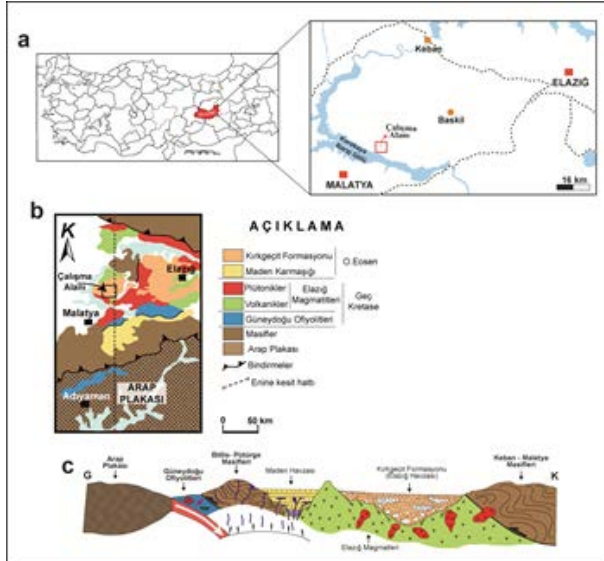
¹ Dr, Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Elazığ/Türkiye, oalkac@firat.edu.tr, ORCID: 0000-0003-3555-3927.

Yalnızca erozyon bakımından riskli bölgelerde aşınarak yok olma tehlikesiyle karşı karşıyadır. Böylece ilk oluştuğu kayacın ortamsal kökeni, fasiyes tanımlama ve yorumlamalarında önemli ipuçları vermektedir.

- (d) Çoğunlukla kırıntılı sedimanter kayaçlarda gözlenmektedirler. Gözeneklerin fazla olmasından kaynaklı olarak kırıntılı kayaçlar içerisinde barınamayan fosillerin bıraktığı izler, paleo-ortam ve paleo-ekoloji konusunda önemli bilgiler sunmaktadır.

Bu çalışma, denizel havza karakterinde olan Elazığ Havzası'nın (Şekil 1; Alkaç ve Aksoy, 2022; Alkaç, 2024) Kırkgeçit Formasyonu adı verilen türbidit kumtaşı içerisinde (Özkul, 1988; Alkaç, 2020; Alkaç vd., 2024) gözlenen iknofosil türleri hakkında yapılmıştır.

Şekil 1. (A) Çalışma alanının lokasyon haritası; (B) Basitleştirilmiş jeoloji haritası; (C) Elazığ Havzası'nın jeotektonik enine kesit modeli



Kaynak: (Alkaç, 2024'den türkçeleştirilmiştir).

2. DENİZEL ORTAM İKNOFOSİLLERİ

Paleo-ortam yani eski çökelme ortamının yorumlanması, yer bilimleri konusunda yapılan temel araştırmalardan birisidir. İknofosiller, sedimanter depolanma ortamlarını doğrudan temsil eden belirteçlere sahip değildir. Ancak çoğu iknofosiller dar fasiyes aralığında yani sınırlı ortamlarda oluştuğu düşünülürken, ortamsal yorumlamalarda rehber olabilecekleri söylenebilmektedir. Tüm jeolojik zaman periyodunu kapsayan kayalarındaki sedimanter ortamlar yorumlanırken daha sınırlı ortamları temsil eden iknofosillerin fasiyes bazında sınıflandırılması çok daha faydalıdır (Demircan, 2008).

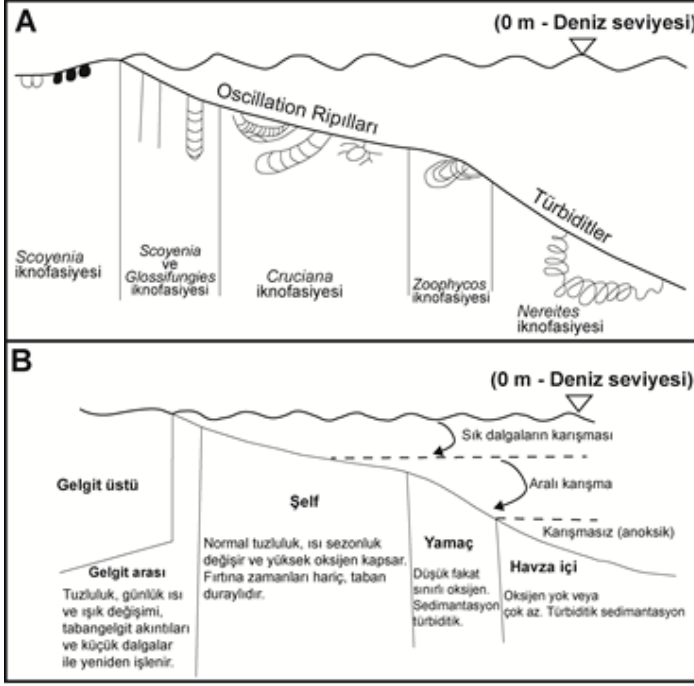
İknofosil fasiyeslerinin çökelme ortamı tanımlanmasında kullanılması, ortamdaki canlıların hangi derinliklerde yaşadığı konularına önemli açıklıklar getirmektedir (Seilacher, 1967; Basan, 1978). Ancak iknofosillerin bazıları orijinal yaşam derinliğini temsil etmede paleo-ortam yorumlamasındaki parametreler yalnızca derinlik verisi ile sınırlandırılmamalıdır (Seilacher, 1967; Demircan, 2008). Özellikle denizel ortamların ilk tanımlamalarında iknofosiller batimetrik verilerle korelasyon amaçlı kullanılmıştır (Seilacher, 1954, 1955, 1959). Bu nedenle iknofosiller günümüzde çoğunlukla sığ deniz ortam çökellerini derin deniz ortam çökellerinden ayırt etmek için kullanılmaktadır (Demircan, 2008).

Güncel iknolojik çalışmalar (Beatty vd., 2008; Perea vd., 2020; Luo vd., 2021; Nuraini vd., 2024) çoğu iknofosillerin denizel ortamları işaret ettiğini saptamıştır. Sonuç olarak iknofosillerle ilgili tüm çalışmalar bu yapıların denizel istif, fasiyeslerin ve/veya çeşitli zonların önemli temsilcileri olduğunu göstermektedir. Bu kapsamda ilk olarak Seilacher (1967) iknofosilleri kullanarak yaptığı fasiyes çalışmalarında çeşitli ortamları yansıtan iknofosillerden oluşan fasiyesleri “İknofasiyes” olarak adlandırmıştır (Şekil 2). Sonraki süreçte bir

çok araştırmacı (Frey ve Seilacher, 1980; Frey vd., 1990; Bromley ve Asgaard, 1991; Pemberton vd., 2001) tarafından temelinde su derinliğine bağlı iknofasiyes modelleri geliştirilmiştir. Seilacher (1967)'e göre denizel ortamlarda gözlenen iknofosillere ait iknofasiyesleri kıyı ortamında gel-git üstünde *Scoyenia İknofasiyesi* ile başlamakta olup şelf ve sığ denizel ortamlarda kayalık kıyı bölgelerindeki kumtaşları içerisinde *Skolithos* ve *Glossitungites* iknofasiyesleri gözlenmektedir. Yine aynı araştırmacı kıyı ortamlarında gözlenen iknofosilleri *Cruziana İknofasiyesi* olarak adlandırdığı fasiyes içerisine dahil etmiştir. Yamaç ortamında, ince taneli derin deniz çökelilerindeki iknofosilleri ise *Zoophycos İknofasiyesi* olarak tanımlamıştır (Şekil 2a). Son olarak türbidit kumtaşlarında saptanan iknofosillerin oluşturduğu fasiyes, *Nereites İknofasiyesi*'dir. Bu iknofasiyesler çoğunlukla farklı, büküm, spiraller ve ağlar şeklinde gözlenirler (Seilacher, 1967).

Rhods (1975), iknofasiyeslerin sadece batimetriye göre değişmediğini, akıntı, sedimantasyon miktarı, tuzluluk, ısı, farklı derinliklerdeki oksijen miktarının rolüne göre bir model geliştirmiştir (Şekil 2b).

Şekil 2. (A) Denizel ortamlardaki farklı derinliklerdeki iknofosillerin konumunu gösteren şematik çizimi (Seilacher, 1967); (B) Denizel ortamdaki ekolojik parametreler

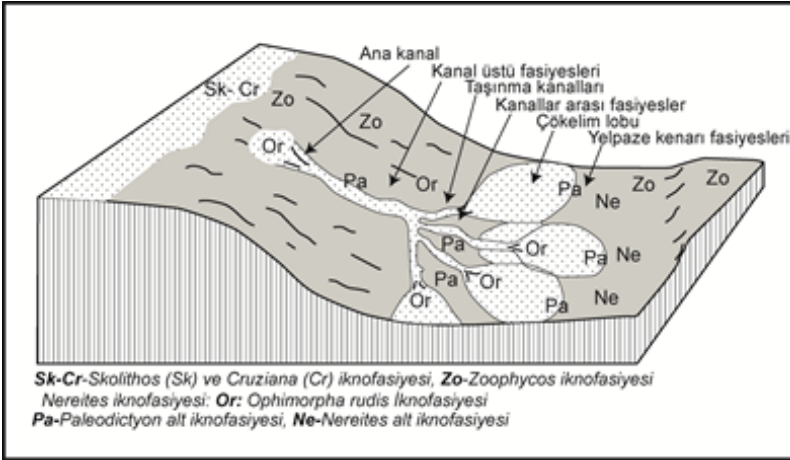


Kaynak: (Rhoads, 1975).

Denizel ortamların paleo-ortam yorumlaması için önemli nitelikleri olan iknofasiyesler kendi içerisinde de alt iknofasiyeslere ayrılmaktadır. Seilacher (1974) türbidit kumtaşlarında saptanan *Nereites İknofasiyesi*'ni *Nereites Alt İknofasiyesi* ve *Paleodictyon Alt İknofasiyesi* olmak üzere iki alt iknofasiyeye ayırmıştır (Şekil 3). Bu iki alt iknofasiyes genellikle kumtaşı ve çamurtaşı bakımından zengin pelajik türbidit çökellerinde saptanmıştır. Orr (1995) ise alt iknofasiyesleri litolojik tanımlamadan çıkartarak sedimanlardaki oksijen içeriğine bağlı olarak sınıflandırmıştır. Ayrıca Uchman (2001) *Nereites İknofasiyesi* içerisinde *Ophimorpha rudis* Alt İknofasiyesi adlandırmıştır. *Ophimorpha*'lar iç yelpaze lobu ve denizel kanallar içerisindeki kalın kumtaşlarında gözlenmektedir

(Şekil 3). Sonuç olarak *Nereites İknofasiyesi*; *Ophimorpha rudis*, *Paleodictyon* ve *Nereites* Alt İknofasiyesleri olmak üzere üç farklı alt iknofasiyese ayrılmaktadır. *Ophimorpha rudis* ve *Paleodictyon* alt iknofasiyesleri beraber gözlenebilirken *Nereites Alt İknofasiyesi* ise dış yelpaze ortamında ince taneli çökellerde tanımlanmaktadır (Seilacher, 1974; Orr, 1995; Howard, 1975). Ayrıca *Ophimorpha rudis* çoğunlukla sedimantasyonun son aşamalarında, *Paleodictyon* ise sedimantasyon öncesinde gelişmektedir (Miller, 2007).

Şekil 3. Shelf-yamaç-havza içi ve havza düzlüğü ortamlarında iknofasiyes ve alt iknofasiyeslerin dağılımı



Kaynak: (Miller, 2007).

3. ELAZIĞ HAVZASI EOSEN İKNOFOSİLLERİ

Ülkemizde türbidit istiflerde gözlenen iknofosillerin ortamsal dağılımlarının sedimantasyon süreçleriyle körele edilerek yapılmış çalışmalar (Uchmann ve Demircan, 1999; Uchman vd., 2002; Demircan ve Uchmann, 2006, 2016; Bıyık, 2011 vb.) söz konusudur. Elazığ Havzası'nın denizel çökellerinden oluşan Kırkgeçit Formasyonu'nun orta Eosen yaşlı türbidit kumtaşlarında gözlenen iknofosiller ise Özkul, (1988,

1993) ve Alkaç (2020) tarafından saptanmıştır. Türbidit kumtaşlarında Özkul (1993); *Chondrites affinis*, *Neonereites uniserialis*, *Sabularia simplex*, *Scolicia plana*, *Spirorhapha involuta*, *Belorhapha teptegae*, *Helminthopsis crassa*, *Paleodictyon*, *Zoophycos brianteus*, *Gordia*, *Tephrohelminthopsis* sp. ve *Glockereria* sp. iknofosilleri tanımlamıştır. Alkaç (2020) ise kaba taneli türbidit kumtaşlarında *Scolicia vertabraliz*, *Scolicia strozzi*, *Belorhapha teptegae*, *Zoophycos* isp. ve *Ophimorpha* isp. iknofosilleri saptamıştır.

3.1. *Chondrites affinis*

Bu iknofosil orta-ince taneli kumtaşı ve pelajik çökellerin lamina düzlemlerine paralel olarak gözlenmektedir. Laminalar arası basınca bağlı olarak oyuklar iki boyutlu, ışınsal, dallanmış, iyi gelişmiş tünellerden oluşur (Şekil 4a; Özkul, 1993). Tünellerin genişliği 7-26 mm'dir. Dallanmış tünellerden oluşan oygu sistemi, laminaların üst yüzeyindeki oksijenle temas halinde olan zonun altındaki veya arasında gelişmektedir (Bromley ve Ekdale, 1984). Elazığ Havzası'nda yamaç-havza içi kanallarda oluşmaktadır.

3.2. *Neonereites uniserialis*

Türbidit kumtaşının tabanında pozitif rölyefte korunmuş 1 cm genişlikte kum pelletleri şeklinde gözlenmektedir (Şekil 4b; Özkul, 1993). Genel olarak genişliği 5 ile 7 cm arasında değişir. Elazığ Havzası'nın *Nereites İknofasiyesi*'nin gözleendiği havza içi kanallar arası kumtaşlarında gözlenmektedir (Özkul, 1993).

3.3. *Sabularia simplex*

Türbidit kumtaşlarının alt seviyelerinde gözlenmektedir ve iknofosilin genişliği 3-6 mm arasındadır (Şekil 4c; Özkul, 1993). Havza içi türbidit kanallarında rastlamaktadır.

3.4. *Scolocia plana*

Türbidit kumtaşlarının üst seviyelerinde rastlanmakta olup bu iknofosiller 2,5-3 cm arasında genişliğe sahiptir (Özkul, 1993). Bu genişlikler çift sıralı (*bilobed*) olarak gözlenmektedir. İknofosile ait oyguların orta bölümü çukur, kanallara doğru tümseklerden oluşmaktadır (Şekil 4d). Genel olarak *Scolocia* türü iknofosiller gastropodaların (Götzinger ve Becker, 1932, 1934; Crimes vd., 1981), Crustaceanların (Chamberlain, 1971), polychaeteler (Ksiazkiewicz, 1977) ve echinoidlerin (Seilacher, 1977) yaptığı izler olarak bilinmektedir. Elazığ Havzası'nda havza içi türbidit kumtaşlarında gözlenmektedir (Özkul, 1993).

3.5. *Spirorhappe involuta*

Spiral şekilli iknofosil, kumtaşı tabakalarına ait seviyelerinde gözlenmektedir (Özkul, 1993). Birbirlerine oldukça bitişik spiral sarılımlı 2-6 mm'lik sırtlardan oluşur (Şekil 4e; Özkul, 1993). Genel olarak iknofosilin bıraktığı izin çapı 10 cm'dir. Havza içi kumtaşlarına ait kanallarda gözlenir.

3.6. *Belorhappe teptegae*

Bu iknofosil orta taneli türbidit kumtaşının üst seviyesinde 1 cm çaplı, iç içe geçmiş zigzag biçiminde olan tünel sistemlerinden oluşmaktadır (Alkaç, 2020; Şekil 4f). Özkul (1993)'a göre zigzag tüneller birbirine hemen hemen 90°'lik eğimlidir. Genel olarak havza düzlüğü pelajik çökellerinde oluşan (Crimes vd., 1981) iknofosil Elazığ Havzası'nda havza içi türbidit kumtaşından oluşan kanallarda gözlenmektedir.

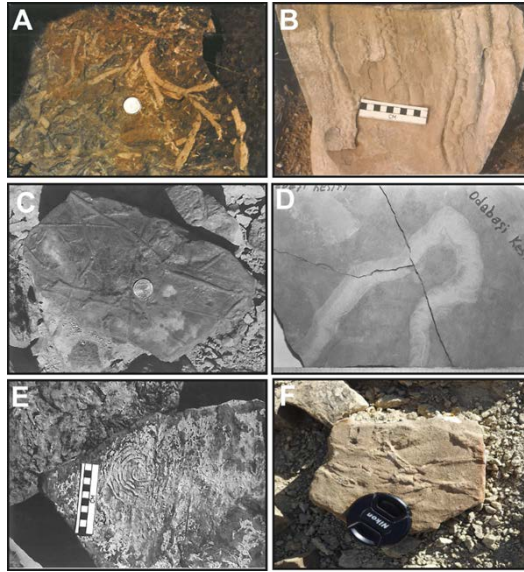
3.7. *Helminthopsis crassa*

Düzgün olmayan menderesli yapıya sahiptir (Şekil 5a; Özkul, 1993). Oyguların çap genişliği 2,5 cm-3 mm arasındadır. Elazığ Havzası'nda havza içi türbidit kumtaşı kanallarında gözlenmektedir.

3.8. *Paleodictyon*

Elazığ Havzası'nda akıntı ripılları içeren türbidit kumtaşı tabakasının üst seviyesinde gelişmiştir (Şekil 5b; Özkul, 1993). Belirgin bal peteği şeklinde kafeslerden oluşmakta olup kafes genişlikleri 8-10 mm'dir. Bu genişliklerin boyutu Kern (1978) ve Crimes vd. (1981)'e göre havza derinliklerini yansıtmaktadır. *Paleodictyon*'ların boyutu küçüldükçe daha pelajik ve derin ortamları olan Havza Düzlüğü'nü yansıtırken, büyüdüğü havza içi türbidit kumtaşı kanallarında oluşmaktadır.

Şekil 4. Elazığ Havzası'nda türbidit kumtaşlarında Özkul (1993) tarafından saptanan *Chondrites affinis* (A); *Neronereites uniserialis* (B); *Sabularia simplex* (C); *Scolicia plana* (D); *Spirorhaphe involuta* (E) ve Alkaç (2020) tarafından tanımlanan *Belorhaphe teptegae* iknofosilleri (F).



3.9. *Zoophycos brianteus*

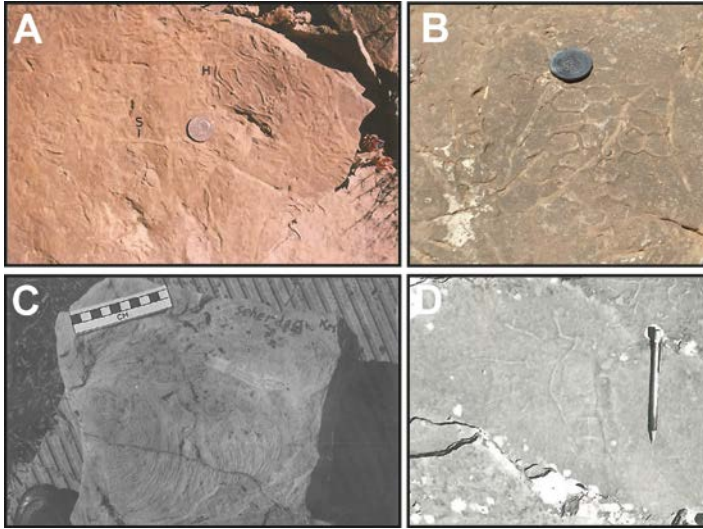
Daire, eliptik ışınsal ya da spreit şekillidir (Şekil 5c; Özkul, 1993). Türbidit kumtaşlarının üst seviyesine yakın tabakalanmalara paralel klivaj düzleminde gözlenmektedir. Yamaç-havza içi türbidit kumtaşı kanallarında rastlanmaktadır.

Elazığ Havzası'nda ise çoğunlukla yamaç ortamında, kalkarebitik, fosil içeren kumtaşlarında yaygın olarak gözlenir (Özkul, 1993).

3.10. *Gordia*

İkno fosil Elazığ Havzası içerisinde orta taneli, laminalı kumtaşlarının lamina yüzeylerine paralel gelişmiştir (Şekil 5d; Özkul, 1993). Tünellerden oluşan izler, dendritik olup çap genişliği 2-4 mm'dir. Çoğunlukla havza düzlüğünde gözlenirler.

Şekil 5. Elazığ Havzası'nın türbidit kumtaşlarında gözlenen: (A) *Helminthopsis crasa* (Özkul, 1993); (B) *Paleodictyon*; (C) *Zoophycos brianteus* (Özkul, 1993) ve (D) *Gordia* (Özkul, 1993) ikno fosilleri.



3.11. *Scolicia vertebraliz*

Bu ikno fosil iki veya üç loblu ve bükümlü izlerden oluşmaktadır (Şekil 6a; Alkaç, 2020). İkno fosilin lob genişliği yaklaşık 25 mm ve derinliği 5 mm'dir. Ayrıca tam gelişmemiş loblar, birbirlerine asimetrik çıkıntılardan oluşur ve her biri 1- 1.5 mm genişliğindedir (Alkaç, 2020).

Scolicia'lar için Göttinger ve Becker (1932, 1934) ile Crimer vd. (1981) gastropoda; Chamberlain (1971) crustacean; Książkiewicz (1977) polychaetela; Seilacher (1977) ise echinoid türüfosillerin bıraktığı izler olarak saptamışlardır (Özkul, 1988). Elazığ Havzası'nda havza içi türbidit kumtaşlarında gözlenmektedir.

3.12. *Scolicia strozzi*

İki loba sahip, orta bölümündeki kanallarla karakteristiktir (Şekil 6b; Alkaç, 2020). Genellikle tabaka altında gelişirler (Demircan, 2008). Elazığ Havzası'ndaki lobların sırtlarının genişliği 10-12 mm arasında değişirken, yükseklikleri 1,5 mm'dir. Orta bölümdeki karakteristik kanallar ise dar ve sıgıdır (Alkaç, 2020). Meydana gelen oluğun oluşumu tamamen biyojenik olup korunması sırt şekliyle açıklanmaktadır (Demircan, 2008).

3.13. *Zoophycos isp.*

Türbidit kumtaşlarının üst seviyelerinde lamelli yapılar olarak gelişmektedir (Şekil 6c; Alkaç, 2020). Elazığ Havzası'nda oluşan lameller, 3-5 mm genişlikte, içten dışa doğru gelişen U ve J şekilli olarak meydana gelmektedir (Seilacher, 1967). Havzada iknofosillerin lamel kenarları aşınmıştır.

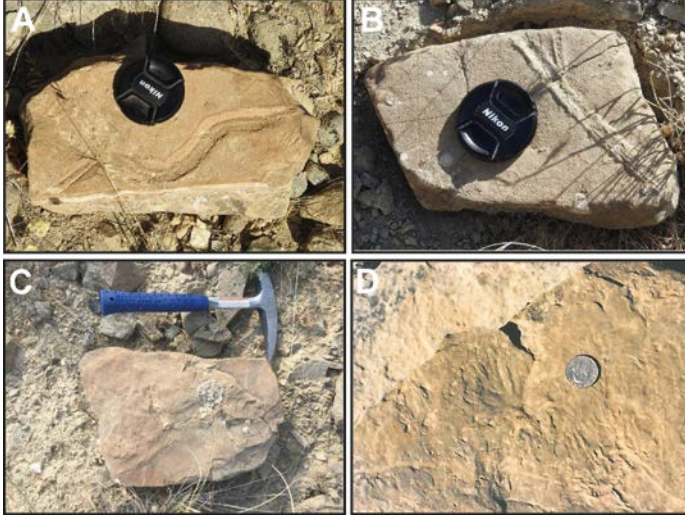
3.14. *Glockeria sp.*

Elazığ Havzası'nda bu iknofosil hafif yüksek, merkezden etrafa ışınal uzanan sırtlar, 4-7 mm genişliğinde, yükseklikleri 3-4 cm'dir (Şekil 6d; Özkul, 1993). Sedimentasyon sonrası, beslenme amaçlı izler olarak tanımlanmıştır (Crimes vd., 1981).

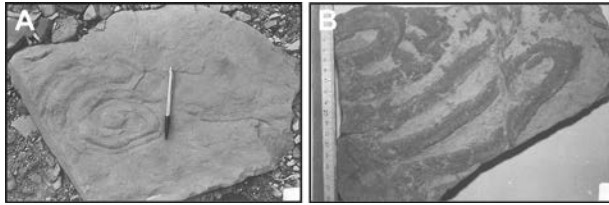
3.15. *Tephrhelminthopsis sp.*

Elazığ Havzası'nın türbidit kumtaşlarının alt seviyelerinde 2-3 cm genişliğinde çift sıralı (*bilobed*) bir iknofosildir (Özkul, 1993). Sırtlarda verrev (Şekil 7a) izlerden oluşmuştur. Genel olarak menderesli şekillere sahiptir (Şekil 7b).

Şekil 6. Elazığ Havzası'nın türbidit istiflerinde (Alkaç, 2020) tarafından saptanmış; (A) *Scolicia vertebraliz*; (B) *Scolicia strozzi*; (C) *Zoophycos isp.* iknofosilleri ve Özkul (1993) tarafından *Glockeria sp.* iknofosili.



Şekil 7. Elazığ Havzası'nın türbidit kumtaşlarının alt seviyelerinde Özkul (1993) tarafından tanımlanmış *Tephrhelminthopsis sp.* iknofosilinin verrev görünümü (A) ve genel menderesli görünüm (B).



3.16. *Ophimorpha isp.*

Bu iknofosil, Elazığ Havzası'nın ince taneli, türbidit kumtaşlarının tabaka altı ve/veya tabaka içinde saptanmıştır (Şekil 8; Alkaç, 2020). *Thalassinoides spongelimorpha* ve *Gyrolittes* iknofosillerle benzer özellikte olup (Demircan, 2008), onların farklı açılardaki oygu sistemleri olarak bilinmektedir

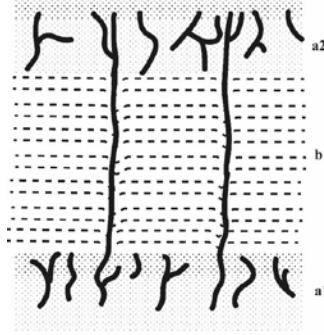
(Kennedy, 1967; Fürsich, 1973; Bromley ve Frey, 1974). Havzada iknofosil yatay ve düşey yönde gözlenmektedir.

Şekil 8. (A)-(D) Elazığ Havzası'nın türbidit kumtaşlarında Alkaç (2020) tarafından tanımlanmış *Ophimorpha* isp. iknofosilleri.



Ophimorpha'lar aynı zamanda havza içi ortamlarda gelişmiş düşey ve/veya yatay konumlu oygu izleri (*Burrow*) olarak tanımlanır (Alkaç, 2020). Genellikle sediman ile su seviyesi arasındaki yüzeyde gezinen canlıların oluşturduğu izler olup sedimentasyon süreçlerinin belirlenmesinde önemli rol oynarlar. Canlının kaçış izleri kavis veya çatal şeklindeyse sedimentasyonun yavaş (Şekil 9; a1 ve a2 seviyeleri), şekiller sayıca az ve çatallanma göstermeyen düz uzanımlı ise hızlı (Şekil 9; b seviyesi) olduğunu göstermektedir (Reineck, 1958; Reineck ve Singh, 1973).

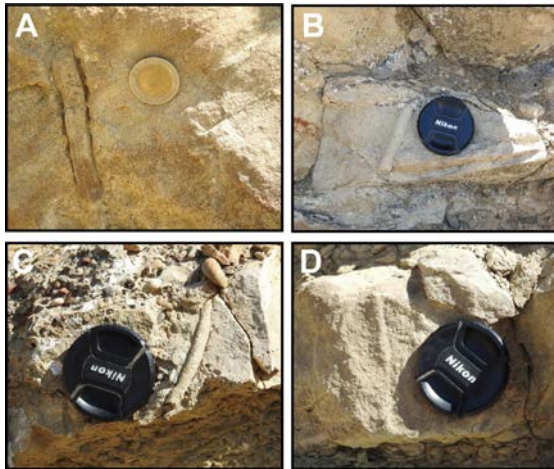
Şekil 9. İknofosillerin sedimentasyon hızı ve kaçış izleri arasındaki yapının şematik çizimi. a1 ve a2 seviyelerinde: sedimentasyon yavaş; b seviyesinde: sedimentasyon hızlı



Kaynak: (Reineck, 1958).

Elazığ Havzası'nda kaba taneli türbidit kumtaşlarının içerisinde bol miktarda *Ophimorpha*'lar gözlenmektedir. İknofosilin oluşturduğu oygu izleri türbidit istifleri keserek yerleştikleri saptanmıştır (Şekil 10; Alkaç, 2020). Ayrıca Seilacher (1967) *Ophimorpha*'ların derinliklere göre yorumlamış, düşey yönde olan izlerin daha sığ suları, yatay izlerin ise daha derin suları temsil ettiğini belirtmiştir (Şekil 11).

Şekil 10. (A)-(D) Elazığ Havzası'nın farklı türbidit kumtaşlarında Alkaç (2020) tarafından tanımlanmış oygu izleri.



Şekil 11. Elazığ Havzası'nın türbidit kumtaşı tabakası içerisindeki yatay oygu izleri



Kaynak: (Alkaç, 2020).

4. SONUÇLAR

Elazığ Havzası'nın jeolojisinin ve paleo-ortamının anlaşılmasında doğrudan olmasada dolaylı role sahip olan iknofosillerin tümü derin denizel havzanın yamaç, havza içi ve havza düzlüğündeki türbidit kumtaşları ve ince taneli çökeller içerisinde *Skolithos*, *Zoophycos*, *Nereites*, *Ophimorpha* *iknofasiyesleri* içerisindeki iknofosiller ile *Nereites* *Alt İknofasiyesi* ve *Paleodictyon* *Alt İknofasiyesleri*'ne ait iknofosillerden oluşmaktadır.

KAYNAKÇA

- Alkaç, O. (2020). *Kırkgeçit Formasyonu (Orta Eosen-Oligosen) Derin Deniz Tortullarının Sedimentolojisi, Baskil (Elazığ) Güneybatısı*. Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ. 260s.
- Alkaç, O. (2024). Facies architecture and depositional evolution of the Middle Eocene mass flow-dominated fan delta complex in the multifeeder areas: Elazığ Marine Basin (Eastern Türkiye). *Turkish Journal of Earth Sciences*, 33(5), 557-575.
- Alkaç, O., Köroğlu, F., Mülayim, O. (2024). Assessing the Contribution of Clastic Sedimentary Rocks to Geosite Potential and Geoscience Education: An Example of Coarse-grained Turbidite Sequences, Baskil (Elazığ, Türkiye). *Geoheritage*, 16:109.
- Alkaç O, Aksoy, E. (2022). The provenance of coarse-grained turbidite sandstones in the Kırkgeçit formation (western part of the Elazığ Basin-East Turkey). *Turkish Journal of Earth Sciences*, 31(2):153–177.
- Basan, P. (1978). Trace Fossil Concepts, SEPM Short Course. No.5, Oklahoma City, 181s.
- Beatty, T.W., Zonneveld, J.P., Henderson, C.M. (2008). Anomalously diverse Early Triassic ichnofossil assemblages in Northwest Pangea: a case for a shallow-marine habitable zone. *Geology*, 36, 771–774.
- Bromley, R.G., Asgaard, U. (1991). Ichnofacies: a Mixture of Taphofacies and Biofacies, *Lethaia*, 24,153-163.
- Bromley, R.G., Ekdale, A., A. (1984). Chondrites: a trace fossil indicator of anoxia in sediments. *Science*, 224 (4651), 872-874.

- Chamberlain, C.K. (1971). Morphology and Ethology of Trace Fossils from the Ouachita Mountains, Southeastern Oklahoma, *Journal of Paleontology*, 45, 212-246.
- Crimes, T.P., Goldring, R., Homewood, P., Stuijvenberg, J. Van., Winkler, W. (1981). Trace Fossil Assemblages of Deep-sea Fan Deposits, Gurnigel and Schlieren Flysch (Cretaceous–Eocene), *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 74, 953–995.
- Demircan, H. (2008). Geç Eosen Yaşlı Birimlerin İz Fosil Toplulukları ve Ortamsal Yorumu (GB Trakya), *MTA Dergisi*, 136, 43-61.
- Demircan, H. Uchman, A. (2006). Orta – Geç Eosen Türbiditik Sedimanlardaki İz Fosiller, GB Trakya Havzası, Türkiye. 59. *Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri Kitabı*, Jeoloji Mühendisleri Odası, Ankara, 238s.
- Demircan, H.; Uchman, A. (2016). Gelibolu Yarımadası Geç Eosen Yaşlı Ceylan Formasyonu Derin Deniz Çökelleri İz Fosilleri (GB Trakya, Türkiye), *MTA. Dergisi*, 153, 91-111.
- Frey, R.W., Pemberton, S.G., Saunders, T.D.A. (1990). Ichnofacies and bathymetry: a passive relationship. *Journal of Paleontology*, 64, 155–158.
- Frey, R.W., Seilacher, A. (1980). Uniformity in Marine Invertebrate Ichnology, *Lethaia*, 13, 183-207.
- Fürsich, F.T. (1973). A Revision of the Trace Fossils Spongiomorpha, Ophiomorpha and Thalassinoides. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte*, 12, 719-735.
- Götzinger, G. Becker, H. (1932). Zur geologischen Gliederung des Wicnerwaldflysches (Neue Fossilfunde). *Jahrbuch*, 82, 343-396.

- Götzinger, G., Becker, H. (1934). Neue Fährtenstudien im Ostalpinen Flysch. *Senckenberg* 16(2/3), 77–94.
- Howard, J.D., (1975). The Sedimentological Significance of Trace Fossils. In: Frey, R.W. (eds) *The Study of Trace Fossils*. Springer, Berlin, Heidelberg. 16s.
- Kennedy, W.J. (1967). Burrows and Surface Traces from the Lower Chalk of Southern England, *Bulletin of the British Museum (Natural History) Geology*, 15, 127-167.
- Kern, J.D. (1978). Trails from the Vienna Woods: Paleoenvironments and trace fossil of Cretaceous to Eocene flysch, Vienna, Austria. *Palaeo*, 23, 231-262.
- Książkiewicz, M. (1977). Trace Fossils in the Flysch of the Polish Carpathians, *Paleontologia Pol.*, 36, 1-208.
- Luo, M., Gong, Y.M., Zhang, L.J., Yin, Y.F. (2021). Trace fossil: a significant agent for exploring organism-environment interactions. *Acta Palaeontologica Sinica*, 60 (3), 347–356.
- Miller, W. (2007). *Trace Fossils Concepts, Problems, Prospects*, Elsevier, Third Edition, 637 s.
- Nuraini, S., Syafri, I., Muljana, B., Sudrajat, A. (2024). Ichnofossil of Nanggulan Deltaic System: Case Study of Watupuru Cross Section in Kulon Progo, Central Java, Indonesia. *Indonesian Journal on Geoscience*, 11(2), 295-312.
- Orr, P.J. (1995). A Deep-Marine Ichnofaunal Assemblage from Llandavery Strata of the Welsh Basin, West Wales, U.K, *Geological Magazine*, 132, 267-285.
- Özkul, M. (1988). *Elazığ Batısında Kırkgeçit Formasyonu Üzerinde Sedimentolojik İncelemeler*. Doktora Tezi, F.Ü. Fen Bil., Enst., Elazığ.

- Özkul, M. (2020). Kırkgeçit Formasyonu'nda (Eosen, Elazığ) Fliş İz Fosilleri ve Ortamsal Dağılımları. *Akdeniz Üniv. Isparta Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 7, 15-30.
- Pemperton, G.S., Spila, M., Pulham, A.J., Saunders, T., MacEachern, J.A., Robbins, D., Sinclar, L.K. (2001). Ichnology and Sedimentology of Shallow to Marginal Marine System: Ben Nevis and Avalom Reervoirs Jeanne D'arc Basin, *Geological Association of Canada, Short Course Notes*, 15, 343s.
- Perea, D., Verde, M., Torino, P., Montenegro, F., Ubila, M., Mozuetti, A. (2020). A Complex Association of Invertebrates, Vertebrates and Trace Fossils in the Marine Camacho Formation (Late Miocene of Uruguay): Biostratigraphy and Paleoenvironments. *Ameghiniana*, 57(3), 266-277.
- Reineck, H. E. (1958). Wühlbau-Gefüge in Abhängigkeit von Sediment-Umlagerungen. *Senckenbergiana Lethaea*, 39, 1-24.
- Reineck, H. E.; Singh, I. B. (1973). Depositional Sedimentary Environments, Berlin, Heidelberg, New York: *Springer Verlag*, 439 s.
- Rhoads, D.C., (1975). The paleoecological and environmental significance of trace fossils. In: Frey, R.W. (Ed.), The Study of Trace Fossils. *Springer-Verlag*, Berlin, 147-160.
- Seilacher, A. (1954). Die Geologische Bedeutung Fossiler Lebensspuren, Zeitschrift. *Der Deutschen Geologischen Gesellschaft*, 105, 213-237.
- Seilacher, A. (1955). *Spuren und Fazies im Unterkambrium*, In: Schindewolf, O.H. and Seilacher, A. (Eds.), Beitrilge zur Kenntnis des Kambriums in der Salt Range (Pakistan),

- Akademie der Wissenschaften un der mathematics-naturwises senschaftlichen Klasse, 10, 373-399.
- Seilacher, A. (1959). Zur Ökologischen Characteristic von Flysch und Molasse, *Ecloga Geologicae Helvetiae*, 51, 1062-1078.
- Seilacher, A. (1964). *Biogenic Sedimentary Structures*, In Imbrie, J. And Newell, N. (Eds.), *Approaches to Paleocology*, Willey and Soms, Newyork, 296-316.
- Seilacher, A. (1967). Bathymetry of Trace Fossils, *Marine Geology*, 5, 413-428.
- Seilacher, A. (1974). Flysch Trace Fossil Evolution of Behavioural Diversity in the Deep-Sea, *Neus Jahrbuch für Geologiae und Paläontologie. Monatshefte*, 223-245.
- Seilacher, A. (1977). *Pattern Analysis of Paleodictyon and Related Trace Fossils*, In: Crimes TP, Harper JC (eds) *Trace Fossils 2. Geol., J, Special*, 9, 289-334.
- Uchman, A. (2001). Eocene Flysch Trace Fossils from the Hecho Group of the Pyrenses, North Spain. *Beringeria*, 28, 3-41.
- Uchman, A., Demircan, H. (1999). Trace Fossils of Miocene Deep-Sea Fan Fringe Deposits from The Cingöz Formation, Southern Turkey. *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 69, 125 – 135.
- Uchman, A., Demircan, H., Toker, V., Denver, A.S., Sevim, S., Szulc, J. (2002). Relative Sea-Level Changes Recorded in Borings from a Miocene Rocky Shore of The Mut Basin, Southern Turkey. *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 72, 263-270.

YER BİLİMLERİ VE MÜHENDİSLİĞİ

yaz
yayınları

YAZ Yayınları

M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3

İscehisar / AFYONKARAHİSAR

Tel : (0 531) 880 92 99

yazyayinlari@gmail.com • www.yazyayinlari.com