



Jura-Kretase Yaşlı Demirkazık Formasyonunun Üst Seviyelerindeki Çört Oluşumu (Karaisalı Kuzeyi-Adana)

The Occurrence Of Chert Which Exist On Upper Level Of Jurrassic-Cretaceous Old Demirkazık Formation (North Of Karaisalı-Adana)

SACİT SABAZ¹ 0000-0002-4934-765X
KEMAL GÜRBÜZ¹ 0000-0003-1997-1635

¹*Çukurova Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Adana*

Geliş (received): 04/10/2022

Kabul (Accepted): 21/11/2022

ÖZ

Çalışma konusu Adana ili Karaisalı ilçesinin 15 km kuzeyinde bulunan Gildirli köyü civarında yer alan 42 m yanal uzunluğunda tabakalı, kırık ve çatlaklı yapı gösteren mikritik kireçtaşı Demirkazık Formasyonunda yer alan çört oluşumlarıdır. Bu çalışma kapsamında Demirkazık Formasyonunda incelenmiş olan çörtlü oluşumlar, birimin tüm seviyelerinde yer almaktadır. İncelemeye konu olan çörtler şekil, boyut, buldukları tabaka konumuna ve iç yapılarına göre sınıflandırılmıştır. 5-175 cm arasında uzunluğunda olanlara çört merceği, 1-7 cm uzunluğunda nodül şeklinde olanlara çört yumrusu ve tabakaların kırık çatlakları arasında gelişen çört oluşumuna ise yüzey sıvamasıyla oluşan çört şeklinde tanımlanmıştır. Çört seviyelerinin kalınlıkları 1-6 cm arasında değişmektedir. Çört mercekleri tabakalara paralel ve/veya yanal yönde düzenli ve düzensiz (dağınık) uzandığı görülmüştür. Birimin üst kısımlarında çört yumruları yer alırken orta ve alt kısımlarında çört mercekleri ve yüzey sıvamasıyla oluşan çörtler gözlenmiştir. Çört oluşumlarını sağlayan silis kaynağının ise kuvarşça zengin kayalardan geldiği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Demirkazık Formasyonu, Çört merceği, Çört yumrusu

Sacit SABAZ sacitsabaz@gmail.com

Çukurova Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Adana

ABSTRACT

The micritic limestone Demirkazık Formation, which presents a stratified, fractured and cracked structure with a lateral length of 42 m, located around the village of Gildirli, 15 km north of the Karaisalı District of Adana province. In the scope of this study, the cherted levels examined were included in all levels of the unit. The examined cherts were classified according to their location in the layer, their length, shape, size and internal structure. 5-175 cm long between the decal lens, 1-7 cm long in the form of nodules between the decal lump and the layer broken cracks developed in the structure of the chert formed by surface plastering is grouped as chert. Chert levels range from 1-6 cm thick. It has been observed that the lenses extend regularly or irregularly in the lateral direction. While there are chert nodules on the upper surfaces of the unit, chert lenses and cherts formed by surface plastering were observed in the middle and lower parts. It is believed that the silica rock that provides the formation of chert is quartz-rich rocks

Keywords: Demirkazık Formation, Chert lens, Chert tube

GİRİŞ

Silisyum dioksit bileşimli sert tortul bir kayaç olan, çörtler ile ilgili yapılan bu çalışma, Türkiye'nin güneyinde Neojen Adana havzası olarak adlandırılan Kuzeyde Toros Dağları, Batıda Ecemiş Fay Zonu ve Güneydoğu'da Amanos Dağları ile çevrili, Paleozoyik'ten günümüze kadar kayaların yer aldığı havzanın, kuzey kesiminde bulunan Demirkazık Formasyonu birimleri üzerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanı Adana-Karaisalı ilçesinin yaklaşık 15 km kadar kuzeyinde Gildirli köyü'nün hemen 1-1.5 km. güneybatısında yer almakta olup, bölgeye karayolu ile ulaşılmaktadır (Şekil 1).

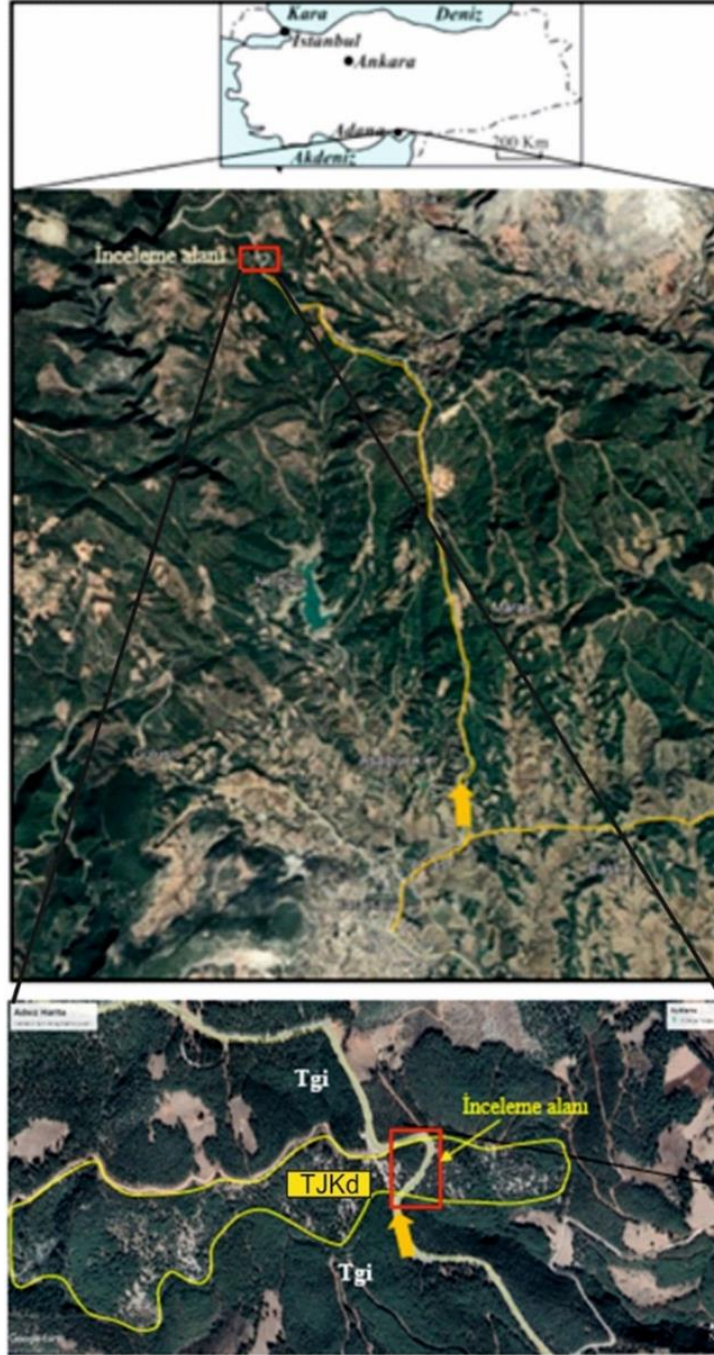
Adana havzası Tersiyer istifli tabanda Oligosen-Erken Miyosen evresinde, tamamiyle karasal akarsu ve göl ortamlarını ile temsil edilen Gildirli ve Karsantı formasyonları ile başlamaktadır. Paleotopoğrafik yükseltelerde ve havzanın kenar kesimlerinde Erken-Orta Miyosen zaman aralığında Kaplankaya ile Karaisalı formasyonları, daha derin kesimlerde ise Cingöz ve Güvenç formasyonları çökelmiştir. Kaplankaya formasyonu, alttaki Gildirli formasyonu ile uyumlu olup, üzerine gelen resifal nitelikli Karaisalı formasyonu ile yanal ve düşey geçişlidir. Langiyen-Serravaliyen aralığında ise Cingöz formasyonuna ait denizaltı yelpazeleri ve bunların üzerine gelen Güvenç formasyonu ile temsil edilmektedir. Güvenç formasyonu istifin üst kesimlerine doğru sığlaşarak Tortoniyen yaşlı Kuzgun formasyonuna aşınmalı bir dokanakla geçer. Tortoniyen yaşlı Kuzgun formasyonu karasal, sığ denizel ve deltayik sediman aralanmakta olup Kuzgun, Memişli ve Salbaş tuf üyelerine ayrılmıştır. Kuzgun formasyonu üzerinde

Handere formasyonuna ait sığ denizel kırıntılılar ve evaporitik ile akarsu sedimanları yer alır. Bütün bu Miyosen sedimanları Kuvaterner yaşlı taraça, kaliçi oluşumları ve alüvyon tarafından örtülmektedir.

Bu çalışmanın amacı, Jura-Kretase yaşlı Demirkazık Formasyonunda gelişen çörtlerin sınıflanması, litolojik özelliklerinin araştırılması, oluşumunu etkileyen dışsal (tektonik) ve içsel etkenlerin ortaya konulmasıdır(Şekil 2). Çörtler, Adana havzası temelinde yer alan Jura-Kretase yaşlı Demirkazık Formasyonu'nun üst seviyelerinde ve genelde Adana havzası sedimanlarının (Gildirli formasyonu) diskordanslı dokanağına yakın kesimlerinde yer alan oluşumlarıdır. Farklı şekil ve uzunluklarda nodüler ve mercekler şeklinde bulunan çörtler ile ilgili yapılan bu çalışmayla, bu oluşumların kökenine ışık tutulmaya çalışılmıştır.

Çört yoğun silisli tortul kayaç içeren son derece sert, mikrokristalen ve kriptokristalen bir kuvarsdır (Lapidus, 1990). Silisleşmenin ana kontrol faktörleri silika oranı ve çevre koşullarına, içine yerleştikleri birimin özelliklerine bağlıdır (Boggs 1987). Çörtler küçük nodüller, mercekler veya bantlı yapılar olarak kendilerini gösterirler. Günümüze kadar çörtler ile ilgili birçok çalışma yapılmış ve bu çalışmalar; (Murchey ve Jones (1992), "Pangaea'da Permiyen silisli tortul olay" adlı çalışmasında çörtün esas olarak kriptokristalen ve mikrokristalen kuvarstan oluşmuş yaygın bir silisli kaya türü olduğunu ortaya koymuşlardır. Hala tartışmalar olsa da genellikle çörtteki silikanın esas olarak üç kaynaktan kaynaklandığı bunların; biyolojik, karasal ve volkanik hidrotermal olduğunu ve biyolojik kaynağın esas olarak, organizmaların (radyolarian, sünger) ve deniz tabanında biriken diğer kabukluları veya iskeletleri olduğu belirlenmiştir (DeMaster ve ark. 1983; Ragueneau ve ark. 2000; DeMaster 2002; Nelson ve ark. 2002; Qu ve ark. 2017). Volkanik hidrotermal kaynak esas olarak genellikle deniz dibinde biriken volkanik patlamanın ürettiği silisli hidrotermal akışkan olduğunu açıklamışlardır (Maliva vd. 2005; Perry ve Lefticariu 2007). Bramlette (1946), silisli organizmaların ölümü sonucu kavkıdaki silisin eriyiğe geçerek diyajenez sırasında hareketlendiğini çözelti şeklinde kayaç içerisinde dolaşarak düşük erirlik noktalarında kuvars olarak kristallenmekte olduğunu belirtmiştir. Knauth (1979), meteorik suların silisleşme sürecine katkı sağladığını, çörtleşmenin meteorik suların ile deniz alanının altında kalan birimin kırık ve boşluklu kısımlarında geliştiği bir model önermiştir. Çörtlerin yapısal farklılıklara göre katmanlı ve katmansız olarak sınıflandırıp katmanlı olanların bağımsız bir stratigrafik birim oluştururken, katmansız olanların

nodüler, mercek biçiminde veya bantlı yapı gösterdiklerini belirtmişlerdir (Liu ve Yan 2007; Xiao ve ark. 2009).



Şekil 1 Çalışma alanı uydu görüntüsü. (TJKd: Demirkazık Kireçtaşı, Tgi: Gildirli sedimanları, GoogleEarth görüntüsü)

Figure 1. Inspection site view (TJKd: Demirkazık Formation, Tgi: Gildirli Formation, GoogleEarth images)



Şekil 2. Sedimantolojik kesit ölçülen yol yarmasının görünümleri. (1 nolu fotoğraf arazide kuzeyde bulunan kesitin alt kısmını, 4 nolu fotoğraf en güneyde üst kesimini göstermektedir).

Figure 2. Views of the road cut whose sedimentological section was measured.(Photo 1 shows the lower part of the northern section of the field, photo number 4 shows the part in the South)

METOD VE BULGULAR

Çalışma yöntemi

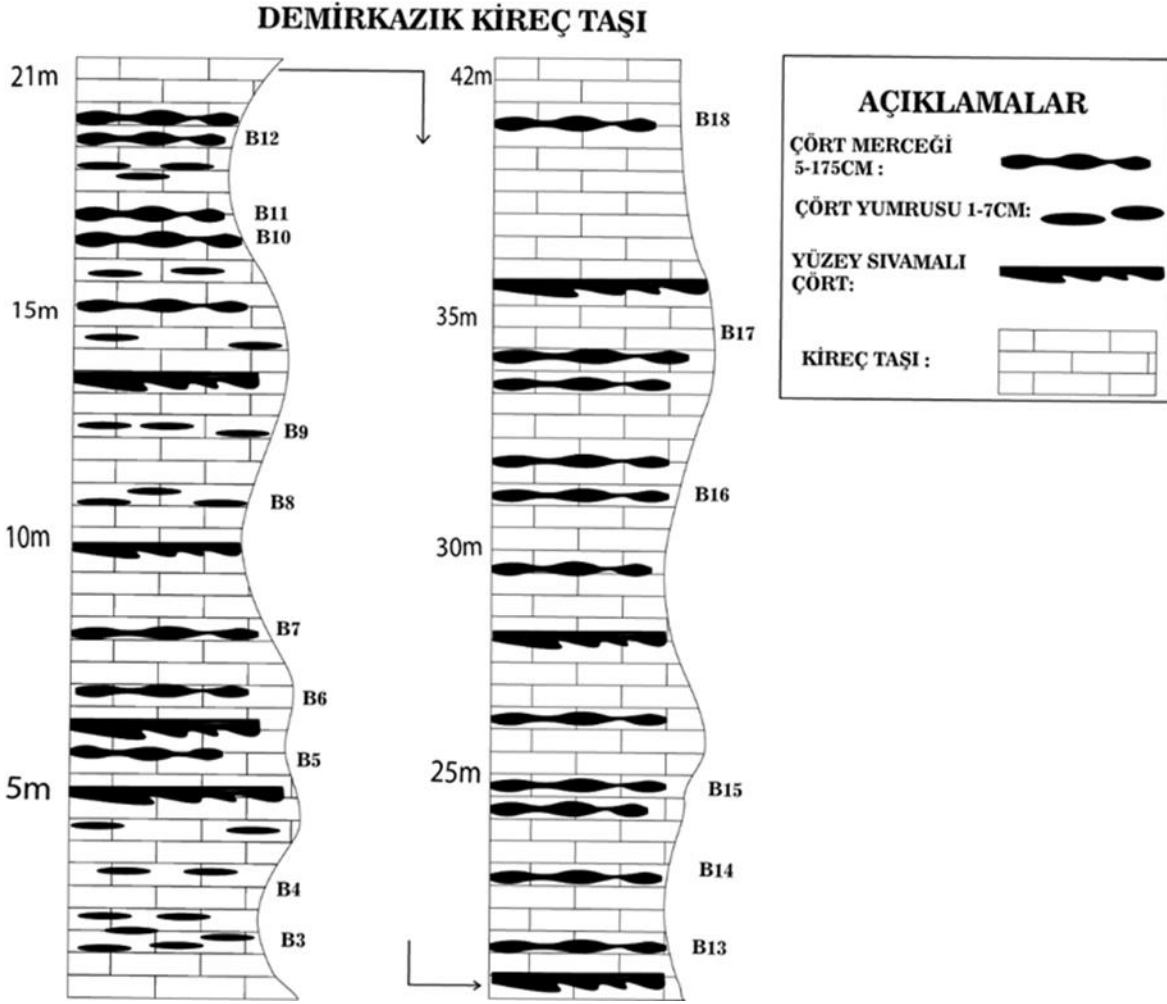
İlk etapta, Adana havzası ile inceleme alanı ve yakın civarını kapsayan bölgelerde önceden yapılmış çalışmalar ve Çörtlerle ilgili yapılan çalışmalar incelenmiştir. inceleme alanında mostra vermiş olan Demirkazık Formasyonunun toplam 42 metrelik sedimantolojik kesiti yeri

belirlenmiş olup çört seviyeleri işaretlenmiştir (Şekil 3). Kesit ölçülüp tabaka sayıları hesaplanmış ve her tabakanın ve içine yerleşmiş olan çört yumruları ve çört bantları tabaka kalınlıkları dikkate işaretlenmiştir. Ana kayaç ve çört oluşumlarını ayırt etme işleminde seyreltik HCl asit testleri yapılmıştır. Çalışma alanında yüzeyleyen tüm kayaç birimleri ve bu birimler içerisinde yer alan yapısal özellikler incelenip gerekli görülen tabakalardan toplamda 25 adet olmak üzere el örneği alınarak ince kesit hazırlanmıştır. Elde edilen ince kesitler, polarizan mikroskoplarda incelenip, Folk (1962) ve Dunham (1962) göre sınıflandırılması yapılmıştır. Elde edilen bulgular, fotoğraflanan Kayaç örnekleri ve ince kesit görüntüleriyle birlikte analiz edilmiştir.

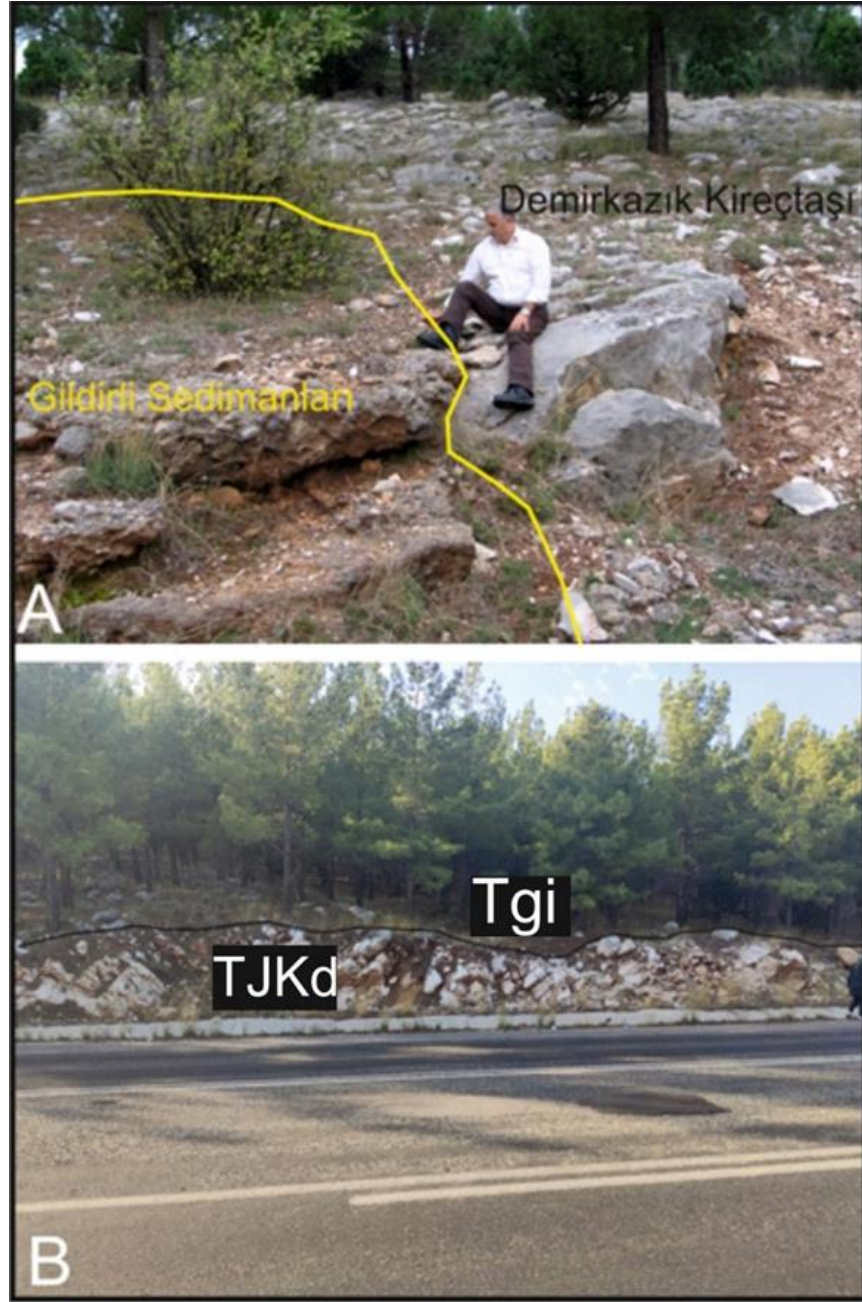
Çörtler arazideki gözlemler temel alınarak, tabaka içindeki konumlarına, iç yapılarına, şekillerine ve boyutlarına göre sınıflandırılmıştır.

Demirkazık Formasyonu ve Çört Oluşumu

Yol yarması boyunca açığa çıkan Demirkazık Formasyonunun yaklaşık 35-40 derece civarındaki eğimli tabakalarını Üst Oligosen-Alt Miyosen yaşlı Gildirli Formasyonu açısal uyumsuzlukla üzerlemektedir. Çalışma alanındaki Demirkazık ve Gildirli Formasyonlarının sınırları şekil 4.'te gösterilmiştir. Belirtilen alandaki yol yarması boyunca Jura-Kretase yaşlı Demirkazık Formasyonu genel olarak mikritik kireçtaşı ve yer yer çört yumruları, çört mercikleri içermekte olup kırık ve çatlaklıdır. Tabaka kalınlıkları 15 cm-248 cm arasında kalınlıkta olduğu ve ana kaya (kireçtaşı) içinde yer alan çörtlü oluşumların arazideki gözlemler temel alınarak düzenli-düzensiz (dağınık) yapı gösterdiği tespit edilmiştir



Şekil 3. Demirkazık Formasyonu Çört Seviyelerini Gösteren Sedimantolojik Kesit.
Figure 3. Demirkazık Formation, Sedimentology cross section showing chert levels

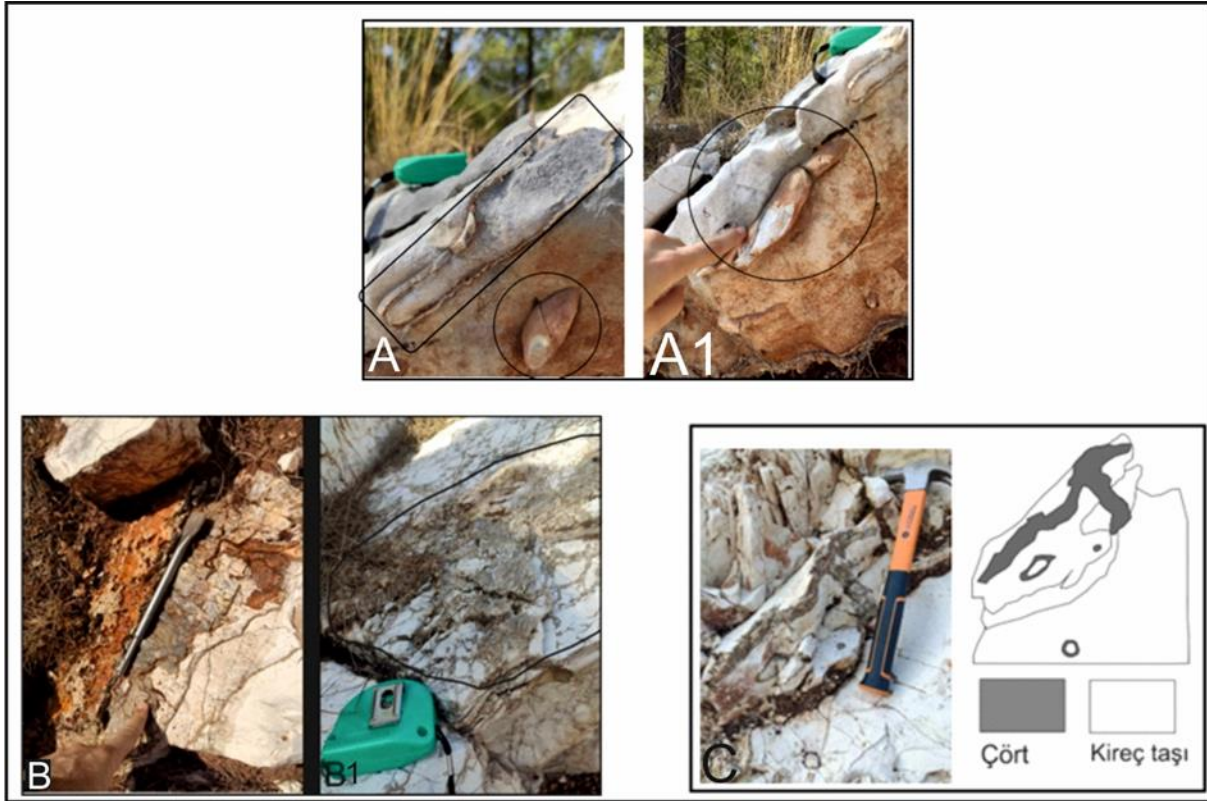


Şekil 4. A: Demirkazık ve Gildirli formasyonları arasındaki sınır, B: Demirkazık ve Gildirli yol yarmasının görünümü (TJKd: Demirkazık Formasyonu, Tgi: Gildirli Formasyonu)

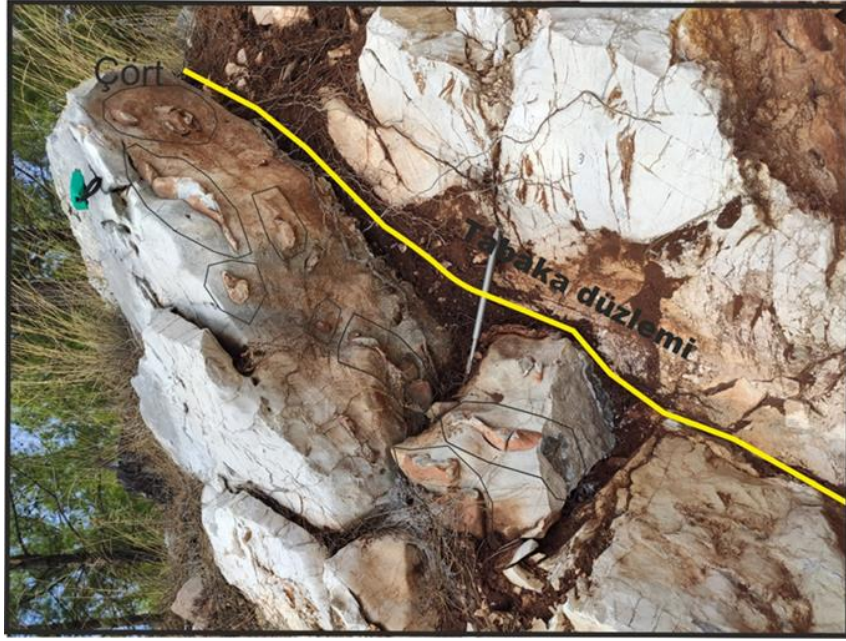
Figure 4. A: Demirkazık and Gildirli formation boundary. B: View of Demirkazık and Gildirli road cut (TJKd: Demirkazık Formation Tgi: Gildirli Formation)

Tabakadaki Konumlarına, Şekillerine, Boyutlarına ve İçyapılarına Göre Çört Oluşumları

Demirkazık Formasyonunda üç farklı şekilde çört oluşumu tespit edilmiş ve bu şekiller buldukları konuma göre farklılıklar göstermişlerdir. Birimin üst seviyesinde yer alan çörtlü oluşumlar yoğunlukla yumrulu (nodüler) şekillerde gelişirken orta ve alt kısımlarda mercek (lens) şeklinde, tabaka aralarındaki çörtler ise yüzey sıvaması görünümünde geliştikleri tespit edilmiştir. Bu görünüm özelliklerinden çalışma alanında bulunan çörtlü oluşumlar şekillerine göre; yumrulu, mercek ve yüzey sıvaması şeklinde oluşumlar olarak tanımlanmıştır (Şekil 5, 6, 7, 8).

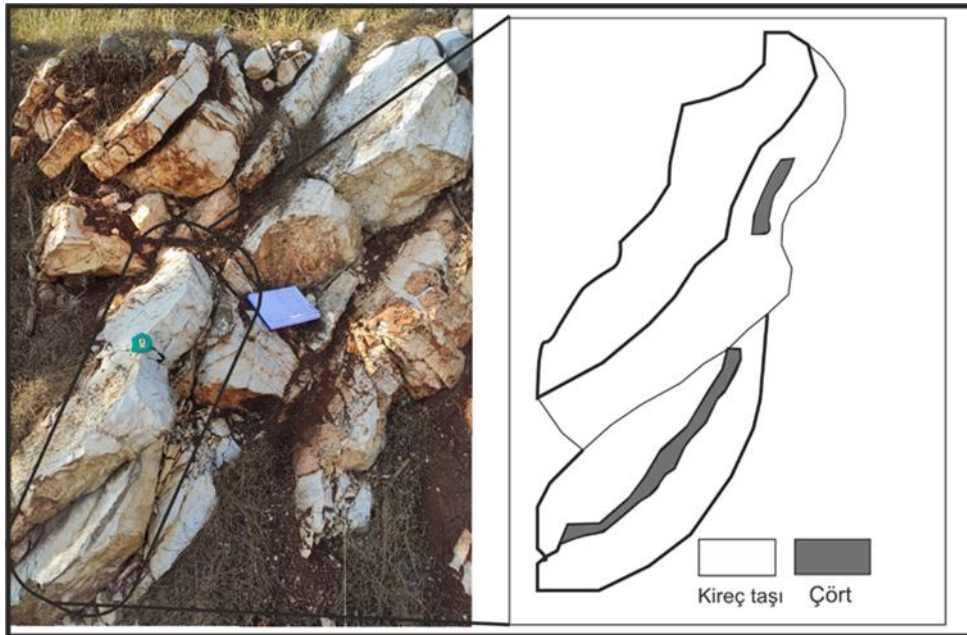


Şekil 5. A,A1: çört yumrusu B,B1: yüzey sıvamasıyla oluşan çörtler C: çört merceği
Figure 5. A,A1: chert nodule B,B1: chert formed by surface coating C: chert lens



Şekil 6. Sedimentolojik kesitin 6 m. seviyesinde, tabakanın üst kesiminde tabakaya paralel gelişmiş çört oluşumlarının arazi görünüşleri. Kahve renkli çört oluşumları, açık gri renkli, kireçtaşı tabakası üzerinde farklı boyut-şekillerde düzensiz yamalar şeklinde tespit edilmiştir. (Şerit metre çapı:6cm)

Figure 6. Field views of chert formations parallel to the layer in the upper part of the unit at 6 m level of the sedimentological section. Brownish light gray colored chert formations were detected as irregular patches of different sizes and shapes on the limestone layer. (Diameter of Tape:6 cm)



Şekil 7. Tabakalanma düzlemlerine paralel gelişmiş grimsi-kremsi renkli çört oluşumlarının kireçtaşı içinde ve yüzeyindeki görünümü, sedimantolojik kesitin 7.metre seviyelerinde. (Şerit Metre çapı:6cm)

Figure 7. The appearance of grayish-creamy colored chert formations parallel to the bedding planes in and on the surface of the limestone, at the 7th meter levels of the sedimentological section. (Diameter of Tape:6cm)



Şekil 8. Sedimantolojik kesitin 35 m seviyelerinde, tabakalar arasında yüzey sıvaması şeklinde gelişen çörtlü oluşumların genel görünümü. (Çekiç:34cm)

Figure 8. General view of cherty formations that developed as surface plastering between layers at 35 m levels of the sedimentological section. (Hammer:34 cm)

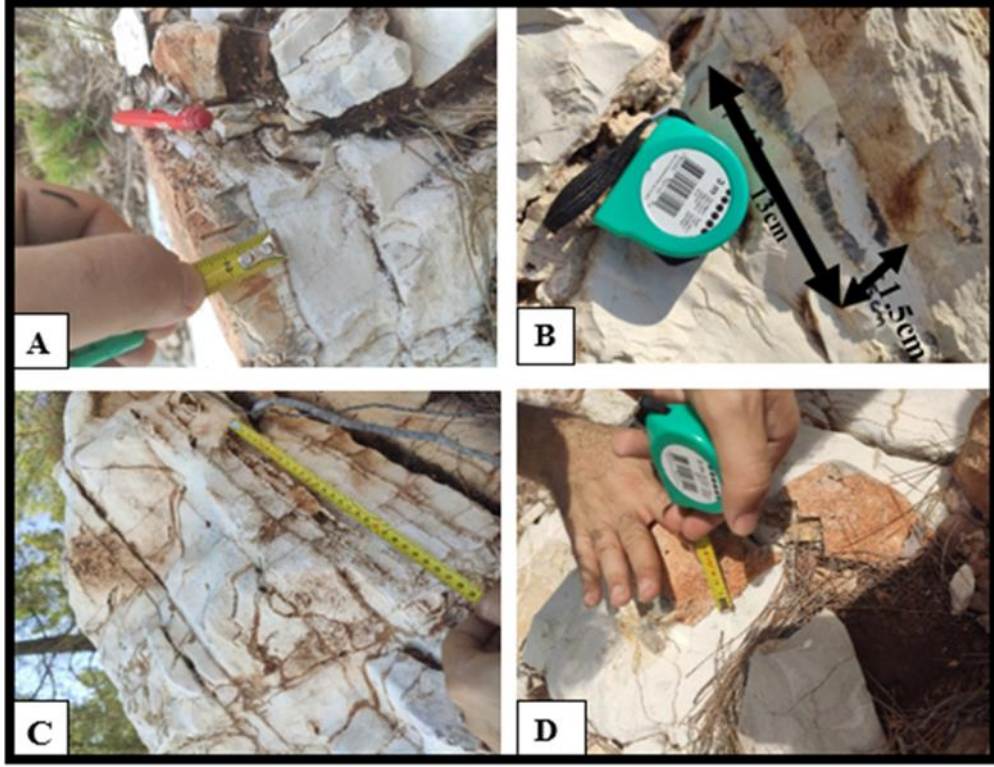
Çalışma alanında yer alan çörtlü oluşumların boyutları tabakalar halinde incelenmiştir. Yapılan incelemelerde çört merceği, çört yumrusu ve yüzey sıvaması şeklindeki çörtlü oluşumların kalınlık ve uzunluklarının, içinde geliştikleri tabakaların kalınlıkları ve uzunlukları ile ilişkisi olmadığı tespit edilmiştir. Toplam 49 tane ölçüm yapılmıştır. Çört kalınlığı 1.5 cm ve 11 cm arasında ve içinde buldukları kireçtaşı tabaka kalınlıklarının ise 15 cm-248 cm arasında olduğu gözlenmiştir (Çizelge 1).

Tablo 1. Çalışma alanındaki Kireçtaşı tabakalarında gelişen çört merceği kalınlık ve uzunluk ölçümleri.

Table 1. Thickness and length measurements of chert lens developed in limestone layers in the study area.

ÇÖRT MERCEĞİ	UZUNLUK	KALINLIK
MAKSİMUM	156 cm	11 cm
MİNİMUM	13 cm	1.5 cm
ORTALAMA	83.5 cm	6.2 cm

Tabakayla yanal yönlü yüzey sıvamasıyla oluşan çörtün 2.7cm kalınlıktaki görünümü (Şekil 9A). Yanal uzunluğu 13 cm ve kalınlığı 1.5 cm olan çört merceklerinin alt ve üst sınırlarının anakaya dokanaklarıyla geçişli olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 9B). Tabakalanmaya paralel uzanan 28 cm uzunluğunda ve 2.5 cm kalınlığındaki çört merceğinin görünümü (Şekil 9C). 5 cm kalınlık sunan çört yumrusunun görünümü (Şekil 9D). Çört yumruları kendi sınıflarında 1-7 cm arasında kalınlık sunduğu ve anakaya dokanakları ile geçişli olduğu tespit edilmiştir. Çalışma alanındaki kireçtaşı tabakalarında gözlenen uzun ve/veya eş boyutlu iri kuvars kristallitaneli çörtler ve porselenimsi çört oluşumunun yaygın olduğu gözlenmiştir. Mikrokristalen-porselen doku, çalışma alanındaki en yaygın dokudur. Çörtler genel olarak kremi ve gri renkli kırık ve çatlaklıdır (Şekil 10).



Şekil 9. Yumru, mercek ve yüzey sıvaması şeklindeki çörtlerin kalınlık ve uzunluklarını gösteren ölçümler

Figure 9. Measurements showing the thickness and length of cherts in the form of tuber, lens and surface coating

- a. Sedimantolojik kesitin 19. metre seviyelerinde yer alan, çalışma alanında en yaygın olarak gözlenen, grimsi renkli ve porselen görünümlü çört merceklerinin genel görüntüsü (Şekil 10a).
- b. Sedimantolojik kesitin 22. metre seviyelerinde görünen çört merceğinin krem-si-grimsi renkli porselen görünümü (Şekil 10b).
- c. Sedimantolojik kesitin 6. metre seviyelerinde yer alan Kireçtaşı tabakalarına paralel gelişen ve genelde birimin üst kesimlerinde yer alan gri-krem renkli çört yumrularının porselenimsi görünümü (Şekil 10c).



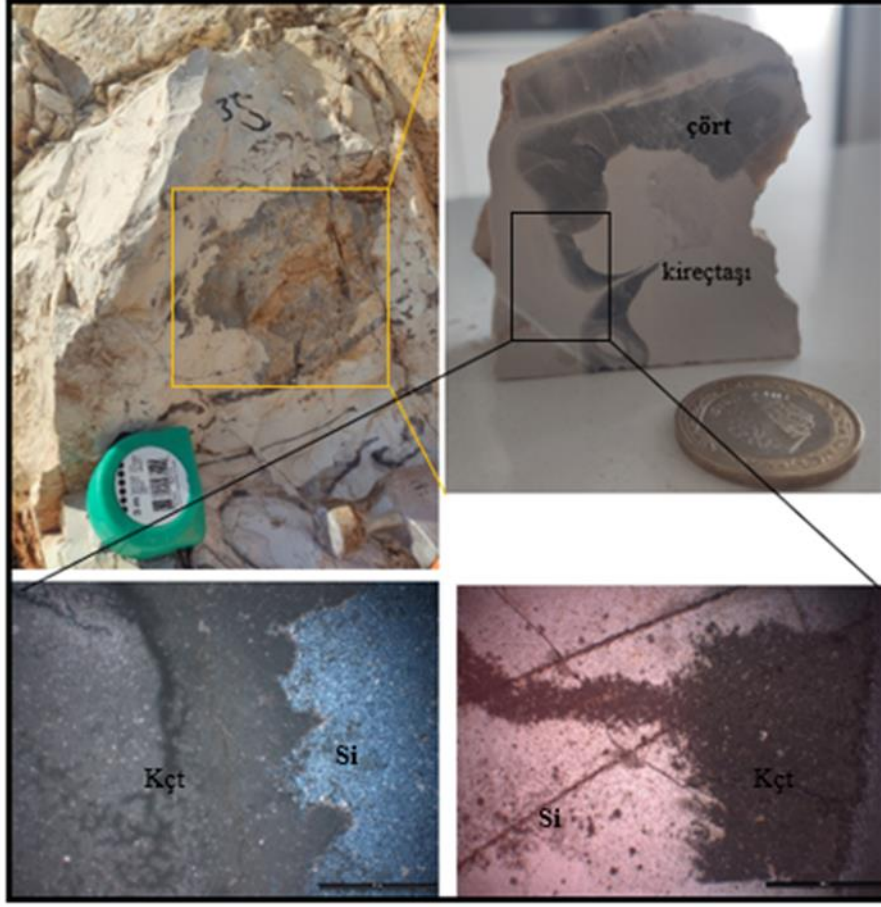
Şekil 10. a, b: Çört merceği c:çört yumrusu d:yüzey sıvımalı çört

Figure 10. a,b :Chert Lens c: Chert tuber (Nodul) d: chert with surface coating

d. Sedimantolojik kestin 5 metre seviyelerinde bulunan ve tabakalar arasındaki boşluklu-kırık çatlaklı yapıların arasına yerleşmiş gri renkli, bol kırık ve çatlaklı yüzey sıvıması şeklindeki çörtlerin genel yaygın görünümü (Şekil 10d).

Petrografik Özellikler

Mikrokristalin kireçtaşının yerini alan porselenimsi mikrokristalen kuvars görünümü şekil 11’de verilmiştir. Gelen silisçe zengin kimyasal miktarın ortama giriş yerinin gözleendiği, ana kayanın dayanımı gibi özelliklere bağlı olarak düzensiz yayılım difüzyon gelişimi gözlenmiştir (Şekil 11; B10 örneği).



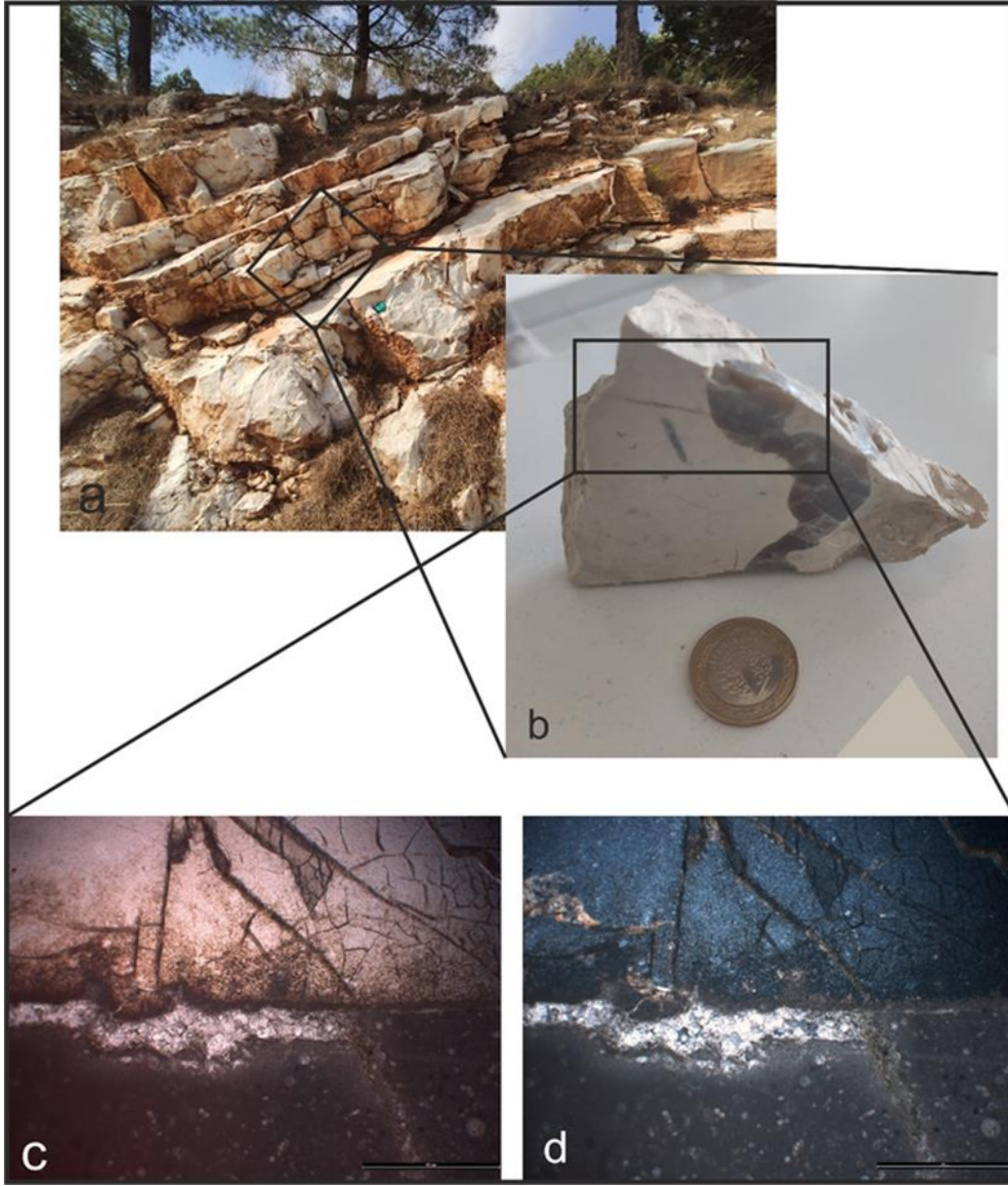
Şekil 11. Şekil 3'deki sedimentolojik kesitte 15-20 metre seviyelerindeki B10 kireçtaşı örneğinin saha, makro ve mikro görünüşleri.

Figure 11. Field, macro and micro views of the B10 limestone sample at 15-20 meters in the sedimentological section in Figure.



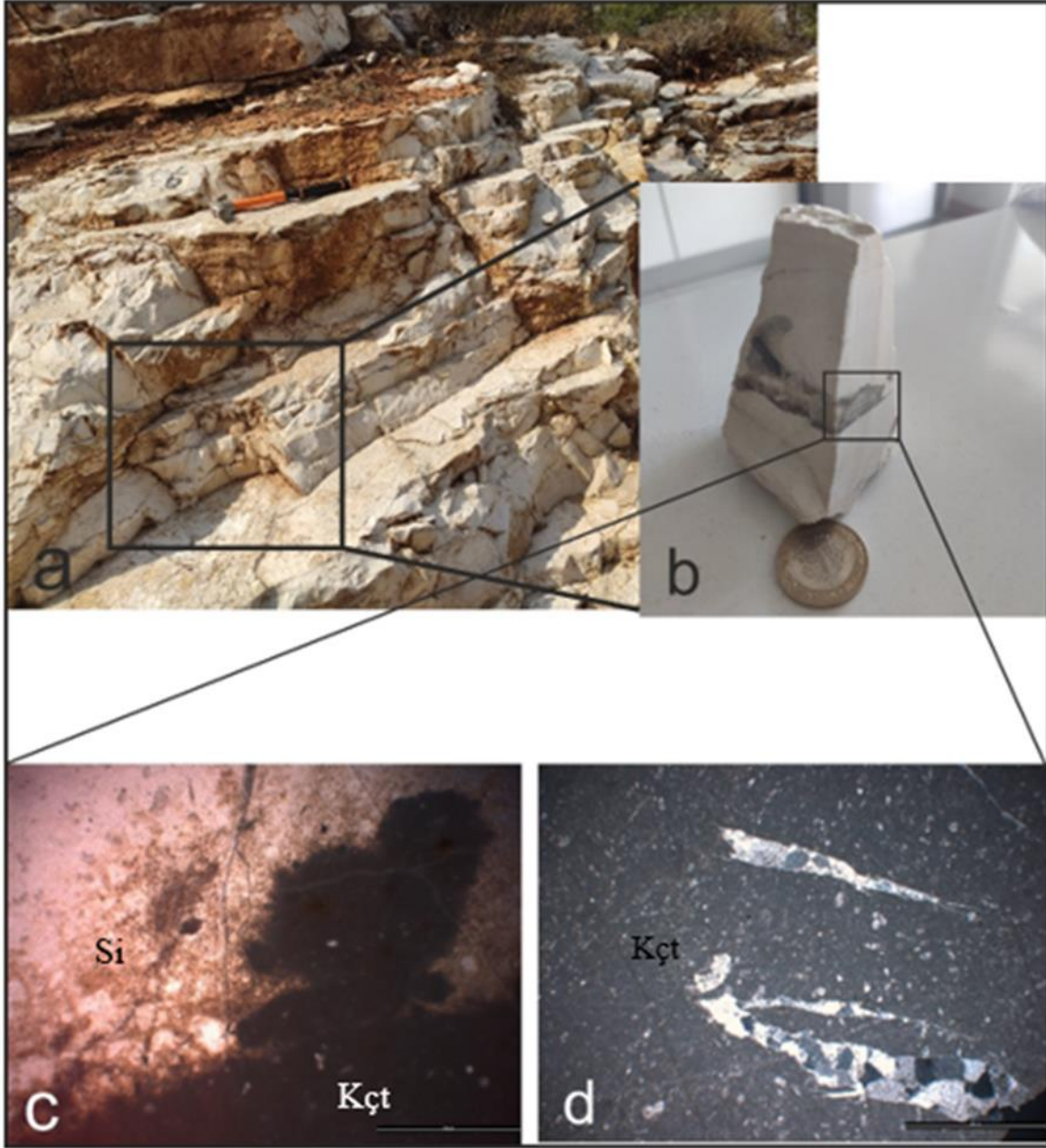
Şekil 12. Şekil 3’de ölçülen sedimentolojik kesitin 15-21. Metre seviyelerindeki B11 kayaç örneğinin saha ve mikroskopik görünümü. Silis ve kireçtaşı geçiş dokanağı, (İk:ikincil silisleşme sonrası gelişen kalsit damarı Si: Silis Kçt: Kireçtaşı).

Figure 12. Field and microscopic view of the B11 rock sample at the 15-21 m levels of the sedimentological section measured in Figure 3. Silica and limestone transition zone



Şekil 13. Şekil 3’de Sedimantolojik kesitin 30 m seviyelerindeki B16 kayaç örneğinin, saha, kayaç numunesi ve mikroskopik görünümü. (c: tek nikol d: çift nikol görüntüsü)

Figure 13. The field, rock sample and microscopic view of the B16 rock sample at 30 m levels of the sedimentological section in Figure 3. (c: single nicol d: double nicol)



Şekil 14. Sedimantolojik kesitin 30 m-35 m seviyelerindeki B17 kayaç örneği, saha ve mikroskopik görüntüleri. (Kalsit minerallerinden oluşan Fossil kavkısının yerini almış kuvars mineralinin görünümü (d)). (c: tek nikol, d: çift nikol) görüntüsü)

Figure 14. B17 rock sample, field and microscopic images of the sedimentological section at 30 m-35 m levels. (Appearance of quartz mineral replacing the fossil shell consisting of calcite minerals (d)). (c: single nicol d: double nicol)

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Adana Baseni kuzey kesimlerinde Jura-Kretase temel kayaçları içerisinde gözlenen silisleşmelerin boyut, tabakalardaki konumları ve şekilleri incelenerek aşağıda belirtildiği üzere sınıflandırılmıştır. Bu jeolojik evrimi detaylı anlatabilmek için Adana Baseni kuzey kesimine ait bir jeolojik evrim modeli enine taslak kesitler üzerinde açıklanmıştır. Bütün bu çalışmaların sonucunda:

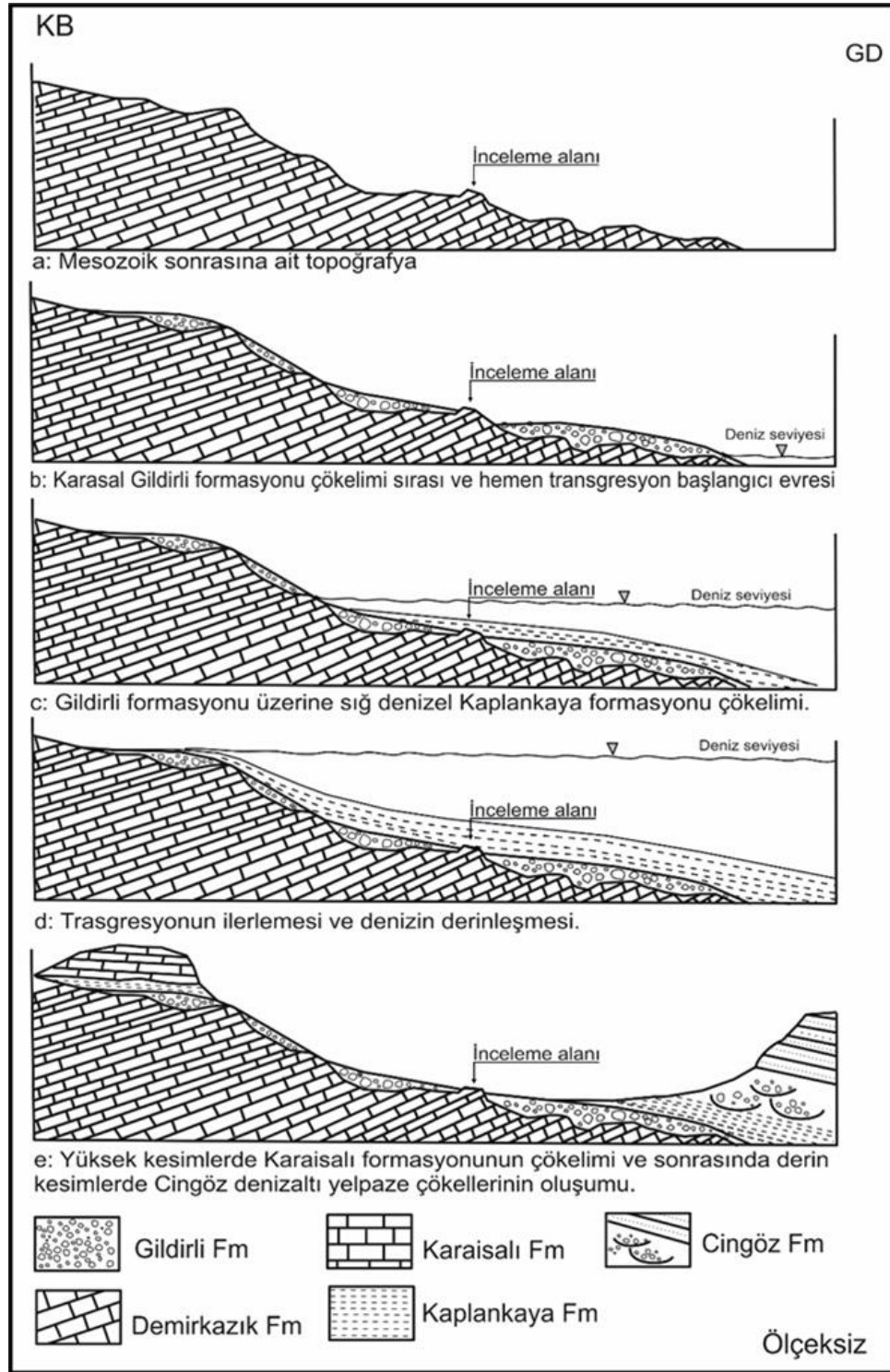
Çört oluşumlarının diskordans yüzeylerine yakın kesimlerde yoğunlaşması bu oluşumların ikincil olduğunu göstermektedir. Çört oluşumları boyutlarına, şekillerine, tabakadaki konumlarına ve iç yapılarına göre sınıflandırılmıştır.

Çört oluşumlarının bölgeye ilk denizel transgresyon sırasında ve hemen sonrasında oluştuğu saptanmıştır (Şekil 15). Bu tip oluşumlarla ilgili literatür taramasında gözlenen ve yaygın olarak kullanılan Bustillo (1998) tarafından önerilmiş olan modele uygun olduğu saptanmıştır (Şekil 16).

Bu çalışma ile edinilen bulgular ortamdaki silis zenginleşmesinin:

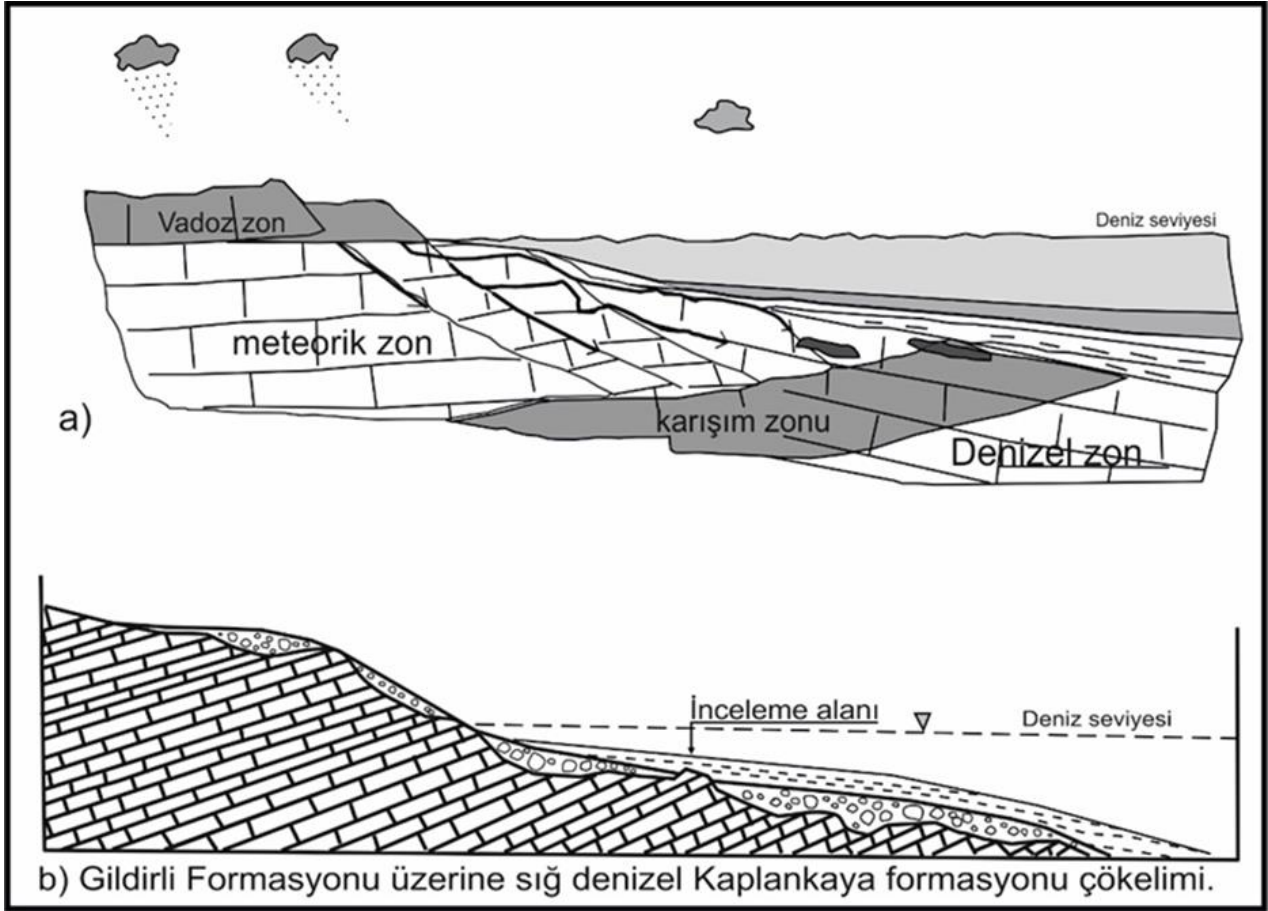
- a) Deniz suyundaki silis miktarının varlığı/yokluğu
- b) Gildirli fm. silisli (radyolarit, çört) çakıllarının olabilirliği
- c) Yüzeyde yer alan ofiyolitik kayaçların neden olabileceğini düşündürmektedir.

Bu çalışma ile elde edilen verilerin daha geniş alanlarda yaygınlaştırılması ve sonuçlarının jeokimyasal verilerle de desteklenmesi önerilebilir.



Şekil 15. İnceleme alanı ve civarı için geliştirilmiş jeolojik taslak enine kesit.

Figure 15. Geological draft cross-section developed for the study area and its vicinity.



Şekil 16. İnceleme alanı Jura-Kretase yaşlı kireçtaşlarındaki silisleşmelerle ilgili Bustillo (1998) tarafından önerilen oluşum modeli (a) ve inceleme alanına uyarlanan model (b).

Figure 16. The formation model proposed by Bustillo (1998) for silicifications in the Jurassic-Cretaceous aged limestones of the study area (a). model adapted to the study area (b).

KAYNAKLAR

- Bustillo, M.A. 1998 Meteoric water participation in the genesis of Jurassic cherts in the subbetic of southern Spain — a significant indicator of penecontemporaneous emergence. Elsevier Sedimentary Geology, 119, 85-102 p.
- Boggs S. Jr., Principles of Sedimentology and Stratigraphy, Macmillan Publishing Company, New York, USA, 771, 1987.
- Bramlette, M.N., 1946 The Monterey Formation of California: U.S. Geol. Survey, Prof. Paper, 212
- DeMaster DJ (2002) The accumulation and cycling of biogenic silica in the Southern Ocean: revisiting the marine silica budget. Deep Sea Research. Part II (49): 3155-3167.
- DeMaster DJ, Knapp GB, Nittrouer CA (1983) Biological uptake and accumulation of silica on the Amazon continental shelf. Geochim Cosmochim Acta 47: 1713-1723.
[https://doi.org/10.1016/0016-7037\(83\)90021-2](https://doi.org/10.1016/0016-7037(83)90021-2)
- Dunham, R.J. (1962) Classification of carbonate rocks according to depositional texture. In: Classification of Carbonate Rocks (Ed. W.E. Ham), Am. Assoc. Pet. Geol. Mem., 1, 108–121.
- Folk, R.L., 1962, Spectral subdivision of limestone types, Amer. Assoc. Petrol. Geol. Mem. 1, p. 62–84.
- Knauth, L.P., 1979. Origin of chert in limestone. Geology 7, 274–277.
- Lapidus, D. F. (1990) Collins Dictionary of Geology, Collins, London and Glasgow, 565p.
- Liu XY, Yan JX (2007) Nodular Chert of the Permian Chihhsia Formation from South China and Its Geological Implications. Acta Sedimentologica Sinica 25(5): 730-736 Lapidus F., Winstanley I., Collins Dictionary of Geology, Collins, Glasgow, 565, 1990.
- Murchev BL, Jones DL (1992) Amid-Permian chert event: Widespread deposition of biogenetic siliceous sediments in coastal, island arc and oceanic basins. Paleogeogr Paleoclimatol Paleocol 96(1-2): 161-174. [https://doi.org/10.1016/0031-0182\(92\)90066-E](https://doi.org/10.1016/0031-0182(92)90066-E)
- Maliva RG, Knoll AH, Simonson BM (2005) Secular change in the Precambrian silica cycle: insights from chert petrology. Geol Soc Am Bull 117: 835-845.
<https://doi.org/10.1130/B25555.1>

- Nelson DM, Anderson RF, Barber RT, et al. (2002) Vertical budgets for organic carbon and biogenic silica in the Pacific sector of the Southern Ocean, 1996–1998. *DeepSea Research II* 49 (9-10): 1645-1674.
- Perry ECJ, Lefticariu L (2007) Formation and geochemistry of Precambrian cherts. *Treatise on Geochem* 7: 1-21. <https://doi.org/10.1016/B0-08-043751-6/07138-3>
- Ragueneau O, Treguer P, Leynaert A, et al. (2000) A review of the Si cycle in the modern ocean: recent progress and missing gaps in the application of biogenic opal as a paleoproductivity proxy. *Glob Planet Change* 26: 317-365.
- Qu Y, Wang J, Xiao S, et al. (2017) Carbonaceous biosignatures of diverse chemotrophic microbial communities from chert nodules of the Ediacaran Doushantuo Formation. *Precambrian Res* 290: 184-196.
- Xiao CT, Ding J, Hu WS et al. (2009) A study on palaeoecology in upwelling phase region of middle Permian in the lower Yangtze area. *Acta Sedimentol Sin* 27: 319-325.