

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAYBURT BÖLGESİNDE GÖZLENEN
KEHRİBAR OLUŞUMLARININ JEOLojİSİ VE
GEMOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Özgü BAŞAR

Ekim, 2021

İZMİR

BAYBURT BÖLGESİNDE GÖZLENEN KEHRİBAR OLUŞUMLARININ JEOLojİSİ VE GEMOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Ekonomik Jeoloji Programı

Özgü BAŞAR

Ekim, 2021

İZMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

ÖZGÜ BAŞAR, tarafından PROF. DR. E. YALÇIN ERSOY yönetiminde hazırlanan “BAYBURT BÖLGESİNDE GÖZLENEN KEHRİBAR OLUŞUMLARININ JEOLJİSİ VE GEMOLOJİK ÖZELLİKLERİ” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. E. Yalçın ERSOY

Yönetici

Prof. Dr. İbrahim UYSAL

Jüri Üyesi

Doç. Dr. Cüneyt AKAL

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Okan FISTIKOĞLU

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Jeolojiyi bana sevdiren, çalışmalarımı yönlendiren, araştırmalarımın her aşamasında bilgi, öneri ve yardımlarıyla katkıda bulunan, bu tezin hazırlanması sürecinde yaptığım tüm çalışmalarında benden desteğini esirgemeyen ve aramızdan vakitsiz ayrılan öğretmenim sayın Doç. Dr. İbrahim GÜNDOĞAN'a, her zaman arkamda duran anneme, bana her zaman güvenen Eylül'e, yüksek lisans çalışmalarım boyunca manevi desteğini esirgemeyen tüm dostlarıma, saygıdeğer tez danışmanım Prof. Dr. E. Yalçın ERSOY'a sonsuz teşekkür ederim.

Özgü BAŞAR

BAYBURT BÖLGESİNDE GÖZLENEN KEHRİBAR OLUŞUMLARININ JEOLOJİSİ VE GEMOLOJİK ÖZELLİKLERİ

ÖZ

Ağaçların korunma mekanizması olan reçinenin fosilleşmiş hali olan kehribar, dünyada Baltık ülkelerinde, İtalya'da, Meksika'da, Kanada'da, Myanmar'da ve Dominik Cumhuriyeti'nde bulunmaktadır. Ekonomik değere sahip kehribarların büyük bir kısmı baltık ülkelerinden çıkmaktadır ve bu kehribarlar Eosen yaşındadır. Ülkemizde ilk kez bu çalışmayla Bayburt bölgesinde Eosen yaşında kehribar oluşumları araştırılmıştır. Ayrıca aynı yaşa sahip Baltık kehribarı ve Bayburt kehribarının fiziksel, mineralojik ve gemolojik özellikleri araştırılarak, benzerlikleri ve farkları ortaya konulmuştur.

Bölgesel olarak Eosen yaşlı filiş türü denizel birim içinde bulunan Bayburt kehribarı; yoğun tektonizma nedeniyle kıvrımlanmış çamurtaşı, kumtaşı ve az miktarda marn içeren kırıntılı seri içinde bulunur. Bu kehribarlar çoğunlukla 3-10 cm boyutlarında noduler yapıdadır ve bal sarısı, turuncu, ateş kırmızısı renkler sunmaktadır. Kehribarlar Eosen yaşlı kireçtaşı, kumtaşı, çakıltası, yer yer marn ve kumlu kireçtaşı seviyelerinden oluşan Sırataşlar Formasyonu içinde bulunmaktadır. Kehribar içeren katmanın üst seviyelerine doğru kum ve çakıl dolgulu kanal yapıları gözlenmiştir. Bu da genel itibarı ile istifin kıyı kenarı ve delta ortamında oluştuğunu işaret eder.

Elektron mikroskop incelemelerinde Bayburt kehribarının oldukça homojen bir dokuya sahip olduğu gözlenmiştir. Makroskobik ve mikroskobik olarak kehribarlarda tektonizmaya bağlı oluşan çatlaklar içinde markazit, pirit, opal ve kalsit mineralleri ikincil olarak gelişmiştir. Kehribar oluşumlarına bazı düzeylerde siyah oltu taşı benzeri (jet taşı) eşlik etmektedir. Organik, dalsı, odunsu yapıya sahip oltu taşları içindeki çatlaklarda yer yer pirit oluşumları gözlenmiştir.

Kehribarın FTIR'da tanımlanması 2923 ve 2847 cm^{-1} 'de bulunan karakteristik pikler ile saptanır. Bayburt kehribarı ile Baltık-Dominik kehribarları arasındaki pik değerleri incelendiğinde 500-1500 cm^{-1} değerleri arasında bazı farklar gözlenmiştir.

Ancak en bariz pik değeri farkı 1050-1350 cm^{-1} değeri arasındaki piklerde bulunmaktadır.

Anahtar kelimeler: Bayburt, kehribar, gemoloji, FTIR, SEM



GEOLOGY AND GEMOLOGY OF THE BAYBURT AMBER OCCURRENCES

ABSTRACT

Amber, which is the fossilized version of trees' natural defense mechanism of resin, is found in Baltic countries, Italy, Mexico, Canada, Myanmar and Dominican Republic. The majority of economically valuable ambers are being extracted from Baltic countries and these ambers are of Eocene age. Ambers of Eocene age are investigated for the first time in our country with this study. Additionally, physical, mineralogical and gemological properties of Baltic and Bayburt ambers of the same age have been investigated hereby to present their similarities and differences.

Regionally being located within the old Eocene flysch type submarine delta environment, Bayburt amber lies within a sedimentary rock series of mudstone, sandstone and small quantities of marn folded due to high amounts of tectonism. These ambers are generally nodular shaped, 3-10 cm in size and have colors of honey yellow, orange and dark red. The amber formations are found in Sırataşlar Formation that consists of Eocene limestone, sandstone, gravel, occasional marn and sandy limestone. Channel formations filled with sand and gravel are observed near the upper segment of the amber-bearing layers. This points out that the deposits are generally formed near the shore and the delta environment.

In electron microscope examinations it is observed that Bayburt amber has a very homogeneous texture. Due to high levels of tectonism marcasite, pyrite, opal and calcite minerals have been formed secondarily in the macroscopic and microscopic cracks present in the ambers. At some levels, amber formations are accompanied by jet stones. Occasional pyrite formations have been observed in between the cracks of organic, branch-like and ligneous textured jet stones.

The identification of ambers using FTIR is established with characteristic peaks located at 2923 and 2847 cm^{-1} . When peak intervals at 500-1500 cm^{-1} were investigated, some differences between Baltic-Dominican ambers have been found.

Nevertheless, the most obvious peak differences have been observed between peaks at 1050-1350 cm^{-1} .

Keywords: Bayburt, amber, gemology, FTIR, SEM



İÇİNDEKİLER

Sayfa

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZ.....	iv
ABSTRACT	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	x
TABLolar LİSTESİ	xi

BÖLÜM BİR - GİRİŞ

1

1.1 Çalışma Alanının Yeri	1
1.2 Amaç ve Yöntemler	1

BÖLÜM İKİ - JEOLojİ

4

2.1 Önceki Çalışmalar	4
2.1.1 Bayburt Bölgesinde Yapılan Önceki Çalışmalar.....	4
2.1.2 Dünyada Kehribar Yatakları ve Yapılan Jeolojik Çalışmalar	6
2.2 Kehribarın Özellikleri	17
2.2.1 Kehribarın Tanımlanması.....	17
2.2.2 Kehribarın Sınıflandırılması.....	19
2.2.3 Kehribarın Oluşumu	22

BÖLÜM ÜÇ - ARAZİ ÇALIŞMALARI.....

25

3.1	Çalışma Alanı Jeolojisi	25
3.1.1	Sırataşlar Formasyonu	25
3.1.2	Hozbirikyayla Formasyonu	25
3.2	El Örnekleri.....	29
BÖLÜM DÖRT - LABARATUVAR ÇALIŞMALARI		32
4.1	CHNS Analizi.....	32
4.2	FTIR Çalışmaları	33
4.3	SEM-EDS Analizi.....	38
4.4	Bayburt Kehribarının Yaşı.....	43
BÖLÜM BEŞ – EKONOMİK JEOLJİ.....		45
5.1	Dünyada ve Türkiye’de Kehribarın Yeri	45
5.2	Bayburt Kehribarının Maden İşletmesi.....	47
5.3	Bayburt Kehribarının İşlenmesi.....	47
BÖLÜM ALTI – SONUÇLAR.....		49
KAYNAKLAR.....		50

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 Çalışma alanının yer bulduru haritası	3
Şekil 2.1 Mezozoik ve Senozoik'te kehribar oluşumları	15
Şekil 2.2 Kehribar oluşum aşamaları	23
Şekil 2.3 Kehribar birikimlerinin taşınma yolları	24
Şekil 3.1 Çalışma alanının jeoloji haritası	26
Şekil 3.2 Kumlu kireçtaşı ve kehribar zonunun arazi fotoğrafı	27
Şekil 3.3 Kehribar içeren çamurtaşı, kumtaşı ve marn içeren kırıntılı bir seri	27
Şekil 3.4 Çalışma alanının genel görüntüsü ve gözlenen kıvrımlar	28
Şekil 3.5 Kehribar içeren katmanlarda gözlenen faylanma.....	28
Şekil 3.6 Kum ve çakıl dolgulu kanal yapıları	29
Şekil 3.7 Araziden alınmış kehribar örnekleri.....	30
Şekil 3.8 Arazide gözlenen kehribar örnekleri.....	30
Şekil 3.9 Jet taşı örnekleri	31
Şekil 4.1 Arkeolojik kehribar örneklerinin Baltık kehribarı ile FTIR karşılaştırılması.....	35
Şekil 4.2 A ve B ile numaralandırılmış iki Bayburt kehribarı FTIR analizleri	36
Şekil 4.3 Kehribar örneğinin SEM-EDS görüntüsü	38
Şekil 4.4 Kehribar ve çatlak dolgusunda gözlenen kalsit mineralinin SEM-EDS görüntüsü	39
Şekil 4.5 Kehribar çatlak dolgusunda gözlenen ortoklaz mineralinin SEM-EDS görüntüsü	40
Şekil 4.6 Kehribardaki mikro çatlaklar içinde gözlenen radyal kristallenmiş barit mineralinin SEM-EDS görüntüsü.....	41
Şekil 4.7 Kehribardaki mikro çatlaklar içinde gözlenen opal mineralinin SEM-EDS görüntüsü	42
Şekil 5.1 Dünya'daki kehribar yatakları ve Bayburt kehribarının yerleri	45
Şekil 5.2 Baltık kehribarı renk çeşitleri.....	46
Şekil 5.3 Bayburt kehribarı renk çeşitleri.....	46
Şekil 5.4 Basınçlı su ile yapılan kehribar madenciliği	47
Şekil 5.5 Bayburt kehribarının işlenmesi işe yapılmış ürünler	48

TABLÖLAR LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1 Önemli kehribar yatakları	7
Tablo 2.2 Son zamanlarda keşfedilen Gondwana kehribar yatakları	16
Tablo 2.3 Kehribar ve reçinenin tanımlanmasında kullanılan isimler	18
Tablo 2.4 Kehribarın sınıflandırması	20
Tablo 4.1 Kehribar ve jet taşı örneklerinin CHNS analizi	32
Tablo 4.2 Ana kızılötesi bantlar (Baltık kehribar için karakteristik olanlar) ve incelenen kehribar örneklerinin spektrumlarında bulunan ilgili bantlar	37
Tablo 4.3 Örnek içinde bulunan fosillerin jeolojik zamanda yaşadıkları zaman aralıkları.	44

BÖLÜM BİR

GİRİŞ

Kehribar, ağaçların korunma mekanizması olan reçinenin fosilleşmiş halidir. Hastalık, böcek saldırıları, yangın ve fırtınalardan kaynaklanan travmatik yaralanmanın yanı sıra, ağaç yapısı ve yerel toprak koşulları gibi diğer faktörlerin de reçine oluşmasında ve korunmasında önemli bir yeri vardır.

Kehribar oluşumu ve korunmasının jeolojik yönlerini inceleyerek, reçinenin kehribarlaşma (olgunlaşma) dönüşümünü gözlemleyebiliriz. Tüm bitkilerin reçine üretmediği ve tüm reçinelerin kehribar haline gelemeyeceği (veya yapamayacağı) önemli bir detaydır.

İçerdiği biyolojik kalıntılar ile ünlenmiş fosilleşmiş bitki reçinesi olan kehribar, başlangıçta sıvı reçine polimerizasyon yoluyla katılaşır ve birikme sırasında kehribar haline gelmesi için olgunlaşma geçirir. Bu nedenle kimyasal olarak değişmesine rağmen, kehribarlar reçinenin orijinal olarak salgılandığı ortamın kimyasal izlerini tutar.

Son yıllarda kehribar yatakları sayılarında gözle görülür bir artış vardır. Yaklaşık son 20 yılda kehribar araştırmalarında hızlı bir gelişme görülmüştür (Sefullah ve Beinforde, 2018). Tüm kehribar yatakları fosil içermez, ancak bilinen en büyük fosil kehribar yatakları yılda birkaç yüz tonun çıkarıldığı Baltık kehribar yataklarıdır (Weitschat ve Wichard, 2010).

1.1 Çalışma Alanının Yeri

Çalışma alanı, Bayburt ilinin yaklaşık 18 km kuzeydoğusunda Aydıncık Köyü yakınlarındadır (Şekil 1.1). Madenin Aydıncık Köyü'ne kuş uçuşu uzaklığı 1,5 km'dir.

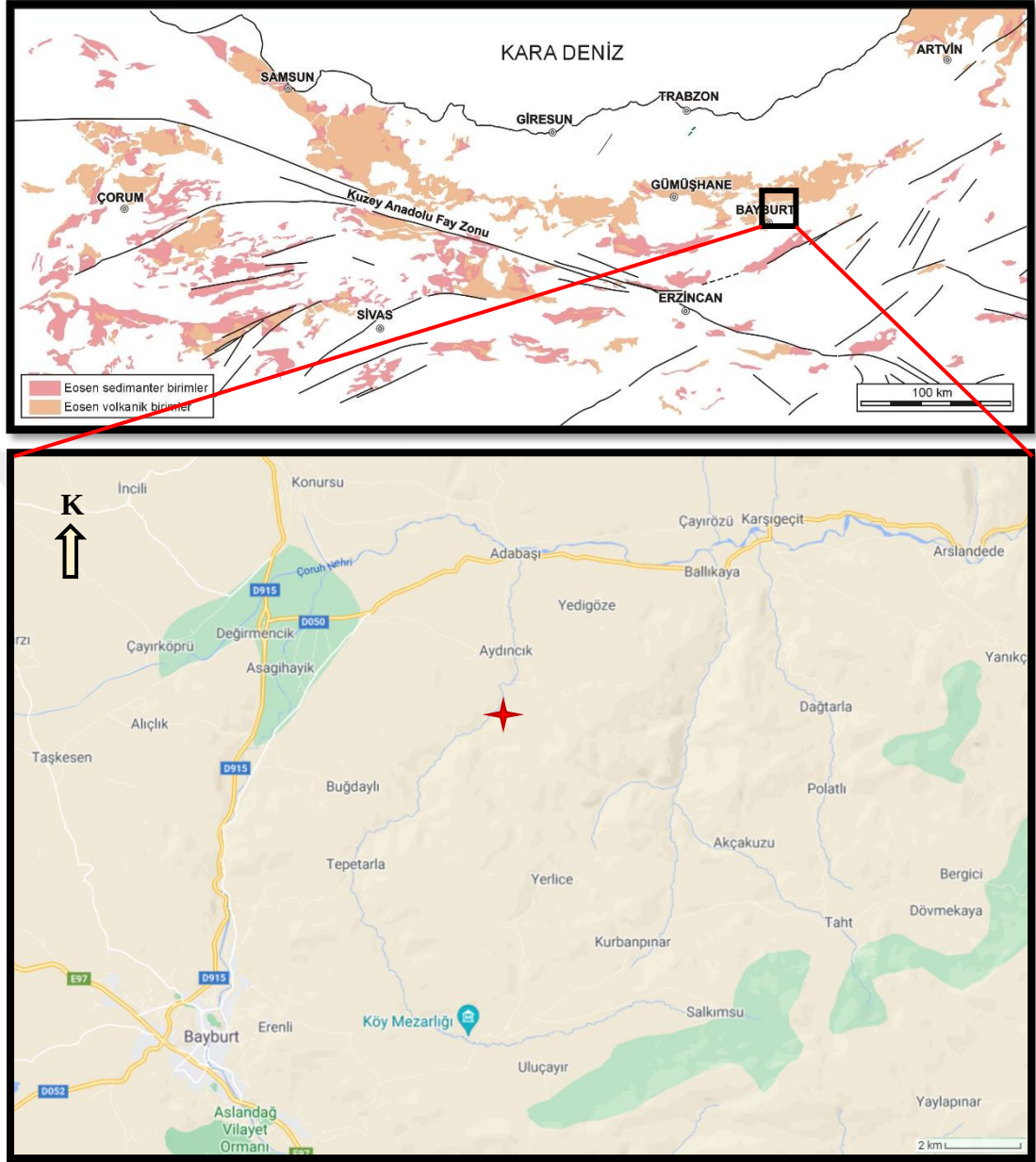
1.2 Amaç ve Yöntemler

Çalışmanın amacı, Bayburt ilinin kuzeydoğusunda bulunan Aydıncık Köyü civarında gözlenen kehribarların fiziksel, kimyasal ve mineralojik - gemolojik

özelliklerinin belirlenmesidir. Kehribarların içinde bulunduğu ana kayanın oluşum ve birikim ortamının ortaya konmasını hedefler.

Bölgede sedimanter kayaçlar içerisinde kehribar oluşumları bulunmaktadır. Yapılan incelemelerde belli seviyelerde bulunan kehribar, çapları 1 cm.'den 40 cm.'ye değişen (çoğunlukla 3- 10 cm.) parçalar olarak bulunur. Bölgede geç Eosen yaşlı sedimanter kayaların varlığı bilinmektedir; ancak literatür kısmında özetlendiği gibi, bölgedeki kehribarın oluşumlarının hangi birimler içinde biriktiği kayıtlarda bulunmamaktadır.

Yapılan arazi çalışmaları ve alınan el örnekleri üzerinde gerçekleştirilecek mineralojik ve jeokimyasal analizler (FTIR analizi, SEM-EDS analizi, CHNS analizi) yardımı ile bölgede gözlenen kehribar oluşumlarının istifteki konumlarının araştırılması, yatay ve düşey ve bölgesel yayılımlarının belirlenmesi, kehribarların fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirleyerek gemolojik özelliklerini ortaya çıkarmak amaçlanmıştır.



Şekil 1.1 Çalışma alanının yer bulduru haritası

BÖLÜM İKİ

JEOLOJİ

2.1 Önceki Çalışmalar

2.1.1 Bayburt Bölgesinde Yapılan Önceki Çalışmalar

Bayburt bölgesindeki ilk jeolojik çalışmalar Lahn (1940) tarafından yapılmıştır. Araştırmacı yaptığı çalışmada bölgede bulunan Eosen yaşlı kayaların yakınlarında karakehribar parçaları bulunduğunu göstermiştir. Daha sonraki yıllarda bölgedeki kayaların yaşı Ketin (1951), Burşuk (1975), Özer (1984) tarafından araştırılmıştır. Bölgedeki tektonik aktiviteler ve bunlara bağlı oluşumlar Nebert (1961), Ağar (1977), Robinson, Banks, Rutherford ve Hirst (1995), Yılmaz (1995) tarafından araştırılmıştır.

Lahn (1940), Bayburt'un 30 kilometre güneydoğusunda, Bayburt - Erzurum yolunun doğusunda bulunan Müşeverek Köyü bölgesinin, Havkaskışla arazisine benzeyen, Eosen'e ait olan filiş fasiyesli araziden oluştuğunu söylemiştir. Gösterilen bölgede hiçbir yatak yoktur, fakat köylüler Müşeverek ile Ortaçırnağıl arasındaki vadikiklerden yağmur tesiriyle ana kayaktan kopup ayrılmış karakehribar parçaları toplandığından söz etmiştir.

Bölgenin ilk jeolojik haritası M.T.A. tarafından üretilmiştir (Ketin, 1951). Bu raporda Alt Jura yaşlı olduğu ve 2000 m kalınlıkta olduğu belirtilen volkanosedimanter birimlerin Paleozoyik yaşlı metamorfik birimler üzerine uyumsuz geldiği gösterilmiştir. Ayrıca Alt Jura yaşlı kireçtaşlarının Üst Kretase yaşlı filiş tipi çökeller üzerine bindirdiği belirtilmiştir.

Nebert (1961), bölgenin stratigrafik temelini meydana getiren Paleozoyik yaşlı metamorfik ve granitik kayaları üzerleyen Mesozoyik ve Senozoyik yaşlı birimleri incelemiş ve tektonik fazları ayırtlamıştır.

Wedding (1963), Kelkit ve Bayburt civarında yüzlek veren Jura tortullarının Paleozoyik birimleri transgresif olarak üzerlediğini göstermiştir. Ayrıca bu birimlerin piroklastik kayalar, filiş tipi kumtaşı-çamurtaşı ardalanmaları ve marnlardan

oluşturduğunu göstermiştir. Kumtaşları içinde bulunan yeşil renkli kil arakatkıları ve kömür damarlarının Dogger yaşında; beyaz renkli birimlere de Malm-Alt Kretase yaşında olduğunu önerir.

Burşuk (1975) bölgede Dogger yaşlı birimlerin yer aldığını göstermiş ve Tithonik fasiyesini ortaya koymuştur. Türkiye'de ilk defa Tintinnoidea biyozonlarını ayırtlamış, Geç Jura - Erken Kretase sınırını belirlemiş ve üç yeni tintinid türü tanımlamıştır. Bu çalışmada dünyada ilk kez Eosen yaşlı tintinnoidea incelenmiştir. Ayrıca Tracholinler ve Tintinid'lerin stratigrafik dağılımları ortaya konmuştur.

Ağar (1977) bölgedeki magmatik, tortul ve metamorfik kayalar incelemiştir. Çalışmacı Permo-Karbonifer yaşlı bitki kırıntıları içeren seviyeleri belirleyerek Triyas yaşlı birimleri tanıtmıştır.

Özsayar, Pelin, Gedikoğlu (1981) Doğu Pontidler'in güneyinde Senomaniyen'de aşınma olduğunu ortaya koymuşlardır.

Özer (1984)'e göre bölgedeki en yaşlı kayalar Permo-Karbonifer öncesi düşük dereceli şistlerdir. Çalışmacı Eosen birimlerinin, tabanda birbirleri ile yanal ve düşeyde geçişli taban çakılları ve kireçtaşları ile başlayıp volkano-sedimanter kayalarla devam ettiğini göstermiştir.

Yılmaz (1993) bölgedeki Liyas birimlerinin riftleşme ile ilişkili olduğunu, Dogger-Kretase ve Eosen transgresyonları ile örtüldüğünü; tüm bu istifin Geç Kretase ve Miyosen dönemlerindeki orojenik hareketlerle şekillendiğini önermiştir.

Robinson ve diğer. (1995) Üst Paleosen yaşlı birimlerin eksik olduğunu, bu nedenle de riftleşmenin muhtemelen Karadeniz'de meydana geldiğini önermiştir. Böylece Tetis okyanusunun kapanmasını takiben Pontidler'i Eosen-Pliyosen aralığında sıkışmaların etkilediğini ve bu nedenle Oligosen sonrası birimlerin denizel olmadıklarını önerir.

Yılmaz (1996) Doğu Pontidlerde karbonat platformunun kırılması ve bunun sonuçladığı derin çökelme ortamlarında benzer kaya birimlerinin çökeldiğini, Amasya-Gümüşhane ve Bayburt yöreleri arasındaki farkın ise platform karbonatları ve havza çökellerinin iklim süreçleri arasında olduğunu önermiştir.

Yılmaz ve Ayaz (1997) Mesozoyik döneminde dört farklı olay tanımlamıştır: (1) Liyas riftleşmesi, (2) Dogger-Malm sakin dönemi, (3) Alt- Kretase ikinci riftleşmesi, (4) Üst Kretase sıkışma evresi. Üst Kretase'de sıkışma tektoniğine bağlı olarak Maden resifal kireçtaşının çökeldiğini önerir.

2.1.2 Dünyada Kehribar Yatakları ve Yapılan Jeolojik Çalışmalar

21. yüzyıla geldiğimizde Trias kehribarları dahil olmak üzere yeni keşiflerde bir bolluk yaşanmıştır (Gianolla, Roghi ve Ragazzi., 1998). Karbonifer kehribarı keşfi ile (yaklaşık 320 My) bilinen en eski kehribar oluşumları önemli ölçüde geride kalmıştır (Bray ve Anderson, 2009). Avustralya'dakiler gibi Güney Yarımküre'de kehribar içeren çeşitli yerlerde önemli keşifleri vardır (Hand ve diğer., 2010). Bunlar: Brezilya (Martill, Loveridge, de Andrade ve Cardoso, 2005), Peru (Antoine ve diğer., 2006), Güney Afrika (Gomez, Martinez-Delclòs, Bamford, ve Philippe, 2002), Etiyopya (Schmidt ve diğer., 2010), Kongo (Perrichot ve diğer., 2016) ve Yeni Zelanda'dır (Schmidt ve diğer., 2018). Keşfedilen yeni yerlerin birçoğu doğru bir şekilde tarihlendirilmiştir ve bazen botanik kökenleri de bilinir. Örneğin, Hint kehribarları Dipterocarpaceae üyeleri tarafından üretilmiştir (Mallick, Dutta, Greenwood ve Bertram 2009; Rust ve diğer., 2010; Dutta ve diğer., 2011).

Kehribar içeren bölgelerde meydana gelen bu artış Tablo 2.1'de listelenmiştir, Bayburt kehribarı listeye dahil edilerek tablo düzenlenmiştir.

Tablo 2.1 Önemli kehribar yatakları (Sefullah ve Beinforde, 2018'den düzenlenmiştir)

Yaş (My)	Jeolojik yaş	Maden adı	Bulunduğu yer	Jeolojik oluşum	Hangi kayaç içinde?	Fosiller var mı?	Çıkarılan reçine kaynağı (reçine kimya analizlerinden)	Çıkarılan reçine kaynağı (ilgili bitki kalıntılarından)
5- 23	Miyosen	Cape York kehribar	Cape York, Avustralya	Plaj yatakları, potansiyel çeşitli kaynakları	Bilinmeyen	Evet	<i>Agathis</i> (Araucariacea e), Dipterocarpaceae	-
10- 18	Miyosen, Tortonca - Burdigalyan	Amazon kehribar	Tamshiyacu, Peru	Pebas Fm.	Para.- allok. koy veya lagün	Evet	<i>Hymenaea</i> (Fabaceae) <i>Ic sınıfı</i>	Belirsiz anjiyosperm
ca . 14	Orta Miyosen, Langhian	Zhangpu kehribar	Zhangpu ilçesi, Fujian Eyaleti, Çin	Fotan Grubu	Para.- allok. kumlu çamurtaşı veya linyit içinde	Evet	Dipterocarpaceae (Sınıf II)	-
13- 19	Miyosen, Tortonca - Burdigalyan	Meksika kehribar	Chiapas, Meksika	La Quinta Fm., Mazantic Şeyl, Balumtun Kmt.	Allok. kalker ve şeylde	Evet	<i>Hymenaea</i> (Fabaceae)	Hymenaea mexicana † (Fabace ae)
16- 18	Erken Miyosen, Burdigaliyen	Dominik kehribar	Cordillera Septentrional / Cordillera Oriental,	La Toca Fm.	Otok.- para. linyitlerde	Evet	Hymenaea protera † (Fabaceae)	Hymenaea protera † (Fabaceae)

Tablo 2.1 devamı

			Dominik Cumhuriyeti					
15-23	Miyosen	Etiyopya kehribar	Semien Shewa, Etiyopya	Bilinmeyen	Para.-allok. silttaşı	Evet	Fabaceae (Hymenaea?) (Sınıf Ic)	
15-25	Geç Oligosen - erken Miyosen, (Burdigalian)	Yeni Zelanda kehribar	Çeşitli	Çeşitli	Otoch. - allok. linyitlerde	Evet, az	<i>Agathis</i> (Araucariaceae)	<i>Agathis</i> (Araucariaceae)
23,5-25,5	Geç Oligosen, Chattian (minimum yaş)	Bitterfeld kehribar	Bitterfeld, Saksonya halt Anhalt, Almanya	Cottbus Fm. 'Glimmersand'	Allok. lagüne yıkandı	Evet	<i>Picea, Pinus</i> (Pinaceae)	<i>Cupressospermum saxonicum</i> † (Cupressaceae) <i>Geinitzia formosa</i> † (Geinitziaceae)
34-48	Orta geç Eosen, ağırlıklı olarak Priaboniyen	Baltık kehribar	Doğu Baltık Denizi, özellikle Kaliningrad, Rusya	Prusya Fm.	Allok. buzull aşma sırasında yeniden işlendi ve yeniden düzenlendi	Evet	(Sciadopityaceae) <i>Cedrus</i> ? (Pinaceae) <i>Agathis</i> ? (Araucariaceae)	<i>Pinus succinifera</i> † <i>Pinus</i> s p. (Pinaceae) Cupressaceae Bilim Kurguları (Sciadopityaceae)

Tablo 2.1 devamı

33,9-48,6	Orta geç Eosen	Bayburt kehribar	Aydıncık Köyü, Bayburt, Türkiye	Sırataşlar Fm.	Allok. Kireçtaşı, kumtaşı, çakıltası içinde	Hayır	-	-
37,8-41,2	Geç Eosen, Barton	Rovno kehribar	Rovno ve Zhitomir bölgeleri, Ukrayna	Mezhygorje Fm.	Allok. kumlu killerde yeniden biriktirilir	Evet	? Baltık süksinit kehribar ile aynı kaynak	-
41,2-47,8	Orta Eosen, Lutetiyen	Fushun kehribar	Wanghua Bölgesi, Fushun Prefecture, Çin	Guchengzi Fm.	Otok.- para. kömürde	Evet	Metasequoia? (Cupressaceae'dır)	Metasequoia? (Cupressaceae'dır)
41,2-47,8	Orta Eosen, Lutetiyen	Sahalin kehribar	Sahalin Adası, E Rusya	Naibuchi Fm.	Otok.- para. kömürde	Evet	-	-
41,2-47,8	Orta Eosen, Lutetiyen	Kaplan dağı kehribar	Kaplan Dağı, Washington, ABD	Kaplan dağı Fm.	Otok.- para. linyit içinde		Araucariaceae Cupressaceae	Metasequoia? (Cupressaceae'dır)
52	Erken Eosen, Ypresian	Cambay kehribar	Anand Bölgesi, Gujurat Eyaleti, Hindistan	Cambay şeyl Fm.	Allok. 'kehribar ar konglomerasında'	Evet	Dipterocarpaceae (Sınıf II)	Dipterocarpaceae

Tablo 2.1 devamı

53	Erken Eosen, Ypresian	Oise kehribar	Oise, Fransa	Argiles à lignites du Soissonnais	Para.-allok. linyitli killi kumda	Evet	Baklagiller, (sınıf Ic)	Aulacoxylon sparnacense † (Com bretaceae)
66-67	Geç Kretase, Maastrichtian	Hell Creek kehribar	Harding Co., Güney Dakota, ABD	Hell Creek Fm.	Allok. silttaşı (oxbow gölü yatağı)	Çok az	-	-
78-79	Geç Kretase, Kampaniyen	Kanada kehribar	Çimenli göl, sedir gölü, Kanada	En başta Fm.	Çimenli göl Otok. Kömürlerd e, Cedar Gölü'nde yıkanmış	Evet	Cupressaceae Araucariaceae °	<i>Parataxodium</i> sp . † (Cupressaceae)
83,6-86,3	Geç Kretase, Santoniyen	Eutaw kehribar	Alabama, ABD	Eutaw Fm.	Para.-allok. kumtaşı çamuru	Evet	-	-
83,6-86,3	Geç Kretase, Santoniyen	Taimyr kehribar	Çeşitli, Taimyr Yarımadası, Sibirya	Kheta Fm.	Para.-allok. kömür taşıyan kumlarda	Evet	Sınıf I	-
85-86,3	Geç Kretase, erken Santon	Provence kehribar	Piolenc, Vaucluse, Fransa	Adsız	Allok. kömür taşıyan kumlarda	Evet, az	Cupressaceae'dır. (Ib sınıfı)	-

Tablo 2.1 devamı

89,9-93,9	Geç Kretase, Turoniyen	Raritan / New Jersey kehribar	Middlesex Co., New Jersey, ABD	Raritan ve Magothy Fms Karşılaştırması.	Otok.- para. linyit içinde	Evet	Cupressaceae Araucariaceae °	Juniperus hipnoides † ? diğer J uniperus sp. (Cupressaceae'dır)
89,8-93,9	Geç Kretase, Turoniyen	Vendean kehribar	La Garnache, Vendée, Fransa	Adsız	Allok. linyitik kil içinde	Evet	Cupressaceae'dır. (Ib sınıfı)	Pinaceae, Taxodioxyton † (Cupressaceae)
~98	Geç Kretase, Cenomaniyen	Birman kehribar	Hukawng Vadisi Kachin devlet, Myanmar	Adsız	Para.-allok. kıyı bölgesi	Evet	Agathis sp. (Araucariaceae)?	-
-100	Kretase, Albion	Charentes e kehribar	Çeşitli, Charentes bölgesi, Fransa	Adsız	Otok.- para. linyit ve kil, kıyı	Evet	Araucariaceae Cheirolepidiaceae † (Ib sınıfı)	Agathoxylon gardoniense † (Araucariaceae) Cheirolepidiaceae †
101-113	Erken Kretase, Albion	İspanya kehribar	İspanya genelinde çeşitli	Çeşitli	Otok.- para. kömürlerde	Evet	Agathis sp. (Araucariaceae) (ve belirlenmemiş sp.) Cupressaceae, Cheirolepidiaceae †	Frenelopsis sp. † Cheirolepidiaceae † Araucariaceae
125-129	Erken Kretase, Barrem	Lübnan kehribar	Lübnan'da çeşitli	Chouf kmt. ve Abeih Fm.	Allok. kil kumtaşı içinde	Evet	? Agathis levantensis † (Araucariaceae)	Araucarioxylon sp. † (Araucariaceae) (Cheirolepidiaceae †)

Tablo 2.1 devamı

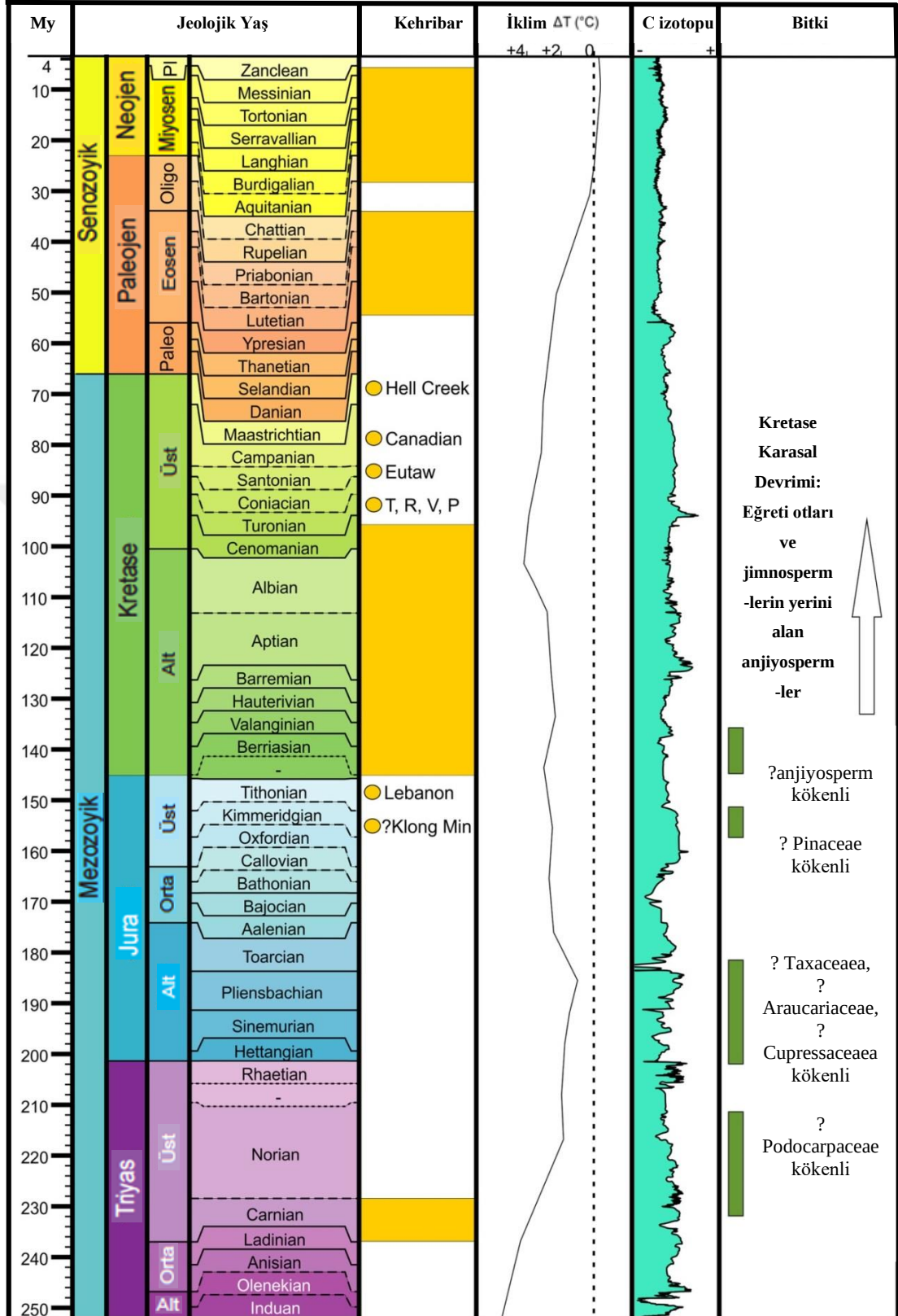
132. 9~135	Erken Kretase, Valanginian	Güney Afrika kehribar	Algoa Havzası, Güney Afrika	Kirkwood Fm.	Allok. kömür kili - kumtaşlarında	Hayır	-	-
113- ~139	Erken Kretase, Valanginian- Aptian	Wight Adası kehribar	Wight Adası, İngiltere	Wessex Fm.	Allok. taşkın düz havuz depozitosu	Evet	Araucariaceae	Araucariaceae
~129 ~139	Erken Kretase, Valanginian- Hauterivian	İsrail kehribar	Çeşitli, İsrail	Heletz Fm.	Allok. siltlerd e ve kumtaşlarında	Evet	Araucariaceae	-
-150	Geç Jura, Tithoniyen	Lübnan kehribar	Çeşitli, Kuzey Lübnan	Çeşitli	Otok.-para.- allok. linyitlerde kil - kumtaşlarına	V. az	? Araucariaceae	<i>Araucarioxylon</i> sp. † (Araucariaceae) <i>Protocarpoxylon</i> s p. † (Cheirolepidiaceae †)
145- 174	Orta - Geç Jura, Aalenian- Tithonian	Khlong Min kehribar	Khlong Thom Eyaleti, Krabi, Tayland	Khlong Min Fm.	Para. siltli kilde, oxbow ? göl	Hayır	-	Agathoxylon sp. † (Araucariaceae)
~230	Geç Triyas, Karnavalı	Chinle kehribar	Taşlaşmış orman Milli	Chinle Fm.	Allok. durgun su birikintilerinde	Hayır	-	[Agathoxylon arizonicum] ° (Arau cariaceae)

Tablo 2.1 devamı

			Parkı, Arizona ABD					
230	Geç Triyas, Karnavalı	Dolomit kehribar	Cortina, Dolomit Alpleri, İtalya	Heiligkreuz Fm.	Otok. Palaeos ollerde	Evet	Sınıf II (ve bazı Sınıf I)	Cheirolepidiacea e †
<u>Açıklama</u> My: milyon yıl önce; Fm: Formasyon; †: soyu tükenmiş türleri veya familyaları belirtir; °: orijinal yorumu belirtir; Allok: allokton – kehribar taşındı ve orijinal alandan / habitattan biraz uzakta gömüldü; Otok:otokton - kehribar herhangi bir taşıma gerçekleşmediği için yerinde gömülü , böylece kehribar orijinal alanda / habitatta korunur; Para: parotokton - kehribar orijinal biriktirme alanlarından kısa bir mesafede, ancak yine de orijinal ortamlarında taşındı.								

Yeni verilerin artışına dayanarak, potansiyel kehribar yataklarını inceleyebiliriz. Kehribar oluşumunun arttığı zamanlar Şekil 2.1’de gösterilmiştir. Bunlar kısmen Labandeira, 2014’ün kehribar yataklarının dört evrimsel evresini yansıtmaktadır (1: Karbonifer; 2: Trias, Jura; 3: Kretase ve 4: Eosen sonrası). Eser miktarda kehribar içeren Karbonifer yatakları (van Bergen, Collinson, Scott ve de Leeuw, 1995; Bray ve Anderson, 2009) ve bugüne kadar bilinen sadece iki çok küçük yatak olduğu için Jura yatakları da hariç tutulmuştur. Rasnitsyn ve Quicke (2002), böcekler içeren 34 kehribar oluşumunu listeler, Langenheim (2003) ayrıca daha küçük oluşumları listeler. Martínez - Delclòs, Briggs ve Peñalver (2004), birçoğu küçük parçalar halinde çok az miktarda kehribar bulunan 167 bölgeyi listelemiştir.

Jeolojik kayıtlarda dört kehribar patlaması belirlenmiştir. Birincisi Geç Triyas’ın (Carnian, 237-228.4 My) başlarında, muhtemelen 1 milyon yıldan az bir sürede (Zhang ve diğer., 2015) ve tesadüfen küresel ve ani bir iklim değişikliği sonucu gerçekleşen Carnian Pluvial Dönemi ile birliktedir (Roghi, Ragazzi ve Gianolla, 2006). Daha genç olan üç patlama olayı, daha büyük zaman aralıklarını kapsadıkları ve oluşumları farklı tetikleyicilerle bağlantılı olabileceği için Carnian patlamasından oldukça farklıdır. İkinci patlama, Kretase Karasal Döneminin önemli bir bölümünü kaplayan Erken ila Orta Kretase (145-96 My) sırasında meydana gelir (Lloyd ve diğer., 2008) ve Fransa, İspanya, Myanmar ve Lübnan’ın Erken Kretase’sindenki Albion-Cenomanian yatakları ile örneklendirilir. Üçüncüsü Eosen (56-33.94 My) sırasında meydana gelir. Sonuncusu ise geç Oligosenden Miyosene (28-5.8 My) gerçekleşir.



Şekil 2.1 Mezozoik ve Senozoik'te kehribar oluşumları (Seyfullah ve Beinforde, 2018'den düzenlenmiştir). Görünür kehribar patlamaları turuncu bloklar olarak gösterilir, daireler önemli yerel birikintileri gösterir (T: Taimyr; R: Raritan; V: Vendean; P: Provence)

Kehribar ayrıca eski bataklıkların oluşturduğu kömür yatakları ile ilişkili olarak da ortaya çıkabilir: Grassy Lake (Kanada), Meksika, Cambay ve Wadi Zerka, Ürdün (Poinar, 1992), Dominik, Raritan, İspanya, Cape York (Avustralya) (Peñalver ve Delclòs 2010) ve Yeni Zelanda kehribarı (Seyfullah, Sadowski ve Schmidt, 2015). Ayrıca bu yataklardaki kehribar yerinde mi korunmuş yoksa (minimal olarak) taşınmış mı sorusunun cevabı her zaman net değildir. Bu tortular parotokton olarak adlandırılır. Çünkü otokton ve allohton kütleler arasında bir yerde görünürler.

Tablo 2.2'deki kehribar yataklarına bakıldığında, Gondwana bölgelerinde ve Çin ile Asya'nın diğer büyük bölgelerinde kaydedilen ve boyutları göz önüne alındığında şaşırtıcı küçük olan sadece birkaç birikim vardır. Gondwana bölgesinde yakın zamanda tanımlanmış olan küçük birikimler de Tablo 2.2'te gösterilmiştir. Çin'de bulunan önemli kehribar yatakları ise Alt Eosen Fushun (Wang ve diğer., 2014), orta Miyosen Zhangpu, Erken Kretase ve Orta-Üst Eosen yataklarıdır (Martínez-Delclòs ve diğer., 2004; Shi, Dutta, Paul, Wang ve Jacques, 2014; Wang, 2016).

Tablo 2.2 Son Zamanlarda Keşfedilen Gondwana Kehribar Yatakları

Ülke	Yaş / Kaya birimi	Referans
Arjantin	Eosen	Martínez-Delclòs ve diğer., 2004
	Dokuların içinde kehribar ile Eosen fosili <i>Agathis</i>	Wilf ve diğer., 2014
Avustralya	Latrobe Valley Kömür Mio - Pliyosen	Lambert ve diğer., 1993
	Cape York (post - Jura, geç Miyosen öncesi)	Murray ve diğer., 1994; Hand ve diğer., 2010
	Geç Kretase Otway kehribar	Quinney ve diğer., 2015

Tablo 2.2 devamı

Ülke	Yaş / Kaya birimi	Referans
Brezilya	Pará Miyoseni	Martínez-Delclòs ve diğer., 2004
	Erken Kretase (Araripe'nin Crato Oluşumu)	Martill ve diğer., 2005
Kongo	Erken Kretase (orta Aptian)	Perrichot ve diğer., 2016
Etiyopya	Erken Miyosen	Schmidt ve diğer., 2010; Perrichot ve diğer., 2016
Hindistan	Eosen	Rust ve diğer., 2010
Yeni Zelanda	Kömürlerde Eosen, Oligosen ve Miyosen kehribarları	Seyfullah ve diğer., 2015; Schmidt ve diğer., 2018
Peru	Orta Miyosen	Antoine ve diğer., 2006
Güney Afrika	Erken Kretase	Gomez ve diğer., 2002

2.2 Kehribarın Özellikleri

2.2.1 Kehribarın Tanımlanması

Kehribar, uzun boylu bitkilerden fosilleşmiş, çapraz polimerize bir reçine olarak tanımlanabilir (Anderson ve Crelling, 1995; Langenheim, 2003). Reçine

polimerizasyonu havaya ve güneş ışığına maruz kaldığında hızlıdır (Cunningham, West, Hammond ve Langenheim, 1987). Reçineler sertleşme, gömülme, sıcaklık, basınç ve nüfuz eden sıvıların kimyasal dönüşüm oranının etkilediği bir fosilleşme sonucu kehribar haline gelir (Anderson ve Crelling, 1995; Ragazzi ve Schmidt, 2011). Fosilleşmenin, uçucuların kaybını, terpelerin polimerizasyonunu, çapraz bağlanmasını (Chaler ve Grimalt, 2005) ve bunların siklizasyonunu ile izomerizasyonunu içerdiği için milyonlarca yıl sürdüğü düşünülmektedir (Clifford ve Hatcher, 1995). Reçinenin olgunlaşması yaşa bağlıdır (Anderson, Winans ve Botto, 1992); ancak termal geçmişine, orijinal yapısına ve bileşimine de bağlıdır (Langenheim, 2003). Olgunluk bazen yaşı gösterebilir, ancak reçinenin kimyasal dönüşümü daha yüksek sıcaklıklarda arttıkça korelasyon zor olabilir. Bu nedenle kehribar yaşı, yeniden taşınmamışsa çevresindeki sedimanlardan çıkarılmalıdır (Grimaldi, 1995). Bununla birlikte, kehribar kimyasında diyajenetik kimyasal ve izotopik değişiklikler azdır (Nissenbaum ve Yakir, 1995; Stout, 1995; Aquilina ve diğer., 2013; Dal Corso ve diğer., 2013, 2017). Kehribar ve reçinenin tanımlanmasında kullanılan isimler Tablo 2.3'te gösterilmiştir.

Tablo 2.3 Kehribar ve reçinenin tanımlanmasında kullanılan isimler

Kehribar tanımları	Referans
1 milyon yaşından büyük reçine	Schlee ve Glöckner, 1978
3-4 milyon yaşın üzerindeki ve mineralojik kriterleri karşılayan reçine (örn. Çözünürlük, sertlik, erime noktası, özgül ağırlık)	Poinar, 1992
Reçine karbon-14 yaşlandırmasına dayanarak: I. Kehribar - 40000 yaş üstü reçineler II. Subfosil reçinesi (kopal) - 40000 ila 5000 yaş arası III. Antik reçine - 5000-250 yaşında IV. Modern veya yeni reçine - 250 yaşından küçük	Anderson, 1996

Tablo 2.3 devamı

Kehribar tanımları	Referans
Kehribarın fiziksel özelliklerini kullanın, örneğin çözünürlük, sertlik, erime noktası.	Vávra, 2009

2.2.2 Kehribarın Sınıflandırılması

Reçinenin kimyasına bakacak olursak, esasen terpenoid ve/veya fenolik kompleks bir karışımı olarak tanımlanabilir (Langenheim, 1994, 1995, 2003); bunların çoğunluğu terpenoid reçinelerdir. Reçineler, çok az koruma potansiyeline sahip polisakkarit zamlardan, yağlar, vakslar ve lateks gibi diğer bitki salgılarından kimyasal olarak farklıdır (Langenheim, 2003). Reçineler, özel salgı yapıları veya kanalları içinde üretilir ve iki fraksiyon içerirler: reçine akışkanlığına katkıda bulunan ve plastikleştirici görevi gören mono - seskiterpenoidlerden oluşan uçucu bir fraksiyon; ve diterpenoid (çoğunlukla iğne yapraklı bir kökenini gösteren) veya triterpenoid (anjiospermöz kökenini gösteren) olan uçucu olmayan bir fraksiyondur (Otto ve Wilde, 2001). Bu kimyasal farklılıklar kehribar sınıflandırmasının temelidir.

Kehribar, kimyasal ve fiziksel özelliklerine göre sınıflandırılır. Sınıflandırma yapılırken gaz kromatografisi kütle spektroskopisi yöntemleri (GC-MS), kızılötesi spektroskopi yöntemleri (örneğin Fourier Dönüşümü, FTIR) ve nükleer manyetik rezonans spektroskopisi (NMR) gibi reçinelerin kimyasını analiz etmek için çeşitli aletler kullanılır.

Kehribarlar genellikle kimyasal yapısal karakteristiklerine dayanarak Tablo 2.4'te bulunan beş sınıftan birine yerleştirilirler (Anderson ve Crelling, 1995). Kayaçlarda bulunan kehribarların çoğunluğu Sınıf I'dir. Sınıf I – III, çeşitli polimerik iskeletlere dayandığı için büyük fosil reçine yataklarını oluşturur. Sınıf IV ve V, gerçek kehribar oluşturmak için polimerize olamayan ve fosil kayıtlarında nadir bulunan polimer olmayan iskeletlere dayanır (Sefullah ve Beinforme, 2018).

Tablo 2.4 Kehribarın sınıflandırması (Anderson ve Crelling, 1995; Anderson ve Botto, 1993, Bray ve Anderson, 2009; Rust ve diğer, 2010; Poulin ve Helwig, 2012)

Sınıf	Özellikleri	Örnekler	Çıkarılan Botanik Yakınlık
Sınıf I	Özellikle labdatrien karboksilik asitler, alkoller ve hidrokarbonlar dahil olmak üzere labdanoid diterpenlerin polimerik iskeleti		
Sınıf Ia	Kommünik asidi ve kommünol dahil olmak üzere labdanoid diterpenler polimerlerine ve kopolimerlerine (düzenli konfigürasyon) dayanır; önemli miktarlarda süksinik asit içerir	Süksinit: Baltık kıyı alanı, Samland	Pinaceae? Araucariaceae? Sciadopityaceae?
		Glessite	Burseraceae, <i>Betula</i> (Betulaceae)
Sınıf Ib	Labdanoid diterpenler polimerleri ve kopolimerlerine dayanarak (düzenli konfigürasyon), bunlarla sınırlı olmamak üzere, kommünol asidi, kommünol ve biformene; süksinik asit içermez	Raritan kehribarı	Cupressaceae'dır
		Birman kehribarı	<i>Agathis</i> (Araucariaceae)
		Yeni Zelanda kehribarı	<i>Agathis</i> (Araucariaceae)
Sınıf Ic	Labikoid diterpenler (enantio konfigürasyonu) polimerlerine ve kopolimerlerine dayanarak, bunlarla sınırlı olmamak	Meksika kehribarı	<i>Hymenaea mexicana</i> (Fabaceae)
		Dominik kehribarı	<i>Hymenaea protera</i> (Fabaceae)

Tablo 2.4 devamı

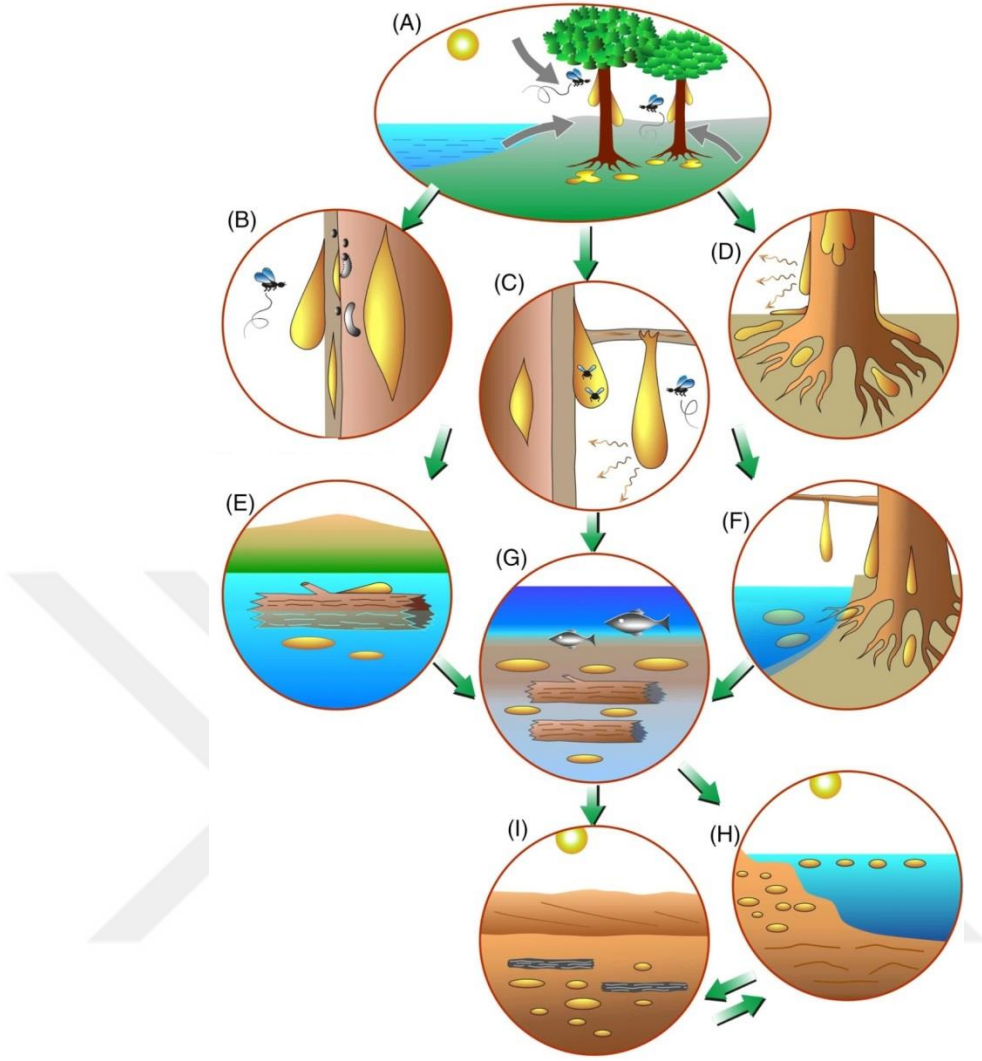
	üzere, ozik asit, ozol ve enantio biyoformenleri; süksinik asit içermez	Afrikanlı kehribar (Zanzibar, Kenya)	
		Karbon içerikli Illinois kehribarı	Pre - kozalaklı gymnosperm
Sınıf Id	Polimer ile labdanoid diterpenlerin kopolimerleri göre <i>enantio</i> konfigürasyon; önemli miktarlarda süksinik asit içerir	Kanada Arktik (Nunavut) ve Britanya Kolumbiyası	Bilinmeyen
Sınıf II	Bisiklik seskiterpenoid hidrokarbonların, özellikle cadinenin polimerik iskeleti; tıkanmış malzeme olarak di-seskiterpenoid bileşen içeren triterpenoid	Hint kehribarı	Dipterocarpaceae (<i>Shorea</i>)
Sınıf III	Polimerik iskelet; temel yapısal özelliği polistirendir	Sieburgite: Sieburg ve Bitterfeld (kısmen)	Hamamelidaceae (<i>Liquidambar</i>)
		Bazı New Jersey kehribarı	
Sınıf IV	Polimerik olmayan, temel yapısal özellik, sedir (IX) iskeletine dayanan seskiterpenoiddir	İyonit: Kaliforniya Pliyoseni	Bilinmeyen
Sınıf V	Özellikle abietane, pimarane ve iso ima pimarane karbon iskeletlerine dayanan	Highgate Copalite: Highgate	Pinaceae

Tablo 2.4 devamı

	polimerik olmayan diterpenoid karboksilik asit	Hill bölgesindeki Eosen, Londra Yerleşim yeri: Northumberland, İngiltere	
--	---	--	--

2.2.3 Kehribarın Oluşumu

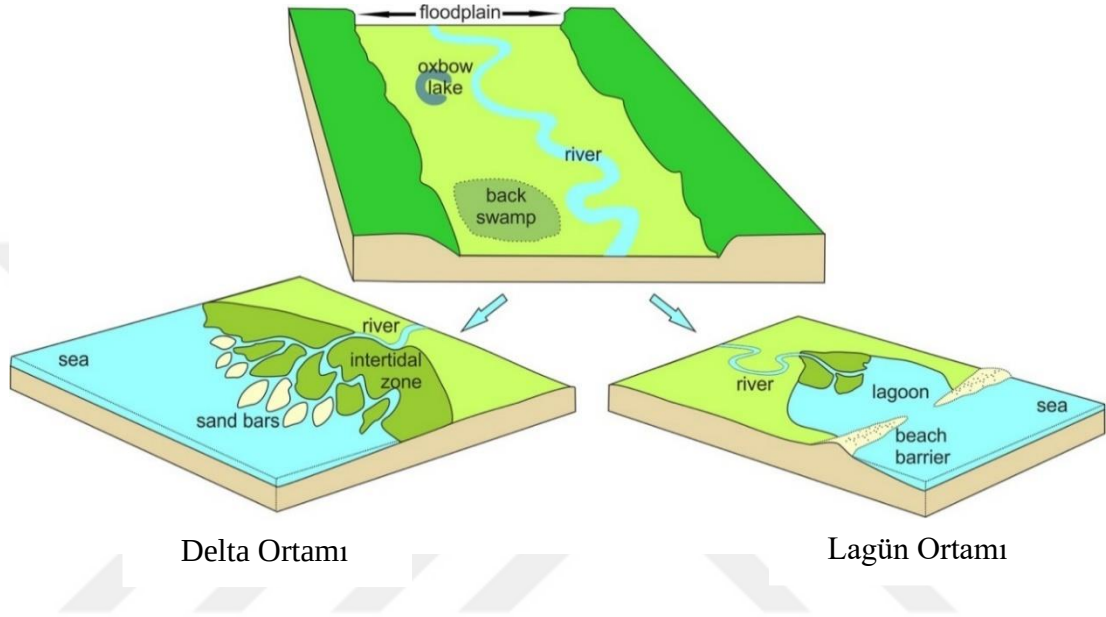
Kehribar oluşum aşamaları Şekil 2.2’de gösterilmiştir: (A) Karasal, sucul ve yeraltı böcekleri reçine içine hapsolür. (B) Ağacın içinde, kabuğun altında ve ikisinin arasında bulunan iç çatlaklarda ve ceplerde reçine birikebilir. (C) Reçine sınırlandırılmadığında sarkıt, damla ve akış oluşturabilir ve böcekler ile diğer organizmaları tutabilir. Atmosferik koşullar altında reçineler uçucu maddeleri kaybeder. (D) Ağacın kabuğu tarafından üretilen reçine ile yer altında kökler tarafından oluşturulan reçine birikintileri birlikte ağaç tabanı etrafında büyük kütleler halinde birikir. (E) Araştırmaların çoğunda, reçinenin birikim ortamına taşınırken ağaç ile birlikte olduğu ya da olmadığı bilinmemektedir. (F) Reçineler doğrudan ağaçtan ayrılarak veya toprağın erozyonundan sonra su ile taşınır. (G) Reçinenin ilk birikimi, genellikle organik zengini çökeltilerle ilişkilidir. (H) Reçine diyajenezi gömölme ile başlar. (I) Birikim alanında kehribar diyajeneze devam eder.



Şekil 2.2 Kehrubar oluşum aşamaları (Martínez- Delclòs ve diğer., 2004)

Kehrubar yataklarının çoğu allokon olarak kabul edilir (Martínez-Delclòs ve diğer., 2004); yani nehirler tarafından genellikle bir kıyı / delta / lagün ortamına taşınmaktadır (Şekil 2.3). Reçinelerin taşınması ve birikmesi tam olarak anlaşılamamıştır, ancak su anahtar bir rol oynamaktadır. Birçok kehrubar tuzlu suda yüzmekte, tatlı ve acı sularda batmaktadır (Iturralde-Vinent, 2001). Bu taşınma kehrubarların her zaman fosilleşmiş kaynak ağaçlarla birlikte taşınmadığını gösterir (Martínez-Delclòs ve diğer., 2004). Birmanya kehrubarı deniz kenarı ortamda birikmiştir (Cruickshank ve Ko, 2003; Ross, Mellish, York ve Crighton, 2010). Bitterfeld kehrubarının bir lagünde yıkıldığı ve orada biriktiği düşünülmektedir (Dunlop, 2010). Lübnan kehrubarı genellikle akarsu (nehir) ile kıyı ortamlarında

biriken killer ve şeyllerde bulunur (Azar, 2007). İtalya'nın Güney Alpleri'ndeki Carnian kehribarı, kehribarın taşındığını ve yeniden depolandığını gösteren bitki ve deniz omurgasız kalıntılarına sahip kumtaşlarında bulunur (Gianolla ve diğer., 1998; Roghi ve diğer., 2006; Breda ve diğer., 2009).



Şekil 2.3 Kehribar birikimlerinin taşınma yolları (Martínez-Delclòs ve diğer., 2004)

BÖLÜM ÜÇ

ARAZİ ÇALIŞMALARI

3.1 Çalışma Alanı Jeolojisi

Kehribarlar Eosen yaşlı kireçtaşı, kumtaşı, çakıltası, yer yer marn ve kumlu kireçtaşı seviyelerinden oluşan Sırataşlar Formasyonu içinde bulunmaktadır. Formasyon, Hozbirikyayla Formasyonu ve Otlukbeli melanjını açısız uyumsuzlukla örtmektedir. Bazalt lavları, andezitik-bazaltik aglomera ve tüf ardalanmasından oluşan Yazyurdu Formasyonu, Sırataşlar Formasyonu üzerine uyumsuz olarak gelir. Çalışma alanının jeoloji haritası Şekil 3.1’de gösterilmiştir.

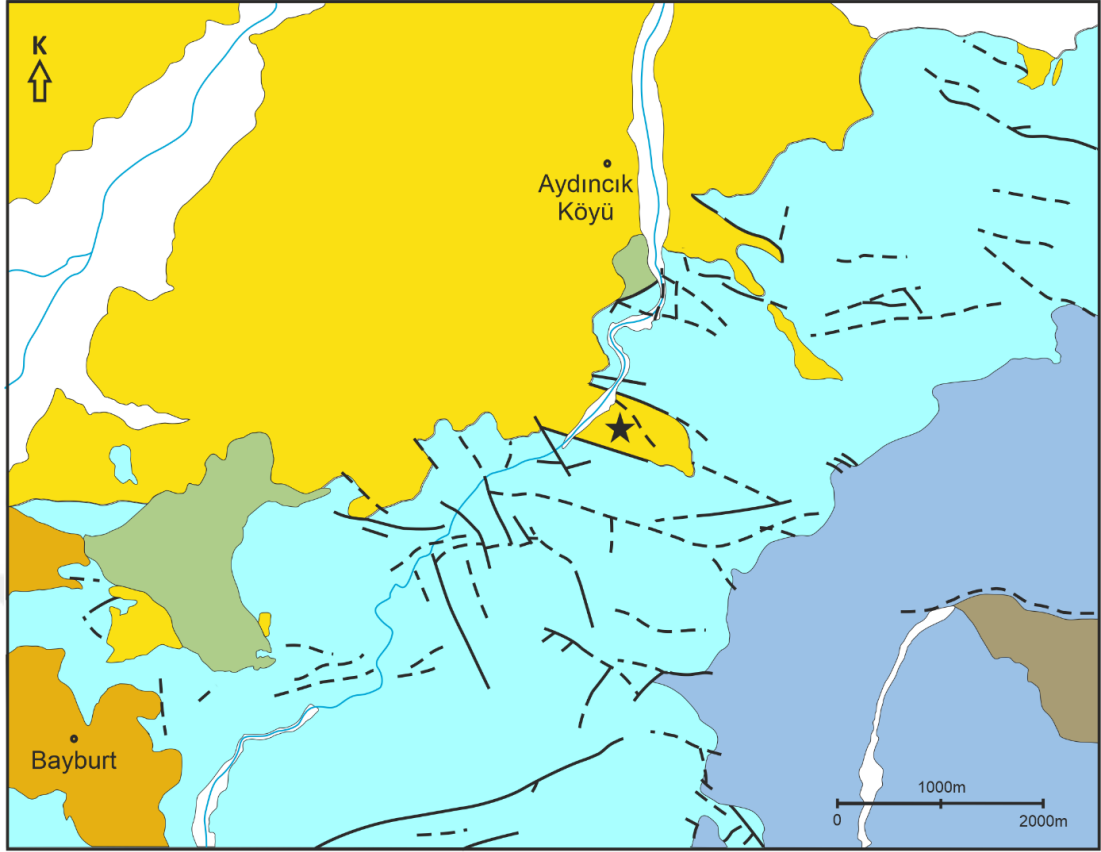
3.1.1 Sırataşlar Formasyonu

Sırataşlar Formasyonu, Otlukbeli ilçesinin güney kesimlerinden itibaren yüzeylenen birim olarak tanımlanmıştır (Ağar, 1977). Sığ ve yüksek enerjili denizel bir ortamın ürünü olan Sırataşlar Formasyonu, genellikle Hozbirikyayla kireçtaşı ve Otlukbeli melanjına ait çakılları içeren ve yaklaşık 150 m kalınlık gösteren bir konglomera seviyesi ile başlar ve kalın katmanlanma gösteren ve yer yer marn ara bantları içeren konglomera, kumtaşı ve şeyl ardalanması şeklinde devam eden formasyon, Hozbirikyayla kireçtaşı ve Otlukbeli melanjını açısız uyumsuzlukla örtmektedir. Sırataşlar Formasyonunun üst sınırı ise inceleme alanının dışında kalmaktadır. Ağar (1977), birime İpresiyen-Alt Lutesiyen yaşını vermiştir.

3.1.2 Hozbirikyayla Formasyonu

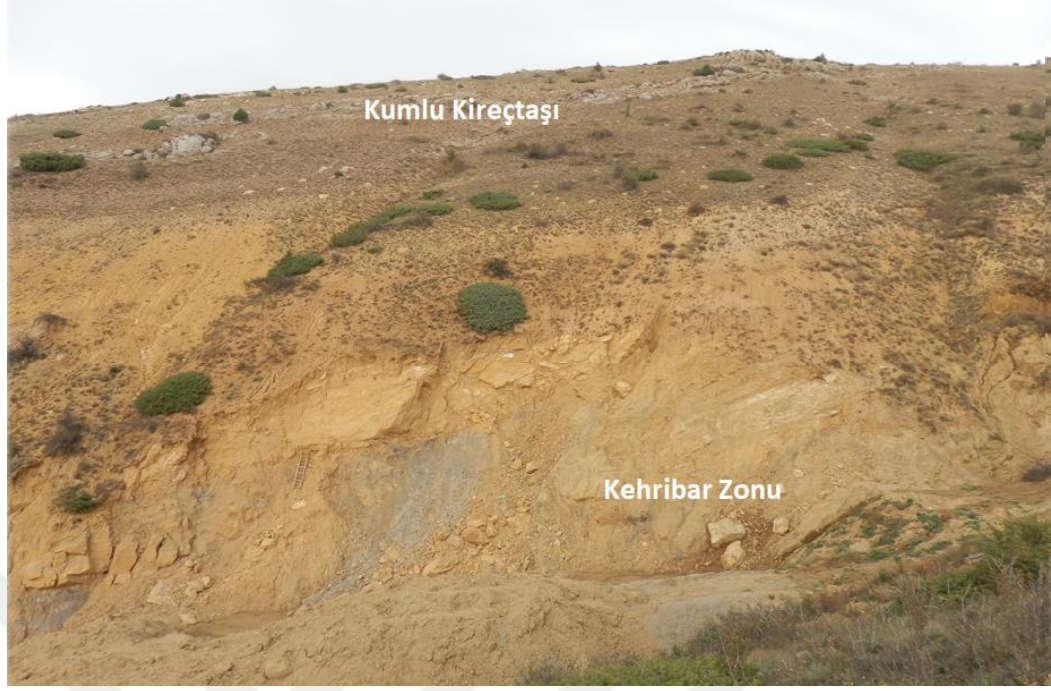
Hozbirikyayla Formasyonu, Dogger-Malm-Alt Kretase yaşlı oolitik kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı, kumlu kireçtaşı, kireçtaşı ile kumtaşı-silttaşı ara katkılı, çört bant ve nodüllü istif karbonatlardan oluşmuştur (Ağar, 1977).

Şekil 3.2’te kumlu kireçtaşı olarak gösterilen birim Hozbirikyayla Formasyonu, Kehribar Zonu olarak gösterilen birimin Sırataşlar Formasyonu’dur.



AÇIKLAMA	
★	ÇALIŞMA ALANI
---	FAYLAR
~	AKARSU
	KUVATERNER, ALÜVYON
	ORTA EOSEN, ANDEZİT- TÜF, ŞELF
	EOSEN, KUMTAŞI- ÇAMURTAŞI- KİREÇTAŞI, ŞELF
	ÜST KRETASE, ANDEZİT- BAZALT- KUMTAŞI- ÇAMURTAŞI- KİREÇTAŞI, ŞELF
	ÜST JURA- ALT KRETASE, KİREÇTAŞI, ŞELF
	LİYAS, VOLKANİK ÇÖKEL KAYA, ŞELF
	KARBONİFER- PERMİYEN, DASİT, ŞELF

Şekil 3.1 Çalışma alanının jeoloji haritası (MTA Bayburt Jeoloji Haritası'ndan düzenlenmiştir)



Şekil 3.2 Kumlu kireçtaşı ve kehribar zonunun arazi fotoğrafı (Kişisel arşiv, 2020)

Bölgesel olarak Eosen yaşlı filiş türü denizel birim içinde bulunan Bayburt kehribarı; yoğun tektonizma nedeniyle kıvrımlanmış çamurtaşı, kumtaşı ve az miktarda marn içeren kırıntılı bir seri içinde bulunur (Şekil 3.3). Bu kehribarlar çoğunlukla 3-10 cm boyutlarında noduler yapıdadır ve bal sarısı, turuncu, ateş kırmızısı renkler sunmaktadır.



Şekil 3.3 Kehribar içeren çamurtaşı, kumtaşı ve marn içeren kırıntılı bir seri (Kişisel arşiv, 2018)

Tektonik aktivitenin yüksek olması sebebiyle bölgedeki kayalarda kıvrımlanma ve faylanmalar vardır. Bazı büyük ölçekli kıvrımlanmalar Şekil 3.4'deki gibi yol yarmalarında görülmektedir.



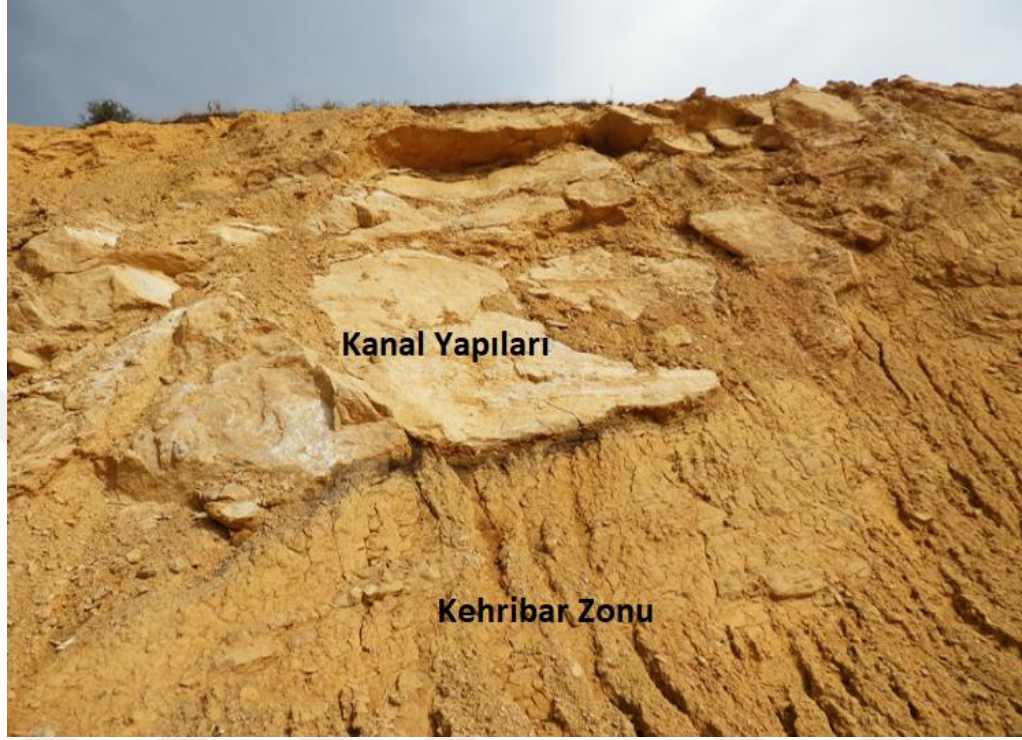
Şekil 3.4 Çalışma alanının genel görüntüsü ve gözlenen kıvrımlar (Kişisel arşiv, 2018)

Kehribar içeren katmanlarda faylanma gözlenmektedir. Şekil 3.5'da kehribar zonundaki bir normal fay gösterilmiştir.



Şekil 3.5 Kehribar içeren katmanlarda gözlenen faylanma (Kişisel arşiv, 2018)

Kehribarların üst serilerine doğru kum ve çakıl dolgulu kanal yapıları gözlenmiştir (Şekil 3.6). Bu da genel itibari ile istifin kıyı kenarı ve delta ortamında oluştuğunu işaret eder.



Şekil 3.6 Kum ve çakıl dolgulu kanal yapıları (Kişisel arşiv, 2018)

3.2 El Örnekleri

Yapılan arazi çalışmasında kehribar içeren katmanlar ve çevre kayaaları araştırılmıştır. Belli seviyelerde bulunan kehribar, çapları 1 cm.'den 40 cm.'ye değişen (çoğunlukla 3- 10 cm.) parçalar olarak bulunur.

Araziden toplanan el örneklerinden bazıları Şekil 3.7'de gösterilmiştir.



Şekil 3.7 Araziden alınmış kehribar örnekleri (Kişisel arşiv, 2020)

Kehribar zonundaki sedimanter kayaçların dayanımı atmosferik koşullara maruz kaldığı için düşüktür. Nispeten daha yumuşak killi kaya içinden alınmış kehribar örneği Şekil 3.8’te gösterilmiştir.



Şekil 3.8 Arazide gözlenen kehribar örnekleri (Kişisel arşiv, 2018)

Kehribar oluşumlarına bazı düzeylerde boyutları 15 cm’ye çıkan siyah oltu taşı benzeri jet taşı eşlik etmektedir (Şekil 3.9). Organik, dalsı, odunsu yapıya sahip oltu taşları içindeki çatlaklarda yer yer pirit oluşumları gözlenmiştir.



Şekil 3.9 Jet taşı örnekleri (Kişisel arşiv, 2020)



BÖLÜM DÖRT

LABARATUVAR ÇALIŞMALARI

SEM-EDS, FTIR ve CHNS analizleri Katip Çelebi Üniversitesi Malzeme Araştırma Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir.

Mineralojik ve jeokimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla yapılacak olan analizler öncesi örneklerin hazır hale getirilmesi bölüm örnek hazırlama laboratuvarında yapılmıştır. SEM-EDS analiz çalışmaları için örnekler binoküler stereo mikroskop altında kontrol edilerek seçilmiştir.

4.1 CHNS Analizi

İncelenen kehribar ve jet taşı örneklerinin karbon, hidrojen, nitrojen ve kükürt bileşimi Tablo 4.1'de gösterilmiştir. Tablonun en alt satırında kehribarın ortalama element yüzdeleri gösterilmiştir. Kehribarların analiz sonuçları literatürde rastlanan çeşitli doğal kehribar örneklerinin ortalama elementel analizi sınırları içindedir.

Tablo 4.1 Kehribar ve jet taşı örneklerinin CHNS analizi

Örnek No	Örnek	Rengi	Karbon (%)	Hidrojen (%)	Nitrojen (%)	Kükürt (%)
1A	Kehribar	Turuncu	85,41	11,12	0,16	0,31
1B	Kehribar kabuğu		82,65	10,76	0,23	0,13
4	Kehribar	Turuncu	81,01	10,53	0,04	0,3
5	Kehribar	Kırmızı, ateş rengi	83,43	10,96	0,05	0,28
6	Jet (oltu) taşı		73,83	5,51	0,65	0,25
7	Jet (oltu) taşı		66,87	5,43	0,53	0,06
13	Kehribar	Koyu kahverengi	85,32	11,06	0,03	0,25
14	Kehribar	Açık sarı	86,43	11,17	0,04	0,25
15	Kehribar	Koyu bal rengi	85,9	11,45	0,05	0,17
16	Kehribar	Kırmızı	79,52	10,31	0,12	0,15
17	Kehribar	Kırmızı	86,21	11,14	0,04	0,15
18	Kehribar	Koyu bal rengi	83,69	10,79	0,01	0,18
20	Kehribar	Koyu bal- kırmızı	86,38	11,41	0,12	0,25
21	Kehribar	Kırmızı, ateş rengi	85,73	11,33	0,1	0,25
23	Jet (oltu) taşı		74,08	5,75	0,7	0,49
		Ortalama Değerleri	67 - 87	8,5 – 11	0,5'e kadar	0,26 – 0,34

O ve H içerikleri de kehribar bileşimi için tipiktir. Bunlar sadece mevcut organik bileşiklerden değil, aynı zamanda kehribar oluşumu sırasında adsorbe edilen su miktarı ile de güçlü bir şekilde ilişkilidir.

Bu numunelerin kimyasal saflığı, çok az miktarda kükürt (%0,15) içermeleri ve hiçbir nitrojen tespit edilmemesi sebebiyle fazladır.

C ve H içerikleri jet taşı örneklerinde kehribar örneklerine oranla daha düşüktür.

4.2 FTIR Çalışmaları

Kehribarın kızılötesi spektroskopi analizi, oldukça karakteristik olan yoğun emilim bantlarını gösterir. 3700 ve yaklaşık 1350 cm^{-1} (grup frekans alanı) arasındaki bölge, tüm kehribar türleri için ortak olan bantları içerirken, 1350 ve 700 cm^{-1} (parmak izi alanı) arasındaki bölge, bir dizi nispeten yoğun bant sunar. Sonuçlar, çeşitli kehribar türleri için farklıdır ve sonuç olarak belirli kehribarları tanımlamak ve karakterize etmek için kullanılır.

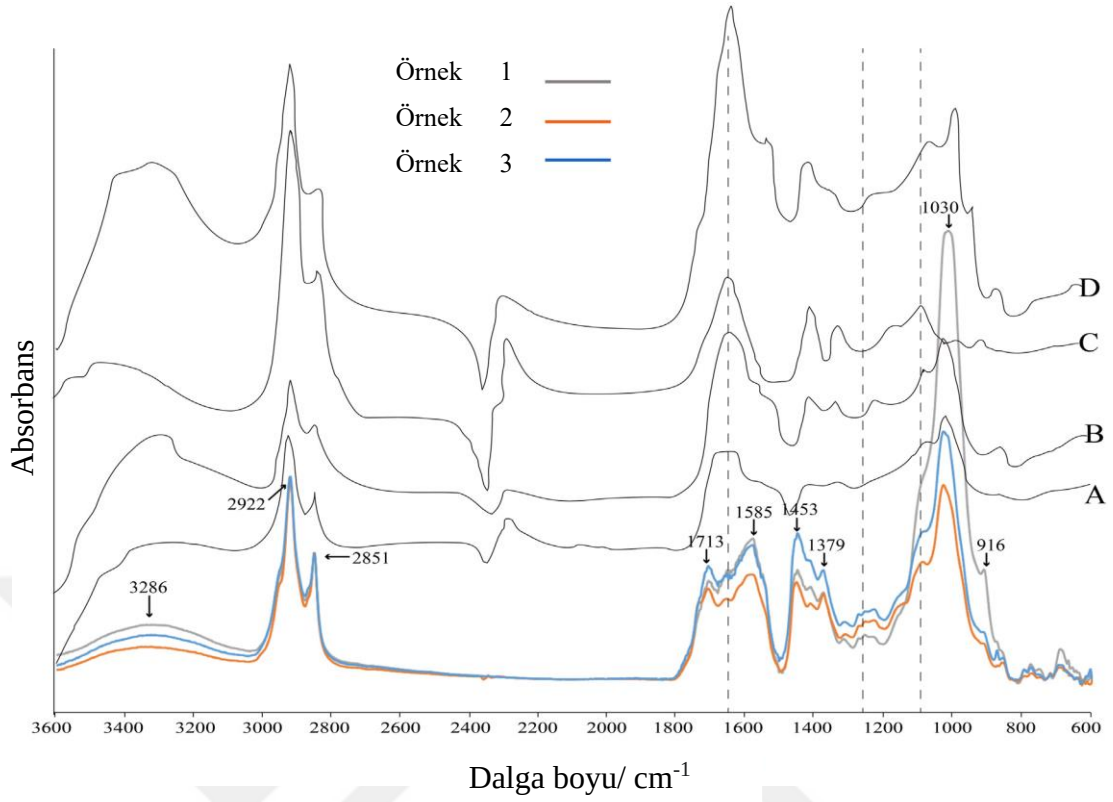
Kızılötesi (IR) spektroskopisi, kehribar tiplerinin yapısal karakterizasyonu ve ayrımı için muhtemelen en pratik ve yaygın kullanılan yöntemdir. Çünkü polimerizasyon işlemi, havaya maruz kalma sonucu doygunluk sürecine maruz kalan C-C çift bağı hariç kehribar yapısında bulunan bileşiklerin tüm orijinal fonksiyonel gruplarını korur (Truică, Teodor, Lițescu ve Radu, 2012; Teodor, Lițescu, Neacșu, Truică, Albu, 2009).

Farklı yerlerin kehribarları, farklı polimerik sınıfa ait oldukları için farklı IR emme bantları ve mukavemetleri gösterirler. Kehribar ile ilgili ilk kapsamlı IR çalışmaları 1960'larda Curt W. Beck tarafından Amber Research Laboratory'de başlatılmıştır. Birçok kehribar türü, daha sonra karakteristik IR spektrumlarına dayanarak tanınmıştır.

Fourier dönüşümü kızılötesi spektroskopisi (FTIR), yüksek spektral çözünürlük ile kısa zamanda veri toplayan gelişmiş bir yöntemdir. Numuneye zarar vermeden analize hazırlanan bu teknikle, bir elmas kristali ile zayıflatılmış toplam yansıma kullanılır (Guiliano, Asia, Gérard, Onoratini, Mille ve Gilbert, 2007). Bu sebeple

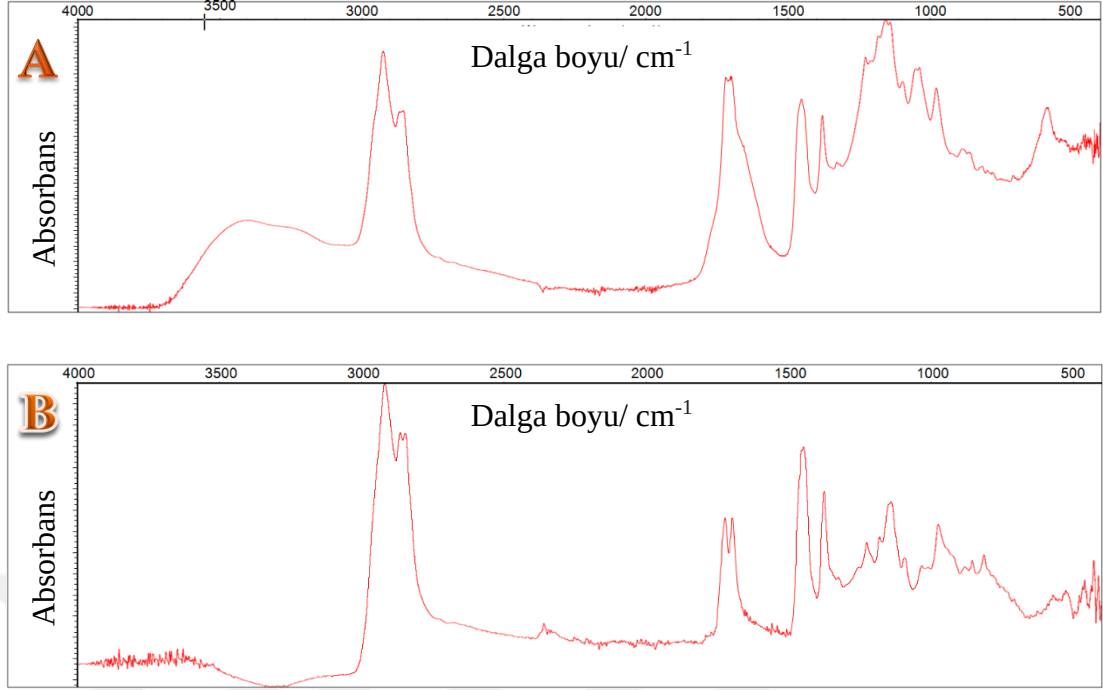
araştırmamızda FTIR kullanılmaktadır. Spektrumlar 4000 ve 500 cm^{-1} arasında elde edilmiştir.

Chen, Zeng, Yuan, Cui ve Luo, 2019'da yaptığı araştırmada 1-2-3 ile numaralandırdığı arkeolojik kehribar örneklerinin spektrumlarını, A-B-C-D ile numaralandırdığı Baltık kehribar olarak kabul edilen müze koleksiyonlarındaki dört eski kehribar numunesiyle karşılaştırmıştır. Fiziksel görünümlerinden bağımsız olarak hepsi benzer spektrumlara sahiptir. Absorbsiyon pik değerlerine polimer iskeletini oluşturan moleküler titreşimler neden olur. Spektrumlar, çeşitli fonksiyonel gruplardaki titreşimlerin karakteristik absorpsiyon bantlarını gösterir (Şekil 4.1). 3286 cm^{-1} civarındaki değerinde görülen hafif pik, alkol ve/veya karboksilik asit bantlarındaki OH gerilmesindendir. Alkil gerilmesine karşılık gelen bantlar 3000 ila 2800 cm^{-1} arasında gözlenir, 2922 cm^{-1} 'de bir ana bant karakteristik bir desen gösterir, 2851 cm^{-1} 'de ikincil bantlar benzer bir yoğunluk gösterir. Metilen grubunun simetrik gerilme emme bandı 2851 cm^{-1} 'de meydana gelirken CH_3 'ün simetrik titreşimleri 2922 cm^{-1} 'de meydana gelir. Bu dalga sayısı aralığı, kehribar yapısında önemli bir metil grubu seviyesini gösterir. Kehribarın temel iskeleti alifatik yapıdadır (Wang, Shi, Shi ve Wu, 2015). CH_3 uzamasına 1713 cm^{-1} 'de güçlü bir absorpsiyon piki gözlenir ve petrokimyasal reçinenin tipik bir kızılötesi absorpsiyon pikidir. 1585 cm^{-1} 'deki güçlü bir absorpsiyon pikinde, alkol grubunun molekül içi H bağları atfedilir. 1480 cm^{-1} –1300 cm^{-1} 'de gözlenen nispeten güçlü bir absorpsiyon, C \ H bükülmesinden kaynaklanır. Farklı bölgelerden alınan kehribarların kızılötesi spektrumlarının bazı ortak özellikleri vardır. Ancak, bazı absorpsiyon piklerinin pozisyonlarında veya bağlı kuvvetlerinde hala farklılıklar vardır (Chen ve diğer., 2019).



Şekil 4.1 Arkeolojik kehribar örneklerinin Baltık kehribarı ile FTIR karşılaştırılması (Chen ve diğer., 2019)

Ön arazi çalışmasında alınan el örnekleri ile yapılan FTIR analizinde 4000-500 spektrumlar arasında bazı pik değerleri elde edilmiştir (Şekil 4.2). Elde edilen değerler sonucu pik değerlerine bakarak Bayburt kehribarının gerçek kehribar olduğu gözlenmektedir.



Şekil 4.2 A ve B ile numaralandırılmış iki farklı Bayburt kehribarı FTIR analizleri.

Baltık kehribarının kızılötesi spektrumu, 1150 ± 15 , 995 ± 15 ve 888 ± 1 cm^{-1} 'de üç pik varlığı ile karakterize tipik bir model gösterir. Baltık kehribarının karakteristik ana kızılötesi bantları Tablo 4.1'in sol tarafında listelenmiştir. Tabloda OH, CH₂, CH₃, C = C gibi fonksiyonel grupların sayısı, bantlar (cm^{-1} cinsinden), ve –CO – O ve karşılık gelen titreşim değişikliği türlerini görülmektedir. Süksinat ester için karakteristik –CO-O bağları ile ilişkili 1250 ve 1010 cm^{-1} arasındaki banttır. Baltık ve Baltık kökenli olmayan Avrupa kehribarları arasında ayırım yapmak için kullanılır. Karakteristik geniş yatay raf veya Baltık omuz olarak bilinen 1235 ve 1175 cm^{-1} arasındaki IR spektrumunda omuz, ardından 1160 ve 1150 cm^{-1} arasında keskin bir tepe noktası ile gözlenir (Beck, Wilbur ve Meret, 1964).

Bayburt kehribarı analizleri sonucu ortaya çıkan spektrumların ayrıntılı ve doğru yorumu büyük önem taşımaktadır, çünkü bunlar doğal kehribar formunu diğer tiplerden ayırt etmek için önemli olan özellikler içerirler. Ayrıca, belirli birikintilerin tanımlanması ve karakterize edilmesi için belirli bant serilerinin varlığı veya yokluğu kullanılır. Baltık kehribarı dahil olmak üzere bir dizi Sınıf I kehribarı, bir kommünol asidi bazlı polimerik yapıya dahil edilmiş ara sıra kommünol birimleri arasında bir çapraz bağlama maddesi olarak süksinik asit içerir. Bununla birlikte, diğer kommünol

asidi bazlı Sınıf I kehribarlarda, süksinik asit yoktur, bu da bu malzemeler için ilişkili olduğunu fakat farklı bir kökene sahip olduğunu işaret eder.

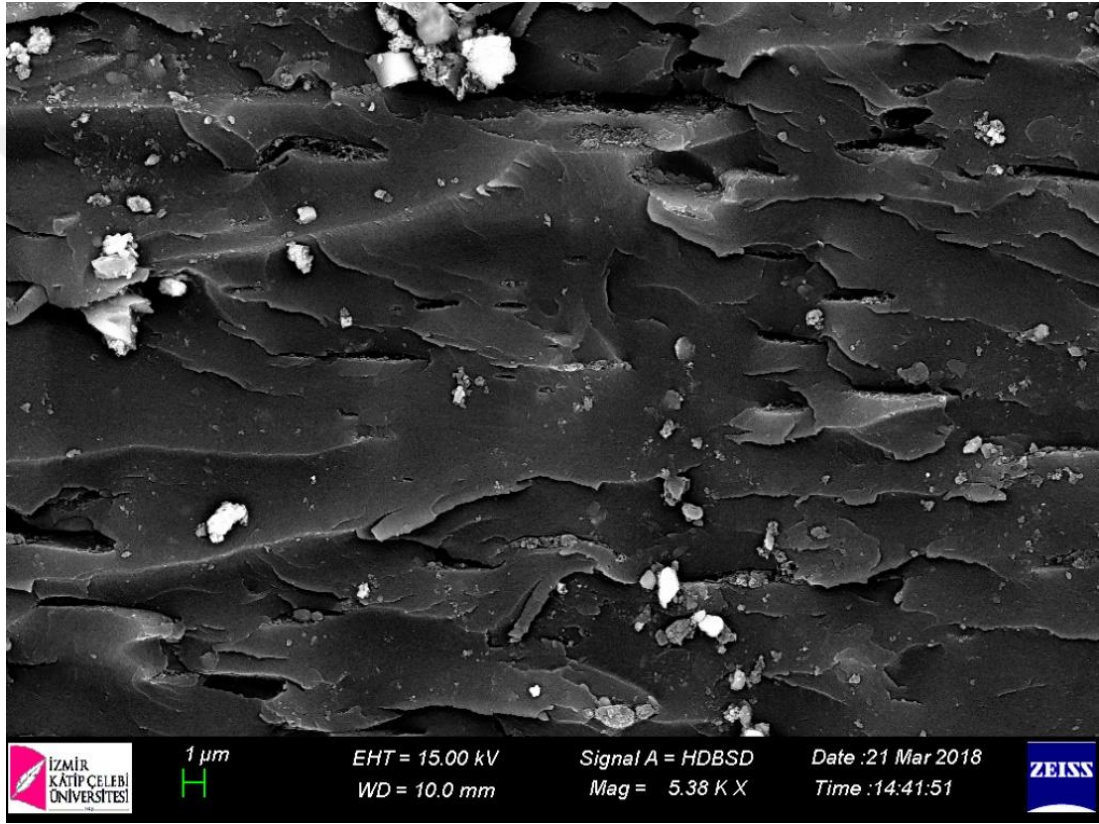
Tablo 4.2’de gösterilen spektrumlar, OH, CH₂, CH₃, C = C ve –CO-O gibi bir dizi fonksiyonel gruptaki karakteristik titreşim bantlarını gösterir. Spektrumların değerlendirilmesi, Baltık (süksinit) kehribar ile ilişkili tüm tipik karakteristik kızılötesi bantların varlığını ortaya çıkarır. Kızılötesi bandın yaklaşık 1735 cm⁻¹ (C = O ester ve asit grupları ile ilgili) ve 1450 ± 20 cm⁻¹ (>CH₂ ve -CH₃ gruplarının CH bağlarıyla ilgili) absorbands değerleri ayrıca FTIR spektrumlarında güçlü ve orta yoğunlukta zirvelere sahiptir.

Tablo 4.2 Ana kızılötesi bantlar (Baltık kehribar için karakteristik olanlar) ve incelenen kehribar örneklerinin spektrumlarında bulunan ilgili bantlar (Pastorelli, 2009)

Band (cm ⁻¹) ^{1,2}	Group	Type of vibrational change	Amber lump	Transparent samples	Samples with inclusions	Transparent samples (130°C)	Samples with inclusions (130°C)	Remarks
3500 – 3400	-OH	O-H stretching	3447	3448	3446	3452	3419	Broad peak
3095	RHC=CH ₂ and R ₁ R ₂ C=CH ₂ (terminal olefins)	C-H stretching	3080	3081	3080	3080	3080	
2930 ± 10 and 2853 ± 10	>CH ₂	C-H stretching	2930 and 2868	2929 and 2863	2928 and 2863	2930 and 2868	2929 and 2868	Strong intensity peak
2362 ± 5	-CO-O- (of succinate)	C-O stretching	2360	2362	2361	2360	2361	Medium intensity peak
1735 – 1700	>C=O (of esters and acids)	C=O stretching	1734	1735	1735	1736	1733	Strong intensity peak
1650 – 1640	>C=C<	C=C stretching	1646	1644	1646	1643	1646	Weak intensity peak
1450 ± 20	>CH ₂ and -CH ₃	C-H bending	1454	1457	1453	1453	1454	Medium intensity peak
1375 ± 5	-CH ₃	C-H bending	1378	1376	1376	1376	1378	Medium intensity peak
1250 – 1010	-CO-O- (of succinate)	C-O stretching	1258	1258	1258	1258	1258	<i>Baltic shoulder</i>
1150 ± 15			1159	1160	1159	1159	1159	Medium intensity peak
995 ± 15	>CH ₂ (of cycloalkanes)	C-H bending	1018	1010	1015	1011	1020	
888 ± 1	RHC=CH ₂ and R ₁ R ₂ C=CH ₂ (terminal olefins)	C-H out of plane bending of H atoms	887	887	887	887	888	Medium intensity peak

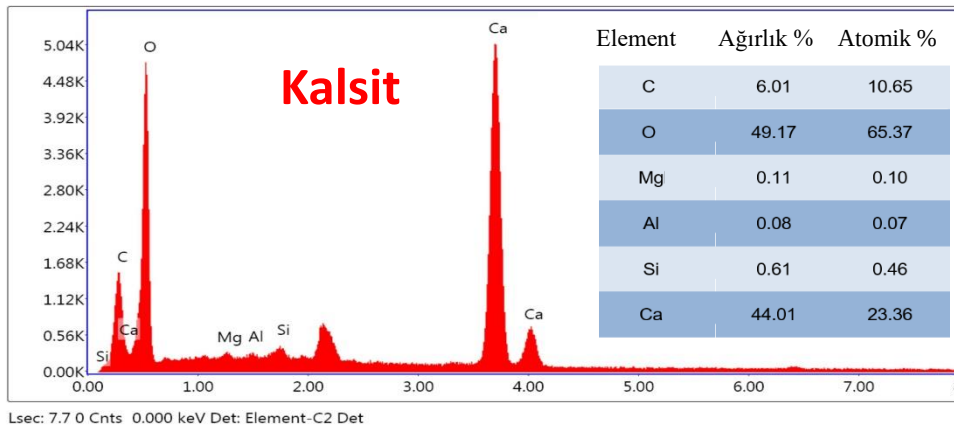
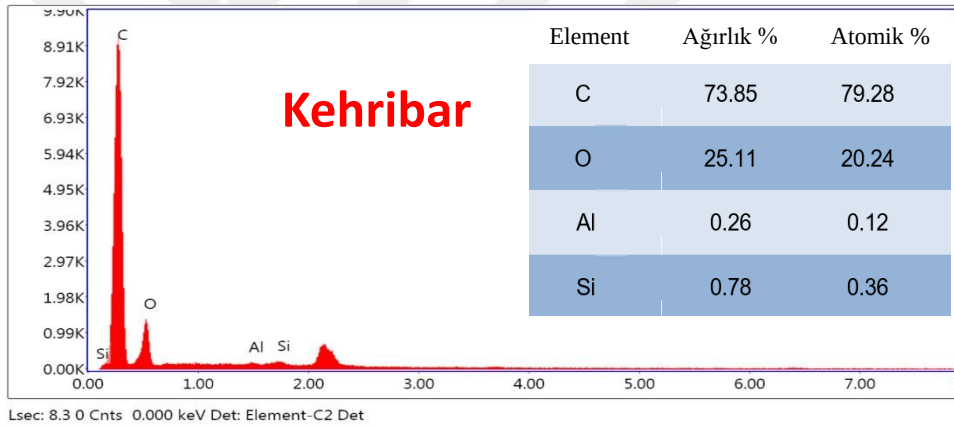
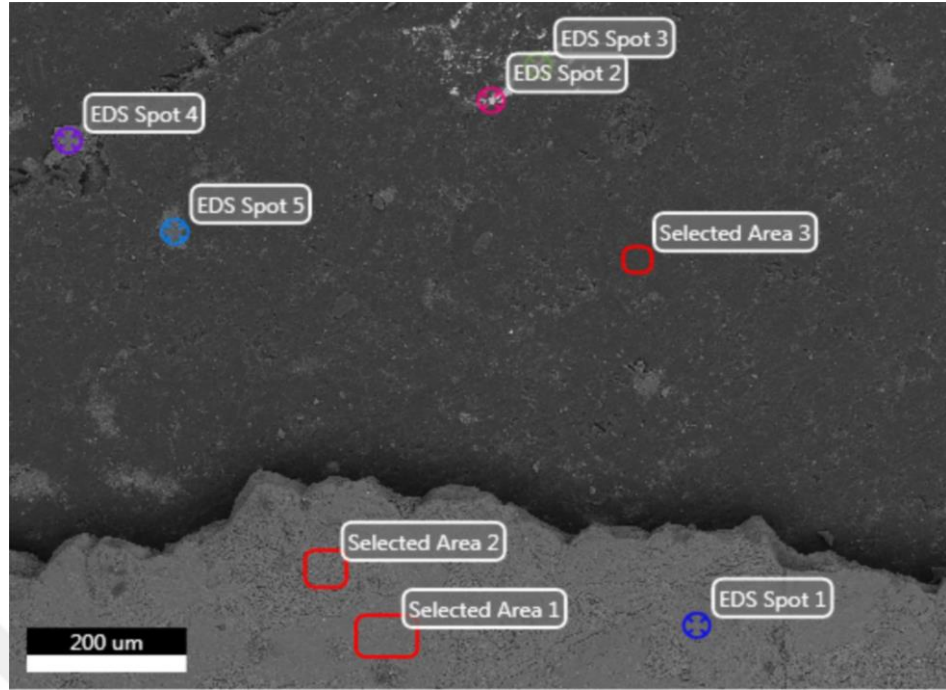
4.3 SEM-EDS Analizi

Taramalı Elektron Mikroskopu (SEM) cihazı ile görüntüleme, numuneye gönderilen hızlandırılmış elektronların numunenin atomları ile etkileşmesi sonucunda saçılan elektronların dedektörler yardımıyla analiz edilmesi ile yapılır. Numuneler ayrıntılı ve net görüntü alınabilmesi için QUORUM Q150 RES kaplama cihazı kullanılarak altın ile kaplanmıştır. Elektron mikroskop incelemelerinde Bayburt kehribarının oldukça homojen bir dokuya sahip olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.3).



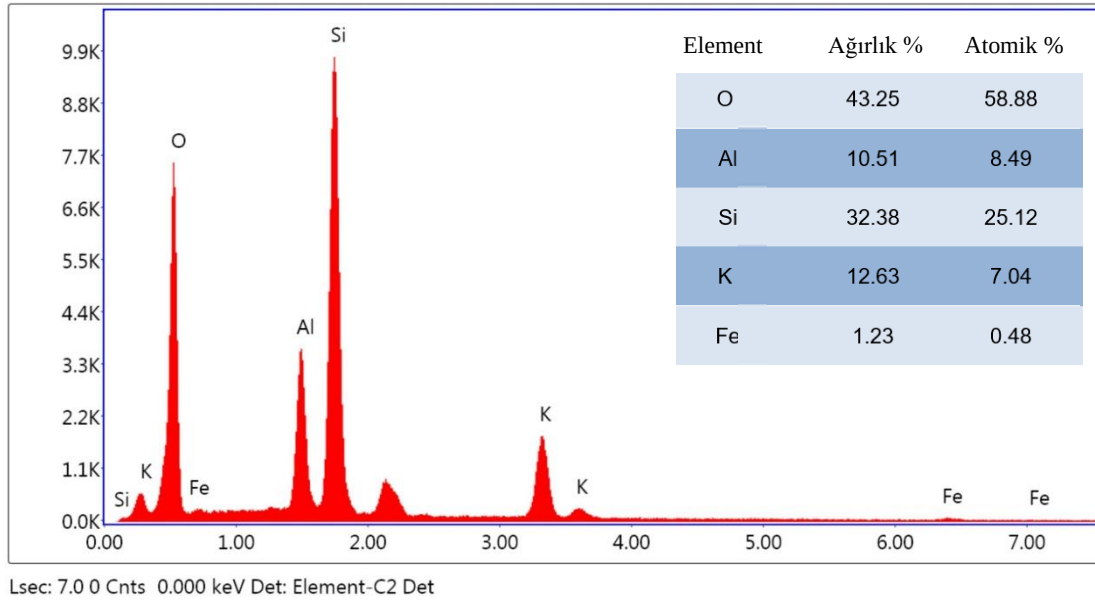
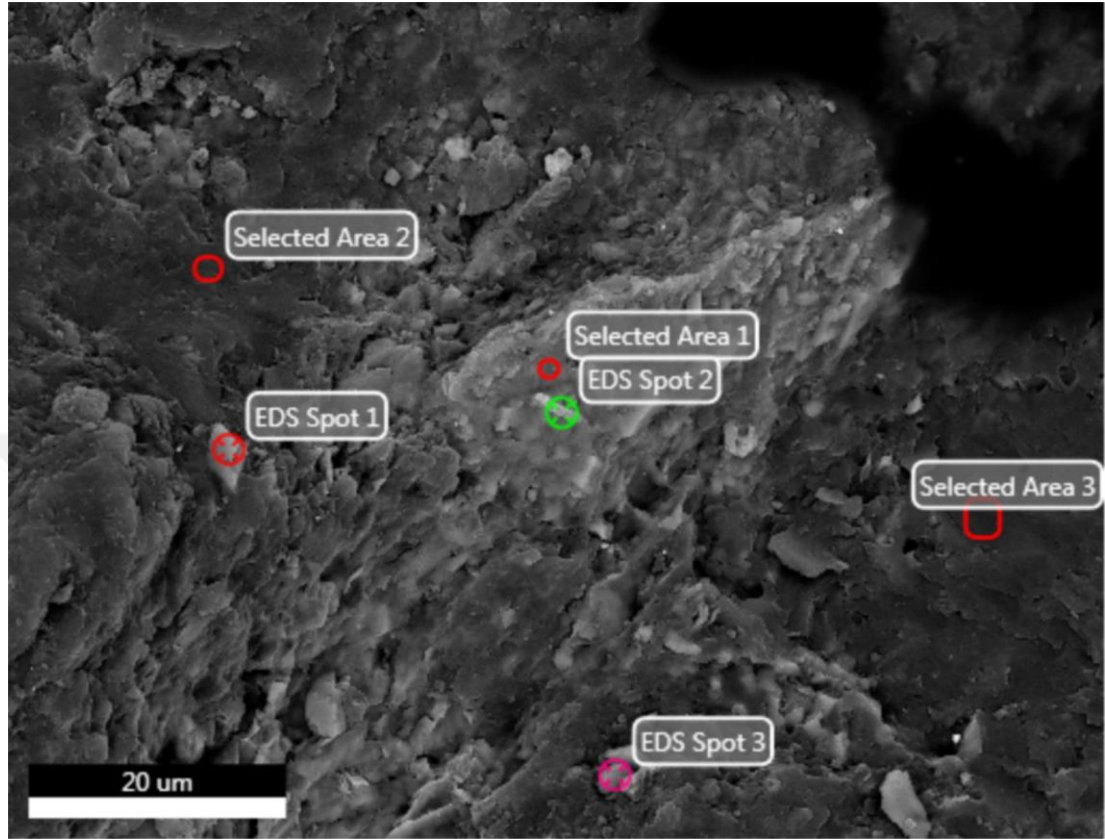
Şekil 4.3 Kehribar örneğinin SEM-EDS görüntüsü

Makroskobik ve mikroskobik olarak kehribarlarda tektonizmaya bağlı oluşan çatlaklar içinde markazit, pirit, opal ve kalsit mineralleri ikincil olarak gelişmiştir. Kehribarın çatlak dolgusunda gözlenen kalsit mineralinin SEM-EDS görüntüsü Şekil 4.4'te gösterilmiştir.



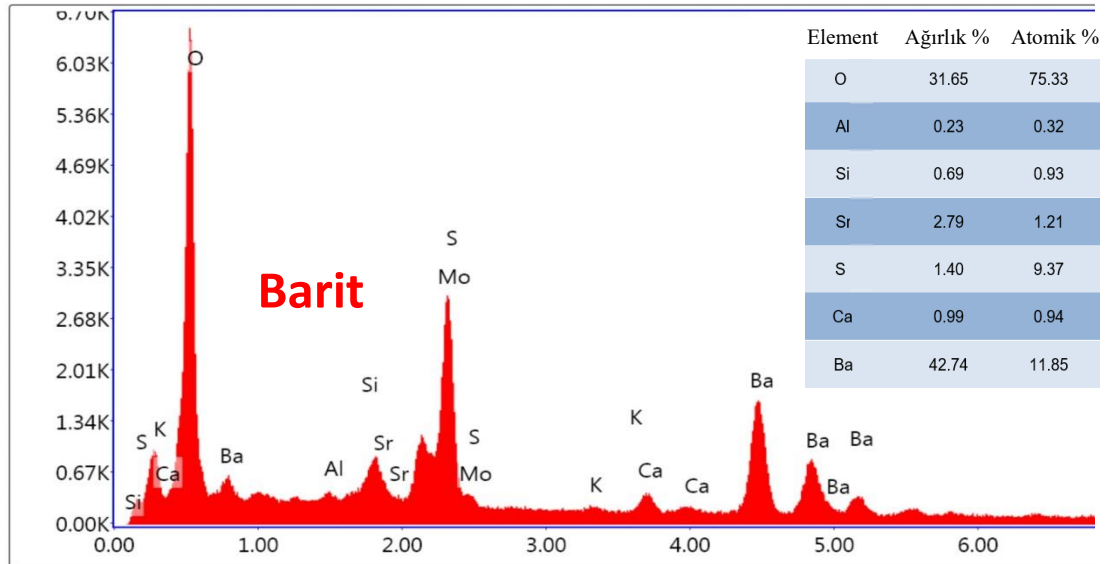
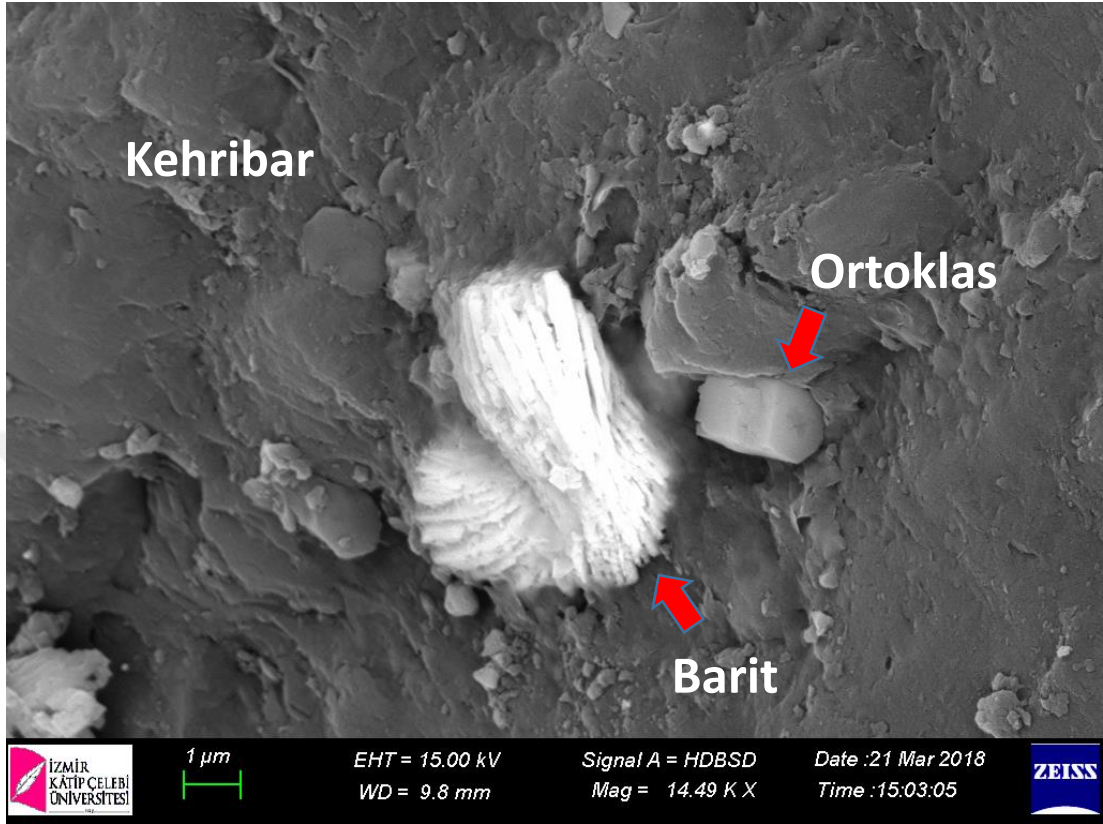
Şekil 4.4 Kehribar ve çatlak dolgusunda gözlenen kalsit mineralinin SEM-EDS görüntüsü

Kehribardaki mikro çatlaklar içinde gözlenen ortoklas mineralinin SEM-EDS analizi Şekil 4.5’da gösterilmiştir.



Şekil 4.5 Kehribar çatlak dolgusunda gözlenen ortoklaz mineralinin SEM-EDS görüntüsü

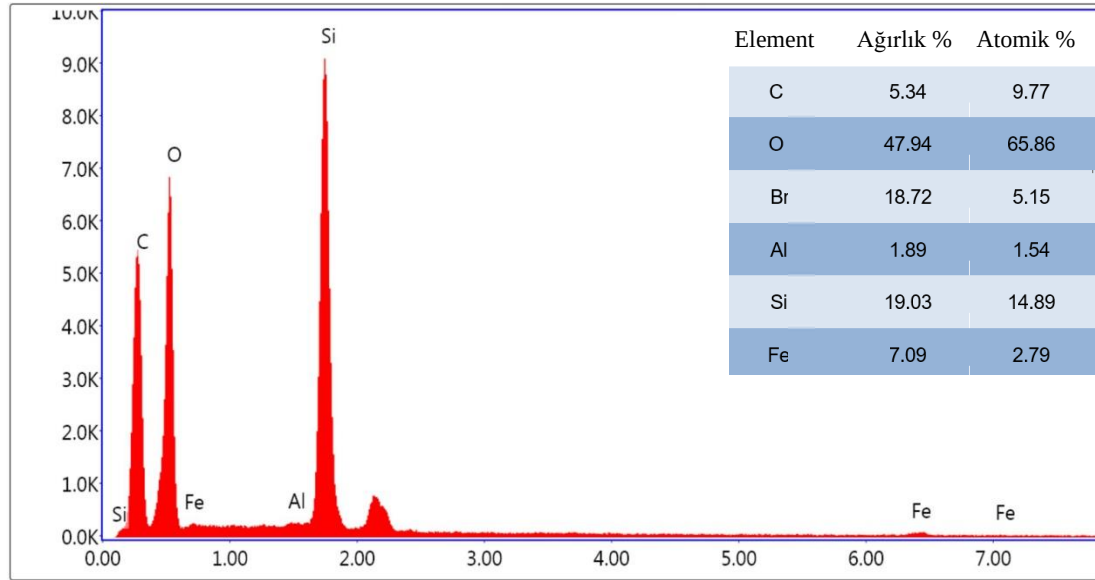
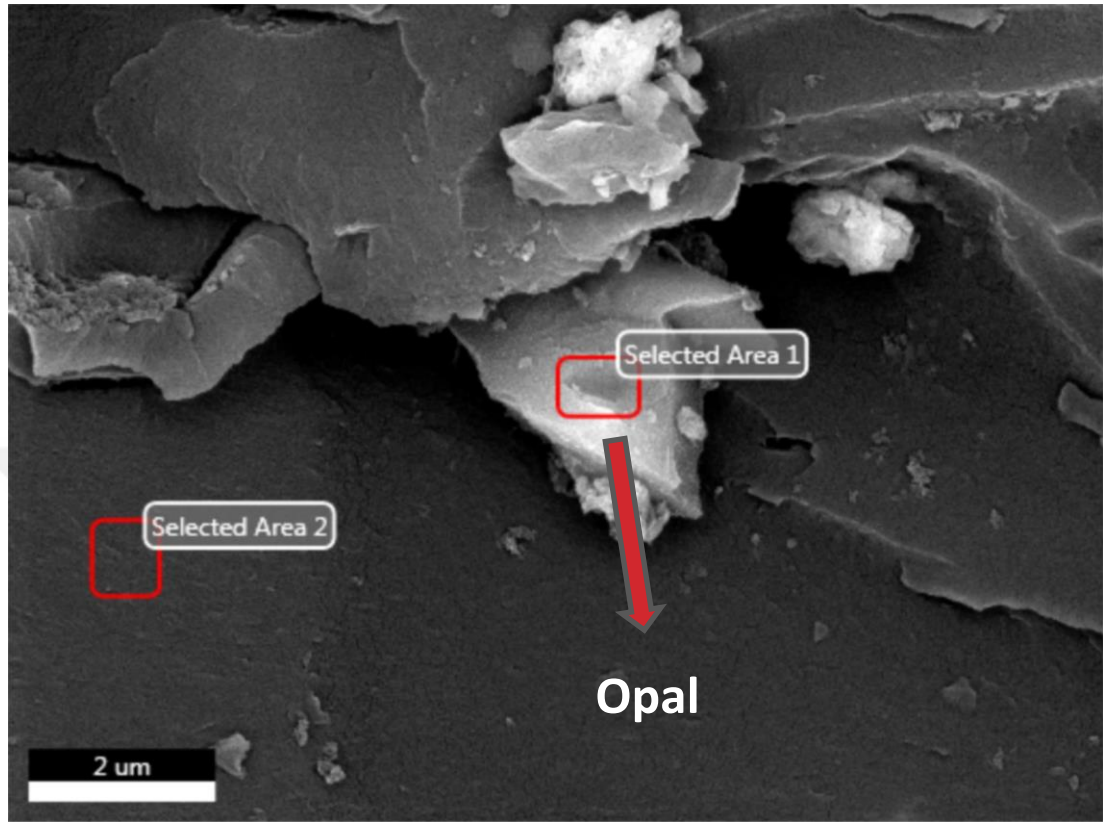
Kehribardaki mikro çatlaklar içinde gözlenen radyal kristallenmiş barit minerallerinin SEM-EDS analizi Şekil 4.6’de gösterilmiştir.



Lsec: 6.6 0 Cnts 0.000 keV Det: Element-C2 Det

Şekil 4.6 Kehribardaki mikro çatlaklar içinde gözlenen radyal kristallenmiş barit mineralinin SEM-EDS görüntüsü

Kehribardaki mikro çatlaklar içinde gözlenen opal minerallerinin SEM-EDS analizi Şekil 4.7’de gösterilmiştir.



Lsec: 7.3 0 Cnts 0.000 keV Det: Element-C2 Det

Şekil 4.7 Kehribardaki mikro çatlaklar içinde gözlenen opal mineralinin SEM-EDS görüntüsü

4.4 Bayburt Kehribarının Yaşı

Bayburt kehribarının yaş tayini Dokuz Eylül Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde Dr. Öğr. Üyesi İsmail İŞİNTEK tarafından yapılmıştır.

1 adet, elden getirilmiş, 16x12x10 cm boyutlarında “Bayburt Kehribarı” içeren katmanların üzerine gelen katmanlardan alınmış olduğu belirtilen fosilli killi kireçtaşı örneği, örneğin alındığı katmanların altında bulunduğu ifade edilen Bayburt kehribarlarının oluşum zamanını belirleyebilmek amacıyla Olympus ve BX50” tip araştırma mikroskopunda incelenmiştir.

Örnek makroskobik olarak, yaklaşık 16x12x10 cm boyutlarında bir parça el örneğinden hazırlanmış, iki adet ince kesit üzerinde incelenmiştir. Kayaç, el örneğinde beyazımsı sarı, sarımsı bej renkli, killi, bol biyoklastlı (fosilli) mikrit ve/veya sparlı allokimyasal kireçtaşı (kalker) görünümündedir. Örnek içindeki fosiller boyları birkaç cm’yi geçen büyük boylu (larger) foraminiferlerden oluşur.

Kayaç içinde bol miktarda jeolojik yaşlandırmada kullanılabilinen foraminifer (denizlerde yaşayan, eşeyli üreyebilen, dış beslek (heteretrof), tek kavkılı ve tek hücreli canlılar) fosilleri ve bunların kırıntıları bulunur. Örnek bol *Nummulites* spp., *Discocyclina* sp., *Assilina* sp., olasılıkla *Asterigerina* sp. *Actinocyclina* sp. olasılıkla *Asterocyclina* sp. ve Rotalid foraminiferleri içermektedir.

İnceleme tek örnek ve iki adet ince kesit üzerinden yapıldığı için fosiller “Cins” aşamasında değerlendirilebilmiştir. Örnek içinde Paleojen (Paleosen, Eosen, Oligosen) ve Neojen (Miyosen, Pliyosen) jeolojik zamanlarınada yaşamış olan fosiller saptanmıştır. Bu örneklerden bazıları Eosen sonunda yok olan canlılar, bazıları ise Eosen başında ilk kez ortaya çıkan canlılardır. Bir fosil ise sadece Orta Eosen ve Geç Eosen’de yaşamıştır. Bu nedenle örnek içinde bulunan fosillerin birlikte yaşamış olabilecekleri zaman dilimi Orta-Geç Eosen (48.6 – 33.9 Milyon yıl) olmalıdır (Tablo 4.3).

Kayacın içindeki foraminifer fosil topluluğuna göre örneğin alındığı katmanlar geniş değerlendirmede Eosen, fosil topluluğun izin verdiği en dar değerlendirmede Orta-Geç Eosen jeolojik zaman diliminde çökelmiş olmalıdırlar. Sonuç olarak örneğin

yaşı geniş değerlendirmede Eosen (55.8 – 33.9 Milyon yıl öncesi) veya en dar değerlendirmede Orta, Geç Eosen (48.6 – 33.9 Milyon yıl öncesi) olarak kabul edilebilir. Dolayısıyla örneğin alındığı belirtilen katmanların altında bulunan Bayburt Kehribarları'nın oluşum yaşı Eosen (55.8 – 33.9 Milyon yıl) veya daha yaşlı (55 milyon yıldan daha yaşlı) olmalıdır. En dar değerlendirmede de Bayburt Kehribarları'nın yaşı Orta, Geç Eosen (48.6 – 33.9 Milyon yıl öncesi) veya daha yaşlı (48.6 Milyon yıldan daha yaşlı) olmalıdır.

Tablo 4.3 Örnek içinde bulunan fosillerin jeolojik zamanda yaşadıkları zaman aralıkları

Fosil	PALEOSEN (65.00-55.8-Milyon Yıl)	EOSEN (55.8-33.9-Milyon Yıl)			OLİGOSEN (33.8-23.8 Milyon Yıl)	MİYOSEN (23.8-5.33 Milyon Yıl)	PLİYOSEN (5.33-2.00 Milyon Yıl)
		ERKEN 55.8	ORTA 48.6	GEÇ 37.2 33.9			
<i>Nummulites</i>							
<i>Assilina</i>							
<i>Discocyclina</i>							
<i>Asterocyclina</i>							
<i>Asterigerina</i>							
<i>Actinocyclina</i>							
<i>Amphistegina</i>							
<i>Sphaerogypsina</i>							

Bu fosillerin birlikte yaşamış olabileceği zaman aralığı (48.6 – 33.9 Milyon yıl öncesi)

BÖLÜM BEŞ

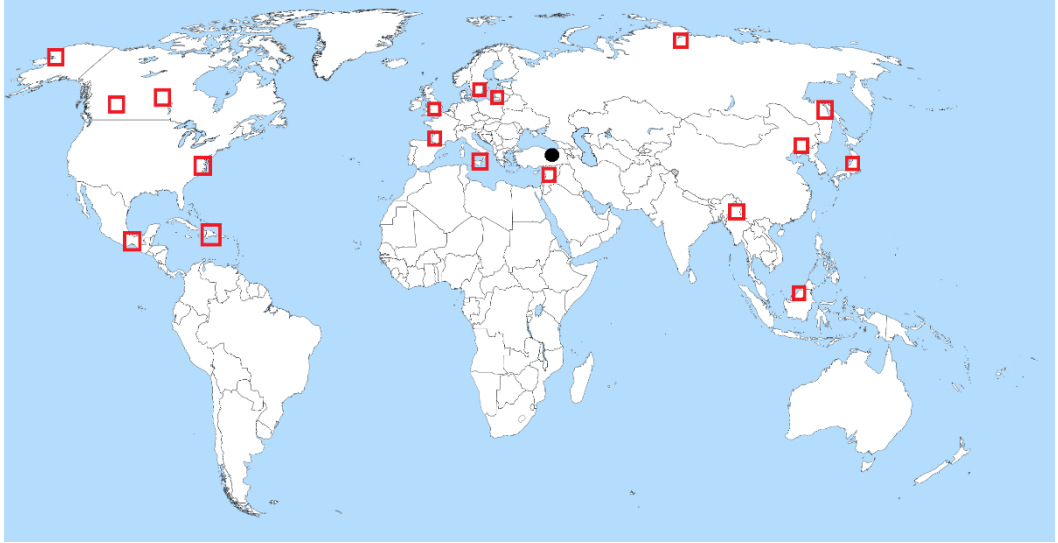
EKONOMİK JEOLJİ

5.1 Dünyada ve Türkiye’de Kehribarın Yeri

Dünya kehribar yataklarının %90’ı Rusya’da bulunan Kaliningrad bölgesinde bulunmaktadır. Avrupa’da kehribar yatakları en çok Rusya, Ukrayna, Romanya, İsveç, İngiltere, Hollanda ve Sicilya’da görülmektedir.

Antik çağda ve günümüzde bulunan birçok kehribar çeşidine kıyasla, en fazla olan Baltık kehribarıdır. Bu kehribar, esas olarak Baltık Denizi kıyılarından, Litvanya, Letonya, Rusya (Kaliningrad), Polonya, güney İsveç, kuzey Almanya ve Danimarka’dan gelir.

Bayburt kehribarının ve Dünya’da bulunan kehribar yataklarının yerleri Şekil 5.1’de gösterilmiştir.



Şekil 5.1 Dünya’daki kehribar yatakları ve Bayburt kehribarının yerleri.

Kehribar dünyanın farklı bölgelerinde genellikle aynı renk çeşitlerinde bulunur. Baltık kehribarının renk çeşitliliği Şekil 5.2’de gösterilmiştir.



Şekil 5.2 Baltık kehribarı renk çeşitleri (Wikipedia, 2021)

Bayburt kehribarı, dünyada bulunan diğer kehribarlar ile benzer renklerde (açık sarıdan kırmızıya kadar değişen) bulunmaktadır. Şekil 5.3'te Bayburt kehribarının çeşitli renkleri gösterilmiştir.



Şekil 5.3 Bayburt kehribarı renk çeşitleri (Kişisel arşiv, 2018)

5.2 Bayburt Kehribarının Maden İşletmesi

Bayburt kehribarı maden sahası, Bayburt ili merkez ilçede bulunan Aydıncık Köyü'nde yer almaktadır. Kehribar içeren katmana sürekli olarak basınçlı su sıkılarak kayacın ayrışması sağlanır (Şekil 5.4). Ayrışan kayadan ayrılan kehribar nodülleri ve parçaları el ile toplanarak açık ocak kehribar madenciliği yapılır. Maden işletmesi Karadeniz Amber Ltd. Şti. tarafından yapılmaktadır.



Şekil 5.4 Basınçlı su ile yapılan kehribar madenciliği (Kişisel arşiv, 2018)

5.3 Bayburt Kehribarının İşlenmesi

Maden ocağından alınan kehribarlar farklı kabaşon kesimleri ve parlatma yöntemleriyle işlenir. İşlenen kehribarlar yüzük, küpe, kolye ucu ve tesbih gibi ürünlere dönüşür (Şekil 5.5).



Şekil 5.5 Bayburt kehribarının işlenmesi işe yapılmış ürünler (Kişisel arşiv, 2018)

BÖLÜM ALTI

SONUÇLAR

İlk kez 2015 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde tespit edilen Bayburt kehribarının mineralojik ve petrografik özellikleri sunulmuştur.

Kalker, kumtaşı, çakıltası, yer yer marn ve kumlu kalkerden oluşan Sırataşlar Formasyonu'nda kehribar nodüllerine rastlanmıştır.

Kehribarların üst serilerine doğru kum ve çakıl dolgulu kanal yapıları gözlenmiştir. Bu da genel itibari ile istifin kıyı kenarı ve delta ortamında oluştuğunu gösterir.

Kehribarların el örnekleri genellikle bal sarısı, turuncu ve koyu kırmızı renktedir. Yoğun tektonik aktivite nedeniyle tortul kayalarda fiziksel deformasyon oluşmuştur. Bu tektonik deformasyona bağlı olarak oluşan mikro çatlaklar içerisinde gözlenebilen az miktarda kalsit ve pirit oluşumu vardır.

Kehribar oluşumları genellikle elektron mikroskobu taramaları altında çok homojen bir polimerizasyon gösterirler ve genellikle eser miktarda barit, kalsit, opal ve ortoklaz oluşumları sergilerler.

Bayburt kehribarının kızılötesi spektrumları ile Baltık ve Dominik kehribarlarının karşılaştırılması, $2800-3000\text{ cm}^{-1}$ arasında çok benzer olsa da $500-1500\text{ cm}^{-1}$ arasında farklılıklar olduğunu ve $1050-1350\text{ cm}^{-1}$ aralığında tamamen farklı özellikler gösterdiğini göstermektedir.

KAYNAKLAR

- Ağar, Ü. (1977). *Demirözü (Bayburt) ve Köse (Kelkit) bölgesinin jeolojisi*, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Anderson, K. B. (1996). The nature and fate of natural resins in the geosphere. VII. A radiocarbon (^{14}C) age scale for description of immature natural resins: an invitation to scientific debate. *Organic Geochemistry* 25, 251– 253.
- Anderson, K. B. ve Botto, R. E. (1993). The nature and fate of natural resins in the geosphere – III. Re-evaluation of the structure and composition of Highgate Copalite and Glessite. *Organic Geochemistry* 20, 1027– 1038.
- Anderson, K. B. ve Crelling, J. C. (1995). Introduction. *Amber, Resinite and Fossil Resins* (11-17). Washington D. C.: American Chemical Society.
- Anderson, K. B., Winans, R. E. ve Botto, R. E. (1992). The nature and fate of natural resins in the geosphere. II. Identification, classification, and nomenclature of resinates. *Organic Geochemistry* 18, 829– 841.
- Antoine, P. O., De Franceschi, D., Flynn, J. J., Nel, A., Baby, P., Benammi, M., Calderon, Y., Espurt, N., Goswami, A. ve Salas-Gismondi, R. (2006). Amber from western Amazonia reveals Neotropical diversity during the middle Miocene. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 103, 13595– 13600.
- Aquilina, L., Girard, V., Hénin, O., Bouhnik-Le Coz, M., Vilbert, D., Perrichot, V. ve Néraudeau, D. (2013). Amber inorganic geochemistry: new insight into the environmental processes in a Cretaceous Forest of France. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 369, 220– 227.
- Azar, D. (2007). Preservation and accumulation of biological inclusions in Lebanese amber and their significance. *Comptes Rendus Palevol* 6, 151– 156.
- Beck, C.W., Wilbur, E. ve Meret S. (1964). Infrared spectra and the origin of amber, *Nature* 201, 256–257

- Bray, P. S. ve Anderson, K. B. (2009). Identification of Carboniferous (320 million years old) Class Ic amber. *Science* 326, 132– 134.
- Breda, A., Preto, N., Roghi, G., Furin, S., Meneguolo, R., Ragazzi, E., Fedele, P. ve Gianolla, P. (2009). The Carnian Pluvial Event in the Tofane area (Cortina d'Ampezzo, Dolomites, Italy). *GeoAlp* 6, 80– 115.
- Burşuk, A. (1975). Bayburt ve Kop Dağları (KB Erzurum) Yöresindeki Calpionellid Biyozonları (Üst Jurasik- Alt Kretase), *TJK Bülteni* 35, 127- 140.
- Chaler, R. ve Grimalt, J. O. (2005). Fingerprinting of Cretaceous higher plant resins by infrared spectroscopy and gas chromatography coupled to mass spectrometry. *Phytochemical Analysis* 16, 446– 450.
- Chen, D., Zeng, Q., Yuan, Y., Cui, B. ve Luo, W. (2019). Baltic amber or Burmese amber: FTIR studies on amber artifacts of Eastern Han Dynasty unearthed from Nanyang, *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy* 222(8), 2- 5.
- Clifford, D. J. ve Hatcher, P. G. (1995). Maturation of Class Ib (Polyabdanoid) resinites. K. B. Anderson ve J. C. Crelling (Eds). *Amber, Resinite and Fossil Resin* (92–104). Washington D. C.: American Chemical Society.
- Cruickshank, R. D. ve Ko, K. (2003). Geology of an amber locality in the Hukawng Valley, Northern Myanmar. *Journal of Asian Earth Sciences* 21, 441– 445.
- Cunningham, A., West, P. R., Hammond, G. S. ve Langenheim, J. H. (1987). The existence and photochemical initiation of free radicals in *Hymenaea* trunk resins. *Phytochemistry* 16, 1142– 1143.
- Dal Corso, J., Roghi, G., Ragazzi, E., Angelini, I., Giaretta, A., Soriano, C., Delclòs, X. ve Jenkyns, H. C. (2013). Physico-chemical analysis of Albian (Lower Cretaceous) amber from San Just (Spain): implications for palaeoenvironmental and palaeoecological studies. *Geologica Acta* 11, 359– 370.

- Dal Corso, J., Schmidt, A. R., Seyfullah, L. J., Preto, N., Ragazzi, E., Jenkyns, H. C., Delclòs, X., Néraudeau, D. ve Roghi, G. (2017). Evaluating the use of amber in palaeoatmospheric reconstructions: the carbon-isotope variability of modern and Cretaceous conifer resins. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 199, 351– 369.
- Dutta, S., Tripathi, S. K. M., Mallick, M., Mathews, R. P., Greenwood, P. F., Rao, M. R. ve Summons, R. E. (2011). Eocene out-of-India dispersal of Asian dipterocarps. *Review of Palaeobotany and Palynology* 166, 63– 68.
- Dunlop, J. A. (2010). Bitterfeld amber. D. Penney (Ed). *Biodiversity of fossils in amber from the major world deposits* (57– 68). Manchester: Siri Scientific Press.
- Grimaldi, D. (1995). The age of Dominican amber. K. B. Anderson ve J. C. Crelling (Eds). *Amber, resinite and fossil resins* (203–217). Washington D. C.: American Chemical Society.
- Gianolla, P., Roghi, G. ve Ragazzi, E. (1998). Upper Triassic amber in the Dolomites (Northern Italy). A paleoclimatic indicator?. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia* 104, 381– 390.
- Gomez, B., Martinez-Delclòs, X., Bamford, M. ve Philippe, M. (2002). Taphonomy and palaeoecology of plant remains from the oldest African Early Cretaceous amber locality. *Lethaia* 35, 300– 308.
- Guiliano, M., Asia, L., Onoratini G. ve Gilbert, M. (2007). Applications of diamond crystal ATR FTIR spectroscopy to the characterization of ambers, *Spectrochimica Acta Part A Molecular and Biomolecular Spectroscopy* 67(5), 1407–1411.
- Hand, S., Archer, M., Bickel, D., Creaser, P., Dettmann, M., Godthelp, H., Jones, A., Norris, B. ve Wicks, D. (2010). Australian Cape York amber. D. Penney (Ed). *Biodiversity of fossils in amber from the major world deposits* (69– 79). Manchester: Siri Scientific Press.
- Iturralde-Vinent, M. (2001). Geology of the amber-bearing deposits of the Greater Antilles. *Caribbean Journal of Science* 37, 141– 167.

- Ketin, İ. (1951). Bayburt bölgesinin jeolojisi hakkında, *İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Mecmuası* 21, 113-127.
- Langenheim, J. H. (1994). Higher plant terpenoids: a phytocentric overview of their ecological roles. *Journal of Chemical Ecology* 20, 1223– 1280.
- Langenheim, J. H. (1995). Biology of amber-producing trees: focus on case studies of *Hymenaea* and *Agathis*. K. B. Anderson ve J. C. Crelling (Eds). *Amber, resinite and fossil resin* (1–31). Washington D. C.: American Chemical Society.
- Langenheim, J. H. (2003). *Plant Resins: Chemistry, evolution, ecology, and ethnobotany*. Cambridge: Timber Press.
- Labandeira, C. C. (2014). Amber: reading and writing of the fossil record. preservational pathways to exceptional fossilization. *The Paleontological Society Papers* 20, 164– 216.
- Lahn, E. (1940). Erzincan bölgesinin rüsubî yatakları. *Maden Tetkik Arama Mecmuası* 2, 19.
- Lambert, J. B., Johnson, S. C., Poinar, G. O. Jr. ve Frye, J. S. (1993). Recent and fossil resins from New Zealand and Australia. *Geoarchaeology* 8, 141– 155.
- Lloyd, G. T., Davis, K. E., Pisani, D., Tarver, J. E., Ruta, M., Sakamoto, M., Hone, D. W. E., Jennings, R. ve Benton, M. J. (2008). Dinosaurs and the Cretaceous Terrestrial Revolution. *Proceedings of the Royal Society B* 275, 2483– 2490.
- Mallick, M., Dutta, S., Greenwood, P. F. ve Bertram, N. (2009). Pyrolytic and spectroscopic studies of Eocene resin from Vastan Lignite Mine, Cambay Basin, Western India. *Journal of the Geological Society of India* 74, 16– 22.
- Martill, D. M., Loveridge, R. F., de Andrade, J. A. F. G. ve Cardoso, A. H. (2005). An unusual occurrence of amber in laminated limestones: the Crato Formation lagerstätte (Early Cretaceous) of Brazil. *Palaeontology* 48, 1399– 1408.

- Martínez-Delclòs, X., Briggs, D. E. G. ve Peñalver, E. (2004). Taphonomy of insects in carbonates and amber. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 203, 19– 64.
- Murray, A. P., Padley, D., McKirdy, D. M., Booth, W. E. ve Summons, R. E. (1994). Oceanic transport of fossil dammar resin; the chemistry of coastal resinites from South Australia. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 58, 3049– 3059.
- Nebert, K. (1961). Kelkit Çayı ve Kızılırmak (Kuzey Anadolu) nehirleri mecrâ bölgelerinin jeolojisi hakkında, *MTA Dergisi* 57, 1-49.
- Nissenbaum, A. ve Yakir, D. (1995). Stable isotope composition of amber. K. B. Anderson ve J. C. Crelling (Eds). *Amber, resinite and fossil resins* (32–42). Washington D. C.: American Chemical Society.
- Otto, A. ve Wilde, V. (2001). Sesqui-, di- and triterpenoids as chemosystematic markers in extant conifers – a review. *The Botanical Review* 67, 141– 238.
- Özer, E. (1984). Bayburt (Gümüşhane) yöresinin jeolojisi ve mikrofasiyes incelemesi, *KTÜ Jeoloji Dergisi* 3, 77-89.
- Özsayar, T., Pelin, S. ve Gedikoğlu, A. (1981). Doğu Pontidler'de Kretase, *KTÜ Dergisi, Jeoloji* 1, 65.
- Pastorelli, G. (2009). *Archaeological Baltic amber: Degradation mechanisms and conservation measures*, Dottorato di ricerca, Università di Bologna, Bologna.
- Peñalver, E. ve Delclòs, X. (2010). Spanish amber. D. Penney (Ed). *Biodiversity of fossils in amber from the major world deposits* (236– 270). Manchester: Siri Scientific Press.
- Poinar, G. O. Jr. (1992). *Life in amber*. Palo Alto: Stanford University Press.
- Perrichot, V., Boudinot, B. E., Cole, J., Delhaye-Prat, V., Esnault, J., Goldman, Y., Nohra, Y. A. ve Schmidt, A. R. (2016). African fossiliferous amber: a

- review. D. Penney ve A. J. Ross (Eds). *7th International Conference on Fossil Insects, Arthropods and Amber* (41). Manchester: Siri Scientific Press.
- Poulin, J. ve Helwig, K. (2012). Class Id resinite from Canada: a new sub-class containing succinic acid. *Organic Geochemistry* 44, 37– 44.
- Quinney, A., Mays, C., Stilwell, J. D., Zelenitsky, D. K. ve Therrien, F. (2015). The range of bioinclusions and pseudoinclusions preserved in a new Turonian (~90 Ma) amber occurrence from Southern Australia. *PLoS ONE* 10, e0121307.
- Ragazzi, E. ve Schmidt, A. R. (2011). Amber. J. Reitner ve V. Thiel (Eds). *Encyclopedia of geobiology* (24– 36). Dordrecht: Springer.
- Roghi, G., Ragazzi, E. ve Gianolla, P. (2006). Triassic amber of the Southern Alps. *PALAIOS* 21, 143– 154.
- Ross, A., Mellish, C., York, P. ve Crighton, B. (2010). Burmese amber. D. Penney (Ed). *Biodiversity of fossils in amber from the major world deposits* (208– 235). Manchester: Siri Scientific Press.
- Rasnitsyn, A. P. ve Quicke, D. L. J. (2002). *History of insects*. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher.
- Robinson, A. G., Banks, C. J., Rutherford, M. M., ve Hirst, J.P.P. (1995). Stratigraphic and stratuctual devolopment of the Eastern Pontides, Turkey, *Journal of the Geological Society* 152, 861-872.
- Rust, J., Singh, H., Rana, R. S., McCanna, T., Singh, L., Anderson, K., Sarkare, N., Nascimbene, P. C., Stebner, F., Thomas, J. C., Solórzano Kraemer, M., Williams, C. J., Engel, M. S., Sahni, A. ve Grimaldi, D. (2010). Biogeographic and evolutionary implications of a diverse paleobiota in amber from the early Eocene of India. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 107, 18360– 18365.
- Schlee, D. ve Glöckner, W. (1978). Bernstein, bersteine und bernsteinfossilien. *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde Serie* 8, 1– 72.

- Schmidt, A. R., Kaulfuss, U., Bannister, J. M., Baranov, V., Beimforde, C., Bleile, N., Borkent, A., Busch, A., Conran, J. G., Engel, M. S., Harvey, M., Kennedy, E. M., Kerr, P., Kettunen, E. ve Kiecksee, A. P. (2018). Amber inclusions from New Zealand. *Gondwana Research* 56, 135– 146.
- Schmidt, A. R., Perrichot, V., Svojtka, M., Anderson, K. B., Belete, K. H., Bussert, R., Dörfelt, H., Jancke, S., Mohr, B., Mohrmann, E., Nascimbene, P. C., Nel, A., Nel, P., Ragazzi, E. ve Roghi, G. (2010). Cretaceous African life captured in amber. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 107, 7329– 7334.
- Seyfullah, L. J., Beimforde, C., Schmidt, E. R., Corso, J. D., Perrichot, V. ve Rikkinen, J. (2018). Production and preservation of resins – past and present, *Cambridge Philosophical Society, Biological Review* 93, 1684 – 1714.
- Seyfullah, L. J., Sadowski, E. M. ve Schmidt, A. R. (2015). Species-level determination of closely related araucarian resins using FTIR spectroscopy and its implications for the provenance of New Zealand amber. *PeerJ* 3, e1067.
- Shi, G., Dutta, S., Paul, S., Wang, B. ve Jacques, F. M. B. (2014). Terpenoid compositions and botanical origins of Late Cretaceous and Miocene amber from China. *PLoS ONE* 9(10), e111303.
- Stout, S. A. (1995). Resin-derived hydrocarbons in fresh and fossil Dammar resins and Miocene rocks and oils in the Mahakam delta, Indonesia. K. B. Anderson ve J. C. Crelling (Eds). *Amber, resinite and fossil resins* (43–75). Washington D. C.: American Chemical Society.
- Teodor E.D., Lițescu, S.C., Neacșu, A., Truică, G. ve Albu, C. (2009). Analytical methods to differentiate Romanian amber and Baltic amber for archaeological applications, *Central European Journal of Chemistry* 7(3), 560–568.
- Truică G.I., Teodor, E.D., Lițescu, S.C. ve Radu, G.L. (2012). LC-MC and FTIR characterization of amber artifacts, *Central European Journal of Chemistry* 10(6), 1882–1889

- van Bergen, P. F., Collinson, M. E., Scott, A. C. ve de Leeuw, J. W. (1995). Unusual resin chemistry from Upper Carboniferous pteridosperm resin rodlets. K. B. Anderson ve J. C. Crelling (Eds). *Amber, resinite, and fossil resins* (149–169). Washington D. C.: American Chemical Society.
- Vávra, N. (2009). Amber, fossil resins and copal – contributions to the terminology of fossil plant resins. *Denisia* 26, 213– 222.
- Yılmaz, C. (1993). Doğu Pontid Güney Zonu'nun stratigrafik deneştirmesi ve paleocoğrafik evrimi, *Akdeniz Üniversitesi İsparta Mühendislik Fakültesi Dergisi* 7, 199-214
- Yılmaz, C. (1996). Doğu Pontid karbonat platformunun kırılmasına ilişkin yeni bulgular, *Türkiye 11. Petrol Kongresi Bildirileri*, 15-17.
- Yılmaz, C. ve Ayaz, F. (1997). Sedimentological records Cretaceous platform- basin transition Gümüşhane region, 9. *Geologie Mediterrane* 24/1-2, 125 135.
- Wang, Y., Shi, G. H., Shi, W. ve Wu, R. H. (2015). Infrared spectral characteristics of ambers from three main sources (Baltic, Dominica and Burma), *Spectroscopy and Spectral Analysis* 35(8), 2164.
- Wang, B. (2016). Chinese amber: progress and prospects. D. Penney ve A. J. Ross (Eds). *7th International Conference on Fossil Insects, Arthropods and Amber* (56). Manchester: Siri Scientific Press.
- Wang, B., Rust, J., Engel, M. S., Szewo, J., Dutta, S., Nel, A., Fan, Y., Meng, F., Shi, G., Jarzembowski, E. A., Wappler, T., Stebner, F., Fang, Y., Mao, L., Zheng, D. ve Zhang, H. (2014). Diverse paleobiota in early Eocene Fushun amber from China. *Current Biology* 24, 1606– 1610.
- Wedding, H. (1963). Kelkit hattı jeolojisine ait düşünceler ve Kelkit-Bayburt (Gümüşhane) çevresindeki Jura stratigrafisi, *MTA Dergisi* 61, 30-37, Ankara.

Weitschat, W. ve Wichard, W. (2010). Baltic amber. D. Penney (Ed). *Biodiversity of fossils in amber from the major world deposits* (80– 115). Manchester: Siri Scientific Press.

Wikipedia (2008) *Different colours of Baltic amber*. 22/11/2021. https://en.wikipedia.org/wiki/Baltic_amber#/media/File:Colours_of_Baltic_Amber.jpg

Wilf, P., Escapa, I. H., Rubén Cúneo, R., Kooyman, R. M., Johnson, K. R. ve Iglesias, A. (2014). First South American *Agathis* (Araucariaceae), Eocene of Patagonia. *American Journal of Botany* 101, 156– 179.

Zhang, Y., Li, M., Ogg, J. G., Montgomery, P., Huang, C., Chen, Z.-Q., Shi, Z., Enos, P. ve Lehrmann, D. J. (2015). Cycle-calibrated magnetostratigraphy of middle Carnian from South China: implications for Late Triassic time scale and termination of the Yangtze Platform. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 436, 135– 166.