

**Makale  
(Article)**

## **Tremolit Türü Asbest Oluşumlarının Aster Görüntüsü Kullanarak Belirlenmesi: Denizli Örneği**

**Mustafa EĞRİ<sup>1</sup>, Mevlüt GÜLLÜ<sup>2</sup>, Yahya ÖZPINAR<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kınıklı Kampüsü, 20017, Denizli

[geologistmustapha@hotmail.com](mailto:geologistmustapha@hotmail.com)

<sup>2</sup> Afyonkocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü ANS, 03200

Afyonkarahisar, [mgullu@aku.edu.tr](mailto:mgullu@aku.edu.tr)

<sup>3</sup> Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kınıklı Kampüsü, 20017, Denizli

[yozpinar@pau.edu.tr](mailto:yozpinar@pau.edu.tr)

### **Özet**

Asbest ısıya, aşınmaya, kimyasal reaksiyonlara oldukça dayanıklı fibröz yapıda kanserojen etki gösteren doğal minerallerdir. Asbest son derece kanserojen bir madde olup, solunum yoluyla vücuda girdiğinde başta kanser olmak üzere çeşitli hastalıklara yol açmaktadır. Çalışma alanında var olan asbest madenlerinin yanı sıra, Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı mermerlerin içinde de dikkate değer asbest lifleri içeren talk oluşumlarında gözlenmiştir. Bu çalışmada, “Advanced Spaceborne Thermal Emission And Reflection Radiometer (ASTER)” görüntüsü çalışma alanına jeolojik olarak uygulanmıştır. Bu metod Denizli ilinin (Batı Anadolu, Türkiye) kuzeydoğusunda yer alan Çal, Bekilli, Süller kasabaları ve yakın çevresindeki alanlarda uygulanmıştır.

Bu çalışmada doğru metodu bulmak için farklı algoritmalar kullanılmıştır. ASTER görüntüsü, ENVI® 4.3 ve Multispec® yazılımları yardımıyla, jeolojik uzaktan algılama yöntemlerinde sıkça kullanılan görüntü işleme ve zenginleştirme tekniklerinden, bant oranlama ve temel bileşenler analizi asbest aramasına uyarlanmıştır. Bütün tremolit asbest oluşumları, 9/8, 6/5 ve 8/7 bant oranlamaları sırası ile RGB kanallarına atanmış renkli kompozit görüntüde tespit edilmiştir. Temel bileşenler analizi kullanılarak oluşturulan PC3, PC5 ve PC6 bileşenleri aynı şekilde RGB kanallarına atanarak renkli kompozit görüntü oluşturulmuş ve bu görüntü incelendiğinde asbest oluşumları tesbit edilmiştir.

Bu iki yöntemin birleştirilmesi ile anomali haritası oluşturulmuş ve arazi doğrulaması yapılmıştır. İki metodun karşılaştırılması ile oluşturulan anomali lokasyonlarında asbest yüzeylemeleri görülmüştür. Literatürde belirtilen tremolit asbest oluşumlarına ek olarak, anomali haritasından elde edilen yoğun anomali alanları saha çalışmalarında incelenmiş ve tremolit asbest oluşumları belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Jeolojik Uzaktan Algılama, Tremolit Asbest, ASTER, PCA, Bant Oranlama, Denizli, Batı Anadolu

*Bu makaleye atıf yapmak için*

Eğri M. Güllü M., Özpinar Y. “Tremolit Türü Asbest Oluşumlarının Aster Görüntüsü Kullanarak Belirlenmesi: Denizli Örneği” Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi, 2009, 1(3), 1-12

*How to cite this article*

Eğri M. Güllü M., Özpinar Y. “Determination Tremolite Asbestos Occurrences Using Aster Image: Sample From Denizli” Electronic Journal of Map Technologies, 2009, 1(3), 1-12

## Determining Tremolite Asbestos Occurrences Using Aster Image: Sample From Denizli

### Abstract

Asbestos is a natural mineral. It is fibrous, heat resistant and non flammable. Asbestos in some forms can be toxic. Asbestos is extremely dangerous for human health. The inhalation of asbestos fibres can cause serious illnesses, including cancer. In investigated area are found tremolite asbestos mines and notable tremolite occurrences and talc occurrences including tremolite fibers are hosted by Paleozoic and Mesozoic marbles. The present study deals with the estimation of the advanced spaceborne thermal emission and reflection radiometer (ASTER) data for geological application. This method has been applied at Çal, Bekilli, Süller towns and their surrounding areas which are located at the northeastern of Denizli province, in Western Anatolia, Turkey.

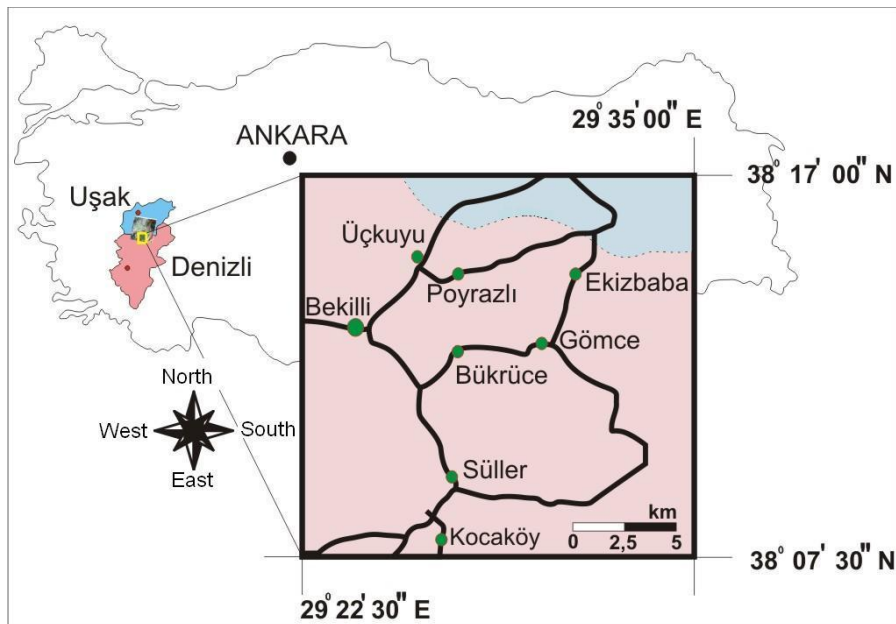
In this study, different algorithms are used to find the right methods. Using the process such as an imagery processing and enrichment analysis methods which are the ASTER image ENVI® 4.3 and Multispec® computer software and the band ratio and principle components analysis (PCA) are adopted for asbestos exploration. The all of tremolite asbestos occurrences, with the RGB composite image that form with the band ratios of 9/8, 6/5 and 8/7 combinations. In the same way, with PC3, PC5 and PC6 component, being formed resulting of principal components analysis (PCA) were formed color composite image. The anomaly maps created with these two methods are united and land justification is done.

Asbestos exposures were seen at lacations of anomalies of the two methods are nested. In addition to the presence of tremolite asbestos shown in the literature, areas with the intense anomalies obtained on the anomaly map are examined at field study and tremolite asbestos formations have been determined.

**Keyword:** Geological Remote Sensing, Tremolite Asbestos, ASTER, PCA, Band Ratio, Denizli, Western Anatolia.

## 1. GİRİŞ

Denizli ili sınırları dahilinde ve yakın dolayında (Bekilli, Çal, Süller) mesotalioma, akciğer kanseri ve asbestosis hastalıkları ile ilgili vakaların bulunması [1-2-3-4] nedeniyle, çalışmalar Çal-Bekilli, Süller ve yakın çevresinde yapılmıştır (Şekil 1) [5-6-7].



Şekil 1. Çalışma alanını gösteren yer bulduru haritası.

Asbest konusunda bugüne kadar yapılmış çok sayıda inceleme ve araştırma sonuçlarına bakıldığında zaman zaman asbest minerallerinin sağlık üzerinde ciddi olumsuz etkileri ortaya çıkmıştır. Asbestin çevresel veya

mesleksel olarak inhale edilmesi, pulmoner fibrosis (asbestosis), akciğer kanseri, plevra veya peritonda mezotelioma ve plevral değişikliklere (kalınlaşma, plak, effüzyon) yol açmaktadır [8-9-10-11].

2000 yılından beri mineralojik ve litolojik çalışmalarda ASTER multispektral verileri kullanılmaktadır [12-13-14-15-16].

ASTER modülü, VNIR, SWIR ve TIR olmak üzere üç farklı algılayıcıdan oluşmaktadır. Görünür yakın kızılötesi bölgesinde görüntüleme yapabilen VNIR algılayıcısı, 0,52 – 0,86  $\mu\text{m}$  dalga boylarında ve 15 m alansal çözünürlükte görüntü kaydedebilmektedir. SWIR algılayıcısı kısa dalga kızılötesi bölgesinde 1,6 – 2,43  $\mu\text{m}$  dalga boylarında, 30 m alansal çözünürlükte algılama yapabilmektedir. Termal kızılötesi bölgede algılama yapan TIR algılayıcısı ise 90 m alansal çözünürlükte ve 8,125 – 11,65  $\mu\text{m}$  dalga boyları arasında görüntü kaydetmektedir (Tablo 1) [17-18].

**Tablo 1.** ASTER radyometresinin parametreleri [17]

Alt Sistem	Bant Numarası	Spektral Alan ( $\mu\text{m}$ )	Uzaysal Çözünürlük (m)
VNIR	1	0.52 - 0.60	15
	2	0.63 – 0.69	
	3N	0.76 – 0.86	
	3B	0.76 – 0.86	
SWIR	4	1.60 – 1.70	30
	5	2.145 – 2.185	
	6	2.185 – 2.225	
	7	2.235 – 2.285	
	8	2.295 – 2.365	
TIR	9	2.360 – 2.430	90
	10	8.125 – 8.475	
	11	8.475 – 8.825	
	12	8.925 – 9.275	
	13	10.25 – 10.95	
	14	10.95 – 11.65	

Bölgedeki asbest oluşumları Denizli'nin kuzeydoğusunda kalan Bekilli ilçesi ve yakın civarını kaplayan, Menderes masifinin örtü metamorfiteğine karşılık gelen ve Bekilli Grubu olarak adlandırılan Paleozoyik yaşlı Karahallı ile Mesozoyik yaşlı Bükrüce ve Gömce Formasyonlarındaki mermerler içinde, ayrıca mermerlerin devrik kıvrımlı ve ekaylı yapılar oluşturduğu alanlarda yer alırlar [19].

## 2. METOD

ASTER modülünden 01 Eylül 2007 tarihinde çekilmiş, Denizli ilinin Kuzeydoğusu ile Uşak ilinin Güneyini içine alan yaklaşık 3600  $\text{km}^2$  lik alanı kapsayan sayısal görüntü, sağlayıcı firma tarafından ortorektife edilmiş ve çalışma bu görüntünün birbirine komşu 1/25000 ölçekli dört adet paftalık kısmı üzerinden gerçekleştirilmiştir. Yaygın olarak kullanılan, ENVI® 4.3 ve MultiSpec® bilgisayar yazılımları ile görüntü işleme/zenginleştirme tekniklerinden bant oranlama ve temel bileşenler analizi uygulanmıştır.

Multispektral görüntü analizlerinden biri olan bant oranlama, görüntüyü oluşturan spektral bantlardan birinin başka bir banda bölünmesiyle yapılmaktadır. Bazen aynı özelliklere sahip bir yüzeyin topografyasının eğim ve bakı, gölgelik veya mevsimlik değişikliklerinden dolayı güneş ışınlarının açısı ve yoğunluğunu etkileyerek farklı parlaklık değerleri alır. Bu koşullar yüzey materyallerinin doğru bir şekilde ayırt edilmesini engeller. Bu sebeple bir materyali belirginleştirmek için bant oranlaması, belirli

bir spektral aralıktaki materyalin yüksek yansıma gösterdiği bandı, düşük yansıma gösterdiği banda bölerek yapılır. Bir görüntüde yüksek yansıma gösteren her bir pikselin değeri, düşük yansıma gösterdiği banttaki aynı konumdaki pikselin değerine bölünür. Böylece görüntünün çevresel koşullardan etkilenmesi en aza indirilir [20-21-22].

Bant oranlamasının matematiksel ifadesi;

$$BV_{i,j,r} = (BV_{i,j,k}) / (BV_{i,j,L})$$

Burada,  $i$  ve  $j$  görüntüyü oluşturan piksellerin satır ve sütun dizilimleri olmak üzere  $BV_{i,j,r}$  oran görüntüyü,  $BV_{i,j,k}$  parlak piksellerin yer aldığı ( $k$ ) bant ve daha düşük yansıma değerine sahip  $BV_{i,j,L}$  bandı ve  $k$  ile aynı lokasyonda bulunan  $L$  pikseli. Teorik olarak  $BV_{i,j,r}$  oran görüntüsü 0 ile  $\infty$  arasındadır. Fakat gerçekte 255 de 1 sıralanır [21].

Temel bileşenler dönüşümü (principal components transformation) ise aralarında yüksek korelasyon bulunan çok değişkenli verileri, aralarında korelasyon olmayan yeni bir koordinat sistemine dönüştüren istatistiksel bir veri dönüşümü yöntemidir [23]. Bu dönüşüm, farklı disiplinlerce çok değişkenli (çok boyutlu) verilerin analizinde (multivariate analysis) kullanılmaktadır. Özellikle sinyallerin iletiminde sıkça kullanılan bu dönüşüm, sayısal görüntülerin de sinyal olarak yorumlanabilmesi sayesinde, görüntü işleme uygulamalarında da sıkça kullanılmaktadır. Çeşitli dalga boylu bantlardan dijital verilerle oluşturulan görüntüler çoğu zaman aynı imiş gibi görünür ve aynı bilgileri sunar. Ana bileşen dönüşümü, multispektral verideki bu gereğinden fazla verileri azaltmak için dizayn edilmiş bir tekniktir. Çok bantlı görüntüler istatistik analiz tekniklerine tabi tutularak bu verilerin gereğinden fazla verileri ve aralarındaki korelasyonu düşürebilir. Ana Bileşenler Dönüşümü olarak adlandırılan bu işlem ile, üzerinde çalışılan bant sayılarında azalma olur ve orijinal banttaki bilgilerin çoğu sıkıştırılarak daha az bant ile çalışılma olanağı sağlanır. Bu dönüşüm ya verilerin görsel olarak yorumlanmasından önce bir zenginleştirme operasyonu olarak uygulanır ya da verilerin otomatik olarak sınıflandırılmasından önce yapılan bir ön işlem olarak uygulanır [24]. Bu dönüşümde orijinal veriler içinde maksimum varyansa sahip doğrultular boyunca bileşen eksenleri adı verilen eksenler oluşur. Pikseller yeni koordinat eksenine yerleştiklerinde 1. ana bileşen eksenini 2. ana bileşen eksenine göre daha büyük varyansa sahiptir. Bu nedenle 1. ana bileşen eksenini veri grubunun uzun eksenini (ana eksen) belirtir ve daha fazla bilgiyi içerir. İkinci ana bileşen elipsin ana eksenini dik (ortogonal) kesen eksendir ve birinci bileşende tanımlanmamış verilerin büyük bir kısmını tanımlar [25]. Diğer bantlardaki bilgiler böylece ilk iki veya ilk üç bantta toplanır ve diğer bantlarda daha az bilgi kaldığından kullanılmaz.

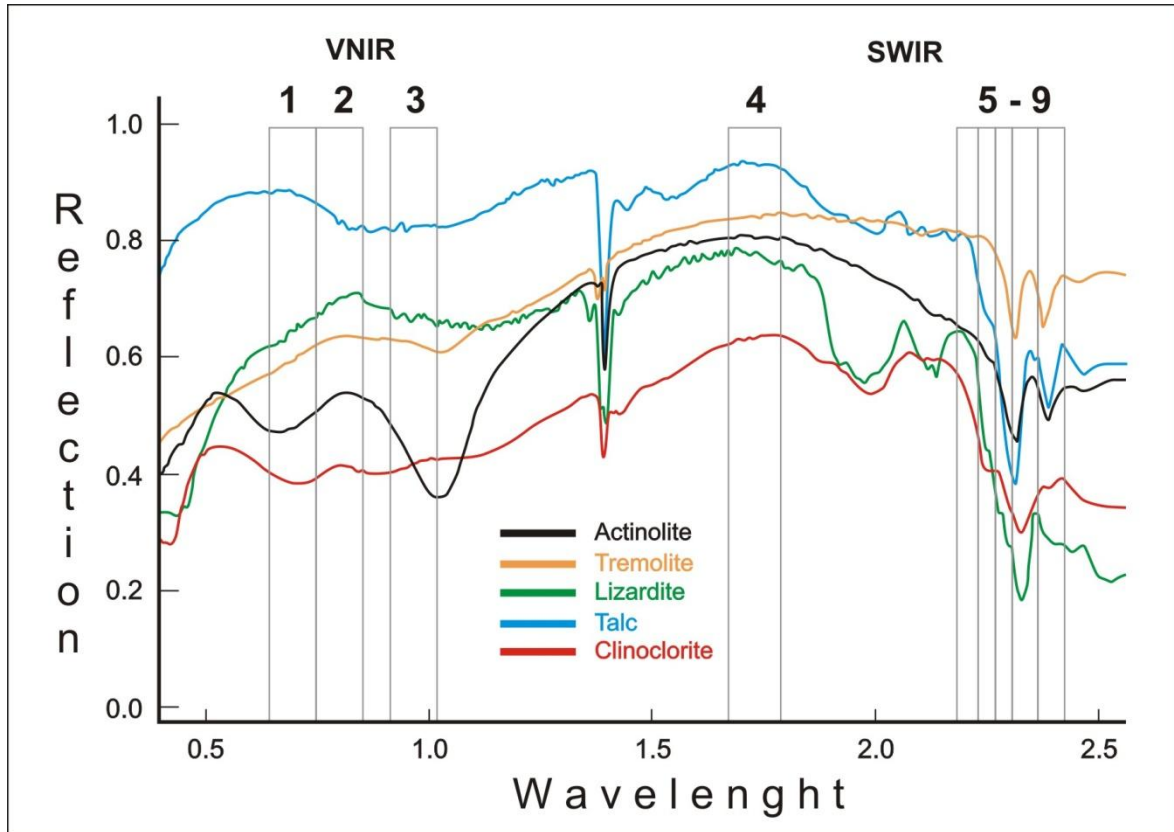
Söz konusu görüntü işleme/zenginleştirme tekniklerinin yanı sıra topografik haritaları rektife etmek için ArcGIS 9.2 yazılımı kullanılmıştır. Araziden alınan kayaç örneklerinin mineral tanımlamasını yapmak için X-ray toz difraksiyonu (XRD) analizi [26-27] ve kayaç üzerindeki mineralleri ölçeklendirip görüntüleme yapmak amacıyla taramalı elektron mikroskopunda (SEM) yüzey analizleri gerçekleştirilmiştir.

### 3. UYGULAMA

Dijital görüntü işlemleri, görüntüyü oluşturan piksellerin birbirleri arasındaki farklı fiziksel özellikleri daha belirgin hale getirmek ve görüntünün yorumlanmasını sağlamak için yapılır. Mineral haritalamasında yaygın olarak kullanılan bant oranlama ve temel bileşenler analizi yöntemleri, çalışılan alandaki asbest oluşumlarını belirlemek amacıyla uydu görüntüsüne uygulanmıştır. Ayrıca arazide alınan petrografik örnekler üzerinde gerçekleştirilen XRD analizi sonucu mineral parajenezlerinin tremolit, talk, klinoklorit ve lizardit şeklinde geliştiği tespit edilmiştir.

### 3.1 Bant Oranlama

Jeolojik uzaktan algılama çalışmalarında en etkili yöntemlerden birisini oluşturan bant oranlama, kayaç yapıcı minerallerin soğurma özelliklerini temel alarak kaya birimlerinin ayrımlanmasına yardımcı olur. Bu çalışmada USGS (United State Geological Survey) spektral kütüphanesinde yer alan tremolit, talk, klinoklorit, lizardit minerallerinin spektral özellikleri incelenmiştir. Bu minerallerin ışığı en fazla soğurduğu ve yansıttığı dalga boylarını kapsayan ASTER uydu görüntüsü bantları tespit edilmiştir. Görüntü incelendiğinde elektromanyetik dalgaların (EMR), SWIR kanallarındaki 8. bant (2.295-2.365  $\mu\text{m}$ ) ve 9. bantlarda (2.360-2.430  $\mu\text{m}$ ) yüksek derecede emildiği, buna karşın 4. bant (1.60-1.70  $\mu\text{m}$ ), 5. bant (2.145-2.185  $\mu\text{m}$ ), 6. (2.185-2.225  $\mu\text{m}$ ) bant ve 7. (2.235-2.285  $\mu\text{m}$ ) bantlarda ise yoğun olarak yansıdığı görülmüştür (Şekil 2).



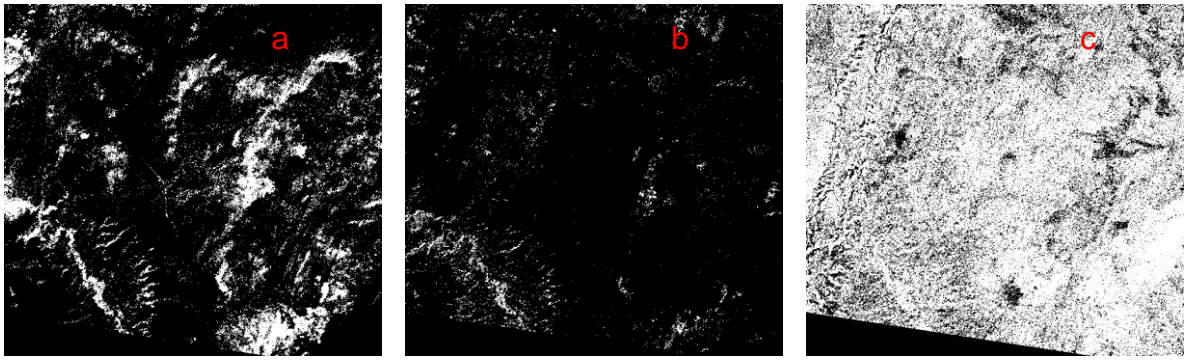
Şekil 2. USGS spektral kütüphanesindeki mineral spektralleri.

Görünür yakın kızılötesi bölgede 1.375-2.250  $\mu\text{m}$  dalgaboyları arasında yüksek yansıma değerleri ve 2.250-250  $\mu\text{m}$  dalgaboyları arasında absorpsiyon değerleri ile tremolit, aktinolit, talk, klinoklorit ve lizardit minerallerinin spektral kimlikleri benzerlik gösterdiği anlaşılmaktadır. Bu veriler ışığında, EMR'nin absorblandığı 8. ve 9. bantları, EMR'nin yansıdığı 4., 5., 6. ve 7. bantlara oranlanması ile anomalilerin belirlenebileceği görülmüştür. Uygun algoritmayı tespit etmek için birbirinden farklı 35 bant oranlaması oluşturulmuştur. Uygun oranlama sonuçlarını elemine etmek için kısmi arazi doğrulamasına gidilmiş olup, Kocaköy, Süller ve Poyrazlı çevresindeki asbest oluşumlarının bulunduğu lokasyonlarda baz alınarak el GPS ile koordinat ölçümleri gerçekleştirilmiş ve bu koordinatlar anomali haritalarına işlenmiştir. Alınan koordinatlar haritada anomali veren piksele ve/veya piksellere, WGS 1984 datumundaki UTM kartezyen koordinat sisteminde metre cinsinden yakınlığına göre sınıflandırma yapılmıştır (Tablo 2).

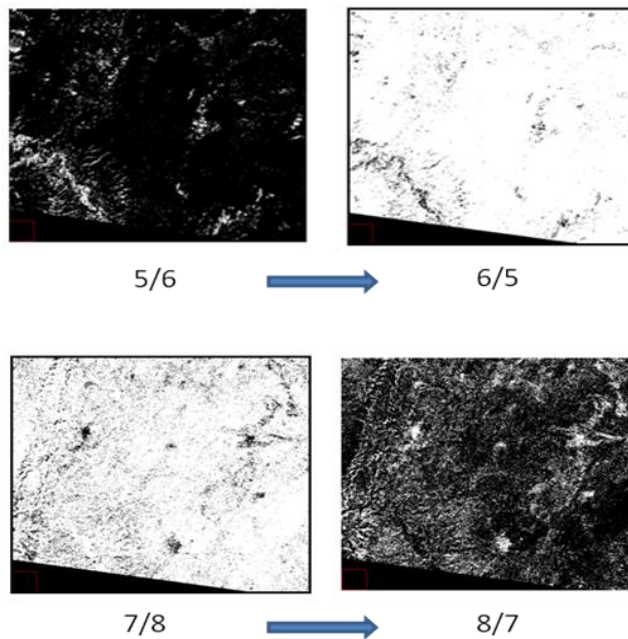
**Tablo 2.**Sınıflandırılan bantların listesi.

	Mesafe			
	(0 – 200 m)	(200 – 400 m)	(400 – 600 m)	(600 – 1000 m)
Oranlanan Bantlar	9/8	(7+9)/8	5/8	6/7
	5/6	5/7	7/9	4/5
	7/8			4/7
				4/8
				6/8

Yaptığımız çalışmada I. derece oranlamalar kullanılmıştır. Oranlamalar değerlendirildiğinde, 9/8 oranlaması genel formasyon sınırlarını, 5/6 oranlamasında elde edilen parlak pikseller, akarsu ve ormanlık alanları, 7/8 oranlaması ile gösterilen koyu pikseller, yerleşim alanlarını göstermektedir (Şekil 3).

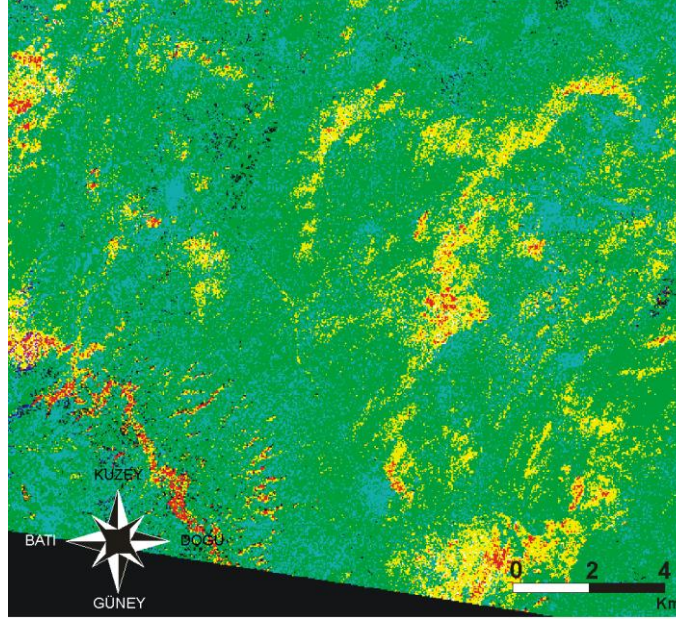
**Şekil 3.** 9/8 (a), 5/6 (b) ve 7/8 (c) bant oranlaması ile elde edilen anomali haritaları.

Mineral aramalarında, ağaçlık alanlar, akarsu ve dere gibi su yapıları ile yerleşim alanları, görüntü analizlerinde yanıltıcı rol alabilmektedir. Bu nedenle görüntülerdeki ayrımı artırmak ve asbest oluşumlarını ön plana çıkarmak için, 5/6 ve 7/8 bant oranlamaları tersten yapılmış ve 6/5 ile 8/7 yeni görüntüleri oluşturulmuştur (Şekil 4).

**Şekil 4.** Görüntü dönüşümü sadece renk değişimine yol açmıştır.

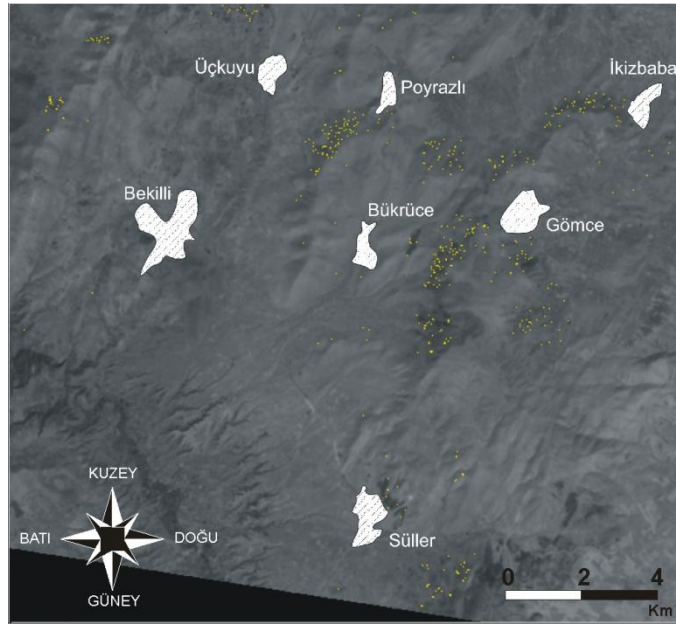
Bant oranlaması yöntemi ile oluşturulan 9/8, 6/5 ve 8/7 anomali haritaları, sırası ile RGB kanallarına atanmış böylece renkli kompozit bir görüntü elde edilmiştir (Şekil 5).

Kompozit görüntüler, görüntü yorumlamada etkili birer araçlardır. Farklı kanallara atanmış görüntülerin üst üste çakışması ile tek bir hibrit görüntü meydana gelir.



Şekil 5. RGB (R:9/8, G:6/5, B:8/7) kompozit görüntüsü.

Kullandığımız bu yöntemde, kompozit görüntüyü oluşturan üç anomali haritasında da çakışan ortak pikseller (beyaz pikseller) belirlenmiştir. Bu pikseller yeniden örneklenecek altlık olarak 4. bandın üstüne düşürülmüş ve sarı renge atanmıştır. Böylece asıl anomali haritası oluşturulmuştur (Şekil 6).



Şekil 6. Bant oranlama sonrası anomali noktalarının (sarı renkli) çalışma alanı ve yerleşim yerlerine göre dağılımı.

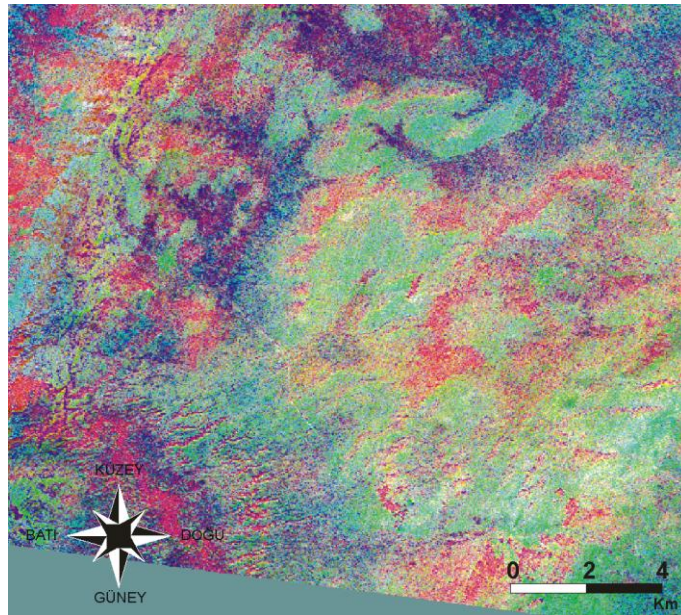
### 3.2. Temel Bileşenler Analizi

Yapılan alışmada Multispec yazılımı ile ASTER görüntüsünün SWIR kanalında yer alan 4., 5., 6., 7., 8. ve 9. bantı kullanılarak temel bileşenler analizi (PCA), yapılmış ve çıkan istatistiksel değerler incelenmiştir (Tablo 3).

**Tablo 3.** Temel bileşenler analizi verileri.

Özvektörler	Özvektör Matrisi						Özdeğerler (%)
	4. Bant	5. Bant	6. Bant	7. Bant	8. Bant	9. Bant	
<b>PC1</b>	0.46685	0.40909	0.43411	0.39265	0.38488	0.35205	99.7372
<b>PC2</b>	-0.79459	0.04427	-0.07078	0.26237	0.43701	0.31913	0.1586
<b>PC3</b>	0.00917	-0.13283	0.09533	0.30450	0.45998	-0.81785	0.0461
<b>PC4</b>	0.31921	-0.77300	-0.22166	0.00546	0.38465	0.32165	0.0255
<b>PC5</b>	-0.21378	-0.35426	0.85981	-0.29451	-0.04971	0.01775	0.0211
<b>PC6</b>	-0.05475	-0.30003	0.09511	0.77298	-0.54670	0.03952	0.0114

Görüldüğü üzere, PC 1, tüm SWIR bantlarının pozitif değer aralığından ve toplam varyansın %99.7372'den oluşmuştur. SWIR kanalında yer alan bantların matris değerleri, bantların içerdikleri veri miktarını ifade etmektedir. Bu durumda 4. bant en fazla veri kalabalığına sahip olduğu görülmektedir.

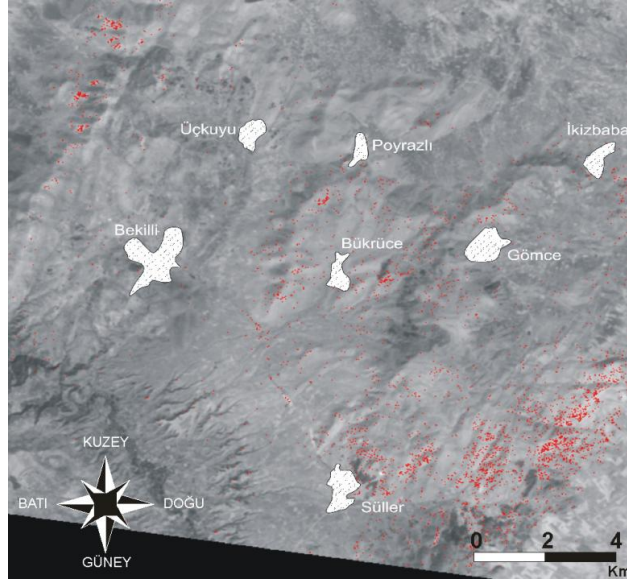


**şekil 7.** RGB (R:PC3, G:PC5, B:PC6) kompozit görüntüsü.

Bilindiği üzere Tremolit/aktinolit, talk, lizardit ve klinoklorit mineralleri, 8. ve 9. bantlarda yüksek absorpsiyon özelliği göstermesine karşın, 4., 5., 6., ve 7. bantlarda yansıtma özelliği göstermekteydi (şekil 1). Bu durumda asbest oluşumları, matris verilerinin aldığı pozitif ve negatif değerlere göre 8. bant için; PC1, PC2, PC3 ve PC4'de parlak piksellerle, PC5 ve PC6'da koyu piksellerle görünmesi, 9. bant için; PC1, PC2, PC4, PC5 ve PC6'da parlak piksellerle, PC3'de koyu piksellerle temsil edilmesi gerektiği anlaşılmıştır.



Sonuç olarak, koyu piksellerle ifade edilen PC3, PC5 ve PC6 bantlarının RGB kanallarına atanmasıyla elde edilen renkli kompozit görüntü, asbest oluşumları hakkında bilgi içermesi gerekmektedir (Şekil 7). Kompozit görüntüde üst üste çakışan ortak pikseller yeniden örneklenerek, 4. banda ait görüntünün üzerine oturtulup, kırmızı renge atanmıştır (Şekil 8).

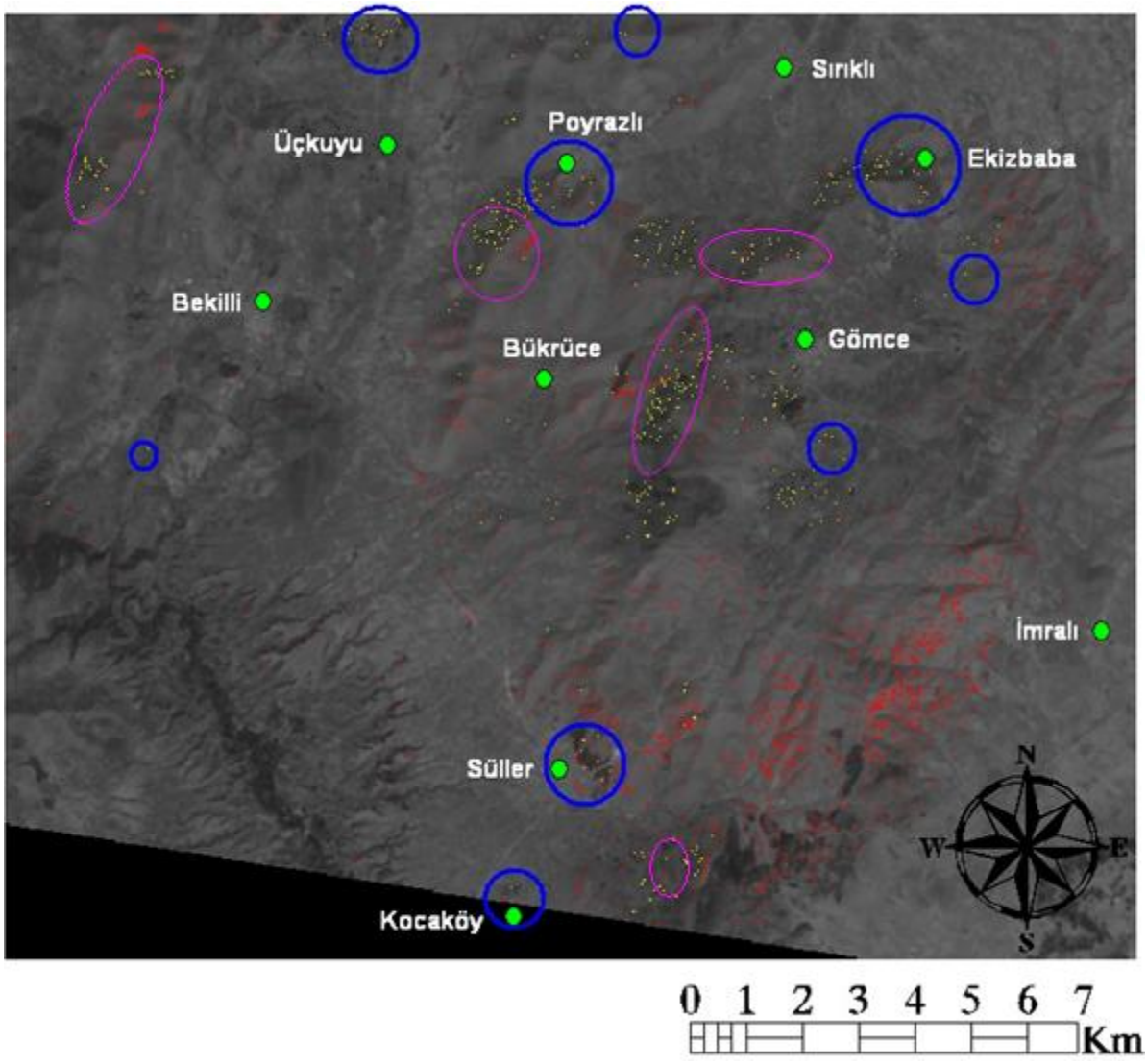


**Şekil 8.** PCA sonrası anomali noktalarının (kırmızı renkli) çalışma alanı ve yerleşim yerlerine göre dağılımı.

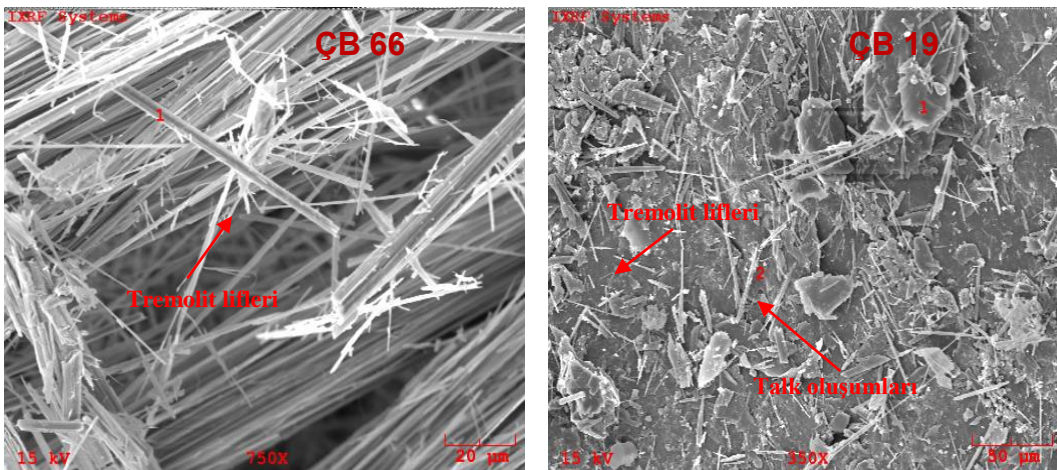
#### 4. SONUÇ

Yapılan arazi doğrulaması sonucu bant oranlaması ve temel bileşenler analizi ile oluşturulan anomali haritaları, asbest oluşumlarının tamamını başarılı şekilde haritalayabilmiştir. Tremolit asbest oluşumlarının bu iki yöntem ile oluşturulmuş anomalilerinin iç içe olduğu bölgelerde daha yoğun mostra verdiği görülmüştür (Şekil 9). Literatürde yer alan tremolit asbest zuhurlarının yanı sıra haritada yoğun anomali veren bölgeler incelenmiş ve talkların içinde çok küçük boyutlu tremolit asbest oluşumları SEM görüntüleri ile belirlenmiştir (Şekil 10).

Oluşturulan modelin güvenilirliğini üst seviyede tutmak amacıyla her iki yönteminde birlikte kullanılması önerilmiştir.



**Şekil 9.** Bant oranlaması (Sarı) ve temel bileşenler analizi (kırmızı) sonucu elde edilmiş anomali, tremolit asbest zuhurları (mavi daireler) ile asbestli talk (pembe daireler) lokasyonu haritası.



**Resim 10.** Tremolit liflerinin (ÇB 66) ve talk mineralleri içinde gelişmiş mikronize asbest liflerinin (ÇB 19) SEM görüntüsü.

## 5. KAYNAKLAR

1. Senyigit A, Babayigit C, Gokirmak M, Topcu F, Asan E, Coskunsel M, Isik R, Ertem M (2000) Incidence of malignant pleural mesothelioma due to environmental asbestos fiber exposure in the southeast of Turkey. *Respiration* 67(6):610–614
2. Senyigit A, Dalgic A, Kavak O, Tanrikulul AC (2004) Determination of environmental exposure to asbestos (Tremolite) and mesothelioma risks in the southeastern region of Turkey. *Arch Environ Health* 59(12):658–662
3. Celik, 1967b., Denizli Çal İlçesindeki Asbest zuhurları etüdü, MTA Derleme, Rapor no: 4234 (Yayınlanmamıştır), Ankara.
4. Atabey, E., 2005, Tıbbi Jeoloji. TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları, No:88, 194 s., Ankara.
5. Evyapan, B. F., Ozpınar, Y. & Egri, M., (2008). Denizli İlinde Çevresel Asbest Maruziyeti ve Solunum Sistemi Etkileri (TUBITAK 107S270 (SBAG-3763)). Denizli, p.145
6. Özpınar Y, Eğri M (2009) As Geological, Mineralogical and Petrgraphical Investigation of Tremolite Asbestos Occurrences Around the Çal, Süller and Bekilli (Denizli, Turkey) and Evaluation From Cancer Risk Assessment of These Occurrences. 62. Jeoloji Kurultayı, Ankara.
7. Eğri M, Özpınar Y, Güllü M (2009) Determining Tremolite Asbestos Occurences Located At The Northeastern Of Denizli Province (Western Anatolia, Turkey) Using Aster Image, International Sympızium On Engineering And Archctectura Science of Balkan, Caucasusu and Turkic Republics, Isparta, pp 221-226
8. Niklinski J, Niklinska W, Chyczewska E, et al. The epidemiology of asbestos-related diseases. *Lung Cancer*, 2004; 45S, S7-S15.
9. Doğan, M., (2002) Environmental pulmonary healt problems related to mineral dusts:Examples from central Anaotolia, *Environmental Geoogy*, 41: 571-578.
10. Emri S, Demir AU. (2004) Malignant pleural mesothelioma in Turkey, 2000-2002. *Lung Cancer*, 45 S, S17-S20.
11. Baris YI, Artvinli M, Sahin AA. Environmental mesothelioma in Turkey. *Ann N Y Acad Sci*, 979;330:423-32.
12. Ninomiya, Y., 2002. Mapping quartz, carbonate minerals and maficultramafic rocks using remotely sensed multispectral thermal infrared ASTER data. *Proceedings of SPIE The International Society for Optical Engineering* 4710, 191–202.
13. Ninomiya, Y., 2004. Lithologic mapping with multispectral ASTER TIR and SWIR data. *Proceedings of SPI, the International Society for Optical Engineering* 5234, 180–190.
14. Rowan, L. C., Wetlaufer, P. H., Goetz, A. F. H., Billingsley, F. C., & Stewart, J. H. (1974). Discrimination of rock types and altered areas in Nevada by the use of ERTS images. U.S. Geological Survey Professional Paper, 883 (35 pp.).

15. Rowan, L. C., & Mars, J. C. (2003). Lithologic mapping in the Mountain Pass, California area using Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) data. *Remote Sensing of Environment*, 84, 350–366.
16. Rowan, L. C., Mars, J. C., Simpson C. J. (2005). Lithologic mapping of the Mordor, NT, Australia ultramafic complex by using the Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER). *Remote Sensing of Environment*, 99, 105–126.
17. Fujisada, H. (1995). Design and performance of ASTER instrument. *Proceedings of SPIE, the international society for optical engineering*, vol. 2583 (pp. 16– 25).
18. Fujisada, H., Iwasaki, A., Hara, S., 2001. ASTER stereo system performance. *Proceedings of SPIE, the International Society for Optical Engineering* 4540, 39–49.
19. Konak, N., Akdeniz, N., Çakır, M.H., 1986., Çal-Çivril-Karahallı Dolayının jeolojisi, MTA Derleme, Derleme no: 2947-8945 (Yayınlanmamıştır) 121 s., Ankara
20. Lillesand, T. M. and R. W. Kiefer, 2000. *Remote Sensing and Image Interpretation*, Fourth Edition, John Wiley & Sons, New York, 724 p.
21. Jensen, J.R. 1996. *Introductory Digital Image Processing: Aremote Sensing Perspective*. Second ed.). prentic Hall, New Jersey.
22. Kayadibi Ö (2008) Mineral Haritalamada Bant Oranlama Ve Crosta Metotları İle Elde Edilen Sonuçların Jeostatiksel Olarak Karşılaştırılması. II. Uzaktan Algılama Ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, 13-15 Ekim.
23. Singh, A. and Harrison, A., 1985, Standardized principal components. *International Journal of Remote Sensing*, 6, pp. 883–896.
24. Carr, A. (1998). Identity, compliance and dissent in organisations: A psychoanalytic perspective. *Organization*, 5, 81-89.
25. Kaya, ř. 2000 Uydu Görüntüleri Ve Sayısal Arazi Modeli Kullanılarak Kuzey Anadolu Fayı Gelibolu-Işıklar Dağı Kesiminin Jeomorfolojik-Jeolojik Özelliklerinin İncelenmesi. Teknik Rapor, Türkiye Deprem Vakfı, İstanbul, 113 s.
26. Langworthy, A. P., & Black, L. P. (1978). The Mordor Complex: A highly differentiated potassic intrusion with kimberlitic affinities in central Australia. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 67, 51–62.
27. Shaw, R. D., & Langworthy, A. P. (1975). Strangways Range region, Northern Territory, 1:100,000 geological map commentary (p. 1v). Australia' Bureau of Mineral Resources.