

## Sayısal Jeoloji İle Benzer Bej Kireçtaşı Mostralarının Tespiti: Eğirdir Örneği

Kubilay UYSAL\*<sup>1</sup>, Yunus Emre YILMAZ<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 32260, Isparta, Türkiye

(Alınış / Received: 25.01.2019, Kabul / Accepted: 03.07.2019, Online Yayınlanma / Published Online: 30.12.2019)

### Anahtar Kelimeler

Mermer,  
Eğirdir,  
Sayısal,  
Jeoloji,  
CBS,  
Uzaktan algılama

**Özet:** Çalışma, örnek olarak seçilen Eğirdir (Isparta) ilçesi dolaylarında yayılım sunan bej renkli kireçtaşı mostralarının sayısal özelliklerinin ortaya konmasını ve benzer kireçtaşı mostralarının sayısal jeolojik yöntemler ile tespit edilerek tüm araştırmanın saha verileri ile doğrulanmasını kapsamaktadır. Çalışmada 16 farklı bej mermer ocak alanının sayısal özellikleri ortaya konmuştur. Bu özellikler Morfoloji, Drenaj, Çizgisellik ve Landsat uydu görüntülerinden elde edilen çeşitli sınıflama değerleridir. Elde edilen sayısal verilerde yapılan sınıflama ve süzgeç çalışmaları sonucunda, ocak sahalarında işletme öncesi ve sonrasına ait veriler değerlendirilerek mevcut ocak yerlerinin ve bunlara benzer başka sahaların tespit edilebilir olduğu ortaya konmuştur. Varlığı sayısal jeolojik verilerin değerlendirilmesi ile tespit edilen benzer bej kireçtaşı mostralarından bazılarında yerinde tespit ile doğrulama yapılmıştır.

## Detection of Similar Beige Limestone Outcrops with Digital Geology: Eğirdir Example

### Keywords

Marble,  
Eğirdir,  
Digital,  
Geology,  
GIS,  
Remote sensing

**Abstract:** The study covers the digital properties of beige limestone outcrops which are spreading around Eğirdir (Isparta) district which is chosen as an example and also confirming existence of similar limestone outcrops with field works. In this study, the digital geologic properties of the areas covered by 16 different beige marble quarries were revealed. These properties are morphology, drainage, linearity and various classification values obtained from Landsat satellite images. As a result of the classification and filtering studies carried out in the digital geological data obtained from quarries, it was revealed that the existing quarries and similar beige limestone outcrops are detectable. In addition, the presence of similar limestone outcrops in many different locations within the study area was determined and some of them were verified by on-site investigation.

### 1. Giriş

Bu çalışmada mermercilikte jeolojinin önemi ve jeoloji biliminde sayısal (dijital) tekniklerin kullanımı ele alınmıştır. Çalışma, Eğirdir dolaylarından seçilen mermercilik bölgesindeki bej renkli kireçtaşı (mermer: Ottoman beji) mostralarının özelliklerinin bilgisayar ortamında analiz edilmesini, benzer mostraların tespitini ve araştırmanın saha verileri ile desteklenmesini kapsamaktadır.

Sayısal (dijital) jeoloji akademik olarak bu çalışma ile ortaya atılmış yenilikçi bir kavramdır. Bu kavram ülkemizde "sayısal jeoloji haritaları" ve "CBS-Coğrafi Bilgi Sistemleri" olarak düşünülse de, yapısal ölçümler, sondaj verileri, zamana bağlı değişimler, yerinde yapılan ölçümler, minerolojik-petrografik özellikler, hidrojeolojik ölçümler, jeokimyasal

ölçümler gibi her türlü jeolojik verinin "Görüntü İşleme ve Analizi", "CBS", "Uzaktan Algılama", "Bulanık Mantık" ve "Yapay Zekâ" gibi bilgi işlem uygulamalarıyla adaptasyonu olarak düşünülebilir.

Son 15 yılda Eğirdir'de yürütülen mermercilik faaliyetleri ekonomik olarak başarılı sonuçlar getirmiştir. Bu faaliyetlerin gerçekleştirildiği kireçtaşları çoğunlukla bej renktedir. Bu nedenle benzer bej mostralarının bulunması ekonomik olarak büyük önem taşımaktadır. Bu kapsamda bölgede verimli olarak nitelendirilebilecek 16 adet ocakta; faaliyet gerçekleşmeden önceki uydu görüntülerinin analizleri, jeomorfolojik özelliklerine ait veriler ve saha gözlemleri bilgisayar ortamında değerlendirilmiştir. Elde edilen ve oluşturulan dijital veriler temel alınarak benzer özellik gösteren lokasyonların bulunması gerçekleştirilmiştir. Tüm

bunların sonucunda tespit edilen lokasyonlarda mermercilik yapıp yapılmadığı, yapıldıysa sonuçlarının ne olduğu gibi karşılaştırmalar ile bu çalışmada uygulanan yöntemlerin başarısı araştırılmıştır. Çalışma kapsamında verilerin sayısallaştırması, ihtiyaç duyulan her türlü jeolojik veriye uygulanmış ve sonuçları bilgisayar ortamında görsel yorumlama, sınıflama ve analiz (çözümleme) yöntemleri ile değerlendirilmiştir.

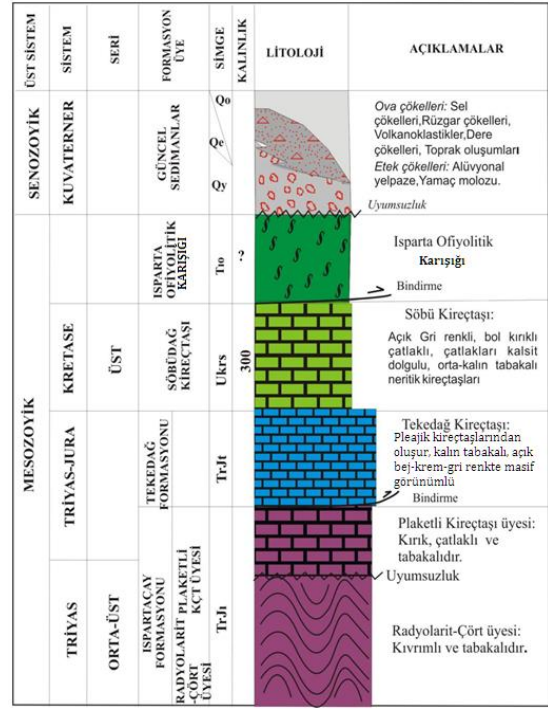
Çalışma konusu ile ilgili benzer bir araştırmaya rastlanılmamıştır. Ancak bölge jeolojisi ile ilgili yeterli bilimsel envanter bulunmaktadır. Yalçınkaya vd (1986), Dumont ve Kerey (1975), Gutnic vd. (1979), Akbulut (1980), Koçyiğit (1983), Karaman vd. (1989), Görmüş ve Özkul (1995), Şenel (1997), Irlayıcı (1998), Uysal (2004), Uysal (2011), Caran (2014), Uysal ve Caran (2014) gibi çalışmalar stratigrafi, tektonik, mermercilik ve çevre jeolojisi gibi bu araştırmanın konusu ile ilişkili bulgular içermektedir. Kaya (1999), Buzlu (2001), Kızıltaş (2005), Sarı (2005), Doğan vd. (2007), Uysal vd. (2008), Yakan (2009), Dereli vd. (2010), Efe (2013), Kayadibi (2013), Hepdeniz (2014), Francioni vd. (2015), Tekin vd. (2016), Demir (2017) gibi araştırmacılar ise sayısal jeoloji ile ilişkilendirilebilecek bilgisayar yazılımlarının ağırlıklı olarak kullanıldığı uzaktan algılama ve CBS temelli çalışmalar gerçekleştirmişlerdir.

İnceleme alanında Mesozoyik zamanına kadar uzanan yaşlarda allokton ve otokton kaya birimleri yer alır. Otokton birimler Beydağları otoktonuna ait değişik kayalardan oluşur. Allokton birimler ise Antalya naplarına ait farklı kökenli kayalar içeren istif sunar. Ocak alanlarında Otokton birimlerden Triyas-Jura yaşlı Ispartaçay formasyonu (TrJ1), Üst Kretase yaşlı Beydağları Karbonatları (UKrs) ve Kuvaterner-günümüz yaşlı Güncel çökellerdir (Qal). Allokton birimler ise Triyas-Jura oluşum ve yerleşim yaşına sahip Tekedağ formasyonu (TrJt) ve Triyas oluşum ve Üst Kretase yerleşim yaşına sahip Isparta Ofiyolitik Karmaşığıdır (Tio) (Şekil 1).

İncelemeye konu olan bej kireçtaşları (Ottoman) Tekedağ fm. ait kireçtaşlarıdır. Kalın katmanlı, açık bej renkli, kalın tabakalı, masif görünümündedir. Taze yüzeyleri krem, bazen de açık gri renklidir. Ispartaçay formasyonu ile tektonik bir dokanak oluşturmaktadır (Şekil 2).

## 2. Materyal ve Metot

Çalışmada sırasıyla; literatür araştırma, veri temini, görüntü işleme ve analiz, dijital veri aktarımı ve hesaplamalar, saha kontrolü ve yorumlama aşamalarından geçmiştir (Şekil 3). Ücretsiz temin edilen Landsat uydu görüntüleri (Earthexplorer), MTA ruhsat sorguları (MTA), ve 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritalar sayısal veri üretimi için kullanılmıştır.



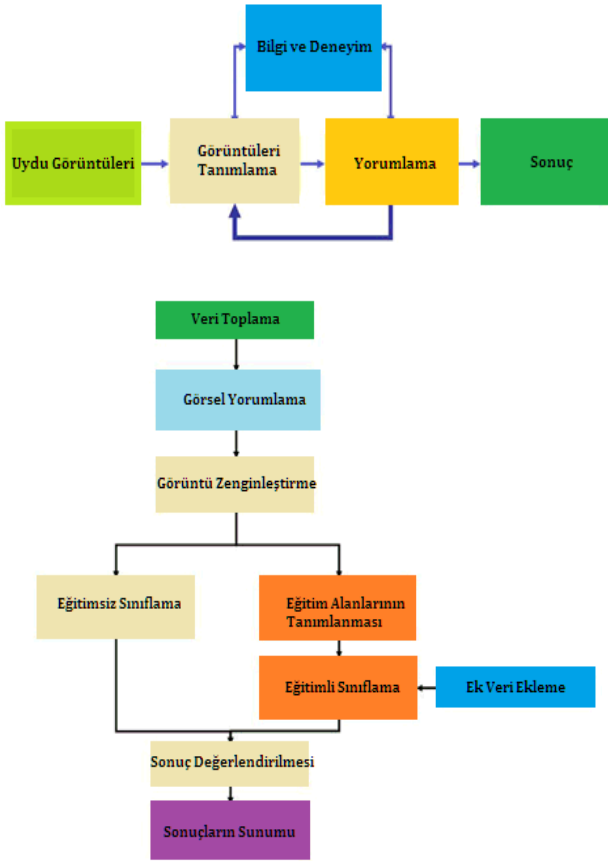
Şekil 1. Genelleştirilmiş tektono-statigrafik sütun kesit (ölçeksiz) (Poisson 1967, Yalçınkaya vd. 1986, Karaman vd. 1989, Şenel 1997)



Şekil 2. Tekedağ fm. (TrJt) ile Isparta çay fm.(TrJ1) arasındaki tektonik dokanak (Besmar Ocağı) ve Bej kireçtaşlarına ait el numunesi

İnceleme koordinatları UTM projeksiyonu-ED50 datum-36. Kuzey bölgedeki; 1. 284995D,4204991K, 2. 329898D,4204881K, 3. 330040D,4175048K, 4. 285043D,4175119K noktaları arasında yer alan yaklaşık 1340 km<sup>2</sup>'lik alanı kapsayan Landsat uydu görüntüleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 4). 2005 yılı haziran ayı ve 2017 yılı temmuz ayı görüntüleri bitki, bulut, kar gibi özelliklerden dolayı seçilmiştir. Uydu görüntülerinde görüntü zenginleştirme işlemleri yapılmıştır (Şekil 4). Jeolojik çalışmalar için kızılötesi tayf bantlarının yer aldığı kompozit görüntüler daha kullanışlı olmaktadır (Jensen, 2005). Çizelge 1'de kullanılan kombinasyonların tamamı denenmiş ve LS5 543 ve LS8 654 kombinasyonları sınıflamalardaki başarı oranından dolayı tercih edilmiştir.

Sahadaki bej kireçtaşı kütleleri ve diğer litolojilerin tespiti için uydu görüntülerinde görsel yorumlama, eğitilmiş ve eğitimsiz sınıflama işlemleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 3-6).

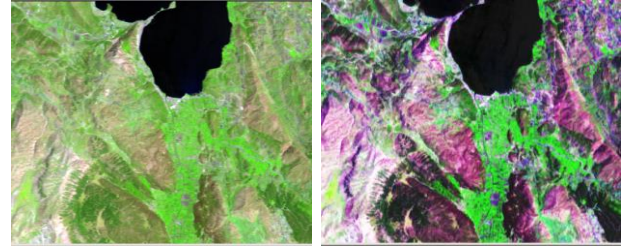


Şekil 3. Görsel yorumlama ve sınıflandırma süreci

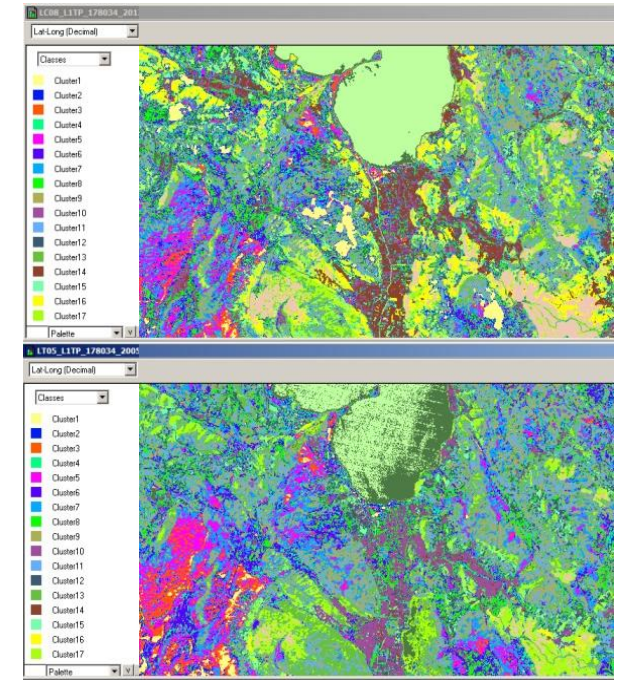
Bej mostralarının morfolojik özelliklerini diğer litolojilerden ayırabilmek için tüm çalışma alanına ait Sayısal yükseklik modeli (SYM), yamaç eğim yönü (bakı) haritası, yamaç eğim miktarı haritası, drenaj haritası ve çizgisellik haritası oluşturulmuştur.

Çizelge 1. Landsat 8 ile yaygın kullanılan KYM (RGB) kombinasyonlarının uygulama alanları (Esri)

Kullanım	KYM Kombinasyonu Landsat 5	KYM Kombinasyonu Landsat 8
Doğal renkler	321	4 3 2
Bitki Değişimi***	521	6 3 2
Yalancı renk (Şehir)	753	7 6 4
Renkli kızılötesi (bitki)	432	5 4 3
Tarım alanı	541	6 5 2
Atmosferik girişim	754	7 6 5
Sağlıklı bitki gelişimi	451	5 6 2
Yalancı renk (bitki)	471	5 7 1
Su-Kara	453	5 6 4
Atmosfersiz doğal	742	7 5 3
Kırsaldığa kızılötesi ***	743	7 5 4
Bitki analizi	543	6 5 4

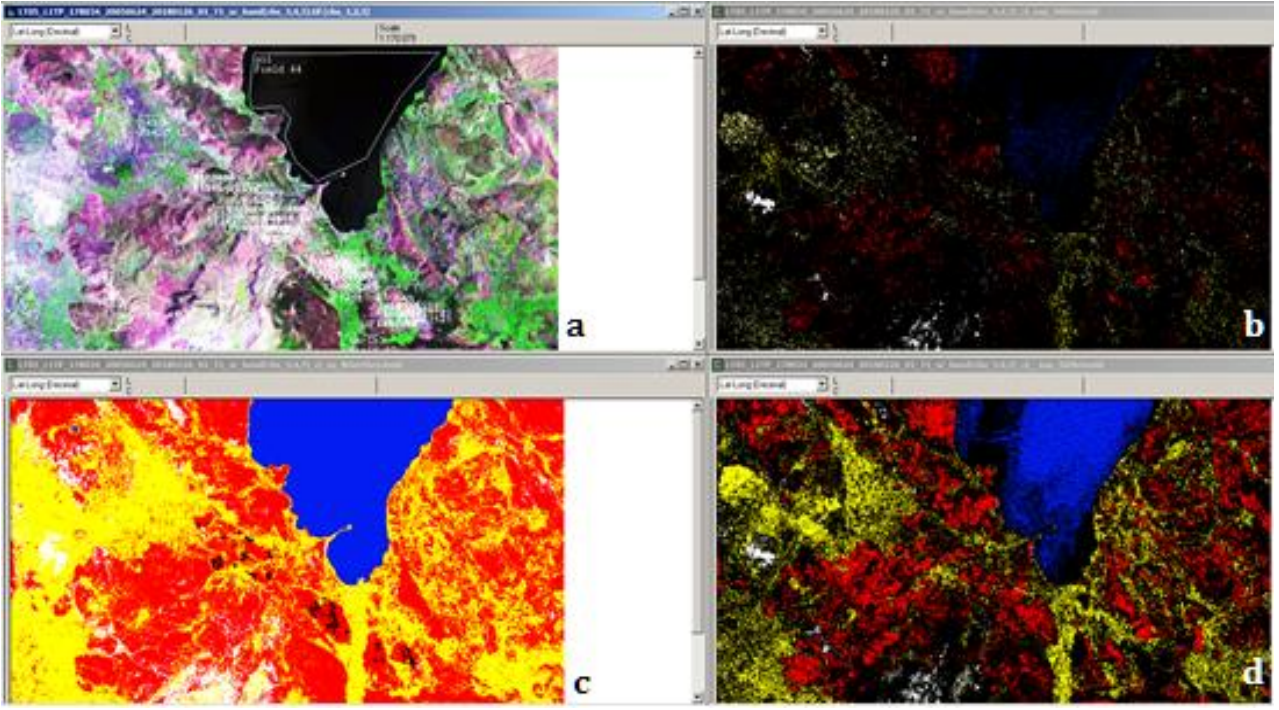


Şekil 4. Landsat5 uydu görüntüsünde 5-4-3 kombinasyonu ham ve işlenmiş görüntüler

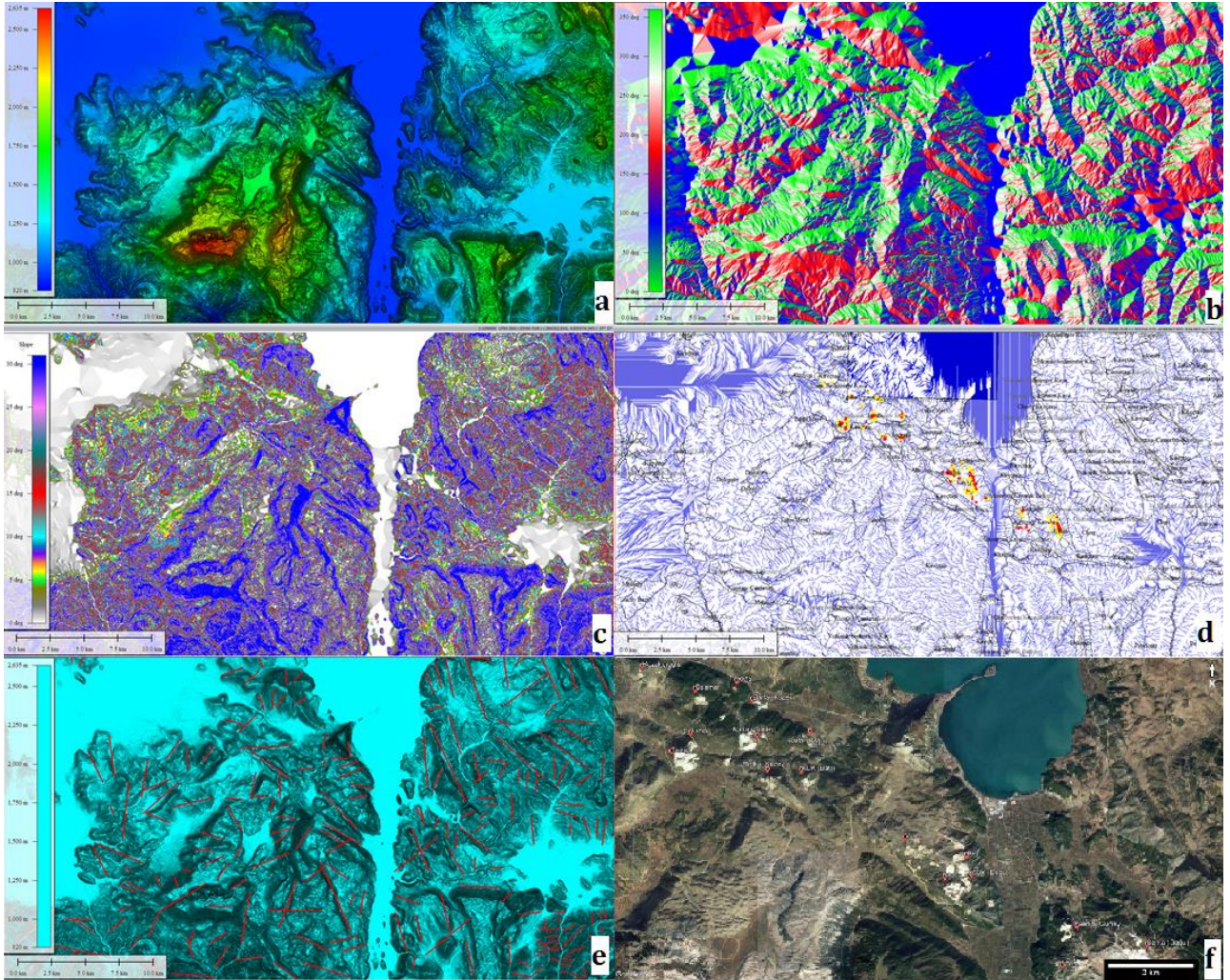


Şekil 5. Landsat 8 uydu görüntüsü 6-5-4 ve Landsat-5 uydu görüntüsünde 5-4-3 kombinasyonu sınıflandırılmış görüntüler

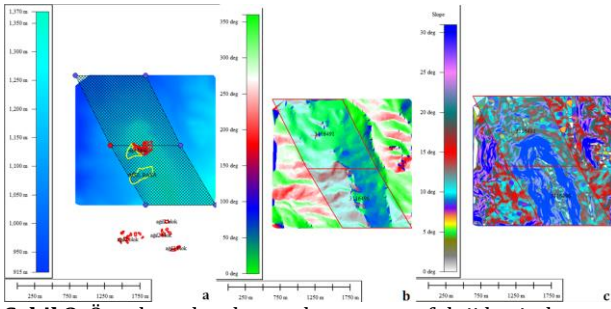
Bej kireçtaşlarında açılmış ocak alanları seçilerek her bir ocak alanındaki morfolojik veriler sayısal olarak elde edilmiştir (Şekil 8-9).



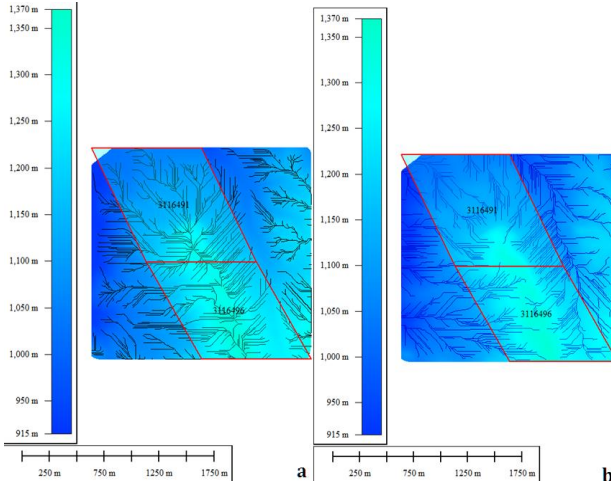
Şekil 6. Eğitilmiş sınıflama işlemleri (Multispec) – a) Test alanları b) Eşik değeri %90 c) Eşik değeri %0, d) Eşik değeri %50



Şekil 7. Morfolojik veriler a) Yükseklik haritası b) Yamaç eğim yönü haritası c) Yamaç eğim miktarı haritası d) Drenaj haritası e) Çizgisellik haritası f) Uydu görüntüsü



**Şekil 8.** Örnek ocak ruhsat sahasının morfoloji haritaları  
a) Yükseklik b) Bakı- Yamaç eğim yönü c) Yamaç eğim miktarı



**Şekil 9.** Örnek ocak ruhsat sahasının morfoloji haritaları a) Drenaj haritası b) Sırt haritası

### 3. Bulgular

Bu çalışmada araştırma yapılan sahaya ait jeoloji haritası dikkate alınarak eğitimsiz sınıflamada 20 sınıf oluşturulmasına karar verilmiştir. Farklı sınıf sayıları da denenmiş ve 20 sınıfın en uygun olduğu görülmüştür. Ocak açılmadan önceki görüntü olduğu için Landsat 5 uydu görüntülerinden tayf değerleri analiz edilerek jeolojik yorumlama için en uygun olan bant kombinasyonları değerlendirilmiş ve görüntüler eğitimsiz olarak 20 sınıfa ayrılmıştır. Belirlenen sınıf karşılıklarına ait sayısal renk değerleri yorumlanmıştır ve her bir birimin yayılım alanları ortaya konmuştur (Çizelge 2, Şekil 10).

Mevcut jeolojik haritadaki litolojiler dikkate alındığında sınıfların karşılık geldiği litolojiler şöyledir: Sahadaki tüm kireçtaşları 5-7-9. sınıf içerisinde yoğunluktadır. Dolomitler 1-3-4-6. sınıflarda gözlenir. Kumtaşı, siltaşı, kiltası içerikli birimler 7-9-18 sınıflarda yer alır. Kongolomeralar 4-8-9, Şeyl içeren birimler 8-10-12. sınıflarda yer alır. Radyolarit, çört, kalsitürbidit, mikrit, çörtlü mikrit içerikli birimler yoğun olarak sınıf 8-16-18'de gözlenmektedir. Harzburjit, bantlı harzburjit ve serpantin içerikli birimler 7-8-13-18. sınıflarda gözlenmektedir. Ofiyolit melanj içerikli birimler sınıf 2-4-8'de gözlenir. Bitkili kumtaşı şeyl, çört, halobialı kireçtaşı içerikli birimler sınıf 2-7-8-9'da gözlenir.

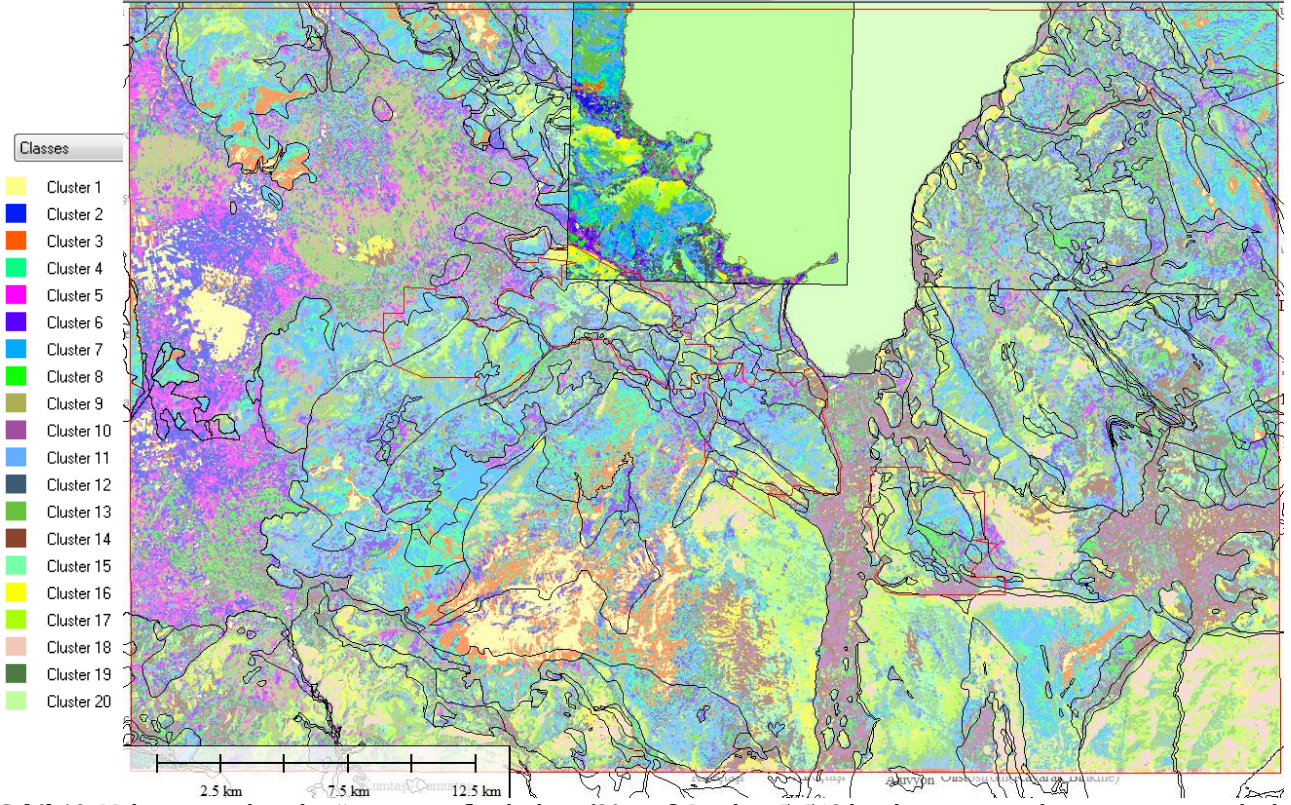
Yamaç molozu ve birikinti konileri sınıf 3-5-7'de gözlenir. Alüvyon sınıf 1-2-3-9-15'de gözlenir. Göl ise 20. Sınıf olarak ayırt edilebilmektedir.

Aranan özelliklerdeki bej kireçtaşları diğer kireçtaşları gibi 5-7-9. Sınıflarda yer alır. Bununla beraber günümüzde ocak açılmış sahalarda 6-7-9-10-11-13 ve 15. sınıflar gözlenir.

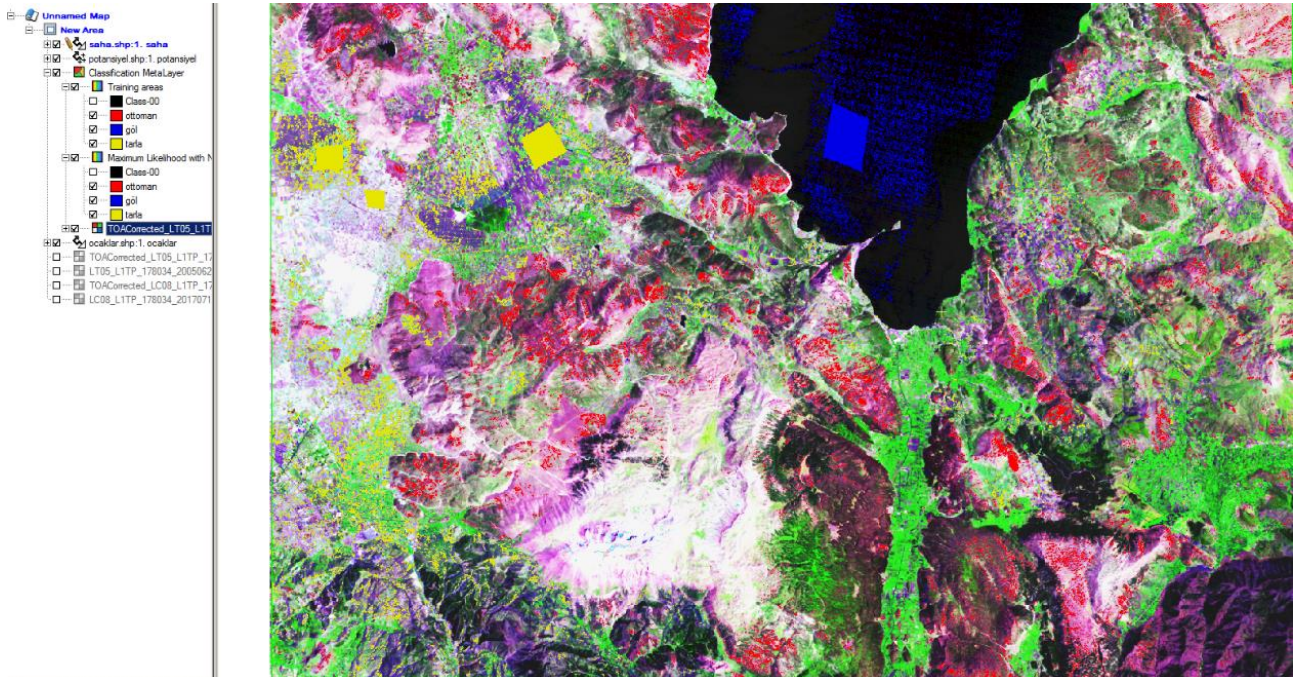
**Çizelge 2.** LS5- 543 eğitimsiz sınıflama sonuçları

Sınıflar	Örnek Sayıları	Yüzde(%)	Alan (Hektar)
Sınıf1	35.796	2.39	3.222
Sınıf2	49.229	3.28	4.431
Sınıf3	53.122	3.54	4.781
Sınıf4	73.770	4.92	6.639
Sınıf5	75.656	5.04	6.809
Sınıf6	91.548	6.10	8.239
Sınıf7	102.336	6.82	9.210
Sınıf8	111.372	7.42	10.023
Sınıf9	124.633	8.31	11.217
Sınıf10	53.565	3.57	4.821
Sınıf11	115.750	7.72	10.418
Sınıf12	103.052	6.87	9.275
Sınıf13	80.679	5.38	7.261
Sınıf14	45.420	3.03	4.088
Sınıf15	75.123	5.01	6.761
Sınıf16	50.744	3.38	4.567
Sınıf17	57.873	3.86	5.209
Sınıf18	45.842	3.06	4.126
Sınıf19	1.569	0.10	141
Sınıf20	152.921	10.19	13.763
Toplam	1.500.000	100	135.000

Ocak alanlarının yerleri Landsat 8 ve Google Earth görüntülerinde sayısallaştırılmıştır. Görsel olarak kolay ayırt edilebilen göl ve tarım alanları da kullanılarak test alanları oluşturulmuştur. Ocak, göl ve tarım alanları temel alınarak eğitimsiz sınıflama yapılmıştır (Şekil 11). Multispec yazılımında eşik değer %90 olarak seçildiğinde; bej kireçtaşı görüntünün %1.831'lik kısmını kapsamaktadır. Geomatica yazılımında ise eşik değer 1 olarak seçildiğinde bu oran %1.14 olarak bulunmuştur. Her iki uygulamada yapılan eğitimsiz sınıflamalar karşılaştırıldığında, eşik değerinin düşük tutulması sonucu daha güvenilir kılınmaktadır. Bej kireçtaşlarının sahadaki yayılımları test alanlarının belirlenmesindeki hassasiyete bağlı olarak %3 ile %1 arasında değişiklik göstermektedir.



**Şekil 10.** Multispec yazılımı ile eğitimsiz sınıflandırılmış (20 sınıf) Landsat-5, 543 kombinasyonu uydu görüntüsü ve jeolojik haritadan alınan litoloji sınırları üzerine çakıştırılması. Sınıflama sonuçları ile mevcut litoloji sınırları büyük oranda uyum göstermektedir



**Şekil 11.** Eğitilmiş sınıflamada test alanları (sarı: tarla, mavi:göl, kırmızı:bej kireçtaşı) ile sadece benzer bej kireçtaşı lokasyonlarının belirlenmesi

Mevcut ocak yerleri eğitilmiş sınıflama doğruluğunu test etmek ve bej kireçtaşlarının sayısal renk değerlerinin bulunması için kullanılmıştır. Buna göre, kullanılan LS5 görüntü kombinasyonunda bej kireçtaşlarının sayısal renk değerleri ortalama 106,44 ile 129,69 arasında değişmektedir (Çizelge 3).

**Çizelge 3.** Ocak alanları LS5- 543 sayısal renk değerleri

Ocak İsimleri	Renk değerleri		
	Minimum	Maximum	Ortalama
Kozakçioğlu ocağı	137	178	161
Besmar ocağı	87	151	109
RMS ocağı	85	119	105
Arma ocağı	98	148	126
Tuaiçi ocağı	119	179	142
Barla (k-g) ocağı	82	179	130
Serka(k) ocağı	106	141	120
ADK (batı) ocağı	115	165	137
Barla (d) ocağı	99	184	142
Yüce ocağı	115	178	150
Bej ocağı	100	181	137
ADK (d) ocağı	99	180	135
Masa ocağı	139	187	169
Serka (g) ocağı	92	144	11
UYK ocağı	118	168	144
Seka (d) ocağı	112	213	157
Ortalama değerler	106,44	168,44	129,69

İnceleme alanının tamamında morfolojik bulgular şöyledir; yükseklik 820-2615 m. arasında değişmektedir. Yamaç eğim yönleri ağırlıklı olarak 200-250 derece ve 300-350 derece aralığında değişmektedir. Yamaç eğim miktarı haritasında yamaçlara ait eğim miktarı ise ağırlıklı olarak 10 derece ile 30 derece arasında değişir (Şekil 7).

Ocak alanlarındaki morfolojik veriler incelendiğinde; yükseklik ortalaması 1257 metre olarak bulunmuştur. Yamaç eğim miktarları ortalaması % 16,25, yamaç eğim yönü ortalaması ise K169 derece olarak bulunmuştur (Çizelge 4).

Bu kriterleri sağlayan bölgeler eğitilmiş sınıflama sonuçları ile birlikte değerlendirildiğinde büyük oranda benzerlik sundukları görülmüştür. Bu da bej kireçtaşı içeren mostraların çoğunlukla 1100-1500

m. arasında, güneye ve batıya eğimli, orta ve-yer yer dik eğimlere sahip morfolojilerde aranması gerektiğini ortaya koymaktadır.

İnceleme alanında konumları bilinen bej kireçtaşı kütlelerinde mevcut vadi sistemlerini belirlemek için SYM kullanılarak drenaj ağı modeli oluşturulmuştur (Şekil 7). Bu veri her ocak lokasyonu için değerlendirildiğinde bej kireçtaşlarında kaba dendritik ve yarı paralel drenaj ağlarının hakim olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 4.** Tüm ocak sahalarına ait morfolojik veriler

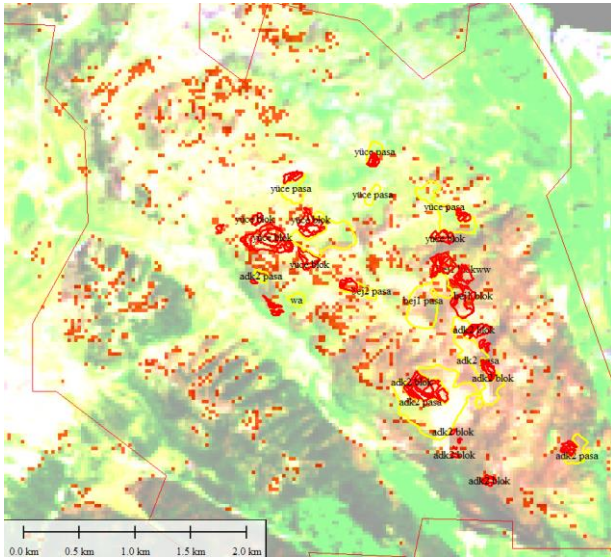
Ocak Adları	Rakım	Yamaç eğim miktarı (%)	Yamaç eğim yönü (°)	Drenaj Tipi
Kozakçioğlu ocağı	1075	15	15	P-D
Besmar ocağı	1200	15	200	P
RMS ocağı	1075	10	175	P-D
Arma ocağı	1300	20	75	P-D
Tuaiçi	1300	12,5	200	P-D
Barla (K-G) ocağı	1075	12,5	275	P
Serka (K) ocağı	1375	25	200	P
ADK (batı) ocağı	1400	10	200	P
Barla (D) ocağı	1125	15	150	P-D
Yüce ocağı	1450	15	110	P-D
Bej ocağı	1350	15	125	P-D
ADK (D) ocağı	1275	15	125	P-D
Masa ocağı	1350	17,5	100	P-D
Serka(G)ocağı	1225	20	250	P
UYK ocağı	1225	22,5	225	P
Serka (D) ocağı	1325	20	275	P
Ortalama değerler	1257,8	16,25	168,75	P/P-D

Landsat görüntüleri ile inceleme alanındaki litolojilerde bitki yoğunluğunda tespit edilmiştir. Normalleştirilmiş Bitki Örtüsü Fark İndeksi  $NDVI = \frac{B4 - B3}{B4 + B3}$  (B4= Yakın Kızılötesi B3: Kırmızı) (Rouse vd., 1973) kullanılarak inceleme alanında ve ocak alanlarında meydana gelen bitki değişimi incelenmiştir ve bitki yoğunluğu haritası hazırlanmıştır (Şekil 12). Bu harita jeolojik haritayla birlikte değerlendirilerek hangi birimin ne yoğunlukta bitki örtüsüne sahip olduğu belirlenmiş ve her bir ocak yerinin ve sahada yayılım gösteren birimlerin sayısal jeolojik bitki yoğunluğu değeri ortaya konmuştur. Landsat 8 ve 5 yaz görüntülerinden NDVI (normalize fark bitki indisi) ile eğitilmiş sınıflama ile 20 sınıfa ayrılmıştır. Sonuçta elde edilen sınıflardan 1-3 çok yoğun, 4-7 yoğun, 8-10 seyrek, 11-12 çok seyrek, 12-20 bitkisiz alanları temsil ettiği görülmüştür.



**Şekil 12.** Çalışma alanına ait 2017 yılı Temmuz ayı NDVI (normalize fark bitki indisi)20 sınıf eğitimsiz sınıflama sonucu

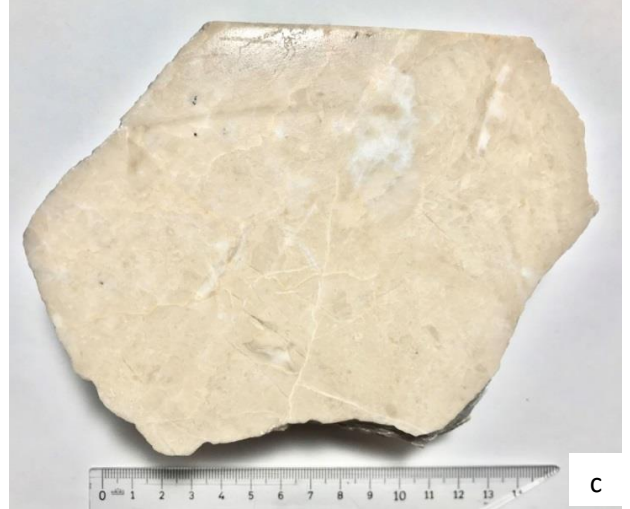
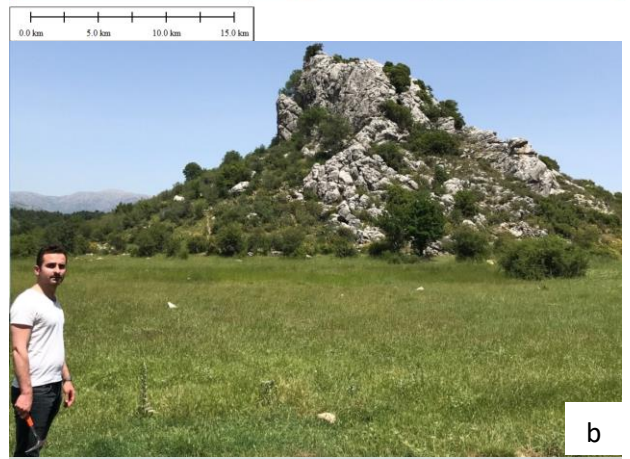
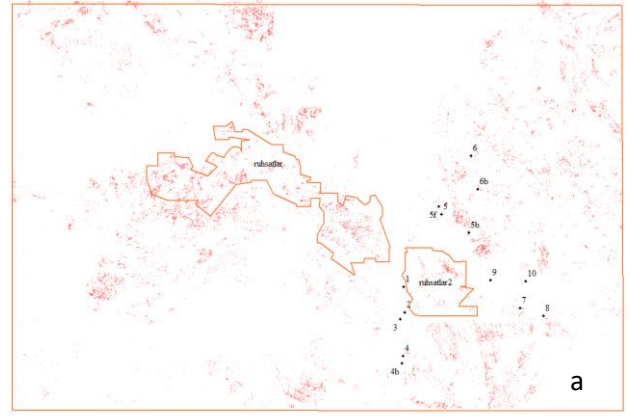
Eğitilmiş sınıflama, morfolojik veriler ve bitki yayılım özellikleri birleştirilerek değerlendirildiğinde potansiyel bej kireçtaşı alanları ortaya çıkmıştır (Şekil 13). Bu alanlardan üzerinde ocak açılmamış 7 bölge test amaçlı seçilmiştir (Şekil 14). Buralarda gerçekleştirilen arazi gözlemlerinde 6 tanesinde bej kireçtaşı mostralarının bulunduğu görülmüştür (Şekil 15).



**Şekil 13 .** Ocak yerlerinde sınıflama ve morfolojik sayısal değerlerin sonuçlarının birleştirilmesi



**Şekil 14.** Tüm potansiyel sahalar içerisinden seçilip arazi çalışması yapılan lokasyonlar



**Şekil 15.** a) Kırmızı noktalar potansiyel bej kçt. lokasyonları, dörtgen alanlar işletme ve arama ruhsatı olan sahalar. b) 1. Lokasyon mostra görünümü c) 1. Lokasyona ait kesilip parlatılmış numune

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Çalışmada cevap aranan soru şudur;

*Sayısal jeolojik veriler kullanarak Eğirdir bej mermer ocaklarındaki kireçtaşlarına benzer mostraların tespiti mümkün müdür?*

Uydu görüntülerinde gerçekleştirilen ayrıntılı görüntü analiz sonuçları beraberinde morfolojik veriler ile elde edilen sayısal veriler değerlendirildiğinde benzer bej kireçtaşı



mostralarının yani potansiyel mermer sahalarının tespiti mümkündür (Şekil 14).

Çalışma kapsamında ortaya konan sayısal jeolojik özellikler şunlardır;

20 sınıf üzerinden yapılan eğitimsiz sınıflama sonuçları eğitilmiş sınıflamada kullanılan ocak lokasyonları ve jeolojik harita ile eşleştirilerek yorumlandığında bej kireçtaşı mostraları içeren sınıfların belirlenebildiği ortaya konmuştur.

Eğitimsiz sınıflama sonuçlarına göre 135 hektarlık alan içerisinde yaklaşık 27 hektar alan bej kireçtaşı içerme potansiyelindedir. Bu sonuç eğitimsiz sınıflamanın çalışmanın amacına uygun olmadığı sonucunu düşündürmektedir.

Eğitilmiş sınıflama karşılaştırmalı olarak iki farklı yazılım kullanılarak yapılmıştır. Buna göre; eşik değerinin düşük tutulması sonucu daha güvenilir kılınmaktadır. Bej kireçtaşlarının sahadaki yayılımları test alanlarının belirlenmesindeki hassasiyete bağlı olarak %3 ile %1 arasında değişiklik göstermektedir. Sınıflama güvenilirliği %60'ın üzerindedir. Sınıflama sonuçları görsel olarak yorumlandığında ise yüksek oranda doğru olduğu ve çalışmanın amacına daha uygun olduğu görülmüştür.

Landsat 5 görüntülerinde 543 Landsat 8 görüntülerinde ise 654 kombinasyonlarının bej kireçtaşı mostralarının belirlenmesi için en uygun kombinasyonlardan biri olduğu sonucuna varılmıştır.

Morfoloji verilerine göre bej kireçtaşı içeren mostraların çoğunlukla 1100-1500 m ler arasında, güneye ve batıya eğimli, orta ve yer yer dik eğimlere sahip morfolojilerde aranması gerektiğini ortaya koymaktadır.

SYM analizi ve görsel yorumlama sonuçlarına göre inceleme alanında bulunan bej kireçtaşlarında kaba dendritik ve yarı paralel drenaj ağlarının hakim olduğu belirlenmiştir.

Bej kireçtaşı mostralara ait eğitilmiş sınıflama sonuçları ve mevcut ocak yerlerinin bulunduğu alanlarla birlikte incelendiğinde bej kireçtaşı mostralarının çoğunlukla KB yönlü çizgiselliklerin sınırlandırdığı yükseltilerde olduğu görülür. Ocak alanlarındaki eklemeler ile saha genelinde görülen çizgisellikler yaklaşık olarak birbiri ile dik konumdadırlar.

Ortalama renk değerleri dikkate alındığında bej kireçtaşlarının yayılım gösterdiği alanlarda NDVI renk değerinin düşük olduğu, dolayısı ile bitki sıklığının az olduğu görülmüştür.

Sonuç olarak sayısal jeoloji çalışmalarının doğaltas aramalarında kullanılabilirliği bu çalışma ile ortaya konmuştur.

## Kaynakça

- [1] Akbulut, A., 1980. Eğirdir Gölü Güneyinde Çandır (Sütçüler, Isparta) Yöresindeki Batı Torosların Jeolojisi. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 23, 1-9.
- [2] Buzlu, H.B., 2001. Bayat (Atabey - Isparta) Kireçtaşlarının Mermer Olarak Kullanılabilirliği ve Ekonomik Potansiyeli, Türkiye III. Mermer Sempozyumu (Mersem '2001), 3 - 5 Mayıs, İzmir, 417-430.
- [3] Caran, Ş., 2014. Isparta Mermer Potansiyeline Bir Bakış. Ulusal Mermer ve Taş Ocakları Onarım Teknikleri Sempozyumu, 18-20 Eylül, Isparta, 242-254.
- [4] Demir, E., 2017. Bir Mermer Ocağından Çıkartılan Blok Mermer İle Mermer Fabrikasından Çıkan Ürünlerin Maliyet Analizi; Barla Mermer Ocağı ve Fabrikası Örneği, Eğirdir-Isparta. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Çalışması, 111s, Isparta.
- [5] Dereli, M.A., Yalçın, M., Erdoğan, S., 2010. Madencilik Faaliyetlerinde Coğrafi Bilgi Sisteminin Kullanımı. Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi, 2, 28-34.
- [6] Doğan. T., Özkan, M., Özer, Ü., Kapar, K., Kahriman, A., Erçeşeli, S., 2007. Coğrafi Bilgi Sisteminin (CBS) Rezerv Tespitinde Kullanılabilirliği. Yerbilimleri Dergisi, 20, 81-91.
- [7] Dumont, J.P., Kerey, E., 1975. Eğirdir Gölü Güneyinin Temel Jeolojik Etüdü. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 18, 160-174.
- [8] Earthexplorer, 2018. Erişim Tarihi 02.03.2018 <http://earthexplorer.usgs.gov>
- [9] Efe, U., 2013. Maden İşletmelerinin Planlanmasında Üç Boyutlu Modelleme (3D) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Uygulamaları. Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Çalışması, 151s, İzmir.
- [10] Francioni, M., Salvini, R., Stead, D., Giovannini, R., Riccucci, S., Vanneschi, C., Gulli, D., 2015. An Integrated Remote Sensing-GIS Approach For The Analysis of an Open Pit In The Carrara Marble District, Italy: Slope Stability Assessment Through Kinematic and Numerical Methods. Computers and Geotechnics, 67, 46-63.
- [11] Görmüş, M., Özkul, M., 1995. Gönen-Atabey(Isparta) ve Ağlasun (Burdur) Arasındaki Bölgenin Statigrafisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 1, 43-64.
- [12] Gutnic, M., Monod O., Poisson, A., Dumont, J. F., 1979. Geologie des Taurides occidentales (Turquie). Mem. Soc. Geol. France, 137, 112pp., Paris.

- [13] Hepdeniz, K., 2014. Bucak (Burdur) Mermer Yataklarının Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Analiz Edilmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Çalışması, 133s, Isparta.
- [14] Jensen, J.R., 2005. Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective. Pearson Prentice Hall. Earth.
- [15] İrlayıcı, A., 1998. Eğirdir-Burdur Arasının Hidrojeoloji İncelemesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Çalışması, 150s, Isparta.
- [16] Karaman, M.E., Meriç, E., Tansel, İ., 1989. Gönen-Atabey (Isparta) Arasındaki Bölgenin Jeolojisi. Çukurova Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Ahmet Acar Sempozyumu. Bildiri Ser: A, Yerbilimleri C:6-7, s:1-2, Kasım 1989-1990, Adana.
- [17] Kaya, Ş., 1999. Uydu Görüntüleri ve Sayısal Arazi Modeli Kullanılarak Kuzey Anadolu Fayı Gelibolu - Işıklar Dağı Kesiminin Jeomorfolojik - Jeolojik Özelliklerinin İncelenmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Çalışması, 113s, İstanbul.
- [18] Kayadibi, Ö., 2013. Gümüşhane Çevresindeki Hidrotermal Yatakları ve Zenginleşmelerin Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (UA ve CBS) Teknikleri ile İncelenmesi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Çalışması, 311s, Ankara.
- [19] Kızıtaş, M., 2005. İstanbul Bölgesi Taşocaklarının Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) Ortamında Değerlendirilmesi ve Yönetilmesi. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Çalışması, 107s, İstanbul.
- [20] Koçyiğit, A., 1983. Hoyran Gölü (Isparta Büklümü) Dolayının Tektoniği. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 26, 1-10.
- [21] LANDSAT web sitesi <https://landsat.gsfc.nasa.gov/about/technical-information/> /Erişim Tarihi Aralık 2018
- [22] MTA web sitesi, 2017. <http://www.mta.gov.tr/v3.0/hizmetler/jeoloji-haritalari/> /Erişim Tarihi 05.12.2017
- [23] Esri web sitesi, <https://www.esri.com/arcgis-blog/products/product/imagery/band-combinations-for-landsat-8/> /Erişim Tarihi Aralık 201
- [24] MTA doğaltaş veri tabanı <https://dogaltas.mta.gov.tr> Erişim Tarihi: Aralık 2018.
- [25] Poisson, A. 1967. Donnees Nouvelles Sur Le Cretace Superieur Et Le Tertiaire Du Taurus Au NW d'Antalya (Turquie). Comptes Rendus Academie Sciences, Paris 264, 2443-2446.
- [26] Rouse J.W., Haas R.H., Schell J.A. and Deering D.W., 1973, Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. In 3rd ERTS Symposium, NASA SP-351 I, pp. 309-317.
- [27] Sarı, N., 2005. Denizli ve Çevresinin Jeolojik Özelliklerinin Uzaktan Algılama Yöntemi ile İncelenmesi. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Çalışması, 72s, Denizli.
- [28] Şenel, M., 1997. 1/25.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Antalya paftası, No:3, MTA, Ankara.
- [29] Tekin, B.M., Sagular, E.K., 2016. Jeolojik Çözümlemelerde Uydu Görüntüleri Destekli Coğrafi Bilgi Sistemleri; Yeni Foça (İzmir) Yöresi Örneği. Türkiye Jeoloji Bülteni, 59, 27-53.
- [30] Uysal, K., 2004. Uzaktan Algılama Landsat MSS ve SPOT XS Uydu Verilerinin Kullanımı İle Ayrıntılı Jeolojik Harita Alımı ve Yorumu: Dereboğazı (Isparta) ve Çevresi Örneği. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Çalışması, 149s, Isparta.
- [31] Uysal, K., Görmüş, M., Kresten, J.K., 2008. How can we use Google Earth® as a GIS platform in Geology? Geological pre-mapping example from Lake District, Isparta, SW Turkey. 33rd International Geological Congress, 6-14 August 2008, Oslo-Norway.
- [32] Uysal, K., 2011. Eğirdir - Burdur Gölleri Çevresindeki Pliyo-Kuvaterner Çökellerinin Statigrafik, Sedimantolojik ve Bazı Tektonik Özellikleri. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Çalışması, 272s, Isparta.
- [33] Uysal, K., Caran, Ş., 2014. Mermer Ocaklarının Gelişiminin Uzaktan Algılama İle Belirlenmesi: Eğirdir Örneği. Ulusal Mermer ve Taş Ocakları Onarım Teknikleri Sempozyumu, 18-20 Eylül, Isparta, 161-170.
- [34] Yakan, M., 2009. Tecer Dağları (Sivas Havzası) Güneyindeki Bölgede Sayısal Jeolojik Harita Alımı ve Bölgenin Aster Uydu Görüntüleri Yardımıyla Jeolojik İncelemesi. Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Çalışması, 76s, Sivas.
- [35] Yalçınkaya, S., Ergin, A., Taner, K., Afşar, Ö.P., Dalkılıç, H., Özgönül, E., 1986. Batı Toroslar'ın Jeolojisi. MTA Genel Müd. Raporları Yayınlanmamış, Ankara.