

## Sedimanter Uranyum Yataklarının Uzaktan Algılama Destekli Aranmasına Yönelik Metot Önerisi

Orkun Turgay\*<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jeomodel Resources, Ankara, Türkiye

### Anahtar Kelimeler:

Uzaktan Algılama  
Uranyum  
Sedimanter  
Arama  
Jeoloji

### ÖZ

Sedimanter tip (kumtaşı tipi) uranyum yataklarındaki redoks koşulları uzaktan algılama yöntemleriyle belirlenebilmektedir. Yataklardaki indirgen ve yükseltgen zonlar, uranyum ile birlikte olan veya olmayan kayaçlar/mineraller tespit edildikten sonra uranyum içermesi muhtemel zonlar belirlenebilmektedir. Bu çalışmada ise Salihli-Köprübaşı ve Temrezli-Yozgat sedimanter uranyum yatakları Sentinel2A ve ASTER uydu verileri ile incelenmiş ve madenin aranması için bir metot geliştirilmiştir. Uranyumun depolanma şartlarından hareketle yapılan uydu verilerinin değerlendirilmesinde uranyumun aranması gereken alanlar genel olarak parlak piksel olarak karşımıza çıkmaktadır. Bundan hareketle uranyumun depolanabileceği alanlarda uranyum ile birlikte bulunması muhtemel jeolojik/mineralojik donelerin uranyumun depolanma şartına uygun kombinasyonlar ile elde edilecek görüntülerde hep parlak piksellerin ortaya çıkacağı belirlenmiş olup uzaktan algılama metodolojisi olarak parlak pikseller belirlendikten sonra bu piksellerin temsil ettiği alanlarda saha çalışmalarının yapılması gerektiği düşünülmektedir. Sonuç olarak, bu makalede uranyumun aranmasına yönelik geliştirilen metot, bakir sahalara uygulandığında çıkan sonuca göre saha çalışmalarının yapılması önerilmektedir.

## A New Method Suggestion for Remote Sensing Aided Sedimentary Type Uranium Exploration

### Keywords:

Remote sensing  
Uranium  
Sedimentary  
Exploration  
Geology

### ABSTRACT

Redox conditions in sedimentary type (sandstone type) uranium deposits can be determined by remote sensing methods. After determining the reducing and oxidizing zones in the deposits, the rocks/minerals with or without uranium, the zones likely to contain uranium can be determined. In this study, Salihli-Köprübaşı and Temrezli-Yozgat sedimentary uranium deposits were investigated with Sentinel2A and ASTER satellite data and a method was developed for the uranium exploration. In the evaluation of satellite data based on the deposition conditions of uranium, the areas where uranium should be explored are generally seen as bright pixels. Based on this, it has been determined that bright pixels will always appear in the images to be obtained with combinations of geological/mineralogical data that are likely to be found together with uranium in areas where uranium can be deposited. As a result, in this article, it is recommended to conduct field studies according to the results when the method developed for uranium exploration is applied to wildcat fields.

## 1. GİRİŞ

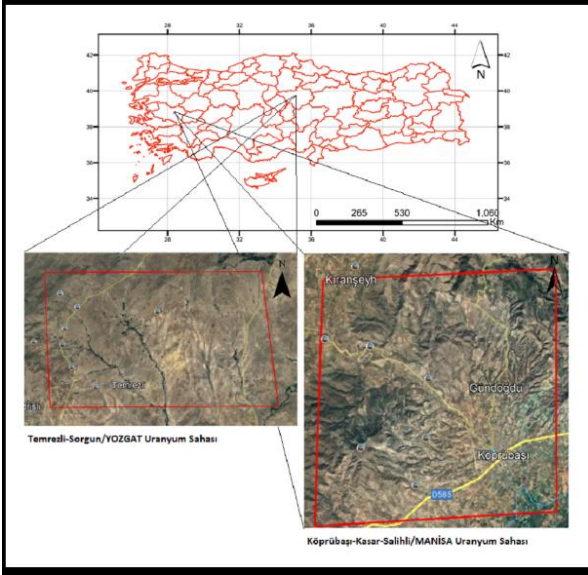
Uzaktan algılama ile tespit edilebilen uranyum yatakları literatürde sadece hidrotermal tip uranyum yataklarıdır. Bu çalışmada ise sedimanter tip uranyum yataklarının nasıl keşfedilmesi gerektiği anlatılmıştır.

Ülkemizde keşfedilmiş uranyum yatakları, (Aydın, 2016 ve Akıska vd., 2019) sedimanter tip uranyum yataklarıdır. Ancak söz konusu sedimanter uranyum yataklarına yönelik uzaktan algılama tekniklerinin yöntem olarak kullanılması söz konusu olmamıştır ya da ülkemizdeki sedimanter uranyum yataklarının uzaktan algılanması ile ilgili literatürde bir yayın bulunmamaktadır. Ayrıca, yapılan literatür taramasına göre sedimanter tip uranyum yataklarına yönelik herhangi bir uzaktan algılama çalışmasına da rastlanılmamıştır. Dolayısıyla bu çalışma, sedimanter tip uranyum yataklarının aranmasına yönelik uzaktan algılama tabanlı bir metod önerisi sunmaktadır. Bunun yanı sıra Türkiye’de metalik maden yataklarına yönelik uzaktan algılama tabanlı farklı çalışmalar gerçekleştirilmiştir (Kavak, 2005a; Kavak, 2005b; Tözün ve Özyavaş, 2016; Tözün ve Özyavaş, 2017; Canbaz vd., 2018; Alkan, 2019; Gürsoy, 2019; Çörtük vd., 2020; Canbaz vd., 2020; Tözün ve Özyavaş, 2022). Bu çalışmalarda farklı madenlerin aranmasına yönelik uzaktan algılama teknolojileri kullanılmıştır.

Uzaktan algılama literatüründe yapılan bazı çalışmalar hidrotermal tip uranyum yataklarının araştırılması üzerinedir. Nitekim uranyum yataklarının uzaktan algılama teknikleri ile izlenmesi, bazı araştırmacılar tarafından magmatik ortamdaki hidrotermal uranyum yataklarına uygulanmıştır (Shalaby vd.,2010; Bishta, 2012; Ramadan vd, 2013; Yongfei ve Fawang, 2019; El-Taher vd., 2020; Shebl vd., 2021; Aitta ve Omar, 2021;) Sedimanter tip uranyum yataklarına sahip olan Türkiye’deki Köprübaşı-Salihli (Manisa) ve Temrezli-Sorgun (Yozgat) uranyum yatakları üzerine uzaktan algılama çalışması hidrotermal tip yataklarda uranyum cevherini içerisinde bulunduran alterasyonların haritalanması şeklindedir (Shalaby vd.,2010; Bishta, 2012; Ramadan vd, 2013; Yongfei ve Fawang, 2019; El-Taher vd., 2020; Shebl vd., 2021; Aitta ve Omar, 2021;). Ancak sedimanter tip yataklarda uranyumun birlikte olduğu ve olmadığı birçok mineral, kaya toplulukları iyi bilinmelidir. Bu nedenle bu çalışmada uzaktan algılama denemesi uranyum yatakları ile ilgili öncel saha verileri derlenerek yapılmıştır. Çalışmayla birlikte önerilen model sayesinde uranyum içermesi muhtemel magmatik alanların eteklerindeki sedimanter alanlarda uranyum için uzaktan algılama çalışmaları yapılabilmesi beklenmektedir. Sedimanter tip uranyum yataklarında, arama için uranyumun birlikte ve ayrı olduğu mineral ve kayaç grupları haritalanmalıdır. Mesela sülfür ile karşılaşan uranyum, uranyum

yataklarını oluşturmaktadır. Burada, pirit ( $\text{FeS}_2$ ) ve diğer +2 değerlikli demir uzaktan algılama terminolojisinde ferro(II)demir olarak geçmektedir. Ferrik(III) demir ise +3 değerlikli demiri ifade etmekte, demiroksitler ise her değerlikten oksitli demir anlamına gelmektedir. Uzaktan algılama sonuçlarına bakıldığı zaman, ferro(II)demir ile ferrik(III)demir arasında arazide bir dokanağın olduğu görülmektedir. Yukarıda anlatılanların bir sonucu olarak, ferro(II) demirli zonlar ve/veya uranyum ile potansiyel olarak ilişkili minerallerin durumu ve konumu belirlenmelidir.

Temrezli Uranyum yatağı (Yozgat), indirgen ortamda uranyumun pirit, demirsülfür ve kömür gibi bileşenlerle karşılaşması sonucu uranyumun çökmesi ile oluşmuştur(Aydın,2016) Mineralojisinde kuvars, feldspat, muskovit, demiroksit, belirlenmiştir, uranyum ise kuvars ve feldspatların çeperindedir. Kil ve kuvarsların çeperinde, sülfürlerle beraber; kuvarsların ve muskovitlerin çeperinde, klorit, illit ve kaolinitlerle birlikte (Aydın, 2016; Akıska vd., 2019). Köprübaşı-Kasar Yatağında ise (Manisa) uranyum, sedimanter birimlerde çoğunlukla kumtaşları ve konglomeralarda bulunmaktadır. Bu yataкта alterasyon mineralleri jarosit ve klorittir. Demirce zengin zonlar uranyum barındırmakta, uranyum bulunan sedimentlerde pirit görülmektedir. Düşük tenörlü kısımda siderit bulunurken, demirli birimler hematit ve limonittir. Manyetit, hematite dönüşmüş ve jarosit görülmektedir. Oksitsiz zonlarda ilmenit ve manyetit daha az bozuşmuştur ve ortamda pirit oluşumu söz konusudur. Siderit, feldspat ve kuvars ile birlikte, konglomeralarda montmotillonit ve klorit gelişmiştir (Yılmaz, 1982; Akıska vd., 2019). Tüm bunlardan hareketle bu çalışmada, ASTER ve Sentinel-2A verileri ile Yozgat ve Manisa’daki sedimanter tip uranyum yataklarının belirlenmesi üzerine uzaktan algılama prensipleri uygulanmıştır. ASTER verisinin seçilme nedeni uranyum ile birlikte veya ayrı bulunan minerallerin ve mineral gruplarının haritalanabilme olanağını sağlamasıdır(Yeterli düzeyde SWIR bantlarının bulunmasıdır). Bu verinin mekânsal çözünürlüğü 15 ila 90 metre arasında değişmektedir. Sentinel2 verisinin seçilmesinin nedeni de demir grubu mineral ve mineral gruplarının ASTER’den yüksek çözünürlükle haritalanabilmesidir ve bu verinin mekânsal çözünürlüğü yeniden örnekleme ile 10 metreye kadar yükseltilebilmektedir. Her iki veri de halka açık, ücretsiz ve kolayca edinilebilir niteliktedir. Çalışmada ASTER verisi kullanılarak uranyum ile birlikte olabilecek mineraller ve alterasyonlar, Sentinel2A verisi ile de demiroksitler ve demir grubu mineraller tespit edilip haritalanmıştır.



**Şekil 1.** Çalışma alanlarının yerbulduru haritası

Yozgat-Sorgun'daki uranyum cevherleşmesi, granitik kayalardan çözülmüş ve sedimanter kayalarda depolanmıştır. Uranyum hem indirgen hem de yükseltgen koşullarda görülmekle birlikte, indirgen koşullar ile ilişkilidir (Aydın, 2016). Manisa-Salihli'de ise uranyumun kaynak kayaları Menderes Masifi ve Demirci-Gördes masifleri ile riyolitik tüflerdir. Ancak cevherleşme konglomeralarda görülmektedir. Pirit ( $FeS_2$ -Ferro(II)demir) cevherleşmeyi kontrol etmektedir. Uranyumca zengin yeraltı suları piriti oksitleyerek oksijeni tüketmiştir.

## 2. YÖNTEM

Bu çalışmada sedimanter uranyum yatakları üzerinde gerçekleştirilen uzaktan algılama çalışması için ENVI 5.3 yazılımı, üretilen görüntülerin haritaya dönüştürülmesi için ise ArcGIS 10.5 yazılımı kullanılmıştır. Uydu görüntüsü olarak Sentinel-2A (ESA) ve ASTER (NASA&JAXA) verileri kullanılmış olup görüntü hazırlama ve işleme aşamaları her iki veri için ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. ASTER verisi radyometrik kalibrasyondan sonra SWIR (Shortwave Infrared-Kısa Dalga Kızılötesi) ve VNIR (Visible Near Infrared-Görünür Yakın Kızılötesi) verileri IARR atmosferik düzeltmesine tabi tutulmuştur. Termal bantlar olan TIR (Thermal Infrared-Termal Kızılötesi) verisi radyometrik kalibrasyondan sonra termal atmosferik düzeltme ve ardından Emissivity Normalization işlemine tabi tutulmuş ve daha sonra IARR ve EMIS verisi birleştirilmiştir. Sentinel-2A verisi ENVI yazılımına aktarılmıştır. Çalışmanın sonraki aşamasında çözünürlüğü 10m olan Sentinel verisi ile çözünürlüğü 15,30 ve 90 metre olan ASTER verisinin çözünürlüğü 10 metreye yeniden örneklenmiş, verinin çözünürlüğü 10m olacak şekilde görüntüler hazırlanarak görüntü işleme aşamasına geçmiştir. Çalışmada ele alınan uranyum yataklarının jeolojisi literatürden derlenmiş ve literatür bilgisi ile

cevherleşme olabilecek yerler üzerinde uzaktan algılama çalışması gerçekleştirilmiştir. Genel olarak kumtaşı tipi uranyum yataklarında redoks koşulları önemlidir ve bu redoks koşulları yatak üzerinde demir minerallerinin varlığı uzaktan algılama metotları ile belirlenebilmektedir. Yozgat-Temrezi'de "Cevherleşme zonuundaki minerallerin % 45,2'si kuvars, %23,5'i K-Feldspat, geri kalan kısımları ise kil, pirit ve birkaç minör mineral içermektedir." (Aydın, 2016). Köprübaşı Salihli'de ise "Piritli-sideritli oksitsiz yataklarda uranyum yine amorf olup kumtaşı hamuru içinde siyah toz halinde yer alır. Yüksek tenörlü uranyum zenginleşmesi piritli. düşük tenörlü uranyum zenginleşmesi ise sideritli zonlara özgüdür." (Yılmaz, 1982).

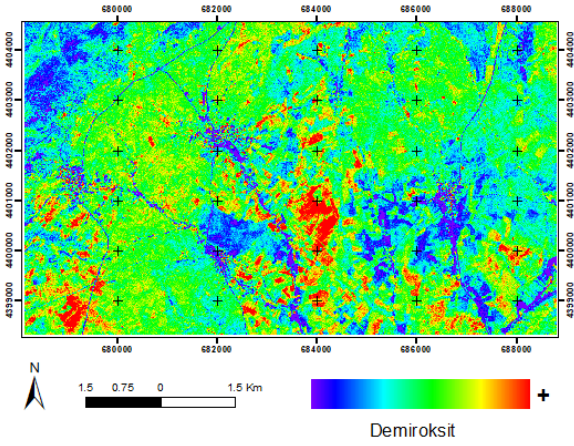
Çalışmada ayrıca, USGS spektral kütüphanesinde radyoaktif minerallerin spektral yansıma değerlerinin bulunmaması üzerine redoks koşullarının etkisi üzerinden çalışma gerçekleştirilmiştir. Kumtaşı tip yataklarda sülfütlü zonda uranyum yataklanmasının oluşmasından hareketle demir oksitler, ferro(II)demir, ferrik(III)demir, kuvars içeren kayalar, feldspat içeren kayalar, uranyumun birlikte olduğu muskovit, klorit, kaolen, montmorillonit, illit, hidroksil mineralleri, demiroksit-hidroksitler, magnezyum hidroksil içerisindeki demiroksitler gibi parametreler haritalanmıştır. Bu parametrelerin haritalanmasından sonra, bütün veriler birleştirilmiş ve sonrasında yorumlanmak üzere bant aritmetiği/bant oranı kombinasyonları oluşturulmuştur. Sedimanter uranyum yataklarında indirgen koşullarda uranyum depolanması olması ferrik(III)demir zonlarına nazaran ferro(II)demir zonlarında cevherleşmenin oluşması anlamına gelmektedir. Uzaktan algılama ile bu parametrelerin işlenmiş görselleri oluşturulabilmekte ve kombine edilmektedir. Kumtaşı tip uranyum yataklarında uranyumun birlikte bulunduğu mineraller ferro(II)demirli zonda bulunmaktadır. Çünkü maden yatak tipi karakteristiği gereği uranyum ferro(II)demirli zonda depolanmalıdır. Kombine uydu görüntülerinde bu birlikteliklerin olduğu yerler parlak pikseller olarak görünmektedir. Yani uranyumun birlikte olduğu haritalanan parametreler ile ferro(II)demirli zonlar kombine edilmiştir. Kombinasyonların ardından parlak piksellerin büyük bir alanı kapsadığı görülmüştür. Uzaktan algılamada parlak pikselin anlamı, kombinasyona dahil edilen her üç parametrenin de aynı anda o görüntü içerisinde var olduğu anlamına gelmektedir ki uranyum yataklarının jeolojisine bakıldığında bu minerallerin (haritalanan parametrelerin) uranyum ile birlikte olduğu petrografik ve mineralojik açıdan saha ile ilgili önceki çalışmalarla da uyum sağladığı görülmektedir (Akıska vd., 2019; Aydın, 2016; Yılmaz, 1982).



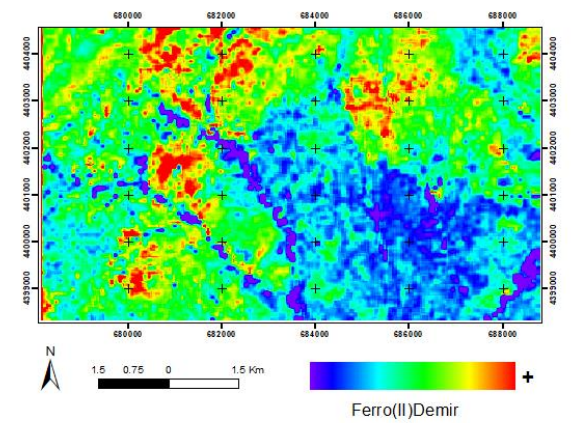
### 3. BULGULAR

Çalışmada ele alınan her iki uranyum yatağında da redoks koşullarının takibi uzaktan algılama ile görüntü işleme metotlarından faydalanılarak yapılabilmektedir. Uranyumun sülfütlü ferro zonda çökeleceğinden hareketle maden yatakları hakkında jeolojik bilgi toplandıktan sonra bu zondaki mineralizasyonlar için uzaktan algılama ile haritalar oluşturulabilmektedir. Kombine görüntülerden anlaşıldığı kadarı ile ferro(II)demirli zonda Temrezli’de Kuvars, muskovit ve kaolen bulunurken, Köprübaşı-Kasar’da ise demir-klorit, aktinolit, siderit, ankerit ve kaolenit bulunmaktadır.

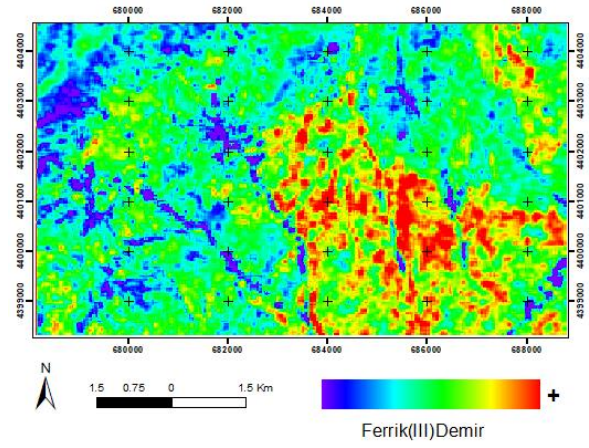
Temrezli’de parlak(beyaz) pikseller (Şekil.5) Ferro(II)demir ile ilişkili iken Köprübaşı’nda ise parlak pikseller (Şekil.10 ve 9) Ferro(II)demir ile ilişkilidir. Parlak piksellerin ferro(II)demir ile ilişkili olmasının nedeni diğer iki bileşenlerin de aynı yerde bulunmasıdır.



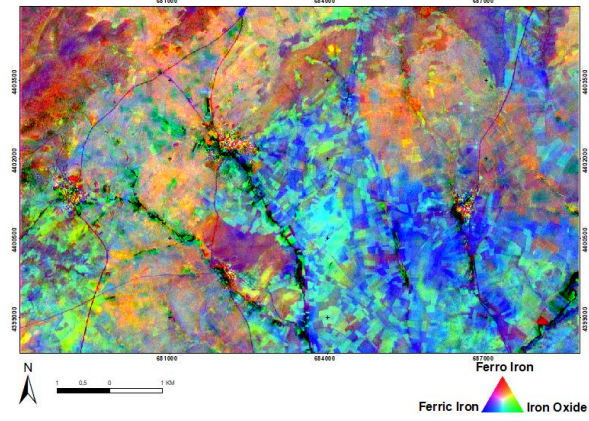
Şekil 1. Demiroksit görüntüsü, Sentinel-2A, Temrezli, Sorgun, Yozgat



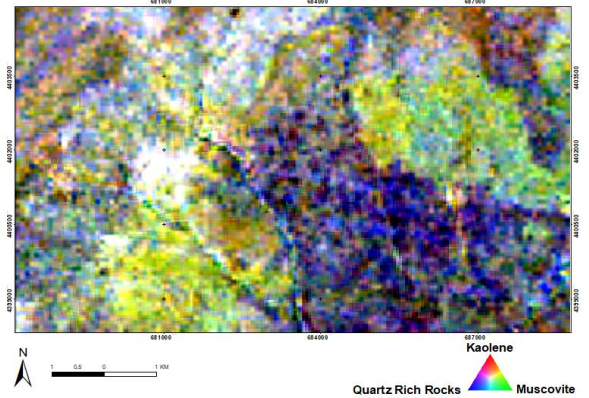
Şekil 2. Ferro(II)demir görüntüsü, ASTER, Temrezli, Sorgun, Yozgat



Şekil 3. Ferrik(III)demir görüntüsü, ASTER, Temrezli, Sorgun, Yozgat

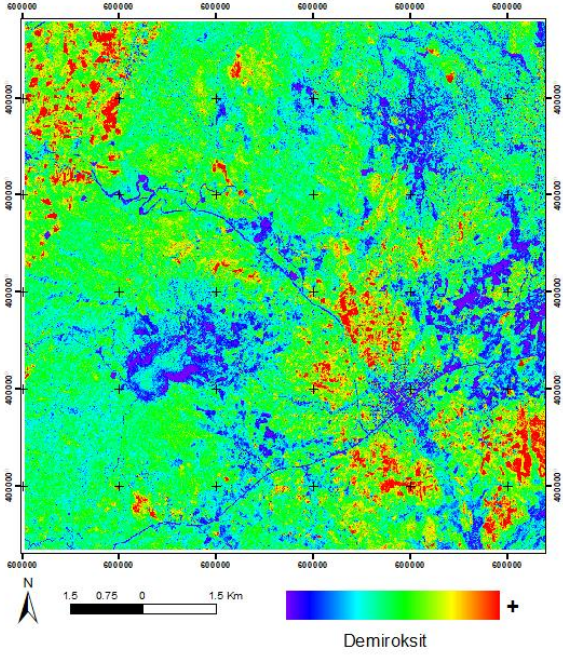


Şekil 4. R:ferro(II)demir, G:Demiroksit, B:Ferrik(III)demir kombinasyonu, ASTER-Sentinel-2 Hibrit, Temrezli, Sorgun, Yozgat

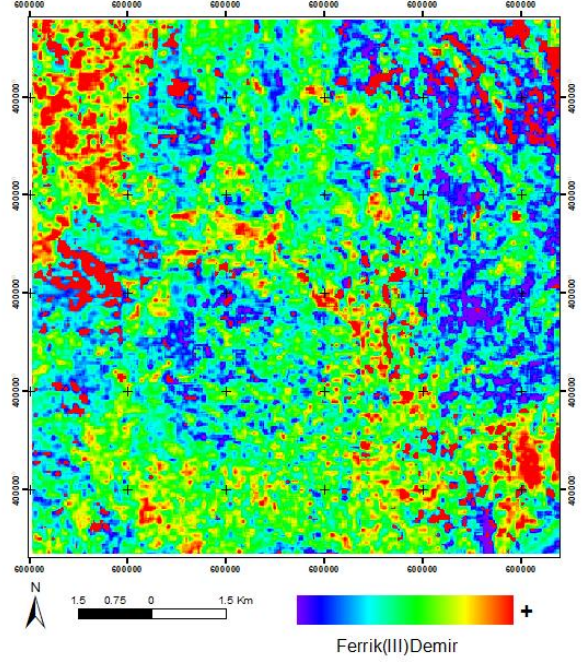


Şekil 5. R: Kaolen, G:Muskovit, B:Kuvars içeren kayalar kombinasyonu, ASTER, Temrezli, Sorgun, Yozgat

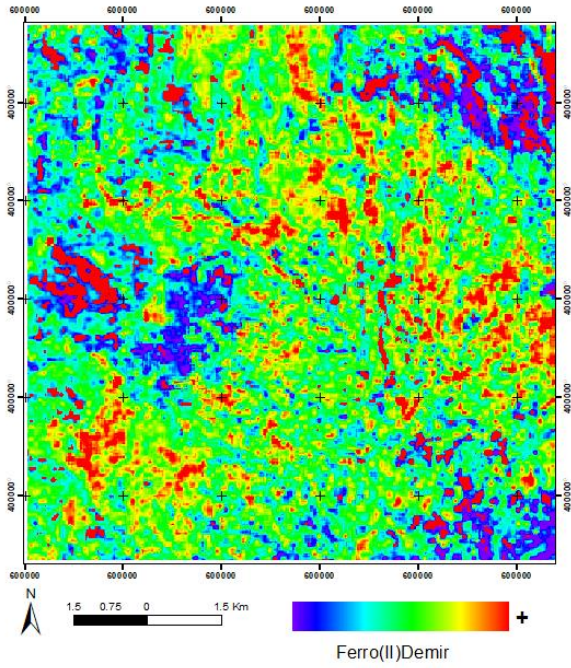




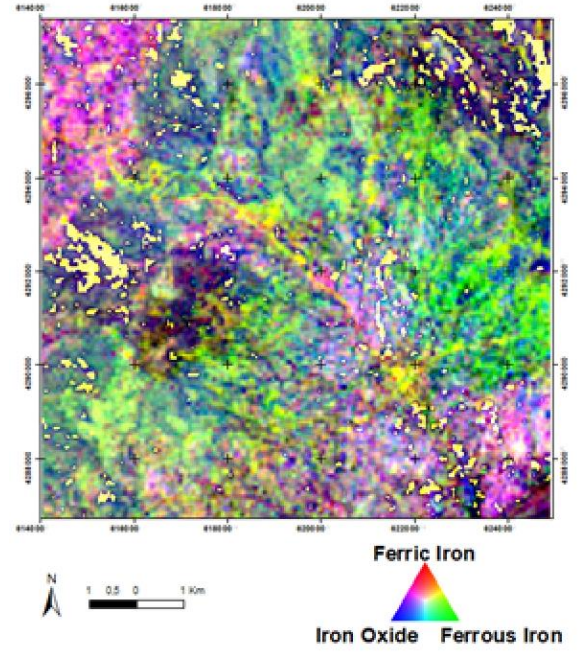
Şekil 6. demiroksit görüntüsü, Sentinel-2A, Köprübaşı-Kasar/Salihli, Manisa



Şekil 8. ferrik(III)demir görüntüsü, ASTER, Köprübaşı-Kasar/Salihli, Manisa

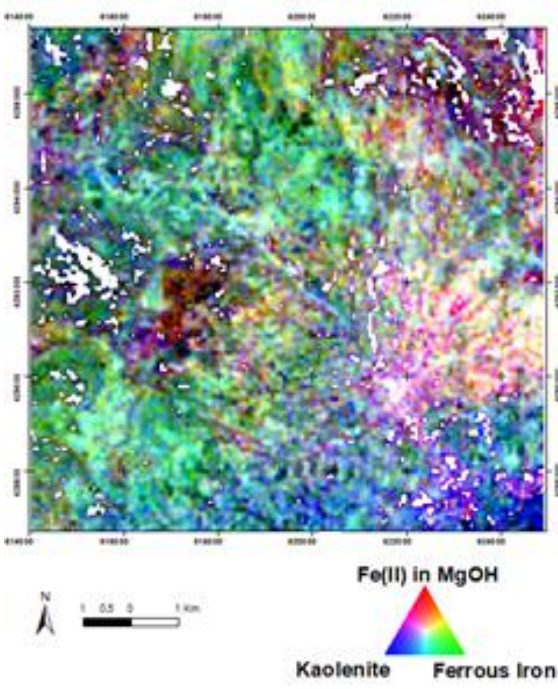


Şekil 7. ferro(II)demir görüntüsü, ASTER, Köprübaşı-Kasar/Salihli, Manisa



Şekil 9. R: ferrik(III)demir, G:ferro(II)demir, B:Demiroksit kombine görüntüsü, ASTER-Sentinel-2 Hibrit, Temrezli, Köprübaşı-Kasar/Salihli, Manisa





**Şekil 10. R:** MgOH içerisindeki ferröz demir, **G:**ferro(II)demir, **B:**Kaolenite kombine görüntüsü, ASTER, Temrezli, Köprübaşı-Kasar/Salihli, Manisa

#### 4. SONUÇLAR

Her iki uranyum yatağında da redoks koşullarının takibi uzaktan algılama ile görüntü işleme metodlarından faydalanılarak yapılmıştır. Uranyumun sülfütlü ferro(II)demirli zonda çökeceğinden hareketle maden yatakları hakkında jeolojik bilgi toplandıktan sonra bu zondaki mineralizasyonlar için uzaktan algılama ile haritalar oluşturulabilmektedir. Kombine görüntülerden anlaşıldığı kadarı ile ferro zonda Temrezli’de Kuvars, muskovit ve kaolen bulunurken, Köprübaşı-Kasar’da ise Demir-klorit, aktinolit, siderit, ankerit ve kaolenit bulunmaktadır. Bir sedimanter uranyum yatağının uzaktan algılama destekli aranmasında aşağıdaki altı madde yazar tarafından önerilmiştir;

-Uzaktan algılama ile görüntü hazırlama adımlarının uygulanması: Sentinel2A ve ASTER görüntülerinin işlenmesi önerilir ya da alterasyon haritalama için uygun diğer uydu verileri kullanılabilir,

- Ferro(II)demir, ferrik(III)demir ve demiroksit görüntülerinin oluşturulması/haritalanması,

- Uranyum ile birlikte olabilecek minerallerin ve parametrelerin haritalanması (kaolen, muskovit, fenjit, feldspat-içeren kayalar, kuvars-içeren kayalar, montmorillonit, illit, hidroksil mineralleri (Mg-OH mineralleri ve FeOH mineralleri), klorit vs.),

- Ferro(II)demir ile birlikte seçilecek olan diğer iki parametrenin görüntüsünün oluşturulması (parlak piksel (beyaz tonları) görülene dek).

- Parlak piksel olan alanların kaydedilmesi ve koordinatlarının alınması,

- Belirlenen koordinatlarda/alanlarda saha çalışmalarının yapılması ve uzaktan algılama verileriyle saha gözlemlerinin karşılaştırılması.

#### Teşekkür

Yazar makaleye olumlu eleştirilerinden dolayı hakemlere teşekkür eder. Ayrıca makalenin dil ve anlatım özellikleri açısından değerlendirmeleri için Coğrafya öğretmeni Yahya Öztürk’e teşekkürlerini sunar.

#### Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarın makaleye katkı oranı %100’dür.

#### Çıkar çatışması beyanı

Makale ile ilgili herhangi bir kurum kuruluş ya da kişi ile çıkar çatışması bulunmamaktadır.

#### KAYNAKÇA

- Aita, S.K., Omar, A.E. (2021). Exploration of uranium and mineral deposits using remote sensing data and GIS applications, Serbal area, Southwestern Sinai, Egypt. *Arab J Geosci* **14**, 2214 (2021). <https://doi.org/10.1007/s12517-021-08568-0>
- Akıska, E., Karakaş, Z., Öztürk C., (2019).Uranium, Thorium and Rare Earth Element Deposits of Turkey, *Mineral Resources of Turkey*, Springer Nature, Switzerland.
- Alkan, A. (2019). Pınarbaşı Ofiyoliti ve Ofiyolit Tabanı Metamorfitlelerinin Jeokimyasal Özellikleri ve Uzaktan Algılama Yöntemleri ile Haritalanması, *Yüksek Lisans Tezi*, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli, 145 s.
- Aydın, N. (2016), Temrezli, (Sorgun-Yozgat) Yatağının Jeolojisi, Jeokimyası ve İşletilebilirliğinin İncelenmesi, *Doktora Tezi*, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir, 132 s.
- Bishta, A. (2012). Utilities of Landsat 7 data and selective image processing in characterization of radioactivity zones of Wadi Baba–Wadi Shalal Area, Westcentral Sinai, Egypt. *Arabian Journal of Geosciences*. 6(9).
- Canbaz, O., & Gürsoy, Ö., & Gökce, A. (2020). Kaolin Dağılımının Spektral Sınıflama Yöntemleri ile Belirlenmesi: Geminbeli Kaolin Yatağı (Sivas) ve Çevresi. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 10. 1085-1094.
- Canbaz, O., Gürsoy, Ö., Gökce, A., & Atun, R., (2018). ASTER SWIR Görüntülerinde Eşleşen Filtreleme Yöntemi ile Hidrotermal Alterasyon Zonlarının Tespiti: Zara Kuzeyi

- (Sivas/Türkiye), 71. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Ankara.
- Çörtük, R. M., Çelik, Ö., Alkan, A., Özkan, M., & Özyavaş, A. (2020). Distribution of rocks in Pınarbaşı Ophiolite from central Anatolia (Turkey) based on analysis of ASTER and Landsat-8 data. *Geological Journal*, 55. 10.1002/gj.3844.
- El-Taher, A., Abd elghany, M., Tolba, A., & Salaheldin, G. (2020). Radiation Detection Technology and Methods Evaluation of natural radioactivity and radiological hazards in basement rocks from Gabel Abu El-Hassan in the North Eastern Desert of Egypt by multivariate statistical approach with remote sensing data. *Radiation Detection Technology and Methods*. 5(1).
- Gürsoy, Ö. (2019). The Importance Of Digital Image Processing Of Satellite Image In Detecting Of Lithology. 4. *International Conference on Civil, Environmental, Geology and Mining Engineering*, Trabzon.
- Kavak, K. (2005a). Recognition of gypsum geohorizons in the Sivas Basin (Turkey) using ASTER and Landsat ETM+ images. *International Journal of Remote Sensing*, 26. 4583-4596. 10.1080/01431160500185607.
- Kavak, K. (2005b). Indication of geohazard risk and economic value of gypsum deposits in the Tertiary Sivas Basin (Turkey) using ASTER and Landsat ETM+ images. *RAST 2005 - Proceedings of 2nd International Conference on Recent Advances in Space Technologies.*, 2005. 573-576.
- Ramadan, T., Ibrahim, T., Said, A., & Bayoumi, M. (2013). Application of remote sensing in exploration for uranium mineralization in Gabal El Sela area, South Eastern Desert, Egypt. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 16(2).
- Shalaby, M., Bishta, A., Roz M.E. & El Zalaky, M. (2010). Integration of Geologic and Remote Sensing Studies for the Discovery of Uranium Mineralization in Some Granite Plutons, Eastern Desert, Egypt. *Journal of King Abdulaziz University : Earth Sciences.*, 21(1).
- Shebl, A., Csámer, Á., Abdellatif, M., & Abiad, M. (2021). Lithological mapping enhancement by integrating Sentinel 2 and gamma-ray data utilizing support vector machine: A case study from Egypt. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 105(2021).
- Tözün, K. & Özyavaş, A. (2016). Niğde ve Kayseri Bölgelerinde yüzeylemiş kayaçların alterasyon özelliklerinin ASTER uydu görüntüleri yardımıyla tespit edilmesi. VI. *UZAL-CBS Sempozyumu, 2016*, Çukurova Üniversitesi, Vol.1
- Tözün, K. & Özyavaş, A. (2017). Alterasyonların Belirlenmesinde Mantıksal Operatör Algoritmasına Yeni Bir Yaklaşım: Kayseri Örneği, 70. *Jeoloji Kurultayı*, Ankara.
- Tözün, K., & Özyavaş, A., (2022). Automatic detection of geological lineaments in central Turkey based on test image analysis using satellite data. *Advances in Space Research*. 69(9).
- Yılmaz, H., (1982). Neojen Çökelleri İçindeki Uranyumun Oluşumu, *TMMOB Geol. Engineering*. 15. 2-19.
- Yongfei C., Fawang, Y. (2019). Research on the remote sensing prospecting model for typical uranium mining area along the Sino-Russian economic corridor. *Proc. SPIE 11023, Fifth Symposium on Novel Optoelectronic Detection Technology and Application*, 1102320.



© Author(s) 2021.

This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>