



HAL
open science

Detection and discrimination of complex thrust and salt tectonics structures using field data and RASAT images around the Emirhan region (Sivas, Turkey)

Salim Burak Çiçekliyurt, Kaan Şevki Kavak, Jean-Paul Callot, Jean-Claude Ringenbach

► To cite this version:

Salim Burak Çiçekliyurt, Kaan Şevki Kavak, Jean-Paul Callot, Jean-Claude Ringenbach. Detection and discrimination of complex thrust and salt tectonics structures using field data and RASAT images around the Emirhan region (Sivas, Turkey). *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 2016, pp.2225-2228. 10.1109/SIU.2016.7496217 . hal-04618405

HAL Id: hal-04618405

<https://hal.science/hal-04618405>

Submitted on 20 Jun 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Emirhan (Sivas) Civarında Karmaşık Bindirme ve Tuz Tektoniği Yapılarının Arazi Verileri ve RASAT Görüntüleriyle Ortaya Çıkarılması ve Ayrımı

Detection and discrimination of complex thrust and salt tectonics structures using field data and RASAT images around the Emirhan region (Sivas, Turkey)

Salim Burak Çiçekliyurt¹, Kaan Şevki Kavak², Jean-Paul Callot³, Jean-Claude Ringenbach⁴

¹ Cumhuriyet University, Institute of Sciences, 58140, Sivas/Turkey
salim.burak@gmail.com

² Cumhuriyet University, Dept. of Geology, 58140, Sivas/Turkey
kaank@cumhuriyet.edu.tr

³ LFC-R, Universite de Pau et des Pays de l'Adour, Pau Cedex, Fransa
jean-paul.callot@univ-pau.fr

⁴ Total SA, CSTJF, Pau, Fransa
jean-claude.ringenbach@total.com

Özetçe— RASAT uydusunun L2 görünür ve pankromatik bantları bu çalışmada güvenilir bir jeolojik haritalama aracı olarak bindirme ve tuz tektoniği yapılarının ortaya çıkarılmasında kullanılmıştır. Coğrafi açıdan İç ve Doğu Anadolu bölgeleri arasında bir geçiş platosu olarak Sivas Havzası'ndaki tuz yapıları, La Popa/Meksika, Great Kavir/İran ve Axel Heiberg/Kanada gibi dünyanın iyi bilinen diğer tuz yapıları arasında sayılabilir. Havzaya ait jeolojik yüzlekler, engelleyici bitki örtüsünün bulunmaması nedeniyle sağlıklı uzaktan algılama analizlerine izin verir.

Bu çalışmada, arazide ayrıntılı bir jeolojik harita hazırlanmıştır. Sonuçlar göstermektedir ki hem görsel yorumlamalar hem de spektral zenginleştirme amaçlı sayısal görüntü işleme yöntemleri, farklı kaya türleri arasındaki sağlıklı ayrımı ortaya çıkarabilmektedir. Görüntü kaynaştırma yöntemi, tektonik ve tuzlarla kırıntılı birimler arasında hemen göze çarpmayan jeomorfolojik kanıtların ortaya çıkarılmasına katkıda bulunmuştur. Bunlara ek olarak, RASAT görüntüleriyle beraber kullanılmak üzere özel olarak seçilmiş Landsat ETM+ görüntüsünün 5. ve 7. bantları, RASAT görüntüleriyle birlikte jeolojik çalışmalarda en iyi RGB görüntü bileşimini oluşturmak üzere kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler — bindirme tektoniği; jeoloji; RASAT; Sivas Havzası; tuz tektoniği; uzaktan algılama.

Abstract—RASAT L2 visible and panchromatic images were used to detect both thrust and salt tectonics structures as a reliable geologic mapping tool in this research. As a geographical transition plateau between Inner and Eastern Anatolian region, Sivas Basin doesn't show hampering vegetation on geologic outcroppings for remote sensing analyses. This feature also allow healthy interpretation possibilities. Salt structures in Sivas Basin can be counted in worldwide well-known examples (e.g. La Popa Mexico, Great Kavir Iran and Axel Heiberg Canada) conveniently.

In this research, a detailed geological map was prepared in the field. The results show that both of visual interpretations and digital image processing methods spectrally could provide healthy discrimination power between different rock lithologies. Image fusion method was contributed to reveal these subtle tectonic and geomorphologic evidences that developed in and between salt and clastic lithologies. In addition, specifically chosen Landsat ETM+ bands such as 5 and 7 images together with RASAT visible bands were also used to create RGB combinations for geological studies.

Keywords — geology; RASAT; remote sensing; salt tectonics; Sivas Basin; thrust tectonics.

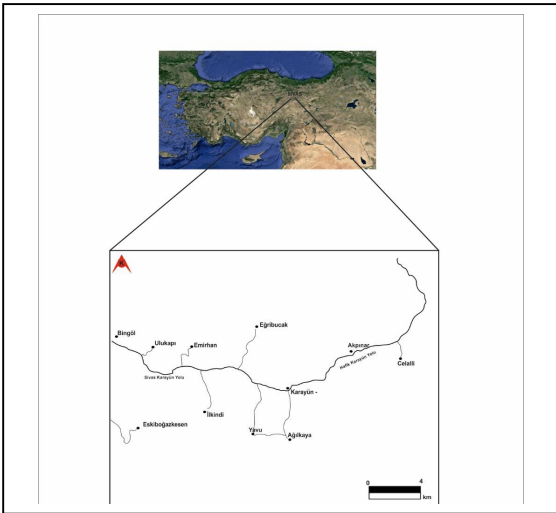
I. GİRİŞ

Jeoloji, arazi gözlemine dayanan bir bilim olup oldukça geniş alanlarda kayaç ve ilişkili yapıların özelliklerini inceler. Bu incelemeyi yaparken jeolojik haritalama kullanılır. Gözlemler ve harita verileri laboratuvarında analiz edilerek sorgulanır ve sonuca ulaşılır.

Fiziksel bir dokunuş olmaksızın belli yüksekliklerden alınan görüntülerin kızılötesi ve mikrodalga gibi görünür bölge dışındaki elektromanyetik spektrum aralıklarında da jeolojik bilgi verdiği bilinmektedir [1]. Uydudan alınmış uzaktan algılama verilerinin jeolojik anlamda ilk kullanımı 1972 yılında NASA tarafından uzaya fırlatılan Landsat (ERTS) uydusuyla başlamış olup günümüzde Landsat 8, Sentinel 2, ASTER/Terra gibi multispektral ve hiperspektral özellikteki (Hyperion, Proba) gibi uydu verileriyle devam etmektedir.

Sivas Havzası, Türkiye'nin zengin jeolojik geçmişinde oluşmuş en önemli Tersiyer dönemi çökelim alanlarından birisidir [2]. Yaklaşık olarak 250 km uzunluk ve 50 km' lik genişliğe sahip olan havzada sıkışma rejimi altında birçok kıvrım ve bindirme fayı gözlemlendiği gibi, mini havzalar, birleşme alanları ve tuz yaygınları da görülebilecek diğer tuz tektoniği yapılarındandır.

Sivas Havzası'nın farklı bölgelerine ait jeolojik özelliklerin uydu görüntüleri kullanılarak incelenmesine yönelik çalışmalar bulunmaktadır [3,4]. Bu çalışmada, Sivas il merkezinin yaklaşık 20 km doğusunda yer alan Emirhan bölgesindeki jeolojik yapıların petrol aramalarına yönelik önemi ve bölgeye ait RASAT verilerinin görüntü işlem yöntemleriyle jeolojik olarak incelenmesi amaçlanmıştır (Şekil 1). Bu amaçla RASAT'ın bölgeye ait Seviye 2 (L2) görüntüleri öncelikle yeryüzü şekilleri, renk, ton, doku, şekil, örüntü gibi görsel yorumlama bileşenleriyle incelenmiştir.



Şekil 1: İnceleme alanının yer bulduru haritası

II. MATERYAL VE METOD

A. Materyal

İnceleme alanının jeolojik haritası, jeolog pusulası ve çekici, topografik harita ve GPS alıcı kullanılarak arazi gözlemleriyle birlikte tamamlanmıştır [5]. RASAT görüntü verileri ise <http://gezgin.gov.tr> portalından indirilmiştir. Bu çalışmada RASAT görüntüleriyle birlikte kullanılan Landsat ETM+ uydusunun 5. ve 7. bant (path/row:174/32) verileri ise Global Land Cover Facility (GLCF) web sayfasından (<http://glcfapp.glc.f.umd.edu/>) indirilmiştir. Söz konusu bantlar 1.55-1.75 µm ve 2.09-2.35 µm spektral aralığında olup spektrumun orta kızıl ötesi (mid-infrared) bölgesine karşılık gelmektedir ve özellikle jeolojik uzaktan algılama araştırmaları için özel öneme sahiptir. Her iki veri setinin de radyometrik düzeltilmesi yapılmış, bantları çakıştırılmış ve geometrik düzeltilmesi tamamlanmıştır [6].

Ülkemizin ilk uzaktan algılama ve yer gözlemeleme uydularından olan RASAT 'ın genel özellikleri Tablo 1' de verilmiştir.

Yörünge	689 km'de dairesel, güneşe eşzamanlı	
Yörünge süresi	98.8 dakika	
Ekvator geçişi yerel zamanı	10:30	
Çözünürlük	Spektral	Pankromatik: 7.5 m Çok bantlı: 15 m
	Yersel	(Pankromatik) 0.42-0.73 µm 1. Bant: 0.42-0.55 µm (Mavi) 2. Bant: 0.55-0.58 µm (Yeşil) 3. Bant: 0.58-0.73 µm (Kırmızı)
	Radyometrik	8 bit
	Zamansal	4 gün
Şerit genişliği	30 m	

Tablo 1: RASAT uydusunun genel özellikleri

B. Metod

Jeolojik çalışmalar haritalama şeklinde arazide gerçekleştirilmiştir. Görüntü verilerine ERDAS Er Mapper 2010 yazılımı kullanılarak kontrast uzanımı (contrast stretching), renk bileşiği (color composite) oluşturma, görüntü kaynaştırma (image fusion) gibi görüntü işleme yöntemleri uygulanmış ve görsel olarak elde edilen verilerle birleştirilerek optimum jeolojik bilgi içeriği ortaya çıkarılmıştır.

II. GÖRÜNTÜ ANALİZİ

A. Görsel yorumlama

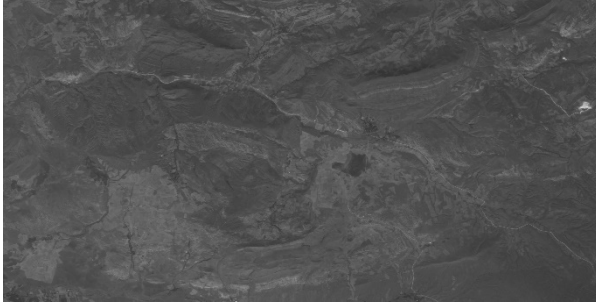
Jeologlar uzaktan algılama uygulamalarında genel olarak yeryüzü şekilleri, renk, ton, şekil, doku, yapı ve gölge gibi görüntü yorumlama bileşenlerini kullanarak öncelikle

gri tonundaki tekil bantları ve daha sonra da RGB bileşiklerdeki görüntüleri gözle analiz ederler. Böylece kayalarda deformasyon sonucu meydana gelmiş yapılara ve kaya türü farklılıklarına ait ilksel özellikler ortaya çıkarılmış olur. Yaklaşık 700 km yüksekten alınan bu verilerin büyük alanlarda bölgesel ölçekte özellikleri çıkarabildiğini söylemek de yanlış olmaz.

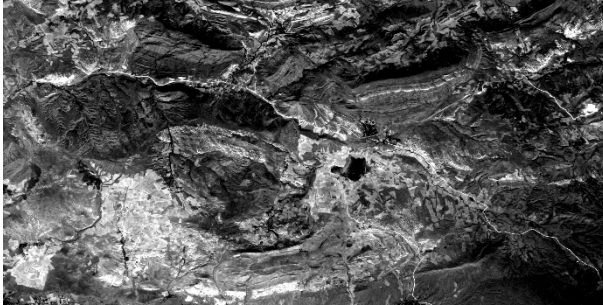
B. Sayısal görüntü işleme

RASAT algılayıcısının 7.5 m yersel çözünürlüğe sahip pankromatik bandı sırasıyla mavi, yeşil ve kırmızı dalga boylarının tümünü içine alır. Ham pankromatik banda (Şekil 2.A) kontrast uzanımı uygulanmasıyla ortaya çıkan karşılaştırmalı durum ise Şekil 2.B' de görülmektedir. Böylece, tüm çalışma alanını kapsayan görüntü çıplak gözle incelenebilir ve jeolojik yorumlama kıstasları kullanılarak değerlendirilebilir hale getirilmiştir.

A)

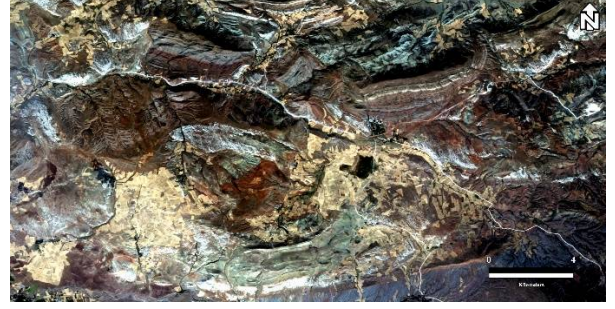


B)

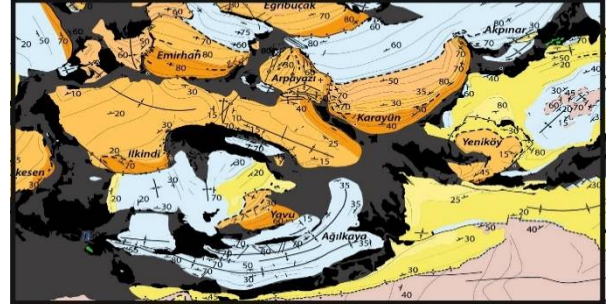


Şekil 2: İnceleme alanına ait RASAT pankromatik bant (A) ve kontrast uzanımı gerçekleştirilmiş görünümü

Elektromanyetik spektrumun farklı bölgelerinden alınan görüntülerinden en az üçünün sırasıyla kırmızı, yeşil ve mavi renklere (RGB) atanmasıyla elde edilen renk bileşikleri jeolojik çalışmalarda önemli bir analizi oluşturmaktadır. Şekil 3'de inceleme alanının RASAT görüntülerinin 3 görünür bandı kullanılarak oluşturulan RGB renk bileşimi görülmektedir. 15 m yersel çözünürlüğe sahip bu görüntü insan gözünün görebildiği alana karşı gelmekte olup bölgenin aynı ölçekteki jeolojik haritasıyla karşılaştırılmıştır (Şekil 4). Haritadaki her bir renk farklı yaşta kaya türlerini ifade etmektedir.

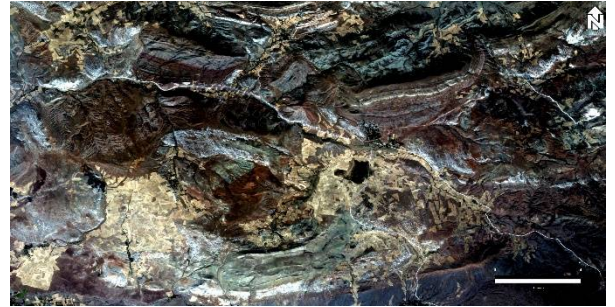


Şekil 3: RASAT 321 (RGB görüntüsü)



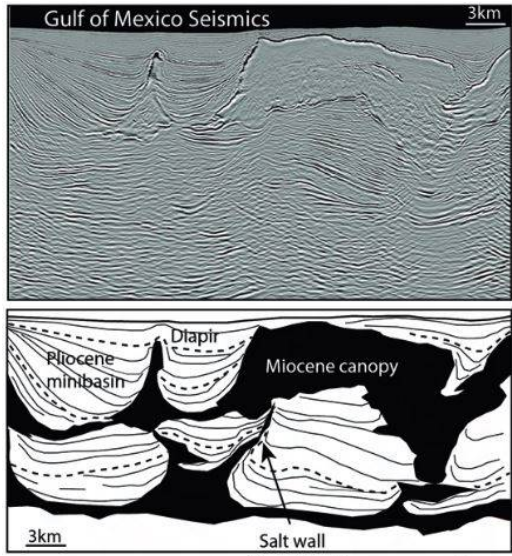
Şekil 4: İnceleme alanının jeoloji haritası

Jeolojik yapı ve kaya türü farklılıklarına görüntülerin katkısını analiz etmeyi amaçlayan diğer karşılaştırmada ise yazılımda açılan RGB görüntüye pankromatik bandın intensity katman olarak eklenmesiyle yersel çözünürlüğün artırılması hedeflenmiş ve görüntü kaynaştırımı gerçekleştirilmiştir (Şekil 5). Söz konusu görüntü bir önceki görüntüyle karşılaştırıldığında renk ve tonlarda meydana gelen kontrast farklılığının azalmasına rağmen yersel (spatial) açıdan bir çözünürlük iyileşmesinin ortaya çıktığı ve tanınabilir bindirme ve tuz yapıları gibi jeolojik özelliklerin daha da fazla vurgulandığı ortaya çıkarılmıştır.



Şekil 5: RASAT 321 (RGB) görüntüsüne 7.5 m'lik pankromatik bandın kaynaştırımı

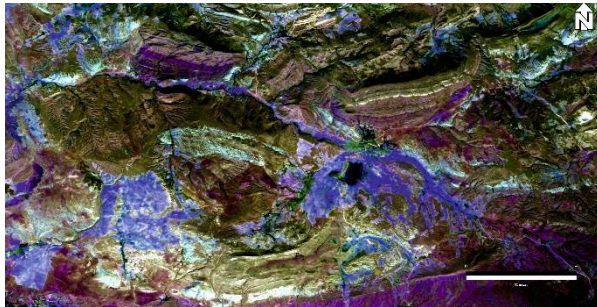
Bölgede harita düzleminde gözlenen özelliklerin Meksika Körfezi'nde gözlenen deniz altındaki diğer bir örneğiyle analogi oluşturduğu dikkate alınmış, yapı ve kaya türü farklılıklarının kontrolü sağlanmıştır (Şekil 6). Körfezde düşey düzlemde ancak jeofizik verilerle saptanabilen petrol ve doğal gaz kapanlarına ait yapıların böylece Emirhan (Sivas) yöresindeki yüzeydeki örnekleriyle birlikte ilişkili tuz ve bindirme yapılarının nasıl geliştiği rahatça izlenebilmiştir.



Şekil 6: Meksika Körfezi'nden alınan sismik kesit ve Emirhan bölgesiyle karşılaştırılabilecek yorum kesiti (Callot ve diğ., 2014)

Şekil 6'da da görüldüğü gibi, Meksika Körfezi'nde deniz altında düşey sismik kesitlerle ancak ortaya çıkarılabilen ve petrol açısından önemli olan mini basenlerin Emirhan bölgesinde harita düzleminde (Şekil 4) harita düzleminde yatay olarak gözlenmektedir. Buradan yola çıkarak körfez ve Emirhan bölgesindeki tuz yapıları arasında benzerlik yaratılarak körfezdeki yapıların durum ve davranışlarının neler olabileceğine yönelik sağlıklı değerlendirmeler yapılmıştır.

Bu çalışmadaki bir diğer uygulama ise RASAT uydusunda bulunmayan orta kızıl ötesi bantların Landsat ETM+ algılayıcısından elde edilmesiyle gerçekleştirilmiştir. Söz konusu uydunun 7. ve 5. (1.55-1.75 µm ve 2.09-2.35 µm) olarak bantlarının sırasıyla kırmızı ve yeşile RASAT'ın ise sadece mavi dalga boyunun eklendiği bir RGB bileşik oluşturulmuştur. Sonrasında bu bileşiğe yine intensiy katman olarak RASAT uydusunun pankromatik bandı eklenmiştir (Şekil 7).



Şekil 7: RASAT ve Landsat ETM+ görüntülerinden oluşan inceleme alanına ait görüntünün pankromatik bantla görüntü kaynaştırımı

Bu görüntüde jeolojik bilgi içeriği daha da fazladır. Bunun nedenini ise, RASAT'ın görünür bölgede bulunan mavi bandına Landsat ETM+'ın orta kızılötesi bölgeyi temsil eden 5. ve 7. bantların eklenmesiyle kayaç

türünü temsil eden renk ve ton farklılığının öncekilere göre daha da fazla ortaya çıkması olduğu söylenebilir.

III. SONUÇLAR

Jeolojik çalışmalarda uzaktan algılanmış görüntülerin kaya türü ayrışması ve jeolojik yapıların ortaya çıkarılmasına katkısı çok büyüktür. Farklı uydulardan alınan görüntülerin kaynaştırılmasıyla jeolojik bilgi içeriğinin artırılabilirdiği söylenebilir. Bitki örtüsünün bulunmadığı bölgelerde görüntülerden yapılan jeolojik yorumlamalar daha kolay gerçekleşmektedir. Jeoloji gibi gözlem ve ölçüm gerektiren bilimlerde yer doğrulama çalışmalarının önemi büyüktür.

Jeolojik amaçlı görüntü analizinde dikkat edilecek en önemli konulardan birisi, yer bilimci analistin yaptığı görsel yorumlama sonucu ortaya çıkardığı jeolojik bilgi içeriği ile görüntü işleme yöntemleri sonucunda ortaya çıkan ve analistin görsel olarak gerçekleştiremediği bilgi içeriğinin doğru bir şekilde birleştirilmesi ve yorumlanmasıdır. İnsan gözünün gri ve diğer renkleri ayırt etme kapasitesinin sınırlı kaldığı düşünüldüğünde bu işlemler sonunda ortaya çıkacak renk farklılıklarının ve örüntülerin, görüntülerde kaya türü farklılıklarına ve yapısal özellikleri daha iyi vurgulayacağı rahatlıkla söylenebilir.

Türkiye'nin planlanabilecek yeni gözlem uydularında kısa ve orta kızıl ötesi bantların da yer alması ve hiperspektral nitelikteki algılayıcıların da üretilmesi jeolojik çalışmalar ve özellikle alterasyon zonlarıyla saptanabilecek maden yataklarının bulunması açısından bir hayli önemlidir ve önerilir.

IV. BİLGİLENDİRME

Bu çalışma TOTAL/Fransa tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKÇA

- [1] Drury, S.A., *Image interpretation in Geology. 3rd edition.* Nelson Thornes, Cheltenham, UK. 2001.
- [2] Poisson, A., Öztürk, A., İnan, S., Temiz, H., Gürsoy, H., Kavak, K.S. ve Özden, S., "Tectonic setting and evolution of the Sivas Basin Central Anatolia, Turkey", *International Geology Review, Vol.38, 1996, S838-853.*
- [3] Kavak, K.S., İnan, S., "Enhancement Facilities of SPOT XS Imagery in Remote Sensing Geology: An Example from the Sivas Tertiary Basin (Central Anatolia/Turkey)", *International Journal of Remote Sensing, Vol: 23, No:4, 2002, S701-710.*
- [4] Kavak, K.S., "Recognition of Gypsum Geohorizons in the Sivas Basin (Turkey) using ASTER and Landsat ETM+ Images", *International Journal of Remote Sensing, Vol:26, No:20, 2005, S4583-4596.*
- [5] Callot J.P., Ribes C., Kergavat C., Bonnel C., Temiz H., Poisson A., Vrielynck B., Salel J.F. And Ringenbach J.-C., "Salt tectonics in the Sivas basin (Turkey): crossing salt WALLS and minibasins", *Bull. Soc. Geol. Fr., Vol.185, No:, 2014, S33-42*
- [6] Teke, M., "Satellite Image Processing Workflow For Rasat and Göktürk-2", *Journal of Aeronautics and Space Technologies Vol.9, No:1,2016*