

**ALMUS FAY ZONU (AFZ)'NİN JEOLJİK  
ÖZELLİKLERİNİN UZAKTAN ALGILAMA YÖNTEMLERİ  
VE SAYISAL ARAZİ MODELİ İLE İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisi**  
**Önder GÜR SOY**  
**(501031628)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 28 Nisan 2006**  
**Tezin Savunulduğu Tarih : 12 Haziran 2006**

**Tez Danışmanları : Yrd. Doç.Dr. Şinasi KAYA (İ.T.Ü.)**

**Doç.Dr. Kaan Şevki KAVAK (C.Ü.)**

**Diğer Jüri Üyeleri Prof. Dr. Cankut ÖRMECİ (İ.T.Ü.)**

**Doç. Dr. Nebiye MUSAOĞLU (İ.T.Ü.)**

**Doç. Dr. Cem GAZİOĞLU (İ.Ü.)**

**HAZİRAN 2006**

## ÖNSÖZ

Bu çalışmada uydu görüntüleri ve sayısal arazi modeli (SAM) kullanarak Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ)'den kopma bir ayrılma (splay) fay olduğu kabul edilen Almus Fay Zonu (AFZ)'nin jeolojik özelliklerini inceleme amaçlanmıştır. Daha önce bu bölgede inceleme yapan araştırmacıların tezlerini temel alarak yapılan bu çalışmayı çağımızın en önemli teknolojilerinden birisi olan uzaktan algılama teknolojilerinden yararlanmam konusunda beni yönlendiren danışman hocam sayın Yrd. Doç. Dr. Şinasi KAYA'ya ve geniş jeoloji bilgisinin yanı sıra uzaktan algılama teknolojisi bilgisiyle bana yön veren yardımcı danışman hocam sayın Doç. Dr. Kaan Şevki KAVAK'a sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Çalışmamda uzaktan algılama konularında bana yardımcı olan Tuluhan ŞİPKA'ya teşekkür ederim.

Hayatım boyunca maddi manevi hiçbir desteği esirgemeyen babam Cahit GÜRİSOY'a, annem Gülkız GÜRİSOY'a, dedem Ömer GÜRİSOY'a, babaannem Mevlüde GÜRİSOY'a, amcalarım Metin ve Ergül'e ve eşim Birsen YILDIZ GÜRİSOY'a fedakarlıklarından dolayı teşekkür ediyorum.

Haziran, 2006

Önder GÜRİSOY

## İÇİNDEKİLER

<b>KISALTMALAR</b>	<b>v</b>
<b>TABLO LİSTESİ</b>	<b>vi</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b>	<b>vii</b>
<b>ÖZET</b>	<b>ix</b>
<b>SUMMARY</b>	<b>x</b>
<b>1. GİRİŞ ve AMAÇ</b>	<b>1</b>
1.1. İncelemenin Amacı	1
1.2. İnceleme Alanının Konumu	1
1.3. İnceleme Alanının Yeryüzü Biçimi	3
1.4. Materyaller	3
1.5. Önceki Çalışmalar	3
<b>2. FAY ZONLARI VE DEPREMSELLİK</b>	<b>5</b>
2.1. Kuzey Anadolu Fay Zonu	5
2.2. Almus Fay Zonu	6
2.3. İnceleme Alanının Depremsellliği	8
2.3.1. Aletsel Dönemde Kaydedilen Depremler ve Kandilli Rasathanesi Kayıtları	8
<b>3. ALMUS FAY ZONU'NDA YAPILAN ARAZİ ÇALIŞMALARI</b>	<b>13</b>
<b>4. VERİ KAYNAKLARI VE UZAKTAN ALGILAMA</b>	<b>17</b>
<b>5. ÇALIŞMADA KULLANILAN VERİLERİN ÖZELLİKLERİ</b>	<b>18</b>
5.1. Topografik Veriler	18
5.2. Uydu Görüntüleri	24
5.3. Çalışmada Kullanılan Diğer Uzaktan Algılama Verileri	26
<b>6. UZAKTAN ALGILAMA VERİLERİNİN GEOMETRİK OLARAK DÜZELTİLMESİ</b>	<b>27</b>
6.1. Yeniden Örnekleme (Resampling)	28
6.1.1. En Yakın Komşuluk Yöntemi	28
6.1.2. Bilineer Enterpolasyon Yöntemi	28
6.1.3. Kübik Katlama Konvolüsyon Yöntemi	28
<b>7. UYDU VERİLERİNİN REKTİFİKASYONU VE UTM PROJEKSİYONU</b>	<b>29</b>
<b>8. VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE YÖNTEM</b>	<b>30</b>
8.1. Bant Kombinasyonu Analizi	30
8.2. Ana Bileşenler Dönüşümü Analizi	33
8.3. Eğim (Slope) ve Bakı (Aspect) Analizi Görüntüleri	35
<b>9. SAYISAL ARAZİ MODELİ</b>	<b>39</b>

<b>10. SAYISAL ARAZİ MODELİ İLE UZAKTAN ALGILAMA VERİLERİNİN ENTEGRASYONU</b>	<b>44</b>
<b>11. SONUÇLAR</b>	<b>50</b>
<b>KAYNAKLAR</b>	<b>53</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b>	<b>55</b>

## **KISALTMALAR**

<b>KAFZ:</b>	: Kuzey Anadolu Fay Zonu
<b>TM</b>	: Thematic Mapper
<b>SRTM</b>	: Shuttle Radar Topography Mission
<b>AFZ</b>	: Almus Fay Zonu
<b>KD-GB</b>	: Kuzeydođu-Güneybatı
<b>GGD</b>	: Güney-Güneydođu
<b>KKB</b>	: Kuzey-Kuzeybatı
<b>RADAR</b>	: Radio Detection and Ranging
<b>KAF</b>	: Kuzey Anadolu Fayı
<b>UTM</b>	: Universal Transversal Mercator
<b>NASA</b>	: North Atlantic Space Agency
<b>YKN</b>	: Yer Kontrol Noktası
<b>RGB</b>	: Red-Green-Blue
<b>SAM</b>	: Sayısal Arazi Modeli

## TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
<b>Tablo 2.1</b> AFZ ve civarında 1900'den günümüze kadar meydana gelen, büyüklüğü 2 ile 3.9 arasında olan depremlere ilişkin dağılım....	9
<b>Tablo 2.2</b> AFZ ve civarında 1900'den günümüze kadar meydana gelen, büyüklüğü 4 ile 8.9 arasında olan depremlere ilişkin dağılım	12
<b>Tablo 5.1</b> Çalışmada kullanılan 1\25 000 ölçekli paftaların indeksi.....	19
<b>Tablo 8.1</b> Landsat TM görüntüsüne ait bant kombinasyon analizi.....	30

## ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
<b>Şekil 1.1</b> : İnceleme alanının haritası.....	2
<b>Şekil 2.1</b> : Almus Fay zone.....	7
<b>Şekil 2.2</b> : AFZ ve civarında 1900'den günümüze kadar meydana gelen, büyüklüğü 2 ile 3.9 arasında olan depremlerin dağılımları.....	8
<b>Şekil 2.3</b> : AFZ ve civarında 1900'den günümüze kadar meydana gelen, büyüklüğü 4 ile 8.9 arasında olan depremlerin dağılımları.....	10
<b>Şekil 2.4</b> : AFZ ve civarında 1900'den günümüze kadar meydana gelen, büyüklüğü 2 ile 8.9 arasında olan depremlerin uydu görüntüsü üzerinde gösterimi.....	11
<b>Şekil 3.1</b> : Kızılköy civarında Almus fay Zonu'nu kuzey kolunu oluşturan doğrultu atımlı sağ yönlü aktif Mercimekdağ-Çamdere fay setinin görünümü.....	13
<b>Şekil 3.2</b> : Yaklaşık D-B uzanımlı Tokat Fay setinde gözlenen Permo-Triyas yaşlı Tokat karışığına ait mermerler içerisinde gelişmiş normal faylanma sarplıkları.....	14
<b>Şekil 3.3</b> : Permo-Triyas yaşlı Tokat karışığına ait mermerler içerisinde gözlenen ve Kazova Havzası'nı güneyden sınırlayan Tokat Fay setine ait normal fay düzlemi.....	15
<b>Şekil 3.4</b> : Araziye yapılan fay ölçümlerinin Carey Yöntemiyle kinematik analizi.....	16
<b>Şekil 5.1</b> : Bölgenin ayrı renklerde sayısallaştırılmış veri grubu.....	20
<b>Şekil 5.2</b> : Sayısallaştırılmış harita verilerinin uydu görüntüsü üzerinde gösterilmesi.....	21
<b>Şekil 5.3</b> : Er-Mapper programında yapılan sayısallaştırma analiz sonuç görüntüsü.....	22
<b>Şekil 5.4</b> : Er-Mapper programında yapılan sayısallaştırma analiz sonuç görüntüsü.....	22
<b>Şekil 5.5</b> : Er-Mapper programında yapılan sayısallaştırma analiz sonuç görüntüsü.....	23
<b>Şekil 5.6</b> : Bölgeye ait Landsat TM uydu görüntüsü.....	25
<b>Şekil 5.7</b> : SRTM verilerinden oluşturulmuş mozaik görüntü.....	26
<b>Şekil 8.1</b> : Bant kombinasyon analizi sonucuna göre oluşturulan sonucu oluşturulan 7-4-1 bantlarının kombinasyon görüntüsü.....	32
<b>Şekil 8.2</b> : Landsat TM görüntüsünün 3, 2 ve 1. bantlarından elde edilen ana bileşenler dönüşümü sonuç görüntüsü.....	34
<b>Şekil 8.3</b> : Eğim analiz görüntüsü.....	36
<b>Şekil 8.4</b> : Bakı analiz görüntüsü.....	37
<b>Şekil 8.5</b> : Renklendirme analiz görüntüsü.....	37
<b>Şekil 8.6</b> : Kabartma analiz görüntüsü.....	38

<b>Şekil 9.1</b>	: Bölgenin raster yapıda sayısal arazi modeli görüntüsünün doğu bölümü.....	40
<b>Şekil 9.2</b>	: Bölgenin raster yapıda sayısal arazi modelinin tamamı.....	41
<b>Şekil 9.3</b>	: Bölgenin raster yapıda sayısal arazi modeli görüntüsünün orta bölümü.....	42
<b>Şekil 9.4</b>	: Bölgenin raster yapıda sayısal arazi modeli görüntüsünün batı bölümü.....	43
<b>Şekil 10.1</b>	: Uzaktan algılama verisi (Landsat TM 7-4-1 bantları) ile sayısal arazi modeli çakıştırılmış görüntü.....	45
<b>Şekil 10.2</b>	: Uzaktan algılama verisi (Landsat TM 3-2-1 bantları) ile sayısal arazi modeli çakıştırılmış görüntü.....	46
<b>Şekil 10.3</b>	: Uzaktan algılama verisi (Landsat TM) ile sayısal arazi modeli çakıştırılmış görüntüsünün ışıklandırılmış hali.....	48
<b>Şekil 10.4</b>	: Uzaktan algılama verisi (Landsat TM) ile sayısal arazi modeli çakıştırılmış görüntüsünün ışıklandırılmış hali.....	49
<b>Şekil 11.1</b>	: Uydu görüntüsünün SAM ile çakıştırılıp, ışıklandırılarak, fay çizgiselliğinin gösterimi.....	51
<b>Şekil 11.2</b>	: Uydu görüntüsünün SAM ile çakıştırılıp, ışıklandırılarak, fay çizgiselliğinin gösterimi.....	52



# ALMUS FAY ZONU (AFZ)'NİN JEOLJİK ÖZELLİKLERİNİN UZAKTAN ALGILAMA YÖNTEMLERİ VE SAYISAL ARAZİ MODELİ İLE İNCELENMESİ

## ÖZET

Bu çalışmada, Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ)'den ayrılan Almus Fay Zonu (AFZ)'nin jeolojik özellikleri uzaktan algılama yöntemleri ve sayısal arazi modeli ile incelenmiş ve AFZ' nin aktivitesi araştırılmıştır. Bu amaçla Landsat TM uydusu ve SRTM verileri ile bölgeye ait 1\25 000 ölçekli topografik haritalar kullanılmıştır. Uzaktan algılama verileri UTM projeksiyon sistemine dönüştürülmüş ve eşyüksekti eğrileri her 20 m. de bir sayısallaştırılan topografik haritalara entegre edilmiştir. Uydu verilerine görüntü zenginleştirme yöntemi olarak ana bileşenler dönüşümü yapılmış ve sonuç olarak orijinal görüntüye göre çok sayıda yeryüzü özelliği ayırt edilen ve bu özellikler keskin sınırlarla belirlenen daha detaylı yorumlanabilir görüntü elde edilmiştir. Bilineer enterpolasyon yöntemi kullanılarak hazırlanan Sayısal Arazi Modeline vektör-raster dönüşümü yapılarak en büyük yükseklik değeri 255 gri renk ve en küçük yükseklik değeri 0 gri renk değerine atanarak raster yapıda sayısal arazi modeli elde edilmiştir. Jeolojik değerlendirme için büyük yapıların bir arada görülebilme imkanını sağlayan uydu görüntüsü ile karşılaştırılmış SAM ile AFZ deki çizgisellikler saptanmıştır. İncelemede arazi çalışması da yapılarak fay ölçümlerinin kinematik analizleri değerlendirilmiştir. Sonuçta AFZ nin bir normal faylanma sistemi olduğu ve Turhal'ın güneyinden başlayarak Almus'a kadar uzandığı gözlenmiştir.

# **STUDY OF GEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF ALMUS FAULT ZONE BY USING REMOTE SENSING DATA AND DIGITAL ELEVATION MODELLING**

## **SUMMARY**

In this study, geological characteristics of the Almus Fault Zone (AFZ), which was splayed from the Northern Anatolian Fault Zone, have been analyzed by using the remote sensing methods and digital elevation data, and the activity of AFZ has been researched. For this purpose, Landsat TM satellite and SRTM data and topographic maps of 1:25 000 scale have been used. Remote sensing data have been transformed to UTM projection system, and the contour lines of the maps were digitized every 20 meters interval. To the satellite data, the image enhancement method is applied by using principal components analysis, and result of this precise boundaries of a great number of land features were obtained compare to the original images. Using the bilinear interpolation method produced digital elevation model in the raster form was obtained by making vector-raster transformation and attributing the maximum altitude value to 255 grey colour and minimum altitude value to 0 grey colour value. By merging the satellite data and the digital elevation model for the geological evaluation of the great boundaries, the linearities at the AFZ have been detected. At the study, the kinematical analysis of the fault measurements have been evaluated by making field work. This study shows that the Almus Fault Zone is a normal fault system and AFZ is starting South of Turhal and going over to Almus.

## 1. GİRİŞ ve AMAÇ

### 1.1. İncelemenin Amacı

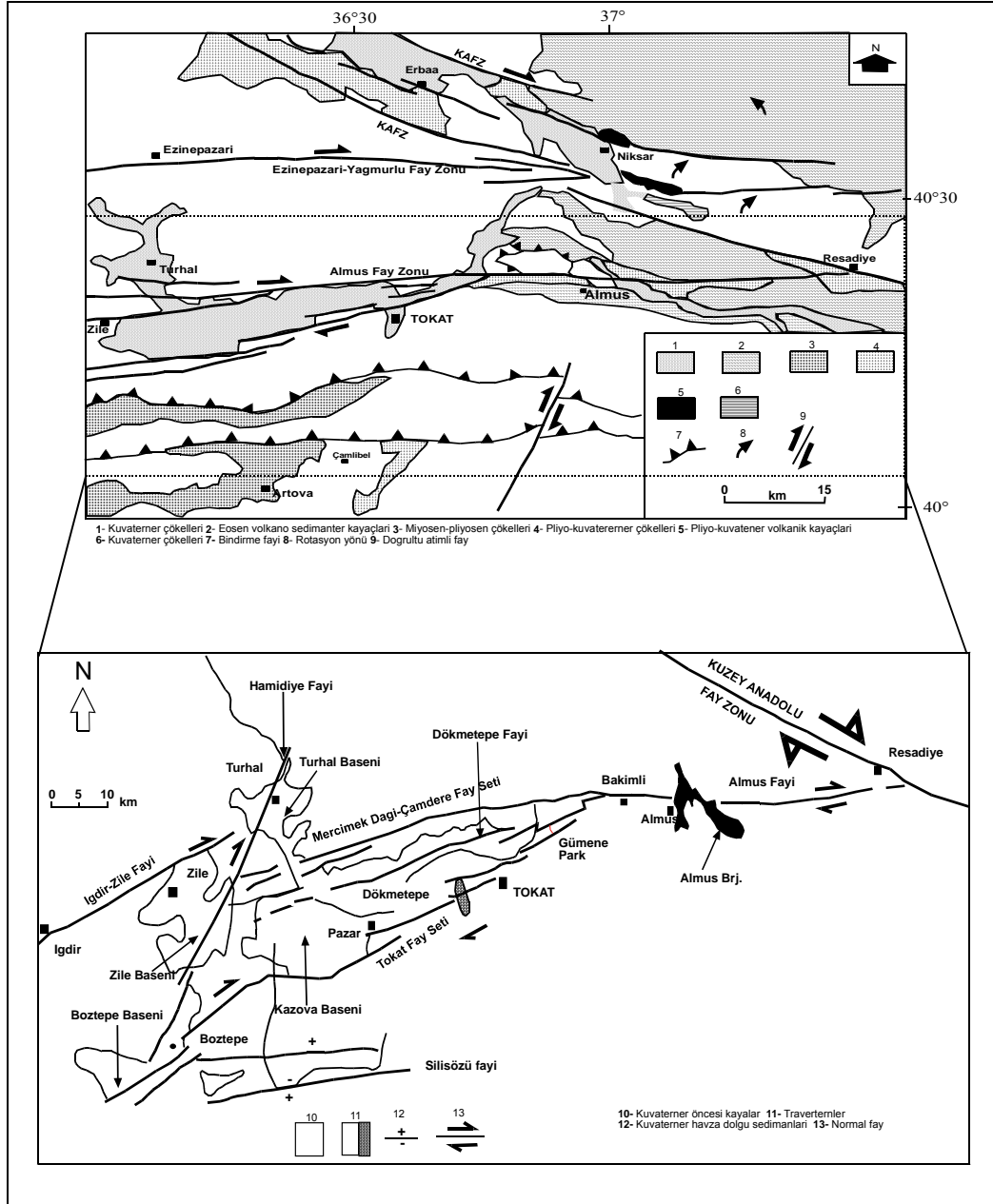
Bu çalışmanın amacını, ilk olarak **Bozkurt ve Koçyiğit (1995)** tarafından tanımlanan ve Kuzey Anadolu Fay Zonu'na (KAFZ) bağlı ve aktif bir ayrılma (splay) fayı olduğu düşünülen Almus Fay Zonu'nun morfolojik özelliklerinin ortaya konması oluşturmaktadır. Bu amaçla, zona ait Landsat TM uydu görüntülerinden yararlanarak bölgede etkin olan Almus Fay Zonu'nun ortaya çıkarılmasını amaçlayan görüntü işleme çalışmaları yapılmıştır. Ayrıca bölgeyi içine alan 1/25 000 ölçekli topografik haritalardan üretilen sayısal arazi modelleri ve SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) görüntüleri yardımıyla da bölgedeki morfotektonik yapıları belirlemeye yönelik uygulamalar da gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, arazi çalışmalarıyla fay zonunda gözlenen morfotektonik yapıların belgelenmesi gerçekleştirilmiş ve bu zona ait birkaç noktada gözlenen fay düzlemlerden alınan ölçümler kinematik analizle değerlendirilmiştir.

### 1.2. İnceleme Alanının Konumu

İnceleme alanı, genel olarak Türkiye ve Dünya'nın en önemli doğrultu atımlı fay zonlarından birisi olan ve tarihten günümüze kadar geçen süre içerisinde çok şiddetli depremler üreten KAFZ içerisinde yer almaktadır. Bilindiği gibi KAFZ, en batıda Saros körfezinde başlayıp yaklaşık 1200 km uzunluğunda dışbükey bir yay çizerek en doğuda Erzincan'a kadar uzanan büyük bir aktif fay zonunu temsil etmektedir.

Bu yüksek lisans tez çalışmasının asıl konusunu da içeren Almus Fay Zonu (AFZ) ise KAFZ'na bağlı olduğu düşünülen bir ayrılma (splay) fayını oluşturur (**Bozkurt ve Koçyiğit, 1995**). AFZ, en doğuda Reşadiye'den başlayıp önce D-B doğrultulu olarak devam eden daha sonra ise Tokat civarında KD-GB yönüne dönen yaklaşık 130 km uzunluğundaki aktif bir fay zonuna karşılık geldiği ifade edilmektedir. İnceleme alanının haritası (Şekil 1.1)' de görülmektedir. Birçok araştırmacı

tarafından diğer ayrılma fayları olarak ifade edilen Yağmurlu- Ezinepazarı ve Taşova- Çorum faylarına paralel olarak geçtiği düşünülen (Bozkurt ve Koçyiğit, 1995) AFZ, bu yüksek lisans tez çalışmasındaki esas inceleme alanını oluşturmaktadır.



Şekil 1.1: İnceleme alanının haritası (Bozkurt ve Koçyiğit, 1995)

### **1.3. İnceleme Alanının Yeryüzü Biçimi**

İnceleme alanının belli başlı yükseltileri arasında fay zonunun güneyinde Bakımlı Dağı (1795 m), Sivrice Tepe (1410 m), Devret Tepe (1240 m), Sinekdurmaz Tepesi (1104.7 m), Çamlık Tepesi (1110 m), Kızıl Tepe (1006 m), Meryemana Tepesi (901 m), Ağıl Tepe (801 m), Kömür Tepe (893 m), Bektaş Tepe (711 m) ile kuzeyde İmamgazi Tepesi (1792 m), Kuzgunkaya Tepesi (1670 m), Karga Tepe (1377 m), Oturacak Tepesi (1362 m), Düzçalı Tepesi (1059 m) , Akbayır Tepesi (740 m), Yatak Tepe (720 m) ve Üçler Tepe (625 m) yer almaktadır. Yeşilirmak ise bölgenin en önemli su potansiyelini oluşturmaktadır. Bölgedeki diğer akarsular ise güneyde Kanlı Dere, Çayır Dere, Sarılık Dere, Koruca Dere, Ballı Dere, Bulanık Dere, Doğancı Dere, Çingen Dere, Kesiş Dere ve Öküşmen Dere yer alırken, kuzeyde Minare Dere, Kızılteniş Dere, Türkonur Dere, Kızılparmak Dere ve Hazine Dere bulunmaktadır.

### **1.4. Materyaller**

Bu çalışma kapsamında, bölgenin 1/25 000 ölçekli topografik haritalarından tarama ve vektörel çizim yöntemiyle hazırlanan sayısal arazi modelleri ile Landsat TM uydusu ve SRTM verileri bölgenin jeolojik özelliklerinin ortaya çıkarılmasına katkıda bulunmuştur. Bu işlemler sırasında Able Software R2V, Auto-CAD Land Development Desktop 2i, Erdas Imagine 8.6, Arc-View GIS 3.2, FreeHand 8.0 ve Er Mapper v.6.0 programları kullanılmıştır. Ayrıca arazi çalışmalarıyla fay zonuna ait gözlemler gerçekleştirilmiş ve fay zonundan alınan ölçümler yapısal analiz yöntemi olarak da bilinen kinematik yöntemlerle değerlendirilmiştir.

### **1.5. Önceki Çalışmalar**

İnceleme alanı, Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) içerisinde yer aldığından dolayı önceden yapılan birçok çalışma bulunmaktadır.

Aktimur ve diğ., (1989), Niksar-Erbaa ve Destek civarında yaptığı çalışmada KAFZ'ı GGD-KKB yönünde ayrıntılı olarak haritalamıştır. Yazarlara göre, KAFZ Pliyosen başında açılmış ve bölge morfolojisinin şekillenmesinde etkili olmuştur.

Bozkurt ve Koçyiğit (1995), Almus Fay Zonu'nu ilk olarak tanımlayan araştırmacılar olarak fay zonunun doğuda Reşadiye'den başlayıp batıda Iğdır köyüne kadar devam eden aktif sağ yönlü doğrultu atımlı bir fay zonu olduğunu ifade etmişlerdir. Yazarlara göre fay zonu iyi gelişmiş yüzey özelliklerine sahip ve 12 km genişliğe kadar uzanımına sahiptir. Kuzeyde Mercimekdağ-Çamdere ve güneyde Tokat fay setleri olmak üzere başlıca iki koldan oluşan AFZ bu iki kolun arasında Kazova havzasını da içine almaktadır. Yazarlara göre AFZ, KAFZ'den ayrılan bir ayrılma (splay) fayı olup toplam 1.3 km'lik toplam atıma sahiptir ve Burdigaliyen sonrası ve/veya Pliyosen yaşlı olduğu kabul edilir.

Bozkurt ve Koçyiğit (1996) ise bir ayrılma fayı olarak gelişen AFZ içindeki Kazova Havzası'nın aktif bir negatif çiçek yapısı olarak kabul etmişle ve havzayı sınırlayan Mercimekdağ-Çamdere ve Tokat fay setlerinde önemli miktarda normal atım gözlendiğini ifade etmişlerdir.

Barka ve diğ., (2000), birbiriyle komşu olan Taşova-Erbaa ve Niksar çek-ayır havzalarının tektonik gelişimlerinin inceledikleri çalışmalarında Anadolu bloğunun saatin ters yönünde rotasyona uğradığını ve bu hareketin birisi Şam yakınında diğeri ise Sina yarımadasının kuzeyinde olmak üzere iki ayrı kutup tarafından denetlendiğini ifade etmişlerdir.

Hubert-Ferrari ve diğ., (2001), KAFZ'nin morfoloji, atım ve kayma oranları hakkında yaptıkları çalışmada zonun atım miktarının büyük nehir yataklarında  $80 \pm 10$  km olduğunu ve kayma oranının  $18 \pm 5$  mm/yıl olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca nehir ağ morfolojisinin 20 m'den 14 km'ye varan değişik ölçeklerde atım topografyası gösterdiği yazarların çalışmasında belirtilmiştir.

## 2. FAY ZONU VE DEPREMSELLİK

### 2.1 Kuzey Anadolu Fay Zonu

Çok sayıda araştırmacı; **Ketin (1948)**, **Tokay (1973)**, **Seymen (1975)**, **Tatar (1975)**, **Sipahioğlu (1984)**, **Şengör, et al. (1985)**, **Barka ve Gülen (1987)**, **Şaroğlu (1988)**, **Nurlu, et al. (1995)** tarafından incelenen Kuzey Anadolu Fayı Zonu (KAFZ), Türkiye'nin en önemli tektonik yapıları arasında yer almaktadır. Türkiye'de meydana gelen önemli oranda can ve mal kaybına neden olan depremlerin büyük bir kısmının bu faya bağlı olarak geliştiği gözlenmiştir. KAF ilksel olarak Paleotektonik dönemde Anadolu ve Arap plakalarının sıkışması sonucunda ortaya çıkmıştır. Neotektonik dönem ve sonrasındaki hareketlerle ortaya çıkan ve KAF'nın ilksel konumuna paralel olarak gelişen birçok fay segmentinden oluşan kırıklar topluluğu da bu fay zonunu oluşturmuşlardır. Genel fay karakteristiği açısından sağ yönlü doğrultu atımlı fayı gösteren KAF zonu doğuda Varto yakınlarından başlayarak batıda Saroz Körfezine kadar uzanmaktadır. Neotektonik dönem ve sonrası hareketlerle açıkladığımız KAF zonu, çok geniş bir deformasyon zonuna sahip olup bu deformasyon zonunun genişliği doğuda 25 km. civarındayken batıda 80 km. ye kadar çıkmaktadır. KAF zonunun genel morfolojik özelliklerine bakıldığında; zonun kuzeyinde kalan bölgelerin güneye oranla topografik açıdan daha yüksekte kaldığı, doğrultu atımlı fay zonlarının karakteristik özelliklerinden olan 'S' biçimli dere yataklarının olduğu derelerin ötelendiği, çok sayıda kütleli hareketlerin ve su kaynaklarının ortaya çıktığı gözlenmektedir. Bu fay zonu üzerinde çok sayıda sedimanter basenlerin varlığı bilinmektedir.

## 2.2 Almus Fay Zonu

İlk olarak **Bozkurt ve Koçyiğit (1995)** tarafından çalışılan Almus fay zonu (AFZ), doğuda Reşadiye'den başlayıp batıda Iğdır kasabasına kadar devam eden ve yaklaşık 130 km mesafede uzanan sağ yanal doğrultu atımlı aktif bir fay sistemi olarak tanımlanır (Şekil 2.1) ve olağanüstü iyi gelişmiş bir yüzey ifadesine sahip olduğu araştırmacılar tarafından ifade edilir.

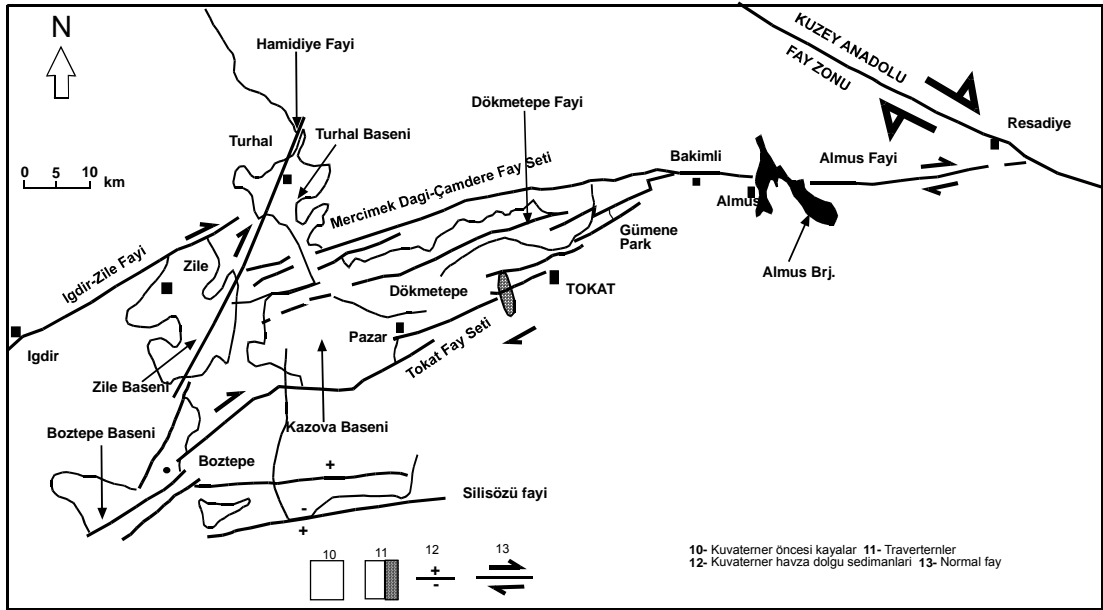
Fay zonunun genişliği, doğuda birkaç yüz metre olup batıya doğru 12 km ye kadar ulaşır. Bu bölüm boyunca aktif bir doğrultu atımlı depresyon alanı olan Kazova Havzası yer almaktadır. Fay, Reşadiye'nin güneydoğusunda, Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun (KAFZ) ana kolundan ayrılır ve batıya doğru yaklaşık D-B yönünde Bakımlı Köyü'ne kadar uzanır. Burada güneybatıya doğru 7-15o büklüm yapar ve iki ana kola (Mercimekdağ-Çamdere ve Tokat fay setleri) ayrılarak, basit bir hors-tail (atkuyruğu) fay örneği meydana getirir. Batıya doğru Gümenek civarında, Tokat fay seti tekrar iki kola ayrılır; kuzeyde yer alan kol ana fay kolunu içerir ve burada Dökmetepe fayı olarak adlandırılır. Bu fay, 1939 Erzincan depreminin yüzey kırıklarından etkilenmiş olup Kazova Havzası'nda halen aktiftir. Bahsedilen fay setlerine ilave olarak, AFZ aynı zamanda, çok sayıda daha küçük fay segmenti de yer alır (Şekil 2.1).

AFZ, **Bozkurt ve Koçyiğit (1996)** tarafından, KAFZ'nun ana splaylerinden biri olarak yorumlanmıştır. Sıkışmalı-kısalmalı (compresional-contractonal) tektonik rejimden etkilenen en genç ünite, Akitanıyen-Burdigaliyen (Alt Miyosen) yaşlı molas sedimentleridir ve doğrultu atımlı tektonik rejimden etkilenen en yaşlı ünite, geç Pliyosen yaşlı gevşek konglomeralardır. AFZ'nin başlangıç yaşı **Bozkurt ve Koçyiğit (1995)** tarafından Burdigaliyen-geç Pliyosen olarak hesaplanmış olup bu da KAFZ üzerindeki sağ yanal hareketin başlangıç yaşının Erken-Orta Pliyosen ile bağdaşmaktadır (**Tokay, 1973**), (**Barka, 1984**).

**Bozkurt ve Koçyiğit (1995)** göre; AFZ 11 km bir toplam atıma sahip olup bu değer Mercimekdağ-Çamdere fay seti üzerindeki Permo-Triyas yaşlı rekristalize kireçtaşı bloğunun sağ yanal ötelenmesine eşittir. Farklı segmentler üzerindeki molas sedimentlerinin yükselimlerine göre 750 m toplam bir düşey atıma da sahip olan



AFZ' nin içerdiği fayların önemli bir açılma (extensional) bileşenine sahip olduğu ileri sürülür (Şekil 2.1).



Şekil 2.1: Almus Fay Zonu (Koçyiğit ve Bozkurt, 1995)

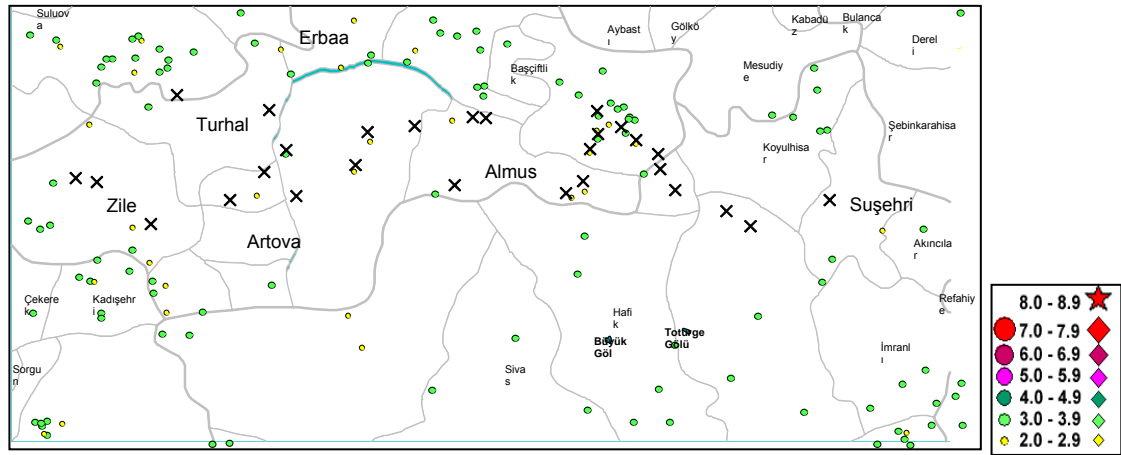
**Bozkurt ve Koçyiğit (1996)** ise AFZ'nun Kazova Havzası'nı oluştururken, aktif bir negatif çanak yapısı **Woodcock (1986)** sergilediğini de ifade eder. Araştırmacılar KAFZ'na bağlanan Yağmurlu-Ezinepazarı, Taşova-Çorum, Laçın ve Merzifon fay zonlarına benzer olarak AFZ'nun da bir ayrılma (splay) fayı olduğunu (Şengör ve Barka, 1992) ve bu faylarla birlikte KAFZ'nun balık kılıçığına (fishbone) benzer bir görünüm sergilediklerini ve bu ayrılma fayları arasında kalan kıtasal blokların saatin ters yönde hareket ettiğini de belirtirler. Araştırmacılar; **Hubert-Ferrari ve diğ. (2001)** Esençay, Ezinepazarı ve Almus fay zonlarının atkuyruğu şeklinde faylar olduğunu ifade ederler.

## 2.3 İnceleme Alanının Depremselliği

### 2.3.1 Aletsel Dönemde Kaydedilen Depremler ve Kandilli Rasathanesi Kayıtları

Kuzey Anadolu Fay Zonu Türkiye'nin, aynı zamanda dünyanın depremselliği en yüksek zonlarından birini oluşturmaktadır. Bölgede aletsel dönemde kaydedilen depremlerden en büyüğü olan 27 Aralık 1939 Erzincan depremi bölgede Gümenek parkı civarında, Almus Fay Zonu'nun kollarından birisini oluşturan Tokat fay setinde 1.6 cm-1.3 km civarında atımlara neden olmuştur (**Bozkurt ve Koçyiğit, 1995**). Fayın yaklaşık 0.33 m/yıl'lık atım değeri düşünüldüğünde fayın yaşının Geç Pliosen'e karşılık geldiği de aynı yazarlar tarafından ifade edilmiştir.

Almus Fay Zonu'nun bulunduğu bölge içinde aletsel dönemde meydana gelen depremler bu kısımda ayrıntılı olarak incelenmiştir. Bunlardan ilkinin bölgede aletsel dönemde meydana gelen ve 2-3.9 büyüklüğü arasındaki depremlerin ortaya çıkarılması oluşturmaktadır (Şekil 2.2).



**Şekil 2.2:** AFZ Ve Civarında 1900' Den Günümüze Kadar Meydana Gelen, Büyüklüğü 2 İle 3.9 Arasında Olan Depremlerin Dağılımları

Bölgede 1978-2005 dönemi arasında bu değerler arasında meydana gelen depremlere ait zaman, enlem, boylam, derinlik ve büyüklükler Tablo 1'de görülmektedir. Bu veriler ışığında Almus Fay Zonu olarak tanımlana ve doğuda Reşadiye'den başlayıp en batıda Zile'ye kadar devam eden alan içerisinde deprem episantrlarında fay zonunu temsil edecek bir yoğunlaşma gözlenmemektedir. Ancak Yağmurlu-Ezinepazarı ayrılma fayı olarak daha önceden tanımlanan zonda ise belirgin bir

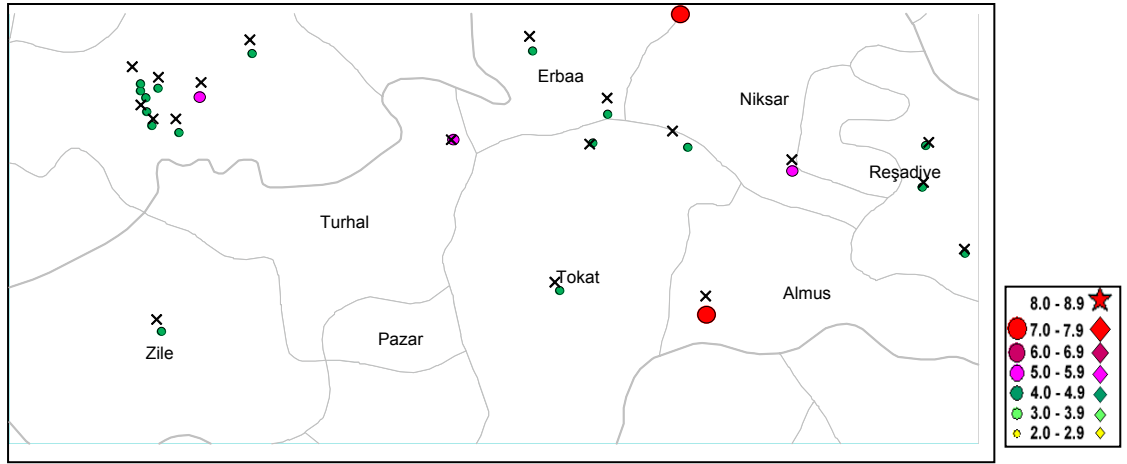
deprem aktivitesinin yer aldığı ve derinliklerin 55 km'ye kadar indiği gözlenmektedir.

**Tablo 2.1:** AFZ ve Civarında 1900' Den Günümüze Kadar Meydana Gelen, Büyüklüğü 2 İle 3.9 Arasında Olan Depremlere İlişkin Depremlerin Dağılımları

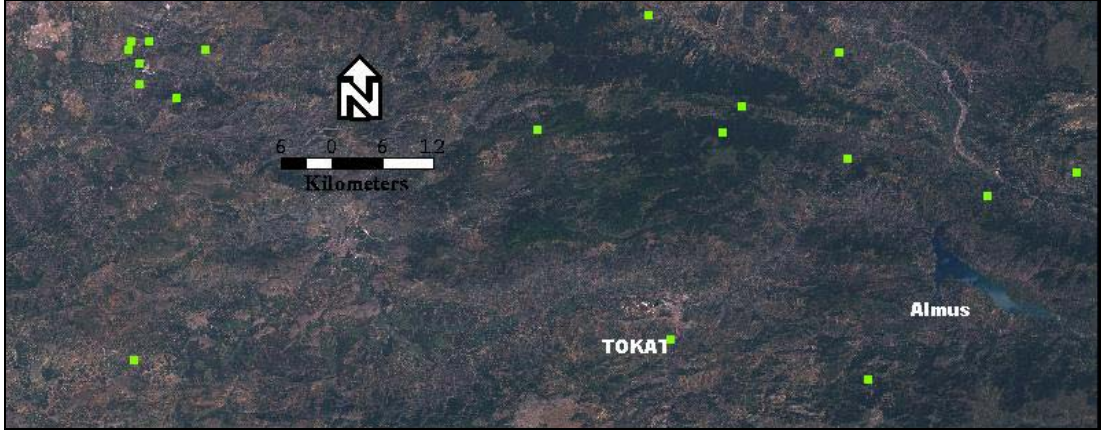
Tarih	Saat (GMT)	Enlem	Boylam	Derinlik (km)	Büyüklük
18.08.2005	12:23	40.29	36.53	4	2.6
20.07.2005	00:36	40.40	37.29	23	3.4
19.07.2005	20:09	40.40	37.38	5	3.5
09.07.2005	07:04	40.44	37.33	17	3.3
08.07.2005	10:57	40.37	37.28	25	2.9
08.07.2005	06:42	40.42	37.35	18	3.2
30.06.2005	04:22	40.42	35.73	30	2.9
24.06.2005	13:36	40.36	36.59	8	2.7
17.05.2005	13:58	40.39	37.40	5	3.0
16.05.2005	09:39	40.46	37.23	32	3.2
12.05.2005	13:06	40.23	37.24	5	2.6
12.05.2005	10:28	40.32	37.26	5	2.6
12.05.2005	10:22	40.34	37.40	9	2.7
12.05.2005	10:06	40.35	37.29	5	3.1
12.05.2005	09:54	40.38	37.32	20	2.6
27.12.2004	16:32	40.46	35.91	32	3.0
05.04.2004	16:49	40.24	36.23	6	2.8
04.03.2004	13:33	40.22	37.20	55	2.9
26.08.2003	18:32	40.40	37.39	5	3.2
17.08.2003	14:19	40.42	37.37	8	3.6
17.08.2003	14:15	40.36	37.37	6	3.0
23.12.2002	10:51	40.48	36.94	5	3.3
19.11.2002	12:01	40.46	36.94	5	3.0
19.07.2002	23:22	40.48	36.92	3	3.3
10.12.2001	07:31	40.34	36.33	5	3.2
11.05.2001	12:07	40.46	37.12	5	3.3
25.07.2000	08:12	40.35	37.71	10	3.4
06.05.2000	05:36	40.16	37.68	6	3.6
27.02.2000	20:11	40.29	37.47	5	3.2
05.02.2000	05:44	40.23	36.35	29	3.3
17.03.1999	07:56	40.49	36.43	0	2.8

19.01.1999	11:51	40.22	36.15	1	2.8
16.01.1999	23:42	40.38	36.73	0	2.8
19.10.1998	11:47	40.40	36.95	4	3.4
17.09.1998	16:14	40.43	36.29	10	3.0
14.04.1998	19:35	40.47	36.01	23	3.4
06.03.1998	01:01	40.27	35.74	0	3.2
11.09.1997	14:33	40.22	37.51	0	2.8
02.09.1997	22:12	40.46	35.76	16	2.8
09.04.1997	09:11	40.12	37.74	4	3.7
08.01.1997	12:51	40.28	36.25	1	3.4
09.11.1996	01:59	40.12	37.29	8	3.1
19.06.1996	14:10	40.28	35.67	0	3.1
08.08.1993	21:40	40.17	35.91	10	2.6
04.02.1993	18:28	40.23	36.84	10	3.9
28.06.1987	02:33	40.26	37.48	8	3.1
21.03.1978	03:26	40.40	36.90	33	2.4

Aynı şekilde bölgede 4.0 ile 8.9 büyüklüğü arasında meydana gelen depremlerin dağılımları Şekil 2.3 ve uydu görüntüsü üzerindeki gösterimi Şekil 2.4'de gösterilmiştir.



**Şekil 2.3:** AFZ ve Civarlarında 1900' den Günümüze Kadar Meydana Gelen, Büyüklüğü 4.0 ile 8.9 Arasında Olan Depremlerin Dağılımları (x İşaretli Yerler Fay Zonuna Yakın Yerlerde Meydana Gelen Depremler)



**Şekil 2.4:** AFZ ve Civarlarında 1900' den Günümüze Kadar Meydana Gelen, Büyüklüğü 4.0 İle 8.9 Arasında Olan Depremlerin Uydu Görüntüsü Üzerinde Gösterimi

Bölgede 20.12.1942'de meydana gelen şiddetli deprem sonucunda 16 km derinde oluşmuş deprem özellikle Erbaa ve Niksar civarında büyük hasarlara neden olmuştur. Depremlerin genel dağılımına bakıldığında (Tablo 2.2), bu aralıkta meydana gelen 22 depremin çoğunluğunun 10 km ve daha derinde oluştuğunu söylemek mümkündür. 1916'da meydana gelen 7.1 büyüklüğündeki diğer bir deprem ise yaklaşık 10 km derinde oluşmuş olup eski tarihli olduğu için pek güvenilir olmayıp aletsel dönemde kaydedilebilen bir depremdir. Büyüklük olarak 4-8.9 aralığındaki depremlerin Almus Fay Zonu'nun geçtiği Reşadiye-Zile hattının dışında yoğunlaştığını ifade etmek mümkündür.

**Tablo 2.2:** AFZ ve Civarında 1900' den Günümüze Kadar Meydana Gelen, Şiddeti 4 İle 8.9 Arasında Olan Depremlere İlişkin Depremlerin Dağılımları

Tarih	Saat (GMT)	Enlem	Boylam	Derinlik (km)	Büyükük
29.08.2005	22:33	40.51	36.81	5	4.2
12.05.2005	09:25	40.34	37.31	34	4.9
03.02.2004	11:50	40.65	36.52	5	4.0
27.09.2003	19:34	40.61	35.82	5	4.2
04.02.2002	13:06	40.27	35.82	3	4.2
03.05.2001	06:10	40.56	36.66	5	4.1
03.03.1997	16:00	40.53	36.37	0	5.0
01.12.1996	16:33	40.44	37.24	10	4.0
12.06.1993	08:58	40.62	35.79	10	4.6
12.02.1992	15:59	40.55	35.86	11	4.9
12.02.1992	15:55	40.58	35.80	10	4.5
10.06.1985	12:02	40.56	35.81	10	4.4
10.06.1985	11:41	40.60	35.80	10	4.8
06.04.1984	22:13	40.52	36.63	13	4.1
07.12.1981	21:17	40.66	36.00	10	4.5
17.10.1970	01:50	40.61	35.79	33	4.2
26.07.1960	12:36	40.50	37.25	40	4.6
20.12.1942	14:03	40.70	36.80	16	7.0
28.12.1939	03:25	40.47	37.00	40	5.5
25.02.1934	16:26	40.31	36.56	40	4.5
24.01.1916	06:55	40.27	36.83	10	7.1
21.06.1908	03:55	40.60	35.90	0	5.2

### 3. ALMUS FAY ZONU'NDA YAPILAN ARAZİ ÇALIŞMALARI

İnceleme alanında Almus Fay Zonu' nun jeolojik özelliklerinin ortaya çıkarılması amacıyla gerçekleştirilen arazi çalışmaları sırasında yapılan gözlemler bu bölümde anlatılacaktır. İlk olarak Tokat'ın kuzeybatısında yer alan Gümenek parkı yakınındaki Kızılköy civarından bariz bir şekilde geçtiği gözlenmiş olan ve bu zonun kuzey kolunu oluşturan Mercimekdağ-Çamdere fay seti Şekil 3.1' de görülmektedir. Kızılköy doğusunda yaklaşık K-G yönlü akan Yeşilirmak nehir yatağının bu fay tarafından yaklaşık 1.25 km sağ yanal atıma uğradığını söyleyen **Bozkurt ve Koçyiğit (1995)**, ayrıca bu fay setinin 1939 Erzincan depreminin yüzey kırığı olduğunu ifade etmiş ve aktif sağ yönlü bir doğrultu atımlı fay zonu olarak değerlendirilmesi gerekliliği üzerinde durmuşlardır.



**Şekil 3.1:** Kızılköy Civarında Almus Fay Zonu'nu Kuzey Kolunu Oluşturan Doğrultu Atımlı Sağ Yönlü Aktif Mercimekdağ-Çamdere Fay Setinin Görünümü

Kızılköy civarında yapılan incelemelerde, jeomorfolojik açıdan uzamış tepelere benzer doğrultu atımlı faylara benzer yapılar gözlenmiştir. Bu tepelerin genellikle oldukça altere olmuş andezitlerden oluştuğunu söylemek mümkündür.

AFZ'nin daha doğuya, Bakımlı ve Almus'a doğru devam ettiğini ifade eden önceki bazı araştırmacıların; **Bozkurt ve Koçyiğit (1996)** bu görüşü destekleyecek faya ait bariz bir yüzey verisi tarafımızdan gözlemlenememiştir. Ayrıca Tokat Fay Seti olarak adlandırılan AFZ'nin güney kolu üzerinde yapılan çalışmalarda, Pliyo-Kuvaterner yaşlı Çerçi formasyonuna ait travertenlerden oluşan jeolojik birimlerin inceleme alanında gözlenemediği ve KD-GB yönlü olarak varlığı ifade edilen belirgin bir faylanmanın topografya yüzeyinde izlenemediği anlaşılmıştır.

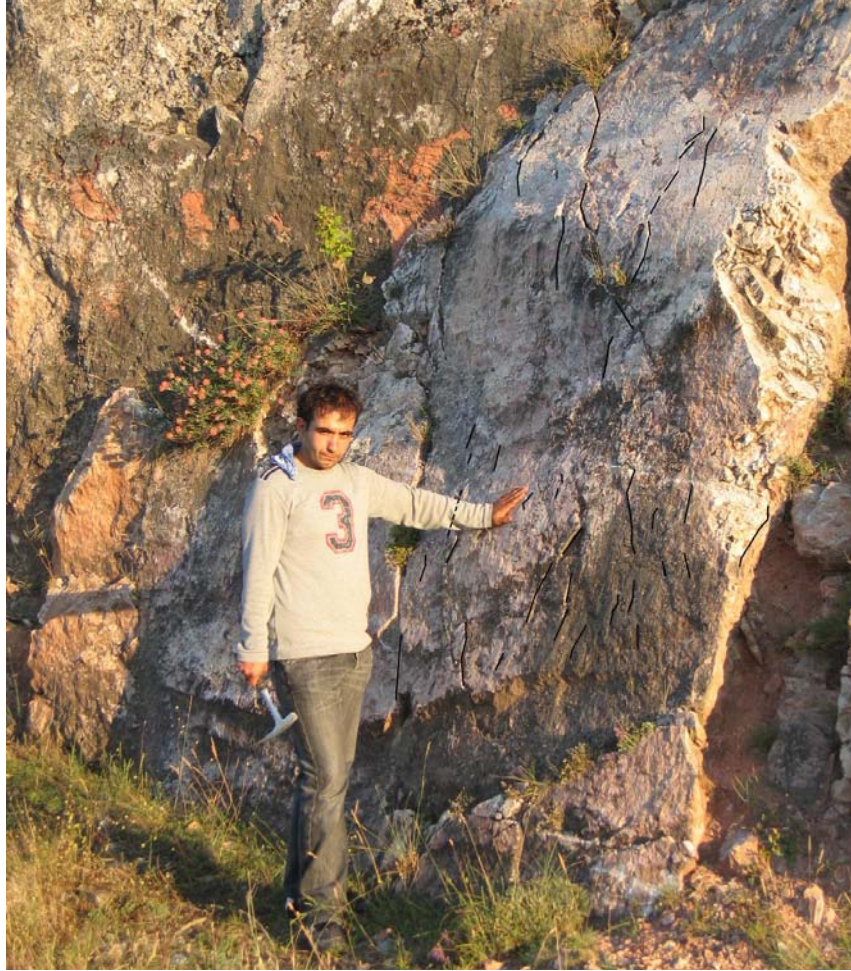
Güneydeki Tokat fay seti üzerinde yapılan arazi çalışmaları sırasında şist ve mermerlerden oluşan birimlerde bölgedeki genç ve aktif faylanmayı gösterebilecek yoğun bir faylanma görülmemekle beraber bölgenin jeomorfolojik görünümü de dikkate alındığında bu fay setine ait olan ve normal faylanma çözümü veren bir lokalitede gözlemler yapılmıştır (Şekil 3.2).



**Şekil 3.2:** Yaklaşık D-B Uzunımlı Tokat Fay Setinde Gözlenen Permo-Triyas Yaşlı Tokat Karışığına Ait Mermerler İçerisinde Gelişmiş Normal Faylanma Sarplıkları

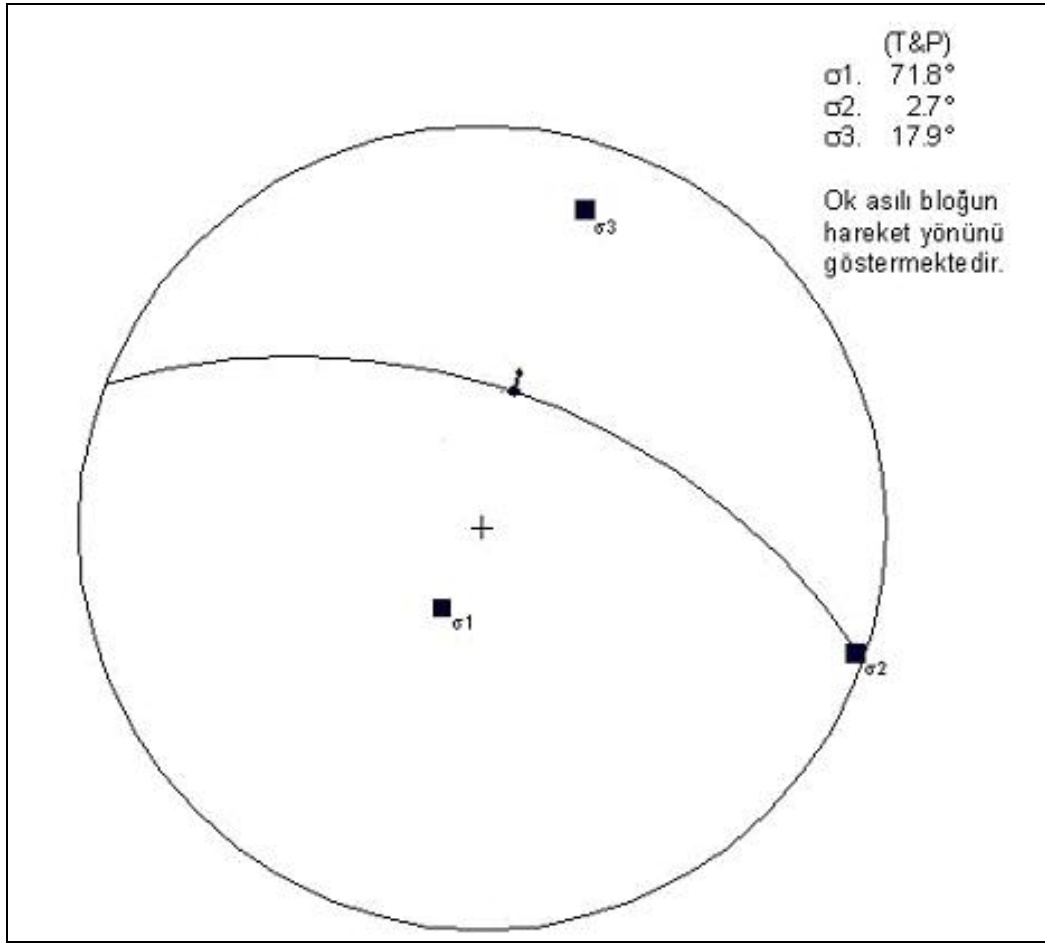


Cidalar Tepe'nin kuzeye bakan yaklaşık D-B uzanlı kesimi boyunca gerçekleştirilen arazi gözlemlerinde K 69° B, 63° KD durumlu bir fay düzlemi llmüřtür. Üzerinde dalım miktarı ve yönü 87° ile KD olan bu normal fay düzleminde başka herhangi bir düzlem gözlenememiştir (şekil 3.3).



**şekil 3.3:** Permo-Triyas Yaşlı Tokat Karışığına Ait Mermerler İçerisinde Gözlenen ve Kazova Havzası'nı Güneyden Sınırlayan Tokat Fay Setine Ait Normal Fay Düzlemi.

Bu faydan alınan fay düzlem durumu kinematik analiz yöntemlerinden **Carey (1979)** yöntemi ile bilgisayarda değerlendirilmiş ve bölgede etkin olan normal faylanmanın varlığı gerilme eksenleriyle ortaya konmuştur (şekil 3.4). şekilde görülebileceği gibi en büyük gerilme eksenini olan  $\sigma_1$  düşeye yaklaşık olarak gözlenirken  $\sigma_3$  ve  $\sigma_2$  yataya yakın olduğu saptanmıştır. Bu sonuçta bölge de normal bir fayın varlığını göstermektedir. Ancak bölgede başka bir fay düzlemi gözlenememesi nedeniyle bu ölüm bir dereceye kadar güvenilebilir.



**Şekil 3.4:** Arazide Yapılan Fay Ölçümlerinin Carey Yöntemiyle Kinematik Analizi

Tokat fay setinin geneli için düşünülen doğrultu atımlı fay sisteminden ziyade normal faylanmanın varlığı kinematik ölçümlerle, fay zonunun arazide görünümü ise morfolojik olarak ifade edilebilir. Yani arazideki jeomorfolojik görünümün doğrultu atımlı bir fay zonundan ziyade normal fay sistemiyle oluşmuş olabileceğini söylemek yerinde olur. Bu da araştırmacıların; **Bozkurt ve Koçyiğit (1996)** fay zonu ile ilgili gerçekleştirdikleri ikinci çalışma görüşleriyle uyumaktadır.

Ölçülen bu fay düzleminin hemen doğusunda, Tokat karışığını oluşturan mermerlerle beraber bulunan yeşil şistlerde K 79° D, 72° KB durumlu ve 88° ile KB ya dalmı bir ters fay düzlemi de tespit edilmiştir. Ancak, bu ters fayın bir tektonosedimanter karışık olan Tokat karışığı içinde geliştiği ve Tokat fay setine göre daha yaşlı olduğunu söylemek gerekir.

#### 4. VERİ KAYNAKLARI VE UZAKTAN ALGILAMA

Topografik haritaların belirli standartları taşınması, ölçekli olması ve veri enterpolasyonunu sağlayacak niteliklere sahip olması zorunludur. Bölgesel bazda yapılan Jeomorfolojik çalışmalarda genellikle 1/25 000 ölçekli standart topografik haritalar kullanılır. Özellikle büyük alanlarda çalışmak, yorum yapmak, değerlendirmek ve arazide bizzat kontrol yapmak oldukça zordur. Uzaktan algılama verileri başka kaynaklardan elde edilemeyecek bilgiler sunarlar (**Kaya, 1999**).

Uzaktan algılamada görünür bölgenin dışındaki elektromanyetik enerji de kaydedildiğinde yüzey şekilleri hakkındaki birçok bilgi çok spektrumlu olarak ve dijital ortamda kaydedilir. Kaydedilen bu veriler değişik disiplinlerde, değişik algoritmalar kullanılarak, birçok amaç için bilgisayar ortamında değerlendirme olanağı sağlanır (**Kaya, 1999**).

Arazi yapısının arazide veya topografik haritalardan elde edilemediği durumda: Büyük alanlarda mesafelerin çok olması veya fiziksel zorluklar nedeniyle birçok bilgiye kısa zamanda ulaşma imkânı yoktur. Harita yapımı sırasında arazinin her detayının tamamen görüldüğü durumlar oldukça azdır. Bu durumlarda önsel bilgilere ulaşılması, bölge üstünde bilinen değerlere ulaşarak yorumlanması için uzaktan algılama verilerinin kullanımı yararlı olacaktır (**Kaya ve diğ., 2004**).

Sinoptik görünüş: Uydu görüntülerinin sağladığı en önemli özelliklerden birisi, yeryüzünü, yersel yöntemlerle yapılan haritalardan çok daha farklı yapıda gösteriyor olmasıdır. Çöldeki kumul hareketlerin izlenmesi buna örnek olarak gösterilebilir. Uzaktan algılama verilerinin diğer verilere göre önemli bir avantajı tek bir görüntüsü ile daha geniş alanları göstermesidir. Bu durum bölgesel modellerin incelenmesi açısından önemlidir ve büyük bir avantajdır (**Kaya, 1999**).

## **5. ÇALIŞMADA KULLANILAN VERİLERİN ÖZELLİKLERİ**

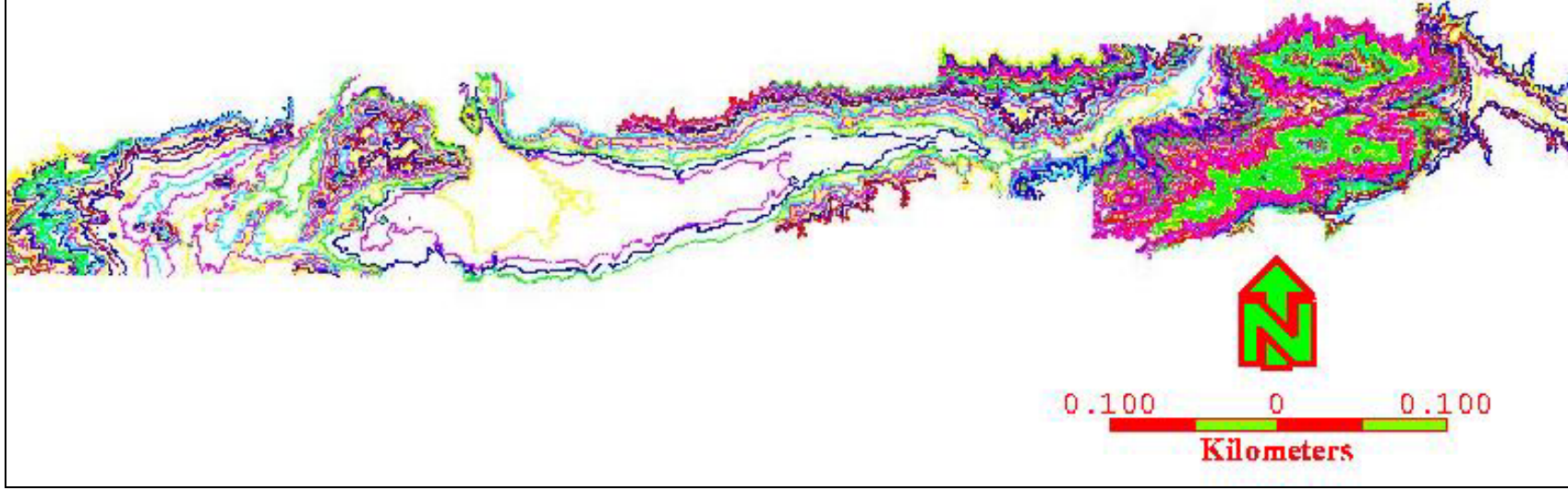
### **5.1. Topografik Veriler**

Çalışma bölgesine ait Harita Genel Komutanlığı'nın ürettiği 16 adet 1/25 000 ölçekli standart topografik harita baz alınmıştır (Tablo 5.1). Bu haritalar, 20 metrede bir eş yükselti eğrileri sayılaştırılarak bilgisayar ortamına RASTER2-VECTOR ve AUTO-CAD Land Enabled programları yardımıyla aktarılmıştır (Şekil 5.1). Harita üzerindeki her bir özellik bir katman (layer) olarak alınmıştır. Bu, veri gruplarının analizine, sorgulanmasına ve bilgi sistemi tabanlı çalışmalara kolaylık getirecektir. Ayrıca bölgenin yersel olarak üretilmiş verileri sayısallaştırılmış ve aynı koordinat sistemine (UTM) getirilmiştir. Sayısallaştırılan bu haritalar uydu görüntüsü üzerinde de gösterilmiştir (Şekil 5.2).

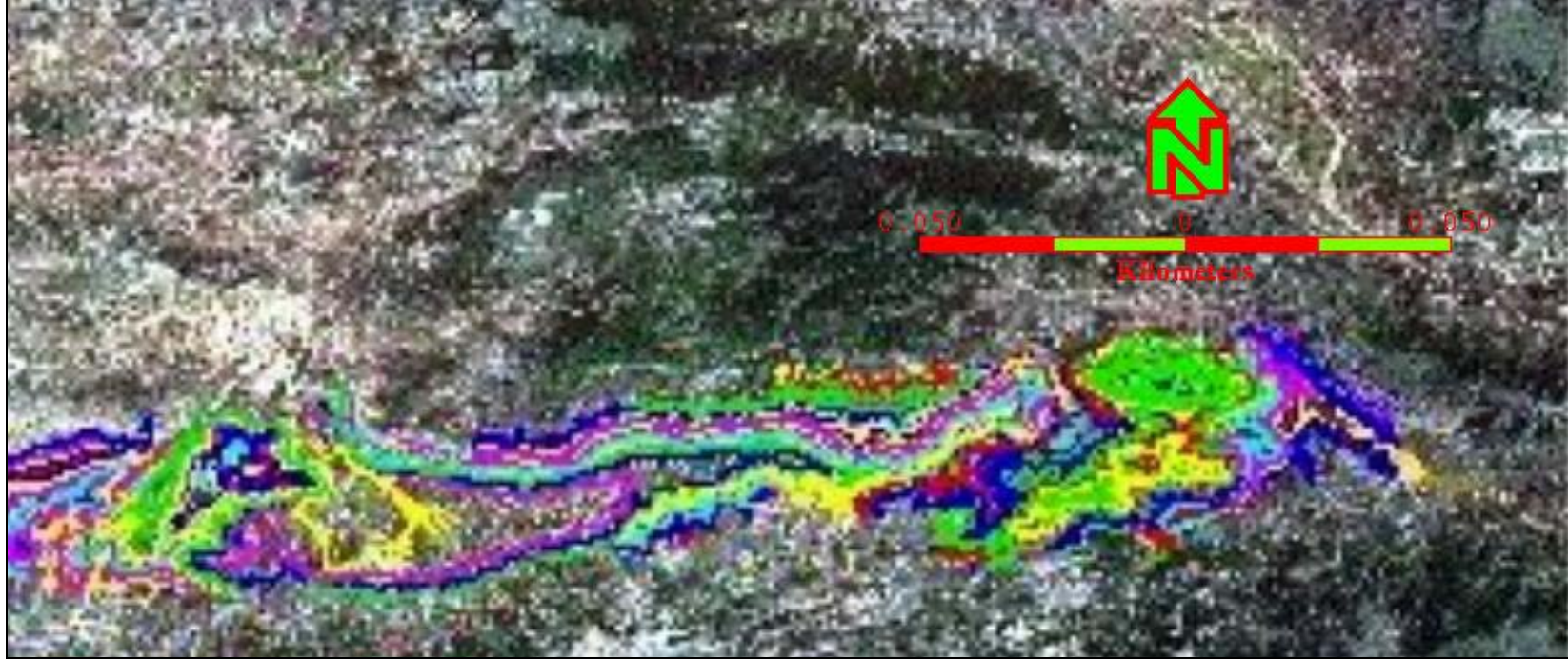
**Tablo 5.1:** Çalışmada Kullanılan 1\25 000 Ölçekli Topografik Pafta İndeksi

ÇORUM PAFTALARI						TOKAT PAFTALARI					
						H37 a1	H37 a2	H37 b1	H37 b2		
		H35 b4	H35 b3	H36 a4	H36 a3	H36 b4	H36 b3	H37 a4	H37 a3	H37 b4	H37 b3
H35 d1	H35 d2										

Sayısallaştırılan eş yükselti eğrilerinin arazi yapılarını en iyi şekilde ortaya çıkarmak ve topografyanın iyi yorumlanabilmesi için eş yükselti eğrileri gruplandırılmıştır (Şekil 5.1). Her 20 metrede bir yükseklik değerleri farklı renklere atanarak ArcView ortamında sorgulanmıştır. Jeolojik ve jeomorfolojik açıdan, topografyanın bu tür değerlendirilmesi, yüzeylerin yorumlanmasına, yapıların aralarındaki ilişkilerin ortaya çıkarılmasına katkı sağlamıştır.

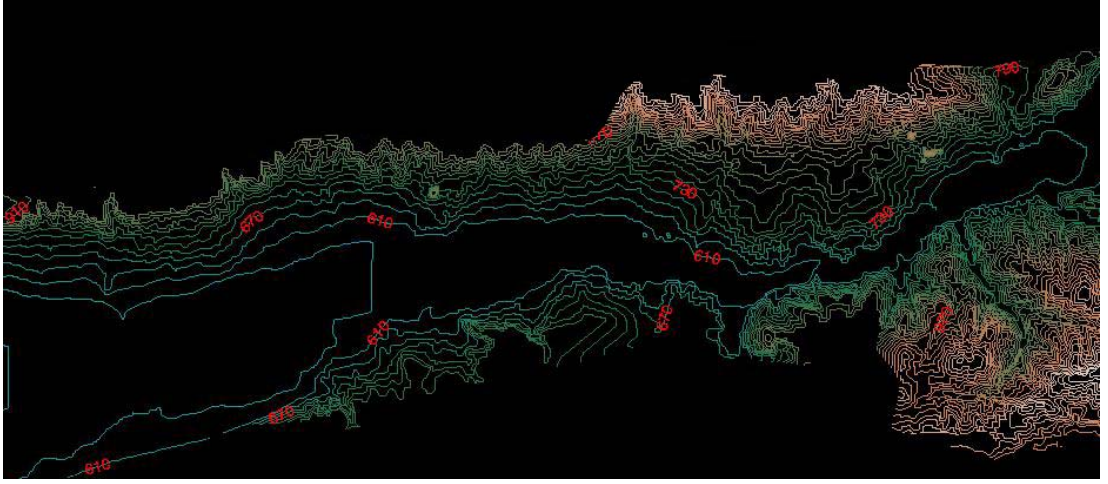


**Şekil 5.1:** Bölgenin ayrı renklerde sayısallaştırılmış veri grubu

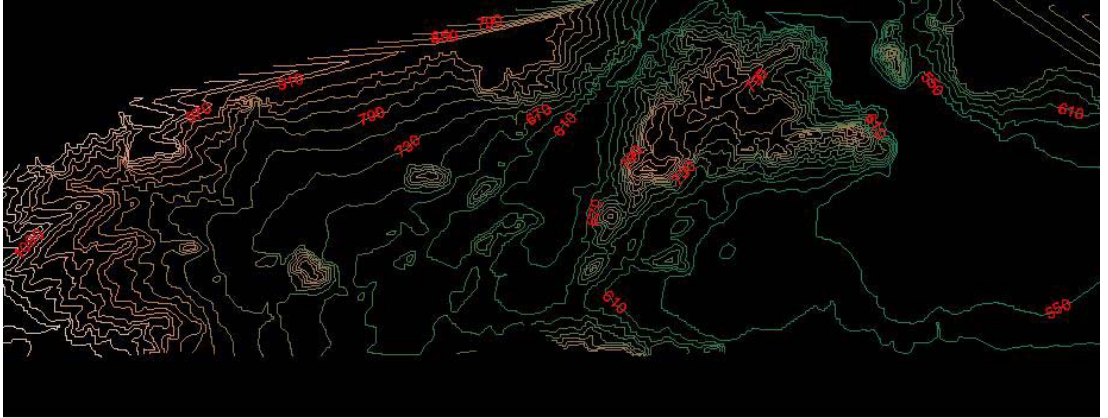


**Şekil 5.2:** Sayısallaştırılmış Harita Verilerinin Uydu Görüntüsü Üzerinde Gösterilmesi

Ayrıca Er. Mapper v6.0 programında elde edilen sayısal haritaların sayısallaştırma analizi sonucu tesviye eğrileri gruplandırıldı (Şekil 5.3), (Şekil 5.4), (Şekil 5.5).

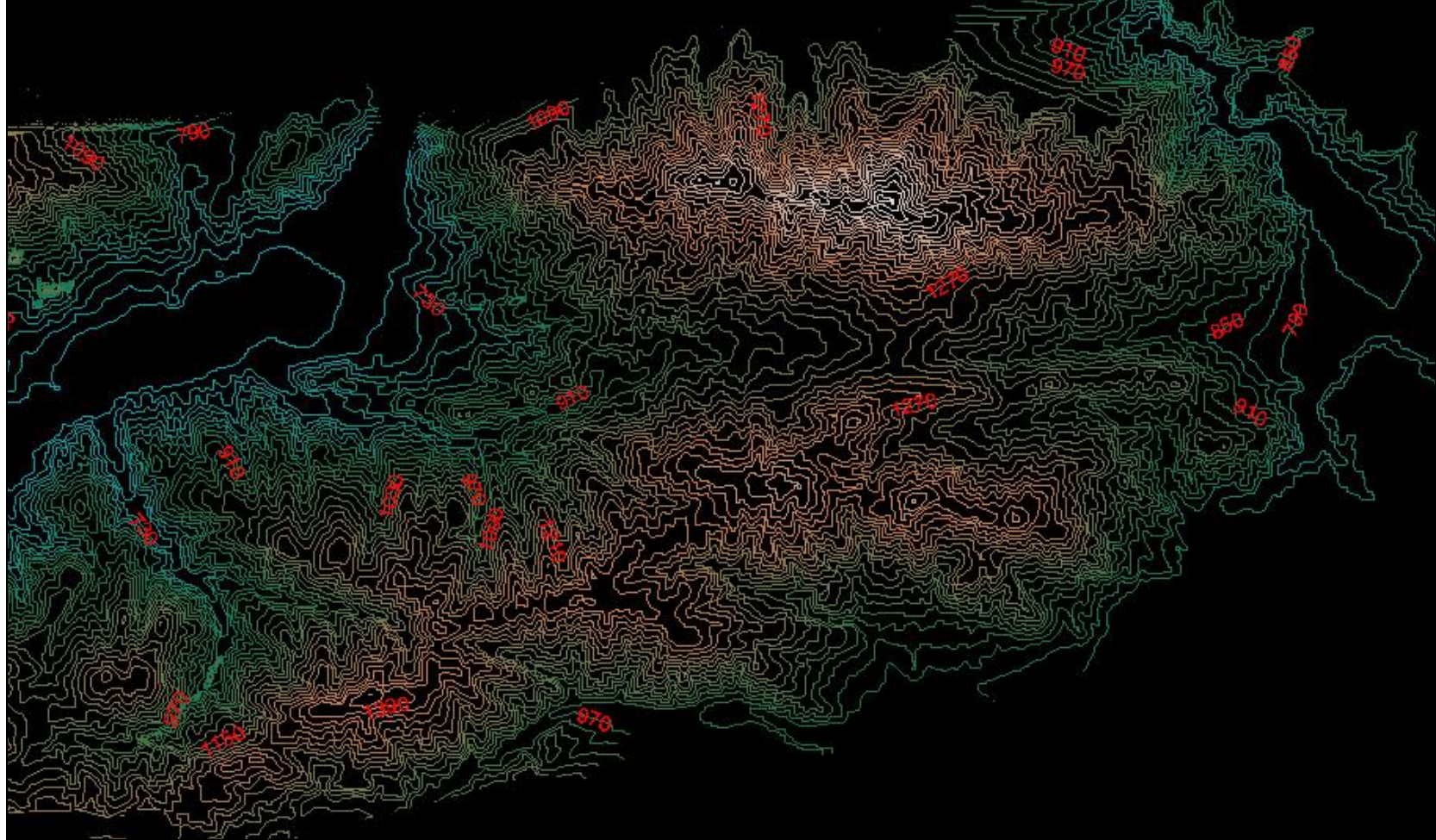


**Şekil 5.3:** Er Mapper Programında Yapılan Sayısallaştırma Analiz Sonuç Görüntüsü



**Şekil 5.4:** Er Mapper Programında Yapılan Sayısallaştırma Analiz Sonuç Görüntüsü

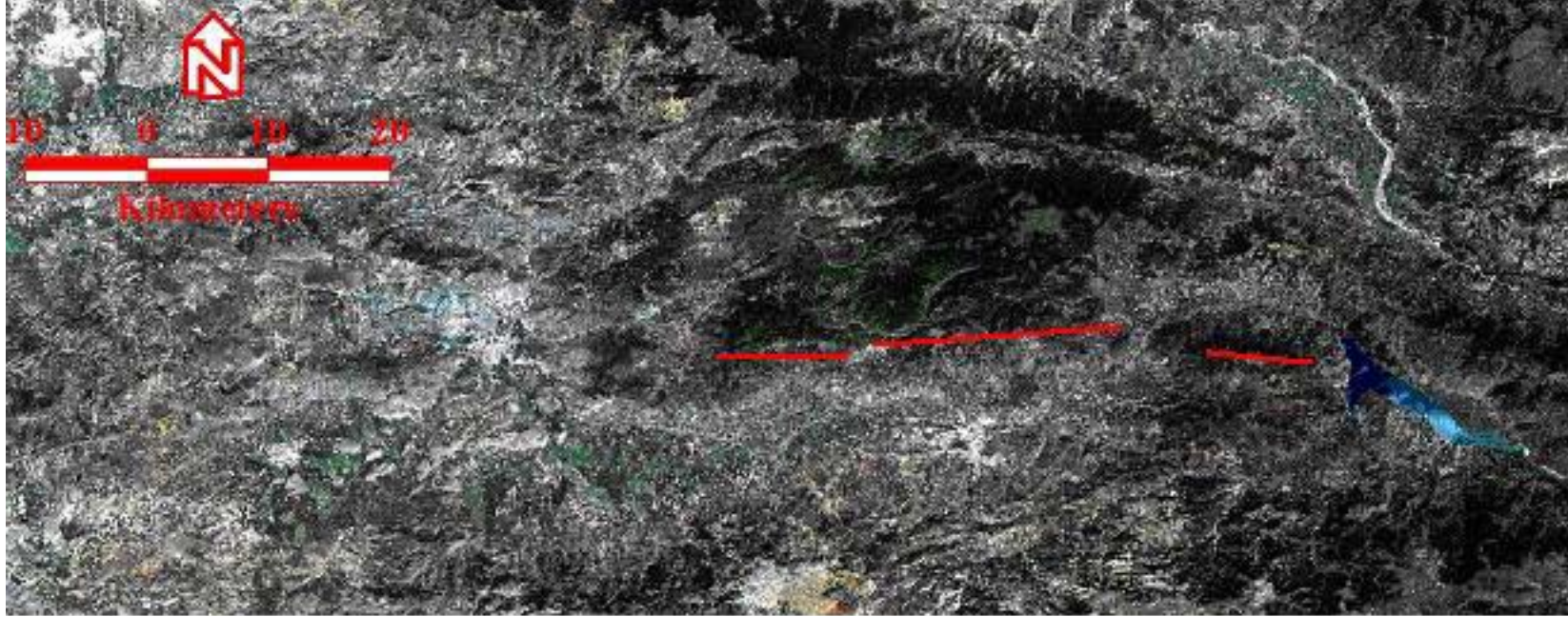




Şekil 5.5: Er Mapper Programında Yapılan Sayısallaştırma Analiz Sonuç Görüntüsü

## 5.2 Uydu Görüntüleri

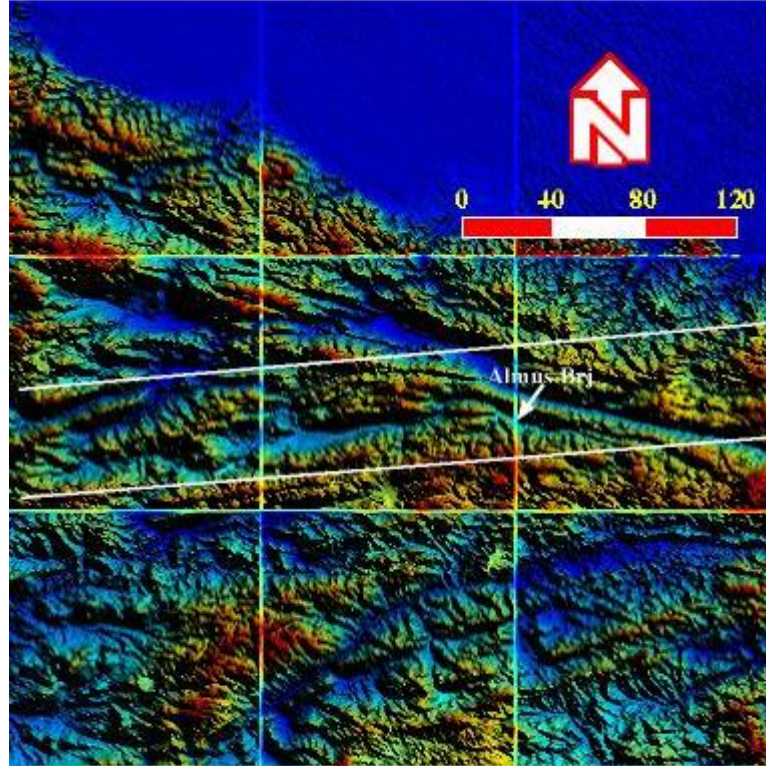
Landsat 5 TM algılayıcısı, NASA tarafından yeryüzü kaynaklarının araştırılması için 01. Mart 1984'de uzaya yerleştirilmiştir. Halen veri üretmektedir. Landsat 5 TM algılayıcısı 7 farklı spektral bant aralığında algılama yapmakta, dünyadan 705 km. yüksekte bir yörüngeye sahip olup, 30 m. çözünürlüklü, 6. bant (Isıl bant)'da 120 m. çözünürlüğe sahip olan ve yeryüzünün tamamını 16 günde tarayan, yeryüzünün sivil amaçlı araştırılmasını amaçlayan bir uzaktan algılama sistemidir. 8 bitlik bir radyometrik çözünürlüğe sahiptir. Görünür bölgede 1, 2, 3. bantları kayıt yaparken, 4, 5, 7. bantları yansıyan kızıl ötesi bölgede kayıt yapar. Sıcaklık haritalarının yapımında kullanılan 6. bant ise ısıl kızıl ötesi bölgede algılama yapar. Bu çalışmada kullanılan Landsat TM görüntüleri 22 Haziran 2000 tarihlidir (Şekil 5.6).



Şekil 5.6: Bölgeye Ait Landsat TM Uydu Görüntüsü

### 5.3. Çalışmada Kullanılan Diğer Uzaktan Algılama Verileri

Bu çalışmada 13 Mayıs 2001 tarihli 60 x 60 km<sup>2</sup> genişliğe sahip, fay zonunu da içine alan 10 adet SRTM verisi de kullanılmıştır. Bu görüntüler birleştirilerek mosaikleme işlemine tabi tutulmuştur (Şekil 5.7).



Şekil 5.7: SRTM Verilerinden Oluşturulmuş Mosaik Görüntü

## 6. UZAKTAN ALGILAMA VERİLERİNİN GEOMETRİK OLARAK DÜZELTİLMESİ

Orijinal uydu görüntüleri, genelde geometrik distorsiyonlar içerir ve bundan dolayı harita amaçlı kullanılamazlar. Bu distorsiyonların kaynağı ise, algılayıcının yüksekliğindeki, konumundaki ve algılayıcı platformun hızındaki değişimler ile yeryüzü eğikliği ve atmosferdeki kırılmadır. Bundan dolayı uydu verilerinin haritanın geometrik özelliklerine sahip olacak şekilde bir projeksiyon sisteminde olması amaçlanır (**Kavak, 2005**).

Uydu görüntülerinin geometrik düzeltmeleri iki yaklaşımla yapılabilmektedir. Birinci yaklaşım, sistematik olan distorsiyonların hata kaynakları matematiksel olarak modellenmesine dayanılarak uygulanır. Sistematik olmayan yani gelişigüzel dağılan distorsiyonlar ile bilinmeyen sistematik distorsiyonlara yönelik diğer yaklaşımda ise, görüntüde homojen dağılmış, konumu belirgin yol kesişimleri, farklı kıyı çizgisel özellikler gibi yer kontrol noktaları (YKN) ile bu noktaların harita karşılıkları arasında matematiksel bağıntı kurularak distorsiyonlar giderilir.

Görüntünün geometrisi ve harita projeksiyonunun tipi, polinomun derecesini ve kompleksliğini belirler (**Kaya, 1999**).

Uydu verilerinin geometrik düzeltilmesinde genellikle 1. derece lineer transformasyonu kullanılmaktadır. Sebebi ise, dünya yüzeyinde küçük alanlarda çalışılması ve bu transformasyon şeklinin yeterli sonucu vermesidir. Polinom en küçük kareler yöntemine göre hesaplanmaktadır (**Kaya, 1999**).

## **6.1. Yeniden Örnekleme (Resampling)**

Yeniden örnekleme, seçilen referans koordinat sisteminin, görüntünün x-y eksenine karşılık gelen yeni bir kareler ağı içerisinde yeni veri dosya değeri hesaplayacak şekilde yeniden kayıt edilmesidir. Dönüşüm işleminden sonra geometrik düzeltmesi yapılmış görüntü için seçilen yöntemle göre piksel değerleri yeniden hesaplanır. Kullanılmakta olan üç farklı yeniden örnekleme yöntemi vardır **(Kaya, 1999)**.

### **6.1.1. En Yakın Komşuluk Yöntemi**

Bu yöntemde dönüşümü yapılacak pikselin değerine, kendisine en yakın pikselin sayısal değeri atanır. Bu yöntemin diğer yöntemlere göre avantajı, hesap kolaylığı sağlayıp kısa sürmesi ve sayısal değerler değişmediği için veri kaybının olmamasıdır. Diyagonal doğrular üzerinde merdiven görüntüsü oluşturması ise yöntemin dezavantajıdır **(Kaya, 1999)**.

### **6.1.2. Bilineer Enterpolasyon Yöntemi**

Bu yöntemde en yakın dört pikselin yaklaşık ağırlıklı ortalaması dönüşümü yapılacak piksele sayısal değer olarak atanır. Uzaysal olarak En Yakın Komşuluk Yöntemine göre daha fazla bir doğruluk elde edilir. Piksellerin ortalama değerlerinin alındığı katlama etkisi oluşması ve kenar düzeltmesinden dolayı veri kaybı olması yöntemin dezavantajıdır **(Kaya, 1999)**.

### **6.1.3. Kübik Katlama Konvolüsyon Yöntemi**

En yakın 16 pikselin ağırlıklı ortalama değeri, dönüşümü yapılacak piksele değer olarak atanan bu yöntem en doğru örnekleme yöntemidir. Görüntü keskinleşmekte ve gürültü etkisi azalmaktadır. Piksellerin sayısal değerlerinin değişmesi ve hesap yoğunluğundan dolayı diğer yöntemlere göre yavaş olması dezavantaj olarak görülür **(Kaya, 1999)**.

## 7. UYDU VERİLERİNİN REKTİFİKASYONU VE UTM PROJEKSİYONU

Üzerlerinde yeryüzü koordinatları bulunmayan, geometrik olarak düzeltme yapılamamış uzaktan algılama verileri, yeryüzünde konuma dayalı olarak üretilen bilgilerle veri entegrasyonunun sağlanması için yeryüzünü tanımlayan bir projeksiyon sisteminde koordinatlandırılmalıdır. Landsat 5 TM verileri 1/25 000 ölçekli standart topografik haritalar üzerinde grafik olarak elde edilen yer kontrol noktaları kullanılarak jeoreferanslandırılmıştır. Görüntü üzerinde keskin bir şekilde görülen noktaların harita karşılığı olarak yer kontrol noktaları üretilmiştir. Bu noktalar ırmakların ayrıldığı, yolların kesiştiği ve akarsu yatakları gibi çizgisel özellik taşıyan objelerden seçilmiştir. Yer koordinat sistemleri ile görüntü koordinat sistemleri arasındaki bağıntıyı sağlayan transformasyon eşitlikleri 1. derece lineer transformasyon işlemleri sonucunda bulunur. En küçük kareler yöntemine göre dönüşüm katsayıları bulunarak uzaktan algılama verileri UTM projeksiyon sistemine dönüştürülmüştür. Dönüşümde 5 adet yer kontrol noktası homojen olarak dağıtılarak kullanılmıştır. Dönüşüm toplam 0.7 piksel Karese Ortalama Hata (KOH) ile yapılmıştır.

Yeniden örnekleme yöntemi olarak da en yakın 4×4 pikselin ağırlıklı ortalaması alınan kübik konvolüsyon yöntemi kullanılmıştır.

Uzaktan algılama verileri ile vektör veri olarak üretilen haritalar aynı koordinat sisteminde oluşturulmuştur. Uzaktan algılama verileri ile topografik verilerin birlikte analizini sağlamak için iki veri grubu arasında entegrasyon kurulmuştur.

## 8. VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE YÖNTEM

### 8.1. Bant Kombinasyonu Analizi

Spektral bantlar arasındaki korelasyon, uzaktan algılama yöntemiyle elde edilen çok spektrumlu görüntü verilerinin analizinde bir problem olarak ortaya çıkar. Bu korelasyonun oluşma sebebi, yeryüzü cisimleri arasındaki doğal spektral korelasyon, topografik eğimin ve komşu spektral bantların arasındaki spektral duyarlılıkların çakışmasıdır. Spektral bantların görsel ve sayısal olarak benzerlik taşıdıkları anlamına gelir (Kaya, 1999).

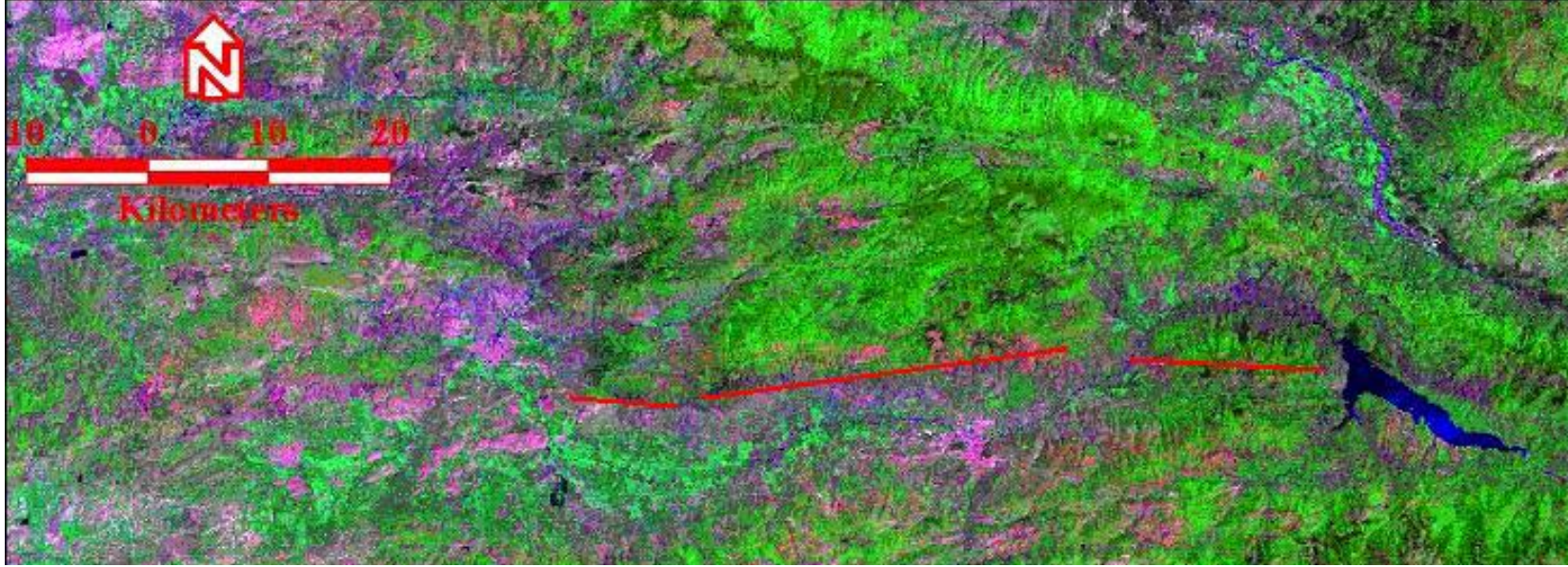
Çalışmada kullanılan çok spektrumlu Landsat 5 TM' 1, 2, 3, 4, 5, 7. bantları arasında en az üç bant kombinasyonunun belirlenmesi için varyans-kovaryans analizi yapılarak bantların birbirlerine göre korelasyon katsayıları hesaplanmıştır (Tablo 4.1). Buna göre korelasyon katsayıları birbirleriyle en düşük olan 1, 4 ve 7. bantlar bu çalışmada RGB kombinasyonu sağlayacak bantlar olarak seçilmiştir.

**Tablo 4.1:** Landsat TM bantları arasındaki Bant Kombinasyon Analizi

Bant/ Bant	1	2	3	4	5	7
1	<b>1.000</b>					
2	0.937	<b>1.000</b>				
3	0.916	0.947	<b>1.000</b>			
4	<b>0.275</b>	0.377	0.279	<b>1.000</b>		
5	0.757	0.780	0.823	0.445	<b>1.000</b>	
7	0.784	0.822	0.838	<b>0.269</b>	0.871	<b>1.000</b>



Bant kombinasyon analizi uydu görüntülerinin jeolojik analizinde de önemli bir faktör olarak karşımıza çıkar. Ancak genel mantık, görünür, yakın ve orta kızılötesi bantlar olarak bilinen sırasıyla 1, 2, 3, 4 ve 5, 7. bantlardan seçilen birer bandın RGB kombinasyon oluşturma mantığıdır (**Drury, 2001**). Böylece farklı dalga boylarını yansıtan bantların bir arada gösterimi sağlanmış olur. Bu çalışmada kullanılan Landsat TM görüntüsünün bant kombinasyon analizi de bu öngörüyle çakışan bantları ortaya çıkarmıştır (Şekil 8.1).



**Şekil 8.1:** Bant Kombinasyon Analizi Sonucuna Göre Oluşturulan 7-4-1 Bantlarının Kombinasyon Görüntüsü

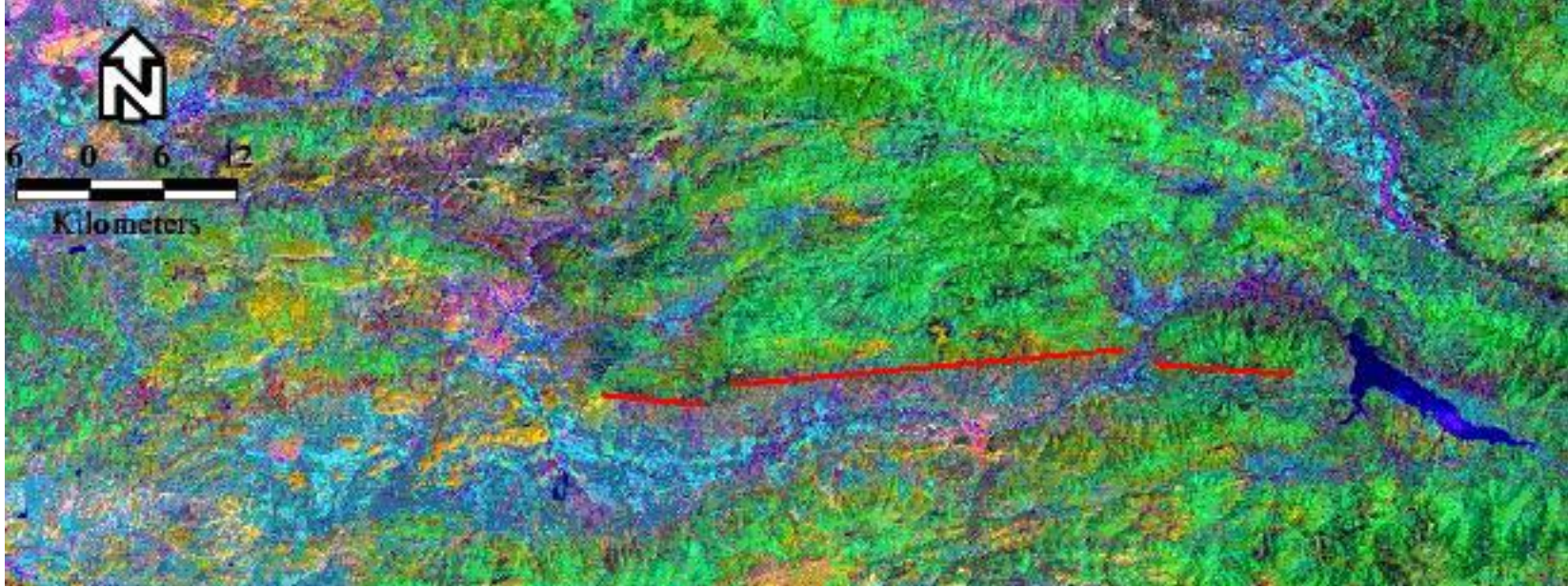
Karakteristik yapısındaki farklılık ve bozucu etki yapmasından dolayı Landsat 5 TM'nin 6. bandı değerlendirme dışında tutulmuştur. Uzaktan algılama verilerinin değerlendirilmesinde, fazla sayıda bantla çalışmak yerine aralarındaki korelasyonu düşük yeterli sayıda bantla çalışmak hem değerlendirmede hem de zaman açısından önemli avantajlar sağlayacaktır (**Kavak, 2004**).

## **8.2 Ana Bileşenler Dönüşümü Analizi**

Bilindiği gibi uydu görüntülerinin analizinde kullanılan temel bileşen analizi bir transformasyon işlemi olup spektral bantların bilgi içeriğinin %90'ından fazlasının bu transformasyon sonucu yaratılan bir RGB kombinasyonda temsil edilmesi esasına dayanır (**Kavak, 2004**). Bu işlem sonucunda ortaya çıkan üç ayrı bileşen RGB uzayında birleştirilir (Şekil 8.2).

Bu çalışmada kullanılan 174/32 ve 175/32 zonlarına ait Landsat TM görüntüsünün ana bileşenler dönüşümü, inceleme alanının 3-2-1 ve 7-4-1 kombinasyonu sonucunda ortaya çıkan gösterimlerden farklı olarak elde edilen RGB gösterimi ortaya çıkarılmıştır.

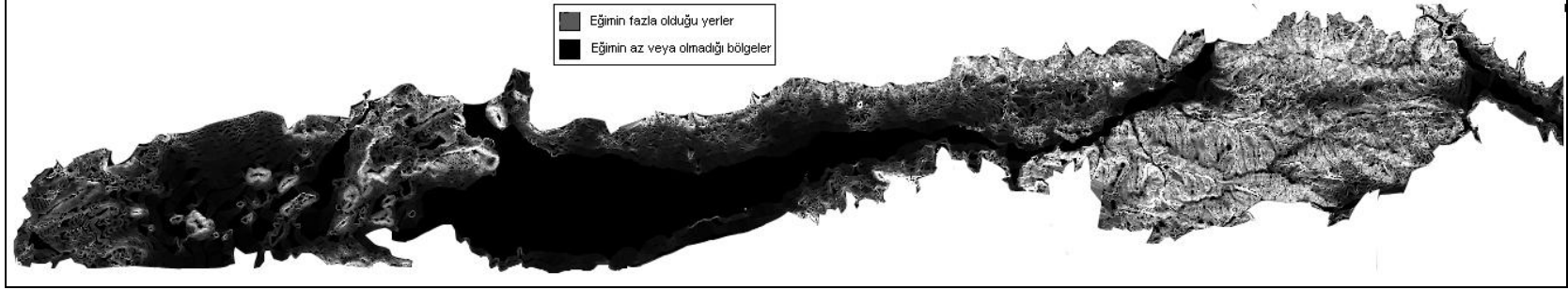
Ana bileşenler dönüşümü sonucunda bölgede yüzeyleyen her bir jeolojik birimi veya diğer yeryüzü örtülerini vurgulayan renk sayısı bölgeye ait 7-4-1 kombinasyonu sonucu oluşan renk sayısına göre daha fazladır. Bu da bölgede birbirinden ayrılabilir farklı örtü türlerinin daha kolay ayrılmasına neden olur (**Kavak, 2004**).



**Şekil 8.2:** Landsat TM Görüntüsünün 3,2 ve 1. Bantlarından Elde Edilen Ana Bileşenler Dönüşümü Sonuç Görüntüsü

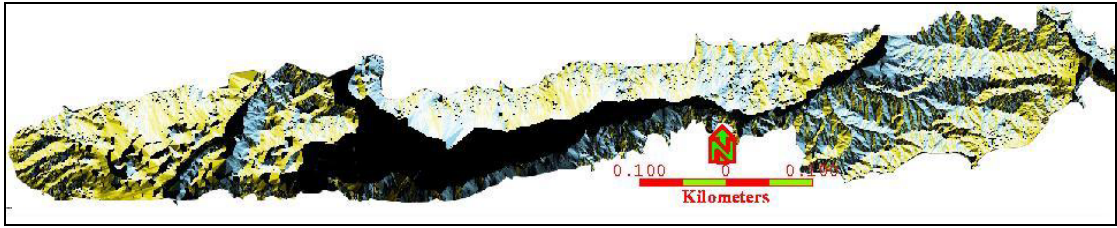
### **8.3 Eğim (Slope) ve Bakı (Aspect) Analizi Görüntüleri**

Almus Fay Zonu'nun ortaya çıkarılmasını amaçlayan inceleme alanına ait 1/25 000 ölçekli yaklaşık 16 adet topografik haritanın sayısallaştırılması sonucunda elde edilen bölgenin Sayısal Arazi Modeline eğim ve bakı durumlarının ortaya çıkarılması amacıyla Er Mapper v6.0 programı üzerinde sayısal arazi modeli yüklü tabakalara eğim-derece ve bakı filtrelemeleri uygulanmıştır. Böylelikle bölgenin eğim ve bakı analiz görüntüleri elde edilmiştir. Eğim analiz görüntüsünde açık gri bölgeler büyük eğimle, koyu gri bölgeler ise küçük (sığ) eğimle gösterilmiştir (Şekil 8.3). Açık ve koyu kesimler arasında meydana gelen çizgisellikler ise olası faylara işaret etmektedir.



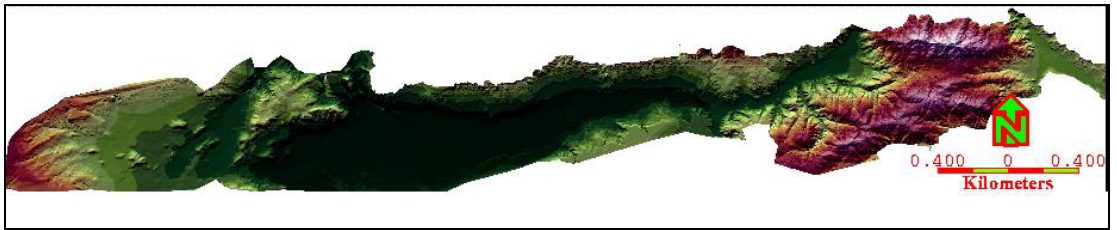
**Şekil 8.3:** Eğim Analiz Görüntüsü

Bakı (aspect), topografik yüzeyin verilen bir noktada kumpas yönünde ölçüsüdür. Bakı azimut cinsinden yatayın yaptığı açı olarak hesaplanır. Burada kuzey referans alınarak yani kuzey 0 derece alınır ve hesap ona göre yapılır. Burada aspect fitresi 0° ile 360° arasında değişen değerler üretir. Buna göre doğuya bakan eğimler 90° lik bakıya, güney yönündeki eğimler 180° ve batı yönündeki eğimler ise 270° lik bir bakıya sahip olurlar. Şekil üzerinde siyah bölümler kuzeyi, beyaz bölümler güneyi, sarı bölümler doğuyu ve mavi bölümler batıyı göstermektedir. (Şekil 8.4).



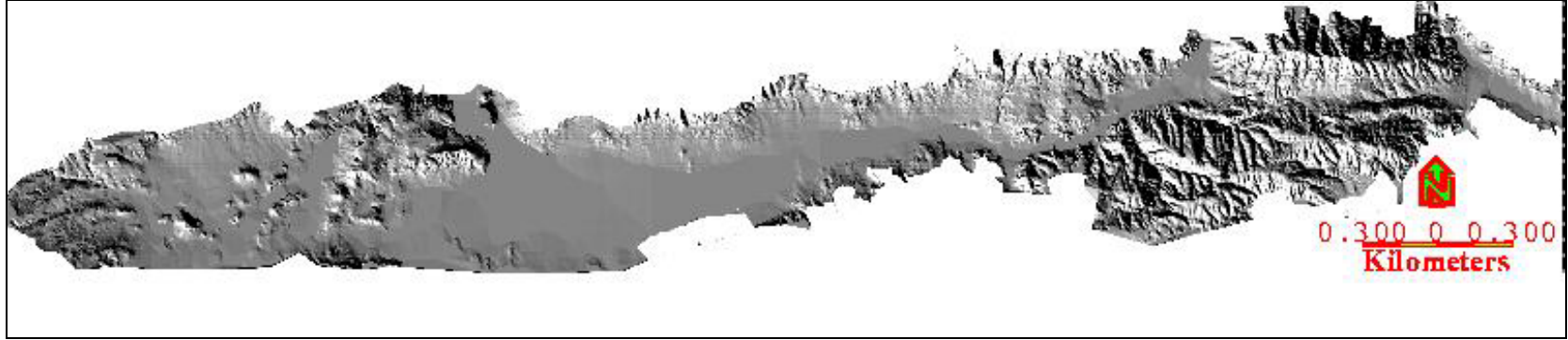
**Şekil 8.4:** Bakı Analiz Görüntüsü

Ayrıca bölgenin topografyasının karakteristik özelliklerini ortaya koymak için Erdas programında 1\25 000 ölçekli topografik haritaların sayısallaştırılması sonucu hazırlanan Sayısal Arazi Modeli (SAM) kullanılarak kabartma ve renklendirme analizleri yapılmıştır. Renklendirme analizinde düzlük kısımlar yeşil ve tonlarında, yükseltinin arttığı kısımlar ise mor, yükseltideki zirveler ise gri tonda gösterilmiştir (Şekil 8.5).



**Şekil 8.5:** Renklendirme Analiz Görüntüsü

Kabartma analiz görüntüsünde ise topografya yapısı yüzey pürüzlülüğü ile gösterilmiştir. Burada pürüzlülüğün az olduğu yerler daha düz alanları, pürüzlülüğün fazla gözüktüğü kısımlar ise daha eğimli kısımları göstermektedir (Şekil 8.6).



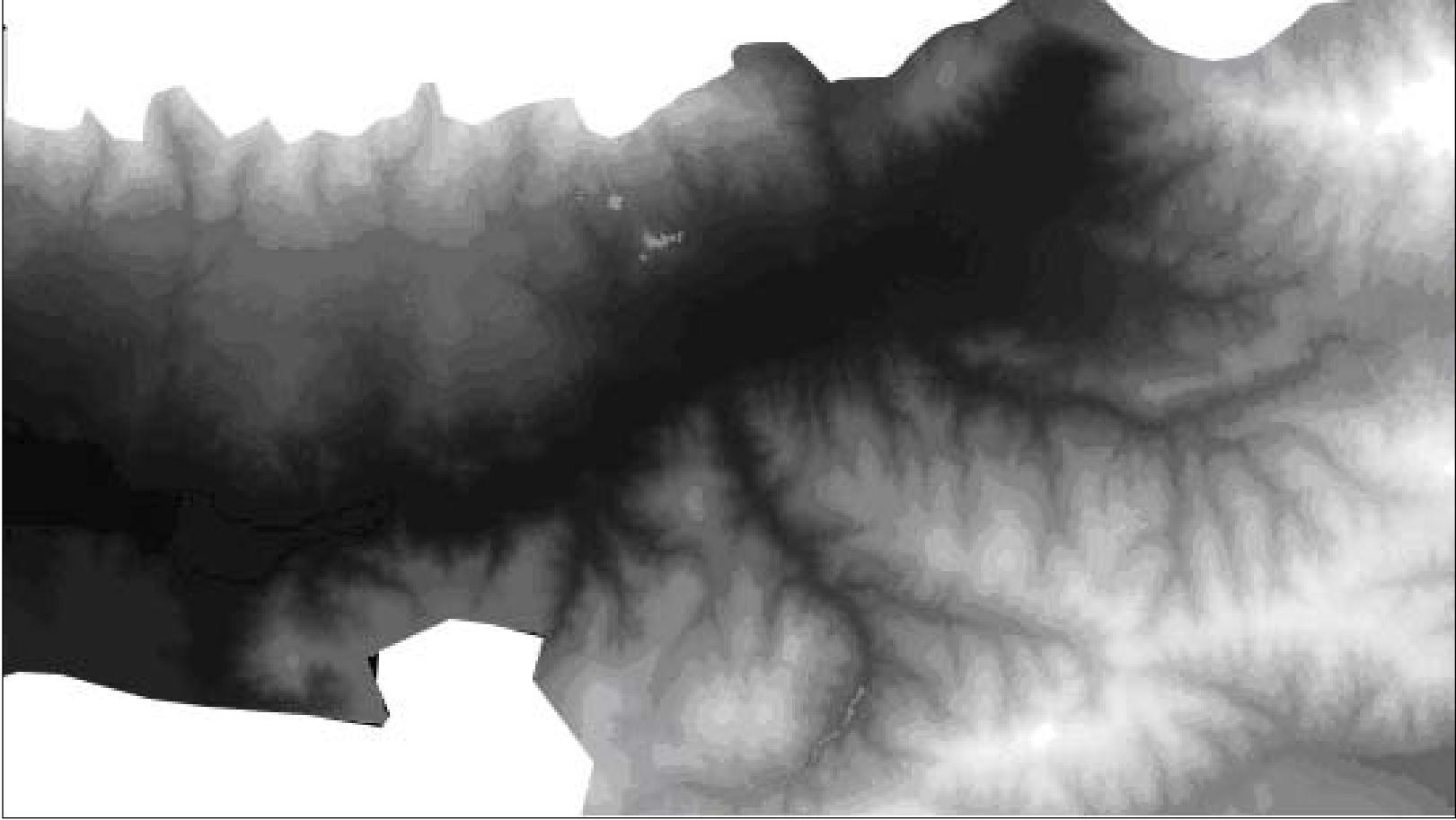
Şekil 8.6: Kabartma Analiz Görüntüsü



## 9. SAYISAL ARAZİ MODELİ

Arazi yüzeyinin sayısal ve üç boyutlu olarak ifade edilmesine Sayısal Arazi Modeli (SAM) denir. Diğer bir ifadeyle, yeterli sıklıkta, yüzeyi tanımlayan konumları bilinen noktalar (x, y, z) yardımıyla amaca uygun, yüzeyin matematiksel ve sayısal olarak tanımlanmasıdır. Noktaların hangi sıklıkta belirleneceği önemli bir faktördür. Çünkü bu noktaların doğruluğu ve araziye ifade ediş sıklığı, sayısal arazi modelinin doğruluğunu belirler. Yüzey ve topografya ile ilgili bütün analizlerin görüntülenmesi ve modellenmesine SAM olanak sağlar. İki boyutlu analizle mümkün olmayan değerlendirmelerin yapılması ve arazi yapılarının ortaya çıkarılması, yükseklik bilgisi sayesinde yeni bilgilerin oluşturulmasıyla sağlanabilir. Veri kaynağı olarak da, yer ölçmeleri, uzaktan algılama ve fotogrametrik veriler ve mevcut sayısallaştırılmış topografik haritalar olabilir. Çalışma bölgesine ait SAM oluşturmak için mevcut, standart olarak üretilen haritaların eş yükselti eğrileri sayısallaştırılıp kullanılmıştır. Aynı zamanda bu yöntem günümüzde en çok kullanılan bu yöntemin doğruluğu haritanın ölçeğine ve sayısallaştırma doğruluğuna bağlıdır (**Kaya, 1999**).

Yapılan çalışmada, çalışma bölgesine ait 1/25 000 ölçekte üretilmiş standart topografik haritaları 20 m. de bir sayısallaştırılarak veri grubu oluşturularak, bu veriler Er Mapper v6.0 programında düzenlenerek yüzeyin sayısal arazi modeli hazırlanmıştır (Şekil 9.2).

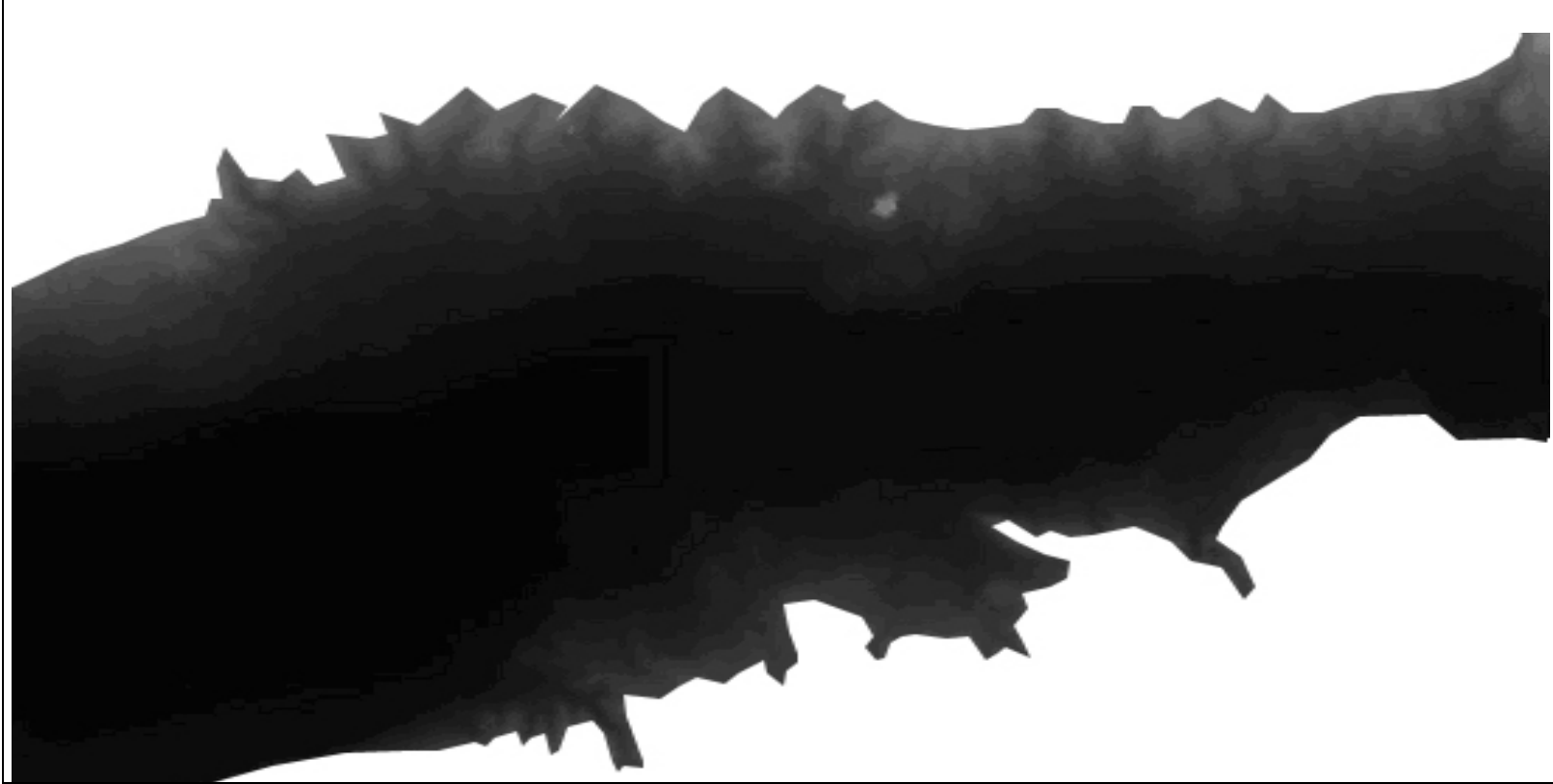


**Şekil 9.1:** Bölgenin Raster Yapıda Sayısal Arazi Modeli Görüntüsünün Doğu Bölümü

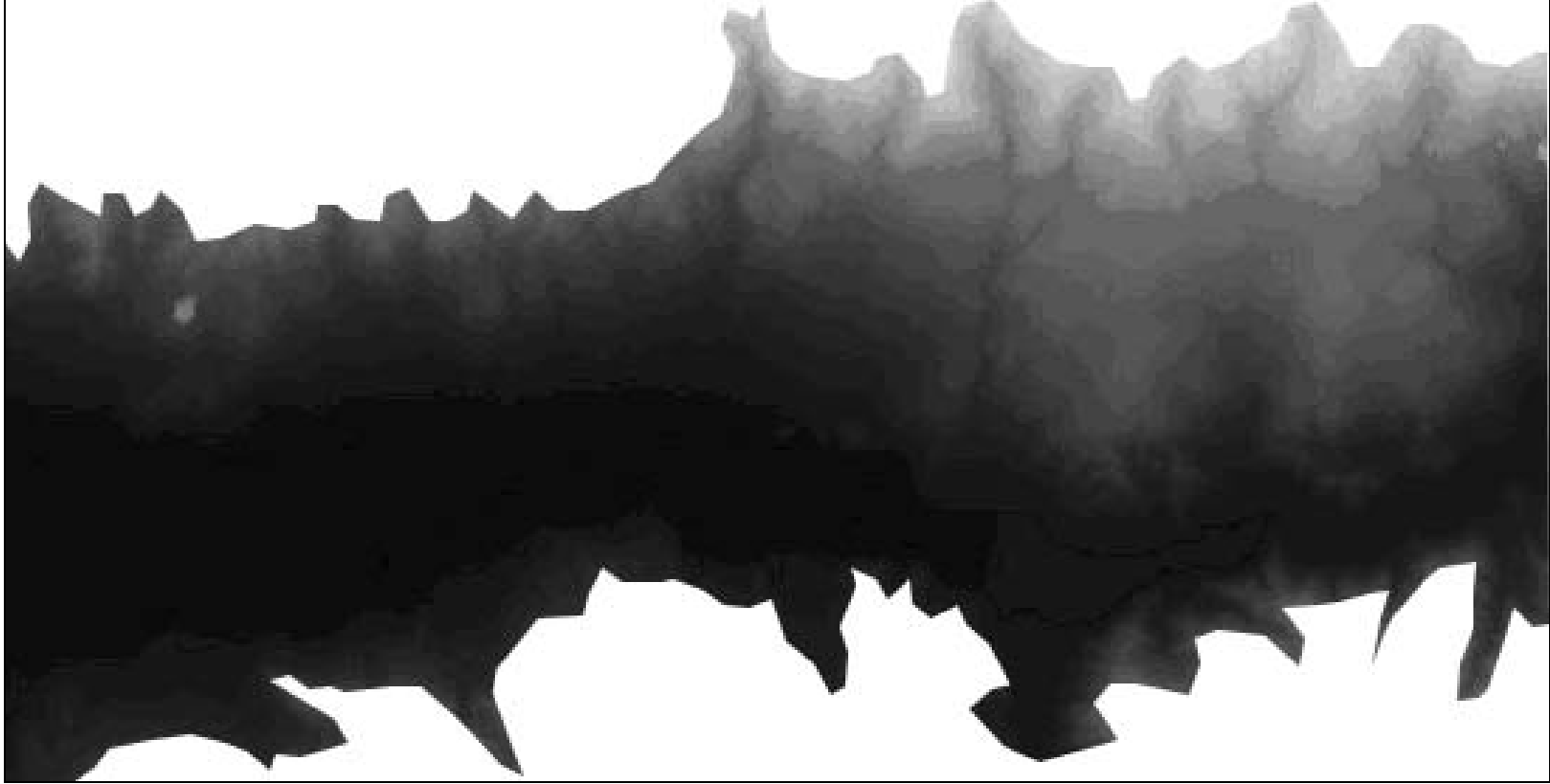
Böylelikle SAM ile uzaktan algılama verileri karşılaştırılarak yorumlanabilirliğin artırılması amaçlanmıştır. Uzaktan algılama verilerinin raster veri olması itibariyle, SAM'ın da raster veri olması için SAM hazırlama yöntemi olarak grid yöntemi kullanılmıştır. Burada gridler arasının ne kadar kısa olduğu yüzeyin gösterim doğruluğunu artırır (Şekil 9.1), (Şekil 9.2), (Şekil 9.3).



**Şekil 9.2:** Bölgenin Raster Yapıda Sayısal Arazi Görüntüsünün Tamamı



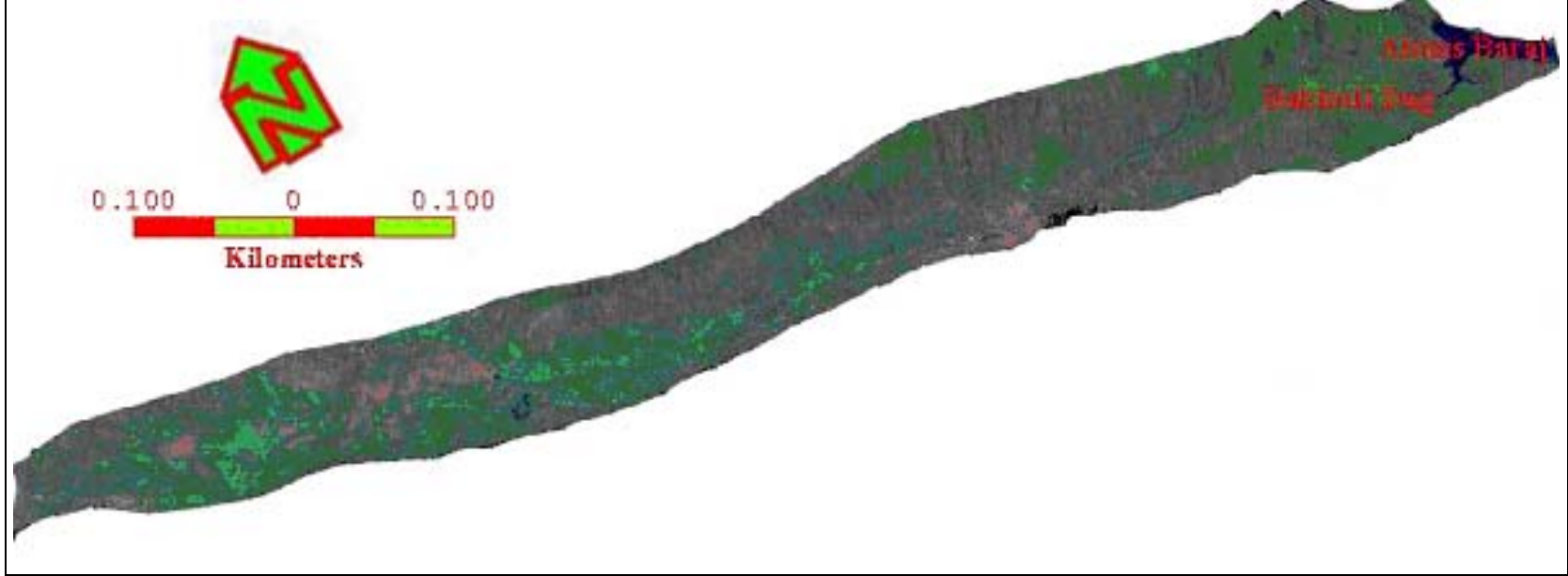
**Şekil 9.3:** Bölgenin Raster Yapıda Sayısal Arazi Modeli Görüntüsünün Orta Bölümü



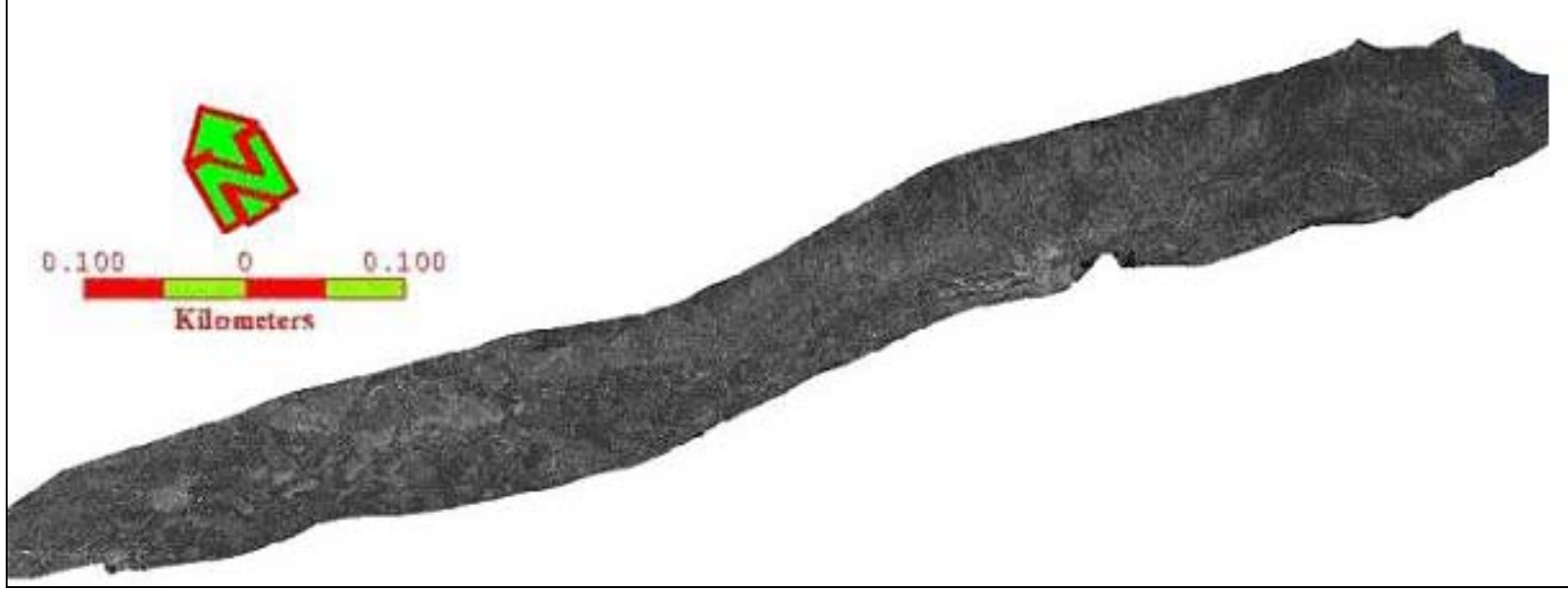
**Şekil 9.4:** Bölgenin Raster Yapıda Sayısal Arazi Görüntüsünün Batı Bölümü

## 10. SAYISAL ARAZİ MODELİ İLE UZAKTAN ALGILAMA VERİLERİNİN ENTEGRASYONU

Günümüz teknolojisiyle, uydulardan elde edilen verilerin kullanımı ve diğer verilerle entegrasyonu bu konunun gelişmesinde etkili olmuştur. Çünkü bu yöntem; uzaktan algılama verilerinin kullanımı, bilgiye hızlı ulaşım, farklı dalga boylarında fazla ve değişik bilgilerin kaydı ve bunların kombinasyonlarının yapılabilmesi, arazi yapılarının belirli ölçekte belirlenebilmesi gibi birçok üstünlüğü taşımaktadır. Bundan dolayı, 1/25 000 ölçekteki topografik haritalardan elde edilen 20 m. de bir sayısallaştırılmış eşyükselti eğrilerinin veri dosyası grid yöntemiyle modellenmiştir. Bu modelin raster veri olması gerekmektedir. Çünkü raster veri olan uzaktan algılama verileriyle entegrasyonun sağlanması bu yöntemle olur. Bu veri grubunun raster veriye çevrilmesinde, çalışmada kullanılan Landsat 5 TM'nin çözünürlüğü olan 30 m. baz alınmıştır. İki veri grubunun çakıştırılmasından sonra uzaktan algılama verilerinin karşılığı olan parlaklık değerine bir yükseklik değeri atanmış olur. Çakıştırılma işleminde uydu görüntüsü üzerinde bant kombinasyonları yapılarak, daha etkili görüntü elde edilir (Şekil 10.1), (Şekil 10.2).



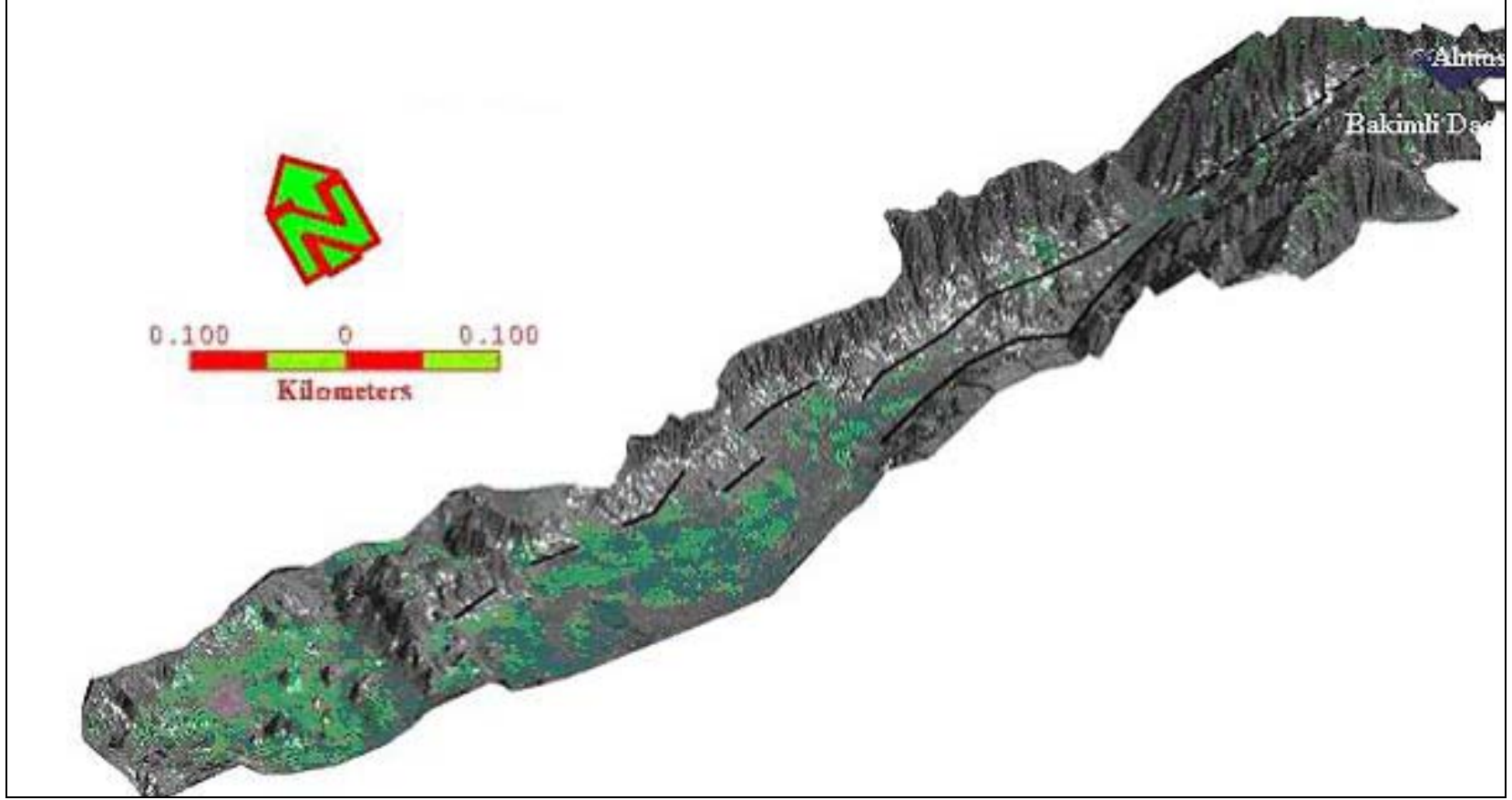
**Şekil 10.1:** Uzaktan Algılama Verisi (Landsat TM 7-4-1 Bantları) İle Sayısal Arazi Modeli Çakıştırılmış Görüntü



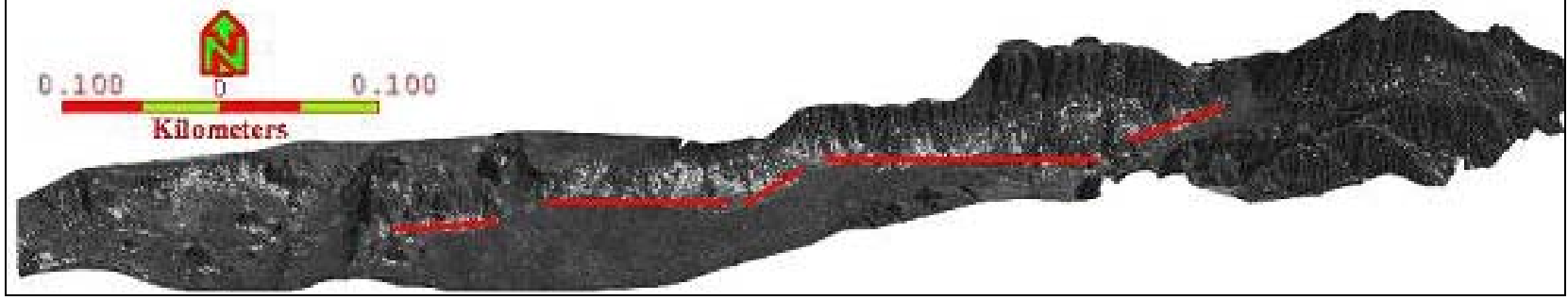
**Şekil 10.2:** Uzaktan Algılama Verisi (Landsat TM 3-2-1 Bantları) İle Sayısal Arazi Modeli Çakıştırılmış Görüntü



Modele yükseklik faktörü de verilerek SAM oluşturulur. Raster verideki SAM da en yüksek noktanın gri değeri 255, en düşük noktanın gri değeri 0 alınarak enterpolasyon yapılır ve vektör-raster dönüşümü sonucunda gri değerler çıktı sonucu olarak alınır (Şekil 9.2). Oluşturulan modele ışıklandırma yapılarak çizgiselliklerin açığa çıkması da kolaylaştırılır (Şekil 10. 3), (Şekil 10. 4) .



**Şekil 10. 3:** Uzaktan Algılama Verisi (Landsat TM) İle Sayısal Arazi Modeli Çakıştırılmış Görüntüsünün Işıklandırılmış Hali



**Şekil 10. 4:** Uzaktan Algılama Verisi Landsat TM Görüntüsü İle Sayısal Arazi Modeli Çakıştırılmış Görüntüsünün Işıklandırılmış Hali

## 11. SONUÇLAR

İnceleme alanında yapılan arazi çalışmaları sonucunda Almus Fay Zonu'nun doğrultu atımlı karakterini gösterebilecek belirgin bir yüzey verisi gözlenememiştir. Fay zonunun Kazova Havzası'nı sınırlarını oluşturması doğrultu atımdan ziyade normal faylanmayla açıklanabilecek bir sistemi göstermektedir. Ayrıca arazide yapılan fay ölçümleri sonucu yapılan Carey kinematik analiz yönteminde büyük gerilme eksenini  $\sigma_1$ 'in düşeye yaklaşık çıkması fayın normal fay olduğunu işaret etmektedir. Bu sonuç daha önce yapılan çalışmada; **Bozkurt ve Koçyiğit (1996)**, AFZ'nin negatif çizek yapısında olduğunu belirtmesiyle de açıklanmıştır.

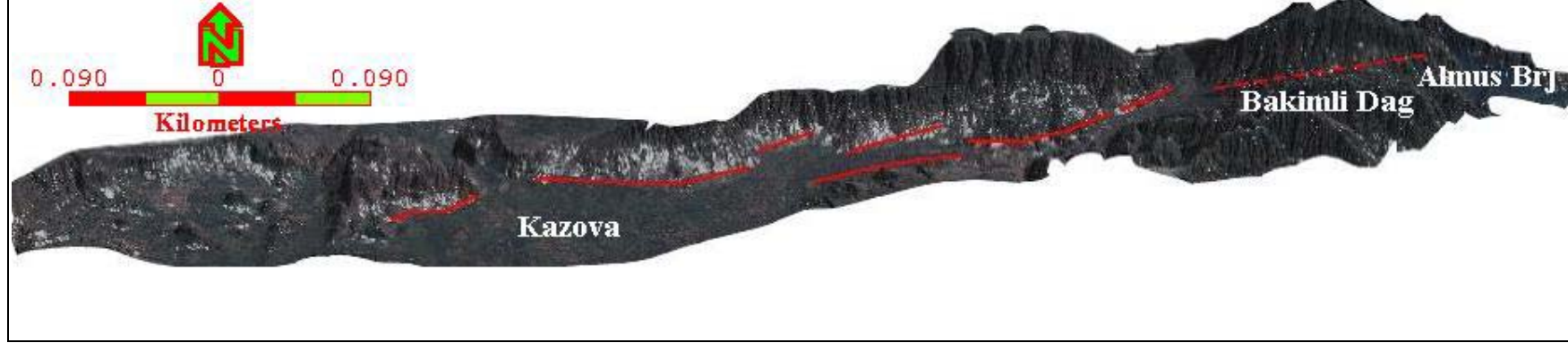
Deprem episantr dağılımları Almus Fay Zonu'nu içine alan bölgede etkin bir deprenselliğin bulunmadığını göstermektedir

İnceleme alanına ait Landsat TM verilerine uygulanan yersel ve spektral zenginleştirme işlem yöntemlerini kapsayan görüntülerin analizi sonucunda Almus Fay Zonu'na ait çizgiselliğin varlığı gözlenmiştir (Şekil 11.1 ve 11.2). Zonun doğudaki devamı Reşadiye doğusuna kadar izlenmiş ancak Almus'un doğusunda zona ait çizgiselliğinin olmadığı ortaya çıkarılmıştır.

Arazide fay zonunun tüm özelliklerini yansıtan veriler ve sismik aktivitenin yeterli derecede bulunamamasına rağmen fay zonunun varlığını gösteren yersel zenginleştirme işlemleri arasında sayılabilecek eğim ve bakı haritaları yanında bölgeye ait 1/25 000 ölçekli topografik haritaların sayısallaştırılmasıyla elde edilen Sayısal Arazi Modellerinin analiz sonuçları ve SRTM verileri Turhal'ın güneyinden başlayan ve Almus'a kadar devam eden bir zonun varlığına işaret etmektedir. Landsat TM uydu görüntüsü ve SAM görüntüsünün çakıştırılması ile elde edilen görüntüye bant kombinasyonları ve ışık verilerle faya ait çizgisellikler ortaya çıkarılmıştır. (Şekil 11. 1), (Şekil 11. 2).



Şekil 11.1: Uydu Görüntüsünün SAM İle Çakıştırılıp, Işıklandırılarak, Fay Çizgiselliğinin Gösterimi



**Şekil 11. 2:** Uydu Görüntüsünün SAM İle Çakıştırılıp Işıklandırılarak, Fay Çizgiselliğinin Gösterimi

## KAYNAKLAR

- Aktimur, H. T. ve diğ.**, 1989. Niksar, Erbaa ve Destek Dolayının Jeolojisi, MTA Rap., 8894 (yayımlanmamış), Ankara, Türkiye
- Barka, A.A. and Hancock, P.L.**, 1984. Neotectonic deformation pattern in the convexnorthwards arc of the North Anatolian Fault Zone.In: J.E.Dixon and A.H.F.Robertson (Eds.), The geological evolution of the Eastern Mediterranean. Geol. Soc. London, Spec.Publ. **17**, 763-774.
- Barka, A.A.**, 1984. Kuzey Anadolu Fay Zonundaki Bazı Neojen-Kuvaterner Havzalarının Jeolojisi ve Tektonik Evrimi: *Ketin Sempozyumu kitabı*, 209-227, Türkiye Jeoloji Kurumu, Ankara.
- Barka, A. and Gülen, L.**, 1987, Age and total displacement of the North Anatolian fault zone and its significance for the better understanding of tectonic history and present day dynamics of the Eastern Mediterranean region, abstract book of Melih Tokay Geology Symposium, **87**, 57-58.
- Barka, A., Akyüz, S. H., Cohen, H. A., Watchorn, F.**, 2000. Tectonic evolution of Niksar and Taşova-Erbaa pull-apart basins, North Anatolian Fault Zone: their significance for the motion of the anatolian block, *Tectonophysics*, **322**, 243, 264
- Bozkurt, E., and A. Koçyigit**, 1995. Almus Fault Zone: Its age, total offset and relation to the North Anatolian Fault Zone, Turkey, *Journal of Earth Science*, **4/2**, 93-104
- Bozkurt, E., and A., Koçyigit**, 1996. The Kazova basin: An active negative flower structure on the Almus fault zone, a splay fault system of the North Anatolian Fault Zone, Turkey, *Tectonophysics*, **265**, 239–254
- Carey, E.**, 1979. Recherche des directions principales de contraintes associées au jeu d'une population de failles. *Revue de Géologie Dyn. Géographie Physique Paris*, **21**, 57–66.
- Drury, S.**, 2001. Image Interpretation in Geology, Blackwell Science, Nelson Thornes, UK
- Hubert-Ferrari, A., and R. Armijo**, 2001. Evolution of the Eurasia/Anatolia/Arabia triple junction and of the conjugate North Anatolian Fault (NAF) and East Anatolian Fault (EAF), EGS Meeting. Talk by A. Hubert-Ferrari.
- Kavak, K.Ş.**, 2005, Determination of Paleotectonic and Neotectonic Features around the Menderes Massif and the Gediz Graben (western Turkey) using Landsat TM Image, *International Journal of Remote Sensing*, **26/1**, 59-78.

- Kaya, Ş.**, 1999. Uydu görüntüleri ve sayısal arazi modeli kullanılarak Kuzey Anadolu Fayı Gelibolu- Işıklar Dağı kesiminin Jeomorfolojik-jeolojik özelliklerinin incelenmesi. *Doktora Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kaya, Ş., Müftüoğlu, O., Tüysüz, O.**, 2004. Tracing the geometry of an active fault using remote sensing and digital elevation model: Ganos segment, North Anatolian Fault Zone, Turkey, *International Journal of Remote Sensing*, **25/19**, 3843-3855.
- Ketin, İ.**, 1948. Über die tectonisch-mechanischen folgerungen aus den grossen Anato-lischen Erdbeben des letzten Dezenniums, *Geologie Rundsh*, **36**, 77-83.
- Nurlu, M., Batman, B., Chorowicz, J. and Genç, M.A.**, 1995. A geometrical approach relating to the movement mechanism of North Anatolian Fault Zone, *International Symposium on the Geology of the Black Sea region*, Erler, A., Ercan, T., Ergüzer, B. and Örçen, S. (ed), Ankara, 283-291.
- Seymen, İ.**, 1975. Kelkit vadisi kesiminde Kuzey Anadolu Fay zonunun tektonik özelliği, *Doktora Tezi*, İTÜ Maden Fak., İstanbul
- Sipahioğlu, S.**, 1984. Kuzey Anadolu fay zonu ve çevresinin deprem etkinliğinin incelenmesi, *Deprem Araştırma Bülteni, Ankara*, **45**, 5-138.
- Şaroğlu, F.**, 1988. Age and offset of the North Anatolian fault, *METU journal of pure and applied sci.*, **21**, 1-3, 65-79
- Şengör, A.M.C., Görür, N. and Tarodlu, F.**, 1985. Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study, Strike-slip deformation, basin formation and sedimentation, Biddle, T.R. and Christie-Blick, N. (ed.), Soc. Econ. Paleontol. Mineral., Special publication, **37**, 227-264.
- Şengör, A. M. C., and A. A. Barka**, 1992. Evolution of escape-related strike-slip systems: Implication for distributions of collisional orogens (abstract), *Proc. Int. Geol. Congr.*, **29**, 232.
- Tatar, Y.**, 1975. Tectonic structures along North Anatolian fault zone, Northeast of Refahiye (Erzincan), *Tectonophysics*, **29**, 401-409.
- Tokay, M.**, 1973. Kuzey Anadolu Fay zonunun Gerede ile Ilgaz arasındaki kısmında jeolojik gözlemler, *Kuzey Anadolu Fayı ve deprem kuşağı sempozyumu*, Ankara, 12-29.
- Woodcock N. H.**, 1986. The role of strike-slip fault systems at plate boundaries; *Royal Society of London Philosophical Transactions, ser. A*, **317**, 13-29



## **ÖZGEÇMİŞ**

Önder GÜRSOY, 1979 Yılında Yenikarahisar\ Sivas' da doğdu. Sivas Kongre Lisesi'ni bitirdi. 1998 Yılında İTÜ İnşaat Fakültesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü'nde hazırlık ve lisans eğitimine başladı. 2003 Yılı Bahar Döneminde üniversiteden mezun oldu. 2003 Kış Yarıyılında İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Geomatik Mühendisliği Programında yüksek lisans eğitimine başladı. 16 Aralık 2006 Tarihinde Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Kartografya ABD'ye araştırma görevlisi olarak atandı. Evli ve İngilizce bilmektedir.