



T.C.

**HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANA BİLİM DALI**

**COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ VE UZAKTAN
ALGILAMA TEKNİKLERİ KULLANILARAK
HATAY İLİNDE ÇİZGİSELLİKLERİN
BELİRLENMESİ VE TEKTONİZMA İLE
İLİŞKİLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hazırlayan

Duygu AYTEMUR

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Reşat GEÇEN

Hatay-2024



T.C.

**HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANA BİLİM DALI**

**COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ VE UZAKTAN
ALGILAMA TEKNİKLERİ KULLANILARAK
HATAY İLİNDE ÇİZGİSELLİKLERİN
BELİRLENMESİ VE TEKTONİZMA İLE
İLİŞKİLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hazırlayan

Duygu AYTEMUR

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Reşat GEÇEN

Hatay-2024

ONAY

DUYGU AYTEMUR tarafından hazırlanan **“COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ VE UZAKTAN ALGILAMA TEKNİKLERİ KULLANILARAK HATAY İLİNDE ÇİZGİSELLİKLERİN BELİRLENMESİ VE TEKTONİZMA İLE İLİŞKİLENDİRİLMESİ”** adlı bu çalışma jüri tarafından lisansüstü öğretim yönetmeliğinin ilgili maddelerine göre değerlendirilip oybirliği ile **COĞRAFYA ANA BİLİM DALINDA YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

05/09/2024

Jüri Üyeleri	İmza
Doç. Dr. Reşat GEÇEN (Tez Danışmanı-Başkan)	
Doç. Dr. Muhterem KÜÇÜKÖNDER (Üye)	
Dr. Öğr. Üyesi Muhammet TOPUZ (Üye)	

Duygu AYTEMUR tarafından hazırlanan **“Coğrafi Bilgi Sistemleri Ve Uzaktan Algılama Teknikleri Kullanılarak Hatay İlinde Çizgiselliklerin Belirlenmesi Ve Tektonizma İle İlişkilendirilmesi”** adlı tez çalışmasının yukarıda imzaları bulunan jüri üyelerince kabul edildiğini **onaylarım.**

Doç. Dr. Sinan ERDOĞAN

Enstitü Müdürü

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Bu belge ile bu tezde yer alan bilgilerin tamamının akademik kurallara ve etik ilkelerine uygun olarak toplanıp sunulduğunu beyan ederim. Söz konusu kural ve ilkelerin gereği olarak tezde yararlandığım eserlerin tamamına uygun bir şekilde atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi ayrıca beyan ederim. (05/09/2024)

Duygu AYTEMUR

ÖNSÖZ

“Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Teknikleri Kullanılarak Hatay İlinde Çizgiselliklerin Belirlenmesi ve Tektonizma İle İlişkilendirilmesi” adlı bu çalışmada tektonik kökenli çizgisel özellikler tespit edilmiş; bu özelliklerin neotektonik hareketlerle ilişkisi açıklanmaya çalışılmıştır. Bu çalışmada, uydu görüntüleri ve SYM verilerinden elde edilen çizgiselliklerin jeolojik ve flüvyal detayları ne derece yansıtılabildiğini ortaya koymak amaçlanmıştır. Çalışmanın hazırlanması sırasında meydana gelen 6 Şubat 2023 tarihli depremler, çalışmanın yürütülmesinde önemli değişikliklere sebep olmuştur. Çalışmada, deprem öncesine ve sonrasına ait farklı veriler kullanılarak çizgisel özellikler ortaya konulmak istenmiştir.

Araştırma beş bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm, araştırma sahasının genel coğrafi özellikleri, araştırmanın amacı, önemi, araştırma soruları ve hipotezi, konu ile ilgili yapılan önceki çalışmalar, akademik etik ve sınırlılıkları kapsamaktadır. İkinci bölümde kavramsal çerçeveye yer verilerek tezin temelini oluşturan bölgenin tektonik özellikleri, çizgisellik analizi üzerinden çizgiselliklerin tektonizmaya ilişkisi konuları açıklanmıştır. Üçüncü bölümde araştırmanın materyalleri ve veri analiz yöntemi açıklanmıştır. Dördüncü bölüm, araştırmanın bulgularını içermektedir. Bu bölümde Hatay ilindeki tektonik kökenli çizgisel özelliklerin morfolojik yapı ile ilişkisi ortaya konulmaya çalışılmıştır. Beşinci bölümde ise çalışma değerlendirilerek sonraki çalışmalar için önerilerde bulunulmuştur.

Akademik eğitim sürecimde yardımcı olan, destekleyen ve fikirlerinden yararlandığım başta değerli hocam Doç. Dr. Reşat GEÇEN olmak üzere eğitimimde emeği geçen hocalarıma sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum. Tüm bu süreçte beni destekleyen aileme ve arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Duygu AYTEMUR

COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ VE UZAKTAN ALGILAMA TEKNİKLERİ KULLANILARAK HATAY İLİNDE ÇİZGİSELLİKLERİN BELİRLENMESİ VE TEKTONİZMA İLE İLİŞKİLENDİRİLMESİ

Duygu AYTEMUR

Coğrafya Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2024

Danışman: Doç. Dr. Reşat GEÇEN

ÖZET

Topografyayı şekillendirmede büyük etkiye sahip olan faktörlerden biri tektonik faaliyetlerdir. Bu sebeple tektonik aktivitenin yoğun olduğu bölgelerde yerbilimine yönelik yapılan çalışmalar önem arz etmektedir. Bu alanda yapılan çalışmalardan biri de çizgisellik analizidir. Çizgisel özelliklerin saptanması üzerine kurulu olan bu analiz yöntemi, arazideki çeşitli bozukluklara işaret eder. Bunlar, ani yükselti farkları, drenaj sistemlerindeki kaymalar veya kopmalar, beşerî yapılar üzerindeki problemler olarak karşımıza çıkabilmektedir.

Çalışmanın amacı, doğal topografik detaylara dayalı olarak üretilen çizgiselliklerin yeryüzünde jeolojik yapısal detayları (oluşum kökeni ve nicelikleri) yansıtmayı yansıtmadığını incelemektir. Bununla birlikte çizgiselliklerin neotektonik dönemdeki izlerini açıklamak amaçlanmıştır. Bu amaçla elde edilen çizgisel özellikler tektoniğin gözetiminde değerlendirilmiştir.

Çalışma, iki farklı veri seti kullanılarak yürütülmüştür. Landsat uydu görüntülerine Principal Component Analysis (PCA) uygulanmıştır. Landsat uydu görüntüsünün 8.bandına ait 2 görüntü ve PCA uygulanmış 2 görüntüye PCI Geomatica programının LINE Modülü kullanılarak çizgisellik analizi uygulanmıştır. ASTER DEM verisinin, 10m, 30m ve 90m olmak üzere farklı çözünürlükteki üç verisine PCI Geomatica programının LINE Modülü kullanılarak çizgisellik analizi uygulanmıştır. Yerleşim yerleri, yollar, tarla sınırları gibi faktörler elde edilen çizgisel özelliklerden çıkarılmıştır. Kalan çizgiler fay haritası ile karşılaştırılmıştır. Neotektoniğin etkisini

ortaya koymak amacıyla drenaj ağı ile çakışan faylar ve güncel yüzeye kırıkları da değerlendirilmiştir.

Çalışma sınırını oluşturan Hatay iline uygulanan çizgisellik analizi sonucunda elde edilen değerlere göre fayların, çizgiselliklerle çakışma oranlarının en yüksek olduğu veriler, PCA uygulanmış Landsat uydu görüntüleridir. Drenaj verisi ile çakışan fay toplam uzunluğu 527,7 km'dir ve bu btn fayların %52,5'ine karşılık gelmektedir.

ANAHTAR KELİMELER

izgisellik ıkarımı, Fay, Drenaj Ağı, PCI Geomatica

**DETERMINATION OF LINEAMENTS IN HATAY PROVINCE BY USING
GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS AND REMOTE SENSING
TECHNIQUES AND THEIR RELATION WITH TECTONISM**

Duygu AYTEMUR

Department of Geography, Master's Thesis, 2024

Consultant: Assoc. Prof. Dr. Reşat GEÇEN

ABSTRACT

Tectonic activities are one of the factors that have a great impact on shaping the topography. For this reason, geoscientific studies are important in regions where tectonic activity is intense. One of the studies conducted in this field is linearity analysis. This analysis method, which is based on the determination of linear features, points out various disturbances in the terrain. These can appear as sudden elevation differences, shifts or breaks in drainage systems, problems on human structures.

The aim of the study is to examine whether the lineaments produced based on natural topographic details reflect the geological structural details (formation origin and quantities) on the earth's surface. In addition, it is aimed to explain the traces of the lineaments in the neotectonic period. The linear features obtained for this purpose were evaluated under the supervision of tectonics.

The study was conducted using two different data sets. Principal Component Analysis (PCA) was applied to Landsat satellite images. Linearity analysis was applied to 2 images belonging to the 8th band of Landsat satellite image and 2 images to which PCA was applied using the LINE Module of PCI Geomatica program. Linearity analysis was applied to three ASTER DEM data with different resolutions of 10m, 30m and 90m using the LINE Module of PCI Geomatica program. Factors such as settlements, roads and field boundaries were removed from the linear features. The remaining lines were overlaid with the fault map. Faults coinciding with the drainage

network and current surface fractures were also evaluated to reveal the effect of neotectonics.

According to the values obtained as a result of the lineament analysis applied to Hatay province, which constitutes the study boundary, the data with the highest coincidence rates of faults with lineaments are Landsat satellite images with PCA applied. The total length of faults coincident with drainage data is 527,7 km, which corresponds to 52,5% of all faults.

KEYWORDS

Lineament Extraction, Fault, Drainage Network, PCI Geomatica

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	I
ABSTRACT	III
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	VIII
TABLOLAR LİSTESİ.....	X
KISALTMALAR LİSTESİ.....	XI
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

ARAŞTIRMA SAHASININ GENEL COĞRAFI ÖZELLİKLERİ

1.1. Yeri, Sınırları ve Genel Özellikleri.....	2
1.2. Jeolojik ve Hidrojeolojik Özellikler	3
1.2.1. Prekambriyen	3
1.2.2. Paleozoik	3
1.2.3. Mesozoik	5
1.2.4. Tersiyer.....	7
1.2.5. Kuvaterner	10
1.3. Jeomorfolojik Özellikleri.....	12
1.4. Hidrolojik Özellikler	13
1.4.1. Akarsular	13
1.4.2. Göller.....	17
1.5. İklim Özellikleri	18
1.6. Toprak Özellikleri.....	19
1.7. Bitki Örtüsü Özellikleri	20
1.8. Nüfus ve Yerleşme Özellikleri.....	21
1.9. Ekonomik Coğrafya Özellikleri.....	22

1.9.1. Tarım	22
1.9.2. Hayvancılık	22
1.9.3. Madencilik.....	22
1.9.4. Ulaşım	23
1.9.5. Sanayi	23
1.9.6. Turizm	24
1.10. Araştırmanın Amacı ve Önemi.....	24
1.11. Araştırma Problem Durumu, Soruları ve Hipotez	24
1.12. Araştırma Konusu ile İlgili Daha Önce Yapılan Çalışmalar	25
1.13. Akademik Etik ve Araştırmanın Sınırlılıkları/Olumsuzlukları	28

İKİNCİ BÖLÜM

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Kavramsal Çerçeve	30
2.1.1. Bölgenin Tektonik Gelişimi	31
2.2. Çizgisellik Analizi.....	34

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Materyalleri.....	37
3.1.1. Literatür Taraması	37
3.1.2. Uydu Görüntüleri	37
3.1.3. Sayısal Yükseklik Modeli	38
3.1.4. Diğer Veriler	38
3.2. Araştırmanın Veri Analiz Yöntemi.....	38

3.2.1. Çizgisellik Çıkarımı	41
3.2.2. Drenaj Sisteminin Çıkarımı.....	47
BULGULAR.....	48
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	64
KAYNAKÇA	65



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Çalışma Alanına Ait Lokasyon Haritası	2
Şekil 2. Çalışma Sahasının Jeoloji Haritası	11
Şekil 3. Hatay İlindeki Paleotektonik ve Neotektonik Araziler.....	33
Şekil 4. Analizin uygulanmasında kullanılan maske görüntüsü	40
Şekil 5. Çalışma sahasına ait 1/25.000 ölçekli fay haritası.....	41
Şekil 6. 25/10/2022 tarihli Landsat 9 Bant 8 görüntüsünden çıkarılan çizgisellikler (Hatay ilinde tespit edilen çizgisellikler, b.8.bant üzerinde çizgiselliklerin görünümü).....	43
Şekil 7. 02/03/2023 tarihli Landsat 9 Bant 8 görüntüsünden çıkarılan çizgisellikler (a. Hatay ilinde tespit edilen çizgisellikler, b. 8.bant üzerinde çizgiselliklerin görünümü).....	44
Şekil 8. 25/10/2022 tarihli Landsat 9 PCA uygulanmış görüntüsünden çıkarılan çizgisellikler (a. Hatay ilinde tespit edilen çizgisellikler, b. 1. component üzerinde çizgiselliklerin görünümü)	44
Şekil 9. 02/03/2023 tarihli Landsat 9 PCA uygulanmış görüntüsünden çıkarılan çizgisellikler (a. Hatay ilinde tespit edilen çizgisellikler, b. 1. component üzerinde çizgiselliklerin görünümü)	45
Şekil 10. ASTER DEM verilerinden çıkarılan çizgisellikler (a. 90m çözünürlükteki SYM verisinden tespit edilen çizgisellikler, b. 30m çözünürlükteki SYM verisinden tespit edilen çizgisellikler, c. 10m çözünürlükteki SYM verisinden tespit edilen çizgisellikler).....	46
Şekil 11. Hatay ili drenaj ağı haritası ve tektonizma-drenaj ağı ilişkisine örnek sahalar (a. Payas-Dörtyol arasından bir örnek, b. Antakya-Samandağ arasından bir örnek)	47
Şekil 12. 25/10/2022 tarihli Landsat 9 Bant 8 verisinden elde edilen çizgisellikler ile çakışan faylar	49
Şekil 13. 02/03/2023 tarihli Landsat 9 Bant 8 verisinden elde edilen çizgisellikler ile çakışan faylar	50
Şekil 14. 25/10/2022 tarihli Landsat 9 uydusunun PCA uygulanmış verisinden elde edilen çizgisellikler ile çakışan faylar	51

Şekil 15. 02/03/2023 tarihli Landsat 9 uydusunun PCA uygulanmış verisinden elde edilen çizgisellikler ile çakışan faylar	52
Şekil 16. Deprem sonrasına ait uydu görüntüsünden elde edilen çizgisellikler ile çakışan yüzey kırıkları	53
Şekil 17. 10m çözünürlüklü SYM verisinden elde edilen çizgisellikler ile çakışan faylar	54
Şekil 18. 30m çözünürlüklü SYM verisinden elde edilen çizgisellikler ile çakışan faylar	55
Şekil 19. 90m çözünürlüklü SYM verisinden elde edilen çizgisellikler ile çakışan faylar	56
Şekil 20. SYM verisinden elde edilen çizgisellikler ile çakışan yüzey kırıkları ..	58
Şekil 21. Drenaj ağı ve çizgisellikler ile çakışan faylar (a. Akarsu ağı, faylar ve çizgiselliklerin görüntüsü, b. Drenaj ağı ve çizgisellikler ile çakışan faylar)	59
Şekil 22. Fay kırığına yerleşmiş Belen Çayı (Belen-Arsuz) ve Tahtaköprü Deresi (Antakya).....	60
Şekil 23. Fay kırığına yerleşmiş Delibekirli Deresi'nin kolları	61
Şekil 24. Fay kırığına yerleşmiş Büyük Karaçay Deresi ve kuzeydoğusunda yer alan akarsular	62
Şekil 25. Sol yanal ötelenmenin görüldüğü sahalardan birkaç örnek (a. Delibekirli deresinin yukarı çığırına ait kolları, b. Kurtlusarımazı deresine ait vadide görülen ötelenme, c. Cırtıman mevkiinde görülen ötelenme).....	63

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 1. Toplam yağış, ortalama sıcaklık, maksimum sıcaklık ve minimum sıcaklık değerlerinin aylara göre değişimi.....	18
Tablo 2. Amanos Dağları üzerinde yükseltiye göre bitki türlerinin dağılışı (Hatay İli 2021 Yılı Çevre Durum Raporundan derlenmiştir)	20
Tablo 3. Hatay İlçeler ve Toplam Nüfus Verileri.....	21
Tablo 4. Landsat 9 OLI/TIRS algılayıcısının bant özellikleri.....	37
Tablo 5. Literatürde Line Modülü kullanılarak Landsat uydu görüntüsünden elde edilen çizgisellik analizinin parametre değerlerinden örnekler	42
Tablo 6. Çizgisellik üretimi için Landsat uydu görüntülerinde denenen parametre değerlerinden bazı örnekler.....	43
Tablo 7. Çözünürlüklerine göre SYM verilerine uygulanan parametre değerleri.....	45
Tablo 8. Uygulanan analizler sonucunda Landsat 9 Bant 8 verilerinden elde edilen istatistiksel bilgiler	50
Tablo 9. Uygulanan analizler sonucunda Landsat 9 uydusunun PCA uygulanmış verilerinden elde edilen istatistiksel bilgiler	52
Tablo 10. Uygulanan analizler sonucunda ASTER DEM verilerinden elde edilen istatistiksel bilgiler	55
Tablo 11. 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremlerine ait yüzey kırıkları ile çizgisellikler arasındaki istatistiki ilişkiler.....	57
Tablo 12. Çakışan çizgisellik sayısı yüzdesi ve çakışan çizgisellik uzunluğu yüzdesi	60

KISALTMALAR LİSTESİ

ASTER	: Advanced Spaceborne Thermal Emission
DAFZ	: Doğu Anadolu Fay Zonu
DEM	: Digital Elevation Model
ÖDFZ	: Ölüdeniz Fay Zonu
PCA	: Principal Component Analysis (Temel Bileşenler Analizi)
SYM	: Sayısal Yükseklik Modeli
USGS	: United States Geological Survey

GİRİŞ

Tektonizma, yerkabuğunun hareketlerini ve tabakalarındaki bozulma süreçlerini ifade eden bir terimdir. Tektonik hareketler ile levhalar yönlü mekanizmalar geliştirirler. Bu yer değiştirme hareketi sonucu yerkabuğu üzerinde gelişen kırılmalara fay, gerçekleşen olaya *faylanma* denilmektedir (Sibson, 1985). Tektonizmanın yoğun ve aktif olduğu sahalarda tektonik izlerin tespiti, bölgedeki deformasyonların değişim ve gelişimini ortaya koyma açısından önem arz etmektedir.

Çizgisellikler, arazi yüzeyinde düz veya hafif eğrisel uzanan fay hatları, akarsular, dağ sıralarının sırtları, yollar gibi özelliklerdir. Bu nedenle söylenebilir ki arazi yüzeyinde görülen çizgisel özellikler her zaman tektonik bir anlam ifade etmeyebilir. Doğal akış sürecini sürdüren akarsular, arazinin fiziki yapısının ortaya koyduğu sınırlandırmalar ya da insan etkisi altında şekillenen yerleşim sahaları, yollar, ekin alanları gibi araziler üzerindeki çizgisel özellikler tektonik kökenli çizgiselliklerin tespit edilebilmesini zorlaştırmaktadır. Bununla birlikte hem doğal hem de yapay çizgisel özellikler birbiriyle iç içe bulunabilmektedir. Bu durum araştırmacının çalışma sahasına hâkimiyetini zorunlu kılmaktadır.

Bu çalışmada, LINE algoritması kullanılarak uydu görüntüleri ve Sayısal Yükseklik Modeli üzerinden çizgisel özellikler elde ederek tektonik anlamlı çizgiselliklerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla farklı veri setlerinin araştırma sonucuna etkisi de değerlendirilmiştir. Fay ile ilişkili drenaj sahaları üzerinde değerlendirmeler yapılmıştır.

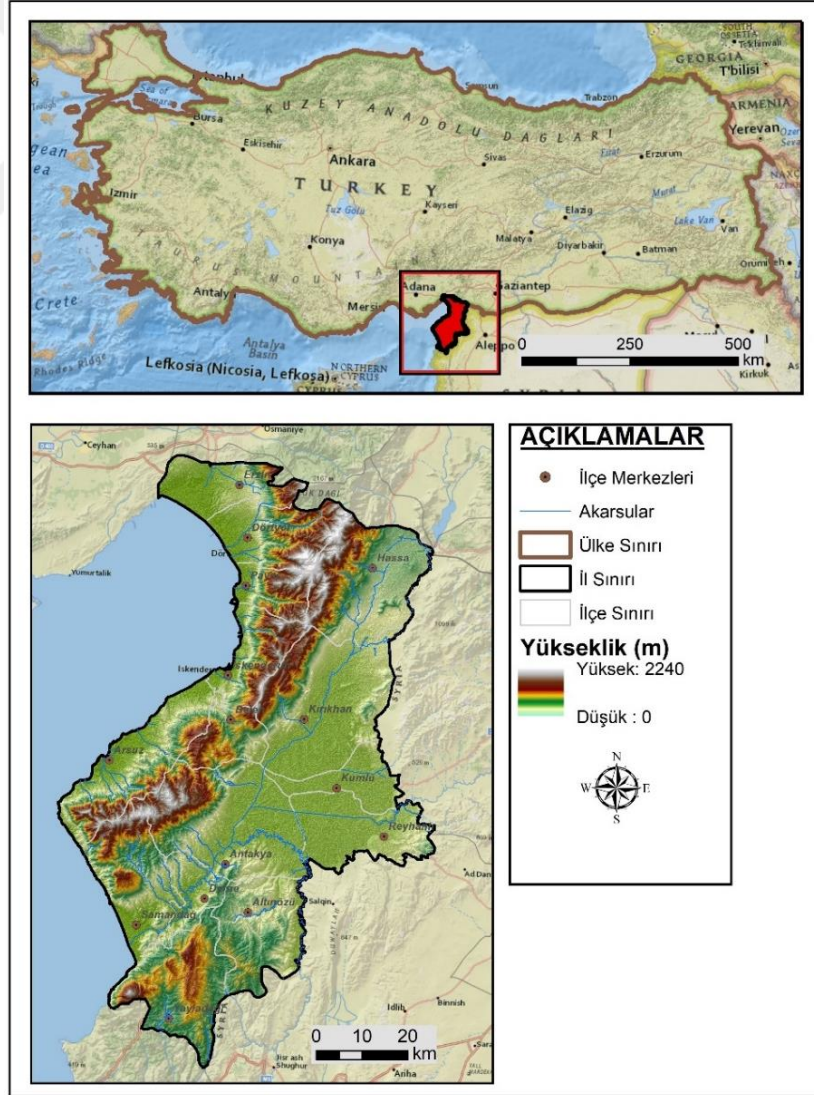
BİRİNCİ BÖLÜM

ARAŞTIRMA SAHASININ GENEL COĞRAFI ÖZELLİKLERİ

1.1. Yeri, Sınırları ve Genel Özellikleri

Türkiye'nin en güneyinde yer alan Hatay, Akdeniz'in kuzeydoğu sınırında, 35°48'-37°01' kuzey enlemleri ile 35°46' -36°41' doğu boylamları arasında yer alır. İskenderun Körfezi'nin doğu kıyılarında yer alan ilin kuzeybatısında Adana, kuzeyinde Osmaniye, kuzeydoğusunda Gaziantep illeri, doğu ve güneyinde Suriye ve batısında Akdeniz bulunmaktadır.

Şekil 1.
Çalışma Alanına Ait Lokasyon Haritası



Amanosların batı kesiminde kıyı ovaları üzerinde Erzin, Dört Yol, Payas, İskenderun, Arsuz ve Samandağ ilçeleri, Antakya- Kahramanmaraş Grabeni üzerinde Hassa, Kırıkhan, Antakya, Defne, Kumlu ve Reyhanlı ilçeleri, Kuseyr Platosu üzerinde Altınözü ve Yayladağı ilçeleri, Amanos Dağları üzerinde ise Belen yer almaktadır. Çalışma sahasının sınırları Hatay ili idari sınırları olarak belirlenmiştir. Buna göre çalışma alanı 5556,8 km², alanın çevresi ise 276,9 km'si Türkiye-Suriye ülke sınırı, 175,6 km'si Akdeniz kıyı şeridi ve 96,3 km'si Adana, Osmaniye ve Gaziantep il sınırları olmak üzere toplam 548,8 km'dir.

1.2. Jeolojik ve Hidrojeolojik Özellikler

1.2.1. Prekambriyen

Sadan Formasyonu: Çalışma sahasının en yaşlı litolojik birimi olan Sadan Formasyonu, Prekambriyen'i temsil eden tek formasyondur (Yalçın, 1980; Karataş, 2010). Amanosların doğu yamaçları, Kırıkhan kuzeyi- İslahiye kesimi ve Hassa-Çardak civarında yüzeylenmiştir. Amanoslarda birimin tabanı tespit edilememiştir. Formasyonun litolojik karakteri transgresyon sonucu gelişen belirsiz tabakalanmadır. Litolojisinde genel olarak kuvars kumtaşı (grovak) oluşturmakla beraber kumlu-mikalı şeyl, siltaşı ve kuvarsit (kumtaşı) araldanması görülür (Günay, 1984; Karataş, 2010; Yalçın, 1980). Bu formasyon belli belirsiz bir diskordan ile üzerindeki Zabuk Formasyonundan ayrılmaktadır.

Hidrojeolojik açıdan Sadan formasyonu içerisinde oldukça fazla diyaklaz ve fisür görülür. Bu çatlak sistemleri sayesinde formasyonun geçirgenliği yüksektir (Karataş, 2010).

1.2.2. Paleozoik

Çalışma sahasının Paleozoik yaşlı birimleri Kambriyen, Ordovisyen ve Silüryen devirlerine aittir. Kambriyeni Zabuk formasyonu, Koruk formasyonu ve Sosink formasyonu; Ordovisyeni Seydişehir formasyonu ve Silüryeni Aralık formasyonu temsil etmektedir.

1.2.2.1. Kambriyen

Zabuk Formasyonu: Amanoslar üzerinde Sadan Formasyonunu uyumsuzlukla örten Zabuk Formasyonu, Paleozoik istifin temelini oluşturur. Amanosların batı yamaçlarında, Payas ve Rabat çayları vadileri ve Çardak Yaylası'nda; Amanosların doğu yamaçlarında ve zirve kesimlerinde ise Sadan Formasyonu mostralalarının çevresinde yüzeilenmektedir. Genel litolojisi kalın tabakalı kumtaşı ve kuvarsit çoğunluğundadır (Karataş, 2010). Kalın tabakalı, orta-kaba dokulu istifler sunan formasyonun hâkim litolojisi kumtaşı- kuvarsit ağırlıklıdır. Demir içeriğinden dolayı konglomera çoğunlukla mor/pembe renklidir (Yalçın, 1980; Günay, 1984; Karataş, 2010). Bu formasyon düşey doğrultuda tedrici geçişlidir.

Hidrojeolojik açıdan bu formasyon, içerisindeki düşük geçirgenliğe sahip kumtaşları akifer ve geçirimsiz kuvarsitler ise akifüj özelliğindedir (Karataş, 2010).

Koruk Formasyonu: Alt Kambriyen yaşlı Koruk Formasyonu, Zabuk formasyonunun üzerinde yer alır. Hâkim litolojisi, tabandaki geçiş zonunda kumlu mikritik kireçtaşı, üst kesimlerde ise dolomitik mitrik ve dolosparit ile silisli kireçtaşıdır. Lagüner bir fasiyes durumundaki formasyon üzerinde konkordan Sosink Formasyonu yer almaktadır (Yalçın, 1980).

Sosink Formasyonu: Orta-Üst Kambriyen yaşlı Sosink Formasyonu, Koruk Formasyonu üzerinde ve Seydişehir Formasyonu altında, bu formasyonlarla konkordan yapıda paralel şeritler halinde uzanmaktadır. Litolojisini miltaşı-silttaşı ardalımalı kumlu şeyl ve kumtaşı oluşturur (Günay, 1984; Karataş, 2010).

1.2.2.2. Ordovisyen

Seydişehir Formasyonu: Formasyon, üzerinde bulunduğu Sosink Formasyonu ile konkordan olarak göreceli geçişe sahiptir. Formasyonun üstünde ise açısız diskordansla Aralık Formasyonu yer alır. Amanosların her iki yamacında yüzeilen formasyon, altında yer alan Sosink Formasyonuna göre derinliği daha az olan bir ortamda istiflenmiştir. Orta veya kalın tabakalı sayılan bu istif, kuvarsit, şeyl ve mikali şeyl, miltaşı ara tabakaları ile kendini gösterir. Güney Amanoslarda 200-500 m kalınlığı bulan birimin kalınlığı kuzey kesimlere doğru 750-1000 metrelere çıkmaktadır (Günay, 1984; Karataş, 2010).

Hidrojeolojik açıdan bu formasyon, sahip olduğu tabakalı yapı sebebiyle yeraltı suyunu kısmen alt tabakalara iletse de depolayamamaktadır. Birim Amanoslar üzerindeki Mesozoik yaşlı kalkerlerin altında kısmen geçirimsiz bir zon oluşturmaktadır (Karataş, 2010).

1.2.2.3. Silüryen

Arılık Formasyonu: Birim Seydişehir Formasyonu ile Mesozoik kalkerleri arasında yer almaktadır. Formasyon her iki sınırıyla açısal diskordans halindedir (Günay, 1984; Karataş, 2010). Amanosların zirve kesimlerinde ve Alan Yaylası ile İslahiye civarına kadar olan sahada yüzeyleyir. Gelgitli bir ortamın ürünüdür. Genel litolojisini kalın tabakalı kuvarsit ve kuvars kumtaşı (grovak) oluşturmaktadır. Sahip olduğu litoloji geçirimsiz bir yapı sunmaktadır. Tabanında yer alan kum matriksli ve silisli konglomera, 5-30 m kalınlığındadır. Geçirgenliği nispeten yüksek olan bu zon aynı zamanda dirençli bir özelliكتedir (Günay, 1984; Karataş, 2010).

1.2.3. Mesozoik

Çalışma sahasının Mesozoik yaşlı birimleri Triyas-Jura, Kretase ve Kretase-Tersiyer (genellikle Maastrichtiyen) devirlerine aittir.

1.2.3.1. Triyas-Jura

Cudi Grubu: Zabuk, Koruk, Sosink, Seydişehir ve Arılık formasyonları üzerinde diskordans ile bulunur. Grubun taban kesiminde bir ayrışma zonu yer almaktadır. Cudi grubuna ait mostra yüzeyleri güneyde Keldağ üzerinde, Reyhanlı kuzeyinde ve Orta Amanosların batı ve doğu yamaçlarında gözlenmektedir. Litolojisini oluşturan asıl kayaçlar fosilli (gastropod) kalkerler, dolomitler ve dolomitik kalkerlerdir (Günay, 1984; Karataş, 2010). Üstündeki Mardin Grubu ile düşük açılı ve diskordans yapıdadır.

Hidrojeolojik açıdan bu formasyon, sahip olduğu litoloji nedeniyle akifer özelliği gösteren, geçirimli bir yapı göstermektedir. Formasyonun üst kesimlerinde karstlaşmanın artması akifer özelliğini kaybetmesine sebep olmaktadır.

1.2.3.2. Kretase

Mardin Grubu: Litolojisini marn, dolomitleşmeli marn ve kalker oluşturmaktadır (Yılmaz, 1984). Bu gruba ait karbonatlar, Areban, Derdere, Karababa ve Sabunsuyu formasyonlarında görülmektedir (Günay, 1984). Grubun yayılım alanı Keldağ ve Gölbaşı (Balık) Gölü civarı, Amanosların batı yamaçları ve Kırıkhan'ın kuzey kesiminde grabenin batı sınırı boyunca'dır. Mardin grubu karbonatları önceleri sığ denizel ortamda daha sonraları ise gittikçe derinleşen denizel bir ortamda istiflenmiştir.

Hidrojeolojik açıdan bu formasyon, diyaklazlı yapısı ve üst kesimlerindeki ince delikli yapı yeraltı suyunun iletilmesini, ayrıca depolayabilmesini mümkün kılmaktadır.

Sayındere Formasyonu: Litolojisini milli, miltaşlı geçişli, killi ve seyrek biyomikritler oluşturmaktadır. Üzerinde bulunduğu Mardin grubu karbonatlarını açısız diskordansla örtmektedir. Formasyonun yayılım alanı Keldağ'ın doğusu ve Gölbaşı (Balık) Gölü istifidir. Formasyonu tavandan sürüklenimle üzerine gelen Koçali Karmaşığı tektonik dokanak ile sınırlar (Günay, 1984).

Hidrojeolojik açıdan bu formasyon, yüksek geçirgenliğe sahiptir. Bununla birlikte istifin fazla kalın olmaması ve killi bir litolojiye sahip olması formasyonun akifer özelliği taşımamasına neden olmaktadır.

Karadut Karmaşığı: Sürüklenim ile Mardin Grubu üzerine ilerleyen Karadut Karmaşığı, aynı zamanda üzerinde yer alan Koçali Karmaşığı ile tektonik dokanaklıdır. Gittikçe derinleşen denizel bir fasiyesin ürünüdür. Litolojisini farklı özelliklerdeki ara tabakalı silisifiye kalkerle ve silisli şeyl, lamine, silisli marn oluşturmaktadır. Keldağ ve Yayladağı çevresinde yayılım göstermektedir.

Hidrojeolojik açıdan bu formasyon, içerdiği silis ve marn sebebiyle geçirimsizdir. Geçirimin sağlanabildiği yerler sürüklenim sırasında meydana gelen çatlaklar ile sınırlıdır.

Koçali Karmaşığı: Mardin grubu ve Sayındere Formasyonu üzerinde tektonik dokanaklıdır. Üzerinde yer alan birimlerle ise diskordans örtülüdür. Bu birimler genellikle konglomera bir taban ile başlar ve Üst Kretase'ye ait veya daha genç formasyonlardır. Karmaşığı meydana getiren, derin deniz ortamında okyanusal kabuk istifidir (Günay, 1984). Litolojisini kalker, volkanit, radyolarit, serpantin, gabro,

diyorit, diyabaz ve piroksenit topluluğundan oluşan bir ofiyolitik seri oluşturmaktadır. Grabendeki yükseltileri oluşturan karmaşık, bu sahada tamamen mostra vermektedir. Bununla birlikte Asi oluğunda, Kızıldağ'da, Yayladağı civarında ve İskenderun'un kuzeybatısındaki yamaçlarda yüzeylemiştir (Karataş, 2010).

Hidrojeolojik açıdan bu formasyon, ofiyolitik dizinin düşük gözenekli ve geçirimsiz olmasına rağmen, formasyonun yoğun miktarda sahip olduğu diyaklaz, fisür ve kalsit dolgulu damarlar sayesinde yeraltı suyunu kısmen yüzeye yakın kesimlere geçirebilmektedir.

1.2.3.3. Kretase-Tersiyer

Şırnak Grubu: Koçali Karmaşığını diskordans ile örten birim Üst Kretase-Paleosen yaşlıdır. Sığ denizelden derin denizel ortama geçen istif, bu grubun transgresif bir seri olduğunu ortaya koymaktadır. Litolojisini taban kesimdeki ofiyolitik çakıltaşı ve kumtaşı-çamurtaşı ardalanmalı bir konglomera ve üzerinde katmanları yükseldikçe incelen kalker ve marn yoğunluklu kumtaşı ve kalkarenitler oluşturur (Derman, 1979; Karataş, 2010). Serinyol, Soğukoluk, Alan Yaylası ve Erzin civarlarında mostraları bulunan grubun izlerine Yeditepe-Şenköy hattı kuzeyinden Antakya'ya kadar uzanan kesimde de rastlanır (Günay, 1984).

Hidrojeolojik açıdan bu formasyon, içerisinde barındırdığı birbirinden farklı litolojik özellikleri bulunan birimler nedeniyle bölgeden bölgeye farklı geçirimsizlik özelliğine sahiptir. Bununla beraber genel olarak geçirimsiz ve suyu depolayabilen bir sistemi vardır.

1.2.4. Tersiyer

Çalışma sahasının Tersiyer yaşlı birimleri Eosen-Alt Miyosen, Miyosen, Pliyosen ve Pliyo-Kuvaterner devir ve zamanlarına aittir.

1.2.4.1. Eosen-Alt Miyosen

Midyat Grubu: Şırnak grubunu düşük açılı diskordans ile örten grubun ana litolojisini çörtlü-gri kalker ve killi-yumrulu kalker, marn ve kalkarenit

oluşturmaktadır. Yer yer çakıltası ve kumtaşı seviyeleri de görülmektedir (Derman, 1979; Karataş, 2010). İstif hem karasal hem de lagüner bir ortamın ürünü olduğunu ortaya koymaktadır (Günay, 1984; Karataş, 2010). Harbiye, Yayladağı, Soğukoluk ve Kızıldağ kuzeyinde mostra veren grubun izlerine Keldağ, İskenderun doğusu, Gölbaşı (Balık) Gölü ve grabenin kuzey kesimlerinde batı kenarında rastlanır.

Hidrojeolojik açıdan bu formasyon, killi ve marnlı oluşu nedeniyle geçirimsiz ancak kumtaşı, kalker ve çakıltası seviyelerinde geçirimlidir. Geçirimli kalker seviyelerinde yüksek karstisite, suyun depolanmasına müsaade etmemektedir (Ateş, Keçer, Osmançelebioğlu, & Kahraman, 2004; Karataş, 2010).

1.2.4.2. Miyosen

Fırat Formasyonu: Çalışma sahasında mostrası nadir gözlenen Fırat Formasyonu, sığ bir denizel fasiyes istifidir. Litolojisini diyaklazlı kalkerler oluşturmaktadır. Yayladağı doğusu, Reyhanlı doğusu ve kuzeydoğusu mostra sahalarıdır (Günay, 1984; Karataş, 2010).

Hidrojeolojik açıdan bu formasyon, yeraltı suyunu iletebilmekte ve depolayabilmektedir.

Şenköy Formasyonu: Koçalı Karmaşığı ve Midyat grubu karbonatları üzerini düşük açılı diskordansla örten bu birim, Miyosen formasyonlarının taban konglomerası niteliğindedir. Litolojisini yuvarlanmasa iyi olmayan, karbonatla çimentolanmış ve tabakaları kalın kalker, marn ve ofiyolit kökenli çakıltaları oluşturmaktadır. Yüze doğru birim çakıltası ve marnın nöbetleşmesi halini almaktadır (Günay, 1984; Karataş, 2010). Üzerinde Teknepinar Formasyonu ile diskordan yapıdadır.

Hidrojeolojik açıdan bu formasyon, geçirimli ve akifer özelliğindedir (Ateş, Keçer, Osmançelebioğlu, & Kahraman, 2004; Karataş, 2010).

Teknepinar Formasyonu: Litolojisini killi, erimeli, iyi gözenekli kalker ve kalkarenit oluşturmaktadır. Kıyı fasiyesinin ürünüdür (Günay, 1984; Karataş, 2010). Antakya-Samandağ oluşunun yamaçlarında ve Harbiye-Şenköy arasında yüzeylenmektedir.

Hidrojeolojik açıdan bu formasyon, yüksek geçirgenliğe sahip olmasına rağmen yüksek karstisite nedeniyle yeraltı suyunu depolayamamaktadır.

Altınözü Formasyonu: Teknepınar Formasyonu üzerinde diskordans örtülüdür. Bununla beraber üzerindeki birimlerle de diskordans örtülüdür. Birim, Miyosen devrinin detritik depolarını barındırmaktadır. Lagüner bir fasiyestir. Litolojisini kumtaşı-çamurtaşı-marn ardalanması, bazı kesimlerde anhidrit ve jips oluşturmaktadır (Günay, 1984; Karataş, 2010). Erzin batısı, İskenderun-Arsuz arası, Belen ilçesinin doğu ve güneydoğusu, Serinyol (Antakya)-Samandağ arası, Reyhanlı kuzeyi ve Altınözü-Şenköy arasında mostra vermektedir. Üzerindeki Samandağ Formasyonu ile diskordans yapıdadır.

Hidrojeolojik açıdan bu formasyon, geçirimsizlik özelliğinde olsa dahi içerisinde yer alan kil ve marn bantlarının uzun mesafelerde yanal ve düşey geçişleri sebebiyle geçirimsizdir (Ateş, Keçer, Osmançelebioğlu, & Kahraman, 2004).

1.2.4.3. Pliyosen

Samandağ Formasyonu: Altınözü Formasyonu üzerinde kalan birimleri kapsamaktadır. Yer yer alüvyonlarla örtülü olan bu birimin litolojisini, kumtaşı ve killi miltaşı oluşturmaktadır (Günay, 1984; Karataş, 2010). Birimin içerisindeki kumlu-siltli kesimler fazlasıyla sıg ve hareket halinde bir kıyı fasiyesi olduğunu gösterirken, çamurtaşlarının fazlalaştığı seviyeler ortamın derinleştiğini göstermektedir. Samandağ-Antakya arasında, Kışlak-Babatorun civarında ve Asi Nehri'nin iki kenarında görülmektedir.

Hidrojeolojik açıdan bu formasyon, geçirimsizdir ve yeraltı suyu bulundurmaz. Çalışma sahasındaki verimsiz formasyonlar arasındadır.

1.2.4.4. Pliyo-Kuvaterner

Erzin Formasyonu: Çalışma sahasındaki Pliyo-Kuvaterner birimlerin tamamı Erzin Formasyonu olarak nitelendirilmektedir. Erzin'in güneyi, İskenderun'un güneybatısı ve Yayladağı'nın güneybatısı birimin yüzeylenme sahalarıdır. Litolojisini iri boyutlu çakıllardan oluşan bloklu kumtaşı, bazı sahalarda çamurtaşı ve siltli kumtaşı oluşturmaktadır. Altında yer alan formasyonların üzerine diskordans örtülüdür.

Hidrojeolojik olarak bu formasyon, genel olarak yüksek geçirimliliğe sahip akifer özelliğindedir.

1.2.5. Kuvaterner

Çalışma sahasında Kuvaterner yaşlı birimler bazaltlar, yamaç molozları ve alüvyonlar olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bazalt: Çalışma sahasında bazaltlar ve alüvyonlar nöbetleşeli halde yer alırlar. Amanosların doğusunda Kırıkhan-Hassa arasında graben üzerinde yayılmış bazalt örtüsü halinde, Gölbaşı (Balık) Gölü güneydoğusunda ve Erzin'in batısında bulunmaktadır.

Hidrojeolojik açıdan bazalt sahaları yüksek poroziteli yapıları sayesinde yeraltı suyunu depolayabilmekte ve iletebilmektedir.

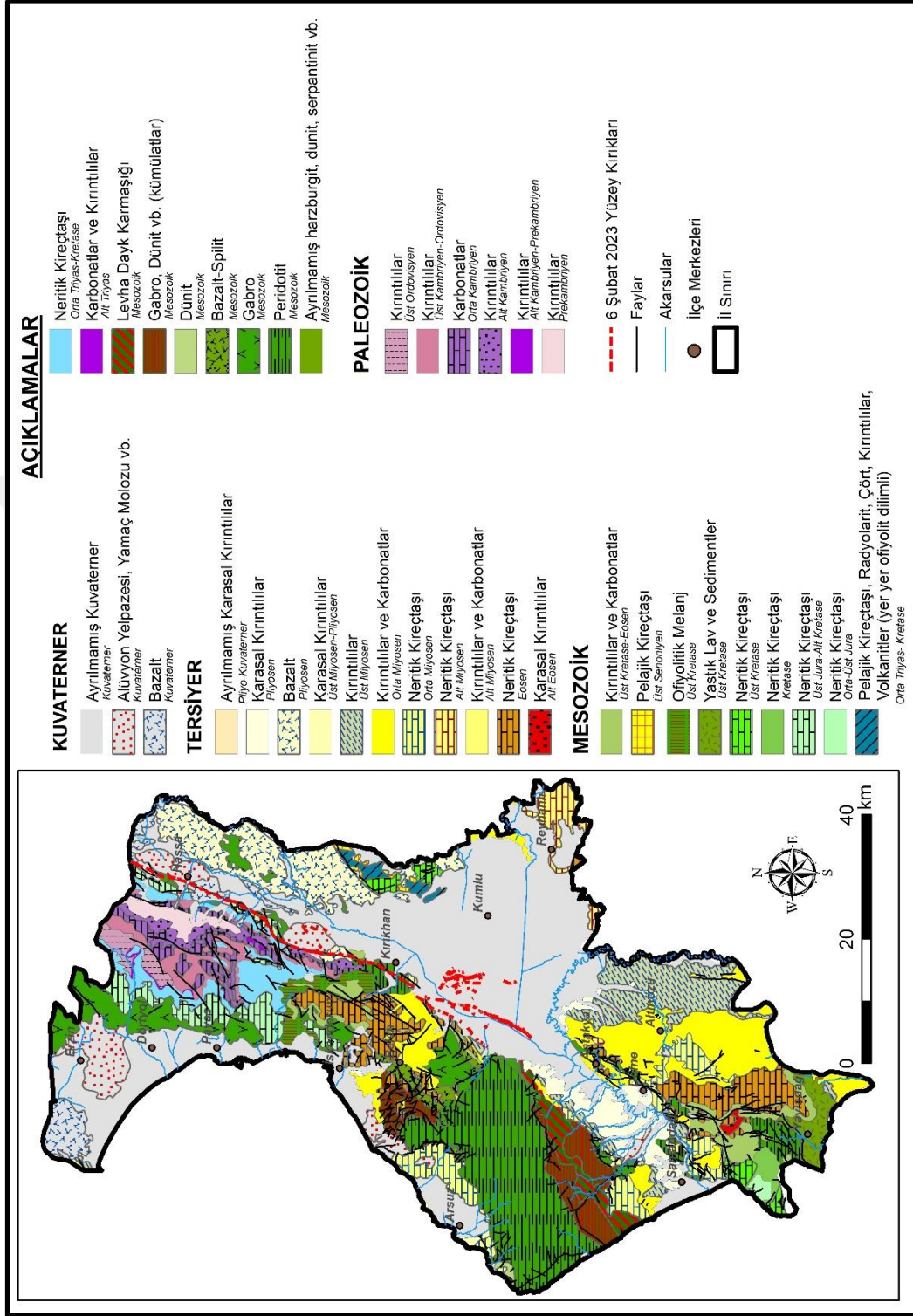
Yamaç Molozu: Çalışma sahasında alüvyonlarla birlikte Kuvaterner depoları olarak yer alırlar. Akarsu yarmalarında, dere yataklarının yamaçlarında görülmektedir. Etek kesimlerinden fay geçen yamaçların bu kesimlerinde de genç oluşuklar halinde yamaç döküntüleri yer almaktadır.

Hidrojeolojik açıdan yamaç molozları, sahip oldukları yüksek gözenekli tanecikli yapıları nedeniyle yeraltı suyunu iletmektedir, ancak bu yapı genellikle suyu depolamamalarına sebep olmaktadır.

Alüvyon: Çalışma sahasında jeolojik istiflerin en üst katmanı olan alüvyonlar, kıyı ovalarında, Asi, Karasu ve Afrin gibi akarsuların vadileri başta olmak üzere vadilerin tabanlarında, graben sahasında ve Asi deltasında geniş sahalarda görülmektedirler.

Hidrojeolojik açıdan alüvyonlar, geçirimli ve akifer özelliktedir. İçeriğindeki kil ve silt seviyelerine bağlı olarak özellikle ovanın güney ve güneydoğu kesimlerinde geçirimliliği azalmaktadır (Toprak, Rojay, & Heimann, 2002; Karataş, 2010).

Şekil 2.
Çalışma Sahasının Jeoloji Haritası



1.3. Jeomorfolojik Özellikleri

Hatay ili yoğun tektonizmaya maruz kalan ve jeomorfolojik açıdan çeşitlilik gösteren bir sahadır. Amanos Dağlık kütlesi, Antakya - Kahramanmaraş Grabeni, Kuseyr Platosu ve ilin batı kesiminde yer alan kıyı ovaları ilin temel morfolojik ünitelerini oluşturmaktadır. Alüvyal yelpazeler ve bazik lav akıntıları da ilin morfolojik yapısını tamamlayan diğer önemli unsurlardır.

İlin en önemli dağlık kütesini KD-GB doğrultusunda uzanan *Amanos Dağları* oluşturmaktadır. Bu dağlık kütle batısındaki İskenderun Körfezi ile doğusundaki Antakya-Kahramanmaraş Grabeni arasında yer almaktadır. Amanos Dağları oluşumunun temelinde yer alan kıvrılmalar ile bir antiklinal durumundayken, post ofiyolitik dönemde yaşadığı kırılmalar nedeniyle de bir horst görünümündedir (Yılmaz, 1984; Karataş, 2010). Doğu ve batısındaki faylarla sınırlanmış olan bu dağlık kütle, ait olduğu Toros kuşağına dik uzanmaktadır. Amanos Dağları üç kısma ayrılmaktadır. Ceyhan Nehri ile Türkoğlu-Haruniye fayı arasındaki kütle kuzey Amanoslar'ı oluşturur. Bu faydan Belen'e kadar olan kesim orta Amanoslar ve Belen'in güneyindeki kesim ise güney Amanoslar olarak adlandırılmaktadır (Yılmaz, 1984; Karataş, 2010). Amanos Dağları'nın Hatay ilinde kalan kısmı Erzin-Üçkoz Yaylası-Akbez hattının güneyidir.

İlin en yüksek noktasını Amanos Dağları üzerinde yer alan Mığırtepe (2240 m) oluşturmaktadır. Güneye doğru alçalan ilin Amanoslar üzerindeki diğer önemli yükseltilerini Üçkaya Tepe (1976 m), Akkaya Tepe (1939 m), Susuz Tepe (1702 m) ve Kabayar Tepe (1698 m) oluşturmaktadır. Bu silsile Samandağ ilçesinin batısına doğru uzanır ve dik bir yamaçla denize kavuşur.

Amanoslardan bağımsız olarak faylar ve bölgedeki epirojenik hareketlere bağlı olarak Antakya-Samandağ oluşunun güneyinde Keldağ (Kılıç Dağı) (1730 m) yükselmektedir. Kütle tektonik kökenli olduğu halde antiklinal özelliği de göstermektedir (Yılmaz, 1984; Karataş, 2010; AFAD, 2021).

İlin önemli morfolojik ünitelerinden bir diğeri *Antakya-Kahramanmaraş Grabeni*'dir. Bu çek-ayır (pull-apart) havzanın gelişiminde Ölü Deniz Fayı, Doğu Anadolu Fayı ve Karasu Fayı etkili olmuştur. Açılma rejimine bağlı olarak oluşan normal faylar ile saha çökme-çanaklaşma alanı olmuştur. Ölü Deniz Fay Zonu'nun

oluşmaya başladığı orta Miyosen, aynı zamanda çanaklaşmanın başlama zamanıdır. Genişliği 3-30 km arasında değişen graben yaklaşık 180 km boyunca uzanmaktadır.

Graben tabanının yaygın jeolojik birimleri Kuvaterner yaşlı *alüvyonlar* ve Hassa-Kırıkhan merkezli *bazik lav akıntılarıdır*. Graben sahasında yer alan tektonik kökenli Amik Ovası ve Amanoslar ile graben tabanı arasındaki yamaçlar, alüvyal örtü ve yelpazeler ile kaplıdır. Eğime bağlı olarak güney yönde akış gösteren lavlar ise, Erzin’de yayılım bulan lavlardan daha düşük viskoziteye sahip olmaları nedeniyle Karasu Vadisi’nde daha geniş bir alanda daha basık bir görünüm sunmaktadırlar.

İlin güneyinde yer alan ***Kuseyr Platosu*** doğu, kuzey ve batıdan Asi Nehri ile çevrelenmektedir. Asi Nehri ve diğer dereler tarafından yarılarak arızalı bir görünüme sahip olan plato, aynı zamanda faylanma ve tektonik çarpılmalar etkisiyle de kısa mesafelerde görülen yükselti farklarına sahiptir. Plato üzerinde tektono-karstik oluşumlu uvala ve polyelere çokça rastlanılmaktadır. Birimin en yüksek noktasını 1235 m yüksekliğe sahip *Ziyaret Dağı* oluşturmaktadır.

İskenderun Körfezi’nin doğu şeridinde sıralanan ***kıyı ovaları***, kuzeyden güneye doğru sırasıyla; Erzin, Dörtyol, İskenderun, Arsuz ve Samandağ kıyı ovaları şeklinde yer almaktadır. Samandağ Ovası, Asi Nehri’nin meydana getirdiği bir delta ovası durumundadır.

1.4. Hidrolojik Özellikler

1.4.1. Akarsular

Hatay ilinde başta Asi Nehri, Afrin Çayı ve Karasu Çayı olmak üzere irili ufaklı birçok akarsu bulunmaktadır. İl genelinde akarsuların debileri pek yüksek değildir. Akarsularda düzensiz rejim hâkimdir ve basit rejim tiplerinden yağmurlu Akdeniz rejimi açıkça görülmektedir. Akarsuları 3 temel havzada incelemek mümkündür. Bunlardan ilki Asi Nehri, Afrin Çayı, Karasu Çayı, Muratpaşa Deresi, Büyük Karaçay, Küçük Karaçay ve Beyaz Çayı bünyesinde barındıran Asi Havzası’dır. Bir diğer havza Amanosların batı yamaçlarından Akdeniz’e sularını boşaltan çayları kapsayan Akdeniz Kıyı Havzası’dır. Son olarak büyük çoğunluğunun Suriye topraklarında bulunduğu Nehr el Kebir el Şimali Havzası’dır.

1.4.1.1. Asi Nehri

Asi (Orontes) Nehri, Bekaa Vadisi (Lübnan)'nden kaynağını alır. Ölü Deniz Fay Zonu'nu takip ederek Humus (Katine) Gölü'ne dökülür. Gölden çıkan nehir, sırasıyla Humus ve Hama (Suriye) şehirlerinden geçer ve Saroute kolunu alarak Ghab Ovası'nı kat eder. Etun ve Eşrefli köyleri arasında Türkiye-Suriye sınırını oluşturan nehir, Türkiye topraklarında bir yay çizerek güneybatıya yönelir. Burada Afrin Çayı ve Karasu Çayı ile birleşir. Daha sonra Büyük Karaçay ve Küçük Karaçay'ı bünyesine katarak Ziriye Boğazını geçer. Samandağ'dan denize ulaşır. Nehrin kaynağından çıkıp ağız kısmına varana kadar uzunluğu 556 km olsa da bu mesafenin ancak 98 km'si Türkiye topraklarındadır. Bununla birlikte 52 km'si sınır hattını oluşturmaktadır.

Amik Ovası ve Suriye topraklarındaki Ghab Ovası birer pull-apart (çek-ayır) havza özelliğinde olmasından dolayı nehrin havzasında faylara ve fay morfolojisine çokça rastlanır. Havzanın batısında yer alan Amanoslarda dik yamaçların varlığı, buradan inen akarsu kollarının paralel akarsu ağı oluşturmaya sebep olmuştur. Bununla birlikte havza tabanındaki alüvyal örtü üzerinde dendritik akarsu ağı yaygın drenaj ağını temsil etmektedir. Yağmurlu Akdeniz rejimi görülmektedir. Yatak eğimi %0,15'tir.

1.4.1.2. Afrin Çayı

Afrin Suyu, Sof Dağları (Gaziantep)'nin (Büyük Sof Tepe 1496 m) güney yamaçlarından kaynağını alır. Doğusundaki Boz Afrin ve batısındaki Kara Afrin dereleriyle birleşerek Afrin Çayı'nı oluşturur. Deliçay ve Kınacık Dere'yi de bünyesine katarak Kilis'ten çıkarak Suriye topraklarında akışa geçer. Türkiye'den kaynaklanan Sabun Suyu ile birleşerek Reyhanlı kuzeyinden yeniden Türkiye'de akmaya başlar. Asi Nehri ile birleşerek akmaya devam eder.

Nehrin kaynağından ağız kısmına kadar uzunluğu 171,6 km olsa da bunun ancak 36,2 km'si Türkiye topraklarındadır. Bununla birlikte 3,6 km'si sınır hattını oluşturmaktadır.

Her iki tarafı faylar ile sınırlanmış olan vadi tabanına yerleşen Afrin Çayı, özellikle Suriye kesiminde paralel akarsu ağı özelliği sunmaktadır. Ancak havzadaki hâkim drenaj ağı dendritik akarsu ağı ile temsil edilmektedir. Amik Ovası'ndan itibaren antropojenik etkiler nedeniyle gelişen suni bir drenaj ağı vardır.

1.4.1.3. Karasu Çayı

Karasu Çayı, Kartal Dağları (Gaziantep) (Kartal Yücesi Tepe 1429 m) ve Akçadağ (1795 m) 'dan kaynaklarını alır. İslahiye ve Yogmözü derelerini bünyesine katarak Tahtaköprü Baraj rezervuarına girer. Buradan çıkarak Türkiye-Suriye sınırında bir müddet akar ve güneybatıya yönelerek Hopur Çayı ile birleşir. Karasu Çayı, ovanın batı kenarı boyunca akarak Küçük Asi Kanalı'na dökülür.

Nehrin kaynağından ağız kısmına kadar uzunluğu 134 km olsa da bunun ancak 56,8 km'si Türkiye topraklarındadır. Bununla birlikte 28,1 km'si sınır hattını oluşturmaktadır.

Dendritik drenaj ağının görüldüğü çayın yatak eğimi %0,75 tir. Aşınımın düşük değerler gösterdiği havzada yoğunlaşan biriktirme faaliyetleri yer yer kopuk menderesler görülmesine sebep olmaktadır. Akarsuyun maksimum akımlarında görülen kayma, havzanın yüksek kesimlerindeki kar erimelerini işaret etmektedir. Bu nedenle ilde genellikle hâkim olan rejimin dışında yağmurlu karlı karmaşık rejimin etkili olduğu görülmektedir.

1.4.1.4. Diğer Akarsular

Asi Havzası'nda yer alan *Büyük Karaçay* ve *Küçük Karaçay* iki komşu alt havzada akmaktadırlar. Sırasıyla 33,6 km ve 30,8 km uzunlukta olan akarsular %2,8 ve %2,3 lük eğim değerleriyle topografyada şekillendirici etkiye sahiplerdir. Karaçaylar, Asi Nehri ile birleşerek akışa devam ederler.

Yalankoz ve Ballıkaya Tepe (Kırıkhan)'den kaynaklarını alan *Muratpaşa Deresi*, Muratpaşa Kanalı'na drene edilmektedir. Gölbaşı (Balık) Gölü'nün batı kıyısını kat ederek gölün fazla sularını bünyesine katar. Kanal, Afrin Kanalı ile birleşerek akışa devam eder. Akışın kanallar ile sağlanması yapay bir drenaj ağının varlığına sebep olmaktadır. Mevsimlik olan bu derenin doğal yatağında oluşturduğu drenaj ağı ise dendritik akarsu ağıdır.

Asi Havzası'nda yer alan bir diğer akarsu *Beyaz Çay*'dir. Kuseyr Platosu'nun kuzeydoğusunda akış gösteren çay, bünyesine dâhil ettiği derelerle güçlenerek güney-kuzey yönlü bir akış halini alır. Yarseli Barajı'nı kat ederek Asi Nehri ile birleşir.

Faylanmaya bağlı olarak gelişen dik yamaçlardan inen akarsular paralel akarsu ağı oluşursa da hâkim olan drenaj ağı, dendritik akarsu ağıdır.

Akdeniz Kıyı Havzası'nda yer alan akarsular kuzeyden gúneye sırasıyla Deliçay, Belen Çayı, Zilli Çayı, Soğanlık Deresi ve Arsuz Çayı'dır. Bu akarsular Amanos dağlık kütlesi ve Keldağ'ın batı yamaçlarından kaynağını alıp denize dökülürler. Havzada genel olarak yağmurlu Akdeniz rejimi görülür.

Deliçay, Üçkoz Yaylası'nın yamaçlarından kaynağını alır. Akışı boyunca sırasıyla Karakaya Dere, Değirmen Dere ve Bilalık Dere ile birleşir. Dörtüol Ovası'nı kat ederek Akdeniz'e dökülür. Kaynağından ovaya kadar faylı yapı sebebiyle kafesli akarsu ağı görülmektedir. Ancak Dörtüol Ovası'nda yer yer örgülü akarsu ağı kendini göstermektedir. Akarsuyun toplam uzunluğu 33,4 km ve havzanın yatak eğimi yaklaşık olarak %3,6 dır.

Belen Çayı, Benlidere güneyinden kaynağını alır. Akışı boyunca Savancı Dere ve Yılanlı Dere ile birleşir. Belen'den sonra kuzeybatıya yónelen çay, İskenderun Ovası'nı kat ederek Akdeniz'e dökülür. Yatağın neredeyse tamamı faylanmalar ile gelişen zayıf direnç hatlarını takip eder. Yüksek fay diklikleri, dar ve derin boğazlar, ani eğim kırıkları ve kayşat konilerinin görüldüğü havzada hâkim drenaj tipi romboidal kafesli akarsu ağıdır. Akarsuyun toplam uzunluğu 18,2 km ve havzanın yatak eğimi yaklaşık olarak %5 tir.

Zilli Çayı, Fırnaz Tepe (1375 m) yamaçlarından kaynağını alır. Batıya yónelen çay, Gönen Çayı ve Fındıklı Deresi'ni bünyesine katarak akışa devam eder. Arsuz Ovası'nda kuzeybatıya yónelerek Akdeniz'e dökülür. Havzanın yukarı çığırında ofiyolitik dizi üzerinde akış gösterirken, aşağı çığırında bölgedeki faylanmalar, ani eğim kırıkları ile alüvyonlar üzerinde akış göstermeye başlamaktadırlar. Havzanın hâkim drenaj tipini kafesli akarsu ağı oluştururken, yer yer dendritik akarsu ağı da gözlenmektedir. Akarsuyun toplam uzunluğu 25,2 km ve havzanın yatak eğimi yaklaşık olarak %4,6 dır.

Soğanlık Deresi, Susuz Tepe (1702 m)'den kaynağını alır. Arsuz kuzeyinden Akdeniz'e dökülür. Havzada hâkim drenaj tipi romboidal kafesli akarsu ağıdır. Akarsuyun toplam uzunluğu 19,4 km ve havzanın yatak eğimi yaklaşık olarak %3,6 dır.

Arsuz Çayı, kuzeyden güneye sırasıyla Hacıahmetli Deresi 23,7 km, Höyük Deresi 11,6 km ve Avcılar Deresi 18,6 km akıştan sonra Arsuz'un güneydoğusunda birleşir ve 1,9 km daha kuzey-kuzeybatı yönünde akarak Akdeniz'e dökülürler. Zilli Çayı'nda gözlenen jeolojik birimler bu havzada da benzer özellikler ile yer almaktadır. Havzada drenaj tipi hem kafesli akarsu ağı hem dendritik akarsu ağı özelliğindedir. Havzaların yatak eğimleri kuzeyden güneye %4,6, %8,7 ve %5,6 dır.

Kureyşi Deresi, büyük bir çoğunluğu Suriye'de akan Nehr el Kebir el Şimali'nin en kuzey koludur. Kaynağını Kale Köyü'nün güney kesiminden alır ve Yayladağı'nın batısından Suriye'ye uzanır. Akarsuyun toplam uzunluğu 10,2 km dir. Kureyşi Deresi'nin ait olduğu Nehr el Kebir el Şimali Havzası batı, kuzey ve doğudan faylarla çevrilidir ve güney tarafı bir depresyon alanı görünümündedir. Kaynağa yakın kesimlerde romboidal kafesli akarsu ağı, ağıza yakın kesimlerde ise dendritik akarsu ağı görülmektedir. Havza %3 lük yatak eğimi ile debisi az ancak aşındırma gücü görece yüksek bir karakter sunmaktadır.

1.4.2. Göller

Hatay ilinde Amik Gölü'nün kurutulmasından sonra kayda değer büyüklükte doğal bir göl kalmamıştır. Günümüzde varlığını sürdüren göllerin bir kısmı da sadece yağışlı dönemlerde görülen göllerdir. İldeki doğal göllerin sayıları az ve hacimleri küçüktür. Bu göllerin en önemlilerinden biri Kırıkhan ilçesinde yer alan *Gölbaşı (Balık) Gölü*'dür. Tektono-karstik bir çanağa sahip olan gölün en derin noktası yaklaşık 5 m'yi bulmaktadır. İçerisinde iki adet ada bulundurmaktadır. Tektono-karstik çanağa sahip göllerden biri de Reyhanlı ilçesinde bulunan, yaklaşık 2 m derinliğe sahip *Cüdeyde Gölü*'dür. Reyhanlı ilçesinde yer alan tektonik oluşumlu *Yenişehir Gölü*, 8 m derinliğiyle başlıca göller arasında en derin göl durumundadır. Diğer doğal göller; Aygır Gölü (Kırıkhan-Yalankoz), Burnaz Gölleri (Erzin), Kanlıören Gölü (Hassa-Mazmanlı Köyü), Karagöl (Erzin-Osmaniye) ve Pınarbaşı Gölü (Reyhanlı)'dür.

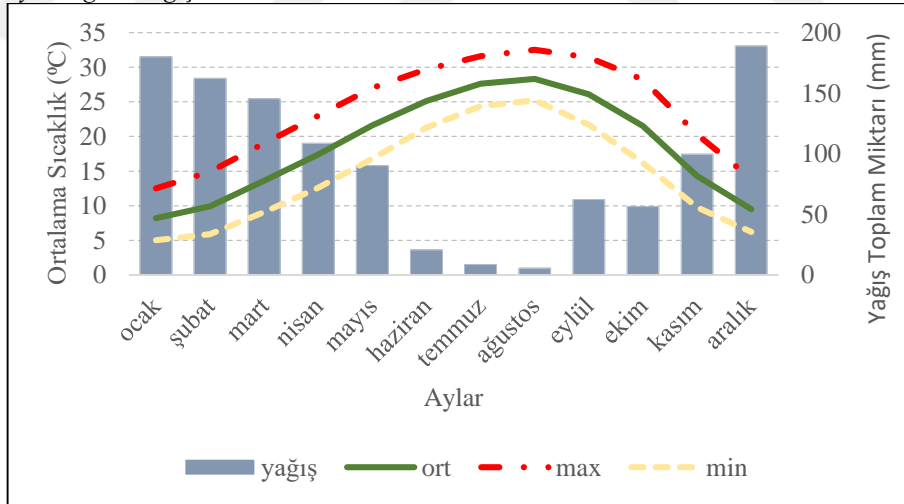
Hatay ilinde yapay gölleri, barajlar ve göletler oluşturmaktadır. İlde Yarseli Barajı (Altınözü) ve Yayladağı Barajı (Yayladağı) olmak üzere iki adet baraj gölü bulunmaktadır. Göletler; Demrek Göleti, Görentaş Göleti, Karamanlı Göleti, Karlısu Göleti, Pulluyazı Göleti ve Topboğazı Göleti.

Çalışma sahasında akarsular ve göller dışında kaynaklar ve mineralli sular da yüzey sularını oluşturmaktadır.

1.5. İklim Özellikleri

Hatay ili, Akdeniz Havzası'nda İskenderun Körfezi'nin doğu kıyılarındaki konumu nedeniyle denizel etkilere açıktır. Bu nedenle ilde Akdeniz iklimi hâkimdir. Yıllık sıcaklık ortalamaları 15,1-20 °C arasında değişim göstermektedir. Aylık sıcaklık ortalamalarına bakıldığında bütün istasyonlarda en düşük sıcaklık değerleri Ocak ayında, en yüksek sıcaklık değerleri Ağustos ayında görülmektedir. Ancak Hassa, Kırıkhan ve Yayladağı ilçelerinde yer alan istasyonlarda yıl içindeki en yüksek sıcaklık değerlerine temmuz ayında rastlanılmaktadır (Korkmaz, Çetin, Özşahin, Karataş, & Bom, 2011). İlçelerin denizel etkilere kapalı oluşu bu farklılığa sebep olmaktadır (Karataş, 2010).

Tablo 1.
Toplam yağış, ortalama sıcaklık, maksimum sıcaklık ve minimum sıcaklık değerlerinin aylara göre değişimi



Hatay ilinde yıllık ortalama toplam yağış miktarı 562,2-1216,3 mm ler arasında değişmektedir. Akdeniz ikliminin gerekliliği olarak burada da en fazla yağış kış aylarında düşerken, en az yağış yaz aylarında düşmektedir. Amanos Dağları'nın İskenderun Körfezi'ne bakan yamaçların depresyonların yolu üzerinde kalan kısımları, batı ve güneybatıdan esen nemli rüzgârların etkisiyle daha fazla yağış almaktadır (Koçman, 1993). Dört yol'a 1500 mm civarında düşen yağış bu duruma iyi bir örnektir.

Buraya düşen fazla yağışın sebebi Amanos Dağları'nın denizden gelen hava akımlarına karşı dik uzanıyor olması ve buna bağlı olarak gerçekleşen orografik yağışlardır (Korkmaz, Çetin, Özşahin, Karataş, & Bom, 2011). Köppen- Geiger iklim sınıflandırmasında Csa olarak görülmektedir (AFAD, 2021).

Hatay ilinde hâkim rüzgâr yönü güneybatıdır. Yıllık ortalama rüzgâr hızı 2,5 m/sn. civarındadır.

1.6. Toprak Özellikleri

Hatay ilinde, hem yarı kurak hem de yarı nemli bölgelere ait topraklar bir arada görülebilmektedir. İlin litolojik yapısı da toprak çeşitliliğini artıran bir etkidir. İlin genelinde zonal toprak grubu yayılım göstermekte olsa da bazı kesimlerde azonal topraklar da yayılmışlardır.

İl sınırlarında en fazla yayılan toprak *kireçsiz kahverengi orman toprakları*dır. Nemli bölgelerde gelişen A, B ve C horizonlarına sahip toprak, arazi yüzeyinin yaklaşık %36' sını oluşturmaktadır. Amanoslar üzerinde özellikle Hassa-Dörtyol arasındaki kesimde ve Kışlak (Yayladağı) güneyinde yaygın olarak görülmektedir.

Bol kireç içeren ana kaya üzerinde A, B ve C horizonları gelişmiş *kahverengi orman toprakları* arazi yüzeyinin %16' sını oluşturmaktadır. Bitki örtüsünün gür, yağış değerlerinin yüksek olduğu sahalarda görülmektedir. Altınözü civarında, Dörtyol'un kuzeyinde, İskenderun'un güneyinde ve Samandağ-Antakya arasında yaygın olarak görülmektedir.

Yağış miktarı 600 milimetrenin altına düşmeyen sahalarda kalkerler üzerinde gelişen *kırmızı Akdeniz toprakları*, koyu kırmızı renge sahiptir. İlde yayılım gösteren diğer zonal topraklar gibi A, B ve C horizonları belirgin şekilde gelişmiştir. Arazi yüzeyinin %8'ini oluşturan bu toprak türü Reyhanlı'nın kuzeyi ve doğusu ile Şenköy-Kışlak civarlarında yaygın şekilde görülmektedir.

Kırmızı-kahverengi Akdeniz toprakları, Antakya-Samandağ oluğunda, arazi yüzeyinin %7'sini oluşturmaktadır.

Ova ve akarsu vadilerinin tabanlarında yayılan *alüvyal topraklar* arazi yüzeyinin %13'ünü oluştururken, dik yamaçların eteklerinde, yüzeysel akış ile taşınan iri materyallerin oluşturduğu *kolüvyal topraklar* da arazi yüzeyinin %13'ünü

oluşturmaktadır. Kolüvyal topraklar, Dört Yol'un kuzeybatısında, Kışlak'ın güneyinde ve Reyhanlı dolaylarında görülmektedir. Hassa-Kırıkhan arasında görülen *bazaltik topraklar* ise arazi yüzeyinin %7'sini oluşturmaktadır.

1.7. Bitki Örtüsü Özellikleri

İklim ve topografya özelliklerine uygun olarak doğal bitki örtüsü de çok sayıda türü içerisinde barındırmaktadır. Özellikle Amanos Dağları oldukça zengin bir vejetasyona sahiptir. Türkiye'deki bitki türlerinin yaklaşık olarak yarısını Amanoslar'da görmek mümkündür. Hatay'da doğal olarak yetişen çiçekli bitki sayısı yaklaşık 300 tanesi endemik olmak üzere 2000 civarlarındadır (İlçim, 2014). Hatay ilinin %38'i ormanlık alan olup bu sahanın %70'ini normal orman sahası, %30'unu ise bozuk orman sahası oluşturmaktadır (Hatay İli 2021 Yılı Çevre Durum Raporu, 2022). Ormanlık alanların büyük bir bölümünü kızılçam oluşturmaktadır. Karaçam, sedir, fıstık çamı, meşe, ardıç, kestane, göknar, gürgen, ıhlamur, çınar, dişbudak ve servi asli türleri oluştururken; defne, mersin, böğürtlen, keçiboynuzu ve zakkum makiliklerdeki başlıca türlerdir. Amanosların kıyıya paralel uzanışından kaynaklanan yüksek kesimlerdeki nem etkisi, Dört Yol'un doğusunda Karadeniz bölgesine has fındık, ıhlamur, kayın, çınar yapraklı akçaağaç, çobanpüskülü, taflan gibi birçok odunsu ve otsu bitki türünün görülmesine sebep olmaktadır.

Tablo 2.

Amanos Dağları üzerinde yükseltiye göre bitki türlerinin dağılışı (Hatay İli 2021 Yılı Çevre Durum Raporundan derlenmiştir)

0-500 m	Mersin (<i>Myrtus Communis</i>), Katır Tırnağı (<i>Spartium Junceum</i>), Zakkum (<i>Nerium Oleander</i>), Boyacı Sumağı (<i>Rhus Cotinus L.</i>), Karadiken (<i>Prunus Spinosa</i>), Keçiboğan (<i>Calicomote Villosa</i>), Laden (<i>Cistus Creticus</i>)
500-1000 m	Kızılçam (<i>Pinus Brutia</i>), Defne (<i>Laurus Nobilis</i>), Hartlap (<i>Arbutus Andrachne</i>)
1000-1500 m	Meşe (<i>Quercus L.</i>), yer yer Kayacık (<i>Ostrya</i>)
1500-2000 m	Karaçam (<i>Pinus Nigra</i>), Köknar (<i>Abies</i>), Sedir (<i>Cedrus Libani</i>)
2000+ m	<i>Sub-alpin türler</i>

Amanoslar üzerinde 500-600 metrelerde görülen kızılçamlar, batı yamaçlarda 700-800 m lere kadar çıkmaktadır. Kızılçam orman kuşağının üzerinde ise nemli yamaçlarda kestane, gürgen, kayın gibi geniş yapraklı türler, kısmen kurak yamaçlarda ise meşe, ardıç, karaçam gibi türler görülmektedir. 1200-1300 m lerden itibaren karışık

yapraklı orman kuşağına geçilir. Bu kuşağın üzerinde 2000 m lere kadar uzanan köknar ve sedir topluluklarının da bulunduğu iğne yapraklı orman kuşağı bulunmaktadır. Orman üst sınırı üzerinde ise sınırlı alanlarda sub-alpin türler yayılış göstermektedir.

1.8. Nüfus ve Yerleşme Özellikleri

2022 yılı verilerine göre Hatay ili, 1.686.043 (TÜİK, 2023) nüfusa sahip olup, nüfusun 838.915'ini kadın nüfus, 847.128'ini ise erkek nüfus oluşturmaktadır. Nüfus yoğunluğu açısından Hatay ilinde km²'ye 289 kişi düşmektedir. Yıllık nüfus artış hızı % 9.13'tür. İlçelere göre toplam nüfusun dağılımına bakıldığında en çok nüfusun 399.045 kişi ile Antakya, en az nüfusun ise 13.333 kişi ile Kumlu ilçelerinde olduğu görülmektedir.

Hatay ilinde nüfusun büyük çoğunluğu (%65) ovalık jeomorfolojiye sahip düzlük alanlarda toplanmıştır (Atasoy & Özşahin, 2013). İş imkânlarının çokluğu ve diğer şehirsiz özellikler sebebiyle nüfus Antakya başta olmak üzere İskenderun ve Defne ilçelerinde kalabalıktır. Yükselti ve eğimin arttığı ilçelerde ise nüfus miktarı daha azdır.

Tablo 3.
Hatay İlçeler ve Toplam Nüfus Verileri

İlçeler	Toplam Nüfus
Erzin	41558
Dörtyol	128941
Payas	43919
İskenderun	251682
Arsuz	101233
Samandağ	123447
Antakya	399045
Defne	165494
Hassa	56675
Kırıkhan	121028
Kumlu	13333
Reyhanlı	108092
Belen	34449
Altınözü	60344
Yayladağı	36803
Toplam	1.686.043

1.9. Ekonomik Coğrafya Özellikleri

1.9.1. Tarım

Hatay ilinin ekonomik temelleri tarım, hayvancılık, sanayi ve ticaret üzerine kuruludur. İlin arazi kullanım sınıflandırmasına bakıldığında, yüzölçümünün %52,5'ini tarımsal alanlar, %42,5'ini orman ve yarı doğal alanlar, %4,5'ini yapay ve çıplak yüzeyler ve %0,40'ını ise sulak alanlar ve su yapıları oluşturmaktadır (Hatay İli 2021 Yılı Çevre Durum Raporu, 2022). Tarım alanlarının %63'ünde sulu tarım yapılmaktadır. Amik Ovası, İskenderun ve Dört Yol dolaylarındaki kıyı ovaları ve Asi Deltası başlıca tarım alanlarıdır. İklim, toprağın yapısı, ildeki tarım kültürünün varlığı ve diğer koşullar tarımsal ürün çeşitliliğinin fazla olmasına imkân tanımaktadır. Bu durum il genelinde her mevsim iki ya da üç defa üretim yapılabilmesini sağlamaktadır.

1.9.2. Hayvancılık

Hatay ilinde hayvancılık, tarımdan daha sonra gelmektedir. Kanatlı hayvan yetiştiriciliği ön planda olmakla birlikte 2021 yılı verilerine göre 149.206 büyükbaş, 538.745 küçükbaş bulunmaktadır. Bunun yanı sıra arıcılık faaliyetleri de yapılmaktadır. Aynı yıla ait değerlere göre kovan sayısı 103.323'tür (TÜİK, 2021). Deniz ürünleri avcılığı ve kültür balıkçılığında Samandağ ve Arsuz yoğun sahalardır. Gölbaşı (Balık) Gölü'nde de avcılık yapılmaktadır.

1.9.3. Madencilik

Maden cevherlerinin çeşitliliği bakımından zengindir. Bununla birlikte genel olarak taş ocaklarının düşük rezervlere sahip olması veya maden cevherlerinin çıkarımının ekonomik olmaması bu bölgelerin işletilmesinin önüne geçmektedir. Amanosların batısında demir, alüminyum ve krom sahaları, Amanosların doğusunda ise demir, bakır, alüminyum, çinko, kurşun, kükürt, fosfat, altın ve asbest sahaları bulunmaktadır.

1.9.4. Ulaşım

İlde karayolu ulaşımı başta olmak üzere denizyolu, demiryolu ve havayolu ile ulaşım sağlanabilmektedir. Konumu gereği uluslararası öneme sahip güzergâhlar üzerinde bulunan Hatay ve sınır komşusu Suriye arasında Yayladağı sınır kapısı (Yayladağı), Cilvegözü sınır kapısı (Reyhanlı), Zeytinalı sınır kapısı (Kumlu) bulunmaktadır. Ayrıca sadece dini bayramlarda açılan Karbeyaz sınır kapısı vardır. Hatay, İskenderun ilçesi ile karayolu, demiryolu ve denizyolu ulaşım ağının birleştiği bir bölgede bulunmaktadır. Türkiye'nin en büyük üçüncü tır filosuna sahiptir (ATSO, 2020).

Denizyolu ulaşımı gelişmiş olan ilde, özellikle Ortadoğu ülkeleri ile olan ticari sevkiyatlarda İskenderun Limanı önemlidir (Karataş, 2010). İskenderun Limanı ya da Limakport İskenderun, Akdeniz'in konteyner (kargo) ve transit araç taşımacılığında önde gelmektedir (ATSO, 2020). Faaliyete giren Madenli Yat Limanı'ndan yapılmaya başlanan HADO (Hatay Deniz Otobüsü) seferlerinin yolcu taşımacılığı ve turizmi geliştireceği düşünülmektedir.

Demiryolu ulaşımı pek gelişmiş olmamakla beraber daha çok yurtiçi yük taşımacılığında kullanılmaktadır. İskenderun-Mersin hattında yolcu taşımacılığı da yapılmaktadır.

Havayolu ulaşımı 2007 yılında hizmete açılan Hatay Havaalanı ile başlamıştır. Ancak 06.02.2023 tarihinde yaşanan deprem nedeniyle sınırlı hizmet sunabilmektedir.

1.9.5. Sanayi

İskenderun Demir-Çelik Fabrikası'nın kurulması ile başlayan sanayi faaliyetleri imalat sanayinin temelini oluşturmuştur. Boru hattı aracılığıyla Batman'dan Hatay'a gelen petrol, İskenderun Limanı vasıtasıyla Mersin iline transfer edilmektedir. Kırıkhan'da geçimin %28'ini oluşturan sanayi, Dörtyol'da narenciye, sebze ve meyve çiftçiliği, diğer ilçelerde ise pamuk ve zeytin başta olmak üzere tarıma dayalı bir ekonomi sunmaktadır.

1.9.6. Turizm

Hatay, uzun geçmişe dayanan tarihi, doğal güzellikleri ve çok çeşitli kültürel yapısı ile turizm yönünden büyük bir potansiyel teşkil etmektedir. Sahip olduğu turistik manzaralar dışında inanç ve doğa turizmine de ev sahipliği yapmaktadır. Bunda en büyük rolü geçmişten günümüze çok sayıda farklı kültür, din, mezhep, dil ve ırka sahip insanların bir arada yaşamış olmasıdır.

1.10. Araştırmanın Amacı ve Önemi

“Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Teknikleri Kullanılarak Hatay İlinde Çizgiselliklerin Belirlenmesi ve Tektonizma İle İlişkilendirilmesi” başlıklı bu çalışmanın amacı inceleme alanında tespit edilecek çizgiselliklerin, tektoniğe ait izlerini istatistiksel verilerle açıklamaktır. Bununla birlikte doğal topografik ayrıntılardan üretilen çizgiselliklerin arazideki jeolojik yapıdaki detayları (oluşum kökeni ve nicelikleri) yansıtıp yansıtmadığını incelemek amaçlanmıştır. Ayrıca drenaj deseni üzerindeki bozulmaların, fay sistemleri ile ilişkisi açıklanmaya çalışılacaktır.

Hatay, Doğu Anadolu Fayı ve Ölüdeniz Fayı başta olmak üzere irili ufaklı birçok fay segmentinin bir arada bulunduğu bir coğrafyaya sahiptir. İldeki bu durum, tektonik aktivitenin aktif olmasına sebebiyet vermektedir. Birinci derece deprem bölgesi sınıfında yer alan Hatay’da bölgenin tektoniğinin anlaşılması, neotektonik dönemde oluşan ve gelişen yapılar arasındaki ilişkilerin ortaya konulması ve bölgesel ölçekteki çalışmalarda depremin yıkıcı etkilerinin açıklanması önem arz etmektedir.

Tektonik hareketler, drenaj desenlerinin şekillenmesinde önemli etmenlerden biridir. Bu nedenle Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama teknikleri kullanılarak elde edilen drenaj desenlerinden ve fay haritasından faydalanılarak sahanın tektoniğinin yorumlanması önemlidir.

1.11. Araştırma Problem Durumu, Soruları ve Hipotez

S.1. Hatay iline uygulanacak çizgisellik analizi sonucunda elde edilecek çizgisellikleri ne oranda faylara karşılık gelmektedir?

S.2. Hatay ilinde farklı çözünürlük ve farklı tarihlere sahip veri setlerinden elde edilecek fay çizgiselliklerinde nasıl farklılıklar gözlenecektir?

S.3. İl bazlı çalışmalarda kullanılan veri setlerinden hangisi daha verimlidir?

S.4. Hatay ilinde özellikle Amanosların batı kesimindeki fayların drenaj deseni üzerinde nasıl bir etkisi olmuştur?

H.1. Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama teknikleri kullanılarak elde edilen fay çizgiselliklerin büyük bir çoğunluğu neotektonik hareketler sonucu oluşmuştur.

H.2. Elde edilen fay çizgiselliklerinde en güvenilir sonuçları arazi örtüsünün yoğun olmadığı sahalar vermektedir.

H.3. Doğrultu atımlı fayların tespitinde uydu görüntülerinden elde edilen fay çizgileri daha güvenilir sonuçlar verirken, sayısal yükseklik modelinden elde edilen fay çizgileri düşey ve yanal atımlı fayların tespitinde daha güvenilir sonuçlar vermektedir.

1.12. Araştırma Konusu ile İlgili Daha Önce Yapılan Çalışmalar

O'Leary vd. (1976) çalışmalarında çizgisellik, doğrusal ve lineasyon kelimelerinin günümüzde en geçerli tanımlarını yapmışlardır. Çalışmada daha önceki çeşitli yazarların tanımlarına yer verilmiştir.

Henden (1981) çalışmasında cevher arama için tespit edilen 190 alanı on bölgede gruplandırmıştır. Bu on bölgeden Kastamonu çevresi ve Güneydoğu Türkiye'nin maden aramaları için yeterince araştırılmadığı görülmüştür. Çalışmanın amacının bir diğer kısmı çizgisellikler ile dairesel yapılar ve metalik maden yatakları arasındaki ilişkiyi ortaya koymak, deprem odakları ve sıcak su, maden suları ile çizgisellikler arasındaki ilişkiyi belirlemektir. Elde edilen sonuç bu sahaların bölgesel fay zonları ile ilişkili olduğudur.

Süzen ve Toprak (1998) çalışmalarında tek bant, çoklu bant iyileştirmeleri ve uzamsal alan filtreleme tekniklerini içeren farklı çizgisellik çıkarma tekniklerini test etmişlerdir. Hedef saha Ankara'nın kuzeyinde yer alan Galata Volkanik Sahası'nın güney kesimidir. Erken Pliyosen sonrasında oluşan iki paralel fay grubu sahayı şekillendirmektedir. Bunlar; ana eksenini olan K62°D doğrultudaki büyük faylar (Çeltikçi Grabeni'nin sınıra denk gelir) ve buna dik uzanan K20-25°B doğrultudaki faylardır. Görüntü yumuşatma ve gradyan filtelerinin kombinasyonu olan bir

algoritma üreterek görüntüye uygulamışlardır. Uygulanan filtreleme teknikleri sonucunda uzamsal alan filtreleme, diğer tekniklere göre daha fazla ve daha uzun çizgisellikleri tespit edebilmiştir. Bu nedenle tek bant girişli uzamsal alan filtrelemenin, bölgesel ölçekli çizgisellik analizleri için maliyet ve zaman açısından hem verimli hem de hızlı bir algoritma olduğu öne sürülmüştür. Bununla birlikte sahada daha önce gözlenmeyen K40-50°B yönünde başka bir çizgisellik kümesi tespit edilmiştir.

Arlegui ve Soriano (1998) çalışmalarında en iyi görsel kalite için Landsat 5-TM' in 2, 4, 7 bant kombinasyonunu kullanarak sahte renklendirme elde etmişlerdir. Görsel kalite piksellere atanan doğrusal bir kontrast uzatma ile geliştirilmiştir. Sonuç olarak; Orta Ebro Havzası (KD İspanya)'nda çizgiselliklerin dört yönelime sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Her yön için oluşturulan yoğunluk haritası ile çizgiler ve topografya arasındaki ilişki açıklanmıştır. Buna göre çizgisellikler litoloji ile değil, havzadaki makro yapılar ile ilgilidir.

Sarp (2005) çalışmasında Landsat ETM uydu görüntüsünden hem manuel hem de otomatik yöntemlerle elde edilen çizgisellikleri tespit etmiştir. Sonuç olarak iki yöntem karşılaştırıldığında otomatik olmayan yöntemin daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Ankara kuzeybatısının incelendiği çalışmada bölgede KAFZ dışında başka fay zonları, fay haritalarında gösterilmeyen birçok fay parçası tespit etmişlerdir. Fayların yöneliminde birincil eksen KD-GB doğrultuda olup KAFZ 'na paraleldir ve manuel yöntemde daha dar bir aralıkla temsil edilmektedir. Bununla beraber otomatik olmayan yöntemin güllü diyagramından elde edilen ikincil yönelim KB-GD doğrultudadır.

Çizgiselliklerin mekânsal dağılımı otomatik yöntemde bölgenin güneybatısında, Peçenek-Güdül çevresinde ve Seben ile Peçenek arasındaki alanda yüksek frekans gösterirken, manuel yöntemde Bolu-Gerede hattında yüksek frekans göstermektedir.

Sander (2007) çalışmasında yeraltı suyu tespitinde sahada çizgiselliklerin jeolojik bir yapıyı gösterip göstermediğini ortaya koymak için elde edilen çizgisellikler dışında ek verilere ihtiyaç olduğunu belirtmiştir. Bununla beraber haritalamada bazı sınıflandırıcıların kullanılması gerektiğini belirtmiştir.

Ricchetti ve Palombella (2007) çalışmalarında Güney İtalya'nın jeolojik ve morfolojik yapısı ile tespit ettikleri çizgisel özelliklerini karşılaştırmışlardır.

Çizgisellikler Apeninler ve Calabrian yayında yoğunlaşmaktadır. Bu sahalarda çizgisellik ile jeolojik yapılar arasında yüksek korelasyon tespit edilmiştir. Elde edilen çizgisellikler farklı yapılardan tespit edildiği için gül diyagramlarının oluşturulurken çizgi uzunluğunun esas alınması gerektiği belirtilmiştir.

Ege (2011) çalışmasında klasik çalışmalarla tanımlanmış eski faylar ile yeni tekniklerle tespit edilen yeni fayları karşılaştırmayı amaçlamıştır. Landsat 7 ETM uydu görüntüsünü kullanarak üretilen Antakya-Kahramanmaraş Grabeni'nin çizgiselliklerinin önceki çalışmalarla %70 örtüşüğünü tespit etmiştir.

Chaabouni vd. (2012) çalışmalarında uyguladıkları çizgisellik analizi ile Güney Jenein (Tunus) Havzasında tektonik olayların baskın yönünü belirleyerek bu çizgilerin sebebi olan tektonik rejimleri belirlemişlerdir.

Thannoun (2013) çalışmasında Musul şehrinin kuzeybatısında bulunan bir sahanın çizgiselliklerini, sahanın litolojik ve tektonik özellikleri ile ilişkilendirmiştir. Kıta-kıta çarpışması sonucunda gelişen kıvrımlı dağ silsileleri ve bölgede bulunan fayların uzanımı birbirine paralel, KD-GB doğrultusunda uzanmaktadır. Diğer baskın yön tektonik aktivitenin etkisine bağlı olarak K-G doğrultudadır. Yamaçların eğimlerinde %80'den fazlasının KD-GB yönünde olduğu görülmüştür. Uydu görüntüsünden elde edilen çizgisellikler ana yapının içinde, ana faya paralel ve yakın konumda yüksek yoğunluk göstermektedir.

Mwaniki vd. (2015) çalışmalarında Landsat 7 ETM+ ve Landsat 8 OLI uydu görüntülerinin uzaktan algılama tekniklerini kullanarak karşılaştırılmasını, yarı kurak ve yayla özelliklerine sahip bir çalışma alanında jeolojiyi haritalamak ve jeolojik uygulamalar için uygun bantları araştırmayı amaçlamışlardır. Kenya'nın orta bölgesini, Rift Vadisinin bir kısmını ve Doğu Eyaletlerini kapsayan bu çalışmada litolojik birimleri ayırt etmede Landsat 8'in Landsat 7'ye göre daha iyi performans gösterdiği tespit edilmiştir. Çizgiselliklerin çıkarılmasında Landsat 7 için en iyi bant oranı 5/1 iken, Landsat 8 için bu oran 6/2 olmuştur.

Geçen (2017) çalışmasında Landsat 8 OLI görüntüsünün 7. Bandı (SWIR) ve vektör topoğrafya paftalarından üretilen SYM verisini kullanarak çizgisellikleri tespit etmiştir. Uygulanan doğruluk analizi sonucunda faylar, uydu görüntüsünde tespit edilen çizgiselliklere (%11,3) göre SYM verisinden elde edilen çizgiselliklerle (%37,1) daha yüksek oranda örtüşmektedir.

Köküm (2019) çalışmasında DAFS' nin Palu (Elazığ)-Pütürge(Malatya) arasındaki bölümünün çizgiselliklerini çıkarmıştır. Çalışmada iki ana jeolojik çizgisellik doğrultusu belirlenmiştir. İlki Geç Pliyosen sonrasında etkisi olan sol yanal doğrultu atım tektoniğine (Ana Yer Değiştirme Zonu'na) yani DAFS' ye karşılık gelen K55°D yönlü çizgiselliklerdir. İkincisi ise bölgedeki Orta Miyosen- Erken Pliyosen dönemindeki sıkışma ve kabuk kalınlaşmasına bağlı gelişen kıvrım eksenlerine veya ters faylara karşılık gelen K85°D yönlü çizgiselliklerdir.

1.13. Akademik Etik ve Araştırmanın Sınırlılıkları/Olumsuzlukları

Araştırmaya Yön Veren Temel Kaynaklar:

Gülcan Sarp (2005)'in "*Lineament Analysis From Satellite Images, North-West of Ankara*" adlı yüksek lisans tezi,

Fırat Olcay (2015)'in "*Uydu Görüntülerinden Elde Edilen Çizgisellikler ve Fluvial Yapılar ile Neotektoniğin Araştırılması*" adlı yüksek lisans tezi,

Mehmet Lütfi Süzen ve Vedat Toprak (1998)'in "*Filtering of Satellite Images in Geological Lineament Analyses: An Application to A Fault Zone in Central Turkey*" adlı makalesi,

Mercy W. Mwaniki, Matthias S. Moeller ve Gerhard Schellmann (2015)' in "*A Comparison of Landsat 8 (OLI) and Landsat 7(ETM+) in Mapping Geology and Visualising Lineaments: A Case Study of Central Region Kenya*" adlı makalesi,

Reşat Geçen (2019)'in "*Fayların Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Teknikleri ile Tespit Edilmesi*" adlı makalesi,

Evaristo Ricchetti ve Mauro Palombella (2007)'nin "*Production of Geological Lineament Map of Southern Italy using Landsat 7 ETM+ Imagery*" adlı makalesi,

Luis E. Arlegui ve M. Asunción Soriano (1998)'nin "*Characterizing Lineaments From Satellite Images and Field Studies in the Central Ebro Basin (NE Spain)*" adlı makalesi ve

Rochdi Chaabouni, Samir Bouaziz, Herwig Peresson ve Janauschek Wolfgang (2012)'in "*Lineament Analysis of South Jenein Area (Southern Tunisia) Using Remote Sensing Data and Geographic Information System*" adlı makalesidir.

Araştırmanın Sınırlılıkları/Olumsuzlukları:

Çalışmanın literatür taraması sürecinde kütüphanelerin kapalı olması, internet kaynaklarından elde edilmesi beklenen bazı bilgi kaynaklarına erişiminin kısıtlı olması, bilgi toplama aşamasında problemlere yol açmıştır.

Yaşanan üzücü doğal afet sonucu araştırma büyük ölçüde aksamıştır. Buna bağlı olarak mevsim koşullarının uygun olmaması, arazi deneyiminin ve arazi çalışmasında kullanılacak araç-gereçlerin yetersiz olması sonucu arazi çalışması yapılmamıştır.

Uydu görüntüsüyle yapılan işlemlerde literatürden faydalanılamamıştır. Bu nedenle analizin uygulanması esnasında kullanılan parametrelerin belirlenmesinde zorluklar yaşanmıştır.

Tespit edilen çizgisel özellikler tamamen fayları ifade etmemektedir. Tektonik kökenli çizgisellikler ile harici çizgiselliklerin ayrımı çalışmada karşılaşılan zorluklardandır.

İKİNCİ BÖLÜM

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Araştırmanın bu bölümünde bölgenin tektonik gelişimi açıklanıp, tektonizma ile çizgisellikler arasındaki ilişki üzerinde durulacaktır.

2.1. Kavramsal Çerçeve

Tektonik, yerkabuğunun yapısal niteliklerini ve bu yapıları oluşum ve gelişim süreçlerini inceleyen jeoloji dalıdır (Şengör, 1983). Yerkabuğunu oluşturan levhaların karşılıklı yer değiştirme durumunu ise *tektonik hareket* ifade etmektedir. Tektonik hareket levhaların birbirine yakınlaşması (konverjans), uzaklaşması (diverjans) veya yanıl hareketle sürtünmesi (transform) şeklinde gerçekleşmektedir (Condie, 1997).

Yerkabuğunun yatay durumdaki tabakalarının yapısal şekillerinde meydana gelen bozulmalara *tektonik deformasyon* adı verilmektedir. Tektonik deformasyon, levha sınırlarında görülen yönlü basınçların ya da gerilmelerin ortaya koyduğu sıkışma (kompresyon), gerilme (tansiyon) ve kayma hareketlerini ifade etmektedir (Ketin, 2016). Bu yer değiştirme hareketi sonucu yerkabuğu üzerinde gelişen kırılmalara ise fay, gerçekleşen olaya *faylanma* denilmektedir (Sibson, 1985).

Faylar, atım yönlerine göre üç gruba ayrılmaktadır. *Doğrultu atımlı faylar*, blokların birbirine karşı gerçekleştirdiği göreceli hareketin fay doğrultusu boyunca gerçekleştiğini ifade etmektedir. Bu hareket sola doğru ise *sol yönlü doğrultu atımlı fay*, sağa doğru ise *sağ yönlü doğrultu atımlı fay* şeklinde isimlendirilmektedir. *Eğim atımlı faylarda* ise fay yüzeyinin eğimi boyunca bir hareket söz konusudur. Tavan bloğu fay yüzeyinin eğimi yönünde ve aşağı doğru olan hareket ettiğinde *eğim atımlı normal fayları*, yukarı doğru olan hareket ettiğinde ise *eğim atımlı ters fayları* meydana getirmektedir. *Yanal atımlı fay*, fay yüzeyinin doğrultu ve eğim atımının birleşimi şeklinde yer değiştirmesini ifade etmektedir (Hoşgören, 2015; Ketin, 2016).

Gerilmeli tektoniğin görüldüğü sahalarda doğrultu atımlı fay segmentlerinin etkisi altında *pull-apart (çek-ayır) havzalar* gelişmektedir. Çoğunlukla aktif tektoniğin

etkin yaşandığı sahalarda oluşan bu havzalar yerkabuğunun çökmesi sonucu gelişmektedir (Mann, Hempton, Bradley, & Burke, 1983).

2.1.1. Bölgenin Tektonik Gelişimi

Türkiye'nin tektonik geçmişine bakıldığında jeolojik evrimini oldukça farklı süreçler ile yaşamıştır. Bulunduğu konum itibariyle gelişiminin her aşamasında fazlaca deformasyona uğramıştır. Paleotektonik dönemini Mesozoik- Orta Miyosen arasında yaşayan ülke, kuzeyden güneye doğru yavaş bir şekilde gelişmiştir (Şengör & Yılmaz, 1981; Erol, 1983). Bu tektonik birimler kuzeyden güneye şu şekilde sıralanır; kuzeyde Pontidler (Kuzey Anadolu Dağları), ortada Anatolid-Torid Platformu (Orta Platolar), güneyde Toridler (Toros yükselimi) ve güneydoğuda kenar kıvrımları. Bu birimlerin birbirleriyle temas hatlarında ise iki suture zonu/ofiyolitik kenet kuşağı gelişmiştir. Pontidlerin güneyi ile Anatolid-Torid platformunun kuzeyi arasında İzmir-Ankara-Erzincan Suture Zonu gelişmiştir. Güneydoğuda ise oluşumuyla neotektonik dönemi başlatan Bitlis Kenet Kuşağı yer almaktadır (Erol, 1983). Karadeniz kıyı bölgesi (KAF'ın kuzeyinde kalan sahalarda), Trakya havzası, Adana/Kilikya havzası ve Isparta açısı sistemi Türkiye'nin tali neotektonik bölgelerini oluşturmaktadır (Şengör, 1980).

Neotektonik, bir bölgede gelişen son tektonik rejim değişikliğinden itibaren başlayan ve bir sonraki rejim değişikliğine kadar devam eden zaman içerisindeki tektonik faaliyetlerin tamamını içermektedir. Türkiye'nin neotektonik dönemi, Orta-Geç Miyosen'de Bitlis Zagros hattı boyunca Arabistan levhasının kuzey yönlü ilerlemesi sonucu Neotetis'in güney kolunun yitimle kısmi kapanması ve Avrasya (Anadolu) levhası ile çarpışması sonucu başlamıştır (Şengör, 1980; Şengör & Yılmaz, 1981; Gülen, Barka, & Toksöz, 1987).

Çarpışmanın ardından Doğu Anadolu Bölgesi okyanusal dalmaya olanak bulamadığından, kıta kabuğunda kısalıp kalınlaşma ile karşılık bulmuştur. Ancak bölge arazisi yaşadığı hızlı yükselme sonucu artan litostatik basıncın da etkisiyle batıya doğru itilmeye başlamıştır (Şengör, 1980). Doğu Akdeniz'in tabanına doğru ilerleyen kıtasal kabuğun bu hareketi Anadolu levhası ile Kuzey Anadolu Fayı ve Doğu Anadolu Fayı'nın oluşumuna sebep olmuştur (Şengör, 1983). Anadolu

levhasının sınırlarını da yanal atımlı bu iki fay belirlemiştir (Gülen, Barka, & Toksöz, 1987).

Anadolu levhasının batı yönlü hareketi sonucu Ege Graben Sistemi'nin oluşumu Kuzey Anadolu Fayı aracılığıyla gerçekleşmiştir. Kuzey Anadolu Fayı'nın Marmara Denizi'nin batı kesiminde ani bir hareketle güneybatı yönüne dönmesi, bu fayın batısındaki kuzey-güney doğrultulu Yunan makaslama zonunun varlığı, Batı Anadolu'nun daha fazla batıya ilerleyemeyerek doğu-batı yönlü bir sıkışma yaşaması ve ardından kuzey-güney yönlü gerilme rejiminin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Batı Anadolu'da gerilmeli tektonik doğrultu atım bileşenli normal faylar ile kendini göstermektedir (Şengör, 1980; Şengör, 1983; Olcay, 2015).

Orta Anadolu'da görülen gerilmeli ova rejiminin sınırlarını Kuzey Anadolu Fay Zonu, Doğu Anadolu Fay Zonu, güneyde orta Toros Yayı oluşturmaktadır. Batı kesiminde ise Ege Graben Sistemi'ne göreceli bir geçiş sunmaktadır. Orta Anadolu, açılma rejimine bağlı olarak gelişen oblik faylarla sınırlanmış ovalar bölgesidir (Şengör, 1980). Bu gerilmeli tektoniğin etkisi batıdan doğuya doğru gidildikçe azalmaktadır.

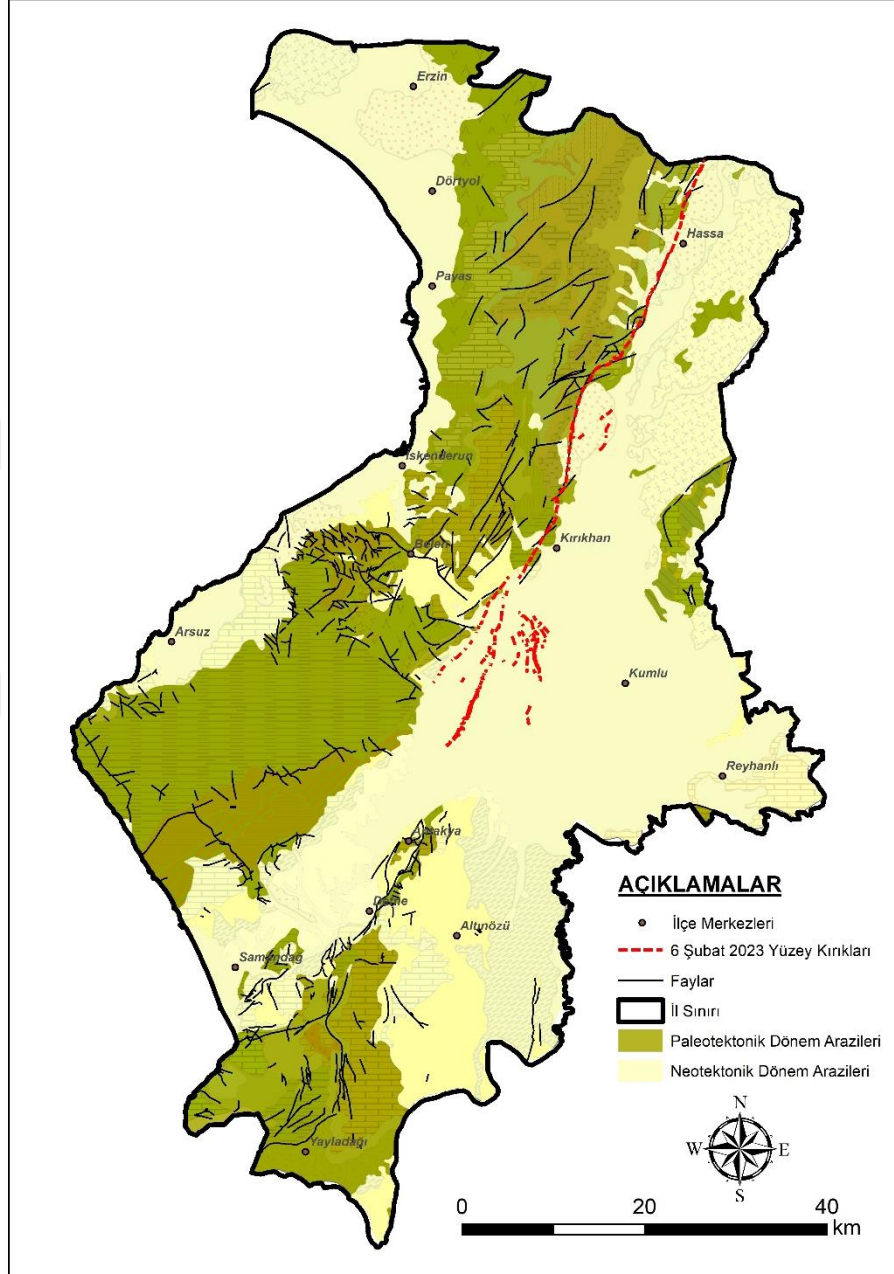
Özetle; kara kütlelerinin oluşumu, Türkiye'nin paleotektonik dönemini oluştururken, kütlelerin deformasyona uğrayarak yükselmesi, alçalması, kubbeleşmesi, çanaklaşması, faylanması ise neotektonik dönemini oluşturmaktadır (Erol, 1983). Türkiye neotektoniği birbirini etkilemiş üç ana bölge ile incelenebilir. Doğuda kuzey-güney yönlü sıkışma rejimi, ortada oblik faylarla sınırlanmış gerilmeli ova tektoniği ve batıda kuzey-güney genişlemeye bağlı olarak gelişen gerilmeli rejimi etkisi altındadır.

Türkiye'nin tektonik gelişiminde etkili olan sağ yanal doğrultu atımlı Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ), Üst Miyosen 'den itibaren Kuzey Anadolu Dağları'nın kıyı ve iç sıralarının arasında gelişmeye başlamıştır (Erol, 1983). Şengör, asıl gelişimini Pliyo-Kuvaterner 'de gösteren Kuzey Anadolu Fayı'nın oluşum yaşının Burdigaliyen - Pliyosen arasında olduğunu belirtmiştir (Şengör, 1980).

Doğu Anadolu Fayı, Bingöl/Karlıova'dan güneybatıya doğru uzanan takriben 600km uzunluğa sahip sol yanal doğrultu atımlı bir fay zonudur (Gürbüz & Şaroğlu, 2020). Maraş Üçlü Ekleme 'nden sonra fayın uzanımı hakkında farklı görüşler bulunmaktadır (Gülen, Barka, & Toksöz, 1987; Över, Ünlügenç, & Özden, 2001).

Şengör'e göre fayın oluşum yaşı, erken Miyosen ile Pliyosen arasındadır (Şengör, 1980).

Şekil 3.
Hatay İlindeki Paleotektonik ve Neotektonik Araziler



Tektonik yönden Hatay, sol yanal doğrultu atımlı Ölüdeniz Fayı'nın en kuzey segmenti ile sol yanal atımlı Doğu Anadolu Fay Zonu'nun en güney segmentinin denetimindedir.

Ölüdeniz transform fayı, Maraş Üçlü Eklemi (MÜE)'nden Akabe Körfezi'ne doğru kuzey-güney doğrultuda uzanmakta ve Afrika ve Arap levhalarını birbirinden ayıran sınırı oluşturmaktadır. Fay, yaklaşık olarak 1000 km uzunluğa sahiptir. Ölüdeniz Fayı'nın kuzey kesimi iki büyük segmente ayrılmaktadır. Güneyde yer alan Gharb Segmenti, orta kesimlerinden itibaren paralel iki fay olarak görülmektedir. Bunlardan doğuda olanı Antakya'ya doğru iki kola ayrılmaktadır. Kuzeyde yer alan Karasu Fayı ise Maraş Üçlü Eklemi 'nde Doğu Anadolu Fayı ile kesişmektedir (Gülen, Barka, & Toksöz, 1987). Fay, batısındaki Amanos kütesini sınırlamaktadır (Över, Ünlügenç, & Özden, 2001). Hatay ili sınırları içerisinde Karasu Fayı, açılma karakteri göstermektedir. Karasu segmenti ile Gharb segmenti arasında 12 km genişliği bulan pull-apart (çek-ayır) mekanizması gelişmiştir. Buna bağlı olarak Amik Ovası açılmıştır. Amik-Karasu çöküntüsü bu sebeple graben ya da yarı-graben özelliğinde görülmüştür (Gülen, Barka, & Toksöz, 1987).

2.2. Çizgisellik Analizi

Çizgisellik, yer yüzeyinin altında meydana gelen hareketleri yüzeyde temsil eden, parçaları düz veya hafif eğrisel uzanan ve şekil itibari ile çevresindeki yapılardan belirgin bir şekilde ayrılabilen, haritalanabilen basit veya karmaşık yüzey özellikleridir (O'Leary, Friedman, & Pohn, 1976).

Çizgisellikler, bölgenin iklimatik özellikleri, bölgedeki hidrografik özellikler ve bitki örtüsündeki farklılıklara bağlı olarak jeolojik ve jeomorfolojik yapılar üzerinde gelişen belli doğrultudaki yönelmeler olarak ifade edilebilmektedir (Kıranşan, 2020). Bu nedenle jeolojik ve jeomorfolojik yapıların belirlenmesi, çizgisellik haritalarının oluşturulmasında önem teşkil etmektedir. Hung vd. (2005)'e göre çizgisellikler yüzeydeki kontrast farklılıklarından kaynaklanmaktadır (Hung, Batelaan, & Smedt, 2005). Arazi yüzeyindeki çizgisel özellikler, faylar, eğim kırıkları gibi tektonik kökenli çizgisellikleri temsil etmektedir. Düz uzanan vadiler ve sırt hatları, ani topografik değişimler, hizalanmış yüzey çöküntüleri, formasyonlar arasındaki sınırlar da bu tür çizgiselliklere dâhil edilmektedir. Bununla birlikte morfolojik açıdan şekillendirme gücü oldukça etkili olan akarsular, arazi yüzeyindeki önemli çizgisel özelliklerden biridir. Drenaj sistemi üzerindeki tektonizmanın sebep olduğu değişimler ötelenmiş/sapmış akarsular ve/veya dere yatakları olarak kendini göstermektedir.

Farklı litolojiye sahip birimlerin ve farklı dirence sahip kayaların kesişim hatlarında çizgisel yapılar görülebilmektedir. Farklı direnç seviyelerindeki kayaların bir arada bulunması bölgede meydana gelen erozyonların da çizgisel özellik gösterebilmesine sebep olmaktadır.

Bitki örtüsündeki hizalanmalar ve yükseltiye bağlı olarak bitki türlerinin farklılık göstermesi ve toprak çeşitliliğine bağlı olarak ortaya çıkan ton farklılıkları diğer çizgisel özelliklerdir. Bu farklı tonal özelliklerin ortaya çıkmasında nem oranının etkisi vardır. Ayrıca yollar, tarla sınır hatları gibi insan kaynaklı yapılarda da çizgisel özelliklere rastlanmaktadır.

Çizgisellik analizinin uygulanmasında Uzaktan Algılama yöntemleri ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (GIS) kullanılmaktadır. Bu analizin verilerini hava fotoğrafları, uydu görüntüleri, jeolojik ve topografik haritalar ve jeofizik veriler oluşturmaktadır.

Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri verilerinden çıkartılan çizgisellikler, yalnızca tektonik kökenli çizgiselliklere denk gelmemektedir (Karaca & Bozcu, 2019). Çünkü topografik yapıdaki çizgisel özellikler tektonik süreçler sonucunda meydana gelmemiş olabilirler (Hung, Batelaan, & Smedt, 2005). Dolayısıyla çizgisel özelliklerin jeolojik bir yapıyı yansıtmadığını ortaya koymak için ek yardımcı verilere ihtiyaç duyulmaktadır (Sander, 2007). Tektonik kökenli çizgiselliklerin tespitinde periyodik özellikler aranmalıdır (Jordan & Schott, 2005). Temelde jeolojik yapılar üzerinde görülen çizgisellikler ve flüvyal çizgisellikler olarak iki grupta incelemek gerekmektedir. Yapısal olarak önem arz eden çizgisel özelliklerin haritalanmasında görüntünün dikkatle ve eleştirel incelenmesi, faylanmadan kaynaklanmayan özelliklerin belirlenerek elenmesi gerekmektedir (Hung, Batelaan, & Smedt, 2005). Bu nedenle özellikle şehirsiz alanlarda tektonik çizgiselliklerin tespiti için araştırmacının saha ile ilgili yorumda bulunabilecek arazi bilgisine sahip olması gerekmektedir.

Vadiler, çeşitli yapısal, tektonik ve iklimik faktörlere bağlı olarak gelişmektedir. Bu durumda drenaj ağı ile çizgisellikler arasındaki ilişkinin doğru kurulması da önemli olan bir diğer konudur. Çünkü drenaj ağı, fayın özelliğine göre gelişebilmektedir. Bazı durumlarda fayın varlığı nedeniyle oraya yerleşen akarsular ani yön değişiklikleri şeklinde gözlenebilmektedir. Bu tür durumlarda kancalı veya

kafesli drenaj tipleri görülmektedir. Ayrıca akarsulardaki ötelenmeler de fayın varlığına işaret etmektedir. Fayların etkisi altında gelişen drenaj sahalarının jeomorfolojik özelliklerinin incelenmesi önemini yitirmeyen bir konudur (Özdemir & İncesöz, 2003; Topal, 2019; Dikbaş, 2023; Aykut & Turoğlu, 2020).

Çizgiselliklerin haritalanması birçok farklı disiplinde alana ait söz konusu problemlerin çözümünde kullanılan önemli bir tekniktir. Jeoloji araştırmalarında (Süzen & Toprak, 1998; Ricchetti & Palombella, 2007; Mwaniki, Moeller, & Shellmann, 2015) yoğun olarak tercih edilen çizgisellik analizi; tektonik (Arlegui & Soriano, 1998; Sarp & Toprak, 2007; Arslan & Akyürek, 2015; Geçen, 2017), mühendislik, jeomorfoloji (Ölgen, 2004; Jordan & Schott, 2005; Öztürk, Çetin, & Turgay, 2021), petrol-maden arama ve mineral çalışmaları, hidrojeolojik araştırmalar, jeotermal arama, arazi kullanımı ve bölge planlama çalışmalarında da önemli bir tekniktir. Çizgisellik analizi ile tespit edilen topografik çizgisellikler, fay kırıklarının belirlenmesi ve litolojik birimlerin ayrımının yapılması gibi jeolojik araştırmalar için kullanılmaktadır. Mühendislik çalışmalarında ise baraj, köprü veya yol yapım sahalarının seçiminde kullanılmaktadır. Bununla birlikte sismik heyelan değerlendirmesinde, mineralleşme zonlarının tespiti için maden ve mineral çalışmalarında da çizgisellik analizi önem arz etmektedir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Materyalleri

3.1.1. Literatür Taraması

Araştırma sırasında “YÖK Ulusal Tez Merkezi”, “Google Akademik”, “Researchgate”, “Dergipark”, “PubMed”, “ScienceDirect” vb. çeşitli internet kaynakları taranmıştır. Kitap içerikleri incelenerek gerekli alıntılar yapılmıştır.

3.1.2. Uydu Görüntüleri

Çalışmanın uydu görüntülerini Landsat 9 Operational Land Imager/ Thermal Infrared Sensor (OLI/TIRS) algılayıcısının verileri oluşturmaktadır. Veriler United States Geological Survey (USGS)’ in resmi sitesinden elde edilmiştir. Çalışmanın veri setini oluşturan iki adet uydu görüntüsü bulunmaktadır. İlk çalışmada kullanılması planlanan 25/10/2022 tarihli uydu görüntüsüdür. İkinci görüntü ise 6 Şubat depremleri nedeniyle çalışmaya dâhil edilen 02/03/2023 tarihine aittir.

Tablo 4.
Landsat 9 OLI/TIRS algılayıcısının bant özellikleri

Bant	Bant Tipi	Spektral Aralığı	Konumsal Çözünürlüğü
1.Bant	V	C.Aerosol	30m
2.Bant		Blue	30m
3.Bant		Green	30m
4.Bant		Red	30m
5.Bant	NIR	30m	
6.Bant	SWIR1	30m	
7.Bant	SWIR2	30m	
8.Bant	PAN (Panchromatic)	15m	
9.Bant	CR (Cirrus)	30m	
10.Bant	TIRS1	100m	
11.Bant	TIRS2	100m	

Kaynak: (www.usgs.gov/landsat-missions/landsat-9)

3.1.3. Sayısal Yükseklik Modeli

Sayısal Yükseklik Modeli ile yapılacak uygulamada çözünürlüğün etkisini ortaya koymak için 10m, 30m ve 90m çözünürlükte ASTER uydusunun verileri kullanılmıştır. Veriler ASTER Global Digital Elevation Model (ASTER GDEM) ve EarthEnv sitelerinden elde edilmiştir.

3.1.4. Diğer Veriler

Çalışmada kullanılan verilerden biri fay haritasıdır. Fay verileri ile ilgili farklı birkaç harita olması nedeniyle MTA verileri ve Rusya Bilimler Akademisi Jeoloji Enstitüsü Neotektonik ve Güncel Jeodinamik Laboratuvarı'nın akademik yayınlardan elde ettiği verilerle oluşturduğu Avrasya Aktif Fayları Veritabanı (AFEAD)'ndan elde edilen fay çizgileri karşılaştırılmış ve sonuç fay haritası elde edilmiştir. Bununla beraber MTA Yerbilimleri Harita Görüntüleyicisi Çizim Editörü Modülü aracılığıyla 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremleri Yüzey Kırığı verileri de çalışmaya dâhil edilmiştir.

Çalışma sahasına ait arazi kullanımı, CORINE arazi örtüsü verilerinden elde edilmiştir.

3.2. Araştırmanın Veri Analiz Yöntemi

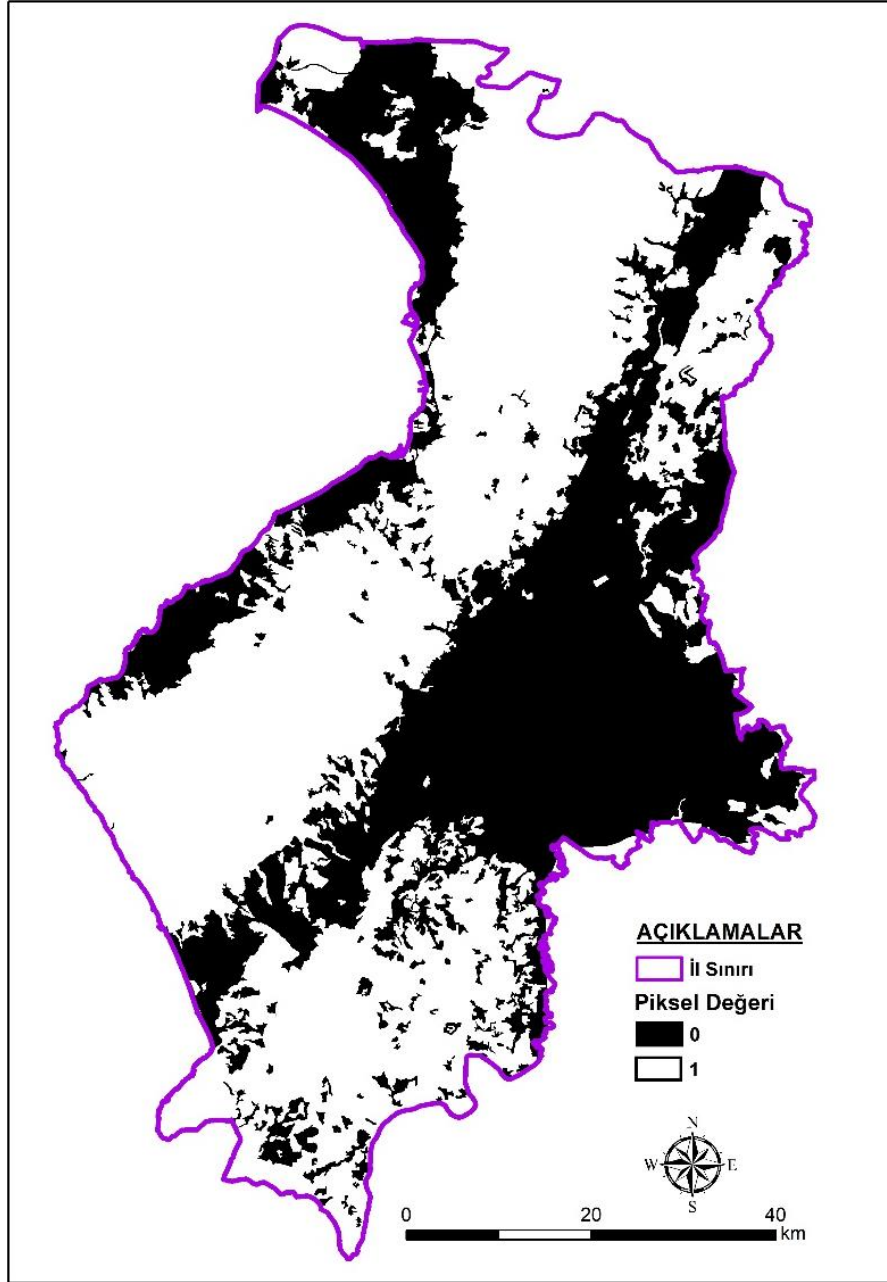
Bu yüksek lisans tezi kapsamında çizgisellik analizi ve çalışma sahasının tektonizması hakkında literatür taraması yapılmıştır. Yarar sağlayacağı düşünülen yayınlar belirlenerek çalışmaya dâhil edilmiştir.

Çalışma uydu görüntüleri ve Sayısal Yükseklik Modeli (DEM) kullanılarak yürütülmüştür. Çalışmada Landsat 9 Operational Land Imager/ Thermal Infrared Sensor (OLI/TIRS) algılayıcısının 25/10/2022 tarihli uydu görüntüsü ve 02/03/2023 tarihli uydu görüntüsü kullanılmıştır. İki farklı uydu görüntüsü kullanılmasının sebebi, çalışmanın yürütülmesi esnasında meydana gelen deprem afetinin, çalışmaya konu olan 25/10/2022 tarihli uydu görüntüsünün geçerliliği yitirebilecek olmasıdır. Bu nedenle çalışmada afetin hem öncesine ait hem de sonrasına ait iki görüntünün karşılaştırılarak farkın ortaya konması da çalışmanın amaçlarından biri haline gelmiştir.

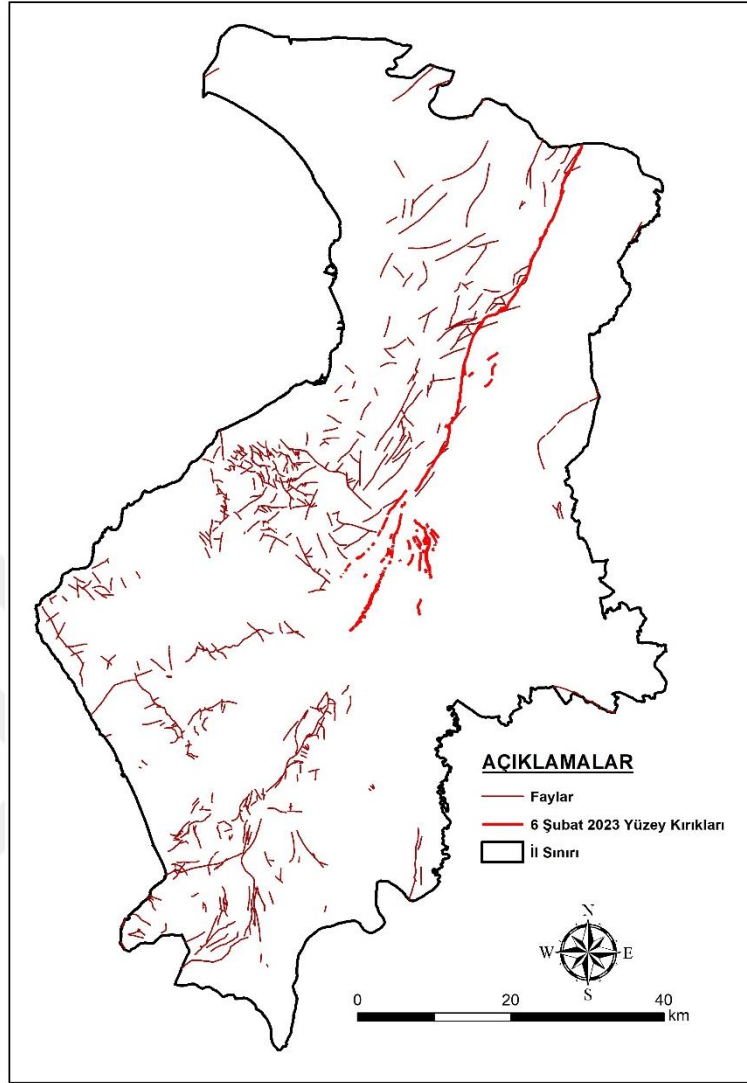
İlk aşama, verilerin analize hazırlanmasını içermektedir. Bu aşamada Landsat uydu görüntüsüne ait 30m çözünürlüğe sahip 7 adet bant (1,2,3,4,5,6 ve 7 numaralı bantlar) ArcMap programında Principal Component Analysis (Temel Bileşenler Analizi) uygulanarak tek bir bant halinde çalışmaya dâhil edilmiştir. Elde edilen 7 adet bileşenden en fazla veriyi barındıran “1. Component” kullanılmıştır. Pankromatik özellikteki iki adet Bant 8, iki adet PCA uygulanmış uydu görüntüsü ve üç adet farklı çözünürlükteki SYM ile çalışma yürütülmüştür.

PCI Geomatica yazılımının LINE Modülü kullanılarak her görüntüden çizgisellikler çıkarılmıştır. Elde edilen çizgiselliklerden insan kaynaklı çizgisel özelliklerin (yollar, tarla sınırları vb.) çıkarılması amacıyla maskeleme yapılmıştır. Maskelenen alanlar arazi kullanım verilerindeki ekim alanlarına karşılık gelmektedir. Maskeleme işleminin ardından kalan çizgiselliklere 200m tampon analizi uygulanmıştır. Bu tampon bölgeler, fay verileri ile karşılaştırılmıştır. Ardından neotektonik etkilerin değerlendirilebilmesi amacıyla maskeleme işlemi uygulanmadan çizgisellikler hem drenaj ağı ile hem de yüzey kırıkları ile karşılaştırılmıştır.

Şekil 4.
Analizin uygulanmasında kullanılan maske görüntüsü



Şekil 5.
Çalışma sahasına ait 1/25.000 ölçekli fay haritası



Doğruluk Analizi uygulanarak nihai çizgisellik haritaları elde edilmiştir. Böylece tektonik kökenli çizgisel özellikler belirlenmiştir. Sahanın drenaj deseni ve yüzey kırıkları ile çakışan çizgisellikler karşılaştırılarak neotektoniğin sahadaki etkisi açıklanmaya çalışılmıştır.

3.2.1. Çizgisellik Çıkarımı

Bu çalışmada uydu görüntüleri ve Sayısal Yükseklik Modeli kullanılmış ve bu verilere çizgisellik analizi uygulanmıştır. Veri setlerine uygulanan çizgisellik analizinin ayrıntıları şu şekildedir:

Çizgisellik çıkarımı yapılırken kullanılan algoritma için, PCI Geomatica programının LINE Modülünde altı adet parametre değeri tanımlanması gerekmektedir. Bu parametreler kullanım sırasıyla şu şekilde açıklanmaktadır (PCI Geomatica 2013):

RADI (*Filter radius*), kenar belirleme işlemi amacıyla kullanılan parametredir. Görüntüde bulunan en küçük detay seviyesini bu parametre ile belirlemektedir.

GTHR (*Gradient threshold*), eşikleme işlemi için kullanılan parametredir. Minimum eşik değerini belirlemektedir.

LTHR (*Length threshold*), minimum eğri uzunluğunu (piksel cinsinden) tanımlayan parametredir.

FTHR (*Line fitting error threshold*), eğri uzunluğunun (piksel cinsinden) hata değerini tanımlayan parametredir.

ATHR (*Angular difference threshold*), çoklu çizgilerin birbirleriyle açılal değer farkını tanımlamaktadır.

DTHR (*Linking distance threshold*), çoklu çizgilerin birbirleriyle mesafe (piksel cinsinden) farkını tanımlamaktadır.

Tablo 5.

Literatürde Line Modülü kullanılarak Landsat uydu görüntüsünden elde edilen çizgisellik analizinin parametre değerlerinden örnekler

Parametre Değerleri						Referanslar
RADI	GTHR	LTHR	FTHR	ATHR	DTHR	
10	75	30	3	1	40	(Sarp, 2005)
10	100	30	3	10	40	(Geçen, 2017) (Kıranşan, 2020)
12	50	20	3	15	1	(Koçal, 2004) (Olçay, 2015)
5	75	10	2	20	1	(Thannoun, 2013)
5	10	3	3	7	3	(Hung, Batelaan, & Smedt, 2005)
10	50	30	3	15	20	(Köküm, 2019)

Tablo 6.

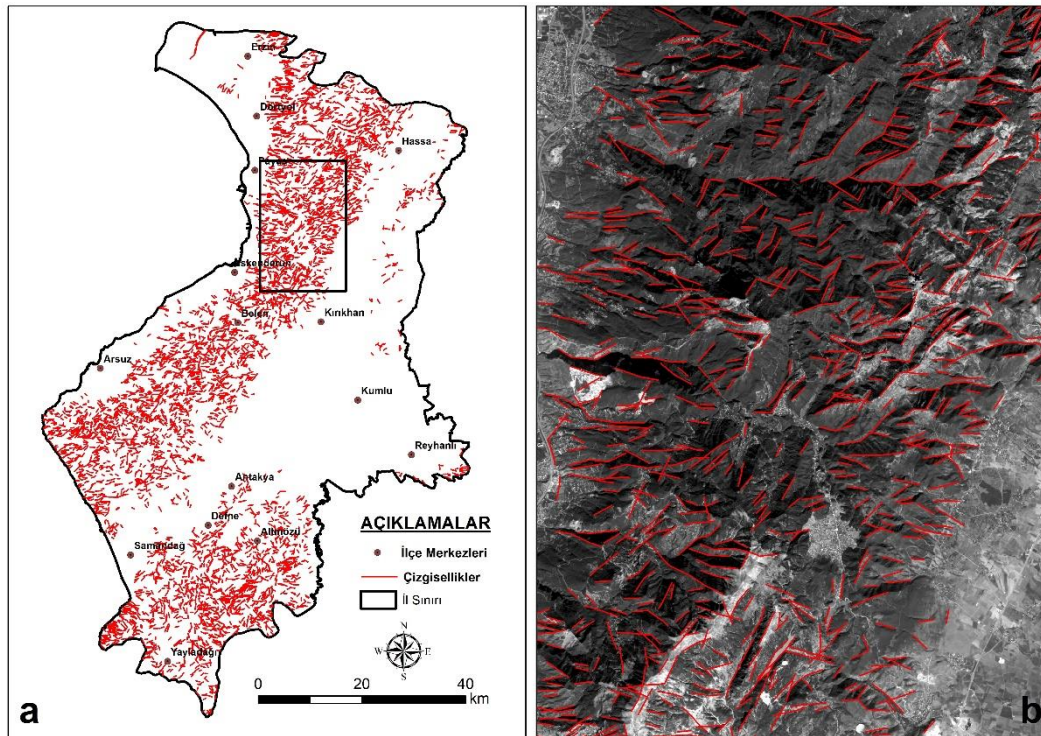
Çizgisellik üretimi için Landsat uydu görüntülerinde denenen parametre değerlerinden bazı örnekler

Parametre Değerleri						
	RADI	GTHR	LTHR	FTHR	ATHR	DTHR
1	12	50	20	3	15	1
2	10	50	30	3	15	20
3	10	50	30	3	10	40

Çalışmada 25/10/2022 tarihli Landsat uydu görüntüsünün pankromatik özellikteki 8.bandı için 3 numaralı değerler, PCA uygulanmış uydu görüntüsü için 1 numaralı değerler kullanılmıştır. 02/03/2023 tarihli Landsat uydu görüntüsünün 8.bandında 2 numaralı parametre değerleri ve bu tarihe ait PCA uygulanmış uydu görüntüsünde 1 numaralı değerler en doğru sonucu vermiştir.

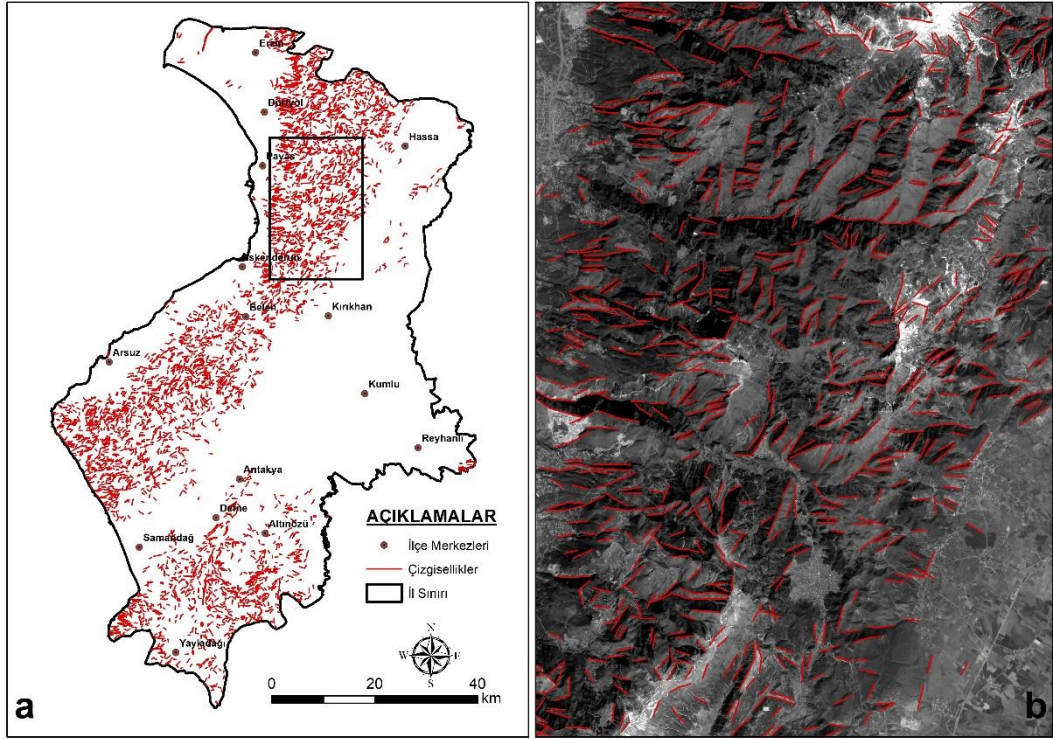
Şekil 6.

25/10/2022 tarihli Landsat 9 Bant 8 görüntüsünden çıkarılan çizgisellikler (a. Hatay ilinde tespit edilen çizgisellikler, b. 8.bant üzerinde çizgiselliklerin görünümü)



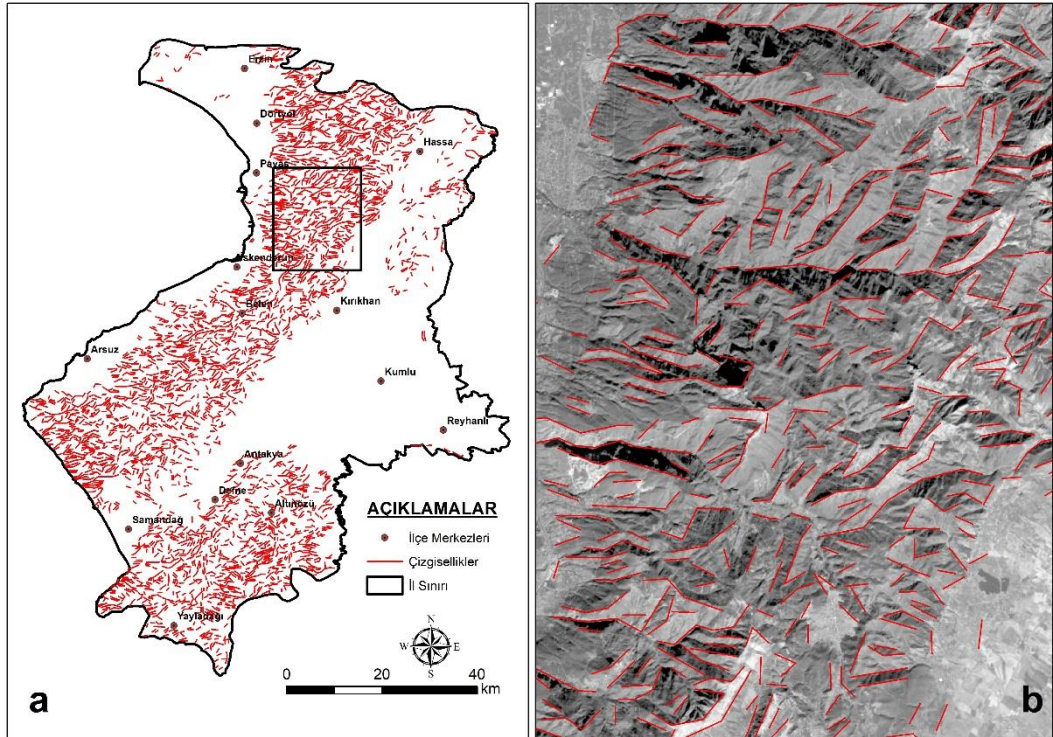
Şekil 7.

02/03/2023 tarihli Landsat 9 Bant 8 görüntüsünden çıkarılan çizgisellikler (a. Hatay ilinde tespit edilen çizgisellikler, b. 8.bant üzerinde çizgiselliklerin görünümü)



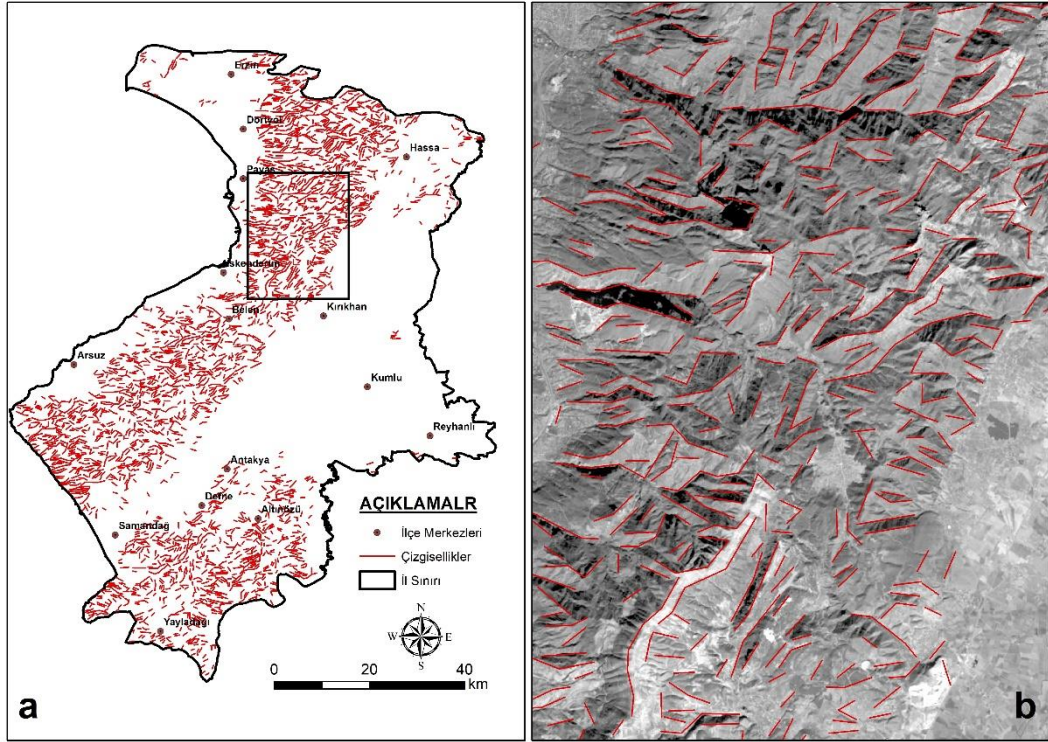
Şekil 8.

25/10/2022 tarihli Landsat 9 PCA uygulanmış görüntüsünden çıkarılan çizgisellikler (a. Hatay ilinde tespit edilen çizgisellikler, b. 1. component üzerinde çizgiselliklerin görünümü)



Şekil 9.

02/03/2023 tarihli Landsat 9 PCA uygulanmış görüntüsünden çıkarılan çizgisellikler (a. Hatay ilinde tespit edilen çizgisellikler, b. 1. component üzerinde çizgiselliklerin görünümü)



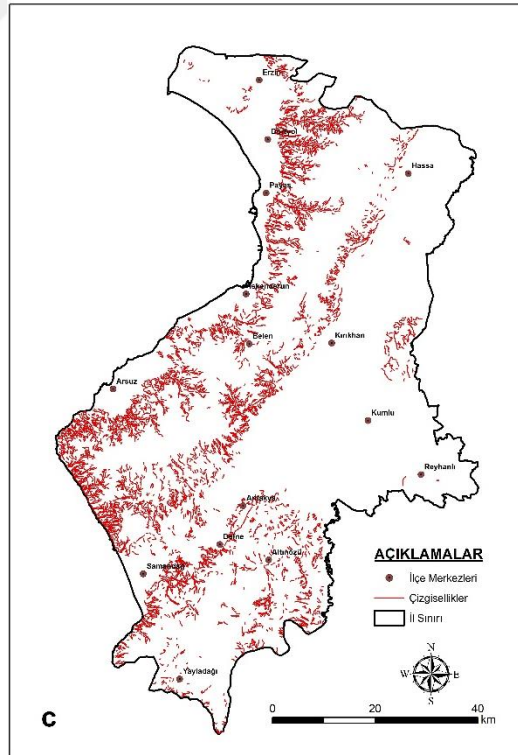
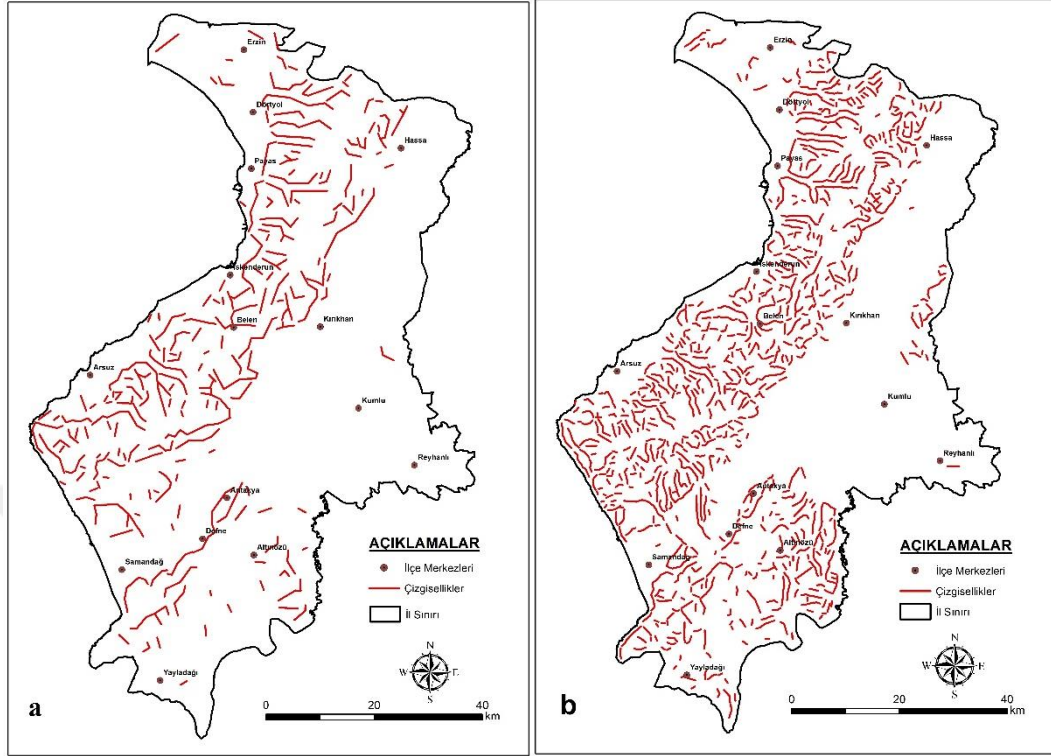
Tablo 7.

Çözünürlüklerine göre SYM verilerine uygulanan parametre değerleri

Çözünürlük Değerleri	Parametreler ve Değerleri					
	RADI	GTHR	LTHR	FTHR	ATHR	DTHR
10m	15	20	25	3	40	20
30m	30	70	20	3	20	20
90m	15	55	10	4	20	20

Şekil 10.

ASTER DEM verilerinden çıkarılan çizgisellikler (a. 90m çözünürlükteki SYM verisinden tespit edilen çizgisellikler, b. 30m çözünürlükteki SYM verisinden tespit edilen çizgisellikler, c. 10m çözünürlükteki SYM verisinden tespit edilen çizgisellikler)



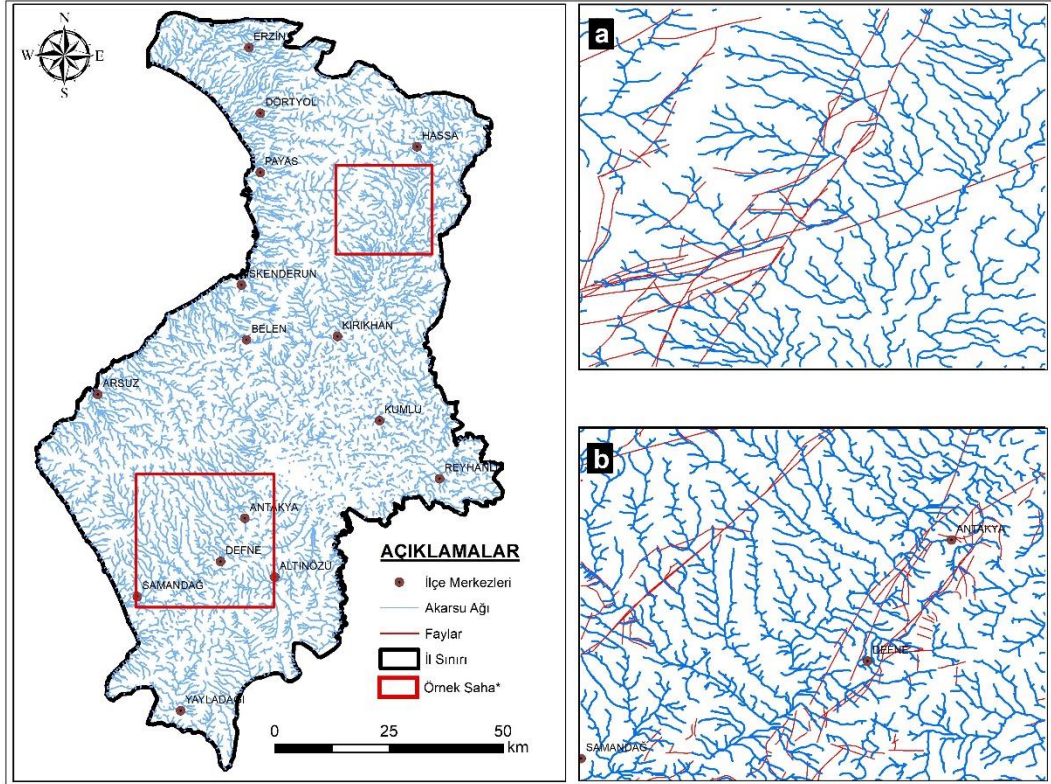
3.2.2. Drenaj Sisteminin Çıkarımı

Çalışmada, benzer karakteristik özelliğe sahip farklı fay zonlarının etkin olduğu bir sahada, neotektonik hareketlerin flüvyal özellikler üzerindeki etkisi uzaktan algılama teknikleri ve Coğrafi Bilgi Sistemleri aracılığı ile incelenmiştir. Bu anlamda, elde edilen çizgisellikler ile drenaj sistemi üzerindeki tektonik kökenli olduğu varsayılan anomaliler karşılaştırılmış ve neotektonizmanın etkisi açıklanmaya çalışılmıştır.

Drenaj sisteminin çıkarılmasında Global Mapper programının Create Watershed modülü kullanılmıştır. Daha sonra ArcMap programında fay verisiyle karşılaştırılmıştır. Drenaj sisteminde tespit edilen bozuklukların neotektonik hareketler ile ilgisi açıklanmaya çalışılmıştır.

Şekil 11.

Hatay ili drenaj ağı haritası ve tektonizma-drenaj ağı ilişkisine örnek sahalardan (a. Payas-Dörtyol arasında bir örnek, b. Antakya-Samandağ arasında bir örnek)



DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

BULGULAR

Çalışmada Uzaktan Algılama teknikleri kullanılarak uydu görüntüleri üzerinden ve Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak Sayısal Yükseklik Modeli üzerinden çizgisellikler çıkarılmıştır. Uydu görüntülerinden elde edilen çizgisel özellikler dört farklı veriye dayanmaktadır. CBS ortamında çıkarılan çizgisel özellikler ise farklı çözünürlüklere sahip üç farklı SYM verisinden üretilmiştir. Her iki tarihe ait 8.bantlar, PCA uygulanan görüntüler ve SYM verileri sonucunda elde edilen değerler şöyledir:

Uzaktan Algılama yöntemi ile elde edilen çizgisellikler için 2 adet 15 m çözünürlüğe sahip pankromatik bant kullanılmıştır. Fayların tespit edilebilirliği açısından %70,5 ve %64,1 oranları ile her iki görüntü de başarılı sonuç vermiştir. Ancak analiz sonucunda elde edilen çizgiselliklerin sayısının çokluğu, karar verme aşamasında zorluğa neden olmaktadır. Faylar tarafından sınırlandırılmış farklı morfolojik birimlerin bir arada bulunduğu ve geniş sayılabilecek yüzölçümüne sahip bir arazi için bu görüntülerin uygun olduğu düşünülmemektedir.

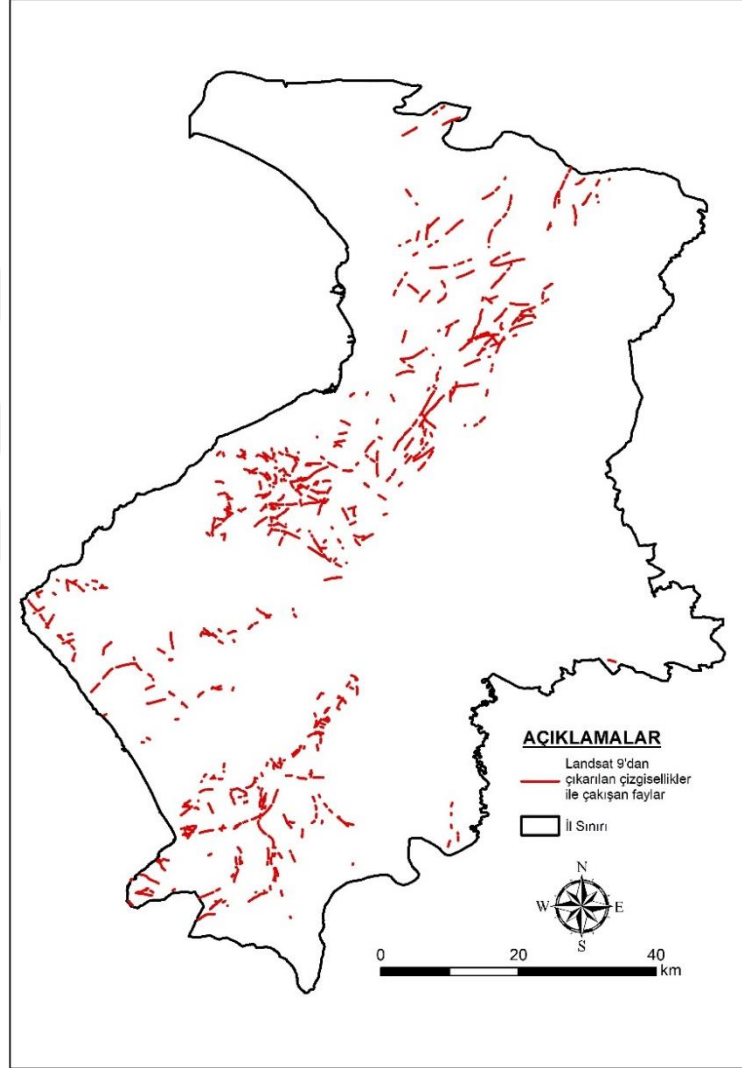
Uydu görüntüsünün 30 m çözünürlüklü bantlarına PCA uygulanmış ve en çok verinin bir arada bulunduğu 1. bileşenler kullanılarak çizgisellikler üretilmiştir. Çözünürlüğün daha düşük olması beklenenin aksine araştırmayı daha doğru bir noktaya getirmiştir. Tespit edilen çizgisellik sayısı pankromatik bantlardan elde edilen çizgisellik sayısından daha az olmasına rağmen tektonik çizgisellikler ile çakışma oranlarının daha yüksek olduğu görülmektedir.

Çakıştırma analizi sonuçlarına göre çizgisellikler ile çakışan fay uzunluğu yüzdesi PCA uygulanmış görüntülerde daha yüksektir. Buna göre çözünürlüğün yüksek olması analizin daha doğru sonuçlar vereceği anlamına gelmemektedir. Bununla beraber iki farklı tarihe ait görüntüler arasında da istatistiki açıdan farklar görülmektedir. Bu durum görüntünün güneş azimut açısı, bulutluluk oranı gibi faktörlerden etkilenmesine bağlıdır.

Çizgisellikler ile çakışan fay sayısı yüzdelerine bakıldığında da benzer sonuçlar görülmektedir. Elde edilen çizgiselliklerde, faylar ile en yüksek çakışma oranını 25/10/2022 tarihli PCA uygulanmış görüntü vermektedir.

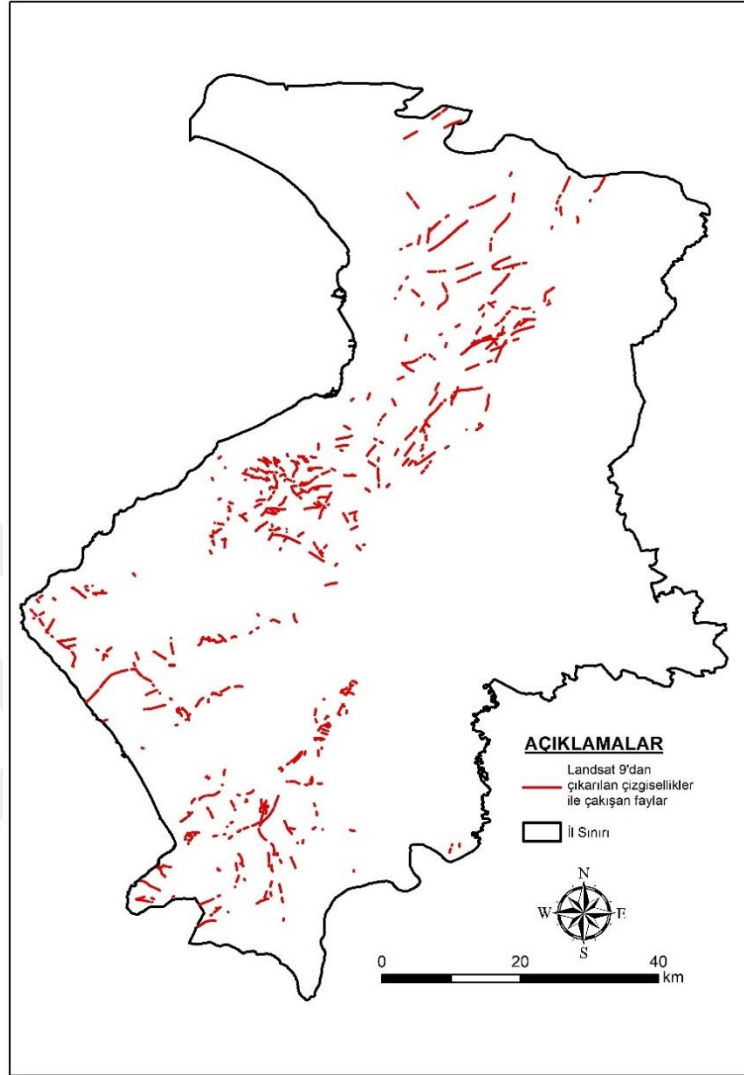
Şekil 12.

25/10/2022 tarihli Landsat 9 Bant 8 verisinden elde edilen çizgisellikler ile çakışan faylar



Şekil 13.

02/03/2023 tarihli Landsat 9 Bant 8 verisinden elde edilen çizgisellikler ile çakışan faylar



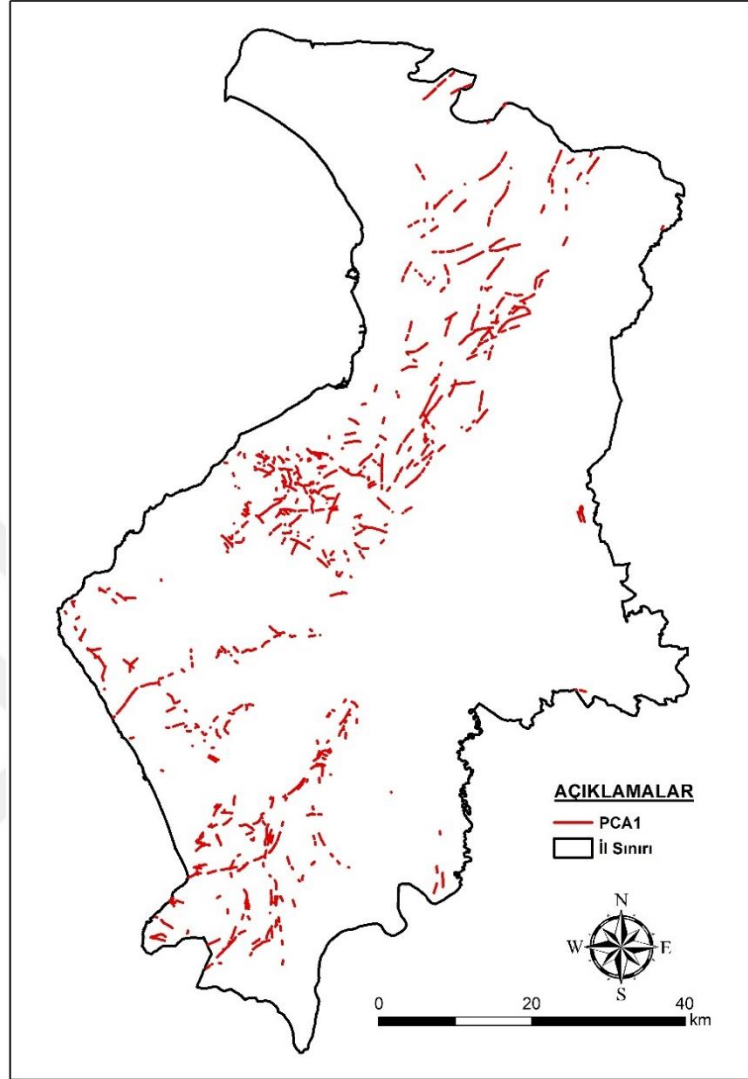
Tablo 8.

Uygulanan analizler sonucunda Landsat 9 Bant 8 verilerinden elde edilen istatistiksel bilgiler

	Landsat 9 Bant 8	
	25/10/2022	02/03/2023
Elde Edilen Çizgisellik Sayısı	4723	4057
Çakışan Çizgisellik Sayısı	1048	905
Çizgisellik Toplam Uzunluğu (km)	3568,6 km	2704,2
Çakışan Uzunluk (km)	709,4	645,0
Çakışan Çizgisellik Yüzdesi (%)	19,8	23,9
Fay Toplam Uzunluğu (km)	1006,0	1006,0
Çakışan Fay Uzunluğu Yüzdesi (%)	70,5	64,1
Çakışan Fay Sayısı Yüzdesi (%)	57,2	49,4

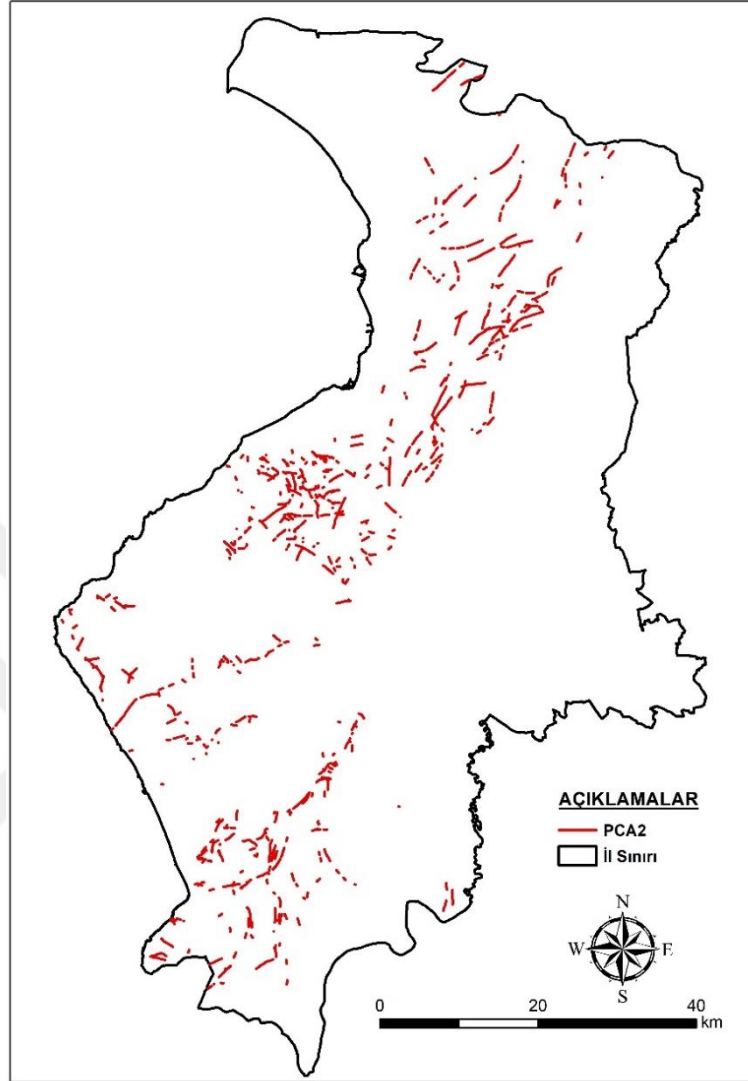
Şekil 14.

25/10/2022 tarihli Landsat 9 uydusunun PCA uygulanmış verisinden elde edilen çizgisellikler ile çakışan faylar



Şekil 15.

02/03/2023 tarihli Landsat 9 uydusunun PCA uygulanmış verisinden elde edilen çizgisellikler ile çakışan faylar



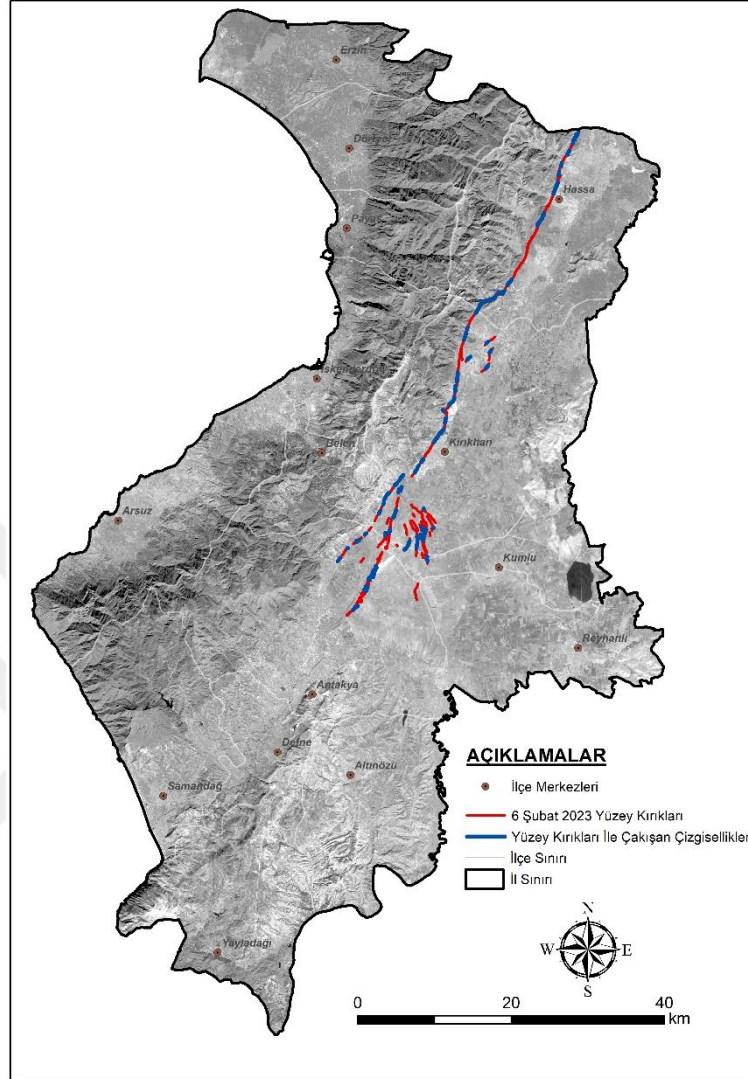
Tablo 9.

Uygulanan analizler sonucunda Landsat 9 uydusunun PCA uygulanmış verilerinden elde edilen istatistiksel bilgiler

	Landsat 9 PCA	
	25/10/2022	02/03/2023
Elde Edilen Çizgisellik Sayısı	3310	2910
Çakışan Çizgisellik Sayısı	1108	981
Çizgisellik Toplam Uzunluğu (km)	3011,0	2679,9
Çakışan Uzunluk (km)	750,7	686,7
Çakışan Çizgisellik Yüzdesi (%)	24,9	25,6
Fay Toplam Uzunluğu (km)	1006,0	1006,0
Çakışan Fay Uzunluğu Yüzdesi (%)	74,6	68,3
Çakışan Fay Sayısı Yüzdesi (%)	60,4	53,5

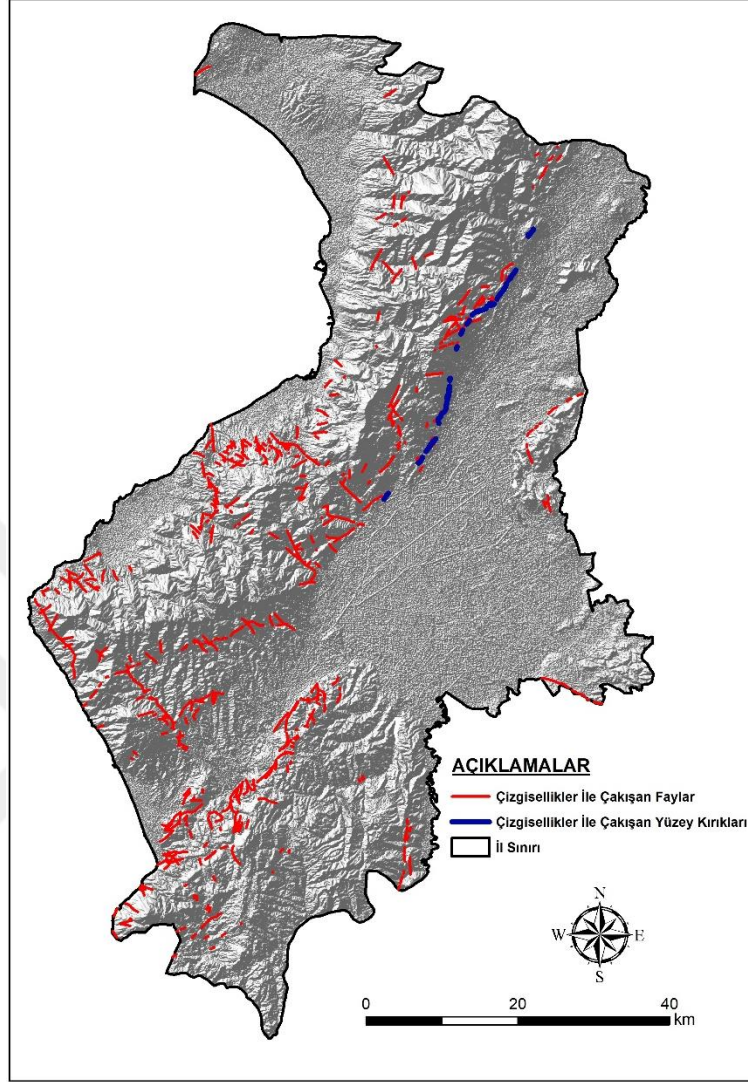
Şekil 16.

Deprem sonrasında ait uydu görüntüsünden elde edilen çizgisellikler ile çakışan yüzey kırıkları



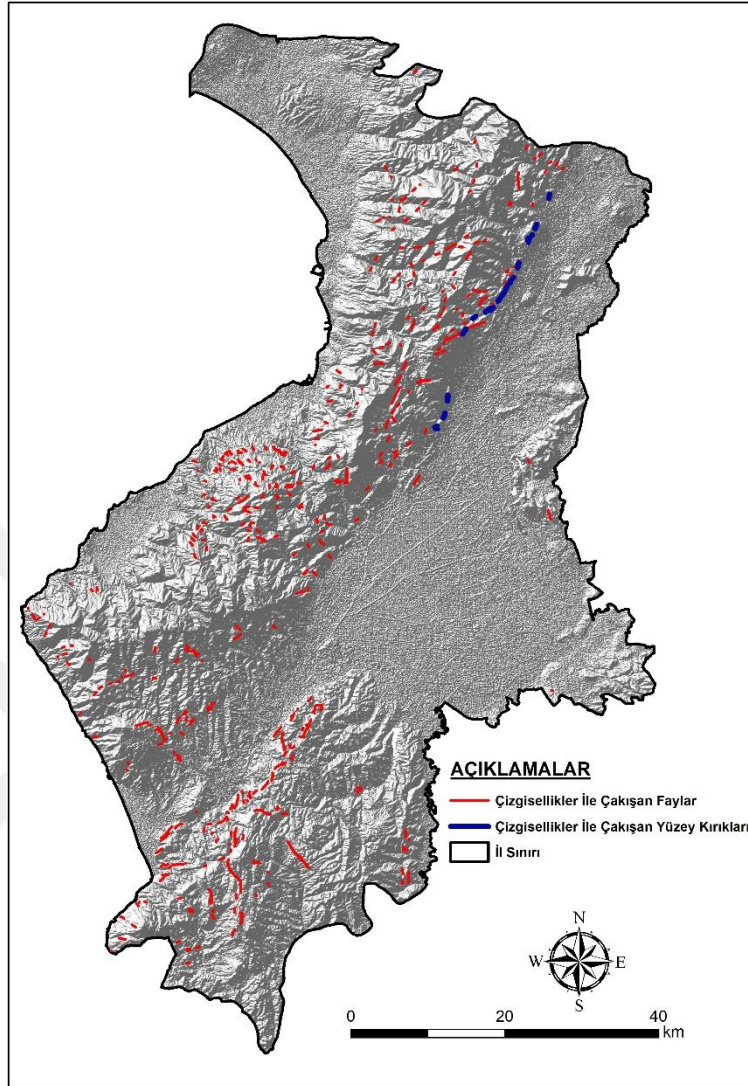
6 Şubat 2023 tarihinde yaşanan Kahramanmaraş merkezli depremler sonrasında ilde meydana gelen yüzey kırıkları MTA Yerbilimleri Harita Görüntüleyicisi Çizim Editörü Modülü üzerinden sayısallaştırılarak çalışmaya dâhil edilmiştir. Böylece uydu görüntüleri ile neotektonik dönem arazileri üzerinde de yorum yapılabilme imkânı bulunmuştur. Ayrıca sürekli değişim içerisinde olan ova sahası içerisinde yer alan tektonik anlamlı çizgiselliklerin belirlenebilmesi de bu güncel veriye bağlı olarak gelişmiştir. Bu aşamada 02/03/2023 tarihli uydu görüntüsü, yüzey kırıkları ile karşılaştırılmıştır. Sayısallaştırılan 954 adet yüzey kırığının toplam uzunluğu 167,1 km olarak ölçülmüştür. Çizgisellikler ile çakışan kısmı ise %31,2'sini oluşturan 52,2 km'lik kısımdır. Analiz sonucunda uydu görüntüsü üzerinden tespit edilemeyen yüzey kırıklarının büyük bir çoğunluğu Amik Ovası'nda yer almaktadır.

Şekil 17.
10m çözünürlüklü SYM verisinden elde edilen çizgisellikler ile çakışan faylar



Şekil 18.

30m çözünürlüklü SYM verisinden elde edilen çizgisellikler ile çakışan faylar

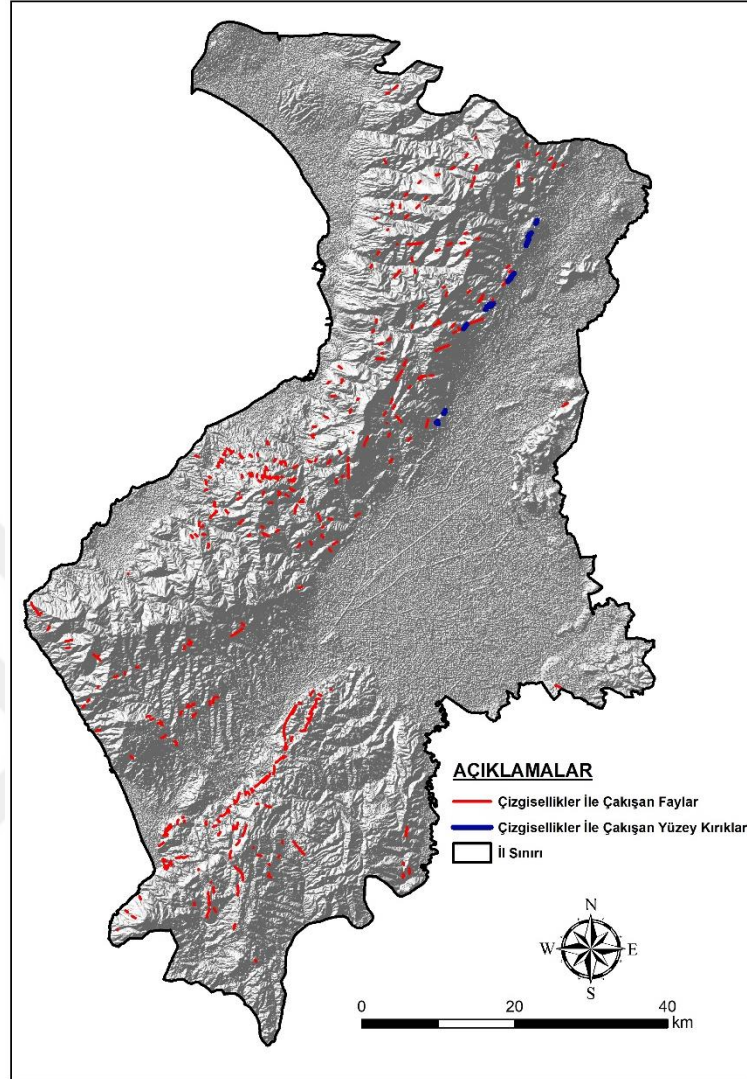


Tablo 10.

Uygulanan analizler sonucunda ASTER DEM verilerinden elde edilen istatistiksel bilgiler

	ASTER DEM		
	10m	30m	90m
Elde Edilen Çizgisellik Sayısı	5388	1406	569
Çakışan Çizgisellik Sayısı	1103	702	553
Çizgisellik Toplam Uzunluğu (km)	3123,3	1591,6	1196,8
Çakışan Uzunluk (km)	480,6	221,2	1174,1
Çakışan Çizgisellik Yüzdesi (%)	15,4	13,9	14,5
Fay Toplam Uzunluğu (km)	1006,0	1006,0	1006,0
Çakışan Fay Uzunluğu Yüzdesi (%)	47,8	22,0	17,3
Çakışan Fay Sayısı Yüzdesi (%)	56,0	35,7	27,3

Şekil 19.
90m çözünürlüklü SYM verisinden elde edilen çizgisellikler ile çakışan faylar



Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak elde edilen çizgisellikler için 10m, 30m ve 90m çözünürlükteki SYM verileri kullanılmıştır. Çakıştırma analizinin gerçekleştirilmesi sırasında uydu görüntülerinden farklı olarak maskeleme işlemi yapılmamıştır. Buradaki amaç, yükseklik verisi içeren SYM'lerden çalışma sahasına ait neotektonik dönem arazilerine dâhil olan Amik Ovası ve civarındaki yüzey kırıklarını tespit edebilmektir.

Çizgiselliklerin faylar ile çakışma oranı, SYM verisinin çözünürlüğü ile doğru orantılı olarak değişmektedir. İstatistiki değerler incelendiğinde 10m çözünürlüğe sahip SYM verisinden elde edilen çizgisel özellikler ile çakışan fay uzunluğu yüzdesi %47,8 çakışan fay sayısı yüzdesi %56'dır. Bu değer 30m

çözünürlükte %22,0'a ve 90m çözünürlükte %17,3'e düşmektedir. Sonuçlar (Tablo 9) incelendiğinde 10m çözünürlükteki SYM üzerinden elde edilen çizgiselliklerden elde edilen sonuçlar uydu görüntüsünden elde edilen sonuçlar ile örtüşmektedir. 90m çözünürlüklü SYM verisinden ise güvenilir sonuçlar elde edilmediği görülmektedir.

Yüzey kırıkları ile gerçekleştirilen karşılaştırma işleminde çizgisellikler ile çakışan yüzey kırıklarının büyük oranda Amanoslar'ın doğu sınırını takip ettiği görülmektedir. Ova tabanı üzerinde gelişen kırıklarda çakışma görülmemektedir. Bu durum Amanoslar'ın doğu sınır hattında var olan düşey atımın varlığından kaynaklanmaktadır. Ayrıca ova yüzeyinin çok hızlı değişime uğraması da analizin uygulanması ve yorumlanmasında olumsuz etken olarak kendini göstermektedir. 10m çözünürlüklü SYM verisinden üretilen çizgiselliklerin %14,1'i yüzey kırıklarına denk gelmektedir. Bu oran çözünürlüğe paralel olarak düşmektedir. Oranların düşük değerler göstermesi deprem sonrasında gelişen yüzey kırıklarının çoğunlukla eğim atımı temsil etmemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

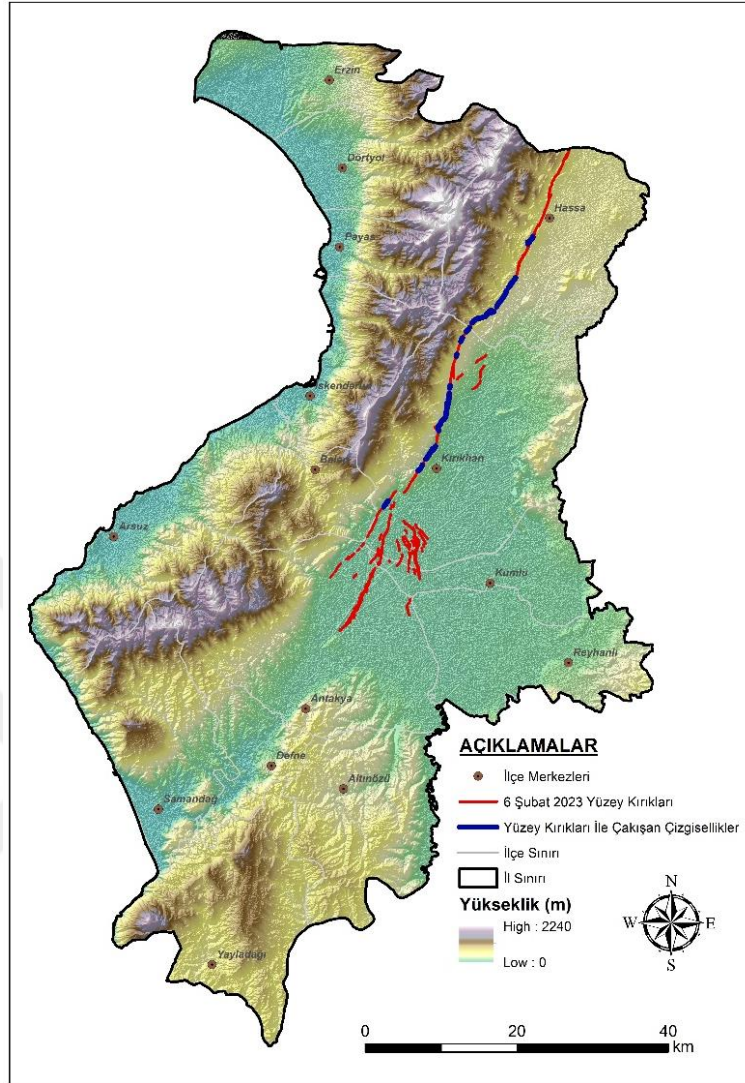
Tablo 11.

6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremlerine ait yüzey kırıkları ile çizgisellikler arasındaki istatistiki ilişkiler

	ASTER DEM			Uydu Görüntüsü
	10m	30m	90m	02/03/2023 PCA
Yüzey Kırığı Sayısı	954	954	954	954
Çakışan Çizgisellik Sayısı	142	113	63	394
Yüzey Kırığı Toplam Uzunluğu (km)	167,1	167,1	167,1	167,1
Çakışan Çizgisellik Uzunluğu (km)	23,6	13,1	7,6	52,2
Çakışan Yüzey Kırığı Yüzdesi (%)	14,1	7,8	4,5	31,2

Şekil 20.

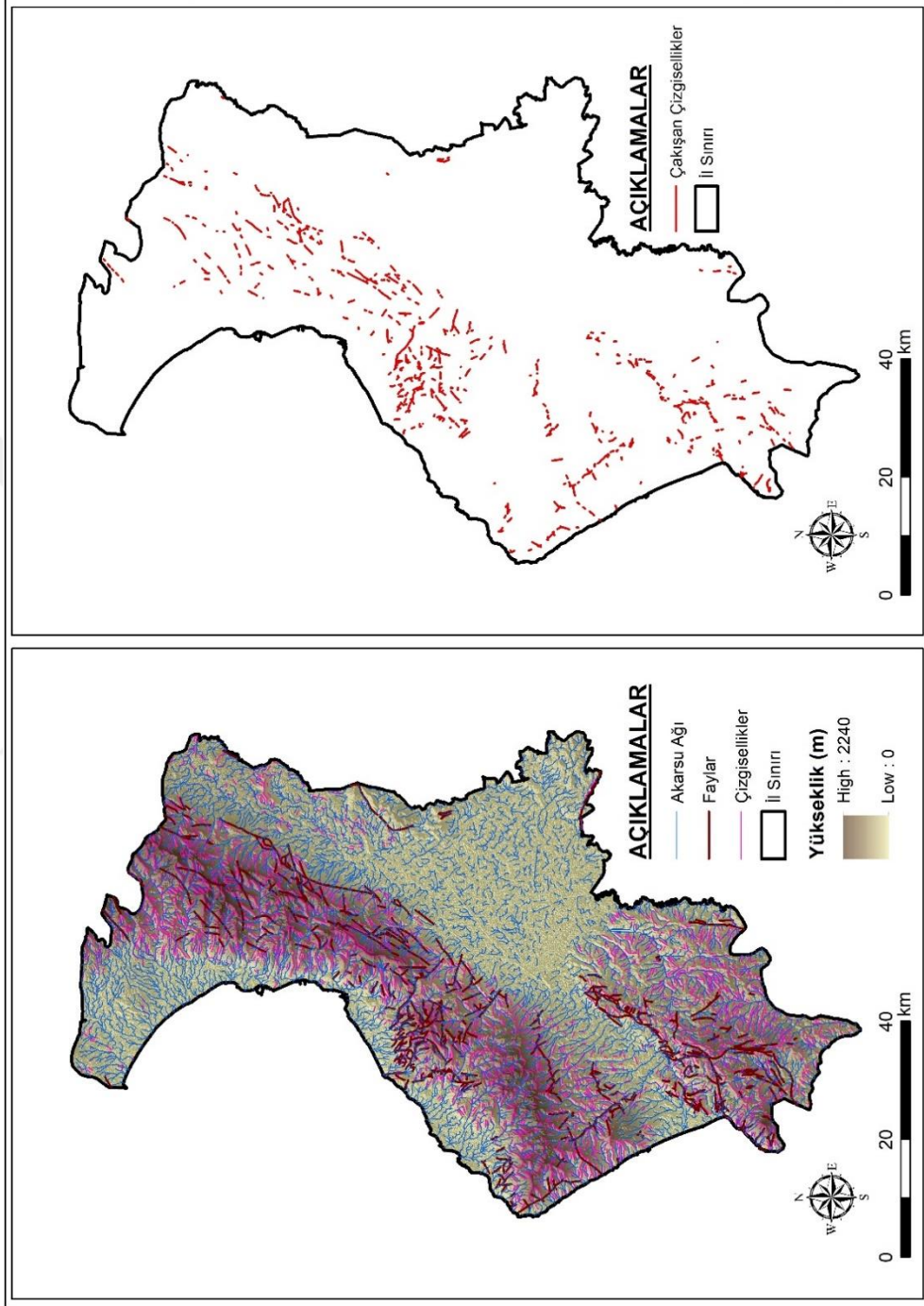
SYM verisinden elde edilen çizgisellikler ile çakışan yüzey kırıkları



Drenaj ağı ile faylar arasındaki ilişkiyi değerlendirmede önemli kıstaslar; çalışma sahasında tespit edilen akarsu sayısı, fay toplam uzunluğu, akarsularla çakışan fay yüzdesi ve faylarla çakışan akarsu yüzdesidir. Yapılan drenaj ağı analizi sonucu çalışma alanında 6753 adet akarsu kolu tespit edilmiştir. Drenaj verisi ile çakışan fay toplam uzunluğu 527,7 km'dir ve bu bütün fayların %52,5'ine karşılık gelmektedir. Sayı bakımından 1833 adet fay çizgiselliğinden 1291'i drenaj ağı ile ve 917'si hem drenaj ağı hem de çıkarılan çizgisellikler ile çakışmaktadır. Bu değerlere göre akarsuların sahanın tektonik durumuna uyum sağladığı görülmektedir.

Şekil 21.

Drenaj ağı ve çizgisellikler ile çakışan faylar (a. Akarsu ağı, faylar ve çizgiselliklerin görüntüsü, b. Drenaj ağı ve çizgisellikler ile çakışan faylar)



Tespit edilen çizgisellikler ile drenaj ağı verisi karşılaştırıldığında aralarında yüksek korelasyon olduğu söylenebilir.

Tablo 12.

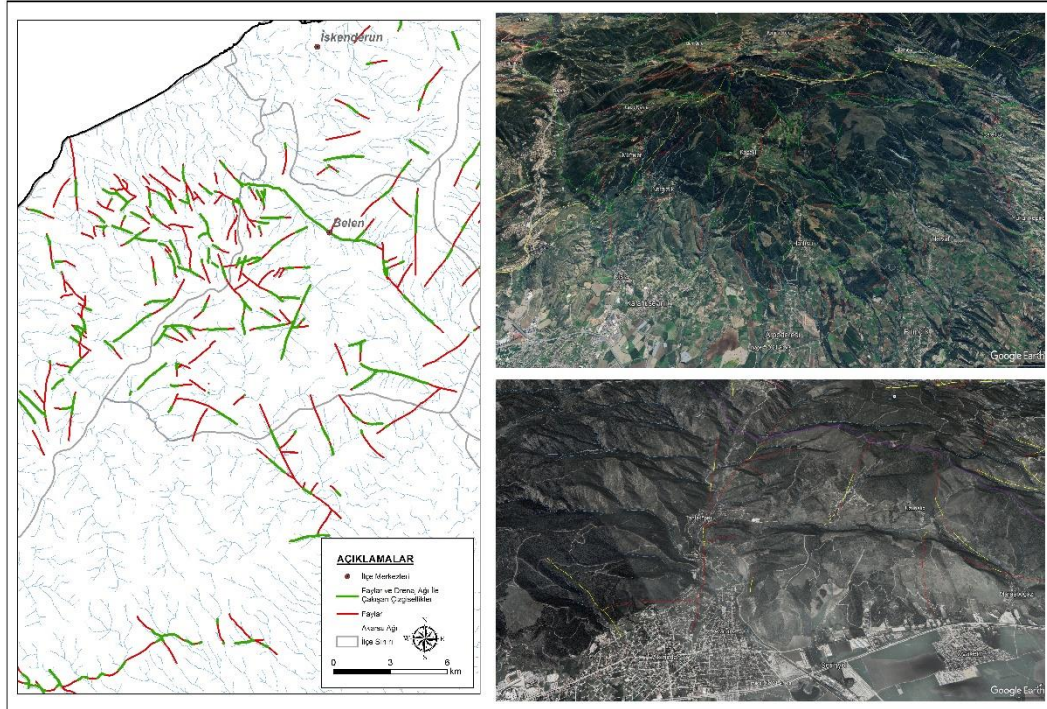
Çakışan çizgisellik sayısı yüzdesi ve çakışan çizgisellik uzunluğu yüzdesi

	SYM			LANDSAT 9			
	10m	30m	90m	Bant8	Bant8	PCA	PCA
				25/10/22	02/03/23	25/10/22	02/03/23
Ç.Ç.S. (%)	68	73,4	90,1	72,3	68,4	68,2	66,7
Ç.Ç.U. (%)	73,1	78,2	92,8	74,7	70,3	68,7	67,4

Çalışma alanı detaylı olarak incelendiğinde birçok akarsu kolunun fay üzerine yerleştiği görülmektedir. Bu sahalardan bazıları; Delibekirli Deresi'nin iki ana kaynağını taşıyan vadileri ve bu sahanın güneybatısında yer alan Kurtlusarımazı mevkiinde yer alan sol yanal ötelenmiş vadi, Belen Çayı'nın vadisi, Tahtaköprü Deresi vadisi, Arsuz'un kuzey kesiminde yer alan derelerin birçoğu, Büyük Karaçay Barajı ve çevresindeki derelerin vadileri'dir.

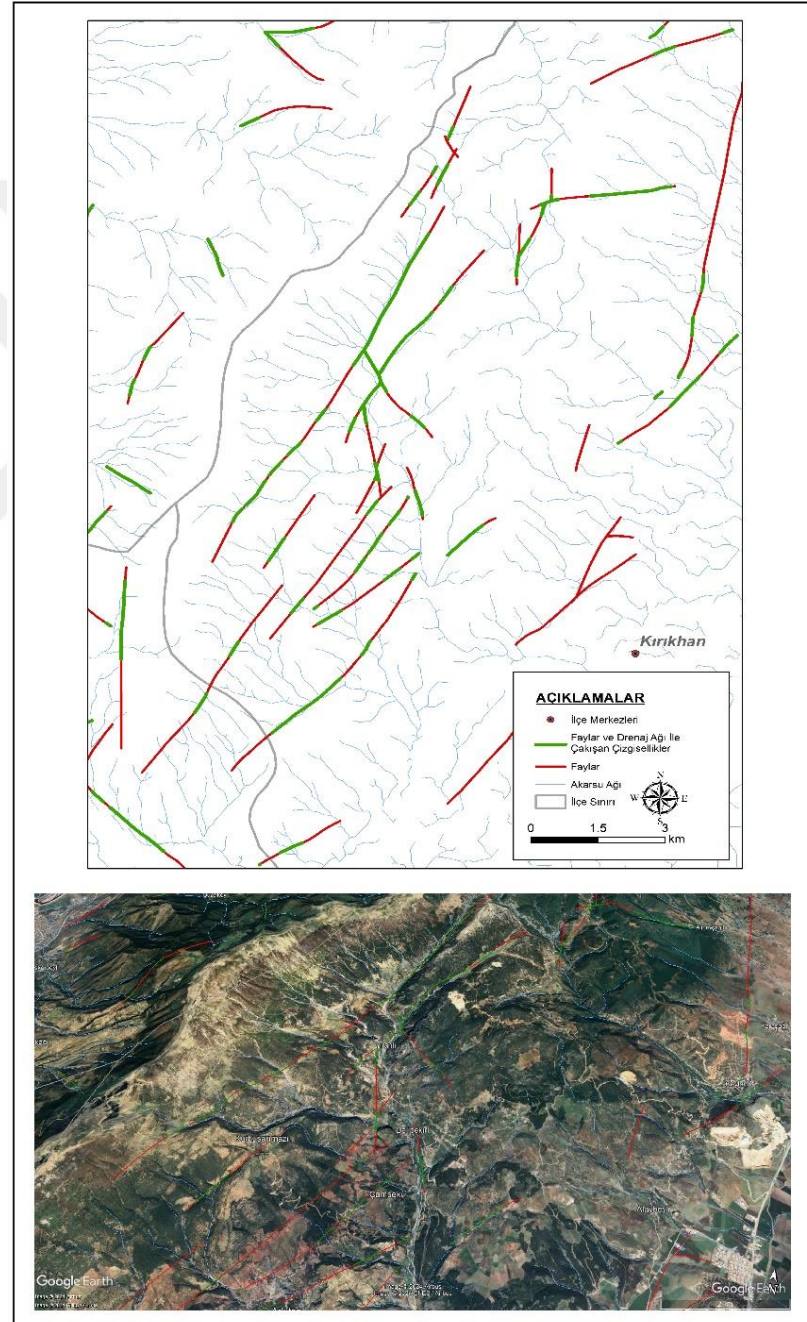
Şekil 22.

Fay kırığına yerleşmiş Belen Çayı (Belen-Arsuz) ve Tahtaköprü Deresi (Antakya)



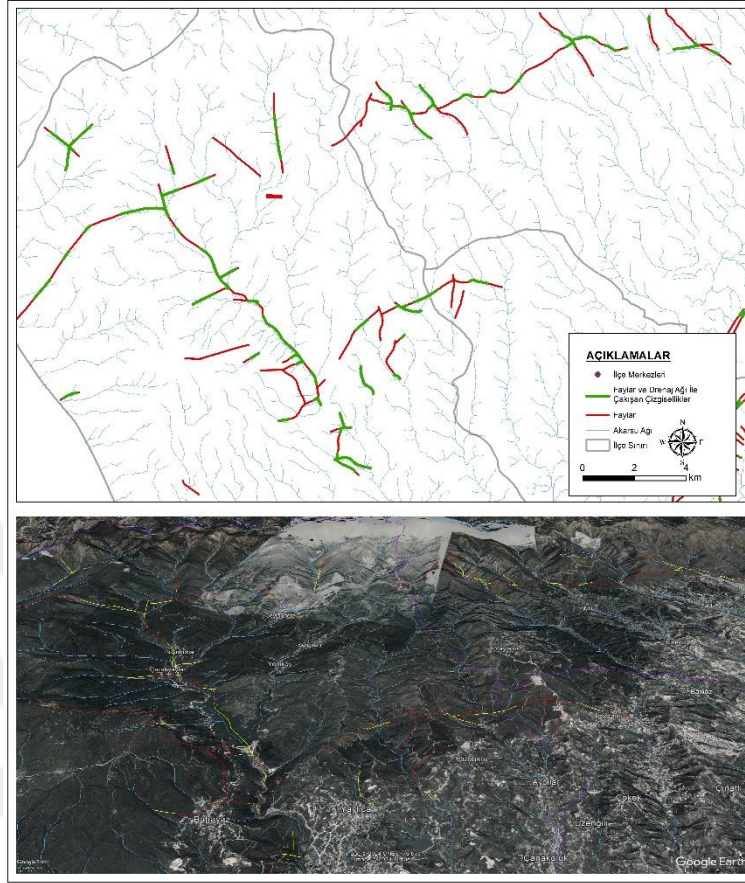
Amanosların batı kesiminde (özellikle Arsuz ilçesinin kuzey kesiminde) yer alan faylar akarsu ağının gelişiminde önemli rol oynamaktadır. Paleotektonik dönem arazileri üzerinde yer alan sahada birçok dere ve/veya kuru vadi faylar tarafından şekillendirilmiştir. Günümüzde hala bu hatlar üzerinde akan mevsimlik dereler bulunmaktadır.

Şekil 23.
Fay kırığına yerleşmiş Delibekirli Deresi'nin kolları



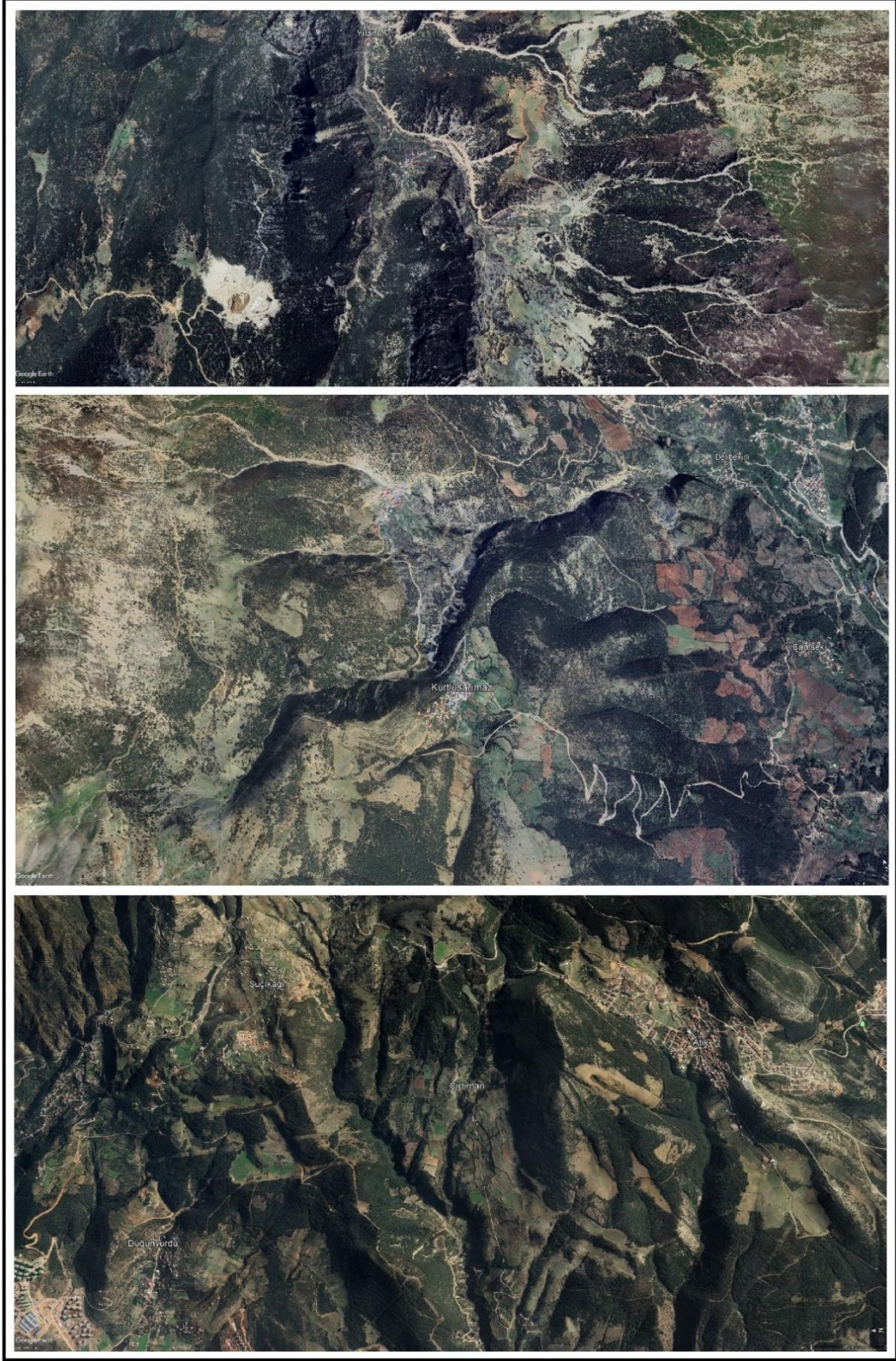
Şekil 24.

Fay kırığına yerleşmiş Büyük Karaçay Deresi ve kuzeydoğusunda yer alan akarsular



Şekil 25.

Sol yanal ötelenmenin görüldüğü sahalardan birkaç örnek (a. Delibekirli deresinin yukarı çığırına ait kolları, b. Kurtlusarımazı deresine ait vadide görülen ötelenme, c. Cirtıman mevkiinde görülen ötelenme)



Kaynak: (Google Earth Pro)

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde bulgular değerlendirilerek araştırma sorularına cevap verilmeye çalışılacaktır. Bulgular yorumlanırken uydu görüntülerinden elde edilen çizgiselliklerin yersel yansıma değerlerine, SYM verisinden elde edilen çizgiselliklerin ise yükseklik değerlerine bağlı olarak sonuçlar ürettiği göz önünde bulundurulmalıdır. Bu bağlamda çakışan çizgisel özelliklerin toplam uzunluğuna ve çakışan fayların yüzdesine göre değerlendirme yapmak daha doğru olacaktır.

Çalışma sınırını oluşturan Hatay iline uygulanan çizgisellik analizi sonucunda elde edilen değerlere göre fayların, çizgiselliklerle çakışma oranlarının en yüksek olduğu veriler, PCA uygulanmış Landsat uydu görüntüleridir. Bu görüntüler tamamen arazi verisine dayandığı için çok sayıda tektonik anlam ifade etmeyen çizgisel özelliğin de tespit edilmesine neden olmaktadır. Bu nedenle bant 8'den üretilen çizgiselliklerin Hatay ili için kullanılması araştırmayı güçleştirici bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır.

SYM verisi kullanılarak yapılacak çalışmalarda çalışma sahasının genişliğine, araştırmacının bilgi ve deneyimine göre veri seçmesi önerilmektedir. Hatay ili için 10m çözünürlüklü SYM verisinin en uygun veri olduğu düşünülmektedir. Uydu görüntülerine göre çok daha az detayın tespit edilebilir olması nedeniyle çözünürlüğün olabildiğince yüksek olması çalışmayı daha doğru bir noktaya götürecektir. Bununla beraber güncel veriler ile yapılması planlanan çizgisellik analizi çalışmalarında parametre değerlerinin belirlenmesi hususunda tamamen literatüre bağlı kalınmaması önerilmektedir. Çalışma sahasının tektonik durumu ve jeomorfolojik özelliklerin farklılığı parametrelerin belirlenmesindeki önemli kıstaslardır.

KAYNAKÇA

- AFAD. (2021). *İRAP (İl Afet Risk Azaltma Planı)*. T.C. Hatay Valiliği İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü, Planlama ve Risk Azaltma Dairesi, Hatay.
- Arlegui, L. E., & Soriano, M. A. (1998). Characterizing Lineaments from Stellite Images and Field Studies in the Central Ebro Basin (NE Spain). *International Journal of Remote Sensing*, 19(16), 3169-3185.
- Arslan, O., & Akyürek, Ö. (2015). Landsat 7 ETM+ Görüntüleri Üzerinden Çizgiselliklerin Otomatik Çıkarımı ve Analizi: Van Depremi Örneği. *5th Earthquake Symposium*.
- Atasoy, A., & Özşahin, E. (2013). Hatay'da Nüfusun Jeomorfolojik Birimlere Göre Dağılışı, UJES 2012, III. Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu Bildiriler Kitabı, s.259-267, Hatay.
- Ateş, Ş., Keçer, M., Osmañcelebiođlu, R., & Kahraman, S. (2004). Antakya (Hatay) İl Merkezi ve Çevresinin Yerbilim Verileri, Jeoloji Etütleri Dairesi.
- ATSO. (2020). *Hatay Sosyo-Ekonomik Rapor*.
- Aykut, T., & Turoğlu, H. (2020). Sinanköy (Lalapaşa-Edirne) ve Çevresinin Yapısal Jeomorfoloji Özelliklerinin Drenaj Sistemi Üzerindeki Etkileri. *Coğrafya Dergisi*, 40.
- Condie, K. C. (1997). *Plate Tectonics and Crustal Evolution* (4 b.). Socorro/New Mexico: New Mexico Institute of Mining and Technology.
- Derman, A. S. (1979). *Antakya (Hatay) Civarı Stratigrafi ve Jeolojisi*. Tpaö Arama Grubu Başkanlığı, Rapor No: 1513, ANKARA.
- Dikbaş, A. (2023). Gökova Fay Zonu'nun Morfometrik Özellikleri ve Aktif Tektonik Açısından Önemi, Doğu Akdeniz. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Journal of Advanced Research in Natural and Applied Sciences*, 9(1), 28-47.
- Erol, O. (1983). Türkiye'nin Genç Tektonik ve Jeomorfolojik Gelişimi. *Jeomorfoloji Dergisi*, (11), 1-22.

- Geçen, R. (2017). Fay Hatlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Teknikleri İle Tespit Edilmesi. *Uluslararası Jeomorfoloji Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, (s. 173-181).
- Gülen, L., Barka, A., & Toksöz, M. (1987). Kıtaların Çarpışması ve İlgili Kompleks Deformasyon: Maraş Üçlü Eklemleri ve Çevre Yapıları. *Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni*, 14, 319-336.
- Günay, Y. (1984). Amanos Dağları'nın Jeolojisi ve Karasu - Hatay Grabeninin Petrol Olanakları. *TPAŞ Arama Grubu Başkanlığı Hakkari-Şaryaj Projesi. Tpaö Raporu. No:1954*.
- Gürbüz, A., & Şaroğlu, F. (2020). Doğu Anadolu Fay Zonu. *Türkiye Deprem Atlası* (s. 38). içinde İstanbul.
- Hatay Çevre, Ş. v. (2022). *Hatay İli 2021 Yılı Çevre Durum Raporu*.
- Hoşgören, M. Y. (2015). *Jeomorfoloji'nin Ana Çizgileri 1* (10 b.). İstanbul: Çantay Kitabevi.
- Hung, L., Batelaan, O., & Smedt, F. (2005). Lineament Extraction and Analysis, Comparison of Landsat ETM and ASTER Imagery. Case Study: Suoimuoi Tropical Karst Catchment, Vietnam. *Remote Sensing of Environmental Monitoring* (5983).
- İlçim, A. (2014). *Hatay'ın Sessiz Güzelleri 900 Yabancı Çiçek Hatay Bitki Envanteri. T.C. Hatay Valiliği*.
- Jordan, G., & Schott, B. (2005). Application of Wavelet Analysis to the Study of Spatial Pattern of Morphotectonic Lineaments in Digital Terrain Models. A Case Study. *Remote Sensing of Environment*, (94), 31-38.
- Jordan, G., & Schott, B. (2005). Application of Wavelet Analysis to the Study of Spatial Pattern of Morphotectonic Lineaments in Digital Terrain Models. A Case Study. *Remote Sensing of Environment*, (94), 31-38.
- Karaca, Ö., & Bozcu, M. (2019). Determination of Tectonic and Volcanic Structures with the aid of Lineaments: Example from Çan-Etili (Çanakkale) Lignite Basin. *Geological Bulletin of Turkey*, (62), 247-262.

- Karataş, A. (2010). *Hatay İlinin Su Potansiyeli ve Sürdürülebilir Yönetimi*. Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Ketin, İ. (2016). *Genel Jeoloji Yerbilimlerine Giriş (9 b.)*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Vakfı Yayınları.
- Kıranşan, K. (2020). Landsat 8 OLI Uydu Görüntüleri ve Gölge Rolyef Verileri İle Doğu Anadolu Fay Zonu (Bingöl-Karlıova Arası)'nın Çizgiselliklerinin Belirlenmesi. *Adıyaman Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (35), 493-518.
- Koçal, A. (2004). *A Methodology for Detection and Evaluation of Lineaments from Satellite Imagery*. Ankara: Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Koçman, A. (1993). *Türkiye İklimi*. Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü, s.51, İZMİR.
- Korkmaz, H., Çetin, B., Özşahin, E., Karataş, A., & Bom, A. (2011). Hatay Coğrafyası.
- Köküm, M. (2019). Landsat TM Görüntüleri Üzerinden Doğu Anadolu Fay Sistemi'nin Palu (Elazığ)-Pütürge (Malatya) Arasındaki Bölümünün Çizgisellik Analizi. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(1), 119-127.
- Mann, P., Hempton, M. R., Bradley, D. C., & Burke, K. (1983). Development of Pull-Apart Basins. *The Journal of Geology*, 91(5), 529-554.
- Mwaniki, M. W., Moeller, M. S., & Shellmann, G. (2015). A Comparison of Landsat 8 (OLI) and Landsat 7 (ETM+) in Mapping Geology and Visualising Lineaments A Case Study of Central Region Kenya. *36th International Symposium on Remote Sensing of Environment*. Berlin, Germany.
- Olçay, F. (2015). *Uydu Görüntülerinden Elde Edilen Çizgisellikler ve Fluviyal Yapılar İle Neotektoniğin Araştırılması*. Eskişehir Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- O'Leary, D., Friedman, J., & Pohn, H. (1976). Lineament, Linear, Lineation: Some Proposed New Standarts for Old Terms. *Geological Society of American Bulletin*, (87), 1463-1469.

- Ölgen, M. K. (2004). Determining Lineaments and Geomorphic Features using Landsat 5-TM Data on the Lower Bakırçay Plain, Western Turkey. *Ege Coğrafya Dergisi*, (13), 47-57.
- Över, S., Ünlügenç, U. C., & Özden, S. (2001). Hatay Bölgesinde Etkin Gerilme Durumları. *Hacettepe Üniversitesi, Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni*, 23, 1-14.
- Özdemir, M. A., & İncesöz, M. (2003). Doğu Anadolu Fay Zonu'nda (Karlıova-Türkoğlu Arasında) Akarsu Ötelenmelerinin Tektonik Verilerle Karşılaştırılması. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(1), 89-114.
- Öztürk, Y., Çetin, M., & Turgay, O. (2021). Akarsuların Yatak Yeri Seçiminde Fay Belirleyiciliğinin Uzaktan Algılama Tabanlı Analizi: Aras Vadisi Örneği (Karakurt-Kağızman Arası). *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*(6), 81-97.
- Ricchetti, E., & Palombella, M. (2007). Production of Geological Lineament Map of Southern Italy using Landsat 7 ETM+ Imagery. *Bollettino della Societa Geologica Italiana*, 126(3), 567-572.
- Sander, P. (2007). Lineaments in Groundwater Exploration: A Review of Applications and Limitations. *Hydrogeology Journal*, (15), 71-74.
- Sarp, G. (2005). *Lineament Analysis From Satellite Images, North-West of Ankara*. Ankara: Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Sarp, G., & Toprak, V. (2007). Otomatik Olmayan Yöntemler Kullanılarak Landsat ETM Uydu Görüntüsünden Çizgisellik Belirlenmesi. T. H. Odası (Dü.), *Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi*. içinde Trabzon: KTÜ.
- Sibson, R. H. (1985). A Note on Fault Reactivation. *Journal of Structural Geology*, 7(6), 751-754.
- Süzen, M. L., & Toprak, V. (1998). Filtering of Satellite Images in Geological Lineament Analyses: An Application to A Fault Zone in Central Turkey. *International Journal of Remote Sensing*, 19(6), 1101-1114.
- Şengör, A. C. (1980). Türkiye'nin Neotektoniğinin Esasları. *Türkiye Jeoloji Kurumu, Yerbilimleri Özel Dizisi*, 2(40).

- Şengör, A. C. (1983). Levha Tektoniği- Tanım, İç: Levha Tektoniği. (N. Canitez, Dü.) TÜBİTAK-İTÜ Maden Fakültesi, Jeoloji-Jeofizik Lisansüstü Yazokulu Ders Notları, 1-7.
- Şengör, A. C. (1983). *Tetis'in Evrimi: Levha Tektoniği Açısından Bir Yaklaşım*. Ankara: Türkiye Jeoloji Kurumu, Yerbilimleri Özel Dizisi.
- Şengör, A. C., & Yılmaz, Y. (1981). Tethyan Evolution of Turkey: A Plate Tectonic Approach. *Tectonophysics*, (75), 181-241.
- Thannoun, R. G. (2013). Automatic Extraction and Geospatial Analysis of Lineaments and Their Tectonic Significance in Some Areas of Northern Iraq using Remote Sensing Techniques and GIS. *International Journal of Enhanced Research in Science Technology and Engineering*, 2(2), 1-11.
- Topal, S. (2019). Karacasu Fayı'nın (GB Türkiye) Göreceli Tektonik Aktivitesinin Jeomorfik İndislerle İncelenmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(1), 37-48.
- Toprak, V., Rojay, B., & Heimann, A. (2002). Hatay Grabeninin Neotektonik Evrimi ve Ölüdeniz Fay Kuşağı İle İlişkisi. Proje No: Ydabag-391, ANKARA.
- Yalçın, N. (1980, Şubat). Amanosların Litolojik Karakterleri ve Güneydoğu Anadolu'nun Tektonik Evrimindeki Anlamı. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 23, 21-30.
- Yılmaz, Y. (1984). *Amanos Dağları'nın Jeolojisi (C: 1-4), T.P.A.O. Raporu*.

İNTERNET KAYNAKLARI

<https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr>

<https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=101&locale=tr>

<https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=undefined&m=HATAY>

<https://www.usgs.gov/landsat-missions/landsat-9>



