



**1999-2023 YILLARI ARASI MEKANSAL
DEĞİŞİMİN İNCELENMESİ YOLUYLA
HATAY/ANTAKYA KENT MERKEZİNDEKİ
DEPREM HASARININ COĞRAFİ BİLGİ
SİSTEMLERİ YARDIMIYLA
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

Özgecan MALLI

Eskişehir 2024

**1999-2023 YILLARI ARASI MEKANSAL DEĞİŞİMİN İNCELENMESİ
YOLUYLA HATAY/ANTAKYA KENT MERKEZİNDEKİ DEPREM
HASARININ COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ YARDIMIYLA
DEĞERLENDİRİLMESİ**

ÖZGE CAN MALLI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Uzaktan Algılama Ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Alper ÇABUK

Eskişehir

Eskişehir Teknik Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Haziran 2024

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Özgecan MALLI'nın 1999-2023 YILLARI ARASI MEKANSAL DEĞİŞİMİN İNCELENMESİ YOLUYLA HATAY/ANTAKYA KENT MERKEZİNDEKİ DEPREM HASARININ COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ YARDIMIYLA DEĞERLENDİRİLMESİ başlıklı çalışması 13/06/2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından değerlendirilerek "Eskişehir Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Unvan Adı Soyadı

İmza

Danışman

: Prof. Dr. Alper ÇABUK

Üye

: Doç. Dr. Muammer TÜN

Üye

: Doç. Dr. Mehmet ÇETİN

Prof. Dr. Semra Kurama

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

DANIşMAN ONAYI

Danişmanlığını yürüttüğüm Yüksek Lisans ğrencisi Özgecan MALLI, 1999-2023 YILLARI ARASI MEKANSAL DEğİşİMİN İNCELENMESİ YOLUYLA HATAY/ANTAKYA KENT MERKEZİNDEKİ DEPREM HASARININ COğRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ YARDIMIYLA DEğERLENDİRİLMESİ başlıklı tez çalışmasını tamamlamıştır. Hazırlamış olduğu tez tarafımca incelenmiş ve öğrencinin tez savunma sınavına alınması bilimsel ve etik açıdan uygun görülmüştür.

Tez Danişmanı

Prof. Dr. Alper ÇABUK

ÖZET

1999-2023 YILLARI ARASI MEKANSAL DEĞİŞİMİN İNCELENMESİ YOLUYLA HATAY/ANTAKYA KENT MERKEZİNDEKİ DEPREM HASARININ COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ YARDIMIYLA DEĞERLENDİRİLMESİ

Özgecan MALLI

Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı

Eskişehir Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Haziran 2024

Danışman: Prof. Dr. Alper ÇABUK

Ülkemiz, bulunduğu coğrafi konumu itibariyle sık sık afetlerin meydana geldiği bir deprem ülkesidir. Depremler ile çeşitli afetler sonucu kentsel ve kırsal alanlarda mekansal değişimler meydana gelmektedir. Meydana gelen mekansal değişimleri Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Teknolojileri ile izlemek, analiz etmek mümkündür. Coğrafi Bilgi Teknolojileri ve Uzaktan Algılama yöntemleri ile uydu görüntüleri kullanılarak değişim analizleri yapmak, hızlı ve doğru bilgiye kısa sürede erişim sağlamak açısından fayda sağlamaktadır. Çalışmanın amacı Hatay/Antakya kent merkezinde 06.02.2023 tarihinde meydana gelen Kahramanmaraş merkezli 7,7 ve 7,6 şiddetindeki iki büyük deprem sonucu hasar alan yapılara dair 1999-2023 yıllarına ait uydu görüntüleri ile Coğrafi Bilgi Teknolojileri kullanılarak değişim tespiti yapılmasıdır. Çalışmada, 1999 yılından itibaren günümüze kadar yapı stoğuna kazandırılmış olan yapıların, 1997-2023 yılları arasında yayınlanan yasa ve yönetmeliklere göre inşa edildiği kabul edilerek, deprem sonrası hasar alan yapılar bu kapsamda değerlendirmeye alınmıştır.

Anahtar Sözcükler: Uzaktan Algılama, Değişim Tespiti, Deprem, Yasal-Yönetmelik Çerçeve, Coğrafi Bilgi Sistemleri

ABSTRACT

EVALUATION OF EARTHQUAKE DAMAGE IN HATAY/ANTAKYA CITY CENTER BY INVESTIGATION OF SPATIAL CHANGE BETWEEN 1999-2023 WITH THE HELP OF GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS

Özgecan MALLI

Department of Remote Sensing and Geographical Information Systems

Eskişehir Technical University, Institute of Graduate Programs, June 2024

Supervisor: Prof. Dr. Alper ÇABUK

Our country is an earthquake country where disasters occur frequently due to its geographical location. Spatial changes occur in urban and rural areas as a result of earthquakes and various disasters. It is possible to monitor and analyze the spatial changes that occur with Remote Sensing and Geographical Information Technologies. Conducting change analyses using Geographical Information Technologies and Remote Sensing methods and satellite imagery provides benefits in terms of providing access to fast and accurate information in a short time. The aim of the study is to determine the change using Geographical Information Technologies with satellite images from 1999-2023 regarding the structures damaged by two large earthquakes of magnitude 7.7 and 7.6 in Kahramanmaraş, which occurred on 06.02.2023 in the city center of Hatay / Antakya, using Geographical Information Technologies. In the study, it is accepted that the structures that have been added to the building stock since 1999 until today have been built according to the laws and Decrees published between 1997-2023, and the structures that have been damaged after the earthquake have been evaluated in this context.

Keywords: Remote Sensing, Change Detection, Earthquake, Legal-Administrative Framework, Geographical Information Systems

TEŞEKKÜR

Tez çalışmasında bilgi birikimi ile daima destek olan başta tez danışmanım Prof. Dr. Alper ÇABUK'a ve Prof. Dr. Saye Nihan ÇABUK'a; beni yönlendirerek emek veren Dr. Mehtap ÖZENEN KAVLAK'a; engin bilgileri ile hayallerimin peşinden gitmem için beni yüreklendiren sevgili hocam Dr. Öğr. Gör. Nilgün KİPER'e;

Çalışma sürecim boyunca sevgisi, güveni ve umutlarıyla yanımda olan ve manevi desteklerini eksik etmeyen canım arkadaşlarım Enes ŞİMŞEK, Behiye BATTAL, Berna KARABACAK, Gülesin YILDIRIM ve Bahar HİLAL'e;

Eğitim hayatım boyunca fikirlerimin temelini oluşturan ve yaşam yolumun bilim yolundan ayrılmaması için nasihatlerini miras bırakan Cumhuriyet Öğretmeni büyükbabam Selahattin KINIK'a ve motivasyon kaynağım büyükannem Sabahat KINIK'a;

Büyük fedakârlıklar göstererek bugünlere gelmemi sağlayan canım annem ve babama teşekkür ederim.

Ayrıca söz konusu tez çalışmasının sağlıklı sürdürülebilmesi noktasında katkıda bulunan T.C. MİLLÎ SAVUNMA BAKANLIĞI HARİTA GENEL MÜDÜRLÜĞÜ ve BAŞARSOFT BİLGİ TEKNOLOJİLERİ A.Ş.'ye teşekkürlerimi sunuyorum.

Özgecan MALLI

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Eskişehir Teknik Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programı”yla tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

Özgecan MALLI

İÇİNDEKİLER

Sayfa

BAŞLIK SAYFASI	I
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAY SAYFASI	II
DANIŞMAN ONAYI	III
ÖZET	IV
ABSTRACT	V
TEŞEKKÜR	VI
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ	X
TABLolar DİZİNİ	XIV
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	XV
1. GİRİŞ	1
1.1.Amaç	3
1.2.Hedefler	3
1.3.Araştırma Soruları	5
1.4.Hipotezler	6
1.5.Sınırlılıklar	7
1.6.Kapsam	9
1.6.1. Mekansal kapsam	10
1.6.2. Zamansal kapsam	11
1.6.3. Çalışma ölçeği	12
1.7.Tez Çalışmasının Sağlayacağı Fayda	12
1.7.1.Akademik fayda	12
1.7.2.Sektörel fayda	13
1.7.3.Mesleki fayda	13
1.8.Temel Kavramlar	13
1.8.1.Coğrafi bilgi sistemleri	13
1.8.2.Uzaktan algılama, elektromanyetik spektrum ve spektral etkileşim....	14
1.8.3.Uzaktan algılamada görüntü tipleri	15
1.8.4.Kentsel yerleşimlerin spektral karakteristikleri	17
1.8.5.Çözünürlük kavramı	18

1.8.6.	Deprem sonrası uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri'nin rolü..	20
1.8.7.	Nbdi indeksi ve kullanımı (normilized building difference index)	21
1.9.	Çalışma Alanına Dair Temel Bilgiler	23
1.9.1.	Tarihsel ve mekansal gelişim	23
1.9.2.	Nüfus	24
1.9.3.	Jeolojik ve jeomorfolojik yapı	26
1.9.4.	Deprem	27
1.9.5.	Geçmişten günümüze yapılan planlama çalışmaları.....	29
1.9.5.1.	<i>Hatay ili ve çevresi üst ölçekli planlar</i>	<i>29</i>
1.9.5.2.	<i>Hatay 2020-2024 strateji planı</i>	<i>30</i>
1.9.5.3.	<i>2018 Hatay ili çevre düzeni planı</i>	<i>31</i>
1.9.5.1.	<i>1/5000 Ölçekli koruma amaçlı nazım imar planı</i>	<i>32</i>
2.	LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	34
3.	MATERYAL YÖNTEM	46
3.1.	Materyal	46
3.2.	Yöntem	46
3.2.1.	Yöntem 1 - kontrollü sınıflandırma	49
3.2.2.	Yöntem 2 - nbdi uygulaması.....	54
3.2.3.	Belirli Yıllara Ait Uydu Görüntülerinin Kullanılması Yoluyla Bina Yapım Dönemi ve Hasar Durum Tespiti Çalışması	60
3.2.4.	Hatay/Antakya kent merkezi eğim analizi	72
4.	ARAŞTIRMA BULGULARI VE SONUÇLARI	77
4.1.	ARAŞTIRMA BULGULARI	77
4.2.	ARAŞTIRMA SONUÇLARI	107
5.	TARTIŞMA VE ÖNERİLER	111
	KAYNAKÇA	113
	ÖZGEÇMİŞ	

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1. Çalışma Alanı Hatay/Antakya Ülke Ve Bölge İçindeki Konumu (http-2).....	11
Şekil 1.2. Yapısal Değişimin Yasal ve Yönetmelik Çerçevesi Kronolojik Sıralaması.....	12
Şekil 1.3. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Entegrasyonu (Ergin, 2006).....	14
Şekil 1.4. Uzaktan Algılama Görüntüleri İçin Kullanılan Ana Cihazlar (Ennouri ve diğ., 2021).....	15
Şekil 1.5. Şehir Alanlarında Farklı Yer Tiplerinin Spektral Yansıtım Eğrileri (Yücer, 2014) ...	17
Şekil 1.6. Farklı optik uydu sistemlerinin spektral, uzaysal, zamansal ve radyometrik çözünürlüğüne genel bir bakış (Ennouri ve diğ., 2021).....	18
Şekil 1.7. Hatay/Antakya Jeolojik ve Jeomorfolojik Yapısı (Özşahin ve Özder, 2011).....	27
Şekil 1.8. Antakya Doğal Risk Haritası (Özşahin ve Özder, 2011).....	28
Şekil 1.9. Tr63 Bölge Gelişim Şeması (http-1).....	30
Şekil 1.10. Hatay İli 1/100000 Ölçekli Çevre Düzeni Planı (http-1).....	32
Şekil 3.1. Alternatif Yöntem/Süreç Uygulama Aşamaları.....	47
Şekil 3.2. Belirli Yıllara Ait Uydu Görüntülerinin Kullanılması Yoluyla Bina Yapım Dönemi ve Hasar Durum Tespiti Çalışması Yöntem/Süreç Şeması (Alternatif 3)	48
Şekil 3.3. Alınan Uydu Görüntüsü (http-2).....	49
Şekil 3.4. Koordinatlanmış Uydu Görüntüsü.....	50
Şekil 3.5. Uydu Görüntüsü Çözünürlük Boyutu ve Bilgileri.....	50
Şekil 3.6. Kontrollü Sınıflandırma Yöntemi İle Elde Edilen Görüntü (Maximum Likelihood Classification).....	51
Şekil 3.7. Maximum Likelihood Yöntemine Göre Alan Hesaplaması (Metrekare ve Hektar)...	52
Şekil 3.8. Sınıflandırma Detay Görüntüsü.....	52
Şekil 3.9. Çalışma Alanında Doğruluk Analizi İçin Google Earth Üzerinden Oluşturulan Noktalar.....	53
Şekil 3.10. Oluşturulan Noktaların ArcMap'e Aktarımı	53
Şekil 3.11. Oluşturulan Noktaların Sınıflandırma Üzerinde Doğruluk Sonuçları	54
Şekil 3.12. Band Birleştirme İşlemi Yapılmış 2000 Yılı Uydu Görüntüsü	55
Şekil 3.13. Band Birleştirme İşlemi Yapılmış 2002 Yılı Uydu Görüntüsü	55
Şekil 3.14. NBDI Analizi Yapılmış 2000 Yılına Ait Görüntü.....	56
Şekil 3.15. NBDI Analizi Yapılmış 2002 Yılına Ait Görüntü.....	57
Şekil 3.17. NBDI Fark Görüntüsü (2002-2000 Yılları Arasında) ve NBDI Görüntüsü (2023)..	58
Şekil 3.18. NBDI Görüntüsü (Deprem Sonrası Değişimlerin Meydana Geldiği Alanlar).....	58

Şekil 3.19. Deprem Sonrası 26.04.2023 Tarihine Ait Uydu Görüntüsü ve Deprem Öncesi 01.12.2022 Tarihine Ait Uydu Görüntüsü (http-2)	59
Şekil 3.20. Uydu Görüntüsü Yardımıyla Yapıların Sayısallaştırılması	60
Şekil 3.21. Sayısallaştırılan Yapılara Ait Veritabanı (Attribute Table ArcGIS 10.8.2).....	61
Şekil 3.22. Temin Edilen Hasarlı Yapılar Veritabanı İle Sayısallaştırılan Yapı Veritabanının Birleştirilmesi, Adım 1- Merge Komutu Lokasyonu	62
Şekil 3.23. Temin Edilen Hasarlı Yapılar Veritabanı İle Sayısallaştırılan Yapı Veritabanının Birleştirilmesi, Adım 2- Merge Komutu Penceresi.....	62
Şekil 3.24. Temin Edilen Hasarlı Yapılar Veritabanı İle Sayısallaştırılan Yapı Veritabanının Birleştirilmesi, Adım - 3 Birleştirilen Veritabanının "Attribute Table"da Görüntülenmesi.....	63
Şekil 3.25. Yapım Yılı 2004 Yılından Önce Olan Yapıların ArcGIS 10.4.1. Yazılımında Sorgulanması.....	64
Şekil 3.26. Yapım Yılı 2004 Yılından Sonra Olan Yapıların ArcGIS 10.4.1. Yazılımında Sorgulanması.....	64
Şekil 3.27. Yapım Yılı 2004 Yılından Önce Olan Yapılar Arasında Acil Yıkıtılacak Yapıların ArcGIS 10.4.1. Yazılımında Sorgulanması.....	65
Şekil 3.28. Yapım Yılı 2004 Yılından Önce Olan Yapılar Arasında Ağır Hasarlı Yapıların ArcGIS 10.4.1. Yazılımında Sorgulanması.....	66
Şekil 3.29. Yapım Yılı 2004 Yılından Önce Olan Yapılar Arasında Yıkılmış Yapıların ArcGIS 10.4.1. Yazılımında Sorgulanması.....	67
Şekil 3.30. Yapım Yılı 2004-2012 Yılları Arasında Olan Yapılarda Acil Yıkıtılacak Yapıların ArcGIS 10.4.1. Yazılımında Sorgulanması.....	68
Şekil 3.31. Yapım Yılı 2004-2012 Yılları Arasında Olan Yapılarda Ağır Hasarlı Yapıların ArcGIS 10.4.1. Yazılımında Sorgulanması.....	68
Şekil 3.32. Yapım Yılı 2004-2012 Yılları Arasında Olan Yapılarda Yıkılmış Yapıların ArcGIS 10.4.1. Yazılımında Sorgulanması.....	69
Şekil 3.33. Yapım Yılı 2012 Yılından Sonra Olan Yapıların ArcGIS 10.4.1. Yazılımında Sorgulanması.....	70
Şekil 3.34. Yapım Yılı 2012 Yılından Sonra Olan Yapılar Arasında Ağır Hasarlı Yapıların ArcGIS 10.4.1. Yazılımında Sorgulanması.....	71
Şekil 3.35. Yapım Yılı 2012 Yılından Sonra Olan Yapılar Arasında Yıkılmış Yapıların ArcGIS 10.4.1. Yazılımında Sorgulanması.....	72
Şekil 3.36. Google Earth Engine Yazılımı Yardımıyla Oluşturulan DEM Verisinin ArcGIS 10.4.1 Yazılımında Görüntülenmesi.....	74
Şekil 3.37. ArcGIS 10.4.1 Yazılımı Layer Properties-Classification Ayarları.....	74

Şekil 3.38. ArcGIS 10.4.1 Yazılımı Layer Properties-Classified Arayüzü	75
Şekil 3.39. Eğim Analizi.....	76
Şekil 4.1. Kontrollü Sınıflandırma Yöntemi Sonucu Örneklem Noktalarının Doğruluk Tespiti.....	77
Şekil 4.2. NBDI Görüntüsü (Deprem Sonrası Değişimlerin Meydana Geldiği Alanlar).....	78
Şekil 4.3. Yapım Dönemi 2004 Öncesi Olan Yapıların Hasar Alma Oranları.....	79
Şekil 4.4. Yapım Dönemi 2004-2012 Arası Olan Yapıların Hasar Alma Oranları.....	80
Şekil 4.5. Yapım Dönemi 2004-2012 Arası Olan Yapıların Hasar Alma Oranları	81
Şekil 4.6. Hatay/Antakya Kent Merkezi Tüm Yapılar ve Deprem Sonrası Yıkılmış Yapılar.....	82
Şekil 4.7. Antakya Kent Merkezi Tüm Yapılar Hasar Durum Grafiği ve Oranları (%).....	83
Şekil 4.8. Yapım Yılı 2004 Yılından Önce Olan Yapılar Arasında Deprem Sonrası Acil YıktırılacakYapılar.....	84
Şekil 4.9. Yapım Yılı 2004 Yılından Önce Olan Yapılar Arasında Deprem Sonrası Ağır Hasarlı Yapılar	85
Şekil 4.10. Yapım Yılı 2004 Yılından Önce Olan Yapılar Arasında Deprem Sonrası Yıkılmış Yapılar.....	86
Şekil 4.11. Yapım Yılı 2004-2012Yılları Arasında Olan Deprem Sonrası Acil Yıktırılacak Yapılar.....	87
Şekil 4.12. Yapım Yılı 2004-2012 Yılları Arasında Olan Deprem Sonrası Ağır Hasarlı Yapılar.....	88
Şekil 4.13. Yapım Yılı 2004-2012 Yılları Arasında Olan Deprem Sonrası Yıkılmış Yapılar....	89
Şekil 4.14. Yapım Yılı 2012 Yılından Sonra Olan Yapılar Arasında Deprem Sonrası Ağır Hasarlı Yapılar	90
Şekil 4.15. Yapım Yılı 2012 Yılından Sonra Olan Yapılar Arasında Deprem Sonrası Yıkılmış Yapılar.....	91
Şekil 4.16. Yapım Yılı 2004 Yılından Önce Olan Yapılar Arasında Deprem Sonrası Yıkılmış Yapılar ve Eğim Durumu.....	94
Şekil 4.17. %0-5 Eğime Sahip Alanlarda Yer alan Yapım Dönemi 2004 Yılı ve Öncesi Olan YıkılmışYapıla.....	96
Şekil 4.18. %5-10 Eğime Sahip Alanlarda Yer alan Yapım Dönemi 2004 Yılı ve Öncesi Olan Yıkılmış Yapılar	97
Şekil 4.19. %10-20 Eğime Sahip Alanlarda Yer alan Yapım Dönemi 2004 Yılı ve Öncesi Olan Yıkılmış Yapılar	98
Şekil 4.20. Yapım Yılı 2004-2012 Yılları Arasında Olan Yapılar Arasında Deprem Sonrası Yıkılmış Yapılar ve Eğim Durumu	99

Şekil 4.21. %0-5 Eğitime Sahip Alanlarda Yer alan Yapım Dönemi 2004-2012 Yılları Arasında Olan Yıkılmış Yapılar.....	101
Şekil 4.22. %5-10 Eğitime Sahip Alanlarda Yer alan Yapım Dönemi 2004-2012 Yılları Arasında Olan Yıkılmış Yapılar.....	102
Şekil 4.23. Yapım Yılı 2012 ve Sonrası Olan Yapılar Arasında Deprem Sonrası Yıkılmış Yapılar ve Eğitim Durumu	103
Şekil 4.24. %0-5 Eğitime Sahip Alanlarda Yer alan Yapım Dönemi 2012 Sonrası Olan Yıkılmış Yapılar.....	105
Şekil 4.25. %5-10 Eğitime Sahip Alanlarda Yer alan Yapım Dönemi 2012 Sonrası Olan Yıkılmış Yapılar.....	106



TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 1.1. Görüntülerin Dalga Boylarına Göre İsimlendirilmesi (Ergin, 2006).....	16
Tablo 1.2. Hatay/Antakya Yıllara Göre ADNKS ve Genel Nüfus Sayımı Sonuçları (http-3)	25
Tablo 1.3. Hatay/Antakya Mahallelere Göre 2022 Nüfusu (http-4)	25
Tablo 3.1. Google Earth Engine ile Eğim Analizi Oluşturma İşlem Adımları	73
Tablo 4.1. Yapım Dönemi 2004 Öncesi Olan Hasarlı Yapı Adetleri ve Oranları	79
Tablo 4.2. Yapım Dönemi 2004-2012 Yılları Arasında Olan Hasarlı Yapı Adetleri ve Oranları	80
Tablo 4.3. Yapım Dönemi 2012 Yılı Sonrası Olan Hasarlı Yapı Adetleri ve Oranları ..	80
Tablo 4.4 Antakya Kent Merkezi Toplam Hasarlı Yapı Adetleri ve Türleri	83
Tablo 4.5. Eğim Gruplarının Yüzde Eşik Değerleri ve Morfografik Tanımları (Elibüyük, 2010)	92
Tablo 4.6. Hatay/Antakya Kent Merkezi Eğim Durumuna Göre Morfografik ve Basit Tanımlama	92
Tablo 4.7. Antakya Kent Merkezi'ndeki Yapıların Eğim Durumuna Göre Sınıflandırılması ve Yıkılmış Yapı Adetleri	93
Tablo 4.8. 2004 Yılından Önce İnşa Edilmiş Yapılarda Eğime Göre Hasar Alma (Yıkılma) Durumu	95
Tablo 4.9. 2004 Yılından Sonra İnşa Edilmiş Yapılarda Eğime Göre Hasar Alma (Yıkılma) Durumu	100
Tablo 4.10. 2012 Yılından Sonra İnşa Edilmiş Yapılarda Eğime Göre Hasar Alma (Yıkılma) Durumu	104

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

NBDI	: Normalized Building Difference Index (Normalleştirilmiş Bina Farkı Endeksi)
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
FEMA	: Federal Emergency Management Agency (Federal Acil Durum Yönetim Ajansı)
HAZUS	: Hazards Us (Tehlikeye Atan)
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
ADNKS	: Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi
NDWI	: Normalized Difference Water Index

1. GİRİŞ

Şehirlerimizin hızla gelişip değişmesi, nüfus artışı ile birlikte kaçınılmaz bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır. Kentsel gelişim ve değişimin başlıca sebepleri; ekonomik, toplumsal, politik ve teknolojik gelişmelerdir. Bu nedenler doğrultusunda kentsel alanlarda yeni arazi talepleri, yapı stoğunun gelişimi ve inşaat faaliyetleri artış göstermektedir. Kentlerde meydana gelen yoğun yapılaşma, özellikle merkezi iş alanı ve ticaret işlevlerinin bulunduğu çekirdekten çeperlere doğru gün geçtikçe artış göstermeye devam etmektedir. Söz konusu meydana gelen bu yoğun yapılaşmış alanlar, ülkemizde afet riski yüksek olan yerleşim alanlarında da görülmektedir. Ülkemiz bir deprem ülkesidir ve fay hatlarına yakınlığı yüksek olan yerleşim yerlerinden biri olan Hatay/Antakya kent merkezi, tez konusu kapsamında deprem öncesi ve sonrası yapı stoğunun değişimi bağlamında incelemeye alınmıştır.

Antakya, tarihsel süreçte birden fazla büyük depremlerin meydana geldiği, zaman zaman yerleşimdeki yaşamın sonunu getirecek nitelikte yıkımlara ve kayıplara uğramış bir yerleşimdir. Tarihsel süreç içerisinde belirli aralıklarla işgal altında kalan Antakya, savaşlar ve afetler dolayısıyla sıklıkla tahribata uğramıştır.

Günümüzde ise teknolojinin gelişmesi ile alana dair yapılan depremsel analizler, jeolojik yapı analizleri ve akarsu kaynaklarının varlığı neticesinde ortaya çıkan taşkın sınırları kısıtlamaları ortaya koyulmuştur. Fakat kentteki yapılaşmanın gelişimi, afet riski yüksek olan Antakya'da mekansal olarak doğru yayılım göstermemiştir. Fay hattı üzerinde kurulu olan kent merkezindeki yapılanma, meydana gelen büyük ve yıkıcı depremler sonrasında ağır hasar almaktadır. Zaman içerisinde oluşum gösteren yapı stoğu, belli tarihlerde yürürlüğe girmiş olan yasa ve yönetmeliklere göre inşa edilmektedir. Bu yönetmelikler, yapıların taşıyıcı sistemi ve diğer özellikleri bakımından, inşa edilme kurallarında belirleyici rol oynamaktadırlar. Yapıların denetimi ve denetimde nelere dikkat edilmesi gerektiği hakkında da ayrıca hüküm ve kararların bulunduğu yönetmelikler bulunmaktadır.

Tez konusu kapsamında incelemeye alınan Antakya kent merkezinde deprem sonrası oluşan yapı hasarları, ülkemizde yayınlanan yasal-yönetmelik çerçevesinde değerlendirilmeye alınmıştır. Deprem neticesinde oluşan büyük hasarın yönetmelik faaliyetlerinin hız kesmeden devam etmesine ve günden güne geliştirilmesine rağmen

oluşması, tez çalışmasında mekansal değişim analizi ortaya koyularak tartışma içerisine alınmıştır.

Uzaktan Algılama Teknolojileri kentsel alanların incelenmesi ve haritalanması konularında büyük öneme sahiptir. Geniş gözlem yeteneğine sahip olan ve gelişen teknoloji ile birlikte çözünürlük kalitesi günden güne artan uydulardan elde edilen görüntüler, mekansal değişim tespitleri için hızlı, ekonomik ve güvenilir bir kaynak olmaktadır. Değişim tespitlerinde genel anlamda işlem adımları, uydu görüntüleri elde edilerek görüntü üzerinde düzeltme işlemleri ile başlamaktadır. Farklı zamanlara ait uydu görüntüleri genellikle düzeltme ve eşitleme işlemlerine ihtiyaç duyarlar. Bu işlemten sonra değişim tespiti için sınıflandırma işlemleri rahatlıkla yapılabilmektedir. Sınıflandırma işlemleri, gözlemlenecek olan alandaki arazi kullanımında bulunan alanların (kentsel alan, tarım alanı, sulak alan, vb.) birbirinden spektral özelliklerine göre ayrımının yapılmasını sağlamaktadır. Bu ayrımın yapılması çalışmalarda elzemdir. Kentsel veya kentsel olmayan alanların değişimin tespit edilebilmesi için öncelikle kullanım alanlarının sınıflandırılmış olması gerekmektedir. Sınıflandırma sonrası elde edilmiş birden fazla sınıflandırılmış görüntü ile doğruluk analizi yapılarak değişim analizi işlemi gerçekleştirilebilmektedir. Bu işlem sonrası söz konusu alanlarda değişim gözlemlenen veya değişim gözlemlenmeyen alanlar yüzdeler olarak ayrıca ifade edilebilmektedir.

Coğrafi Bilgi Teknolojileri ve Uzaktan Algılama yöntemleri kullanılarak yapılan değişim analizi çalışmaları, inceleme alanında deprem sonrası hasar alan ve yıkılan yapıların tespitini bize vermekte olup, elde edilen söz konusu uydu görüntüleri tarihleri arasında yürürlüğe girmiş olan yasa ve kanunlar, değişim analizi ile birlikte çalışma kapsamında değerlendirilmiştir.

Çalışma kapsamında deprem hasarının değerlendirilmesi ve yönetimi için uzaktan algılama ve CBS yöntemlerinin etkinliğini ortaya koyulması ile benzer çalışmalarda ve afet yönetimi süreçlerinde bu yöntemlerin kullanılması teşvik edilebilir. Tezin sonuç bölümünde, çalışmanın önemli bulguları ve önerileri sunulacaktır. Tez çalışmasının özgün yönleri ve araştırma alanına katkıları şu şekildedir:

- Mekansal ve Zamansal Değişim Analizi: Bu tez çalışması, Hatay Antakya şehir merkezindeki deprem hasarının mekansal ve zamansal değişimini dikkate alarak deprem

hasarının etkisi ve dağılımı hakkında daha eksiksiz bir anlayış kazandıracaktır. Bu yöntem, deprem hasarlarının nedenleri ve etkileri hakkında daha detaylı bilgi sağlayacak ve gelecekte benzer deprem hasarlarının önlenmesi ve yönetilmesine önemli katkı sağlayacaktır.

- Uzaktan algılama ve CBS yöntemlerinin birleştirilmesi: Bu araştırma, uzaktan algılama ve CBS yöntemlerinin birleştirilerek deprem hasar tespitinde daha etkin ve doğru sonuçlar elde edilmesini amaçlamaktadır. Uydu görüntüleri, hava fotoğrafları ve GIS analizi gibi farklı veri kaynakları ve yöntemlerinin bir araya getirilmesiyle bu entegrasyon, deprem hasarının daha doğru ve kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesini sağlayacaktır.

- Yeni Endekslerin Kullanımı: Çalışma kapsamında deprem bölgesinde oluşan hasarın değerlendirilmesi adına Normalized Building Difference Index (NBDI) gibi indekslerin kullanımı gerçekleştirilmiş olup, çeşitli indeksler sayesinde hasarın etkilerinin daha detaylı şekilde değerlendirilmesi sağlanacaktır.

- Mekansal İstatistiksel Analiz ve Zaman Serisi Analiziile Gelecekteki Deprem Hasarlarının Önlenmesi/Yönetilmesi İçin Öneriler: Çalışmada mekansal istatistiksel analiz ve zaman serisi analizi yoluyla deprem hasarının dağılımını ve etkisini daha ayrıntılı olarak incelenmesi amaçlanmakta olup, söz konusu analizler deprem hasarlarının uzay-zamansal değişiminin daha iyi anlaşılmasına ve gelecekte benzer deprem hasarlarının önlenmesi ve yönetimi için önerilerde bulunulmasına önemli katkı sağlayacaktır.

1.1. Amaç

Coğrafi Bilgi Sistemleri yardımıyla Hatay/Antakya ilçe merkezinde 1999 yılından günümüze kadar olan süreçte yapı stoğuna kazandırılmış yapıların deprem sonrası mekansal değişiminin incelenmesi ve yasal-yönetmelik çerçevesindeki değişikliklere bağlı olarak depremde hasar alan yapıların tespitinin değerlendirilmesidir.

1.2. Hedefler

- 1999-2002 yıllarına ait yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri temin edilerek 1997 Deprem Yönetmeliği'nin 1999 yılında uygulanmaya başlanması ardından inşa edilen yapıların tespit edilmesi,

- 2002-2012 yıllarına ait yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri temin edilerek, 1999'da uygulanmaya başlayan Deprem Yönetmeliği ve 2002'de uygulanmaya başlayan Yapı Denetim Kanunu kapsamında inşa edilen yapıların tespit edilmesi,

- 2012-2023 yıllarına ait yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri temin edilerek, 1999'da uygulanmaya başlayan Deprem Yönetmeliği ve 2002'de uygulanmaya başlayan Yapı Denetim Kanunu ve 2012'de uygulanmaya başlayan Kentsel Dönüşüm Kanunu kapsamında inşa edilen yapıların tespit edilmesi,

- Belirli periyotlar aralığında söz konusu kanun ve yönetmeliklere göre inşa edilen yapıların tespitinden sonra, 6 Şubat 2023 depremi sonrası yapıların hasar alma durumlarının değişim tespiti ile ortaya konulması,

- 1999-2023 yıllarına ait verilerin belirlenmesi ve çözünürlüklerinin eşitlenmesi, geometrik düzeltme işlemlerinin yapılması ile verilerin bir arada kullanılabilirliği artırılarak değişim analizi için ön çalışma gerçekleştirmek,

- Kontrollü sınıflandırma yöntemi uygulanarak kentsel alan içerisinde yapısal sınıfın diğer (yeşil alan, su yüzeyi vb.) sınıflardan ayrımının yapılması,

- Sınıflandırma işlemlerinden sonra doğruluğun test edilebilmesi için kontrol noktaları ile doğruluk analizinin yapılması,

- Elde edilen sınıflarda kentsel ve diğer alt kategorilerin, söz konusu başlıklarda birleştirilmesi (kentsel-diğer),

- Doğruluk analizinden sonra 1999 ve 2023 yılları sınıflandırılmış kent merkezinin “Değişim Analizi'nin” yapılması,

- Değişim analizi verileri ile 1999'dan bu yana yapılar için oluşturulmuş yasal-yönetmelik çerçeve (1997 Deprem Yönetmeliği, 2001 Yapı Denetim Kanunu, 2012 Kentsel Dönüşüm Kanunu) kapsamındaki değişikliklere bağlı olarak günümüzde gerçekleşen deprem sonucu kent merkezi alanının değişiminin birlikte değerlendirilmesi, tez çalışmasının hedeflerindendir.

- Normalized Building Difference Index (NBDI) yardımıyla, yapıların ve yapılaşma alanlarının zaman içindeki değişimini, deprem hasarının etkilerini değerlendirmek,

- Coğrafi Bilgi Sistemleri ile deprem hasarının mekansal analizini gerçekleştirerek, hasarın yoğun olduğu bölgeleri ve etkilenen yapıları görselleştirmek,

- Elde edilen bulguları kullanarak, deprem hasarının nedenleri, etkileri ve mekansal dağılımı hakkında bilgi sunmak ve gelecekte benzer deprem hasarlarının önlenmesi, yönetimi için önerilerde bulunmak.

1.3. Araştırma Soruları

Tez çalışması kapsamında söz konusu araştırma sorularına cevap aranacak ve sonuçlar ortaya konulacaktır;

1) Hatay Antakya kent merkezinde 1999-2023 yılları arasında meydana gelen deprem hasarlarının mekansal dağılımı ve zaman içindeki değişimi nasıldır?

- Söz konusu çalışma, uydu görüntüleri ve hava fotoğrafları kullanarak yapıların ve yapılaşma alanlarının zaman içindeki değişimini analiz etmeyi amaçlamaktadır. Ayrıca, deprem hasarının meydana geldiği bölgelerde yapıların ve alanların mekansal dağılımını incelemeyi hedeflemektedir. Çalışma sonrası zamana ve mekana bağlı değişim incelenerek değerlendirilecektir.

2) Uzaktan algılama ve CBS teknikleri kullanarak, Hatay Antakya kent merkezinde deprem hasarının etkilediği yapılar ve alanlar hangileridir?

- CBS teknikleri ile hasar gören yapılar ve alanlar üzerinde daha detaylı analizler ve değerlendirmeler yapılacaktır.

3) Normalized Building Difference Index (NBDI) gibi indeksler yardımıyla, deprem hasarının etkileri ve yapıların zaman içindeki değişimi nasıl değerlendirilebilir?

- NBDI gibi indekslerin kullanılmasıyla yapıların ve yapılaşma alanlarının zaman içindeki değişimini ve deprem hasarının etkilerini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Bu indekslerin analizlerde nasıl kullanılacağı ve hangi sonuçların elde edileceği üzerinde durulacaktır.

- 4) Elde edilen bulgulara göre, deprem hasarının nedenleri, etkileri ve mekansal dağılımı hakkında hangi sonuçlar çıkarılabilir ve gelecekte benzer deprem hasarlarının önlenmesi ve yönetimi için hangi önerilerde bulunulabilir?

• Araştırma sonuçlarının değerlendirilmesi ve analizlerden çıkan bulguların ışığında deprem hasarının nedenleri, etkileri ve mekansal dağılımı hakkında bilgi sunmayı amaçlamaktadır. Ayrıca, gelecekte benzer deprem hasarlarının önlenmesi ve yönetimi için önerilerde bulunulacaktır.

1.4. Hipotezler

- ✓ Uydu görüntüleri ve hava fotoğrafları kullanarak, deprem hasarının etkilediği yapılar ve alanlar başarılı bir şekilde tespit edilebilir ve bu veriler, mekansal dağılım ve zaman içindeki değişim analizleri için kullanılabilir.
- ✓ Normalized Building Difference Index (NBDI) gibi indeksler, yapıların ve yapılaşma alanlarının zaman içindeki değişimini ve deprem hasarının etkilerini değerlendirmede etkili bir araçtır.
- ✓ Elde edilen bulgular, deprem hasarının nedenleri, etkileri ve mekansal dağılımı hakkında bilgi sağlar ve bu veriler, gelecekte benzer deprem hasarlarının önlenmesi ve yönetimi için önerilerde bulunmada kullanılabilir.
- ✓ Türkiye’de 1997 yılında yayınlanan ve 1999 yılında uygulanmaya başlayan Deprem Yönetmeliği, doğru uygulama yapılmadığı takdirde yetersiz kalabilmektedir. Doğru uygulamanın yapılabildiği alanlarda dirençli kent kavramına uygun kentsel alanlar oluşabilmektedir.
- ✓ Ülkemizde 2001 yılında yayınlanan ve 2002 yılında uygulanmaya başlayan Yapı Denetim Kanunu, 2012 yılında yayınlanan ve uygulanmaya başlayan Kentsel Dönüşüm Kanunu, depremin hissedildiği kentlerde doğru uygulanabildiği durumlarda, deprem sonrası yapıların hasar alma oranları incelendiğinde dirençli ve sürdürülebilir kentsel alanları oluşturduğu gözlemlenmektedir.
- ✓ Deprem Yönetmeliği, Yapı Denetim Kanunu ve Kentsel Dönüşüm Kanunu’na tabii tutulmuş yapıların oluşturduğu bir kentsel alanda depreme

bağlı büyük bir hasar oluşumu beklenmemektedir. Bununla birlikte coğrafi koşulların etkili olduğu durumlarda zemin özelliklerine bağlı olarak hasar gözlemlenmektedir.

- ✓ Coğrafi koşullar, deprem sonrası yapıların hasar alma durumunda önemli bir etkidir.

1.5. Sınırlılıklar

Tez çalışması kapsamında sınırlılıklar; değişim analizi ve analiz üzerinden tez konusunun amaç ve hedeflerini gerçekleştirebilmek adına uygun ölçekte uydu görüntüsü gerekmekte olup, söz konusu uydu görüntüsü USGS platformunda yer alan uydu görüntüleri gibi bölgesel ölçekte ve kent merkezlerine göre daha az detaylı bölgesel olmamalıdır. Çalışma kapsamında deprem sonrası hasar alan yapı ve yapılaşmış alanların gözlemi için çözünürlüğü yüksek detaylı hava ve uydu görüntülerine ihtiyaç bulunmaktadır.

Uydu görüntülerinin temininde var olan sınırlılıkların yanı sıra, kullanılacak olan yazılım programında görüntü işleme kabiliyeti konusunda yeterli düzeyin sağlanması gerekmektedir.

- 1) Çalışma, sadece Hatay/Antakya ilçe merkezindeki yapılar üzerinde odaklanmaktadır. Diğer bölgelerdeki deprem hasarları değerlendirilmemektedir.
- 2) Tez çalışması, sadece belirli kanun ve yönetmeliklere göre inşa edilen yapıları analiz etmektedir. Diğer faktörlerin (örneğin, yapı malzemeleri, mühendislik hesaplamaları vb.) etkisi dikkate alınmamaktadır.
- 3) CBS teknikleri ve indekslerin kullanımıyla yapılan analizler, belirli bir doğruluk payı içermektedir. Bu nedenle, elde edilen sonuçların tam olarak doğru olmadığı ve diğer yöntemlerle doğrulamanın gerekliliği unutulmamalıdır.
- 4) 2004, 2012 ve 2023 deprem öncesi uydu görüntüleri, temin edilebildiği ölçüde kullanılarak sayısallaştırma işlemi yapılmış olup çalışmanın amacına yönelik uygulamaya dahil edilmiştir.
- 5) 1999 ve 2002 yıllarına ait uydu görüntülerinin çözünürlüğü düşük olması nedeniyle sağlıklı veriler üretilmemesi sonucu, çalışma metodunda 2004 yılı başlangıç yılı olarak belirlenmiştir.

- 6) Yetersiz yer çözünürlüğü: Uydu verilerinin ve hava fotoğraflarının yer çözünürlüğü, yerdeki nesnelerin ve yapıların ayrıntılı görüntülenmesi ve algılanması için önemlidir. Yetersiz uzamsal çözünürlük, yapıları ve yerleşim alanlarını doğru ve doğru bir şekilde tanımlamayı zorlaştırabilir. Bu, deprem hasar değerlendirmesi ve yönetim analizinin doğruluğunu ve güvenilirliğini etkileyebilir.
- 7) Atmosfer koşulları: Uydu verilerinin ve hava fotoğraflarının kalitesi atmosferik koşullardan etkilenebilir. Bulut örtüsü, sis, hava kirliliği ve nem gibi faktörler görüntü kalitesini düşürebilir ve binaların ve yerleşim alanlarının algılanmasını zorlaştırabilir.
- 8) Görüntü Tarihleri ve Zamanlama: Hava fotoğrafları ve uydu verilerinin elde edilmesi genellikle belirli tarihlerde ve zaman aralıklarında gerçekleşir. Bu nedenle, deprem hasarının zaman içindeki değişimlerinin ve etkilerinin düzenli ve sürekli bir şekilde izlenmesi zor olabilir. Ek olarak, fotoğrafların çekildiği tarihlerde meydana gelen depremlerin neden olduğu hasarlar, fotoğrafların eksik veya hatalı olmasına neden olabilir.
- 9) Gölgeleme ve Yansıma Etkileri: Yapıların ve yapılaşma alanlarının uydu verileri ve hava fotoğraflarında gölgeleme ve yansıma etkileri görülebilir. Bu durum, yapılaşma alanlarının ve yapıların doğru ve kesin bir şekilde belirlenmesini zorlaştırabilir ve analiz sonuçlarının doğruluğunu etkileyebilir.
- 10) Sınırlı Spektral Çözünürlük: Yeryüzündeki yapılar ve nesneler, uydu verileri ve hava fotoğraflarının spektral çözünürlüğü nedeniyle farklı spektral bantlarda gösterilebilmektedir. Bununla birlikte, uydu verilerinin ve hava fotoğraflarının düşük spektral çözünürlüğe sahip olması, yapıların ve yapılaşma alanlarının bulunmasını ve analizini zorlaştırabilir. Bu sınırlılıkların üstesinden gelmek için, uydu verileri ve hava fotoğraflarının yüksek yersel ve spektral çözünürlüğe sahip olanları tercih edilmelidir.

Bu sınırlılıklar göz önünde bulundurularak, tez çalışması Hatay/Antakya ilçe merkezindeki deprem hasarının mekansal değişimini ve yapıların tespitini değerlendirmek için önemli bir adımdır. Ancak, daha kapsamlı ve detaylı analizler için ilave çalışmalar yapılması önerilmektedir.

1.6. Kapsam

Kentsel alanlarda bulunan yoğun yapılaşma mekanizması, şehir planlamasının o bölgeler için doğru uygulanamaması ve afet durumlarında yapısal çevrede sağlıksız sonuçlar elde edilmesine sebep olmaktadır. Bu konu kapsamında yapılacak olan çalışmada, depremten etkilenen yerleşimlerden biri olan Hatay/Antakya ilçesi seçilerek, deprem sonrası zamansal ve mekansal değişimini inceleme çalışmalarını uzaktan algılama teknolojisi kullanılarak yapılması hedeflenmiştir.

Geçmişte coğrafi veriler ve ilgili bilgiler geleneksel yöntemlerle haritalanırken, günümüzde sayısal ortamda bilgisayar programlarından faydalanılarak depolanıp güncellenmektedir. Coğrafi veri türleri vektör veri ve raster veri genel başlıkları altında çeşitlenmektedir. Aynı zamanda coğrafi veriler öznitelik verileri ile ilişkilendirilebilmektedirler. Bu kapsamda çalışma alanı için söz konusu yıllara ait raster veri formatındaki veriler kullanılmaktadır. 1999 ve 2023 yılı uydu görüntüleri ile ArcGIS ortamında değişim analizi yöntem aşamaları gerçekleştirilerek deprem sonrası kent merkezindeki hasarın ve değişimin tespiti yapılmıştır.

Çalışma alanı için 1999 yılının başlangıç yılı olarak belirlenmesinin sebebi, 1997 yılında Deprem Yönetmeliği'nin yayınlanmış olması ve 1999 yılı sonrasında uygulamaların yönetmelik dahilinde yapılmaya başlanmış olmasıdır. Geçen zaman içerisinde 2001 yılında Yapı Denetim Kanunu'nun ve 2012 yılında Kentsel Dönüşüm Kanunu'nun yayınlanması, 2023 yılına kadar devam eden süreçte yapıların bu yönetmelikler dahilinde inşa edilmeleri ile tez konusu kapsamında değerlendirmeye alınması gereken bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır. 1999'dan günümüze kadar inşa edilmiş yapılar bahsi geçen yönetmeliklere göre yapılmış olduğu kabul edildiğinde 2023 Şubat ayında gerçekleşen deprem ile yasal-yönetmeliksel süreçte üretilen kanun ve yönetmeliklerin uygulanabilirliği tez çalışmasının temel değerlendirme konusu olarak ele alınmıştır.

Tez konusu Hatay/Antakya'da kırsal alanları, kırsal yerleşimleri ve kırsal yaşama dair diğer kullanımları içermemektedir. Bunun sebebi; kırsal nitelikte olan mahallelerde oluşan değişim ile kentsel nitelikte olan mahallelerde oluşan değişim aynı şekilde oluşmayacağı ve yıkım boyutu aynı olmayacağı için bir arada değerlendirilmemesi gerekmektedir. Tez konusu kapsamında deprem sonrası boş veya açık yeşil alan, tarım alanı gibi bünyesinde yerleşim veya yoğun ticari yapı dokusu bulundurmeyen alanların

değişimi gözlemlenmeyecektir. Bu sınırlılığın sebebi ise çalışmada Antakya yerel halkının ikamet ettiği alanların, kentsel yerleşim alanlarının öncelikli değişiminin gözlemlenmesi amacı ile yaklaşılmasıdır.

Şehir planlama ve mimarlık disiplinlerinde, kentsel mekanların yapısal açıdan incelenmesi konularında uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemlerinden yardım alınması elzem bir konu olmakla birlikte bu kapsamda çalışma içerisinde uzaktan algılama teknolojisine yönelik temel araştırma çalışmaları yapılmıştır. Uzaktan Algılama, Elektromanyetik Spektrum, Spektral Etkileşim, Kentsel Yerleşimlerin Spektral Karakteristikleri, Çözünürlük Kavramı, Kontrollü ve Kontrolsüz Sınıflandırma, Doğruluk ve Değişim Analizi yöntemleri öncelikli araştırmada temel kavramlar konu başlıkları olarak belirlenmiştir.

1.6.1.Mekansal kapsam

Çalışma bölgesi olarak seçilen Hatay/Antakya ilçesi, coğrafi konumu Anadolu'nun güneyinde $36^{\circ} 05' 22.503-36^{\circ}10'39.342''$ doğu boylamları ile $36^{\circ} 15' 42.553'' - 36^{\circ} 10' 29.71''$ kuzey enlemleri (UTM Zon 37K – WGS84) arasında yer almaktadır. Antakya, Hatay ilinin merkez ilçesi olup, kent alanı toplam 21.4 km²'dir. Kentin denizden yüksekliği 85 m'dir (Özşahin ve Kaymaz, 2015).

Hatay ili, 06.12.2012 tarihinde Resmi Gazete'de yayınlanan 6360 sayılı Büyükşehir Yasası ile büyükşehir statüsü kazanmıştır. Bu yasa, büyükşehir belediye sınırlarına özel düzenlemeler getirerek Hatay ilinin ilçe mülki sınırlarını değiştirmiştir. Hatay ilinde toplamda 15 ilçe bulunmaktadır, bunlardan biri olan Antakya Merkez ilçedir. Ayrıca, büyükşehir belediyesi ile birlikte toplamda 16 belediye ve 1179 mahalle bulunmaktadır. Hatay ilinin diğer ilçeleri ise Payas, Defne, Arsuz, Altınözü, Belen, Dört Yol, Erzin, Hassa, İskenderun, Kırıkhan, Kumlu, Reyhanlı, Samandağ ve Yayladağı'dır. Hatay'ın doğusunda 14 kilometre uzunluğunda Suriye sınırı bulunmaktadır. Reyhanlı, Kumlu ve Kırkhan Antakya'nın doğu sınırını oluşturan ilin diğer ilçeleri arasındadır. Antakya ilçesinin kuzeyinde Belen, batısında Arsuz ve Samandağ, güneyinde ise Defne ve Altınözü ilçeleri yer almaktadır. İlçede 95 mahalle bulunmaktadır. Kentin en eski yerleşim bölgesi, Habibineccar Dağı'na yakın noktada bulunmaktadır. Coğrafi anlamda Antakya'nın doğu kesiminde Kuseyr Platosu, kuzey kesiminde Amanos Dağları ve kuzeydoğusunda Amik Ovası yer almakta olup, Suriye'ye sınırı bulunmaktadır. Hatay bölgesi, Antakya'nın da içinde yer aldığı,

Anadolu'nun en antik yerleşim alanlarından biri olarak bilinir. Bu bölgedeki yerleşimlerin kökeni, Paleolitik çağa kadar uzanır. Yapılan kazı ve araştırmalar, Amik Ovası'nda tarım temelli Neolitik ve Kalkolitik dönem yerleşimlerinin baskın olduğunu ortaya koymakta; ayrıca, Tunç Çağı'ndan itibaren bu alanlarda kentsel yerleşimlerin ve sosyal organizasyonların gelişmeye başladığı tespit edilmektedir (Geçen, 2018). Çalışma alanı ülke ve bölge içerisindeki konumu Şekil 1.1'de verilmiştir.



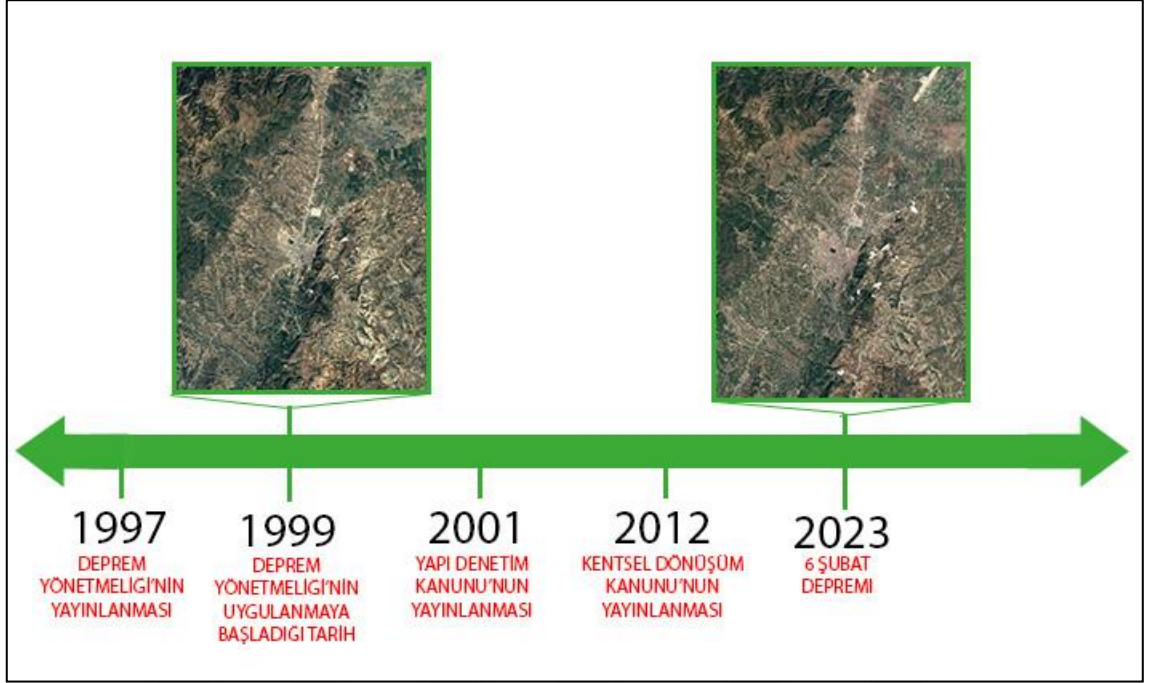
Şekil 1.1. Çalışma Alanı Hatay/Antakya Ülke Ve Bölge İçindeki Konumu (http-2)

1.6.2. Zamansal kapsam

Son yıllarda gelişen ve değişmekte olan teknoloji faaliyetleri ile yüksek çözünürlüğe sahip erişilebilir uydu görüntüleri, şehir yerleşimlerinin haritalanması ve zamansal-mekansal değişiminin analiz edilmesine katkı sağlamaktadır. Bunun üzerine ülkemizde deprem riski yüksek olan alanlarda, yürürlüğe giren yönetmelik ve uygulanma durumları hakkında fikir sahibi olabilmek için söz konusu teknolojiden yararlanarak deprem sonrası değişim gözlenmesi ve bu değişim için zamanda belli kırılımların seçilmesi gerekli görülmüştür. Bu kırılımlar Şekil 1.2'de verilmiştir.

1997 Deprem Yönetmeliği, 2001 Yapı Denetim Kanunu, 2012 Kentsel Dönüşüm Kanunu değişiklikleri yürürlüğe girdikleri tarihten günümüze dek inşaat faaliyetleri süreçlerinde koşul belirleyici yönetsel çerçeveler olduğu bilinmektedir. Bu bilgi ile

birlikte analizler ile desteklenen çalışmada günümüzde yaşanan deprem ve ortaya çıkan hasarın boyutu, yönetmelik ve kanunların uygulanma durumunu, uygulanabilirliğini zamansal takip ile ortaya çıkaracaktır.



Şekil 1.2. Yapısal Değişimin Yasal ve Yönetmelik Çerçevesi Kronolojik Sıralaması

1.6.3. Çalışma ölçeği

Çalışma ölçeği Hatay/Antakya kent merkezi kentsel yerleşim alanını bütüncül bir şekilde ele alarak belirlenmiş olup, yapılacak olan değişim tespitleri sonrası bölgesel ölçekte değerlendirmeler de konu kapsamında ele alınacaktır.

1.7. Tez Çalışmasının Sağlayacağı Fayda

1.7.1. Akademik fayda

Projenin akademik süreçlerde sağlayacağı başlıca katkı, depremde etkilenen alanlarda tespitlerin yapım aşamasında ve mahalle/sokak bazında oluşturulmak istenen etki analizlerine üst ölçek bilgisi sunmasıdır. Lisans öğrenimlerinde afet ve dirençlilik kavramları temel alınarak gerçekleştirilen çalışmalarda kamu ve diğer kurum kuruluşlardan veri talebinde bulunmadan uzaktan algılama metotları ile analizlerin gerçekleştirilebilir olduğunu savunan bir çalışma olacaktır. Planlama öğrenimlerinde geliştirilecek olan gelişme ve dönüşüm çalışmalarında, öncesi ve sonrasını içeren

karşılaştırma çalışmalarında ve diğer afet temelli tüm çalışmalarda plan hükümlerini belirleyecek bir eşik oluşturacaktır.

1.7.2. Sektörel fayda

Sektörel açıdan çalışmanın katkısı, söz konusu çalışma alanında yapılacak olan tüm yerinde gözlem ve arazi çalışmalarında değişimin yoğunlaştığı veya azalışı noktalara dikkat çekmesi ile çalışma koşullarına yön verebilir, çeşitli sektörlerde çeşitli kuruluşlar çalışmadan fayda sağlayabilirler.

1.7.3. Mesleki fayda

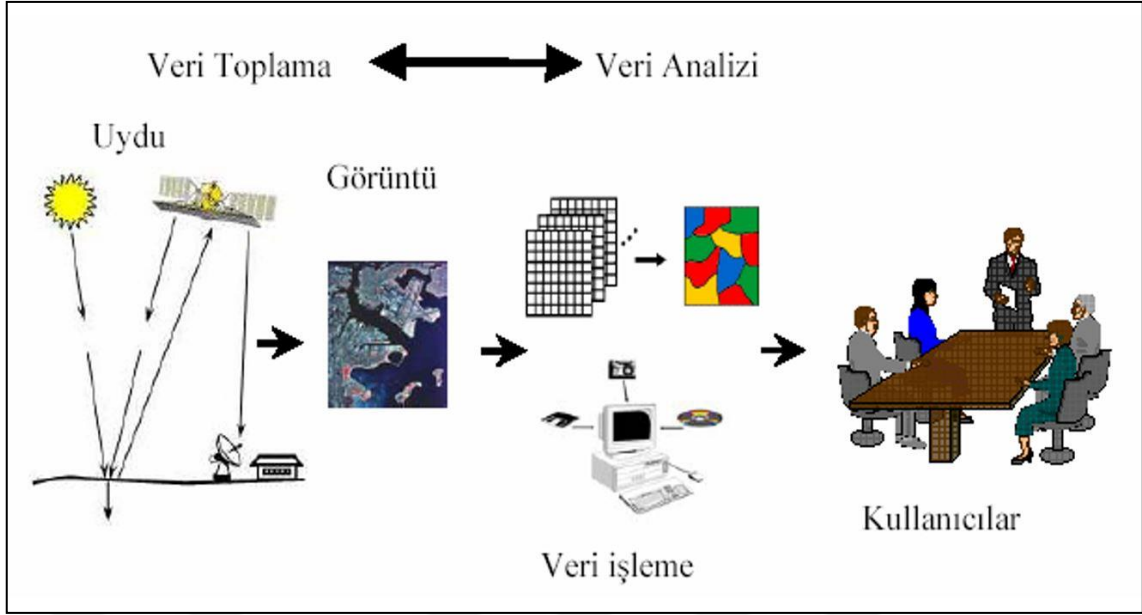
Mesleki açıdan, şehir plancıları, yer bilimciler ve uzaktan algılama yöntemlerini kullanan meslek gruplarının rapor hazırlama süreçlerinde yardımcı bir kaynak niteliği taşıyabilir.

1.8. Temel Kavramlar

1.8.1. Coğrafi bilgi sistemleri

Günümüzde bilgisayar teknolojilerinin veri işleme kapasiteleri oldukça gelişmiştir. Geçmişte kentler bilgisayar ortamına aktararak işlem yapılması söz konusu iken günümüzde gezegenimizin tümünü aktarmamız mümkün hale gelmiştir. Coğrafi Bilgi Sistemleri, pek çok farklı disiplin tarafından kullanılan, konumsal açıdan veri aktarımı sağlayan önemli bir araçtır.

Dünya üzerindeki nesneleri analiz ve işlemeye yarayan Coğrafi Bilgi Sistemleri, aynı zamanda işlenmiş verilerin sorgulanması ve istatistiksel analizlerinin yapılmasını sağlamaktadır. Coğrafi Bilgi Sistemleri, yeryüzünde meydana gelen değişiklikler ile birlikte sonuçları tahmin etme ve planlamada öne çıkmaktadır. Planlama amacıyla Coğrafi Bilgi Sistemlerinden yardım alınarak arazilerin ölçümleri gerçekleştirilebilir, Uzaktan Algılama teknikleri ile kullanımları analiz edilebilmektedir. Ayrıca arazilerdeki değişim, problemli alanların tespiti ve tarım arazilerindeki ürünlerin tahmini gibi detaylı çalışmalar da uydu görüntülerinden faydalanılarak ortaya koyulabilmektedir (Ergin, 2006). Şekil 1.3'te Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri entegrasyonu verilmiştir.



Şekil 1.3. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Entegrasyonu (Ergin, 2006).

1.8.2. Uzaktan algılama, elektromanyetik spektrum ve spektral etkileşim

Uzaktan algılama, temas durumu bulunmadan cisimlerin tanınması, cisimler hakkında bilgi edinilmesi, çevresi ile cisim arasındaki ayrımın yapılması ve bu tür elde edilen verilerin görüntü şeklinde ortaya çıkarılmasına yarayan bilim dalıdır. Uzaktan algılama uygulamalarının bulunduğu bilim dalları arasında şehircilik, tarım, ormancılık, jeoloji ve hidroloji bulunmaktadır. Uzaktan algılamada elde edilmek istenen veri, ölçülmek istenen cisimden çevreye yayılan elektromanyetik enerji niceliğidir.

Uzaktan algılama birçok farklı şekilde ifade edilebilmektedir. Uzaktan algılama, yeryüzünden belli bir mesafe uzaklıkta alana yerleştirilen aletler ile yeryüzündeki cisimler hakkında bilgi sahibi olmamızı kolaylaştıran analiz tekniği olarak tanımlanabilmektedir.

Elektromanyetik spektrum, dalga boyu kilometre uzunluklara kadar ulaşabilen, ışık hızıyla hareket eden enerji ortamıdır. Uzaktan algılamada kullanılan dalga boyları görünür 0.4-0.7 mikrometre, kızılötesi 0.7-14 mikrometre ve mikrodalga 1-100 mm ışınlamalarında olmaktadır. Bahsedilen dalga boylarından kızılötesi ve görünür bölgelerde olan ışınlamalar için çok spektrumlu optik algılayıcılar kullanılır (Yücer, 2014).

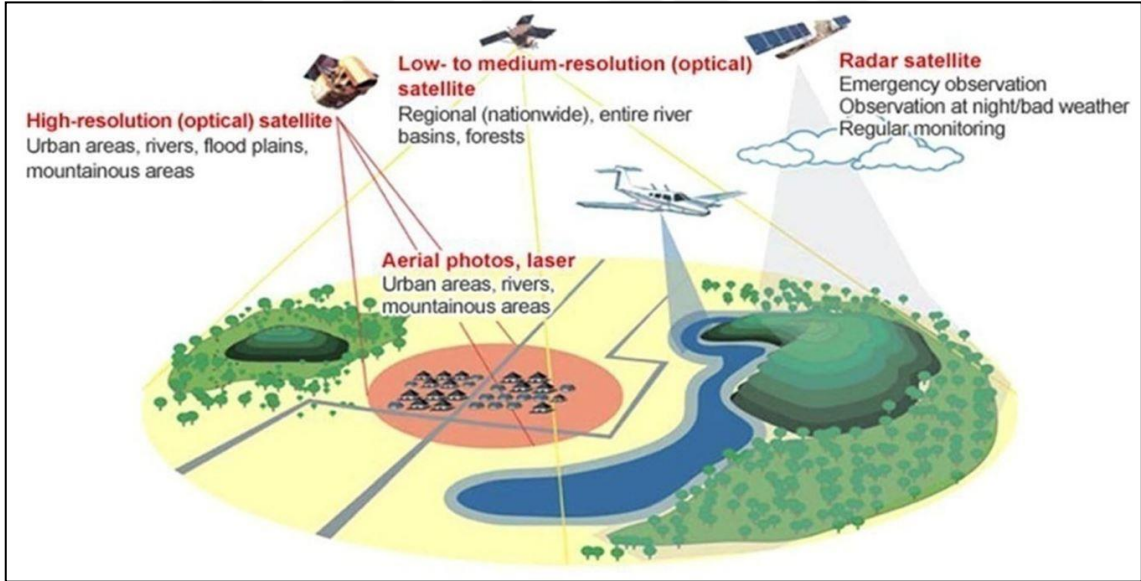
1.8.3. Uzaktan algılamada görüntü tipleri

Uzaktan algılamada, yeryüzündeki cisimlerin enerjilerini yayma ve yansıtma sonucu görüntüler elde edilmektedir. Elde edilen görüntüler birden fazla çalışma için kullanılabilir. Görüntü türlerine örnek verilirse,

Fotoğraf; Gözlemlenen alandaki cisimlerin doğrudan fotografik olarak filme kaydedilmesi ile oluşmaktadır.

Görüntü; Kayıt yapılan cihaz içerisinde manyetik bir kanala kaydedilen, ekranda görünümü sağlanan veya baskı ile elde edilen üründür.

Hayal Görüntü; Cisimlerden yansıyan enerjinin manyetik alanda tutulması ve sonrasında görüntülenmesine hayal görüntü denmekte olup, daha açıklayıcı bir ifadeyle termal algılama sonucu elde edilen üründür. Termal görüntüler cisimlerin şekil renk ve sıcaklık başta olmak üzere özelliklerini elde etmekte kullanılmaktadır (Ergin, 2006). Şekil 1.4'te uzaktan algılama görüntüleri için kullanılan ana cihazlara yer verilmiştir.



Şekil 1.4. Uzaktan Algılama Görüntüleri İçin Kullanılan Ana Cihazlar (Ennouri ve diğ., 2021)

Uzaktan algılamada yaygın şekilde kullanılan görüntü çeşitleri arasında siyah-beyaz görüntüler, çok kanallı görüntüler, termal görüntüler, false-colour Görüntüler ve radar görüntüler bulunmaktadır.

Siyah-Beyaz Görüntüler: Cisimlerin yansıyan enerjilerini sadece siyah ve beyaz olarak ölçtüldüren görüntülerdir. Söz konusu görüntüler uçak yardımıyla elde

edilebildiği gibi uydulardan da edinilebilirler. Jeolojik araştırmalar için elde edilmesi gereken görüntüler arasında yer alan siyah-beyaz görüntüler, cisimlerin gerçek gri seviyelerini vermesi ile kayaç gibi algılanan türlerin ayrıca belirlenmesine katkı sağlar. Görüntülerde gri tonlarının üzerinde koyu renk ile algılanan cisimler yeşil yani bitki ve canlı türlerini ifade etmekte olup aralarında ayırım yapılabilmesini kolaylaştırmaktadır. Söz konusu görüntüler şehir planlama disiplini çerçevesinde de kullanılmaktadır (Ergin, 2006).

Çok Kanallı Görüntüler: aynı cisimden yansıyan enerjinin farklı görüntülerde ifade edilmesine verilen isimdir. Söz konusu görüntüler siyah-beyaz elde edilmekte olup, isimlendirmeleri algılama durumlarındaki dalga boylarına göre yapılmaktadır(Erg, t.y.). Görüntülerin dalga boylarına göre isimlendirilmesi Tablo 1.1’de verilmiştir.

Tablo 1.1.Görüntülerin Dalga Boylarına Göre İsimlendirilmesi (Ergin, 2006).

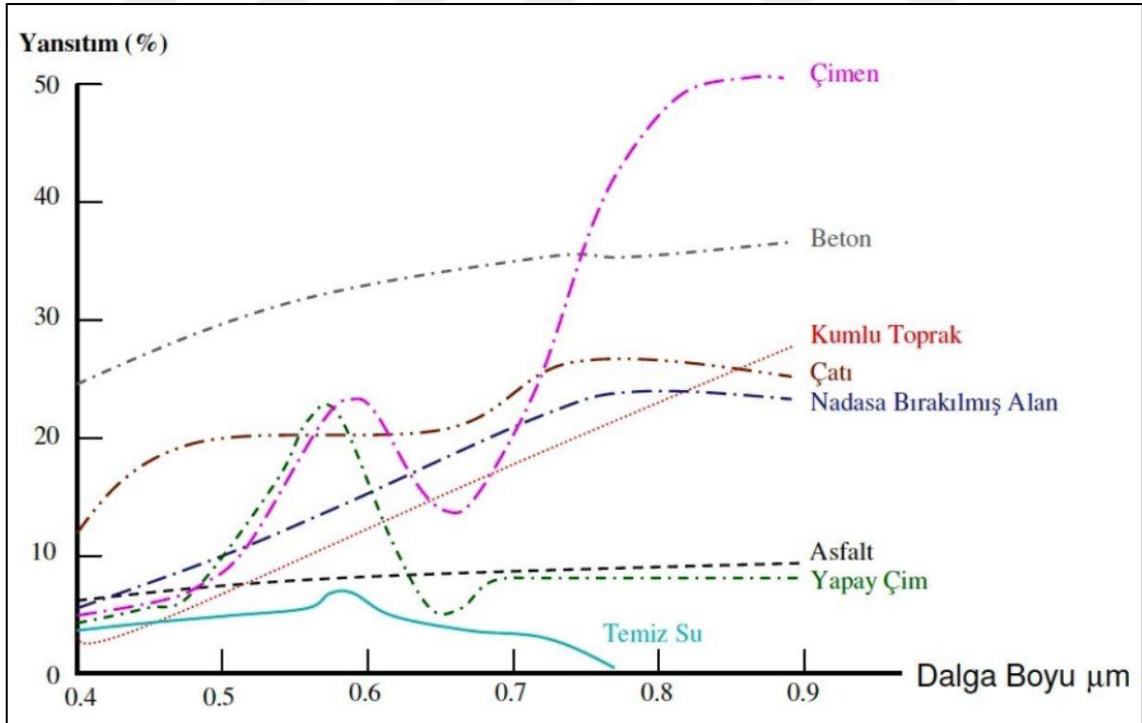
Spektral bölge (µm)	Görüntü ismi
0.300 - 0.400	Ultraviolet
0.400 - 0.500	Mavi
0.500 - 0.600	Yeşil
0.600 -0.700	Kırmızı
0.700 -0.900	Kızılötesi

Termal Görüntüler: Genel anlamda gözlemlenen cisimlerin yaymış olduğu enerjideki sıcaklığın algılanması ile ortaya çıkan görüntülerdir. Bu görüntü türünde elde edilen gerçek görüntü siyah beyazdır ve algılanan cisimlerin gerçek formlarını yansıtmamaktadır. Renk kademelenmesi cismin sıcaklığı ile ilişkili olup, sıcaklığın temel alındığı konularda kullanıma uygun olabilmektedir. False-Colour görüntüler, Elektromanyetik spektrumun yakın kızılötesi alanlarında, gözlemlenen cisimlerden yansıyan enerjilerin algılanması ve farklı renkler ile ifade edilmesi ile elde edilmektedir. Radar Görüntüler, radar aktivitesinin bulunduğu sistem olan görüntü türünde, mikrodalga ışınımına maruz kalan cismin yansıttığı enerji sonucu elde edilmektedir. Bu türdeki görüntülerde, cisimlerin yansıtma düzeyi ne kadar büyükse renk tonunun parlaklığı da aynı oranda yüksek olmaktadır. Enerjiyi en az soğuran maddeler arasında metal ve su yer almaktadır. Bu maddeler enerjiyi çok yüksek oranda yansıtmaktadırlar.

Radar görüntüler, izolasyonu yüksek oranda olan buzulların ve metal cisim içeren cisimlerin incelenmesinde ve çevre kirliliği tespitlerinde oldukça kullanışlı bir görüntü temini sağlamaktadır (Ergin, 2006).

1.8.4. Kentsel yerleşimlerin spektral karakteristikleri

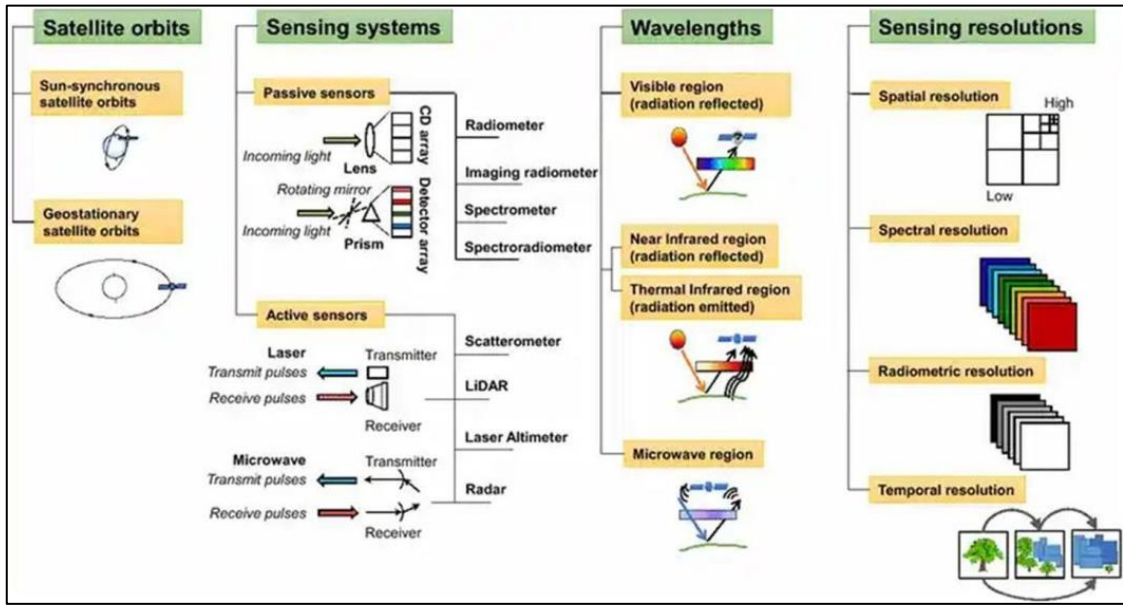
Şehir alanlarında spektral özellikler her zaman sabit seyretmemektedir. Çalışılan alanın parlaklık değeri, algılayan ile var olan enerjinin arasındaki bağ, atmosferdeki değişikliklere ve alandaki diğer fiziksel özellikler gözlemde etkili rol oynamaktadır. Farklı özelliklere sahip olan kullanım alanları, büyüklük, inşa materyali, konum ve yönlenme, atmosferik koşullara ve güneş açısına bağlı olarak spektral özellikler değişiklik göstermektedir. Çalışmanın yanıltıcı olmaması bakımından çalışma alanlarında hava fotoğrafları, çok spektrumlu algılayıcılar ve bölgeye uyumlu diğer algılama sistemlerinden yardım alınarak sağlıklı veriler elde edilebilmektedir. Şekilde şehir alanlarında farklı türlerin spektral yansıtım eğrilerinin çeşitliliği gösterilmiştir (Yücer, 2014). Şehir alanlarında farklı yer tiplerinin spektral yansıtım eğrileri Şekil 1.5'te verilmiştir.



Şekil 1.5. Şehir Alanlarında Farklı Yer Tiplerinin Spektral Yansıtım Eğrileri (Yücer, 2014)

1.8.5.Çözünürlük kavramı

Uzaktan algılamada çözünürlük kavramı, oluşturulan görüntüdeki piksellerin her birinin yeryüzündeki karşılığını nitelemektedir. Pikseller görüntüdeki en küçük birim parça olarak kabul edilmektedirler. Uzaktan algılamada dört farklı çözünürlük kavramı bulunmaktadır. Bunlar; konumsal, spektral, radyometrik, zamansal çözünürlüktür (Yücer, 2014). Farklı optik uydu sistemlerinin spektral, uzaysal, zamansal ve radyometrik çözünürlük için oluşturulmuş özet görüntü Şekil 1.6’da verilmiştir.



Şekil 1.6.Farklı optik uydu sistemlerinin spektral, uzaysal, zamansal ve radyometrik çözünürlüğüne genel bir bakış (Ennouri ve diğ., 2021)

Konumsal çözünürlük; elde edilen görüntü verisinde konumsal olarak ayırma yapabilme ve cisimlerin birbirinden ayırt edilebilmesi ile ilgilidir. İki cismin arasındaki en küçük uzaklık olarak tanımlanmaktadır. Konumsal çözünürlük amaca bağlı olarak farklı ölçütler ile belirlenebilmekte olup bu ölçütlerden biri algılayıcının anlık görüş alanıdır. Anlık görüş alanı, yeryüzüne karşılık gelen alanda algılayıcı sensörler ile optiğin gözlem gücünü temsil etmektedir. Uzaktan algılamanın görüş alanı açısal olup, uydu yüksekliği piksel boyutu üzerinde belirleyicidir. Gözlemlenen alanda piksel çözünürlüğü arttıkça netlik artar. Alandaki objelerin yorumlanabilme ve ayırt edilebilme kapasitesi de artmaktadır. Çözünürlük azaldıkça gözlemlenen alanda objelerin ayırt edilebilme kalitesi düşmektedir.

Spektral çözünürlük; elektromanyetik spektrum dalga aralığı sayısında algılayıcının kaybedeceği miktarı ve sayısını nitelemektedir. Bant sayısı ve genişliğini ifade eden spektral çözünürlük, arazilerin tanımlanması için önemlidir. Arazilerin yansıma geçirgenlik ve yayılma gibi özelliklerinin belirlenmesi için gereklidir. İncelenen alanda bulunan özellikler ile spektral özellikler arasında ilişki vardır. Spektral bantların her biri elektromanyetik spektrumun başka bir kısmına duyarlıdır. En az bant ile istenilen ayrımı yapmak esastır. Spektral ayırma gücü bant genişliği ile doğrudan ilgilidir. Spektral çözünürlüğün daha iyi olması için bandın dar dalga boyu aralığında olması gereklidir. En iyi sonuçlar en az bant kullanılarak yapılan ayrımlardadır. Spektrumun sayısı ve genişliği hedefe göre düzenlenmektedir (Yücer, 2014).

Radyometrik çözünürlük; görüntüde bulunan gerçek bilgiyi ifade eder. Elde edilen görüntünün elektromanyetik enerji miktarına göre çözünürlüğünü nitelemektedir. Objelerin birbirinden ayırt edilebilmesi ve tanımlanmasında renk tonu sayısının tamamıdır. Zamansal Çözünürlük; alınan görüntülerin farklı zaman dilimlerine ait olması ve çok zamanlı uydu görüntülerinin elde edilmesi, değişimlerin gözlemlenmesi için kolaylaştırıcı etkidir. İki görüntü arasında alım zamanı ve zaman farkı önemli kriterler arasındadır. Gözlemcinin uydu görüntülerini ardışık olarak algılayabileceği zaman dilimine de denir. Uydu görüntüleri alındığı nokta ve o bölgedeki, yükseklikteki, algılayıcıda oluşan değişimler ve atmosferik durumlar dolayısıyla orijinal haliyle harita olarak kullanıma açılmazlar. Değişim çalışması yapmak için uydu görüntülerinin aynı şekilde ölçeklendirilmiş uyumlu olarak kalibre edilmiş halde olması gerekmektedir. Bu sebeple matematiksel modeller ve koordinatlar kullanılmaktadır. Koordinatları bilinen noktalar sayesinde elde edilmiş farklı koordinat sisteminde bulunan verilerin dönüşümleri ile hatalar düzeltilir. Harita ve görüntü arasında dönüşümler çeşitli olarak yapılabilir. Kontrol noktaları yeterli olmadığı takdirde uydu görüntüleri ve hava fotoğraflarının gözden geçirilmesi ile blok tipte düzeltme yapılabilir. Polinom denklemleri kullanılarak görüntü ve koordinat sistemleri ile birlikte ifade edilebilir. Harita projeksiyon ipine göre polinom derecesi farklılık gösterebilir. Polinom ve geometrik düzeltme işlemlerinden sonra örnekleme yöntemleri kullanılabilir. Bu yöntemler; En Yakın Komşuluk Yöntemi, Bilineer Enterpolasyon Yöntemi, Kübik Enterpolasyon Yöntemidir. En yakın komşuluk yöntemi; düzeltilmiş görüntülerdeki piksel bazında değerlerin görüntünün orijinal halindeki piksellerden en yakın olanına atanması ile elde edilir. Bilineer Enterpolasyon Yöntemi; en yakın dört pikselin

ortalaması ile piksel değeri hesaplanır. Kübik Enterpolasyon Yöntemi; en yakın 16 pikselin ortalaması alınarak dönüşüm işlemi yapılır. Uydu görüntülerinin radyometrik olarak düzeltilmesi, uydu görüntülerinin temini esnasında ortaya çıkan atmosferik etkilerin giderilmesi, uydu görüntülerinin piksel parlaklığının yansıtma değerleri ile karşılaştırılabilir duruma gelmesi gibi işlemleri barındırmaktadır. Bu işlemler iki türde ifade edilebilir. Birincisi piksel parlaklık değeri-spektral yansıtma değeri dönüşümü ikincisi spektral parlaklık değeri-spektral yansıtma değeri dönüşümüdür. Görüntü zenginleştirme ile görüntüde vurgulanmak istenen alanlar ve ayırt edilebilirlik açısından ayarlamalar yapmaktır. Görselin yorumlanabilirlik gücünün artması, kontrast ayırımı, filtreleme, kenar zenginleştirme, Fourier analizi, çok spektrumlu bant oranlama ve fark alma gibi başlıklar ile mümkün kılınabilmektedir (Yücer, 2014).

1.8.6. Deprem sonrası uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri'nin rolü

Yeryüzünde meydana gelen yıkıcı depremler ve çeşitli afetler sonrası Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri'nin birçok faydası bulunmaktadır. Tez konusu kapsamında ülkemizde öne çıkan afetler arasında yer alan deprem ele alındığında, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri ile gerçekleştirilmesi mümkün olan çalışmalar;

- Hasar Tespit Çalışmaları
- Afet Yönetim ve Koordinasyonu
- Risk Analizi
- Halk Bilgilendirme Çalışmaları'dır.

Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri'nin deprem sonrası iyileştirme ve afet yönetimi çalışmalarına fayda sağlamasından dolayı bu teknolojilerin kullanımı, deprem riski yüksek olan bölgelerde yaygınlaştırılmalıdır.

Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri'nin faydaları arasında yer alan hasar tespit çalışmaları kapsamında uydu görüntüleri ve hava fotoğrafları gibi görüntüler afetten etkilenen bölge için temin edilerek kullanılabilir. Bu veriler ışığında arama kurtarma ekiplerinin öncelik vermesi gereken alanlar belirlenebilmektedir. Coğrafi Bilgi sistemleri, aynı zamanda afetten etkilenen bölgelerdeki nüfus yoğunluğunu, altyapı durumunu ve diğer önemli bilgileri görsel destek vererek

sunumunda yararlı olabilmektedir. Arama, kurtarma ve yardım ekiplerinin sahada müdahale ve organizasyonu konularında destek sağlayabilmektedir.

Coğrafi Bilgi Sistemleri, afet bölgelerinde deprem risk analizi uygulamalarının yapımında rol oynayabilmektedir. Deprem bölgesindeki yapısal zayıflıkları, yer altı su seviyeleri ve tüm diğer etkenleri analiz ederek riskli bölgeleri derecelendirmeye, farklı kategorilerde incelemeye ve bunun sonucunda da yapısal, çevresel sağlıklaştırma ve iyileştirme çalışmaları ile birlikte acil durum planlaması, geleceğe yönelik şehir planlarına yol gösterici stratejik müdahale senaryolarının oluşturulmasında büyük önem taşımaktadır.

Coğrafi Bilgi Sistemleri, afetten etkilenen bölgelerde ve söz konusu bölgelere yakın diğer yaşam alanlarında yer alan halkı bilgilendirmek için kullanılabilen bir araçtır. Coğrafi Bilgi Sistemleri yazılımları ile, deprem etkilerini gösterir haritalar ve alanda yaşayan halk için tespit edilmiş güvenli bölgeleri gösteren haritalar oluşturularak halkın bilinçlendirilmesi, acil durumlarda sığınma ve tahliye noktalarını gösterir çalışmalar ile afetin oluşturabileceği kayıpların önüne geçilmesi sağlanabilmektedir. Bu çalışmalara örnek olarak, FEMA tarafından yapılan HAZUS çalışmalarıdır. HAZUS çalışmaları yoğun yağış esnasında ve sonrası meydana gelebilecek su baskını, fırtına gibi oluşumlar ile deprem gibi afetlerden dolayı oluşabilecek zararları tahmini olarak ortaya koyabilmektedir. Coğrafi Bilgi Sistemleri ile oluşturulabilen analizler, değişik ölçeklerde meydana gelen afetlere göre muhtemel kayıplara, acil toplanma alanları, geçici yerleşim alanları ve yardım toplama-dağıtım alanları gibi önem teşkil eden alanların belirlenmesinde, yer seçiminde aktif rol oynamaktadır. Ayrıca önemli ve afet sonrası kullanılabilir ulaşım güzergahlarının belirlenmesi ve güzergahların kendi aralarında öncelik ve kullanılabilirlik düzeylerinin belirlenmesinde de kullanılabilmektedir. Tüm bu bulgular sonucu etkin müdahalenin sağlanması ve kaynakların verimli kullanılması aşamalarında da Coğrafi Bilgi Sistemleri'nden yararlanılmaktadır (Sarı ve Türk, 2020).

1.8.7. Nbdı indeksi ve kullanımı (normilized building difference index)

NBDI analizi, doğal kaynak yönetimi, kırsal kalkınma, tarım, ormancılık ve su yönetimi gibi alanlarda kullanılan bir analiz yöntemidir. Analiz, bölgesel özelliklerin yanı sıra ekonomik, sosyal ve çevresel faktörleri de dikkate alarak, sürdürülebilir doğal kaynak yönetimi için stratejik kararlar alınmasına yardımcı olmaktadır.

NBDI yöntemi, uydu görüntülerinden türetilen bir endeksleme yöntemidir. Bu yöntem, binaların varlığını tespit etmek için kullanılmaktadır. Yöntem, uydu görüntülerindeki kırmızı ve kızılötesi renk bantlarından yararlanır. Bu yöntemle, binaların yerleri ve yoğunlukları belirlenmektedir. NBDI, şehir planlama, afet yönetimi, çevre koruma gibi birçok alanda kullanılmaktadır.

NBDI yöntemi, ENVI, ArcGIS, QGIS ve ERDAS IMAGINE gibi coğrafi bilgi sistemleri yazılımları ile uygulanabilmektedir. Söz konusu yazılımlarda genel itibarıyla uygulama adımları;

1. Uydu görüntüsü temin edilir.
2. Görüntü işleme gerçekleştirilir.
3. İşlenmiş görüntülerdeki kırmızı ve kızılötesi renk bantlarından yararlanarak NBDI endeksi hesaplanır.
4. NBDI endeksi, binaların yerlerini ve yoğunluklarını belirlemek için kullanılır.

3.adımda sözü geçen hesaplama yöntemi; “NBDI = (kırmızı renk bantı - kızılötesi renk bantı) / (kırmızı renk bantı + kızılötesi renk bantı)”.

Bu hesaplama sonucunda, NBDI değeri -1 ile 1 arasında bir sayıya eşit olur. Bu değer, binaların varlığına ve yoğunluğuna bağlı olarak değişir. Yöntem, ArcGIS yazılımında aşağıdaki adımlar ile gerçekleştirilir;

1. ArcMap yazılımı açılır.
2. File >Add Data seçeneğini kullanarak uydu görüntüsü eklenir.
3. Spatial Analyst araç kutusunu açmak için Customize> Extensions seçeneğini seçin ve SpatialAnalyst'i etkinleştirmek gerekmektedir.
4. Spatial Analyst araç kutusundan "Raster Calculator" aracı seçilir.
5. "Raster Calculator" penceresinde, NBDI endeksi hesaplama formülünü girilmelidir: $\text{Float}(\text{"kırmızı renk bantı"} - \text{"kızılötesi renk bantı"}) / \text{Float}(\text{"kırmızı renk bantı"} + \text{"kızılötesi renk bantı"})$
6. "OutputRaster" bölümünde bir ad verilir ve hesaplama işlemi başlatılır.
7. Hesaplanan NBDI endeksi görüntüsünü kaydedilir.

Yöntem, ArcGIS PRO yazılımında aşağıdaki adımlar ile gerçekleştirilir;

1. ArcGIS Pro uygulamasını açın.
2. "Catalog" penceresini açmak için "Catalog" sekmesine tıklayın.
3. Landsat görüntüsünün kaydedildiği klasörü seçin.
4. Görüntüyü açmak için çift tıklayın.

5. Görüntü "Contents" penceresinde görünecektir.
6. "Imagery" sekmesine tıklayın.
7. "Processing Templates" altında "NDVI" arayın ve seçin.
8. "NDVI" aracı açılacaktır. "InputRaster" kısmından NDVI hesaplamak istediğiniz Landsat görüntüsünü seçin.
9. "OutputRaster" kısmına bir isim verin ve kaydedilecek yeri belirleyin.
10. "Run" butonuna tıklayarak NDVI hesaplama işlemini başlatın.
11. NDVI hesaplama işlemi tamamlandıktan sonra, "Imagery" menüsünden "NDBI" komutu kullanılarak, açılan pencerede "Shortwave Infrared Band Index" kısmına "Band 6", "Near Infrared Band Index" kısmına "Band 5" i seçerek işlemi başlatın.
12. NDBI uygulanmış görüntü ekrana yansıyacaktır.

NBDI kullanım alanları arasında, doğal kaynak yönetimi, tarım, ormancılık, çevre bilimleri, hidroloji ve iklim değişikliği çalışmaları yer almaktadır. Özellikle, su kaynakları yönetimi ve su kaynaklarının sürdürülebilirliği açısından oldukça önemli bir endekstir. NBDI endeksi, su kaynaklarının yönetimi için uygun bölgeleri belirlemek, su kalitesini izlemek, su kaynaklarına erişim ve kullanımı planlamak ve su kaynaklarındaki değişiklikleri takip etmek için kullanılabilir. Ayrıca, NBDI endeksi tarım ve ormancılık alanlarında toprağın nem durumunu belirlemek için de kullanılabilmektedir. Yapısal değişimler de bu yöntem ile izlenebilmektedir.

1.9. Çalışma Alanına Dair Temel Bilgiler

1.9.1.Tarihsel ve mekansal gelişim

Tarihi çok eskilere dayanan Antakya, kurulduğu dönemde aldığı isim "Antiocheia" olup, coğrafi konumuyla önemli ticaret yollarının kavşak noktası niteliğinde olmuştur. Yerleşim yeri önemli limanlara (El-Mina (Samandağ), Myriandros (İskenderun), Selevkia (Çevlik), yakın olmasından dolayı tarihsel süreçte kültürel faaliyet açısından sürekli değişim ve gelişim göstermiştir. M.Ö 47 yılında Sezar'ın Antakya'ya gelmesiyle mabet ve anfitiyatro gibi yapılar yapılmaya başlanmış olup, M.S. 14-37 yıllarında Claudius döneminde cadde ve mahalle anlayışında şehir gelişme sürecine başlanmıştır. O dönemde başlanmış olan şehir gelişimi, nüfusun hızlı bir şekilde artmasına ve yerleşimin daha büyük bir yerleşim niteliği kazanmasına sebep

olmuştur. Daha sonra 638 yılında Müslüman Arapların hakimiyetine girmesinin ardından ticari cazibesini siyasi sebeplerden dolayı kaybeden Antakya, 968’de tekrar Bizans İmparatorluğu hakimiyetine geçmiş olup, bu dönemde imar faaliyetleri gerçekleştirilmiştir. Tarihsel süreçte bir çok imparatorluğun hakimiyeti altına giren Antakya, Yavuz Sultan Selim döneminde Osmanlı İmparatorluğu’nun yönetimine geçmesi ile 1918 yılına dek Halep Merkez Sancağı’na bağlı bir yerleşim olarak kalmıştır. 1939 yılında Türkiye Cumhuriyeti’ne katılması sonrası nüfus hızlı bir şekilde artışa geçmiş, şehir alanındaki büyüme nüfus ile ilişkilendirilmiştir (Özşahin ve Özder, 2011).

1.9.2. Nüfus

Hatay’ın büyükşehir olmasından sonra köy ve beldelerin tüzel kişilikleri kaldırılıp mahalle statüsü verilmiştir. Günümüzde Hatay’ın toplam mahalle sayısı 593’tür. Antakya kentsel mahalle sayısı 52, kırsal mahalle sayısı 43 adet olmak üzere toplamda 95 mahalle mevcuttur. Çalışma alanı için nüfus verileri irdelendiğinde, TÜİK’te kentsel ve kırsal mahalle ayrımı gözetilerek yapılmış olan bir nüfus verisinin mevcut olmadığı anlaşılmıştır. Söz konusu kentsel ve kırsal mahalle nüfuslarının ayrımı yapılan çalışmalarda, 2020 nüfus verisi üzerinde yoğunlaşarak Antakya kentsel mahalle nüfusunun 314,145 kişi, kırsal nüfusunun 75,232 kişi olarak tespit edilmiştir (Dinç, 2022). TÜİK’te yayınlanan Antakya ADNKS ve Genel Nüfus Sayımı ilçe nüfusu verilerinin yıllara göre dağılımı Tablo 1.2’de, Antakya’da bulunan 95 mahallenin 2022 yılı nüfus dağılımı Tablo 1.3’te verilmiştir.

Tablo 1.2.Hatay/Antakya Yıllara Göre ADNKS ve Genel Nüfus Sayımı Sonuçları (http-3)

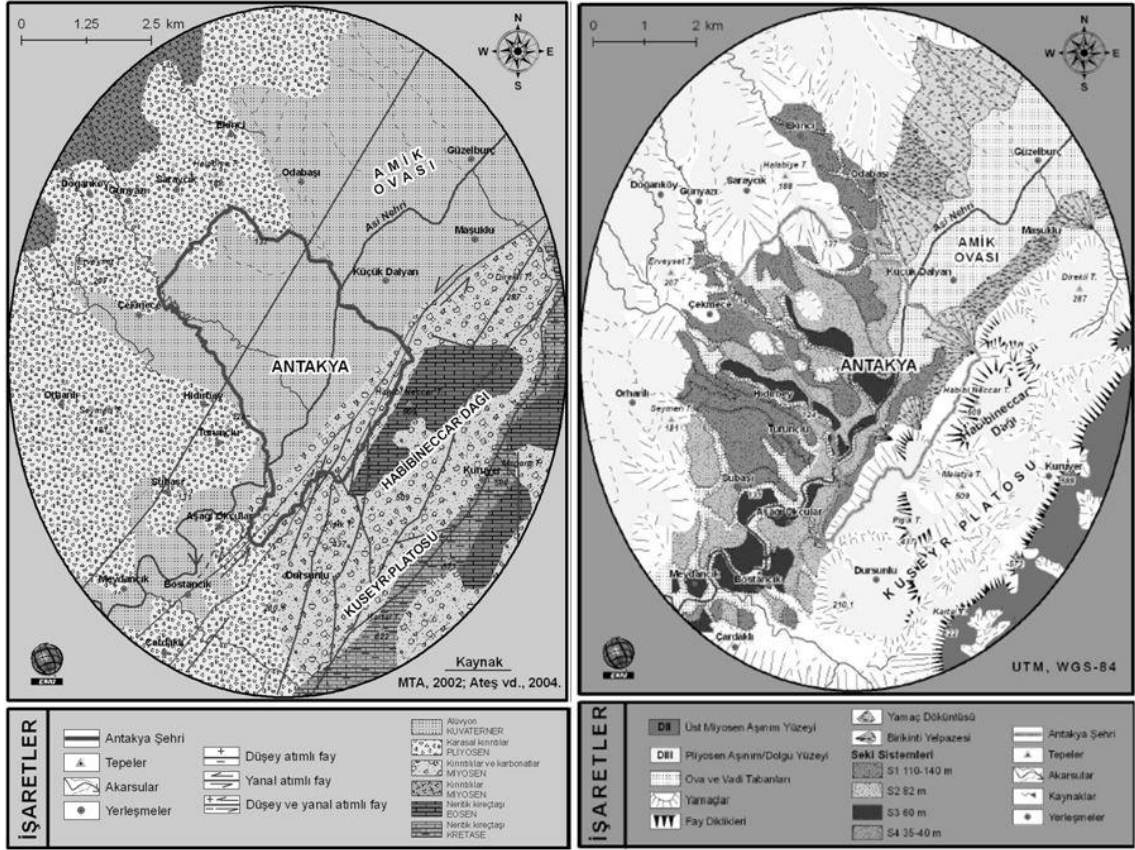
YILLAR	ANTAKYA İLÇE NÜFUSU
1965	128412
1970	151545
1975	179648
1980	205345
1985	247349
1990	284195
2000	345320
2013	347974
2014	354768
2015	360652
2016	365402
2017	370485
2018	377793
2019	383354
2020	389377
2021	393634
2022	399045

Tablo 1.3.Hatay/Antakya Mahallelere Göre 2022 Nüfusu (http-4)

Mahalle Adı	2022 Nüfus (kişi)	Mahalle Adı	2022 Nüfus (kişi)	Mahalle Adı	2022 Nüfus (kişi)
Açıkdere	2081	Fevzi Çakmak	1046	Odabaşı	24530
Akasya	30371	Gazi	8673	Oğlakören	1505
Akçaova	1506	Gazi Paşa	308	Orhanlı	904
Akcurun	1004	General Şükrü Kanatlı	7724	Ovakent	7349
Akevler	15194	Gökçeğöz	966	Paşaköy	345
Akhisar	1946	Gülderen	1437	Saçaklı	550
Aksaray	9587	Güllü Bahçe	318	Saraycık	888
Alaattin	1165	Günyazı	3115	Saraykent	26399
Alahan	3238	Güzelburç	7509	Şehitler	432
Alazı	2251	Habib-i Neccar	119	Serinyol	15804
Altınçay	10120	Hacı Ömer Alpagot	4777	Şeyhali	486
Anayazı	2658	Haraparası	287	Şirince	1011
Apaydın	1385	Hasanlı	44	Sofular	704
Arpahan	480	Havuzlar	1043	Suvatlı	878
Aşağıoba	1821	İplik Pazarı	271	Tahtaköprü	900
Avsuyu	5124	Kantara	727	Tanışma	3582
Aydınlıkevler	1793	Karaali Bölüğü	1510	Üçgedik	1221
Bağrıyanık	3289	Karaali	3979	Ulucami	473
Barbaros	257	Kardeşler	1226	Ürgen Paşa	18320
Biniciler	327	Karlısu	3937	Üzümdalı	1813
Bitiren	787	Kisecik	2821	Uzunaliç	686
Bohşin	5289	Kışla Saray	4400	Yaylacık	638
Bozhöyük	807	Kocaabdi	226	Yeni Cami	136
Büyükdalyan	2682	Küçükdalyan	10600	Yeşilova	717
Cebrail	9166	Kuruyer	871	Zenginler	487
Cumhuriyet	6381	Kuyulu	1088	Zülüflühan	2684
Demirköprü	1011	Kuzeytepe	7640		
Derince	4464	Madenboyu	2618		
Dikmece	2568	Mansurlu	1157		
Doğanköy	992	Maraşboğazı	980		
Dutdibi	589	Maşuklu	5985		
Ekinci	23426	Melekli	205		
Emek	7634	Meydan	516		
Esenlik	9666	Narlıca	18445		
Esentepe	7976				

1.9.3. Jeolojik ve jeomorfolojik yapı

Antakya’da çok çeşitli jeolojik birimler yer almaktadır. İlçe genelinde Kretase devri ile doğrudan ilişkili Neritik Kireçtaşları hakimdir. Bu birimin üzerinde Eosen dönemine ait diğer Neritik Kireçtaşları bulunur ve Habibineccar Dağı’na yakın bölgelerde yoğunluktadır. Söz konusu kireçtaşlarının yapısı çörtlü ve kırıntılı olmakla birlikte seyrek eklemli yapısı dolayısıyla alanda bir çok mağara oluşumu gözlemlenmiştir. Eosen dönemine ait tabaka üzerine Miyosen formasyonları gelmektedir. Bu formasyonla birlikte aynı döneme ait kumtaşı, killi kireçtaşı, siltaşı ve kiltaşından oluşan diğer formasyonların farklı kalınlıkta farklı düzeyler şeklinde biriktiği görülmektedir. Çalışma alanında günümüze en yakın oluşum gösteren genç birim Kuvarterne alüvyal çökeller olduğu gözlemlenmiştir. Antakya’nın Amik Ovası’na yakın bölgelerinde ve Asi Nehri Vadisi’ne yakın alanlarda alüvyal dokunun yayılım gösterdiği görülmektedir. Antakya genel itibari ile birbirinden farklı birçok tektonik yapının aynı yerde bulunduğu ve aktif tektonik hareketlerin sıklıkla meydana geldiği, zaman zaman bu hareketlerin olumsuz sonuçlar doğurduğu bir yerleşim bölgesidir. Afrika, Avrasya ve Arabistan levhalarının birbirini sıkıştırdığı bir konumda bulunmaktadır. Doğu Anadolu Fay Hattı, Helen-Kıbrıs Yayı, Ölü Deniz Fayı güzergahında yer alan Antakya’da irili ufaklı birçok fay hattı da bulunmaktadır. Jeomorfolojik açıdan Graben jeomorfolojisinin hakim olduğu Antakya, elemanter şekiller olan taraçalar, yamaç döküntüleri ve birikinti yelpazeleri üzerinde gelişim göstermiştir. Antakya’nın plato olarak adlandırılan alanlarını Pliyosen aşınımları ve düzlükleri ile Miyosen aşınım yüzeyleri oluşturmaktadır. Antakya ilçe merkezinin kuzeydoğusunu oluşturan bölgelerde bu platoluk alanlar görülmektedir. Alanın kuzey bölgesi ise Amik Ovası ve Asi Nehri’ne uzanan alüvyal vadi tabanları, zaman içerisinde ova olarak gelişmiş alanlardır (Özşahin ve Özder, 2011). Hatay/Antakya jeolojik ve jeomorfolojik yapısı Şekil 1.7’de verilmiştir.

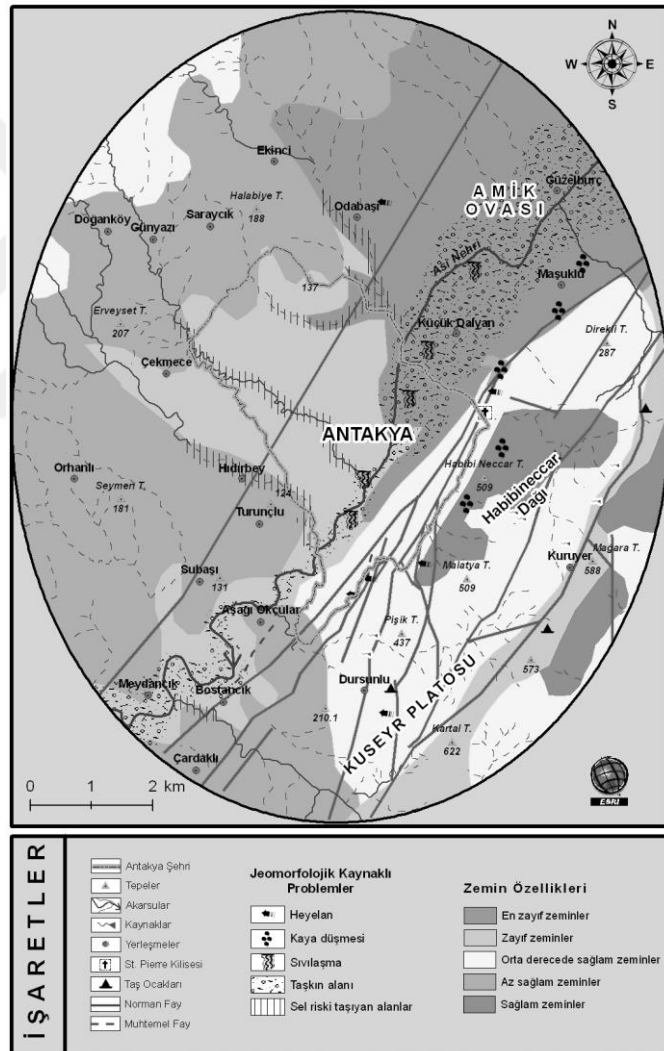


Şekil 1.7. Hatay/Antakya Jeolojik ve Jeomorfolojik Yapısı (Özşahin ve Özder, 2011).

1.9.4. Deprem

Antakya tarih boyunca meydana gelen büyük depremlerden sıklıkla etkilenmiştir. 1. Derece deprem bölgesi olarak nitelendirilen yerleşim alanı, Ölü Deniz Fayı, Karasu ve Kıbrıs-Antakya fayının kesişim noktası olması ile büyük depremler sonucu önemli can ve mal kayıpları yaşanmıştır. Antakya’da deprem etkileri, alandaki jeomorfolojik yapı ile birlikte zeminin litolojik özelliklerine göre değişkenlik göstermektedir. Kent yerleşiminin Kuvaterner zayıf vadi tabanının üstünde olması, deprem meydana geldiğinde zemin sıvılaşması ve sıvılaşmadan dolayı ortaya çıkan çökme, oturma ve heyelan vb. oluşumlar sebebiyle yüksek oranda etkilenmesini sağlamaktadır. Tarihsel süreçte birçok deprem meydana gelen Antakya’da depremlerin sıklığı ile aktif faylar arasında ilişki bulunmaktadır. Yakın zaman önce meydana gelen depremler arasında en çok dikkat çeken 22.01.1997 tarihinde 5,5 şiddetinde gerçekleşen Karasu fay hattında oluşan deprem, yüzeyde kırık ve çatlama oluşturmamasına karşın alüvyon zemin üzerinde bulunan yapılarda yüksek ölçüde zarar meydana getirmiştir. Daha eski bir örnek ile devam edilirse; M.S. 115’te Asi Nehri yatağında değişimlere sebep olan

depremde, nehir yakınındaki yerleşimlerin büyük zarar görmesi, nehrin bir kısmının kuruması ve 1822 depreminde ise nehir yatağının değişerek bugün bulunduğu konuma gelmesi, Amik Ovası'nda meydana gelen zemin sıvılaşması gibi durumlar zayıf zeminlerin oluşması ve deprem riski ile birlikte zarar görülebilirliğin artmasına sebep olmaktadır. Kent merkezi ve çevresi orta ve az sağlam zemin kapasitesindedir. Şehrin uzak çeperi ise daha dayanıklı Üst Miyosen dayanıklı zemin grubu kapasitesindedir. Konu kapsamında Antakya Doğal Risk Haritası Şekil 1.8'de verilmiştir (Özşahin, 2010).

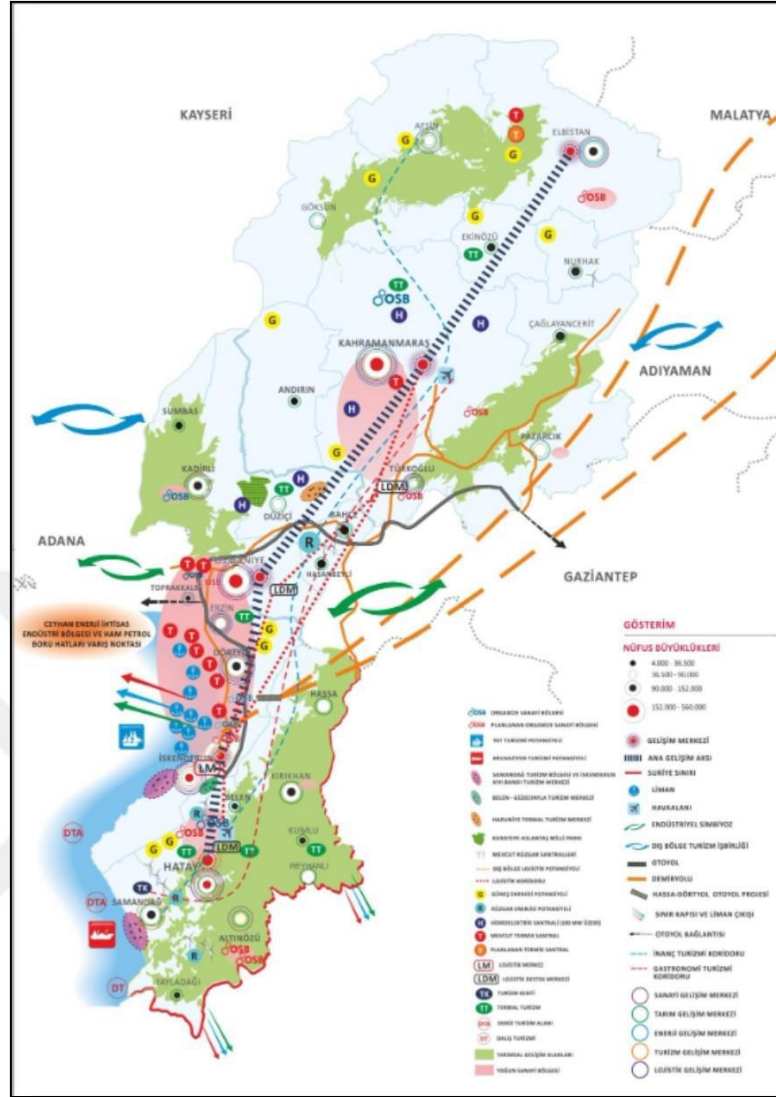


Şekil 1.8. Antakya Doğal Risk Haritası (Özşahin ve Özder, 2011).

1.9.5. Geçmişten günümüze yapılan planlama alışmaları

1.9.5.1. Hatay ili ve çevresi st ölçekli planlar

TR63 Bölge Planı, Hatay, Kahramanmaraş ve Osmaniye illerini kapsayan, kapsamlı bir kalkınma stratejisi sunan, altyapı olanaklarını artırarak bölgenin rekabet gücünü ve yaşam kalitesini yükseltmeyi amaçlayan bir plan olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu planda, ilçe düzeyindeki araştırmalar temel alınarak, il ve il-ötesi ilişkiler dikkate alınmıştır. Bölgenin mevcut sosyo-ekonomik yapısı gözetilerek istihdamın geliştirilmesi, tüm farklı yaşam alanlarının kalitesinin iyileştirilmesini hedeflenmektedir. Plan, yedi temel amaç, otuz dört öncelik ve yüz kırk tedbir içermekte olup, enerji, sanayi ve tarım gibi kritik sektörlerde öncelikler belirleyerek bölgesel kalkınma için gelişim alanlarını tanımlamıştır. Sosyal altyapının güçlendirilmesi ve yaşam kalitesinin artırılması da planın temel hedefleri arasında yer almaktadır. Ayrıca stratejik bir sektör olan enerji üretim tesislerinin geliştirilmesine odaklanarak bölgesel rekabet gücünün artırılması amaçlanmaktadır. TR63 Bölgesi, lkemizde enerji tüketiminin en hızlı arttığı bölgelerden biri olduğundan, mevcut sanayi yapısının ve yeni yatırımların desteklenmesi planın nceliklerindendir. Bu yatırımlar, yeni arazi kullanım kararlarını alt ölçek planlarda beraberinde getireceği için, kentin gelişim yönü ve yerleşim dokusu üzerinde önemli yere sahiptir. Yapılan plana göre kentin gelişim yönü kuzey-güney hattında ilerlemektedir. Alt lekli planlarda kullanımların mekansal boyutu daha detaylı gözlemlenebilmektedir. Söz konusu plan şekil 1.9’da verilmiştir.



Şekil 1.9.Tr63 Bölge Gelişim Şeması (http-1).

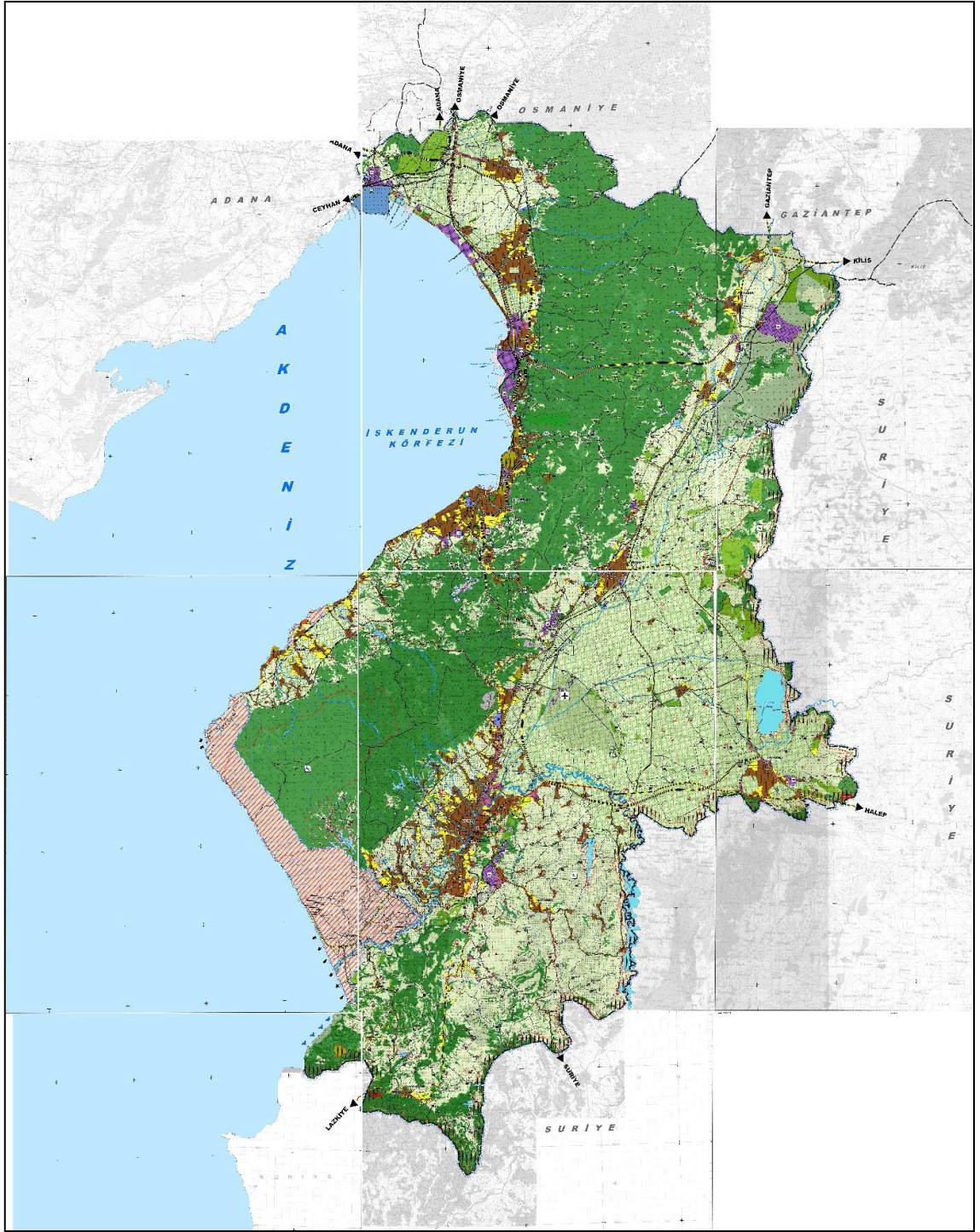
1.9.5.2. Hatay 2020-2024 strateji planı

Hatay, sosyo-kültürel yapı ve tarihsel zenginlikleriyle öne çıkan, turizm merkezi olarak nitelendirilebilecek bir potansiyele sahiptir. Stratejik ulaşım ağlarının kesişim noktasında bulunması, bölgenin turizm gelişiminden ekonomik olarak istifade etmesine olanak tanımaktadır. TR63 Bölgesel Planı (2010-2013), bu ekonomik potansiyeli tanımlayarak ve Doğu Akdeniz Kalkınma Ajansı aracılığıyla bölgesel vizyonu; ekonomik, sosyal ve demokratik gelişimi teşvik ederken, doğal ve kültürel mirası muhafaza etmeyi ve tarım, ticaret, ulaşım, turizm ve teknoloji sektörlerinde Türkiye ile Orta Doğu'nun lider bölgesi olmayı hedeflemiş şekilde formüle etmiştir. Bu vizyon çerçevesinde, Bölgesel Plan'ın temel gelişme stratejileri arasında "Turizm Potansiyelinin Etkin Kullanımı: Bölgenin Markalaşması ve Cazibe Merkezi Olarak

Konumlandırılması" amaçlanmıştır. Bu hedef doğrultusunda, bölgeye has bir Turizm Stratejisi ve Eylem Planı geliştirilmesi ve bu stratejiye bağlı olarak il düzeyinde Turizm Master Planlarının oluşturulması öngörülmüştür (http-1).

1.9.5.3. 2018 Hatay ili çevre düzeni planı

Hatay İli için hazırlanan 1/100.000 ölçekli Çevre Düzeni Planı'nın temel amacı, 2041 yılı vizyonu doğrultusunda, ilin doğal, tarihi ve kültürel varlıklarının muhafazası altında, yerleşim, sanayi, tarım, turizm, ulaşım ve enerji gibi çeşitli sektörlerin, ulusal ve bölgesel politikaların rehberliğinde ve sürdürülebilirlik prensipleri çerçevesinde, koruma ve kullanım dengesini gözeterek bütünsel bir biçimde planlanması ve mekânsal-sektörel gelişimin stratejik bir şekilde yönlendirilmesidir. Hatay Çevre Düzeni Planı genel hatlarıyla, kademelenme, ulaşım, korunacak alanlar, afet riskleri, sanayi ve depolama, enerji ve turizm bölgeleri gibi çeşitli başlıkları içerir. Kademelenme kararları, ilçelerin yerel, ulusal ve uluslararası düzeylerdeki etki alanlarını tanımlarken, ulaşım kararları karayolları, demiryolları, havayolları ve denizyolları için yapı ve tesis standartlarını belirlemektedir. Korunacak alanlar, doğal ve kültürel sit alanları ile orman kadastro sınırlarını içerirken, afet riski taşıyan bölgeler için özel önlemler önerilmektedir. Sanayi ve depolama bölgeleri, mevcut tesislerin ekonomik ömrünü tamamlaması sonrasında yeni organize sanayi bölgelerine taşınmasını içermektedir. Turizm bölgeleri, kentsel ve kırsal nitelikli yerleşim alanlarında turizm için ayrılan yerlerin yapılaşma koşullarını belirtir. Açık ve yeşil alanlar, eğitim tesisleri alanları ve diğer korunacak alanlarla ilgili kullanım ve yapılaşma koşulları alt ölçekli planlarda detaylandırılacak şekilde düzenlenmiştir. Alt Bölge Planı (Nazım İmar Planı), ilin mekânsal, yönetsel ve işlevsel bütünlüğünü sağlamayı, koruma-kullanma dengesini oluşturmayı ve sektörel gelişimi planlı bir şekilde sürdürmeyi hedefler. Planlama ilkeleri, koruma ve geliştirme prensiplerini içerir ve kentsel gelişme, kaynak dağılımı, çevresel etkilerin kontrolü ve afet risk yönetimi gibi konulara odaklanır. Bu planlama ilkeleri, ilin sürdürülebilir kalkınmasını ve sağlıklı kentsel gelişimini desteklemek için tasarlanmıştır (http-1). Plan Şekil 1.10'da verilmiştir.



Şekil 1.10.Hatay İli 1/100000 Ölçekli Çevre Düzeni Planı (http-1).

1.9.5.1. 1/5000 Ölçekli koruma amaçlı nazım imar planı

Hatay Antakya kent merkezinde yer alan tarihi dokuda, 2863 Sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu gereğince tespit edilen ve korunması gereken sit alanlarının muhafazası, değerlendirilmesi ve sonraki nesillere intikali, koruma amaçlı imar planlarının hazırlanmasını mecburi kılmıştır. Antakya, Hatay'ın merkezinde yer

alan ve 288 hektarlık bir alanı kaplayan planlama bölgesi, sit statüsündedir. Bu bölge doğal sınırlarla çevrilidir. Zaman içinde altyapı ve sosyal donatıların yetersiz hale gelmesi ve özellikle sit alanlarının giderek zarar görmesi, bu alanda planlama yapılmasının temel nedeni olmuştur. Alanda 3 farklı sit alanı yer almakta olup, kentsel sit alanı, 1.Derece Arkeolojik Sit Alanı, 3. Derece Arkeolojik Sit Alanı olarak farklılık göstermektedir. Bu alanların büyüklükleri sırasıyla; 94,5 ha, 22 ha, 250 ha olarak tespit edilmiştir.



2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Değişim analizleri ile ilgili yapılan örnek çalışmalar;

Topaloğlu'na (2022) göre, yüksek çözünürlüklü uydu verileri kullanarak nüfusu yüksek olan İstanbul ve İzmir illerinin Gaziemir, Buca, Çekmeköy ve Arnavutköy ilçeleri için 10 yılı kapsayan bir değişim analizi gerçekleştirilmesi önemli görülmüştür. Arazi örtüsü'nün çeşitliliği bakımından zengin olan bu alanlar için 2024 ve 2030 yılları için muhtemel durumlar değerlendirme kapsamına alınmıştır. Çalışma alanı için SPOT görüntüleri kullanılmış olup, görüntü temini aşamasında 2006-2012-2018 yılları İzmir için, 2009-2013-2019 yılları İstanbul için alınmıştır. Her yıla ve ilçeye ait toplam 12 farklı Arazi örtüsü haritası üretilerek doğruluk değerlendirmeleri yapılmıştır. Haritaların değişim analizi sonuçları üzerinden Arazi örtüsü sınıflarını özetleyen dönüşüm matrisleri ile birlikte belirlenen periyotlardaki durumları değerlendirilmiş, 2024-2030 yıllarındaki muhtemel kullanım durumları ortaya konulmuştur.

Yücer'e (2014) göre, farklı tarihlere ait uydu görüntüleri kullanılarak Erzincan ilinin zaman içindeki kentsel alan değişimi çalışma kapsamında değerlendirilmeye alınan çalışmada 1987 ve 2006 tarihli LANDSAT TM-LANDSAT ETM+ uydu görüntüleri kullanılmış olup, ayrıca söz konusu tarihler arasında olan 1998 yılına ait gece görüntüleri ile 2006 ve 2010 yılı gece görüntüleri de kullanılarak değişim analizi gerçekleştirilmiştir. Uygulamada farklı çözünürlükleri mevcut olan uydu görüntülerinin çözünürlük eşitlemesi, kontrollü sınıflandırma metodu ile piksel sınıflandırması, sınıflandırılan verinin doğruluk analizinin yapılması ile hata oranlarının tespit edilmesi ve son olarak değişim analizinin gerçekleştirilmesi işlem aşamaları izlenerek sonuç ürüne ulaşılmıştır. Bu yöntem ile Erzincan kent merkezindeki yerleşim alanının gelişimi ve değişimi mekansal olarak ortaya konularak şehir planlama açısından değerlendirilmelerde bulunulmuştur (Yücer, 2014)

ENNOURİ ve diğ. (2021), uzaktan algılama, arazi örtüsü ve kentsel gelişim ve değişim üzerine yaptıkları çalışmada, LANDSAT 7 ETM+ sensor Band çeşitlerine göre dalga boyu ve metre cinsinden görüntüleme oranları değerlendirilerek, uzamsal çözünürlük, spektral çözünürlük, zamansal çözünürlük ve radyometrik çözünürlük kavramları tartışılmıştır. Yüksek uzamsal çözünürlüğe sahip uydu görüntülerinin en küçük nesneleri bile görüntüleyebildiği, Spektral çözünürlüğe sahip uydu görüntülerinin band sayısına göre algılama ve görüntü yakalama potansiyelinin olduğu, Zamansal

Çözünürlüğün uydunun dünya etrafında tam 1 tur dönerek aynı yüzeyi farklı zaman dilimlerinde ölçme durumu olduğu, Radyometrik özünürlük ise uydu elemanları tarafından yakalanabilen algılama elemanlarının parlaklık derecelerini ifade ettiği ve görüntünün yakalanabilmesi için kullanılan sensörün radyometrik çözünürlüğüne bağlı olarak piksellerdeki değer aralıklarının belirlendiği çalışma kapsamında ifade edilmiştir. Çalışmada aynı zamanda söz konusu uzaktan algılama kavramlarının arazi kullanımı ve değişimi üzerine kilit rol oynadığı, değişim gösteren kentsel alanlar ile tahribata uğrayan tarım, orman ve mera alanlarının tespiti için son derece önemli kullanım araçları olduğu ifade edilmiştir. Landsat uydu band kombinasyonlarının hangi renkler ile arazi kullanım türlerini algıladığı özetlenmiştir. Sonuç olarak kentlerdeki değişimin doğru teknolojik kaynaklar ile tespitinin yapılması konu kapsamında önemli olarak varılan bir sonuç olarak karşımıza çıkmaktadır (Ennouri, Smaoui and Triki, 2021).

İSLAM ve diğ. (2018), Bangladeş Chunati yaban hayatı koruma alanında gerçekleştirilmiş olan çalışmada, 1980 yılından günümüze çeşitli arazi kullanım değişikliklerinin meydana geldiği ve bu nedenle yaban hayatının işgal edildiği düşünölmektedir. Çalışma kapsamında söz konusu alanda 2005, 2010 ve 2015 yılları arasında arazi kullanım değişimleri LANDSAT TM ve LANDSAT 8 uydu görüntüleri kullanılarak ArcGIS 10.1 ve ErdasImagine v14 ortamında işlemler yapılmış olup, sınıflandırma işlemi uygulanmıştır. Sonuç üründe 2005 ve 2015 yılları arasında 256 hektarlık alanın bozulmuş orman olarak tespit edildiği ve yıllık değişim yüzdesinin %25.56 olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca alışma kapsamında yaban hayatı bölgesinde 159 hektarlık doğal ormanlık arazinin farklı arazi kullanım türlerine belirtilen zaman aralığında dönüştüğü ifade edilmiştir (İslam ve diğ., 2017)

HEGAZY ve diğ. (2015), Mısır'ın Dekahliye yönetimi için yapılan CBS ile kentsel büyüme ve arazi kullanım değişikliği tespiti çalışmasında, 1985 ve 2010 yılları baz alınmıştır. Değişim analizinde yerleşim alanının 28 km²'den 255 km²'ye yükseldiği bu sebeple tarım arazilerinin %33 oranında azalma yaşadığı gözlemlenmiştir. Çalışmada Markov yöntemi kullanılarak geleceğe dair tahminler yürütölmüştür. Görüntü temini USGS Earth sisteminden yapılarak ERDAS Imagine yazılımında işleme ve yorumlama aşamaları gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanındaki arazi kullanım/örtüsü sınıflandırma işlemi yapılarak değişim analizi için gözlemlenecek olan alanların sınırları net bir şekilde ifade edilmiştir (Hegazy and Kaloop, 2015)

Geymen'e (2016) göre, nüfusu hızla artan İstanbul ilinde bulunan su havzalarının son 20 yıl içerisinde gelişen değişimini ve kentin hangi yöne doğru geliştiği konusunda tespitlerde bulunmak gerekli görülmüş olup konu kapsamında Elmalı havzası çalışma alanı olarak belirlenerek, 1995,2005 ve 2013 yılları için LANDSAT uydu görüntüleri temin edilmiştir. Görüntüler ERDAS IMAGINE ve Coğrafi Bilgi Sistemleri platformlarında değerlendirilerek değişim tespiti yapılmıştır. Çalışma sonrası arazi kullanımındaki değişimlerin doğal dokuyu işgal ettiği ve tükettiği sonucuna ulaşılmıştır. Çalışma kapsamında havza alanında gelişen bu işgal durumu İSKİ İçme Suyu Havzaları Yönetmeliği'ne bağlı olarak meydana gelen değişimler ile birlikte değerlendirilmiştir. Yönetmelikte yer alan bazı değişikliklerin ve gelen imar aflarının su havzalarındaki yapılaşmayı teşvik edici olduğu görülmüştür (Geymen, 2016)

Kaçmaz ve Döker'e (2021) göre, Sapanca Gölü Havzası'nda turizm odaklı faaliyetlerin artması ve göl çevresinin ikincil konut alanları, çeşitli ticaret faaliyetleri ile değişim geçirmesi, alanın doğal ortamının tahrip edildiği yönünde düşünceleri beraberinde getirmiştir. Havzanın kırsal niteliğini yitirmemesi ve taşıyabileceği kapasitenin zorlanmaması gerekmektedir. Bu düşünceden hareketle gerçekleştirilen çalışmada, Sapanca Gölü Havzası'nın 1985-2020 yılları arasındaki değişimi çeşitli uydu görüntüleri ve cbs yardımıyla analiz edilmiştir. Çalışma alanında kentsel nitelikli alan kullanımları söz konusu yıllar arasında %6,1 oranında arttığı gözlemlenmiştir. Çalışma kapsamında elde edilen uydu görüntüleri (TM,OLI/TIRS) ile bant birleştirme, görüntü kesme, sınıflandırma, segmentasyon, örneklem ve doğruluk analizleri gerçekleştirilmiştir (Kaçmaz ve Döker, 2021).

Garouani, Mulla and Knight'a (2017) göre, Fas'ta yer alan bölgenin en eski şehirlerinden biri olan Fez için değişim analizi çalışmaları gerçekleştirmişlerdir. Fez şehrinde son yıllarda baş gösteren hızlı nüfus artışı, yeni arazi kullanım talebi ve kentsel mekan yayılımını mecbur kılmıştır. Kentsel alanın büyümesi ile birlikte ortaya yeni çevresel sorunlar çıkan Fez'de, çalışma kapsamında geçirimsiz yüzey alanların önemine vurgu yapılmıştır. Değişimin net olarak gözlemlenebilmesi ve ifade edilebilmesi adına 1984-2013 yılları temel alarak uydu görüntüleri ile birlikte ArcGis, Erdas gibi programlar üzerinden alan kullanım değişikliği ve büyüme modellerinin tespiti yapılmıştır. Çalışmada kullanılan uydu görüntüleri Landsat ve Google Earth olmak üzere sınıflandırma metodu ile birlikte toprak, sulak alan, bitki alanları ve kentsel

alanların ayrımları ve birbirleri arasındaki değişimlerin oranları ortaya koyulmuştur (Garouani ve diğ., 2017)

Poyil and Misra'ya, (2015) göre, Hindistan'ın Malegaon bölgesinde meydana gelen kentsel büyümenin ekolojik etkileri üzerine çalışma gerçekleştirmiş olup, alandaki arazi kullanım değişikliği, niceliksel yöntemler kullanılarak; artan nüfus, hidrolojik yapıda meydana gelen sorunlar, çevresel bozulmalar, hava kalitesindeki bozulmalar gibi başlıklarda incelenmesi önemli bir konudur. Arazi değişiminin incelenmesi konusunda çeşitli uydu görüntülerinden faydalanmış olup, elde edilen görüntüler atmosferik olaylara bağlı bozulmalardan dolayı geometrik düzeltme aşamalarından geçirilerek sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen görüntüler, 1989, 2006 ve 2008 yıllarına ait olup bu yıllarda gerçekleşen kırsal-kentsel alan arasındaki göç durumu da konu kapsamında değerlendirmeye alınmıştır (Poyil and Misra, 2015).

Partigöç'e (2018) göre, çalışmada 6360 sayılı yasa kapsamında şehir alanlarının gelişim eğilimi gösterebileceği alanların, potansiyel kentsel arsalar niteliğinde olması durumundan yola çıkarak bu yasa ile birlikte şekillenen kentsel değişim ve kırsal alanlara yönelik oluşan etkiler incelemeye alınmıştır. Çalışmada Denizli ili Pamukkale ilçesi ve Merkezefendi ilçeleri ile, mahalle statüsü kazanan alanlar seçilmiş olup, bu alanlarda meydana gelen mekansal değişimin şehir planlama disiplini çerçevesinde incelenmesi temel alınmıştır. Çalışmada uydu görüntüleri Google Earth programı ile elde edilmiştir. Çalışmanın zamansal ölçeği 2007 ve 2017 yılları olarak alınmıştır. 6360 sayılı kanunun kentsel ve kırsal alana doğrudan etkisi, üst ölçekli planlarla uyumlu olmayan arazi kullanım kararlarının alınması, kentsel saçaklanmaya neden olması, tarım ve kırsal nitelikli alanların tahribatı gibi örnekler ile ifade edilmektedir (Partigöç, 2018)

Ergin'e (2006) göre, çalışmada uzaktan algılamanın havza yönetiminde ne tür faydalar sağlayacağı hakkında bilgiler vermiş olup, inceleme alanı olarak kıyı bölgesi tercih edilmiştir. Alana dair uydu görüntüleri temini yapılarak, kıyı alanlarındaki değişim tespiti üzerine çalışılmıştır. Kıyı alanlarındaki değişimi tespit etmek için öncelikle sınıflandırma çalışmaları IDRISI GIS programı yardımıyla yapılmış olup çalışmada varılan sonuç; sanayi bölgesini kapsayan kıyı alanında değişimlerin olduğu, kara alanlarının arttırılması amaçlı deniz dolgusunun yapıldığı tespit edilmiştir. Ayrıca kıyı alanlarında ve düzlüklerde yerleşim alanı talebinin arttığı, yapılaşmanın arttığı gözlemlenmiştir. Çalışmada zamansal ölçek 1978-2002 yılları olarak belirlenmiştir (Ergin, 2006).

Doğan ve Yılmaz'a (2019) göre, çalışmalarında LANDSAT uydu görüntülerinden yararlanarak 1985 yılı başlangıç yılı olarak belirlenmiş, 2000 ve 2017 yılları arası Bingöl kent merkezi için değişim tespiti yapılmıştır. Belirlenen 32 yıllık süreç içerisinde arazi örtüsü/alan kullanımlarında meydana gelen değişimler Landsat 4-5 TM (1985-2000) ve Sentinel-2 (2017) görüntüleri arasında analiz edilerek gözlemlenmiştir. Bu görüntüler arasında Landsat görüntüleri 30 metre çözünürlüğe sahipken, Sentinel görüntüleri 10 metre çözünürlüğe sahiptir. Çalışmada Arcgis 10.4.1 ve ErdasImagine 2014 programlarından yararlanılmış olup, sınıflandırma tekniklerinden biri olan kontrollü sınıflandırma yöntemi gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kentsel alan, yeşil alan, tarım alanları, hidrolojik yüzeyler ve boş alan olarak sınıflandırma yapılmış, ardından söz konusu yıllar için doğruluk analizleri gerçekleştirilmiştir. 2017 yılı itibariyle kentsel alanda 512 hektarlık bir artış gözlemlenmiş olup, bu değişim sonrası kent merkezi için alan kullanımlarına yönelik tartışma ve öneriler sunulmuştur (Doğan ve Yılmaz, 2019).

Gülersoy'a (2013) göre, farklı uzaktan algılama tekniklerinin kullanıldığı çalışmada, Manisa kent merkezindeki arazi değişimi incelenmiştir. Farklı amaçlar için kullanılan NDVI görüntüleri, manuel uydu görüntüleri sayısallaştırması ve kontrollü sınıflandırma yöntemi çalışma kapsamında gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar birbirleri ile karşılaştırılarak Kappa gibi istatistiki metotlar ile tartışılmıştır. Çalışma sonucunda; 1986 ile 2010 yıllarında en büyük artış kentsel yerleşim alanlarında yaşanmıştır. Toplamda şehir alanı 3310 hektar kadar büyüme göstermiştir (Gülersoy, 2013)

Owoeye And Ibitoye'e (2016) göre, Nijerya'nın Ondo eyaletinde yer alan Akure yerleşimi için mekansal değişim tespiti yapılmıştır. Akure kentinde 1976 yılında bölgenin Federal Başkent Bölgesi ilan edilmesi ile birlikte nüfus yapısı gün geçtikçe değişim göstermiş ve yerleşim talebi ortaya çıkmıştır. Konu kapsamında, yerleşim yeri talebi ile birlikte kentteki mekansal kurgunun yeniden biçimlenmesi ve kentsel yayılımın izlenmesi amaçlı yapılan çalışmada, Coğrafi Bilgi Sistemleri'nde yararlanarak uydu görüntüleri üzerinden değişim tespiti yapılmıştır. Değişim tespit çalışmalarında başlangıç olarak kabul edilen yöntem olan arazi örtüsünü sınıflandırma çalışmalarında 4 sınıf belirlenmiştir. Bunlar, yerleşim alanı, su yüzeyi, seyrek bitki örtüsü (tarımsal nitelikli alan), yoğun bitki örtüsü 'dür. Çalışma alanında konut, ticari, eğlence amaçlı, endüstriyel veya eğitim amaçlı arazi kullanımları, yaklaşık 6384 hektarlık kısmı

kapsamaktadır. Alan, yoğun bitki örtüsü ile kaplıdır. 1986 itibariyle günümüze kadar olan süreçte yoğun bitki örtüsü olarak nitelendirilen alanda önemli ölçüde azalma meydana gelmiştir. 2007 yılı itibariyle yerleşim alanındaki artış 23 hektara yaklaşmış olup, seyrek ve tarımsal nitelik taşıyan bitki örtüsünün %65,82'sini işgal etmiştir. Su yüzeylerinde %19 azalma tespit edilmiştir (Owoeye And Ibitoye, 2016)

NBDI analizi ile ilgili yapılmış olan çalışmalar;

Kshetri'ye (2022) göre, LANDSAT 7 ve 8 görüntüleri ile; NDVI, NDBI ve NDWI hesaplama yöntemleri çevresel birçok çalışmada kullanıldığı ortaya koyulmuştur. Küresel ve yerel ölçekte çevresel süreçler kapsamında uzaktan algılama verileri analizler için birincil kaynaklardır. Veriler çözünürlükleri, elektromanyetik spektrumları, görüntüleme ortamları ve band sayılarına göre kategorize edilebilmektedir. Bu anlamda ihtiyaç duyulan analize yönelik doğru özellikleri barındıran görüntüleri kullanmak oldukça önemlidir. Örneğin; sınıflandırma yöntemleri için LANDSAT görüntüleri yaygın olarak kullanılır. Bu görüntülerde dalga boyu, kızılötesi bantlar yer almaktadır. Söz konusu makale, üç ana arazi örtüsü sınıfı ile indeks hesaplama yöntemleri kullanılarak analiz işlemlerinin yapılması hakkındadır (Kshetri, 2022).

Normalleştirilmiş Fark Vejetasyon İndeksi (NDVI), aşağıdakiler için en yaygın kullanılan vejetasyon indeksidir. Küresel anlamda bitki örtüsü ve bitki sağlığı düşüncesinden hareketle gerçekleştirilmektedir.

Formülizasyonu;

- $NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red)$,
- LANDSAT 7 için; $NDVI = (Band\ 4 - Band\ 3) / (Band\ 4 + Band\ 3)$,
- LANDSAT 8 için; $NDVI = (Band\ 5 - Band\ 4) / (Band\ 5 + Band\ 4)$

Sonuçları;

- NDVI = -1 ila 0 Su kütlelerini temsil eder,
- NDVI = -0,1 ila 0,1 Çorak kayalar, kumu veya kar.
- NDVI = 0,2 ila 0,5 Çalılar ve çayırları temsil eder veya yaşılan mahsuller
- NDVI = 0,6 ila 1,0 Yoğun bitki örtüsünü temsil eder veya tropikal yağmur ormanları vb.

Normalleştirilmiş Yapı Fark İndeksi (NBDI), Yapı İndeks (BU), Kentsel İndeks (UI), İndex Tabanlı Yapı İndeksleri (IBI), Gelişmiş Yapısal ve Çıplaklık İndeksi (EBBI) analizleri yerleşim alanları için kullanılan en yaygın analizlerdir.

$$NBDI = (SWIR - NIR) / (SWIR + NIR)$$

$$LANDSAT 7 \text{ için; } NBDI = (Band 5 - Band 4) / (Band 5 + Band 4)$$

$$LANDSAT 8 \text{ için; } NBDI = (Band 6 - Band 5) / (Band 6 + Band 5)$$

Normalleştirilmiş fark oluşturma indeksleri -1 ile +1 değerleri arasında değerleri gösterir. NBDI'nın negatif değeri su kütlelerini temsil ederken yapısal alanları daha yüksek değerlerde ifade eder (Kshetri, 2022).

Ali, Hasim and Abidin'e (2019) göre, Makassar, Endonezya'da bulunan büyük bir şehirdir ve son yıllarda nüfus artışı nedeniyle yoğun bir inşaat artışı yaşamaktadır. Bu şehirdeki yapılaşmanın mekansal dağılımını ve gelişimini haritalamak, kentsel planlama politikalarını belirlemek için en iyi yöntemdir. Bu çalışmanın amacı, özellikle yerleşim alanlarını içeren yapılmış alanlardaki arazi kullanımı ve yoğunluğundaki değişiklikleri tespit etmek için 2013 ve 2017 yıllarında Makassar Şehri'ndeki değişiklikleri belirlemektir. Bu amaçla, özellikle Landsat verileri kullanılarak optik veriler kullanılmıştır. Çalışmada, 2013 ile 2017 yılları arasında alınan çoklu zamansal Landsat OLI 8 verileri analiz edilmiştir. Landsat OLI bandında kısa dalga kızılötesi (SWIR) dalga boyu, görünür kırmızı (R) ve yakın kızılötesi (NIR) alanları kapsayan spektral indeksler olan Normalize Edilmiş Farklılık Yapılmış Alan İndeksi (NBDI), Kentsel İndeks (UI) ve Normalize Edilmiş Farklılık Bitki İndeksi (NDVI) kullanılmıştır. Bu indeksler, arazi kullanımı ve alan örtüsündeki değişiklikleri inceleyerek ortaya çıkarılabilen spektral özelliklerdir. Sonuçlar, NBDI ve UI indekslerinin değişikliklerin %18 ve %6'sını belirlediğini göstermektedir. Ayrıca, NBDI'ye dayanarak, artan yapılaşmanın çoğunluğunun Makassar'ın kuzeyinde (Biringkanaya alt bölgesi) olduğu, UI'nin ise Biringkanaya ve Manggala alt bölgelerinde artan yapılaşma yaşandığını göstermektedir. Şehrin gelişimi, şehrin büyümesi, mevcut koşulları ve gelecekteki şehir büyümesi ile ayrılmaz bir şekilde bağlantılıdır. Şehir gelişiminin fenomeni, şehir unsurlarının ayrıntılı gelişimi, şehir şekli ve şehir düzenlemeleri gibi detayları içerecektir (Ali, Hasim and Abidin, 2019).

Bai ve diğ. (2020) göre, son yıllarda Çin yüksek çözünürlüklü görüntüleme uydu teknolojilerinde hızlı bir gelişme yaşamıştır. Uzaktan algılama görüntüleri, sosyal ve ekonomik sektörlerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Normalleştirilmiş farklı yapılanma indeksi (NDBI), TM/ETM+ görüntü verilerinden kentsel yapılanma alanlarının çıkarılmasında ilk kez kullanılmıştır. Fakat bu çalışmada, GF-1 uydu verileri tarafından oluşturulan yer nesnelerinin spektral eğrileri analiz edilerek, Xichang'da bulunan büyük ilçelerde kentsel yapılanmanın haritalanması için yenilikçi bir WE-NDBI yaklaşımı önerilmiştir. Deneysel sonuçlar, WE-NDBI yaklaşımının genel doğruluğunun %91,4 olduğunu göstermiştir. WE-NDBI ve BBIOLI yaklaşımlarını karşılaştırmak için, BBIOLI yaklaşımı aynı çalışma alanı için OLI verilerinden kentsel yapılanma alanlarını çıkarmak için kullanılmış ve deneysel doğruluk %77,0 olarak tespit edilmiştir. Sonuç olarak, WENDBI yaklaşımının kentsel yapılanma alanlarının haritalanması için daha uygun olduğu sonucuna varılmıştır (Bai ve diğ., 2020).

Chen and Huang (2013), çalışmasında, Wuhan Şehri'ni kapsayan dört Landsat ETM+ görüntüsü kullanılarak Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) ve Normalized Difference Built-up Index (NDBI) hesaplanmıştır. Şehrin dört mevsiminde yüzey sıcaklığı (LST) ise ışınsal transfer modeli kullanılarak tahmin edilmiştir. NDVI, NDBI ve LST'nin mekansal ve zamansal desenleri ve özellikleri detaylı bir şekilde incelenmiştir. Sonuçlar, Wuhan Şehri'nin belediye bölgesinde, özellikle Hankou ve Wuchang'da daha yüksek NDBI ve LST değerlerine sahip bölgeler olduğunu göstermiştir. Ayrıca, NDVI değerleri, özellikle Han Nehri boyunca, göl sahilinde ve güneybatı ve orta tepe alanlarındaki sulak alanlar gibi bölgelerde dağılmıştır. Dört mevsimde NDBI ve LST arasında güçlü bir pozitif korelasyon vardır ve sonbaharda bu ilişki en belirgin şekilde görülmektedir. NDVI ve LST arasındaki ilişki mevsimle birlikte değişir, ancak belirgin bir düzenlilik yoktur. NDVI değerleri, NDBI ile negatif bir bağlantıya sahiptir ve kentsel yapılanmanın evrimini karakterize etmek için kullanılabilir. Bu çalışma, NDBI'nin sadece LST ve kentsel ılık adası etkilerini analiz etmek için önemli bir gösterge olduğu gibi, aynı zamanda kentsel yapı ve planlama için güvenilir bir temel sağlayabileceğini önermektedir (Chen and Huang, 2013).

Guha ve diğ., (2018) göre, çalışmasında, İtalya'da bulunan Floransa ve Napoli şehirlerinde, Landsat 8 verileri kullanılarak tahmini yüzey sıcaklığı (LST) ile normalized difference vegetation index (NDVI) ve normalized difference built-up index

(NDBI) arasındaki ilişkiyi belirlemeye odaklanmıştır. Ayrıca, NDVI ve NDBI eşik değerleri, iteratif öz-organize veri analizi tekniği ve maksimum olasılık sınıflandırıcısı kullanılarak farklı arazi kullanımı/kapak (LU-LC) tipleri sınıflandırılmıştır. Şehrin termal ve ekolojik konfor seviyesini belirlemek için kentsel termal alan varyans indeksi uygulanmıştır. Şehir sınırları içindeki artan insan faaliyetleri nedeniyle birkaç kentsel ısı adası (UHI) belirlenmiştir. LST, her iki şehirde de NDVI (negatif) ve NDBI (pozitif) ile güçlü bir korelasyon oluşturur, özellikle UHI olmayan bölgelerde. Ancak, korelasyonun gücü UHI'ler içinde çok daha zayıftır. Çoğu UHI, inşa edilmiş alan veya çıplak arazi içinde geliştirilmiştir ve ekolojik olarak stresli bir bölge olarak belirlenmiştir. Floransa ve Napoli için ortalama UHI ve UHI olmayan LST arasındaki fark sırasıyla 3.15°C ve 3.31°C'dir (Guha ve diğ., 2018).

Zheng, Tang and Wang'a (2021) göre, çalışmada, kentsel yapı alanlarının zamanında ve doğru bir şekilde belirlenmesinin, hızlı değişen kentsel arazi örtüsü nedeniyle ortaya çıkan çevresel sorunların ele alınması açısından kritik öneme sahiptir. Bu, arazi kullanım kalıplarını optimize etmek ve küresel sürdürülebilir kalkınmayı desteklemek için temel bir gerekliliktir. Suomi Ulusal Kutup Yörüngeli Ortaklık Görünür Kızılötesi Görüntüleme Radyometre Takımı (NPP-VIIRS) tarafından üretilen gece ışığı verileri, kentsel bilgi elde etmek için yeni bir veri kaynağı sunmaktadır. Ancak, bu tür veriler, çiçeklenme efekti adı verilen dezavantajlara sahiptir. Bu sorunu çözmek amacıyla, bu çalışmada, NPP-VIIRS gece ışığı verilerinin Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Normalized Difference Water Index (NDWI) ve Normalized Difference Built-up Index (NDBI) ile birleştirilerek Enhanced Nighttime Light Urban Index (ENUI) adlı yeni bir yaklaşım önerilmiş ve test edilmiştir. Bu yöntem, 2012, 2015 ve 2018 yıllarında Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area'daki kentsel yapı alanlarının hızlı bir şekilde izlenmesi için kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar, ortalama genel doğruluk ve Harita Düzeyi Görüntü Sınıflandırma Etkinliği (MICE) değerlerinin sırasıyla %93,56 ve 0,77 olduğunu gösterirken, Local-Optimized Thresholding (LOT) yöntemi için bu değerler sırasıyla %86,48 ve 0,54'tür. Ayrıca, önerilen yöntemle elde edilen kentsel alanlar için ortalama F-score değerleri, kullanıcı ve üretici doğruluğu, LOT yöntemiyle karşılaştırıldığında sırasıyla %9,98, %10,90 ve %8,67 artmıştır. Bu sonuçlar, önerilen yöntemin LOT yöntemine göre daha yüksek doğrulukla kentsel alanları belirlediğini göstermektedir. Bu durum, gece ışığı

verilerinin NDVI, NDWI ve NDBI ile birleştirilmesi sayesinde, kentsel çekirdek alanlardaki gece ışığı değişkenliğinin arttığı ve su kütleleri ile bitki örtüsü alanlarında gece ışığı parlaklığındaki çiçeklenme etkilerinin etkili bir şekilde azaltıldığı şeklinde açıklanabilir. Önerilen yöntem, NPP-VIIRS gece ışığı verilerini kullanarak çoklu zamansal kentsel bilgiyi doğru ve etkili bir şekilde izlemek ve küresel kentsel aglomerasyonlarda çevresel sorunları ele almak için geliştirilmiştir (Zheng, Tang and Wang, 2021)

Onyango and Opiyo'ya (2022) göre, çalışmalarında Kenya'da bulunan Victoria Gölü havzası incelemeye alınmıştır. Victoria Gölü havzasında, Kenya'da, toprak tahribatı ve aşırı kullanım nedeniyle peyzajda çeşitli değişiklikler meydana gelmektedir. Bu değişiklikleri sayısal olarak anlamak ve değerlendirmek, yönetim kararları açısından önemlidir. Bu araştırma, 1978-2018 dönemine ait bitki örtüsü, su kütleleri ve yapılaşma alanlarındaki değişiklikleri incelemek amacıyla Normalleştirilmiş Farklılık Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI), Normalleştirilmiş Farklılık Su İndeksi (NDWI) ve Geliştirilmiş Normalleştirilmiş Farklılık Yapılaşma İndeksi (NDBI-ENDBI) kullanmıştır. Landsat görüntüleri 1978, 1988, 1998, 2008 ve 2018 yıllarından alınmış olup, önceden işlenerek ve tematik yönlendirilmiş bantlar kullanılarak ArcGIS yazılımında spektral tabanlı sınıflandırma yöntemleri ile NDVI, NDWI ve NDBI-ENDBI haritaları oluşturulmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, NDVI bitki örtüsü yoğunluğundaki azalmayı, NDWI ve NDBI ise Victoria Gölü ve sulak alanlardaki nem içeriğindeki değişimleri göstermiştir. Bu bulgular ışığında, araştırma, Victoria Gölü havzasında kentsel gelişimin yıllar içinde hızla ilerlediği sonucuna ulaşmıştır. Havzanın sürdürülebilirliğini sağlamak için ekonomik kalkınma ve çevre koruma arasında dengeleyici, yoğun ve stratejik planlama önerilmektedir (Onyango and Opiyo, 2022)

Ali and Nayyar'a (2021) göre, çalışmada kentsel büyüme ve çevre sorunlarının uzaktan algılama teknolojisi takip edilmesi konusuna sıklıkla vurgu yapılmıştır. Çalışmada Landsat 8 görüntülerini kullanarak yeni bir Modifiye Edilmiş Yapılmış Alan İndeksi (MBI) geliştirilmiştir. Bu yöntem, ASIT_BI, NDWI, SAVI ve TB gibi farklı indekslerin birleştirilmesiyle oluşturulan eğim tabanlı bir tekniktir. Optimal eşik değerleri, Otsu eşikleme ve TSMO yöntemleri ile belirlenmiştir. MBI ile yapılan yapılmış alan haritalaması ve çıkarımı, Landsat 8 görüntüleri ve diğer iki yapılmış alan indeksi olan ASIT_BI ve MNDISI ile doğruluk değerlendirmesi açısından

karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, yapılmış alan indekslerinin mevsimsel değişimlerden büyük ölçüde etkilendiğini ortaya koymaktadır. Önerilen MBI, dört mevsim boyunca en yüksek haritalama doğruluğuna sahip olup, bahar mevsiminde %97,8'lik en yüksek genel uyum sağlamaktadır. Geliştirilen MBI yöntemi, önceki yapılmış alan indeksleme yöntemlerine göre daha başarılıdır, çünkü yapılmış alanların çıplak araziden daha iyi ayrımını sağlamaktadır (Ali and Nayyar, 2021).

Garcia and Diaz'a (2022) göre, dünya yüzey sıcaklığındaki artışın kentsel iklim değişiklikleriyle - Yüzey Kentsel Isı Adası (SUHI) ve Kentsel Sıcak Noktaları (UHS) - bağlantılı olduğu ve şehirlerdeki çevresel kalitenin düşmesiyle birlikte bu çalışmada, 1985'ten 2020'ye kadar Granada şehrinin metropol alanındaki arazi kullanımı/örtüsü (LULC), Dünya Yüzey Sıcaklığı (LST) ve SUHI'nin evrimi, Landsat 5, 7 ve 8 uydu görüntüleri kullanılarak incelenmiştir. Hedef, bu değişkenlerin Normalized Difference Built-up Index (NDBI), Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) ve Proportion of Vegetation (PV) ile birlikte Urban Index (UI) ile birlikte, UHS'nin değişkenliği ve Kentsel Termal Alan Varyans Endeksi (UTFVI) ile termal konfor seviyesini nasıl etkilediğini belirlemektir. İstatistiksel analizle desteklenen sonuçlar, ortalama LST artışlarının (2.2°C), SUHI'nin (0.6°C), UHS'nin (%20.4) ve UTFV'nin 6. sınıfının (%26.2) olduğunu göstermektedir. NDBI ve UI, LULC'deki büyük değişkenliklerle bağlantılıdır. Bu değişkenlikler, yapılaşma ve çıplak toprak örtüsündeki artışlar ile su kütleleri, bitki örtüsü ve tarım örtüsündeki azalmalarla ilgilidir (Garcia and Diaz, 2022).

Madasa, Orimoloye and Ololade'e (2021) göre, çalışmada madenciliğin Güney Afrika ekonomisine katkısının yanı sıra olumsuz yönleri irdelenmektedir. Çalışmada, uzaktan algılama teknolojisi kullanılarak, Welkom - Virginia Altın Sahaları'ndaki arazi kullanımı ve örtü değişiklikleri nicel olarak incelenmiştir. Çalışmanın amacı, 1988 ile 2018 yılları arasında 5 yıllık aralıklarla elde edilen Landsat görüntülerini, çeşitli arazi örtü türlerini belirlemek amacıyla GEMI, NDBI, NDVI, NDSI ve NDWI gibi indeksler kullanarak analiz etmektir. Görüntüler, en büyük olasılık yöntemi ile denetimli sınıflandırma kullanılarak uygun kategorilere ayrılmıştır. Sonuçlar, her indeks için değerlerde dalgalanmalarla farklı arazi kullanımı değişikliklerini göstermiştir ve sınıflandırılan görüntülerin doğruluk oranları %88 ile %96 arasında değişmektedir. Bu durum, bu indekslerin madencilik bölgelerindeki arazi kullanımı ve örtü değişikliklerini

haritalamak ve izlemek için güvenilir olduğunu göstermektedir (Madasa, Orimoloye and Ololade, 2021).

Chen, Han and Vries'e (2020) göre, çalışmada Eindhoven şehri ele alınmış olup, enerji talebi ile şehrsel morfoloji göstergeleri (UMI'ler) arasındaki mekansal ilişki incelenmiştir. UMI'ler, Normalleştirilmiş Fark Yapısal İndeks (NDBI), Normalleştirilmiş Farklılaşma Yeşil Alan İndeksi (NDVI), bina yüksekliği, arsa alanı ve bina hacmi kullanılarak hesaplanmıştır. Enerji talebi ise yıllık gaz ve elektrik talebine dayanarak belirlenmiştir. Enerji talebi ile UMI'ler arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmak adına sıradan en küçük kareler regresyonu (OLS) ve coğrafi ağırlıklı regresyon (GWR) modelleri kullanılmıştır. Mekansal regresyon için arazi kullanımı beş kategoriye ayrılmıştır: kentsel alanlar (U), açık alan (O), yapay yeşil alanlar (G), doğal yeşil alanlar (V) ve su kütleleri (W). Araştırma sonuçları, enerji talebi ve UMI'ler arasında önemli bir mekansal ilişki olduğunu göstermiştir. Şehrsel enerji talebi, NDVI, bina yüksekliği ve arsa alanı gibi bağımsız değişkenlerin kombinasyonu ile en iyi açıklanmaktadır (Chen, Han and Vries 2020).

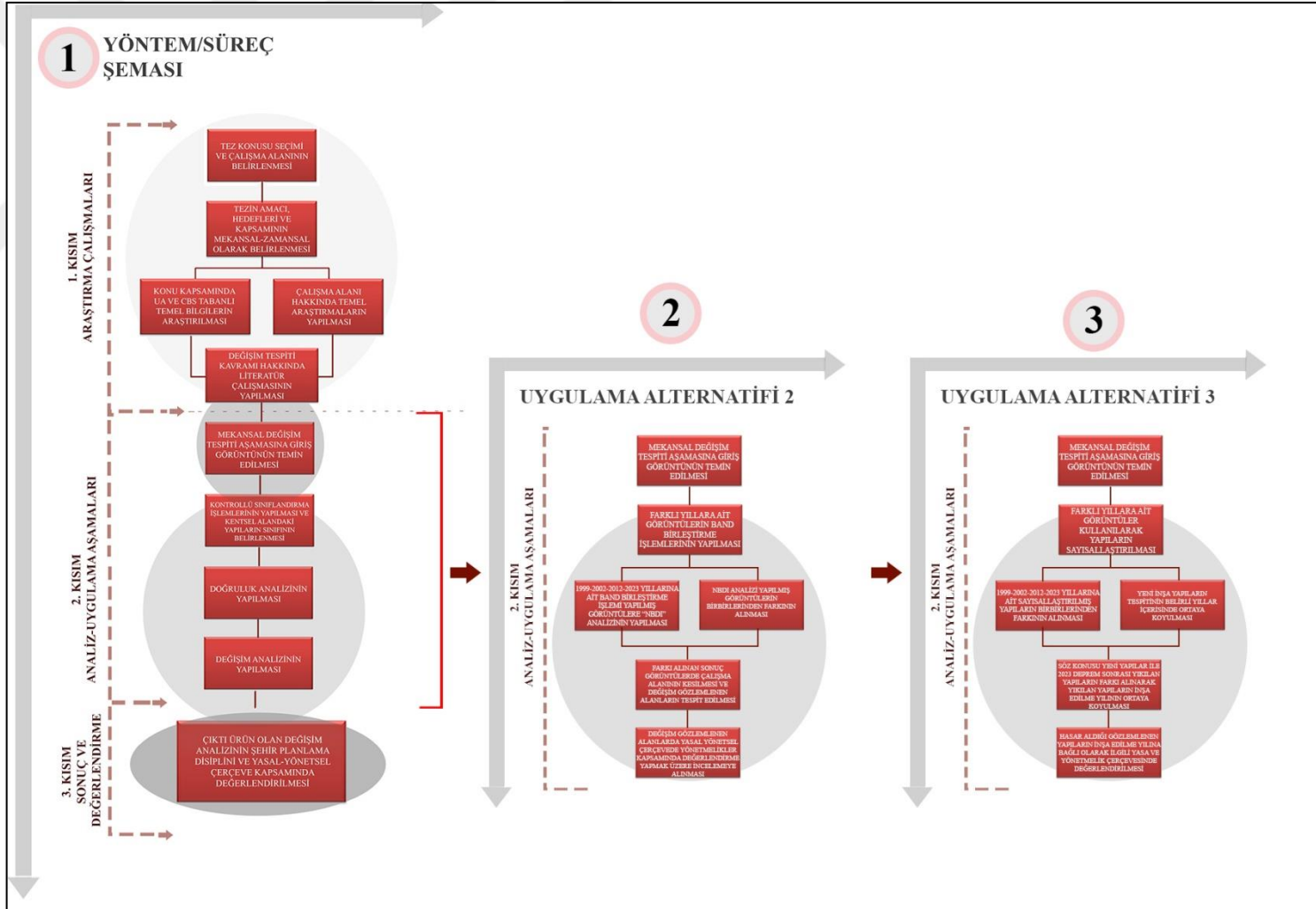
3. MATERYAL YÖNTEM

3.1. Materyal

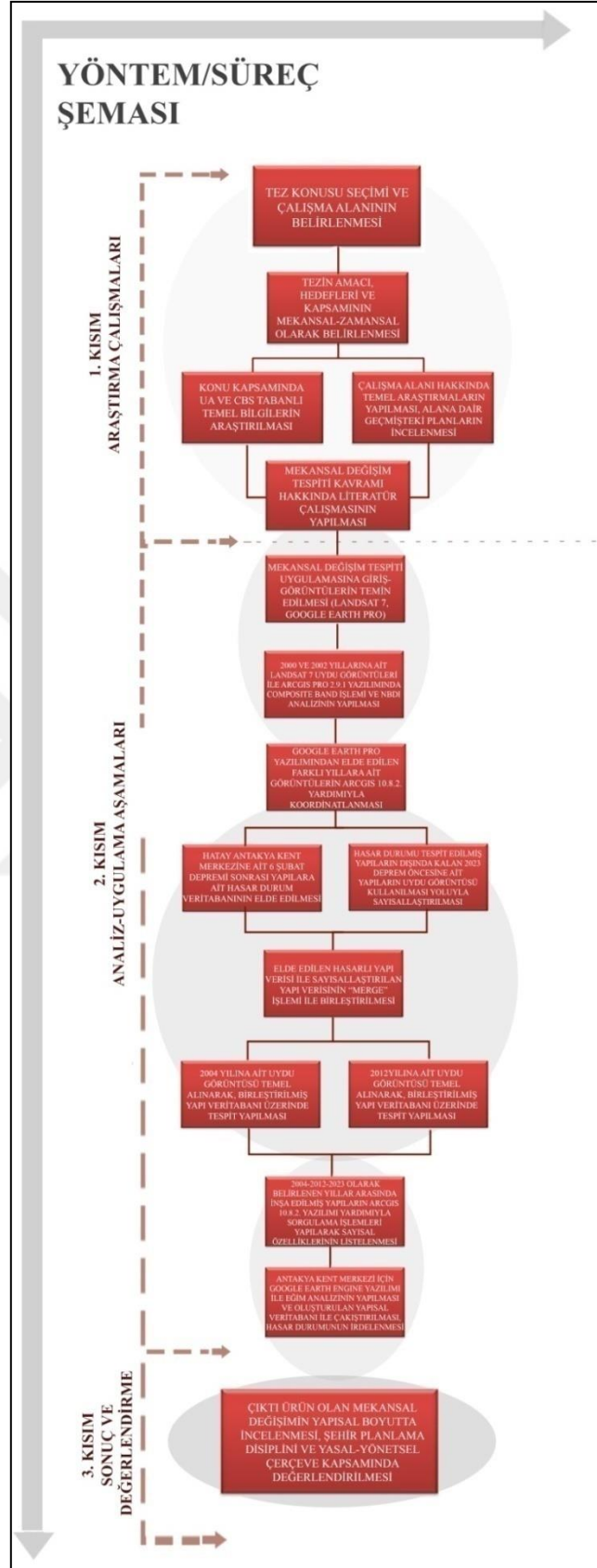
Tez çalışması kapsamında, mekansal değişim tespiti yapılması hedeflenen Hatay/Antakya kent merkezi için birbirinden farklı yöntem/süreç aşamaları geliştirilmiştir. Alternatif karar alma süreçlerini kapsayan yöntemlerde materyal olarak kullanılan uydu görüntüleri, metodun türüne göre birbirinden farklılık göstermektedir. Bir sonraki başlık olan “Yöntem” bölümündeki 1. Alternatif Yöntem/Süreç Şeması 2. Kısım Analiz-Uygulama Aşamaları için kullanılan görüntüler; Google Earth Pro-Maximum Çözünürlük, 2. Alternatif Yöntem/Süreç Şeması 2. Kısım Analiz-Uygulama Aşamaları için kullanılan görüntüler; 2000 ve 2002 yıllarına ait LANDSAT 7 Band uydu görüntüleri, 3. Alternatif Yöntem/Süreç Şeması 2. Kısım Analiz-Uygulama Aşamaları için kullanılan görüntüler ise 2004 ve 2012 yıllarına ait Google Earth Pro Maximum Çözünürlük görüntüleridir. Çalışma kapsamında materyal olarak birbirinden farklı birçok uydu görüntüsünün kullanılması ile, çalışmanın pek çok farklı yol ve materyal ile uygulanabilirliği, uygulama esnasında meydana gelebilme ihtimalindeki tüm durumlar karşısında alternatiflerin üretilebilirliğini ortaya koymuştur.

3.2. Yöntem

Tez çalışması kapsamında, mekansal değişim tespitinin yapılması için kurgulanan amaç hedeflerden yola çıkarak oluşturulan yöntem/süreç aşamaları alternatifleri ile birlikte geliştirilmiştir. Farklı ölçeklerde farklı uygulamaların yapılabildiği yöntemler şematik olarak Şekil 3.1’de verilmiştir. Çalışmanın son uygulaması olan “Belirli Yıllara Ait Uydu Görüntülerinin Kullanılması Yoluyla Bina Yapım Dönemi ve Hasar Durum Tespiti Çalışmasının Yöntem/Süreç şeması Şekil 3.2’de verilmiştir.



Şekil 3.1. Alternatif Yöntem/Süreç Uygulama Aşamaları



Şekil 3.2. Belirli Yıllara Ait Uydu Görüntülerinin Kullanılması Yoluyla Bina Yapım Dönemi ve Hasar Durum Tespiti Çalışması Yöntem/Süreç Şeması (Alternatif 3)

3.2.1. Yöntem 1 -kontrollü sınıflandırma

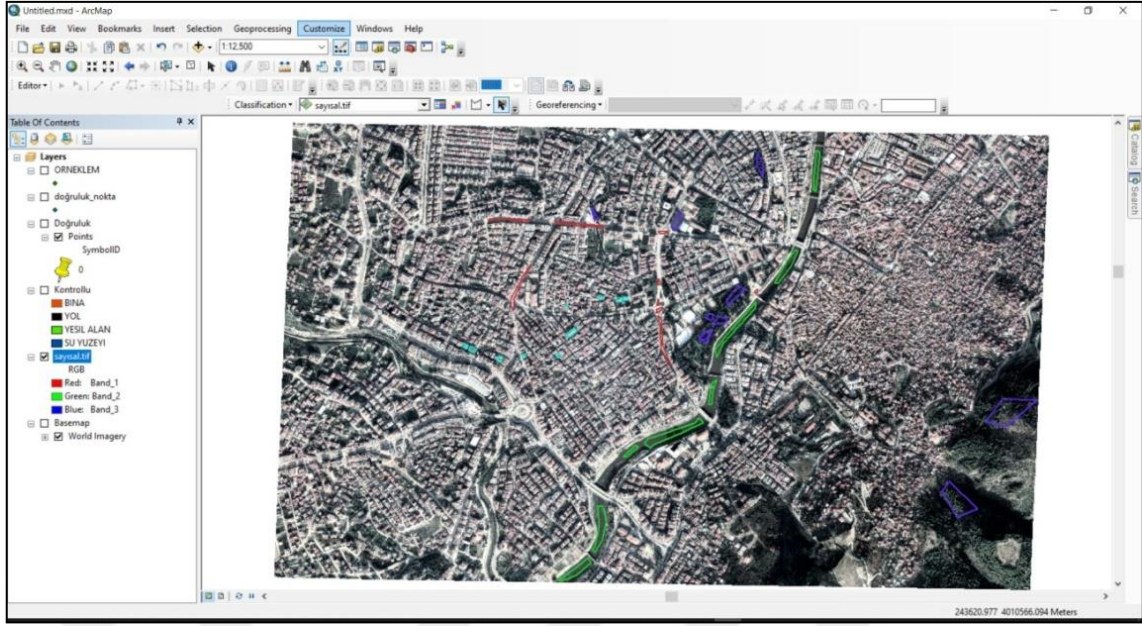
Çalışma alanı içerisinde örnek bir alanın Google Earth yazılımı üzerinden görüntüsü elde edilmiş olup, ilk olarak ArcMap üzerinde koordinatlandırılmıştır. “Classification” komutu yardımıyla kontrollü sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Belirlenen sınıflar Bina, Su Yüzeyi, Yeşil Alan, ve Yol’dur. İşlemde kullanılan görüntü Hatay Antakya kent merkezinin 12/2022 tarihine aittir. Sınıflandırma sonrası alanların büyüklükleri metrekare ve hektar cinsinden hesaplanmıştır. Sınıflandırma aşamasından sonra doğruluk analizi yapılması amacıyla Google Earth üzerinden noktalar atılmış olup, söz konusu noktalar ArcMap’e aktarılmıştır. Buradaki amaç sınıflandırma işleminin doğruluğunu test etmektir. Noktaların, sınıflandırılmış olan raster görüntü ile uyumu değerlendirilmiştir.

Şekil 3.3’te yöntemin uygulanabilmesi amacıyla temin edilen Google Earth Pro-Maximum Çözünürlük Uydu Görüntüsü yer almaktadır.



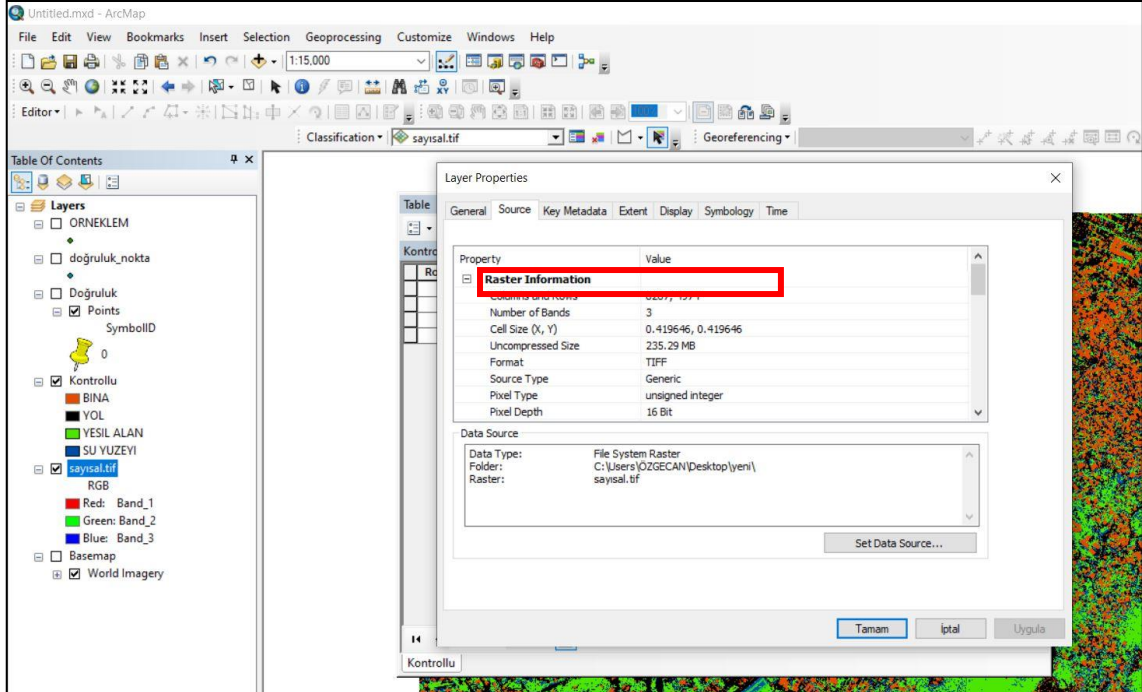
Şekil 3.3. Alınan Uydu Görüntüsü (<http-2>)

Temin edilen Google Earth Pro-Maximum Çözünürlük Uydu Görüntüsü ArcMap programı üzerinde koordinatlandırılmıştır. Koordinatlanan uydu görüntüsü Şekil 3.4’te verilmiştir.



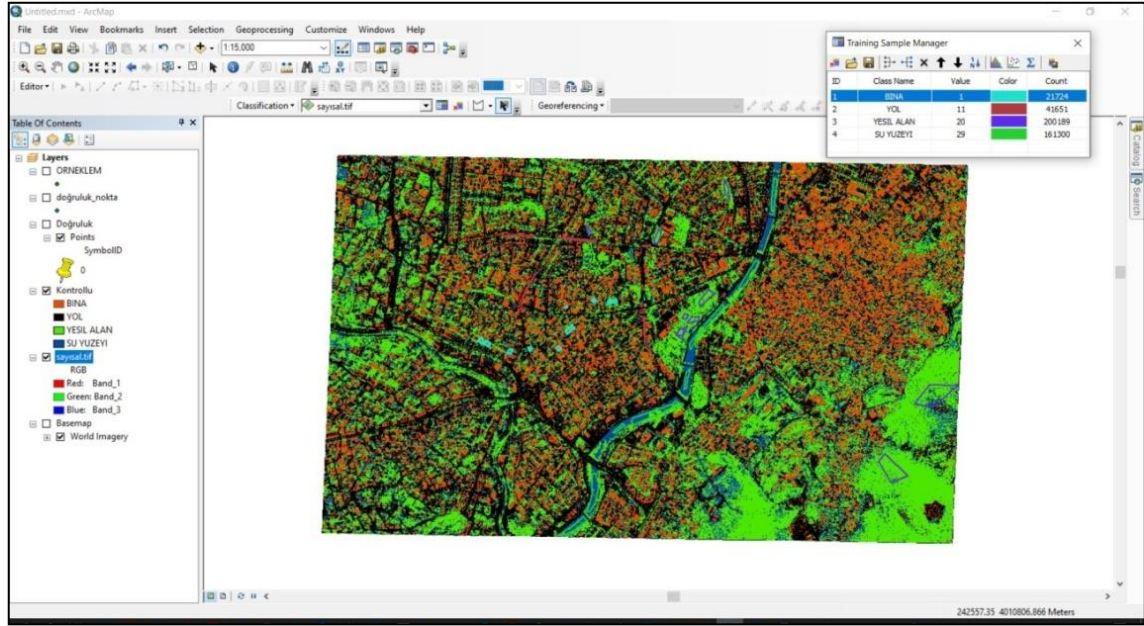
Şekil 3.4.Koordinatlanmış Uydu Görüntüsü

Uydu görüntüsünün çözünürlük boyutları söz konusu çalışma için önemlidir. Bu sebeple yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinden faydalanmak gerekmektedir. Şekil 3.5'te ArcMap programı "LayerProperties" açılır penceresinden çözünürlük boyutu bilgileri verilmiştir.



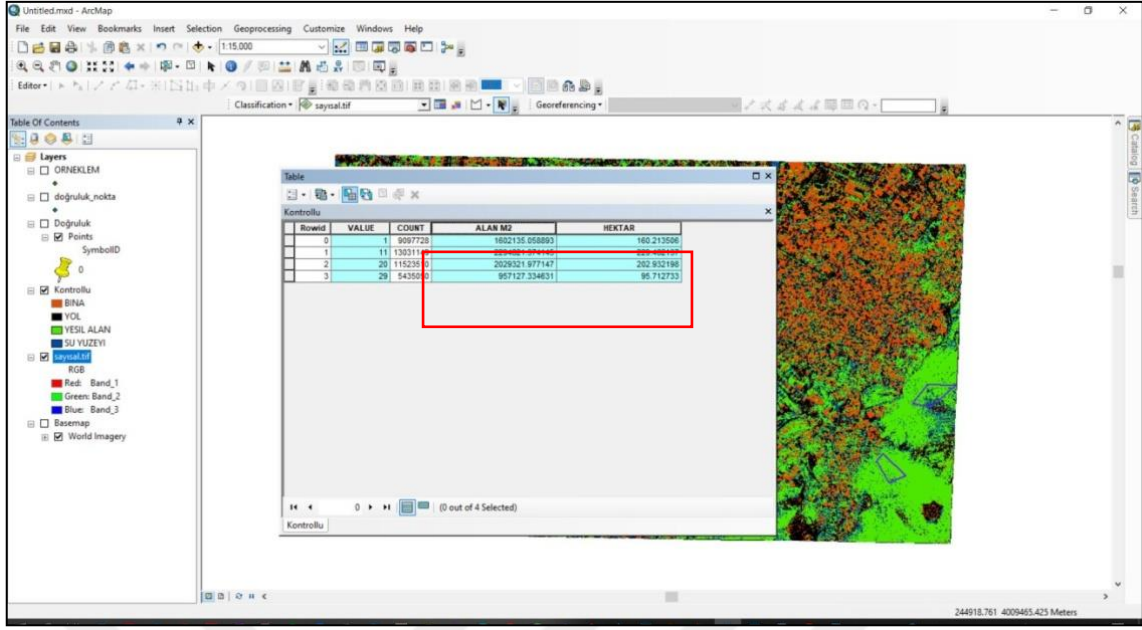
Şekil 3.5.Uydu Görüntüsü Çözünürlük Boyutu ve Bilgileri

Kontrollü sınıflandırma yöntemi için ArcMap programında “Classification” menüsünde yer alan “Maximum Likelihood Classification” komutu kullanılır. Bu komut aktif hale getirilerek uydu görüntüsü üzerinden örneklem alınır. Söz konusu çalışma özelinde, “Bina”, “Yol”, “Yeşil Alan” ve “Su Yüzeyi” olan alanlardan örneklem alınarak komut penceresinde ayrı olarak kategorilendirilmiştir. Şekil 3.6’da kontrollü sınıflandırma yöntemi uygulaması sonrası elde edilen görüntüye yer verilmiştir.



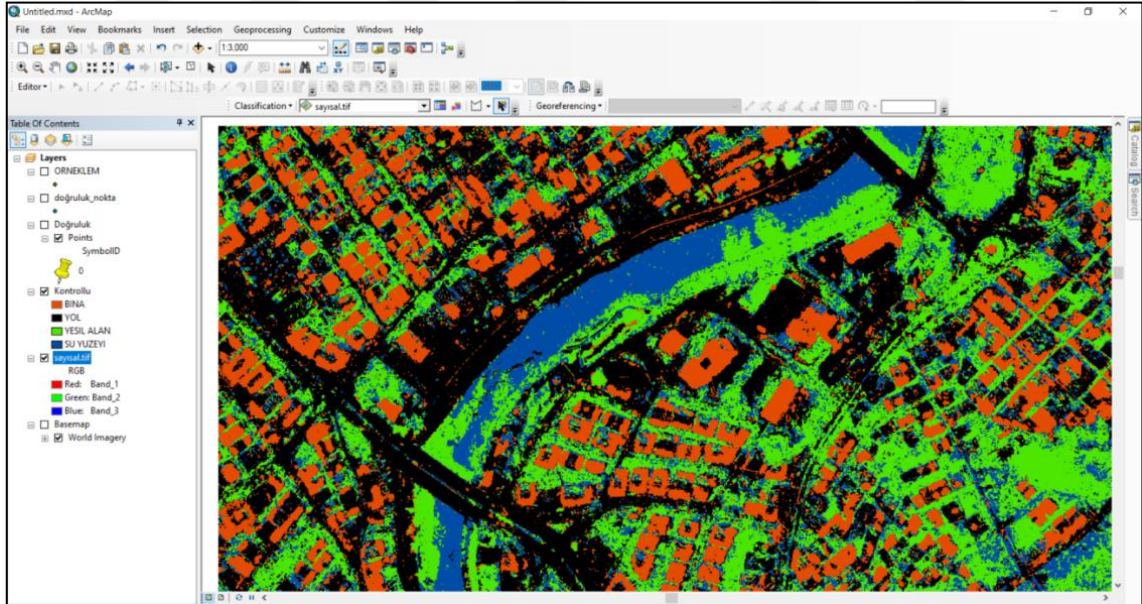
Şekil 3.6. *Kontrollü Sınıflandırma Yöntemi İle Elde Edilen Görüntü (Maximum Likelihood Classification)*

Şekil 3.7’de Maximum Likelihood Yöntemine göre sınıflandırılan alanların öznetelik tablosunda yer alan alan büyüklükleri verilmiştir.



Şekil 3.7. Maximum Likelihood Yöntemine Göre Alan Hesaplaması (Metrekare ve Hektar)

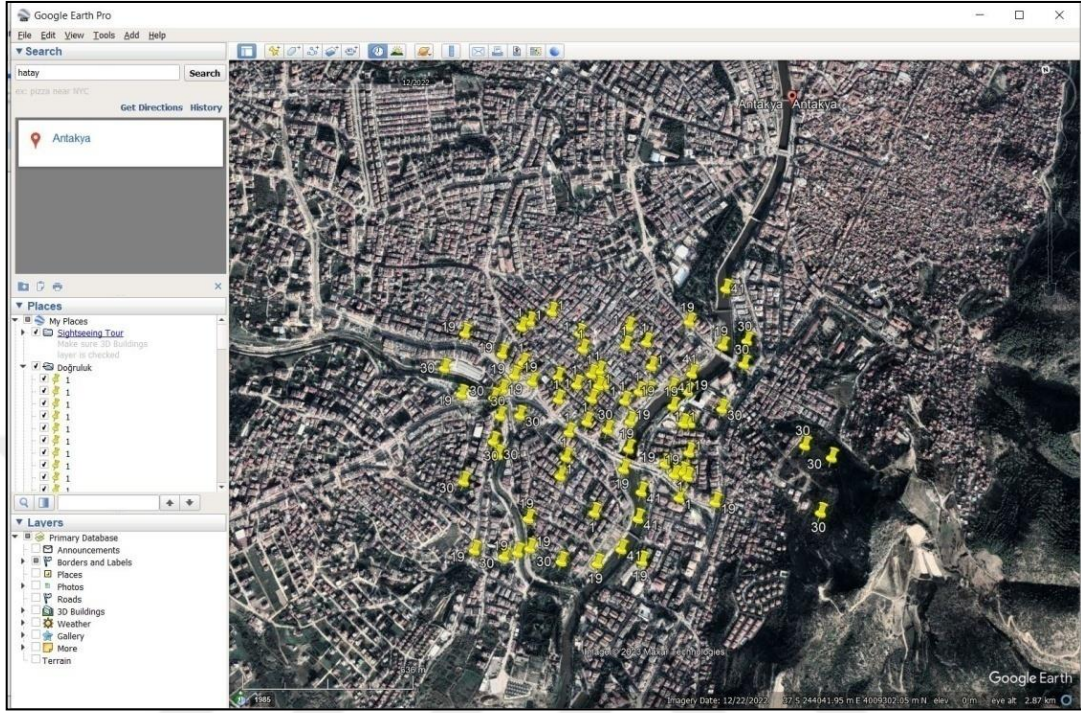
Yapılan çalışma sonucunda Hatay/Antakya kent merkezi sınıflandırma detay görüntüsü Şekil 3.8’de verilmiştir.



Şekil 3.8. Sınıflandırma Detay Görüntüsü

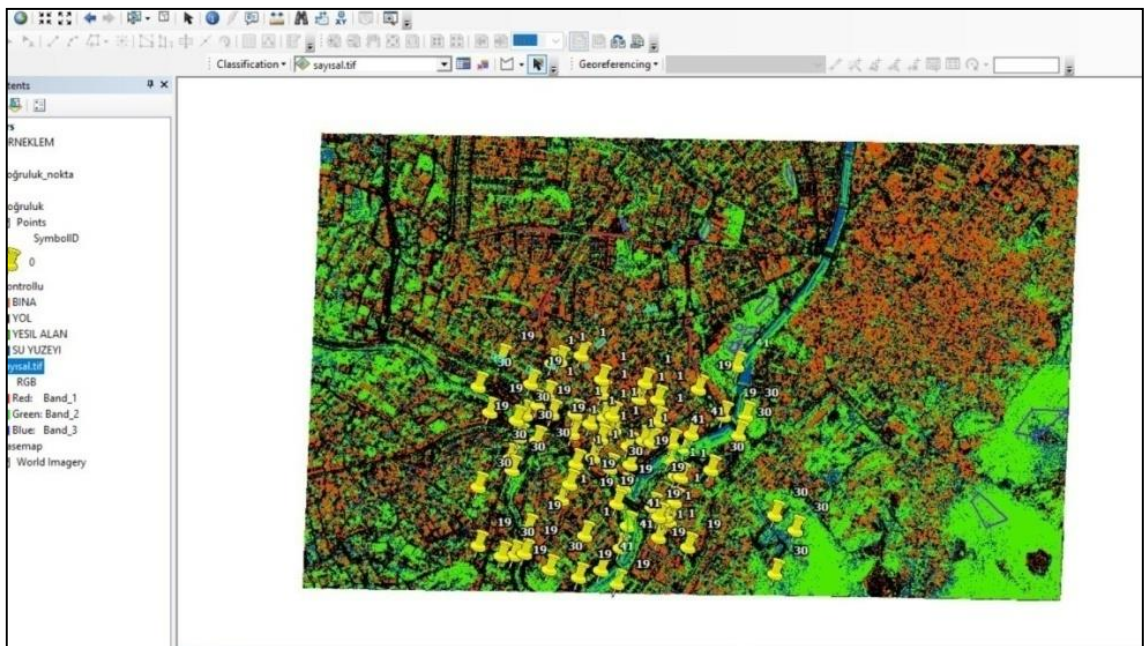
Çalışma alanında sınıflandırma yönteminin uygulanması sonrasında, sınıflandırılan alanların doğruluğunun test edilmesi amacıyla doğruluk analizi yapılmıştır. Doğruluk analizi için Google Earth PRO üzerinden alana dair noktalar tüm

sınıfları içerecek şekilde farklı konumlardan alınmıştır. Noktaların uydu görüntüsü üzerindeki konumları Şekil 3.9’da verilmiştir.

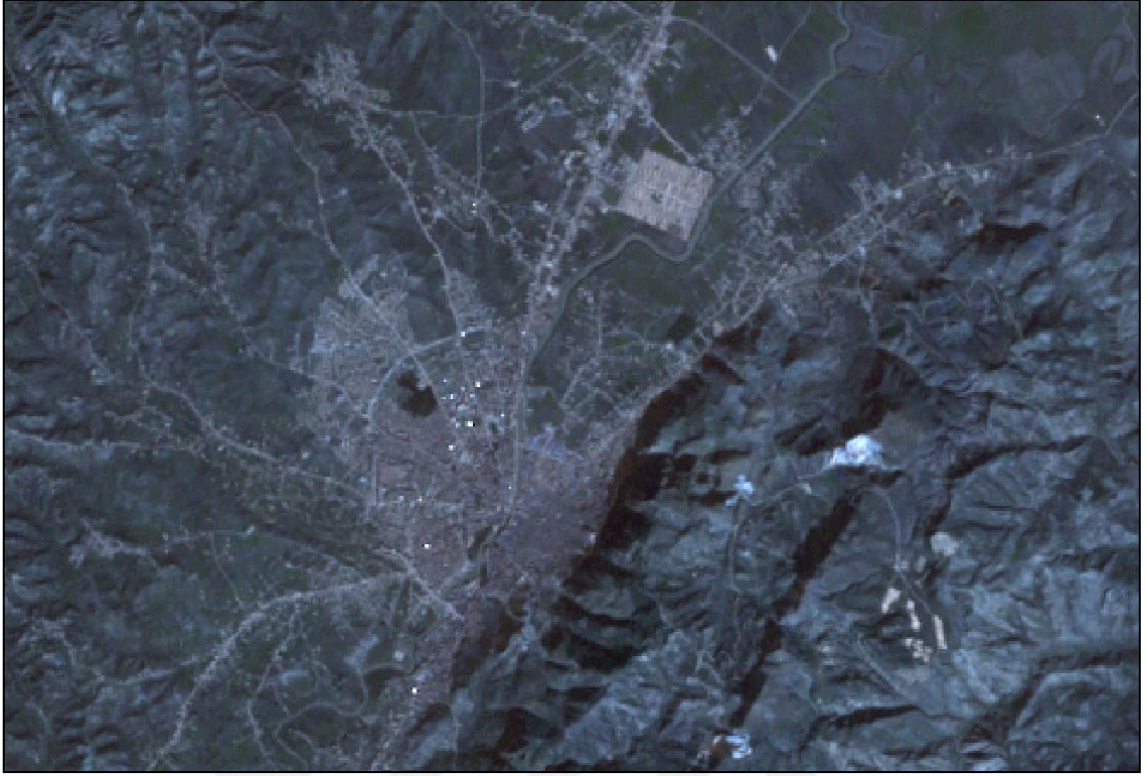


Şekil 3.9.Çalışma Alanında Doğruluk Analizi İçin Google Earth Üzerinden Oluşturulan Noktalar

Google Earth PRO üzerinde oluşturulan noktalar “KML” veri formatında ArcMap programı düzlemine aktarılmıştır. Aktarılan noktalar Şekil 3.10’da verilmiştir.



Şekil 3.10.Oluşturulan Noktaların ArcMap'e Aktarımı



Şekil 3.12.*Band Birleştirme İşlemi Yapılmış 2000 Yılı Uydu Görüntüsü*

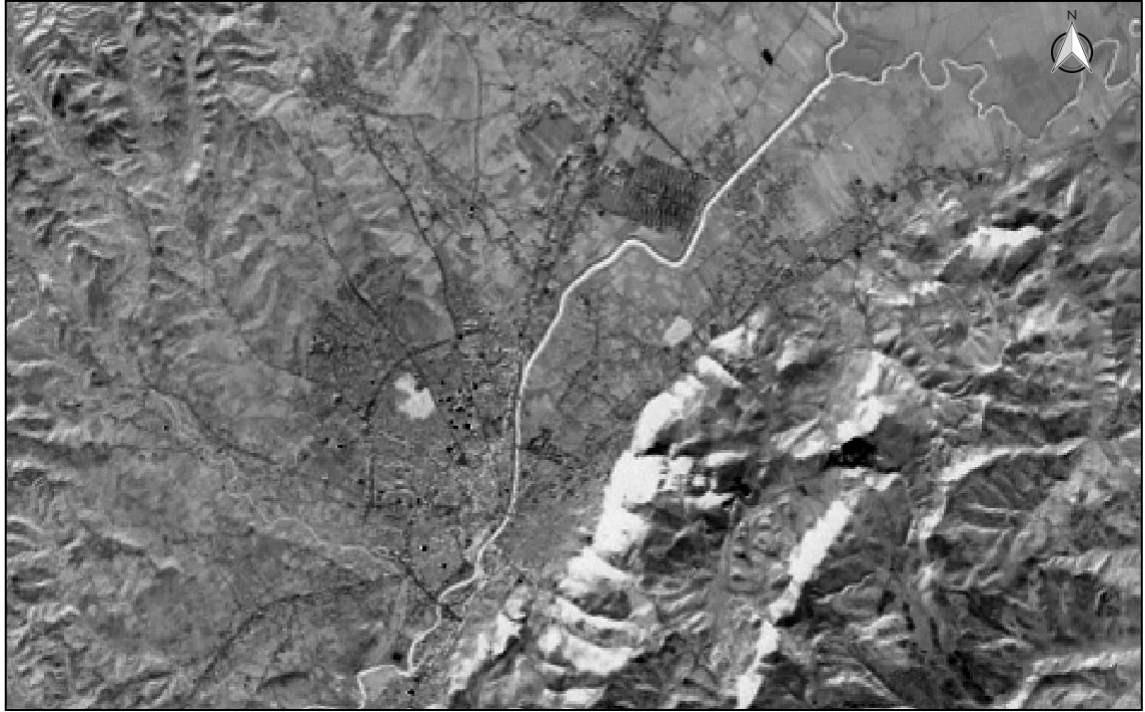


Şekil 3.13.*Band Birleştirme İşlemi Yapılmış 2002 Yılı Uydu Görüntüsü*

Ortaya çıkan Composite Band yani Band Bileştirme işlemi gerçekleştirilen görüntüler için NBDI analizi gerçekleştirilmiştir. NBDI analizi, binaların varlığını tespit

etmek için kullanılmaktadır. Yöntem, uydu görüntülerindeki kızılötesi ve kırmızı renk bantlarından yararlanır. Bu yöntemle, binaların yerleri ve yoğunlukları belirlenmektedir. NBDI işlemi ArcGIS PRO yazılımı üzerinde sıklıkla “NBDI” olarak da anılmaktadır. İşlem adımları; “Imagery” menüsünden “NBDI” komutu seçilerek açılan pencereden “Shortwave Infrared Band Index” kısmına “Band 6”, “Near Infrared Band Index” kısmına “Band 5” seçilerek onay verilir.

İşlem tamamlandıktan sonra NBDI görüntüsü ekrana yansımış olup, söz konusu 2000 ve 2002 yılları için yöntem ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Görüntüler Şekil 3.14 ve Şekil 3.15’te verilmiştir.

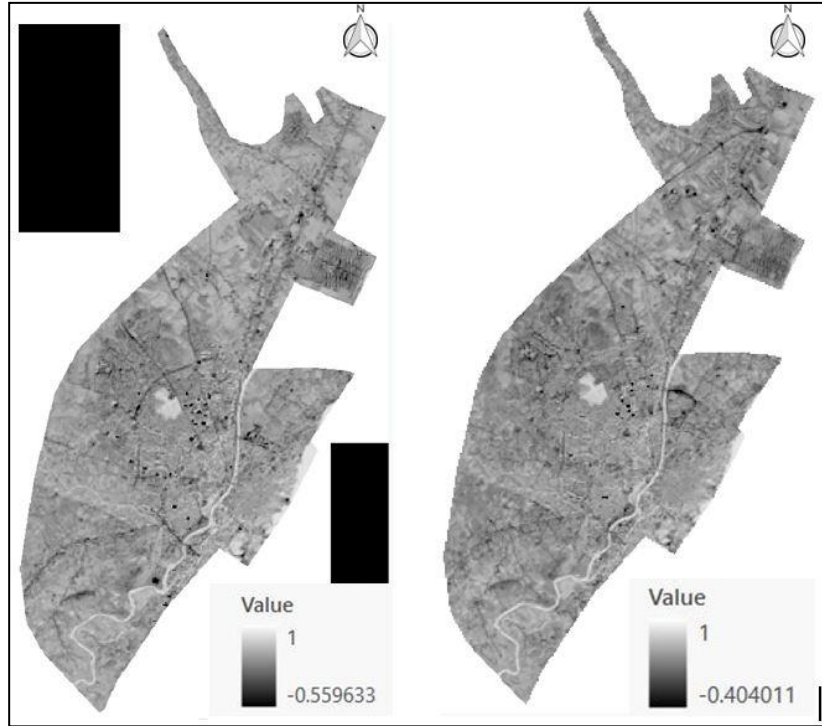


Şekil 3.14. NBDI Analizi Yapılmış 2000 Yılına Ait Görüntü



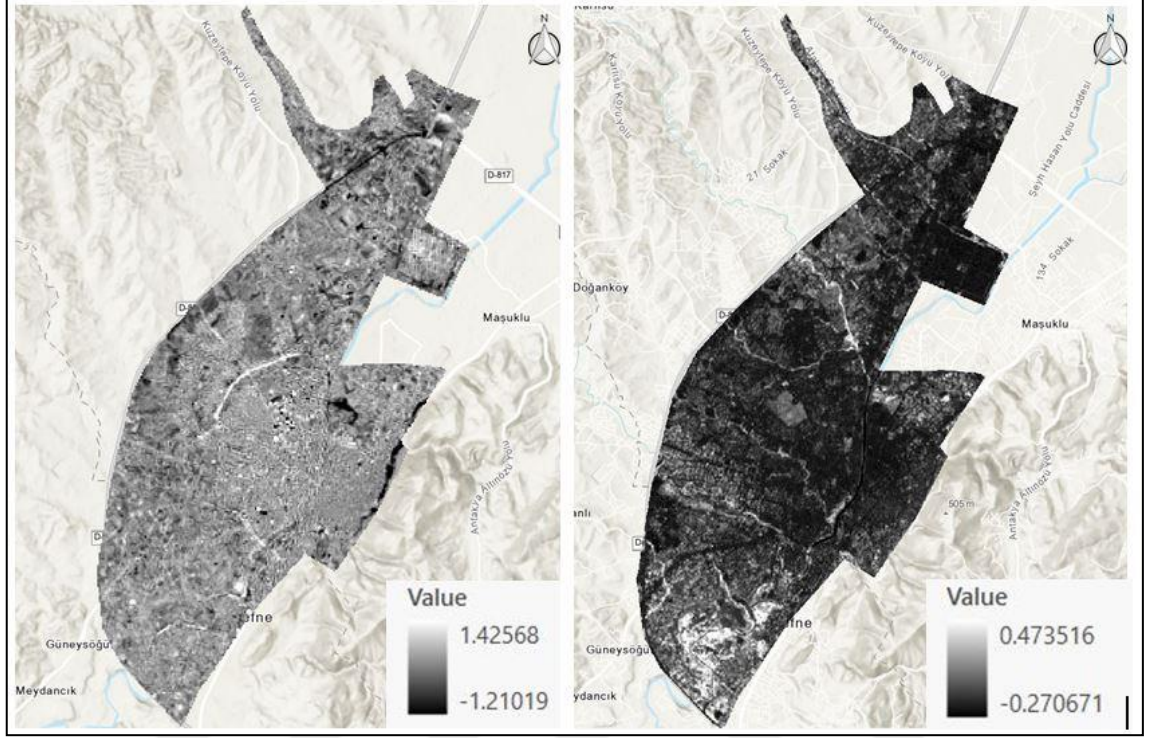
Şekil 3.15. NBDI Analizi Yapılmış 2002 Yılına Ait Görüntü

NBDI görüntüleri, daha önce oluşturulmuş olan Hatay/Antakya kent merkezi için çalışma alan sınırlarına göre “Clip Raster” işlemi yapılarak yeniden şekillendirilmiştir. Yeniden şekillendirilen görüntüler Şekil 3.16’da verilmiştir.



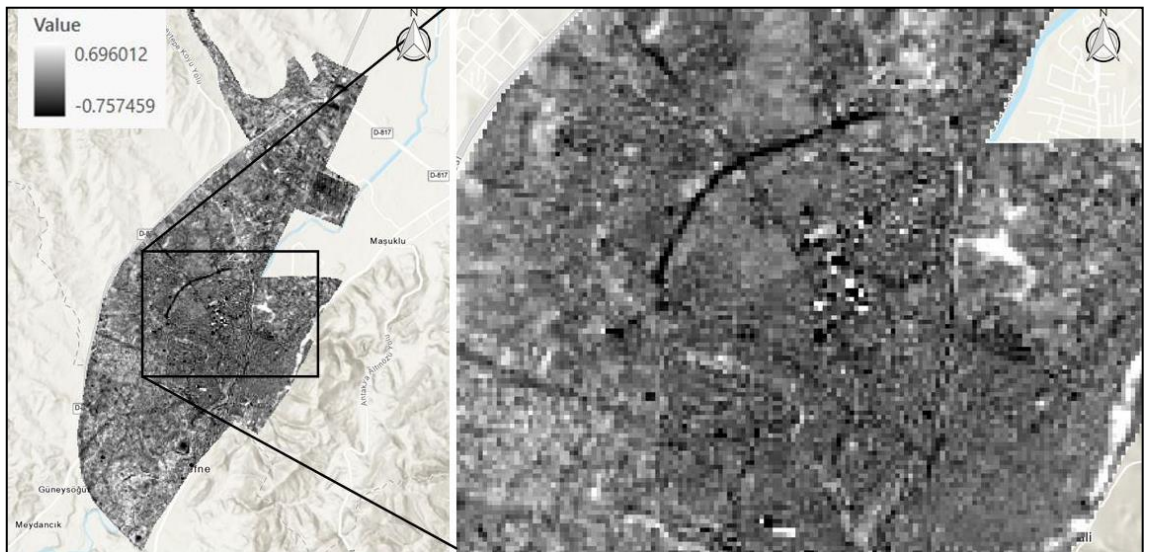
Şekil 3.16. NBDI Analizi Hatay/Antakya Kent Merkezi (2000 ve 2002 Yılı)

Söz konusu alanlara dair farkı alınan yılların çıktı görüntüsü olan NBDI görüntüsü ve 2023 NBDI görüntüsü Şekil 3.17’de verilmiştir.

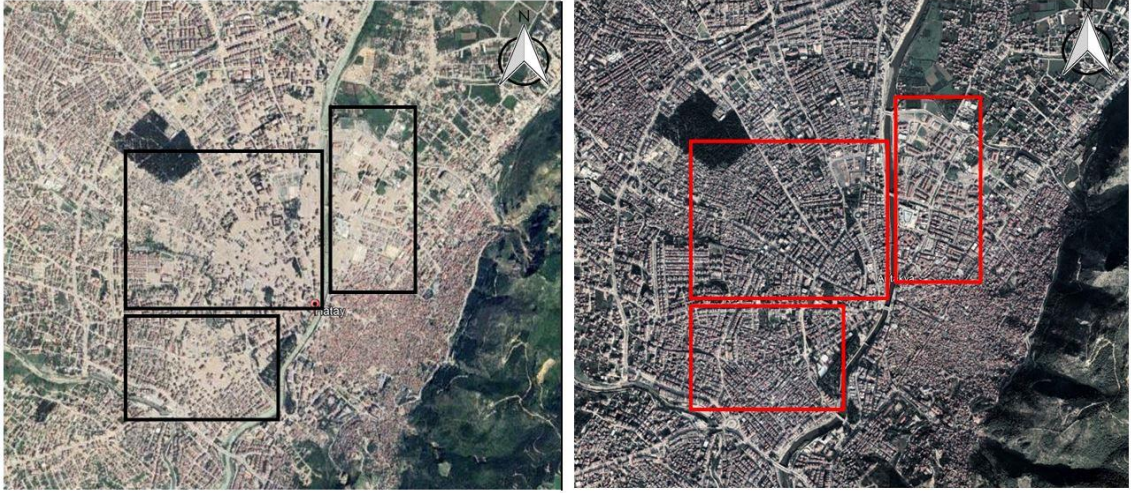


Şekil 3.17.NBDI Fark Görüntüsü (2002-2000 Yılları Arasında) ve NBDI Görüntüsü (2023)

Çalışma sonucu ortaya çıkan fark görüntüsü (Şekil 3.18), yakınlştırma yapıldığında değişikliklerin gözlemlendiği alanları göstermektedir.



Şekil 3.18.NBDI Görüntüsü (Deprem Sonrası Değişimlerin Meydana Geldiği Alanlar)



Şekil 3.19. Deprem Sonrası 26.04.2023 Tarihine Ait Uydu Görüntüsü ve Deprem Öncesi 01.12.2022 Tarihine Ait Uydu Görüntüsü (http-2)

Nbdi görüntüsü, hem negatif (-) hem de pozitif (+) değerler içerir ve negatif değere yakın piksel renkleri görüntüdeki değişimleri ifade etmektedir. Deprem sonrasında hasar gören yapıların yerlerini teyit etmek için 26.04.2023 tarihli uydu görüntüleri 'Google Earth Pro' sistemi kullanılarak analiz edilmiştir. Analiz, Google Earth Pro görüntüsünde gösterildiği gibi Hatay/Antakya şehir merkezindeki yapısal hasar alanlarının Nbdi görüntüsünde (Şekil 3.19) değişikliklerin gözlemlendiği alanlarla benzer olduğunu ortaya koymuştur.

Hatay/Antakya şehir merkezi için belirli yıllar için yapılan Nbdi analizlerinin deprem sonrası uydu görüntüleriyle karşılaştırılmasıyla, Aralık 2000 ile 2002 arasında inşa edilen yapıların yoğun olarak inşa edildiği ve hasar gördüğü alanın belirlenmesi mümkündür. Bu teknik, depremden etkilenen kentler için afet sonrası hasar tespit çalışmalarında kademeli müdahale tekniklerinin geliştirilmesinde kullanılabilir. Bu görüntüler yapı bazlı analizler için kullanılabilir. Yöntem, afet yönetimi aşamalarında ve sonrasındaki iyileştirme çalışmalarında öncelik gerektiren alanları derecelendirebilir. Söz konusu analiz, hasarlı alanların tespitini takiben iyileştirme çalışmalarının başlatılması için çok önemlidir. Ayrıca, politika yapıcılar ve uygulayıcılar için kente gelecekte meydana gelebilecek afetlere hazırlanmak için en uygun kentsel planlama modelini geliştirmek için de önemlidir.

Söz konusu tez çalışması için ön hazırlık niteliğinde olan bu çalışma, alt ölçekte yapılacak olan yapısal değişim tespit çalışması için değişim meydana gelen alanlara dair

mekansal olarak bilgi vermektedir. NBDI analizi'nin gerçekleştirilmesi için temin edilen LANDSAT 7 uydu görüntüleri, Antakya kent merkezinde deprem sonrası meydana gelen mekansal değişimin yapısal ölçekte tespit edilmesi ve sayısal değerlerin açıklanabilmesi için uygun çözünürlükte olmaması sebebiyle farklı yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri ile uygulamaların yapılması gerektiği çalışma kapsamında belirlenmiştir. Bu kapsamda, Antakya kent merkezine ait yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri ile yapısal incelemeler ve veritabanı oluşturma metoduna ihtiyaç duyulmuştur.

3.2.2. Belirli Yıllara Ait Uydu Görüntülerinin Kullanılması Yoluyla Bina Yapım Dönemi ve Hasar Durum Tespiti Çalışması

Tez çalışması kapsamında belirlenen yıllara ait uydu görüntüleri kullanılarak, Hatay/Antakya kent merkezinde bulunan yapılar hakkında tespitler yapılmıştır. Çalışma adımları;

Adım 1: 2023 Yılı Deprem Öncesine Ait Uydu Görüntüsü Üzerinde Yapıların Sayısallaştırılması

Çalışmanın ilk adımında, elde edilen 2023 yılı deprem öncesine ait uydu görüntüsünden faydalanılarak binalardan oluşan bir veritabanı düzenlenmeye başlanmıştır. Sayısallaştırılan yapıların yer aldığı görsel Şekil 3.20'de verilmiştir.



Şekil 3.20. Uydu Görüntüsü Yardımıyla Yapıların Sayısallaştırılması

Söz konusu veritabanı içerisinde, uydu görüntüsü kullanılarak sayısallaştırılan yapıya ait bilgiler bulunmaktadır. Bu bilgiler Poligona verilen ID, Uzunluk ve Alan gibi sayısal bilgilerdir. Çalışmada gerekli görüldüğü durumlarda, oluşturulan veritabanına ait Şekil 3.21’de verilen tabloda yeni sütun oluşturularak yapılara yeni bilgiler eklenebilmektedir.

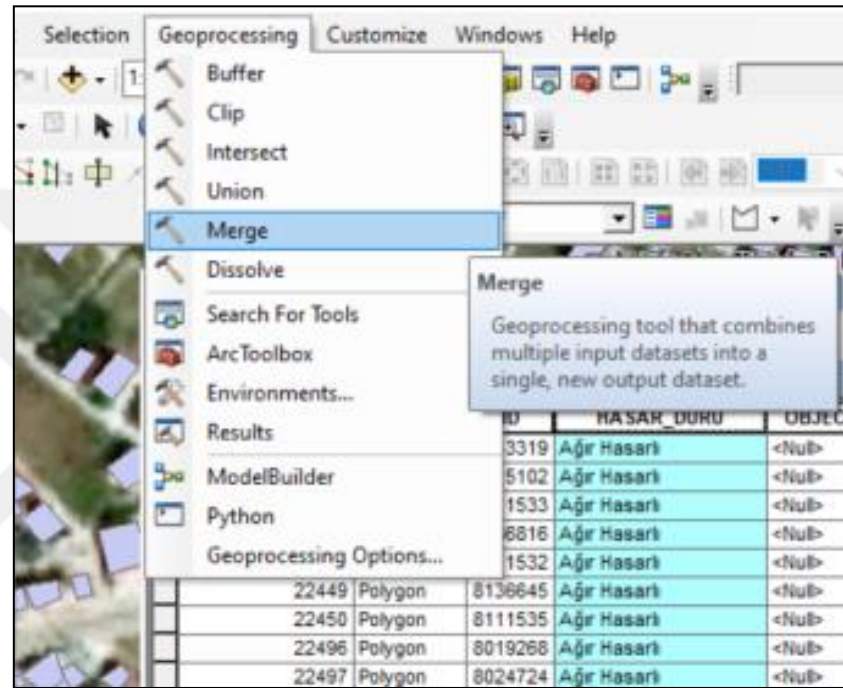
OBJECTID_1	Shape	ID	OBJECTID	SHAPE_Leng	Shape_Length	Shape_Area	ALAN
3	Polygon	8316357	<Null>	<Null>	0.000324	0	65
5	Polygon	4751429	<Null>	<Null>	0.000466	0	132
6	Polygon	4751427	<Null>	<Null>	0.000373	0	81
8	Polygon	8335519	<Null>	<Null>	0.000603	0	226
9	Polygon	8101739	<Null>	<Null>	0.000347	0	75
10	Polygon	4751430	<Null>	<Null>	0.000537	0	149
12	Polygon	4751428	<Null>	<Null>	0.000478	0	141
13	Polygon	8335517	<Null>	<Null>	0.000275	0	47
15	Polygon	8335518	<Null>	<Null>	0.000342	0	72
16	Polygon	8335516	<Null>	<Null>	0.000263	0	43
18	Polygon	8335510	<Null>	<Null>	0.000363	0	76
19	Polygon	8335509	<Null>	<Null>	0.000388	0	93
20	Polygon	8335515	<Null>	<Null>	0.000375	0	79
21	Polygon	4751431	<Null>	<Null>	0.000451	0	107
22	Polygon	8335511	<Null>	<Null>	0.000447	0	107
23	Polygon	4751432	<Null>	<Null>	0.000631	0	242
24	Polygon	8333098	<Null>	<Null>	0.000317	0	61
26	Polygon	8101731	<Null>	<Null>	0.000504	0	155
27	Polygon	4751434	<Null>	<Null>	0.000398	0	87
28	Polygon	8316361	<Null>	<Null>	0.000564	0	189
29	Polygon	4752598	<Null>	<Null>	0.000501	0	148
31	Polygon	8107876	<Null>	<Null>	0.000341	0	71
32	Polygon	8116799	<Null>	<Null>	0.000349	0	75
33	Polygon	4751436	<Null>	<Null>	0.000492	0	125
34	Polygon	8109158	<Null>	<Null>	0.000328	0	59
35	Polygon	8117072	<Null>	<Null>	0.000217	0	27
36	Polygon	8117073	<Null>	<Null>	0.000182	0	19
37	Polygon	8107875	<Null>	<Null>	0.000381	0	82

Şekil 3.21.Sayısallaştırılan Yapılara Ait Veritabanı (Attribute Table ArcGIS 10.8.2)

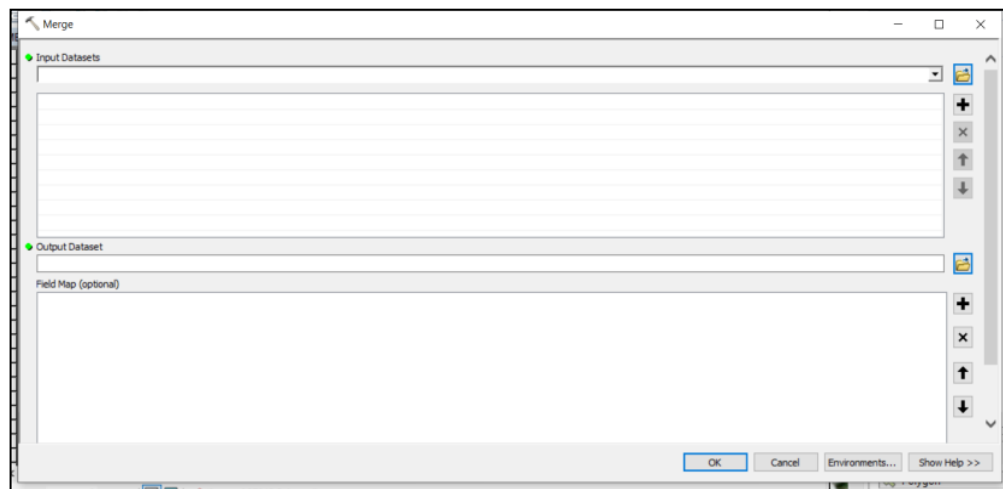
Adım 2: Antakya Kent Merkezine Ait Deprem Sonrası Hasar Almış Yapıların Bulunduğu Veritabanının Elde Edilmesi ve Sayısallaştırılan Yapılar İle Veritabanının Birleştirilmesi

Kahramanmaraş merkezli iki büyük depremin ardından büyük yıkıma uğrayan Hatay/Antakya kent merkezi için Başarsoft Bilgi Teknolojileri A.Ş. tarafından yapılan “Hasar Alan Yapılara Ait Veritabanı” tez konusu kapsamında temin edilmiştir. Söz konusu veritabanında deprem sonrası “Acil Yıkıtılması Gerekli Yapılar”, “Ağır Hasarlı Yapılar” ve “Yıkılmış Yapılar” yer almaktadır. Bu yapıların bulunduğu veritabanının yanı sıra, temin edilen 2023 yılına ait uydu görüntüsü üzerinden kent merkezinde yer alan tüm yapılar sayısallaştırılmıştır. Uygulama sonucu elde edilen iki veritabanı ArcGIS 10.8.2 yazılımının “Merge” komutu kullanılarak birleştirilmiştir. Yazılımda yer alan “Geoprocessing” açılır menüsünden “Merge” komutu seçilir ve açılan pencerede

“Input Dataset” listesinden birleştirilmek istenen veritabanı dosyaları seçilir. Daha sonra “Output Dataset” kısmından birleştirilmiş veritabanının kayıt edileceği dosya seçimi yapılır ve onay verilir. Birleştirilen veritabanı açıldığında Antakya kent merkezi çalışma alan sınırında yer alan yapıların toplamda 30.334 adet olduğu Şekil 34’te “Attribute Table” yoluyla görüntülenebilmektedir. İşlem adımları Şekil 3.22, Şekil 3.23 ve 3.24’te verilmiştir.



Şekil 3.22. Temin Edilen Hasarlı Yapılar Veritabanı ile Sayısallaştırılan Yapı Veritabanının Birleştirilmesi, Adım 1- Merge Komutu Lokasyonu



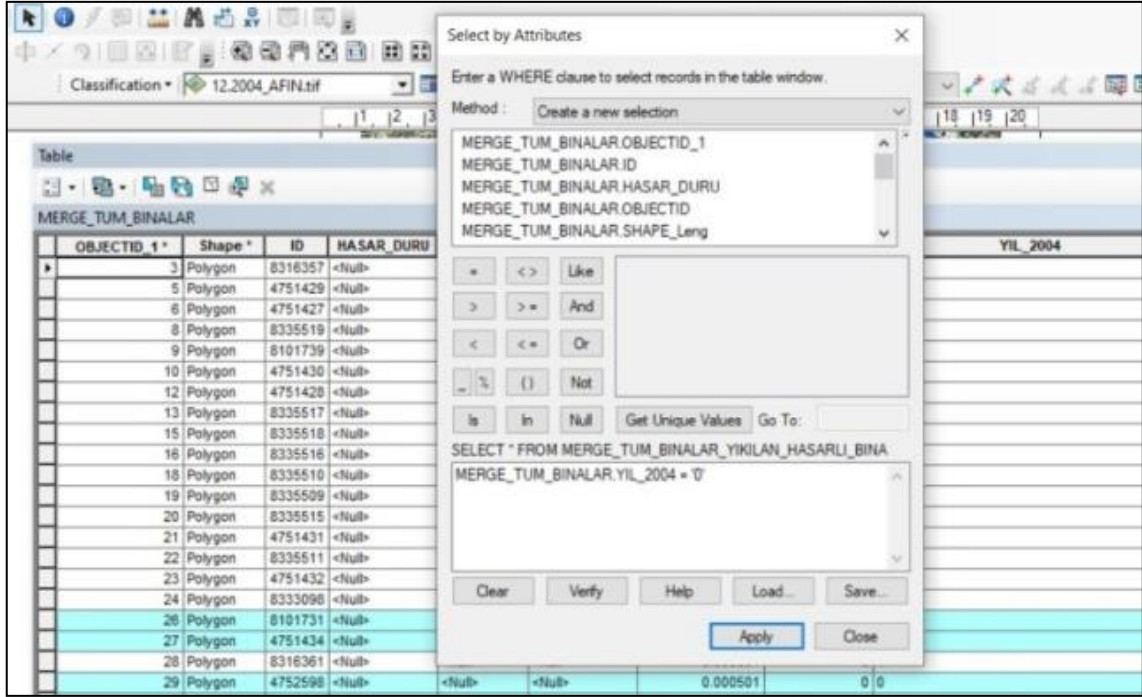
Şekil 3.23. Temin Edilen Hasarlı Yapılar Veritabanı ile Sayısallaştırılan Yapı Veritabanının Birleştirilmesi, Adım 2- Merge Komutu Penceresi

OBJECTID_1 *	Shape *	ID	HASAR_DURU	OBJECTID	SHAPE_Leng	Shape_Length	Shape_Area	ALAN ^
22444	Polygon	4743319	Ağır Hasarlı	<Null>	<Null>	0.000419	0	
22445	Polygon	8015102	Ağır Hasarlı	<Null>	<Null>	0.000875	0	
22446	Polygon	8111533	Ağır Hasarlı	<Null>	<Null>	0.00038	0	
22447	Polygon	4686816	Ağır Hasarlı	<Null>	<Null>	0.000354	0	
22448	Polygon	8111532	Ağır Hasarlı	<Null>	<Null>	0.000345	0	
22449	Polygon	8136645	Ağır Hasarlı	<Null>	<Null>	0.000232	0	
22450	Polygon	8111535	Ağır Hasarlı	<Null>	<Null>	0.000394	0	
22496	Polygon	8019268	Ağır Hasarlı	<Null>	<Null>	0.000701	0	
22497	Polygon	8024724	Ağır Hasarlı	<Null>	<Null>	0.000536	0	
22498	Polygon	8019275	Ağır Hasarlı	<Null>	<Null>	0.000697	0	
22499	Polygon	8031905	Ağır Hasarlı	<Null>	<Null>	0.000706	0	
22500	Polygon	8019274	Ağır Hasarlı	<Null>	<Null>	0.000553	0	
22501	Polygon	8128890	Ağır Hasarlı	<Null>	<Null>	0.00083	0	
22502	Polygon	8016243	Ağır Hasarlı	<Null>	<Null>	0.000777	0	
22505	Polygon	8132125	Ağır Hasarlı	<Null>	<Null>	0.000659	0	
22506	Polygon	8119248	Ağır Hasarlı	<Null>	<Null>	0.000566	0	
22507	Polygon	8016246	Ağır Hasarlı	<Null>	<Null>	0.00067	0	
22508	Polygon	8132124	Ağır Hasarlı	<Null>	<Null>	0.000648	0	
22509	Polygon	8317927	Ağır Hasarlı	<Null>	<Null>	0.000565	0	
22510	Polygon	8027891	Ağır Hasarlı	<Null>	<Null>	0.000605	0	
22511	Polygon	8027893	Ağır Hasarlı	<Null>	<Null>	0.000746	0	
22512	Polygon	8027892	Ağır Hasarlı	<Null>	<Null>	0.000837	0	
22518	Polygon	8018005	Ağır Hasarlı	<Null>	<Null>	0.000819	0	
22519	Polygon	8016763	Ağır Hasarlı	<Null>	<Null>	0.000653	0	
22520	Polygon	8018003	Ağır Hasarlı	<Null>	<Null>	0.000834	0	
22521	Polygon	8132123	Ağır Hasarlı	<Null>	<Null>	0.000794	0	
22522	Polygon	8024007	Ağır Hasarlı	<Null>	<Null>	0.000794	0	
22523	Polygon	8018009	Ağır Hasarlı	<Null>	<Null>	0.000762	0	

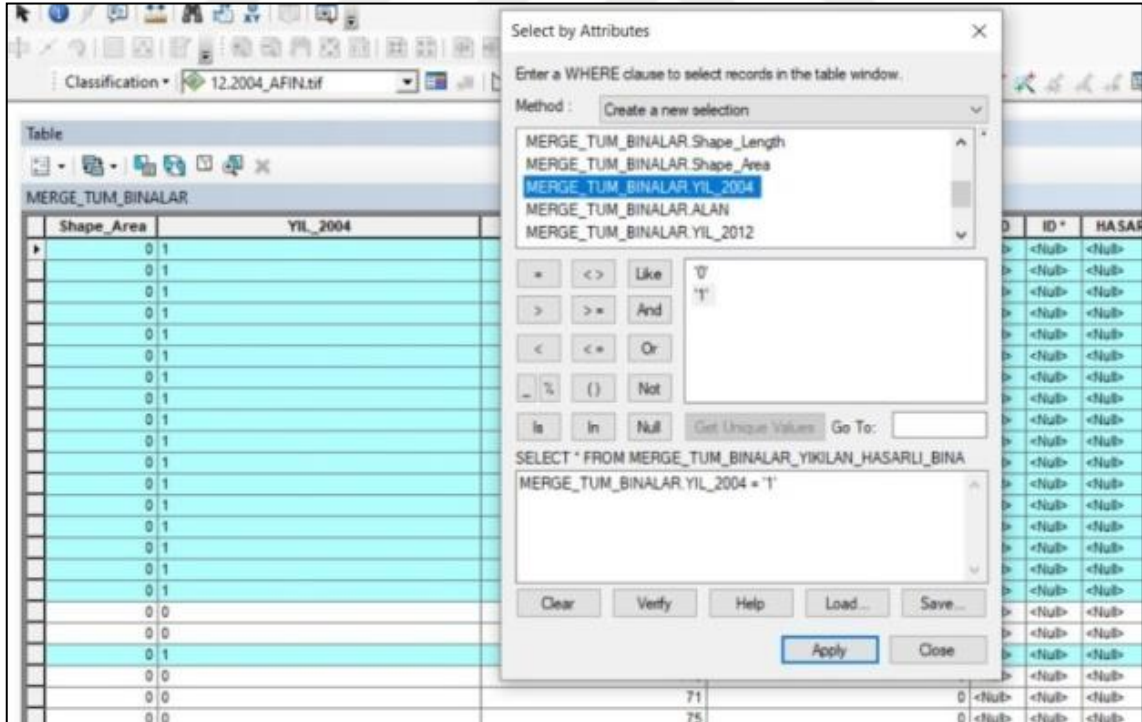
Şekil 3.24. Temin Edilen Hasarlı Yapılar Veritabanı İle Sayısallaştırılan Yapı Veritabanının Birleştirilmesi, Adım - 3 Birleştirilen Veritabanının "Attribute Table"da Görüntülenmesi

Adım 3: Oluşturulan Veritabanında 2004 Yılından Önce ve Sonra İnşa Edilmiş Yapıların Tespitinin Uydu Görüntüsü Kullanılarak Yapılması ve Veritabanında Sorgulanması

Çalışmada temin edilen hasarlı yapı veritabanı ve 2023 yılı uydu görüntüsüne göre sayısallaştırılmış yapılardan oluşan veritabanı birleştirilerek tek bir bina veritabanı elde edilmiştir. Bu aşamadan sonra söz konusu yapılardan oluşan yeni veritabanı ile temin edilen 2004 yılı uydu görüntüsü ArcGIS 10.8.2. yazılımı düzleminde açılarak, yapıların 2004 yılında bulunma durumlarına göre veritabanına işaretleme yapılır. Bu işaretleme için öncelikle söz konusu yapı veritabanının öznitelik tablosu (attribute table) açılır, bu tabloda yeni bir sütun açılarak söz konusu sütunda 2004 öncesi yapılmış yapılara "0", sonra yapılmış yapılara "1" ifadeleri girilir. Böylelikle yapıların yapım dönemi ile ilgili ayrıştırıcı bilgi girilmiş olup veritabanı üzerinde çeşitli sorgulamalar yapılabilir hale getirilir. Yapım yılı 2004 yılından önce olan yapılar Şekil 3.25'deki gibi, sonra olanlar ise Şekil 3.26'daki gibi "Select by Attributes" komutuyla sorgulanabilir.



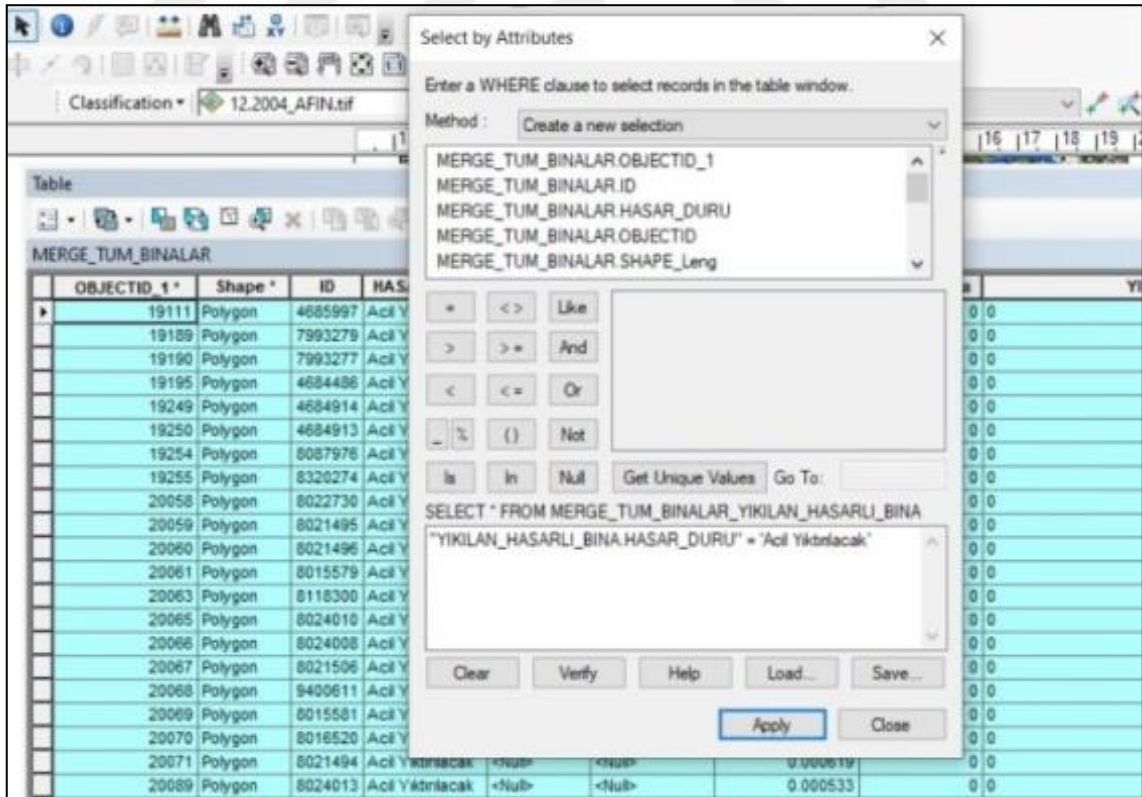
Şekil 3.25. Yapım Yılı 2004 Yılından Önce Olan Yapıların ArcGIS 10.4.1. Yazılımında Sorgulanması



Şekil 3.26. Yapım Yılı 2004 Yılından Sonra Olan Yapıların ArcGIS 10.4.1. Yazılımında Sorgulanması

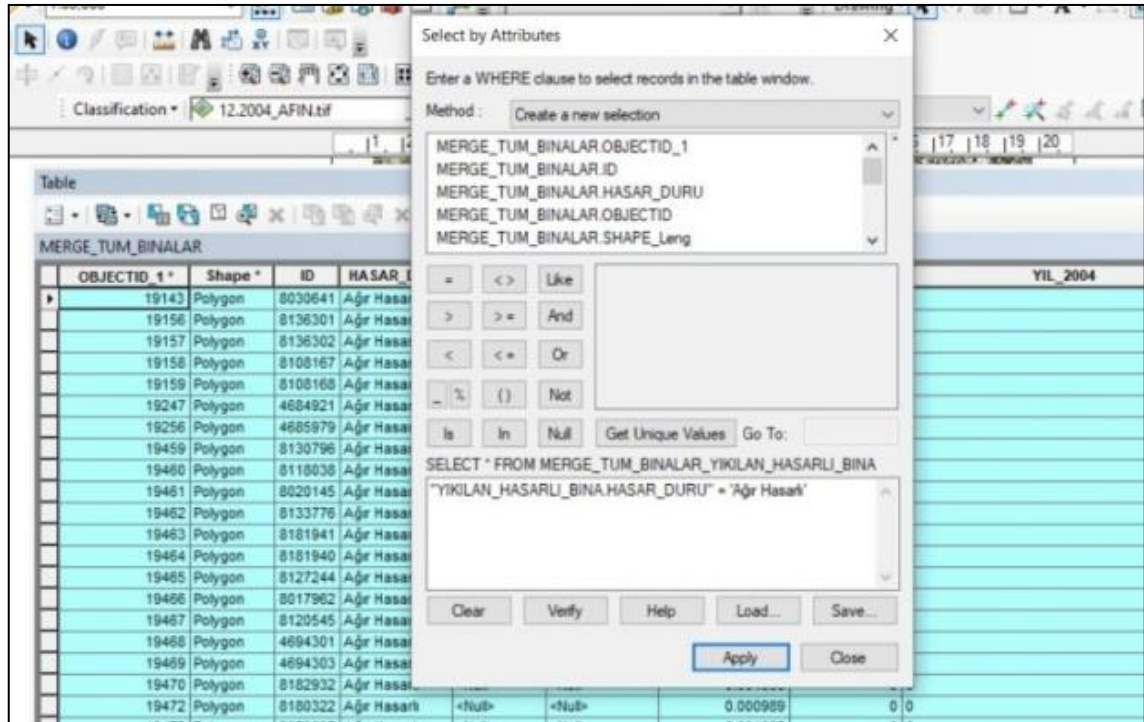
Adım 4: Oluşturulan Veritabanında 2004 Yılından Önce İnşa Edilmiş Yapıların Arasında “Acil Yıkıtılacak Yapılar, Ağır Hasarlı Yapılar ve Yıkılmış Yapılar”ın Sorgulanması

Çalışmanın 3. Adımında gerçekleştirilen yapım dönemi 2004 yılı öncesi ve sonrası olan yapıların veritabanında işaretlenmesinin ardından, yapım dönemine göre hasar durumları da sorgulanabilmektedir. 2004 yılından önce inşa edilmiş yapıların veritabanında seçim işleminin ardından (Select ByAttributes > MERGE_TUM_BINALAR_YIL_2004 = 0), yapılmış seçimin üzerine yeni bir seçim ekleme metodunu seçerek “YIKILAN_HASARLI_BINA_DURUM” = “Acil Yıkıtılacak” seçimi söz konusu sütun içerisinde yapıldığında, sorgulama sonucu veritabanında seçilmiş yapıların yapım dönemi 2004 yılı öncesine ait olup deprem sonrası “Acil Yıkıtılacak” kararı alınmış yapılar olduğu sonucuna ulaşılabilir. Aynı sorgulama yöntemi ile “Ağır Hasarlı Yapılar” ve “Yıkılmış Yapılar” veritabanı içerisinde sorgulanabilmektedir. Söz konusu sorgulama işlemi sonuçları Şekil 3.27, 3.28 ve 3.29’da verilmiştir.



Şekil 3.27. Yapım Yılı 2004 Yılından Önce Olan Yapılar Arasında Acil Yıkıtılacak Yapıların ArcGIS 10.4.1. Yazılımında Sorgulanması

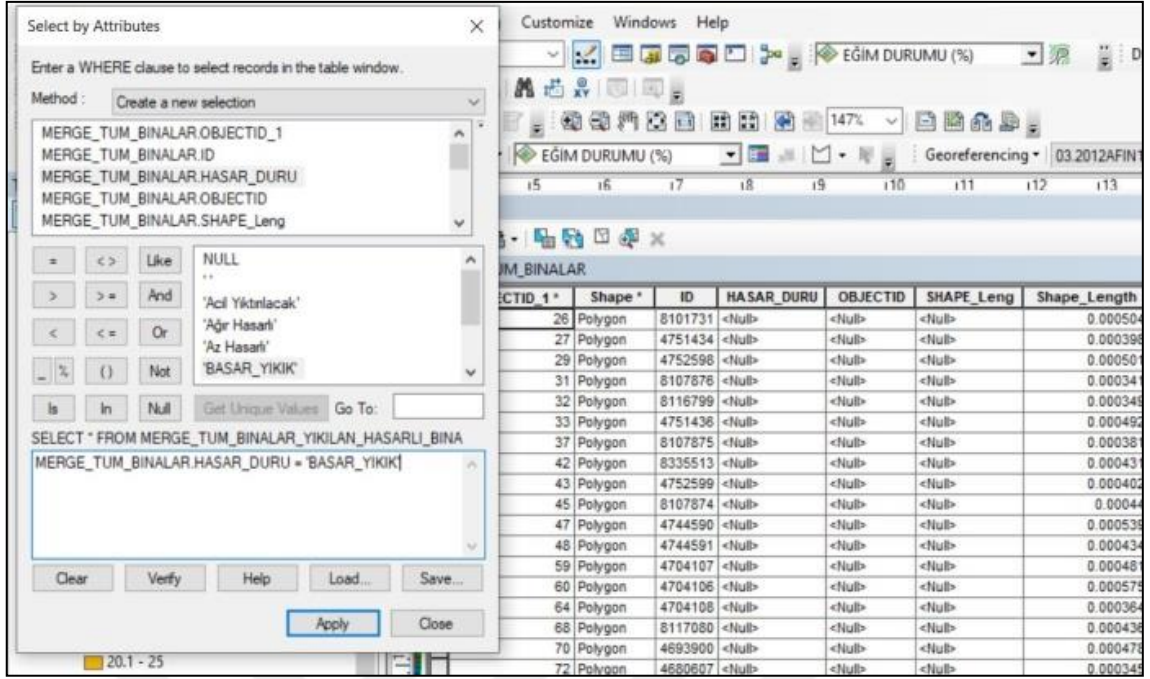
Yapım yılı 2004 yılından önce olup deprem sonrası acil yıktırılması gerekli görülen yapıların 25.752 yapı arasından 187 adedi için karar verildiği görülmektedir.



Şekil 3.28.Yapım Yılı 2004 Yılından Önce Olan Yapılar Arasında Ağır Hasarlı Yapıların ArcGIS10.4.1. Yazılımında Sorgulanması

Yapım yılı 2004 yılından önce olup deprem sonrası ağır hasar alan yapıların 25.752 yapı arasından 979 adet olduğu görülmektedir.

Çalışmada öznitelik tablosu sorgulama işlemleri arasında hasar durumu olarak sorgulanabilir son kategori olan “Yıkılmış Yapılar”ın sorgulanması, 2004 yılından önce inşa edilmiş yapıların veritabanında seçim işleminin ardından (Select By Attributes > MERGE_TUM_BINALAR_YIL_2004=0), yapılmış seçimin üzerine yeni bir seçim ekleme metodunu seçilerek yapılmıştır.Söz konusu seçimde; Geçerli seçim arasından seçim yapma komutu seçilerek (Select from Current Selection) “YIKILAN_HASARLI_BINA_DURUM”= “Yıkılmış Yapılar” sorgulanması sonuçlandırılmıştır. Özetle sorgulama sonucu, yapım dönemi 2004 yılı öncesine ait olup deprem sonrası “Yıkılmış Yapılar” kararı alınmış yapılar sonucuna ulaşılmıştır.

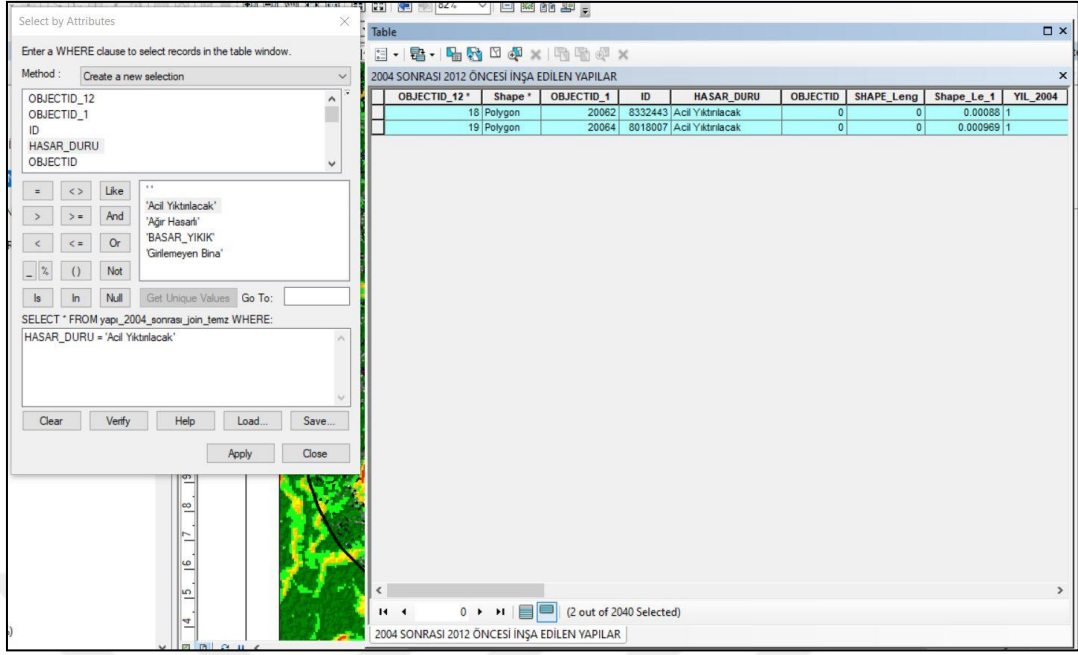


Şekil 3.29.Yapım Yılı 2004 Yılından Önce Olan Yapılar Arasında Yıkılmış Yapıların ArcGIS 10.4.1. Yazılımında Sorgulanması

Yapım yılı 2004 yılından önce olup deprem sonrası yıkılmış yapıların 25.752 yapı arasından 2171 adedi için karar verildiği görülmektedir.

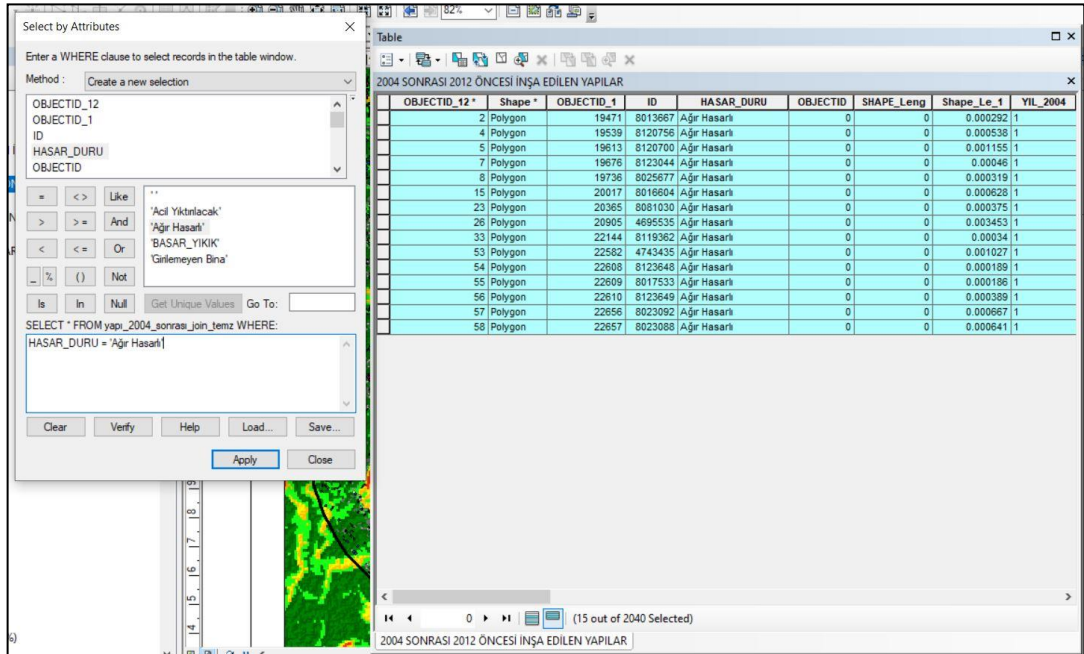
Adım 5: Oluşturulan Veritabanında 2004-2012 Yılları Arasında İnşa Edilmiş Yapıların Arasında “Acil Yıkıtılacak Yapılar, Ağır Hasarlı Yapılar ve Yıkılmış Yapılar” ın Sorgulanması

Yapılan sorgulama işlemine benzer olarak, 2004 yılından sonra 2012 yılından önce inşa edilmiş yapılar veritabanı içerisinde seçilir. Bu seçim işlemi, 2004 yılından önce inşa edilmiş yapıların 2012 yılından önce inşa edilen yapılar arasından çıkarılarak yapılır. Çıkarma işleminden sonra yeni oluşturulan 2004-2012 yılları arasında inşa edilmiş yapı katmanı içerisinde sorgulama işlemi şu işlem adımları ile yapılır; Select By Attributes > “YIKILAN_HASARLI_BINA_DURUM” = “Acil Yıkıtılacak”. Sorgulama sonucu veritabanında seçilmiş yapıların yapım dönemi 2004 yılı sonrası 2012 yılı öncesine ait olup deprem sonrası “Acil Yıkıtılacak” kararı alınmış yapılar olduğu sonucuna ulaşılabilir. Sorgulama işlemleri Şekil 3.30, 3.31 ve 3.32’de verilmiştir.



Şekil 3.30.Yapım Yılı 2004-2012 Yılları Arasında Olan Yapılarda Acil Yıkılacak Yapıların ArcGIS10.4.1. Yazılımında Sorgulanması

Yapım yılı 2004-2012 yılları arasında olup deprem sonrası acil yıktırılması gerekli görülen yapıların 2040 yapı arasından 2 adedi için karar verildiği görülmektedir.



Şekil 3.31.Yapım Yılı 2004-2012 Yılları Arasında Olan Yapılarda Ağır Hasarlı Yapıların ArcGIS 10.4.1. Yazılımında Sorgulanması

Yapım yılı 2004-2012 yılları arasında olup deprem sonrası ağır hasarlı yapıların 2040 yapı arasından 15 adedi olduğu görülmektedir.

The screenshot shows the ArcGIS 10.4.1 interface. On the left, a 'Select by Attributes' dialog box is open, showing a list of attributes: OBJECTID_12, OBJECTID_1, ID, HASAR_DURU, and OBJECTID. The 'Where' clause is set to 'HASAR_DURU = 'BASAR_YIKIK''. Below the dialog, a small map shows a green area with a black line. On the right, a table window titled '2004 SONRASI 2012 ÖNCESİ İNŞA EDİLEN YAPILAR' is displayed. The table has columns: OBJECTID_12, Shape, OBJECTID_1, ID, HASAR_DURU, OBJECTID, SHAPE_Leng, Shape_Le_1, and YIL_200. The table contains 45 rows of data, all with 'HASAR_DURU' set to 'BASAR_YIKIK'.

OBJECTID_12	Shape	OBJECTID_1	ID	HASAR_DURU	OBJECTID	SHAPE_Leng	Shape_Le_1	YIL_200
1	Polygon	19164	8083608	BASAR_YIKIK	0	0	0.000419	1
3	Polygon	19505	8100570	BASAR_YIKIK	0	0	0.000197	1
6	Polygon	19614	8026409	BASAR_YIKIK	0	0	0.000686	1
10	Polygon	19952	8135551	BASAR_YIKIK	0	0	0.000094	1
11	Polygon	19955	8097713	BASAR_YIKIK	0	0	0.000685	1
12	Polygon	19956	4692899	BASAR_YIKIK	0	0	0.000693	1
13	Polygon	19980	8115336	BASAR_YIKIK	0	0	0.000499	1
14	Polygon	19981	8115335	BASAR_YIKIK	0	0	0.000604	1
16	Polygon	20043	8013750	BASAR_YIKIK	0	0	0.000817	1
17	Polygon	20047	8115340	BASAR_YIKIK	0	0	0.001005	1
20	Polygon	20275	8015433	BASAR_YIKIK	0	0	0.000939	1
21	Polygon	20277	8015446	BASAR_YIKIK	0	0	0.000528	1
22	Polygon	20278	8015445	BASAR_YIKIK	0	0	0.000543	1
24	Polygon	20815	10142290	BASAR_YIKIK	0	0	0.000518	1
25	Polygon	20831	8095343	BASAR_YIKIK	0	0	0.000563	1
27	Polygon	21076	8083521	BASAR_YIKIK	0	0	0.000459	1
28	Polygon	21077	4702187	BASAR_YIKIK	0	0	0.00036	1
29	Polygon	21108	8084612	BASAR_YIKIK	0	0	0.000574	1
30	Polygon	21180	8000904	BASAR_YIKIK	0	0	0.000614	1
31	Polygon	21212	8032953	BASAR_YIKIK	0	0	0.000484	1
32	Polygon	21213	8015024	BASAR_YIKIK	0	0	0.000352	1
34	Polygon	22364	8318225	BASAR_YIKIK	0	0	0.000534	1
35	Polygon	22383	8124181	BASAR_YIKIK	0	0	0.000446	1
36	Polygon	22406	8124183	BASAR_YIKIK	0	0	0.000567	1
37	Polygon	22407	8031698	BASAR_YIKIK	0	0	0.000495	1
38	Polygon	22408	8124182	BASAR_YIKIK	0	0	0.000547	1
39	Polygon	22411	8124180	BASAR_YIKIK	0	0	0.000435	1
40	Polygon	22412	9319543	BASAR_YIKIK	0	0	0.000221	1
41	Polygon	22415	9319542	BASAR_YIKIK	0	0	0.000239	1
42	Polygon	22419	8017651	BASAR_YIKIK	0	0	0.000425	1
43	Polygon	22425	8111360	BASAR_YIKIK	0	0	0.000622	1
44	Polygon	22428	8111831	BASAR_YIKIK	0	0	0.000512	1

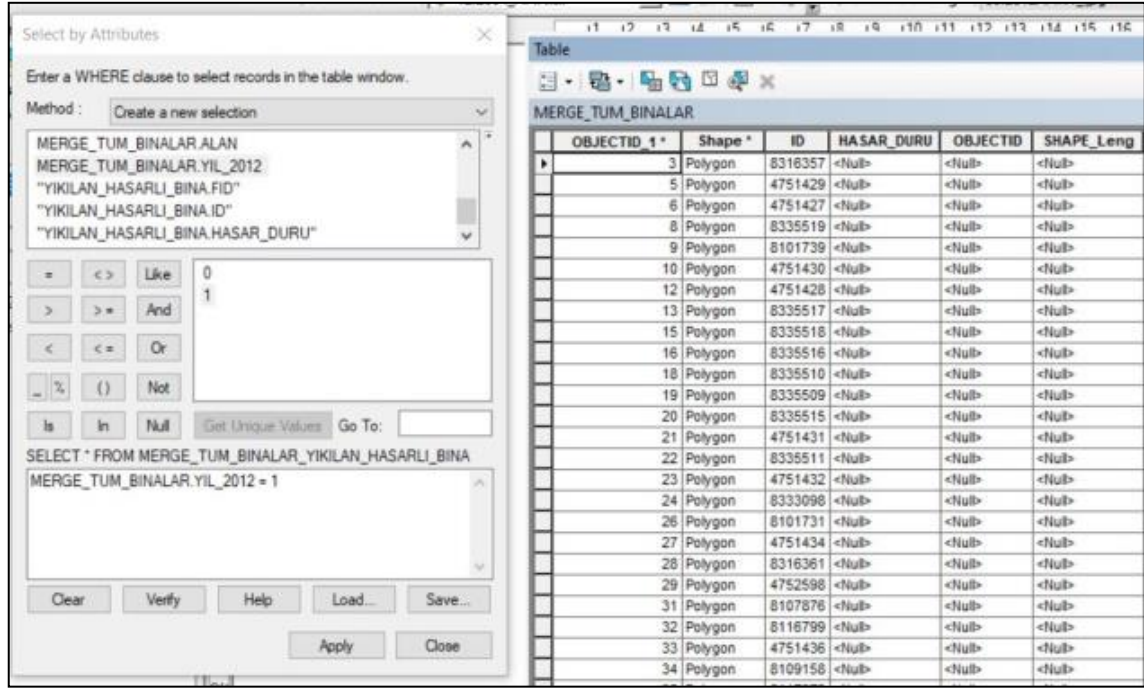
Şekil 3.32. Yapım Yılı 2004-2012 Yılları Arasında Olan Yapılarda Yıkılmış Yapıların ArcGIS 10.4.1. Yazılımında Sorgulanması

Yapım yılı 2004-2012 yılları arasında olup deprem sonrası yıkılmış yapıların 2040 yapı arasından 45 adedi olduğu görülmektedir.

Adım 6: Oluşturulan Veritabanında 2012 Yılından Sonra İnşa Edilmiş Yapıların Tespitinin Uydu Görüntüsü Kullanılarak Yapılması ve Veritabanında Sorgulanması

Bu aşamadan sonra söz konusu yapılardan oluşan yeni veritabanı ile temin edilen 2012 yılı uydu görüntüsü ArcGIS 10.8.2. yazılımı düzleminde açılarak, yapıların 2012 yılında bulunma durumlarına göre veritabanına işaretleme yapılmıştır. Bu işaretleme için öncelikle söz konusu yapı veritabanı öznitelik tablosu (attributetable) açılır, bu tabloda yeni bir sütun açılarak söz konusu sütunda 2012 öncesi yapılmış yapılara “0”, sonra yapılmış yapılara “1” ifadeleri girilir. Böylelikle yapıların yapım dönemi ile ilgili ayrıştırıcı bilgi girilmiş olup veritabanı üzerinde çeşitli sorgulamalar yapılabilir hale getirilir.

Yapım yılı 2012 yılından sonra olan yapılar Şekil 3.33'deki gibi "Select by Attributes" komutuyla sorgulanmıştır. Sorgulama sonucu 2012 yılından sonra inşa edilmiş yapıların,30.334 adet yapı arasından 2542 adet yapının olduğu sonucuna ulaşılmıştır.



Şekil 3.33.Yapım Yılı 2012 Yılından Sonra Olan Yapıların ArcGIS 10.4.1. Yazılımında Sorgulanması

Adım 7: Oluşturulan Veritabanında 2012 Yılından Sonra İnşa Edilmiş Yapıların Arasında “Acil Yıkıtılacak Yapılar, Ağır Hasarlı Yapılar ve Yıkılmış Yapılar”ın Sorgulanması

Çalışmada öznitelik tablosu sorgulama işlemleri arasında hasar durumu olarak sorgulanabilir bir kategori olan “Ağır Hasarlı Yapılar”ın sorgulanması, 2012 yılından sonra inşa edilmiş yapıların veritabanında seçim işleminin ardından, yapılmış seçimin üzerine yeni bir seçim ekleme metodu kullanılarak sorgulama işlemi yapılmıştır. Söz konusu seçimde; Geçerli seçim arasından seçim yapma komutu seçilerek (Select from Current Selection) “YIKILAN_HASARLI_BINA_DURUM”=“Ağır Hasarlı Yapılar” sorgulanması sonuçlandırılmıştır. Özetle sorgulama sonucu, yapım dönemi 2012 yılı

sonrasına ait olup deprem sonrası “Ağır Hasarlı Yapılar” kararı alınmış yapılar sonucuna ulaşılmıştır. Sorgulama işleminin sonucu Şekil 3.34’te verilmiştir.

Select by Attributes

Enter a WHERE clause to select records in the table window.

Method : Select from current selection

MERGE_TUM_BINALAR.ALAN
MERGE_TUM_BINALAR.YIL_2012
"YIKILAN_HASARLI_BINA.FID"
"YIKILAN_HASARLI_BINA.ID"
"YIKILAN_HASARLI_BINA.HASAR_DURU"

= <> Like NULL
> >= And
< <= Or
_ % () Not
Is In Null Get Unique Values Go To:

SELECT * FROM MERGE_TUM_BINALAR_YIKILAN_HASARLI_BINA
WHERE YIKILAN_HASARLI_BINA.HASAR_DURU = 'Ağır Hasarlı'

Clear Verify Help Load... Save... Apply Close

Table

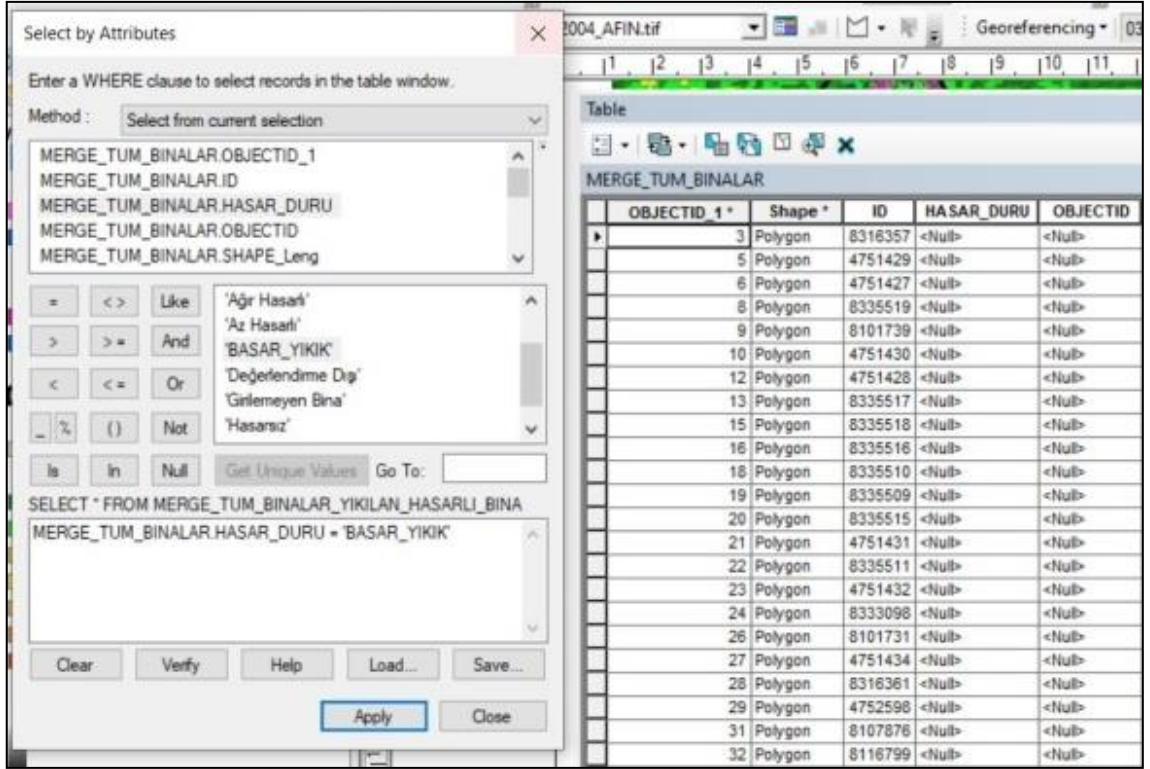
MERGE_TUM_BINALAR

OBJECTID	Shape	ID	HASAR_DURU	OBJECTID
3	Polygon	8316357	<Null>	<Null>
5	Polygon	4751429	<Null>	<Null>
6	Polygon	4751427	<Null>	<Null>
8	Polygon	8335519	<Null>	<Null>
9	Polygon	8101739	<Null>	<Null>
10	Polygon	4751430	<Null>	<Null>
12	Polygon	4751428	<Null>	<Null>
13	Polygon	8335517	<Null>	<Null>
15	Polygon	8335518	<Null>	<Null>
16	Polygon	8335516	<Null>	<Null>
18	Polygon	8335510	<Null>	<Null>
19	Polygon	8335509	<Null>	<Null>
20	Polygon	8335515	<Null>	<Null>
21	Polygon	4751431	<Null>	<Null>
22	Polygon	8335511	<Null>	<Null>
23	Polygon	4751432	<Null>	<Null>
24	Polygon	8333098	<Null>	<Null>
26	Polygon	8101731	<Null>	<Null>
27	Polygon	4751434	<Null>	<Null>
28	Polygon	8316361	<Null>	<Null>
29	Polygon	4752598	<Null>	<Null>
31	Polygon	8107876	<Null>	<Null>
32	Polygon	8116799	<Null>	<Null>
33	Polygon	4751436	<Null>	<Null>
34	Polygon	8109158	<Null>	<Null>
35	Polygon	8117072	<Null>	<Null>
36	Polygon	8117073	<Null>	<Null>

Şekil 3.34. Yapım Yılı 2012 Yılından Sonra Olan Yapılar Arasında Ağır Hasarlı Yapıların ArcGIS10.4.1. Yazılımında Sorgulanması

Şekil 3.34’te verilen değerlere göre yapım yılı 2012 sonrası olan yapılar arasında deprem sonrası ağır hasarlı kararı alınan yapıların 2542yapı arasından 41 adet olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Benzer sorgulama adımları ile 2012 yılından sonra inşa edilmiş yapılar arasında “Acil Yıkılacak” kararı alınmış yapı bulunmadığı tespit edilmiştir.

2012 yılından sonra inşa edilen yapılar arasında deprem sonrası “Yıkılmış Yapılar”ın sorgulama işlemleri gerçekleştirildiğinde, 2542 yapı arasından 62 yapı olduğu gözlemlenmiştir. Şekil 3.35’te yıkılmış yapılara dair yapılan sorgulama tablosu verilmiştir.



Şekil 3.35.Yapım Yılı 2012 Yılından Sonra Olan Yapılar Arasında Yıkılmış Yapıların ArcGIS 10.4.1. Yazılımında Sorgulanması

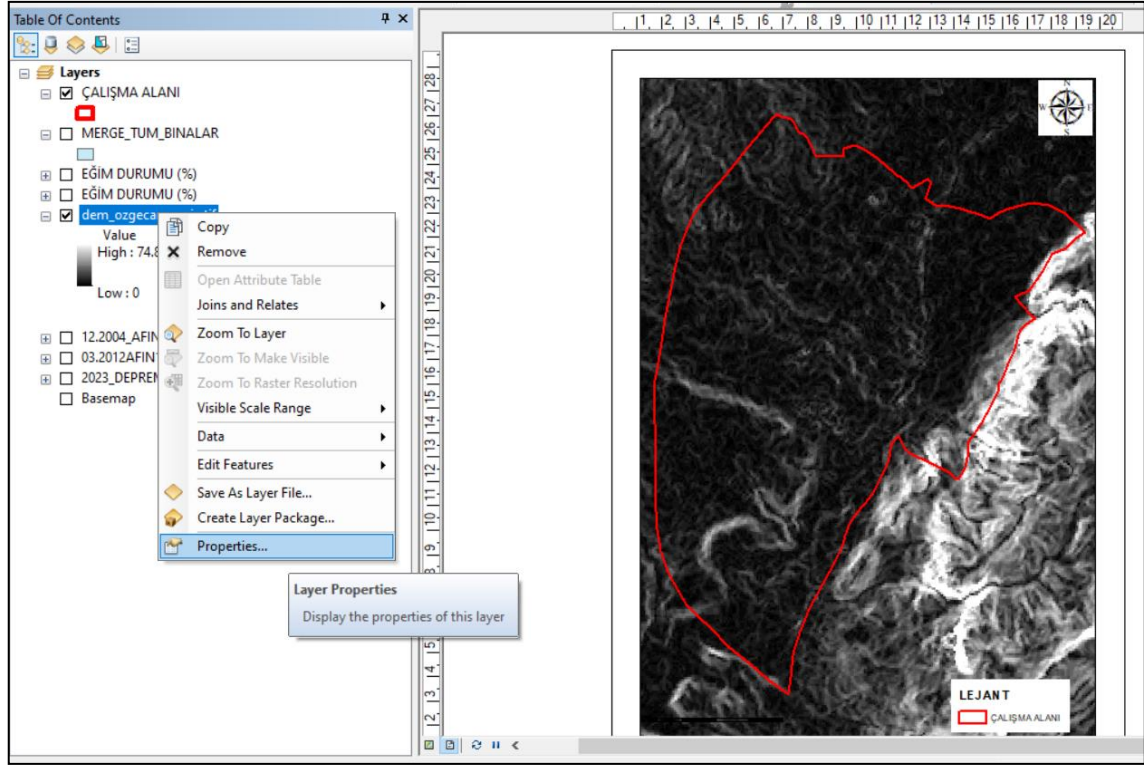
3.2.3.Hatay/Antakya kent merkezi eğim analizi

Hatay/Antakya kent merkezi için gerçekleştirilen söz konusu tez çalışması kapsamında, deprem sonrası yıkılan yapıların alandaki jeomorfolojik özellikler ile ilişkisinin irdelenmesi amacıyla Eğim Analizi yapılmıştır. Eğim Analizi “Google Earth Engine” açık kaynaklı kod sistemi yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Google Earth Engine Kod Editör arayüzünde uygulanan işlem adımları Tablo 3.1’de özetlenerek ifade edilmiştir.

Tablo 3.1. Google Earth Engine ile Eğim Analizi Oluşturma İşlem Adımları

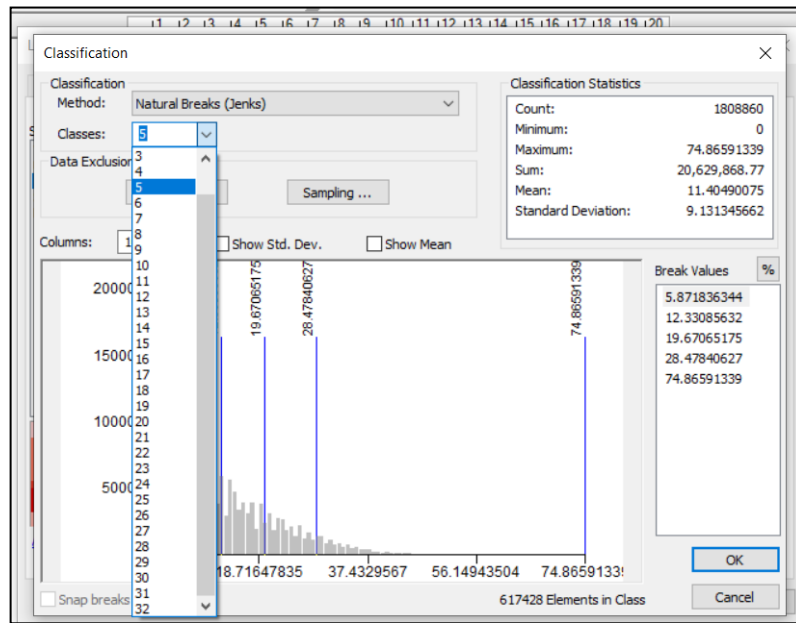
ADIM	KAPSAM	DETAY
1	Google Earth Engine Kod Editör açılır. "New Script" penceresine açık kaynaklı kodlar arasında yer alan ve "USGS" dem verisini kullanabilme imkanı tanıyan kod girilir.	"var dem=ee.Image("USGS/SRTMGL1_003")" kodu kullanılır.
2	"New Script" penceresine, projede oluşturulacak DEM verisi için yazdırma görevini tanımlayan kod girilir.	"print(dem)" kodu kullanılır
3	Projede çalışma sınırlarını harita düzlemi üzerinde poligon araçlarını kullanarak belirledikten sonra çalışma alanı dışındaki alanların çalışma düzleminden kesilmesine olanak sağlayacak komut yazılır.	"var dem2=dem.clip(sinir)" kodu kullanılır.
4	Harita düzleminde çizilen ve alan sınırını tanımlayan poligonun farklı bir katman olarak sistemde kullanılabilmesi için yeni bir komut girilir.	"Map.addLayer(dem2,{'DEM'})" kodu kullanılır. Daha sonra "Run" seçeneği ile çalıştırılır. Aynı bir katman olarak sistem arayüzüne açılır.
5	Eğim Analizi'ne başlarken arayüzde bulunan "Docs" arama motoruna "Slope" yazılarak kullanılacak olan verinin girişi sağlanır.	"Slope" başlığı altında "ee.Algorithms.Terrain(input)" seçeneği seçilir. New Script penceresine yazdırılır. "(var slope=ee.Terrain.slope(dem2))"
6	New Script penceresinde kullanılacak olan verinin çalışma sınırları ile birlikte tanımlanmasından sonra tekrar yeni katman oluşturma komutu girilir.	"(Map.addLayer(slope,{'Slope'})" kodu kullanılır. Daha sonra "Run" seçeneği ile çalıştırılır. Aynı bir katman olarak sistem arayüzüne açılır.
7	Çalışma ekranı üzerinde oluşan görüntü üzerinde renk ve band ayarlamaları yapılabilir.	Harita düzleminde sağ kısımda yer alan "Layers" penceresinden ilgili katmanı seçerek parametre ayarlamaları yapılabilir. Söz konusu çalışmada parametre Stretch:3 ve 1 band Grayscale özellikleri seçilmiştir. "Import" ile seçime onay verilir. Eğim Analizi harita üzerinde bu adım sonrasında görüntülenir.
8	Seçilen parametre ile görüntü kaydedilmek üzere hazır hale getirilir.	"Layers" kısmında DEM verisini Eğim Analizi formatında görüntüleyebilmek adına "Elevation" ve Stretch:3 seçenekleri seçilir.
9	Söz konusu çalışmanın Google Earth Engine arayüzünden, çalışma başlangıcında kayıt olunan Google Drive dosyasına kayıt edilmesi için kod editörüne komut verilir.	Söz konusu çalışmanın kullanılmak üzere temin edilebilmesi için, New Script penceresine "Export.image.toDrive({'sonraki satırlara sırasıyla; "image:dem2", "Description:'DEM'", "scale:30", "region:sinir"})" kodları yazılır.
10	Son olarak çalışma penceresinde "Run" kısmı ile girilen kodların çalışması sağlanır.	"Run" komutundan sonra "Tasks" penceresinde elde edilen DEM verisi görüntülenmektedir. Söz konusu pencerede bulunan "Run" komutu tekrar seçildiğinde, Google Earth Engine proje hesabına istenen isim ile kaydedilmesine olanak sağlanmaktadır.

Tablo 3.1’de verilen işlem adımlarına göre oluşturulan DEM verisi ArcGIS 10.4.1. yazılımında Şekil 3.36’da verildiği gibi görüntülenmiştir.



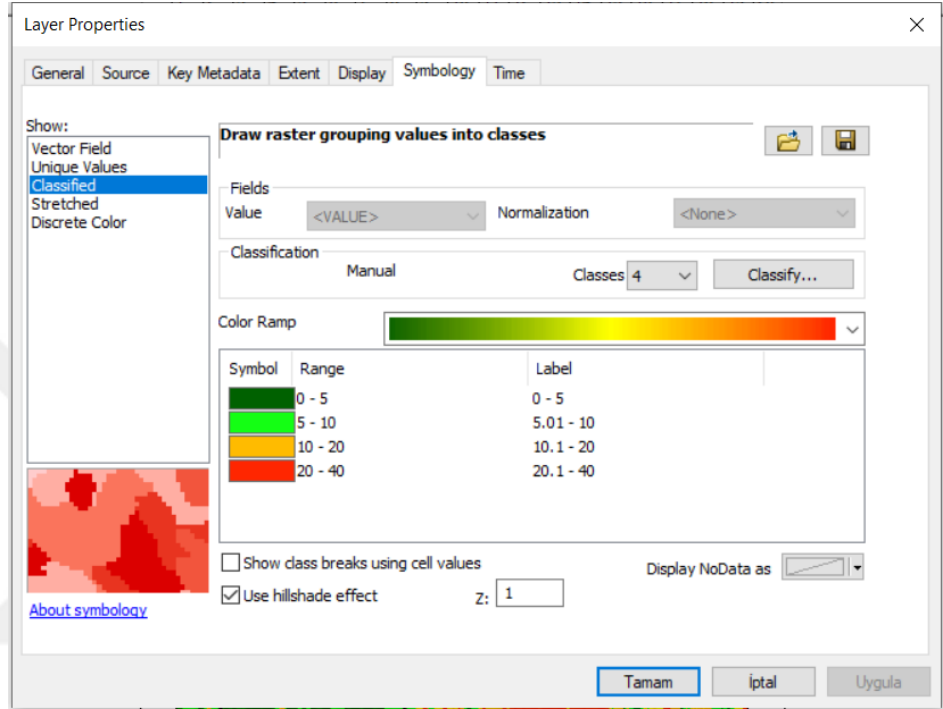
Şekil 3.36. Google Earth Engine Yazılımı Yardımıyla Oluşturulan DEM Verisinin ArcGIS 10.4.1 Yazılımında Görüntülenmesi

Şekil 3.37’de verildiği gibi görüntülenen DEM verisinden Eğim Analizi oluşturulmuştur. Eğim Analizi sınıflandırma işlemi için “Properties” sekmesi kullanılmıştır.



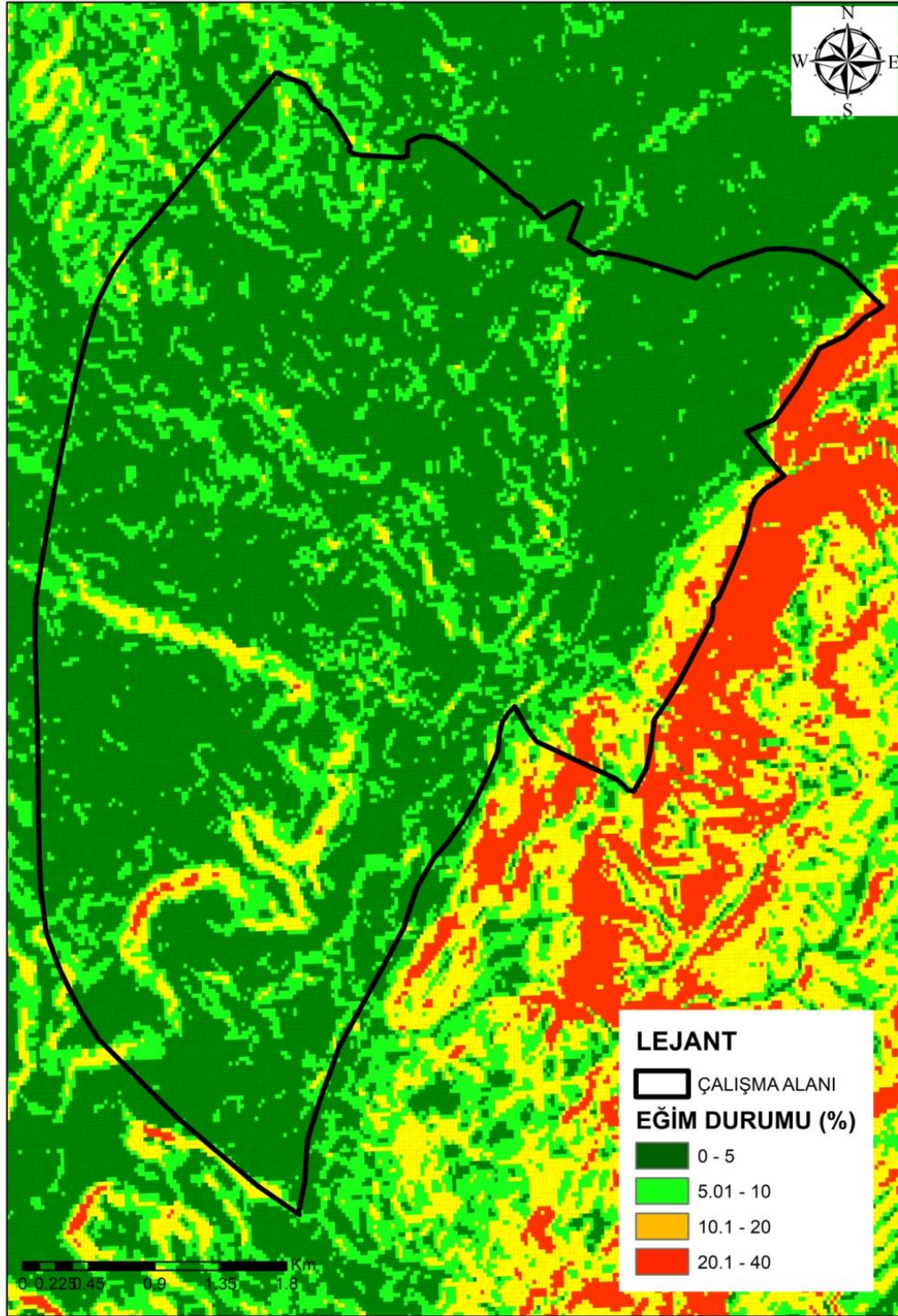
Şekil 3.37. ArcGIS 10.4.1 Yazılımı LayerProperties-Classification Ayarları

Şekil 3.38’de verilen Classification ayarlarında oluşturulmak istenen Eğim Analizi’nde sınıflandırma ve eğim yüzde aralığı belirlenmiştir. Belirlenen eğim aralığı değerleri %0-5, %5.01-10, %10.01-20 ve %20-40 (%20 ve üzeri)’dir. Aynı işlem penceresi olan Layer Properties (Şekil 48) içerisinde uygun gösterim teknikleri belirlenerek Eğim Analizi oluşturulmuştur (Şekil 3.39).



Şekil 3.38. ArcGIS 10.4.1 Yazılımı Layer Properties-Classified Arayüzü

HATAY/ANTAKYA KENT MERKEZİ EĞİM ANALİZİ



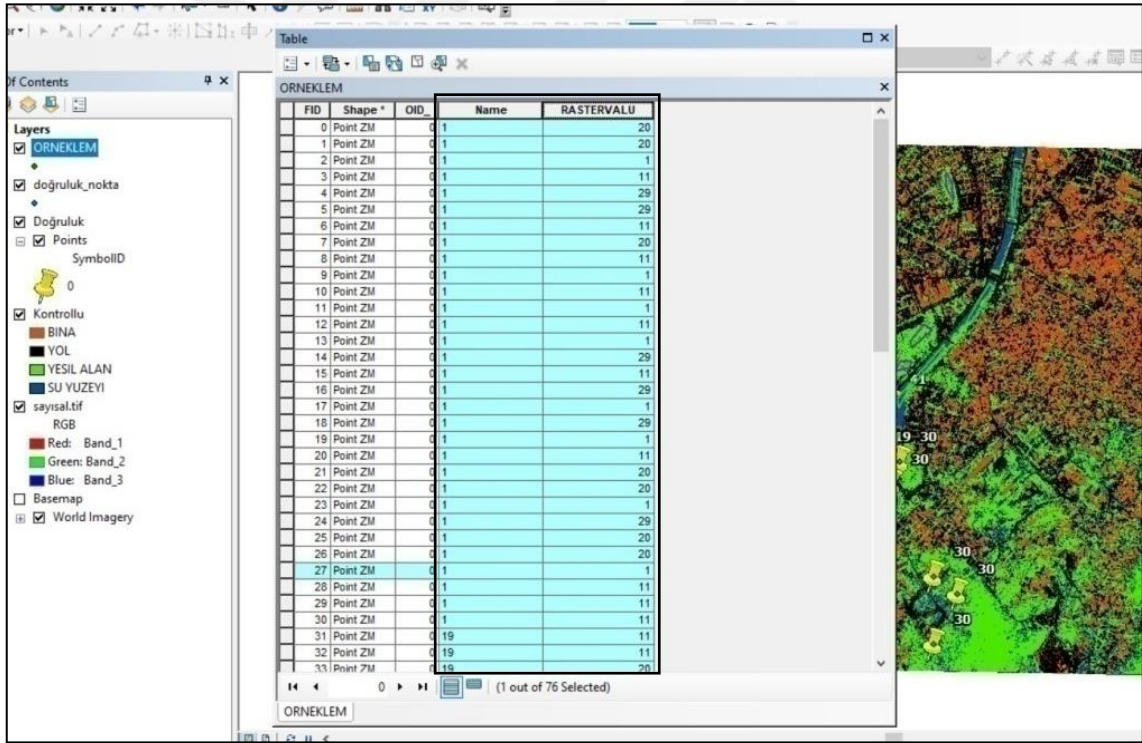
Şekil 3.39. Eğim Analizi

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE SONUÇLARI

4.2. ARAŞTIRMA BULGULARI

Tez çalışması kapsamında, Hatay/Antakya kent merkezinde bulunan yapıların 6 Şubat 2023'te meydana gelen Kahramanmaraş merkezli iki büyük deprem sonrası hasar alma durumlarını, belirlenen periyodik yıllara göre incelemek ve bu yapıları Türkiye'de kabul edilip uygulanmaya başlanan yasa ve yönetmeliklerle ilişkilendirmek amacıyla çeşitli metotlar uygulanmıştır.

İlk olarak uygulanan yöntem olan “Kontrollü Sınıflandırma” yöntemi, uydu görüntüsü üzerinden örneklem alınarak mekansal değişimin tespiti noktasında raster görüntü ile nokta değerlerinin büyük oranda uyum sağlamadığı öznitelik tablosunda gözlemlenmiştir (Şekil 4.1). Bu sebeple sağlıklı sonuçlara ulaşılamayacağı görülmüş olup alternatif diğer uygulamalar değerlendirilmiştir.



Şekil 4.1. Kontrollü Sınıflandırma Yöntemi Sonucu Örneklem Noktalarının Doğruluk Tespiti

Tez çalışması kapsamında ikinci olarak uygulanan yöntem NDVI ve NBDI analiz yöntemidir. Bu çalışmada, Hatay/Antakya kent merkezinde Aralık 2000 ile 2002 arasında inşa edilen ve depremde zarar gören yapıları tespit etmek için uydu

görüntülerine dayalı Nbdı analizi yapılmıştır. Söz konusu uygulamada seçilen yıllar 1999 yılında uygulanmaya başlanan Deprem Yönetmeliği kapsamında inşa edilmiş yapıların tespiti amacıyla belirlenmiştir. Ancak, LANDSAT 7 uydu görüntülerinin düşük çözünürlüğü nedeniyle, daha detaylı yapısal değişikliklerin tespiti için yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerine ve ileri inceleme tekniklerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bağlamda, Antakya kent merkezindeki yapısal değişimleri detaylı bir şekilde analiz etmek ve bir veritabanı oluşturmak için yüksek çözünürlüklü görüntülerin kullanılması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Fakat söz konusu yöntemin, depremin etkilediği alanlarda hasar tespiti ve iyileştirme çalışmalarının önceliklendirilmesinde önemli bir araç olmakla birlikte afet yönetimi ve kentsel planlama süreçlerinde kullanılabilir bir yöntem olduğu görülmektedir. Şekil 4.2’de çalışma sonucu elde edilen görüntü verilmiştir.



Şekil 4.2. NBDI Görüntüsü (Deprem Sonrası Değişimlerin Meydana Geldiği Alanlar)

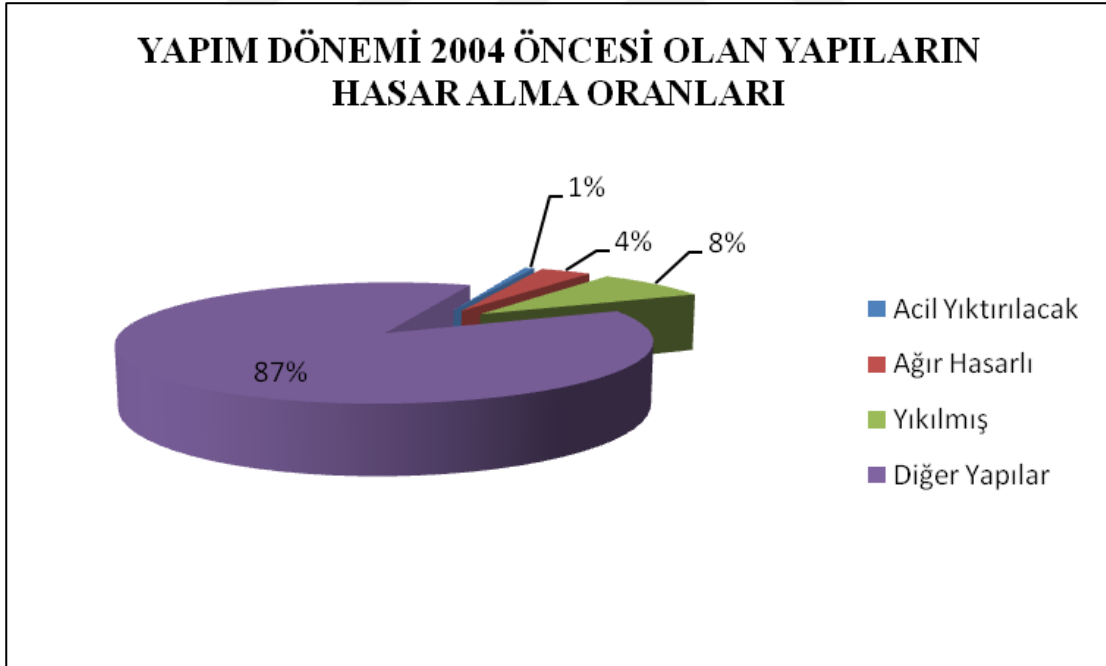
Tez konusu kapsamında son olarak uygulanan yöntem olan “Belirli Yıllara Ait Uydu Görüntülerinin Kullanılması Yoluyla Bina Yapım Dönemi ve Hasar Durum Tespiti Çalışması” ndaHatay/Antakya kent merkezinde bulunan yapılar için oluşturulan veritabanı ve söz konusu veritabanı içerisinde hasar seviyesine göre çeşitlilik gösteren yapılar sorgulanmıştır. Belirlenen kırılım yıllarından (2004 öncesi, 2004-2012, 2012 sonrası) önce veya sonra inşa edilme durumlarının tespiti ileyapılan sorgulama işlemlerinde yapım dönemine göre hasar alma durumları ortaya koyulmuştur. Yapım

dönemine göre hasar alma durumları ayrı olarak ele alınarak sayısal ve görsel anlamda tablo-harita gösterim teknikleriyle sunulmuştur.

Tez çalışması kapsamında belirlenen periyodik yıllara göre inşa edilmiş yapılar ile deprem sonrası hasar alma durumları haritalarda verilmiştir. Söz konusu yapılara dair sayısal bilgiler Tablo 4.1, 4.2, 4.3 ve Şekil 4.3, 4.4 ve 4.5'te detaylandırılmıştır.

Tablo 4.1. *Yapım Dönemi 2004 Öncesi Olan Hasarlı Yapı Adetleri ve Oranları*

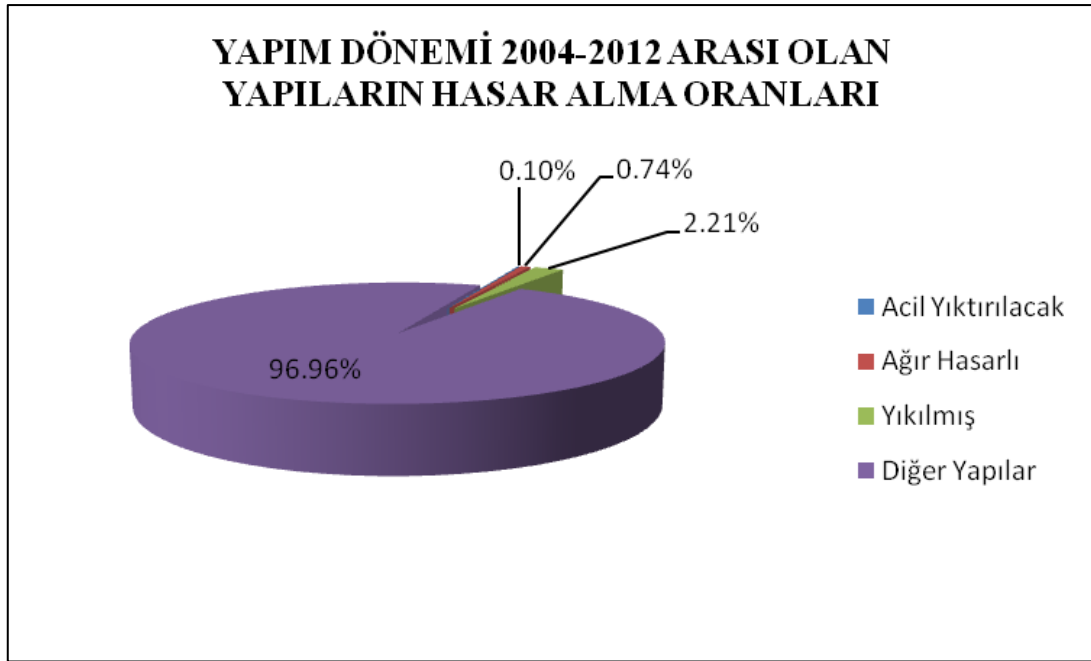
Hasar Durumu	Yapım Dönemi 2004 Öncesi Olan Yapı Adedi	Oran (%)
Acil Yıkılacak	187	0.73
Ağır Hasarlı	979	3.80
Yıkılmış	2171	8.43
Diğer Yapılar	22415	87.04
Toplam	25752	100.00



Şekil 4.3. *Yapım Dönemi 2004 Öncesi Olan Yapıların Hasar Alma Oranları*

Tablo 4.2. *Yapım Dönemi 2004-2012 Yılları Arasında Olan Hasarlı Yapı Adetleri ve Oranları*

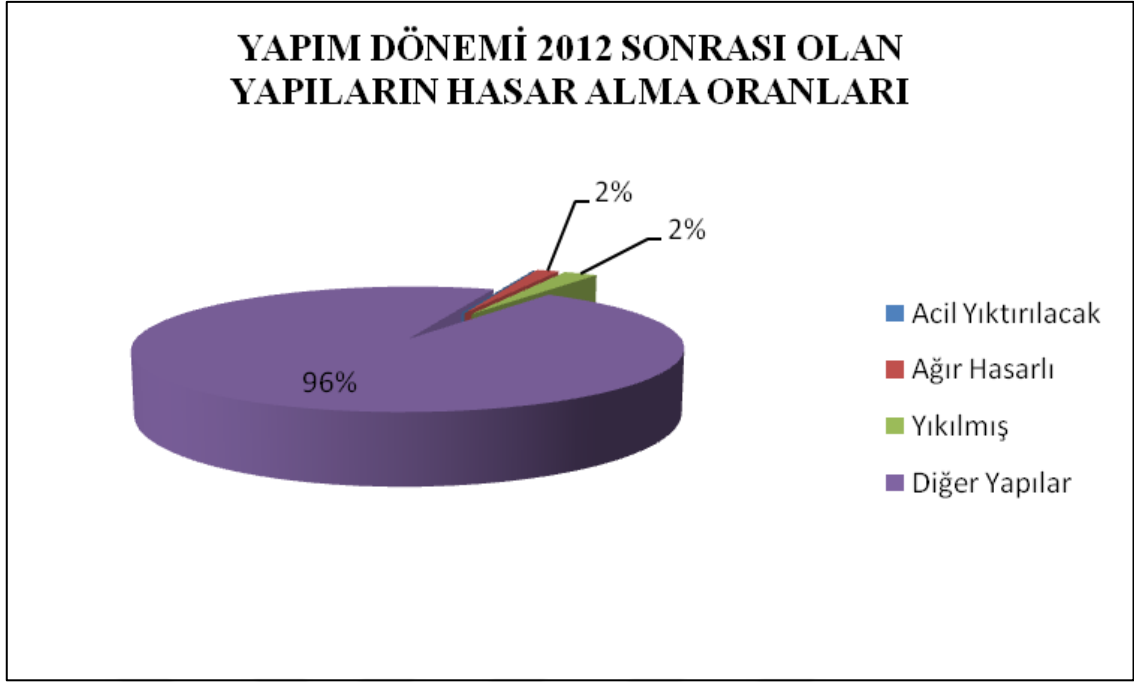
Hasar Durumu	Yapım Dönemi 2004 2012 Arası Olan Yapı Adedi	Oran (%)
Acil Yıkılacak	2	0.10
Ağır Hasarlı	15	0.74
Yıkılmış	45	2.21
Diğer Yapılar	1978	96.96
Toplam	2040	100.00



Şekil 4.4. *Yapım Dönemi 2004-2012 Arası Olan Yapıların Hasar Alma Oranları*

Tablo 4.3. *Yapım Dönemi 2012 Yılı Sonrası Olan Hasarlı Yapı Adetleri ve Oranları*

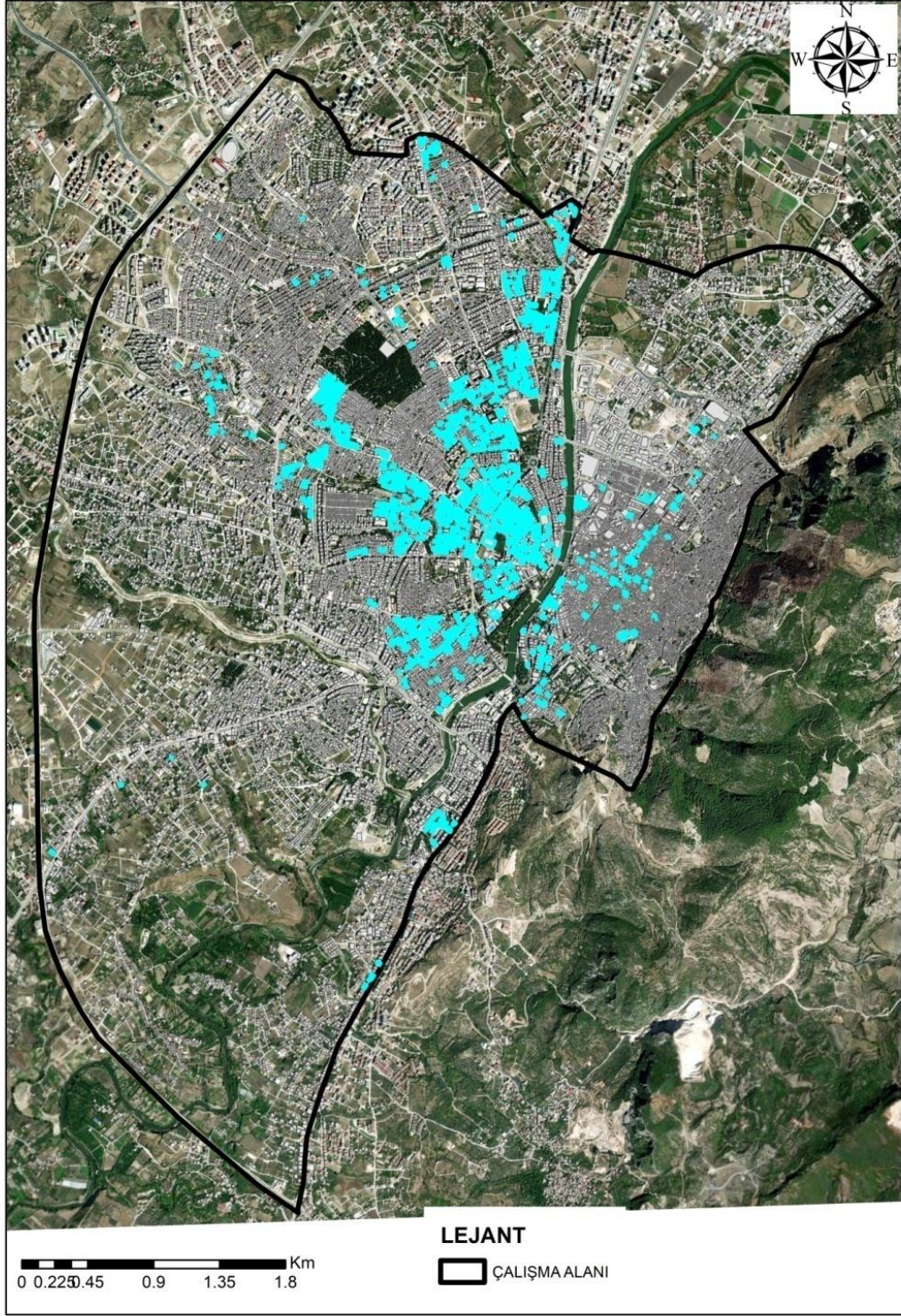
Hasar Durumu	Yapım Dönemi 2012 Sonrası Olan Yapı Adedi	Oran (%)
Acil Yıkılacak	0	0.00
Ağır Hasarlı	41	1.61
Yıkılmış	62	2.44
Diğer Yapılar	2439	95.95
Toplam	2542	100.00



Şekil 4.5.Yapım Dönemi 2004-2012 Arası Olan Yapıların Hasar Alma Oranları

Yapım dönemine göre hasar alma durumları incelenen Hatay/Antakya kent merkezindeki yapılar, Şekil 4.6’da yapım döneminden bağımsız olarak ele alınmış olup, 6 Şubat depremi sonrası yıkılmış olan yapılara yer verilmiştir.

ANTAKYA KENT MERKEZİ EĞİM DURUMU VE YAPIM DÖNEMİ

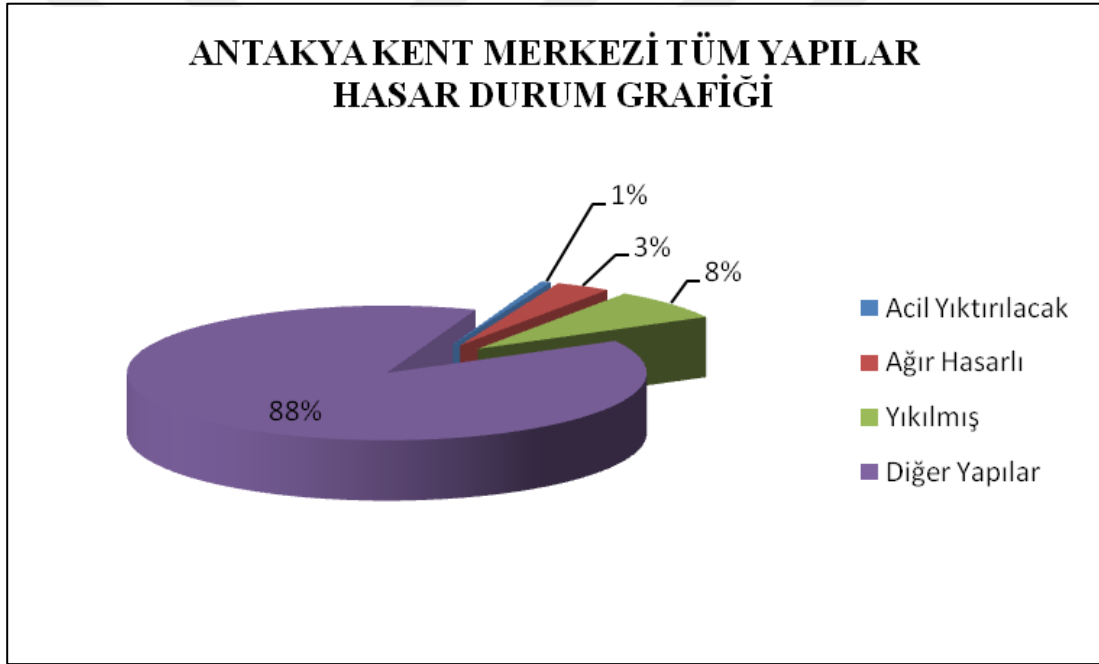


Şekil 4.6.Hatay/Antakya Kent Merkezi Tüm Yapılar ve Deprem Sonrası Yıkılmış Yapılar

Hatay/Antakya kent merkezinde yapım döneminden bağımsız olarak 2023 yılı deprem sonrası yapıların durumu incelendiğinde, toplamda 30.334 yapıdan 189 adet acil yıktırılacak yapı, 1035 adet ağır hasarlı yapı ve 2278 adet yıkılmış yapı tespit edilmiştir. Söz konusu hasar durumları Tablo4.4 ve Şekil 4.7’de verilmiştir.

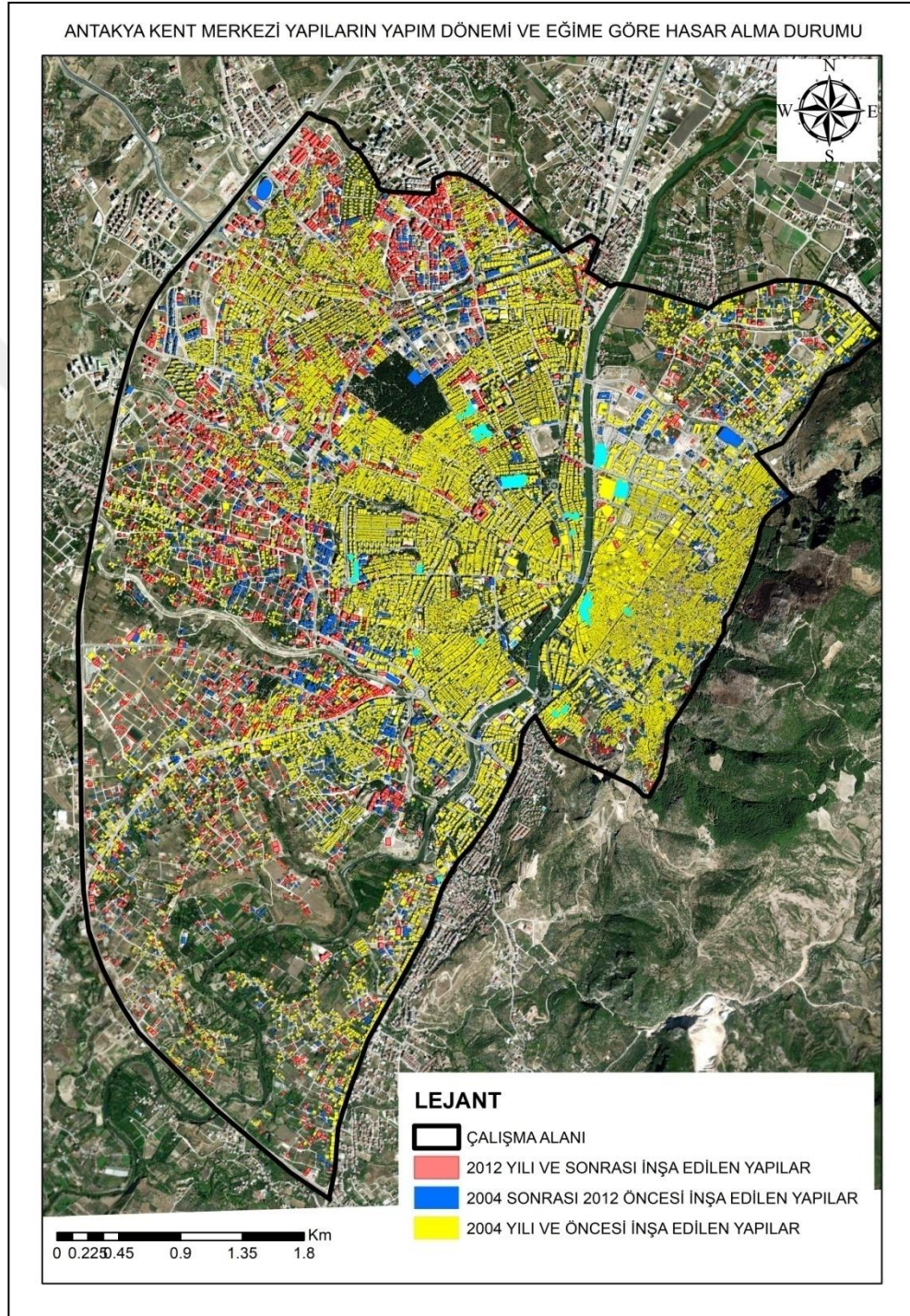
Tablo 4.4. Antakya Kent Merkezi Toplam Hasarlı Yapı Adetleri ve Türleri

Hasar Durumu	ANTAKYA KENT MERKEZİ TÜM YAPILAR
Acil Yıktırılacak	189
Ağır Hasarlı	1035
Yıkılmış	2278
Diğer Yapılar	26832
Toplam	30334



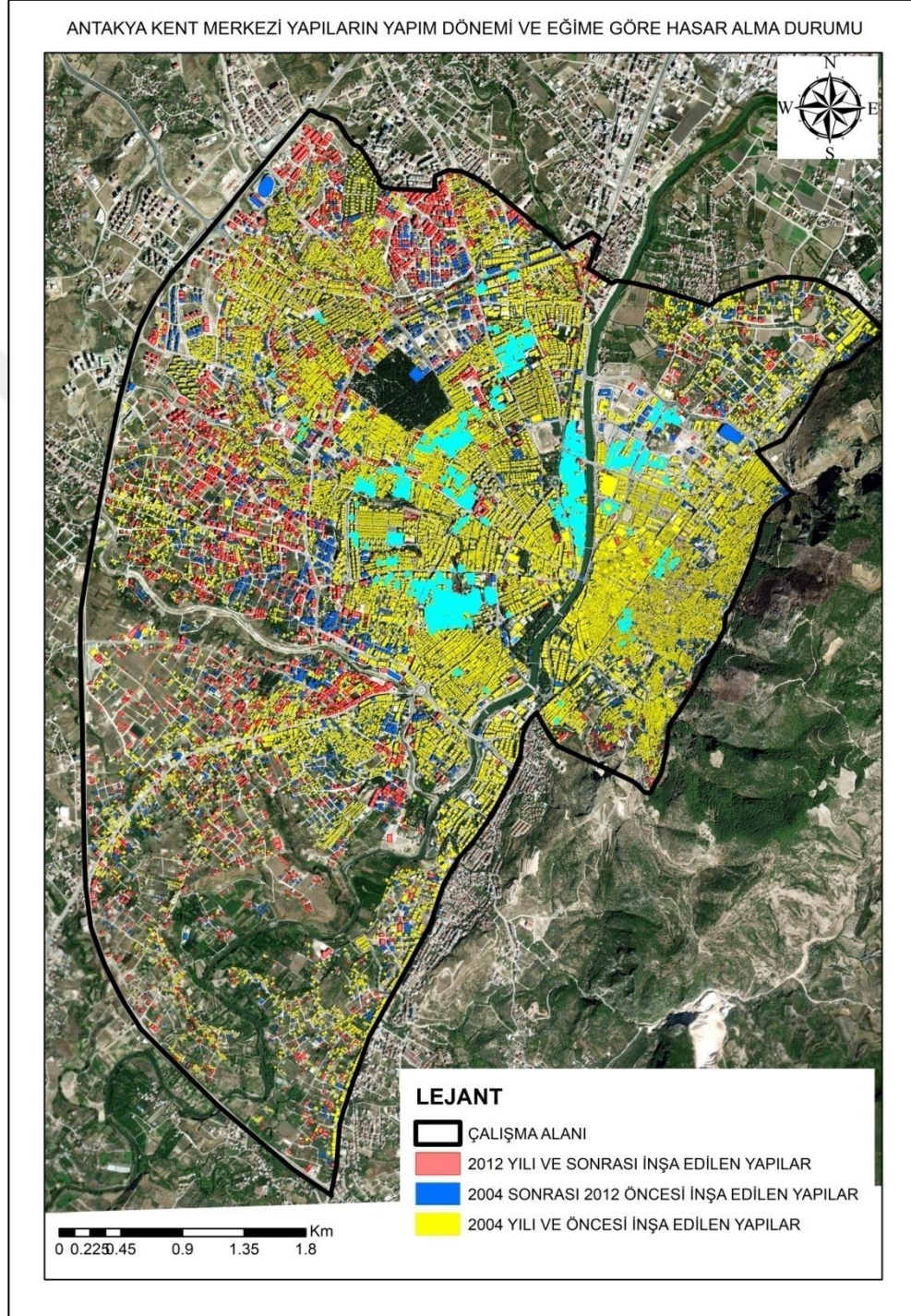
Şekil 4.7. Antakya Kent Merkezi Tüm Yapılar Hasar Durum Grafiği ve Oranları (%)

2004 Yılından Önce İnşa Edilmiş Yapıların Arasında “Acil Yıkıtılacak Kararı Alınan Yapılar” Şekil 4.8’de verilmiştir.



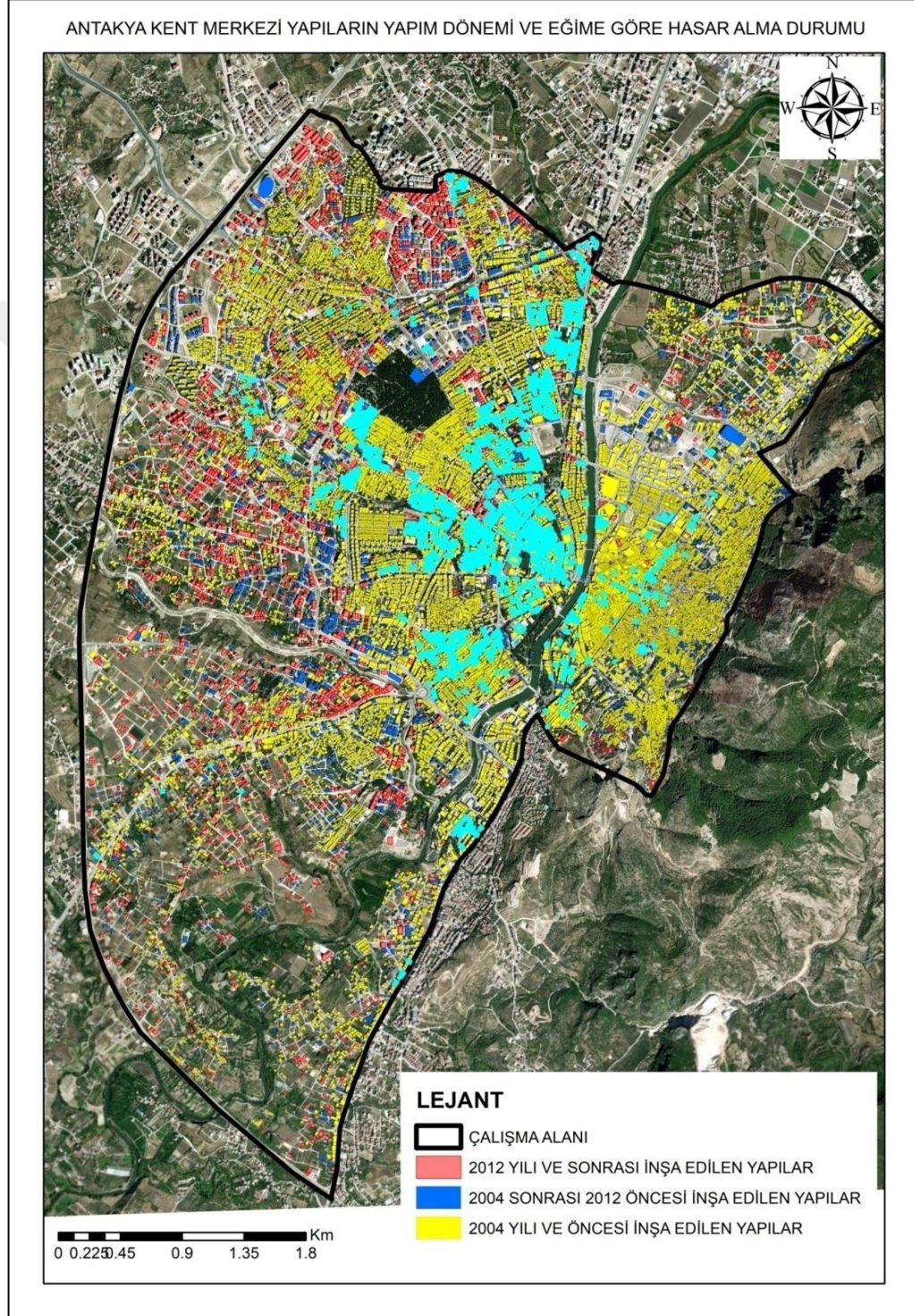
Şekil 4.8. Yapım Yılı 2004 Yılından Önce Olan Yapılar Arasında Deprem Sonrası Acil Yıkıtılacak Yapılar

2004 Yılından Önce İnşa Edilmiş Yapıların Arasında “Ağır Hasarlı Yapılar” Şekil 4.9’da verilmiştir.



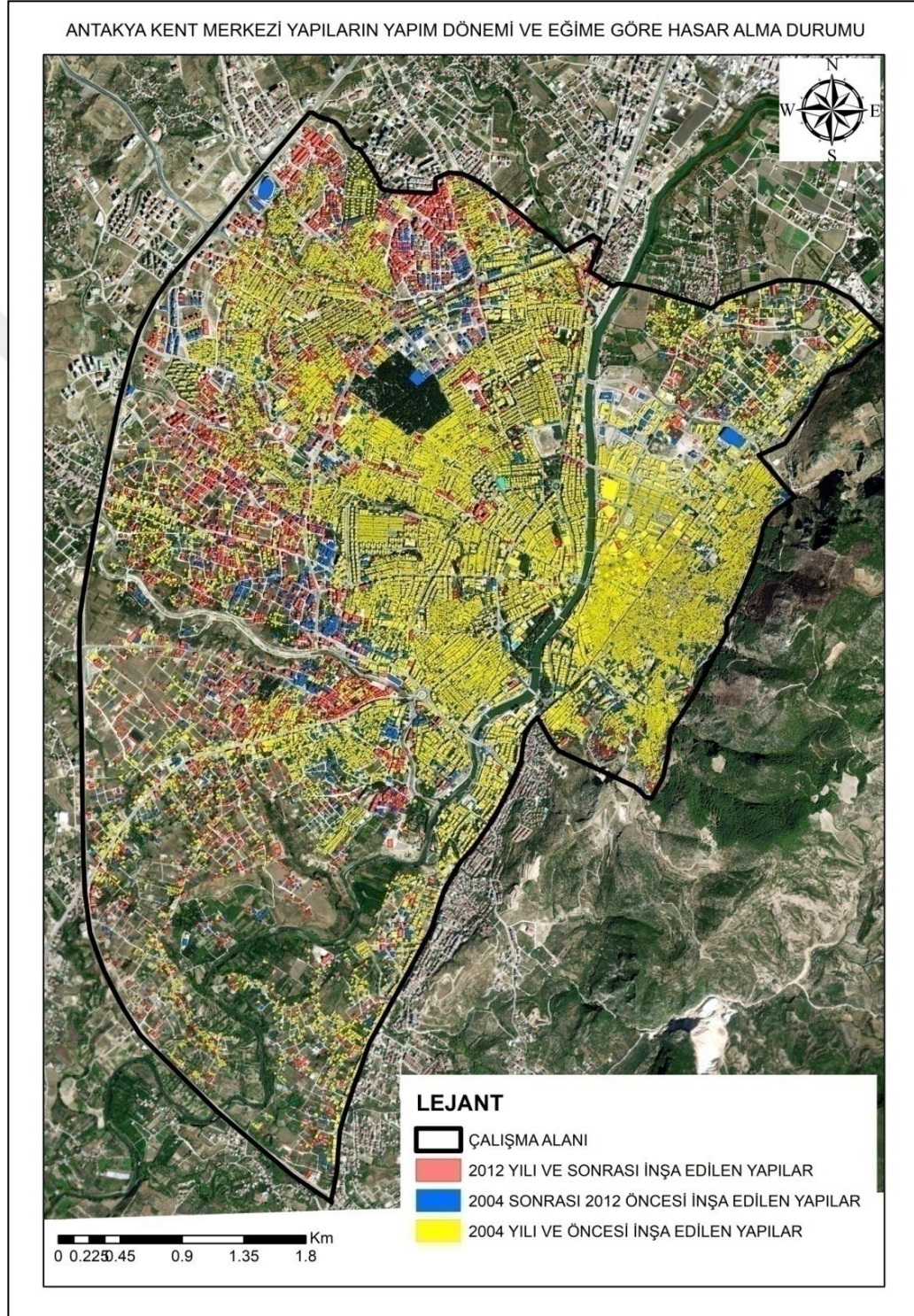
Şekil 4.9. Yapım Yılı 2004 Yılından Önce Olan Yapılar Arasında Deprem Sonrası Ağır Hasarlı Yapılar

2004 Yılından Önce İnşa Edilmiş Yapıların Arasında “Yıkılmış Yapılar” Şekil 4.10’da verilmiştir.



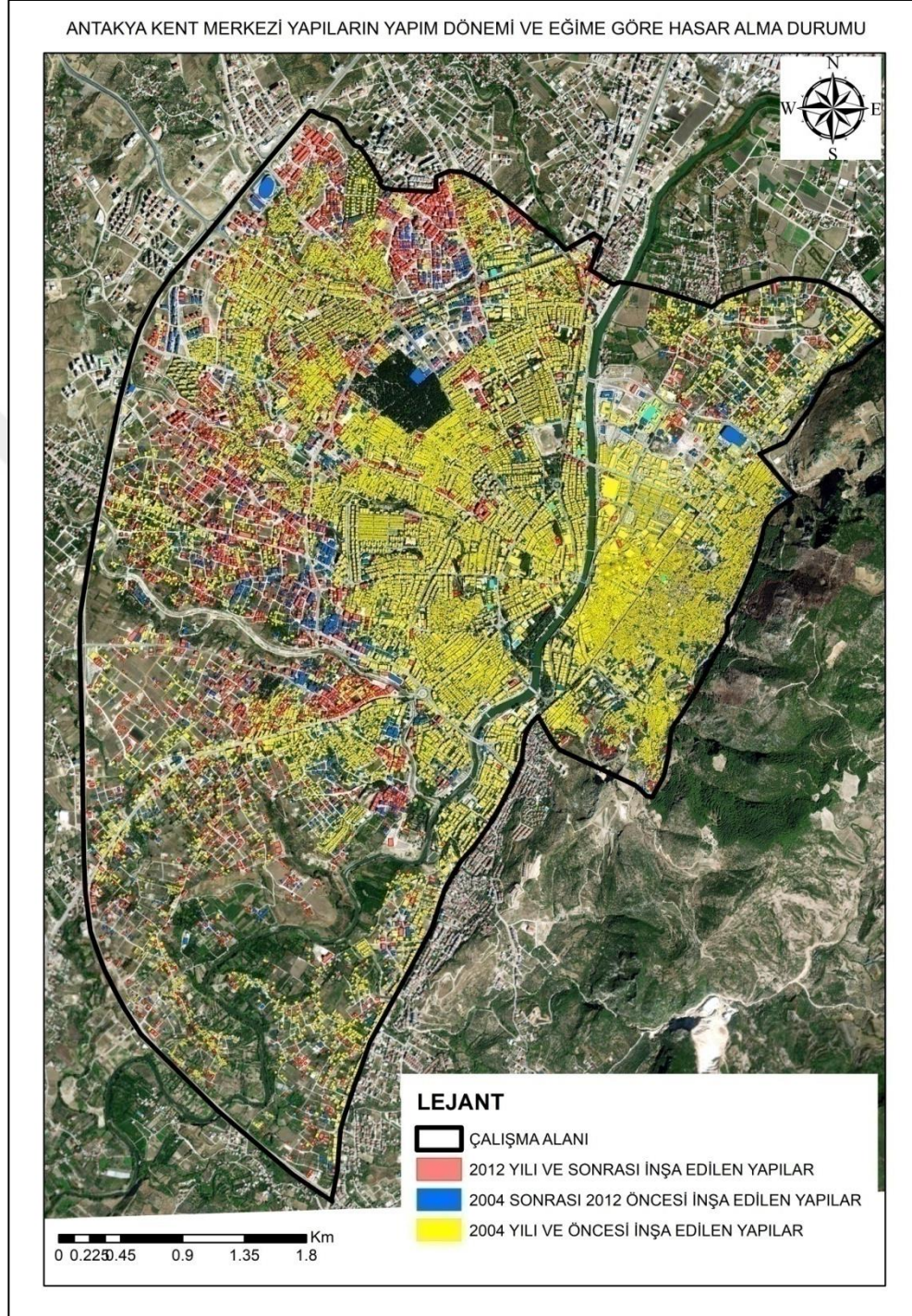
Şekil 4.10. Yapım Yılı 2004 Yılından Önce Olan Yapılar Arasında Deprem Sonrası Yıkılmış Yapılar

2004-2012Yılları Arasında İnşa Edilmiş Yapılarda“Acil Yıkıtırlacak Kararı Alınan Yapılar” Şekil 4.11’de verilmiştir.



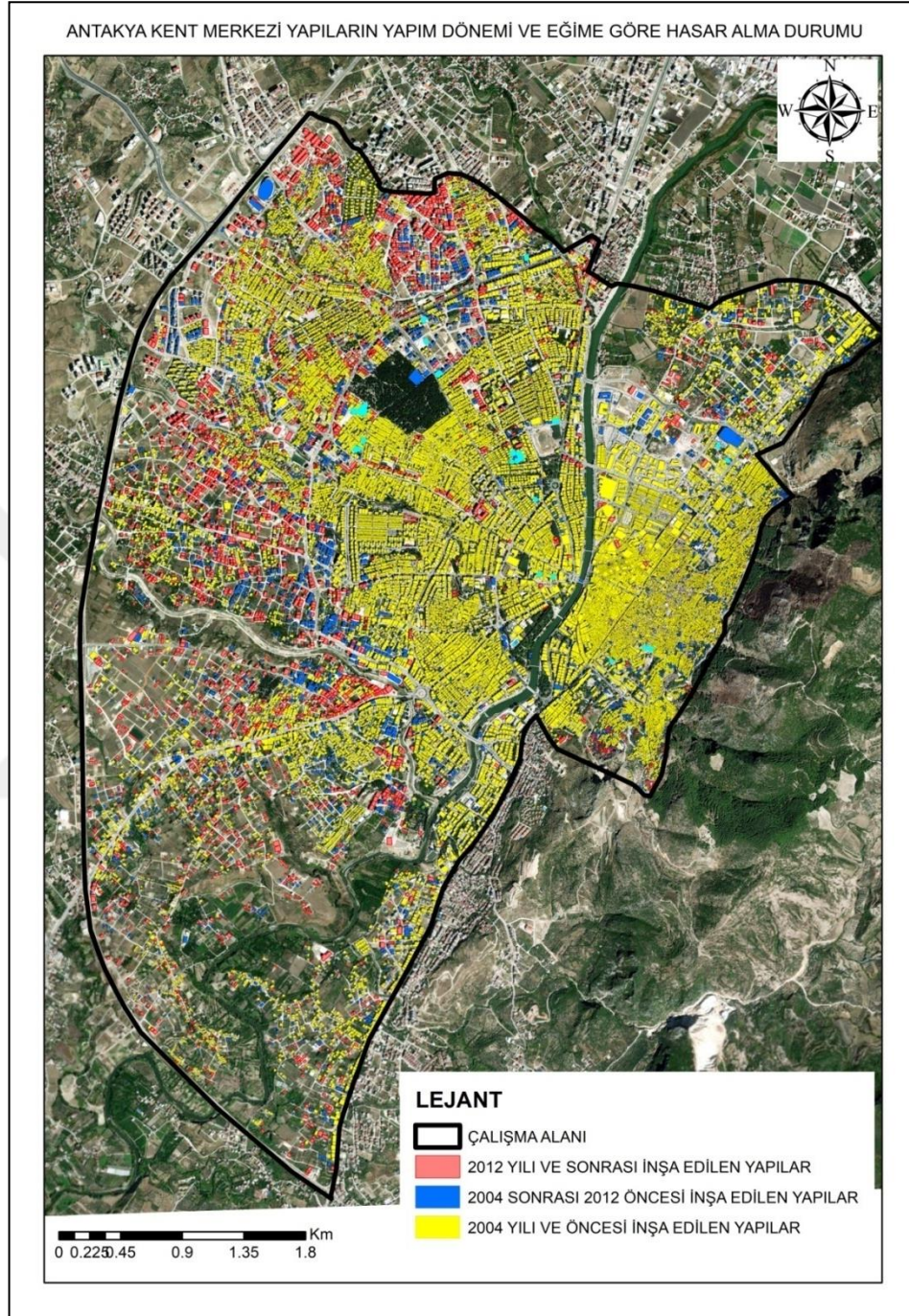
Şekil 4.11. Yapım Yılı 2004-2012Yılları Arasında Olan Deprem Sonrası Acil Yıkıtırlacak Yapılar

2004-2012 Yılları Arasında İnşa Edilmiş Yapılarda “Ağır Hasarlı Yapılar” Şekil 4.12’de verilmiştir.



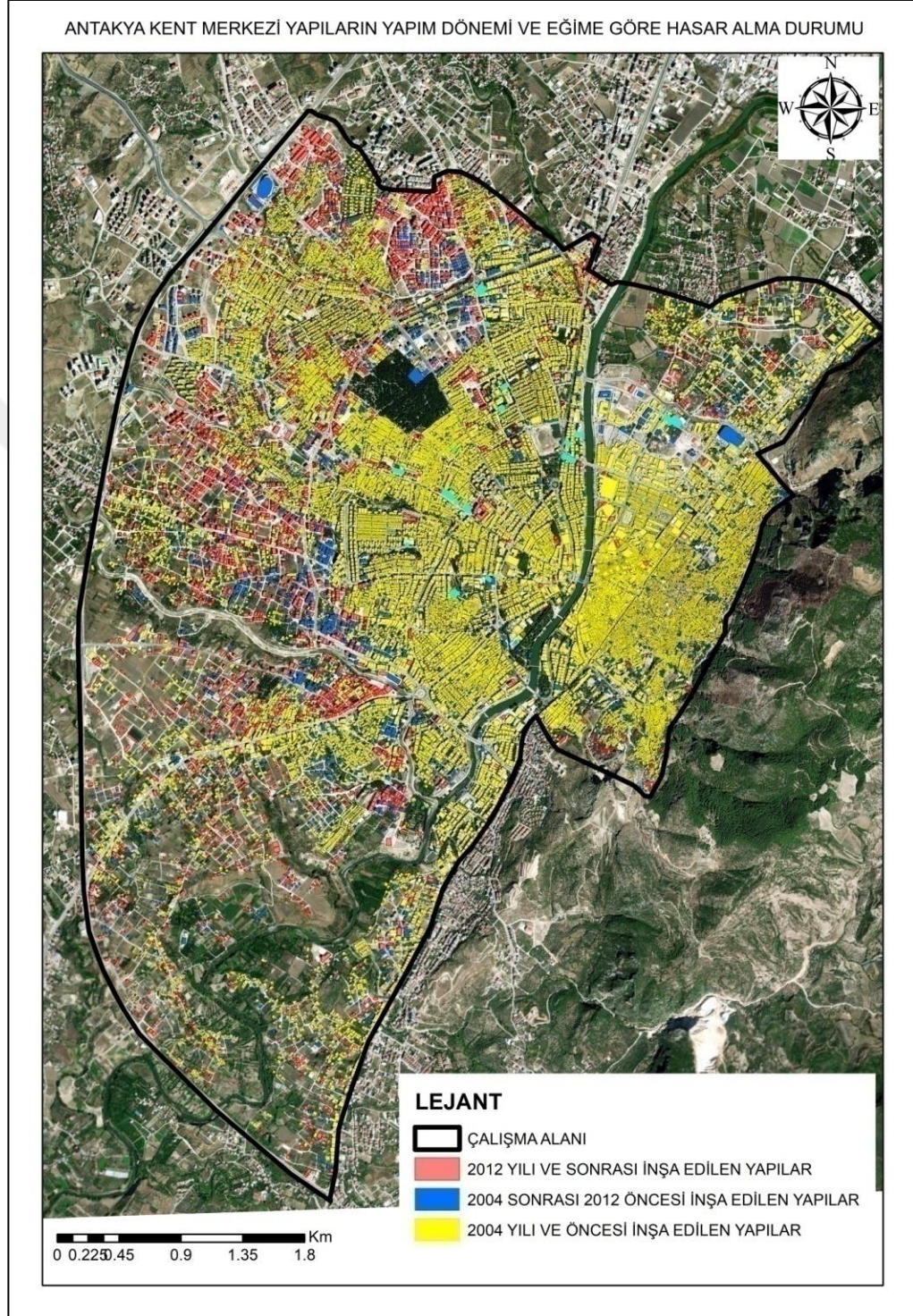
Şekil 4.12.Yapım Yılı 2004-2012 Yılları Arasında Olan Deprem Sonrası Ağır Hasarlı Yapılar

2004-2012 Yılları Arasında İnşa Edilmiş Yapıların Arasında “Yıkılmış Yapılar”
Şekil 4.13’te verilmiştir.



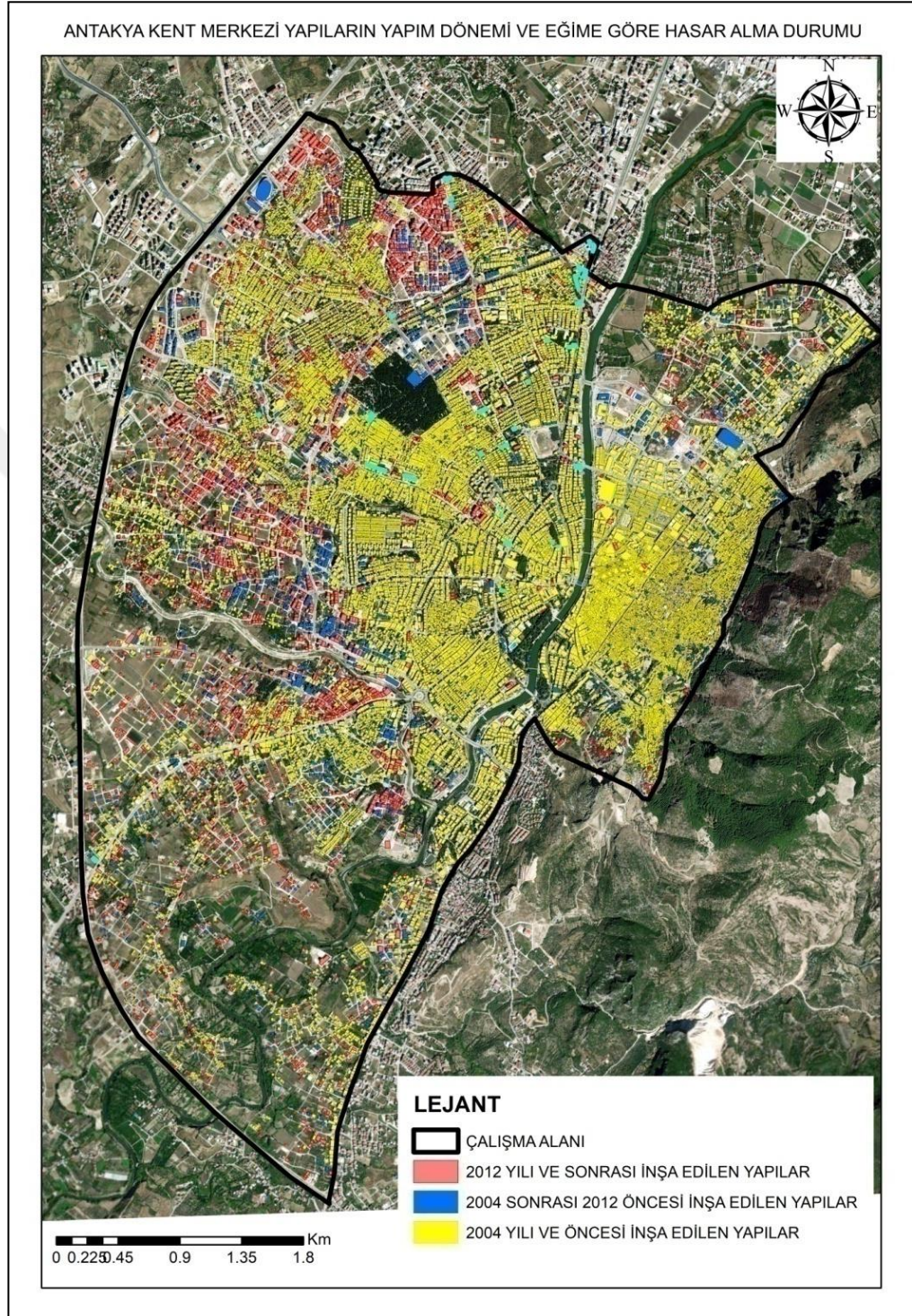
Şekil 4.13. Yapım Yılı 2004-2012 Yılları Arasında Olan Deprem Sonrası Yıkılmış Yapılar

2012 Yılından Sonra İnşa Edilmiş Yapıların Arasında “Ağır Hasarlı Yapılar”
Şekil 4.14’te verilmiştir.



Şekil 4.14.Yapım Yılı 2012 Yılından Sonra Olan Yapılar Arasında Deprem Sonrası Ağır Hasarlı Yapılar

2012 Yılından Sonra İnşa Edilmiş Yapıların Arasında “Yıkılmış Yapılar” Şekil 4.15’te verilmiştir.



Şekil 4.15.Yapım Yılı 2012 Yılından Sonra Olan Yapılar Arasında Deprem Sonrası Yıkılmış Yapılar

4.2.1.Eğim durumuna göre yapıların yıkılma oranları ve yapım dönemleri ile ilişkisi

Eğim, jeomorfolojik süreçlerde oldukça önemli bir ölçüttür. Yeryüzündeki eğim durumu, iklim, bitki türleri, toprak oluşumu, hidrografiya, hayvan popülasyonları, yerleşimler, kültür farkı, ulaşım ve nüfus dağılımı gibi konuları yüksek ölçüde etkilemektedir(Elibüyük, 2010).

Elibüyük ve Yılmaz'ın 2010 yılında yaptığı çalışmada Türkiye geneli için belirlemiş oldukları eğim grupları kapsamında morfografik tanımlamalar yapılmıştır. Bu tanımlamalar, eğim yüzdesine göre mekansal olarak algılanan yüzey biçimleri olarak özetlenebilir ve Tablo4.5'te verilmiştir. Bu çalışmadaki örnekten yola çıkılarak, Hatay/Antakya kent merkezi çalışma alanı kapsamındaki eğim durumu yüzey biçimleri Tablo 4.6'da "Morfografik Tanımlama" ve "Basit Tanımlama" sütunlarında detaylandırılmıştır.

Tablo 4.5. Eğim Gruplarının Yüzde Eşik Değerleri ve Morfografik Tanımları (Elibüyük, 2010)

Eğim Grubu (%)	Morfografik Tanımlama
<%1	Düz Yüzeyler
%1-2	Hafif Eğimli Düz Yüzeyler
%2-5	Hafif Eğimli Yüzeyler
%5-10	Eğimli Yüzeyler
%10-20	Orta Eğimli Yüzeyler
%20-50	Çok Eğimli Yüzeyler
%50-100	Çok Çok Eğimli Yüzeyler
100>	Dike Yakın Eğimli Yüzeyler

Tablo 4.6. Hatay/Antakya Kent Merkezi Eğim Durumuna Göre Morfografik ve Basit Tanımlama

Eğim Grubu (%)	Morfografik Tanımlama	Basit Tanımlama
%0-5	Düz ve Düzce Yakın Yüzeyler	Ova
%5.01-10	Hafif Eğimli Yüzeyler	
%10.01-20	Orta Eğimli Yüzeyler	Yamaç
%20 ve üzeri	Çok Eğimli Yüzeyler	

Tablo 4.6'da Hatay/Antakya kent merkezinde yer alan eğim yüzdelik değerleri basit tanımlama ile açıklanabilir hale getirilerek söz konusu tez kapsamında Kahramanmaraş merkezli 6 Şubat 2023 tarihli iki büyük deprem sonucu hasar alma durumları incelenen yapılar ile basit tanımlamalar birlikte değerlendirilmiştir. Eğim durumuna göre yapıların yıkılma oranları da detaylı olarak irdelenmiştir.

Çalışma alanı kapsamı 2,501.66hektar olup, söz konusu alan, %0-5, %5.01-10, %10.01-20, ve %20.01 ve üzerieğim aralıklarında incelenmiştir. Çalışma alanı için yapılan eğim analizinde alana dair ortalama eğim değeri %11.4'tür. Alanın standart sapma değeri ise %9.13 olarak tespit edilmiştir.

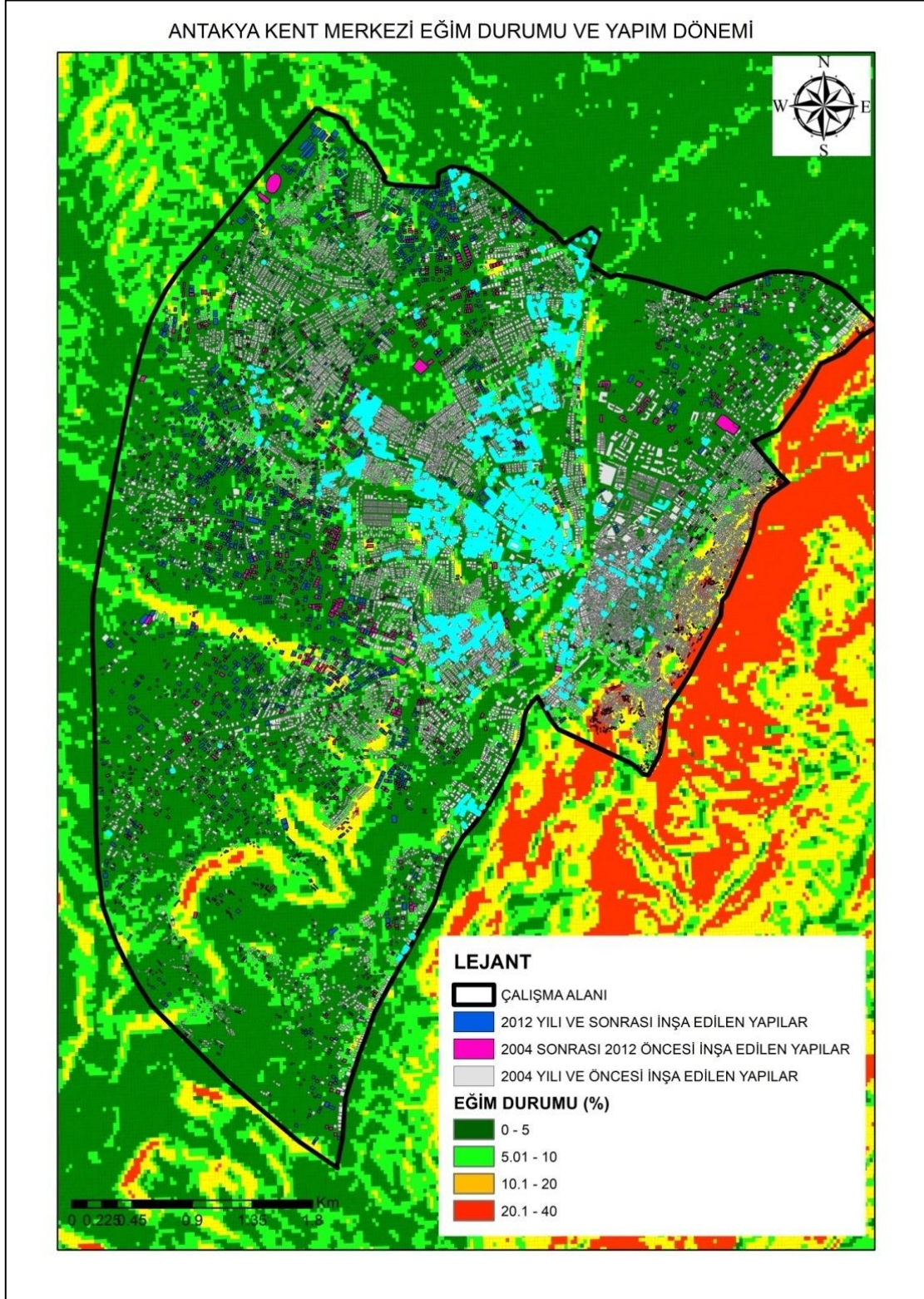
Hatay/Antakya kent merkezi için yapılan eğim analizinde çalışma alanı için hakim eğim aralığının %0-5 olduğu görülmektedir. Alan yer yer %5.01-10 ve %10.01-20 aralığındaki eğim değerlerine yükselmektedir. Asi nehrinin doğusu ve Habibineccar Dağı'nın batısında kalıp çalışma alan sınırları içerisinde yer alan bölgelerde eğim seviyesinin yer yer %20.01 ve üzerine çıktığı görülmektedir. Söz konusu yüksek eğimli alanlarda da deprem sonucu yıkılan yapılara rastlamak mümkündür. Tablo 4.7'de, Antakya kent merkezine ait tüm yapılar ve bu yapılar arasında yıkılan yapı adetleri eğim durumuna göre sınıflandırılmıştır.

Tablo 4.7. Antakya Kent Merkezi'ndeki Yapıların Eğim Durumuna Göre Sınıflandırılması ve Yıkılmış Yapı Adetleri

Eğim Durumu	ANTAKYA KENT MERKEZİ TÜM YAPILAR	YIKILMIŞ YAPILAR
%0-5	21421	1787
%5.01-10	5053	477
%10.01-20	3003	14
%20 ve üzeri	857	0
Toplam	30334	2278

Eğim durumuna göre yıkılan yapı sayıları, kent merkezi için bütüncül olarak değerlendirilmiş olup söz konusu yapılar yapım dönemine göre incelenmiştir. Bu yapım dönemleri, 2004 yılı öncesi, 2004-2012 yılları arası ve yapım dönemi 2012 sonrası şeklinde değerlendirilerek aşağıdaki şekil ve tablolar ile ifade edilmiştir.

2004 Yılından Önce İnşa Edilmiş Yapıların Arasında “Yıkılmış Yapılar” ile yıkılan yapıların bulunduğu eğim durumu Şekil 4.16’da verilmiştir.



Şekil 4.16.Yapım Yılı 2004 Yılından Önce Olan Yapılar Arasında Deprem Sonrası Yıkılmış Yapılar ve Eğim Durumu

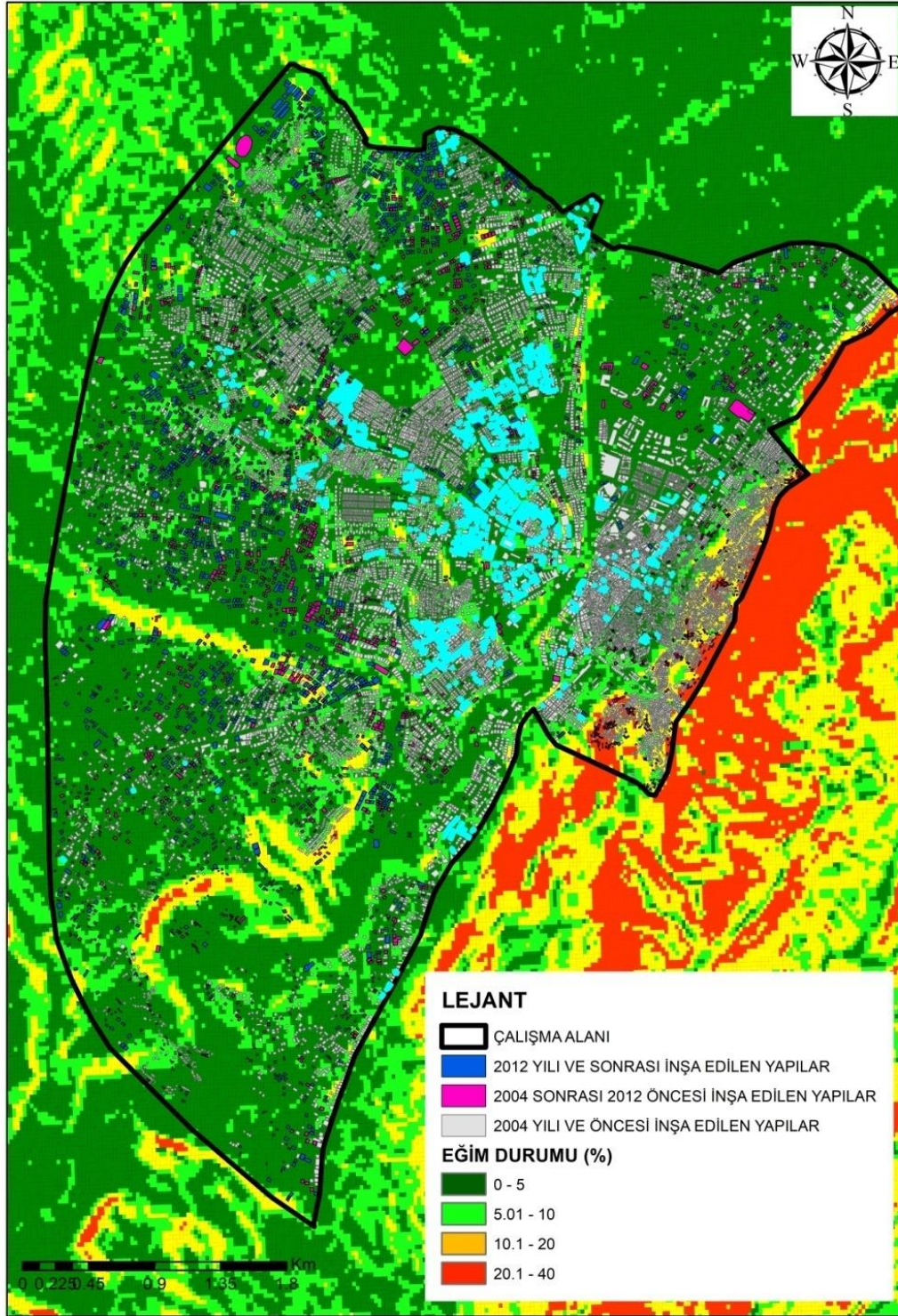
Şekil 4.16’da verilen yapım yılı 2004 yılından önce olan yapılar arasında deprem sonrası yıkılmış yapılar ve eğim durumu haritasına bakıldığında 25.752 yapı arasından 2171 adet yapının yıkıldığı, söz konusu yapılardan 1696 adedinin %0-5 eğim aralığına sahip alanda olduğu gözlemlenmiştir. Eğim yüzde değerlerine göre yıkılan yapı adetleri Tablo4.8’de verilmiştir.

Tablo 4.8.2004 Yılından Önce İnşa Edilmiş Yapılarda Eğime Göre Hasar Alma (Yıkılma) Durumu

2004 Yılından Önce İnşa Edilmiş Yapılarda Eğime Göre Hasar Alma (Yıkılma) Durumu						
Eğim Durumu	Tüm Yapı Sayısı	Yıkılmış Yapı Sayısı	Bölge İçindeki Yıkılmış Yapı Oranı	Yıkılmış Yapılar Oranı	Morfografik Tanımlama	Basit Tanımlama
%0-5	18461	1696	9.19	78.12	Düz ve Düzeye Yakın Yüzeyler	Ova
%5.01-10	3913	461	11.78	21.23	Hafif Eğimli Yüzeyler	
%10.01-20	2763	14	0.51	0.64	Orta Eğimli Yüzeyler	Yamaç
%20 ve üzeri	615	0	0.00	0.00	Çok Eğimli Yüzeyler	
Toplam	25752	2171	8.43	100.00		

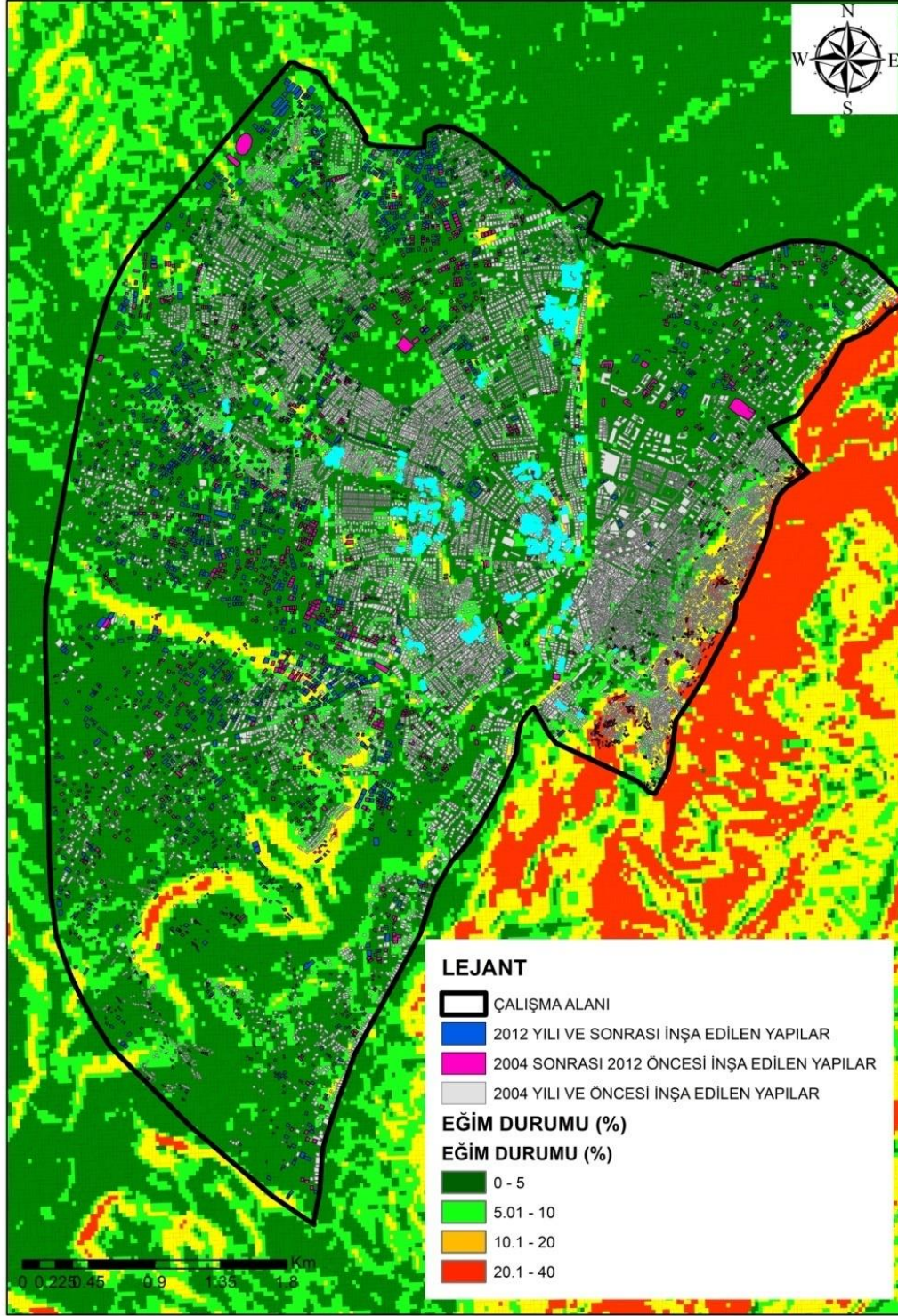
Yapım dönemi 2004 yılı öncesine ait olup deprem sonrası yıkılmış yapılar eğim durumu ile birlikte değerlendirilmiştir. Yıkılan yapıların bulunduğu alana ait eğim değerleri incelenerek, yapının yıkılma durumunun coğrafi özelliklerden etkilenme oranı irdelenmiştir. Şekil 4.17’de yapım dönemi 2004 yılı öncesi olup %0-5 eğim aralığında değere sahip alanlarda bulunan deprem sonrası yıkılmış olan yapılar verilmiştir. Şekil 4.18’de %5-10, Şekil 4.19’da %10-20 eğim aralığında yıkılan yapılar yer almaktadır. %20 ve üzeri eğime sahip olan alanlarda ise deprem sonrası yıkılmış yapı tespit edilmemiştir.

ANTAKYA KENT MERKEZİ EĞİM DURUMU VE YAPIM DÖNEMİ

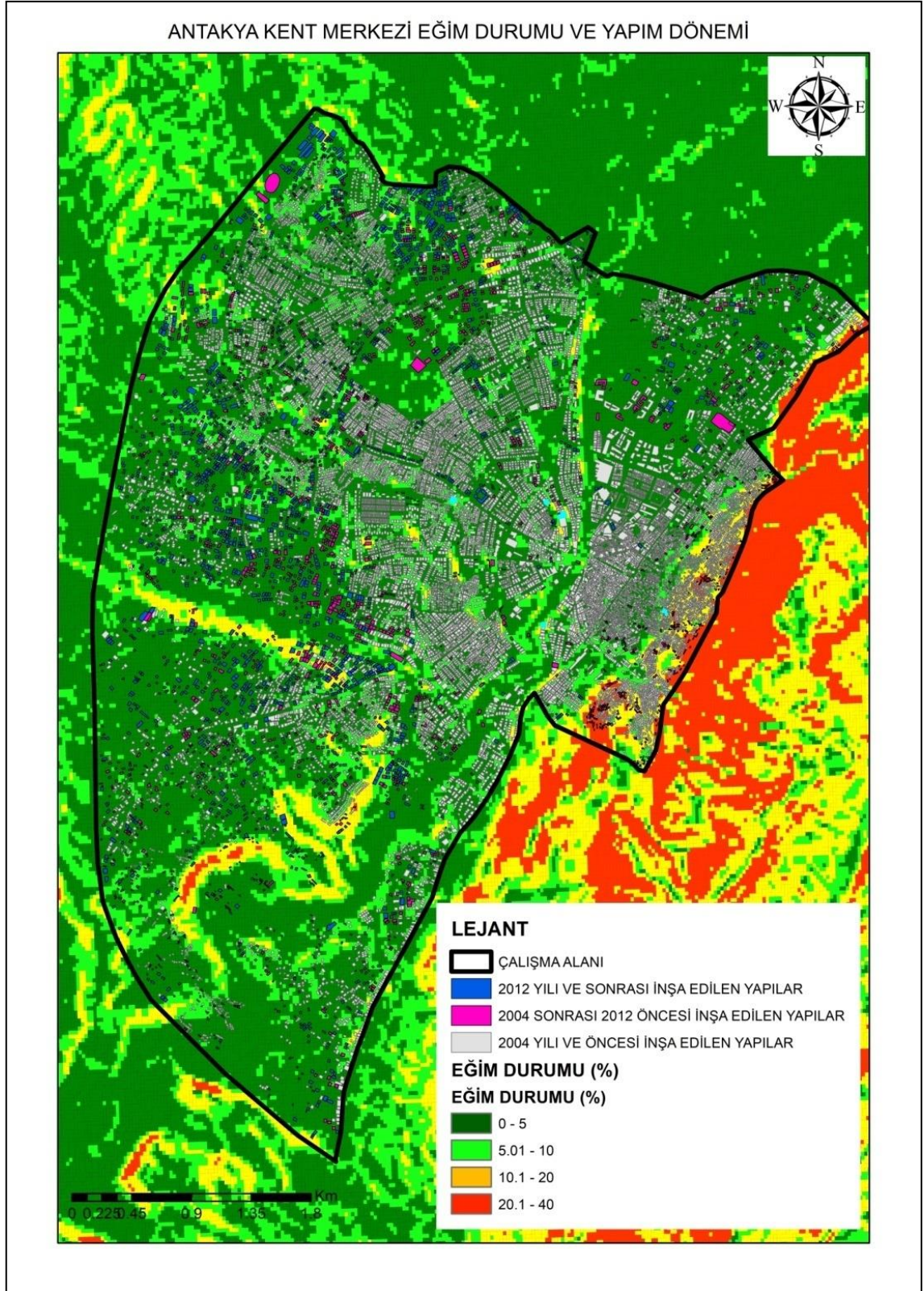


Şekil 4.17.%0-5 Eğime Sahip Alanlarda Yer alan Yapım Dönemi 2004 Yılı ve Öncesi Olan Yıkılmış Yapılar

ANTAKYA KENT MERKEZİ EĞİM DURUMU VE YAPIM DÖNEMİ

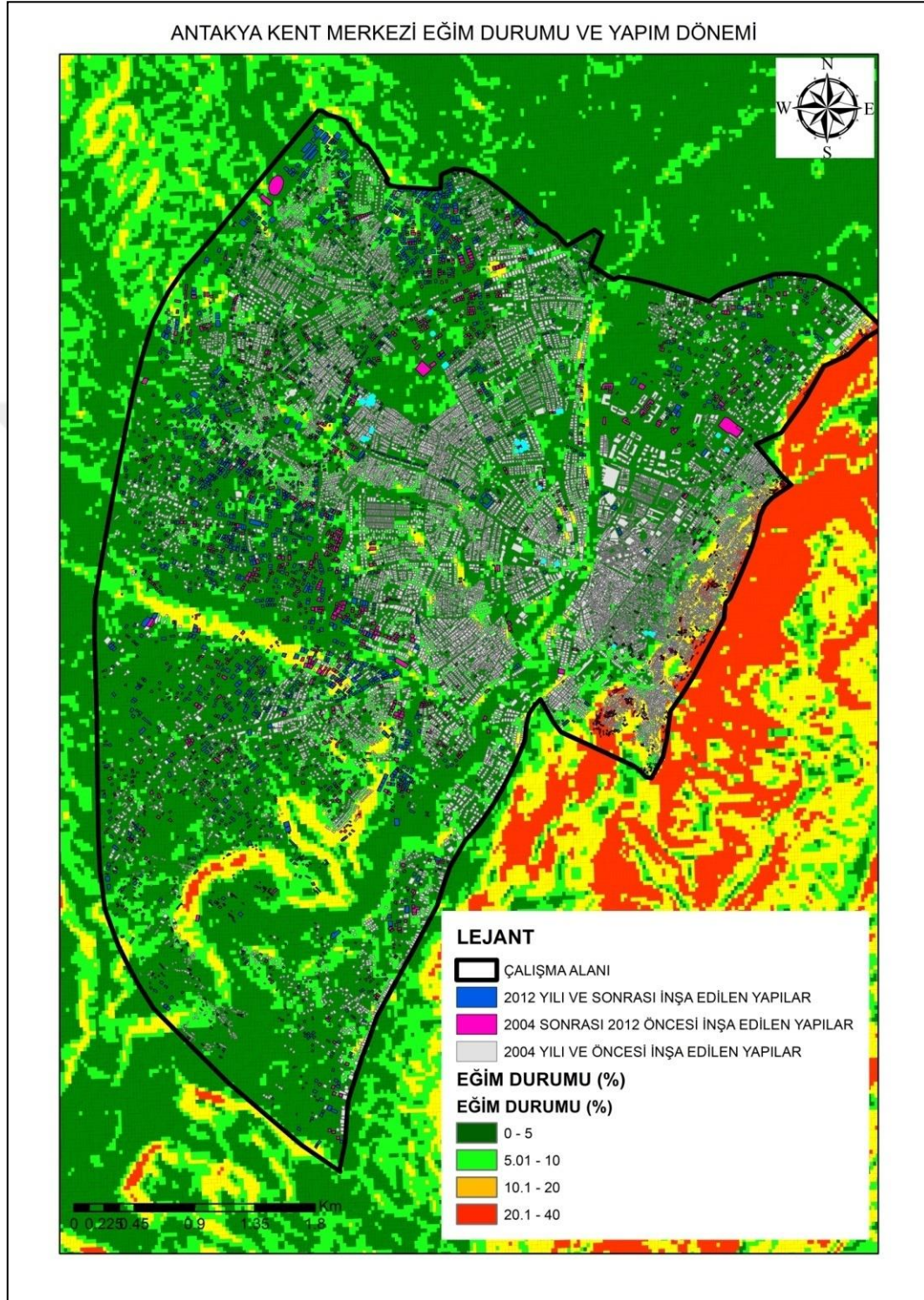


Şekil 4.18.%5-10 Eğime Sahip Alanlarda Yer alan Yapım Dönemi 2004 Yılı ve Öncesi Olan Yıkılmış Yapılar



Şekil 2.19. %10-20 Eğitime Sahip Alanlarda Yer alan Yapım Dönemi 2004 Yılı ve Öncesi Olan Yıkılmış Yapılar

2004-2012 Yılları Arasında İnşa Edilmiş Yapıların Arasında “Yıkılmış Yapılar” ile yıkılan yapıların bulunduğu eğim durumu Şekil 4.20’de verilmiştir.



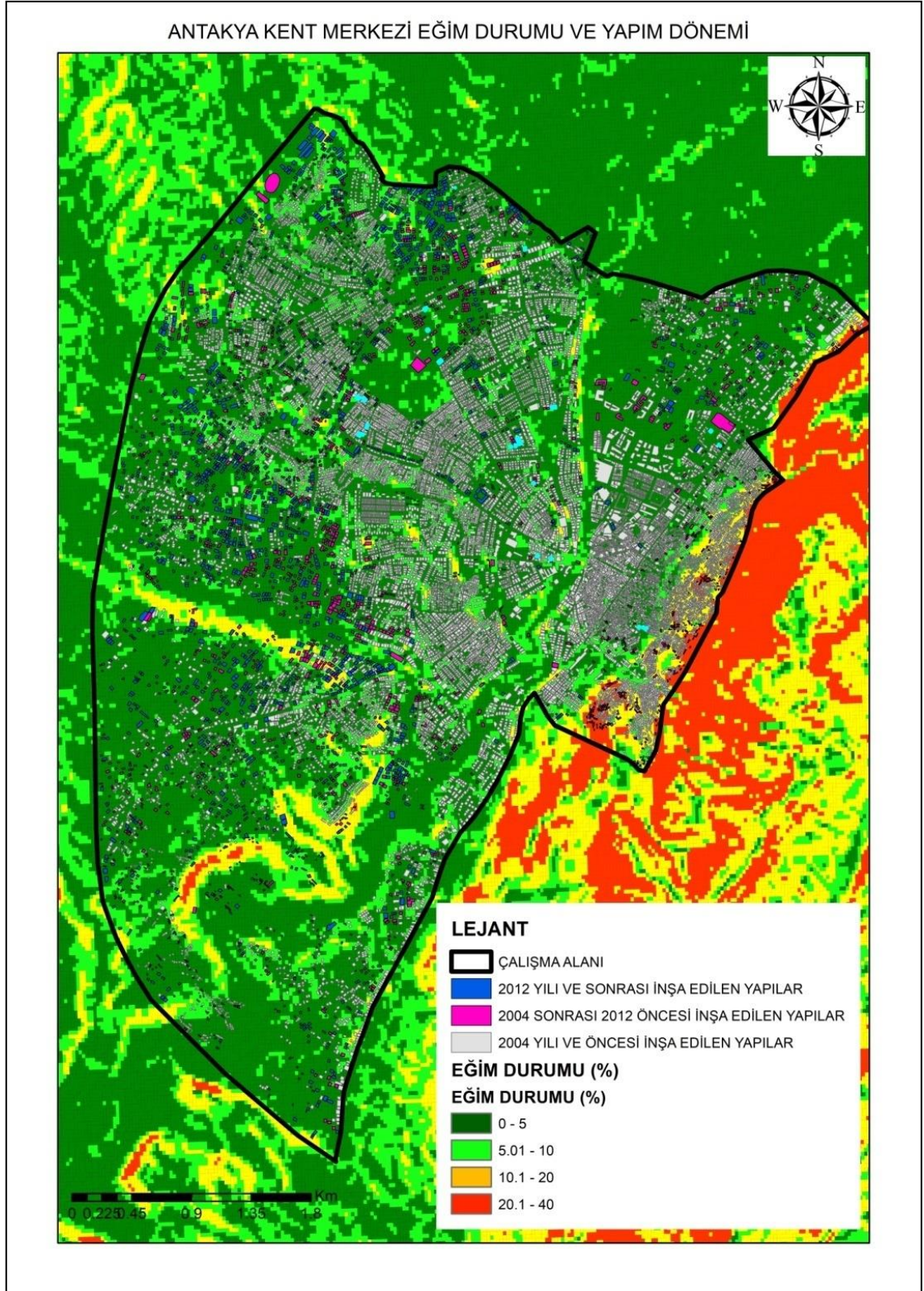
Şekil 4.20. Yapım Yılı 2004-2012 Yılları Arasında Olan Yapılar Arasında Deprem Sonrası Yıkılmış Yapılar ve Eğim Durumu

Şekil 4.21’de verilen yapım yılı 2004 yılından sonra 2012 yılından önce olan yapılar arasında deprem sonrası yıkılmış yapılar ve eğim durumu haritasına bakıldığında 2040 yapı arasından 45 adet yapının yıkıldığı, söz konusu yapılardan 32 adedinin %0-5 eğim aralığına sahip alanda olduğu gözlemlenmiştir. Eğim yüzde değerlerine göre yıkılan yapı adetleri Tablo 4.9’da verilmiştir.

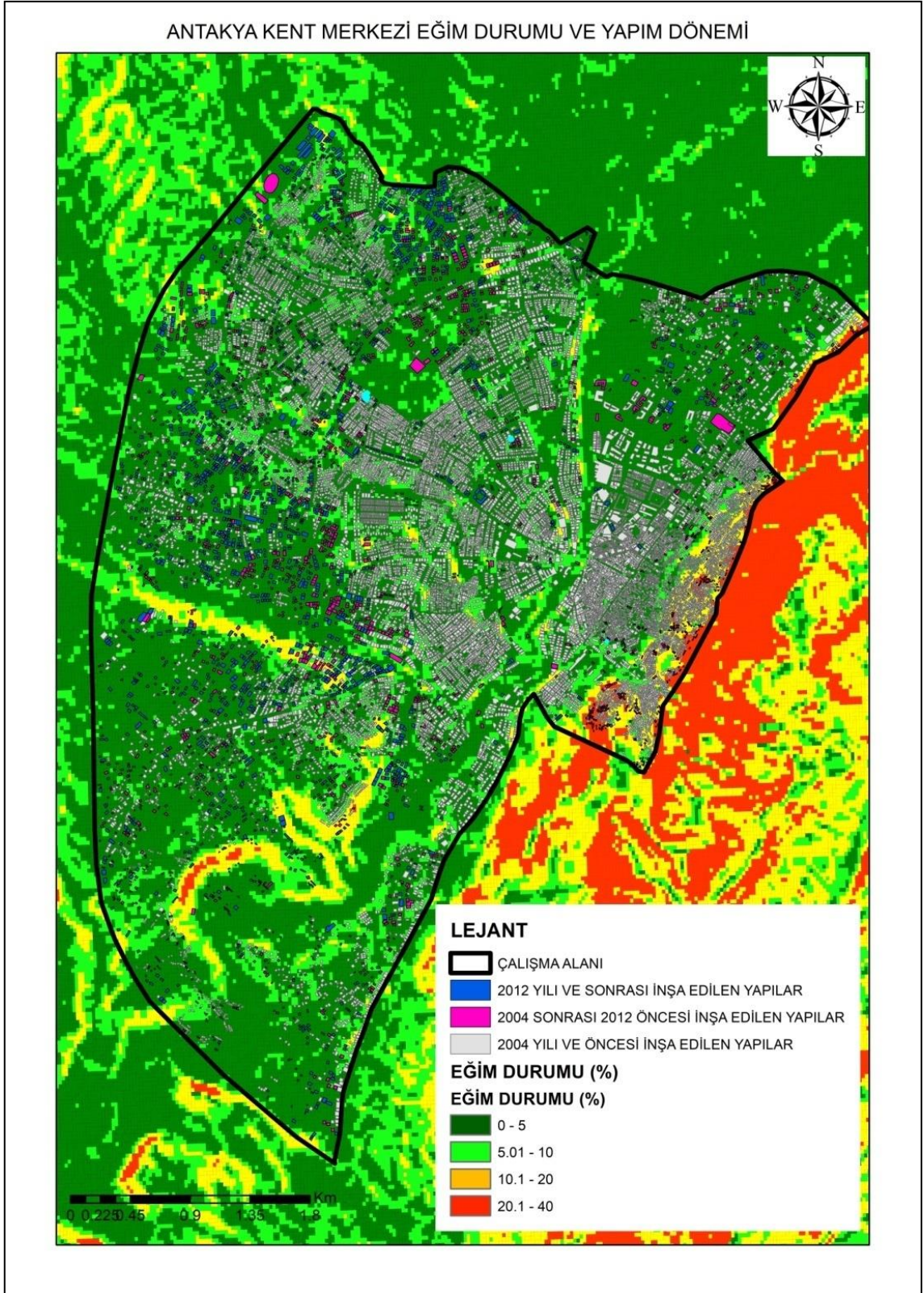
Tablo 4.9.2004 Yılından Sonra 2012 Yılından Önce İnşa Edilmiş Yapılarda Eğime Göre Hasar Alma (Yıkılma) Durumu

2004 Yılından Sonra 2012 Yılından Önce İnşa Edilmiş Yapılarda Eğime Göre Hasar Alma (Yıkılma) Durumu						
Eğim Durumu	Tüm Yapı Sayısı	Yıkılmış Yapı Sayısı	Bölge İçindeki Yıkılmış Yapı Oranı	Yıkılmış Yapılar Oranı	Morfografik Tanımlama	Basit Tanımlama
%0-5	1342	32	2.38	71.11	Düz ve Düzeye Yakın Yüzeyler	Ova
%5,01-10	372	13	3.49	28.89	Hafif Eğimli Yüzeyler	
%10,01-20	133	0	0.00	0.00	Orta Eğimli Yüzeyler	Yamaç
%20 ve üzeri	193	0	0.00	0.00	Çok Eğimli Yüzeyler	
Toplam	2040	45	5.88	100.00		

Yapım dönemi 2004-2012 yılları arasında olup deprem sonrası yıkılmış yapılar eğim durumu ile birlikte değerlendirilmiştir. Yıkılan yapıların bulunduğu alana ait eğim değerleri incelenerek, yapının yıkılma durumunun coğrafi özelliklerden etkilenme oranı irdelenmiştir. Şekil 4.21’de yapım dönemi 2004-2012 yılları arasında olup %0-5 eğim aralığında değere sahip alanlarda bulunan deprem sonrası yıkılmış olan yapılar verilmiştir. Şekil 4.22’de %5-10 eğim aralığında yıkılan yapılar yer almaktadır. %10-20 ve %20 ve üzeri eğime sahip olan alanlarda ise deprem sonrası yıkılmış yapı tespit edilmemiştir.

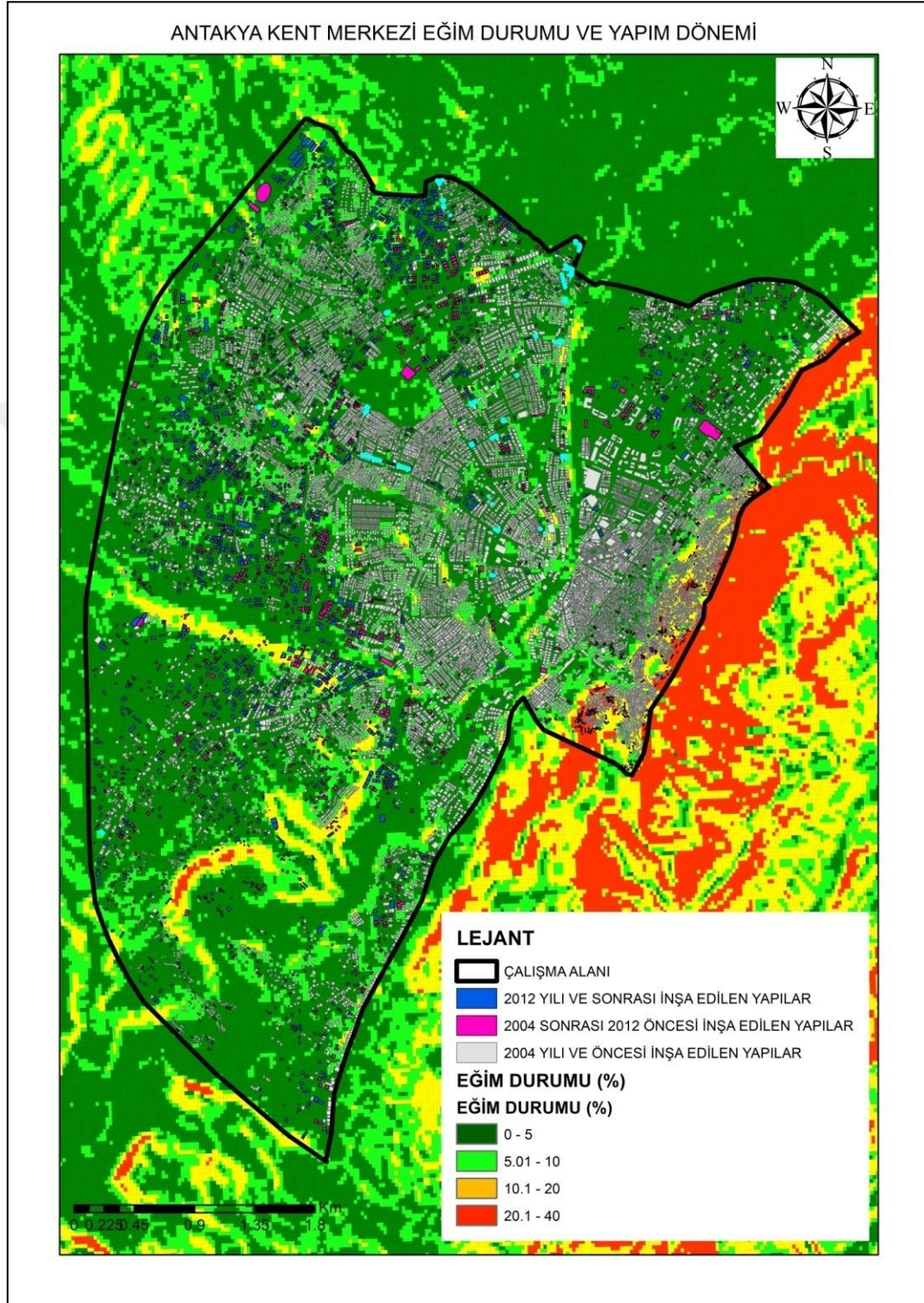


Şekil 4.21. %0-5 Eğitime Sahip Alanlarda Yer alan Yapım Dönemi 2004-2012 Yılları Arasında Olan Yıkılmış Yapılar



Şekil 4.22. %5-10 Eğitime Sahip Alanlarda Yer Alan Yapım Dönemi 2004-2012 Yılları Arasında Olan Yıkılmış Yapılar

2012Yılı ve Sonrası İnşa Edilmiş Yapıların Arasında “Yıkılmış Yapılar” ile yıkılan yapıların bulunduğu eğim durumu Şekil 4.23’te verilmiştir.



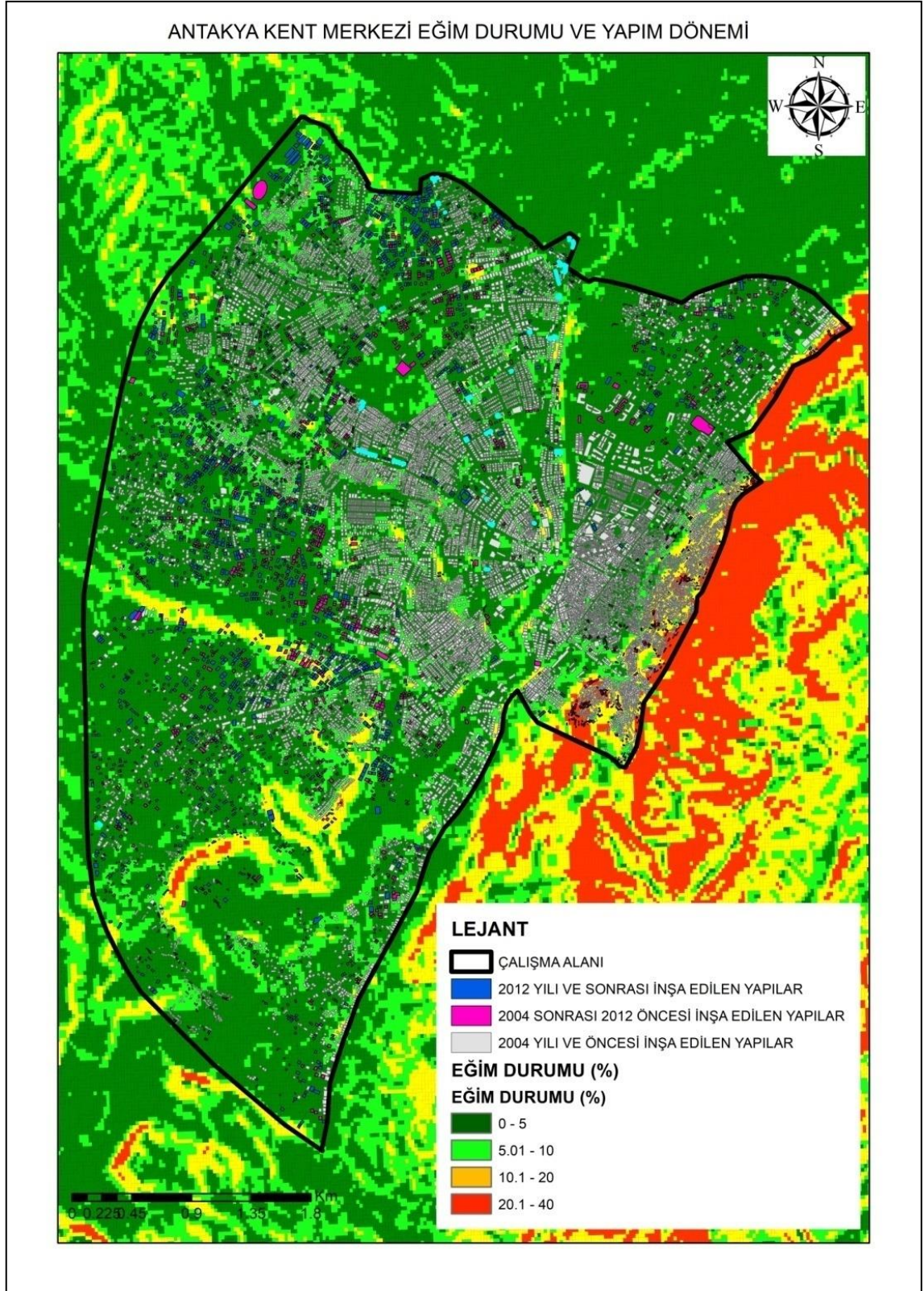
Şekil 4.23. Yapım Yılı 2012 ve Sonrası Olan Yapılar Arasında Deprem Sonrası Yıkılmış Yapılar ve Eğim Durumu

Şekil 4.23'te verilen yapım yılı 2012 yılından sonra olan yapılar arasında deprem sonrası yıkılmış yapılar ve eğim durumu haritasına bakıldığında 2542 yapı arasından 62 adet yapının yıkıldığı, söz konusu yapılardan 59 adedinin %0-5 eğim aralığına sahip alanda olduğu gözlemlenmiştir. Eğim yüzde değerlerine göre yıkılan yapı adetleri Tablo 4.10'da verilmiştir.

Tablo 4.10. 2012 Yılından Sonra İnşa Edilmiş Yapılarda Eğime Göre Hasar Alma (Yıkılma) Durumu

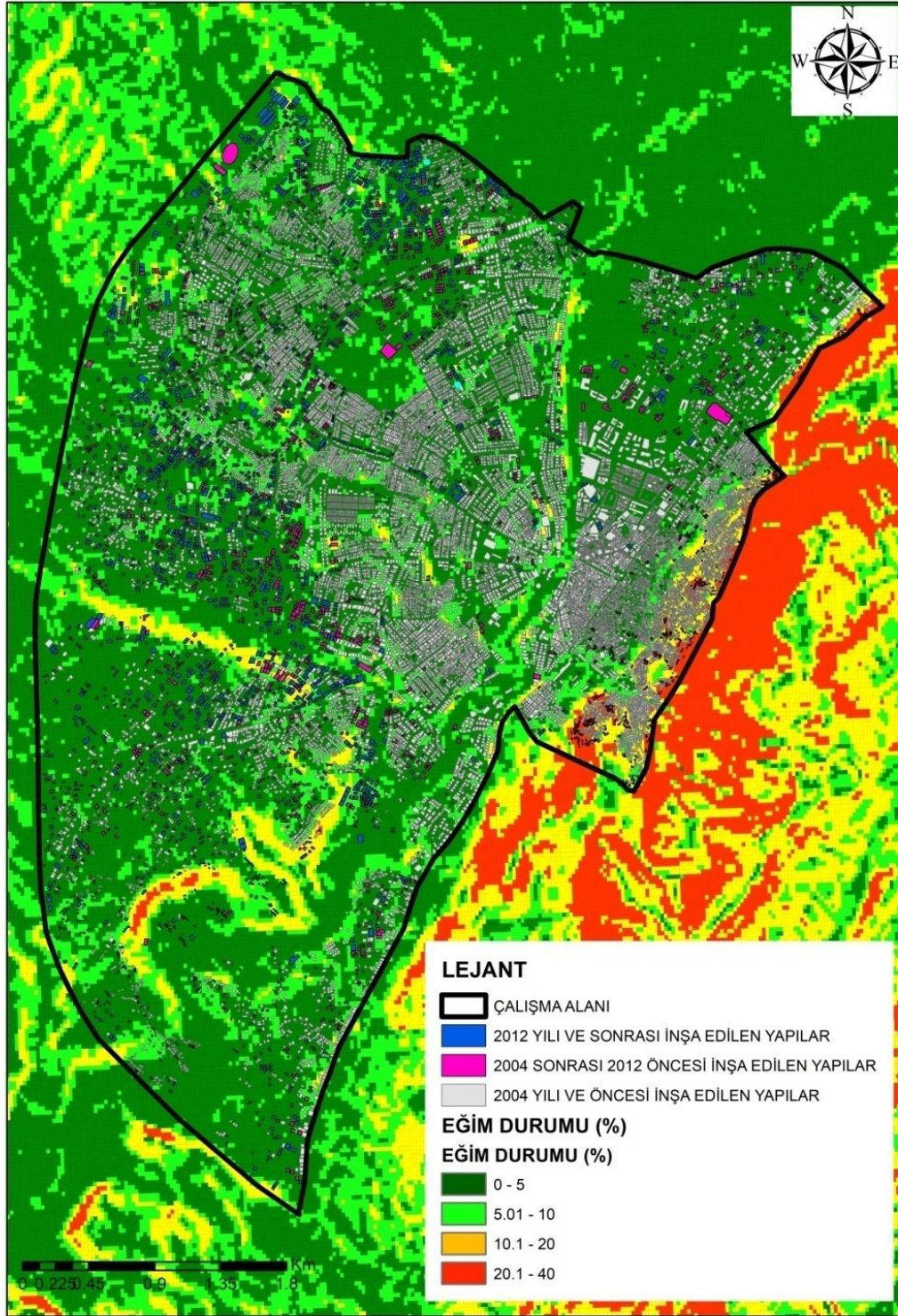
2012 Yılından Sonra İnşa Edilmiş Yapılarda Eğime Göre Hasar Alma (Yıkılma) Durumu						
Eğim Durumu	Tüm Yapı Sayısı	Yıkılmış Yapı Sayısı	Bölge İçindeki Yıkılmış Yapı Oranı	Yıkılmış Yapılar Oranı	Morfografik Tanımlama	Basit Tanımlama
%0-5	1618	59	3.65	95.16	Düz ve Düzeye Yakın Yüzeyler	Ova
%5.01-10	768	3	0.39	4.84	Hafif Eğimli Yüzeyler	
%10.01-20	107	0	0.00	0.00	Orta Eğimli Yüzeyler	Yamaç
%20 ve üzeri	49	0	0.00	0.00	Çok Eğimli Yüzeyler	
Toplam	2542	62	2.44	100.00		

Yapım dönemi 2012 yılı ve sonrası olup (2012-2023) deprem sonrası yıkılmış yapılar eğim durumu ile birlikte değerlendirilmiştir. Şekil 4.24'te yapım dönemi 2012 yılı sonrası olup %0-5 eğim aralığında değere sahip alanlarda bulunan deprem sonrası yıkılmış olan yapılar verilmiştir. Şekil 4.25'te %5-10 eğim aralığında yıkılan yapılar yer almaktadır. %10-20 ve %20 ve üzeri eğime sahip olan alanlarda ise deprem sonrası yıkılmış yapı tespit edilmemiştir.



Şekil 4.24. %0-5 Eğime Sahip Alanlarda Yer Alan Yapım Dönemi 2012 Sonrası Olan Yıkılmış Yapılar

ANTAKYA KENT MERKEZİ EĞİM DURUMU VE YAPIM DÖNEMİ



Şekil 4.25.%5-10 Eğitime Sahip Alanlarda Yer alan Yapım Dönemi 2012 Sonrası Olan Yıkılmış Yapılar

4.3. ARAŞTIRMA SONUÇLARI

Hatay/Antakya kent merkezinde 1999-2023 yılları arasında gerçekleştirilen yapı stoğu değişiklikleri ve bu değişimlerin 06.02.2023 tarihinde meydana gelen büyük deprem sonrasındaki hasarlarla ilişkisi detaylı bir şekilde incelenmiştir. Uzaktan Algılama Teknolojileri ve Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak oluşturulan veritabanı, kent merkezinin deprem öncesi ve sonrası durumunu ortaya koymuştur. Çalışmada farklı yöntemler uygulanarak kent merkezindeki değişimin Coğrafi Bilgi Sistemleri yardımıyla tespit edilebilirliği sorgulanmıştır. Mekansal ve Zamansal Değişim Analizi niteliği taşıyan ve çalışmadaki ilk yöntemi kapsayan Kontrollü Sınıflandırma yöntemi, elde edilen uydu görüntüleri ve ARCMAP yazılımı yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemde, temin edilen uydu görüntüsü ile sınıflandırma işlemlerinin yapılması ve doğruluk tespitinin harita üzerinde gerçek alan ile karşılaştırılması sonucu öznetelik tablosu değerlerinin büyük oranda uyum sağlamadığı gözlemlenmiştir. Söz konusu yöntem ile sınıflandırma sonucu doğruluk tespitinin sağlıklı sonuçlara ulaştırmayacağı konusunda kanaat getirilmiştir.

Tez konusu kapsamında çalışma yöntemleri arasında yer verilen bir diğer uygulama yöntemi NBDI (Normalized Building Difference Index) uygulaması olarak belirlenmiştir. Söz konusu yöntemde LANDSAT 7 BAND görüntüleri temin edilerek birleştirme işlemi çalışmada 2000 ve 2002 yılları için ayı ayrı yapılmış olup, komposit iki görüntü elde edilmiştir. Bu görüntüler kullanılarak ARCMAP fonksiyonları içerisinde yer alan formüller seçilip NBDI analizi gerçekleştirilmiştir. İşlem tamamlandığında 2000 ve 2002 yıllarına ait NBDI görüntülerinde negatif (-) ve pozitif (+) değerler incelenmiştir. Negatif değere yakın piksel renkleri görüntüdeki değişimleri ifade etmektedir. Negatif değerler yapılan analizlerde deprem sonrası değişim gösteren pikselleri işaret ederken, görüntülerin hassas bir çözünürlüğe sahip olmaması çalışmada yalnızca alansal değişimi tespit etmeye olanak sağlamıştır. Söz konusu analiz tez çalışması kapsamında deprem sonrası değişim gösteren alanların üst ölçek bilgisini ortaya koymuştur. Bu bilgidен hareketle, yapısal çözünürlüğe sahip başka yöntemlerin kullanılması ile, deprem sonrası hasar gören alanların ayrıntılı tespit edilebilmesi için odak noktaları belirlenebilmiştir.

Çalışmada kullanılan yöntemlerin ışığında, yapısal anlamda sonuçlar elde edilebilmesi adına belirli yıllara ait uydu görüntülerinin kullanılması yoluyla bina yapım

dönemi ve hasar tespit çalışması yapılmıştır. Çalışmada 2023 yılı deprem öncesine ait yüksek çözünürlüklü uydu görüntüsü kullanılarak ARCMAP programı yardımıyla bina veritabanı oluşturulmuştur. Belirlenen periyodik yıllara ait yüksek çözünürlüklü diğer uydu görüntüleri (2004,2012) söz konusu veritabanı ile birlikte değerlendirilerek yapım dönemine göre yapıların sınıflandırılması yapılmıştır. Söz konusu periyodik yıllar yasal yönetsel düzenlemelere göre yapılmıştır. Bu sınıflandırmadan hareketle, yapım dönemine göre sınıflandırılan yapıların deprem sonrası farklı şekillerde hasar alma durumları ortaya koyulmuştur. Çalışma sonucunda, yapım dönemi 2004 ve öncesi olan toplamda 25.752 yapının %0.73'ü acil yıktırılacak, %3.80'i ağır hasarlı, %8.43'ü yıkılmış yapı olarak tespit edilmiştir. Yapım dönemi 2004-2012 yılları arasında olan toplam 2040 yapının %0.10'u acil yıktırılacak, %0.74'ü ağır hasarlı, %2.21'i yıkılmış yapı olarak tespit edilmiştir. Yapım dönemi 2012 ve sonrası olan toplam 2542 yapının %1.61'i ağır hasarlı ve %2.44'ü yıkılmış yapı olarak tespit edilmiştir. Antakya kent merkezi için belirlenen periyodik yıllar dışında deprem sonrası toplam yapı arasından 189 adedi acil yıktırılacak, 1035 adedi ağır hasarlı yapı olarak hasar durum kararı verildiği tespit edilmiştir. Deprem sonrası toplam 30.334 yapı arasından 2278 adedinin yıkıldığı gözlemlenmiştir. Yapılan analizler, 1997 Deprem Yönetmeliği, 2002 Yapı Denetim Kanunu ve 2012 Kentsel Dönüşüm Kanunu gibi yasal düzenlemelerin yapı stoğu üzerindeki etkilerini incelemeye olanak sağlamıştır. Deprem sonrası hasar tespitleri, bu yasal düzenlemelerin yapıların dayanıklılığı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur. Çalışma sonucunda, 1999 yılından günümüze kadar olan süreçte yapı stoğunun düzenlemeye tabi tutulduğu kanun ve yönetmeliklerin, deprem sonrası ortaya çıkan yıktırılması gerekli yapı, ağır hasarlı yapı ve yıkılmış yapı oranları incelendiğinde uygulanabilir olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tez konusu kapsamında, yasal yönetsel çerçevede bağlamında belirli yıllara ait inşa edilmiş yapılar ve hasar alma durumlarının incelenmesi ile birlikte, çalışma alanının sahip olduğu Jeomorfolojik özelliklerin de deprem sonrası hasar alma durumuna etkisinin olduğu gözlemlenmiştir. Çalışmada oluşturulan yapısal veritabanı ile birlikte değerlendirilmek üzere eğim analizi gerçekleştirilmiştir. Söz konusu eğim analizinde eğim sınıfları; %0-5, %5.01-10, %10.01-20, %20.01 ve üzeri olarak belirlenmiştir. Bu eğim sınıflarından, %0-5 eğim aralığına sahip olan alanlar “Düz ve Düzeye Yakın Yüzeyler”, %5.01-10 eğim aralığına sahip olan alanlar “Hafif Eğimli Yüzeyler”,

%10.01-20 eğim aralığında olan alanlar “Orta Eğimli Yüzeyler” ve %20.01 ve üzeri eğimli alanlar ise “Çok Eğimli Yüzeyler” olarak belirlenmiştir. Belirlenen bu morfolofik tanımlar, çalışma içerisinde eğimli alanların ifade edilebilirliğini arttırmıştır. Çalışmada, düz ve düze yakın yüzeyler ile hafif eğimli yüzeyler “Ova” olarak, orta eğimli yüzeyler ile çok eğimli yüzeyler ise “Yamaç” olarak basit tanımlama ile değerlendirilmiştir. Basit tanımlamalar ile ifade edilen eğim aralıklarında bulunan yapılar dikkate alındığında, %0-5 ve %5.01-10 eğim aralığına sahip ova niteliği taşıyan düz alanlarda bulunan yapıların toplamda 26.474 olduğu tespit edilmiştir. Ova niteliği taşıyan alanlarda toplamda 2264 yapının deprem sonrası yıkıldığı tespit edilmiştir. Çalışma alanında yamaç olarak nitelendirilen %10.01-20 ve %20.01 üzeri eğime sahip alanlarda toplamda 3860 adet yapının bulunurken, söz konusu yamaçlarda bulunan yapıların arasından 14 yapı yıkılmıştır. Çalışma sonucunda ovalarda ve düzlük alanlarda yoğun bir yapı hasarı gözlemlenirken yamaç ve eğimli alanlarda hasarın düşük olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Çalışmada söz konusu olan eğimli alanlar, belirlenen periyodik yıllar ile birlikte değerlendirilerek yapım dönemi ve jeomorfolojik özelliklere bağlı olarak hasar alma durumları ortaya koyulmuştur. Yapım dönemi 2004 yılı ve öncesi olan yapılarda ova niteliği taşıyan alanlarda toplam 22.374 adet yapıdan 2157 adet yapının yıkıldığı gözlemlenmiştir. Yamaç olarak nitelendirilen alanlarda ise toplam 3378 adet yapıdan 14 adedinin yıkılmış olduğu tespit edilmiştir. Yapım dönemi 2004-2012 yılları arası olan yapılar arasında, ova niteliğinde olan alanda bulunan 1714 yapının 45 adedi yıkılmış olup, yamaç alanlarda bulunan toplam 326 adet yapıdan yıkılmış yapı gözlemlenmemiştir. Yapım dönemi 2012 yılı ve sonrası olan ve ova alanlarda yer alan 2386 adet yapı arasından 62 yapının deprem sonrası yıkıldığı tespit edilirken, yamaç alanlarda bulunan toplam 156 adet yapıdan yıkılan yapının olmadığı tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda ova alanlarda ve yamaç alanlarda hasar alan yapıların sayısal sonuçları değerlendirmeye alındığında ova alanlarda hasar durumunun yamaç alanlara oranla daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Tüm bu sonuçlar doğrultusunda, periyodik yıllar arasında yapıların yıkılma durumları karşılaştırıldığında 2002 Yapı Denetim Kanunu ve 2012 Kentsel Dönüşüm Kanunu gibi yasal düzenlemelerin oluşturulmadan önce yapı stoğuna kazandırılmış yapıların deprem sonrası yüksek oranda hasar aldığı ortaya koyulmuştur. 1997 Deprem Yönetmeliği, 2002 Yapı Denetim

Kanunu ve 2012 Kentsel Dönüşüm Kanunu gibi yasal düzenlemelerin yürürlüğe girmesi ve uygulamaya geçmesi sonrası oluşan yapı stoğu arasında değerlendirilen yapım dönemi 2004-2012 ve 2012 yılı ve sonrası olan yapılar arasında yapıların yıkılma ve hasar alma durumları 2004 yılı ve öncesine göre daha düşük oranda olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çalışma alanının sahip olduğu jeomorfolojik özellikler, yapıların yapım dönemi ve deprem sonrası hasar alma durumları, ülkemizde düzenlenen yasal düzenlemeler ile birlikte değerlendirildiğinde söz konusu düzenlemelerin afet riskli alanlarda doğru uygulanabilmesi halinde can ve mal kayıplarının gözle görülür oranda azaltılabileceği noktasında vurgu yapmaktadır. Bu doğrultuda amacı afet riskli alanlarda hasar durumunun en aza indirgenmesi ve afet sonrası müdahale süreçlerinin başarıyla tamamlanması adına oluşturulan yasal düzenlemelerin, çalışma kapsamı olan Hatay/Antakya kent merkezinde 2004 yılı ve sonrası oluşan yapı stoğu için doğru uygulanabildiği sonucuna ulaşılmıştır.

Sonuç olarak, bu tez çalışması, Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Teknolojilerinin, kentsel alanlardaki deprem hasarının değerlendirilmesi ve yönetimi konusunda ne kadar etkili olabileceğini göstermiştir. Elde edilen sonuçlar, ileride yapılacak çalışmalar için bir temel teşkil etmekte ve afet yönetimi süreçlerinde bu yöntemlerin kullanılmasını teşvik etmektedir.

5. TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Tez konusu kapsamında, Hatay/Antakya kent merkezindeki yapı stoğunun 1999-2023 yılları arasında yaşanan değişiklikleri ve büyük bir depremin ardından bu yapıların ne ölçüde etkilendiğini detaylı bir şekilde incelenmiştir. Uzaktan algılama teknolojileri ve Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak elde edilen veriler, yapı stoğunun zaman içindeki değişimini ve bu değişimin deprem sonrası sonuçlarını gözler önüne sermiştir. Çalışma, yapıların deprem sonrası hasar durumlarını ve yasal düzenlemelerin bu yapılar üzerindeki etkilerini analiz etmiştir. Tez konusu kapsamında, çalışma alanına etki eden faktörler, farklı tartışma konu başlıkları altında değerlendirilmiştir. İlk olarak yasal düzenlemelerin etkisi göz önünde bulundurulduğunda, 1997 Deprem Yönetmeliği, 2002 Yapı Denetim Kanunu ve 2012 Kentsel Dönüşüm Kanunu gibi yasal düzenlemelerin, yapı stoğunun depreme dayanıklılığını artırma konusunda önemli rol oynadığı gözlemlenmiştir. Bu düzenlemelerin özellikle 2012 sonrası inşa edilen yapılar üzerindeki etkileri, yapıların daha az hasar almasını sağlamıştır. Ancak, bu düzenlemelerin uygulanmasında karşılaşılan zorluklar ve eksiklikler, yapıların yeterince dayanıklı olmamasına yol açabilir. Bu nedenle, yasal düzenlemelerin etkin bir şekilde uygulanması ve denetlenmesi büyük önem taşımaktadır. Jeomorfolojik özelliklerin etkisi ele alındığında, çalışma alanının jeomorfolojik özellikleri, yapıların deprem sonrası hasar durumları üzerinde belirgin bir etkiye sahip olduğu görülmüştür. Düz ve düze yakın alanlarda inşa edilmiş yapıların, eğimli alanlara göre daha fazla hasar gördüğü tespit edilmiştir. Bu durum, afet risk yönetimi açısından jeomorfolojik faktörlerin dikkate alınmasının önemini vurgulamaktadır. Jeomorfolojik analizlerin daha geniş kapsamlı ve detaylı yapılması, riskli bölgelerin daha iyi anlaşılmasını ve bu bölgelerde alınacak önlemlerin daha etkili olmasını sağlayabilecek değerdedir. Çalışmada Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Teknolojilerinin kullanımının etkisi, kentsel alanlardaki yapısal değişikliklerin ve deprem hasarlarının tespit edilmesinde ne kadar faydalı olabileceğini göstermiştir. Bu teknolojiler, afet yönetimi süreçlerinde önemli bir araç olarak kullanılabilir. Ancak, bu teknolojilerin daha geniş bir kullanımı için gerekli olan altyapı ve eğitim yatırımlarının artırılması gerekmektedir.

Yasal düzenlemelerin güncellenmesi ve uygulanması afet riskli alanlarda yüksek önem değeri taşımaktadır. Yasal düzenlemelerin sürekli olarak güncellenmesi ve uygulanması, yapı stoğunun depreme karşı daha dirençli hale getirilmesine yardımcı

olacaktır. Özellikle yeni inşaat teknolojileri ve malzemeleri göz önünde bulundurularak, mevcut yönetmeliklerin yenilenmesi önemlidir. Öte yandan, yapı sahipleri ve inşaat sektörü çalışanları için düzenli eğitim ve bilinçlendirme programları düzenlenmelidir. Bu programlar, deprem riski ve dayanıklı yapı inşası konusunda farkındalığı artırarak, afetlere karşı daha hazırlıklı bir toplum oluşturulmasına katkı sağlama noktasında önem taşımaktadır.

Tez çalışması, Hatay/Antakya kent merkezindeki yapı stoğunun deprem sonrası durumunu değerlendirirken, afet risk yönetimi ve kentsel planlama açısından bilgiler sunmaktadır. Elde edilen bulgular, ileride yapılacak çalışmalar için değerli bir referans oluşturmakta ve afet yönetimi süreçlerinde bu tür teknolojik yöntemlerin kullanımını teşvik edici niteliktedir.

KAYNAKÇA

- ArcMap 10.8.2. (2023).
- Ali, A., & Alam Nayyar, Z. (2021). A Modified Built-up Index (MBI) for automatic urban area extraction from Landsat 8 Imagery. *Infrared Physics & Technology*, 116, 103769. <https://doi.org/10.1016/j.infrared.2021.103769>
- Bai, Y., He, G., Wang, G., & Yang, G. (2020). WE-NDBI-A new index for mapping urban built-up areas from GF-1 WFV images. *Remote Sensing Letters*, 11(5), 407–415. <https://doi.org/10.1080/2150704X.2020.1723171>
- Chen, H.-C., Han, Q., & De Vries, B. (2020). Urban morphology indicator analyzes for urban energy modeling. *Sustainable Cities and Society*, 52, 101863. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101863>
- Chen, L., Li, M., Huang, F., & Xu, S. (2013). Relationships of LST to NDBI and NDVI in Wuhan City based on Landsat ETM+ image. 2013 6th International Congress on Image and Signal Processing (CISP), 840–845. <https://doi.org/10.1109/CISP.2013.6745282>
- Dinç, Y. (2022). Büyükşehir Belediyeli İllerde Kentsel Alanların ve Kent-Kır Nüfusunun Belirlenmesi: Hatay Örneği . *Turkish Journal of Geographical Sciences*, 1 (20), 191-219.
- Doğan, S. Ş., & Yılmaz, S. (2019). Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Yöntemleri ile Arazi Örtüsü/Alan Kullanım Değişimlerinin Belirlenmesi: Bingöl Kent Merkezi Örneği.
- Ekber GÜLERSOY, A. (2013). Farklı Uzaktan Algılama Teknikleri Kullanılarak Arazi Örtüsü/Kullanımında Meydana Gelen Değişimlerin. *Journal of Turkish Studies*, 8 (Volume 8 Issue 8), 1915–1915.
- El Garouani, A., Mulla, D. J., EL Garouani, S., & Knight, J. (2017). Analysis of urban growthandsprawlfromremotesensingdata: Case of Fez, Morocco. *International Journal of SustainableBuilt Environment*, 6(1), 160-169.
- Elibüyük, M. (2010). Türkiye'nin Coğrafi Bölge ve Bölümlerine Göre Yükselti Basamakları ve Eğitim Grupları.
- Ennouri, K., Smaoui, S., & Triki, M. A. (2021, March 21). Detection of Urban and Environmental Changes via Remote Sensing. s. 1423-1437.
- Ergin, E. (2006). Uzaktan Algılamanın Havza Yönetiminde Kullanımı: Çandarlı Örneği.
- Geçen, R. (2018). Acil Durumlarda Ambulans Erişebilirliği: Antakya (Hatay) Örneği. *The Journal of Academic Social Science Studies* (73), 361-375.
- Geymen, A. (2016, Nisan 9). Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Su Havzalarındaki Doğal Kaynakların İzlenmesi: Elmalı Havzası Örneği. *KSÜ Doğa Bil. Derg*, 2 (19), s. 174-180.
- Guha, S., Govil, H., Dey, A., & Gill, N. (2018). Analytical study of land surface temperature with NDVI and NDBI using Landsat 8 OLI and TIRS data in Florence and Naples city, Italy. *European Journal of Remote Sensing*, 51(1), 667–678. <https://doi.org/10.1080/22797254.2018.1474494>

- Hegazy, I. R., & Kaloop, M. R. (2015). Monitoring urban growth and land use change detection with GIS and remote sensing techniques in Daqahlia governorate Egypt. *International Journal of Sustainable Built Environment* (4), 117-124.
- Hidalgo-García, D., & Arco-Díaz, J. (2022). Modeling the Surface Urban Heat Island (SUHI) to study of its relationship with variations in the thermal field and with the indices of land use in the metropolitan area of Granada (Spain). *Sustainable Cities and Society*, 87, 104166. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.104166>
- Islam, K., Jashimuddin, M., Nath, B., & Nath, T. K. (2017). Land use classification and change detection by using multi-temporal remotely sensed imagery: The case of Chunati wildlife sanctuary, Bangladesh. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences* (21), 37-47.
- Kaçmaz, M., & Döker, M. F. (2021). Sapanca Gölü Havzası'nda Arazi Kullanımı ve Mekânsal Değişim. *Coğrafi Bilimler Dergisi/ Turkish Journal of Geographical Sciences*, 1 (19), 161-194.
- Kshetri, T. B. (2022). Ndvi, Ndbi and Ndwi Calculation Using Landsat 7 And 8.
- Madasa, A., Orimoloye, I. R., & Ololade, O. O. (2021). Application of geospatial indices for mapping land cover/use change detection in a mining area. *Journal of African Earth Sciences*, 175, 104108. <https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2021.104108>
- Monitoring the Built-up Area Transformation Using Urban Index and Normalized Difference Built-up Index Analysis. (2019). *International Journal of Engineering*, 32(5). <https://doi.org/10.5829/ije.2019.32.05b.04>
- Onyango, D. O., & Opiyo, S. B. (2022). Detection of historical landscape changes in Lake Victoria Basin, Kenya, using remote sensing multi-spectral indices. *Watershed Ecology and the Environment*, 4, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.wsee.2021.12.001>
- Özşahin, E. (2010). Antakya'da (Hatay) Yer Seçiminin Jeomorfolojik Özellikler Ve Doğal Risk Açısından Değerlendirilmesi. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 13 (23), 1-16.
- Özşahin, E., & Özder, A. (2011). *Fiziki Coğrafya Araştırmalar* (5), 657-680.
- Özşahin, Y. D., & Kaymaz, A. G. (2015). Cbs ve Ahs Kullanılarak Doğal Çevre Bileşenleri Açısından Kentsel Mekanın Yerleşime Uygunluk Analizine Bir Örnek: Antakya (Hatay). *Doğu Coğrafya Dergisi*, 20 (33), 111-134.
- Partigöç, N. S. (2018). Kentleşme Sürecinde Kırsal Alanların Mekansal Değişimi ve Dönüşümü: Denizli Kenti Örneği. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*. <https://doi.org/10.17671/gazibtd.347729>
- Poyil, R. P., & Misra, A. K. (2015). Urban agglomeration impact analysis using remote sensing and GIS techniques in Malegaoncity, India. *International Journal of Sustainable Built Environment*, 4(1), 136-144.
- Sarı, S., & Türk, T. (2020). Depremde Meydana Gelebilecek Bina Hasarlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri ile İncelenmesi.

Yücer, E. (2014). Şehir Alanlarındaki Mekansal Dğişimin Uydu Görüntüleri ile Zamansal Takibi. Yüksek Lisans Tezi, T.C. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Harita Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.

Zheng, Y., Tang, L., & Wang, H. (2021). An improved approach for monitoring urban built-up areas by combining NPP-VIIRS nighttime light, NDVI, NDWI, and NDBI. *Journal of Cleaner Production*, 328, 129488. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129488>

http-1: <https://www.dogaka.gov.tr/> (Erişim tarihi: 14.01.2024)

http-2: <https://earth.google.com/> (Erişim tarihi: 12.03.2023)

http-3: <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr/> (Erişim tarihi: 12.03.2024)

http-4: <https://data.tuik.gov.tr/> (Erişim tarihi: 12.03.2024)



ÖZGEÇMİŞ

ORCID ID : 0009-0008-2929-0546

Adı Soyadı : Özgecan Mallı

Yabancı Dil: İngilizce

Eğitim ve Mesleki Gecmisi:

2021, Karadeniz Teknik Üniversitesi/Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü

2022, Şehir Plancısı, Egeplan Planlama Ltd. Şti.

Yayınları ve/veya Bilimsel/Sanatsal Faaliyetleri:

MALLI, Ö., & ÇABUK, A. (2023). Evaluation of Earthquake Damage In Hatay/Antakya City Center By Investigation of Spatial Change Between 2000-2002. The 5th International Electronic Conference on Remote Sensing (s. 1-6). Potsdam, Germany: Sciforum. doi:<https://doi.org/10.3390/ECRS2023-17525>

Mesleki Birlik/Dernek/Kurulus Üyelikleri:

2019, TMMOB Şehir Plancıları Odası/Öğrenci Üye

2022, TMMOB Şehir Plancıları Odası/Üye