

**T.C.
ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK
VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI**

Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü

**ULUSAL UZAKTAN ALGILAMA VERİLERİNİN
ENTEĞRE YÖNETİMİ STRATEJİSİ
ÇALIŞMA HEYETİ SONUÇ RAPORU**

**ANKARA
Ağustos, 2024**

ÖNSÖZ

Bu strateji raporu, Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemi Yürütme Kurulunun 2024/1 Toplantısında tarafından alınan 14. madde kararı doğrultusunda oluşturulmuştur. Karar uyarınca, Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü (CBSGM), Harita Genel Müdürlüğü (HGM), Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü (TKGM) ve diğer görüntü çeken veya temin eden ilgili kurumların temsilcilerinden oluşan bir çalışma heyeti kurulmuştur. Bu heyetin temel görevi, ulusal düzeyde ihtiyaç duyulan uzaktan algılama görüntülerinin türünü (optik, termal, radar, çok bantlı vb.), kapsama alanlarını (ülke, şehir, kırsal, kent içi, kıyı, orman, korunan alan vb.), çözünürlüğünü ve güncelleme periyodunu belirlemek ve bu doğrultuda bir strateji taslağı oluşturmaktır.

Hazırlanan Ulusal Uzaktan Algılama Verileri Entegre Yönetimi Stratejisi, ülkemizin uzaktan algılama verilerini etkin bir şekilde yöneterek, bu verilerin ulusal güvenlik, sürdürülebilir kalkınma, çevre yönetimi, afet yönetimi ve diğer kritik alanlarda en iyi şekilde kullanılmasını sağlamayı hedeflemektedir. Heyet olarak, Türkiye'nin uzaktan algılama teknolojilerinde dünya standartlarına ulaşmasını ve bu alanda öncü bir ülke konumuna gelmesini sağlayacak adımların atılmasını amaçlamaktayız.

Bu strateji, ilgili kurumlar arasında iş birliğini artırarak, yenilikçi teknolojilerin benimsenmesini teşvik etmeyi ve ulusal düzeyde veri yönetimi süreçlerinin geliştirilmesini öngörmektedir. Verilerin doğru, güvenli ve erişilebilir bir şekilde toplanması, işlenmesi ve paylaşılması, ülkemizin refah seviyesini artıracak ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmamızda önemli bir rol oynayacaktır.

Anahtar Sözcükler: *Uzaktan algılama, fotogrametri, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Yönetişim, Sürdürülebilir Kalkınma*

YÖNETİCİ ÖZETİ

Ulusal Uzaktan Algılama Verileri Entegre Yönetimi Stratejisi, Türkiye'nin uzaktan algılama verilerinin etkin yönetimi ve entegrasyonu amacıyla hazırlanmış kapsamlı bir plandır. Bu strateji, uzaktan algılama verilerinin toplanması, işlenmesi, analiz edilmesi ve paylaşılması süreçlerini optimize etmeyi hedeflemektedir. Rapor, Türkiye'nin uzaktan algılama teknolojilerinde mevcut durumunu değerlendirerek, geleceğe yönelik stratejik hedefler ve eylem planları ortaya koymaktadır.

Raporun başlıca hedefleri şunlardır:

Veri Toplama ve Güncelleme: Türkiye'nin farklı bölgeleri için mekânsal, spektral, radyometrik ve zamansal çözünürlük ihtiyaçları belirlenmiş ve bu ihtiyaçlara uygun veri toplama stratejileri geliştirilmiştir. Örneğin, kentsel alanlar için yüksek mekânsal çözünürlüklü görüntüler önerilirken, tarım alanlarında multispektral ve hiperspektral sensörlerin kullanımı öngörülmüştür.

Platform ve Sensör Teknolojileri: Rapor, yüksek çözünürlüklü uydu sistemleri, uçaklar, İHA'lar, ve yer-bazlı sensörler gibi platformların kullanımını önerirken, SAR, termal, multispektral ve hiperspektral gibi gelişmiş algılayıcıların entegrasyonunu da vurgulamaktadır. Bu teknolojilerin birlikte kullanımı, doğal afetlerden kentsel planlamaya kadar geniş bir yelpazede etkin veri sağlanmasına olanak tanıyacaktır. Ayrıca, Harita Genel Müdürlüğü (HGM) ve Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü (TKGM) uçak kapasitelerinin artırılması ve Tarım ve Orman Bakanlığı'nın, Harita Genel Müdürlüğü'nün ve Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın yüksek menzilli İHA kapasitelerinin geliştirilmesi önerilmektedir.

Kurumsal Yapılanmaya Esas Yeni Birim Önerisi: Uzaktan Algılama ve Görüntü Koordinasyon Merkezi (UAGKM) kurulması önerilmektedir. Bu merkez, uzaktan algılama verilerinin toplama, işleme, analiz ve paylaşım süreçlerini koordine ederek, ulusal düzeyde veri entegrasyonunu ve kaliteyi artıracaktır. UAGKM, çeşitli kurumlar arasında iş birliğini teşvik ederek, veri erişimini ve paylaşımını kolaylaştıracak bir merkez olarak konumlanacaktır.

Veri İşleme ve Analiz: Gelişmiş yazılım ve algoritmaların kullanımı, verilerin hızlı ve doğru bir şekilde işlenmesini ve analiz edilmesini sağlayacaktır. Özellikle yapay zekâ ve büyük veri analitiği gibi teknolojiler, stratejik kararların desteklenmesinde kritik bir rol oynayacaktır.

Veri Paylaşımı ve Dağıtımı: Ulusal Uzaktan Algılama Görüntü Portalı'nın kurulması önerilmiştir. Bu portal, TUCBS (Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi) ile entegre çalışacak ve tüm uzaktan algılama verilerinin merkezi bir noktadan yönetilmesini sağlayacaktır. Böylece, veri paylaşımı ve erişimi daha etkin hale getirilecektir.

Eğitim ve Kapasite Geliştirme: Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri alanında kapasite gelişimi ve uzmanlık seviyesini artırmak amacıyla kapsamlı eğitim programları düzenlenecektir. Bu programlar hem kamu hem de özel sektörde çalışan personelin bilgi ve becerilerini geliştirmeye yönelik olacaktır.

Ulusal ve Uluslararası İş birlikleri: Türkiye'nin uzaktan algılama teknolojilerinde lider bir ülke konumuna gelmesi amacıyla uluslararası veri sağlayıcılar ve teknoloji geliştirme kuruluşları ile iş birliklerinin güçlendirilmesi planlanmaktadır.

Sonuç olarak, bu strateji, Türkiye'nin uzaktan algılama alanındaki kapasitelerini artırarak, ulusal güvenlik, çevresel sürdürülebilirlik, afet yönetimi, ve ekonomik kalkınma hedeflerine ulaşmasına katkıda bulunacaktır. Rapor, bu hedeflere ulaşmak için gerekli olan adımları detaylandırmakta ve Türkiye'nin uzaktan algılama teknolojilerinde dünya standartlarına ulaşmasını sağlayacak kapsamlı bir yol haritası sunmaktadır.



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÇALIŞMA HEYETİ ÜYELERİ.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
ÖNSÖZ.....	i
YÖNETİCİ ÖZETİ.....	i
İÇİNDEKİLER.....	iv
TABLolar DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
KISALTMALAR/SİMGELER.....	x
TANIMLAR.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Ülkemizde Uzaktan Algılamanın Tarihçesi.....	4
1.2. Amaç.....	7
1.3. Kapsam.....	8
1.4. Gerekçe.....	12
2. DÜNYADA UZAKTAN ALGILAMA STRATEJİLERİ.....	14
2.1. Rusya.....	14
2.2. Çin.....	15
2.3. Amerika Birleşik Devletleri.....	16
2.4. Hindistan.....	17
2.5. Avrupa Uzay Ajansı.....	19
2.6. Kanada.....	22
3. VİZYON VE STRATEJİ.....	24
3.1. Vizyon.....	24
3.2. Stratejik Bakış.....	26
3.2.1. Veri Toplama ve Güncelleme.....	26
3.2.2. Veri İşleme ve Analiz.....	27
3.2.3. Veri Paylaşımı ve Dağıtımı.....	27
3.2.4. Eğitim ve Kapasite Geliştirme.....	28
3.2.5. Ulusal ve Uluslararası İş Birlikleri.....	28
3.2.6. Veri Entegrasyonu ve Koordinasyon.....	28
3.2.7. Finansman ve Kaynak Yönetimi.....	29
3.2.8. İzleme ve Değerlendirme.....	29
4. MEVCUT DURUM İNCELEMESİ.....	29
4.1. Mevcut Veri Altyapısı.....	30
4.2. Mevcut Uygulamalar.....	32
4.2.1. Yurt İçindeki Örnek Uygulamalar.....	32
4.2.1.1. Kamudaki Örnek Uygulamalar.....	32
4.2.1.2. Özel Sektördeki Örnek Uygulamalar.....	55
4.2.2. Yurt Dışındaki Örnek Uygulamalar.....	56
4.3. Veri Paylaşım ve İş Birliği.....	57
4.4. Geliştirme Önerileri.....	59
5. STRATEJİK AMAÇLAR VE HEDEFLER.....	60

5.1.	Stratejik Amaçlar	60
5.1.1.	AMAÇ 1: Yenilikçi Teknoloji ve Yüksek Standartlar	60
5.1.2.	AMAÇ 2: Entegre Veri Yönetimi	61
5.1.3.	AMAÇ 3: Çevresel ve Sosyal Sürdürülebilirlik	62
5.1.4.	AMAÇ 4: Afet Yönetimi ve Dirençlilik	62
5.1.5.	AMAÇ 5: Uluslararası İş birlikleri ve Rekabetçilik	63
5.1.6.	AMAÇ 6: Eğitim ve Kapasite Geliştirme	64
5.1.7.	AMAÇ 7: Ekonomik ve Toplumsal Katkı	64
5.2.	Stratejik Hedefler	65
5.2.1.	HEDEF 1: Teknolojik Altyapıyı Güçlendirmek	65
5.2.2.	HEDEF 2: Veri İşleme Kapasitesini Artırmak	66
5.2.3.	HEDEF 3: Ulusal Veri Entegrasyonunu Sağlamak	66
5.2.4.	HEDEF 4: Ekosistem ve Çevresel İzleme Sistemlerini İyileştirmek	66
5.2.5.	HEDEF 5: Afet Yönetimi İçin Veri Kullanımını Artırmak	67
5.2.6.	HEDEF 6: Uluslararası İşbirliklerini Artırmak	67
5.2.7.	HEDEF 7: Eğitim Programları Düzenlemek	67
5.2.8.	HEDEF 8: Ekonomik ve Toplumsal Katkıyı Artırmak	67
6.	EYLEM PLANI	68
6.1.	Veri Güncelleme Periyodu İhtiyacı	68
6.2.	Platform Temini	74
6.3.	Sensör Teknolojileri	82
6.4.	Veri Dağıtımı ve Paylaşımı	93
6.5.	Yönetim ve Koordinasyon	94
6.6.	Eğitim ve Kapasite Geliştirme	97
6.7.	Finansman ve Kaynaklar	98
6.8.	İzleme ve Değerlendirme	99
7.	SONUÇ VE ÖNERİLER	100
7.1.	Bölgesel Çözünürlük Gereksinimlerine Göre Sonuçlar ve Öneriler	101
7.2.	Afet Yönetimi	104
7.3.	Şehircilik	105
7.4.	Çevre ve İklim Değişikliği	106
7.5.	Tarım	108
7.6.	Orman	110
KAYNAKÇA		112
EKLER		117
EK 1. Kamu Kurumları Uzaktan Algılama Teknik Bilgi Formu Raporu		1
Bölüm 1		2
Bölüm 2		16
Bölüm 3		30
Anket Sonuçlarının Değerlendirilmesi		39

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo	Sayfa
Tablo 1. Kanada Uydu Yeryüzü Gözlem Stratejisi'nin Hedef ve Eylemleri.....	22
Tablo 2. Ülkelerin uzaktan algılama stratejileri	23
Tablo 3. TKGM tarafından kadastro çalışmalarında kullanılan fotogrametrik yöntemler.....	46
Tablo 4. Uygulama alanına göre uzaktan algılama verilerinin güncelleme periyodu ihtiyacı.....	69
Tablo 5. Uygulama alanlarına göre uzaktan algılama platformlarının kullanımı.	76
Tablo 6. Uygulama alanına göre uzaktan algılama sensör teknolojilerinin kullanımı.....	82
Tablo 7. SAR teknolojisinde kullanılan mikrodalga bantları ve özellikleri.	84

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil.....	Sayfa
Şekil 1. Dünyanın TIROS-1 uydusundan 1960 yılında çekilen görüntü çerçeveleri [4]	2
Şekil 2. Yerli uydular ile elde edilen görüntüler (RASAT (a), Göktürk-2 (b), Göktürk-1 (c), İMECE (d)) [7], [8], [9], [10]	6
Şekil 3. ESA Yeryüzü Gözlem Bilimi Stratejisi toplumsal zorluklara yanıt veren yenilik sarmalı.	20
Şekil 4.Çevresel problemlere yol açan küresel eğilimler.	21
Şekil 5. Kurumlar tarafından kullanılan görüntülerin zamansal çözünürlük dağılımı.....	31
Şekil 6. Kurumlar tarafından talep edilen görüntülerin zamansal çözünürlük dağılımı.....	31
Şekil 7. Kurumlar tarafından talep edilen görüntülerin mekânsal çözünürlük dağılımı.....	31
Şekil 8. Üç Uçak ve Geniş Format Sayısal Hava Kamerası.	33
Şekil 9. 2023 Yılı Hava Fotoğrafi Çekimi ve Ortofoto Üretimi.....	34
Şekil 10. Yurt İçi Yıllara Sari Hava Fotoğrafi Çekimi ve Ortofoto Üretimi.	34
Şekil 11. 06 Şubat 2023 Tarihli Kahramanmaraş Merkezli Deprem Bölgelerinde Hava Fotoğrafi ve Uydu Görüntüsü Çekim Durumu.	35
Şekil 12. 2024 Yılı Hava Fotoğrafi Çekimi ve Ortogörüntü Üretim Planı.....	36
Şekil 13. 2024 Yılı Göktürk-1 Uydu Görüntüsü Çekim Planı.....	37
Şekil 14. 1936-2007 Yılları Arasında Çekilen Analog Hava Fotoğrafi.	37
Şekil 15. 1936-2006 Yılları Arasında Çekilen Hava Fotoğraflarından Üretilen Ortofoto Durumu.	38
Şekil 16. Çekilen ve Üretilen GÖKTÜRK-1 Uydu Görüntüsü İndeksi.	39
Şekil 17. GÖKTÜRK-2 Uydu Görüntüsü Üretim Durumu.	40
Şekil 18. 1/25.000 Ölçekli Yıllara Sari Kıymetlendirme Üretim Durumu.	41
Şekil 19. TREx Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) Üretim Durumu.	42
Şekil 20. TREx Sayısal Arazi Modeli (SAM) Üretim Durumu.....	42
Şekil 21. Hava Fotoğrafından Üretilen Sayısal Yükseklik Modeli (03. m. – 5 m.) Üretim Durumu.	43

Şekil 22. Kadastro yenileme ve Sayısal Renkli Ortofoto çalışmalarına örnekler.	45
Şekil 23. TKGM tarafından 30 cm ve 10 cm yer örnekleme aralıklarında görüntü alım için uçulan alanların yıl bazlı dağılımı.	46
Şekil 24. 3B Şehir Modelleri ve Kadastro Altlıklarının Oluşturulması İşleri örnek çalışmalar.....	47
Şekil 25. Düzce İli Merkez ilçesine ait NEFES Yazılımı Çıktı Haritası.	48
Şekil 27. EOS-RS Hasar Proxy Haritası Japonya Havacılık ve Uzay Araştırma Ajansı (JAXA) tarafından işletilen ALOS-2 uydusu tarafından felaket öncesi ve sonrasında elde edilen sentetik açıklıklı radar (SAR) görüntülerinden 6 Şubat Depremi'nin etkilediği alan.	50
Şekil 26. Sentinel 2 optik uydu görüntüleri kullanılarak, 6-7 Eylül 2017 tarihlerinde Muğla ili Menteşe ilçesinde meydana gelen orman yangınlarının etki alanının değişim analiziyle bulunması. (Afet öncesi görüntü: 31 Ağustos 2017, Afet sonrası görüntü: 7 Eylül 2017).....	50
Şekil 28. Gemlik Körfezi (lokal) ile Marmara Denizi (bölgesel) için su kalite izlemesinde kullanılabilecek uydu verileri ve kapsama alanları.	51
Şekil 29. Çalışma kapsamında kullanılan uydu görüntüleri ve numune alım noktaları.	51
Şekil 30. Kullanılan regresyon modeli sonuçlarına göre Klorofil-a, Bulanıklık ve Seki disk parametrelerinin 29 Nisan 2021 tarihli uydu görüntü mozaiğindeki (alt ve üst çerçeveden oluşan) dağılımı.	52
Şekil 31. 2019 senesinde İzmir'de gerçekleşen orman yangınlarının etkilediği alanın tespiti ve yanan alanın sınıflandırması çalışması.....	53
Şekil 32. İzmir ili Selçuk ilçesi ve Bolu'nun Altınçay ilçelerinde gerçekleşen böcek zararlılarının tespiti çalışmaları.....	53
Şekil 33. Karadeniz Bölgesi sel ve taşkın modelleme projesinden örnek görüntü	55
Şekil 34. Urban Atlas veri portalı arayüzü [20].....	70
Şekil 35. Uzaktan algılama teknolojisinin tarım uygulamalarına örnek çalışma [21].	71
Şekil 36. Umman Denizi'ndeki fitoplankton yoğunluğunu gösteren Sentinel-3 uydu görüntüsü [22].	72
Şekil 37. Orman varlığının değişimini gösteren panel [23].....	73

Şekil 38. Pleiades 1A uydu görüntüsünden üretilmiş sayısal yükseklik modeli [26].	77
Şekil 39. Tarım alanlarının Sentinel-2 kullanarak üretilmiş NDVI görüntüsü [27].	79
Şekil 40. Hassas tarım çalışmalarına örnekler (Sentera) [28].	79
Şekil 41. VITO Remote Sensing şirketi tarafından yapılan su kalitesi parametreleri çalışması örneği [29].	81
Şekil 42. İstanbul ili için ortalama deformasyon hızını gösteren vektör harita; a) Avrupa yakası, b) Asya yakası. [35].	86
Şekil 43. Kentsel ısı adaları yoğunluğunu gösteren harita [36].	87
Şekil 44. Sentinel-1 SAR ve Sentinel-2 multispektral görüntülerinden mahsul türü haritalama; Hollanda örneği [37].	88
Şekil 45. Orman envanteri çalışmalarında LIDAR örneği [38].	90
Şekil 46. Bişkek şehir merkezinin güneyindeki dağlık arazinin farklı bant kombinasyonlarındaki Sentinel-2 optik uydu görüntüleri (a) ve Sentinel-1 uydusu ile elde edilmiş SAR görüntüsü (b) [39].	91
Şekil 47. Ulusal Uzaktan Algılama Veri Yönetimi ve Türkiye Ulusal Uzaktan Algılama Portalı.	94

KISALTMALAR/SİMGELER

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AFAD	Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
BHİKPK	Bakanlıklar arası Harita İşlerini Koordinasyon ve Planlama Kurulu
CAS	Coğrafi Analiz Sistemi
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
CBSGM	Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü
ÇED	Çevresel Etki Değerlendirmesi
ÇKS	Çiftçi Kayıt Sistemi
ÇŞİDB	Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı
ÇYGM	Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü
DSİ	Devlet Su İşleri
ESA	Avrupa Uzay Ajansı (European Space Agency)
EUMETSAT	Avrupa Meteoroloji Uyduları İşletme Teşkilatı (European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites)
FTP	Dosya Transfer Protokolü (File Transfer Protocole)
GEO	Sabit Yörüngeli Uydu (Geostationary Orbit)
HEY	Hava Emisyon Yönetimi
HGM	Harita Genel Müdürlüğü
İHA	İnsansız Hava Aracı
InSAR	İnterferometrik Yapay Açıklıklı Radar (Interferometric Synthetic Aperture Radar)
IoT	Nesnelerin İnterneti (Internet of Things)
ISRO	Hindistan Uzay Araştırma Örgütü (Indian Space Research Organization)
JAXA	Japonya Havacılık ve Araştırma Ajansı (Japan Aerospace Exploration Agency)
LEO	Alçak Yörünge (Low-Earth Orbit)
LIDAR	Işın Algılama ve Mesafe Ölçme (Light Detection and Ranging)
MEO	Orta Yükseklikte Yörünge (Medium-Earth Orbit)
MODIS	Orta Çözünürlüklü Görüntüleme Spektroradyometresi (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer)
MTA	Maden Tetkik ve Arama
NASA	Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (National Aeronautics and Space Administration)
NDVI	Normalleştirilmiş Fark Bitki Örtüsü Endeksi (Normalized Difference Vegetation Index)
NIR	Yakın Infrared (Near Infrared)
NEFES	3 Boyutlu Hava Kalitesi Seviye Tespit Yazılımı
OGC	Açık Coğrafi Konsorsiyum (Open Geospatial Consortium)
OGM	Orman Genel Müdürlüğü
ORBİS	Orman Bilgi Sistemi
RADAR	Radyo Algılama ve Mesafe Belirleme (Radio Detection and Ranging)
RGB	Kırmızı Yeşil Mavi (Red Green Blue)
SAR	Yapay Açıklıklı Radar (Synthetic Aperture Radar)
SWIR	Kısa Dalga Infrared (Shortwave Infrared)
SYM	Sayısal Yükseklik Modeli
TBS	Tarım Bilgi Sistemi

TCDD	Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları
TIROS-1	Televizyon ve Infrared Gözlem Uydusu (Television and Infrared Observational Satellite-1)
TKGM	Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü
TOPOVT	Türkiye Topografik Vektör Veritabanı
TRGM	Tarım Reformu Genel Müdürlüğü
TROPOMI	Troposferik İzleme Aracı (Tropospheric Monitoring Instrument)
TSK	Türk Silahlı Kuvvetleri
TUCBS	Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi
TUSAŞ	Türk Havacılık ve Uzay Sanayi A.Ş.
TUUAP	Türkiye Ulusal Uzaktan Algılama Portalı
UAGKM	Uzaktan Algılama ve Görüntü Koordinasyon Merkezi
UN-IGIF	Birleşmiş Milletler Entegre Coğrafi Bilgi Çerçevesi (United Nations Integrated Geospatial Information Framework)
USGS	ABD Jeoloji Araştırması (U.S. Geological Survey)
UUAVEYS	Ulusal Uzaktan Algılama Verilerinin Entegre ve Yönetimi Stratejisi
WCS	Web Kapsama Servisi (Web Coverage Service)
WFS	Web Özellik Servisi (Web Feature Service)
WMO	Dünya Meteoroloji Örgütü (World Meteorological Organization)
WMS	Web Harita Servisi (Web Map Service)



TANIMLAR

Uzaktan Algılama	Yeryüzünden belli uzaklıkta uydu veya hava araçları aracılığı ile fiziksel bir temas olmadan yeryüzü ve nesneler hakkında bilgi edinmeyi amaçlayan bir bilim dalıdır.
Coğrafi Bilgi Sistemi	Her türlü coğrafi verinin; üretilmesi, temini, depolanması, işlenmesi, yönetilmesi, analiz edilmesi, paylaşılması, sunulması ve güncel tutulması için gerekli olan donanım, yazılım, insan kaynağı, standartlar ve yöntemler bütünü.





ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU	ULUSAL UZAKTAN ALGILAMA VERİLERİNİN ENTEGRE YÖNETİMİ STRATEJİSİ ÇALIŞMA HEYETİ SONUÇ RAPORU
------	--

1. GİRİŞ

Uzaktan algılama, bir nesne veya yüzey hakkında arada fiziksel bir temas olmadan bilgi edinme sürecidir. Bu süreç, nesnelerden yayılan veya yansıtılan elektromanyetik enerjinin sensörler aracılığıyla algılanması ve analiz edilmesiyle dijital verilere dönüştürülmesi şeklinde gerçekleşir. Bu veriler, çeşitli analiz teknikleri kullanılarak işlenir ve yorumlanır. Böylelikle, yeryüzü ve/veya nesnelerin özellikleri hakkında bilgi edinilebilir. Uzaktan algılama teknolojisi, geniş alanların hızlı ve etkili bir şekilde izlenmesine olanak tanır ve genellikle uydu veya hava araçları ile uygulanır.

1850’li yıllarda sıcak hava balonlarından yeryüzünün fotoğraflarının çekilmeye başlaması, uzaktan algılama biliminin başlangıcı olarak kabul edilebilir. Takip eden yıllarda, özellikle 1. ve 2. Dünya Savaşları döneminde yeryüzünün havadan kaydedilmesi esas olarak askeri keşif ve gözlem amaçları için kullanılmıştır [1]. 1940’lara kadar aradan geçen yaklaşık 100 yıllık dönemde uzaktan algılama faaliyetleri yalnızca havadan elde edilen görüntüler kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Daha sonraki yıllarda kamera teknolojisindeki gelişmeler, RADAR (Radio Detection and Ranging – Radyo Dalgaları ile Tespit Etme ve Menzil Tayini) teknolojisinin icadı ile ortaya çıkan, uzay ve uydu alanındaki rekabet sonucunda uzaktan algılama alanında ciddi gelişmeler kaydedilmiştir. Bu periyotta yeryüzünün havadan algılanmasına ek olarak uydu teknolojileri ile uzaktan algılama faaliyetleri başlamıştır.

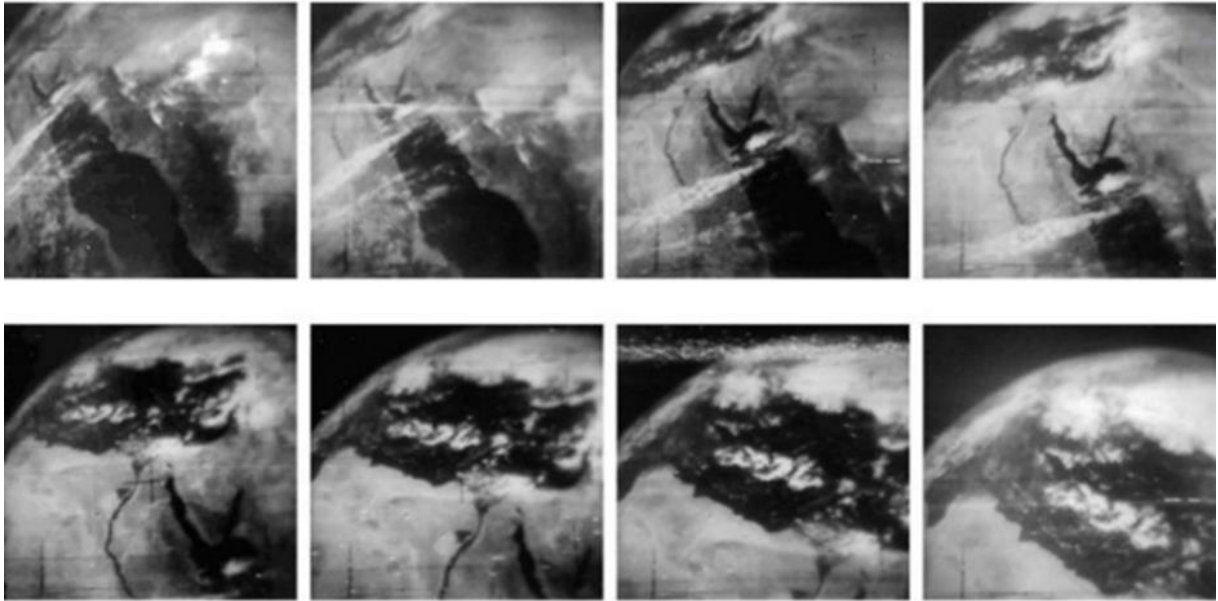
[1] Weng, Qihao. An introduction to contemporary remote sensing. McGraw-Hill Education, 2012.



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU	ULUSAL UZAKTAN ALGILAMA VERİLERİNİN ENTEGRE YÖNETİMİ STRATEJİSİ ÇALIŞMA HEYETİ SONUÇ RAPORU
------	--

İlk uzay fotoğrafı 1946 yılında Alman V-2 roketlerine monte edilen otomatik foto-kamera ile elde edilmiştir. 1957’de dönemin Sovyetler Birliği tarafından bir ay arayla uzaya gönderilen Sputnik 1 ve Sputnik 2 uyduları ile Amerika Birleşik Devletleri’nin (A.B.D.) uzaya gönderdiği Explorer 1 ile Vanguard 1 uyduları vasıtasıyla uzay araçlarına ilk kez kamera takılmıştır [2]. Sonraki süreçte, yeryüzü gözlem uydusu olması amacıyla tasarlanan ilk uydu olan Vanguard 2 teknolojik yetersizliklerden dolayı bekleneni veremese de 1960 senesinde NASA tarafından uzaya fırlatılan TIROS-1 (Television and Infrared Observational Satellite-1) meteoroloji uydusu ile pankromatik görüntüler (Şekil 1) elde edilmiştir [3].



Şekil 1. Dünyanın TIROS-1 uydusundan 1960 yılında çekilen görüntü çerçeveleri [4]

[2] Avery Thomas Eugene, and Graydon Lennis Berlin. "Fundamentals of remote sensing and airphoto interpretation." (No Title) (1992).

[3] Tan, Su-Yin. Meteorological satellite systems. Springer Science & Business Media, 2013.

[4] "NASA. (2021). Celebrating 61 Years of Watching Weather from Space. Erişim: 12 Ağustos 2024. [Çevrimiçi]. Erişim adresi: <https://www.nesdis.noaa.gov/news/celebrating-61-years-of-watching-weather-space>

Yeryüzü hakkında periyodik bilgi toplanması dönemi ise 1970’li yıllarda A.B.D tarafından yürütülen Landsat programıyla başlamıştır. Landsat serisinin ilk uydusu Landsat-1, geniş alanda arazi izleme amacıyla 1972 yılında operasyona başlamıştır. 1970’lerin sonunda, gece-gündüz ve hava koşullarından etkilenmeden veri elde edebilen, Güneş enerjisine ihtiyaç duymadan kendi enerjisini kullanarak nesneleri algılayan aktif mikrodalga sensörünü içeren, RADAR teknolojisine sahip ilk uydu SeaSAT 1978’de askeri amaçla uzaya gönderilmiş ve diğer bir yandan aktif uzaktan algılama sistemleri devri de başlamıştır. İlk sivil aktif uzaktan algılama faaliyetleri ise 1980’lerin başında RADAR sisteminin devreye alınması ile başlamıştır [1].

1980 ve 90’lı yıllarda, uydu-bazlı sistemlere elektromanyetik ışınımı çok sayıdaki spektral bantlar halinde kaydeden algılayıcıların monte edilmesiyle çok bantlı ve çok yüksek mekânsal çözünürlüklü veri elde edilmeye başlanmıştır. 1999 yılında ilk kez metre altı yersel çözünürlük sunabilen IKONOS-1 ticari uydusu yörüngeye gönderilmiş ve küresel anlamda başarı elde etmiştir. Diğer bir yandan RADAR teknolojisinin optimize edilmesi ve kullanımının yaygınlaşması 20. Yüzyılın sonlarını bulmuştur. 2000’den itibaren bilhassa ticari firmaların uzaktan algılama alanında etkinliğinin artmasıyla birlikte, uydu platformlarında ciddi gelişmeler sağlanmıştır. Bu kapsamda birçok mikro uydu ve takım uydu programları devreye sokulmuştur. Aynı dönemde başta Çin ve Avrupa ülkeleri olmak üzere birçok ülke uzay çalışmalarına dahil olmuş ve hızla ilerleme kat etmişlerdir. Bu durumun getirdiği rekabetçi ortam, uzaktan algılama teknolojilerinin gelişimine büyük katkı sunmuştur. Son yıllarda, daha alt ölçekli görece küçük alanların izlenmesi için insansız hava aracı (İHA) platformları ve algılayıcı ekipmanları sıklıkla kullanılmaya başlanmış ve bu alanda kayda değer gelişme sağlamıştır [5].

[1] Weng, Qihao. An introduction to contemporary remote sensing. McGraw-Hill Education, 2012.

[5] Anadolu Üniversitesi Yayınları (2018). Uzaktan Algılama

1.1. Ülkemizde Uzaktan Algılamanın Tarihçesi

Dünya'daki uygulamalara paralel olarak Türkiye'de de cumhuriyetin ilk yıllarından başlayarak uçaklardan analog kameralar vasıtasıyla görüntüleme yapılmıştır. Harita Genel Müdürlüğü (HGM) 1936 yılından 2007 yılına kadar analog hava kameraları ile 2008 yılından günümüze kadar da geniş format sayısal hava kameraları ile fotogrametrik maksatlı hava fotoğrafı çekim faaliyetlerini gerçekleştirmektedir. Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü (TKGM), ülke genelinde ilk tesis kadastro sunun tamamlanabilmesi amacıyla 1955 yılından bu yana havadan fotoğraf alarak fotogrametrik çalışmalar gerçekleştirmiştir. 1970'li yılların başından itibaren daha nitelikli kameralar ile Devlet Su İşleri (DSİ), Tarım ve Orman Bakanlığı, Maden Tetkik ve Arama (MTA) ve Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) gibi kurumların öncülüğünde havadan görüntü teminine yönelik uzaktan algılama çalışmaları devam etmiştir.

Türkiye'nin ilk yer gözlem uydusu olan BİLSAT-1, TÜBİTAK desteği ile 27 Eylül 2003 tarihinde Rusya'dan fırlatılıp yörüngeye oturtulmuştur. Bu uydusu, 12,6 metre mekânsal çözünürlüklü pankromatik ve 27,6 metre mekânsal çözünürlüklü multispektral kamera ile tasarlanmıştır. Bunun yanı sıra, GEZGİN adı verilen görüntü işleme birimine sahiptir. Bu uydusunun esas amacı Türkiye'deki uydusu teknolojilerinin gelişimini başlatmak olmasına rağmen tarım, orman, arazi takibi ve şehir planlama gibi alanlarda uydusu görüntülerinin kullanımı imkân bulmuştur. BİLSAT-1, Ağustos 2006 tarihine kadar operasyonel kalmıştır [6].

İlerleyen yıllarda uzay teknolojisine yapılan yatırımlar hız kazanmıştır. Ülkemizde tasarlanan ve üretilen ilk uydusu olan RASAT yer gözlem uydusu 17 Ağustos 2011 yılında yine Rusya'dan fırlatılmıştır. RASAT 7,5 metre pankromatik, 15 metre mekânsal ve çok bantlı (mavi, yeşil, kırmızı) spektral çözünürlüğe sahip olup 18 Ekim 2011'de ilk görüntülerini iletmeye başlamıştır. Bu görüntüler afet izleme, şehir planlama, arazi takibi gibi uygulamalarda kullanılmıştır. 3 yıl görev süresi beklentisi ile tasarlanan RASAT, Ağustos 2022 tarihinde görevini tamamlamıştır.

Sonraki süreçte ülkemizde daha yüksek çözünürlüklü yer gözlem uyduları tasarlanmıştır. TÜBİTAK ve Türk Havacılık ve Uzay Sanayi A.Ş. (TUSAŞ) tarafından geliştirilen yer gözlem uydusu Göktürk-2, 18 Aralık 2012 tarihinde Çin'den fırlatılan

[6] Yüksel, Gökhan, vd. "TÜBİTAK-UZAY yer gözlem uydusu çalışmaları ve görüntü temin politikaları." 2016.

Türkiye'nin yüksek çözünürlüklü yerli keşif uydusudur. 2,5 metre pankromatik ve 5 metre mekânsal çözünürlüklü 4 bant spektral çözünürlüğe sahip olan uydu; savunma, çevre, şehircilik, tarım ve ormancılık gibi alanlarda kullanılmakta olup Hava Kuvvetleri Komutanlığı tarafından işletilerek, milli uçuş bilgisayarı ve yazılımıyla donatılmıştır.

Millî Savunma Bakanlığı ve Savunma Sanayii Başkanlığı liderliğinde, TUSAŞ ve İtalyan Telespazio firmasının ortak girişimiyle geliştirilen Göktürk-1 uydusu, 5 Aralık 2016 tarihinde Fransız Guyanası'ndan fırlatarak yörüngeye yerleştirilmiştir. Uydu, hem sivil hem de askeri uygulamalar için yüksek çözünürlüklü görüntüler sağlamaktadır. Türk Silahlı Kuvvetleri'nin hedef istihbarat ihtiyaçlarını karşılayan uydu 0,50 metre mekânsal çözünürlüklü optik kamerasıyla Dünya'nın her yerinden görüntüler sunmakta olup, hâlâ aktif durumdadır. Ayrıca, TÜBİTAK UZAY tarafından tasarlanıp geliştirilen Türkiye'nin ilk yerli ve milli yüksek çözünürlüklü görüntüleme uydusu İMECE 15 Nisan 2023 tarihinde uzaya fırlatılmıştır. İMECE uydusunun planlanan görev ömrü 5 yıldır ve yaklaşık 1 metre pankromatik ve yaklaşık 4 metre mekânsal çözünürlükte görüntü

sunmaktadır. Yerli yer gözlem uydularımız RASAT, Göktürk-2, Göktürk-1 ve İMECE ile elde edilen görüntülerden birer örnek Şekil 2’de gösterilmiştir.

Türkiye, uydu teknolojilerinin yanında İHA üretimlerini de özellikle askeri amaçlarla hızlandırarak, bu araçlarda yer gözlem tekniklerini de kullanmaya başlamıştır. Türkiye’nin İHA üretimine yönelik girişimleri 1990 yılların başlarına denk gelmektedir. Ancak İHA platformları konusunda bir süre dışa bağımlı kalınmıştır. 2012 yılında Baykar tarafından üretilen mini İHA ihraç edilen ilk platform olmuştur. Takip eden yıllarda İHA platformları konusunda Türkiye kendi ihtiyacına yanıt verebilir hale gelmiş; Baykar ve TUSAŞ tarafından imal edilen İHA platformları askeri ve sivil maksatlarla uzaktan algılama çalışmalarına destek vermiştir.



Şekil 2. Yerli uydular ile elde edilen görüntüler (RASAT (a), Göktürk-2 (b), Göktürk-1 (c), İMECE (d)) [7], [8], [9],

[10]

[7] Sakarya, Ufuk, et al. "AFET YÖNETİMİNDE GÖRÜNTÜ İŞLEME UYGULAMALARININ KISA BİR İNCELEMESİ VE RASAT İLE ÖRNEK UYGULAMALAR." V. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu (UZAL-CBS 2014). 2014.

[8] Teke, Mustafa, and Yasemin Yardımcı. "Göktürk-2 Zaman Serisi Görüntüleri ile Ürün Sınıflandırma Crop Classification with Göktürk-2 Time Series Imagery." Signal Processing and Communication Application Conference (SIU). Vol. 2016. 2016.

[9] Ünal, Ahmet, and Ferruh Yıldız. "Göktürk-1 Uydu Görüntülerinin Pankeskinleştirme Performansının İncelenmesi." Geomatik 6.2 (2022): 148-164.

[10] İMECE Uydusu 16 Mayıs'ta 'Samsun' Fotoğrafi Paylaştı. Erişim: 12 Ağustos 2024. [Çevrimiçi]. Erişim adresi: <https://www.kanal362.com.tr/imece-uydusu-16-mayis-ta-samsun-fotografi-paylasti/46536/>

Türkiye gelecekte fırlatılması planlanan gözlem uydularını ve İHA teknolojilerini geliştirmeye devam etmektedir. İlerleyen yıllarda yörüngeye gönderilecek Göktürk-3 ve Göktürk-Y isimli iki adet yer gözlem uydusunun projeleri günümüzde hala sürmektedir. Göktürk-Y'nin, Göktürk-1 uydusunun görev süresinin tamamlanmasıyla metre altı mekânsal çözünürlükle optik görüntüleme yapma kapasitesine sahip yeni bir uydu olarak fırlatılması planlanmaktadır. Uydunun 2026 yılında tamamlanıp yörüngeye yerleştirilmesi beklenmektedir. Göktürk-3 ise SAR (Synthetic Aperture RADAR- Yapay Açıklıklı Radar) teknolojisini kullanarak gece ve gündüz hava şartlarından etkilenmeden metre altı çözünürlük sunma kapasitesine sahip bir uydu olarak 2028'de fırlatılması planlanmaktadır. İki proje de Savunma Sanayii Başkanlığı öncülüğünde TUSAŞ aracılığıyla yürütülmekte ve tasarım ömürlerinin 7 yıl olması beklenmektedir.

Uzaktan algılama kapsamında ortaya konan tüm çabalara rağmen Türkiye'nin uzaktan algılama faaliyetlerini daha da ileriye taşıması elzemdir. Özellikle kamu kurum ve kuruluşların uzaktan algılama alanında birbirinden bağımsız hareket etmesi sonucunda kurumlar arası veri paylaşımı ve kullanımında sorunlar meydana gelmektedir. Bundan dolayı, kurumların uzaktan algılama sektöründe koordinasyonlarının sağlanmasının gerekliliği doğmuştur. Kamu kurum ve kuruluşların uzaktan algılama alanında verilerinin ve çalışmalarının mevcut durumunu ortaya koymak, sürdürülebilir çevre ve geleceğe dönük planlamalar için Ulusal Uzaktan Algılama Verilerinin Entegre Yönetimi Stratejisi (UUAVEYS) çalışmaları yürütülmüştür.

1.2. Amaç

Coğrafi Bilgi Sistemlerine İlişkin Oluşturulan Kurullar ve Çalışma Heyetleri Hakkında Yönetmeliğin 7. maddesi ve 2024/1 sayılı Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemi Yürütme Kurulu Kararları gereğince, Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü (CBSGM), Harita Genel Müdürlüğü (HGM), Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü (TKGM) ve ilgili diğer görüntü çeken veya temin eden kurumlardan oluşan bir çalışma heyeti oluşturulmuştur. Çalışma heyet toplantıları sonucunda, ulusal düzeyde ihtiyaç duyulan görüntülerin/hava fotoğraflarının türünün (optik, termal, radar, çok bantlı vb.), kapsama alanının (ülke, şehir, kırsal, kent içi, kıyı, orman, korunan alan vb.), çözünürlüğünün ve güncelleme periyodunun belirlenmesine yönelik ulusal bir strateji

taslağının oluşturularak bir sonraki Yürütme Kurulu toplantısında sunulması hedefiyle işbu belge hazırlanmıştır.

Ulusal Uzaktan Algılama Verilerinin Entegre ve Yönetimi Stratejisi'nin amacı, Türkiye'nin uzaktan algılama verilerinin etkin, koordineli ve sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesini sağlamaktır. Bu strateji, ülkemizin doğal kaynaklarının korunması, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşılması, afet yönetimi ve çevre koruma gibi kritik alanlarda uzaktan algılama verilerinin kullanımını artırmayı hedeflemektedir. Uzaktan algılama teknolojilerinin entegre yönetimi ile elde edilen verilerin kalite, güvenlik ve erişilebilirlik düzeyinin yükseltilmesi amaçlanmaktadır.

1.3. Kapsam

Bu strateji, uydu, uçak, İHA ve yer tabanlı sensörlerden (algılayıcılardan) elde edilen uzaktan algılama verilerinin toplanması, işlenmesi, analiz edilmesi, paylaşılması ve kullanılması süreçlerinin ulusal çapta entegrasyonunu kapsamaktadır. Uzaktan algılama teknolojisi, genellikle uydu veya hava araçları aracılığı ile yer yüzeyi ve üzerindeki nesnelerin özellikleri hakkında bilgi edinme amacı taşır.

Uzaktan algılama verileri, harita üretimi, kadastro, güvenlik, tarım, ormancılık, su kaynakları yönetimi, şehir planlama, çevre izleme ve afet yönetimi gibi birçok alanda kullanılır. Her bir kullanım amacı için farklı özelliklerde verilere ihtiyaç duyulmaktadır.

Uzaktan algılamada, görüntüler elektromanyetik spektrumun farklı bantlarında algılanır. Bu görüntüler, belirli dalga boylarındaki elektromanyetik enerjinin yansıması veya emilmesi ile oluşur. Görüntüler, piksel adı verilen küçük birimlere bölünmüştür ve her piksel, belirli bir alanın spektral özelliklerini temsil eder. Görüntüler spektral, mekânsal, radyometrik ve zamansal çözünürlüklerine göre sınıflandırılır.

1. Spektral Çözünürlük: Bir sensörün ayırt edebileceği farklı dalga boyu bantlarının sayısını ifade eder. Daha yüksek spektral çözünürlük, daha fazla ayrıntı sağlar.

2. Mekânsal Çözünürlük: Bir pikselin yeryüzündeki boyutunu ifade eder. Daha yüksek mekânsal çözünürlük, daha küçük boyuttaki nesnelerin tespit edilmesini sağlar.

3. Radyometrik Çözünürlük: Bir sensörün algılayabileceği en küçük enerji farkını ifade eder. Daha yüksek radyometrik çözünürlük, daha hassas enerji ölçmeleri sağlar.

4. Zamansal Çözünürlük: Aynı bölgenin ne sıklıkla görüntülendiğini ifade eder. Daha yüksek zamansal çözünürlük, belirli bir alanın daha sık izlenmesini sağlar.

Çözünürlük kavramının yanı sıra bir diğer önemli husus da yeryüzü ve nesneler hakkındaki verilerin hangi sistemler kullanarak elde edildiğidir. Uzaktan algılama sistemleri bir platform üzerine takılı algılayıcılarla objeler hakkında arada temas olmaksızın bilgi elde edilmesine olanak sağlar. Elektromanyetik enerjinin cisimle etkileşimi sonucu geri dönen cevap algılayıcıda kaydedilir ve bu veri işlenerek cismin özellikleri ortaya konur.

Uzaktan algılama sistemleri; uzayda farklı eğim ve yörüngelere oturtulabilir (uydular), kullanılan algılayıcılar atmosferin içinde farklı sistemlere (uçak, balon, insansız hava aracı, vb.) yerleştirilebilirler veya arazide (yer-bazlı sistemler) konumlandırılabilirler. Diğer bir ifade ile uzaktan algılama sistemleri birçok farklı platformda çalışabilmektedir.

1. Yer-bazlı platformlar: Yer, araç ve/veya kule

2. Uçak-bazlı platformlar: Uçak, helikopter, yüksek-irtifalı uçak, balon, İHA

3. Uydu-bazlı platformlar: Roket, uydu, mekik

<u>Platform Türü</u>	<u>Yeryüzüne Olan Mesafesi</u>
- Uzay mekiği:	250-300 km
- Uzay istasyonu:	300-400 km
- Alçak yörüngeli uydular (LEO):	160-2000 km
- Orta yörüngeli uydular (MEO):	2000-36000 km
- Sabit yörüngeli uydular (GEO):	yaklaşık 36000 km

Kullanıcılar tarafından uzaktan algılama platformlarından genellikle uçak ve uydu bazlı sistemler tercih edilmektedir. Bu platformların birbirine göre avantaj ve dezavantajı mevcuttur.

Uçak-bazlı platformlar; uydu platformlarına göre daha küçük kapsama alanlarına sahip olup, daha yüksek mekânsal ve spektral çözünürlük bilgisine sahiptir. Bu sayede daha kolay görsel yorum ve analiz yapma yeteneği sağlamaktadır.

Uydu-bazlı platformlar; uçak bazlı platformlara göre daha geniş kapsama alanına sahip olup, tüm dünya kapsama alanı ve yeryüzünü sürekli izleme özelliği sayesinde yüksek zamansal çözünürlüğe sahiptirler. Uçak bazlı sistemlerin birim başına maliyetine göre daha düşük maliyetlidirler.

Birçok uzaktan algılama sistemi; insan gözünün algılayabildiği görünür bölge haricinde, başta kızıl ötesi bölgesi olmak üzere elektromanyetik spektrumun geniş bir aralığında da algılama yapma kapasitesine sahiptir. Bu özelliği ile uzaktan algılama teknolojileri, yeryüzü ve objeler hakkında görüntü alarak bilgi edinmenin ilerisinde bir anlam taşımaktadır.

Uzaktan algılama biliminde, görüntüleri elde etmek için kullanılan cihazlar en geniş ifadeyle sensör (algılayıcı) olarak adlandırılmaktadır ve sensörler hedefin özelliklerinden yayılan veya yansıyan elektromanyetik enerjiyi kaydetmek ve görüntüleri elde etmek için kullanılmaktadır. Uzaktan algılamada sensörler, insan gözünün özellikle elektromanyetik spektrumun görünür kısmı dışındaki diğer kısımlarındaki enerjiyi tanıma konusunda duyarsız olduğu hedef özelliği hakkında bilgi edinme yeteneğine sahiptir. Yaygın olarak bilinen sensör tipleri Optik, Mikrodalga ve Termal sensördür.

Optik sensörler, elektromanyetik spektrumun görünür, yakın kızılötesi ve kısa dalga kızılötesi bölgelerinde yansıyan veya yayılan enerjiyi kaydeder. Sensör tarafından kaydedilen enerji miktarı, hedef özelliklerin spektral yansıma özelliklerine bağlıdır, çünkü farklı malzemeler farklı dalga boylarında farklı şekilde yansıtır ve emer. Mikrodalga sensör ise elektromanyetik spektrumun mikrodalga bölümünden gelen enerjiyi algılar ve genellikle yüzey özelliklerini, nesnelerin hareketlerini tespit etmede kullanılırlar. Termal uzaktan algılama ise uydu sensörlerindeki elektromanyetik spektrumun termal kızılötesi bölgesinde bant kullanılarak yerdeki nesnelerden gelen termal enerji verilerini konu alır.

Uzaktan algılama sistemleri, çözünürlüklerine ve kullanılan platformlara, sensörlere göre kategorize edilmelerinin yanı sıra, kullandıkları enerji kaynaklarına göre de aktif ve pasif olarak sınıflandırılırlar. Aktif sistemler kendi enerjisini kullanılırken, pasif sistemler güneş enerjisinin yansıtımını veya yeryüzünün doğal yayılım enerjisini kullanır.

Hem pasif hem de aktif sistemler insan gözünün algılayamadığı dalga boylarında algılama yapabilirler. Ancak, gece vakti ve görüntü elde etmeye elverişli olmayan hava koşullarında algılama yapabilme özellikleri ile aktif sistemler pasif sistemlerden ayrılırlar. En yaygın kullanılan aktif uzaktan algılama sistemleri; RADAR, LIDAR (Light Detection and Ranging – Işın Algılama ve Mesafe Ölçme) ve bir tür RADAR sistemi olan SAR'dır [11].

[11] Nelson, Ross. "How did we get here? An early history of forestry lidar1." Canadian Journal of Remote Sensing 39.sup1 (2013): S6-S17

LIDAR uygulamaları genellikle İHA, uçak ya da helikopter gibi platformlarla yapılmaktadır. Bu sayede geniş topoğrafyaları kısa sürede ve yüksek doğrulukla ölçülebilir. LIDAR öncelikle sayısal yükseklik modelleri ve sayısal yüzey modeli oluşturmak için kullanılır. Ayrıca elde edilen yansımaya değerlerinden ölçme alanının pankromatik görüntü benzer yansımaya görüntüsü de oluşturulabilir. RADAR sistemleri ise uçak-bazlı ve uydu-bazlı olabilir. RADAR verileri denizcilik, deformasyon analizi, meteorolojik tespitler, yer altı ölçmeleri gibi birbirinden farklı birçok alanda kullanılmaktadır.

Çeşitli platformlar kullanılarak sensörler tarafından algılanan veriler, uzaktan algılamanın temelini oluşturur. Bu veriler; tarım ve ormancılık alanında, bitki sağlığı değerlendirmesi, hasat tahminleri ve orman yangınlarının tespiti gibi işlemlerde kullanılırken su kaynaklarının yönetiminde, su kalitesi değerlendirmesi, su taşkınlarının tespiti ve su kullanımı planlaması gibi önemli çalışmalar yapılabilir. Şehir planlama ve çevre izleme alanlarında, yüksek çözünürlüklü görüntüler şehirlerin sürdürülebilir gelişimini sağlamak ve çevresel etkilerini izlemek için kullanılabilir. Afet yönetimi açısından, uzaktan algılama verileri afetlerin etkilerinin önlenmesi, zararlarının azaltılması, afetlere müdahale edilmesi ve afet sonrasındaki iyileştirme çalışmalarında kritik bir rol oynar. Yukarıda belirtilen çözünürlük türleri ve kullanım alanları birlikte düşünüldüğünde kullanım alanlarına göre çözünürlükler şu şekilde listelenebilir:

Tarım: Tarım uygulamalarında orta/yüksek düzeyde mekânsal ve yüksek spektral çözünürlük kullanılır. Örneğin, bitki sağlığının izlenmesi ve ekin verimliliği tahminlerinde NDVI (Normalized Difference Vegetation Index - Normalized Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi) gibi spektral indeksler kullanılır.

Orman: Orman yangınlarının ve orman örtüsü değişikliklerinin izlenmesi için orta mekânsal ve spektral çözünürlük önemlidir. Örneğin, Landsat ve Sentinel-2 gibi uydular bu tür uygulamalarda kullanılır.

Su Kaynakları Yönetimi: Su kalitesinin izlenmesi için uygun spektral çözünürlük ve zamansal çözünürlük kullanılır. MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) gibi sensörler, suyun klorofil ve çözünmüş organik madde içeriğini izlemek için uygundur.

Şehircilik: Kentsel büyümenin izlenmesi ve altyapı geliştirme planlaması için yüksek mekânsal çözünürlük ve orta düzeyde zamansal çözünürlük gereklidir. QuickBird ve WorldView gibi ticari yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri bu tür uygulamalarda kullanılır.

Çevresel İzleme: Hava kirliliğinin izlenmesi ve iklim değişikliği etkilerinin takibi için yüksek spektral ve zamansal çözünürlük kullanılır. Sentinel-5P ve TROPOMI (Tropospheric Monitoring Instrument) gibi sensörler, atmosferdeki gazların dağılımını izlemek için uygundur.

Afet Yönetimi: Deprem, sel, volkan patlaması gibi doğal afetlerin izlenmesi ve etkilerinin değerlendirilmesi için yüksek mekânsal ve zamansal çözünürlük gereklidir. SAR sensörleri, bulut örtüsü ve gece-gündüz fark etmeksizin görüntü alabilir, bu nedenle afet yönetiminde sıkça kullanılır.

Uzaktan algılama geniş bir yelpazede uygulama alanı bulunan güçlü bir teknolojidir. Elektromanyetik enerji ve sensörler aracılığıyla elde edilen veriler, mekânsal analizlerin temelini oluşturur. Çeşitli çözünürlük seviyeleri ile farklı kullanım alanlarında etkin bir şekilde uzaktan algılama teknikleri uygulanabilir. Ne var ki, görüntülerin amaca uygun olarak etkin kullanılabilmesi ancak hedefi net belirlenmiş bir strateji ve eylem planı ile mümkündür.

Stratejinin kapsamı; uzaktan algılama verilerinin ulusal düzeyde entegre edilmesi, verilere erişilebilirliğinin artırılması, veri kalitesinin ve güvenliğinin sağlanması, veri paylaşım mekanizmalarının geliştirilmesi ve uluslararası iş birliklerinin güçlendirilmesidir. Eğitim ve kapasite geliştirme programları ile ilgili personelin bilgi ve becerilerinin artırılması, stratejinin etkin bir şekilde uygulanmasını destekleyecektir. Ayrıca, stratejinin başarıyla uygulanabilmesi için gerekli finansman kaynaklarının belirlenmesi ve verimli kullanılması büyük önem taşımaktadır.

1.4. Gerekçe

Bu strateji, uzaktan algılama verilerinin ulusal güvenlik, sürdürülebilir kalkınma ve çevre yönetimi gibi alanlarda daha etkin kullanılmasını sağlamayı amaçlamaktadır. Türkiye'nin ulusal çıkarlarını korumak, ekonomik ve doğal kaynaklarını sürdürülebilir bir şekilde yönetmek ve çevresel sorunları etkin bir şekilde çözmek için bu stratejiye ihtiyaç duyulmaktadır.

Türkiye, zengin doğal kaynaklara sahip bir ülkedir. Bu kaynakların sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi, gelecek nesiller için kritik öneme sahiptir. Tarım, ormancılık ve su kaynakları gibi alanlarda uzaktan algılama teknolojilerinin kullanımı, kaynakların verimli ve sürdürülebilir kullanımını sağlamaktadır. Uzaktan algılama verileri, tarım

alanlarının izlenmesi, bitki sağığı değerlendirmeleri ve orman yangınlarının erken tespiti gibi konularda önemli bilgiler sağlar.

İklim değişikliği, hava ve su kirliliği gibi çevresel sorunlar, günümüzde etki sahası giderek artan ve kalıcı çözüm yolları aranan başlıca meselelerdir. Uzaktan algılama verileri, çevresel değişikliklerin izlenmesi, kirlilik kaynaklarının tespit edilmesi ve çevresel etkilerin değerlendirilmesi için güçlü bir araçtır. Bu strateji, çevresel izleme çalışmalarının daha etkin yürütölmesini sağlayarak, doğal kaynakların korunmasını ve çevresel sürdürölabilirliği desteklemeyi amaçlar.

Bununla birlikte, Türkiye, deprem, sel, orman yangını gibi doğal afetlere sıkça maruz kalan bir ölkedir. Uzaktan algılama teknolojileri, afetlerin erken tespiti, etkilerinin değerlendirilmesi ve müdahale süreçlerinin planlanmasında da kritik rol oynar. Afet yönetiminde sorumlu Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) gibi kurumlar, afet yönetiminde uzaktan algılama verilerinin kullanımını artırarak, afet risklerini azaltmayı ve afet yönetimi süreçlerini iyileştirmeyi hedeflemektedirler.

Hızla artan şehirleşme, sürdürölabilir şehir planlama ve altyapı gelişimini zorunlu kılarken, uzaktan algılama verileri, şehirleşme sürecinin izlenmesini, altyapı projelerinin planlanması ve çevresel etkilerin değerlendirilmesi gibi konularda önemli katkılar sağlar. CBSGM tarafından yürütölün projeler, şehir planlama ve altyapı gelişimi alanlarında uzaktan algılama verilerinin kullanımını teşvik etmektedir.

Ulusal güvenlik ve savunma alanında uzaktan algılama verilerinin kullanımı, sınır güvenliği, askeri operasyonlar ve stratejik planlama gibi konularda büyük önem taşır. Türkiye'nin sınır bölgelerinde ve kritik alanlarda güvenliği sağlamak için uzaktan algılama verileri kullanılması, ulusal güvenliğin artırılmasına katkıda bulunur.

Bu gerekçeler doğrultusunda, Ulusal Uzaktan Algılama Verilerinin Entegre ve Yönetimi Stratejisi, Türkiye'nin uzaktan algılama kapasitesini artırarak, doğal kaynakların korunması, çevresel sürdürölabilirlik, afet yönetimi ve güvenlik gibi kritik alanlarda önemli katkılar sağlamayı hedeflemektedir. Bu strateji, veri tabanlı karar alma süreçlerini güçlendirerek, bilgiye dayalı yönetim anlayışını pekiştirecek ve ölkemizin refah düzeyini artıracaktır.

2. DÜNYADA UZAKTAN ALGILAMA STRATEJİLERİ

Etkili bir strateji planı geliştirmek amacıyla gelişmiş ülkelerin uzaktan algılama strateji örnekleri incelenmiştir. Rusya, Çin, Amerika, Hindistan, Avrupa Uzay Ajansı ve Kanada gibi öne çıkan örneklerin stratejik yaklaşımları esas alınarak strateji plan içeriğine katkı sağlanmıştır. İncelenen ülkelerin uzaktan algılama strateji planları dâhilindeki temel unsurlar, amaçlar ve eylemler özetlenmiştir.

2.1. Rusya

1. Veri Kaynakları ve Erişim Yöntemleri

Rusya'nın uzaktan algılama verilerinin ana kaynağı Roscosmos Geoportal'dır. Bu portal, kullanıcıların yeni ve arşivlenmiş uzaktan algılama verilerini aramasına ve görüntülenmesine olanak tanır. Veri alımı, portalın web arayüzü veya FTP (dosya transferi protokolü) aracılığıyla mümkündür. Krasnoyarsk Bilim Merkezi (FRC KSC SB RAS) gibi çeşitli araştırma kurumları, Roscosmos Geoportal'dan gelen verileri kullanmaktadır.

2. Veri İşleme ve Otomasyon

Bu merkez, büyük miktarda uzaktan algılama verisini yerel bir arşivde toplayarak, veri işleme süreçlerini otomatik hale getirmiştir. Verilerin işlenmesi, GeoTIFF formatına dönüştürme, çoklu bant görüntüleri oluşturma ve NDVI verilerini içeren raster görüntüler oluşturma gibi adımları içermektedir. Bu sistem, verilerin işlenmesini, erişimini ve görselleştirilmesini önemli ölçüde kolaylaştırmaktadır.

3. Gelişen Teknolojiler ve Hizmetler

Rusya'nın uzaktan algılama stratejisi, uzay araçlarının sayısındaki artış ve teknik özelliklerindeki iyileşmelerle sürekli olarak gelişmektedir. İnternet erişiminin hızlanması ve maliyetlerin düşmesi, web hizmetlerinin ve coğrafi bilgi iletim standartlarının gelişimi de bu sürece katkıda bulunmaktadır. Yeni teknolojiler, uzaktan algılama verilerinin alınması ve işlenmesi süreçlerini otomatikleştirerek, büyük veri merkezlerinde devasa arşivlerin oluşturulmasına olanak tanımaktadır. Birçok Rusya merkezli geoportal ve geoservis, web CBS, haritalama hizmeti ve veri görselleştirici bulunmaktadır. Bu sistemler, kullanıcıların çeşitli görselleştirme parametrelerini ayarlayabilmesine ve karmaşık sorgular oluşturabilmesine olanak tanıyan hizmetler sunmaktadır.

4. Veri Dağıtım Sistemindeki Sorunlar

Roscosmos'un mevcut veri dağıtım sisteminde çeşitli eksiklikler ve sorunlar da bulunmaktadır. Örneğin, veri dosya isimlendirmelerinde çekim zamanının belirtilmesi yerine işleme zamanının belirtilmesi, Unix sistemlerinde sorunlara yol açabilen Rusça karakterlerin kullanımı gibi sorunlar mevcuttur. Ayrıca, bazı görüntülerin küçük boyutlarda olması ve istenen alanların tam olarak kapsanmaması gibi sorunlar da bulunmaktadır [12].

2.2. Çin

1. Uzaktan Algılama Programının Gelişimi

Çin'in uzaktan algılama programı, ilk uydunun 1970'li yıllarda fırlatılmasından beri büyük bir ilerleme kaydetmiştir. Program, ABD ve Avrupa'daki büyük uzaktan algılama programlarına göre daha geç başlamış, ancak bu durum Çin'in onların deneyimlerinden faydalanmasına olanak sağlamıştır. İlk film tabanlı geri döndürülebilir uydulardan, ileri fotoelektrik görüntüleme ve çok modlu görüntüleme sistemlerine kadar birçok aşamadan geçilmiştir.

2. Uydular ve Uygulama Alanları

Günümüzde Çin, 500'den fazla uydur fırlatmış olup, bunların 200'den fazlası gözlem uydusudur. Bu uydular, meteoroloji, okyanus izleme, yüksek çözünürlüklü görüntüleme ve ticari uygulamalar gibi çeşitli alanları kapsamaktadır. Program, arazi kaynakları yönetimi, afet uyarıları, çevre izleme, tarım, şehir planlama ve ulusal savunma gibi geniş bir uygulama yelpazesine hizmet etmektedir. Ayrıca, yapay zekâ ve yerinde veri işleme entegrasyonu, uyduların kapasitelerini artırmıştır.

3. Uluslararası İş Birlikleri ve Gelecek Planları

Çin, Dragon programı (ESA ve Çin Ulusal Uzaktan Algılama Merkezi arasındaki iş birliği) ve Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) uzay programı gibi girişimlerle uluslararası bilim ve teknoloji iş birliklerine aktif olarak katılmaktadır. Gelecekte, Nesnelerin İnterneti (IoT) çağının gelişiminin, dünya çapında uydu iş birliğini artırması beklenmektedir. Gelecek planları arasında, yapay zekâ temelli bir internet akıllı uzaktan

[12] Kadochnikov, A., & Tokarev, A. (2020). Cataloging system for Russian satellites remote sensing data: main characteristics and operating experience. E3S Web of Conferences, 223, 03023. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202022303023>

algılama sisteminin inşası yer almakta olup, bu sistem çeşitli alanlar için hızlı, doğru ve esnek hizmetler sağlayacaktır.

4. Yeni Gelişmeler ve Stratejiler

Çin, mevcut Luoja uydu serisini Oriental Smart Eye isimli yapay zekâ destekli seri ile geliştirerek uzaktan algılama stratejisi için önemli bir adım atmayı planlamaktadır. Bu gelişmeler, Çin'in iş birliklerinin yanı sıra teknolojik gelişmelerle de uzaktan algılama stratejisini güçlendirmeyi amaçladığını göstermektedir [13].

2.3. Amerika Birleşik Devletleri

ABD 2019 Ulusal Sivil Yer Gözlemleri Planı kapsamında bir yer gözlem stratejisi oluşturmuştur. Bu plan ulusal destekli yer gözlemlerinin koordinasyonunu, verimliliğini ve etkinliğini artırmayı amaçlamaktadır. Plan, üç ana hedef etrafında yapılandırılmıştır:

1. Yer Gözlemleri Portföyünü Desteklemek ve Dengelemek: Bu hedef, çeşitli paydaşların (ulusal ajanslar, ticari kuruluşlar, eğitim kurumları ve kâr amacı gütmeyen kuruluşlar) güçlü yönlerinden yararlanarak sağlam ve dengeli bir yer gözlemi veri tabanı oluşturmayı amaçlamaktadır. Ana eylemler arasında yer gözlemlerinin kullanılabilirliğini ve sürekliliğini önceliklendirmek, yenilikçi ulusal tedarik stratejilerini uygulamak ve kullanılabilirliği artıracak araştırmaları güçlendirmek bulunmaktadır.

2. Yer Gözlemi Girişimlerini Desteklemek: Buradaki hedef, ulusal, eyalet, yerel, bölgesel hükümetler, akademik ortaklar ve özel sektör dâhil olmak üzere tüm üyeler arasında aktif bir iş birliği ve etkin koordinasyonu teşvik etmektir. Bu etkileşim, yenilikçi stratejiler ve deneysel teknolojilerin ve tekniklerin araştırma ve geliştirilmesinde koordinasyon yoluyla bu paydaşların çeşitli ihtiyaçlarını daha iyi anlamayı ve karşılamayı amaçlamaktadır.

3. Yer Gözlemlerinin Etkisini Artırmak: Bu hedef, yer gözlemlerinin çeşitli sektörlerdeki karar verme süreçlerindeki değerini en üst düzeye çıkarmayı amaçlamaktadır. Eylemler arasında yer gözlemlerinin değerini ifade etmek, yeni teknolojiler tanıtmak, uluslararası iş birliğini teşvik etmek ve yer gözlemleri verilerini geliştiren ve kullanan yetenekli bir iş gücü geliştirmek bulunmaktadır. Yer gözlemleri veri tabanının iyileştirilerek, bu teknolojilere yapılan yatırımların etkisini ve getirisini artırmayı hedeflemektedir.

[13] Li, D., Wang, M., Guo, H., & Jin, W. (2024). On China's earth observation system: mission, vision and application. *Geo-spatial Information Science*, 1–19. <https://doi.org/10.1080/10095020.2024.2328100>

Bu hedefler, kamu hizmetleri, araştırma ve özel sektör yeniliği için yer gözlemleri verilerinin etkin kullanımını sağlamak amacıyla belirli stratejik hedefler ve eylemlerle desteklenmektedir. Plan ayrıca, yeni zorluklara ve fırsatlara sürekli uyum sağlamak için yer gözlemlerine sürdürülebilir ve deneysel bir yaklaşımın önemini vurgulamaktadır [14].

2.4. Hindistan

Hindistan 2023 Uzay Politikası, Hindistan'ın sosyo-ekonomik kalkınma için uzay teknolojisinden yararlanma hedefleri kapsamında uzay programında önemli bir dönüm noktası olduğunu işaret etmektedir. Bu bağlamda uzayda yetkinliklerini artırmak için;

- uzayın ticari kullanımının mümkün kılınması ve teşvik edilmesi,
- uzay teknolojilerinin geliştirilmesi,
- uluslararası ilişkileri sürdürmek ve tüm paydaşlar arasında uzay uygulamalarının etkili bir şekilde uygulanması için bir ekosistem yaratılması,
- ülkenin sosyo-ekonomik kalkınması
- çevrenin korunması ve
- kamuda ve bilimsel alanda uzay farkındalığının oluşturulması amaçlanmıştır.

Özellikle uzay sektöründe şirketlerin ve sivil toplum kuruluşlarının aktif bir şekilde faaliyetlerde bulunmalarını sağlamak için bir dizi teşvik yapılacaktır. Bu teşvikler Uzay Bakanlığı'na bağlı Hindistan Ulusal Uzay Teşvik ve Yetkilendirme Merkezi (IN-SPACE) tarafından öngörülen yönergeler ve düzenlemelere tabi olacaktır. Özel girişimler ve sivil toplum kuruluşlarının yeryüzü gözlemi kapsamında teşvik edileceği konular aşağıda sıralanmıştır [15];

- Ülke içinde veya dışında kiralama veya satım alma usulüyle uzaktan algılama uydu sistemleri kurmak ve işletmek.
- Ulusal ve uluslararası uydu tabanlı uzaktan algılama verilerini ve bu verilere dayalı uygulamaları yaymak.
- Hükümet tarafından geliştirilen ve sağlanan uzaktan algılama teknolojisini artırmak için teknolojiler ve uygulamalar geliştirmek ve ticarileştirmek.

[14] 2019 NATIONAL PLAN FOR CIVIL EARTH OBSERVATIONS. (2019). U.S. Group on Earth Observations Subcommittee Committee on the Environment of the NATIONAL SCIENCE & TECHNOLOGY COUNCIL. <https://usgeo.gov/uploads/Natl-Plan-for-Civil-Earth-Obs.pdf>

Politika, iş birliklerinin kurulması için Hindistan Uzay Araştırma Örgütü (ISRO)'nın geniş altyapısına, uzmanlığına ve veri kaynaklarına erişim imkânları sunmaktadır. İş birlikleriyle birlikte endüstri-akademi bağlantılarını güçlendirerek uzaktan algılama alanındaki zorlukları ele almak üzere özgün fikirlerin, gelişmiş teknolojilerin ve araştırma yeteneklerinin katkıda bulunacağı fırsatlar sağlanmaktadır. ISRO stratejide belirlenen hedeflere yönelik;

- Uzaktan algılama verilerinin endüstri ve akademi ile açık veri erişiminin sağlayacaktır. Bu bağlamda, 5 metre ve üzeri mekânsal çözünürlüklü görüntülerin herkese ücretsiz ve açık bir şekilde erişilebilir hale getirilecektir. 5 metrenin altındaki görüntüler kamuya ücretsiz özel girişimlere ise uygun bir fiyatlandırma şeklinde sunulacaktır.
- Yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerine, uzaktan algılama verilerine ve coğrafi verilere erişim, özel girişimler ve akademinin yenilikçi uygulamalar geliştirmesini, araştırma yapmasını ve tarım, şehir planlama, afet yönetimi ve iklim değişikliği gibi çeşitli sektörlerle hitap eden çözümler üretmesini sağlayacaktır [16].

Hindistan Uzay Politikası, inovasyonu hızlandırmak için özellikle özel girişimler ve akademi arasında özel olarak tasarlanmış finansman mekanizmaları ve destek programlarının kurulmasını hedeflemektedir. Bu mekanizmalar, yeryüzü gözlemi alanında girişimcilik ve araştırma atılımlarını beslemek için finansal destek, mentorluk, hızlandırıcı tesisleri ve teknik yardım sağlamayı amaçlamaktadır. Özel girişimler ve akademi, uzay tabanlı teknolojilerini ve hizmetlerini geliştirmek ve ticarileştirmek için bu kaynaklardan yararlanabilecektir.

Yeryüzü gözlem alanında yeni kurulan şirketler ve akademi arasında elverişli bir ortam yaratmak amacıyla düzenleyici reformlar oluşturulması politika hedefleri arasında yer almaktadır. Uzayla ilgili faaliyetler kapsamında lisanslama ve yetkilendirme süreçlerinin basitleştirilmesiyle yeni kurulan şirketlerin ve akademinin yeryüzü gözlemi teknolojilerinde araştırma, geliştirme ve ticarileştirilme konularına katılması kolaylaştırılacaktır. Bu reformlar bürokratik engelleri azaltarak inovasyon ve girişimcilik

[15] Indian Space Policy - 2023. (2023). <https://www.isro.gov.in/>. Erişim tarihi: 7 Ağustos, 2024, Erişim adresi: https://www.isro.gov.in/media_isro/pdf/IndianSpacePolicy2023.pdf

[16] Thomas, D. J. V. (2024, Mart). Indian Space Policy 2023 & Future missions. NRSC User Interaction Meet - 2024, EO Applications & DMS Programme Office ISRO HQ. https://www.nrsc.gov.in/sites/default/files/pdf/ebooks/UIM-2024/1_UIM_2024.pdf

için elverişli bir ekosistem yaratacaktır. Hindistan 2023 Uzay Politikası, uzay sektöründe beceri geliştirme ve kapasite oluşturma'nın önemini vurgulayarak işbirlikçi programlar, stajlar ve eğitim gibi etkinlikler aracılığıyla akademi ve endüstrinin entegrasyonunu hedeflemektedir.

2.5. Avrupa Uzay Ajansı

Avrupa Uzay Ajansı (ESA) Yeryüzü Gözlem Bilimi Stratejisi, ESA'nın bilim vizyonunu ifade eden kullanıcı topluluklarının paylaştığı değerleri yansıtan ve hem bilimsel hem de toplumsal zorluklara yanıt veren öncelikleri ve stratejileri sunmaktadır. ESA'nın Yeryüzü Gözlem Bilimi Stratejisi, 2015'ten 2040'a kadar olan dönemi kapsamaktadır ve 2025 için ara bir ilerleme incelemesi planlanmaktadır [17]. En son 2015'te yayınlanan ESA Yeryüzü Gözlem Bilimi Stratejisi, ESA'yı ve bilim dünyasını, değişen küresel çevremizdeki riskler ve fırsatlarla ilişkili artan ihtiyaçlara yanıt verebilmek amacıyla bilgi ve teknolojiyi geliştirmeye teşvik etmektedir.

ESA'nın vizyonu, Avrupa'da bilim, toplum ve ekonomik büyüme için uzaktan algılama teknolojisinin azami faydasını ortaya çıkarmak ve Avrupa endüstrisinin hizmet etmesini sağlamaktır. Strateji, ESA'yı Avrupa'daki diğer yeryüzü gözlem paydaşlarının stratejilerini, hedeflerini ve faaliyetlerini dikkate alarak, kolaylaştırıcı, güçlendirici ve lider bir rolde görmektedir. Ayrıca, ekonomik faktörlerin karar alma sürecinde giderek daha fazla önem kazandığını kabul ederek hizmet sektörüne büyük önem vermektedir. ESA Yeryüzü Gözlem Bilimi Stratejisi, hem bilimsel (EOEP, Earthwatch, ClimateChange Initiative) hem de operasyonel taleplere (Copernicus, MetOp, Meteosat) adanmış bir dizi program aracılığıyla uygulanmaktadır [18].

Strateji, temel bilgidan toplumsal faydalara kadar tüm zincir boyunca bilimsel faaliyetler için temel hedefler belirlemektedir. Zincirdeki tüm halkalar (Şekil 3) kritik öneme sahiptir, ancak bilimsel bilgi ve teknolojik inovasyondaki sürekli ilerlemeler, bütünü güvence altına alan temel noktalardır.

[17] Aschbacher, J. (2017). ESA's Earth Observation Strategy and Copernicus. İçinde Satellite Earth Observations and Their Impact on Society and Policy (ss. 81-86). https://doi.org/10.1007/978-981-10-3713-9_5

[18] Antoine, D., Bojinski, S., Carli, B., Chapron, B., Crevoisier, C., Ebbing, J., Johannessen, J., Lewis, P., Moreno, J., Pail, R., Remedios, J., Rott, H., Shepherd, A., Fletcher, K., Rast, M., & Kern, M. (2015). Earth Observation Science Strategy for ESA - A New Era for Scientific Advances and Societal Benefits (s. 40). https://esamultimedia.esa.int/multimedia/publications/SP-1329_1/SP-1329-1.pdf



Şekil 3. ESA Yeryüzü Gözlem Bilimi Stratejisi toplumsal zorluklara yanıt veren yenilik sarmalı.

Stratejide küresel ısınma, gıda ve su, doğal kaynaklar ve enerji, afetler, sağlık, kirlilik ve biyoçeşitlilik alanlarında gözlemlenen değişikliklerin çevremizi en önemli ölçüde etkileyen küresel eğilimler olduğuna vurgu yapılmaktadır. Stratejide üzerinde durulan konular, Şekil 4’te ana başlıklar halinde görselleştirilmiştir.



Şekil 4.Çevresel problemlere yol açan küresel eğilimler.

ESA Yeryüzü Gözlem Bilimi Stratejisi'nde sürdürülebilir kalkınmaya yönelik bu yaklaşımların benimsenmesi amacıyla 5 temel hedef belirlenmiştir:

1. Dünya sistem bilimi için yeryüzü gözlem sistemlerine entegre edilmiş çığır açıcı keşif görevleri.
2. Beklenen değişkenliklerin ötesinde eğilimleri anlamak için sürdürülebilir gözlemler.
3. Gözlemsel ihtiyaçlardaki boşlukları doldurabilecek ve maliyet etkin bir şekilde yeni yetenekler oluşturabilecek entegre, optimize edilmiş bir yeryüzü gözlem sistemi sağlamak için uluslararası iş birliği.
4. Bireysel araçlardan ve uydulardan gelen veri akışlarını bilgiye sentezlemek ve uyarlamak için dönüştürme bilimi.
5. Uzaydan yeryüzü gözlemin sağladığı değerleri ve fırsatları açıklamak için bilimsel sektörün dışındaki kişilerle geniş iletişim ve diyalog.

2.6. Kanada

2022 yılında Kanada'nın Uydu Yeryüzü Gözlem Stratejisi, endüstri ve akademi ile istişare sonucunda Kanada'da iklim değişikliğine karşı koymak ve Kanadalıların 21. yüzyılda yaşam kalitesini artırmak için mümkün olduğunca çok araçla donatma yolunu ana hatlarıyla beraber açıklamaktadır. Bu strateji, uydu teknolojisinden günlük gözleme dayalı karar alma ve planlama için faydalanma, veri altyapısına yapılacak yatırımların yalnızca temel hizmetlerle kalmayıp halk sağlığı gibi alanlara da genişletme ve iklim değişikliği ve afet yönetimi gibi zorluklar için daha iyi çözümlerin daha hızlı geliştirilebileceği ve uygulanabileceği işbirliklerini sağlama konularına vurgu yapmaktadır. Ayrıca stratejide, Kanada'nın dünya çapındaki uzay ve yüksek teknoloji sektörlerinin doğrudan desteklenmesi, yeniliğin teşvik edilmesi, ekonominin güçlendirilmesi ve endüstrilerin daha rekabetçi hale getirilmesi adına hedefler de ortaya konmaktadır.

Uydu Yeryüzü Gözlem Stratejisi'nin karar alma süreçlerini desteklemesi ve sürdürülebilir kalkınmaya katkıda bulunması amacıyla 4 ana hedef ve hedefleri gerçekleştirmeye yönelik eylemler belirlenmiştir (Tablo 1) [19].

Tablo 1. Kanada Uydu Yeryüzü Gözlem Stratejisi'nin Hedef ve Eylemleri

HEDEF	EYLEM
Uydu Yeryüzü Gözlem Verilerini Serbest, Açık ve Erişilebilir Kılmak	1. Açık Veriye Erişimi Artırmak 2. Kanada'nın Uydu Yeryüzü Gözlemi Sektörünün Gelişmesini Sağlamak 3. Ulusal ve Uluslararası Ortaklıkları Teşvik Etmek
İklim Değişikliği ve Kanadalılar İçin Önemli Olan Konuları Ele Almak	1. İklim Değişikliği Azaltma ve Uyumu İçin Çözümler Üretmek 2. Önemli Çevresel ve Sağlık Göstergelerini Ölçmek
Kanadalıların Sağlıklı, Güvende ve Bilgilendirilmiş Kalmasını Sağlamak	1. Kritik Hizmetlerin Sürekliliğini Sağlamak 2. Kanada'nın Uydu Yer İstasyonu Altyapısını Modernize Etmek

[19] Canada's Strategy for Satellite Earth Observation. (2022, Şubat). <https://www.asc-csa.gc.ca/eng/>. Erişim tarihi: Ağustos 6, 2024, Erişim adresi: <https://www.asc-csa.gc.ca/pdf/eng/publications/canada-strategy-for-satellite-earth-observation-v2.pdf>

İçin Kritik Hizmetlerin Servisini Güçlendirmek	
Gelecek Nesil İçin Becerileri ve Kapasite Gelişimini Teşvik Etmek	1. Uydu Yeryüzü Gözlemi Eğitimini Teşvik Etmek 2. Yerel Çözümler Sunmak İçin Yerli ve Kuzey Topluluklarıyla Ortaklık Kurmak

Dünyadaki farklı ülkelerin hazırlamış oldukları yeryüzü gözlem stratejileri genel anlamda hızlanan iklim değişikliğini, artan nüfusun şehirler, tarım ve çevre üzerindeki etkilerini hafifletmeye ve uyum sağlamaya yönelik yaklaşımlar benimseyerek uzay teknolojilerinden azami ölçekte faydalanmayı hedeflemektedirler (Tablo 2). Bu bağlamda uzaktan algılama teknolojisi uzay sektöründe muazzam bir büyüme göstererek artan ihtiyaçlara cevap verme konusunda önemli bir araç haline gelmiştir.

Tablo 2. Ülkelerin uzaktan algılama stratejileri

Ülke	Stratejik Amaçlar	Uygulamalar ve Teknolojiler	Ulusal ve Uluslararası İş birlikleri
Rusya	- Uzay araçlarının sayısının ve teknik özelliklerinin iyileştirilmesi	- Roscosmos Geoportal üzerinden veri erişimi - Resurs-P ve Canopus-V uyduları - GeoTIFF veri formatı	- Federal Araştırma Merkezi Krasnoyarsk Bilim Merkezi (FRC KSC SB RAS)
Çin	- Arazi kaynakları yönetimi - Afet uyarıları - Çevre izleme - Tarım ve şehir planlama	- Dragon Programı - Luoja Uydu Serisi - Yapay zeka entegrasyonu	- Avrupa Uzay Ajansı (ESA) - Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO)
A.B.D.	- Yer gözlemlerinin koordinasyonunu ve etkinliğini artırma - Yenilikçi stratejiler geliştirme	- Ulusal Sivil Yer Gözlemleri Planı - Gelişmiş yer gözlem teknolojileri	- Federal, eyalet, yerel ve kabile hükümetler - Akademik ortaklar ve özel sektör
Hindistan	- Sosyo-ekonomik kalkınma - Uzay teknolojilerinden yararlanma	- ISRO altyapısı ve veri kaynakları - 2023 Uzay Politikası	- Uzay Bakanlığı - Endüstri ve akademi - Uluslararası uzay ajansları

	- Endüstri ve akademik iş birlikleri		
ESA	- Bilimsel ve toplumsal zorluklara yanıt verme - Teknolojik inovasyon	- Earthwatch - ClimateChange Initiative - Copernicus Programı	- Avrupa'daki diğer yeryüzü gözlem paydaşları
Kanada	- İklim değişikliğiyle mücadele - Kamu hizmetlerinin sürekliliği	- 2022 Uydu Yeryüzü Gözlem Stratejisi - Açık veri politikaları	- Ulusal ve uluslararası ortaklıklar - Endüstri ve akademi iş birlikleri

Yeryüzü gözlemi sektörünün genişlemesiyle birlikte ülkeler uydu ve uzay araştırmalarını artırarak, endüstri ve akademi iş birliklerinin kurulmasıyla sürdürülebilir kalkınmanın desteklenmesi, iklim değişikliğinin etkilerinin azaltılması ve politika yapımının kolaylaştırılması stratejilerde yer verilmiştir. Sonuç olarak, ülkemizde de uzaktan algılama verilerine ve uygulamalarına artan ihtiyaçların karşılanması ve bu kapsamda yönetişimin kolaylaştırılması adına ülke örnekleri incelenerek geliştirilen strateji planına katkı sağlanması amaçlanmıştır.

3. VİZYON VE STRATEJİ

3.1. Vizyon

Ulusal Uzaktan Algılama Verilerinin Entegre Yönetimi Stratejisi'nin vizyonu, Türkiye'nin uzaktan algılama teknolojileri ve verilerinin dünya standartlarında entegre edilip yönetilmesini sağlayarak ulusal güvenlik, afet yönetimi, sürdürülebilir kalkınma ve çevre yönetimi alanlarında öncü bir ülke konumuna gelmek ve ulusal çapta kurumlar arası veri paylaşımını kolaylaştırmak, veri kalitesini ve güvenliğini sağlamak, verilerin erişilebilirliğini artırmaktır. Bu vizyon, uzaktan algılama verilerinin ülke genelinde kamu, özel sektör ve akademi arasında iş birliğiyle en üst düzeyde kullanılmasını sağlamayı amaçlamaktadır.

Bu vizyon doğrultusunda Şu hedefler belirlenmiştir:

Yenilikçi Teknoloji ve Yüksek Standartlar: Türkiye, uzaktan algılama teknolojilerinde en son yenilikleri benimseyerek ve yüksek standartları koruyarak veri toplama ve analiz süreçlerinde en ileri teknikleri kullanacaktır. Bu hedef kapsamında, yeni nesil uydu sistemleri, İHA, sensörler ve veri işleme yazılımlarına yapılacak yatırımlar artırılacaktır.

Entegre Veri Yönetimi: Ulusal düzeyde farklı kaynaklardan elde edilen uzaktan algılama verilerinin entegre edilmesi, veri uyumluluğunu ve birlikte çalışabilirliğini sağlayarak kamu kurumları, özel sektör ve akademik kuruluşlar arasında veri paylaşımını ve iş birliğini artıracaktır. Bu entegrasyon, verilerin daha geniş kitleler ve kurumlar tarafından erişilebilir olmasını ve farklı sektörlerde etkin kullanımını mümkün kılacaktır. TUCBS ile entegre çalışan bir Ulusal Uzaktan Algılama Görüntü Portalı kurulacak ve bu portal üzerinden tüm uzaktan algılama verileri merkezi bir noktadan yönetilecektir.

Çevresel ve Sosyal Sürdürülebilirlik: Uzaktan algılama verilerinin kullanımı, doğal kaynakların korunmasını ve çevresel sürdürülebilirliği destekleyecek şekilde genişletilecektir. Böylelikle, ekosistem yönetimi, biyolojik çeşitliliğin izlenmesi ve çevresel etkilerin değerlendirilmesi gibi alanlarda önemli katkılar sağlanacaktır. Ayrıca, iklim değişikliğinin izlenmesi ve etkilerinin değerlendirilmesi için uzaktan algılama verilerinin nasıl kullanılacağı detaylandırılacaktır. Orman yangınlarını erken tespit etmek için termal görüntüleme teknolojilerinin kullanılması ve yangın risk haritalarının oluşturulması çevresel etkiyi incelemeye olanak tanıyacaktır. İklim değişikliğinin etkilerini izlemek için düzenli olarak uydu görüntülerinin analiz edilmesi ve bu verilerin karar vericilere sunulması planlanacaktır.

Afet Yönetimi ve Dirençlilik: Afet risklerinin azaltılması ve afet yönetimi süreçlerinin etkinleştirilmesi için uzaktan algılama verilerinden yararlanılacaktır. Afet öncesi, sırası ve sonrasında doğru ve hızlı bilgi sağlanarak afetlere karşı toplum direncini artırmak ve can kaybını en aza indirmek hedeflenmektedir.

Uluslararası İş birlikleri ve Rekabetçilik: Türkiye, uluslararası veri sağlayıcıları ve teknoloji geliştirme kuruluşları ile iş birliklerini güçlendirerek küresel düzeyde rekabet edebilirliğini artıracaktır. Bu iş birlikleri, Türkiye'nin uzaktan algılama teknolojilerinde lider bir ülke konumuna gelmesini destekleyecektir.

Eğitim ve Kapasite Geliştirme: Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri (CBS) alanında kapasite gelişimi ve uzmanlık seviyesini artırmak amacıyla kapsamlı eğitim ve kapasite geliştirme programları düzenlenecektir. Bu programlar, kamu ve özel sektörde çalışan personelin bilgi ve becerilerini geliştirerek Türkiye'deki insan gücünün bu alanlardaki yetkinliğini artıracaktır.

Ekonomik ve Toplumsal Katkı: Uzaktan algılama verilerinin etkin kullanımı, ekonomik gelişim ve toplumsal refahın artırılmasına katkıda bulunacaktır. Tarım, ormancılık, su yönetimi, şehir planlama ve enerji gibi sektörlerde verimlilik artışı sağlanarak ülke ekonomisine değer katılacaktır. Tarım alanlarının izlenmesi ve verimlilik analizleri için multispektral görüntüleme teknolojileri kullanılarak çiftçilere hassas tarım uygulamaları hakkında bilgi sağlanacaktır. Şehir planlama projelerinde uzaktan algılama verilerinin kullanılması, şehirleşmenin çevresel etkilerinin izlenmesi ve sürdürülebilir şehirleşme politikalarının geliştirilmesine olanak tanıyacaktır.

Veri Güvenliği ve Kalitesi: Uzaktan algılama verilerinin kalitesinin ve güvenliğinin sağlanması için ulusal ve uluslararası standartlara uygun teknik ve idari düzenlemeler yapılacaktır. Veri güvenliği, stratejinin başarısı için kritik bir öneme sahiptir ve bu alanda sürekli iyileştirmeler yapılacaktır.

3.2. Stratejik Bakış

Ulusal Uzaktan Algılama Verilerinin Entegre Yönetimi Stratejisi, Türkiye'nin uzaktan algılama alanında belirlenen vizyonunu hayata geçirmek için izlenecek temel adımları ve stratejileri ortaya koyar. Bu strateji, uzaktan algılama verilerinin toplanması, işlenmesi, analiz edilmesi, paylaşılması ve yönetilmesi süreçlerini kapsayan kapsamlı bir yaklaşımı benimser. Aşağıda stratejik bakışın ana bileşenleri ve uygulanacak adımlar detaylandırılmaktadır:

3.2.1. Veri Toplama ve Güncelleme

Modern Sensör ve Teknolojiler: Uzaktan algılama verilerinin toplanması için yüksek çözünürlüklü uydu sistemleri, İHA'lar, uçaklar ve yer-bazlı sensörler gibi modern teknolojiler kullanılacaktır. Bu teknolojiler; verilerin güncel, doğru ve kapsamlı olmasını sağlar.

Sürekli Veri Güncelleme: Veri toplama süreçleri belirli periyotlarla güncellenerek verilerin güncelliği sağlanacaktır. Bu; çevresel değişikliklerin, doğal afetlerin ve insan faaliyetlerinin izlenmesini kolaylaştırır.

3.2.2. Veri İşleme ve Analiz

Gelişmiş Yazılımlar ve Algoritmalar: Verilerin işlenmesi ve analizi için yapay zekâ, makine öğrenimi ve büyük veri analitiği gibi ileri teknolojiler kullanılacaktır. Bu sayede verilerin hızlı ve doğru bir şekilde işlenmesi ve analizi sağlanır.

Entegre Web Tabanlı Görüntü İşleme: Günümüzde uzaktan algılama verri üretiminde yaygın olarak kullanılan İHA lardan elde edilen görüntülerin işleme standartları ve paylaşımaması gibi sorunların Ulusal Uzaktan Algılama Görüntü Portalı üzerinde Web Tabanlı Görüntü İşleme yazılımları ile işlenmesi ve Portal üzerinden paylaşılması sağlanır.

Veri Kalitesi ve Güvenliği: Verilerin kalitesini ve güvenliğini sağlamak için ulusal ve uluslararası standartlara uygun teknikler ve protokoller uygulanacaktır. Böylelikle verilerin güvenilirliğini ve kullanılabilirliğini artırılır.

3.2.3. Veri Paylaşımı ve Dağıtımı

Ulusal Uzaktan Algılama Görüntü Portalı: Ulusal düzeyde uzaktan algılama verilerinin paylaşımını ve erişimini kolaylaştırmak amacıyla bir Ulusal Uzaktan Algılama Görüntü Portalı kurulması önerilmektedir. Bu portal, TUCBS (Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi) ile entegre bir şekilde çalışacak ve tüm uzaktan algılama verilerinin merkezi bir noktadan yönetilmesini sağlayacaktır.

Veri Yönetimi: Portal, ulusal raster veri/görüntü yönetimi için bir merkez olacak ve farklı kaynaklardan gelen verilerin uyumlu ve erişilebilir bir şekilde depolanmasını ve dağıtılmasını sağlayacaktır. Bu, kamu kurumları, özel sektör, akademik kuruluşlar ve sivil toplum örgütleri arasında etkin veri paylaşımını mümkün kılacaktır.

Kullanıcı Dostu Arayüz: Portalın kullanıcı dostu bir arayüze sahip olması, verilerin kolayca erişilebilir ve kullanılabilir olmasını sağlayacaktır. Kullanıcılar, ihtiyaç duydukları verilere hızlı ve verimli bir şekilde erişim sağlayabileceklerdir.

Açık Veri Politikaları: Portal, açık veri politikalarını benimseyerek verilerin şeffaf ve geniş bir kullanıcı kitlesi tarafından erişilebilir olmasını teşvik edecektir. Bu,

veri paylaşımını artıracak ve uzakatan algılama verilerinin çeşitli sektörlerde etkin kullanımını sağlayacaktır.

Güvenlik ve Veri Kalitesi: Portal üzerinden sunulan verilerin kalitesi ve güvenliği, ulusal ve uluslararası standartlara uygun teknik ve idari düzenlemeler ile sağlanacaktır.

3.2.4. Eğitim ve Kapasite Geliştirme

Uzmanlık Eğitimleri: Kamu kurumları, özel sektör ve akademik kuruluşlarda çalışan personelin bilgi ve becerilerini artırmak amacıyla kapsamlı eğitim programları düzenlenecektir. Bu programlar, uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri (CBS) konularında uzmanlaşmayı teşvik edecektir.

Meslek Tanımları ve Kurumsal İstihdam Süreçleri: Kamu kurumları, özel sektör ve akademik kuruluşlar nezdinde uzaktan algılama konularına yönelik çalışmaları diğer gerek duyan sektörlerle birlikte gerçekleştirmek üzere meslek tanımı için bütüncül değerlendirme ve istihdam süreçlerinde bu temaya özgü kriterlerin de işleme alınması teşvik edilmelidir.

3.2.5. Ulusal ve Uluslararası İş Birlikleri

Kamu ve Özel Sektör İş birlikleri: Ulusal düzeyde kamu kurumları, özel sektör ve akademik kuruluşlar arasında iş birlikleri geliştirilecektir. Bu sayede, verilerin daha geniş bir kullanıcı kitlesine ulaşması ve birçok farklı sektörde kullanılması mümkün olacaktır.

Uluslararası İş birlikleri: Uluslararası veri sağlayıcıları ve teknoloji geliştirme kuruluşları ile iş birlikleri geliştirilecektir. Bu, Türkiye'nin uzaktan algılama kapasitesini artıracak ve uluslararası düzeyde rekabet edebilirliğini sağlayacaktır.

3.2.6. Veri Entegrasyonu ve Koordinasyon

Merkezi Veri Altyapısı: Farklı kurumlardan ve kaynaklardan elde edilen uzaktan algılama verilerinin merkezi bir veri altyapısında toplanması ve yönetilmesi sağlanacaktır. Bu, verilerin uyumluluğunu ve erişilebilirliğini artıracaktır.

Koordinasyon Mekanizmaları: Veri entegrasyonu ve koordinasyonunu tesis etmek için ilgili kurumlar arasında koordinasyon mekanizmaları oluşturulacaktır. Böylelikle, uzaktan algılama verilerinin paylaşımı ve iş birliklerinin kurulması kolaylaşacaktır.

3.2.7. Finansman ve Kaynak Yönetimi

Çeşitli Finansman Kaynakları: Stratejinin uygulanması için devlet bütçesi, uluslararası fonlar, kamu-özel ortaklıkları ve akademik araştırma fonlarından yararlanılacaktır. Bu sayede projeler finansal açıdan sürdürülebilir olacaktır.

Verimli Kaynak Kullanımı: Finansman kaynaklarının verimli kullanılması, projelerin önceliklendirilmesi ve detaylı iş planlarının oluşturulması ile sağlanacaktır.

3.2.8. İzleme ve Değerlendirme

Düzenli Raporlama: Stratejinin ilerleyişi hakkında düzenli raporlar hazırlanacak ve ilgili paydaşlarla paylaşılacaktır. Bu, stratejinin sürekli olarak iyileştirilmesini ve güncellenmesini sağlayacaktır.

4. MEVCUT DURUM İNCELEMESİ

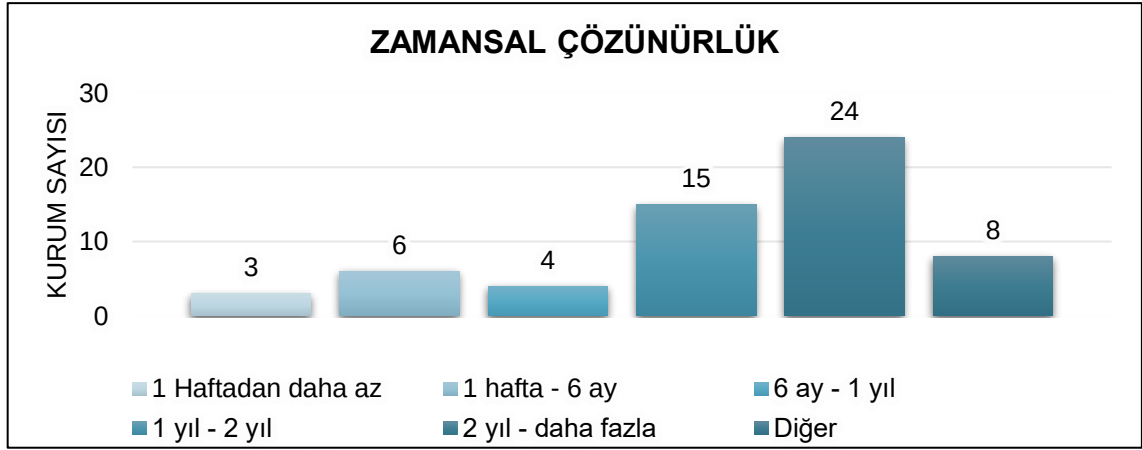
Kurum ve kuruluşların uzaktan algılama temasına ilişkin verilerinin ve çalışmalarının mevcut durumunu ortaya koymak ve bilgilerin derlenmesi amacıyla Çalışma Heyeti tarafından Kamu Kurumları Uzaktan Algılama Teknik Bilgi Formu hazırlanmıştır. Stratejinin geliştirilmesi sürecinde yapılan mevcut durum incelemesi, ülke genelinde uzaktan algılama verilerinin durumu hakkında geniş bir perspektif sunmakta ve mevcut veriler, uygulamalar ve sistemler ile ilgili detaylı bir değerlendirme gerçekleştirmektedir.

31 büyükşehir belediyesi, 131 il ve ilçe belediyesi ve özel idaresi, 14 merkezi kurum ve bakanlık olmak üzere toplam 176 kuruma gönderilen bu anket, kurumların uzaktan algılama konusundaki mevcut durumlarını değerlendirmeye yönelik bir araç olarak kullanılmıştır. Bu sayede uzaktan algılama verilerinin mevcut durumu hakkında

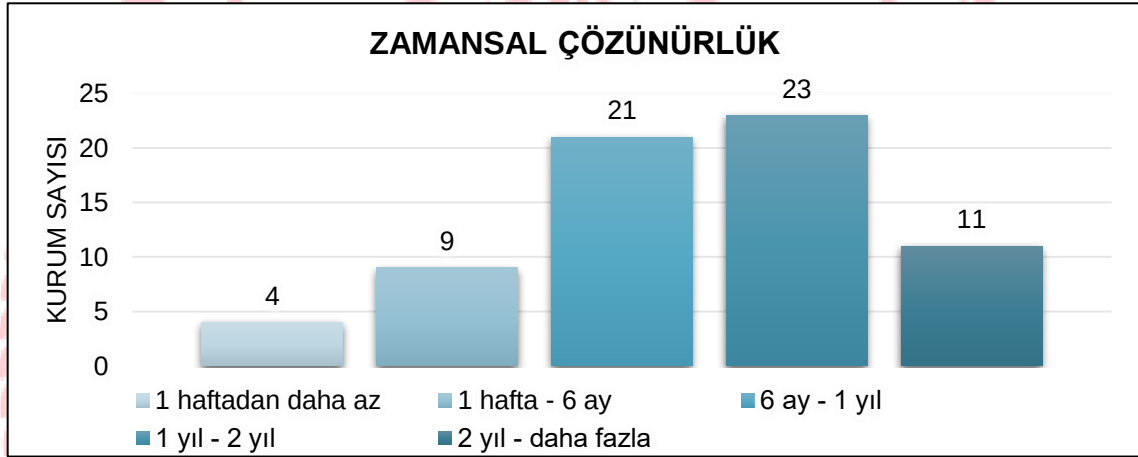
kapsamlı bir veri seti elde edilmiş olup, stratejik planlamanın daha sağlıklı temellere dayandırılması amaçlanmıştır

4.1. Mevcut Veri Altyapısı

Mevcut strateji kapsamında hazırlanarak kurumlara gönderilen Uzaktan Algılama Teknik Bilgi Formu ile kamu kurumlarının güncel olarak kullanmakta oldukları, ürettikleri ve talep ettikleri uzaktan algılama verileri ile ilgili bulgular elde edilmeye çalışılmıştır. Bunun sonucunda merkezi kurumlar genellikle ihtiyaç duydukları verileri üretebilme kapasitesine sahip olduklarını bildirmekle beraber, diğer kamu kurum ve kuruluşları ile yurt dışı kaynaklardan temin yoluyla da veri altyapısını oluşturmaktadır. Belediye ve il özel idarelerinde ise kurum içi üretim kabiliyeti merkezi kurumlara oranla daha düşük olup, verileri genellikle HGM gibi diğer kamu kurum ve kuruluşlarından temin etmekte ya da özel kurumlar aracılığıyla ihtiyaçlarını karşılamaktadırlar. İlgili formda kurumların elde ettikleri veya ihtiyaç duydukları uzaktan algılama verilerinin çözünürlükleri de sorulmuş ve sonuçları derlenmiştir. Bu sonuçlara göre kurumlar genellikle 2 yıldan daha fazla süre aralıklarıyla temin edilmiş görüntü kullanırken (Şekil 5), birçok kurumun görüntü temin etme süresini sıklaştırarak 1 yıl – 2 yıl aralığına düşürmenin daha faydalı olacağını belirttiği görülmüştür (Şekil 6).



Şekil 5. Kurumlar tarafından kullanılan görüntülerin zamansal çözünürlük dağılımı.



Şekil 6. Kurumlar tarafından talep edilen görüntülerin zamansal çözünürlük dağılımı.



Şekil 7. Kurumlar tarafından talep edilen görüntülerin mekânsal çözünürlük dağılımı.

Bunun yanı sıra kurumlar çoğunlukla metre altı mekânsal çözünürlüğe ihtiyaç duyarken (Şekil 7), DSİ ve HGM gibi bazı merkezi kurumlar metre üstü mekânsal çözünürlüğün de gerekli olduğunu bildirmişlerdir. Bu durumda mekânsal çözünürlüğün seviyesi ihtiyaç duyulan görüntünün kapsayacağı alanın niteliğine bağlı olarak da değişebilmektedir. Örneğin, şehir merkezlerinde genelde daha yüksek çözünürlüklü görüntülere ihtiyaç duyulurken kırsal kesimlerde buna gereksinim duyulmamaktadır. Buna ek olarak, üretilen görüntüler genellikle RGB bant formatında olup, LIDAR ve multispektral görüntülerin de birçok kurumda kullanımda olduğu belirtilmiştir. Bu görüntülerin merkezi kurumlarda daha düzenli bir zaman aralığında elde edildiği, belediyeler ve il özel idarelerinde ise genellikle mevcut projeye bağlı olarak temin edildikleri görülmüştür.

4.2. Mevcut Uygulamalar

4.2.1. Yurt İçindeki Örnek Uygulamalar

Uzaktan algılama verileri, kamu kurumları ve özel sektör tarafından çeşitli uygulama alanlarında kullanılmaktadır. Bu uygulamalarda; veri toplama, işleme, analiz ve karar destek süreçleri önemli rol oynamaktadır.

4.2.1.1. Kamudaki Örnek Uygulamalar

Harita Genel Müdürlüğü (HGM)

HGM, Türkiye genelinde yüksek çözünürlüklü hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri üretmektedir ve bu uzaktan algılama verilerini etkin bir şekilde kullanarak çeşitli projeler yürütmektedir. HGM, Türkiye genelinde GÖKTÜRK-1 ve GÖKTÜRK-2 uydularından elde edilen görüntülerin işlenmesi ve ortofoto üretimi yapmaktadır. Ayrıca, uçak platformları kullanarak 10, 15, 20 ve 30 santimetre çözünürlükte hava fotoğrafları çekmektedir.

• Sayısal Hava Fotoğraflarından Ortofoto Üretimi

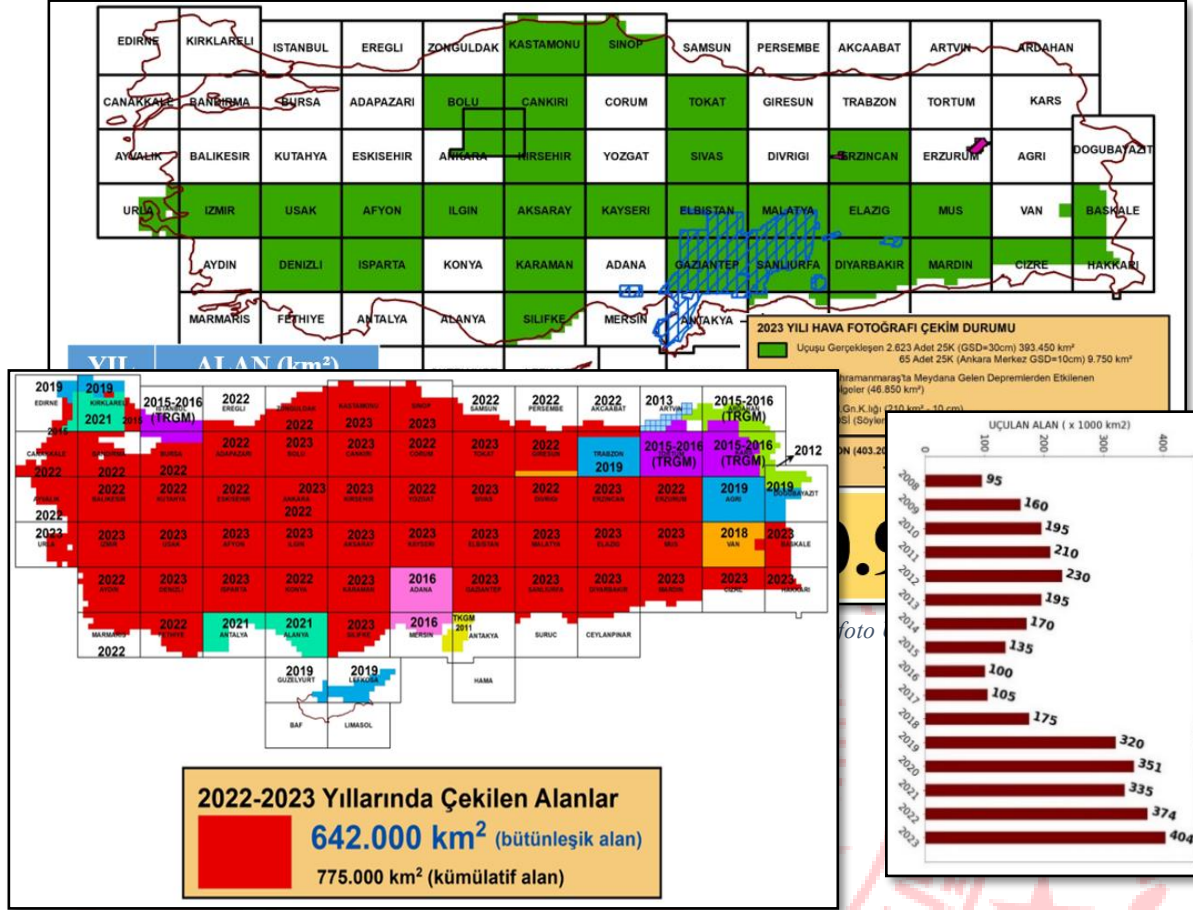
HGM'nin sahip olduğu üç adet uçak ve üç adet geniş format sayısal hava kameraları sayesinde her yıl yaklaşık 400.000 km² alanın 30 cm yer örnekleme aralığında

hava fotoğraflarını çekme kapasitesi bulunmaktadır. Bu kapasite, Türkiye'nin tamamının hava fotoğraflarının iki yılda bir çekilmesine olanak tanımaktadır. Ayrıca, HGM, deprem, sel, orman yangını gibi afet durumlarında acil görüntü ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla da hava fotoğrafı çekimleri yapmaktadır. HGM'nin uzaktan algılama faaliyetlerinde kullandığı envanterinden uçak ve sayısal hava kamerası Şekil 8' de gösterilmiştir.



Şekil 8. Üç Uçak ve Geniş Format Sayısal Hava Kamerası.

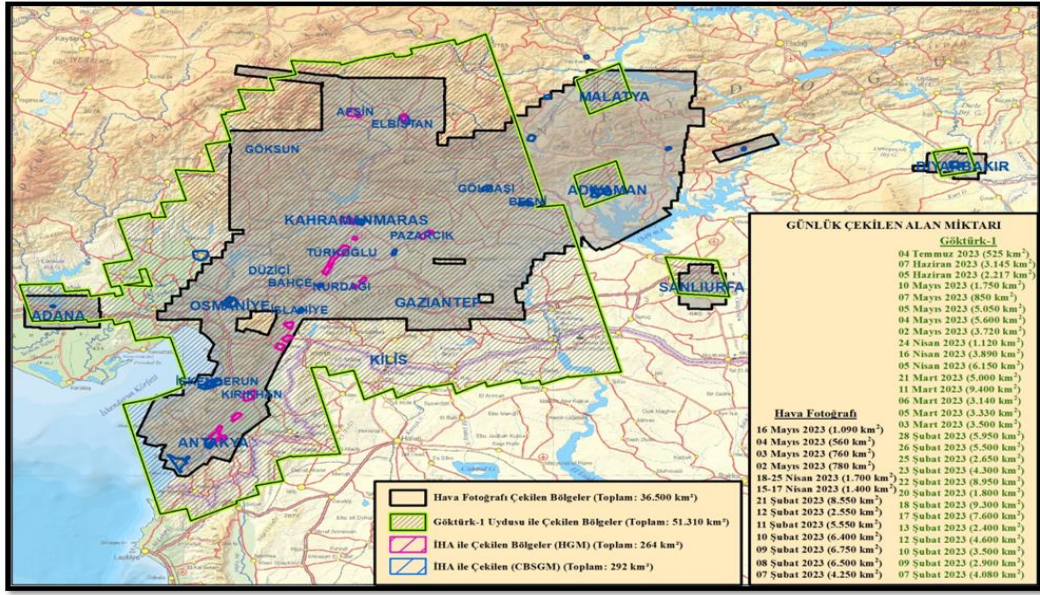
2023 yılı içinde, yaklaşık 450.900 km² büyüklüğündeki alanın hava fotoğrafları çekilmiş ve ortogörüntüler üretilerek başta Türk Silahlı Kuvvetleri olmak üzere çeşitli kamu kurumları, belediyeler, üniversiteler ve gerçek kişilerle paylaşılmıştır (Şekil 9).



Şekil 10. Yurt İçi Yıllara Sari Hava Fotoğrafi Çekimi ve Ortofoto Üretimi.

Türkiye'nin Şekil 10'da sunulan 642.000 km²'lik kısmının hava fotoğrafları son iki yılda (2022-2023), 775.200 km²'lik kısmının hava fotoğrafları ise 2015-2023 yılları arasında çekilmiştir. Geriye kalan ve çoğunluğu hudut bölgesi olan, ikili anlaşmalar gereği ancak ilgili komşu ülkenin muvafakatı ile çekilebilen 57.600 km²'lik kısmın en güncel fotoğrafları ise 2013 yılı öncesine aittir. Söz konusu bölgelerdeki güncel görüntü ihtiyacı, Göktürk-1 ve Göktürk-2 uydü görüntüleri ile karşılanmaktadır.

Ayrıca HGM; deprem, sel ve su baskını, orman yangını, heyelan ve büyük çaplı çevre kirliliği (müsilaj, petrol sızıntısı vb.) gibi afet durumlarında ortaya çıkan acil görüntü ihtiyaçlarını sağlamak amacıyla da hava fotoğrafı çekimi gerçekleştirmektedir. 06 Şubat 2023 yılı Kahramanmaraş merkezli deprem bölgelerine ait hava fotoğrafı ve uydü görüntülerine ait çekim indeksi Şekil 11'de sunulmuştur.



Şekil 11. 06 Şubat 2023 Tarihli Kahramanmaraş Merkezli Deprem Bölgelerinde Hava Fotoğrafı ve Uydu Görüntüsü Çekim Durumu.

Bu doğrultuda 6 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen Kahramanmaraş merkezli depremlerin ardından afet bölgesinde çekilen hava fotoğrafları ve Göktürk-1 uydu görüntüleri ile bunlardan üretilen ortogörüntüler, ilgili kamu kurum ve kuruluşlarının yanı sıra HGM-Küre ve HGM-Atlas gibi sunum sistemleri vasıtasıyla gerçek ve tüzel kişiler ile paylaşılmıştır.

HGM tarafından gerçekleştirilen hava fotoğrafı çekimleri; Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemi Kurulu'nun 30 Eylül 2020 tarihinde gerçekleştirilen toplantısında, Türkiye'nin uydu görüntüsü ve hava fotoğrafı altlıklarının güncellenmesi kapsamında almış olduğu

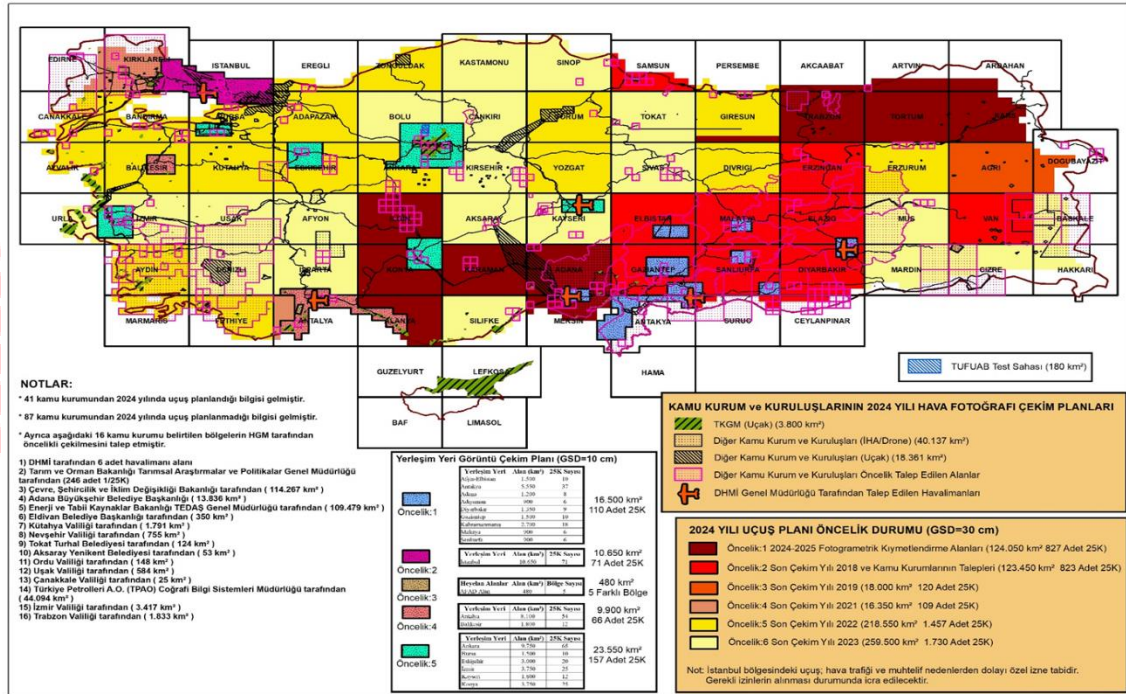
- Kamu kurum ve kuruluşlarının görüntü ihtiyaçlarının ve güncelleme sıklığının belirlenmesine ve önceliklendirilmesine yönelik BHİPKK kapsamında HGM, TKGM ve CBSGM tarafından bir çalışma yapılmasına,
- Bu çalışma sonuçları doğrultusunda, Türkiye'nin görüntü altlıklarının her yıl güncellenmesi için hava fotoğrafları ile birlikte; Göktürk-1 ve Göktürk-2 uydu görüntülerinin kullanılması kararları doğrultusunda planlanmaktadır.

Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemi Kurulunca alınan kararlar kapsamında, 5 Ocak 2024 tarihinde tüm kamu kurum ve kuruluşlarından, 2024 yılı içerisinde hava fotoğrafı çekimi yapılması/yaptırılması planlanan alanlara ilişkin bilgiler ile Harita Genel Müdürlüğü'nün 2024 yılı hava fotoğrafı çekim planına ilave edilmesi istenilen alanlara

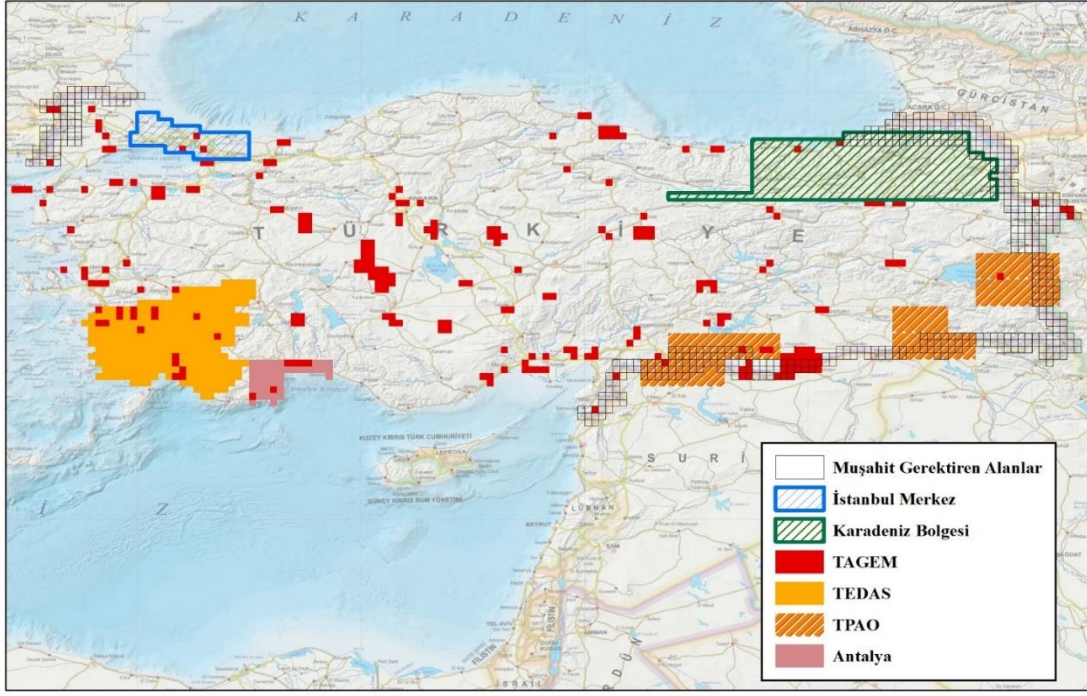
ilişkin bilgilerin, 22 Ocak 2024 tarihine kadar Harita Genel Müdürlüğüne bildirilmesi talep edilmiş ve talep edilen alanlar doğrultusunda;

- 41 kamu kurumu tarafından, 2024 yılı içerisinde hava fotoğrafı çekimi gerçekleştirileceği,
- 16 kamu kurumu tarafından ise ihtiyaç duydukları alanlara ait görüntülerin çekilmesi HGM'den talep edilmiş,
- 87 kamu kurumu tarafından ise 2024 yılı içerisinde uçuş planlanmadığı,

bilgileri ışığında sırasıyla Şekil 12 ve Şekil 13'te sunulan 2024 yılı hava fotoğrafı ve Göktürk-1 uydu görüntüsü çekim planı hazırlanmıştır.



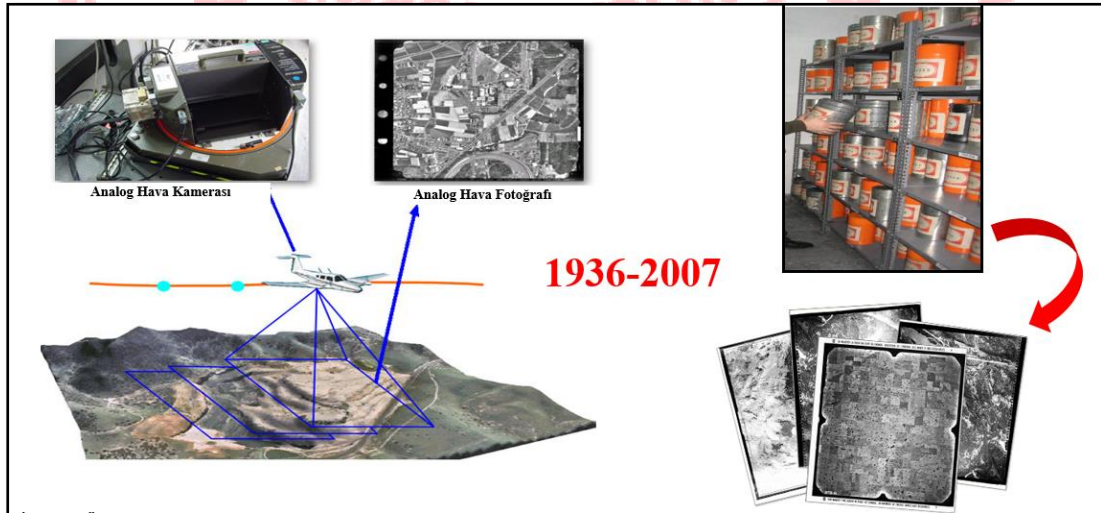
Şekil 12. 2024 Yılı Hava Fotoğrafı Çekimi ve Ortogörüntü Üretim Planı.



Şekil 13. 2024 Yılı Gökürk-1 Uydu Görüntüsü Çekim Planı.

- **Analog Hava Fotoğraflarından Ortofoto Üretimi**

Harita Genel Müdürlüğü arşivinde bulunan ve 1936 yılından 2007 yılına kadar çekilmiş yaklaşık 1.100.000 adet analog hava fotoğrafı bulunmaktadır. Bu fotoğrafların üretim süreci Şekil 14’te görselleştirilmiştir. Bahse konu fotoğraflardan 700.000 adedine (%64) ait ortofotoların üretimi, hizmet alımı kapsamında 2017-2018 yılları arasında tamamlanmıştır.

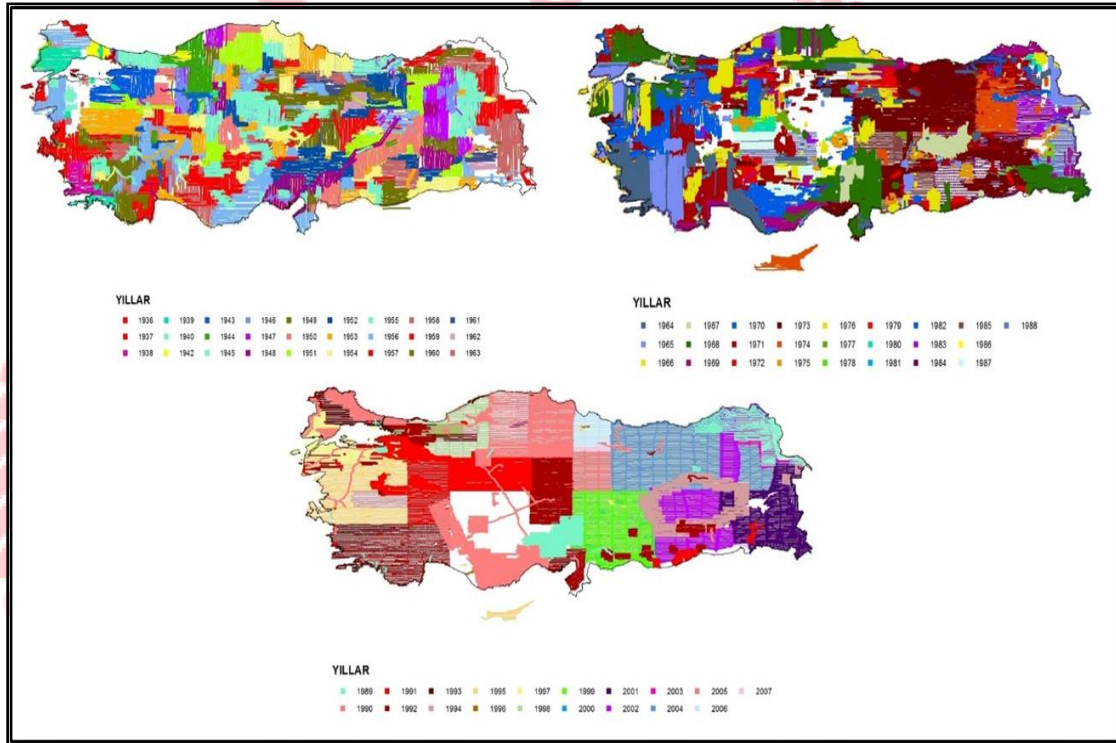


Şekil 14. 1936-2007 Yılları Arasında Çekilen Analog Hava Fotoğrafları.

Geriye kalan yaklaşık 400.000 adet hava fotoğrafına ilişkin ortofotoların Harita Genel Müdürlüğü imkân kabiliyetleri ile üretimine, 2020 yılı Eylül ayında başlanmıştır. Hâlihazırda 120.000 adet ortofotonun üretimi tamamlanmıştır.

Sonuç olarak, Harita Genel Müdürlüğü arşivinde bulunan yaklaşık 1.100.000 adet hava fotoğrafından; 820.000 adedinin (%75) ortofoto üretimi tamamlanmıştır.

HGM tarafından çekilen hava fotoğraflarından tarihi ortofoto üretimi projesi kapsamında Şekil 15'te gösterilen alanların 1957-2006 yılları arasında çekilen hava fotoğrafları kullanılarak ortofotoları üretilmiştir.

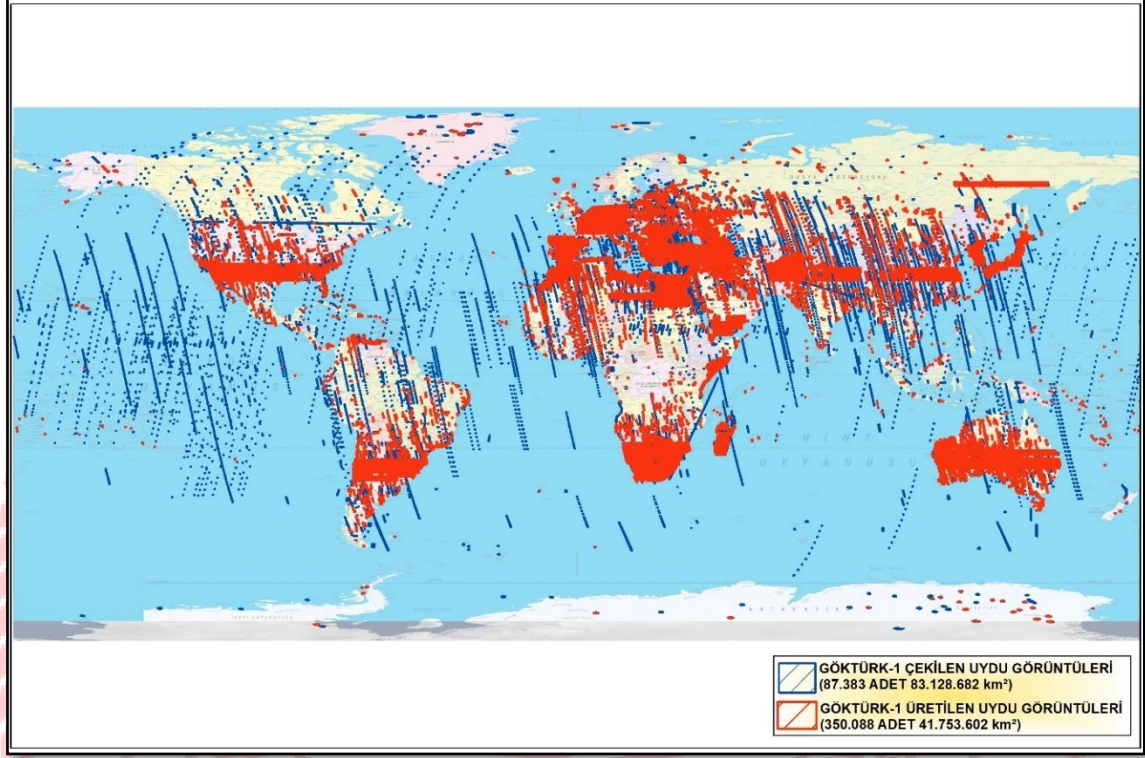


Şekil 15. 1936-2006 Yılları Arasında Çekilen Hava Fotoğraflarından Üretilen Ortofoto Durumu.

- **Göktürk-1 Uydu Görüntülerinden Ortofoto Üretimi**

Göktürk-1 uydusu, 05 Aralık 2016 tarihinde uzaya fırlatılmış olup, 50 cm çözünürlükte görüntü alabilen elektro-optik bir uydudur. Göktürk-1 uydusunun komuta kontrolü Hava Kuvvetleri Komutanlığı tarafından yapılmaktadır. Harita Genel Müdürlüğü, Göktürk-1 uydusundan indirilen faydalı görüntülerin tamamını işleyebilecek ve sunabilecek sistem alt yapısını kurmuş ve personelini yetiştirmiştir. Bu doğrultuda, Göktürk-1 uydusunun çektiği görüntülerden Türkiye'nin ilgi alanına ilişkin olanlar öncelikli olmak üzere ortogörüntüler üretilmektedir.

Harita Genel Müdürlüğü ve TÜRKSAT Uydu Haberleşme Kablo TV ve İşletme A.Ş. arasında imzalanan “Ticarileştirme Sözleşmesi” kapsamında Göktürk-1 uydusundan üretilen ortogörüntüler kamu kurum ve kuruluşlarına bedelsiz olarak sağlanmaktadır. Ayrıca, üretilen tüm ortogörüntüler, TSK-Ağı üzerindeki sunum sistemleri (Coğrafi Analiz Sistemi (CAS) gibi) vasıtasıyla TSK’nın; sözleşme kapsamında üretilen tüm



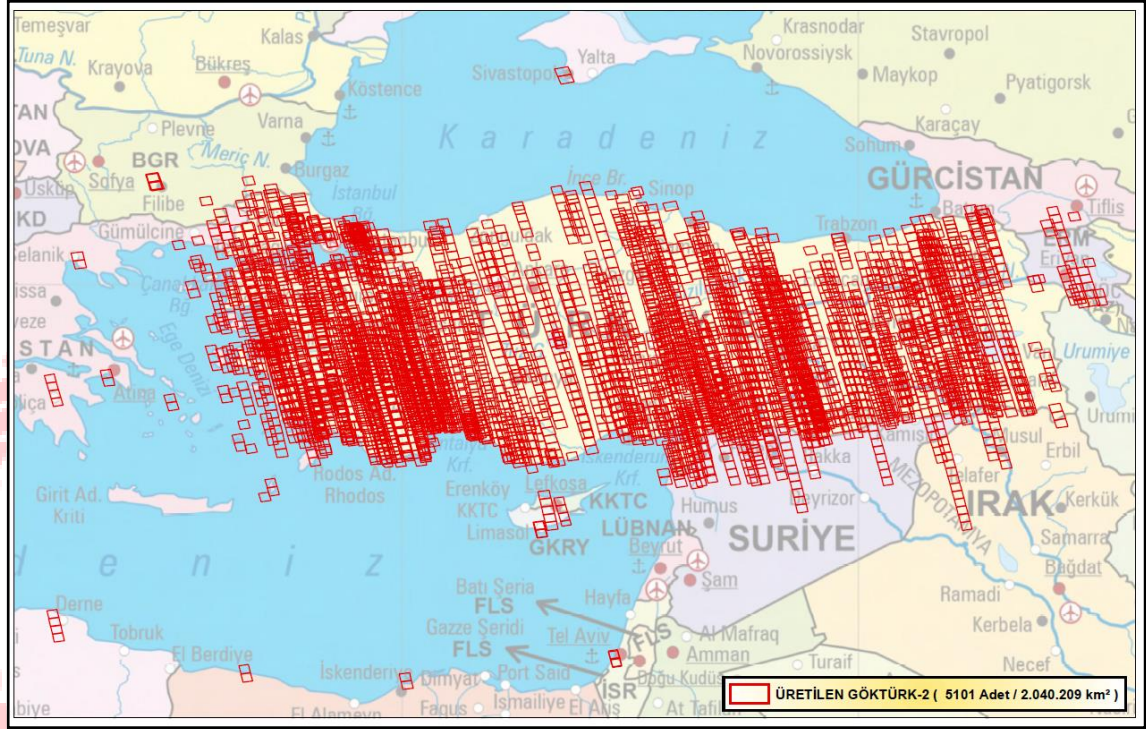
Şekil 16. Çekilen ve Üretilen GÖKTÜRK-1 Uydu Görüntüsü İndeksi.

ortogörüntülerde HGM Küre ve HGM Atlas vasıtasıyla ise tüm kullanıcıların hizmetine sunulmaktadır. 2016-2023 yılları arasında, Göktürk-1 uydusu ile çekilen tüm dünyaya ait 83.1 milyon km² görüntüden uygun özelliklere sahip olanların ortogörüntüleri Harita Genel Müdürlüğü tarafından üretilmiştir (Şekil 16).

- **Göktürk-2 Uydu Görüntülerinden Ortofoto Üretimi**

Göktürk-2 uydusu, 18 Aralık 2012 tarihinde uzaya fırlatılmış olup, 2,5 m PAN - 5 m RGB çözünürlükte görüntü alabilen elektro-optik bir uydudur. Göktürk-2 uydusunun komuta kontrolü Hava Kuvvetleri Komutanlığı tarafından yapılmaktadır. Harita Genel Müdürlüğü, Göktürk-2 uydusundan indirilen faydalı görüntülerin tamamını işleyebilecek ve sunabilecek sistem alt yapısını kurmuş ve personelini yetiştirmiştir.

Eylül 2021 tarihinden itibaren, Göktürk-2 uydusundan indirilen faydalı görüntülerin tamamını işleyerek ortogörüntü üretimine başlamıştır. Kamu kurum ve kuruluşları ile üniversitelerin Göktürk-2 uydusuna ait görüntü talepleri, Harita Genel Müdürlüğü tarafından bedelsiz olarak karşılanmaktadır. Eylül 2021 tarihinden günümüze kadar Harita Genel Müdürlüğü tarafından 2.040.209 km² üretim gerçekleştirilmiştir (Şekil 17).



Şekil 17. GÖKTÜRK-2 Uydu Görüntüsü Üretim Durumu.

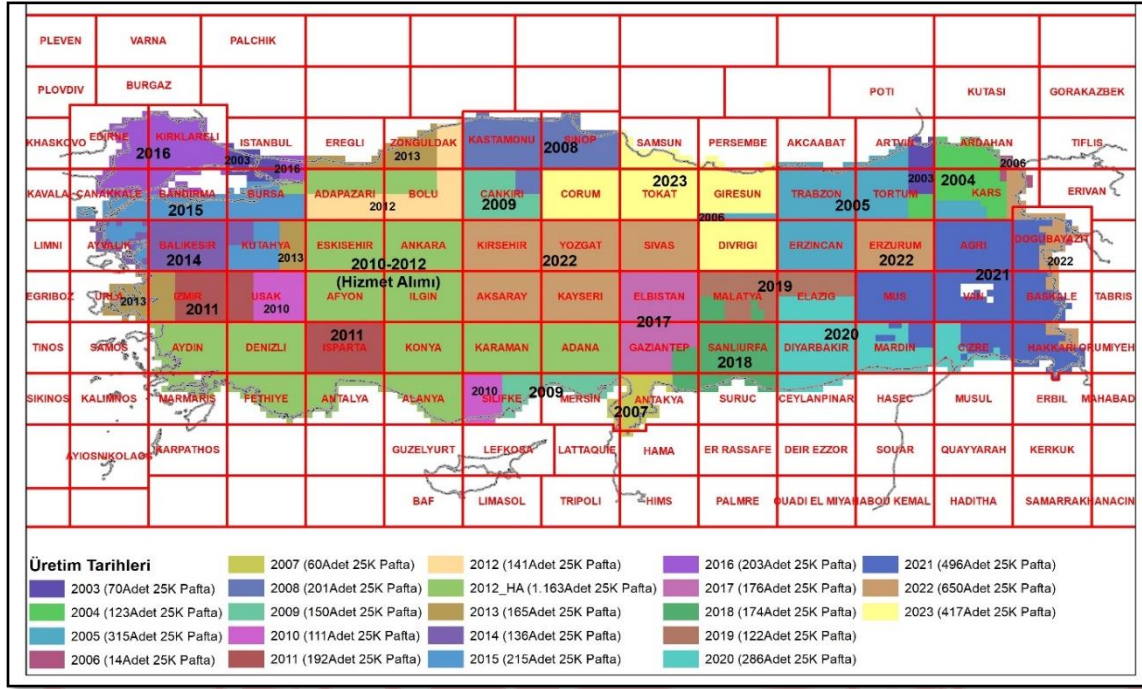
- **1/25.000 Ölçekli Fotogrametrik Verilerin Sayısal Kıymetlendirilmesi**

HGM, 1/25.000 ölçekli fotogrametrik verilerin sayısal kıymetlendirilmesi çalışmalarında da önemli ilerlemeler kaydetmiştir. İlk 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritalar 1925-1938 yılları arasında arazide topoğrafik olarak üretilirken, 1938 yılından 2000 yılına kadar fotogrametrik yöntem kullanılarak analog ve yarı analitik aletler ile üretilmiştir. 2001-2020 yılları arasında ise sayısal fotogrametrik yöntemle bilgisayar ortamında üretilmiştir.

2020 yılı itibariyle tüm Türkiye'ye ait 1/25.000 ölçekli fotogrametrik verilerin sayısal kıymetlendirmesi tamamlanmıştır. Türkiye Topografik Vektör Veritabanı (TOPOVT)'nda 5169 adet üç boyutlu (3B) 1/25.000 pafta bulunmaktadır. 3B

üretilmelerine rağmen teknolojik gelişmeler kapsamında bu paftaların hepsi aynı doğruluklara sahip değildir.

2021 yılında, tüm Türkiye'ye ait 1/25.000 ölçekli paftaların başta kısa vadede tekrar güncellenmesi ve diğer (maliyet, konumsal değerlendirme vs.) nedenlerden dolayı 3B yerine iki boyutlu (2B) üretime geçilmiştir. Bu sayede üretim hızı artırılmıştır. Şekil 18'de sunulan yıllara sari kıymetlendirme üretimi yer almaktadır.

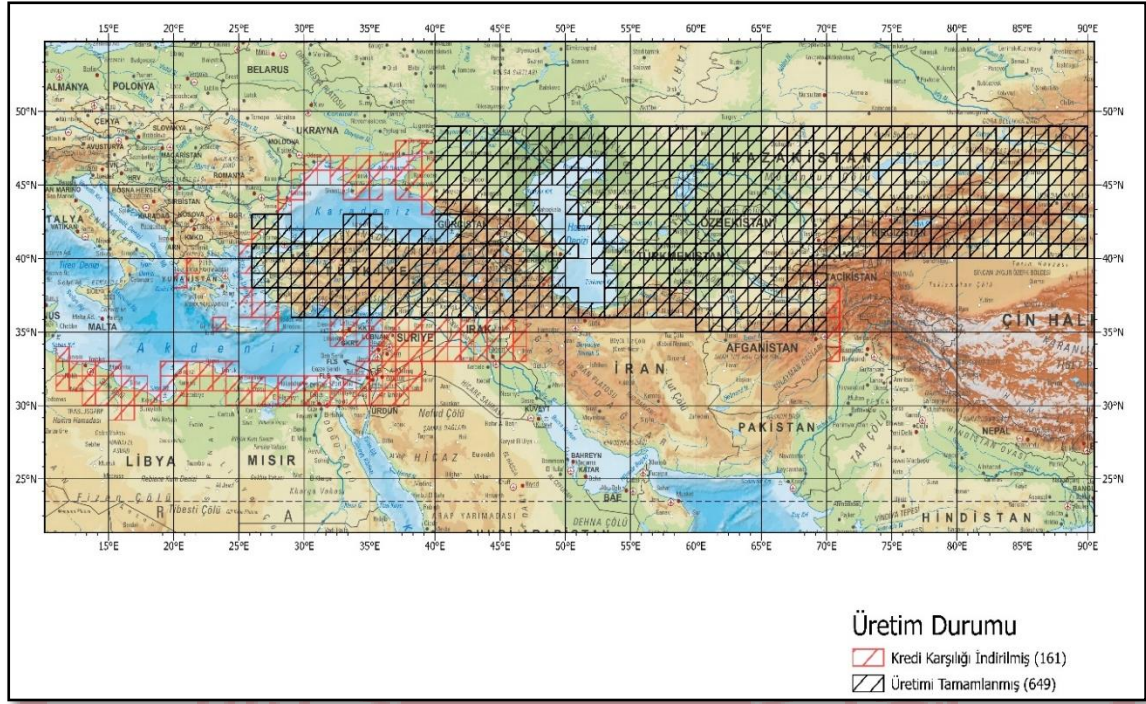


Şekil 18. 1/25.000 Ölçekli Yıllara Sari Kıymetlendirme Üretim Durumu.

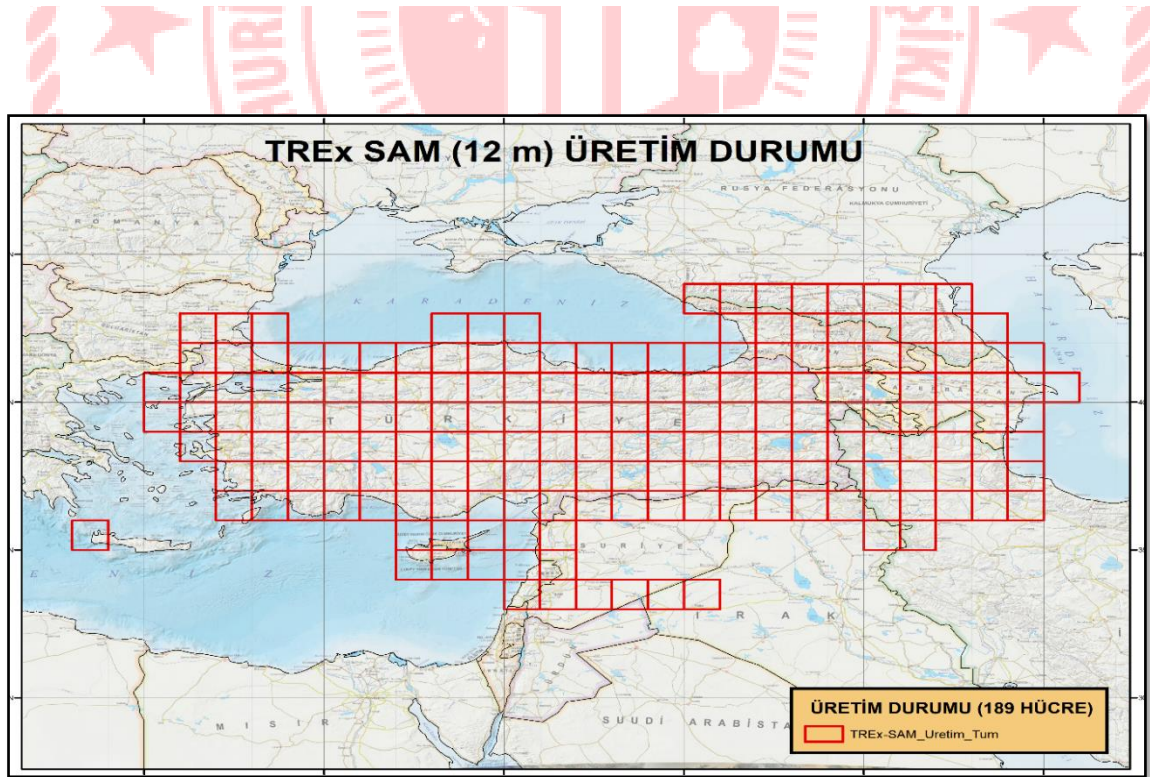
- Sayısal Yükseklik Modeli Üretimi
 - TanDEM-X Yüksek Çözünürlüklü Arazi Modeli Değişim Programı

TanDEM-X Yüksek Çözünürlüklü Arazi Modeli Değişim Programı (TanDEM-X High Resolution Elevation Exchange - TREx), uluslararası işbirliği ile TerraSAR-X ve TanDEM-X adlı iki radar uydusundan elde edilen Sayısal Yüzey Modeli (SYM) verisinin işlenerek içerdiği hataların ayıklanması ve bu sayede tüm dünyaya ait yüksek çözünürlük ve doğruluklu Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) verisi elde etmek amacıyla,

Türkiye'nin 2017 yılında dâhil olduğu TREx Projesi, 32 ülke tarafından yürütülmektedir. Söz konusu üretim durumları Şekil 19 ve Şekil 20'de sunulmuştur.



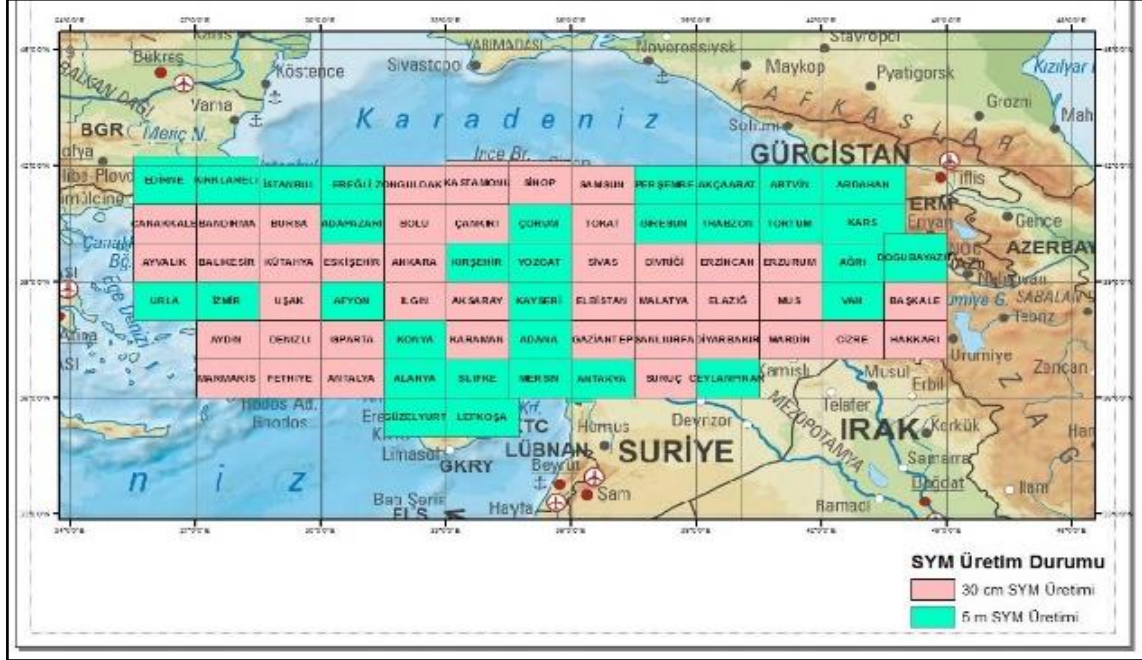
Şekil 19. TREx Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) Üretim Durumu.



Şekil 20. TREx Sayısal Arazi Modeli (SAM) Üretim Durumu

- **Sayısal Hava Fotoğraflarından Sayısal Yükseklik Modelleri Üretimi**

Sayısal hava fotoğraflarından 0.3 m, 1m, 2 m ve 5 m çözünürlüklü Sayısal Yüzey Modeli üretimi yapılmaktadır. Söz konusu üretim durumu Şekil 21’de sunulmuştur.



Şekil 21. Hava Fotoğrafından Üretilen Sayısal Yükseklik Modeli (0.3 m. – 5 m.) Üretim Durumu.

- **Yurtdışı Harita Üretim Amaçlı, Uluslararası MGCP (Multinational Geospatial Coproduction Program) Projesi**

ABD Ulusal Coğrafya İstihbarat Ajansı (NGA)’nın girişimleriyle, yurt dışı bölgelere ait 1/50.000 ölçekli sayısal vektör harita verilerinin ortak olarak üretilebilmesi amacıyla, “Çok Uluslu Coğrafi Veri Ortak Üretim Programı-(MGCP)” adlı çalışma grubu oluşturulmuştur. Katılımcı ülkeler tarafından üretilecek vektör veriler, Uluslararası Coğrafi Veri Deposu (IGW) olarak isimlendirilen bir veri tabanında depolanmakta ve katılımcı kullanıcılara buradan sunulmaktadır.

Harita Genel Müdürlüğü, MGCP projesine katılarak; Ülkemiz çevresi ve ilgi alanlarımıza ait 1/50.000 ölçekli vektör verilerini elde etmiş, ülkemize ait toprakların 1/50.000 ölçekli vektör verilerinin proje kapsamında başka ülkeler tarafından üretimine ve katılımcı ülkeler tarafından paylaşılmasına engel olmuştur. Türkiye programa 2007 yılında katılmıştır.

- **Yurt Dışı Şehir Haritası Üretimi Amaçlı Uluslararası MGCP Kentsel Vektör Veri (MGCP Urban Vektor Data - MUVD) Projesi**

Yurt dışı şehir bölgelerine ait 1/5.000 ölçekli sayısal vektör harita verilerinin ortak olarak üretilmesi amacıyla, “Çok Uluslu Coğrafi Veri Ortak Üretim Programı- (MGCP)” adı çalışma grubu altında oluşturulmuş bir gruptur. Kentsel bölgede ilgili alan belirlenir ve bu alan proje kurallarına göre toplama kriterlerine göre kıymetlendirilir. Türkiye programa 2021 yılında katılmıştır.

Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü

TKGM, mekânsal veri altyapısının oluşturulması ve güncellenmesi çalışmalarını yürütmektedir. Kurum, ulusal coğrafi veri matrisi’nde de belirtildiği üzere 1:5000 ve daha büyük ölçekli ortogörüntü teması altında sorumlu kurum olarak 10 santimetre çözünürlükte ve diğer kurumların ihtiyacına cevap vermek adına 30 santimetre çözünürlükte ortofoto üretimi yaparak tapu ve kadastro işlemlerinin yanı sıra kentsel planlama ve diğer mekânsal analizler için veri sağlamaktadır. TKGM'nin sunduğu bu hizmetler, mekânsal veri yönetimi ve analiz süreçlerinde önemli bir rol oynamaktadır.

Türkiye’de tapu ve kadastro işlemlerinin yürütülmesi ve mülkiyet bilgilerinin güncellenmesi amacıyla uzaktan algılama verilerini etkin bir şekilde kullanmaktadır. TKGM, kadastro yenileme, güncelleme ve diğer coğrafi bilgi sistemi (CBS) projelerinde uzaktan algılama teknolojilerinden yararlanarak, mülkiyet verilerinin doğruluğunu ve güncelliğini artırmayı amaçlamaktadır.

TKGM, ülke genelinde ilk tesis kadastro sunun tamamlanabilmesi amacıyla 1955 yılından bu yana havadan fotoğraf alarak 480 bin km² alanda 1/5000 ölçekli fotogrametrik temel harita üretimi gerçekleştirmektedir. Bu çalışmalar, Türkiye’nin geniş bir coğrafi alanının hassas ve doğru bir şekilde haritalanmasını sağlamaktadır. 2009 yılından bu yana, kadastro yenileme ve güncel tutma çalışmaları kapsamında Sayısal Renkli Ortofoto üretimi yapılmaktadır (Şekil 22). Bu süreçte, yüksek çözünürlüklü hava fotoğrafları kullanılarak, mülkiyet bilgileri güncellenmekte ve doğruluk artırılmaktadır. TKGM, 2019 yılı itibari ile 3B Şehir Modellerinin üretimine başlamıştır. Bu modeller, şehirlerin üç boyutlu olarak dijital ortamda temsil edilmesini sağlamaktadır. 3B Şehir Modelleri, şehir planlama, altyapı projeleri ve diğer kentsel uygulamalarda kullanılmak üzere

geliştirilmekte olup, bu veriler şehirlerin daha etkili ve verimli bir şekilde yönetilmesine katkı sağlamaktadır. TKGM, bu modelleri oluşturmak için Vexcel Ultracam Osprey Mark 3 Oblik Hava Kamerası donanımlı uçaklar kullanmaktadır.

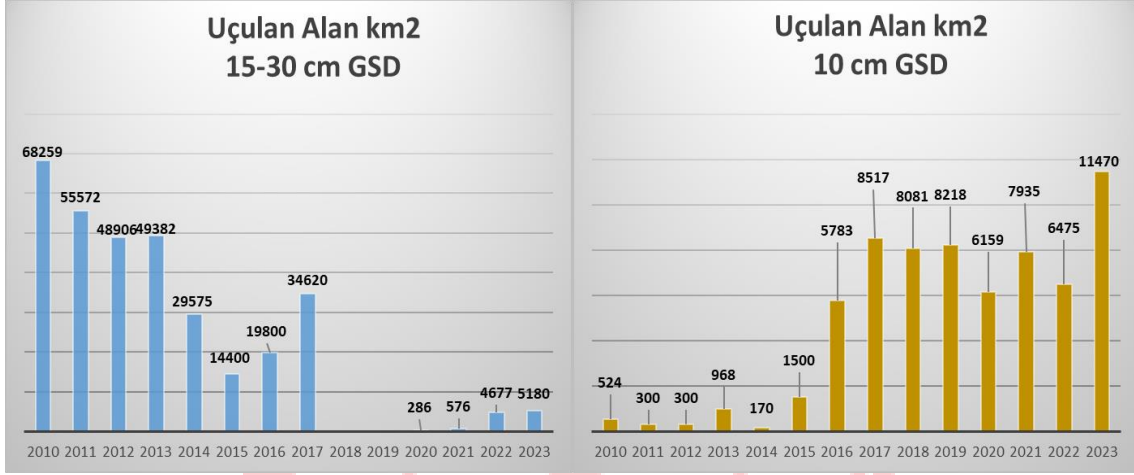
TKGM vizyonu doğrultusunda; ulusal bilgi sistemlerine altlık oluşturabilecek, çok amaçlı, ekonomik ve hassas dijital hava görüntülerini; Vexcel Ultracam Osprey Mark 3 Oblik (Eğik) Hava Kamerası donanımlı TC-TKG çağrı adı Islander BN-2T model uçak ve Z/I DMC-II geniş format dijital hava kamerası donanımlı TC-KDR çağrı adı ile Beechcraft King Air 350i model uçak ile gerçekleştirmektedir.

2009 yılından 2017 yılı sonuna kadar 30 cm yer örnekleme aralığında 385.000 km² ve 2016 yılından 2024 yılına kadar 10cm yer örnekleme aralığında 65.000 km²



Şekil 22. Kadastro yenileme ve Sayısal Renkli Ortofoto çalışmalarına örnekler.

alanda görüntü alımı yapılmıştır (Şekil 23). TKGM Tablo 3'te belirtildiği üzere kadastro çalışmalarında fotogrametrik yöntemleri (Uçak, İHA, LIDAR) azami derecede kullanmaktadır.



Şekil 23. TKGM tarafından 30 cm ve 10 cm yer örnekleme aralıklarında görüntü alım için uçulan alanların yıl bazlı dağılımı.

Tablo 3. TKGM tarafından kadaströ çalışmalarında kullanılan fotogrametrik yöntemler

Fotogrametrik Yöntem Kullanılarak Yapılan Üretimler 2019-2022				
Yöntem	Alan [Km2]	YKN [Adedi]	Birim [Adedi]	Ortofoto [Km2]
UÇAK	81,152	23,693	4,500	79,728
LİDAR	4,872	37,525	2,982	5,697
İHA	8,433	29,020	611	8,513
LİDAR+UÇAK	18,775	5,922	1,630	26,541
LİDAR+İHA	2,833	8,598	290	3,014

TKGM ortofoto üretiminde kurumsal üretim ya da hizmet alımı kullanmaktadır. Sayısal ortofoto haritalar, kadaströ yenileme çalışmaları yapan Kadaströ Müdürlükleri ile yüklenicilerine, ihtiyaç sahibi kurum ve kuruluşlar ile dosya boyutuna bağlı olarak TKGM bulut üzerinden veya web servisleri ile paylaşılmaktadır.

TKGM Üç Boyutlu Mülkiyet Çalışmalarına 2019 Yılında vatandaşlarımızın gayrimenkule ilişkin tasarruf hakkını doğru kullanmasını sağlamak ve tüm akıllı şehir, mekân ve bilgi sistemleri uygulamalarının hassas konum bilgisine ve yüksek doğruluklu harita altlığı ihtiyacını karşılamak için başlamıştır. Genel Müdürlüğümüzün “3B Şehir Modelleri ve Kadaströ Altlıklarının Oluşturulması İşi” kapsamında Başkanlıklarımızca eşgüdüm halinde yürütülen çalışmalar tüm ülke genelinde devam etmekte olup, çalışmalar yaygınlaştırma ve sürdürülebilirlik çalışmaları ile birlikte yaşayan bir sistem

haline gelmiştir. Üretilen 3 boyutlu şehir modellerinin bir örneği Şekil 24’te gösterilmiştir.



Şekil 24. 3B Şehir Modelleri ve Kadastro Altlıklarının Oluşturulması İşleri örnek çalışmaları

TKGM havacılık faaliyetlerini, adına alınmış olan ‘Genel Havacılık’ işletme ruhsatı ile ilgili olarak Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü’nün yayınlamış olduğu mevzuatlara ve kontrollerine tabi olarak yürütmektedir.

Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü (ÇYGM)

ÇYGM, hava kalitesi yönetimi çalışmalarında uzaktan algılama verilerini etkin bir şekilde kullanmaktadır. Hava Emisyon Yönetim (HEY) Portalı ve NEFES Yazılımı, hava kalitesi haritalarının oluşturulması ve kirlilik kaynaklarının tespit edilmesi için kullanılmaktadır. Bu yazılımlar, 3 boyutlu bina modeli, kent atlası, topoğrafya ve trafik yoğunluğu gibi verilerle entegre edilerek hava kalitesi seviyelerini belirlemektedir.

- **Hava Kalitesi Yönetiminde Elektronik Uygulama ve Yazılımlar**

Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığınca; hava kalitesi yönetimi çalışmalarında teknolojik gelişmeler takip edilmekte ve etkin olarak kullanılmaktadır.

Hava kalitesi yönetiminde; emisyon envanteri, hava kalitesi modelleme ve hava kalitesi ölçümleri ile karşılaştırmalı şekilde bütüncül çalışılmaktadır. Hava Emisyon Yönetim (HEY) Portalı ile hava kirleticileri kayıt altına alınmakta, sanayi tesislerinin bacalarından, evsel ısınmada kullanılan yakıtlardan ve kara/deniz/hava/demiryolu ulaşımından kaynaklanan kirleticiler miktarları ayrı ayrı hesaplanmaktadır.

Hava kalitesi modelleri ile 150 farklı kirlenici parametre için stratejik hava kalitesi haritaları kilometre ölçeğinde hazırlanmaktadır. HEY Portalı aracılığıyla hava kalitesini iyileştirmek üzere yerel politikalar etkinleştirilmektedir.

○ **NEFES – New Emission Forecast & Evaluation System**

3-Boyutlu Ortamda Hava Kalitesi Değerlerinin Tespiti Yazılımı yerli ve milli perspektifle geliştirilmiştir. Hava kalitesi haritalarının, 3-boyutlu bina modeli, kent atlası, topoğrafya, trafik yoğunluğu, kavşaklar, binaların yakıt tipi gibi çok sayıda etmen ile işlenmesiyle şehirlerin dijital ikizleri üzerinde hava kalitesi seviyeleri tespit edilmektedir. Tüm girdileri algılama ve çıktı üretme yeteneğine sahip NEFES yazılımı karar destek mekanizması için politika aracı olarak kullanılmaktadır.

HEY Portalı ve NEFES yazılımları karar destek mekanizmasına veri üreterek merkez ve taşra teşkilatı, bununla birlikte yerel yönetimler için bilgi paylaşımı ve hava kalitesi politikalarının önceliklendirilmesi süreçlerine katkı vermektedir.

Yerli ve milli “**NEFES Yazılımı**” ile 3 Boyutlu Ortamda Hava Kalitesi Değerleri tespit edilerek, metre seviyesinde stratejik hava kalitesi haritaları üretilmektedir. 3 boyutlu sokak seviyesinde hava kalitesi haritaları 59 ilimizin toplam 667 ilçesi için tespit edilmiş durumdadır. Örnek bir çalışma Şekil 25’te gösterilmiştir. 2024 yılı sonu itibarıyla 81 il için haritaların tamamlanması planlanmaktadır.



Şekil 25. Düzce İli Merkez ilçesine ait NEFES Yazılımı Çıktı Haritası.

Yapılan çalışma ile şehirlerde kirliliğe katkısı olan noktalar tespit edilebilmekte ve kaynağa özgü kontrol önlemi geliştirilebilmektedir. Kirletici emisyonlarının azaltımına yönelik senaryo çalışmaları yazılımda uygulanabilmektedir. Elde edilen senaryo çalışmaları şehirlerin hava kalitesi politikalarını belirlemede yöneticilerin en doğru kararı almalarına yardımcı olmaktadır.

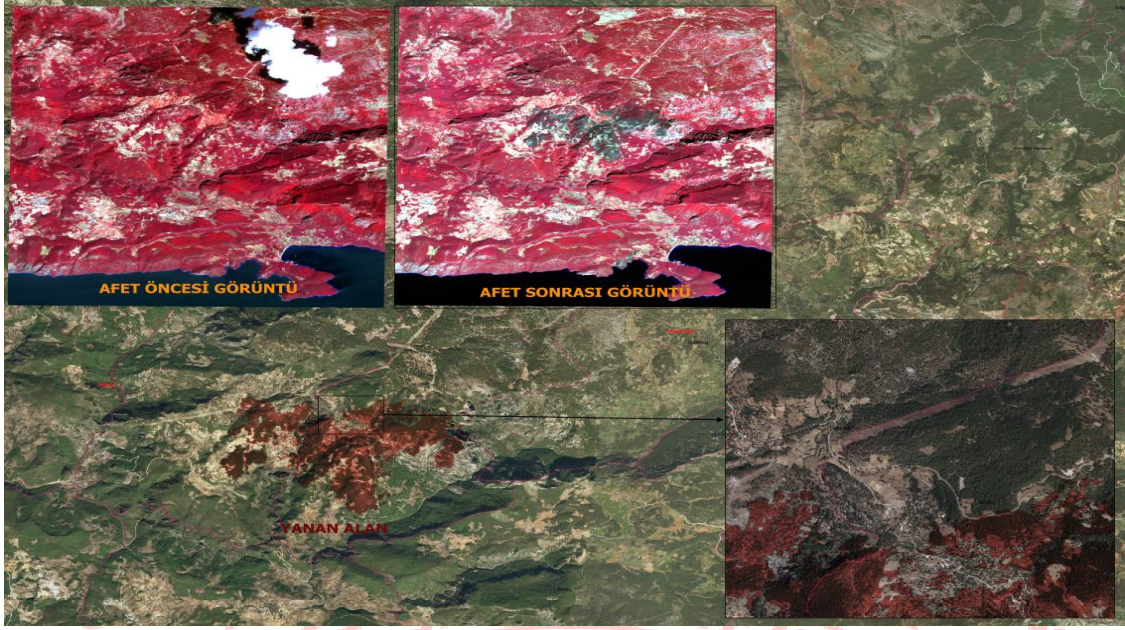
Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü

DSİ; havza modelleme, su kaynaklarının yönetimi, taşkın kontrolü ve sulama takipleri gibi faaliyetlerde uzaktan algılama verilerini kullanmaktadır. DSİ bünyesinde 2023 yılı Eylül ayında kurulan Uzaktan Algılama Şube Müdürlüğü, RADAR görüntüleri kullanarak taşkın izleme çalışmaları yapmaktadır. Ayrıca, halk sulamalarının belirlenmesine yönelik çalışmalar planlanmıştır. Bu çalışmalara ek olarak, barajlar ve sulama projeleri için haritalar üretmektedirler.

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı

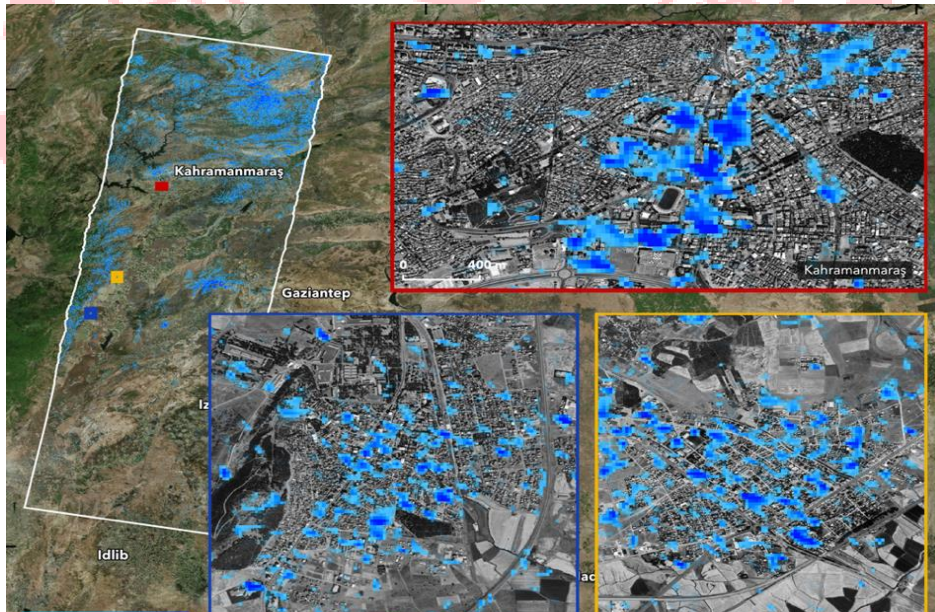
AFAD, afet yönetimi çalışmalarında uzaktan algılama verilerini etkin bir şekilde kullanmaktadır. AFAD Afet Yönetimi ve Karar Destek Sistemi (AYDES) veri tabanına deprem, heyelan, su baskını ve orman yangını gibi doğa kaynaklı afet olaylarına ait çok sayıda veri eklenmektedir.

Özellikle büyük alanları etkileyen ve toplu can ve mal kaybına yol açan doğa kaynaklı afet olaylarının nerede gerçekleştiği, etki alanları, oluşturdukları hasarı belirlemek amacıyla uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemi tabanlı veriler kullanılarak haritalama çalışmaları yapmaktadırlar. AFAD, HGM tarafından sağlanan hava fotoğrafları ve milli uydumuz olan Göktürk-1 uydu görüntülerinden üretilen ortogörüntüler ile açık kaynak veri platformlarından, özellikle ESA (Avrupa Uzay Ajansı)'nın işlettiği Sentinel 1 ve 2 uydularının verileri ve NASA Landsat verilerini kullanıcıya sunan Sentinel HUB portalından elde ettiği görüntüleri çalışmalarında sıkça kullanmaktadır. Örneğin, Muğla'nın Menteşe ilçesinde meydana gelen orman yangının etkilediği bölgenin tespiti için Sentinel-2 verilerini kullanmışlardır (Şekil 26).



Şekil 27. Sentinel 2 optik uydu görüntüleri kullanılarak, 6-7 Eylül 2017 tarihlerinde Muğla ili Menteşe ilçesinde meydana gelen orman yangınlarının etki alanının değişim analiziyle bulunması. (Afet öncesi görüntü: 31 Ağustos 2017, Afet sonrası görüntü: 7 Eylül 2017)

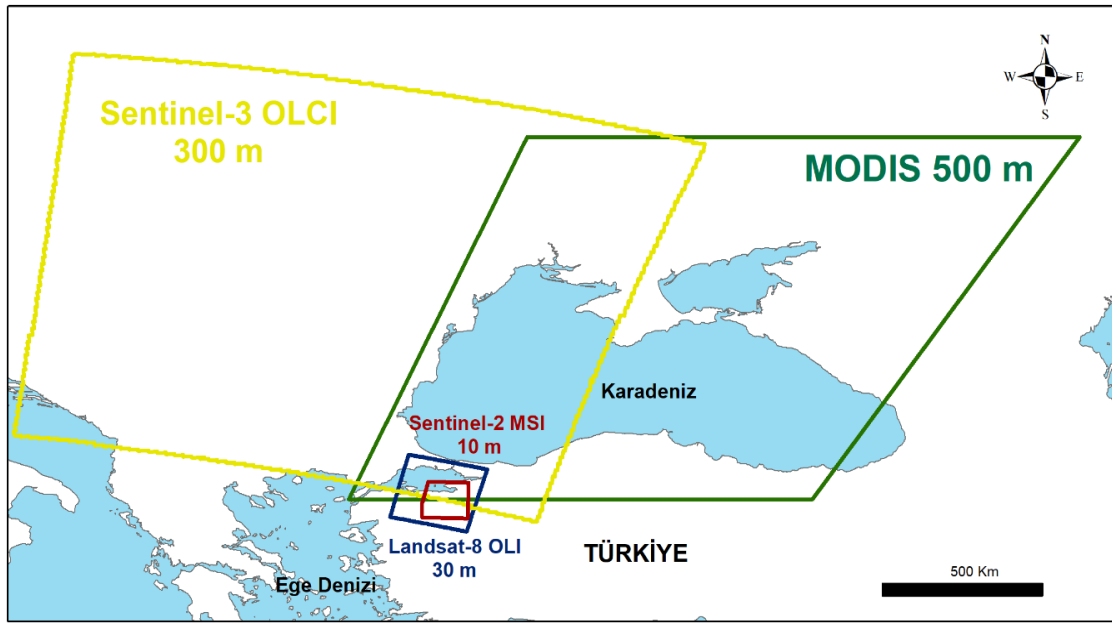
Ayrıca, AFAD 2022 yılından itibaren uydu görüntüsü temini protokolleri ve aktivasyonları ile uluslararası veri sağlayıcı platformlar (International Charter, Sentinel Asia, Copernicus EMS, vb.) ile kurdukları iş birlikleri ve üyelikler aracılığıyla uzaktan algılama verisi temin etmektedir. Bu kapsamda, Japonya Havacılık ve Uzay Araştırma Ajansı (JAXA) tarafından işletilen ALOS-2 uydu verisini kullanarak 6 Şubat depremleri konusunda analizler gerçekleştirmişlerdir (Şekil 27).



Şekil 26. EOS-RS Hasar Proxy Haritası Japonya Havacılık ve Uzay Araştırma Ajansı (JAXA) tarafından işletilen ALOS-2 uydusu tarafından felaket öncesi ve sonrasında elde edilen sentetik açıklıklı radar (SAR) görüntülerinden 6 Şubat Depremi'nin etkilediği alan.

Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü

ÇED İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü, denizlerde bütünsel kirlilik izleme programı (DEN-İZ) kapsamında uzaktan algılama verilerini kullanmaktadır. MODIS Aqua uydusundan elde edilen klorofil-a verileri, deniz yüzeyi sıcaklığı ve akıntı rejimleri izlenerek su kalitesi çalışmaları yapmaktadırlar. Ayrıca, su kalitesi izleme sisteminin kurulması için Gemlik Körfezi pilot çalışma alanı olarak seçilmiş ve ücretsiz olarak servis edilen Sentinel-2 ve Landsat-8 uydu görüntüleri ile yerinde yapılan ölçmeleri karşılaştırarak su kirliliğine neden olan parametrelerin takibi için analizler gerçekleştirmişlerdir (Şekil 28 ve 29).



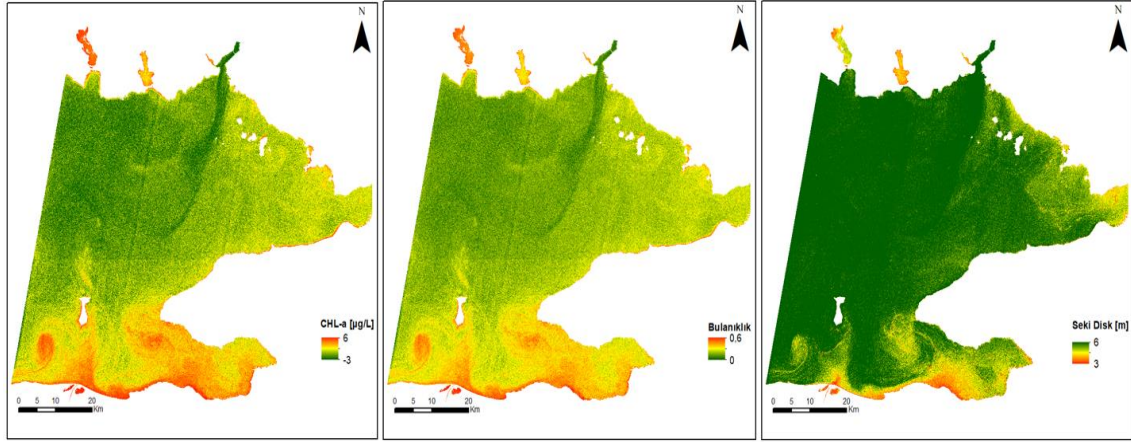
Şekil 28. Gemlik Körfezi (lokal) ile Marmara Denizi (bölgesel) için su kalite izlemede kullanılabilecek uydu verileri ve kapsama alanları.



Şekil 29. Çalışma kapsamında kullanılan uydu görüntüleri ve numune alım noktaları.

ÇED İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü tarafından deniz yüzey suyu sıcaklığı hem sahada ölçülen verilerle hem de MODIS Terra ve Aqua uydu veri ile yapılmaktadır. 2021 yılında

yaşanan müsilaj afeti nedeniyle Marmara Denizi'nde bu çalışmanın yapılması ayrıca kritik öneme sahiptir (Şekil 30).



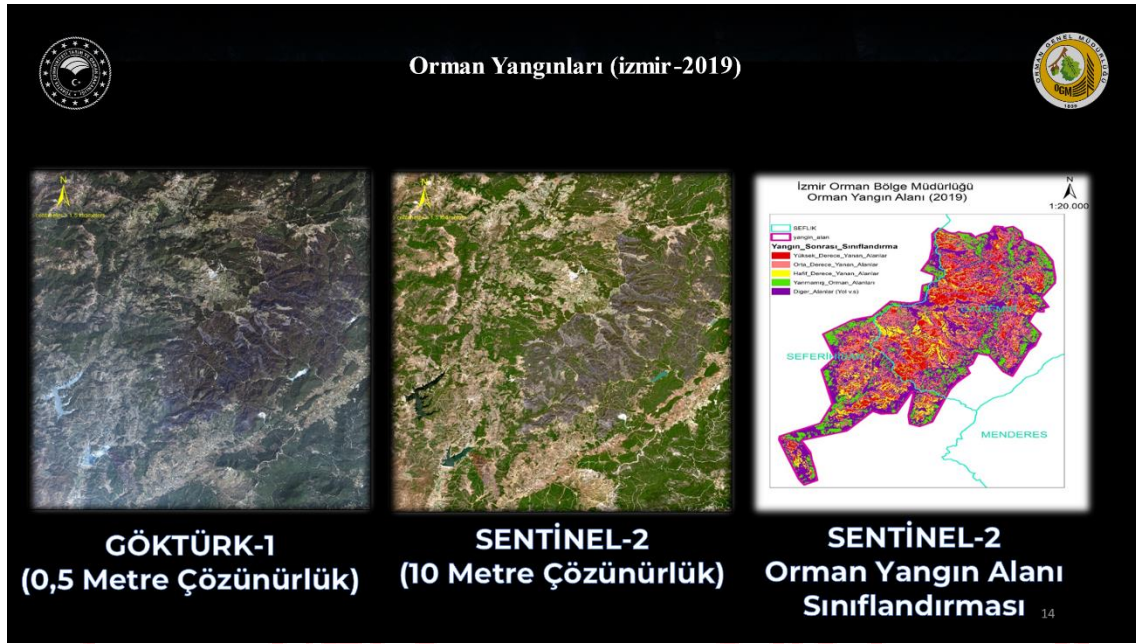
Şekil 30. Kullanılan regresyon modeli sonuçlarına göre Klorofil-a, Bulanıklık ve Seki disk parametrelerinin 29 Nisan 2021 tarihli uydu görüntü mozağındeki (alt ve üst çerçeveden oluşan) dağılımı.

2024 yılında devam edecek olan pilot alan çalışmaları kapsamında, ücretsiz olarak servis edilen Sentinel-2 ve Landsat-8 uydu görüntülerinin geçiş tarihleri ile planlanan yersel ölçme tarihlerini karşılaştırmak ve eşleşme olup olmadığının tespiti planlanmaktadır.

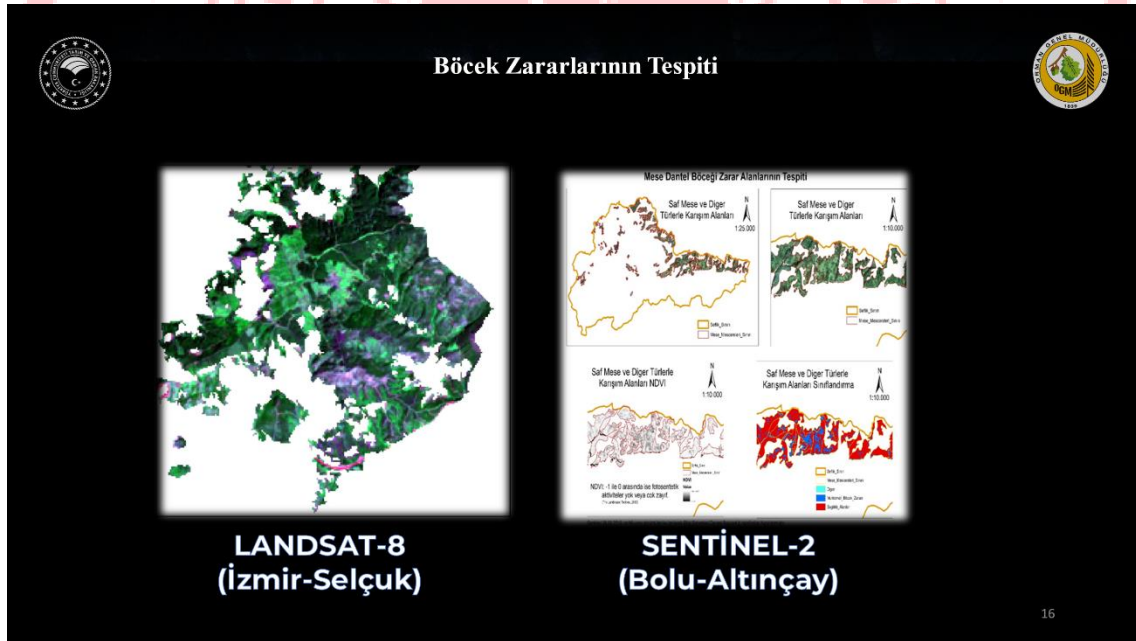
Orman Genel Müdürlüğü

OGM, ormanların mevcut durumunun tespit, planlama, idare ve sürekliliğinin sağlanması için orman amenajman planları üretmekte ve çalışmalarında kullanmaktadır. Bu kapsamda, ormanın aktüel durumunu ortaya koymak ve kullanımını plana bağlamak için hava fotoğrafları, haritalar ve uydu görüntülerinden faydalanmaktadır. Fotogrametrik sistemlerle; stereo hava fotoğrafları kullanılarak oluşturulan modeller üzerinde üç boyutlu olarak sayısallaştırma ve yorumlama yapılarak Sayısal Meşçere Taslak Haritaları üretmektedirler.

OGM, ormanlık alanlara ait hava fotoğraflarını HGM ve TKGM kurumlarından temin etmektedir, temin edilememesi durumunda özel sektörden temin edilen hava fotoğraflarını ya da uydu görüntülerini kullanmaktadır. OGM tarafından Göktürk-2, Göktürk-1, RASAT veya dış kaynaklı uydu görüntüleri (Landsat-8, Sentinel-2) kullanılarak ihtiyaç görülen alanlarda yangın, orman zararlıları, izin sahaları, ormanların yasa dışı faaliyetlerde kullanımı vb. durumları izlemek gibi amaçlar doğrultusunda kullanılmaktadır (Şekil 31 ve Şekil 32).



Şekil 31. 2019 senesinde İzmir’de gerçekleşen orman yangınlarının etkilediği alanın tespiti ve yanan alanın sınıflandırması çalışması.



Şekil 32. İzmir ili Selçuk ilçesi ve Bolu’nun Altınçay ilçelerinde gerçekleşen böcek zararlılarının tespiti çalışmaları

Tarım Reformu Genel Müdürlüğü

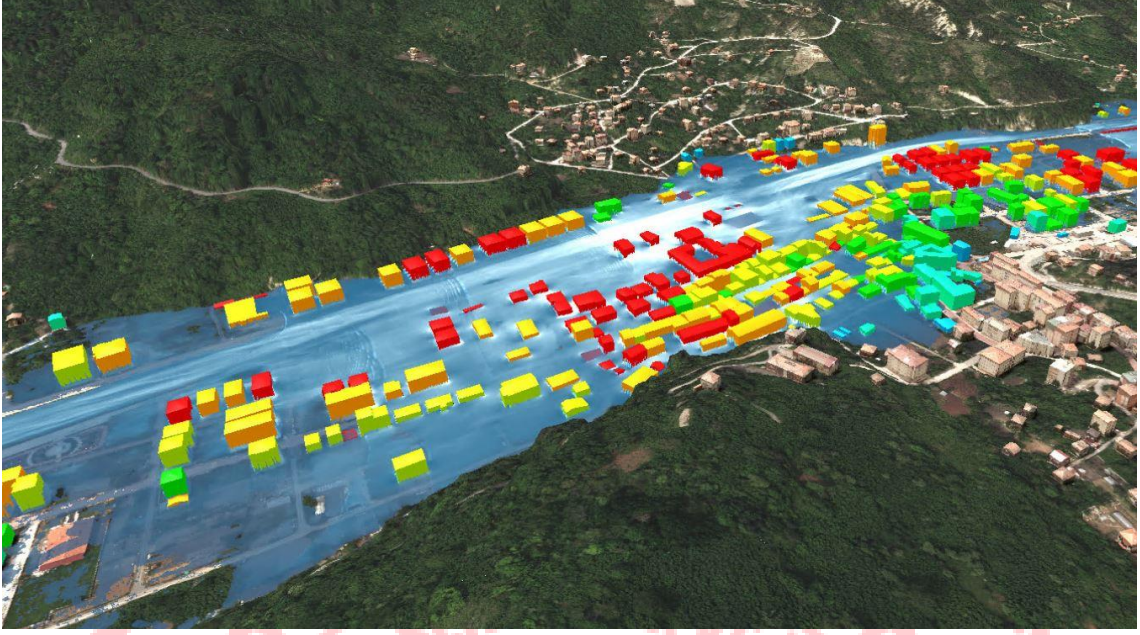
Tarım Reformu Genel Müdürlüğü (TRGM), Tarım Bilgi Sistemi (TBS) kapsamında uzaktan algılama teknolojilerini; tarımsal faaliyetlerin yönetimi, izlenmesi ve planlanmasında kullanmaktadır. TBS projesi kapsamında, uydu görüntüleri kullanılarak; ekilebilir alanlar, meralar, ormanlar, su kaynakları ve yapılaşmaları izlemektedirler. Böylelikle ürün haritalama, tarım arazilerinde yapılanma, destek ödeme kontrolü, orman durumu ve su kaynaklarının yönetimi gibi detaylı analizler yapmaktadırlar.

TRGM'nin uzaktan algılama görüntülerini kullandığı bir diğer proje Çiftçi Kayıt Sistemi (ÇKS)'dir. ÇKS verileri ile Sentinel-2 uydu görüntüleri üretim verimliliğinin artırılması ve sürdürülebilir tarım uygulamalarının desteklenmesi amacıyla entegre edilerek TRGM bünyesinde, tarımsal üretim faaliyetleri izlenmekte ve denetim haritaları oluşturmaktadır. Bu çalışmalara ek olarak, uzaktan algılama verileri ile lokal bazda ürün belirleme çalışmaları yapmaktadırlar.

Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü

CBSGM, 2014-2016 yılları arasında gerçekleştirilen True Ortofoto Projesi kapsamında 1/1000 ölçekli renkli ve yapay renkli 10 cm yer örnekleme aralığında true ortofoto sayısal yüzey modeli ve nokta bulutu üretmiştir. 2015-2017 yılları arasında gerçekleştirilen proje kapsamında baraj göl ve kıyı kesimlerin izlenmesi amacıyla yaklaşık 1000 km²'lik alanda 5-10 cm yer örnekleme aralığında true ortofoto sayısal yüzey modeli ve nokta bulutu üretilmiştir.

Ayrıca, CBSGM tarafından 2021 yılında iklim değişikliğine uyum kapsamında Orta Karadeniz Bölgesi'ndeki sel ve taşkın alanlarına etki eden alanlardaki yapılaşma risklerinin tespiti ve analizi için kentsel yerleşim ve gelişme alanlarında 3 boyutlu topoğrafya ve bina modeli oluşturma projesi gerçekleştirilmiştir. Bu proje kapsamında, uçaklardan alınan hava fotoğrafları ve LiDAR teknolojisi kullanılarak proje alanlarında altlık görüntünün yanında yapıların ve arazinin hassas 3 boyutlu modelleri üretilmiş ve elde edilen veriler geliştirilen simulasyon uygulama yazılımına dahil edilerek proje bölgelerindeki taşkın risk modellemesi ve simülasyonu gerçekleştirilmiştir. Bu proje kapsamında oluşturulan modelden bir görüntü Şekil 33'te gösterilmiştir.



Şekil 33. Karadeniz Bölgesi sel ve taşkın modelleme projesinden örnek görüntü

4.2.1.2. Özel Sektördeki Örnek Uygulamalar

Türkiye Havacılık ve Uzay Sanayii A.Ş. (TUSAŞ)

TUSAŞ, Mikro Uydu Projesi ile yer gözlem uydu sınıfında çözümler sunmaktadır. Bu proje, çevre, şehircilik, kentsel planlama, tarım, orman ve afet yönetimi gibi alanlarda yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinin yerli imkanlarla karşılanmasını hedeflemektedir. Mikro uydu projesi, yüksek çözünürlüklü görüntüleme kapasiteleri ve geniş spektral bantları ile dikkat çekmektedir.

IMPRO A.Ş.

IMPRO, Göktürk-1 uydusu aracılığıyla elde edilen uydu görüntülerinin işlenmesi ve dağıtımı konusunda faaliyet göstermektedir. IMPRO tarafından geliştirilen platformlar, elektro-optik (E/O) ve sentetik açıklıklı radar (SAR) uydu görüntüleri kullanarak afet yönetimi, tarım ve çevre izleme gibi alanlarda kullanılmaktadır. Bu platformlar, yüksek doğrulukta analizler gerçekleştirmekte ve çeşitli sektörlerle önemli katkılar sağlamaktadır.

ATAY MÜHENDİSLİK

1995 yılında kurulmuş bir teknoloji şirketi olan Atay Mühendislik, Harita ve konum bilgisi üretimi donanım, yazılım ve nitelikli hizmet sağlayıcısı şirketlerinden biridir. Atay Mühendislik endüstriyel İHA, İHA lara entegre optik ve LİDAR algılayıcılar, bunlara ilişkin görüntü/veri işleme yazılımları, Uzaktan Algılama yazılım ve çözümleri, GNSS sistemleri, yersel LIDAR, ATAY AKADEMİ ile bunlara ilişkin eğitim ve uçak için hava kameralarının yanı sıra <https://uydushop.com.tr> adresinden UYDUSHOP uydu görüntüsü temin portalı ile on-line arşiv uydu görüntüsü temini ve on-line uydu görevlendirme ve siparişi imkanı sağlamaktadır.

4.2.2. Yurt Dışındaki Örnek Uygulamalar

Yurt dışında faaliyet gösteren çeşitli çalışmalarda da uzaktan algılama verilerinin toplanması ve kullanıcıya sunulması konusunda birçok uygulama geliştirilmekte ve güncelliğini korumaktadır. Bu tip uygulamalarla oluşturulan platformlar, kullanıcıların ihtiyaç duydukları veriye filtreleme yöntemleriyle hızlı bir şekilde ulaşabilmelerine yardımcı olmaktadır. Kullanıcılar, tarih, konum, çözünürlük, sensör tipi gibi çeşitli kriterlere göre arama yapabilir ve istedikleri veriyi kısa sürede bulabilirler. Bu sayede, tarım, orman yönetimi, su kaynakları yönetimi, şehir planlama, doğal afet izleme ve çevre bilimleri gibi birçok alandaki çalışmaları için gerekli olan verileri kolaylıkla elde edip analiz edebilirler.

U.S. Geological Survey (USGS)

USGS kuruluşuna ait EarthExplorer, kullanıcılara geniş bir yelpazede uzaktan algılama verileri sunmaktadır. Bu platform aracılığıyla, dünya genelindeki kullanıcılar, farklı zaman dilimlerinde ve çözünürlüklerde elde edilen uydu görüntülerine ve diğer coğrafi verilere ulaşabilirler. EarthExplorer, Landsat ve MODIS gibi çeşitli veri setlerine erişim imkânı sağlar.

Earthdata

NASA tarafından sunulan Earthdata platformu ise, uzaktan algılama verilerinin yanı sıra, küresel çevresel değişiklikler, iklim değişiklikleri ve afet yönetimi gibi konularda geniş bir veri havuzu sunar. Earthdata, MODIS ve AIRS gibi NASA'ya ait çeşitli uydu görevlerinden elde edilen verilerin yanı sıra Sentinel veri setleri de içermektedir.

Copernicus Browser

ESA'nın sunduğu bu platformda ise Copernicus görevi kapsamında elde edilen birçok uzaktan algılama verisine, başta Sentinel uydularının verileri olmak üzere, ulaşılabilir. Bu platformda kullanıcılar veriyi indirmenin yanı sıra görselleştirme imkânı da sunmaktadır.

4.3. Veri Paylaşım ve İş Birliği

Uzaktan algılama verilerini toplayan, kullanan ve dağıtımını sağlayan kurumlar hakkında bilgi verilerek uzaktan algılama verilerinin yönetimi kapsamında bir çerçeve sunulmuştur.

Harita Genel Müdürlüğü: HGM, ürettiği yüksek çözünürlüklü ortofotoları ve diğer mekânsal verileri çeşitli kamu kurumları ve araştırma kuruluşları ile bedelsiz olarak paylaşmaktadır. HGM'nin sunduğu bu veriler; kentsel planlama, çevre yönetimi ve afet izleme gibi çeşitli uygulamalarda kullanılmaktadır.

Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü: TKGM, ürettiği ortofotoları ve mekânsal verileri kamu kurumları ve özel sektör ile paylaşmaktadır. Bu veriler, tapu ve kadastro işlemlerinin yanı sıra kentsel planlama ve diğer mekânsal analizler için kullanılmaktadır.

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı: AFAD, afet yönetimi çalışmalarında uluslararası veri sağlayıcı platformlarla iş birliği yaparak uzaktan algılama verilerine erişim sağlamaktadır. Bu iş birlikleri, afetlerin etki alanlarının belirlenmesi ve hasar tespit çalışmalarında kritik öneme sahiptir. AFAD ayrıca, ulusal düzeyde veri paylaşımını ve iş birliğini artırmak amacıyla çeşitli kurumlar ile koordinasyon sağlamaktadır.

Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü: ÇYGM, hava kalitesi yönetimi çalışmalarında kullanılan uzaktan algılama verilerini, CBSGM’nden temin edilen verileri kullanarak ve dijital ikizler üzerinden veri işçiliği yapılarak entegre harita üretilmesinde kullanılmaktadır. Üretilen haritalar ATLAS uygulamasından yayımlanmaktadır. HEY Portalı ve NEFES Yazılımı aracılığıyla elde edilen veriler, hava kalitesi politikalarının geliştirilmesinde kullanılmaktadır.

Orman Genel Müdürlüğü: OGM tarafından üretilmiş olan haritalar, ortofotolar, sayısal yükseklik haritaları ve tüm diğer tematik haritalar ORBİS (Orman Bilgi Sistemi) uygulamasına yüklenmiştir ve altlık olarak servis edilmektedir.

Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü: TUCBS standartları çerçevesinde hazırlanan ortogörüntü veri teması, elektromanyetik spektrumun kızılötesi ile ultraviyole bölgeleri arasındaki dijital hava fotoğrafları, uydu görüntüleri ve pozitif veya negatif filmlerin taranmasıyla elde edilen görüntüleri kapsamaktadır. Ortogörüntü için TUCBS standartları, kavramsal bir veri temsili sunmakta; yerel, bölgesel ve küresel düzeylerde değer yaratan bir temsil sağlamaktadır.

Söz konusu kurumlar, çeşitli sensörler ve platformlar aracılığıyla toplanan ve işlenen uzaktan algılama verilerinin yönetimini kurumlarının görev ve yetkileri kapsamında yürütmektedir. Bu durumda kurum içi veri üretimi yapan veya farklı temin yollarıyla uzaktan algılama verisi temin eden kurumlar arasında koordinasyon eksikliği ortaya çıkarak uzaktan algılama verilerinin etkin ve verimli bir şekilde kullanımı sınırlandırılmaktadır. Oysaki, uzaktan algılama verilerinin ulusal ve uluslararası standartlar çerçevesinde etkili bir şekilde paylaşımı ve yönetimi, karar verme süreçlerini desteklemek, araştırmaları teşvik etmek ve çevresel izleme gibi birçok amaç için gereklidir. Bu bağlamda, uzaktan algılama verilerini toplayan ve kullanan kurumların ortak hedefler doğrultusunda bir araya gelmesiyle uzaktan algılama verilerinin etkin kullanımı ve yönetimi için merkez bir yapının oluşturulması kaynakların daha verimli kullanımı ve bilgi temelli karar verme sürecinin desteklenmesine katkı sağlar. Böylece, uzaktan algılama verilerinin etkin bir şekilde paylaşımı ve iş birliği hem bilimsel araştırmaların hem de toplumsal faydanın artırılmasına katkıda bulunmaya yardımcı olur.

Yeni Birim Önerisi: Uzaktan Algılama ve Görüntü Koordinasyon Merkezi (UAGKM): Ulusal Uzaktan Algılama Verilerinin Entegre Yönetimi Stratejisi’nin etkin

bir şekilde uygulanması ve veri paylaşımının artırılması amacıyla, CBSGM bünyesinde Uzaktan Algılama ve Görüntü Koordinasyon Merkezi'nin (UAGKM) kurulması önerilmektedir. Bu merkez, yurtdışı uydu görüntülerinin ulusal lisans ile temin edilmesi ve ilgili kurumlara dağıtılması, koordinasyon toplantılarının belirli periyotlarda düzenlenmesi ve yönetilmesi, verilerin entegrasyonu, depolanması ve paylaşımı için gerekli altyapının sağlanması ve eğitim ile kapasite geliştirme programlarının organize edilmesi gibi sorumlulukları üstlenecektir.

4.4. Geliştirme Önerileri

Uzaktan algılama verilerinin entegrasyonunu ve yönetimini geliştirmek için aşağıdaki öneriler sunulmaktadır:

1. **Veri Toplama ve Güncelleme:** HGM ve TKGM gibi kamu kurumlarının veri toplama ve güncelleme kapasitelerinin artırılması. Bu kapsamda, yeni uydu, uçak ve sensör teknolojilerinin entegrasyonu sağlanmalıdır.
2. **Veri İşleme:** Günümüzde uzaktan algılama verri üretiminde yaygın olarak kullanılan İHA lardan elde edilen görüntülerin işleme standartları ve paylaşılabilmesi gibi sorunların Ulusal Uzaktan Algılama Görüntü Portalı üzerinde Web Tabanlı Görüntü İşleme yazılımları ile işlenmesi ve Portal üzerinden paylaşılması sağlanmalıdır.
3. **Veri Paylaşımı:** Kamu ve özel sektör arasında veri paylaşım mekanizmalarının geliştirilmesi. Veri paylaşımını kolaylaştırmak için standartlar ve protokoller belirlenmelidir.
4. **Eğitim ve Kapasite Geliştirme:** Uzaktan algılama ve veri analizi konularında kamu personelinin eğitimine önem verilmelidir. Bu kapsamda, kamu ve özel sektör katılımlı eğitim programları düzenlenmelidir. Meslek tanımları ve istihdam süreçlerine yönelik yaygınlaştırma faaliyetleri yürütülmelidir.
5. **Teknolojik Yenilikler:** Yeni teknolojilerin entegrasyonu ve mevcut sistemlerin modernizasyonu sağlanmalıdır. Özellikle yapay zekâ ve makine öğrenimi gibi ileri analiz tekniklerinin kullanımı teşvik edilmelidir.
6. **Uluslararası İş birliği:** Uluslararası veri kaynakları ile iş birliği yapılmalı ve küresel veri setlerinden faydalanılmalıdır. Bu sayede, veri kalitesi ve erişilebilirliği artırılabilir.

- 7. Yeni Birim Önerisi:** Uzaktan Algılama ve Görüntü Koordinasyon Merkezi (UAGKM) kurulması. Bu merkez, yurtdışı uydu görüntülerinin ulusal lisans ile temin edilmesi ve ilgili kurumlara dağıtılması, koordinasyon toplantılarının düzenlenmesi, verilerin entegrasyonu ve paylaşımı, eğitim ve kapasite geliştirme programlarının organize edilmesi gibi sorumlulukları üstlenmelidir.

5. STRATEJİK AMAÇLAR VE HEDEFLER

5.1. Stratejik Amaçlar

5.1.1. AMAÇ 1: Yenilikçi Teknoloji ve Yüksek Standartlar

Uzaktan algılama teknolojilerinde dünya standartlarını yakalamak ve en son yenilikleri benimseyerek veri toplama, üretim ve analiz süreçlerinde en ileri teknikleri kullanmak stratejinin temel amaçlarından biridir. Uzaktan algılama teknolojilerinde yenilikçi ve ileri düzey tekniklerin kullanılması, veri kalitesinin artırılması ve veri toplama süreçlerinin hızlandırılması açısından kritik öneme sahiptir. Bu kapsamda, yeni nesil uydu sistemleri İHA, sensörler ve web bazlı veri işleme yazılımlarına yatırım yapılarak teknolojik altyapıyı güçlendirmek amaçlanmaktadır. Bu yatırımlar, verilerin daha doğru, güvenilir ve hızlı bir şekilde toplanmasını ve işlenmesini sağlayacaktır.

Yeni nesil uydu sistemleri, yüksek çözünürlüklü görüntüler sağlayarak, yeryüzündeki değişimlerin detaylı bir şekilde izlenmesine olanak tanır. Bu sistemler, doğal afetlerin etkilerini değerlendirmek, tarım alanlarının verimliliğini analiz etmek ve çevresel değişiklikleri izlemek gibi birçok kritik alanda kullanılabilir. İHA'lar ise, esnek ve mobil yapıları sayesinde hızlı ve düşük maliyetli veri toplama imkanları sunar. Orman yangınları, sel baskınları ve diğer acil durumlarda İHA'lar, anında bilgi sağlayarak müdahale süreçlerini hızlandırır.

Sensör teknolojilerindeki gelişmeler, multispektral, hiperspektral ve termal görüntüleme gibi çeşitli veri türlerinin toplanmasını mümkün kılar. Bu sensörler, tarım, orman, su yönetimi ve şehir planlama gibi alanlarda önemli bilgiler sağlar. Multispektral görüntüler, bitki sağlığını ve toprak nemini analiz etmek için kullanılabilirken, termal görüntüler, enerji verimliliği ve çevresel izleme çalışmalarında kritik rol oynar. Bu

yüzden sensör teknolojileri ve veri/görüntü işleme yazılımı alanlarındaki gelişmeler dikkatle takip edilmelidir.

Veri işleme yazılımları, toplanan verilerin analiz edilmesi ve anlamlı bilgiye dönüştürülmesi süreçleri de teknolojik gelişmeler açısından önemlidir. Yapay zekâ ve makine öğrenimi algoritmaları, büyük veri setlerini hızlı ve etkin bir şekilde işleyerek, karar destek sistemlerine önemli katkılar sağlar.

Sonuç olarak, yenilikçi teknoloji ve yüksek standartları benimsemek, Türkiye'nin uzaktan algılama kapasitesini artırarak, doğal kaynakların korunması, çevresel sürdürülebilirlik, afet yönetimi ve ekonomik büyüme gibi alanlarda önemli katkılar sağlayacaktır. Bu stratejik amaç doğrultusunda yapılacak yatırımlar, uzun vadede ülkemizin rekabet gücünü artıracak ve ulusal güvenlik, kalkınma ve çevre yönetimi hedeflerine ulaşılmasına yardımcı olacaktır.

5.1.2. AMAÇ 2: Entegre Veri Yönetimi

Ulusal düzeyde farklı kaynaklardan elde edilen uzaktan algılama verilerini entegre ederek veri uyumluluğunu ve birlikte çalışabilirliği sağlamak, bu stratejinin amaçlarından biridir. Böylelikle, uzaktan algılama verilerinin entegrasyonu; kamu kurumları, üniversite ve özel sektör işbirliği ile veri paylaşımını artırarak, verilerin geniş kitleler tarafından etkin bir şekilde kullanılmasını mümkün kılacaktır.

Farklı kurumlar tarafından toplanan verilerin bir araya getirilmesi ve standartlaştırılması, veri uyumluluğunu ve erişilebilirliğini artırır. Bu süreç, verilerin doğru ve tutarlı bir şekilde analiz edilmesini ve yorumlanmasını sağlar. Aynı zamanda, veri kaynaklarının entegrasyonu, veri tekrarlarını önleyerek maliyetleri düşürür ve kaynakların daha verimli kullanılmasına yarar.

Kamu kurumları, özel sektör ve akademik kuruluşlar arasındaki veri paylaşımı, entegre veri yönetiminin temel bileşenidir. Bu paydaşlar arasındaki iş birliği, verilerin daha büyük bir kullanıcı kitlesi tarafından erişilmesini ve kullanılmasını sağlar.

Veri uyumluluğu ve birlikte çalışabilirlik, entegre veri yönetiminin sağlanmasında kilit rol oynar. Veri uyumluluğu, farklı kaynaklardan gelen verilerin aynı formatta ve standartlarda olması anlamına gelir. Bu, verilerin kolayca birleştirilmesini ve analiz edilmesini sağlar. Birlikte çalışabilirlik ise, farklı sistemlerin ve platformların birbiriyle uyumlu çalışabilmesi anlamına gelir.

Sonuç olarak, entegre veri yönetimi, uzaktan algılama verilerinin etkin ve verimli kullanılmasını sağlayarak, ulusal güvenlik, sürdürülebilir kalkınma ve çevre yönetimi

gibi alanlarda önemli katkılar oluşturur. Entegre veri yönetimi, aynı zamanda veri kalitesini ve güvenilirliğini, veri tabanlı karar alma süreçlerinin etkinliğini artırır ve uzun vadeli sürdürülebilirliği sağlar.

5.1.3. AMAÇ 3: Çevresel ve Sosyal Sürdürülebilirlik

Uzaktan algılama verileri kullanılarak doğal kaynakların korunması ve çevresel sürdürülebilirliği desteklemek amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda, ekosistem yönetimi, biyolojik çeşitliliğin izlenmesi ve çevresel etkilerin değerlendirilmesi gibi alanlarda uzaktan algılama verilerinin etkin kullanımı sağlanacaktır.

Çevresel sürdürülebilirliğin tesisi, modern toplumların karşılaştığı en büyük zorluklardan biridir ve bu alandaki başarı, gelecek nesillerin refahını doğrudan etkiler. Uzaktan algılama teknolojileri, geniş alanları kısa sürede ve yüksek doğrulukla izleyebilme kapasitesi sayesinde çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmada önemli bir araçtır. Örneğin, ormanlık alanların izlenmesi, ormansızlaşma süreçlerinin tespiti ve yangınların erken saptanması için uzaktan algılama verileri kritik rol oynar. Bu veriler, müdahale süreçlerini hızlandırarak orman yangınlarının ve diğer çevresel felaketlerin etkilerini minimize eder.

Ekosistemlerin sağlık durumu, biyolojik çeşitlilik ve habitat değişiklikleri gibi parametreler, uzaktan algılama teknikleri ile sürekli izlenebilir. Bu izleme, ekosistemlerin korunması ve restorasyonu için gerekli müdahalelerin zamanında yapılmasını sağlar. Örneğin, sulak alanların izlenmesi, bu hassas ekosistemlerin korunması için kritik öneme sahiptir. Uzaktan algılama verileri, su seviyelerinin, bitki örtüsünün ve diğer çevresel faktörlerin değişimini izleyerek sulak alanların korunmasına katkı sağlar.

5.1.4. AMAÇ 4: Afet Yönetimi ve Dirençlilik

Afet risklerini azaltmak ve afet yönetimi süreçlerini etkinleştirmek için uzaktan algılama verilerinden yararlanmak stratejik amaçlar arasındadır. Bu amaç doğrultusunda, afet öncesi, sırası ve sonrasında doğru ve hızlı bilgi sağlanarak, afetlere karşı dirençlilik artırılacaktır. Afet öncesinde, risk alanlarının belirlenmesi ve izlenmesi için uzaktan algılama verileri kullanılacaktır. Bu veriler, gerekli önlemlerin alınması için temel bilgiler sağlayacaktır.

Afet sırasında, hızlı ve doğru bilgi akışı, müdahale süreçlerinin etkinliğini artıracaktır. Uzaktan algılama teknolojileri, anlık görüntüler ve veriler sağlayarak afetin

etkilerini ve yayılımını izlemeye yardımcı olur. Bu sayede, afetin etkileri minimize edilerek can ve mal kayıpları en aza indirilecektir.

Afet sonrasında, hasar tespiti ve iyileşme süreçlerinin planlanması için uzaktan algılama verilerinin kullanılması amaçlanmaktadır. Hasar tespiti, afetin neden olduğu yıkımın boyutlarını belirlemek ve iyileşme süreçlerini planlamak için kritik öneme sahiptir. Uzaktan algılama verileri, afet sonrası hasar tespiti çalışmalarında hızlı ve doğru bilgi sağlayarak, iyileşme ve yeniden yapılanma süreçlerinin etkinliğini artırır.

Sonuç olarak afet yönetimi ve dirençlilik stratejisi kapsamında, uzaktan algılama verilerinin kullanımı ile afetlere karşı toplumsal dirençliliği artırmak amaçlanmaktadır. Bu strateji, afet öncesi hazırlık, afet sırasında etkin müdahale ve afet sonrası iyileşme süreçlerinde uzaktan algılama teknolojilerinin entegrasyonunu gerektirir. Toplumun afetlere karşı bilinçlendirilmesi ve eğitimlerle desteklenmesi de bu stratejinin önemli bir parçasıdır.

5.1.5. AMAÇ 5: Uluslararası İş birlikleri ve Rekabetçilik

Uluslararası veri sağlayıcıları ve teknoloji geliştirme kuruluşları ile iş birliklerini güçlendirerek küresel düzeyde rekabet edebilirliği artırmak amaçlanmaktadır. Bu amaçla, Türkiye'nin kurum ve kuruluşları ile uluslararası projelerde yer alması ve veri paylaşımı alanında iş birlikleri geliştirmesi sonucunda uzaktan algılama teknolojilerinde lider bir ülke konumuna gelmesine katkı sağlamak amaçlanmaktadır.

Küresel veri sağlayıcıları ve teknoloji geliştirme kuruluşları ile kurulan iş birlikleri, Türkiye'nin uzaktan algılama teknolojilerinde en son yenilikleri takip etmesini ve bu yenilikleri uygulamaya koymasını sağlayacaktır. Türkiye'nin uluslararası projelerde aktif olarak yer alması planlanmaktadır. Bu projeler, Türkiye'nin uzaktan algılama teknolojilerinde elde ettiği bilgi ve deneyimi paylaşmasına ve diğer ülkelerin tecrübelerinden faydalanmasına olanak tanıyacaktır. Ayrıca, uluslararası projeler, Türkiye'nin bilimsel ve teknik kapasitesini artıracak ve küresel standartlarda veri üretimini teşvik edecektir.

Farklı ülkeler ve kuruluşlar arasında veri paylaşımı, uzaktan algılama verilerinin daha fazla insan tarafından kullanılmasını sağlayarak, bilimsel araştırmaların ve uygulamaların kalitesini artıracaktır. Ayrıca, bu iş birlikleri, veri güvenliğini ve doğruluğunu artırmak için standartların belirlenmesini ve uygulanmasını teşvik edecektir.

Teknoloji geliştirme kuruluşları ile kurulan iş birlikleri, Türkiye'nin uzaktan algılama teknolojilerinde öncü bir rol oynamasına katkı sağlayacaktır. Bu kuruluşlarla

yapılan ortak çalışmalar, yeni teknolojilerin geliştirilmesi ve mevcut teknolojilerin iyileştirilmesi için fırsatlar sunacaktır. Ayrıca, teknoloji transferi ve ortak Ar-Ge projeleri, Türkiye'nin bilimsel ve teknik bilgi birikimini artıracak ve yenilikçi çözümler geliştirilmesine katkıda bulunacaktır.

5.1.6. AMAÇ 6: Eğitim ve Kapasite Geliştirme

Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri alanında uzmanlık seviyesini artırmak amacıyla kapsamlı eğitim ve kapasite geliştirme programları düzenlenmesi amaçlanmaktadır. Bu programlar, kamu ve özel sektörde çalışan personelin bilgi ve becerilerini geliştirerek, uzaktan algılama ve CBS alanlarında Türkiye'nin yetkin insan kaynağını artırmayı hedeflemektedir.

Eğitim ve kapasite geliştirme programları, teorik eğitimler, pratik uygulamalar ve ileri düzey teknolojik eğitimler içerecektir. Kamu kurumlarında çalışan personelin bu programlardan faydalanması planlanmaktadır. Bu eğitimler, katılımcıların mevcut bilgi ve becerilerini geliştirmekle kalmayacak, aynı zamanda yeni teknolojilere adaptasyonlarını da hızlandıracaktır.

Sürekli eğitim ve mesleki gelişim fırsatları sunarak, personelin bilgi ve becerilerini güncel tutmalarını sağlamak için düzenli aralıklarla eğitim seminerleri, çalıştaylar ve konferanslar düzenlenmesi planlanmaktadır. Ayrıca, araştırma ve inovasyonu teşvik etmek amacıyla üniversiteler ve araştırma kurumları ile iş birliği yapılması amaçlanmaktadır. Bu iş birlikleri, akademik araştırmaların desteklenmesi ve yeni teknolojilerin geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

Kurumsal istihdam alanında da süreçlerin uzaktan algılama kapasitesinin kullanılması ve artırılmasına yönelik planlanması bütüncül veri yönetimine esas katkıyı artıracaktır.

5.1.7. AMAÇ 7: Ekonomik ve Toplumsal Katkı

Uzaktan algılama verilerinin etkin kullanımı ile ekonomik büyüme ve toplumsal refahı artırmak stratejik amaçlarımız arasında yer almaktadır. Bu amaç doğrultusunda, tarım, ormancılık, su yönetimi, şehir planlama ve enerji gibi sektörlerde verimlilik artışı sağlanarak, ülke ekonomisine değer katmak amaçlanmaktadır.

Tarım sektöründe, hassas tarım uygulamalarının yaygınlaştırılması için uzaktan algılama verilerinin kullanılması planlanmaktadır. Bu veriler, bitki sağlığı, toprak nemi

ve ekin verimliliği gibi konularda çiftçilere doğru ve zamanında bilgi sağlayarak üretim süreçlerini optimize edecektir.

Ormancılık alanında, orman kaynaklarının izlenmesi ve korunmasında uzaktan algılama verileri kritik bir rol oynar. Ormansızlaşma, yangınlar ve hastalıkların erken tespiti için uydu görüntüleri ve İHA'ların kullanılması amaçlanmaktadır. Bu, ormanların sürdürülebilir yönetimini destekleyecektir.

Su yönetiminde, su kaynaklarının izlenmesi ve yönetimi için termal ve multispektral görüntüleme tekniklerinin kullanılması planlanmaktadır. Bu veriler, su kaynaklarının verimli kullanımını ve su yönetimi politikalarının geliştirilmesini destekleyecektir.

Şehir planlama alanında, şehirleşmenin çevresel etkilerini izlemek ve sürdürülebilir şehir planlama politikaları geliştirmek için uzaktan algılama verileri kullanılacaktır. Yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri ve LIDAR verilerinin kullanılması amaçlanmaktadır.

Enerji sektöründe, enerji altyapısının izlenmesi ve yönetimi için uzaktan algılama verileri kullanılacaktır. Rüzgâr ve güneş enerjisi potansiyelinin değerlendirilmesi ve enerji verimliliğinin artırılması için bu teknolojilerin kullanılması amaçlanmaktadır. Sonuç olarak, uzaktan algılama verilerinin geniş bir yelpazede kullanımının teşvik edilmesi, ekonomik büyüme ve toplumsal refahın artırılması amaçlanmaktadır.

5.2. Stratejik Hedefler

Bu stratejinin temel ve nihai hedefi, Türkiye’de üretilen, kullanılan ve paylaşılan uzaktan algılama verilerinin entegre bir şekilde yönetimini tesis ederek ülkemize ekonomik ve toplumsal katkı sağlamaktır. Teknolojik altyapının güçlendirilmesi, veri işleme ve entegrasyon kapasitelerinin artırılması, uluslararası işbirlikleri ve eğitim programlarının desteklenmesi ile ekonomik kalkınmayı teşvik edebilir ve toplumsal faydayı artırabiliriz. Bu yaklaşımlar, sürdürülebilir bir geleceğin inşası için sağlam bir temel oluşturacaktır. Bu doğrultuda, sekiz stratejik hedef belirlenmiştir.

5.2.1. HEDEF 1: Teknolojik Altyapıyı Güçlendirmek

Mikro ve nano uydular, takım uydu sistemleri, yapay açıklıklı RADAR uyduları ve hiperspektral sensör içeren yeni nesil uydu sistemleri ile İHA teknolojileri için

yapılacak yatırımları artırarak veri toplama ve web bazlı veri işleme kapasitesi artırılacaktır. Ulusal stratejide dünya standartlarını yakalamak için ekipmanlar kadar veri işleme yazılımlarını da takip edilecektir.

Ölçülebilir Hedef: Görüntü üretme amacı ile yeni uçak, İHA ve gözlem uydularını operasyonel hale getirmek, İHA verilerinin web bazlı işlenmesi.

5.2.2. HEDEF 2: Veri İşleme Kapasitesini Artırmak

Daha hızlı ve doğru analizler gerçekleştirebilmek için uzaktan algılama veri işleme kapasitesi artırılarak büyük veri kümelerinin etkin bir şekilde yönetilmesi sağlanacaktır. Gelişmiş işlemci teknolojileri ve makine öğrenmesi ile derin öğrenme gibi yapay zekâ algoritmaları kullanarak, veri işleme süresi kısaltılacaktır. Böylelikle karar alma süreçlerinin hızlandırılması hedeflenmektedir. Ayrıca, yüksek kapasiteli web bazlı veri işleme (Software as a Service) ve veri depolama çözümleri ve bulut tabanlı platformların kullanımıyla, büyük ölçekli verileri güvenli bir şekilde saklanması sağlanacaktır.

Ölçülebilir Hedef: Veri işleme altyapısı güçlendirilecektir.

5.2.3. HEDEF 3: Ulusal Veri Entegrasyonunu Sağlamak

TUCBS ile entegre çalışan bir Ulusal Uzaktan Algılama Görüntü Portalı oluşturulacaktır. Böylelikle başta kamu kurum ve kuruluşları olmak üzere ülkemizde uzaktan algılama verisini kullanan tüm yapıların kullandıkları uzaktan algılama verilerinin tek bir merkez ve yardımcı birimler tarafından yönetimi ve koordinasyonu sağlanacaktır.

Ölçülebilir Hedef: Türkiye Ulusal Uzaktan Algılama Portalı (TUUAP)'nı tamamlamak ve kullanıma açmak.

5.2.4. HEDEF 4: Ekosistem ve Çevresel İzleme Sistemlerini İyileştirmek

Yüksek çözünürlüklü uydu ve hava araçları görüntüleri kullanılarak bitki ekosistemleri takip edilecek ve böylelikle habitat değişiklikleri ve tehditler erken tespit edilecektir. Tehlikede olan bitki ve hayvan türlerinin korunması ile biyolojik çeşitliliğin takibi amacıyla oluşturulacak strateji ve karar mekanizmalarına destek olunması adına uzaktan algılama verileri optimum seviyede kullanılacaktır.

Ölçülebilir Hedef: Ülkemizdeki orman ve korunan alanlar uzaktan algılama sistemleri ile izlenecektir.

5.2.5. HEDEF 5: Afet Yönetimi İçin Veri Kullanımını Artırmak

Afet risklerini erken tespit etmekte ve afetlere hazırlıklı olmakta kullanılacak uzaktan algılama verileri üzerine çalışılacaktır. Afet sonrası hasar değerlendirmeleri ile arama ve kurtarma faaliyetlerinde kullanılmak üzere uzaktan algılama verilerinin gerçek zamanlı toplanması ve hızlı bir şekilde analiz edilmesi için sistemler kurulacaktır. Ayrıca, acil durum karar-destek sistemlerinde ve tahliye planlarında kullanılmak üzere veri analiz ve modelleme kapasiteleri güçlendirecektir.

Ölçülebilir Hedef: Başta deprem olmak üzere her türlü afet olayının yönetim süreçlerinde kullanılmak üzere bir uzaktan algılama veri tabanı oluşturmak ve bu sistemin stratejisini geliştirmek.

5.2.6. HEDEF 6: Uluslararası İşbirliklerini Artırmak

Uluslararası veri sağlayıcıları ve teknoloji geliştirme kuruluşları ile işbirlikleri kurulacaktır. Ayrıca, bu kuruluşlarla ortak projeler geliştirilmeye çalışılacak ve veri paylaşımı konusunda iletişim kanalları sürekli açık tutulacaktır. Bölgesel ve küresel veri paylaşım ağlarına dahil olunacaktır. Örneğin, Avrupa Uzay Ajansı, Copernicus ve Birleşmiş Milletler Entegre Mekânsal Bilgi Çerçevesi (UN-IGIF) gibi uluslararası ağlara veri paylaşımı ve temini için dâhil olunabilir.

Ölçülebilir Hedef: En az bir uluslararası uzaktan algılama veri sağlayıcısı ve uzaktan algılama üzerine yoğunlaşan bir kuruluş ile işbirliği yapmak.

5.2.7. HEDEF 7: Eğitim Programları Düzenlemek

Uzaktan algılama ve CBS alanında teorik ve uygulamalı eğitimler verilecektir. Bu eğitimler için materyaller ve eğitim programları hazırlanacaktır.

Ölçülebilir Hedef: Kamu kurum ve kuruluşlarında çalışan en az 100 personele uzaktan algılama ve CBS alanında eğitim vermek.

5.2.8. HEDEF 8: Ekonomik ve Toplumsal Katkısı Artırmak

Tarım, ormancılık, enerji ve madencilik, su yönetimi, şehir planlama, ulaşım, kırsal kalkınma, doğa ve yaban hayatını koruma gibi sektörlerde uzaktan algılama verilerinin kullanımı arttırılmaya çalışılacaktır.

Ölçülebilir Hedef: Bu sektörlerde kullanılan uzaktan algılama verilerini nitelik ve nicelik yönünden değerlendiren bir rapor hazırlamak.

Bu stratejik amaçlar ve hedefler, "Ulusal Uzaktan Algılama Verilerinin Entegre Yönetimi Stratejisi'nin belirlediği geniş vizyonu gerçekleştirmek için somut adımlar sunar. Her hedef, ölçülebilir ve zaman sınırlı olup, stratejinin başarısını izlemek ve değerlendirmek için gerekli performans göstergeleri sağlar.

6. EYLEM PLANI

6.1. Veri Güncelleme Periyodu İhtiyacı

Bir uzaktan algılama verisi, farklı uygulama alanları için kullanılabilir özellikte bir veri iken, aynı görüntü başka bir uygulama alanı için güncelliğini kaybetmiş olabilir. Bu durum, uzaktan algılama uygulamalarında zamansal çözünürlüğün ya da başka bir ifade ile güncelleme periyodunun önemini ortaya koymaktadır.

Bu bölümde; tarımsal, şehircilik, su kütleleri / kıyılar, ormancılık, dağlık / engebeli alanlar olarak uygulama alanları farklı sınıflara ayrılmış ve her bir uygulama alanı için güncelleme periyotları açıklanmıştır (Tablo 4). Aşağıda belirtilen uygulama alanları genişletilebilir. Her bir uygulama alanı için özel gereksinimler belirlenebilir.

Tablo 4. Uygulama alanına göre uzaktan algılama verilerinin güncelleme periyodu ihtiyacı.

Uygulama Alanı	Güncelleme Periyodu İhtiyacı	
Kentsel Alanlar	Gelişme Hızı Yüksek Aylık	Gelişme Hızı Düşük Yıllık & 6 Aylık
Tarım Arazileri	Tarım Sezonunda Haftalık & Aylık	Diğer Dönemlerde Aylık & Mevsimsel
Su Kütleleri / Kıyılar	Aylık & Mevsimsel Sel, taşkın, müsilaj vb. afet durumunda: Sürekli	
Ormanlar	Yıllık Orman yangını vb. afet durumunda: Mevsimsel	
Dağlık / Engebeli Alanlar	Bir yıl ya da daha fazla	
Doğal Koruma Alanları	Aylık & Mevsimsel	

- Şehir merkezi ve kentsel alanlar

Kentlerin büyüme hızı birçok parametreye bağlıdır. Her kent çevresel, demografik, sosyal, ekonomik etkenlere dayalı olarak aynı süre zarfı içerisinde farklı seviyelerde gelişme gösterirler. Bu durum, tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'deki şehirler için de geçerlidir.

Türkiye'deki büyükşehirler ve hızlı nüfus artışı olan diğer şehirlerde, kentsel alanlardaki değişimlerin aylık temin edilecek görüntülerle izlenmesi gerekmektedir. İstanbul, Ankara, İzmir gibi büyükşehirlerde, hızlı kentsel yayılma ve altyapı değişiklikleri nedeniyle bu periyotlar kritik öneme sahiptir. Kentin genişlediği alanlar ile altyapı çalışmalarının gerçekleştiği bölgeler başta olmak üzere gelişim hızı yüksek kentlerdeki değişimleri izlemek için aylık görüntüler yeterli olacaktır. Ancak Türkiye'deki her kent için aylık periyotlarla uzaktan algılama görüntüsü temin etme ihtiyacı yoktur. Nüfus artışı az ve kentleşme hızı düşük olan şehirler için ise yıllık veya altı aylık güncelleme periyotları yeterli olacaktır.

Şehirlerin takibi amacıyla kullanılabilecek uluslararası çeşitli veri kaynakları mevcuttur. Örneğin, Copernicus Programı, Avrupa Birliği'nin yer gözlem programı olarak kentsel izleme için kullanılabilecek zengin uydu verileri sağlar. Yaklaşık 10 günlük zamansal çözünürlüğe sahip olan Sentinel uyduları özellikle arazi kullanımı değişikliklerini, kentsel yayılmayı ve kentsel alanlardaki çevresel etkileri gözlemlemek

için kullanışlıdır. Avrupa Çevre Ajansı (AÇA) tarafından geliştirilen Urban Atlas, Avrupa'daki 800'den fazla şehir için yüksek çözünürlüklü arazi örtüsü ve arazi kullanımı verileri sağlamaktadır (Şekil 34) [20]. Kent planlamacıları ve politika yapıcılara kentsel genişlemeyi ve arazi kullanım modellerini anlama konusunda değerli bilgiler sunmaktadır.



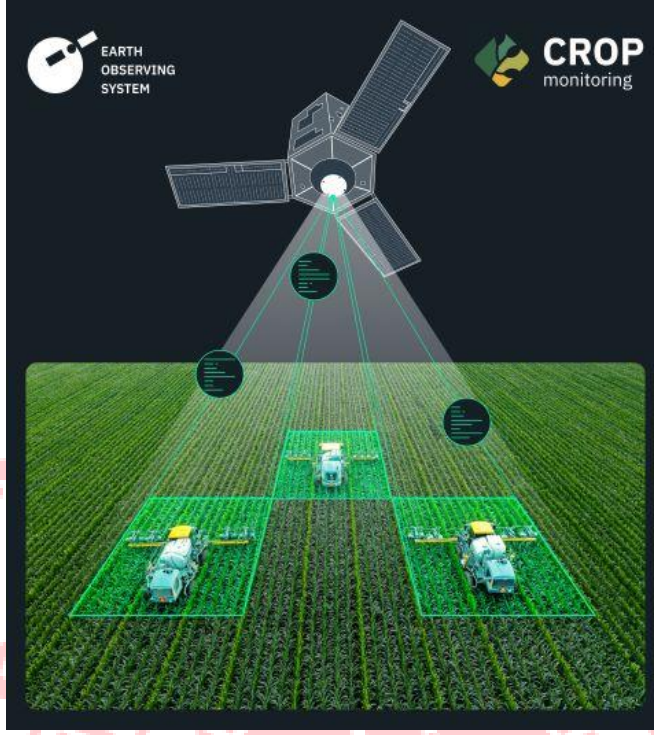
Şekil 34. Urban Atlas veri portalı arayüzü [20].

- Tarım arazileri

Ulusal ve küresel uygulamalarda (örneğin, ürün deseni haritalama, verim tahmini) uygun zamansal çözünürlükte uydu görüntüleri kullanılırken, teknolojik gelişmelerle birlikte tarımsal ürünlerin fenolojik periyoduna göre uzaktan algılama verilerinin işlevselliği artmıştır.

Tarımsal uygulamalar için gerçek zamanlı izleme (Şekil 35), bitkinin fenolojik aşamaları ve büyüme durumu hakkında bilgi sağlayarak optimize bir yönetim sağlar. Tarım arazilerinin izlenmesi, ürün deseni haritalama, bitki sağlığı izleme ve verim tahmini gibi çalışmalar için tarımsal faaliyet sezonunda haftalık veya aylık görüntüler gereklidir. Tarım sezonu dışında ise aylık veya mevsimsel görüntü alımları yeterli olabilir. Bitki sağlığının kritik olduğu durumlarda daha sık izleme yapılırken, düşük riskli bölgelerde bu sıklık azaltılabilir. Rekolte tahmini ve ürün deseni çalışmaları, bitki büyüme evrelerine göre özel aralıklarla planlanmalıdır.

[20] Data viewer. (Ağustos, 2024.). <https://land.copernicus.eu/en/map-viewer?dataset=c987cc580fcc40f7b7b4c31fec0a5312>



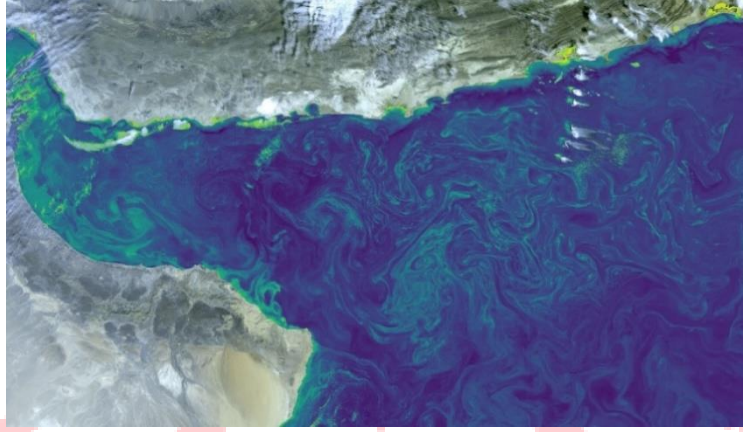
Şekil 35. Uzaktan algılama teknolojisinin tarım uygulamalarına örnek çalışma [21].

- Su kütleleri ve kıyı alanları

Uzaktan algılama teknikleri, yüzey su kütlelerini belirlemek, toprak nemi ve kara yüzeyi özellikleri ve su kalitesi gibi hidrolojik durum değişkenlerini tahmin etmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Örneğin, EUMETSAT (European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites - Avrupa Meteoroloji Uyduları İşletme Teşkilatı) bünyesinde yürütülen meteorolojik gözlem faaliyetleri kapsamında Sentinel uydu verilerini kullanarak su kütlelerinin takibini yapmaktadır [22] (Şekil 36).

[21] Enhancing Software with Satellite Imagery Analytics for Agriculture: EOSDA Crop Monitoring. (n.d.). GISafe. <https://gisafe.com/nbc/articles/1/2002366/Enhancing-Software-with-Satellite-Imagery-Analytics-Agriculture-EOSDA-Crop-Monitoring>

[22] EUMETSAT. (Ağustos, 2024.). Ocean. <https://www.eumetsat.int/what-we-monitor/ocean>



Şekil 36. Umman Denizi'ndeki fitoplankton yoğunluğunu gösteren Sentinel-3 uydu görüntüsü [22].

Su kaynaklarının yönetimi, su kalitesi izleme çalışmaları gibi hidrolojik süreçler büyük mekânsal-zamansal değişimler gösterdiğinden aylık veya mevsimsel görüntü temini değişimleri temsil etmek için gereklidir. Ancak, sel, taşkın, müsilaj, suyun hızla kirlenmesi gibi olağanüstü durumlar için daha sık görüntü alımı planlanmalıdır.

- Ormanlar

Uzaktan algılama teknikleri kullanılarak orman yapısı, sağlığı ve zaman içindeki değişiklikler hakkında ayrıntılı bilgiler yakalanmaktadır. Bu veriler işlenip yorumlanarak orman örtüsü türleri, orman ağaçları hastalıkları tespiti, orman varlığını izleme ve yeniden ağaçlandırma gibi çeşitli orman yönetimi görevleri için kullanılmaktadır. Reiche vd. (2024) tarafından uydu tabanlı gerçek zamanlıya yakın entegre orman tahribatı uyarı sistemi ile yasadışı faaliyetlerine karşı kolluk kuvvetlerinin eylemlerini desteklemek için yasa dışı orman faaliyetlerini gösteren panel geliştirilmiştir [23] (Şekil 37).

[22] EUMETSAT. (Ağustos, 2024.). Ocean. <https://www.eumetsat.int/what-we-monitor/ocean>

[23] Reiche, J., Balling, J., Pickens, A. H., Masolele, R. N., Berger, A., Weisse, M. J., Mannarino, D., Gou, Y., Slagter, B., Donchyts, G., & Carter, S. (2024). Integrating satellite-based forest disturbance alerts improves detection timeliness and confidence. *Environmental Research Letters*, 19(5), 054011. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ad2d82>

Özetle, çeşitli ormancılık çalışmalarında kullanılacak uzaktan algılama verilerinin yıllık olarak temin edilmesi yeterli olacaktır. Ancak orman yangınları gibi olağanüstü dönemler için dönemsel veri alınması söz konusu olabilir.



Şekil 37. Orman varlığının değişimini gösteren panel [23].

- Dağlık ve engebeli alanlar

Uzaktan algılama, ulaşım gücü ve zorlu çevre koşulları nedeniyle genellikle saha ölçmeleri ile bilgi alınamayan ve bu nedenle veri teminin zor olduğu bölgeler olan dağları izlemek için önemli bir araçtır. Bu alanlarda toprak erozyonu, doğal afetlerin bıraktığı tahribatlar, bitki örtüsü değişiklikleri gibi çevresel etmenlerin izlenmesi doğal yaşamın sürdürülebilmesi için önemlidir.

Carvalho-Santos vd., (2018) Portekiz'de bir geçiş iklim bölgesinde (Atlantik'ten Akdeniz'e) bulunan korunan bir dağ sırası olan Peneda-Gerês Milli Parkı'ndaki ekosistemi Sentinel-2 ve Landsat-7 uydu görüntülerinin istatistiksel verilerle birleştirilerek mevcut durumunu ve eğilimini etkili bir şekilde ortaya koymuştur [24]. Xue vd., (2022) tarafından yapılan araştırmada, özellikle dağlık alanlarda gerçek zamanlı sayısal yükseklik modeli (SYM) tahmininin uygulanması ve geniş alan yükseklik modeli

[23] Reiche, J., Balling, J., Pickens, A. H., Masolele, R. N., Berger, A., Weisse, M. J., Mannarino, D., Gou, Y., Slagter, B., Donchyts, G., & Carter, S. (2024). Integrating satellite-based forest disturbance alerts improves detection timeliness and confidence. *Environmental Research Letters*, 19(5), 054011. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ad2d82>

[24] Carvalho-Santos, C., Monteiro, A. T., Arenas-Castro, S., Greifeneder, F., Marcos, B., Portela, A. P., & Honrado, J. P. (2018). Ecosystem Services in a Protected Mountain Range of Portugal: Satellite-Based Products for State and Trend Analysis. *Remote Sensing*, 10(10), Article 10. <https://doi.org/10.3390/rs10101573>

haritalaması için SAR görüntüsü kullanılarak alternatif bir yöntem önerilmiştir [25]. Bu durumda, uzaktan algılama teknolojisiyle yıllık veya daha seyrek elde edilecek veriler dağlık ve engebeli alanlarda çalışmaların yürütülmesinde yeterli olacaktır.

- Doğal koruma alanları

Doğal koruma alanlarının düzenli olarak izlenmesi bitki örtüsü ve ekosistem sağlığı gibi önemli etmenlerin durumu için oldukça önemlidir. Türkiye’de yerleşim alanlarının dışında kalan ve bir kısmı dağlık/engebeli araziler üzerine kurulu milli parklar, tabiat parkları ve diğer korunan alanların izlenmesi ve bu alanlarda oluşabilecek kaçak yapılaşmadan haberdar olabilmek için uzaktan algılama yöntemlerinin kullanılması gerekmektedir. Doğal koruma alanlarının aylık veya mevsimsel olarak izlenmesi yeterli olacaktır.

6.2. Platform Temini

Uzaktan algılama sistemleri bir platform üzerine takılı algılayıcılarla objeler hakkında arada temas olmaksızın bilgi elde edilmesine olanak sağlar. Elektromanyetik enerjinin cisimle etkileşimi sonucu geri dönen cevap algılayıcıda kaydedilir ve bu veri işlenerek cismin özellikleri ortaya konur.

Uzaktan algılama sistemleri; uzayda farklı eğim ve yörüngelere oturtulabilir (uydular), kullanılan algılayıcılar atmosferin içinde farklı sistemlere (uçak, balon, insansız hava aracı, vb.) yerleştirilebilirler veya arazide (yer-bazlı sistemler) konumlandırılabilirler. Diğer bir ifade ile uzaktan algılama sistemleri birçok farklı platformda çalışabilmektedir.

Yer-bazlı platformlar: Yer, araç ve/veya kule

Uçak-bazlı platformlar: Uçak, helikopter, yüksek-irtifalı uçak, balon, İHA

Uydu-bazlı platformlar: Roket, uydu, mekik

- Uzak mekiği: 250-300 km

- Uzak istasyonu: 300-400 km

[25] Xue, M., Li, J., Zhao, Z., & Luo, Q. (2022). SAR2HEIGHT: Height Estimation from a Single SAR Image in Mountain Areas via Sparse Height and Proxyless Depth-Aware Penalty Neural Architecture Search for Unet. Remote Sensing, 14(21), Article 21. <https://doi.org/10.3390/rs14215392>

- Alçak yörüngeli uydular (LEO): 160-2000 km
- Orta yörüngeli uydular (MEO): 2000-36000 km
- Sabit yörüngeli uydular (GEO): yaklaşık 36000 km

Ülkemizde geniş alanların görüntülenmesinde (orman ve tarım arazilerin takibinde) uçak ve uydu platformları kullanılırken, lokal çalışmalarda (kentleşme ve imar uygulamalarında) İHA platformları da son dönemlerde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Kullanıcılar genellikle uzaktan algılama platformlarından uçak ve uydu bazlı sistemleri tercih etmektedirler. Bu platformlar birbirine göre avantaj ve dezavantaja sahiptir.

Uçak-bazlı platformlar; uydu platformlarına göre daha küçük kapsama alanlarına sahip olup, daha yüksek mekânsal ve spektral çözünürlük bilgisine sahiptir. Bu sayede daha kolay görsel yorum ve analiz yapma yeteneği sağlamaktadır.

- **Avantajlar:**
 - Yüksek mekânsal çözünürlük
 - Düşük maliyet
 - İstenilen bölgelere odaklanma kapasitesi
 - Düşük bulut etkisi
 - Doğal afetler gibi durumlarda hızlı müdahale
- **Dezavantajlar:**
 - Geniş bölgeler için maliyetli ve zor olması

Uydu-bazlı platformlar; uçak bazlı platformlara göre daha geniş kapsama alanına sahip olup, yeryüzünü sürekli izleme özelliği sayesinde herhangi bir politik sınırlarla ilgili sınırlamaların olmayışı sayesinde yüksek zamansal çözünürlüğe sahiptirler. Uçak bazlı sistemlerin birim başına maliyetine göre daha düşük maliyetlidirler.

- **Avantajlar:**
 - Geniş ölçekler için daha kolay görüntü alım kapasitesi
 - Yüksek spektral çözünürlük

-Tüm Dünya kapsama alanı

-Düşük işleme maliyeti

- **Dezavantajlar:**

-Özellikle optik görüntülerde hava koşullarından etkilenme

-Görüntü periyodunda değişiklik yapılamaması

Yukarıda belirtilen uzaktan algılama platformları birbirlerine göre çeşitli avantaj ve dezavantajlara sahiptir ve böylelikle her biri aynı veya benzer uygulamalarda tercih edildiği gibi birbirinden farklı uygulamalarda da kullanılmaktadır. Ayrıca, birden fazla platform aracılığıyla elde edilmiş uzaktan algılama verileri bir uygulamada birlikte de kullanılmaktadırlar. Bu rapor kapsamında, uzaktan algılama çalışma alanları kentsel alanlar, tarım alanları, su kütleleri ve kıyılar, ormanlar, dağlık ve engebeli alanlar ve doğa koruma alanları olmak üzere altıya ayrılmış ve her bir uygulama alanı için hangi uzaktan algılama platformunun kullanılmasının uygun olacağı Tablo 5’te belirtilmiştir.

Tablo 5. Uygulama alanlarına göre uzaktan algılama platformlarının kullanımı.

Uygulama Alanı	Uçak & İHA	Uydu
Kentsel Alanlar	- Yüksek Hassasiyet Gerektiren Çalışmalar - Küçük Ölçekli Alanlar	- Ülke Çapındaki Çalışmalar - Büyük Ölçekli Alanlar
Tarım Arazileri	- Hassas Tarım Uygulamaları	- Ulusal Tarım Politikaları
Su Kütleleri / Kıyılar	- Kıyı Şeritlerinin Takibi	- Diğer Uygulamalar
Ormanlar	- Yangın vb. Acil Durum	- Hava koşullarının Uçak&İHA kullanmaya uygun olmadığı durumlarda uydu sensörleri kullanılır.
Dağlık / Engebeli Alanlar	- Hızlı Müdahale Gerektiren Durumlar	
Doğal Koruma Alanları	- Kaçak Yapılaşma Takibi	

- Şehir merkezi ve kentsel alanlar

Şehir merkezi ve kentsel alanlar yoğun yerleşim merkezlerinden oluşmaktadır ve bu yerleşim merkezleri ekonomik faaliyetlerin ve ekonomik büyümenin ana taşıyıcılarındandır. Teknolojik yenilik, eğitim, iletişim, sağlık hizmetleri, kültür, sosyal

hizmetler ve girişimcilik alanlarında ülkenin önemli noktalarıdır. Bu sebeple nüfus şehir merkezlerinde yoğunlaşmıştır. Dolayısıyla, artan altyapı, ulaşım ve çevre kirliliği sorunları şehir merkezlerinin sıklıkla gündeminde bulunmaktadır. Ayrıca, şehirlerin kentsel büyümeyi ve gelişimi etkili ve verimli bir şekilde yönetme kapasitesi, kentsel afetlere hazırlık ve afetin etkilerini hafifletme dâhil olmak üzere, ciddi önem arz etmektedir. Bu sebeple, ilgili alanların uygun platformlarla yoğun bir şekilde takip edilmesi ve bu faaliyetin mümkün olan en uygun bütçe ile işletilmesi uygun görülmektedir.

Şehir merkezi ve kentsel alanların takibi geniş bir perspektifte ele alındığında, tüm platformlara farklı ölçekteki ve zaman dilimlerindeki çalışmalarda ihtiyaç duyulduğu görülmektedir. Büyük kentsel yerleşim alanlarında geniş ölçekli değişim takipleri için uydu görüntülerine ihtiyaç duyulabilir. Bunun yanı sıra etkili bir doğal afet yönetimi ve çevre ve hava kirliliği izlemesi için uydu görüntülerine ihtiyaç duyulabilir.



Şekil 38. Pleiades 1A uydu görüntüsünden üretilmiş sayısal yükseklik modeli [26].

Örneğin, bu konuda Pleiades 1A uydu görüntüsü verileri kullanılarak Dubai'nin sayısal yükseklik modeli kentsel planlama çalışmalarında kullanılmak üzere oluşturulmuştur (Şekil 38).

Bazı durumlarda uydu görüntüleri yeterli olmayabilir. Bu sebeple uçak veya İHA görüntülerine ihtiyaç duyulabilir. Bu durumlara örnek olarak yapıların daha sık olarak bulunduğu bölgelerde şehir planlamasının etkin bir şekilde yapılabilmesi için kullanılan yüksek mekânsal çözünürlüklü uçak veya İHA görüntüleri verilebilir. Ayrıca altyapı elemanlarının ve kentsel yeşil alanların izlenmesi de bu platformların ayrıcalıklı olarak kullanılmasını gerektirebilir.

Sonuç olarak geniş kapsamlı şehir planlamaları ve takibi için uydu görüntüleri önerilirken, daha detaylı çalışmalar için yüksek mekânsal çözünürlük ihtiyacından ve atmosferik koşulların görüntüye yansımamasından dolayı uçak ve İHA sistemleri önerilmektedir.

- Tarım alanları

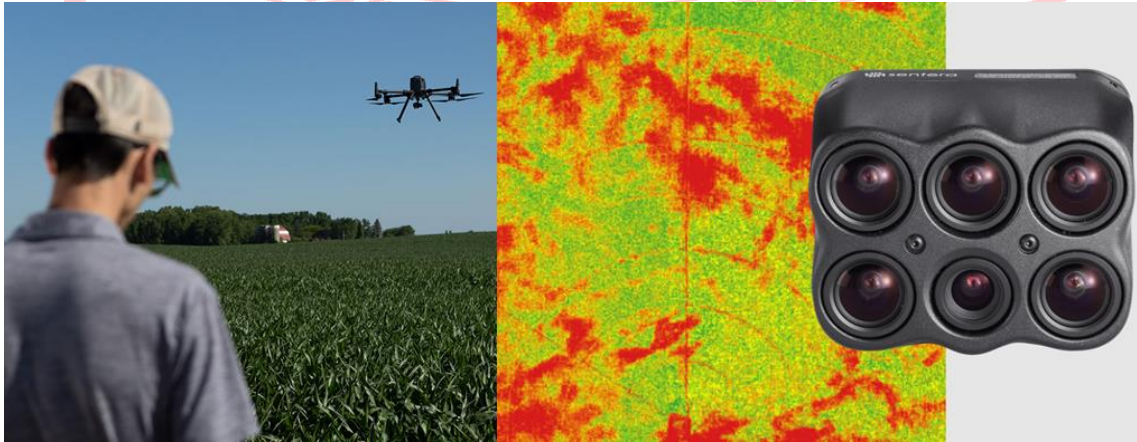
Tarım alanları, Türkiye'nin arazi örtüsünün önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Bu alanların detaylı ve sıkı takibi ülkemiz tarım planlaması ve ekonomisi açısından yüksek bir önem arz etmektedir. Bu alanların takip edilme şekli farklı bölgeler için değişkenlik gösterebilir. Her bölge için farklı arazi ve iklim koşulları bulunmaktadır ve bu sebeple hasat mevsimleri bunlara bağlı olarak değişmektedir. Ayrıca, üretilmek istenen ürünler de mevsimsel olarak değişebilmektedir. Bu sebeple arzu edilen bölgede kullanılacak görüntünün platform türü tarımsal alanları takip edecek olan kurum/kuruluş tarafından belirlenmelidir.

Bu alanlarda yapılacak olan çalışmalar kapsamında geniş ölçekli bir izleme sistemi için multispektral uydu görüntülerine kesin olarak ihtiyaç duyulmaktadır. Örneğin, bu tür çalışmalar için 13 spektral banttan oluşan ve 10 metre çözünürlükte görüntü üreten Sentinel-2 uydu verileri sıklıkla kullanılmaktadır (Şekil 39). Bununla birlikte, tarım alanlarının kullanımının planlanabilmesi için de yine geniş ölçekli uydu görüntüleri gerekmektedir. Bunun yanı sıra, hasat veya ekim zamanlarında daha yüksek mekânsal çözünürlüklü görüntülere ihtiyaç duyulabilir.



Şekil 39. Tarım alanlarının Sentinel-2 kullanarak üretilmiş NDVI görüntüsü [27].

Özellikle hassas tarım uygulamalarının yapıldığı, organik ve inorganik içeriğinin yönetildiği alanlarda bu ihtiyaç için sık ve yüksek mekânsal çözünürlüklü görüntüler sağlama kapasitelerinden ve düşük maliyetlerinden dolayı uçak ve İHA görüntüleri önerilmektedir. Örneğin, ABD merkezli Sentera şirketi hassas tarım uygulamalarında drone aracılığıyla veri toplayarak çiftçilik sektörüne gelişmiş çözümler sunmaktadır [28] (Şekil 40).²⁰



Şekil 40. Hassas tarım çalışmalarına örnekler (Sentera) [28].

[27] Agriculture Mapping | Satellite Imaging Corp. (2024).

<https://www.satimagingcorp.com/applications/natural-resources/agriculture/>

[28] Sentera. (2024, June 5). Home - Sentera. <https://sentera.com/>

- Su kütleleri ve kıyı alanları

Ülkemizde geniş alanları kapsayan deniz, göl ve akarsular bulunmaktadır. Bunların yanı sıra bu su kütlelerine komşu olan ve bu alanları etkileyebilecek birçok faaliyeti gerçekleştirebilecek olan ve aynı zamanda bu alanlarda meydana gelebilecek olaylardan etkilenebilecek kıyı alanları bulunmaktadır. Bu bölgelerin takibinin yapılması yüksek bir önem arz etmektedir.

Uydu görüntüleri geniş spektral çözünürlük kapasitelerinden dolayı su kalitesi izleme faaliyetlerinde bir hayli etkilidir. Oluşturulabilecek çeşitli indekslerle kıyı alanlarında bulunan klorofil, algler ve müsilaj gibi durumların ve petrol sızıntısı gibi kirlilik olaylarının takibinde kullanılabilir. VITO Remote Sensing isimli şirket Sentinel 2 görüntülerini analiz ederek Klorofil-a haritalarının zaman serilerini kullanarak zamansal ve mekansal olarak su kalitesi izleme çalışmaları yürütmektedir [29] (Şekil 41).

Bunun yanı sıra kıyı şeridinde oluşması muhtemel kıyı şeridi değişimi ve erozyonu da geniş ölçekli uydu görüntüleriyle takip edilebilir. Ayrıca, balıkçılık yöntemlerinin planlanmasında da kullanılabilir. Son olarak denizlerde oluşması muhtemel su baskını gibi doğal afetlerin kıyıdaki yapılara verdiği hasarların takibinde de etkili bir yol olabilir. Geniş su kütleleri üzerinde uydu görüntülerine sıkça ihtiyaç duyulurken, yüksek çözünürlüklü uydu verileri ve İHA tabanlı görüntüler yardımıyla sel, kuraklık olayları ve sulama yönetiminin neredeyse gerçek zamanlı izlenmesi mümkün olabilir.

[29] Water | VITO Remote Sensing. (Ağustos, 2024.). <https://remotesensing.vito.be/applications/water>



Şekil 41. VITO Remote Sensing şirketi tarafından yapılan su kalitesi parametreleri çalışması örneği [29].

- Ormanlık alanlar

Ormanlık alanların takibi ve orman ekosisteminin korunması da dünya ve halk sağlığı için kritik bir önem arz etmektedir. Ormanlar yüksek karbon ve oksijen kaynaklarıdır. Bu nedenle planlı ve plansız orman varlığının değişimi ve ağaçlandırma gibi durumların etkin bir şekilde gözlemlenmesi ve takibinin sürdürülmesi gerekmektedir. Genellikle geniş alanlara yayıldıklarından dolayı uydu görüntülerinin kullanılması daha pratik bir yöntem olarak görülürken spektral çözünürlüğü de yine önemlidir. Ayrıca, yangınların tespiti, anlık durumunun gözlenmesi ve verdiği hasarları değerlendirebilmek açısından da termal görüntülere ihtiyaç duyulabilir. Uydu görüntülerinin yanı sıra İHA ve uçaklar da yangın durumlarında aktif olarak kullanılabilir. Bu gibi durumlarda yangının sıçradığı alanlar hızlıca tespit edebilmek açısından İHA ve uçakların aktif kullanımı da kritik bir önem arz etmektedir.

- Dağlık ve engebeli alanlar

Dağlık ve engebeli alanlar genellikle sıkı takibi yapılması gerekli alanlar olarak görülmezler. Bu sebeple uydu görüntüleri kendi başlarına yeterli olabilirler. Bu görüntüler zamanla değişmekte olan yeryüzü, toprak kaymaları ve erozyon takibi için kullanılabilirler. Bunun için de uydudan alınacak SAR görüntüleri kullanılabilir. Ayrıca

[29] Water | VITO Remote Sensing. (Ağustos, 2024.). <https://remotesensing.vito.be/applications/water>

turistik bölgelerin ve dağlık bölgelerdeki ulaşım ağlarının izlenmesi için de gerektiğinde Dağlık araziler hakkında gerçekleştirilecek çalışmalar için, İHA ve uçak görüntüleri kullanılabilir. Sahadan veri alması güç bu tür alanlar, hava araçları ile elde edilen verilerin ve uydu görüntülerinin ayrı ayrı ya da birlikte kullanılması ile etkin şekilde analiz edilebilir.

- Doğal koruma alanları

Doğal koruma alanlarının düzenli olarak izlenmesi bitki örtüsü ve ekosistem sağlığı gibi önemli etmenlerin durumu için oldukça önemlidir. Bu tip alanlarda oluşabilecek kaçak yapılar gibi olumsuz durumlardan ve faaliyetlerden haberdar olabilmek için uzaktan algılama yöntemlerinin kullanılması gerekmektedir. Bu alanların izlenmesi için uçak bazlı sistemler ve uydu platformları önerilmektedir.

6.3. Sensör Teknolojileri

Uzaktan algılama teknolojisinin temel bir parçası da algılamayı gerçekleştiren araçlar yani sensörlerdir. Sensörler, yeryüzünden veya cisimlerden yayımlanan doğal kaynaklı enerji ya da kendi ilettikleri sinyallerin yansımalarını algılar. Strateji raporu kapsamında, çeşitli uygulama alanları için hangi uzaktan algılama sensör teknolojisinin kullanılmasının uygun olacağı Tablo 6’da belirtilmiştir.

Tablo 6. Uygulama alanına göre uzaktan algılama sensör teknolojilerinin kullanımı

Uygulama Alanı	Uygun Uzaktan Algılama Sensörleri
Kentsel Alanlar	Optik, SAR, LIDAR ve Termal
Tarım Arazileri	Optik, SAR ve Termal
Su Kütleleri / Kıyılar	Optik, SAR ve Termal
Ormanlar	Optik, SAR, LIDAR ve Termal
Dağlık ve Engebeli Alanlar	Optik, SAR, LIDAR ve Termal
Doğal Koruma Alanları	Optik ve SAR
Maden Sahaları	Optik ve SAR

Kendi enerjilerini kullanan algılayıcılar başlıca; LIDAR, RADAR ve bazı uygulamalarda özelleşmiş bir RADAR sistemi olan SAR algılayıcılarıdır.

LIDAR, lazer ışınlarını hedefe ileterek nesnelerin uzaklığını ve yüzey özelliklerini ölçmeye yarayan bir uzaktan algılama sistemidir. Bu teknoloji sayesinde, sinyalin nesneye çarpıp algılayıcıya geri dönme süresini hesaplanarak üç boyutlu modeller oluşturulur. LIDAR, özellikle topoğrafik haritalama, orman envanteri, şehir modellemesi, su altı ölçmeler gibi alanlarda kullanılmaktadır. LIDAR teknolojisi, yüksek mekânsal çözünürlüğü ve hassas ölçme kabiliyeti sayesinde, çevresel izleme ve yönetim için en çok tercih edilen araçlardan biri olmuştur [30].

RADAR, radyo dalgalarını kullanarak nesnelerin konumunu, hızını, algılayıcıya olan mesafesini ve açılal pozisyonunu tespit eden bir uzaktan algılama teknolojisidir. Bu sistem, yayılan radyo dalgalarının bir hedefe çarpıp geri dönme süresini ve frekans kaymalarını analiz ederek hedefin mesafesini ve hareketini belirler. RADAR sistemleri, denizcilik, meteoroloji, havacılık alanlarında yaygın olarak kullanılırken, uzaktan algılama alanında özellikle arazi deformasyonlarının izlenmesi ve yüzey topografyasının haritalanması gibi uygulamalarda öne çıkar [31]. Son yıllarda yapılan çalışmalar, RADAR'ın tarımsal alanların takibi, şehir planlaması, hidroloji ve oşinografi gibi çeşitli alanlardaki kullanımını artırmıştır. Bu teknoloji, hava koşullarından bağımsız olarak gece ve gündüz veri toplama yeteneği sayesinde uzaktan algılama için vazgeçilmez bir araç olmuştur [32].

Özelleşmiş bir RADAR sistemi olan SAR teknolojisi, hareket eden bir RADAR platformu (örneğin bir uydu veya uçak) üzerinden alınan ardışık radar sinyallerinin birleştirilmesiyle yüksek çözünürlüklü görüntüler elde edilmesini sağlayan bir teknolojidir. SAR'ın temel avantajı, kötü hava koşullarında ve gece-gündüz fark etmeksizin çalışabilmesidir. Bu, özellikle haritalama, doğal afet izleme ve askeri keşif gibi alanlarda büyük bir avantaj sağlar [33]. SAR teknolojisinde kullanılan dalgalar özellikleri ve uygulama alanları ile birlikte Tablo 7'de gösterilmiştir.

[30] Mehendale, Ninad, and Srushti Neoge. "Review on lidar technology." Available at SSRN 3604309 (2020).

[31] Zhou, Guoqing. *Urban High-Resolution Remote Sensing: Algorithms and Modeling*. CRC Press, 2020.

[32] Srivastava, P. K., Gupta, D. K., Islam, T., Han, D., & Prasad, R. (Eds.). (2022). *Radar Remote Sensing: Applications and Challenges*.

[33] Novresianti, Dandy Aditya, Andie Setiyoko, and Rahmat Arief. "Synthetic aperture radar (SAR) data applications for tropical peatlands monitoring activities: An overview." *Remote Sensing Applications: Society and Environment* 29 (2023): 100893.

Ayrıca, bir RADAR sistemindeki diğer bir önemli parametre de polarizasyondur. Polarizasyon, elektromanyetik sinyalin geri saçılma özelliğinden kaynaklanan önemli bir niteliğidir. Sensörden iletilen ve geri yansıyan RADAR sinyalleri yatay (H) veya dikey (V) olarak polarize edilir. Sinyalin elektrik alanı geliş açısına dik olarak titreşiyorsa H polarizasyonunda doğrusal polarize olduğu ve geliş açısına paralel olarak titreşiyorsa V polarizasyonu olduğu söylenir. SAR görüntülerinin polarizasyonunu tanımlamak için yalnızca iki harf kullanılır. İletilen polarizasyon ilk harfle, alınan polarizasyon ise ikinci harfle gösterilir:

- HH: İletim yatay (H), algılama yatay (H)
- HV: İletim yatay (H), algılama dikey (V)
- VH: İletim dikey (V), algılama yatay (H)
- VV: İletim dikey (V), algılama dikey (V)

Tablo 7. SAR teknolojisinde kullanılan mikrodalga bantları ve özellikleri.

Bant	Dalga Boyu (cm)	Frekans Aralığı (GHz)	Örnek Uydu Platformları
X Bant	3.1	8-12	TerraSAR-X TanDEM-X COSMO-SkyMed
C Bant	5.6	4-8	Sentinel-1 Radarsat-2 RCM (RADARSAT Takım Uyduları)
L Bant	23.5	1-2	ALOS-2 Palsar-2 SAOCOM-1 NISAR-L
P Bant	69	0.2 – 0.4	Biomass
S Bant	94.5	2-4	NovaSAR NISAR-S

SAR teknolojisi ile Tablo 7’de belirtilen kullanım alanlarında yapılan çalışmalar, çeşitli uygulama teknikleri kullanılarak gerçekleştirilirler. SAR sistemleri kullanılarak genlik ve faz olmak üzere iki veri hakkında gözlem yapılabilir. Genlik, hedeften geri saçılan dalganın gücünü ifade eder ve hedefin doğrultusu, yönü, şekli ve elektriksel özellikleri hakkında bilgi verir. Dalganın konumu ise faz ile tanımlanır. En az iki SAR verisi arasındaki faz değerleri arasındaki farkın kullanılarak deformasyonun belirlendiği yöntem ise interferometri metodudur. İnterferometrik SAR (InSAR) yöntemi, uzun periyotlarda analiz yapabilmeyi sağlar. PS-InSAR (PS) ve SBAS-InSAR (SBAS) en yaygın kullanılan InSAR teknikleridir. SBAS, yeryüzü veya baraj, havalimanı gibi büyük çaplı mühendislik yapılarının uzun süreli yavaş ilerleyen deformasyonlarını tespit etmekte tercih edilir. PS ise milimetre hassasiyetinde yüzey deformasyonları, kentsel yapıların deformasyonları gibi uzun dönem deformasyonlarını tespit etmede kullanılır. [34]

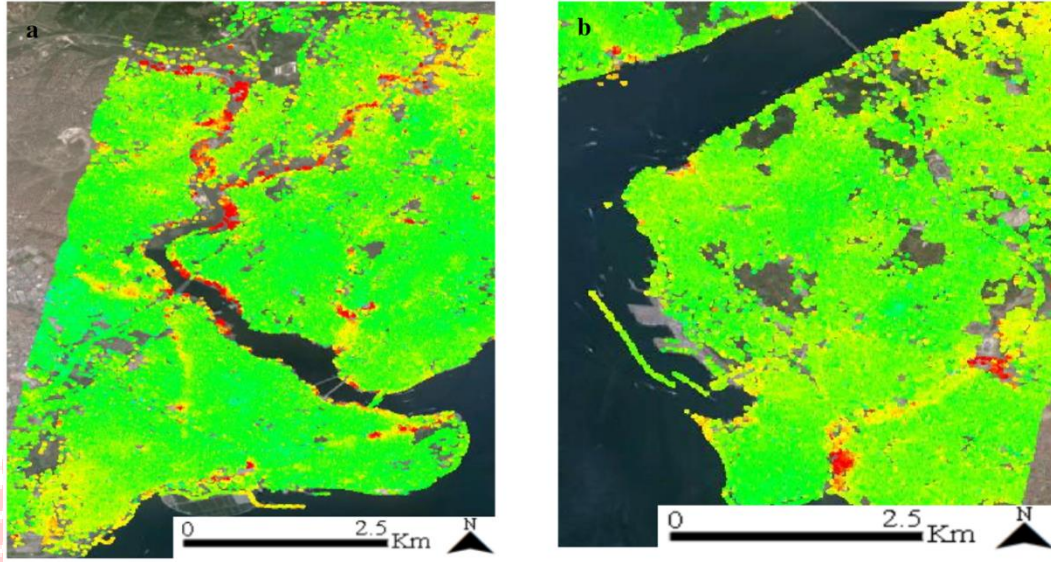
- Şehir merkezi ve kentsel alanlar

Kentsel sürdürülebilirlik açısından kentsel büyüme ve yayılmayı değerlendirmek ve anlamak için şehir merkezi ve kentsel alanlarda gerçekleşen değişikliklerin izlenmesi kritiktir. Uzaktan algılama sensörlerinden optik sensörler söz konusu alanlarda gerçekleşen değişikliğin izlenmesi, deprem gibi afet sonrası hasar değerlendirmesi konularında sağlam ve güvenilir bir veri kaynağı sunmaktadır. Kentsel izleme ve vektör veri üretimi için RGB bantlar yeterlidir. Optik sensörler kullanılırken geniş format metrik kameralar tercih edilmelidir. Ancak, çevre yönetimi ve su kaynaklarının izlenmesi gibi uygulamalar için yakın kızılötesi bantlar gereklidir. RGB bantlar, kentsel yapılaşmanın izlenmesi ve şehir planlamasında kullanılırken, NIR bantlar, şehir içi yeşil alanlar ve su kaynaklarının izlenmesi için kullanılır. Bununla birlikte, radyometrik çözünürlüğün önemi özellikle kentsel alan çalışmalarında ortaya çıkmaktadır. Şehir merkezi görüntülerinde sıklıkla karşılaşılan gölge etkisi gibi faktörlerin etkisini azaltmak ve böylelikle görüntü işleme hız ve etkinliği artırabilmek için yüksek radyometrik çözünürlükteki uzaktan algılama verilerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Şehir çalışmalarında kullanılan bir diğer uzaktan algılama teknolojisi de SAR’dır. SAR sensörlerinden elde edilen veriler; kentsel alanlardaki değişiklikleri tespit etmek,

[34] Krampf, Connie. "" The Essentials of SAR, A Conceptual View of Synthetic Aperture Radar and its Remarkable Capabilities"." Photogrammetric Engineering & Remote Sensing 88.12 (2022). (Ferreti, 2000)(Berardino, 2002).

afet hasarından kaynaklanan bina değişikliklerini belirlemek, sel ve taşkın haritalama ve yüzey deformasyon izleme, kütle hareketlerinin tespiti gibi uygulamalarda gece-gündüz görüntüleme ve hava koşullarından bağımsız çalışma avantajlarından dolayı şehir merkezi ve kentsel alanlarda önemli bir fırsat sunmaktadır [35] (Şekil 42).



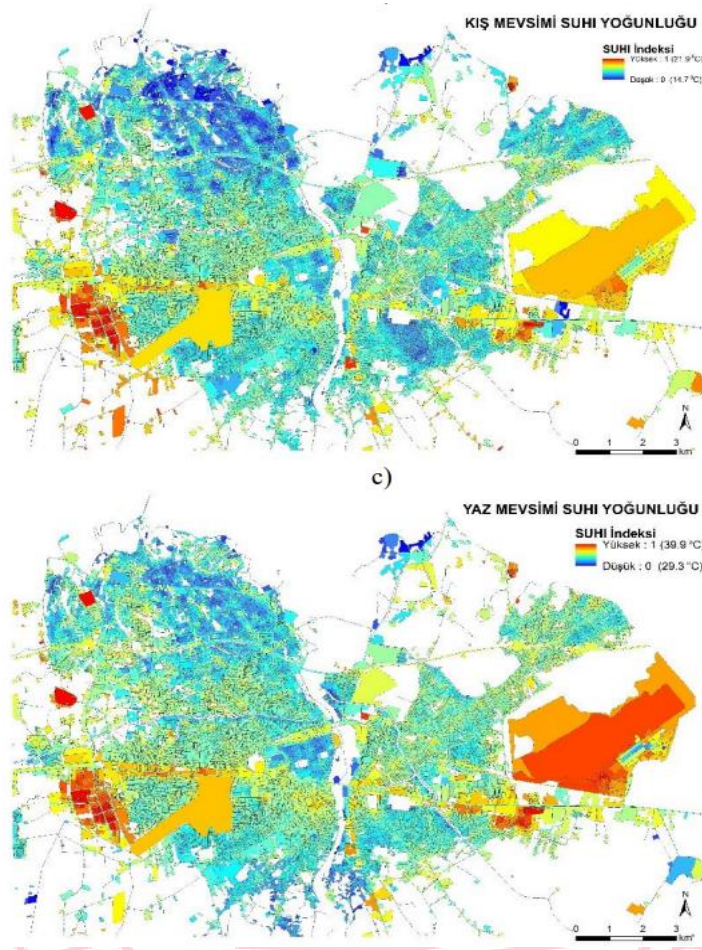
Şekil 42. İstanbul ili için ortalama deformasyon hızını gösteren vektör harita; a) Avrupa yakası, b) Asya yakası. [35].

Akıllı şehir girişimleri, toplu taşıma sistemlerini optimize etmek, enerji verimliliğini artırmak amacıyla LIDAR teknolojisi ise son derece ayrıntılı ve doğru verileri yakalama yeteneği sayesinde akıllı ve dayanıklı şehirler inşa etmek için kentsel altyapı ve planlamada önemli bir rol oynamaktadır.

Termal sensörler; yüzey sıcaklığı belirleme ve yangın algılama gibi uygulamalarda kullanılarak sıcaklık farklılıklarının belirlenmesinde etkilidir. Bu sensörler, gece-gündüz kullanım avantajına sahip olup, düşük mekânsal çözünürlük ve yüksek maliyet dezavantajlarına sahiptir. Kentsel ısı adasını değerlendirmek, arazi örtüsü sınıflandırmaları yapmak ve kentsel yüzey atmosfer değişimi modellerinin üretimi vb. amaçlar için termal sensörler kentsel alanlar üzerinde kullanılmaktadır (Şekil 43).

Sonuç olarak, kentsel alanlar birçok farklı çalışma için gözlenmesi gereken bölgelerdir ve her bir uygulamanın amacına uygun sonuç ürünleri elde edebilmek adına optik, SAR, LIDAR ve termal sensörler ile algılanmış verilere ihtiyaç vardır.

[35] Abdikan, Saygin & Calò, Fabiana & Balik Sanli, Fusun & Pepe, A. & Gorum, Tolga. (2014). Megakent İstanbul'da Meydana Gelen Yüzey Deformasyonlarının Dınsar Yöntemi İle Analizi.



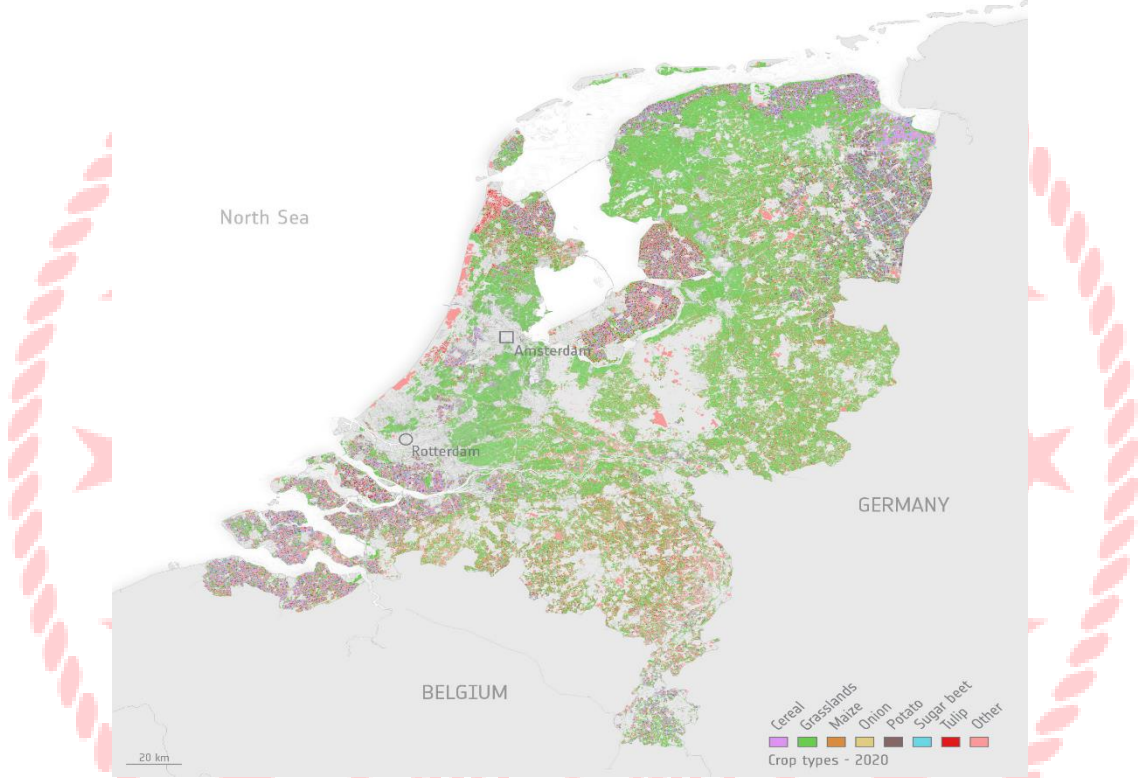
Şekil 43. Kentsel ısı adaları yoğunluğunu gösteren harita [36].

- Tarım alanları

Optik sensörler, elektromanyetik spektrumun görünür, yakın kızılötesi (NIR) ve kısa dalga kızılötesi (SWIR) bölgelerinde yansıyan veya yayılan enerjiyi kaydeder. Tarım uygulamaları için optik algılayıcılar, özellikle kızılötesi bant verileri, sıkça kullanılmaktadır. Kızılötesi bantlar, bitki sağlığının ve fenolojik aşamalarının izlenmesi için kritik öneme sahiptir. NIR bantlar, bitkilerin klorofil içeriğini ve fotosentez kapasitesini belirlemek için kullanılır. Bu veriler de bilhassa mahsul sağlığı ile verim tahmini çalışmaları için önemlidir. Tarım alanlarında NIR bant verisi; rekolte tahmini, gübreleme ve sulama yönetimi gibi hassas tarım uygulamalarında yaygın olarak kullanılır.

[36] Ünal, M. (2022). Kentsel Yüzey Isı Adalarının Belirlenmesinde Yer Yüzey Sıcaklık Verilerinin Kullanımı. European Journal of Science and Technology. <https://doi.org/10.31590/ejosat.1039572>

SAR algılayıcılar, atmosfer koşulundan etkilenmeyen ve buluta nüfuz etme yeteneğine sahip olduğundan tarımsal izleme için çeşitli avantajlara sahiptir. SAR sensörleri ayrıca arazi örtüsü yüzeylerinin dielektrik ve yapısal özelliklerine karşı hassastır ve ürün biyokütlesine karşı duyarlılık göstermektedir. Dolayısıyla, ürün deseni haritalama, mahsul büyüme izleme, toprak nemi çıkarımı ve verim tahmini gibi uygulamalarda SAR verileri önemli bir araçtır.



Şekil 44. Sentinel-1 SAR ve Sentinel-2 multispektral görüntülerinden mahsul türü haritalama; Hollanda örneği [37].

ESA tarafından yapılan bir çalışma kapsamında SAR uydusu olan Sentinel-1 ve Sentinel-2 optik gözlem uydu verileri birlikte kullanılarak Hollanda'nın ürün desenleri haritalandırılmıştır [37] (Şekil 44).

[37] Monitoring crop health across the Netherlands. (n.d).
https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-1/Monitoring_crop_health_across_the_Netherlands

Termal uzaktan algılama, tarım sektöründeki mahsul ve toprak izleme işlemlerinin pek çok alanında kullanılabilir. Bunlar arasında sulama planlaması için toprak ve mahsul su stresinin tahmin edilmesi, hastalıklı mahsullerin belirlenmesi, hasat için ürün olgunluğunun izlenmesi ve tarımsal kuraklık izleme yer alır. Tüm bu faaliyetlerin gerçekleştirilmesi için tarım alanlarının optik, SAR ve termal sensörlerle izlenmesi gerekmektedir.

- Su kütleleri ve Kıyı alanları

Su kütleleri ve su yüzeyleri aldıkları enerjinin çoğunu emer veya iletir. Suyun optik sensörlerde yansımaları oldukça düşüktür. Ancak, görünür bölgede yüksek bir geçirgenlikten sonra kızılötesi bölgede yansıma değerlerinin sıfıra yaklaştığı kademeli bir azalma olur. Suyun optik özelliklerindeki değişim, daha kısa dalga boylarında (mavi ve yeşil) daha kolay tespit edilebilir ve su derinliği, klorofil içeriği, çözünmüş parçacıklar ve yüzey pürüzlülüğündeki farklılıklarla ilişkilidir. Bu özellik su kütlelerindeki su içeriğiyle ilgili değişiklikleri izlemek için kullanılır.

Sentetik Açıklıklı Radar (SAR), tüm hava koşullarında, gün boyu veya gece boyunca bir hedefi algılayabilen bir mikrodalga sensörü olarak, kıyı şeritleri, göller ve nehirler gibi su kaynaklarının tespiti için büyük öneme sahiptir. SAR görüntülerinin kullanımı su kütlelerinin haritalanması ve çıkarılması, su seviyesi izleme ve sel ve taşkın haritalama için uygun bir araçtır. Termal uzaktan algılama su kalitesini izlemek ve su sıcaklığı modelleri geliştirmek için nehir, göl, deniz gibi geniş alanlar boyunca veri toplama yeteneğine sahiptir.

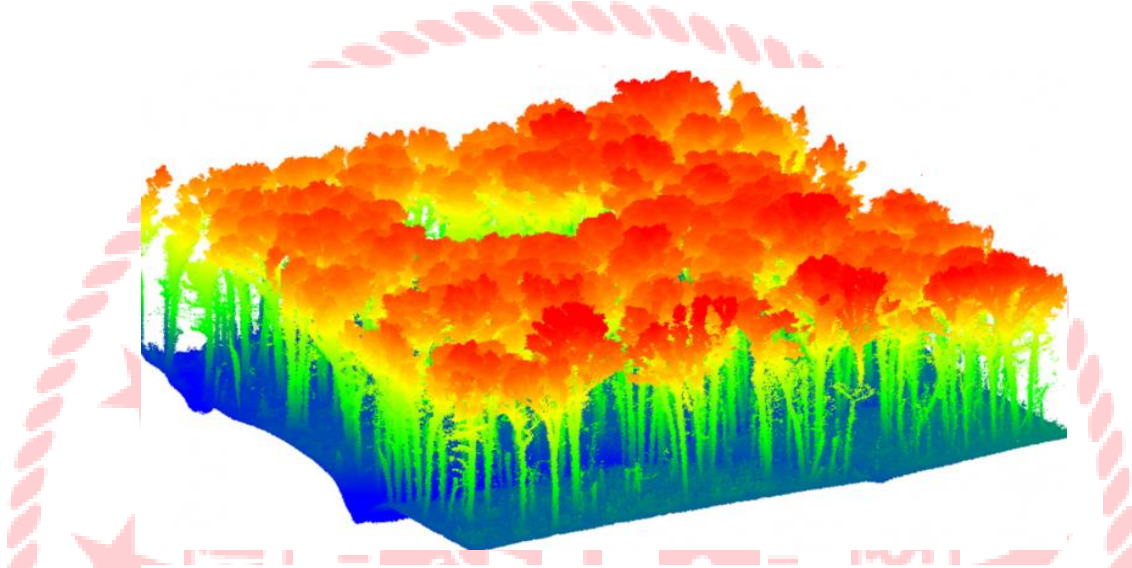
Su kütleleri ve kıyı alanlarında Optik, SAR ve Termal sensörler gereklidir.

- Ormanlar

Termal uzaktan algılama, sıcaklık farklılıklarını tespit etmek ve orman yangınları gibi özellikleri belirlemek için önemli bir araçtır. Orman yangınlarının erken tespiti ve yangın potansiyeli olan alanların izlenmesi için termal sensörler kullanılmalıdır. Yakın kızılötesi bantlar ise orman sağlığının ve biyolojik çeşitliliğin izlenmesinde kullanılır. Orman yangını riskinin yüksek olduğu bölgelerde termal sensörlerle sıcaklık izleme yapılabilir. Ayrıca, NIR bantlarla orman sağlığının izlenmesi sağlanır. Özellikle, her türlü hava koşulunda görüntüleme kabiliyeti ve bitki örtüsüne daha yüksek penetrasyon sağlayan SAR verileri, her mevsimde orman biyofizik parametrelerinin izlenmesi için

idealdir. Orman alanlarının izlenmesi ve orman biyokütle haritalama gibi çalışmalarda kullanılmaktadır.

LIDAR cihazları, arazi örtüsü yükseklikleri, orman hacmi, taban alanı ve yer üstü biyokütlesi gibi önemli orman yapısal özelliklerini doğru bir şekilde tahmin eder (Şekil 45). Ayrıca, arazi örtüsü sınıflandırması, habitat haritalaması ve orman yönetimi için yeni fırsatlar da sunar.

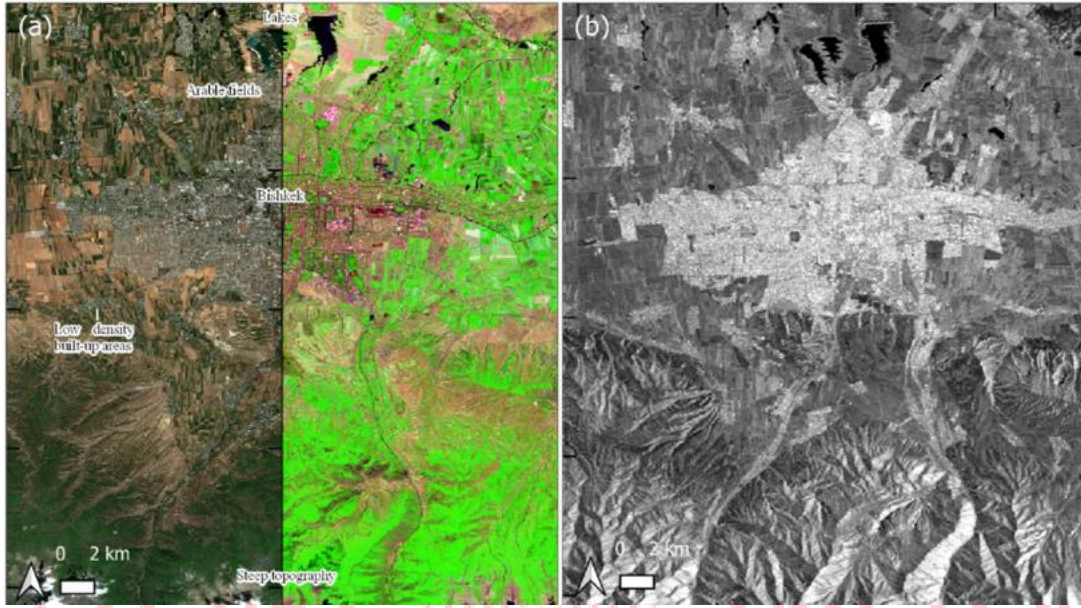


Şekil 45. Orman envanteri çalışmalarında LIDAR örneği [38].

- Dağlık ve Engebeli Alanlar

Dağlık ve engebeli arazilerin görüntülenmesinde, hem bu tür bölgelere ulaşımın güç olması hem de zorlu hava şartları nedeni ile sahada yapılan ölçmeler yerine uzaktan algılama teknikleri yaygın olarak tercih edilmektedir. Dağlık bölgeler gibi bulut yoğunluğunun sık olduğu alanlar hakkında veri alabilmek için aktif algılama yapan sensörlere ihtiyaç vardır. Örneğin, Sentinel-1 gibi SAR uydularından gönderilen sinyaller bulutların içinden geçebildikleri ve hava koşullarından bağımsız olarak yüksek çözünürlüklü görüntüler sağlayabildikleri için dağlık bölgelerin hava koşullarında avantajlıdır (Şekil 46). Buna ek olarak, SAR sensörü heyelanlar, buzul hareketleri ve kar örtüsü gibi yüzey yapılarındaki değişiklikleri tespit etmede etkilidir.

[38] Habib, A. (2024, April 16). Lidar technology for scalable forest inventory. GIM International. <https://www.gim-international.com/content/article/lidar-technology-for-scalable-forest-inventory>



Şekil 46. Bişkek şehir merkezinin güneyindeki dağlık arazinin farklı bant kombinasyonlarındaki Sentinel-2 optik uydü görüntüleri (a) ve Sentinel-1 uydusu ile elde edilmiş SAR görüntüsü (b) [39]

Dağlık ve engebeli alanlar gibi görece karmaşık yapıdaki arazilerin izlenmesi için farklı sensör tiplerinden elde edilen veriler birçok çalışmada birlikte kullanılmaktadır. Örneğin, termal kızılötesi sensörler yeryüzünden yayılan ısıyı tespit ederek dağlık alanlardaki yüzey sıcaklıklarını, volkanik aktiviteyi ve diğer termal değişiklikleri izlemede kullanılırlar. Bu sensörler, volkanik patlamalar veya jeotermal değişiklikler gibi altta yatan jeolojik aktiviteleri gösteren sıcaklık farklılıklarını belirleme konusunda faydalıdır. SAR ve termal sensörlerin birarada kullanımı ile, hava koşullarından bağımsız olarak hem gündüz hem de gece dağ ortamlarının sürekli gözlemlenmesine olanak tanıyan kapsamlı bir izleme sistemi sağlanabilir [40].

İHA ve uydular kullanılarak dağlık bölgelerin izlenmesi için, multispektral ve hiperspektral sensörler dahil olmak üzere optik sensörler de etkilidir. Yüksek çözünürlüklü optik sensörlerle donatılmış araçlar, özellikle yakın mesafeli ve yüksek ayrıntı gerektiren görevler için avantajlıdır. LİDAR sensörleri; arazi özelliklerini, erozyonu ve heyelan risklerini incelemek için fotogrametri teknikleri kullanarak gerçek zamanlı görüntüler yakalamak ve detaylı 3 boyutlu modellerini oluşturmak için kullanılır.

[39] Watson, C. Scott & Elliott, John & Ebmeier, Susanna & Biggs, Juliet & Albino, Fabien & Brown, Sarah & Burns, Helen & Hooper, Andy & Lazecky, Milan & Maghsoudi, Yasser & Rigby, Richard & Wright, Tim. (2022). Strategies for improving the communication of satellite-derived InSAR ground displacements. 10.5194/gc-2022-15.

[40] Li, J., Li, Z. W., Ding, X. L., Wang, Q. J., Zhu, J. J., & Wang, C. C. (2014). Investigating mountain glacier motion with the method of SAR intensity-tracking: Removal of topographic effects and analysis of the dynamic patterns. *Earth-Science Reviews*, 138, 179-195.

Optik sensörlerle elde edilen yüksek çözünürlüklü veriler ise dağlık bölgelerin hassas haritalanması ve analizinde tercih edilmektedir [41].

Dağlık ve engebeli arazilerin izlenmesi için aynı ormanlık alanların takibinde olduğu gibi optik, SAR, LİDAR ve termal sensörler ile görüntü elde edilmesi gerekmektedir.

- Doğal Koruma Alanları

Doğal koruma alanlarının izlenmesi, kaçak yapılaşmanın takibi ve ekosistemin korunması açısından büyük önem taşır. Optik sensörler, yüksek çözünürlüklü görüntüleme sağlayarak bitki örtüsü değişikliklerini ve arazi kullanımındaki olumsuz etkileri izlemek için kullanılır. Örneğin, Sentinel ve Landsat gibi ücretsiz ulaşılabilir optik uydu verileri, geniş alanların periyodik olarak izlenmesini sağlar. Bu sistemler, bitki örtüsünün durumunu, su kaynaklarının değişimini ve insan faaliyetlerini analiz etmek için kullanılmaktadır.

RADAR sensörleri ise, optik sensörlerin kullanılmadığı durumlarda devreye girer. SAR sistemleri, bulutlu hava koşullarında bile arazi kullanımı değişikliklerini tespit edebilir ve bu sayede kaçak yapılaşma gibi faaliyetlerin sürekli olarak izlenmesinde kullanılır. RADAR ve SAR sensörlerinin sağladığı bu veri, gece gündüz fark etmeksizin sürekli bir izleme kapasitesi sunar. Doğal koruma alanlarının günün her saatinde ve detaylı takibi için optik ve SAR sensörlerin kullanılmasına ihtiyaç vardır.

- Maden Alanları

Optik uzaktan algılamada hiperspektral sensörler, mineral bileşimlerinin ve yüzeydeki değişimlerin detaylı analizini sağlar. Maden faaliyetlerinde, farklı mineral türlerinin tespiti ve izlenmesi için hiperspektral veriler gereklidir. Maden arama ve çevresel izleme çalışmalarında hiperspektral sensörler kullanılarak detaylı mineral analizleri yapılabilir.

SAR sensörler, gece ve gündüz, bulutlu hava koşullarında bile veri toplayabilme yetenekleriyle bilinirler. SAR sensörler, yüzey deformasyonları, heyelanlar ve diğer jeolojik olayların izlenmesinde önemlidir. Özetle, maden faaliyetlerinin takibi için optik ve SAR sensörler gereklidir.

[41] Ferraz, A., Saatchi, S., Bormann, K. J., & Painter, T. H. (2018). Fusion of NASA Airborne Snow Observatory (ASO) lidar time series over mountain forest landscapes. *Remote Sensing*, 10(2), 164.

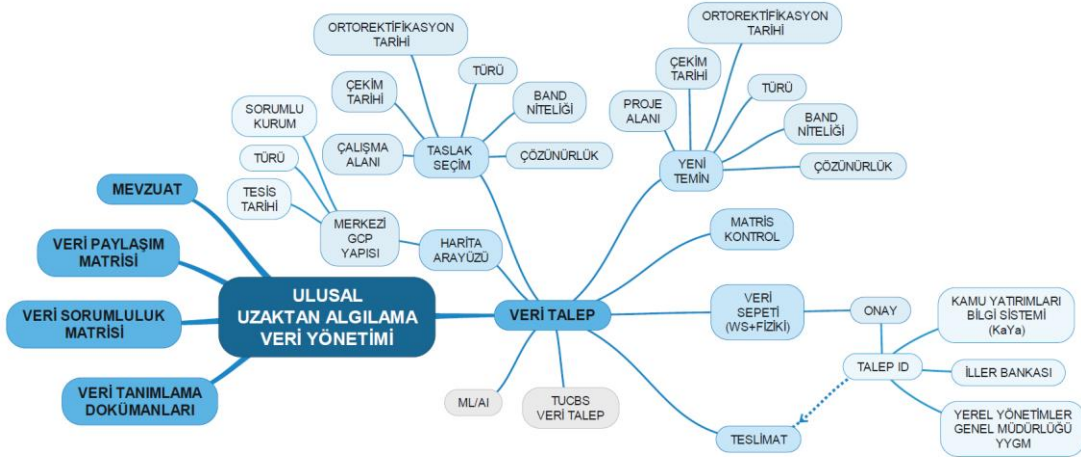
6.4. Veri Dağıtımı ve Paylaşımı

Uzaktan algılama verileri; şehir planlama, çevresel izleme, tarım yönetimi ve doğal afet müdahalesi gibi birçok alanda etkili çözümler üretme konusunda büyük önem taşır. Bu verilerin geniş bir kullanıcı kitlesiyle paylaşılması, ulusal kalkınma ve sürdürülebilirlik hedeflerine katkı sağlayacaktır. Ayrıca, uzaktan algılama kaynaklı verilerin ilgililerle paylaşımı bilimsel araştırmaların ve kamu politikalarının desteklenmesinde de kritik bir rol oynar.

Uzaktan algılama kaynaklı verilerin etkin kullanımı yalnızca görsel formattaki verilerin dağıtımı ve paylaşımı ile mümkün değildir. Aynı zamanda bu verilerin nasıl, nerede, ne zaman ve kim tarafından toplandığını açıklayan metaveriler de gereklidir. Metaveriler, verilerin anlamlandırılmasını, doğruluğunun ve güvenilirliğinin değerlendirilmesini ve tekrar kullanılabilirliğini sağlar. Bu konuda farkındalığın artırılması ile otomatik metaveri üretim sistemleri kullanılarak TUCBS standartlarında metaverilerin oluşturulması ve paylaşılması büyük önem arz etmektedir.

Ayrıca zorunlu ve gerekli görülen durumlar dışında veri paylaşımı coğrafi sunucular üzerinden OGC (Open Geospatial Consortium) tarafından yayınlanan, coğrafi verilerin sunumu için oluşturulmuş servis protokolleri (WMS, WFS, WCS, vb.) kullanılarak yapılmalıdır. Ne var ki, veri paylaşımında yaşanan bir diğer zorluk ise altyapı ve teknoloji eksikliğidir. Bu konudaki eksikliği gidermek adına farklı kamu kurum kuruluşları ile ticari şirketlerin ürettikleri, elde ettikleri veya kıymetlendirdikleri uzaktan algılama kaynaklı verilerin paylaşılacağı Türkiye Ulusal Uzaktan Algılama Portalı (TUUAP)'nın gerekliliği şarttır.

TUUAP uygulamasında açık veri politikası esas alınmalıdır ancak kamu güvenliği veya hizmete özel amaçlar için kullanması planlanan, hassas bilgi içeren veriler ancak paylaşılması izin verilen kişi ve/veya kurumlarla paylaşılmalıdır. Kullanıcı talep edeceği veriyi; çalışma alan sınırlarını portal ekranında işaretleyerek, istediği alanla ilgili görüntünün elde edildiği tarih ve ihtiyaç duyulan çözünürlük seviyesi gibi bilgilerini sisteme girerek sorgulama yapabilmelidir. Bu sorgulamaya binaen kullanıcı ile paylaşılması mümkün olan veriler içerisinde en uygun veri alternatifleri metaveri bilgileri ile birlikte kullanıcının indirmesi için önerilmelidir.



Şekil 47. Ulusal Uzaktan Algılama Veri Yönetimi ve Türkiye Ulusal Uzaktan Algılama Portalı.

Veri dağıtımı ve paylaşımı ulusal düzeyde sağlanabilmesi için muhtemel kurgu Şekil 47’de gösterilmiştir.

Uzaktan algılama kaynaklı verilerin boyutları son yıllarda giderek artmaktadır. Bu nedenle verilerin tutulması ile sunulması yüksek bant genişliği ve depolama kapasitesi gerektirmektedir. Sonuç olarak, mevcut veri dağıtım ve paylaşım alternatifleri de göz önünde bulundurulmalı, fakat yerli çözümlere ağırlık verilerek oluşturulacak güçlü altyapı ve teknoloji sistemleriyle uzaktan algılama kaynaklı verilere erişim ve paylaşım kolaylaştırılmalıdır.

6.5. Yönetim ve Koordinasyon

Ulusal Uzaktan Algılama Verilerinin Entegre Yönetimi Stratejisi'nin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için yönetim ve koordinasyon süreçleri oldukça kritiktir. Stratejinin etkinliği, görevlerin tanımlanmış bir yönetim yapısı içerisinde oluşturulması ile mümkündür. Bu yapı, stratejiyi yönetecek ve uygulayacak ana birimler ve bu birimler arasındaki iş birliği mekanizmalarını içermelidir. Kurulması planlanan bu yapıda; ana yönetim birimi, 7 Kasım 2019 Tarihli ve 30941 Sayılı Resmî Gazetede yayımlanan Coğrafi Bilgi Sistemleri Hakkında 49 Sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi kapsamında ifade edilen Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığının görev ve yetkileri doğrultusunda CBSGM olarak öngörülmüştür.

Bunun yanı sıra, Harita Genel Müdürlüğünün (HGM) başkanlığını yürüttüğü Bakanlıklar arası Harita İşlerini Koordinasyon ve Planlama Kurulu (BHİKPK); üretilen her türlü harita, harita bilgisi ve coğrafi verinin koordinasyonu ile Bakanlıklar, Kamu Kurum ve Kuruluşları, Belediyeler ve Üniversiteler başta olmak üzere tüm kullanıcı

ihtiyaçlarının doğru ve hızlı bir şekilde karşılanması, mükerrer üretimin önlenmesi, kamu kaynağının etkin bir şekilde kullanılması, veri paylaşımı ve sunumunun ulusal boyutta gerçekleştirilmesi, kurumlar arası işbirliğinin sağlanması ve geliştirilmesine öncülük edilmesi amacıyla faaliyetler yürütmektedir. Bu sorumluluğu dolayısıyla, HGM'nin de stratejinin uygulanmasında yönetici kurum olarak görev alması öngörölmüştür.

CBSGM; ana yönetim birimi olarak stratejinin genel koordinasyonundan ve yönetiminden, diğer kurumlar ve paydaşlar arasındaki iş birliğinin sağlanmasından, stratejinin uygulanması için gerekli kaynakların tahsisinin yönetilmesinden, performans göstergelerinin izlenmesi ve raporlanmasından sorumlu olmalıdır.

HGM; görüntülerin toplanması, işlenmesi ve analizinde teknik destek sağlamak ile veri kalitesi ve güvenliği için standartlar geliştirmekten sorumlu olarak yönetim görevini üstlenebilir.

TKGM; kadastro ve tapu verilerinin uzaktan algılama verileri ile entegrasyonunun sağlanması ile arazi kullanım planlanması ve yönetimi konularında katkı ve teknik destek sağlayabilir.

Temel amacı stratejinin uygulanmasını koordine etmek olacak Uzaktan Algılama ve Görüntü Koordinasyon Merkezi (UAGKM) adında bir birim kurulması tavsiye edilmektedir. Bu birim; yurtdışı uydu görüntülerinin ulusal lisans ile temin edilmesi ve ilgili kurumlara dağıtılması, koordinasyon toplantılarının belirli periyotlarda düzenlenmesi ve yönetilmesi, verilerin entegrasyonu, depolanması ve paylaşımı için gerekli altyapının sağlanması ile eğitim ve kapasite geliştirme programlarının organize edilmesinden görevli olacaktır.

Uzaktan algılama verilerinin ulusal çapta entegrasyonunu sağlamak amacıyla; ana yönetim birimi ve koordinasyon merkezi ile birlikte hareket edecek, destekleyici yönetim birimlerinin olması gerekmektedir. Bu doğrultuda, HGM, TKGM, çşİDB'nin ilgili genel müdürlükleri, Tarım ve Orman Bakanlığı, AFAD, MTA, Karayolları Genel Müdürlüğü ve TCDD sorumluluk alanları kapsamında yönetim görevi alabilirler. Ayrıca, uzaktan algılama verilerinden istifade eden ilgili kurum ve kuruluşlarda bu kurguya dahil edilebilir.

Uzaktan algılama kaynaklı verileri talep eden, üreten ve kullanan bütün kamu kurum ve kuruluşları, Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemi Yürütme Kurulu'nun 24.08.2022 tarih ve 2022/1 sayılı kararı uyarınca ürettikleri, kullandıkları ve paylaştıkları coğrafi verilerden sorumludurlar. Bu kapsamda, uzaktan algılama verilerinin yönetim ve koordinasyonunun birer parçası konumundadırlar.

Yönetim faaliyetlerinin yanında, farklı kurumlar ve paydaşlar arasında etkili bir koordinasyon sağlanması, stratejinin başarılı bir şekilde uygulanması için gereklidir. Bu amaçla aşağıdaki koordinasyon mekanizmaların oluşturulması planlanmaktadır:

Koordinasyon Komitesi:

- **Yapısı:** CBSGM koordinasyonunda, her türlü uzaktan algılama kaynaklı veriye ihtiyaç duyan veya uzaktan algılama verilerini üreten, kullanan ve paylaşan bütün kamu kurum ve kuruluş yetkilileri ile ihtiyaç halinde özel sektör temsilcilerinden oluşur.
- **Görevleri:**
 - Stratejik hedeflerin belirlenmesi ve uygulanmasının izlenmesi.
 - Veri paylaşımı ve entegrasyonu konularında ortak kararlar alınması.
 - Kaynakların etkin kullanımının sağlanması.
 - Eğitim ve kapasite geliştirme faaliyetlerinin planlanması ve koordinasyonu.

Çalışma Grupları:

- **Yapısı:** İlgili teknik konular (örneğin, veri toplama teknikleri, sensör teknolojileri, veri güvenliği vb.) üzerinde çalışan yetkin personelden oluşur. Veri talep ve üretimi konularında koordinasyonu sağlamak üzere uzay-uydu sistemleri ve hava araçları alanlarında çalışacak iki farklı çalışma grubu oluşturulması öngörülmüştür.

Coğrafi veri mükerrerliğinin önüne geçmek adına, uzaktan algılama verisi kullanan birimlerin veri ihtiyaçları ve kullanacakları verinin üretim süreçlerinin koordinasyonu ana görevidir. İki farklı çalışma grubundan müteşekkildir:

1) Uzay – Uydu Sistemleri Çalışma Grubu

İlgili tüm kurumlardan ihtiyaç duydukları veriler hakkındaki bilgileri toplamak ve kurumların taleplerini karşılayacak verilere, yerli ve yurt dışı kaynaklı uydu sistemleri vasıtasıyla erişmekle görevlidir.

2) Hava Araçları Çalışma Grubu

İlgili tüm kurumlardan veri taleplerinin toplamak ve bu doğrultuda uçak ve İHA uçuş planlarını koordine etmek, hava araçları ile üretilen verilere ihtiyaç duyan kurum ve kuruluşların koordinasyonu için çalışmalar yürütmek ile görevlidir.

- **Çalışma Gruplarının Ortak Görevleri:**

- Teknik konular üzerinde araştırma ve geliştirme faaliyetleri yürütmek.
- En iyi uygulamaları belirlemek ve yaygınlaştırmak.
- Teknik standartlar ve protokoller geliştirmek.

Düzenli Toplantılar ve Raporlama:

- **Yapısı:** Koordinasyon komitesi ve çalışma grupları düzenli olarak, örneğin her üç ayda bir, toplanır ve ilerlemeyi değerlendirir.
- **Görevleri:**
 - Stratejinin uygulanması sürecinde karşılaşılan sorunları tartışmak ve çözüm önerileri geliştirmek.
 - Performans göstergelerini izlemek ve düzenli raporlar hazırlamak.
 - Stratejinin güncellenmesi ve iyileştirilmesi için önerilerde bulunmak.

Yönetim ve koordinasyon süreçlerinde etkin bir iletişim ve bilgilendirme stratejisi benimsenmelidir. Bu doğrultuda, tüm paydaşlar arasında düzenli bilgi akışı sağlanmalı ve şeffaf bir iletişim ortamı oluşturulmalıdır. Paydaşlar dışındaki kamuoyunun Uzaktan Algılama Verilerinin Entegre ve Yönetimi Stratejisi ve uygulamaları hakkında fikir edinmeleri için Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemi Yürütme Kurulu bilgilendirilmeli, iletişim kanalları kurulmalıdır.

Tüm bu süreçlerin sürekli izlenmesi ve gerektiğinde güncellenmesi, stratejinin dinamik ve etkili bir şekilde uygulanmasını sağlayacaktır.

6.6. Eğitim ve Kapasite Geliştirme

Eğitim ve kapasite geliştirme programlarının planlanması ve önceliklendirilmesi, Ulusal Uzaktan Algılama Verilerinin Entegre ve Yönetimi Stratejisi'nin başarısı için kritik öneme sahiptir. Bu bağlamda, eğitim ve kapasite geliştirme programlarının nasıl planlanması gerektiği ve hangi konulara odaklanması gerektiği detaylandırılacaktır.

Personel eğitim ihtiyaçlarının belirlenmesi, eğitim programlarının etkinliğini artırmak için önemlidir. Bu ihtiyaçlar, uzaktan algılama verilerinin toplanması, işlenmesi, analiz edilmesi ve paylaşılması süreçlerinde görev alan personelin bilgi ve beceri seviyelerinin değerlendirilmesiyle tespit edilmelidir. Özellikle, tarım, ormancılık, su yönetimi, şehir planlama ve afet yönetimi gibi alanlarda çalışan personelin, uzaktan algılama teknolojilerini etkin bir şekilde kullanabilmesi için özel eğitim programlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu eğitim ve kapasite geliştirme programları, uzaktan algılama ve CBS konularında personelin bilgi ve becerilerini artırmayı hedeflemelidir. Bu programlar, kamu kurumlarında çalışan personeli kapsamalıdır. Eğitim programlarının içeriği, uzaktan algılama teknolojilerinin temelleri, veri toplama ve işleme yöntemleri, veri analizi ve yorumlama teknikleri gibi konuları içermelidir. Ayrıca, ileri düzeyde yapay zeka ve makine öğrenimi teknikleri ile büyük veri analitiği gibi uzmanlık alanları konuları da ileri seviye uzaktan algılama eğitim programına dahil edilebilir.

Ulusal Uzaktan Algılama Verilerinin Entegre ve Yönetimi Stratejisi hedefleri doğrultusunda katılımcıların eğitim ve kapasite geliştirme programlarını başarıyla tamamlamaları beklenir. Bu eğitim, katılımcıların uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri alanlarında gelişim sağlamalarına ve stratejinin başarıyla uygulanması için gerekli insan kaynağını yetiştirmeye yardımcı olur.

6.7. Finansman ve Kaynaklar

Ulusal Uzaktan Algılama Verilerinin Entegre ve Yönetimi Stratejisi'nin başarısı için finansman ve kaynakların verimli kullanımı kritik öneme sahiptir. Stratejinin finansmanı ve kaynakların verimli kullanımı için gerekli planlamaların yapılması, uzun vadeli sürdürülebilirlik ve etkinlik açısından önemli bir rol oynar. Bu bölümde, stratejinin finansmanının nasıl sağlanacağı ve kaynakların verimli kullanımı için alınacak önlemler detaylandırılacaktır.

Stratejinin finansmanı, çeşitli kaynaklardan sağlanabilir. Devlet bütçesi, uluslararası fonlar, kamu-özel ortaklıkları ve akademik araştırma fonları gibi çeşitli finansman kaynakları değerlendirilecektir. Devlet bütçesi, temel altyapı yatırımları ve büyük ölçekli projelerin finansmanı için kullanılabilir. Uluslararası fonlar ve hibeler, özellikle çevresel izleme, iklim değişikliği ile mücadele ve afet yönetimi gibi alanlarda destek sağlayabilir. Kamu-özel ortaklıkları, özel sektörün finansal ve teknik kapasitesinden yararlanarak projelerin daha hızlı ve verimli bir şekilde hayata geçirilmesini sağlayacaktır.

Kaynakların verimli kullanımı, projelerin stratejik hedeflere ulaşmada en fazla etkiyi yaratacak projelere öncelik verilmesi ve etkin kaynak yönetimi ile sağlanacaktır. Projelerin önceliklendirilmesi, stratejik hedeflere ulaşmada en fazla etkiyi yaratacak projelere öncelik verilerek yapılacaktır. Bu süreçte, maliyet-fayda analizleri ve etki değerlendirmeleri kullanılarak kaynakların en verimli şekilde dağıtılması sağlanacaktır. Ayrıca, kaynakların izlenmesi ve değerlendirilmesi için düzenli raporlama ve denetim mekanizmaları kurulacaktır.

Mali kaynaklar, bütçeleme stratejileri ve finansman planları ile detaylandırılacak ve her proje için gerekli bütçe kalemleri belirlenerek sağlanacaktır. Teknik ekipman ve yazılım gereksinimleri, uzaktan algılama verilerinin toplanması, işlenmesi, analiz edilmesi ve paylaşılması süreçlerinde kritik bir rol oynar. Mevcut ekipman ve yazılımların değerlendirilmesi, güncellenmesi ve ihtiyaç duyulan yeni teknolojilerin belirlenmesi ile bu gereksinimler karşılanacaktır. Ayrıca, bu teknolojilerin etkin kullanımı için gerekli eğitimler düzenlenecek ve teknik destek sağlanacaktır.

6.8. İzleme ve Değerlendirme

Ulusal Uzaktan Algılama Verilerinin Entegre Yönetimi Stratejisi'nin etkin bir şekilde uygulanabilmesi için izleme ve değerlendirme süreçlerinin düzenli ve sistematik bir şekilde yürütülmesi amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda, düzenli raporlama ve geri bildirim mekanizmaları oluşturularak, stratejik hedeflere ulaşma süreci sürekli olarak izlenecektir.

Düzenli raporlama ile stratejinin uygulanma süreci detaylı bir şekilde takip edilecektir. Her stratejik hedef için spesifik performans göstergeleri belirlenerek, bu göstergelerin düzenli olarak izlenmesi sağlanacaktır. Performans göstergeleri, teknolojik altyapının güçlendirilmesi, veri işleme kapasitesinin artırılması, ulusal veri entegrasyonu, çevresel izleme, afet yönetimi, uluslararası iş birlikleri, eğitim programları ve ekonomik-toplumsal katkı alanlarında ölçülebilir hedefler içermektedir.

Veri kullanan, veri toplayan ve veri satın alan paydaşlarla sürekli temas kurmak için geri bildirim sistemleri oluşturulacaktır. Anketler, soru görüşmeleri ve diğer geri bildirim mekanizmaları kullanılarak paydaşlardan düzenli olarak bilgi toplanacaktır. Bu geri bildirimler, stratejinin uygulanma sürecinde karşılaşılan zorlukları ve eksiklikleri belirlemek için kritik öneme sahiptir.

Değerlendirme sürecinde tespit edilen eksiklikler ve zorluklar için hızlı ve etkili düzeltici önlemler alınacaktır. Bu önlemler, stratejinin hedeflerine ulaşma sürecini

desteklemek ve sürekli iyileştirme sağlamak amacıyla hayata geçirilecektir. Her stratejik hedefin düzenli olarak izlenmesi ve performans göstergelerinin değerlendirilmesi, stratejinin etkinliğini artıracaktır.

Her stratejik hedef için belirlenen ölçülebilir göstergeler, hedeflerin başarısını değerlendirmek için kullanılacaktır. Örneğin, teknolojik altyapının güçlendirilmesi amacıyla yeni nesil uydu sistemleri ve İHA teknolojilerine yatırım yapılması, veri işleme kapasitesinin artırılması için yapay zekâ ve büyük veri analitiği kullanılması gibi somut hedefler belirlenmiştir. Ulusal veri entegrasyonu için TUCBS ile entegre çalışan bir Ulusal Uzaktan Algılama Görüntü Portalı oluşturulması, çevresel izleme için orman ve korunan alanların uzaktan algılama sistemleri ile izlenmesi, afet yönetimi için afet risklerinin erken tespiti ve afet sonrası hasar değerlendirmeleri gibi hedefler yer almaktadır.

Sonuç olarak, Ulusal Uzaktan Algılama Verilerinin Entegre Yönetimi Stratejisi'nin izleme ve değerlendirme süreci, düzenli raporlama, geri bildirim sistemleri, düzeltici önlemler ve sürekli izleme ile desteklenecektir. Her stratejik hedefin spesifik performans göstergeleri ile takip edilmesi ve gerekli iyileştirmelerin yapılması, stratejinin başarısını ve etkinliğini artıracaktır.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Türkiye'nin uzaktan algılama verilerinin etkin yönetimi ve entegrasyonu, ulusal kalkınma hedeflerine ulaşmada kritik bir rol oynamaktadır. Ülkemizin coğrafi çeşitliliği, farklı bölgelere özgü çözünürlük ihtiyaçlarını gerektirirken, afet yönetimi, şehircilik, çevre koruma, tarım ve orman alanlarında yapılan çalışmaların etkili bir şekilde yürütülmesi, bu verilerin doğru ve zamanında toplanmasına bağlıdır. Bu bağlamda, stratejik hedeflerin belirlenmesi ve bu hedeflere ulaşılabilmesi için gereken teknik altyapının oluşturulması, ulusal strateji planımızın merkezinde yer almaktadır. Aşağıda, çeşitli kullanım alanlarına göre sonuçlar ve öneriler sunulmaktadır.

Uzaktan algılama verilerinin etkin kullanımı için yıllık bazda toplanan hava ve uydu görüntülerinin çeşitli çözünürlük ve formatlarda toplanması ve değerlendirilmesi gerekmektedir. Türkiye ölçeğinde mekânsal çözünürlük (10 cm, 30 cm, 50 cm, 1 m vb.), spektral çözünürlük (RGB, Multispektral, Hiperspektral, Termal, LİDAR, SAR vb.),

radıyometrik çözünürlük (8 bit, 11 bit, 12 bit, 16 bit) ve zamansal çözünürlük (1 haftadan daha az, 1 hafta – 6 ay, 6 ay – 1 yıl vb.) gibi göstergeler belirlenmeli ve diğer kurumlardan toplanan bilgi formlarına göre güncel strateji hedefleri oluşturulmalıdır.

Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemi Kurulu’nun 30 Eylül 2020 tarihinde gerçekleştirilen toplantısında, Türkiye’nin uydu görüntüsü ve hava fotoğrafı altlıklarının güncellenmesi kapsamında; Harita Genel Müdürlüğü hâlihazırda kamu kurum ve kuruluşlarından uydu görüntüsü/hava fotoğrafı çekim planlarının ve ihtiyaçların belirlenmesi ile mükerrer üretimlerin önlenmesi maksadıyla her yıl gerekli koordinasyonu sağlamaktadır.

Harita Genel Müdürlüğünce, tüm kamu kurum ve kuruluşlarının ihtiyaçlarının karşılanması maksadıyla, hava fotoğrafı çekim planları ile millî uydularımızın çekim planlarının kamu kurum ve kuruluşları ile koordineli olarak hazırlanmasına devam edilecektir.

Bununla birlikte; Harita Genel Müdürlüğünün mevcut imkân ve kabiliyetlerinin geliştirilmesi maksadıyla; ilk etapta ve öncelikle hava fotoğrafı çekim uçağı, geniş format sayısal hava kamerası, alçak irtifa hava fotoğrafı çekim uçağı, Lidar ve bu algılayıcılar ile toplanan verileri işlemeye ve depolamaya imkân verecek yazılım/donanımın tedarik edilmesi elzemdir. Bu sayede kamu kurum ve kuruluşları, belediyeler ve üniversitelerin; imar, kalkınma, afete hazırlık, afet sonrası yeniden yapılanma, bilimsel ve araştırma geliştirme amacıyla yürüttükleri proje ve çalışmalarda ihtiyaç duydukları coğrafi veriler etkin biçimde karşılanabilecektir.

Strateji hedefleri belirlenirken, yılsonunda Harita Genel Müdürlüğü, Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü ve veri elde edilen diğer kurumların Türkiye ölçeğinde (783.356 km²) uçulabilecek tüm alanlarda görüntü toplama kapasitesi, tek başına bir performans göstergesi olarak değerlendirilmemelidir. Her yıl için ayrı toplama kapasitesi hedefi konulup, değerlendirilebilir.

7.1. Bölgesel Çözünürlük Gereksinimlerine Göre Sonuçlar ve Öneriler

Ülkemiz, coğrafi olarak birçok farklı özelliğe ve yeryüzü şekline sahiptir. Nüfus, yoğun olarak şehir merkezlerinde konumlanmış olsa da kırsal alanlarda da önemli bir popülasyon bulunmaktadır. Ayrıca, yüksek dağlık bölgeler, geniş tarım arazileri, ormanlık alanlar ve uzun kıyı şeritleri de ülkemizin topoğrafyasını oluşturan yapıların arasındadır. Bu çeşitlilik, uzaktan algılama verilerinin hem nicelik hem nitelik açısından

bölgesel olarak farklılık göstermesine neden olmaktadır. Bölgenin sahip olduğu özelliklere göre verilere olan gereksinim önemli ölçüde farklılık gösterebilir.

Türkiye'nin uzaktan algılama verileri ile takibi için bölge özelinde farklılık gösterebilecek çözünürlük ihtiyaçları belirlenmelidir. Bu ihtiyaçlara bağlı olarak aksiyon alınmalıdır. Farklı çözünürlük ihtiyaçları bulunan bölgeler belirlenmelidir. Bunlar genellikle kentsel alanlar, kırsal alanlar, engebeli alanlar, dağlık bölgeler, koruma alanları, akarsu havzaları, göller ve kıyı şeritleri olarak ayrılır. Bu bölgeler için çeşitli çözünürlük ihtiyaçları doğabilir. Bu ihtiyaçları karşılamak amacıyla uzaktan algılama verileri temin edilmeli, depolanmalı ve paylaşılmalıdır.

Bölgelerin ihtiyaç duyabileceği çözünürlük önerileri:

- **Kentsel Alanlar:** Genellikle yoğun nüfus ve yapılaşma bulunan alanlardır. Bu sebeple, şehirleşme (ulaşım, altyapı, mülkiyet, kentsel yeşil alanlar) takibi için yüksek mekânsal ve radyometrik çözünürlükte optik uydu görüntüleri ve SAR verilerinin yanı sıra, yüksek konum doğruluklu mülkiyet takibi için uçak platformları ve İHA kullanarak çekilecek hava fotoğrafları ya da LİDAR veya termal kameralarla elde edilmiş görüntüler kullanılabilir. Türkiye'deki büyükşehirler ve hızlı nüfus artışı olan diğer şehirlerde, aylık temin edilecek görüntülere, nüfus artışı az ve kentleşme hızı düşük şehirler için altı aylık veya yıllık görüntüleme ihtiyacı vardır.
- **Kırsal / Tarım Alanları:** Düşük yoğunlukta yerleşim ve binanın bulunduğu bölgelerdir. Orta mekânsal çözünürlükte uydu görüntüleri bu alanlar için yeterli olabilir. Bu bölgelerde tarımsal faaliyetler yüksek oranda olduğu için multispektral görüntülere kesin olarak ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca SAR verileri de toprak nemi hesabı, ürün deseni çıkarma gibi tarım uygulamaları için gereklidir. Hassas tarım uygulamaları için ise yüksek mekânsal çözünürlükte optik ve termal İHA görüntüleri gerekmektedir. Tarım sezonunda haftalık veya aylık, diğer dönemlerde ise aylık veya mevsimler görüntülere ihtiyaç vardır.
- **Su Kütleleri / Kıyılar:** Su kalitesinin takibi, özellikle temiz su kullanımı ve çevresel etkilerin araştırılmasından dolayı önemlidir. Bu alanlarda oluşacak herhangi bir kirlilik genellikle multispektral veya hiperspektral görüntülerle tespit edilebilir. Bu sebeple bu görüntüler, orta veya yüksek mekânsal çözünürlükte tercih edilmelidir. Ayrıca, su kalitesini izlemek ve su sıcaklığı modelleri

geliştirmek için termal görüntüleme yapılması gerekmektedir. Ülkemiz, kuzeydoğudan başlayıp güneydoğuya kadar uzanan uzun bir kıyı şeridine sahiptir. Bu sebeple, kıyı alanlarının takibi ve değişiminin izlenmesi önem arz etmektedir. Bu hususta kullanılacak görüntülerin yüksek mekânsal çözünürlükte optik görüntüler veya SAR görüntüleri olması gerekmektedir.

- **Ormanlar:** Orman ekosistemleri, biyolojik çeşitliliğin ve karbon düzeyinin yüksek olduğu, su döngüsü ve iklim değişikliği için önemli yeryüzü kaynaklarıdır. Ormanların korunması ve yönetimi, gelişmiş teknolojilerin ve bilimsel verilerin etkin kullanımıyla mümkün hale gelmektedir. Bu sebeple uzaktan algılama teknolojileriyle hem sürekli takibi yapılmalı hem de yangın gibi özel durumlarda izlenmelidir. Genel takibinin yapılabilmesi için orta veya yüksek çözünürlükte multispektral uydu görüntüleri orman sağlığını izlemek için yeterli olmaktadır. Orman yangınları gibi durumlarda ise termal görüntülere ihtiyaç olmakla birlikte uçak, uydu veya İHA platformları kullanılmalıdır.
- **Dağlık ve Engebeli Alanlar:** Engebeli alanlar genellikle dinamik bir yapıya sahiptir. Bu alanlarda mevsimsel olarak bitki örtüsü hızla değişebilir. Bu değişimleri takip edebilmek için yüksek mekânsal çözünürlüklü uydu görüntülerine ihtiyaç duyulur. Optik görüntüler, bu alanlardaki ani değişimleri yansıtmakta etkili olmayabilir. Bu boşluğu doldurmak için SAR görüntüleri gereklidir. Ayrıca, İHA kullanılarak elde edilecek çok yüksek mekânsal çözünürlüklü optik görüntüler de arazi yapısını anlayabilmek ve erozyon, heyelan gibi olayların takibi açısından gereklidir. Dağlık bölgeler, bulut yoğunluğunun sık olduğu alanlardır ve bu alanlar hakkında veri alabilmek için aktif algılama yapan RADAR, SAR sensörlere ihtiyaç vardır. Bunun yanı sıra, sıcaklık değişiklikleri ve kar erimesi gibi olayları takip etmek için termal görüntülere de ihtiyaç vardır. Dağlık ve engebeli alanlar için sık görüntü alınmasına ihtiyaç yoktur. Yıllık veya daha uzun vadede görüntü elde edilmesi yeterli olacaktır.
- **Koruma Alanları:** Doğal veya kültürel değerlerin korunması ve sürdürülebilir şekilde yönetilmesi amacıyla belirli bir bölgeye uygulanan yasal önlemler ile himaye altına alınmış alanlardır. Bu alanlarda ekosistemin ve biyolojik çeşitliliğin sıkı bir şekilde takip edilmesi ülke kaynakları açısından önemlidir. Özellikle biyolojik çeşitliliğin korunması, kirliliğin izlenmesi ve kaçak yapıların tespiti açısından yüksek mekânsal çözünürlükte hiperspektral görüntülerin kullanılması gerekmektedir. RADAR sensörlerinin gece gündüz fark etmeksizin sürekli izleme

kapasitesine sahip olması nedeniyle doğal koruma alanlarının günün her saatinde ve detaylı takibi için optik görüntüler ile birlikte RADAR/SAR sensörlerin kullanılmasına ihtiyaç vardır. Bu alanların takibi için aylık ya da mevsimsel periyotlarla görüntü alımı gerekmektedir.

7.2. Afet Yönetimi

Doğal afetler son yıllarda ülkemizi insan yaşamı, ekonomi ve çevre üzerinde giderek daha fazla etkilemektedir. İklim değişikliği, ormansızlaşma ve şehirlerin hızla büyümesi gibi nedenlerle afetlerin sıklığının ve şiddetinin artması öngörülmektedir. Afetlerden doğan kayıpları en aza indirmek amacıyla afet öncesinde, anında ve sonrasında yapılması gereken çalışmaların ve önlemlerin planlanabilmesi için sürdürülebilir afet yönetiminin uygulanması gerekmektedir. Afet yönetiminin sağlanmasında afet risklerinin anlaşılması, azaltılması ve risk hakkında bilgi edinmek için gerekli verileri toplamanın etkin bir yolu olarak uzaktan algılama teknolojileri büyük bir önem arz etmektedir. Uzaktan algılama teknolojilerinin yüksek kalitede ve doğrulukta veri toplaması, geniş alanlar ve kısa zaman aralıkları hakkında bilgi sağlama ve gelişmiş analiz yöntemleri ile çeşitli ölçeklerde risklerin değerlendirilmesine olanak tanıyarak doğal afetlerin erken tespiti ve etkili yönetimi için vazgeçilmez bir araçtır. Önleme, hazırlık, müdahale ve iyileştirme gibi afet yönetiminin farklı aşamalarında uzaktan algılama teknolojisinin daha fazla ve etkin bir şekilde kullanımı afet stratejilerinin uygulanmasını desteklemektedir.

Doğal afetlerin izlenmesi için yüksek çözünürlüklü hava fotoğrafı, uydu ve İHA görüntüleri, afetin etkilediği bölgeyi belirlemede ve hasar tespitinde kullanılmaktadır. Optik uzaktan algılama sistemleri, hava şartlarından etkilenmektedir. LİDAR ve SAR sistemleri neredeyse tüm hava koşulları altında çalışabilmektedir. Dolayısıyla, optik, LİDAR ve SAR uzaktan algılama görüntülerinin birlikte kullanılması afet yönetiminin her safhasının takibi açısından önemlidir.

Deprem ve heyelan gibi afetlerin tetiklediği kütle hareketleri ve deformasyonlar SAR görüntüleri aracılığıyla belirlenip izlenebilmektedir. İnterferometrik Sentetik Açıklıklı Radar (InSAR) tekniği, geniş kapsama alanı ve düşük maliyeti nedeniyle yüzey deformasyonlarının incelenmesinde oldukça tercih edilen bir tekniktir. PS-InSAR yöntemi, kentsel alanları etkileyen deformasyonu analiz etmek için uygulanırken, diğer

alanlarda SBAS-InSAR yöntemi ile de deformasyon analizi gerçekleştirilebilmektedir. Ayrıca, SAR sistemlerinde farklı dalga boylarının kullanılması yer yüzeyi hakkında farklı bilgilerin elde edilmesini sağlamaktadır. L bandı dalga boyuna sahip olan görüntüler, kullanılan yüksek dalga nedeniyle sinyalin bitki örtüsüne ve toprağa nüfuz etme yeteneği daha fazladır. C-bandı ise daha düşük dalga boyuna sahip olduğundan bitki örtüsüne orta düzeyde nüfuz edebilmektedir. Orman yangını gibi felaketlerde ise sahanın yerini ve yangının şiddetini belirlemek ve deprem sonrasında enkaz altında kalanların ısı imzalarını kullanarak müdahale ekiplerini yönlendirmek için termal görüntüleme teknolojisi büyük oranda yardımcı olmaktadır.

Optik, SAR, termal vb. farklı verilerin bulunması ve farklı kurum ve kuruluşlar tarafından elde edilen çeşitli verilerin dağınık olması, afet izleme ve yönetim süreçlerinin verimli bir şekilde uygulanmasına engel olmaktadır. Bu durum, afet yönetim süreçlerine veri entegrasyonu ve analiz uygulamalarının standart hale getirilmesini gerektirmektedir. Günümüzde, afet kapsamında ihtiyaç duyulan verilere anında ulaşılması kolay değildir. Bu yüzden, afet yönetiminde ihtiyaç duyulan en önemli unsurlardan biri, doğru, güncel ve uygulamalar için yeterli nitelik ve nicelikte veriler içeren bir veri tabanının oluşturulmasıdır. Etkin bir afet yönetimi için öncelikle söz konusu verilerin paylaşılması ve entegrasyonu sağlanmalıdır. Bu sayede kısa bir sürede gerekli analizler anında yapılarak karar verici ve uygulayıcılara planlama ve karar alma süreçlerinde zaman kazandırılır, erken uyarı sistemi ile olaylara müdahalede kaynak tahsisi daha iyi optimize edilir. Bu noktada, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) ile işbirliği yapılarak afet izleme ve yönetimi kapsamında projelerin geliştirilmesi önemli bir adım teşkil etmektedir. Böylelikle, ülkemizde afet konusunda yetkili kurumlar arasında yapılacak ortaklıklar sayesinde afet yönetimi ile ilgili teknolojilerin kullanımının ve geliştirilmesinin yaygınlaştırılması planlanmaktadır.

7.3. Şehircilik

Artan nüfus ve kentsel alanlardaki hızlı büyüme, şehirlerin sürdürülebilir bir şekilde gelişimini planlamak açısından önemli bir zorluk teşkil etmektedir. Bu nedenle, kentsel alanların düzenli olarak izlenmesi gereklidir. Kentsel izleme, yalnızca altyapı ihtiyaçlarının karşılanmasını sağlamakla kalmaz, aynı zamanda su temini, elektrik gibi temel hizmetlerin yanı sıra sağlık, eğitim ve güvenlik gibi diğer kamu hizmetlerinin

sürekliliğini de güvence altına alır. Hızla büyüyen şehirlerin etkin bir şekilde yönetilmesi için bu hizmetlerin kesintisiz şekilde sunulması önemlidir.

Uzaktan algılama teknolojileri, şehir alanları ve şehircilik faaliyetleri hakkında kritik bilgiler sağlayarak bu zorluklarla başa çıkma kapasitesini artırmaktadır. Uzaktan algılama, çeşitli sensörler aracılığıyla elde edilen verilerin işlenmesiyle kentsel alanların mekânsal dağılımını ve büyüme kalıplarını takip edebilme yeteneğine sahiptir. Bu bağlamda, kentsel planlamada doğru kararlar alabilmek için sağlam bir veri temeline ihtiyaç vardır ve uzaktan algılama bu anlamda önemli bir destek mekanizması oluşturmaktadır.

Özellikle optik ve RADAR uzaktan algılama sistemlerinin etkili bir şekilde kullanımı şehirlerdeki fiziki değişimleri gözlemleme ve bu değişimlerin dinamiklerini anlama konusunda geniş bir perspektif sunmaktadır. Yüksek çözünürlüklü hava fotoğrafı ile uydu ve insansız hava aracı (İHA) görüntüleri, düzenli aralıklarla, örneğin aylık periyotlarla temin edilerek, kentsel çevre yönetiminin ve altyapı faaliyetlerinin izlenmesine katkıda bulunmaktadır. Bu görüntülerin sağladığı ayrıntılı veriler, şehirlerin büyüme alanlarını değerlendirmek, mevcut altyapı durumunu analiz etmek ve gelecekteki ihtiyaçları tahmin etmek için son derece faydalıdır.

Sonuç olarak, uzaktan algılama teknolojileri, kentsel altyapı ve kamu hizmetlerinin yönetimi için gerekli olan bilgileri sağlayarak, hızla büyüyen şehirlerin sürdürülebilir gelişimine katkı sunmaktadır. Bu teknolojilerin etkin kullanımı, şehir planlamacıları ve yöneticiler için stratejik bir avantaj sağlamakta ve şehirlerin daha düzenli ve işlevsel hale gelmesine yardımcı olmaktadır.

7.4. Çevre ve İklim Değişikliği

Uzaktan algılama teknolojileri, hem çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması hem de iklim değişikliği ile mücadele konularında kritik bir rol oynamaktadır. Çevrenin korunması ve iklim değişikliğinin etkilerinin izlenmesi hem ulusal hem de uluslararası düzeyde giderek artan bir öncelik haline gelmiştir. Türkiye, bu alanlarda gerekli adımları atarak, uzaktan algılama teknolojilerini etkin bir şekilde kullanmalıdır. Bu teknolojiler, geniş alanların sürekli ve detaylı bir şekilde izlenmesini, çevresel değişikliklerin ve iklim değişikliğinin etkilerinin erken tespit edilmesini sağlamaktadır. Böylece, çevresel tehditlerin ve iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin önlenmesi ve yönetilmesi daha etkili hale gelecektir. Türkiye'nin çevresel izleme projelerinin kapsamını genişletmesi ve

bu projelerde uzaktan algılama teknolojilerini daha yaygın kullanması, çevre koruma ve iklim değişikliği ile mücadele süreçlerinde büyük bir avantaj sağlayacaktır.

Öneri: Türkiye'nin çevre yönetimi ve iklim değişikliği ile mücadelede uzaktan algılama teknolojilerini daha etkin bir şekilde kullanması kaçınılmaz bir gerekliliktir. Çevresel sürdürülebilirliği sağlamak, doğal kaynakların korunması ve iklim değişikliğinin izlenmesi amacıyla, multispektral ve hiperspektral sensörler gibi ileri teknoloji araçlarının kullanımı yaygınlaştırılmalıdır. Bu sensörler, bitki örtüsü değişiklikleri, su kaynaklarının durumu, orman ekosistemlerinin sağlığı, sıcaklık değişimleri ve diğer çevresel parametrelerin izlenmesi için kritik veriler sağlayacaktır. Bu verilerin düzenli ve sistematik bir şekilde toplanması, analiz edilmesi ve karar destek sistemlerine entegre edilmesi, çevre yönetimi ve iklim değişikliği ile mücadelede etkili politikaların geliştirilmesine olanak tanıyacaktır.

Çevresel izleme projelerinin ve iklim değişikliği izleme projelerinin başarısı, büyük ölçüde, bu verilerin doğru bir şekilde toplanmasına ve analiz edilmesine bağlıdır. Bu bağlamda, Türkiye'de çevre izleme projeleri için uçak, uydu ve İHA teknolojilerinin kullanımı daha geniş bir ölçekte teşvik edilmelidir. Uçak platformundan elde edilen hava fotoğrafı, uydu görüntüleri ve İHA'lardan elde edilen veriler, orman yangınlarının izlenmesi, su kaynaklarının yönetimi, biyolojik çeşitliliğin korunması ve iklim değişikliğinin etkilerinin izlenmesi gibi kritik alanlarda kullanılacaktır. Ayrıca, koruma alanlarının düzenli olarak izlenmesi ve bu alanlardaki değişikliklerin raporlanması, çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması için önemli bir adım olacaktır.

Eylemler: Türkiye'de çevre ve iklim değişikliği izleme projelerinin geliştirilmesi ve bu projelerin ulusal stratejiye entegrasyonu için, Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı başta olmak üzere ilgili tüm paydaşlarla güçlü bir iş birliği yapılması gerekmektedir. Bu iş birliği, ulusal ve uluslararası düzeyde veri paylaşımını teşvik edecek mekanizmaların oluşturulmasını da içermelidir. Veri paylaşımına yönelik açık veri politikalarının benimsenmesi, çevresel izleme projelerinin ve iklim değişikliği izleme projelerinin başarısını artıracak önemli bir adım olacaktır. Bu tür bir veri paylaşımı, araştırma kurumları ve kamu kurumları arasında iş birliğini artıracak ve çevresel izleme projelerinin kapsamının genişletilmesine olanak tanıyacaktır.

Uzaktan algılama verilerinin iklim değişikliği izleme projelerine entegre edilmesi, bu projelerin etkili ve verimli bir şekilde yürütülmesi için gereklidir. İklim değişikliği izleme süreçlerine yönelik veri analizi ve modelleme çalışmalarının artırılması, bu alandaki stratejik hedeflerin gerçekleştirilmesine önemli katkılar sağlayacaktır. Bu

süreçte, elde edilen verilerin karar destek sistemlerinde kullanılması ve bu verilerin analiz edilerek politika yapıcılar için somut ve uygulanabilir önerilere dönüştürülmesi, Türkiye'nin iklim değişikliği ile mücadele stratejilerinin başarısı açısından önemlidir.

Ayrıca, iklim değişikliği izleme projelerine yönelik finansal kaynakların artırılması ve bu projelerin uzun vadeli sürdürülebilirliğinin sağlanması için gerekli adımlar atılmalıdır. Bu projelerin başarısı, büyük ölçüde, sürekli ve yeterli finansal desteğin sağlanmasına bağlıdır. Bu doğrultuda, çevre yönetimi ve iklim değişikliği ile ilgili projelerin desteklenmesi için kamu ve özel sektör iş birlikleri artırılmalı ve bu alanda yatırım teşvikleri sağlanmalıdır. Ayrıca, bu projelerin uzun vadeli sürdürülebilirliğini sağlamak amacıyla, kamuoyuna yönelik bilgilendirme kampanyaları düzenlenmeli ve bu kampanyalar kapsamında uzaktan algılama teknolojilerinin çevre ve iklim değişikliği ile mücadeledeki rolü vurgulanmalıdır. Bu tür farkındalık artırıcı faaliyetler, toplumun çevre ve iklim değişikliği konularında daha bilinçli hareket etmesine ve bu süreçlere katkı sağlamasına olanak tanıyacaktır.

Sonuç olarak, Türkiye'nin çevre yönetimi ve iklim değişikliği ile mücadelede başarılı olabilmesi için uzaktan algılama teknolojilerinin etkin kullanımı büyük bir önem taşımaktadır. İleri sensör teknolojilerin yaygınlaştırılması, veri analizi ve modelleme çalışmalarının artırılması ve bu süreçlerin karar destek sistemlerine entegrasyonu, çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması ve iklim değişikliğinin etkilerinin daha doğru bir şekilde izlenmesine ve değerlendirilmesine olanak tanıyacaktır. Türkiye, çevre ve iklim değişikliği ile mücadelede attığı bu adımlarla, ulusal ve uluslararası düzeyde örnek teşkil edebilir ve gelecekteki çevresel tehditlere karşı daha dirençli bir yapıya kavuşabilir. Bu doğrultuda, tüm paydaşların iş birliği yaparak, çevrenin korunması ve iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini en aza indirmek için gerekli stratejileri geliştirmesi ve uygulamaya koyması gerekmektedir.

7.5. Tarım

Tarım alanlarında uzaktan algılama verileri; ürün haritalama, bitki sağlığı, ürün verimi, tarımsal istatistiklerinin üretilmesi vb. uygulamalar için kullanılmaktadır. Türkiye'de tarımsal ürün çeşitliliğinin fazla olması ve tarım parsellerinin niceliksel özelliklerinin bulundukları bölgeye göre değişkenlik göstermesi gibi nedenler dolayısıyla, ülkemizde tarım alanlarının uzaktan algılama verileri kullanılarak analiz edilmesi bölgesel hatta mikro ölçekli değerlendirilmesi gereken bir konudur.

Tarımsal uygulamalar sayesinde, bitkilerin tarlaya ekim öncesinden başlayarak tüm gelişim süreçlerini kapsayacak şekilde çıktılar üretilmektedir. Tarım arazileri, uzaktan algılama verileri kullanılarak analiz edildiği takdirde, tarımsal faaliyetler daha koordineli yürütülür. Böylelikle, zirai etkinliği artırmak amacıyla çalışan birimlerin elinde niteliği yüksek veriler olur.

Tarımsal süreçlerin hava durumu, toprağın yapısı gibi birçok parametreye bağlı olması nedeniyle çok boyutlu ve detaylı incelenmesi gerekmektedir. Bu nedenle, özellikle tarımsal faaliyet sezonu boyunca haftada ya da iki haftada bir görüntüler elde edilmelidir. Bu sayede, hangi ürünün hangi şartlarda optimum sonuç vereceği gibi detaylı analizler gerçekleştirilir. Ayrıca, bitki sağlığının öncelikli olduğu hassas durumlarda daha sık izleme yapılması gerekirken, düşük riskli bölgelerde daha seyrek biçimde görüntü alınabilir. Bilhassa rekolte tahmini ve ürün deseni çalışmaları için, bitkilerin gelişim evrelerine göre kararlaştırılacak özel aralıklar şeklinde görüntü alımları planlanmalıdır. Tarım sezonu dışında ise aylık veya daha seyrek şekilde görüntü alınması düşünülmektedir.

Tarım alanları, ülkemizin her coğrafi bölgesinde bulunmaktadır ve toplam yüzölçümünün yaklaşık üçte biri ekilebilir tarım arazilerinden oluşmaktadır. Bu alanların takibi ülkemizin tarım politikalarının düzenlenmesi açısından oldukça önemlidir. Her bölge için farklı arazi ve iklim koşulları olduğundan dolayı, tarım çalışmalarında kullanılacak uzaktan algılama verisi temini konusu de bölgesel bakış açısıyla değerlendirilmelidir. Örneğin, ülkemizin kuzey bölümlerinde tarım parselleri görece küçük boyutlardadır. Bu bölgeler için mekânsal çözünürlüğü yüksek verilere ihtiyaç vardır. Ancak, Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde tarım parsellerinin boyutları daha büyüktür ve bu bölgelerdeki tarım arazilerinin takibi için mekânsal çözünürlüğün Karadeniz bölgesinde olduğu gibi yüksek olması gerekmez.

Özellikle hassas tarım uygulamalarının ve gübreleme planlarının uygulandığı alanlarda çok yüksek mekânsal çözünürlüklü görüntülere sıklıkla erişilmesi gerekmektedir. Uçak ve İHA'lara monte edilecek algılayıcılar sayesinde bu ihtiyaçlar karşılanabilir. Tarımsal uygulamalarda kullanılacak sensörler, elektromanyetik spektrumun hem görünür bölgesinden hem de bitkilerin analizi için oldukça kullanışlı olan kızılötesi bölgeden yayılan enerjiyi kaydedebilecek özellikte olması gerekmektedir. SAR algılayıcılar ise arazi yüzeylerinin yapısal özelliklerine karşı hassastır ve ürün biyokütlesine karşı duyarlılık göstermektedir. Bu nedenle; mahsul türü haritalama,

büyüme izleme, toprak nemi analizi ve tarımsal ürün verim tahmini gibi uygulamalarda kullanılması önerilmektedir.

Termal algılayıcılar da mahsul ve toprak izleme başta olmak üzere pek çok tarımsal uygulamada kullanılabilir. Toprak ve mahsul su stresinin tahmin edilmesi, hastalık bulaşmış bitkilerin tespiti, ürün olgunluğunun izlenmesi ve tarımsal kuraklığın izlenmesi gibi süreçler termal uzaktan algılama verileri ile daha verimli şekilde takip edilir. Tüm bu faaliyetlerin gerçekleştirilmesi için tarım alanlarının uçak ve uydu bazlı platformlar kullanılarak optik, SAR ve termal sensörlerle izlenmesi gerekmektedir.

Ülkemizde tarımsal faaliyetlerin optimum düzeyde gerçekleştirilmesi ve ülke ekonomimize en yüksek düzeyde katkı sağlamak adına uzaktan algılama verileri kullanılmalıdır. Bu verilerin elde edilmesi, analiz edilmesi ve sonuç ürünlerinin üretilip sunulması süreçleri kamu, üniversite ve sanayi iş birliği içerisinde yürütülmelidir. Tarım ve Orman Bakanlığının ilgili birimlerinin talepleri doğrultusunda kamu kurum ve kuruluşlarının koordineli çalışması ile ülke çapında ve bölgesel ölçekte tarım strateji ve politikalarının hazırlanması önerilmektedir.

7.6. Orman

Orman ekosistemleri hem dünya hem de ülkemiz için kritik bir önem arz etmektedir. Biyolojik çeşitliliğin korunmasında, iklimin düzenlenmesinde, karbon depolamada ve su döngüsünün devamlılığında kritik bir rol oynamaktadırlar. Ayrıca, ormanlar yerel ve küresel düzeyde ekonomik, kültürel ve sosyal açıdan da büyük önem taşır. Ancak, ormansızlaşma, yasadışı ağaç kesimi, orman yangınları ve iklim değişikliği gibi tehditler, ormanların sürdürülebilirliğini ciddi şekilde tehlikeye atmaktadır. Bu nedenle, ormanların korunması ve sürdürülebilir yönetimi, gelişmiş teknolojilerin ve bilimsel verilerin etkin bir şekilde kullanılmasıyla mümkün hale gelebilir. Bu gelişmiş teknolojiler arasında uzaktan algılama teknolojileri de başı çekmektedir.

Orman yangınları ve orman örtüsü değişikliklerinin izlenmesi, orman ekosistemlerinin sürdürülebilirliği için kritik öneme sahiptir. Uzaktan algılama teknolojileri, yüksek mekânsal ve spektral çözünürlüğe sahip uçak platformundan elde edilen hava fotoğrafı, uydu görüntüleri, İHA'lar ve termal görüntüleme sistemleri ile bu izleme süreçlerini etkin bir şekilde gerçekleştirmektedir. Ülkemizde bulunan ormanlık

alanların takibi için çözünürlük ihtiyaçları belirlenmeli bu ihtiyaçlar hususunda hareket edilmelidir.

Orman yangınları için termal uydu görüntüleri ve hasar tespiti için de hiperspektral görüntüler kullanılmalıdır. Anlık orman yangını tespitleri için ise IHA ve uçak platformları kullanılmalıdır. Bunun yanı sıra ormansızlaşma ve iklim değişikliği gibi olayların tespiti için de yüksek çözünürlüklü multispektral görüntüler kullanılmalıdır.



KAYNAKÇA

- [1] Weng, Qihao. An introduction to contemporary remote sensing. McGraw-Hill Education, 2012.
- [2] Avery Thomas Eugene, and Graydon Lennis Berlin. "Fundamentals of remote sensing and airphoto interpretation." (No Title) (1992).
- [3] Tan, Su-Yin. Meteorological satellite systems. Springer Science & Business Media, 2013.
- [4] "NASA. (2021). Celebrating 61 Years of Watching Weather from Space. Erişim: 12 Ağustos 2024. [Çevrimiçi]. Erişim adresi: <https://www.nesdis.noaa.gov/news/celebrating-61-years-of-watching-weather-space>
- [5] Anadolu Üniversitesi Yayınları (2018). Uzaktan Algılama
- [6] Yüksel, Gökhan, vd. "TÜBİTAK-UZAY yer gözlem uydusu çalışmaları ve görüntü temin politikaları." 2016.
- [7] Sakarya, Ufuk, et al. "AFET YÖNETİMİNDE GÖRÜNTÜ İŞLEME UYGULAMALARININ KISA BİR İNCELEMESİ VE RASAT İLE ÖRNEK UYGULAMALAR." V. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu (UZAL-CBS 2014). 2014.
- [8] Teke, Mustafa, and Yasemin Yardımcı. "Göktürk-2 Zaman Serisi Görüntüleri ile Ürün Sınıflandırma Crop Classification with Göktürk-2 Time Series Imagery." Signal Processing and Communication Application Conference (SIU). Vol. 2016. 2016.
- [9] Ünal, Ahmet, and Ferruh Yıldız. "Göktürk-1 Uydu Görüntülerinin Pankeskinleştirme Performansının İncelenmesi." Geomatik 6.2 (2022): 148-164.
- [10] İMECE Uydusu 16 Mayıs'ta 'Samsun' Fotoğrafi Paylaştı. Erişim: 12 Ağustos 2024. [Çevrimiçi]. Erişim adresi: <https://www.kanal362.com.tr/imece-uydusu-16-mayis-ta-samsun-fotografi-paylasti/46536/>
- [11] Nelson, Ross. "How did we get here? An early history of forestry lidar1." Canadian Journal of Remote Sensing 39.sup1 (2013): S6-S17

[12] Kadochnikov, A., & Tokarev, A. (2020). Cataloging system for Russian satellites remote sensing data: main characteristics and operating experience. E3S Web of Conferences, 223, 03023. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202022303023>

[13] Li, D., Wang, M., Guo, H., & Jin, W. (2024). On China's earth observation system: mission, vision and application. Geo-spatial Information Science, 1–19. <https://doi.org/10.1080/10095020.2024.2328100>

[14] 2019 NATIONAL PLAN FOR CIVIL EARTH OBSERVATIONS. (2019). U.S. Group on Earth Observations Subcommittee Committee on the Environment of the NATIONAL SCIENCE & TECHNOLOGY COUNCIL. <https://usgeo.gov/uploads/Natl-Plan-for-Civil-Earth-Obs.pdf>

[15] Indian Space Policy - 2023. (2023). <https://www.isro.gov.in/>. Erişim tarihi: 7 Ağustos, 2024, Erişim adresi: https://www.isro.gov.in/media_isro/pdf/IndianSpacePolicy2023.pdf

[16] Thomas, D. J. V. (2024, Mart). Indian Space Policy 2023 & Future missions. NRSC User Interaction Meet - 2024, EO Applications & DMS Programme Office ISRO HQ. https://www.nrsc.gov.in/sites/default/files/pdf/ebooks/UIM-2024/1_UIM_2024.pdf

[17] Aschbacher, J. (2017). ESA's Earth Observation Strategy and Copernicus. İçinde Satellite Earth Observations and Their Impact on Society and Policy (ss. 81-86). https://doi.org/10.1007/978-981-10-3713-9_5

[18] Antoine, D., Bojinski, S., Carli, B., Chapron, B., Crevoisier, C., Ebbing, J., Johannessen, J., Lewis, P., Moreno, J., Pail, R., Remedios, J., Rott, H., Shepherd, A., Fletcher, K., Rast, M., & Kern, M. (2015). Earth Observation Science Strategy for ESA - A New Era for Scientific Advances and Societal Benefits (s. 40). https://esamultimedia.esa.int/multimedia/publications/SP-1329_1/SP-1329-1.pdf

[19] Canada's Strategy for Satellite Earth Observation. (2022, Şubat). <https://www.asc-csa.gc.ca/eng/>. Erişim tarihi: Ağustos 6, 2024, Erişim adresi: <https://www.asc-csa.gc.ca/pdf/eng/publications/canada-strategy-for-satellite-earth-observation-v2.pdf>

[20] Data viewer. (Ağustos, 2024.). <https://land.copernicus.eu/en/map-viewer?dataset=c987cc580fcc40f7b7b4c31fec0a5312>

[21] Enhancing Software with Satellite Imagery Analytics for Agriculture: EOSDA Crop Monitoring. (n.d.). GIS Cafe. <https://giscafe.com/nbc/articles/1/2002366/Enhancing-Software-with-Satellite-Imagery-Analytics-Agriculture-EOSDA-Crop-Monitoring>

[22] EUMETSAT. (Ağustos, 2024.). Ocean. <https://www.eumetsat.int/what-we-monitor/ocean>

[23] Reiche, J., Balling, J., Pickens, A. H., Masolele, R. N., Berger, A., Weisse, M. J., Mannarino, D., Gou, Y., Slagter, B., Donchyts, G., & Carter, S. (2024). Integrating satellite-based forest disturbance alerts improves detection timeliness and confidence. *Environmental Research Letters*, 19(5), 054011. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ad2d82>

[24] Carvalho-Santos, C., Monteiro, A. T., Arenas-Castro, S., Greifeneder, F., Marcos, B., Portela, A. P., & Honrado, J. P. (2018). Ecosystem Services in a Protected Mountain Range of Portugal: Satellite-Based Products for State and Trend Analysis. *Remote Sensing*, 10(10), Article 10. <https://doi.org/10.3390/rs10101573>

[25] Xue, M., Li, J., Zhao, Z., & Luo, Q. (2022). SAR2HEIGHT: Height Estimation from a Single SAR Image in Mountain Areas via Sparse Height and Proxyless Depth-Aware Penalty Neural Architecture Search for Unet. *Remote Sensing*, 14(21), Article 21. <https://doi.org/10.3390/rs14215392>

[26] Urban Planning | Satellite Imaging Corp. (2024). <https://www.satimagingcorp.com/applications/environmental-impact-studies/urban-planning/>

[27] Agriculture Mapping | Satellite Imaging Corp. (2024). <https://www.satimagingcorp.com/applications/natural-resources/agriculture/>

[28] Sentera. (2024, Haziran 5). Home - Sentera. <https://sentera.com/>

[29] Water | VITO Remote Sensing. (Ağustos, 2024.).
<https://remotesensing.vito.be/applications/water>

[30] Mehendale, Ninad, and Srushti Neoge. "Review on lidar technology." Available at SSRN 3604309 (2020).

[31] Zhou, Guoqing. Urban High-Resolution Remote Sensing: Algorithms and Modeling. CRC Press, 2020.

[32] Srivastava, P. K., Gupta, D. K., Islam, T., Han, D., & Prasad, R. (Eds.). (2022). Radar Remote Sensing: Applications and Challenges.

[33] Novresiandi, Dandy Aditya, Andie Setiyoko, and Rahmat Arief. "Synthetic aperture radar (SAR) data applications for tropical peatlands monitoring activities: An overview." Remote Sensing Applications: Society and Environment 29 (2023): 100893.

[34] Krampf, Connie. "" The Essentials of SAR, A Conceptual View of Synthetic Aperture Radar and its Remarkable Capabilities"." Photogrammetric Engineering & Remote Sensing 88.12 (2022).) (Ferreti, 2000)(Berardino, 2002).

[35] Abdikan, Saygin & Calò, Fabiana & Balik Sanli, Fusun & Pepe, A. & Gorum, Tolga. (2014). Megakent İstanbul'da Meydana Gelen Yüzey Deformasyonlarının Dınsar Yöntemi İle Analizi.

[36] Ünal, M. (2022). Kentsel Yüzey Isı Adalarının Belirlenmesinde Yer Yüzey Sıcaklık Verilerinin Kullanımı. European Journal of Science and Technology. <https://doi.org/10.31590/ejosat.1039572>

[37] Monitoring crop health across the Netherlands. (n.d.).
https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-1/Monitoring_crop_health_across_the_Netherlands

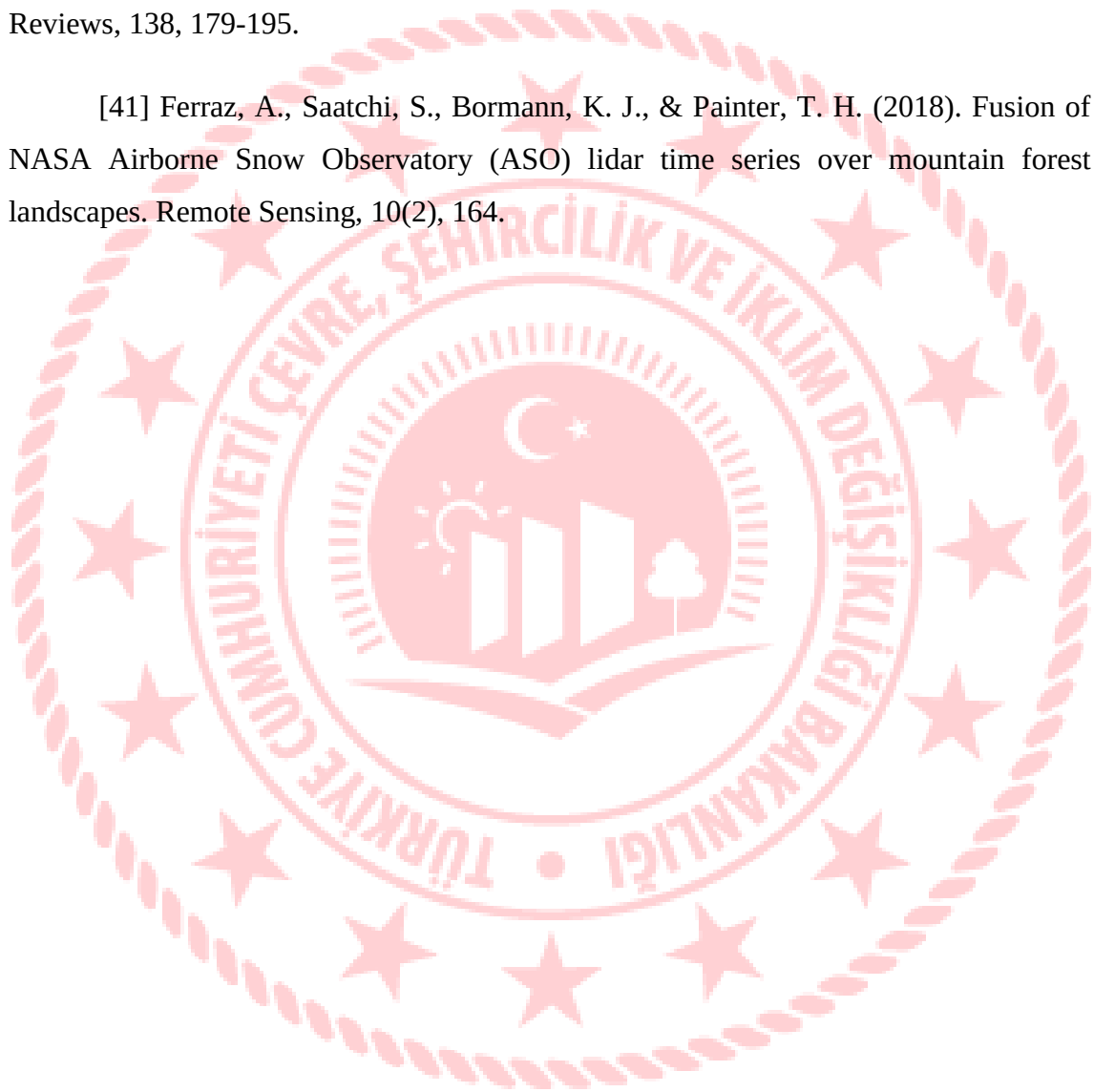
[38] Habib, A. (2024, April 16). Lidar technology for scalable forest inventory. GIM International. <https://www.gim-international.com/content/article/lidar-technology-for-scalable-forest-inventory>

[39] Watson, C. Scott & Elliott, John & Ebmeier, Susanna & Biggs, Juliet & Albino, Fabien & Brown, Sarah & Burns, Helen & Hooper, Andy & Lazecky, Milan &

Maghsoudi, Yasser & Rigby, Richard & Wright, Tim. (2022). Strategies for improving the communication of satellite-derived InSAR ground displacements. 10.5194/gc-2022-15.

[40] Li, J., Li, Z. W., Ding, X. L., Wang, Q. J., Zhu, J. J., & Wang, C. C. (2014). Investigating mountain glacier motion with the method of SAR intensity-tracking: Removal of topographic effects and analysis of the dynamic patterns. *Earth-Science Reviews*, 138, 179-195.

[41] Ferraz, A., Saatchi, S., Bormann, K. J., & Painter, T. H. (2018). Fusion of NASA Airborne Snow Observatory (ASO) lidar time series over mountain forest landscapes. *Remote Sensing*, 10(2), 164.





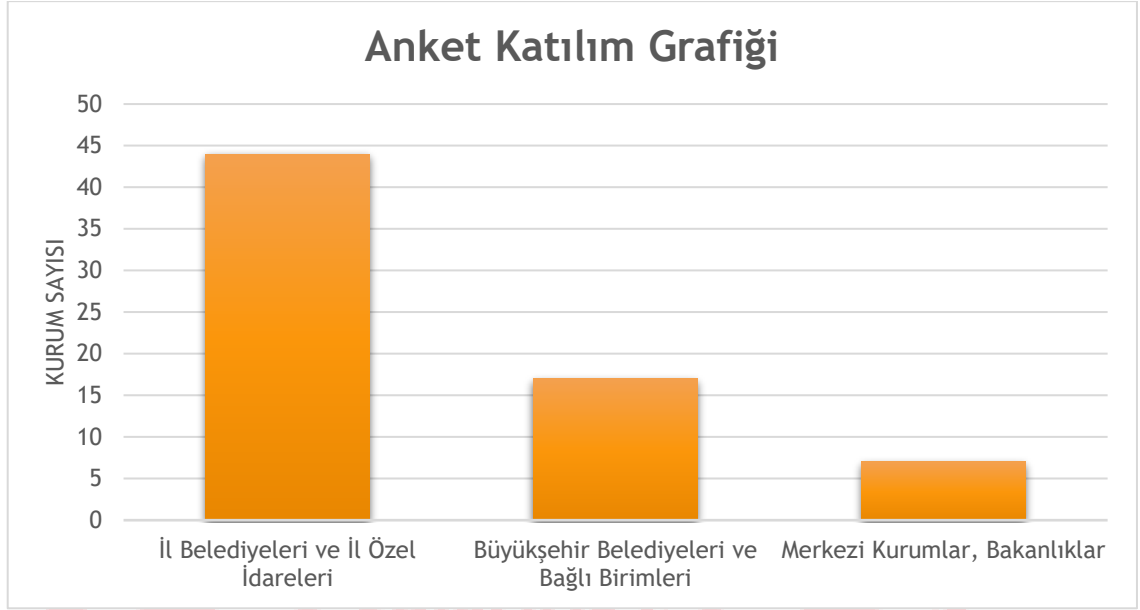
EKLER

EK 1. Kamu Kurumları Uzaktan Algılama Teknik Bilgi Formu Raporu

Coğrafi Bilgi Sistemlerine İlişkin Kurullar ve Çalışma Heyetleri Hakkında Yönetmeliğin 7. maddesi ve 2024/1 sayılı Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemi Yürütme Kurulu Kararları doğrultusunda, ulusal düzeyde ihtiyaç duyulan görüntülerin/hava fotoğraflarının türü (optik, termal, radar, çok bantlı vb.), kapsama alanı (ülke, şehir, kırsal, kent içi, kıyı, orman, korunan alan vb.), çözünürlüğü ve güncelleme periyodunun belirlenmesi amacıyla “Ulusal Uzaktan Algılama Verilerinin Entegre Yönetimi Stratejisi Çalışma Heyeti” oluşturulmuştur. Ulusal Uzaktan Algılama Verilerinin Entegre Yönetimi Stratejisi Çalışma Heyeti tarafından ulusal düzeyde kurumlarca hâlihazırda kullanılan, ihtiyaç duyulan ve üretimi yapılan uzaktan algılama verilerinin özelliklerinin tespiti maksadıyla Kamu Kurumları Uzaktan Algılama Teknik Bilgi Formu hazırlanmıştır. Söz konusu anket 31 büyükşehir belediyesi, 131 il belediye ve özel idaresi, 14 merkezi kurum ve bakanlıklar olarak toplam 176 kuruma gönderilerek kurumların uzaktan algılama kapsamında ilgili birimleri tarafından doldurulması talep edilmiştir. 2024 Haziran ayı içerisinde tamamlanan anketlerin sonuçları toplanarak raporda sunulmuştur.

Söz konusu anket üç ayrı bölümden oluşmaktadır. 1. bölümde ilgili kurumların kullandıkları verilerin temin edilme biçimleri ve görüntü servislerinin yanı sıra mekânsal, radyometrik, spektral ve zamansal çözünürlükleri ile elde ettikleri sonuç ürünler raporlanmıştır. 2. bölümde ihtiyaç duydukları verilerin nitelikleri ve yine tercih ettikleri temin yöntemleri bildirilmiştir. Son bölümde ise kurumların varsa kendi ürettikleri verileri ürettikleri platformlar ile çözünürlükleri araştırılmıştır.

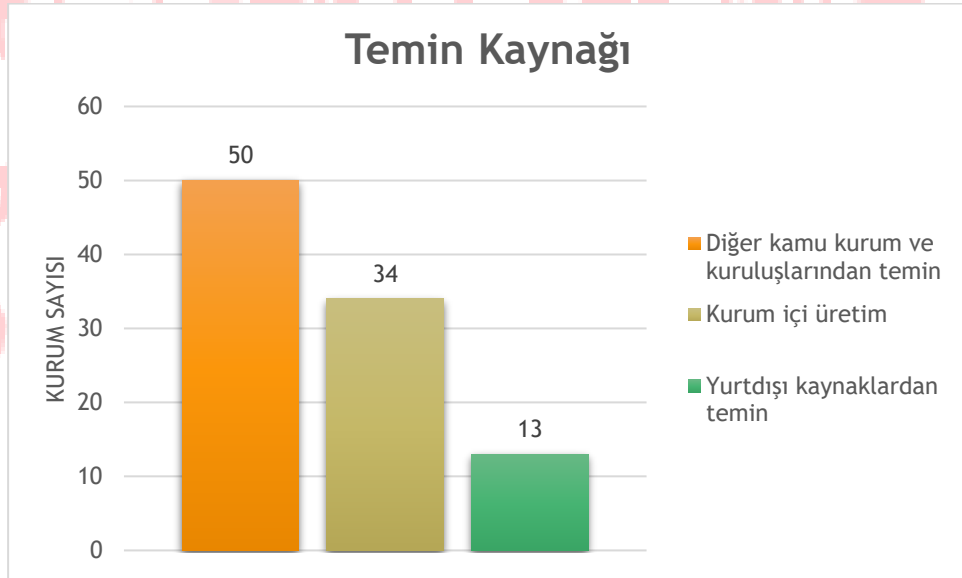
Ankete 7 merkezi kurum, 17 büyükşehir belediyesi ve 44 il belediye ve idaresi olmak üzere 66 kurum katılım göstermiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Ankete katılan kurumların dağılımı.

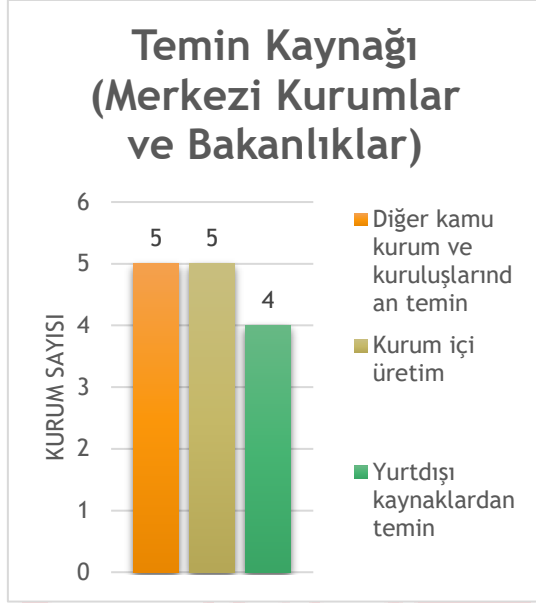
Bölüm 1

Bu bölümde kurumların kullanmakta oldukları uzaktan algılama verilerinin özellikleri incelenmiştir. Bu bağlamda söz konusu verilerin temin kaynağı, çözünürlük, kullanım sıklığı ve elde edilen sonuç ürünler gibi başlıklar araştırılmıştır.

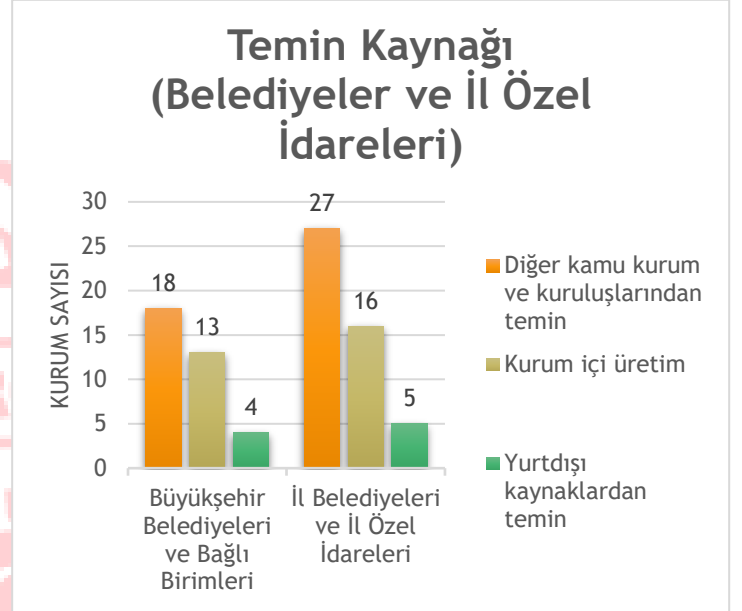


Şekil 2. Kurumlar tarafından kullanılan görüntülerin temin kaynağı dağılımı.

Şekil 2 incelendiğinde kurumların genellikle verileri diğer kamu kurum ve kuruluşlardan temin ettikleri görülmektedir. Üç temin kaynağı kıyaslandığında ise yurtdışı kaynaklardan veri temin etme yöntemi en az kullanılan yöntem olarak görülmektedir.

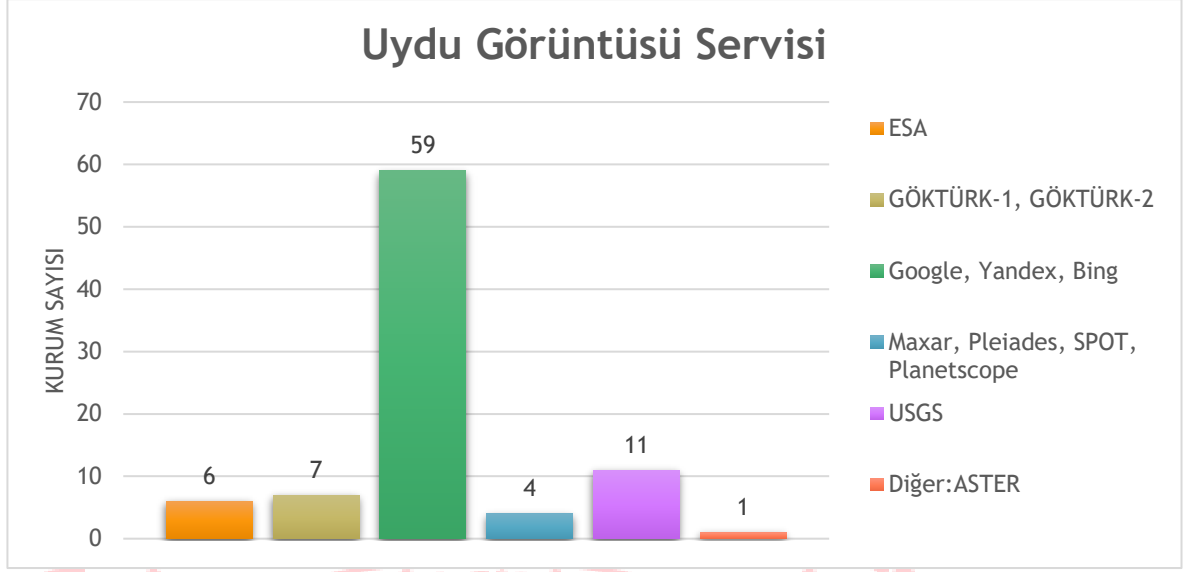


Şekil 3. Merkezi kurumlar ve bakanlıklar tarafından kullanılan görüntülerin temin kaynağı dağılımı.



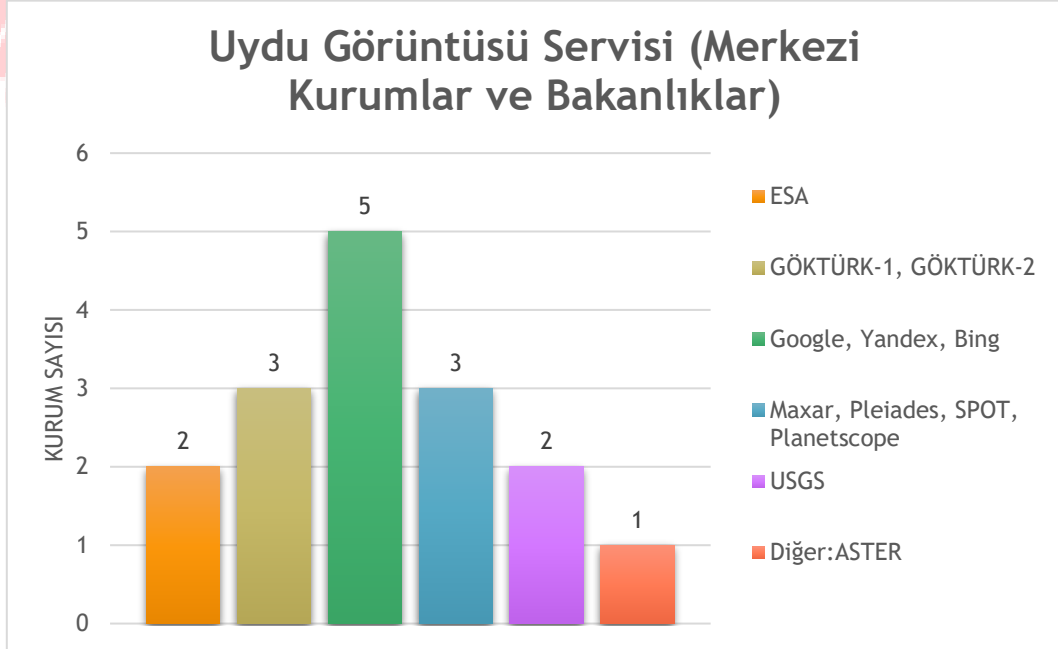
Şekil 4. Belediyeler ve il özel idareleri tarafından kullanılan görüntülerin temin kaynağı dağılımı.

Merkezi kurumların çoğunluğunun kendi verilerini üretebilme kabiliyeti olduğu görülmesine rağmen özellikle belediye ve il özel idarelerinde bu oran daha düşük seyretmektedir. Bazı kurumlar ise görüntü temin kaynağı olarak birden fazla temin yöntemini kullanabilmektedir. Örneğin, kendi ürettikleri veriler ile beraber diğer temin yöntemleri de önemli bir kaynak olabilmektedir.

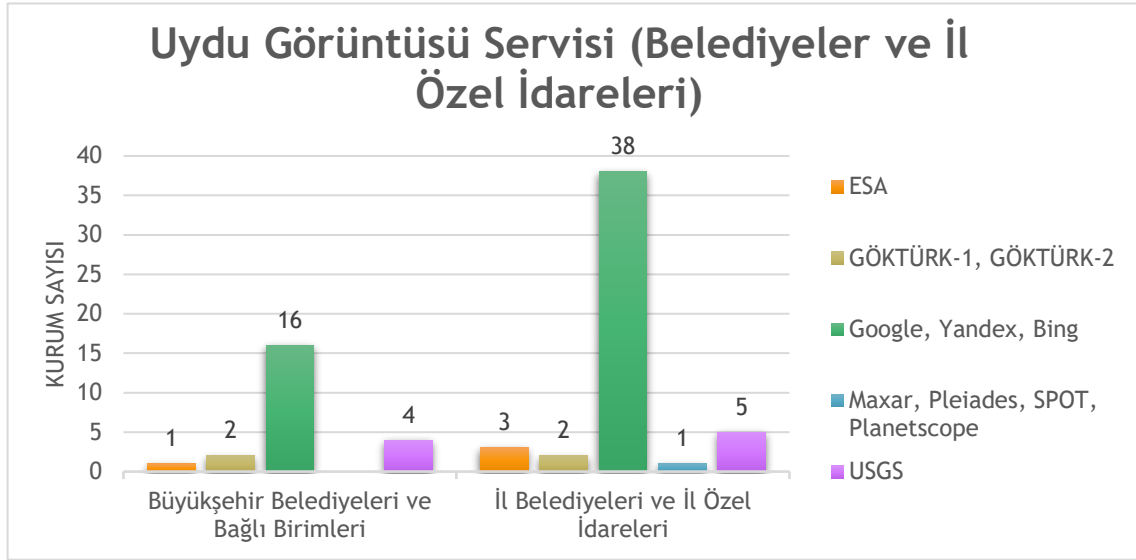


Şekil 5. Kurumlar tarafından kullanılan uydu görüntüsü servisi dağılımı.

Kurumlar tarafından uydu görüntü servisi olarak Google, Yandex ve Bing servisleri en fazla kullanılırken Gökürk-1 ve Gökürk-2 görüntü servisleri en az sayıda kullanılmakta olan görüntü servisleridir. Ayrıca ücretsiz olarak sunulan USGS ve ESA görüntülerini kullanan kurum sayısı büyükşehir belediyelerinde 5 iken, il Belediyelerinde 8, merkezi kurumlar ve bakanlıklarda ise 4'tür.



Şekil 6. Merkezi kurumlar ve bakanlıklar tarafından kullanılan uydu görüntüsü servisi dağılımı.



Şekil 7. Belediyeler ve il özel idareleri tarafından kullanılan uydu görüntüsü servisi dağılımı.

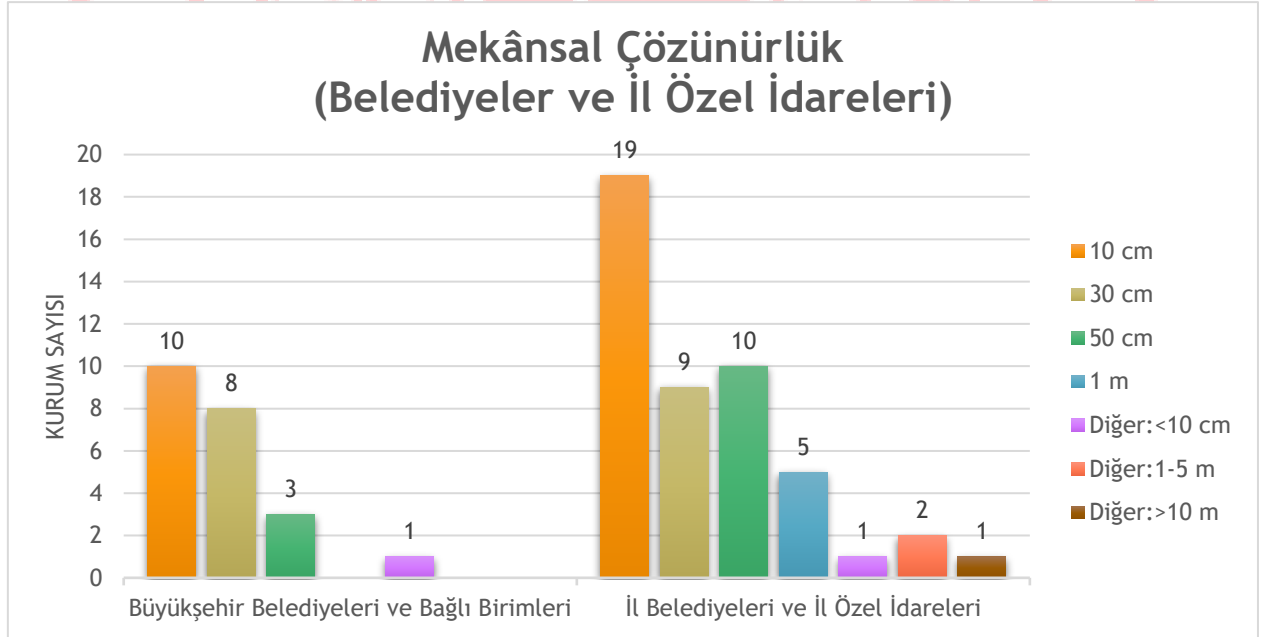


Şekil 8. Kurumlar tarafından kullanılan görüntülerin mekânsal çözünürlük dağılımı.

Şekiller incelendiğinde kurumların genellikle 10, 30 ve 50 cm gibi yüksek mekânsal çözünürlüklü görüntüleri kullanmayı tercih ettikleri görülmektedir.



Şekil 9.Merkezi kurumlar ve bakanlıklar tarafından kullanılan görüntülerin mekânsal çözünürlük dağılımı.



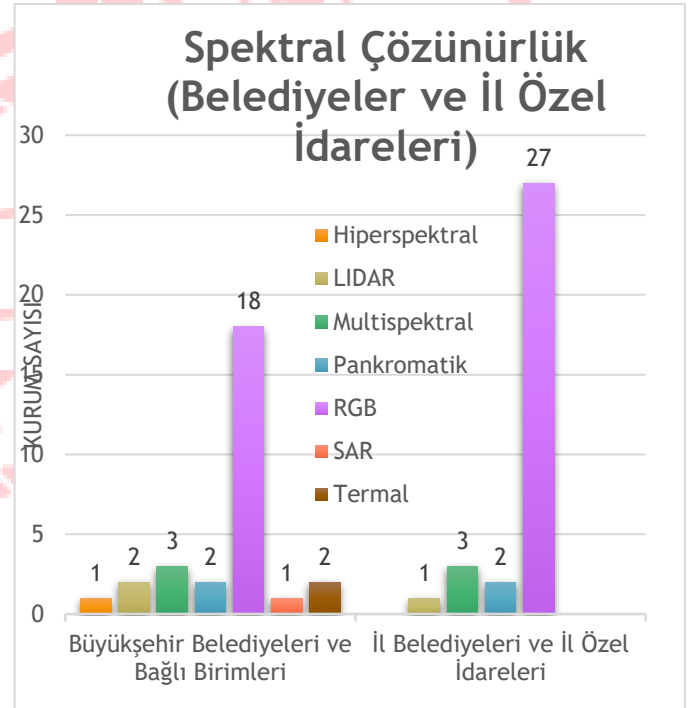
Şekil 10.Belediyeler ve il özel idareleri tarafından kullanılan görüntülerin mekânsal çözünürlük dağılımı.

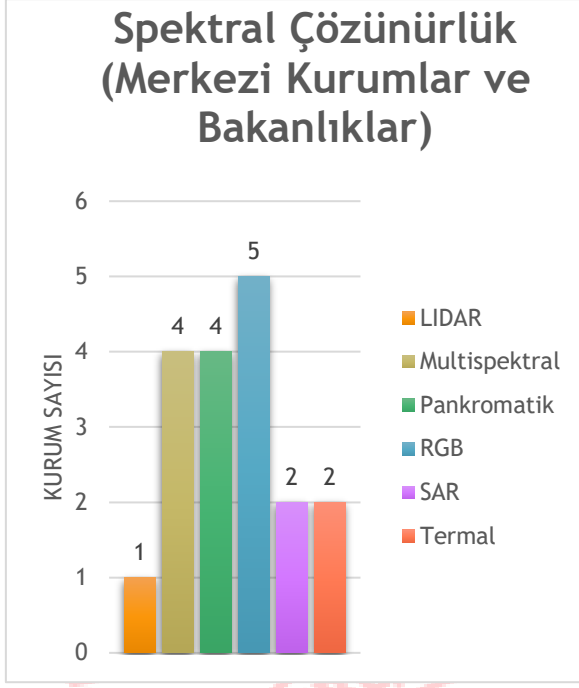
Merkezi kurumlar görev alanları gereği farklı ölçekte çalıştıklarından dolayı çeşitli seviyelerde mekânsal çözünürlükte görüntüler kullanırken belediyeler ve il özel idareleri ise daha küçük bölgelerde çalıştıklarından dolayı yüksek seviyede mekânsal çözünürlüklü görüntüleri kullandığı belirlenmiştir.



Şekil 11. Kurumlar tarafından kullanılan görüntülerin spektral çözünürlük dağılımı.

Kurumlar tarafından RGB doğal renkli bant kompoziti en fazla kullanılan bant kompoziti olurken SAR ve Hiperspektral spektral çözünürlükteki görüntüler en az kullanılanlar olmuştur.





Şekil 12.Merkezi kurumlar ve bakanlıklar tarafından kullanılan görüntülerin spektral çözünürlük dağılımı.

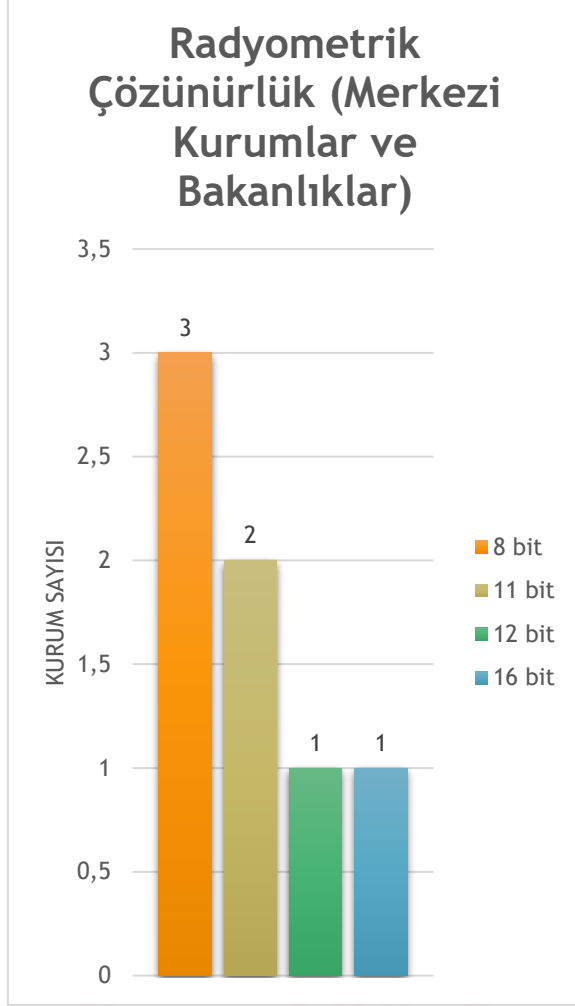
Şekil 13.Belediyeler ve il özel idareleri tarafından kullanılan görüntülerin spektral çözünürlük dağılımı.

Bunun yanı sıra merkezi kurumlar ve bakanlıklarda Termal, LIDAR ve SAR gibi görüntüleri de kullanılırken büyükşehir ve il belediyelerinde RGB görüntülerin ağır bastığı belirlenmiştir.



Şekil 14.Kurumlar tarafından kullanılan görüntülerin radyometrik çözünürlük dağılımı.

Şekil 14’de görüldüğü üzere kurumlar arasında 8 bit en çok kullanılan radyometrik çözünürlük olmuştur.



Şekil 15. Merkezi kurumlar ve bakanlıklar tarafından kullanılan görüntülerin radyometrik çözünürlük dağılımı.



Şekil 16. Belediyeler ve il özel idareleri tarafından kullanılan görüntülerin radyometrik çözünürlük dağılımı.

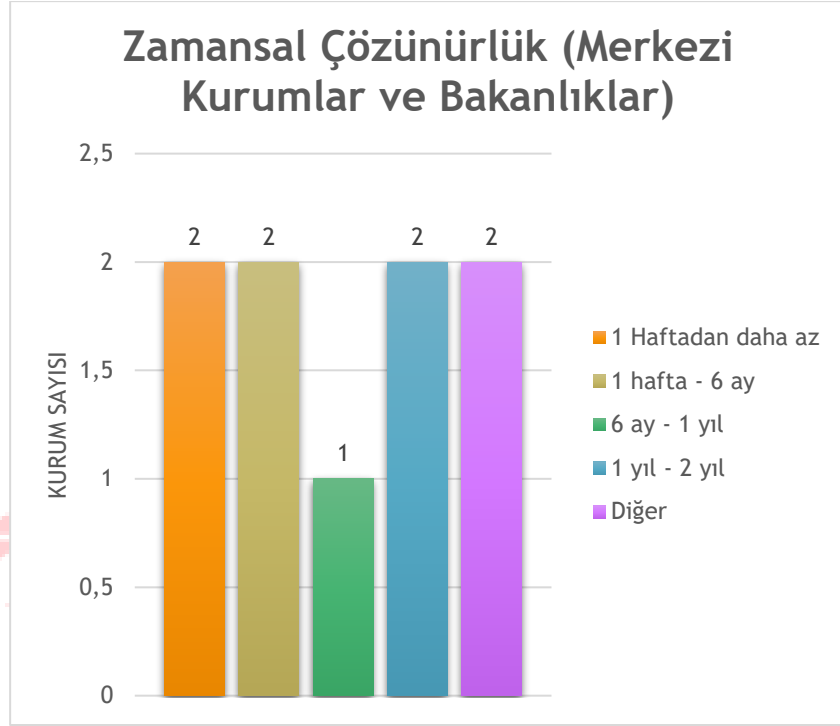
11 bit radyometrik çözünürlük, DSİ ve HGM olmak üzere yalnızca 2 adet merkezi kurum tarafından kullanılarak en az tercih edilen radyometrik çözünürlük tipi olmuştur. 2 il özel idaresi ve 1 belediye 12 bit görüntü kullanmaktadır.



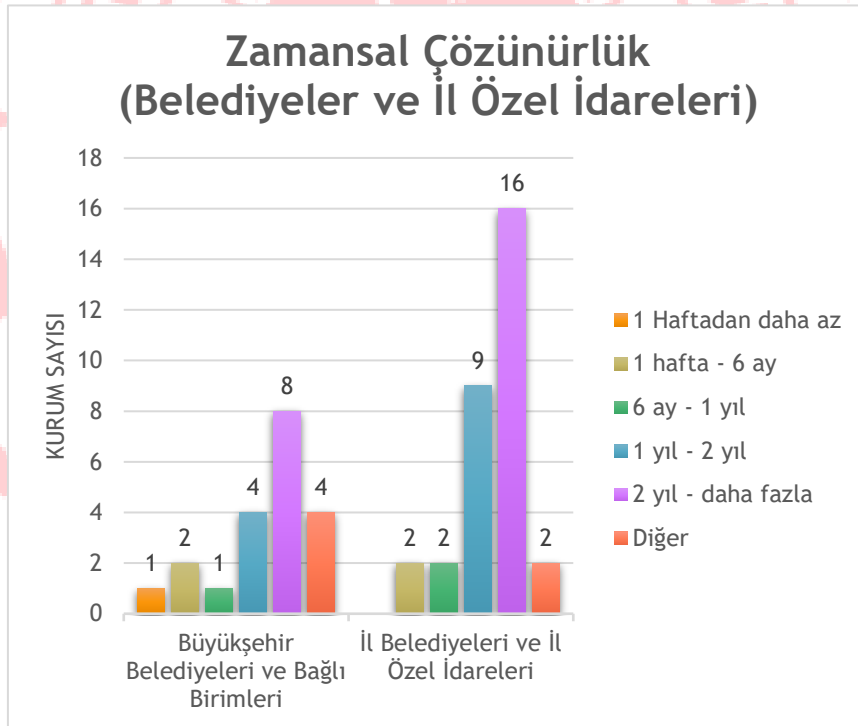
Şekil 17. Kurumlar tarafından kullanılan görüntülerin zamansal çözünürlük dağılımı.

Kurumların kullandıkları görüntüleri güncelleme sıklığı olarak zamansal çözünürlük bakımından 2 yıl veya daha fazla gibi bir süre tercih ettikleri belirlenmiştir.

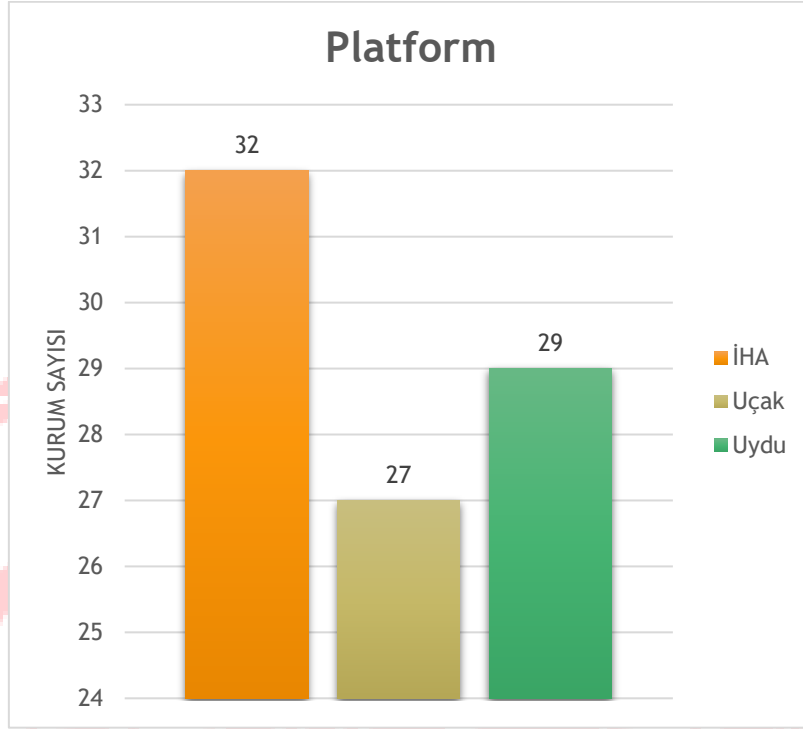
Merkezi kurumlar ve bakanlıklarda güncelleme sıklığı süresi 1 haftadan daha az gibi kısa periyotlar gerektiren görüntülerin kullanıldığı da görülmüştür. Belediyeler ve il özel idareleri ise 2 yıl- daha fazla veya 1 yıl - 2 yıl zaman aralıklarını tercih etmişlerdir. Ayrıca bazı kurumlar yürütülen projeye ve anlık gelişen veri ihtiyacına göre güncelleme sıklığının değişken olduğunu da belirtmişlerdir.



Şekil 18.Merkezi kurumlar ve bakanlıklar tarafından kullanılan görüntülerin zamansal çözünürlük dağılımı.

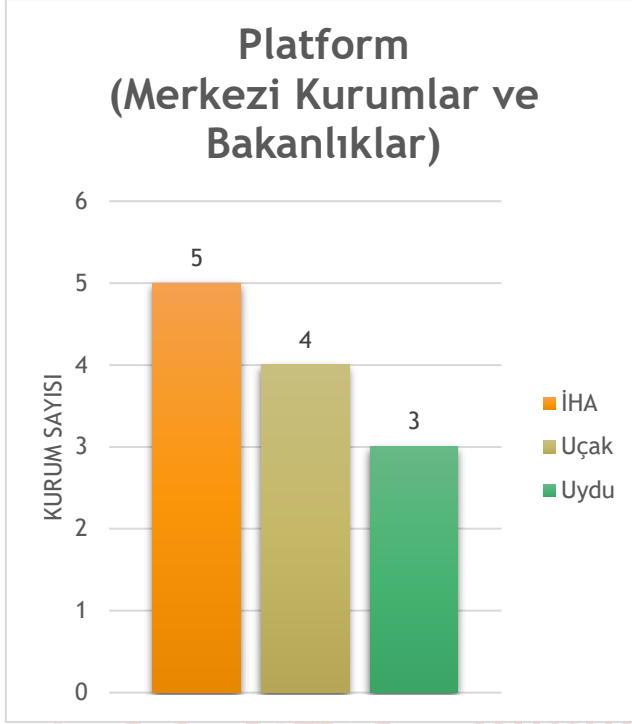


Şekil 19.Belediyeler ve il özel idareleri tarafından kullanılan görüntülerin zamansal çözünürlük dağılımı.

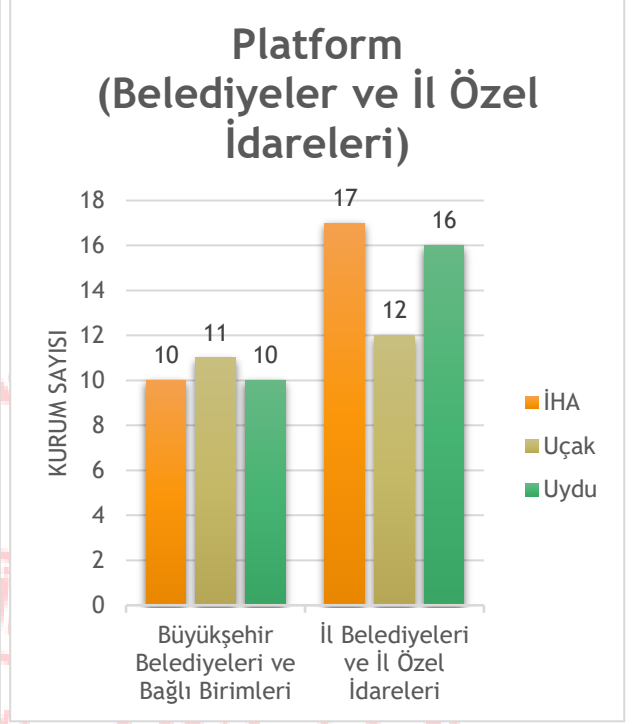


Şekil 20. Kurumlar tarafından kullanılan görüntülerin elde edilme platformunun dağılımı.

Görüntülerin elde edilme platformu olarak İHA, uçak ve uydu platformlarının dengeli bir şekilde kullanıldığı görülmüştür.

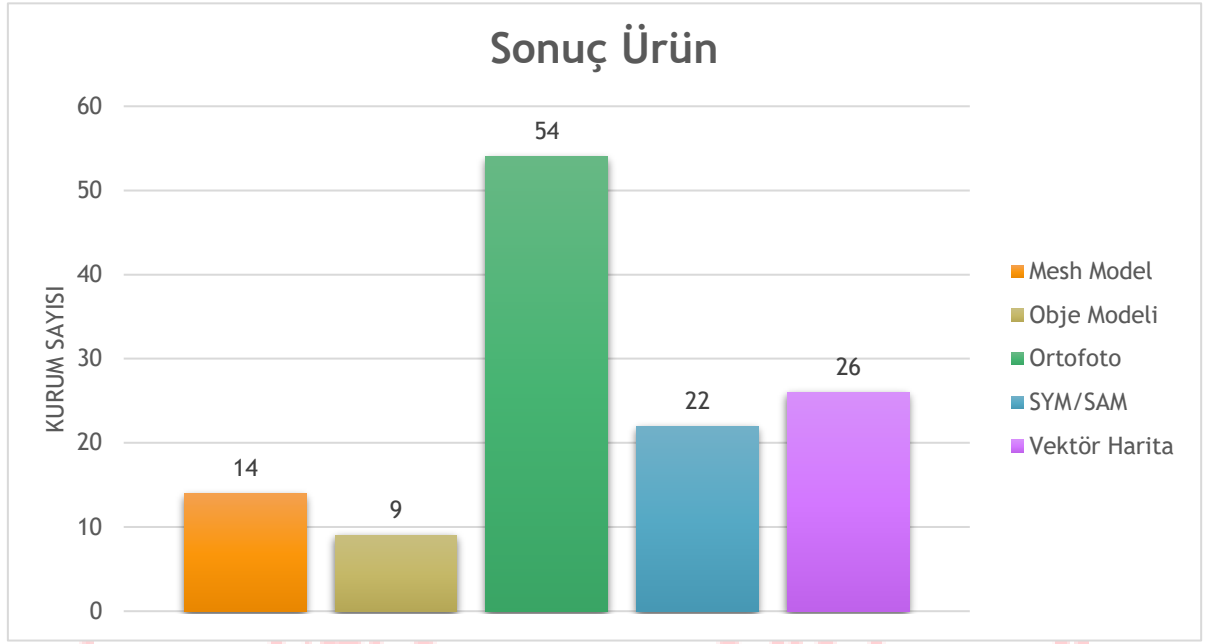


Şekil 21.Merkezi kurumlar ve bakanlıklar tarafından kullanılan görüntülerin elde edilme platformunun dağılımı.



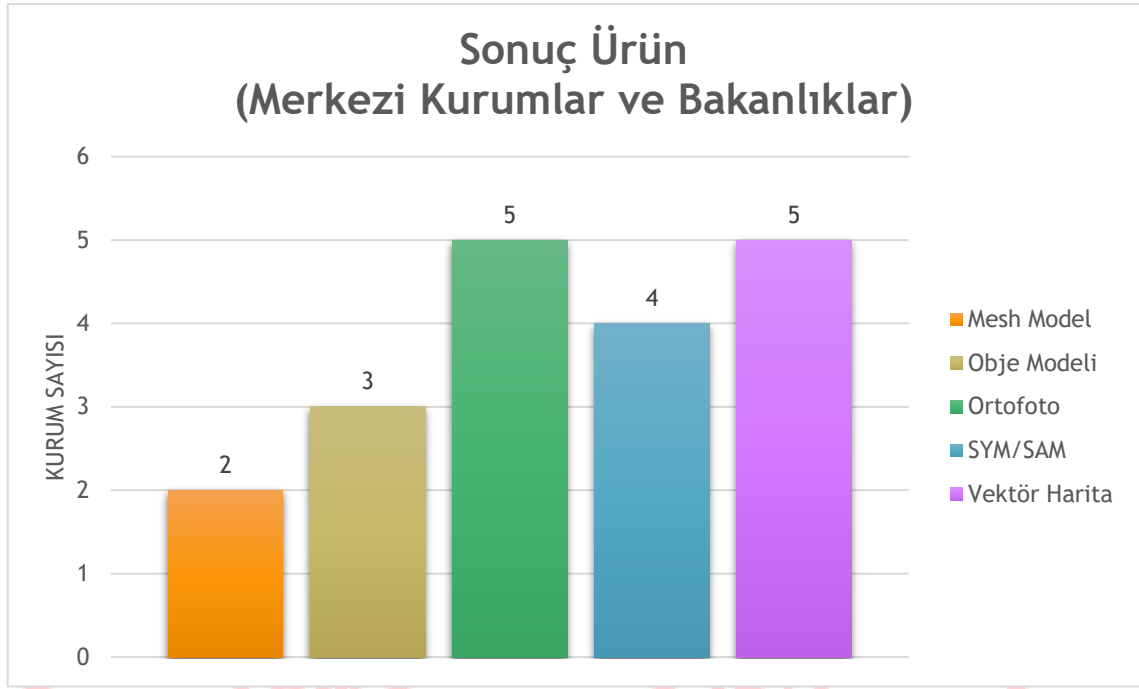
Şekil 22.Belediyeler ve il özel idareleri tarafından kullanılan görüntülerin elde edilme platformunun dağılımı.

İl Belediyeleri ve İl Özel İdarelerin uydu kullanımı merkezi kurumlar ile büyükşehir belediyeler ve bağlı birimlerinden fazladır. Ayrıca İHA platformunun da oldukça yaygın olarak kullanıldığı tespit edilmiştir.



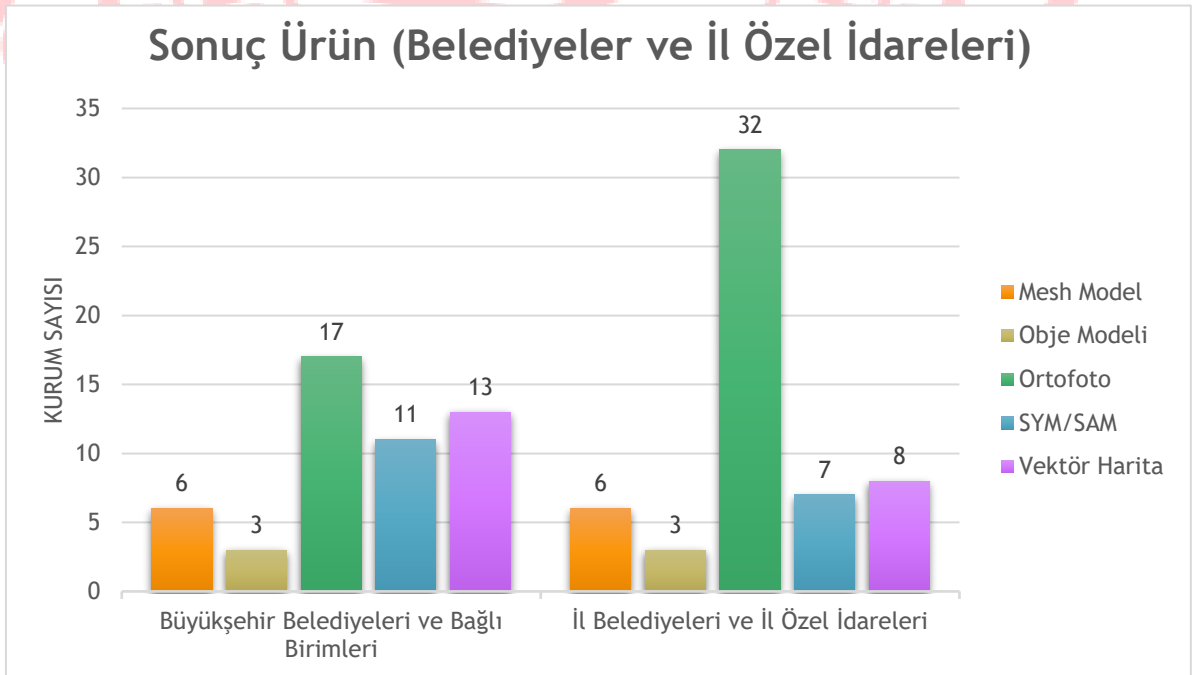
Şekil 23. Kurumlar tarafından kullanılan görüntülerden üretilen ürünlerin dağılımı.

Ortofoto kurumlar tarafından uzaktan algılama verileri kullanarak en fazla üretilen sonuç ürün olarak görülmektedir. Kurumlar ortofoto görüntüleri daha çok çalışmalarında altlık harita olarak faydalandıklarını belirtmişlerdir.



Şekil 24. Merkezi kurumlar ve bakanlıklar tarafından kullanılan görüntülerden üretilen ürünlerin dağılımı.

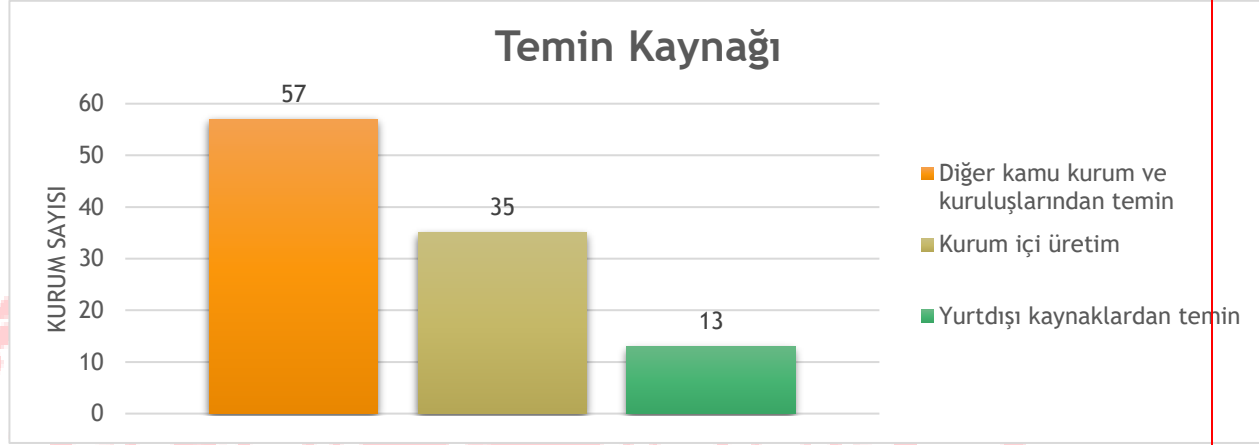
Kullanılan görüntülerden üretilen ürünler açısından Ortofoto görüntüleri Büyükşehir Belediyeleri ve Bağlı Birimler ile İl Belediyeleri ve İl Özel İdarelerinde önemli bir miktarı oluştururken SYM/SAM ve vektör harita ürünleri de kullanılmaktadır. Merkezi kurumlar ve bakanlıklarda ise kullanılan görüntülerden ortofoto dışında farklı ürünler üretildiği görülmüştür.



Şekil 25. Belediyeler ve il özel idareleri tarafından kullanılan görüntülerden üretilen ürünlerin dağılımı.

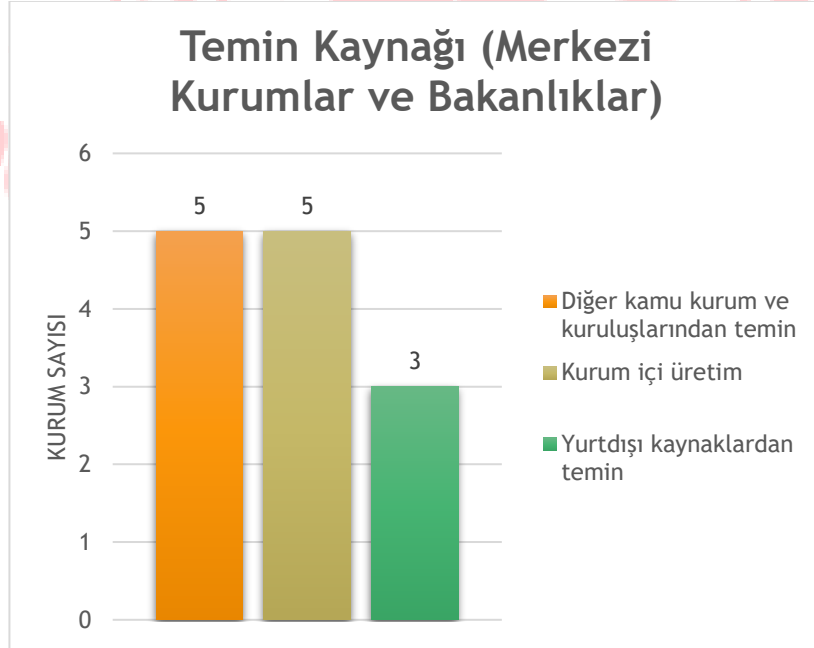
Bölüm 2

Bu bölümde kurumların ihtiyaç duyduğu uzaktan algılama verilerinin, temin kaynağının ve sonuç ürünlerin tespit edilmesi amaçlanmıştır.

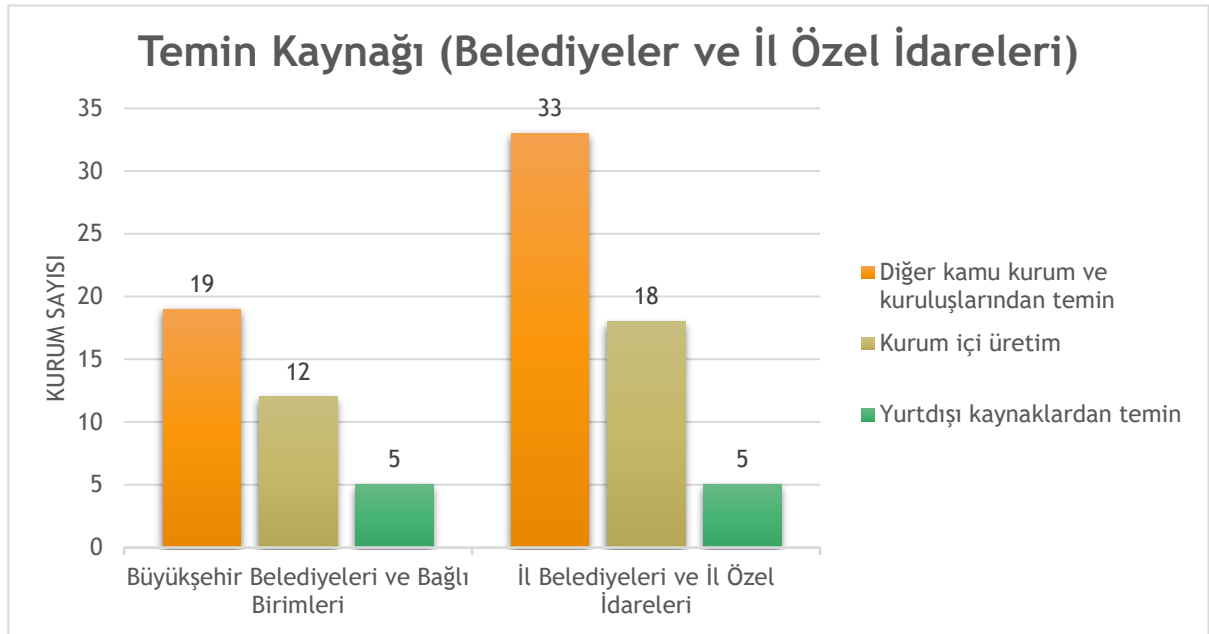


Şekil 26. Kurumlar tarafından ihtiyaç duyulan görüntülerin temin kaynağı dağılımı.

Kurumların uzaktan algılama verilerini genellikle diğer kamu kurum ve kuruluşlardan temin etme ihtiyacının en fazla olduğu görülmektedir.

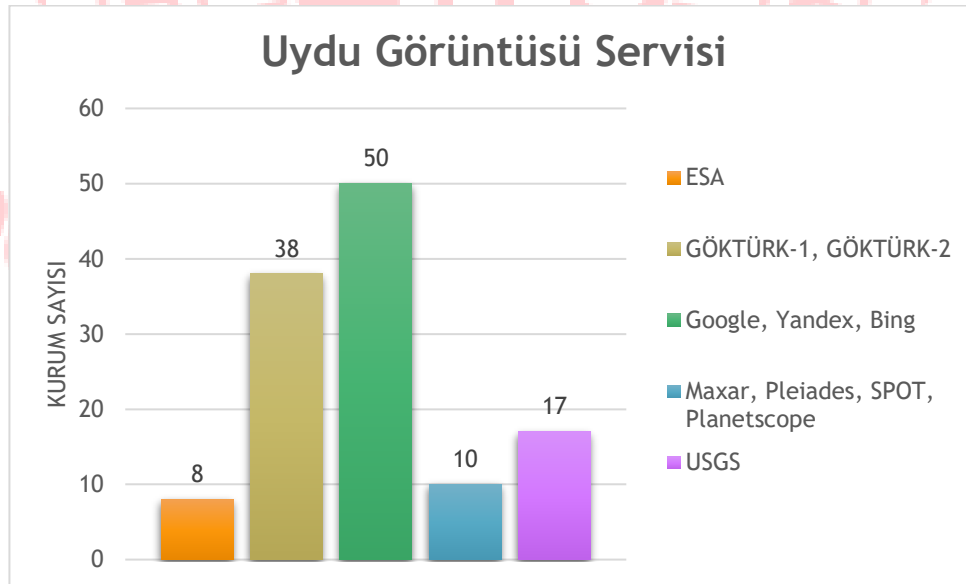


Şekil 27. Merkezi kurumlar ve bakanlıklar tarafından ihtiyaç duyulan görüntülerin temin kaynağı dağılımı.



Şekil 28.Belediyeler ve il özel idareleri tarafından ihtiyaç duyulan görüntülerin temin kaynağı dağılımı.

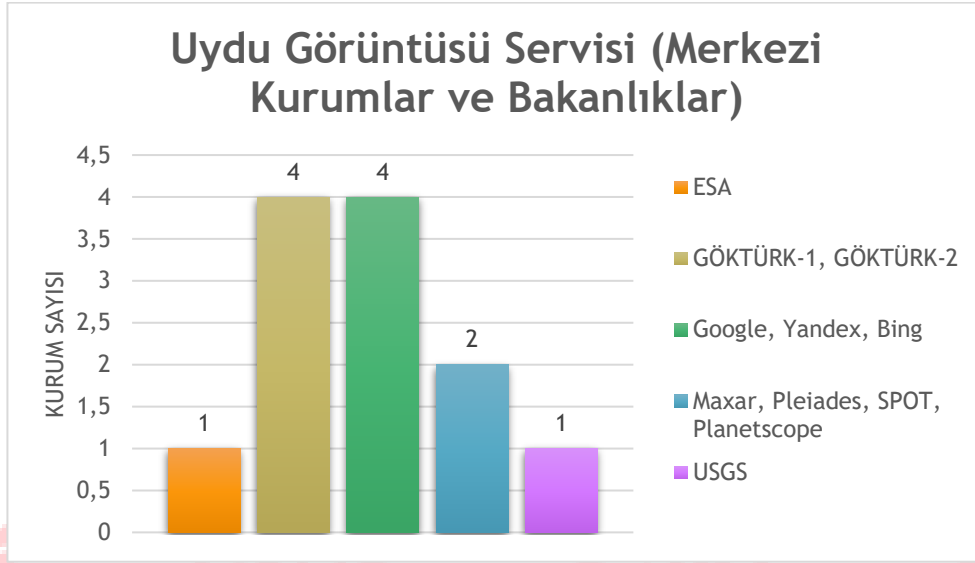
Merkezi kurumlar ve bakanlıklarda kurum içi üretim gereksiniminin daha fazla olduğu beyan edilirken belediyeler ve il özel idareleri için diğer kamu kurum ve kuruluşlardan temin ihtiyacının daha fazla olduğu vurgulanmıştır.



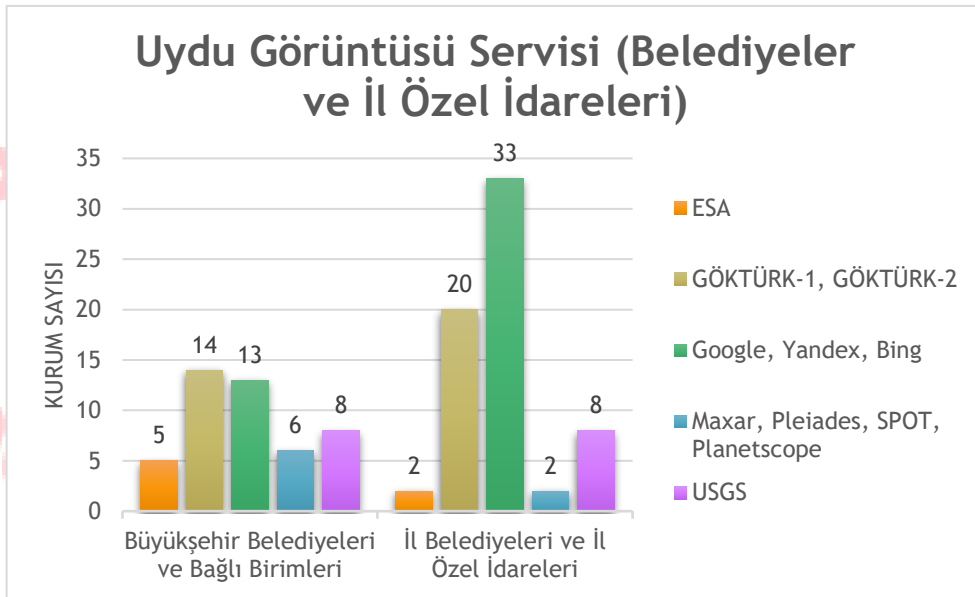
Şekil 29.Kurumlar tarafından ihtiyaç duyulan uydu görüntüsü servisi dağılımı.

Uydu görüntüsü servisi bakımından en çok Google, Yandex ve Bing gibi haritalar kurumlar tarafından tercih edilmiştir. GÖKTÜRK-1 ve GÖKTÜRK-2 uydu görüntüsü

İhtiyacı da hem merkezi kurumlar hem de belediye ve il özel idareleri tarafından en çok beyan edilen gereksinimler arasında yer almaktadır.



Şekil 30. Merkezi kurumlar ve bakanlıklar tarafından ihtiyaç duyulan uydu görüntüsü servisi dağılımı.



Şekil 31. Belediyeler ve il özel idareleri tarafından ihtiyaç duyulan uydu görüntüsü servisi dağılımı.

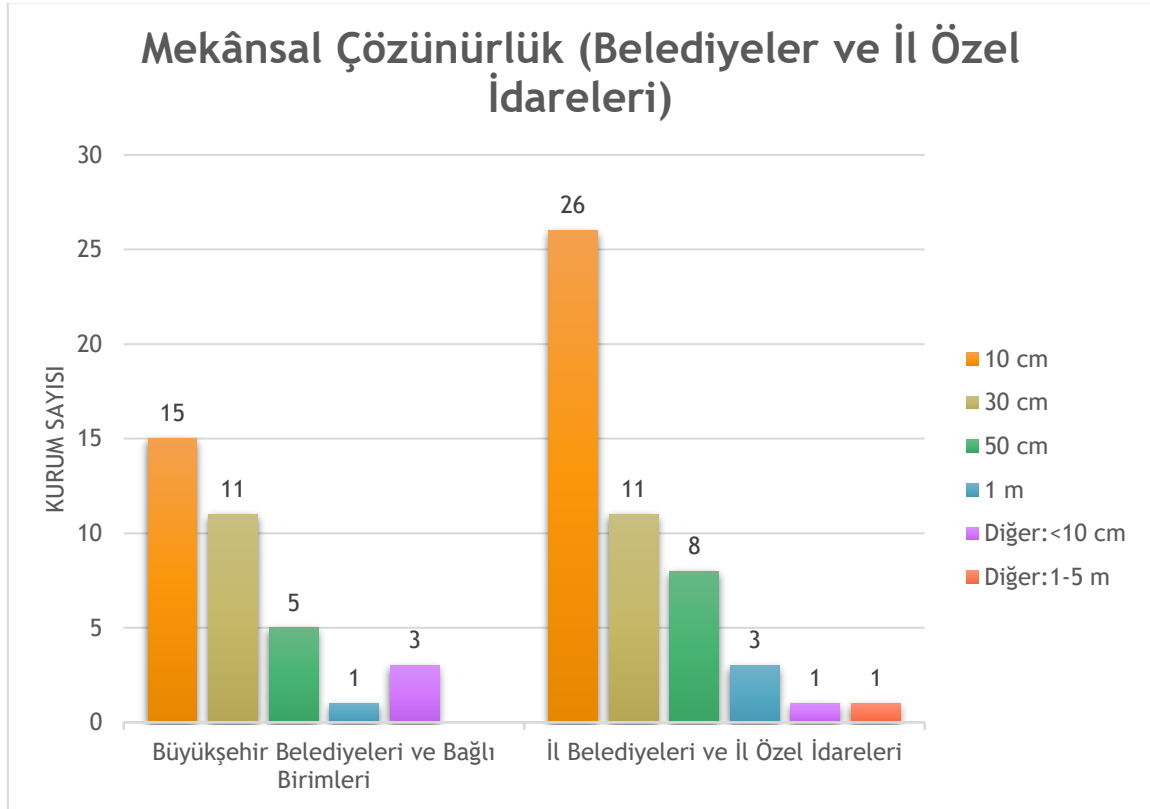


Şekil 32.Kurumlar tarafından ihtiyaç duyulan görüntülerin mekânsal çözünürlük dağılımı.

Kurumlar tarafından 10 santimetre seviyesinde yüksek mekânsal çözünürlüklü görüntü ihtiyacının olduğu vurgulanmıştır.



Şekil 33.Merkezi kurumlar ve bakanlıklar tarafından ihtiyaç duyulan görüntülerin mekânsal çözünürlük dağılımı.



Şekil 34.Belediyeler ve il özel idareleri tarafından ihtiyaç duyulan görüntülerin mekânsal çözünürlük dağılımı.

Yüksek seviyede mekânsal çözünürlüklü uzaktan algılama verileri ihtiyacı özellikle küçük alanlardaki detayların analizi üzerine çalışan belediyeler ve il özel idareleri tarafından daha fazla ihtiyaç haline geldiği görülmektedir.

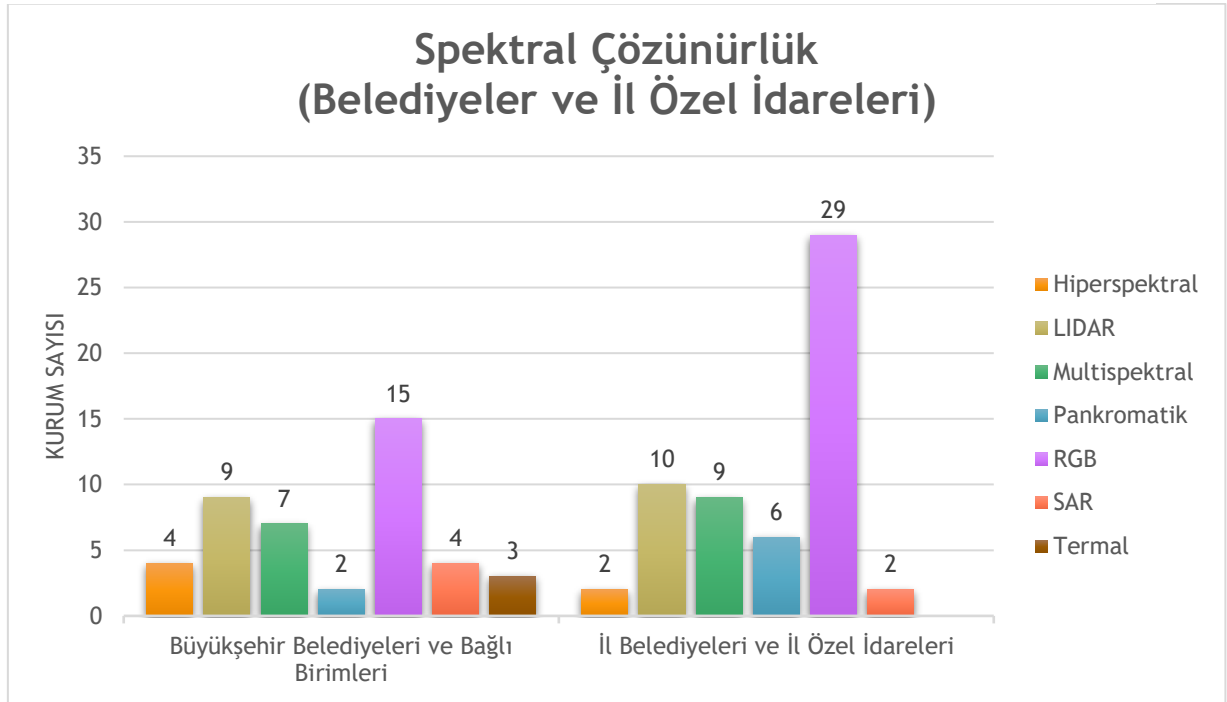


Şekil 35. Kurumlar tarafından ihtiyaç duyulan görüntülerin spektral çözünürlük dağılımı.

Kurumlar ihtiyaç duydukları görüntülerde spektral çözünürlük olarak RGB doğal renkli band kompoziti daha fazla tercih etmişlerdir.

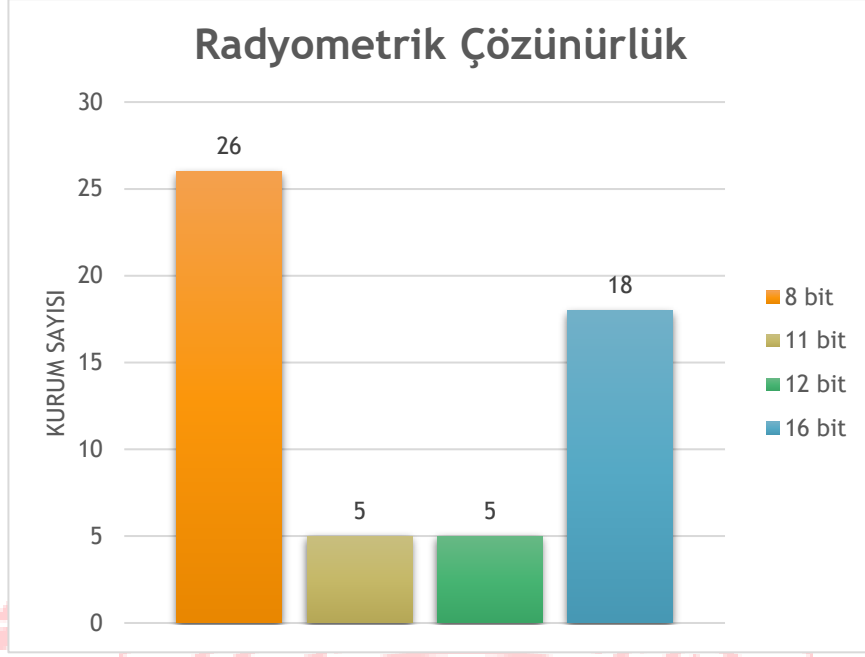


Şekil 36. Merkezi kurumlar ve bakanlıklar tarafından ihtiyaç duyulan görüntülerin spektral çözünürlük dağılımı.



Şekil 37. Belediyeler ve il özel idareleri tarafından ihtiyaç duyulan görüntülerin spektral çözünürlük dağılımı.

Spektral çözünürlük açısından merkezi kurumlar ve bakanlıklar çeşitli spektral çözünürlüklü görüntülerin ihtiyaç olduğunu da vurgulamışlardır.

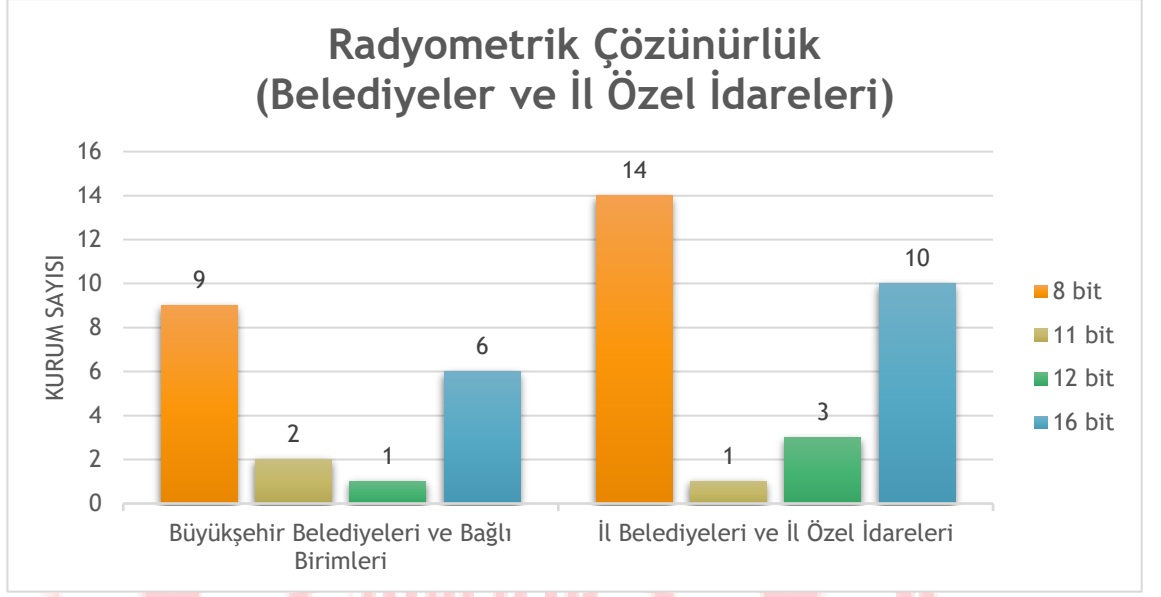


Şekil 38.Kurumlar tarafından ihtiyaç duyulan görüntülerin radyometrik çözünürlük dağılımı.

Kurumlar tarafından ihtiyaç duyulan görüntülerde 8 bit ve 16 bit radyometrik çözünürlük gereksinimi beyan edilmiştir.



Şekil 39.Merkezi kurumlar ve bakanlıklar tarafından ihtiyaç duyulan görüntülerin radyometrik çözünürlük dağılımı.



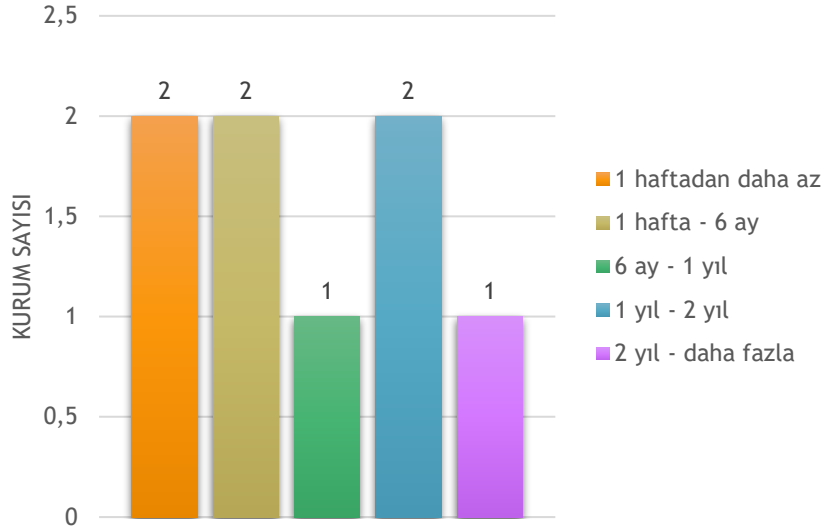
Şekil 40.Belediyeler ve il özel idareleri tarafından ihtiyaç duyulan görüntülerin radyometrik çözünürlük dağılımı.



Şekil 41.Kurumlar tarafından ihtiyaç duyulan görüntülerin zamansal çözünürlük dağılımı.

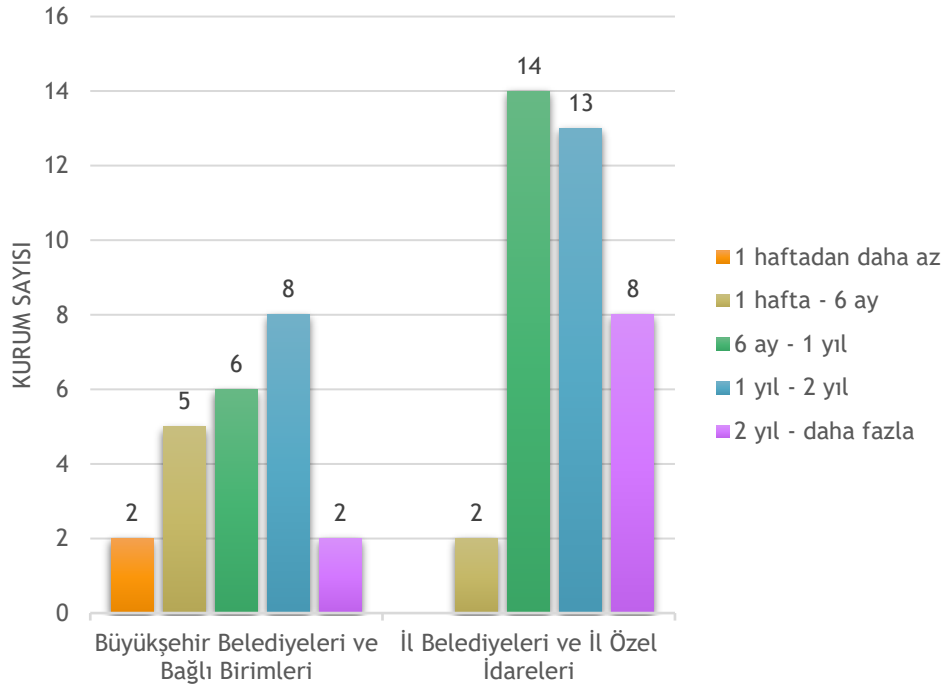
Kurumların görüntüleri kullanma sıklığı bakımından 1 yıl - 2 yıl ve 6 ay - 1 yıl gibi periyotlar daha fazla tercih edilmiştir.

Zamansal Çözünürlük (Merkezi Kurumlar ve Bakanlıklar)

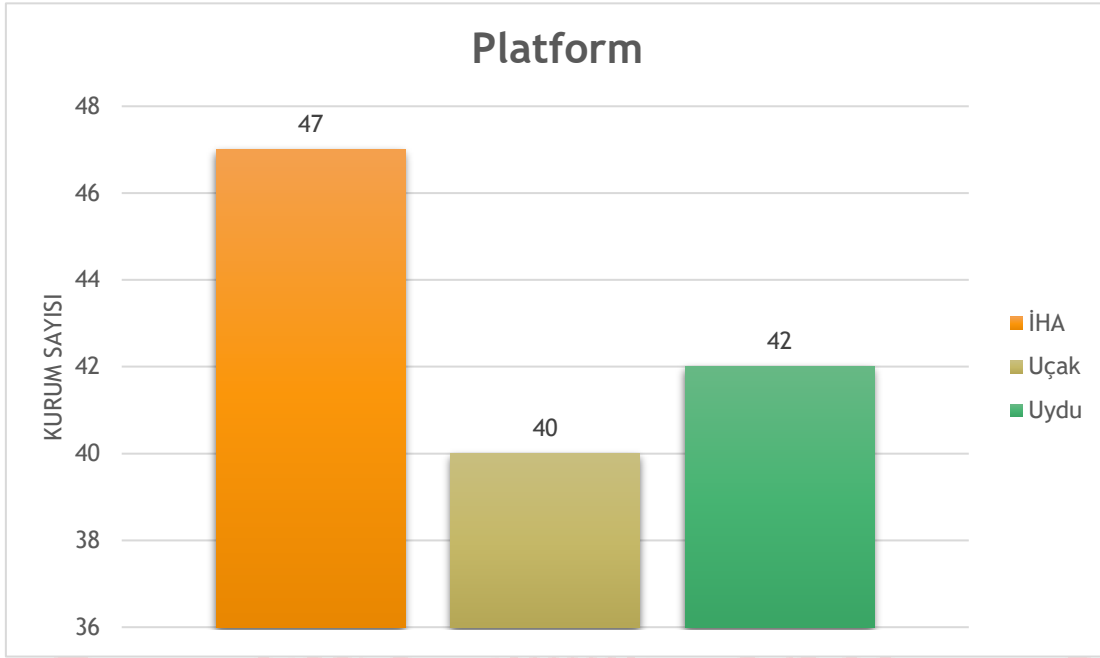


Şekil 42.Merkezi kurumlar ve bakanlıklar tarafından ihtiyaç duyulan görüntülerin radyometrik çözünürlük dağılımı.

Zamansal Çözünürlük (Belediyeler ve İl Özel İdareleri)

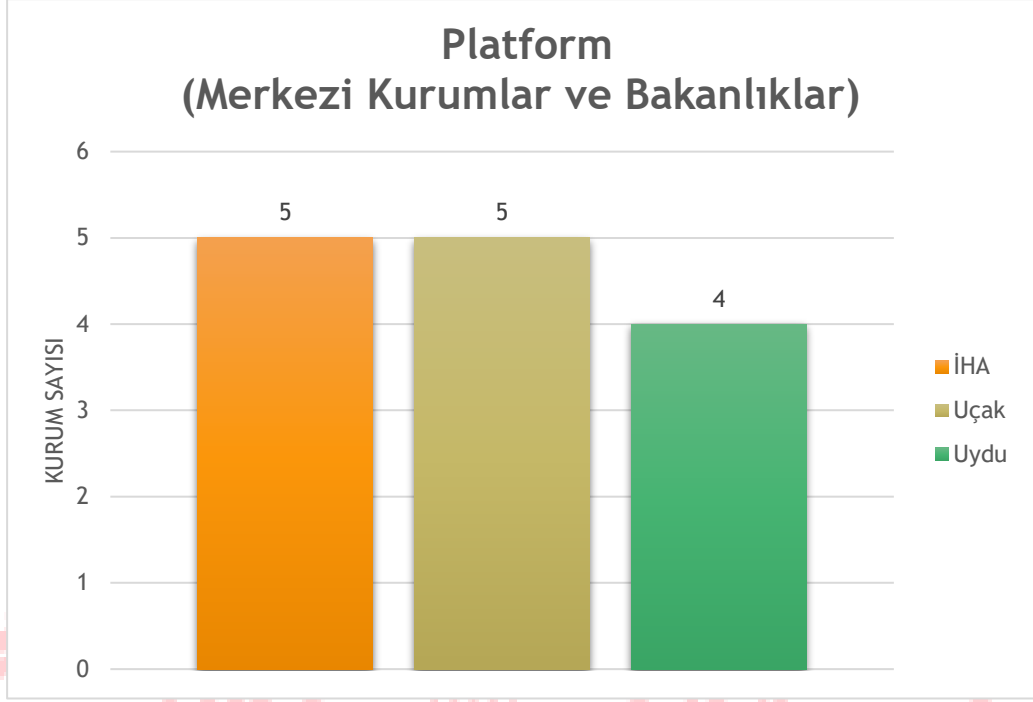


Şekil 43.Belediyeler ve il özel idareleri tarafından ihtiyaç duyulan görüntülerin radyometrik çözünürlük dağılımı.

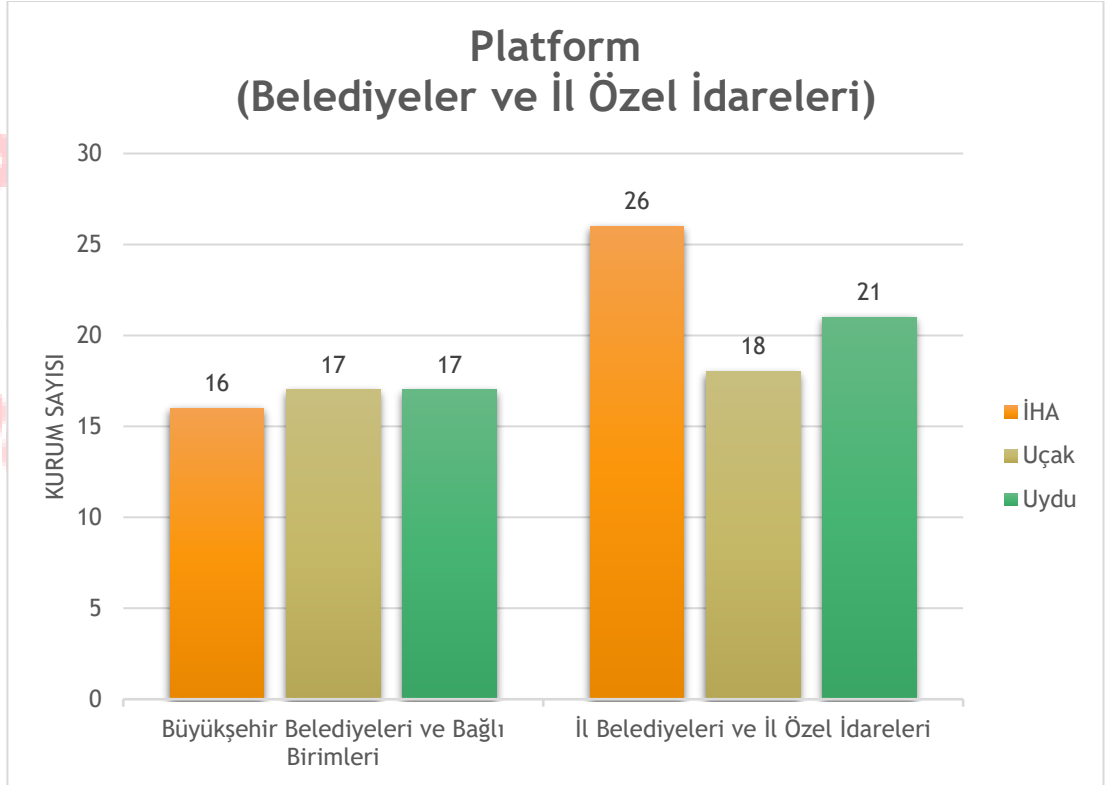


Şekil 44.Kurumlar tarafından ihtiyaç duyulan görüntülerin elde edilme platformunun dağılımı.

Kurumlar genel olarak uzaktan algılama verilerinin temin edilmesi amacıyla ihtiyaç duyulan platformlardan İHA'yı seçerken uydu ve uçak platformları ise azımsanmayacak derecede gereken platformlar arasında yer almaktadır.

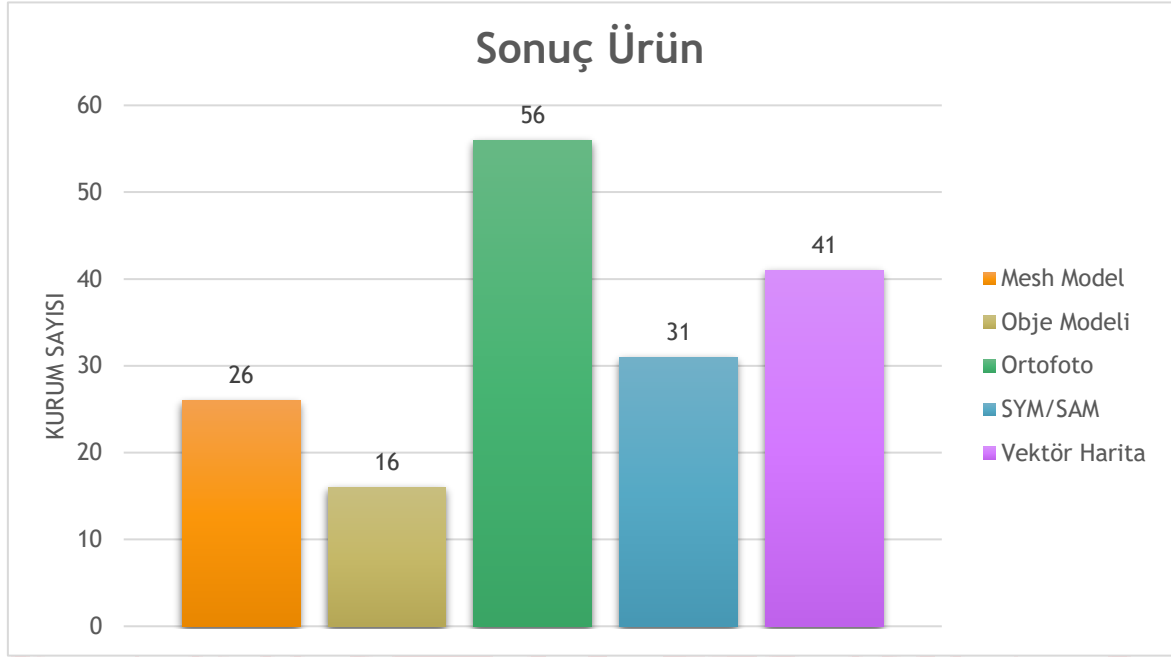


Şekil 45.Merkezi kurumlar ve bakanlıklar tarafından ihtiyaç duyulan görüntülerin elde edilme platformunun dağılımı.



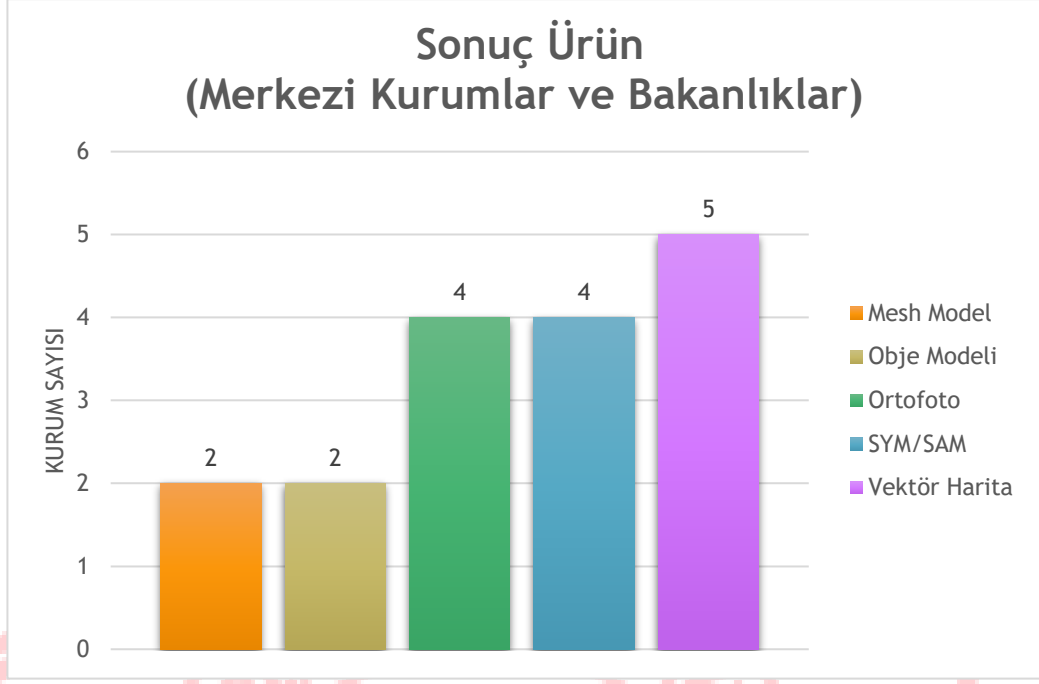
Şekil 46.Belediyeler ve il özel idareleri tarafından ihtiyaç duyulan görüntülerin elde edilme platformunun dağılımı.

Kurumların büyük bir kısmı özellikle il belediye ve özel idareleri İHA bazlı görüntülere olan ihtiyacı beyan ederken büyükşehir belediye ve merkezi kurumlar ve bakanlıklar uçak ve uydu gibi diğer platformlara olan gereksinimi de belirtmişlerdir.

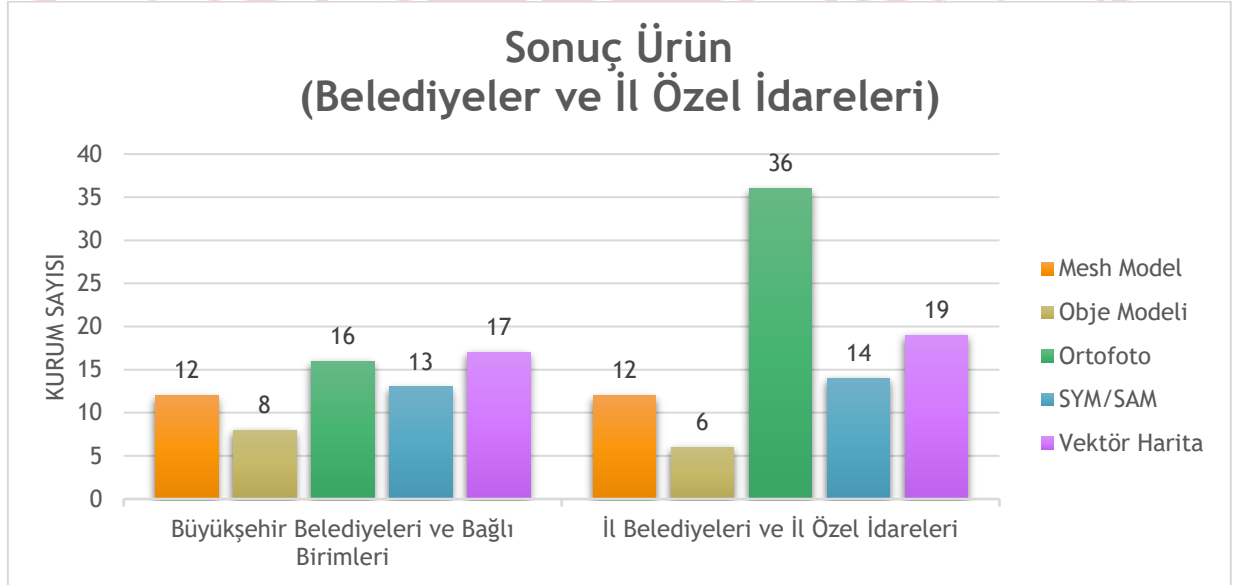


Şekil 47. Kurumlar tarafından ihtiyaç duyulan görüntülerden üretilen ürünlerin dağılımı.

Ortofoto ve vektör harita ihtiyaç duyulan görüntülerden üretilecek ürünler olarak kurumlar tarafından daha fazla beyan edilmiştir.



Şekil 48.Merkezi kurumlar ve bakanlıklar tarafından ihtiyaç duyulan görüntülerden üretilen ürünlerin dağılımı.



Şekil 49.Belediyeler ve il özel idareleri tarafından ihtiyaç duyulan görüntülerden üretilen ürünlerin dağılımı.

Bölüm 3

Bu bölümde kurumların uzaktan algılama yoluyla ürettikleri verilerin özellikleri incelenmiştir.

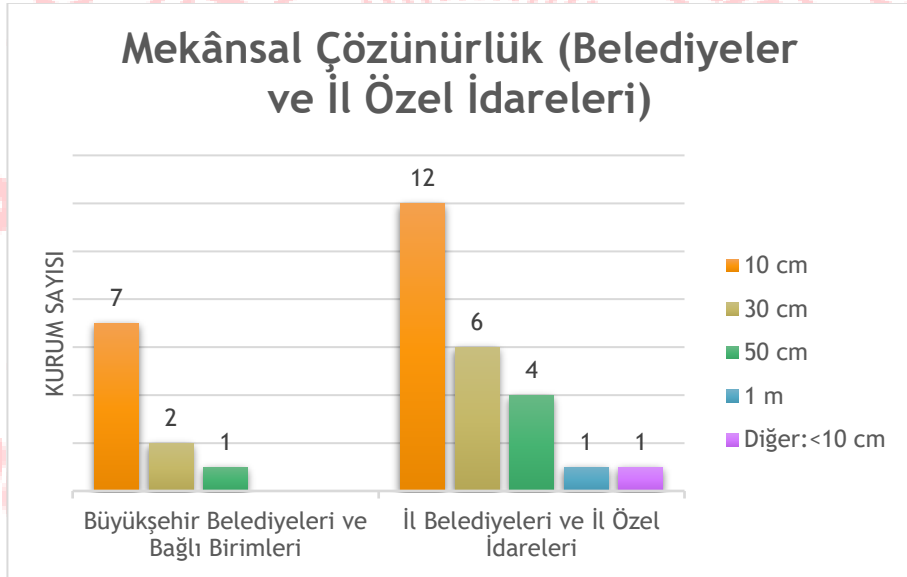


Şekil 50.Kurumlar tarafından üretilen görüntülerin mekânsal çözünürlük dağılımı.

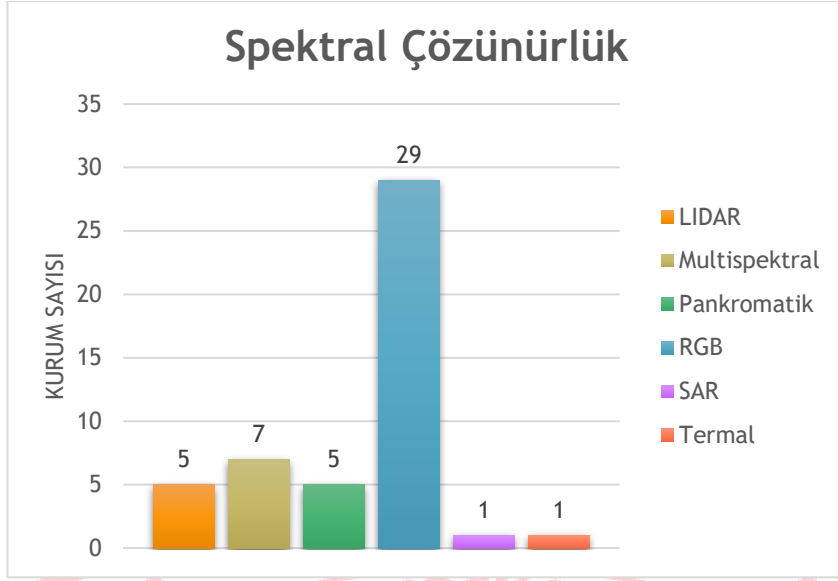
Kurumlar tarafından genellikle santimetre seviyesinde yüksek mekânsal çözünürlüklü görüntülerin üretildiği görülmüştür.



Şekil 51.Merkezi kurumlar ve bakanlıklar tarafından üretilen görüntülerin mekânsal çözünürlük dağılımı.



Şekil 52.Belediyeler ve il özel idareleri tarafından üretilen görüntülerin mekânsal çözünürlük dağılımı.

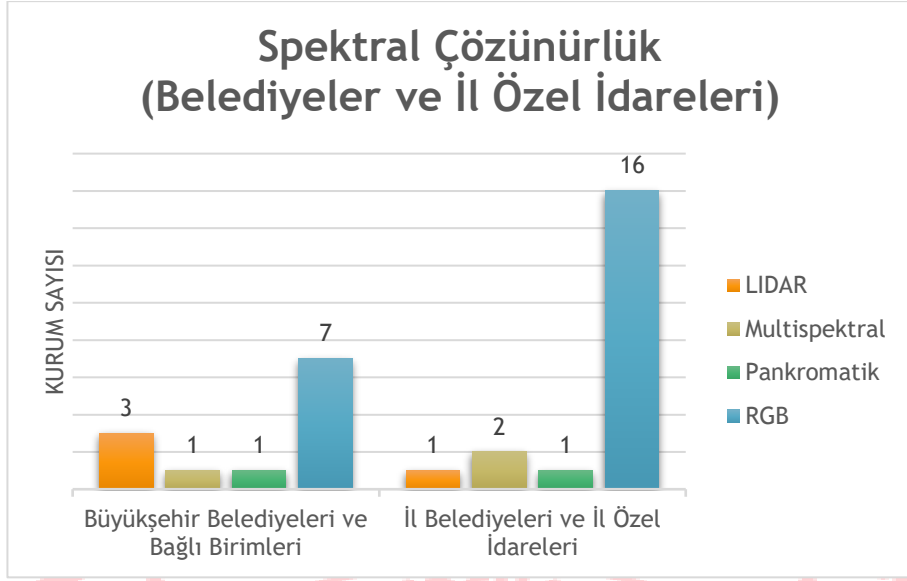


Şekil 53. Kurumlar tarafından üretilen görüntülerin spektral çözünürlük dağılımı.

RGB doğal renkli bant kompoziti kurumlar tarafından üretilen görüntülerde spektral çözünürlük açısından ilk sırada yer almaktadır.



Şekil 54. Merkezi kurumlar ve bakanlıklar tarafından üretilen görüntülerin spektral çözünürlük dağılımı.



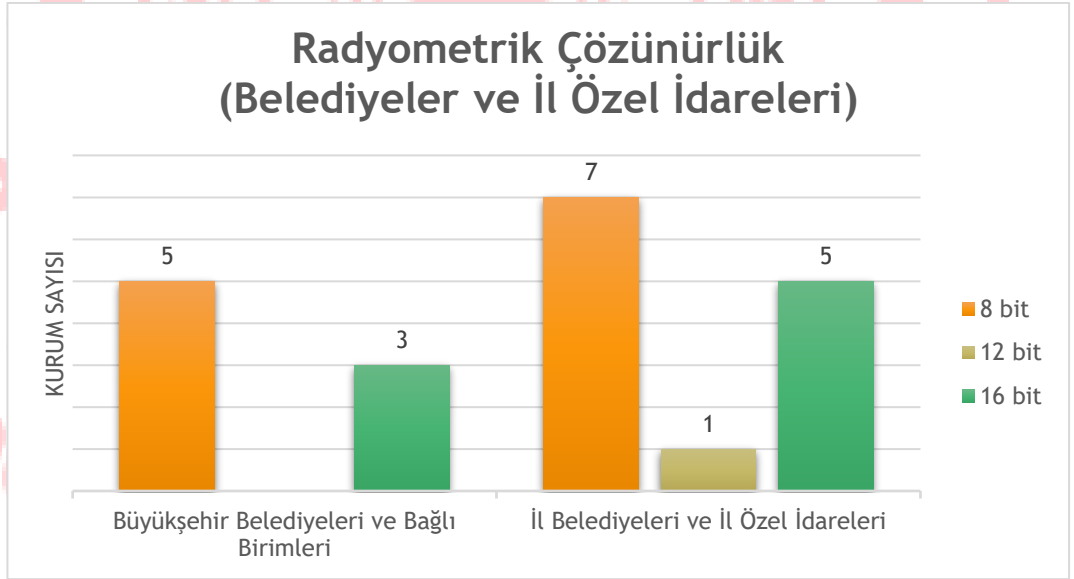
Şekil 55.Belediyeler ve il özel idareleri tarafından üretilen görüntülerin spektral çözünürlük dağılımı.



Şekil 56.Kurumlar tarafından üretilen görüntülerin radyometrik çözünürlük dağılımı.



Şekil 57. Merkezi kurumlar ve bakanlıklar tarafından üretilen görüntülerin radyometrik çözünürlük dağılımı.



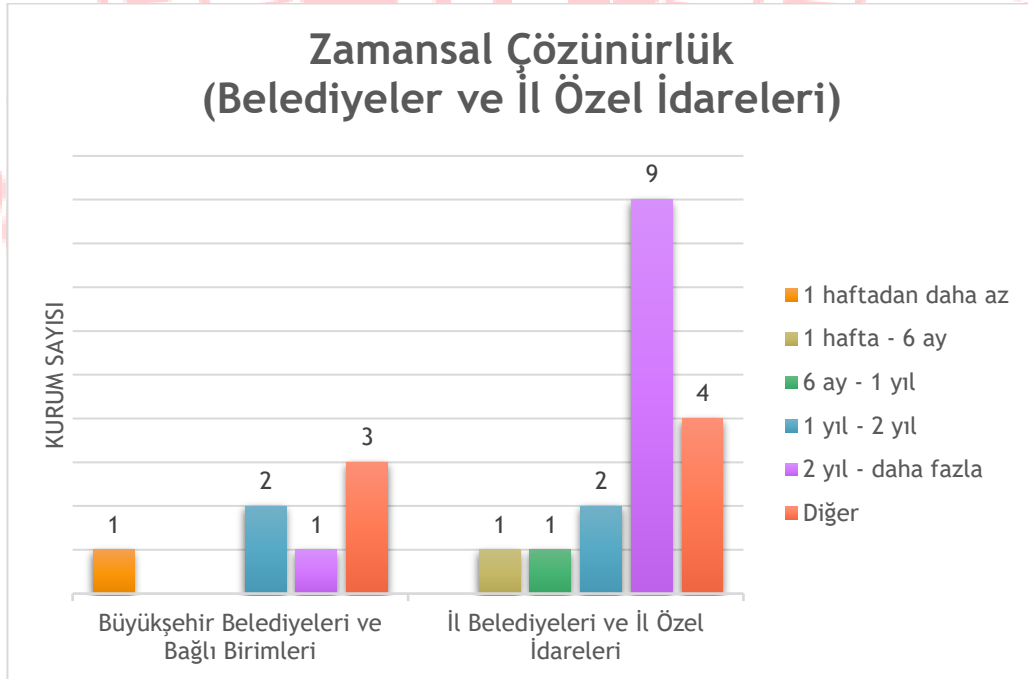
Şekil 58. Belediyeler ve il özel idareleri tarafından üretilen görüntülerin radyometrik çözünürlük dağılımı.

Radyometrik çözünürlük bakımından özellikle büyükşehir belediyeleri, il belediyeleri ve özel idareleri görüntüleri 8 bit ve 16 bit olarak üretirken merkezi kurumlar ve bakanlıklar 8 bit ve 16 bitin yanı sıra 11 bit ve 12 bit radyometrik çözünürlüklü görüntüler ürettiği görülmüştür.

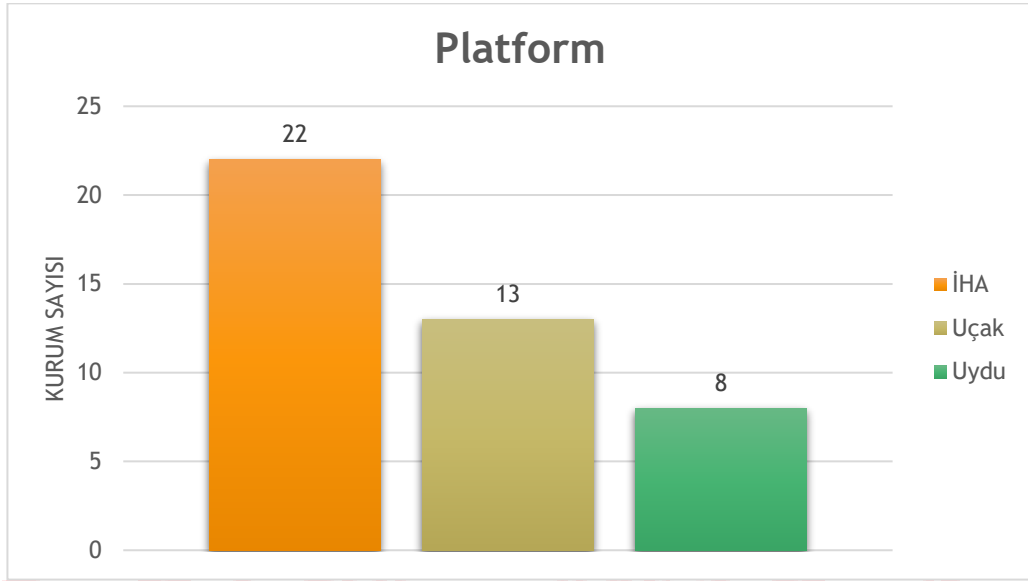


Şekil 59.Kurumlar tarafından üretilen görüntülerin zamansal çözünürlük dağılımı.

Kurumlar ürettikleri görüntüleri güncelleme sıklığı olarak 2 yıl - daha fazla olduğu görülmüştür. Bunun yanı sıra proje bazlı olarak güncelleme sıklığının değiştiği ifade edilmiştir.

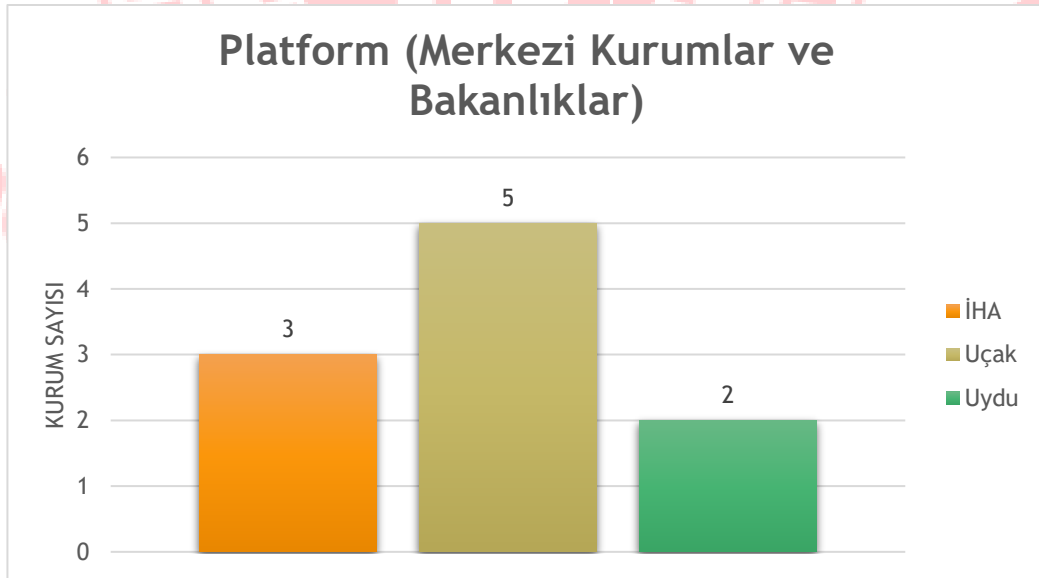


Şekil 60.Belediyeler ve il özel idareleri tarafından üretilen görüntülerin radyometrik çözünürlük dağılımı.

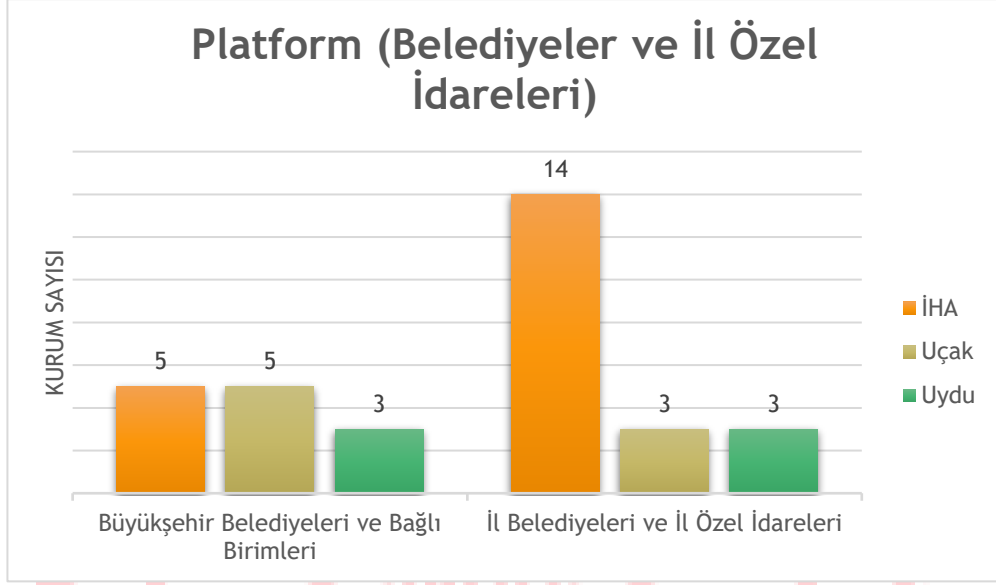


Şekil 61.Kurumlar tarafından üretilen görüntülerin elde edilme platformunun dağılımı.

Uzaktan algılama verilerinin elde edilmesi için İHA platformu yoluyla üretimin daha fazla olduğu görülmüştür.

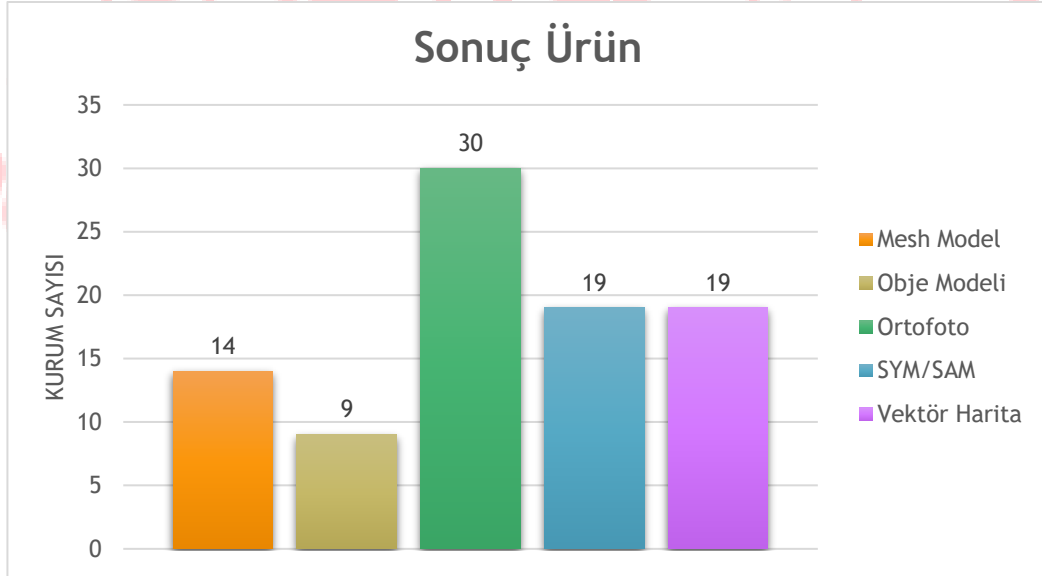


Şekil 62.Merkezi kurumlar ve bakanlıklar tarafından üretilen görüntülerin elde edilme platformunun dağılımı.



Şekil 63.Belediyeler ve il özel idareleri tarafından üretilen görüntülerin elde edilme platformunun dağılımı.

İl belediye ve özel idareleri ve büyükşehir belediyeleri uzaktan algılama görüntülerini genellikle İHA platformu yoluyla üretiken merkezi kurumlar ve bakanlıklarda uçak yoluyla üretimin daha fazla olduğu görülmüştür.

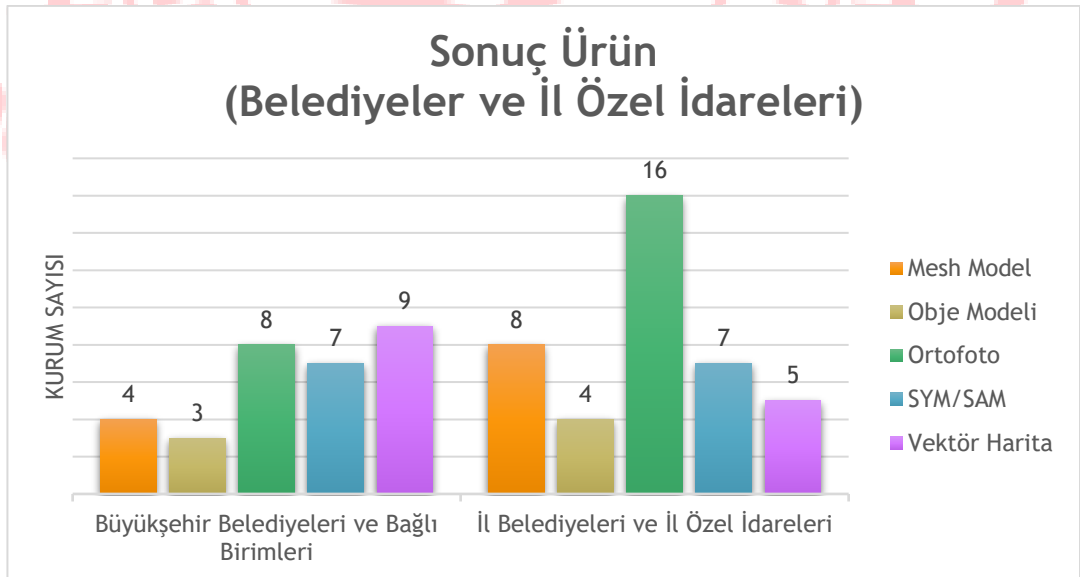


Şekil 64.Kurumlar tarafından üretilen görüntülerden elde edilen sonuç ürünlerin dağılımı.

Kurumların farklı platformlar aracılığıyla ürettikleri uzaktan algılama verilerini kullanarak Ortofoto, SYM/SAM ve Vektör Harita gibi ürünler üzerinde çalıştığı görülmüştür.



Şekil 65.Merkezi kurumlar ve bakanlıklar tarafından üretilen görüntülerden elde edilen sonuç ürünlerin dağılımı.



Şekil 66.Belediyeler ve il özel idareleri tarafından üretilen görüntülerden elde edilen sonuç ürünlerin dağılımı.

Anket Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Kamu kurumlarının uzaktan algılama verilerini kullanma ve ihtiyaç duyma şekilleri üzerine yapılan bu kapsamlı çalışmada, kurumların verileri temin etme, kullanma ve üretme kapasiteleri detaylı olarak incelenmiştir. Anket verileri ulusal uzaktan algılama verilerinin envanteri alanında önemli bir kaynak oluşturmaktadır. Ankete katılan 66 kurumun verilerinin analizi, kamu kurumlarının büyük ölçüde diğer kamu kurum ve kuruluşlarından veri temin ettiğini ortaya koymuştur. Belediyeler ve il özel idareleri verileri genellikle diğer kamu kurum ve kuruluşlarından temin ederek kullandıklarını ve bu şekilde devam etmeyi talep ettiklerini bildirmişlerdir. Bu durumun bütçe kısıtlamalarından dolayı olduğu tahmin edilebilir. Bunun yanı sıra merkezi kurumlar tüm temin yöntemlerini kullandıklarını göstererek veriye daha geniş bir ağda ulaşım sağlayabildiklerini bildirmişlerdir. Merkezi kurumlar ve bakanlıklar, genellikle kendi verilerini üretme kabiliyetine sahipken, belediyeler ve il özel idarelerinde bu oran daha düşüktür. Yurtdışı kaynaklardan veri temini ise en az kullanılan yöntem olmuştur.

Büyükşehir belediyeleri ve il özel idarelerinde açık kaynaklı Google, Yandex, Bing ücretsiz veri sağlayan uydu görüntüsü servisi platformları yüksek oranda kullanılmaktayken ücretli servisler tercih edilmemektedir. Talep ettikleri servisler incelendiğinde ise GÖKTÜRK uydularının revaçta olduğu görülmekte, bu duruma ise yerel kaynakların daha çok yaygınlaşması gerektiğinin sebep olduğu düşünülmektedir. Ayrıyeten Maxar, Pleiades, SPOT ve PlanetScope gibi ücretli yüksek seviyede mekansal çözünürlüklü görüntü sağlayan servislere de ihtiyaç duyulduğu belirtilmektedir.

Kurumların çoğunda metre altı mekansal çözünürlük kullanılmakta, ihtiyaç duyulmakta ve üretilmektedir. Halihazırda kurumların belirttiği üzere iyi seviyede mekansal çözünürlüklü görüntüler kullanılmasına rağmen santimetre seviyesinde yüksek mekansal çözünürlüklü görüntülerin gerektiği özellikle idari yönetim tarafında daha fazla beyan edilmiştir. Büyük bir çoğunlukta ise RGB doğal renkli band kompozitleri olarak kullanılan ve üretilen görüntülerin yanında LIDAR gibi farklı sensörlere karşı doğan ihtiyaç da görülmektedir.

Görüntülerin kullanım sıklığı mevcut durumda 2 yıl - daha fazla iken kurumlar ve ilgili birimleri tarafından 6 ay - 1 yıl ve 1 yıl - 2 yıl gibi daha kısa zamansal periyotlara olan ihtiyaç da görülmektedir. Kurumların ürettiği uzaktan algılama verilerinde ise görüntülerin güncellenme sıklığı genellikle yürütülen projeye ve anlık gelişen veri ihtiyaçlarına göre göre değişkenlik gösterdiği belirtilmiştir. Büyükşehir belediyeleri için güncelleme sıklığı 1 haftadan daha az veya 1 yıl - 2 yıl gibi periyotlar iken il belediyeleri ve özel idareleri 2 yıl - daha fazla veya 1 haftadan daha az zamansal aralığını kullanmaktadır. Son olarak, kurumların özellikle ortofoto ürettiklerini ve proje bazlı olarak ihtiyaç duyduklarını belirtmişlerdir. Büyükşehir belediyeleri yüksek oranda vektör haritalar kullandıklarını beyan etmişlerdir. Bu durum şehir planlaması ve altyapı çalışmalarının bu kurumlarda önem arz ettiğini vurgulamaktadır.

Bu çalışma, kamu kurumlarının uzaktan algılama verilerine olan mevcut ihtiyaçlarını ve kullanım alışkanlıklarını net bir şekilde ortaya koyarak, ulusal düzeyde uzaktan algılama verilerinin entegrasyonu ve yönetimi için önemli bir stratejik bilgi sağlamaktadır. Kurumların veri üretim kapasitelerinin artırılması, ortak veri temin yöntemlerinin geliştirilmesi ve yüksek çözünürlüklü verilerin daha yaygın kullanılmasının sağlanması, gelecekteki uzaktan algılama projelerinin başarısı için kritik öneme sahiptir. Bu bağlamda, ulusal düzeyde bir koordinasyon ve veri paylaşım mekanizmasının oluşturulması, veri kalitesinin artırılması ve kurumlar arası işbirliğinin güçlendirilmesi gerekmektedir.