

**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 Dağıtım: 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.

ii

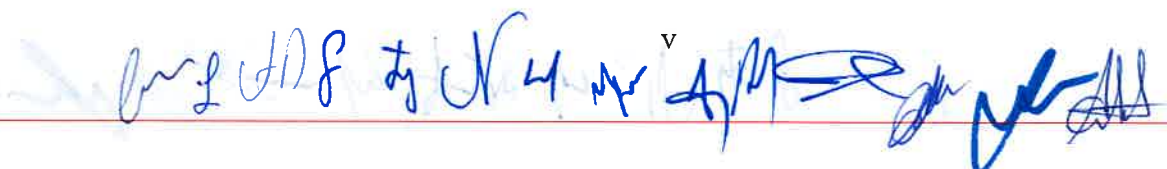




İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÇALIŞMA HEYETİ ÜYELERİ	i
ÖNSÖZ.....	iii
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 Katkısı 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 kadaastro 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 İşi 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 mozaigindeki (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

Çizim ve Harita 4. sayfa

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.

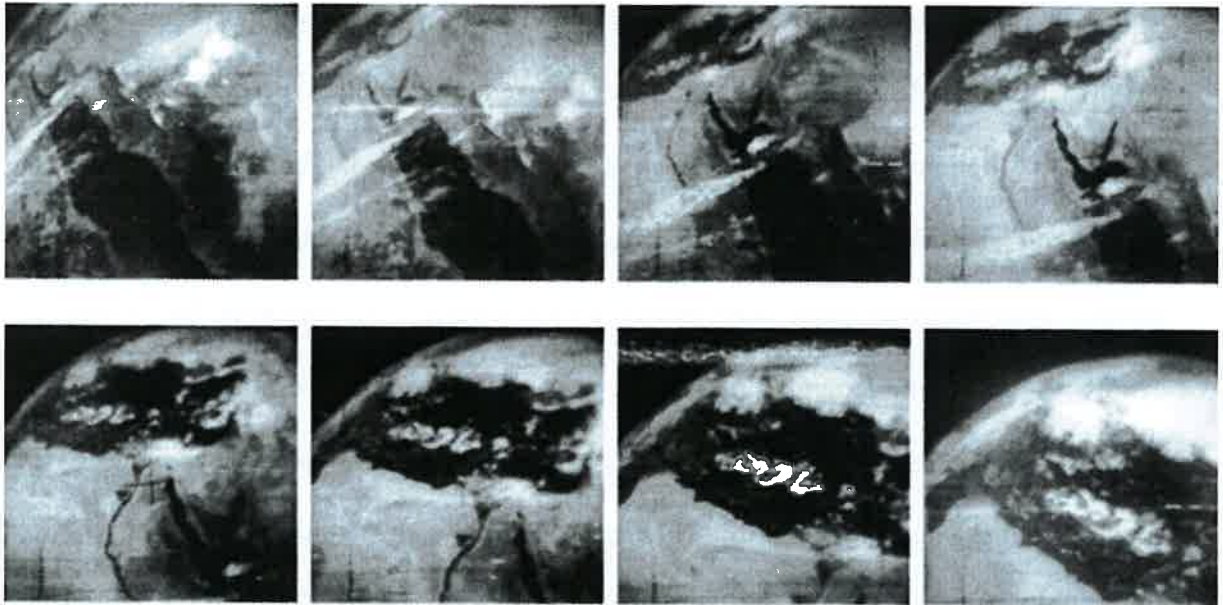
[1] Weng, Qihao. An introduction to contemporary remote sensing. McGraw-Hill Education, 2012.



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>

[Handwritten signatures and stamps]

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 ışıınımı çok sayıda 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 olarak 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 uydu, 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 uydunun esas amacı Türkiye'deki uydu teknolojilerinin gelişimini başlatmak olmasına rağmen tarım, orman, arazi takibi ve şehir planlama gibi alanlarda uydu görüntülerinin kullanımı imkân bulmuştur. BİLSAT-1, Ağustos 2006 tarihine kadar operasyonel kalmıştır [6].

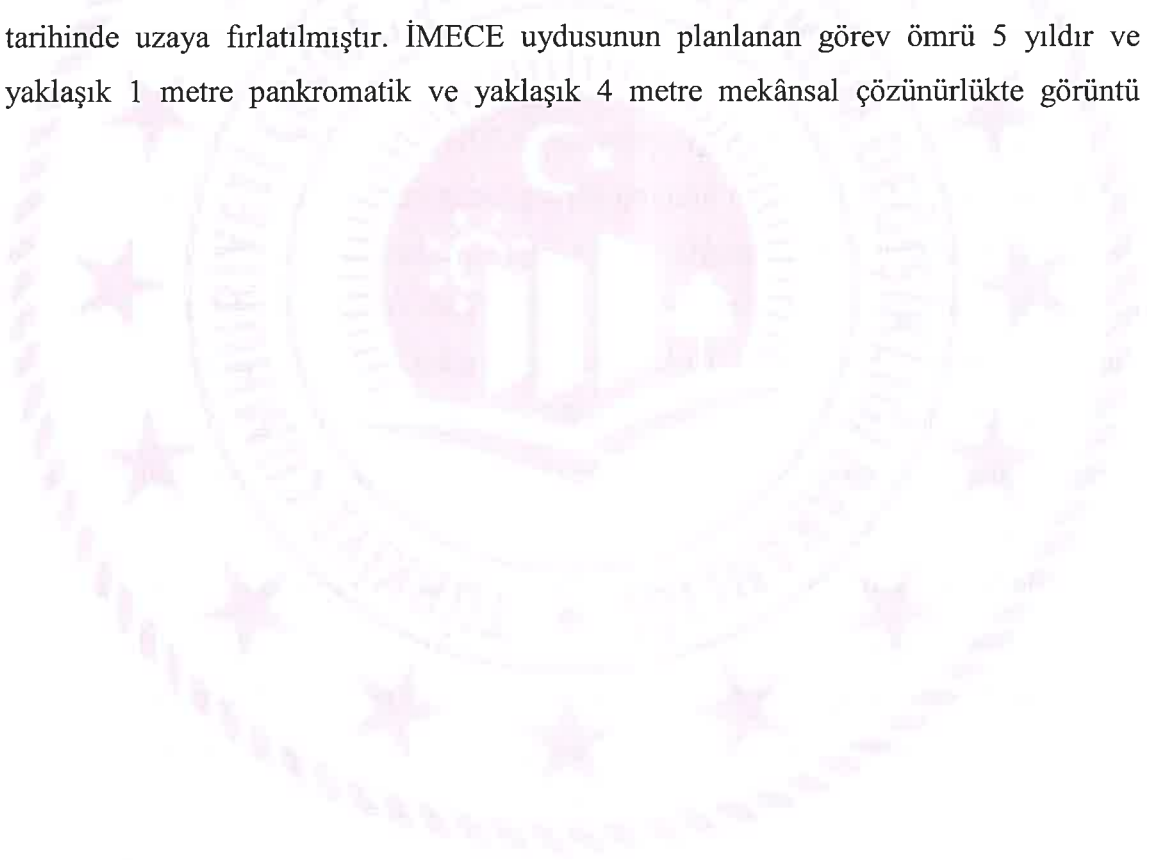
İlerleyen yıllarda uzay teknolojisine yapılan yatırımlar hız kazanmıştır. Ülkemizde tasarlanan ve üretilen ilk uydu olan RASAT yer gözlem uydusu 17 Ağustos 2011 yılında yine Rusya'dan fırlatılmıştır. RASAT 7,5 metre pankromatik, 15 metre mekânsal ve çok bantlı (mavi, yeşil, kırmızı) spektral çözünürlüğe 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



5

[Handwritten signature]

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.



[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.

[Handwritten signatures and stamps at the bottom of the page]

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 olarak 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 ölçebilir. LIDAR öncelikle sayısal yükseklik modelleri ve sayısal yüzey modeli oluşturmak için kullanılır. Ayrıca elde edilen yansımalar değerlerinden ölçme alanının pankromatik görüntü benzer yansımalar 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.

[Handwritten signature and date: 21.05.2021]

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 sağlığı 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.