



Geomatik

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/geomatik>

e-ISSN 2564-6761



Uzay Kadastro: Uzayın Geleceği İçin Yeni Bir Paradigma

Tahsin Yomraloğlu *¹

¹ İstanbul Teknik Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, İstanbul 34469, Türkiye, tahsin@itu.edu.tr

Kaynak Göster: Yomraloğlu, T. (2025). Uzay Kadastro: Uzayın Geleceği İçin Yeni Bir Paradigma. Geomatik, 10 (3), 331-350.

DOI:10.29128/geomatik.1632626

Anahtar Kelimeler

Kadastro
Uzay Kadastro
Uzay Mülkiyet Hakları
Uzay Hukuku
Coğrafi Bilgi Sistemleri

Araştırma Makalesi

Geliş: 03.02.2025
Revize: 01.03.2025
Kabul: 04.03.2025
Yayınlanma: 01.12.2025



Öz

Uzay, insanlık için sonsuz keşif fırsatları sunan sınırsız bir alan olarak görülüyor. Bununla birlikte, uzayda hızla artan faaliyetler ve kaynak kullanımı, mekan yönetimi ve özellikle mülkiyet konusunda yeni zorluklar getirmektedir. Günümüzde, uzayın karmaşık ve yoğun doğası, uzaydaki nesnelere izlemeyi, kaydetmeyi ve yönetmeyi zorlaştırmaktadır. Bu nedenle, uzay için geleneksel kadastro kavramını esas alan yeni bir “Uzay Kadastro” konseptinin geliştirilmesi ve uygulanması, uzayın sürdürülebilir ve etkin yönetimi için önemli bir adım olacaktır. Uzay Kadastro, uzaydaki mülkiyet haklarının, varlıkların, faaliyetlerin ve kaynakların izlenmesi ve kaydedilmesi için sistematik bir yasal ve teknik çerçeve sağlar. Geleneksel kadastro kavramını uzaya genişleterek, özellikle harita desteği ile uzaydaki nesnelere konumunu, hareketini ve sahipliğini düzenli olarak belirlemeyi amaçlamaktadır. Bu yaklaşım, tıpkı Dünya üzerindeki geleneksel kadastro gibi uzaydaki faaliyetlerin kayıt altına alınmasını, envanterinin çıkarılmasını, izlenmesini ve yönetilmesini kolaylaştırmakta ve günümüzde kamu ve özel kesimler tarafından kullanıldığı gibi kalıcı ve sürdürülebilir bir hukuk temelli kayıt sistemi oluşturmaktadır. Bu çalışmada yenilikçi bir bakış açısı olarak “Uzay Kadastro” kavramının gerekliliği, kapsamı, hukuki ve teknik altyapısı ile temel bileşenleri üzerinde detaylı bir tartışma yapılmış ve yeni yaklaşımın temel ilkeleri üzerine açıklamalar sunulmuştur.

Space Cadastre: A New Paradigm for The Future of Space

Keywords

Cadastre
Space Cadastre
Space Property Rights
Space Law
GIS

Research Article

Received: 03.02.2025
Revised: 01.03.2025
Accepted: 04.03.2025
Published: 01.12.2025

Abstract

Space is considered as a limitless domain that offers endless opportunities for exploration and discovery for humanity. However, rapidly increasing activities and resource use in space bring new challenges to space management and especially ownership. Nowadays, the complex and dense nature of space makes it difficult to track, record and manage objects in space. Therefore, the development and implementation of a “Space Cadastre” concept for space will be an important step towards sustainable and effective management of space. Space cadastre provides a systematic legal and technical framework for tracking and recording property rights, assets, activities, and resources in space. By extending the traditional concept of cadastre to space, it aims to regularly determine the location, movement, and ownership of objects in space, especially with map support. This approach facilitates the recording, inventory, monitoring, and management of activities in space, just like traditional cadastre on the Earth, and creates a permanent and sustainable legally based recording system such as today's nationals are used. In this study, a detailed discussion is made on the necessity, scope, legal, and technical infrastructure with basic components of the concept of “Space Cadastre” as an innovative view, and explanations are presented on the main principles of the new approach.

1. Giriş

Uzay genellikle evrenin fiziksel yapısı içindeki tüm madde ve enerjiyi kapsayan üç boyutlu bir boşluk olarak tanımlanır. Bu kavram, dört boyutlu bir süreklilik olan “uzay-zaman” dokusunu oluşturmak için zamanla birleştirilir (Lehner, 2005). Uzayın kuramsal tanımı, farklı bilimsel disiplinlerde ve felsefi tartışmalarda farklılık gösterebilir, ancak genel olarak sonsuzluk ve sınırsızlık, boşluk, üç boyutluluk ve uzay-zaman sürekliliği gibi özelliklere sahiptir (Lehner, 2005; NASA, 2022). Uzay, bilimsel araştırmalardan ekonomik faydalara, teknolojik gelişmelerden dünya dışı yaşam arayışına kadar çeşitli nedenlerle insanlık için büyük önem taşımaktadır (URL-1). Uzay araştırmaları, evrenin nasıl çalıştığına dair temel bilgiler sağlar ve kozmik olayların, galaksilerin, yıldızların ve gezegenlerin oluşumu ve evrimi hakkında bilgi edinilmesine olanak tanır (URL-2). Bu araştırmalar, insanlığın kökeni ve evrenin büyük ölçekli yapısı hakkındaki anlayışı derinleştirmektedir. Uzay ve uzay kaynaklarının kullanımı son yıllarda bilim, teknoloji ve ekonomi alanlarında önemli bir konu haline gelmiştir. Uzay, sürdürülebilir kalkınma, bilimsel araştırma, teknolojik ilerleme ve ekonomik büyüme için birçok yeni fırsat sunmaktadır (URL-3).

Uzay, mikro gravite koşullarında yapılan deneyler, malzeme bilimi, biyoloji ve tıp alanlarında önemli keşiflere olanak sağlar (NASA, 2022; URL-4). Uydu teknolojileri, uzayın en yaygın ve kritik kullanımlarından biridir. İletişim, navigasyon ve Dünya gözlemi gibi çeşitli işlevler için hayati rol oynarlar. Uydular, küresel iletişim ağlarının temelini oluşturur ve dünya çapında anlık iletişimi sağlarlar. GPS (Küresel Konumlandırma Sistemi) ve GNSS (Küresel Navigasyon Uydu Sistemi) gibi navigasyon sistemleri, hassas konumlandırma, navigasyon ve zamanlama hizmetleri sunan uydu teknolojilerinin en önemli uygulamalarından biridir (Hegarty & Kaplan, 2017).

Uzay turizmi özellikle son yıllarda özel şirketlerin girişimleriyle bir gerçeklik haline gelmiştir. Yörünge altı uçuşlar ve uzay istasyonlarına yapılan turist ziyaretleri, uzayın ticari kullanımının yeni ve farklı bir boyutunu temsil etmektedir (Peeters, 2010). Uzay turizmi, yüksek maliyetlere ve teknolojik zorluklara rağmen hızla gelişme gösteren yeni ve önemli bir ticari sektördür (Crouch, 2001; Burger, 2022).

Günümüzde uzay kaynaklarının kullanımı, özellikle hızlandırılmış uzay araştırmalarının geliştirilmesinde önemli bilimsel ve ticari faydalar sağlamaktadır (Lewis, 1996). Bununla birlikte, uzayın sonsuz sınırlarına genişledikçe, sorumlu ve sürdürülebilir uygulamaları sağlamak için etik hususlar, çevresel etki değerlendirmeleri ve uluslararası iş birliği hayati önem taşımaktadır (UNOOSA, 1967). Yine günümüzde birçok araştırmacı, uzay kaynaklarının ticari kullanımının yasal çerçevesini araştırmakta ve tartışmaktadır (Tronchetti, 2009; Pop, 2008; Hatton, 2018). Bu çalışmalar, mevcut uluslararası hukukun sınırlılıklarını ve eksikliklerini vurgularken, bilhassa özel mülkiyet haklarının tanınmasının özellikle ticari faaliyetlerin sürdürülebilirliği için önemli olduğunu savunmaktadır.

Dış Uzay Antlaşması (OST-Outer Space Agreement) ve Ay Antlaşması (Moon Agreement) hükümleri, özellikle bu faaliyetlerin düzenlenmesinde ve teşvik edilmesinde merkezi bir rol oynamaktadır. Bununla birlikte, özel sektör katılımını kolaylaştırmak için uluslararası hukukun güncellenmesi ve yeni bir yasal çerçeve oluşturulması gerektiği hususunda da fikir birliği vardır (Cheng, 1997; Tronchetti, 2009; Bender, 2011). Bu analizler, uzay kaynaklarının kullanımı için dengeli ve sürdürülebilir bir yaklaşımın geliştirilmesi gerektiğini gösteren somut girişimlerdir.

“Uzay hukuku”, uzayla ilgili faaliyetleri düzenleyen hukuk bütünü olarak tanımlanabilir. Genel uluslararası hukuk gibi, uzay hukuku da çeşitli uluslararası anlaşmalar, antlaşmalar, sözleşmeler ve Birleşmiş Milletler (BM) kararlarının yanı sıra uluslararası kuruluşların kural ve düzenlemelerinden oluşur (Lyall & Larsen, 2009). Uzay faaliyetlerinin yürütülmesi, uzayın tüm insanlığın alanı olduğu fikri, ayırım gözetmeksizin tüm devletlerin uzayı keşfetme ve kullanma özgürlüğü ve uzayın kamulaştırılması ilkesi de dahil olmak üzere bir dizi temel ilke tarafından yönlendirilir (UNOOSA, 2017). 1967 tarihli OST-Dış Uzay Antlaşması, uzayın ulusların egemenliğine tabi olmadığını, yani hiçbir devletin uzay, Ay veya diğer gök cisimleri üzerinde egemenlik iddia edemeyeceğini açıkça belirtir. Ayrıca devletlerin uzaydaki faaliyetlerinden uluslararası düzeyde sorumlu olmalarını ve uzaydaki nesnelere kaydetmelerini de gerektirir (UNOOSA, 1967; UNOOSA, 2017).

Günümüzde özellikle uluslararası arenada uzay mülkiyeti sorunları ve hukuki belirsizlikler çok daha fazla ön plana çıkmaktadır. Uzayda, yani Dünya'nın ötesindeki alanda kimin neye sahip olduğu konusu karmaşık bir hal almıştır. Uydu operatörleri, gezegenlere gönderilen uzay sondaları ve diğer uzay araştırmaları, uzaydaki kaynakların ve faaliyetlerin sahipliğini belirlemek için yeni bir çerçeveye ihtiyaç duymaktadır. Bu durum, beraberinde uzayda mülkiyet haklarını tanımlamak için daha fazla düzenleme ve anlaşmayı da gerektirmektedir.

Mevcut uluslararası uzay hukuku hızla değişen koşulları karşılamakta yetersiz kalırken, özellikle uzayda kaynak kullanımı, uzay turizmi ve uzay madenciliği gibi yeni alanlar hukuki belirsizliklerle karşı karşıya kalmaktadır. Uzay tüm insanlığın ortak mirasıdır ve herkesin bu mirasa erişim hakkı vardır. Ancak bu hakların sınırları ve kullanımı henüz netlik kazanmamıştır. Uzayın sınırlarının keşfi ile uzayın kullanım haklarının nasıl düzenleneceği ve sınırlandırılacağı sorusu ortaya çıkmaktadır. Uzay, bilimsel araştırmaların yanı sıra ticari amaçlar için de kullanılmaktadır. Bu nedenle uzayın kullanım hakları konusunda çok daha net ve adil bir düzenlemeye ihtiyaç duyulmaktadır. Özellikle uzayda mülkiyet meselesi, uzay hukukundaki eksiklikler ve uzay kullanım hakları gibi konular yakın gelecekte çok daha fazla dikkat ve düzenleme gerektirecektir.

Uzayın uçsuz bucaksız, karmaşık ve dinamik doğası, bu alandaki nesnelere ve faaliyetlerin izlenmesini, kaydedilmesini ve yönetilmesini önemli ölçüde zorlaştırmaktadır. Uzayda faaliyet gösteren uydular, uzay araçları, istasyonlar ve diğer nesnelere belirli bir düzen içinde yönetilmediğinde çarpışma riskleri,

kayıplar ve hukuki anlaşmazlıklar gibi ciddi sorunlara neden olabilir. Bu bağlamda, “Uzay Kadastro” kavramı, uzayda düzeni sağlamak ve etkin bir mülkiyet yönetim sistemi oluşturmak amacıyla yeni bir paradigma olarak ortaya çıkmaktadır.

“Uzay Kadastro” kavramı, uzaydaki mülkiyet haklarının, varlıkların ve faaliyetlerin izlenmesi ve kaydedilmesi için hem yasal hem de teknik olarak sistematik bir çerçeve sağlar. Geleneksel “karasal” kadastro ilkelerini uzaya genişleterek, uzay arazisinin yönetimi, uzaydaki nesnelere konumunu, hareketini ve mülkiyetini sistematik olarak belirlemeyi ve kayıt altına almayı amaçlar. Böyle bir yaklaşım, uzay faaliyetlerinin şeffaf bir şekilde izlenmesi ve denetlenmesinin yanı sıra uzay mülkiyet haklarının belirlenmesi ve korunması yoluyla uzay hukukunun uygulanabilirliğini de artıracaktır.

Buradaki kritik soru, Dünya üzerindeki arazi mülkiyetini ve kullanımını yönetmede etkili olduğu kanıtlanmış olan mevcut geleneksel kadastro sistemlerinin, uzayın benzersiz koşullarına uyacak şekilde uyarlanıp uyarlanamayacağı hususudur.

Bu çalışmanın temel amacı, uzaydaki mülkiyet haklarının, hukuki ve teknik altyapısının, temel bileşenlerinin ve işlevlerinin belgelenmesi ve yönetilmesi için “Uzay Kadastro” fikrinin gerekliliği üzerine kapsamlı bir tartışma sunmaktır. Gelecekte, uzay kadastro sistemlerinin daha da geliştirilmesi ve bu alanda Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) tarafından desteklenen teknolojik yeniliklerin entegrasyonu, uzayın etkin ve sürdürülebilir yönetimini sağlamak için kritik öneme sahip olacaktır. Uzay kadastro, uzaydaki nesnelere ve aktivitelerin daha ayrıntılı ve doğru bir şekilde izlenmesine olanak tanıyan gelişmiş “coğrafi-veri” toplama ve analiz teknikleri ile desteklenmelidir. Uzayın sürdürülebilir ve etkin yönetimi için uzay kadastro kavramı daha geniş bir çerçevede ele alınarak uluslararası iş birlikleri ile desteklenmelidir.

2. Uzay nedir ve insanlık için neden önemlidir?

Uzay, evrenin fiziksel yapısı içinde tüm madde ve enerjiyi kapsayan, üç boyutlu bir vakum olarak tanımlanır ve zamanla birleşerek dört boyutlu bir süreklilik olan “uzay-zaman” dokusunu oluşturur. Genel görelilik teorisi, büyük kütleli cisimlerin uzay-zamanı çarpıtarak yerçekimi etkileri yarattığını açıklar. Uzay, sonsuz ve sınırsız olup, kuantum mekaniği sayesinde sanal parçacıklar ve kuantum dalgalanmaları içerir (Kersting, 2020). İnsanlık için uzay, bilimsel araştırmalardan ekonomik faydalara kadar geniş bir öneme sahiptir. Uzay araştırmaları, evrenin işleyişini, kozmik olayların, galaksilerin, yıldızların ve gezegenlerin oluşumunu anlamamıza olanak tanır. Bu bilgi, Dünya’nın uzaydaki yerini ve kozmik olayların gezegenimize etkilerini anlamamızı sağlar. Ayrıca, uzay teknolojileri, iletişim uyduları ve GNSS sistemleri gibi günlük yaşamımızda kullandığımız birçok teknolojinin geliştirilmesine öncülük eder, bu sayede küresel iletişim, navigasyon ve hava durumu tahminleri gibi alanlarda insanlığa hizmet eder. Ekonomik açıdan, uzay endüstrisi yeni iş kolları yaratır, roket fırlatma hizmetleri ve uzay turizmi gibi sektörler dünya ekonomisine katkıda

bulunur ve yüksek teknoloji alanlarında istihdam yaratır. Ayrıca, uzay araştırmaları, Mars ve diğer gök cisimlerine yapılan misyonlar gibi insanlığın evrende yaşanabilir yeni yerler bulma arayışına katkıda bulunur ve dünya dışı yaşamın olasılıklarını araştırır. Sonuç olarak, uzay, sadece bilimsel merakın bir konusu değil, aynı zamanda teknolojik, ekonomik ve kültürel gelişmeler için itici bir güç olup, insanlığın geleceğini şekillendirmede merkezi bir rol oynamaktadır. Bu nedenle, uzayın keşfi ve anlaşılması insanlık ve gelecek nesiller için büyük önem taşır ve bu konuda çalışmaların sürekli olarak sürdürülmesi kaçınılmazdır.

3. Uzay mevzuatına genel bakış

Uzay, insanoğlunun keşfetmek istediği sınırı olmayan, üç boyutlu bir vakum olarak sonsuz bir mekân gibi görülmektedir (Kersting, 2020), ancak uzaya olan bu ilgi ve keşif isteği, tarihsel bir evrimin ürünüdür. İnsanlık, uzayı keşfetme ve anlama yolculuğuna çok erken dönemlerden itibaren başlamış ve bu yolculuk, uluslararası iş birliğinin ve çabaların bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır (Sky, 1998). Uzay araştırmalarındaki uluslararası çabaların kökleri, Soğuk Savaş dönemine kadar gitmektedir. Amerika Birleşik Devletleri (ABD) ve Sovyetler Birliği arasındaki rekabet, uzaya olan ilgiyi ateşleyerek, uzaya ilk adımlarını atan ülkeler de bunlar olmuştur.

1957 yılında Sovyetler Birliği’nin başlattığı ilk Sputnik uydu programı, uzayın keşfi ve araştırılması konusundaki uluslararası ilgiyi artırmıştır. Bilhassa Sputnik-1’in fırlatılması, uzay çağının başlangıcı olarak kabul edilir ve uluslararası arenada uzay keşfi ve araştırmaları için önemli bir kilometre taşıdır. Bu olay, uluslararası uzay iş birliği ve keşiflerin de başlangıcını simgeler. Nitekim bu dönemde, ABD’nin Apollo programı ve Sovyetler Birliği’nin uzay yürüyüşleri gibi büyük projeler, uzayın keşfi için uluslararası arenada bir rekabetin parçası haline gelmiştir (History, 2020; National Geographic, 2024).

Soğuk Savaş’ın sona ermesinin ardından, uzay araştırmalarındaki uluslararası iş birliği yeni bir döneme girmiştir. 1998 yılında kurulan “Uluslararası Uzay İstasyonu (ISS)”, ilk kez farklı ülkelerin uzay ajanslarının bir araya gelerek uzayda ortak bir proje yürüttüğü bir örnek olarak dikkat çekmektedir. ISS, ABD, Rusya, Avrupa Uzay Ajansı, Japonya ve diğer birçok ülkenin iş birliğiyle uzay araştırmalarının uluslararası boyutunu temsil etmiştir (NASA, 2024.).

Bu gelişmelerle birlikte günümüzde uzay araştırmalarındaki uluslararası çabaları düzenleyen bir dizi farklı anlaşma da bulunmaktadır (Akün, 2022). Bunlardan en önemlisi 1967 tarihli “OST-Dış Uzay Antlaşması”dır. Bu antlaşma, temelde uzayın barışçıl amaçlarla kullanılması gerektiğini belirtir ve uzayda silahlanma yasağını içerir. Diğer antlaşmalar, uzayın kullanımını, kaynaklarını ve çevresel etkilerini düzenlemeye yönelik çeşitli özel girişimlerdir. Uzay Antlaşması, “ulusal egemenlik” ilkesini de kabul eder. Bu ilkeye göre, uzayda bir ulusun mülkiyet hakkı bulunmamaktadır. Yani, hiçbir ülke uzaya sahip değildir ve uzay tüm insanlığa aittir.

Bu bakış açısı uzayın paylaşıldığı ve uluslararası iş birliğinin teşvik edildiği bir anlayışı yansıtır. Bununla birlikte OST-Dış Uzay Antlaşması, uzayın çevresel bütünlüğünün korunmasını da vurgularken, uzayda çöplerin ve kirlenici maddelerin bırakılmasını, diğer uzay araçlarına ve gök cisimlerine zarar verebileceği için yasaklamıştır. Bu kural, uzayın sürdürülebilirliğini ve temizliğinin korunmasını amaçlar.

BM resmi kaynaklarına göre uzay hukuku, uzayla ilgili faaliyetleri düzenleyen hukuk bütünü olarak tanımlanabilir (UNOOSA, 2024). Genel uluslararası hukuk gibi uzay hukuku da çeşitli uluslararası anlaşmalar, sözleşmeler ve BM Genel Kurulu kararlarının yanı sıra uluslararası örgütlerin kural ve yönetmeliklerinden oluşur.

“Uzay hukuku” terimi çoğunlukla BM himayesinde geliştirilen beş uluslararası antlaşma ve uzayı düzenleyen beş ilke setinde yer alan uluslararası hukuk kuralları, ilkeleri ve standartları ile ilişkilendirilir (UNOOSA, 2024).

Bu uluslararası belgelere ek olarak, birçok devlet uzayla ilgili faaliyetleri düzenleyen ulusal mevzuata sahiptir. Uzay hukukunun temeli, BM çatısı altında geliştirilen bir dizi antlaşma ve prensiple atılmıştır. Bunlar arasında 1967 tarihli OST-Dış Uzay Antlaşması (Resmi adıyla *Uzayın Keşfi ve Kullanımının Barışçıl Amaçlarla Düzenlenmesine İlişkin Antlaşma*), uzay hukukunun temel taşı oluşturur ve uzayın keşfi ve kullanımının tüm insanlık yararına olması gerektiğini belirtir (UNOOSA, 2024).

OST-Dış Uzay Antlaşması, uzayın ulusların egemenliğine tabi olmadığını, yani hiçbir devletin uzayda, Ay da veya diğer gök cisimlerinde egemenlik iddiasında bulunamayacağını açıkça ifade eder. Ayrıca, devletlerin uzaydaki faaliyetlerinden uluslararası düzeyde sorumlu olacaklarını ve uzaydaki nesnelere kayıt altına alınmasını zorunlu kılar.

Bu temel antlaşmanın yanı sıra, Kurtarma Anlaşması (1968), Uzayda Sorumluluk Anlaşması (1972), Uydu Haberleşme Anlaşması (1976) ve Ay Anlaşması (1979) gibi diğer önemli antlaşmalar da uzay hukukunun gelişimine katkıda bulunmuştur (Krause, 2017). Bu antlaşmalar, uzay araçlarının zarar görmesi durumunda sorumluluk ve tazminat meselelerini, uzaydaki nesnelere kayıt altına alınmasını, uzaydaki faaliyetlerin çevresel etkilerini ve uzay kaynaklarının kullanımını düzenler (Akün, 2022).

Uzay hukukunun önemi, uzay faaliyetlerinin artması ve özellikle ticari uzay faaliyetlerinin genişlemesiyle birlikte daha da artmaktadır. Uzay madenciliği, uzay turizmi ve özel uzay uçuşları gibi yeni girişimler, mevcut hukuki çerçevenin sınırlarını zorlamakta ve uzay hukukunun gelişimine yönelik yeni sorular ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, uluslararası toplumun ve hukukçuların, uzayın barışçıl kullanımını teşvik eden, adil ve sürdürülebilir bir uzay faaliyetleri çerçevesini sağlamak için sürekli olarak iş birliği yapmaları ve mevcut hukuki düzenlemeleri gözden geçirmeleri gerekmektedir. Uzay hukuku, bu nedenle, dinamik bir hukuk dalı olarak kalmaya devam ederek, uzay faaliyetlerinin gelecekteki yönünü şekillendirmede merkezi bir rol oynayacaktır.

4. Uzay kaynaklarının kullanımı ve mülkiyet hakkı

4.1. Uzay ve uzay kaynaklarının kullanımı

Uzayın ve uzay kaynaklarının kullanımı, son yıllarda bilim, teknoloji ve ekonomi alanlarında önemli bir konu haline gelmiştir. Bu kullanım, insanlık adına sürdürülebilir kalkınma, bilimsel araştırma, teknolojik ilerleme ve ekonomik büyüme açısından birçok yeni fırsatlar sunmaktadır. Bu fırsatlardan öne çıkan bazı önemli hususlar aşağıdaki biçimlerde ele alınabilir. Bunlar:

a) *Uzayda araştırma ve keşif*: Uzay, bilimsel araştırma ve keşif için benzersiz bir ortam sunar ve mikro-gravite koşulları altında yapılan deneyler, malzeme bilimi, biyoloji ve tıp alanlarında önemli buluşlara olanak tanır. Gelişmiş teleskoplar ve uzay sondaları, evrenin yapısını ve dinamiklerini anlamamıza yardımcı olur. Hubble ve James Webb Uzay Teleskopları gibi cihazlar, kozmik olayları, galaksilerin oluşumunu ve potansiyel olarak yaşanabilir gezegenleri incelemektedir. Bu keşifler, evrenin kökenine dair sorulara yanıt ararken, dünya dışı yaşamın varlığına dair ipuçları da sunar. Uzayda araştırma ve keşif faaliyetleri, bilim ve teknoloji alanında ilerlemeleri teşvik eder ve insanlığın evrendeki yerini anlamasına yönelik kritik bilgiler sağlar (Kuthunur, 2023).

b) *Uydu teknolojileri*: Uzayın en yaygın ve kritik kullanım alanlarından biri olan uydu teknolojileri, iletişim, navigasyon ve Dünya gözlemi gibi çeşitli işlevler için hayati bir rol oynamaktadır. Uydular, küresel iletişim ağlarının temelini oluşturmakta ve böylece dünya genelinde anlık haberleşmeyi mümkün kılmaktadır. GPS/GNSS gibi navigasyon sistemleri, uydu teknolojilerinin en önemli uygulamalarından biridir ve bu sistemler sayesinde hassas konum belirleme ve zamanlama hizmetleri sağlanmaktadır. Dünya gözlem uyduları, orman yangınları, sel, kuraklık gibi doğal afetlerin yanı sıra, tarım alanlarının izlenmesi, kentsel gelişim ve çevresel koruma gibi alanlarda da kullanılmaktadır. Bu teknolojiler, çevresel değişikliklerin ve insan faaliyetlerinin etkilerinin sürekli olarak izlenmesini ve analiz edilmesini sağlayarak, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmada önemli katkılar sunmaktadır.

c) *Uzay turizmi*: Uzay turizmi, özellikle son yıllarda özel şirketlerin girişimleriyle gerçeklik kazanmaya başlamıştır. Yörünge-altı (Suborbital) uçuşlar ve uzay istasyonlarına yönelik yapılan turistik ziyaretler, uzayın ticari kullanımının farklı ve yeni bir boyutunu temsil etmektedir. Uzay turizminin ekonomik, teknolojik ve yasal boyutları, bu sektörün sürdürülebilirliği açısından büyük önem taşımaktadır (Burger, 2022). Bu bağlamda, uzay turizmi yalnızca bir eğlence etkinliği olarak değil, aynı zamanda bilimsel ve teknolojik ilerlemeler için bir katalizör olarak da değerlendirilebilir. Bu yeni endüstri, gelecekte uzayın daha erişilebilir hale gelmesini sağlayarak, insanlığın uzayla olan ilişkisini köklü bir şekilde değiştirme potansiyeline sahiptir.

d) *Uzay madenciliği*: Uzay kaynaklarının kullanımının gelecekteki en heyecan verici alanlarından biri, asteroidler, Ay ve diğer gök cisimlerindeki su, mineraller ve metallerin çıkarılmasıdır. Bu kaynaklar, uzayda

sürdürülebilir insan varlığını destekleyebilir ve bilhassa Dünya'daki kaynak baskısını azaltabilir. Uzay kaynaklarının kullanımı, gök cisimlerinden kaynak çıkarılmasına odaklanan çığır açıcı bir yenilik olmakla birlikte bu konsept, ekonomik ve bilimsel faydaların kilidini açma potansiyeli ile de uzay araştırmalarında bir paradigma değişimini temsil etmektedir. Bu bağlamda, özellikle asteroit madenciliği ve gök cisimlerinden kaynak çıkarma potansiyeline ilişkin hususların irdelenmesinde yarar görülmektedir (Lewis, 1996; Lewicki ve ark., 2021; Elvis, 2012).

Günümüzde uzay kaynaklarının kullanımı oldukça önemli hale gelirken, uzay sektörü de bu gelişmelerle birlikte uluslar tarafından oldukça dikkat çekerek, ülkelerin ekonomik alanda da uzaya dair etkin yatırımları söz konusu olmaktadır (Yıldız, 2022). Nitekim, 2024 yılında gerçekleşen "Antalya Space Diplomacy Formu" nda, "uzay sektörünün ekonomik potansiyeli, pazarın 2030 yılına kadar 1,7 trilyon USD bir değere ulaşacağını öngören büyüme tahminleriyle dikkat çekerken, uzay ekosistemi üzerindeki olası çarpan etkileriyle, sektörün toplam ekonomik büyüklüğü yaklaşık 3 trilyon USD çıkarabilir" saptaması yapılmıştır (URL-5; Acket-Goemaere ve ark., 2024).

Tüm yukarıdaki açıklamalarla birlikte uzayın kullanımı, uluslararası iş birliğini gerektirir ve "uzay hukuku" bu faaliyetlerin adil ve sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi için kritik bir öneme sahiptir. "OST-Dış Uzay Antlaşması" gibi halihazırdaki geçerli uluslararası anlaşmalar, uzayın keşfi ve kullanımının temel kurallarını belirler. Ancak, uzayın ve uzay kaynaklarının kullanımı, insanlık için büyük fırsatlar sunarken, bu faaliyetlerin hukuki ve çevresel sorumluluklarla dengelenmesi gerektiği de aşikardır.

4.2. Uzayda kolonizasyon girişimleri

Uzay kolonizasyonu, insanlığın Dünya dışında yerleşim birimleri kurma fikrini ifade eder ve bu konudaki hukuki ve mülkiyet sorunları giderek daha fazla tartışılmaktadır. "Uzay yerleşimi" veya "dünya dışı kolonizasyon" olarak da bilinen bu kavram, bilim kurgu edebiyatından bilimsel ve politik arenaya geçiş yapmıştır. Ancak, uzay kolonizasyonunun önündeki en büyük engellerden biri, mevcut uzay hukukunun yetersizliğidir. 1967 tarihli "OST-Dış Uzay Antlaşması", uzayın tüm insanlığın ortak mirası olduğunu ve hiçbir devletin uzay üzerinde egemenlik iddia edemeyeceğini belirtmektedir. Bununla birlikte, bu antlaşma, uzayda kurulacak koloniler ve bu kolonilerin mülkiyet statüsü hakkında net hükümler içermemektedir. Ayrıca, 1979 tarihli "Ay Antlaşması" da uzayda mülkiyet konusunu ele almakta ancak birçok ülke tarafından onaylanmamış olduğundan etkinliği sınırlıdır.

Uzay kolonizasyonu ile ilgili en önemli mülkiyet sorunlarından biri, uzayda kurulacak yerleşim birimlerinin kime ait olacağı ve nasıl yönetileceğidir. Mevcut uzay hukuku, bu konuda net bir çerçeve sunmamaktadır, bu da devletler ve özel şirketler arasında mülkiyet anlaşmazlıklarına yol açabilir. Özellikle uzay madenciliği, uzay kolonizasyonunun önemli bir bileşeni olarak büyük ekonomik potansiyel taşımaktadır, ancak bu faaliyetlerin mülkiyet hakları ve

kaynakların nasıl paylaşılacağı konusunda uluslararası bir uzlaşma bulunmamaktadır. Mevcut uzay hukuku, uzayda egemenlik iddialarını ve mülkiyet haklarını düzenlemek için yeterli değildir. Bu nedenle, uluslararası toplumun, uzay kolonizasyonu ile ilgili yeni ve kapsamlı bir hukuki çerçeve oluşturması gerekmektedir. Ayrıca, uzayda kurulacak yerleşim birimlerinin yönetimi ve bu birimlerde yaşayan insanların hak ve sorumlulukları da net bir şekilde tanımlanmalıdır.

4.3. Uzayda mülkiyet hakkı sorunları

Uzay yönetiminin bir bileşeni olarak "Uzay Mülkiyet Hakları", uzay varlıkları ve kaynaklarının konumu, mülkiyeti, kullanımı için teknik ve yasal düzenleyici mekanizmaların bütüncül yapıda oluşturulmasını kapsayıcı nitelikte olmalıdır. Bu yaklaşım, bu çalışmada, bundan böyle özel olarak "Uzay Kadastrosu" adıyla ifade edilecek ve bu yeni kavram bu makalenin ileri bölümlerinde detaylıca açıklanacaktır.

İnsanlık, uydu takımyıldızlarından ay keşiflerine kadar uzaya doğru ilerledikçe, açık ve şeffaf mülkiyet haklarına duyulan ihtiyaç giderek daha kritik hale gelecektir. Çünkü yörüngedeki uydular, uzay istasyonları ve diğer altyapılar açık mülkiyet haklarının kullanımını gerektirir. "Uzay Kadastrosu", uzaydaki varlıkların yerini, mülkiyetini ve kullanımını düzenleyen çerçeveyi ifade edecektir. Buna uydular, uzay istasyonları, gök cisimleri ve dünya dışı kaynaklar da dahildir. Bu haklar, sorumlu ve sürdürülebilir uzay faaliyetleri, çatışmaların önlenmesi ve uzay kaynaklarına adil erişimin sağlanması için bir temel oluşturur. Bu yaklaşım sorumlu varlığı, kullanım haklarını ve uluslararası düzenlemelere uyumu özetleyen, harita destekli, belgelenmiş bir mülkiyet kaydı oluşturacaktır.

Ay ve Mars'a yönelik misyonlar ilerledikçe, gök cisimleri ve kaynakları üzerindeki mülkiyet hakları sorunu da hızla önemli hale gelmektedir. Bilhassa mineraller için asteroit madenciliği yapmak gibi kaynak çıkarmaya yönelik uzay araştıran ticari kuruluşlar, öncelikle mülkiyet haklarıyla ilgili soruları gündeme taşımaktadır. Dolayısıyla "Uzay Mülkiyet Hakları", ticari girişimlerin uluslararası anlaşmalara ve sorumlu uygulamalara bağlı kalmasını sağlayacak biçimde kaynakların mülkiyetini ve kullanımını etkin tanımlayabilmelidir. Uluslararası uzay yasalarının ve ulusal düzenlemelerin etkinliği, işbirlikçi çabalara bağlıdır. Uzaydaki mülkiyet haklarına ilişkin açık ve evrensel olarak kabul edilmiş bir yasal çerçeve oluşturmak, uzay yolculuğu yapan ülkeler arasında diyalog ve iş birliğini gerektirir.

Ancak mevcut uluslararası yasal çerçeve, uzay kaynaklarındaki mülkiyet haklarına ilişkin boşluklar ve belirsizlikler içermektedir. Örneğin ABD ve Lüksemburg'da yapılan ulusal düzenlemeler, uzay mülkiyet haklarına ilişkin farklı yaklaşımları vurgulamaktadır (Sadeh ve ark., 1998). Dolayısıyla birleşik bir uluslararası duruşun olmayışı belirsizliklere ve potansiyel çatışmalara katkıda bulunmaktadırlar. Nihayetinde kaynak kullanımına ilişkin açık kuralların bulunmaması, mülkiyet ve kullanım haklarının tanımlanmasında da oldukça zorluklar yaratmaktadır (Şvec & Schmidt, 2022; Spencer, 2010).

4.4. Uzay hukuku ve mülkiyet hakkı ilişkisi

Uzaydaki mülkiyet hakkı, uzay hukukunun en tartışmalı ve karmaşık konularından biridir. Mevcut uluslararası uzay hukuku, özellikle 1967 OST-Dış Uzay Antlaşması ile uzay ve gök cisimleri üzerinde herhangi bir devletin egemenlik iddiasını yasaklar ve bu alanların tüm insanlık yararına kullanılması gerektiğini vurgular. Bu durum, Ay, Mars veya asteroidler gibi gök cisimleri üzerinde hiçbir ülke veya özel şirketin mülkiyet hakkı iddia edemeyeceği anlamına gelir. Ancak, uzayın ticarileşmesi ve özellikle uzay madenciliği gibi yeni girişimler, mevcut hukuki çerçeveyi zorlamakta ve mülkiyet hakları konusunda yeni tartışmalar doğurmaktadır. Her devletin kendi toprakları üzerindeki hava sahasında egemenliği olmasına rağmen, “üst-uçuş hakları” ve takas edilebilir emisyon ödenekleri ve kredileri, uluslararası düzeyde mülkiyet hakları yarattığı görülebilir. Dış uzay, herkes tarafından kullanıma açık, ancak genel olarak mülkiyet haklarına tabi olmayan küresel müştereklerin bir parçası olarak görülmektedir. ABD ve Lüksemburg gibi bazı ülkeler, uzay kaynaklarının ticari amaçlarla çıkarılmasını destekleyen yasalar çıkarmış, ancak bu düzenlemelerin OST-Dış Uzay Antlaşması'nın ruhuna uygunluğu tartışmalıdır. Uluslararası toplum, uzaydaki mülkiyet hakları konusunda adil ve sürdürülebilir bir çerçeve oluşturmak için iş birliği yapmaya çalışmaktadır (Murnane, 2023; Whitfield-Jones, 2020; Smith, 2020; Danışman, 2019). Bu çabalar, uzayın barışçıl kullanımı, insanlığın ortak mirası olarak korunması ve kaynakların adil paylaşımı gibi temel prensipler etrafında şekillenmektedir. Uzayın gelecekteki kullanımı, bu karmaşık hukuki, etik ve politik meselelerin nasıl ele alındığına bağlı olarak belirlenecektir.

5. Uzay arazisinde “düşey-mülkiyet” hakkı

Uzay, insanlığın son sınırlarından biri olmaya devam ederken, Dünya'nın yörüngesi giderek daha kalabalık ve karmaşık bir hale gelmektedir. Özellikle alçak Dünya yörüngesi (LEO) gibi yoğun kullanılan bölgelerde, artan uydu sayısı, uzay enkazı ve diğer nesnelere varlığı, yörünge tıkanıklığı ve çarpışma riskleri gibi zorlukları ön plana çıkarmaktadır. Uzay ajansları ve uydu operatörleri, yapay zeka, otomatik izleme sistemleri ve gelişmiş sensör teknolojileri gibi yenilikçi çözümlerle bu zorlukların üstesinden gelmeye çalışmaktadır. 2024 yılı itibarıyla dünya yörüngesinde yaklaşık 9,900 aktif uydu bulunmakta olup, bunların büyük bir kısmı iletişim ve dünya gözlemi görevleri için LEO'da yer almaktadır (URL-6; URL-7). Ancak, aktif uyduların yanı sıra, dünya yörüngesinde 30,000'den fazla büyük ve bir milyondan fazla küçük uzay çöpü bulunmaktadır; bu durum, uydu operasyonlarını ve uzay faaliyetlerinin sürdürülebilirliğini oldukça tehdit etmektedir (URL-6; URL-8).

5.1. Gök cisimlerinde mülkiyet sorunu

Son yıllarda Ay ve Mars keşiflerindeki artış, bu gök cisimlerine ilişkin mülkiyet hakları konusunda tartışmaların artmasına neden olmuştur. Uluslararası

anlaşmalar iş birliğini teşvik ederken, Ay ve Mars'taki kaynakların mülkiyeti ve kullanımıyla ilgili sorunlar henüz tam olarak çözüme kavuşmamıştır. Özellikle SpaceX gibi özel şirketlerin Ay ve Mars'taki su buzu gibi kaynaklarla ilgilenmesi, mülkiyet haklarıyla ilgili yeni sorular doğurmaktadır. OST-Dış Uzay Antlaşması, gök cisimlerinin ulusal tahsisini yasaklasa da kaynakların kullanımına dair net bir rehberlik sunmamaktadır. Ay'a ek olarak, Mars'taki keşifler de mülkiyet sorunlarını gündeme getirmektedir. NASA'nın Perseverance gezgini ve Çin'in Tianwen-1 misyonları gibi projeler, bilimsel amaçlarla gerçekleştirilse de gelecekte Mars'ta insan kolonizasyonu ve kaynak kullanımı planları, mülkiyet haklarıyla ilgili endişeleri artırmaktadır. İş insanı Elon Musk'ın Mars'ta kendi kendine yeten bir yerleşim kurma hedefi, uluslararası düzenlemelerin eksikliğine dikkat çekmekte ve uzayda mülkiyet hakları konusundaki belirsizlikleri de beraberinde artırmaktadır (Drake, 2016; McFadden, 2022).

Bu bağlamda, uluslararası anlaşmalar gök cisimlerinin yönetimi için bir çerçeve sunmaktadır. OST-Dış Uzay Antlaşması, gök cisimlerinin ulusal olarak tahsis edilmesini yasaklarken, tüm uzay faaliyetlerinin insanlığın yararına olmasını vurgular. Ay Antlaşması ise, Ay ve kaynaklarının tüm insanlığın ortak mirası olduğunu belirtir, ancak bu anlaşma geniş çapta kabul görmemiştir. Gök cisimlerinde mülkiyet sorunu, uzay araştırmalarıyla birlikte daha da önem kazanmaktadır. “İnsanlığın ortak mirası” ilkesi, mülkiyet haklarının netleşmemesi nedeniyle hukuki belirsizlikler yaratmaktadır. Özel şirketlerin uzaydaki kaynak çıkarımı ve kolonizasyon girişimleri, mülkiyet hakları konusunu daha acil bir mesele haline getirmektedir. Bu nedenle, uzay keşifleri ve kaynak kullanımı, mevcut hukuki çerçevelerin güncellenmesini ve yeni normların oluşturulmasını gerektirecektir. “Uzay kadastro” gibi yeni kavramlar, mülkiyet ve kullanım haklarının netleştirilmesi açısından önemli olabilir ve uluslararası iş birliğini teşvik edebilir.

5.2. Uzay nesnelere kaydı ve sorunlar

Uzaydaki varlık ve nesnelere kaydı, uzay faaliyetlerinin artmasıyla birlikte ciddi bir sorun haline gelmiştir. Mega uydu takımyıldızlarının ve özel sektörün uzaya olan ilgisinin artışı, mevcut kayıt sistemlerinin yetersizliklerini daha belirgin hale getirmiştir. Bu sistemlerin tam ve doğru kayıt sağlayamaması, uzay trafik yönetimi ve güvenliği açısından büyük riskler doğurmaktadır.

1967'de BM'in kabul ettiği “OST-Uzay Antlaşması”, uzaya nesne fırlatan az sayıda ülke için temel yörünge parametrelerinin takibini zorunlu kılarken, günümüzde 9.900'den fazla operasyonel uydu ile bu durum daha karmaşık bir hal almıştır. Dolayısıyla uzay nesnelere kaydıyla ilgili sorunlar büyük önem kazanmaktadır. OST'nin VIII.maddesi, uzaya fırlatılan nesnelere kaydedilmesini ve bu nesne üzerinde fırlatma devletin yargı ve kontrolünü sağlar (Masson-Zwaan ve ark., 2024). Kayıt Sözleşmesi (REG), OST'nin bu kavramını genişletir ve kayıt devletini belirler. Bağlayıcı olmayan birkaç hukuki enstrüman da uzay nesnelere kaydını ele almaktadır.

Bunlar arasında BM kararları ve bildirgeler yer alır ve devletlere uzay nesnelere BM'e kaydetme tavsiyesinde bulunur. Örneğin, 1961 BM GA kararı 1721B (XVI), uzay nesnelere kaydını düzenler. 2007'de kabul edilen 62/101 sayılı BM kararı ise, uzay nesnelere kaydı için tavsiyeler sunar ve bir kayıt formu modeli sağlar.

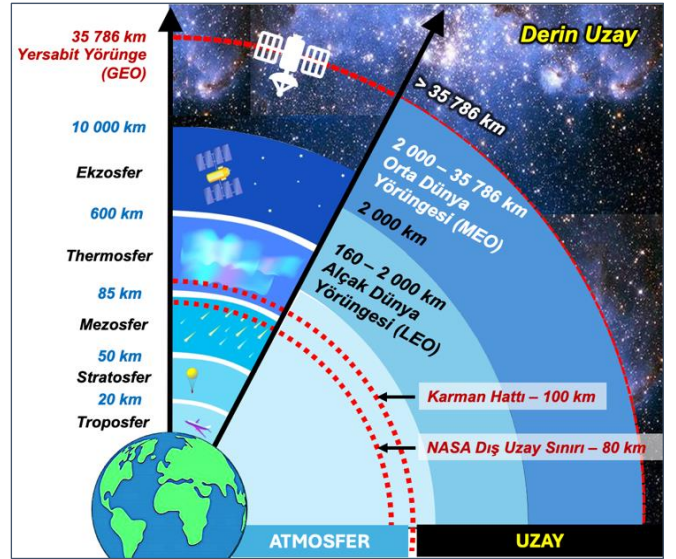
Uzay nesnelere kaydı, uluslararası uzay hukuku ve güvenliği açısından kritik öneme sahiptir. UNOOSA'nın çevrimiçi dizini ve BM kayıt sistemi, şeffaflığı ve etkinliği sağlamakta merkezi rol oynar. Devletlerin doğru ve zamanında bilgi sağlamaları, uluslararası iş birliği ve uzayda güvenli operasyonlar için zorunludur. Haziran 2024 itibarıyla, BM'e kaydedilen yaklaşık 16.500 nesne ile çevrimiçi dizinde listelenen toplam nesne sayısı 18.500 civarındadır (Masson-Zwaan ve ark., 2024).

"Yörünge Arazi Kaydı", Dünya'nın yörüngesindeki nesnelere izlenmesi, kaydedilmesi ve yönetilmesini içerir. Bu alandaki en büyük zorluklardan biri, yörünge dinamik ve yoğun doğasıdır. Uzay çöplerinin ve çarışmaların önlenmesi için bu nesnelere tam olarak takip edilmesi ve kaydedilmesi kritiktir (Gheorghe & Yuchnovicz, 2015). Günümüzde ABD Uzay Komutanlığı (USSPACECOM) ve Avrupa Uzay Operasyonları Merkezi (ESOC) gibi kuruluşlar, yörünge kayıtları için SST sistemlerini kullanmaktadırlar. Ayrıca, UNOOSA gibi kuruluşlar, Dünya'nın yörüngesindeki nesnelere tanımlanması ve kaydedilmesi için ortak bir çerçeve oluşturma çabalarını sürdürmektedir.

5.3. Uzay sınırı: Nerede başlar ve nerede biter?

Günümüz uzay hukukunda, uzay sınırının nerede başladığı ve nerede bittiği konusu hala tartışmalı bir konu olup, bu konuda uluslararası kabul görmüş bir mutabakat henüz sağlanamamıştır. Ayrıca, ilk uzay mevzuatında da uzayın tanımı yapılmadığı için, uzay sınırının kesin olarak nerede başladığı ve nerede bittiği halen bir belirsizliktir. Dolayısıyla bu durum, uzay hukuku açısından önemli bir muamma yaratmaktadır. Oysa, uzay alanındaki son gelişmelerle birlikte, "uzay sınırı" hem bilimsel hem de hukuki açıdan oldukça önem arz eden bir konudur. Özellikle bu kapsamda, uzay sınırlarına ilişkin halihazırda yaygın olarak kullanılan bazı kavramların önceden açıklanmasında yarar görülmektedir. Bunlar (Şekil 1):

a) *Dış Uzay (Outer Space)*: Dış uzay, uzay hukukunda sıkça karşılaşılan temel bir kavramdır. Genel olarak "atmosferin üzerindeki" evrenin kısmı olarak tanımlansa da bu tanım Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) tarafından yetersiz görülmektedir. Alçak yörüngeli uzay araçlarının termosferde uçabilmesi ve "geospace" olarak tanımlanan bölgede önemli uzay havası süreçlerinin gerçekleşmesi nedeniyle, uzayın alt sınırının termosferi de içermesi gerektiği savunulmaktadır. WMO, "uzay"ı "üst atmosferden başlayıp atmosferin üzerine uzanan evrenin sınırsız kısmı" olarak tanımlamayı önermektedir (UN, 2016). Dış uzay, aynı zamanda insanlığın gelecekteki keşifleri ve kolonizasyon çabaları için büyük bir potansiyele sahiptir. Uzay ajansları ve özel şirketler, Mars gibi gezegenlerde insanlı misyonlar düzenlemeyi ve kalıcı yerleşim yerleri kurmayı hedeflemektedir.



Şekil 1. Uzayın belirgin sınırları ve Karman hattı.

b) *Yörüngesel Uzay (Orbital Space)*: Uzay cisimlerinin Dünya etrafında belirli yörüngelerde hareket ettiği bölgeyi ifade eder. Bu bölge, uzay araçları ve uydular için kritik öneme sahiptir. Yörünge, bir uzay cisminin Dünya'nın yerçekimi etkisi altında izlediği kapalı yoldur. Alçak Dünya Yörüngesi (LEO) 200-2000 kilometre yükseklikte olup, iletişim ve meteoroloji uyduları ile "Uluslararası Uzay İstasyonu (ISS)" gibi düşük irtifadaki uzay araçları için kullanılır. Orta Dünya Yörüngesi (MEO) 2.000-35.786 kilometre arasında yer alır ve navigasyon sistemleri ile bazı iletişim uyduları tarafından kullanılır. Jeosenkron Yörünge (GEO) ise yaklaşık 35.786 kilometre yükseklikte olup, Dünya'ya göre sabit bir konumda kalan uyduların bulunduğu yörüngedir. Yörüngesel Uzay, iletişim, yayıncılık, navigasyon, GPS, bilimsel araştırmalar, gözlem, askeri ve savunma uygulamaları gibi birçok alanda kritik bir rol oynar. İnsanlığın uzaya olan ilgisinin ve faaliyetlerinin merkezinde yer alan yörüngesel uzay, gelecekteki uzay keşifleri ve teknolojik gelişmeler için de büyük bir önem taşımaktadır.

c) *Derin Uzay (Deep Space)*: Dünya ve Ay'ın yerçekimi etkilerinin ötesinde bulunan, gezegenler arası ve yıldızlar arası bölgeleri kapsayan geniş bir uzay bölgesidir. Bu alan, Dünya'nın atmosferinden ve yerçekimi etkisinden tamamen uzak olup, büyük ölçüde boşluk ve kozmik radyasyonun hakim olduğu bir yerdir. Derin uzay, gezegenler, yıldızlar, kuyruklu yıldızlar ve asteroitler gibi kozmik cisimlerin incelenmesi için ideal bir ortam sunar ve bu nedenle bilimsel ve teknolojik araştırmalar açısından büyük bir öneme sahiptir. Bu bölgede yapılan araştırmalar, insanlığın evreni daha iyi anlamasına ve diğer yıldız sistemlerinde yaşam belirtileri aramasına olanak tanır. Derin uzay, gelecekteki insanlı uzay keşifleri ve kolonizasyon çabaları için büyük bir potansiyele sahiptir; Mars ve daha uzak gezegenlere yapılacak insanlı misyonlar, bu bağlamda önemli adımlar olacaktır. Derin uzayda, insanlığın yeni yaşam alanları keşfetme ve evrenin diğer bölgelerini araştırma çabaları hem bilimsel merakın hem de teknolojik ilerlemenin itici gücü olarak kritik bir rol oynar ve gelecekteki uzay keşifleri için merkezi bir öneme sahiptir.

d) *Geosynchronous equatorial orbit (GEO)*: Dünya'nın ekvatoru üzerinde sabit bir noktada yer alarak Dünya'nın dönüş hızına eşit hızda hareket eden bir yörüngedir. Yaklaşık 35,786 kilometre yükseklikte bulunan bu yörüngedeki uydular, 24 saatte bir tam tur atarak Dünya'ya göre sabit bir konumda kalır ve sürekli olarak aynı bölgeyi gözlemleyebilir, veri iletebilir. GEO, iletişim, hava durumu gözlemleri ve televizyon yayıncılığı gibi alanlarda kritik öneme sahiptir. Yüksek irtifada bulunmaları sayesinde, geniş bir alanı kapsayabilir ve yüksek veri iletim hızları sağlar. Ancak, bu yörüngeye ulaşmak ve burada sabit kalmak, ileri düzey roket teknolojisi ve hassas yörünge hesaplamaları gerektirir. Uyduların bakımı ve onarımı da Dünya'ya olan uzaklıkları nedeniyle son derece zordur. GEO, uluslararası uzay hukuku ve düzenlemeleri açısından da önemlidir; sınırlı alanı nedeniyle uyduların konumlandırılması sıkı düzenlemelere tabidir, bu da çarpışma riskini en aza indirmeyi ve yörünge kalabalığını yönetmeyi amaçlar.

Yukarıdaki teknik uzay sınır kavramları bağlamında, uzay sınırının tanımlanması hususunda çok farklı bilimsel ve hukuki görüşler bulunmaktadır. Bu konuda ortaya atılan ilk görüşlerden biri Sovyet Havacılık Bakanlığının üst düzey yetkilisi Zarzar (1926)'a aittir. Zarzar, bir ulusun hava sahası egemenliğine ilişkin sorunlara büyük ölçüde odaklandığı çalışmasında hava sahası ile uzayın ayrı ayrı ele alınması gerektiğini öne sürerek, devlet egemenliği açısından dış uzay ile hava sahası arasındaki en temel farkı ortaya koymuştur.

Bugün geçerliliği olan, uzayın başlangıcı için en yaygın kabul gören bilimsel tanım "*Kármán Hattı*"dır. Bu hat, Dünya'nın atmosferi ile uzayı ayıran sınırı olarak kabul görmüştür (Şekil 1). Bu hat keskin şekilde tanımlanmamıştır, ancak genellikle ortalama deniz seviyesinden 80 ila 100 km (50 ila 62 mil) yükseklikte Dünya'yı çevrelediği kabul edilir (Dubey, 2023). Özellikle uçakların aerodinamik kontrolü kaybettiği, yörünge mekaniğinin geçerli olduğu yükseklik olarak kabul edilir. Karman Hattı, uzay araştırmaları ve havacılık için kritik bir referans çizgisidir. Bu sınır, uzay araçlarının faaliyetlerini planlarken ve yörünge hesaplamaları yaparken temel bir kriter olarak kullanılır. Ancak hukuki açıdan, uzay sınırının belirlenmesi konusu daha karmaşıktır. BM OST, uzayın kullanımı konusunda genel kuralları ortaya koymuş olsa da uzay sınırının kesin tanımını yapmamıştır (UNOOSA, 1967). Bununla birlikte, birçok ülke ve uluslararası organizasyon, *Karman Hattı*'ni referans hattı olarak kabul etmektedir. Bazı bilim insanları ve kurumlar, uzay sınırının farklı yüksekliklerde başladığını savunmaktadır. Örneğin ABD Hava Kuvvetleri ve NASA, uzayın başlangıcı olarak 80 kilometreyi kabul ederken, diğer bazı ülkeler bu sınırın 120 kilometre olması gerektiğini öne sürmektedir (McDowell, 2018).

Uzay sınırının sonu, yani uzayın bittiği nokta, bilimsel olarak daha da belirsizdir. Teknik olarak, uzayın sonu evrenin sınırlarına kadar uzanır ve bu sınır sürekli genişleyen bir evren modeli içinde tanımlanamaz. Ancak, pratik amaçlar için Dünya'dan birkaç yüz bin kilometre uzaklıktaki Ay yörüngesi ve ötesi, "Derin Uzay (Deep Space)" olarak kabul edilir (URL-2). Uzay sınırının nerede başladığı ve bittiği konusundaki tanımlar hem

bilimsel hem de hukuki perspektiflerden ele alındığında çeşitlilik göstermektedir. Ancak *Karman Hattı*, geniş kabul gören bir başlangıç sınırı olarak hizmet ederken, uzayın sonu daha belirsiz ve geniş bir alanı kapsamaktadır.

5.4. Yeryüzü üzerinde düşey mülkiyet hakkı sınırı

Düşey yönde mülkiyet hakkı sınırı, toprak sahiplerinin yer altı ve yer üstü mülkiyet haklarının hangi derinlikte ve yükseklikte geçerli olduğunu belirleyen kritik hukuki bir konudur. Bu sınırın belirlenmesi hem hukuki hem de teknik açıdan büyük önem taşır ve birçok ülkenin yasaları ile uluslararası anlaşmalar tarafından düzenlenmiştir. Yer altı mülkiyetinde, mülk sahiplerinin hakları genellikle belirli bir derinlikle sınırlıdır. Bu sınırın ötesinde, yasalarla birlikte, devletin egemenlik hakları devreye girer ve yer altı kaynakları genellikle devletin kontrolü altına alınır. Örneğin, madencilik, petrol ve doğalgaz çıkarma faaliyetleri, mülk sahiplerinin haklarının ötesinde devlet tarafından düzenlenir ve denetlenir (Fitzgerald, 2013). Yer altı mülkiyetinde bu sınırlamalar, doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımını ve çevresel korumayı sağlamak amacıyla getirilmiştir.

Yer üstü mülkiyetinde ise, hava sahası ve uzay arasındaki farklar önemlidir. Birçok ülke, hava sahasını belirli bir yüksekliğe kadar kontrol ederken, bu yükseklik genellikle 100 kilometre olarak kabul edilen *Karman Hattı* ile sınırlıdır (McDowell, 2018). Bu yükseklikten itibaren, uluslararası hava sahası ve uzay başlar ve bu alanlar üzerinde bireysel veya devlet mülkiyeti geçerli değildir. Bu bağlamda, *Karman Hattı* uzayın başlangıcını tanımlayan uluslararası bir referans hattı olarak geniş kabul görmektedir. Ulusal ve uluslararası mevzuatlar, mülkiyet haklarının bu sınırlarını düzenlerken, kamu yararı ile bireysel haklar arasında denge kurmayı amaçlar. Örneğin, BM OST Antlaşması, uzayın barışçıl kullanımı ve herhangi bir egemenlik iddiasının geçersizliği üzerine kurulmuştur (UNOOSA, 1967). Bu düzenlemeler, mülk sahiplerinin haklarının korunmasını ve aynı zamanda kamu güvenliği ve ulusal çıkarların gözetilmesini sağlar. Dolayısıyla, düşey yönde mülkiyet hakkı sınırlarının belirlenmesi hem hukuki hem de teknik açıdan titizlikle irdelenmesi gereken bir konudur.

Düşey yönde mülkiyet hakkı, mülk sahiplerinin haklarının ne kadar yükseklik ve derinlikte geçerli olduğunu belirleyen önemli bir hukuki ve teknik konudur. Geleneksel olarak, bu haklar "ad coelum" doktrini ile tanımlanır. "Ad coelum" doktrini, Roma hukukundan türetilmiş olup, "*Cuius est solum, eius est usque ad coelum et ad inferos*" ifadesiyle, bir mülk sahibinin haklarının yeryüzünden gökyüzüne ve yer altına kadar uzandığını belirtir (Bender, 2011). Ancak, bu prensip modern hukukta sınırlı olarak uygulanmaktadır. Modern hukuk sistemlerinde, bu geniş kapsamlı hak anlayışı pratik ve teknik nedenlerle daraltılmıştır. Yer altı mülkiyetinde, devletlerin yer altı kaynakları üzerindeki egemenliği genellikle mülk sahiplerinin haklarını sınırlar (Fitzgerald, 2013). Yer üstü mülkiyetinde ise, hava sahası ve uzay arasındaki farklar dikkate alınarak sınırlamalar getirilmiştir. Hava sahası genellikle belirli bir yüksekliğe kadar devletlerin egemenliği altındadır. Bu yükseklik,

çoğu zaman *Karman Hattı* olarak bilinen ve yaklaşık 100 kilometre yükseklikte bulunan sınır olarak kabul edilir (McDowell, 2018).

5.5. Mülkiyet hukukunda “üst-geçit-hakki”

Mülkiyet hukuku, bireylerin ve toplumların ekonomik, sosyal ve politik yapılarını derinden etkileyen temel bir alandır. Mülkiyet hakkı, kişisel özgürlüklerin ve toplumsal düzenin teminatıdır; ancak, bu hakların uygulanabilirliği, belirli sınırlamalar ve düzenlemeler gerektirir (UN, 1948). Bu çerçevede, “üst-geçit hakkı (right-of-overpass)”, mülkiyetin dikey boyutunda hakların düzenlenmesi için önemli bir kavramdır. Üst-geçit hakkı, bir mülk sahibinin başka bir mülk üzerinden geçiş yapma hakkını ifade eder ve mülkiyetin geleneksel tanımının modern toplumların ihtiyaçlarına karşı yetersiz kalmasıyla ortaya çıkmıştır.

Üst-geçit hakkı, bireylerin mülkiyet haklarını korurken, toplumsal ihtiyaçlarla dengelemeyi amaçlar. Locke (2021)’in mülkiyet teorisi doğrultusunda, mülkiyet hakkı, bireyin emekle elde ettiği üzerinde tam hak sahibi olmasını gerektirir, ancak bu hak, toplumsal düzen ve diğer bireylerin haklarıyla uyum içinde olmalıdır. Birçok ülkede yasal düzenlemelerle tanımlanan bu hak, genellikle kamu yararına yönelik projelerde, mülk sahibinin rızası veya kamulaştırma yoluyla uygulanır. Mülk sahibine adil tazminat ödenmesi, bu hakların korunması açısından esastır.

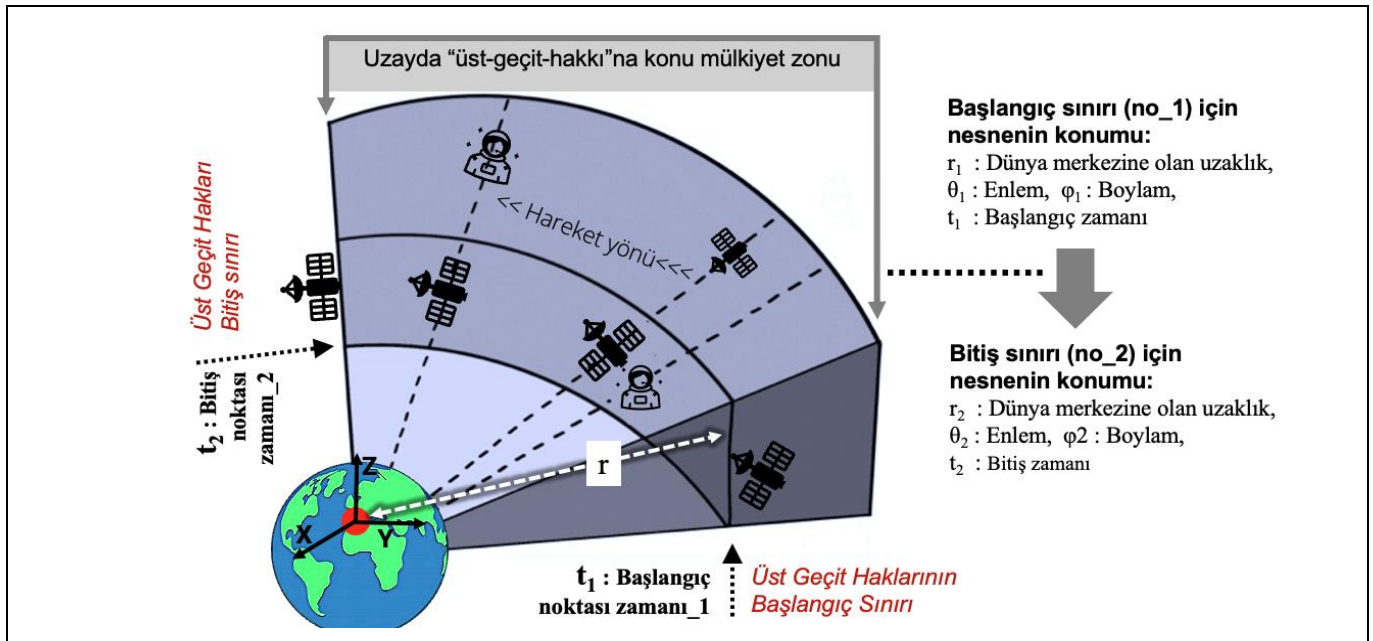
Gökyüzü hakları ve sivil havacılık bağlamında da önemli olan bu düzenlemelerde, mülk sahiplerinin hava sahası üzerindeki hakları devlet kontrolü altındaki belirli yüksekliklerle sınırlıdır. Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü (ICAO) ve yerel otoriteler, hava sahasının güvenli kullanımı için kurallar koyar ve bu kurallar, mülk sahiplerinin haklarını da dikkate alır. Teorik olarak, “üst-geçit hakkı” uzay hukuku bağlamında, devletlerin ve özel şirketlerin uzay faaliyetlerinde birbirlerinin haklarına saygı göstermesi ve bu faaliyetleri düzenleyen uluslararası kurallara uyması anlamına gelir. Uzayın, bir nevi ortak alan olarak kabul edilmesi, bireysel mülkiyet

haklarının sınırlandırılmasını ve toplumsal yararın gözetilmesini gerektirir. Halihazırda “OST-Dış Uzay Antlaşması”, üst-geçit hakkının uzay hukuku bağlamında nasıl işletileceği konusunda temel rehber niteliğindedir. Şekil 2’de görüldüğü gibi, uzay faaliyetlerinde üst-geçit hakkı, özellikle uydu yerleştirme ve uzay araçlarının yörünge kullanımı gibi konularda uygulanabilir. Yörünge hakları, devletler ve özel şirketler arasında koordinasyon ve iş birliği gerektirir. Uydu yerleştirme sırasında, belirli bir yörüngede hak iddia eden bir devlet veya şirket, diğerlerinin bu haklara saygı göstermesini talep edebilir.

Günümüzde, uzay kaynaklarının kullanımında birçok mülkiyet çelişkisi olduğu oldukça açıktır. Devletler, uzay faaliyetlerinin insanlığın ortak yararına kullanılmasını sağlamak için uluslararası antlaşmalarla bağliken, özel şirketler ticari kazanç elde etmek amacıyla hareket etmektedir. Bu davranışlar uzayın ortak kullanımını tehlikeye atarak, gelecekteki kaynak paylaşımında adaletsizliklere yol açabilir. Devletler, kendi hava sahalarını sıkı kurallarla düzenlerken, uzay kullanımında benzer bir düzenlemeyi özel sektöre uygulamakta zorlanmaktadır. Bu durum, uluslararası hukukun uygulanabilirliğini ve etkinliğini sorgulatır hale gelmektedir. Bu tezattı gidermek için uluslararası toplumun, uzay kaynaklarının kullanımına yönelik daha sıkı ve kapsayıcı düzenlemeler yapması gerekmektedir. Yeni uluslararası antlaşmalar, özel sektörün faaliyetlerini de kapsayacak şekilde güncellenmeli ve uzay kaynaklarının adil paylaşımını garanti altına almalıdır. Bu anlamda geleneksel kadaströ sistemlerinde geçerli olan “üst-geçit-hakki” teknik ve yasal uygulamalarıyla, uzaya adapte edilerek, benzer yapıda geliştirilebilir.

6. Yeni paradigma: “Uzay Kadaströsu” ihtiyacı

Uzay endüstrisinde yaşanan son yıllardaki hızlı gelişmeler, teknolojik ilerlemeler ve ticari girişimlerin artışıyla belirginleşmiştir. Uzayın giderek ticarileşmesi ve özel sektörün uzay araştırmalarındaki rolünün artması, uzay mülkiyet hakları ve yönetim zorluklarına dair kapsamlı bir çerçeve oluşturma gerekliliğini



Şekil 2. Uzayda “üst-geçit” haklarının kullanımı.

gündeme getirmektedir. Uzay kaynaklarına ilişkin mülkiyet ve kullanım haklarının tanımlanması, yörünge tıkanıklığı, sorumlu uzay idaresi gibi konular yeni ve etkin bir uzay arazi yönetim sisteminin geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda “Uzay Kadastro” uzay varlıklarının sistematik bir şekilde kaydedilmesi ve mülkiyet haklarının belgelenmesi adına uzayın sürdürülebilir ve adil kullanımını sağlayacak kritik bir araç olarak öngörülmektedir.

6.1. Uzay sektöründeki gelişmeler ve mülkiyet hakkı

Uydu takımı yıldızlarının Dünya gözlemi, iletişim ve internet hizmetleri için konuşlandırılması, çağdaş uzay manzarasının tanımlayıcı bir özelliği haline gelmiştir. SpaceX (Starlink), OneWeb ve Amazon (Project Kuiper) gibi şirketler, küresel internet kapsama alanı sağlamak için küçük uydulardan oluşan büyük takımı yıldızları fırlatılmasında başı çekmektedir. Bu eğilim, alçak Dünya yörüngesindeki (LEO) operasyonel uyduların sayısındaki artışa önemli ölçüde katkıda bulunmuştur. Örneğin Starlink tek başına binlerce uyduyu fırlatarak yörüngesel alanın dinamiklerini temelden değiştirmiştir. Özel şirketler arasındaki rekabet, bu mega takımı yıldızların uzayda konuşlandırılmasını hızlandırmış ve yörüngedeki aktif uyduların sayısını önemli ölçüde artırmıştır. İlâveten, SmallSats veya CubeSats olarak bilinen minyatürleştirilmiş uyduların ortaya çıkışı, uzaya erişimi demokratikleştirmiştir (Tech, 2023). Üniversiteler, araştırma kurumları ve özel şirketler bu küçük, uygun maliyetli uyduları bilimsel araştırma, teknoloji gösterimi ve Dünya gözlemi için giderek daha fazla kullanmaktadır (URL-4). Uzayda faaliyet gösteren önemli işlerden biri de “GNSS”dir. GPS, Galileo ve BeiDou gibi yeni ortaya çıkan sistemler de dahil olmak üzere küresel navigasyon uydu sistemlerinin genişlemesi, uzayda uyduların yayılmasında itici bir güç olmuştur. Bu sistemler, navigasyon ve haritalamadan telekomünikasyon ve bilimsel araştırmaya kadar çok çeşitli uygulamaları destekleyerek uzaya dayalı varlıkların büyümesine katkıda bulunmaktadır. Blue Origin ve Virgin Galactic gibi şirketlerin öncülük ettiği ticari uzay turizmi girişimlerinin ortaya çıkışı, uzay endüstrisinde yeni bir sınırı temsil etmektedir. Sivillere yönelik yörünge altı uzay uçuşlarının geliştirilmesi ve uzay turizmine olan ilginin artması, uzayla ilgili faaliyetlerin çeşitlenmesine de katkıda bulunmaktadır. Uydular, uzay sondaları ve ticari girişimlerdeki bu hızlı büyüme yalnızca teknolojik başarıları yansıtmakla kalmıyor, aynı zamanda uzay arazisinin yönetimi gibi kapsamlı bir çerçeveye olan ihtiyacın da altını çizmektedir. Bu bağlamda, uzayın giderek ticarileşmesi, çağdaş uzay endüstrisinin tanımlayıcı bir özelliğidir; özel sektörün katılımındaki bu artış, özellikle uzay yönetimi bağlamında bir dizi fırsat ve zorluğu da beraberinde getirmektedir.

6.2. Uzaydaki mülkiyet haklarının belgelenmesi

Uzay mekânının ticarileştirilmesi, uzay mülkiyet haklarıyla ilgili karmaşıklıkları da beraberinde getirmektedir. Özel kuruluşlar asteroidlerden gelen mineraller gibi uzay kaynaklarından yararlanmaya çalışırken, uzay mülkiyet haklarına ilişkin yasal çerçeve

hâlâ gelişmektedir. Gök cisimlerinin kullanımı ticari bir çaba haline geldikçe, uzaydaki mülkiyet haklarının tanımlanması, tescili, kaynak çıkarma faaliyetlerinin yönetilmesi, Ay ve gezegen kaynakları üzerindeki çatışmaların önlenmesi için etkin bir uzay yönetimine gereksinim olduğu açıktır (Tronchetti, 2009; Tronchetti, 2015).

Uzay faaliyetlerindeki tüm bu gelişme ve genişlemeler devam ettikçe, varlıkların mülkiyet hakları, yörünge tıkanıklığı, sorumlu uzay idaresine ilişkin zorluklar da giderek daha karmaşık hale gelmekte ve göksel alanda etkin kayıt ve yönetime yönelik yapılandırılmış yeni, dinamik ve bütüncül bir yaklaşıma ihtiyaç duyulmaktadır. Bu gereksinimler esasen geleneksel bir arazi kadastro sistematığının uzaya taşınması gerektiğini ortaya koyan önemli tespitlerdir.

Başta uzay kaynaklarına ilişkin mülkiyet, kullanım hakları, sınırları ve potansiyel anlaşmazlıkları belgelemek, uzayda artan sayıda uyduyu konumlandırmak, yönetmek, yörünge yuvalarını tahsis etmek ve sürdürülebilir, düzenli bir yörünge ortamı sağlamak için, tıpkı geleneksel kara kadastro sistemlerinde olduğu gibi “harita-tabanlı” geçerli yasal mevzuatlardan gücünü alan resmi bir kayıt mekanizmasına ihtiyaç vardır. Bu çerçevede “uzay kadastro”, uzayda yer alan varlıkların sistematik bir şekilde kaydedilmesi, mülkiyet haklarının belgelenmesi ve kullanım sınırlarının belirlenmesi süreçlerini içermelidir. Böyle bir sistemin oluşturulması, elbette uzayda faaliyet gösteren devletler ve özel kuruluşlar arasında iş birliğini gerektirmektedir. Bilhassa, uzay endüstrisinin hızla genişlemesi ve uzaydaki ticari faaliyetlerin artması, kapsamlı bir uzay arazi yönetimi ve kadastro sistemine duyulan ihtiyacı ortaya koymaktadır.

6.3. Mülkiyet yönetiminde uzay kadastro sununun rolü

Aslında taşınmaz mülkiyeti kavramı, teorik anlamda dünyanın merkezinden başlayarak gökyüzüne doğru uzanan ve yukarıdaki tüm hava sahasını kapsayan bir alana karşılık gelmektedir (Şekil 3a) (Bender, 2011). Ancak bu sınırsız alan, ülkelerin uyguladıkları yasalar ile yeraltı ve yerüstü haklarının sınırlarını ve kullanım haklarını çoğunlukla kısıtlamaktadırlar. Otoriteler, bunu daha çok yeraltını ilgilendiren maden yasaları ve yerüstünü ilgilendiren imar yasaları gibi düzey mülkiyetin sınırlarını tanımlayan hükümlerle yapmaktadırlar. Esasen bu kısıtlayıcı hususlar özel mülkiyet kullanımına yönelik olsa da bu alanların doğal olarak ülkelerin mülkiyetinde ve kullanımında oldukları açıktır. Ülkeler bu durumu ancak egemen olabildikleri ve erişip müdahil olabildikleri alanlarda kendi menfaatleri yönünde kullanabilmektedir. Örneğin belli bir yüksekliğe kadar hava sahaslarının ticari, sivil veya askeri hava trafiğine açılması aslında özel mülklerin üzerinden uçulmasına izin verilmesi şeklinde olabilmektedir. Burada özel mülk sahipleri doğrudan hak sahibi olsalar da kullanıma esas irade ve yetkiler devletlerin idaresindedir. Ancak bu da gökyüzüne doğru belli sınırlara kadar olabilmektedir. İşte tam bu noktada “uzay hukuku” ve ona dayalı bir “uzay kadastro” sistematığı devreye girmektedir.

Bu süreçte uzay kadastrounun düzenleyici ana rolü aşağıdaki temel hususlarda öne çıkarak daha belirgin hal alabilecektir.

a) *Uzayda Mülkiyet Sınırlarının Haritalanması ve Hakların Tanımlanması*: Özel kuruluşların uzaya yönelik faaliyetleri, kaynak çıkarma, turizm ve uydu dağıtımı gibi alanlarda hızla artarken, uzaydaki mülkiyet sınırları ve hakların tanımlanması önemli bir sorun haline gelmiştir. Uzay kadastro, bu varlıklar üzerinde açık ve yasal olarak tanınan mülkiyet haklarını tanımlamak için gerekli teknik altyapıyı sunar. Dünya yörüngesindeki bir uydu veya Ay'da gerçekleştirilen bir madencilik operasyonu gibi örneklerde, yapılandırılmış bir kadastro sistemi mülkiyetin belgelenmesini ve sınırların haritalanarak kaydedilmesini sağlar. Bu sayede, sınır anlaşmazlıkları önlenir ve sorumlu, sürdürülebilir bir mülkiyet kullanımının hukuki ve teknik temelleri oluşturulur.

b) *Gök Cisimlerinde Kaynak Tahsisi ve Kullanımı*: Asteroitlerden mineral çıkarılması veya Ay'dan su elde edilmesi gibi gök cisimlerinden kaynak kullanımı, karmaşık hukuki meseleleri beraberinde getirir. Bu kaynakların mülkiyet ve kullanım haklarının belirlenmesi, yatırımları teşvik etmek ve olası çatışmaları önlemek açısından kritik öneme sahiptir. Uzay kadastro, bu ilgi alanlarını tespit ederek tahsis eder, çıkarma haklarını tanımlar ve göksel kaynakların sorumlu kullanımını sağlamak için uluslararası anlaşmaların çerçevesini çizer. Yeryüzünde geçerli olan "Taşınmaz Hukuku" ilkeleri, uzaya yönelik gereksinimler doğrultusunda düzenlenerek uzay kadastro ile ilişkilendirilebilir.

c) *Yörünge Yuvalarının Tespiti ve Tahsisi*: Uydu takımyıldızları ve iletişim ağları çerçevesinde, yörünge yuvalarının ve frekanslarının tahsisi, kullanım haklarının yönetilmesinde kritik bir konudur. Çok sayıda özel şirketin geniş çaplı uydu projelerine başlaması nedeniyle, müdahaleleri önlemek ve adil erişimi sağlamak için koordinasyon gereklidir. Uzay kadastro, bu hakların kaydedilmesi, yönetilmesi, iş birliğinin teşvik edilmesi ve yörüngelerde aşırı kalabalığın önlenmesi için merkezi bir sistem sağlar. Yeryüzünde geçerli olan "üstgeçit hakkı" ve "irtifak hakkı" gibi temel kavramlar, uzaya uyarlanarak gezgin varlıkların düzenlenmesine olanak tanır.

d) *Uzay Turizmi ve Rota Tahsis Düzenlemeleri*: Uzay turizminin yaygınlaşmasıyla birlikte güvenlik düzenlemeleri ve uçuş rotalarının kullanım hakları büyük önem kazanmıştır. Uzay Kadastro, özel mülkiyet haritaları oluşturarak yasal uçuş rotalarını tanımlar, fırlatmaları koordine eder ve hem uzay turistlerinin hem de mevcut uzay varlıklarının güvenliğini sağlar. Bu sistem, uzaydaki hava trafiğini yönetmek, ticari uzay uçuşları arasındaki potansiyel çatışmaları önlemek ve güvenlik protokollerini uygulamak için dinamik haritalarla desteklenir.

7. Uzay kadastrounun amacı ve kapsamı

"Uzay Kadastro", en basit anlamda, yeryüzünde uygulanan geleneksel kadastrounun göksel alanlara doğru bir uzantısını temsil eder ve uzaya dayalı mülkiyeti, varlıkları, faaliyetleri ve kaynakları yönetmenin gelişen

karmaşıklıklarını ele alır. Kadastro, özünde geleneksel olarak yeryüzünde arazi mülkiyeti ve arazi kullanımı ile ilgili bilgilerin sistematik olarak kaydedilmesini içerir. Uzay bağlamında bu kavram yeryüzü sınırlarını aşar ve uzay boşluğundaki gök cisimlerini ve uzaydaki mülkiyet edinme çabalarını derinlemesine irdeler.

Günümüzde kadastro, yeryüzünde araziyle ilgili yasal ve idari kayıtların tutulması, mülkiyet sahipliği, arazi kullanım planlaması ve kaynak yönetimi için yapılandırılmış uluslar için özel bir çerçeve sunan klasik bir yasal kayıt aracı olmuştur. Buna karşın, uzay kadastro, bu temel fikri yeni boyutlara taşıyarak; Dünya'nın yörüngesini, Ay'ı, Mars'ı ve potansiyel olarak insan keşif ve faaliyetinin odak noktası haline gelen diğer gök cisimlerini içeren geniş ve sonsuz bir mekânı kapsamaktadır. Diğer bir ifade ile uzay kadastro, Dünya yörüngesinde dönen uydulardan uzak gezegenleri keşfetme görevlerine kadar uzayda yer alan çeşitli varlıkların sadece hukuksal değil aynı zamanda geometrik olarak konumsal bilgilerinin de kaydedilmesini, kayıtların zamansal izlenmesini ve düzenlenmesini de içerir. Bu yeni kavram, bilhassa uzaydaki mülkiyet haklarının tanımlanması, uzay nesnelere ele alınması, sorumlu ve sürdürülebilir uzay araştırmaları ve mekânsal alan kullanımının kolaylaştırılması için bir temel oluşturur.

7.1. Geleneksel "kadastro" ve "uzay arazisi"

"Arazi kadastro" olarak da adlandırılabilen geleneksel kadastrounun temel ilgi alanı yeryüzü üzerindeki "arazi" dir. Arazi, insan faaliyetlerinin en temel yeridir. Bu nedenle insanoğlu var olduğu günden bu yana araziyle her zaman sıkı bir ilişki içinde olmuş ve her zaman ona sahip çıkmaya, ona değer vermeye ve onu sahiplenmeye çalışmıştır. Araziyi bu kadar önemli kılan, doğal bir olgu olarak yasal, ekonomik ve kültürel değerleri taşımasıdır.

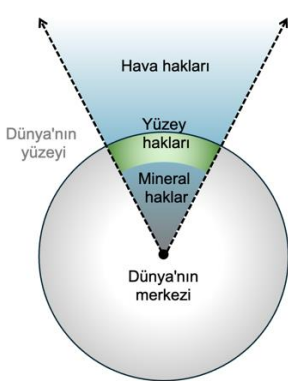
BM Kadastro Ölçümü ve Arazi Bilgisi Uzmanlar Grubuna (UN Ad Hoc group of Experts on Cadastral Surveying and Land Information) göre (UN, 1985); Kadastro ve arazi bilgi sistemleri, "arazi" hakkında bilgi kaydetmek ve işlemekle ilgilidir. Bu bağlamda "arazi", su, toprak, kayalar, mineraller ve hidrokarbonların altındaki veya üzerindeki ve üstündeki hava ile birlikte yeryüzünün bir alanı olarak tanımlanır. Her birinin yüzeyinin sabit bir alanı veya noktasıyla ilgili olan, su ile kaplı alanlar ve deniz dahil her şeyi kapsar (Henssen, 1995). Bu tanımla ifade edilen "...yerküre yüzeyinin altında ve üstündeki bütün şeyleri kapsar..." açıklaması esasen uzayın da bir "arazi" olarak nitelendirilebileceği anlamını taşımaktadır. Bu nedenle, arazi kavramı sadece yerin yüzeyi ve altındaki alanı kapsayan bir mekân değil aynı zamanda bu mekâna karşılık yer yüzeyi dışında ve uzayın derinliklerine ulaşan uzaysal bir mekânı da kapsayacak şekilde ele alınabilecektir. Bir nevi yeryüzü üzerindeki bir arazi parçasının uzaya doğru genişletilerek projektör olarak yansıtılması halidir. Bir başka ifadeyle, yeryüzündeki bir arazi parçasının mülkiyet sınırları Şekil 3a'da görüldüğü üzere, teorik anlamda küre şeklindeki Dünya'nın merkezi bir başlangıç noktası olarak ele alındığında, Arz'ın merkezinden başlayıp uzayın derinliklerine doğru

uzanan sonsuz yükseklikteki, çokgen tabanlı ters bir “konik” yapıdadır. Bu açıklamalar bağlamında, yer yüzeyi ve altındaki alanlar için “kara arazisi”, yer yüzeyi üzerinde uzaya doğru genişletilmiş alanlar için de “uzay arazisi” nitelendirmelerini yapmak mümkündür.

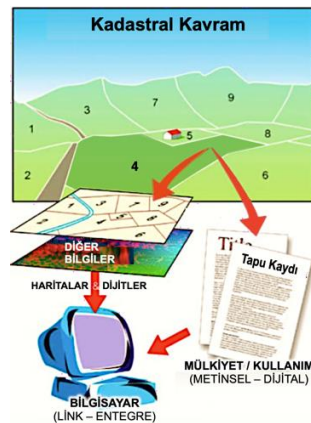
En genel haliyle, arazi kavramı ele alındığında, tüm uzaydan söz edilmektedir. Dolayısıyla yeryüzü için geçerli olan klasik arazi yönetim kavramları teorik anlamda uzay için de geçerli olacaktır. Nitekim burada sözü edilen ters konik yapının yeryüzünü kesen noktalarının birleşimi geleneksel bir kadastro parsel sınır geometrisini oluştururken, koni yüksekliğinin tanımlanması ile de söz konusu parselin düşey mülkiyet sınırları tanımlanmış olmaktadır.

Ulusların geleneksel hukuklarında, bu türden arazilerin yatay ve düşey konumdaki sınırları daha çok yasalarla belirlenir. Nitekim geleneksel kadastronun 3S (*Sahiplik, Sorumluluk, Sınırlamalar*) kuralı da buna işaret etmektedir. Örneğin bir kimse, bir arazi parçasına sahip olabilir ancak onun üzerinde bir bina inşa etmek istediğinde, yatayda bina dış cephe sınırları ve düşeyde kaç kata kadar kullanım izni olduğuna dair yetkili idareden “ruhsat” almış olmalıdır. Eğer düşeyde herhangi bir yasal sınırlama yapılmaz ise düşey mülkiyet hakkı, doğal olarak, Arz’ın merkezinden uzayın sonsuzluğuna kadar genişleyebilir. Günümüzde uluslar yere ayak bastıkları sürece kara arazilerine müdahale edip rahatça bu alanları yönetebilmekte iken uzay boşluğuna doğru uzanan mülkiyet haklarını kullanma ve korumada yetersiz kalabilmektedir. Oysa ülkeler kendi karasal arazileri üzerinde olduğu gibi, uzaya doğru uzanan arazileri üzerinde de mülkiyet haklarını rahatça kullanabilmelidir. Şu anda uzaya erişemeyen ülkeler için bu hakların “yok” sayılması uluslararası hukuk açısından da kabul edilebilir değildir. “Uzay kadastrosu” kavramının gerekliliği tam bu noktada öne çıkmaktadır.

Geleneksel kadastro, kara arazisiyle ilgili mülkiyet bilgilerinin organize kaydı ve yönetimi için temel bir sistemdir. Diğer bir ifade ile “kadastro”, mülkiyeti ve arazi kullanımına ilişkin temel teknik ve yasal ayrıntıları belgeleyen kapsamlı ve sistematik bir kayıt tutma aracı olarak da görülür. Bu tür arazi kayıtları, bazı mekânsal alan birimlerine dayanmalıdır. Bu alanların sınırları arazinin fiziksel özelliklerine göre belirlenebilir.



Şekil 3a. Yeryüzü üzerindeki mülkiyet haklarının düşey yönlü konisi.



Şekil 3b. Geleneksel kadastro kavramı; harita-arazi-parcel ilişkisi (Williamson, 2000).

Kadaastro için temel mekânsal birim “parsel” olarak bilinir (Yomralioğlu & McLaughlin, 2017; Dale & McLaughlin, 1988; Güler, & Yomralioğlu, 2021, Döner, 2021). Şekil 3b’de görüldüğü üzere, arazi üzerinde sınırlarıyla belirlenen bir parselin tanımlanması ve kayıt altında tutulmasında iki temel bileşen vardır. Bunlar; arazi mülkiyetine dair yasal tutanak ve benzeri metinsel belgelerin tutulduğu “tapu-kütüğü (land-registration-book)” diğeri ise; arazi yüzeyinde parsel sınırlarının konumlarını geometrik-koordinatlarıyla gösteren “harita”dır. Her iki bileşen “tekil” bir “PNO (Parcel-ID)” numarasıyla birbiriyle ilişkilendirilerek, “grafik” ve “yasal” diye adlandırılan bu iki temel bileşen entegre edilerek, aralarındaki organik bağ da kurulmuş olur.

Bu bağlamda, kullanım hakkı güvenliği ve araziye erişim konularını ele alırken arazi idaresinde “mekânsal/konumsal veri altyapılarının (KVA)” rolünü anlamak da önemlidir. KVA, haritalardan daha fazlasıdır ve coğrafi verileri, standartları, erişim mekanizmalarını, idari yapıları ve insanları bir araya getiren dinamik yetki alanı içi ve yargı alanları arası ortaklıklara dayanan hiyerarşik bir altyapı kavramıdır. Bazen “Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS)” olarak da adlandırılabilen “KVA” teknik anlamında, Dünya’ya mekânsal olarak atıfta bulunulan coğrafi verileri ve ilgili nitelikleri yakalamak, depolamak, analiz etmek ve yönetmek için bir sistemdir. Esasen CBS, verileri bir haritaya bağlayarak konum verilerini (nesnelerin nerede olduğu) her türlü tanımlayıcı bilgiyle (orada şeylerin nasıl olduğu) entegre eder. Farklı veri kümeleri arasındaki konumsal kalıpları ve ilişkileri anlaması gereken neredeyse tüm alanlarda kullanılır ve gezegenimizdeki değişiklikleri haritalamamıza ve incelememize olanak tanır (Yomralioğlu, 2005). Tüm bu açıklamalar bağlamında, hem “kadastro” hem de “CBS” kavramları birlikte ele alındığında, kayıt sistematigi ve teknik özellikleri ile mekândaki nesnelerin yönetiminde ve mülkiyet haklarında önemli roller oynayabilmektedirler. Her iki sistemin entegrasyonu “Uzay Kadastrosu (SpC- Space Cadastre)” adı verilen yeni bir kavramı ortaya çıkarmaktadır.

Kadastronun mevcut ilkeleri, Dünya dışındaki insan etkinliklerinin sunduğu benzersiz fırsatlara yansıtılarak, uzay kadastrosu gibi yeni alanlara da genişletilebilir. Böylece uzay kadastrosu uzay kaynaklarının ve altyapısının mülkiyetini, sınırlarını ve bilgilerini kaydeden bir kadastro türü olarak ortaya çıkar ve uydular, uzay enkazları ve uzay istasyonları gibi uzay kaynaklarını ve altyapısını yönetmek için de kullanılabilir.

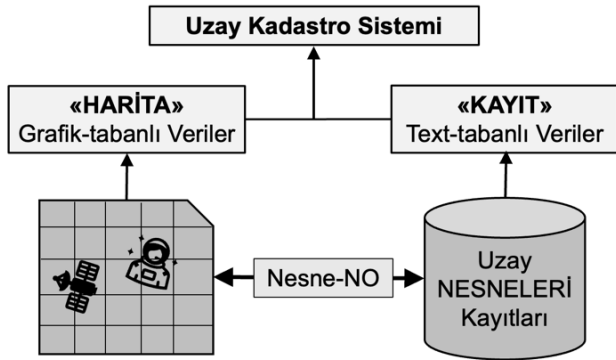
7.2. Uzay kadastrosu nedir?

Uzay kadastrosu, uydular, gök cisimleri ve Dünya sınırlarının ötesindeki uzay faaliyetleri de dahil olmak üzere mekânsal varlıkların mülkiyeti, bunların kaydı, yönetimi ve düzenlenmesi için hukuksal temelli tasarlanmış, teknik içerikli sürekli geliştirilebilen dinamik yapıdaki özel bir arazi yönetim sistemidir. Geleneksel arazi kadastrosundan ilham alarak nesnelerin haritalanması, sistematik kayıt, izleme ve yasal belgeleme ilkelerini uzayın karmaşık ve dinamik ortamına kadar genişletebilmektedir.

Uzay kadastro özünde, yörüngedeki uydular, gök cisimlerine yönelik keşif görevleri ve potansiyel kaynak kullanım faaliyetleri gibi uzaydaki varlıkların mülkiyetini, kullanımını ve konumunu kaydetmek için standart bir çerçevenin oluşturulmasını içerir. Bu sistem, uzay faaliyetlerinin hem hukuki hem de teknik yönlerini kapsamakta, mülkiyet haklarını tanımlamak, sorumlu uzay davranışını sağlamak ve uluslararası ölçekte iş birliğini kolaylaştırmak için bir temel sağlamaktadır.

Bununla birlikte, uzaydaki nesnelerin mülkiyetlerini, sınırlarını kaydetmek için bir “uzay kadastro haritası” kullanılır. Uzay kaynaklarının verimli ve sürdürülebilir bir şekilde kullanılmasını sağlamak ve bu kaynakların kullanımı konusunda uzay hukuku anlaşmazlıklarını önlemek için “uzay kadastro haritası” ile bir de “uzay mülkiyet kayıt-kütüğü” kullanılabilir. Bu basit anlamda bir mekânsal veri altyapısıdır. Diğer bir ifade ile burada “harita-bazlı-veri tabanı” sistemlerinden söz edilmektedir.

Uzay kadastro için öncelikle iki temel bileşene ihtiyaç vardır. Bunlar: “harita” ve “kayıt-kütüğü”dür (Şekil 4). Bu bileşenler, uzay varlıklarının koordinat bazlı yerlerinin ve yasal belgelerinin sistematik bir biçimde kaydedilmesini sağlayacaktır. Harita bileşeni, uzaydaki nesnelerin konumlarının ve mülkiyet bilgilerinin koordinat bazlı olarak kayıt altına alındığı grafik kısımdır. Bu bileşen daha çok CBS altyapısı üzerine kurgulanır. Kayıt kütüğü bileşeni ise haritada belirtilen nesnelerin yasal bilgi ve belgeleriyle birlikte sistematik bir şekilde yazılı halde (descriptive data) kayıt altına alındığı kısımdır ve bu bileşen, nesnelerin tüm metinsel belgelerini ve yasal bilgilerini içerir.



Şekil 4. Uzay-kadastro konseptinin temel bileşenleri.

Harita ve kayıt kütüğü bileşenleri arasındaki bağlantı, “Nesne-ID” üzerinden sağlanır. Kayıt altına alınan uzaydaki her bir varlık, Nesne-ID bağlantılı olarak, harita üzerinde bir koordinat ile kayıt kütüğünde de yasal belgeler ve diğer dokümanlarla ilişkilendirilerek, bileşenler arasındaki organik bağ kurulmuş olur.

7.3. Uzaydaki nesnelerin kaydı için gerekli bilgiler

Uzaydaki nesnelerin izlenmesi ve yönetimi, mevcut sistemlerin yetersizlikleri nedeniyle daha kapsamlı ve güncel bir kadastro sistemi gerektirmektedir. Böyle bir sistemin başarısı, kayıt altına alınacak bilgilerin doğru ve eksiksiz bir şekilde analiz edilmesine bağlıdır. Kadastro sisteminin temel taşlarından biri, uzay nesnelerini fırlatan devletler hakkında detaylı bilgi sağlamaktır.

Fırlatma işlemini gerçekleştiren devletin belirlenmesi, yasal sorumlulukların doğru atanması açısından kritiktir. Mevcut sistemlerde bu bilgiler genellikle bulunmama birlikte, çok uluslu projelerde eksiklikler ve karmaşıklıklar görülebilir. Kadastro kaydı, fırlatma sürecine dahil olan tüm devletlerin bilgilerini güncel ve eksiksiz tutarak uluslararası iş birliği ve şeffaflığı artırır.

Bir uzay nesnesine atanmış benzersiz bir uluslararası tanımlayıcı numara (COSPAR ID gibi), nesnenin diğerlerinden ayırt edilmesini sağlar. Bu tanımlayıcıların güncel tutulması izlenebilirliği artırırken, kayıt numaralarının uluslararası standartlarla uyumlu hale getirilmesi kayıtların tutarlılığını temin eder. Fırlatma tarih ve saat bilgileri ise yörünge hesaplamaları ve izleme açısından kritik olup, bu bilgilerin sürekli güncellenmesi gereklidir. Ayrıca, fırlatma coğrafi konumu ve fırlatma aracıyla ilgili detaylar da izlenebilirlik ve çevresel etki değerlendirmesi açısından önemlidir. Kadastro sistemi, bu bilgilerin eksiksiz ve doğru bir şekilde kaydedilmesini sağlar.

Yörünge parametreleri, uzay nesnelerinin izlenmesi ve çarpışma önleme stratejileri için hayati öneme sahiptir. Mevcut sistemler yörünge bilgilerini tutar, ancak güncellemeler eksik kalabilir. Kadastro sistemi, bu parametrelerin düzenli olarak güncellenmesini ve doğruluğunu güvence altına alır. Uzay nesnesinin işlevi, boyutları, kütlesi ve diğer teknik özellikleri de izleme ve çarpışma risk değerlendirmesi için gereklidir. Bu teknik bilgilerin tam ve detaylı olarak kaydedilmesi, kadastro sisteminin bir diğer önemli fonksiyonudur.

Operasyonel bilgiler, uzay nesnelerinin sahibi ve işletmecisi olan kuruluşların iletişim bilgileri gibi unsurlar, operasyonel sorumlulukların yerine getirilmesi ve iş birliği için kritik olup, kadastro sistemi bu bilgilerin doğruluğunu ve güncelliğini sağlar. Uzay nesnesinin operasyonel durumu ve yörüngedeki faaliyetlerinin izlenmesi, çarpışma önleme için önem taşır ve kadastro sistemi bu bilgilerin sürekli güncellenmesini temin eder.

Son olarak, hukuki ve lisans bilgilerinin detaylı kaydı, uzay nesnelerinin kapsamlı yönetimi için zorunludur. Potansiyel çarpışma riski ve enkaz oluşturma potansiyeli gibi bilgiler, uzay güvenliği ve sürdürülebilirliği için gereklidir. Uzay nesnesinin ömrü sonunda yapılacak işlemler hakkında bilgiler de uzay trafik yönetimi açısından önemlidir. Kadastro sistemi, bu kritik bilgilerin detaylı ve güncel tutulmasını sağlar.

7.4. “Uzay-Arazi Bilgi Sistemi” ve CBS kullanımı

Uzay endüstrisindeki hızlı gelişmeler ve ticari faaliyetlerin uzaya genişlemesi, uzay kaynaklarının etkin yönetimi ve mülkiyet haklarının düzenlenmesi gerekliliğini beraberinde getirmiştir. Bu gereksinimlere cevap verebilmek adına, yenilikçi bir “Uzay-Arazi Bilgi Sistemi”nin (SLIS- Space-Land Information System) geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu sistem, geleneksel arazi bilgi sistemi kavramlarının uzay bağlamında uyarlanmasıyla, uzayda etkin bir yönetim ve kayıt mekanizması oluşturmayı hedeflemektedir.

SLIS, merkezinde kadastro yaklaşımı bulunan; uzaydaki mülkiyet haklarının belgelenmesi, kaynak kullanım sınırlarının belirlenmesi ve uzay varlıklarının

sistematik bir şekilde kaydedilmesi süreçlerini kapsayan kapsamlı bir araç olarak tasarlanmıştır. Bu sistemin temelini, uzayda belirli bir bölgeye ilişkin konumsal olarak referanslı verileri içeren bir veri tabanının oluşturulması oluşturmaktadır. Bu verilerin toplanması, güncellenmesi, işlenmesi ve dağıtılması için kullanılan gelişmiş prosedürler ve teknikler, verilerin tekdüze bir konumsal referans sistemine dayandırılması sayesinde veri entegrasyonunu ve analizini kolaylaştıracaktır.

SLIS, içerik olarak geliştirilme amacına bağlı olarak çeşitlilik gösterebilir. Sistem, jeodezik ölçüm verileri, kadastral veriler, doğal kaynaklara ilişkin bilgiler, insan yapımı yapılar ve çevresel veriler gibi geniş bir veri yelpazesini kapsayabilir. Tüm bu verilerin tek bir sistemde toplanması pratik olmayabilir, ancak her biri kendi işlevsel kimliğine sahip sistemlerin entegre edilmesi mümkündür. Bu yaklaşımla yeni sistemler mevcut yapıya eklenebilir ve uzayla ilgili verilerin daha etkin bir şekilde kullanılması sağlanabilir.

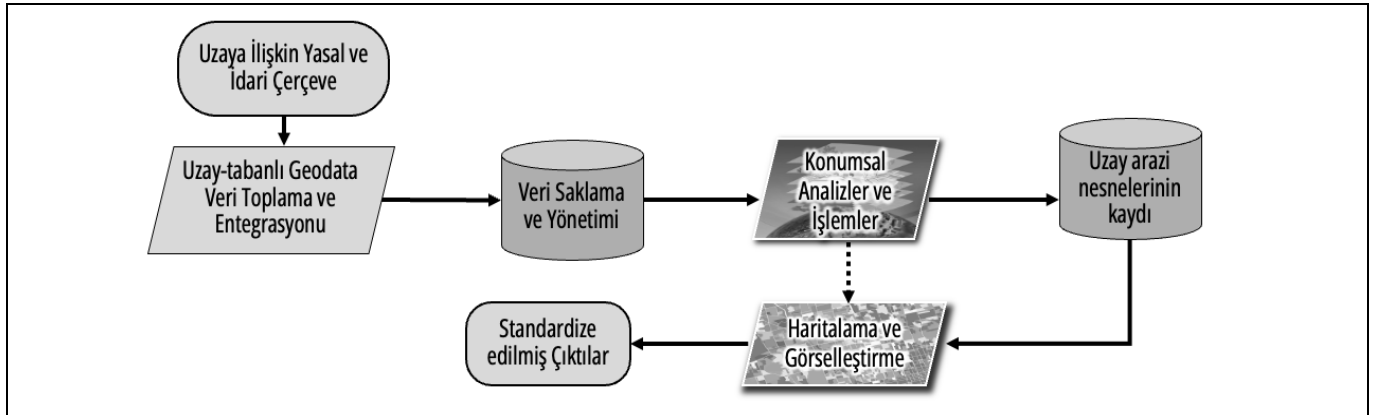
CBS, SLIS'in kurgulanmasında ve uygulanmasında kritik bir rol oynamaktadır. CBS, yeryüzüne ait mekânsal verilerin toplanması, depolanması, analizi ve görselleştirilmesi için güçlü bir araçtır ve bu özellikleriyle uzayda etkin bir yönetim ve kayıt sisteminin geliştirilmesinde vazgeçilmez bir bileşen haline gelir (Yomraliöglü, 2005). CBS'nin veri yönetim ve analiz kabiliyetleri, uzay kadastro ve uzay kaynaklarının yönetimi için gerekli olan veri entegrasyonu, analizi ve görselleştirilmesi süreçlerini destekler. Örneğin, uzaydaki uyduların, sondaların ve

ulaşılmasını garanti eder. Sonuçta CBS destekli bir SLIS, uzay kaynaklarının etkin, adil ve sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi için etkin bir araç olarak öne çıkar. CBS'nin sağladığı veri entegrasyonu, analiz ve görselleştirme yetenekleri, bu sistemin temel yapı taşlarını oluşturmakta ve uzaydaki faaliyetlerin düzenli ve sürdürülebilir bir şekilde yürütülmesini desteklemektedir. Bu bağlamda, SLIS, uluslararası iş birliği ve hukukun üstünlüğü ilkelerine dayalı olarak uzayın barışçıl kullanımını teşvik eden bir sistem olarak, insanlığın kozmosa doğru ilerleyişinde kritik bir rol oynayacaktır.

7.5. CBS-tabanlı Uzay-Kadastro Modeli: "SpC-GIS"

Uzay Kadastro Modeli (Space Cadastral Model), uzaydaki nesnelerin varlığı, mülkiyet haklarının kullanımı ve yönetimi gibi temel unsurları içeren kapsamlı bir sistemdir. Bu model, uzay kadastro için gerekli olan SLIS'in geliştirilmesi ve CBS entegrasyonu ile desteklenmektedir. Şekil 5'te, "SpC-GIS" olarak adlandırılan bu modelin temel kavramsal işleyişi görülmektedir. Buna göre SpC-GIS modeline ilişkin temel gereksinimlerle birlikte, bu bileşenlerin aşağıdaki işlevleri yerine getirmesi beklenir.

a) *Veri toplama ve entegrasyonu:* Uzay kadastro için en kritik gereksinimlerden biri, uzaydaki uydular, sondalar, geziciler ve diğer nesnelere elde edilen konumsal nitelikli verilerin doğru ve detaylı bir şekilde toplanmasıdır. Bu veriler, nesnelerin konumlarını,



Şekil 5. Uzay Kadastro Modeli "SpC-GIS" in kavramsal yapısı.

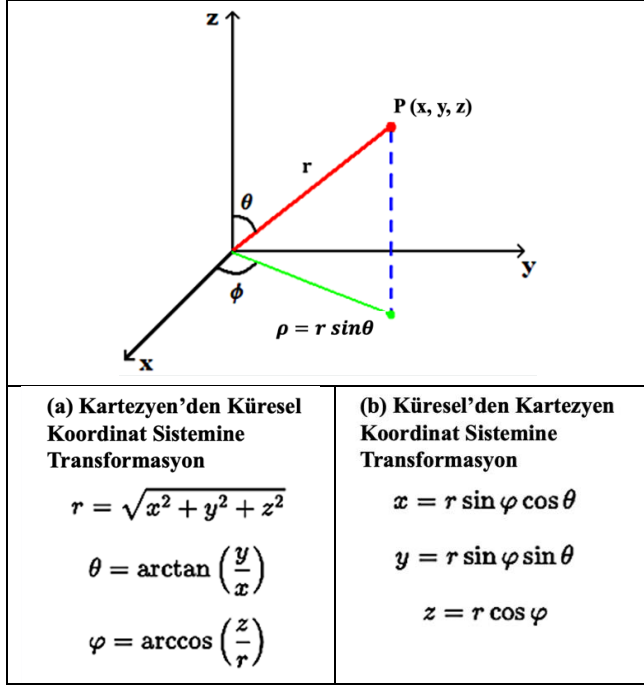
diğer uzay varlıklarının yerlerinin belirlenmesi ve izlenmesi açısından konumsal verilerin toplanması ve işlenmesi hayati öneme sahiptir. CBS, bu verilerin hassas bir şekilde toplanmasını ve işlenmesini sağlayarak, uzay kadastrounun doğruluğunu ve güvenilirliğini artırır.

Ayrıca, CBS tabanlı analiz ve görselleştirme araçları, uzaydaki varlıkların durumu hakkında kapsamlı bilgiler sunarak karar vericilere stratejik planlamalar yapma imkânı verir. CBS'nin çok katmanlı veri entegrasyonu yetenekleri, uzaydaki doğal kaynakların, yapay yapıların, yörünge yollarının ve diğer önemli bilgilerin tek bir platformda birleştirilmesini ve analiz edilmesini mümkün kılar. Böylece, uzay kaynaklarının yönetimi daha entegre bir yaklaşımla ele alınabilir. CBS, aynı zamanda verilerin güncellenmesi ve sürdürülmesi için gerekli altyapıyı sağlar, bu da dinamik ve değişken uzay ortamında sürekli güncellenen ve doğru bilgilere

hareketlerini ve durumlarını içerir. Veri entegrasyonu ise bu verilerin çeşitli kaynaklardan toplanarak tek bir merkezi sisteme uyumlu bir şekilde entegre edilmesini sağlar. Bu süreç, farklı formatlarda ve farklı doğruluk seviyelerinde gelen verilerin standart hale getirilmesini ve analize uygun hale getirilmesini içerir.

b) *Veri depolama ve yönetimi:* Toplanan verilerin güvenli bir şekilde saklanması ve etkin bir şekilde yönetilmesi, uzay kadastrounun sürekliliği için büyük öneme sahiptir. Veri depolama sistemleri, büyük hacimli verilerin uzun süreler boyunca saklanmasına olanak tanırken, veri yönetimi süreçleri bu verilerin erişilebilirliğini, güncellenebilir ve güvenilirliğini sağlar. Verilerin merkezi bir veri tabanı düzeneğinde tutulması, sistematik olarak düzenlenmesi ve ihtiyaç duyulan her an erişilebilir olması, uzay varlıklarının izlenebilirliği ve yönetimi açısından gereklidir.

Dünya'nın bir küre olarak, üzerinde her noktada yarıçapın aynı olduğu kabul edildiğinde, sadece enlem ve boylam ile bir konum belirlenmesi mümkündür. Ayrıca fizikte küresel yapıya sahip sistemler (dünya, güneş, ay gibi) ele alınırken yine küresel koordinatlara geçiş yapılır. Gerektiğinde, gerekli dönüşüm formülleri kullanılarak, küresel koordinatlarda da Kartezyen koordinatlarına dönüşüm yapılabilir (Şekil 7).



Şekil 7. Küresel koordinat gösterimi ve Küresel (a) ile Kartezyen (b) koordinat sistemleri arasındaki dönüşüm formülleri.

Uzayda bir noktanın koordinatlarını belirlemek, elbette karmaşık matematiksel hesaplamalar ve jeodezik dönüşümler gerektirir. Kartezyen ve küresel koordinat sistemleri, bu tür hesaplamalar için temel araçlardır. Bu koordinat sistemleri arasındaki dönüşümler, uzaydaki nesnelere konumlarının hassas bir şekilde belirlenmesine olanak tanır. Özellikle uzay kadastro ve uzay nesnelere izlenmesi gibi uygulamalarda, bu matematiksel yaklaşımlar oldukça önemli prosedürlerdir.

Uzaydaki nesnelere konumlarını doğru bir şekilde belirlemek, modern bilim ve teknoloji için kritik bir öneme sahiptir. Bu nesnelere arasında uydular, uzay araçları ve diğer uzay nesnelere bulunur. Konumların belirlenmesinde kullanılan koordinat sistemleri ve jeodezik hesaplamaların doğruluğu hem güvenlik hem de verimlilik açısından büyük bir hassasiyet gerektirir (Hofmann-Wellenhof ve ark., 2012; Torge & Müller, 2012; Seeber, 2003). Küresel, kartezyen ve elipsoit koordinat sistemleri bu amaçla kullanılırken, elipsoit koordinatlar özellikle yüksek hassasiyet gerektiren durumlarda tercih edilmelidir. Genel anlamda küresel koordinat sistemi, bir nesnenin konumunu yarıçap (r), azimut açısı (θ) ve eğim açısı (φ) ile tanımlar. Bu sistem, basit hesaplamalar ve ilk analizler için kullanışlıdır. Kartezyen koordinat sistemi ise X, Y ve Z eksenleri üzerinden doğrusal bir sistemde konumu belirler. Küresel koordinat sisteminden dönüştürülerek elde

edilir ve matematiksel hesaplamalar için uygundur. Ancak, Dünya'nın gerçek şeklinin bir elipsoit olduğu gerçeği, hassas jeodezik hesaplar için elipsoit koordinat sisteminin kullanılmasını zorunlu kılar. Elipsoit koordinatlar, Dünya'nın yassı şekline daha uygun olup enlem (lat), boylam (lon) ve elipsoid yükseklik (h) ile ifade edilir. "Uzay Jeodezisi" uyduların yörüngelerinin ve diğer uzay nesnelere konumlarını çok yüksek hassasiyetle belirlemek için kullanılan bir bilim dalıdır. Bu disiplin, jeodezik ölçümler ve elipsoit modellerini birleştirir.

8. Uzay kadastro modeli için temel gereksinimler

Uzay kadastro sisteminin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi, çeşitli temel gereksinimlerin karşılanmasına bağlıdır. Bu gereksinimler arasında uzay politikaları ve hukuki düzenlemeler, mülkiyet seçenekleri, idari yapı, mekânsal veri altyapısı ve teknik seçenekler bulunmaktadır.

a) *Uzay politikası düzenlemeleri:* Uzay kadastro kavramının temeli, kapsamlı ve iyi yapılandırılmış uzay politikası düzenlemeleri üzerine inşa edilmelidir. Bu politikalar, ulusal ve uluslararası düzeyde uzay faaliyetlerini yönlendiren ve koordine eden stratejik çerçeveleri belirler. Uzay politikası düzenlemeleri, uzaydaki mülkiyet haklarının, kaynak kullanımının ve sorumlulukların nasıl yönetileceğine dair net kurallar ve yönergeler sunar. Ayrıca, devletler ve özel sektör arasında etkin iş birliğini teşvik eder. Çevresel koruma tedbirleri, uzay enkazı yönetimi ve yörünge trafiği düzenlemeleri gibi konular, uzay politikalarının önemli unsurlarıdır. Uluslararası uzay hukuku ve mevcut anlaşmalar bu politikaların temelini oluştururken, yeni ortaya çıkan teknolojiler ve ticari faaliyetler göz önünde bulundurulurken güncellenmelidir.

b) *Hukuki düzenlemeler:* Uzay kadastro sisteminin sürdürülebilirliği ve etkinliği, detaylı ve kapsamlı hukuki düzenlemelere dayanır. Bu düzenlemeler, uzaydaki mülkiyet haklarının, kaynak kullanımının ve sınırların belirlenmesi ile ilgilidir. Uluslararası hukuki düzenlemeler, özellikle UN-OST ve Ay-Antlaşması gibi temel belgeler çerçevesinde şekillendirilmelidir. Mülkiyet haklarının tanınması ve korunması, hukuki düzenlemelerin merkezinde yer alır ve özellikle özel sektörün uzay araştırma ve madencilik faaliyetlerine katılımını artırır. Mülkiyet haklarının devri, üst geçit hakkı, kira ve lisans anlaşmaları gibi ticari işlemler için açık ve şeffaf hukuki çerçeveler oluşturulmalıdır.

c) *Uzay mülkiyet seçenekleri:* Uzay mülkiyet seçenekleri, uzaydaki varlıkların ve kaynakların sahiplik, kullanım ve transfer haklarının belirlenmesi için kritik öneme sahiptir. Uluslararası anlaşmalar, uzayın ulusal egemenliğe tabi olamayacağını ve tüm insanlığın ortak malı olduğunu vurgulasa da özel mülkiyet haklarına dair net hükümler sunmamaktadır. Bu durum, uzaydaki mülkiyet haklarının tanınması ve düzenlenmesi için yeni yasal çerçevelerin geliştirilmesini gerektirir. Mülkiyet hakları, kaynakların çıkarılması, işlenmesi ve ticaretine yönelik faaliyetleri kapsamalıdır. Bu düzenlemeler, mülkiyet haklarının korunmasını ve anlaşmazlıkların çözümünü sağlayacak mekanizmalar içermelidir. Ayrıca, hukuki çerçeveler uzay mülkiyet haklarının korunmasını

ve kaynak yönetiminin adil ve verimli bir şekilde yapılmasını sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır.

d) *Uzay idaresi ve kadastro seçenekleri:* Uzay idaresi ve kadastro seçenekleri, uzaydaki varlıkların ve kaynakların etkin bir şekilde yönetilmesi ve kayıt altına alınması için hayati öneme sahiptir. Uzay kadastrusu, uzayda yer alan nesnelere konumlarının, yörüngelerinin ve mülkiyet haklarının detaylı bir şekilde kaydedilmesi ve izlenmesi sürecidir. Bu süreç, uluslararası iş birliği ve koordinasyonu gerektirir ve hem devletler hem de özel sektör aktörleri arasında ortak bir çerçeve oluşturulmasını zorunlu kılar. Uzay idaresi, bu kayıtların düzenli olarak güncellenmesini ve doğruluğunun sağlanmasını içerir. Uzaydaki varlıkların dinamik doğası göz önünde bulundurulduğunda, sürekli izleme ve veri güncellemeleri kritik öneme sahiptir. Bu bağlamda, yüksek doğrulukta güncel veri toplanmalı ve işlenmeli, kadastro sistemi de mülkiyet haklarının devri, lisanslama ve kira sözleşmeleri gibi ticari işlemleri desteklemelidir.

e) *Mekânsal veri altyapısı seçenekleri:* Uzay kadastro sisteminin başarısı, güvenilir ve entegre bir mekânsal veri altyapısının (KVA) oluşturulmasına bağlıdır. Mekânsal veri altyapısı, uzaydaki varlıkların ve olayların yüksek doğrulukta haritalanması, izlenmesi ve yönetilmesi için gerekli olan tüm veri toplama, depolama, işleme ve paylaşma süreçlerini kapsar. Bu altyapı, çeşitli kaynaklardan gelen verilerin standartlaştırılması ve entegre edilmesi için gerekli teknik ve kurumsal düzenlemeleri içerir. Ulusal ve uluslararası düzeyde uyumlu veri standartlarının belirlenmesi, verilerin birlikte çalışabilirliğini sağlar. Bu standartlar, uzay nesnelere konum, yörünge ve diğer özelliklerinin tutarlı ve doğru bir şekilde kaydedilmesini ve paylaşılmasını mümkün kılar. Mekânsal veri altyapısı, ileri bilgi teknolojisi kullanımını gerektirir ve bu teknolojiler, yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleme sistemleri, uzaktan algılama teknolojileri ve CBS gibi araçları içerir.

f) *Teknik seçenekler:* Uzayda nesnelere konumlarının hassas bir şekilde belirlenmesi, koordinatlandırılması, kullanılan alanların sınırlarının ölçülmesi, geometrik tespiti ve nihayetinde haritalanması süreçleridir. Konum belirleme ve koordinatlandırma, GPS/GNSS, LiDAR ve radar altimetrelere gibi ileri seviye teknolojilerin kullanılmasıyla gerçekleştirilir. Elde edilen konum ve sınır verileri, CBS kullanılarak haritalandırılır. CBS, uzaydaki nesnelere ve alanların mekânsal verilerini entegre ederek, detaylı ve ölçeklenebilir haritalar oluşturur. Bu haritalar, uzay kadastrusunun görsel temsili için kritik öneme sahiptir ve mülkiyet haklarının belgelenmesi, kullanım sınırlarının belirlenmesi ve yönetimi için temel oluşturur. Uzay kadastrusu için teknik standartların geliştirilmesi, veri toplama, işleme, depolama ve paylaşım süreçlerinin tutarlılığını ve doğruluğunu sağlar. Bu standartlar, uzayda faaliyet gösteren tüm aktörler arasında birlikte çalışabilirliği (interoperability) ve veri paylaşımını kolaylaştırır. Bulut bilişim ve dağıtık veri tabanı sistemleri, büyük hacimli uzay verilerinin güvenli ve verimli bir şekilde saklanmasını sağlar. Blok-zincir (Block-chain) teknolojileri, veri bütünlüğünü ve güvenliğini sağlamak

için kullanılabilir. Bu sistemler verilerin erişilebilirliğini artırırken veri kaybı riskini minimize eder.

9. Uzay kadastrusunun temel yararları

Uzay kadastrusu, insanlığın uzayı keşfetme ve kullanma çabalarını düzenlemek için kritik bir çerçeve sunan, önemli bir yönetim aracıdır. Bu sistem, uzaydaki mülkiyet haklarını, kaynak kullanımını ve uluslararası iş birliğini düzenleyerek, uzayın sorumlu ve sürdürülebilir bir şekilde kullanılmasını sağlar. Uzay kadastrusunun faydaları hem *hukuki* hem de *teknik* boyutlarıyla, uzay faaliyetlerinin daha düzenli ve güvenli bir şekilde yürütülmesine katkıda bulunur.

Uzay kadastrusunun en temel yararlarından biri, uzay kaynaklarının kullanımında netlik sağlamasıdır. Uzayda faaliyet gösteren çeşitli aktörler arasında mülkiyet ve kullanım haklarının açık bir şekilde tanımlanması, olası anlaşmazlıkların önlenmesine yardımcı olur. İyi tanımlanmış bir kadastro sistemi, uzayda mülkiyet haklarının şeffaf bir şekilde belirlenmesini ve korunmasını sağlar. Bu durum, kaynakların adil ve sorumlu bir şekilde yönetilmesine olanak tanır ve çatışma risklerini minimize eder. Ayrıca, uluslararası kabul görmüş bir yasal çerçeve oluşturarak, gök cisimleri ve kaynaklar üzerindeki anlaşmazlıkların adil bir şekilde çözülmesine zemin hazırlar.

Uzay kadastrusunun bir diğer önemli yararı, teknolojik yeniliklerin teşvik edilmesidir. Uzay kadastrusu, uzayda mülkiyet haklarının tesis edilmesi ve kaynakların sorumlu bir şekilde çıkarılması için gereken sistemlerin geliştirilmesini sağlar. Bu süreçte kullanılan teknolojiler, sadece uzaydaki faaliyetlerin geliştirilmesine katkıda bulunmakla kalmaz, aynı zamanda bu teknolojilerin Dünya üzerindeki uygulamalarına da yeni bir ivme kazandırır. Uzay teknolojilerindeki ilerlemeler, uzay kadastrusu sayesinde hız kazanarak hem uzay hem de yeryüzü uygulamalarında önemli yeniliklerin ortaya çıkmasına yol açabilir. Sürdürülebilir araştırma ve kaynak planlaması, uzay kadastrusunun diğer önemli yararları arasında yer alır. Uzay kadastrusu, gök cisimlerinin yörüngeleri ve potansiyel olarak zengin kaynak bölgelerinin haritalandırılmasını sağlar. Bu tür bir planlama, çevresel etkiyi en aza indirerek, misyonların en yüksek bilimsel veya ekonomik potansiyele sahip bölgeleri hedeflemesine olanak tanır. Böylece, uzaydaki faaliyetler hem daha verimli hem de çevresel açıdan daha sürdürülebilir hale gelir. Uluslararası iş birliği, uzay kadastrusunun teşvik ettiği önemli bir faktördür. Uzay kadastrusu, ortak standartların belirlenmesine katkıda bulunarak, uluslararası iş birliğini artırır. Bu yaklaşım uzay araştırmalarının daha etkin bir şekilde yürütülmesini mümkün kılar ve uzay faaliyetlerinin küresel ölçekte daha koordineli bir şekilde yönetilmesine olanak tanır. Ekonomik fırsatlar, uzay kadastrusunun sunduğu diğer önemli yararlar arasındadır. Düzenlenmiş bir uzay endüstrisi, yenilik ve ticarileştirme için önemli ekonomik fırsatlar sunar. Uzay turizmi, uydu iletişimi ve yayıncılık gibi alanlarda ekonomik potansiyel, uzay kadastrusunun sağladığı düzen ve netlik sayesinde daha kolay hayata geçirilebilir.

10. Sonuçlar

Günümüzde uzaydaki insan faaliyetlerinin artışı, bu faaliyetlerin kaydedilmesi ve yönetilmesi için sistematik bir sistemin geliştirilmesini gerektiren yeni zorluklar ve fırsatlar yaratmıştır. Teknolojideki ilerlemeler ve ticari çıkarlar, “Uzay Kadastro” gibi yeni yaklaşımların önemini ortaya koymaktadır. Uzay kadastro, uzaydaki mülkiyet, kaynak kullanımı ve faaliyetlerin düzenlenmesi amacıyla geliştirilmiş yenilikçi bir kavramdır. Bu çalışma, uzay kadastrounun teorik temellerini, yasal ve teknik altyapısını ele alarak, bu süreçlerde karşılaşılan zorluklara çözüm önerileri sunmaktadır.

Uzay kadastrounun temel amacı, uzaydaki mülkiyet haklarının belgelenmesi ve yönetimi için sistematik bir çerçeve oluşturmaktır. Bu sistem, uzaydaki nesnelere konumlarını, hareketlerini ve sahiplik durumlarını düzenli olarak belirleyerek izlenmesini ve yönetilmesini sağlar. Uzay kadastro, uzaydaki mülkiyet haklarının belirlenmesi ve korunması açısından kritik bir öneme sahiptir ve uzay faaliyetlerinin şeffaf bir şekilde izlenmesine katkıda bulunur. Bu çalışmada, uzay kadastrounun uygulanabilirliğini artırmak ve uzayın sürdürülebilir kullanımını sağlamak amacıyla öneriler geliştirilmiştir. Bu öneriler, uzay kadastrounun yasal, teknik ve kurumsal boyutlarını kapsamaktadır.

Uluslararası hukuki çerçevenin güçlendirilmesi, uzaydaki mülkiyet haklarının belirlenmesi ve korunması açısından gereklidir. Mevcut uluslararası antlaşmaların güncellenmesi ve yeni düzenlemelerin yapılması, uzay kadastrounun etkin uygulanmasını sağlayacaktır. Ayrıca, uzay kadastrounun teknik altyapısının oluşturulması için uluslararası standartların belirlenmesi gerekmektedir. Bu standartlar, uzaydaki nesnelere kaydedilmesi, izlenmesi ve yönetilmesi süreçlerinde kullanılan teknolojilerin uyumlu olmasını sağlayacaktır. Ulusal ve uluslararası düzeyde kurumsal yapıların oluşturulması, uzay kadastrounun uygulanabilirliğini artıracaktır. Eğitim ve kapasite geliştirme faaliyetleri, bu alanda uzmanlaşmış insan kaynağı yetiştirilmesini sağlayarak, uzay kadastrounun etkin uygulanmasını destekleyecektir.

Veri paylaşımı ve uluslararası iş birliği, uzay kadastrounun etkin uygulanması açısından büyük önem taşımaktadır. Uzaydaki nesnelere izlenmesi ve kaydedilmesi süreçlerinde kullanılan verilerin şeffaf bir şekilde paylaşılması, uzaydaki faaliyetlerin daha iyi yönetilmesini sağlayacaktır. Uzay kadastrounun temel hedeflerinden biri, uzaydaki kaynakların sürdürülebilir kullanımını sağlamaktır. Bu nedenle, uzay kadastro sistemlerinde sürdürülebilirlik ilkelerinin benimsenmesi ve uygulanması gerekmektedir. Uzaydaki faaliyetlerin çevresel etkilerinin değerlendirilmesi ve minimize edilmesi, uzayın gelecekteki nesiller için korunmasını sağlayacaktır.

Gelecekte, uzay kadastro sistemlerinin daha da geliştirilmesi ve teknolojik yeniliklerin entegrasyonu, uzayın etkili ve sürdürülebilir yönetimini sağlamak açısından kritik olacaktır. Uzay Kadastro, uzaydaki nesnelere ve faaliyetlerin ayrıntılı ve doğru bir şekilde izlenmesine olanak tanıyan gelişmiş veri toplama ve analiz teknikleri ile desteklenmelidir. Bu sayede, uzaydaki faaliyetlerin daha iyi yönetilmesi ve koordine

edilmesi mümkün olacaktır. Uzay Kadastro, uzayda mülkiyet hakkının kullanımı, gök varlıklarını takip etmek ve sorumlu kaynak çıkarımını sağlamak için gelişmiş sistemler gerektiren bir teknoloji yeniliğini teşvik eder. Bu çerçeve, yalnızca uzaydaki yetenekleri geliştirmekle kalmayıp, Dünya'da da uygulama alanı bulan ve bilim ve teknolojinin daha geniş ilerlemesine katkıda bulunan ileri teknolojilerin geliştirilmesine yön verecektir.

Sonuç olarak, Uzay Kadastro, uzay araştırmaları alanında hakları ve sorumlulukları tanımlamakla kalmaz, aynı zamanda iş birliği, sürdürülebilirlik ve etik uygulamaları teşvik eden yasal ve teknik bir rehber olarak öne çıkar. İnsanlığın uzaydaki yeni çabalarında yolunu aydınlatıcı önemli bir ışık görevi görerek, koordinasyon, sorumluluk ve uzay sınırlarının belirlenip korunması için ortak bir kararlılıkla kozmosu keşfetmesini mümkün kılar.

Bilgilendirme/Teşekkür

Bu çalışma, 14-18 Ekim 2024 tarihleri arasında İtalya'nın Milan şehrinde gerçekleştirilen “37th IAA Symposium on Space Policy, Regulations and Economics (E3) and 74th International Astronautical Congress (IAC)” etkinliğinde bildiri olarak sunulmuştur (Yomralioğlu, 2024)

Araştırmacıların katkı oranı

Tahsin Yomralioğlu: Literatür araştırması, Modelleme, Makale yazımı, Düzenleme.

Çatışma Beyanı

Herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

- Acket-Goemaere, A., Brukardt, R., Klempner, J., Sierra, A., & Stokes, B. (2024). *Space: The \$1.8 trillion opportunity for global economic growth*. McKinsey's Aerospace & Defense Practice and the World Economic Forum. <https://www.mckinsey.com/industries/aerospace-and-defense/our-insights/space-the-1-point-8-trillion-dollar-opportunity-for-global-economic-growth/#/> Accessed date: 04.10.2024
- Akün, V. N., (2022). Space Law under International Conventions and International Documents, in *Proceedings for the First Symposium on Space Economy, Space Law and Space Sciences*, Istanbul.
- Bender, P. (2011). Property and law. *American Law Review*, 120, 102-115.
- Burger, M. E. (2022). Current Issues Being Discussed in Space Law, in *Proceedings for the First Symposium on Space Economy, Space Law and Space Sciences*, Istanbul.
- Cheng, B. (1997). Definitional Issues in Space Law: the Peaceful Use of Outer Space including the Moon and other Celestial Bodies. In *Studies in International Space Law*, (pp.512-522). Oxford Academic. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198257301.003.0019>

- Crouch, I. G. (2001). The Market for Space Tourism: Early Indications. *Journal of Travel Research*, 40(2), 213-219, <https://doi.org/10.1177/004728750104000212>.
- Dale, P. ve McLaughlin, J. D. (1988). *Land Information Management: An Introduction with Special Reference to Cadastral Problems in Third World Countries*, Oxford: Clarendon Press.
- Danişman, Z. S. (2019). State sovereignty and property in outer space and on celestial bodies (In Turkish), Master's Thesis, Gazi University, Institute of Social Sciences, Ankara.
- Döner, F. (2021). Analysis of literature on 3D cadastre. *International Journal of Engineering and Geosciences*, 6(2), 90-97. <https://doi.org/10.26833/ijeg.703244>
- Drake, N. (2016). Elon Musk: A Million Humans Could Live on Mars By the 2060s, *National Geographic*. <https://www.nationalgeographic.com/science/article/elon-musk-spacex-exploring-mars-planets-space-science>. Accessed date: 01.01.2024
- Dubey, A. (2023). Karman Line, *Encyclopedia Britannica*. Available: <https://www.britannica.com/science/Karman-line>. Accessed date: 15 05 2024.
- Elvis, M. (2012). Let's mine asteroids — for science and profit. *Nature*, 485(549). <https://doi.org/10.1038/485549a>.
- Fitzgerald, T. (2013). Mineral Rights and Property Law, *Journal of Energy Law*, vol. 45, no. 2, pp. 213-228.
- Gheorghe A. V. and Yuchnovicz, D. E. (2025). The Space Infrastructure Vulnerability Cadastre: Orbital Debris Critical Loads, *Int J Disaster Risk Sci*, vol. 6, pp. 359-371, <https://doi.org/10.1007/s13753-015-0073-2>, 2015
- Güler, D., & Yomralıoğlu, T. (2021). Yapı Ruhsatlandırmadan Kat Mülkiyetine Giden Süreçlerin Dijitalleştirilmesi: Mevcut Durum Analizi ve Öneri. *Geomatik*, 6(2), 93-106. <https://doi.org/10.29128/geomatik.705559>
- Hatton, S. (2018). Proceedings of the 12th Reinventing Space Conference. Springer International Publishing AG, <https://doi.org/10.1007/978-3-319-34024-1>.
- Hegarty, C., & Kaplan, E. (2017). *Understanding GPS Principles and Applications, Third Edition*. Artech.
- Henssen J., (1995). Basic Principles of the Main Cadastral Systems in the World, in Proceedings of the One Day Seminar held during the Annual Meeting of Commission 7, Cadastre and Rural Land Management, of the International Federation of Surveyors (FIG).
- History (2020). *The Space Race*, from <https://www.history.com/topics/cold-war/space-race>. Accessed date: 02.10.2024
- Hofmann-Wellenhof, B., Lichtenegger H., and Collins J. (2012). *GPS: Theory, Algorithms, and Applications*, Springer Science & Business Media.
- Kersting, M., (2020). Visualizing four dimensions in special and general relativity, in *Sriraman, B. (eds) Handbook of the Mathematics of the Arts and Sciences*, pp. 1-37, Springer, https://doi.org/10.1007/978-3-319-70658-0_120-1
- Krause, J. (2017). *V United Nations treaties in outer space*, <https://www.abajournal.com/magazine/article/space-law>. Accessed date: 04.10.2024
- Kuthunur, S. (2023). *James Webb Space Telescope findings that changed our understanding of the universe in 2023.*, <https://www.space.com/james-webb-space-telescope-2023-discoveries>. Accessed date: 04.10.2024
- Lehner, C. (2005). Einstein and the Principle of General Relativity. *Kox, A.J., Eisenstaedt, J. (eds) The Universe of General Relativity. Einstein Studies, vol 11. Birkhäuser* (pp. 1916-1921). Boston: https://doi.org/10.1007/0-8176-4454-7_6.
- Lewicki, C., Graps, A., Elvis, M., Metzger, P., & Rivkin, A. (2021). *Furthering asteroid resource utilization in the next decade through technology leadership*. arXiv preprint arXiv:2103.02435.
- Lewis, J. S. (1996). *Mining the sky: untold riches from the asteroids, comets, and planets*. Reading, Mass.: Addison-Wesley Pub. Co.
- Locke, J. (2021). *Second Treatise of Government* (C.B. Macpherson, Ed.), Hackett Publishing Company, <https://www.gutenberg.org/files/7370/7370-h/7370-h.htm>
- Lyall, F., & Larsen, P. B. (2009). *Space Law: A Treatise 2nd Edition*. London: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315242712>
- Masson-Zwaan, T., Martinez, P. and et.al (2024). The Need to Improve Registration Practices in the Context of Space Traffic Management, *Acta Astronautica*, <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2024.06.052>
- McDowell, J. (2018). The edge of space: Revisiting the Karman Line, *Acta Astronautica*, vol. 151, pp. 668-677., 2018
- McFadden, C. (2022). Elon Musk's SpaceX plans to settle Mars before the century is out, *Interesting Engineering*, <https://interestingengineering.com/science/spacex-plans-to-settle-mars>. Accessed date: 02.02.2024
- Murnane, A. C. (2023). Legal Considerations for Space Resources. In *Badescu, V., Zacny, K., Bar-Cohen, Y. (eds) Handbook of Space Resources*, pp. 1163-1200, Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-97913-3_34
- NASA (2022). *Benefits of Space Exploration*, <https://www.nasa.gov/international-space-station/space-station-research-and-technology/benefits-for-humanity/>. Accessed date: 02.02.2024
- NASA (2024). *About the International Space Station*, <https://www.nasa.gov/international-space-station/>. Accessed date: 05.10.2024
- National Geographic (2024). *The History of Space Exploration*, <https://education.nationalgeographic.org/resource/history-space-exploration/>. Accessed date: 05.10.2024
- Peeters, W. (2010). From Suborbital Space Tourism to Commercial Orbital Space Tourism. *Acta Astronautica*, 66(11-12), 1625-1632, <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2009.10.026>.
- Pop, V. (2008). *Extraterrestrial Aspects of Land and Mineral Resources Ownership*. Springer Dordrecht. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9135-3>.
- Sadeh, E., Lester, J. P., & Sadeh, W. Z. (1998). Modeling international cooperation in human space

- exploration for the twenty-first century. *Acta Astronautica*, 43(7-8), 427-435. [https://doi.org/10.1016/S0094-5765\(97\)00195-1](https://doi.org/10.1016/S0094-5765(97)00195-1)
- Seeber, G. (2003). *Satellite Geodesy: Foundations, Methods, and Applications*, Walter de Gruyter, <https://doi.org/10.1515/9783110200089>
- Sky (1998). *Space exploration timeline*, <http://www.seasky.org/space-exploration/space-timeline-menu.html>. Accessed date: 06.10.2024
- Smith, M. T. (2020). *One small plot for man or one giant easement for mankind: A new approach to the outer space treaty's property for mankind principle*, <https://illinoislawrev.web.illinois.edu/wp-content/uploads/2020/08/Smith.pdf>, Accessed date: 02.10.2024
- Spencer, R. L. (2010). International Space Law: A Basis for National Regulation. In *Jakhu, R. (eds) National Regulation of Space Activities, Space Regulations Library Series*, https://doi.org/10.1007/978-90-481-9008-9_1, Springer, Dordrecht.
- Švec, M., & Schmidt, N. (2022). Space Mining: Attempts to Materialize Cosmopolitan Ideas Enshrined in International Space Law. In *Schmidt, N. (eds) Governance of Emerging Space Challenges*, pp. 133-154, Springer, <https://doi.org/10.1007/978-3-03>.
- Tech B. (2023). *Smallsats by the Numbers 2023*, https://brycetech.com/reports/report-documents/Bryce_Smallsats_2023.pdf, Accessed date: 10.05.2024
- Torge, W. and Müller, J. (2012). *Geodesy*, Walter de Gruyter, <https://doi.org/10.1515/9783110250008>
- Tronchetti, F. (2009). *The Exploitation of Natural Resources of the Moon and Other Celestial Bodies: A Proposal for a Legal Regime*. Brill.
- Tronchetti, F. (2015). Legal aspects of space resource utilization, in *Frans von der Dunk (Ed.), Handbook of Space Law*, Massachusetts, Edward Elgar Publishing Limited, pp. 769-813, <https://doi.org/10.4337/9781781000366.00023>.
- UN (1948). Universal Declaration of Human Rights, United Nations, <https://www.ohchr.org/en/human-rights/universal-declaration/translations/english>. Accessed date: 10.02.2024
- UN (1985). Conventional and Digital Cadastral Mapping, Report of the Meeting of the Ad Hoc Group of Experts on Cadastral Surveying and Land Information Systems, Economic and Social Council E/CONF.77/L.1.
- UN (2016). Definition and delimitation of outer space: views of States members and permanent observers of the Committee, Report No. A/AC.105/1112, https://www.unoosa.org/oosa/oosadoc/data/documents/2021/aac.105/aac.1051112add.10_0.html. Accessed date: 03.03.2024
- UNOOSA (1967). *Outer Space Treaty: Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies*, <https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacela> w/treaties/introouterspacetreaty.html, Accessed date: 01.10.2024
- UNOOSA (2017). *International Space Law: United Nations Instruments*. New York: United Nations.
- UNOOSA (2024). *Space Law Treaties and Principles*, <https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacela/w/treaties.html>, Accessed date: 02.10.2024
- URL 1: <https://www.nasa.gov/artemis-accords/> Erişim Tarihi: 10.02.2024
- URL 2: https://www.esa.int/Space_Safety/ESA_s_Space_Environment_Report_2023, Erişim Tarihi: 10.05.2024
- URL 3: <https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/copuos/index.html>, Erişim Tarihi: 01.01.2024
- URL 4: *State-of-the-Art of Small Spacecraft Technology*, <https://www.nasa.gov/smallsat-institute/sst-soa/>, Erişim Tarihi: 10.06.2024
- URL 5: <https://antalyadf.org/en/adf-2024-en/>, Erişim Tarihi: 02.03.2024
- URL 6: <https://nanoavionics.com/blog/how-many-satellites-are-in-space/>, Erişim Tarihi: 10.05.2024
- URL 7: <https://www.ucsusa.org/resources/satellite-database>, Erişim Tarihi: 10.05.2024
- URL 8: https://www.esa.int/Space_Safety/ESA_s_Space_Environment_Report_2023. Erişim Tarihi: 10.05.2024
- Whitfield-Jones, P. (2020). *One small step for property rights in outer space?* <https://www.mayerbrown.com/en/insights/publications/2020/05/one-small-step-for-property-rights-in-outer-space>, Accessed date: 02.10.2024
- Williamson, I. P. (2000) I. P. (2000). *Best practices for land administration systems in developing countries*, World Bank Group, Washington, D.C., <http://documents.worldbank.org/curated/en/352511468258285316>
- Yıldız, B. (2022). Human Capital in Space Economy: An Integration of Resource-Based View and Resource Dependency Theories, in *Proceedings for the First Symposium on Space Economy, Space Law and Space Sciences*, Istanbul.
- Yomralioglu, T. and McLaughlin, J.D. (2017). *Cadastre: Geo-Information Innovations in Land Administration*, New Delhi: Springer Cham.
- Yomralioglu, T., (2005). *Geographic information systems: Basic concepts and applications (In Turkish)*, 1st edition, Istanbul: Iber Press.
- Yomralioglu, T. (2024). *Space cadastre: A new paradigm for the future of space*. In *Proceedings of the 37th IAA Symposium on Space Policy, Regulations and Economics* (pp. 546-566). International Astronautical Federation (IAF). <https://doi.org/10.52202/078380-0054>
- Zarzar, V. A. (1926). The concept of peaceful use of outer space: Public International Air Law Problems of Air Law, in *Symposium of Works by the Air Law Sections of the USSR and RSFSR Unions of Societies*, Moscow.

