

**DERLEME MAKALE / REVIEW ARTICLE**

DOI: 10.52122/nisantasisbd.1109887

**UZAY MADENCİLİĞİNE İLİŞKİN ZORLUKLAR VE POTANSİYEL ÇÖZÜMLERİ****Doç. Dr. Didem RODOPLU ŞAHİN\***\*Kocaeli Üniversitesi, Havacılık ve Uzay  
Bilimleri Fakültesi, Havacılık Yönetimi Pr.

e-posta: drodoplu@gmail.com

ORCID 0000-0002-1779-8472

**Matluyba BEBİTOVA\*\***\*\*\*Kocaeli Üniversitesi, Havacılık ve Uzay  
Bilimleri Fakültesi, Havacılık Yönetimi Pr.

e-posta: bebitovam@gmail.com

ORCID 0000-0002-3470-3017

**ÖZ**

Güneş sisteminde metallerin, minerallerin ve enerji kaynaklarının hatta buz ve farklı şekillerde su kaynaklarının bulunması uzaya karşı politik ve ticari ilgiyi artırarak bu kavramı giderek daha gerçekçi ve ulaşılabilir hale getirmektedir. Uzayın Madenciliğinde uzay bilim adamlarına göre kaynakların araştırılması, elde edilmesi bu sürecin asıl önemli kısmını oluşturmamakta veya uzaya ulaştırılacak teknolojilerin geliştirilmesi bir tek üstesinden gelinmesi gereken mesele değildir. Dünya üzerindeki madencilik faaliyetlerinin bile yürütülmesi ve uygulanması çok kapsamlı ve zor iken, uzayın madenciliği bundan çok daha hassastır ve girişimin gerçekleşmesinden önce çözüme kavuşması gereken birçok fiziki zorlukların ve en önemlisi uluslararası çerçevede takip edilmesi ve uygulanması şart olan küresel düzen ve uyumun (yönetim) idare edilmesi söz konusudur. Sektörün yatırım sisteminin işleyişindeki eksiklikler, öngörülemeyen ve ölçülemeyen riskler ve getiriler, büyük miktarda maliyetler, potansiyel siber saldırılar, uzay çöplüğü, düzenleyici yasal çerçeveler ve engeller, hükümetler arası rekabet ve olası anlaşmazlıklar, sürdürülebilirliğin korunması, madencilik faaliyetlerini etkileyebilecek uzaydaki doğal tehditler, uzayda çalışanların karşılaşılabileceği sağlık sorunları ve teknolojik eksiklikler vb. bu zorluklara örnektir. Dolayısıyla bu çalışma bu sorunların bazılarını ele almış, olası çözümlerini, literatür taramasına dayanarak, göstermeye çalışmıştır. Bu bağlamda çalışma risklere, maliyetlere, yatırım çekme süreçlerine, sürdürülebilirliğe ve teknolojik eksikliklere değinerek beş bölümden oluşturulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Uzay madenciliğinde riskler, maliyetler; Yasal çerçeveler; Yatırım, sürdürülebilir ve teknolojik zorluklar

**CHALLENGES AND POTENTIAL SOLUTIONS TO SPACE MINING****ABSTRACT**

The presence of metals, minerals and energy resources, even ice and water in different forms in the solar system, increases political and commercial interest toward space, making this concept gradually realistic and accessible. In Space Mining, according to scientists, researching and obtaining resources does not constitute the main part of mining process, or the development of technologies that will transmit them to space is not the only issue that needs to be overcome. While mining activities on Earth are very extensive and difficult to operate and implement, space mining is much more sensitive than that and there are many physical challenges that need to be resolved, and most importantly, the management of global order and cohesion must be followed and implemented within an international framework before the initiative can take place. Deficiencies in the functioning of the industry's investment system, unforeseen and unmeasurable risks and returns, enormous costs, potential cyber attacks, space debris, regulatory legal frameworks and barriers, intergovernmental rivalry and possible disputes, maintaining sustainability, natural threats in space that may affect mining activities, health problems that space crew may encounter and technological deficiencies, etc. are the examples of the challenges. Therefore, this study addressed some of these problems and tried to show possible solutions based on the literature review. In this context, the study consists of five chapters, addressing risks, costs, investment attracting processes, sustainability and technological deficiencies.

**Keywords:** Risks, costs in space mining; Legal frameworks; Investment, sustainability and technological challenges

**Geliş Tarihi/Received:** 27.05.2022**Kabul Tarihi/Accepted:** 06.06.2022**Yayın Tarihi/Printed Date:** 30.06.2022

**Kaynak Gösterme:** Şahin ve Bebitova, (2022). "Uzay Madenciliğine İlişkin Zorluklar ve Potansiyel Çözüm Önerileri". *Nişantaşı Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 1(10) 171-188.

## GİRİŞ

Uzay Madenciliği uzayda bulunan bütün gök cisimlerinden - Ay, Mars, asteroit, gezegenler - faydalanmak için, kaynakların araştırılması, bulunması, çıkarılması, işletilmesi ve temin edilmesidir. Uzay Madenciliği fikri bir tek kaynak elde ve temin etme (arz ve talep) amacına dayanmamaktadır. Düşüncenin ortaya çıkmasına dünya kaynaklarının kıtlığı, değerli kaynakların uzay cisimlerinde yüksek konsantrasyonlarda bulunması ve artmakta olan nüfus kaynaklı çevresel sorunların çoğalması ve çözümsüzlüğü (şu anda) ve en önemlisi işletme (kâr elde etme) ile alakalı etkenler neden olmuştur. Uzay kaynakları dünyadaki kaynaklar kadar çeşitlidir. Gök cisimlerinin metallere, gazlara, nadir toprak elementlerine, altın, platin, alüminyum, nikel, titanyum, helyum-3, hidrojen, lityum, kobalt, bakır, çinko, niyobyum, molibden, lantan, europium, tungsten, iridyum, toryum ve rodyum vs. gibi minerallere zengin olduğu kanıtlanmıştır. Bunlar hem Dünya'da kullanım için getirilebilir hem de ileri uzay keşifleri, araştırmaları veya kolonileşme için yapı malzemeleri (güneş enerjisi, motor yakıtı vs.) olarak yerinde kullanılabilir.

Asteroitlerin, iç güneş sisteminde daha çok bulunmasından, uzay aracının Dünyadan erişmesi için gereken enerji açısından nispeten kolay olmasından kaynaklı madenciliğin ilk hedefleri olması muhtemeldir (Mars ve Jüpiter yörüngeleri arasındaki ana asteroit kuşağı dahil). Bu asteroitler Dünya'ya Yakın Cisimler olarak adlandırılır (NEO). Bunlarla beraber diğer gök cisimlerine: gezegenler, koorbital asteroitler, kısa periyotlu kuyruklu yıldız vs. dahildir (Yamagiwa, 2019).

Uzay cisimlerinden doğal kaynakların kullanımı, uzaycılara göre Uzay Çağı'ndan daha eski bir fikirdir. Asteroit madenciliğinin ilk bahsi sözde bilim kurgu tarzında 1898 yılında New York Evening Journal'da yayınlanan Garrett P. Serviss'in "Edison'un Mars'ı Fethi" hikayesiyle ortaya çıkmıştır (Wikipedia, 2020a, 2020b). Bu kavram üzerinde anlaşılması gereken ilk şey, bunun sadece asteroitlerde, Ayda veya gezegenlerde madencilik yapmak ve sonradan kaynakları Dünya'ya getirmek ile ilgili olmadığıdır. Bazı kaynakların getirilmesi düşünülse/tasarlanılsa bile çoğunun uzayın kendinde kullanılması hakkında görüşler vardır. Anderson (Space Angel Network genel müdürü), "kaynakları uzayda tutmanın ve onları Güneş Sistemi ve ötesini keşfetmeye devam etmek için kullanmanın çok fazla değeri vardır" diyor (Cruddas, 2015a; Cruddas, 2016b). Konuyla ilgili uzay bilim adamları, uzayda kaynakların işletilmesi için altyapı hizmetlerini sağlayacak gezegen üsleri, temelleri, gezegenler arası benzin istasyonları, asteroitleri taşıt olarak kullanma gibi birçok projelerin tasarımı üzerinde çalışmalar yürütmektedir.

Mevcut durumda bizi uzaya götüren her ne kadar insanlı, insansız uzay araçlarına sahip olsak da, asıl bizim ihtiyacımızı karşılayacak olanlar, uzayda madencilik işlemlerini yürütmek için özerk, uzaktan kontrollü, yapay zekalı makineler olacaktır. 3D baskı, Asteroit yakalama teknolojisi, Kaynak çıkarma teknolojisi, Asteroit yönlendirmesi, Sevkiyat asansörü, Robotik cihazlar, güneş pilleri, teller, mikrodalga reflektörler, mobil bağlantılar, nesnelerin interneti, bilişsel çalışmanın otomasyonu, bulut teknolojisi, özerk veya yarı özerk araçlar, nano malzemeler ve nano yapılar, enerji depolama teknikleri vs. uzay madenciliği teknolojilerine örnektir. Hatta bu büyük proje için gerekli tüm öğeleri uzaydaki kaynaklardan yapıp yapılmayacağı konusunda önemli çalışmalar, deneyler yapılmaktadır. Örneğin, uzaktan çalıştırılabilen regolit (ilgili gezegenin, asteroitin veya bir başka gök cisminin yüzeyini oluşturan ve muhtelif minerallerin karışımından meydana gelmiş yüzey örtüsü) elde etme ve işleme teknolojisi ile inşaat makineleri, yollar, binalar, ofisler ve fabrikalar inşa edilebilecek, işgücünü hafifletirken insan varlığında riskleri azaltabileceklerdir (Sullivan ve McKay, 1991: 17; Mallick ve Rajagopalan, 2019; Staedter, 2019).

Söz konusu, madencilikle ilgili sorunların, önce hukuki anlamda, şu anda burada dünyada mevcut olması ve hala çözümsüzlüğü, sonra da uzayın kendinde bilemeyeceğimiz her türlü durumların risklerin, doğal veya teknolojik, hazırlıksız bir şekilde karşımıza çıkması ve yeterli öngörülen tahminlerin, analizlerin bulunmaması asıl meseleyi arz etmektedir. Bu çerçevede, çalışma bu sorunları ve mevcut ve olası çözümlerini göstererek tanımlamaya çalışmıştır. Dolayısıyla, çalışmanın kapsamı 5 bölümden: 1)Uzay Madenciliğinde Riskler, 2)Uzayın Madenciliğinde Maliyetler, 3)Riskleri Ve Maliyetleri Azaltan: Yatırımcıları Çeken Mekanizmalar, 4)Sürdürülebilir Gelişme, 5)Uzay Teknolojilerinde Eksikliklerden, ibarettir. Mevcut uygulamalarla birlikte uzayın potansiyel faydalarını elde etmekte çözülmesi gereken en önemli sorunlar riskler ve maliyetlerdir.

## 1. Uzay Madenciliğinde Riskler

Uzay maliyetlerinin yüksek olmasının, sektörün yatırımları cezp edememesinin asıl nedeni uzay faaliyetlerinin yüksek riskler içermesidir. Örneğin, uzay nesnesi fırlatıldığında, titreşim ve şiddetli fırlatma koşullarından kaynaklı hasar meydana geldiğinde, yörüngeye yerleştiğinde, roket veya bütünleşik bilgisayar çalışmadığında, nesnenin uzaktan tamir edilememesi ve kontrolün sağlanamaması durumunda vs. riskler vardır (Santos, 2003: 1). Nesnenin uzaydan geri getirilmesi çok maliyetli olduğundan başka birini üretmek daha makuldür. Teknik risklerin yanı sıra, hükümetlerin veya şirketlerin temerrüde düşme riski de vardır. Uydunun transponderinin bir taraf, yükünün ikinci bir taraf ve kırmızı altı kamerasının da üçüncü bir tarafından finanse edildiğini varsayalım. Borçlu taahhüdünü yerine getiremedi ve transponderin alacaklısı üçüncü bir tarafa satmak için uyduyu ele geçirmek istiyor. Bu durumda alacaklıya mülkiyet hakkının tanınması, diğer alacaklıların da haklarını ihlal etmeyecek şekilde olmalıdır. Uzay Protokolü her ne kadar alacaklıya bu hakkı tanısa da bu gibi çoklu alacaklıların olduğu durumlara çözüm getirmekte eksik kalmıştır (Santos, 2003: 2).

Girişimin türüne, zorluğuna vs. bakılmaksızın gelir hesaplanmasında risk derecesi muhakkak dikkate alınmaktadır. Uzay madenciliğinde söz gelimi, genel olarak en az dört farklı risk bulunur:

- 1) Teknik riskler – girişimde teknolojinin, özellikle de denenmemiş teknolojinin uygulanmasından doğan riskler;
- 2) Gök cisminin fiziksel, jeolojik ve mineralojik doğası ve özellikleri üzerindeki bilimsel ve fiziksel belirsizlikleriyle ilişkili - fiziksel riskler;
- 3) Girişim ile elde edilecek kaynakların ekonomik ve piyasa koşullarıyla ilişkili - ekonomik riskler;
- 4) Girişimin finansal yatırımları başarılı bir şekilde elde edebilmesi ve minimum hükümet müdahalesiyle çalışabilmesi için üstesinden gelinmesi gereken siyasi, yasal ve düzenleyici engellerle ilişkili - politik ve yasal riskler. (Lee, 2012: 88).

Risklerin yüksek olduğu durumlarda maliyetlerin de yüksek olduğu, genel olarak, tartışılmazdır. Dolayısıyla, risklerin ve maliyetlerin birbirini doğrudan veya dolaylı olarak etkilediği görülmüştür.

## 2. Uzay Madenciliğinde Maliyetler

Her bir girişimin gerçekleşmesinde dikkate alınan, ölçülen en önemli faktörlerin biri maliyetlerdir. Uzayın madenciliğinde maliyetlerin dünya üzerindeki en yüksek maliyetli projelerden bile çok daha yüksek olması, onu dünyanın en masraflı, pahalı faaliyeti haline getirmektedir. Başka bir ifadeyle, uzay kaynaklarının madenciliğinin ekonomik ve finansal fizibilitesini belirlemede önemli faktörler şunlardır:

- Operasyon maliyeti;
- Operasyonun başlatılması ile maden kaynaklarının nihai satışı veya kullanımı arasındaki zaman;
- Çeşitli başarısızlık riskleri;
- Beklenen yatırım getirisi.

Bunların arasında da, analiz çalışmasından sonra, ticari bir girişimin gök cisimlerden mineral kaynaklarını elde etmek ve kullanmak için sermaye karlılığı değerlendirilmesinde en değişken olan baskın faktörün - risklerin değerlendirilmesi olduğu ortaya çıkmıştır. Ancak, özellikle teknik veya finansal yollarla çözülemeyen risklerin olduğu durumlarda, uzay madenciliği gibi girişimlerin kârlı veya en azından finansal olarak uygulanabilir olması için, bu tür faaliyetlerin yürütülmesinde yasal ve düzenleyici kesinliğin olması aslında birincil ve en önemli faktör olarak kabul görülmüştür (Lee, 2012: 317; Meurisse ve Carpenter, 2020). Bu bağlamda genelde olduğu gibi politika belirleyiciler, açık/net mülkiyet hakları ve yasal çerçeveler tanımlayarak bilgi asimetrisini azaltmayı ve yasal kesinlik sağlamayı; araştırma hibeleri, karşılık yardımları, vergi teşvikleri ve mevcut diğer politika araçlarını kullanarak Ar-Ge ağlarını güçlendirmeyi; inovasyon

merkezleri, kuluçkalar ve teknoloji parkları dahil olmak üzere teknoloji transferi araçlarının rolünü desteklemeyi teşvik etmekte (OECD, 2019: 59).

Keck Uzay Araştırmaları Enstitüsü'nün (KISS) araştırmasına göre, 500 tonluk bir asteroiti tespit etmek ve düşük dünya yörüngesine getirme misyonunun maliyeti 2,6 milyar dolar olacaktır (asteroit içindeki materyalleri işlemek için gerekli altyapıyı geliştirme maliyetleri hariç) (Bockel, 2018: 10; Emspak, 2016). Asteroit madenciliği girişimini içeren maliyetlerin 1996 yılında bile 100 milyar \$ civarında olduğunun tahmin edilmesi, aslında bu piyasaya girmenin baştan beri zor olduğunu vurgulamaktadır (Lee, 2012: 83; Allison, 2015a). Ancak, ESA'nın Genel Müdürü Woerner: "Sera etkisine bakın, herkes bunun ne olduğunu biliyor ve biz onu araştırmak için uyduları kullanıyoruz, ama bu Dünya'da keşfedilmedi, Venüs'e giden keşif misyonu tarafından keşfedildi" diyerek, uzay araştırmalarına yapılan masrafları eleştirenlere sert yanıt vermektedir (Hollingham, 2015; Allison, 2018b).

Uzaya erişim maliyeti nasıl uygun hale getirilebilecek? Soru, uzay pazarları yaratmaya ve uzaya düşük maliyetli erişimi gerçekleştirmek için en son teknolojileri ile yasal yapıyı geliştirmeye dayanmaktadır. Söz konusu madencilik girişimlerin daha yeni yeni gerçekleşmekte olduğundan, uzay yatırımlarının büyük miktarlar ve riskler içermesinden kaynaklı toplumda uzay madenciliği gibi girişimleri destekleyen yasal çerçevelerin, güvencelerin olmaması ve dolayısıyla bu durumdan da kaynaklı maliyetlerin yükselmesi, özel oyuncuların ve çoğunluk devletlerin bu gibi girişimlerden uzak durmaları doğal olarak/haliyle beklenilmedik bir durum değildir. Bu bağlamda Dış Uzay Antlaşması (Outer Space Treaty-OST), Ay Anlaşması ve Uzay Protokolü gibi şeffaflığı sağlayan, adaleti ve iş birliğini teşvik eden küresel çerçeveler vardır. Ancak yetersiz işlevlerinden, uzay topluluğunu tatmin edecek disiplin ve güven barındırmadığından yeterince kabul görmemiştir. Çünkü uzay kaynakları ve onların çıkarıldığı asteroitler kime ait olacak sorunu vardır. Herhangi bir taraf bayrak dikerek uzay cismine el koyabilir mi? Uzay cisimleri uzay madenciliği için silahlanabilir mi? vs. gibi soruların cevapları herkesin beklentide olduğu farklı menfaatleri eşit bir şekilde dikkate alarak verilmelidir. Daha açık bir şekilde ifade edilmesi gerekirse şu senaryoları varsaymakta fayda bulunmaktadır:

Bir madencilik şirketi bir asteroiti yakalayıp, yörüngesini Dünya'ya yaklaştırıp, böylece malzemelerin çıkarılmasını ve getirilmesini kolaylaştırırsa bu asteroit madencilik şirketine ait olabilir mi (Szoka ve Dunstan, 2012) ya da ekonomik olarak madencilığe uygun bir asteroiti keşfeden bir ülkenin bilgisiyle başka bir ülke asteroitten faydalanabilir mi? Böyle bir durumda, ülke söz konusu OST'un IX. maddesi uyarınca "gerekli saygı" ilkelerini ihlal etmiş olur. Uzay bilgileri hemen hemen her zaman uzay alanında gelişmiş ülkeler tarafından keşfedilmekte ve sağlanmaktadır, "gerekli saygı" ilkelerinin ihlalinin gerçekleşmemesi için ülkelerin bilgilerini gizli tutması gerekir. Bu da iş birliğine zıt gelen bir harekettir. İş birliği ilkelerini zayıflatabilecek bir diğer olası senaryo, gelişmiş ülkelerin yakın Dünya asteroitlerinin madenciliğini işletmesi ve geliştirmekte olan ülkelere gelecekte işletmesi için daha uzak asteroitleri bırakmaları ne kadar doğrudur (Bhattacharya, 2018: 9)? Ayrıca süper güçler, asteroit madenciliğinin faydalarını eşit veya tarafsız olarak dağıtmak yerine kâr elde etmek için uluslararası uzay kaynak fonunu manipüle edebilirler (Muzyka, 2018: 5; Mazanek, 2015). Diğer taraftan ise özel aktörler fırsatların yanı sıra potansiyel zorluklar da doğurabilir. Mart 2018'de, bir Kaliforniya şirketi hükümet onayı olmadan uydu fırlatmakla suçlanmıştır. Yetkililer, bu uyduların "diğer uzay araçları için çarpışma riski oluşturduğundan" endişe etmekteydiler (Bockel, 2018: 11). Yeni Zelandalı bir şirket Ocak 20'de uzaya büyük bir "disko topu/discoball" fırlattıktan sonra, astronomlar parlak uydunun uzayı gözlemlene ve çalışma yeteneklerine müdahale etme potansiyelinden şikayette bulunmuşlardır (Bockel, 2018: 9). Yeni girişimcilerin çoğalmasıyla zorlukların artması kaçınılmazdır. Bunlara bilgisayar korsanları ve terör örgütleri gibi kötü niyetli aktörler de dahildir. Bu gibi durumların kontrolünün sağlanması için uzay topluluğunun hem uzay hukukuna hem teknik bilgilerle donanımlı uzay hukukçularına ihtiyacı vardır.

Bu çerçevede mevcut Uzay Hukuku hem uluslararası hem de ulusal anlaşmaları, kuralları ve ilkeleri kapsayan, uzay faaliyetlerini yöneten kanunlar bütünüdür. Uzay hukuku parametreleri arasında uzay araştırmaları, hasar sorumluluğu, silah kullanımı, kurtarma çalışmaları, çevre koruması, bilgi paylaşımı, yeni teknolojiler ve etik bulunmaktadır. Dolayısıyla, İdari hukuku, Fikri mülkiyet hukuku, Silahların kontrolü hukuku, Sigorta hukuku, Çevre hukuku, Ceza hukuku ve



Ticaret hukuku vs. Uzay Hukukunda bütünleştirilmiştir. Uzay hukukunun kökenleri, ülkelerin kendi topraklarının üstündeki hava sahası üzerindeki egemenliğini tanıyan, daha sonra 1944'te Chicago Konvansiyonu'nda pekiştirilen uluslararası hukuk ile 1919 yılına dayanmaktadır. Soğuk Savaş'ın başlangıcından ve ABD ile Sovyetler Birliği arasındaki "Uzay Yarışından" bu yana, birçok bilim adamlarının ve uzmanların uluslararası uzay hukuku için mevcut yasal çerçevenin Dünya yörüngesinin hızla ticarileştirilmesiyle başa çıkmakta yetersiz olduğunu fark etmesine yol açmıştır. 1960'lardaki çok taraflı antlaşmaların çerçeveleri, özel ve ticari uyduların yüzyılın sonundan önce dünyanın yörüngesine çıkıp o günden bu yana ileri uzay hizmetlerinin çoğunu sağlayacağını öngörememiştir. Uzaktan algılama, hava tahmini, doğrudan televizyon ve radyo yayıncılığı ve telekomünikasyon gibi uzay faaliyetleri, mevcut uzay hukuku çerçevesinin kapsamı dışında kalmıştır (Lee, 2012: 97; Emen, 2019). Ay ve diğer gök cisimlerinin "insanlığın ortak mirası" olduğu kavramı, herhangi bir Devletin bölgesel veya egemen kontrolüne tabi olmayan uzay alanlarının tahsis edilememesi, adil fayda dağılımı, barışçıl kullanımı, korunması vs. ortak yönetimi sağlayan nispeten yeni uluslararası hukuki kavramlardır. Bu çalışma dolayısıyla bu kavramların küresel uzay piyasasında nasıl değerlendirildiğini, tanımlandığını göstererek konuyu açıklık getirmeye çalışmıştır.

### 3. Riskleri ve Maliyetleri Azaltan: Yatırımcıları Çeken Mekanizmalar

Genel anlamda uzay piyasasında yürütülen bütün faaliyetlerin zorluğu ilk olarak yönetimdeki ve finansman sağlanmasındaki eksikliklerden kaynaklanmaktadır. Yönetim sorunu küresel uyumun sağlanmasıyla hükümetlerin anlaşmalarıyla çözüme kavuşabilecektir. Yürütülen büyük çaplı projeler de sağlam yasalarla destek ve garanti elde ederse süratli bir şekilde uygulanabilecek; uzayın faydalarından yararlanma kavramındaki teorilerin, hipotezlerin gerçekleşmesini, söz konusu riskler ve maliyetlerin azalmasını sağlayabilecektir. Aşağıda bu durumun ispatı; bu bağlamda mevcut yasalar ve hükümleri; finansman açığını kapatma çalışmaları; finansman için teşvikler, uzay bankaları, ulusal yasal güvenceleri gibi vs. gösterilmeye çalışılmıştır.

#### 3.1 Küresel Yasal Politika Çerçevesi

##### 3.1.1 Dış Uzay Antlaşması (Outer Space Treaty (OST))

Uluslararası düzeyde, devletlerin faaliyetlerini yöneten ilkeler hakkındaki uzay hukuku (politikası), 1967'de kabul edilmiş, 2019 Haziran itibarıyla 109 ülke tarafından imzalanmış Dış Uzay Antlaşması ile başlar. Antlaşmanın iki bölümü kaynakların kullanımıyla özellikle ilgilidir. Birincisi, "Ay ve diğer gök cisimleri dahil, uzayın keşfi ve kullanılması, iktisadî veya bilimsel kalkınma derecelerine bakılmaksızın, bütün ülkelerin hayır ve menfaatine yürütülmelidir; bu bütün insanlığa tahsis olunmuştur. Ay ve diğer gök cisimleri dahil, uzayda bilimsel araştırmalar serbestçe yapılır ve Devletler bu araştırmalarda milletlerarası iş birliğini kolaylaştırmalı ve teşvik etmelidirler.", ikincisi, "Ay ve diğer gök cisimleri dahil, uzay, egemenlik ilânı, kullanma ve işgal suretiyle veya diğer herhangi bir suretle millî iktisaba konu olamaz." olduğunu belirtmektedir (T.C. Resmi Gazete, 1967: 2). Bu anlaşma çok genel hükümler sağlamasından, detaylı talimat eksikliğinden dolayı uzay piyasasında aktif devletler tarafından önemsenmemiştir, devletler bu anlaşmanın güncellemesini savunmaktalar.

##### 3.1.2 Ay Anlaşması

Soğuk Savaş'ının iki üstün güçleri Ay'a ulaşmak için yarışırken, devletlerin uluslararası Ay'la ilgili belirli anlaşma hükümlerinin kabul edilmesinin tam zamanıydı. 1966 yılında, Sovyetler Birliği, Yasal Alt Komiteye (Legal Sub-Committee) Dış Uzay Antlaşması'nın oluşturulmasında dikkate alınan Ay ve diğer gök cisimlerinin keşfini ve kullanımını düzenleyen yasal ilkeleri içeren bir taslak anlaşmasını sunmuştur. Ay'ın uluslararası bir anlaşma ile kontrol edilmesinin gerekli olmasından, Hukuk Alt Komitesi, çeşitli girişimlere rağmen, ay kaynaklarının kullanımı ile ilgili hükümler üzerinde anlaşmaya varamamıştır (Lee, 2012: 110).

Uluslararası Uzay Hukukunun en çok tartışılan konusu, ay, gök cisimleri ve dünya dışı doğal kaynakların "insanlığın ortak mirası" olarak sınıflandırılması olduğu, kanıtlanmıştır (Lee, 2012: 110). Söz konusu, mevcut Ay anlaşması dış uzayı sadece "insanlığın ortak mirası" olarak tanımlamakla kalmaz, aynı zamanda rasyonel yönetim, adil paylaşım ve fırsatların genişletilmesi

adına bu tür faaliyetleri yönetmek için uluslararası bir rejim getirilmedikçe Devletler tarafından gezegenlerin ve asteroidlerin ticari sömürsünü de 11.maddesiyle yasaklamaktadır. Bu sebeplerden kaynaklı antlaşmaların uzay piyasasında başarılı ülkeler tarafından kabul görmemeleri beklenilmemiş bir durum değildir. Faaliyetlerin uzay yolculuğu yapan veya uzaya araç gönderen ülkelerde yoğunlaşacağı gerçeği ile faydaların eşit olmayacağı algısı, haklı olarak, daha uzay alanında gelişmemiş ülkeleri kuşkuya düşürmektedir. Bu ülkeler, uzay yetenekli ülkelerin kendi menfaatleri için onların göz ardı edilmemesini istemekte; gelişmiş olan ülkeler de önemli derecede çaba, zaman, masraf vs. harcadıklarından, kendi menfaatleri için elde ettiklerini diğer ülkelerle paylaşmasını istememektedir. Ay Anlaşması'nın 11. Maddesi ile özel mülkiyet haklarının oluşturulmasına karşı ters çıktığı ortadayken, münhasır özel mülkiyet haklarının yokluğu veya yasa dışı olması sebebiyle mevcut uzay hukukunda değişiklik yapılması veya gök cisimler üzerinde kaynakların araştırılması ve çıkarılması amacıyla bu hakların yaratılmasını sağlayacak yeni bir uluslararası düzenleyici rejimin oluşturulması gerekmektedir (Lee, 2012: 199).

### 3.1.3 Uzay Protokolü

OST ve Ay Anlaşması uzay faaliyetlerin yürütülmesi üzerine düzenleyici rejim olarak işlev görürken, Cape Town Sözleşmesi Protokolü (Uzay Protokolü) finansal kaynakların sağlanmasında önemli rol oynamaktadır. Uzay Protokolü, ICAO ve UNIDROIT tarafından sağlanan birkaç yıl süren toplantılardan sonra 2012 yılında Berlin'de kabul edilmiş, amacı, doğası gereği sabit bir konuma sahip olmayan uçak gövdeleri, uçak motorları ve helikopterler gibi yüksek değerli varlıklarda belirli ve karşı konulabilir hakların elde edilmesini ve kullanımını, verimli bir şekilde finanse etmeyi kolaylaştırmak, sözün kısası, varlığa dayalı finansman ve kiralamaı yönetmek için açık kurallar oluşturmaktır (UNIDROIT, 2012: 22; Bryce, 2017).m Protokol vesilesiyle, uzay varlıklarında uluslararası çıkarların oluşturulması ve uygulanmasını yönetmek için tekdüze bir rejim getirerek, finansörler için şeffaflık ve öngörülebilirliğin artmasını sağlayarak ticari uzay sektöründe finansmanın daha yaygın bir şekilde elde edilebilir hale getirilmesi ve finansman maliyetinin düşürülmesi tahmin edilmektedir.

Protokol, havacılık varlıklarının satıcıları tarafından elde edilen çıkarlarına ilişkin öngörülebilirliği artırmakla kalmaz; alacaklılar için riskleri ve dolayısıyla, borçlular için borçlanma maliyetlerini geliştirilmiş yasal kesinlik sayesinde azaltmayı da amaçlamakta, örneğin, daha modern yakıt verimli uçakların satın alınması için kredi verilmesini teşvik etmektedir. Dahası, Sözleşmeyi ve Protokolü kabul eden Devletlerin havayolları, ihracat kredisi primlerinde %10 indirim alabilmekteler. Mesela, Sözleşmenin kabul edilmesi Avustralya havayollarına yeni bir ATR 72 satın alırken 330.000 \$ ve Airbus A380 satın alırken 2,5 milyon dolar değerinde tasarruf sağlayacağı hesaplanmıştır (ICAO).

Yalnız uzay piyasasında başarılı ülkeler tarafından desteğin geri çekilmesi, sadece dört devletin Uzay Protokolü'nü imzalaması (yürürlüğe girmesi için en az 5 devletin onaylaması gerekli) nedeniyle protokol henüz yürürlüğe girememiştir. Yakın gelecekte yürürlüğe girmesi de beklenilmemektedir. Protokol özellikle Uydu Endüstrisi Birliği (Satellite Industry Association (SIA)) gibi uzay organizasyonları tarafından karşı çıkılmaktadır. Bu durumun sebebi yasal sistemlerin, menkul kıymetler, mülkiyet bulundurma sözleşmeleri ve kira sözleşmeleri doğrultusunda farklı yaklaşımlara sahip olmasından kaynaklanmakta, bu da borç veren kurumların haklarının etkinliği konusunda belirsizlik yaratmakta, dolayısıyla finansman sağlanmasını engelleyip borçlanma maliyetini arttırmaktadır (ICAO). Yasada fon sağlayıcılara ticari faaliyetlerden kaynaklı çıkarları veya yasal güvenceleri vaat eden çerçevelerin bulunmaması, protokolün uzay toplumu tarafından etkisiz olarak kabul görmesine neden olmuştur.

Kısaca özetlemek gerekirse, Bozkurt ve Ercan'a göre sektörde finansman sorunu yapan gerekçeler:

- Uzay projelerinin yatırım tutarlarının ve teknik risklerinin yüksek olması;
- Uzay yatırımları vesilesiyle elde edilen ürün ya da hizmetlerin pazarlanabilirliğinin şüpheli olması;

- Uzayda faaliyetleri ile ilgili yasal düzenlemelerin yetersizliği;
- Uzay yatırımlarının yatırım döneminin oldukça uzun olması;
- Piyasa şartlarındaki belirsizliğin yüksek olması;
- Uzaya özgü riskler ve başka konular hakkında kesin bilgi eksikliği;
- Uzayın yatırım fırsatlarını değerlendirmek isteyen işletmelerin, fon sahiplerini, yatırımların başarılı olacağına inandırmasında güçlük çekmesi ve
- Uzayın yatırım fırsatlarını değerlendirmek isteyen taraflar ile girişimci/şirket, finansörler arasındaki dil sorunu, olarak sıralanabilmektedir (Bozkurt ve Ercan, 2016: 7).

Dolayısıyla, yasal düzenlemelerden başlayarak piyasa şartlarının, mülkiyet haklarının dünya çapında herkesin oy birliğiyle açığa kavuşması; Uzay Hukukuna Uzay Madenciliğiyle ilgili hükümlerin ve maddelerin ayrı başlık ve bölüm halinde dahil edilmesi; üstte bahsi geçen anlaşmaların, yasaların güncellenmesi/yenilenmesi; girişimlerin ilk başta başarılı olamama risklerini dikkate alarak hükümetlerin özellikle yönetim ve finansman ile ilgili alternatif çözümlerini getirmesi, finansman süreçlerini iyileştirerek özel katılımcılarına destek çıkması vazgeçilmezdir.

### 3.2 İyileştirilmiş Finansman Süreçleri

Sektöre özel aktörlerin daha yeni yeni katılmaya başlamasıyla rekabetin ancak şimdilerde gelişmeye ve görülmeye başlaması haliyle; önceden uzaya dayalı faydaların önemli gibi görünmesine rağmen uzay araştırmaları neden bu kadar az kamu finansmanı almış; veya faydaları para için yarışan önemli kamu projelerinden daha ağır basmadığından mı uzay fonları düşük kalmış; gibi soruların doğmasına neden olmuştur (Lickfold ve Jetter , 2018: 1).

Hükümetler ve sektörler projeleri için yatırım yaratarak fon sağlayıcıları ikna etmek için talep, getiri, risk hakkında sağlam bilgiler sunarak; başarı, tecrübe, stratejilerini anlatarak hatta strateji oluşturma sürecine yatırımcıları da dahil ederek; işin uzmanı, dinamik olduklarını kanıtlayarak; piyasa ve koşulları ile ilgili detaylı verileri sağlayarak finansörleri motive ederler ve neticede yatırım temin ederler. Ancak Uzay madenciliği gibi ileri uzay faaliyetleri daha gerçekleşmemesinden kaynaklı bu unsurlardan yoksun olduğu için ilk etapta endüstri bir nevi ürün odaklı işletmeye dayanan stratejiyi benimseyerek faaliyetlerini yürütebilmesi öngörülmektedir. Geçmişten günümüze elektronik cihazlardan internete kadar farklı icatların ortaya çıkıp, o ürün ve hizmetlere karşı talebin onların kullanımından sonra oluşması (ürün icat edilmeden önce, kullanıcıların bu üründen doğacak faydalarından bilinçsiz olması, ancak ürünü kullanmaya başlamasıyla ürüne ihtiyaç duyduklarını farketmesinden türeyen talep) uzay madenciliği sektörünün hizmetleri için de düşünülebilir. Bu durumda sektöre yatırım çekmenin en etkili yolu projenin senaryosunu çok gerçekçi olarak yatırımcılara sunmayla birlikte özel kuruluşlar, devlet fonları ve hibeleri almanın veya kurucularının mali kapasitelerine dayanmanın yanı sıra, operasyonları için tipik olarak aşağıdaki yatırımları çekme mekanizmalarına güvenmektedirler:

- Hisse Senedi Finansmanı, çoğunlukla risk sermayedarları veya melek yatırımcılar aracılığıyla;
- Genellikle işletmenin kredibilitesine dayalı teminatsız borç verme;
- Proje Finansmanı, öncelikle borç finansmanı yoluyla, böylece borç verenlerin borcu veya bir projenin maliyetini satın aldığı bir durum yaratarak projeden elde edilen geliri kullanarak borcu kapatma (Hameed, 2019: 5).

Mevcut durumda uzay sektöründe yatırımcılara güvence olarak varlığa dayalı finansmana sağlanan yarar, borçlunun alacaklıya olan borcunu ödeyememesi durumunda, varlığın kendisinin veya varlığın getirilerinin alacaklının mülkiyeti ve/veya kontrolü altına girebilmesidir. Uzay Protokolü, önceki bölümde anlatıldığı gibi, varlığa dayalı finansmanın denenmiş ve test edilmiş mekanizmasına dayalı olarak uzay varlıklarındaki işlemler için, sözde, istikrarlı ve güvenli bir yasal ortam sağlamaktadır. Daha açık bir ifadeyle, önce Cape Town Konvansiyonu, alacaklıya üç farklı temerrüt çözümü (default remedy) sağlamıştır:

- 1) Ona verilen herhangi nesneye sahip olmak veya kontrolüne üstlenmek
- 2) Bu tür herhangi bir nesneyi satma veya kiraya verme hakkını tanımak
- 3) Bu tür herhangi bir nesnenin yönetiminden veya kullanımından kaynaklanan herhangi bir geliri veya karı toplamak veya almak.

Daha sonra Uzay Protokolü bu çözümleri değiştirmiş ve iki alternatif daha eklemiştir:

- 1) Alacaklıya belirli bir süre içinde uzay varlığına sahip olma veya kontrol etme hakkı verilebilir ve borçlu yükümlülüğünü yerine getirene kadar bu haklara sahip olaya devam ettirebilir.

veya

- (2) Birincil iflas mahkemesi, geçerli ulusal yasalara uygun olarak alacaklıya uygun çözümü hakkında karar alabilir (Cahan vd, 2015: 12).

Ekonomide her sektörün gelişmesinin farklı önem dereceleri vardır. Bazı sektörler zorunluluktan, ihtiyaçtan ya da stratejik olduğundan önceliklidir. Çeşitli sebepler dikkate alınarak gelişim göstermesi adına hükümetler tarafından bu öncelikli sektörlerle teşvikler sağlanır. Teknoloji, yazılım, sağlık ve biyoteknoloji gibi sektörlerin yatırımlarına uygulanan teşvikler bu kategoriye örnektir (Dağ ve Çelik, 2018: 11). Devletler ortak yatırım fonları oluşturmak için mali kaynaklar edinmeye çalışır, belli bir orana kadar garanti verme ile banka kredisi kolaylığı sağlama gibi birçok teşviklerde bulunurlar (Çerçi, 2014: 165). Günümüzde yaygın olarak uygulanan yatırım teşvik politikaları, vergi indirimi, vergi muafiyeti ve yatırım indirimini içeren mali teşvikler, kredi olanakları sağlayan finansal teşvikler, az gelişmiş bölgelere yönelik özel yatırım teşvikleri ve ayrıcalıklı sektörlerle yönelik teşvikler şeklindedir (Dağ ve Çelik, 2018: 11). Söz konusu, teşvikler üç kategoride toplanır:

#### **Mali Teşvikler:**

- İthalat/gümrük vergilerinde muafık;
- Yabancı çalışanlar için vergi indirimi;
- İşgücü maliyetlerine ilişkin maliyetler: sosyal güvenlik primlerinin kısmen devlet tarafından yüklenilmesi, çalışanların gelirlerine uygulanacak vergi indirimleri.

#### **Finansal Teşvikler:**

- Yatırım projelerinin sermaye, üretim ya da pazarlama maliyetlerinin karşılanması için uygulanan doğrudan sübvansiyonlar;
- Kredi ve kredi teminatı destekleri;
- Döviz kuru istikrarsızlığı ve devalüasyon gibi risklerin karşılanmasına yönelik devlet sigortası ve risk sermayesi ortaklığı

#### **Diğer Teşvikler:**

Yukarıda açıklanan iki grup teşvik içinde yer almayan diğer önemli teşvik türleri:

- Hizmet destekleri: elektrik, su, iletişim ve taşıma hizmetlerinin ticari fiyatın altında bir maliyetle yatırımcıya sunulması; piyasa, hammadde ve gerekli altyapının mevcudiyetinin araştırılması
- Döviz kuru ayrıcalıkları

Uzay madenciliği sektörünün kapsamı çok geniş olacağından, kendinde yeşil ekonomiyle teknolojiyi barındıracağından, sektörün gelişmesi adına yatırım getiri oranını yükseltmek, yatırım maliyeti ve risklerini azaltmak için devletlerin bu tarz teşvikleri uygulamaları şarttır.

Başka da yatırımcıları çekmek için önemli rol oynayan faktörler: ülkelerin siyasi ve makroekonomik istikrarı, piyasa erişimi ve uzun dönem büyüme potansiyeli, kalifiye işgücü ve gerekli altyapının mevcudiyetidir. Bunlar Kaymak'a (2005: 18) göre mali ya da finansal teşviklerden daha önce gelen "temel unsurlardır". Ayrıca, yatırımcıları ikna etmeye yönelik



tanıtım, rehberlik hizmetlerini içeren yatırım teşvik programları, yetkili makamlar arasında iletişim kurmak, danışmanlık yapmak için yatırım teşvik ajansları da vardır.

Yeni firmalar için ana fon kaynakları genellikle aile çevrelerinden yatırımlar, banka kredileri, öz sermaye (iş melekleri ve risk sermayedarı dahil) ve devlet desteğiyle kurucunun kendi fonlarıdır. Nispeten yeni özel sermaye kaynakları, yazılım geliştirme, yapay zeka, artırılmış gerçeklik (augmented reality), sensörler ve özellikle otonom araçlar üzerine odaklanan vs. gibi yeni şirketlere yatırım yapmak için son beş yılda kendi girişim sermayesi fonlarını kuran büyük havacılık ve savunma firmalarından gelmektedir. Örneğin, Elon Musk SpaceX'i, Jeff Bezos Blue Origin'i öz sermayeleriyle ya da melek yatırımcılıkla finanse etmektedir.

Başka da, uzay bilimcileri birçok çalışmada finansal yatırımları elde etmede farklı etkenlerin gelecek ulusal ve uluslararası uzay bankaları, ulusal ticari güvenceler olduğunu; bazıları da dijital devrim ve minutarizasyon, tasarımların gelişmesi ve standartlaştırma gibi üretimde gelişmişliğin ilerlemesi olduğunu; bazıları da yatırımcıları ikna edici gerçekçi hesaplamaların sağlanması olduğunu öne sürmektedir (sonraki bölümlerde geniş bir şekilde açıklanmıştır).

### 3.3 Ulusal Ve Uluslararası Uzay Bankaları

Krediler, kredi garantileri, tohum hibeleri ve benzeri araçlar, yenilik yoluyla yeni istihdam ve ekonomik büyümenin önemli kaynakları olan küçük ve genç işletmeler için hayati önem taşıyabilir. Krediler ulusal inovasyon ajansları ve kalkınma bankaları tarafından sağlanabilir, ancak aynı zamanda yerel ve bölgesel otoriteler veya uluslararası kuruluşlar (ör: Avrupa bölgesel fonları) tarafından da sağlanır. Son yıllarda, risk sermayesi ve kalabalık finansmanı gibi yenilikçi finansman araçları daha yaygın hale gelmiştir (OECD, 2019: 28).

Mesela, ulusal/deneysel uzay bankasının uzayın ticari ve bilimsel keşfi için ayrılmaz bir bileşen olarak finans tasarımı ve mühendisliğini keşfetmek için bir platform sağlayabileceği düşünülmektedir. Bir uzay bankası aracılığıyla, Uzay Varlıklarının yeni biçimleri, hizmet ettikleri yaşam kalitesi unsurları (QoL-quality of life) için risk altında olan işlevsel değerler (f-VaR – functional values at risk) ve daha çeşitli uzay araştırmaları için bütünsel pazar kolaylıkla denenebilir ve iyileştirilebilir. Bir uzay bankasının değeri iki yönlüdür: banka, uzay ekonomisini büyütme amacına tutarlı olarak borçlanmak, yatırım yapmak için sermaye toplar ve tedarik eder. Banka bu amacı operasyonel hale getirmek için, belirli bir projenin, risk altında olan işlevsel değerlerini azaltan uzay ekonomisi hizmetlerini nasıl sunduğunu sürekli olarak belirlemek, böylece her bir görev için yedek/gereksiz sistemlere olan ihtiyacı ve maliyeti azaltarak diğer uzay faaliyetlerini daha güvenli veya daha etkili hale getirmek için taahhüt modeli geliştirir. Uzay bankası, hassas, felaket veya çatışma bölgesi dışında korunan hesapların fonlarına anında erişme olanağı sağlayabilecektir. Konut sakinleri, dış yardım uzmanları (foreign aid specialists) nakit taşımak ve depolamak yerine, devlet gözetimi veya dolandırılma korkusu olmadan işlem yapmak için uzay bankasını kullanabileceklerdir (Kalam, 2008; Cahan vd., 2015: 8; Snowden, 2018).

Madenciliğin gerçekleşmesiyle kaynaklardan elde edilecek faydaların bütün devletlerin lehine kullanımı, başka bir ifadeyle, getirilerin adil paylaşımı önemli derecede tartışma konusu oluşturmaktadır. Bunun nedeni, sanayileşmiş Devletlerin, insanlığın ortak mirasındaki kaynakları sömürerek, gelişmekte olan Devletleri, hak sahibi oldukları kaynaklardan mahrum bırakmalarındadır (Lee, 2012: 290). Eğer uzay madenciliği birçok ülkenin iş birliği ile veya uluslararası uzlaşma ile yapılırsa, özel işletmelerin madencilik işleminden sorumlu olması durumunda, zorunlu katkıların toplanması yetkililer veya bir üye Devlet tarafından yetkililer adına yapılması uygun olacaktır. Yetkililere ödenecek katkıların miktarı pratik ve anlamlı bir şekilde uygulanabilmeli ve ayrıca bağımsız bir denetimin yapılması ile doğrulanabilmelidir. Sözgelimi, destekler "İdari Fon" ve "Ortak Miras Fonu" olmak üzere iki ayrı kategori altında sağlanabilir. İdari Fon, yetkililerin tüm fonksiyonları için gerekli fonları sağlarken, Ortak Miras Fonu (common heritage fund), tüm insanlığın yararına veya gelişmekte olan Devletlerin büyük ölçekli kalkınma ve altyapı projeleri için projeleri finanse etmek adına kullanılabilir (Lee, 2012: 279).

### 3.4 Ulusal Ticari Güvenceler

Belirli gök cisimleri üzerine mülkiyet, sahaya özgü münhasır hakların ve çıkarılacak kaynakların yasal statüsü konusunda netlik eksikliği, bazı hükümetlerin uzay faaliyetlerini düzenlemek için

ulusal yasalarını çıkarmasına neden olmuştur. Bu devletler vatandaşlarının ve şirketlerinin gök cisiminden çıkarılan kaynaklara egemen olmalarına, sahip olmalarına, taşımalarına, kullanmalarına ve satmalarına izin vermektedirler. Devletlerin ulusal yasaları, Dış Uzay Antlaşması'nın gök cisimlerin kurumsal mülkiyeti üzerindeki yasağıyla çatışmaktan kaçınmak için kaynaklar çıkarıldıktan sonra sahiplik hakkı tanımaktadır. Uzay madenciliğinin gerçekleşmesi uzak gibi görünse de ülkelerin bu gibi kendi ulusal yasalarını çıkarması vs. gelecekteki çatışma potansiyelini göstermektedir. Uzayda uygun yönetim konusunda net bir uluslararası uzlaşmanın bulunmaması, farklı ulusal hükümetlerin çelişkili düzenlemelerine yol açabilmektedir. Bu çelişkiler, ticari faaliyeti bastırabilir ya da bu farklı yükümlülüklerin uygulanmasını vazgeçirebilir. Bu yüzden, Avrupa Uzay Ajansı'nın yasal hizmetler başkanı Marco Ferrazzani, uzay madenciliği ile ilgili yeni kurallar geliştirmeye ilgi duyduğunu ifade etmiştir (Bockel, 2018: 13). Bu bağlamda, uzay madenciliğinde gerekli uluslararası yasal çerçevelerin yetersizliğinden kaynaklı, ABD, Lüksemburg ve BK kendi ulusal ticari yasal çerçevelerini oluşturan ilk ülkelerdir olmuştur. ABD hükümeti, Başkan Obama tarafından, 2015 yılında ABD Ticari Uzay Lansmanı Rekabet Edebilirlik Yasası (Commercial Space Launch Competitiveness Act) ile uzay madenciliği yasallaştırılmıştır. 2017'de Lüksemburg ABD'den sonra kendi yasasını çıkaran ikinci devlet olmuştur. 2017'de Japonya, gök cisimleri madenciliği amacıyla Lüksemburg ile beş yıllık bir anlaşmayı imzalamıştır. Birleşik Krallık ta aynı zamanda Uzay Sanayi Yasasını ticari uzay faaliyetleri için düzenleyici çerçeve olarak 2018'de kabul etmiştir. Buna karşın, Rusya ve Belçika, bağlayıcı bir uluslararası yasal çerçeve geliştirilinceye kadar, bu kaynakların ticari gelişimini kısıtlama isteğini dile getirmiştir (Christensen vd., 2019: 3).

Gök cisminin maden alanının kullanımında münhasırlık için teknik bir ihtiyaç olmasa bile, ticari ihtiyaç, münhasırlık iddiasını gerektirecektir. Zira fon sağlayıcılar yatırımlarının korunduğundan emin olduktan sonra girişimleri desteklemek istemekteler. Yatırımlarını korumanın en sağlam yolu ise, muhaliflerin aynı sahada madencilik ve farklı amaçlar için erişmelerine mani olmaktır (Lee, 2012: 199).

Uzay Madenciliğine karşı her ne kadar hükümetler daha ilgili gözükse de son yıllarda bu işe girişen tarafların aslında birçok özel şirketler tarafından gerçekleşmesi dikkat çekmektedir. Bunlar: Deep Space Industries, Planetary Resources, Moon Express, Kleos Space, Trans Astra, Aten Engineering, Off World, Space Fab. US, Space X ve Asteroid Mining Corporation Ltd, Shackleton Energy Corporation, Kepler Energy ve Space Engineering vb. (Campa vd., 2019: 2). Uzay faaliyet süreçlerinin yavaş gerçekleşmesi/uzun zaman alması ve dolayısıyla hükümetlerin hem zaman kazanmak hem mali tasarruflar yapmak, belki de dış borç veya bütçe açığı gibi durumlardan kaynaklı, uzay sektöründe sinerji ve verimliliği artırmak adına git gide özel girişimcilere fırsat tanınması, rekabetin ve farkındalığın oluşumuna imkan sağlamaya başlamıştır (Metzger, 2016).

Dolayısıyla uluslararası yasalara bağımlı kalmaktansa devletler yatırımcılarını desteklemek için kendi ulusal yasalarını da oluşturabilirler. Mevcut protokol yatırımcıya uzay aracının mülkiyetini tanısa da herhangi bir sorun çıktığında o uzay aracını uzaydan geri getirmek maliyetli/yenisini üretmek daha karlı olduğundan, soruna çözüm olarak başka alternatifleri sağlamakta çok eksik kalmıştır. Bir de uygulamada, Uzay Protokol'ün mevcut metni, birden fazla alacaklının bulunduğu durumlardaki sahiplenme için yasal bir mekanizma da sağlamamaktadır. Sonuç olarak, Unidroit Uzay Çalışma Grubunun üyeleri COPUOS Yasal Alt Komitesindeki tartışmaları takip etmekte ve Protokol metnini güncellemekteler. Bu konuda, uzay varlığı olmayan ülkeler bile tartışmaya katılmalı ve BM uzay anlaşmalarında gerekli reformları desteklemelidirler (Santos, 2003: 3). Gelişmekte olan ülkelerde birçok bireyin, kurumun veya hükümetlerin iş birliği yapması sorumluluğun hafiflemesine yol açarak maliyetleri azaltır, finansman yetersizliğini kapatır. Bu yüzden ülkelerin birbirini teşvik ederek, Lüksemburg ve Japonya gibi, anlaşmalar yapması da finansman çekme için uygulanabilir mekanizma yaratabilir.

Bununla birlikte, şirketlerin, ilgili katılımcıların çoğalmasıyla sorunların çoğalacağı da aşıkardır. Her alanda da olduğu gibi uzay piyasasında da faaliyetlerin uzun dönemde pürüzsüz devam etmesi için sürdürülebilirliğin dikkate alınması kaçınılmazdır.

#### 4. Sürdürülebilir Gelişme

Uzay madenciliği kavramının geliştirilmesine bütün bilim adamları olumlu bakmamaktadır, bazı çevrecilere göre uzay uçuşu ve uzay madenciliğinin arkasındaki kültürel anlatıların karanlık tarafı, açgözlülük ve egosantrizm gelişmesi veya en azından ben bilirimciliktir. Onlar, uzayın çevresel bütünlüğü hakkında ne söylenebilir, gezegensel sürdürülebilirliğin Dünya'nın ötesine yayılması ne kadar önemlidir ve ne kadar genişletilmelidir gibi soruların önce cevaplanması gerektiğini savunmaktadırlar.

Söz konusu, farklı uzay girişimlerinden dolayı dünya yörüngesinde uzay çöplerinin, enkazının gittikçe artması, bu durumun bir tek dünyada değil başka gezegenlerde de tahakkuk etme olasılığı ve uzayı sürdürülemez hale getirmesi korkusudur. Zira uzayda enkaz nesnelere miktarı arttıkça, aralarındaki çarpışma olasılığı da artmaktadır ve büyük bir nesne bir uzay aracına çarptığında, yüzlerce veya binlerce ek enkaz nesnesi üreterek uzay araçlarını da etkileyebilmektedir. Sonunda, bu kaskad etkisi, 'enkaz kuşağını' oluşturarak yörüngeyi kullanılamaz hale getirerek; amaçlanan kullanımı açısından, yörüngeyi sürdürülemez hale getirebilmektedir, bu duruma Kessler Sendromu denilmektedir (Newman ve Williamson, 2018: 3). ABD Stratejik Komutanlığı/Strategic Command sadece 2014'te 8000'den fazla çarpışma uyarısı kaydetmiştir ve bunların 121'i acil kaçırma manevraları gerektirmiştir (Bockel, 2018: 12). Başka bir araştırmaya göre, şu anda uzayın etrafında 1 milli metreden büyük 166,8 milyon enkaz nesnesi dönmektedir ve bu nesnelere 166 milyonu 1 santimetreden küçüktür (OECD, 2019: 105).

Sadece alçak yörüngede uzay faaliyetlerinin temiz ve dikkatli bir şekilde uygulanması değil, aynı zamanda gezegenlerin ve gök cisimlerinin de sürdürülebilir kullanımının göz önünde bulundurulması şarttır. En çok yakından tanılan Ay'ın, söz konusu, çevresi Dünya ile karşılaştırıldığında çok daha hassas olduğu bilinmektedir, bunun sebebi ise Ay'da atmosferin olmamasıdır. Ay'ın atmosferinde gerçekleşebilecek kazalar yol boyunca yanıp parçalanmak veya okyanuslara dökülmek yerine, doğrudan Ay'ın yüzeyini etkileyebilmektedir. Dünya'nın çevresi kendini tamir etme yeteneğine sahipken Ay'ın çevresinin böyle bir özelliği yoktur (Newman ve Williamson, 2018: 4). İleri uzay faaliyetlerinde ve madencilikte, en büyük öncelik yeryüzünün korunması olsa da, yine de uzayda bir tek çalışanların korunması değil, diğer gezegenlerin de yeryüzü yaşamından, dünyadan gelen mikroplar ile kirlenmeden, korunması ve sürdürülebilirliği için temiz tutulması - Gezegensel Koruma - gereklidir (Robson, 2014). Ve bu, Dış Uzay Antlaşması ve Araştırmaları Komitesi tarafından sağlanan poliçeye uygun olarak 9.maddede "diğer gezegenlerdeki canlı organizmaların gezegen çevrelerini kirlenmelerini önleme" süreci olarak tanımlanmaktadır. Aynı zamanda yeryüzüne getirilen numunelerin çevreye hiçbir şekilde zararlı organizmaları yaymamaları da garantilenmelidir. Bu konuda, Lüksemburg'un basın bülteni hedefinin "doğal yaşam alanlarına zarar vermeden, uzayda hareket etmekte olan cansız kayalar üzerindeki daha önceden keşfedilmemiş çok sayıda maden kaynaklarına erişimin sağlamak" olduğunu belirtmiştir (Losch, 2019: 3). Madencilik ayrıca, asteroit tozu veya az sıkışık taş bulutları oluşturabilir ve bu da uydu operasyonları için tehlike meydana getirebilir (Robson, 2014). Ya da başka bir mevzu, uzayda, yeryüzünden getirilen mikropların olası negatif etkisinden çalışanlar nasıl kaçınabilir? İnsanların ve makinelerin büsbütün sterilizasyonu mümkün olsa bile %100 sterilizasyonunun ölüme yol açacağı da muhtemeldir. Genel olarak bu tür problemler makineler için de geçerlidir (Losch, 2019: 4).

Bu konuda, Lee'nin (2012: 283) önerdiği gibi, özellikle yetkililer, gök cisimleri üzerinde araştırma ve çıkarma faaliyetlerini yürüten Devletler ve onların özel kuruluşlarına yönelik:

- Lisanslı sürelerinin sonunda tüm ekipman, demirbaş ve tesisatların çıkarılması ve/ya da Dünya'ya geri getirilmesi, aynı gök cisminde başka bir yere taşınması, başka bir gök cismine nakledilmesi ya da gezegensel bir atmosferde veya Güneş'te yakılarak imha edilmesi;
- Tüm kirleticilerin ve atık materyallerin lisanslı sürelerinin sonunda ortadan kaldırılması ve/ya da Dünya'ya geri getirilmesi ya da başka bir gezegenin ya da Güneş'in atmosferinde yok edilmesi;
- Dünya ve gök cisminin etrafındaki yörüngelerde uzay enkazı oluşumunun en aza indirilmesi;

- Mümkün olduğu ölçüde, lisanslı dönemde gök cismin yüzeyine ve toprağına verilen çevresel zararların iyileştirilmesi adına şu andan itibaren uygun kuralları kabul etmelidirler.

## 5. Uzak Teknolojilerinde Potansiyel Çözümler

Ay'a götürülen yüklerin çoğunun son derece karmaşık ekipman olacağı doğru olsa da yollar, roket patlaması koruması, yaşam alanları, depolama ve ekipman tamiri gibi basit ve temel altyapılara gerçek ihtiyaç vardır. Bunlar Dünya'dan götürülürse, uzay mekikleri için çok ağır yük olacaktır. Mesela, sadece güneş partikülü radyasyonundan korunma donanımı götürmek için birkaç uzay mekiğinin fırlatılması lazımdır. Günümüzün uzay mekiği fırlatma maliyeti dikkate alınırca bu zararlı radyasyondan korunmak için gereken yüzlerce metrik ton yükü Ay'a kadar götürmenin maliyeti milyarlar doları aşacaktır. Mikro yer çekimine ve radyasyona karşı kullanılan önlemlerin eksik olduğu açıktır ve teknolojik açıdan uzayda uzun süre kalabilmek için yeterince etkili değildir. Bu önlemlerin yetersizliği misyonların yarı veya tamamen otomatik robotlarla değiştirilmesini gerektirmektedir (Campa vd., 2019: 4; Zacny, 2013).

### 5.1 Nakliye

Şu anda öngörüldüğü gibi, Ay üssünün maliyetinin büyük bir kısmı, Dünya'dan erzak ve uzay aracı yakıtı götürme maliyeti olacaktır. Bu yakıtın ana bileşeni sıvı oksijendir (Liquid Oxygen-LOX). Eğer yüksek teknolojilerin geliştirilmesi gerçekleşirse, NASA'nın "Ay ve Mars'ın İnsani Keşfi Hakkında 90 Günlük Çalışma Raporu", Ay'da sıvı oksijen (LOX) üretilmesi durumunda alçak yörüngeye fırlatılan kütle miktarının yılda 300 ton (yaklaşık 10 uzay mekiği) azalabileceği tahminini yürütmüştür. Yeni bir ağır kaldırma fırlatma aracı (heavy lift launch vehicle-HLLV) geliştirilse bile, bu itici yakıtın fırlatılması için fiyat gene çok yüksek olacaktır. Nakliye sorunları ancak, faaliyetlerin yürütüldüğü gezegende oksijen üretilirse önemli ölçüde azalabilecektir (Sullivan ve McKay, 1991: 7; NASA, 2017).

### 5.2 Siber Tehditler

Siber saldırılar, aniden, hesapsız, plansız karşılaşılabilen, bütün sektörler, hükümetler, şirketler ve sivil toplum için büyüyen bir tehdittir. Madencilik faaliyetlerinin belki kısmen belki de tamamen özerk çevrimiçi makinelerle uzaktan yönetilmesi, özellikle siber saldırılara karşı müsait olduğunu, dolayısıyla bu konuda sağlam tedbirlerin, hem yazılım hem donanım anlamında, öncesinden alınmış olmasını gerektirir. Daha madencilik faaliyetlerinin gerçekleşmemiş olması, bu tarz tehditlerin dikkate alınmasının daha erken olduğu anlamına gelmez, sonuçta ajansların ve hükümetlerin bu konu üzerine büyük çaplı çalışmaları çoktan devam edelmektedir. Sektörün risk dolu ve birbirine/karşılıklı bağımlı safhalardan oluşması, bir sorun çıkması durumunda bütün işlemleri etkileyebileceği ve durdurabileceği varsayımı, sektörün özünde hassas olduğunun göstergesidir. Siber saldırılar, yeteneklerini test etmek isteyen bireysel bilgisayar korsanlarından, suç örgütlerinden, terörist gruplardan veya askeri avantaj elde etmek isteyen devletlerden gelebilmektedir (Bockel, 2018: 11).

### 5.3 Korunma

Yolculuk sırasında mürettebatın karşılaşacağı zorluklarla başa çıkmak için mevcut koruma stratejileri yetersizdir. Mesela polietilen, uzay radyasyonu için alüminyumdan daha etkili koruma olabilir ya da başka bir çözüm yolculuk süresini kısaltmak olabilir. Ancak zaman ve itme teknolojisindeki gelişmelerde çok gerideyiz. Radyasyon ile ilgili en büyük sorun etkili koruma ile koruma donanımının kitlesi arasında denge bulmaktır, çünkü bu, uzay mekiği kargosunun ağırlığını ve itme enerjisinin miktarını etkileyecektir. En uygun görülen 5-7 sm korunma duvarları radyasyona karşı sadece %30-35 koruma sağlamaktadır (Campa vd., 2019: 4). Apollo astronotları Ay'da birkaç gün kaldıkları için onlara ağır koruma lazım olmamıştır. Ancak uzay madenciliğinin gerçekleşmesi durumunda, Ay'da uzun süreli yaşam ortamları yer altında tünel şeklinde yapılabilir. Bu doğal koruma sağlar. Erken yaşam ortamları ise, önceden hazırlanmış Uzay İstasyonu Özgürlüğü/Space Station Freedom gibi modüller veya Dünya'dan getirilen şişme yapılar ile oluşturulabilir (Sullivan ve McKay, 1991: 19).

### 5.4 İletişim Gecikmesi



İleriye doğru seyahat ettikçe iletişimde sorun yaşanmaya başlayacaktır. Mars ortalama 225 milyon km uzaklıktadır: ışık hızıyla yaklaşık 12,5 dakika. Bu süre iki gezegen arasındaki, örneğin, en basitinden sorunların gerçek zamanlı olarak yönetilememesi/çözülememesinden vs. kaynaklı etkileşimi etkileyerek neticede gerginliğe yol açabilir. Bundan başka, mesela, Voyager uzay aracı güneş sisteminin sınırlarının ötesinde, Dünya'dan 19,5 milyar kilometre uzaklıktadır. Araştırmacılar bu uzak mesafeye rağmen, yine de oradan mesaj alabilmekteler; ancak her iletinin ulaşması 18 saat sürmektedir. Dünya ve Mars arasında iletişim gecikmesi yeryüzündeki yer görev kontrolünden gelebilecek gerçek zamanlı desteği önleyebilmektedir. Bu sebepten çok hareketlilik ve idrak yetenekleri astronotlar için esas niteliklerdir (Campa vd., 2019: 4; Megapixel, 2019).

Herhangi uzay çalışmasında tüm bu zorlukların ve daha fazlasının, insan yüz kılları da dâhil olmak üzere bazı malzemelerin düşük yerçekiminde daha yanıcı olma eğilimini göstermesi gibi ilginç ve günlük pratik sorunların çözülmesi gerekecektir (Robson, 2014).

Günümüze kadar, iletişim akışını sürdürmek için süperluminal (ışık hızından daha hızlı) iletişimi geliştirmeye gerek duyulmamıştır. Ay, yaklaşık 384.400 kilometre mesafe ile insanların uzaya gittikleri en uzun istikamet olmuştur. Işığın bu mesafeyi kat etmesi 1,3 saniyedir. Bu karşılaştırıldığında, dünyanın diğer tarafından birini telefonla ararken karşılaşılabilen gecikmeye benzer. Işık hızı, Londra ve New York arasındaki Atlantik ötesi yolculuğu saniyede 50 defadan fazla geçecek kadar hızlıdır. Böyle bir hız ile ışıktan daha hızlı iletişim bulmak merak edilen konuların arasında yer almaktadır. Derin uzay nesnelere arasındaki geniş mesafelerde, ışık hızında bile seyahat eden mesajların ulaşımı ciddi derecede zaman alır. Işık hızı gibi fizik yasalarının evrimi imkânsız olarak bilinmektedir. Buna rağmen, konuyla ilgili araştırmacılar tarafından, ışıktan daha hızlı veya "süperluminal" iletişimi sağlayabilecek bazı geçici çözümler önerilmiştir. Einstein'ın görelilik teorisine göre, iletişim sorunları böyle devam edecektir. Işık hızı evrensel sabit olduğu için hiçbir şey süperluminal olamaz. California Teknoloji Enstitüsü'nün Jet Tahrik Laboratuvarındaki (derin uzay telekomünikasyon sistemleri için NASA'da çalışmış) Les Deutsch'a göre, bu sınırlamanın etrafında bir yol keşfedilecek olsaydı, "bu bilgi teorisi yasalarını ihlal eder ve temel fiziğin yeniden biraz düşünmesini gerektirmektedir." NASA derin uzay telekomünikasyon sistemleri tasarlayarak, yıllardır bunun üzerine çalışmalar sürdürmektedir. Optik (Lazer) iletişim teknolojisi şu anda tanıtılmaktadır, ancak bu hala geliştirme aşamasındadır (Zheng, 2018).

Uzayda su veya mineral kaynaklarını başarılı bir şekilde elde etmek için uzay endüstrisi teknolojileri için birden fazla yeni sistemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Uzay kaynakları görevlerinin, derin uzaydaki vakum, mikro yerçekimi, aşırı sıcaklık değişimleri, radyasyon ve diğer tehlikeleri ele almak için gelişmiş mühendislik gereksinimleri vardır. Diğer ilgili zorluklar arasında kaynak araştırmaları ve karakterizasyonu, uzay kaynak ekonomisi ve işleme ve üretim teknolojileri yer almaktadır (Gilbert ve Bazilian, 2019).

Uzay teknolojilerindeki eksiklikler uzay bilim adamlarına, mühendislerine ve girişimcilerine küresel çapta hem yasal hem finansal anlamda desteklerin sağlanmasıyla, deneylerin ve deneyimlerin süreçlerinin hızlandırılmasıyla, kalifiye işgücünü arttırarak uzay piyasasında istihdamın genişletilmesiyle, işbirliklerinin sağlanmasıyla mümkün olabilecektir. Netice olarak, bilim, deney ve deneyimlerin katkısıyla ve uzun vadeli finansal kaynakların sağlanmasıyla teknolojik ve ekonomik kalkınma, finansal kaynaklar ise hem ulusal hem de uluslararası düzeyde yasal mekanizmaların oluşturulması vesilesiyle gerçekleştirilecektir.

## SONUÇ

Yasal çerçevelerin gök cisimler üzerinde herhangi bir özel mülkiyet veya bölgesel egemenliği katiyen yasaklaması ve bu tür özel mülkiyet hakları, tek taraflı olarak veya uluslararası bir kuruluş aracılığıyla sağlanmadıkça, ticari uzay sektöründe özel yatırım çekmek için yasal kesinliğin yeterli olmayacağı öne sürülmüştür. Uzayın madencilik sektörü için yatırımları çekmenin en uygulanabilir mekanizması, münhasır hakkını tanıyan yasanın kabul edilmesidir. Daha istikrarlı ticari ilişkiler sağlamak için özel ulusal yasaların standardizasyonu ile artan ticari güven ve yasal garantiler ile fon sağlayıcıların hakları korunur, garantilerle güvence altına alınır. Mevcut durumda eğer finansal kurumlara, onları korumak için sağlam bir uluslararası yasal çerçeve



olsaydı, onlar da borç verme konusunda daha emin olabilirlerdi. Bir de Sigorta gereklidir ve sigorta primleri çok pahalıdır. Dolayısıyla, toplam geliştirme ve fırlatma maliyeti genellikle milyonlarca dolardır.

Uzay kaynaklarının kullanımı için küresel yönetim çerçevesine duyulan ihtiyaç konusunda tüm uzay güçleri arasında bir anlaşma olmalıdır. Böyle bir çerçevenin kapsamı, yetkisi ve hedefleri hakkında ayrıntılı müzakereler takip edilmelidir. Güvenlik bölgeleri ve münhasır hakları böyle bir çerçevede tanınabilir olmalı, kaynakların eşit paylaşımının nasıl sağlandığı açığa kavuşmalı ve son olarak, sanayinin rolü ve finansörlerinin çıkarları güvence altına alınmalıdır.

Netice itibarıyla, yeni uluslararası rejimin oluşturulmasında, gök cisimleri üzerinde araştırma ve kaynak çıkarma faaliyetlerindeki riskler ve maliyetlerde azalma olması için yasal ve politika sorunların aşağıdaki maddeleri dikkate alması gerekecektir:

- 1) Dış Uzay Anlaşması'nın I. Maddesi uyarınca tüm ülkelerin yararı ve çıkarı için yapılması gerekenler bağlamında ticari araştırma, keşif ve çıkarma faaliyetlerinin yasallığı
- 2) Keşif ve çıkarma faaliyetleri için gök cisimlerine münhasır mülkiyet haklarının verilmesi;
- 3) Ticari araştırma ve maden kaynaklarının çıkarılması amacıyla gök cisimlerinden fiziksel olarak malzeme çıkarılmasının yasallığı;
- 4) Araştırma ve keşif verilerinin ve gök cisimlerinden çıkarılan materyallerin yayılması üzerine, varsa, hangi yükümlülüklerin yerine getirildiği,
- 5) Varsa, gök cismin kütlesini büyük ölçüde azaltabilecek malzemelerin fiziksel olarak çıkarılması ile ilgili uygun limitler;
- 6) Ticari madencilik faaliyetlerine konu olabilecek gök cisimlerin büyüklüğüne veya kütlesine varsa uygun limitler;
- 7) Gök cisminin yörünge parametrelerindeki değişikliklerin yasallığı veya gök cisminin doğal yörüngesinden çıkarılması;
- 8) Dünya dışı malzemelerinin Dünya çevresine getirilmesi ve kirlenmesinden kaynaklı Dünya üzerindeki olumsuz etkileri önlemek için verilebilecek veya alınabilecek önlemlerdir (Lee, 2012).

Çalışmada Türkçe literatürde çok yer almayan uzay madenciliği konusunun yakın gelecekte gerçekleşmesiyle birçok avantajlara fırsat tanınması aynı zamanda şu anda veya gelecekte birlikte ortaya çıkarabilecek dezavantajlarının analizlerinin, alternatif çözümlerinin geliştirilmesi gereken noktaları değerlendirilmiştir. Yoğun bir literatür taraması ve incelenmesi sonucu, konunun gittikçe evrensel boyutta önem kazandığının sonucuna varılmasından, hem Türkçe kaynak yetersizliğine çözüm olacak referans çalışma niteliğinde olabilmesi hem de bu alanda farkındalığın, ilginin artması adına temel altyapı çalışmalarını telkin etmek niyetiyle Uzay Madenciliği kavramının genel perspektifleri ele alınmaya çalışılmıştır.

## KAYNAKÇA

- Allison, P. (2015a). 'This is why lunar colonies will need to live underground.' <https://www.bbc.com/future/article/20151218-how-to-survive-the-freezing-lunar-night>, 10.12.2020.
- Allison, P. (2018b). 'How we could survive on an asteroid.' <https://www.bbc.com/future/article/20180612-will-we-ever-colonise-an-asteroid>., 25.12.2019.
- Bockel, J. M. (2018). The Future of the Space Industry. Economic and Security Committee.
- Bryce Space and Technology, LLC. (2017). Global Space Industry Dynamics. *Bryce*, 7-22.
- Cahan, B. B., Marboe, I., & Roedel, H. (2015). Outer Frontiers of Banking: Financing Space Explorers and Safeguarding Terrestrial Finance. *New Space*, 4(4), 253-256.

- Campa, R., Szocik, K., & Braddock, M. (2019). Why space colonization will be fully automated. *Technological Forecasting and Social Change*, 143, 162-171.
- Christensen, I., Lange, I., Sowers, G., Abbud-Madrid, A., & Bazilian, M. D. (2019). New policies needed to advance space mining. *Issues in Science and Technology*, 35(2), 26-30.
- Cruddas, S. (2015a). 'Rocketing prices: The investors eyeing the riches of space.' <https://www.bbc.com/future/article/20150810-rocketing-prices-the-investors-eyeing-the-riches-of-space>, 02.15.2020.
- Cruddas, S. (2016b). 'The truth about asteroid mining.' <https://www.bbc.com/future/article/20160103-the-truth-about-asteroid-mining>, 25.12.2019
- Çerçi, A. A. (2014). Küresel Ölçekte Melek Yatırımcılığın Gelişiminin İncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul: Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Dağ M. , Çelik, M. (2018). Yatırım teşvikleri nedir? Kavram ve kapsamı üzerine bir değerlendirme. *Bitlis Eren Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(2), 863-875.
- Emen, T. (2019). 'The Global Space Economy: A Short Overview Of The New Space Race.' <http://turkishpolicy.com/blog/42/the-global-space-economy-a-short-overview-of-the-new-space-race>, 10.04.2020.
- Emspak, J. (2016, 5 11). 'What we would actually do to stop a 'doomsday' asteroid?' <https://www.bbc.com/future/article/20160510-what-we-would-actually-do-to-stop-a-doomsday-asteroid>, 15.02.2020.
- Gilbert, A., & Bazilian, M. (2019). 'We Need a Space Resources Institute.' [blogs.scientificamerican.com : https://blogs.scientificamerican.com/observations/we-need-a-spaceresources-institute/](https://blogs.scientificamerican.com/observations/we-need-a-spaceresources-institute/), 05.02.2020.
- Hameed, H. (2019). Asset- based Financing in the Space Industry. *The Space Protocol of the Cape Town convention-An Internationally Effort to Introduce a Harmonised System of Secured Transactions Law to the Space Industry Amman*. 5-13.
- Hollingham, R. (2015). 'Should we build a village on the Moon?' <https://www.bbc.com/future/article/20150712-should-we-build-a-village-on-the-moon>, 15.02.2020.
- Hollingham, R. (2015). 'The man who can send you to Mars.' <https://www.bbc.com/future/article/20150113-one-way-ticket-to-the-red-planet>, 10.02.2020.
- Kalam, A. (2008). *The Future of Space Exploration and Human Development*. Boston: Boston University.
- Kaymak, H. (2005). Yabancı Doğrudan Yatırımları Artırmak İçin Teşvikler Gerekli ve/veya Yeterli mi?. *Maliye Dergisi*, 149(1), 74-104.
- Lee, R. (2012). Law and Regulation of Commercial Mining of Minerals in Outer Space. New York: Springer.
- Losch, A. (2019). The need of an ethics of planetary sustainability. *International Journal of Astrobiology*, 1-6.
- Mallick, S., & Rajagopalan, R. P. (2019). If Space is 'the Province of Mankind', Who Owns its Resources? *An Examination of the Potential of Space Mining and its Legal İmplications*. Observer Research Foundation.
- Mazanek, D. D., Merrill, R. G., Brophy, J. R., & Mueller, R. P. (2015). Asteroid redirect mission concept: a bold approach for utilizing space resources. *Acta Astronautica*, 117, 163-171.
- Megapixl. (2019). 'Solar Power On The Moon.' <https://www.megapixl.com/solar-power-on-the-moon-illustration-13055292>, 15.02.2020.

- Metzger, P. (2016). Space development and space science together an historic opportunity. *Space Policy*, 77-91.
- Meurisse, A., & Carpenter, J. (2020). Past, present and future rationale for space resource utilisation. *Planetary and Space Science*, 1-28.
- NASA: Hoyt, Robert. (2017). 'WRANGLER: Capture and De-Spin of Asteroids and Space Debris.' [www.nasa.gov: https://www.nasa.gov/content/wrangler-capture-and-de-spin-of-asteroids-and-space-debris/](https://www.nasa.gov/content/wrangler-capture-and-de-spin-of-asteroids-and-space-debris/), 15.02.2020.
- Newman, C., & Williamson, M. (2018). Space Sustainability: Reframing the Debate.
- OECD. (2019). The Space Economy in Figures: How Space Contributes to the Global Economy. Paris: OECD Publishing.
- Robson, D. (2014). 'Are these the five craziest space missions?' <https://www.bbc.com/future/article/20141219-five-craziest-space-missions>., 15.12.2019.
- Robson, D. (2014). 'The expert guide to space colonies.' <https://www.bbc.com/future/article/20141002-time-to-plan-a-space-colony>., 10.02.2020
- Santos, A. F. (2003). Financing of space assets. *Space Policy*, 19(2), 127-129.
- Snowden, S. (2018). 'Japanese Space-Elevator Experiment Launching to Space Station Next Week (Really! 2020)', [www.space.com: https://www.space.com/41278-japan-space-elevator-cubesats-experiment.html](https://www.space.com/41278-japan-space-elevator-cubesats-experiment.html)., 13.02.2020.
- Staedter, T. (2019). 'AI SpaceFactory Wins NASA's 3D-Printed Extraterrestrial Habitats Challenge', <https://spectrum.ieee.org/tech-talk/aerospace/space-flight/3d-printers-could-build-future-homes-on-mars>., 13.02.2020.
- Sullivan, T. A., & McKay, D. S. (1991). *Using Space Resources*. Houston: NASA Johnson Space Center.
- Szoka, B., & Dunstan, J. (2012). 'Space Law: Is Asteroid Mining Legal?' <https://www.wired.com/2012/05/opinion-asteroid-mining/>., 10.02. 2020.
- Unidroit (2012). Protocol to the Convention on International Interests in Mobile Equipment on Matters Specific to Space Assets. Berlin: UNIDROIT.
- Wikipedia. (2020a). 'Asteroid Mining.' [https://en.wikipedia.org/wiki/Asteroid\\_mining#:~:text=Asteroid%20mining%20is%20the%20hypothetical,%2C%20including%20near%2DEarth%20objects](https://en.wikipedia.org/wiki/Asteroid_mining#:~:text=Asteroid%20mining%20is%20the%20hypothetical,%2C%20including%20near%2DEarth%20objects)., 15.02.2020
- Wikipedia. (2020b). 'Edison's Conquest of Mars.' [https://en.wikipedia.org/wiki/Edison%27s\\_Conquest\\_of\\_Mars](https://en.wikipedia.org/wiki/Edison%27s_Conquest_of_Mars)., 17.02.2020.
- Yamagiwa, Y., Fujii, T., Nakashima, K., Oshimori, H., Okino, T., Komua, S., & Ishikawa, Y. (2019). Space experimental results of STARS-C CubeSat to verify tether deployment in orbit. *Acta astronautica*, 177, 759-770.
- Zacny, K. (2013). 'Space mining: Robots in the final frontier.' <https://robohub.org/space-mining-robots-in-the-final-frontier/>., 15.02.2020.
- Zheng, P. (2018). 'A Legal Analysis of "Space Asset" Under the 2012 Space Protocol to the International Interests in Mobile Equipment.' [https://www.nyulawglobal.org/globalex/Space\\_Asset\\_Protocol\\_Cape\\_Town\\_Convention1.html](https://www.nyulawglobal.org/globalex/Space_Asset_Protocol_Cape_Town_Convention1.html)., 10.02.2020

**EXTENDED ABSTRACT***GENİŞLETİLMİŞ ÖZET***CHALLENGES AND POTENTIAL SOLUTIONS TO SPACE MINING**

Space activities of space programs seem promising for the future earth scarcity, socio-economic, environmental and ecological problems. Activities developing with the help of scientific experiments and experience, the emergence of the new sector of the Space Market, Space Mining, the provision of environmentally friendly decisions such as dealing with scarce resources, green renewable energy, and most importantly, the effective solution of global problems of economic growth through the use of space wealth, etc. , on behalf of the space community more and more expectation day by day. Before entering the new sector, it is very important to start with establishing a clear space policy, covering the economy and legislation, regarding use rights and reasonable ownership as well as sustainability of space resources. Unless they create supportive laws, rules and legal frameworks, it will lead to complexity and chaos, contrary to the benefits mentioned above. Moreover, if we take into account the high level of financing risk, the danger of uncertainty, the exploitation and manipulation of superpowers, sound and continuous management of these activities will become inevitable for reconciled trade and space development. The importance of this important administration stems from the inadequate institutions and legal frameworks we have that have caused conflict and disobedience in some states, such as the United States and Luxembourg. Therefore, this study focuses on the vague and misunderstood description of both the "universal commons" according to the Space Law, which includes the Outer Space Treaty and the Moon Treaty, and the Space Protocol for affordability and reliability; tried to emphasize the need to introduce efficient and effective legislation that was updated by necessary and responsible parties. Discussion on Space on behalf of Europe' organized by the European Space Agency in November 2016 ended with the conclusion that 84% of the 2000 participants thought that space should be protected. Since there is a lack of studies on this subject in Turkey, the aim of the study is to raise awareness, especially among the society, along with the importance of Space Economy, why the idea of Space Mining is needed, to discuss potential problems in space mining and to offer solutions to it. Therefore, this study has addressed some of these problems and tried to show possible solutions based on the literature review. In this context, the study is composed of five parts by addressing risks, costs, investment attracting processes, sustainability and technological deficiencies.

**KATKI ORANI BEYANI VE ÇIKAR ÇATIŞMASI BİLDİRİMİ**

<b>Sorumlu Yazar</b> <i>Responsible/Corresponding Author</i>	Didem RODOPLU ŞAHİN, Matluyba BEBİTOVA			
<b>Makalenin Başlığı</b> <i>Title of Manuscript</i>	UZAY MADENCİLİĞİNE İLİŞKİN ZORLUKLAR VE POTANSİYEL ÇÖZÜMLERİ			
<b>Tarih</b> <i>Date</i>	06.06.2022			
<b>Makalenin türü (Araştırma makalesi, Derleme vb.)</b> <i>Manuscript Type (Research Article, Review etc.)</i>	Derleme Makale			
<b>Yazarların Listesi / List of Authors</b>				
<b>Sıra No</b>	<b>Adı-Soyadı</b> <i>Name - Surname</i>	<b>Katkı Oranı</b> <i>Author Contributions</i>	<b>Çıkar Çatışması</b> <i>Conflicts of Interest</i>	<b>Destek ve Teşekkür (Varsa)</b> <i>Support and Acknowledgment</i>
1	Didem RODOPLU ŞAHİN,	Eşit Katkıda Bulunmuştur	Bulunmamaktadır	
2	Matluyba BEBİTOVA	Eşit Katkıda Bulunmuştur	Bulunmamaktadır	