**TOPLUM 5.0: YENİ HAMMADDE ARAYIŞLARI VE UZAY MADENCİLİĞİ**

**Semih Serkant Aktuğ[[1]](#footnote-1)**

**Muhammed Yunus Sevinç[[2]](#footnote-2)**

**ÖZET**

İnsanlık Toplum 1.0’dan Toplum 5.0 dönemine ulaştığı süre zarfı içinde uzay ve gök cisimleri konusunda ciddi deneyimler elde etmiştir. Özellikle 21. yüzyılın Toplum 5,0 dönemi olarak adlandırılan safhasında uzay araştırmaları konusunda önemli kazanımlar elde edilmiştir. Küreselleşen, dijitalleşen ve değişen dünyamızda insanlığın kaydettiği teknolojik ve endüstriyel kazanımlar ulusal ve uluslararası pazarda üretim devamlılığı açısından enerji ve hammadde sürekliliğini gerekli kılmıştır. Gelecek yıllarda endüstriyel pazarların üretim ve enerji ihtiyacını karşılayan birtakım hammaddelerin tükenebileceği ihtimali gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeleri yanı sıra küresel pazarda sermaye sahibi olan bireyleri ve çokuluslu şirketleri kaygılandırmakladır. Dünyadaki hammaddelerin olası bir stok krizinin baş göstermesi ihtimali göz önünde bulundurulduğunda; Teknolojik ve endüstriyel üretimlerde hammadde arzının talebi karşılayamaması varsayımında üretim ve tüketim fiyatlarındaki dalgalanmalara yol açarak üretim, tedarik ve tüketim sorunu ortaya çıkararak küresel çapta ekonomik krize yol açabileceği tahmin edilmektedir. Küresel enerji ve hammadde stok krizinin meydana gelme ihtimalinin gelecek yıllarda önüne geçilebilmesi amacıyla insanlığın alternatif çözüm metodu olarak uzay madenciliğine yönelim göstererek bu alana yönelik AR-GE faaliyetlerini artırması ve uzay endüstrisinde küresel rekabetin yaşanması beklenmektedir. Bu gelişmelerle birlikte uzay madenciliği kavramının 21. yüzyılda popüler bir kavram olarak karşımıza çıkarak sosyo-ekonomik disiplinlerde önemli bir yer bulması beklenmektedir.

***Anahtar Kelimeler:*** *Uzay Turizmi, Uzay Madenciliği, Uzayda Yürütülen Çalışmalar, Uzayda Yaşam.*

**SOCIETY 5.0: SEARCH FOR NEW RAW MATERIALS AND SPACE MINING**

**ABSTRACT**

Humanity has gained serious experience in space and celestial bodies during the period from Society 1.0 to Society 5.0. Especially in the so-called Society 5.0 period of the 21st century, significant gains have been made in space exploration. In our globalizing, digitalizing and changing world, the technological and industrial achievements of humanity have necessitated the continuity of energy and raw materials in terms of production continuity in the national and international market. The possibility that some raw materials that meet the production and energy needs of industrial markets may run out in the coming years worries developed and developing countries, as well as individuals and multinational companies that have capital in the global market. Considering the possibility of a potential stock crisis of raw materials in the world; Assuming that the raw material supply cannot meet the demand in technological and industrial production, it is estimated that it may cause a global economic crisis by causing production, supply and consumption problems by causing fluctuations in production and consumption prices. In order to prevent the possibility of a global energy and raw material stock crisis in the coming years, it is expected that humanity will turn to space mining as an alternative solution method and increase its R&D activities in this field and there will be global competition in the space industry. With these developments, the concept of space mining is expected to be a popular concept in the 21st century and to find an important place in socioeconomic disciplines.

***Keywords:*** *Space Tourism, Space Mining, Studies in Space, Life in Space.*

**GİRİŞ**

19. yüzyılın ortalarında ortaya çıkan ve dinamiğinde serbest piyasa ekonomisini savunan neoliberal ekonomi anlayışı özel sektörün ekonomide daha fazla söz sahibi olması gerektiğini savunmaktadır. 21. yüzyıl dünyasında küreselleşen, gelişen ve değişen bir sosyo-ekonomik düzenin var olduğu adına toplum 5.0 denilen bir evrede bulunmaktayız. Toplum 5.0 dönemi neoekonomik temeller üzerine kuruludur. Bu dönemde robot ekonomisinin yaygın olarak kullanıldığı, uzay araştırmaları çalışmalarına ağırlık verildiği, uzay turizmi, uzayın zengin cevherlerinin rezerv edilmesi ve uzayda koloniler kurma vb. konular üzerinde çalışmaların yürütüldüğü bilinmektedir.

İlerleyen yıllarda bu konularda yürütülecek çalışmaların yaygınlık kazanması bu alanlarda daha fazla sermaye ve kaynağa ihtiyacı artıracaktır. Bunun sonucunda ülkeler ve çokuluslu şirketler dünyanın kısıtlı kaynakları olan madenlere ulaşılması, tedarik edilmesi ve rezerv edilmesinde farklı çözüm yollarına başvurabilecektir. Dolayısıyla uzay madenciliği dünyanın süründürülebilir enerji, yenilenebilir enerji ve hammadde kaynaklarının tedarik edilmesi hususunda ilerleyen yıllarda daha fazla gündeme gelmesi beklenmektedir. Özellikle endüstriyel pazarda üretim girdisi olarak kullanılan bazı önemli madenlerinin ilerleyen yıllarda azalabileceği ve tükenebileceği tahmin edilmektedir. Bu durum sosyoekonomik ve sosyokültürel birtakım sorunlarında kaçınılmaz olabileceğine işaret etmektedir. İlerleyen yıllarda dünyada kaynak krizinin baş göstermesi varsayımında küresel pazarda üretim arzı düşerek maliyetlerin yükselmesi kaçınılmazdır. Bu durumda zengin maden yataklarına sahip ülkelerin küresel ekonomide atılım sağlayarak önemli kazanımlar elde etmeleri beklenmektedir. Bu çalışmada gelişmiş ve gelişmekte olan bazı ülkelerin uzay faaliyetlerine ayırmış oldukları bütçeler, tarihsel süreçte yapılan faaliyetler ve ulaşılmak istenilen hedeflere değinilmiştir. Çalışmada dünya uzay ve havacılık endüstrisinde önemli üretim girdisi olan madenlerin kullanımında Türkiye’nin önemine değinilmiştir.

**1. Uzay Madenciliğinin Doğuşu**

İnsanlığın beşeri faaliyetlerini yürütmesi ve teknik ilerlemeler kaydederek uygarlaşmasında madencilik faaliyetleri önemli faaliyet alanlarından bir tanesidir. 21. yüzyılda küreselleşen, değişen ve dönüşen çağımızda ulusların iletişim, ulaşım, endüstri ve madencilik gibi birçok alanlarda etkin, verimli ve düşük maliyetle faaliyet yürütebilmesi koşulsuz doğadaki hammaddelerin yeterli ihtiyacı karşılayabilmesiyle alakalıdır. Dünyada altın, gümüş, titanyum, bakır, çinko, demir, nikel vb. birçok cevheri; havacılık, gemi, taşımacılık, madencilik, makine, sanayi, kimya, tıp, otomotiv vb. birçok sektörlerde kullanılmaktadır. Özellikle teknolojik aygıtların ve akıllı dijital sistemlerin işlemci ve çiplerinin üretilmesinde silisyum, altın, bakır, gümüş ve titanyum gibi madenler ciddi öneme sahiptirler.

İnsanlığın süründürülebilir enerji kaynaklarına ulaşması artan dünya nüfusu açısından önemli bir konu haline gelmiştir. Dünya nüfusu giderek artmaktadır. Bu durum insanlığın doğal kaynaklarının gelecek nesillere yetebilecek mi? sorusunu akıllara getirmektedir. Yürütülen çalışmalara ve tahminlere göre önümüzdeki 50 yıl içerisinde platin, bakır, çinko, gümüş, altın, kurşun, antimoni ve kalay gibi madenlerin tükenebileceği öngörülmekle birlikte bu durum teknolojik sektörlerdeki üreticileri endişelendirmektedir. Dünyadaki madenlerin tükenmesi durumunda ulaşım, iletişim ve haberleşme sanayi başta olmak üzere bu durum sosyo-ekonomik yaşamın birçok alanını etkileyebileceği öngörülmektedir (Cohen, 2007). Bu vesileyle insanlığın alternatif çözüm arayışı olarak uzay madenciliğini ilerleyen yıllarda gündemde daha fazla tutması muhtemeldir. Bu madenlerin rezervi endüstriyel sektörlerde yeterli talebi karşılayamaması durumunda; üretimde düşüşle birlikte üretim maliyetlerinde artış meydana gelebilmektedir. Bu vesileyle 21. yüzyılda uzay madenciliği dünya ekonomisinde yeni bir sektör olarak doğması beklenmektedir.

Uzay madenciliği, bir diğer adıyla asteroid madenciliği olarak da adlandırılmaktadır. Bir başka deyimle dünyaya yakın asteroid vb. uzay nesnelerine çeşitli teknolojik imkânlar kullanılarak çeşitli madenlerin elde edilmesidir. Güneş sistemimiz çok çeşitli zengin madenleri barındırmaktadır. Keşfedilmiş yaklaşık 600.000’den fazla asteroidin kayıt alındığı ve çeşitli analizlerin yürütüldüğü Asterank Bilimsel ve Ekonomik veri tabanına göre 20.000’den fazla nesnenin dünyamıza yakın olduğu tespit edilmiştir (Asterank, 2019).

Dünyanın farklı mekânlarında belirli zamanlarda düşen gök taşlarına servetler ödenmesi ve elde edilen taşlar üzerinde birtakım fiziksel ve kimyasal analizlerin yapılması uzay madenciliğinin üzerinde durulan önemi göstermektedir. Günümüzde uzay madenciliğiyle ilgili çeşitli çalışmalar yürüten Deep Space Industries şirketini satın alan Bradford Space ve Planetary Recources olmak üzere adından söz ettiren iki şirket bulunmaktadır. Blockchain şirketi Planetary Recources şirketini satın alarak dijital para madenciliğine yönelmiştir (Boyle, 2019). Örnek olarak gösterdiğimiz bu şirketlerle birlikte Aten Engineering şirketi de uzayda çeşitli asteroidlerin keşif haritasını çıkarılması ve çeşitli analizler yürütülmesi sonucunda gelecekte uzay madenciliği yarışında adından söz ettirmeyi hedeflemektedir (A. L. vd., 2018).

Uzay madenciliğinin çeşitli uluslararası kuruluşlar ve üniversiteler tarafından akademik bir araştırma alanı haline getirilmesi için çeşitli girişimlerde bulunulmuştur. Avustralya Uzay Araştırmaları Merkezi’nden New South Wales Üniversitesi’nin çalışmaları ve Avrupa Birliği kapsamında Lüksemburg’un uzay araştırmaları konusunda disiplinler arası ve akademik araştırma imkânı sunması ilerleyen yıllarda insanlığın yoğun faaliyet yürüttüğü bilimsel ve akademik bir alan haline gelmesini sağlayabilecektir (Barakos ve Mischo, 2020).

Uzaya yapılacak atılımların sonucunda üzerinde önemle durulması gereken iki husus söz konusudur: Birinci husus uzaya yapılacak olan yatırımların maliyetli olmakla beraber risk barındırmasıdır. İkinci husus ise 1967 yılında Birleşmiş Milletler bünyesinde çok taraflı olarak imzalanan Dış Uzay Antlaşmasına göre dünya yörüngesi, Ay ve çeşitli gök cisimleri üzerinde askeri faaliyetler yürütülmesi, nükleer denemeler yapılması ve kitle imha silahı kullanılmasını yasaklanmasıdır. Dolayısıyla bu sözleşmeye taraf olan devletlerin uzayda mülkiyet elde etmesi ve gök cisimlerini sahiplenmeleri uluslararası hukuk bakımından yasaklanmıştır. Bu durumda uzay ve gök cisimleri araştırmalarına yönelik çalışmalar ve AR-GE harcamalarında artış yaşanması ve küresel rekabetin oluşması sonucu uzayda faaliyet yürüten ülkelerin uzayda münhasır yetki ilan etmesi uluslararası hukuk ve diplomasinin tartışılan önemli konuları arasına girmesi öngörülmektedir (Gazete, 1967).

**2. İnsanlığın Uzay Araştırmaları ve Uzay Madenciliğine Bakış**

İnsanlığın uzay ve gökyüzü araştırmaları konusundaki deneyimleri; takvim hesaplamaları ve teleskobun icadıyla asırlar öncesine dayanmaktadır. İnsanlık yerleşik düzene geçişinden modern topluma geçişine kadarki zaman diliminde uzay ve gök cisimleri araştırmalarında önemli ilerlemeler kaydetmiştir. 20. yüzyıla gelindiğinde uzay ve gök cisimleri konusundaki ABD (Amerika Birleşik Devletleri) ve SSCB (Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği) arasında uzayda söz sahibi olma konusunda rekabet yaşanmıştır. 1957 yılına gelindiğinde SSCB tarafından Sputnik-1 ve Sputnik-2 uyduları uzaya fırlatılmıştır (Dickinson, 2003). Bu hamlenin karşılığında ABD ilk uydusu olan Explorer’i uzaya fırlatmıştır (NASA, 2017). 1961 yılında Rus kozmonot Yuri Gagarin Vostok-1 uzay aracıyla uzaya giden ilk insan olmuştur. Bu adıma karşılık olarak ABD, aynı yıl astronot Alan Bill Shepherd'ı uzaya göndermiştir (Wilson, 2011). 1969 yılında ABD Ruslara karşı uzayda üstünlük elde etmek, üs kurmak ve çeşitli araştırma faaliyetleri yürütmek amacıyla Apollo aracıyla Ay’a Neil Armstrong adlı ilk astronotu göndermiştir (Boris, 2006). 1970 yılına gelindiğinde yoğun bir çalışmanın ardından Çin, Dong Fang Hong I  adlı uyduyu göndermesi sonrası Fransa ve Japonya’dan sonra uzaya uydu gönderen beşinci ülke oluştur (McDowell, 2017).

Bu çalışmalar günümüze kadar süre gelerek 2020 yılında Amerikan Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA) tarafından milyarlarca dolar bütçe ayrılması sonucu Perseverance adlı keşif aracının Mars’a gönderilmesi uzay araştırmaları konusunda insanlığın deneyimini önemli bir boyuta taşımıştır. Perseverance uzay aracı Mars’ta dünya dışı yaşamın biyolojik izlerini araştırmak, Mars’ın jeolojik süreçlerini ve jeomorfolojik birtakım analiz ve deneylerini yapmak üzere çeşitli teknolojik donanımlarla tasarlanarak 2021 yılında Mars’a başarılı biçimde iniş yapmıştır. Perseverance keşif aracının yürüttüğü çeşitli jeolojik araştırmalar ve kayaç analizi uzaydaki maden bileşimlerini tespit etmek ve uzay madenciliği konusunda fizibilite çalışmasına zemin hazırlanmasının amaçlandığı düşünülmektedir (Amos, 2021).

Uzay araştırmalarında ABD ile yarışan Çin, 2020 yılında Mars’a gönderdiği uzaktan kumandayla kontrol edilebilen Zhurong isimli uzay aracını, Perseverance benzeri birtakım faaliyetleri yürütmek üzere gönderilmiştir. Perseverance, Zhurong vb. uzay araştırma uyduları ABD, Çin ve birtakım batılı ülkelerin uzay araştırmalarının birkaç örneğini oluşturmaktadır. Bu bağlamda insanlığın uzay araştırmaları kapsamında yürütmüş olduğu çalışmalarda birçok ülke tarafında uzaya birçok uydu gönderilmiş ve gönderilmesi planlanmaktadır (BBC, 2021).

ABD’nin Kaliforniya eyaletinde kurulan robot ve uzay endüstrisi alanında çalışmalar yürüten Offworld adlı şirket Ay ve Mars’ta maden arayabilecek robotlar geliştirmektedir. Şirket akıllı sistemler ve yapay zekâyla donatılmış robot kolonisiyle uzay madenciliği konusunda çalışmalar yürütülmesini hedeflemektedir (Howell, 2019).

Edinburgh Üniversitesi Fizik ve Astronomi Okulu’nun Avrupa Uzay Ajansıyla birlikte yürüttüğü çalışmanın sonucunda Nature Communications dergisinde yayımlanan bir makalede uzayda biyomadencilik yapılabileceği ileri sürülmüştür. Dünya’da çeşitli biyolojik döngülerde bulunan bazı bakterilerin Mars’ta ve Ay’da madenlerin ayrıştırılıp elde edilmesinde kullanılabileceği sonucuna ulaşmışlardır (Hunt, 2020). Uzay madenciliği alanında yürütülen bir başka çalışmada Amerikan Havacılık ve Uzay Dairesi tarafından Jüpiter ve Mars arasında tespit edilen Asteroit 16 Pysche (Ruh) adlı göktaşının, 10 bin katrilyon dolar değerinde nikel, bakır, altın, demir vb. maden barındırdığı tespit edilmiştir. Tespit edilen göktaşıyla ilgili Amerika Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi ilerleyen yıllarda uzay aracı göndererek birtakım çalışmalar yürütüleceğini belirtmiştir (Demircan, 2017).

**Tablo 1.0** **Uzayın Keşfinde Önemli Dönüm Noktaları**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Tarih | Olay | Ayrıntılar | Ülke/Ajans |
| 04 Ekim 1957 | İlk uydu | Sputnik 1 | SSCB |
| 03 Kasım 1957 | Uzaya gönderilen ilk hayvan | Laika isimli köpek Sputnik 2 ile gönderilmiştir. | SSCB |
| 14 Eylül 1959 | Sert araziye iniş (Ay) yapan ilk uzay aracı | Luna 2 | SSCB |
| 07 Ekim 1959 | Ay’ın karanlık tarafının ilk fotoğrafları | Luna 3 | SSCB |
| 01 Nisan 1960 | İlk uygulama uydusunun gönderilmesi | TIROS 1 (Meteorolojik uydusu) | ABD |
| 11 Ağustos 1960 | Dünya yörüngesinden geri dönüş | Discoverer 13 (Corona keşiflerinin bir parçası) uydu programı) | ABD |
| 12 Nisan 1961 | Dünya yörüngesindeki ilk insan | Yuri Gagarin Vostok 1 ile | SSCB |
| 14 Aralık 1962 | Diğer bir gezegenden (Venüs) ilk bilgilerin alınması | Mariner 2 | ABD |
| 16 Haziran 1963 | Uzaydaki ilk kadın | Valentina Tereskova Vostok 6 ile | SSCB |
| 26 Temmuz 1963 | Coğrafi bölgede faaliyet gösteren yörüngedeki ilk uydu | Syncom 2 (Telekomünikasyon uydusu) | ABD |
| 18 Mart 1965 | Uzaydaki ilk yürüyüş | Aleksey Leonov Voskhod 2 ile | SSCB |
| 14 Temmuz 1965 | Mars'a gönderilen uzay aracından ilk fotoğraflar | Mariner 4 | ABD |
| 03 Şubat 1966 | Aya yumuşak iniş | Luna 9 | SSCB |
| 24 Nisan 1967 | Uzay çalışmalarındaki ilk kayıp | Vladimir Komarov Soyuz 1 ile | SSCB |
| 24 Aralık 1968 | Ay yörüngesindeki ilk insan | Frank Borman, James Lovell, ve William Anders Apollo 8 ile | ABD |
| 20 Temmuz 1969 | Ay'da ilk insan yürüyüşü  R  Y  Ş | Neil Armstrong Apollo 11 ile | ABD |
| 24 Eylül 1970 | İnsansız uzay aracı ile ay örneklerinin geri getirilmesi | Luna 6 | SSCB |
| 15 Aralık 1970 | Diğer bir gezegene (Venüs) ilk iniş | Venera 7 | SSCB |
| 19 Nisan 1971 | İlk uzay üssünün fırlatılması | Salyut 1 | SSCB |
| 13 Kasım 1971 | Mars yörüngesine ilk uzay aracının gönderilmesi | Mariner 9 | ABD |
| 02 Aralık 1971 | Mars’ın yumuşak yüzeyine ilk uzay aracı | Mars 3 | SCB |
| 03 Aralık 1973 | Jüpiter’e ilk uzay aracı gönderilmesi | Pioneer 10 | ABD |
| 17 Temmuz 1975 | Uzaydaki ilk denetlenme | Apollo ve Soyuz uzay aracı arasında Apollo Soyuz Test Projesi sırasında | ABD, SSCB |
| 20 Temmuz 1976 | Mars'tan ilk fotoğraflar | Viking 1 | ABD |
| 01 Eylül 1979 | Satürn’e ilk uzay aracının gönderilmesi | Pioneer 11 | ABD |
| 12-14 Nisan 1981 | Uzaya gönderilen ve geri gelen ilk uzay aracı | Columbia uzay aracı | ABD |
| 24 Ocak 1986 | Uranüs’e ilk uzay aracı gönderilmesi | Voyager 2 | ABD |
| 13 Mart 1986 | Kuyrukluyıldızın çekirdeğine yakın gezen ilk uzay aracı | Halley Kuyruklu yıldızındaki Giottoya | ABD |
| 24 Ağustos 1989 | Neptün’e ilk uzay aracının gönderilmesi | Voyager 2 | ABD |
| 25 Nisan 1990 | Uzaya ilk teleskop gönderilmesi | Hubble Uzay Teleskobu | ABD |
| 07 Aralık 1995 | Jüpiter yörüngesindeki ilk uzay aracı | Galileo | ABD |
| 02 Kasım 2000 | Uluslararası uzay üssüne ilk ekibin gönderilmesi | William Shepherd, Yury Gidzenko, ve Sergey Krikalyov | ABD, Rusya |
| 14 Şubat 2000-  12 Şubat 2001 | İlk kez asteroidin yörüngesine (2000) bir uzay aracının yerleştirilmesi sonra yüzeyine (2001) uzay aracının indirilmesi | EROS adli asteroidde NEAR | ABD |
| 21 Haziran 2001 | Özel olarak finanse edilen ilk kişisel suborbital yükseklikteki uzay aracı 100 km'nin üzerinde (62 mil) | Mike Melvill  Space Ship One | Mojave Havacılık Girişimler (ticari ortak girişim) |
| 01 Temmuz 2004 | Satürn yörüngesindeki ilk uzay aracı | Cassini-Huygens | ABD, Avrupa Uzay Ajansı, italya |
| 14 Ocak 2005 | Bir başka gezegenin uydusuna ilk iniş (Satürn uydusu Titan) | Cassini-Huygens  uzay aracının roketi Huygens | ABD, Avrupa Uzay Ajansı, İtalya |
| 13 Haziran 2010 | Asteroide ait örneklerin dünyaya getirilmesi | Hayabusa | Japonya |
| 17 Mart 2011 | Merkür yörüngesindeki ilk uzay aracı | Messenger | ABD |
| 17 Temmuz 2020 | Mars’a uzay aracı gönderilmesi | Perseverance | ABD |

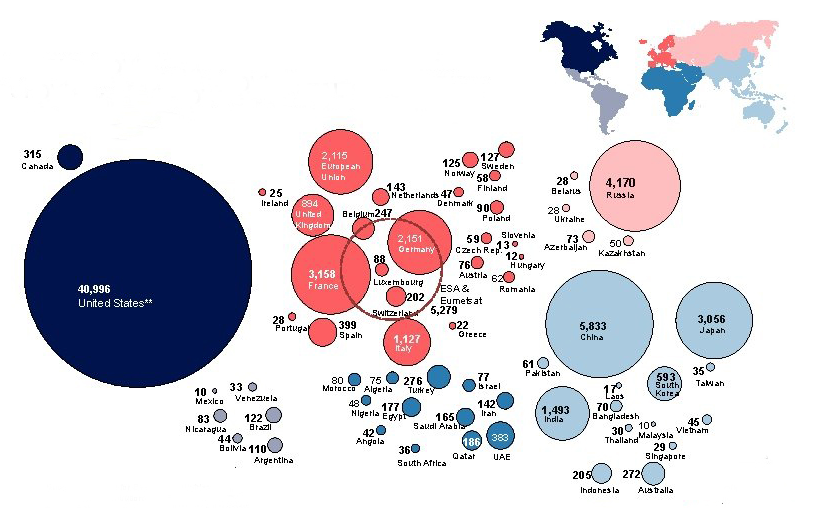
**Kaynak:** Ekşi vd., 2019: 500.

20. ve 21. yüzyıllarda insanlığın uzay araştırmalar alanında yürüttüğü çalışmalar sonucu elde edilen kazanımlar ve insanlığın kat ettiği mesafeyi Tablo 1 özetlemektedir. Yukarıdaki tabloya bakıldığında Soğuk Savaş döneminde ABD ve SSCB ülkelerinin uzayda yürütmüş oldukları çalışmaların temelinde; dünya dışı yaşamın varlığı, insanlığın uzayda koloni kurabilmesi, haberleşme faaliyetleri, askeri güç arayışı ve uzay madenciliği gibi birtakım konularda önemli sonuçlara ulaşmak hedeflenmiştir.

Uzay araştırmaları ve uzay madenciliği konusunda çalışma yürüten bir başka ülke olan Japonya, ilk uzay aracı Heybusa-1 uydusunu 2003 yılında fırlatmasının ardından 2010 yılında Heybusa-1 adlı araçla asteroid örneklerini dünyaya taşımayı başararak birtakım analiz çalışmalarının yürütülmesini sağlamıştır. 2019 yılına gelindiğinde Heybusa-2 adlı uzay aracını 280 milyon kilometre uzaklıktaki 162173 Ryugu adlıgöktaşına göndermesi uzay madenciliğiyle ilgili geleceğe yönelik planların ve projelerin olabileceğine işaret etmektedir (Rincon, 2018).

Göktaşları konusunda ABD, Japonya ve yan sıra birtakım batılı ülkelerin çalışmalarını ve harcamalarını yoğunlaştırmasının temelinde uzayın değerli cevherlerine ulaşılması ve madenlerin dünyaya nakledilerek işlenmesi hedeflenmiştir. Uzay cevherlerinin dünyaya nakledilmesinde başarı sağlanması durumunda insanlığın refah düzeyinin artarak maden fiyatlarının düşmesi ve üretimin düşük maliyetlerinde yapılabileceği tahmin edilmektedir. Bu bağlamda uzay madenciliğinin ilerleyen yıllarda araştırmaların yoğunlaşması sonucunda dünya ekonomisinde önemli bir Pazar haline gelebileceği konuşulmaktadır (Bilim, Ekonomik Devrimin Yeni Adı: Uzay Madenciliği, 2021).

**Şekil 1.0** **Hükümetlerin Uzay Harcamalarına Ayırdıkları Bütçeler Toplam 70.8 Milyar Dolar**



**Kaynak:** Semınarı, S. (2019, Kasım 24). 3.Breziya Uzay Endüstrisi Formu. *The Space Economy and its Socioeconomic Benefits*.

Şekil 1’de hükümetlerin uzay harcamaları ele alındığında dünya üzerinde uzay harcamasını Amerika kıtasında ABD’nin, Avrupa kıtasında Fransa’nın, Asya kıtasında ise Çin’in en fazla harcama yaptığı görülmektedir. Yapılan harcamalar araştırma ve haberleşme uydusu gönderilmesi, uzayda üs kurulması, dünya dışı yaşamın varlığı, uzay madenciliği, uzaya seyahat gibi birtakım faaliyetleri kapsamaktadır. Uzay sektöründe meydana gelen gelişmeler insanlığın uzay merakını arıtmaktadır.

**Şekil 2.0** **1999-2028 Yılları Arasında Hükümetlerin Uzay Harcamaları**

****

**Kaynak:** Semınarı, 2019.

Şekil 2’de 1999 yılında küresel ölçekte uzay harcamaları yaklaşık 40 milyar dolarken 2010 yılına gelindiğinde 70 milyar dolara yaklaşmıştır. 2015 yılında 60 milyar dolara gerileme olsa da 2030 yılına kadar harcamaların 80 Milyar doları aşabileceği tahmin edilmektedir.

**Şekil 3.0** **Uzayda En Fazla Uydusu Olan Ülkeler**



**Kaynak:** Buchholz, 2021.

Şekil 3 verilerine göre uzaya en fazla uydu gönderen ülkeler sıralaması ABD, Çin, diğer ülkeler ve Rusya şeklindedir. Uzaya uydu gönderilmesi konusunda ABD ve Çin’in ciddi harcamalar yaptığı bilinmektedir. 2035 yılına kadar Mars’a Astronot göndermeyi hedefleyen NASA bu yolculukla ilgili maliyet ve kaynak araştırması yürütmektedir. Mars’a astronot gönderilmesi durumunda nükleer yakıt kullanılacağı öngörülmektedir. Yapılan araştırma ve hesaplamalara göre mevcut teknolojik imkanlar dahilinde Mars’a insansız uzay yolculuğu 7 ay sürmekle birlikte insanlı uzay yolculuğunda bu süre 9 aya kadar çıkabilmektedir. Seattle merkezli Ultra Safe Nuclear Technologies (US­NC-Tech) şirketi ise üzerinde çalıştığı, Nükleer Termal Tahrik (NTP)sistemli bir motorla bu sü­renin üç aya düşürülebileceğini iddia etmekte­dir (Eades, 2021).

Küresel çapta tanınmış havacılık ve uzay mühendisliği alanında faaliyet yürüten uzay taşımacılığı şirketi Spacex’in kurucusu olan ABD’li Elon Musk’ın, uzaya insanlı yolculuk yapılması ve Falcon serisi uyduların gönderilmesi yansıra Starlink, Dragon Kargo, Starship gibi uzay misyonu olan önemli proje ve çalışmalara imza atığı bilinmektedir. Özelikle Mars’ın kolonileştirilmesi amacıyla uzay taşımacılığı maliyetini düşürmek ve gönderilen uyduların tekrar kullanılabilirliğini sağlamak amacıyla Falcon uyduları ve insansız uzay aracı olan Dragon’un geliştirilmesini sağlamıştır. Dragon aracı astronot olmadan 4 mürettebatın 3 gün süren yolculuk sonrası dünyaya geri dönerek misyonunu başarıyla tamamlamıştır. Aynı alanda faaliyet yürüten ve Elon Musk ile rekabet halinde olan Jeff Bezos’un da uzay taşımacılığı konusunda ciddi çalışmalar yürüttüğü bilinmektedir. Bu bağlamda Spacex’in kurucusu Elon Musk’ın ve Jeff Bezos’un uzay taşımacılığına yapacakları yatırımlarla adlarından söz ettirmeleri beklenmektedir. Bu gelişmeler gelecek yıllarda insanlığın uzaya düşük maliyetli ve daha kolay seyahat edilebileceğini gündeme getirmektedir (Musk, 2002).

**3. Madenlerin Kullanım Alanları ve Dünyanın Azalan Kaynakları**

Küresel ekonomik sistemde dünya pazarına hâkim olma ve küresel sistemde yegâne güç olma yarışı konusunda ABD, Çin, Rusya ve birtakım batılı ülkelerin arasında yıllardan beri güçlü bir rekabetin var olduğu bilinmektedir. Bilhassa madencilik sektöründeki rekabet üzerinde durduğumuzda dünya maden rezerv ve üretiminde ciddi pay sahibi olan ABD, Çin, Rusya, Kanada, Güney Afrika ve Avustralya gibi ülkeler başı çekmektedirler. Ancak bu grubun dışında kalan ülkelerin de petrol, doğalgaz vb. madenlerin rezervlerinde önemli pay sahibi oldukları bilinmektedir.

Dünya genelinde yılda 10 milyar ton olan maden üretimi 1,5 trilyon dolar civarında ekonomik hacme tekabül etmekte, üretim kapasitesinin %10’u metalik madenler, %15’i endüstriyel hammaddeler ve %75’i enerji hammaddeleri olarak dağılmaktadır. Dünyada 132 ülke arasında toplam maden üretim değeri itibariyle 28. sırada yer alan Türkiye, maden çeşitliliği açısından ise 10. sırada bulunmaktadır. MTA verilerine göre Türkiye'de 3 milyar 66 milyon ton bor rezervini barındırmakla birlikte dünyadaki toplam bor rezervinin %74'üne sahip olduğu bilinmektedir (Özden vd., 2018). Ayrıca dünyada 90 çeşit madenin üretimi yapılmaktayken Türkiye’de bu sayı 60 civarındadır (TCEB, 2016). Geleceğin enerji yakıtı olarak gösterilen, 2500 derecede kaynayabilen ve zırh giydirme teknolojilerinde kullanılan bor madeninin, uzay ve havacılık sektöründe ciddi öneme sahip olduğu bilinmektedir. Türkiye’nin topraklarında barındırdığı dünyanın %74’lük bor cevherini rezerv ederek etkili ve verimli biçimde kullanabilmesi uzay ve havacılık sektöründe dünyanın önde gelen ülkeleriyle birlikte rekabete dahil olmasını sağlayabileceği düşünülmektedir. Bor elementinin yanında endüstriyel sahada ciddi öneme sahip birçok element bulunmaktadır. Bu elementlerin kullanım alanları Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğünden alınan verilere göre Tablo 2’de verilmiştir.

**Tablo 2.0** **Madenlerin Yaygın Kullanım Alanları**

|  |  |
| --- | --- |
| **Maden Adı** | **Kullanım Alanları** |
| ***Altın\**** | Kuyumculuk, elektronik devreler, kaplama, tıp, kimya, süslemecilik, tekstil |
| ***Gümüş*** | Fotoğraf, kaplama, tıp, kimya, sanayi, yansıtma, optik, süslemecilik |
| ***Bor\**** | Uzay endüstrisi, yakıt teknolojileri, seramik sanayi, kaplama, temizlik, fiber sistemler, tarım, metalürji, nükleer faaliyetler, ahşap, hayvansal ve bitkisel deneyler |
| ***Nikel*** | Kimya, elektronik sistemlerde, uçak ve gemi sanayi, tıbbi cihazların üretimi, jet motorları, elektrikli aygıtlar, batarya yapımı |
| ***Kükürt*** | Gübre sanayi, petrol, doğalgaz, kimya, lastik, boya, demir, kâğıt, barut, inşaat sektörü |
| ***Potasyum*** | Gübre, ilaç sanayi, seramik, cam, temizlik, boya, gıda sanayi |
| ***Demir*** | Silah sanayi, ulaşım, iletişim, kaplama, kimya sanayi, döküm, otomotiv sanayi |
| ***Krom*** | Tıraş, silah mühimmatı, temizlik ve bakım sektörü, denizaltı, uçak sanayi, türbin motoru |
| ***Kurşun*** | Akü imalatı, izolasyon, yalıtım, inşaat sanayi, ulaşım, televizyon tüpü |
| ***Bakır*** | İnşaat, haberleşme, ulaşım, kuyumculuk, tasarım, boya, ulaşım, elektrik ve elektronik sanayi |
| ***Vanadyum*** | Uzay endüstrisi, çelik ve alaşım endüstrisi, uçak sanayi, gemi sanayi, kimya, petrol sondajı |
| ***Magnezit*** | Tıp, kimya, ilaç, inşaat, lastik ve plastik yapımı, uranyum cevheri, otomotiv sanayi, kâğıt endüstrisi |

**Kaynak:**MTA. (2021, Ocak 1). *https://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/maden-kullanim-alanlari.* Ağustos 20, 2021 tarihinde MTA: https://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/maden-kullanim-alanlari adresinden alındı

Tablo 2’de adı geçen madenlerin çeşitli alanlarda kullanıldığı ve dünya ekonomisinde üretim girdisi olarak her bir madenin önemli bir paya sahip olduğu bilinmektedir. 21. yüzyılda küresel alanda teknoloji pazarlarının çağ atladığı ve otomasyon sistemlerinin yaygınlaşarak uzay araştırmalarına yönelik çalışmalara ağırlık verildiği bilinmektedir. Bu çalışmalar önemli hammadde ve kaynak ihtiyacını doğurmaktadır. Gelişmiş ülkeler ve çokuluslu şirketlerin kaynak ihtiyacı ve üretim sorununu çözümlemek amacıyla endüstriyel alanda ciddi öneme sahip olan; bor, altın, gümüş, bakır ve demir gibi hammaddeleri uzay turizmi ve uzay taşımacılığı alanında ciddi öneme sahip olduğu bilinmektedir. Bu durum sahip olduğu zengin kaynaklar bakımından uzay ve havacılık sektörlerinde Türkiye’yi cazip hale getirmektedir (Uysal, 2018).

**SONUÇ**

İnsanlığın uzay araştırmaları asırlar öncesine dayanmakla birlikte 20. ve 21. yüzyıllarda elde edilen kazanımlar; meteorolojik araştırmalar, gözlemleme, haberleşme, telekomünikasyon ve iletişim teknolojilerinde yaşanan ilerlemeler insanoğlunun uzayda araştırma üsleri ve koloniler kurabilmesini gündeme getirmiştir. Uzayda yapılan birçok araştırmanın temelinde ilerleyen yıllarda gelecek nesiller için sürdürülebilir kaynaklara ulaşma, yaşam kalitesinin artırılması ve yeni yaşam alanları keşfedilmesinin yanı sıra uzay turizmi ve uzay madenciliği gibi yeni sektörlerin yaratılması planlanmaktadır. Küresel ekonomide istikrarlı büyümenin sağlanabilmesi, insanlığın refah düzeyinin artırılabilmesi ve sermayenin serbest dolaşımının sağlıklı biçimde sağlanabilmesi konusunda dünyadaki mevcut hammadde kaynaklarının etkili ve verimli biçimde kullanılmasına bağlı olmakla birlikte mevcut hammadde kaynakların sürekliliği üzerinde önemle durulması gereken bir konudur.

Otomotiv sanayi, tıp, uzay endüstrisi, inşaat, ulaşım, haberleşme, iletişim, havacılık, otomasyon endüstrisi, elektrik ve elektronik gibi sektörlerde bazı madenler hayati öneme sahiptir. Bu madenlerin dünya üzerindeki mevcut stoku sınırlı sayıda olmakla birlikte yapılan araştırmalar ve tahminlere göre dünyada; altın, krom, platin, bakır, çinko ve antimon gibi önemli madenlerin önümüzdeki 50 yıl içerisinde tükenebileceği tahmin edilmektedir. Bunun sonucunda altın, gümüş, platin, bakır, demir, çinko vb. emtia fiyatlarının artış göstererek üretim maliyetlerinin de artış göstermesi tahmin edilmektedir. Bu durum başta teknoloji, enerji ve endüstriyel sektörlerinde üretimi sekteye uğratarak hammadde sıkıntısından kaynaklı maliyet ve fiyat artışlarına yol açacağı düşünülmektedir. Tahmin edilen bu durum küresel pazarda güçlü konumda olan devlet ve çokuluslu şirketleri alternatif arayışlara itebileceği beklenmektedir. Bu arayışların bir neticesi olarak son yıllarda uzay madenciliği adından söz ettirmektedir.

Uzay madenciliği, dünyanın kısıtlı doğal kaynakları ve madenlerine alternatif ve sürdürülebilir kaynaklar tedarik edilmesi amacıyla uzayda çeşitli otomasyon sistemleri ve robotik teknolojiler kullanılarak, jeolojik ve jeomorfolojik yürütülerek kıymetli cevherlerin ve madenlerin keşfedilmesi akabinde dünyaya nakledilmesini amaçlayan, üzerinde çeşitli fizibilite ve altyapı çalışmalarının sürdürüldüğü, yeni doğması beklenen sektörün adıdır. Bu sektör küresel ekonomik sistemin işleyişi ve sürekliliği açısından alternatif kaynaklara ulaşma çabasının sonucudur.

Dünya üzerinde zengin yeraltı kaynaklarını topraklarında barındıran ülkelerin ilerleyen yıllarda tahmin edilen kaynak sıkıntısının baş göstermesi durumunda barındırmış oldukları bor, altın, demir, paladyum, çelik, lityum, toryum, uranyum, gümüş vb. birçok maddenin rezerv ve üretim girdisinin sağlanması sonucu ekonomik kazanımlar elde ederek avantajlı konuma yükselmesi düşünülmektedir. Bu durumda dünyanın %70’lik bor cevherini topraklarında bulunduran Türkiye’nin bu madeni etkin ve verimli biçimde avantaja dönüştürmesi durumunda uzay faaliyetleri, havacılık, tıp ve telekomünikasyon gibi birçok sektörde önemli bir konuma yükseleceği tahmin edilmektedir.

Türkiye’nin topraklarında barındırmış olduğu toryum elementi ve yenilenebilir güneş enerji sistemlerine ağırlık vermesi durumunda ilerleyen yıllarda enerji üretiminde küresel pazarda söz sahibi olarak ülkenin yıllık enerji ihtiyacından fazla ürettim yapabileceği beklenmektedir. Bu durumda Türkiye’nin üreteceği enerjiyi uzay ve havacılık faaliyetlerinde yoğunlaştırması durumunda küresel ve bölgesel alanlarda illeri gelen ülkelerden biri haline gelmesi muhtemeldir. Küresel pazarda uzay ve uzay araştırmalarına yönelik ayırılacak sermaye ve hammaddenin yetersiz kalması durumunda işlenmemiş kaynaklara sahip ülkelerin sahip oldukları kaynakları yüksek fiyatlardan ihraç etmeleri küresel pazarda tedarik ve üretim sorununu doğurabilecektir.

Küresel pazarda meydana gelen hammadde sıkıntısı üretim konumunda olan gelişmiş ülke ekonomilerini farklı alternatif arayışlara iterek ilerleyen yıllarda uzay madenciliği alanında daha fazla bütçe ayırmaları beklenilmekle birlikte uzay araştırmaları hususunda yapılan çalışmaların yaygınlık kazanması sonucu uzay alanına yönelik yeni birçok sektörün doğmasını sağlayabilecektir. Son yıllarda uzay turizmi olarak adlandırılan uzaya astronotsuz seyahat edilebilmesi için bazı çalışmaların yürütülmesi ve Spacex şirketinin bu konuda ciddi atılımlar sağlaması durumunda ilerleyen yıllarda uzay turizminin giderek yaygın hale gelmesine zemin hazırlanacaktır. Bunun sonucunda insanoğlunun dünya dışı yaşam planının bir parçası olan uzayda çeşitli şirketler koloniler kurarak insanlığın uzayda ayak izine sahip olması hedeflenmektedir.

Uzayda yürütülen faaliyetler sonucu uzay kaynaklarının dünyaya transfer edilerek işlenmesi durumunda insanlığın refah düzeyine olumlu yansıması, uzay turizminin yaygın ve düşük maliyetli bir sektör haline dönüşmesi ve otomasyon sistemlerinin ihtiyaç duyduğu madenlerin daha düşük maliyetlerle elde edilmesi neticesinde robotik sistemlerin yaygınlaşarak insan işgücüne olan talebin azalabileceği tahmin edilmektedir. Dolayısıyla uzay araştırmaları ve analizleri için ABD, Rusya, Çin ve Avrupa’nın önde gelen ülkelerinin ayırmış oldukları milyarlarca dolarlık bütçe uzay sektörü ve uzay araştırmalarından doğabilecek pazarlarda hâkim olma çabalarını göstermektedir. Bu bağlamda uzayda faaliyet yürütmek üzere uzaya en fazla uydu gönderen ülkelerin başında ABD, Çin ve Rusya yer almaktadır.

Ayrıca uzayın maden cevherlerinin dünyaya nakledilmesi, uzay yolculuğu, uzayda kolonileşme gibi konular küresel sistemde uluslararası hukuk ve uluslararası ilişkiler bakımından tartışılabilir bir konu haline gelebileceği düşünülmektedir. Bu durumda uzaydaki madenlerin çıkarılması ve paylaştırılması ayrı bir hukuk konusu olarak gündemde daha fazla yer alabilecektir.

**KAYNAKÇA**

Amos, J. (2021, Şubat 17). *BBC*. Haziran 9, 2021 tarihinde https://www.bbc.com/turkce/56093145 adresinden alındı

Asterank. (2019). *Astreoid Mining.* Toronto: Asterank.

Barakos, G., & Mischo, H. (2020, Şubat). *More Than Mere Science Fiction.* *Mınıng engıneerıng*, 46.

BBC. (2021, Mayıs 22). *Çin'in Uzay Aracı Zhurong Mars'a İndi.* Haziran 15, 20201 tarihinde BBC: https://www.bbc.com/turkce/haberler-dunya-57213740 adresinden alındı

Bilim, N. (2021, 08 03). E*konomik Devrimin Yeni Adı: Uzay Madenciliği.* (H. Dereağazı, Röportaj Yapan) Anadolu Ajansı. https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/ekonomik-devrimin-yeni-adi-uzay-madenciligi/2322783 adresinden alındı

Boris, C. (2006). *Rockets and People: Creating a Rocket Industry* (Cilt II). Washington: NASA History Division Office of External Relations.

Boyle, A. (2019, Ocak 2). *Bradford Space Group Buys Deep Space Industries, Shifting Focus from Asteroid Mining to Propulsion.* Haziran 9, 2021 tarihinde Geekwire: https://www.geekwire.com/2019/bradford-buys-deep-space-industries-shifting-focus-asteroid-mining-green-propulsion/ adresinden alındı

Cohen, D. (2007, Mayıs 23). *Earth's Natural Wealth: An Audit.* http://www.science.org.au/nova/newscientist/027ns\_005.htm adresinden alındı

Demircan, K. (2017, 01 20). *Nasa’nın 10 Bin Katrilyon Dolarlık Asteroit Seferi.* Haziran 10, 2021 tarihinde Kozan Demircan: https://khosann.com/10-bin-katrilyon-eden-asteroit-seferi/ adresinden alındı

Dickinson, P. (2003). *The Shock of the Century.* New York: Berkley Books.

Eades, M. (2021, Şubat 4). *NASA, Mars Projesinde Nükleer Roket Kullanabilir: 'Yolculuk Süresi 3 Aya İnecek'.* (CNN, Röportaj Yapan) Ağustos 8, 2021 tarihinde https://www.bbc.com/turkce/haberler-dunya-55933408 adresinden alındı

Gazete, R. (1967, Temmuz 7). 1967 Dış Uzay Antlaşması. *Ay ve Diğer Gök Cisimleri Dahil, Uzayın Keşif ve Kullanılmalında Devletlerin Faaliyetlerini Yöneten İlkeler Hakkında Andlaşmanın Onaylanmasının Uygun Bulunduğuna Dair Kanun.*

Howell, E. (2019, Kasım 3). *OffWorld's Smart Robots Could Swarm Solar System to Help Astronauts and Settlers.* Haziran 8, 2021 tarihinde Space: https://www.space.com/offworld-mining-robots-for-moon.html adresinden alındı

Hunt, K. (2020, Kasım 10). *Bacteria from Earth Could Potentially be Used to Mine on the Moon or Mars.* Haziran 9, 2021 tarihinde CNN: https://edition.cnn.com/2020/11/10/world/microbes-mining-in-space-scn/index.html adresinden alındı

McDowell, J. (2017, Ağustos 23). Jonathan's Space. Cambridge. http://planet458.org/space/log/launchlog.txt adresinden alındı

MTA. (2021, Ocak 1). *https://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/maden-kullanim-alanlari.* Ağustos 20, 2021 tarihinde MTA: https://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/maden-kullanim-alanlari adresinden alındı

Musk, E. (2002, Mayıs 6). *Dragon Returns to Earth.* Eylül 25, 2021 tarihinde SpaceX: https://www.spacex.com/launches/ adresinden alındı

NASA. (2017, Ağustos 4). *Explorer 1 Overview.* Haziran 8, 2021 tarihinde NASA: www.nasa.gov/mission\_pages/explorer/explorer-overview.html adresinden alındı

Özden , A., Haçikoğlu, M., & vd. (2018). *Madencilik Sektörü.* İstanbul: A&T BANK.

Rincon, P. (2018, Haziran 27). *Japon Uzay Aracı "Elmas Şeklindeki" Bir Asteroit Olan Hayabusa2'ye Ulaştı.* Haziran 10, 2021 tarihinde BBC: https://www.bbc.com/japanese/44624968 adresinden alındı

Semınarı, S. (2019, Kasım 24). 3. Breziya Uzay Endüstrisi Formu. *The Space Economy and its Socioeconomic Benefits*.

*Spectroscopic Properties of Asteroid Families* (Cilt III). (2001). Houston: University of Arizona and Lunar and Planetary Institute. Haziran 28, 2021 tarihinde alındı

TCEB. (2016). *Madencilik.* Ankara: İhracat Genel Müdürlüğü.

*The Countries with the Most Satellites in Space.* (2020, Haziran 14). Eylül 1, 2021 tarihinde Statista: https://www.statista.com/chart/17107/countries-with-the-most-satellites-in-space/ adresinden alındı

Uysal, S. (2018, Ocak 15). *Elon Musk'ın Türkiye Ziyareti ve Akla Getirdikleri-Lityum.* *Madencilik Türkiye* (68), 1-2.

A. L., vd. (2018). *Aten Engineering.* L. Üniversitesi (Dü.). içinde (s. 10). Lüksemburg: Lüksemburg Üniversitesi. Haziran 28, 2021 tarihinde alındı

İ. G., vd. (2019). *Uzayda ve Tıpta Neredeyiz? Ne Yapmalıyız?* Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi, 500.

Wilson, J. (2011, Nisan 13). *Yuri Gagarin: First Man in Space.* Haziran 8, 2021 tarihinde NASA: https://www.nasa.gov/mission\_pages/shuttle/sts1/gagarin\_anniversary.html adresinden alındı

Yücel, M. (Ağustos, 2020 1). *Dünya Altın Üretimi (ton).* Eylül 1, 2021 tarihinde MTA: https://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/bilgi-merkezi/maden-serisi/altin.pdf adresinden alındı

1. Dr. Öğr. Üyesi, Siirt Üniversitesi, İİBF, İktisat Bölümü, semihaktug@siirt.edu.tr, ORCID: 0000-0002-9745-0010 [↑](#footnote-ref-1)
2. Siirt Üniversitesi, Bölgesel Kalkınma İktisadi Yüksek Lisans Programı, myunussevinc@gmail.com, ORCID: 0000-0003-2601-0867 [↑](#footnote-ref-2)