



MARS YARIŐI VE UZAYDA KOLONİLEŞME

TREND ANALİZİ HAZİRAN 2019



İşbu eserde yer alan veriler/bilgiler, yalnızca bilgi amaçlı olup, bu eserde bulunan veriler/bilgiler tavsiye, reklam ya da iş geliştirme amacına yönelik değildir. STM Savunma Teknolojileri Mühendislik ve Ticaret A.Ş. işbu eserde sunulan verilerin/ bilgilerin içeriği, güncelliği ya da doğruluğu konusunda herhangi bir taahhüde girmemekte, kullanıcı veya üçüncü kişilerin bu eserde yer alan verilere/bilgilere dayanarak gerçekleştirecekleri eylemlerden ötürü sorumluluk kabul etmemektedir. Bu eserde yer alan bilgilerin her türlü hakkı STM Savunma Teknolojileri Mühendislik ve Ticaret A.Ş.'ye aittir. Yazılı izin olmaksızın işbu eserde yer alan bilgi, yazı, ifadenin bir kısmı veya tamamı, herhangi bir ortamda hiçbir şekilde yayımlanamaz, çoğaltılamaz, işlenemez.

 STM ThinkTech

1. GİRİŞ

Ay'a insanlı seyahatin 50'nci yıldönümü yaklaşırken, insanlı uzay misyonlarının odağında artık Mars gezegeni yer almaktadır. Günümüzde sadece Amerika Birleşik Devletleri (ABD) ve Rusya değil birçok ülkenin uzay ajansları, hatta özel şirketler, "kızıl gezegen" olarak da anılan Mars'a insanlı ve insansız araç göndermek, dahası burada bir koloni oluşturmak üzere planlarını hayata geçirmeye hazırlanmaktadır.

Söz konusu planlar farklı hedefler üzerine kurulmuştur ve hedeflerin büyük kısmı bilim dünyası tarafından hararetle tartışılmaktadır. Tartışmalar, böylesi bir yolculuk ve kolonileşmenin fizibilitesi hakkında olduğu kadar etik çerçevede de sürmektedir. Bu analizde, uzay ajansları ve şirketlerin Mars planlarına göz atılacak ve bilim dünyasında yürütülen tartışmalar aktarılacaktır.

2. MARS MİSYONLARININ TARİHÇESİ VE GÜNÜMÜZDEKİ FAALİYETLER

Mars gezegeni, uzay çalışmalarının ivme kazandığı 1960'lı yıllardan beri ana hedeflerden biridir. Dünya'ya ortalama 225 milyon kilometre uzaklıktaki Mars'a gönderilen araç sayısı yeryüzüne sadece 384.400 kilometre uzaklıktaki Ay'ın ardından ikinci sıradadır. 1950'li yılların sonundan itibaren Ay'a 95, Mars'a ise yaklaşık 40 uzay aracı gönderilmiştir. Sovyetler Birliği, 1960'tan başlayarak Mars'ın yörüngesine ve yüzeyine araçlar göndermiş

ancak tüm denemelerinde başarısız olmuştur. İlk başarılı yörünge uçuşu 1965'te, Mars yüzeyine ilk başarılı iniş ise 1971 yılında ABD Uzay Ajansı NASA tarafından gerçekleştirilmiştir^{[1][2]}.

Tarihsel olarak Mars'a gönderilen araçların yarısına yakını başarısız olmuştur. İlk başarısız denemeler değerli bilgiler sağlamıştır. Ancak yakın zamanda da başarısızlıklar sürmektedir. Bu da uzay araştırmalarının ne derece güç olduğunu ispatlamaktadır. Yine de 1996 yılında uzaya fırlatılan NASA'nın Mars Global Orbiter uydusunun Mars yörüngesine başarıyla oturmasının ardından Mars misyonlarında canlanma yaşanmış, başarılı dört yörünge gözlem uydusu ve dört yüzey aracının gönderdiği veriler sayesinde Mars gezegeni hakkındaki bilgiler hızla artmıştır. Günümüzde Mars yüzeyinde her ikisi de ABD'ye ait iki araç, Curiosity ve Insight araçları keşiflerini sürdürmektedir. Mars yörüngesinde ise NASA'nın üç, Avrupa Uzay Ajansı ESA'nın bir, Hindistan Uzay Ajansı ISRO'nun bir ve bir de ESA ile Rusya Uzay Ajansı Roscosmos'un olmak üzere altı uydusu bulunmaktadır^[1].

3. MARS MİSYONUNA SAHİP ÜLKE VE ŞİRKETLER

Uzay araştırmaları, bilime, teknolojiye ve inovasyona, kısacası insani gelişime katkısından ötürü aralarında Türkiye'nin de bulunduğu pek çok ülke yönetiminin öncelikleri arasına girmiş bulunmaktadır. Bugün dünyada 29 ülkenin ulusal uzay ajansı bulunmaktadır^[3]. Ayrıca

2015 itibarıyla 60 ülkenin uzay programı bulunmaktadır^[4]. Avrupa Uzay Ajansı (ESA) ise 22 Avrupa ülkesinin ortak kuruluşudur^[5].

Uzay ajansına sahip ülkeler arasında Mars misyonuna sahip olanlar sayılıdır. ABD, ESA, Rusya Federasyonu ve Hindistan, Mars'ta aktif misyonu bulunan ülke ve ülke gruplarıdır. Japonya geçmişte bir kez başarısız bir Mars misyonu denemiştir (Nozomi, 1998) ve bu ülkenin bilinen yeni bir Mars misyonu hazırlığı bulunmamaktadır^[6]. Buna karşılık, Çin Halk Cumhuriyeti ve Birleşik Arap Emirlikleri ile ABD merkezli bazı şirketler Mars misyonu yürütmek üzere hazırlıklar yapmaktadır.

3.1. Amerika Birleşik Devletleri

Uzay araştırmalarında pek çok ilke imza atan ve bu alanda lider konumda bulunan ABD, Mars yüzeyinde aktif halde araştırma aracı bulunan dünyanın tek ülkesidir. 2019 yılı bütçesi 20.7 milyar dolar olan ülkenin uzay ajansı NASA, Viking programı kapsamında daha 1976 yılında Mars yüzeyine araştırma araçlarını indirmeyi başarmıştır. NASA zaman içinde robot araştırma laboratuvarı niteliğindeki bir dizi uzay aracını Mars'a başarıyla indirmiştir. Son olarak 2018'in Kasım ayında InSight adını verdiği bir uzay aracını, Mars yüzeyine indirmiştir. 2020 yılında ise Mars Rover adı verilen dört tekerlekli bir araç Mars'a gönderilecektir. 2015'te dönemin ABD Başkanı Barack Obama, 2030 yılına kadar Mars'a insanlı bir seyahati hedeflediklerini belirtmiştir^[7]. Görevdeki ABD Başkanı Donald Trump ise 2017'de yayınladığı uzay direktifinde, NASA'ya Ay ve Mars'a insanlı seyahatlere hazırlık yapmasının yanı sıra derin uzay çalışmalarında liderlik konumunu sürdürmesi talimatı vermiştir^[8]. NASA'nın, yeni direktif uyarınca Ay'a yeniden bir insanlı sefer yapılması hazırlığı içine girdiği ve Mars planlarını geri plana attığı belirtilmektedir^[9]. NASA'nın Mars'a insanlı sefer öncesinde Ay'da bir aktarma istasyonu kurma hazırlığı içinde olduğu ileri sürülmektedir. Ay'ın kutup bölgelerindeki kraterlerinde, hidrojen ve oksijene ayrıştırılarak roket yakıtı haline getirilebilecek buz halinde su bulunduğunu belirten raporlar üzerine, NASA'nın uzun Mars yolculuğunun gerektirdiği yakıtı Ay'dan elde ederek maliyet avantajı yakalamak üzere, bu aktarma istasyonunun hazırlığı içine girdiği de öne sürülmektedir^[10].

3.2. Rusya

Sovyet Rusya, Soğuk Savaş döneminde ABD ile uzay yarışına girişmiş, uzaya ilk uyduyu (Sputnik1, Ekim 1957) göndermiş, insanlı ilk uzay uçuşunu gerçekleştirmiş (Yuri Gagarin, Nisan 1961) ve Mars'a ilk aracı göndermiştir. Sovyetler Birliği'nin dağılmasının ardından Rusya Federasyonu'nun uzay çalışmaları uzun süre geri planda kalmıştır. NASA'nın 2011'de Uzay Mekiği Programı'na son verip uzaya insan ve kargo gönderme hazırlıklarına başlaması üzerine Soyuz roketlerine yönelen Rusya'nın uzay çalışmaları yeniden canlanmaya başlamıştır^[11].

Rusya, Sovyetler Birliği döneminden bu yana bir dizi Mars misyonunu hayata geçirmeye çalışmıştır. Ne var ki ne Sovyetler Birliği ne de Rusya, Mars misyonlarında başarı sağlamıştır. Mars'ın yüzeyine veya yörüngesine gönderilen araçlar, fırlatmada yaşanan kazalar, yolculuk esnasında iletişimde yaşanan aksaklıklar veya Mars yüzeyine inişteki başarısızlıklar nedeniyle hedeflerine ulaşamamıştır^[1]. Buna rağmen Rusya Mars misyonundan vazgeçmemiştir. Devlet Başkanı Vladimir Putin, Mart 2018'de, Mars misyonlarına 2019 yılında başlanacağını duyurmuştur^[12]. Rusya'nın Mars misyonlarında da kullanılacak ağır yüklü araçların fırlatılabilmesi için dev roketler üzerinde çalıştığı da belirtilmektedir^[13]. Bu büyük ve güçlü roketler ile Rusya'nın fırlatma teknolojisinde, Space X ve Blue Origin gibi ABD özel şirketleriyle rekabet kabiliyetini sürdürmeyi amaçladığı ifade edilmektedir^[11].

3.3. Avrupa Uzay Ajansı

Avrupa Uzay Ajansı (ESA), 1975 yılında kurulduğundan bu yana 22 Avrupa ülkesinin uzay çalışmalarında ABD ve Rusya'ya bağımlılığını azaltmaya çalışmaktadır. Günümüzde 6 milyar avroya yakın yıllık bütçesiyle ESA, uzay çalışmalarının baş aktörlerinden birisi haline gelmiştir. ESA, yeryüzü gözlem uydularından derin uzay araştırmalarına kadar pek çok alanda uzay çalışmaları yürütmektedir. ESA özellikle 2005'te Satürn'ün uydusu Titan'a Huygens aracını indirerek^[14], 2013'te derin uzay gözlem uydusu Gaia'yı uzaya göndererek^[15] ve 2014'te 67P/Churyumov-Gerasimenko kuyruklu yıldızının yörüngesine Rosetta aracını oturtarak^[16] dikkatleri üzerine toplamıştır.

ESA, Mars misyonu konusunda yoğun girişimlerde bulunmaktadır. 2003'te Mars yörüngesine gönderilen Mars Express aracı halen aktiftir. Ancak Mars Express'in taşıdığı İngiltere'ye ait Beagle 2 aracı, Mars yüzeyine indirilmesinin hemen ardından işlevsiz hale gelmiştir.

ESA, Mars misyonunda bugün Rusya'nın uzay ajansı Roscosmos ile birlikte hareket etmektedir. İki uzay ajansının ExoMars misyonunun ilk aşaması 2016 yılında kısmen başarılı olmuştur. Mars yörüngesine gönderilen Trace Gas Orbiter (TGO) aracı başarıyla Mars yörüngesine oturmuş ancak bu aracın taşıdığı Schiaparelli adı verilen Mars yüzey keşif aracı inişte yaşanan sorunlar nedeniyle sadece üç dakika faaliyet gösterebilmiştir^[17].

ExoMars programının ikinci aşaması 2020 yılında gerçekleştirilecektir. Rus Proton füzesiyle gönderilecek araçta ESA'nın ExoMars adını verdiği bir tekerlekli keşif robotu ve Rusya'nın bir yüzey platformu bulunacaktır. ExoMars tüm Mars yüzeyini inceleyecek, gerektiğinde sondaj ve analiz çalışmaları yaparak Mars'ta yaşam izleri arayacaktır^[18].

3.4. Çin

Çin Halk Cumhuriyeti, uzay ajansını daha 1960'lı yıllarda kurmasına ve füze çalışmaları yürütmesine rağmen, uzay yarışına geç katılan ülkeler arasındadır. Ülkenin uzay çalışmaları 20'nci yüzyılın sonuna doğru hızlanmış, ilk insanlı uçuş 2003 yılında gerçekleştirilmiştir. Shenzhou-5

aracıyla Yang Liwei'yi uzaya göndererek, bağımsız insanlı uçuşu gerçekleştiren üçüncü ülke konumuna yükselen Çin, günümüze kadar altı insanlı uçuş gerçekleştirmiş ve uzayda bağımsız bir uzay istasyonu kurma hazırlıklarına girişmiştir^[19]. İstasyonun 2020 yılında hayata geçirilmesi beklenmektedir^[20]. Çin 2007'de Ay programı başlatmış, 2013'te Ay'a Yutu adı verilen bir robot araç indirmiş, Ocak 2019'da ise 'Ay'ın karanlık yüzü' olarak da anılan en uzak noktasına Chang'e 4 aracını indirerek dikkatleri üzerine toplamıştır^[21].

Çin yönetimi Mars ve derin uzay çalışmalarına da önem vermektedir. Bu kapsamda 2011'de Mars'ın Phobos uydusuna 2011'de Yinghou-1 aracı gönderilmek istenmiş ancak aracı taşıyan Rus füzesi dünya yörüngesini terk edememiştir^[6]. Çin'in 2020 yılında Mars'a yeni bir robot araç göndermeye hazırlandığı ifade edilmektedir. Yeni araca Yinghou-2 adı verileceği, Ay'ın karanlık yüzüne gönderilen Chang'e 4'e benzediği ancak ondan iki kat daha ağır olacağı da belirtilmektedir. Çin'in Mars'a insanlı bir misyonu gerçekleştirmek ve muhtemelen bir koloni kurmak amacıyla ağır kargo fırlatma aracı üzerinde çalıştığı da belirtilmektedir^[22]. Söz konusu aracın Çin'in ilk özel uzay şirketi OneSpace tarafından üretileceği kaydedilmektedir^[23]. Çin'in 2029 yılında Jüpiter'e de bir araç yollayacağı kaydedilmiştir^[24].

3.5. Hindistan

Uzay yarışına 21'nci yüzyılda katılan dünyanın en kalabalık ikinci nüfusuna sahip ülkesi Hindistan, sınırlı sayıda ancak başarılı uzay misyonu ile dikkat çekmektedir. Kuruluşu 1969 yılına giden Hindistan uzay ajansı ISRO, 1990'larda uydu fırlatma kabiliyeti kazanmış, Ekim 2008'de Chandrayaan-1 aracını Ay'a indirebilmiş, 2014'te Mangalyaan-1 aracını Mars yörüngesine ilk seferinde yerleştirmeyi başararak dikkatleri çekmiştir. 2020 yılında kendi teknolojiyle ürettiği uzay aracıyla ilk insanlı uçuşunu gerçekleştireceğini açıklayan Hindistan, uzaya bağımsız olarak insan gönderebilen dördüncü ülke olmaya hazırlanmaktadır. Hindistan, Mars misyonunu da sürdürmekte kararlıdır. Bu amaçla 2022 veya 2023'te Mangalyaan-2 gözlem uydusunun Mars yörüngesine gönderileceği açıklanmıştır^[25].

3.6. Birleşik Arap Emirlikleri

9.4 milyon nüfuslu Körfez ülkesi Birleşik Arap Emirlikleri (BAE) kuruluşunun 50'nci yılında uzayda aracı olan ilk Arap ülkesi olmak amacıyla harekete geçmiştir. 2014'te kurulan BAE Uzay Ajansı, Hope adı verilen Mars yörünge aracının Temmuz 2020'de fırlatılacağını, bu aracın BAE'nin 50'nci kuruluş yıldönümü olan 2021 yılının ilk aylarında Mars'a ulaşacağını duyurmuştur^[26]. Söz konusu araç Mars atmosferinde araştırmalar yapacaktır. Ancak BAE, 1500 kilogramlık bu aracın nereden ve hangi füze kullanılarak uzaya gönderileceğini henüz açıklamamıştır^[27]. BAE ayrıca 11 Arap ülkesinin ortak bir uzay ajansı kurması yönündeki anlaşmanın Mart 2019'da imzalanmasına da öncülük etmiştir^[28].

3.7. Özel Uzay Şirketlerinin Mars Planları

3.7.1. Space X

2002'de kurulan ABD merkezli Space X, bugün en aktif uzay kuruluşlarından biridir. 2009'da bir sıvı yakıt roketini (Falcon 1) Dünya yörüngesine taşımayı başaran SpaceX, 2012'de Uluslararası Uzay İstasyonu'na kargo taşımayı başaran ilk özel şirket unvanını da almıştır. Uzay uçuşlarının maliyetinin azaltılması için yeniden kullanılabilir roketler üzerinde çalışmalarını yoğunlaştıran Space X, 2015'te fırlatma roketlerini yere güvenli şekilde indirmeyi başarmış, 2017'de ise Falcon 9 roketini iki kez uzay misyonunda kullanabilmiştir^[29].

Şirketin kurucusu Elon Musk, 2016'da Meksika'daki bir uzay kongresinde şirketinin Mars misyonunu açıklamıştır. Buna göre SpaceX'in geliştireceği ağır yük fırlatma roketleri, 2024'ten itibaren her 26 ayda bir Mars'a en az 100 insan ve tonlarca kargo taşıyacak, kızıl gezegende oluşturulacak koloni 40 yıl içinde kendi kendine yeterli hale getirilecektir^[30]. Şirketin bu amaçla geliştirdiği ve BFL (Big Falcon Rocket) adını verdiği roket ilk denemesini 2018'de başarıyla tamamlamıştır. Üç fırlatma motorlu roketin her üç roketi de yere güvenle inmiştir. Roket Nisan 2019'daki ikinci denemesinde de ağır bir uyduyu uzaya taşımayı başarmıştır^[31].

3.7.2. Boeing

ABD merkezli hava ve uzay araçları üreticisi Boeing, NASA ile yaptığı anlaşma uyarınca ağır kargo fırlatma roketiyle uzay mekiklerinin yerini alabilecek çok kullanımlık bir uzay aracının inşası üzerinde çalışmaktadır^[32]. Şirket, ağır kargo fırlatma roketinin öncelikle Ay misyonlarında, ardından Mars misyonlarında kullanacağını belirtmektedir^[33].

3.7.3. Lockheed Martin

ABD merkezli savunma sanayii şirketi Lockheed Martin de uzay araçları üretimi gerçekleştirmektedir. GPS uydularını geliştiren ve bu uyduların üçüncü neslini hayata geçiren Lockheed Martin, Mars misyonu için MAVEN adı verilen yörünge uydusunu geliştirmiştir. Söz konusu uydu halen aktiftir^[34]. Ay'a yeniden insanlı bir misyon gerçekleştirmek için Gateway adı verilen bir indirme aracı üzerinde çalışan Lockheed Martin^[35], Mars yörüngesinde de bir üs kurma hazırlığı içindedir. Şirketin ayrıca bu üs ile Mars yüzeyi arasında mekik seferleri düzenleyecek, yeniden kullanılabilir, su gücünden yararlanan bir indirme aracı üzerinde çalıştığı da belirtilmektedir^[36].

3.7.4. MarsOne

Hollandalı girişimci Bas Lansdrop, 2012'de kamuoyuna duyurduğu MarsOne projesiyle, Mars üzerinde 2025 yılında ilk koloniyi kurmayı amaçladığını bildirmiştir. Girişim uluslararası medyada büyük ilgi uyandırmış, ilk kolonide yer almak için gönüllü olunması yönündeki çağrıya tüm dünyadan 200 binin üzerinde kişi başvurmuş ve yapılan eleminin ardından ilk 100 kişi belirlenmiştir^[37]. Şirketin Mars yolculuğu için SpaceX ile anlaşığı da öne sürülmüş ancak şirket Şubat 2019'da iflas etmiştir^[38].

4. MARS MİSYONLARININ HEDEFLERİ VE BUNLARA YÖNELİK ELEŞTİRİLER

Mars misyonlarının ana motivasyonu ulusal saygınlık ve diplomatik gurur vesilesi elde etmektir. Mars'ta bayrağını ilk dalgalandıracak ülke veya şirket, bilim, teknoloji ve ekonomi alanlarında liderliğini ispat etmiş olacaktır.

İkinci bir neden ise uzay araştırmalarının bilim ve teknolojik ilerlemelerden, dolaylı olarak yarattığı refahtan yararlanmaktır. Türkiye Uzay Ajansı Aralık 2018'de kurulurken, bu kurumun görevleri arasında "Rekabetçi bir uzay ve havacılık sanayiinin geliştirilmesi" ve "Toplumun refahı ve milli menfaatler doğrultusunda uzay ve havacılık teknolojilerinin kullanımının yaygınlaştırılması" da sayılmıştır^[39]. 2016'da yayınlanan Çin'in uzay faaliyetleri hakkındaki bir çalışmada da, uzay çalışmalarının pek çok bilimsel ve teknolojik alan üzerinde etkili olduğu belirtilmektedir. Kitapta uzay çalışmalarının insani gelişimde önemli katkısı olduğu belirtildikten sonra, "Amacımız (...) ekonominin taleplerini karşılamak; bilimsel ve teknolojik ilerlemeyi, ulusal güvenliği ve sosyal ilerlemeyi sağlamak; Çin halkının bilimsel ve kültürel seviyesini yükseltmek; Çin'in ulusal hak ve çıkarlarını korumak ve gücünü pekiştirmektir" denmektedir^[40].

Dolaylı katkıları bir yana, doğrudan uzay ekonomisi sürekli büyüme kaydetmektedir. Morgan Stanley'e göre 2018 sonu itibarıyla uzay ekonomisinin büyüklüğü 350 milyar dolara ulaşmıştır ve bu rakamın 2040 yılında 1,1 trilyon dolara ulaşması beklenmektedir^[41]. Bank of America Merrill Lynch'in 2040 yılı için öngördüğü uzay ekonomisi büyüklüğü 2,7 trilyon dolardır^[42].

Uzay çalışmalarının insani gelişime katkısı konusunda soru işareti bulunmamaktadır. Ancak Mars'a insanlı ve insansız seferlerin yoğunlaşmasının ardından, bu gezegende insani koloniler oluşturulabileceği yönündeki açıklamalar tartışma yaratmıştır. Mars kolonisi oluşturulmasını savunanlar ve bu hedefi ekonomik, yasal ve etik olarak eleştiren çok sayıda görüş ortaya atılmıştır.

4.1. Mars'a İnsan Göndermek Mümkün mü?

Tartışmaların başında Mars'a insanlı seferlerin maliyetinin ve risklerin yüksekliği gelmektedir. Mars'a insanlı yolculukların bir an önce başlatılması gerektiğini savunanlar, bu yolculuğun maliyetinin sanıldığı kadar yüksek olmadığını ve mevcut teknolojilerle insanlı yolculukların yapılabileceğini savunmaktadır. NASA'nın tahminine göre bu yolculuğun maliyeti 50 milyar dolardır. Mars yolculuğunun baş savunucularından olan Mars Derneği Başkanı Dr. Robert Zubrin bu maliyetin 30-40 milyar dolar civarında gerçekleşebileceğine inanmaktadır^[43]. Zubrin, Mars misyonunun özel şirket veya kuruluşlarca üstlenilmesi halinde maliyetin 5 milyar dolara kadar inebileceğini de iddia etmektedir^[44].

İnsanlı Mars yolculuğu da diğer uzun süreli uzay yolculuklarının taşıdığı riskleri barındırmaktadır. Uzay araçları kalkış veya inişte düşebilir. En az 6 ay sürecek

yolculuk sırasında düşük yerçekimi ve kozmik radyasyon yolcular üzerinde ölümcül etkilerde bulunabilir. Dar bir alanda uzun yolculuğun yolcular üzerinde psikolojik rahatsızlara yol açabileceği de belirtilmektedir^[45]. Mars'a ulaşmayı başarabilen yolcuların geri dönmesinin nasıl sağlanacağı da henüz kesin değildir. Mars yüzeyinden fırlatma teknolojisi için öneriler bulunmakla birlikte bu konu netlik kazanmamıştır^[46]. Üstelik Mars'ın Dünya'ya uzaklığı, sorunların ortaya çıkması halinde müdahale edilmesini güçleştirecektir. NASA'nın bildirdiğine göre Mars ile Dünya arasındaki iletişim en az 20 dakika gecikmeli olacaktır. Mars ekibi yiyecek ve ihtiyaç malzemesi alabilmek için aylarca beklemek zorunda kalabilecektir. Bu yüzden NASA, "planlama ve kendi kendine yeterlilik Mars misyonunun kilit noktalarıdır. Astronotlar gecikmeli iletişimi de düşünerek, ortaya çıkacak acil durumlara Dünya'dan yardım almadan yanıt verebilecek kapasitede olmalıdır" görüşünü savunmuştur^[47]. Buna karşılık önceden Mars'a robot araçlar gönderilip, insanları kozmik radyasyondan ve Mars ikliminin kötü etkilerinden koruyacak barınma, su, yiyecek ve enerji üretimi sağlayacak üslerin inşa edilmesi şartıyla mevcut teknolojilerle 2030'da insanlı misyonların başlayabileceği ifade edilmektedir^[48]. Mars yolculuğunun maliyetinin karşılanması için ise, Uluslararası Uzay İstasyonu'nda sağlanan uzlaşmada olduğu gibi, çokuluslu bir girişim önerilmektedir^[49].

4.2. Mars'ta Yaşam Mümkün mü?

Tartışmaların odağındaki bir diğer konu Mars gezegeninin bir insani yerleşim oluşturulmaya elverişli olup olmadığıdır. Dünya dışında insani yerleşime uygun gezegenler keşfedilmiştir. Ancak bu gezegenlerin en yakını 22 ışık yılı ötedir ve mevcut uzay teknolojileriyle bu mesafelere insani ömürde ulaşmak mümkün değildir^[50]. Güneş Sistemi içinde Venüs, Jüpiter ve Satürn gibi gezegenler ile bunların bazı uydularında canlı yaşamı için gerekli bazı özellikler (Yeterli su, solunabilir atmosfer, katı yüzey, adapte olunabilir sıcaklık ve yer çekimi vb.) bulunmakla birlikte sürdürülebilir bir yaşama uygun değildir^[51]. Buna karşılık, Mars seyahatini ve kolonileşmeyi savunanlar, Mars'ın su kaynaklarının, insanları zararlı uzay radyasyonundan koruyabilecek bir atmosferinin, temel mineral ve metal kaynaklarının bulunduğu, güneş enerjisi panellerinin çalışmasına yetecek güçte güneş ışığı aldığına, yerçekimi (Dünya'nın yüzde 38'i kadar bir yerçekimi bulunmaktadır) ve gün süresinin (24 saatten biraz daha uzun) Dünya'dakine yakınlığına dikkat çekerek bu gezegenin kolonileşmeye uygun olduğunu belirtmektedir^[52]. Buna karşılık, Mars'ın ortalama sıcaklığı -87 derece ile 5 derece arasında değişmektedir. Mars'ın manyetik alanı yoktur ve ince atmosferinin yüzde 95'i karbondioksitten oluşmaktadır. Gezegenin mevcut su rezervlerinin büyük bölümü kutuplarında, yüzey altında ve donmuş haldedir. İnce atmosferinden ötürü Mars'a inebilen insanlar Dünya'ya oranla dört kat daha fazla radyasyona maruz kalacaktır. Mars'ta ayrıca Güneş Sistemi'nin en güçlü kum fırtınaları yaşanmaktadır^[53].

Bu olumsuz koşullara rağmen, Mars'ta koloni kurulması fikrini savunanlara göre, bu gezegeni dünyalaştırmak (Terraforming) mümkündür. Bazı bilim insanlarına göre, birtakım kimyasallar ile Mars atmosferinin sıcaklığının artırılması ve sera etkisiyle gezegenin ortalama sıcaklığını artırarak, canlı yaşamı için gerekli atmosfer basıncının sağlanması mümkündür. Bir başka öneri ise basit bitkilerle Mars atmosferindeki karbondioksitin azaltılması ve oksijen miktarının artırılmasıdır^[54]. Aynı amaçla Mars atmosferine karbondioksiti oksijene çeviren mikroplar salınması da önerilmiştir^[55]. Mars kutuplarındaki buzulların çok sayıda nükleer bomba atılarak^[56] veya uzaydan aynalar tutularak eritilmesi^[57] ve gezegenin sıvı suya sahip olması da önerilmiştir. Ancak çok sayıda uzman, ileri sürülen önerilerle Mars'ın dünyalaştırılmasının 100 bin yıl sürebileceğini^[58], Dünya mikroplarının Mars'a taşınmasının gezegene daha büyük ekolojik hasar verebileceği belirtmektedir^[59]. NASA, Temmuz 2018'de yayınladığı bir raporda Mars'ın dünyalaştırılmasının mevcut teknolojilerle mümkün olmadığını bildirmiştir^[60].

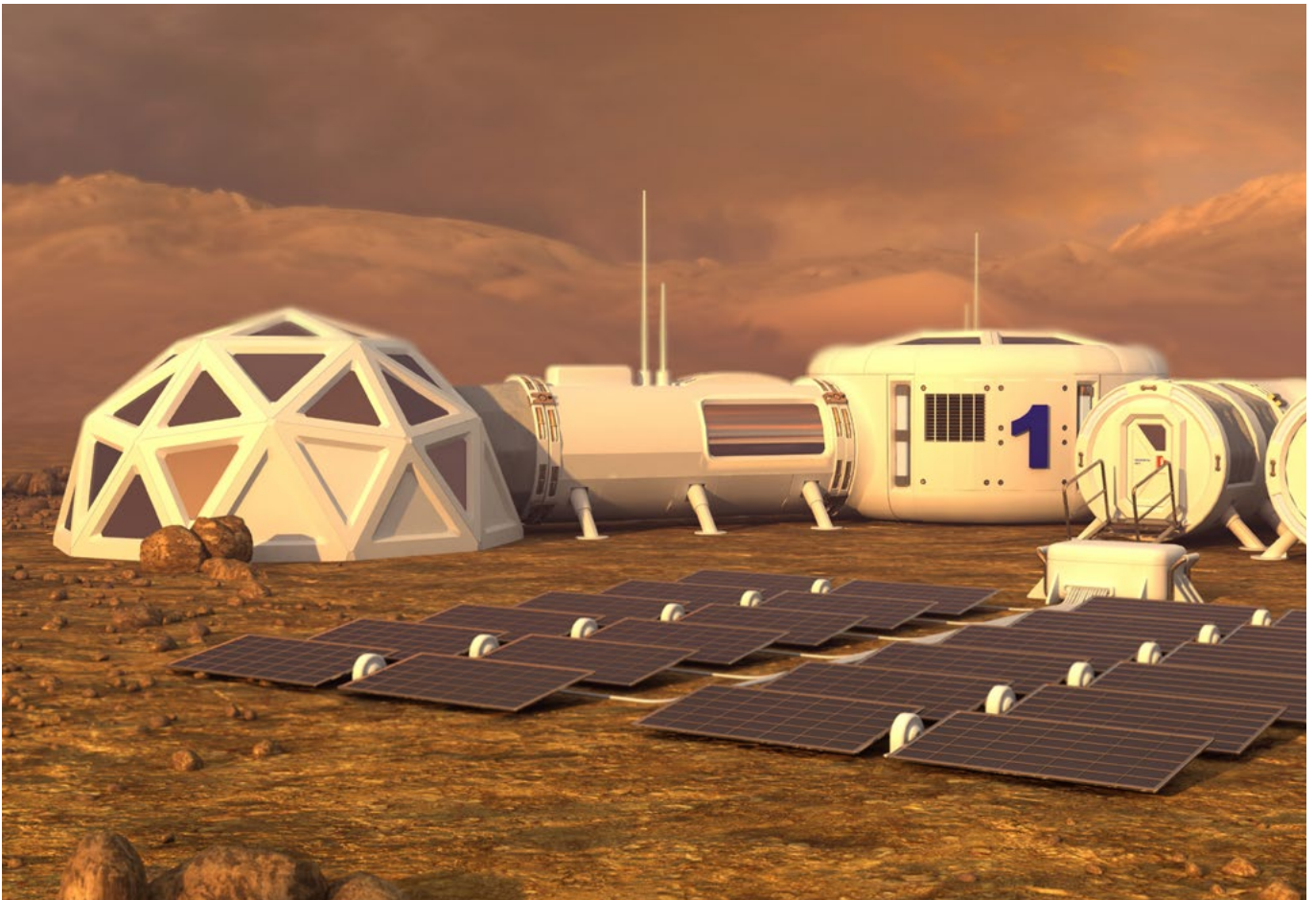
4.3. Mars'ta Koloni Kurmak Gerekli mi?

Mars misyonları üzerindeki tartışmaların etik boyutu da bulunmaktadır. Mars misyonlarını ve bu gezegene koloniler kurulması gerektiğini savunanların önemli bir bölümü, Dünya kaynaklarının hızla tükendiğini, iklim değişikliğinin hızlandığını ve canlı yaşamının tehdit altında bulunduğunu gerekçe göstermektedir^[61]. Buna karşılık

bazı bilim insanları, yeryüzünde canlılar tehdit altındaysa başka bir gezegene taşınmadan önce Dünya üzerinde bu tehlikenin ortadan kaldırılması için çaba sarf edilmesi gerektiğini savunmaktadır^[62].

5. SONUÇ

20'nci yüzyılın son çeyreğinde yavaşlayan uzay çalışmaları 21'inci yüzyılın ilk çeyreğinde büyük hız kazanmış, yeni aktörlerin katılımıyla misyon hedefleri Güneş Sistemi ve derin uzaya kaymıştır. Mars gezegeni, yakınlığı ve insan yaşamına nispeten uygun koşullarıyla ilgi odağı haline gelmiştir. Uzay ajansları ve özel şirketler Mars hakkındaki bilimsel verileri çoğaltma ve ileri bir tarihteki olası insanlı seyahatin fizibilitesini ortaya koymak amacıyla çalışmalar yürütmektedir. Bu girişimler Mars'ın insanlık için alternatif bir gezegen olabileceği, bu gezegende koloniler kurulabileceği yönündeki inançları pekiştirmiştir. Ancak Mars yolculuğu ve olası bir kolonileşme çeşitli açılardan eleştirilerle karşılaşmıştır. Mars'ta kolonileşme tartışmalarının, yeryüzüne büyük bir göktaşı çarpma olasılığının belirmesi gibi ciddi bir tehditle karşılaşılıp yeni bir gezegene taşınmak zorunlu hale gelmedikçe bir konsensüse ulaşması zor görülmektedir. Eleştiriler, uzay çalışmalarına ket vurmamak bir yana itici bir güç olmaktadır. Uzay çalışmaları zorlu meydan okumalarla ilerlemektedir ve sonuçta insani gelişmenin lokomotiflerinden biridir.



KAYNAKÇA

- [1] *Planetary Society*, "Missions to Mars", <http://www.planetary.org/explore/space-topics/space-missions/missions-to-mars.html>. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [2] *Planetary Society*, "Missions to the Moon", <http://www.planetary.org/explore/space-topics/space-missions/missions-to-the-moon.html>. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [3] *United Nations Office for Outer Space Affairs*, "Worldwide Space Agencies", <http://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/space-agencies.html>. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [4] Bochinger, Steve; (2016), "Space Exploration In The Space Economy", *United Nations Office for Outer Space Affairs*, (15 Şubat 2016), <http://www.unoosa.org/documents/pdf/copuos/stsc/2016/symp-01E.pdf>. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [5] *European Space Agency*, http://m.esa.int/About_Us/Welcome_to_ESA. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [6] *European Space Agency*, "Mission to Mars", <http://exploration.esa.int/mars/56504-missions-to-mars/>. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [7] Obama, Barack; (2016), "Barack Obama: America will take the giant leap to Mars", *CNN*, (12 Ekim 2016), <https://edition.cnn.com/2016/10/11/opinions/america-will-take-giant-leap-to-mars-barack-obama/index.html>. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [8] NASA, (2017), "New Space Policy Directive Calls for Human Expansion Across Solar System", (12 Aralık 2017), <https://www.nasa.gov/press-release/new-space-policy-directive-calls-for-human-expansion-across-solar-system>. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [9] Weitering, Hanneke; (2019), "NASA's Moon-by-2024 Push Could Help Put Astronauts on Mars by 2033, Chief Says", *Space.com*, (3 Nisan 2019), <https://www.space.com/30838-manned-mars-mission-moon-refueling.html>. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [10] Wall, Mike; (2015), "Lunar Pit Stop? Mars-Bound Astronauts May Refuel Near Moon", *Space.com*, (16 Ekim 2015), <https://www.space.com/30838-manned-mars-mission-moon-refueling.html>. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [11] Tangermann, Victor; (2019), "Expert: SpaceX Just Made Russia's Space Program "Null and Void", *Futurism.com*, (7 Mart 2019), <https://futurism.com/spacex-rosocosmos-space-program-null-void>. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [12] *Sputnik*, (2018), "Putin: Mars'a yönelik uzay görevlerine 2019'da başlayacağız", (15 Mart 2018), <https://tr.sputniknews.com/bilim/201803151032648854-putin-mars-uzay-gorevi/>. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [13] Zak, Anatoly; (2018), "Russia Is Now Working on a Super Heavy Rocket of Its Own", *Popular Mechanics*, (8 Şubat 2018), <https://www.popularmechanics.com/space/rockets/a16761777/russia-super-heavy-rocket/>. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [14] Redd, Nola Taylor; (2017), "12 Years Later, Scientists Remember Epic Landing on Saturn Moon Titan", *Space.com*, (13 Ocak 2017), <https://www.space.com/35315-saturn-moon-titan-landing-anniversary-huygens.html>. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [15] *European Space Agency*, "Gaia", <http://sci.esa.int/gaia/>. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [16] *European Space Agency*, (2014), "CometWatch 20 November", 24 Kasım 2014, <http://blogs.esa.int/rosetta/2014/11/24/cometwatch-20-november/>. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [17] Wall, Mike; (2017), "European Mars Lander Crashed Due to Data Glitch, ESA Concludes", *Space.com*, (27 Mayıs 2017), <https://www.space.com/37015-schiaparelli-mars-lander-crash-investigation-complete.html>. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [18] *European Space Agency*, (2016), "Exomars Mission (2020)", (2 Mayıs 2016), <http://exploration.esa.int/mars/48088-mission-overview/>. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [19] *Space Daily*, (2018), "Backgrounder: China's six manned space missions", (23 Ocak 2018), http://www.spacedaily.com/reports/Backgrounder_Chinas_six_manned_space_missions_999.html. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [20] *China Power*, "What's driving China's race to build a space station?" <https://chinapower.csis.org/chinese-space-station/>. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [21] Howell, Elizabeth; (2019), "China On the Moon! A History of Chinese Lunar Missions in Pictures", *Space.com*, (14 Ocak 2019), <https://www.space.com/42954-china-moon-missions-history.html>. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [22] Jones, Andrew; (2018), "China developing new launch vehicle for human spaceflight, future moon missions", *Space.com*, (13 Kasım 2018), <https://spacenews.com/china-developing-new-launch-vehicle-for-human-spaceflight-future-moon-missions/>. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [23] *South China Morning Post*, (2018), "China's space ambitions reiterated with launch of its first rocket developed by private firm", (17 Mayıs 2018), <https://www.scmp.com/news/china/society/article/2146563/chinas-space-ambitions-reiterated-launch-its-first-rocket>. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [24] *Asia Times*, (2019), "China charting a course to Mars and Jupiter", (17 Nisan 2019), <https://www.asiatimes.com/2019/04/article/china-charting-a-course-to-mars-and-jupiter/>. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [25] Williams, Matthew S.; (2019), "Space Programs Around The World", *Interesting Engineering*, (11 Mart 2019), <https://interestingengineering.com/space-programs-around-the-world>. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [26] *UAE Space Agency*, <http://emiratesmarsmission.ae/mars-probe>. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [27] The National, "UAE space programme: all you need to know", <https://www.thenational.ae/business/uae-space-programme-all-you-need-to-know-1.105205>. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [28] Messier, Doug; (2019), "UAE, 10 Other Arab Nations Form New Space Coordination Group", *Parabolic Arc*, (20 Mart 2019), <http://www.parabolicarc.com/2019/03/20/uae-10-arab-nations-form-space-coordination-group/>. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [29] Williams, Hannah; (2018), "SpaceX: The greatest achievements in history", *Tech World*, (27 Mart 2018), <https://www.techworld.com/picture-gallery/business/spacex-greatest-achievements-3674228/>. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [30] Chang, Kenneth; (2016), "Elon Musk's Plan: Get Humans to Mars, and Beyond", *New York Times*, (27 Eylül 2016), <https://www.nytimes.com/2016/09/28/science/elon-musk-spacex-mars-exploration.html>. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [31] Chang, Kenneth; (2019), "Falcon Heavy, SpaceX's Giant Rocket, Launches Into Orbit, and Sticks Its Landings", *New York Times*, (11 Nisan 2019), <https://www.nytimes.com/2019/04/11/science/falcon-heavy-launch-spacex.html>. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [32] Smith-Strickland, Kiona; (2016), "What's the X-37 Doing Up There?", *AirSpace Smithsonian*, (Şubat 2016), <https://www.airspacemag.com/space/spaceplane-x-37-180957777/>. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [33] *Boeing*, "Space Launch System", <https://www.boeing.com/space/space-launch-system/>. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [34] *Lockheed Martin*, "Mars Atmosphere and Volatile Evolution (MAVEN)", <https://www.lockheedmartin.com/en-us/products/maven.html>. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [35] *Lockheed Martin*, "Space", <https://www.lockheedmartin.com/en-us/capabilities/space.html>. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [36] *Physc*, (2017), "Lockheed Martin unveils reusable water-powered Mars lander", (29 Eylül 2017), <https://phys.org/news/2017-09-lockheed-martin-unveils-reusable-water-powered.html>. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [37] *Mars One Community Platform*, (2018), "Future Martians: Who are the Mars100?", (24 Ağustos 2018), <https://community.mars-one.com/blog/future-martians-who-are-the-mars100>. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [38] O'Callaghan, Jonathan; (2019), "Goodbye Mars One, The Fake Mission To Mars That Fooled The World", *Forbes*, (11 Şubat 2019),

- <https://www.forbes.com/sites/jonathanocallaghan/2019/02/11/goodbye-mars-one-the-fake-mission-to-mars-that-fooled-the-world/#309d84892af5>. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [39] *Anadolu Ajansı*, (2018), “20 yıllık rüya gerçek oldu, Türkiye Uzay Ajansı kuruldu”, (13 Aralık 2018), <https://www.aa.com.tr/tr/gun-un-basliklari/20-yillik-ruya-gercek-oldu-turkiye-uzay-ajansi-kuruldu/1337121>. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [40] *The State Council The People's Republic Of China*, (2016), “Full text of white paper on China's space activities in 2016”, (28 Aralık 2016), http://english.gov.cn/archive/white_paper/2016/12/28/content_281475527159496.htm. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [41] *Morgan Stanley*, (2018), “Space: Investing in the Final Frontier”, (7 Kasım 2018), <https://www.morganstanley.com/ideas/investing-in-space>. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [42] Sheetz, Michael; (2017), “The space industry will be worth nearly \$3 trillion in 30 years, Bank of America predicts”, CNBC, (31 Ekim 2017), <https://www.cnbc.com/2017/10/31/the-space-industry-will-be-worth-nearly-3-trillion-in-30-years-bank-of-america-predicts.html>. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [43] Zubrin, Robert; (2010), “Human Mars Exploration: The Time Is Now”, *Journal of Cosmology*, (Ekim-Kasım 2010), <http://journalofcosmology.com/Mars111.html>. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [44] Marlow, Jeffrey; (2012), “Is a Privately Funded Manned Mission to Mars Possible?”, *Wired*, (21 Ağustos 2012), <https://www.wired.com/2012/08/is-a-privately-funded-manned-mission-to-mars-possible/>. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [45] Brabaw, Kasandra; (2019), “From Radiation to Isolation: 5 Big Risks for Mars Astronauts (Videos)”, *Space.com*, (7 Ocak 2019), <https://www.space.com/42918-big-space-risks-mars-astronauts-videos.html>. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [46] Strauss, Mark; (2015), “How Will We Get Off Mars?”, *National Geographic*, (2 Ekim 2015), <https://news.nationalgeographic.com/2015/10/151002-mars-mission-nasa-return-space/>. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [47] NASA, (2018), “5 Hazards of Human Spaceflight”, (10 Eylül 2018), <https://www.nasa.gov/feature/5-hazards-of-human-spaceflight>. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [48] Brouet, Anne-Muriel; (2018), “Scientists sketch out the foundations of a colony on Mars”, *Phys.org*, (10 Eylül 2018), <https://phys.org/news/2018-09-scientists-foundations-colony-mars.html>. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [49] Kramer, Miriam; (2014), “Manned Mission to Mars By 2030s Is Really Possible, Experts Say”, *Space.com*, (14 Ocak 2014), <https://www.space.com/24268-manned-mars-mission-nasa-feasibility.html>. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [50] Howell, Elizabeth; (2015), “The 6 Most Earth-like Alien Planets”, *Space.com*, (6 Ağustos 2015), <https://www.space.com/30172-six-most-earth-like-alien-planets.html>. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [51] Malik, Tariq; (2015), “Living on Other Planets: What Would It Be Like?”, *Space.com*, (9 Mayıs 2015), <https://www.space.com/28355-living-on-other-planets.html>. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [52] *Mars-one.com*, “Why Mars, and not another planet?”, <https://www.mars-one.com/faq/mission-to-mars/why-mars-and-not-a-other-planet>. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [53] The Planets, “Mars Facts”, <https://theplanets.org/mars/>. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [54] Broad, William J.; (1991), “Can Mars Be Made Hospitable to Humans?”, *New York Times*, (1 Ekim 1991), <https://www.nytimes.com/1991/10/01/science/can-mars-be-made-hospitable-to-humans.html>. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [55] Ward, Peter; (2018), “The Earthly Benefits of a Mission to Mars”, *Culture Trip*, (4 Mayıs 2018), <https://theculturetrip.com/north-america/usa/articles/the-earthly-benefits-of-a-mission-to-mars/>. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [56] Grush, Loren; (2015), “Elon Musk elaborates on his proposal to nuke Mars”, *The Verge*, (2 Ekim 2015) <https://www.theverge.com/2015/10/2/9441029/elon-musk-mars-nuclear-bomb-colbert-interview-explained>. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [57] Shiga, David; (2006), “Space mirrors could create Earth-like haven on Mars”, *NewScientist*, (14 Kasım 2006), <https://www.newscientist.com/article/dn10573-space-mirrors-could-create-earth-like-haven-on-mars/>. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [58] Willet, Nicole; “Terraforming Mars”, *marspedia.org*, https://marspedia.org/Terraforming_Mars. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [59] Wall, Mike; (2013), “Mars Life Search Hindered by Planetary Protection Concerns, Scientists Say”, *Space.com*, (27 Haziran 2013), <https://www.space.com/21745-mars-life-search-planetary-protection.html>. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [60] NASA, (2018), “Mars Terraforming Not Possible Using Present-Day Technology”, 30 Temmuz 2018, <https://www.nasa.gov/press-release/goddard/2018/mars-terraforming>. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [61] Piper, Kelsey; (2018), “The case against colonizing space to save humanity”, *Vox*, (22 Ekim 2018), <https://www.vox.com/future-perfect/2018/10/22/17991736/jeff-bezos-elon-musk-colonizing-mars-moon-space-blue-origin-spacex>. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)
- [62] *Guardian*, (2018), “The case against Mars colonisation”, (28 Ağustos 2018), <https://www.theguardian.com/science/blog/2018/aug/28/the-case-against-mars-colonisation>. (Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2019)



thinktech
STM Teknolojik Düşünce Merkezi
<http://thinktech.stm.com.tr>

