

Uzay teknolojilerinin son durumu ve Uzay Vatan kavramı



Prof. Dr. Uğur GÜVEN • Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Yüksek Mühendisi - Nükleer Enerji Yüksek Mühendisi
BM Asya-Pasifik Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Eğitim Merkezi Kurul Üyesi¹

Uzaya erişim anlamında gerek bilimsel, gerek teknolojik, gerek savunma, gerekse uzay kaynakları konusunda çok ciddi bir yarış vardır ve şimdiden ülkemiz bu yarışa geç başladığı için önünde kat etmesi gereken uzun bir yol bulunmaktadır. Sadece uydu fırlatma açısından değil, özellikle uzaydaki kaynaklara erişim hakkımızın var edilebilmesi adına şimdiden bu tür projeler açıklanmalı, Türkiye'nin ileriki 30 yıllık kalkınma programlarına dâhil edilmeli ve Devlet, Türk Uzay Ajansı ve Özel Sektör üçgeninde hem parasal, hem yasal, hem teknolojik olarak gerekli çalışmalar hızla yapılmalı ve uygulamaya konulmalıdır.



Figür 1: Dünya – Ay sistemi (Kaynak: <https://images.nasa.gov/details-PIA00342>)

Dünyada ilk uygarlığın sembolü olan Göbeklitepe'nin var oluşundan beri insanlar gökyüzünde parlayan aya ve yıldızlara bakmakta ve onları merak etmektedirler. Fransızların "*Le rêve des étoiles*" diye adlandırdığı "*The Dream of Stars*" veya "*Yıldızları Hayal Etmek*" kavramı bir nevi uygarlığın dinamosu olmuş ve tüm toplumların yüzyıllar boyu bilimsel gelişiminde önemli bir rol oynamıştır. Matematiğin temel kavramlarından atomun keşfine kadar bu kavram her zaman arka planda var olmuş ve insanlar gökyüzüne bakıp tamamen anlayamasalar da uzayı merak ederek önemli keşifler yapmışlardır. Özellikle Sumerler, Aztekler, Mayalar ve eski Yunanlar bu konuda çok önemli bilimsel keşifler yapmışlardır ve halen o günlerde bulunan birçok bilimsel kavram bugün bile kullanılmaktadır. Sumerlerin ve Mayaların evreni açıklayan buluşları bugün astrofizikte kullanılan bazı teorilerin temelini oluşturmaktadır. Daha güncel olarak ise 20. yüzyılda Einstein'ın bulunduğu Görecelik Kuramları ise tamamen uzay kavramları üzerine dayanmaktadır ve bugün birçok bilimsel ve teknolojik keşfin temelini oluşturmaktadır. Dolayısıyla Uzay Bilimleri ve Teknolojileri esasında dünya bilim ve teknolojilerinin önemli bir temelini oluşturmakta ve özellikle uzay kavramı bilimin en temelinde, öncü olarak yer almaktadır. Matematikten fiziğe ve kimyaya ve tabii astronomiye kadar tüm bilim dalları "*Le rêve des étoiles*" kavramından etkilenmiş ve gelişmiştir.

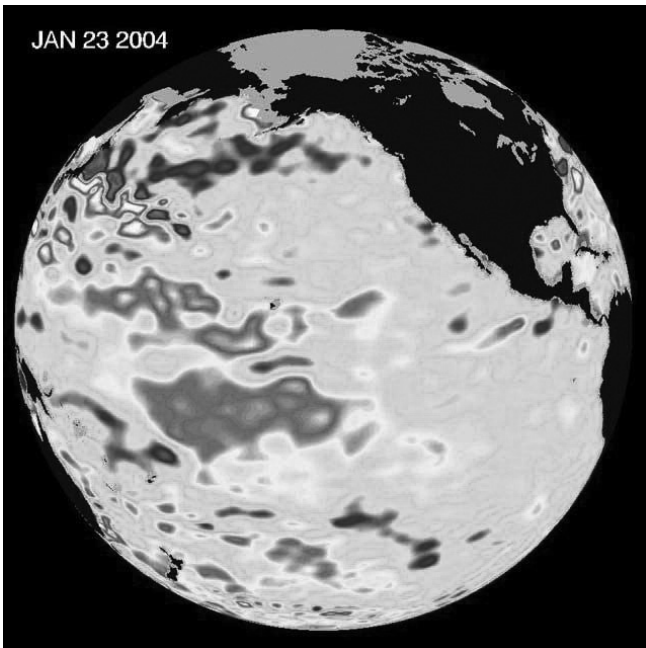
Uzay teknolojilerinin güncel hayatta kullanımı

Tabii bilimsel gelişmelere ek olarak uzay teknolojilerinin günümüzdeki modern teknolojilere yansımaları da düşünmek lazım. Örneğin, bugün mutfaklarımızda kullandığımız mikrodalga, zamanında Apollo Ay'a Gidiş Uzay Misyonu kapsamında, astronotlar Ay'a gidiş esnasında yemeklerini ısıtılırsın diye icat edilmiş ve daha sonra güncel hayata entegre edilmiştir. Bugün herkesin mutfağındaki mikrodalga demirbaş bir alettir ve uzay teknolojilerinin hayatımızı nasıl konforlu bir hale getirdiğine dair güzel bir örnektir. Buna ek olarak hastanelerde önemli hastalıkların teşhisi için kullanılan MR cihazı, uzay teknolojilerinin hayatımızdaki önemine dair ciddi bir örnektir. Bir diğer örnek ise uzay mekiğinin fırlatılış masraflarını azaltmak için icat edilen inceltilmiş monitör teknolojisidir. İnce Plazma ve sonra gelen LED teknoloji ekranlar sayesinde eski usul

1) www.drguven.com

“Sumerlerin ve Mayaların evreni açıklayan buluşları bugün astrofizikte kullanılan bazı teorilerin temelini oluşturmaktadır.”

CRT tipi ağır ve yer kaplayan monitörler daha hafif olan ince ekranlar ile değişmiş ve uzay mekiğini fırlatmak daha uygun hale geldiği gibi uzay mekiğinin ergonomik iç tasarımı da daha kullanışlı hâle gelmiştir. Burada örnekler çoğaltılabilir ve yangın söndürücüleri, yapay zekâ teknolojileri, vücudunuzun şeklini alan yatak teknolojisi, uzayda çekimsiz ortamda (mikrogravite) geliştirilmiş bazı özel ilaçlar, yüksek manipülasyon yetenekli özel robotlar vs. gibi birçok farklı örnek gösterilebilir. Hemen hemen günlük hayatımızda kullanılan ve konfor ile kolaylık sağlayan birçok teknolojiye gerek ev hayatımızda gerekse sanayide aktif olarak faydalanılmaktadır. Tüm bunlara ek olarak şu an Ar-Ge'si yapılmakta olan çok önemli uzay teknolojileri vardır ve bunlar da yakında günlük kullanıma dâhil olacaktır. Ayrıca uzay teknolojilerinin günlük hayatımızda aktif kullanımı da önemini göstermektedir. Öncelikle, dünya çapındaki internet bağlantısının en kritik omurgalarından biri de uzaydaki iletişim uyduları tarafından sağlanmaktadır ve internet ile dünyanın her yerinin iletişime açık ve ulaşılır olmasının en önemli sebeplerinden biri de budur. Ek olarak dünyadaki lojistik taşımacılığının omurgası da GPS uydularıdır ve gerek deniz taşımacılığı gerekse hava taşımacılığında GPS olmazsa olmaz sistemlerdendir. Bugün bile araba kullanırken GPS'ye başvurarak insanlar bilmedikleri adrese ulaşabilmekte hatta kuryeler bile GPS sayesinde en hızlı şekilde teslimatlarınızı gerçekleştirmektedir. Hava durumu, küresel ısınma gibi olgular da uzayda uzaktan algılama ile kontrol edilebilmektedir ve uzaktan algılama uydularıyla tarımsal alanların kontrolü, optimal balıkçılık rotalarının tespiti, maden ve kıymetli doğal kaynakların tespiti ve analizi gibi aktiviteler de başarıyla yerine getirilmektedir. Bunların yanı sıra tsunami, deprem gibi doğal afetler sonrası doğru hizmetin doğru yerlere götürülmesinin koordinasyonunda uzay teknolojileri çok mühim bir rol oynamaktadır. Dolayısıyla uzay teknolojilerinin günümüz yaşamının en ciddi ve önemli öğelerinden biri haline geldiğini söylemek mümkündür.



Figür 2: Okyanusların ısı haritasının uzaktan algılama uydusu ile gözlemi (Kaynak: <https://images.nasa.gov/details-PIA05071>)

Uzay teknolojilerinin dünya ekonomisine katkısı

Tabii burada uzay teknolojilerinin dünya ekonomik gücüne katkısını da vurgulamak, uzayın önemini anlamak açısından önemlidir. Örneğin, bugün uzay çalışmalarının ve uzay teknolojilerinin finans sektörüne önemli bir etkisi vardır. Özellikle Hindistan'ın kırsal bölgelerinde ve Asya'da birçok kırsal bölgede, ATM cihazları tamamen VSAT denilen mini uydu istasyonları ile ana sisteme bağlanmakta, yapılan işlemleri takip edebilmekte ve merkeze aktarabilmektedir. Tüm dünyada finans sisteminin birbirine bağlı olduğu düşünülürse uzay teknolojilerinin katkısı burada daha net anlaşılabilir. Büyük bankalarda kullanılan veri aktarma merkezlerinde de çoğu zaman global aktarımlar uydular üzerinden yapılmakta ve yedeklenmektedir. Ayrıca finans sektörüyle iç içe olan lojistik sektörü de zaten tamamen GPS uydularından alınan verilerle global nakliye işlemlerini yerine getirmektedir.

Uzay teknolojilerinin günümüz yaşamının en ciddi ve önemli öğelerinden biri haline geldiğini söylemek mümkündür.

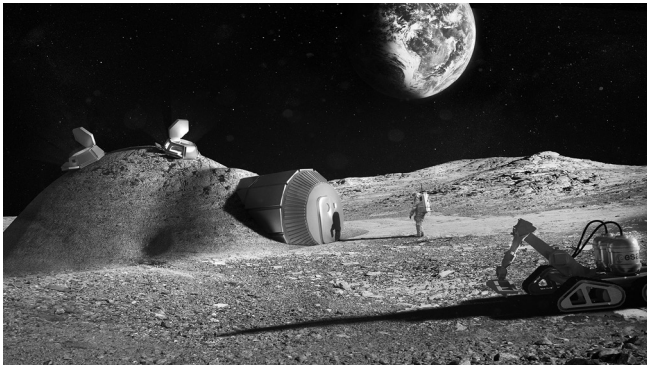
Bir önceki paragrafta bahsedildiği gibi bugün GPS uyduları olmasa, tüm dünyadaki kara, hava ve deniz nakliyelerinin olumsuz etkileneceği aşikârdır. Örneğin özellikle deniz ve hava ulaşımında doğru GPS ile en efektif rotalar belirlenmekte ve minimum yakıt tüketimiyle yolcular ve ürünler hedeflerine en hızlı şekilde ulaşmaktadırlar. Daha önceki yazılarımızda bahsedildiği üzere uzay teknolojilerine ve araştırmalarına harcanan bütçeler oldukça ciddi miktarlara ulaşmıştır ve dünyadaki global hasılanın önemli bir kısmı da bu bütçelerden etkilenmektedir. Hatta uzay sektörüne harcanan para, özel sektörde kritik bir ihracat kalemine dönüşmekte ve kamu sektöründe de ekonomik anlamda bir uyarıcı ve destekleyici etki yaratmaktadır. Birçok ülke, başta Rusya ve Hindistan olmak üzere uzay teknoloji ve hizmetlerinin ihracatından (roketlerle uydu fırlatma ve uzaya kargo göndermek gibi) önemli bir gelir elde etmektedir. Bunun dışında uydu haberleşme de lojistik hizmetlerinin temelini oluşturmaktadır. Uzay ekonomisinin dünya ekonomisine ikinci etki şekli ise direkt uzay teknolojilerinin uzay çalışmalarını gerçekleştirmek için gereken para ve efor toplamından oluşmaktadır. Başta NASA olmak üzere uzay ajansları uzay görevleri için milyarlarca dolar harcamakta ve bu para aynı zamanda kamu sektörüne iş yapan özel sektöre de dağılmaktadır. Sonuçta fırlatılan her uzay aracı özel şirketler tarafından yapılmakta ve hatta artık fırlatmalar bile SpaceX gibi özel firmalara neredeyse devredilmiş durumdadır. Ayrıca uzay turizminin de gelişmesiyle Virgin Galactic, Blue Origin gibi şirketler, potansiyel uzay turistlerinden para toplamakta ve 2022'nin ikinci yarısından itibaren turistleri uzaya göndermeyi

vaat etmektedirler. 2023'ten itibaren ise uzaya tarihi sivil uçuşların başlaması bu 3 büyük uzay şirketi tarafından planlanmaktadır. Bu çerçevede uzay teknolojileri sektörü hem kamu hem özel sektör olarak her geçen gün büyümektedir.

Uzay ekonomisinin hem dolaylı hem direkt katkılarının tümünü düşünürsek küresel olarak yıllık 1 trilyon doların üstüne çıkan bir ekonomi büyüklüğü görmek olasıdır ve bu her gün daha da gelişmekte ve büyümektedir. Birçok ekonomist uzay ekonomisinin önümüzdeki 10 yıl içinde küresel ekonominin en önemli bileşenlerinden biri olacağını öngörmektedir ve bazı ülkeler bu yarışın en önünde olmak için yoğun çaba sarf etmektedirler. Muhakkak ülkemiz de bu yarışın en ön sıralarında olmalıdır.

Uzay kaynakları ve uzay madenciliği

Tabii burada uzay madenciliğinden de muhakkak bahsetmek gerekmektedir. Özellikle dünyada kıtlaşmakta olan hammaddeler nedeniyle yavaş yavaş bir arz krizine doğru gidildiği aşikârdır. Bu anlamda tüm dünyada yeni kaynaklara doğru bir yöneliş vardır. Mevcut hammadde kaynakları ve enerji kaynakları çoğaltılamayacağına göre (yenilebilir kaynak ve enerji formları hariç), yeni hammadde ve enerji kaynakları bulmak elzem olmuştur. Burada uzay teknolojileri ve uzay madenciliği devreye girmektedir. Uzayda birçok kaynağın bulunduğu uzun yıllardan beri bilinmektedir. Gerek asteroidlerde bulunan metal ağırlıklı maddeler, gerekse ayda bulunan Helyum 3 tarzı enerji üretiminde kullanılacak maddelerin varlığı gelecekteki küresel ekonomi için önemli bir rol oynamaktadır. Bu olgu da ABD, Rusya, Çin gibi uzay madenciliğine soyunabilecek ülkelerin iştahını kabartmaktadır. Ayrıca bu uzay madenlerine ve değerli maddelere en hızlı ulaşabilen ülkelerin hem stratejik hem de lojistik anlamda çok ciddi bir avantaja sahip olacağı da ortadadır. Mesela Çin Uzay Ajansı'nın, Ay'ın çok kapsamlı bir doğal kaynak haritasına sahip olması (hatta ayın en kapsamlı jeolojik kaynak haritasına sahip olması) veya küçük bir ülke olan Lüksemburg'un uzay madenciliği için ciddi yatırım yapıyor olması tesadüf değildir.



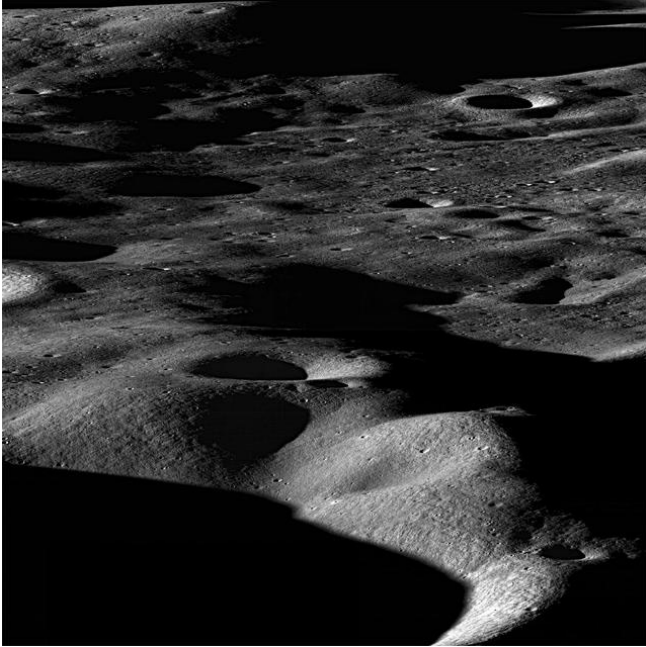
Uzay madenlerine ve değerli maddelere en hızlı ulaşabilen ülkelerin hem stratejik hem de lojistik anlamda çok ciddi bir avantaja sahip olacağı da ortadadır.

Asteroitlerde özellikle farklı silikatların bol miktarda bulunduğu, buna ek olarak demir, nikel, platin, iridyum, paladyum, osmiyum, rutenyum, rodyum bulunduğu; tüm bunlara ek olarak da bazı asteroidlerde bol miktarda altın bulunduğu bilinmektedir. Muhtelif uzay madencilik uzmanları, bir asteroidte bulunan malzemelerin yüz milyonlarca dolar edebileceğini söylemektedir ve eğer tek bir asteroid yüz milyonlarca dolar ediyorsa, o zaman sadece güneş sistemimizde katrilyonlarca dolar değerinde hammadde bulunduğu tahmin edilebilir. Buna dünyanın doğal uydusu olan Ay'da bulunan kaynakları ve özellikle Ay'da bol miktarda bulunan Helyum 3'ün füzyon ile enerji üretimindeki potansiyel önemini eklersek, ortada neredeyse fiyat konulamayacak kadar büyük bir değer var olduğu görülmektedir. Uzay madenciliğinin aynı zamanda uzay ekonomisi olarak ele alındığında, tüm dünya ekonomisindeki üretim değerinden çok daha büyük bir değer elde edilebileceği ve bu getirinin dünya ekonomisine enjekte edilmesi durumunda, dünya çapında global bir kalkınma olacağı ve dünyanın birçok sorununun çözümü için gereken finans kaynağının da ortaya çıkacağı aşikârdır.

Uzay ekonomisinin hem dolaylı hem direkt katkılarının tümünü düşünürsek küresel olarak yıllık 1 trilyon doların üstüne çıkan bir ekonomi büyüklüğü görmek olasıdır ve bu her gün daha da gelişmekte ve büyümektedir.

Tabii burada en önemli konu bu madenlerin dünyaya nasıl getirileceği sorusudur. Bu konuda bilim adamları arasında iki temel görüş mevcuttur. Birinci görüşe göre uzay derinliklerinde üretim fabrikaları kurulmalıdır ve bu hammaddeler orada işlenmelidir, ancak bunun teknolojik olarak mümkün olması henüz çok uzaktır. Daha yaygın olan ikinci görüşe göre bu maddeler dünyanın yörüngesine getirilmeli ve dünya yörüngesinde kurulacak fabrikalarda işlenmeli ve son ürünler dünyaya getirilmelidir. Tabii ki bu asteroidleri dünya yörüngesine getirmenin de ciddi bir ekonomik maliyeti vardır. Caltech'de (California Institute of Technology) hazırlanan bir 2012 fizibilite raporunda 7 metrelik bir asteroidi sadece Ay yörüngesine bile getirmenin maliyeti yaklaşık olarak \$2,6 milyar dolar olarak hesaplanmıştır. Tabii ki bu çok ciddi bir maliyet olarak görülse bile bunun sistematik olarak yapılması işlemlerin maliyetini azaltacak, bazı teknolojik yaklaşımlarla birden fazla asteroidi toplu şekilde getirmek mümkün olabilecek ve bu da milyarlarca dolarlık kaynağın elde edilmesini sağlayacaktır. Bu konuda gerek NASA gerek ESA ve gerek Roscosmos şimdiden birçok benzeri simülasyona başlamış bulunmaktadır. Ek olarak Çin ve Hint Uzay Ajansları da yakın yerlerdeki uzay kaynaklarına ulaşmanın fizibilitelerini yapmaktadır.

Teknolojik anlamda ilk etapta, aydaki var olan kaynakların çıkarılması ve işlenmesi ekonomik olarak daha uygun olacaktır. Sadece 1 kilogram Helyum 3'ün yaklaşık 3 milyon dolar değere sahip olduğu düşünülürse bunun çok kârlı olacağı da bellidir. Tabii ki Ay'da Helyum 3 dışında da birçok kaynak olduğu ve özellikle az bulunan bazı elementlerin Ay'ın karanlık bölgesinde bulunduğu haritalandırma görevleri esnasında anlaşılmıştır. Özellikle NASA ve Çin Uzay Ajansı bu konuda yoğun bir rekabet halindedir. Her iki devletin uzay ajansı da hızlı bir şekilde Ay'a insan göndermek ve daha da önemlisi Ay'da 2030 itibariyle kalıcı bir üs kurmayı uzay programlarına dahil ederek çalışmalarını hızlandırmıştır. Tahminen bunun gerçekleşmesinden en geç 5 yıl sonra, Ay kaynakları çıkarılmaya ve işlenmeye başlayacaktır. Birçok bilim adamı 2040 yılı itibariyle gerek Ay'da gerek asteroidlerde uzay madenciliğinin belirli bir düzeyde bile olsa var olacağını belirtmektedir. Burada önemli olan Türkiye'nin de bu uzay madenciliği yarışında en baştan yer alması gerektiğidir ve bu konuda öncü ülkelerden biri olmalıdır.



Figür 3: Ay kaynakları temsili gözlemi (Kaynak: <https://images-assets.nasa.gov/image/PIA12927/PIA12927~thumb.jpg>)

Tabii uzay çalışmalarının ekonomik tarafı kadar aynı zamanda teknolojik tarafı da önemlidir. Makalenin başında belirtildiği gibi uzay teknolojilerinde meydana gelen buluşlar, yeni teknolojiler ve yeni algoritmalar, rahatlıkla güncel teknolojilere uyarlanabilmektedir. Bu çerçevede özellikle otomasyon ve yapay zekâ teknolojilerinde uzay teknolojileri kullanılarak farklı türevler elde etmek ve önemli ilerlemeler sağlamak mümkündür. Buna ek olarak uzay teknolojilerinde kullanılan enerji üretme yöntemleri ve enerji depolama teknikleri de sanayide muhtelif yerlerde kullanılabilir ve farklı uyarlama teknikleriyle endüstriyel verimliliği artırmakta çok kritik roller oynayabilir. Hele uzay madenciliğinde bahsedilen Helyum 3 madenciliği yapılabilirse gerek Çin'de gerek İngiltere'de başarı ile denenilen füzyon reaktörü benzeri reaktör-

ler çok daha güvenli ve radyoaktif yan etkileri minimuma indirgenmiş bir biçimde dünyada yaygın hale gelebilir. Helyum 3 füzyon reaktörleri hem klasik füzyon reaktörlerinde yaşanan sorunların (nükleer atık, nükleer radyasyon ve güvenlik sorunları, stabilite ve "meltdown") aşılmasını sağlayacak hem de karbon salımı sıfır olacağından dolayı küresel ısınmanın azaltılmasına ciddi katkılarda bulunacaktır. Ayrıca klasik elektrik üretim tesislerine göre yüzlerce hatta binlerce kez daha fazla kapasiteye sahip olan bu reaktörler sayesinde ilk yatırım finansmanı ödendikten sonra neredeyse sıfır maliyetle bol miktarda elektrik üretmek mümkün olacak ve bu üretim artık doğal kaynakları da tüketmeyecek ve karbon da doğaya salınmadığı için daha doğa dostu enerji üretmek mümkün olacaktır.

Savunma sanayi açısından uzay teknolojilerini ele alacak olursak, son zamanlardaki haberlerde birçok ülkenin uzay savunma kuvvetleri kurduğunu duymaktayız.

Bu kadar bol ve zamanla çok ucuza mal olacak bir enerji dünya üretim maliyetlerinin de çok ciddi olarak düşmesine sebep olacaktır. Tabii buna uzay teknolojilerin robot, otomasyon, kontrol gibi konularda da etkilerini eklersek çok ciddi bir kazanım elde etmek ve dünya üretim teknolojilerini kökten dönüştürmek mümkün olacaktır. Özellikle Çin'de ve Asya'da kullanılan robotik üretim teknolojileri ve yapay zekâ kullanımını dünya üretiminde ve teknolojik kapasite artırımında hali hazırda önemli bir rol oynamaktadır.

Uzay teknolojileri ve savunma sanayi

Savunma sanayi açısından uzay teknolojilerini ele alacak olursak, son zamanlardaki haberlerde birçok ülkenin uzay savunma kuvvetleri kurduğunu duymaktayız. Askeri strateji uzmanları her geçen yıl normal konvansiyonel saldırı ve savunma sistemlerinin âtıl hale geldiğini ve özellikle büyük kuvvetler arasındaki savaşların yüksek teknolojiler ve uzay teknolojileri kullanılarak yapılacağını öngörmektedir. Zaten şimdi bile nükleer saldırı gücüne sahip ülkelerin en büyük kozu balistik füzelerdir ve balistik füzeler atmosfere çıkıp hipersonik hızlarla tekrar yeniden atmosfere giriş yapabilmektedirler dünyada her yere hızla ulaşabilmekte ve hedeflerini yüksek enerjiyle tamamen imha edebilmektedirler. Bunun için balistik füzelerin nükleer olmasına da gerek yoktur çünkü balistik füzelerin kinetik enerjiden kaynaklı çarpışma gücü bile çok ciddi tahripkâr bir enerjiyi açığa çıkarabilmektedir. Burada S-400 ve Patriot gibi füze savunma sistemleri de özellikle balistik füzeleri durdurmak için önemli rol oynamaktadır. Buna ek olarak uzaydan uzaktan algılama uydularıyla elde ettikleri gözetleme imkanları da askeri anlamda çok önemlidir.



Figür 4: DART Gezegenel Savunma Uzay Aracı (Kaynak: <https://images.nasa.gov/details-NHQ202111230022>)

Askeri misyonların en önemli kavramlarından biri de bilgiye sahip olmaktır. Uzaydan karşı güçlerin kara, hava ve deniz kuvvetlerinin durumu ve hareketleri rahat bir şekilde gözlenebilmekte, bu da gerek savunmada gerek saldırıda ciddi avantajlar sağlamaktadır. Hatta gelişmiş uydularla, düşman saldırıda bulunmadan bunu tespit etmek ve pozisyon almak, ayrıca ön saldırı ile ekstra avantaj sağlamak mümkündür. GPS uydularıyla yüksek hassasiyetle askeri birliklerin konumları işaretlenebilmekte ve askeri manevralarda aynı yüksek hassasiyetle bu manevraları yapabilmek mümkün olmaktadır. Hele günümüzün yüksek teknolojilerinde doğru koordinatlar ve manevra yapma yeteneği askeri stratejide önemli bir rol oynamaktadır. Bu yüzden ABD, Rusya, Çin ve Hindistan askeri güçleri uzayda uyduları "kinetic-kill" silahlarıyla vurmanın denemelerini yapmaktadır. Askeri anlamda dünyada bir savaş başladığında aynı zamanda uzaydaki askeri uyduları vurup manevra üstünlüğü sağlayacak doktrinler de mevcuttur. Bu çerçevede uzay teknolojilerinin savunma amaçlı olarak askeri kullanımları konusunda da farklı ülkeler bu kapasiteye sahip olmak için yüksek bütçeli Ar-Ge yapmaktadırlar.

Uzay çalışmalarında dört büyüklerin durumu

Dünyadaki uzay teknolojilerinin genel kapasite durumuna baktığımızda dört büyük ülke öne çıkmaktadır: ABD, Rusya, Çin ve Hindistan. Dördünün de güneş sisteminde farklı noktalara ve gezegenlere uzay sondası fırlatma imkânı vardır. Özellikle Çin bu konuda son yıllarda ciddi ilerlemeler kaydetmiştir. 2019'da fırlattığı Chang'e 4 Ay Sondası ile ilk kez Ay'ın karanlık tarafına iniş yapılabilmiş ve ilk kez Ay'ın karanlık tarafından veri toplanabilmiştir. Özellikle Ay'ın karanlık tarafının çok soğuk olması ve manevra kabiliyetlerinin daha kısıtlı olması açısından bunun önemli bir görev olduğu hemen anlaşılmaktadır. Buna ek olarak 2020'de fırlattığı Chang'e 5 Ay Sondası, 1970'li yılların başından sonra ilk kez Ay'dan taş ve jeolojik örnekler alabilmeyi başardı ve bunları Dünya'ya döndürdü. Bu da uzun yıllar sonra insanlığa tekrar Ay örnekleriyle deney yapabilmeye ve çalışma imkânı sundu. İleride planlanan Chang'e 6 ve diğer misyonlarla Çin Uzay

Ajansı 2030'dan itibaren Ay'ın güney kutbunda bir Ay İstasyonu kurmak konusunda ciddi bir ön hazırlık yapmaktadır. Ayrıca Mars'a gönderilen Tianwen-1 Uzay Sondası Mars'ın jeoloji haritasını çıkarmak, gezegende buz oluşumlarını inceleyip su araştırmak ve Mars atmosferinin iyonosferini ve hava değişim döngülerini araştırmak üzere hazırlanmıştır ve 2021'den beri bu görevleri sürdürmektedir. Ayrıca Çin'in 2026'dan itibaren tam kullanıma girecek uzay istasyonu ile ilgili 2021'den beri yaptığı çalışmalar büyük ihtimalle ISS 2026 civarında devre dışı bırakıldığında (ek bütçe sağlanamazsa) dünya yörüngesinde büyük çaplı tek uzay istasyonu olacaktır. Ayrıca Çin Uzay Ajansı'nın güneşi yansıtarak dünyaya enerji gönderme projesi de oldukça iddialıdır ve birçok fırsatı beraberinde getirmektedir. Mikrodalga teknolojisiyle güneşin enerjisini dünyaya göndererek bir enerji ağı kurma projesi de Çin için çok iddialı bir uzay projesi olup eğer başarılabilirse yıllardır Amerikalı ve Avrupalı bilim adamlarının çalıştığı bu alanda çok önemli bir kazanım olacaktır. Özellikle bu çalışma Çin'in ileri füzyon teknolojisi deneyleriyle kombine edilirse Çin devleti ve toplumu klasik enerji üretim teknolojilerine ve doğal kaynaklara ihtiyaç duymadan kendi ihtiyacının çok üstünde enerji üretebilir hale gelecektir. Dolayısıyla bu durum Çin'in diğer uzay projeleriyle birlikte değerlendirildiğinde NASA için en büyük rakibin Rusya veya Avrupa Uzay Ajansları olmadığını, tam tersine Çin Uzay Ajansı olduğunu göstermektedir. Şu anki öngörülere bakarak Çin Uzay Ajansı'nın 2030'da dünya yörüngesinde tam donanımlı bir uzay istasyonuna sahip olabileceği, Ay'da outpost tarzı bir yapıya sahip olacağı ve hatta Ay'da uzay madenciliği konusunda ciddi çalışmalara başlayabileceği öngörülmektedir. Bu da ülkemiz için sözünü ettiğimiz konuda yapılabilecek ciddi iş birliği fırsatlarını gündeme getirmektedir.



Figür 5: Chang'e 5 Çin Uzay Ajansı Ay Sondası (Kaynak: https://en.wikipedia.org/wiki/Chang%27e_5#/media/File:Chang-e-5-assembly-CG-1-Cropped.jpg)

Tabii Asya'da Çin Uzay Ajansı dışında Hint Uzay Ajansı'nın (ISRO) 2009'da fırlattığı Chandrayaan Ay Sondası ise ilk kez Ay'da su keşfetmiş ve bu, gelecek Ay çalışmaları için tüm dünyaya ışık tutmuştur. Ayrıca 2013'te ISRO'nun fırlattığı Mangalyaan Mars Sondası ilk kez bir Asyalı ülkenin Mars'a fırlattığı bir sondadır ve ayrıca tüm dünyada ilk fırlatmada başarılı olmuş ilk Mars misyonudur (Gerek ABD gerek Sovyet-

ler ilk Mars misyonlarında başarısız olmuştur). Hatta Mangalyaan görevinin 60 milyon dolarlık toplam bütçesi ise Sandra Bullock'un oynadığı Gravity filminin 75 milyon dolarlık bütçesinden bile daha aşağıdadır ve dolayısıyla bir Hollywood filminden daha düşük bir bütçeyle de Mars'a gidilebileceğini ispatlamıştır. ISRO'nun gerek yeni Ay Chandrayaan 3 planları gerek 2022 Venüs Misyonu ve 2023'te kendi astronotunu uzaya fırlatma projeleri de dünya uzay projelerinde önemli bir yer tutmaktadır. Ayrıca ISRO halen dünyadan en fazla sayıda uyduyu uzaya tek seferde fırlatma rekorunu da elinde bulundurmaktadır.

Uzay çağının gelişi

Dünya uygarlığının Göbeklitepe'de "Le Reve des Toiles" istemiyle başlayan uzaya merakı ve uzaya erişme serüveni 2020'li yıllarda Amerikalıların Artemis Projesi'yle Ay'a tekrar dönüş ve Ay'da bir mini koloni kurma tasarımıyla yeni bir döneme girecek gibi durmaktadır. Buna yukarıda anlatılan Çin Uzay Ajansı'nın ciddi çalışmaları ve tabii ki Rus Uzay Ajansı olan RosCosmos'un da yapacağı çalışmalar eklendiğinde, özellikle 2030'lu yıllarda gerçek bir uzay çağının başlayacağını öngörmek mümkündür. Birçok ülke stratejik olarak 2030 uzay çağına hazırlık yapmaktadır. Özel sektörde ise 2026'da Orbital Corporation'ının (başında bir Türk vardır) devreye alacağı ilk uzay oteli ve Virgin Galactic, Blue Origin, SpaceX gibi firmaların yapacağı muhtelif uzay turizmi uçşaları da artık sivillerin de uzaya rahat erişebileceği imkanları beraberinde getirecektir. Kuşkusuz özel sektörün yapacağı uzay teknolojisi yatırımlarıyla uzaya erişim hem insanlar hem de kargolar için daha rahat hale gelecektir. Nitekim "DHL to the Moon" şirketi şimdiden Ay'a ve uzaya kargo siparişlerini almaya başlamıştır. Bu çerçevede eğer bu trendler devam ederse 2040'lı yıllarda insanlar tıpkı şehirlerarası uçak yolculuğu yapar gibi uzaya erişebilecek hatta uzayda kurulacak otel ve diğer endüstrilerde çalışmaya başlayabilecektir.



Figür 6: Göbeklitepe'den bugüne keşifler ve uzaya gidiş (Kaynak: <https://room.eu.com/images/contents/issue8-from-the-dawn-of-humankind-the-need-to-explore-has-driven-expansion-across-our-planet.jpg>)

Uzay Vatan ve Türkiye'nin uzay çalışmaları

Bu yukarıdaki gelişmeler ışığında tıpkı Mavi Vatan gibi Uzay Vatan kavramı da artık yavaş yavaş ülkemizin gündemine girmeli ve ülkemiz de uzay kaynaklarına hükmeden ülkeler sınıfında yer almalıdır. Uzay Vatan olarak var olmak hem millî kaynaklarımızın ve millî imkanlarımızın pekişmesini sağlayacak hem de stratejik güvenliğimizin teminine önemli katkılar sunacaktır. Ülkemiz nasıl vatan topraklarında ve Mavi Vatan ile deniz coğrafyasında bir varlığa sahipse aynı şekilde Uzay Vatan'da da söz sahibi olabilmeli ve ulusal çıkarlarını koruyabilmelidir. Cumhurbaşkanımızın hedef olarak koyduğu 10 maddelik uzay çalışması hedefleri de bu önemli çerçeveyi oluşturmaktadır.



Figür 7: Uzay Vatan ve Türkiye (Kaynak: <https://www.trthaber.com/haber/bilim-teknoloji/turkiyenin-uzay-seruveni-554915.html>)

Bu yüzden henüz daha yeni kurulmuş bir kurum olarak yolun başında olan Türk Uzay Ajansı'na çok önemli görevler düşmektedir. Unutmayalım ki Ulu Önder Atatürk'ün dediği gibi "İstikbal Göklere'dir" ve 21. yüzyılın gelişmeleri ışığında Türkiye'nin uzun vadeli geleceğinin uzayda olduğu da açıktır. Bu yüzden gerek TUA'ya gerekse özel sektöre büyük görevler düşmekte ve devlet büyüklerimize de önemli sorumluluklar yüklemektedir. Yukarıda da belirtildiği üzere uzaya erişim anlamında gerek bilimsel, gerek teknolojik, gerek savunma, gerekse uzay kaynakları konusunda çok ciddi bir yarış vardır ve şimdiden ülkemiz bu yarışa geç başladığı için önünde kat etmesi gereken uzun bir yol bulunmaktadır. Sadece uydu fırlatma açısından değil, özellikle uzaydaki kaynaklara erişim hakkımızın var edilebilmesi adına şimdiden bu tür projeler açıklanmalı, Türkiye'nin ileriki 30 yıllık kalkınma programlarına dâhil edilmeli ve Devlet, Türk Uzay Ajansı ve Özel Sektör üçgeninde hem parasal, hem yasal, hem teknolojik olarak gerekli çalışmalar hızla yapılmalı ve uygulamaya konulmalıdır. Böylece ülkemiz en gelişmiş ülkeler sınıfında, Uzay Vatan kavramı ile beraber gerek dünyada gerek uzayda stratejik önemi olan bir ülke olarak hak ettiği yere kavuşacaktır.