

AY'DA YAPILACAK ÇOK İŞ VAR ÇOOOOO KKK...

Bilimsel araştırmalara konu olabilecek gök cisimleri arasında her zaman için birinci sırayı tutan doğal uydumuz Ay'ın ardından son yıllarda yeni yaşam mekanı olarak Mars da oldukça popüler hale geldi. Peki ya bir sabah uyanduğunuzda kendinizi Ay'da bulursanız, Ay'da neler yapabileceğinizi hiç düşündünüz mü? Yapılabilecek en keyifli işlerden biri yüzeyini kaplayan tozdan kocaman kaleler hatta şatolar yapmak olabilir pekala. Atmosferi olmadığı için rüzgar ve benzeri oluşumlardan da uzak olan Ay'da yaptığınız eşsiz eserleriniz yüzyıllarca bozulmadan kalabilir. Hatta yapacağınız kısa bir yürüşte, 1969 yılında Ay'a ilk ayak basan Neil Armstrong'un ayak izini bile bulabilirsiniz.

Peki Ay bilimsel çalışmalar için de uygun bir yer olabilir mi? NASA'nın Şubat ayında yayınladığı bir habere göre Ay'da yapılabilecek 181 farklı bilimsel çalışma mevcut. Bu listenin hazırlanmasında 1.000'den fazla kişiyle

Resim 1. ESA Uzay ajansının Ay'a gönderdiği SMART-1 uzay aracı ile alınan bu fotoğrafta Ay'ın kuzey kutup noktasına yakın Plaskett krateri görülmektedir. Bu bölge insanoğlunun Ay'da konulması için çok ideal yerlerden biri. Sürekli güneş ışığı alması, oradaki sıcaklığın uygun olması ve hemen yakınındaki sürekli karanlıkta kalan kraterlerin tabanında su buzu olma olasılığını bilim adamları olumlu değerlendirmektedir. Ayrıca Ay'ın boylamsal salınımından dolayı her ay 15 gün Dünya'yı görebilmesi de diğer avantajlarından biridir.



iletişime geçilmiş ve çeşitli konularda çalışma taslakları çıkarılmış. Bu çalışmaların ana hedeflerine bakacak olursak bunları maddeler halinde özetleyebiliriz:

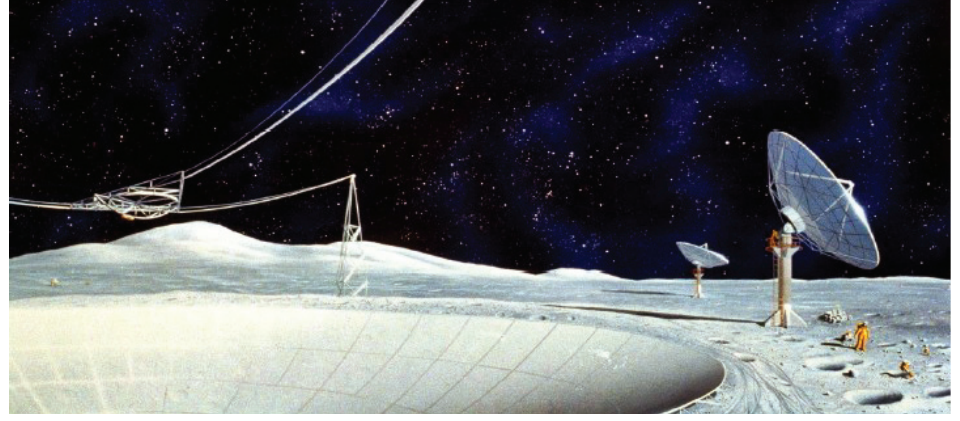
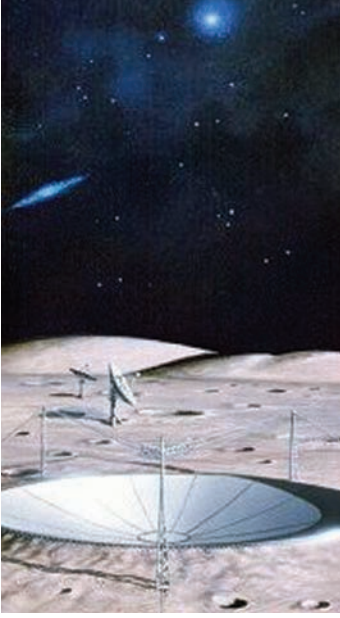
- İnsanlığın varlığını Ay'da da sürdürebilir hale gelmesi ve ileride yapılar inşaa edebilmesi için yapılacak araştırmalar

- Dünya, Güneş Sistemi ve evrenin geçmişi ve bizim bunlar arasındaki yerimize dair temel sorularımızı yanıtlamamıza olanak tanıyacak bilimsel etkinlikler

- Ortak istek ve amaçlar doğrultusunda, ülkeler arasında barışçıl ve paylaşımcı bir işbirliğinin sağlanması

- Dünya ekonomisinin, Ay'a yolculuklar, Ay madenleri ve Ay üzerinden gerçekleştirilebilecek uzay turizmi sayesinde genişletilmesi ve kendi gezegenimizdeki yaşama katkıda bulunacak faydalar elde edilmesi

- Mars ve daha da ötesinde yapılacak çalışmalarda riski azaltmak ve



Resim 2. Gün geçtikçe hayatımızın daha da vezgeçilmez bir parçası olan cep telefonlarımızdan, uydudan yayın yapan televizyon kanallarına kadar birçok farklı teknoloji ürünü, yararlarının yanı sıra, radyo bölgede araştırma yapmak isteyen bilim dünyasına çeşitli sorunlar da oluşturmaktadır. Bu nedenle, özellikle Dünya'dan gelecek radyo gürültüden uzak bir Ay krateri üzerine bir radyo çanak yerleştirmeyi planlayan bilim insanlarının düşüncelerini bu gibi görüntüler süslemekte.

üretkenliği artırmak üzere teknolojilerin, sistemlerin, uçuş işlemlerinin ve araştırma tekniklerinin Ay üzerinde denenmesi

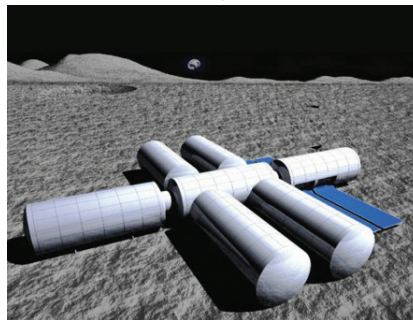
- Gençlerin ve toplumun, uzay araştırmalarında geleceğin ihtiyaçlarına cevap verebilecek düzeyde eğitilmesi ve çalışma alanlarının desteklenmesi

Bu çalışmalardan birkaçına değinecek olursak, ülkemizde henüz çalışılmaya başlanan bir bilim olan radyo astronomi alanında Ay'da araştırılması çok uygun bir alan olabilir. Dünya'dan gelecek radyo gürültüden uzak bir Ay krateri üzerine yerleştirilebilecek bir radyo teleskop ile Dünya atmosferi tarafından Dünya'dan gözlenmesi engellenen çok düşük frekansdaki kaynaklar gözlenebilir. Evrenin daha önce bu frekanslarda hiç gözlemi yapılmamış olduğu göz önünde bulundurulduğunda düşük frekanslara açılan bu yeni pencerenin birçok keşfe gebe olması hiç de şaşırtıcı olmasa gerek.

Ay, bu düşük frekansların yanı sıra güneş rüzgarları ile gelen yüksek enerjili parçacıklar ve derin uzaydan gelen kozmik ışınlar üzerinde de araştırmaların yapılabileceği mükemmel bir yer. Uzaya yerleştirilen çoğu bilimsel uydu Dünya'nın manyetosferi içinde kaldığı için, bu bölgelerde rahat bir gözlem gerçekleştiremez. Dünya'daki çalışmalaraysa atmosferimiz engel olmakta. Hem manyetosferden uzak olduğu hem de görünür bir atmosfere sahip olmadığı için Ay, Güneş'ten gelen bu parçacıkların tam bir profilinin elde edilmesini sağlayabilir. Böylelikle Ay'a yerleştirilen algılayıcılar sayesinde Güneş içinde gerçekleşen süreçlerin ve uzak karadelik ve süpernovalarından gelen kozmik galaktik ışınımın özellikleri tam olarak

açığa çıkarılabilir.

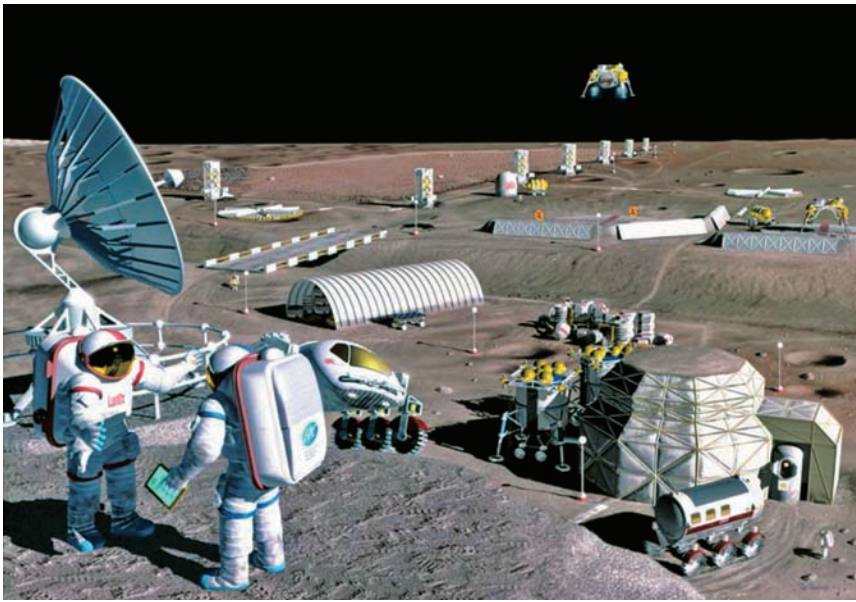
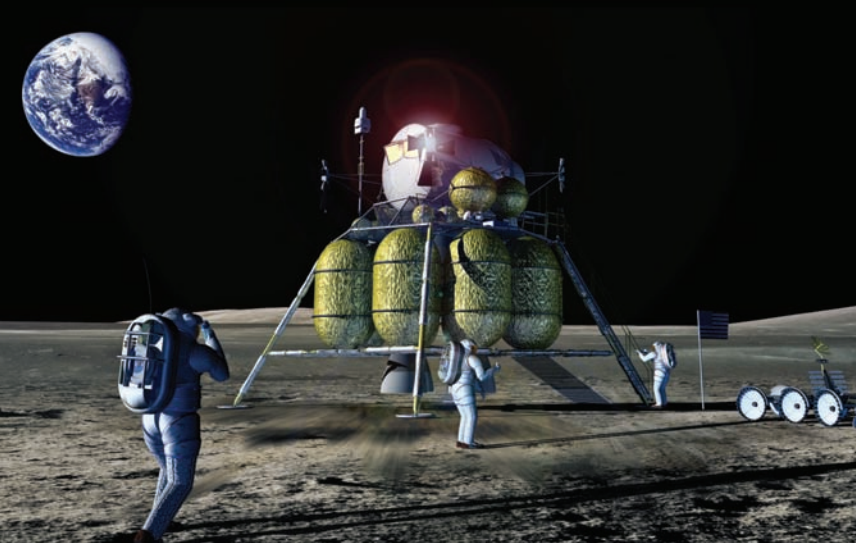
Bu konuda biraz daha ayrıntıya incek olursak; bu parçacıkların, Ay yüzeyini kaplayan toz ve parçalanmış kaya katmanı, regolit, tarafından yakalandığını belirtmemiz gerekir. Regolit aslında atmosfere sahip olmayan karasal ve milyarlarca yıldır aktif olmayan jeolojik yüzeye sahip gezegenlerin karakteristik bir yüzey özelliği olarak da adlandırılabilir. Regolit, küçük ve mikro boyutlardaki göktaşlarının çarpmasıyla meydana gelen toz ve kaya parçacıklarından oluşur. Regolitin yapısı, büyük ölçüde yer altındaki kayaları temsil etmekte. Ay yüzeyindeki regolit katmanı denizlerde 2-8 m kalınlığında ve dağlık kısımlarda ise 15m yöresindedir. Yani Ay'daki regolit, Güneş'ten gelen çıktıkların tarihi bir kaydı olarak da yorumlanabilir; merkezden alınacak örnekler, Güneş'ten gelenlerin milyarlarca yıllık değişimini bize anlatabilir. Böylece bunların Dünya'daki canlı yaşamını geçmişten günümüze nasıl etkilediğini ya da iklimsel değişikliklerimizdeki etkisini araştırabiliriz.



Resim 3. Sekiz kişilik bir astronot mürettebatını içinde barındırabilmesi planlanan ve yaklaşık 60 ton ağırlığında olan modülün taslağı bu şekilde görülmekte. Radyasyon, mikro boyuttaki göktaşları ve aşırı yüksek ve düşük sıcaklıklardan korunmayı sağlayabilmesi için çift katmanlı bir yapıya sahip olması düşünülmüştür.

Kimi bilim insanlarının Ay'ı 'Dünya fosili' olarak adlandırdığını düşünecek olursak, Ay, geçen zamana karşın değişime uğramaması nedeniyle gezegen oluşumuna yakın bir örnek oluşturmaktadır. Bu nedenle bilim insanları için bir altın madeni değerine sahip. Ay'ın, küçük oluşu ve dinamik olmayan iç yapısı sayesinde iç kısımları, Güneş Sistemi'nin ilk zamanlarından beri korunmaktadır. Böylelikle iç kısımlarının incelenmesi, bize gezegen oluşumu sürecince bir gezegenin iç katmanlarının nasıl katlaştığını ve katmanlara ayrıldığını büyük ölçüde anlatabilir. Hatta Ay üzerindeki bazı kraterlerin oluşum zamanlarının basit bir saptaması bile, tarih boyunca Dünya yöresindeki göktaşı sayısı hakkında bilgi sunabiliyor. Bu bilgiyi Dünya'dan elde edemeyişimizin nedeniyse aktif haldeki yanardağlardan gelen lavların, yüzeyi sürekli yenileyerek geçmişe ait izleri silmesi. Bu bilgi, yer kabuğunun sürekli yenilenmesi nedeniyle Dünya üzerinde saklı tutulamamış. Ama Ay yüzeyinin bu durağan özelliği nedeniyle Dünya'daki iklim değişiklikleri ve hatta yaşamın evrimiyle göktaşı-dünya çarpışmaları arasındaki ilişki açığa çıkarılabilir.

Ay'da yapabileceğimiz işlerin yarısından çoğu, uzaydaki başka bir dünyada yaşamayı öğrenmemize yardımcı olacak nitelikte. Bunların arasında astronotların zararlı ışınımlardan korunmasından, havasız ortamda besin maddesi yetiştirilmesine kadar çeşitli deneyler bulunmaktadır. Asıl amaç, öncelikle, iniş yapılan yüzeylerden kalkışı kolaylıkla sağlayabilir hale gelmek ve çalışmalarını olabildiğince Dünya kaynaklarından bağımsız hale getirebiliyor.



Şekil 4. Sadece ve sadece hayal gücümüzle sınırlı olan uzay çalışmalarına gerekli para ayrıldıktan sonra bu resimdeki görüntünün gerçek bir fotoğrafa dönüşmemesi için hiçbir engel yok. Ay'da kurulabilecek bir üs, orada yaşayabilecek astronotlar ve hatta keşif çalışmalarını hızlandıracak ve kolaylaştıracak bir Ay arabası... tıpkı çocukken kurduğumuz hayallerimizdeki gibi...

Ay için yapılacak bu tür çalışmaların çoğu ileride Mars'ta yapılacak çalışmalara öncülük edebilecek nitelikte. Mars'a gidecek astronotların Ay'daki benzer durumlarla karşılaşması bilim insanları için çok da şaşılacak bir durum değil. Bu nedenle Ay'da kazanılacak deneyimler, ileride kızıl gezegen yolculuklarımıza ışık tutacak en değerli çalışmalar arasında olacak.

Yüzü aşkın bu proje dizisi içinde, Dünya ve Ay'a tehdit oluşturabilecek yakın cisimlerin takibi için Ay'a bir alıcı yerleştirilmesi de yer alıyor. Bu alıcı sayesinde her türlü yakın cismin yörüngesini ve fiziksel özelliklerini belirlemek çok daha kolay olacak. Böylece Dünya ve Ay'a muhtemel bir çarpma durumunda oluşacak hasarın büyük-

lüğü hakkında da bilgi edinebiliriz.

Ay'a yerleştirilecek başka bir aygıtla Dünya atmosferindeki çeşitli maddelerin oluşum hızının izlenmesini de gerçekleştirilebilir ve bu sayede atmosfer dinamiği hakkında daha derin ayrıntılı bilgilere ulaşabiliriz. Örneğin çok bantlı bir aygıt kullanılarak CO, NO₂, HCHO, BrO, CO₂, CH₄ ve aerosollerin, troposfer ve stratosferdeki haritalarının çıkartılması bu amaca hizmet edecek. Dolayısıyla, günümüzün tartışılan konusu olan küresel ısınma süreciyle ilgili elimizde çok daha fazla veri toplanacak.

Ay ortamının maddeler üzerindeki etkisinin araştırılmasını hedefleyen bir çalışmayla da, Ay'da uzun süreli kalış projelerinde kullanılacak donanımın

ve hatta orada gerçekleştirilecek deneylerdeki malzemenin yapısında nelere dikkat edilmesi gerektiği hakkında da bilgi elde edilebilir. En belirgin özelliği olarak atmosfersiz olan bu ortamda çekim farklılığı, ısısal farklılık veya tozlar gibi birçok etkenin hem ayrı ayrı hem de toplam etkisinin araştırılmasıyla, yine Mars yolculuğunu kolaylaştıracak bir çok bilimsel sonuca ulaşabiliriz. Buna ek olarak bu ortamda kullanılmaya uygun yeni malzemelerin geliştirilmesi de söz konusu olabilir pekala.

Ay'da yapılacak insanlı deneylerde, insan vücudunun bu farklı ortama uyumu, karşılaştığı zorluklar da dikkat edilmesi gereken bir diğer konu. Kas ve iskelet sistemi, sindirim sistemi ve üreme sistemi gibi birçok yaşamsal önem taşıyan sistemin nasıl etkilendiği, bu etkilerin giderilmesi için alınması gereken önlemler ve yapılması gereken düzeltici eylemlerin belirlenmesi de gerekmektedir.

Ay'da planlanan bunca çalışmanın ardından, biliminsanlarının Ay'da bir üs kurmayı planladıklarını rahatlıkla söyleyebiliriz. Gökbilimciler, Ay'ın güney kutbuna yakın ve bu sayede sürekli aydınlık olan, ancak karanlık bölgeye de sınır olan bir konumda, bir üs öneriyorlar. Ekvatorda yıllık sıcaklık farkı yaklaşık 250 derece civarındayken bu farkın kutuplarda yaklaşık 50 derece olması da, bu bölgenin ileride gerçekleştirilecek bir yaşam ortamı için diğer bölgelere göre daha elverişli koşullar sunmasını sağlamakta. Bu sıcaklık farkının küçük olması, güneş ışınlarının eğik gelmesinden ve sürekli ışık almasından kaynaklanıyor. Ayrıca kutup bölgesine yakın kraterlerin içinde su buzu olduğunu gösteren bazı bilimsel kanıtlar bulunmakta. Eğer o yörede bir de su buzu bulunursa, bu Ay'da yaşayacak insanlar için bulunmaz bir nimet olacak. İşte bu nedenlerle Ay'ın güney veya kuzey kutup bölgeleri ileride bir üs için çok elverişli görünüyor. NASA'nın 2008 yılında Ay'a göndereceği "Yörüngedeki Ay Keşif" uydusu, LRO (Lunar Reconnaissance Orbiter), LCROSS (Lunar Crater Observation and Sensing Satellite) adlı ikinci bir uydusu ile beraber fırlatılacak. Bu iki uydunun amacı Ay'da su aramak. LCROSS kutup bölgesinde belirlenen bir kraterin içine gönderile-

rek çarpışma sağlanacak, LRO ise bu çarpışmanın sonunda çıkacak su buharını saptamaya çalışacak.

Dünya'dan fırlatılıp Ay yüzeyinde konumlandırılacak şekilde tasarlanmış bir modülün projelendirilmesi 2006 yılının sonlarına doğru Werner Grandl tarafından gerçekleştirilmiş bulunuyor. Alüminyum levhalardan oluşan bu modül, sekiz kişilik bir astronot ekibini radyasyon, mikro boyuttaki göktaşları ve aşırı yüksek ve düşük sıcaklıklardan koruyabilecek şekilde çift katmanlı bir yapıya sahip. Modülün Ay etrafında bir yörüngede birleştirilmesi ve yine Ay yörüngesinde bulunan astronotların yönetimiyle Ay yüzeyinde indirilmesi planlanmış.

Modülde, her biri 17m uzunluğa ve 6m çapa sahip altı silindir bulunmaktadır. Alüminyum levhalardan yapılmış olan bu silindirik modüllerin her biri, iç donanımı ve yaşam gereçleriyle birlikte yaklaşık 10 ton ağırlığında.

Sekiz astronot ya da bilimadamının içinde yaşayabileceği şekilde tasarlanan bu modüllerin kullanım alanlarını bakacak olursak;

- bir merkezi yaşam modülü,
- bir laboratuvar modülü,
- güneş panelleri, küçük bir nükleer reaktör ve antenlerin üzerinde bulunduğu bir enerji modülü,
- dışarıya açılan kapılar ve uzay kıyafetlerinin de olduğu bir havakilitli modül,
- her kişi için özel odaların bulunduğu iki yaşam modülü.

Üstelik enerji modülünü hesaba katmasak bile kullanılacak alan yaklaşık 270m².

Ay'da yürütülecek bu çalışmada Ay madenlerinin kullanılması da gayet uygun görülmekte. Astronotlara bir kalkan görevi göreceği dış duvarın iki katmanının arası, küçük bir kazıcı sayesinde Ay yüzeyinden elde edilecek olan regolit ile doldurulacak. Böylelikle, Dünya'dan taşınacak bu modüllerin kalkış yükü de olabildiğince hafifletilmiş olacak.

Tüm bunların yanı sıra Ay madenlerinin kullanımı ve düşük çekim ve yüksek vakum ortamında yapılabilecek araştırmalar gibi yaratıcı ve ticari projeler, insanoğluna çeşitli olanaklar sunabilir. Ay madenlerinin asıl kullanım alanı ticari uydu operatörlerine satılması olabilir. Böylelikle Dünya yö-



Resim 5. İnsanlığın Ay'da yapacağı çalışmalar sadece kendimize yeni bir dünya yaratmak için değil, aynı zamanda Ay'dan başka yaşanabilecek yeni gök cisimleri bulmak için de yararlı olacak. Mars çalışmalarına öncülük edeceği ve bilim dünyasının acemiliğini giderebileceği bir deneme ortamı olarak düşünüldüğünde Ay'ın değeri biraz daha artıyor...

rüngesindeki uydulara ulaşım daha kolay hale gelirse Dünya'dan Ay'a ya da yakın uzay bölgelerine yapılacak turistik geziler daha sık ve düşük maliyetli olabilir. Örneğin, Ay üzerinde bulunan ve Dünya'dan yönetilebilecek gezgin bir araç sayesinde, Dünya'dan ayrılmadan ancak yine kişiye özel ve görüntünün televizyon ekranına aktarıldığı gezintiler söz konusu olabilir. Kişisel bilgisayardan verilecek komutlara göre Ay üzerinde gezen ve hatta belirtilen kraterlere giden gezginden elde edilen görüntü, masasının başından ayrılmayan uzay turistimize gönlünce bir sanal Ay ziyafeti sağlayabilir. Kısacası tasarılarımızı, hayalgücümüzün gittiği yere kadar sürdürebiliriz.

Listedeki tüm fikirlerin gerçekleştirilmesine gerek olmayabilir. Zaten NASA yetkilileri de Ay'a yeniden dönüş çalışmalarında, bu 181 maddelik listenin içinden seçilen en önemli çalışmalara öncelik tanımayı planlıyor. Diğer hedeflerse başka uzay ajanslarına ya da Ay keşfine ilgisi olan özel girişimcilere bırakılacak. Üniversiteler ve bilimadamlarından gelen katkılarla büyümeye devam eden bu liste sürekli kendi kendini geliştirmekte.

Çok da uzak olmayan bir gelecekte, dünyanın dört bir yanındaki insanlar Ay'a baktıklarında orada hem insanlar

hem de robotların yürüttüğü araştırmaların izlerini görebilir hale gelecekler. İnsanlığın hedefi bir kez daha Ay'a gitmek; ama bu defa orada uzun süre kalmak ve Mars yolculuğu için gerekli hazırlıkların yapılmasını sağlamak. Bu nedenle, ihtiyacımız olan taşıma sistemlerinden, Ay keşif çalışmalarının yararlı olabileceği yan dallara ve hatta bizi oraya götüreceği uzay aracının yapımına kadar herşeyi belirlememiz gerekmektedir. Öyle görünüyor ki, önümüzdeki dört-beş yıl, büyük ölçüde, geleceğin Ay kaşiflerinin bu heyecan verici planlarımızı gerçekleştirebilmeleri için ihtiyaç duyacakları donanımın hazırlanmasıyla geçecek. Yapılacak olan çalışmalar her ne olursa olsun, tüm insanlığın bundan yararlanacağından şüphe yok!

Kısacası, Ay'da yapılacak çok iş var! İnsanoğlunun çok çalışması gerekiyor çooook...

Tuğça Şener
Ethem Derman

Kaynaklar:

- 1- www.nasa.gov
- 2- Grandl, Werner; Lunar Base 2015 Stage1 Preliminary Design Study; Acta Astronautica 60 (2007) 554-560
- 3- http://www.esa.int/esaSC/SEMEYGNOLYE_index_0.html
- 4- Astronomy From The Moon, Jack Burns, Center For Astrophysics And Space Science University Of Colorado, Augustos 2006
- 5- <http://www.uni-graz.at/space2005/II.1.htm>
- 6- http://www.esa.int/esaSC/SEMEZ2NOLYE_index_0.html