

UZAYDA WC TEKNOLOJİSİ



Uzayda tuvalete gitmek hiç de kolay değil. NASA, Uluslararası Uzay İstasyonu'nda yapılacak ek tuvalet için bir Rus firmasına 19 milyon dolar ödemeyi göze alıyor. Uzay tuvaletleri özel bir araştırma ve teknoloji geliştirme konusu.

İnsanların günlük yaşamda vazgeçemeyecekleri, doğal bir gereksinim tuvalete gitmek. Hatta bazı kişilere göre bedendeki katı ve sıvı atıkları dışarı atmak insana büyük mutluluk veren bir eylem. Ancak bu tür konuları arkadaşlar arasında ya da aile içinde konuşmak nedense hep ayıp sayılır. Kuşkusuz bu işi alışık olduğumuz yerde yani yeryüzünde yapmak kolay. Peki, uzayda nasıl yapılıyor? Bu yazıda uzayda bu işin ne denli zor olduğunu, bu zorluğu yenmek için uzay mühendislerinin ürettiği çözümleri bulacaksınız.

Temiz tuvalet kavramı dini ve kültürel geleneklerin de bir gereği olarak

çok eskilere dayanır. 1667 tarihinde "tuvalet vakfı" kurulduğunda, Avrupa'da tuvalet kavramı daha yeni ortaya çıkmaktaymış. Daha sonra işler biraz tersine dönmüş. Bugün "Tüm Tuvaletler Eğitim Araştırma Geliştirme Rehabilitasyon Uygulamalar ve İşletmecileri Derneği (TUMAR)" adlı dernek olsun OPET şirketi olsun tuvaletlerimizi nasıl temiz tutacağımız konusunda çalışmalar yapıyor. UNICEF, 19 Kasım gününü "Dünya Tuvalet Günü" ilan etmiş: Yeryüzünde yaşayan insanların yarısı temiz ve kullanışlı bir tuvaletten yoksun olduğu için. Temiz tuvaletler insan sağlığı için çok önemli.

Tarihte ilk "lüks" tuvalet MÖ 3000'li yıllarda Girit sarayında bulunuyormuş. Dikine taştan borularla tuvalete hem sıcak hem de soğuk su gelirmiş ve yine benzer borularla atıklar saraydan uzaklaştırılmış.

İnsanların yeryüzünde tuvaletlerini yapmaları, yerçekimi dolayısıyla çok kolay olur. Dışarı çıkan atık, normal olarak düşey bir yol izler. Düşük çekim alanının olduğu uzaydaysa bu tam bir sorundur. Uzayda eğer normal bir tuvalette gereksinimimizi gidermek isterseniz atıklar düşey bir yol izlemez her yere saçılır. Bu durum astronotların sağlığını bozacağı için, üzerinde önem-



ABD'nin ilk insanlı uzay uçuşundaki astronot Alan Shepard. Shepard, fırlatmayla ilgili bir takım sorunların çıkması nedeniyle kapsülde 4 saat beklemek zorunda kaldı. Shepard'ın kapsülün içinde giydiği basınçlı uzay elbisesindeki fiziksel koşullar ve vücudunun kapsül içindeki duruşu sıkışmasına neden oldu. Tüm kameralar üzerinde iken o donuk donuk bakıyordu, acaba ne yapıyordu?

le durulması gereken bir araştırma konusudur. İşte bu nedenle NASA, 24 milyon dolar harcayarak uzay mekiği için özel bir tuvalet tasarlıyor ve yapıyor.

İlk uzay tuvaleti çok basitti, astronotlar tuvaletlerini elbiselerinin içine yapıyorlardı. Çünkü astronot elbiseleri çok katlı bir tulum şeklindeydi. ABD'de ilk insanlı uzay uçuşunu 5 Mayıs 1961 tarihinde Alan B. Shepard gerçekleştirdi. Bu uçuş yalnızca 15 dakika sürmüştü ve uzay aracı Dünya çevresinde bir tur bile atmamıştı. Normal olarak insan bu kadar sürede tuvalet gereksinimi duymaz. Shepard, o günün sabahı son bir haftadır olduğu gibi "düşük atıklı" diyet kahvaltısını yapmıştı. 9:30'da Mercury adlı roketin üzerindeki kapsülüne yerleşmiş ve geri sayımı bekliyordu. Astronotlar uzaya çıkarken yüksek ivmeye dayanabilmeleri için kapsülde bacakları havada, başları aşağı bir durumda otururlar. Bu durumda da bacaklardaki kan böbreklere akar ve onun daha da iyi çalışmasını sağlar. Bu da mesanedeki idrar miktarını artırır. Alan Shepard geri sayımı beklerken, yer kontrol merkezi de son anda ortaya çıkan sorunlarla uğraşıyordu. Shepard tam 4 saat o kapsülün içinde bekledikten sonra mesanesinde şiddetli basınç hissetmeye ve bu durumdan yakınmaya başladı. Doktorların ve kontrol merkezi teknisyenlerinin uzun tartışmaları

sonucu emir geldi: "Elbisene yapabilirsin". Yalıtılmış, basınçlı ve soğuk hava soğutmalı bir elbisenin içinde Shepard'ın sıkışması çok doğaldı. Astronot, 4 dakika 43 saniye ağırlıksız ortamda kaldıktan sonra elbisesinde boğazına kadar gelen idrar ile birlikte denize inmişti.

İşte, bu olaydan sonra NASA, uzay elbiselerinin içine çocuk bezi yerleştirmeye başladı. Shepard'dan iki ay sonra uzaya giden ikinci astronot Gus Grissom'ın elbisesinin içine o zamanlar kadınların özel günlerinde giydikleri, çocuk bezine çok benzeyen bir iç çamaşırı kondu. Bugün bile, ister uzay istasyonunda isterse uzay mekiğinde olsun, araç dışında uzun süre çalışan astronotların elbiseleri içinde büyük boy çocuk bezi bulunur. Uzay mühendisleri çocuk bezini daha da geliştirerek her iki tarafında yapışkan bant bulunan büyük bir naylon torbaya (atık torbası) dönüştürdüler. Bu yapışkan bant, naylon torbanın astronotun kalçasına iyice yapışmasını sağlıyor. Uzayda tuvalet ihtiyacını gideren astronot elleriyle bu bantların yanında bulunan bir vanayı açtığında idrarını dışarı atabiliyor. Çocuk bezine benzeyen bu uzay elbisesi parçasına En Yüksek Derecede Emici Çamaşır (Maximum Absorption Garment - MAG) deniyor ve kaçınılmaz şekilde her yıl biraz daha geliştiriliyor.

Dışkıyla başa çıkmak, idrara göre daha zor. Bir astronot uzay yürüyüşünden döndükten sonra pantolonunu çıkarttığı anda, dışkıyı toplayan özel naylon torba ağzı sıkıca kapalı, yalıtılmış bir şekilde özel bir dolaba konuyordu. Uzay mühendislerinin en çok korktuğu olay, torba astronotun kalçasına iyi yapışmadığı için pisliğin dışarı taşması. Çünkü uzayda mikrop ve mantarlar yeryüzündekine göre çok daha hızlı bir şekilde çoğalabilir. Bu da astronotların herhangi bir hastalık kapma olasılığını yükselterek tüm uzay programının bozulmasına neden olabilir. Bu nedenle, yaklaşık 13 milyon dolara mal olan uzay elbiseleri 2-3 kez kullanıldıktan sonra dikkatlice sterilize edilir ve bir sonraki uzay yürüyüşüne hazır tutulur. 1984'ün Aralık ayında Discovery astronotları ilginç bir sorun yaşadı ve bütün dünya televizyonları bu olayı duyurdu. Sıvı atıkları dışarı atacak şekilde tasarlanmış olan mekiğin tuvaletinin boşaltma bölümünün dışında bir buz yığını oluşmuştu. Bu durumun uzay aracı atmosfere girdiği anda büyük tehlike yaratacağı düşünüldü. Bunun üzerine astronotlara tuvaleti kullanmaları yasaklandı ve naylon torbaları kullanmaları emredildi. Bu naylon torbalar Apollo Ay uçuşları için hazırlanmış torbalardı ve yalnızca erkek astronotlar için düşünülmüştü. Bu durum Discovery'de bulunan kadın astronot Judy Resnik için sorun oldu. Bunun üzerine Judy'nin tuvaleti kullanmasına izin verildi. Daha sonra uzay mekiğindeki mekanik kolla buz yığını yerinden sökülerek uzaya atıldı. Anımsatmak gerekirse, bu tür atıklar "uzay çöpü" olarak değerlendirilmiyor. Uzay çöpleri, parçalanan roketlerin madeni parçalarından oluşuyor.

ABD'nin ilk uzay projeleri olan Mercury, Gemini ve Apollo uçuşlarında tuvalet sorunu üstünkörü ele alınmıştı. Bu uçuşlarda astronotların hepsi erkekti ve sıvı atıkları için ucunda huni olan bir boru kullanırlardı. Borunun öteki ucunda da küçük bir naylon torba olurdu. Astronotlar, tuvaletlerini yaptıktan sonra bu torbayı borudan çıkarıp uzaya atardı. Katı atıklarsa yine naylon torbalarda biriktirilir ve tıbbi analizler için Dünya'ya geri getirilirdi. Uzay çalışmalarında ilk özel tuvalet ABD'nin Skylab uzay istasyonunda yapıldı. Çalışma mekanizması bir fan yar-



Rusların Soyuz uzay aracında kullandıkları tuvalet çok ilkel olmasına karşın etkin bir şekilde görevini yerine getiriyordu. Araç, MIR uzay istasyonuna gidiş ve geliş için kullanıldığı için uçuş kısa sürüyordu ve katı atık için olan kısım pek kullanılmıyordu.

dımıyla katı ve sıvı atıkları bir atık tankında depoluyordu. Astronotlardan biri, anılarında bu fan ve dişlilerin sesinden çok korktuğunu dile getirmişti; çünkü mekanizma çok gürültülü çalışıyordu.

Uzay tuvaletleri sürekli bir gelişim içinde. Uzay mekiklerinde de bu gelişme sürüyor. NASA bu birime "Atık Biriktirme Sistemi" (Waste Collection System -WCS) adını veriyor. Son zamanlarda hem erkek hem de kadınların kullanabileceği tuvaletler yapıldı. Astronotlar her ne kadar yumuşak bir klozet kapağına otursa da uzayda bu tuvaletler suyla temizlenemez. Çünkü su hem azdır hem de ortalığa dağılması söz konusudur. Bunun yerine tüm temizlik havayla yapılır. Klozetin arkasındaki hava pompası çalıştırılır ve her şey içeri çekilir. Tuvaleti kullanan astronot, önce bel kemeri ile kendini bağlar ardından ayaklarını kelepçeye takar. Çünkü ağırlıksız ortamda küçük bir hareketle klozetten ayrılabilir.

Astronot idrarını yapmak istiyorsa, hemen önünde bulunan esnek bir boruyu alıp her astronota verilen bir huniye geçirerek idrarını yapar. Bu işi ister ayakta ister oturarak yapabilir. Borunun içindeki hava sürekli olarak emildiğinden sıvının dışarı kaçma olasılığı yoktur. Kadın astronotlar da benzer bir tasarımı kullanır.

Katı atıklar da benzer bir şekilde, klozet içindeki havanın emilmesiyle uzaklaştırılır. Aslında tuvalete oturduğu anda kabindeki hava oturağın altından ısıklık çalarak 10 cm çaplı klozet

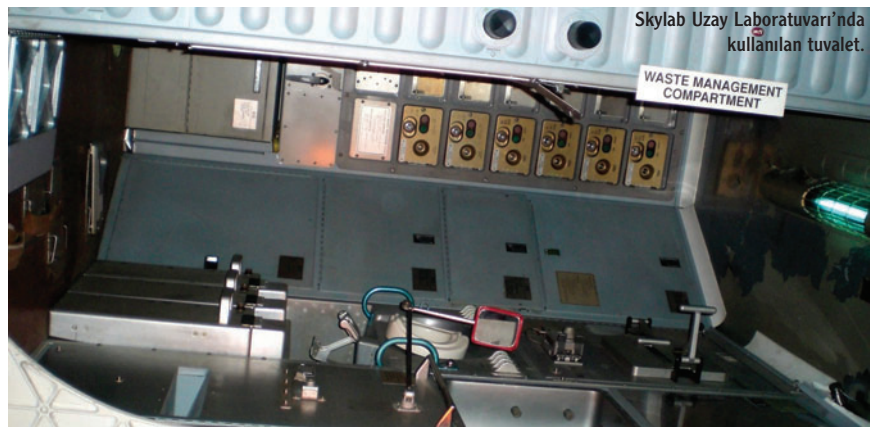
borusundan sürekli emilir. Dakikada 850 litre hava tüm pislikleri klozetin altına itmek için yeterli olur. Bu katı atıklar gözenekli ve çok katmanlı bir torbaya istiflenir, gözenekli olduğundan içinde sıvı ve hava kalmaz. Astronot tuvalette işini bitirir bitirmez bir vanayı çevirerek bu atığı uzay boşluğuyla buluşturur. İşte o zaman atık donarak kurur ve kötü kokusu giderilmiş olur. Ardından, otomatik olarak yeni bir torba, bir sonraki kullanıcı için hazırlanır. Metal bir tankta toplanan bu atıklar daha sonra kimyasal ve biyolojik incelemeler için Dünya'ya getirilir. Atık tankları da uzay mekiği yeryüzüne döndüğünde boşaltılıp temizlenir ve mikroplardan arındırılarak bir sonraki uçuşa hazırlanır. Sıvı atık tankı da zaman zaman uzaya boşaltılır ve bu boşaltma sırasında çok güzel manzaralar oluşur. Bir astronot bu konuda şöyle demişti: "Güneş batımı sırasında idrarın uzaya fırlatılmasıyla oluşan görüntü kadar güzel bir şey olamaz."

Uluslararası Uzay İstasyonu'nda (Uİ) kullanılan tuvalet doğal olarak gelişmiş olanıdır. Astronotlar tuvaletlerini yaptıktan sonra temizlenme olanakları bile var. Burada da katı atıklar kurutulup dondurulduktan sonra paketlenip bir tankta toplanıyor. Sıvı atık sa hemen gerekli süreçlerden geçirilerek yeniden içilecek düzeyde arı su haline getiriliyor. Bu arada, idrarı içilebilir su haline getirmek için kullanılan enerjinin, tuzlu suyu içilebilir su haline getirmek için kullanılan enerjiden daha az olduğunu belirtmek gerek.

Yaklaşık olarak üç ayda bir Uİ'ye servis yapılır ve astronotlar için yiyecek, su ve oksijen, Uİ için de yakıt taşınır. Servisi yaptıktan sonra yükü boşalan uzay aracına Uİ'deki tüm atıklar yüklenir. Genellikle insansız Progress serisi Rus uzay araçları, Uİ'den ayrıldıktan sonra okyanus üzerinde atmosfere girerek yanar ve yok olur. Kanadalı bir astronot, verdiği bir konferans sırasında bu katı atık tankının bazen çabuk dolduğunu dolayısıyla daha servis aracı gelmeden bunları uzaya fırlattıklarını söyledi. Dinleyiciler, astronotun "gece gördüğünüz akanyıldızların bir bölümünü bunlar oluşturabilir" sözüne çok gülmüştü.

Uluslararası Uzay İstasyonu'nda sürekli yaşayan üç astronot aynı tuvaleti kullanır. Çünkü istasyonda yalnız bir tuvalet var. Rus bölümünde yer alan bu tuvalet Rus yapımı. 2009'dan sonra Uİ'de sürekli olarak altı astronot bulunacak; dolayısıyla bu tek tuvalet onlara yetmeyecek. O nedenle bu yılın sonlarında NASA, ABD bölümüne ikinci bir tuvalet yerleştirmeyi planlıyor.

NASA, bu tuvaleti de Ruslardan almaya karar verdi. NASA'nın, Korolev kentinde bulunan uzay şirketi RSC Energia ile imzaladığı 46 milyon dolar





ABD'nin Rus şirketinden alacağı tuvalet için internette bir çok fotoğraf bulunuyor. Hangisi doğru olursa olsun yine astronotları belinden sıkıca tutan iki kol ve ayaklarını tutturacakları iki ayaklık var.

lık bir anlaşmanın ilk parçası bu 19 milyon dolarlık tuvalet. Amerikalılar NASA'yı "bir tuvalet için bu kadar para ödenir mi?" diye eleştirirken NASA yetkilileri ürünün ucuz olduğunu ve kendileri yaptığında daha da pahalıya çıkacağını anlattı. Ayrıca bu tuvaletin istasyonda 2000'den bu yana kullanılan tuvaletin aynısı olması dolayısıyla astronotların kullanmada yabancılaşma çekmeyeceğine de değiniliyor. NASA yetkililerinin en büyük savunmalarından biri de bu tuvalet için Rus kozmonotlara kullanma yasağı getirileceği şeklindeydi.

Geçtiğimiz aylarda uzay istasyonunda yeni bir tuvalet krizi başladı. Medyamızda da bu konuda çok sayıda haber yayımlandı. Ne olmuştu? Kullanılan tek tuvaletin sıvı atık bölümünün pompası bozulmuştu ve burası kullanılmıyordu. Evinizde tuvalet bozulduğu zaman hemen bir tesisatçı çağırırsınız, gelir onarır. Ama "uzay tesisatçısı" yok ki! Rus astronotlar tuvaleti tamir etmeye uğraştı ama bunun olanaksız olduğunu gördüler. O bölüm kullanılmayınca katı atık bölümü de doğal olarak

bir işe yaramıyordu. Peki, astronotlar ne yapacaktı?

Rusların bir Soyuz aracı, herhangi bir acil durumda istasyondan kaçış için ona kenetlenmiş durumda bulunur. Tuvalet sorunu ortaya çıktığında da Soyuz aracı çok işe yaradı. Astronotlar onun tuvaletini kullanmaya başladı. Elbette, kullanmadan önce Rus kontrol merkezinden onay aldılar. Ama bu araç



uzun süreli kullanımlar için tasarlanmamıştı, en fazla 2-3 günlük yolculuklarda kullanılıyordu. O nedenle de tuvalet tankları çok küçüktü. İstasyondaki üç astronot hızla bu tankları doldurdu. Bunun ardından, istasyonda acil tuvalet durumları için bulundurulmuş naylon torbalar imdada yetişti. Ama nereden bakarsanız bakın tam bir kriz ortamı oluşmuştu. Bu durumla ilgili yapılan bir takım esprilerden biri şöyleydi; "Hem astronot olmuşsun, hem de idrarını tutamıyorsun."

Bu durumun tek olumlu yanı kriz başladıktan 15 gün sonra uzay mekiği Discovery'nin normal tarifeli seferini yapacak olmasıydı. Bu sırada Rus teknisyenler de hangi parçanın bozulduğunu anlamaya çalışıyorlardı. Sonunda bozuk parçayı buldular ve ilgili yedek parçayı diplomatik yollardan ABD'ye ulaştırdılar. Discovery, uzay istasyonuna kenetlendikten sonra yapılan ilk iş paketin açılması ve ilgili parçanın değiştirilmesi oldu. Rus kozmonot, iki saatlik bir tesisatçılıktan sonra tuvaleti çalıştırmayı başardı. Uzay araçlarındaki tuvalet sorununun ne kadar önemli olduğu da bu şekilde anlaşılabilir oldu.

Anlaşılacağı üzere uzayda tuvalet sorunu tam bir çözüme kavuşmuş değil. Sorunların neler olduğunu yazıyı okuyunca anlayabiliyorsunuz. NASA, genç beyinlerin sorunlara nasıl yaklaştığına çok önem veriyor. Bu nedenle sık sık bu konularda yarışmalar düzenliyor. Bu bir yandan halka ve genç kuşağa bilimi sevdirmek için yapıyor olsa da gençlerin bu konuda hazırladıkları projelere çeşitli ödüller veriliyor. Siz de düşünün... Sorunlardan biri için bile bir çözüm öneriniz varsa, hemen NASA'ya yazabilirsiniz. Unutmayın her düşünce değerlidir.

Prof. Dr. Ethem Derman
Ankara Üniversitesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü

Kaynaklar:
<http://www.aksiyon.com.tr/detay.php?id=14400>
http://www.twcworld.com/y_derneğimiz.htm
<http://teachers.net/gazette/MAR08/newlin/>
<http://www.abc.net.au/science/k2/moments/s348188.htm>
<http://www.nealthompson.com/pdfs/ligththiscandle-chap1.pdf>
<http://www.bookrags.com/research/sanitary-facilities-spac-03/>
<http://news.bbc.co.uk/1/hi/magazine/6640035.stm>
<http://www.spacetoday.org/History/ManInSpaceFirsts/CreatureComforts.html>
<http://www.tabpi.org/2006/t20.pdf>
http://www.doctorzebra.com/drz/s_bathroom.html
<http://spaceflight.nasa.gov/shuttle/reference/shutref/orbiter/ecdss/wcs.html>
<http://www.firstafricaninspace.com/home/mission/logs/1/200209.shtml>
http://www.trekunited.com/news/index.php?option=com_content&task=view&id=1062&Itemid=82