

Uzayda Giyilen Teknoloji Astronot Giysileri

Uzay gemileri ve giysileri, insana hava ve atmosfer basıncı bulunmayan bir boşlukta yaşama olanağı veren olağanüstü güzellikte teknik buluşlardır. Astronot, yıllar süren çok sıkı bir hazırlık ve eğitimden geçerek göreve hazır olur. Kalkışta, dönüşte ve manevra yaparken son derece sıkıntı veren ivmelere dayanması gerekir. Tehlikeli durumları cesaretle karşılamak ve ağırlıksız ortamlarda yaşamaya alışmak zorundadır. Astronotun vücuduna bağlanan küçük ölçü aletleri, astronotun yürek atışlarını, vücut sıcaklığını, damar basıncını, sürekli olarak uçuşu yerden izleyen uzmanlara iletir. Öyle ki yer kontrol merkezi hangi astronotun uyuduğunu, hangisinin uyanık olduğunu bile bilir. Bunlar hem bir görevin başarısı hem de astronotların güvenliği açısından son derece önemlidir.

TEĞMEN William Rankin 26 Temmuz 1959'da F8-U uçağıyla 15 000 metreye çıktığında müthiş ağırlar hissetmişti. Karnı şişmiş, patlayacakmış gibi olmuş, kulak zarı patlamıştı. Damarlarında azot baloncukları oluşmuştu. Gözlerinden, kulaklarından ağızından ve burnundan kanlar boşanmıştı. Buna karşın Rankin hayatta kaldı, hatta bilinçli kalmayı başardı. Yere indiğinde şu gerçeği iyi anlamıştı:Yüksek seviyelere uzay elbiseleri olmadan çıkılamazdı. İnsan, uzayda yaşayabilmek için dünyanın en pahalı elbiseler olan uzay elbiselerini, giymek zorundadır. Bugün çağdaş bir uzay elbisesinin maliyeti 10,4 milyon dolardır. Bunun yanında uzay elbiselerinin üretilmesi ve geliştirilmesi için bugüne değin milyarlarca dolar ve ruble harcanmış bulunuyor. Günümüzde

uzay elbisesi tasarımcılarına düşen görevse Mars'a gidecek astronotların kıyafetlerini tasarlamak, olası uzay yolculuklarında uzaya çıkacak turistler için elbise modelleri geliştirmektir.

1959'da Rankin'in başına gelenlerden çok daha önce, 1875'te üç Fransız,



üzerlerinde uzay elbisesi olmadan yükselme deneyi yapmışlardı. Gaston Tissandier, Joseph Croce Spinelli ve Theodore Sivel, Zenith adındaki balonla uzayın keşfinde bir kilometre taşı olarak anılan yükselme denemesini gerçekleştirmişlerdi. Denemeden yalnızca Tissandier sağ çıktı. Diğerlerinin ölümlü hem insan fizyolojisi hem de havacılık açısından bazı sorunları gözler önüne serdi. Zenith'in yolculuğu 7000 metreye kadar fazla sorun çıkmadan gelişti. Bu yükseklikten sonra deneye katılanların üçünde de oksijensizlik belirtileri görülmeye başladı. Deney sırasındaki tek fizyolojik veri 4000 metrede alınmıştı. Üç adamın nabızı da yüksekti. Sivel'in kalp atışları normalin iki katıydı. Bunun ana nedeni kuşkusuz anoksia, yani oksijen eksikliğiydi. 7500 metreye geldiğinde ekipte halsizlik ve uyku hali vardı; ama yine



de tırmanmayı sürdürme kararı almışlardı. 8000 metre civarında Tissandier barometreyi okuyarak yüksekliklerini ölçmüştü; fakat bunu arkadaşlarına söyleyecek durumda değildi. Kaldı ki onların da Tissandier'i duyabilecekleri kuşkuluydu. Tissandier'in gözleri karardı ve sepetin dibine yığılıp kaldı. Yarım saat sonra uyandığında balonun hızla düştüğünü gördü. Düşüşü yavaşlatmak için biraz safra attı ve ardından güçlükle gözlem defterine arkadaşlarının kıpırdamadan yattıklarını yazdı. Sonra yeniden kendini kaybetti. Balon atılan safradan sonra tırmanmayı sürdürdü. Barometreler ulaşılan en son noktanın 8500 metre olduğunu kaydetti. Tissandier yeniden kendine geldiğinde balon hızla düşüyordu. Sivel ve Spinelli sepetin dibinde uzanmış yatıyordu. Tissandier onları uyandırmak istedi, yanlarına gittiğinde yüzlerinin kararmış ve ağızlarının kan dolu olduğunu gördü. Balonu indirmeyi başardı. On beş gün sonra editörlüğünü de yaptığı La Nature adlı dergide bu deneyin raporunu yayımladı. Spinelli ve Sivel büyük olasılıkla balonun ikinci yükselmesi sırasında ölmüşlerdi. Tissandier, ölümlerin oksijensizlikten kaynaklandığı sonucuna vardı.

Bugün insanın ne gibi tehlikelerle karşı karşıya kalabileceğini biliyoruz.

15 000 ile 18 000 metrenin üzerinde vücut yalnızca oksijen değil, hava basıncına da gereksinim duyar. Basıncın düşük olması vücut sıvılarının sıvı halde kalmasını engeller. Ayrıca kanda erimemiş halde bulunan gazların açığa çıkıp kan dolaşımını engellemesine neden olur. Bu durum da ölümlere yol açar. Bundan korunmanın yolu günümüzde astronotların giydiği gibi uzay elbiseleri giymektir.

Uzay elbiseleri geliştikçe elbise tasarımcıları yaptıkları işin ne kadar karmaşık olduğunu anlıyorlar. Böyle bir elbise, sahibini yalnızca uzaydan gelebilecek tehlikelere karşı korumakla kalmaz, onun bedensel gereksinimlerine de yanıt verir, astronotu kısıtlamaz. Dünya'da belli bir sıcaklıkta yaşarız. Atmosfer bizi uzaydan gelen zararlı ışınlar karşı korur. Tehlikeli kozmik ışınlar kadar meteorlar da atmosferimiz tarafından engellenir. Bunun yanı sıra insan günde 200 gram oksijene, 2 litre suya ve 700 gram katı besine gereksinim duyar. Her soluk verişinde zehirli karbondioksit gazı açığa çıkarır. 1,5 litre sıvıyı ve 200 gram katı artığı vücudundan dışarı atar. Bir uzay elbisesi insanın bu gereksinimlerini karşılamak zorundadır. Bu sorunlara çözüm olacak nitelikli bir elbisenin yapılması için ilk girişimler biraz geriye gidiyor, 1930'lu

yıllara denk geliyor. 1933 yılında ABD'li Mark Edward Ridge dalgıç giysisini değiştirip geliştirerek 15 000 - 27 000 metre yükseklikteki basınca uyum sağlayabilir hale soktu. Gelişmekte olan uçakların her geçen gün daha yükseğe çıkacağını düşünerek yapmıştı bu buluşunu. 1936 yılında İngiliz *Kraliyet Hava Kuvvetleri*'nden bir pilot 15 000 metreye çıkmayı başardı. Düşük basınca karşı kauçuktan yapılmış bir elbise giyiyordu ve tıpkı Michelin firmasının maskotu olan bebekler gibi görünüyordu.

Gerçek anlamda uzay elbisesine benzeyen ilk elbiseyi 1961 yılında Neil Armstrong giymişti. Armstrong'un uçağı X-15, yerden 107 kilometre yüksekte sestan altı kat daha hızlı uçuyordu. Armstrong'un üzerindeki giysiler, vücut sıcaklığını koruyan, morötesi ışınları yansıtan alüminyum bir tabakayla kaplıydı. Giysinin aynı zamanda yanmaz nitelikte olması onu ateşten de koruyordu. Bu uçuş deneyinden 8 yıl sonra Armstrong, Ay'a ayak basan ilk insan olacaktı. Üzerindeki giysi yaklaşık 100 kg ağırlığındaydı. 38 kg ağırlığındaki elbise ve sırtına astığı 60 kg ağırlığındaki yaşam destek ünitesi, Ay yüzeyindeki düşük kütleçekimi altında yalnızca altıda bir oranında hissediliyordu.





Elbisenin dış yüzü teflondtu. Bu yanmayan bir kumaştı. İlk olarak 1938 yılında Du Pont Kimya Laboratuvarı'nda üretilmişti. İdrar, elbisenin içindeki plastik borular aracılığıyla plastik bir haznede toplanıyordu. Kötü kokular elbisenin içinde sirkülasyon halinde bulunan oksijen yardımıyla bastırılıyordu. Bunun yanı sıra kozmik ışınlar ve çok küçük gök cisimlerinden korunmak için elbise, değişik maddelerden yapılmış ve çok dayanıklı katmanlar yardımıyla desteklenmişti.

27 Ocak 1967'de Apollo serisinden bir uzay aracının yer testleri yapıldığı sırada yanması ve astronotların bu kaza sonucunda yanarak ölmelerinin ardından uzay elbiseleri ateşe dayanıklı maddelerden ve yanmayacak şekilde tasarlanmaya başladı. A7L adı verilen bu elbiseler sonradan Ay yolculuğuna katılan astronotların da elbisesi olacaktı. Bu elbiselerin dayanıklılık testlerinden birine katılan Bruce Ferguson bu deneyimini şöyle anlatıyor: "Basınç altında elbisenin içinde oturuyorduk. Göbek kordonu yardımıyla



1) Astronot önce hava dolaşım sistemini içeren iç giysiyi giyer. 2) Ardından iki parça halindeki pantolon ve gövde bölümü giyilir. 3) İki parça arasındaki bağlantılar yapılır. 4) Eldiven takılır. 5) Koruyucu başlık takılır. 6) Uzayda hareket edebilmeyi kolaylaştıran motor sistemi eklenir.

oksijene bağlıydık. Bir teknisyen elinde alev makinesiyle üzerimize ateş püskürtüyordu. Başka denemeler de yapıldı. Elbiselerle koştuk, düştük, kalktık ve elbisenin denemeleri başarıyla bitti."

Artık güvenilirliği iyice kanıtlanan bu giysileri, NASA, uzay programlarında kullanmaya başlayacaktır. Astronotlar Ay'da yürüyüp taş örnekleri toplarken, Ay araçlarını kullandıkları sırada üzerlerinde bu giysi vardır hep. Bir keresinde astronotlardan birinin tökezleyip düştüğünü gören birçok kişi, onun zarar görmesinden endişelenmişlerdi. Elbise tasarımcılarınınsa ürettikleri elbiselerine güvenleri tamdı. 24 katmandan oluşan bu elbiseye zarar verebilmek için üzerinden bir buldozerle geçmek gerekliydi ancak. Elbisenin katmanları teflon, alüminyum, neopren ve dakron gibi dayanıklı ürünlerden oluşuyordu.

Altmışların sonunda ve yetmişlerin başında elbise tasarımcılarının aklındaki elbise tasarımı bir ortaçağ şövalyesinin giysisini andırıyordu. Bir zırh

gibi astronotu koruyacak ve yine aynı şekilde taşıyıcısının hareketlerini kısıtlamayacaktı. Bu giysi tasarımı Apollo 18 görevinde kullanılmak üzere düşünülmüştü. Buna karşın Apollo programının 1972 yılında sona erdirilmesiyle elbise bu görevde kullanılmadı.

İlerleyen yıllarla birlikte ABD uzay programında da değişiklikler yaşanıyordu. Uzaya gönderilen araçların taşıyıcıları olan Satürn roketlerinin kullanımdan kalkması ve yürürlüğe giren uzay mekiği projesiyle birlikte uzay elbiselerinde de bir değişiklik yaşanacaktı. Uzay mekiğinin en temel amaçlarından biri tekrar tekrar kullanılabilir bir uzay aracı yapmaktır. Bu projeye birlikte uzay giysilerinin de çok kez kullanılması gündeme geldi. Yeni görevlere uyarlanabilecek, tekrar kullanılabilir uzay elbiseleri aynı zamanda çok daha ucuza mal olacaktı. Astronotların her biri için ayrı bir elbise hazırlama düşüncesi yerine çeşitli boylarda elbise üretilmesi düşüncesi de bu döneme rastlıyor. Küçük (S), orta (M), ve büyük (L) beden elbiseleri kısa bir süre sonra çok küçük (XS) ve çok büyük (XL) elbise bedenleri de izledi. Artık yalnızca eldivenler astronotun ellerinin içinde rahat hareket edebilmesi için ayrı ayrı üretiliyor. Bu bile oldukça pahalı bir işlem. Bir çift astronot eldiveni yaklaşık 20 000 dolara mal oluyor. Bunların yanında astronotun görev sırasında idrarını yapabilmesi için gerekli olan düzenek, uzay mekiği programına kadınların da alınmasıyla yeniden gözden geçirildi. Bir litre kadar idrarı saklayabilen plastik idrar torbasından yayılan kokunun astronotu rahatsız etmemesi için, iç elbise ile uzay elbisesi arasında hava sirkülasyonu yapılıyor ve elbise havalandırılıyor.

Elbisenin önemli bölümlerinden biri de başlık. Başlık astronotun çevresini rahatça görmesini sağlayacak biçimde tasarlanmıştır. Başlığın bazı dalga boylarını süzerek astronotun zararlı ışıklardan korunmasını sağlayacak vizörleri de bulunur. Bunun yanında başlığın içinde iletişim için bir mikrofon ve alıcı vardır. Elbisenin gövde kısmında astronotun hayatta kalmasını sağlayan yaşam destek ünitesi bulunur. Astronotların sırtına tutturulan bu üniteye oksijen tüpleri, su tankları, havalandırma sistemi ve sıcaklığı ayar-

layan bir birim bulunur. Tüplerdeki oksijen, astronotun nefes alıp vermesinin yanı sıra, elbise içindeki havalandırma ve elbisenin uygun basınçta tutulması için de gerekli. Ana oksijen tüplerinin bir kaza sonucu devre dışı kalması durumunda bile 30 dakika dayanabilecek yedek bir sistem vardır.

Mir uzay istasyonu ya da uzay mekikleri gibi uzay araçlarında elbise basıncı atmosfer basıncına eşit olarak, yani 1013 milibar olarak ayarlanmıştır. Bununla birlikte, bu basıncı uzay elbiselerinde sürekli sabit tutmak hiç de kolay bir işlem değildir. Astronotların uzay elbiselerini giymeden önce yeni atmosferlerine alışmaları gerekir. Bu nedenle kanlarında ve dokularında birikmiş azotu vücutlarından atabilmek için bir süre saf oksijen solurlar. Bu önlemin alınmaması astronotları tıpkı dalgıçların vurgun yemesi gibi kötü bir durumla karşı karşıya getirecektir. Böyle bir durumda astronotlarda deride kızarıklıklar, eklem ağrıları, kan pıhtılaşmasında bozukluklar ve beyin kanaması gibi son derece tehlikeli komplikasyonlar görülecektir. Böylece uzay elbisesinin önemi bir kez daha ortaya çıkıyor. Çünkü astronota mini bir uzay aracı, hatta bir yaşam alanı olarak hizmet eden uzay giysisi, astronotun vurgun yemesini önleyen bir basınç odası görevini de görecektir.

Uzay elbisesinin bir astronot ya da kozmonot için yaşamsal önemi olduğu bir gerçek. Uzaya açılan ilk yıllarda elbiseler astronotların bedenlerine göre ayrı ayrı hazırlanıyordu. Ama bu oldukça büyük bir lükstü ve sürdürülemeyeceği bir süre sonra anlaşıldı. Sonrasında her bedene uyacak türden elbiseler üretildi. Elbiseler astronotların bedenine göre değildi ama diğer elbiseler gibi bedenleri vardı. Böylece uzay görevleri için istasyonlarda farklı bedenlerde elbiseler bulundurulmaya başlandı. Sözelimi Amerikalılar yalnızca eldivenler için dokuz farklı beden üreterek bu soruna bir çözüm getirdiler. Öte yandan Ruslar için böyle bir durum söz konusu değil. Uzay elbiseleri tek bir beden ölçüsünde üretilip elbisenin içinde yapılan bazı ayarlarla kullanıcısının bedenine uydurulmaya çalışılıyor. Bununla birlikte Rus uzay elbiselerinin Amerikan uzay elbiselerine karşı bir üstünlüğü var: Bu elbiseler kolay giyilebiliyor ve çok kısa süre-



de kullanıma hazırlanabiliyor. Bu elbiseleri giymek için yalnızca arka taraftaki kapağı açıp içine girmek yeterliyken birkaç parçadan oluşan astronot elbiselerinde uzay adamları daha fazla zaman harcamak durumunda. Amerikalılar giyinirken yarım saat harcayabiliyor. Bu süre Ruslardaysa birkaç dakikaya kadar inebiliyor.

Uzay elbiseleri zaman içinde karşılaşılan zorluklar ve gereksinimlerle birlikte geliştirildi. Sözelimi ilk uzay yürüyüşlerinde astronotlar parmakları donmuş olarak araçlarına dönerlerdi. Bu elbiselerin havayı düzenlemesinden kaynaklanan bir durumdu. Başlangıçta eldivenler bir havalandırma sisteminden yoksundu. Fakat sonra başlık ve omuzların üst kısmından geçecek şekilde tasarlanmış, böylece de gövdede basıncı ve havalandırmayı sağlayan sistem, eldivenlere de oksijen gitmesini sağlayacak şekilde yeniden düzenlendi. Bir başka sorun da başlıklarda yaşanıyordu. Başlıklar uzay çıkışlarına soğuduğu için, astronotların su buharına doymuş nefesleri buğuyla dönüşüyor ve görüşlerini engelliyordu. Başlıklar günümüzde otomobil ve uçaklardakine benzer bir sisteme sahip. Buna göre oksijen sürekli başlığa doğru süpürülerek akıyor ve buğulanmayı engelliyor.

İlk insanlı uzay uçuşunu 12 Nisan 1961'de Sov-

yet kozmonotu Yuri Gagarin gerçekleştirdi. Bundan 1 ay sonra 5 Mayıs 1961'de Alan Shepard uzaya çıkan ilk ABD'li astronot olacaktı. Shepard, Mercury adlı uzay aracıyla 15 dakikalık bir yörünge altı uçuşu (Yer'in çevresinde tam bir dolanımın olmadığı) uçuşu yaptı. ABD Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi, 1959'dan başlayarak yaptıkları astronot seçimlerinde çeşitli kıstaslar kullandılar. Mercury, Gemini ve ilk Apollo uçuşlarına katılan astronotlar askeri pilotlardı. Sonraları uzayda çalışmalarını yürütmek üzere uçuş deneyimleri olmayan ama fizik, kimya, yerbilimleri gibi alanlarda uzmanlaşmış kişiler de uzay uçuşlarına seçildi. Özellikle uzay mekiği projesinde astronot eğitimi alanlar arasında kadınlar da vardı artık.

Astronotlar uzay uçuşlarında kullanılmak amacıyla oldukça geniş kapsamlı psikolojik ve fiziksel eğitim görürler. Teorik bilgilerin yanı sıra uzay aracındaki ortamın bilgisayar denetiminde yaratıldığı ortamlarda ve uzay araçlarıyla aynı boy maketlerin kullanıldığı eğitim alanlarında uçuşa hazırlanırlar. Yapay olarak hazırlanan sıfır ağırlıklı ortamlarda yaşamaya alıştırılır astronotlar. Uçuş eğitimi görmemiş uzmanlarsa bir yıl boyunca süren çalışmalar sonucunda görev için gerekli temel becerileri kazanırlar.

Astronot elbiselerinin gelişimi sürüyor. NASA yetkilileri Mars gezegenine insanlı bir araç göndermeyi amaçlıyorlar. Bunun için yeni bir elbise tasarlanması gerekir kuşkusuz. Neil Armstrong'un Ay'da giydiği kıyafet, Ay'ın düşük yerçekimi nedeniyle astronotlara 100 kg olduğunu hissettirmiyordu. Buna karşılık Mars görevinde kullanılacak giysilerin çok daha hafif olması gerekiyor. Bu da gösteriyor ki astronot elbiselerinin gelişimi henüz tamamlanmadı. Gelecekte bir gün, her göreve uygun elbiselerin yapı-

labileceğini düşünüyor bilim adamları. Kimbilir belki bu sayede uzayda da Dünya'daymışçasına rahat edebilecek insanlar.

Gökhan Tok



Kaynaklar:
Wisniewski, G., Haute Couture für den Himmel, PM Magazine, November, 1999
<http://www.farthills.org/lees/index.shtml>
<http://www.nasm.edu/nasmcoll/space/space.html>