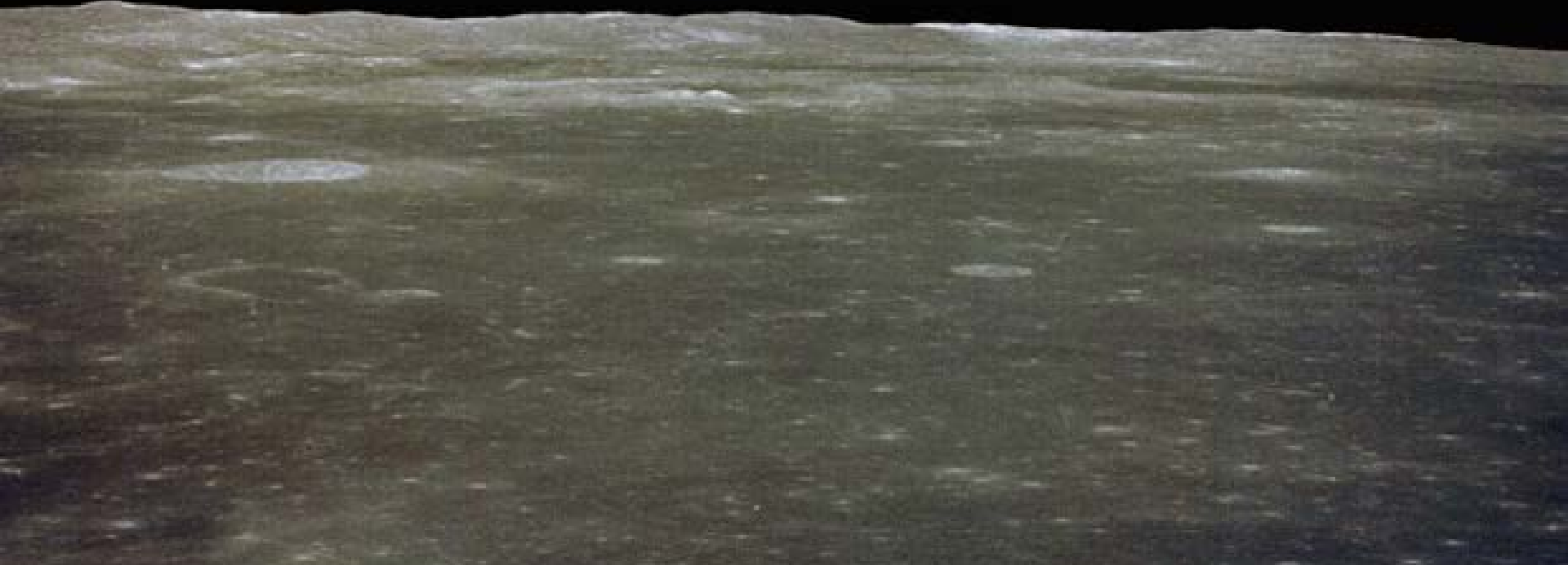




# *Uzay Hastalığı ve Yiyecekler*



## *Astronotların Yaşam Olanakları*





# *İnsanlığın Evrimi...*

- Uzay uçuşları başlamadan önce yaşam ve çekim alanı arasındaki bu sıkı-fıktı ilişkinin derecesi bilinmiyordu. Örneğin çekimin olmadığı yerde bazı biyolojik süreçler işlevlerini sürdürebilir miydi?
- Çekimsizlik yer atmosferinde deneysel olarak uçaklarda birkaç saniyeden fazla elde edilemiyordu.
- Dünya etrafında uyduların uçmaya başlamalarını beklemek zorundaydık uzun süreli çekimsiz ortamı araştırabilmek için.
- Uzay çağından önce bilim insanları çekimsiz ortama birdenbire düşen bir insanın başına gelebilecek korkunç sonuçların neler olabileceğini tahmin edebiliyorlardı.



# Çekimsiz Ortam...

- Bu tahminler çoğu zaman birbiri ile çelişiyordu.
- Çeşitli uzmanlar kalbin çok hızlı atacağını veya duracağını söylüyorlardı. Bazıları kişinin hiç uyuyamayacağını, diğerleri ise sürekli uykuda olacağını.
- Kemiklerin yumuşayacağını, yemenin olanaklı olmayacağını ve içme yeteneğinin bozulacağı dahi ileri sürülmüştü.
- İşte çekimsizliğin bu bilinmeyen tıbbi etkilerini öğrenebilmek amacıyla Yuri Gagarin ve Alan Shepard'dan önce hayvanlar çekimsiz ortamda uçuruldu.
- Mutlu bir şekilde beklenen tehlikelerin olmadığı görüldü



# Çekimsiz Ortam...

- Genel olarak çekimsiz ortamın beklenmeyecek şekilde tehlikesiz ve dayanılabilir olduğu anlaşıldı.
- Bununla beraber insan vücudunda bazı önemli değişimler olduğu daha ilk uçuşlarda saptandı.
- Bu değişimlerin ne kadar süreceği ve uzun süreli uçuşlarda ne denli ciddi sonuçlar doğuracağı, ABD ve Rus'ların uzman "uzay doktor"larının yoğun araştırma konusudur.



# *Kan Dolaşımı...*

- Astronotlarda gözlenen ilk etki kalp atışlarında ve kan basıncında olan değişimdi. 1962 yılındaki 9 saatlik uçuşta ve onu takip eden 34 saatlik uçuşta astronotlar üzerinde saptandı.
- Dünyaya döndüklerinde sürekli başları dönüyor, ayakta zor duruyorlardı ve toplam kan miktarında azalma vardı.
- Skylab uçuşlarında uzaya çıktıktan sonra bu dolaşım değişimlerinin 4-6 hafta devam ettiği, sonra durduğu saptandı. Bu süreden sonra astronotlar eski sağlıklarına kavuşuyorlardı.
- Fakat dünyaya döndüklerinde yine bazı ağır hareketleri yapamıyorlardı.





# *Kan Dolaşımı...*

- Bilimadamları ve doktorlar bu değişimleri anlamaya başladılar. Birdenbire çekimsiz ortama giren astronotlarda kan ayaklarda ve vücudun alt kısımlarından yukarı başa doğru yer değiştiriyordu. Çünkü daha önce çekim nedeni ile kan vücudun alt kısımlarında bulunuyordu. (Kalbin vücudumuzda bulunduğu yüksekliğe dikkat edin!)
- İnsan beyni, çekimsiz ortamda, kan miktarını düşürmek için, kandaki sıvı ve bazı tuzları, idrar yolu ile atıyor ve/veya susama hissini yok ediyordu.



# Kan Dolaşımı...





# *Kan Dolaşımı...*



- NASDA astronotu Dr. Chiaki Mukai'nin yerde ve uzayda çekilmiş iki fotoğrafı görülüyor. Yüzdeki, özellikle göz çevresindeki şişkinliklere dikkat. Kafatasındaki damarlar genişlemiş.






# *Kan Dolaşımı...*



- Susan Helms, Uzay istasyonu astronotu. Solda yerde çekilmiş fotoğrafı, sağda ise istasyondaki fotoğrafı görülüyor.



# *Kan Dolaşımı...*

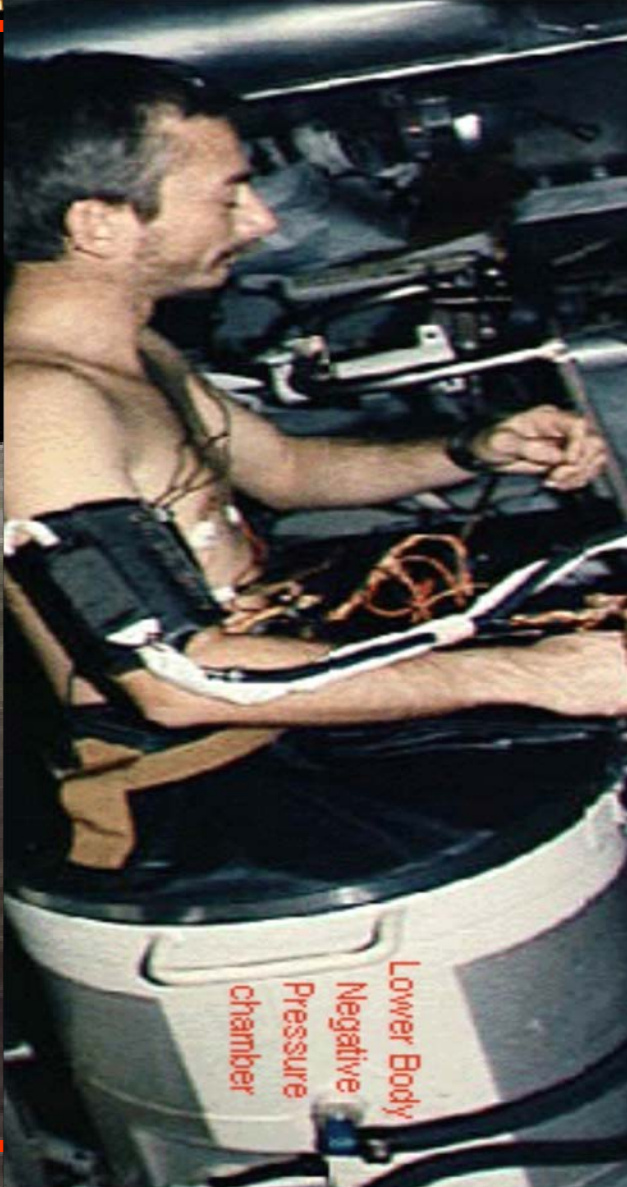
- Vücudun bu şekilde çalışması sonucu kan miktarı azalıyor ve uzayda *çökimsiz* yaşam konforlu hale geliyordu. 
- Fakat dünyaya döndüklerinde çeşitli hareketlerini destekleme açısından bu kan miktarı az geliyor. O nedenle döndükten sonra astronotlar yeni kan vermiş insanlara benziyorlardı.
- Astronotların bu davranışı birkaç gün sürüyor ve kaybedilen kan miktarı geri kazanılınca sona eriyordu. Uzun süreli bir etki değil.
- Sadece değişim bu kadar olsa bazı önlemler alınabilir ama daha ciddi değişimler de var. Kandaki alyuvarlar, akyuvarlar ve diğer bileşenlerin değişimi incelenmekte.



# *Kan Dolaşımı...*

- Uzayda insanların vücudundaki değişimleri incelemek nede olsa sınırlıdır. O nedenle yerde uzay uçuşunun psikolojik etkilerinin simülasyonu için bazı yöntemler geliştirildi.
- İnsan ve hayvanları uzun süreli su içinde tutmak veya onları sürekli başaşağı yatırmak gibi.
- Bu deneylerde kan dolaşımında aynen uzayda olduğu gibi değişimler gözlenmiş ve bu durum ayrıntılı olarak incelenmiştir.

# *Kan Dolaşımı...*



- LBNP cihazı. Skylab'da kullanılmıştır. Basit bir vakum cihazı. Çekimi simule ederek vücuttaki kanın aşağıya doğru çekilmesini sağlıyor.





# *Kemik ve Kas Zayıflaması...*

- Yerin çekim alanına karşı çıalmak için kullanılmadığında kemikler bozulmaya ve kaslar büzölmeye başlar. Aynı etkiler uzayda da olur.
- İlk uzay araçlarında sınırlı hareket alanı ve uygun basıncın olmaması kemik ve kasların sürekli zayıflamasına neden olmuştur.
- Bu zayıflama süreci yavaştır ve insana 6-12 ay arasında uçuş olanağı sağlar. Daha uzun uçuşlarda daha fazla önlemler alınmak zorundadır.
- Hem Skylab'da hem de Salyut'da astronot ve kozmonotlar sürekli ekzersiz hareketleri yapmışlardır.





# *Kemik ve Kas Zayıflaması...*

- İnsan vücudunda **1000-1200 gr** Kalsiyum, 400-500 gr Fosfor bulunur. Kalsiyumun %99'u, fosforun ise %85'i kemiklerde bulunur. Yani kemik dokusu kalsiyumu ve fosforu depolar.
- Uzaya çıkıldığında çekimsiz ortamda vücut kemikte bulunan bu elementleri idrar ve dışkı ile atmaya başlar. İlk on günde kemiğin %3.2'si atılır.
- Kalsiyumun atılması sonucunda idrarda taş oluşmaya başlar. Bunun sonucunda, müthiş bir ağrı ortaya çıkar.
- Kemik yoğunluğunun azalması ayrıca kemik çatlamlarına neden olur.
- Önlem olarak ekzersiz önerilir: Pedal ve ergono(kürek)metre



# *Kemik ve Kas Zayıflaması...*



- Skylab komutanlarında Charles Conrad Jr. Ekzersiz çalışmasından sonra terini silerken görülüyor. 69 yaşında motorsiklet kazasında öldü. Dört uzay yolculuğu var.



# *Kemik Zayıflaması*

2007 yılında NASA'da yapılan "Astronotlarda sağlıklı kemik yapısını sağlamak" amacıyla yapılan bir araştırmada uzay istasyonunda görev yapanların görevleri süresince kalça kemiklerinin kütle olarak %11 azaldığını buldular. Yeryüzüne döndükten 1 yıl sonra kaybolan kemik miktarı tam olmasa da yerine gelmektedir. Fakat kemiğin yapısı ve yoğunluğunun bir yılda normal düzeye gelmediğini buldular. Kalça kemiği gittikçe kuvvetlendiği görülüyor ama uçuş öncesi değere gelmesi için çok uzun süre istiyor.



# *Kemik Zayıflaması*

- Mars'a gidip gelecek olan astronotlar için bu çok önemli sorun giderilmeli. Mars'da kalça kırığı olan bir astronot çalışamaz. Dünyaya döndüğünde de kalçası kırılan bir astronot görmek istemiyorlar.
- Yörüngede 1 ay kalan bir astronotun kaybettiği kemik miktarı oldukça yaşlı bir bayanın ömrü boyunca kaybettiği kemik miktarına eşit olduğu bu çalışmada ortaya çıktı.



# *Kemik Zayıflaması*

- Doktorlar “kemik erimesi” hastalığına yakalanmış milyonlarca hastayı incelemişler ve kemiğin gittikçe körelmesi onun yoğunluğunun düşmesine neden olduğu bulunmuş. Bu ise kemiği gözenekli hale getiriyor ve sonuçta kolayca kırılıyor.
- Düzenli egzersiz yapan astronotlar 4 ila 6 ay istasyonda kalmasına karşın fazla kemik erimesi ile karşılaşmıyorlar ama onlar bile tırmanma ve düşme gibi eylemlerde kemik kırılması riskini büyük ölçüde taşıyorlar.





# *Kemik Zayıflaması*

- Yeryüzündeki kemik erimesi olan hastalarda yapılan araştırmada kemik kütlesindeki kaybı karşılamak için kemiğin, boyutunu büyüttüğü saptanmış, dolayısıyla yoğunluk düşüyor.
- Astronotlarda da aynı olayın olduğu düşünülüyor. Dolayısıyla uzaya gitmeden önce ve geldiğinde uzun süre kalça kemiğinin ve omurganın 3 boyutlu röntgenini çekerek gelişmeyi takip ediyorlar. Kemik erimesi hastalığına ilaç bulunursa bu problem çözülecek.



# Hareket Hastalığı...

- Bu hastalığa bilim-kurgu yazarları “Uzay Hastalığı” da derler. Uzay uçuşlarında karşılaşılan en önemli biomedikal sorunlardan biridir.
- İlk mide bulanması sorunu 1961 Vostok 2 kozmonotunda görüldü. ABD astronotlarında bu belirti ilk uçuşlarda pek gözükmedi. Apollo 8 ve 9 astronotları mide rahatsızlığı, bulantı ve kusmadan çok ızdırap çektiler.
- Daha sonraları hem ABD hem de Rus kozmonotlar hareket hastalığının belirtilerini sürekli hissettiler. Uzaya giden astronotların yarısı bu hastalığı gösteriyordu.
- Hastalık ilk iki-üç gün astronotları perişan ediyor, bir haftanın sonunda ise tüm belirtiler ortadan kalkıyordu.



# Hareket Hastalığı...

- İlk uzay mekiği uçuşlarının süresi 3-4 gün yöresindeydi ve bu hastalık astronotların çalışma verimlerini büyük ölçüde düşürüyordu.
- Maalesef hala hareket hastalığının nedenleri bilinmemektedir. Bilim adamları ıçkulaktaki denge duyusunu kontrol eden organın, çekimsiz ortamda ciddi şekilde etkilendiğine inanmaktalar.
- Bu hastalığa yakalanan canlılar sadece insanlar değil. Skylab'a götürülen balıklar akvaryumlarında düzensiz ve bir loop yaparak yüzmeye başlamışlar.
- Aniden çekimsiz ortama giren kurbağaların beyinlerinde de şiddetli ve endişeli kayıtlar alınmıştır.



# Hareket Hastalığı...

- İnsanlarda, göz ve vücudun diğer kısımlarından gelen duyular ile = orta kulak ve 1 g'lik deneyim sonucu beyinde depolanmış bilgiler uyuşmaz olduğunda, beyin karışır.
- Bu durumun üstesinden gelinebilir. Uzayda kalınan birkaç günden sonra merkezi belleğimiz yenilenir ve göz ve kulaktan gelen duyular doğru olarak yorumlanır ve kişi çevresine uyum sağlamaya başlar.
- Birçok laboratuvarıda bu uyum sürecinin hızlandırılması ve ortaya çıkan belirtilerin bastırılması yönünde çalışmalar sürmektedir.





# Yiyecek ve Diyet...

- Uzaydan dünyaya dönen her astronot uçmadan önceki kilosundan 0.5-5 kg arasında zayıflamış olarak gelir.
- Yaylı kütle ölçme cihazı Skylab ve Salyut'da vardı ve astronotlar sürekli tartılıyordu. Bu kayıtlar kaybedilen kilonun yarısının uçuşun ilk 3 gününde gerçekleştiğini gösterdi. Daha sonraki kayıplar çok daha yavaş gerçekleşiyordu.
- Bilim adamları kilo kaybetmeye başlayan bir kişide ilk önce su kaybı meydana geldiğini, daha sonra kas, yağ ve kemiklerde kaybın başladığını belirlediler.
- Bu kilo kaybı egzersiz çalışmalarla ve uygun bir diyetle azaltılabilir.





# Yiyecek ve Diyet...

- Bununla beraber ilk astronotların çoğu diyet önerilerine pek uymamışlardır. Çekimsiz ortamda da yaşamın, dünyadaki kadar yiyecek enerjisine gereksinmesi olduğu konusunda ikna edilememişlerdi.
- Bir Ay uçuşu sırasında, kumandan astronot, “Ay’a giderken birkaç şekerden başka bir şey istemiyorum” demişti.
- Skylab gibi uzun uçuşlarda yiyecek konusu ciddi sorun oldu. Günlük alınan kalori bilgisayar ile kontrol edildi ve bir önceki günkü eksikliği gidermek için her astronota belirli ek yiyecek verildi.



# *Yiyecek ve Diyet...*

- Yeterli yemek yemeyi teşvik etmek amacıyla uzay yiyeceklerinin tadı çok güzelleştirildi.
- Uzay kabini içinde yer ve kütle tasarrufu nedeniyle yiyecek taşınması her zaman güç olmuştur. Fakat Skylab'da ilk uçuşlara göre verilen yemeklerde de ilerleme sağlanmıştı.
- Yemeklerin hazırlanması ve kullanılması gelecek uçuşlarda daha da karmaşıklaşacak ve “kapalı ekoloji” kavramında yemek sistemleri insan metabolizmasının artıklarından üretilecektir.



# Yiyecek ve Diyet...

- İnsanođlu çok önceden biliyor ki eđer yiyeceđi kurutup soğuk bir ortamda saklarsan istediđin zaman yiyebilirsin.
- Et, balık ve bazı meyveler dilimler halinde kesilir, güneşte kurutulur, daha sonra yenirdi.
- Diğer bir yöntem de yiyecekleri tuz ile ovarak veya yiyecekleri tuzlu suda tutarak istediđimiz zaman yiyebiliriz. Konserve, kapalı kutu gerek.
- Modern çağda ise yiyecekler derin dondurucularda şoklayarak dondurup saklanmaktadır.
- Tüm bu yöntemler yiyecekleri saklayıp daha sonra tüketmek mantığı üzerine kurulmuştur.

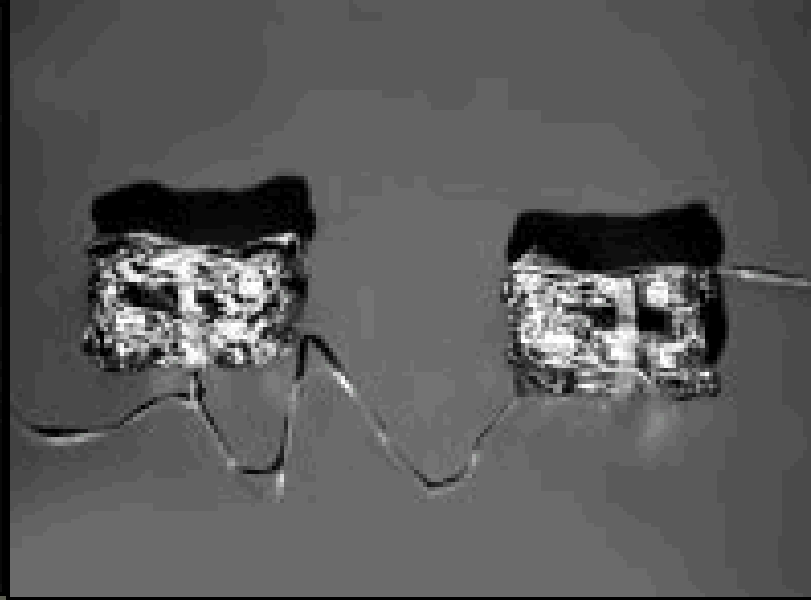
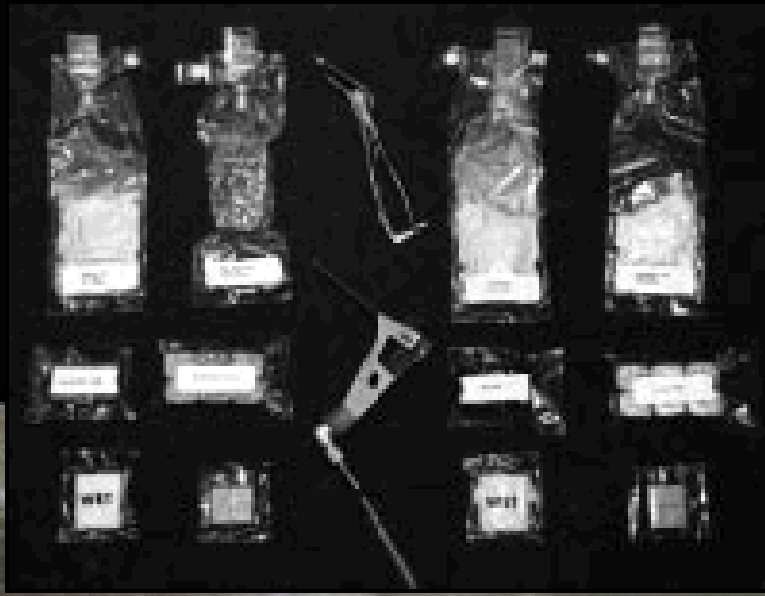


# *Yiyecek ve Diyet...*

- Tüm bu yöntemler yer yüzü için çok güzel ama uzay seyahatları için olanaksız, çünkü yiyecek depolayacak yerimiz ve buzdolabımız yok.
- Bu nedenlerle yiyeceklerin uzay seyahati için hazırlanması, paketlenmesi ve depolanması konusu uzay merkezlerinde ayrı bir çalışma konusu olmuştur.
- Genellikle suyu alınmış yani kurutulmuş yiyecekler kullanılır uzay yolculuklarında.



# *Yiyecek ve Diyet...*



*Gemini astronotları için hazırlanmış yiyecekler. Selefon bantla sarılmış kurutulmuş.*

*Gemini için hazırlanmış yemek paketleri*





# Yiyecek ve Diyet...



*Skylab'da kullanılan yemek tepsileri. Astronot istediği yemeği bu tepside ısıtabilir. Genellikle konserve yiyecekler*

*Rus kozmonotlar genellikle teneke kutularda veya aliminyum tüplerde yemeklerin paketliyorlar.*



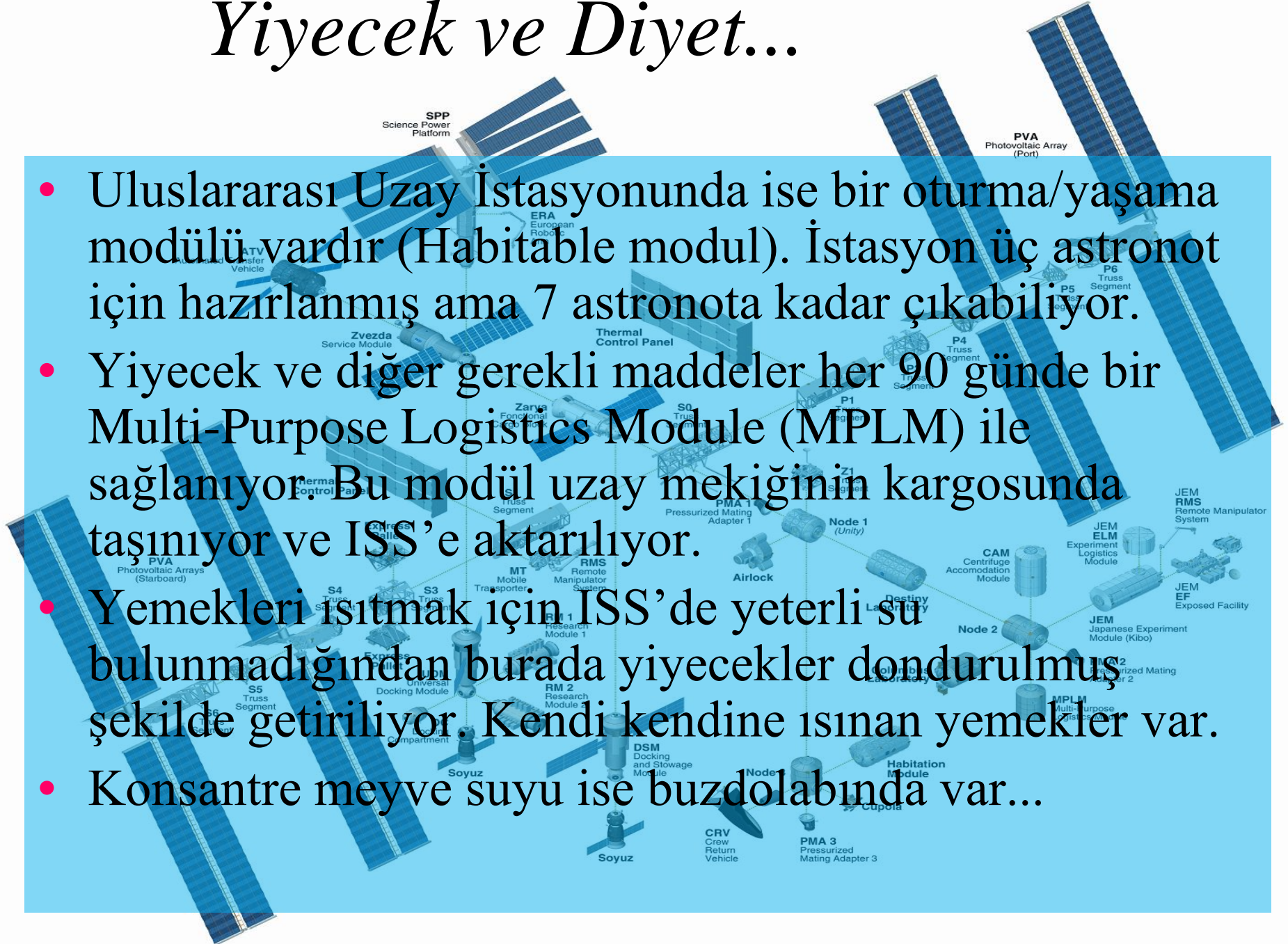
# Yiyecek ve Diyet...



*Uzay mekiğinde yemek hazırlamak için uzay aracının orta bölgesinde mutfak denilen küçük bir bölme var. Burada bir su dağıtıcısı ve bir fırın var. Sıcak, soğuk ve orta sıcaklıkta su almak olası. Kurutulmuş yiyecekler su ile nemlendirildikten sonra fırında ısıtılıyor ve astronotlar tepside yiyorlar.*

# Yiyecek ve Diyet...

- Uluslararası Uzay İstasyonunda ise bir oturma/yaşama modülü vardır (Habitable modul). İstasyon üç astronot için hazırlanmış ama 7 astronota kadar çıkabiliyor.
- Yiyecek ve diğer gerekli maddeler her 90 günde bir Multi-Purpose Logistics Module (MPLM) ile sağlanıyor. Bu modül uzay mekiğinin kargosunda taşınıyor ve ISS'e aktarılıyor.
- Yemekleri ısıtmak için ISS'de yeterli su bulunmadığından burada yiyecekler dondurulmuş şekilde getiriliyor. Kendi kendine ısınan yemekler var.
- Konsantre meyve suyu ise buzdolabında var...





# Yiyecek ve Diyet...



*Sağdaki resimde donmuş yiyeceklerden oluşan yemek tepsi görülmüyor. Solda ise donmuş yemek deposu. Tepsiyi çektiğinizde ısınması gereken yemekler otomatik olarak ısınıyor.*