



Bilimsel Bir Düşü Doğru...

Yörünge Laboratuvarı

Her şey planlandığı gibi giderse önümüzdeki yıl bahar aylarında, uzay mekiği astronotları, gerçek boyutlarda yapılmış plastik bir insan başını ve bedenini (gerçek diş ve kemiklerle donatılmış) 10 m uzunluğundaki yörünge laboratuvarına koyacaklar. NASA'nın Teksas Houston'daki Johnson Uzay Merkezi'ndeki üreticilerince Fred olarak adlandırılan bu mummyman, gerçekte uzman bir uzay gezgini; geçen yıl onun bir alt modeli, uzay mekiğiyle yolculuk etmişti. Ancak Fred'in bu kez yapacağı uzay yolculuğu, tarihsel bir yolculuk olacak. Çünkü Uluslararası Uzay İstasyonu'ndaki (Uİİ) ilk bilimsel denemelerin yıldızı olacak Fred.

Ne var ki Fred'i destekleyecek yardımcı ekip daha ona deneme bile yaptıramadı. Mühendisler ve bilim adamları bu istasyonu yaklaşık 20 yıldır planlıyorlar; astronotların uzayda yürüyerek istasyonun ilk iki modülünü birleştirmelerinin üzerinden de neredeyse dokuz ay geçti. Ancak istasyonda yapılması onaylanan deney-

lerin sayısı daha 100'ü bile bulamadı. Oysa bu, bilim adamlarının istasyonun planlanan 10 yıllık yaşamı boyunca yapmayı umdukları deneylerin ancak çok küçük bir bölümü. Bu bölümdeki çalışmalar da kısa bir sürede hızlanacak gibi görünmüyor. Para kaynaklarındaki kesintiler, istasyonun düşük kütleçekimli ortamından yararlanacak dolanımın kurulmasını geciktirdi ve önümüzdeki 5 yıl içinde istasyonun birleştirilme işlemleri için gerekenler, astronotlara bilimsel çalışmalar için az zaman bırakacak. Ek olarak, dev projenin 16 üyesi, yapılacak deneylerin işbirliğiyle seçilmesi sürecini biçimlendirmeye çalışıyor.

Kurulması ve işletilmesi 100 milyar dolara mal olacak istasyonun bilimsel değeri üzerindeki tartışmalar bu düşünce ortaya ilk atıldığı günden beri sürüyor. Bugünlerde istasyon artık bir gerçek halini alırken tartışmalar onun bilimsel yeterliliğine, yürütülecek deneylerin mantığına ve elde edilecek sonuçların doğasına kaymış durumda. Tartışmalarla birlikte istasyo-

nun yapım çalışmaları da sürüyor. ABD'nin ürettiği Destiny (yazgı) adlı laboratuvar, gelecek yıl bahar aylarında fırlatılacak. "İyi ya da kötü, projenin işleri yürüyor" diyor Ulusal Bilim Akademisi'nin Uzay Çalışmaları Danışma Divanı sekreteri, astrofizikçi Claude Canizares.

İstasyonda yapılması planlanan araştırmaların niteliğini değerlendirmek için daha çok erken; bununla birlikte istasyonun gelecekteki bilimsel getirilerini ortaya çıkarmaya başlamak için Fred iyi bir çıkış noktası. NASA'da radyasyon araştırmacısı olan Gautam Badhwar, geçtiğimiz birkaç ayı Fred'in aygıtlarını ayarlayarak, onu uçuşa hazırlamakla geçirdi. Yolculuk sırasında Fred'in içinde, yapay organlarla çevrili yüzlerce algılayıcı ve birkaç aygıt, araştırmacıların, istasyondaki mürettebatın zararlı kozmik ışımadan ne kadar etkileneceğinin saptamasında kullanılacak. Bilim adamları bu yolla elde edilecek bilgi sayesinde, Mars'a ya da başka bir yere gönderilecek insanlar için daha etkili koruyucu önlemler alınacağını umuyorlar. Fred, uzay istasyonunu kurmanın dayandığı temel mantık olarak hükümet yetkililerinin sürekli olarak ileri sürdükleri, istasyonda yapılacak bilimsel çalışmaların hem iyi hem de kötü yanlarını ortaya koyuyor. Savunuculara göre Fred, planlanan 14 haftalık görevinde, istasyonun en değerli hazinelerinden birini kullanacak; zaman. Uzay mekiğini kullanan araştırmacıların veri toplayabilmek için en iyi durumda iki haftalık bir zamanları bulunurken, istasyon sayesinde aylar hatta yıllar sürecektir deneyler planlanabilir. "Bu süre uzadıkça Fred'in uzay mekiğinin uçuşlarındakilere göre çok daha fazla veri toplaması olanaklı olacaktır" diyor Badhwar.

Yinelenen deneyler sayesinde istasyon, bilim adamlarına daha büyük ve istatistiksel olarak daha geçerli veriler toplayabilme olanağı sağlıyor. Birmingham'daki Alabama Üniversitesi'nde kristalografçı Lawrence DeLucas (mekikte büyüyen protein kristalleri uzmanı) "Bir deneyi yinelemek ya da yeniden düzenlemek için artık beş yıl beklememiz gerekmeyecek" diyor.

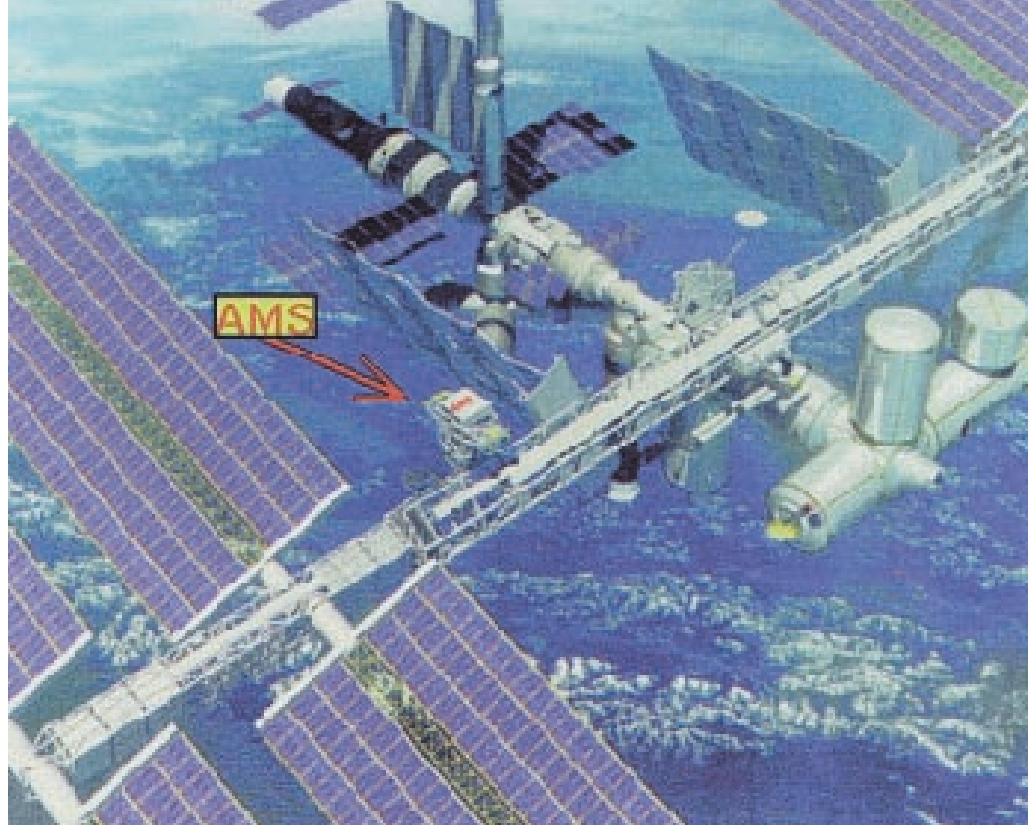
Başka alanlardaki araştırmacılar da istasyondaki deney sürelerinin uzatıl-

masını dört gözle bekliyorlar. Örneğin yanma konusunda çalışan bilim adamları yanma sürecinin temel ilkelerini anlamayı planlarken, malzemebilimciler de metallerin katılaşmasındaki temel ilkeleri ortaya çıkarmayı umuyorlar. Yaşambilimcilerse insanların, bitkilerin ve hatta böceklerin mikroçekim ortamındaki davranışları, tepkileri üzerinde çalışmayı planlıyorlar.

Gökbilimciler istasyonun dışına Güneş'ten gelen tüm ışınları izleyebilecek aygıtlar koymayı istiyor. Bunun yanında yerbilimciler de Dünya'nın atmosferini ve yüzey şekillerini incelemeyi planlıyor. Bunların yanı sıra yeni malzeme türlerine ve teknolojik yeniliklere (lazer iletişim sistemleri gibi) yönelik uzun erimli denemeler de yapılacak. Her ne kadar girişimin ortakları pek ilgi göstermeseler de istasyonun resmi yetkilileri istasyonun, ticari araştırmalara yönelik –Dünya izleme kameraları gibi– araştırmalara da evsahipliği yapmasını planlıyorlar.

Uzay istasyonunun bilimsel açıdan çok önemli gelişmelere yol açacağını savunan bilim adamlarının yanı sıra, orada yürütülecek bilimsel çalışmalardan az sayıda yararlı sonuç çıkacağını savunan bilim adamları da var. Bunlara göre, bilimsel bir platform olarak olanakları sınırlı kalan istasyon, olduğundan daha önemli gösteriliyor. Örneğin “istasyonun yörüngesinin alçak olması nedeniyle Fred, uzaydan gelen ışınların atmosfer tarafından engellenmeden gerçek verilere dönüştürülmesini sağlayamayacak” diyorlar. Ayrıca yörüngenin alçak oluşu, istasyonu birçok gökbilimci açısından da kullanışsız kılıyor. Çünkü Dünya'nın üst atmosferi birçok ışının ve ışıma biçimlerinin girişini engelliyor ve birçok aygıtın uzaydaki nesnelere görüntülerini net elde etmesini engelliyor.

İstasyonun konumlanacağı yörüngenin yüksekliği araştırmacıların karşılaşacağı birçok zorluktan yalnızca biri. Sakin görünüşünün tersine istasyon, atmosferin etkisiyle sık sık alçalışıp yükselecek ve dönecek. İstasyonun bu hareketi de Dünya'da ya da uzayda belirli bir alana odaklanması gereken algılayıcıların çalışmasını zorlaştıracak. Avrupalı bilim adamları bunu gidermek için yüksek duyarlılıkta odaklama yapabilen bir aygıt üzerinde çalışıyorlar.



Ayrıca uzay istasyonunun periyodik olarak yörüngesinin yükseltilmesi gerekiyor. Çünkü yerçekimi yüzünden istasyon zamanla Dünya'ya doğru yaklaşacak. Bu yükseltme işlemi, istasyonun değişik yerlerinde bulunan küçük roketlerin ateşlenmesiyle gerçekleştirilecek. Ne var ki bu ateşlemeler istasyonun titreşimine yol açacak ve kimi deneyler hatta özel olarak titreşim geçirmeyen kutulara konanlar bile bu titreşimlerden zarar görebilecek.

Bir bakıma aynı sorun, Dünya'dan istasyona malzeme ve insan taşıyan uzay mekiklerinin ya da Rus roketlerinin istasyona yavaşmaları sırasında da ortaya çıkacak. Kimi deneylerse istasyonun değişik bölümlerindeki kütleçekim değişimlerinden bile zarar görebilecek.

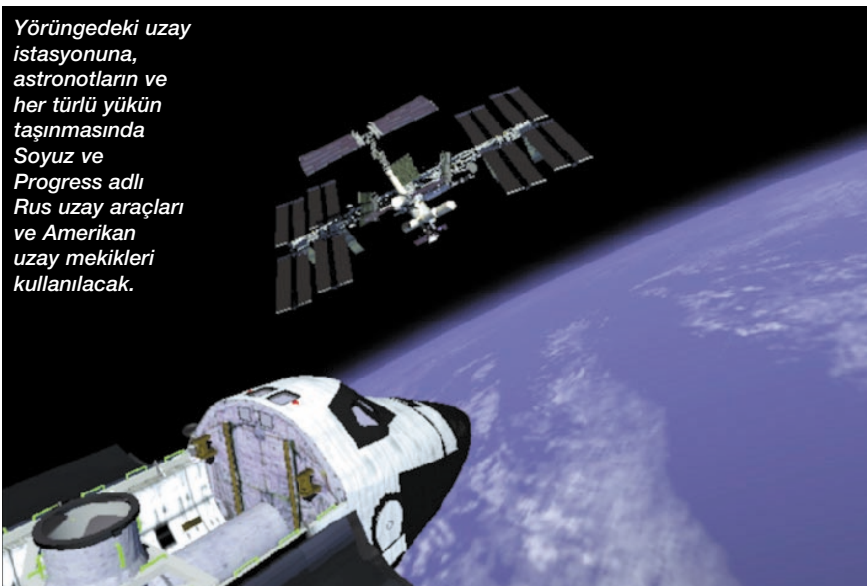
İstasyonun dışına yerleştirilecek aygıtlar ve ABD'nin laboratuvar modülünde bulunacak özel “Dünya inceleme penceresi” bir başka sorunla daha karşı karşıya: İstasyonun çevresinde dolanacak bulut halindeki kir tabakasının aygıtların üzerinde ince, ama sorun yaratabilecek bir tabaka oluşturması. Bu bulutun bir bölümü istasyonun kendi yapısından kaynaklanacak; uzayın boşluğundan etkilenen istasyon gaz üretecek. Bir başka kaynak da istasyonun değişik yerlerinde yer alan ve su buharı ve gaz salmakta kullanılacak 33 delik. Bunların yanı sıra istasyona gelip giden roketler ve mekikler de arkalarında gaz ve küçük parçacıklar

olarak bırakacak. NASA mühendislerinden biri, sürekli bir toz fırtınasıyla kaplı bir çizgi film karakterini kastederek “Bir atık bulutu içinde yaşamak gibi olacak” diyor. Ne var ki bu tür sorunları da üstesinden gelinemeyecek sorunlar olarak görmüyor. Örneğin astronotlar, pencereyi dıştan kaplayacak bir kalkani, temizlenmesi için gerektiğinde Dünya'ya getirebilirler.

Mühendislik konusu olmayan başka zorluklar da var. Örneğin Rus kozmonotların insana yönelik araştırmalarda işbirliğine ne zaman başlayacakları daha belli değil. Bu iş için fazladan para isteyecekleri söylentisi var. Öte yandan, günlük işlerden onarımlara değin yapacak pek çok şeyleri olan astronotların, istasyonda yürüttükleri deneyler sırasında yardıma gereksinim duyacak bilim adamlarına “hayır” deyip demeyecekleri de bilinmiyor. Araştırmacılarla astronotların arasındaki ilişkilerin bozulması Sovyetler Birliği'nin 1986'da fırlattığı, dünyanın ilk uzun süreli uzay istasyonu Mir'de de zaman zaman karşılaşılan bir sorundu. NASA'nın projedeki bilim adamlarının başı Kathryn Clark “Araştırmacılar isteklerine astronotların, olumsuz yanıt verebileceğini hiç beklemiyorlar” diyor. Clark ve öteki NASA yetkililerinin endişe duydukları bir başka konu da yedi kişilik istasyon mürettebatını, yapılacak deneyler konusunda yeterince eğitemek.

Birçok bilim adamı, deneylerini uzaktan kumandayla yerden kontrol

Yörüngedeki uzay istasyonuna, astronotların ve her türlü yükün taşınmasında Soyuz ve Progress adlı Rus uzay araçları ve Amerikan uzay mekikleri kullanılacak.



etmeyi umuyor; ama bu da yanıtı hâlâ belli olmayan bir soru. Çünkü istasyonun iletişim sisteminin buna elvereceği kesin değil. “Otomatik işleyen deney düzenekleri kurmak en ideal çözüm; böylece astronotlardan birinin ilgilenmesi de gerekmez” diyor Clark. Kimi istasyon planlamacıları da bu sorunu çözmenin bir yolu olarak, astronotların belli alanlarda –akışkan fiziği, malzeme bilimleri gibi– uzmanlaşmasını ileri sürüyor.

Yüksek nitelikli bilimsel çalışmalar için en büyük engeli para oluşturuyor. NASA’da bilim programları yavaşlatılmış durumda. Çünkü istasyonun kurulması için gereken para, önceden öngörülen miktarı aştığı için yetkililer bu parayı istasyonun bilimsel araştırmalar için ayrılan parasından “ödünç” alıyorlar. Bu da akışkan fiziği ve hayvanlara yönelik çalışmalarda kullanılacak aygıtların da içinde bulunduğu bilimsel donanımın tamamlanmasını sürekli geciktiriyor.

NASA Başkanı Dan Goldin iyimser bir yaklaşımla bu tür gecikmeler sayesinde –istasyonun kuruluş çalışmalarında da gecikmeler yaşandığından– bilim programlarındaki gelişmelerle istasyonun kurulmasının başabaş ilerlediğini söylüyor. Eğer ABD Kongresi, NASA’nın bütçesini artırmazsa istasyondaki bilimsel araştırmalar için ayrılan para önümüzdeki altı yıl için 363 milyon dolar azalacak.

NASA yetkilileri de tasarruf amacıyla, kullanılan aygıtların yeniden kullanılabilmesi ya da birden fazla araştırmacının ortaklaşa çalışabileceği

deneyler üzerinde duruyorlar. Kurumun parasal sıkıntıları, gerçekleştirilmesi daha ucuz, yer merkezli deneylere doğru geçici bir eğilimin doğmasına yol açmış. Örneğin Mikroçekim Araştırma Programı, istasyona yapılacak her uçuş başına, Dünya merkezli yedi deney içeriyor; bu sayı 1991’de üçtü.

Para kaynaklarının yetersizliği Rusya’da çok daha ciddi bir sorun. 2004’te fırlatılıp istasyona eklenecek iki Rus modülünde deneyler yapmayı planlayan bilim adamları ekonomik belirsizlik yüzünden umutlarını yitirmiş durumdadır. “Birçok planımız var ama çok az paramız var.” diyor Rusya Bilimler Akademisi’nin Dünya Man-yetizma Enstitüsü yönetici yardımcısı Vladimir Kuznetsov.

Rusya’daki sorunlar ABD’li araştırmacılara hiç beklenmedik bir ikramiye gibi geldi. Geçen yıl NASA, zor durumdaki Rus Uzay Ajansı’ndan para karşılığında, istasyonun birleştirilmesi sürecinde, Rus kozmonotlarının

yüzlerce saatini kendi bilimsel deneyleri için satın aldı. NASA yetkilileri, Rusya’nın bu parasal sıkıntılarının onları, bilimsel çalışmalarını eşgüdümlemeye çalışan uluslararası çalışma gruplarından birkaçına girmeye zorlayarak Rusların takım çalışmasını geliştireceğini umuyorlar. Çünkü “Her ne kadar önde gelen Rus bilim adamları ortak gündem saptama konusunda hükümetlerini zorluyorsa da şu ana değin istasyondaki Rus modülleri ayrı birer dünya durumundalar.” diyor Clark.

Öte yandan istasyon planlamacılarını sevindiren bir sürpriz oldu. Rusya dışındaki ülkelerde çok sayıda bilim adamı istasyonda araştırma yaptırabilmek için para bulmaya çalışıyor. Örneğin Japon bilim adamları 750’den fazla öneri sundular. 1997’de de istasyonun dışına konulacak bilimsel aygıtların seçimi için yapılan yarışmaya Avrupalı bilim adamları yüzü aşkın aday önermişlerdi. Aynı dönemde yaşambilimleri deneylerine yönelik yapılan ilk uluslararası çağrı sonucunda ABD, Kanada, Japonya ve Avrupa’dan beş yüzün üzerinde öneri geldi. Bunlardan da yirmi yedisi seçildi.

Bu etkinlikler sürerken bilim adamlarını kaygılandıran bir başka konu daha ortaya çıktı: Önerilen bilimsel çalışmalara parasal desteğin nasıl sağlanacağı. Örneğin önerilen çok önemli bir proje için NASA ya da ESA para sağlayamazsa ne olacak? Bu önemli projenin yerini daha zengin bir uzay ajansının bilimsel açıdan daha az önemli bir projesi mi alacak? Yoksa ortaklar hangi ülkeden geldiğine bakmadan, en önemli projeleri belirleyecek bir kurul mu oluşturacaklar?

Ortakların üzerinde çalıştıkları bir başka konu da istasyondaki bilimsel



On üç yıldır yörüngede dönmekte olan Mir uzay istasyonunda da zaman zaman kozmonotlarla yerdeki bilim adamları arasında sorunlar yaşandı.

çalışma yapılabilen alanın paylaşımı. Güç ve yük bölmelerinin büyük bir bölümünü Amerika kontrol edecek. Bunun yanında Amerikalılar, Avrupa ve Japon modüllerini istasyona ulaştırmanın karşılığı olarak bu modüllerin alanlarının yarısının kullanımını talep ediyorlar. Öte yandan Rusya, kendi iki bilimsel araştırma modülünün % 100 kullanımını elinde tutuyor. Ne var ki ortaklar, bilimsel aygıt ve alan takası yaparak bu paylaşım oranlarını sürekli değiştiriyorlar. Bu durumu "Ticaret yapan bilimin dansı" olarak nitelendiriyor Clark. Örneğin ESA, kendi üreteceği Columbus Yörünge Birimi 2004'te istasyona eklenmeden önce de istasyonda iki astronot bulundurmaya ve kimi deneyler yapabilmeyi istiyor. Bunun karşılığında da bir odaklama aygıtı, bir dondurucu ve başka birtakım araçlar daha üretiyor.

Bu tür pazarlıkların, İnsan Araştırmaları Birimi (İAB) gelecek bahar aylarında fırlatılıp istasyonun bilim programı başladıktan sonra da süreceği tahmin ediliyor. Amerikalıların ürettiği ve Fred'e evsahipliği yapacak İAB, buzdolabı büyüklüğünde iki deney bölmesi içerecek. Ayrıca bir ultrason görüntüleme aygıtı ve mikroçecim ortamında insan kütlesini ölçebilen bir aygıtlarla birlikte, onun üzerinde aygıt bulunacak. Astronotlar bu birimi kendi sağlık durumlarını izlemek için de kullanabilecekler. Ama asıl olarak Dünya'daki bilim adamları uzay yolculuklarının en önemli sorunlarından birine yönelik veri toplamak için kullanacaklar İAB'yi: Kütleçekim kuvvetinin az olduğu bir ortamda astronotlarda neden algı bozukluğu, kemik kaybı ve başka sorunlar ortaya çıkıyor?

İstasyonda yapılması planlanan bilimsel çalışmalar arasında insana yönelik olanlar birçok açıdan en savunulabilir olanları. Biyomedikal alanda çalışan bir araştırmacı "İnsanlı uzay araştırmalarında astronotlara yararlı olacak çalışmalar; mürettebatın taşıdığı virüslerin yörüngedeki stresli yaşama göstereceği tepki konusu ve normal yerçekimi koşullarının olmadığı bir ortamda, genlerin büyüme ve uyuma çevrimlerindeki durumları konusu olacaktır." diyor. Ancak bu alandaki kimi bilimsel çalışmalar da oldukça tartışmalı. Örneğin istasyonda yürütülecek en önemli projelerden biri olan



İstasyonun ilk iki modülü geçen yılın sonlarında birleştirildi. Bilimsel çalışmaların yapılacağı ilk modül, 2000 baharında fırlatılacak.

NASA'nın protein kristallerini uzayda üretme projesi, yoğun bir muhalefetle karşı karşıya. Amerikan Hücre Biyolojisi Topluluğu'nun geçen yaz topladığı bir kurul, NASA'dan projenin uzayda yapılacak kısmının durdurulmasını istedi. Bundaki gerekçeleri de bu çalışmanın, protein yapısına ilişkin bilgilere ve ilaç geliştirme çalışmalarına ciddi bir katkısı olmayacağıydı.

Uzay istasyonunu hem Dünya'ya hem de uzaya yönelik bir araştırma platformu olarak gören araştırmacılar 2-3 yıl daha beklemek zorundalar. Amerikalı, Japon ve Avrupalı bilim adamlarının en azından bir düzine büyük bilimsel aygıt istasyonun dışına asma düşünceleri var. Bu aygıtlar arasında x-ışınlarını gözlemeye yönelik birkaç aygıt, bir atom saati, üçlü bir Güneş gözlem düzeneği ve orman yangınlarını saptamada kullanılacak bir Dünya tarama aracı bulunuyor. Bunların bir bölümü uydu olarak fırlatılıp kendi başlarına da yörüngede dönebilir. Ama çok büyük olan ve insan müdahalesine gereksinim duyanlar da bulunuyor. İstasyonun dışında asılı duracak bu aygıtlardan belki de en bilineni, 50 milyon dolarlık Alfa Manyetik Spektrometre (AMS). Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nde çalışmalarını sürdüren Sam Ting'in ortaya attığı AMS, bir antimadde dedektörü. NASA bu düşüncüyü beş yıl önce, AMS'nin bir önceki modelini ABD Enerji Bakanlığı mekikle birlikte uzaya gönderdiği sıralarda kabul etmişti.

AMS'nin gelişmiş yeni modelinin 2002 yılında istasyona gönderilmesi

planlanıyor. AMS istasyonda dört yıl boyunca çalışacak ve gelen kozmik ışınları eleyerek bunlar arasında antimadde parçacıkları olup olmadığına bakacak. Her ne kadar birçok fizikçi projeye kuşkuyla yaklaşıyorsa da istasyonu destekleyenlere göre bu, istasyonun neler yapabileceğini gösteren güzel bir örnek.

Uzay istasyonundaki bilimsel araştırmalar üzerine yakınlarda (31 Ocak-4 Şubat 1999) yapılan uluslararası bir konferansta bilim adamları çok ilginç düşünceler ortaya attılar. Bunlardan biri, istasyonun çevresinde dolanan mini uyduları ele alıyordu. Bu uydular, uzayda ortaya çıkabilecek tehlikeli bir durumda astronotları önceden uyaracak. Bir başka düşünceyse istasyonu bir yapım üssü olarak kullanmayı işliyordu. Böylece çiçek biçimindeki onlarca panel birleştirilerek büyük bir nötrino dedektörü yapılabilecek. "Böylesi büyük bir dedektörü tek bir roketle yörüngeye çıkarmak neredeyse olanaksız. Ama uzay istasyonu bizlere 'büyük' düşünme olanağı tanıyor." diyor Alabama Üniversitesi'nden Yoshiyuki Takahashi.

İstasyon için düşünülen ya da planlanmış olan bilimsel çalışmaların başarıya ulaşip ulaşamayacağını söylemek için daha çok erken. Ama istasyona gereken parayı sağlayan politikacıların gözleri, bunu en iyi biçimde değerlendirip değerlendiremeyeceklerini görmek için bilim adamlarının üzerinde.

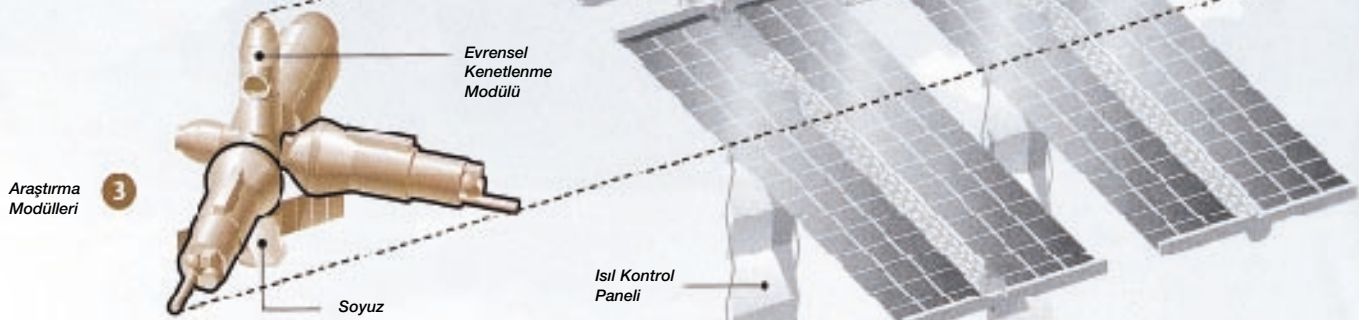
Malakoff, D., "A \$ 100 Billion Orbiting Lab Takes Shape. What Will It Do?" *Science*, 14 Mayıs 1999, Çeviri: Çağlar Sunay

Uluslararası Uzay İstasyonu'ndaki Bilimsel Çalışmalar

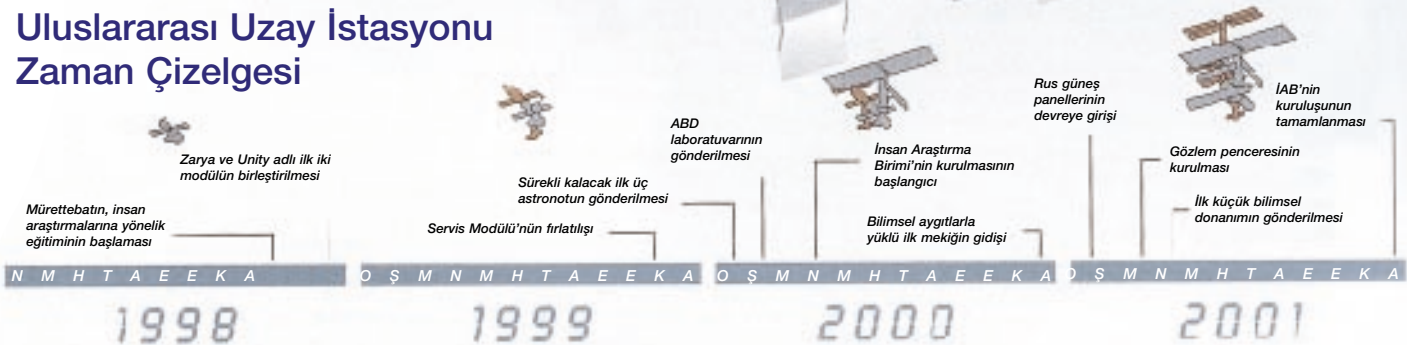
Altı laboratuvar ve 38 yük bölümü sayesinde 2015 yılına değin istasyonda, değişik bilim dallarında çok sayıda deney yapılacak. Başlıca deney alanları insan araştırmaları, biyoteknoloji, malzemebilim, akışkanlar, yanma, kütleçekimsel biyoloji ile uzay ve yerbilimleri.

- 1 ABD laboratuvarında insan araştırmaları, malzemebilim, yanma ve akışkanlara yönelik 11 deney bölümü bulunuyor.
- 2 Japonya'nın laboratuvarında, aralarında malzemelerin denenmesi ve kütleçekimsel biyoloji deneylerinin de yapılacakı basınçlı 10 deney bölümü bulunuyor.
- 3 Rusya'nın modüllerinde, başta yaşam bilimleri, malzeme bilim olmak üzere birçok bilimdalına yönelik deneyler için bilimsel aygıtlar bulunuyor.
- 4 Avrupa'nın genel kullanım laboratuvarında biyolojik çalışmalar için 12 deney bölümü ve değişik özellikte fırınlar var.
- 5 Araştırmacılar, santrifüj sayesinde deneylerdeki kütleçekim kuvvetini değiştirebilecekler.
- 6 Dünya ve uzay gözlem aygıtları ve teknoloji deneyleri, istasyonun dışına, bir bölümü Brezilyalılarınca yapılacak paletlere asılacak.

ABD	Avrupa
Rusya	Kanada
Japonya	Brezilya



Uluslararası Uzay İstasyonu Zaman Çizelgesi



Uzay İstasyonu Alan Paylaşımı*

Kanada, % 2
Avrupa, % 8
Japonya, % 13
ABD, % 77



* Rusya kendi modüllerini % 100 kontrol ediyor.

