

1980'LERDE UZAYDA BİYOLOJİK ARAŞTIRMA OLANAKLARI

John A. MASON

Birleşik Devletler Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi uzay araştırmalarını desteklemek amacıyla 1980 yılında dünyanın yörüngesinde 500'den fazla insanlı uçuş yapmayı planlamaktadır. Bunların en azından 50 tanesi yaşam bilimleri çevrelerinde üstlenilecek olan projeleri destekleyici araştırmalar olacaktır.

UZAY MEKİĞİ

Uzay mekiğinin ana görevi taşınan uyduyu dünyaya yakın bir yörüngeye oturtmaktır (185 - 1.100 Km. yükseklikte). Tekrar kullanılabilen yörünge aracı her uçuşu tamamladıktan sonra dünyaya dönecek ve inişe geçecektir. Mekik sistemi (yörünge aracı, yakıt depoları, katı yakıt yardımcı motorları ve destek takımları) yörüngeye altında silindirik bir bölümün (18 M. uzunluğunda ve 4.6 M. çapında) içinde bulunan bir uydudur. İlk önceleri 7 gün sürecek olan yörünge uçuşları bir kaç sene içinde 30 günlük bir süreye yükseltilecektir.

UYDULAR

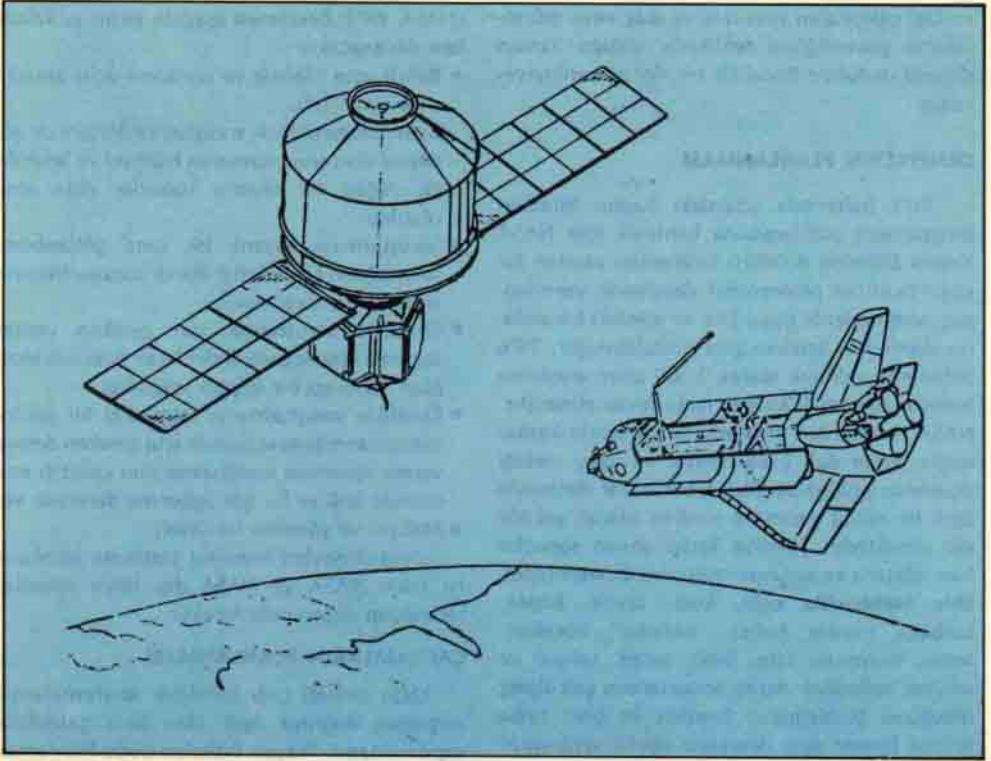
Yörünge aracındaki mürettebat kabininde yapılan deneylerle veya mini laboratuvarlarda ve uydü bölümünde bulunan bir uzay laboratuvarı modülündeki tam boyutlu laboratuvarlarda tıp, biyoloji ve davranış araştırmaları ve teknoloji geliştirme incelemeleri yapılacaktır. 30 günlük uçuşlardan daha uzun süre için yörünge koşullarına maruz bırakılacak olan örnekleri gerektiren deneyler bu amaç için çizilmiş olan insansız bir Biyotıp Deneyleri Bilim Uydusu'nda (BESS) yapılabilecektir. BESS otomatik olarak serbest uçuş yapan bir uzay gemisidir. Bu uydü yörünge aracından uzaya bırakıldıktan sonra araç bunu tekrar yakalayıp dünyaya gönderene kadar altı ay süreyle dünyanın yörüngesinde kalabilecektir.

Uzay laboratuvarı ve BESS geniş ölçüde yaşam bilimi deneylerini kapsayabilecek ve aşağıda yazılanları yapabilecek yetenekleri olacaktır:

- **Örnek bulundurma sistemi:** Her ikisinde de mikroplar, bitkiler ve primatlar gibi hayvanları barındıracak olan çeşitli eklentiler bulunacaktır.
- **Laboratuvar tesisleri:** Her ikisinde de deney gereksinmelerini karşılamak için büyük çapta bilimsel aletler bulunacaktır. Uzay laboratuvarında Ortak Yöneylem Araştırma Aletleri (CORE) bulunacaktır.
- **Laboratuvar çevresi:** Her iki araçta da dünyadaki laboratuvarların benzeri ve özel giysilerle gerek göstermeyen bir atmosfer çevresi bulunacaktır; yerçekimi düzeyi tahminen 10^{-4} ilâ 10^{-9} olacaktır.
- **Veri sistemi:** Her ikisi de anında veri kayıtlama, analiz ve telemetri, limit ve alârm izleme ve yukarıyla ilişkili kumanda yeteneği (yer yüzünden laboratuvara) sağlayacaklardır. Aynı zamanda her ikisinin de aşağıyla ilişkili olan veri gönderme yeteneği olacaktır.
- **Haberleşme:** BESS yer yüzündeki istasyona anında radyo ve video bağlantısı sağlayacaktır; yukarıyla bağlantılı olan aynı cins bir aletle uzay laboratuvarı mürettebatı ve yer yüzündeki karargâhta bulunan bilim adamları arasında aynı şekilde bir haberleşme yapılabilecektir.
- **Uçuş süresi:** Uzay laboratuvarının 7 ilâ 30 günlük bir süre sağlanmasına karşılık BESS yörüngede 6 aya kadar kalabilecektir.

MÜRETTEBAT

Birleşik Devletler Uzay programında ilk defa olarak meslekten astronot olmayan bilim adamları uzay gemisinin içinde uçacaklardır. Yaşamı destekleyen ve artıkları toplayan aletler hem erkek hem de kadınlara uyacak şekilde çizilmiştir. Uzay mekiği uçuşlarında aynı zamanda "Uydü Uzmanları" olarak da tanınan astronot olmayan bilim adamları kendi deneylerinden başka deneyleri de yapabileceklerdir. NASA'nın Yaşam Bilimleri Müdürü David L. Winter'in de tanımladığı gibi uydü uzmanları "... bilimsel aletleri çalıştıracaklar, uydü operasyonlarını yönetecekler ve gözlem yapacaklardır".



Biyokimyasal Deney Bilimsel Uydusu (BESS) yaklaşmakta olan mekik tarafından yörüngesel konumundan kurtulmak üzere.

Tek bir mekik uçuşunda dört tane kadar uydu uzmanı bulunabilecektir. Bunlar değişik bilim dallarından gelen bilim adamları olacak ve kendi deneylerini planlayacak, geliştirecek, yürütecek ve bazı durumlarda ise finanse edeceklerdir. Bunların eğitimleri ilk önceleri kendi laboratuvarlarındaki araştırma faaliyetlerini devam ettirmelerine izin verecek şekilde yarım gün esasına göre olacaktır. Sonradan, görev zamanı yaklaşıkça, eğitim, bunların gittikçe daha fazla zamanını alacaktır. Winter sözlerine şöyle devam etmiştir: "onaylanmış bir deneyi veya diğer geçerli bir amacı olan herhangi bir kimse mekikte uçmaya aday olabilir" Şimdiki halde geliştirilmekte olan tıbbi seçim kriterleri yalnızca sağlığı ve iyiliği mekik uçuşu yüzünden tehlikeye girebilecek veya bu uçuşu tehlikeye düşürebilecek kimseleri hariç bırakacak şekilde planlanacaktır. Ama bu normal sağlıklı bilim adamlarının uçuşlarını engellemeyecektir.

Uzay mekiği uçuşları için bir başka yeni görev ise uçuş uzmanlığıdır. Yörünge aracının kış güvertesindeki işletme aletlerini (uzaktan elle işletilen sistem gibi) kullanmakla yükümlü ve

uçuş deneyleri gereği meslekten bir astronot olacaktır. Uçuş uzmanı araç dışındaki faaliyetleri de yapacak ve bir uçuşta temsil edilen ana uydu tipinin teknik özelliği konusunda eğitilecektir.

Diğer iki uçuş mürettebatının görevleri Birleşik Devletler uzay programında daha yaygındır. Uzay mekiği kumandanı tüm araç çalışmalarından, uçuşta görevli olan personelden ve araç güvenliğinden sorumlu olan meslekten bir astronot olacaktır. Yörünge aracının ve uydu sisteminin yörünge içi çalışmalarından ve yönetiminden sorumlu olmasına rağmen, kumandan aynı zamanda uydu çalışmalarını desteklemeye de hazır olacaktır. Uzay mekiğinde komuta bakımından ikinci derecede sorumlu olan pilot uydu geliştirme ve yakalama çalışmalarını yönetecek, araç dışı faaliyetleri yapacak ve ayrıca zaman olursa uydu çalışmalarını da destekleyecek meslekten bir astronot olacaktır.

Uzay mekiğinin çalışmaları sırasında mürettebat uyduyu desteklemekle meşgul olacaktır. Uzay mekiğinde bulunan uydu uzmanlarıyla birlikte yer yüzündeki bilim adamlarının uzay mekiğinin faaliyetleri üzerinde çok büyük etkileri olacaktır. Yalnızca acil durumlarda, kritik uza:

mekiği çalışmalarını sırasında ve araç veya mürettebatın güvenliğinin tehlikede olduğu zaman dışında uydulara öncelikli bir ilgi gösterilmeyecektir.

DENEYLERİN PLANLANMASI

1975 baharında uzaydaki yaşam bilimleri programının planlanmasına katılmak için NASA Yaşam Bilimleri Müdürü tarafından yapılan bir çağrı ticari ve profesyonel dergilerde yayınlanmış, seminerlerde dağıtılmış ve mesleki kurumların ellerindeki listelere göre postalanmıştır. 1976 Şubatında yaklaşık olarak 2.500 uzay araştırma hedefini öneren 1.500'den fazla cevap alınmıştır. NASA bu önerileri araştırma örneklerinin kapsamıyla, bilim dalı özellikleriyle ve uzay mekiği uçuşunda bulunacak olan laboratuvar aletleriyle ilgili ilk etüdü yapmaya yardımcı olacak şekilde ele almaktadır. Şimdiye kadar alınan sonuçlar kan, plazma ve serumu yanı sıra bakteri (özellikle *Escherichia coli*), kedi, tavuk, köpek, kurbağa, mantar, kobay, "hamster", böcekler, insan, maymun, fare, bitki, sıçan, tavşan ve virüsler kullanılan deney sonuçlarının çok ilginç olduğunu göstermiştir. Biyoloji ve biyo tıbbı hemen hemen aynı derecede ağırlık verilmiştir. Etüd aynı zamanda en çok istenilen on araştırma maddesinin ilaçlar, buzdolabı, pH metre, düşük ısıda çalışan freezer, bileşik mikroskop ve eklemteleri takımı, yüksek hızlı santrifüj, radyoaktif maddeler, dijital bilgisayar, fare veya hamster konulacak bölme ve olay zamanlayıcısı olduğunu göstermiştir. Cevapların çözümlenmesinin kısa zamanda tamamlanacağı beklenmektedir.

1976 başlarında ilk uzay laboratuvarı uçuşunda yürütülecek deneyler için bir "Olanaklar Bildirimi" yayınlanmıştır. NASA ve Avrupa Uzay Dairesi (ESA)'nın ortak bir çabası olan bu uçuş yaşam bilimleriyle birlikte diğer bilim dallarına ait deneyleri de içine alacaktır. 1980 sonlarında uzaya fırlatılması planlanan ilk uçuş memeliler ve tek bir elden kontrol edilen çevrelerle ilgili deneyler, veya uzay laboratuvarının uçuş öncesi ve sonrası çevre kontrolü göz önüne alınmayacaktır. Yakın bir gelecekte ikinci uzay laboratuvarı uçuşu için bir bildiri yayınlanacaktır.

Bu sene ikinci bir "Olanaklar Bildirimi"nin yayınlanması planlanmaktadır. Bu bildiride yeni deney yaklaşımları yoluyla geliştirilecek olan genel hedeflerin bir listesi bulunacaktır. Bu yüzden, araştırmacıların yukarıda adı geçen genel hedefleri önermeleri beklenmektedir.

Uçuş deneylerinin seçimi "Uzay'da Yaşam Bilimlerini Planlamaya Katılma Çağrısı"ndan

(NASA 1975) özetlenen aşağıda yazılı şu faktörlere dayanacaktır:

• Belirli uçuş olanağı ve saptanan uçuş amaçlarıyla olan ilişki;

İlgili olduğu daldaki soruşturma isteğini de göz önüne alan soruşturmanın bilimsel ve teknolojik değeri ve olumlu sonuçlar elde etme olasılığı;

• Soruşturmayı başarılı bir sona götürebilme yeteneğinin bir belirtisi olarak soruşturmacının yeteneği ve tecrübesi;

• Özellikle soruşturma için gereken verileri sağlama yeteneğiyle ilgili olarak önerilebilecek olan herhangi bir aygıtın yeterliliği;

• Özellikle soruşturmanın tatminkâr bir şekilde tamamlanmasını sağlamak için gereken desteği verme açısından soruşturmacının çalıştığı enstitünün ünü ve bu işle ilgilenme derecesi; ve

• Maliyet ve yönetim faktörleri.

Uçuş deneyleri önerileri araştırma alanlarını iyi bilen NASA ve NASA dışı bilim adamları tarafından değerlendirilecektir.

ÇALIŞMALARIN PLANLANMASI

Uzay mekiği çağrı biyolojik araştırmalarıyla doğrudan doğruya ilgili olan bazı çalışmalar yapılmaktadır. "Yaşam Bilimleri Uydu Planlaması Çalışması" adı verilen bir çalışma NASA-Johnson Uzay Merkezi yönetimi altında McDonnell Douglas Şirketi tarafından yürütülmektedir. Bunun beş amacı tüm yaşam bilimleri uydusu unsurlarının elde edilmesini, aşamalandırılmasını, birleştirilmesini, program uygulamasını, uçuş görevinin desteklenmesini ve deney verilerinin ele alınmasını kapsayacak olan planlama verilerini geliştirmektir. Çalışma aynı zamanda NASA dışından seçilen tıbbi ve biyolojik araştırma tesislerinin konuk bilim adamlarını destekleyici yolda nasıl kullanılabileceğini saptama görevini de içine almaktadır.

Henüz tamamlanan diğer bir sözleşme uzay laboratuvarı yaşam bilimleri araştırma örneklerinin konacağı yerlerin kavramsal bir çizimini sağlayacaktır. Bu çaba NASA Marshall Uzay Uçuş Merkezinin başkanlığında McDonnell Douglas Şirketi ve Lockheed Roket ve Uzay Şirketi tarafından yürütülen paralel çalışmaları içine almaktadır. Tüm hedef biyolojik örneklerin barındırılacakları yerlerin gereksinimlerini saptamak ve bu yerlerin tasarımını geliştirmektir. Bu barınaklar mekikteki deneyleri desteklemek için kullanılan biyolojik araştırma örneklerini koruyacaklardır. Çalışmada erişkin rhesus maymunu (*Macaca Mulatta*) ve erişkin laboratuvar faresi (*Rattus Norvegicus*) üzerine ağırlık verilecektir.

Ancak, kedi, köpek, küçük domuz, kobay, tavşan, bitkiler, omurgasızlar, suda yaşayanların örnekleri ve hücreler ve dokular gibi diğer örnekler de göz önüne alınmıştır. Çalışma ilk gereksinme çözümlemesini, kavramsal tanımı, kavram seçimini ve önerilen kavramların performans çözümlemesini içine almaktadır.

Endüstri ve NASA son birkaç senedir yürüttükleri ortak çalışmalarla uzaydaki yaşam bilimlerini araştırma laboratuvarlarını donatmak için bir formül arama işini üzerine almışlardır. Bu iş için kullanılan aletlerin bir listesi ve laboratuvar görevleri araştırma kategorilerine ayrılmıştır. Planlama amacıyla her araştırma kategorisini destekleyecek olan bir alet dökümüne eş bir alet listesi geliştirilmiştir. Birden fazla amaçlı alet ve modül birimleri için yapılacak olan bu alet dökümü kavramı deneylerin daha düşük maliyetine ve daha iyi desteklenmesine yol açacaktır. Bu sistem ile araştırmacının yalnızca tek tip aletler ve örnekler sağlanması gerekecektir. Bu kavramı NASA - Ames Araştırma Merkezinde Convair 990 Uçak Testi Programında fizik bilimcileri başarı ile kullanmaktadır. Doğal olarak bu geçmişteki uzay uçuşlarında gereken işletme işlemlerinde bir gelişme sayılacaktır.

Özellikle, yaşam bilimleri uydusunun tanımı üç unsura göre geliştirilmiştir. İlk önce, bütün araştırma alanlarında yapılan deneylerle bir seri deney teknikleri veya fonksiyonları (belirli deneyler yerine) ana işlemlerine göre sistematik olarak alt bölümlere ayrılarak tanımlanmıştır. Çeşitli yaşam bilimi deneylerini yürütmek için gereken birçok ana işlemi gösteren temel noktalar olarak takriben 455 fonksiyon tanımlanmıştır. İkinci olarak, yaşam bilimleri topluluğunun temsilcilerinin istekleri ve tutumları bu fonksiyonları tamamlayan değişik metodları tanımlamak için bir araya getirilmiştir. Son unsur örnek alınacak aletleri tanımlamış ve CORE'a yönelik çok amaçlı araştırma aletlerini ve mühendislik verisi gereksinmelerini saptamıştır.

Yaşam bilimleri laboratuvarlarının aletlerini geliştirmek için gereken verileri sağlamak amacıyla yapılan çalışmalar 1976 başlarında tamamlanmıştır. Son zamanlarda yaşam bilimleri uzay mekiğinin CORE madeni aksamını geliştirme ve sağlama sorumluluğu Johnson Uzay Merkezinde gök laboratuvarı tıbbi aletlerini geliştirme ve sağlama işini başarıyla yöneten biyo mühendislik grubuna verilmiştir. Bu grup CORE, modüllük ve "raftan indirilmiş aletler" (Örneğin, uzay uçuşu için pek az bir değişiklik gerektiren) kavramını uzay madeni aksamı ve aletleri gerçekleriyle birleştirmektedir.

BENZEŞİM (SIMULATION)

Son üç sene zarfında NASA'da uzay mekiği/uzay laboratuvarı görevlerinin çeşitli yönlerini yeryüzünde gösteren benzeşim çalışmaları yapılmaktadır. Kavram onaylama testlemesi (CVT) ve uzay laboratuvarı görevlerinin yeryüzünde benzeşimi (SMS) gibi iki program yaşam bilimlerinin geliştirilmesini desteklemiştir. Deneyleri desteklemek ve hizmetler konusundaki temel yaklaşımları değerlendirmek ve mekiğ/uzay laboratuvarı çizim gereksinmelerini ve operasyonları tanımlamak üzere birçok yaşam bilimleri testleri yapılmıştır. İlk testlerde tipik deneylere ve destek gereksinmelerine ağırlık verilmiştir. Daha yoğun ve başarılı benzeşimler için bir temeli formüle etmeye yardım amacıyla ilk başlarda yapılan bir CVT testi insan altı primatlar ve daha aşağı organizmaların yanı sıra radyo izotopla iz bulma çalışmalarını yapan biyolojik araştırmalar üzerine ağırlık vermiştir.

Tam boyutlu ilk benzeşimler 1974 Ekiminde Johnson Uzay Merkezinde yapılmıştır. Okuyucuların bir uzay laboratuvarı görevini kavrayabilmelerine yardım etmek için benzeşim burada biraz ayrıntılı olarak anlatılmıştır. Uzay laboratuvarı görevi benzeşimi (SMS-I) bir uzay laboratuvarı benzeri içinde yapılan yedi günlük bir yaşam bilimleri görevi idi. Bu test sırasında esas olarak aletleri, mürettebat eğitimini, işletme işlemlerini ve uçuş kontrolü sorumlularının birbirleri üzerindeki etkilerini değerlendirmek için NASA yaşam bilimcileri tarafından verilen 12 temsili deney yapılmıştır. Aletleri uzay laboratuvarı benzerine uydurmak için her deneyin bir proje mühendisi bulunuyordu. Görev alan iki mürettebattan biri molekül biyologu (uydu uzmanı) ve diğeri ise astronot hekim (uçuş uzmanı) idi. Test sırasında uzay laboratuvarındaki araştırma işlerine ve deney yapma ve uzayda yaşama ile ilgili olan personel görevlerine ağırlık vermiştir.

Deneyler insanlarla ilgili biyo-tıp ve hayvanlarla ilgili kardiyovasküler araştırmaları, mikrobiyolojik ve bitkisel çalışmaları ve bıyokımya saptamalarını içine almıştır. Yapılan deneylerden bazıları ve bunların hedefleri aşağıda kısaca açıklanmaktadır:

• **Akciğer fonksiyonları:** Uzaydaki ağırlıksızlık durumunda işe yaramak üzere akciğer fonksiyonlarını ölçmek için otomatik bir sistemi göstermek. Nicellemeler spirometreler ve kitle spektrometresi ile yapılmıştır.

• **Kardiyovasküler fizyoloji ve hücre onarımı:** Memelilerin kardiyovasküler fizyolojisi için süregelen bir şekilde vücut içine yerleştirilmiş alıcı ve okuma sistemini göstermek. Radyoizotopları

kullanın yara iyileştirici bir protokol da deneklerin üzerinde uygulanmıştır.

● **Çam odunlaşması:** Bitki kültürünü göstermek için. Uzun prototipi olabilecek bir oda yapılmış ve bitki büyümesi hakkında performans verilerini toplamak için kullanılmıştır.

Mürettebat üyeleri benzeşimde yedi gün süre ile kalmış ve uzay laboratuvarında deneyler yapmışlardır. Yemek yeme, uyku, kişisel temizlik ve diğer deney dışı fonksiyonlar yörünge aracının mürettebat bölümü olarak kullanılan bitişikteki bir treylerde yapılmıştır.

Benzeşimin ana hedefleri yörüngede bulunan uzay laboratuvarı operasyonlarının değerlendirilmesi, yaşam bilimleri uydur operasyonları için gereken uçuş kontrolünü destekleme işleri, uzay laboratuvarı sistemi için bir ön çizim şekli ve yeryüzündeki destekleme tesisleri idi. Yeryüzünde kalıp kendi deneylerini bir başka bilim adamına (uçuş uzmanına) yaptıran deneycilerin en ilgisini çeken şey benzeşim için benimsenen yeni eğitim tutumuyla ilgili olan iç görünümün kazanılmasıydı. Bu tutum deney operasyonlarının en ince ayrıntılarını öğrenmek için bir soruşturmacının kendi laboratuvarında ve kendisinin yönetiminde mürettebat üyelerini eğitmesini de içine almaktadır. Benzeşim aynı zamanda, yeryüzünde bulunan bir bilim adamının deneyini yaptığı sırada uzay laboratuvarı mürettebatından biri ile doğrudan doğruya konuşmasını sağlayan havadan yere doğru bir bilimsel iletişim sistemiyle gerçekleşen veri dönüşündeki artışı da göstermektedir.

Değerlendirilen başlıca uzay laboratuvarı araştırma operasyonları şunları içine almıştır: (a) özel şekilde çizilmiş işletme aletlerinin yerine alelade aletler, (b) ağırlıksızlık koşulları altında deney aletlerinin durabileceği raf tertibatıyla ilgili yeni kavramlar, (c) deney aletleri ve uzay gemisindeki kolaylıklar arasındaki ilişkiler ve (d) deneyler sonucunda ortaya çıkan artıkların ele alınması. Sonuçlar raf tertibatı kapsamına giren ve uçuş sırasında kullanılan deney aletlerinin

onarımı konusunda ve hayvanları tutma, gemi içinde radyoizotop kullanımı ve sıvıların aktarılması hususlarında ortaya çıkan başlıca güçlükleri ortaya sermiştir. SMS-1 tipik bir mekik çağı uydusu hazırlanması ve uçuş sırasındaki operasyonlar için bir perspektif vermeye yardım etmiştir. Esas uçuşlardan önce böyle bir tam boyutlu görev benzeşimini yönetmek çok faydalı olmuştur.

1976 başlarında yükümlenen II. uzay laboratuvarı benzeşimi en son yörünge aracı/uzay laboratuvarı benzeşiminde denenmiştir. Deneyler bir uzay laboratuvarı görevi uçuşunda yapılabilecek cinstendi ve testlerde SMS-1'de kanıtlanan işletme işlemleri ile yeni geliştirilen diğer işlemler birleştirilmiştir. Gerçek ağırlıksızlık dışında bütün yönleriyle benzeşimin amacı en son aletlerin çiziminin "high Fidelity" testini yapmak ve esas yaşam bilimleri uzay uçuşunda kullanılması planlanan operasyon işlemlerinin denenmesiydi.

SONUÇ

Uzay uçuşunda yeni bir çağ için gereken mekik, uzay gemisi ve diğer madeni aksam kalemleri planlama aşamasından çıkarak gittikçe daha artan bir hızla gerçekleşmeye başlamaktadır. Uzay mekiği devrinin başından beri bilim adamları kendi düşüncelerini ifade etme ve programın geliştirilmesini etkileme olanağına sahip olmuşlardır ve ileride de olacaklardır. Özellikle çok yakın bir gelecekte ve 1980'lere kadar bütün bilim adamları uzay çevresinin eşsiz özelliklerinin açacağı yeni anlayış alanlarını saptama konusundaki kendi özel spesialitelerini inceleme yolunda teşvik edileceklerdir.

Bu sizin savaşınızdır. Biyolojik araştırmalar için sınırsız yeni olanaklar sizin cevabınızı beklemektedir.

BIO SCIENCE'den
Çeviren: Bülün KANTEMİR

- **Değişmez kural, değişmez kuralın olamayacağıdır.**
- **Çocuklarınıza ders vermek istiyorsanız (bu hiç de gerekli değil) kendinizi örnek gösterin. Ama sizin gibi olmaları için değil, sizin gibi olmamaları için.**
- **Yapabilenler yapar; yapamayanlar yapmayı öğretir.**

Bernard SHAW