

**ULUSLARARASI UZAY İSTASYONU'NUN İÇ MEKAN
İNCELEMESİ**

Galip Volkan BABACAN
131417101

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İç Mimarlık Anabilim Dalı
İç Mimarlık Tezli Yüksek Lisans
Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Hemide Temel

İstanbul
T.C. Maltepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Ocak 2019

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Galip Volkan BABACAN'ın "Uluslararası Uzay İstasyonu'nun İç Mekan İncelemesi" başlıklı tezi 05.02.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından değerlendirilerek "Maltepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği"nin ilgili maddeleri uyarınca, İç Mimarlık Anabilim Dalında Yüksek Lisans/~~Doktora tezi~~ **oy birliğiyle / oy çokluğuyla** olarak kabul edilmiştir.

Unvanı, Adı ve soyadı

İmza

Üye (Tez Danışmanı) : Dr. Öğr. Üyesi Hamide TEMEL



Üye : Dr. Öğr. Üyesi Hicran ÖZALP




Üye : Dr. Öğr. Üyesi Aslı AKYILDIZ HATIRNAZ
(MSGS Üniversitesi)
YEDİTEPE



Prof. Dr. İlter BÜYÜKDİĞAN

Enstitü Müdürü

ETİK İLKE VE KURALLARA UYUM BEYANI

 maltepe üniversitesi	ETİK İLKE VE KURALLARA UYUM BEYANI	Doküman No	FR-178
		İlk Yayın Tarihi	01.03.2018
		Revizyon Tarihi	
		Revizyon No	00
		Sayfa	ii/108

Revizyon Takip Tablosu

REVİZYON NO	TARİH	AÇIKLAMA
00	01.03.2018	İlk yayın.

ETİK İLKE VE KURALLARA UYUM BEYANI

5/03/2019

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarından bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilmeyen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; çalışmamın Maltepe Üniversitesinde kullanılan “bilimsel intihal tespit programı” ile tarandığımı ve öngörülen standartları karşıladığımı beyan ederim.

Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm.


Galip Volkan BABACAN

Hazırlayan	Kalite Koordinatörü	Kurumsal Yetkili
İlgili Birim	Dr. Öğr. Üyesi Şafak GÜNDÜZ	Prof. Dr. Belma AKŞİT

(Doküman No: FR-178; Yayın Tarihi: 01.03.2018; Revizyon Tarihi: ; Revizyon No:00)

İNTİHAL RAPORU

ULUSLARARASI UZAY İSTASYONU'NUN İÇ MEKAN İNCELEMESİ

ORJİNALLİK RAPORU

%3	%3	%0	%1
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	docplayer.biz.tr İnternet Kaynağı	%1
2	www.icmimarlikdergisi.com İnternet Kaynağı	%1
3	polen.itu.edu.tr İnternet Kaynağı	%1
4	www.bridgestone-adrenalin.com.tr İnternet Kaynağı	<%1
5	Submitted to Inonu University Öğrenci Ödevi	<%1
6	Submitted to Selçuk Üniversitesi Öğrenci Ödevi	<%1
7	tr.scribd.com İnternet Kaynağı	<%1

Dr. Öğr. Üyesi Hatide TEMEL



ŞEKİL ONAY SAYFASI

Doküman No	FR-105
İlk Yayın Tarihi	20.12.2017
Revizyon Tarihi	10.12.2018
Revizyon No	01
Sayfa	1/2

ŞEKİL ONAY SAYFASI

05/03/2018

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE,

Aşağıda bilgileri bulunan lisansüstü öğrencinin tezi şekil yönünden tarafıma incelenmiş ve Enstitüye teslim edilmesi uygun bulunmuştur.

Anabilim Dalı Başkanı

Dr. Dr. Ünal Denizarslan

Adı-Soyadı

İmza

ÖĞRENCİ BİLGİLERİ

ADI SOYADI	Galip Volkan BABACAN
ÖĞRENCİ NUMARASI	131417101
ANABİLİM DALI	İç Mimarlık
PROGRAMI	(x) YÜKSEK LİSANS () DOKTORA () SANATTA YETERLİK
DANIŞMANI	Dr. Öğretim Üyesi Hamide TEMEL
TEZ BAŞLIĞI	ULUSLARARASI UZAY İSTASYONU'NUN İÇ MEKAN İNCELEMESİ
SAVUNMA TARİHİ	05.02.2019
e-posta	

İç Kapak	<input checked="" type="checkbox"/> Var <input type="checkbox"/> Yok
Jüri Onay Sayfası	<input checked="" type="checkbox"/> Var <input type="checkbox"/> Yok
Etik İlke ve Kurallara Uyum Beyanı	<input checked="" type="checkbox"/> Var <input type="checkbox"/> Yok
İntihal Raporu	<input checked="" type="checkbox"/> Var <input type="checkbox"/> Yok
Teşekkür Sayfası	<input checked="" type="checkbox"/> Var <input type="checkbox"/> Yok
Öz (Başlık-Öz-Anahtar Sözcükler)	<input checked="" type="checkbox"/> Var <input type="checkbox"/> Yok

Hazırlayan
İlgili Birim

Kalite Koordinatörü
Dr. Öğr. Üyesi Şafak GÜNDÜZ

Kurumsal Yetkili
Prof. Dr. Belma AKŞİT

(Doküman No: FR-105; Yayın Tarihi 20.12.2017; Revizyon Tarihi: ; Revizyon No:00)



ŞEKİL ONAY SAYFASI

Doküman No	FR-105
İlk Yayın Tarihi	20.12.2017
Revizyon Tarihi	10.12.2018
Revizyon No	01
Sayfa	2/2

Abstract (Title-Abstract-Key Words)	<input checked="" type="checkbox"/> Var <input type="checkbox"/> Yok
İçindekiler	<input checked="" type="checkbox"/> Var <input type="checkbox"/> Yok
Çizelgeler Listesi	<input checked="" type="checkbox"/> Var <input checked="" type="checkbox"/> Yok
Şekiller Listesi (varsa)	<input type="checkbox"/> Şekil yok <input checked="" type="checkbox"/> Uygundur <input type="checkbox"/> Uygun Değildir
Kısaltmalar Listesi	<input checked="" type="checkbox"/> Var <input type="checkbox"/> Yok
Tablolar Listesi (varsa)	<input type="checkbox"/> Tablo yok <input checked="" type="checkbox"/> Uygundur <input type="checkbox"/> Uygun Değildir
Ekler Listesi (varsa)	<input checked="" type="checkbox"/> Ek yok <input type="checkbox"/> Uygundur <input type="checkbox"/> Uygun Değildir
Özgeçmiş	<input checked="" type="checkbox"/> Var <input type="checkbox"/> Yok
Sayfa Genişliği	<input checked="" type="checkbox"/> Uygundur <input type="checkbox"/> Uygun Değildir
Yazı Tipi	<input checked="" type="checkbox"/> Uygundur <input type="checkbox"/> Uygun Değildir
Referans Kullanımı	<input checked="" type="checkbox"/> Uygundur <input type="checkbox"/> Uygun Değildir
Kaynakça Yazımı	<input checked="" type="checkbox"/> Uygundur <input type="checkbox"/> Uygun Değildir
Ekler (varsa)	<input checked="" type="checkbox"/> Ek yok <input type="checkbox"/> Uygundur <input type="checkbox"/> Uygun Değildir

Dr. Öğr. Üyesi Erdal GÜVENOĞLU
İmza

Hazırlayan
İlgili Birim

Kalite Koordinatörü
Dr. Öğr. Üyesi Şafak GÜNDÜZ

Kurumsal Yetkili
Prof. Dr. Belma AKŞİT

(Doküman No: FR-105; Yayın Tarihi 20.12.2017; Revizyon Tarihi: ; Revizyon No:00)

TEŞEKKÜR

Uluslararası Uzay İstasyonu'nun İç Mekan İncelemesi adlı bu araştırma, Maltepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İç Mimarlık Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak yapılmıştır.

Yüksek Lisans Tez danışmanlığımı üstlenerek çalışmalarımda beni yönlendiren ve yardımlarını esirgemeyen değerli hocam sayın Hamide TEMEL'e teőekkürlerimi sunarım.

Araştırmalarımda ve teknik çalışmalarımda desteğini benden esirgemeyen ağabeyim Dr. Oğuzhan BABACAN'a, tez yazım süresince fikirlemi paylaştığım ve üzerine uzun sohbetler yaptığım arkadaşım Fatih UZUN'a, İngilizce evirilerimde beni yalnız bırakmayan çocukluk arkadaşım Cemal EKİCİ'ye, bana her konuda destek olan, beni cesaretlendiren ve fikirlerime güvenen babam Mithat BABACAN'a, annem Meral BABACAN'a, ablalarım Nesibe BABACAN ÜNLÜ ve Neslihan BABACAN'a teşekkür eder sonsuz sevgilerimi sunarım.

Galip Volkan BABACAN

Mart 2019

ÖZ

ULUSLARARASI UZAY İSTASYONU'NUN İÇ MEKAN İNCELEMESİ

Galip Volkan BABACAN

Yüksek Tezi

İç Mimarlık Anabilim Dalı

İç Mimarlık

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Hamide TEMEL

Maltepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2019

Teknolojinin gelişmesi ile birlikte, yeni mekan tasarımları ortaya çıkmaktadır. 20. ve 21. yüzyıla ait bilimsel çalışmalar, uzayın insanlık için artık bir yaşam alanı olabileceğini kanıtlamıştır. Bu çalışmanın amacı, bugüne kadar yapılmış olan uzay istasyonlarının gelişimini temel alarak, Alçak Dünya Yörüngesinde konumlanmış Uluslararası Uzay İstasyonu'nun yaşanılabilir alanlarını iç mimari anlamda incelemektir.

Yer çekimsiz ortamda, astronot ve kozmonotların hava, su, yemek, tuvalet, banyo, spor ve sağlık gibi temel ihtiyaçlarını karşılayabildiği, aynı zamanda biyoloji, biyoteknoloji, fizik, kimya gibi bilimsel çalışmaların yürütülebildiği, Dünya'daki alışlagelmiş vücut hareketleri ve mekan içindeki donatıların tasarımlarının değişmek zorunda olduğu, yeni iç mekan tasarımlarının etkin, başarılı ancak geliştirilmeye açık olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Sözcükler: 1; Mekan, 2; Mikrogravite, 3; Uzay İstasyonu

ABSTRACT

INTERIOR RESEARCH OF INTERNATIONAL SPACE STATION

Galip Volkan BABACAN

Master

Interior Architect Department

Thesis Advisor: Asst. Prof. Dr. Hamide TEMEL

Maltepe University Institute Of Science 2019

With the development of technology, new space designs have been occurrence. Scientific studies of the 20th and 21st century proved that space can be a living space for humanity. The purpose of this study is to investigate the habitable areas of the International Space Station located in the Low Earth Orbit, based on the development of the space stations to date, in terms of interior architecture.

In a microgravity environment, astronauts and cosmonauts can meet basic needs such as air, water, food, toilet, bathroom, sports, and health; at the same time conduct scientific studies such as biology, biotechnology, physics and chemistry; The usual body movements in the Earth and the designs of the equipment in the space that has to change and new interior design, all these are effective, successful but open to development.

Keywords: 1; Space, 2; Microgravity, 3; Space Station

İÇİNDEKİLER

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI	i
ETİK İLKE VE KURALLARA UYUM BEYANI.....	ii
İNTİHAL RAPORU.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ÖZ	v
ABSTRACT.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
TABLolar LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xi
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xvii
ÖZGEÇMİŞ.....	xx
BÖLÜM 1. GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2. UZAY, MEKAN, UZAY İSTASYONU.....	3
2.1. Mekan.....	3
2.1.1. Yer Çekimsiz Mekan.....	3
2.1.2. Uzay İstasyonu	4
2.2.1. Salyut Uzay İstasyonu Serisi.....	5
2.2.2. Skylab Uzay İstasyonu.....	6
2.2.3. Mir Uzay İstasyonu	7
2.3.1. Uluslararası Uzay İstasyonu (U.U.İ.)	8
2.3.1. Uluslararası Uzay İstasyonu'nun Tasarımı	11
2.3.2. Zarya (FGB) Modülü'nün İç Mekan İncelemesi (RKA-1998).....	14
2.3.3. Node 1/ Unity Modülü'nün İç Mekan İncelemesi (NASA-1998)	16
2.3.3.1. Quest hava kilidi	18
2.3.3.2. Yemek Alanı	19
2.3.4. Zvezda (SM) Modülü'nün İç Mekan İncelemesi (RKA-2000).....	22

2.3.4.1. Zvezda Mürettebat Uyku Alanı.....	24
2.3.4.2. Titreşim İzolasyonlu ve Stabilizasyon Sistemli Koşu Bandı (TVIS).....	26
2.3.4.3. Zvezda Modülü Yerleştirme Limanları ve TORU Kontrol Merkezi	27
2.3.5. Destiny Laboratuvarı Modülü'nün İç Mekan İncelemesi (NASA-2001)	28
2.3.5.1. Tıbbi Acil Durum Alanı	30
2.3.5.2. Canadarm2 Robot Kolu Kontrol Merkezi.....	31
2.3.5.3. Titreşim İzolasyonlu ve Stabilizasyonlu Döngü Ergometresi (CEVIS)	32
2.3.5.4. Raf Sistemleri.....	33
2.3.5.5. Yanma Entegre Rafı (CIR).....	36
2.3.5.6. Mikrogravite Bilim Eldiven Kutusu.....	38
2.3.5.7. Pencere Gözlemsel Araştırma Tesisi (WORF)	39
2.3.5.8. Amine Swingbed Hava Filtreleme Sistemleri.....	40
2.3.6. Node 2 / Hormony Modülü'nün İç Mekan İncelemesi (NASA-2007)	41
2.3.6.1. Node 2 / Hormony Mürettebat Uyku Alanı	42
2.3.6.2. Bakım Çalışma Tezgahı (MWA)	44
2.3.7. Columbus Modülü'nün İç Mekan İncelemesi (ESA-2008)	45
2.3.7.1. Biyolojik Deney Laboratuvarı.....	46
2.3.7.2. Avrupa Fizyoloji Modülleri	47
2.3.7.3. Kas Atrofi Araştırma ve Egzersiz Sistemi (MARES).....	47
2.3.8. Kibo Modülü'nün İç Mekan İncelemesi (JAXA-2009)	48
2.3.8.1. Kibo Modülü'nün Rafları.....	50
2.3.8.2. Deney Lojistik Modülü- Basınçlı Bölüm (ELM-PS).....	54
2.3.8.3. Japon Deney Modülü Uzaktan Manipülatör Sistemi (JEMRMS).....	55
2.3.8.4. JEM Hava Kiliti	57
2.3.9. Node 3 / Tranquility Modülü'nün İç Mekan İncelemesi (NASA-2010).....	57
2.3.9.1. Tuvalet.....	58

2.3.9.2. Banyo ya da Hijyen Alanı	61
2.3.9.3. Egzersiz Cihazı ARED.....	63
2.3.9.4. Koşu Bandı (COLBERT / T2)	64
2.3.9.5. Leonardo Çok Amaçlı Lojistik Modülü ve Kalıcı Çok Amaçlı Modül (PMM)	65
2.3.9.6. Genişletilebilir Aktivite Modülü (BEAM).....	67
2.3.10. Cupola Modülü'nün İç Mekan İncelemesi (NASA-2010).....	70
BÖLÜM 3. SONUÇ.....	75
KAYNAKÇA.....	79



TABLULAR LİSTESİ

Tablo 1. Salyut Uzay İstasyonu Serisi	5
Tablo 2. U.U.İ. yaşam alanları (ESA, International Space Station panoramic tour, 2015)	13
Tablo 3. Bu tabloda Şekil 9. da görülen numarlandırmalar açıklanmıştır (NASA, Reference Guide To The International Space Station, 2015)	15
Tablo 4. Numarlandırmalar bu tabloda açıklanmıştır (NASA, Reference Guide To The International Space Station, 2015)	23



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Skylab Uzay İstasyonu (NASA, Skylab History, 2017).....	6
Şekil 2. Mir Uzay İstasyonu (NASA, Mir Space Station, tarih yok).....	8
Şekil 3. Uluslararası Uzay İstasyonu (NASA, Reference Guide To The International Space Station, 2010)	9
Şekil 4. U.U.İ. 'nun dünyanın ADY/LEO 'de izlediği yol (NASA, International Space Station Facilities: Research in Space 2017 and Beyond, 2017)	10
Şekil 5. Kırmızıya boyanmış yazılarda mürettebatın yaşadığı alanlar gösterilmiştir (NASA, International Space Station Basics, 2007)	11
Şekil 6. Paolo Nespoli ve Kelly'nin Node 2 modülündeki mürettebat yataklarında (ESA, CABIN, 2010).....	12
Şekil 7. Bu planda, U.U.İ.'nunda mürettebatın yaşam alanları görülmektedir. Cupola modülü, Node 3 modülünün alt kısımda (dünyaya bakan tarafta) kaldığı için bu plan üzerinde görülmemektedir. (NASA, Reference Guide To The International Space Station, 2015).....	12
Şekil 8. ECLSS raf sistemleri. Oksijen Üretim Sistemi (OGS), Su Geri Dönüşüm Sistemi 1 ve 2 (WRS-1, WRS-2) (NASA, Environmental Control and Life Support System (ECLSS), 2017).....	14
Şekil 9. Zarya modülünün iç mekan kesiti (NASA, Reference Guide To The International Space Station, 2015).....	15
Şekil 10. Rus kozmonot Maxim Suraev, FGB modülünde (NASA, Reference Guide To The International Space Station, 2015).....	16
Şekil 11. Node 1/Unity modülünün dış görünüşü (NASA, Reference Guide To The International Space Station, 2015).....	16
Şekil 12. Node 1/Unity modülü genel görünümü (ESA, Space Station 360: Unity (Node 1), 2016).....	17
Şekil 13. Node 1 modülündeki Servis Bakım ve Onarım Kutusu (ESA, European Space Agency, ESA, 2018)	18
Şekil 14. Quest Hava Kiliti (NASA, Reference Guide To The International Space Station, 2015).....	18

Şekil 15. NASA astronotu Chris Cassidy (solda) ve ESA astronot Luca Parmitano (sağda) Quest Hava Kilitinin içindeyken (NASA, Reference Guide To The International Space Station, 2015)	19
Şekil 16. Quest Hava Kiliti'nin, Node-1 modülündeki konumu (ESA, Space Station 360: Unity (Node 1), 2016).....	19
Şekil 17. Expedition 20 ekibi, Node 1 modülünde bulunan yemek masası etrafında toplanmış görülmektedir (ESA, 2009).....	20
Şekil 18. U.U.İ. için paketlenmiş gıdalar (ESA, Let's Talk About Food...in Space!, 2018).....	21
Şekil 19. Astronot Paolo Nespoli, U.U.İ.'da bir yemek ısıtıcısını gösteriyor (ESA, 2011)	21
Şekil 20. Zvezda Modülü'nün İç Mekanı (NASA, Reference Guide To The International Space Station, 2015)	23
Şekil 21. Zvezda modülü zemininde bulunan pencereler (NASA, 2018)	24
Şekil 22. Sağ tarafta 6 sefer sayılı uçuş mühendisi olan Kozmonot Nikolai M. Budarin, Zvezda Servis Modülündeki uyku kabininde bir bilgisayar kullanıyor (NASA, Zvezda Uyku Kabini, 2014)	25
Şekil 23. ESA astronotu Samantha Cristoforetti, Node 2 modülünde ki kişisel uyku tulumunun içinde görülmektedir (NASA, Her Sleeping Bag, 2014).....	26
Şekil 24. Zvezda modülünde bulunan TVIS egzersiz cihazı (NASA, TVIS, 2018).....	27
Şekil 25. Zvezda modülü içinde Komutan Oleg Kotov, TORU ile manuel yerleştirme teknikleri uyguluyor (NASA, Russian Cargo Craft Docks With Station, 2013)	28
Şekil 26. Destny Modülü İç Mekanı (NASA, Reference Guide To The International Space Station, 2015)	29
Şekil 27. Destiny modülü boyutu (NASA, Reference Guide To The International Space Station, 2015).....	29
Şekil 28. 26 Kasım 2012 NASA astronotu Kevin Ford (arkada), Expedition 34 komutanı; Rus kozmonot Oleg Novitskiy, Tıbbi Acil Durum Alanı tatbikatına katılırken (NASA, https://www.nasa.gov/ , 2012).....	30
Şekil 29. Canadarm2 robotik kolu, EVA görevinde olan bir astronotu taşıırken (NASA, Human Robotic Systems, 2012)	31

Şekil 30. ESA astronotu Frank De Winne, NASA astronotu Nicole Stott, Canadarm2 Robot Kolu Kontrol Merkezi'nde çalışırken (ESA, CANADARM2 WORKSTATION, 2009)	32
Şekil 31. NASA astronotu Steve Swanson, CEVIS egzersiz aleti üzerinde çalışırken (NASA, Steve Swanson works out on the CEVIS, 2017)	33
Şekil 32. Express Raf 1, Raf 2 (NASA, Reference Guide To The International Space Station, 2015).....	34
Şekil 33. Express Raf 6 , Raf 7 (NASA, Reference Guide To The International Space Station, 2015).....	35
Şekil 34. Malzeme Bilimi Araştırma Rafı-1 (MSRR-1) (NASA, Reference Guide To The International Space Station, 2015).....	35
Şekil 35. Akışkan Entegre Raf (FIR) (NASA, Reference Guide To The International Space Station, 2015)	36
Şekil 36. Eksi 80 Derece Laboratuvar Dondurucu (MELFI-2) (NASA, Reference Guide To The International Space Station, 2015)	36
Şekil 37. Uçuş mühendisi Chris Cassidy, Çok Kullanıcıli Damlacık Yanma Aparatı (MDCA), Oda Takma Tertibatı (CIA) ile çalışarak, bir ABD MDCA Yakıt Deposu'nu, Yanma Entegre Rafı'ndan (CIR) çıkarmak için çalışıyor (NASA, CIR, 2019)	37
Şekil 38. Expedition 50 Komutanı Shane Kimbrough, ABD Laboratuvarında, Yanma Entegre Rafı (CIR) 'da Çok Kullanıcıli Damlacık Yanma Aparatı (MDCA) ile çalışıyor (NASA, CIR, 2019)	37
Şekil 39. Mikrogravite Bilim Eldiven Kutusunun yeri kırmızı çerçevede gösterilmiştir (ESA, International Space Station panoramic tour, 2015).....	38
Şekil 40. NASA astronotu Karen Nyberg, U.U.İ.'nin Destiny laboratuvarında bulunan Mikrogravite Bilimi Eldiven Kutusu (MSG) ile çalışırken (NASA, Astronaut Karen Nyberg With InSPACE-3, 2013)	39
Şekil 41. Pencere Gözlemsel Araştırma Tesisi (WORF) (NASA, Reference Guide To The International Space Station, 2015).....	40
Şekil 42. STS-110 görev uzmanı Astronot Ellen Ochoa, U.U.İ.'da Destiny modülünde bulunan WORF rafından Dünya'yı izliyor. Uzay Mekiği Atlantis ve Canadarm2 bölümleri pencereden görülmektedir (NASA, WORF, 2017).....	40

Şekil 43. Amine Swingbed Hava Filtreleme Sistemleri (NASA, Amine Swingbed, 2013)	41
Şekil 44. Node 2 / Harmony Modülü'nün dış görünüşü (NASA, Reference Guide To The International Space Station, 2015)	42
Şekil 45. Node 2 / Harmony Modülü, uyku kabin detayı (NASA, International Space Station Crew Quarters Ventilation and Acoustic Design Implementation, 2010)	43
Şekil 46. Node 2 / Harmony Modülü mürettebat uyku kabinleri (NASA, Saturday Morning in Space, 2011)	43
Şekil 47. NASA astronotu Peggy Whitson, WMA üzerinde çalışırken (NASA, Veg-03, 2018)	44
Şekil 48. Columbus Modülü İç Mekan Kesiti (NASA, Reference Guide To The International Space Station, 2015)	45
Şekil 49. Biyolojik Deney Laboratuvarı (NASA, BioLab, 2019)	46
Şekil 50. Avrupa Fizyoloji Modülleri (ESA, European Physiology Module, 2013)	47
Şekil 51. ESA Expedition 47 Uçuş Mühendisi (FE) Tim Peake, Columbus modülünde, MARES ekipmanını kullanırken (NASA, MARES, 2018)	48
Şekil 52. Kibo Modülünün iç kesit ve dış görünüşü (NASA, Reference Guide To The International Space Station, 2015)	49
Şekil 53. Kibo Modülü'nün iç mekan görünüşü (ESA, A view inside a training mock-up of Japan's Kibo laboratory, 2009)	49
Şekil 54. PM içindeki JEM Raf Sistemleri (JAXA, Kibo HANDBOOK , 2007)	50
Şekil 55. PM içindeki ISPR Raf Sistemleri (JAXA, Kibo HANDBOOK , 2007)	50
Şekil 56. Saibo Deney Rafı mavi çerçevede gösterilmiştir (JAXA, Kibo HANDBOOK , 2007)	51
Şekil 57. Ryutai Deney Rafı mavi çerçevede gösterilmiştir (JAXA, Kibo HANDBOOK , 2007)	52
Şekil 58. Kobairo Deney Rafı mavi çerçevede gösterilmiştir (JAXA, Kibo HANDBOOK , 2007)	52
Şekil 59. NASA astronotu Doug Wheelock, Uluslararası Uzay İstasyonu'nun Kibo laboratuvarında MELFI üzerinde çalışıyor (NASA, MELFI, 2019)	53
Şekil 60. Fotoğrafta EXPRESS Rafı 5 görülmektedir (JAXA, Kibo HANDBOOK , 2007)	53

Şekil 61. MSPR Raf Sistemi (JAXA, Kibo HANDBOOK , 2007).....	54
Şekil 62. ELM-PS modülü, Kibo modülü üzerinde mavi renkte görülmekte (JAXA, Kibo HANDBOOK , 2007)	55
Şekil 63. ELM-PS modülünün içi (JAXA, Kibo HANDBOOK , 2007).....	55
Şekil 64. JEMRMS Rafı (JAXA, Kibo HANDBOOK , 2007).....	56
Şekil 65. JEMRMS'nin kontrol ettiği robotik kol, mavi olarak gösterilmiştir (JAXA, Kibo HANDBOOK , 2007)	56
Şekil 66. JEM Hava Kiliti (JAXA, Kibo HANDBOOK , 2007).....	57
Şekil 67. Node 3 modülü (NASA, Reference Guide To The International Space Station, 2015).....	58
Şekil 68. U.U.İ. da bulunan bir tuvalet (ESA, Toilet, 2009)	58
Şekil 69. ESA astronotu Samantha Cristoforetti tuvalet kullanımını gösterirken, elinde klozete geçirilen poşet görülmekte (ESA, International Space Station toilet tour, 2015)	59
Şekil 70. ESA astronotu Samantha Cristoforetti'nin elinde atıkları temizlemek için kullanılan elektrikli süpürge benzeri makine bulunuyor (ESA, International Space Station toilet tour, 2015)	60
Şekil 71. Progress 68 kargo gemileri (NASA, Progress, 2018).....	60
Şekil 72. ESA astronotu Samantha Cristoforetti'nin elinde paketlenmiş suyu görüyoruz (ESA, International Space Station bathroom tour, 2015)	61
Şekil 73. Yıkanan vücudu havlu ile kuruturken (ESA, International Space Station bathroom tour, 2015)	61
Şekil 74. Astronot Samantha Cristoforetti, banyoda saçlarını yıkarken (ESA, International Space Station bathroom tour, 2015)	62
Şekil 75. Astronot Samantha Cristoforetti, banyoda saçlarını kurularken (ESA, International Space Station bathroom tour, 2015)	62
Şekil 76. Tırnak bakımı yapan ESA astronotu Samantha Cristoforetti (ESA, International Space Station bathroom tour, 2015)	63
Şekil 77. NASA astronotu Dan Burbank, ARED egzersiz cihazını kullanıyor (NASA, ARED, 2018)	64
Şekil 78. COLBERT egzersiz cihazı (NASA, Colbert, 2017).....	65

Şekil 79. Space Shuttle Discovery gemisi (NASA, The Long Voyage of Discovery, 2011)	66
Şekil 80. Kalıcı Çok Amaçlı Modül (PMM)'nün içi (NASA, Reference Guide To The International Space Station, 2015)	67
Şekil 81. Node 3 modülüne kenetlenmiş BEAM modülü, fotoğrafta içi hava ile genişletilmiş formuyla görülmektedir (soldaki beyaz modül) (NASA, Bigelow Expandable Activity Module, 2017).....	68
Şekil 82. Cupola modülü pencerelerinin birinde mikro meteor orbital enkazı görülmekte (NASA, What's on Board?, 2017)	68
Şekil 83. BEAM modülünün kesiti (Bigelow's inflatable space structures1, 2018)...	69
Şekil 84. U.U.İ.'da 166 gün geçirmiş olan CSA astronotu Chris Hadfield, 25 Aralık 2012 tarihinde Cupola modülünde gitar çalarken (NASA, Chris Hadfield, 2012).....	70
Şekil 85. Cupola Modülü iç kesiti (ESA, Cupola).....	71
Şekil 86. Cupola Modülü iç mekan görünümü (NASA, Reference Guide To The International Space Station, 2015)	71
Şekil 87. Cupola Modülü dış görünümü (ESA, Cupola)	72
Şekil 88. Astronot André Kuipers Cupola modülünde, Nightpod kamerasının önünde görülmektedir (ESA, Nightpod, 2014)	73
Şekil 89. Nightpod kamerasının çektiği Potekiz/Lizbon şehri (ESA, Nightpod, 2014) ...	73
Şekil 90. Cupola'nın içinde, NASA astronotu Chris Cassidy, yaklaşık 400 km aşağıdaki hedefini fotoğraflamak için bir dijital fotoğraf makinesinde 400mm lens kullanıyor (NASA, Astronaut Chris Cassidy, 2017).....	74

KISALTMALAR LİSTESİ

U.U.İ.	: Uluslararası Uzay İstasyonu
ADY	: Alçak Dünya Yörüngesi
NASA	: Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi
RKA	: Rus Federal Uzay Ajansı
JAXA	: Japonya Uzay Araştırma Ajansı
CSA	: Kanada Uzay Ajansı
ESA	: Avrupa Uzay Ajansı
BIRA-IASB	: Belçika Uzay Ajansı
DNSC	: Danimarka Uzay Ajansı
CNES	: Fransa Uzay Ajansı
DLR	: Almanya Uzay Ajansı
ASI	: İtalya Uzay Ajansı
SRON	: Hollanda Uzay Ajansı
NSC	: Norveç Uzay Ajansı
INTA	: İspanya Uzay Ajansı
SNSB	: İsveç Uzay Ajansı
SSO	: İsviçre Uzay Ajansı

BNSC	: Birleşik Krallık Uzay Ajansı
ASA	: Avusturya Uzay Ajansı
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
SSCB	: Sovyet Sosyalist Cumhuriyet Birliği
ECLSS	: Çevre Kontrolü ve Yaşam Destek Sistemi
TDK	: Türk Dil Kurumu
EVA	: Uzay Gemisi Dışı Aktivite
BEAM	: Genişletilebilir Aktivite Modülü
JEM	: Japon Deney Modülü
MELFI	: U.U.İ. İçin Eksi Seksen Derece Laboratuvar Dondurucu
FGB	: Fonksiyonel Kargo Bloğu
MRM-1	: Mini Araştırma Modülü
ATV	: Avrupa Otomatik Aktarım Aracı
Soyuz	: Uzaya gitmeyi sağlayan uzay aracı
Progress	: Soyuz uzay aracının otomatik plotsuz versiyonu
Mikrogravite	: Mikro yer çekimi
Derin Uzay	: Dünya'nın Alçak Yörüngesi dışında kalan uzay
CEVIS	: Titreşim İzolasyonlu ve Stabilizasyonlu Döngü Ergometresi
ARED	: Gelişmiş Dirençli Egzersiz Cihazı

Nadir : Uzay araçlarının bağlantı noktalarından biri

Orbital kalıntı : Uzay istasyonlarının ya da uyduların dünya yörüngesinde bıraktığı parçalardan oluşan yörüngesel kirlilik

Mikro meteor : Uzayda savrulan toz veya kum zerresi büyüklüğündeki parçalar



ÖZGEÇMİŞ

Galip Volkan BABACAN

İç Mimarlık Anabilim Dalı

Eğitim

<i>Yıl</i>	<i>Maltepe Üniversitesi, İç Mimarlık Anabilim</i>
Y.Ls.	2019 Maltepe Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü İç Mimarlık Anabilim Dalı
Ls.	2010 Maltepe Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi İç Mimarlık Anabilim Dalı
Lise	2002 Kayseri Anadolu Güzel Sanatlar Lisesi

İş / İstihdam

<i>Yıl</i>	<i>Görev</i>
2014 - 18	İç Mimar / Denar Şirketler Grubu
2013 - 13	İç Mimar / Furyap Mimarlık
2011 - 12	Şantiye Şefi / Petek Yalıtım

Kişisel Bilgiler

Doğum yeri / yılı	: Kayseri, 1984 Cinsiyet: E
Yabancı diller	: İngilizce (iyi)
GSM / e-posta	: 05303638071 / galipvolkanbabacan@hotmail.com

BÖLÜM 1. GİRİŞ

İnsanlık varolduğu süre boyunca barınma ihtiyacı duymuştur. Zaman ilerledikçe barınma alanları ve koşulları sürekli değişkenlik göstermiştir. İnsan yaşam alanlarını belirleyen teknolojik gelişmeler, mekan biçimlenişlerinin yeniden değerlendirilmesine yol açmaktadır.

“Teknoloji, bilimsel çalışmalardan yola çıkarak yeni bir ürün geliştirmek ve hizmet desteği sağlamak için gerekli bilgi, beceri ve yöntemler bütünü olarak tanımlanabilir. Bir başka deyişle, çeşitli teknikleri inceleyen ve yeni teknikler araştıran bilim dalına “teknoloji” denir.” (ÖZTURAN, 2015)

“Toplumsal gereksinimler, bu gelişmelere yön vermektedir. Sınırlı enerji kaynakları, en ekonomik çalışma gücü ile en verimli üretim biçimlerinin geliştirilmesini tetiklemekte, yeni üretim araçlarının yaratılmasını gerektirmektedir. Her yeni üretim tekniği, üretim aracı ve ürün insanlar için yeni meslekler tanımlamakta, yaşamı değiştirmektedir.” (ÖZTURAN, 2015)

“Yaşamının belli sürelerini değişik coğrafyalarda geçirmek zorunda olan insanlar için birden çok yaşama ve çalışma ortamı gereksinimi ortaya çıkmaktadır. Sınırlı yeryüzü kaynakları, bu mekanların ekonomik olarak üretilmesini ve yaşamını sürdürmesini gerektirmekte, enerji ve alan ekonomisi için mekan küçülmelerine gitme eğilimini doğurmaktadır. Bu durum özellikle 20. yüzyıl yapı ve mekan üretiminde etkili rol oynayan temel kavramların yeniden tanımlanmasını gerekli kılmaktadır. Çağdaş kent mekanlarının oluşum sürecinde (tasarım ve yapım) kullanıcının da sürece katılması için geliştirilen esneklik ve değiştirilebilirlik kavramları yeni boyutlar kazanmaktadır. Bu nedenle, çalışma, esneklik ve değiştirilebilirlik kavramlarını yeniden tartışmaya açmayı hedeflemekte, yeni bir ürün olarak görülen çağdaş yaşam modülleri örneklerinden yola çıkarak, küçük mekanlar için tasarım özellikleri belirlemeyi amaçlamaktadır.” (ÖZTURAN, 2015)

“Toplumların değişen yaşam koşulları, aile yapısındaki değişimler, kullanıcıların zaman içinde değişen istek ve gereksinimleri, hızlı nüfus artışı nedeniyle daralan mekanlar, konut iç mekanlarının biçimlenişini etkilemektedir. Kullanıcıların değişen

gereksinimlerinin karşılanması için, mekanların ve donatı elemanlarının çok işlevli kullanımı yaygınlık kazanmıştır. ‘‘ (ÖZTURAN, 2015)

Mekan, ‘‘içinde bir cismin bulunabileceği yerlerin tümünü gösteren kavram, bütün var olanları içinde bulunduran şey’’ olarak tanımlanabilir. Bu tanıma göre, yaşamış olduğumuz evrenin yani uzayın içindeki her cisim bizim için birer mekandır.

Bu noktadan yola çıkarak Dünya'nın Alçak Dünya Yörüngesinde (ADY) konumlandırılmış olan Uluslararası Uzay İstasyonu (U.U.İ.), 1 Kasım 1998'den beri gezegenimizin yörüngesindeki yeni yaşam alanımız olmuştur. U.U.İ.'da astronomlar, gezegenimizdeki nüfus dağılımını, yangınları, doğayı, hava durumunu araştırmaktadır. Ayrıca ilerde Mars gezegenine ve uydumuz Ay'a yapılacak olan derin uzay yolculuklarını da desteklemek amacıyla, insan fizyolojisini ve diğer canlı türlerinin biyolojisini yer çekimsiz ortamda incelemektedir. U.U.İ.'nda astronot ve kozmonotlar 2000 yılından bu yana uzun süre yaşamayabilmektedir.

Bu çalışmanın amacı; bugüne kadar yapılmış uzay istasyonlarının gelişimini temel alarak; ADY'de konumlanmış olan U.U.İ.'nin yaşanılabilir modüllerini iç mimari anlamda incelemektir. Astronot ve kozmonotların U.U.İ.'nda kaldıkları süre boyunca, dünyadan farklı olarak nasıl banyo yaptıklarını, nasıl uyduklarını, tuvalet ihtiyaçlarını nasıl giderdiklerini, spor aktivitelerini nasıl gerçekleştirdiklerini, su, hava gibi günlük yaşam ihtiyaçlarını nasıl karşıladıklarını, burada hangi bilimsel çalışmaları yürüttüklerini incelemektir. Sonuç kısmında alışlagelmiş mimari algısının dışına çıkıp, gelecekte oluşabilecek benzer tipteki yeni yaşam alanları hakkında farkındalık oluşturmaktır. Uzayda ki yaşam alanımız olan U.U.İ. gelecekte nasıl bir inovasyona uğrar? İnsanlığa nasıl bir hizmet sunar? gibi sorulara cevap aramaktır.

BÖLÜM 2. UZAY, MEKAN, UZAY İSTASYONU

2.1. Mekan

Mekan terimi Arapça kökenli Osmanlıca bir kelime olmakla birlikte, kelimenin birçok disiplinindeki modern karşılığı ‘uzay’ olarak tanımlanmaktadır. Türk Dil Kurumu’nun (TDK) sitesindeki Büyük Türkçe Sözlük’üne bakıldığında ‘Uzay’ başlığı altında Güncel Türkçe Sözlük; Felsefe, Fizik, Gökbilim, Kimya, Matematik Terimleri Sözlüğü gibi sözlükler içerisinde 16 madde bulunmaktadır ve kullanım genişliği açısından İngilizce ‘space’ kavramının en yakın karşılığı olarak görülmektedir. Mekan, “içinde bir cismin bulunabileceği yerlerin tümünü gösteren kavram, bütün var olanları içinde bulunduran şey” olarak tanımlanabilir.

‘Mekan kelimesinin etimolojik kökeni farklı noktalara çıkmakla birlikte, kavramsal kökenleri Antik Yunan Felsefesi’nde birleşmektedir. Fakat o zamanlardaki mekanın ‘uzay’ olarak algılanmasıyla ilgili ifadeler, bugün yaptığımız mekan-yer ayrımını birebir karşılamamaktadır. Van de Ven (1978) ’e göre 19.yüzyıl’da Almanya’da Alman felsefesine dayalı iki düşünce okuluna dayanan mekan fikri, mimari bir düşünce olarak ilk kez 1890 başlarında bu okullardaki estetik teorilerinde ortaya çıkmıştır. Mekan kelimesinin ilk anlamıyla mimari disiplin çerçevesinde algılanır. Fakat günümüzde zihnin niteliği olarak felsefi ve fiziksel olarak somut bir kategoride beraber değerlendirilmektedir’’ (MORKOÇ, 2013).

2.1.1. Yer Çekimsiz Mekan

Yer çekimi, evrendeki hareketi düzenleyen bir kuvvettir. Uzayda yer çekimi olmadığı düşünülse de, gerçekte Ay’ı Dünya’nın yörüngesinde, Dünya’yı da Güneş’in yörüngesinde tutan kuvvet, yer çekimidir. Buna iki kütle arasındaki çekim kuvveti neden olmaktadır. Eğer, bir nesne diğer nesneden daha kuvvetli bir çekime sahipse, daha büyük olan nesne daha küçük olan nesneyi kendisine çeker. Uluslararası Uzay İstasyonu’nun (U.U.İ.) Dünya’nın yörüngesinde durmasının sebebi de bu şekilde açıklanabilir. Dünya

yüzeğine yakın olan bir nesnenin, yer çekimi kuvvetinden etkilenerek yere düşmesi ‘normal yer çekimi’ ya da 1g olarak tanımlanmaktadır.

U.U.İ.’daki bir astronot bir cisimi bıraktığında da yere düşmektedir. Sadece bize düşüyor gibi görünmemektedir. Çünkü: astronot, astronotun bıraktığı cisim ve uzay istasyonu aynı anda düşmektedir. Fakat bunlar Dünya’ya değil, Dünya etrafına düşmektedir. Hepsi aynı oranda düştüğü için, U.U.İ.’nun içindeki nesnelere “sıfır yer çekimi” (0g) veya mikro gravite (1×10^{-6} g) olarak adlandırılan bir durumda yüzüyor gibi görünmektedir (NASA, What is Microgravity, 2013).

Yer çekimsiz mekanda, insanın Dünya’daki alışlagelmiş vücut hareketleri ve mekan içindeki donatıların tasarımı değişmektedir. Mikro gravite bir mekanda bir noktadan başka bir noktaya ulaşmak isteyen biri, yürümek eylemi yerine süzülme eylemini gerçekleştirmek zorunda kalmaktadır. Dünya’nın 1g ortamında kullanılan merdiven, asansör, zemin, tavan, çatı gibi tasarımlar, mikro gravite ortamında anlamlarını yitirmektedir (DEDE, 2018).

2.1.2. Uzay İstasyonu

Uzay istasyonu, ADY’ne yerleştirilmiş ve uzun süreli insan yaşamına olanak sağlayan, gerekli basınçlı muhafazaya, güce, malzemeye ve çevresel sistemlere sahip yapay bir yapıdır. ADY’nin genel kabul görmüş tanımı; 160-2.000 km irtifa arasında değişen yer merkezli yörüngelerdir. Uzay istasyonları, yapısına bağlı olarak, çeşitli aktiviteler için bir üs olarak hizmet etmektedir. Bunlar arasında, Güneş’in ve diğer astronomik nesnelere gözlemlerini, Dünya’nın kaynaklarını ve çevresini incelemeyi, askeri keşifleri, insan fizyolojisi ve biyokimyasını, materyallerin ve biyolojik sistemlerin davranışlarının uzun süreli araştırmalarını mikro yer çekimi ortamında incelemektedir. Küçük uzay istasyonları Dünya’da monte edildikten sonra ADY’ne gönderilmektedir. Ancak daha büyük uzay istasyonları modüller halinde kısım kısım gönderilerek, Dünya yörüngesinde monte edilmektedir. Uzay istasyonları elektrik kaynağı olarak büyük güneş panelleri kullanmaktadır. Aynı zamanda Dünya’da ki görev denetleyicileri, uydu tabanlı konumlandırma sistemleri ile sürekli iletişim sağlamak için jeo-statik röle uyduları kullanmaktadır (Harland, 2019). Uzay İstasyonu, astronotların ADY’de bilimsel araştırma yapmalarını sağlayan bir platformdur. 1 Kasım 1998 yılında Uluslararası Uzay

İstasyonu'nun ilk parçası olan Zarya modülünün gönderilmesinden önceki yıllarda, Amerika Birleşik Devletleri (ABD) ve Sovyet Sosyalist Cumhuriyet Birliği (SSCB) ülkeleri ADY'ne uzay istasyonları göndermeyi başarmışlardır. Bu istasyonların ilki olan Salyut 1, SSCB tarafından 1971 yılında yörüngeye yollanmıştır. Bunu, ABD'nin 1973 yılında fırlattığı Skylab Uzay İstasyonu takip etmiştir. Son olarak 1986 yılında SSCB'nin fırlattığı Mir Uzay İstasyonu ADY'de göreve başlamıştır. Bu uzay istasyonlarının ortak amacı, Dünya'ya araştırmalarıyla fayda sağlayarak, insanlığa uzayın bilinmezliğinde bir sıçrama tahtası olarak hizmet etmek olmuştur. Ayrıca bilimsel çalışmalar yapan mürettebata aylarca kalma olanağı da sağlayan 'uzay istasyonları' tüm canlı türlerinin derin uzay koşullarında yaşayabilme ihtimalini de incelemektedir.

2.2.1. Salyut Uzay İstasyonu Serisi

İlk uzay istasyonu olan Salyut 1, Sovyet Sosyalist Cumhuriyet Birliği (SSCB) tarafından 19 Nisan 1971 tarihinde ADY'ne gönderilmiştir. Kazakistan'ın Baykonur kasabasından Proton Roketi ile fırlatılmıştır. İstasyon, silindirik bir yapıya sahip olup, en geniş kısmı 4,25 metre (13,9 feet) çapında, 14.6 metre (48 fit) uzunluğundadır ve silindir bir şekilde tasarlanmıştır. Salyut'un Rusçada ki kelime anlamı "Selam" dır. Ruslar, ilk uzay istasyonlarına "selam" ismi tarihin ilk kozmonotu olan Yuri Gagarin'i onurlandırmak için vermişlerdir. Görevi, birçok bilimsel araştırmanın yanı sıra, uzayda insan organizmasının etkilerini araştırmak olan Salyut 1, ADY'de toplam 175 gün geçirmiştir. SSCB, 19 Nisan 1982 yılına kadar, toplam 7 adet Salyut serisi yollamıştır (Tablo 1).

Tablo 1.Salyut Uzay İstasyonu Serisi

İlk Rus Uzay İstasyonları	Gönderim Tarihi	Mürettebat
Salyut 1	11.4.1971	Yok
Salyut 1	4.4.1973	Yok
Cosmos 557	11.5.1973	Yok
Salyut 3	25.6.1974	Yok
Salyut 4	26.12.1974	1 kişi
Salyut 5	22.6.1976	Yok
Salyut 6	29.10.1977	14 kişi
Salyut 7	19.4.1982	15 kişi

Rusya Salyut Uzay İstasyonu serisinin ardından, uzun süreli uzay görevlerine odaklanmaya devam etmiş, 1986 yılında Mir Uzay İstasyonu'nun ilk modüllerinin yapım aşamasına başlamışlardır (*Harland, 2019*).

2.2.2. Skylab Uzay İstasyonu

SSCB, 11 Mayıs 1973 tarihinde Cosmos 557 istasyonunu yörüngeye fırlatmasının ardından, NASA, ABD'nin ilk uzay istasyonu olan Skylab'ı, 14 Mayıs 1973 tarihinde ADY'ne göndermiştir (Şekil 1). Pete Conrad, Paul Weitz ve Joe Kerwin, Skylab'ın ilk ekibi olarak yörüngede 28 gün geçirmiştir. İkinci Skylab ekibi uzayda 59 gün geçirmiş, son ekip ise 84 gün geçirmiştir. Böylelikle, 14 Mayıs 1973'te istasyonun tanıtımından, 8 Şubat 1974'te üçüncü ve son mürettebatının dünyaya geri dönüşüne kadar olan sürede, Skylab programı, insanların uzun süre boyunca uzayda yaşayabildiğini ve çalışabileceğini kanıtlamıştır. Skylab, zamanının en büyük güneş gözlemevi, mikrogravite laboratuvarı, tıbbi laboratuvarı olmuştur. Görevi boyunca dünya gözlemciliğine ve en önemlisi dünyadan uzakta olan mürettebata bir ev olarak hizmet etmiştir. Program ayrıca yeni teknolojilere de yol açmıştır. Özel duşlar, özel tuvaletler, uyku tulumları, özel egzersiz ekipmanları, mutfak tesisleri ve mikro yer çekimi işlev görecektir şekilde tasarlanmıştır. Skylab projesi, yüksek güneş aktivitesi yüzünden bozulmuş ve bu yüzden de 11 Temmuz 1979'da NASA tarafından görevine son verilmiştir. Görevine son verildikten sonra dünya atmosferine yeniden giriş yapan İstasyon, Batı Avustralya ve Hint Okyanusu'nun seyrek nüfuslu bir kesimine doğru düşüp parçalara ayrılarak dağılmıştır (NASA, Part I - The History of Skylab, 2003) (NASA, Skylab History, 2017).



Şekil 1. Skylab Uzay İstasyonu (NASA, Skylab History, 2017)

2.2.3. Mir Uzay İstasyonu

Mir Uzay İstasyonu, Rusya'nın uzay geleceğini lider olarak yansıtan kendi zamanının efsanesi olmuştur. Mir'in İngilizce anlamı "dünya", "barış" ve "köy" dür. Fakat tek kelimeli bir çeviri önemini kaybetmektedir. Ruslar için, "Mir" isminin tarihi bir anlamı vardır. 1861'de Kurtuluş Fermanı'ndan sonra, "mir" kelimesi kendi toprağına sahip çıkan bir Rus köylü topluluğına atıfta bulunmuştur. Ruslar, ilk olarak Mir'in Temel Bloğunu (çekirdek modül) 20 Şubat 1986'da Dünya yörüngesinin yaklaşık 400 km yukarısında fırlatılmıştır. Temel Blok, iki Kvant modülü, bir Soyuz ve bir Progress uzay aracından oluşmaktaydı. Modül, mevcut Salyut-7 uzay istasyonuna benzemektedir. Mir Uzay İstasyonu, gelecekte fırlatılması planlanan modüllerin eklenmesiyle büyüyecek şekilde tasarlanmıştır. Mir'in dış görünüşü, kanatları uzatılmış bir yusufluğa benzetilmiştir (Şekil 2). Rusların Uzay İstasyonu Mir'in Dünya yörüngesindeki ömrü 15 yıl olarak hesaplanmış, fakat istasyon, planlanan ömrünün üç katı kadar yörüngede kalmayı başarmıştır. Mir'e ilk olarak, Leonid Kizim ve Vladimir Solovyev Mart 1986'da istasyona ayak basmış ve 5 Mayıs 1986 tarihine kadar orada kalmışlardır. Uzun süreli görevler için Mir istasyonunda, bir masa, yemek pişirme elemanları, çöp deposu; tıbbi izleme ekipmanları ile bir bisiklet egzersiz aleti ve koşu bandı, video donanımı, yere menteşeli sandalye ve uyku tulumu olan bireysel mürettebat alanları vardı. Ayrıca, tuvalet ve lavabo ile kişisel hijyen alanı gibi alanlar da mevcuttu. Mir uzay istasyonuna 31 uzay aracı ile 12 farklı ülkeden 125 kozmonot ve astronot gelmiştir. Toplam 64 adet kargo gemisi, düzenli olarak malzeme ve ekipman taşımıştır. İçinde 23.000 bilimsel ve tıbbi laboratuvar deneyi yapılmış ve Mir sayesinde ilk kez Dünya dışı bir mekanda tohumdan bir buğday ürünü yetiştirilmiştir. Rus uzay istasyonu yirminci yılına girdikten sonra, kazaya eğilimli bir hale gelmiştir. Genellikle bilgisayar arızaları, Oksijen emici ünitelerin arızaları ve elektrik kesintileri yaşanmaktaydı. 1997 yılında Progress tedarik aracıyla olan çarpışması, Spektr'in gövdesinin bütünlüğünü bozmuş ve modülü yaşanmaz hale getirmiştir. Yaşanan bu olaydan sonra yetkililerin kararı ile Mir uzay istasyonu, 23 Mart 2001 Cuma günü saat 9:00'da Dünya atmosferine yeniden giriş yaparak görevini tamamlamıştır. Parçaları, çoğunlukla Güney Pasifik Okyanusu'na, büyük parçalarından

bazıları ise, Yeni Zelanda'nın doğusundaki denize zararsız bir şekilde düşmüştür (NASA, Mir Space Station, tarih yok).



Şekil 2. Mir Uzay İstasyonu (NASA, Mir Space Station, tarih yok)

2.3.1. Uluslararası Uzay İstasyonu (U.U.İ.)

Uluslararası Uzay İstasyonu'nun (U.U.İ.) ilk parçaları 20 Ocak 1998'de Dünya'nın 370 ile 460 km ötesindeki ADY'ne fırlatılmış ve konumlandırılmıştır. İnşası, Dünya'dan belirli tarih aralıkları ile gelen modüllerin, uzayda bir araya getirilip birleştirilmesiyle tamamlanmıştır. Tamamen inşa edildiğinde, gökyüzündeki en parlak üçüncü nesne olmuştur (Şekil 3).

U.U.İ. şimdiye kadar yapılan en pahalı yapı ünvanına sahiptir. İstasyonun maliyeti toplamda 150 milyon dolar olmakla birlikte, yıllık masrafı 3 milyar dolardır (NASA, Reference Guide To The İnternaitonal Space Station, 2015).

Dünya'da projeyi gerçekleştiren 5 ortak uzay ajansı bulunmaktadır. Bu uzay ajansları; ABD (NASA), Rus Federal Uzay Ajansı (RKA / ROSCOSMOS), Japonya Uzay Araştırma Ajansı (JAXA), Kanada Uzay Ajansı (CSA) ve Avrupa Uzay Ajansı (ESA)'dır. ESA'ya üye olan ülkeler ; Belçika (BIRA-IASB), Danimarka (DNSS), Fransa (CNES), Avusturya (ASA), Almanya (DLR), İtalya (ASI), Hollanda (SRON), Norveç (NSC), İspanya (INTA), İsveç (SNSB), İsviçre (SSO), Birleşik Krallık (BNSC), Çek

Cumhuriyeti, Estonya, Finlandiya, Yunanistan, Macaristan, İrlanda, Lüksemburg, Norveç, Polonya, Portekiz, Romanya'dır (NASA, International Cooperation, 1998).



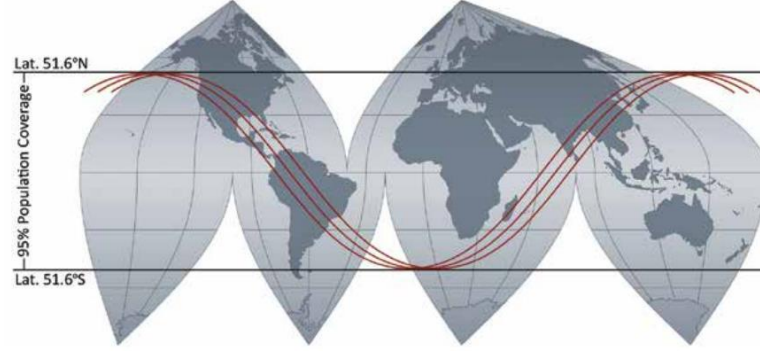
Şekil 3. Uluslararası Uzay İstasyonu (NASA, Reference Guide To The International Space Station, 2010)

U.U.İ. 2000 yılının sonlarından bu zamana kadar, astronot ve kozmonotlara ev sahipliği yapmıştır. U.U.İ.'nin içinde sürekli olarak 3 mürettebat bulunmaktadır. Ekip sayısı düzenli olarak değişmektedir. Uzay Mekiği Dünya'dan U.U.İ.'na kalkış yaparken, içine toplam 7 astronot sığdırabilmektedir. Bu nedenle istasyondaki mürettebat sayısı zaman zaman 3, 5 veya 10 kişi olarak değişiklik göstermektedir.

Fakat genelde İstasyonda 6 mürettebat bulunmaktadır. Görev süreleri ekseriyetle 6 ay olarak belirlenen mürettebatlar, kaldıkları süre boyunca fizik, biyoloji, kimya, fizyoloji, astronomi, meteoroloji gibi bilim dalları üzerinde çeşitli deneyler yapmaktadır. NASA'nın, Uluslararası Uzay İstasyonu'nun Referans Rehberi (2010) adlı çalışmasında U.U.İ.'nin amacı şu şekilde tarif edilmiştir:

“Bilgimizi insan fizyolojisi, biyoloji, malzeme ve fiziki bilimler alanlarında ilerletmek ve bu bilgiyi dünya üzerindeki sağlık, sosyoekonomik ve çevresel faydalara dönüştürmek, uzay araştırmasında kazanılan bilgiyi toplum yararına döndürmek kurumların başka bir ortak amacıdır. Tüm kurumlar, U.U.İ.'da insan fizyolojisi, radyasyon, malzeme bilimi, mühendislik, biyoloji, akışkan fiziği ve teknoloji alanında yaptıkları araştırmaları ile elde ettiği bilgileri uygulamak için hedeflerinde birleşirler:

böylece gelecekteki uzay araştırma görevlerini mümkün kılar (s.11)'' (NASA, Reference Guide To The International Space Station, 2015).

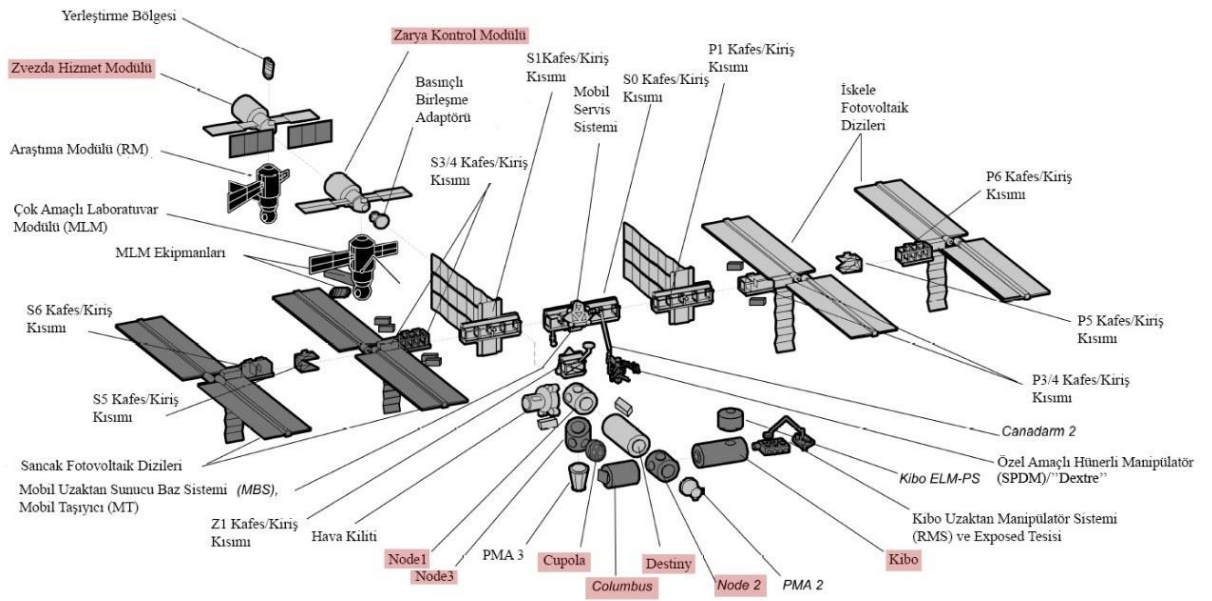


Şekil 4. U.U.İ. 'nun dünyanın ADY/LEO 'de izlediği yol (NASA, International Space Station Facilities: Research in Space 2017 and Beyond, 2017)

U.U.İ. Dünya'nın ADY'de yaklaşık 51.6 derecelik bir açı yaparak, saatte 28163,52 km hızla tur atmaktadır (Şekil 4). U.U.İ. sürekli olarak yavaşlar ve yüksekliğini korumak için periyodik olarak yeniden yükselmesi gerekmektedir. U.U.İ. uzayda bulunan tehlikeli nesnelere tehdidinden korunabilmek için manevra yapma kabiliyetine de sahiptir. Dünya'nın etrafındaki bir turunu 90 dk'da tamamlayan U.U.İ. 24 saatte toplam 16 kez Dünya çevresinde tur atmaktadır. Bu nedenle astronotlar, 16 kez gün batımı, 16 kez gün doğumuna şahit olmaktadır. Fakat NASA'nın 2014 yılındaki insanlı uçuşlar sorumlusu William Gerstenmaier, U.U.İ.'nin görev süresinin 2024 yılına kadar uzatıldığını açıklamıştır (NASA, What Is the International Space Station?, 2011).

2.3.1. Uluslararası Uzay İstasyonu'nun Tasarımı

U.U.İ. bir Amerikan futbol sahası büyüklüğünde olup, 860 m³'lük bir basınç hacime sahiptir. Toplam ağırlığı 400 tondur ve 36 ayrı parçadan oluşmaktadır. Güneş panelleri 2,247 m²'lik bir alanı kaplar ve yılda 735.840 kw-saat elektrik enerjisi üretir. İstasyonda, mürettebatın içinde yaşayabildiği tek alan modül sistemleridir. Bu modüller; Zarya-FGB , Node 1-Urity, Zvezda-SM, Destiny, Columbus, Node 2-Harmony, Kibo, Node 3-Tranquility ve Cupola'dır (Şekil 5) (NASA, Reference Guide To The International Space Station, 2015).



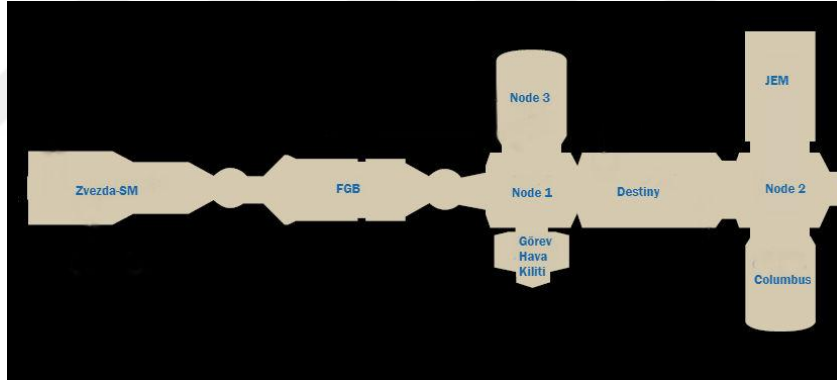
Şekil 5. Kırmızıya boyanmış yazılarda mürettebatın yaşadığı alanlar gösterilmiştir (NASA, International Space Station Basics, 2007)

Yer çekimsiz ortamda yaşayan mürettebat, silindirik bir biçimde tasarlanan modüllerin içinde yönlerini (aşağı-yukarı-sağ-sol) rahat bulmaları için, iç aydınlatmalar belirli bir kısmı referans olarak konumlandırılmıştır. Bu iç aydınlatmalar, tıpkı Dünya'daki mekanlarda olduğu gibi mürettebat üzerinde alt-üst algısı yaratmaktadır. Yine yönlerini bulmaları için modüllerin içinde yönlendirme yazıları bulunmaktadır ve yazılar, aydınlatmaları referans olarak konumlandırılmıştır. Modülün içinde çalışırken ya da modüller arasında geçiş yaparken mürettebat, ilerlemelerine yardımcı olmak amacıyla tutacılara / küpeştelere tutunur. Bu tutacaklar / küpeştelere, aşağıya, yukarıya, sağ-sol duvarlara monte edilmiştir (Şekil 6). (ESA, CABIN, 2010).



Şekil 6. Paolo Nespoli ve Kelly'nin Node 2 modülündeki mürettebat yataklarında (ESA, CABIN, 2010)

Temel yaşam alanları yemek masası, yiyecek depoları, hijyen alanı, spor aletleri, deney laboratuvarları, bireysel mürettebat yatak alanları, tuvalet gibi alanlar Zarya-FGB, Node 1-Urity, Zvezda-SM, Destiny, Columbus, Node 2-Harmony, Kibo, Node 3-Tranquility modüllerinde bulunmaktadır (Şekil 7). Ayrıca Modüllerin içinde bulunan alanlar Tablo 2'da gösterilmiştir.



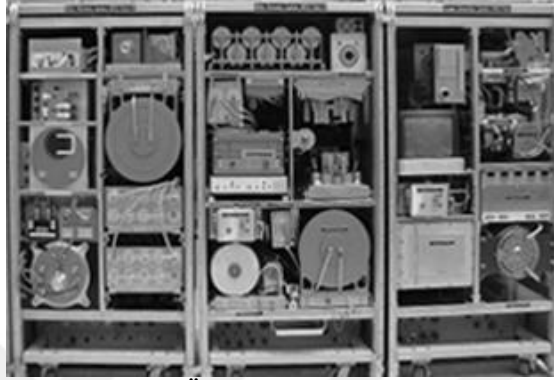
Şekil 7. Bu planda, U.U.İ.'nunda mürettebatın yaşam alanları görülmektedir. Cupola modülü, Node 3 modülünün alt kısmında (dünyaya bakan tarafta) kaldığı için bu plan üzerinde görülmemektedir. (NASA, Reference Guide To The International Space Station, 2015)

Tablo 2. U.U.İ. yaşam alanları (ESA, International Space Station panoramic tour, 2015)

ULUSLARARASI UZAY İSTASYONU'NUN YAŞANILABİLİR MODÜLLERİ VE BU MODÜLLERİN İÇİNDE BULUNAN ALANLAR			
ZARYA-FGB (ROSCOSMOS-1998)	NODE 1 - Unity (NASA - 1998)	ZVEZDA-SM (ROSCOSMOS - 2000)	DESTINY LAB (NASA - 2001)
PIRS-Kargo Uzay Aracı	Astronotların Kıyafetlerini Giyindiği Alan	U.U.İ. Komuta Merkezi	Canadarm2 Robot Kolu Kontrol Noktası
Amonyak Ekipmanları	Yemek Isıtıcısı	Tuvalet	Pencere Gözlemsel Araştırma Merkezi (WORF)
MRM1-Soyuz	Yemek Masası	2 Adet Mürettebat Uyku Kabini	Kondisyon Bisikleti (CEVIS)
Depolama Alanı	U.U.İ. Servis Ve Onarım Kutusu	ATV yerleştirme birimi	Mikrogravite Bilim Eldiven Kutusu
	Yiyecek Depolama Alanı	U.U.İ. Komuta Merkezi	Tıbbi Acil Durum Alanı
		Yemek Isıtıcı	Raf Sistemleri
		MRM2	Yanma Entegre Rafı (CIR)
		Yemek Masası	
NODE 2 - Harmony (USA - 2007)	COLUMBUS (ESA - 2008)	KIBO (JAXA - 2008)	NODE 3 - Tranquility (NASA - 2010)
4 Adet Mürettebat Kabini	Biyolojik Deney Laboratuvarı	Kibo Hava Kilit'i	Kubbe (Cupola)
Genel Bakım Çalışma Tezgahı	Mikro Yerçekimi Bilim Eldiven Kutusu (MSG)	Basınç ve Depo Odası (ELM-PS)	Gelişmiş Dirençli Egzersiz Cihazı (ARED)
U.U.İ. Takip	Avrupa Fizyoloji Modülleri	Kibo Modül Rafları	Kalıcı Çok Amaçlı Modül (PMM)
	Akışkan Bilim Laboratuvarı	Japon Deney Modülü Uzaktan Manipülator Sistemi (JEMRMS)	Tuvalet
	Kas Atrofi Araştırma Egzersiz Sistemi (MARES)		Banyo ya da Kişisel Hijyen Alanı
	Avrupa Çekmece Rafı		Bigelow Genişletilebilir Aktivite Modülü
	Kas Ölçüm Aleti (MARES)		Koşu Bandı (COLBERT/T2)
	Avrupa Fizyoloji Modülleri		
	İnsan Araştırma Tesisi (HRF-1)		

Dünya'daki canlılar, suyu, oksijeni ve yaşamı destekleyen tüm diğer koşulları atmosferimiz sayesinde karşılayabilmektedir. Ancak, uzayda yaşayabilmek için insanlar tüm bu işlevleri yapay yolla yapmak zorundadır. U.U.İ. içinde ECLSS bu görevi yapmaktadır (Şekil 8). Yaşanabilir alanların hepsine oksijen ve temiz su sağlamaktadır. Aynı zamanda içme suyunu depolara dağıtır. Mürettebata oksijen üretmek için, idrar ve kullanılmış sudan suyu geri dönüştürür.

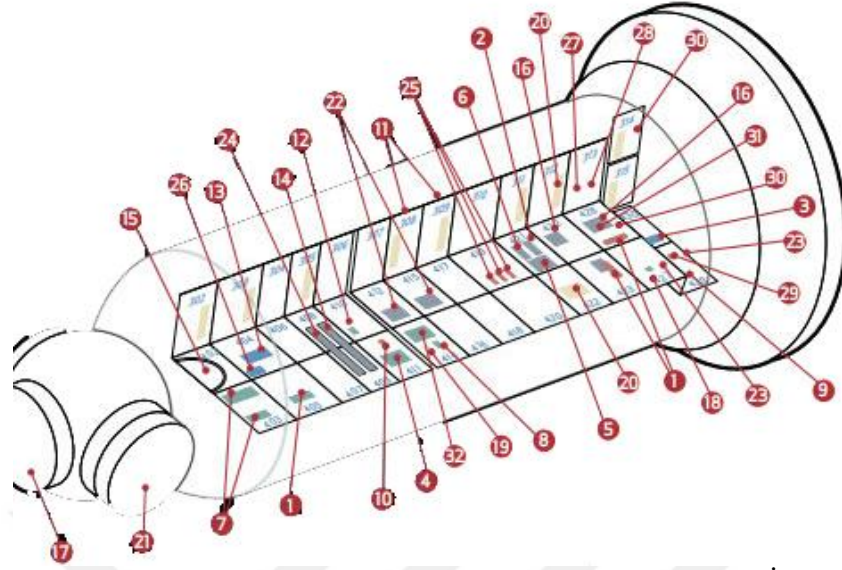
Azot, oksijen, karbondioksit, metan, hidrojen ve su buharının kabin hava basınçlarını izler ve bunları kontrol eder. Yangını algılama özelliği ile oluşabilecek yangınları bastırır. Kabin sıcaklığını ve nem seviyelerini belli bir ölçüde tutarak korur. U.U.İ. modülleri arasında havalandırmayı sağlar (NASA, Environmental Control and Life Support System (ECLSS), 2017).



Şekil 8. ECLSS raf sistemleri. Oksijen Üretim Sistemi (OGS), Su Geri Dönüşüm Sistemi 1 ve 2 (WRS-1, WRS-2) (NASA, Environmental Control and Life Support System (ECLSS), 2017)

2.3.2. Zarya (FGB) Modülü'nün İç Mekan İncelemesi (RKA-1998)

Rusya yapımı Zarya, ABD tarafından finanse edilmiş, U.U.İ.'nu projesi için başlatılmış ilk ögesidir. Zarya modülünü Ruslar FGB kısaltmasıyla anarlar. Zarya ismi, Rusçadan dilimize ‘‘Gündoğumu’’ olarak çevrilmektedir. Zarya'nın yapımına Aralık 1994 tarihlerinde başlanmıştır. Modül, 20 Kasım 1998 yılında Kazakistan'nın Baykonur Uzay Üssü'nden fırlatılmıştır (Şekil 9, Tablo 3). Mir Uzay İstasyonu modülleri temel alınarak tasarlanan Zarya, U.U.İ.'nu meclisinin ilk aşamalarında, kendi kendine yetebilen bir modüldü. İletişim ve vaziyet kontrol işlemlerini sağlayabiliyordu. Şimdilerde modül, depolama ve sevk işlemleri için kullanılmaktadır (Şekil 10). Modülün en geniş noktası 12 m 55.776 cm uzunluğunda ve 4 m 11.48 cm genişliğindedir. Zarya, gönderim tarihinden 14 gün sonra Node 1/Unity modülü ile birleşmiştir. Kendi elektriğini üretebilmesi için iki adet güneş paneline sahiptir. Panellerin her birinin uzunluğu 35 metre, genişliği ise 11 metredir. Paneller, yaklaşık 3 kw elektrik gücü sağlayabilmektedir. Bu elektrik gücü ile modüldeki elektrik ihtiyaçları karşılanmaktadır (NASA, Reference Guide To The Internaitonal Space Station, 2015).



Şekil 9. Zarya modülünün iç mekan kesiti (NASA, Reference Guide To The International Space Station, 2015)

Tablo 3. Bu tabloda Şekil 9. da görülen numaralandırmalar açıklanmıştır (NASA, Reference Guide To The International Space Station, 2015)

ZARYA MODÜLÜ ŞEKİL 9. AÇIKLAMA TABLOSU			
1- Hava Kanalları	11- Sigorta Panelleri (arka kapakların arkasında)	21- Nadir Bağlantı Noktası	31- TV Çıkışı
2- İletişim Paneli	12- Gaz Analizörü	22- Onboard Belgeler	32- Mendil / Filtreler
3- Dikkat ve Uyarı Sistemleri Paneli	13- Gaz Maskesi	23- Onboard Ağ Yuvası Çukurları	
4- Kirlenici Madde Filtreleri	14- Kupon	24- Kutuplu ve Kanca	
5- Acil Durum Aktarımı (Su) Konteyner Çantası	15- Kapak Koruma	25- Taşınabilir Fanlar	
6- Acil Durum Aktarımı (Su) Konteyner Bağlantıları	16- Deney Enstrüman Konteynerleri	26- Çıkarılabilir Yangın Söndürücü	
7- Toz Toplayıcıları	17- PMA Bağlantı Noktası	27- Güç Çıkışı	
8- Elektrik Prizi	18- Dizüstü Bilgisayar Çıkışı	28- Basınçlı Vana Ünitesi	
9-Flex Hava Kanalı Konteyneri	19- Aydınlatma Paneli	29- Dikkat ve Uyarı Paneli	
10- Sigorta	20- Aydınlatmalar	30- Duman Dedektörü	

Modülün yan tarafında, Rus Soyuz uzay aracı için MRM-1 bağlantı noktaları bulunmaktadır. Soyuz, U.U.İ.'na malzeme ve yakıt getiren uzay aracıdır. En önemlisi gezegenimizden U.U.İ.'na mürettebat taşır ve U.U.İ.'dan Dünya'ya dönüş için Soyuz aracı kullanılır. Soyuz uzay aracı modülde bulunan Pirs (Pier) bağlantı noktasına

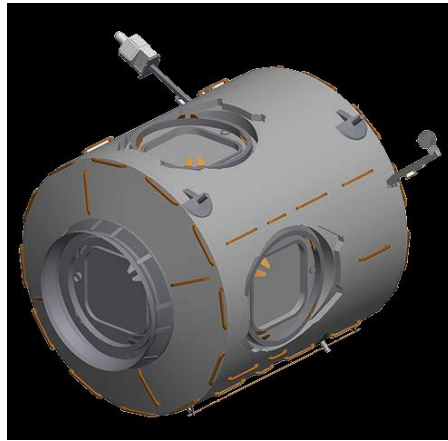
kenetlenir ve kargo paketlerini EVA adlı bir çıkış kapağında modüle aktarır. EVA çıkışı aynı zamanda, mürettebatın uzay kıyafetlerini giyinip dış uzay çalışmaları yapmak için dışarıya çıktıkları kapaktır (NASA, ZARYA, 2018).



Şekil 10. Rus kozmonot Maxim Suraev, FGB modülünde (NASA, Reference Guide To The International Space Station, 2015)

2.3.3. Node 1/ Unity Modülü'nün İç Mekan İncelemesi (NASA-1998)

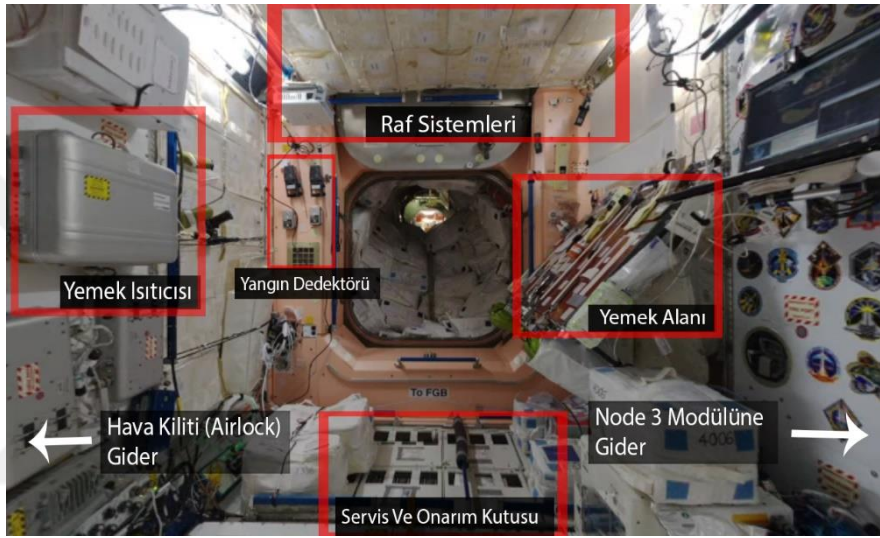
Modül, U.U.İ.'na ABD tarafından sağlanmış ilk parçadır. Türkçe'ye çevrildiğinde Node "Düğüm" anlamına gelir. 6 Aralık 1998 tarihinde Zarya modülü ile birleşmiştir. ABD'nin Destiny, Node 3 ve Rus modüllerine düğüm görevi yapar. Bu modülü daha sonraları Node 2 / Harmony ve Node 3 / Tranquility modülleri izlemiştir (NASA, Node 1, 2018).



Şekil 11. Node 1/Unity modülünün dış görünüşü (NASA, Reference Guide To The International Space Station, 2015)

Node 1, 2, 3 serilerinin tamamı, istasyonun diğer yaşanabilir parçalarını birleştirmek için bir düğüm görevi yapmaktadır. Node 1 modülü, Node 2 ve 3'ten biraz

daha kısadır. Uzunluğu 5.5 m, çapı ise 4.2 m'dir (Şekil 11). 50.000'den fazla mekanik ürün, sıvı ve gaz taşımak için 216 hat ve 9.5 km tel kullanarak 121 dahili ve harici elektrik kablosu içerir. İçinde, 4 adet raf sistemi, 1 adet yemek masası, kilitli yiyecek dolabı, yemek ısıtıcısı, yangın dedektörü, U.U.İ. Servis ve Onarım Kutusu ve çalışma bilgisayarları bulunmaktadır (Şekil 12, Şekil 13) (NASA, Reference Guide To The İnternaitonal Space Station, 2015).



Şekil 12. Node 1/Unity modülü genel görünümü (ESA, Space Station 360: Unity (Node 1), 2016)

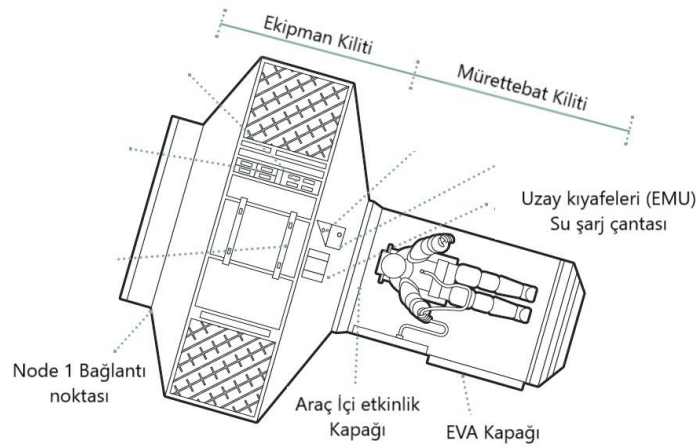
Node-1 modülünün alt kısmında kargo gemilerinin yüklerini U.U.İ.'na boşaltması için bir yerleştirme limanı bulunmaktadır. Kalıcı Çok Amaçlı Modül (PMM), Dünya'dan Shuttle uzay kargo aracı ile U.U.İ.'na getirilmiştir. Node 1 modülünün bu yerleştirme linamına kenetlenen PMM, belli bir süreliğine bu bağlantı noktasında kalmıştır (NASA, Reference Guide To The İnternaitonal Space Station, 2015).



Şekil 13. Node 1 modülündeki Servis Bakım ve Onarım Kutusu (ESA, European Space Agency, ESA, 2018)

2.3.3.1. Quest hava kilidi

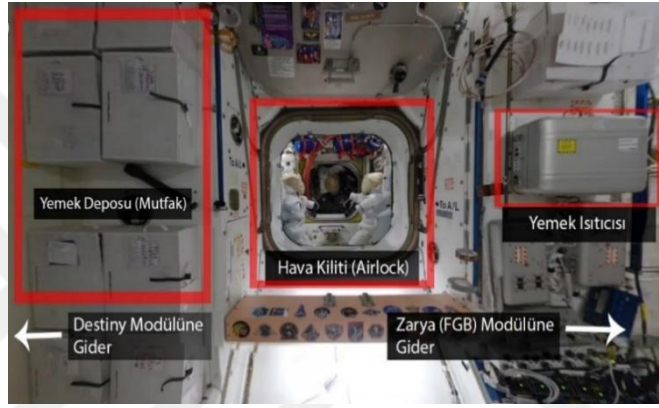
Quest Hava Kiliti, 12 Temmuz 2001 tarihinde, U.U.İ.'na gönderilmiştir. Node-1 modülüne kenetlenen Quest Hava Kiliti, astronotların dış uzay aktivitelerini gerçekleştirmek için kullandıkları ve bu aktiviteler için uzay kıyafetlerini (EMU) giydikleri bir alandır. Uzunluğu 5.5 m, genişliği 4.0 m dir. Quest, Ekipman Kiliti ve Mürettebat Kiliti adlı iki bölmeden oluşmaktadır. Ekipman Kiliti, ekipman bakımı ve tadilatı için kullanılan bir bölmedir. Mürettebat Kiliti ise, astronotların dış uzay aktivitelerini gerçekleştirmek için kullandıkları bölmedir. Astronotlar, dış uzay çalışmalarının giriş-çıkışlarını, Mürettebat Kiliti bölmesinde bulunan EVA kapağından yapmaktadır (Şekil 14, Şekil 15, Şekil 16) (NASA, Reference Guide To The International Space Station, 2015).



Şekil 14. Quest Hava Kiliti (NASA, Reference Guide To The International Space Station, 2015)



Şekil 15. NASA astronotu Chris Cassidy (solda) ve ESA astronot Luca Parmitano (sağda) Quest Hava Kilitinin içindeyken (NASA, Reference Guide To The International Space Station, 2015)



Şekil 16. Quest Hava Kiliti'nin, Node-1 modülündeki konumu (ESA, Space Station 360: Unity (Node 1), 2016)

2.3.3.2. Yemek Alanı

U.U.İ.'da mürettebat, yemek yemek için günde 3 öğün bir araya gelir. Yemek yeme alanı, açılabilir bir masadan ibarettir. Sadece Zvezda (SM) ve Node 1 modülünde yemek masası bulunmaktadır. Mürettebat, yemek yerken uzay boşluğunda savrulmadan sabit durmak için ayaklarını yerde bulunan küpeştelere geçirirler (Şekil 17). Mürettebatta ki her kişi, özel gümüş yemek setine sahiptir. Bu setleri yemekten sonra sterilize etmek için, özel mendiller kullanılırlar. Çünkü; U.U.İ.'da yemek setlerinin yıkanması için bir bulaşık makinası bulunmaz.



Şekil 17. Expedition 20 ekibi, Node 1 modülünde bulunan yemek masası etrafında toplanmış görülmektedir (ESA, 2009)

Gıdalar, Dünya'dan istasyona teslim edilmek için, BOB adlı torbaların içine yerleştirilir ve kargo uzay aracına yüklenmektedir. Yiyecek paketleri tek kullanımlıktır. Bu paketler U.U.İ.'na getirildikten sonra Node-1 ve Zvezda modülünde bulunan köpüklü yiyecek dolaplarında saklanır. Bu özel dolaplar modülün duvarlarına sabitlenmiş şekilde yerleştirilmiştir. Mürettebat, 200'den fazla yiyecek ve içecek seçeneği içeren standart bir menüye sahiptir. Her kargoda mürettebata meyve ve sebze, bazen de dondurma gönderilir. Bu mürettebat için çok kıymetlidir ve onların yiyeceklerinde çeşitlilik sağlamaktadır. Bazı gıdalar dondurularak kurutulmuş olarak gelmektedir. Dondurularak kurutulmuş gıdalar (spagetti, et gibi), istasyondaki özel bir su sebili sayesinde, ister normal su sıcaklığında, ister belirli bir sıcaklıkta ısıtılarak tüketilmektedir. Fındık, fıstık ve meyve gibi bazı yiyecekler, dondurulmadan paketlenir ve açıldıktan hemen sonra yenilebilmektedir (Şekil 18). Yiyeceklerin bazıları ise, U.U.İ.'da bulunan ısıtıcıların içine yerleştirilmektedir. Uygun sıcaklıkta ısıtıldıktan sonra tüketilir. Bu özel ısıtıcı, yiyecekler için mikrodalga görevi yapmaktadır ve bir tanesi Node-1 / Unity modülünde bulunmaktadır. U.U.İ.'nin bu özel mikrodalgaları duvara sabitlenmiştir (Şekil 19). Mürettebat, yemeklerin yanında normal ekmek kullanmazlar. Dağılan ekmek kırıntıları, hava deliklerini tıkayabileceği, ekipmanları kirletebileceği, ağız, göz ve buruna kaçabileceği için normal ekmek yerine tortilla ekmeleri tüketilmektedir. Tuz ve karabiber gibi baharatlar da, aynı sebeplerden dolayı sıvı halde muhafaza edilmektedir.



Şekil 18. U.U.İ. için paketlenmiş gıdalar (ESA, Let's Talk About Food...in Space!, 2018)

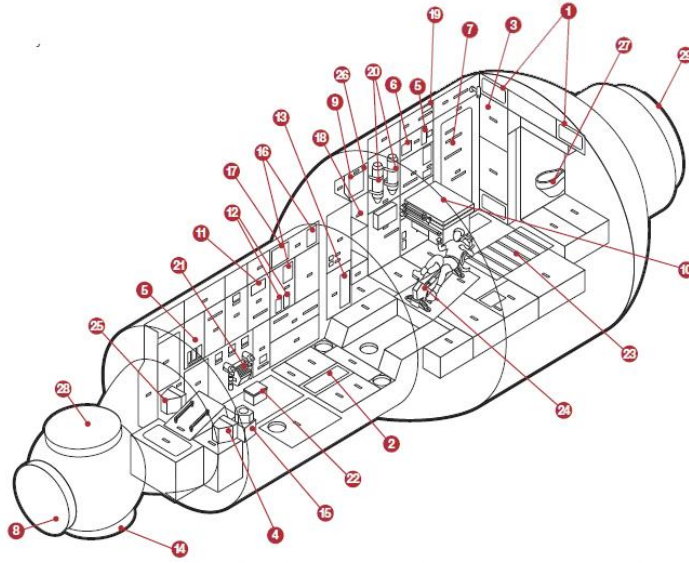


Şekil 19. Astronot Paolo Nespoli, U.U.İ.'da bir yemek ısıtıcısını gösteriyor (ESA, 2011)

U.U.İ.'da astronotlar, Ağustos 2015' ten beri marul ve az miktarda taze sebze yetiştirmeyi başarmışlardır. Uzayda yetiştirilmiş bu yiyecekler, ilerde Mars gibi gezegenlere yapılacak derin uzay yolculukları için önem taşımaktadır. Dünya'dan sürekli olarak uzaklaşan bir uzay aracına kargo aracı ile yiyecek ve içecek taşınması imkansızdır. Bu nedenle U.U.İ. ekibi, uzayda sebze yetiştirme programları üzerinde çalışmalarını sürdürmektedirler (ESA, Let's Talk About Food...in Space!, 2018).

2.3.4. Zvezda (SM) Modülü'nün İç Mekan İncelemesi (RKA-2000)

Zvezda Servis Modülü (SM), 12 Temmuz 2000 tarihinde Kazakistan'nın Baykonur Uzay Üssü'nden U.U.İ.'na gönderilmiştir. Modül, ABD sistemleri ile desteklenmiş olsa da, Rusya'nın istasyondaki merkezi olarak faaliyetlerini sürdürmektedir. Uzunluğu 13.1 m, çapı 4.2 m'dir. Zvezda, Rusçadan dilimize "Yıldız" olarak çevrilmektedir. U.U.İ.'na ilk insan yerleşimi için bir köşe taşı olmuştur. İçerisinde, daimi yaşamı destekleyen sistemler, elektrik güç dağıtımı, veri işleme sistemi, uçuş kontrol sistemi barındırır. Zvezda modülü, öncelikli olarak mürettebatın uzun süre yerleşimini desteklemeyi amaçlamıştır. Ancak modül, U.U.İ.'daki ilk çok amaçlı araştırma laboratuvarı olmuştur. Rus Soyuz uzay aracı, Progress uzay aracı ve ATV için Zvezda modülünde bağlantı noktaları vardır. Bu uzay araçlarının yerleştirme limanına yaklaşmasını manuel olarak kontrol eden TORU adlı bir kontrol noktası bulunur. Modül içinde mürettebat için uyku alanı, tuvalet ve yemek masası vardır. Yemek alanında buzdolabı, yemek ısıtıcı mevcuttur. Bunlar mürettebatın U.U.İ.'da yaşamını elverişli hale getirmektedir. Dünya'nın 400 km ötesinde yaşayan U.U.İ. ekibi için spor büyük önem taşımaktadır. Kaldıkları süre boyunca kas kayıplarına maruz kalan her ekip üyesi, günün 2 saatini spora ayırmaktadır. Zvezda modülü, müretebata spor yapmak için imkanlar sağlayan bir yaşam alanıdır. Bununla beraber içinde, U.U.İ. ekibinin görev süreleri boyunca kas oranlarını ölçmek için kullanılan Vücut Kitle Ölçüm Cihazı bulunmaktadır (Şekil 20, Tablo 4) (Zvezda-SM, 2018).



Şekil 20. Zvezda Modülü'nün İç Mekanı (NASA, Reference Guide To The International Space Station, 2015)

Tablo 4. Numarlandırmalar bu tabloda açıklanmıştır (NASA, Reference Guide To The International Space Station, 2015)

ZVEZDA MODÜLÜ: ŞEKİL 20 AÇIKLAMA TABLOSU		
1- Hava Akımı Vantilatörü	11- Birleşik Kontrol Paneli	21- TORU Birleştirme Kontrol İstasyonu
2- Vücut Kitle Ölçüm Cihazı	12- Aydınlatma Kontrol Panelleri	22- TORU Koltuğu
3- Kamera	13- Bakım ve Onarım Kutusu	23- Titreşim İzolasyon ve Stabilizasyon Sistemli
4- Dikkat ve Uyarı Paneli, Saat ve Monitörler	14- "Nadir" Yerleştirme Limanı	24- Vela Ergometre
5- İletişim Paneli	15- Sefer Gözlem İstasyonu	25- Havalandırma Ekranı
6- Yoğuşma Su İşlemcisi	16- Gece Işıkları	26- Vozdukh (Hava) Kontrol Paneli
7- Mürettebat Uyku Alanı	17- Elektrik Güç Dağıtım Paneli	27- Atık Yönetim Bölmesi

8- FGB Yerleştirme Limanı	18- Gömme Niş ve Vana Paneli	28- Zenith Yerleştirme Limanı
9- Sigortalar	19- Duman Dedektörü	29- Soyuz ve Progress Yerleştirme Limanı
10- Yemek Masası	20- Katı Yakıt Oksijen Jenaratörü (SFOG)	

Zvezda modülünün en büyük özelliklerinden biri, diğer modüllere kıyasla daha fazla pencere bulunmasıdır. Pencereleden bazıları modülün zemininde bulunmaktadır (Şekil 21). Astronotlar, bu pencereler sayesinde, çıplak gözle uzay araçlarını ve uzayı gözlemleyebilirler. Aynı zamanda Zvezda modülünde bulunan pencere camları, Dünya'daki sel, yangın, kentsel büyüme vb. olayların yüksek kalitede fotoğraflarını çekebilmek için tasarlanmış özel optik camlardır (NASA, Reference Guide To The International Space Station, 2015).



Şekil 21. Zvezda modülü zemininde bulunan pencereler (NASA, 2018)

2.3.4.1. Zvezda Mürettebat Uyku Alanı

U.U.İ.'de mürettebat, uzun bir günün ardından iyi bir uykuya ihtiyaç duyar. Tıpkı gezegenimizde olduğu gibi burada da ekip için belirli bir uyku programı hazırlanmıştır. U.U.İ.'de her 24 saatte 16 kez gün doğumu ve 16 kez gün batımı olduğundan uyku zamanını anlamak kolay değildir. Dünya'daki uyku düzeninin bozulmaması için, mürettebattaki her kişi görev sonunda günde 8 saat uyumaktadır. Uyanma zamanı

geldiğinde, mürettebat, bir alarm saati ya da müzik yayını ile uyanır. Burada gezegenimize benzer bir yer çekimi olmadığından, astronotlar ağırlıksız ortamda herhangi bir yönde (yukarı, aşağı, sağ, sol) uyuyabilir. Zvezda modülünde bulunan iki adet uyku kabini, modülün arka kısmında yer almaktadır. Biri tuvalet ile yemek alanının bulunduğu kısımda, diğeri ise onun tam karşısında yer almaktadır. U.U.İ.'da bulunan uyku kabinleri içinde uyuyan mürettebat için kabinler yeterli büyüklüktedir. Kabinlerin kapıları, Node 2'de bulunan uyku alanlarından farklı olarak, katlanmaz ve tek bir yöne doğru açılan kapılardır (Şekil 22). Kabinlerin içinde uyuyan kişi, sağa sola çarpmamak için, duvara sabitlenmiş uyku tulumlarının içine girer (Şekil 23). Uyku kabinleri yeterli değilse, mürettebattaki kişi ya da kişiler, modüllerden birinde kendini sabitlemek kaydıyla uyuyabilir. Kabinler, mürettebatın müzik dinleyebileceği, dizüstü bilgisayar kullanabileceği, kişisel eşyalarını büyük bir çekmecede ya da kabin duvarlarına bağlı ağlarda saklayabileceği, özel ses geçirmez alanlardır. Kabinlerde ayrıca bir okuma lambası da mevcuttur (ESA, Sleeping in space, 2018).



Şekil 22. Sağ tarafta 6 sefer sayılı uçuş mühendisi olan Kozmonot Nikolai M. Budarin, Zvezda Servis Modülündeki uyku kabininde bir bilgisayar kullanıyor (NASA, Zvezda Uyku Kabini, 2014)

Uyku kabinlerinin iyi havalandırılması sağlıklı bir uyku için çok önemlidir. Aksi takdirde, kişinin nefesinden çıkan karbondioksit kabarcıkları, başının etrafında toplanır ve uyku boyunca nefes almakta güçlük çekerler. Heyecan ya da bunun gibi farklı sebeplerden dolayı mürettebatın uyku düzeni bozulabilir. Mürettebattaki her kişi,

birbirlerine çok yakın uydukları için, bazı kişiler uyku sırasında duydukları horlama gibi bir takım seslerden rahatsız olmuşlardır. Bazıları ise hayaller ve kabuslar gördüklerini bildirmişlerdir. U.U.İ.' da bulunan fanların yüksek seslerinden rahatsız olan kişiler, uyurken kulak tıkacı yardımı ile uyumaktadır. Güneş ışığından rahatsız olan mürettebat, ışıktan etkilenmemek için pencere üzerinde bulunan kepenkleri çekebilirler (NASA, Reference Guide To The International Space Station, 2015).



Şekil 23. ESA astronotu Samantha Cristoforetti, Node 2 modülünde ki kişisel uyku tulumunun içinde görülmektedir (NASA, Her Sleeping Bag, 2014)

2.3.4.2. Titreşim İzolasyonlu ve Stabilizasyon Sistemli Koşu Bandı (TVIS)

TVIS, CHECS' nin bir bileşeni olarak tasarlanmış bir egzersiz cihazıdır. Mikro yer çekimi sebebi ile, ekip üyeleri kasları üzerinde fazla kuvvet uygulayamamaktadır; egzersiz yapmadan, bu kaslar atrofiye (erimeye) uğrar. Bu da kemik kaybına yol açabilir. TVIS, U.U.İ. mürettebatının yörüngede geçirdiği zaman boyunca buradaki fiziksel uyumunu sağlamak için ve onları Dünya'ya geri dönmeye hazırlamak için kullanılan egzersiz aletlerinden yalnızca biridir. Böylece koşu bandını kullanan mürettebat, Dünya'ya geri döndüğünde kas ve kemik kayıplarını en aza indirmiş olacaktır. Zvezda modülünün arka kısmında yer alan TVIS, iki uyku alanının ortasındaki zemine yerleştirilmiştir. Ekip üyeleri, Nesne- Yükleme Cihazı (SDL) ile ekipmana sabitlenmiş şekildedir. Bu cihaz, her iki tarafından gelen ve astronotun belinin etrafındaki

kablo demetine bağlanan iki yaylı kablodan oluşmaktadır. Bu koşu bandı, titreşimlerinin U.U.İ.'nin geri kalanını etkilemesini önlemek için, titreşim izolasyon sistemine sahiptir. TVIS, Dünya'daki uzmanların yörüngedeki mürettebatın sağlığını izleyebilmek için tasarlanmıştır. Tıbbi izleme ekipmanları ile beraber gönderilen bilgiler sayesinde uzmanlar, mürettebatın sağlık durumunu tespit ederek bireysel egzersiz reçeteleri oluşturabilmektedir (Şekil 24). (NASA, TVIS, 2018).



Şekil 24. Zvezda modülünde bulunan TVIS egzersiz cihazı (NASA, TVIS, 2018)

2.3.4.3. Zvezda Modülü Yerleştirme Limanları ve TORU Kontrol Merkezi

Zvezda Modülünde yer alan, Zenith, Forward (Zarya modülü tarafında), Nadir, Soyuz ve Progress adlı bağlantı noktaları bulunur. Soyuz ve Progress uzay araçlarının bağlantı noktaları modülün en arka kısmında yer alır. Diğer tüm bağlantı noktaları modülün ön kısmında yer almaktadır. Tüm bu bağlantı noktalarına kenetlenmesi gereken uzay araçlarının, bazen manuel olarak kontrol edilmesi gerekmektedir. Bu manuel kontrol sistemi, Zvezda modülde bulunur ve TORU olarak adlandırılmıştır (Şekil 25). Manuel kenetlenmeyi sağlayan TORU Kontrol Merkezi, bir ekip üyesi tarafından kontrol edilmektedir.

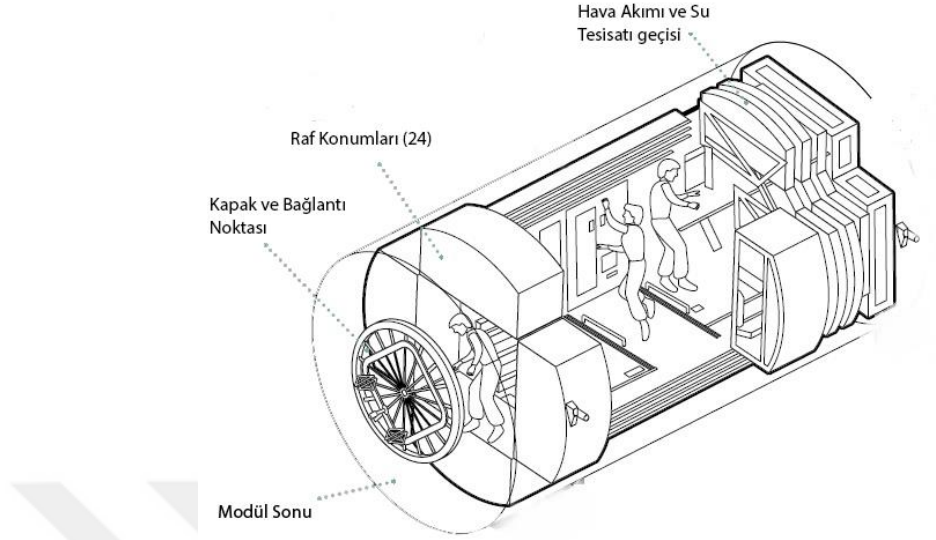
U.U.İ.'na yaklaşan uzay aracını, karşısında bulunan bir ekrandan izleyen kişi, uzay aracını kullandığı kollarla istasyona sağlıklı bir biçimde kenetlenmesini sağlar (NASA, Russian Cargo Craft Docks With Station, 2013).



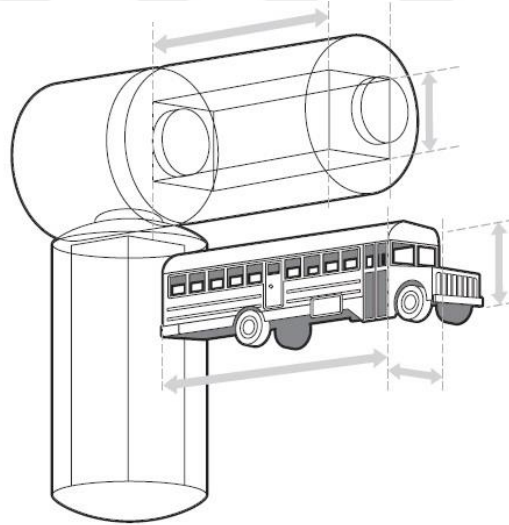
Şekil 25. Zvezda modülü içinde Komutan Oleg Kotov, TORU ile manuel yerleştirme teknikleri uyguluyor (NASA, Russian Cargo Craft Docks With Station, 2013)

2.3.5. Destiny Laboratuvarı Modülü'nün İç Mekan İncelemesi (NASA-2001)

Destiny Laboratuvar modülü, Türkçe'ye çevirildiğinde "Kader" anlamına gelmektedir. Modül, Dünya'dan 7 Şubat 2001 tarihinde U.U.İ.'na gönderilmiştir. Destiny, ABD'nin laboratuvar modülüdür. Diğer modüller gibi alüminyumdan yapılmış olan Destiny modülü, 8.5 m uzunluğunda ve 4.3 m çapındadır. (NASA, Destiny Laboratory Module Overview, 2018) Dış cephe, Dünya üzerindeki kurşun geçirmez yeleklerdeki malzemeye benzer bir malzemenin yapılmıştır. Bunun sebebi uzayda bulunan orbital kalıntılardan (Uzay istasyonlarının ya da uyduların dünya yörüngesinde bıraktığı parçalardan oluşan yörüngeye ait kalıntılar, yörüngesel kirlilik) korunmak içindir. Ek koruma için battaniyenin üzerine ince bir alüminyum enkaz blendajı yerleştirilmiştir. Modül, Node 2 / Harmony ve Node 1 / Unity modüllerine geçiş sağlayabilen bileşenleriyle iki uç kısımdan oluşmaktadır (Şekil 26 , Şekil 27) (NASA, Reference Guide To The International Space Station, 2015).



Şekil 26. Destiny Modülü İç Mekanı (NASA, Reference Guide To The International Space Station, 2015)



Şekil 27. Destiny modülü boyutu (NASA, Reference Guide To The International Space Station, 2015)

Laboratuvar içinde, 24 adet raf sistemi bulunmaktadır. Bunun yanı sıra, tıbbi acil durum alanı, Canadarm robot kolu kontrol merkezi, CEVIS egzersiz alanı, su sebili gibi önemli bölümleri de içinde barındırır (NASA, Reference Guide To The International Space Station, 2015).

2.3.5.1. Tıbbi Acil Durum Alanı

U.U.İ.'da mürettebattaki bir kişinin karşılaşılabileceği acil sağlık durumlarında, müdahale edilebilecek bir alan bulunmaktadır. Bu alana tıbbi acil durum alanı adı verilir ve Destiny modülünde yer almaktadır. Acil sağlık durumlarında hasta, yerde bulunan sedyeye yatırılır ve mürettebat ekipleri tarafından ilk yardım müdahalesinde bulunulur (Şekil 26). Ameliyat gereksinimi ya da ciddi kesikler gibi daha büyük sağlık sorunlarında, mürettebat dünyaya bağlanarak yeryüzündeki doktorlar tarafından yönlendirilir. Daha sonra sağlık sorunları ile ilgili sonuçlar, analiz edilmek üzere dünyaya gönderilir.



Şekil 28. 26 Kasım 2012 NASA astronotu Kevin Ford (arkada), Expedition 34 komutanı; Rus kozmonot Oleg Novitskiy, Tıbbi Acil Durum Alanı tatbikatına katılırken (NASA, <https://www.nasa.gov/>, 2012)

Örneğin, U.U.İ.'da İnsan Araştırma Tesisi'nin bir parçası olarak U.U.İ.'da, 76 kilogram ağırlığında taşınabilir bir ultrason makinesi bulunmaktadır. Cihaz, birçok uygulamada, araştırmada ve tanılamada yüksek çözünürlüklü görüntüleme yeteneğine sahiptir. Bir U.U.İ. mürettebatı, yerdeki bir radyologdan gerçek zamanlı talimatlar alırken, yörüngede ultrason cihazını kullanarak başka bir astronotun rahatsızlığını teşhis edebilir (NASA, ISS Medical Monitoring, 2017). NASA U.U.İ. Bilim İnsanı Peggy Whitson, 2002 yılında U.U.İ.'da kaldığı süre boyunca "quinea pig" olarak hizmet etmiştir. Whitson, "Bu yöntemlerin uzaktan uygulaması, uzun süreli uzay mesafesinin yanı sıra, Dünya üzerindeki potansiyel kullanımlar için çok olumlu sonuçlar

doğurmaktadır. Scott Dulchavsky, "Bu çalışma, asgari eğitim ve maliyetle tıbbi bakımı geliştirmek için ultrasonun kullanılabilirliğini gösterdi." "Tekniğin, ambulanslarda veya kaza yerlerinde kullanılmak üzere genişletilmesine izin vermek için uydu telefon teknolojisini araştırıyoruz" (NASA, Ultrasound Offers Insight As Diagnostic Techniques, 2007).

2.3.5.2. Canadarm2 Robot Kolu Kontrol Merkezi

Canadarm2 olarak bilinen Uzay İstasyonu Uzaktan Manipülatör Sistemi (SSRMS), U.U.İ.'nin bir modülünü, başka bir modülle uzayda birleştirip inşa edebilen 17 metrelik bir robotik koldur. Aynı zamanda robotik kol, U.U.İ.'na gelen uzay araçlarının, uzayda serbestçe uçarken, kavrayıp istenilen bölgeye yanaşmasına yardımcı olmaktadır. 116.000 kg ağırlığına kadar taşıyabilen bu güçlü robotik kol, kavradığı gerekli malzeme ve ekipmanları da bir yerden başka bir yere kolayca taşıyabilmektedir. Astronotları, EVA sırasında U.U.İ.'nin müdahale edilmesi gereken yerine taşıyıp, onların doğru bölgeye kolayca ulaşmasını sağlamaktadır (Şekil 29).



Şekil 29. Canadarm2 robotik kolu, EVA görevinde olan bir astronotu taşıırken (NASA, Human Robotic Systems, 2012)

Tüm bu işlemler, U.U.İ.'daki ekipler tarafından, Destiny modülündeki Canadarm2 Robot Kolu Kontrol Merkezi'nden kontrol edilmektedir. Aynı zamanda CSA genel merkezi veya NASA'nın Dünya'daki ekipleri tarafından kontrol edilebilir. U.U.İ.'da 30 Ekim 2009 yılında görev yapan ESA astronotu Frank De Winne ve NASA astronotu Nicole Stott, U.U.İ.'daki çöp ve gereksiz eşyaları doldurmak için gelen HTV kargo uzay aracını, Node 2 / Hormony modülündeki "Nadir" bağlantı limanından

çıkarmak ve serbest bırakmak için Destiny modülündeki Canadarm2 Robot Kolu Kontrol Merkezi'ni kullanmıştır (Şekil 30). Canadarm2, U.U.İ.'nin bakımını da gerçekleştirmektedir.



Şekil 30. ESA astronotu Frank De Winne, NASA astronotu Nicole Stott, Canadarm2 Robot Kolu Kontrol Merkezi'nde çalışırken (ESA, CANADARM2 WORKSTATION, 2009)

Canadarm2 robot kolu teknolojisi, Dünya'da MRI makinesinde beyin ameliyatı yapabilen dünyanın ilk robotu neuroArm'ın, ameliyatın hastanelerde yapılma şeklini değiştiren robotik dijital mikroskop olan Modus V'nin, meme kanseri teşhisini ve tedavisini hızlandırma potansiyeline sahip IGAR'ın da gelişmesine yol açmıştır (CSA, About Canadarm2, 2018).

2.3.5.3. Titreşim İzolasyonlu ve Stabilizasyonlu Döngü Ergometresi (CEVIS)

CEVIS sayesinde kişi, arkaya yaslanmış şekilde veya dik bisiklet aktiviteleri yapabilir. CEVIS, U.U.İ. bilim aktivitelerine, dış uzay aktivitelerine ve Dünya'ya dönüş öncesi zayıflayan kasların yeryüzüne uyum sağlaması için fiziksel olarak uygun hale gelmesine yardımcı olmaktadır (Şekil 31). Periyodik fitness değerlendirmeleri (PFE) sayesinde, mürettebat ekiplerinin fiziksel yapısı takip edilmektedir. CEVIS'in Ergometre kısmı alüminyumdan yapılmıştır. Maruz kalan hareketli parçalar krank kolları, pedallar

ve tutamaçlardan oluşur. Kullanım, mürettebatın egzersiz tercihine bağlı olarak haftalık kullanım seansı, mürettebat üyesi başına 30 ila 90 dakika boyunca 2 ila 7 kat arasında değişiklik gösterir. Çerçeve, CEVIS sistemi Destiny rafının yüzeyinin üzerine yerleştirilmiştir. Ancak kullanılmadığında, Şekil 31’de görülen beyaz pedallı bölüm, 90 ° açı ile dönerek modülün koridor yolundaki çıkıntıyı en aza indirir. CEVIS bilgisayar kontrollü bir egzersiz aletidir. Mürettebatın pedal çevirme hızından bağımsız olarak bir iş yükü sağlar. CEVIS kontrol paneli, hedef ve gerçek iş yükü, bisiklet hızı, kalp atış hızı, hedef bisiklet hızından sapma, egzersizde geçen süre ve egzersiz reçetesini görüntüler. Kullanıcı tanımlı veya öngörülen parametreler (sürat, kalp hızı, hedef) bir veri dosyasına kaydedilir. Sürücüdeki egzersiz verileri, Dünya’da analiz edilmek üzere bir istasyon destek bilgisayarına (SSC) indirilir (NASA, CEVIS, 2019).

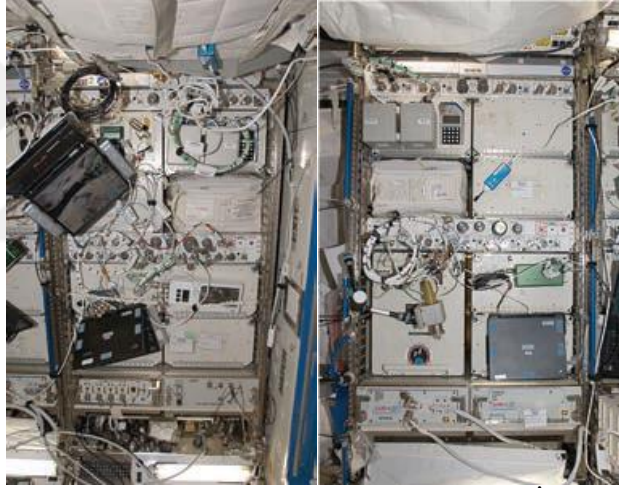


Şekil 31. NASA astronotu Steve Swanson, CEVIS egzersiz aleti üzerinde çalışırken (NASA, Steve Swanson works out on the CEVIS, 2017)

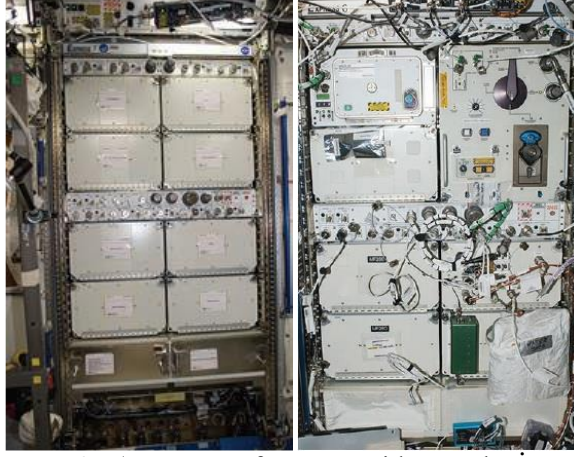
2.3.5.4. Raf Sistemleri

Destiny modülünde bulunan 24 adet raf sistemlerinin, 13 tanesi bilimsel raflardır. 11 tanesi ise U.U.İ. sistem rafından oluşmaktadır. Express raflar, U.U.İ.’da yapılan biyoloji, fizik, kimya, tıp, ekoloji gibi birçok deneyin numunelerini taşıyan ve depolayan bir sistemdir. Tüm raflar, sıcaklık ve güç seviyeleri bakımından birbirinden bağımsız şekilde çalışabilme özelliğine sahiptir. Express-1, Express-2, Express- 6, Express-7 adlı raflar Desitny modülde yer almaktadır (Şekil 32 ve Şekil 33). Malzeme Bilimi Araştırma

Rafı-1 (MSRR-1), birçok farklı malzeme türüyle ilgili çalışmaları barındırır. U.U.İ.'nin mikrogravite ortamında temel materyal araştırmaları için kullanılır. MSRR-1, çeşitli Deney Modüllerini (EM'ler) barındırabilir ve destekleyebilir. Metaller, alaşımlar, polimerler, yarı iletkenler, seramikler, kristaller ve camlar gibi birçok malzeme türü için yeni uygulamalar keşfeder (şekil 34). Yanma Entegre Rafı (CIR), Mikrogravitede sürekli, sistematik yanma deneyleri yapmak için kullanılır. Akışkan Entegre Raf (FIR), çok çeşitli mikro yer çekimi deneylerini barındırmak için tasarlanmış bir tamamlayıcı akışkan fizik araştırma tesisidir (şekil 35). Pencere Gözlemsel Araştırma Tesisi (WORF), U.U.İ.'daki Destiny bilim penceresini kullanarak Dünya bilimi araştırmaları için bir tesis sağlar. MELFI-2, biyolojik ve yaşam bilimleri deney örnekleri için bir buzdolabı / dondurucu görevi yapar (şekil 36) (NASA, Reference Guide To The İnternational Space Station, 2015).



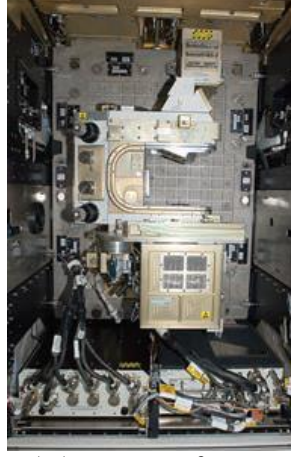
şekil 32. Express Raf 1, Raf 2 (NASA, Reference Guide To The İnternational Space Station, 2015)



Şekil 33. Express Raf 6 , Raf 7 (NASA, Reference Guide To The İnternaitonal Space Station, 2015)



Şekil 34. Malzeme Bilimi Araştırma Rafı-1 (MSRR-1) (NASA, Reference Guide To The İnternaitonal Space Station, 2015)



Şekil 35. Akışkan Entegre Raf (FIR) (NASA, Reference Guide To The International Space Station, 2015)



Şekil 36. Eksi 80 Derece Laboratuvar Dondurucu (MELFI-2) (NASA, Reference Guide To The International Space Station, 2015)

2.3.5.5. Yanma Entegre Rafı (CIR)

CIR mikrogravitede yanma deneylerini gerçekleştirmek amacı ile kullanılır. CIR, çeşitli yanma deneylerini karşılamak için yörüngede kolaylıkla yeniden konfigüre edilebilmektedir. Bir optik tezgah, bir yakıt ve oksitleyici yönetim sistemi, yanma odası, çevresel yönetim sistemleri için arayüzler içerir. Araştırmacı tarafından deneylerini gerçekleştirmek ve tanı koyabilmek amaçlı beş farklı kamera kullanılabilir. CIR, bir gaz kromatografisi de dahil olmak üzere optik ekipman ve teşhis paketleri ile çevrelenmiş 100 litrelik bir yanma odasına sahiptir. Deneyler, Glenn Araştırma Merkezi (GRC)

Telescience Destek Merkezi'nden (TSC) uzaktan kontrol ile gerçekleştirilir. Nisan 2009'da U.U.İ. için faaliyet göstermeye başlamıştır. CIR adlı raf, Destiny modülünde, Mikrogravite Bilim Eldiven Kutusu yanında, CEVIS egzersiz cihazının karşısında yer almaktadır (Şekil 37, Şekil 38) (NASA, CIR, 2019).



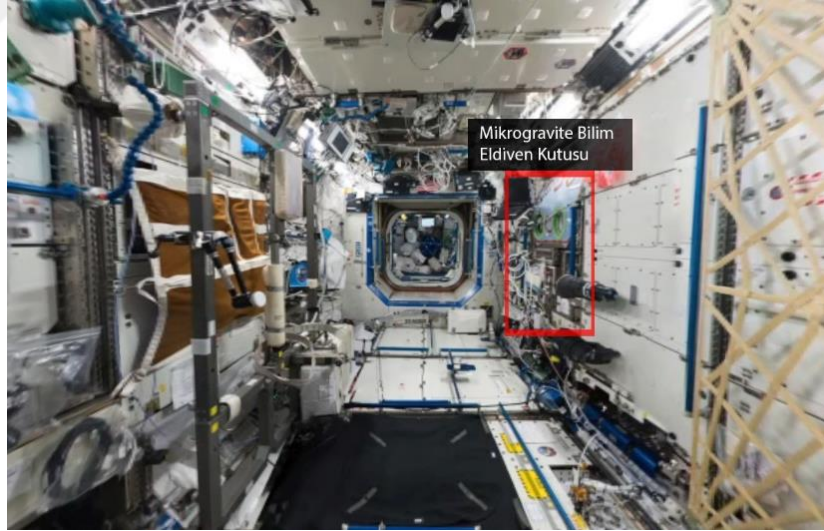
Şekil 37. Uçuş mühendisi Chris Cassidy, Çok Kullanıcılı Damlacık Yanma Aparatı (MDCA), Oda Takma Tertibatı (CIA) ile çalışarak, bir ABD MDCA Yakıt Deposu'nu, Yanma Entegre Rafı'ndan (CIR) çıkarmak için çalışıyor (NASA, CIR, 2019)



Şekil 38. Expedition 50 Komutanı Shane Kimbrough, ABD Laboratuvarında, Yanma Entegre Rafı (CIR) 'da Çok Kullanıcılı Damlacık Yanma Aparatı (MDCA) ile çalışıyor (NASA, CIR, 2019)

2.3.5.6. Mikrogravite Bilim Eldiven Kutusu

Mikrogravite Bilimi Eldiven Kutusu (MSG), Destiny modülündeki en büyük bilim tesislerinden biridir. Bilim ve teknoloji deneyleri yürütmek için tamamen izole edilmiş büyük bir ön pencere ve eldivenlere sahiptir. Destiny modülünün içindeyken, yönümüzü Node 2 modülüne döndüğümüzü hayal edersek, sağ duvarda MSG'yi görebiliriz (Şekil 39). Bilim ve teknoloji deneyleri için yer çekimsiz ortamda sıvıları ve parçacıkları dışarıya sızdırmayan izole bir ortam yaratmaktadır. Video kayıtları ve elde edilen veriler, deneylerin Dünya'dan kontrol edilmesine olanak sağlar. NASA astronotu Karen Nyberg, 1 Ağustos 2013 tarihinde InSPACE-3 deneyi üzerinde çalışmıştır (Şekil 40). Bu deney, mikroskobik partiküllere sahip sıvılara farklı manyetik alanlar uygular ve akışkanların bir katı gibi nasıl davranabileceğini gözlemler. Yapılan deney sonuçları, ileride daha güçlü binalar ve köprüler için malzemelerin mukavemetini ve tasarımını geliştirebilir (NASA, MSG, 2017).



Şekil 39. Mikrogravite Bilim Eldiven Kutusunun yeri kırmızı çerçevede gösterilmiştir (ESA, International Space Station panoramic tour, 2015)



Şekil 40. NASA astronotu Karen Nyberg, U.U.İ.'nin Destiny laboratuvarında bulunan Mikrogravite Bilimi Eldiven Kutusu (MSG) ile çalışırken (NASA, Astronaut Karen Nyberg With InSPACE-3, 2013)

2.3.5.7. Pencere Gözlemsel Araştırma Tesisi (WORF)

Modülün orta kısmının bir tarafında 20 inç (50.9 cm) çapında bir Pencere Gözlemsel Araştırma Tesisi Rafi bulunmaktadır (Şekil 41). Destiny modülünün bu optik penceresi sayesinde U.U.İ.'daki ekipler, Dünya'nın sürekli değişen manzaralarını yüksek kalitede fotoğraflayabilmekte ve videolarını çekebilmektedir. Bu pencereden elde edilen görüntüler, jeologlara ve meteorologlara, daha önce hiç görmedikleri bir açıdan, sel, çığ, yangın ve okyanus olaylarını inceleme fırsatı vermiştir. Ayrıca görüntüler, bilim insanlarına mercan kayalıkları, buzullar, büyük yangınlar ve kentsel büyüme gibi özellikleri inceleme fırsatı vermiştir. Pencereye, U.U.İ.'na çarpabilecek küçük orbital kalıntılardan veya mikrometeoroidlerden korunabilecek şekilde tasarlanmıştır. Pencere eğer hasar görmüşse, bir EVA görevi sırasında değiştirilebilir. Ayrıca bu pencere sayesinde Canadarm2 robotik kol hareketleri de gözlenebilmektedir (Şekil 42) (NASA, WORF, 2019).



Şekil 41. Pencere Gözlemsel Araştırma Tesisi (WORF) (NASA, Reference Guide To The International Space Station, 2015)



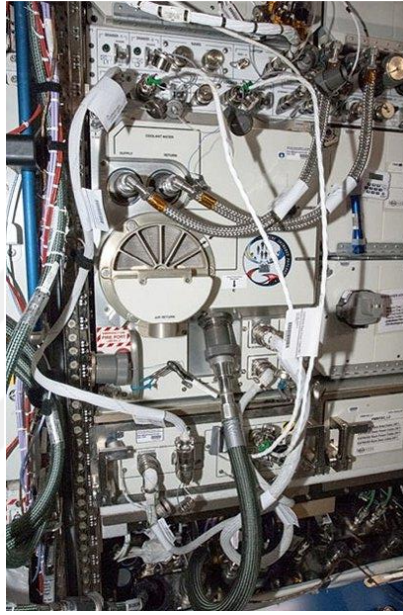
Şekil 42. STS-110 görev uzmanı Astronot Ellen Ochoa, U.U.İ.'da Destiny modülünde bulunan WORF rafından Dünya'yı izliyor. Uçay Mekiği Atlantis ve Canadarm2 bölümleri pencereden görülmektedir (NASA, WORF, 2017)

2.3.5.8. Amine Swingbed Hava Filtreleme Sistemleri

Amine Swingbed Hava Filtreleme Sistemi, Destiny modülünde, Canadarm Robot Kolu Kontrol Merkezi ve CEVIS egzersiz aleti alanlarının arasında yer almaktadır. Bu filtreleme sistemleri, U.U.İ.'daki mürettebatın dışarıya attığı karbondioksiti (CO_2) ve nemi havadan temizlemeyi sağlamaktadır. Nem ve karbondioksiti filtreleyerek temiz hava kazandıran bu filtreleme sistemleri, uzun süreli uzay görevlerinde verimlilik ve güvenilirlik açısından U.U.İ.'nin Destiny modülünde test edilmektedir (Şekil 43) Yalnızca uzun süreli uzay görevleri için değil, yeryüzünde maden tünelleri veya

denizaltılarda kullanıldığı zaman, buradaki karbondioksiti ve nemi filtreleyip ortama temiz hava kazandıracaktır.

U.U.İ.'nin bize kattığı en büyük özelliklerinden biri, yer çekimsiz ortamda elde edilen başarılı deneylerin sonuçlarının Dünya'da da uygulanabilecek olmasıdır. Amine Swingbed Hava Filtreleme Sistemleri deneyi, bunun en güzel örneklerinden sadece bir tanesidir (NASA, Amine Swingbed, 2019).

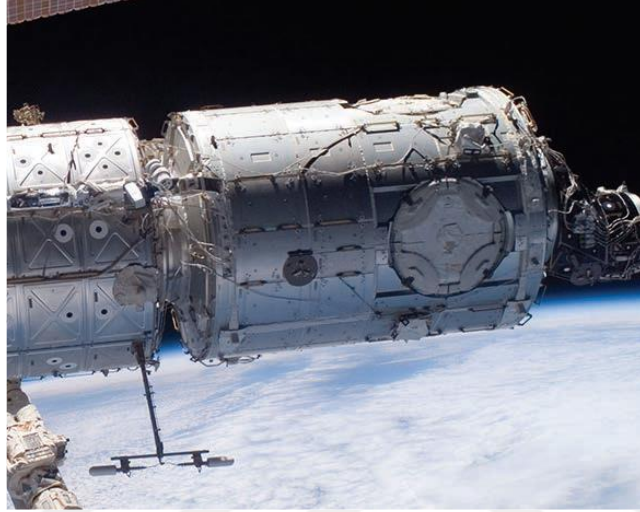


Şekil 43. Amine Swingbed Hava Filtreleme Sistemleri (NASA, Amine Swingbed, 2013)

2.3.6. Node 2 / Harmony Modülü'nün İç Mekan İncelemesi (NASA-2007)

Uluslararası Uzay İstasyonunun genişletilmesi, Node 2 / Harmony modülü ile devam etmiştir. Modül, İtalya'da Thales Alenia Space tarafından NASA için inşa edilmiştir. 2007 yılının Ekim ayında U.U.İ.'na kenetlenmiştir. Harmony İngilizce'den Türkçe'ye çevrildiğinde 'uyum' anlamına gelmektedir. Uzunluğu 6.7 metre, genişliği 4.3 metre olan Harmony modülünün ağırlığı, 14.787 kilogramdır (Şekil.44). Harmony modülü, Destiny modülünün ön ucuna bağlanmaktadır. Avrupa modülü olan Columbus'u sancak tarafına, Japon modülü Kibo'yu liman tarafına bağlanmaktadır. Modülün içinde uzay ve kargo araçları için bağlantı noktaları bulunur. Kargo araçlarının yanı sıra, Harmony modülünün Zenit limanı üzerinde, Japon insansız kargo aracı olan Transfer

Taşıtı (HTV) için bağlantı noktası bulunmaktadır. Harmony modülü aynı zamanda U.U.İ.'daki hayatı desteklemek için gerekli olan hava, elektrik, su ve diğer sistemleri sağlayan bir yardımcı merkezdir. Destiny modülü, Columbus Laboratuvarı ve Kibo Laboratuvarı'na bu yaşam destek sistemlerinin aktarımını sağlamaktadır. Harmony modülünün içinde, mürettebat için 4 adet uyku alanı ve Canadarm2 robot kolu için bir çalışma platformu bulunmaktadır (NASA, Harmony, 2018).

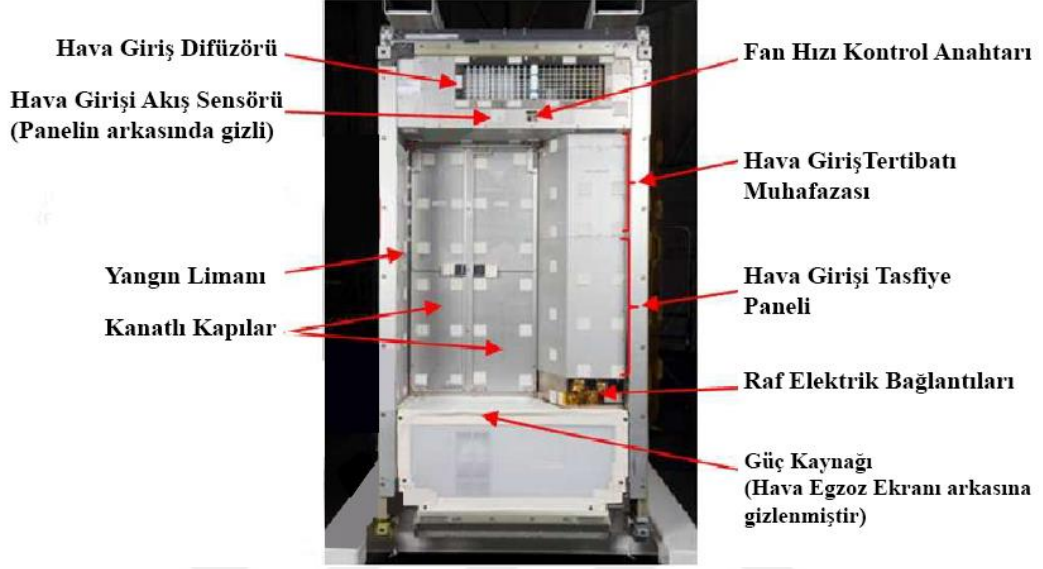


Şekil 44. Node 2 / Harmony Modülü'nün dış görünüşü (NASA, Reference Guide To The International Space Station, 2015)

2.3.6.1. Node 2 / Harmony Mürettebat Uyku Alanı

U.U.İ.'nda mürettebat sayısını altıya çıkarmak için, Node 2 modülünün içine dört adet mürettebat uyku alanı eklenmiştir. Zvezda modülünde bulunan iki uyku alanına nazaran Node 2 uyku alanları, gürültüyü azaltmak için tasarlanmış akustik duvarlara, kontrol edilebilir havalandırmalara, radyasyonu azaltan malzemeye, haberleşme teçhizatlarına, yedek elektrik ve uyarı sistemlerine sahiptir (Şekil 45). Uyku alanlarının içinde ayarlanabilir aydınlatma, her bir mürettebat için okuma lambası, kişisel çekmece, laptop gibi donatılar bulunmaktadır. Node 2 modülünde bulunan uyku alanları mürettebata akustik duvarları ile sessiz ve izole bir ortam sunarak uzun vadeli performans ve rahatlık sağlamaktadır. Node 2 modülünde bulunan uyku kabinleri Zvezda modülünden farklı olarak, tavan, zemin, sağ ve sol duvarlara yerleştirilmiştir (Şekil 46).

Uzayda yer çekimi olmadığından, Node 2 modüldeki uyku kabinlerinin içine giren her bir mürettebat için hangi yönde uyuduklarının bir önemi yoktur (NASA, International Space Station Crew Quarters Ventilation and Acoustic Design Implementation, 2010).



Şekil 45. Node 2 / Harmony Modülü, uyku kabin detayı (NASA, International Space Station Crew Quarters Ventilation and Acoustic Design Implementation, 2010)



Şekil 46. Node 2 / Harmony Modülü mürettebat uyku kabinleri (NASA, Saturday Morning in Space, 2011)

2.3.6.2. Bakım Çalışma Tezgahı (MWA)

Node 2 modülünde bulunan Bakım Çalışma Alanı (MWA) üç ana bileşenden oluşmaktadır: MWA Çalışma Yüzey Alanı (WSA), MWA Containment Sistemi ve MWA Utility Kiti. Bakım Çalışma Tezgahı (MWA) Çalışma Yüzey Alanı (WSA), bakım görevlerini yerine getirecek sert bir yüzey sağlamaktadır. WSA, katlanabilir masa benzeri bir yüzey ve iki sökülebilir koldan oluşmaktadır (Şekil 47). WSA 32,4 kg ağırlığında ve 25 x 36 inç çalışma tezgah alanına sahiptir. Çalışma Yüzey Alanı (WSA) üzerindeki kollar, çalışma yüzeyine sağlam bir bağlantı noktası sağlayacak şekilde koltuk rayına bağlanır. Kollar oturma rayına yerleştirildikten sonra, yerine kilitleyebilmek için kollar döndürülebilir. WSA, keskin köşelerden / kenarlardan, çıkıntılardan ve sıkışma noktalarından kaynaklanan mürettebat yaralanmalarını engellemek üzere tasarlanmıştır. İstenirse, kollar çalışma yüzeyinden ayrılabilir ve bağımsız olarak koltuk rayına yerleştirilebilir. MWA Containment Sistemi 4 eldiven portu içerir, böylece 2 mürettebat gerektiğinde birlikte çalışabilir. MWA Containment Sistemi 10 kilo ağırlığında ve 34 x 24 x 26 inç çalışma hacmine sahiptir. MWA Utility Kit, hem MWA WSA hem de MWA Containment Sisteminin kurulumuna ve kullanımına yardımcı olmak için topraklama kabloları, takım ve palet tutucular, kelepçeler, tırnaklar, tutturucular ve MWA güç kablosu gibi aksesuar parçaları sağlar (NASA, MWA, 2017).

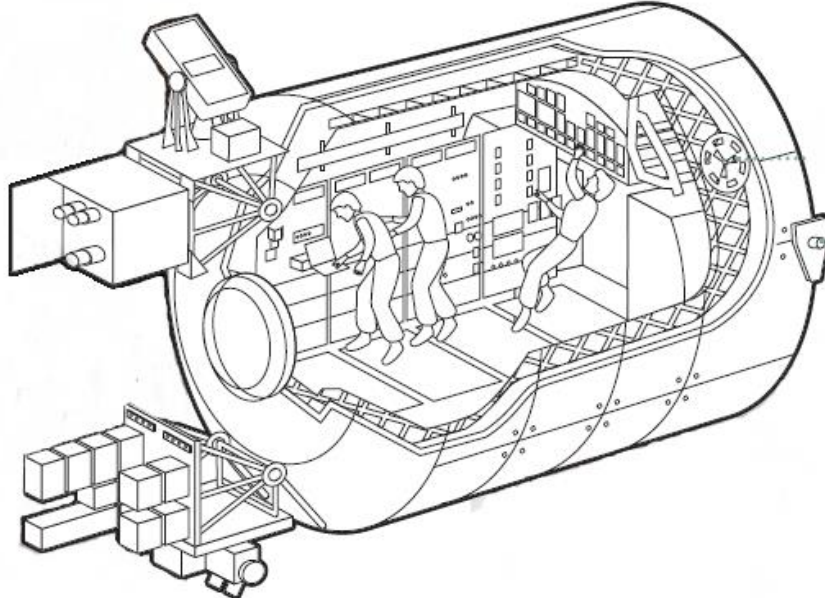


Şekil 47. NASA astronotu Peggy Whitson, WMA üzerinde çalışırken (NASA, Veg-03, 2018)

2.3.7. Columbus Modülü'nün İç Mekan İncelemesi (ESA-2008)

ESA tarafından U.U.İ.'na en büyük katkılarından biri olan araştırma laboratuvarı modülü, mekanın mikrogravite ortamında bilimsel ve teknolojik araştırmaları yapmaktadır. Columbus laboratuvarının fiziksel tasarımı ve yerleşimi, İtalyan Uzay Ajansı (ASI) tarafından inşa edilen üç adet çok amaçlı lojistik modülden (MPLM) farklı değildir ve uzay mekikleri aracılığıyla istasyona bilimsel deneyler, materyaller ve malzemelerin taşınması için kullanılmaktadır.

Columbus Modülü yaklaşık 23 m uzunluğunda, 15 m genişliğindedir. İçinde, her biri yaklaşık olarak bir telefon kulübesi büyüklüğünde 10 "raf" bulunmaktadır. Her bir raf, güç ve soğutmanın yanı sıra, yer belirleyici kontrolörlere ve araştırmacılara iletişim bağlantıları için bağımsız kontroller sağlar. Bu bağlantılar, Avrupa'nın her yerindeki bilim insanlarının kendi kullanıcı deneyimlerinin bazı kullanıcı merkezlerinden ve hatta bazı durumlarda kendi iş yerlerinden bile kendi deneylerine katılmalarına izin vermektedir (Şekil 48) (NASA, Columbus Module, 2016).



Şekil 48. Columbus Modülü İç Mekan Kesiti (NASA, Reference Guide To The International Space Station, 2015)

Columbus laboratuvarı, yeryüzündeki mümkün olmayan ağırlıksız ortamda, yaşam bilimleri, malzeme bilimleri, akışkan fiziği ve diğer araştırmalarda binlerce deney gerçekleştirecek araştırmacılara yer sağlamaktadır. U.U.İ. personeli, harici yükleri barındırabilen dört dış montaj platformu sayesinde, modülün dışında yer alan boşlukta deneyler yapabilmektedir. Columbus laboratuvarında yürütölen çalışmaların kontrol merkezi Oberpfaffenhofen, Almanya'dır (NASA, Columbus Module, 2016).

2.3.7.1. Biyolojik Deney Laboratuvarı

Biyolojik Deney Laboratuvarı, Columbus laboratuvarında bulunan çok kullanıcılı bir araştırma tesisidir. Tesisin içinde mikroorganizmalar, hücreler, doku kültürleri, küçük bitkiler ve küçük omurgasızlar üzerinde uzay biyolojisi deneyleri yapılmaktadır. Laboratuvar, bilim insanlarının mikrogravite ve uzay radyasyonunun biyolojik organizmalar üzerindeki etkilerini daha iyi anlamalarını sağlamaktadır (şekil 49) (NASA, BioLab, 2019).



şekil 49. Biyolojik Deney Laboratuvarı (NASA, BioLab, 2019)

2.3.7.2. Avrupa Fizyoloji Modülleri

Avrupa Fizyoloji Modülleri, uzun süreli uzay uçuşunun insan vücudu üzerindeki etkilerini araştıran Bilimsel Modüllerle donatılmış bir Uluslararası Standart Yük Taşıma Rafıdır. Yaşlanma, osteoporoz, denge bozuklukları ve kas kaybı gibi yeryüzüne ait sorunların yapılan deneyler sonucunda daha iyi anlaşılmasını sağlar (Şekil 50). (ESA, European Physiology Module, 2013).



Şekil 51. Avrupa Fizyoloji Modülleri (ESA, European Physiology Module, 2013)

2.3.7.3. Kas Atrofi Araştırma ve Egzersiz Sistemi (MARES)

MARES, bilim adamlarının mikro yer çekiminin insan kas-iskelet sistemi üzerindeki detaylı etkilerini incelemelerini sağlamaktadır. Özellikle kas atrofisini azaltmak için tasarlanmıştır. MARES, çok çeşitli uzay uçuşları sırasında mürettebatın kas performansını doğru bir şekilde ölçme yeteneğine sahiptir. Dokuz farklı açısız hareketin yanı sıra, iki ek doğrusal hareketi (kollar ve bacaklar) kapsayan yedi farklı insan eklemi üzerinde ölçümler yapabilmektedir. Özet olarak, MARES, mikro-yer çekimi ortamında kas-iskelet sistemini çalıştırmak için tasarlanmıştır (Şekil 51).

Uzay araştırmalarında hem insan fizyolojisi komitesine hizmet verecek, hem de uzun süreli uzay uçuşu sırasında ekip sağlığını korumaktan sorumlu olan Tıbbi Operasyonlar (MEDOPS) memurlarına hizmet edecektir.



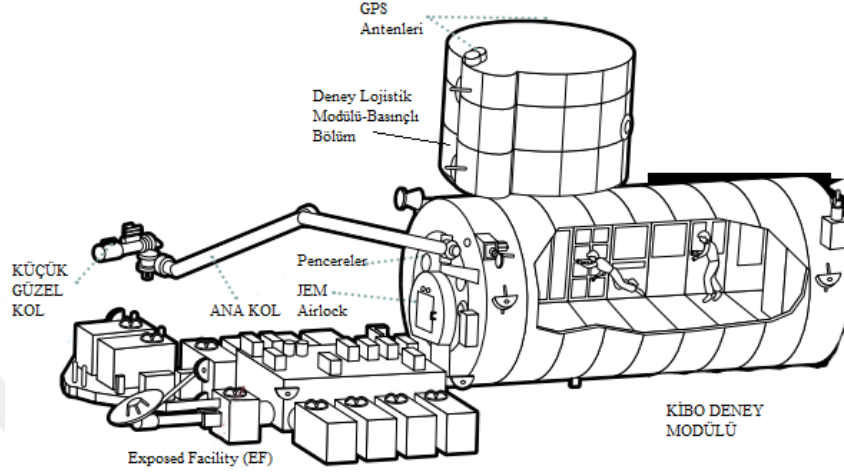
Şekil 52. ESA Expedition 47 Uçuş Mühendisi (FE) Tim Peake, Columbus modülünde, MARES ekipmanını kullanırken (NASA, MARES, 2018)

Columbus modülünde ayrıca, mikrogravite koşullarında akışkan fiziği araştırması yapmak için birden fazla kullanıcıya olanak sağlayan Akışkan Bilim Laboratuvarı, uzun süreli uzay uçuşunun neden olduğu fizyolojik, davranışsal ve kimyasal değişiklikleri araştırmak ve değerlendirmek amaçlı İnsan Araştırma Tesisi (HRF-1), sıvılar, yanma ve tehlikeli maddelerle ilgili araştırmalar için güvenli bir ortam sağlayan Mikro Yer çekimi Bilim Eldiven Kutusu (MSG) adlı laboratuvarlar da bulunmaktadır (NASA, MARES, 2018).

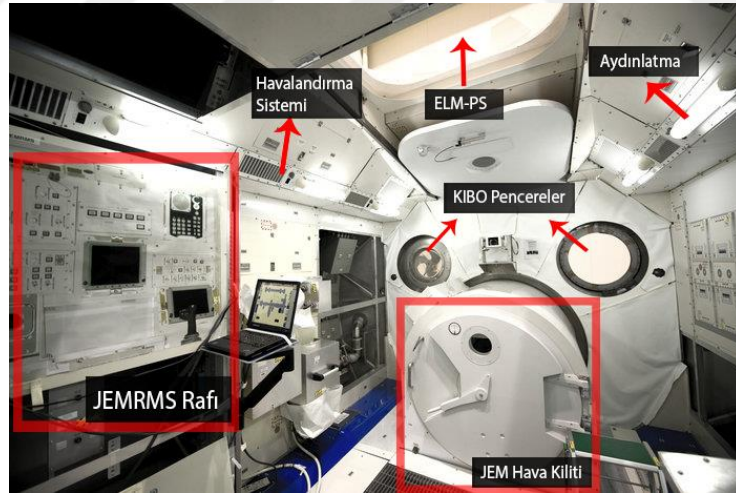
2.3.8. Kibo Modülü'nün İç Mekan İncelemesi (JAXA-2009)

Japon Deney Modülü (JEM), Japonca'da "umut" anlamına gelen Kibo olarak adlandırılmıştır. Kibo modülü Japonya'nın U.U.İ.'daki ilk insanlı mekanıdır. U.U.İ.'na Mart 2009'da kenetlenmiştir ve U.U.İ.'nin en büyük basınçlı modülüdür. Modülde 51 cm çapında iki adet pencere bulunur. Bir deney modülü olan Kibo, gerçekte mikrogravite deneyleri için kullanılsa da, içinde biyoloji, biyoteknoloji, uzay tıbbı, yer gözlemleri, malzeme üretimi ve iletişim araştırmaları da yapılmaktadır.

Kibo modülünde en fazla dört astronot deneysel faaliyet yapabilmektedir. Kibo modülünün deneyleri ve sistemleri, Japonya'nın Ibaraki Eyaletinde bulunan Tsukuba Uzay Merkezi'nden işletilmektedir (Şekil 52, Şekil 53) (JAXA, Kibo HANDBOOK , 2007).



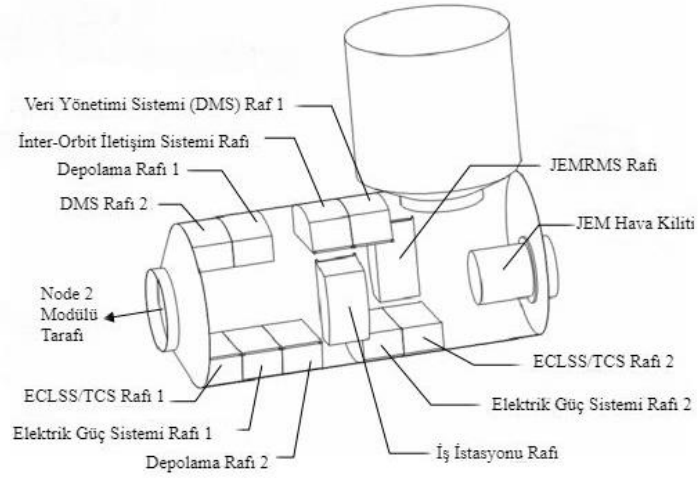
Şekil 53. Kibo Modülünün iç kesit ve dış görünüşü (NASA, Reference Guide To The International Space Station, 2015)



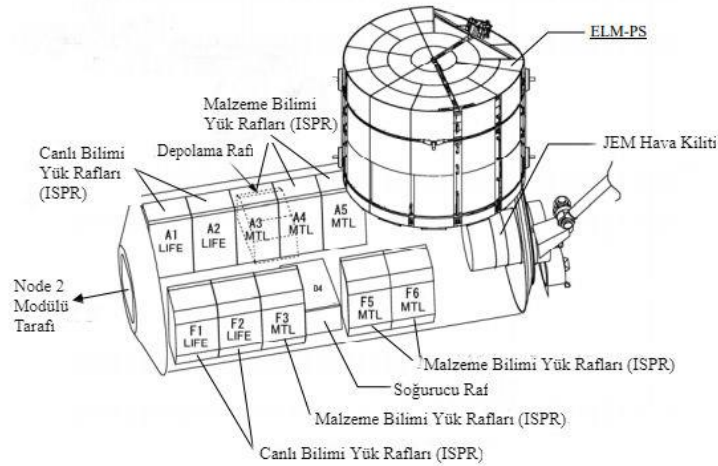
Şekil 54. Kibo Modülü'nün iç mekan görünüşü (ESA, A view inside a training mock-up of Japan's Kibo laboratory, 2009)

2.3.8.1. Kibo Modülü'nün Rafları

Kibo modülünün içinde 23 adet raf sistemi bulunmaktadır. Bu raflardan 11 tanesi sistem rafları içindir. Bunlar Express-4 ve Express-5 raf sistemleridir. Ayrıca bir adet MSPR adlı çok amaçlı raf sistemi bulunur. Kalan 12 raf ise deney malzemelerini depolamak için kullanılan Uluslararası Standart Yük Rafları (ISPR)'dır (Şekil 54, Şekil 55). Saibo, Ryutai, Kobairo, MELFI-1, MELFI-3, adlı deney rafları, ISPR içinde yer almaktadır (JAXA, Kibo HANDBOOK , 2007).



Şekil 55. PM içindeki JEM Raf Sistemleri (JAXA, Kibo HANDBOOK , 2007)



Şekil 56. PM içindeki ISPR Raf Sistemleri (JAXA, Kibo HANDBOOK , 2007)

Saibo Deney Rafı , “yaşayan hücre” anlamına gelir. Uluslararası Standart Yük Taşıma Rafında (ISPR) yer almaktadır. Yaşam bilimleri deney ünitelerini içinde barındıran ve onlara kaynak sağlayan çok amaçlı bir yük rafı sistemidir. Saibo, Temiz Tezgah (CB) ve Hücre Biyolojisi Deney Tesisi'nden (CBEF) oluşmaktadır. Temiz Tezgah (CB) HEPA filtre ve yüksek performanslı optik mikroskop ile bir eldiven kutusudur. Hücre Biyolojisi Deney Tesisi (CBEF) ise yer çekimsiz ortamda hücre ve bitki yetiştirmek gibi çeşitli yaşam bilimleri deneylerinde kullanılır (Şekil 56) (JAXA, Kibo HANDBOOK , 2007).



Şekil 57. Saibo Deney Rafı mavi çerçevede gösterilmiştir (JAXA, Kibo HANDBOOK , 2007)

Ryutai Deney Rafı (Ryutai), “sıvı” anlamına gelen çok amaçlı bir yük rafı sistemidir. Ryutai, dış kabuk olarak görev yapan ve buzdolabı boyutunda bir konteyner olan Uluslararası Standart Yük Taşıma Rafı (ISPR) içinde yer almaktadır. Ryutai Deney Rafı (Ryutai), çeşitli akışkan fiziği deneylerini destekleyen çok amaçlı bir yük rafı sistemidir. Ryutai Deney Rafı'nın dört alt raf sistemi vardır. Akışkan Fiziği Deney Tesisi (FPEF); Çözelti Kristalizasyon Gözlem Tesisi (SCOF); Protein Kristalleşme Araştırma Tesisi (PCRF); ve Görüntü İşleme Birimi (IPU). Ryutai, bu alt raf tesislerine elektrik gücü, kara komuta ve telemetri izleme, su soğutması ve gaz tedarigi sağlayan deneylerin teleoperasyon sağlar (Şekil 57) (JAXA, Kibo HANDBOOK , 2007).



Şekil 58. Ryutai Deney Rafı mavi çerçevede gösterilmiştir (JAXA, Kibo HANDBOOK , 2007)

Gradyan Isıtma Fırını ile Kobairo Rack (GHF) [JAXA], eritme malzemelerinden yüksek kaliteli kristaller üretmek için kullanılacak bir elektrikli fırındır. Bir vakum haznesi ve $150^{\circ}\text{C} / \text{cm}$ 'ye kadar yüksek sıcaklık gradyanını gerçekleştirebilen üç bağımsız hareketli ısıtıcıdan oluşur (Şekil 58). (JAXA, Kibo HANDBOOK , 2007)



Şekil 59. Kobairo Deney Rafı mavi çerçevede gösterilmiştir (JAXA, Kibo HANDBOOK , 2007)

U.U.İ.'nda Yaşam bilimleri ve biyoteknoloji konusunda deneyler yapan mürettebat, elde ettikleri deney örneklerini (idrар, kan ya da tükürük gibi) düşük sıcaklıklarda muhafaza etmeleri gerekmektedir. Bu gerekliliği karşılamak için istasyonda MELFI raf sistemleri bulunur. ESA yapımı olan bu raf sistemlerinin her birisi, 175 l'lik bir kapasiteye sahiptir. Numuneleri -80 derece ile -26 derece ya da $+4$ derecelik bir sıcaklıkta tutmak ve saklamak için kullanılır. Kibo'nun içinde MELFI-1 ve MELFI-3 adlı iki adet raf sistemleri bulunmaktadır. Aynı zamanda MELFI, deney örneklerinin Dünya'ya dönüş sırasında fazla ısınmasını önleyerek soğuk tutmasını sağlamaktadır (Şekil 59) (JAXA, Kibo HANDBOOK , 2007).



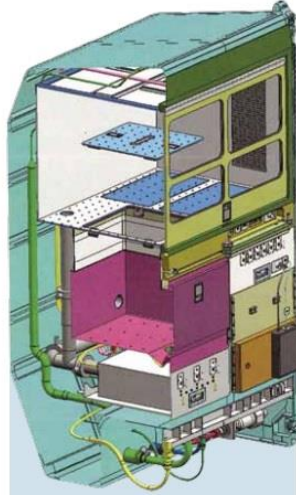
Şekil 60. NASA astronotu Doug Wheelock, Uluslararası Uzay İstasyonu'nun Kibo laboratuvarında MELFI üzerinde çalışıyor (NASA, MELFI, 2019)

Express Raf'lar, Uluslararası Standart Yük Taşıma Rafı (ISPR) içinde yer almaktadır. U.U.İ.'da yapılan biyoloji, fizik, kimya, tıp, ekoloji gibi birçok deneyin numunelerini taşıyan ve depolayan bir sistemdir. Tüm raflar, sıcaklık ve güç seviyeleri bakımından birbirinden bağımsız şekilde çalışabilme özelliğine sahiptir. Express-4 ve Express-5 adlı raflar Kibo modülünde yer almaktadır (Şekil 60).



Şekil 61. Fotoğrafta EXPRESS Rafı 5 görülmektedir (JAXA, Kibo HANDBOOK , 2007)

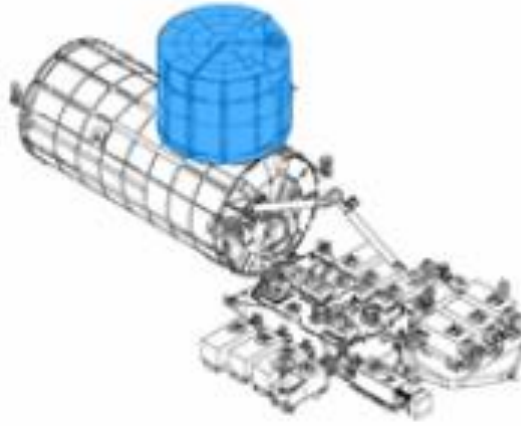
MSPR, Kibo içinde bulunan çok amaçlı küçük yük raf sistemidir. Çeşitli bilim disiplinlerinin deneylerini barındırır. İki çalışma alanına ve bir çalışma tezgahına sahiptir (Şekil 61) (JAXA, Kibo HANDBOOK , 2007).



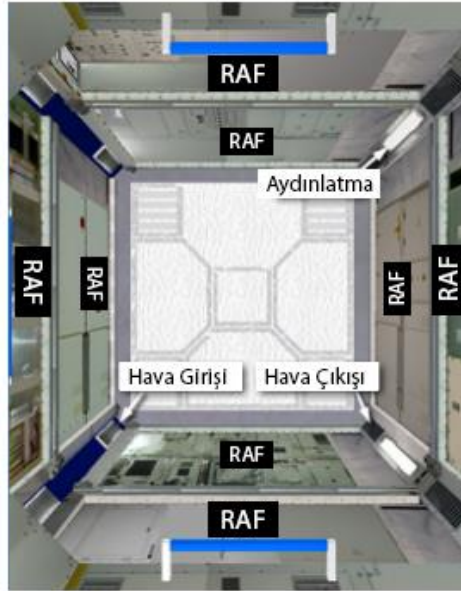
Şekil 62. MSPR Raf Sistemi (JAXA, Kibo HANDBOOK , 2007)

2.3.8.2. Deney Lojistik Modülü- Basınçlı Bölüm (ELM-PS)

Kibo, U.U.İ. içindeki araştırma tesisleri arasında kendine ait özel depolama sistemi bulunan tek modüldür (Şekil 62). ELM-PS'nin içine, Kibo modülünde yapılan deney örnekleri, modüldeki yükler ve tüm yedek ürünler yerleştirilir (Şekil 63). Kibo ile aynı hava basıncına sahip olduğundan astronotlar bu iki modül arasında serbestçe hareket edebilirler. ELM-PS, 11 Mart 2008'de STS-123 Misyonu ile, U.U.İ.'na fırlatılmış ve U.U.İ.'na toplam sekiz raf sistemi ile gelmiştir. Önceleri Node 2 modülüne kenetlenmiş, daha sonra 7 Haziran 2008'de Kibo'nun üstüne yerleştirilmiştir. İç çapı 4.2 m'dir. Ortam sıcaklığı 18.3 ile 29.4 santigrat derecedir. ELM-PS'nin ömrü 10 yıldan fazla sürecek şekilde tasarlanmıştır. İçindeki basınçlı ortamı korumak için, alüminyum alaşımlı panellerden oluşan bir dış kabuk koruyucusu vardır. Bu koruyucu, uzaydan gelen enkazların gövdeye isabet etmemesi için bir kalkan oluşturur (JAXA, Kibo HANDBOOK , 2007).



Şekil 63. ELM-PS modülü, Kibo modülü üzerinde mavi renkte görülmekte (JAXA, Kibo HANDBOOK , 2007)

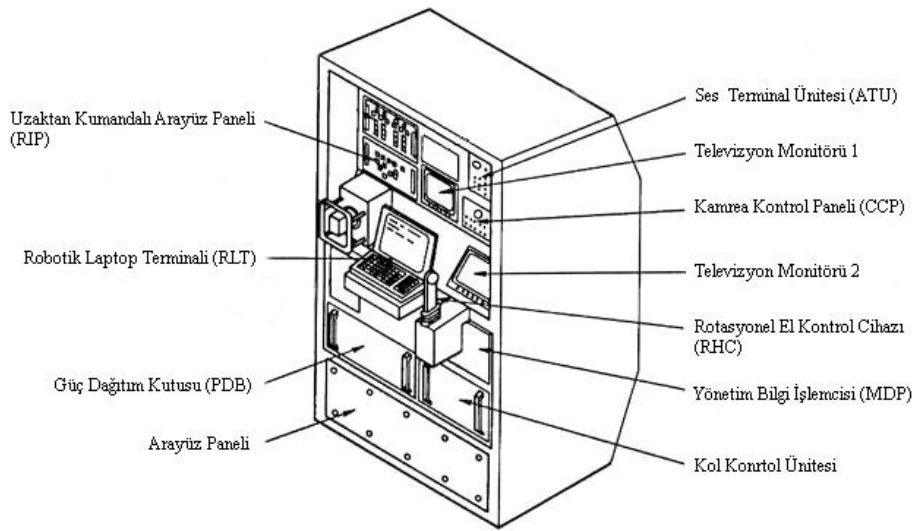


Şekil 64. ELM-PS modülünün içi (JAXA, Kibo HANDBOOK , 2007)

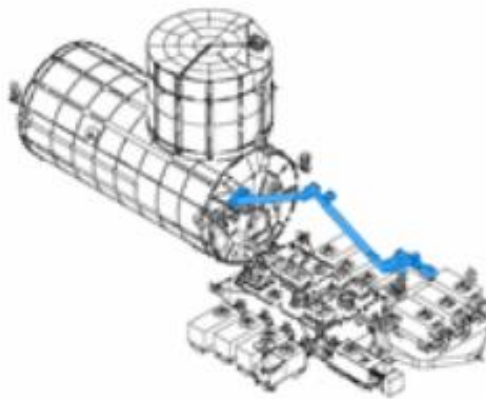
2.3.8.3. Japon Deneysel Modül Uzaktan Manipülasyon Sistemi (JEMRMS)

Kibo'nun içinde bulunan Uzaktan Manipülasyon Sistemi (JEMRMS), Kibo Robotik Kolu'nu kontrol etmeye yarayan bir raf sistemidir. Kibo modülünün dışında modüle bağlı Açık Tesis (EF) adlı çok amaçlı bir platform bulunur. EF platformu sayesinde mürettebat dış uzay ortamında fen deneyleri yapılabilmektedir. Astronotlar, dışarıya çıkmadan EF platformu üzerinde bulunan deneyler tüplerini, Kibo Robotik Kolu sayesinde değiştirebilmektedir. Robotik kol, Ana Kol ve Küçük Güzel Kol olarak iki

parçadan oluşmaktadır. Küçük Güzel Kol 1,9 metre, Ana Kol ise 9.9 metre uzunluğundadır. Ana Kol 6.4 ton ağırlığına kadar donanım taşıyabilir. Küçük Güzel Kol ise, Ana Kol'a takıldığında daha hassas işlemleri gerçekleştirebilir. Her iki kol, bir insan kolunun hareketlerini taklit eden altı eklem hareketi içerir. Aynı zamanda bu robotik kol Kibo Modü'nün bakım görevlerini desteklemek için tasarlanmıştır. Astronotlar, Robotik Kola monte edilmiş tv kameralarının görüntüsünü JEMRMS konsolundaki tv monitöründen izleyebilmektedirler (Şekil 64, Şekil 65) (JAXA, Kibo HANDBOOK , 2007).



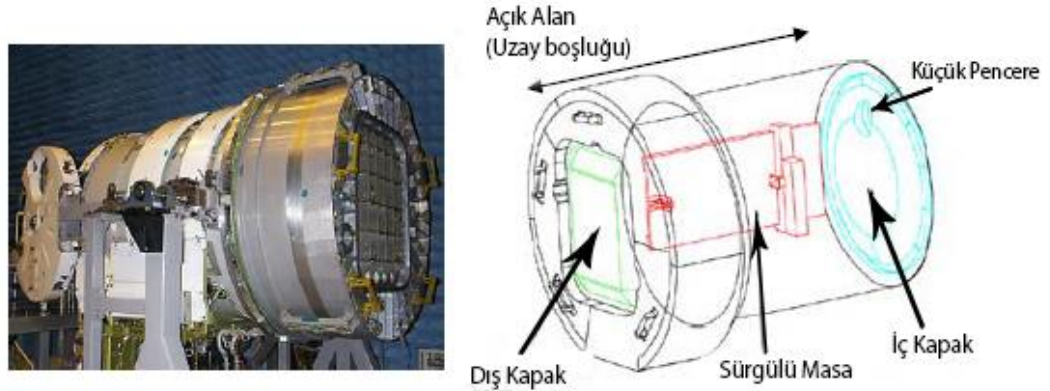
Şekil 65. JEMRMS Rafı (JAXA, Kibo HANDBOOK , 2007)



Şekil 66. JEMRMS'nin kontrol ettiği robotik kol, mavi olarak gösterilmiştir (JAXA, Kibo HANDBOOK , 2007)

2.3.8.4. JEM Hava Kiliti

JEM Hava Kiliti, EF yüklerinin veya Orbital Değiştirme Ünitelerinin (ORU'lar) JEM ile EF arasında aktarılabilirdiği bir hava kilididir. Bu hava kilidi, EVA yapan ekip üyelerinin giriş çıkışları için tasarlanmıştır. İçinde gözlem yapmak için bir adet küçük bir pencere bulunur. JEM Hava Kiliti, sadece Kibo'ya özgü bir alandır (Şekil 66) (JAXA, Kibo HANDBOOK , 2007).



Şekil 67. JEM Hava Kiliti (JAXA, Kibo HANDBOOK , 2007)

2.3.9. Node 3 / Tranquility Modülü'nün İç Mekan İncelemesi (NASA-2010)

Node 3 Tranquility modülü, 8 Şubat 2010'da U.U.İ.'na eklenen son ABD bileşenlerinden biridir. NASA'nın U.U.İ. programı için ESA ile yapılan sözleşme kapsamında inşa edilmiştir. İnşası, Avrupanın en büyük uydu üretim şirketi olan Thales Alenia Space tarafından gerçekleştirilmiştir. Uzunluğu 6.71 m, çapı 14 m ve 17.992 kg ağırlığındadır (Şekil 67). İçinde ortak tuvalet, personelin banyo/hijyen alanı, suyun geri dönüşümünü sağlayan bir geri dönüşüm cihazı, oksijen üretim cihazı, atık alanı ve ARED adlı bir egzersiz cihazı vardır. Ayrıca içinde Kalıcı Çok Amaçlı Modül (PMM) ve Genişletilebilir Aktivite Modülü (BEAM) bulunur (NASA, Node 3 Tranquility, 2018).



Şekil 68. Node 3 modülü (NASA, Reference Guide To The International Space Station, 2015)

2.3.9.1. Tuvalet

U.U.İ.da tuvaletlerin genişliği 1 m² dir. Erkek ve kadın mürettebatlar aynı tuvaleti kullanırlar. Zvezda modülünde bulunan tuvalet kapıları tek bir yöne açılan, katlanmaz kapılardır. Node 3 modülündeki tuvalet kapısı ise katlanabilir bir kapı özelliğine sahiptir. U.U.İ. klima fanı, motorlar ve buna benzer şeylerden gelen seslerden dolayı o kadar gürültülüdür ki, tuvaleti kullandığımızda, tuvalet alanının içinden gelen sesler dışarıdan asla duyulmaz. Tuvalet, Dünya'da kullandığımız batı tarzı alafranga tuvaletlere benzemektedir (Şekil 68).



Şekil 69. U.U.İ. da bulunan bir tuvalet (ESA, Toilet, 2009)

Astronot ve kozmotlar tuvaletlerini yaparken 10 cm'lik klozet ağzına doğru oturmak için kendilerini bağlamak zorundadır (Şekil 69). Aksi takdirde yer çekimsiz ortamda vücutları havada süzülür. Tuvalete oturmadan önce klozetin ağzına bir poşet geçirirler. Katı atıklar bu poşetler sayesinde paketlenip vakumlanır. Daha sonra kurutulup bekletme tankına gider (JAXA, How The Toilet Work İn Space, 2003).



Şekil 70. ESA astronotu Samantha Cristoforetti tuvalet kullanımını gösterirken, elinde klozete geçirilen poşet görülmekte (ESA, International Space Station toilet tour, 2015)

Tuvalet kullanımını bitiren mürettebat, daha sonra atıkları emmek için elektrikli süpürge benzeri bir makine kullanır (Şekil 70). Atık ve Hijyen Bölümü (WHC) katı ve sıvı atıkları ayrıştırma işlemi yapar. Su Geri Kazanım Sistemi (WRS) mürettebatın atık suyunu ve idrarını geri dönüştürmek için tasarlanmıştır. Bu sayede mürettebat idrarından arıtılan sıvı atıklar, içme suyuna geri kazandırır. Bu yolla elde edilen su, İstasyonda bulunan altı mürettebata yılda 2.760 kg temiz su sağlar. WRS sistemi sayesinde elde edilen su dünyadakinden bile daha temiz hale getirilir (JAXA, How The Toilet Work İn Space, 2003).



Şekil 71. ESA astronotu Samantha Cristoforetti'nin elinde atıkları temizlemek için kullanılan elektrikli süpürge benzeri makine bulunuyor (ESA, International Space Station toilet tour, 2015)

U.U.İ.'da bulunan bütün atıklar, gereksiz ekipmanlar ve birikmiş çöpler, U.U.İ.'na malzeme ve yakıt taşıyan insansız kargo gemisi Progress'e yüklenir (Şekil 71). Bu kargo gemisi Zvezda modülüne kenetlenir. 1700 kg ağırlığına kadar malzeme taşıyabilmektedir. Yükünü aldıktan sonra Dünya'ya geri dönüş yapan Progress, atmosfere girdiği anda kapaklarını açar ve çöplerini bırakır. Böylece çöpler atmosferde yanarak yok olur (NASA, About the Russian Progress Spacecraft, 2018).



Şekil 72. Progress 68 kargo gemileri (NASA, Progress, 2018)

2.3.9.2. Banyo ya da Hijyen Alanı

Mürettebat altı aylık görev süreleri boyunca kapısı olmayan açık bir alanda duş alırlar. Çünkü U.U.İ.'daki banyo alanında dünyadakine benzer duşakabin ya da küvet sistemi yoktur. Uzayda yer çekimi olmadığından, suyun aşağı doğru düşmesi imkansızdır. Bu nedenle mürettebat, duş alırken paketlenmiş bir su kabı kullanır. Su kabının ucunda bulunan pipet yardımıyla suyu vücuduna sıkar (Şekil 72). Sıktığı suyu eliyle vücuduna yayan kişi, daha sonra yıkadığı yerleri havlu ile kurular (Şekil 73). Böylece vücut bakımı tamamlanmış olur. Mürettebat saçlarını yıkarken su ile durulama gerektirmeyen özel bir şampuan kullanır. Bu şampuanlar, hastanelerde suya giremeyen hastalar için özel olarak üretilmiştir. Uzayda suyu kontrol etmek zor olduğundan U.U.İ.'da bu özel şampuanlar kullanılır. Şampuanı saçlarına süren kişi, daha sonra saçlarını havlu ile kurular ve saç yıkama işlemi biter (Şekil 74, Şekil 75) (NASA, Student Features, 2007).



Şekil 73. ESA astronotu Samantha Cristoforetti' nin elinde paketlenmiş suyu görüyoruz (ESA, International Space Station bathroom tour, 2015)



Şekil 74. Yıkanan vücudu havlu ile kuruturken (ESA, International Space Station bathroom tour, 2015)



Şekil 75. Astronot Samantha Cristoforetti, banyoda saçlarını yıkarken (ESA, International Space Station bathroom tour, 2015)



Şekil 76. Astronot Samantha Cristoforetti, banyoda saçlarını kurularken (ESA, International Space Station bathroom tour, 2015)

Diş sağlığı dünyada olduğu kadar uzayda da önemlidir. Uzayda yer çekimsiz ortamda kemik kaybı yaşayan mürettebat, dişlerinin sağlığına da dikkat etmek zorundadır. Banyo alanında dişlerinizi fırçaladıktan sonra tükürebilmeniz için bir lavabo ya da su bataryası bulunmaz. Bu yüzden mürettebat dişlerini fırçalamak için yenilebilir diş macunu kullanır. Dişler fırçalayan kişi, daha sonra paketlenmiş sudan birkaç baloncuk ağızına alır ve ağızında bulunan yenilebilir diş macununu su yardımı ile yutar. Böylece diş fırçalama işlemi tamamlamış olur (CSA, Chris Hadfield Brushes his Teeth in Space, 2013).

Mürettebat tırnak bakımını da banyo alanında yapar. Burada bulunan bir emiş kanalının içine doğru tırnaklarını keserler (Şekil 76). Tırnak kesimi biten kişi, sonrasında elektrik süpürgesi gibi bir hortum yardımı ile emiş kanalına yapışan tırnakları çeker.

Bu şekilde yapılan tırnak kesiminin nedeni yer çekimsiz ortamda havada süzülen tırnakların, mürettebatın gözüne, burnuna ya da kulağına kaçma tehlikesini önlemek içindir (ESA, International Space Station bathroom tour, 2015).



Şekil 77. Tırnak bakımı yapan ESA astronotu Samantha Cristoforetti (ESA, International Space Station bathroom tour, 2015)

2.3.9.3. Egzersiz Cihazı ARED

Mürettebat U.U.İ.'da dünyanın yörüngesinde dönerken yer çekimin etkilerini hissetmez. Bu nedenle astronot ve kozmonotlar uzayda günlük rutin işlerini yaparken daha az kas gücü kullanırlar. Kas gücünü daha az kullanan her bir mürettebat, zamanla kemik kütle bozulması ve kas kaybı yaşar. Kas kütlelerinin bazılarını %15 oranla, bazılarını ise tamamen kaybedebilirler. Kemik ve kas kaybı yaşamamak için U.U.İ. 'daki altı aylık süre boyunca mürettebatın her gün 2 saat egzersiz yapması gerekir. Alt ve üst vücut egzersizleri yaparak, büyük kas gruplarını hareket ettirirler ve bu sayede yer çekimsiz ortamda kemik kaybını en aza indirirler. ARED, astronot ve kozmonotların dış uzay çalışmaları gibi zorlu görevleri için de vücut dayanıklılıklarının artmasına yardımcı olmaktadır (Şekil 77). ARED egzersiz cihazı, Dünya'dan 14 Aralık 2008 tarihinde U.U.İ.'na gönderilmiştir. U.U.İ.'na test edilmek amacıyla zaman zaman başka egzersiz cihazlarının gelmesi sebebiyle yer değiştirmiştir (NASA, ARED, 2018).



Şekil 78. NASA astronotu Dan Burbank, ARED egzersiz cihazını kullanıyor (NASA, ARED, 2018)

2.3.9.4. Koşu Bandı (COLBERT / T2)

Koşu Bandı (COLBERT), ilk olarak Eylül 2009'da, geçici olmak üzere Node-2 modülüne kurulmuştur. Daha sonraki tarihlerde Node -3 modülüne kalıcı olarak taşınmıştır. COLBERT, U.U.İ.'nin ikinci koşu bandıdır (Şekil 78). Birincisi, Titreşim İzolasyon Sistemi (TVIS) adlı cihazdır. Mikro yer çekiminde astronotlar kaslarını Dünya'daki kadar kullanamazlar; egzersiz yapmadan, bu kaslar atrofiye (erimeye) başlar. Bu, kişilerde kemik yoğunluğu kaybına yol açabilir. COLBERT egzersiz cihazının amacı, görev süreleri biten ekiplerin Dünya'ya döndükten sonra nörofizyolojik yolları ve reflekslerin doğru çalışmasına yardımcı olmaktır. Tüm bu kas ve kemik kaybını önlemek amacıyla tasarlanan koşu bandı, Zvezda Modülündeki TVIS koşu bandından da daha geniştir. Mürettebat, COLBERT koşu bandını kullanmadan önce kişisel parolasını (PIN) girerek sisteme giriş yapmaktadır. COLBERT, gelecekteki uzun süreli keşif görevlerinde de çok büyük önem taşımaktadır (NASA, COLBERT, 2019).



Şekil 79. COLBERT egzersiz cihazı (NASA, Colbert, 2017)

U.U.İ.'nin en büyük özelliklerinden birisi; modüllerde yaşayan mürettebatın, yer çekimsiz ortam sayesinde iç mekanı alt, üst, sağ ve sol olmak üzere rahatça kullanabilmesidir. Yer çekimsiz ortamın bu özelliğinden faydalanarak Node 3 modülünün duvarına sabitlenen COLBERT koşu bandı, modüllerdeki alanların uzay koşullarında daha verimli kullanılabilmesine güzel bir örnektir. COLBERT koşu bandını kullanan bir kişiyi gözlemleyen başka bir kişi, duvarın yüzeyinde yüzü yere dönük olarak koşan birini görür. Bu U.U.İ. modüllerinin içinde ki yaşam için oldukça sıradan bir görüntüdür (NASA, COLBERT, 2019).

2.3.9.5. Leonardo Çok Amaçlı Lojistik Modülü ve Kalıcı Çok Amaçlı Modül (PMM)

U.U.İ.'nin bazı ihtiyaçlarını karşılamak için, Dünya'dan İstasyona belli aralıklarla Space Shuttle adlı bir kargo gemisi gelir. Dünya'daki büyük kargo gemilerinin üzerindeki konteyner kargo taşıyıcıları gibi, Space Shuttle üzerine de bir kargo taşıyıcısı yerleştirilir. Shuttle gemisi ile gelen bu kargo taşıyıcısının adı MPLM'dir. U.U.İ.'na hem bir kargo taşıyıcısı, hem de kalıcı olmayan bir lojistik modülü görevi yapar. Space Shuttle, U.U.İ.'na demirlendikten sonra getirdiği rafları ve ekipmanları istasyona boşaltır. Ardından eski raf ve ekipmanları alarak Dünya'ya geri döner.

Space Shuttle gemisi, U.U.İ.'na yaptığı son uçuşunu 24 Şubat 2011 tarihinde PMM'yi taşımak amacıyla gerçekleştirmiştir (Şekil 79). Kalıcı ve çok amaçlı bir modül olan PMM, ilk olarak Node 1 modülüne kenetlenmiştir. Daha sonra 2015 tarihinde Node 3 modülüne taşınmıştır.



Şekil 80. Space Shuttle Discovery gemisi (NASA, The Long Voyage of Discovery, 2011)

PMM, istasyonun malzemelerini ve bilimsel çalışmaların deneylerini depolamak için tasarlanmıştır. İçinde kullanılabilir en fazla 16 raf sistemini barındırır. Aynı zamanda kargo torbaları ve diğer eşyalar için ek depolama alanları bulunur (Şekil 80). Uzunluğu 6 metre 70.56 cm çapı 4 metre 26.72 cm'dir. Basınçlı modül ve dış kalkanlar arasında çok katmanlı bir yalıtım malzemesi vardır. Bu yalıtım malzemesinin içine yerleştirilmiş Kevlar ve Nextel kumaşlar kurşun geçirmez yelek görevi yapar. Bu kumaşlar sayesinde PMM, uzayda bulunan mikro meteorlara (gökyüzünden düşen meteorların, büyüteç ya da mikroskop ile görülebilen küçük taş parçacıkları.) ve hiper hızda ilerleyen orbital kalıntılara 10 yıl boyunca dayanabilecektir (NASA, Leonardo: Frequently Visited ISS Soon to Be Home, 2011).



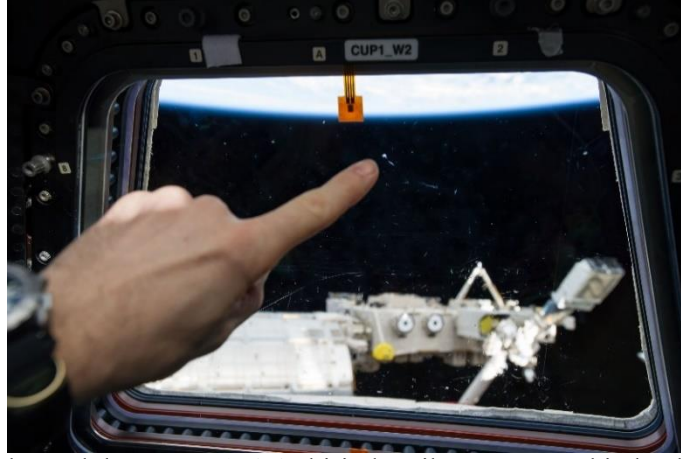
Şekil 81. Kalıcı Çok Amaçlı Modül (PMM)'nün içi (NASA, Reference Guide To The International Space Station, 2015)

2.3.9.6. Genişletilebilir Aktivite Modülü (BEAM)

Genişletilebilir Aktivite Modülü (BEAM), Bigelow Aerospace tarafından tasarlanmış bir habitat teknolojisidir. 2016 yılında U.U.İ.'da robotik kol Canadarm2 tarafından Node 3 modülüne kenetlenmiştir. Kenetlenip kurulduktan sonra içi hava ile doldurularak genişletilmiştir (Şekil 81). 3.4 metre uzunluğunda ve 3.2 metre çapında olan BEAM, metal habitatlara oranla daha düşük bir kütleyle sahiptir. Ayrıca bir kargo roketinde daha az yer tutar. Bu özellik, kargo sevkiyatlarının verimliliğini ve genel görev maliyetlerini de azalmaktadır. Bigelow Aerospace şirketinin bu modülü tasarlanmış olmasının amacı, genişletilebilir yumuşak malzemeden yapılmış habitatların radyasyona, orbital kalıntılara, mikro meteorların nasıl tepki verdiğini öğrenmektir. Diğer modüller uzaydaki orbital kalıntılara maruz kaldığı için bu test U.U.İ. ekibi için önemlidir (Şekil 82). Böylelikle BEAM modülü, termal ortamındaki zorlu yaşam şartlarında temel kaygıları ele almak için bilim insanlarına bilgi sağlayacaktır. BEAM modülünün yüzeyi uzaydaki orbital kalıntılar ve mikro meteorlardan korunmak için bir çok katmandan oluşur (NASA, May Extend BEAM's Time on the International Space Station, 2018).



Şekil 82. Node 3 modülüne kenetlenmiş BEAM modülü, fotoğrafta içi hava ile genişletilmiş formuyla görülmektedir (soldaki beyaz modül) (NASA, Bigelow Expandable Activity Module, 2017)



Şekil 83. Cupola modülü pencerelerinin birinde mikro meteor orbital enkazı görülmekte (NASA, What's on Board?, 2017)

İçinde U.U.İ. modüllerinden daha sessiz bir ortam vardır. Diğer modüllerin alüminyum duvarlarına nazaran, BEAM'in duvarları gürültüyü absorbe edebilecek şekilde tasarlanmıştır (Şekil 83). Bu özellik, modülün içinde mürettebata daha yaşanılabilir bir ortam sağlamaktadır. U.U.İ. ekibi yılda dört kez veri toplamak ve yapısal durumunu kontrol etmek için modülün içine girerler. BEAM'in genel performansını ve kapasitesini ölçmek için, U.U.İ.'daki bir ekip ilk genişlemeden 2017 yılına kadar, toplam 13 kez modülünün içine girmiştir. Ekip modülün içinde radyasyon koruyucu deneyler yapmış ve rutin olarak mikrobik hava ve yüzey örnekleri toplamıştır. Bu örnekler, daha sonra standart mikrobiyal ve radyasyon analizi için Dünya'daki Johnson Uzay Merkezi'ne götürülmüştür. NASA, BEAM teknolojisinden olumlu bir performans alırsa, bunun gelecekte Dünya'nın yörüngesinin dışına, Ay ve Mars gibi derin uzay yolculukları

hedefleyen insanoğlu için önemli bir teknolojiyi olacağını belirtmiştir. 2030'da gerçekleştirilmesi planlanan MarsOne projesiyle, Mars'a gitmek için derin uzaya açılan insanlar, bu teknoloji sayesinde seyahatleri boyunca daha korunaklı bir yolculuk yapabilirler. Bu nedenle BEAM teknolojisi, Dünya yörüngesinin ötesine geçebilecek insan görevleri için prototip sistemler geliştiren, NASA'nın Gelişmiş Keşif Sistemleri (AES)'nin hedeflerini de hızlı ve uygun maliyetli olduğu için desteklemektedir (NASA, BEAM, 2016).



şekil 84. BEAM modlnnn kesiti (Bigelow's inflatable space structures1, 2018)

NASA, BEAM modülünün U.U.İ.'nda test edilmesi için Bigelow Aerospace şirketi ile iki yıllık bir sözleşme yapmıştır. Modülün test süresi bittiğinde robotik kol Cadanarm 2 tarafından modül sökülecek ve ardından dünya yörüngesine atılarak atmosferde yanması sağlanacaktı. Fakat BEAM'in süresini bir yıl daha artırmak için yeni sözleşmeler planlayan NASA, U.U.İ.'da bulunan Uluslararası Standart Yük Taşıma Rafları'nın yükünü, BEAM'in içindeki boşluğa istiflemeyi düşünüyor. Böylece U.U.İ.'daki raflarda 104 m³ ile 124 m³ alan açılmış olacaktır (NASA, May Extend BEAM's Time on the International Space Station, 2018).

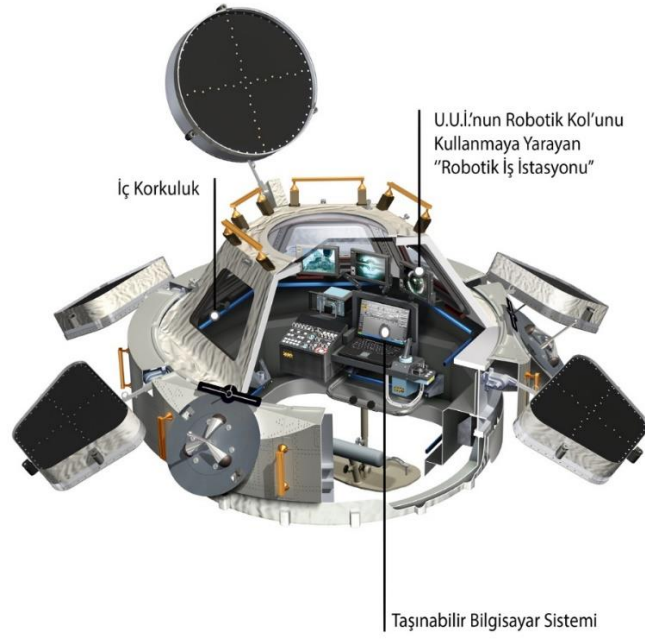
2.3.10. Cupola Modülü'nün İç Mekan İncelemesi (NASA-2010)

Cupola gözlem modülü, 360 derece görüş açısıyla U.U.İ.'nin küçük bir panoramik kontrol kulesidir. Türkçe karşılığı Kubbe'dir. ESA yapımı modül, 8 şubat 2010 tarihinde Dünya'ya tanıtılmıştır. Mülkiyeti resmi olarak NASA'ya devredilmiştir. Kargo araçlarının istasyona yaklaşmasını sağlayan Robotik kol Canadarm2'nin faaliyetlerini ve EVA faaliyetleri gözlemlenmesi için tasarlanmıştır. Cupola, istasyonun en alt kısmında yer alır ve Node 3 modülüne sabitlenmiş durumdadır. Dünya'yı ve gök cisimlerini izlemek için istasyondaki en ideal manzaraya sahip olan Cupola, aynı zamanda istasyonda bulunan mürettebata psikolojik bir destek sağlamaktadır (Şekil 84) (NASA, Cupola, 2018).



Şekil 85. U.U.İ.'de 166 gün geçirmiş olan CSA astronotu Chris Hadfield, 25 Aralık 2012 tarihinde Cupola modülünde gitar çalarken (NASA, Chris Hadfield, 2012)

Cupola, yaklaşık 2 metre çapında ve 1,5 metrelik bir yüksekliğe sahiptir. Modülde en fazla iki mürettebat için çalışma ortamı sağlanmıştır. Ergonomik tasarımı iç mekanda, astronotların, U.U.İ.'nin yapımında da kullanılan robotik kol Canadarm'ı kontrol etmeleri için tasarlanan bilgisayar istasyonları bulunur (Şekil 85, Şekil 86) (NASA, Reference Guide To The International Space Station, 2015).

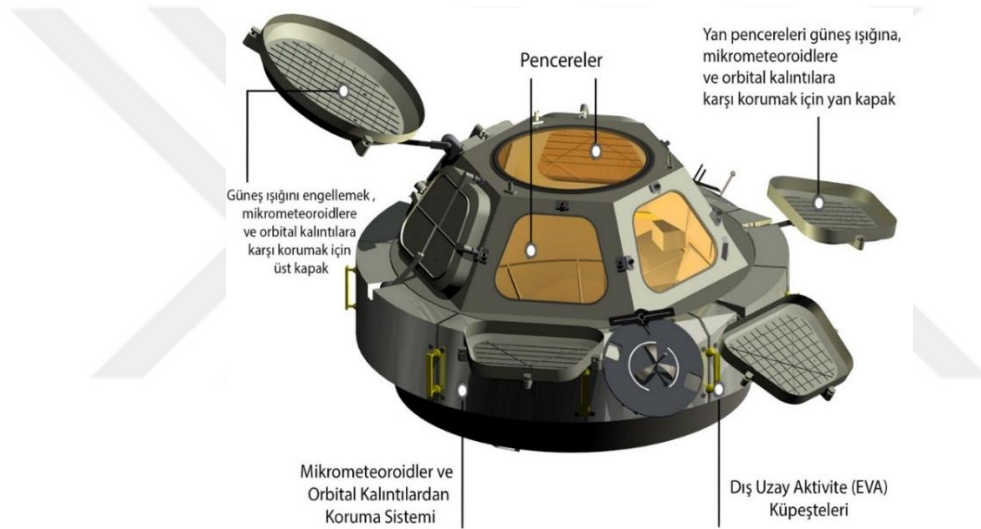


Şekil 86. Cupola Modülü iç kesiti (ESA, Cupola)



Şekil 87. Cupola Modülü iç mekan görünümü (NASA, Reference Guide To The İnternaitonal Space Station, 2015)

Robotik kol, tıpkı kontrol kabinindeki bir vinç operatörü gibi istasyon ekipmanlarının takılmasına ve montajlanmasına yardımcı olur. Cupola'daki mürettebat, uzay yürüyüşleri yapan astronot ve kozmonotlarla, ya da dışarıdaki diğer mürettebat üyeleriyle rahatça iletişim kurabilirler. Cupola modülünde altı adet yan pencere ve bir adet üst pencere vardır (Şekil 87). Bu pencerelerin hepsi, konveksiyon ve orbital kalıntı veya mikro meteoroid çarpışmalardan korunmak için panjurlarla ve pencere ısıtıcıları ile donatılmıştır. Büyük cumbalı pencereler bazı ekiplerin dışarıya çıkmasını da sağlar (NASA, SPACE SHUTTLE MISSION STS-130 A Room with a View, 2010).



Şekil 88. Cupola Modülü dış görünümü (ESA, Cupola)

Ayrıca Copula'nın içinde Nightpod adlı bir kamera sistemi bulunur. Bu kamera, dünyanın tüm hareketini izler ve fotoğraflar. Tüm mürettebat Nightpod kamerasını kullanabilecek şekilde eğitim almıştır. 8 Aralık 2012 tarihinde satın alınan kameranın kurulumu, 24 Şubat 2012 tarihinde astronot André Kuipers tarafından tamamlanmıştır (Şekil 88) (ESA, Nigtpod, 2014).



Şekil 89. Astronot André Kuipers Cupola modülünde, Nightpod kamerasının önünde görülmektedir (ESA, Nigtpod, 2014)

Kamera, uzun süreli pozlama yapabildiği için, astronotlar geceleri daha keskin fotoğraflar çekebilirler (Şekil 89). Öyle ki astoronotlar bu kamera sayesinde, geceleri nüfus dağılımını, bitki örtüsü ateşini, deniz ve karayolu trafiğini, volkan faaliyetlerini, şehir kirliliğini, balıkçılık aktivitelerini ve gündüz / gece geçişlerini ve bunun gibi bir çok şeyi fotoğraflayıp analiz edebilirler (Şekil 90). Öte yandan yerin zaman içindeki yüzey hareketlerini, atmosferik olayları, selleri ve yangınları da kaydedebilirler. Cupola'nın içinde Nightpod'a ait çok sayıda sensör ve izleme cihazı bulunur. Bu sensör ve cihazlar sayesinde astronotlar, fotoğraf çekerken U.U.İ.'nin hızından etkilenmezler. Böylelikle çekimin sonunda temiz ve net bir görüntü ortaya çıkar (ESA, Nigtpod, 2014).



Şekil 90. Nightpod kamerasının çektiği Potemkin/Lisbon şehri (ESA, Nigtpod, 2014)



Şekil 91. Cupola'nın içinde, NASA astronotu Chris Cassidy, yaklaşık 400 km aşağıdaki hedefini fotoğraflamak için bir dijital fotoğraf makinesinde 400mm lens kullanıyor (NASA, Astronaut Chris Cassidy, 2017)

Alenia Space'in CEO'su Maurizio Tucci, geleceğe bakıldığında Cupola ve U.U.İ. için başka basınçlı modüller geliştirerek şirketinin uzmanlık bilgisinin, Ay ve Mars'taki insan keşiflerinde uzayda daha uzun konaklamalar için çözümler geliştirebileceğini vurgulamıştır (ESA, Cupola attached to Node-3).

BÖLÜM 3. SONUÇ

Tarihin en eski medeniyetlerinden çağımıza kadar gelen süreçte, insanoğlu her zaman uzaya ilgi duymuştur. Uzayın bilinmezliğine karşı meraklı olan bizler, teknoloji geliştikçe uzayın gizemlerini çözmek için çaba göstermişizdir. Hubble teleskobu ile derin uzayı keşfetme imkanı bulan bilim insanları, uzak gezegenlere yolculuk yapma konusunda çalışmalarını sürdürmektedirler. İlk derin uzay yolculuğunu Apollo 11 uzay aracı ile gerçekleştiren NASA, 20 Temmuz 1969 yılında Ay'a ilk insanları göndermeyi başarmıştır. 1972 yılına kadar toplam 12 kez daha Ay'a gitmeyi başaran bilim insanları, 2030 yılında Mars'a gitmeyi hedeflemektedir. İnsanlık tarihinde ilk kez 1998 yılında U.U.İ.'nunu yer çekimsiz ortamda inşa etmeyi başaran NASA ve ortakları, burada kalan mürettebat için tam donanımlı bir yaşam destek alanı sağlamıştır. U.U.İ. 'nda yaşayan astronot ve kozmonotlar, ilerde gerçekleştirilmesi planlanan derin uzay yolculukları için veriler toplamışlardır. Uzayda geçirdikleri uzun süre boyunca, hem psikolojik hem de fizyolojik açıdan çok önemli tecrübeler edinmişlerdir.

İncelemeler sonucunda, U.U.İ. ile alışlageldiğimiz mekan ve iç mekan algısı tamamen değişmiştir. Bu modüllerde iç mekan algısı Dünya'dakinden oldukça farklı olduğu anlaşılmıştır. Modüllerin içi mikro yer çekimine uygun bir ortama göre tasarlanmıştır. Mekanların yalnızca dikdörtgen yapılardan oluşmayacağını, mahal içindeki yaşam alanlarında masa sandalye, karyola, TV ünitesi, lavabo ve duş teknesi gibi klasik anlayışta bir donatı elemanlarının şart olmayacağı sonucuna varılmıştır. Modüllerin içi mikro yer çekimine uygun bir ortama göre tasarlanmıştır. Alışlageldiğimiz bir mekanda, koltuklarımızı, spor aletlerimizi, yataklarımızı zemine yerleştirmekteyiz. Televizyonu oturduğumuz bir alanın karşı duvarına denk gelecek şekilde konumlandırırız. Tuvalette, mutfakta ya da duşta sudan faydalanmak için musluk bataryaları kullanırız. Yemek masamızın etrafına sandalyeleri, masamızın üstüne tabak çatal bıçak vb. şeyleri yer çekimi sayesinde rahatlıkla koyabiliriz. Oysa mikro yer çekimi ortamında bulunan bir mekanda yüzyıllardır alışlagelen iç mekân algısı değişmek zorunda kalmıştır. Yaşam alanının değiştiği ortam ile beraber, donatıların yerleşme biçiminin ve tasarımının da değişebileceği anlaşılmıştır.

Örneğin; Node 3 modülünde bulunan COLBERT / T2 egzersiz cihazı, zemin yerine modülün duvarına yerleştirilmiştir. COLBERT / T2 egzersiz cihazında spor yapan bir kişi, yüzü yere dönük bir şekilde koşmaktadır. Modülerin içinde aydınlatmalar belli bir noktayı referans alınarak yerleştirilmiştir. Modüllerin duvarlarına gömülerek yerleştirilmiş laboratuvar çalışma alanları, yataklar ya da yemek masaları genellikle bu referans noktalarına göre konumlandırılmıştır. Uzay boşluğunda modüller arası rahatça geçiş yapmak için sirkülasyon noktalarında hiçbir şey bulunmaz. Bu nedenle kullanılması gereken her şey ya duvara monte edilmiş, ya da duvara gömülmüştür. Ancak, modül içindeki bazı alanlar bu referans noktalarına göre konumlandırılmamıştır. Bunların haricinde bazı tv monitörleri, kurutulmuş gıdaları ısıtmak için kullanılan su sebilleri gibi şeyler bizim tavan dediğimiz alana gömülerek konumlandırılmıştır.

U.U.İ.'nda mürettebatın uyku, yemek, tuvalet, banyo gibi ihtiyaçlarının da Dünya'dakinden farklı olduğu anlaşılmıştır. U.U.İ.'nda bazı gıdalar, dünyadan kurutulmuş şekilde gelmektedir. U.U.İ.'nda duvara sabitlenmiş ve duvardan 45 derece bir açı yaparak zemine doğru açılan bir yemek masası bulunmaktadır. Masa başında toplanan mürettebat için, masanın etrafında sandalyeler bulunmamaktadır. Bu nedenle masanın etrafında toplanan kişiler uzay boşluğunda savrulmamak amacıyla ayaklarını, ayaklarının altına denk gelecek şekilde tasarlanmış küpeştelere geçirirler. Böylelikle kendilerini sabitleyerek yemek yiyebilmektedirler. Mürettebat, yemeklerinin yanında normal ekmek tüketmezler. Mikro yer çekimi sayesinde dağılan ekmek kırıntıları, hava deliklerini tıkayabileceği, ekipmanları kirletebileceği, ağız, göz ve buruna kaçabileceği için normal ekmek yerine tortilla ekmeleri tüketmektedir. Tuz ve karabiber gibi baharatlar da, aynı sebeplerden dolayı sıvı halde muhafaza edilmektedir. Yemeklerine tuz ve karabiber eklemek isteyen kişi bu baharatları yiyeceğine sıvı olarak ilave ederler.

Dünya'dan farklı olarak U.U.İ.'ndeki yataklar, 1 m² bir kabinin içinde bulunan uyku tulumlarıdır. Uyku saati Dünya'daki yetişkin bir insanın uyku saati gibi 8 saat olarak belirlenmiştir. Her mürettebat üyesinin kendine ait uyku kabini vardır. Kişi, uyku saatinde mikro yer çekimi ortamında havada süzülmemek için kendini bağlamak zorundadır. Uyku tulumları uyku kabinin duvarına sabitlenmiştir. Kişi uyumak için duvara sabitlenen bu uyku tulumlarının içine girip uyumaktadır. Aksi halde kişi sağa sola çarparak kendisinin yaralanmasına sebebiyet verebilir. Her bir mürettebat üyesinin kabinleri içinde bir adet

laptopu, okuma lambası, eşyalarını koyabileceği çekmeceleri vardır. Zvezda modülü içinde toplam 2 adet, Node 2 modülünde ise toplam 4 adet uyku kabini vardır. Zvezda modülü içindeki uyku kabini, modülün sağ ve sol duvarlarına gömülü şekilde konumlandırılmıştır. Ancak, Node 2 modülünde bulunan uyku kabinlerinden ikisi, sağ ve sol duvarlara gömülmüş, diğer iki kabin üst ve alta gömülerek yerleştirilmiştir. Mürettebattan bir kişi üstünde ki aydınlatmaları referans olarak Node 2 modülüne girdiğinde, sağında ve solunda iki, tavanda ve zeminde iki adet yatak olduğunu görür. Tavana ve zemine yerleştirilmiş uyku kabinlerinin içine giren kişinin gözünden baktığımızda tavan ya da yerde olduğumuzu anlayamayız. Kabinimizin içinde bulunan laptopu yine karşımızda, aydınlatmamızı tavanda ve çekmecelerimizi yanımızda görürüz. U.U.İ.'a fotoğraflardan ya da videolardan sabit bir açıdan baktığımız için orada ki yaşam ve yön bulma algısı kolaymış gibi görünür. Fakat modüllerin içindeki yer çekimsiz ortamda yürüme eylemi yerine süzüle eylemi ile ilerleyen mürettebat için, referans noktaları ve yönlendirme tabelaları, bakış açılarını kolaylaştırmak ve yönlerini rahatça bulabilmeleri için önemlidir.

Kaldıkları süre boyunca mürettebattaki her bir kişi, banyo ihtiyacını karşılamak için Node 3'te bulunan banyo alanına gider. Burada Dünya'da alışık oldukları bir duş, küvet ya da bir musluk bataryası yoktur. Çünkü uzayda yer çekimi olmadığı için, suyun aşağı doğru düşmesi imkansızdır. Duş almak isteyen kişi, dünyamızda yatalak hastalar için kullanılan suya ihtiyaç duyulmayan bir şampuanı saçlarına döker ve ardından havlu ile kurular.

U.U.İ.'ndaki yaşam, sadece klasik bir konut anlayışını değiştirmemiştir. Gelecekte uzayın yer çekimsiz ortamında inşa edilmesi muhtemel olan uzay otelleri, uzay hastaneleri, uzay laboratuvarları gibi çeşitli mekanların da tasarımına ışık tutmuştur. 2024 yılında U.U.İ. projesini sonlandırmayı planlayan NASA ve ortakları, bu yapıyı dönüştürmeyi planlamaktadır. Bunların başında Rusya'nın U.U.İ.'na bir otel kurmayı planlaması yer almaktadır. Roscomsmos, U.U.İ.'nda otel kurmayı planlamakta, bununla birlikte uzay turizmini başlatmayı amaçlamaktadır.

Başka bir proje ise ESA tarafından planlanmaktadır. Şimdilik bir yarışma projesi olsa da, Ay'ın yüzeyinde bir Ay Kampı yapmak isteyen ESA, gelecekte Ay'a giden astronotların Ay'da daha uzun süre kalmalarına olanak sağlamak amacı ile Ay'ın

yüzeğine bir kamp inşa etmeyi planlamaktadır. Bu Ay projesi yarışması, radyasyon ve meteorlardan korunma, enerji üretimi, suyun çıkarılması ve geri dönüşümü, gıda üretimi gibi birçok konuyu ele almaktadır. Katılımcıları, bu yarışma ile astronotların Ay'da karşılaşılabileceği bazı sorunları çözmeye davet etmektedir. Bu yarışma projesi ile bir Ay kampında yaşaması planlanan astronotların, burada temel ihtiyaçlarını nasıl giderecekleri sorusuna cevap aranmaktadır. Şimdilik Dünya dışındaki tek yaşam alanımız olan U.U.İ.'nin bize kattığı bilgiler sayesinde, Ay'a ve Mars'a olan uzun süreli seyahatlerde karşılaşılabilecek olası sorunları daha kolay analiz edip, daha gelişmiş tasarımlar yapabilmeye olanağı bulacağız. SpaceX şirketinin kurucusu olan Elon Musk, 2030'lu yıllarda Mars'ın yüzeğine bir insan kolonisi kurmayı amaçlamaktadır. Hatta Mars'a yolculuk yapacak olan kişilerin listesi bugünden belirlenmiştir. Buna benzer projeler ile astronotlar ve Dünya'dan belli özelliklere göre seçilmiş sivil kişiler için, Mars'a olan uzun süreli yolculuk oldukça zor olacaktır. Çünkü; Mars, Dünya'nın manyetik kalkanı olan Van Allen kuşağı sınırları dışında kalmaktadır. Ay bu manyetik alan sınırları içinde yer aldığı için, bugüne kadar insanoğlu Van Allen kuşağının sınırları dışına yolculuk etmemiştir. Bu nedenle Mars'a yolculuk yapacak olan insanlar, bu manyetik koruma alanının sınırları dışına çıktığında, fizyolojik olarak nasıl bir tepkime ile karşı karşıya kalacakları konusunda çalışmalar yapılmaktadır. Mars'a gidecek olan uzay aracı bu kalkanın dışında kalan uzaya dayanıklı olarak tasarlanmak zorundadır. U.U.İ.'na ait olan BEAM modülü, orbital kalıntılara ve mikrometeoroidlere dayanacak şekilde tasarlanmıştır. 2016 yılında U.U.İ.'na yollanan BEAM modülü, test edilmek için Node 3 modülü ile birleşmiştir. Yüzeyinde normal bir modülün üzerinde bulunan orbital kalıntıların izleri görülmemiştir. Bu nedenle, Mars ve başka gezegenlere yolculuk yapan insanların uzay araçlarında, BEAM modül teknolojisi kullanılmak istenmektedir. Ayrıca bu yolculukta U.U.İ.'nda yapılan bitki yetiştirme programları, U.U.İ.'na oksijen sağlayan ECLSS sistemi ve idrardan temiz su elde edebilen WRS 1, WRS-2 sistemleri oldukça önem kazanacaktır.

Şüphesiz ki ileride insanoğlunun Dünya dışında ki başka gezegenlere yapacağı derin uzay yolculuklarında kullanılacakları uzay istasyonlarının, daha güvenli ve daha yaşanılabilir bir mekan haline gelmesinde U.U.İ.'nin rolü büyük olacaktır.

KAYNAKÇA

- Bigelow's inflatable space structures1*. (2018, OCAK 1). ,
<http://www.russianspaceweb.com/beam.html>, Erişim Tarihi: 1 Ağustos 2018.
- CSA. (2013, Mart 13). *Chris Hadfield Brushes his Teeth in Space*.
<https://www.youtube.com/watch?v=3bCoGC532p8> Erişim Tarihi: Eylül 3, 2018
- CSA. (2018, Temmuz 15). *About Canadarm2*. asc-csa.gc.ca: <http://www.asc-csa.gc.ca/eng/iss/canadarm2/about.asp>, Erişim Tarihi: Ağustos 3, 2018
- DEDE, A. (2018, Ocak 11). *İTÜ Mimari Tasarım Yüksek Lisans Programı & TU Delft Architecture, Urbanism & Building Sciences Yüksek Lisans Programı kapsamında üretilen metinler*. https://issuu.com/aysegedede/docs/ay__edede-metinler, Erişim Tarihi: Ocak 10, 2019
- ESA. (2009, Haziran 18).
https://www.esa.int/spaceinimages/Images/2009/06/Expedition_20_crewmembers_share_a_meal_in_the_Unity_module, Erişim Tarihi: Temmuz 5, 2018
- ESA. (2009, Haziran 2). *A view inside a training mock-up of Japan's Kibo laboratory*.
https://www.esa.int/spaceinimages/Images/2009/02/A_view_inside_a_training_mock-up_of_Japan_s_Kibo_laboratory, Erişim Tarihi: Ağustos 30, 2018
- ESA. (2009, Ekim 11). *CANADARM2 WORKSTATION*.
https://www.esa.int/spaceinimages/Images/2009/11/Frank_De_Winne_and_Nicole_Stott_at_Canadarm2_workstation_for_unberthing_of_HTV, Erişim Tarihi: Ağustos, 2018
- ESA. (2009, Kasım 11). *Toilet*.
<http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2009/08/FDW010>, Erişim Tarihi: Ağustos 30, 2018
- ESA. (2010, Aralık). *CABIN*.
https://www.esa.int/spaceinimages/Images/2010/12/Paolo_Nespoli_near_his_cabin, Erişim Tarihi: Haziran 30, 2018

- ESA. (2011, Şubat 18).
https://www.esa.int/spaceinimages/Images/2011/02/Paolo_Nespoli_shows_a_food_warmer_on_ISS, Erişim Tarihi: Temmuz 10, 2018
- ESA. (2013, Şubat 7). *European Physiology Module*.
http://www.esa.int/Our_Activities/Human_and_Robotic_Exploration/Columbus/European_Physiology_Modules, Erişim Tarihi:Agustos 20, 2018
- ESA. (2014, Eylül 8). *Nigtpod*.
http://www.esa.int/Our_Activities/Human_and_Robotic_Exploration/International_Space_Station/Nightpod, Erişim Tarihi:Mayıs 13, 2018
- ESA. (2015, Mayıs 5). *International Space Station bathroom tour*.
<https://www.youtube.com/watch?v=nPUvzn3CTQc>, Erişim Tarihi:Eylül 3, 2018
- ESA. (2015, Haziran). *International Space Station panoramic tour*.
https://www.esa.int/Our_Activities/Human_and_Robotic_Exploration/International_Space_Station/Highlights/International_Space_Station_panoramic_tour, Erişim Tarihi:Mayıs 20, 2018
- ESA. (2015, Mayıs 8). *International Space Station toilet tour*.
https://www.youtube.com/watch?v=C-65mBQ7s_Q, Erişim Tarihi:Eylül 2018
- ESA. (2016, Mart 31). *Space Station 360: Destiny*.
<https://www.youtube.com/watch?v=cUnV2N94jFA>, Erişim Tarihi:Temmuz, 2018
- ESA. (2016, Mart 17). *Space Station 360: Unity (Node 1)*.
<https://www.youtube.com/watch?v=qBbACK-rDkM>, Erişim Tarihi:Agustos 2018
- ESA. (2018, Temmuz). *European Space Agency, ESA*.
<https://www.youtube.com/user/ESA>, Erişim Tarihi:Temmuz 2018
- ESA. (2018, Temmuz 10). *Let's Talk About Food...in Space!*
<https://nasa.tumblr.com/post/156674617514/10-space-football-facts-you-probably-didnt-know>, Erişim Tarihi: Temmuz 2018
- ESA. (2018, Temmuz 7). *Sleeping in space*.
https://www.esa.int/kids/en/learn/Life_in_Space/Living_in_space/Sleeping_in_space, Erişim Tarihi: Temmuz 2018

- ESA. (2018, Haziran 10). *virtual-tour-iss*.
<http://esamultimedia.esa.int/multimedia/virtual-tour-iss/>, Erişim Tarihi: Haziran 2018
- ESA. (tarih yok). *Cupola*.
<http://wsn.spaceflight.esa.int/docs/Factsheets/4%20Cupola%20HR%20web.pdf>,
Erişim Tarihi: Mayıs 2018
- ESA. (tarih yok). *Cupola attached to Node-3*.
http://www.esa.int/Our_Activities/Human_and_Robotic_Exploration/International_Space_Station/Largest_window_for_space_completed, Erişim Tarihi: Mayıs 10, 2018
- Harland, D. M. (2019, 7 Şubat). *Space station*.
<https://www.britannica.com/technology/space-station>, Erişim Tarihi: Şubat 15, 2019
- JAXA. (2003). *How The Toilet Work In Space*. iss.jaxa.jp:
<http://iss.jaxa.jp/kids/en/life/04.html>, Erişim Tarihi: Eylül 1, 2018
- JAXA. (2007, Eylül). *Kibo HANDBOOK*. <http://iss.jaxa.jp>:
http://iss.jaxa.jp/kibo/library/fact/data/kibo-handbook_en.pdf, Erişim Tarihi: Ağustos 30, 2018
- MORKOÇ, M. (2013). *SANAT NESNESİ VE MEKAN İLİŞKİSİ ÜZERİNE*.
<http://www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080/xmlui/bitstream/handle/11655/2359/59b70a97-4794-45e5-8e20-0235df416822.pdf?sequence=1>, Erişim Tarihi: Mayıs 5, 2018
- NASA. (1998, Ocak 29). *International Cooperation*.
https://www.nasa.gov/mission_pages/station/cooperation/index.html, Erişim Tarihi: Haziran 18, 2018
- NASA. (2003, Kasım 8). *Part I - The History of Skylab*.
https://www.nasa.gov/missions/shuttle/f_skylab1.html, Erişim Tarihi: Mayıs 25, 2018
- NASA. (2007, Temmuz). *International Space Station Basics*.
https://www.nasa.gov/pdf/179225main_ISS_Poster_Back.pdf, Erişim Tarihi: Haziran 24, 2018

- NASA. (2007, Aralık 9). *Student Features*. nasa.gov:
https://www.nasa.gov/audience/forstudents/k-4/home/F_Living_in_Space.html,
Erişim Tarihi: Eylül 3, 2018
- NASA. (2007, Kasım 30). *Ultrasound Offers Insight As Diagnostic Techniques*.
<https://www.nasa.gov/vision/space/livinginspace/ultrasound.html>, Erişim Tarihi:
Eylül 3, 2018
- NASA. (2010, Ocak 1). *International Space Station Crew Quarters Ventilation and Acoustic Design Implementation*. nasa.gov:
<https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20100017014.pdf>, Erişim
Tarihi: Ağustos 10, 2018
- NASA. (2010, Kasım). *Reference Guide To The International Space Station*.
https://www.nasa.gov/pdf/508318main_ISS_ref_guide_nov2010.pdf, Erişim
Tarihi: Haziran 15, 2018
- NASA. (2010, Ocak). *SPACE SHUTTLE MISSION STS-130 A Room with a View*.
https://www.nasa.gov/pdf/420302main_sts130_press_kit.pdf, Erişim
Tarihi: Haziran 3, 2018
- NASA. (2011, Şubat 2011). *Leonardo: Frequently Visited ISS Soon to Be Home*.
https://www.nasa.gov/mission_pages/station/expeditions/expedition26/leonardo.html, Erişim Tarihi: Ekim 1, 2018
- NASA. (2011, Mayıs 20). *Saturday Morning in Space*. nasa.gov:
https://blogs.nasa.gov/fragileoasis/2011/05/20/post_1303767241284/, Erişim
Tarihi: Temmuz 2018
- NASA. (2011, Mart 30). *The Long Voyage of Discovery*. nasa.gov:
https://www.nasa.gov/mission_pages/shuttle/flyout/discovery.html, Erişim
Tarihi: Ağustos 10, 2018
- NASA. (2011, Kasım 30). *What Is the International Space Station?*
<https://www.nasa.gov/audience/forstudents/k-4/stories/nasa-knows/what-is-the-iss-k4.html>, Erişim Tarihi: Mayıs, 2018
- NASA. (2012, Aralık 25). *Chris Hadfield*.
https://www.nasa.gov/mission_pages/station/multimedia/gallery/iss034e009787.html, Erişim Tarihi: Mayıs 5, 2018

- NASA. (2012, Kasım 30). *https://www.nasa.gov/*
https://www.nasa.gov/mission_pages/station/multimedia/gallery/iss034e005268.html, Erişim Tarihi: Mayıs 6, 2018
- NASA. (2012, Ekim 31). *Human Robotic Systems*.
https://www.nasa.gov/offices/oct/home/feature_human_robotics.html, Erişim Tarihi: Mayıs 5, 2018
- NASA. (2013, Mayıs 28). *Amine Swingbed*.
https://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/news/wklysumm_week_of_may13.html, Erişim Tarihi: Ekim 20, 2018
- NASA. (2013, Ağustos 2). *Astronaut Karen Nyberg With InSPACE-3*.
https://www.nasa.gov/content/astronaut-karen-nyberg-with-inspace-3, Erişim Tarihi: Temmuz 30, 2018
- NASA. (2013, Kasım 29). *Russian Cargo Craft Docks With Station*.
https://www.nasa.gov/content/russian-cargo-craft-docks-with-station, Erişim Tarihi: Haziran 5, 2018
- NASA. (2013, Şubat). *What is Microgravity*.
https://www.nasa.gov/centers/glenn/shuttlestation/station/microgex.html, Erişim Tarihi: Mayıs 8, 2018
- NASA. (2014, Ağustos 23).
https://www.nasa.gov/directorates/heo/scan/services/missions/other/ISS.html, Erişim Tarihi: Haziran 7, 2018
- NASA. (2014). *Her Sleeping Bag*. *https://www.nasa.gov/content/samantha-cristoforetti-and-her-sleeping-bag/*, Erişim Tarihi: Temmuz 20, 2018
- NASA. (2014). *Zvezda Uyku Kabini*. *https://www.nasa.gov/content/study-compiles-data-on-problem-of-sleep-deprivation-in-astronauts*, Erişim Tarihi: Mayıs, 2018
- NASA. (2015, Eylül). *Reference Guide To The International Space Station*.
https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/np-2015-05-022-jsc-iss-guide-2015-update-111015-508c.pdf, Erişim Tarihi: Haziran 5, 2018
- NASA. (2016, Şubat). *BEAM*. *nasa.gov*:
https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/2016-march-beam-factsheet-508.pdf, Erişim Tarihi: Haziran 2018

- NASA. (2016, Haziran 5). *Columbus Module*.
https://www.nasa.gov/mission_pages/station/structure/Columbus_module.html,
Erişim Tarihi:Agustos 15, 2018
- NASA. (2017, Agustos 7). *Astronaut Chris Cassidy*.
https://www.nasa.gov/mission_pages/station/multimedia/iss036e006166.html,
Erişim Tarihi:Haziran 25, 2018
- NASA. (2017, Kasım 16). *Bigelow Expandable Activity Module*.
<https://www.nasa.gov/content/bigelow-expandable-activity-module>, Erişim
Tarihi: Eylül 7, 2018
- NASA. (2017, Agustos 7). *Colbert*.
[https://www.nasa.gov/mission_pages/station/multimedia/gallery/iss036e005384.](https://www.nasa.gov/mission_pages/station/multimedia/gallery/iss036e005384.html)
html, Erişim Tarihi: Ekim 5, 2018
- NASA. (2017, Agustos 23). *Environmental Control and Life Support System (ECLSS)*.
https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/g-281237_eclss_0.pdf,
Erişim Tarihi:Temmuz 2018
- NASA. (2017). *International Space Station Facilities: Research in Space 2017 and Beyond*.
[https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/iss_utilization_2017b-](https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/iss_utilization_2017b-tagged.pdf)
tagged.pdf, Erişim Tarihi:Haziran 5, 2018
- NASA. (2017, Aralık 28). *ISS Medical Monitoring*.
https://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/experiments/1025.html,
Erişim Tarihi: Agustos 2, 2018
- NASA. (2017, Agustos 13). *MSG*.
https://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/experiments/350.html,
Erişim Tarihi: Temmuz 30, 2018
- NASA. (2017, Temmuz 19). *MWA*.
https://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/experiments/173.html,
Erişim Tarihi: Temmuz 14, 2018
- NASA. (2017, Agustos 4). *Skylab History*. https://www.nasa.gov/mission_pages/skylab,
Erişim Tarihi:Mayıs 26, 2018

- NASA. (2017, Agustos 7). *Steve Swanson works out on the CEVIS*.
<https://www.nasa.gov/content/steve-swanson-works-out-on-the-cevis>, Erişim Tarihi: Temmuz 30, 2018
- NASA. (2017, Aralık 15). *What's on Board? What's on Board?*, Erişim Tarihi: Haziran 2018
- NASA. (2017, Agustos 7). *WORF*. <https://www.nasa.gov/content/astronaut-ellen-ochoa-looks-through-stations-destiny-lab-window>, Erişim Tarihi: Temmuz 30, 2018
- NASA. (2018, Haziran 30). <https://spaceflight.nasa.gov/gallery/images/station/crew-1/hires/iss01e5083.jpg>, Erişim Tarihi: Temmuz 2018
- NASA. (2018, Agustos 17). *About the Russian Progress Spacecraft*.
https://www.nasa.gov/mission_pages/station/structure/elements/progress_about.html, Erişim Tarihi: Eylül 2, 2018
- NASA. (2018, Kasım 14). *ARED*.
https://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/experiments/1001.html, Erişim Tarihi: Aralık 3, 2018
- NASA. (2018, Kasım 16). *Cupola*.
https://www.nasa.gov/mission_pages/station/structure/elements/cupola.html, Erişim Tarihi: Mayıs 8, 2018
- NASA. (2018, Kasım 16). *Destiny Laboratory Module Overview*.
https://www.nasa.gov/mission_pages/station/structure/elements/destiny.html, Erişim Tarihi: Temmuz 30, 2018
- NASA. (2018, Kasım 16). *Hormony*.
https://www.nasa.gov/mission_pages/station/structure/elements/harmony#.W3yCdegzbiU, Erişim Tarihi: Agustos 10, 2018
- NASA. (2018, Agustos 1). *MARES*.
https://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/experiments/352.html, Erişim Tarihi: Agustos 28, 2018
- NASA. (2018, Ocak 2). *May Extend BEAM's Time on the International Space Station*.
<https://www.nasa.gov/feature/nasa-may-extend-beam-s-time-on-the-international-space-station>, Erişim Tarihi: Agustos 30, 2018

NASA. (2018, Kasım 16). *Node 1*.

https://www.nasa.gov/mission_pages/station/structure/elements/unity#.WzzkrNIzbIX, Erişim Tarihi: Temmuz 2, 2018

NASA. (2018, Kasım 16). *Node 3 Tranquility*.

https://www.nasa.gov/mission_pages/station/structure/elements/tranquility, Erişim Tarihi: Ağustos 30, 2018

NASA. (2018, Kasım 16). *Permanent Multipurpose Module*.

https://www.nasa.gov/mission_pages/station/structure/elements/permanent-multipurpose-module#.WzOhrqczbIW, Erişim Tarihi: Ağustos 30, 2018

NASA. (2018, Mart 28). *Progress*.

<https://blogs.nasa.gov/spacestation/tag/progress/page/3/>, Erişim Tarihi: Eylül 2, 2018

NASA. (2018, Mayıs 17). *TVIS*.

https://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/experiments/976.html, Erişim Tarihi: Temmuz 30, 2018

NASA. (2018). *Veg-03*.

https://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/experiments/1294.html, Erişim Tarihi: Temmuz 17, 2018

NASA. (2018, Kasım 16). *ZARYA*.

https://www.nasa.gov/mission_pages/station/structure/elements/zarya-cargo-module, Erişim Tarihi: Temmuz 1, 2018

NASA. (2019, Ocak 16). *Amine Swingbed*.

https://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/experiments/967.html, Erişim Tarihi: Ocak 20, 2016

NASA. (2019, Ocak 30). *BioLab*.

https://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/experiments/68.html, Erişim Tarihi: Şubat 7, 2019

NASA. (2019, Ocak 16). *CEVIS*.

https://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/experiments/841.html, Erişim Tarihi: Ocak 30, 2019

NASA. (2019, Ocak 16). *CIR*.

https://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/experiments/326.html,

Erişim Tarihi: Temmuz 30, 2018

NASA. (2019, Ocak 16). *COLBERT*.

https://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/experiments/765.html,

Erişim Tarihi: Ocak 25, 2019

NASA. (2019, Şubat 27). *MELFI*.

https://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/experiments/58.html,

Erişim Tarihi: Ocak 25 2019

NASA. (2019, Şubat 20). *WOLF*.

https://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/experiments/358.html,

Erişim Tarihi: Şubat 25, 2019

NASA. (tarih yok). *Mir Space Station*. <https://history.nasa.gov/SP-4225/mir/mir.htm>,

Erişim Tarihi: 3 Mart, 2018

ÖZTURAN, Ö. (2015). *TEKNOLOJİK GELİŞMELERİN İÇ MEKAN BİÇİMLENİŞİNE*

ETKİSİ. [https://www.icmimarlikdergisi.com/wp-](https://www.icmimarlikdergisi.com/wp-content/uploads/2015/05/M00325.pdf)

[content/uploads/2015/05/M00325.pdf](https://www.icmimarlikdergisi.com/wp-content/uploads/2015/05/M00325.pdf), Erişim Tarihi: Mayıs 5, 2018

Zvezda-SM. (2018, Haziran 12).

[https://www.nasa.gov/mission_pages/station/structure/elements/zvezda-service-](https://www.nasa.gov/mission_pages/station/structure/elements/zvezda-service-module.html)

[module.html](https://www.nasa.gov/mission_pages/station/structure/elements/zvezda-service-module.html), Erişim Tarihi: Temmuz, 2018